

最新金属材料牌号、性能、用途及 中外牌号对照速用速查实用手册

第 一 卷

中国科技文化出版社

最新金属材料牌号、性能、用途及 中外牌号对照速用速查实用手册

第 二 卷

中国科技文化出版社

最新金属材料牌号、性能、用途及 中外牌号对照速用速查实用手册

第三卷

中国科技文化出版社

最新金属材料牌号、性能、用途及 中外牌号对照速用速查实用手册

第四卷

中国科技文化出版社

版式设计：建伟
封面设计：杨娟
责任编辑：韩冰

最新金属材料牌号、性能、用途及中外牌号对照速用速查实用手册
中国科技文化出版社



新华书店发行 三河第二印刷厂印刷

开本	787 × 1092	1/16	印张	131.25
2005 年 3 月第 1 版			2005 年 3 月第 1 次印刷	
印数	0,001—1,000			

ISBN 988 - 97895 - 4 - X/V . J6
定价：998.00 元（1CD + 配套手册四卷）

版权所有 翻版必究

《最新金属材料牌号、性能、用途及 中外牌号对照速用速查实用手册》

编 委 会

主 编 张丝雨

编 委 （以姓氏笔画为序排名）

马维田	马雁冰	王丽蕴	王熙霞
孙 芳	李 栋	李晓云	李海燕
刘 琦	刘仕武	张亚鸿	张跃军
周学兵	杨文才	赵国庆	赵楚秦

前 言

金属材料是国民经济建设的重要生产资料,也是对外贸易的重要商品。它的生产、流通和使用,有力地推动了我国国民经济的持续快速发展。金属材料品种规格繁多,性能和用途各异,在机械、冶金、矿山、石油、化工、轻工、建筑、制造、纺织等行业应用十分广泛。因此,为了普及金属材料的新标准、新技术知识,给从事上述行业的广大工程技术人员在生产实践中正确选材、合理用材提供科学依据,我们特组织编撰了本书。

该书是一部综合性金属材料工具书,共四卷十六篇,对金属材料及其制品的牌号、成分、性能、用途等知识均给予详细的阐述,具体包括金属材料基本知识,钢材的牌号、成分、性能、用途以及铁与铁合金、铜与铜合金、铝与铝合金、镁与镁合金、锌与锌合金、钛与钛合金、镍与镍合金、粉末冶金、稀土金属、稀有金属、贵金属及其合金、金属复合材料、专用合金、半金属与半导体材料、其他金属及合金等的牌号、成分、性能与用途都做了系统介绍,并收录了金属材料中外牌号对照与常用资料及数据等知识,内容系统而全面。在内容上力求“全、新、精、准”,在叙述上力求“简明扼要、图文对照”,在取材上强调“基本、常用、关键、实用”,在形式上以图表为主,在编排上按用途归类,处处体现本书快速便查的特点。非常适宜从事制造、冶金、建筑、工程建设及相关专业院校的科研人员、工程技术人员、广大师生使用。

本书的出版,得到很多有关专家及从事制造、冶金、建筑及工程建设等行业一线科研技术人员的鼎力相助,承蒙提供最新标准和技术资料,在此表示衷心感谢,限于编者水平有限,加之时间仓促,书中疏漏之处在所难免,恳请广大读者对予批评指正。

编 者

2005 年 3 月

目 录

第一卷

第一篇 金属材料基本知识

第一章 金属材料的分类	(3)
第一节 钢铁材料的分类	(3)
一、生铁的分类	(3)
二、铸铁的分类	(3)
三、钢的分类	(3)
第二节 有色金属材料的分类	(11)
一、制造业用有色金属材料的分类	(11)
二、制造业常用的有色金属	(12)
第二章 金属材料牌号的表示方法	(13)
第一节 钢铁产品牌号的表示方法	(13)
一、常用钢铁产品的命名符号	(13)
二、常用钢铁产品的牌号表示方法	(15)
三、钢铁及合金牌号统一数字代号体系	(15)
第二节 有色金属及其合金牌号表示方法	(30)
一、中 国	(30)
二、德 国	(39)
三、法 国	(46)
四、国际标准化组织(ISO)	(49)
五、日 本	(52)
六、俄罗斯	(67)
七、英 国	(77)
八、美 国	(80)
第三节 有色金属材料状态代号表示方法	(89)
一、中 国	(89)
二、德 国	(95)
三、法 国	(99)
四、国际标准化组织(ISO)	(109)
五、日 本	(112)

六、俄罗斯	(113)
七、英 国	(115)
八、美 国	(117)
第三章 金属材料的主要性能指标及涵义	(125)
第四章 金属材料质量的计算	(130)
第一节 常用钢材理论质量的计算方法	(130)
第二节 钢材理论质量计算简式	(132)
第三节 不锈钢板理论质量计算方法	(132)
第四节 有色金属材料理论质量计算公式	(134)
第五章 常用金属材料基本性能数据	(135)
第一节 钢铁材料的密度	(135)
一、铁合金的密度	(135)
二、常用钢铁材料的密度	(136)
第二节 常用有色金属材料的密度	(138)
第三节 常用金属材料的线胀系数	(142)
一、常用钢材的线胀系数	(142)
二、结构钢的线胀系数	(142)
三、不锈钢和工具钢的线胀系数	(143)
四、常用有色金属材料的线胀系数	(144)
第四节 常用金属材料的物理性能	(144)
一、常用钢铁材料熔点、热导率及比热容	(144)
二、常用有色金属材料的熔点、热导率及比热容	(145)
三、常用有色纯金属的物理性能	(145)
第五节 常用金属材料的力学性能	(146)
一、常用钢铁材料的弹性模量与泊松比	(146)
二、常用有色金属材料的弹性模量与泊松比	(146)
三、常用有色金属材料的力学性能	(146)
四、常用有色纯金属的力学性能	(147)
第六节 金属元素的性质和晶体结构	(148)
第七节 金属材料加工、组织和热处理工艺术语	(157)
一、金属材料加工常用术语	(157)
二、金属材料组织及热处理工艺术语	(158)
第八节 金属材料的力学性能和腐蚀性能术语	(165)
一、金属材料力学性能术语	(165)
二、金属材料腐蚀及防护术语	(171)
第九节 合金元素在钢中的作用	(173)
第十节 合金元素在轻合金中的作用	(184)
第十一节 常用金属材料的摩擦因数	(190)
一、常用有色金属材料的摩擦因数	(190)

二、常用钢铁材料的摩擦因数	(190)
第六章 金属材料的交货状态	(193)
第一节 钢材的交货状态	(193)
第二节 有色金属材料的交货状态	(194)
第七章 金属材料的标记	(195)
第一节 有色金属材料的涂色标记	(195)
第二节 钢材的标记代号	(195)
第三节 钢材的涂色标记	(198)
第四节 生铁的涂色标记	(200)
第八章 金属硬度与强度对照	(201)
第一节 低碳钢硬度与强度对照	(201)
第二节 合金钢硬度与强度对照	(204)
第三节 铜合金硬度与强度对照	(207)
第四节 铝合金硬度与强度对照	(218)

第二篇 钢材料的牌号、成分、性能及用途

第一章 钢及钢材产品基础知识	(235)
第一节 钢分类	(235)
第二节 钢产品分类	(246)
第三节 钢产品标记代号	(253)
第四节 钢铁及合金牌号统一数字代号体系	(258)
第五节 钢铁产品牌号表示方法	(264)
第六节 钢的成品化学成分允许偏差	(270)
第二章 钢材的品种规格	(275)
第一节 热轧盘条	(275)
第二节 钢 棒	(275)
一、锻制圆钢和方钢	(275)
二、热轧圆钢和方钢	(276)
三、热轧六角钢和八角钢	(277)
四、冷拉圆钢、方钢和六角钢	(277)
五、银亮钢	(279)
第三节 扁 钢	(280)
一、锻制扁钢	(280)
二、热轧扁钢	(280)
三、热轧工具钢扁钢	(281)
第四节 角 钢	(281)
一、热轧等边角钢	(281)

二、热轧不等边角钢	(284)
三、热轧 L 型钢	(286)
第五节 工字钢与槽钢	(287)
一、热轧工字钢	(287)
二、热轧槽钢	(289)
第六节 钢板与钢带	(291)
一、热轧钢板和钢带	(291)
二、冷轧钢板和钢带	(292)
第七节 钢 管	(292)
一、无缝钢管	(292)
二、直缝电焊钢管	(296)
第八节 冷拉圆钢丝、方钢丝和六角钢丝	(297)
第三章 结构钢	(298)
第一节 优质碳素结构钢	(298)
一、优质碳素结构钢的性能特点与用途	(298)
二、优质碳素结构钢的化学成分与力学性能	(303)
三、优质碳素钢热轧盘条	(305)
四、优质碳素结构钢钢板与钢带	(305)
五、优质碳素结构钢钢丝	(314)
六、碳素结构钢管	(317)
第二节 非调质机械结构钢	(321)
一、非调质机械结构钢的性能特点与用途	(321)
二、非调质机械结构钢的化学成分与力学性能	(322)
三、非调质机械结构钢钢材尺寸规格	(323)
第三节 合金结构钢	(324)
一、低淬透性含钛优质碳素结构钢的牌号、成分及性能	(324)
二、低合金高强度结构钢的牌号、化学成分和性能	(325)
三、合金结构钢的牌号、化学成分及力学性能	(326)
四、锻件用合金结构钢的牌号及力学性能	(333)
五、弹簧钢的牌号、化学成分及力学性能	(340)
六、高碳铬轴承钢的牌号、成分及力学性能	(343)
七、高碳铬不锈轴承钢的牌号及化学成分	(343)
八、渗碳轴承钢的牌号、化学成分及力学性能	(344)
九、铁路货车滚动轴承用渗碳轴承钢的牌号、化学成分及力学性能	(345)
十、铁路货车滚动轴承用冷拉轴承钢牌号及化学成分	(346)
十一、航空发动机用高温轴承钢	(346)
十二、航空发动机用高温渗碳轴承钢	(349)
十三、航空发动机用高碳铬轴承钢	(350)
第四节 保证淬透性结构钢	(352)

一、保证淬透性结构钢的性能特点与用途	(352)
二、保证淬透性结构钢的化学成分与力学性能	(353)
三、保证淬透性结构钢钢材尺寸规格	(359)
第五节 低淬透性含钛优质碳素结构钢	(360)
一、低淬透性含钛优质碳素结构钢的性能特点与用途	(360)
二、低淬透性含钛优质碳素结构钢的化学成分与力学性能	(360)
三、低淬透性含钛优质碳素结构钢钢材尺寸规格	(361)
第六节 易切削结构钢	(362)
一、易切削结构钢的性能特点与用途	(362)
二、易切削结构钢的化学成分与力学性能	(362)
三、易切削结构钢钢材的尺寸规格	(364)
第七节 弹簧钢	(365)
一、弹簧钢的性能特点与用途	(365)
二、弹簧钢的化学成分与力学性能	(367)
三、弹簧钢钢板和钢带	(369)
四、弹簧钢丝	(373)
第八节 滚动轴承钢	(387)
一、高碳铬轴承钢	(387)
二、渗碳轴承钢	(389)
三、不锈钢轴承钢	(392)
四、滚动轴承钢钢材的尺寸规格	(393)
五、轴承保持器用碳素结构钢丝	(394)
第九节 塑性成形用钢	(395)
一、锻件用结构钢	(395)
二、冷墩和冷挤压用钢	(408)
三、深冲压用钢	(418)
第十节 机床零件用钢	(421)
一、机床零件用钢的化学成分和性能特点	(421)
二、机床零件用钢的力学性能与用途	(427)
第十一节 汽车用钢	(441)
一、汽车用钢板与钢带	(441)
二、汽车半轴套管用无缝钢管	(443)
三、汽车车身附件用异型钢丝	(445)
第十二节 拖拉机大梁用槽钢	(446)
第十三节 内燃机用钢	(447)
一、内燃机气阀钢	(447)
二、内燃机用扁钢丝	(448)
第十四节 汽轮机用钢	(449)
一、汽轮机叶片用钢	(449)

二、汽轮机螺栓用合金钢棒	(452)
第十五节 镀涂钢板与钢带	(453)
一、单张热镀锌钢板	(453)
二、连续热镀锌薄钢板和钢带	(454)
三、连续热镀锌铝硅合金钢板和钢带	(456)
四、连续热浸镀锌铝稀土合金镀层钢带和钢板	(458)
五、连续电镀锌冷轧钢板及钢带	(459)
六、热镀锌合金冷轧碳素钢板	(461)
七、冷轧电镀锌薄钢板	(462)
八、彩色涂层钢板及钢带	(464)
第十六节 工程和焊接结构用钢	(465)
一、碳素结构钢	(465)
二、桥梁用结构钢	(472)
三、船体用结构钢	(475)
四、厚度方向性能钢板	(481)
第十七节 压力容器和锅炉用钢	(481)
一、压力容器用钢板	(481)
二、低温压力容器用低合金钢板	(484)
三、压力容器用热轧钢带	(485)
四、焊接气瓶用钢板	(486)
五、锅炉用钢板	(486)
六、低、中压锅炉用无缝钢管	(490)
七、低、中压锅炉用电焊钢管	(491)
八、高压锅炉用无缝钢管	(492)
九、高压化肥设备用无缝钢管	(497)
十、石油裂化用无缝钢管	(499)
第十八节 低合金高强度钢	(501)
一、低合金高强度钢的性能特点与用途	(501)
二、低合金高强度钢的化学成分和力学性能	(502)
三、高强度结构钢热处理和控轧钢板、钢带	(504)
四、工程用结构钢管	(506)

第二卷

第十九节 耐候钢	(509)
一、高耐候结构钢	(509)
二、焊接结构用耐候钢	(511)
第二十节 建筑用钢	(513)
一、建筑用钢筋和钢丝	(513)

二、预应力混凝土用钢棒	(517)
三、建筑结构钢板	(519)
第四章 工具钢	(523)
第一节 工具钢牌号表示方法	(523)
第二节 碳素工具钢	(525)
一、碳素工具钢热轧钢板	(526)
二、手表用碳素工具钢冷轧钢带	(526)
三、碳素工具钢钢丝	(527)
第三节 合金工具钢	(529)
第四节 高速工具钢	(533)
一、高速工具钢钢棒	(533)
二、高速工具钢大截面锻制钢材	(536)
三、高速工具钢钢板	(537)
四、机器锯条用高速工具钢热轧钢带	(538)
五、高速工具钢钢丝	(538)
第五节 凿岩钎杆用中空钢	(539)
第六节 电渣熔铸合金工具钢模块	(540)
第七节 塑料模具用扁钢	(541)
第八节 工具钢的特性及用途	(544)
第九节 工具钢产品标准目录	(551)
第五章 模具钢	(552)
第一节 冷作模具钢	(552)
一、常用冷作模具钢的性能特点与用途	(552)
二、常用冷作模具钢的化学成分	(561)
三、常用冷作模具钢的物理性能	(565)
四、常用冷作模具钢的力学性能、化学性能与工艺性能	(571)
五、冷作模具钢选用实例	(596)
第二节 热作模具钢	(603)
一、常用热作模具钢的性能特点与用途	(603)
二、常用热作模具钢的化学成分	(608)
三、常用热作模具钢的物理性能	(609)
四、常用热作模具钢的力学性能与工艺性能	(612)
五、通用锻制模块	(627)
六、模锻锤和大型热模锻压机用模块	(638)
七、电渣熔铸合金工具钢模块	(639)
八、热作模具钢选用实例	(640)
第三节 塑料模具钢	(643)
一、常用塑料模具钢的性能特点与用途	(643)
二、常用塑料模具钢的化学成分	(651)

三、常用塑料模具钢的物理性能	(654)
四、常用塑料模具钢的力学性能、化学性能与工艺性能	(658)
五、塑料模具钢模块	(686)
六、塑料模具用扁钢	(687)
七、塑料模具用热轧厚钢板	(690)
八、塑料模具钢选用实例	(691)
第六章 不锈钢	(693)
第一节 不锈钢的性能特点与用途	(693)
第二节 不锈钢的化学成分与力学性能	(696)
第三节 不锈钢的物理性能与化学性能	(709)
第四节 不锈钢盘条	(719)
第五节 不锈钢热轧等边角钢	(721)
第六节 不锈钢钢板及钢带	(725)
一、不锈钢热轧钢板	(725)
二、不锈钢冷轧钢板	(733)
三、不锈钢热轧钢带	(743)
四、不锈钢和耐热钢冷轧钢带	(745)
五、弹簧用不锈钢冷轧钢带	(749)
六、磁头用不锈钢冷轧钢带	(751)
七、彩色显像管弹簧用不锈钢冷轧钢带	(752)
八、不锈钢复合钢板和钢带	(753)
九、不锈复合钢冷轧薄钢板和钢带	(755)
第七节 不锈钢管	(756)
一、结构用不锈钢无缝钢管	(756)
二、不锈钢小直径无缝钢管	(759)
三、不锈耐酸钢极薄壁无缝钢管	(760)
四、薄壁不锈钢水管	(762)
五、流体输送用不锈钢无缝钢管	(763)
六、锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管	(766)
七、流体输送用不锈钢焊接钢管	(769)
八、机械结构用不锈钢焊接钢管	(771)
九、S 型钎焊不锈钢金属软管	(773)
第八节 不锈钢丝	(775)
一、不锈钢丝	(775)
二、弹簧用不锈钢丝	(778)
三、冷顶锻用不锈钢丝	(779)
四、高碳铬不锈钢丝	(781)
第七章 耐热钢	(783)
第一节 耐热钢的牌号、化学成分及力学性能	(783)

一、耐热钢的牌号和化学成分	(783)
二、耐热钢的力学性能	(785)
第二节 不锈钢的特性及用途	(791)
第八章 铸 钢	(795)
第一节 铸钢牌号表示方法	(795)
第二节 一般工程用铸造碳钢	(796)
第三节 焊接结构用碳素钢铸件	(797)
第四节 低合金铸钢	(798)
第五节 耐热铸钢	(802)
第六节 不锈钢耐酸钢铸件	(804)
第七节 工程结构用中、高强度不锈钢铸件	(810)
第八节 高锰钢铸件	(811)
第九节 铸钢的特性和用途	(812)

第三篇 铁、铁合金的牌号、成分、性能及用途

第一章 生铁、铁合金	(819)
第一节 炼钢用生铁与铸造用生铁	(819)
一、炼钢用生铁	(819)
二、铸造用生铁	(819)
第二节 球墨铸铁用生铁与含钒生铁	(820)
一、球墨铸铁用生铁	(820)
二、含钒生铁	(821)
第三节 铁合金产品表示方法	(821)
第四节 硅 铁	(822)
第五节 金属锰与电解金属锰及金属铬	(823)
一、金属锰	(823)
二、电解金属锰	(823)
三、金属铬	(824)
第六节 磷铁、钛铁、钨铁及锰铁	(824)
一、磷 铁	(824)
二、钛 铁	(825)
三、钨 铁	(825)
四、锰 铁	(825)
第七节 锰硅合金、硅钙合金及锰铬合金	(826)
一、锰硅合金	(826)
二、硅钙合金	(827)
三、硅铬合金	(827)

第八节 稀土硅铁合金与稀土镁硅铁合金	(828)
一、稀土硅铁合金	(828)
二、稀土镁硅铁合金	(829)
第九节 钒铁与钼铁及氧化钼块	(829)
一、钒 铁	(829)
二、钼 铁	(830)
三、氧化钼块	(830)
第十节 铬铁与真空法微碳铬铁	(831)
一、铬 铁	(831)
二、真空法微碳铬铁	(832)
第十一节 硼铁与铈铁	(832)
一、硼 铁	(832)
二、铈 铁	(833)
第十二节 铈锰铁合金与硅钡合金	(834)
一、铈锰铁合金	(834)
二、硅钡合金	(834)
第二章 铸 铁	(835)
第一节 铸铁牌号的表示方法及热处理状态的名称和代号	(835)
第二节 灰铸铁	(840)
第三节 球墨铸铁	(844)
第四节 可锻铸铁	(848)
第五节 耐热铸铁	(850)
第六节 抗磨白口铸铁	(852)
第七节 中锰抗磨球墨铸铁	(855)
第八节 耐磨铸铁	(856)
第九节 高硅耐蚀铸铁	(856)
第十节 蠕墨铸铁	(858)
第三章 铸铁管	(860)
第一节 砂型离心铸铁管	(860)
第二节 连续铸铁管	(862)
第三节 柔性机械接口灰口铸铁管	(866)
第四节 柔性机械接口铸铁管件	(875)
第五节 排水用柔性接口铸铁管及管件	(892)
第六节 梯唇型橡胶圈接口铸铁管	(907)
第七节 梯唇型橡胶圈接口铸铁管件	(911)
第八节 水及燃气管道用球墨铸铁管、管件和附件	(924)
第九节 排水用灰口铸铁直管及管件	(1000)
第十节 灰口铸铁管件	(1008)

第三卷

第四篇 铜及铜合金的牌号、成分、性能与用途

第一章 铜及铜合金的牌号(代号)表示方法	(1039)
第二章 阴极铜、电工用铜线锭及粗铜	(1041)
第一节 阴极铜	(1041)
第二节 电工用铜线锭	(1042)
第三节 粗铜	(1042)
第三章 加工铜及铜合金	(1043)
第一节 加工铜的牌号及化学成分	(1043)
第二节 加工黄铜的牌号和化学成分	(1044)
第三节 加工青铜的牌号和化学成分	(1048)
第四节 加工白铜的牌号和化学成分	(1051)
第四章 加工铜及铜合金板、带、箔的牌号、状态和性能	(1054)
第一节 纯铜板、带的性能与无氧铜带材的力学性能	(1054)
一、纯铜板、带的性能	(1054)
二、无氧铜带材的力学性能	(1055)
第二节 铜导电板、电缆用铜带、雷管用铜及铜合金带	(1056)
一、铜导电板和电缆用铜带	(1056)
二、雷管用铜和铜合金带	(1057)
第三节 黄铜板、带材及复杂黄铜板	(1058)
第四节 热交换器固定板用黄铜板与水箱水室用黄铜板带	(1063)
一、热交换器固定板用黄铜板	(1063)
二、水箱水室用黄铜板带	(1063)
第五节 散热器的散热片和散热器的冷却管专用纯铜带、黄铜带	(1064)
第六节 电容器、纱管专用黄铜带及专用铅黄铜带	(1064)
一、电容器专用黄铜带	(1064)
二、纱管专用黄铜带	(1065)
三、专用铅黄铜带	(1065)
第七节 焊接管用 H65 黄铜带	(1066)
第八节 锡青铜、铝青铜、镉青铜板和带及铬青铜板	(1066)
一、锡青铜板和带	(1066)
二、铝青铜板和带	(1068)
三、镉青铜板和带	(1069)
四、铬青铜板	(1069)
第九节 锰青铜、硅青铜、锡锌铅青铜及普通白铜板和带	(1070)

一、锰青铜板和带	(1070)
二、硅青铜板和带	(1071)
三、锡锌铅青铜板和带	(1071)
四、普通白铜板和带	(1072)
第十节 铝白铜、锰白铜、锌白铜板和带与铜及铜合金箔	(1073)
一、铝白铜板和带	(1073)
二、锰白铜板和带	(1074)
三、锌白铜板和带	(1075)
四、铜及铜合金箔	(1076)
第五章 铜及铜合金管、棒、线和丝的牌号、规格、状态和性能	(1079)
第一节 铜及铜合金拉制管、挤制管和毛细管	(1079)
一、铜及铜合金拉制管	(1079)
二、铜及铜合金挤制管	(1080)
三、铜及铜合金毛细管	(1081)
第二节 热交换器用铜合金无缝管与铜及铜合金散热扁管	(1082)
一、热交换器用铜合金无缝管	(1082)
二、铜及铜合金散热扁管	(1083)
第三节 矩形和方形铜及铜合金波导管与圆形铜合金波导管	(1083)
一、矩形和方形铜及铜合金波导管	(1083)
二、圆形铜合金波导管	(1083)
第四节 空调与制冷用无缝铜管及无缝铜水管和铜气管	(1084)
一、空调与制冷用无缝铜管	(1084)
二、无缝铜水管和铜气管	(1084)
第五节 黄铜薄壁管与气门嘴用 HPb63 - 0.1 铅黄铜管及黄铜焊接管	(1085)
一、黄铜薄壁管	(1085)
二、气门嘴用 HPb63 - 0.1 铅黄铜管	(1086)
三、黄铜焊接管	(1087)
第六节 航空散热管与拉杆天线套管	(1088)
一、航空散热管	(1088)
二、拉杆天线套管	(1088)
第七节 压力表用锡青铜管与铝塑复合管用卡套式铜制管接头	(1089)
一、压力表用锡青铜管	(1089)
二、铝塑复合管用卡套式铜制管接头	(1089)
第八节 铜及铜合金拉制棒、挤制棒和矩形棒	(1091)
一、铜及铜合金拉制棒	(1091)
二、铜及铜合金挤制棒	(1094)
三、铜及铜合金矩形棒	(1098)
第九节 黄铜磨光棒、铅黄铜拉花棒与铅黄铜针座棒及铍青铜棒	(1098)
一、黄铜磨光棒	(1098)

二、铅黄铜拉花棒	(1099)
三、铅黄铜针座棒	(1099)
四、铍青铜棒	(1100)
第十节 电工用铜线坯与纯铜线、黄铜线、青铜线及白铜线	(1101)
一、电工用铜线坯	(1101)
二、纯铜线	(1103)
三、黄铜线	(1104)
四、青铜线	(1107)
五、白铜线	(1108)
第十一节 专用铜及铜合金线	(1109)
第十二节 铜及铜合金扁线、铍青铜线、电工圆铜线与镀锡圆铜线	(1111)
一、铜及铜合金扁线	(1111)
二、铍青铜线	(1112)
三、电工圆铜线	(1112)
四、镀锡圆铜线	(1114)
第十三节 铜-铜镍(康铜)热电偶丝	(1115)
第十四节 锰铜、康铜精密电阻合金线、片及带	(1117)
第六章 加工铜及铜合金的特性和用途	(1121)
第七章 铸造铜合金	(1133)
第一节 铸造铜合金的牌号及化学成分	(1133)
第二节 铸造铜合金的力学性能	(1136)
第三节 铸造铜合金的主要特性和应用	(1138)
第四节 铸造黄铜锭与铸造青铜锭	(1144)
一、铸造黄铜锭	(1144)
二、铸造青铜锭	(1146)
第五节 铜铍中间合金锭与铜中间合金锭及铜合金铸件	(1148)
一、铜铍中间合金锭	(1148)
二、铜中间合金锭	(1149)
三、铜合金铸件	(1150)
第六节 冶金设备制造通用技术条件-铜合金铸件	(1151)
第七节 铜及铜合金废料、废件分类和技术条件	(1155)
第八章 加工铜及铜合金产品标准目录	(1161)

第五篇 铝及铝合金的牌号、成分、性能与用途

第一章 铝及铝合金牌号表示方法	(1167)
第一节 变形铝及铝合金牌号表示方法	(1167)
第二节 变形铝及铝合金状态代号	(1168)
第三节 铸造铝合金牌号表示方法	(1174)

第二章 变形铝及铝合金	(1175)
第一节 铝及铝合金加工产品的性能特点与用途	(1175)
第二节 变形铝及铝合金的化学成分	(1181)
第三节 铝及铝合金加工产品的力学性能	(1190)
一、工业用纯铝的室温力学性能	(1190)
二、防锈铝的室温力学性能	(1191)
三、硬铝的室温力学性能	(1202)
四、锻铝的室温力学性能	(1208)
五、超硬铝的室温力学性能	(1213)
六、铝及铝合金加工产品的低温和高温力学性能	(1218)
第四节 铝及铝合金加工产品的物理与化学性能	(1221)
一、铝及铝合金加工产品的物理性能	(1221)
二、铝及铝合金加工产品的耐蚀性能	(1223)
第五节 铝及铝合金加工产品的工艺性能	(1225)
第三章 铝及铝合金板材	(1226)
第一节 铝及铝合金板、带材	(1226)
第二节 铝及铝合金轧制板	(1234)
第三节 铝及铝合金花纹板	(1250)
第四节 表盘及装饰用纯铝板	(1253)
第五节 铝及铝合金波纹板	(1255)
第六节 铝及铝合金压型板	(1255)
第七节 钎接用铝合金板	(1257)
第八节 可热处理强化的铝合金板	(1259)
第九节 不可热处理强化的铝及铝合金板	(1263)
第十节 可热处理强化的铝合金大规格板	(1264)
第十一节 不可热处理强化的铝及铝合金大规格板	(1269)
第十二节 铝及铝合金彩色涂层板、带材	(1270)
第四章 铝及铝合金带材	(1275)
第一节 铝及铝合金热轧带材	(1275)
第二节 铝及铝合金冷轧带材	(1275)
第三节 铝及铝合金铸轧带材	(1280)
第四节 瓶盖用铝及铝合金板、带材	(1280)
第五章 铝及铝合金箔	(1282)
第一节 一般用途的铝及铝合金箔	(1282)
第二节 电解电容器用铝箔	(1286)
第三节 空调器散热片用素铝箔	(1287)
第四节 空调器散热片用亲水铝箔	(1288)
第五节 电缆用铝箔	(1289)
第六章 铝及铝合金管材	(1290)

第一节	铝及铝合金管材的尺寸规格	(1290)
第二节	铝及铝合金热挤压无缝圆管	(1294)
第三节	铝及铝合金拉(轧)制无缝管	(1297)
第四节	铝及铝合金焊接管	(1300)
第五节	凿岩机用铝合金管材	(1302)
第七章	铝及铝合金棒材与线材	(1304)
第一节	铝及铝合金挤压棒材	(1304)
第二节	铝及铝合金挤压扁棒	(1307)
第三节	导电用铝线	(1309)
第四节	铆钉用铝及铝合金线材	(1310)
第八章	铝及铝合金型材	(1314)
第一节	工业用铝及铝合金热挤压型材	(1314)
第二节	铝合金花格网	(1318)

第六篇 镁及镁合金的牌号成分、性能与用途

第一章	镁及镁合金牌号表示方法	(1321)
第二章	变形镁与镁合金牌号、成分及其加工制品的力学性能	(1323)
第一节	变形镁及镁合金牌号和化学成分	(1323)
第二节	变形镁合金的加工制品及其力学性能	(1324)
一、	镁合金板材及其力学性能	(1324)
二、	镁合金挤压棒材及其力学性能	(1327)
三、	镁合金挤压型材及其力学性能	(1330)
第三章	重熔用镁锭及铸造镁合金的牌号、化学成分和力学性能	(1332)
第一节	重熔用镁锭牌号和化学成分	(1332)
第二节	铸造镁合金牌号和化学成分	(1333)
第三节	铸造镁合金的力学性能	(1333)
第四节	压铸镁合金的牌号、化学成分和力学性能	(1336)
第四章	镁及镁合金的性能特点和用途	(1337)

第七篇 锌及锌合金的牌号、成分、性能及用途

第一章	锌及锌合金牌号表示方法与化学成分	(1341)
第一节	锌及锌合金牌号表示方法	(1341)
第二节	锌及锌合金牌号和化学成分	(1341)
一、	直接法氧化锌	(1341)
二、	副产品氧化锌	(1342)
三、	锌锭牌号和化学成分	(1343)

四、热镀用锌合金锭牌号和化学成分	(1344)
五、铸造锌合金锭牌号和化学成分	(1344)
六、铸造锌合金牌号和化学成分	(1345)
第二章 锌及锌合金的力学性能与用途	(1347)
第一节 锌及锌合金的力学性能	(1347)
第二节 锌及锌合金的用途	(1348)
第三章 锌及锌合金加工产品	(1349)
第一节 锌阳极板	(1349)
第二节 胶印锌板	(1349)
第三节 电池锌板	(1350)
第四节 锌箔	(1351)
第五节 电池锌饼	(1352)
第六节 照相制版用微晶锌板	(1354)
第七节 锌合金压铸件	(1355)
第八节 锌及锌合金废料、废件分类和技术条件	(1356)

第八篇 镍、镍合金和高温合金的牌号、成分、性能及用途

第一章 镍、镍合金和高温合金牌号表示方法	(1363)
第二章 镍及镍合金	(1365)
第一节 镍及镍合金牌号及化学成分	(1365)
第二节 镍及镍合金性能	(1367)
第三节 加工镍及镍合金的特性及用途	(1370)
第三章 变形高温合金	(1372)
第一节 变形高温合金牌号及化学成分	(1372)
第二节 变形高温合金的特性及用途	(1377)
第四章 铸造高温合金	(1381)
第一节 铸造高温合金牌号及化学成分	(1381)
第二节 铸造高温合金的特性及用途	(1384)
第五章 镍、镍合金及高温合金产品规格及性能	(1385)
第一节 镍及镍合金板	(1385)
第二节 镍及镍合金带	(1386)
第三节 电真空器件用镍及镍合金板和带	(1386)
第四节 镍阳极板	(1387)
第五节 镍及白铜箔	(1387)
第六节 镍及镍铜合金管	(1388)
第七节 镍及镍合金无缝薄壁管	(1389)
第八节 镍及镍铜合金棒	(1389)
第九节 镍线	(1391)

第十节 镍铜合金线	(1391)
第十一节 电真空器件用镍及镍合金线	(1392)
第十二节 高温合金热轧钢板	(1393)
第十三节 高温合金冷轧薄板	(1395)
第十四节 一般用途高温合金管	(1398)
第十五节 高温合金冷拉棒材	(1399)
第十六节 普通承力件用高温合金热轧和锻制棒材	(1401)
第十七节 转动部件高温合金热轧棒材	(1404)
第十八节 焊接用高温合金冷拉丝	(1406)
第十九节 焊接用高温合金丝	(1407)
第二十节 冷墩用高温合金冷拉丝	(1408)
第二十一节 GH 4133B 合金盘形锻件	(1409)
第二十二节 高温合金锻制圆饼	(1410)
第二十三节 2Cr3WMoV(GH 34)钢锻制圆饼	(1412)
第二十四节 铸造高温合金母合金	(1413)
第二十五节 高温合金环件毛坯	(1415)

第九篇 钛及钛合金的牌号、成分、性能与用途

第一章 钛及钛合金的术语牌号和表示方法	(1419)
第二章 海绵钛和冶金用二氧化钛	(1420)
第一节 海绵钛	(1420)
第二节 冶金用二氧化钛	(1421)
第三章 变形钛及钛合金	(1422)
第一节 变形钛及钛合金牌号和化学成分及成分允许偏差	(1422)
第二节 变形钛及钛合金的特性和用途	(1425)
第四章 铸造钛及钛合金	(1427)
第一节 铸造钛及钛合金牌号和化学成分	(1427)
第二节 铸造钛合金的结晶温度间隔和铸造性能	(1428)
第三节 铸造钛合金的特性及用途	(1429)
第五章 钛及钛合金产品	(1430)
第一节 钛及钛合金板材	(1430)
第二节 板式换热器用钛板	(1435)
第三节 重要用途的 TA7 钛合金板材	(1436)
第四节 重要用途的 TC4 钛合金板材	(1438)
第五节 钛及钛合金带、箔材	(1440)
第六节 磁头用工业纯钛箔	(1441)
第七节 钛及钛合金饼和环	(1442)

第八节 钛及钛合金管	(1444)
第九节 换热器及冷凝器用钛及钛合金管	(1446)
第十节 钛及钛合金棒材	(1448)
第十一节 钛及钛合金丝	(1451)
第十二节 外科植入物用钛及钛合金	(1452)
第十三节 钛及钛合金铸件	(1455)

第十篇 粉末冶金 的牌号、成分、性能与用途

第一章 粉末冶金材料的分类与牌号	(1459)
第一节 粉末冶金材料的分类和牌号表示方法	(1459)
第二节 硬质合金牌号	(1465)
第二章 钢结硬质合金材料毛坯	(1467)
第三章 钴包碳化钨复合粉及碳化钨粉还原铁粉	(1476)
第一节 钴包碳化钨复合粉	(1476)
第二节 碳化钨粉	(1477)
第三节 粉末冶金用还原铁粉	(1479)
第四章 切削加工用硬质合金与刀具用可转位刀片	(1481)
第一节 切削加工用硬质合金的分类、分组代号	(1481)
第二节 切削刀具用可转位刀片的型号表示规则	(1484)

第十一篇 稀土金属、稀有金属、贵金属及其合金 的牌号、成分、性能与用途

第一章 稀土金属	(1497)
第一节 概 述	(1497)
第二节 稀土产品牌号表示方法	(1498)
第三节 高钇富铈混合稀土氧化物	(1500)
一、高钇混合稀土氧化物	(1500)
二、富铈混合稀土氧化物	(1500)
第四节 镧铈氧化物富集物、氧化镧、六硼化镧与金属镧	(1501)
一、镧铈氧化物富集物	(1501)
二、氧化镧	(1501)
三、六硼化镧	(1502)
四、金属镧	(1503)
第五节 富铈氢氧化物、氧化铈、硝酸铈、碳酸铈与金属铈	(1053)
一、富铈氢氧化物	(1503)
二、氧化铈	(1504)

三、硝酸铈	(1504)
四、碳酸铈	(1505)
五、金属铈	(1506)
第六节 氧化镨与钕镨氧化物富集物	(1506)
一、氧化镨	(1506)
二、钕镨氧化物富集物	(1507)
第七节 氧化钕、氟化钕、金属钕与烧结钕铁硼永磁材料	(1507)
一、氧化钕	(1507)
二、氟化钕	(1508)
三、金属钕	(1508)
四、烧结钕铁硼永磁材料	(1509)
第八节 钐镱钐富集物与钐镱钐氧化物富集物	(1512)
一、钐镱钐富集物	(1512)
二、钐镱钐氧化物富集物	(1512)
第九节 氧化钐、金属钐、钐钴 1-5 型永磁合金粉	(1513)
一、氧化钐	(1513)
二、金属钐	(1513)
三、钐钴 1-5 型永磁合金粉	(1514)
第十节 荧光级氧化铈、氧化钐、金属钐、氧化铽与金属铽	(1515)
一、荧光级氧化铈	(1515)
二、氧化钐	(1516)
三、金属钐	(1517)
四、氧化铽	(1517)
五、金属铽	(1518)
第十一节 氧化铈、氟化铈与金属铈	(1518)
一、氧化铈	(1518)
二、氟化铈	(1519)
三、金属铈	(1520)
第十二节 氧化钐、氧化铈、氧化铈、氧化铈与氧化铈	(1520)
一、氧化钐	(1520)
二、氧化铈	(1521)
三、氧化铈	(1521)
四、氧化铈	(1522)
五、氧化铈	(1522)
第十三节 氧化钐与金属钐	(1523)
一、氧化钐	(1523)
二、金属钐	(1523)
第十四节 氧化钐、荧光级氧化钐钐与金属钐	(1524)
一、氧化钐	(1524)

二、荧光级氧化钇镨	(1524)
三、金属钇	(1527)
第十五节 纱罩用硝酸钍与重稀土氧化物富集物	(1528)
一、纱罩用硝酸钍	(1528)
二、重稀土氧化物富集物	(1528)
第十六节 混合氯化稀土、氟化稀土与农用硝酸稀土	(1529)
一、混合氯化稀土	(1529)
二、氟化稀土	(1529)
三、农用硝酸稀土	(1530)
第十七节 碳酸稀土、混合稀土金属与混合稀土金属丝棒	(1531)
一、碳酸稀土	(1531)
二、混合稀土金属	(1531)
三、混合稀土金属丝、棒	(1532)
第十八节 电池级混合稀土金属与稀土硅铁合金	(1532)
一、电池级混合稀土金属	(1532)
二、稀土硅铁合金	(1533)
第十九节 稀土镁硅铁合金与灯用稀土红、绿、蓝荧光粉	(1534)
一、稀土镁硅铁合金	(1534)
二、灯用稀土红色、绿色、蓝色荧光粉	(1534)
第二十节 汽油车排气净化球型稀土催化剂与稀土有机络合物饲料添加剂	(1537)
一、汽油车排气净化球型稀土催化剂	(1537)
二、稀土有机络合物饲料添加剂	(1538)
第二十一节 铬酸镧高温电热元件与稀土钴永磁材料	(1538)
一、铬酸镧高温电热元件	(1538)
二、稀土钴永磁材料	(1539)
第二章 稀有金属	(1544)
第一节 锂、高纯锂与锂带	(1544)
一、锂	(1544)
二、高纯锂	(1544)
三、锂带	(1545)
第二节 铍片与金属铍珠	(1546)
一、铍片	(1546)
二、金属铍珠	(1547)
第三节 钨条、掺杂钨条、钨板与钨杆	(1548)
一、钨条	(1548)
二、掺杂钨条	(1549)
三、钨板	(1550)
四、钨杆	(1551)
第四节 氙灯钨阳极与钨钨电极	(1552)

一、氙灯钨阳极	(1552)
二、钨钨电极	(1554)
第五节 钨丝与钨钨合金丝	(1555)
一、钨丝	(1555)
二、钨钨合金丝	(1558)
第六节 钨条和钨板坯及掺杂钨条	(1560)
一、钨条和钨板坯	(1560)
二、掺杂钨条	(1561)
第七节 钨钨合金条与钨及钨合金板	(1561)
一、钨钨合金条	(1561)
二、钨及钨合金板	(1562)

第四卷

第八节 钨箔、钨及钨合金棒	(1565)
一、钨箔	(1565)
二、钨及钨合金棒	(1565)
第九节 钨杆与钨钨合金杆	(1567)
一、钨杆	(1567)
二、钨钨合金杆	(1568)
第十节 钨圆片、钨丝及钨钨合金丝	(1569)
一、钨圆片	(1569)
二、钨丝	(1570)
三、钨钨合金丝	(1572)
第十一节 粉冶钨合金顶头、钨及钨合金板材和带材	(1573)
一、粉冶钨合金顶头	(1573)
二、钨及钨合金板材和带材	(1575)
第十二节 钨及钨合金箔材	(1577)
第十三节 钨及钨合金无缝管	(1578)
第十四节 钨及钨合金棒材	(1579)
第十五节 钨丝、钨条、钨板材、带材、箔材	(1582)
一、钨丝	(1582)
二、钨条	(1583)
三、钨板材、带材、箔材	(1584)
第十六节 钨无缝管与钨棒材	(1586)
一、钨无缝管	(1586)
二、钨棒材	(1588)
第十七节 核工业用钨及钨合金铸锭	(1590)
第十八节 核工业用钨及钨合金无缝管	(1592)

第十九节 核工业用锆及锆合金棒材和线材	(1594)
第二十节 吸气用锆铝合金复合带材与释汞吸气用复合带材	(1596)
一、吸气用锆铝合金复合带材	(1596)
二、释汞吸气用复合带材	(1598)
第二十一节 吸气用锆铝合金环件和片件	(1601)
第二十二节 钒、镓与高纯镓	(1604)
一、钒	(1604)
二、镓	(1604)
三、高纯镓	(1605)
第二十三节 铈、铟与高纯铟	(1605)
一、铈	(1605)
二、铟	(1606)
三、高纯铟	(1606)
第二十四节 铋铍芯块、五氧化二铋与五氧化二铈	(1607)
一、铋铍芯块	(1607)
二、五氧化二铋	(1607)
三、五氧化二铈	(1608)
第三章 贵金属及其合金	(1611)
第一节 金铈、超细金粉与金银合金铈	(1611)
一、金 铈	(1611)
二、超细金粉	(1611)
三、金银合金铈	(1612)
第二节 银、片状银粉及超细银粉	(1612)
一、银	(1612)
二、片状银粉	(1613)
三、超细银粉	(1614)
第三节 海绵铂与超细铂粉	(1615)
一、海绵铂	(1615)
二、超细铂粉	(1615)
第四节 铯 粉	(1616)
第五节 海绵钨、超细钨粉与超细氧化钨	(1616)
一、海绵钨	(1616)
二、超细钨粉	(1617)
三、超细氧化钨粉	(1618)
第六节 铈 粉	(1618)
第七节 贵金属及其合金板、带材	(1619)
第八节 贵金属及其合金钎料	(1623)

第十二篇 专用合金的牌号、成分、性能及用途

第一章 轴承合金	(1631)
第一节 铅基轴承合金	(1631)
一、铅基轴承合金的性能特点与用途	(1631)
二、铅基轴承合金的化学成分与力学性能	(1633)
第二节 锡基轴承合金	(1633)
一、锡基轴承合金的性能特点与用途	(1633)
二、锡基轴承合金的化学成分与力学性能	(1635)
三、锡基轴承合金的性能	(1635)
第三节 铜基轴承合金	(1636)
一、铜基轴承合金的性能特点与用途	(1636)
二、铜基轴承合金的化学成分与力学性能	(1637)
第四节 铝基轴承合金	(1638)
一、铸造铝基轴承合金	(1638)
二、铝基轴承合金	(1639)
第五节 滑动轴承用铸造铜合金	(1640)
一、滑动轴承用铸造铜合金的性能特点与用途	(1640)
二、滑动轴承用铸造铜合金的化学成分	(1642)
三、滑动轴承用铸造铜合金的物理力学性能	(1643)
第六节 滑动轴承用锻造铜合金	(1645)
一、滑动轴承用锻造铜合金的性能特点与用途	(1645)
二、滑动轴承用锻造铜合金的化学成分	(1645)
三、滑动轴承用锻造铜合金的物理力学性能	(1646)
第七节 滑动轴承用铝基合金	(1647)
一、滑动轴承用铝基合金的化学成分与用途	(1647)
二、滑动轴承用铝基合金的物理力学性能	(1647)
第八节 滑动轴承薄壁轴承用金属多层材料	(1648)
一、滑动轴承薄壁轴承用金属多层材料的性能特点与用途	(1648)
二、滑动轴承薄壁轴承用金属多层材料的化学成分	(1650)
第九节 铸造轴承合金锭	(1652)
第二章 硬质合金	(1654)
第一节 硬质合金	(1654)
一、常用硬质合金的性能特点与用途	(1654)
二、硬质合金的化学成分与物理力学性能	(1658)
三、硬质合金的选用	(1662)
第二节 硬质合金切削刀片	(1666)
一、硬质合金焊接刀片	(1666)

二、硬质合金焊接车刀片	(1676)
三、无孔的硬质合金可转位刀片	(1679)
四、内排屑深孔钻用硬质合金刀片	(1683)
五、硬质合金机夹可重磨刀片	(1683)
第三章 有色金属焊料	(1689)
第一节 焊条	(1689)
一、铝及铝合金焊条	(1689)
二、铜及铜合金焊条	(1690)
三、镍及镍合金焊条	(1691)
四、焊条用铝及铝合金线材	(1694)
第二节 焊丝	(1694)
一、铝及铝合金焊丝	(1694)
二、铜及铜合金焊丝	(1695)
三、镍及镍合金焊丝	(1697)
四、硬质合金堆焊焊丝	(1700)
第三节 焊接熔剂与钎料	(1702)
一、钎焊熔剂	(1702)
二、铜基钎料	(1703)
三、铝基钎料	(1708)
四、银钎料	(1710)
五、铸造锡铅钎料	(1715)
六、锡铅钎料	(1718)
七、锡基软钎料	(1723)
八、铅基钎料	(1723)
九、锌基钎料	(1724)
十、镉基钎料	(1724)
十一、金基钎料	(1725)
第四章 钢铁焊接材料	(1726)
第一节 焊接用盘条	(1726)
一、焊接用钢盘条	(1726)
二、焊接用不锈钢盘条	(1729)
第二节 焊条用钢	(1730)
一、结构钢焊条和低温钢焊条	(1730)
二、不锈钢焊条和耐热焊条	(1757)
三、堆焊焊条	(1774)
四、铸铁焊条	(1781)
第三节 焊丝用钢	(1783)
一、熔化焊用结构钢焊丝	(1783)
二、埋弧焊用碳钢焊丝	(1785)

三、气体保护焊用结构钢焊丝	(1787)
四、气体保护焊用碳钢、低合金钢焊丝	(1788)
五、低合金钢药芯焊丝	(1791)
六、不锈钢焊丝	(1795)
七、埋弧焊用不锈钢焊丝	(1797)
八、不锈钢药芯焊丝	(1799)
九、硬质合金堆焊焊丝	(1803)
十、铸铁焊丝	(1804)

第十三篇 金属复合材料的牌号、成分、性能及用途

第一章 铝塑复合板	(1807)
第一节 铝塑复合板	(1807)
第二节 铝塑复合压力管(搭接焊)	(1809)
第二章 电工用铝包钢线、铝包钢丝与铝包钢绞线	(1812)
第一节 电工用铝包钢线	(1812)
第二节 铝包钢丝	(1814)
第三节 铝包钢绞线	(1817)
第三章 铝锡 20 铜 - 钢双金属板与铜 - 钢复合钢板	(1820)
第一节 铝锡 20 铜 - 钢双金属板	(1820)
第二节 铜 - 钢复合钢板	(1821)
第四章 钛 - 不锈钢复合板与钛 - 钢复合板	(1823)
第一节 钛 - 不锈钢复合板	(1823)
第二节 钛 - 钢复合板	(1825)
第五章 钛 - 铜复合棒与镍 - 钢复合棒	(1828)
第一节 钛 - 铜复合棒	(1828)
第二节 镍 - 钢复合板	(1829)
第六章 双金属带与贵金属及其合金复合带材	(1831)
第一节 双金属带	(1831)
第二节 贵金属及其合金复合带材	(1832)
第七章 犁壁用热轧三层钢板和宽钢带	(1835)
第八章 农用复合钢、不锈钢复合钢板和钢带	(1836)
第一节 农用复合钢	(1836)
第二节 不锈钢复合钢板和钢带	(1838)
第九章 不锈复合钢冷轧薄钢板和钢带	(1842)
第十章 陶瓷内衬复合钢管	(1845)

第十四篇 半金属与半导体材料的牌号、成分、性能及用途

第一章 半导体材料术语及牌号表示方法	(1849)
--------------------------	--------

第一节 半导体材料术语	(1849)
第二节 半导体材料牌号表示方法	(1851)
第二章 高纯二氧化锗、还原锗锭与区熔锗锭	(1853)
第一节 高纯二氧化锗	(1853)
第二节 还原锗锭	(1853)
第三节 区熔锗锭	(1854)
第三章 锗单晶与锗单晶片	(1855)
第一节 锗单晶	(1855)
第二节 锗单晶片	(1856)
第四章 砷与高纯砷	(1858)
第一节 砷	(1858)
第二节 高纯砷	(1858)
第五章 硒与碲锭	(1859)
第一节 硒	(1859)
第二节 碲锭	(1859)
第六章 液封直拉法砷化镓单晶、水平法砷化镓单晶及其切割片	(1861)
第一节 液封直拉法砷化镓单晶及切割片	(1861)
第二节 水平法砷化镓单晶及切割片	(1863)
第七章 锑化铟多晶、单晶及切割片	(1867)
第八章 硅外延片,工业硅技术条件	(1869)
第一节 硅外延长	(1869)
第二节 工业硅技术条件	(1871)
第九章 硅多晶与硅单晶	(1872)
第一节 硅多晶	(1872)
第二节 硅单晶	(1872)
第十章 硅单晶切割片、研磨片及抛光片	(1876)
第一节 硅单晶切割片和研磨片	(1876)
第二节 硅单晶抛光片	(1877)
第十一章 半导体键合铝-1%硅细丝与半导体器件键合金丝	(1880)
第一节 半导体键合铝-1%硅细丝	(1880)
第二节 半导体器件键合金丝	(1881)

第十五篇 其他金属及合金的牌号、成分、性能及用途

第一章 耐蚀合金与耐蚀合金棒	(1887)
第一节 耐蚀合金	(1887)
第二节 耐蚀合金棒	(1893)
第二章 耐蚀合金热轧板与耐蚀合金冷轧薄板	(1895)
第一节 耐蚀合金热轧板	(1895)

第二节 耐蚀合金冷轧薄板	(1896)
第三章 耐蚀合金冷轧(拔)无缝管与耐蚀合金冷轧带	(1898)
第一节 耐蚀合金冷轧(拔)无缝管	(1898)
第二节 耐蚀合金冷轧带	(1900)
第四章 耐蚀合金焊丝与耐蚀合金锻件	(1903)
第一节 耐蚀合金焊丝	(1903)
第二节 耐蚀合金锻件	(1905)
第五章 金属钙及其制品	(1910)
第六章 钴与外科植入物用铸造钴铬钼合金	(1911)
第一节 钴	(1911)
第二节 外科植入物用铸造钴铬钼合金	(1912)
第七章 镉锭、镉棒与镉阳极板	(1913)
第一节 镉锭	(1913)
第二节 镉棒	(1913)
第三节 镉阳极板	(1914)
第八章 锡锭与高纯锡	(1916)
第一节 锡锭	(1916)
第二节 高纯锡	(1916)
第九章 铟的分类与高纯铟	(1917)
第一节 铟分类及技术条件	(1917)
第二节 高纯铟	(1918)
第十章 汞、铅锭、粗铅、高纯铅与保险铅丝	(1919)
第一节 汞	(1919)
第二节 铅锭	(1919)
第三节 粗铅	(1920)
第四节 高纯铅	(1920)
第五节 保险铅丝	(1921)
第十一章 铅及铅铋合金板	(1925)
第十二章 铅阳极板、铅及铅铋合金管	(1928)
第一节 铅阳极板	(1928)
第二节 铅及铅铋合金管	(1929)
第十三章 铅及铅铋合金棒、合金线	(1934)
第一节 铅及铅铋合金棒	(1934)
第二节 铅及铅铋合金线	(1935)
第十四章 锡、铅及其合金箔	(1937)
第十五章 铅及铅合金废料、废件分类和技术条件	(1940)
第十六章 铋与锡铅焊料	(1943)
第一节 铋	(1943)
第二节 锡铅焊料	(1944)

第十七章 铸造锡铅焊料	(1951)
第十八章 铸造轴承合金锭与铸造轴承合金	(1954)
第一节 铸造轴承合金锭	(1954)
第二节 铸造轴承合金	(1956)

第十六篇 金属材料中外牌号对照

第一章 金属原料及制品中外牌号对照	(1961)
第一节 铸铁件中外牌号对照	(1961)
一、灰口铸铁件中外牌号对照	(1961)
二、球墨铸铁件中外牌号对照	(1961)
三、可锻铸铁件中外牌号对照	(1962)
四、抗磨铸铁件中外牌号对照	(1963)
第二节 铸钢件中外牌号对照	(1964)
一、工程与结构用碳素铸钢件中外牌号对照	(1964)
二、合金铸钢件中外牌号对照	(1965)
三、不锈、耐蚀铸钢件中外牌号对照	(1965)
四、耐热铸钢件中外牌号对照	(1966)
五、高锰铸钢件中外牌号对照	(1967)
六、承压铸钢件中外牌号对照	(1968)
第三节 有色金属冶炼产品中外牌号对照	(1969)
一、铝锭中外牌号对照	(1969)
二、铜冶炼产品中外牌号对照	(1969)
三、镁锭中外牌号对照	(1970)
四、精炼镍中外牌号对照	(1970)
五、锌锭中外牌号对照	(1970)
六、铅锭中外牌号对照	(1971)
七、锡锭中外牌号对照	(1971)
第四节 有色金属铸造产品中外牌号对照	(1972)
一、铸造铝合金中外牌号对照	(1972)
二、压铸铝合金中外牌号对照	(1973)
三、铸造铜合金中外牌号对照	(1974)
四、铸造钛及钛合金中外牌号对照	(1975)
五、铸造镁合金中外牌号对照	(1976)
六、铸造锌合金中外牌号对照	(1976)
第二章 结构钢中外牌号对照	(1977)
第一节 机械制造用结构钢中外牌号对照	(1977)
一、优质碳素结构钢中外牌号对照	(1977)
二、合金结构钢中外牌号对照	(1981)

三、保证淬透性结构钢中外牌号对照	(1985)
四、易切削结构钢中外牌号对照	(1987)
五、弹簧钢中外牌号对照	(1988)
六、滚动轴承钢中外牌号对照	(1989)
七、冷镦和冷挤压用钢中外牌号对照	(1989)
八、内燃机气阀钢中外牌号对照	(1991)
第二节 建筑及工程用结构钢中外牌号对照	(1991)
一、碳素结构钢和工程用钢中外牌号对照	(1991)
二、建筑用钢筋中外牌号对照	(1992)
第三章 工具与模具钢中外牌号对照	(1993)
第一节 碳素工具钢中外牌号对照	(1993)
第二节 合金工具钢中外牌号对照	(1994)
第三节 高速工具钢中外牌号对照	(1996)
第四章 特殊钢与合金中外牌号对照	(1998)
第一节 不锈钢与耐热钢中外牌号对照	(1998)
一、不锈钢中外牌号对照	(1998)
二、耐热钢中外牌号对照	(2001)
第二节 高温与耐蚀合金中外牌号对照	(2003)
一、铸造高温合金中外牌号对照	(2003)
二、高温合金中外牌号对照	(2004)
三、耐蚀合金中外牌号对照	(2007)
第五章 有色金属加工产品中外牌号对照	(2008)
第一节 变形铝及铝合金中外牌号对照	(2008)
第二节 加工铜及铜合金中外牌号对照	(2009)
一、加工铜中外牌号对照	(2009)
二、加工黄铜中外牌号对照	(2010)
三、加工青铜中外牌号对照	(2012)
四、加工白铜中外牌号对照	(2014)
第三节 加工钛及钛合金中外牌号对照	(2015)
第四节 加工镁合金中外牌号对照	(2016)
第五节 加工镍及镍合金中外牌号对照	(2016)
第六节 加工铅及铅合金中外牌号对照	(2017)
第六章 专用合金中外牌号对照	(2018)
第一节 轴承合金中外牌号对照	(2018)
第二节 硬质合金中外牌号对照	(2019)
一、切削工具用硬质合金中外牌号对照	(2019)
二、地质、矿山工具用硬质合金中外牌号对照	(2020)
第三节 有色金属焊料中外牌号对照	(2020)
一、焊条中外牌号对照	(2020)

二、焊丝中外牌号对照	(2021)
三、钎料中外牌号对照	(2023)
第四节 钢铁焊接材料中外牌号对照	(2027)
一、碳素钢和低合金钢焊条中外牌号对照	(2027)
二、不锈钢焊条中外牌号对照	(2028)
三、耐热钢焊条中外牌号对照	(2030)
四、不锈钢焊丝中外牌号对照	(2030)
五、铸铁焊条中外牌号对照	(2032)

附 录

附录 常用资料与数据	(2035)
一、标准与认证	(2035)
二、常用计量单位与换算	(2039)

第一篇

.....

金属材料基本知识

.....

第一章 金属材料的分类

第一节 钢铁材料的分类

钢铁是钢和生铁的统称。钢和铁都是以铁和碳为主要元素组成的合金。钢铁材料是工业中应用最广、用量最大的金属材料。

钢铁材料分为生铁、铸铁和钢三类。

一、生铁的分类

碳的质量分数大于 2% 的铁碳合金称为生铁。按用途可将生铁分为炼钢生铁和铸造生铁 按化学成分可将生铁分为普通生铁和特种生铁(包括天然合金生铁和铁合金)。

二、铸铁的分类

碳的质量分数超过 2% (一般为 2.5% ~ 3.5%) 的铁碳合金称为铸铁。铸铁一般用铸造生铁经冲天炉等设备重熔,用于浇注机器零件。

按断口颜色可将铸铁分为灰铸铁、白口铸铁和麻口铸铁 按化学成分可将铸铁分为普通铸铁和合金铸铁 按生产工艺和组织性能可将铸铁分为普通灰铸铁、孕育铸铁、可锻铸铁、球墨铸铁和特殊性能铸铁。

三、钢的分类

碳的质量分数不超过 2% 的铁碳合金称为钢。按用途可将钢分为结构钢、工具钢、特殊钢和专业用钢 按化学成分可将钢分为碳素钢和合金钢,具体分类方法见表 1-1-1。

按 GB/T 13304—1991《钢分类》的规定,将钢分为非合金钢、低合金钢和合金钢。非合金钢、低合金钢和合金钢的合金元素规定的质量分数界限值见表 1-1-2 非合金钢、低合金钢和合金钢按主要质量等级和特性分类及举例见表 1-1-3 ~ 表 1-1-5。

表 1-1-1 钢的分类

分类方法	分类名称		说 明
按用途分	结构钢	建筑及工程用结构钢	建筑及工程用结构钢,简称建造用钢,它是指用于建筑、桥梁、船舶、锅炉或其他工程上制作金属结构件的钢。这类钢大多为低碳钢,因为它们多要经过焊接施工,含碳量不宜过高,一般都是在热轧供应状态或正火状态下使用 属于这一类型的钢,主要有: 普通碳素结构钢——按用途又分为:1)一般用途的普碳钢 2)专用普碳钢 低合金钢——按用途又分为:1)低合金结构钢 2)耐腐蚀用钢 3)低温用钢 4)钢筋钢 5)钢轨钢 6)耐磨钢 7)特殊用途的专用钢
		机械制造用结构钢	机械制造用结构钢是指用于制造机械设备上结构零件的钢。这类钢基本上都是优质钢或高级优质钢,它们往往要经过热处理、冷塑成形和机械切削加工后才能使用 属于这一类型的钢,主要有: 优质碳素结构钢 合金结构钢 易切结构钢 弹簧钢 滚动轴承钢 按其工艺特征分为 调质结构钢 表面硬化结构钢 冷塑性成形用钢(如冷冲压钢、冷镦钢、冷挤压用钢等等) 渗碳钢 渗氮钢 液体碳氮共渗钢 表面淬火用钢
	工具钢		工具钢是指用于制造各种工具的钢 这类钢按其化学成分,通常分为:1)碳素工具钢 2)合金工具钢 3)高速钢 按照用途又可分为:1)刃具钢(或称刀具钢) 2)模具钢(包括冷作模具钢和热作模具钢) 3)量具钢
	特殊钢		特殊钢是指用特殊方法生产、具有特殊物理、化学性能或力学性能的钢 属于这一类型的钢,主要有:1)不锈钢耐酸钢 2)耐热不起皮钢 3)高电阻合金 4)低温用钢 5)耐磨钢 6)磁钢(包括硬磁钢和软磁钢) 7)抗磁钢 8)超高强度钢(指 $\sigma_b \geq 1400\text{MPa}$ 的钢)
	专业用钢		这是指各个工业部门专业用途的钢。例如:农机用钢、机床用钢、重型机械用钢、汽车用钢、航空用钢、宇航用钢、石油机械用钢、化工机械用钢、锅炉用钢、电工用钢、焊条用钢……等

续表

分类方法	分类名称	说 明
按化学成分分	碳素钢	碳素钢是指含碳量 w_c 低于 2%, 并含有少量锰、硅、硫、磷、氧等杂质元素的铁碳合金。按其含碳量的不同可分为: 1) 工业纯铁——含碳量 $w_c \leq 0.04\%$ 的铁碳合金 2) 低碳钢——含碳量 $w_c \leq 0.25\%$ 的钢 3) 中碳钢——含碳量 $w_c > 0.25\% \sim 0.60\%$ 的钢 4) 高碳钢——含碳量 $w_c > 0.60\%$ 的钢 此外, 按照钢的质量和用途的不同, 碳素钢通常又分为: 普通碳素结构钢、优质碳素结构钢和工具碳素钢三大类
	合金钢	合金钢是指在碳素钢的基础上, 为了改善钢的性能, 在冶炼时特意加入一些合金元素(如铬、镍、硅、锰、钼、钨、钒、钛、硼等)而炼成的钢 按其合金元素的种类不同, 可分为: 铬钢、锰钢、铬锰钢、铬镍钢、铬钼钢、硅锰钢、硅锰钼钒钢、铬镍钼钢、锰钒硼钢等 按其合金元素的总含量, 可分为: 1) 低合金钢——这类钢的合金元素总质量分数 $\leq 5\%$ 2) 中合金钢——这类钢的合金元素总质量分数 $> 5\% \sim 10\%$ 3) 高合金钢——这类钢的合金元素总质量分数 $> 10\%$ 按照钢中主要合金元素的种类, 又可分为: 1) 三元合金钢——指除铁、碳以外, 还含有另一种合金元素的钢, 如锰钢、铬钢、硼钢、钼钢、硅钢、镍钢等 2) 四元合金钢——指除铁、碳以外, 还含有另外两种合金元素的钢, 如: 硅锰钢、锰硼钢、铬锰钢、铬镍钢……等 3) 多元合金钢——指除铁、碳以外, 还含有另外三种或三种以上合金元素的钢, 如: 铬锰钛钢、硅锰钼钒钢等

表 1-1-2 非合金钢、低合金钢和合金钢的合金元素规定质量分数界限值
(摘自 GB/T 13304—1991)

合金元素	合金元素规定质量分数界限值/%		
	非合金钢 <	低合金钢	合金钢 $\geq$
Al	0.10	—	0.10
B	0.0005	—	0.0005
Bi	0.10	—	0.10
Cr	0.30	0.30 ~ < 0.50	0.50

续表

合金元素	合金元素规定质量分数界限值/%		
	非合金钢 <	低合金钢	合金钢 ≥
Co	0.10	—	0.10
Cu	0.10	0.10 ~ < 0.50	0.50
Mn	1.00	1.00 ~ < 1.40	1.40
Mo	0.05	0.05 ~ < 0.10	0.10
Ni	0.30	0.03 ~ < 0.50	0.50
Nb	0.02	0.02 ~ < 0.06	0.06
Pb	0.40	—	0.40
Se	0.10	—	0.10
Si	0.50	0.50 ~ < 0.90	0.90
Te	0.10	—	0.10
Ti	0.05	0.05 ~ < 0.13	0.13
W	0.10	—	0.10
V	0.04	0.04 ~ < 0.12	0.12
Zr	0.05	0.05 ~ < 0.12	0.12
RE	0.02	0.02 ~ < 0.05	0.05
其他规定元素(S、P、C、N 除外)	0.05	—	0.05

表 1-1-3 非合金钢按主要质量等级和特性分类及举例(摘自 GB/T 13304—1991)

按主要特性分类	按主要质量等级分类		
	普通质量非合金钢	优质非合金钢	特殊质量非合金钢
以规定最高强度为主要特性的非合金钢	普通质量低碳结构钢板和钢带 GB/T 912 中的低碳钢牌号 GB/T 2517 中的 RJ216、RJ235、RJ255、RJ294、RJ343、RJ392	冲压薄板低碳钢 GB/T 5213 中的 08Al	
		供镀锡、镀锌、镀铅板带和原板用碳素钢 GB/T 2518 GB/T 2520 中全部碳素钢牌号	
		不经热处理的冷顶锻和冷挤压用钢	

续表

按主要特性分类	按主要质量等级分类		
	普通质量非合金钢	优质非合金钢	特殊质量非合金钢
以规定最低强度为主要特性的非合金钢	碳素结构钢 GB/T 700 中的 Q195、Q215 的 A、B 级、Q235 的 A、B 级、Q255 的 A、B 级、Q275	碳素结构钢 GB/T 700 中除普通质量 A、B 级钢以外的所有牌号及 A、B 级规定冷成型性及模锻性特殊要求者	优质碳素结构钢 GB/T 699 中的 65Mn、70Mn、70、75、80、85 钢
	碳素钢筋钢 GB/T 13013 中的 Q235	优质碳素结构钢 GB/T 699 中除 65Mn、70Mn、70、75、80、85 以外的所有牌号	保证淬透性钢 GB/T 5216 中的 45H
	铁道用钢 GB/T 11264 中的 50Q、55Q GB/T 11265 中的 Q235 – A、Q255 – A GB/T 11266 轻轨垫板用的碳素钢 GB/T 2826 钢轨垫板用的碳素钢	锅炉和压力容器用钢 GB/T 713 中的 20g、22g GB/T 3087 中的 10、20 GB/T 5310 中的 20G GB/T 6479 中的 10、20G GB/T 6653 中的 20HP、15-MnHP GB/T 6654 中的 20R	保证厚度方向性能钢 GB/T 5313 中的所有非合金钢
	钢板桩钢	造船用钢 GB 712 中的 A、B、D、E、AH32、DH32、EH32 GB/T 5312 中的 C10、C20 GB/T 9945 中的 A、B	铁道用钢 GB/T 5068 中的 LZ、JZ GB/T 8601 中的 CL60A 级 GB/T 8602 中的 LG60 与 LG65 的 A 级
	一般工程用不进行热处理的普通质量碳素钢 YB/T 170 中的所有普通质量碳素钢	铁道用钢 GB/T 2585 中的 U71、U74 GB/T 8601 中的 CL60B 级 GB/T 8602 中的 LG60B 级与 LG65B 级	航空用钢 包括所有航空专用非合金结构钢牌号
		桥梁用钢 YB/T 168 中的 16q	兵器用钢 包括各种兵器用非合金结构钢牌号
		输油及输气管用钢	
		工程结构用铸造碳素钢 GB/T 11352 中的 ZG200 – 400、ZG230 – 450、ZG270 – 500、ZG310 – 570、ZG340 – 640 GB/T 7659 中的 ZG200 – 400H、ZG230 – 450H、ZG275 – 485H	
	预应力及混凝土钢筋用优质非合金钢		

续表

按主要特性分类	按主要质量等级分类		
	普通质量非合金钢	优质非合金钢	特殊质量非合金钢
以碳含量为主要特性的非合金钢	普通碳素钢盘条 GB/T 701 中的所有碳素钢牌号		
	一般用途低碳钢丝 GB/T 343 中的所有低碳钢牌号	冷镦用钢 GB/T 715 中的 BL2、BL3 GB/T 5953 中的 ML10 ~ ML45 GB/T 6478 中的 ML08 ~ ML45、ML25Mn ~ ML45Mn	碳素弹簧钢 GB/T 1222 中的 65 ~ 85、65Mn GB/T 4357 中的所有非合金钢
	花纹钢板 GB/T 3277 中的普通质量碳素结构钢	花纹钢板 GB/T 3277 优质非合金钢	
		盘条钢 GB/T 4354 中的 25 ~ 65、40Mn ~ 60Mn	非合金调质钢
		非合金调质钢(特殊质量钢除外)	非合金表面硬化钢
		非合金表面硬化钢(特殊质量钢除外)	火焰及感应加热淬火硬化钢
		非合金弹簧钢(特殊质量钢除外)	冷顶锻和冷挤压钢
非合金易切削钢		易切削结构钢 GB/T 8731 中的 Y12、Y12Pb、Y15、Y15Pb、Y20、Y30、Y35、Y45Ca	特殊易切削钢 要求测定热处理后冲击韧度等
非合金工具钢			碳素工具钢 GB/T 1298 中的全部牌号
			碳素中空钢 GB/T 1301 中的 ZKT8
规定磁性能和电性能的非合金钢		非合金电工钢板、带 GB/T 2521 无硅电工钢板、带	具有规定导电性能($\geq 9S/m$)的非合金电工钢
		具有规定导电性能($< 9S/m$)的非合金电工钢	具有规定磁性能的非合金软磁材料 GB/T 6983、GB/T 6984、GB/T 6985 中的 DT3、DT3A、DT4、DT4A、DT4E、DT4C
其他非合金钢	栅栏用钢丝		原料纯铁 GB/T 9971 中的 YT1F、YT2F、YT3、YT4

表 1-1-4 合金钢按主要质量等级和特性分类及举例(摘自 GB/T 13304—1991)

主要质量等级	1		2	3	4		5	6	7	8	
	优质合金钢		特殊质量合金钢								
主要使用特性	工程结构用钢	其他	工程结构用钢	机械结构用钢 (第 4、6 除外)	不锈、耐蚀和耐热钢		工具钢	轴承钢	特殊物理性能钢	其他	
分 类	11 一般工程结构用合金钢	16 电工用硅(铝)钢(无磁导率要求)	21 压力容器用合金钢(4 类除外)	31 Mn(X)系钢	41 马氏体型或 42 铁素体型	411/421 Cr(X)系钢	51 合金工具钢	511 Cr(X)系钢	61 高碳铬轴承钢	71 软磁钢(除 16 外)	
	12 合金钢筋钢			32 SiMn(X)系钢		412/422 CrNi(X)系钢		512 Ni(X)、CrNi(X)系钢	62 渗碳轴承钢	72 永磁钢	
				13 地质石油钻探用合金钢(23 除外)		33 Cr(X)系钢		413/423 CrNi(X)CrCo(X)系钢		513 Mo(X)、CrMo(X)系钢	73 无磁钢
						17 铁道用合金钢		34 CrMo(X)系钢		414/424 CrAl(X)CrSi(X)系钢	514 V(X)、CrV(X)系钢
	23 经热处理的地质、石油钻探用合金钢	35 CrNiMo(X)系钢	413/441/451 CrNi(X)系钢	515 W(X)、CrM(X)系钢	64 高温轴承钢						
		24 高锰钢	36 Ni(X)系钢	432/442/452 CrNiMo(X)系钢			516 其他				
	37 B(X)系钢		43 奥氏体型或 44 奥氏体铁素体型或 45 沉淀硬化型	433/443/453 CrNi + Ti 或 Nb 钢	52 高速工具钢			65 无磁轴承钢			
		434/444/454 CrNiMo + Ti 或 Nb 钢									
		435/445/455 CrNi + V、W、Co 钢									
		436/446 CrNiSi(X)系钢									
	38 其他	437 CrMnNi(X)系钢	523 Co 系钢								
		438 其他									

注：(X)表示该合金系列中还包括有其他合金元素,如 Cr(X)系,除 Cr 钢外,还包括CrMn钢等。

表 1-1-5 低合金钢按主要质量等级和特性分类及举例(摘自 GB/T 13304—1991)

按主要特性分类	按主要质量等级分类		
	普通质量低合金钢	优质低合金钢	特殊质量低合金钢
可焊接低合金高强度结构钢	一般用途低合金结构钢 GB/T 1591 中的 Q295、Q345	一般用途低合金结构钢 GB/T 1591 中的 Q390、Q420	核能用低合金钢

续表

按主要 特性分类	按主要质量等级分类		
	普通质量低合金钢	优质低合金钢	特殊质量低合金钢
可焊接低合金 高强度结构钢		锅炉和压力容器用低合金钢 GB/T 713 中的 Q295g、Q345g、Q390g GB/T 6653 中的 12 MnHP、16 MnHP、12 MnCrVHP、10 MnNbHP GB/T 6654 中的 16MnR、15MnVR、15 MnVNR GB/T 6479 中的 16Mn、15MnV	压力容器用低合金钢 GB/T 3531 中的 16MnDR、06 MnNbDR
		造船用低合金钢 GB/T 712 中的 AH36、DH36、EH36	保证厚度方向性能低合金钢 GB/T 5313 中的所有低合金钢牌号
		汽车用低合金钢 GB/T 3273 中的 09MnREL、06TiL、08TiL、10TiL、09 SiVL、16MnL、16 MnREL	舰船、兵器用低合金钢
		桥梁用低合金钢 YB/T 168 中的 12Mnq、12 MnVq、16 Mnq、15 MnVq、15 MnVNq YB(T) 10 中的 16Mnq、16 MnCuq、15 MnVq、15 MnVNq	
低合金耐候钢		低合金高耐候性钢 GB/T 4171 中的 09 CuPCrNiA、09 CuPCrNi – B、09CuP	
		可焊接低合金耐候钢 GB/T 4172 中的 16 CuCr、12MnCuCr、15 MnCuCr、15 MnCuCr – QT	
	一般低合金钢筋钢 GB/T 1499 中的 20MnSi、20MnTi、20 MnSiV、25 MnSi、20 MnNb		
铁道用低合金钢	低合金轻轨钢 GB/T 11264 中的 45 SiMnP、50 SiMnP	低合金重轨钢 GB/T 2585 中的 U71Cu、U71Mn、U70 MnSi、U71 MnSiCu	铁路用低合金车轮钢 GB/T 8601 中的 Cl45 MnSiV
矿用低合金钢	矿用低合金结构钢 GB/T 3414 中的 20MnK、25MnK、24Mn2K (热轧)、30Mn2K	矿用低合金结构钢 GB/T 3414 中的 20Mn2K(调质)、20 MnVK、34 SiMnK	

续表

按主要特性分类	按主要质量等级分类		
	普通质量低合金钢	优质低合金钢	特殊质量低合金钢
其他低合金钢		易切削结构钢 GB/T 8731 中的 Y40Mn	刮脸刀片用低合金钢

第二节 有色金属材料的分类

一、制造业用有色金属材料的分类(表 1-1-6)

表 1-1-6 有色金属材料的分类

分类方法	分类名称	说 明
按生产方法和用途分	有色冶炼产品	指以冶炼方法得到的各种纯金属或合金产品。纯金属冶炼产品一般分为工业纯度及高纯度两类,按照金属的不同,可分为纯铜、纯铝、纯镍、纯锡等。合金冶炼产品是按铸造有色合金的成分配比而生产的一种原始铸锭,如铸造黄铜锭、铸造青铜锭、铸造铝合金锭等
	有色加工产品 (或称变形合金)	指以压力加工方法生产出来的各种管、棒、线、型、板、箔、条、带等有色半成品材料,它包括纯金属加工产品和合金加工产品两部分。按照有色金属和合金系统,可分为纯铜加工产品、黄铜加工产品、青铜加工产品、白铜加工产品、铝及铝合金加工产品、锌及锌合金加工产品、钛及钛合金加工产品等
	铸造有色合金	指以铸造方法,用有色金属材料直接浇铸各种形状的机械零件,其中最常用的有铸造铜合金(包括铸造黄铜和铸造青铜)、铸造铝合金、铸造镁合金、铸造锌合金等
	轴承合金	指制作滑动轴承轴瓦的有色金属材料,按其基体材料的不同,可分为锡基、铅基、铜基、铝基、锌基、镉基和银基等轴承合金。实质上,它也是一种铸造有色合金,但因其属于专用合金,故通常都把它划分出来,单独列为一类
	硬质合金	指以难熔硬质金属化合物(如碳化钨、碳化钛)作基体,以钴、铁或镍作黏结剂,采用粉末冶金法(也有铸造的)制作而成的一种硬质工具材料。其特点是具有比高速工具钢更好的红硬性和耐磨性。常用的硬质合金有钨钴合金、钨钴钛合金和通用硬质合金三类
	焊料	焊料是指焊接金属制件时所用的有色合金。焊料应具有的基本特性是熔点较低,黏合力较强,焊接处有足够的强度和韧性等。按照化学成分和用途的不同,焊料通常分为三类: 1)软焊料——即铅基和锡基焊料,熔点在 220~280℃之间; 2)硬焊料——即铜基和锌基焊料,熔点在 825~880℃之间; 3)银焊料——熔点在 720~850℃之间,也属硬焊料,但这类焊料比较贵,主要用于电子仪器和仪表中,因为它除了具有上述一般特性外,还具有在熔融状态不氧化(或微弱氧化)和高的电学稳定性
	金属粉末	指粉状的有色金属材料,如镁粉、铝粉、铜粉等

二、制造业常用的有色金属(表 1-1-7)

表 1-1-7 制造业常用的有色金属

分类名称		说 明	
纯金属		铜(纯铜)、铝、钛、镁、镍、锌、铅、锡等	
铜合金	黄铜	压力加工用、铸造用	普通黄铜(铜锌合金)
			特殊黄铜(含有其他合金元素的黄铜):铝黄铜、铅黄铜、锡黄铜、硅黄铜、锰黄铜、铁黄铜、镍黄铜等
	青铜	压力加工用、铸造用	锡青铜(铜锡合金,一般还含有磷或锌、铅等合金元素)
			特殊青铜(铜与除锌、锡、镍以外的其他合金元素的合金):铝青铜、硅青铜、锰青铜、铍青铜、锆青铜、铬青铜、镉青铜、镁青铜等
	白铜	压力加工用	普通白铜(铜镍合金)
			特殊白铜(含有其他合金元素的白铜):锰白铜、铁白铜、锌白铜、铝白铜等
铝合金	压力加工用 (变形用)	不可热处理强化的铝合金:防锈铝(铝、锰或铝、镁合金)	
		可热处理强化的铝合金:硬铝(铝、铜、镁或铝、铜、锰合金)、锻铝(铝、铜、镁、硅合金)、超硬铝(铝、铜、镁、锌合金)等	
	铸造用	铝硅合金、铝铜合金、铝镁合金、铝锌合金、铝稀土合金等	
钛合金	压力加工用	钛与铝、钼等合金元素的合金	
	铸造用	钛与铝、钼等合金元素的合金	
镁合金	压力加工用	镁铝合金、镁锰合金、镁锌合金等	
	铸造用	镁锌合金、镁铝合金、镁稀土合金等	
镍合金	压力加工用	镍硅合金、镍锰合金、镍铬合金、镍铜合金、镍钨合金等	
锌合金	压力加工用	锌铜合金、锌铝合金	
	铸造用	锌铝合金	
铜合金	压力加工用	铅铋合金等	
轴承合金	铅基轴承合金、锡基轴承合金、铜基轴承合金、铝基轴承合金		
硬质合金	钨钴合金、钨钛钽(铌)钴合金、钨钛钴合金、碳化钛镍钼合金		

第二章 金属材料牌号的表示方法

第一节 钢铁产品牌号的表示方法

一、常用钢铁产品的命名符号(GB/T 221—2000)

按 GB/T 221—2000 的规定,我国钢铁产品牌号表示方法,采用汉语拼音、化学元素符号和阿拉伯数字相结合的原则,即:

1)钢铁产品牌号中化学元素采用国际常用的化学元素符号表示,混合稀土元素用‘RE’表示,见表 1-2-1。

2)钢铁产品的名称、用途、特性和工艺方法等,一般采用汉语拼音的缩写字母表示;质量等级符号采用 A、B、C、D、E 字母表示,见表 1-2-2。

表 1-2-1 常用化学元素符号

元素名称	化学元素符号	元素名称	化学元素符号	元素名称	化学元素符号
铁	Fe	锂	Li	铜	Ac
锰	Mn	铍	Be	硼	B
铬	Cr	镁	Mg	碳	C
镍	Ni	钙	Ca	硅	Si
钴	Co	锆	Zr	硒	Se
铜	Cu	锡	Sn	碲	Te
钨	W	铅	Pb	砷	As
钼	Mo	铋	Bi	硫	S
钒	V	铯	Cs	磷	P
钛	Ti	钡	Ba	氮	N
铝	Al	镧	La	氧	O
铌	Nb	铈	Ce	氢	H
钽	Ta	钐	Sm	混合稀土	RE

表 1-2-2 钢铁产品的用途、特性和工艺方法表示符号(摘自 GB/T 221—2000)

名 称	采用的汉字及汉语拼音		采用符号	字体	位置
	汉字	汉语拼音			
炼钢用生铁	炼	LIAN	L	大写	牌号头
铸造用生铁	铸	ZHU	Z	大写	牌号头
球墨铸铁用生铁	球	QIU	Q	大写	牌号头
脱碳低磷粒铁	脱炼	TUO LIAN	TL	大写	牌号头
含钒生铁	钒	FAN	F	大写	牌号头
耐磨生铁	耐磨	NAI MO	NM	大写	牌号头
碳素结构钢	屈	QU	Q	大写	牌号头
低合金高强度钢	屈	QU	Q	大写	牌号头
耐候钢	耐候	NAI HOU	NH	大写	牌号尾
保证淬透性钢			H	大写	牌号尾
易切削非调质钢	易非	YIFEI	YF	大写	牌号头
热锻用非调质钢	非	FEI	F	大写	牌号头
易切削钢	易	YI	Y	大写	牌号头
电工用热轧硅钢	电热	DIAN RE	DR	大写	牌号头
电工用冷轧无取向硅钢	无	WU	W	大写	牌号中
电工用冷轧取向硅钢	取	QU	Q	大写	牌号中
电工用冷轧取向高磁感硅钢	取高	QU GAO	QG	大写	牌号中
(电讯用)取向高磁感硅钢	电高	DIAN GAO	DG	大写	牌号头
电磁纯铁	电铁	DIAN TIE	DT	大写	牌号头
碳素工具钢	碳	TAN	T	大写	牌号头
塑料模具钢	塑模	SU MO	SM	大写	牌号头
(滚珠)轴承钢	滚	GUN	G	大写	牌号头
焊接用钢	焊	HAN	H	大写	牌号头
钢轨钢	轨	GUI	U	大写	牌号头
铆螺钢	铆螺	MAO LUO	ML	大写	牌号头
锚链钢	锚	MAO	M	大写	牌号头
地质钻探钢管用钢	地质	DI ZHI	DZ	大写	牌号头
船用钢			采用国际符号		
汽车大梁用钢	梁	LIANG	L	大写	牌号尾
矿用钢	矿	KUANG	K	大写	牌号尾
压力容器用钢	容	RONG	R	大写	牌号尾

续表

名 称	采用的汉字及汉语拼音		采用符号	字体	位置
	汉字	汉语拼音			
桥梁用钢	桥	QIAO	q	小写	牌号尾
锅炉用钢	锅	GUO	g	小写	牌号尾
焊接气瓶用钢	焊瓶	HAN PING	HP	大写	牌号尾
车辆车轴用钢	辆轴	LIANG ZHOU	LZ	大写	牌号头
机车车轴用钢	机轴	JI ZHOU	JZ	大写	牌号头
管线用钢			S	大写	牌号头
沸腾钢	沸	FEI	F	大写	牌号尾
半镇静钢	半	BAN	b	小写	牌号尾
镇静钢	镇	ZHEN	Z	大写	牌号尾
特殊镇静钢	特镇	TE ZHEN	TZ	大写	牌号尾
质量等级			A	大写	牌号尾
			B	大写	牌号尾
			C	大写	牌号尾
			D	大写	牌号尾
			E	大写	牌号尾

注 没有汉字及汉语拼音的,采用符号为英文字母。

3) 钢铁牌号中主要化学元素含量(质量分数)采用阿拉伯数字表示。非合金钢、低合金钢和合金钢中化学元素含量的基本界限值见表 1-1-2。

二、常用钢铁产品的牌号表示方法(表 1-2-3)

三、钢铁及合金牌号统一数字代号体系(GB/T 17616—1998)

(1) 总则

1) 统一数字代号由固定的 6 位符号组成,左边第一位用大写的拉丁字母作前缀(一般不使用‘I’和‘O’字母),后接 5 位阿拉伯数字。

2) 每一个统一数字代号只适用于一个产品牌号,反之,每一个产品牌号只对应于一个统一数字代号。当产品牌号取消后,一般情况下,原对应的统一数字代号不再分配给另一个产品牌号。

统一数字代号的 结构型式如下：

□ × × × × ×

① ② ③

- ①大写拉丁字母,代表不同的钢铁及合金类型；
- ②第一位阿拉伯数字,代表各类型钢铁及合金细分类；
- ③第二、三、四、五位数字代表不同分类内的编组和同一编组内的不同牌号的区别顺序号(各类型材料编组不同)。

(2)分类与统一数字分类

- 1)钢铁及合金的类型和每个类型产品牌号统一数字代号见表 1-2-4。
- 2)各类型钢铁及合金的细分类和主要编组及其产品牌号统一数字代号,见表 1-2-5 ~ 表 1-2-19。

表 1-2-3 常用钢铁产品的牌号表示方法

产品名称	牌号举例	牌号表示方法说明
(1)生铁 铸造用生铁 (YB/T 14—1991) 炼钢用生铁 (GB/T 717—1998) 球墨铸铁用生铁 (GB/T 1412—1985) 铸造用磷铜钛低合金耐磨铸铁 (YB/T 5210—1993) 含钒生铁 (YB/T 5125—1993)	Z14、Z30 L04、L10 Q10、Q16 NMZ14、NMZ30 F02、F05	Z 14 ① ② ①用途 Z 表示铸造用,L 表示炼钢用,Q 表示球墨铸铁用,NMZ 表示“耐”“磨”“铸”三字的汉语拼音第一个字母的组合,F 表示含钒生铁 ②表水平均硅含量(质量分数)的千分之几(含钒生铁则表示平均钒含量的千分之几)
(2)铁合金 硅铁 (GB/T 2272—1987) 硅钙合金 (YB/T 5051—1993) 硅钡合金 (GB/T 15710—1995) 硅铝合金 (YB/T 065—1995) 锰铁 (GB/T 3795—1996) 电解金属锰 (YB/T 051—1993) 铬铁 (GB/T 5683—1987) 金属铬 (GB/T 3211—1987) 真空法微碳铬铁 (GB/T 5684—1987) 氧化钼铁 (YB/T 5129—1993) 稀土硅铁合金 (GB/T 4137—1993)	FeSi90Al1.5 Ca31Si60 FeBa30Si35 FeAl52Si5 FeMn88C0.2 DJMn99.8 FeCr69C0.03 JCr98 ZKFeCr67C0.010 YMo50.0 FeSiRE23	ZK Fe Cr 67 C 0.010 ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ①表示铁合金特性 :G 表示高炉法,DJ 表示电解法,ZK 表示真空法,J 表示纯金属,Y 表示氧化物 ②表示含铁元素的铁合金产品,以‘Fe’表示 ③主元素符合 ④主元素(或化合物)百分含量(质量分数) ⑤主要杂质元素符号 ⑥主要杂质元素百分含量(质量分数)或组别号(A 或 B)表示

续表

产品名称	牌号举例	牌号表示方法说明
(3) 铸铁 灰铸铁 (GB/T 9439—1988) 蠕墨铸铁 (JB/T 4403—1999) 球墨铸铁 (GB/T 1348—1988) 可锻铸铁 (GB/T 9440—1988) 抗磨白口铸铁 (GB/T 8263—1999) 耐磨铸铁 (YB/T 036.2—1992) 抗磨球墨铸铁 (GB/T 3180—1982) 耐热铸铁 (GB/T 9437—1988) 耐蚀铸铁 (GB/T 8491—1987)	HT100 RuT380 QT400—18 KTH300—06 KTB350—04 KmTBCr9Ni5 MTCuMo—175 MQTMn6 RTCr2 RTQAl5Si5 STSi15Mo3R	1) 主要以抗拉强度表示的牌号,有灰铸铁和蠕墨铸铁,例如 HT100、RuT380 2) 主要以抗拉强度和伸长率组合表示的牌号,有球墨铸铁和可锻铸铁,例如 QT400—18、KTH300—06 3) 主要以化学成分和抗拉强度组合表示的牌号,有耐磨铸铁,例如 MTCuMo—175 4) 主要以化学成分表示的牌号,有抗磨白口铸铁、抗磨球墨铸铁、耐热铸铁、耐蚀铸铁,例如 KmTBCr9Ni5、MQTMn6、RTCr2、STSi15Mo3R
(4) 铸钢 工程铸钢 (GB/T 11352—1989) 工程与结构用铸钢 (GB/T 14408—1993) 焊接结构用铸钢 (GB/T 7659—1987) 低合金铸钢 (JB/T 6402—1992) 高锰铸钢 (GB/T 5680—1998) 不锈钢 (GB/T 6967—1986) 耐热铸钢 (GB/T 8492—1987) 承压铸钢 (GB/T 16253—1996) 耐蚀铸钢 熔模铸造用铸钢 轧辊用铸钢	ZG200—400 ZGD270—480 ZG200—400H ZG35 CrMnSi ZGMn13—2 ZG20Cr13 ZG40Cr9Si2 ZG240—450AG ZG1Cr18Ni9 RZG200—400 ZU70Mn	1) 主要以力学性能表示的牌号 这类牌号的主体结构为“前缀字母‘ZG’+两组力学性能值。需要时可附加后缀字母或补充前缀字母。这类牌号有一般工程用碳素铸钢、一般工程与结构用低合金铸钢、焊接结构用碳素铸钢,例如 ZG200—400、ZGD270—480、ZG200—400H 2) 主要以化学成分表示的牌号 这类牌号的主体结构为“前缀字母‘ZG’+化学元素符号及其含量。需要时可附加后缀符号(数字或字母)。这类牌号有低合金铸钢、高锰铸钢、不锈钢、耐热铸钢、承压铸钢和耐蚀铸钢等,例如 ZG35 CrMnSi、ZGMn13—2(后缀数字“2”表示品种代号)、ZG20Cr13(ZG后面的数字“20”为碳平均含量(质量分数)的万分之几;Cr后面的数字“13”为其百分含量)、ZG40Cr9Si2、ZG240—450AG(后缀字母“A”和“B”表示不同级别;“G”为高温用铸钢;“D”为低温用铸钢)、ZG1Cr18Ni9(ZG后面的数字“1”为碳平均含量(质量分数)的千分之几;Cr和Ni后面的数字分别为其百分含量) 3) 专门用途的铸钢牌号 ① 熔模铸造用碳素铸钢的牌号,例如 RZG200—400。其中:前缀字母“RZG”表示熔模铸造用;后面两组数字分别表示屈服强度(MPa)和抗拉强度(MPa) ② 轧辊用铸钢的牌号,例如 ZU70Mn。其中:前缀字母“ZU”表示轧辊用;数字“70”为碳平均含量(质量分数)的万分之几;Mn为锰元素符号(当锰平均含量小于0.9%时,牌号中不标出“Mn”,当锰平均含量为0.9%至1.4%时,只标出“Mn”而不标其含量)
(5) 碳素结构钢 (GB/T 700—1988)	Q195F Q215AF Q235Bb Q255A Q275	1) 钢号冠以“Q”,后面的数字表示屈服点值(MPa)。例如:Q235,其 σ_s 为235MPa 2) 必要时钢号后面可标出表示质量等级和脱氧方法的符号。质量等级符号分为:A、B、C、D。脱氧方法符号:F——沸腾钢;b——半镇静钢;Z——镇静钢;TZ——特殊镇静钢。例如 Q235—B·b,表示B级半镇静钢 3) 专门用途的碳素钢,例如桥梁钢等,基本上采用碳素结构钢的表示方法,但在钢号最后附加表示用途的字母(见表1-1-7)

续表

产品名称	牌号举例	牌号表示方法说明
(6) 优质碳素结构钢 普通含锰量 较高含锰量 锅炉用钢 (GB/T 699—1999)	08Al、45、20A 40Mn、70Mn 20g	1) 钢号开头的两位数字表示钢的碳含量,以平均碳含量 $\times 100$ 表示,例如平均碳含量为 0.45% 的钢,钢号为“45” 2) 锰含量较高的优质碳素结构钢,应标出“Mn”,例如 50Mn。用 Al 脱氧的镇静钢应标出“Al”,例如 08Al 3) 镇静钢不加“Z”,沸腾钢、半镇静钢及专门用途的优质碳素结构钢应在钢号最后特别标出。例如平均碳含量为 0.10% 的半镇静钢,其钢号为 10b 4) 高级优质碳素结构钢在钢号后加“A”,特级优质碳素结构钢在钢号后加“E”
(7) 低合金高强度结构钢 (GB/T 1591—1994)	Q295 Q345A Q390B Q420C Q460E	1) 钢号冠以“Q”,和碳素结构钢的现行钢号相统一。后面的数字表示 σ_s 值,分为五个强度等级 2) 在强度等级系列中又有 A、B、C、D、E 五个质量等级。例如 Q345—D 表示 D 级低合金高强度结构钢 3) 对专业用低合金高强度钢,应在钢号最后附加表示用途的字母(见表 1—1—7)。如 Q345q(GB/T 714—2000)表示用于桥梁的专用钢种
(8) 碳素工具钢 普通含锰量 较高含锰量 (GB/T 1298—1986)	T7、T12A T8Mn	1) 钢号冠以“T”,后面的数字平均碳含量 $\times 10$,例如“T8”表示平均碳含量为 0.8% 2) 锰含量较高者,在钢号的数字后标出“Mn”。高级优质碳素工具钢的磷、硫含量较低,在钢号最后加注“A”。例如 T8Mn、T8MnA
(9) 易切削结构钢 普通含锰量 较高含锰量 加铅或加钙	Y12、Y30 Y40Mn Y12Pb、Y45Ca	1) 钢号冠以“Y”,以区别于优质碳素结构钢。后面的数字表示碳含量,以平均碳含量 $\times 100$ 表示,例如平均碳含量为 0.3% 的易切削钢,其钢号为“Y30” 2) 锰含量较高者,亦在钢号的数字后标出“Mn”,例如“Y40Mn” 3) 加铅或加钙易切削钢,应在钢号后缀分别标出“Pb”或“Ca”。例如 Y12Pb、Y45Ca。但加硫易切削钢的钢号则不标出“S”
(10) 非调质机械结构钢 (GB/T 15712—1995)	YF35V F45V	1) 钢号冠以“F”表示热锻用非调质机械结构钢;冠以“YF”表示易切削非调质机械结构钢 2) 字母后面的钢号表示方法与合金结构钢相同。例如:平均碳含量 w_C 为 0.35%,钒含量 w_V 为 0.06% ~ 0.13% 的易切削非调质机械结构钢,其钢号为 YF35V;又如:平均碳含量 w_C 为 0.45%,钒含量 w_V 为 0.06% ~ 0.13% 的热锻用非调质机械结构钢,其钢号为 F45V

续表

产品名称	牌号举例	牌号表示方法说明
(11) 合金结构钢	25Cr2 MoVA 30 CrMnSi	1) 钢号开头的两位数字表示钢的碳含量,以平均碳含量 $\times 100$ 表示 2) 钢中主要合金元素(质量分数),除个别微量合金元素外,一般以百分之几表示。当平均含量 $< 1.5\%$ 时,钢号中一般只标出元素符号,而不标明含量,但在特殊情况下易致混淆者,在元素符号后亦可标以数字“1”;例如钢号“12CrMoV”和“12Cr1MoV”,前者铬含量为 $0.4\% \sim 1.6\%$,后者为 $0.9\% \sim 1.2\%$,其余成分全部相同。当合金元素平均含量 $\geq 1.5\%、\geq 2.5\%、\geq 3.5\%$ 时,在元素符号后面应标明含量,可相应表示为 2、3、4 等。例如 36Mn2Si 3) 钢中的钒、钛、铝、硼、稀土等合金元素,均属微量合金元素,虽然含量很低,仍应在钢号中标出。例如 20 MnVB 钢中,钒为 $0.07\% \sim 0.12\%$,硼为 $0.001\% \sim 0.005\%$ 4) 高级优质钢应在钢号最后加“A”,以区别于一般优质钢。例如 18Cr2Ni4WA 5) 专门用途的合金结构钢,钢号冠以(或后缀)代表该钢种用途的符号。例如,铆螺专用的 30 CrMnSi 钢,钢号表示为 ML30 CrMnSi。又如,保证淬透性钢,在钢号后缀标出“H”(见表 1-1-7)
(12) 弹簧钢	50CrVA 55Si2Mn	弹簧钢按化学成分可分为碳素弹簧钢和合金弹簧钢两类,其钢号表示方法,前者基本上与优质碳素结构钢相同,后者基本上与合金结构钢相同
(13) 轴承钢 高碳铬轴承钢 (GB/T 18254—2002) 渗碳轴承钢 (GB/T 3203—1982) 不锈钢轴承 (YB/T 096—1997) 高温轴承钢	GCr15、 GCr18Mo G20 CrMo、 G20 CrNiMo 9Cr18Mo 10Cr14Mo4	1) 高碳铬轴承钢。其钢号冠以“G”,碳含量不标出,铬含量以平均含量 $\times 10$ 表示,例如 GCr15 2) 渗碳轴承钢。其钢号基本上和合金结构钢钢号相同,但钢号亦冠以“G”,例如 G20 CrMo 3) 高碳铬不锈钢轴承钢与不锈钢钢号表示方法相同,钢号前不必冠以“G”,例如 9Cr18Mo 4) 高温轴承钢。与耐热钢钢号表示方法相同,钢号前也不冠以“G”,例如 10Cr14Mo4
(14) 合金工具钢 (GB/T 1299—2000)	4CrW2Si CrWMn 9Mn2V Cr06	1) 合金工具钢钢号的平均碳含量 $w_c \geq 1.0\%$ 时,不标出碳含量;当平均碳含量 $w_c < 1.0\%$ 时,以 $\times 10$ 表示。例如 CrWMn 9Mn2V 2) 钢中合金元素含量的表示方法,基本上与合金结构钢相同。但对铬含量较低的合金工具钢钢号,其铬含量以 $\times 10$ 表示,并在表示含量的数字前加“0”,以便把它和一般元素含量按百分之几表示的方法区别开来。例如 Cr06
(15) 塑料模具钢 (YB/T 094—1997)	SM3Cr12Mo SM45 SM4Cr13	塑料模具钢钢号冠以“SM”,字母后面的钢号表示方法与合金工具钢及优质碳素钢相同。例如:平均碳含量 w_c 为 0.34%,铬含量 w_{Cr} 为 1.70%,钼含量 w_{Mo} 为 0.42% 的合金塑料模具钢,其钢号为 SM3Cr2Mo;平均碳含量 w_c 为 0.45% 的碳素塑料模具钢,其钢号为 SM45
(16) 高速工具钢 (GB/T 9941—1988)	W18Cr4V W12Cr4V5Co5	高速工具钢的钢号一般不标出碳含量,只标出各种合金元素平均含量的百分之几。例如“18-4-1”钨系高速钢的钢号表示为“W18Cr4V”。钢号冠以字母“C”者,表示其碳含量高于未冠“C”的通用钢号

续表

产品名称	牌号举例	牌号表示方法说明
(17) 不锈钢和耐热钢 (GB/T 1220—1992) (GB/T 1221—1992)	2Cr13 0Cr13Ni9 11Cr17 03Cr19Ni10 01Cr19Ni11	1) 不锈钢和耐热钢钢号由合金元素符号和数字组成。对钢中主要合金元素含量以百分之几表示,而对钛、铌、锆、氮等则按照合金结构钢对微量合金元素的表示方法标出 2) 对钢号中碳含量的表示方法,一般用一位数字表示平均碳含量的千分之几;当碳含量上限小于 0.1% 时,以“0”表示。例如:平均碳含量 w_C 为 0.20%,铬含量 w_{Cr} 为 13% 的不锈钢,其钢号为 2Cr13;碳含量 $w_C \leq 0.08\%$,平均铬含量 w_{Cr} 为 18%,镍含量 w_{Ni} 为 9% 的不锈钢,其钢号为 0Cr18Ni9 3) 当钢中平均碳含量 $w_C \geq 1.00\%$ 时采用二位数字表示;当碳含量 w_C 上限不大于 0.03% 而大于 0.01% 时,以“03”表示(超低碳);当碳含量 w_C 上限不大于 0.01% 时,以“01”表示(极低碳)。例如:平均碳含量 w_C 为 1.10%,铬含量为 17% 的高铬不锈钢,其钢号为 11Cr17;碳含量 w_C 上限为 0.03%,平均铬含量 w_{Cr} 为 19%,镍含量 w_{Ni} 为 10% 的超低碳不锈钢,其钢号为 03Cr19Ni10;碳含量上限 w_C 为 0.01%,平均铬含量 w_{Cr} 为 19%,镍含量 w_{Ni} 为 11% 的极低碳不锈钢,其牌号为 01Cr19Ni11 4) 耐热钢钢号的表示方法和不锈钢相同 5) 易切削不锈钢和易切削耐热钢钢号冠以字母“Y”,字母后面的钢号表示方法和不锈钢相同
(18) 焊接用钢	H08、H08A、 H08Mn2Si、 H1Cr18Ni9、 H08E、H08C	1) 焊接用钢包括焊接用碳素钢、焊接用低合金钢、焊接用合金结构钢、焊接用不锈钢等,其钢号均沿用各自钢类的钢号表示方法,同时需在钢号前冠以字母“H”,以示区别。例如: H08, H08Mn2Si, H1Cr18Ni9 2) 某些焊丝再按硫、磷含量分等级时,用钢号后缀表示,例如 H08A, H08E, H08C。后缀 A—— $w_S, w_P \leq 0.030\%$; E—— $w_S, w_P \leq 0.020\%$; C—— $w_S, w_P \leq 0.015\%$; 未加后缀者—— $w_S, w_P \leq 0.035\%$
(19) 电工用热轧硅钢薄钢板 (GB/T 5212—1985)	DR 510—50 DR 1750G—35	DR × × × G— × × ① ② ③ ④ ① 代表电工用热轧硅钢;② 最大允许铁损值 $\times 100$;③ 如果钢板是在高频率(400Hz)的,应在铁损值的数字后加字母“G”;若在频率 50Hz 下检验的,则不加“G”;④ 公称厚度(mm) $\times 100$
(20) 电工用冷轧晶粒取向、无取向磁性钢带 (GB/T 2521—1996)	30Q130、 35W300 27QG100	电工用冷轧无取向硅钢和取向硅钢,在其钢号中间分别标出字母“W”(表示无取向)或“Q”(表示取向),在字母之前为产品公称厚度(mm) 100 倍的数字,在字母之后为铁损值 100 倍的数字。例如: 30Q130, 35W300。取向高磁感硅钢,其钢号应在字母“Q”和铁损值数字之间加字母“G”。例如: 27QG100
(21) 电讯用冷轧晶粒取向硅钢薄带 (YB/T 5224—1993)	DG3 DG4 DG5 DG6	电讯用取向高磁感硅钢的钢号,采用字母“DG”加数字表示。数字是表示电磁性能级别,从 1 至 6 表示电磁性能从低到高。例如: DG5
(22) 电磁纯铁棒材、热轧厚板和冷轧薄板 (GB/T 6983 ~ 6985—1986)	DT3 DT4 DT3A DT4A	1) 它的牌号由字母“DT”和数字组成,“DT”表示电工用纯铁,数字表示不同牌号的顺序号,例如 DT3 2) 在数字后面所加的字母表示电磁性能: A——高级, E——特级, C——超级, 例如: DT4A

续表

产品名称	牌号举例	牌号表示方法说明
(23) 高电阻电热合金 (GB/T 1234—1995)	0Cr25Al5 1Cr13Al4 0Cr27Al7Mo2	其牌号形式,与不锈钢和耐热钢基本相同,但对 NiCr 基金属可不标出碳含量。例如 0Cr25Al5,表示平均含量 w_{Cr} 为 25%、 w_{Al} 为 5%、 w_C 为 $\leq 0.06\%$ 的合金
(24) 高温合金 (GB/T 14992—1994)	GH1040 GH1140 GH2302 GH3044 K213 K403 K417	1)变形高温合金的牌号采用字母“GH”加 4 位数字组成。第 1 位数字表示分类号,其中: 1 为固溶强化型铁基合金,2 为时效硬化型铁基合金,3 为固溶强化型镍基合金,4 为时效硬化型镍基合金 第 2~4 位数字表示合金的编号,与旧牌号 (GH+2 或 3 位数字)的编号一致 2)铸造高温合金的牌号采用字母“K”加 3 位数字组成。第 1 位数字表示分类号,其含义同上。第 2~3 位数字表示合金的编号,与旧牌号 (K+2 位数字)的编号一致
(25) 耐蚀合金 (GB/T 15007—1994)	NS312、NS411 HNS112 ZNS113	1)耐蚀合金牌号采用前缀字母加三位数字组成 NS 表示变形耐蚀合金,例如 NS312 ;HNS 表示焊接用耐蚀合金,例如 HNS112 ;ZNS 表示铸造耐蚀合金,例如 ZNS113 2)牌号前缀字母后的三位数字涵义如下 第 1 位数字表示分类号,与变形高温合金相同 第 2 位数字表示合金系列,其中: 1 为 NiCr 系合金 ;2 为 NiMo 系合金 ;3 为 NiCrMo 系合金 ;4 为 NiCrMoCu 系合金 第 3 位数字为合金序号
(26) 精密合金 (GB/T 15018—1994)	1J16 1J22 2J52 2J85 3J09 3J63 4J28 4J82	1)精密合金牌号采用阿拉伯数字与汉语拼音字母相结合的方法表示 2)以字母“J”与其前面的数字表示精密合金的类别。即: 1J 为软磁合金,2J 为变形永磁合金,3J 为弹性合金,4J 为膨胀合金,5J 为热双金属,6J 为精密电阻合金 3)字母“J”后第一、二位数字表示不同合金牌号 (热双金属例外)的序号。序号从 01 开始,可编到 99 合金牌号的序号,原则上应以主元素 (除铁外)百分含量中值表示。若合金序号重复,其中某合金序号可采用主元素百分含量与另一合金元素百分含量之和的中值表示,或以主元素百分含量的上 (或下)限表示,以示区别 4)对于同一合金成分,由于生产工艺不同,性能亦不同的合金,或同一合金成分 (包括基本相同者),用途不同,性能要求也异的合金,在必须予以区别时,则应于序号之后标以汉语拼音字母 (表示合金主特性或用途的汉语拼音的第一个字母)相区别 5)热双金属 :字母“J”后的第一、二位数字表示比弯曲公称值的整数 (单位为 $10^{-6}/^{\circ}C$) ;第三位及其后数字表示电阻率公称值 数字后标以字母 A、B 则分别表示被动层相同而主动层不同的两种热双金属牌号

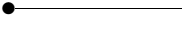


表 1-2-4 钢铁及合金的类型与统一数字代号

钢铁及合金的类型	英文名称	前缀字母	统一数字代号
合金结构钢	Alloy structural steel	A	A × × × × ×
轴承钢	Bearing steel	B	B × × × × ×
铸铁、铸钢及铸造合金	Cast iron, cast steel and cast alloy	C	C × × × × ×
电工用钢和纯铁	Electrical steel and iron	E	E × × × × ×
铁合金和生铁	Ferro alloy and pig iron	F	F × × × × ×
高温合金和耐蚀合金	Heat resisting and corrosion resisting alloy	H	H × × × × ×
精密合金及其他特殊物理性能材料	Precision alloy and other special physical character materials	J	J × × × × ×
低合金钢	Low alloy steel	L	L × × × × ×
杂类材料	Miscellaneous materials	M	M × × × × ×
粉末及粉末材料	Powders and powder materials	P	P × × × × ×
快淬金属及合金	Quick quench matels and alloys	Q	Q × × × × ×
不锈、耐蚀和耐热钢	Stainless, corrosion resisting and heat resisting steel	S	S × × × × ×
工具钢	Tool steel	T	T × × × × ×
非合金钢	Unalloy steel	U	U × × × × ×
焊接用钢及合金	Steel and alloy for welding	W	W × × × × ×

表 1-2-5 合金结构钢细分类与统一数字代号

统一数字代号	合金结构钢(包括合金弹簧钢)细分类
A0××××	Mn(X)、MnMo(X)系钢
A1××××	SiMn(X)、SiMnMo(X)系钢
A2××××	Cr(X)、CrSi(X)、CrMn(X)、CrV(X)、CrMnSi(X)系钢
A3××××	CrMo(X)、CrMoV(X)系钢
A4××××	CrNi(X)系钢
A5××××	CrNiMo(X)、CrNiW(X)系钢
A6××××	Ni(X)、NiMo(X)、NiCoMo(X)、Mo(X)、MoWV(X)系钢
A7××××	B(X)、MnB(X)、SiMnB(X)系钢
A8××××	(暂空)
A9××××	其他合金结构钢

表 1-2-6 轴承钢细分类与统一数字代号

统一数字代号	轴承钢细分类
B0××××	高碳铬轴承钢
B1××××	渗碳轴承钢
B2××××	高温、不锈轴承钢
B3××××	无磁轴承钢
B4××××	石墨轴承钢
B5××××	(暂空)
B6××××	(暂空)
B7××××	(暂空)
B8××××	(暂空)
B9××××	(暂空)

表 1-2-7 铸铁、铸钢及铸造合金细分类与统一数字代号

统一数字代号	铸铁、铸钢及铸造合金细分类
C0××××	铸铁(包括灰口铸铁、球墨铸铁、黑心可锻铸铁、珠光体可锻铸铁、白心可锻铸铁、抗磨白口铸铁、中锰抗磨球墨铸铁、高硅耐蚀铸铁、耐热铸铁等)
C1××××	铸铁(暂空)
C2××××	非合金铸钢(一般非合金铸钢、含锰非合金铸钢、一般工程和焊接结构用非合金铸钢、特殊专用非合金铸钢等)
C3××××	低合金铸钢
C4××××	合金铸钢(不锈耐热铸钢、铸造永磁钢除外)
C5××××	不锈耐热铸钢
C6××××	铸造永磁钢和合金
C7××××	铸造高温合金和耐蚀合金
C8××××	(暂空)
C9××××	(暂空)

表 1-2-8 电工用钢和纯铁细分类与统一数字代号

统一数字代号	电工用钢和纯铁细分类
E0××××	电磁纯铁
E1××××	热轧硅钢
E2××××	冷轧无取向硅钢
E3××××	冷轧取向硅钢
E4××××	冷轧取向硅钢(高磁感)
E5××××	冷轧取向硅钢(高磁感、特殊检验条件)
E6××××	无磁钢
E7××××	(暂空)
E8××××	(暂空)
E9××××	(暂空)

表 1-2-9 铁合金和生铁细分类与统一数字代号

统一数字代号	铁合金和生铁细分类
F0××××	生铁(包括炼钢生铁、铸造生铁、含钒生铁、球墨铸铁用生铁、铸造用磷铜钛低合金耐磨生铁、脱碳低磷粒铁等)
F1××××	锰铁合金及金属锰(包括低碳锰铁、中碳锰铁、高碳锰铁、高炉锰铁、锰硅合金、铌锰铁合金、金属锰、电解金属锰等)
F2××××	硅铁合金(包括硅铁合金、硅铝铁合金、硅钙合金、硅钡合金、硅钡铝合金、硅钙钡铝合金等)
F3××××	铬铁合金及金属铬(包括微碳铬铁、低碳铬铁、中碳铬铁、高碳铬铁、氮化铬铁、金属铬、硅铬合金等)
F4××××	钒铁、钛铁、铌铁及合金(包括钒铁、钒铝合金、钛铁、铌铁等)
F5××××	稀土铁合金(包括稀土硅铁合金、稀土镁硅铁合金等)
F6××××	钼铁、钨铁及合金(包括钼铁、钨铁等)
F7××××	硼铁、磷铁及合金
F8××××	(暂空)
F9××××	(暂空)

表 1-2-10 高温合金和耐蚀合金细分类与统一数字代号

统一数字代号	高温合金和耐蚀合金细分类
H0××××	耐蚀合金(包括固溶强化型铁镍基合金、时效硬化型铁镍基合金、固溶强化型镍基合金、时效硬化型镍基合金)
H1××××	高温合金(固溶强化型铁镍基合金)
H2××××	高温合金(时效硬化型铁镍基合金)
H3××××	高温合金(固溶强化型镍基合金)
H4××××	高温合金(时效硬化型镍基合金)
H5××××	高温合金(固溶强化型钴基合金)
H6××××	高温合金(时效硬化型钴基合金)
H7××××	(暂空)
H8××××	(暂空)
H9××××	(暂空)

表 1-2-11 精密合金及其他特殊物理性能材料细分类与统一数字代号

统一数字代号	精密合金及其他特殊物理性能材料细分类
J0××××	(暂空)
J1××××	软磁合金
J2××××	变形永磁合金
J3××××	弹性合金
J4××××	膨胀合金
J5××××	热双金属
J6××××	电阻合金(包括电阻电热合金)
J7××××	(暂空)
J8××××	(暂空)
J9××××	(暂空)

表 1-2-12 低合金钢细分类与统一数字代号

统一数字代号	低合金钢细分类(焊接用低合金钢、低合金铸钢除外)
L0××××	低合金一般结构钢(表示强度特性值的钢)
L1××××	低合金专用结构钢(表示强度特性值的钢)
L2××××	低合金专用结构钢(表示成分特性值的钢)
L3××××	低合金钢筋钢(表示强度特性值的钢)
L4××××	低合金钢筋钢(表示成分特性值的钢)
L5××××	低合金耐候钢
L6××××	低合金铁道专用钢
L7××××	(暂空)
L8××××	(暂空)
L9××××	其他低合金钢

表 1-2-13 杂类材料细分类与统一数字代号

统一数字代号	杂类材料细分类
M0××××	杂类非合金钢(包括原料纯铁、非合金钢球钢等)
M1××××	杂类低合金钢
M2××××	杂类合金钢(包括锻制轧辊用合金钢、钢轨用合金钢等)
M3××××	冶金中间产品(包括钒渣、五氧化二钒、氧化钼块、钼磷半钢等)
M4××××	铸铁产品用材料(包括灰口铸铁管、球墨铸铁管、铸铁轧辊、铸铁焊丝、铸铁丸、铸铁砂等用铸铁材料)
M5××××	非合金铸钢产品用材料(包括一般非合金铸钢材料、含锰非合金铸钢材料、非合金铸钢丸材料、非合金铸钢砂材料等)
M6××××	合金铸钢产品用材料(包括 Mn 系、MnMo 系、Cr 系、CrMo 系、CrNiMo 系、Cr(Ni)MoSi 系铸钢材料等)
M7××××	(暂空)
M8××××	(暂空)
M9××××	(暂空)

表 1-2-14 粉末及粉末材料细分类与统一数字代号

统一数字代号	粉末及粉末材料细分类
P0××××	粉末冶金结构材料(包括粉末烧结铁及铁基合金、粉末烧结非合金结构钢、粉末烧结合金结构钢等)
P1××××	粉末冶金摩擦材料和减摩材料(包括铁基摩擦材料、铁基减摩材料等)
P2××××	粉末冶金多孔材料(包括铁及铁基合金多孔材料、不锈钢多孔材料)
P3××××	粉末冶金工具材料(包括粉末冶金工具钢等)
P4××××	(暂空)
P5××××	粉末冶金耐蚀材料和耐热材料(包括粉末冶金不锈钢、耐蚀和耐热钢、粉末冶金高温合金和耐蚀合金等)
P6××××	(暂空)
P7××××	粉末冶金磁性材料(包括软磁铁氧体材料、永磁铁氧体材料、特殊磁性铁氧体材料、粉末冶金软磁合金、粉末冶金铝镍钴永磁合金、粉末冶金稀土钴水磁合金、粉末冶金钕铁硼永磁合金等)
P8××××	(暂空)
P9××××	铁、锰等金属粉末(包括粉末冶金用还原铁粉、电焊条用还原铁粉、穿甲弹用铁粉、穿甲弹用锰粉等)

表 1-2-15 快淬金属及合金细分类与统一数字代号

统一数字代号	快淬金属及合金细分类
Q0××××	(暂空)
Q1××××	快淬软磁合金
Q2××××	快淬永磁合金
Q3××××	快淬弹性合金
Q4××××	快淬膨胀合金
Q5××××	快淬热双金属
Q6××××	快淬电阻合金
Q7××××	快淬可焊合金
Q8××××	快淬耐蚀耐热合金
Q9××××	(暂空)

表 1-2-16 不锈、耐蚀和耐热钢细分类与统一数字代号

统一数字代号	不锈、耐蚀和耐热钢细分类
S0××××	(暂空)
S1××××	铁素体型钢
S2××××	奥氏体-铁素体型钢
S3××××	奥氏体型钢
S4××××	马氏体型钢
S5××××	沉淀硬化型钢
S6××××	(暂空)
S7××××	(暂空)
S8××××	(暂空)
S9××××	(暂空)

表 1-2-17 工具钢细分类与统一数字代号

统一数字代号	工具钢细分类
T0××××	非合金工具钢(包括一般非合金工具钢,含锰非合金工具钢)
T1××××	非合金工具钢(包括非合金塑料模具钢,非合金钎具钢等)
T2××××	合金工具钢(包括冷作、热作模具钢,合金塑料模具钢,无磁模具钢等)
T3××××	合金工具钢(包括量具刃具钢)
T4××××	合金工具钢(包括耐冲击工具钢、合金钎具钢等)
T5××××	高速工具钢(包括 W 系高速工具钢)
T6××××	高速工具钢(包括 W - Mo 系高速工具钢)
T7××××	高速工具钢(包括含 Co 高速工具钢)
T8××××	(暂空)
T9××××	(暂空)

表 1-2-18 非合金钢细分类与统一数字代号

统一数字代号	非合金钢细分类(非合金工具钢、电磁纯铁、 焊接用非合金钢、非合金钢铸钢除外)
U0××××	(暂空)
U1××××	非合金一般结构及工程结构钢(表示强度特性值的钢)
U2××××	非合金机械结构钢(包括非合金弹簧钢,表示成分特性值的钢)
U3××××	非合金特殊专用结构钢(表示强度特性值的钢)
U4××××	非合金特殊专用结构钢(表示成分特性值的钢)
U5××××	非合金特殊专用结构钢(表示成分特性值的钢)
U6××××	非合金铁道专用钢
U7××××	非合金易切削钢
U8××××	(暂空)
U9××××	(暂空)

表 1-2-19 焊接用钢及合金细分类与统一数字代号

统一数字代号	焊接用钢及合金细分类
W0××××	焊接用非合金钢
W1××××	焊接用低合金钢
W2××××	焊接用合金钢(不含 Cr、Ni 钢)
W3××××	焊接用合金钢(W2××××,W4××××类除外)
W4××××	焊接用不锈钢
W5××××	焊接用高温合金和耐蚀合金
W6××××	钎焊合金
W7××××	(暂空)
W8××××	(暂空)
W9××××	(暂空)

第二节 有色金属及其合金牌号表示方法

一、中 国

中国国家标准(GB340—76)统一规定了有色金属及合金产品牌号表示方法。但是,随着经济和技术的发展,有的金属如铝及铝合金已采用了国际上较为通用的四位数字代号表示方法并已制定了相应的国家标准。其他金属在近几年修订标准中,也采用了更为直观、国外较通用的牌号表示方法,现按 GB340、GB/T 16474—1996 变形铝及铝合金牌号表示方法以及各有关标准逐一叙述。GB/T 16474 代替 GB340—76 中有关变形铝及铝合金牌号表示方法部分,在过渡期间,国内过去使用的牌号仍可继续使用,自然过渡,暂未规定过渡时间。

1. 命名总则、分类与编组

中国有色金属产品牌号的命名是以代号字头或元素符号后的成分数字或顺序号结合产品类别、组别名称表示。产品代号采用汉语拼音字母(见表 1-2-20、表 1-2-21)、化学元素符号及阿拉伯数字相结合的方法表示。采用的汉语拼音字母,原则上只取第一个汉字汉语拼音的第一个字母。若这个字母与第一个符号重复时,则取第一个汉字汉语拼音的第二字母(或第三个字母),或者同时取前两个汉字汉语拼音的第一个字母。

对铝及铝合金,可直接引用国际四位数字体系牌号,对未命名为国际四位数字体系牌号的铝及铝合金,应按 GB/T 16474 采用四位字符牌号命名。

产品的统称(如铝材、铜材)、类别(如黄铜、青铜)以及产品标记中的品种(如板、管、棒、线、带、箔)等,均用汉字表示。

表 1-2-20 常用金属、合金名称及其汉语拼音字母的代号

名 称	采用的汉字及汉语拼音		采用代号	字 体
	汉字	汉语拼音		
铜	铜	tong	T	大写
铝	铝	lu	L	大写
镁	镁	mei	M	大写
镍	镍	nie	N	大写
黄铜	黄	huang	H	大写
青铜	青	qing	Q	大写
白铜	白	bai	B	大写
钛及钛合金	钛	tai	T	大写

表 1-2-21 专用金属、合金名称及其汉语拼音字母的代号

名 称	采用的汉字及汉语拼音		采用代号	字 体
	汉字	汉语拼音		
防锈铝	铝、防	lu fang	LF	大写
锻铝	铝、锻	lu duan	LD	大写
硬铝	铝、硬	lu ying	LY	大写
超硬铝	铝、超	lu chao	LC	大写
特殊铝	铝、特	lu te	LT	大写
硬钎焊铝	铝、钎	lu qian	LQ	大写
无氧铜	铜、无	tong wu	TU	大写
金属粉末	粉	fen	F	大写
喷铝粉	粉、铝、喷	fen lu pen	FLP	大写
涂料铝粉	粉、铝、涂	fen lu tu	FLU	大写
细铝粉	粉、铝、细	fen lu xi	FLX	大写
炼钢、化工用铝粉	粉、铝、钢	fen lu gang	FLG	大写
镁粉	粉、镁	fen mei	FM	大写
铝镁粉	粉、铝、镁	fen lu mei	FLM	大写
镁合金(变形加工用)	镁、变	mei bian	MB	大写
焊料合金	焊、料	han liao	HL	H 大写, l 小写
阳极镍	镍、阳	nie yang	NY	大写
电池锌板	锌、电	xin dian	XD	大写
印刷合金	印	yin	I	大写

续表

名 称	采用的汉字及汉语拼音		采用代号	字 体
	汉字	汉语拼音		
印刷锌板	锌、印	xin yin	XI	大写
稀土	稀土	xi tu	Xt ^①	X 大写 ,t 小写
钨钴硬质合金	硬、钨	ying gu	YG	大写
钨钛钴硬质合金	硬、钛	ying tai	YT	大写
铸造碳化钨	硬、铸	ying zhu	YZ	大写
碳化钨 – (铁) 镍钼硬质合金	硬、镍	ying nie	YN	大写
多用途(万能)硬质合金	硬、万	ying wan	YW	大写
钢结硬质合金	硬、结	ying jie	YE	大写

①稀土代号 Xt 于 1987 年 6 月 1 日起正式改用 RE 表示。

有色金属产品分为冶炼产品、加工产品和铸造产品。

纯金属冶炼产品分为工业纯和高纯两类。

有色金属及合金加工产品按金属及合金系统分类,如铜及铜合金、铝及铝合金、镁及镁合金、钛及钛合金、镍及镍合金等。

铸造产品分为铸件和铸锭。按不同的合金系统可分为铸造铜合金、铸造铝合金、铸造镁合金等。

部分产品按其用途分类,如焊料、轴承合金、印刷合金、中间合金等。

有色金属及合金编组方法如下：

(1)按金属及合金性能、使用要求分组。铝及铝合金按 GB/T 16474 以主要合金元素分组，用 1×××~9××× 牌号系列表示。

(2)按金属及合金中主要组成元素(或特殊加工方法)分组,如铜及铜合金分纯铜、无氧铜、铝青铜、铅青铜、铝青铜等。

(3)按金属及合金的组织类型分组,如钛及钛合金分 α 型钛及钛合金、β 型钛及钛合金、α+β 型钛合金等。

(4)专用产品按具体情况分组,如焊料按合金中主元素分组,金属粉末按元素名称分组,铝粉因品种较多,按生产方法、用途分为喷铝粉、涂料铝粉、细铝粉等。

2. 产品代号表示方法

(1)冶炼产品 纯金属冶炼产品,用化学元素符号结合顺序号或表示主成分的数字表示。

a. 重熔用铝锭 用化学元素符号 Al 加铝的含量表示。如 $w_{Al}99.85$ 表示铝不小于 99.85%, $w_{Al}99.50$ 表示铝不小于 99.50% 的重熔用铝锭。

b. 重熔用电工铝锭 用化学元素符号 Al 加铝的含量及字母 E(Electrical)表示。如 $w_{Al}99.70E$ 、 $w_{Al}99.65E$ 分别表示含铝不小于 99.70%、99.65% 的重熔用电工铝锭。

c. 重熔用镁锭 用化学元素符号加镁含量表示。如 $w_{Mg}99.96$ 、 $w_{Mg}99.80$ 分别表示含镁不小于 99.96%、99.80% 的重熔用镁锭。

d. 阴极铜 用化学元素符号 Cu、阴极的英文字母代号和区分高纯与标准阴极铜的数字 1 和 2 来表示。如 Cu - CATH - 1 表示高纯阴极铜, Cu - CATH - 2 表示标准阴极铜。

e. 铅锭 铅锭用化学元素符号 Pb 加铅含量表示, 如 $w_{\text{Pb}}99.994$ 、 $w_{\text{Pb}}99.90$ 分别表示含铅不小于 99.994%、99.90% 的铅锭。

f. 锌锭 锌锭用元素符号 Zn 加锌含量表示。如 $w_{\text{Zn}}99.995$ 、 $w_{\text{Zn}}98.7$ 分别表示含锌不小于 99.995%、98.7% 的锌锭。

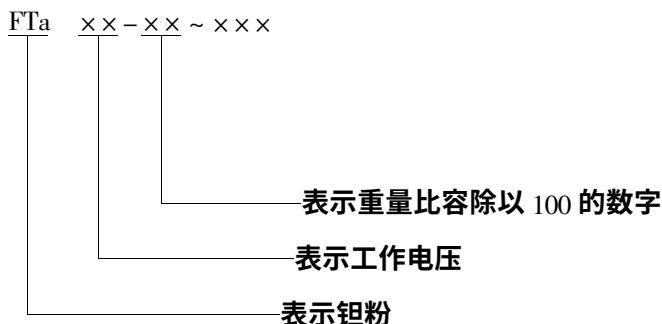
g. 电解镍 电解镍用化学元素符号 Ni 加表示镍和钴总量的数字表示。如 $w_{\text{Ni}}9999$ 、 $w_{\text{Ni}}9920$ 分别表示镍和钴总量不小于 99.99%、99.20% 的电解镍。

h. 锡锭 锡锭用化学元素符号 Sn 加表示锡含量的数字表示。如 $w_{\text{Sn}}99.90$ 、 $w_{\text{Sn}}99.99$ 分别表示含锡不小于 99.90%、99.99% 的锡锭。

i. 铋 铋用化学元素符号 Bi 加表示铋含量的数字表示。如 $w_{\text{Bi}}99.997$ 、 $w_{\text{Bi}}99.99$ 分别表示含铋不小于 99.997%、99.99% 的铋。

j. 钽粉 钽粉用字母 F(粉字的汉语拼音第一个字母)、元素符号 Ta 及表示电性能的数字表示。

高纯金属用表示主成分的数字表示, 短横线之后加一个“0”以示高纯, “0”后第一个数字表示主成分“9”的个数。如主成分(质量分数)为 99.999% 的高纯钽表示为 In - 05。



海绵状金属则在元素符号前冠以“H”(“海”字汉语拼音的第一个字母)。如一号海绵钛表示为 HTi - 1。

(2) 纯金属加工产品 GB 340 规定铜、镍、铝的纯金属加工产品分别用汉语拼音字母(T、N、L)加顺序号表示。如一号纯铝加工产品表示为 L1。

按 GB/T 16474—1996 变形铝及铝合金牌号表示方法的规定, 铝含量(质量分数)不低于 99.00% 为纯铝, 其牌号用 1××× 系列表示, 牌号的最后两位数字表示最低铝百分含量。当最低铝含量(质量分数)精确到 0.01% 时, 牌号的最后两位数字就是最低铝百分含量中小数点后面的两位数字, 如 1070 表示的纯铝, 其铝含量(质量分数)为 99.70%。

除铜、镍、铝外的其他纯金属加工产品, 用化学元素符号加顺序号表示。如一号纯银加工产品表示为 Ag1。

(3) 合金加工产品 合金加工产品的代号, 用汉语拼音字母和元素符号或汉语拼音字母、元素符号并结合表示成分的数字组或顺序号表示。铝合金的牌号用 2×××~8××× 系列表示。牌号的最后两位数字没有特殊意义, 仅用来区分同一组中不同的铝合金。牌号第二位的字母表示原始合金的改型情况, 如果第二位的字母是 A, 则表示为原始合金; 如果是 B~Y

中的一个字母,则表示为原始合金的改型合金。

铜合金 黄铜、青铜、白铜分别用汉语拼音字母 H、Q、B 表示。普通黄铜用‘H’加基元素铜的含量表示。三元以上黄铜用‘H’加第二个主添加元素符号及除锌以外的成分数字组表示,如 68 黄铜表示为 H68 30-1 锡黄铜表示为 HSn90-1。青铜用‘Q’加第一个主添加元素符号及除基元素铜外的成分数字组表示,如 6.5-0.1 锡青铜表示为 QSn6.5-0.1。白铜用‘B’加镍含量表示。三元以上白铜用‘B’加第二个主添加元素符号及除基元素铜外的成分数字组表示,如 30 白铜表示为 B30 3-12 锰白铜表示为 BMn3-12。

镍合金 镍合金用‘N’加第一个主添加元素符号及除基元素镍外的成分数字组表示,如 9 镍铬合金表示为 NCr9。

铝合金 按 GB 340 规定,铝合金用‘L’加表示合金组别的汉语拼音字母及顺序号表示,如二号防锈铝表示为 LF2。按 GB/T 16474 规定,铝合金用 2×××~8××× 系列表示。铝及铝合金组别与牌号系列如表 1-2-22 所示。

表 1-2-22 铝及铝合金组别与牌号系列

组 别	牌 号 系 列
纯铝(铝含量(质量分数)不小于 99.00%)	1×××
以铜为主要合金元素的铝合金	2×××
以锰为主要合金元素的铝合金	3×××
以硅为主要合金元素的铝合金	4×××
以镁为主要合金元素的铝合金	5×××
以镁和硅为主要合金元素并以 Mg ₂ Si 相为强化相的铝合金	6×××
以锌为主要合金元素的铝合金	7×××
以其他合金元素为主要合金元素的铝合金	8×××
备用合金组	9×××

镁合金 镁合金用‘M’加表示变形加工‘变’字汉语拼音的第一个字母‘B’及顺序号表示。如二号变形镁合金表示为 MB2。

钛及钛合金 钛及钛合金用‘T’加表示金属或合金组织类型的字母及顺序号表示。字母 A、B、C 分别表示 α 型、β 型、α+β 型钛合金。如一号 α 型钛表示为 TA1 四号 α+β 型钛合金表示为 TC4。

除铜、镍、铝、镁、钛以外的其他合金,用基元素的化学元素符号加第一个主添加元素符号及除基元素外的成分数字组表示。如 1.5 锌铜合金表示为 ZnCu1.5 20 金镍合金表示为 Au-Ni20 铜铍中间合金表示为 CuBe4 3.5-2.5 锡铅合金表示为 SnPb13.5-2.5。

(4)硬质合金 硬质合金用汉语拼音字母加一决定合金特性的主元素(或化合物)成分数字(或顺序号)表示。必要时,后面还可加上表示产品性能、添加元素或加工方法的汉语拼音字母。如钨钴 6 合金表示为 YG6 钨钛钴 5 表面涂层合金表示为 YT5U(‘U’系‘涂’字汉语拼音的第二个字母)添加少量碳化铌的钨钴 8 合金表示为 YC8N(‘N’系‘铌’字汉语拼音的第一个字

母)。

(5)焊料 焊料用焊语拼音字母‘Hl’加两个主元素符号及除第一个主元素外的成分数字组表示。

(6)轴承合金 轴承合金用汉语拼音字母‘Ch’(轴承的‘承’字汉语拼音的前两个字母)加两个主元素符号及除第一个主元素外的成分数字组表示。

(7)金属粉末 金属粉末用‘F’(‘粉’字汉语拼音的第一个字母)加元素符号(铜、镍、铝、镁分别用汉语拼音字母 T、N、L、M)表示。后面再加上表示产品纯度、粒度规格、或产品特性的数字。表示纯度、粒度规格或产品特性的数字之间用一短横线隔开。必要时,可在表示纯度的数字前加上表示生产方法、用途、产品特性的汉语拼音字母。对没有纯度等级而只有粒度规格或产品特性的金属粉末,可不用表示纯度的数字和短横线。如三号喷铝粉表示为 FLP3。

(8)复合材料 复合材料用组成该复合材料的金属代号表示,代号之间用一斜线隔开。如需要表明材料层的厚度关系,可在后面用括号表出材料层的厚度比。如‘二号银/6.5-0.1 锡青铜’双金属表示为 Ag2/QSn6.5-0.1(1:1)。

(9)稀土产品 按 GB 340-76 规定,稀土金属用汉语拼音字母‘Xt’表示(单一稀土金属用化学元素符号表示)。

混合稀土金属用‘Xt’加上富集元素符号及其含量数字表示。在化学元素符号与其含量数字之间用一短横隔开。如含镧(质量分数)不小于 40% 的富镧混合稀土金属表示为 XtLa-40。

稀土化合物用化合物分子式加上顺序号表示,中间加一短横。如一号氧化镧表示为 La₂O₃-1;一号硝酸铈表示为 Ce(NO₃)₃-1;一号氯化稀土表示为 XtCl₃-1。

必须注意,1987 年 4 月 19 日国家标准局以‘国标函[1987]222 号’文批准‘GB 340-76《有色金属及合金产品牌号表示方法》第一号修改单’,规定稀土代号由‘Xt’改为‘RE’,单一稀土金属仍用化学元素符号表示。该规定自 1987 年 6 月 1 日起实行。

(10)铸造合金 铸造产品在其代号前冠以‘Z’(‘Z’系‘铸’字的汉语拼音第一个字母)。铸锭则在其代号后面再加上‘D’(‘D’系‘锭’字的汉语拼音第一个字母)。如铸造 68 黄铜锭表示为 ZH68D。

有色金属及合金加工产品、铸造产品牌号表示方法举例见表 1-2-23。

变形铝及铝合金牌号表示方法举例见表 1-2-24。

表 1-2-23 有色金属及合金加工产品、铸造产品牌号表示方法举例

产品名称	组 别	金属或合金牌号举例	
铝及铝合金	工业纯铝	四号工业纯铝	1A
	防锈铝	二号防锈铝	1F2
	硬 铝	十二号硬铝	LY12
	锻 铝	二号锻铝	LD2
	超硬铝	四号超硬铝	LC4
	特殊铝	六十六号特殊铝	LT66

续表

产品名称	组 别	金属或合金牌号举例	
	硬钎焊铝	一号硬钎焊铝	LQ1
镁合金		八号镁合金	MB8
钛及钛合金	工业纯钛 钛合金	一号 α 型钛	TA1
		五号 α 型钛合金	TA5
		四号 $\alpha + \beta$ 型钛合金	TC4
纯 铜	纯 铜	二号铜	T2
	无氧铜	一号无氧铜	TU1
		磷脱氧铜	TUP
黄 铜	普通黄铜	68 黄铜	H68
		59 - 1 铅黄铜	HPh59 - 1
		90 - 1 锡黄铜	HSn90 - 1
黄 铜	铝黄铜	77 - 2 铝黄铜	HA177 - 2
	锰黄铜	58 - 2 锰黄铜	HMn58 - 2
	铁黄铜	59 - 1 - 1 铁黄铜	HFe59 - 1 - 1
	镍黄铜	65 - 5 镍黄铜	HNi65 - 5
	硅黄铜	80 - 3 硅黄铜	HSi80 - 3
	锡青铜	6.5 - 0.1 锡青铜	QSn6.5 - 0.1
	铝青铜	10 - 3 - 1.5 铝青铜	QAl10 - 3 - 1.5
青 铜	铍青铜	1.9 铍青铜	QBe1.9
	硅青铜	3 - 1 硅青铜	QSi3 - 1
	锰青铜	5 锰青铜	QMn5
	镉青铜	1 镉青铜	QCd1
	铬青铜	0.5 铬青铜	QCr0.5
白 铜	普通白铜	30 白铜	B30
	锰白铜	3 - 12 锰白铜	BMn3 - 12
	铁白铜	30 - 1 - 1 铁白铜	BFe30 - 1 - 1
	锌白铜	15 - 20 锌白铜	BZn15 - 20
	铝白铜	13 - 3 铝白铜	BA113 - 3
镍及镍合金	纯 镍	四号镍	N4
	阳极镍	一号阳极镍	NY1
	镍硅合金	0.19 镍硅合金	NSi0.19
	镍镁合金	0.1 镍镁合金	NMg0.1

续表

产品名称	组 别	金属或合金牌号举例	
	镍锰合金	2.2-1 镍锰合金	NMn2-2-1
	镍铜合金	28-2.5-1.5 镍铜合金	NCu28-2.5-1.5
	镍铬合金	10 镍铬合金	NCr10
	镍钴合金	17-2-2-1 镍铬合金	NCo17-2-2-1
	镍铝合金	3-1.5-1 镍铝合金	NAI3-1.5-1
	镍钨合金	4-0.2 镍钨合金	NW4-0.2
铅及铅合金	纯 铅	三号铅	Pb3
	铅合金	2 铅锑合金	PbSb2
锌及锌合金	纯锌	二号锌	Zn2
	锌铜合金	1.5 锌铜合金	ZnCu1.5
锡及锡合金	纯 锡	二号锡	Sn2
	锡锑合金	2.5 锡锑合金	SnSb2.5
	锡铅合金	13.5-2.5 锡铅合金	SuPb13.5-2.5
镉	纯 镉	二号镉	Cd2
焊 料	铜焊料	64 铜锌焊料	HCuZn64
	锡焊料	39 锡铅焊料	HISnPb39
	银焊料	28 银铜焊料	HIAgCu28
硬质合金	钨钴合金	钨钴 6 硬质合金	YG6
	钨钛钴合金	钨钛钴 5 硬质合金	YT5
	铸造碳化钨	2 号铸造碳化钨	YZ2
金及金合金	纯金	二号金	Au2
	金银合金	40 金银合金	AuAg40
	金铜合金	20-5 金铜合金	AuCu20-5
	金镍合金	7.5-1.5 金镍合金	AuNi7.5-1.5
	金铂合金	5 金铂合金	AuPt5
	金钯合金	30-10 金钯合金	AuPd30-10

续表

产品名称	组 别	金属或合金牌号举例	
	金镓合金	1 金镓合金	AuGa1
	金锗合金	12 金锗合金	AuGe12
银及银合金	纯 银	二号银	Ag2
	银铜合金	10 银铜合金	AgCu10
	银镁合金	3 银镁合金	AgMg3
	银铂合金	12 银铂合金	AgPt12
	银钯合金	20 银钯合金	AgPd20
铂及铂合金	纯 铂	二号铂	Pt2
	铂铱合金	5 铂铱合金	PtIr5
	铂铑合金	7 铂铑合金	PtRh7
	铂银合金	20 铂银合金	PtAg20
	铂钯合金	20 铂钯合金	PtPd20
	铂镍合金	4.5 铂镍合金	PtNi4.5
钯及钯合金	纯 钯	二号钯	Pd2
	钯铱合金	10 钯铱合金	PdIr10
	钯银合金	40 钯银合金	PdAg40
	钯铜合金	40 钯铜合金	PdCu40
粉 末	镁 粉	一号镁粉	FM1
	喷铝粉	二号喷铝粉	FLP2
	涂料铝粉	二号涂料铝粉	FLU2
	细铝粉	一号细铝粉	FLX1
	炼钢、化工	一号炼钢、化工用铝粉	FLG1
	用铝粉		
	特细铝粉	一号特细铝粉	FLT1
轴承合金	锡基轴承合金	8－3 锡锑轴承合金	ChSnSb8－3
		11－6 锡锑轴承合金	ChSnSb11－6
	铅基轴承合金	0.25 铅锑轴承合金	ChPbSb0.25
		2－0.2－0.15 铅锑	ChPbSb2－0.2－0.15
		轴承合金	

表 1-2-24 铝及铝合金加工产品牌号表示方法举例

产品名称	组 别	牌号系列		举 例	
铝及铝合金	纯 铝	1 × × ×	1050	1060	1070
			1050A	1070A	1035
			1A85	1A90	1A99
	铝 - 铜	2 × × ×	2004	2014	2024
			2124	2014A	2017A
			2A02	2A11	2A12
	铝 - 锰	3 × × ×	3003	3103	3004
			3005	3105	3A21
	铝 - 硅	4 × × ×	4004	4032	4043
			4043A	4047	4047A
	铝 - 镁	5 × × ×	5005	5019	5050
			5154A	5A02	5B05
	铝 - 镁 - 硅	6 × × ×	6061	6063	6063A
			6A51	6A02	6B02
	铝 - 锌	7 × × ×	7003	7005	7075
			7475	7A09	7A10
	其他元素为主要合金元素	8 × × ×	8011	8090	8A06
	备用合金组	9 × × ×			

二、德 国

在德国工业标准(DIN)中,有色金属材料的表示方法有两个体系,平行对照使用。一个是以化学元素符号、标记字母和阿拉伯数字组成的牌号,另一个是 7 位数字代号系统。

1. 以化学元素符号为基础的牌号

为了使金属材料的牌号在国际上容易被理解,德国在 1954 年颁布了有色金属牌号的表示方法标准(DIN 1700),对牌号的基本结构和表达方式作了统一的规定,但对黄铜、锌白铜、青铜和铸造锡青铜等合金的牌号(即 Ms、Ns、Bz 和 Rg),由于使用已久,故允许继续使用,在修订各有关标准时,可将其与新牌号对照列出,以供参考。对铝、镁、镍、锡、锌和铅等金属及其合金,由于原来的牌号已经同新牌号表示方法很接近,因此在标准修订时即开始执行新标准关于牌号的规定。

(1)牌号的组成 按DIN 1700 规定,牌号一般由三部分组成。

a. 说明制造方法和应用范围的标记字母。现行标准已使用的标记字母如下：

G——普通铸锭

GK——冷铸锭

GZ——离心铸锭

GD——压铸锭

GC——连铸锭

V——中间合金

L——焊料

S——焊接填料

Gl——轴承合金

H——冶炼的(普通质量)

LC——低碳的

F——高纯(尤指锌)

W——商品质量(尤指锌)

M——商品质量与高纯质量混合配制(尤指锌)

O——在高纯锌中加入金属添加剂形成的合金(尤指锌)

Lg——轴承

OF——无氧铜

KE——阴极铜

E——电解(铜)或电工用(铝)

SE——微磷脱氧

SF——高磷脱氧

SW——低磷脱氧

R——高纯度(尤指铝)

b. 成分部分的标记 牌号中的成分部分,主要由基体金属和合金元素的化学元素符号以及表示这些元素平均质量分数的阿拉伯数字所组成。在排列上,基体元素在前,各合金元素按含量多少从左向右列出,如含量相同,则按化学元素符号首字母的先后顺序排列。

对纯金属而言,表示的平均含量是所要求的最低纯度;对合金而言,平均含量则表示是某元素在合金中的平均百分含量。如果平均含量相同,可把含量(质量分数)低于2%的合金元素也列出,以示区别。

为使牌号既简短,又能区别不同的金属材料,该标准规定,使用的字符个数要尽量少。例如,当化学元素符号已足以表示惟一的一种合金时,则不需标出成分数字。这一原则即使对基体金属也适用。

当对某一杂质有必要严加控制时,可在成分标记部分之后将该杂质的化学元素符号以括号方式标出。

c. 状态、特殊性能和处理加工方法的标记字母 这些标记字母主要包括表示抗拉强度最小值的‘F’和表示各种热处理状态的标记字母。如 F36 表示材料的抗拉强度值应不小于360MPa(36kgf/mm²)。表示加工方法、材料状态、处理方法、性能的标记代号见状态代号表示方法。

(2)牌号的书写表达方式 制造方法和用途代号与成分标记部分之间用短横线连接。化学元素符号及表示含量的数字,不论是主成分还是添加元素之间都不用短横线连接。性能状态等代号与成分标记部分之间留一空格分开。

(3)DIN有色金属牌号表示方法概述

a. 需列出旧牌号的合金 使用历史长、习惯影响很深的黄铜、锌白铜、青铜和铸造锡锌铅青铜的牌号,在修订标准时,须按该标准编写牌号,同时将旧牌号列出以供参考。如含铜(质量分数)86.0%~89.0%、锡(质量分数)6.0%~11.0%、锌(质量分数)1.0%~3.0%的砂型铸锭,其牌号为 G-CuSn10,同时列出旧牌号 Rg10。

b. 不标成分(质量分数)数字的牌号 如含钙 0.4%~0.75%、钡 $\leq 0.8\%$ 、钠 0.15%~0.70%、锂 $\leq 0.04\%$ 、镁 $\leq 0.05\%$ 和铝 $\leq 0.05\%$ 的铅基轴承合金表示为 GL-Pb。

c. 基体元素不标成分(质量分数)数字的牌号 如含镁 2.0%~4.0%、硅 0.5%~0.8%和锰 0.3%~0.8%的加工铝合金表示为 AlMgSi;含硅 11.0%~13.0%、锰 $\leq 0.5\%$ 和杂质铜 $\leq 1.0\%$ 的铸造铝合金表示为 G-AlSi12(Cu)。

d. 基体元素带成分(质量分数)数字的牌号 如含镍 87%~89%、铬 9%~12%和锰 0.5%~2%的镍合金表示为 Ni88Cr;纯度为 99.975%的纯锌其牌号为 Zn99.975。

e. 对一些材料的具体规定

铝 在纯铝的牌号中,用‘H’表示普通纯度的电解原铝锭,如 Al99.5H;用‘R’表示高纯度原铝锭,如 Al99.99R。但 R 用于普通纯度时(如 Al99.98R),则表示工业纯铝半成品,而非原铝锭。完全用普通纯度原铝锭配制的合金,在其牌号中应标明纯度;用高纯度原铝配制的合金,则在合金牌号中仅标以 R。例如,Al99.9Mg1 是用 Al99.9H 的普通纯度原铝配制的约含 1% 镁的铝-镁合金,而 AlRMg1 合金则是用 Al99.99R 高纯原铝配制而成的。

精炼铜 精炼铜牌号,如对材料有电导率要求时,要在牌号中加后缀,标记出电导率值。如 E1-Cu58 表示铜的电导率为 $58.0\text{m}/(\Omega\cdot\text{mm}^2)$;F-Cu 表示对电导率无要求。

锌及锌合金板、带材 在锌及锌合金板带的牌号中,前缀要有表示材料的大写字母。“W”指商品质量锌;“F”指高纯度锌;“M”指由 W 和 F 锌配制而成;“D”指在 F 锌基体上添加金属合金元素制成的锌合金。牌号的后缀为表示加工方式的小写字母,如‘pk’表示叠板轧制;‘bd’表示常规轧制,如 W-Znpko。

纯镁和纯镍 纯镁和纯镍的牌号,在表示冶炼质量时与纯铝有所区别,即以‘H’为前缀,如 H-Mg99.8、H-Ni99.96 等。碳含量控制较低的加工镍则冠以‘LC’。如 LC-Ni99.6 的碳含量(质量分数)应不大于 0.02%,而 Ni99.6 的碳含量(质量分数)可稍高,不大于 0.08%。

弹簧用铜合金带材 弹簧用铜合金带材的牌号,当不经回火(以‘U’表示),并要求保证维氏硬度(HV)范围值时,要在成分标记部分后面加上“HV……U”,并注明最小维氏硬度值。如 CuZn37HV150U 表示材料要保证维氏硬度在 150~180 之间。对经回火处理,并要求保证弹性抗弯强度的材料,应加上“FB”作为后缀,并注明弹性抗弯强度最小值。如 CuZn37FB290 表示材料要求保证弹性抗弯强度不小于 $290\text{N}/\text{mm}^2$ 。

铅锡合金 在铅锡合金牌号中,对主成分相同但杂质允许量稍有差异的合金,可在成分标记部分之后加字母‘X’;如 PbSb9X 和 PbSb9 的区别在于允许前者可含有较高的银、砷、铋、铜和锡等杂质含量。

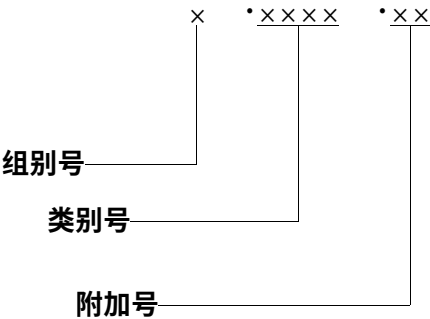
铝及铝合金阳极氧化前的材料表面处理代号 铝及铝合金阳极氧化处理的表面效果与材

料原始表面的加工方式有直接关系,这在牌号中用‘EQ-EX’表示。下标‘X’用 0~6 的整数分别代表不同的表面处理方式。其中,E₀ 表示表面不作磨平处理 ;E₁ 表示磨光 ;E₂ 表示刷光 ;E₃ 表示抛光 ;E₄ 表示磨光并刷光 ;E₅ 表示磨光并抛光 ;E₆ 表示表面化学处理。例如,AlMg3F23EQ-E₀ 表示是不经表面磨平处理而进行阳极氧化的、抗拉强度不小于 230MPa (23kgf/mm²) 的 AlMg3 合金。

2. 数字代号系统

随着计算机进入生产管理与统计领域,对材料的数字化命名越来越显示出优越性。德国在 1956 年发布的DIN 17007 标准中,推荐了一整套数字编号系统,在现行的DIN技术标准文件中,数字代号与以化学元素为基础的牌号并用,相互对照列出。

(1)数字代号通式 数字代号用 7 位数字按下面形式编写。



所有的工业材料共分为 10 大组,各组代表的材料范围如下：

- 0 组——生铁及铁合金
- 1 组——钢
- 2 组——除铁以外的重金属
- 3 组——轻金属
- 4 组~ 8 组——非金属材料
- 9 组——备用

类别号表示具体合金,主要根据材料的化学成分、制备方式编制。

附加号用以标记诸如熔炼、浇铸、热处理的方式以及有否加工硬化和外形、表面状况等。

(2)有色金属数字代号的范围 从上述组别号的含义可看出,第 2 和第 3 组是用于标记有色金属的。因此数字代号的起止范围是 2.0000. × × 至 3.9999. × ×,德国有色金属及合金数字代号详见表 1-2-25。

表 1-2-25 有色金属及合金数字代号

材料组别	数字代号	合金类别
铜及铜合金	2.0000 ~ 2.0199	纯 铜
	2.0200 ~ 2.0449	黄 铜
	2.0450 ~ 2.0599	特殊黄铜
	2.0600 ~ 2.0699	备 用
	2.0700 ~ 2.0799	白 铜
	2.0800 ~ 2.0899	铜-镍合金

续表

材料组别	数字代号	合金类别
铜及铜合金	2.0900 ~ 2.0999	铜 – 铝合金
	2.1000 ~ 2.1159	铜 – 锡合金
	2.1160 ~ 2.1189	铜 – 铅合金
	2.1190 ~ 2.1199	备 用
	2.1200 ~ 2.1229	铜 – 银合金
	2.1230 ~ 2.1239	备 用
	2.1240 ~ 2.1259	铜 – 铍合金
	2.1260 ~ 2.1279	铜 – 镉合金
	2.1280 ~ 2.1289	铜 – 钴合金
	2.1290 ~ 2.1299	铜 – 铬合金
	2.1300 ~ 2.1309	备 用
	2.1310 ~ 2.1319	铜 – 铁合金
	2.1320 ~ 2.1349	铜 – 镁合金
	2.1350 ~ 2.1389	铜 – 锰合金
	2.1390 ~ 2.1399	氧含铜
	2.1400 ~ 2.1459	备 用
	2.1460 ~ 2.1469	铜 – 磷合金
	2.1470 ~ 2.1479	铜 – 钯合金
	2.1480 ~ 2.1489	铜 – 铂合金
	2.1490 ~ 2.1499	备 用
	2.1500 ~ 2.1509	铜 – 硒合金
	2.1510 ~ 2.1539	铜 – 硅合金
	2.1540 ~ 2.1549	铜 – 碲合金
	2.1550 ~ 2.1559	备 用
	2.1560 ~ 2.1579	铜 – 钛合金
	2.1580 ~ 2.1599	铜 – 钨合金
	2.1600 ~ 2.1799	备 用
锌、镉及其合金	2.2000 ~ 2.2099	纯 锌
	2.2100 ~ 2.2199	锌合金
	2.2200 ~ 2.2299	锌板及带
	2.2300 ~ 2.2399	锌基焊料
	2.2400 ~ 2.2499	镉、镉合金及以镉为基的焊料
铅及铅合金	2.3000 ~ 2.3099	纯 铅
	2.3100 ~ 2.3199	包覆电缆用铅及铝合金
	2.3200 ~ 2.3299	硬 铅
	2.3300 ~ 2.3399	多元合金
	2.3400 ~ 2.3449	铅基焊料
	2.3450 ~ 2.3499	备 用

续表

材料组别	数字代号	合金类别
锡及锡合金	2.3500 ~ 2.3509	纯 锡
	2.3510 ~ 2.3609	备 用
	2.3610 ~ 2.3699	铅锡软焊料
	2.3700 ~ 2.3709	备 用
	2.3710 ~ 2.3739	锡 – 铅 – 锑压铸合金
	2.3740 ~ 2.3769	锡 – 锑 – 铜压铸合金
	2.3770 ~ 2.3789	锡 – 锑 – 铜轴承合金
	2.3790 ~ 2.3809	备 用
	2.3810 ~ 2.3899	其他锡合金
	2.3900 ~ 2.3999	备 用
镍、钴及其合金	2.4000 ~ 2.4099	纯镍及纯钴
	2.4100 ~ 2.4299	镍及钴的低合金
	2.4300 ~ 2.4349	镍及钴的高合金
	2.4350 ~ 2.4449	镍 – 铜及钴 – 铜合金
	2.4450 ~ 2.4599	镍 – 铁及钴 – 铁合金
	2.4600 ~ 2.4999	含有钴、铬、钼的镍合金和含有铬、镍、钼的钴合金
铝及铝合金	3.0000 ~ 3.0099	有其他添加成分的铝合金
	3.0100 ~ 3.0499	纯 铝
	3.0500 ~ 3.0599	含有锰、铬的铝合金
	3.0600 ~ 3.0699	含有铅、锑、锡、铋、镉、钙的铝合金
	3.0700 ~ 3.0799	含有镍、钴的铝合金
	3.0800 ~ 3.0999	含有钛的铝合金
	3.1000 ~ 3.1099	含有其他添加成分的铝 – 铜合金
	3.1100 ~ 3.1199	铝 – 铜二元合金
	3.1200 ~ 3.1299	含有硅的铝 – 铜合金
	3.1400 ~ 3.1499	含有锌的铝 – 铜合金
	3.1500 ~ 3.1599	含有锰、铬的铝 – 铜合金
	3.1600 ~ 3.1699	含有铅、锑、锡、镉、铋、钙的铝 – 铜合金
	3.1700 ~ 3.1799	含有镍、钴的铝 – 铜合金
	3.1800 ~ 3.1899	含有钛、硼、铍、锆的铝 – 铜合金
	3.1900 ~ 3.1999	含有铁的铝 – 铜合金
	3.2000 ~ 3.2099	含有其他添加成分的铝 – 硅合金
	3.2100 ~ 3.2199	含有铜的铝 – 硅合金

续表

材料组别	数字代号	合金类别
铝及铝合金	3.2200 ~ 3.2299	铝 – 硅二元合金
	3.2300 ~ 3.2399	含有镁的铝 – 硅合金
	3.2400 ~ 3.2499	含有锌的铝 – 硅合金
	3.2500 ~ 3.2599	含有锰、铬的铝 – 硅合金
	3.2600 ~ 3.2699	含有铅、锑、锡、镉、铋、钙的铝 – 硅合金
	3.2700 ~ 3.2799	含有镍、钴的铝 – 硅合金
	3.2800 ~ 3.2899	含有钛、硼、铍、锆的铝 – 硅合金
	3.3000 ~ 3.3099	含有其他添加成分的铝 – 镁合金
	3.3100 ~ 3.3199	含有铜的铝 – 镁合金
	3.3200 ~ 3.3299	含有硅的铝 – 镁合金
	3.3300 ~ 3.3399	铝 – 镁二元合金
	3.3400 ~ 3.3499	含有锌的铝 – 镁合金
	3.3500 ~ 3.3599	含有锰、铬的铝 – 镁合金
	3.3600 ~ 3.3699	含有铅、锑、锡、镉、铋、钙的铝 – 镁合金
	3.3700 ~ 3.3799	含有镍、钴的铝 – 镁合金
	3.3800 ~ 3.3899	含有钛、硼、铍、锆的铝 – 镁合金
	3.3900 ~ 3.3999	含有铁的铝 – 镁合金
	3.4000 ~ 3.4099	含有其他添加成分的铝 – 锌合金
	3.4100 ~ 3.4199	含有铜的铝 – 锌合金
	3.4200 ~ 3.4299	含有硅的铝 – 锌合金
	3.4300 ~ 3.4399	含有镁的铝 – 锌合金
	3.4400 ~ 3.4499	铝 – 锌二元合金
	3.4500 ~ 3.4599	含有锰、铬的铝 – 锌合金
	3.4600 ~ 3.4699	含有铅、锑、锡、镉、铋、钙的铝 – 锌二元合金
	3.4700 ~ 3.4799	含有镍、钴的铝 – 锌合金
	3.4800 ~ 3.4899	含有钛、硼、铍、锆的铝 – 锌合金
	3.4900 ~ 3.4999	含有铁的铝 – 锌合金
镁及镁合金	3.5000 ~ 3.5009	纯 镁
	3.5010 ~ 3.5099	镁中间合金
	3.5100 ~ 3.5199	含有稀土金属、钍、铀和锌的镁合金
	3.5200 ~ 3.5209	镁 – 钛合金
	3.5210 ~ 3.5299	备 用
	3.5300 ~ 3.5999	镁 – 铝 – 锌合金及其他镁合金
钛及钛合金	3.7000 ~ 3.7099	纯 钛
	3.7100 ~ 3.7199	钛合金

三、法 国

法国没有制定统一的有色金属牌号表示方法标准,但分别制定了一些有色金属及合金的牌号表示方法标准,如 NF A02 - 009—1986 是加工铜及铜合金牌号标准,NF A02 - 104—1980 是变形铝及铝合金牌号标准,NF A02 - 004—1977 是铸造铝及铝合金、铸造锌及锌合金、铸造和变形镁及镁合金牌号标准。镍、铅、加工锌及其合金等未制定统一的牌号标准,而是将其牌号在相应产品标准中列出。

1. 加工铜及铜合金牌号表示方法

加工铜及铜合金牌号原则上由基体金属元素铜的国际化学元素符号(Cu)和表示材料类型的字母代号或主要合金元素的化学元素符号及其名义含量成分数字组成,其原则与 ISO 1190/1 铜及铜合金牌号表示方法相同。

(1) 纯铜 NF A02 - 009—1986 是在 NF A02 - 009—1973 的基础上修订的,其中改动较大的是纯铜(该标准中称为“精炼铜”)的牌号。按 NF A02 - 009—1973 规定,加工纯铜(包括含氧铜、无氧铜、脱氧铜)的牌号是在“Cu”之后加一斜线(或短横线),后接 a、b、c 和 1 位阿拉伯数字。其中,a、b、c 分别表示含氧铜、脱氧铜和无氧铜,数字 1、2、3 表示同一类别中不同成分的铜,如 Cu/b1、Cu/b2 分别表示高残留磷脱氧铜和低残留磷脱氧铜。NF A02 - 009—1986 对加工纯铜的牌号表示方法修订为:采用铜的国际化学元素符号“Cu”结合表示纯铜类型的大写字母依次排列,中间用一短横线隔开。例如,Cu - ETP、Cu - DHP、Cu - FRHC 分别表示电解精炼韧铜、高残磷脱氧铜、火法精炼高导电铜等。

(2) 合金化铜 为了使铜获得某种特性而有意加入名义含量(质量分数)不大于 1% 的某种元素,加该添加元素(质量分数)在 99% 以上的铜,均归入合金化铜。其牌号是采用基体金属铜的化学元素符号结合添加元素的化学元素符号表示,一般不标出元素名义含量的成分数字,如 CuTe·CuAsP。当同一类合金化铜的合金化元素名义含量不同时,则应标出该合金化元素的名义含量数字以示区别,例如 CuAg0.05、CuAg0.1。当合金化元素的名义含量(质量分数)接近 1% 时,则在该元素的化学元素符号之后标出其名义含量数值为 1,例如,CuCd1、CuCr1。

(3) 加工铜合金 加工铜合金牌号用基体金属元素、合金化元素的化学元素符号结合合金化元素名义含量的数字表示,基体金属元素铜(Cu)居首,合金化元素一般按名义含量的多少依次排列,如 CuZn39Pb3。当合金化元素的名义含量相同时,则按化学元素符号字母的顺序排列,如 CuAl10Fe5Ni5。但当某种合金化元素表明合金类别或对合金特性起主要作用时,则不论该元素的名义含量是多少,均应放在“Cu”之后,如 CuNi18Zn27,而不是 CuZn27Ni18 ;CuSn10Pb10 而不是 CuPb10Sn10。当某种合金化元素的名义含量(质量分数)小于 1% 时,则不标出该合金元素的名义含量,如 CuNi30Mn1Fe(w_{Fe} 0.4% ~ 0.7%)。当合金中含两个以上的添加合金元素,则牌号中只标出主要识别合金的元素必要成分。

某一合金元素的名义含量(质量分数)在同一类别铜合金中的差值小于 1%,为了区别合金起见,应在该元素符号后用十进制位数标出名义含量,如 CuBe1.7Ni、CuBe2Ni。

(4) 铸造铜合金 铸造铜合金的牌号表示方法与加工铜合金完全一致。为了区别是加工铜合金还是铸造铜合金,在交货时,在铸造铜合金牌号后面往往加上铸造方法的代号。如用金属模浇铸的含锌(质量分数)40% 的黄铜铸件(或铸锭),其代号为 CuZn40Y30。

2. 变形铝及铝合金牌号表示方法

按 NF A02 - 04—1980 的规定,变形铝及铝合金牌号用数字代号表示。数字代号采用 4 位数字。第 1 位数字表示铝或铝合金的组别(合金系)。其中,数字 1 表示纯度(质量分数)在 99% 以上的铝,数字 2~8 表示不同的合金系。

1——纯度(质量分数)99% 以上的铝

2——铝—铜系

3——铝—锰系

4——铝—硅系

5——铝—镁系

6——铝—镁—硅系

7——铝—锌系

8——铝—其他元素的合金系

数字 0 和 9 备用。

四位数字牌号中,第 2、3、4 位数字的含义,在铝和铝合金中各不相同。

在纯铝牌号中,第 2、第 3 位数字表示纯度(质量分数)在 99% 以上的铝数值,如 99.40% 的纯铝,其数字代号为 1×40。第 2 位数字是表示是否要控制杂质。如果纯铝中的杂质不需特殊控制,则牌号中的第 2 位数字为 0。如果要对一个或数个主要杂质进行控制,并规定其界限值,则牌号中的第 2 位数字使用 1~9 中的一个数字。

在铝合金牌号中,第 3、第 4 位数字没有特殊的含义。第 2 位数字为 0 时,表示是原始合金,取 1~9 时,表示该合金变更(修正)的次数。

按规定,法国铝及铝合金化学成分界限值应由法国注册机构公布后才有效。如果公布的铝及铝合金成分界限值需要修正或变更,需经注册机构批准。

3. 铸造铝及铝合金、铸造锌及锌合金、镁及镁合金的牌号表示方法

NF A02 - 004—1977 规定了铸造铝及铝合金、铸造锌及锌合金、变形和铸造镁及镁合金的牌号表示方法,原则上采用字母代号表示,要求简单明了。字母代号如下:

A——铝; Ca——钙; G——镁; Se——硒;

T——钛; R——铈; C——铬; M——锰;

S——硅; Th——钍; Az——氮; K——钴;

D——钼; Na——钠; W——钨; Be——铍;

U——铜; N——镍; F——硫; V——钒;

Bi——铋; E——锡; Nb——铌; Sr——锶;

Z——锌; B——硼; Fe——铁; P——磷;

Ta——钽; Zr——锆; Cd——镉; L——锂;

Ph——铅; TR——稀土。

纯金属的牌号由字母和数字组成,字母表示相应的纯金属,数字(0~99)表示该纯金属的纯度,并随纯度的增加而增大。例如,纯度为 99.7% 的铸造铝,其牌号为 A7。

合金的牌号由两组分别由字母和数字组成的部分构成。左边一组(即第一组)是基体金属的字母代号(用一个或数个字母),并有时在基体金属字母代号后用一个数字代表基体金属的纯度。右边一组(即第二组)是主要添加元素的字母代号和该元素名义含量的整数数字。第一

组与第二组之间用一短横线隔开。如含铝和镁的铸造锌合金,其牌号为 Z - A4G。

合金牌号中,合金元素的字母代号按其名义含量依次递减排列。当合金元素的名义含量相同时,则按合金元素的化学元素符号的字母顺序排列。

合金元素的含量用(质量分数)表示。如果含量在 0.1% ~ 1% 之间,则其相应数字之前应添上一个 0。例如,硅含量为 6.5% ~ 7.5%、镁含量为 0.25% ~ 0.40% 的铸造铝硅合金,其牌号为 A - S7G03。

合金牌号应表明合金元素及其含量,为了表达或书写方便,牌号应力求简短,所用字母和数字应尽量缩减到最少位数,例如, G - A3Z1(含铝和锌的镁合金)。

4. 镍、锌、铅、钛及轴承合金牌号表示方法

法国对镍、锌、铅、钛及轴承合金未制定统一的牌号表示方法标准。

(1) 镍及镍合金 纯镍用化学元素符号 Ni 表示,如镍轧制品的牌号为 Ni - 01、Ni - 02。

镍合金的牌号由化学元素符号 Ni 和合金化元素的化学元素符号及其名义成分数字构成,并在 Ni 后加一短横线隔开,例如, Ni - Mo28、Ni - Mo16Cr15C、Ni - Mo16Cr15。

在膨胀合金中,如 Fe - Ni 合金,其牌号是将铁的元素符号‘Fe’放在首位,镍的名义含量应在牌中标出。例如, Fe - Ni36、Fe - Ni42、Fe - Ni42Cr6、Fe - Ni29Co17。

(2) 锌及锌合金 加工锌及锌合金牌号用字母代号表示,字母代号按 NF A02 - 004 的规定,与铸造锌及锌合金牌号表示方法相同。

冶炼产品锌用字母代号‘Z’和一个数字表示,数字越大,品位越高(质量分数),例如, Z9 ($Zn \geq 99.995\%$)、Z7 ($Zn \geq 99.50\%$)、Z5 ($Zn \geq 98\%$)。

锌合金锭用基体金属元素锌的字母代号‘Z’结合合金元素的字母代号及该合金元素的名义含量表示,‘Z’后用一短横线隔开。例如, Z - A4G(含铝和镁的锌合金)、Z - A4U1G(含铝、铜、镁的锌合金)。

但含铜、钛的锌合金牌号采用化学元素符号而不是用字母代号表示。例如,锌为余量,铜(质量分数)不小于 0.1%、钛(质量分数)不小于 0.05% 的含铜、钛的锌合金,其牌号为 Zn Cu Ti,也可采用订货时商定的牌号。

(3) 铅及铅合金 法国的冶炼铅及加工铅产品均不采用牌号,而是直称其名,其后标出铅的含量,例如,特殊精炼铅 99.985,精炼铅 99.97,粗铅 99.5(见 NF A55 - 105、401、411)。

对铅锑合金、硬铅、特硬铅产品,法国尚未制定正式标准。

印刷合金的牌号采用字母代号表示,字母代号按 NF A02 - 004 的规定。例如,含 $w_{Sn} 28\%$ 、 $w_{Sn} 7\%$ 及少量铜的铅基印刷合金,其牌号是 Pb - R28E7U(见 NF A55 - 751)。

(4) 钛及钛合金 钛及钛合金牌号采用 NF A02 - 004 规定的字母代号结合合金元素的名义含量数字(质量分数)表示。例如,TA6V(含铝、钒的钛合金,‘6’为铝的名义含量),TA6Zr5D(含铝、锆、钼的钛合金)。

(5) 轴承合金 轴承合金牌号采用三位数字表示,从左到右第一位数字表示轴承合金的类型,数字‘1’表示锡基轴承合金;‘2’表示铅基轴承合金;‘3’表示锡 - 锌基轴承合金。第 2 位数字表示同一种合金是标准合金还是优质合金。前者用‘0’表示,后者用‘1’表示。第三位数字表示合金号,数字越小,其基体金属的含量(质量分数)越高。例如,101 表示一号标准锡基轴承合金,111 表示一号优质锡基轴承合金[一号的锡含量(质量分数)为 90%];102 表示二号标准锡基轴承合金[二号锡含量(质量分数)为 88%];201 表示一号标准铅基轴承合金;301 表示

一号标准锡 – 锌基轴承合金(见 NF A56 – 101)。

四、国际标准化组织(ISO)

国际标准化组织(ISO) 从事有色金属国际化的技术委员会有 ISO/TC18(锌及锌合金技术委员会)、ISO/TC26(铜及铜合金技术委员会)、ISO/TC79(轻金属及其合金技术委员会)、ISO/TC119(粉末冶金技术委员会)、ISO/TC155(镍及镍合金技术委员会)等,其中,只有 TC26 和 TC79 对各自负责的有色金属牌号表示方法制定了统一的标准,其他技术委员会只制定了极少数产品标准,也仅在各具体标准中命名产品牌号,至今尚未制定统一的牌号表示方法标准。

1. 铜及铜合金牌号表示方法

国际标准 ISO1190/1 – 1982 规定用材料的化学成分来表示铜及铜合金。

(1)表示原则 铜及铜合金的材料牌号用所规定的化学成分表示。所有材料牌号前均应有“ISO”前缀,但是在国际标准或通讯文件中已明显知道是用ISO牌号时,为简便起见可以省略“ISO”。基体元素和主要合金化元素应采用国际化学元素符号,其后再加上表示金属特征的字母或表示合金名义成分的数字。

(2)铜 非合金化铜(在中国一般称之为纯铜)的牌号应由该元素铜的国际化学元素符号以及随后的表明铜的种类的一系列大写字母组成。大写字母与化学元素符号之间用一短横线隔开,以表明这些字母并非化学元素符号,例如,Cu – ETP、Cu – DHP、Cu – FRHC 等。未加工产品的牌号及含义见表 1 – 2 – 26。

表 1 – 2 – 26 未加工产品的牌号及含义

牌号	名称	英文名称
Cu – CATH	阴极铜	Cathode copper
Cu – ETP	电解精炼韧铜	Electrolytically refined tough – pitch copper
Cu – FRHC	火法精炼高导电铜	Fire – refined high – conductivity copper
Cu – CRTP	化学精炼韧铜	Chemically refined toughpitch copper
Cu – FRTP	火法精炼韧铜	Fire – refined tough – pitch copper
Cu – HCP	高导电含磷铜	High – conductivity phosphorus – containing copper
Cu – PHC	高导电含磷铜	High – conductivity phosphorus – containing copper
Cu – PHCE	高导电含磷铜(电子级)	High – conductivity phosphorus – containing copper (electronic grade)

续表

牌号	名称	英文名称
Cu - DLP	磷脱氧铜 - 低残留磷	Phophorus - deoxidixed copper - Low residual phosphorus
Cu - DHP	磷脱氧铜 - 高残留磷	Phophorus - deoxidixed copper - High residual phosphorus
Cu - OF	电解精炼无氧铜	Oxygen - free electroly tically refined copper
Cu - OFE	电解精炼无氧铜 (电子级)	Oxygen - free electrolytically refined copper (electronic grade)
Cu - Ag(OF)	含银无氧铜	Oxygen - free coppersilver
Cu - Ag	含银韧铜	Tough - pitch coppersilver
Cu - Ag(P)	含银的磷脱氧铜	Phosphorus - deoxidized copper - silver

(3)铜合金 铜合金牌号应由基体元素铜、合金化元素的化学元素符号以及表明其含量的数字(最好是整数)组成〔但这些元素的名义含量(质量分数)必须 $\geq 1\%$ 〕。

合金按所规定的名义含量表示。

对铸造合金锭,其牌号从相应合金铸件所规定的化学成分导出,这样可避免在一些情况下混淆合金牌号(即金属锭较窄的化学成分范围会有不同的平均合金含量,从而会使金属锭的牌号不同于用这种金属锭制成的铸件的牌号)。

当合金中有两种以上的合金化元素时,除非为识别该合金而必须列出的成分,否则不必在该牌号中列出所有的次要成分。

当两种或两种以上合金具有相同成分,而只在同一和杂质允许含量上有差别时,应将允许有较高含量的杂质元素的元素符号用括号在该合金牌号中表示出来。

如果对合金化元素规定了范围,在牌号中应使用经修约的平均值。如对合金化元素只规定最小的百分数含量,那么在牌号中应用合金化元素的名义含量按递减的顺序表示(如 CuZn36Pb3)。如果元素含量相同时,则按化学元素符号的字母顺序排列(如 CuAl10Fe5Ni5),但合金中的主要合金化元素则不论其含量多少,都应排在前面(如 CuNi18Zn27 不能表示为 CuZn27Ni18)。

对铸造合金,均应在该合金牌号前冠以前缀 G,以便于区别成分界限值相近而采用同一牌号的加工合金。按铸造工艺,分别采用下述前缀:

- GS——砂型铸造;
- GM——硬模铸造;
- GZ——离心铸造;
- GC——连续铸造;
- GP——表示压力铸造。

当合金元素的含量范围的平均值是两个整数之间的中间值时,牌号中所采用的数字一般

应修约成最靠近中间值的偶数。

为了能区别一些主要合金化元素含量之差小于 1% 的合金,有必要在牌号中这一合金化元素的化学元素符号后面使用两个数字,并用小数点隔开。

(4) 未加工的产品 国际标准化组织 ISO/TC26 对未加工的产品(即精炼铜锭块)所规定的牌号、产品名称及含义如表 1-2-26。

2. 轻金属及其合金牌号表示方法

ISO 2092—1981 适用于国际标准中规定的所有轻金属及其合金牌号的命名,这种命名是以化学元素符号为基础的命名方法。

(1) 表示原则 轻金属和合金的命名以国际标准中规定的化学成分界限值为基础。所有材料牌号前均应有‘ISO’前缀,但是在国际标准或通讯文件中已明显知道是用 ISO 牌号时,为简便起见可以省略‘ISO’。基体金属和主要合金元素采用国际化学元素符号表示,在元素符号后面用表示金属品级或合金名义含量的数字。只对表示基体金属纯度的数字用空隙将其与元素符号隔开。

(2) 重熔用纯金属 纯金属(或称非合金化金属)的牌号应由金属的化学元素符号(如 Al、Mg、Ti)以及金属纯度的百分含量所组成。百分含量应根据需要,取两位或两位以上的小数。

(3) 加工或铸造纯金属与合金

a. 纯金属 加工用纯金属的牌号由金属的化学元素符号(如 Al、Mg、Ti)以及金属纯度的百分含量所组成。百分含量取一位小数。当所添加的某一合金元素的最大百分含量(质量分数)达到 0.10% (对合金元素 w_{Cu} 规定为 0.20%) 时,则此牌号应包括该合金元素的化学元素符号,如 A199.0Cu。

当专用纯金属的杂质控制有特定要求时,应标明其用途。例如对作电导体用的纯金属,应在金属纯度的质量分数后标上一个 E(electric)。

b. 合金 合金牌号由基体金属元素符号与合金元素的化学元素符号组成,如果合金元素的名义含量质量分数至少为 1% 时,在合金元素的化学元素符号后面最好用整数标出合金元素的含量(如 AlMg₃)。当所添加的合金元素(质量分数)少于 1% 时,则牌号应由基体金属与其后的合金元素化学元素符号组成(如 AlMgSi)。如果需要区别类似的合金,则应以小数标出主要或次要合金元素的含量(如 AlMg0.5Si)。当合金采用特殊纯度的金属制造时,其牌号应由基体金属的化学元素符号、金属纯度百分数小数点后的两位数字、合金元素的化学元素符号及名义含量(质量分数)组成(如 A190Mg₂ 表示该合金含镁 2%,含铝的 98% 纯度为 99.90% 的铝)。

合金元素应按国际标准规定的合金元素的名义含量列出,并按其含量递减的顺序排列,如果质量分数相等,则按化学元素符号的字母顺序排列。

在编制合金牌号时,应注意以下几条规定:

a) 合金元素是指最小含量大于 0 的元素(不包括基体金属);

b) 铸造合金的牌号应从相应的合金铸件的成分导出;

c) 当有两个以上的合金元素时,并不要求将所有次要组分都列入牌号中,除非这些组分在识别合金时确实具有重要作用。当两种或更多的合金具有同一成分,仅仅是杂质含量不同时,应将杂质允许量较高的元素的化学元素符号在牌号中用括弧表示出来。

d) 对一合金元素的含量规定某一范围时,牌号中的数字应使用平均含量的修约数。当合金元素只规定了最小质量分数时,牌号中的数字应使用最小质量分数表示。当含量范围的平

均值是一小数并以 0.5 结尾时,通常要将其修约成相邻的偶数。为了区别主要合金元素相差小于 1% 的合金,在牌号中以化学元素符号表示的主要合金元素后面可以用两位数字(用小数点隔开)来表示其含量。

c. 加工用铝及铝合金 加工用铝及铝合金的牌号可用多国使用的 4 位基本数字代号制度表示,即采用称之为‘加工铝及铝合金国际代号制度’的命名方法来表示。

3. 锌与镍牌号表示方法

ISO/TC18 锌及锌合金技术委员会制定了 19 个国际标准,其中绝大部分为分析检验标准,仅有两个铸锭产品标准。ISO/TC155 镍及镍合金技术委员会制定了 10 个国际标准,除一个冶炼产品标准外,其余均为分析检验标准。这两个技术委员会均未制定各自的金属牌号表示方法标准。

(1) 锌及锌合金 用化学法、电解法或蒸馏法处理矿石,或用其他含锌料生产的锌锭,其牌号用化学元素符号和锌的质量分数数字表示,如 Zn99.995、Zn99.99。

铸造用锌合金锭的牌号用化学元素符号与成分数字表示,如 ZnAl4 表示该锌合金含铝(质量分数)约 4% ZnAl4Cu1 表示该锌合金含铝、铜(质量分数)分别约 4%、1%。

(2) 镍 国际标准ISO 6283—1979 规定,精炼镍(镍加钴含量(质量分数)不小于 99%,钴含量(质量分数)不大于 1.5%)的牌号由化学元素符号和表示镍、钴含量的数字组成,如 Ni9995 表示镍加钴(质量分数)不小于 99.95%。

五、日 本

日本没有制定统一的有色金属牌号表示方法标准,铜及铜合金、铝及铝合金分别参照采用了美国铜业发展协会(CDA)和美国铝业协会(AA)的牌号表示方法。

1. 铜及铜合金加工产品牌号表示方法

按JIS(日本工业标准)的规定,铜及铜合金加工产品牌号用英文铜Copper的首字母 C 加 4 位数字表示,其表示方法与美国铜业发展协会(CDA)制定的方法基本相同。

1 位	2 位	3 位	4 位	5 位
C	×	×	×	×

第 1 位 C 表示铜及铜合金。

第 2 位表示合金系列,用数字 1~9 表示,各数字的含义如下：

- 1——纯铜、高铜系合金；
- 2——Cu - Zn 系合金；
- 3——Cu - Zn - Pb 系合金；
- 4——Cu - Zn - Sn 系合金；
- 5——Cu - Sn 系合金,Cu - Sn - Pb 系合金；
- 6——Cu - Al 系合金,Cu - Sn 系合金,特殊 Cu - Zn 系合金；
- 7——Cu - Ni 系合金,Cu - Ni - Zn 系合金；
- 8——尚未使用；

9——尚未使用。

第 2、3、4 位为美国铜业发展协会的合金牌号。

第 5 位为 0 时,表示是与 CDA 合金相同的基本合金;为 1~9 时,分别表示是在基本合金基础上发展起来的新合金。

铜及铜合金加工产品的代号,是由其牌号和表示产品形状类别与用途的英文字头或缩写字母组成。

常用的表示加工产品形状类别和用途的英文字头或缩写字母如表 1-2-27 所示。

表 1-2-27 表示加工产品形状和用途的英文字头或缩写字母

缩写字母	意 义	缩写字母	意 义
P	板、条、圆板	TW	焊接管
PC	复合板	TWA	电弧焊接管
BE	挤制棒	S	挤压型材
BD	拉制棒	BR	铆钉材料
W	拉制线材	FD	模锻件
TE	挤制无缝管	FH	自由锻件
TD	拉制无缝管		

2. 铝及铝合金加工产品牌号表示方法

按 JIS(日本工业标准)的规定,铝及铝合金加工产品牌号用英文 Aluminium 的首字母 A 加 4 位数字表示,其表示方法与美国铝业协会(AA)制定的数字牌号表示方法基本相同。具体情况如下。

1 位	2 位	3 位	4 位	5 位
A	×	×	×	×

第 1 位 A 表示铝及铝合金。

第 2 位表示合金系列,用数字 1~9 表示,各数字的含义如下:

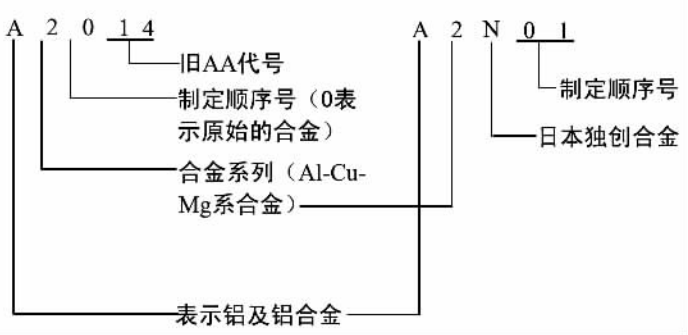
- 1——铝含量 $w_{Al} \geq 99.00\%$;
- 2——Al - Cu - Mg 系合金 ;
- 3——Al - Mn 系合金 ;
- 4——Al - Si 系合金 ;
- 5——Al - Mg 系合金 ;
- 6——Al - Mg - Si 系合金 ;
- 7——Al - Zn - Mg 系合金 ;
- 8——其他合金 ;
- 9——尚未使用。

第 3 位为 0 时表示是与 AA 合金相同的基本合金;为 1~9 时表示是在基本合金基础上发

展起来的新合金 为 N 时表示是日本独创的合金或国际注册合金以外的合金。例如 :A1080, A7N01。

第 4 位和第 5 位,若是纯铝,表示铝含量(质量分数)百分数中小数点后的两位数字 ;若是合金,原则上系旧 AA 的代号 ,若是日本独创的合金,则表示顺序号(01 ~ 99)。

示例：



铝及铝合金加工产品代号由其牌号加上表示产品形状类别和用途的英文字头或缩写字母组成。常用的英文字头和缩写字母见表 1 - 2 - 27。

3. 除铜、铝加工产品外的有色金属及合金牌号表示方法

(1)一般规定 除铜及铜合金、铝及铝合金加工产品外的其他有色金属产品的牌号(代号),按JIS(日本工业标准)的规定,原则上由表示产品材质、名称和种类的 3 部分组成。

第 1 部分,用产品的英文名词的第一个字母或缩写字母或金属的化学元素符号表示产品的材质。常用金属及合金的英文字头或缩写字母如表 1 - 2 - 28 所示。

第 2 部分,用产品形状类别和用途的英文字头或缩写字母表示产品名称。常用的产品形状类别和用途的英文字头或缩写字母如表 1 - 2 - 29 所示。

需要时,可在上述表示产品形状类别、用途的英文字头或缩写字母之后再加上表示产品加工方法的英文字头或缩写字母,如 D 表示冷拉,E 表示热挤。

表 1 - 2 - 28 常用的金属、合金的英文字头或缩写字母

英文字头或缩写字母	原 文	意 义
A	Aluminium	铝
B	Bronze	青铜
C	Copper	铜
DCu	Deoxidized Copper	磷脱氧铜
HBs	High Strength Brass	高强度黄铜
MCr	Metallic Chromium	金属铬
M	Magnesium	镁
PB	Phosphor Bronze	磷青铜

表 1-2-29 常用的产品形状类别和用途的英文字头或缩写字母

英文字头或缩写字母	原 文	意 义
B	Bar	棒
C	Casting	铸造产品
DC	Die Casting	压铸产品
F	Forging	锻件
P	Plate	板
PP	Printing Plate	印刷用板
R	Ribbon	带
T	Tube	管
TW	Tube Welded	焊接管
TW	Tube Water	水道用管
W	Wire	线材
BR	Bar Rivet	铆钉用棒材
H	Haku	箔材
S	Shape	型材

第 3 部分,用数字或数字加字母表示材料种类,如 1 表示 1 种,2S 表示 2 种特级(Special),3A 表示 3 种 A 级。

金属及合金的牌号(代号)原则上由上述 3 部分组成。但是,有些有色金属及合金的牌号(代号),除了表示出产品材质、名称和种类以外,还表示了产品的主要成分和特性等内容。

尚需指出的是,还有部分有色金属及合金,如电解铜、原生铝锭、电工用铝锭、精铝锭、再生铝锭、镁锭、铅锭、锌锭、锡锭、锑锭、镉锭、汞和银锭等冶炼产品以及钨粉、碳化钨粉、铜铍中间合金锭、压铸用锌合金和锌加工产品等,均按其化学成分分为若干种类,没有用一般意义上的牌号(代号)来表示。

(2)除铜、铝加工产品外的有色金属及合金 对(1)一般规定中未能全面包括的或未列入 1.2.5.4 日本有色金属及合金牌号(代号)分类一览表的某些有色金属及合金的牌号(代号)表示方法作一简要介绍。

a. 铜粉 铜粉牌号用 KE 或 KA 加两位阿拉伯数字表示。字母 E 表示用电解法制得的铜粉,字母 A 表示用雾化法制得的铜粉。字母后面的第 1 位数字表示粉末种类,按粒度分为两种:‘1’种较粗;‘2’种较细。字母后面的第 2 位数字表示不同松装密度的粉末,数字越大,松装密度越大,如 KE15,表示 1 种 5 号电解铜粉。

b. 铸造铝合金锭 铸造铝合金锭牌号(代号)用‘C××V(S)’表示。
第 1 位 C 表示砂型、金属型或壳型等铸件用的铸造铝合金锭,取自英文铸造Cast的第一个字母。

第 2 位表示合金系列,各数字的含义如下:

- 1——Al - Cu 系合金；
- 2——Al - Cu - Si 系合金；
- 3——Al - Si 系合金；
- 4——Al - Si - Mg 系合金；
- 5——Al - Cu - Mg(Ni)系合金；
- 7——Al - Mg 系合金；
- 8——Al - Si - Cu - Mg 系合金；
- 9——Al - Si - Cu - Ni - Mg 系合金。

第 3 位为字母‘A、B、C、D’等,表示同一系列合金中元素含量不同的合金。

第 4 位 V(S)取自英文Virgin(Secondary)的字头,表示原生锭(再生锭)。

主成分基本相同,杂质含量不同的合金,在第 3 位后加一字母来表示。如C4CHV表示杂质铁含量较C4CV低的合金。前者铁含量(质量分数)为小于 0.15%,后者铁含量(质量分数)为 0.30%。

c. 压铸铝合金锭 压铸铝合金锭牌号(代号)用‘D × V(S)’表示。

第 1 位 D 是英文压铸Die Casting的首字母,表示压铸用铸造铝合金锭。

第 2 位表示合金系列,各数字的含义如下：

- 1——Al - Si(Fe)系合金；
- 3——Al - Si - Mg(Fe)系合金；
- 5——Al - Mg(Fe)系合金；
- 6——Al - Mg - Mn(Fe)系合金；
- 10——Al - Si - Cu(Fe)系合金；
- 12——Al - Si - Cu(Fe)系合金。

第 3 位 V(S)取自英文Virgin(Secondary)的字头,表示原生锭(再生锭)。

d. 铸造铝合金 铸造铝合金牌号(代号)用‘AC × ×’表示。

第 1 位 A 取自英文铝Aluminium的第一个字母,表示铝合金。

第 2 位 C、第 3 位、第 4 位与上述 b 铸造铝合金锭相同。

e. 压铸铝合金 压铸铝合金牌号(代号)用‘ADCX’表示。

第 1 位 A 取自英文铝Aluminium的第一个字母,表示铝合金。

第 2、3 位 DC 是英文压铸Die Casting的缩写,表示压铸合金。

第 4 位表示合金系列,各数字的含义与上述 c 压铸铝合金锭相同。

f. 海绵钛 海绵钛牌号由英文钛Titanium和海绵Sponge的首字母‘TS’及表示海绵钛最大硬度值(HB10/1500)的三位数字和表示海绵钛生产方法的字母 M 或 S 组成。其中,M 表示用镁热还原法生产的海绵钛,S 表示用钠还原法生产的海绵钛。如 TS - 105M 为用镁热还原法生产的最大硬度值(HB10/1500)为 105 的海绵钛。

g. 钛加工产品 钛加工产品牌号(代号)可看成由 4 部分组成。

第 1 部分为英文钛Titanium的第一个字母‘T’,表示产品材质。

第 2 部分为产品形状类别和用途的英文字头或缩写字母,表示产品名称,其中用 TP (Tubing,Piping)表示管道用管,TH(Tubing Heat Exchanger)表示热交换器用管。

第 3 部分为阿拉伯数字,表示产品的最小抗拉强度值。

第 4 部分为英文字头或缩写字母,表示产品加工方法,如表 1-2-30 所示。

表 1-2-30 常用产品加工方法的英文字头或缩写字母

英文字头或缩写字母	英 文 名 称	意 义
C	Cold - rolling	冷轧
H	Hot - rolling	热轧
E	Extrusion	挤制
D	Cold - drawn	冷拉
W	Welding	焊接
WD	W Welding, D Drawn	焊接 - 拉制
H	Hot - Work	热加工

例 :TP28H 为抗拉强度不小于 275N/mm^2 (28kgf/mm^2) 的热轧钛板 ;TTP35W 为抗拉强度不小于 343N/mm^2 (35kgf/mm^2) 的管道用焊接钛管。

h. 镍加工产品 镍加工产品牌号(代号)可分为以下两种情况。

电子管用镍加工产品牌号(代号)由字母 V(Vacuum)、镍的化学元素符号 Ni 以及产品形状类别的英文字头组成,如 VNiP 表示是电子管用镍板。电子管阴极用镍加工产品牌号(代号)由 V、C(Cathode)、Ni 以及表示产品形状类别的英文字头和表示材料种类的代号组成。如 VCNiTiA 表示是电子管阴极用 1 号 A 级镍管。

其他镍及镍合金加工产品牌号(代号)由表示产品材质和形状类别的字母组成,可概括为 NCuP(R,T,B,W)和 NNC(LC,D)P(B)。其中,N 是‘镍’的英文名词的第一个字母 ;NC 和 LC 分别是 Normal carbon 和 Low carbon 的缩写 ;D 是‘Dural’的字头。如 NCuP 表示镍铜合金板 ;NNCP 表示常碳镍板 ;NDP 表示 Ni - Al - Ti 合金板。

i. 中间合金 磷铜、镁镍、镁铜中间合金的牌号由第一个元素的名义成分数字、第一、第二个元素的化学元素符号和字母 A 或 B 组成。A、B 表示合金等级。如 15PCuB 表示磷含量(质量分数)大于 14.0% 的 B 级磷铜中间合金。

j. 硬质合金 按 JIS(日本工业标准)规定,硬质合金按其用途分为切削工具用、拉制模具及耐磨零件用和矿山地质工具用三类。切削工具用硬质合金根据被加工材料的排屑类型被分为 P、M、K 三类。其中,P 类用于切削加工带长卷切屑的黑色金属 ;M 类用于切削加工带长或短卷切屑的黑色金属和有色金属 ;K 类用于切削加工带短卷切屑的有色金属、黑色金属及非金属材料。拉制模具及耐磨零件用硬质合金用 V 表示。矿山地质工具用硬质合金用 E 表示。各类硬质合金的用途分类代号用其代号字母加数字表示,如 P01、P10、P20 ;M10、M20、M30 ;K01、K10、K20 ;V1、V2、V3 和 E1、E2、E3 各类中,数字越大,合金的耐磨性越低,韧度越高。硬质合金生产厂和用户大致循此分类。

此外,JIS还规定了另一种与上述不同的代号表示方法。即将硬质合金按用途分为三类:钢材切削用硬质合金 铸件、有色金属、非金属材料切削、耐磨零件用硬质合金 拉制模具、耐磨零件用硬质合金。三类硬质合金分别用字母 S、G 和 D 表示。各类硬质合金的用途分类代号

用其代号字母加数字(字母)表示,如 SF、S1、S2、S3 ;G1、G2、G3 和 D1、D2、D3。 各类合金中,数字越大,耐磨性越低,韧度越高。

k. 钨、钼加工产品 照明及电子设备用钨、钼加工产品牌号(代号),可看成由 5 部分组成。

第 1 部分为英文真空管Vacuum Tube的第一个字母 V,表示产品用途。

第 2 部分为金属、合金的化学元素符号、英文字头或缩写字母,表示产品材质。如 W(钨) ;M(钼) ;TW(含钨钼) ;WM(钨 – 钼合金)。

第 3 部分为英文字头,表示产品形状类别。

第 4 部分为用阿拉伯数字表示的材料种类。

第 5 部分为用英文字头或缩写字母表示的产品加工方法,如表 1 – 2 – 31 所示。

表 1 – 2 – 31 钨、钼材加工方法的英文字头或缩写字母

英文字头或缩写字母	英 文 名 称	意 义
D	Drawn	拉制
C	Chemical Treatment	化学处理
E	Electrolytic Grinding	电解研磨
H	Heat Treatment	热处理
G	Grinding	磨削
S	Straightening	矫直

例 :VWW1C为经化学处理的 1 种照明及电子设备用钨丝 ;VTWB2H为经热处理的 2 种照明及电子设备用含钼钨棒 ;VMW3E为经电解研磨的 3 种照明及电子设备用钨丝。

l. 钽加工产品 钽加工产品牌号(代号)用钽的化学元素符号 Ta 加表示产品形状类别的英文字头表示。如 TaH 表示钽箔。

m. 锆加工产品 JIS H4751规定,铝合金管有ZrTN802D和ZrTN804D两个牌号(代号)。其中 Zr 为锆的化学元素符号 ;字母 T、N 分别为英文Tubes、Nucleus的第一个字母 ;802 ”、“ 804 ”系美国锆合金牌号 ;D 表示产品以冷拉工艺生产。因此,上述两个牌号(代号)表示核工业用 802、804 锆合金拉制管。

n. 铅基印刷合金锭 铅基印刷合金锭牌号以日文‘ 活字 ’罗马读音Kaji的首字母 K 加成分数字组表示。前面的数字为主合金化元素锑的名义成分,后面的数字为主合金化元素锡的名义成分。如 K20:10 表示锑、锡名义成分(质量分数)分别为 20%、10%的铅基印刷合金锭。

o. 轴承合金 铸造锡铅、铝基、铜铅轴承合金牌号分别用 WJ、AJ、KJ 加序号数字表示。其中,W 为White ;A 为Aluminium ;K 为ケルメツト(Kelmet) ,J 为轴受(Journal)。如 WT7 表示 7 号铅基轴承合金锭。

4. 日本有色金属及合金牌号(代号)分类一览表

表 1 – 2 – 32 系日本有色金属及合金牌号(代号)分类一览表。

表 1-2-32 日本有色金属及合金牌号(代号)分类表

分类	产 品 名 称	牌号(代号)	含 义 及 原 文 名 称
金 属 及 合 金 锭	镍锭	N	N Nickel
	铸造用再生铝合金锭	C × × S	C Casting, × × 种类, S Secondary
	压铸用再生铝合金锭	D × S	D Die Casting, × 种类, S Secondary
	韧铜锭坯	C - TCu	C Cake, T Tough, Cu Copper
		B - TCu	B Billet, T Tough, Cu Copper
	磷脱氧铜锭坯	C - DPCu	C Cake, DP Phosphorus - Deoxidized, Cu Copper
		B - DPCu	B Billet, DP Phosphorus - Deoxidized, Cu Copper
	无氧铜锭坯	C - OFCu	C Cake, OF Oxygen - Free, Cu Copper
		B - OFCu	B Billet, OF Oxygen - Free, Cu Copper
	海绵钛	TS	T Titanium, S Sponge
	海绵钛压块	TC	T Titanium, C Compressed
	铸造黄铜锭	YBsCIn	Y Yellow, Bs Brass, C Casting, In Ingot
	铸造青铜锭	BCIn	B Bronze, C Casting In Ingot
	铸造磷青铜锭	PBCIn	PB Phosphor Bronze, C Casting, In Ingot
	铸造高强度黄铜锭	HBsCIn	HBs High Strength Brass, C Casting, In Ingot
	铸造铝青铜锭	AlBCIn	Al Aluminium, B Bronze, C Casting, In Ingot
	铸造铅青铜锭	LBCIn	LB Leaded Bronze, C Casting, In Ingot
	铸造铝合金锭	C × × V	C Casting, × × 种类, V Virgin
	压铸铝合金锭	D × V	D Die Casting, × 种类, V Virgin
	铸造镁合金锭	MCIn	M Magnesium, C Casting, In Ingot
	压铸镁合金锭	MDCIn	M Magnesium, DC Die Casting, In Ingot
	印刷合金锭	K	K 活字
	磷铜锭	PCu ×	P Phosphor, Cu Copper, × 等级
	镁镍合金锭	MgNi	Mg Magnesium, Ni Nickel
	镁铜合金锭	MgCu	Mg Magnesium, Cu Copper

续表

分类	产 品 名 称	牌号(代号)	含 义 及 原 文 名 称
铜及铜合金加工产品	铜及铜合金板与条	C××××P	C 铜, P 板
		C××××PP	C 铜, P 板, P 印刷
		C××××R	C 铜, R 带
	磷青铜及锌白铜板与条	C××××P	C 铜, P 板
		C××××R	C 铜, R 带
	弹簧用铍青铜、磷青铜及锌白铜板与条	C××××P	C 铜, P 板
		C××××R	C 铜, R 带
	铜汇流排	C××××R	C 铜, B 汇流排, B 汇流排
	铜及铜合金棒	C××××BD	C 铜, B 棒, D 锻
		C××××BDS	C 铜, B 棒, D 锻, S 特殊
		C××××BE	C 铜, B 棒, E 挤压
		C××××BF	C 铜, B 棒, F 锻
	铜及铜合金线	C××××W	C 铜, W 线
	铍青铜、磷青铜及锌白铜棒与线	C××××B	C 铜, B 棒
		C××××W	C 铜, W 线
	铜及铜合金无缝管	C××××T	C 铜, T 管
		C××××TS	C 铜, T 管, S 特殊
	铜及铜合金管接头	T	T 接头
		XEA、B、C	X 种类, E 肘, A、B、C 接合部
	铜及铜合金焊接管	C××××TW	C 铜, T 管, W 焊
		C××××TWS	C 铜, T 管, W 焊, S 特殊
	电子管用无氧铜板、条、棒、线及无缝管	C××××R	C 铜, R 带
		C××××BD	C 铜, B 棒, D 锻
		C××××BE	C 铜, B 棒, E 挤压
		C××××W	C 铜, W 线
		C××××T	C 铜, T 管
		C××××TS	C 铜, T 管, S 特殊

续表

分类	产 品 名 称	牌号(代号)	含 义 及 原 文 名 称
铝及铝合金加工产品	铝及铝合金板与条	A × × × × P	A :Aluminium, × × × × 种类,P :Plate
		A × × × × PC	A :Aluminium, × × × × 种类,PC :Plate Clad
		A × × × × PS	A :Aluminium, × × × × :种类, P :Plate, S :Special
	铝及铝合金棒与线	A × × × × BE	A :Aluminium, × × × × :种 类, BE :Bar Extruded
		A × × × × BD	A :Aluminium, × × × × 种类,BD :Bar Draw
	铝及铝合金板与线	A × × × × W	A :Aluminium, × × × × 种类,W :Wire
		A × × × × BES	A :Aluminium, × × × × :种 类, BES :Bar Extruded Special
		A × × × × BDS	A :Aluminium, × × × × 种类,BDS :Bar Draw Special
		A × × × × WS	A :Aluminium, × × × × :种 类, WS :Wire Special
	铝及铝合金无缝管	A × × × × TE	A :Aluminium, × × × × :种 类, TE :Tube Extruded
		A × × × × TD	A :Aluminium, × × × × 种类,TD :Tube Draw
		A × × × × TES	A :Aluminium, × × × × :种 类, TES :Tube Extruded Special
		A × × × × TDS	A :Aluminium, × × × × 种类,TDS :Tube Draw Special
		A × × × × TW	A :Aluminium, × × × × :种 类, TW :Tube Welded
	铝及铝合金焊接管	A × × × × TWS	A :Aluminium, × × × × :种 类, TWS :Tube Welded Special
		A × × × × TWA	A :Aluminium, × × × × :种 类, TWA :Tube Welded Arc
	铝及铝合金挤压型材	A × × × × S	A :Aluminium, × × × × 种类,S :Shape
	铝及铝合金锻件	A × × × × FD	A :Aluminium, × × × × 种类,FD :Forging Die
		A × × × × FH	A :Aluminium, × × × × :种 类, FH :Forging Hand
	铝及铝合金箔	A × × × × H	A :Aluminium, × × × × 种类,H :Haku
	铝及铝合金导体	A × × × × PB	A :Aluminium, × × × × 种类,PB :platea Bus
		A × × × × SB	A :Aluminium, × × × × 种类,SB :Shape Bus
		A × × × × TB	A :Aluminium, × × × × 种类,TB :Tube Bus

续表

分类	产 品 名 称	牌号(代号)	含 义 及 原 文 名 称
镁合金加工产品	镁合金板	MP ×	M :Magnesium,P :Plate, × 种类
	镁合金无缝管	MT ×	M :Magnesium,T :Tubc, × 种类
	镁合金棒	MB ×	M :Magnesium,B :Bar, × 种类
	镁合金挤压型材	MS ×	M :Magnesium,S :Shape, × 种类
铅材	铝板	PbP	Pb :Lead,P :Plate
	硬铅板	HPbP ×	H :Hard,Pb :Lead,P :Plate, × 种类
	铅管	PbT ×	Pb :Lead,T :Tube, × 种类
	水道用铅管	PbTW ×	Pb :Lead,T :Tube,W :Water Works, × 种类
	硬铅管	HPbT ×	H :Hard,Pb :Lead,T :Tube, × 种类
钨钼加工产品	照明及电子设备用钨丝	VWW	V :Vacuum Tube,W :Tungsten,W :Wire
	照明及电子设备用钨棒	VWB	V :Vacuum Tube,W :Tungsten,B :Bar
	照明及电子设备用含钍	VTWW	V :Vacuum Tube,TW :Thoriated Tungsten, W :Wire
	钨丝及棒	VTWB	V :Vacuum Tube,TW :Thoriated Tungsten,B :Bar
	照明及电子设备用钨 – 钼合金丝	VWMW	V :Vacuum Tube,WM :Tungsten – Molybdenum Alloy,W :Wire
	照明及电子设备用钼丝	VMW	V :Vacuum Tube,M :Molybdenum ,W :Wire
	照明及电子设备用钼棒	VMB	V :Vacuum Tube,M :Molybdenum ,B :Bar
	照明及电子设备用钼板	VMP	V :Vacuum Tube,M :Molybdenum ,P :Plate
镍及镍合金加工产品	电子管用镍板与条	VNiP	V :Vacuum,Ni :Nickel,P :Plate
		VNiR	V :Vacuum,Ni :Nickel,R :Ribbon
	电子管阴极用镍板与条	VCNiP	V :Vacuum,C :Cathode,Ni :Nickel,P :Plate
		VCNiR	V :Vacuum,C :Cathode,Ni :Nickel,R :Ribbon
	电子管用镍棒与线	VNiB	V :Vacuum,Ni :Nickel,B :Bar
		VNiW	V :Vacuum,Ni :Nickel,W :Wire
	电子管阴极用无缝镍管	VCNiT	V :Vacuum,C :Cathode,Ni :Nickel,T :Tube
	镍铜合金板	NCuP	N :Nickel,Cu :Copper,P :Plate
	镍铜合金无缝管	NCuT	N :Nickel,Cu :Copper,T :Tube

续表

分类	产 品 名 称	牌号(代号)	含 义 及 原 文 名 称
镍及镍合金加工产品	镍铜合金棒	NCuB	N Nickel, Cu Copper, B Bar
	镍铜合金线	NCuW	N Nickel, Cu Copper, W Wire
	镍铜合金条	NCuR	N Nickel, Cu Copper, R Ribbon
	镍及镍合金板	NNCP	N Nickel, NC Normal Carbon, P Plate
		NLCP	N Nickel, LC Low Carbon, P Plate
		NDP	N Nickel, D Dura, P Plate
	镍及镍合金棒	NNCB	N Nickel, NC Normal Carbon, B Bar
		NLCB	N Nickel, LC Low Carbon, B Bar
		NDB	N Nickel, D Dura, B Bar
钛加工产品	钛板、条	TP	T Titanium, P Plate
		TR	T Titanium, R Ribbon
	钛 棒	TB	T Titanium, B Bar
	钛 丝	TW	T Titanium, W Wire
	管道用钛管	TTP	T Titanium, T Tubing, P Piping
	热交换器用钛管	TTH	T Titanium, T Tubing, H Heat Exchanger
钽加工产品	钽加工产品 板 条 箔 棒 线	TaP	Ta Tantalum, P Plate
		TaR	Ta Tantalum, R Ribbon
		TaH	Ta Tantalum, H Haku
		TaB	Ta Tantalum, B Bar
		TaW	Ta Tantalum, W Wire
铸 件	铸造黄铜	YBsC ×	Y Yellow Bs Brass, C Casting, × 种类
	高强度铸造黄铜	HBsC ×	H High Strength, Bs Brass, C Casting, × 种类
		HBsC × C	H High Strength, Bs Brass, C Casting, × 种类, C 生产方法
	铸造青铜	BC ×	B Bronze, C Casting, × 种类
	铸造青铜	BC × C	B Bronze, C Casting, × 种类, C 生产方法
	铸造硅青铜	SzBC ×	SzB Silzin Bronze, C Casting, × 种类
	铸造磷青铜	PBC ×	PB Phosphor Bronze, C Casting, × 种类

续表

分类	产 品 名 称	牌号(代号)	含 义 及 原 文 名 称
铸 件	铸造磷青铜	PBC×B、C	PB Phosphor Bronze C Casting, × 种类, B、C : 生产方法
	铸造铝青铜	AlBC×	AlB Aluminium Bronze, C Casting, × 种类
		AlBC×C	AlB Aluminium Bronze, C Casting, × 种类, C : 生产方法
	铸造铅青铜	LBC×	L Leaded Bronze, C Casting, × 种类
		LBC×C	LB Leaded Bronze, C Casting, × 种类, C 生产 方法
	铸造铝合金	AC××	A Aluminium, C Casting, × × 种类
	铸造镁合金	MC	M Magnesium, C Casting
	压铸锌合金	ZDC×	Z Zinc, DC Die Casting, × 种类
	压铸铝合金	ADC	A Aluminium, DC Die Casting
	压铸镁合金	MDC	M Magnesium, DC Die Casting
	锡铅轴承合金	WJ	W White, J 轴承(Journal)
	铸造铝基轴承合金	AJ	A Aluminium, J 轴承(Journal)
电 阻 材 料 电 工 材 料 和 磁 性 材 料	铸造铜铅轴承合金	KJ	K クルメツト, J 轴承(Journal)
	铸造硬铅	HPbC	H Hard, L Lead, C Casting
	镍铬电阻丝	NCHW	N Nickel, C Chromium, H Heating, W Wire
	镍铬电阻条	NCHR	N Nickel, C Chromium, H Heating, R Ribbon
	铁铬电阻丝	FCHW	F Ferrous, C Chromium, H Heating, W Wire
	铁铬电阻条	FCHR	F Ferrous, C Chromium, H Heating, R Ribbon
	铜镍电阻丝、条及板	CN	C Copper, N Nickel
	铜锰镍电阻合金丝、棒及板	CM	C Copper, M Manganese
	氧化铜镍电阻丝	OCNW	O Oxide, C Copper, N Nickel, W Wire
	电工用双金属板	TM	T Thermostat, M Metal
	一般用途电阻丝、带、条及板	GFC×W、 RW、R、P GNC×W、 RW、R、P GCR×W、 RW、R、P GSU×W	G General, F Ferrous, C Chromium, × 种类 W Wire, RW 带, R 条, P Plate G General, N Nickel, C Chromium, × 种类 W Wire, RW 带, R 条, P Plate G General, CR Chromel, × 种类: RW 带, R : 条 P Plate G General, SU Stainless, × 种类, W Wire

续表

分类	产 品 名 称	牌号(代号)	含 义 及 原 文 名 称
电阻材料□电工材料和磁性材料	铁镍磁性合金板与条	GCM×W、P	G ˊGeneral, C ˊCopper, M ˊManganese, × ˊ种类, W ˊWire P ˊPlate
		GCN×W、RW、R、P	G ˊGeneral, C ˊCopper, N ˊNickel, × ˊ种类 W ˊWire, RW ˊ带, R ˊ条, P ˊPlate
		GNA×W、RW	G ˊGeneral, N ˊNickel A ˊAluminium, × ˊ种类: W ˊWire, RW ˊ带
		GN×W、RW	G ˊGeneral, N ˊNickel, × ˊ种类, W ˊWire, RW ˊ带
		PB	P ˊPermalloy, B ˊ种类
		PC	P ˊPermalloy, C ˊ种类
		PCS	P ˊPermalloy, C ˊ种类 S ˊSupper
		PD	P ˊPermalloy, D ˊ种类
		PE	P ˊPermalloy, E ˊ种类
		CMB	CM ˊCommutator, B ˊBar
	整流片	CP	C ˊContact, P ˊPoint
	通讯机电触头材料		
表面处理	镀银	MFHAg	M めつき, F ˊFeffous, H ˊHard, Ag ˊSilver
	锌喷镀	ZS	Z ˊZinc, S ˊSpray
	铝喷镀	ZSp	Z ˊZinc, S ˊSpray P ˊPainting
	喷焊(钢)	AS	A ˊAluminium, S ˊSpray
		ASp	A ˊAluminium, S ˊSpray, P ˊPainting
		ASS	A ˊAluminium, S ˊSpray, S ˊSealing
		ASD	A ˊAluminium, S ˊSpray, D ˊDiffusion
		MCS	M ˊMetallizing, C ˊCarbon, S ˊSteel
	自熔合金喷镀	MLS	M ˊMetallizing, L ˊLow Alloy, S ˊSteel
		MSUS	M ˊMetallizing, SUS ˊStainless Steel
		MNCr	M ˊMetallizing, N ˊNickel, Cr ˊChromium
		MSF	M ˊMetallizing, S ˊSelf, F ˊFluxing
		MSFNi	M ˊMetallizing, S ˊSelf, F ˊFluxing, N ˊNickel
		MSFCo	M ˊMetallizing, S ˊSelf, F ˊFluxing, Co ˊCobalt
	陶磁喷涂	MSFWC	M ˊMetallizing, S ˊSelf, F ˊFluxing, W ˊTungsten C ˊ: Carbide
		CC-Al ₂ O ₃ -X	CC ˊCeramic Coatings, Al ₂ O ₃ 氧化铝, × ˊ种类
		CC-Cr ₂ O ₃ -X	CC ˊCeramic Coatings, Cr ₂ O ₃ 氧化铬, × ˊ种类
		CC-TiO ₂ -X	CC ˊCeramic Coatings, TiO ₂ 氧化钛, × ˊ种类
		CC-ZrO ₂ -X	CC ˊCeramic Coatings, ZrO ₂ 氧化锆, × ˊ种类
	锌铝合金喷镀	ZASX	Z ˊZinc, A ˊAluminium, S ˊSpray, × ˊ种类

续表

分类	产 品 名 称	牌号(代号)	含 义 及 原 文 名 称
表面处理	铝及铝合金阳极氧化膜	O	O ㄟxalic acid oxidation coatings
		S	S ㄟulphuric acid oxidation coatings
		C	C ㄟhromic acid oxidation coatings
	铝及铝合金阳极氧化上色复合膜	O	O ㄟxalic acid oxidation coatings
		S	S ㄟulphuric acid oxidation coatings
	电镀锌	MFZn	M ㄟつき (Mekki), F ㄟerrous, Zn ㄟinc
	镀镉	MFCd	M ㄟつき (Mekki), F ㄟerrous, Cd ㄟadmium
	镀镍及镍 - 铬合金	MFNi	M ㄟつき (Mekki), F ㄟerrous, Ni ㄟickel
		MFCr	M ㄟつき (Mekki), F ㄟerrous, Cr ㄟhromium
		MBNi	M ㄟつき (Mekki), B ㄟronze, Ni ㄟickel
		MBCr	M ㄟつき (Mekki), B ㄟronze, Cr ㄟhromium
		MZCr	M ㄟつき (Mekki), Z ㄟinc, Cr ㄟhromium
	工业用镀铬	MICr	M ㄟつき (Mekki), I ㄟndustrial, Cr ㄟhromium
	镀金	MFAu	M ㄟつき (Mekki), F ㄟerrous, Au ㄟold
	热镀锌	HDZx	HD ㄟHot - Dipped, Z ㄟinc Coatings, ㄟ 种类
	热镀铝	HDA	HD ㄟHot - Dipped A ㄟluminium Coatings
	镁合金防蚀处理方法	M ㄟ ㄟ ㄟ	MX ㄟ镁防蚀, ㄟ ㄟ 种类
焊接材料	铜及铜合金裸焊条	YCu ㄟ ㄟ	Y ㄟ焊接, Cu ㄟCopper, ㄟ ㄟ 种类
	铜及铜合金用涂药焊条	DCu ㄟ ㄟ	D ㄟ焊条, Cu ㄟCopper, ㄟ ㄟ 种类
	铝及铝合金焊条及电极线	A ㄟ ㄟ ㄟ ㄟ BY	A ㄟAluminium, ㄟ ㄟ ㄟ ㄟ 种类, B ㄟBar, Y ㄟ焊接
		A ㄟ ㄟ ㄟ ㄟ WY	A ㄟAluminium, ㄟ ㄟ ㄟ ㄟ 种类, W ㄟWire, Y ㄟ焊接
	镍合金涂药焊条	DNi ㄟ ㄟ	D ㄟ焊条, Ni ㄟNickel, ㄟ ㄟ 合金成分
	钨极惰性气体保护电弧焊	YWP	Y ㄟ焊接, W ㄟTungsten, P ㄟPure
	用钨焊条	YWTh	Y ㄟ焊接, W ㄟTungsten, Th ㄟThorium
	银焊料	BAg	B ㄟBrazing, Ag ㄟSilver
	黄铜焊料	BCuZn	B ㄟBrazing, Cu ㄟCopper, Zn ㄟZinc
	铝合金焊料及硬钎焊薄板	BA	B ㄟBrazing, A ㄟAluminium
	磷铜焊料	BCuP	B ㄟBrazing, Cu ㄟCopper, P ㄟPhosphorus
	镍焊料	BNi	B ㄟBrazing, Ni ㄟNickel
	金焊料	BAu	B ㄟBrazing, Au ㄟGold
		BAu - V	B ㄟBrazing, Au ㄟGold, V ㄟVacuum
	软焊料	H ㄟ ㄟ S、A、B	H ㄟはんだ (handa), ㄟ ㄟ 种类, S、A、B 级别
	松脂芯软焊料	RH ㄟ ㄟ	R ㄟResin Flux, H ㄟはんだ, ㄟ ㄟ 种类
	铝软焊料	SAI	S ㄟSolder, Al ㄟAluminium

六、俄罗斯

俄罗斯有色金属及合金牌号,原来都是用化学元素或产品名称的俄文字母代号加成分数字或顺序号表示的。现在,在继续采用上述牌号表示方法的同时,部分有色金属及合金又开始采用数字牌号和化学元素符号加成分数字的牌号表示方法。常用有色金属化学元素俄文字母代号如表 1-2-33 所示。常用有色金属及合金的产品名称俄文字母代号如表 1-2-34 所示。

表 1-2-33 常用有色金属化学元素俄文字母代号

元素名称	俄 文	代 号	元素名称	俄 文	代 号
铝	Алюминий	А	钕	Неодим	Н
铍	Бериллий	Б	锡	Олово	О
铋	Висмут	Ви	铈	Осмий	Ос
钨	Вольфрам	В	钯	Палладий	Пд
镓	Галлий	Гл	铂	Платина	Пл
铁	Железе	Ж	铈	Роллий	Рд
金	Золото	Зл	汞	Ргуть	Р
铟	Индий	Ин	钌	Рутений	Ру
铱	Иридий	И	铅	Свинец	С
镉	Кадмий	Кд	硒	Селен	С
钙	Кальций	Ка	银	Серебро	Ср
钴	Кобальт	К	铋	Сурьма	С
硅	Кремний	К	铊	Таллий	Тл
锂	Литий	Л	钽	Тантал	Т
镁	Магний	Мг	碲	Теллур	Т
锰	Марганец	Мц	钛	Титан	Т
铜	Медь	М	磷	Фосфор	Ф
钼	Молибден	М	铬	Хром	Х
砷	Мышьяк	Мш	锆	Цирконий	Цр
镍	Никель	Н	锌	Цинк	Ц
铌	Ниобий	Нб			

表 1 – 2 – 34 常用有色金属及合金产品名称俄文字母代号

名 称	俄 文	代号
黄铜	Латунь	Л
青铜	Бронза	Бр
艺术青铜	Художественная бронза	Бх
铸锭	Чушка	Ч
铸造铝合金	Литейный алюминиевый сплав	Ал
硅铝明	Силумин	СИЛ
铸造镁合金	Лигейный магниевый сплав	Мл
变形铝及铝合金	Алюминий и алюминиевые деформируемые сплавы	АД
变形镁合金	Магниевые деформируемые сплавы	МА
Al – Mn 系合金	Сплав системы Al – Mn	АМц
Al – Mg 系合金	Сплав системы Al – Mg	АМг
硬铝	Дуралюмин	Д
高强度铝合金	Высокопрочный алюминиевый сплав	В
锻铝	Ковкий алюминиевый сплав	АК
航空铝合金	Авиационный алюминиевый сплав	АВ
海绵钛	Губчатый титан	ТГ
半成品镍	Полуфабрикатный никель	НП
不钝化半成品阳极镍	Полуфабрикатный анодный непассивирующийся никель	НПАН
半成品阳极镍	Полуфабрикатный анодный никель	НПА
钨钴合金	Вольфрамокобальтовый сплав	ВК
钨钛钴合金	Вольфрамокобальтотитановый сплав	ТК
钨钛钽钴合金	Вольфрамокобальтотитано танталовый сплав	ТТК
粉末	Порошок	П
焊料	Припой	П
轴承合金	Баббит	Б

1. 铜及铜合金牌号表示方法

(1) 纯铜 纯铜牌号用俄文“铜”(Медь)的第一个字母‘М’加顺序号表示。顺序号为0时,铜的纯度随着‘0’的个数的增加而提高,如M00_K、M0_K铜含量(质量分数)分别为99.99%、99.95%。顺序号为非0数字时,铜的纯度随着顺序号的增加而降低,如M1、M2,铜含量(质量分数)分别为99.9%、99.7%。同一种类的铜,顺序号为0的铜比顺序号为非0数字的铜纯度要高,如M0_K、M1_K,铜含量(质量分数)分别为99.95%、99.9%。高纯用其俄文字母代号‘ВЧ’表示,如MBЧ_K。为了表示不同种类的铜,在顺序号之后以下标形式用字母加以区别,有关各字母的意义如下:

- К——阴极铜;
- Б——无氧铜;
- Р——低磷脱氧铜;
- Ф——高磷脱氧铜;
- У——国家优质标记。

如MBЧ_K、M1б、M1ф、M2р、M0_{KУ}分别表示高纯阴极铜、1号无氧铜、1号高磷脱氧铜、2号低磷脱氧铜、优质零号阴极铜。

(2) 加工铜合金 铜合金加工产品分为黄铜、青铜和白铜。

二元黄铜牌号由俄文“黄铜”(Латунь)的首字母‘Л’和基元素铜的含量组成。三元以上黄铜牌号由‘Л’和除第一个主添加元素锌以外的各个主添加元素的俄文字母代号及除锌以外的成分数字组组成。如63为铜名义含量(质量分数)为63%的二元黄铜;ЛАН59-3-2为铜、铝、镍名义含量(质量分数)分别为59%、3%、2%的四元黄铜。

青铜牌号由俄文“青铜”(Бронза)的前两字母‘Бр’和各个主添加元素的俄文字母代号及除基元素锡以外的成分数字组组成。如Брф6.5-0.15表示锡、磷名义含量(质量分数)分别为6.5%、0.15%的锡磷青铜。

二元白铜牌号由基元素铜的俄文字母代号‘М’和添加元素镍的俄文字母代号‘Н’及镍的成分数字组成。三元以上白铜牌号由‘МН’和除第一个主添加元素镍以外的各个主添加元素的俄文字母代号及加除基元素铜以外的成分数字组组成。如МН19为镍名义含量(质量分数)为19%的二元白铜;МНЦ15-20为镍、锌名义含量(质量分数)分别为15%、20%的三元白铜。

(3) 铸造铜合金 铸造二元黄铜牌号的表示方法与加工二元黄铜相同。铸造三元以上黄铜和铸造青铜牌号的表示方法也与加工黄铜和加工青铜相同,只是在其牌号后面再加上俄文字母代号‘Л’(俄文铸造Литьё的首字母),以示区别。如铜、铅名义含量(质量分数)分别为59%、1%的三元铸造黄铜表示为ЛЦ59-1Л;铝、铁名义含量(质量分数)分别为9%、4%的铸造铝铁青铜表示为БРАЖ9-4Л。

艺术青铜牌号用俄文“艺术青铜”(Художественная Бронза)的两个首字母‘Бх’加顺序号组成,如Бх1、Бх2、Бх3。

2. 铝、镁及其合金牌号表示方法

(1) 铝、镁冶炼产品 原生铝、镁的牌号分别由俄文字母‘А’和‘Мг’及铝、镁含量百分数中小数点后的有效数字组成。如铝含量(质量分数)为99.999%、99.80%、99.0%的原生铝分别表示为А999、А8、А0;镁含量(质量分数)为99.96%、99.95%、99.90%的原生镁分别表示为Мг96、Мг95、Мг90。

电工用铝,则在其牌号后面加一字母‘E’(英文Electric的首字母),如 A7E、A5E。

生产变形半成品用的 A85、A8、A7、A6、A5 和 A0 号工业纯铝,其块锭的铁硅比不小于 1.2,而铸锭的铁硅比则不小于 1.0。这类金属牌号之后加‘П’。

(2) 铝、镁及其合金加工产品 俄罗斯铝、镁及其合金加工产品有两类牌号表示方法,一类为原来惯用的化学元素或产品名称的俄文字母代号加成分数字或顺序号,一类为数字牌号。

a. 纯铝加工产品 纯铝加工产品牌号由俄文‘铝’(Алюминий)和‘变形’(Деформация)的首字母‘АД’和‘АД’加顺序号组成。铝的纯度随着顺序号的增加或‘0’个数的增加而提高,如 АД、АД1、АД0、АД00、АД000 的铝含量(质量分数)分别为 98.80%、99.30%、99.50%、99.70%、99.80%。高纯铝加工产品在其牌号后面加 ч,如 АДч、АД0ч 导电用铝加工产品,在其牌号后面加‘Е’,如 АД0Е、АД00Е。在原有牌号基础上新增加的牌号,在其牌号后面加 С,如 АДС 表示是在 АД 和 АД1 之间新增加的牌号,铝的纯度介于二者之间。

b. 铝合金加工产品 按化学成分、用途、性能、加工方法等分为以下几类:硬铝类合金,代号为 Д;锻铝类合金,代号为 АК;高强度铝合金,代号为 В;航空铝合金,代号为 АВ;АМц 合金;АМг 合金;Ац 合金;ММ 合金;АД31、АД33 和 АД35 合金。各类合金的牌号表示方法可细分为下述几种情况。

a) 用化学元素俄文字母代号表示 Al-Mn 系合金牌号用基元素铝的俄文字母代号‘А’加主添加元素锰的俄文字母代号 Мц 组成,即 АМц。

Al-Zn 系合金牌号用基元素铝的俄文字母代号‘А’加主添加元素锌的俄文字母代号 Ц 组成,如 АЦПл。

ММ 合金(Al-Mg-Mn 系)的牌号为 ММ,由两个主添加元素‘镁’‘锰’的俄文名词的第一个字母‘М’组成。

b) 由化学元素俄文字母代号加成分数字组成 Al-Mg 系合金牌号由基元素铝的俄文字母代号‘А’加主添加元素镁的俄文字母代号‘Мг’及镁的成分数字组成。如 АМг1 表示镁含量(质量分数)为 0.7%~1.6% 的铝镁合金。

c) 用产品名称(产品类别)的俄文字母代号表示 航空铝合金(Al-Mg-Si 系)牌号用该类铝合金的俄文字母代号‘АВ’表示。

d) 由产品名称(产品类别)的俄文字母代号加阿拉伯数字组成 硬铝、锻铝、高强度铝合金的牌号分别由各类合金的俄文字母代号加阿拉伯数字组成,如 Д16、АК4、В95。

“АД”是‘变形铝及铝合金’的俄文字母代号,既可用来表示或组成纯铝加工产品的牌号,也可用来组成铝合金加工产品的牌号,这取决于其后面的字母或数字。

为了表示合金的某些特点,可在其牌号后面加上标志符号。如用于制造冷镦线材的 Д1、Д16、АМг5 和 В95 合金,其牌号后面须加 П。

在基本合金基础上发展起来的新合金,即基本合金的衍生变种,其牌号是在原基本合金牌号后面加‘С’或数字表示,如 АМцС、АМг3С、АК4-1。

c. 镁合金加工产品 镁合金加工产品牌号由俄文镁 Магний 的字母代号‘МА’加顺序号组成,如 МА1、МА2、МА2-1、МА2-1П·Ч。МА2-1 是在 МА2 合金基础上发展起来的新合金。“П·Ч”是俄文较高纯度(Повышенная чистота)的缩写。

d. 数字牌号 俄罗斯铝、镁及其合金加工产品已采用了数字牌号,其数字牌号与原有牌号的对照如表 1-2-35 所示。

表 1-2-35 铝、镁及其合金加工产品数字牌号与原字母牌号对照表

数字牌号	字母牌号	数字牌号	字母牌号
1010	АД000	1140	AK4
1011	АД0	1141	AK4-1
1013	АД1	1915	—
1015	АД	1925C	—
1403	ММ	1925	—
1400	АМц	1950	B95
1401	АМцС	1111	Д1П
1521	Д12	1161	Д16П
1510	АМг1	1551	АМг5П
1520	АМг2	1957	B95П
1530	АМг3	2311	МА1
1540	АМг4	2321	МА2
1550	АМг5	2323	МА2-1
1560	АМг6	2325	МА2-1П·Ч
1310	АД31	2351	МА5
1330	АД33	2361	МА8
1350	АД35	2365	МА8П·Ч
1340	АВ	2371	МА11
1110	Д1	2374	МА14
1160	Д16	2375	МА15
1165	Д65	2377	МА17
1180	Д18	2379	МА19
1360	AK6	2381	МА20
1380	AK8		

俄罗斯用 4 位数字表示的有色金属及合金牌号,一般说来,第 1 位数字为有色金属及合金的分类号,第 2 位数字为分组号,第 3、4 位数字为产品编号。

在ГОСТ4784—74《变形铝及铝合金牌号》标准原版中,数字牌号只列在附录中,推荐使用。在 1980 年发布的该标准《第二号更改单》中,数字牌号与字母牌号并列于标准正文中,正式使用。一些新合金,只规定了数字牌号,如 1915、1925、1925C,没有再列出字母牌号。可以看出,俄罗斯有用数字牌号逐渐代替字母牌号的趋势。

(3) 铝、镁铸造合金

a. 铸造铝合金 铸造铝合金牌号由俄文“铝”(Алюминий)和“铸造”(Литьё)的首字母“АЛ”加顺序号组成。如原合金有更改而变为一种新合金,则在原牌号后以短横线分开再加上数字表示,如 АЛ23-1 表示是第 23 号铸造铝合金的改良合金,是在第 23 号铸造铝合金基础上发展起来的一种新的铸造铝合金。用相应的再生(二次)铸造铝合金锭制造的铸件,在其牌号后面加上字母“В”(ВТОРОЙ)。如 АЛ10В 表示是用再生铸造铝合金锭制造的第 10 号铸造铝合金铸件。

硅铝明牌号由俄文“硅铝明”(Силумин)的缩写“СИЛ”加数字顺序号组成,如 СИЛ-00、СИЛ-0、СИЛ-1、СИЛ-2。

b. 再生铸造铝合金锭 再生铸造铝合金锭牌号表示方法与铸造铝合金相同,只是在其牌号后面加上俄文“铸锭”(Чуцка)的首字母“Ч”,如 АЛ10Ч 表示是第 10 号再生铸造铝合金锭。

c. 铸造镁合金 铸造镁合金牌号由俄文“镁”(Магний)和“铸造”(Литьё)的首字母“МЛ”加顺序号组成。为了表示合金的某些特点,在顺序号之后用字母加以区别。如加 П·Ч (Повыщенная чистота)表示较高纯度合金,加 ОН (Общее назначение)表示通用合金。例如: Мл5п·ч 表示是较高纯度的 5 号铸造镁合金锭。

d. 镁合金铸锭

a) 二元镁合金铸锭 镁-锰系二元合金铸锭牌号由基元素“镁”的俄文第一个字母“М”和主添加元素“锰”的俄文第一个字母“М”加锰的成分数字组成。牌号后面加“Ч”表示是杂质含量较低的镁合金铸锭。如 ММ2Ч 表示是锰名义含量(质量分数)为 2% 及杂质含量较低的镁合金铸锭。

b) 三元及多元镁合金铸锭 三元以上镁合金铸锭牌号用基元素“镁”的俄文第一个字母“М”和除锰以外的各个主添加元素的俄文字母代号及成分数字组成。名义含量(质量分数)不到 1% 的主添加元素,其成分数字不表示出来。如铝名义含量(质量分数)为 8%, 锌和锰含量(质量分数)均小于 1%, 且杂质含量较低的镁合金铸锭牌号表示为 МА8ЦЧ。

3. 镍、铅、锌、锡、钴、铋、镉、汞及其合金牌号表示方法

(1) 冶炼产品 镍、铅、锌、锡、钴、铋、镉、汞等纯金属冶炼产品牌号,均用化学元素俄文字母代号加顺序号表示(元素的俄文字母代号见表 1-2-33)。

在字母代号和顺序号之间,有时划一短横,如镍、高纯镉、高纯锡的牌号为 Н-0、Н-1y、Н-1、Н-2、Н-3 ЗКД-0000、КД-000、КД-00 ЮВЧ-000。但大多数牌号没有这一短横。

当顺序号为 0 时,其金属纯度随着“0”的个数的增加而提高。如 ВИ0000、ВИ000、ВИ00 和 ВИ0 分别表示纯度(质量分数)为 99.9999%、99.999%、99.98% 和 99.97% 的金属铋。

当顺序号非 0 时,其金属纯度随着顺序号的增大而降低。如 Ц1、Ц2、Ц3 分别表示纯度(质量分数)为 99.95%、98.7%、97.5% 的金属锌。

对同一种金属来说,顺序号为 0 的要比顺序号非 0 的纯度要高。如 К0、К1 分别表示纯度(质量分数)为 99.98%、99.25% 的金属钴; Н-0、Н-1y 分别表示纯度(质量分数)为 99.99%、99.93% 的金属镍。

为了表示在原有牌号基础上新增加的牌号,在顺序号之后用字母加以区别,有关各字母表示的含义如下:

У——国家优质标记;

А——纯度较高的新牌号,如钴原有 К0、К1、К2 等牌号,纯度(质量分数)分别为 99.98%、

99.25%、98.30%，后来在 K0 和 K1 之间增加纯度(质量分数)分别为 99.30%、99.35% 的两个牌号，表示为 K1A、K1Ay；

C——纯度较高、较低或主成分相同而杂质含量不同的新牌号，如 Ц₂ 表示纯度(质量分数)为 98.7% 的金属锌，而 Ц₂C 则是纯度(质量分数)较低(98.6%)的金属锌新牌号；Ц₃ 表示纯度(质量分数)为 98.5%、97.5% 的金属锌，而 Ц₃C 则是纯度(质量分数)较高(98.5%)的金属锌新牌号；К_{дс} 和 К_{до} 表示主成分(质量分数)均为 99.95%，但杂质含量有所不同的金属镉，其中 К_{дс} 是杂质含量较高的新牌号；

ПЧ(Повыщенная чистота)——纯度较高的新牌号，如 01ПЧ 与 01 的锡含量(质量分数)分别为 99.915%、99.900%。

字母代号后加 B 表示纯度较高的金属。如金属锌，锌含量(质量分数)不大于 99.98% 的，牌号用 Ц 加顺序号表示；锌含量(质量分数)不小于 99.99% 的，牌号用 ЦB 加顺序号表示。如 ЦB0、ЦB1 分别表示纯度(质量分数)为 99.995%、99.992% 的金属锌，Ц0、Ц1 分别表示纯度(质量分数)为 99.975%、99.95% 的金属锌。

高纯金属用化学元素符号的俄文字母加(或不加)ВЧ(Высокая чистота)结合表示主成分小数点后‘9’的个数的‘0’表示。如 0ВЧ - 000 表示主成分(质量分数)为 99.999% 的高纯锡；КД - 0000、КД - 000、КД - 00 分别表示主成分(质量分数)为 99.9999%、99.9997%、99.997% 的高纯镉；С0000、С000、С00 分别表示主成分(质量分数)为 99.9999%、99.9996%、99.9985% 的高纯铅。

除上述方法以外，金属锡还采用了质量分级的方法。即将 01ПЧ、01、02 按其杂质含量分别分为高级品和一级品两级，两级产品的主成分相同，但杂质含量不同，高级品考核的杂质较多，硫含量较低。

(2) 半成品镍和镍合金

a. 半成品镍 半成品镍牌号由俄文‘镍’第一个字母‘Н’和俄文‘半’的第一个字母‘П’以及数字顺序号组成。如 НП1、НП2。为了表示不同种类的半成品镍，在字母代号之后或在顺序号之后再字母加以区别。有关字母的含义如下：

АН——不钝化阳极镍；

А——阳极镍；

Э——电子工业用半成品镍；

В——真空熔炼；

ВИ——真空感应熔炼。

如 НПАИ 为不钝化半成品阳极镍；НПА1 为 1 号半成品阳极镍；НП0ЭВИ 为电子工业用真空感应熔炼 0 号半成品镍；НП1ЭВ 为电子工业用真空熔炼 1 号半成品镍；НП23 为电子工业用 2 号半成品镍。

b. 镍合金 镍合金牌号由基元素镍的俄文字母代号‘Н’、各主添加元素的俄文字母代号以及除基元素镍以外的各主添加元素的成分数字(组)组成。如 НК0.2 为硅的名义含量(质量分数)为 0.2% 的镍硅二元合金；НМЖМц28 - 2.5 - 1.5 为铜、铁、锰名义含量(质量分数)分别为 28%、2.5%、1.5% 的四元镍合金。

为了表示合金的某种特点，在牌号后面用字母加以区别，如 НК0.23 表示电子工业用镍硅合金；НМГ0.05В 表示真空熔炼制得的镍镁合金。

(3) 铅、锡合金

- a. 铅基印刷合金 铅基印刷合金牌号以用途的俄文缩写字母代号表示(见表 1-2-36)。同一用途的不同合金以缩写字母代号加顺序号表示。如 Ш1 表示含锡的第 1 种活字合金。
- b. 铅锑合金 铅锑合金牌号由俄文“铅”的第一个字母“С”和主添加元素“锑”的俄文名词的前两个字母“Су”及数字顺序号组成。如 ССу1、ССу2、ССу3 分别表示 1、2、3 号铅锑合金。

表 1-2-36 印刷合金用途俄文缩写字母代号

俄 文	缩写字母代号	用 途
Шрифт	Ш	活字版铅字
Пробель	П	填补空白的材料
Монотип	Мн	自动铸字机、单字排字机
Пиноптип	Лн	整行铸字机
Стереотип	Ст	铅版(由纸型浇铸而成)
Гальваностереотип	Гс	电铸版
Нотный пластип	Нт	特别乐谱板
Универсаль	У	通用的闭合系统活字版铅字
Корректирование	К	校对校样

- c. 锡基、铅基轴承合金 锡基轴承合金、铅基轴承合金牌号表示方法如下。

由俄文“轴承合金”的缩写字母代号“Б”加锡的名义含量组成,如 Б83 表示锡的名义含量(质量分数)为 83% 的锡基轴承合金;
由代号“Б”加 1~2 个特定元素的俄文缩写字母代号组成,如 БН、БКА 分别表示含镍和含钙、铝的铅基轴承合金;
由代号“Б”加特定元素的俄文缩写字母代号及锡的名义含量组成,如 БК2 表示含钙、锡的名义含量(质量分数)为 2% 的铅基轴承合金。

(4) 锌合金 锌合金牌号由基元素锌的俄文名词的第一个字母“Ц”加各主添加元素的俄文名词的缩写字母代号及除基元素锌以外的各主添加元素的成分数字(组)成。如 ЦМ1 表示铜的名义含量(质量分数)为 1% 的锌铜二元合金;ЦАМ10-5 表示铝、铜名义含量(质量分数)分别为 10%、5% 的锌-铝-铜合金。

耐磨锌合金锭牌号的表示方法与一般锌合金牌号表示方法一样,只是在牌号后面加上俄文铸锭 Чущка 的首字母“Ч”以示区别。如 ЦАМ10-5Ч 表示铝、铜名义含量(质量分数)分别为 10%、5% 的耐磨锌合金锭。

4. 钛、贵金属、硬质合金、金属粉末、焊料、稀有金属、半金属、中间合金牌号表示方法

(1) 钛及钛合金

a. 海绵钛

海绵钛牌号由俄文“海绵钛”(Губчатый Титан)的缩写字母代号“ТГ”加海绵钛的最大布氏硬度值(НВ)组成。如最大布氏硬度(НВ)为 110 的海绵钛表示为 ТГ-110。

b. 加工钛及钛合金 压力加工钛及钛合金牌号由俄文字母代号“ BT ”、“ OT ”、“ AT ”或“ ПТ ”结合阿拉伯数字组成。代号中的第二个字母 T 是基体元素钛的俄文名词的第一个字母。代号中的第一个字母与材料的研制部门等有关,如“ BT ”、“ AT ”分别表示是由原全苏航空材料研究院(ВИАМ)、原苏联科学院(АН СССР)研制的钛及钛合金。对在基本合金基础上发展起来的新合金,则在原基本合金牌号后面加数字或字母表示,如 OT4 - 1、OT4 - 0 为在 OT4 基础上发展起来的新合金。

(2) 贵金属及其合金

a. 冶炼产品 贵金属冶炼产品牌号用产品名称的俄文缩写字母代号(见表 1 - 2 - 37)加顺序号表示。如高级精炼铂锭表示为 ПЛА - 0 ;一级精炼钨粉表示为 ОсА - 1 ;一级精炼铂粉表示为 ПЛАП - 1。

b. 纯金属加工产品 贵金属纯金属加工产品牌号由化学元素的俄文字母代号和成分数字组成,但金、银的成分数字需扩大 10 倍表示之。如纯度(质量分数)不小于 99.99% 的银加工产品表示为 С_p999.9 纯度(质量分数)不小于 99.90% 的铑加工产品表示为 Р_d99.9。

表 1 - 2 - 37 贵金属冶炼产品俄文字母代号

产品名称	俄 文	代 号
精炼铂锭	Аффинированная платина в слитках	ПЛА
精炼钯锭	Аффинированная палладий в слитках	ПДА
精炼铂粉	Аффинированная платина в порошке	ПЛАП
精炼钯粉	Аффинированная палладий в порошке	ПДАП
精炼铑粉	Аффинированный родий в порошке	РДА
精炼钨粉	Аффинированный осмий в порошке	ОсА
精炼铱粉	Аффинированный иридий в порошке	ИА
精炼钌粉	Аффинированный рутений в порошке	РуА

c. 合金加工产品 贵金属合金加工产品牌号由各组元俄文字母代号加成分数字(组)组成。除金合金和银 - 铜合金以外,其他贵金属合金一般只表示主添加元素的成分数字。表示合金中金、银成分数字时,与纯金属加工产品一样,需扩大 10 倍。如 :金、银名义含量(质量分数)分别为 96%、3% 的金 - 银 - 铜合金表示为 ЗлС_pМ960 - 30 银名义含量(质量分数)为 50% 的银 - 铜合金表示为 С_pМ500 钯、铜名义含量(质量分数)分别为 30%、20% 的银 - 钯 - 铜合金表示为 С_pП_dМ30 - 20 铑名义含量(质量分数)为 10% 的铂 - 铑合金表示为 ПЛР_d10。

(3) 硬质合金 根据硬质合金的成分,分为三大类 :钨钴类合金,以 ВК 表示 ;钨钛钴类合金,以 ТК 表示 ;钨钛钽钴类合金,以 ТТК 表示。代号中各俄文字母的含义见表 1 - 2 - 34。各类硬质合金的牌号由其俄文字母代号加除碳化钨以外的各主要组分的成分数字组成。必要时,牌号后面可加上表示碳化钨晶粒粗细等俄文字母代号,字母的含义如下 :

М——强化球磨细晶粒合金 ;

ОМ——含碳化钽的极细晶粒合金 ;

B——粗晶粒合金；

K——特粗晶粒合金。

例 钴名义含量(质量分数)为6%的钨钴合金表示为 BK6, 钴名义含量(质量分数)为6%的粗晶粒结构钨钴合金表示为 BK6-B, 碳化钛、钴名义含量(质量分数)分别为15%、6%的钨钛钴合金表示为 T15K6, 碳化钛、碳化钽、钴名义含量(质量分数)分别为8%、12%、9%的钨钛钽钴合金表示为 TT20K9。

(4) 金属粉末 金属粉末牌号由俄文“粉末”(Порошок)的首字母“П”加金属元素的俄文字母代号或再加数字顺序号组成。一些金属粉末,如电解铜粉、镍粉、涂料细铝粉,常在其牌号后面加上表示粉末生产方法、性能或用途等特点的俄文字母代号。

a. 电解铜粉 电解铜粉牌号由字母“П”加铜的俄文字母代号“М”组成。加在“ПМ”后面的部分字母的含义下：

С——稳定型铜粉；

К——填充型铜粉；

Н——低分散型铜粉；

В——航空工业用铜粉。

如 ПМАу 为非稳定型铜粉, ПМС-К 为填充稳定型铜粉, ПМС-Н 为低分散稳定型铜粉。

b. 镍粉 在 ГОСТ9722—79 中按生产方法将镍粉分为两大类。一类是用羰基法制得的镍粉,用“К”(Карбонильный)表示;另一类是用电解法制得的镍粉,用“З”(Электролитический)表示。按化学成分,又将羰基镍粉分为 γ、0、1、2 等 4 类,将电解镍粉分为 1、2、3 等 3 类。按松装密度,可将羰基镍粉分为 3 类:高松装密度(Т)、低松装密度(Л)、粗颗粒(К)。每一类又分为若干小类;Т——1、2、3、4;Л——5、6、7、8;К——9、10。

镍粉牌号由字母“П”、镍的俄文字母代号“Н”、表示生产方法的字母代号“К”或“З”,以及化学成分分类号(羰基镍粉还需加上松装密度分类号)组成。如:化学成分为 0 类,松装密度为高松装密度类第 1 小类的羰基镍粉表示为 ПНК-0Т1;化学成分为第 1 类的电解镍粉表示为 ПНЗ-1。

c. 涂料细铝粉 涂料细铝粉牌号由俄文“涂料细铝粉”(Пудра Алюминиевая Пигментная)的缩写字母代号“ПАП”和数字顺序号组成。如 1 号涂料细铝粉表示为 ПАП-1。

(5) 焊料 焊料牌号由俄文“焊料”(Припой)的第一个字母“П”和金属元素的俄文字母代号及成分数字(组)组成。银焊料大多数只表示银的俄文字母代号及其成分数字。锡铅焊料、铜锌焊料等则表示出各个主要组元的俄文字母代号及除第二个主要组元以外的各主要组元的成分数字。杂质含量较低的锡铅焊料,在其牌号后面加字母“П”。如:银名义含量(质量分数)为 72% 的银铜焊料表示为 ПСр72, 银、锡、铜、铋名义含量(质量分数)分别为 1%、35%、2.5%、0.9%、铅为余量的焊料表示为 ПСр1, 银、锡名义含量(质量分数)分别为 68%、5%、铜为余量的银焊料表示为 ПСрМ068-27-5, 锡名义含量(质量分数)为 90%、杂质含量较低的锡铅焊料表示为 П0С90-П, 锡、铋名义含量(质量分数)分别为 5%、1% 的锡铅焊料表示为 П0ССу5-1; 铜名义含量(质量分数)为 36% 的铜锌焊料表示为 ПМЦ36。

(6) 稀有高熔点金属

a. 铌 铌锭牌号由俄文“铌”(Ниобий)的字母代号“НБ”加数字顺序号表示,如 НБ1、НБ2、НБ3。铌的纯度随着顺序号增加而降低。

铌条牌号用其产品名称的俄文字母代号“НБЦ”加顺序号表示,如 НБЦ0、НБЦ1、НБЦ2。

b. 钨、钼 钨丝、钼丝牌号用‘钨’、‘钼’的俄文字母代号‘В’、‘М’加表示产品某种特点的俄文字母表示。

(7)稀有分散金属 铟、工业用镓、铊的牌号分别由‘铟’、‘镓’、‘铊’的俄文字母代号“И_н”、“Г_л”、“Т_л”加数字顺序号组成,如 И_н000у、Г_л-0、Т_л0000。当顺序号为0时,其金属纯度随着0的增多而提高;当顺序号非0时,其金属纯度随着顺序号的增大而降低。对同一种金属来说,顺序号为0纯度要比顺序号非0的高。如И_н00、И_н0、И_н1、И_н2分别表示纯度(质量分数)为99.999%、99.998%、99.995%、99.96%的金属铟。字母у表示国家优质标记。

(8)半金属

a. 硒 高纯硒牌号由‘硒’的俄文字母代号‘С’和‘高纯’的俄文字母代号‘ВЧ’及数字顺序号组成,如 СВЧ-1表示1号高纯硒。

工业纯硒牌号由 СТ(Селен Технический)加数字顺序号组成。如 СТ0表示零号工业纯硒。

b. 碲 高纯碲牌号由‘碲’的俄文字母代号‘Т’和字母В及数字顺序号表示。如 ТВ4表示4号高纯碲。纯度(质量分数)99.96%的碲列入高纯碲,用 ТА1表示。碲的纯度随着顺序号减小而降低,如 ТВ4、ТВ3、ТА1分别表示纯度(质量分数)为99.9997%、99.997%、99.96%的高纯碲。

工业纯碲牌号用‘Т’加数字顺序号表示。如 Т1表示1号工业纯碲。碲的纯度随着顺序号增加而降低。如 Т00、Т0、Т1、Т2纯度分别为99.95%、99.85%、99%、96%。

(9)稀有轻金属锂 用俄文‘锂’(Литий)和‘电解’(Электродлитический)的首字母‘ЛЗ’加数字顺序号表示。如 ЛЗ-1、ЛЗ-2、ЛЗ-3。

(10)铜铍中间合金 其牌号由俄文‘铜’(Медь)和‘铍’(Бериллий)的首字母‘МБ’加数字顺序号组成,如 МБ-1、МБ-2分别表示1号、2号铜铍中间合金。

七、英 国

英国对有色金属牌号没有制定统一的表示方法标准。从铜、铝、镁、镍等主要材料大类看,只有一些笼统的原则,即由表示金属或合金的名称、制造方法或产品形状、用途、性能等的英文词首字母和以数字表示的顺序号组成。顺序号数字的本身没有确定含义,仅表示同一系列中不同成分的金属或合金。如:

LPB1——含铅、磷的青铜(Leaded Phosphor Bronze);

SCB3——砂模铸造用黄铜(Brass for Sand Casting);

CT——铜锡合金(Copper Tin);

MAG-S-101——第101号镁合金板材(Magnesium Sheet);

HE9——第9号可热处理强化铝合金挤制产品(Heat Treatable Extruded);

HTB1——高强度β黄铜(High Tensile Beta Brass);

G1——炮铜(Gun metal,铜锡合金或铜锡锌合金)。

不同种类材料又在各自的范围内遵循一些特定的表达方式。

1. 铜、铝、镁及其合金牌号表示方法

(1)铜及铜合金 纯铜代号由‘C’(Copper首字母)和以100为起点的序号组成,如C101代表电解高导韧铜。

黄铜的代号为‘CZ’(Copper和Zinc的首字母),如CZ101代表90黄铜。

磷青铜的代号为‘PB’(Phosphor和Bronze的首字母),如PB101代表含磷(质量分数)3%的磷青铜。

铝青铜的代号为‘CA’(Copper和Aluminium的首字母),如CA102代表含铝(质量分数)5%的铝青铜。

铍青铜的代号为‘CB’(Copper和Beryllium的首字母),如CB101代表含铍(质量分数)1.7%~1.9%的铍青铜。

硅青铜的代号为‘CS’(Copper和Silicon的首字母),如CS101代表含硅(质量分数)2.75%~3.25%的硅锰青铜。

铬青铜的代号为‘CC’(Copper和Chromium的首字母),如CC101代表含铬(质量分数)0.3%~1.2%的铬青铜。

铜镍合金(白铜)的代号为‘CN’(Copper和Nickel的首字母),如CN102代表含铁(质量分数)1%~2%和镍10%~11%的铁白铜。

锌白铜的代号为‘NS’(Nickel和Silver的首字母),如NS105代表含镍(质量分数)14%~16%、锰(质量分数)0.05%~0.5%和铜(质量分数)60%~65%的锌白铜。

(2)铝及铝合金 从英国标准看,加工铝及铝合金牌号的表示方法有两种。

a. 阿拉伯数字与字母相结合的代号。一般工程用途的铝及铝合金的牌号由作为系列号的阿拉伯数字和代表某些属性的字母组成,其表达形式为：

×	×	×	×
1	2	3	4

位置1为‘N’或‘H’两个字母,分别代表不可热处理强化(Non-heat-treatable)和可热处理强化(Heat reatable)两类合金。

位置2是表述产品形状或加工工艺的字母(对拉制工艺未设字母),如：

S——薄板、带材[厚度≤6.4mm(0.252in)]；

T——管材；

G——线材；

F——锻材；

E——挤压材；

LM——铸锭或铸件；

P——板材；

R——铆接用线材；

W——焊接用线材；

B——螺栓螺母用料；

PC——包覆板；

D——带轧制边的板带材。

位置 3 是数字系列号,不同的数字代表不同化学成分的铝或铝合金。其中 1 表示纯铝,从 2 开始,并随数字的递增,代表各种成分的铝合金。这些数字与化学成分并无内在联系,只起识别作用。

位置 4 是英文字母,用 A、B 和 C 表示纯铝的不同纯度等级。如‘1A’表示含铝(质量分数)99.8% ; 1B’表示含铝(质量分数)99.5% ; 1C’表示含铝(质量分数)99.0%。但如‘1’后没有字母,则代表纯度为 99.99% 的加工铝。对电气工程用铝,在系列号之后缀以字母‘E’。

在英国的现行标准中,铝及铝合金牌号并未都占据 4 个位置,而是以占据 3 个位置居多,例如:

SIA——含铝(质量分数)99.8% 的纯铝板带材;

NT4——含镁(质量分数)1.7% ~ 2.4% 的铝合金控制管材,此合金属不可热处理强化类;

HE9——含镁(质量分数)0.4% ~ 0.9%、含硅(质量分数)0.3% ~ 0.7% 的铝合金挤制棒、管或型材,此合金属可热处理强化类;

EIE——电气工程用的含铝(质量分数)99.99% 的挤制纯铝棒、管或型材。

b. 国际注册铝合金代号体系。目前,世界上已有不少国家采用由 4 位数字组成的合金国际注册代号体系(Registration Record of International Alloy Designation)。英国为使其牌号表示方法向国际通用的方法靠拢,从 1978 年开始,在制定或修订标准时也采用了这种数字代号。这种 4 位数字代号体系的构成如下:

1 × × × 组——含铝(质量分数)不低于 99.00% 的纯铝;

2 × × × 组——以铜为主合金元素的铝合金;

3 × × × 组——以锰为主合金元素的铝合金;

4 × × × 组——以硅为主合金元素的铝合金;

5 × × × 组——以镁为主合金元素的铝合金;

6 × × × 组——以镁和硅为主合金元素的铝合金;

7 × × × 组——以锌为主合金元素的铝合金;

8 × × × 组——以其他元素为主合金元素的铝合金;

9 × × × 组——备用系列。

在 1 × × × 组中,后两位数字取自铝纯度百分数中小数点后的两位数字,如原牌号为 1A 的纯铝,其纯度(质量分数)为 99.8%,故数字代号为 1080。

第 2 位数字是按需要取 0 ~ 9 中的某一整数。当对杂质或合金元素不作专门控制时取 0,反之则取 1 ~ 9 中的某一整数。例如,纯度(质量分数)为 99.5% 的纯铝的代号应为 1050,而另一纯度相同,但对硅、锰、铬、锌等杂质有严格要求的纯铝,其代号便成为 1350。

在 2 × × × ~ 8 × × × 组中,后两位数字无特定意义,只用以区分某一系列中不同的铝合金。第 2 位数字用以表示合金成分的调整变化。如果这一数字为 0,则表示这是最早注册的牌号,如 5083(AlMg4.5Mn)相当于旧牌号 N8,以后又有一种成分基本相同,只是个别杂质有所调整,则按需要标记为 5183。

(3) 镁及镁合金 镁合金牌号由‘MAG’和数字顺序号组成。对镁合金铸锭,这一顺序号是一位数字,如 MAG1、MAG2 等;对加工材,顺序号为 3 位数字,不同牌号之间的间隔为 10,如 MAG101、MAG121 等。若需要表示出加工产品的形状,则在中间加一指定的字母(与铝材相同),如 MAG - S - 141 表示是第 141 号镁合金板材。

2. 镍、铅、锌、锡及其合金牌号表示方法

(1) 镍及镍合金 镍合金牌号由“NA”(Nickel Alloy)和数字顺序号组成。铸造镍合金的顺序号使用一位数字,如含铜(质量分数)28%~34%的镍铜铸造合金的牌号有NA1、NA2、NA3等。加工镍合金的顺序号为二位数字,如NA11为含钴(质量分数)不大于2%的加工纯镍。对于NA15(含铜(质量分数)30%~35%的镍铁铬合金),如最后经固溶处理,则须加“H”作为后缀,即NA15(H)。

(2) 铅及铅合金 铅锭的牌号由该产品标准的编号“BS××××”与数字顺序号组成,中间由一斜线隔开,如辐射屏蔽用铅锭的牌号有BS3909/1、BS3909/2等。加工铅及铅合金,如是一种材料包括若干种成分的合金时,牌号由标准编号与罗马数字顺序号组成,如铅管有BS602No. I、BS602No. II等牌号。如果只有一种成分合金,则无数字顺序号,如铅-银-铜合金管的牌号为BS1085,建筑用轧制铅板的牌号为BS1178。

尚需指出,对航空用的铝及铝合金、钛及钛合金材料,都制定单一材料的专用技术条件(铝及铝合金标准是L系列,钛及钛合金标准是TA系列)。对这部分材料未命名牌号。

(3) 锌及锌合金 锌锭牌号由化学元素符号“Zn”和数字顺序号组成,如Zn1〔含锌(质量分数)99.99%〕、Zn2〔含锌(质量分数)99.95%〕等。

加工锌合金没有统一的牌号表示规则,只是在各专用材料标准中自行确定表示方式,如在建筑用锌合金板带材中,抗蠕变的Zn-Ti合金为A类,软态的Zn-Pb合金为B类。

(4) 锡及锡合金 锡锭的牌号用4位数字表示。这4位数取自锡的纯度百分数(精确至0.01%),但去掉小数点,如纯度为99.75%的锡锭的牌号为9975。

锡合金牌号通常由标准编号和数字顺序号组成,如锡基轴承合金的牌号有BS3332/1、BS3332/2等。

八、美 国

美国对金属与合金制定了统一的数字代号标准,称为“金属和合金统一数字编号系统”,即UNS(Unified Numbering System for Metals and Alloys),用数字对各种有色金属和钢铁材料进行统一编号。

美国铝及铝合金、铜及铜合金的数字代号表示方法较为科学,应用较广,是UNS制度的重要组成部分。

1. 美国UNS制度

美国标准(ASTM E527)规定的UNS制度综合了美国有关金属学会、贸易协会、个体用户及制造商等目前采用的代号系统,既避免了同一种材料有几种牌号的混乱状况,又避免了两种甚至多种不同的材料采用同一牌号的情况。UNS代号为索引、记录保管、资料储存、检索、相互参照等提供了极大的方便。

当然,UNS制度本身不是一个具体的技术规范要求,它未对产品的形状、状态、质量等方面提出要求,而只是给金属及合金一个统一的编号,至于金属及合金的各种技术参数的控制要求,均在具体的技术标准或规范中作详细规定。而且,UNS编号是用以标志基本上处于常规生产和使用的金属与合金。对于刚刚公认或尚处于试制阶段的材料,通常则不编入UNS的代号中。

(1)金属与合金牌号编制说明 统一数字编号系统(UNS)对金属及合金规定了如表 1-2-38 所示的 18 个系列代号。每个UNS编号是由一个字母打头与其后的 5 位数字组成。在多数情况下,字母表示所标志的金属种类,如 A 代表铝 ;P 代表贵金属 ;S 代表不锈钢。

表 1-2-38 数字代号基本系列

有色金属及合金	
A00001 ~ A99999	铝及铝合金
C00001 ~ C99999	铜及铜合金
E00001 ~ E99999	稀土及稀土类金属与合金(共 19 项,见表 1-2-39)
L00001 ~ L99999	低熔点金属及合金(14 项,见表 1-2-39)
M00001 ~ M99999	其他有色金属及合金(12 项,见表 1-2-39)
N00001 ~ N99999	镍及镍合金
P00001 ~ P99999	贵金属及合金(8 项,见表 1-2-39)
R00001 ~ R99999	活泼与高熔点金属及合金(14 项,见表 1-2-39)
Z00001 ~ Z99999	锌及锌合金
黑色金属及合金	
D00001 ~ D99999	特殊力学性能钢
F00001 ~ F99999	铸铁和铸钢
G00001 ~ G99999	AISI和SAE碳钢及合金钢
H00001 ~ H99999	AISI H 钢
J00001 ~ J99999	铸钢(工具钢除外)
K00001 ~ K99999	其他钢及铁合金
S00001 ~ S99999	耐热钢及耐蚀(不锈)钢
T00001 ~ T99999	工具钢
专用金属及合金	
W00001 ~ W99999	焊接填充金属(见表 1-2-39)

某些代号组中的数字有特定的意义,但每个系列之间并无关联。UNS系统既有较大的灵活性,又没有复杂冗长的代号。

采用一个字母与 5 位数字是一种协调办法,这样既考虑到所编制的代号能反映材料特性,又使该代号简单明了,便于广泛采用。

为了便于实行,已使现行的有关牌号系统溶入了UNS系统。例如,把现行的碳钢牌号 AISI 1020(美国钢铁学会)改为“ UNS G10200 ”,把易切削黄铜的现行牌号 CDA360(铜发展协会)改为“ UNS C36000 ”。

表 1-2-39 为一些金属及合金基本系列的派生系列。

表 1－2－39 派生牌号系列

E00001 ~ E99999	稀土、稀土金属及合金	L00001 ~ L00999	铋
E00001 ~ E00999	铜	L01001 ~ L01999	镉
E01000 ~ E20999	铈	L02001 ~ L02999	铈
E21000 ~ E45999	混合稀土 ^①	L03001 ~ L03999	镓
E46000 ~ E47999	镉	L04001 ~ L04999	铟
E48000 ~ E49999	铟	L05001 ~ L05999	铅
E50000 ~ E51999	铊	L06001 ~ L06999	锂
E52000 ~ E55999	铋	L07001 ~ L07999	汞
E56000 ~ E57999	铋	L08001 ~ L08999	钾
E58000 ~ E67999	镧	L09001 ~ L09999	铷
E68000 ~ E68999	铈	L10001 ~ L10999	硒
E69000 ~ E73999	铈	L11001 ~ L11999	钠
E74000 ~ E77999	铈	L12001 ~ L12999	铊
E78000 ~ E78999	铈	L13001 ~ L13999	锡
E79000 ~ E82999	铈	M00001 ~ M99999	其他有色金属及合金
E83000 ~ E84999	铈	M00001 ~ M00999	铋
E85000 ~ E86999	铈	M01001 ~ M01999	砷
E87000 ~ E87999	铈	M02001 ~ M02999	钡
E88000 ~ E89999	铈	M03001 ~ M03999	钙
E90000 ~ E99999	铈	M04001 ~ M04999	锆
F00001 ~ F99999	铸铁	M05001 ~ M05999	钪
K00001 ~ K99999	其他钢与铁合金	M06001 ~ M06999	锶
L00001 ~ L99999	低熔点金属及合金	M07001 ~ M07999	碲
M08001 ~ M08999	铀	R07001 ~ R07999	钨
M10001 ~ M19999	镁	R08001 ~ R08999	钒
M20001 ~ M29999	锰	R10001 ~ R19999	铍

续表

M30001 ~ M39999	硅	R20001 ~ R29999	铬
P00001 ~ P99999	贵金属及合金	R30001 ~ R39999	钴
P00001 ~ P00999	金	R40001 ~ R49999	镍
P01001 ~ P01999	铀	R50001 ~ R59999	钛
P02001 ~ P02999	钼	R60001 ~ R69999	锆
P03001 ~ P03999	钽	W00001 ~ W99999	按焊接沉积成分分类的焊接填充金属
P04001 ~ P04999	铂	W00001 ~ W09999	碳素钢(含有并非有意加入的合金元素)
P05001 ~ P05999	铯	W10000 ~ W19999	锰 - 钼低合金钢
P06001 ~ P06999	钨	W20000 ~ W29999	低镍合金钢
P07001 ~ P07999	银	W30000 ~ W39999	奥氏体不锈钢
R00001 ~ R99999	活泼及高熔点金属与合金	W40000 ~ W49999	铁素体不锈钢
R01001 ~ R01999	硼	W50000 ~ W59999	低铬合金钢
R02001 ~ R02999	钪	W60000 ~ W69999	铜基合金
R03001 ~ R03999	钼	W70000 ~ W79999	堆焊合金
R04001 ~ R04999	铌	W80000 ~ W89999	镍基合金
R05001 ~ R05999	钽	Z00001 ~ Z99999	锌及锌合金
R06001 ~ R06999	钍		

①以自然存在的比例使用的稀土(即未分离稀土)。

焊接填充金属分两大类,一类是通过分析填充金属的成分而确定其化学成分(如固态裸线、棒和铸件) 另一类是通过分析焊接沉积层而确定其化学成分(如包覆电极、熔剂芯与其他金属组成的线材电极)。后者是一个新的系列,用表 1 - 2 - 39 中的字母 W 表示。固态裸线和棒则使用按其成分确定的数字系列表示。

值得注意的是,使用单位不得根据上述的编排方式滥造牌号,以免产生多余的系统和意外的矛盾。

(2)金属与合金的UNS管理 UNS的管理机构有咨询委员会、牌号编制办公室、自愿顾问团等。数字代号的分配者及其所负责的范围如表 1 - 2 - 40 所示。

表 1－2－40 数字代号分配者及其负责的范围

数字代号分配者	负 责 范 围
铝业协会 (AA) 818 Connecticut Ave. N. W. Washington, D. C. 20006 单位 金属统一数字编号系统办公室 电话 : (202) 862—5100 美国钢铁学会 (AISI) 1000 16th St. , N. W. Washington, D. C. 20036 单位 金属统一数字编号系统办公室 电话 : (202) 452—7236 美国焊接学会 (AWS) 550N. W. Lejeune Road P. O. Box 351040 Miami, FL33135 单位 金属统一数字编号系统办公室 电话 : (305) 642—7090 铜业发展协会 (CDA) 405 Lexington Ave. New York, N. Y. 10017 单位 金属统一数字编号系统办公室 电话 : (212) 953—7321 美国材料与试验学会 (ASTM) 1916 Race St. Philadelphia, Pa, 19103	铝及铝合金 UNS数字系列： A00001 ~ A99999 碳钢及合金钢 UNS数字系列： G00001 ~ G99999 H 钢 UNS数字系列： H00001 ~ H99999 工具钢 UNS数字系列 T00001 ~ T99999 焊接填充金属 UNS数字系列： W00001 ~ W99999 铜及铜合金 UNS数字系列： C00001 ~ C99999 稀土及稀土类金属与合金 UNS数字系列： E00001 ~ E99999 低熔点金属及合金 UNS数字系列：

续表

数字代号分配者	负 责 范 围
单位 金属统一数字编号系统办公室 电话 :(215) 299—5521	L00001 ~ L99999 其他钢与铁合金 UNS数字系列： K00001 ~ K99999 其他有色金属及合金 UNS数字系列： M00001 ~ M99999 铸钢 UNS数字系列： J00001 ~ J99999 耐热钢与不锈钢 UNS数字系列： S00001 ~ S99999 锌及锌合金 UNS数字系列： Z00001 ~ Z99999 贵金属及合金 UNS数字系列： P00001 ~ P99999 铸铁及铸钢 UNS数字系列： F00001 ~ F99999
汽车工程师协会(SAE) 400 Commonwealth Drive Warrendale, Pa. 15096 单位 金属统一数字编号系统办公室 电话 :(412) 776—4841	镍及镍合金 UNS数字系列： N00001 ~ N99999 按力学性能分类的钢 UNS数字系列： D00001 ~ D99999 活泼及高熔点金属与合金 UNS数字系列： R00001 ~ R99999

(3)按UNS系统编制牌号的程序 编制UNS牌号仅限于工业应用的金属与合金。需要编制新牌号时,务必经过核对,检查最近已编制的全部UNS牌号,确定牌号是否适用。在编制UNS牌号及研究整个牌号编排时,通常按含量占优势的金属或合金元素决定待编牌号的打头字母。在没有一个元素是主要合金元素的情况下,则根据工业生产和其他因素决定打头字母。凡需要编制新的UNS牌号的金属及合金,其成分(或其他性能,如使用性能)必须与已经编入UNS系统中的金属及合金明显不同。如需要编号的金属及合金主要是由不同的成分来区别的,则应报告化学成分及含量范围。如需要编号的金属及合金主要是由不同的力学性能(或其他性能)来区别的,则应报告性能及其范围。如果有决定性能的元素,则需报告决定性能的化学元素名称及其含量范围。

对要求编制新牌号者,应填写“ UNS牌号编制申请书”,任何一个UNS牌号编制办公室(见表1-2-40)的申请书均有效。申请者在申请书中应注明基体元素和其他重要特性(例如,“铸造”)及通用名称(如,“铜币合金”、“沃斯帕洛依”)。如果合金不是由50%的单一合会元素(质量分数)组成,而是由两种合金元素组成,则按含量递减顺序注明两种主要合金元素,若两种合金元素没有一种含量(质量分数)在50%以上,则应填写含量较多的三种合金元素,依此类推。申请书和数据输入卡详见ASTM E527。对各种金属材料牌号负责的UNS牌号编制办公室如表1-2-40所示。

2. 美国铝及铝合金牌号表示方法

美国铝业协会变形铝及铝合金标记方法,即所谓的4位数字代号表示方法(1954年出版了说明这种标记方法的小册子),1957年被定为美国标准(ANSI H35.1—1957)。美国铝的主要生产者从1954年10月开始采用这种标记方法。此后,美国军用标准、美国汽车工程师协会、美国材料与试验协会等都相继采用这种标记方法,并推广到其他国家。4位数字代号表示方法如表1-2-41所示。

表 1-2-41 铝及铝合金数字代号

铝及铝合金	使用的数字代号	铝含量及 7 个合金系
铝	1 × × ×	铝(质量分数)不小于 99%
铝合金系 (按合金元素分)	2 × × ×	铝 - 铜
	3 × × ×	铝 - 锰
	4 × × ×	铝 - 硅
	5 × × ×	铝 - 镁
	6 × × ×	铝 - 镁和硅
	7 × × ×	铝 - 锌
	8 × × ×	铝 - 其他元素
备 用	9 × × ×	

表中“ × ”用以代表阿拉伯数字。

1 × × × 表示纯铝,最低铝含量(质量分数)不小于 99.00%,4 位数字中的最右边两位数字是该纯铝百分含量(精确到 0.01%)小数点右边的两位数字,如 1075 表示铝含量(质量分数)最少为 99.75%。

1 × × × 中的第 2 位数字用于表示对杂质含量的限制,如果这个数字为 0,就表明对单个杂质元素不需要特别控制 如果是 1~9 中的一个整数,则表明对一个或多个杂质元素有特定的要求。例如,1075、1175、1275 表示同样纯度的铝(99.75% Al),但 1175、1275 表明需要特别控制一个或多个杂质元素,而 1075 则对单个杂质无特定要求。

铝合金代号的 4 位数字中,第 1 位数字的含义已如表 1-2-41 所示。最右边的两位数字没有什么特定的意义,只是用以区分该合金系中的不同铝合金,只有当该系的新合金发展到工业上应用时,最右边的两位数字才从 01 开始依次被采用。合金 4 位数字代号中的第 2 位数字用以表示对原始合金的修正,为 0 时则表明该合金是工业上应用的原始合金。例如,2024 是铝-铜系合金中常用的一个原始合金,2124 合金则是 2024 合金的变种,这两个合金在 Fe、Si 的含量(质量分数)上稍有差别,2024 的 Fe、Si 分别规定为不大于 0.50%,而 2124 的 Fe、Si 分别规定为不大于 0.30%和 0.20%。采用 24 作为代号中最右边两位数字是因为过去该合金的代号为 24S。同样,2117 是 2017 的变种合金,5356 和 5456 则是铝镁合金 5056 的变种。

试研合金也按上述方法标记,但在合金代号前冠以 X,当该合金成为标准合金时则去掉 X。

3. 美国铜及铜合金牌号表示方法

美国的铜及铜合金均采用 5 位数字作为代号。这种新的代号系统是在过去 3 位数字代号的基础上,经美国材料与试验协会和美国机动工程师协会共同研究和发展而成的,并成为美国金属与合金统一数字代号制度(UNS)的构成部分。然而,新、旧两种代号表示方法之间仍有着紧密的联系和显而易见的继承性。如原来代号为 No.377(锻造黄铜)的铜合金,在 UNS 制度中变为 C37700。新旧两种代号表示方法并不会造成合金代号的混淆,并且在合金代号的转变交替时期将共同存在并使用若干年。但近期的新合金则均按 5 位数字编号命名。

5 位数字代号对铜及铜合金规定的编号范围如下。

- 加工合金 铜 C10000 ~ C15999
- 铜合金 C16000 ~ C79999
- 铸造合金 铜 C80000 ~ C81199
- 铜合金 C81300 ~ C99999

在上述 5 位数字代号右边 4 位数字代号的‘区间’中,可根据字母 C 后的第 1 位及第 2 位数字区别各种不同的合金系,或辨认该合金中的主要合金组元。

美国现有合金系的 5 位数字代号实际编号情况、铜合金数,以及各合金系中最常用的合金数如表 1-2-42 和表 1-2-43 所示。

表 1-2-42 加工铜及铜合金

加工铜及铜合金	实际编号情况	现有合金数	最常用合金数
铜	C10100 ~ C15760	48	41
高铜合金	C16200 ~ C19600	24	19

续表

加工铜及铜合金	实际编号情况	现有合金数	最常用合金数
铜－锌合金	C20500～C28000	18	9
铜－锌－铅合金	C31400～C38600	37	21
铜－锌－锡合金	C40400～C48600	31	19
铜－锡合金	C50100～C52400	12	5
铜－锡－铅合金	C53200～C54800	4	1
铜－铝合金	C60600～C64400	25	17
铜－硅合金	C64700～C66100	9	2
其他铜－锌合金	C66400～C69910	35	9
铜－镍合金	C70100～C72900	27	6
铜－镍－锌合金	C73200～C79900	34	6

表 1－2－43 铸造铜及铜合金

铸造铜及铜合金	实际编号情况	现有合金数	最常用合金数
铜	C80100～C81100	6	6
高铜合金	C81300～C82800	15	13
铜－锡－锌,铜－锡－锌－铅(红黄铜,加铅红黄铜)	C83300～C83800	5	5
半红黄铜,加铅半红黄铜	C84200～C84800	4	4
黄色黄铜,加铅黄色黄铜	C85200～C85800	6	5
锰青铜,加铅锰青铜	C86100～C86800	7	7
铜－锌－硅(硅青铜和硅黄铜)	C87200～C87900	12	12
铜－锡(锡青铜)	C90200～C91700	12	10
铜－锡－铅(加铅锡青铜)	C92200～C92900	8	7
铜－锡－铅(高铅锡青铜)	C93200～C94500	11	9
铜－锡－镍(镍－锡青铜)	C94700～C94900	3	2
铜－铝－铁,铜－铝－铁－镍(铝青铜)	C95200～C95800	8	8
铜－镍－铁(铜镍合金)	C96200～C96600	4	4
铜－镍－锌(镍银)	C97300～C97800	4	4
铜－铅(加铅铜)	C98200～C98800	4	4
特殊合金	C99300～C99750	6	6

在美国,当一种新合金产生后,如果要按 5 位数字代号的表示方法编号命名,则必须具备下述三个条件:

- 1) 合金的全部成分已公开;
- 2) 属商业中应用或已确定在商业中使用的铜及铜合金。
- 3) 其成分不同于任何已经编有代号的合金。

对合金编号命名时,应遵循下述定义和规定。

(1) 铜 金属铜含量(质量分数)至少为 99.3%。

(2) 高铜合金 对加工产品,铜含量(质量分数)小于 99.3% 而大于 96%,不能归入其他任何铜合金组;对铸造产品,铜含量(质量分数)超过 94%,为了获得特殊性能可以加入银。

(3) 黄铜 以锌作为主要的合金化元素,可以含有或不含有标明的其他合金化元素,如铁、铝、镍和硅。加工合金包括 3 个主要的黄铜组:铜锌合金,铜锌铅合金(加铅黄铜),铜锌锡合金(锡黄铜);铸造合金包括 4 个主要的黄铜组:铜锡锌合金;“锰青铜”(高强度黄色黄铜),加铅高强度黄色黄铜,铜锌硅合金。

(4) 青铜 不以锌或镍为主要合金元素的合金。对加工合金,有 4 个主要青铜组:铜锡磷合金,铜锡铅磷合金,铜铝合金,铜硅合金;对铸造合金有 4 个主要的青铜组:铜锡合金,铜锡铅合金,铜锡镍合金,铜铝合金。称为“锰青铜”的合金,由于锌是主要的合金化元素,因此应归于黄铜。

(5) 铜-镍合金 含镍并作为主要合金化元素的合金,含有或不含有其他的合金化元素。

(6) 铜-镍-锌合金 通常称之为“镍银”,以锌、镍为主要合金化元素,含有或不含有其他的合金化元素。

(7) 加铅铜 指一系列含铅等于和大于 20% 的铸造铜合金,通常含有少量的银,但不含锡或锌。

(8) 特殊合金 化学成分不归入上述任何范围的合金。

美国的这种代号表示方法应用范围很广,不仅在北美洲使用,巴西、澳大利亚也采用这种方法。日本所采用的铜合金数字代号则是根据美国原 3 位数字代号确定的。

第三节 有色金属材料状态代号表示方法

状态表征金属材料通过不同的加工工艺和热处理所获得的特有的物理和力学性能,并用特定的符号加以表示。不同状态的金属材料,其物理和力学性能不尽相同。

一、中 国

1. GB340—76《有色金属及合金产品牌号表示方法》对状态代号的规定

中国铜、铝、镁、镍及其他常用有色金属加工产品采用同一种状态代号表示方法,以汉字表示状态名称,用状态名称的第一个汉字的拼音字头表示该状态的代号。中国有色金属加工产品的状态名称及汉语拼音字母代号如表 1-2-44 所示。

表 1-2-44 中国有色金属加工产品状态名称
及汉语拼音字母代号

名 称	采用的汉字及汉语拼音		代号
	汉字	汉语拼音	
热加工	热	re	R
退火(焖火)	焖(软)	men	M
淬火	淬	cui	C
淬火后冷轧(冷作硬化)	淬、硬	cui ying	CY
淬火(自然时效)	硬、自	cui zi	CZ
淬火(人工时效)	淬、时	cui shi	CS
硬	硬	ying	Y
3/4 硬、1/2 硬、1/3 硬、1/4 硬	硬	ying	Y ₁ Y ₂ Y ₃ Y ₄
特硬	特	te	T
淬火后冷轧、人工时效	淬、硬、时	cui ying shi	CYS
热加工、人工时效	热、时	re shi	RS
淬火、自然时效,冷作硬化	淬、自、硬	cui zi ying	CZY
淬火、人工时效、冷作硬化	淬、时、硬	cui shi ying	CSY

2. GB/T16475—1996《变形铝及铝合金状态代号》对状态代号的规定

1996 年中国发布了 GB/T16475—1996《变形铝及铝合金状态代号》,代替 GB340—76《有色金属及合金产品牌号表示方法》中有关铝及铝合金产品状态代号部分,自然过渡,国内过去使用的状态代号仍可继续使用,但新编制的技术文件应使用新的状态代号,暂不限定过渡时间。铝及铝合金加工产品新的状态代号如下。

(1)基本原则 基础状态代号用一个英文大写字母表示。细分状态代号采用在基础状态代号后跟一位或多位阿拉伯数字表示。

(2)基础状态代号 基础状态代号分为 5 种,其名称、说明与应用如表 1-2-45 所示。

表 1-2-45 基础状态代号、名称、说明与应用

代号	名称	说明与应用
F	自由加工状态	适用于在成型过程中,对于加工硬化和热处理条件无特殊要求的产品,对该状态产品的力学性能不作规定
O	退火状态	适用于经完全退火获得最低强度的加工产品
H	加工硬化状态	适用于通过加工硬化提高强度的产品,产品在加工硬化后可经过(也可不经过)使强度有所降低的附加热处理。H 代号后面必须跟有两位或三位阿拉伯数字

续表

代号	名称	说明与应用
W	固溶热处理状态	一种不稳定状态,仅适用于经固溶热处理后,室温下自然时效的合金,该状态代号仅表示产品处于自然时效阶段
T	热处理状态(不同于F、O、H状态)	适用于热处理后,经过(或不经过)加工硬化达到稳定状态的产品。 T代号后面必须跟有一位或多位阿拉伯数字

(3)细分状态代号

a.H 的细分状态在字母 H 后面添加两位阿拉伯数字(称作 H××)状态,或三位阿拉伯数字(称作 H×××状态)表示 H 的细分状态。

a)H××状态 H 后面的第 1 位数字表示获得该状态的基本处理程序。

H1——单纯加工硬化状态。适用于未经附加热处理,只经加工硬化即获得所需强度的状态。

H2——加工硬化及不完全退火的状态。

H3——加工硬化及稳定化处理的状态。

H4——加工硬化及涂漆处理的状态。

H 后面的第 2 位数字表示产品的加工硬化程度。数字 8 表示硬状态。1~9 各数字表示的加工硬化程度如下。

H×1——抗拉强度极限为 0 与 H×2 状态的中间值。

H×2——抗拉强度极限为 0 与 H×4 状态的中间值。

H×3——抗拉强度极限为 H×2 与 H×4 状态的中间值。

H×4——抗拉强度极限为 0 与 H×8 状态的中间值。

H×5——抗拉强度极限为 H×4 与 H×6 状态的中间值。

H×6——抗拉强度极限为 H×4 与 H×8 状态的中间值。

H×7——抗拉强度极限为 H×6 与 H×8 状态的中间值。

H×8——硬状态。

H×9——超硬状态,最小抗拉强度极限值超过 H×8 状态至少 10MPa。

b)H×××状态

H111——适用于最终退火后又进行了适量的加工硬化,但加工硬化程度又不及 H11 状态的产品。

H112——适用于热加工成型的产品。该状态产品的力学性能有规定的要求。

H116——适用于镁含量(质量分数)≥4.0%的 5×××系合金制成的产品。这些产品具有规定的力学性能和抗剥落腐蚀性能要求。

花纹板的状态代号和其对应的、压花前的板材状态代号如表 1-2-46 所示。

b.T 的细分状态

在字母 T 后面添加一位或多位阿拉伯数字表示 T 的细分状态。

a)T× 状态 在 T 后面添加 0 ~ 10 中的阿拉伯数字,表示 T 细分状态(称作 T× 状态),T 后面的数字表示对产品的基本处理程序,T× 细分状态代号的意义及应用如下。

表 1-2-46 花纹板和其压花前的板材状态代号对照

花纹板的 状态代号	压花前的 板材状态代号	花纹板的 状态代号	压花前的 板材状态代号
H114	O	H164	H15
		H264	H25
		H364	H35
H124	H11	H174	H16
H224	H21	H274	H26
H324	H31	H374	H36
H134	H12	H184	H17
H234	H22	H284	H27
H334	H32	H384	H37
H144	H13	H194	H18
H244	H23	H294	H28
H344	H33	H394	H38
H154	H14	H195	H19
H254	H24	H295	H29
H354	H34	H395	H39

T0——固溶热处理后,经自然时效再通过冷加工的状态。适用于经冷加工提高强度的产品。

T1——由高温成型过程冷却,然后自然时效至基本稳定的状态。适用于由高温成型过程冷却后,不再进行冷加工的产品。

T2——由高温成型过程冷却,经冷加工后自然时效至基本稳定的状态。适用于由高温成型过程冷却后,进行冷加工、或矫直、矫平以提高强度的产品。

T3——固溶热处理后进行冷加工,再经自然时效至基本稳定的状态。适用于在固溶热处理后,进行冷加工、或矫直、矫平以提高强度的产品。

T4——固溶热处理后自然时效至基本稳定的状态。适用于固溶热处理后,不再进行冷加工的产品。

T5——由高温成型过程冷却,然后进行人工时效的状态。适用于由高温成型过程冷却后,不经过冷加工予以人工时效的产品。

T6——固溶热处理后进行人工时效的状态。适用于固溶热处理后,不再进行冷加工的产品。

T7——固溶热处理后进行过时效的状态。适用于固溶热处理后,为获取某些重要特性,在

人工时效时,强度在时效曲线上越过了最高峰点的产品。

T8——固溶热处理后经冷加工,然后进行人工时效的状态。适用于经冷加工、或矫直、矫平以提高强度的产品。

T9——固溶热处理后人工时效,然后进行冷加工的状态。适用于经冷加工提高强度的产品。

T10——由高温成型过程冷却后,进行冷加工,然后人工时效的状态。适用于经冷加工、或矫直、矫平以提高强度的产品。

b) $T \times \times$ 状态及 $T \times \times \times$ 状态(消除应力状态除外)

在 $T \times$ 状态代号后面再添加一位阿拉伯数字(称作 $T \times \times$ 状态),或添加两位阿拉伯数字(称作 $T \times \times \times$ 状态),表示经过了明显改变产品特性(如力学性能、抗腐蚀性能等)的特定工艺处理的状态。 $T \times \times$ 及 $T \times \times \times$ 细分状态代号的说明与应用如下。

T42——适用于自 O 或 F 状态固溶热处理后,自然时效到充分稳定状态的产品,也适用于需方对任何状态的加工产品热处理后,力学性能达到了 T42 状态的产品。

T62——适用于自 O 或 F 状态固溶热处理后,进行人工时效的产品,也适用于需方对任何状态的加工产品热处理后,力学性能达到了 T62 状态的产品。

T73——适用于固溶热处理后,经过时效以达到规定的力学性能和抗应力腐蚀性能指标的产品。

T74——与 T73 状态定义相同,该状态的抗拉强度大于 T73 状态,但小于 T76 状态。

T76——与 T73 状态定义相同,该状态的抗拉强度分别高于 T73、T74 状态,抗应力腐蚀断裂性能分别低于 T73、T74 状态,但其抗剥落腐蚀性能仍较好。

$T7 \times 2$ ——适用于自 O 或 F 状态固溶热处理后,进行人工过时效处理,力学性能及抗腐蚀性能达到了 $T7 \times$ 状态的产品。

T81——适用于固溶热处理后,经 1% 左右的冷加工变形提高强度,然后进行人工时效的产品。

T87——适用于固溶热处理后,经 7% 左右的冷加工变形提高强度,然后进行人工时效的产品。

c)消除应力状态 在上述 $T \times$ 、 $T \times \times$ 或 $T \times \times \times$ 状态代号后面添加“51”、“510”、“511”、“52”或“54”表示经过了消除应力处理的产品状态代号。消除应力状态代号及说明与应用如表 1-2-47 所示。

表 1-2-47 消除应力状态代号说明与应用

状态代号	说明与应用
$T \times 51$ $T \times \times 51$ $T \times \times \times 51$	适用于固溶热处理或自高温成型过程冷却后,按规定量进行拉伸的厚板、轧制或冷精整的棒材以及模锻件、锻环或轧制环,这些产品拉伸后不再进行矫直 厚板的永久变形量为 1.5% ~ 3% 轧制或冷精整棒材的永久变形量为 1% ~ 3% 模锻件、锻环或轧制环的永久变形量为 1% ~ 5%

续表

状态代号	说明与应用
T×510 T××510 T×××510	适用于固溶热处理或自高温成型过程冷却后,按规定量进行拉伸的挤制棒、型和管材,以及拉制管材,这些产品拉伸后不再进行矫直 挤制棒、型和管材的永久变形量为 1%~3% 拉制管材的永久变形量为 1.5%~3%
T×511 T××511 T×××511	适用于固溶热处理或自高温成型过程冷却后,按规定量进行拉伸的挤制棒、型和管材,以及拉制管材,这些产品拉伸后可略微矫直以符合标准公差 挤制棒、型和管材的永久变形量为 1%~3% 拉制管材的永久变形量为 1.5%~3%
T×52 T××52 T×××52	适用于固溶热处理或自高温成型过程冷却后,通过压缩来消除应力,以产生 1%~5%的永久变形量的产品
T×54 T××54 T×××54	适用于在终锻模内通过冷整形来消除应力的模锻件

c. W 的消除应力状态 正如 T 的消除应力状态代号表示方法,可在 W 状态代号后面添加相同的数字(如 51、52、54),以表示不稳定的固溶热处理及消除应力状态。

(4)与原状态代号相应的新代号 原状态代号与新代号的相应关系如表 1-2-48 所示。

表 1-2-48 原状态代号与新代号相应关系

原代号	新代号	原代号	新代号
M	0	CYS	T×51、T×52 等
R	H112 或 F	CZY	T0
Y	H×8	CSY	T9
Y1	H×6	MCS	T62
Y2	H×4	MCZ	T42
Y4	H×2	CGS1	T73
T	H×9	CGS2	T76
CZ	T4	CGS3	T74
CS	T6	RCS	T5

注 原以 R 状态交货的、提供 CZ、CS 试样性能的产品,其状态可分别对应新代号 T62、T42。

二、德 国

德国对状态表示方法虽未制定统一的标准,但从其现行标准可以看出,在以化学元素符号为基础的牌号系统中,遵循一种约定的状态表示规则,而在数字代号系统中,则作出了详细的规定。

1. 牌号系统中状态代号表示方法

在以化学元素符号为基础的牌号中,材料的状态、特殊性能和处理加工方法等用字母(个别情况用数字)表示。

据对现行 DIN 标准统计,已使用的有关字母及其含义如下:

P——挤制(主要是管、棒、型材),不规定力学性能;

zh——拉制(主要是管、棒、型、线材),不规定力学性能。因经轻度拉拔,尺寸精度有所提高;

w——软态,后接数字是以 N/mm^2 (kgf/mm^2) 为单位的最低抗拉强度值;

wh——轧制(热、冷);

g——淬火;

G——回火,后接数字是以 N/mm^2 (kgf/mm^2) 为单位的最低抗拉强度值;

ho——扩散退火;

ta——部分人工时效;

wa——人工时效;

K——应保证晶粒度,后接数字是平均晶粒直径(mm)的千倍;

F——材料的强度符号,后接数字是以 N/mm^2 (kgf/mm^2) 为单位的最低抗拉强度值;

H——维氏硬度标记,后接数字是维氏硬度的最小值;

L35、L45、L50 等——导电性能最小值,以 $\text{m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2)$ 为单位;

NK——轧制自然边缘;

BK——火焰切割边缘;

GK——切边;

SK——特殊边缘;

BKA——气割;

BKP——等离子切割;

GKV——多角(多边)切割;

GKR——圆盘剪切;

DKF——车制;

DKH——车至成品尺寸。

上述符号一般置于成分标记部分之后。对软态(W)、回火(G)、应变硬化强度(F),要在字母代号后标出以 N/mm^2 (kgf/mm^2) 为单位的最低抗拉强度值。在其他状态下,则不标名义强度值。

以下例说明。

(1)用 CuZn39Pb2(Ms58) 材料生产的棒材,当不规定力学性能值时,其挤制棒的牌号记为

CuZn39Pb2P,而拉制棒的牌号记为 CuZn39Pb2zh。

(2) CuZn39Sn (SoMs60) 材料经冷作硬化后抗拉强度应不小于 340N/mm^2 时,其牌号记为 CuZn39SnF35。

(3) 用金属模铸造的高温时效的 AlSi10Mg 标记为 GK - AlSi10Mgwao。

(4) CuZn30 合金要求保证晶粒度在 $0.015 \sim 0.030\text{mm}$ 时,标记为 CuZn30K20。当对这种材料要求用硬度代替拉伸力学性能,例如维氏硬度不小于 55 时,标记为 CuZn30H55。

(5) 经回火处理,抗拉强度不小于 150N/mm^2 的 AlMg2Mn0.3 标记为 AlMg2Mn0.3W15。

(6) 抗拉强度不小于 210N/mm^2 的 E - Cu58 线材经镀锡制成电工用镀锡铜线,如要求可钎焊性能不能有老化的质量等级 (V2),标记为 E - Cu58F21 - V2。

2. 数字代号系统中状态代号表示方法

在由 7 位数字组成的材料代号中,最后 2 位数字专门用以表示材料最终经受的加工处理种类和材料所处的力学性能状态。这 2 位数字与前面的成分标记数字之间用点隔开。在这 2 位数字中,左边一位数字 (0 ~ 9) 表示状态的大系列,右边一位数字表示状态大系列的细分。从 00 ~ 99 的各个 2 位数所代表的状态及其含义如下。

0 系为不加处理的：

- .00——粗金属、粉末、海绵体等；
- .01——砂模铸件；
- .02——金属模铸件；
- .03——离心铸件；
- .04——连续铸件；
- .05——压铸件；
- .06——烧结件；
- .07——热压或热拉；
- .08——挤压或热锻(自由锻)；
- .09——特殊的。

1 系为软的：

- .10——软、无晶粒大小指标；
- .10 ~ .18——软、有晶粒大小指标；
- .19——软、特殊要求的。

2 系为冷加工硬化的：

- .20——压延或拉伸,无预定的强度值；
- .21——压延,消除应力或拉伸,消除应力的；
- .22——1/8 硬；
- .23——1/8 硬,消除应力的；
- .24——1/4 硬；
- .25——1/4 硬,消除应力的；
- .26——半硬；
- .27——半硬,消除应力的；
- .28——3/4 硬；

.29——特殊的。

3 系为冷加工硬化(硬及特硬)：

.30——硬；

.31——硬,消除应力的；

.32——韧硬；

.33——韧硬,消除应力的；

.34——双倍韧硬；

.35——双倍韧硬,消除应力的；

.36——超双倍韧硬；

.37——超双倍韧硬,消除应力的；

.38——备用；

.39——特殊的。

4 系为固溶处理后不进行机加工：

.40——固溶处理的；

.41——固溶处理及室温时效硬化；

.42——固溶处理及室温时效的变种；

.43——均匀化的；

.44——加热和急速冷却的；

.45 ~ .47——备用；

.48——不完全固溶(如 浇铸后或热挤压后的状态)急速冷却的；

.49——特殊的。

5 系为固溶处理后冷作的：

.50——固溶处理后冷作的；

.51——固溶处理后室温时效、矫直的；

.52——固溶处理后室温时效、矫直的另一变种；

.53——固溶处理冷作硬化的；

.54——固溶处理冷作硬化至 $1/4$ 硬；

.55——固溶处理冷作至 $1/2$ 硬；

.56——固溶处理冷作至硬；

.57——备用；

.58——备用；

.59——特殊的。

6 系为人工时效后不进行机加工的：

.60——固溶处理、人工时效的(仅适用于人工时效前室温下时效对力学性能没有影响的)；

.61——固溶处理、人工时效的(事先经过或不经过人工时效)；

.62——固溶处理、人工时效的变种；

.63——备用；

.64——备用；

- .65——备用；
 - .66——未经特殊固溶处理和人工时效的；
 - .67——未经特殊固溶处理和人工时效的一种变种；
 - .68——在不完全固溶状态下(如浇铸)急速冷却,人工时效的；
 - .69——特殊的。
- 7 系为人工时效硬化后冷作的：
- .70——固溶处理、冷作、人工时效的；
 - .71——固溶处理、矫直、人工时效的；
 - .72——固溶处理、矫直、人工时效的另一变种；
 - .73——固溶处理、冷加工硬化、人工时效的；
 - .74——固溶处理、冷加工硬化至 $1/4$ 硬后人工时效的；
 - .75——固溶处理、冷加工硬化至 $1/2$ 硬后人工时效的；
 - .76——固溶处理、冷加工硬化至硬态后人工时效的；
 - .77——固溶处理、冷加工硬化、人工时效、冷加工硬化的；
 - .78——不完全固溶(如浇铸)、急速冷却、人工时效、冷加工硬化；
 - .79——特殊的。
- 8 系为消除应力且事前未经过加工硬化的：
- .80——备用；
 - .81——消除应力的砂模铸件；
 - .82——消除应力的金属模铸件；
 - .83——消除应力的离心铸件；
 - .84——消除应力的连续铸件；
 - .85——消除应力的压铸件；
 - .86——备用；
 - .87——热压延、消除应力或热拉、消除应力的；
 - .88——热挤压、消除应力或热锻、消除应力的；
 - .89——特殊的。
- 9 系为特殊处理的(例如稳定化处理)：
- .90——备用；
 - .91——砂模铸件、特殊处理的；
 - .92——金属模铸件、特殊处理的；
 - .93——离心铸件、特殊处理的；
 - .94——备用；
 - .95——压铸件、特殊处理的；
 - .96——烧结件、特殊处理的；
 - .97——加工半制品、特殊处理的；
 - .98——加工半制品、特殊处理的；
 - .99——特殊的。

三、法 国

1. 铜、镍及其合金状态代号

法国标准 NF A02 - 008 规定了铜及铜合金、镍及镍合金加工产品最常用的交货状态代号, 与国际标准(ISO)基本一致。状态代号表明产生各种状态所采用的基本处理工艺。不同的基本状态分别用不同的字母表示。必要时, 基本状态可以再细分, 以表明热处理的特定类型或所达到的力学性能, 有的还表明材料的物理性能。

(1) 基本状态代号 铜、镍及其合金的基本状态代号为:

F——热加工状态, 表示在热状态下制造(如轧制、挤制、锻制等) 不进行任何热处理的产品;

O——退火或再结晶状态, 适用于最终经退火处理的产品;

H——冷作硬化状态, 适用于退火后进行冷加工(轧制、拉制等) 以保证其力学性能的产品;

T——热处理状态, 即经热处理后产生的稳定状态。这种热处理可以选择, 有时也可以与冷加工相结合, T 后总缀有表明稳定处理工序的第 2 个字母。

(2) 基本状态的细分

F 状态不再细分。

O 状态可细分为 O 和 OS 两种状态。O 表示完全退火(完全再结晶) 状态, 没有任何特别的说明; OS 表示是在某种条件下完成的完全退火状态, 以获得符合产品标准中规定的平均晶粒度界限值。OS 后用数字表示材料所具有的、符合规定界限值的名义平均晶粒度。

H 状态细分时, 用 H 后接的 2 位数字来分别表示材料的状态以及通过某种处理后材料所具有的不同力学性能。

H 后接第 1 位数字的含义如下:

H1——冷作硬化状态, 适用于仅通过冷加工而不依赖附加的热处理来获得所要求力学性能的产品;

H2——冷作硬化、不完全退火状态, 适用于经冷加工使材料超出规定的硬化程度, 而后再不完全退火处理使其强度恢复到所规定数值的产品;

H3——冷作硬化、消除应力状态, 适用于铜、镍及其合金冷作硬化后进行消除应力处理, 以显著提高材料在拉应力作用下的耐蚀性或尺寸稳定性。

H 后接的第 2 位数字(1、2、3……) 随力学性能数值的增大而依次递增排列, 如 H11、H12、H13…; H21、H22、H23…。力学性能的数值则在产品标准中规定。

T 表示经热处理而获得状态不同于 F、O、H 状态的产品, 可细分为:

TA——高温成型后控制冷却状态, 适用于高温成型(如热挤压) 后控制冷却(通常是快速冷却) 的产品, 这种热处理除有时要平整或矫直外, 不进行任何冷加工;

TB——固溶处理、淬火状态, 适用于经固溶处理后进行淬火的产品, 这种热处理除有时要平整或矫直外, 不进行任何冷加工;

TC——高温成型、控制冷却、冷加工状态, 适用于高温成型后进行控制冷却并进行冷加工的产品;

TD——固溶处理、淬火、冷加工状态,适用于经固溶处理后淬火并控制冷加工的产品；

TE——高温成型、控制冷却、回火状态,适用于高温成型后控制冷却,最后进行回火的产品(TA 状态的产品回火后可以获得此状态)；

TF——固溶处理、淬火和回火状态,适用于固溶处理后淬火并进行回火处理的产品(TB 状态的产品经回火可获得此状态)；

TG——高温成型、控制冷却、冷加工、回火状态,适用于高温成型后控制冷却并经控制冷加工后回火的产品(TC 状态的产品经回火可获得此状态)；

TH——固溶处理、淬火、冷加工、回火状态,适用于经固溶处理后淬火并控制冷加工,再进行回火处理的产品(TD 状态产品经回火可获得此状态)；

TK——高温成型、控制冷却、回火、冷加工状态,适用于高温成型后控制冷却,再经回火处理后控制冷加工的产品(TE 状态的产品经冷加工可获得此状态)；

TL——固溶处理、淬火、回火、冷加工状态,适用于固溶处理后淬火、回火,然后控制冷加工的产品(TF 状态的产品经冷加工可获得此状态)。

2. 变形铝及铝合金状态代号

变形铝及铝合金状态代号通常采用两种形式,一种是表示最终获得的强度指标代号,其简单形式是用字母 R 加 1 个或 2 个数字,在某些情况下还可以附加字母 A 或 L;另一种是表示热处理和(或)机加工的代号,这种状态代号称之为“方法代号”。强度指标代号对表示材料的状态特性有时是很充分的,但当它不能准确地表明材料状态时,则采用热处理方法代号。

(1)强度指标代号 所谓强度指标是指给定产品的抗拉强度最小保证值,用最小抗拉强度值的十分之一表示,其单位为 N/mm^2 。当抗拉强度指标最后一个数字等于或大于 5 时,则进位修约成整数。

某些特殊的冶金状态同样可以用强度指标表示,但是当其最小保整值较高时,可用相应的 0.2% 弹性极限值或用伸长率来表示同一水平的强度指标特性,只是须在强度指标代号后加字母 A 以示区别。但应当注意,字母 A 作为合金代号后缀时,其意义是不同的。例如,1050A 或 2017A,此处的 A 是表示其合金成分与基本合金(1050、2017)成分略有不同,其不同之处可能是一处或数处。

涂层产品的强度指标代号后要加字母 L(“L”表示涂漆或涂层)。强度指标代号书写在合金牌号之后。

例 1 直径为 25 ~ 100mm、经济制、淬火后回火,并具有下列最小力学性能的 6060 合金拉制棒 抗拉强度 $\sigma_b \geq 190N/mm^2$ 、屈服强度 $\sigma_{0.2} \geq 150N/mm^2$ 、伸长率 $\delta \geq 10\%$ 。其代号为 6060 - R19。

例 2 厚度为 0.35 ~ 8mm、半硬状态、具有下列最小力学性能的 5052 合金板材： $\sigma_b \geq 235N/mm^2$ 、 $\sigma_{0.2} \geq 180N/mm^2$ 、 $\delta \geq 5\%$ 。其代号为 5052 - R24。

例 3 厚度为 0.35 ~ 6mm、半硬状态的 1100 合金板材,但有两个稍有差异的材料交货状态,具有下列最小力学性能：

	抗拉强度	0.2%弹性极限	伸长率	状态
	σ_b	$\sigma_{0.2}$	δ	
	N/mm^2	N/mm^2	%	
第 1 种情况	110	95	6	H14

第 2 种情况	110	90	9	H24
---------	-----	----	---	-----

该板材的强度指标代号,第 1 种情况为 1100 - R11 第 2 种情况为 1100 - R11A。

例 4 具有下列最小力学性能的 3003 合金涂漆带材 $\sigma_b \geq 140\text{N/mm}^2$ 、 $\sigma_{0.2} \geq 110\text{N/mm}^2$ 、 $\delta \geq 6\%$,其代号为 3003 - R14L。

制造原始状态(F)、退火状态(O)、平整的退火状态(H111 和 H112)不适用于用强度指标表示材料的状态。

(2) 冶金状态—加工方法代号基本冶金状态用以下几个字母表示：

F——制造原始状态,适用于通过塑性变形获得对力学性能无特定要求的产品。

O——退火状态,适用于经热处理(退火)获得最低强度且尺寸稳定的产品；

H——冷作硬化状态,适用于经塑性变形、有时加热到适当温度进行稳定化处理或调质处理的冷作硬化的产品；

T——经热处理硬化的状态。热处理工序有固溶处理(分开或不分开)、淬火、时效、回火,这些工序可以部分或全部组合采用,有时也与塑性变形结合使用。T 状态不同于 F、O、H 状态。

F 和 O 状态不再细分,而 H 和 T 状态要细分。

a. H 状态的细分 H 后往往要接 2~3 位数字。

第 1 位数字为 1、2、3,表示获得产品的主要方式。其中：

H1——冷作硬化状态；

H2——冷作硬化后调质处理；

H3——冷作硬化后稳定化处理。

第 2 位数字表示材料的硬度级别：

数字 8——具有高的硬度级别,是用常规工艺、退火后经 75% 的冷变形而获得的最终抗拉强度值(退火后经 75% 冷变形的状态称为“硬状态”)。代号为 H18,相应于 H2、H3 的硬状态代号为 H28、H38；

数字 4——抗拉强度值相当于退火状态(O)和硬状态(H18)之间的中间值,称为“1/2 硬状态”,代号为 H14(或 H24、H34)；

数字 2——抗拉强度值相当于退火状态(O)和 1/2 硬状态之间的中间值,称为“1/4 硬状态”,代号为 H12、H22 或 H32；

数字 6——抗拉强度值相当于硬状态和 1/2 硬状态之间的中间值,称为“3/4 硬状态”,代号为 H16、H26 或 H36；

数字 9——抗拉强度值高于硬状态的抗拉强度值,称为“特硬状态”,代号为 H19、H29 或 H39。

其他的抗拉强度值若与两相邻状态的抗拉强度的中间值相当时,则采用奇数作第 2 位数字。例如,当抗拉强度值相当于 O 状态与 1/4 硬状态(H12)的中间值时,称为“1/8 硬状态”,代号为 H11、H21 或 H31。

某些合金不能承受 75% 的冷变形量而达到 H18(H28、H38)硬状态。对这类合金可按 55%、35% 的变形量确定 3/4 硬状态、1/2 硬状态。

在特殊情况下,如对涂漆产品,波纹板和花纹板,平整、矫直或有特殊要求的产品等,在状态代号中还要附加第 3 位数字。

第 3 位数字的使用情况分述如下。

数字 7——涂漆的板、带材交货时,其冶金状态后加数字 7 表示,如代号 3003H247 表示是经冷作硬化后经调质处理的 1/2 硬状态的 3003 合金涂漆板(或带)。

数字 4(或 5)——对经轧制或经滚轧机变形等操作而产生一定程度冷作硬化的产品(如花纹板、波纹板等),则在代表产品初始状态的第 2 位数字上加 1,再后接第 3 位数字“4”,如 H14 变为 H154,但当第 2 位数字为“9”时,则在“9”后接第 3 位数字“5”,如 H19 变为 H195。

经某种工序最终完成的半成品,为了比较其最终的某种特性,如平直度、薄板的耐蚀性能、应力腐蚀性能,也要用第 3 位数字表示(见表 1-2-49~表 1-2-51)。

b. T 状态的细分 T 后接 1 位或多位数字,用以表示各种类型的热处理状态。第 1 位数字为 1~10(“10”被看作 1 位数字),表示热处理或热加工的一般工序,具体含义为:

- 1——热变形后冷却、时效;
- 2——热变形后冷却、冷作硬化、时效;
- 3——固溶处理、淬火、冷作硬化、时效;
- 4——固溶处理、淬火、时效;
- 5——热变形后冷却、回火;
- 6——固溶处理、淬火、回火;
- 7——固溶处理、淬火、过高温回火;
- 8——固溶处理、淬火、冷作硬化、回火;
- 9——固溶处理、淬火、回火、冷作硬化;
- 10——热变形后冷却、冷作硬化、回火。

某些特殊处理还需加第 2、3…位数字,详见表 1-2-54~表 1-2-59。

表 1-2-49~表 1-2-61 列出了铝及铝合金主要冶金状态代号(加工方法状态代号),其他状态的代号按单个具体的材料标准或合同的规定执行。

表 1-2-49 H1×~H1×× 状态

代号	含义
H1×、H1××	经冷作硬化而获得的稳定状态
H11	经冷作硬化的 1/8 硬状态
H111	经平整或矫直的产品状态,其抗拉强度等于或大于 0 状态,而低于 H11 状态
H112	平整、矫直或原始制造状态的退火产品,其力学性能符合技术条件中规定的界限值
H116	此状态适用于镁含量(质量分数)大于 4% 的铝-镁合金,其力学性能和耐腐蚀性能应符合技术条件的规定
H12	经冷作硬化的 1/4 硬状态
H14	经冷作硬化或经 35% 截面减缩率冷作硬化的 1/2 硬状态
H16	经冷作硬化或经 55% 截面减缩率冷作硬化的 3/4 硬状态
H18	经 75% 截面减缩率冷作硬化的 4/4 硬状态(H18)、特硬状态(H19)。H19 的抗拉强度值高于 H18 状态
H19	

表 1-2-50 H2× ~ H2× × 状态

代号	含义
H2×、H2× ×	经冷作硬化、调质处理后稳定的状态
H22(1/4 硬) H24(1/2 硬) H26(3/4 硬) H28(硬) H29(特硬)	经冷作硬化后在适当温度下精心控制进行调质(或软化处理)而获得各种所希望的稳定状态

表 1-2-51 H3× ~ H3× × 状态

代 号	含 义
H3×、H3× ×	经冷作硬化后进行稳定化处理获得的稳定状态
H31	经冷作硬化后稳定化处理的 1/8 硬状态
H32	经冷作硬化后稳定化处理的 1/4 硬状态
H311 H321	经比 H31 和 H32 更弱一些冷作硬化所获得的状态,主要涉及镁含量(质量分数)大于 4% 的铝-镁合金
H34	经冷作硬化后稳定化处理的 1/2 硬状态
H36	经冷作硬化后稳定化处理的 3/4 硬状态
H38	经冷作硬化后稳定化处理的 4/4 硬状态
H39	特硬状态

表 1-2-52 T1 状态

代 号	含 义
T1	热变形后冷却、时效 用于热成型(挤压、轧制)后冷却并进行自然(室温)时效而获得稳定化的产品,或者经冷加工(如平整或矫直)不影响其力学性能的产品

表 1-2-53 T2 状态

代 号	含 义
T2	热变形后冷却,随后冷塑性变形并时效 用于冷却后冷作硬化以提高力学性能的产品,或者经冷变形(如平整或矫直)对力学性能有影响的产品

表 1-2-54 T3 状态

代 号	含 义
T3	固溶处理、淬火、冷作硬化、时效
T3 × × T3 × × ×	固溶处理后冷却,经塑性变形的产品,这种塑性变形对弥散硬化是十分重要的
T351	固溶处理、淬火、拉伸(根据产品的不同情况)以消除应力、然后时效
T3510	固溶处理、淬火、拉伸以消除应力,拉伸后不允许进行矫直,适用于线材和拉制产品
T3511	固溶处理、淬火、拉伸以消除应力,有时拉伸后进行较轻微的矫直 适用于线材和拉制产品
T352	固溶处理、淬火、经压缩变形(一般为 1% ~ 5%)以消除应力,然后时效

表 1-2-55 T4 状态

代 号	含 义
T4	固溶处理、淬火、时效或预回火
T4 × T4 × × T4 × × ×	固溶处理后随即冷却,不进行塑性变形或进行标准中来考虑的相应较弱的弥散硬化的变形
T42	固溶处理、淬火,不一定要从此状态开始时效,这种处理事实上可由生产厂在交货产品的热处理试样上证实,也可由用户在使用中证实
T451	固溶处理、淬火、拉伸以消除应力,然后时效
T4510	固溶处理、淬火、拉伸以消除应力,拉伸后不经矫直,然后时效
T4511	固溶处理、淬火、拉伸以消除应力,有时在拉伸后经轻微的矫直,然后时效
T452	固溶处理、淬火、压缩变形以消除应力,然后时效

表 1-2-56 T5 状态

代 号	含 义
T5	热变形后冷却、回火
T5 ×	这类代号用于热变形(挤压、轧制)后冷却(夏季快速冷却),经回火能缓慢稳定化(硬化)的产品
T51	热变形后冷却(例如在挤压机出口处急冷)并轻拉回火(‘温柔’回火)而产生比正常的 T5 状态更大的延展性

表 1-2-57 T6 状态

代 号	含 义
T6	固溶处理、淬火、回火
T6 × T6 × ×	固溶处理后淬火并回火的产品状态,在固溶处理和回火之间或在回火后不进行塑性变形,或者进行不影响标准中认可的弥散硬化的变形处理,此状态通常是由相应的 T4 × × 状态经回火而获得
T61	固溶处理、淬火并轻拉回火(‘ 温柔 ’回火)而产生比 T6 正常回火状态更大的延展性
T62	固溶处理、淬火和回火(不一定要从此状态开始)这种处理事实上可由生产厂在交货产品的热处理试样上得到证实,也可由用户在使用中证实
T66	固溶处理、淬火并回火,所产生的机械强度比 T6 正常回火状态(‘ 硬 ’回火)更高
T651	固溶处理、淬火、拉伸以消除应力、然后回火
T6510	固溶处理、淬火、拉伸以消除应力,拉伸后不矫直,然后回火,此状态仅涉及线材和拉制产品
T6511	固溶处理、淬火、拉伸以消除应力,拉伸后有时作轻微矫直,然后回火,此状态涉及线材和拉制产品
T652	固溶处理、淬火、压缩变形以消除应力、然后回火

表 1-2-58 T7 状态

代 号	含 义
T7	固溶处理、淬火、过高温回火
T7 × T7 × × T7 × × ×	经过高温回火以获得预定的某些特性(例如,在应力作用下具有高的耐蚀性)的产品状态
T73 T73 × T73 × × T73 × × ×	固溶处理、淬火、过高温回火 在应力作用下的耐蚀性能是最突出的特性
T7351	固溶处理、淬火、拉伸以消除应力,然后过高温回火
T73510	固溶处理、淬火、拉伸以消除应力,拉伸后不经矫直,然后过高温回火
T73511	固溶处理、淬火、拉伸以消除应力,拉伸后有时经轻微矫直,然后过高温回火

续表

代 号	含 义
T7352	固溶处理、淬火、压缩变形以消除应力,然后过高温回火
T74 T7451 T7452	其定义与 T73 相同,但其抗拉强度高于 T73 状态、而仍低于 T76 状态
T76 或 T761 T7651 T76510 T76511 T7652	其定义与 T73 相同,但是,过高温回火所获得的抗拉强度更高,而在应力作用下的耐蚀性能更低。但层状(薄板)耐蚀性能良好

注 1:T73、T74、T76 之间的性能关系是 抗拉强度递增 而应力作用下的耐蚀性能递减。

表 1-2-59 T8 状态

代 号	含 义
T8 T8 × T8 × × T8 × × ×	固溶处理、冷作硬化、回火 在固溶处理和回火之间进行冷作硬化(或者进行对标准中规定的弥散硬化是很重要的变形处理),最终提高强度的产品状态这些状态通常是由 T8……相应的状态经回火后获得的
T81	固溶处理、淬火、比 T8 更弱一些的冷作硬化,然后回火
T86	固溶处理、淬火、比 T8 更强一些的冷作硬化,然后回火
T851 T851 ×	固溶处理、淬火、拉伸以消除应力,然后回火
T8510	固溶处理、淬火、拉伸以消除应力,拉伸后不经矫直,然后回火
T8511	固溶处理、淬火、拉伸以消除应力,拉伸后有时经轻微矫直,然后回火
T852	固溶处理、淬火、然后压缩变形(一般为 1% ~ 5%)以消除应力,然后回火

表 1-2-60 T9 状态

代 号	含 义
T9	固溶处理、淬火、回火、冷作硬化 适用于回火后冷作硬化最终提高拉伸性能的产品。此状态主要涉及 6000 合金线材,其性能在每个具体技术条件中规定

表 1-2-61 T10 状态

代 号	含 义
T10	热变形后冷却、冷作硬化并回火 适用于热成型(基本上是挤压)后冷却(夏天为快速冷却),象 T5 状态那样,经简单回火能缓慢稳定化(硬化)的产品,但与 T5 状态不同,此处是在回火之前冷作硬化,最终提高抗拉强度 在某些情况下,材料标准中允许此状态与 T8 状态相同,但是,所获得的力学性能在各个具体技术条件中规定

3. 镁及镁合金状态代号

NF A02-007 规定了镁及镁合金加工材交货状态代号表示方法,采用字母结合数字来表示,其一般原则是:不同的交货状态用不同的字母表示,基本状态后接 1 位或多位数字来表示材料一种热处理或机加工周期中各种不同的处理工序。

(1)基本状态代号 镁及镁合金的基本状态代号为:

F——未加工的制造状态,指产品经热加工后不经任何热处理或机加工就可达到所需要的性能;

O——退火状态,这是一种最软的状态,产品通过适当的温度加热后不经硬化处理冷却,在此条件下,允许进行不引起力学性能发生变化的平整或矫直;

H——冷作硬化状态,偶尔也经软化处理,适用于经变形硬化的产品,这类产品随后可加热到或不加热到软化温度或稳定化温度;

T——经热处理硬化状态,热处理包括固溶处理、淬火、时效、回火,有时也结合变形处理,不同的热处理工序在字母 T 后用不同的数字表示。

F、O 两个基本状态不再细分,而 H、T 两个基本状态可以细分。

(2)H 状态的细分 H 后至少要接 2 位数字,有时还要接 3 位数字。

H 后接的第 1 位数字是 1、2 或 3,其含义与铝及铝合金加工材的 H 状态一样,即:

H1——仅冷作硬化,用于通过变形硬化而不经任何使金属变软的软化热处理或稳定化热处理就能达到所需要的硬度的产品;

H2——冷作硬化、随后进行软化热处理状态,适用于经变形硬化而达到高于所要求的硬化程度,继而通过软化(调质)热处理使金属软化,获得所需要的硬化程度的产品。

H3——冷作硬化、随后进行稳定化热处理状态,适用于通过变形硬化并达到稍高于所希望的硬化程度,然后经适当的低温加热使之稳定化的产品。

实际上 H3 只用于那些不稳定的合金或者在室温下缓慢变软的合金。这种软化最终会导致弹性极限和抗拉强度稍微降低而塑性增高。经稳定化处理便会引起迅速硬化并恢复到稳定状态。

H 后接的第 2 位数字是表示经冷作硬化,或经冷作硬化并软化处理(或稳定化处理)所达到的硬化程度。数字 1 表示最小硬化程度(1/8 硬),数字 8 为最高硬化程度(硬状态),中间用数字 2(1/4 硬)、4(1/2 硬)和 6(3/4 硬)表示。

H 有时还后接第 3 位数字,以表示与第 1、2 位数字所表示的主要特性一致,但在程度上有

所不同。第 3 位数字的代号只有经法国标准化协会批准并公布后方可使用。

(3) T 状态的细分 T 状态代号的字母 T 不能单独使用,其后至少要跟 1 位数字来表示所使用的热处理类型。第 1 位数字的含义如下:

T3——固溶处理、淬火、冷作硬化、时效,适用于经淬火后进行旨在改善力学性能的冷作硬化的产品,这种冷作硬化可由平整或矫直赋予;

T4——固溶处理、淬火、时效,适用于淬火后不经任何冷作硬化、或者经平整或矫直而不影响标准中规定的力学性能的产品;

T5——热变形后回火,适用于高温制造并快速冷却(淬火)后进行回火以确定其主要力学性能的产品;

T6——固溶处理、淬火、回火,适用于在淬火和回火之间不经冷作硬化,或经平整(或矫直)而不影响标准规定的力学性能的产品,T4 加回火可获此状态;

T8——固溶处理、淬火、冷作硬化,回火,适用于淬火和回火之间进行冷作硬化以改善力学性能的产品,这种冷作硬化可由平整或矫直赋予,T3 加回火可获此状态;

T10——热变形、冷作硬化、回火,适用于高温制造随后快速冷却(淬火),然后进行旨在改善其力学性能的冷作硬化后直接回火的产品,T5 加冷作硬化可获此状态。

有时在 T3 ~ T10 后再接第 2 位数字,以表明 T3 ~ T10 所表示的热处理类型的差别,这种差别可反映出产品的特性。

第 2 位数字只有经法国标准化协会批准并公布后方可使用。

4. 铸造有色金属及合金的交货状态代号

NF A02 - 002 规定了有色金属及合金铸造产品的制造方法以及经热处理后的交货状态的代号,用字母 Y 结合 2 位数字表示。其中,第 1 位数字表示制造方法;第 2 位数字表示热处理工艺。

表示制造方法的第 1 位数字的含义为:

- 0——未经商定者;
- 1——铸锭;
- 2——砂模铸造铸件;
- 3——金属模铸造铸件;
- 4——压模铸件;
- 5、6——粉末冶金铸件;
- 7——连续铸造铸件;
- 8——离心铸造铸件;
- 9——按有关规定的铸件。

第 2 位数字的含义为:

- 0——不经(或不规定)热处理;
- 1——退火;
- 2——淬火;
- 3——淬火 + 回火;
- 4——淬火 + 时效;
- 5——稳定化处理;

6~8——淬火 + 稳定化处理；

9——按协议进行的热处理。

在标注具体产品的交货状态代号时,需写出合金的牌号,例如含锌(质量分数)40%、金属模铸造且不经热处理的黄铜铸件,其交货状态代号为 CuZn40Y30。

四、国际标准化组织(ISO)

国际标准化组织发布的状态代号表示方法标准只有铝、镁及其合金和铜及铜合金两个标准,既适用于加工产品,也适用于铸造产品。

1. 铜及铜合金状态代号表示方法

(1) 基础状态代号

M——制造状态,适用于在成型过程中,对温度或材料的加工硬化无特殊控制的产品；

O——退火状态,适用于经完全退火的加工产品和退火改善延展性与尺寸稳定性的铸造产品；

H——加工硬化状态(仅用于加工产品),适用于在退火后冷加工的产品或冷加工与不完全退火(或稳定化工艺)相结合以保证达到规定力学性能的产品；

T——经热处理后产生了不同于 M、O 和 H 的状态,适用于通过热处理或通过热处理及加工硬化工艺提高抗拉强度的产品。

(2) O 状态的细分 O 状态可细分为：

O——对晶粒度无任何要求的退火状态；

OS——适用于经特定的退火工艺获得在晶粒度规定范围的铜及铜合金产品。

(3) H 状态的细分 加工硬化的程度按 H 后的字母(A、B、C…)再细分。字母的顺序表示抗拉强度的递增。若铜及铜合金在加工硬化后需要消除应力腐蚀性能或改善机加工后尺寸的稳定性时,可用第 3 个字母‘R’表示,如 HAR、HCR 等。

必要时,H 状态可用第三个字母或数字再进一步细分。

(4) T 状态的细分 T 状态可细分为：

TA——高温成型后冷却并自然时效,适用于高温成型(如铸造或挤压)后控制冷却速度的产品,或自然时效的产品,某些合金在这种状态下性能不稳定；

TB——固溶热处理和自然时效,适用于固溶热处理后,除进行平整或矫直外,不再进行冷加工的产品,某些合金在这种状态下性能不稳定；

TC——高温成型后冷却,冷加工并自然时效,适用于高温成型(如锻造和挤压等)后控制冷却及冷加工量,以提高强度或减小内应力的产品,某些合金在这种状态下性能不稳定；

TD——固溶热处理、冷加工并自然时效,适用于固溶热处理后进行控制加工量的冷加工,以提高强度或减小内应力的产品,某些合金在这种状态下性能不稳定；

TE——高温成型后冷却并沉淀处理,适用于高温成型(如铸造和挤压等)后冷却并进行沉淀处理的产品,对 TA 状态的产品(或在某些情况下对 M 状态的产品)进行沉淀处理即可获得这种状态；

TF——固溶热处理并沉淀处理,适用于在 TB 处理后进行沉淀处理的产品；

TC——高温成型后冷却、冷加工并沉淀处理,适用于 TC 处理后进行沉淀处理的产品；

TH——固溶热处理、冷加工并沉淀处理,适用于 TD 处理后进行沉淀处理的产品;

TK——高温成型后冷却、沉淀处理并冷加工,适用于在 TE 处理后进行控制冷加工量加工的冷加工产品;

TL——固溶热处理、沉淀处理并冷加工,适用于在 TF 处理后进行控制加工量加工的冷加工产品。

必要时,T 状态可用第 3 个字母或数字再进一步细分。

2. 铝、镁及其合金状态代号表示方法(ISO 2107 规定的状态代号)

(1) 基础状态代号

M——热加工状态,适用于从热成型过程中获得某种状态的产品,力学性能界限值适用于此状态的产品;

F——自由加工状态,适用于在成型过程中对温度或加工硬化无特定控制的产品,力学性能界限值不适用于此状态的产品;

O——退火状态。适用于经完全退火获得最低强度的加工产品,以及经退火改善延展性和尺寸稳定性的铸造产品;

H——加工硬化状态(仅用于加工材料),适用于退火(或热成型)后,进行冷加工,或冷加工并经不完全退火或稳定化处理的产品,根据产品最终加工硬化程度的不同,H 状态还可细分;

T——热处理状态(不同于 M、F、O 和 H 状态),适用于经热处理提高了强度、随后进行或不进行冷加工的产品,根据不同的热处理工序,T 状态还可细分。

(2) H 状态的细分 表示主要工序组合的代号为:

H1——加工硬化;

H2——加工硬化和不完全退火;

H3——加工硬化和稳定化处理。

表示最终加工硬化程度的代号为:

H×H——硬;

H×D——抗拉强度接近于 O 与 H×H 状态之间的中间值;

H×B——抗拉强度接近于 O 与 H×D 状态之间的中间值;

H×F——抗拉强度接近于 H×D 与 H×H 状态之间的中间值;

H×J——抗拉强度值至少应超过 H×H 状态 $10\text{N}/\text{mm}^2$ 。

符号×代表 H1、H2、H3 中的 1、2、3。

H×H 状态的抗拉强度按表 1-2-62 的规定,用退火状态的最小抗拉强度值加上某一数值来确定。

根据 H×H 和 O 状态的抗拉强度值确定 H×D、H×B 和 H×F 状态。当获得的抗拉强度值不是以 0 或 5 结尾时,应修约成以 0 或 5 结尾的相邻较大值。

(3) T 状态的细分 T 状态还可细分为:

TA——高温成型后冷却和自然时效,适用于高温成型(如铸造和挤压)后控制冷却速度并自然时效的产品;

TB——固溶热处理和自然时效,适用于固溶热处理后,除需平整和矫直外,不再冷加工的产品,某些合金在该状态下性能不稳定;

TC——高温成型后冷却、冷加工和自然时效,适用于高温成型(如锻造和挤压)后控制冷却速度并按照预定的加工量冷加工以提高强度的产品,某些合金在该状态下性能不稳定;

TD——固溶热处理、冷加工和自然时效,适用于固溶热处理后按照预定的加工量冷加工,以便提高强度或减少内应力的产品,某些合金在该状态下性能不稳定;

表 1-2-62 确定 H×H 状态抗拉强度的数值

退火状态的最 小抗拉强度 /N·mm ⁻²	确定 H×H 状态 时应加的数值 /N·mm ⁻²	退火状态的最 小抗拉强度 /N·mm ⁻²	确定 H×H 状态时 应加的数值 /N·mm ⁻²
≤40	55	165 ~ 200	100
45 ~ 60	65	205 ~ 240	105
65 ~ 80	75	245 ~ 280	110
85 ~ 100	85	285 ~ 320	115
105 ~ 120	90	≥325	120
125 ~ 160	95		

TE——高温成型后冷却和人工时效,适用于高温成型(如铸造或挤压)后冷却并进行人工时效处理的产品;

TF——固溶热处理和人工时效状态,适用于固溶热处理后,除需平整和矫直外,不再冷加工的产品;

TG——高温成型后冷却、冷加工和人工时效,适用于冷加工提高强度的产品;

TH——固溶热处理、冷加工和人工时效,适用于冷加工提高强度的产品;

TL——固溶热处理、人工时效和冷加工,适用于冷加工提高强度的产品;

TM——固溶热处理和稳定化处理,适用于固溶热处理后,经稳定化处理,强度超过了最大界限值,以便保证对某些特性进行控制的产品;

(4)H、T 状态代号的再细分 在基础状态 H 和 T 细分后,如需要的话,可添加字母(或数字),再将其分为两种或多种不同的状态。这种补充标志将按需要分配给特定的合金。

3. 铝及铝合金产品的另一种状态代号(美国的状态代号)

除上述所规定的状态代号外,ISO标准规定,铝及铝合金产品还可用美国的铝、镁及其合金状态代号表示方法。ISO采用的这两种状态代号的对应关系如表 1-2-63 所示。

表 1-2-63 ISO采用的两种状态代号对照

国际标准ISO2107 规定的状态代号			ISO采用美国的状态代号		
	M			H112	
	F			F	
	O			O	
H1B	H2B	H3B	H12	H22	H32
H1D	H2D	H3D	H14	H24	H34

续表

国际标准ISO2107 规定的状态代号			ISO采用美国的状态代号		
H1F	H2F	H3F	H16	H26	H36
H1H	H2H	H3H	H18	H28	H38
H1J	H2J	H3J	H19	H29	H39
	TA			T1	
	TB			T4	
	TC			T2	
	TD			T3	
	TE			T5	
	TF			T6	
	TG			T10	
	TH			T8	
	TL			T9	
	TM			T7	

五、日 本

日本有色金属加工产品,除铝、镁及其合金有状态代号表示方法标准外,其他均无统一的状态代号标准。铝、镁及其合金的状态代号表示方法全部采用了美国的状态代号,铜及铜合金加工材、镍材、钽材等的基础状态代号表示方法也基本与美国铜及铜合金的状态代号表示方法相同。

1. 铝、镁及其合金状态代号表示方法

日本铝、镁及其合金的状态代号表示方法与美国铝、镁及其合金的状态代号表示方法完全相同。

2. 铜、镍、钽及其合金加工产品状态代号表示方法

铜材、镍材、钽材用下列代号表示不同的状态：

- O——软质；
- OL——轻软质；
- OT——退火后时效处理；
- 1/4H——1/4 硬；
- 1/2H——1/2 硬；
- H——硬；
- EH——特硬；
- SH——弹性；
- F——制造状态；
- SR——消除应力状态。

3. 钛及钛合金加工产品状态代号表示方法

钛加工材以加工工艺英文名称的第一个字母或第二个单词的第一个字母表示：

H——热轧(hot - rolled)；

C——冷轧(cold - rolled)；

E——热挤压(hot - extruded)；

D——冷拉(cold drawn)；

W——焊接(as - welded)。

六、俄罗斯

俄罗斯没有制定统一的有色金属加工产品状态代号表示方法国家标准。在俄罗斯标准中,材料状态代号仅出现在材料标志代号中,并在固定的位置上与其他一些代号相连。在有色金属产品标准或有色金属材料手册的材料性能表中并不使用状态代号,而是使用状态名称。

有色金属材料标记的一般顺序是,居其首位的是材料品种(板、带、条、管、棒、线等)的名称,其后依次是表示材料的制造方法、截面形状、制造精度等级、状态的字母代号,再后是材料的尺寸、长度代号、标准号,有时在牌号之后还要用字母代号标出某些特殊条件。材料标记顺序是固定的,但有时也不一定将全部内容标出,当某项内容缺少时,往往用符号“×”代替或者不标。材料标记顺序和内容通常在相应的产品标准中作出规定。

1. 铝、镁及其合金

(1) 铝、镁及其合金材料状态采用字母代号表示,标准中常用的有：

M——退火状态的产品；

1/4H——1/4 冷作硬化的产品(即 1/4 硬)；

1/2H——1/2 冷作硬化的产品(即 1/2 硬)；

3/4H——3/4 冷作硬化的产品(即 3/4 硬)；

H——4/4 冷作硬化的产品(即硬状态)；

H1——强度高于 H 状态的产品(特硬状态)；

T——淬火、自然时效状态；

T1——淬火、人工时效状态；

T4——淬火(均匀化)状态；

TH——淬火、自然时效后冷作硬化状态；

T1H——淬火、人工时效后冷作硬化状态。

电工用铝线的状态代号有所不同,其表示方法如下：

AM——电工用软态铝线；

AITT——半硬态铝线；

AT——硬态铝线；

AT_H——高强度硬态铝线；

ΠAT——矩形截面硬态铝线；

ΠAM——矩形截面软态铝线。

铝箔表面加工状态的字母代号如下：

ΦΓ——光滑表面；

ΦЛ——涂漆表面；
 ΦО——着色表面；
 ΦТ——压花表面；
 ΦОТ——着色压花表面；
 ΦП——印花表面；
 ΦПΦ——单色印花表面；
 ΦПЛ——正面印花、反面涂漆的表面；
 ΦПЛ - ΦПЛ——涂漆或不涂漆印花之前打底色的表面。

(2)铜及其他有色金属 铜及铜合金等其他有色金属材料的状态代号与轻金属(铝、镁)材料的状态代号不同,其字母代号如下:

М——软状态；
 Ч——1/4 硬状态；
 П——1/2 硬状态；
 Т——硬状态；
 О——特硬状态；
 Р——热处理状态；
 微晶锌板还需标志表面状态。

工作表面状态：

Н——非磨光面；
 Ш——磨光面；
 П——抛光面。

非工作表面状态：

ЗП——有保护涂层的；
 БЗ——无保护涂层的；

2. 有关的字母代号

(1)制造方法代号 制造方法代号一般为：

Д——用冷变形(冷轧、拉制)生产的产品(但黄铜棒、锡-锌青铜棒标准中规定用‘Т’表示拉制法生产的棒材)；

Г——用热变形(热轧、挤制)生产的产品(但挤制青铜棒用‘П’表示,挤制铜管和挤制黄铜棒用‘пр’表示)；

Л——用铸造方法生产的产品；

Э——用电解法生产的产品(如用电解法生产的镍带)。

(2)截面形状代号 截面形状是识别材料的重要内容之一,其字母代号如下：

КР——圆形截面；
 ПР——矩形截面；
 КВ——正方形截面；
 ШГ——六角形截面；
 ТР——梯形截面；
 ПТ——半圆形截面(仅对管材而言)；

ОВ——椭圆形截面(仅对管材而言)；

ΠΟ——扁椭圆形截面(仅对管材而言)；

ΦС——异形材截面；

ТБ——内壁端部加厚的钻探管截面；

ТБΠ——内壁端部加厚并带有加厚保护层的钻探管截面。

(3)制造精度等级代号 制造精度等级的字母代号通常位于截面形状代号之后,其代号如下：

Н——普通精度,但在铝及铝合金材料中一般不标出；

Π——较高级精度；

В——最高级精度。

(4)长度代号 长度的字母代号位于规格尺寸之后,其代号如下：

НД——不定尺长度；

МД——定尺长度；

КД——倍尺长度；

МП——较高精度的定尺长度；

БТ——成卷供应的卷材；

КТ——成盘供应的材料(仅用于线材,亦称‘线盘’)。

(5)特殊条件字母代号 特殊条件是指某些需要标志的性能、用途或其他特征。俄罗斯有色金属产品标准中涉及这类的字母代号有：

АМ——抗磁材料(但在管材标准中仅用‘А’表示)；

А——自动机床用材料(仅指棒材),但在青铜棒标准中用‘АВ’表示；

Θ——漆包线；

Π——清除氧化层的线材；

МС——通讯架空铜线；

ΠΠ——高强度(仅用于铝及铝合金带)。

上述字母代号在材料识别标志中的位置,在相应产品标准中予以规定。

七、英 国

英国没有统一规定有色金属材料的状态代号表示方法,只是对铜、铝材料规定了代号系统,并且两者之间亦有相异之处。而对其他材料,多数只是在产品标准的具体条款中以文字来叙述所要求的状态。

1. 英国铝及铝合金状态代号表示方法

(1)加工铝及铝合金 基本状态类别用字母表示。若在大类之内还需细分时,则采用数字或第二个字母。常见的状态代号及其含义如下：

М——制造状态,对材料性能无特定控制；

О——退火状态,通常指材料经完全退火而处于最低强度的状态；

H1 ~ H8——强度递增的加工硬化状态,是指为保证所规定的力学性能,材料在退火(或热成型)或冷加工并局部退火与稳定化相结合处理后再进行冷加工而处于不同等级或强度范围

的状态；

TB——固溶热处理和自然时效状态，固溶热处理之后不进行冷加工，但允许进行必要的平整或矫直处理，一些合金在这种状态下的性能是不稳定的；

TD——固溶热处理，冷加工和自然时效状态；

TE——从成形加工和沉淀处理的高温进行冷却后的状态；

TF——固溶热处理和沉淀处理；

TH——固溶热处理，冷加工后自然时效。

(2) 铸造铝及铝合金 铸造铝合金的状态代号与加工铝合金基本相同，但个别代号有所不同，各代号及其含义如下：

M——制造状态，对力学性能无特定控制；

TS——仅进行消除内应力的处理；

TE——沉淀热处理；

TB——固溶热处理；

TB7——固溶热处理与稳定化；

TF——固溶热处理和沉淀处理；

TF7——完全热处理与稳定化。

(3) 航空材料 英国对航空用铝及铝合金材料的状态代号另行规定。制造状态用‘F’标记。加工硬化状态用‘H’表示，后接2位阿拉伯数字。第1位数字为‘1’时是指材料只经冷加工处理，为‘2’时是指材料在冷加工后经受不完全退火处理。第2位数字表征应变硬化的程度。用‘T’表示热处理状态，具体类别用后接的数字来表示。如T4表示固溶热处理并经矫直后进行室温时效的状态；T6指固溶热处理并经矫直后进行人工时效的状态。应当说明，当T4或T6由用户再进行相同的处理后，其状态代号便分别改为T42或T62。

2. 英国铜及铜合金状态代号表示方法

铜及铜合金材料状态采用字母来表示类别，其原则大体上与铝材相似，只是细节上有些差异。各字母代号及其含义如下：

O——退火状态；

1/4H、1/2H、H、EH——通过冷轧而获得的各种变形硬化等级，对某些材料而言，这些状态亦可通过部分退火获得；

SH、ESH——对较薄的材料进行轧制所获得的高弹性硬化状态，其中，ESH指超高弹性状态；

M——制造状态，对力学性能无特定控制；

W——固溶热处理；

W(1/4H)、W(1/2H)、W(H)——固溶热处理并进行冷加工以产生不同程度的变形硬化；

WP——固溶热处理并沉淀处理；

W(1/4H)P、W(1/2H)P、W(H)P等——固溶热处理并进行相应硬化程度的冷加工，然后沉淀处理；

Wm——固溶热处理只由生产厂进行，其后不需进一步的热处理；

CPR1 ~ CPR4——屈服应力控制状态，须保证的应力值随最后一位数字的增大而递增。

八、美 国

美国材料与试验协会(ASTM)对铝、镁及其合金和铜及铜合金的状态代号表示方法制定了统一的标准。

1. 铜及铜合金状态代号表示方法

(1) 基础状态代号

O——退火状态,是为满足力学性能要求,经退火而获得的材料状态;

OS——退火状态,是为满足标准规定或特殊的晶粒度要求,经退火而获得的材料状态;

M——制造状态,是产品经铸造和热加工生产,并在生产过程中采用各种控制方法而获得的材料状态;

H——冷加工状态,是控制冷加工量而获得的材料状态;

HR——冷加工(拉制)并消除应力状态,是控制冷加工量,然后再消除应力所获得的材料状态;

HT——有序强化状态,是控制冷加工量,然后进行有序强化的热处理所获得的材料状态;

T——热处理状态,是热处理后快速冷却所获得的材料状态;

W——焊接管状态。焊接管由各种状态的带、条焊接而成,除热影响区外,焊接管基本上具有和带、条材同样的状态。

(2) O 状态的细分

O 状态可细分为:

O10——铸造和退火(均匀化);

O11——铸造和沉淀热处理;

O20——热锻和退火;

O25——热轧和退火;

O30——热挤压和退火;

O31——挤压和沉淀热处理;

O40——热穿孔和退火;

O50——轻度退火;

O60——软化退火;

O61——退火;

O65——拉制后退火;

O68——深拉后退火;

O70——完全软化退火;

O80——退火至 $1/8$ 硬;

O81——退火至 $1/4$ 硬;

O82——退火至 $1/2$ 硬。

(3) OS 状态的细分 OS 状态可细分为:

OS005——退火后平均晶粒度为 0.005mm ;

OS010——退火后平均晶粒度为 0.010mm ;

OS015——退火后平均晶粒度为 0.015mm；
OS025——退火后平均晶粒度为 0.025mm；
OS035——退火后平均晶粒度为 0.035mm；
OS050——退火后平均晶粒度为 0.050mm；
OS060——退火后平均晶粒度为 0.060mm；
OS070——退火后平均晶粒度为 0.070mm；
OS100——退火后平均晶粒度为 0.100mm；
OS120——退火后平均晶粒度为 0.120mm；
OS150——退火后平均晶粒度为 0.150mm；
OS200——退火后平均晶粒度为 0.200mm。

(4) M 状态的细分 M 状态可细分为：

M01——砂模铸造；
M02——离心铸造；
M03——石膏模铸造；
M04——压模铸造；
M05——金属模铸造；
M06——蜡模铸造；
M07——连续铸造；
M10——热锻 - 空冷；
M11——锻造 - 淬火；
M20——热轧；
M30——热挤压；
M40——热冲孔；
M45——热冲孔和重轧。

(5) H 状态的细分 H 状态可细分为：

H00——1/8 硬；
H01——1/4 硬；
H02——1/2 硬；
H03——3/4 硬；
H04——硬；
H06——特硬；
H08——弹性；
H10——高弹性；
H12——特殊弹性；
H13——超高弹性；
H14——最高弹性；
H50——挤压和拉制；
H52——冲孔和拉制；
H55——轻度拉制、轻度冷轧；

H58——一般要求的拉制；

H60——冷锻粗、成型；

H63——铆接；

H64——螺钉；

H66——螺栓；

H70——弯曲；

H80——拉制硬态；

H85——拉制半硬态导线；

H86——拉制硬态导线。

(6)HR 状态的细分 HR 状态可细分为：

HR01——1/4 硬、消除应力；

HR02——1/2 硬、消除应力；

HR04——硬态消除应力；

HR08——弹性消除应力；

HR10——高弹性、消除应力；

HR50——拉制、消除应力。

(7)HT 状态的细分 HT 状态可细分为：

HT04——硬态和热处理；

HT08——弹性态和热处理。

(8)T 状态的细分

a. TQ 状态 TQ 为淬火硬化状态，可细分为：

TQ00——淬火硬化；

TQ50——淬火硬化和调质退火；

TQ55——淬火硬化、调质退火、冷拉并消除应力；

TQ75——分级淬火。

b. TB 状态 TB 为固溶热处理状态：

TB00——固溶热处理。

c. TD 状态 TD 为固溶热处理并冷加工状态，可细分为：

TD00——固溶热处理并冷加工至 1/8 硬；

TD01——固溶热处理并冷加工至 1/4 硬；

TD02——固溶热处理并冷加工至 1/2 硬；

TD03——固溶热处理并冷加工至 3/4 硬；

TD04——固溶热处理并冷加工至硬态。

d. TF 状态 TF 为固溶热处理并沉淀热处理状态：

TF00——沉淀硬化(AT)。

e. TX 状态 TX 为固溶热处理并斯皮诺德尔(Spin - odal)热处理状态，可细分为：

TX00——斯皮诺德尔硬化(AT)。

f. TH 状态 TH 为固溶热处理、冷加工并沉淀热处理状态，可细分为：

TH01——1/4 硬并沉淀热处理(1/4HT)；

TH02——1/2 硬并沉淀热处理(1/2HT)；

TH03——3/4 硬并沉淀热处理(3/4HT)；

TH04——硬态并沉淀热处理(HT)。

g. TS 状态 TS 为满足标准要求的冷加工和斯皮诺德尔热处理状态,可细分为：

TS00——1/8 硬和斯皮诺德尔硬化(1/8TS)；

TS01——1/4 硬和斯皮诺德尔硬化(1/4TS)；

TS02——1/2 硬和斯皮诺德尔硬化(1/2TS)；

TS03——3/4 硬和斯皮诺德尔硬化(3/4TS)；

TS04——硬态和斯皮诺德尔硬化；

TS06——超硬和斯皮诺德尔硬化；

TS08——弹性和斯皮诺德尔硬化；

TS10——高弹性和斯皮诺德尔硬化；

TS12——特殊弹性和斯皮诺德尔硬化；

TS13——超高弹性和斯皮诺德尔硬化；

TS14——最高弹性和斯皮诺德尔硬化。

h. TM 状态 TM 为冷加工和沉淀热处理或斯皮诺德尔热处理后经轧制交货的状态,可细分为：

TM00——热处理后轧制至 1/8 硬(1/8HM)；

TM01——热处理后轧制至 1/4 硬(1/4HM)；

TM02——热处理后轧制至 1/2 硬(1/2HM)；

TM04——热处理后轧制至硬态(HM)；

TM06——热处理后轧制至特硬态(XHM)；

TM08——热处理后轧制至弹性态(XHMS)。

i. TL 状态 TL 为沉淀热处理或斯皮诺德尔热处理并冷加工状态,可细分为：

TL00——沉淀热处理或斯皮诺德尔热处理并冷加工至 1/8 硬；

TL01——沉淀热处理或斯皮诺德尔热处理并冷加工至 1/4 硬；

TL02——沉淀热处理或斯皮诺德尔热处理并冷加工至 1/2 硬；

TL04——沉淀热处理或斯皮诺德尔热处理并冷加工至硬态；

TL08——沉淀热处理或斯皮诺德尔热处理并冷加工至弹性态；

TL10——沉淀热处理或斯皮诺德尔热处理并冷加工至高弹性态；

j. TR 状态 TR 为沉淀热处理或斯皮诺德尔热处理、冷加工和消除应力状态,可细分为：

TR01——沉淀热处理或斯皮诺德尔热处理,冷加工至 1/4 硬并消除应力；

TR02——沉淀热处理或斯皮诺德尔热处理,冷加工至 1/2 硬并消除应力；

TR04——沉淀热处理或斯皮诺德尔热处理,冷加工至硬态并消除应力。

(9) W 状态的细分

a. WM 状态 WM 为焊接状态,可细分为：

WM50——用退火带材焊接；

WM00——用 1/8 硬带材焊接；

WM01——用 1/4 硬带材焊接；

WM02——用 1/2 硬带材焊接；
 WM03——用 3/4 硬带材焊接；
 WM04——用硬态带材焊接；
 WM06——用超硬带材焊接；
 WM08——用弹性带材焊接；
 WM10——用高弹性带材焊接；
 WM15——用热消除应力的退火带材焊接；
 WM20——用热消除应力的 1/8 硬带材焊接；
 WM21——用热消除应力的 1/4 硬带材焊接；
 WM22——用热消除应力的 1/2 硬带材焊接。

b. WO 状态 WO 为焊接后退火状态。

WO50——焊接并光亮退火。

c. WH 状态 WH 为焊接后冷拉状态,可细分为：

WH00——焊接后拉制到 1/8 硬；

WH01——焊接后拉制到 1/4 硬；

d. WR 状态 WR 为焊接后冷拉并消除应力状态,可细分为：

WR00——焊接后冷拉并消除应力,1/8 硬；

WR01——焊接后冷拉并消除应力,1/4 硬。

2. 铝、镁及其合金状态代号表示方法

(1) 基础状态代号

F——自由加工状态,适用于在成型过程中对温度或材料的加工硬化程度无特殊控制的产品(对加工产品无力学性能要求)；

O——退火状态,适用于经退火获得最低强度的加工产品及经退火提高延展性和尺寸稳定性的铸造产品,O 后可缀有除零以外的一位阿拉伯数字；

H——加工硬化状态,适用于通过加工硬化提高强度的产品(这种产品可通过热处理降低一些强度),H 后总是缀有两位以上的阿拉伯数字；

W——固溶热处理状态(一种不稳定状态),仅适用于固溶热处理后在室温自然时效的合金,并只有具体指出自然时效的时间时才使用这种特殊代号,如 W1/2 小时；

T——热处理后产生的稳定状态(不同于 F、O 和 H 状态),适用于经热处理产生稳定状态的产品(这种产品也可进行加工硬化),T 字母后总是缀有一位以上的阿拉伯数字。

(2) H 状态的细分

a. H 后接一位阿拉伯数字

H1——仅表示加工硬化状态,适用于经加工硬化后不进行热处理而获得规定强度的产品；

H2——加工硬化和不完全退火状态,适用于加工硬化程度超过规定要求,但经不完全退火又使强度降低到规定要求的产品,对于在室温软化时效的合金,H2 状态的终了最小抗拉强度与 H3 状态相同,对于其他合金来说,H2 状态的终了最小抗拉强度与 H1 状态相同,只是伸长率稍高；

H3——加工硬化和稳定化状态,适用于加工硬化后经低温热处理或由于热加工过程中的

热效应使力学性能稳定的产品,稳定化通常能够改善延展性,此代号仅适用于在室温逐渐时效软化的合金。

b. $H \times (\times \text{ 代表 } 1、2、3)$ 后接一位阿拉伯数字

$H1$ 、 $H2$ 和 $H3$ 状态代号后再接一位阿拉伯数字表示加工硬化的程度。数字 8 表示完全退火后,约 75% 的冷变形(加工温度不超过 50℃)所获得的最终抗拉强度。 O 状态和数字 8 之间的状态分别用数字 1~7 表示。其中,最终抗拉强度为 O 状态和 $H \times 8$ 状态的中间值时,用数字 4($H \times 4$)表示;最终抗拉强度为 O 状态和 $H \times 4$ 状态的中间值时,用数字 2($H \times 2$)表示;最终抗拉强度为 $H \times 4$ 状态和 $H \times 8$ 状态的中间值时,用数字 6($H \times 6$)表示。当最小抗拉强度超过 $H \times 8$ 状态至少 10MPa 时,用数字 9($H \times 9$)表示。 $H \times$ 代号后所接数字为奇数时,表示其强度是相邻两个偶数状态的算术平均值。

有些金属不能够通过冷变形(完全退火并经 75% 冷变形)达到 $H \times 8$ 状态的最小抗拉强度时,可用约 55% 的冷变形确定 $H \times 6$ 状态或用约 35% 的冷变形确定 $H \times 4$ 状态。

c. $H \times \times$ 代号后接阿拉伯数字

当与 $H \times \times$ 状态的控制程度或力学性能(或两者)有差异但比较接近时,或者其他特性确定有明显影响时,才使用第 3 位阿拉伯数字。

适用于所加工产品的代号如下:

$H \times 11$ ——适用于在最终退火没有达到退火状态所要求的情况下进行足够的加工硬化,但加工硬化程度并不完全与 $H \times 1$ 状态相符的产品;

$H112$ ——适用于在热加工过程中获得某些特性的产品,此种产品有力学性能要求。

适用于花纹板和波纹板的代号见表 1-2-64。

(3) T 状态的细分

a. T 后接一位阿拉伯数字

表 1-2-64 花纹板及波纹板的状态代号

花纹板及波纹板的状态代号	由以下相应状态加工而成
$H114$	O
$H124, H224, H324$	$H11, H21, H31$
$H134, H234, H334$	$H12, H22, H32$
$H144, H244, H344$	$H13, H23, H33$
$H154, H254, H354$	$H14, H24, H34$
$H164, H264, H364$	$H15, H25, H35$
$H174, H274, H374$	$H16, H26, H36$
$H184, H284, H384$	$H17, H27, H37$
$H194, H294, H394$	$H18, H28, H38$
$H195, H295, H395$	$H19, H29, H39$

$T1$ ——自热成型过程冷却并自然时效到充分稳定状态,适用于自热成型过程冷却后不进

行冷加工的产品,或平整和矫直等冷加工对力学性能的影响可忽略不计的产品;

T2——自热成型过程冷却、冷加工并自然时效到充分稳定状态,适用于自热成型过程冷却后经冷加工提高强度的产品,或平整和矫直等冷加工对力学性能有影响的产品;

T3——固溶热处理、冷加工并自然时效到充分稳定状态,适用于固溶热处理后经冷加工提高强度的产品,或平整和矫直等冷加工对力学性能有影响的产品;

T4——固溶热处理并自然时效到充分稳定状态,适用于固溶热处理之后不进行冷加工的产品,或平整和矫直等冷加工对力学性能的影响可忽略不计的产品;

T5——自热成型过程冷却并人工时效状态,适用于自热成型过程冷却后不进行冷加工的产品,或平整和矫直的冷加工对力学性能的影响可忽略不计的产品;

T6——固溶热处理并人工时效状态,适用于固溶热处理后不进行冷加工的产品,或平整和矫直等冷加工对力学性能的影响可忽略不计的产品;

T7——固溶热处理并稳定化处理状态,对加工产品而言,适用于固溶热处理后经稳定化处理,强度超过了强度曲线的最大值,获得某些需要控制的重要特性的产品;对铸造产品而言,适用于固溶热处理后经人工时效,使尺寸和强度稳定的产品;

T8——固溶热处理、冷加工并人工时效状态,适用于冷加工提高强度的产品,或平整和矫直等冷加工对力学性能有影响的产品;

T9——固溶热处理、人工时效并冷加工状态,适用于冷加工提高强度的产品;

T10——自热成型过程冷却、冷加工并人工时效状态,适用于冷加工提高强度的产品,或平整和矫直等冷加工对力学性能有影响的产品。

b. T 后接两位阿拉伯数字

T11——自热成型过程冷却、自然时效,然后进行冷加工的产品;

T12——自热成型过程冷却、人工时效,然后进行冷加工的产品;

T42——加工产品从 O 或 F 状态固溶热处理后,自然时效到充分稳定状态;

T62——加工产品从 O 或 F 状态固溶热处理后,进行人工时效的状态;

T61——对于加工产品,适用于在温水中淬火后进行人工时效的产品;

T72——固溶热处理、分级人工时效(第一级高温)状态;

T73——固溶热处理、分级人工时效(第二级高温)状态,主要是为了提高抗拉应力腐蚀性能;

T76——固溶热处理、分级人工时效(第二级温度略低于 T73 状态)状态,主要是为了提高抗剥落腐蚀性能;

T83——固溶热处理之后,为提高强度进行了 3% 的冷加工,然后人工时效的产品。

c. TX 后接阿拉伯数字 表示加工产品用拉伸法消除应力的代号:

TX51——适用于固溶热处理或自热成型过程冷却后按规定量进行拉伸的厚板及轧制和冷加工的圆棒、异型棒,拉伸后不再进行矫直,厚板的永久变形量为 1.5% ~ 3%,轧制或冷加工圆棒、异型棒的永久变形量为 1% ~ 3%;

TX510——适用于固溶热处理或自热成型过程冷却后按规定量进行拉伸的挤压圆棒、异型棒、型材、管材和拉制管,拉伸后不再进行矫直,挤压圆棒、异型棒、型材和管材的永久变形量为 1% ~ 3%,拉制管材的永久变形量为 0.5% ~ 3%;

TX511——适用于固溶热处理或自热成型过程冷却后按规定量进行拉伸的挤压圆棒、异

型棒、型材、管材和拉制管,拉伸之后按照标准公差的要求进行轻微的矫直,挤制圆棒、异型棒、型材和管材的永久变形量为 1% ~ 3%,拉制管的永久变形量为 0.5% ~ 3%。

表示加工产品用压缩法消除应力的代号:

TX52——适用于固溶热处理或自热成型过程冷却后通过 1% ~ 3% 的永久压缩变形消除应力的产品。

表示加工产品拉伸和压缩法联合消除应力的代号:

TX54——适用于在终锻模中通过冷挤压消除应力的模锻件。

其他代号:

T361——固溶热处理后为提高强度进行 6% 的冷加工,然后自然时效的产品。

(4)O 状态的细分

01——以与固溶热处理大致相同的温度和时间进行退火并缓慢冷却到室温,适用于需方在固溶热处理之前进行机加工的产品,此代号无力学性能要求。

第三章 金属材料的主要性能指标及涵义

表 1-3-1 金属材料的主要性能指标及涵义

性 能 指 标				涵 义 说 明
类别	名称	符号 ^①	单位	
物理性能指标	密度	γ	kg/m^3	密度是金属材料的特性之一,它表示某种金属材料单位体积的质量,不同金属材料的密度是不相同的。在机械制造业上,通常利用‘密度’来计算零件毛坯的质量(习惯上称为质量)。金属材料的密度也直接关系到由它所制成的零件或构件的质量或紧凑程度,这点对于要求减轻机件自重的航空和宇航工业制件具有特别重要的意义
			g/cm^3	
弹性指标	弹性模量	E	MPa	金属材料在弹性范围内,外力和变形成比例地增长,即应力与应变成正比例关系时(符合虎克定律),这个比例系数就称为弹性模量。根据应力,应变的性质通常又分为 弹性模量(E)和切变模量(G),弹性模量的大小,相当于引起物体单位变形时所需应力之大小,所以,它在工程技术上是衡量材料刚度的指标,弹性模量愈大,刚度也愈大,亦即在一定应力作用下,发生的弹性变形愈小。任何机器零件,在使用过程中,大都处于弹性状态,对于要求弹性变形较小的零件,必须选用弹性模量大的材料
	切变模量	G	MPa	
	比例极限	σ_p (R_p)	MPa	指伸长与负荷成正比地增加,保持直线关系,当开始偏离直线时的应力称比例极限,但此位置很难精确测定,通常把能引起材料试样产生残余变形量为试样原长的 0.001% 或 0.003%、0.005%、0.02% 时的应力,规定为比例极限
	弹性极限	σ_e	MPa	这是表示金属材料最大弹性的指标,即在弹性变形阶段,试样不产生塑性变形时所能承受的最大应力,它和 σ_p 一样也很难精确测定,一般多不进行测定,而以规定的 σ_p 数值代替之

续表

性 能 指 标				涵 义 说 明
类别	名称	符号 ^①	单位	
强度性能指标	强度极限	σ	MPa	指金属材料受外力作用,在断裂前,单位面积上所能承受的最大载荷
	抗拉强度	σ_b (R_m)	MPa	指外力是拉力时的强度极限,它是衡量金属材料强度的主要性能指标
	抗弯强度	σ_{bb} 或 σ_w	MPa	指外力是弯曲力时的强度极限
	抗压强度	σ_{bc} 或 σ_y	MPa	指外力是压力时的强度极限,压缩试验主要适用于低塑性材料,如铸铁等
	抗扭强度	τ	MPa	指外力是剪切力时的强度极限
	抗剪强度	τ_b	MPa	指外力是扭转力时的强度极限
	屈服点	σ_s	MPa	金属材料受载荷时,当载荷不再增加,但金属材料本身的变形,却继续增加,这种现象叫做屈服,产生屈服现象时的应力,叫屈服点
	屈服强度	$\sigma_{0.2}$	MPa	金属材料发生屈服现象时,为便于测量,通常按其产生永久残余变形量等于试样原长 0.2% 时的应力作为“屈服强度”,或称“条件屈服极限”
	持久强度	$\sigma_{b/时间}(h)$	MPa	指金属材料在一定的高温条件下,经过规定时间发生断裂时的应力,一般所指的持久强度,是指在一定温度下,试样经十万小时后的破断强度,这个数值,通常也是用外推的方法取得的
	蠕变极限	$\frac{\sigma_{变形量}(\%) }{时间(h)}$	MPa	金属材料在高温环境下,即使所受应力小于屈服点,也会随着时间的增长而缓慢地产生永久变形,这种现象叫做蠕变,在一定的温度下,经一定时间,金属材料的蠕变速度仍不超过规定的数值,此时所能承受的最大应力,称为蠕变极限

续表

性 能 指 标				涵 义 说 明		
类别	名称	符号 ^①	单位			
硬度性能指标	布氏硬度 (GB/T 231—1984)	HBS HBW	kgf/mm ²	用淬硬小钢球或硬质合金球压入金属材料表面,以其压痕面积除加在钢球上的载荷,所得之商,以相应的试验压力,经规定保持时间后即为金属材料的布氏硬度数值。使用钢球测定硬度小于等于 450 HBS。使用硬质合金球测定硬度小于等于 650 HBW 当试验力单位为 N 时,布氏硬度值为: $HB = 0.102 \times \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$		
	洛氏硬度 (GB/T 230—1991)	硬度标尺	硬度符号	压头类型	总试验力 F	洛氏硬度范围
		A	HRA	金刚石圆锥	588.4 N	20 ~ 88 HRA
		B	HRB	1.587 5 mm 钢球	980.7 N	20 ~ 100 HRB
		C	HRC	金刚石圆锥	1.471 kN	20 ~ 70 HRC
		D	HRD	金刚石圆锥	980.7 N	40 ~ 77 HRD
		E	HRE	3.175 mm 钢球	980.7 N	70 ~ 100 HRE
		F	HRF	1.587 5 mm 钢球	588.4 N	60 ~ 100 HRF
		G	HRG	1.587 5 mm 钢球	1.471 kN	30 ~ 94 HRG
		H	HRH	3.175 mm 钢球	588.4 N	80 ~ 100 HRH
		K	HRK	3.175 mm 钢球	1.471 kN	40 ~ 100 HRK
	维氏硬度 (GB/T 4340.1—1999)	HV	MPa	用 49.03 ~ 980.7 N 以内的载荷,将顶角为 136°的金刚石四方角锥体压头压入金属材料的表面,以其压痕面积除载荷所得之商,即为维氏硬度值,HV只适用于测定很薄(0.3 ~ 0.5 mm)的金属材料,或厚度为 0.03 ~ 0.05 mm 的零件表面硬化层(如镀铬、渗碳、氮化、碳氮共渗层等)的硬度 维氏硬度机测得的压痕,轮廓清晰,数值比较准确		
	肖氏硬度 (GB/T 4341—2001)	HSC HSD		利用一定质量(2.5g)的钢球或金刚石球,自一定的高度(一般为 254 mm)落下,撞击金属后,球又回跳到某一高度 h,此高度为肖氏硬度值,其优点是在金属表面上不留下伤痕,故适用于测定表面光滑的一些精密量具或精密零件,也常用来测定大型零件。缺点是测定数值不够准确,现在很少使用 × × HSC(目测型),× × HSD(指示型)表示法		

续表

性 能 指 标				涵 义 说 明
类别	名称	符号 ^①	单位	
塑性指标	伸长率 $L_0 = 5d$ $L_0 = 10d$	$\delta(A)$ $\delta_5(A)$ δ_{10} $(A_{11.3})$	%	金属材料受外力作用被拉断以后,在标距内总伸长长度同原来标距长度相比的百分数,称为伸长率。根据试样长度的不同,通常用符号 δ_5 或 δ_{10} 来表示; δ_5 是试样标距长度为其直径 5 倍时的伸长率, δ_{10} 是试样标距长度为其直径 10 倍时的伸长率
	断面收缩率	$\psi(Z)$	%	金属材料受外力作用被拉断以后,其横截面的缩小量与原来横截面积相比的百分数,称为断面收缩率 δ 、 ψ 的数值愈高,表明这种材料的塑性愈好,易于进行压力加工
	冲击韧度	a_{KU} 或 a_{KV}	J/cm ²	冲击韧度是评定金属材料于动载荷下承受冲击抗力的力学性能指标,通常都是以大能量的一次冲击值(a_{KU} 或 a_{KV})作为标准的。它是采用一定尺寸和形状的标准试样,在摆锤式一次冲击试验机上来进行试验,试验结果,以冲断试样上所消耗的功(A_{KU} 或 A_{KV})与断口处横截面积(F)之比值大小来衡量。冲击试样的基本类型有 梅氏、夏氏、艾氏、DVM 等数种,我国目前一般采用 GB/T 229—1994《夏比缺口冲击试样》为标准试样,其形状、尺寸和试验方法参见标准中的规定。由于 a_K 值的大小,不仅取决于材料本身,同时还随试样尺寸、形状的改变及试验温度的不同而变化,因而 a_K 值只是一个相对指标。目前国际上许多国家直接采用冲击功 A_K 作为冲击韧度的指标
	冲击吸收功	A_{KU} 或 A_{KV}	J	
疲劳性能指标	疲劳极限 (或称疲劳强度)	σ_{-1} σ_{-1_n}	MPa	金属材料在交变负荷的作用下,经过无限次应力循环而不致引起断裂的最大循环应力,称为疲劳极限或称极限疲劳强度 σ_{-1} —表示光滑试样的对称弯曲疲劳极限 σ_{-1_n} —表示缺口试样的对称弯曲疲劳极限 按我国国家标准,一般金属材料采用 10^7 循环次数而不断裂的最大应力来确定其疲劳极限
断裂韧度性能指标	平面应变断裂韧度	K_{IC}	N/mm ^{3/2}	断裂韧度是衡量金属材料在裂纹存在情况下抵抗脆性开裂能力的指标,它是现代断裂力学在分析高强度材料使用过程中,发生一系列技术事故的基础上而提出的一个新的重要的力学性能指标。根据材料的断裂韧度和用无损探伤方法确定的内部缺陷存在的情况,可以预知零件在工作过程中有无脆性断裂的危险,从而采取合金化与热处理等措施,以满足使用性能的要求 断裂韧度是强度和塑性的综合指标,它是在裂纹试样上测得的,而传统的五大力学指标中的强度指标 σ_s 、 σ_b 与塑性指标 δ 、 ψ 以及韧性指标 a_K 是分开的,它们都是由光滑或带缺口的试样上测得的。两者各代表不同条件下的材料性能,其应用场合也不同。前者主要适用于高强度材料,或者即使是普通强度的材料,但具体的服役条件有可能促使零件脆断的场合,对一般机械零件使用的具有普通强度和足够塑性、韧性的材料,当断面尺寸不是太大,破坏形式主要是韧性断裂时,仍可沿用传统的五大力学性能指标,无须提出断裂韧性的要求
	条件断裂韧度	K_O	N/mm ^{3/2}	

续表

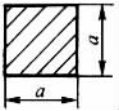
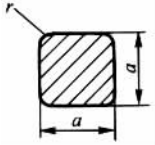
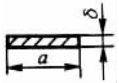
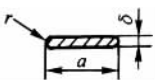
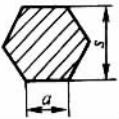
性 能 指 标				涵 义 说 明
类别	名称	符号 ^①	单位	
热性能指标	熔点		K	金属材料由固态转变为液态时的熔化温度,称为熔点。根据熔点的不同,金属材料可分为低熔点金属、高熔点金属(或难熔金属)两大类。对于热加工材料来说,熔点是制定热加工工艺规范的重要依据之一
			℃	
	比热容	c	J/(kg·K)	单位质量的某种物质,在温度升高 1 K(或 1℃)时吸收的热量,或者温度降低 1 K(或 1℃)时所放出的热量,叫做这种物质的比热容 比热容也是制定金属材料热加工工艺规范时的一项重要工艺参数
	热导率	λ	W/(m·K)	在单位时间内,当沿着热流方向的单位长度上温度降低 1 K(或 1℃)时,单位面积容许导过的热量,叫做这种材料的热导率或导热系数,实验得知,所导过的热量与温度梯度,热传递的横截面积及持续时间成正比。因此,所谓热导率,就是热流量密度(q)除以温度梯度(dt/dn) 热导率标志着物质传导热的能力。热导率大的材料,它的导热性就好;反之,则差,所以它是衡量金属材料导热性能好坏的一个主要性能指标
电性能指标	线胀系数	α	K ⁻¹ (1/K)	金属材料温度每升高 1℃所增加的长度与原来长度的比值,称为线胀系数。它是衡量金属材料热膨胀性大小的性能指标。线胀系数大的材料,它在受热后的膨胀性就大,反之则小。金属的热膨胀系数的数值不是一个固定值,随着温度的增高,其数值也相应增大。对钢来说,线胀系数的数值一般在(10~20)×10 ⁻⁶ /K 的范围之内
	电阻率	ρ	Ω·m	电阻率是计算和衡量金属材料在常温下(20℃时)电阻值大小的性能指标。电阻率大,表明这种材料的电阻也大,其导电性能就差;反之,导电性能也就好
	电导率	γ	S/m	电阻率的倒数,叫做电导率。在数值上它等于导体维持单位电位梯度(即电位差)时,流过单位面积的电流。电导率是表示导体导电能力的性能指标,电导率越大,电阻率就越小,那么这种材料的导电性能就越好;反之,则其导电性就不好
	电阻温度系数	α_p	Ω/℃	电阻随温度而变化的比例常数,就叫做电阻温度系数,它是计算和衡量金属材料在各个不同温度下电阻值大小的主要依据。纯金属及大多数合金,其电阻皆因温度的增高而增加,碳和电解质的电阻,多因温度增高而降低;某些特制的合金,如铜锰镍合金,其电阻几乎不受温度增减的影响。利用这一特性,可以制成各种不同用途的电阻合金

①带括号的符号为 GB/T 228—2002 规定的符号,本手册推荐使用不带括号的符号。

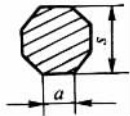
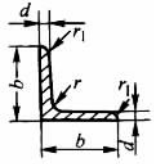
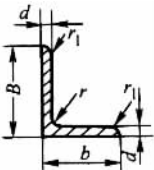
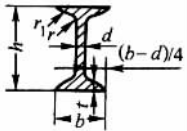
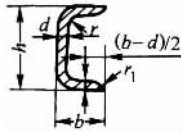
第四章 金属材料质量的计算

第一节 常用钢材理论质量的计算方法(表 1 - 4 - 1)

表 1 - 4 - 1 常用钢材理论质量的计算方法

型材类别	图 形	型材断面面积计算公式	型材质量计算公式
方型材		$F = a^2$	$m = \rho FL$ 式中 m—型材理论质量 F—型材断面积 ρ—型材密度, 钢材通 常取 7.85 g/cm^3 L—型材的长度
圆角方型材		$F = a^2 - 0.858 \ 4r^2$	
板材、带材		$F = a\delta$	
圆角板材、带材		$F = a\delta - 0.858 \ 4r^2$	
圆材		$F = \frac{\pi}{4} \ d^2 \approx 0.785 \ 4d^2$	
六角型材		$F = 0.866s^2 = 2.598 \ a^2$	

续表

型材类别	图 形	型材断面面积计算公式	型材质量计算公式
八角型材		$F = 0.828 4s^2$ $= 4.828 4a^2$	式中 $m = \rho FL$ m—型材理论质量 F—型材断面面积 ρ—型材密度, 钢材通 常取 7.85 g/cm^3 L—型材的长度
管材		$F = \pi \delta (D - \delta)$	
等边角钢		$F = d(2b - d) +$ $0.214 6(r^2 - 2r_1^2)$	
不等边角钢		$F = d(B + b - d)$ $+ 0.214 6$ $(r^2 - 2r_1^2)$	
工字钢		$F = hd + 2t$ $(b - d) + 0.858 4$ $(r^2 - r_1^2)$	
槽钢		$F = hd + 2t(b - d) +$ $0.429 2(r^2 - r_1^2)$	

第二节 钢材理论质量
计算简式(表 1－4－2)

表 1－4－2 钢材理论质量计算简式

钢材类别	理论质量 $m/\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}$	备 注
圆钢、线材、钢丝	$m = 0.006\ 17 \times \text{直径}^2$	1)角钢、工字钢和槽钢的准确计算公式很繁,表列简式用于计算近似值 2) f 值:一般型号及带 a 的为 3.34,带 b 的为 2.65,带 c 的为 2.26 3) e 值:一般型号及带 a 的为 3.26,带 b 的为 2.44,带 c 的为 2.24 4)各长度单位均为 mm
方钢	$m = 0.007\ 85 \times \text{边长}^2$	
六角钢	$m = 0.006\ 8 \times \text{对边距离}^2$	
八角钢	$m = 0.006\ 5 \times \text{对边距离}^2$	
等边角钢	$m = 0.007\ 85 \times \text{边厚}(\text{2 边宽} - \text{边厚})$	
不等边角钢	$m = 0.007\ 85 \times \text{边厚}(\text{长边宽} + \text{短边宽} - \text{边厚})$	
工字钢	$m = 0.007\ 85 \times \text{腰厚}(\text{高} + f(\text{腿宽} - \text{腰厚}))$	
槽钢	$m = 0.007\ 85 \times \text{腰厚}(\text{高} + e(\text{腿宽} - \text{腰厚}))$	
扁钢、钢板、钢带	$m = 0.007\ 85 \times \text{宽} \times \text{厚}$	
钢管	$m = 0.024\ 66 \times \text{壁厚}(\text{外径} - \text{壁厚})$	

第三节 不锈钢板理论质量计算
方法(GB/T 4229—1984)(表 1－4－3)

表 1－4－3 不锈钢板理论质量计算方法(GB/T 4229—1984)

牌 号	基本质量/kg	牌 号	基本质量/kg
1Cr17Mn6Ni5N	7.93	00Cr17Ni13Mo2N	7.98
1Cr18Mn8Ni5N	7.93	00Cr18Ni12Mo2Cu2	7.98

续表

牌 号	基本质量/kg	牌 号	基本质量/kg
1Cr17Ni7	7.93	00Cr18Ni14Mo2Cu2	7.98
1Cr17Ni8	7.93	00Cr19Ni13Mo3	7.98
1Cr18Ni9	7.93	00Cr19Ni13Mo3	7.98
1Cr18Ni9Si3	7.93	0Cr18Ni16Mo5	8.00
0Cr19Ni9	7.93	0Cr18Ni11Ti	7.93
00Cr19Ni11	7.93	0Cr18Ni11Nb	7.98
0Cr19Ni9N	7.93	0Cr18Ni13Si4	7.75
00Cr18Ni10N	7.93	00Cr18Mo2	7.75
1Cr18Ni12	7.93	00Cr30Mo2	7.64
0Cr23Ni13	7.93	1Cr15	7.70
0Cr25Ni20	7.98	3Cr16	7.70
00Cr17Mo	7.70	1Cr17	7.70
7Cr17	7.70	00Cr17	7.70
0Cr26Ni5Mo2	7.80	0Cr13	7.75
1Cr12	7.75	00Cr12	7.75
0Cr13Al	7.75	2Cr13	7.75
1Cr13	7.75	1Cr17Mo	7.70
3Cr13	7.75	00Cr27Mo	7.67
0Cr17Ni12Mo2	7.98	0Cr17Ni7Al	7.93
00Cr17Ni14Mo2	7.98	1Cr17Ni8	7.93
0Cr17Ni12Mo2N	7.98		

- 注 1. 钢板的基本质量是指厚度为 1 mm,面积为 1 m² 的质量。
2. 单位质量(kg/m²),指钢板面积为 1 m² 的质量,为基本质量乘以钢板的厚度(mm)。
3. 一张钢板的质量,是单位质量乘以面积(m²)。

第四节 有色金属材料理论质量
计算公式(表 1－4－4)

表 1－4－4 有色金属材料理论质量计算公式

名称	单位	计 算 公 式	计 算 举 例
纯铜棒	kg/m	$m = 0.006\ 98 \times d^2$ 式中 d —直径(mm)	直径 100 mm 的纯铜棒,每米质量 = $0.006\ 98 \times 100^2$ = 69.8 kg
六角纯铜棒		$m = 0.007\ 7 \times d^2$ 式中 d —对边距离(mm)	对边距离为 10 mm 的六角纯铜棒,每米质量 = $0.007\ 7 \times 10^2 = 0.77$ kg
纯铜板		$m = 8.89 \times b$ 式中 b —厚(mm)	厚 5 mm 的纯铜板,每平方米质量 = $8.89 \times 5 = 44.45$ kg
纯铜管		$m = 0.027\ 94 \times S(D - S)$ 式中 D —外径(mm) S —壁厚(mm)	外径为 60 mm,壁厚 4 mm 的纯铜管,每米质量 = $0.027\ 94 \times 4 \times (60 - 4) = 6.26$ kg
黄铜棒		$m = 0.006\ 68 \times d^2$ 式中 d —直径(mm)	直径为 100 mm 的黄铜棒,每米质量 = $0.006\ 68 \times 100^2 = 66.8$ kg
六角黄铜棒		$m = 0.007\ 36 \times d^2$ 式中 d —对边距离(mm)	对边距离为 10 mm 的六角黄铜棒,每米质量 = $0.007\ 36 \times 10^2 = 0.736$ kg
黄铜板		$m = 8.5 \times b$ 式中 b —厚(mm)	厚 5 mm 的黄铜板,每平方米质量 = $8.5 \times 5 = 42.5$ kg
黄铜管		$m = 0.026\ 7 \times S(D - S)$ 式中 D —外径(mm) S —壁厚(mm)	外径 60 mm、壁厚 4 mm 的黄铜管,每米质量 = $0.026\ 7 \times 4 \times (60 - 4) = 5.98$ kg
铝棒		$m = 0.002\ 2 \times d^2$ 式中 d —直径(mm)	直径为 10 mm 的铝棒,每米质量 = $0.002\ 2 \times 10^2 = 0.22$ kg
铝板		$m = 2.71 \times b$ 式中 b —厚度(mm)	厚度为 10 mm 的铝板,每平方米质量 = $2.71 \times 10 = 27.1$ kg
铝管		$m = 0.008\ 796 \times S(D - S)$ 式中 D —外径(mm) S —壁厚(mm)	外径为 30 mm、壁厚为 5 mm 的铝管,每米质量 = $0.008\ 796 \times 5 \times (30 - 5) = 1.1$ kg
铅板		$m = 11.37 \times b$ 式中 b —厚(mm)	厚 5 mm 的铅板,每平方米质量 = $11.37 \times 5 = 56.85$ kg
铅管		$m = 0.355 \times S(D - S)$ 式中 D —外径(mm) S —壁厚(mm)	外径 60 mm,壁厚 4 mm 的铅管,每米质量 = $0.355 \times 4 \times (60 - 4) = 7.95$ kg

第五章 常用金属材料基本性能数据

第一节 钢铁材料的密度

一、铁合金的密度(表 1-5-1)

表 1-5-1 铁合金的密度

铁合金名称	密度/ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	堆密度/ $\text{t} \cdot \text{m}^{-3}$	备 注
硅铁	3.5	1.4 ~ 1.6	$w_{\text{Si}} = 75\%$
	5.15	2.2 ~ 2.9	$w_{\text{Si}} = 45\%$
高碳锰铁	7.10	3.5 ~ 3.7	$w_{\text{Mn}} = 76\%$
中碳锰铁	7.0		$w_{\text{Mn}} = 92\%$
电解锰	7.2	3.5 ~ 3.7	
硅锰合金	6.3	3 ~ 3.5	$w_{\text{Si}} = 20\%$, $w_{\text{Mn}} = 65\%$
高碳铬铁	6.94	3.8 ~ 4.0	$w_{\text{Cr}} = 60\%$
中碳铬铁	7.28		$w_{\text{Cr}} = 60\%$
低碳铬铁	7.29	2.7 ~ 3.0	$w_{\text{Cr}} = 60\%$
金属铬	7.19	3.3(块重 15 kg 以下)	
硅钙		2.55	$w_{\text{Ca}} = 31\%$, $w_{\text{Si}} = 59\%$
镍板	8.7	2.2	$w_{\text{Ni}} = 99\%$
镍豆		3.3 ~ 3.9	$w_{\text{Ni}} = 99.7\%$
钒铁	7.0	3.4 ~ 3.9	$w_{\text{V}} = 40\%$
钼铁	9.0	4.7	$w_{\text{Mo}} = 60\%$
铌铁	7.4	3.2	$w_{\text{Nb}} = 50\%$
钨铁	16.4	~ 7.2	$w_{\text{W}} = 70\% \sim 80\%$

续表

铁合金名称	密度/ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	堆密度/ $\text{t}\cdot\text{m}^{-3}$	备 注
钛铁	6.0	2.7 ~ 3.5	$w_{\text{Ti}} = 20\%$
磷铁	6.34		$w_{\text{P}} = 25\%$
硼铁	7.2	3.1	$w_{\text{B}} = 15\%$
铝铁	4.9		$w_{\text{Al}} = 50\%$
铝锭		1.5	
钴	8.8		
铜	8.89		
钕镧稀土			
硅铁稀土	4.57 ~ 4.8		

二、常用钢铁材料的密度(表 1-5-2)

表 1-5-2 常用钢铁材料的密度

材料名称	密度/ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$
灰铸铁($\leq$ HT200)	7.2
灰铸铁($\geq$ HT350)	7.35
可锻铸铁	7.35
球墨铸铁	7.0 ~ 7.4
白口铸铁	7.4 ~ 7.7
工业纯铁	7.87
铸钢	7.8
钢材	7.85
高速钢(含 W18%)	8.7
高速钢(含 W12%)	8.3 ~ 8.5
高速钢(含 W9%)	8.3
高速钢(含 W6%)	8.16 ~ 8.34
不锈钢：	
0Cr18Ni12Mo3Ti	8.10
1Cr18Ni12Mo3Ti	8.10
1Cr18Ni16Mo5	8.0



续表

材料名称	密度/ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$
0Cr18Ni12Mo2Ti	8.0
1Cr18Ni12Mo2Ti	8.0
0Cr25Ni20	7.98
0Cr23Ni13	7.98
00Cr19Ni13Mo3	7.98
0Cr19Ni13Mo3	7.98
00Cr18Ni14Mo2Cu2	7.98
0Cr18Ni12Mo2Cu2	7.98
0Cr18Ni11Nb	7.98
00Cr17Ni14Mo2	7.98
00Cr17Ni13Mo2N	7.98
00Cr17Ni13Mo2N	7.98
0Cr17Ni12Mo2	7.98
0Cr17Ni12Mo2N	7.98
0Cr18Ni10Ti	7.95
00Cr19Ni11	7.93
00Cr19Ni10	7.93
0Cr19Ni9	7.93
0Cr19Ni9N	7.93
1Cr18Ni12	7.93
0Cr18Ni11Ti	7.93
00Cr18Ni10N	7.93
0Cr18Ni9	7.93
1Cr18Ni9	7.93
1Cr18Ni9Si3	7.93
1Cr18Mn8Ni5N	7.93
1Cr17Mn6Ni5N	7.93
1Cr17Ni8	7.93
1Cr17Ni7	7.93
0Cr17Ni7Al	7.93
1Cr18Ni9Ti	7.90
0Cr26Ni5Mo2	7.80

续表

材料名称	密度/ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$
0Cr18Ni13Si4	7.75
00Cr18Mo2	7.75
0Cr13、0Cr13Al	7.75
1Cr13、2Cr13	7.75
3Cr13、00Cr12	7.75
00Cr17、1Cr15	7.70
00Cr17Mo	7.70
1Cr17、1Cr17Mo	7.70
7Cr17、3Cr16	7.70
00Cr27Mo	7.67
00Cr30Mo2	7.64

第二节 常用有色金属
材料的密度(表 1-5-3)

表 1-5-3 常用有色金属材料的密度

材料名称	密度/ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	材料名称	密度/ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$
纯铜,无氧铜	8.9	加工青铜：	
磷脱氧铜	8.89	QSn4-3	8.8
加工黄铜：		QSn4-4-2.5	8.77
H96,H90	8.8	QSn-4-4	8.9
H85	8.75	QSn6.5-0.1	8.8
H80	8.5	QSn6.5-0.4	8.8
H68、H68A	8.5	QSn7-0.2	8.8
H65、H62、H59	8.5	QSn4-0.3	8.8
HPb63-3	8.5	QBe2	8.3
HPb63-0.1	8.5	QBe1.9	8.3
HPb62-0.8	8.5	QA15	8.2
HPb61-1	8.5	QA17	7.8
HPb59-1	8.5	QA19-2	7.6

续表

材料名称	密度/ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	材料名称	密度/ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$
HSn90-1	8.8	QA19-4	7.5
HSn70-1	8.54	QA110-3-1.5	7.5
HSn62-1	8.5	QA110-4-4	7.7
HSn60-1	8.5	QSi3-1	8.4
HA177-2	8.6	QSi1-3	8.6
HA167-2.5	8.5	QMn1.5	8.8
HA166-6-2-3	8.5	QMn5	8.6
HA160-1-1	8.5	QZr0.2	8.9
HA159-3-2	8.4	QZr0.4	8.9
HMn58-2	8.5	QCr0.5	8.9
HMn57-3-1	8.5	QCr0.5-0.2-0.1	8.9
HMn55-3-1	8.5	QCd1	8.9
HFe59-1-1	8.5	铸造青铜：	
HSi80-3	8.6	ZCuSn3Zn8Pb6Ni1	8.8
HNi65-5	8.5	ZCuSn10Pb11	8.76
铸造黄铜：		ZCuSn10Pb5	8.85
ZCuZn38	8.43	ZCuSn10Zn2	8.73
ZCuZn25Al6Fe3Mn3	7.7	ZCuSn5Pb5Zn5	8.83
ZCuZn26Al4Fe3Mn3	7.83	ZCuPb10Sn10	8.9
ZCuZn31Al2	8.5	ZCuPb15Sn8	9.1
ZCuZn35Al2Mn2Fe1	8.5	ZCuPb17Sn4Zn4	9.2
ZCuZn40Mn3Fe1	8.5	ZCuPb30	9.54
ZCuZn40Mn2	8.5	ZCuAl8Mn13Fe3Ni2	7.5
ZCuZn33Pb2	8.55	ZCuAl9Mn2	7.6
ZCuZn40Pb2	8.5	ZCuAl9Fe4Ni4Mn2	7.64
ZCuAl10Fe3	7.45	2A17	2.84
ZCuAl10Fe3Mn2	7.5	6A02	2.7
加工白铜：		2A50	2.75
B0.6,B5,B10	8.9	2B50	2.75
B19,B30	8.9	2A70	2.8
BFe30-1-1	8.9	2A80	2.77
BMn3-12	8.4	2A90	2.8

续表

材料名称	密度/ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	材料名称	密度/ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$
BMn40-1.5	8.9	2A14	2.8
BZn15-20	8.6	6061	2.7
BAI13-3	8.5	6063	2.7
BAI6-1.5	8.7	7A03	2.85
加工镍及镍合金：		7A04	2.85
N2,N4,N6	8.9	7A09	2.85
N8,DN	8.9	4A01	2.68
NY1 ~ NY3	8.85	5A41	2.64
NSi0.19	8.85	5A66	2.68
NCu40-2-1	8.85	LQ1、LQ2	2.74
NCu28-2.5-1.5	8.85	铸造铝合金：	
NMg0.1	8.8	ZL101	2.68
NCr10	8.7	ZL101A	2.68
加工铝及铝合金：		ZL102	2.65
1070A ~ 8A06	2.71	ZL104	2.63
7A01	2.72	ZL105	2.71
1A50	2.72	ZL105A	2.71
5A02	2.68	ZL106	2.73
5A03	2.67	ZL107	2.80
5083	2.67	ZL108	2.68
5A05	2.65	ZL109	2.71
5056	2.64	ZL110	2.89
5A06	2.64	ZL114	2.68
5B0A	2.65	ZL116	2.66
3A21	2.73	ZL201	2.78
5A43	2.68	ZL201A	2.83
2A01	2.76	ZL203	2.80
2A02	2.75	ZL204A	2.81
2A04	2.76	ZL205A	2.82
2A06	2.76	ZL207	2.8
2B11	2.8	ZL301	2.55
2B12	2.78	ZL303	2.6

续表

材料名称	密度/ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	材料名称	密度/ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$
2A10	2.8	ZL401	2.95
2A11	2.8	ZL402	2.81
2A12	2.78	加工锌及锌合金：	
2A16	2.84	Zn1,Zn2	7.15
电池锌板	7.15	ZCuPb10Sn10	8.9
照相制版用普通锌板	7.15	ZCuPb15Sn8	9.1
和微晶锌板：		ZCuPb20Sn5	9.2
锌板：		ZCuPb30	9.54
胶印锌板	7.2	ZCuAl10Fe3	7.5
ZnCu1.5	7.2	硬质合金：	
铸造锌合金：		YG3、YG3X	15.0~15.3
ZZnAl10-5	6.3	YG4	14.9~15.2
ZZnAl9-1.5	6.2	YG6X、YG6A	14.6~15.0
ZZnAl4-1	6.7	YG6	14.6~15.0
ZZnAl4-0.5	6.7	YG8N、YG8	14.5~14.9
ZZnAl4	6.6	YG8C	14.5~14.9
加工铅、锡及其合金：		YG10C	14.3~14.6
Pb1~Pb3	11.34	YG11C	14.0~14.4
PbSb0.5	11.32	YG15	13.9~14.2
PbSb2	11.25	YG20、YG20C	13.4~13.7
PbSb4	11.15	YG25	12.9~13.2
PbSb6	11.06	YW1	12.6~13.5
PbSb8	10.97	YW2	12.4~13.5
Sn1~Sn3	7.3	YW3	12.7~13.5
轴承合金：		YW4	12.0~12.5
ZSnSb12Pb10Cu4	7.4	YT05	12.5~12.9
ZSnSb11Cu6	7.38	YT5	12.5~13.2
ZSnSb8Cu4	7.3	YT14	11.2~12.0
ZSnSb4Cu4	7.34	YT15	11.0~11.7
ZPbSb16Sn16Cu2	9.29	YT30	9.3~9.7
ZPbSb15Sn5Cu3Cd2	9.6	YN05	≥ 5.9
ZPbSb15Sn10	9.6		

续表

材料名称	密度/ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	材料名称	密度/ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$
ZPbSb15Sn5	10.2	YN10	≥ 6.3
ZPbSb10Sn6	10.5	YH1	14.2 ~ 14.4
ZCuSn15Pb5Zn5	8.7	YH2	13.9 ~ 14.1
ZCuSn10P1	8.76		

第三节 常用金属材料的线胀系数

一、常用钢材的线胀系数(表 1-5-4)

表 1-5-4 常用钢材的线胀系数 10^{-6}K^{-1}

材料	温度范围/ $^{\circ}\text{C}$								
	20	20 ~ 100	20 ~ 200	20 ~ 300	20 ~ 400	20 ~ 600	20 ~ 700	20 ~ 900	20 ~ 1000
碳钢		(10.6 ~ 12.2)	(11.3 ~ 13)	(12.1 ~ 13.5)	(12.9 ~ 13.9)	(13.5 ~ 14.3)	(14.7 ~ 15)		
铬钢		11.2	11.8	12.4	13	13.6			
40CrSi		11.7							
铸铁		(8.7 ~ 11.1)	(8.5 ~ 11.6)	(10.1 ~ 12.2)	(11.5 ~ 12.7)	(12.9 ~ 13.2)	17.6		

注 带括号的数据仅供参考。

二、结构钢的线胀系数(表 1-5-5)

表 1-5-5 结构钢的线胀系数 $10^{-6}\cdot\text{K}^{-1}$

材料牌号	温度范围/ $^{\circ}\text{C}$						
	20 ~ 100	20 ~ 200	20 ~ 300	20 ~ 400	20 ~ 500	20 ~ 600	20 ~ 700
10	11.53	12.61	13.0	13.0	14.18	14.6	—
15	11.75	12.41	13.45	13.60	13.85	13.90	—
20	11.16	12.12	12.78	13.38	13.93	14.38	14.81
25	11.18	12.66	13.08	13.47	13.93	14.41	14.88
35	11.7	11.9	12.7	13.4	14.02	14.42	14.88



续表

材料牌号	温度范围/℃						
	20 ~ 100	20 ~ 200	20 ~ 300	20 ~ 400	20 ~ 500	20 ~ 600	20 ~ 700
45	11.59	12.32	13.09	13.71	14.18	14.67	15.08
50	12.0	12.4	—	13.3	14.1	14.1	—
65	11.8	12.6	—	13.3	14.0	14.0	—
20Cr	11.3	11.6	12.5	13.2	13.7	14.2	—
40Cr	11.0	12.0	12.2	12.9	13.5	—	—
12Cr2Ni3A	11.8	13.0	—	14.7	—	15.6	—
12Cr2Ni4A	11.8	13.0	—	14.7	15.0	15.6	—
25CrNiWA	11.0	—	13.0	—	—	14.0	—
37CrNi3A	11.6	13.2	—	13.4	—	13.5	—
40CrNiMoA	11.7	—	12.7	—	—	—	—
35CrMoVA	11.8	12.5	12.7	13.0	13.4	13.7	14.0
38CrMoAlA	11.0	13.1	13.0	13.5	13.5	14.5	—
30CrMnSiA	11.0	11.72	12.92	13.13	13.92	14.23	14.59
30CrMnSiNi2A	11.37	11.67	12.68	12.90	13.53	13.84	13.97
40CrMnSiMoA	12.5	13.0	13.3	—	—	—	—
18CrMn2MoBA	12.37	12.73	13.17	13.60	—	—	—

三、不锈钢和工具钢的线胀系数(表 1－5－6)

表 1－5－6 不锈钢和工具钢的线胀系数

$10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}$

材料牌号	温度范围/℃							
	20 ~ 100	20 ~ 200	20 ~ 300	20 ~ 400	20 ~ 500	20 ~ 600	20 ~ 700	20 ~ 900
1Cr13	11.2	12.6	—	14.1	—	14.3	—	—
2Cr13	10.5	11.0	11.5	12.0	12.0	—	—	—
3Cr13	10.2	11.1	11.6	11.9	—	12.3	12.8	—
1Cr18Ni9Ti	16.6	17.0	17.2	17.5	17.8	18.2	18.6	19.3
1Cr17Ni2	10.3	10.3	11.2	11.8	12.4	—	—	—
2Cr18Ni9	16.0	—	—	—	18.5	—	—	—
1Cr11Ni2W2MoVA	9.3	10.3	10.8	11.3	11.7	12.2	—	—
1Cr14Ni3W2VBA	10.0	10.3	10.6	10.9	11.1	11.2	—	—
4Cr10Si2Mo	10.0	—	—	—	—	—	—	—

续表

材料牌号	温度范围/℃							
	20 ~ 100	20 ~ 200	20 ~ 300	20 ~ 400	20 ~ 500	20 ~ 600	20 ~ 700	20 ~ 900
4Cr14Ni14W2Mo	—	—	17.0	—	18.0	—	18.0	19.0
Cr18Mn8Ni5	15.5	16.5	17.0	17.5	18.8	—	—	—
Cr12MoV	10.9	—	—	11.4	—	12.2	—	—
6Cr4MoNi2WV	11.1	11.2	11.9	12.5	13.1	13.1	13.3	—
GCr9	13	13.9	—	15	—	15.2	—	—
GCr15	14	15.1	—	15.6	—	15.8	—	—

四、常用有色金属材料的线胀系数(表 1－5－7)

表 1－5－7 常用材料的线胀系数 $10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}$

材料	温度范围/℃								
	20	20 ~ 100	20 ~ 200	20 ~ 300	20 ~ 400	20 ~ 600	20 ~ 700	20 ~ 900	20 ~ 1000
工程用铜		(16.6 ~ 17.1)	(17.1 ~ 17.2)	17.6	(18 ~ 18.1)	18.6			
紫 铜		17.2	17.5	17.9					
黄 铜		17.8	16.8	20.9					
锡青铜		17.6	17.9	18.2					
铝青铜		17.6	17.9	19.2					
镍铬合金		14.5							

注 带 () 的数据仅供参考。

第四节 常用金属材料的物理性能

一、常用钢铁材料熔点、热导率及比热容(表 1－5－8)

表 1－5－8 常用材料熔点热导率及比热容

名 称	熔点/℃	热导率 $\lambda/\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	比热容 $c/\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
灰铸铁	1200	58	0.532
碳钢	1460	47 ~ 58	0.49
不锈钢	1450	14	0.51
硬质合金	2000	81	0.80

注 表中的热导率及比热容数值指 0 ~ 100℃ 范围内。

二、常用有色金属材料的熔点、热导率及比热容(表 1－5－9)

表 1－5－9 常用有色金属材料熔点、热导率及比热容

名称	熔点/℃	热导率 λ /W·m ⁻¹ ·K ⁻¹	比热容 c /kJ·kg ⁻¹ ·K ⁻¹	名称	熔点/℃	热导率 λ /W·m ⁻¹ ·K ⁻¹	比热容 c ·kJ·kg ⁻¹ ·K ⁻¹
硬质合金	2000	81	0.80	锌	419	110～113	0.38
铜	1083	384	0.394	锡	232	64	0.24
黄铜	950	104.7	0.384	铅	327.4	34.7	0.130
青铜	910	64	0.37	镍	1452	59	0.64
铝	658	204	0.879				

注 表中的热导率及比热容数值指 0～100℃ 范围内。

三、常用有色纯金属的物理性能(表 1－5－10)

表 1－5－10 常用有色纯金属的物理性能

名称	符号	室温密度 /g·cm ⁻³	熔点 /℃	沸点 /℃	室温比热容/ J·kg ⁻¹ ·K ⁻¹	线胀系数 /10 ⁻⁶ ·K ⁻¹	电阻率 /nΩ·m	电导率 (IACS) /%	热导率 /W·m ⁻¹ ·K ⁻¹
银	Ag	10.49	961.9	2163	235	19.0	14.7	108.4	428
铝	Al	2.6989	660.4	2494	900	23.6	26.55	64.96	247
金	Au	19.302	1064.43	2857	128	14.2	23.5	73.4	317.9
铍	Be	1.848	1283	2770	1886	11.6	40	38～43	190
铋	Bi	9.808	271.4	1564	122	13.2	1050	—	8.2
铈	Ce	8.160	798	3443	192	6.3	828	—	11.3
镉	Cd	8.642	321.1	767	230	31.3	72.7	25	96.8
钴	Co	8.832	1495	2900	414	13.8	52.5	27.6	69.04
铜	Cu	8.93	1084.88	2595	386	16.7	16.73	103.06	398
汞	Hg	14.193	－38.87	356.58	139.6	—	958	—	9.6
镁	Mg	1.738	650	1107	102.5	25.2	44.5	38.6	155.5
钼	Mo	10.22	2610	5560	276	4.0	52	34	142
铌	Nb	8.57	2468	4927	270	7.31	25	13.2	53
镍	Ni	8.902	1453	2730	471	13.3	68.44	25.2	82.9
铅	Pb	11.34	327.4	1750	128.7	29.3	206.43	—	34
钯	Pd	12.02	1552	3980	245	11.76	108	16	70
铂	Pt	21.45	1769	3800	132	9.1	106	16	71.1
铑	Rh	12.41	1963	3700	247	8.3	45.1	—	150
锑	Sb	6.697	630.7	1587	207	8～11	370	—	25.9
锡	Sn	5.765	231.9	2770	205	23.1	110	15.6	62
钽	Ta	16.6	2996	5427	139.1	6.5	135	13	54.4
钛	Ti	4.507	1668±10	3260	522.3	10.2	420	—	11.4
钨	W	19.254	3410±20	约 5700	160	127	53	—	190
钇	Y	4.469	1522	3338	298.4	10.6	596	—	17.2
锌	Zn	7.133	420	906	382	15	58.9	28.27	113
锆	Zr	6.505	1852±10	4377	300	5.85	450	4.1	21.1

第五节 常用金属材料的力学性能

一、常用钢铁材料的弹性模量与泊松比(表 1－5－11)

表 1－5－11 常用材料的弹性模量与泊松比

名 称	弹性模量 E/GPa	切变模量 G/GPa	泊松比 μ
镍铬钢、合金钢	206	79.38	0.25 ~ 0.30
碳钢	196 ~ 206	79	0.24 ~ 0.28
铸钢	172 ~ 202		0.3
球墨铸铁	140 ~ 154	73 ~ 76	
灰铸铁、白口铸铁	113 ~ 157	44	0.23 ~ 0.27
可锻铸铁	152	—	—

二、常用有色金属材料的弹性模量与泊松比(表 1－5－12)

表 1－5－12 常用有色金属材料的弹性模量与泊松比

名 称	弹性模量 E/GPa	切变模量 G/GPa	泊松比 μ	名 称	弹性模量 E/GPa	切变模量 G/GPa	泊松比 μ
冷拔纯铜	127	48		轧制锌	82	31	0.27
轧制磷青铜	113	41	0.32 ~ 0.35	硬铝合金	70	26	
轧制纯铜	108	39	0.31 ~ 0.34	轧制铝	68	25 ~ 26	0.32 ~ 0.36
轧制锰青铜	108	39	0.35	铅	17	7	0.42
铸铝青铜	103	41		拔制铝线	69	—	—
冷拔青铜	89 ~ 97	34 ~ 36	0.32 ~ 0.42				

三、常用有色金属材料的力学性能(表 1－5－13)

表 1－5－13 常用有色金属材料的力学性能

合金代号	密度 ρ / $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	弹性模量 E / GPa	抗拉强度 σ_b/MPa	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ / MPa	断后伸长率 δ / $\%$	疲劳极限 σ_{-1} / MPa
ZL104	2.7	72	250	200	4	90
MB7	1.8	43	300	200	8	130
ZM5	1.8	43	250	100	5	100

续表

合金代号	密度 ρ / $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	弹性模量 E /GPa	抗拉强度 σ_b /MPa	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ /MPa	断后伸长率 δ /%	疲劳极限 σ_{-1} /MPa
H62	8.4	105	300	150	40	120
QA19-4	7.5	116	550	300	12	210
QBe2	8.2	133	1200	1000	2.5	200
BZn15-20	8.7	126	380	140	35	130
NCu28-2.5-1.5	8.8	180	450	240	25	170
ZZnAl4-1	6.7	130	280	—	2	—
TC4	4.4	113	950	850	10	350
2A12	2.8	72	460	380	15	115

四、常用有色纯金属的力学性能(表 1-5-14)

表 1-5-14 常用有色纯金属的力学性能

名称	符号	抗拉强度 σ_b /MPa	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ /MPa	断后伸长率 δ /%	硬度 HBS 或 HV	弹性模量 E /GPa	备 注
银	Ag	125	35	50	25	71	
铝	Al	40~50	15~20	50~70	20~35	62	
金	Au	103	30~40	30~50	18	78	
铍	Be	228~352	186~262	1~3.5	75~85	275~300	
铋	Bi	20	—	—	7	32	
铈	Ce	117	28	22	22HV	30	γ 相
镉	Cd	71	10	50	16~23	55	
钴	Co	255	—	5	125	211	
铜	Cu	209	33.3	60	37	128	
镁	Mg	165~205	69~105	5~8	35	44	
钼	Mo	600	450	60	300~400HV	320	
铌	Nb	275	207	30	80HV	103	退火状态
镍	Ni	317	59	30	60~80	207	
铅	Pb	15~18	5~10	50	4~6	15~18	
钯	Pd	185	32	40	32	114.8	
铂	Pt	143	37	31	30	150	
铑	Rh	951	70~100	30~35	55	293	

续表

名称	符号	抗拉强度 σ_b /MPa	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ /MPa	断后伸长率 δ /%	硬度 HBS 或 HV	弹性模量 E /GPa	备 注
锑	Sb	11.4	—	—	30 ~ 58	77.759	
锡	Sn	15 ~ 27	12	40 ~ 70	5	44.3	
钽	Ta	392	362	46.5	120HV	186	粉末冶金法
钛	Ti	235	140	54	60 ~ 74	106	
钨	W	1000 ~ 1200	750	—	350 ~ 450HV	405 ~ 410	
钇	Y	186	27	17	40HV	63.6	
锌	Zn	110 ~ 150	90 ~ 100	40 ~ 60	30 ~ 42	130	
锆	Zr	300 ~ 500	200 ~ 300	15 ~ 30	120	99	

第六节 金属元素的性质和晶体结构

表 1-5-15 纯金属的物理性质与热化学性质

元素 符号	元素名称		熔点	沸点	密度 (20℃) ⁺	热导率 (0 ~ 100℃)	比热容 (0 ~ 100℃)	电阻率 (20℃)	温度系数 (0 ~ 100℃)	线胀系数 (0 ~ 100℃)	杨氏模量 (20℃)	质量磁化率	熔化潜热 (熔点)	熔化时体积改变率	元素 符号
	中文	英文	℃	℃	$\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	$\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	$10^{-8} \Omega \text{m}$	10^{-3}K^{-1}	10^{-6}K^{-1}	GPa	$10^{-8} \text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$	$\text{KJ} \cdot \text{g}^{-1} \text{atom}^{-1}$	%	
Al	铝	Aluminium	660.37	2520	2.70	238	917	2.67	4.5	23.5	70.6	+0.81	10.47	6.5	Al
Sb	锑	Antimony	630.74	1590	6.68	23.8	209	40.1	5.1	8 ~ 11	54.7	-1.09	19.89	0.8	Sb
As	砷	Arsenic	[817]	616	5.727	—	331	33.3	—	5.6	—	-0.39	—	10.0	As
Ba	钡	Barium	729	2130	3.5	—	285	60 (0℃)	—	18	12.8	+1.12	7.66	—	Ba
Be	铍	Beryllium	1287	2470	1.848	194	2052	3.3	9.0	12	318.0	-1.25	12.22	—	Be
Bi	铋	Bismuth	271.442	1564	9.80	9	124.8	117	4.6	13.4	34.0	-1.69	10.89	-3.35	Bi
Cd	镉	Cadmium	321.108	767	8.64	103	233.2	7.3	4.3	31	62.6	-0.23	6.41	4.0	Cd
Cs	铯	Caesium	28.5	670	1.87	36.1 (s)	234	20	4.8	97	1.7	-0.28	2.09	2.6	Cs
Ca	钙	Calcium	839	1484	1.54	125	624	3.7	4.57	22	19.6	+1.38	8.36	—	Ca
Ce	铈	Cerium	798	[3430]	6.75	11.9	188	85.4	8.7	8	33.5	+18.8	5.23	—	Ce
Cr	铬	Chromium	1860	2680	7.1	91.3	461	13.2	2.14	6.5	279.0	+3.85	20.9	—	Cr

续表

元素 符号	元素名称		熔点	沸点	密度 (20℃) ⁺	热导率比热容		电阻率		线胀系 数(0~ 100℃)	杨氏 模量 (20℃)	质量磁 化率	熔化 潜热 (熔点)	熔化时 体积改 变率	元素 符号
						(0~ 100℃)	(0~ 100℃)	(20℃)	(0~ 100℃)						
	中文	英文	℃	℃	g· cm ⁻³	W· m ⁻¹ · K ⁻¹	J· kg ⁻¹ · K ⁻¹	10 ⁻⁸ Ωm	10 ⁻³ K ⁻¹						
Co	钴	Cobalt	1494	2930	8.9	96	427	6.34	6.6	12.5	211.0	铁磁性	15.5	3.5	Co
Cu	铜	Copper	1084.8	2560	8.96	397	386.0	1.694	4.3	17.0	129.8	-0.11	13.02	4.2	Cu
Dy	镝	Dysprosium	1500	[2630]	8.536	10.0	173	91	1.19	8.6	—	+795.0	—	—	Dy
Er	铒	Erbium	1530	[2600]	9.051	9.6	166	86	2.01	9.2	—	+330.0	—	—	Er
Gd	钆	Gadolinium	1350	[3000]	α 7.895 β 7.80	8.8	298	134	0.9/ 1.76	6.4	—	铁磁性	—	—	Gd
Ga	镓	Gallium	29.7	2205	5.91	41.0 (s)	377	13.65	—	18.3	9.81	-0.30	5.594	-3.2	Ga
Ge	锗	Germanium	937	2830	5.32	56.4	310	$\sim 89 \times$ 10 ³	—	5.75	79.9	-0.15	36.8	-5.1	Ge
Au	金	Gold	1064.43	2860	19.3 ²	315.5	130	2.20	4.0	14.1	78.5	-0.19	12.78	5.1	Au
Hf	铪	Hafnium	2227	4600	13.1	22.9	147	32.2	4.4	6.0	141.0	+0.53	24.07	—	Hf
Ho	钬	Holmium	1461	[2600]	8.803	—	164	94	1.71	9.5* *	—	—	—	—	Ho
In	铟	Indium	156.4	2070	7.3	80.0	243	8.8	5.2	24.8	—	-0.14	3.27	2.0	In
Ir	铱	Iridium	2447	4390	22.4	146.9	130.6	5.1	4.5	6.8	528.0	+0.19	26.0	—	Ir
Fe	铁	Iron	1536	2860	7.87	78.2	456	10.1	6.5	12.1	211.4	铁磁性	15.2	3.5	Fe
La	镧	Lanthanum	920	[3420]	α 6.174 γ 5.97	13.8	200	57	2.18	4.9	37.9	+1.30	8.37	—	La
Pb	铅	Lead	327.502	1750	11.68	34.9	129.8	20.6	4.2	29.0	16.1	-0.15	4.81	3.5	Pb
Li	锂	Lithium	181	1342	0.534	76.1	3517	9.29	4.35	56	4.91	+0.62	2.93	1.65	Li
Lu	镥	Lutetium	1652	[3327]	9.842	—	154	68	—	125* *	—	—	—	—	Lu
Mg	镁	Magnesium	649	1090	1.74	155.5	1038	4.2	4.25	26.0	44.7	+0.69	8.79	4.12	Mg
Mn	锰	Manganese	1244	2060	7.4	7.8	486	160(α)	—	23	191.0	+14.7	14.7	1.7	Mn
Hg	汞	Mercury	-38.87	357	13.546	8.65	138	95.9	1.0	61	—	-0.21	2.324	3.7	Hg
Mo	钼	Molybdenum	2615	4610	10.2	137	251	5.7	4.35	5.1	324.8	+0.05	35.6	—	Mo
Nd	钕	Neodymium	1024	[3060]	α 7.004 β 6.80	13.0	209	64	1.64	6.7	—	+45.0	7.14	—	Nd
Ni	镍	Nickel	1455	2915	8.9	88.5	452	6.9	6.8	13.3	199.5	铁磁性	17.16	4.5	Ni
Nb	铌	Niobium	2467	4740	8.6	54.1	268	16.0	2.6	7.2	104.9	+1.88	29.3	—	Nb
Os	锇	Osmium	3030	5000	22.5	86.9	130	8.8	4.1	4.57	55.90	+0.06	—	—	Os
Pd	钯	Palladium	1554	2960	12.0	75.2	247	10.8	4.2	11.0	121.0	+6.75	16.7	—	Pd
Pt	铂	Platinum	1769.9	3830	21.45	73.4	134.4	10.58	3.92	9.0	170.0	+1.38	19.7	—	Pt
Pu	钚	Plutonium	640	3235	19.84	8.4	142	146.5	—	55	87.5	—	2.9	2.5	Pu
Po	钋	Polonium	246	965	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Po
K	钾	Potassium	63.2	759	0.86	104(s)	754	6.8	5.7	83	(-190 ℃ 3.53)	+0.65	2.39	2.55	K
Pr	镨	Praseodymium	932	[3020]	α 6.782 β 6.64	11.7	192	68	1.71	4.8	—	+31.2	11.3	—	Pr
Ra	镭	Radium	700	1500	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Ra
Re	铼	Rhenium	3180	5690	21.0	47.6	138	18.7	4.5	6.6	466.0	+0.45	33.5	—	Re
Rh	铑	Rhodium	1966	3700	12.4	148	243	4.7	4.4	8.5	379.0	+1.39	22.6	—	Rh

续表

元素 符号	元素名称		熔点	沸点	密度 (20℃) g·cm ⁻³	热导率比热容		电阻温		线胀系 数 (0 ~ 100℃)	杨氏 模量 (20℃)	质量磁 化率	熔化 潜热 (熔点)	熔化时 体积改 变率	元素 符号
						(0 ~ 100℃)	(0 ~ 100℃)	电电阻率度系数	电电阻率度系数						
						(20℃)	(0 ~ 100℃)	(20℃)	(0 ~ 100℃)						
中文	英文	℃	℃		W· m ⁻¹ · K ⁻¹	J· kg ⁻¹ · K ⁻¹	10 ⁻⁸ Ωm	10 ⁻³ K ⁻¹	10 ⁻⁶ K ⁻¹	GPa	10 ⁻⁸ m ³ ·kg ⁻¹	KJ·g ⁻¹ atom ⁻¹	%		
Rb	铷	Rubidium	38.8	688	1.53	58.3 (s)	356	12.1	4.8	9.0	2.35	+0.26	2.198	2.5	Rb
Ru	钌	Ruthenium	2310	4120	12.2	116.3	234	7.7	4.1	9.6	432.0	+0.63	—	—	Ru
Sm	钐	Samarium	1072	[1803]	7.536	—	181	92	1.48	—	—	+15.5	8.92	—	Sm
Sc	钪	Scandium	1538	[2870]	2.99	—	558	66	—	12	—	+9.10	—	—	Sc
Se	硒	Selenium	220.5	685	4.79	—	339	12	—	37	58.0	-0.40	6.28	15.8	Se
Si	硅	Silicon	1412	3270	2.34	138.5	729	10 ³ ~ 10 ⁶	—	7.6	113.0	-0.16	50.66	-10.0	Si
Ag	银	Silver	961.93	2163	10.5	425	234	1.63	4.1	19.1	82.7	-0.25	11.09	3.8	Ag
Na	钠	Sodium	97.8	883	0.97	128	1227	4.7	5.5	71	6.8	+0.64	2.64	2.5	Na
Sr	锶	Strontium	770	1375	2.6	—	737	23 (0℃)	—	100	15.7	-0.25	8.4	—	Sr
Ta	钽	Tantalum	2980	5370	16.6	57.55	142	13.5	3.5	6.5	185.7	+1.16	24.7	—	Ta
Tb	铽	Terbium	1356	[2500]	8.272	—	172	116	—	7.0	—	+1150.0	—	—	Tb
Te	碲	Tellurium	450	988	6.24	3.8	134	1.6 × 10 ⁵ (0℃)	— —	$\begin{cases} 1.7 \\ // c \text{ axis} \\ 27.5 \\ \perp c \text{ axis} \end{cases}$	47.1	-0.39	17.6	4.9	Te
Tl	铊	Thallium	304	1473	11.85	45.5	130	16.6	5.2	30	7.9	-0.30	4.3	2.2	Tl
Th	钍	Thorium	1755	4290	11.5	49.2	100	14	4.0	11.2	78.3	+0.14	—	—	Th
Tm	铥	Thulium	1543	[1727]	9.322	—	160	90	1.95	11.6* *	—	+189.0	—	—	Tm
Sn	锡	Tin	231.968	2625	7.3	73.2	226	12.6	4.6	23.5	49.9	-0.31	7.08	2.3	Sn
Ti	钛	Titanium	1667	3285	4.5	21.6	528	54	3.8	8.9	120.2	+1.56	17.5	—	Ti
W	钨	Tungsten	3387	5555	19.3	174	138	5.4	4.8	4.5	411.0	+0.35	35.2	—	W
U	铀	Uranium	1132	4400	19.05 (α) 18.89 (β)	28	117	27	3.4	—	175.8	+2.15	12.5	—	U
V	钒	Vanadium	1902	3410	6.1	31.6	498	19.6	3.9	8.3	127.6	+1.75	16.74	—	V
Yb	镱	Ytterbium	824	[1427]	6.977 6.54	—	145	28	1.30	25.0	—	+1.80	—	—	Yb
Y	钇	Yttrium	1520	3300	4.478 4.25	10.2	309	53	2.71	10.8* *	66.3	+6.62	11.43	—	Y
Zn	锌	Zinc	419.58	911	7.14	119.5	394	5.96	4.2	31	104.5	-0.19	7.28	4.7	Zn
Zr	锆	Zirconium	1852	4400	6.49	22.6	289	44	4.4	5.9	98.0	-0.56	19.3	—	Zr

* * 在 400℃ ;(s) 固体 ;₊ 高温同素异构物不在 20℃ ;* 多晶体的杨氏模量 ; () 括量内为稀土或稀有金属元素。

表1-5-16 元素周期表

s 区		p 区										p 区
族	周期	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA	0	18	
1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
5	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
6	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
8	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
9	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
11	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
12	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
13	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
14	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
15	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
16	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
17	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
18	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
19	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
20	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
21	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
22	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
23	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
24	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
25	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
26	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
27	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
28	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
29	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
30	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
31	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
32	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
33	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
34	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
35	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
36	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
37	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
38	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
39	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
40	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
41	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
42	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
43	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
44	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
45	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
46	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57
47	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58
48	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
49	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
50	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61
51	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
52	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
53	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
54	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
55	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
56	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67
57	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
58	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
59	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
60	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
61	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
62	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73
63	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
64	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
65	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76
66	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
67	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
68	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
69	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
70	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
71	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82
72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
73	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
74	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
75	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
76	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87
77	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
78	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
79	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
80	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
81	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92
82	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
83	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94
84	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
85	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
86	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97
87	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98
88	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
89	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
90	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101
91	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102
92	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
93	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104
94	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105
95	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106
96	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107
97	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
98	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109
99	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
100	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111
101	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112
102	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113
103	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
104	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115
105	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116
106	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117
107	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
108	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
109	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
110	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121
111	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122
112	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123
113	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124
114	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125
115	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126
116	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127
117	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128
118	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129
119	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130
120	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131
121	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132
122	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133
123	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134

表 1-5-17 元素的晶体结构

元 素		相	晶体结构	结构符号	结构典型	晶格常数(×10 ⁻¹⁰ m)						
名 称	符 号					<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i> 或轴角				
铜	Ac	α β	面心立方	A1	Cu	4.086	5.43	53°49′				
银	Ag		面心立方	A1	Cu							
铝	Al		面心立方	A1	Cu							
镧	Am		密排六方		α -La							
氩	Ar		面心立方		A1							
砷	As		三方	A7	α -As							
碲	At		斜方		黑磷							
碲	At		未知									
金	Au		面心立方	A1	Cu	4.078	6.68	8.74				
硼			α	三方(低温)								
	B	β	三方(高温)									
		γ	正方									
钡	Ba	α β	体心立方	A2	W	5.025			6.68	8.74		
铍	Be		密排六方	A3	Mg	2.2858						
			体心立方	A2	W	4.7457						
铋	Bi		三方	A7	α -As	57°14′12″						
锆	Bk		密排六方(低温)						4.49			
			面心立方(高温)	A1	Cu	6.7041						
溴	Br		底心斜方			4.49	6.68	8.74				
碳	C	石墨 金刚石	六方	A9	C(石墨)	2.461		6.7041				
			面心立方	A4	C(金刚石)							
钙	Ca	α	面心立方	A1	Cu	5.582						
		β	体心立方	A2	W							
钶(钕)	Cb(Nb)		体心立方	A2	W	3.301	5.617					
镉	Cd		密排六方	A3	Mg	2.0787						
铈	Ce	α	面心立方	A1	Cu	5.16						
		β	密排六方		α -La	5.16						
		γ	面心立方	A1	Cu							
		δ	体心立方	A2	W							
镅	Cf		未知			—	—	—				
氯	Cl		底心斜方									
镉	Cm		密排六方(低温)									
			面心立方(高温)	A1	Cu							

续表

元 素		相	晶体结构	结构符号	结构典型	晶格常数($\times 10^{-10}\text{m}$)		
名 称	符 号					<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i> 或轴角
钴	Co	α	密排六方	A3	Mg	2.5071		4.0686
		β	面心立方	A1	Cu			
铬	Cr		体心立方	A2	W	2.884		
铯	Cs		体心立方	A2	W	6.13		
铜	Cu		面心立方	A1	Cu	3.6153		
镝	Dy	α	密排六方	A3	Mg	3.59		5.65
		β	体心立方	A2	W			
铒	Er		密排六方	A3	Mg	3.65		5.58
镱	Es		未知			—	—	—
铕	Eu		体心立方	A2	W	4.58		
氟	F	α	单斜					
		β	单斜					
铁	Fe	α	体心立方	A2	W	2.866		
		γ	面心立方	A1	Cu			
		δ	体心立方	A2	W			
镨	Fm		未知			—	—	—
钫	Fr		未知			—	—	—
镓	Ga		底心斜方	A11		4.524	4.523	7.661
钆	Gd	α	密排六方	A3	Mg	3.64		5.78
		β	体心立方	A2	W			
锗	Ge		面心立方	A4	C(金刚石)	5.658		
氢	H	α	密排六方	A3(2)	Mg	3.76		6.13
		β	面心立方					
氦	He	α	密排六方	A3	Mg	3.58		5.84
		β	面心立方	A1	Cu			
		γ	体心立方	A2	W			
铪	Hf	α	密排六方	A3	Mg	3.1883		5.0422
		β	体心立方	A2	W			
汞	Hg		三方	A10	Hg	3.005		70°31′42″
铥	Ho	α	密排六方	A3	Mg	3.58		5.62
		β	体心立方	A2	W			
碘	I		底心斜方			4.787	7.266	9.793
铟	In		体心正方	A6	In	4.594		4.951
铱	Ir		面心立方	A1	Cu	3.839		
钾	K		体心立方	A2	W	5.334		

续表

元 素		相	晶体结构	结构符号	结构典型	晶格常数(×10 ⁻¹⁰ m)		
名 称	符 号					<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i> 或轴角
氪	Kr		面心立方	A1	Cu	5.69		
镧	La	α	密排六方		α - La	3.77		12.16
		β	面心立方	A1	Cu			
		γ	体心立方	A2	W			
锂	Li	α	密排六方	A3	Mg			
		β	体心立方	A2	W	3.5089		
铈	Lr(Lw)		未知			—	—	—
镨	Lu		密排六方	A3	Mg	3.50		5.50
钆	Md		未知			—	—	—
镁	Mg		密排六方	A3	Mg	3.2088		5.20
锰	Mn	α	复杂体心立方	A12	α - Mn			
		β	复杂立方	A13	β - Mn			
		γ	面心立方	A1	Cu			
		δ	体心立方	A2	W	8.912		
钼	Mo		体心立方	A2	W	3.1468		
氮	N	α	立方					
		β	六方			4.04		6.60
钠	Na	α	密排六方	A3	Mg			
		β	体心立方	A2	W	4.289		
铌	Nb							
(见 Cb)								
钕	Nd	α	密排六方		α - La	3.66		11.80
		β	体心立方	A2	W			
氖	Ne		面心立方	A1	Cu	4.53		
镍	Ni		面心立方	A1	Cu	3.5238		
镉	No		未知					
镎	Np	α	斜方					
		β	正方					
		γ	体心立方(2)	A2	W			
氧	O	α	底心斜方					
		β	六方					
		γ	立方			6.84		
锇	Os		密排六方	A3	Mg	2.7341		4.3197

续表

元 素		相	晶体结构	结构符号	结构典型	晶格常数($\times 10^{-10}$ m)		
名 称	符 号					<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i> 或轴角
磷	P	α (白磷)	复杂立方			7.18		
		β (白磷)	复杂结构(非立方)					
		红 磷	未知					
		黑 磷	底心斜方					
镨	Pa		体心四方			4.9489		
铅	Pb		面心立方	A1	Cu			
钯	Pd		面心立方	A1	Cu			
钽	Pm		两种六方结构					
钋	Po	α	简单立方			3.67		11.84
		β	三方					
镨	Pr	α	密排六方		$\alpha - \text{La}$			
		β	体心立方	A2	W			
铂	Pt		面心立方	A1	Cu	3.9310	4.826	10.956
钷	Pu	α	单斜			6.182		
		β	体心单斜					
		γ	面心斜方					
		δ	面心立方	A1	Cu			
		δ'	体心正方	A6	In			
		ϵ	体心立方	A2	W			
镭	Ra		体心立方	A2	W		12.95	4.458
铷	Rb		体心立方	A2	W	5.63		
铈	Re		密排六方	A3	Mg	2.760		
铈	Rh		面心立方	A1	Cu	3.804		
氩	Ru		未知			—		
钌	Ru		密排六方	A3	Mg	2.7041		
硫	S	α	复杂面心斜方			10.50		
锑	Sb	β	复杂单斜				57°6'30"	5.27
		γ	三方					
			三方	A7	$\alpha - \text{As}$	4.506		
钪	Sc	α	密排六方	A3	Mg	3.31		
		β	体心立方	A2	W			

续表

元 素		相	晶体结构	结构符号	结构典型	晶格常数($\times 10^{-10}$ m)		
名 称	符 号					<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i> 或轴角
硒	Se	α	单斜	A8	$\gamma - \text{Se}$ C(金刚石)	4.346		4.954
		β	单斜					
		γ	六方					
硅	Si		面心立方	A4		5.428		
钐	Sm	α	复杂三方	A2	W	8.99		23°13′
		β	体心立方					
锡	Sn	α (灰锡)	面心立方	A4	C(金刚石)	5.8314		3.1815
		β (白锡)	体心立方	A5	$\beta - \text{Sn}$			
锶	Sr	α	面心立方	A1	Cu	6.087		
		β	体心立方	A2	W			
钽	Ta		体心立方	A2	W	3.303		
铽	Tb	α	密排六方	A3	Mg	3.60		5.69
		β	体心立方	A2	W			
铊	Tl		密排六方	A3	Mg	—		—
碲	Te		六方	A8	$\gamma - \text{Se}$	4.457		5.929
钍	Th	α	面心立方	A1	Cu	5.09		
		β	体心立方	A2	W			
钛	Ti	α	密排六方	A3	Mg	2.950		4.683
		β	体心立方	A2	W			
铊	Tl	α	密排六方	A3	Mg	3.457		5.525
		β	体心立方	A2	W			
铥	Tm		密排六方	A3	Mg	3.53		5.55

续表

元 素		相	晶体结构	结构符号	结构典型	晶格常数 (× 10 ⁻¹⁰ m)				
名 称	符 号					<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i> 或轴角		
铀	U	α	底心斜方	A20	$\alpha - \text{U}$	2.8545	5.868	4.9566		
		β	复杂正方	似 D8 _b	似 CrFe					
		γ	体心立方	A2	W					
钒	V		体心立方	A2	W	3.039				
钨	W		体心立方	A2	W	3.158				
氙	Xe		面心立方	A1	Cu	6.25				
钇	Y	α	密排六方	A3	Mg	3.65		5.73		
		β	体心立方 (2)	A2	W					
镱	Yb	α	面心立方	A1	Cu	5.49				
		β	体心立方	A2	W					
锌	Zn		密排六方	A3	Mg	2.665		4.947		
锆	Zr	α	密排六方	A3	Mg	3.2312		5.1477		
		β	体心立方	A2	W					
钬	Rf		未知			1969 年发现				
铪	Ha		未知			1970 年发现				

第七节 金属材料加工、组织和热处理工艺术语

一、金属材料加工常用术语

金属(合金)锭 ingot 将液态金属或合金浇入模子(常为金属模),经冷却、凝固所获得的块状半成品。

铸造 foundry, casting 将液态金属或合金浇入砂模或金属模等,经冷却、凝固获得成型制品的工艺。

压力铸造(压铸) high pressure die casting 将液态金属或合金在高压下射入金属模,经冷却、凝固获得成型制品的工艺。

铸件 casting 采用铸造工艺所获得的成型制品。

焊接 welding 以熔融金属将不同部件连接为一体的工艺,多数情况下使用一定的焊料,热源可为电弧、电子束、激光束或高温气体等。

焊接件 weldment 以焊接工艺相连接的部件。

变形加工 deformation processing 在外加力作用下,使金属或合金按预定的方式发生变形,形成具有一定几何形状和尺寸的制品的工艺,变形加工可在加热状态或室温进行。

轧制 rolling 使金属或合金锭坯通过两个旋转的轧辊间的空隙,在辊压作用下使锭坯横截面积减小、长度增加的一种变形加工工艺。

挤压 extruding 常用的是正向挤压法,使金属或合金锭坯在主柱塞力的作用下,通过挤压筒端部的模孔挤出变形,形成一定的几何形状和尺寸的制品。

锻造 forging 使金属或合金锭坯在上下模之间,由于静压力或动压力的作用发生变形,根据模具几何形状的复杂程度可分为自由锻和模锻。

拉制 drawing 在拉制力的作用下,将金属或合金棒料从模孔拉出而发生延伸变形的工艺。

粉末冶金 powder metallurgy 将金属或合金粉未经压实、烧结或热挤工艺制成成型制品的工艺。

型材 shape 经轧制或挤压所获得的断面几何形状较为复杂的制品。

铸造性能(可铸性) castability 金属或合金经铸造形成无缺陷成型铸件的工艺性能。

焊接性能(可焊性) weldability 金属或合金经焊接形成无缺陷的焊接件的工艺性能。

可锻性 forgeability 金属或合金经锻造形成无缺陷锻件的工艺性能。

可轧制性 rollability 金属或合金经轧制形成无缺陷制品的工艺性能。

切削加工性能(可切削性) machinability 金属或合金接受高效切削加工的工艺性能。

铸造合金 cast alloy 具有较良好的铸造性能,用于浇注成型铸件的合金。

变形合金 wrought alloy 具有较好的变形加工性能,用于经变形加工制成产品的合金。

二、金属材料组织及热处理工艺术语

(一)金属组织术语

相 phase 指金属组织中化学成分、晶体结构和物理性能相同的组分,其中包括固溶体、金属化合物及纯物质。

组织 structure 泛指用金相观察方法看到的由形态、尺寸不同和分布形式不同的一种或多种相构成的总体,以及各种材料缺陷和损伤。

宏观组织 低倍组织 macrostructure 金属试样的磨面经适当处理后用肉眼或借助放大镜观察到的组织。

显微组织 microstructure 将用适当方法(如侵蚀)处理后的金属试样的磨面或其复型或用适当方法制成的薄膜置于光学显微镜或电子显微镜下观察到的组织。

晶粒 grain 多晶体材料内以晶界分开、晶体学位向基本相同的小晶体。

晶界 grain boundary 多晶体材料中相邻晶粒的界面。相邻晶粒晶体学位向差小于 10° 的晶界称为小角晶界 相邻晶粒晶体学位向差较大的晶界称为大角晶界。

相界面 interphase boundary 相邻两种相的分界面。两相的点阵在跨越界面处完全匹配者称为共格界面,部分匹配者称为半共格界面,基本不匹配者称为非共格界面。

亚晶粒 subgrain 晶粒内相互间晶体学位向差很小($< 2^\circ \sim 3^\circ$)的小晶块。亚晶粒之间

的界面称为亚晶界。

晶粒度 grain size 意指多晶体内晶粒的大小。可用晶粒号、晶粒平均直径、单位面积或单位体积内的晶粒数目定量表征。

树枝组织 dendritic structure 金属铸件中呈树枝状的晶体(晶粒)。

共晶组织 eutectic structure 金属凝固时,由液相同时析出,紧密相邻的两种或多种固体构成的铸态组织。

共析组织 eutectoid structure 固态金属自高温冷却时,从同一母相中同时析出,紧密相邻的两种或多种不同的相构成的组织。

针状组织 acicular structure 含有一种(或多种)针状相的组织。

片层状组织 lamellar structure 两种或多种薄层状相交替重叠形成的共晶组织、共析组织及其他组织。

α 铁 在 921°C 以下稳定存在,晶体结构为体心立方的纯铁。

γ - iron 在 $921 \sim 1390^{\circ}\text{C}$ 稳定存在,晶体结构为面心立方的纯铁。

铁素体 ferrite α 铁中溶入一种或多种溶质元素构成的固溶体。

奥氏体 austenite γ 铁中溶入碳和(或)其他元素构成的固溶体。它是以英国冶金学家 R. Austen 的名字命名的。

渗碳体 cementite 晶体结构属于正交系,化学式为 Fe_3C 的金属化合物。是钢和铸铁中常见的固相。

碳化物 carbide 钢铁中碳与一种或数种金属元素构成的金属化合物的总称。两种金属元素与碳构成的化合物称为三元碳化物或复合碳化物,如 $(\text{Fe}, \text{Cr})_3\text{C}$ 、 $(\text{Cr}, \text{Fe})_7\text{C}_3$ 等。三种或更多种金属元素与碳构成的化合物 $(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{W}, \text{V})_3\text{C}$ 、 $\text{Fe}_3(\text{W}, \text{Mo})_3\text{C}$ 等只能被称为复合碳化物。

球光体 pearlite, lamellar pearlite 铁素体薄层(片)与碳化物(包括渗碳体)薄层(片)交替重叠组成的共析组织。

球光体领域 pearlite colony 诸铁素体、碳化物薄片位向大致相同的一个珠光体团所占的空间。

索氏体 sorbite, fine pearlite 在光学金相显微镜下放大 600 倍以上才能分辨片层的细珠光体。它是以英国冶金学家 H. C. Sorby 的名字命名的。

托氏体 troostite, nodular fine pearlite 在光学金相显微镜下已无法分辨片层的极细珠光体。它是以法国金相学家 L. Troost 的名字命名的。

马氏体 martensite 钢铁或非铁金属中通过无扩散共格切变型转变(马氏体转变)形成的产物统称马氏体。钢铁中马氏体转变的母相是奥氏体,由此形成的马氏体化学成分与奥氏体相同,晶体结构为体心正方,可被看做是过饱和 α 固溶体。主要形态是板条状和片状。它是以德国冶金学家 A. Martens 的名字命名的。

莱氏体 ledeburite 铸铁或高碳高合金钢中由奥氏体(或其转变的产物)与碳化物(包括渗碳体)组成的共晶组织。它是以德国冶金学家 A. Ledebur 的名字命名的。

石墨 graphite 碳的一种同素异构体,晶体结构属于六方系,是铸铁中常出现的固相。其空间形态有片状、球状、团絮状、蠕虫状等。

脱溶物 precipitate 过饱和固溶体中形成的溶质原子偏聚区(如铝铜合金中的 GP 区)或

化学成分及晶体结构与之不同的析出相(例如铝铜合金人工时效时形成的 CuAl_2)。

弥散相 dispersed phase 从过饱和固溶体中析出或在化学热处理渗层中形成以及在其它生产条件下形成的细小、弥散分布的固相。

贝氏体 bainite 钢铁奥氏体化后,过冷到珠光体转变温度区与 M_s 之间的中温区等温,或连续冷却通过这个中温区时形成的组织。这种组织由过饱和 α 固溶体和碳化物组成。它是以美国冶金学家 E. C. Bain 的名字命名的。

上贝氏体 upper bainite 在较高的温度范围内形成的贝氏体。其典型形态是以大致平行、碳轻微过饱和的铁素体板条为主体,短棒状或短片状碳化物分布于板条之间。在含硅、铝的合金钢中碳化物全部或部分被残留奥氏体所取代。

下贝氏体 lower bainite 在较低温度范围内形成的贝氏体。其主体是双凸透镜片状碳过饱和铁素体,片中分布着与片的纵向轴呈 $55^\circ \sim 65^\circ$ 角平行排列的碳化物。

残留奥氏体 残存奥氏体 retained austenite 工件淬火冷却至室温后残存的奥氏体。

组织组分 structural constituent 金属显微组织中具有同样特征的部分。例如退火态亚共析钢中的铁素体、珠光体。

魏氏组织 widmanstatten structure 组织组分之一呈片状或针状沿母相特定晶面析出的显微组织。是以从铁-镍陨石中发现这种组织的奥地利矿物学家 A. J. Widmanstatten 的名字命名的。

带状组织 banded structure 金属材料中两种组织组分呈条带状沿热变形方向大致平行交替排列的组织。例如钢材中的铁素体带-珠光体带,珠光体带-渗碳体带等。

粒状珠光体 globular pearlite 碳化物呈颗粒状弥散分布于铁素体基体中的珠光体。

亚组织 亚结构 substructure 只有借助电子显微镜才能观察到的组织结构,例如位错、层错、微细孪晶、亚晶粒等。

位错 dislocation 晶体中常见的一维缺陷(线缺陷)。在透射电子显微镜下金属薄膜试样的衍衬象中表现为弯曲的线条。

层错 stacking fault 面心立方、密排六方、体心立方等常见金属晶体中密排晶面堆垛层次局部发生错误而形成的二维晶体学缺陷(面缺陷)。在透射电子显微镜下的金属薄膜试样衍衬象中表现为若干平直干涉条纹组成的带。

位错塞积 dislocation pile up 滑动中的位错列在领先位错受阻时形成塞积的现象,在透射电子显微镜下金属薄膜试样衍衬象中表现为接近平行排列的短弧线。

空位 vacancy 晶体结构中原子空缺的位置。属于零维晶体学缺陷。

结构 texture 金属中诸晶粒晶体学位向接近一致的组织。

母相 parent phase 由之转变为新相的原始相。

二次马氏体 secondary martensite 工件回火冷却过程中残留奥氏体发生转变形成的马氏体。

(二)金属热处理工艺术语

热处理 heat treatment 采用适当的方式对金属材料或工件(以下简称工件)进行加热、保温和冷却以获得预期的组织结构与性能的工艺。

整体热处理 bulk heat treatment 对工件整体进行穿透加热的热处理。

化学热处理 thermo-chemical treatment 将工件置于适当的活性介质中加热、保温,使一种或几种元素渗入它的表层,以改变其化学成分、组织和性能的热处理。

表面热处理 surface heat treatment 为改变工件表面的组织和性能,仅对其表面进行热处理的工艺。

局部热处理 local heat treatment, partial heat treatment 仅对工件的某一部位或几个部位进行热处理的工艺。

真空热处理 vacuum heat treatment, low pressure heat treatment 在低于 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$ (通常是 $10^{-1} \sim 10^{-3} \text{ Pa}$) 的环境中加热的热处理工艺。

磁场热处理 heat treatment in magnetic field 为改善某些铁磁性材料的磁性能而在磁场中进行的热处理。

可控气氛热处理 heat treatment in controlled atmosphere 为达到无氧化,无脱碳或按要求增碳,在成分可控的炉气中进行的热处理。

稳定化处理 stabilizing treatment, stabilizing 为使工件在长期服役的条件下形状和尺寸变化能够保持在规定范围内的热处理。

形变热处理 thermomechanical treatment 将塑性变形和热处理结合,以提高工件力学性能的复合工艺。

奥氏体化 austenitizing 工件加热至 A_{c3} 或 A_{c1} 以上,以全部或部分获得奥氏体组织的操作称为奥氏体化。工件进行奥氏体化的保温温度与时间分别称为奥氏体化温度和奥氏体化时间。

马氏体临界冷却速度 critical cooling rate 工件淬火时可抑制非马氏体转变的冷却速度下限。

炉冷 furnace cooling 工件在热处理炉中加热保温后,切断炉子能源,使工件随炉冷却的方式。

等温转变 isothermal transformation 工件奥氏体化后,冷却到临界点 (A_{c1} 或 A_{c3}) 以下等温保持时过冷奥氏体发生的转变。

连续冷却转变 continuous cooling transformation 工件奥氏体化后以不同冷却速度连续冷却时过冷奥氏体发生的转变。

退火 annealing 工件加热到适当温度,保持一定时间,然后缓慢冷却的热处理工艺。

等温退火 isothermal annealing 工件加热到高于 A_{c3} (或 A_{c1}) 的温度,保持适当时间后,较快地冷却到珠光体转变温度区间的适当温度并等温保持,使奥氏体转变为珠光体类组织后在空气中冷却的退火。

再结晶退火 recrystallization annealing 经冷塑性变形加工的工件加热到再结晶温度以上,通过再结晶使冷变形过程中产生的晶体学缺陷基本消失,重新形成均匀的等轴晶粒,以消除形变强化效应和残余应力的退火。

中间退火 process annealing, intermediate annealing, interstage annealing 为消除工件形变强化效应,改善塑性,便于实施后继工序而进行的工序间退火。

均匀化退火 homogenizing, diffusion annealing 以减少工件化学成分和组织的不均匀程度为主要目的,将其加热到高温并长时间保温,然后缓慢冷却的退火。

稳定化退火 stabilizing annealing 为使工件中微细的显微组成物沉淀或球化的退火。例如某些奥氏体不锈钢在 850°C 附近进行稳定化退火, 沉淀出 TiC 、 NbC 、 TaC , 防止耐晶间腐蚀性能降低。

去应力退火 stress relieving, stress relief annealing 为去除工作塑性变形加工、切削加工或焊接造成的内应力及铸件内存的残余应力而进行的退火。

完全退火 full annealing 将工件完全奥氏体化后缓慢冷却, 获得接近平衡组织的退火。

不完全退火 partial annealing, incomplete annealing 将工件部分奥氏体化后缓慢冷却的退火。

石墨化退火 graphitizing treatment 为使铸铁内莱氏体中的渗碳体或(和)游离渗碳体分解而进行的退火。

正火 normalizing 工件加热奥氏体化后在空气中冷却的热处理工艺。

淬火 quench hardening, transformation hardening 工件加热奥氏体化后以适当方式冷却获得马氏体或(和)贝氏体组织的热处理工艺。最常见的有水冷淬火、油冷淬火、空冷淬火等。

表面淬火 surface hardening 仅对工件表层进行的淬火。其中包括感应淬火、接触电阻加热淬火、火焰淬火、激光淬火、电子束淬火等。

热浴淬火 hot bath hardening 工件在熔盐、熔碱、熔融金属或高温油等热浴中进行的淬火冷却。如盐浴淬火、铅浴淬火、碱浴淬火等。

贝氏体等温淬火 等温淬火 austempering 工件加热奥氏体化后快冷到贝氏体转变温度区间等温保持, 使奥氏体转变为贝氏体的淬火。

感应淬火 induction hardening 利用感应电流通过工件所产生的热量, 使工件表层、局部或整体加热并快速冷却的淬火。

形变淬火 ausforming 工件热加工成形后由高温淬冷的淬火。常用的是锻造余热淬火。

冷处理 subzero treatment, cold treatment 工件淬火冷却到室温后, 继续在一般致冷设备或低温介质中冷却的工艺。

深冷处理 cryogenic treatment 工件淬火后继续在液氮或液氮蒸气中冷却的工艺。

淬硬性 hardening capacity 以钢在理想条件下淬火所能达到的最高硬度来表征的材料特征。

淬透性 hardenability 以在规定条件下钢试样淬硬深度和硬度分布表征的材料特性。

临界直径 critical diameter 钢制圆柱试样在某种介质中淬冷后, 中心得到全部马氏体或 50% 马氏体组织的最大直径, 以 d_c 表示。

索氏体化处理 派登脱处理 patenting 高强度钢丝或钢带制造中的一种特殊热处理方法。其工艺过程是将中碳钢或高碳钢线材或带材加热奥氏体化后在 A_{cl} 以下适当温度 ($\sim 500^{\circ}\text{C}$) 的热浴中等温或在强制流动的气流中冷却以获得索氏体或以索氏体为主的组织, 这种组织适于冷拔, 冷拔后可获得优异的强韧性配合。可分为铅浴索氏化处理、盐浴索氏化处理、风冷索氏体化和流态床索氏体化处理等多种。

表面熔凝处理 surface melting treatment 用激光、电子束等快速加热, 使工件表层熔化后通过自冷迅速凝固的工艺。

回火 tempering 工件淬硬后加热到 A_{cl} 以下的某一温度, 保温一定时间, 然后冷却到室

温的热处理工艺。

真空回火 vacuum tempering 工件在真空炉中先抽到一定真空度,然后充惰性气体的回火。

低温回火 low temperature tempering, first stage tempering 工件在 250℃ 以下进行的回火。

中温回火 medium temperature tempering 工件在 250 ~ 500℃ 之间进行的回火。

高温回火 high temperature tempering 工件在 500℃ 以上进行的回火。

二次硬化 secondary hardening 一些高合金钢在一次或多次回火后硬度上升的现象。这种硬化现象是由于碳化物弥散析出和(或)残留奥氏体转变为马氏体或贝氏体所致。

调质 quenching and high temperature tempering 工件淬火并高温回火的复合热处理工艺。

固溶处理 solution treatment 工件加热至适当温度并保温,使过剩相充分溶解,然后快速冷却以获得过饱和固溶体的热处理工艺。

水韧处理 water toughening 为改善某些奥氏体钢的组织以提高材料韧度,将工件加热到高温使过剩相溶解,然后水冷的热处理。例如高锰钢(Mn13)加热到 1000 ~ 1100℃ 保温后水冷,以消除沿晶界或滑移带析出的碳化物,从而得到高韧度和高耐磨性。

沉淀硬化 precipitation hardening 在过饱和固溶体中形成溶质原子偏聚区和(或)析出弥散分布的强化相而使金属硬化的热处理。

时效处理 时效 ageing treatment 工件经固溶处理或淬火后在室温或高于室温的适当温度保温,以达到沉淀硬化的目的。在室温下进行的称自然时效,在高于室温下进行的称人工时效。

回归 reversing 某些经固溶处理的铝合金自然时效硬化后,在低于固溶处理的温度(120 ~ 180℃)短时间加热后力学性能恢复到固溶热处理状态的现象。

形变时效 refining 铝合金、铜合金冷塑性加工与时效相结合的复合处理。

(三)化学热处理、表面沉积及热处理缺陷术语

渗碳 carburizing, carburization 为提高工件表层的含碳量并在其中形成一定的碳含量梯度,将工件在渗碳介质中加热、保温,使碳原子渗入的化学热处理工艺。

离子渗碳 plasma carburizing, ion carburizing, glow discharge carburizing 在低于 1×10^5 Pa(通常是 $10 \sim 10^{-1}$ Pa)渗碳气氛中,利用工件(阴件)和阳极之间产生的辉光放电进行的渗碳。

碳化物形成元素 carbide forming element, carbide former 钢铁中与碳的化学亲和力比铁高的合金元素。

渗氮 氮化 nitriding, nitrogen case hardening 在一定温度下于一定介质中使氮原子渗入工件表层的化学热处理工艺。

氮化物形成元 nitride forming element, nitride former 钢中与氮的化学亲和力比铁高的合金元素。

渗硼 boriding, boronizing 将硼渗入工件表层的化学热处理工艺,其中包括用粉末或颗粒状的渗硼介质进行的固体渗硼,用熔融渗硼介质进行的液体渗硼,在电解的熔融渗硼介质中

进行的电解渗硼,用气体渗硼介质进行的气体渗硼。

渗硅 siliconizing 将硅渗入工件表层的化学热处理工艺。其中包括用粉末渗硅介质进行的固体渗硅,用气体渗硅介质进行的气体渗硅。

渗硫 sulphurizing 将硫渗入工件表层的化学热处理工艺。

渗金属 diffusion metallizing, metal cementation 工件在含有被渗金属元素的渗剂中加热到适宜温度并保温,使这些元素渗入表层的化学热处理工艺。其中包括渗铝、渗铬、渗锌、渗钛、渗钒、渗钨、渗锰、渗锑、渗铍和渗镍等。

离子渗金属 ion infiltration of metal 工件在含有被渗金属的等离子场中加热到较高温度,金属原子以较高速率在表面沉积并向内部扩散的工艺。

多元共渗 multicomponent thermochemical treatment 将两种或多种元素同时渗入工件表层的化学热处理工艺。

碳氮共渗 carbonitriding 在奥氏体状态下同时将碳、氮渗入工件表层,并以渗碳为主的化学热处理工艺。

氮碳共渗 软氮化 nitrocarburizing 工件表层同时渗入氮和碳,并以渗氮为主的化学热处理工艺。在气体介质中进行的称气体氮碳共渗,在盐浴中进行的称液体氮碳共渗。

发蓝处理 发黑 bluing 工件在空气-水蒸气或化学药物的溶液中进行在室温或加热到适当温度,在工件表面形成一层蓝色或黑色氧化膜,以改善其耐蚀性和外观的表面处理工艺。

离子注入 ion implantation 将预先选择的元素原子电离,经电场加速,获得高能量注入工件的表面改性工艺。

化学气相沉积 chemical vapor deposition (CVD) 通过化学气相反应在工件表面形成薄膜的工艺。

等离子体增强化学气相沉积 plasma enhanced chemical vapor deposition (PECVD), plasma assisted chemical vapor deposition (PAVCD) 利用各种等离子体的能量促使反应气体离解、活化以增强化学反应的化学气相沉积。其中包括 射频放电等离子体化学气相沉积、微波等离子体化学气相沉积、ERC(电子回旋共振)微波等离子体化学气相沉积、直流电弧等离子体喷射化学气相沉积等。

物理气相沉积 physical vapor deposition (PVD) 在真空加热条件下利用蒸发、辉光放电、弧光放电、溅射等物理方法提供原子、离子,使之在工件表面沉积形成薄膜的工艺。其中包括蒸镀、溅射沉积、磁控溅射以及各种离子束沉积方法等。

离子镀 ion plating 在真空条件下,利用气体放电使气体或被蒸发物质部分电离,并在气体离子或被蒸发物质离子的轰击下,将蒸发物质或其反应物沉积在基片上的方法。其中包括磁控溅射离子镀、反应离子镀、空心阴极放电离子镀(空心阴极蒸镀法)、多弧离子镀(阴极电弧离子镀)等。

脱碳 decarburization 工件加热时介质与工件中的碳发生反应,使表层含碳量降低的现象。

淬火冷却开裂 quench cracking 淬火冷却时工件中产生的内应力超过材料断裂强度,在工件上形成裂纹的现象。

淬火冷却畸变 quenching distortion 工件原始尺寸或形状于淬火冷却时发生的人们所不希望的变化。

淬火冷却应力 quenching stresses 工件淬火冷却时,因不同部位出现瞬间温差及组织转变不同步而产生的内应力。

热应力 thermal stresses 工件加热和(或)冷却时,由于不同部位出现温差而导致热胀和(或)冷缩不均所产生的应力。

相变应力 transformation stresses 热处理过程中因工件不同部位组织转变不同步而产生的内应力。

残留应力 residual stresses, internal stresses 工件在各部位已无温差且不受外力作用的条件下存留下来的内应力。

软点 soft spots 工件淬火硬化后,表面硬度偏低的局部小区域。

过烧 burning 工件加热温度过高,致使晶界氧化和部分熔化的现象。

过热 overheating 工件加热温度偏高而使晶粒过度长大,以致力学性能显著降低的现象。

白点 flak, white spot 工件中的氢呈气态析出引起的一种缺陷。在纵向断口上表现为接近圆形或椭圆形的银白色斑点 在侵蚀后的宏观磨片上表现为发裂。

黑色组织 black structure 含铬、锰、硅等合金元素的渗碳工件渗碳淬火后可能出现的缺陷组织,在光学金相显微镜下呈断续的黑色网,是内氧化的结果。

网状碳化物组织 carbide network 渗碳介质活性过强,渗碳阶段温度偏高,扩散阶段温度偏低或渗碳时间偏长,致使工件表层中碳化物沿奥氏体晶界呈网状析出而形成的缺陷组织。

σ 相脆性 σ - embrittlement 高铬合金钢因析出 σ 相而引起的脆化现象。

回火脆性 temper brittleness 工件淬火后在某些温度区间回火产生的脆性。

不可逆回火脆性 第一类回火脆性 350℃ embrittlement 工件淬火后在 ~ 350℃ 回火时产生的回火脆性。

可逆回火脆性 第二类回火脆性 reversible temper brittleness 含有铬、锰、铬 - 镍等元素的合金钢工件淬火后,在脆化温度区(400 ~ 550℃)回火,或在更高温度回火后缓慢冷却所产生的脆性。这种脆性可通过高于脆化温度的再次回火并快速冷却予以消除。消除后,若再次在脆化温度区回火或在更高的温度回火后缓慢冷却,则重新脆化。

第八节 金属材料的力学性能和腐蚀性能术语

一、金属材料力学性能术语(GB/T 10623 - 1989)

金属力学性能 mechanical properties of metals 金属在力作用下所显示与弹性和非弹性反应相关或涉及应力 - 应变关系的性能。

金属力学试验 mechanical testing of metals 测定金属力学性能判据所进行的试验,一般有拉伸试验、压缩试验、弯曲试验、扭转试验、剪切试验、冲击试验、硬度试验、蠕变试验、应力松

弛试验、疲劳试验、断裂韧性试验、磨损试验、工艺试验、复合应力试验等。

弹性 elasticity 物体在外力作用下改变其形状和尺寸,当外力卸除后物体又回复到其原始形状和尺寸,这种特性称为弹性。

弹性模量 modulus of elasticity 一般说来,在弹性范围内物体的应力和应变呈正比,其比例常数即为弹性模量。

滞弹性 anelasticity 在弹性范围内,固体的应力和应变不是单值对应关系,往往有一段时间的滞后现象,这种特性称为滞弹性。

塑性 plasticity 断裂前材料发生不可逆永久变形的能力,常用的塑性判据是伸长率和断面收缩率。

超塑性 superplasticity 一些金属在特定组织状态下(主要是超细晶粒),特定温度范围内和一定变形速度下表现出极高的塑性,其伸长率可达百分之几百甚至百分之几千,这种现象称为超塑性。

韧性 toughness 金属在断裂前吸收变形能量的能力。金属的韧性通常随加载速度提高、温度降低、应力集中程度加剧而减小。

强度 strength 金属抵抗永久变形和断裂的能力。常用的强度判据例如屈服点、抗拉强度。

变形 deformation 金属受力时其原子的相对位置发生改变,其宏观表现为形状、尺寸的变化。变形一般分为弹性变形和塑性变形。

断裂 fracture 金属受力后当局部的变形量超过一定限度时,原子间的结合力受到破坏,从而萌生微裂纹,微裂纹发生扩展而使金属断开,称为断裂。其断裂表面及其外观形貌称为断口,它记录着有关断裂过程的许多重要信息。

脆性断裂 brittle fracture 几乎不伴随塑性变形而形成脆性断口(断裂面通常与拉应力垂直,宏观上由具有光泽的亮面组成)的断裂。脆性断裂一般包括沿晶脆性断裂、解理断裂、准解理断裂、疲劳断裂、腐蚀疲劳断裂、应力腐蚀断裂、氢脆断裂等。

延性断裂 ductile fracture 伴随明显塑性变形而形成延性断口(断裂面与拉应力垂直或倾斜,其上具有细小的凹凸,呈纤维状)的断裂。延性断裂一般包括纯剪切变形断裂、韧窝断裂、蠕变断裂等。

解理断裂 cleavage fracture 沿着原子结合力量最弱的解理面发生开裂的断裂,称为解理断裂。这种断裂具有明显的结晶学性质。

韧窝断裂 dimple fracture 通过微孔的成核、长大和相互连接过程而形成的断裂,称为韧窝断裂。韧窝断裂是属于一种高能吸收过程的延性断裂,其断口宏观形貌呈纤维状,微观形貌呈蜂窝状,断裂面由一些细小的窝坑构成。

疲劳断裂 fatigue fracture 金属在循环载荷作用下产生疲劳裂纹萌生和扩展而导致的断裂,称为疲劳断裂。其断口在宏观上由疲劳源、扩展区和最后破断区三个区域构成,在微观上可出现疲劳条痕。

应力 stress 物体受外力作用后所导致物体内部之间的相互作用力称为内力,单位面积上的内力即为应力。

应变 strain 由外力所引起的物体原始尺寸或形状的相对变化,通常以百分数(%)表示。

料坯 stock 用来制备试样的样坯所选取的金属产品部分。

样坯 specimen stock 用来制备试样的料坯部分。

试样 specimen 样坯经机加工或不经机加工而供试验用的一定尺寸的样品。

标距 gauge length 试样上测量应变或长度变化部分的标志距离。

加载(卸载)速率 load rate(unload rate) 单位时间载荷单调增加(减小)的量。

应力-应变曲线 stress-strain curve 应力与应变的关系曲线。

拉伸试验 tensile testing 用静拉伸力对试样轴向拉伸,测量力和相应的伸长,一般拉至断裂,测定其力学性能的试验。

压缩试验 compressive testing 用静压缩力对试样轴向压缩,在试样不发生屈曲下测量力和相应的变形(缩短),测定其力学性能的试验。

伸长 elongation 试样在试验中其原始标距的增加。

伸长率 percentage elongation 标距的伸长与原始标距的百分比。

总伸长率 percentage total elongation 标距的总伸长(弹性伸长加塑性伸长)与原始标距的百分比。

缩颈 necking 拉伸试验时试样横截面所发生的局部收缩。

断面收缩率 percentage reduction of area 试样拉断后,缩颈处横截面积的最大缩减量与原始横截面积的百分比。

实际压缩力 real compressive force 压缩试验过程中作用在试样上沿轴线方向的力,但对于夹在约束装置中进行试验的板状试样,是其标距点处扣除摩擦力后的力。

规定总伸长应力 proof stress of total elongation 试样标距部分的总伸长(弹性伸长加塑性伸长)达到规定的原始标距百分比时的应力。表示此应力的符号应附以脚注说明,例如, $\sigma_{0.5}$ 表示规定总伸长率达 0.5% 时的应力。

规定残余伸长应力 permanent set stress 试样卸除拉伸力后,其标距部分的残余伸长达到规定的原始标距百分比时的应力。表示此应力的符号应附以脚注说明,例如, $\sigma_{0.2}$ 表示规定残余伸长率达 0.2% 时的应力。

规定非比例压缩应力 proof stress of non-proportional compressive strain 试样标距的非比例压缩变形达到规定的原始标距百分比时的应力。表示此应力的符号应附以脚注说明,例如, $\sigma_{p0.01}$, $\sigma_{p0.2}$ 等分别表示规定非比例压缩变达到 0.01%, 0.2% 时的应力。

屈服点 yield point 试样在试验过程中力不增加(保持恒定)仍能继续伸长(变形)时的应力。

上屈服点 upper yield point 试样发生屈服而力首次下降前的最大应力。

下屈服点 lower yield point 当不计初始瞬时效应时屈服阶段中的最小应力。

抗拉强度 tensile strength 试样拉断前承受的最大标称应力。

抗压强度 compressive strength 试样压至破坏前承受的最大标称压应力。只有材料发生破裂情况才能测出抗压强度。

细长比 slenderness ratio 均匀圆柱体的自由长度(无支撑长度)与其横截面最小回转半径之比。

泊松比 Poisson's ratio 轴向应力与轴向应变呈线性比例关系范围内横向应变与轴向应变之比的绝对值。超出线弹性范围的泊松比无恒定值。

拉伸杨氏模量 Young's modulus in tension 轴向拉伸应力与轴向拉伸应变呈线性比例关系范围内的轴向拉伸应力与轴向拉伸应变之比。

压缩杨氏模量 Young's modulus in compression 轴向压缩应力与轴向压缩应变呈线性比例关系范围内的轴向压缩应力与轴向压缩应变之比。有些金属材料的压缩杨氏模量与拉伸杨氏模量有所不同。

扭转试验 torsion test 对试样两端施加静扭矩,测量扭矩和相应的扭角,一般扭至断裂,测定其力学性能的试验。

屈服点(扭转) yield point(in torsion) 扭转试验中,扭角增加而扭矩不增加(保持恒定)时,按弹性扭转公式计算的切应力。

抗扭强度 torsional strength 试样在扭断前承受的最大扭矩,按弹性扭转公式计算的试样表面最大切应力。

剪切试验 shear test 用静拉伸或压缩力,通过相应的剪切工具,使垂直于试样纵轴的一个横截面受剪,或相距有限的两个横截面对称受剪,测定其力学性能的试验。

抗剪强度 shear strength 试样剪切断裂前所承受的最大切应力。

弯曲试验 bend test 对试样施加静弯矩或弯曲力,测量弯矩或弯曲力和相应的挠度,一般弯曲至断裂,测定其力学性能的试验。

抗弯强度 bending strength 试样在弯曲断裂前所承受的最大正应力。

硬度 hardness 材料抵抗局部变形,特别是塑性变形、压痕或划痕的能力。是衡量金属软硬的判据。

压痕硬度 indentation hardness 在规定的静态试验力下将压头压入材料表面,用压痕深度或压痕表面面积评定的硬度。

布氏硬度试验 Brinell hardness test 用一定直径的球体(钢球或硬质合金球)以相应的试验力压入试样表面,经规定保持时间后卸除试验力,用测量的表面压痕直径计算硬度的一种压痕硬度试验。

布氏硬度值 Brinell hardness number 用球面压痕单位面积上所承受的平均压力表示的硬度值。布氏硬度值按下式计算:

$$\text{HBS(HBW)} = 0.102 \frac{2F}{\pi \cdot D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

式中: HBS(HBW)——用钢球(或硬质合金球)试验时的布氏硬度值; F ——试验力, N; D ——球体直径, mm; d ——压痕平均直径, mm。

洛氏硬度试验 Rockwell hardness test 在初始试验力及总试验力先后作用下,将压头(金刚石圆锥或钢球)压入试样表面,经规定保持时间后卸除主试验力,用测量的残余压痕深度增量计算硬度的一种压痕硬度试验。

残余压痕深度增量 permanent increase of depth of indentation 洛氏硬度试验中,在卸除主试验力并保持初始试验力的条件下测量的深度方向塑性变形量,用 e 表示。对于洛氏硬度试验, e 的单位为 0.002mm。对于表面洛氏硬度试验, e 的单位为 0.001mm。

洛氏硬度值 Rockwell hardness number 用洛氏硬度相应标尺刻度满量程值与残余压痕深度增量之差计算的硬度值。对于用金刚石圆锥头进行的试验,洛氏硬度值为 $100 - e$; 对于用钢球压头进行的试验,洛氏硬度值为 $130 - e$ 。

洛氏硬度标尺 Rockwell hardness scale 由不同类型压头、试验力及硬度公式组合所表征的洛氏硬度。例如：A 标尺洛氏硬度(HRA)：用圆锥角为 120° 的金刚石压头在初始试验力为 98.07N、总试验力为 588.4N 条件下试验，用 $100 - e$ 计算出的洛氏硬度。B 标尺洛氏硬度(HRB)：用直径 1.588mm 的钢球在初始试验力为 98.07N、总试验力为 980.7N 条件下试验，用 $130 - e$ 计算的洛氏硬度。C 标尺洛氏硬度(HRC)：用圆锥角为 120° 的金刚石压头在初始试验力为 98.07N、总试验力为 1471.0N 条件下试验，用 $100 - e$ 计算出洛氏硬度。

表面洛氏硬度试验 Rockwell superficial hardness test 初始试验力为 29N、总试验力为 147294 或 441N 的洛氏硬度试验。

表面洛氏硬度值 Rockwell superficial hardness number 用表面洛氏硬度标尺刻度满量程值与残余压痕深度增量之差计算的硬度值，即 $100 - e_0$ 。

维氏硬度试验 Vickers hardness test 将相对面夹角为 136° 的正四棱锥体金刚石压头以选定的试验力(49.03 ~ 980.7N)压入试样表面，经规定保持时间后卸除试验力，用测量的压痕对角线长度计算硬度的一种压痕硬度试验。

小负荷维氏硬度试验 low load Vickers hardness test 试验力范围在 1.961 ~ < 49.04N 的维氏硬度试验。

显微维氏硬度试验 Vickers microhardness test 试验力在 1.961N 以下的维氏硬度试验。

维氏硬度值 Vickers hardness number 用正四棱锥形压痕单位面积上所承受的平均压力表示的硬度值。维氏硬度值按下式计算：

$$HV = 0.1891 \frac{F}{d^2}$$

式中： F ——试验力，N； d ——压痕两对角线长度算术平均值，mm。

冲击吸收力 impact absorbing energy 规定形状和尺寸的试样在冲击试验力一次作用下折断时所吸收的功。

冲击韧度 impact toughness 冲击试样缺口底部单位横截面积上的冲击吸收功。

夏比(V 型缺口)冲击试验 Charpy impact test (V - notch) 用规定高度的摆锤对处于简支梁状态的 V 型缺口试样进行一次性打击，测量试样折断时冲击吸收功的试验。

夏比(U 型缺口)冲击试验 Charpy impact test (U - notch) 用规定高度的摆锤对处于简支梁状态的 U 型缺口试样进行一次性打击，测量试样折断时冲击吸收功的试验。

艾氏冲击试验 Izod impact test 用规定高度的摆锤对处于悬臂梁状态的缺口试样进行一次性打击，测量试样折断时冲击吸收功的试验。

冲击拉伸试验 impact - tensile test 试样在拉伸状态下承受冲击试验力的一种动态力学性能试验。

脆性断口 brittle fracture surface 出现大量晶粒开裂或晶界破坏的有光泽断口。

脆性断面率 percentage of brittle fracture surface 脆性断口面积占试样断口总面积的百分率。

韧性断口 ductile fracture surface 出现纤维状剪切破坏的无光泽断口。

韧性断面率 percentage of ductile fracture surface 韧性断口面积占试样断口总面积的百分率。

冲击吸收功 - 温度曲线 impact absorbing energy - temperature curve 在一系列不同温

度的冲击试验中,冲击吸收功与试验温度的关系曲线。对具有低温脆性的材料,曲线具有上平台区、过渡区和下平台区三个部分。

韧脆转变温度 ductile – brittle transition temperature 在一系列不同温度的冲击试验中,冲击吸收功急剧变化或断口韧性急剧转变的温度区域。

落锤试验 drop – weight test 将规定高度的重锤自由落体一次冲击处于简支梁状态的预制裂纹标准试样,测定无塑性转变温度的试验。

无塑性转变温度 nil – ductility transition temperature 按标准落锤试验方法试验时试样发生断裂的最高温度。

蠕变 creep 在规定温度及恒定力作用下,材料塑性变形随时间而增加的现象。

蠕变试验 creep test 在规定温度及恒定试验力作用下,测量试样蠕变变形量随时间变化的试验。

蠕变速率 creep rate 蠕变试验中单位时间的蠕变变形。即给定时间内蠕变曲线的斜率。

蠕变极限 creep limit 在规定温度下,引起试样在一定时间内蠕变总伸长率或恒定蠕变速率不超过规定值的最大应力。

持久强度试验 stress – rupture test 在规定温度及恒定试验力作用下,测定试样至断裂的持续时间及持久强度极限的试验。

持久强度极限 stress – rupture limit 在规定温度下,试样达到规定时间而不断裂的最大应力。

应力松弛 stress relaxation 在规定温度及初始变形或位移恒定的条件下,金属材料的应力随时间而减小的现象。

应力松弛试验 stress relaxation test 在规定温度下,保持试样初始变形或位移恒定,测定试样上应力随时间变化关系的试验。

平面应变断裂韧度 (K_{Ic}) plane – strain fracture toughness(K_{Ic}) 在裂纹尖端平面应变条件下的裂纹扩展阻力。

平面应力断裂韧度(K_{Ic}) plane – stress fracture toughness(K_{Ic}) 在失稳条件下,从试样的R曲线和临界裂纹扩展力曲线之间相切所确定的 K_{Ic} 值。

疲劳 fatigue 材料在循环应力和应变作用下,在一处或几处产生局部永久性累积损伤,经一定循环次数后产生裂纹或突然发生完全断裂的过程。

高周疲劳 high – cycle fatigue 材料在低于其屈服强度的循环应力作用下,经 10^5 以上循环次数而产生的疲劳。

低周疲劳 low – cycle fatigue 材料在接近或超过其屈服强度的循环应力作用下,经 $10^2 \sim 10^5$ 次塑性应变循环次数而产生的疲劳。

热疲劳 thermal fatigue 温度循环变化产生的循环应力所导致的疲劳。

热机械疲劳 thermal mechanical fatigue 温度循环与应变循环叠加的疲劳。

冲击疲劳 impact fatigue 重复冲击荷载所导致的疲劳。

接触疲劳 contact fatigue 材料在循环接触应力作用下,产生局部永久性累积损伤,经一定的循环次数后,接触表面发生麻点,浅层或深层剥落的过程。

腐蚀疲劳 corrosion fatigue 腐蚀环境和循环应力(应变)的复合作用所导致的疲劳。

循环 cycle 恒幅疲劳载荷中,载荷随时间作周期性变化的一个完整过程。谱载荷中,循环的定义随计数方法而异。

累积循环次数 (N) cycles endured (N) 疲劳中的规定特征循环数,即试样在其承载历程中的任一时间内所累积的具有规定特性的循环数。

疲劳寿命 fatigue life 材料疲劳失效时所经受的规定应力或应变的循环次数。

N 次循环的疲劳强度 fatigue strength at N cycles 从 $S - N$ 曲线上所确定的恰好在 N 次循环时失效的估计应力值,此值的使用条件必须与用来确定它的 $S - N$ 曲线的测定条件相同。

疲劳极限 fatigue limit 指定循环基数下的中值疲劳强度。循环基数一般取 10^7 或更高一些。

磨损 wear 物体表面相接触并做相对运动时,材料自该表面逐渐损失以致表面损伤的现象。

滚动磨损试验 rolling wear test 两圆环试样做滚动接触摩擦并承受规定压力,经规定转数或时间后测定试样耐磨性和摩擦系数的试验。

试块 - 试环滑动磨损试验 block - on - ring - wear test 试块与规定转速的试环接触,并施加一定压力,经规定转数或时间后,测定试样耐磨性的试验。

体积磨损 wear of volume 磨损试验后试样失去的体积。

质量磨损 wear of weight 磨损试验后试样失去的质量。

摩擦系数 friction coefficient 两物体之间摩擦力与正压力之比。

耐磨性 wearing - resistance property 用体积磨损或质量磨损表征的材料抵抗磨损的性能指标。

磨料磨损 abrasive wear 由于硬质颗粒或硬质突出物沿固体表面强制相对运动所引起的磨损。

黏着磨损 adhesive wear 由于在相接触的固体表面之间局部黏着而造成的磨损。

灾变磨损 catastrophic wear 由于磨损而迅速造成表面损伤以致大大缩短材料使用寿命的磨损。

二、金属材料腐蚀及防护术语(GB/T 10123 - 1988)

腐蚀 corrosion 金属与环境间的物理 - 化学相互作用,其结果是使金属的性能发生变化,并常可导致金属、环境或由它们作为组成部分的技术体系的功能受到损伤。

腐蚀速率 corrosion rate 单位时间内金属腐蚀效应的数值,可采用腐蚀深度的增加或单位面积上金属的失重或增重等来表示。

耐蚀性 corrosion resistance 在给定的腐蚀体系中金属所具有的抗腐蚀能力。

钝化 passivation 由于金属表面上腐蚀产物的生成而出现的腐蚀速度降低的现象。

耐候钢 weathering steel 具有保护性锈层的耐大气腐蚀的低合金结构钢。

防蚀 corrosion protection 人为地对腐蚀体系施加影响以减轻腐蚀损伤。

电化学腐蚀 electro - chemical corrosion 至少包含一种电极反应的腐蚀。

非电化学腐蚀 nonelectro - chemical corrosion 不包含电极反应的腐蚀。

气体腐蚀 gaseous corrosion 在金属表面上无任何水相条件下,金属仅与气体腐蚀剂反应所发生的腐蚀。

大气腐蚀 atmospheric corrosion 在环境温度下,以地球大气作为腐蚀环境的腐蚀。

微生物腐蚀 microbial corrosion 与腐蚀体系中存在的微生物作用有关的腐蚀。

海洋腐蚀 marine corrosion 在海洋环境中所发生的腐蚀。

土壤腐蚀 soil corrosion 在环境温度下,以土壤作为腐蚀环境的腐蚀。

均匀腐蚀 uniform corrosion 在与腐蚀环境接触的整个金属表面上几乎以相同速度进行的腐蚀。

局部腐蚀 localized corrosion 在与环境接触的金属表面上局限于某些区域发生的腐蚀,常以点坑、裂纹、沟槽等形式出现。

点蚀 pitting corrosion 产生点状的腐蚀,且从金属表面向内部扩展,形成孔穴。

晶间腐蚀 intergranular corrosion 沿着或紧挨着金属的晶粒边界发生的腐蚀。

磨损腐蚀 erosion corrosion 由磨损和腐蚀联合作用而产生的材料破坏过程。

腐蚀疲劳 corrosion fatigue 由金属的交变应变和腐蚀联合作用产生的材料破坏过程。

腐蚀疲劳极限 corrosion fatigue limit 在给定的腐蚀环境中,金属经特定周期数或长时间不发生腐蚀疲劳破坏的最大交变应力值。

应力腐蚀 stress corrosion 由残余或外加应力导致的应变和腐蚀联合作用所产生的材料破坏过程。

应力腐蚀界限应力 stress corrosion threshold stress 在给定的试验条件下,导致应力腐蚀裂纹发生和扩展的临界应力值。

氢脆 hydrogen embrittlement 由于吸氢,使金属韧性或延性降低的过程。

氢致破裂 hydrogen induced cracking 在应力下金属由于吸氢所导致的破坏过程。

氢蚀 hydrogen attack 高温下(约 200℃ 以上)氢和钢中的渗碳体(Fe_3C)发生还原作用生成甲烷而导致沿晶界腐蚀的现象。

阳极保护 anodic protection 通过提高可钝化金属腐蚀电位到相应于钝态之电位值所实现的电化学保护。

阴极保护 cathodic protection 通过降低腐蚀电位而达到的电化学保护。

牺牲阳极保护 sacrificial anode protection 从连接辅助阳极与被保护金属构成的腐蚀电池中获得保护电流所实现的电化学保护。

牺牲阳极 sacrificial anode 靠着自身腐蚀速度的增加而提供电偶阴极保护的辅助电流。

电泳沉积 electrophoretic deposition 在胶体溶液中对电极施加电压时,胶体粒子移向电极表面放电而形成沉积层的过层。

电镀 electroplating 将被镀导电件作为阴极,在外加电压下使金属离子在其表面还原形成金属沉积层的过程。

化学镀 chemical plating 将被镀件放在金属盐溶液中,不通电而直接通过还原作用使金属离子在表面还原形成金属沉积层的过程。

热镀锌 galvanizing 将金属浸泡在熔融锌中,使其表面形成保护性锌层的过程。

热镀铝 hot - dipping aluminizing 将金属浸泡在熔融铝中,使其表面形成保护性铝层的

过程。

金属喷镀 metal spray 用压缩空气或惰性气体将熔融的耐蚀金属喷射到金属表面形成保护镀层的过程。

静电喷涂层 electrostatic coating 涂料呈雾状分散在高电压的静电场中,使涂料微粒带电,借静电作用将其吸向制品表面而形成涂层。

第九节 合金元素在钢中的作用

表 1-5-18 合金元素在钢中的作用

对钢的显微组织及热处理的作用	对钢的力学性能的作用	对钢的物理、化学及工艺性能的作用	在钢中的应用
硅 Si			
(1) 作为钢中的合金元素,其含量一般不低于 0.4%。以固溶体形态存在于铁素体或奥氏体中,缩小奥氏体相区 (2) 提高退火、正火和淬火温度,在亚共析钢中提高淬透性 (3) 硅不形成碳化物,有强烈的促进碳的石墨化的作用,在硅含量较高的中碳和高碳钢中,如不含有强碳化物形成元素,易在一定温度条件下发生石墨化 (4) 在渗碳钢中,硅减小渗碳层厚度和碳的浓度 (5) 硅对钢水有良好脱氧作用	(1) 提高铁素体和奥氏体的硬度和强度,其作用较 Mn、Ni、Cr、W、Mo、V 等更强;显著提高钢的弹性极限、屈服强度和屈强比(δ_s/δ_b),并提高疲劳强度和疲劳比(δ_{-1}/δ_b) (2) 硅含量超过 3% 时显著降低钢的塑性和韧性;硅提高塑/脆转变温度 (3) 硅易使钢中形成带状组织,使横向性能低于纵向性能 (4) 改善钢的耐磨性能	(1) 降低钢的密度、热导率、电导率和电阻温度系数 (2) 硅钢片的涡流损耗量显著低于纯铁,矫顽力、磁阻和磁滞损耗较低,磁导率和磁感强度较高。但在强磁场中,硅降低磁感强度 (3) 提高高温时钢的抗氧化性能,但硅含量高时,表面脱碳加剧 (4) 硅含量超过 2.5% 的钢,其变形加工较为困难 (5) 硅降低钢的可焊性	(1) 在普通低合金钢中提高强度,改善局部腐蚀抗力,在调质钢中提高淬透性和抗回火性,是多元合金结构钢中的主要合金组元之一 (2) 硅含量为 0.5% ~ 2.8% 的 SiMn 或 SiMnB 钢(碳含量 0.5% ~ 0.7%)广泛用于高载荷弹簧材料,同时加入 W、V、Mo、Nb、Cr 等强碳化物形成元素 (3) 硅钢片为含硅 1.0% ~ 4.5% 的低碳和超低碳钢,用于电机和变压器 (4) 在不锈钢和耐蚀钢中,与 Mo、W、Cr、Al、Ti、N 等配合,提高抗蚀和抗高温氧化能力 (5) 硅含量较高的石墨钢用于冷作模具材料

续表

对钢的显微组织及热处理的作用	对钢的力学性能的作用	对钢的物理、化学及工艺性能的作用	在钢中的应用
锰 Mn			
(1) 锰是良好的脱氧剂和脱硫剂,工业用钢中一般均含有一定量的锰 (2) 锰固溶于铁素体和奥氏体中,扩大奥氏体区,使临界温度 A_4 点升高, A_3 点降低, $(\alpha + \gamma)$ 区下移,当锰含量超过 12% 时,上临界点降至室温以下,使钢在室温时形成单一奥氏体组织。在降低共析温度同时,使共析体中的碳含量减少 (3) 锰强烈降低钢的 A_{c1} 和马氏体转变温度(其作用仅次于碳)和钢中相变的速度,提高钢的淬透性,增加残余奥氏体含量 (4) 使钢的调质组织均匀、细化,避免了渗碳层中碳化物的聚集成块,但增大了钢的过热敏感性和回火脆性倾向 (5) 锰是弱碳化物形成元素	(1) 锰强化铁素体或奥氏体的作用不及碳、磷、硅,在增加强度的同时,对延展性无影响 (2) 由于细化了珠光体,显著提高低碳和中碳珠光体钢的强度,使延展性有所降低 (3) 通过提高淬透性而提高了调质处理索氏体钢的力学性能 (4) 在严格控制热处理工艺、避免过热时的晶粒长大以及回火脆性的前提下,锰不会降低钢的韧性	(1) 随锰含量的增加,钢的热导率急剧下降,线胀系数上升,使快速加热或冷却时形成较大内应力,工件开裂倾向增大 (2) 使钢的电导率急剧降低,电阻率相应增大,电阻温度系数下降 (3) 使矫顽力增大,饱和磁感、剩余磁感和磁导率均下降,因而锰对永磁合金有利,对软磁合金有害 (4) 锰含量很高时,钢的抗氧化性能下降 (5) 使钢中的硫形成较高熔点的 MnS,避免了晶界上的 FeS 薄膜,消除钢的热脆性,改善热加工性能 (6) 高锰奥氏体钢的变形阻力较大,且钢锭中柱状结晶明显,锻轧时较易开裂 (7) 由于提高了淬透性和降低了马氏体转变温度,对焊接性能有不利影响。在适当范围内应降低碳含量	(1) 易切削钢中常有适量的锰和磷, MnS 夹杂使切屑易于破碎 (2) 普通低合金钢中利用锰来强化铁素体和珠光体,提高钢的强度,锰含量一般为 1% ~ 2% (3) 渗碳和调质合金结构钢的许多系列中含有不超过 2% 的锰 (4) 弹簧钢、轴承钢和工具钢中利用锰强烈提高淬透性的作用。可采用油淬和空冷的淬火工艺,减少开裂、扭曲和变形 (5) 耐磨钢、无磁钢、不锈钢、耐热钢,包括高碳高锰耐磨铸钢(C: 1.0% ~ 1.4%, Mn: 10% ~ 14%),中碳高锰无磁钢(C: 0.3% ~ 0.6%, Mn: 18% ~ 19%),低碳高锰不锈钢(有 Cr, 无 Ni 或少 Ni),高锰耐热钢(以 Mn 代 Ni 的耐热不起皮钢,或含有 Al、Mo、V 等)

续表

对钢的显微组织及热处理的作用	对钢的力学性能的作用	对钢的物理、化学及工艺性能的作用	在钢中的应用
镍 Ni			
(1) 镍和铁能无限固溶,镍扩大铁的奥氏体区,即升高 A_4 点,降低 A_3 点,是形成和稳定奥氏体的主要合金元素 (2) 镍和碳不形成碳化物 (3) 降低临界转变温度,降低钢中各元素的扩散速率,提高淬透性 (4) 降低共析珠光体的碳含量,其作用仅次于氮而强于锰。在降低马氏体转变温度方面的作用为锰的一半	(1) 强化铁素体并细化 and 增多珠光体,提高钢的强度,不显著影响钢的塑性 (2) 含镍钢的碳含量可适当降低,因而可使韧性和塑性有所改善 (3) 提高钢的疲劳抗力,减小钢对缺口的敏感性 (4) 由于对提高钢的淬透性和回火稳定性的作用并不十分强,镍对调质钢的意义不大 (5) 降低钢的低温脆化转变温度,含 Ni3.5% 的钢可在 -100°C 时使用,含 Ni9% 的钢可在 -196°C 时使用	(1) 强烈降低钢的热导率和电导率 (2) Ni < 30% 的奥氏体钢呈现顺磁性,即无磁钢。Ni > 30% 的 Fe - Ni 合金是重要的精密软磁材料 (3) 含镍超过 15% ~ 20% 的钢对硫酸和盐酸有很高的抗蚀性能,但不能抗硝酸的腐蚀。总的来说,含镍钢对酸、碱以及大气都有一定的抗蚀能力。含镍的低合金钢还有较高的腐蚀疲劳抗力。含镍钢在含硫和一氧化碳的气氛中加热时易发生热脆和侵蚀性气孔 (4) 含镍较高的钢在焊接时应采用奥氏体焊条,以防止裂缝 (5) 含镍钢中易出现带状组织和白点缺陷,应在生产工艺中加以防止	(1) 单纯的镍钢只在要求有特别高的冲击韧性或很低的工作温度时才使用 (2) 机械制造中使用的镍铬或镍铬钼钢,在热处理后能获得强度和韧性配合良好的综合力学性能。含镍钢特别适用于需要表面渗碳的部件 (3) 在高合金奥氏体不锈钢耐热钢中镍是奥氏体化元素,能提供良好的综合性能,主要为 NiCr 系钢。CrMnN、CrAlSi、FeAlMn 钢,在一些用途上可取代 CrNi 系钢 (4) 由于镍的稀缺,又是重要的战略物资。非在用其他合金元素不可能达到性能要求时,应尽量少用和不用镍作为钢的合金元素
钴 Co			
(1) 钴和镍、锰一样,和铁形成连续固溶体 (2) 钴和铝同是降低钢的淬透性的元素,升高马氏体转变点 M_s (3) 钴不是形成碳化物的元素 (4) 钴在回火或使用过程中阻抑、延缓其他元素特殊碳化物的析出和聚集	(1) 强化钢的基体,在退火或正火状态的碳素钢中提高硬度和强度,但会引起塑性和冲击韧性的下降 (2) 显著提高特殊用途钢和合金的热强性和高温硬度 (3) 提高马氏体时效钢的综合力学性能,使其具有超强韧性	(1) 提高耐热钢和耐热合金的抗氧化性能 (2) 钴加入铁中能增加磁饱和	(1) 不在碳素钢和低合金钢中使用 (2) 主要用于高速钢、马氏体时效钢、耐热钢以及精密合金等 (3) 钴资源缺乏、价格昂贵,钴的使用应尽量节约和合理

续表

对钢的显微组织及热处理的作用	对钢的力学性能的作用	对钢的物理、化学及工艺性能的作用	在钢中的应用
铬 Cr			
(1) 铬与铁形成连续固溶体,缩小奥氏体相区域。铬与碳形成多种碳化物,与碳的亲合力大于铁和锰而低于钨、钼等。铬与铁可形成金属间化合物 σ 相 (FeCr) (2) 铬使珠光体中碳的浓度及奥氏体中碳的极限溶解度减少 (3) 减缓奥氏体的分解速度,显著提高钢的淬透性,但亦增加钢的回火脆性倾向	(1) 提高钢的强度和硬度,同时加入其他合金元素时,效果较显著 (2) 显著提高钢的脆性转变温度 (3) 在含铬量高的 $\text{Fe}-\text{Cr}$ 合金中,若有 σ 相析出,冲击韧性急剧下降	(1) 提高钢的耐磨性,经研磨,易获得较高的表面光洁度 (2) 降低钢的电导率,降低电阻温度系数 (3) 提高钢的矫顽力和剩余磁感,广泛用于制造永磁钢 (4) 铬促使钢的表面形成钝化膜,当有一定含量的铬时,显著提高钢的耐腐蚀性能(特别是硝酸)。若有铬的碳化物析出时,使钢的耐腐蚀性能下降 (5) 提高钢的抗氧化性能 (6) 铬钢中易形成树枝状偏析,降低钢的塑性 (7) 由于铬使钢的热导率下降,热加工时要缓慢升温,锻、轧后要缓冷	(1) 合金结构钢中主要利用铬提高淬透性,并可在渗碳表面形成合铬碳化物以提高耐磨性 (2) 弹簧钢中利用铬和其他合金元素一起提供的综合性能 (3) 轴承钢中主要利用铬的特殊碳化物对耐磨性的贡献及研磨后表面光洁度高的优点 (4) 工具钢和高速钢中主要利用铬提高耐磨性的作用,并具有一定的回火稳定性和韧性 (5) 不锈钢、耐热钢中铬常与锰、氮、镍等联合使用,当需形成奥氏体钢时,稳定铁素体的铬与稳定奥氏体的锰、镍之间须有一定比例,如 Cr18Ni9 等 (6) 我国铬资源较少,应尽量节省铬的使用
钼 Mo			
(1) 钼在钢中可固溶于铁素体、奥氏体和碳化物中,它是缩小奥氏体相区的元素 (2) 当钼含量较低时,与铁、碳形成复合的渗碳体;含量较高时可形成钼的特殊碳化物 (3) 钼提高钢的淬透性,其作用较铬强,而稍逊于锰 (4) 钼提高钢的回火稳定性。作为单一合金元素存在时,增加钢的回火脆性;与铬、锰等并存时,钼又降低或抑止因其他元素所导致的回火脆性	(1) 钼对铁素体有固溶强化作用,同时也提高碳化物的稳定性,从而提高钢的强度 (2) 钼对改善钢的延展性和韧性以及耐磨性起到有利作用 (3) 由于钼使形变强化后的软化和恢复温度以及再结晶温度提高,并强烈提高铁素体的蠕变抗力,有效抑制渗碳体在 $450 \sim 600^{\circ}\text{C}$ 下的聚集,促进特殊碳化物的析出,因而成为提高钢的热强性的最有效的合金元素	(1) 在含碳 1.5% 的磁钢中,$2\% \sim 3\%$ 的钼提高剩余磁感和矫顽力 (2) 在还原性酸及强氧化性盐溶液中都能使钢表面钝化,因此钼可以普遍提高钢的抗蚀性能,防止钢在氯化物溶液中的点蚀 (3) 钼含量较高 ($> 3\%$) 时使钢的抗氧化性恶化 (4) 含钼不超过 8% 的钢仍可以锻、轧,但含量较高时,钢对热加工的变形抗力增高	(1) 在调质和渗碳结构钢、弹簧钢、轴承钢、工具钢、不锈钢、耐热钢、磁钢中都得到了广泛应用 (2) 铬钼钢在许多情况下可代替铬镍钢来制造重要的部件 (3) 我国富产钼,但在世界范围内的储量并不丰富。含钼钢在我国应适当发展,但钼是重要战略物资,应注意合理和节约使用

续表

对钢的显微组织及热处理的作用	对钢的力学性能的作用	对钢的物理、化学及工艺性能的作用	在钢中的应用
铜 Cu			
(1) 铜是扩大奥氏体相区的元素,但在铁中的固溶度不大,铜与碳不形成碳化物 (2) 钢对临界温度和淬透性的影响以及其固溶强化作用与镍相似,可用来代替一部分镍	(1) 提高钢的强度特别是屈服比(σ_s/σ_b) (2) 随着铜含量的提高,铜的室温冲击韧性略有提高 (3) 铜也提高钢的疲劳强度	(1) 少量的铜加入钢中可以提高低合金结构钢和钢轨钢的抗大气腐蚀性能,与磷配合使用时效果更为显著。铜对钢抗土壤及海水腐蚀性能的改善作用不显著。铜也能略为提高钢的高温抗氧化性 (2) 在不锈钢酸钢中加入 2% ~ 3% 铜可改善钢对硫酸和盐酸的抗蚀性和对应力腐蚀的稳定性 (3) 改善钢液的流动性,对铸造性能有利 (4) 含铜较高的钢,在热加工时容易开裂,需加以防止	(1) 钢中加入铜应用于:普通低合金钢,调质与渗碳结构钢,钢轨钢,不锈钢耐酸钢和铸钢 (2) 我国有丰富的含铜铁矿,其中的铜不易分选,钢中的铜也不能在冶炼过程中分离,发展含铜钢有重大经济意义 (3) 由于铜不能在炼钢过程中分离,用含铜废钢重复冶炼,将使钢中铜含量累积升高,故不宜在炼制中有意加入
铝 Al			
(1) 铝与氧和氮有很强的亲和力,是炼钢时的脱氧定氮剂 (2) 铝强烈缩小钢中的奥氏体相区 (3) 铝和碳的亲和力小,在钢中一般不出现铝的碳化物。铝强烈促进碳的石墨化,加入 Cr、Ti、V、Nb 等强碳化物形成元素可抑制 Al 的石墨化作用 (4) 铝细化钢的本质晶粒,提高钢晶粒粗化的温度,但当钢中的固溶金属铝含量超过一定值时,奥氏体晶粒反而容易长大粗化 (5) 铝提高钢的马氏体点 M_s,减少淬火后的残余奥氏体含量,在这方面的作用与钴以外的其他合金元素相反	(1) 铝减轻钢对缺口的敏感性,减少或消除钢的时效现象,特别是降低钢的脆性转变温度,改善了钢在低温下的韧性 (2) 铝有较大的固溶强化作用,高铝钢具有比强度较高的优点,铁素体型的铁铝系合金其高温强度和持久强度超过了 Cr13 钢,但其室温塑性和韧性低,冷变形加工困难 (3) 以碳、锰奥氏体化的奥氏体型铁铝锰系钢其综合性能较佳	(1) 铝加入含 20% ~ 30% Cr 的 Fe - Cr 合金中,其电阻温度系数很小,因而可用作电热合金材料 (2) 铝与硅在减少变压器钢的铁芯损耗方面有相近的作用。不同的铝量对矫顽力及磁滞损耗有特殊而复杂的影响 (3) 铝含量达一定值时,使钢的表面产生钝化现象,使钢在氧化性酸中具有抗蚀性,并提高了对硫化氢的抗蚀性能。铝对钢在氯气及氯化物气氛中的抗蚀性不利 (4) 含铝的钢渗氮后表面形成氮化铝层,可提高硬度和疲劳强度,改善耐磨性能 (5) 铝作为合金元素加入钢中,可显著提高钢的抗氧化性。在钢的表面镀铝或渗铝可提高其抗氧化性和抗蚀性 (6) 铝对热加工性能、焊接性能和切削性能有不利影响	(1) 铝在一般的钢中主要起脱氧和控制晶粒度的作用 (2) 铝作为主要合金元素之一,可广泛应用于一系列特殊合金钢中,包括 渗氮钢,不锈钢耐酸钢,耐热不起皮钢,电热合金,硬磁与软磁合金无磁钢,高锰低温钢等

续表

对钢的显微组织及热处理的作用	对钢的力学性能的作用	对钢的物理、化学及工艺性能的作用	在钢中的应用
钒 V			
(1) 钒和铁形成连续的固溶体,强烈地缩小奥氏体相区 (2) 钒和碳、氮、氧都有极强的亲和力,在钢中主要以碳化物或氮化物、氧化物的形态存在 (3) 通过控制奥氏体化温度来改变钒在奥氏体中的含量和未溶碳化物的数量以及钢的实际晶粒度,可以调节钢的淬透性 (4) 由于钒形成稳定难熔的碳化物,使钢在较高温度时仍保持细晶组织,大大减低钢的过热敏感性	(1) 少量的钒使钢晶粒细化,韧性增大,对低温钢尤为有利 (2) 钒量较高导致聚集的碳化物出现时,会降低强度,碳化物在晶内析出会降低室温韧性 (3) 经适当的热处理使碳化物弥散析出时,钒可提高钢的高温持久强度和蠕变抗力 (4) 钒的碳化物是金属碳化物中最硬和最耐磨的。弥散分布的钒碳化物提高工具钢的硬度和耐磨性	(1) 在高铁镍合金中加入钒,经适当热处理后可提高磁导率。在永磁钢中加钒,能提高磁矫顽力 (2) 加入足够量的钒(碳的 5.7 倍以上)。将碳固定于钒碳化物中时,可大大增加钢在高温高压下对氢的稳定性,其强烈作用与 Nb、Ti、Zr 相似。不锈钢耐酸钢中,钒可改善抗晶间腐蚀的性能,但作用不及 Ti、Nb 显著 (3) 出现钒的氧化物时,对钢的高温抗氧化性不利 (4) 含钒钢在加工温度较低时显著增加变形抗力 (5) 钒改善钢的焊接性能	(1) 在普通低合金钢、合金结构钢、弹簧钢、轴承钢、合金工具钢、高速工具钢、耐热钢、抗氢钢、低温用钢等系列中得到广泛应用 (2) 钒是我国富有的元素之一,其价格虽较 Si、Mn、Ti、Mo 略贵,但在钢中的用量一般不大于 0.5% (除高速工具钢外),故应大力推广使用。目前钒已成为发展新钢种的常用元素之一
钛 Ti			
(1) 钛和氮、氧、碳都有极强的亲和力,是一种良好的脱氧去气剂和固定氮和碳的有效元素 (2) 钛和碳的化合物 (TiC) 结合力极强,稳定性高,只有加热到 1000℃ 以上才会缓慢溶入铁的固溶体中。TiC 微粒有阻止钢晶粒长大粗化的作用,使粗化温度提高至 1000℃ 以上 (3) 钛是强铁素体形成元素之一,使奥氏体相区缩小,强烈提高 A_1、A_3 温度。固溶态的钛提高钢的淬透性,而以 TiC 微粒存在时则降低钢的渗透性 (4) 当钛含量达一定值时,由于 TiFe₂ 的弥散析出,可产生沉淀硬化作用	(1) 当钛以固溶态存在于铁素体之中时,其强化作用高于 Al、Mn、Ni、Mo 等,次于 Be、P、Cu、Si (2) 钛对钢力学性能的影响取决于它的存在形态和 Ti/C 含量比以及热处理制度。微量的钛 (0.03% ~ 0.1%) 使屈服点有所提高,但当 Ti/C 比超过 4 时,其强度和韧性急剧下降。过高的加热温度 (> 1100℃) 进行正火或淬火,虽可使强度提高 50%,但剧烈降低塑性及韧性 (3) 钛对钢的韧性,特别是低温冲击韧性少有改善作用 (4) 钛能改善碳素钢和合金钢的热强性,提高它们的持久强度和蠕变抗力	(1) 提高钢在高温、高压氢气中的稳定性 (2) 钛提高不锈钢耐酸的抗蚀性,特别是对晶间腐蚀的抗力,原因是防止了铬碳化物在晶界析出而导致的贫铬 (3) 低碳钢中,当 Ti/C 比达到 4.5 以上时,由于氧、氮、碳全部被固定,具有很好的应力腐蚀和碱脆抗力 (4) 在含铬 4% ~ 6% 的钢中加入钛,能提高在高温时的抗氧化性 (5) 钢中加入钛可促进氮化层的形成和较迅速获得所需的表面硬度,成为“快速氮化钢” (6) 改善低碳锰钢和高合金不锈钢的焊接工艺性能	(1) 钛含量超过 0.025% 时,可作为合金元素考虑 (2) 钛作为合金元素在普通低合金钢、合金结构钢、合金工具钢、高速工具钢、不锈钢耐酸钢、耐热不起皮钢、永磁钢、永磁合金以及铸钢中均已得到应用 (3) 钛越来越多地被应用于各种先进材料,成为重要的战略物资,例如航空航天器,动力机械等

续表

对钢的显微组织及热处理的作用	对钢的力学性能的作用	对钢的物理、化学及工艺性能的作用	在钢中的应用
锆 Zr			
(1) 锆是高熔点(1852℃)的稀有金属,是碳化物形成元素,在炼钢过程中是强力的脱氧和脱氮元素,并有脱氢及脱硫作用 (2) 锆能细化钢的奥氏体晶粒 (3) 固溶于奥氏体中的锆提高钢的淬透性,但若较多地以ZrC形态存在,则降低淬透性	(1) 锆降低钢的应变时效倾向和回火脆性 (2) 在改善低合金钢的低温韧性方面的作用,锆强于钒 (3) 锆还能减轻钢的蓝脆倾向	(1) 低碳镍铬不锈钢中加入少量锆可防止晶间腐蚀 (2) 锆与硫形成硫化物,可有效防止钢的热脆,含铜钢中加入锆,可显著减轻龟裂倾向 (3) 锆显著提高高碳工具钢和高速钢的切削寿命 (4) 锆能改善钢的焊接性能	(1) 锆产量稀少,价格昂贵,在钢中的溶解度很小,在普通钢中很少使用,而主要用于特殊用途的钢和合金中,如超高强度钢,耐热钢,易切削不锈钢以及镍基高温合金等 (2) 锆在核反应堆材料及特殊耐蚀设备方面有重要应用,以锆为基可形成大块非晶材料
铌 Nb、钽 Ta			
(1) 铌、钽均为难熔的稀有金属元素(Nb 2467℃; Ta 2980℃),在元素周期表中与钒同族,它们在钢中的作用与 V、Ti、Zr 类似,和碳、氮、氧都有很强的亲和力,形成极为稳定的化合物 (2) 铌、钽在钢中的主要作用是细化晶粒,提高晶粒粗化温度 (3) 铌、钽以固溶态存在时,提高钢的淬透性和淬火后的回火稳定性,以碳化物存在时则降低淬透性	(1) 钢中加入 0.005% ~ 0.05% 铌能提高其屈服强度和冲击韧性,降低其脆性转变温度 (2) 在含铬低于 16% 的低碳马氏体耐热不锈钢中加入铌,可降低其空冷硬化性,避免回火脆性,提高蠕变强度,降低蠕变速率	(1) 改善奥氏体型不锈钢抗晶间腐蚀的性能,在高铬铁素体钢中,改善高温不起皮性和抗浓硝酸侵蚀的性能 (2) 在奥氏体型无磁钢中,加入铌和采用沉淀强化热处理,可有效提高其屈服强度而不损害其磁学性能 (3) 在低碳普通低合金钢和高铬马氏体钢中加入铌可改善焊接性能,在 Cr18Ni8 型钢中加入铌后,其冷作硬化率较大,冷变形比较困难,焊接性也较差	(1) 炼钢用的铁合金中铌、钽共存,其中 Ta/Nb 质量比为 1/12 至 1/2,习惯上称为铌铁。以单位质量计的在钢中的作用,钽约为铌的一半,故铌铁中的铌当量一般以 $(Nb + 0.5Ta)\%$ 计 (2) 加入少量铌应用于:建筑用低碳普通合金钢,渗碳及调质合金钢,高铬耐热不锈钢,奥氏体型不锈钢耐热钢,无磁钢等 (3) 铌、钽资源在我国较为丰富,但在世界范围内储量很少,且有其他重要用途。应根据经济合理的原则,发展它们在钢中的应用
钨 W			
(1) 钨是熔点最高(3387℃)的难熔金属,在元素周期表中与 Cr、Mo 同族。在钢中的行为亦与 Mo 类似,即缩小奥氏体相区,并是强碳化物形成元素,部分地固溶于铁中 (2) 钨对钢的淬透性的作用不如 Mo 和 Cr。当以钨的特殊碳化物存在时,则降低钢的淬透性和淬硬性 (3) 钨的特殊碳化物阻止钢晶粒的长大,降低钢的过热敏感性 (4) 钨显著提高钢的回火稳定性	(1) 由于钨提高了回火稳定性,其碳化物十分坚硬,因而提高了钢的耐磨性,还使钢具有一定的红硬性 (2) 提高钢在高温时的蠕变抗力,其作用不如钼强	(1) 钨显著提高钢的密度,强烈降低钢的热导率 (2) 显著提高钢的矫顽力和剩余磁感 (3) 钨对钢的抗蚀性和高温抗氧化性无有利作用,含钨钢在高温时的不起皮性显著下降。但钨能提高钢的抗氢作用的稳定性 (4) 含钨的高速钢塑性低,变形抗力高,热加工性能较差 (5) 高合金钨钢在铸态中存在易熔相的偏析,锻造温度不能高,并应防止高碳钨钢中由于碳的石墨化造成墨色断口缺陷	(1) 主要用于工具钢,如高速钢和热锻模具钢等 (2) 在有特殊需要时,应用于渗碳和调质结构钢、耐热钢、不锈钢、磁钢等,常与 Si、Mn、Al、Mo、V、Cr、Ni 等同时加入

续表

对钢的显微组织及热处理的作用	对钢的力学性能的作用	对钢的物理、化学及工艺性能的作用	在钢中的应用
铍 Be			
(1) 铍是稀有轻金属元素,和氧及硫都有极强的亲和力,在炼钢中是理想的脱氧去硫剂 (2) 铍在钢中缩小奥氏体相区,以固溶态存在的铍增加钢的淬透性 (3) 铍与铁能形成金属间化合物 Be_2Fe ,与碳形成特殊碳化物 Be_2C ,成分配制和处理恰当时,能产生极强的沉淀强化作用	(1) 对铁素体有很强的固溶强化作用 (2) 铍可改善钢的高温强度及抗蠕变性能	(1) 在因瓦合金和恒弹性合金中加入 0.5% ~ 1.0% 的铍并调整其他成分可改善性能 (2) 铍的某些化合物对人体有害,在冶炼时应采取足够防护措施	(1) 由于铍属稀有元素,价格昂贵,在一般合金钢中较少使用 (2) 主要用于原子能工业及军工中的某些特殊用途钢和合金
稀土元素 RE			
一般所说的稀土元素包括元素周期表中原子序数为 57 ~ 71 的镧系 15 个元素(镧、铈、镨、钕……)以及同处ⅢB 族的钇和铥,共 17 个元素。这些元素大都在矿石中共生,且化学性质相似,故归为一类,称稀土元素(RE) (1) 稀土元素化学性质活泼,在钢中与硫、氧、氢等化合,是很好的脱硫和去气剂,并能消除砷、锑、铋等的有害作用,改变钢中夹杂物的形态和分布,起到净化作用,改善钢的质量 (2) 稀土元素在铁中的溶解度很低,不超过 0.5% (3) 除镧和铁不形成中间化合物外,所有其他已研究过的稀土元素都和铁形成中间化合物	(1) 提高钢的塑性和冲击韧性,特别是低温韧性 (2) 提高耐热钢、电热合金和高温合金的抗蠕变性能 (3) 稀土元素在某些钢中有细化晶粒,均匀组织的作用,从而有利于综合力学性能的改善	(1) 提高钢的抗氧化性 (2) 提高 18 - 8 型不锈钢的抗蚀性能(包括在浓硝酸中的抗蚀性能) (3) 稀土元素能提高钢液的流动性,改善浇铸的成品率,减少铸钢的热裂倾向 (4) 显著改善高铬不锈钢的热加工性能 (5) 改善钢的焊接性能	(1) 在普通低合金钢、合金结构钢、轴承钢、工具钢、不锈和耐蚀钢、电热合金以及铸钢中得到应用 (2) 为了稳定地获得稀土元素、改善钢的组织 and 性能的效果,应注意准确控制稀土在钢中的含量 (3) 我国富产稀土元素,有关稀土在钢中的作用机理和开发应用还应大力加强

续表

对钢的显微组织及热处理的作用	对钢的力学性能的作用	对钢的物理、化学及工艺性能的作用	在钢中的应用
铅 Pb、铋 Bi			
(1) 铅与铋实际上不溶于钢中,它们的沸点都很低,冶炼过程中大部分化为蒸气逸出钢液,因而在钢中的残留量很低,一般在 0.001% 左右。为了特殊用途需要增加 Pb、Bi 含量时,须在浇铸过程中加入 (2) 由于含量很低,对组织和热处理的影响不显著	(1) 对钢的强度无明显影响,使钢的塑性略有下降,使冲击韧性有较大降低 (2) 在高强度钢中,铅对疲劳极限有下降的作用	(1) 铅显著改善钢的切削加工性能,使切削断,增加切削时工具与工件之间的润滑,降低切削温度和动力消耗,延长工具寿命,提高切削速度 (2) 其改善切削加工性能的作用,在硫、磷含量较高的钢中尤为显著	(1) 含有 0.2% 左右铅的钢有超级易切钢之称 (2) 含铅钢中需防止铅的偏析,并对铅蒸气进行防护

硼 B

(1) 硼和碳、硅、磷同属于半金属元素。硼与氮、氧之间有很强的亲和力。硼和碳形成碳化物 B_4C。硼和铁形成两种即使在高温时亦很稳定的中间化合物 Fe_2B 和 FeB (2) 硼在钢中与残留的氮、氧化合形成稳定的夹杂物后会失去其本身的有益作用,只有以固溶形式存在于钢中的硼才能起到特殊的有益作用。这部分“有益硼”大都析集或吸附在晶界上 (3) 由于钢中硼含量一般在 0.001% ~ 0.005% 的范围内,对钢的显微组织没有明显的影响。钢中“有效硼”的作用主要是增加钢的淬透性 (4) 微量硼有使奥氏体晶粒长大的倾向。硼还有增加回火脆性的倾向	(1) 微量硼可提高钢在淬火和低温回火后的强度,并使塑性略有提高 (2) 经 300 ~ 400℃ 回火的含硼钢,其冲击韧性较不含硼的钢有所改善,且能降低钢的脆性转变温度 (3) 奥氏体铬镍钢中加入硼,经固溶和时效处理后,由于沉淀硬化的作用,其强度有适当提高,但韧性有所下降 (4) 硼对改善奥氏体钢的蠕变抗力有利。在珠光体耐热钢中硼可提高其高温强度	(1) 硼含量超过 0.007% 将导致钢的热脆现象,影响热加工性能,故钢中硼的总含量应控制在 0.005% 以下 (2) 在含硼结构钢中,用微量硼代替较多量的其他合金元素后,其总合金元素含量降低,在高温时对变形的抗力减小,有利于模锻加工和延长锻模寿命。此外,含硼钢的氧化皮较松,易于脱落清理 (3) 含硼钢经正火或退火后,其硬度比淬透性相同的其他合金钢要低,对于切削加工有利	(1) 硼在钢中的主要用途是增加钢的淬透性,从而节约其他合金元素,如 Ni、Cr、Mo 等。0.001% ~ 0.005% 的硼约可代替 1.6% 的镍,或 0.3% 的铬,或 0.2% 的钼。以硼部分代替钼最为恰当 (2) 含硼钢在合金结构钢、普通低合金钢、弹簧钢、耐热钢、高速工具钢以及铸钢中均可得到应用 (3) 利用硼吸收中子的能力,反应堆中采用含硼高达 0.1% ~ 4.5% 的高硼低碳钢,但其变形加工十分困难
--	---	---	---

续表

对钢的显微组织及热处理的作用	对钢的力学性能的作用	对钢的物理、化学及工艺性能的作用	在钢中的应用
氮 N			
早期氮被认为是钢中的杂质,后来才认识到,在一定条件下,氮可以发挥合金元素的作用 (1)氮和碳一样可固溶于铁,形成间隙式的固溶体 (2)氮扩大钢的奥氏体相区,是一种很强的形成和稳定奥氏体的元素,其效力约 20 倍于镍,在一定限度内可代替一部镍用于钢中 (3)渗入钢表面的氮与铬、铝、钒、钛等元素可化合成极稳定的氮化物,成为表面硬化和强化元素 (4)氮使高铬和高铬镍钢的组织致密坚实 (5)钢中残留氮量过高会导致宏观组织疏松或气孔	(1)氮有固溶强化作用 (2)含氮铁素体钢中,在快冷后的回火或在室温长时间停留时,由于析出超显微氮化物,可发生沉淀硬化过程,氮也使低碳钢发生应变时效现象。在强度和硬度提高的同时,钢的韧性下降,缺口敏感性增加。氮导致钢的脆性的特性近似磷,其作用远大于磷。氮也是导致钢产生蓝脆的主要原因 (3)提高高铬和高铬镍钢的强度,而塑性并不降低,冲击韧性还有显著提高 (4)氮还能提高钢的蠕变和高温持久强度	(1)氮对不锈钢的抗蚀性能无显著影响 (2)对钢的高温抗氧化性也无显著影响,氮含量过高(如 > 0.16%)可使抗氧化性恶化 (3)含氮钢冷作变形硬化率较高,采用冷变形工艺时,应予以注意 (4)氮可降低高铬铁素体钢的晶粒长大倾向,从而改善其焊接性能	(1)氮作为合金元素,在钢中的含量一般小于 0.3%,特殊情况下可高达 0.6% (2)主要应用于渗氮调质结构钢、普通低合金钢、不锈钢及耐热不起皮钢。氮在钢中作为合金元素的应用还在扩大
氧 O			
氧是炼钢过程中不可或缺的元素,经过脱氧以后还有一部分氧残留钢中,对钢的性能起到不利作用,是有害元素 (1)钢中残留的氧以氧化物及极少量的固溶态的形态存在 (2)由于残留氧量很低,对钢的组织 and 热处理无显著影响	(1)氧对钢的力学性能的影响主要与氧化夹杂物的组成、性质和分布、数量有关 (2)总的来说,所有夹杂物都在不同程度上降低钢的力学性能,特别是塑性、韧性和疲劳强度	(1)氧化铝等夹杂提高钢的硬度和耐磨性,但恶化切削加工性能 (2)较高的含氧量使焊缝发生热裂,恶化焊接性能	氧在冶炼、铸锭和轧制过程中都有一定的作用,但钢中的残留氧对性能不利,应作为有害元素来对待

续表

对钢的显微组织及热处理的作用	对钢的力学性能的作用	对钢的物理、化学及工艺性能的作用	在钢中的应用
氢 H			
氢在冶炼及加工过程中会进入钢中,残留于钢中的氢多起有害作用 (1) 氢以原子或离子形态固溶于钢中,形成间隙式固溶体,有一些合金化作用 (2) 残留于钢中的氢造成许多严重缺陷,如白点、点状偏析,其危害远远超过其合金化作用 (3) 由于固溶于铁中的氢含量很少,对钢的相变和热处理无显著影响,只是有一些稳定奥氏体和增加淬透性的作用。此外,氢也有防止钢中的碳发生石墨化和渗碳时出现反常组织的作用	(1) 氢脆是氢使钢的塑性下降的基本原因,钢的强度越高,其氢脆敏感性越大。氢脆可以用时效处理来消除 (2) 氢有增加钢的硬度的倾向,但不明显	(1) 氢在钢中除了会产生氢脆以外,还会形成一系列的严重缺陷,包括白点、点状偏析、静载疲劳断裂、“鱼眼”、表面凸泡等 (2) 氢化物含量高的酸性药皮焊条导致焊缝热影响区开裂	氢在钢中是有害元素,应尽量采取工艺措施降低钢中的氢含量,防止由氢造成的各种缺陷和性能下降
硫、硒、碲 S、Se、Te			
(1) 硫在大多数情况下是钢中的有害元素,在优质钢中其含量不应超过 0.04%。碲和硒在周期表中与硫同族,其性质亦相近 (2) 硫、碲、硒可与铁形成低熔点的 FeS、FeS_2 以及 FeTe、FeTe_2、FeSe、FeSe_2 等化合物,它们在铁中的溶解度都很低 (3) 对钢的相变和组织的影响主要由不同类型的硫化物造成,表现为硫的偏析及硫化物夹杂以及由于硫化物的形成导致的 Mn、Ti、Zr 等有效含量及钢的淬透性的下降	(1) 降低钢的延展性及韧性,冲击韧性的下降最为显著 (2) 硒化物颗粒较硫化物为细小和分散,对力学性能的影响较硫轻	(1) 使软钢的磁学性能恶化 (2) 损害钢的抗蚀性能 (3) FeS 等低熔点化合物增大钢在锻、轧时的过热和过烧倾向、产生表面网状裂缝和开裂 (4) 造成焊缝热裂、气孔及疏松 (5) 在切削加工时,使切削容易断开,改善工件光洁度,节省动力,且有润滑作用,延长刀具寿命,提高切削效率	(1) 只有在易切削钢中才利用硫、硒、碲来改善钢的切削性能。硒较为昂贵,只在高级不锈钢中使用(硒对抗蚀性影响较小) (2) 在其他钢种中都应尽量降低硫的含量

续表

对钢的显微组织及热处理的作用	对钢的力学性能的作用	对钢的物理、化学及工艺性能的作用	在钢中的应用
磷、砷、锑 P、As、Sb			
(1) 磷、砷、锑在周期表中同族,在钢中作用类似,均使奥氏体相区缩小 (2) 在铁中有一定溶解度,与铁形成低熔点化合物 (3) 都有严重的偏析倾向 (4) 提高钢的回火脆性敏感程度	(1) 提高钢的强度 (2) 降低塑性和韧性,碳量越高,引起的脆性也越大	(1) 改善钢的耐磨性 (2) 改善钢的抗蚀性 (3) 改善钢的切削加工性能 (4) 对焊接性能不利,增加焊裂的敏感性	(1) 应用于钢轨钢及易切削钢,也用于炮弹钢 (2) 在多数其他情况下应尽量减少钢中磷等的含量

第十节 合金元素在轻合金中的作用

表 1-5-19 合金元素与杂质在轻合金中的作用

元素	在铝合金中	在镁合金中	在钛合金中
Al	基本组元	含量在 ~ 10% 以下能提高强度并产生沉淀硬化。铝含量在 4% 以下的镁合金其在盐水中的抗蚀性能较低。铝在镁合金铸件中增大疏松倾向	铝在钛合金中是稳定 α 相的主要合金元素。固溶态的铝提高钛合金的拉伸强度、蠕变强度和弹性模量。铝含量在 ~ 6% 以上会形成 Ti_3Al , 从而引起脆化
Ag	0.25% ~ 0.60% 的 Ag 与 2.5% ~ 5.0% 的 Cu 应用于某些 Al - Li 合金。Ag 含量为 0.1% ~ 0.6% 时提高 Al - Zn - Mg 合金的强度并改善应力腐蚀抗力	在 Mg - Zr - RE 合金中加入至 3% 的 Ag, 可提供沉淀硬化效应和十分高的强度	
As	极毒,在食品包装材料中需控制在极低水平		
Be	减轻铝熔体的氧化。微量 Be 能降低 Al - Mg 变形合金的氧化和表面蚀斑。在焊条金属及需焊接的变形铝合金中 Be 含量一般在 $\sim 8 \times 10^{-6}$ 以下	微量 Be ($5 \sim 15 \times 10^{-6}$) 可降低镁合金的表面氧化倾向,同时改善铸造性能并细化晶粒组织	

续表

元素	在铝合金中	在镁合金中	在钛合金中
Bi	改善切削加工性能。利用 Bi 在凝固时的膨胀抵消 Pb 的收缩。在 Al - Mg 合金中加入 $20 \sim 30 \times 10^{-6}$ 的 Bi 可降低由 Na 造成的热裂有害影响		
B	晶粒细化剂, 含量为 $0.005\% \sim 0.1\%$, 与 Ti 一起加入, 效果更佳, B/Ti 比为 1/5。B 促使 V、Ti、Cr、Mo 沉淀析出, 改善铝合金的电导率		用作硼化表面硬化处理
Cd	$0.005\% \sim 0.5\%$ 的镉可加速时效硬化。提高强度, 改善抗蚀性能 (除纯铝以外)。含量大于 0.1% 时会引起热脆性。含量低时可改善切削加工性能。熔炼时镉的烟气有毒		
Ca	晶粒细化剂。促使铝中硅的析出而提高铝的电导率。降低 Al - Mg - Si 合金的时效硬化能力。提高 Al - Si 合金的强度, 但降低其韧性。 $\sim 10 \times 10^{-6}$ 的钙可使铝熔体的吸氢加剧	晶粒细化剂	
C	掺入量一般很低, 和 Al 及其他元素形成碳化物。Al ₄ C ₃ 在水或水蒸气中会分解, 从而引起铝合金的点蚀		稳定 α 相, 扩大 α 相和 β 相之间的转变温度范围, 对某些合金使热处理温度范围扩大。由于碳在钛合金中有脆化作用, 一般将其含量控制到最低。可应用于表面硬化
Cr	加入 $\sim 0.3\%$ 铬作为晶粒细化剂, 并改善高强度铝合金的抗蚀性能。显著降低电导率。广泛应用于 Al - Mg、Al - Mg - Si 及 Al - Mg - Zn 合金。有助于控制晶粒长大, 但可能干扰沉淀硬化。对表面阳极化处理着黄色不利		
Co	很少使用。在含 Fe 的 Al - Si 合金中有变质作用		

续表

元素	在铝合金中	在镁合金中	在钛合金中
Cu	含量为 2% ~ 10%。利用析出CuAl ₂ 相在可热处理的变形和铸造铝合金中进行时效沉淀硬化。含量在 4% ~ 6% 时有最大的强化效果。大部分商品铝合金中与铜一起还加入其他元素以改善性能。提高室温及高温强度。含量在 ~ 0.2% 以上时会降低抗蚀性能。二元 Al - Cu 合金的凝固温度范围宽,因而铸造性能差。2 × × × 及 7 × × × 系列变形铝合金中的基本合金组元	由于会损害镁合金的抗蚀性能而将其含量控制到很低	一般含量 2% ~ 6%,稳定 β 相,强化 α 和 β 相。产生沉淀硬化效应
Ga	通常作为杂质元素,含量应不大于 0.001% ~ 0.02%。在牺牲阳极中 0.01% ~ 0.1% Ga 可防止钝化	显著改善抗蚀性能	稳定 α 相的元素
Ge	通常作为杂质对待,含量为 0.001% ~ 0.02%。含量更高时会影响腐蚀行为。在牺牲阳极中为防止钝化,其含量可为 0.01% ~ 0.1%	显著改善抗蚀性能	稳定 α 相
H	熔炼和铸造过程中大气中的水蒸气会被铝还原而生成 H ₂ ,引起铝合金中的疏松	在Mg - Zn - RE合金中可利用氢化物的硬化作用	钛在 > 130℃时强烈吸收氢,氢在钛中扩散很快,引起脆化。将氢含量控制到超低水准可改善断裂韧性
Fe	在常规铝合金中作为杂质对待,但可起辅助的时效沉淀硬化作用。有轻微的提高强度和蠕变抗力的作用。在变形铝合金中细化晶粒。提高Al - Cu - Ni合金的高温强度。含量大于 0.6% 时,降低铸件的抗蚀性能。降低韧性。在压铸合金中,0.4% ~ 0.8% 的铁可减轻合金对模具的粘连。采用快速凝固技术可制得含铁 6% ~ 12% 的高温热强铝合金,如 Al - Fe - V - Si等	降低抗蚀性能。可加入 Mn 消除其有害影响。通常铁的含量应尽量低	稳定 β 相。降低蠕变抗力
Li	降低铝合金的密度,提高弹性模量。含 Li 在 2.5% 时,可进行常规热处理。Li 含量高至 4.0% 时采用快速凝固技术(RSP)。在铝箔中小于 5 × 10 ⁻⁶ 的 Li 可能引起潮湿气氛中的腐蚀	含量低时可改善抗蚀性能。为降低合金密度 Li 含量可达 9%	

续表

元素	在铝合金中	在镁合金中	在钛合金中
Mg	与 Si、Cu 或 Zn 一起使用,可产生时效沉淀硬化。与 Mn 一起可提供很好的冷作硬化效果。含量至 3.5% 可提高铝的强度。改善抗蚀性能,但增加吸氢倾向。含量至 8% 时合金有很好的抗蚀性能。二元 Al - Mg 合金有很宽的凝固温度范围,因而铸造性能差。形成 5 × × × 变形铝合金,与 Si 一起形成 6 × × × 变形铝合金	基本组元	
Mn	晶粒细化剂。少许提高强度(Mn 含量至 1.25%),显著增加冷作硬化。稍微降低抗蚀性能。在铸造铝合金中能中和铁的某些不利影响。形成 3 × × × 系列变形铝合金	用来控制铁含量的影响时,Mn/Fe 质量比应在 30 以上。改善抗蚀性能。对提高拉伸强度作用不大。会降低疲劳强度	当前商品钛合金中不含 Mn,有工作表明 2% ~ 4% Mn 能改善性能
Mo			Mo 量在 2% ~ 20% 时是重要的 β 相稳定元素。提高硬化倾向和短时、高温强度。同时含有 0.2% ~ 0.4% Mo 和 0.6% ~ 0.9% Ni 可改善纯钛的腐蚀抗力,代替更昂贵的含钽钛合金
Na	~ 0.01% Na 用于变质处理,细化近共晶成分 Al - Si 合金的组织,从而提高强度和韧性		
Ni	有助于沉淀硬化,析出 NiAl ₃ 。在 Al - Cu、Al - Si 合金中改善高温性能	剧烈降低镁合金的抗蚀性能,为此需将 Ni 含量控制在很低水平(0.001% ~ 0.002%)	0.6% ~ 0.9% Ni 与 0.2% ~ 0.4% Mo 一起改善商品纯合金的抗蚀性能
Nb	~ 0.2% Nb 可细化晶粒,提高强度		稳定 β 相的元素,改善高温抗氧化性能
N			> 800℃ 时,钛合金强烈吸氮,引起脆化。间隙固溶元素,提高强度,降低韧性。为改善断裂韧性应将 N、O、H 含量控制最低。可用作渗氮硬化处理

续表

元素	在铝合金中	在镁合金中	在钛合金中
O			商品纯度合金中氧含量对强度最具决定作用。钛合金在 > 700℃ 时强烈吸收 O，引起脆化。氧可间隙地溶于钛中，提高强度，降低韧性。通常控制在实际的最低值。稳定 α 相。某些牌号合金中故意加入氧与铁作为强化措施
Pd			加入 ~ 0.2% Pd 能显著改善合金在弱还原性或还原/氧化波动气氛中的抗蚀性能
Pb	~ 0.5% 铅可改善切削加工性能，但降低韧性。通常与相近含量的 Bi 一起使用。凝固时有偏析倾向		
RE (Ce、La Pr、Nd)	改善高温性能，疲劳强度及蠕变抗力。铸造合金中改善流动性，减少对模具的粘连	重要的晶粒细化剂。提高强度，保持韧性，改善蠕变抗力和疲劳强度。改善铸造性能，减少缩松。在 Mg - Zn - Zr 合金中减少开裂倾向	
Sb	在 Al - Mg 合金中代替铋，减少热裂倾向		
Si	改善合金液的流动性和铸造性能。通过析出 Mg_2Si 可实现沉淀硬化。在 Al - Cu 合金中会引起脆化。在阳极化处理时，表面变灰色	在合金液中有高的溶解度，其含量在熔炼及后继工艺过程中基本稳定	0.05% ~ 0.10% Si 改善蠕变抗力
Sr	在 Al - Si 铸造合金中用作变质剂，细化组织，提高强度和韧性		
Th		含量至 3% 可提高高温蠕变抗力和疲劳强度。改善铸造性能，减少疏松。与 Zn、Zr 一起改善焊接性能。通常不采用	

续表

元素	在铝合金中	在镁合金中	在钛合金中
Sn	晶粒细化剂, ~ 0.05% 的 Sn 可改善 Al - Cu 合金的人工时效响应。某些轴承合金建立于 Al - Sn 与 Cu、Ni、Si 的基础上		含量 2% ~ 6%。比铝较弱的 α 相稳定元素。与铝一起加入可提高强度,避免脆化。在 β 相中也有很大溶解度
Ti	$\leq 0.2\%$ 作为晶粒细化剂,常与 B 一起使用。		基本组元
V	在时效硬化铸造铝合金中钒细化晶粒,改善热处理效果。钒会降低电导率,通过加硼可以控制		含量 2% ~ 20%,稳定 β 相
Y		含量可至 5.5%,改善抗蚀性能	在高性能合金中需将含量控制在 0.005% 以下
Zn	提高强度,但抗蚀性能有所下降。常与 Mg、Cu 一起使用以提高强化效果。形成 7 $\times \times \times$ 系列变形铝合金。	含量可至 6%,提高强度,与 Al 和 Mn 一起提供沉淀硬化效应。与 Zr 一起可获得很细的晶粒组织和热态下的强度。改善变形合金的冷加工性能。若不同时加 RE 或 Tb,则加 Zn 会降低焊接性能	
Zr	含量可至 0.5%。抑制再结晶、控制晶粒长大。减小铸态晶粒尺寸,在超塑性合金中保持细晶组织。Zr 会干扰 Ti/B 的细化作用	含量可至 0.8%。细化晶粒,提高强度,改善高温强度。与 Al、Mn 一起提供沉淀硬化。改善变形合金的热加工性能	Zr 与 Ti 形成连续固溶体,提高室温至中温时的强度。较弱的 β 相稳定元素。含量超过 5% ~ 6% 时 Zr 会降低韧性和蠕变抗力

第十一节 常用金属材料的摩擦因数

一、常用有色金属材料的摩擦因数(表 1-5-20)

表 1-5-20 常用有色金属材料的摩擦因数

材料名称	摩擦因数 f			材料名称	摩擦因数 f		
	静摩擦	动摩擦			静摩擦	动摩擦	
	无润滑剂	无润滑剂	有润滑剂		无润滑剂	无润滑剂	有润滑剂
青铜 – 钢	0.15, 0.10 ~ 0.15 ^①	0.15	0.1 ~ 0.15	镉 镍 合 金 – 软钢		0.35	
铜 铅 合 金 – 钢		0.15 ~ 0.3		油 膜 轴 承 合 金 – 软钢		0.18	
黄铜 – 软钢		0.46		铝 青 铜 – 软 钢		0.20	
铝合金 – 软钢		0.30		青铜 – 铸铁		0.15 ~ 0.2	0.07 ~ 0.15
铅 – 软钢		0.40		青铜 – 青铜	0.1	0.2	0.07 ~ 0.1
镍 – 软钢		0.40		黄铜 – 黄铜		0.8 ~ 1.5	
铝 – 软钢		0.36		铅 – 铅		1.2	
黄铜 – 软钢	0.2	0.18	0.07 ~ 0.15	镍 – 镍		0.8	
铅基白合金 – 软钢		0.40		铬 – 铬		0.8 ~ 1.5	
				锌 – 锌		0.35 ~ 0.65	
锡基白合金 – 软钢		0.30		钛 – 钛		0.35 ~ 0.65	
				镍 – 石墨		0.24	

① 表示有润滑剂情况。

二、常用钢铁材料的摩擦因数(表 1-5-21 ~ 表 1-5-22)

表 1-5-21 常用钢铁材料的摩擦因数

材料名称	摩擦因数 f			材料名称	摩擦因数 f		
	静摩擦	动摩擦			静摩擦	动摩擦	
	无润滑剂	无润滑剂	有润滑剂		无润滑剂	无润滑剂	有润滑剂
钢 – 钢	0.15, 0.1 ~ 0.12 ^①	0.15	0.05 ~ 0.10	钢 – 铸钢	0.3	0.18	0.05 ~ 0.15

续表

材料名称	摩擦因数 f			材料名称	摩擦因数 f		
	静摩擦	动摩擦			静摩擦	动摩擦	
	无润滑剂	无润滑剂	有润滑剂		无润滑剂	无润滑剂	有润滑剂
钢 – 软钢		0.2	0.1 ~ 0.2	钢 – 青铜	0.15, 0.10 ~ 0.15 ^①	0.15	0.1 ~ 0.15
钢 – 巴氏合金		0.15 ~ 0.3		软钢 – 锡基白合金		0.30	
钢 – 铜铅合金		0.15 ~ 0.3		软钢 – 镉镍合金		0.35	
钢 – 粉末金属	0.35 ~ 0.55			软钢 – 油膜轴承合金		0.18	
钢 – 橡胶	0.9	0.6 ~ 0.8		软钢 – 铝青铜		0.20	
钢 – 塑料	0.09 ~ 0.1 ^①			硬钢 – 电木		0.35	
钢 – 尼龙		0.3 ~ 0.5	0.05 ~ 0.1	硬钢 – 玻璃		0.48	
钢 – 软木		0.15 ~ 0.39		硬钢 – 硬质橡胶		0.38	
软钢 – 软钢		0.40		硬钢 – 石墨		0.15	
软钢 – 铸铁	0.2	0.18	0.05 ~ 0.15	铸铁 – 铸铁	0.18 ^①	0.15	0.07 ~ 0.12
软钢 – 黄铜		0.46		铸铁 – 青铜		0.15 ~ 0.2	0.07 ~ 0.15
软钢 – 铝合金		0.30		铸铁 – 橡皮		0.8	0.5
软钢 – 铅		0.40		铸铁 – 皮革	0.3 ~ 0.5, 0.15 ^①	0.6	0.15
软钢 – 镍		0.40					
软钢 – 铝		0.36		硬钢 – 红宝石		0.24	
软钢 – 黄铜	0.2	0.18	0.07 ~ 0.15	硬钢 – 蓝宝石		0.35	
软钢 – 铅基白合金				硬钢 – 二硫化钼		0.15	

①表示有润滑剂情况。

表 1-5-22 常用钢铁材料的滚动摩擦因数

摩擦副材料	滚动摩擦因数 κ/cm	摩擦副材料	滚动摩擦因数 κ/cm
淬火钢 – 淬火钢	0.001	铁或钢质车轮 – 木面 钢质车轮 – 钢轨	0.15 ~ 0.25 0.05
铸铁 – 铸铁	0.05		
木材 – 钢	0.03 ~ 0.04		

注 表中滚动摩擦因数是试验数值,由于实际工作条件和试验条件不同表中数据只能作近似计算参考。

第六章 金属材料的交货状态

第一节 钢材的交货状态(表 1-6-1)

表 1-6-1 钢材交货状态

名称	说 明
热轧状态	钢材在热轧或锻造后不再对其进行专门热处理,冷却后直接交货,称为热轧或热锻状态 热轧(锻)的终止温度一般为 $800 \sim 900^{\circ}\text{C}$,之后一般在空气中自然冷却,因而热轧(锻)状态相当于正火处理。所不同的是因为热轧(锻)终止温度有高有低,不像正火加热温度控制严格,因而钢材组织与性能的波动比正火大。目前不少钢铁企业采用控制轧制,由于终轧温度控制很严格,并在终轧后采取强制冷却措施,因而钢的晶粒细化,交货钢材有较高的综合力学性能。无扭控冷热轧盘条比普通热轧盘条性能优越就是这个道理 热轧(锻)状态交货的钢材,由于表面覆盖有一层氧化铁皮,因而具有一定的耐蚀性,储运保管的要求不像冷拉(轧)状态交货的钢材那样严格,大中型型钢、中厚钢板可以在露天货场或经苫盖后存放
冷拉(轧)状态	经冷拉、冷轧等冷加工成型的钢材,不经任何热处理而直接交货的状态,称为冷拉或冷轧状态。与热轧(锻)状态相比,冷拉(轧)状态的钢材尺寸精度高、表面质量好、表面粗糙度低,并有较高的力学性能 由于冷拉(轧)状态交货的钢材表面没有氧化皮覆盖,并且存在很大的内应力,极易遭受腐蚀或生锈,因而冷拉(轧)状态的钢材,其包装、储运均有较严格的要求,一般均需在库房内保管,并应注意库房内的温湿度控制
正火状态	钢材出厂前经正火热处理,这种交货状态称正火状态。由于正火加热温度[亚共析钢为 $A_{c_3} + (30 \sim 50)^{\circ}\text{C}$,过共析钢为 $A_{c_{cm}} + (30 \sim 50)^{\circ}\text{C}$]比热轧终止温度控制严格,因而钢材的组织、性能均匀。与退火状态的钢材相比,由于冷却速度较快,钢的组织中珠光体数量增多,珠光体层片及钢的晶粒细化,因而有较高的综合力学性能,并有利于改善低碳钢的魏氏组织和过共析钢的渗碳体网状,可为成品的进一步热处理做好组织准备。碳素结构钢、合金结构钢钢材常采用正火状态交货。某些低合金高强度钢如 14MnMoVBRE、14CrMnMoVB 钢为了获得贝氏体组织,也要求正火状态交货
退火状态	钢材出厂前经退火热处理,这种交货状态称为退火状态。退火的目的主要是为了消除和改善前道工序遗留的组织缺陷和内应力,并为后道工序作好组织和性能上的准备 合金结构钢、保证淬透性结构钢、冷锻钢、轴承钢、工具钢、汽轮机叶片用钢、铁素体型不锈钢耐热钢的钢材常用退火状态交货

续表

名称	说 明
高 温 回 火 状态	钢材出厂前经高温回火热处理,这种交货状态称为高温回火状态。高温回火的回火温度高,有利于彻底消除内应力,提高塑性和韧性,碳素结构钢、合金结构钢、保证淬透性结构钢钢材均可采用高温回火状态交货。某些马氏体型高强度不锈钢、高速工具钢和高强度合金钢,由于有很高的淬透性以及合金元素的强化作用,常在淬火(或正火)后进行一次高温回火,使钢中碳化物适当聚集,得到碳化物颗粒较粗大的回火索氏体组织(与球化退火组织相似),因而,这种交货状态的钢材有很好的切削加工性能
固 溶 处 理 状态	钢材出厂前经固溶处理,这种交货状态称为固溶处理状态。这种状态主要适用于奥氏体型不锈钢材出厂前的处理。通过固溶处理,得到单相奥氏体组织,以提高钢的韧性和塑性,为进一步冷加工(冷轧或冷拉)创造条件,也可为进一步沉淀硬化做好组织准备

第二节 有色金属材料的
交货状态(表 1 - 6 - 2)

表 1 - 6 - 2 有色金属及其合金压延材的交货状态

序号	交货状态		说 明
	名称	代号	
1	软状态	M	表示材料在冷加工后,经过退火。这种状态的材料,具有塑性高而强度和硬度都低的特点
2	硬状态	Y	这种状态的材料,是在冷加工后未经退火软化的。它具有强度、硬度高而塑性、韧性低的特点。有色材还具有特硬状态,代号为 T
3	半硬状态	Y ₁ 、Y ₂ Y ₃ 、Y ₄	半硬状态介于软状态和硬状态之间。表示材料在冷加工后,有一定程度的退火。半硬状态按加工变形程度和退火温度的不同,又可分为 3/4 硬、1/2 硬、1/3 硬、1/4 硬等几种,其代号依次为 Y ₁ 、Y ₂ 、Y ₃ 、Y ₄
4	热作状态	R	表示材料为热挤压状态。热轧和热挤是在高温下进行的,因此,在加工过程中不会发生加工硬化。这种状态的材料,其特性与软状态相似,但尺寸允许偏差和表面精度要求要比较状态低

第七章 金属材料的标记

第一节 有色金属材料的涂色标记(表 1 - 7 - 1)

表 1 - 7 - 1 有色金属材料的涂色标记

名称及标准号	牌号或组别	标记涂色	名称及标准号	牌号或组别	标记涂色
锌锭 GB/T 470	Zn - 01	红色二条	铝锭 GB/T 1196	Al - 00(特一号)	白色一条
	Zn - 1	红色一条		Al - 0(特二号)	白色二条
	Zn - 2	黑色二条		Al - 1(一号)	红色一条
	Zn - 3	黑色一条		Al - 2(二号)	红色二条
	Zn - 4	绿色二条		Al - 3(三号)	红色三条
	Zn - 5	绿色一条	镍板 GB/T 2057	Ni - 01(特号)	红色
铅锭 GB/T 469	Pb - 1	红色二条		Ni - 1(一号)	蓝色
	Pb - 2	红色一条		Ni - 2(二号)	黄色
	Pb - 3	黑色二条	铸造 碳化钨 GB/T 2967	(二号)	绿色
	Pb - 4	黑色一条		(三号)	黄色
	Pb - 5	绿色二条		(四号)	白色
	Pb - 6	绿色一条		(六号)	浅蓝色

第二节 钢材的标记代号 (GB/T 15575—1995)(表 1 - 7 - 2)

表 1 - 7 - 2 钢材的标记代号(摘自 GB/T 15575—1995)

类 别	细 类	标记代号
加工状态	1) 热轧(含热扩、热挤、热锻)	WH
	2) 冷轧(含冷挤压)	WC
	3) 冷拉(拔)	WCD

续表

类 别	细 类	标记代号
截面形状和型号	用表示产品截面形状特征的英文字母作为标记代号。例如 方型空心型钢的代号QHS 如果产品有型号,应在表示产品形状特征的标记代号后加上型号	
尺寸精度	1)普通精度	PA
	2)较高精度	PB
	3)高级精度	PC
	4)厚度较高精度	PT
	5)宽度较高精度	PW
	6)厚度宽度较高精度	PTW
边缘状态	1)切边	EC
	2)不切边	EM
	3)磨边	ER
表面质量	1)普通级	FA
	2)较高级	FB
	3)高级	FC
表面种类	1)酸洗(喷丸)	SA
	2)剥皮	SF
	3)光亮	SL
	4)磨光	SP
	5)抛光	SB
	6)麻面	SG
	7)发蓝	SBL
	8)热镀锌	SZH
	9)电镀锌	SZE
	10)热镀锡	SSH
	11)电镀锡	SSE
表面化学处理	1)钝化(铬酸)	STC
	2)磷化	STP
	3)锌合金化	STZ
软化程度	1)半软	S1/2
	2)软	S
	3)特软	S2

续表

类 别	细 类	标记代号
硬化程度	1)低冷硬	H1/4
	2)半冷硬	H1/2
	3)冷硬	H
	4)特硬	H2
热处理	1)退火	TA
	2)球化退火	TG
	3)光亮退火	TL
	4)正火	TN
	5)回火	TT
	6)淬火 + 回火	TQT
	7)正火 + 回火	TNT
	8)固溶	TS
力学性能	1)低强度	MA
	2)普通强度	MB
	3)较高强度	MC
	4)高强度	MD
	5)超高强度	ME
冲压性能	1)普通冲压	CQ
	2)深冲压	DQ
	3)超深冲压	DDQ
用途	1)一般用途	UG
	2)重要用途	UM
	3)特殊用途	US
	4)其他用途	UO
	5)压力加工用	UP
	6)切削加工用	UC
	7)顶锻用	UF
	8)热加工用	UH
	9)冷加工用	UC

注 1. 本标准适用于钢丝、钢板、型钢、钢管等的标记代号。

2. 钢材标记代号采用与类别名称相应的英文名称首位字母(大写)和阿拉伯数字组合表示。

3. 其他用途可以指某种专门用途,在“U”后加专用代号。

第三节 钢材的涂色标记(表 1－7－3)

表 1－7－3 钢材的涂色标记

类 别	牌号或组别	涂色标记
优质碳素结构钢	05 ~ 15	白色
	20 ~ 25	棕色 + 绿色
	30 ~ 40	白色 + 蓝色
	45 ~ 85	白色 + 棕色
	15Mn ~ 40Mn	白色二条
	45Mn ~ 70Mn	绿色三条
合金结构钢	锰钢	黄色 + 蓝色
	硅锰钢	红色 + 黑色
	锰钒钢	蓝色 + 绿色
	铬钢	绿色 + 黄色
	铬硅钢	蓝色 + 红色
	铬锰钢	蓝色 + 黑色
	铬锰硅钢	红色 + 紫色
	铬钒钢	绿色 + 黑色
	铬锰钛钢	黄色 + 黑色
	铬钨钒钢	棕色 + 黑色
	钼钢	紫色
	铬钼钢	绿色 + 紫色
	铬锰钼钢	绿色 + 白色
	铬钼钒钢	紫色 + 棕色
	铬硅钼钒钢	紫色 + 棕色
	铬铝钢	铝白色
	铬钼铝钢	黄色 + 紫色
	铬钨钒铝钢	黄色 + 红色
	硼钢	紫色 + 蓝色
	铬钼钨钒钢	紫色 + 黑色

续表

类 别	牌号或组别	涂色标记
高速工具钢	W12Cr4V4Mo W18Cr4V W9Cr4V2 W9Cr4V	棕色一条 + 黄色一条 棕色一条 + 蓝色一条 棕色二条 棕色一条
铬轴承钢	GCr6 GCr9 GCr9SiMn GCr15 GCr15SiMn	绿色一条 + 白色一条 白色一条 + 黄色一条 绿色二条 蓝色一条 绿色一条 + 蓝色一条
不锈钢耐酸钢	铬钢 铬钛钢 铬锰钢 铬钼钢 铬镍钢 铬锰镍钢 铬镍钛钢 铬镍铌钢 铬钼钛钢 铬钼钒钢 铬镍钼钛钢 铬钼钒钴钢 铬镍铜钛钢 铬镍钼铜钛钢 铬镍钼铜铌钢	铝色 + 黑色 铝色 + 黄色 铝色 + 绿色 铝色 + 白色 铝色 + 红色 铝色 + 棕色 铝色 + 蓝色 铝色 + 蓝色 铝色 + 白色 + 黄色 铝色 + 红色 + 黄色 铝色 + 紫色 铝色 + 紫色 铝色 + 蓝色 + 白色 铝色 + 黄色 + 绿色 铝色 + 黄色 + 绿色 (铝色为宽条,余为窄色条)
耐热钢	铬硅钢 铬钼钢 铬硅钼钢 铬钢 铬钼钒钢 铬镍钛钢 铬铝硅钢 铬硅钛钢 铬硅钼钛钢 铬硅钼钒钢 铬铝钢 铬镍钨钼钛钢 铬镍钨钼钢 铬镍钨钛钢	红色 + 白色 红色 + 绿色 红色 + 蓝色 铝色 + 黑色 铝色 + 紫色 铝色 + 蓝色 红色 + 黑色 红色 + 黄色 红色 + 紫色 红色 + 紫色 红色 + 铝色 红色 + 棕色 红色 + 棕色 铝色 + 白色 + 红色 (前为宽色条,后为窄色条)

第四节 生铁的涂色标记(表 1－7－4)

表 1－7－4 生铁的涂色标记

名称及标准号	牌 号	涂色标记
铸造用生铁 YB(T)14	Z34	绿色一条
	Z30	绿色二条
	Z26	红色一条
	Z22	红色二条
	Z18	红色三条
	Z14	蓝色一条
炼钢用生铁 GB/T 717	L04	白色一条
	L08	黄色一条
	L10	黄色二条
球墨铸铁用生铁 GB/T 1412	Q10	灰色一条
	Q12	灰色二条
	Q16	灰色三条

第八章 金属硬度与强度对照

第一节 低碳钢硬度与强度对照

硬度							抗拉强度 σ_b N/mm ²
洛氏	表面洛氏			维氏	布氏		
HRB	HR15T	HR30T	HR45T	HV	HBS		
					$F/D^2 = 10$	$F/D^2 = 30$	
60.0	80.4	56.1	30.4	105	102		375
60.5	80.5	56.4	30.9	105	102		377
61.1	80.7	56.7	31.4	106	103		379
61.5	80.8	57.1	31.9	107	103		381
62.0	80.9	57.4	32.4	108	104		382
62.5	81.1	57.7	32.9	108	104		384
63.0	81.2	58.0	33.5	109	105		386
63.5	81.4	58.3	34.0	110	105		388
64.0	81.5	58.7	34.5	110	106		390
64.5	81.6	59.0	35.0	111	106		393
65.0	81.8	59.3	35.5	112	107		395
65.5	81.9	59.6	36.1	113	107		397
66.0	82.1	59.9	36.6	114	108		399
66.5	82.2	60.3	37.1	115	108		402
67.0	82.3	60.6	37.6	115	109		404
67.5	82.5	60.9	38.1	116	110		407
68.0	82.6	61.2	38.6	117	110		409
68.5	82.7	61.5	39.2	118	111		412

续表

硬度							抗拉强度 σ_b N/mm ²
洛氏	表面洛氏			维氏	布氏		
HRB	HR15T	HR30T	HR45T	HV	HBS		
					$F/D^2 = 10$	$F/D^2 = 30$	
69.0	82.9	61.9	39.7	119	112		415
69.5	83.0	62.2	40.2	120	112		418
70.0	83.2	62.5	40.7	121	113		421
70.5	83.3	62.8	41.2	122	114		424
71.0	83.4	63.1	41.7	123	115		427
71.5	83.6	63.5	42.3	124	115		430
72.0	83.7	63.8	42.8	125	116		433
72.5	83.9	64.1	43.3	126	117		437
73.0	84.0	64.4	43.8	128	118		440
73.5	84.1	64.7	44.3	129	119		444
74.0	84.3	65.4	45.8	130	120		447
74.5	84.4	65.4	45.4	131	121		451
75.0	84.5	65.7	45.9	132	122		455
75.5	84.7	66.0	46.4	134	123		459
76.0	84.8	66.3	46.9	135	124		463
76.5	85.0	66.6	47.4	136	125		467
77.0	85.1	67.0	47.9	138	126		471
77.5	85.2	67.3	48.5	139	127		475
78.0	85.4	67.6	49.0	140	128		480
78.5	85.5	67.9	49.5	142	129		484
79.0	85.7	68.2	50.0	143	130		489
79.5	85.8	68.6	50.5	145	132		493
80.0	85.9	68.9	51.0	146	133		498
80.5	86.1	69.2	51.6	148	134		503
81.0	86.2	69.5	52.1	149	136		508
81.5	86.3	69.8	52.6	151	137		513
82.0	86.5	70.2	53.1	152	138		518
82.5	86.6	70.5	53.6	154	140		523
83.0	86.8	70.8	54.1	156		152	529

续表

硬度							抗拉强度 σ_b N/mm ²
洛氏	表面洛氏			维氏	布氏		
HRB	HR15T	HR30T	HR45T	HV	HBS		
					$F/D^2 = 10$	$F/D^2 = 30$	
83.5	86.9	71.1	54.7	157		154	534
84.0	87.0	71.4	55.2	159		155	540
84.5	87.2	71.8	55.7	161		156	546
85.0	87.3	72.1	56.2	163		158	551
85.5	87.5	72.4	56.7	165		159	557
86.0	87.6	72.7	57.2	166		161	563
86.5	87.7	73.0	57.8	168		163	570
87.0	87.9	73.4	58.3	170		164	576
87.5	88.0	73.7	58.8	172		166	582
88.0	88.1	74.0	59.3	174		168	589
88.5	88.3	74.3	59.8	176		170	596
89.0	88.4	74.6	60.3	178		172	603
89.5	88.6	75.0	60.9	180		174	609
90.0	88.7	75.3	61.4	183		176	617
90.5	88.8	75.6	61.9	185		178	624
91.0	89.0	75.9	62.4	187		180	631
91.5	89.1	76.2	62.9	189		182	639
92.0	89.3	76.6	63.4	191		184	646
92.5	89.4	76.9	64.0	194		187	654
93.0	89.5	77.2	64.5	196		189	662
93.5	89.7	77.5	65.0	199		192	670
94.0	89.8	77.8	65.5	201		195	678
94.5	89.9	78.2	66.0	203		197	686
95.0	90.1	78.5	66.5	206		200	695
95.5	90.2	78.8	67.1	208		203	703
96.0	90.4	79.1	67.6	211		206	712
96.5	90.5	79.4	68.1	214		209	721
97.0	90.6	79.8	68.6	216		212	730
97.5	90.8	80.1	69.1	219		215	739
98.0	90.9	80.4	69.6	222		218	749
98.5	91.1	80.7	70.2	225		222	758
99.0	91.2	81.0	70.7	227		226	768
99.5	91.3	81.4	71.2	230		229	778
100.0	91.5	81.7	71.7	233		232	788

注 表中强度值适用于低碳钢。

第二节 合金钢硬度与强度对照

硬度								抗拉强度 σ_b , N/mm ²								
洛氏		表面洛氏			维氏	布氏		碳钢	铬钢	铬钒钢	铬镍钢	铬钼钢	铬镍钼钢	铬锰硅钢	超高强度钢	不锈钢
HRC	HRA	HR15N	HR30N	HR45N	HV	HBS	HBW									
20.0	60.2	68.8	40.7	19.2	226	225		774	742	736	782	747		781		740
20.5	60.4	69.0	41.2	19.8	228	227		784	751	744	787	753		788		749
21.0	60.7	69.3	41.7	20.4	230	229		793	793	753	792	760		794		758
21.5	61.0	69.5	42.2	21.0	233	232		803	769	761	797	767		801		767
22.0	61.2	69.8	42.6	21.5	235	234		813	779	770	803	774		809		777
22.5	61.5	70.0	43.1	22.1	238	237		823	788	779	809	781		816		786
23.0	61.7	70.3	43.1	22.7	241	240		833	798	788	815	789		824		796
23.5	62.0	70.6	44.0	23.3	244	242		843	808	797	822	797		832		806
24.0	62.2	70.8	44.5	23.9	247	245		854	818	807	829	805		840		816
24.5	62.5	71.1	45.0	24.5	250	248		864	828	816	836	813		848		826
25.0	62.8	71.4	45.5	25.1	253	251		875	838	826	843	822		856		837
25.5	63.0	71.6	45.9	25.7	256	254		886	848	837	851	831	850	865		847
26.0	63.3	71.9	46.4	26.9	259	257		897	859	847	859	840	859	874		858
26.5	63.5	72.2	46.9	26.9	262	260		908	870	858	867	850	869	883		868
27.0	63.8	72.4	47.3	27.5	266	263		919	880	869	876	860	879	893		879
27.5	64.0	72.7	47.8	28.1	269	266		930	891	880	885	870	890	902		890
28.0	64.3	73.0	48.3	28.7	273	269		942	902	892	894	880	901	912		901
28.5	64.6	73.3	48.7	29.3	276	273		954	914	903	904	891	912	922		913
29.0	64.8	73.5	49.2	29.9	280	276		965	925	915	914	902	923	933		924
29.5	65.1	73.8	49.7	30.5	284	280		977	937	928	924	913	935	943		936
30.0	65.3	74.1	50.2	31.1	288	283		989	948	940	935	824	947	954		947
30.5	65.6	74.4	50.6	31.7	292	287		1002	960	953	946	936	959	965		959
31.0	65.8	74.7	51.1	32.3	296	291		1014	972	966	957	948	972	977		971
31.5	66.1	74.9	51.6	32.9	300	294		1027	984	980	969	961	985	989		983
32.0	66.4	75.2	52.0	33.5	304	298		1039	996	993	981	974	999	1001		996
32.5	66.6	75.5	52.5	34.1	308	302		1052	1009	1007	994	987	1012	1013		1008
33.0	66.9	75.8	53.0	34.7	313	306		1065	1022	1022	1007	1001	1027	1026		1021
33.5	67.1	76.1	53.4	35.3	317	310		1078	1034	1036	1020	1015	1041	1039		1034
34.0	67.4	76.4	53.9	35.9	321	314		1092	1048	1051	1034	1029	1056	1052		1047
34.5	67.7	76.7	54.4	36.5	326	318		1105	1061	1067	1048	1043	1071	1066		1060

续表

硬度								抗拉强度 σ_b , N/mm ²								
洛氏		表面洛氏			维氏	布氏		碳钢	铬钢	铬钒钢	铬镍钢	铬钼钢	铬镍硅钢	超高强度钢	不锈钢	
HRC	HRA	HR15N	HR30N	HR45N	HV	HBS	HBW									
35.0	67.9	77.0	54.8	37.0	331	323		1119	1074	1082	1063	1058	1087	1079		1074
35.5	68.2	77.2	55.3	37.6	335	327		1133	1088	1098	1078	1074	1103	1094		1087
36.0	68.4	77.5	55.8	38.2	340	332		1147	1102	1114	1093	1090	1119	1108		1101
36.5	68.7	77.8	56.2	38.8	345	336		1162	1116	1131	1109	1106	1136	1123		1116
37.0	69.0	78.1	56.7	39.4	350	341		1177	1131	1148	1125	1122	1153	1139		1130
37.5	69.2	78.4	57.2	40.0	355	345		1192	1146	1165	1142	1139	1171	1155		1145
38.0	69.5	78.7	57.6	40.6	360	350		1207	1161	1183	1159	1157	1189	1171		1161
38.5	69.7	79.0	58.1	41.2	365	355		1222	1176	1201	1177	1174	1207	1187	1170	1176
39.0	70.0	79.3	58.6	41.8	371	360		1238	1192	1219	1195	1192	1226	1204	1195	1193
39.5	70.3	79.6	59.0	42.4	376	365		1254	1208	1238	1214	1211	1245	1222	1219	1209
40.0	70.5	79.9	59.5	43.0	381	370	370	1271	1225	1257	1233	1230	1265	1240	1243	1226
40.5	70.8	80.2	60.0	43.6	387	375	375	1288	1242	1276	1252	1249	1285	1258	1267	1244
41.0	71.1	80.5	60.4	44.2	393	380	381	1305	1260	1296	1273	1269	1306	1277	1290	1262
41.5	71.3	80.8	60.9	44.8	398	385	386	1322	1278	1317	1293	1289	1327	1296	1313	1280
42.0	71.6	81.1	61.3	45.4	404	391	392	1340	1296	1337	1314	1310	1348	1316	1336	1299
42.5	71.8	81.4	61.8	45.9	410	396	397	1359	1315	1358	1336	1331	1370	1336	1359	1319
43.0	72.1	81.7	62.3	46.5	416	401	403	1378	1335	1380	1358	1353	1392	1357	1381	1339
43.5	72.4	82.0	62.7	47.1	422	407	409	1397	1355	1401	1380	1375	1415	1378	1404	1361
44.0	72.6	82.3	63.2	47.7	428	413	415	1417	1376	1424	1404	1397	1439	1400	1427	1383
44.5	72.9	82.6	63.6	48.3	435	418	422	1438	1398	1446	1427	1420	1462	1422	1450	1405
45.0	73.2	82.9	64.1	48.9	441	424	428	1459	1420	1469	1451	1444	1487	1445	1473	1429
45.5	73.4	83.2	64.6	49.5	448	430	435	1481	1444	1493	1476	1468	1512	1469	1496	1453
46.0	73.7	83.5	65.0	50.1	454	436	441	1503	1468	1517	1502	1492	1537	1493	1520	1479
46.5	73.9	83.7	65.5	50.7	461	442	448	1526	1493	1541	1527	1517	1563	1517	1544	1505
47.0	74.2	84.0	65.9	51.2	468	449	455	1550	1519	1566	1554	1542	1589	1543	1469	1533
47.5	74.5	84.3	66.4	51.8	475		463	1575	1546	1591	1581	1568	1616	1569	1594	1562
48.0	74.7	84.6	66.8	52.4	482		470	1600	1574	1617	1608	1595	1643	1595	1620	1592
48.5	75.0	84.9	67.3	53.0	489		478	1626	1603	1643	1636	1622	1671	1623	1646	1623
49.0	75.3	85.2	67.7	53.6	497		486	1653	1633	1670	1665	1649	1699	1651	1674	1655
49.5	75.5	85.5	68.2	54.2	504		494	1681	1665	1697	1695	1677	1728	1679	1702	1689
50.0	75.8	85.7	68.6	54.7	512		502	1710	1698	1724	1724	1706	1758	1709	1731	1725
50.5	76.1	86.0	69.1	55.3	520		510		1732	1752	1755	1735	1788	1739	1761	
51.0	76.3	86.3	69.5	55.9	527		518		1768	1780	1786	1764	1819	1770	1792	
51.5	76.6	86.6	70.0	56.5	535		527		1806	1809	1818	1794	1850	1801	1824	

续表

硬度								抗拉强度 σ_b , N/mm ²								
洛氏		表面洛氏			维氏	布氏		碳钢	铬钢	铬钒钢	铬镍钢	铬钼钢	铬镍钼钢	铬锰硅钢	超高强度钢	不锈钢
HRC	HRA	HR15N	HR30N	HR45N	HV	HBS	HBW									
52.0	76.9	86.8	70.4	57.1	544		535		1845	1839	1850	1825	1881	1834	1857	
52.5	77.1	87.1	70.9	57.6	552		554			1869	1883	1856	1914	1867	1892	
53.0	77.4	87.4	71.3	58.2	561		552			1899	1917	1888	1947	1901	1929	
53.5	77.7	87.6	71.8	58.8	569		561			1930	1951			1936	1966	
54.0	77.9	87.9	72.2	59.4	578		569			1961	1986			1971	2006	
54.5	78.2	88.1	72.6	59.9	587		577			1933	2022			2008	2047	
55.0	78.5	88.4	73.1	60.5	596		585			2026	2058			2045	2090	
55.5	78.7	88.6	73.5	61.1	606		593								2135	
56.0	79.0	88.9	73.9	61.7	615		601								2181	
56.5	79.3	89.1	74.4	62.2	625		608								2230	
57.0	79.5	89.4	74.8	62.8	635		616								2281	
57.5	79.8	89.6	75.2	63.4	645		622								2334	
58.0	80.1	89.8	75.6	63.9	655		628								2390	
58.5	80.3	90.0	76.1	64.5	666		634								2448	
59.0	80.6	90.2	76.5	65.1	676		639								2509	
59.5	80.9	90.4	76.9	65.6	687		643								2572	
60.0	81.2	90.6	77.3	66.2	698		647								2639	
60.5	81.4	90.8	77.7	66.8	710		650									
61.0	81.7	91.0	78.1	67.3	721											
61.5	82.0	91.2	78.6	67.9	733											
62.0	82.2	91.4	79.0	68.4	745											
62.5	82.5	91.5	79.4	69.0	757											
63.0	82.8	91.7	79.8	69.5	770											
83.5	83.1	91.8	80.2	70.1	782											
64.0	83.3	91.9	80.6	70.6	795											
64.5	83.6	92.1	81.0	71.2	809											
65.0	83.9	92.2	81.3	71.7	822											
65.5	84.1				836											
66.0	84.4				850											
66.5	84.7				865											
67.0	85.0				879											
67.5	85.2				894											
68.0	85.5				909											

注 布氏硬度 : $F/D^2 = 30$ 。

第三节 铜合金硬度与强度对照

硬度							抗拉强度,MPa							
布氏	维氏	洛氏		表面洛氏			黄铜		铍青铜					
HBS 30D ²	HV	HRB	HRF	HR 15T	HR 30T	HR45T	板材	棒材	板材			棒材		
							σ _b	σ _b	σ _b	σ _{0.2}	σ _{0.01}	σ _b	σ _{0.2}	σ _{0.01}
90.0	90.5	53.7	87.1	77.2	50.8	26.7	—	—	—	—	—	—	—	—
91.0	91.5	53.9	87.2	77.3	51.0	26.9	—	—	—	—	—	—	—	—
92.0	92.6	54.2	87.4	77.4	51.2	27.2	—	—	—	—	—	—	—	—
93.0	93.6	54.5	87.6	77.5	51.4	27.6	—	—	—	—	—	—	—	—
94.0	94.7	54.8	87.7	77.6	51.6	27.7	—	—	—	—	—	—	—	—
95.0	95.7	55.1	87.9	77.7	51.8	28.1	—	—	—	—	—	—	—	—
96.0	96.8	55.5	88.1	77.8	52.0	28.4	—	—	—	—	—	—	—	—
97.0	97.8	55.8	88.3	77.9	52.3	28.8	—	—	—	—	—	—	—	—
98.0	98.9	56.2	88.5	78.0	52.5	29.1	—	—	—	—	—	—	—	—
99.0	99.9	56.6	88.8	78.2	52.9	29.6	—	—	—	—	—	—	—	—
100.0	101.0	57.1	89.1	78.3	53.2	30.1	—	—	—	—	—	—	—	—
101.0	102.0	57.5	89.3	78.5	53.5	30.5	—	—	—	—	—	—	—	—
102.0	103.0	58.0	89.6	78.6	53.8	31.0	—	—	—	—	—	—	—	—
103.0	104.1	58.5	89.9	78.8	54.2	31.5	—	—	—	—	—	—	—	—
104.0	105.1	58.9	90.1	78.9	54.4	31.9	—	—	—	—	—	—	—	—
105.0	106.2	59.4	90.4	79.1	54.8	32.4	—	—	—	—	—	—	—	—
106.0	107.2	60.0	90.7	79.1	55.1	32.9	—	—	—	—	—	—	—	—
107.0	108.3	60.5	91.0	79.4	55.5	33.4	—	—	—	—	—	—	—	—
108.0	109.3	61.0	91.3	79.6	55.8	33.9	—	—	—	—	—	—	—	—
109.0	110.4	61.5	91.6	79.7	56.2	34.4	—	—	—	—	—	—	—	—
110.0	111.4	62.1	91.9	79.9	56.5	35.0	372	384	—	—	—	—	—	—
111.0	112.5	62.6	92.2	80.1	56.9	35.5	374	387	—	—	—	—	—	—
112.0	113.5	63.2	92.6	80.3	57.4	36.2	375	389	—	—	—	—	—	—
113.0	114.6	63.7	92.8	80.4	57.6	36.5	377	392	—	—	—	—	—	—
114.0	115.6	64.3	93.2	80.6	58.1	37.2	379	395	—	—	—	—	—	—

续表

硬度							抗拉强度,MPa							
布氏	维氏	洛氏		表面洛氏			黄铜		铍青铜					
HBS 30D ²	HV	HRB	HRF	HR 15T	HR 30T	HR45T	板材	棒材	板材			棒材		
							σ_b	σ_b	σ_b	$\sigma_{0.2}$	$\sigma_{0.01}$	σ_b	$\sigma_{0.2}$	$\sigma_{0.01}$
115.0	116.7	64.9	93.5	80.8	58.4	37.7	380	398	—	—	—	—	—	—
116.0	117.7	65.4	93.8	81.0	58.8	38.2	382	400	—	—	—	—	—	—
117.0	118.8	66.0	94.2	81.2	59.3	38.9	384	403	—	—	—	—	—	—
118.0	119.8	66.6	94.5	81.4	59.6	39.4	385	406	—	—	—	—	—	—
119.0	120.9	67.1	94.8	81.5	60.0	40.0	388	409	—	—	—	—	—	—
120.0	121.9	67.7	95.1	81.7	60.3	40.5	390	412	—	—	—	—	—	—
121.0	122.9	68.2	95.4	81.9	60.7	41.0	392	414	—	—	—	—	—	—
122.0	124.0	68.8	95.8	82.1	61.2	41.7	394	417	—	—	—	—	—	—
123.0	125.0	69.4	96.1	82.3	61.5	42.2	396	420	—	—	—	—	—	—
124.0	126.1	69.9	96.4	82.5	61.9	42.7	399	423	—	—	—	—	—	—
125.0	127.1	70.5	96.7	82.6	62.2	43.2	401	426	—	—	—	—	—	—
126.0	128.2	71.0	97.0	82.8	62.6	43.7	404	429	—	—	—	—	—	—
127.0	129.2	71.5	97.3	83.0	63.0	44.3	406	431	—	—	—	—	—	—
128.0	130.3	72.1	97.7	83.2	63.4	44.9	409	434	—	—	—	—	—	—
129.0	131.3	72.6	97.9	83.3	63.7	45.3	411	437	—	—	—	—	—	—
130.0	132.4	73.1	98.2	83.5	64.0	45.8	414	440	—	—	—	—	—	—
131.0	133.4	73.6	98.5	83.6	64.4	46.3	417	443	—	—	—	—	—	—
132.0	134.5	74.1	98.8	83.8	64.7	46.8	420	447	—	—	—	—	—	—
133.0	135.5	74.7	99.2	84.0	65.2	47.5	423	450	—	—	—	—	—	—
134.0	136.6	75.1	99.4	84.1	65.5	47.9	426	453	—	—	—	—	—	—
135.0	137.6	76.6	99.7	84.3	65.8	48.4	429	456	—	—	—	—	—	—
136.0	138.6	76.1	100.0	84.5	66.2	48.9	431	459	—	—	—	—	—	—
137.0	139.7	76.6	100.2	84.6	66.4	49.2	434	463	—	—	—	—	—	—
138.0	140.7	77.0	100.5	84.8	66.8	49.8	437	466	—	—	—	—	—	—
139.0	141.8	77.5	100.8	84.9	67.1	50.3	440	469	—	—	—	—	—	—
140.0	142.8	77.9	101.0	85.0	67.4	50.6	444	472	—	—	—	—	—	—
141.0	143.9	78.4	101.3	85.2	67.7	51.1	447	476	—	—	—	—	—	—
142.0	144.9	78.8	101.5	85.3	67.9	51.5	451	479	—	—	—	—	—	—
143.0	146.0	79.2	101.7	85.4	68.2	51.8	454	482	—	—	—	—	—	—

续表

硬度							抗拉强度, MPa							
布氏	维氏	洛氏		表面洛氏			黄铜		铍青铜					
HBS 30D ²	HV	HRB	HRF	HR 15T	HR 30T	HR45T	板材	棒材	板材			棒材		
							σ_b	σ_b	σ_b	$\sigma_{0.2}$	$\sigma_{0.01}$	σ_b	$\sigma_{0.2}$	$\sigma_{0.01}$
144.0	147.0	79.7	102.0	85.6	68.5	52.3	458	485	—	—	—	—	—	—
145.0	148.1	80.1	102.2	85.7	68.8	52.7	461	488	—	—	—	—	—	—
146.0	149.1	80.5	102.5	85.8	69.1	53.2	465	492	—	—	—	—	—	—
147.0	150.2	80.8	102.6	85.9	69.3	53.4	469	495	—	—	—	—	—	—
148.0	151.2	81.2	102.9	86.1	69.6	53.9	473	499	—	—	—	—	—	—
149.0	152.3	81.6	103.1	86.2	69.8	54.2	477	502	—	—	—	—	—	—
150.0	153.3	82.0	103.3	86.3	70.1	54.6	480	506	—	—	—	—	—	—
151.0	154.3	82.3	103.5	86.4	70.3	54.9	483	509	—	—	—	—	—	—
152.0	155.4	82.7	103.7	86.6	70.6	55.3	488	513	—	—	—	—	—	—
153.0	156.4	83.0	103.9	86.7	70.8	55.6	492	516	—	—	—	—	—	—
154.0	157.5	83.3	104.1	86.8	71.0	56.0	496	520	—	—	—	—	—	—
155.0	158.5	83.7	104.3	86.9	71.3	56.3	500	524	—	—	—	—	—	—
156.0	159.6	84.0	104.5	87.0	71.5	56.6	504	527	—	—	—	—	—	—
157.0	160.6	84.3	104.7	87.1	71.7	57.0	509	530	—	—	—	—	—	—
158.0	161.7	84.6	104.8	87.2	71.9	57.2	513	534	—	—	—	—	—	—
159.0	162.7	84.9	105.0	87.3	72.1	57.5	518	537	—	—	—	—	—	—
160.0	163.8	85.2	105.2	87.4	72.3	57.9	522	541	—	—	—	—	—	—
161.0	164.8	85.5	105.3	87.5	72.5	58.0	527	545	—	—	—	—	—	—
162.2	165.9	85.8	105.5	87.6	72.7	58.4	531	549	—	—	—	—	—	—
163.0	166.9	86.0	105.6	87.6	72.8	58.5	553	553	—	—	—	—	—	—
164.0	168.0	86.3	105.8	87.7	73.1	58.9	540	556	—	—	—	—	—	—
165.0	169.0	86.6	106.0	87.9	73.3	59.2	554	560	—	—	—	—	—	—
166.0	170.1	86.8	106.1	87.9	73.4	59.4	550	564	—	—	—	—	—	—
167.0	171.1	87.1	106.3	88.0	73.7	59.7	555	568	—	—	—	—	—	—
168.0	172.1	87.4	106.4	88.1	73.8	59.9	560	572	—	—	—	—	—	—
169.0	173.2	87.6	106.5	88.1	73.9	60.1	565	576	—	—	—	—	—	—
170.0	174.2	87.9	106.7	88.2	74.1	60.4	570	580	545	467	326	649	367	285
171.0	175.3	88.1	106.8	88.3	74.2	60.6	575	583	548	470	329	652	371	288
172.0	176.3	88.4	107.0	88.4	74.5	61.0	580	587	551	473	330	654	375	291

续表

硬度							抗拉强度,MPa							
布氏	维氏	洛氏		表面洛氏			黄铜		铍青铜					
HBS 30D ²	HV	HRB	HRF	HR 15T	HR 30T	HR45T	板材	棒材	板材			棒材		
							σ _b	σ _b	σ _b	σ _{0.2}	σ _{0.01}	σ _b	σ _{0.2}	σ _{0.01}
173.0	177.4	88.6	107.1	88.4	74.6	61.1	585	591	555	477	333	657	379	294
174.0	178.4	88.8	107.2	88.5	74.7	61.3	590	595	558	480	335	660	382	297
175.0	179.5	89.1	107.4	88.6	75.0	61.6	596	599	561	483	337	662	386	300
176.0	180.5	89.3	107.5	88.7	75.1	61.8	601	603	565	486	340	665	390	303
177.0	181.6	89.6	107.7	88.8	75.3	62.2	607	607	568	489	342	668	394	306
178.0	182.6	89.8	107.8	88.9	75.4	62.3	612	612	571	493	345	670	398	308
179.0	183.7	90.0	107.9	88.9	75.6	62.5	618	616	575	496	347	673	402	311
180.0	184.7	90.3	108.1	89.0	75.8	62.8	624	620	578	499	349	676	406	314
181.0	185.8	90.5	108.2	89.1	75.9	63.0	630	624	581	503	352	678	410	317
182.0	186.8	90.8	108.4	89.2	76.1	63.4	635	628	584	506	354	681	414	320
183.0	187.8	91.0	108.5	89.3	76.3	63.5	640	633	587	510	357	684	418	323
184.0	188.9	91.3	108.7	89.4	76.5	63.9	646	636	591	513	359	686	422	326
185.0	189.9	91.5	108.8	89.4	76.6	64.1	653	640	594	516	361	688	426	329
186.0	191.0	91.8	109.0	89.5	76.9	64.4	659	645	597	520	364	691	430	330
187.0	192.0	92.0	109.1	89.6	77.0	64.6	665	649	601	523	366	694	433	333
188.0	193.1	92.3	109.2	89.7	77.1	64.7	671	653	604	527	368	697	437	336
189.0	194.1	92.5	109.4	89.8	77.3	65.1	677	658	608	530	371	700	441	339
190.0	195.2	92.8	109.5	89.8	77.5	65.3	684	662	611	533	373	703	445	342
191.0	196.2	93.1	109.7	89.9	77.7	65.6	689	667	614	536	376	705	449	345
192.0	197.3	93.3	109.8	90.0	77.8	65.8	696	671	618	539	378	708	453	348
193.0	198.3	93.6	110.0	90.1	78.0	66.1	702	676	621	542	380	711	457	351
194.0	199.4	93.9	110.2	90.2	78.3	66.5	709	680	625	546	382	714	461	353
195.0	200.4	94.2	110.3	90.3	78.4	66.6	715	685	628	549	384	717	465	356
196.0	201.5	94.4	110.4	90.3	78.5	66.8	722	688	631	553	387	720	469	359
197.0	202.5	94.7	110.6	90.4	78.8	67.2	729	693	634	556	389	723	473	362
198.0	203.5	95.0	110.8	90.6	79.0	67.5	735	698	637	559	392	726	477	365
199.0	204.6	95.3	111.0	90.7	79.2	67.8	742	702	641	563	394	729	481	368
200.0	205.6	95.6	111.1	90.7	79.4	68.0	749	707	644	566	396	732	484	371
201.0	206.7	95.9	111.3	90.8	79.6	68.4	—	—	684	570	399	735	488	374

续表

硬度							抗拉强度,MPa							
布氏	维氏	洛氏		表面洛氏			黄铜		铍青铜					
HBS 30D ²	HV	HRB	HRF	HR 15T	HR 30T	HR45T	板材	棒材	板材			棒材		
							σ_b	σ_b	σ_b	$\sigma_{0.2}$	$\sigma_{0.01}$	σ_b	$\sigma_{0.2}$	$\sigma_{0.01}$
202.0	207.7	96.2	111.5	90.9	79.8	68.7	—	—	651	573	401	737	492	376
203.0	208.8	96.5	111.7	91.1	80.1	69.0	—	—	654	576	404	740	496	378
204.0	209.8	96.8	111.8	91.2	80.2	69.2	—	—	658	580	406	743	500	381
205.0	210.9	97.2	112.1	91.3	80.5	69.7	—	—	661	583	408	746	504	384
206.0	211.9	97.5	112.2	91.4	80.9	69.9	—	—	665	586	411	749	508	387
207.0	212.9	97.8	112.4	91.5	80.9	70.2	—	—	668	589	413	752	512	390
208.0	214.0	98.1	112.6	91.6	81.1	70.6	—	—	672	592	416	755	516	393
209.0	215.0	98.4	112.7	91.7	81.3	70.8	—	—	675	596	418	758	520	396
210.0	216.1	98.8	113.0	91.8	81.6	71.3	—	—	679	599	420	761	524	398
211.0	217.2	17.8	59.1	67.8	38.7	17.1	—	—	682	602	423	764	528	401
212.0	218.2	18.0	59.2	67.9	38.9	17.3	—	—	685	606	425	767	532	404
213.0	219.3	18.2	59.3	68.0	39.0	17.6	—	—	688	609	428	770	535	407
214.0	220.3	18.4	59.4	68.2	39.2	17.8	—	—	692	613	430	774	539	410
215.0	221.3	18.6	59.5	68.3	39.4	18.0	—	—	695	616	431	777	543	413
216.0	222.4	18.8	59.6	68.4	39.6	18.3	—	—	699	619	434	780	547	416
217.0	223.4	18.9	59.7	68.4	39.7	18.4	—	—	702	623	436	783	551	419
218.0	224.5	19.1	59.8	68.5	39.9	18.6	—	—	706	626	438	786	555	421
219.0	225.5	19.3	59.9	68.7	40.1	18.9	—	—	706	630	441	788	555	424
220.0	226.6	19.5	60.0	68.8	40.3	19.1	—	—	713	633	443	792	563	427
221.0	227.6	19.7	60.1	68.9	40.5	19.3	—	—	716	635	446	795	567	430
222.0	228.7	19.9	60.2	69.0	40.7	19.6	—	—	720	639	448	798	571	432
223.0	229.7	20.0	60.2	69.1	40.8	19.7	—	—	723	642	450	801	575	435
224.0	230.8	20.2	60.3	69.2	40.9	19.9	—	—	727	645	453	804	579	438
225.0	231.8	20.4	60.4	69.3	41.1	20.1	—	—	730	649	455	808	583	441
226.0	232.9	20.6	60.5	69.4	41.3	20.4	—	—	734	652	458	811	586	443
227.0	233.9	20.8	60.6	69.5	41.5	20.6	—	—	736	656	460	814	590	446
228.0	235.0	20.9	60.7	69.5	41.6	20.7	—	—	740	659	462	817	594	449
229.0	236.0	21.1	60.8	69.7	41.8	21.0	—	—	743	662	465	820	597	452
230.0	237.0	21.3	60.9	69.8	42.0	21.2	—	—	747	666	467	824	601	455

续表

硬度							抗拉强度,MPa							
布氏	维氏	洛氏		表面洛氏			黄铜		铍青铜					
HBS 30D ²	HV	HRB	HRF	HR 15T	HR 30T	HR45T	板材	棒材	板材			棒材		
							σ _b	σ _b	σ _b	σ _{0.2}	σ _{0.01}	σ _b	σ _{0.2}	σ _{0.01}
231.0	238.1	21.5	61.0	69.9	42.2	21.4	—	—	750	669	470	827	605	458
232.0	239.1	21.7	61.1	70.0	42.4	21.6	—	—	754	673	472	831	609	461
233.0	240.2	21.8	61.2	70.1	42.5	21.8	—	—	757	676	474	834	613	464
234.0	241.2	22.0	61.3	70.2	42.6	22.0	—	—	761	679	477	837	617	466
235.0	242.3	22.2	61.4	70.3	42.8	22.2	—	—	764	683	479	840	621	469
236.0	243.3	22.4	61.5	70.4	43.0	22.5	—	—	768	685	482	843	625	472
237.0	244.4	22.5	61.5	70.5	43.1	22.6	—	—	772	689	483	846	629	475
238.0	245.4	22.7	61.6	70.6	43.3	22.8	—	—	775	692	485	850	633	478
239.0	246.5	22.9	61.7	70.7	43.5	23.0	—	—	779	695	488	853	636	481
240.0	247.5	23.0	61.8	70.8	43.6	23.2	—	—	782	699	490	857	640	483
241.0	248.6	23.2	61.9	70.9	43.8	23.4	—	—	786	702	493	860	644	486
242.0	249.6	23.4	62.0	71.0	44.0	23.7	—	—	788	705	495	863	648	488
243.0	250.7	23.6	62.1	71.1	44.2	23.9	—	—	792	709	497	867	652	491
244.0	251.7	23.7	62.1	71.1	44.3	24.0	—	—	796	712	500	870	656	494
245.0	252.7	23.9	62.2	71.2	44.4	24.2	—	—	799	716	502	874	660	497
246.0	253.8	24.1	62.3	71.3	44.6	24.4	—	—	803	719	505	877	644	500
247.0	254.8	24.2	62.4	71.4	44.7	24.6	—	—	806	722	507	881	688	503
248.0	255.9	24.4	62.5	71.5	44.9	24.8	—	—	810	726	509	884	672	506
249.0	256.9	24.6	62.6	71.6	45.1	25.0	—	—	814	729	512	888	676	509
250.0	258.0	24.7	62.6	71.7	45.2	25.1	—	—	817	733	514	890	680	510
251.0	259.0	24.9	62.7	71.8	45.4	25.4	—	—	821	735	517	894	684	514
252.0	260.1	25.1	62.8	71.9	45.6	25.6	—	—	824	738	519	897	687	517
253.0	261.1	25.2	62.9	72.0	45.7	25.7	—	—	828	742	521	901	691	520
254.0	262.2	25.4	63.0	72.1	45.9	26.0	—	—	832	745	524	904	696	523
255.0	263.2	25.6	63.1	72.2	46.1	26.2	—	—	836	748	526	908	699	526
256.0	264.3	25.7	63.1	72.3	45.2	26.3	—	—	838	752	529	911	703	529
257.0	265.3	25.9	63.2	72.4	46.3	26.5	—	—	842	755	531	915	707	532
258.0	266.4	26.0	63.3	72.4	46.4	26.7	—	—	845	759	533	918	711	533
259.0	267.4	26.2	63.4	72.5	46.6	26.9	—	—	849	762	535	922	715	536

续表

硬度							抗拉强度,MPa							
布氏	维氏	洛氏		表面洛氏			黄铜		铍青铜					
HBS 30D ²	HV	HRB	HRF	HR 15T	HR 30T	HR45T	板材	棒材	板材			棒材		
							σ _b	σ _b	σ _b	σ _{0.2}	σ _{0.01}	σ _b	σ _{0.2}	σ _{0.01}
260.0	268.5	26.4	63.5	72.6	46.8	27.1	—	—	852	765	537	925	719	539
261.0	269.5	26.5	63.5	72.7	46.9	27.2	—	—	856	769	540	929	723	542
262.0	270.5	26.7	63.6	72.8	47.1	27.4	—	—	860	772	542	933	727	545
263.0	271.6	26.8	63.7	72.9	47.2	27.6	—	—	863	776	544	936	731	548
264.0	272.6	27.0	63.8	73.0	47.4	27.8	—	—	867	779	547	939	735	551
265.0	273.7	27.2	63.9	73.1	47.6	28.0	—	—	871	782	549	942	738	554
266.0	274.7	27.3	64.0	73.2	47.7	28.2	—	—	874	786	551	946	742	556
267.0	275.8	27.5	64.1	73.3	47.9	28.4	—	—	878	788	554	950	746	559
268.0	276.8	27.6	64.1	73.3	48.0	28.6	—	—	882	792	556	953	750	562
269.0	277.9	27.8	64.2	73.4	48.1	28.8	—	—	885	795	559	957	754	565
270.0	278.9	27.9	64.3	73.5	48.2	28.9	—	—	888	798	561	961	758	568
271.0	280.0	28.1	64.4	73.6	48.4	29.1	—	—	892	802	563	964	762	571
272.0	281.0	28.2	64.4	73.7	48.5	29.2	—	—	895	805	566	968	766	574
273.0	282.1	28.4	64.5	73.8	48.7	29.4	—	—	899	808	568	972	770	577
274.0	283.1	28.6	64.6	73.9	48.9	29.6	—	—	903	812	571	975	774	580
275.0	284.2	28.7	64.7	74.0	49.0	29.8	—	—	907	815	573	979	778	582
276.0	285.2	28.9	64.8	74.1	49.2	30.0	—	—	910	819	575	983	782	584
277.0	286.2	29.0	64.8	74.1	49.3	30.1	—	—	914	822	578	986	786	587
278.0	287.3	29.2	64.9	74.2	49.5	30.3	—	—	918	825	580	989	789	590
279.0	288.3	29.3	65.0	74.3	49.6	30.5	—	—	921	829	583	993	793	593
280.0	289.4	29.5	65.1	74.4	49.8	30.7	—	—	925	832	584	997	797	596
281.0	290.4	29.6	65.1	74.5	49.9	30.9	—	—	929	836	586	1000	801	599
282.0	291.5	29.6	65.2	74.6	50.0	31.1	—	—	932	838	589	1004	805	602
283.0	292.5	29.9	65.3	74.6	50.1	31.2	—	—	936	841	591	1008	809	604
284.0	293.6	30.1	65.4	74.7	50.3	31.4	—	—	939	845	594	1012	813	607
285.0	294.6	30.2	65.4	74.8	50.4	31.6	—	—	943	848	596	1015	817	610
286.0	295.7	30.4	65.5	74.9	50.6	31.8	—	—	946	851	598	1019	821	613
287.0	296.7	30.5	65.6	75.0	50.7	31.9	—	—	950	855	601	1023	825	616
288.0	297.8	30.7	65.7	75.1	50.9	32.1	—	—	954	858	603	1027	829	619

续表

硬度							抗拉强度,MPa							
布氏	维氏	洛氏		表面洛氏			黄铜		铍青铜					
HBS 30D ²	HV	HRB	HRF	HR 15T	HR 30T	HR45T	板材	棒材	板材			棒材		
							σ_b	σ_b	σ_b	$\sigma_{0.2}$	$\sigma_{0.01}$	σ_b	$\sigma_{0.2}$	$\sigma_{0.01}$
289.0	298.8	30.8	65.7	75.1	51.0	32.3	—	—	958	862	606	1030	832	622
290.0	299.9	31.0	65.8	75.2	51.2	32.5	—	—	961	865	608	1034	836	625
291.0	300.9	31.1	65.9	75.3	51.3	32.6	—	—	965	868	610	1038	839	627
292.0	303.9	31.2	65.9	75.4	51.4	32.7	—	—	969	872	613	1041	843	630
293.0	303.0	31.4	66.0	75.5	51.6	32.9	—	—	973	875	615	1045	847	633
294.0	304.0	31.5	66.1	75.5	51.7	33.1	—	—	976	879	618	1049	851	635
295.0	305.1	31.7	66.2	75.6	51.8	33.3	—	—	980	882	620	1052	855	638
296.0	306.1	31.8	66.2	75.7	51.9	33.4	—	—	984	885	622	1056	859	642
297.0	307.2	32.0	33.3	75.8	52.1	33.6	—	—	988	888	625	1060	863	644
298.0	308.2	32.1	66.4	75.9	52.2	33.8	—	—	990	891	627	1064	867	647
299.0	309.3	32.3	66.5	76.0	52.4	34.0	—	—	994	895	630	1068	871	649
300.0	310.3	32.4	66.5	76.0	52.5	34.1	—	—	998	898	632	1072	875	652
301.0	311.4	32.5	66.6	76.1	52.6	34.2	—	—	1002	901	643	1075	579	657
302.0	312.4	32.7	66.7	76.2	52.8	34.4	—	—	1006	905	636	1079	883	658
303.0	313.5	32.8	66.8	76.3	52.9	34.6	—	—	1009	908	638	1083	887	661
304.0	314.5	33.0	66.9	76.4	53.1	34.8	—	—	1013	911	641	1087	890	664
305.0	315.6	33.1	66.9	76.4	53.2	34.9	—	—	1017	915	643	1090	894	667
306.0	316.6	33.2	67.0	76.5	53.3	35.0	—	—	1021	918	645	1094	898	670
307.0	317.7	33.4	67.1	76.6	53.5	35.2	—	—	1025	921	648	1098	902	672
308.0	318.7	33.5	67.1	76.7	53.6	35.4	—	—	1028	925	650	1102	906	675
309.0	319.7	33.7	67.2	76.8	53.7	35.6	—	—	1032	928	653	1105	910	678
310.0	320.8	33.6	67.3	76.8	53.8	35.7	—	—	1036	932	655	1109	914	681
311.0	321.8	33.9	67.3	76.9	53.9	35.9	—	—	1040	935	657	1113	918	684
312.0	322.9	34.1	67.4	77.0	45.1	36.1	—	—	1043	938	660	1117	922	686
313.0	323.9	34.2	67.5	77.0	54.2	36.2	—	—	1046	941	662	1121	926	689
314.0	325.0	34.3	67.5	77.1	54.3	36.3	—	—	1050	944	664	1125	930	692
315.0	326.0	34.5	67.6	77.2	54.5	36.5	—	—	1054	948	666	1129	934	694
316.0	327.1	34.6	67.7	77.3	54.6	36.7	—	—	1058	951	669	1133	938	697
317.0	328.1	34.8	67.8	77.4	54.8	36.9	—	—	1062	955	672	1137	941	700

续表

硬度							抗拉强度,MPa							
布氏	维氏	洛氏		表面洛氏			黄铜		铍青铜					
HBS 30D ²	HV	HRB	HRF	HR 15T	HR 30T	HR45T	板材	棒材	板材			棒材		
							σ_b	σ_b	σ_b	$\sigma_{0.2}$	$\sigma_{0.01}$	σ_b	$\sigma_{0.2}$	$\sigma_{0.01}$
318.0	329.2	34.9	67.8	77.4	54.9	37.0	—	—	1066	958	674	1140	945	703
319.0	330.2	35.0	67.9	77.5	55.0	37.2	—	—	1069	961	676	1144	949	706
320.0	331.3	35.2	68.0	77.6	55.2	37.4	—	—	1072	965	679	1148	953	709
321.0	332.3	35.3	68.0	77.6	55.3	37.5	—	—	1077	968	681	1152	957	712
322.0	333.4	35.4	68.1	77.7	55.4	37.6	—	—	1081	971	684	1156	961	715
323.0	334.4	35.6	68.2	77.8	55.5	37.8	—	—	1085	974	685	1160	965	717
324.0	335.4	35.7	68.2	77.9	55.6	38.0	—	—	1089	978	687	1164	969	720
325.0	336.5	35.8	68.3	78.0	55.7	38.1	—	—	1092	982	690	1168	973	723
326.0	337.5	36.0	68.4	78.1	55.9	38.3	—	—	1095	985	692	1172	977	726
327.0	338.6	36.1	68.4	78.1	56.0	38.4	—	—	1099	988	695	1176	981	729
328.0	339.6	36.2	68.5	78.2	56.1	38.5	—	—	1103	992	697	1180	985	732
329.0	340.7	36.4	68.6	78.3	56.3	38.8	—	—	1107	994	699	1183	989	735
330.0	341.7	36.5	68.6	78.3	56.4	38.9	—	—	1111	998	702	1187	992	737
331.0	342.8	36.6	68.7	78.4	56.5	39.0	—	—	1115	1001	704	1191	996	739
332.0	343.8	36.7	68.7	78.5	56.6	39.1	—	—	1119	1004	707	1194	1000	742
333.0	344.9	36.9	68.8	78.6	56.8	39.4	—	—	1123	1008	709	1199	1004	745
334.0	345.9	37.0	68.9	78.6	56.9	39.5	—	—	1127	1001	711	1203	1008	748
335.0	347.0	37.1	68.9	78.7	57.0	39.6	—	—	1130	1014	714	1207	1012	751
336.0	348.0	37.3	69.0	78.8	57.1	39.8	—	—	1134	1018	716	1211	1016	754
337.0	349.1	37.4	69.1	78.8	57.2	39.9	—	—	1138	1021	719	1215	1020	757
338.0	350.1	37.5	69.1	78.9	57.3	40.1	—	—	1141	1025	721	1219	1024	760
339.0	351.1	37.7	69.2	79.0	57.5	40.3	—	—	1145	1028	723	1223	1028	762
340.0	352.2	37.8	69.3	79.1	57.6	40.4	—	—	1149	1031	726	1227	1032	765
341.0	353.2	37.9	69.3	79.1	57.7	40.5	—	—	1153	1035	728	1231	136	768
342.0	354.3	38.0	69.4	79.2	57.8	40.6	—	—	1157	1038	731	1235	1040	771
343.0	355.3	38.2	69.5	79.3	58.0	40.9	—	—	1161	1041	733	1239	1043	774
344.0	356.4	38.3	69.5	79.3	58.1	41.0	—	—	1165	1044	735	1243	1047	777
345.0	357.4	38.4	69.6	79.4	58.2	41.1	—	—	1169	1047	737	1246	1051	780
346.0	358.5	38.5	69.7	79.5	58.3	41.2	—	—	1173	1051	739	1250	1055	783

续表

硬度							抗拉强度,MPa							
布氏	维氏	洛氏		表面洛氏			黄铜		铍青铜					
HBS 30D ²	HV	HRB	HRF	HR 15T	HR 30T	HR45T	板材	棒材	板材			棒材		
							σ _b	σ _b	σ _b	σ _{0.2}	σ _{0.01}	σ _b	σ _{0.2}	σ _{0.01}
347.0	359.5	38.7	69.8	79.6	58.5	41.5	—	—	1177	1054	742	1254	1059	785
348.0	360.6	38.8	69.8	79.6	58.6	41.6	—	—	1181	1058	744	1258	1063	787
349.0	361.6	38.9	69.9	79.7	58.7	41.7	—	—	1184	1061	746	1262	1066	790
350.0	362.7	39.0	69.9	79.8	58.8	41.8	—	—	1188	1064	749	1266	1070	793
351.0	363.7	39.2	70.0	79.9	58.9	42.0	—	—	1192	1068	751	1270	1074	796
352.0	364.8	39.3	70.1	79.9	59.0	42.2	—	—	1195	1071	754	1274	1078	799
353.0	365.8	39.4	70.1	80.0	59.1	42.3	—	—	1199	1074	756	1278	1082	802
354.0	366.9	39.5	70.2	80.1	59.2	42.4	—	—	1203	1078	758	1282	1086	805
355.0	367.9	39.8	70.3	80.2	59.5	42.7	—	—	1207	1081	761	1286	1090	807
356.0	368.9	39.9	70.4	80.2	59.6	42.9	—	—	1211	1085	763	1291	1093	810
357.0	370.0	40.0	70.4	80.3	59.7	43.0	—	—	1215	1088	766	1294	1097	813
358.0	371.0	40.2	70.5	80.4	59.9	43.2	—	—	1219	1090	768	1298	1101	816
359.0	372.1	40.3	70.6	80.5	60.0	43.3	—	—	1223	1094	770	1302	1105	819
360.0	373.1	40.4	70.6	80.5	60.1	43.4	—	—	1227	1097	773	1306	1109	822
361.0	374.2	40.5	70.7	80.6	60.2	43.5	—	—	1231	1101	775	1310	1113	825
362.0	375.2	40.6	70.7	80.7	60.3	43.7	—	—	1235	1104	777	1314	1117	828
363.0	376.3	40.8	70.8	80.8	60.5	43.9	—	—	1239	1107	780	1318	1121	830
364.0	377.3	40.9	70.9	80.8	60.6	44.0	—	—	1243	1111	782	1322	1125	833
365.0	378.4	41.0	70.9	80.9	60.7	44.1	—	—	1246	1114	785	1326	1129	836
366.0	379.4	41.1	71.0	80.9	60.8	44.2	—	—	1250	1117	786	1330	1133	838
367.0	380.5	41.2	71.0	81.0	60.8	44.4	—	—	1254	1121	788	1334	1137	841
368.0	381.5	41.3	71.1	81.0	60.9	44.5	—	—	1158	1124	791	1339	1141	844
369.0	382.6	41.4	71.1	81.1	61.0	44.6	—	—	1262	1128	793	1343	1144	847
370.0	383.6	41.5	71.2	81.1	61.1	44.7	—	—	1266	1131	796	1346	1148	850
371.0	384.6	41.6	71.2	81.2	61.2	44.8	—	—	1270	1134	798	1350	1152	852
372.0	385.7	41.7	71.3	81.3	61.3	44.9	—	—	1274	1138	800	1354	1156	855
373.0	386.7	41.9	71.4	81.4	61.5	45.2	—	—	1278	1141	803	1358	1160	858
374.0	387.8	42.0	71.4	81.4	61.6	45.3	—	—	1282	1144	805	1362	1164	861
375.0	388.8	42.1	71.5	81.5	61.7	45.4	—	—	1286	1147	808	1366	1168	864

续表

硬度							抗拉强度,MPa							
布氏	维氏	洛氏		表面洛氏			黄铜		铍青铜					
HBS 30D ²	HV	HRB	HRF	HR 15T	HR 30T	HR45T	板材	棒材	板材			棒材		
							σ_b	σ_b	σ_b	$\sigma_{0.2}$	$\sigma_{0.01}$	σ_b	$\sigma_{0.2}$	$\sigma_{0.01}$
376.0	389.9	42.2	71.5	81.5	61.8	45.5	—	—	1290	1150	810	1370	1172	867
377.0	390.9	42.3	71.6	81.6	61.9	45.6	—	—	1293	1154	812	1374	1176	870
378.0	392.0	42.4	71.6	81.7	62.0	45.8	—	—	1298	1157	815	1379	1180	872
379.0	393.0	42.6	71.7	81.8	62.2	46.0	—	—	1302	1161	817	1383	1184	875
380.0	394.1	42.7	71.8	81.8	62.3	46.1	—	—	1306	1164	820	1387	1188	878
381.0	395.1	42.8	71.8	81.9	62.4	46.2	—	—	1310	1167	822	1391	—	—
382.0	396.2	42.9	71.9	81.9	62.5	46.3	—	—	1314	1171	824	1395	—	—
383.0	397.2	43.0	71.9	82.0	62.6	46.5	—	—	1318	1174	827	1398	—	—
384.0	398.3	43.2	72.0	82.1	62.7	46.7	—	—	1322	1177	829	1402	—	—
385.0	399.3	43.3	72.1	82.2	62.8	46.8	—	—	1326	1181	832	1406	—	—
386.0	400.3	43.4	72.1	82.2	62.9	46.9	—	—	1330	1184	834	1410	—	—
387.0	401.4	43.5	72.2	82.3	63.0	47.0	—	—	1334	1188	836	1415	—	—
388.0	402.4	43.6	72.2	82.3	63.1	47.2	—	—	1338	1191	838	1419	—	—
389.0	403.5	43.7	72.3	82.4	63.2	47.3	—	—	1342	1193	840	1423	—	—
390.0	404.5	43.9	72.4	82.5	63.4	47.5	—	—	1345	1197	843	1427	—	—
391.0	405.6	44.0	72.4	82.6	63.5	47.6	—	—	1349	1200	845	1431	—	—
392.0	406.6	44.1	72.5	82.6	63.6	47.7	—	—	1354	1204	847	1435	—	—
393.0	407.7	44.2	72.6	82.7	63.7	47.9	—	—	1358	1207	850	1439	—	—
394.0	408.7	44.3	72.6	82.7	63.8	48.0	—	—	1362	1210	852	1443	—	—
395.0	409.8	44.4	72.7	82.8	63.9	48.1	—	—	1366	1214	855	1446	—	—
396.0	410.8	44.6	72.8	82.9	64.1	48.3	—	—	1370	1217	857	1451	—	—
397.0	411.9	44.7	72.8	82.9	64.2	48.4	—	—	1374	1220	859	1455	—	—
398.0	412.9	44.8	72.9	83.0	64.3	48.6	—	—	1378	1224	862	1459	—	—
399.0	414.0	44.9	72.9	83.1	64.4	48.7	—	—	1382	1227	864	1463	—	—
400.0	415.0	45.0	73.0	83.1	64.4	48.8	—	—	1386	1231	867	1467	—	—
401.0	416.0	45.1	73.0	83.2	64.5	48.9	—	—	1391	—	—	1471	—	—
402.0	417.1	45.3	73.1	83.3	64.7	49.1	—	—	1395	—	—	1475	—	—
403.0	418.1	45.4	73.2	83.3	64.8	49.3	—	—	1398	—	—	1479	—	—
404.0	419.2	45.5	73.2	83.4	64.9	49.4	—	—	1402	—	—	1483	—	—

续表

硬度							抗拉强度,MPa							
布氏	维氏	洛氏		表面洛氏			黄铜		铍青铜					
HBS 30D ²	HV	HRB	HRF	HR 15T	HR 30T	HR45T	板材	棒材	板材			棒材		
							σ _b	σ _b	σ _b	σ _{0.2}	σ _{0.01}	σ _b	σ _{0.2}	σ _{0.01}
405.0	402.2	45.6	73.3	83.5	65.0	49.5	—	—	1406	—	—	1488	—	—
406.0	421.3	45.7	73.3	83.5	65.1	49.6	—	—	1410	—	—	1492	—	—
407.0	422.3	45.8	73.4	83.6	65.2	49.7	—	—	1414	—	—	1496	—	—
408.0	423.4	45.9	73.4	83.6	65.3	49.8	—	—	1419	—	—	1499	—	—
409.0	424.4	46.0	73.5	83.7	65.4	50.0	—	—	1423	—	—	1503	—	—
410.0	425.5	46.2	73.6	83.8	65.6	50.2	—	—	1427	—	—	1507	—	—
411.0	426.5	46.3	73.6	83.8	65.7	50.3	—	—	1431	—	—	1511	—	—
412.0	427.6	46.4	73.7	83.9	65.8	50.4	—	—	1435	—	—	1515	—	—
413.0	428.6	46.5	73.7	84.0	65.9	50.5	—	—	1439	—	—	1519	—	—
414.0	429.7	46.6	73.8	84.0	66.0	50.7	—	—	1444	—	—	1523	—	—
415.0	430.7	46.7	73.8	84.1	66.1	50.8	—	—	1447	—	—	1528	—	—
416.0	431.8	46.8	73.9	84.1	66.2	50.9	—	—	1451	—	—	1532	—	—
417.0	432.8	46.9	73.9	84.2	66.3	51.0	—	—	1455	—	—	1536	—	—
418.0	433.8	47.0	74.0	84.3	66.4	51.1	—	—	1459	—	—	1540	—	—
419.0	434.9	47.2	74.1	84.4	66.6	51.3	—	—	1464	—	—	1544	—	—
420.0	435.9	47.3	74.1	84.4	66.6	51.5	—	—	1468	—	—	1547	—	—

注 本表只适用于黄铜(H62、HPb59-1等)和铍青铜。

第四节 铝合金硬度与强度对照

表 1 HB10D² 硬度与其他硬度、强度对照

硬 度							抗拉强度 σ _b ,MPa						
布氏	维氏	洛氏		表面洛氏			退火、淬火人工时效				淬火自然时效		变形铝 合金
HB 10D ²	HV	HRB	HRF	HR 15T	HR 30T	HR 45T	LY11 LY12	LC4	LD5	LD10	LY11 LY12	LD5 LD10	
55.0	56.1	—	52.5	62.3	17.6	—	193	203	204	203	—	—	211
56.0	57.1	—	53.7	62.9	18.8	—	197	205	205	205	—	—	214
57.0	58.2	—	55.0	63.5	20.2	—	200	208	207	207	—	—	217

续表

硬 度							抗拉强度 σ_b , MPa						
布氏	维氏	洛氏		表面洛氏			退火、淬火人工时效				淬火自然时效		变形铝 合金
HB 10D ²	HV	HRB	HRF	HR 15T	HR 30T	HR 45T	LY11 LY12	LC4	LD5	LD10	LY11 LY12	LD5 LD10	
58.0	59.8	—	56.2	64.1	21.5	—	204	212	211	211	—	—	220
59.0	60.4	—	57.4	64.7	22.8	—	207	216	215	215	—	—	223
60.0	61.5	—	58.6	65.3	24.1	—	211	221	219	219	—	—	226
61.0	62.6	—	59.7	65.9	25.2	—	214	226	224	225	—	—	228
62.0	63.6	—	60.9	66.4	26.5	—	218	230	228	229	—	—	230
63.0	64.7	—	62.0	67.0	27.7	—	221	235	234	235	—	—	233
64.0	65.8	—	63.1	67.5	28.9	—	225	241	240	241	—	—	236
65.0	66.9	6.9	64.2	68.1	30.0	—	228	247	246	247	—	—	239
66.0	68.0	8.8	65.2	68.6	31.5	—	231	252	252	253	—	—	242
67.0	69.1	10.8	66.3	69.1	32.3	—	234	258	258	258	—	—	245
68.0	70.1	12.7	67.3	69.6	33.4	—	238	264	264	264	—	—	248
69.0	71.2	14.6	68.3	70.1	34.4	—	241	269	269	270	—	—	251
70.0	72.3	16.5	69.3	70.6	35.5	—	245	274	275	275	—	—	254
71.0	73.4	18.2	70.2	71.0	36.5	0.8	248	279	279	279	—	—	258
72.0	74.5	20.0	71.1	71.5	37.4	2.3	252	283	285	284	—	—	261
73.0	75.6	21.9	72.1	72.0	38.5	3.9	255	288	289	289	—	—	264
74.0	76.7	23.4	72.9	72.3	39.3	5.2	259	292	294	293	—	—	267
75.0	77.7	25.1	73.8	72.8	40.3	6.7	262	296	299	297	—	—	270
76.0	78.8	26.8	74.7	73.2	41.3	8.2	266	300	303	301	—	—	273
77.0	79.9	28.3	75.5	73.6	42.1	9.5	269	304	306	304	—	—	276
78.0	81.0	29.8	76.3	74.0	43.0	10.8	273	307	310	308	—	—	279
79.0	82.1	31.3	77.1	74.4	43.8	12.1	276	310	313	311	—	—	282
80.0	83.2	32.9	77.9	74.8	44.7	13.4	279	313	316	313	—	—	285
81.0	84.2	34.2	78.6	75.2	45.4	14.6	282	316	319	316	—	—	288
82.0	85.3	35.5	79.3	75.5	46.2	15.7	286	319	321	318	—	—	292
83.0	86.4	36.9	80.0	75.8	46.9	16.9	289	321	323	320	—	—	295
84.0	87.5	38.2	80.7	76.2	47.7	18.0	293	324	325	322	—	—	298
85.0	88.6	39.5	81.4	76.5	48.4	19.2	296	326	327	324	—	—	301
86.0	89.7	40.8	82.1	76.9	49.2	20.3	300	328	328	326	—	—	305

续表

硬 度							抗拉强度 σ_b , MPa						
布氏	维氏	洛氏		表面洛氏			退火、淬火人工时效				淬火自然时效		变形铝 合金
HB 10D ²	HV	HRB	HRF	HR 15T	HR 30T	HR 45T	LY11 LY12	LC4	LD5	LD10	LY11 LY12	LD5 LD10	
87.0	90.7	42.0	82.7	77.2	49.8	21.3	303	330	330	328	—	—	308
88.0	91.8	43.1	83.3	77.5	50.4	22.3	307	330	330	329	—	—	311
89.0	92.9	44.3	83.9	77.8	51.1	23.3	310	332	331	330	—	—	315
90.0	94.0	45.4	84.5	78.1	51.7	24.2	314	334	332	331	344	406	318
91.0	95.1	46.5	85.1	78.3	52.4	25.2	317	335	333	333	350	409	322
92.0	96.2	47.7	85.7	78.6	53.0	26.2	321	337	334	334	356	413	325
93.0	97.2	48.6	86.2	78.9	53.5	27.0	324	339	335	336	361	417	329
94.0	98.3	49.6	86.7	79.1	54.1	27.9	328	340	336	338	367	421	331
95.0	99.4	50.7	87.3	79.4	54.7	28.8	330	342	338	339	372	425	334
96.0	100.5	51.7	87.8	79.7	55.2	29.7	334	343	339	341	378	428	338
97.0	101.6	52.6	88.3	79.9	55.8	30.5	337	345	340	343	382	431	342
98.0	102.7	53.4	88.7	80.1	56.2	31.1	341	347	342	345	388	435	435
99.0	103.7	54.3	89.2	80.4	56.7	32.0	334	349	344	347	394	439	349
100.0	104.8	55.3	89.7	80.6	57.3	32.8	348	351	346	350	339	442	352
101.0	105.9	56.0	90.1	80.8	57.7	33.4	351	353	348	352	405	446	356
102.0	107.0	57.0	90.6	81.1	58.2	34.3	355	355	350	355	410	450	359
103.0	108.1	57.7	91.0	81.2	58.6	34.9	358	358	353	357	416	454	363
104.0	109.2	58.5	91.4	81.4	59.1	35.6	362	360	356	360	421	457	367
105.0	110.2	59.3	91.8	81.6	59.5	36.2	365	363	359	363	427	461	370
106.0	111.1	60.0	92.2	81.8	59.9	36.9	369	365	363	366	432	465	373
107.0	112.4	60.8	92.6	82.0	60.4	37.5	372	368	366	369	437	470	378
108.0	113.5	61.5	93.0	82.2	60.8	38.2	376	371	370	372	443	473	380
109.0	114.6	62.3	93.4	82.4	61.2	38.8	379	374	375	376	448	476	384
110.0	115.7	63.1	93.8	82.6	61.6	39.5	382	376	379	379	454	480	388
111.0	116.7	63.6	94.1	82.8	62.0	40.0	385	380	383	382	459	483	392
112.0	117.8	64.4	94.5	83.0	62.4	40.7	389	383	388	386	465	487	395
113.0	118.9	65.0	94.8	83.1	62.7	41.1	392	387	394	389	470	490	399
114.0	120.0	65.7	95.2	83.3	63.1	41.8	396	391	399	393	476	494	403
115.0	121.1	66.3	95.5	83.5	63.5	42.3	399	395	405	397	482	498	407

续表

硬 度							抗拉强度 σ_b , MPa						
布氏 HB 10D ²	维氏 HV	洛氏		表面洛氏			退火、淬火人工时效				淬火自然时效		变形铝 合金
		HRB	HRF	HR 15T	HR 30T	HR 45T	LY11 LY12	LC4	LD5	LD10	LY11 LY12	LD5 LD10	
116.0	122.2	67.0	95.9	83.7	63.9	43.0	403	399	411	401	486	502	411
117.0	123.2	67.6	96.2	83.8	64.2	43.4	406	403	417	405	492	506	414
118.0	124.3	68.2	96.5	84.0	64.5	43.9	410	407	424	409	497	509	418
119.0	125.4	68.8	96.8	84.1	64.8	44.4	413	411	429	413	503	513	422
120.0	126.5	69.3	97.1	84.2	65.2	44.9	417	415	435	417	509	517	426
121.0	127.6	69.9	97.4	84.4	65.5	45.4	420	419	442	421	514	521	430
122.0	128.7	70.6	97.8	84.6	65.9	46.1	424	423	448	424	520	524	433
123.0	129.7	71.2	98.1	84.7	66.2	46.6	427	427	455	428	525	528	437
124.0	130.8	71.6	98.3	84.8	66.4	46.9	431	431	461	431	530	532	441
125.0	131.9	72.2	98.6	85.0	66.8	47.4	433	435	466	435	535	535	445
126.0	133.0	72.7	98.9	85.1	67.1	47.9	437	439	473	439	541	539	449
127.0	134.1	73.3	99.2	85.3	67.4	48.4	440	443	479	443	547	542	453
128.0	135.2	73.9	99.5	85.4	67.7	48.9	444	448	483	446	552	546	457
129.0	136.2	74.4	99.8	85.6	68.0	49.3	447	452	488	450	558	550	461
130.0	137.3	74.8	100.0	85.7	68.3	49.7	451	456	493	454	563	554	465
131.0	138.4	75.4	100.3	85.8	68.6	50.2	454	460	497	458	569	—	469
132.0	139.5	76.0	100.6	86.0	68.9	50.7	458	464	501	462	574	—	473
133.0	140.6	76.3	100.8	86.1	69.1	51.0	461	468	504	465	580	—	477
134.0	141.7	76.9	101.1	86.2	69.4	51.5	465	471	507	469	585	—	482
135.0	142.7	77.3	101.3	86.3	69.6	51.8	468	475	509	474	590	—	485
136.0	143.8	77.9	101.6	86.5	70.0	52.3	472	479	511	478	596	—	489
137.0	144.9	78.2	101.8	86.6	70.2	52.6	475	482	512	482	601	—	493
138.0	146.0	78.8	102.1	86.7	70.5	53.1	479	485	513	486	607	—	497
139.0	147.1	79.2	102.3	86.8	70.7	53.5	482	488	—	491	—	—	502
140.0	148.2	79.8	102.6	87.0	71.0	53.9	485	492	—	496	—	—	506
141.0	149.2	80.1	102.8	87.1	71.2	54.3	488	495	—	501	—	—	510
142.0	150.3	80.5	103.0	87.2	71.5	54.6	492	499	—	507	—	—	514
143.0	151.4	81.1	103.3	87.3	71.8	55.1	495	502	—	514	—	—	519
144.0	152.5	81.5	103.5	87.4	72.0	55.4	499	505	—	520	—	—	523

续表

硬 度							抗拉强度 σ_b , MPa							变形铝 合金
布氏	维氏	洛氏		表面洛氏			退火、淬火人工时效				淬火自然时效			
HB 10D ²	HV	HRB	HRF	HR 15T	HR 30T	HR 45T	LY11 LY12	LC4	LD5	LD10	LY11 LY12	LD5 LD10		
145.0	153.6	81.9	103.7	87.5	72.2	55.7	502	509	—	528	—	—	527	
146.0	154.7	82.2	103.9	87.6	72.4	56.1	506	512	—	535	—	—	532	
147.0	155.7	82.6	104.1	87.7	72.6	56.4	509	516	—	544	—	—	535	
148.0	156.8	83.0	104.3	87.8	72.8	56.7	513	519	—	553	—	—	539	
149.0	157.9	83.4	104.5	87.9	73.1	57.1	516	523	—	564	—	—	544	
150.0	159.0	83.9	104.8	88.0	73.4	57.6	520	527	—	575	—	—	548	
151.0	160.1	84.3	105.0	88.1	73.6	57.9	523	531	—	—	—	—	—	
152.0	161.2	84.7	105.2	88.2	73.8	58.2	527	534	—	—	—	—	—	
153.0	162.2	85.1	105.4	88.3	74.0	58.5	530	539	—	—	—	—	—	
154.0	163.3	85.5	105.6	88.4	74.2	58.9	533	543	—	—	—	—	—	
155.0	164.4	85.8	105.8	88.5	74.4	59.2	536	548	—	—	—	—	—	
156.0	165.5	86.2	106.0	88.6	74.7	59.5	540	553	—	—	—	—	—	
157.0	166.6	86.6	106.2	88.7	74.9	59.9	543	559	—	—	—	—	—	
158.0	167.7	86.8	106.3	88.8	75.0	60.0	547	565	—	—	—	—	—	
159.0	168.7	87.2	106.5	88.9	75.2	60.3	550	571	—	—	—	—	—	
160.0	169.8	87.5	106.7	89.0	75.4	60.7	554	577	—	—	—	—	—	
161.0	170.9	87.9	106.9	89.1	75.6	61.0	—	583	—	—	—	—	—	
162.0	172.0	88.3	107.1	89.2	75.8	61.3	—	590	—	—	—	—	—	
163.0	173.1	88.7	107.3	89.3	76.0	61.7	—	598	—	—	—	—	—	
164.0	174.2	89.3	107.6	89.4	76.4	62.1	—	605	—	—	—	—	—	
165.0	175.2	89.6	107.8	89.5	76.6	62.5	—	613	—	—	—	—	—	
166.0	176.3	90.0	108.0	89.6	76.8	62.8	—	622	—	—	—	—	—	
167.0	177.4	90.4	108.2	89.7	77.0	63.1	—	631	—	—	—	—	—	
168.0	178.5	90.8	108.4	89.8	77.2	63.5	—	638	—	—	—	—	—	
169.0	179.6	91.3	108.7	90.0	77.5	64.0	—	647	—	—	—	—	—	
170.0	180.7	91.7	108.9	90.1	77.8	64.3	—	656	—	—	—	—	—	

表 2 HB30D² 硬度与其他硬度、强度对照

硬 度							抗拉强度 σ_b , MPa				
布氏	维氏	洛氏		表面洛氏			退火、淬火人工时效			淬火自然时效	
HB 30D ²	HV	HRB	HRF	HR 15T	HR 30T	HR 45T	LC4	LD5	LD10	LY11 LY12	LD5 LD10
130.0	132.9	72.7	98.9	85.1	67.1	47.9	439	472	438	540	538
131.0	134.0	73.3	99.2	85.3	67.4	48.4	443	478	442	546	542
132.0	135.1	73.9	99.5	85.4	67.7	48.9	447	483	446	552	546
133.0	136.0	74.3	99.7	85.5	67.9	49.2	451	487	449	557	549
134.0	137.1	74.8	100.0	85.7	68.3	49.7	455	492	453	562	553
135.0	138.2	75.4	100.3	85.8	68.6	50.2	459	496	457	568	—
136.0	139.3	75.8	100.5	85.9	68.8	50.5	463	500	461	573	—
137.0	140.3	76.3	100.8	86.1	69.1	51.0	466	503	464	578	—
138.0	141.3	76.7	101.0	86.2	69.3	51.3	470	506	468	583	—
139.0	142.4	77.3	101.3	86.3	69.6	51.8	474	509	472	588	—
140.0	143.4	77.7	101.5	86.4	69.9	52.1	477	511	476	593	—
141.0	144.5	78.1	101.7	86.5	70.1	52.5	481	512	480	599	—
142.0	145.6	78.6	102.0	86.7	70.4	53.0	484	512	484	605	—
143.0	146.6	79.0	102.2	86.8	70.6	53.3	487	—	489	—	—
144.0	147.6	79.4	102.4	86.9	70.8	53.6	490	—	493	—	—
145.0	148.7	80.0	102.7	87.0	71.1	54.1	494	—	498	—	—
146.0	149.8	80.3	102.9	87.1	71.3	54.4	497	—	504	—	—
147.0	150.8	80.7	103.1	87.2	71.6	54.8	500	—	510	—	—
148.0	151.8	81.1	103.3	87.3	71.8	55.1	503	—	516	—	—
149.0	152.9	81.7	103.6	87.4	72.1	55.6	507	—	523	—	—
150.0	154.0	82.0	103.8	87.5	72.3	55.9	510	—	531	—	—
151.0	155.0	82.4	104.0	87.6	72.5	56.2	513	—	538	—	—
152.0	156.1	82.8	104.2	87.7	72.7	56.6	517	—	547	—	—
153.0	157.2	83.2	104.4	87.8	73.0	56.9	521	—	557	—	—
154.0	158.1	83.6	104.6	87.9	73.2	57.2	524	—	566	—	—
155.0	159.2	83.9	104.8	88.0	73.4	57.6	528	—	578	—	—
156.0	160.3	84.3	105.0	88.1	73.6	57.9	532	—	—	—	—
157.0	161.4	84.7	105.2	88.2	73.8	58.2	535	—	—	—	—
158.0	162.4	85.1	105.4	88.3	74.0	58.5	539	—	—	—	—

续表

硬 度							抗拉强度 σ_b , MPa				
布氏	维氏	洛氏		表面洛氏			退火、淬火人工时效			淬火自然时效	
HB 30D ²	HV	HRB	HRF	HR 15T	HR 30T	HR 45T	LC4	LD5	LD10	LY11 LY12	LD5 LD10
159.0	163.4	85.5	105.6	88.4	74.2	58.9	544	—	—	—	—
160.0	164.5	85.8	105.8	88.5	74.4	59.2	549	—	—	—	—
161.0	165.5	86.2	106.0	88.6	74.7	59.5	553	—	—	—	—
162.0	166.6	86.6	106.2	88.7	74.9	59.9	556	—	—	—	—
163.0	167.7	86.8	106.3	88.8	75.0	60.0	565	—	—	—	—
164.0	168.6	87.2	106.5	88.9	75.2	60.3	570	—	—	—	—
165.0	169.7	87.5	106.7	89.0	75.4	60.7	576	—	—	—	—
166.0	170.8	87.9	106.9	89.1	75.6	61.0	583	—	—	—	—
167.0	171.9	88.3	107.1	89.2	75.8	61.3	589	—	—	—	—
168.0	172.9	88.7	107.3	89.3	76.0	61.7	596	—	—	—	—
169.0	173.9	89.1	107.5	89.4	76.3	62.0	604	—	—	—	—
170.0	175.0	89.4	107.7	89.5	76.5	62.3	612	—	—	—	—
171.0	176.0	89.8	107.9	89.6	76.7	62.6	619	—	—	—	—
172.0	177.1	90.2	108.1	89.7	76.9	63.0	628	—	—	—	—
173.0	178.2	90.8	108.4	89.8	77.2	63.5	636	—	—	—	—
174.0	179.3	91.2	108.6	89.9	77.4	63.8	645	—	—	—	—
175.0	180.2	91.5	108.8	90.0	77.6	64.1	653	—	—	—	—

表 3 HV 硬度与其他硬度、强度对照

硬 度							抗拉强度 σ_b , MPa					
维氏	布氏	洛氏		表面洛氏			退火、淬火人工时效				淬火自然时效	
HV	HB 10D ²	HRB	HRF	HR 15T	HR 30T	HR 45T	LY11 LY12	LC4	LD5	LD10	LY11 LY12	LD5 LD10
55.0	54.0	—	51.2	61.7	16.2	—	190	202	203	203	—	—
56.0	54.9	—	52.4	62.3	17.5	—	193	203	204	203	—	—
57.0	55.9	—	53.6	62.9	18.7	—	196	205	205	205	—	—
58.0	56.8	—	54.7	63.4	19.9	—	199	207	207	207	—	—
59.0	57.7	—	55.8	63.9	21.1	—	203	211	210	209	—	—
60.0	58.6	—	56.9	64.5	22.3	—	206	214	213	213	—	—
61.0	59.6	—	58.1	65.1	23.5	—	209	219	217	217	—	—
62.0	60.5	—	59.2	65.6	24.7	—	212	223	221	222	—	—

续表

硬 度							抗拉强度 σ_b , MPa					
维氏	布氏	洛氏		表面洛氏			退火、淬火人工时效				淬火自然时效	
HV	HB 10D ²	HRB	HRF	HR 15T	HR 30T	HR 45T	LY11 LY12	LC4	LD5	LD10	LY11 LY12	LD5 LD10
63.0	61.4	—	60.2	66.1	25.8	—	216	228	226	227	—	—
64.0	62.3	—	61.2	66.6	26.8	—	219	232	230	231	—	—
65.0	63.3	—	62.3	67.1	28.0	—	222	237	236	237	—	—
66.0	64.2	—	63.3	67.6	29.1	—	225	242	241	242	—	—
67.0	65.1	7.0	64.3	68.1	30.2	—	228	247	246	247	—	—
68.0	66.0	8.8	65.2	68.6	31.1	—	231	252	252	253	—	—
69.0	66.9	10.6	66.2	69.1	32.2	—	234	257	257	258	—	—
70.0	67.9	12.4	67.2	69.5	33.3	—	237	263	263	264	—	—
71.0	68.8	14.3	68.1	70.0	34.2	—	240	268	268	269	—	—
72.0	69.7	16.0	69.0	70.4	35.2	—	244	273	273	274	—	—
73.0	70.6	17.5	69.8	70.8	36.0	—	247	277	278	278	—	—
74.0	71.6	19.4	70.8	71.3	37.1	1.8	250	281	283	282	—	—
75.0	72.5	20.9	71.6	71.7	37.9	3.1	253	285	287	286	—	—
76.0	73.4	22.4	72.4	72.1	38.8	4.4	257	289	291	291	—	—
77.0	74.3	23.9	73.2	72.5	39.7	5.7	260	293	295	294	—	—
78.0	75.2	25.2	74.0	72.9	40.5	7.0	263	297	299	298	—	—
79.0	76.2	27.0	74.8	73.3	41.4	8.3	266	301	303	302	—	—
80.0	77.1	28.5	75.6	73.7	42.2	9.6	270	304	307	305	—	—
81.0	78.0	29.8	76.3	74.0	43.0	10.8	273	307	310	308	—	—
82.0	78.9	31.2	77.0	74.4	43.7	11.9	276	310	313	310	—	—
83.0	79.9	32.7	77.8	74.8	44.6	13.3	279	313	316	313	—	—
84.0	80.8	34.0	78.5	75.1	45.3	14.4	282	316	318	315	—	—
85.0	81.7	35.1	79.1	75.4	46.0	15.4	285	318	320	317	—	—
86.0	82.6	36.5	79.8	75.7	46.7	16.5	288	320	322	319	—	—
87.0	83.6	37.8	80.5	76.1	47.4	17.7	292	323	324	322	—	—
88.0	84.5	38.9	81.1	76.4	48.1	18.7	294	325	326	323	—	—
89.0	85.4	40.1	81.7	76.7	48.7	19.7	298	327	327	325	—	—
90.0	86.3	41.2	82.3	77.0	49.4	20.6	301	328	329	326	—	—
91.0	87.2	42.2	82.8	77.2	49.9	21.5	304	330	330	328	—	—
92.0	88.2	43.3	83.4	77.5	50.5	22.4	307	331	330	330	—	—
93.0	89.1	44.4	84.0	77.8	51.2	23.4	311	332	331	330	—	—

续表

硬 度							抗拉强度 σ_b , MPa					
维氏	布氏	洛氏		表面洛氏			退火、淬火人工时效				淬火自然时效	
HV	HB 10D ²	HRB	HRF	HR 15T	HR 30T	HR 45T	LY11 LY12	LC4	LD5	LD10	LY11 LY12	LD5 LD10
94.0	90.0	45.4	84.5	78.1	51.7	24.2	314	334	332	331	344	406
95.0	91.0	46.5	85.1	78.3	52.4	25.2	317	335	333	333	350	409
96.0	91.9	47.5	85.6	78.6	52.9	26.1	320	337	334	334	355	413
97.0	92.8	48.4	86.1	78.8	53.4	26.9	324	338	335	336	360	416
98.0	93.7	49.4	86.6	79.1	54.0	27.7	327	340	336	337	365	420
99.0	94.6	50.3	87.1	79.3	54.5	28.5	330	341	337	339	370	423
100.0	95.6	51.3	87.6	79.6	55.0	29.3	332	343	338	341	376	427
101.0	96.5	52.0	88.0	79.8	55.4	30.0	335	344	340	342	380	430
102.0	97.4	53.0	88.5	80.0	56.0	30.8	339	348	341	344	385	433
103.0	98.3	53.8	88.9	80.2	56.4	31.5	342	348	342	346	390	436
104.0	99.2	54.5	89.3	80.4	56.8	32.1	345	349	344	348	395	439
105.0	100.2	55.5	89.8	80.7	57.4	32.9	348	351	346	350	400	443
106.0	101.1	56.2	90.2	80.9	57.8	33.6	352	353	348	352	405	447
107.0	102.0	57.0	90.6	81.1	58.2	34.3	355	355	350	355	410	450
108.0	102.9	57.7	91.0	81.2	58.6	34.9	358	357	353	357	415	453
109.0	103.9	58.5	91.4	81.4	59.1	35.6	361	360	356	360	421	457
110.0	104.8	59.1	91.7	81.6	59.4	36.1	365	362	358	362	426	461
111.0	105.7	59.8	92.1	81.8	59.8	36.7	368	365	361	365	431	464
112.0	106.6	60.6	92.5	82.0	60.3	37.4	371	367	365	368	435	467
113.0	107.6	61.3	92.9	82.2	60.7	38.0	374	370	369	371	440	471
114.0	108.5	61.9	93.2	82.3	61.0	38.5	378	373	373	374	446	474
115.0	109.4	62.5	93.2	82.5	61.3	39.0	380	376	377	377	451	478
116.0	110.3	63.2	93.9	82.7	61.7	39.7	383	379	380	380	456	481
117.0	111.2	63.8	94.2	82.8	62.1	40.2	386	381	384	383	461	484
118.0	112.2	64.6	94.6	83.0	62.5	40.8	389	384	389	386	466	487
119.0	113.1	65.1	94.9	83.2	62.8	41.3	393	387	394	390	471	491
120.0	114.0	65.7	95.2	83.3	63.1	41.8	396	391	399	393	476	494
121.0	114.9	66.3	95.5	83.5	63.5	42.3	399	394	405	397	481	498
122.0	115.9	66.9	95.8	83.6	63.8	42.8	402	398	411	400	486	501
123.0	116.8	67.4	96.1	83.8	64.1	43.3	406	402	416	404	491	505
124.0	117.7	68.0	96.4	83.9	64.4	43.8	409	405	422	408	496	508

续表

硬 度							抗拉强度 σ_b , MPa					
维氏	布氏	洛氏		表面洛氏			退火、淬火人工时效				淬火自然时效	
HV	HB 10D ²	HRB	HRF	HR 15T	HR 30T	HR 45T	LY11 LY12	LC4	LD5	LD10	LY11 LY12	LD5 LD10
125.0	118.6	68.6	96.7	84.1	64.7	44.3	412	409	427	411	501	512
126.0	119.6	69.1	97.0	84.2	65.1	44.8	415	413	433	415	506	515
127.0	120.5	69.7	97.3	84.3	65.4	45.2	419	417	439	419	511	519
128.0	121.4	70.3	97.6	84.5	65.7	45.7	422	421	444	422	516	522
129.0	122.3	70.6	97.8	84.6	65.9	46.1	425	425	450	426	521	526
130.0	123.2	71.2	98.1	84.7	66.2	46.6	428	428	456	429	526	529
131.0	124.2	71.8	98.4	84.9	66.5	47.1	431	432	462	432	532	533
132.0	125.1	72.4	98.7	85.0	66.9	47.5	434	435	468	435	536	535
133.0	126.0	72.7	98.9	85.1	67.1	47.9	437	439	473	439	541	539
134.0	126.9	73.3	99.2	85.3	67.4	48.4	440	443	478	442	546	542
135.0	127.9	73.9	99.5	85.4	67.7	48.9	443	447	483	446	552	546
136.0	128.8	74.3	99.7	85.5	67.9	49.2	447	451	487	449	557	549
137.0	129.7	74.8	100.0	85.7	68.3	49.7	450	454	492	453	562	554
138.0	130.6	75.2	100.2	85.8	68.5	50.0	453	458	496	456	567	—
139.0	131.5	75.6	100.4	85.9	68.7	50.3	456	462	499	460	572	—
140.0	132.5	76.2	100.7	86.0	69.0	50.8	460	466	503	464	577	—
141.0	133.4	76.5	100.9	86.1	69.2	51.2	463	469	506	467	582	—
142.0	134.3	77.1	101.2	86.3	69.5	51.6	466	472	508	470	586	—
143.0	135.2	77.5	101.4	86.4	69.7	52.0	467	476	510	474	591	—
144.0	136.2	77.9	101.6	86.5	70.0	52.3	473	479	511	478	597	—
145.0	137.1	78.4	101.9	86.6	70.3	52.8	476	482	512	482	602	—
146.0	138.0	78.8	102.1	86.7	70.5	53.1	479	485	513	486	607	—
147.0	138.9	79.2	102.3	86.8	70.7	53.5	482	488	—	490	—	—
148.0	139.9	79.6	102.5	86.9	70.9	53.8	484	492	—	495	—	—
149.0	140.8	80.0	102.7	87.0	71.1	54.1	488	495	—	500	—	—
150.0	141.7	80.5	103.0	87.2	71.5	54.6	491	498	—	505	—	—
151.0	142.6	80.9	103.2	87.2	71.7	54.9	494	501	—	511	—	—
152.0	143.5	81.3	103.4	87.3	71.9	55.3	497	504	—	517	—	—
153.0	144.5	81.7	103.6	87.4	72.1	55.6	501	507	—	524	—	—
154.0	145.4	82.0	103.8	87.5	72.3	55.9	504	510	—	531	—	—
155.0	146.3	82.4	104.0	87.6	72.5	56.2	507	513	—	538	—	—

续表

硬 度							抗拉强度 σ_b ,MPa					
维氏	布氏	洛氏		表面洛氏			退火、淬火人工时效				淬火自然时效	
HV	HB 10D ²	HRB	HRF	HR 15T	HR 30T	HR 45T	LY11 LY12	LC4	LD5	LD10	LY11 LY12	LD5 LD10
156.0	147.2	82.8	104.2	87.7	72.7	56.6	510	517	—	546	—	—
157.0	148.2	83.2	104.4	87.8	72.9	56.9	514	520	—	556	—	—
158.0	149.1	83.6	104.6	87.9	73.1	57.2	517	524	—	564	—	—
159.0	150.0	83.9	104.8	88.0	73.3	57.6	520	527	—	574	—	—
160.0	150.9	84.1	104.9	88.1	73.5	57.7	523	531	—	—	—	—
161.0	151.9	84.5	105.1	88.2	73.7	58.0	527	534	—	—	—	—
162.0	152.8	84.9	105.3	88.3	73.9	58.4	530	538	—	—	—	—
163.0	153.7	85.3	105.5	88.4	74.1	58.7	533	542	—	—	—	—
164.0	154.6	85.6	105.7	88.5	74.3	59.0	535	546	—	—	—	—
165.0	155.5	86.0	105.9	88.6	74.6	59.4	538	551	—	—	—	—
166.0	156.5	86.4	106.1	88.7	74.8	59.7	542	553	—	—	—	—
167.0	157.4	86.6	106.2	88.7	74.9	59.9	545	561	—	—	—	—
168.0	158.3	87.0	106.4	88.8	75.1	60.2	548	566	—	—	—	—
169.0	159.2	87.4	106.6	88.9	75.3	60.5	551	572	—	—	—	—
170.0	160.2	87.7	106.8	89.0	75.5	60.8	555	578	—	—	—	—
171.0	161.1	88.1	107.0	89.1	75.7	61.2	—	584	—	—	—	—
172.0	162.0	88.3	107.1	89.2	75.8	61.3	—	590	—	—	—	—
173.0	162.9	88.7	107.3	89.3	76.0	61.7	—	597	—	—	—	—
174.0	163.9	89.1	107.5	89.4	76.3	62.0	—	605	—	—	—	—
175.0	164.8	89.4	107.7	89.5	76.5	62.3	—	612	—	—	—	—
176.0	165.7	89.8	107.9	89.6	76.7	62.6	—	619	—	—	—	—
177.0	166.6	90.2	108.1	89.7	76.9	63.0	—	627	—	—	—	—
178.0	167.5	90.6	108.3	89.8	77.1	63.3	—	634	—	—	—	—
179.0	168.5	91.0	108.5	89.9	77.3	63.6	—	643	—	—	—	—
180.0	169.4	91.5	108.8	90.0	77.6	64.1	—	651	—	—	—	—

表 4 HRB 硬度与其他硬度、强度对照

硬 度							抗拉强度 σ_b , MPa					
洛氏		表面洛氏			维氏	布氏	退火、淬火人工时效				淬火自然时效	
HRB	HRF	HR 15T	HR 30T	HR 45T	HV	HB 10D ²	LY11 LY12	LC4	LD5	LD10	LY11 LY12	LD5 LD10
20.0	71.1	71.5	37.4	2.3	74.4	71.9	251	283	284	284	—	—
20.5	71.4	71.6	37.7	2.8	74.8	72.3	253	284	286	286	—	—
21.0	71.7	71.8	38.1	3.2	75.1	72.6	254	286	288	287	—	—
21.5	71.9	71.9	38.3	3.6	75.4	72.8	254	287	289	288	—	—
22.0	72.2	72.0	38.6	4.1	75.8	73.2	256	289	290	290	—	—
22.5	72.4	72.1	38.8	4.4	76.0	73.4	257	289	291	291	—	—
23.0	72.7	72.2	39.1	4.9	76.3	73.7	258	291	293	292	—	—
23.5	73.0	72.4	39.4	5.4	76.8	74.1	259	292	295	293	—	—
24.0	73.2	72.5	39.7	5.7	77.0	74.7	260	293	295	294	—	—
24.5	73.5	72.6	40.0	6.2	77.3	74.6	261	295	297	296	—	—
25.0	73.8	72.8	40.3	6.7	77.7	75.0	262	296	299	297	—	—
25.5	74.0	72.9	40.5	7.0	78.0	75.2	263	297	299	298	—	—
26.0	74.3	73.0	40.8	7.5	78.4	75.6	264	299	301	299	—	—
26.5	74.5	73.1	41.0	7.8	78.6	75.8	265	299	302	300	—	—
27.0	74.8	73.3	41.4	8.3	79.0	76.2	266	301	303	302	—	—
27.5	75.1	73.4	41.7	8.8	79.4	76.5	267	302	305	303	—	—
28.0	75.3	73.5	41.9	9.2	79.7	76.8	268	303	306	304	—	—
28.5	75.6	73.7	42.2	9.6	80.0	77.1	270	304	307	305	—	—
29.0	75.9	73.8	42.5	10.1	80.4	77.5	271	306	308	306	—	—
29.5	76.1	73.9	42.7	10.5	80.8	77.8	272	307	309	307	—	—
30.0	76.4	74.1	43.1	11.0	81.1	78.1	273	308	310	308	—	—
30.5	76.7	74.2	43.4	11.4	81.5	78.5	274	309	311	309	—	—
31.0	76.9	74.3	43.6	11.8	81.9	78.8	276	310	312	310	—	—
31.5	77.2	74.5	43.9	12.3	82.2	79.1	277	311	313	311	—	—
32.0	77.4	74.6	44.1	12.6	82.5	79.4	278	312	314	312	—	—
32.5	77.7	74.7	44.5	13.1	82.9	79.8	279	313	315	312	—	—
33.0	78.0	74.9	44.8	13.6	83.4	80.2	280	314	316	314	—	—
33.5	78.2	75.0	45.0	13.9	83.7	80.5	280	315	317	315	—	—
34.0	78.5	75.1	45.3	14.4	84.1	80.9	282	316	318	316	—	—
34.5	78.8	75.2	45.6	14.9	84.6	81.3	283	317	319	317	—	—
35.0	79.0	75.3	45.8	15.2	84.8	81.5	284	318	320	317	—	—
35.5	79.3	75.5	46.2	15.7	85.3	82.0	286	319	321	318	—	—
36.0	79.5	75.6	46.5	16.2	85.8	82.4	287	320	322	319	—	—
36.5	79.8	75.7	46.7	16.5	86.1	82.7	288	321	322	320	—	—

续表

硬 度							抗拉强度 σ_b , MPa					
洛氏		表面洛氏			维氏	布氏	退火、淬火人工时效				淬火自然时效	
HRB	HRF	HR 15T	HR 30T	HR 45T	HV	HB 10D ²	LY11 LY12	LC4	LD5	LD10	LY11 LY12	LD5 LD10
37.0	80.1	75.9	47.0	17.0	86.5	83.1	290	322	323	321	—	—
37.5	80.3	76.0	47.2	17.4	86.8	83.4	291	322	324	321	—	—
38.0	80.6	76.1	47.6	17.8	87.3	83.8	292	323	325	322	—	—
38.5	80.9	76.3	47.9	18.3	87.7	84.2	293	324	325	323	—	—
39.0	81.1	76.4	48.1	18.7	88.0	84.5	294	325	326	323	—	—
39.5	81.4	76.5	48.4	19.2	88.6	85.0	296	326	327	324	—	—
40.0	81.7	76.7	48.7	19.7	89.0	85.4	298	327	327	325	—	—
40.5	81.9	76.8	48.9	20.0	89.4	85.8	299	327	328	326	—	—
41.0	82.2	76.9	49.3	20.5	89.9	86.2	300	328	328	326	—	—
41.5	82.4	77.0	49.5	20.8	90.2	86.5	301	329	329	327	—	—
42.0	82.7	77.2	49.8	21.3	90.7	87.0	303	330	330	328	—	—
42.5	83.0	77.3	50.1	21.8	91.3	87.5	305	330	330	328	—	—
43.0	83.2	77.4	50.3	22.1	91.6	87.8	306	330	330	329	—	—
43.5	83.5	77.6	50.6	22.6	92.1	88.3	308	331	330	330	—	—
44.0	83.8	77.7	51.0	23.1	92.7	88.8	310	332	331	330	—	—
44.5	84.0	77.8	51.2	23.4	93.0	89.1	311	332	331	330	—	—
45.0	84.3	78.0	51.5	23.9	93.6	89.6	312	333	332	331	392	—
45.5	84.6	78.1	51.8	24.4	94.1	90.1	314	334	332	331	345	406
46.0	84.8	78.2	52.0	24.7	94.5	90.5	315	335	333	332	347	408
46.5	85.1	78.3	52.4	25.2	95.1	91.0	317	335	333	333	350	409
47.0	85.3	78.4	52.6	25.6	95.5	91.4	319	336	334	333	352	411
47.5	85.6	78.6	52.9	26.1	96.0	91.9	320	337	334	334	355	413
48.0	85.9	78.7	53.2	26.5	96.6	92.4	322	338	335	335	358	415
48.5	86.1	78.8	53.4	26.9	97.0	92.8	324	338	335	336	360	416
49.0	86.4	79.0	53.7	27.4	97.7	93.4	326	339	336	336	363	418
49.5	86.7	79.1	54.1	27.9	98.2	93.9	327	340	336	338	366	420
50.0	86.9	79.2	54.3	28.2	98.6	94.3	329	341	337	338	368	422
50.5	87.2	79.4	54.6	28.7	99.3	94.9	330	342	337	339	372	424
51.0	87.5	79.5	54.9	29.2	99.9	95.5	332	343	338	340	375	426
51.5	87.7	79.6	55.1	29.5	100.4	95.9	333	343	339	341	377	428
52.0	88.0	79.8	55.4	30.0	101.0	96.5	335	344	340	342	380	430
52.5	88.2	79.9	55.7	30.3	101.5	96.9	337	345	340	343	382	431
53.0	88.5	80.0	56.0	30.8	102.1	97.5	339	346	341	344	385	433
53.5	88.8	80.2	56.3	31.3	102.8	98.1	341	347	342	345	389	435

续表

硬 度							抗拉强度 σ_b , MPa					
洛氏		表面洛氏			维氏	布氏	退火、淬火人工时效				淬火自然时效	
HRB	HRF	HR 15T	HR 30T	HR 45T	HV	HB 10D ²	LY11 LY12	LC4	LD5	LD10	LY11 LY12	LD5 LD10
54.0	89.0	80.3	56.5	31.6	103.2	98.5	342	348	343	346	391	437
54.5	89.3	80.4	56.8	32.1	104.0	99.2	345	349	344	348	395	439
55.0	89.6	80.6	57.2	32.6	104.6	99.8	347	351	345	349	398	442
55.5	89.8	80.7	57.4	32.9	105.1	100.3	349	352	346	350	401	444
56.0	90.1	80.8	57.7	33.4	105.8	100.9	351	353	348	352	404	446
56.5	90.4	81.0	58.0	33.9	106.6	101.6	353	354	349	353	408	448
57.0	90.6	81.1	58.2	34.3	107.1	102.1	355	356	350	355	411	450
57.5	90.9	81.2	58.5	34.7	107.9	102.8	358	357	352	357	415	453
58.0	91.1	81.3	58.8	35.1	108.3	103.2	359	358	353	358	417	454
58.5	91.4	81.4	59.1	35.6	109.2	104.0	362	360	356	360	421	457
59.0	91.7	81.6	59.4	36.1	109.9	104.7	364	362	358	362	425	460
59.5	91.9	81.7	59.6	36.4	110.5	105.2	366	363	360	363	428	462
60.0	92.2	81.8	59.9	36.9	111.2	105.9	368	365	362	366	431	465
60.5	92.5	82.0	60.3	37.4	112.1	106.7	371	367	365	368	435	468
61.0	92.7	82.1	60.5	37.7	112.6	107.2	373	369	367	370	438	470
61.5	93.0	82.2	60.8	38.2	113.5	108.0	376	371	370	372	443	473
62.0	93.2	82.3	61.0	38.5	114.0	108.5	378	373	373	374	446	474
62.5	93.5	82.5	61.3	39.0	114.9	109.3	380	375	376	378	450	478
63.0	93.8	82.6	61.6	39.5	115.8	110.1	382	378	380	380	454	481
63.5	94.0	82.7	61.9	39.8	116.3	110.6	384	380	381	380	457	482
64.0	94.3	82.9	62.2	40.3	117.3	111.5	387	382	386	384	462	485
64.5	94.6	83.0	62.5	40.8	118.1	112.3	390	385	390	387	467	488
65.0	94.8	83.1	62.7	41.1	118.8	112.9	392	387	393	389	470	490
65.5	95.1	83.3	63.0	41.6	119.8	113.8	395	390	398	392	475	494
66.0	95.4	83.4	63.3	42.1	120.6	114.6	398	393	403	395	497	497
66.5	95.6	83.5	63.6	42.5	121.3	115.2	400	395	406	398	482	499
67.0	95.9	83.7	63.9	43.0	122.3	116.1	403	399	412	401	487	502
67.5	96.1	83.8	64.1	43.3	122.9	116.7	405	401	415	404	490	504
68.0	96.4	83.9	64.4	43.8	124.0	117.7	409	405	422	408	496	508
68.5	96.7	84.1	64.7	44.3	125.0	118.6	412	409	427	411	501	512
69.0	96.9	84.2	64.9	44.6	125.6	119.2	414	411	431	413	504	514
69.5	97.2	84.3	65.3	45.1	126.7	120.2	417	416	438	417	510	518
70.0	97.5	84.4	65.6	45.6	127.8	121.2	421	420	443	421	515	521
70.5	97.7	84.5	65.8	45.9	128.4	121.8	423	422	447	424	519	524
71.0	98.0	84.7	66.1	46.4	129.5	122.8	427	427	453	428	524	528
71.5	98.2	84.8	66.3	46.7	130.3	123.5	429	430	458	430	528	530
72.0	98.5	84.9	66.7	47.2	131.4	124.5	432	433	464	433	533	533
72.5	98.8	85.1	67.0	47.7	132.6	125.6	435	438	471	437	539	537
73.0	99.0	85.2	67.2	48.0	133.3	126.3	438	440	475	440	543	540

续表

硬 度						抗拉强度 σ_b , MPa						
洛氏		表面洛氏			维氏	布氏	退火、淬火人工时效				淬火自然时效	
HRB	HRF	HR 15T	HR 30T	HR 45T	HV	HB 10D ²	LY11 LY12	LC4	LD5	LD10	LY11 LY12	LD5 LD10
73.5	99.3	85.3	67.5	48.5	134.4	127.3	441	445	480	444	548	544
74.0	99.6	85.5	67.8	49.0	135.6	128.4	445	449	485	448	554	548
74.5	99.8	85.6	68.0	49.3	136.4	129.1	448	452	489	451	558	550
75.0	100.1	85.7	68.4	49.8	137.5	130.2	452	457	494	455	564	554
75.5	100.4	85.9	68.7	50.3	138.8	131.4	456	461	499	459	571	—
76.0	100.6	86.0	68.9	50.7	139.6	132.1	458	464	501	462	575	—
76.5	100.9	86.1	69.2	51.2	140.9	133.3	462	469	505	467	582	—
77.0	101.1	86.2	69.4	51.5	141.7	134.0	465	471	507	469	585	—
77.5	101.4	86.4	69.7	52.0	143.0	135.2	469	476	510	474	591	—
78.0	101.7	86.5	70.1	52.5	144.3	136.4	473	480	512	479	598	—
78.5	101.9	86.6	70.3	52.8	145.1	137.2	476	482	—	482	602	—
79.0	102.2	86.8	70.6	53.3	146.5	138.5	481	487	—	488	610	—
79.5	102.5	86.9	70.9	53.8	147.8	139.7	484	491	—	494	—	—
80.0	102.7	87.0	71.1	54.1	148.8	140.6	487	494	—	499	—	—
80.5	103.0	87.2	71.5	54.6	150.2	141.9	492	498	—	507	—	—
81.0	103.3	87.3	71.8	55.1	151.6	143.2	496	503	—	515	—	—
81.5	103.5	87.4	72.0	55.4	152.6	144.1	499	506	—	521	—	—
82.0	103.8	87.5	72.3	55.9	154.1	145.5	504	511	—	532	—	—
82.5	104.0	87.6	72.5	56.2	155.1	146.4	507	514	—	538	—	—
83.0	104.3	87.8	72.8	56.7	156.6	147.8	512	519	—	552	—	—
83.5	104.6	87.9	73.2	57.2	158.2	149.3	517	524	—	567	—	—
84.0	104.8	88.0	73.4	57.6	159.2	150.2	521	528	—	578	—	—
84.5	105.1	88.2	73.7	58.0	160.8	151.7	526	534	—	—	—	—
85.0	105.4	88.3	74.0	58.5	162.5	153.2	530	540	—	—	—	—
85.5	105.6	88.4	74.2	58.9	163.5	154.2	534	544	—	—	—	—
86.0	105.9	88.6	74.6	59.4	165.2	155.7	539	552	—	—	—	—
86.5	106.1	88.7	74.8	59.7	166.3	156.7	542	557	—	—	—	—
87.0	106.4	88.8	75.1	60.2	168.0	158.3	548	566	—	—	—	—
87.5	106.7	89.0	75.4	60.7	169.6	159.8	553	576	—	—	—	—
88.0	106.9	89.1	75.6	61.0	170.7	160.8	—	583	—	—	—	—
88.5	107.2	89.2	75.9	61.5	172.3	162.3	—	592	—	—	—	—
89.0	107.5	89.4	76.3	62.0	173.9	163.8	—	604	—	—	—	—
89.5	107.7	89.5	76.5	62.3	174.9	164.7	—	611	—	—	—	—
90.0	108.0	89.6	76.8	62.8	176.4	166.1	—	623	—	—	—	—
90.5	108.3	89.8	77.1	63.3	177.8	167.4	—	634	—	—	—	—
91.0	108.5	89.9	77.3	63.6	178.8	168.3	—	641	—	—	—	—
91.5	108.8	90.0	77.6	64.1	180.1	169.5	—	652	—	—	—	—
92.0	109.0	90.1	77.9	64.4	181.0	170.3	—	659	—	—	—	—

注 1. 本表适用于变形铝合金,主要是硬铝合金 LY11(2A11)、LY12(2A12),超硬铝合金 LC4(7A04)以及锻造铝合金 LD5(2A50)、LD10(2A14)等。括号内为相应的铝合金新代号(参见 GB/T 3190—1996)。

2. 对组织均匀一致的试件,按本表所获得的换算值是精确的。当测量板材硬度按本表换算成强度时,若要求严格,须考虑其加工特性,对换算值作适当的修正。

3. 对包铝层的试件,应去除包铝层后,再进行测试和换算。

4. 对一般精度要求的试件,按表 1 中“变形铝合金”栏内强度值进行换算。

5. 抗拉强度值是按 $1\text{kgf/mm}^2 = 9.80665\text{MPa}$ 换算。

第二篇

.....

钢 材 料 的 牌 号 、 成 分 、 性 能 及 用 途

.....

第一章 钢及钢材产品基础知识

第一节 钢分类

(据 GB/T 13304—1991)

表 2-1-1 非合金钢、低合金钢和合金钢合金元素规定含量界限值

合金元素	合金元素规定含量界限值,%			合金元素	合金元素规定含量界限值,%		
	非合金钢	低合金钢	合金钢		非合金钢	低合金钢	合金钢
Al	< 0.10	—	≥0.10	Se	< 0.10	—	≥0.10
B	< 0.0005		≥0.0005	Si	< 0.50	0.50 ~ < 0.90	≥0.90
Bi	< 0.10		≥0.10	Te	< 0.10	—	≥0.10
Cr	< 0.30	0.30 ~ < 0.50	≥0.50	Ti	< 0.05	0.05 ~ < 0.13	≥0.13
Co	< 0.10	—	≥0.10	W	< 0.10	—	≥0.10
Cu	< 0.10	0.10 ~ < 0.50	≥0.50	V	< 0.04	0.04 ~ < 0.12	≥0.12
Mn	< 1.00	1.00 ~ < 1.40	≥1.40	Zr	< 0.05	0.05 ~ < 0.12	≥0.12
Mo	< 0.05	0.05 ~ < 0.10	≥0.10	La 系 (每一种元素)	< 0.02	0.02 ~ < 0.05	≥0.05
Ni	< 0.30	0.30 ~ < 0.50	≥0.50				
Nb	< 0.02	0.02 ~ < 0.06	≥0.06	其他规定元素 (S、P、C、N 除外)	< 0.05	—	≥0.05
Pb	< 0.40	—	≥0.40				

注 钢 以铁为主要元素、含碳量一般在 2% 以下,并含有其他元素的材料(在铬钢中含碳量可能大于 2%,但 2% 通常是钢和铸铁的分界线)。

表 2-1-2 非合金钢的主要分类

按主要 质量等级 分类	普通质量 非合金钢	普通质量非合金钢是指不规定生产过程中需要特别控制质量要求的并应同时满足下列四种条件的所有钢种： a. 钢为非合金化的(符合表 2-1-1 中对非合金钢的合金元素规定含量界限值的规定) b. 不规定热处理(退火、正火、消除应力及软化处理不作为热处理对待) c. 如产品标准或技术条件中有规定,其特性值应符合下列条件： 碳含量最高值$\geq 0.10\%$ 硫或磷含量最高值$\geq 0.045\%$ 氮含量最高值$\geq 0.007\%$ 抗拉强度最低值$\leq 690\text{MPa}$ 屈服点或屈服强度最低值$\leq 360\text{MPa}$ 伸长率最低值($L_0 = 5.65 \sqrt{F_0}$)$\leq 33\%$ 弯心直径最低值$\geq 0.5 \times$ 试件厚度 冲击功最低值(20℃, V 型, 纵向标准试样)$\leq 27\text{J}$ 洛氏硬度最高值(HRB)≥ 60 注 力学性能的规定值指用厚度为 3 ~ 16mm 钢料做的纵向或横向试样测定的性能 d. 未规定的其他质量要求 普通质量非合金钢主要包括： a. 一般用途碳素结构钢,如 GB/T 700 规定的 A、B 级钢 b. 碳素钢筋钢,如 GB/T 13013 规定的 Q235 钢 c. 铁道用一般碳素钢,如 GB/T 11264、GB/T 11265、GB/T 2826 规定的轻轨和垫板用碳素钢 d. 一般钢板桩型钢
	优质 非合金钢	1. 优质非合金钢是指普通质量非合金钢和特殊质量非合金钢以外的非合金钢,在生产过程中需要特别控制质量(例如控制晶粒度,降低硫、磷含量,改善表面质量或增加工艺控制等),以达到比普通质量非合金钢特殊的质量要求(例如良好的抗脆断性能、良好的冷成型性等),但这种钢的产生控制不如特殊质量非合金钢严格(如不控制淬透性) 2. 优质非合金钢主要包括： a. 机械结构用优质碳素钢,如 GB/T 699 规定的条钢(但 70 ~ 85 钢、65Mn、70Mn 钢除外) b. 工程结构用碳素钢,如 GB/T 700 规定的质量等级为 C、D 级钢 c. 冲压薄板的低碳结构钢,如 GB/T 5213、GB/T 3276 规定的优质碳素钢薄板 d. 镀层板、带用的碳素钢,如 GB/T 2518、GB/T 2520、GB/T 4174、GB/T 5065、GB/T 5066 等规定的镀锡、镀锌、镀铝板带和原板 e. 锅炉和压力容器用碳素钢,如 GB 713、GB 3087、GB 6653、GB 6654 等规定的碳素钢板、钢带和钢管 f. 造船用碳素钢,如 GB 712、GB/T 5312、GB/T 9945 规定的碳素钢板、钢管和型钢 g. 铁道用优质碳素钢,如 GB 2585 规定的重轨用碳素钢 h. 焊条用碳素钢,如 GB 1300 规定的碳素钢,但 S、P 不大于 0.025% 的钢除外 i. 用于冷锻、冷挤压、冷冲击、冷拔的对表面质量有特殊要求的非合金钢棒材和线材,如 GB/T 715、GB/T 5955、GB/T 6478、GB/T 5953 规定的非合金钢 j. 非合金易切削结构钢,如 GB/T 8731 规定的易切削钢 k. 电工用非合金钢板、带,如 GB/T 2521 规定的无硅钢板、带 l. 优质铸造碳素钢,如 GB/T 7659 规定的铸造碳素钢

续表

按主要质量等级分类	特殊质量非合金钢	1. 特殊质量非合金钢是指在生产过程中需要特别严格控制质量和性能(例如,控制淬透性和纯洁度)的非合金钢,应符合下列条件: 1) 钢材要经热处理并至少具有下列一种特殊要求的非合金钢(包括易切削钢和工具钢): a. 要求淬火和回火或模拟表面硬化状态下的冲击性能 b. 要求淬火或淬火和回火后的淬硬层深度或表面硬度 c. 要求限制表面缺陷,比对冷镦和冷挤压用钢的规定更严格 d. 要求限制非金属夹杂物含量和(或)要求内部材质均匀性 2) 钢材不进行热处理并至少应具有下述一种特殊要求的非合金钢: a. 要求限制非金属夹杂物含量和(或)内部材质均匀性,例如钢板抗层状撕裂性能 b. 要求限制磷含量和(或)磷含量最高值,并符合如下规定: 熔炼分析值$\leq 0.020\%$ 成品分析值$\leq 0.025\%$ c. 要求残余元素的含量同时作如下限制: Cu 熔炼分析最高含量$\leq 0.10\%$ Co 熔炼分析最高含量$\leq 0.05\%$ V 熔炼分析最高含量$\leq 0.05\%$ d. 表面质量的要求比冷镦和冷挤压用钢的规定更严格 3) 具有规定的电导性能(不小于 $9s/m$)或具有规定的磁性能(对于只规定最大磁损和最小磁感应而不规定磁导率的磁性薄板和带除外)的钢 2. 特殊质量非合金钢主要包括: a. 保证淬透性非合金钢,如 GB/T 5216 规定的碳素钢 b. 保证厚度方向性能非合金钢,如 GB/T 5313 规定的非合金钢 c. 铁道用特殊非合金钢,如 GB 5068、GB 8601、GB 8602 规定的车轴坯、车轮、轮箍钢 d. 航空、兵器等专用非合金结构钢 e. 核能用非合金钢 f. 特殊焊条用非合金钢,如 GB/T 14957、GB/T 14958 规定的 S、P 含量(成品分析)不大于 0.025% 的非合金钢 g. 碳素弹簧钢,如 GB/T 1222 规定的非合金钢及 GB/T 699 中规定的 $T_{0\sim 85}$ 钢,65Mn,ToMn 钢 h. 特殊盘条钢及钢丝,如 GB/T 4355、GB/T 4358 规定的琴钢丝用盘条及琴钢丝 i. 特殊易切削钢 j. 碳素工具钢和中空钢,如 GB/T 1298、GB/T 1301 规定的碳素工具钢和中空钢 k. 电磁纯铁,如 GB/T 6983、GB/T 6984、GB/T 6985 规定的具有规定电磁性能的纯铁 1. 原料纯铁,如 GB/T 9971 中规定的 S、P 含量极低的纯铁
按主要性能及使用特性分类		非合金钢按其基本性能及使用特性等主要特性分类如下: a. 以规定最高强度(或硬度)为主要特性的非合金钢,例如冷成型用薄钢板 b. 以规定的最低强度为主要特性的非合金钢,例如造船、压力容器、管道等用的结构钢 c. 以限制碳含量为主要特性的非合金钢(但下述 d、e 项包括的钢除外),例如线材、调质用钢等 d. 非合金易切削钢,钢中硫含量最低值、熔炼分析值不小于 0.070%,并(或)加入 Pb、Bi、Te、Se 或 P 等元素 e. 非合金工具钢 f. 具有专门规定磁性或电性能的非合金钢,例如无硅磁性薄板和带电磁纯铁 g. 其他非合金钢,例如原料纯铁等

表 2-1-3 非合金钢按其主要质量等级和主要性能或使用特性分类及举例

按主要特性分类	按主要质量等级分类		
	普通质量非合金钢	优质非合金钢	特殊质量非合金钢
以规定最高强度为主要特性的非合金钢	普通质量低碳结构钢板和钢带 GB/T 912 中的低碳钢牌号 GB/T 2517 中的 RJ216、RJ235、RJ255、RJ294、RJ343、RJ392	a. 冲压薄板低碳钢 GB/T 5213 中的 08 A1 GB/T 3276 中的 08、10 b. 供镀锡、镀锌、镀铝板带和原板用碳素钢 GB/T 2518 GB/T 2520 GB/T 5065 GB/T 5066 GB/T 4174 号 c. 不经热处理的冷顶锻和冷挤压用钢	
以规定最低强度为主要特性的非合金钢	a. 碳素结构钢 GB/T 700—1988 中的 Q195、Q215 的 A、B 级、Q235 的 A、B 级、Q255 的 A、B 级、Q275 b. 碳素钢筋钢 GB/T 13013 中的 Q235 c. 铁道用钢 GB/T 11264 中的 50Q、55Q GB/T 11265 中的 Q235—A Q255—A GB/T 11266 轻轨垫板用碳素钢 GB/T 2826 钢轨垫板用碳素钢 d. 钢板桩钢 e. 一般工程用不进行热处理的普通质量碳素钢 GB/T 14292 中的所有普通质量碳素钢	a. 碳素结构钢 GB/T 700 中除普通质量 A、B 级钢以外的所有牌号及 A、B 级规定冷成型性及模锻性特殊要求者 b. 优质碳素结构钢 GB/T 699 中除 65Mn、70Mn、70、75、80、85 以外的所有牌号 c. 锅炉和压力用器用钢 GB 713 中的 20g、22g GB 3087 中的 10、20 GB 5310 和 GB 5311 中的 20g GB 6479 中的 10、20g GB 6653 中的 20HP、15-MnHP GB 6654 中的 20R d. 造船用钢 GB 712 中的 A、B、D、E、AH32、DH32、EH32 GB/T 5312 中的 C10、C20 GB/T 9945 中的 A、B e. 铁道用钢 GB/T 2585 中的 U71、U74 GB 8601 中的 CL 60B 级 GB 8602 中的 LG 60B 级与 LG 65B 级 YB/T 354 钢轨鱼尾板用碳素钢 f. 桥梁用钢	a. 优质碳素结构钢 GB/T 699 中的 65Mn、70Mn、70、75、80、85 钢 b. 保证淬透性钢 GB/T 5216 中的 45H c. 保证厚度方向性能钢 GB/T 5313 中的所有非合金钢 d. 铁道用钢 GB 5068 中的 LZ、JZ GB 8601 中的 CL60A 级 GB 8602 中的 CG60 与 LG65 的 A 级 e. 航空用钢 包括所有航空专用非合金结构钢牌号 f. 兵器用钢 包括各种兵器用非合金结构钢牌号 g. 核压力容器用非合金钢

续表

按主要特性分类	按主要质量等级分类		
	普通质量非合金钢	优质非合金钢	特殊质量非合金钢
以规定最低强度为主要特性的非合金钢		GB/T 714 中的 Q235q g. 汽车用钢 YB/T 5227 中的 12LW、15LW YB/T 5035 中的 45 YB/T 5209 中的 08Z、20Z、25Z h. 锚链用钢 YB/T 897 中的 M15、M20、M30 i. 自行车用钢 YB/T 5065 中的 Z06Al、ZQ195、ZQ215、ZQ235 YB/T 5066 中的 ZQ195、ZQ195-F、ZQ215、ZQ215-Al、ZQ215-F、ZQ235、ZQ235-Al、ZQ235-F、Z06Al、Z09Mn、Z13Mn、Z17Mn、Z09Al YB/T 5066、YB/T 5067 中的 19Mn YB/T 5068 中的 19Mn j. 输油及输气管用钢 k. 工程结构用铸造碳素钢 GB/T 11352 中的 ZG 200-400、ZG 230-450、ZG270-500、ZG310-570、ZG340-640 GB/T 7659 中的 ZG200-400H、ZG230-450H、ZG275-485H l. 预应力及混凝土钢筋用优质非合金钢	
以碳含量为主要特性的非合金钢	a. 普通碳素钢盘条 GB/T 701 中的所有碳素钢牌号 b. 一般用途低碳钢丝 GB/T 343 中的所有低碳钢牌号	a. 焊条用钢 GB/T 14957、GB/T 14958 中的 H08、H08A、H08Mn、H08MnA、H15A、H15Mn GB/T 3429 中的 H08 A b. 冷镦用钢 GB/T 715 中的 BL2、BL3 GB/T 5953 中的 ML10 ~ ML45 YB/T 5144 中的 ML15、ML20 GB/T 6478 中的 ML08 ~ ML45、ML25Mn ~ ML45Mn	a. 焊条用钢 GB/T 14957、GB/T 14958 中的 H08E GB/T 3429 中的 H08E、H08C b. 碳素弹簧钢 GB/T 1222 中的 65 ~ 85、65Mn GB/T 4357 中的所有非合金钢

续表

按主要特性分类	按主要质量等级分类		
	普通质量非合金钢	优质非合金钢	特殊质量非合金钢
以碳含量为主要特性的非合金钢	c. 花纹钢板 GB/T 3277 中的普通质量碳素结构钢	c. 花纹钢板 GB/T 3277 中的优质非合金钢 d. 盘条钢 GB/T 4354 中的 25 ~ 65、40Mn ~ 60Mn e. 非合金调质钢(特殊质量钢除外) f. 非合金表面硬化钢(特殊质量钢除外) g. 非合金弹簧钢(特殊质量钢除外)	c. 特殊盘条钢 YB/T 5100 中的 60、60Mn、65、65Mn、70、70Mn、75、80、T8MnA、T9A ZBH44004 中的 60 ~ 85、60Mn、65Mn、70Mn、75Mn、80Mn、85Mn d. 非合金调质钢 e. 非合金表面硬化钢 f. 火焰及感应淬火硬化钢 g. 冷顶锻和冷挤压钢
非合金易切削钢		a. 易切削结构钢 GB/T 8731 中的 Y12、Y12Pb、Y15、Y15Pb、Y20、Y30、Y35、Y45Ca	a. 特殊易切削钢 要求测定热处理冲击韧性等
非合金工具钢			a. 碳素工具钢 GB/T 1298 中的全部牌号 b. 碳素中空钢 GB/T 1301 中的 ZKT8
规定磁性能和电性能的非合金钢		a. 非合金电工钢板、带 GB/T 2521 无硅电工钢板、带 b. 具有规定导电性能(< 9s/m)的非合金电工钢	a. 具有规定导电性能的非合金电工钢 b. 具有规定磁性能的非合金软磁材料 GB/T 6983、GB/T 6984、GB/T 6985 中的 DT3、DT3A、DT4、DT4A、DT4E、DT4C ZBH72001 中的 F7402-U、F7402-V、F7402-W
其他非合金钢	a. 栅栏用钢丝		a. 原料纯铁 GB/T 9971 中的 YT1F、YT2F、YT3、YT4

表 2-1-4 低合金钢的主要分类

按 主 要 质 量 等 级 分 类	普 通 质 量 低 合 金 钢	普通质量低合金钢是指不规定生产过程中需要特别控制质量要求的供作一般用途的低合金钢。应同时满足下列条件： a. 合金含量较低(符合表 2-1-1 中对低合金钢的合金元素规定含量界限值的规定) b. 不规定热处理(退火、正火、消除应力及软化处理不作为热处理对待) c. 如产品标准或技术文件中有规定,其特性值应符合下列条件： 硫或磷含量最高值$\geq 0.045\%$ 抗拉强度最低值$\leq 690\text{MPa}$ 屈服点或屈服强度最低值$\leq 360\text{MPa}$ 伸长率最低值$\leq 26\%$ 弯心直径最低值$\geq 2 \times$ 试件厚度 冲击功最低值(20℃, V 型纵向标准试样)$\leq 27\text{J}$ 注 ①力学性能的规定值指厚度为 3~16mm 钢材的纵向或横向试样测定的性能 ②规定的抗拉强度、屈服点或屈服强度特性值只适用于可焊接的低合金高强度结构钢 d. 未规定其他质量要求
		普通低合金钢主要包括： a. 一般用途低合金结构钢,规定的屈服强度不大于 360MPa,如 GB/T 1591 规定的低合金钢(但不包括屈服强度大于 360MPa 的牌号) b. 低合金钢筋钢,如 GB 1499 规定的低合金钢 c. 铁道用一般低合金钢,如 GB/T 11264 规定的低合金轻轨钢 d. 矿用一般低合金钢,如 GB/T 3414 规定的低合金钢(但进行调质处理的牌号除外)
	优 质 低 合 金 钢	优质低合金钢是指普通质量低合金钢或特殊质量低合金钢以外的低合金钢,在生产过程中需要特别控制质量(例如降低硫、磷含量,控制晶粒度,改善表面质量,增加工艺控制等),以达到比普通质量低合金钢特殊的质量要求(例如良好的抗脆断性能、良好的冷成型性能等),但这种钢的生产控制和质量要求,不如特殊质量低合金钢严格
		优质低合金钢主要包括： a. 可焊接的高强度结构钢,规定的屈服强度大于 360MPa 而小于 420MPa b. 锅炉和压力容器用低合金钢,如 GB 713、GB 6653、GB 6654、GB 6655 等规定的低合金钢 c. 造船用低合金钢,如 GB 712 规定的低合金钢 d. 汽车用低合金钢,如 GB/T 3273 规定的低合金钢 e. 桥梁用低合金钢,如 GB/T 714 等规定的低合金钢 f. 自行车用低合金钢,如 YB/T 5066、YB/T 5067、YB/T 5068 规定的低合金钢 g. 低合金耐气钢,如 GB/T 4171、GB/T 4172 规定的低合金钢 h. 铁道用低合金钢,如 GB 2585、YB/T 5181、YB/T 5182 等规定的低合金钢轨钢、异型钢 i. 矿用低合金钢(普通质量钢除外) j. 输油、输气管线用低合金钢

续表

按主要质量等级分类	特殊质量低合金钢	特殊质量低合金钢是指在生产过程中需要特别严格控制质量和性能(特别是严格控制硫、磷等杂质含量和纯洁度)的低合金钢。应至少符合下列一种条件： a. 规定限制非金属夹杂物含量和(或)内部材质均匀性,例如,钢板抗层状撕裂性能 b. 规定严格限制磷含量和(或)硫含量最高值,并符合下列规定： 熔炼分析值$\leq 0.020\%$ 成品分析值$\leq 0.025\%$ c. 规定限制残余元素含量,并应同时符合下列规定： Cu 熔炼分析最高含量$\leq 0.10\%$ Co 熔炼分析最高含量$\leq 0.05\%$ V 熔炼分析最高含量$\leq 0.05\%$ d. 规定低温(低于-40°C)冲击性能 e. 可焊接的高强度钢,规定的屈服强度最低值$\geq 420\text{MPa}$ 注 指对厚度$3\sim 16\text{mm}$的钢材取纵向或横向试样测定的性能特殊质量低合金钢主要包括： a. 核能用低合金钢 b. 保证厚度方向性能低合金钢,如 GB/T 5313 规定的低合金钢 c. 铁道用特殊低合金钢,如 GB 8601 规定的车轮用低合金钢 d. 低温用低合金钢 e. 舰船、兵器用特殊低合金钢
按主要性能及使用特性分类		低合金钢按其基本性能及使用特性等主要特性分类如下： a. 可焊接的低合金高强度结构钢 b. 低合金耐候钢 c. 低合金钢筋钢 d. 铁道用低合金钢 e. 矿用低合金钢 f. 其他低合金钢

表 2-1-5 低合金钢按其主要质量等级和主要性能或使用特性分类及举例

按主要特性分类	按主要质量等级分类		
	普通质量低合金钢	优质低合金钢	特殊质量低合金钢
可焊接低合金高强度结构钢	a. 一般用途低合金结构钢 GB/T 1591 - 1994 中的 Q295、Q345	a. 一般用途低合金结构钢 GB/T 1591 - 1994 中的 Q345、Q390、Q420、Q460 b. 锅炉和压力容器用低合金钢 GB 713 中的 16Mng、12Mng、15MnVg YB/T 5139 中的 16MnR GB 6653 中的 12MnHP、16MnHP、12MnCrVHP、10-MnNbHP GB 6654 中的 16MnR、15MnVR、15MnVNR	a. 核能用低合金钢 b. 压力容器用低合金钢 GB 3531 中的 16MnDR、06MnNbDR

续表

按主要 特性分类	按主要质量等级分类		
	普通质量低合金钢	优质低合金钢	特殊质量低合金钢
可焊接低合金 高强度结构钢		GB 6655 中的 16MnRC、 15MnVRC GB/T 6479 中的 16Mn、 15MnV c. 造船用低合金钢 GB 712 中的 AH36、 DH36、EH36 d. 汽车用低合金钢 GB/T 3273 中的 09- MnREL、 06TiL、 08TiL、 10TiL、09SiVL、16MnL、16- MnREL GB/T 5209 中的 15TiZ e. 桥梁用低合金钢 GB/T 714 中的 Q235q、 Q345q、Q370q、Q420q YB (T) 10 中的 16Mnq、 16MnCuq、 15MnVq、 15- MnVNq f. 自行车用低合金钢 YB/T 5066、YB/T 5067、 YB/T 5068 中的 12Mn、 16Mn	c. 保证厚度方向性能 低合金钢 GB/T 5313 中的所有低 合金钢牌号 d. 舰船、兵器用低合金 钢
低合金耐候钢		a. 低合金高耐候钢 GB/T 4171 中 Q295GNH、 Q295GNHL、 Q345GNH、 Q345GNHL、Q390GNH b. 可焊接低合金耐候钢	
低合金钢筋钢	a. 一般低合金钢筋钢 GB 1499 中的 20MnSi、 20MnTi、20MnSiV、25MnSi、 20MnNb		
铁道用低合金 钢	a. 低合金轻轨钢 GB/T 11264 中的 45S- iMnP、50SiMnP	a. 低合金重轨钢 GB 2585 中的 U71Cu、 U71Mn、U70MnSi、U70MnSiCu b. 起重机用低合金钢轨 钢 YB/T 5055 中的 U71Mn c. 铁路用异型钢 YB/T 5181 中的 09- CuPRE、YB/T 5182 中的 09V	a. 铁路用低合金车轮钢 GB 8601 中的 CL45MnSiV
矿用低合金钢	a. 矿用低合金结构钢 GB/T 3414 中的 20MnK、 25MnK、24Mn2K (热轧)、 30Mn2K	a. 矿用低合金结构钢 GB/T 3414 中的 20Mn2K (调质)、20MnVK、34SiMnK	
其他低合金钢		a. 易切削结构钢 GB/T 8731 中的 Y40Mn	a. 刮脸刀片用低合金钢 YB/T 5060 中的 Cr03

表 2-1-6 合金钢的主要分类

按 主 要 质 量 等 级 分 类	优 质 合 金 钢	优质合金钢是指在生产过程中需要特别控制质量和性能,但其生产控制和质量要求不如特殊质量合金钢严格的合金钢
		优质合金钢主要包括: a. 一般工程结构用合金钢 b. 合金钢筋钢,如 GB 1499 规定的 40Si2MnV、45Si2MnV、45SiMnTi 等 c. 电工用硅(铅)钢(无磁导率要求),如 GB/T 2521、GB/T 5212 等规定的硅(铅)钢带(片) d. 铁道用合金钢 e. 地质、石油钻探用合金钢,如 YB/T 528 规定的地质、石油钻探用合金钢管(但经调质处理的钢除外) f. 硫、磷含量大于 0.035% 的耐磨钢和硅锰弹簧钢,如 GB/T 5680 规定的高锰铸钢
	特 殊 质 量 合 金 钢	特殊质量合金钢是指在生产过程中需要特别严格控制质量和性能的合金钢,除优质合金钢以外的所有其他合金钢都为特殊质量合金钢 特殊质量合金钢主要包括: a. 压力容器用合金钢,如 GB 6654 规定的 18MnMoNbR,GB 713 规定的 14-MnMoVg、18MnMoNbR,GB 3531 规定的 09MnTiCuREDR、09Mn2VDR 等 b. 经热处理的合金钢筋钢,如 GB 4463 规定的 40Si2Mn、48Si2Cr 等 c. 经热处理的地质石油钻探用合金钢,如 YB/T 528 规定的合金钢 d. 合金结构钢,如 GB/T 3077 规定的全部牌号 e. 合金弹簧钢,如 GB/T 1222 规定的合金钢牌号 f. 不锈钢,如 GB/T 1220、GB/T 2100 等规定的全部牌号 g. 耐热钢,如 GB/T 1221、GB/T 8492 等规定的全部牌号 h. 合金工具钢,如 GB/T 1299 规定的全部牌号 i. 高速工具钢,如 GB/T 9943 规定的全部牌号 j. 轴承钢,如 GB/T 3086、GB/T 3203、YB/T 9 等规定的高碳铬轴承钢、高碳铬不锈钢轴承钢、渗碳轴承钢、高温轴承钢、无磁轴承钢等 k. 高电阻电热钢和合金,如 GB/T 1234 规定的合金钢和合金 l. 无磁钢,如铬镍奥氏体型钢(0Cr16Ni14)、高锰铝奥氏体型钢(45Mn17Al3) 等 m. 永磁钢,如变形永磁钢和铸造永磁钢及粉末烧结永磁钢
按主要性能及使用特性分类		合金钢按其基本性能及使用特性等主要特性分类如下: a. 工程结构用合金钢,包括一般工程结构用合金钢,合金钢筋钢,压力容器用合金钢,地质石油钻探用钢,高锰耐磨钢等 b. 机械结构用合金钢,包括调质处理合金结构钢、表面硬化合金结构钢、冷塑性成型(冷顶锻、冷挤压)合金结构钢、合金弹簧钢等,但不锈、耐蚀和耐热钢、轴承钢除外 c. 不锈、耐蚀和耐热钢,包括不锈钢、耐酸钢、抗氧化钢和热强钢等,按其金相组织可分为马氏体型钢、铁素体型钢、奥氏体型钢、奥氏体-铁素体型钢、沉淀硬化钢等 d. 工具钢,包括合金工具钢、高速工具钢。合金工具钢分为量具刃具用钢、耐冲击工具用钢、冷作模具钢、热作模具钢、无磁模具钢、塑料模具钢等。高速工具钢分为钨钼系高速工具钢、钨系高速工具钢和钼系高速工具钢等 e. 轴承钢,包括高碳铬轴承钢、渗碳轴承钢、不锈钢轴承钢、高温轴承钢、无磁轴承钢等 f. 特殊物理性能钢,包括软磁钢、永磁钢、无磁钢及高电阻钢和合金等 g. 其他,如铁道用合金钢等

表 2-1-7 合金钢按其主要质量等级和主要性能或使用特性分类及举例

主要质量等级	1		2	3	4		5		6	7	8
	优质合金钢		特殊质量合金钢								
主要使用特性	工程结构用钢	其 他	工程结构用钢	机械结构用钢(第 4、6 除外)	不锈、耐腐蚀和耐热钢		工具钢		轴承钢	特殊物理性能钢	其他
按其特性对钢进一步分类	11 一般工程结构用合金钢	16 电工用硅(铝)钢(无磁导率要求)	21 压力容器用合金钢(4类除外)	31 Mn(X)系钢	41 马氏体型或 42 铁素体型	411/421 Cr(X)系钢	51 合金工具钢	511 Cr(X)系钢	61 高碳铬轴承钢	71 软磁钢(除 16 外)	
						412/422 CrNi(X)系钢					
	12 合金钢 钢筋钢	17 铁道用合金钢	22 热处理合金钢 钢筋钢	32 SiMn(X)系钢		413/423 CrMo(X) CrCo(X)系钢		512 Ni(X)、CrNi(X)系钢	62 渗碳轴承钢	72 水磁钢	
	13 地质石油钻探用合金钢(23除外)		23 经热处理的地质、石油钻探用合金钢	33 Cr(X)系钢		414/424 CrAl(X) CrSi(X)系钢		513 Mo(X)、CrMo(X)系钢	63 不锈轴承钢	73 无磁钢	
			24 高锰钢	34 CrMo(X)系钢	43 奥氏体型或 44 奥氏体-铁素体型或 45 沉淀硬化型	431/441/451 CrNi(X)系钢	52 高速工具钢	514 V(X)、CrV(X)系钢	64 高温轴承钢	74 高电阻钢和合金	
				35 CrNiMo(X)系钢		432/442/452 CrNiMo(X)系钢		515 W(X)、CrW(X)系钢	65 无磁轴承钢		
				36 Ni(X)系钢		433/443/453 CrNi + Ti 或 Nb 钢		516 其他			
				37 B(X)系钢		434/444/454 CrNiMo + Ti 或 Nb 钢		512 WMo 系钢			
				38 其他		435/445/455 CrNi + V、W、Co 钢		522 W 系钢			
						436/446 CrNiSi(X)系钢		523 Co 系钢			
						437/ CrMnNi(X)系钢					
					438 其他						

注 : (X) 表示该合金系列中还包括其他合金元素, 如 Cr(X) 系, 除 Cr 钢外, 还包括 CrMn 钢等。

第二节 钢产品分类

(据 GB/T 15574—1995)

表 2-1-8 钢的工业产品

分 类	钢 产 品	
初 产 品	液态钢	通过冶炼获得待浇注的液体状态钢和直接溶化原料而获得的液体状态的钢,为用于铸锭或连续浇注或铸造铸钢件的液体状态钢水
	钢 锭	将液态钢浇注到具有一定形状的锭模中得到的产品。钢锭模的形状(钢锭的形状)应与经热轧或锻造加工成材的形状近似,按横截面,可把钢锭分为用于轧制型材的钢锭和轧制板材的扁锭 为进一步加工的需要,不改变钢锭原来的分类,还可以做如下处理: a. 用研磨工具或喷枪等全部清理表面缺陷 b. 剪切头尾或剪切成便于进一步加工的长度 c. 表面清理后剪切 1. 用于轧制型材的钢锭的横截面可以是方形、矩形(宽度小于厚度的 2 倍)、多边形、圆形、椭圆形以及各种异型 2. 用于轧制板材的扁钢锭的横截面是宽度不小于厚度 2 倍的矩形
半 成 品	由轧制或锻造钢锭获得的,或者由连铸获得的半成品,半成品通常是供进一步轧制或锻造加工成成品用	
	方形横截面半成品	1. 大方坯 边长大于 120mm 2. 方坯 边长 40 ~ 120mm
	矩形横截面平成品(不包括扁平半成品、异型半成品,供无缝钢管用半成品)	1. 大矩形坯 大矩形坯的横截面积大于 14400mm²,其宽厚比大于 1 且小于 2 2. 矩形坯 矩形坯的横截面积 1600mm² 至 14400mm²,其宽厚比大于 1 且小于 2
	扁平半成品	1. 板坯 板坯的厚度不小于 50mm,宽厚比不小于 2 2. 薄板坯 薄板坯宽度不小于 150mm,厚度大于 6mm,小于 50mm
	异型半成品(异型坯)	异型半成品横截面积通常大于 2500mm ² ,用于生产型钢以及经预加工成型的半成品
	供无缝钢管用半成品(简称管坯)	管坯的横截面可以是圆形、方形、矩形或多边形

续表

分 类	钢 产 品
轧制成品 和 最终产品	轧制成品和最终产品 :通常是用轧制方法生产的产品,在钢厂内一般不再进行热加工。横截面沿长度方向是不变的或有周期性的变化。产品的公称尺寸范围、外形、尺寸允许偏差通常是由标准规定的。表面通常是光滑的,但可以有规则的凸凹花纹(如钢筋或扁豆形花纹板) 按外形和尺寸分类 条钢 盘条 扁平产品 钢管 按生产阶段分类 : 1. 热轧成品和最终产品 :大多由半成品热轧而成,也有一些是由初产品热轧得到的 2. 冷轧(拔)成品和最终产品 :通常是热轧成品经冷轧(拔)而成 按表面状态分类 : 1. 未经表面处理的产品 :为了在装运或贮存过程中防腐蚀或机械损伤,可以涂一层(由下列任一方法获得的)简单的防护层 a. 钝化(用铬酸或磷酸) :采用电化学或化学方法在产品上镀上一层铬酸盐或磷酸盐,这与铬酸盐或磷酸盐表面处理不同,镀层很薄,单面 $7 \sim 10\text{mg}/\text{m}^2$ b. 有机镀层 :本身不具备防腐蚀作用,只是为了进一步涂层打底,并构成抗腐蚀系统的一部分 c. 保护膜 如粘涂层、粘涂纸、清漆 d. 油脂涂层、油、焦油、沥青、石灰或任一可溶物质
	2. 经表面处理的产品 : 1) 轧制条钢 :产品通常在箱形孔型或万能轧机上轧制。当横截面为矩形时,扁钢所规定的尺寸极限可以与宽扁钢区别。轧制条钢大多以直条交货,也有按折叠捆状交货的,但不能成盘交货,以便与盘条相区别 2) 大型型钢 :轧制产品的横截面如字母 K、H 或 U(如图),他们有下列共同特性 : a. 高度不小于 80mm b. 腹板的表面由圆角连续地过渡到翼缘的内表面

续表

分 类	钢 产 品	
轧制成品 和 最终产品	轧制成品	c. 两翼缘一般是对称的,且宽度相等 d. 翼缘的外表面是平行的 e. 翼缘的厚度从腹板到翼缘边部逐渐减薄,称“斜翼缘” f. 翼缘的厚度不变,称“平行翼缘” 这些产品又进一步细分为: ①I 和 H 型钢 产品的横截面如字母 I 或 H,并且有“大型型钢”的特性 a. 标准型钢 以腹板和翼缘厚度作为标准的型钢 b. 薄壁型钢 采用与标准型钢相同的轧辊系列进行生产,当两者的腹板高度基本相等时,其腹板厚度或翼缘厚度较薄 c. 厚壁型钢 采用与标准型钢相同的轧辊系列进行生产,当两者的腹板高度基本相等时,其腹板厚度或翼缘厚度较厚 I 和 H 型钢的区别: ①窄翼缘或中翼缘(I 型钢) 翼缘宽度不大于型钢公称高度的 0.66 倍,且小于 300mm ②宽翼缘或特宽翼缘(H 型钢和钢柱) 翼缘宽度大于型钢公称高度的 0.66 倍,且不小于 300mm(矿山支柱型钢除外) ③支撑柱 腹板和翼缘的厚度相等的 I 或 H 型钢 ④U 型钢 横截面如字母 U 并按“大型型钢”规定的特性,在公称系列中,翼缘内表面带有锥度。最大宽度为 $0.5h + 25\text{mm}$。有比标准系列更薄或更厚的系列及平行翼缘的系列 ⑤矿用钢 截面如字母 I 或希腊字母 Ω 的型钢。但这种型钢翼缘的内表面倾斜度比其他 I 字钢大(大于 30%),翼缘宽度仍大于公称高度的 0.7 倍 ⑥特殊大型型钢 横截面为字母 I、H、U 型或与之类似。其高度不小于 80mm,但有特殊的横截面和尺寸特性,基本上是由不等边或非对称的翼缘和(或)非标准腰厚和高度的 I、H、U 型组成 3)棒材、中小型型钢 ①棒材(包括扁钢)(混凝土用钢筋除外) 圆钢 横截面为圆形,直径通常不小于 8mm 的棒材 方钢 横截面为方形,边长不小于 8mm 的棒材 六角钢 横截面为六角形,对边距离不小于 8mm 的棒材 八角钢 横截面为八角形,对边距离不小于 14mm 的棒材 扁钢 横截面为矩形,厚度一般不小于 5mm,宽度不大于 150mm 的棒材 ②中小型型钢 小 U 型钢(小槽钢) 横截面如字母 U,高度小于 80mm 的型钢 角钢 横截面如字母 L,按两翼缘宽度之比,分为等边和不等边角钢,翼缘间夹角是圆弧过渡的 等翼缘 T 型钢 横截面如字母 T,翼缘边缘呈圆弧,翼缘和腹板稍有锥度,两翼缘相等 球扁钢 横截面类似矩形,沿较宽表面的一端,有一个贯穿全长的球头,球头的宽度一般小于 430mm ③特殊棒材和特殊中小型钢 一般为成根轧制的,横截面较小或外形很特殊的产品。主要包括窗框钢、轮网钢、挡圈型钢、锁圈型钢、帽型钢、梯型钢、中空钻探棒、弹簧扁钢、半圆钢、半椭圆钢、Z 型钢、π 型钢、高度小于 80mm 的小 I 和 H 型钢,不等翼缘的 T 型钢,尖角 L、U、T 型钢等
		3. 盘条 热轧后卷成盘状交货的成品。横截面通常为圆形、椭圆形、方形、矩形、六角形、八角形、半圆形或其他形状,盘条的公称直径不小于 5mm。盘条表面应光滑,可用于进一步加工变形

续表

分 类	钢 产 品	
轧制成品 和 最终产品	轧制成品	4. 钢筋混凝土用和预应力钢筋混凝土用轧制成品:横截面通常是圆形,有时为带有圆角的方形,其直径或边长不小于 5mm,可以按以下形式供货: 表面光滑的直条;表面呈齿状、螺纹状或带筋的直条;表面光滑的盘条;表面呈齿状、螺纹状或带筋的盘条 按直条供货的产品可经可控的冷变形或热处理,如沿纵轴拉伸和扭转
		5. 铁道用钢以及类似产品 1) 铁道用钢包括: 用于铁道建设中全部热轧产品的总称。如钢轨、轨枕、鱼尾板、底板或垫板、轨距挡板等 形状和用途与铁道用钢相似的热轧产品。如起重机钢轨、生活用导电钢轨、带槽钢轨、道岔钢轨、特殊钢轨、导向钢轨、制动钢轨 2) 铁道用钢轨分为: ① 轻轨:单位长度的重量不大于 30kg/m 的钢轨 ② 重轨:单位长度的重量大于 30kg/m 的钢轨
		6. 钢板桩 1) 薄板桩:通过热轧或冷成型(拉拔或在挤压机上挤压)而获得的产品。其接头形状,诸如接头锁结或是纵长槽内填充或采用特殊的夹板。它可以组成隔板或连续的板桩挡墙 2) 根据板桩的横截面形状或用途分为 U 和 Z 型薄板桩、扁平型薄板桩、组合型薄板桩(由薄板桩、角钢或类似型钢组成)、轻型薄板桩、内锁 H 型薄板桩、箱型薄板桩、管状型薄板桩。各种类型的钢板桩示意图见表 2-1-9 3) 组合支承桩:组合支承桩制作成 U 型横截面用于支承 4) 管状支承桩:横截面是圆形或矩形(包括正方形)的管子。将钢管打入地里,通过其根部形成的阻力和沿表面的摩擦力将结构的重量传给地面 5) 某些最终加工诸如穿孔、冲压、加固焊接或类似的工艺不会改变产品的分类
		7. 扁平成品 1) 扁平成品一般特性:扁平成品的横截面基本上是矩形的,其宽度远大于厚度,所有最终产品不包括在本条款内(见最终产品) 2) 热轧扁平成品 某些热轧扁平成品经过轻微的冷平整,一般变形量小于 5%,不改变其分类 按成品的类型,扁平成品分类如下: ① 宽扁钢:宽度大于 150mm,厚度通常大于 4mm,一般直条交货,其边部带有棱角,宽扁钢经四边热轧(或用箱形孔)或从更宽的扁平成品经剪切或火焰切割而得到 经四边轧制的宽扁钢常称为万能板材 ② 热轧薄板和厚板:扁平成品的边缘可以自由宽展。以扁平状供货,有时为方形或矩形或其他形状,其边部可以是轧制边、剪切边、气割边、切削边。扁平成品也可以预弯状态交货 热轧板可以按下列方法生产: 在可逆轧机上直接轧制或是在可逆轧机上轧制的原板上剪切下来的 在连轧机上轧制出来的热轧钢带上剪切下来的。可逆轧机轧制的厚度常称为“齐边钢板”。为了统计方便,可将钢板按厚度基准进一步细分为: 薄板:厚度不大于 3mm(电工钢板除外) 厚板:厚度大于 3mm

续表

分 类	钢 产 品	
轧制成品 和 最终产品	轧制成品	③热轧钢带 热轧扁平成品经最后轧制后,或再经酸洗、退火,随即卷成卷状的产品 根据钢带的实际宽度(包括与轧制宽度无关的热轧纵剪钢带),将热轧钢带划分为: 热轧窄钢带 钢带的宽度小于 600mm 热轧窄钢带开卷后可切成定尺交货 热轧宽钢带 钢带的宽度不小于 600mm 3)冷轧扁平成品 冷轧扁平成品不需要加热,经冷轧后,产品断面面积至少减少 25% 以上,对于宽度小于 600mm 的扁平成品以及某些特殊质量钢,可以包括到面缩小于 25% 的成品 冷轧扁平成品分为: ①冷轧薄板、厚板 冷轧板按厚度进行分类 薄板 厚度不大于 3mm(见电工薄板和厚板) 厚板 厚度大于 3mm ②冷轧钢带 近似于热轧钢带的定义(见热轧钢带) 冷轧钢带按轧制宽度分为: 冷轧窄钢带 钢带的宽度小于 600mm。在开卷后,窄钢带可以切成定尺或以成叠方式 冷轧宽钢带 钢带的宽度不小于 600mm。冷轧钢带宽度小于 600mm,称为纵剪冷轧宽钢带
	最终产品	8. 钢管、中空型材和中空棒材 1) 钢管 横截面是圆形或其他形状,沿长度方向上是条状、空心、无封闭端的产品,按其加工方法分为: a. 无缝钢管 由钢锭、管坯或钢棒穿孔制成的没有缝的钢管 ;用铸造方法生产的管子称铸钢管 b. 焊管 用热轧或冷轧钢板或钢带卷焊制成的钢管,可以纵向直缝焊接,也可螺旋焊接 2) 中空型钢、中空棒材 a. 中空型钢 用于结构或类似用途的钢管。如结构中空型钢 b. 中空棒材 用机械加工制成的无缝钢管具有较高的精确度,可确保允许的最小尺寸偏差 1. 表面处理的扁平产品 除了与扁平产品的定义和分类相同以外,产品表面上可以有永久性的镀层,且应符合下列条件: 1) 镀层可以有: a. 双面镀层 双面镀层厚度相等的称为等厚镀层 ;厚度不相等的称为差厚镀层 b. 单面镀层 2) 根据镀层及表面处理的类型,产品可做如下分类: ①金属镀层的钢板和钢带分为: a. 镀锡钢板和钢带 将厚度不大于 0.5mm 的低碳钢冷轧薄钢板和钢带,用热浸(浸泡在熔融的锡槽中)或电镀方法镀上锡 b. 镀铬、镀氧化铬薄钢板和钢带 将厚度一般不大于 0.5mm 的钢板和钢带,电镀上铬或氧化铬,或两者均可,镀层的总厚度一般不大于 0.05μm c. 镀铅薄钢板、厚钢板和钢带 用热浸法(在熔融的合金槽中)或电镀法将钢板和钢带的表面镀上一层铅锡合金,一般双面镀层重量之和不小于 200g/m² d. 镀锌薄钢板、厚钢板和钢带 镀锌薄钢板、厚钢板和钢带分为:

续表

分 类	钢 产 品	
轧制成品 和 最终产品	最终产品	①热浸镀锌薄钢板、厚钢板和钢带 将薄钢板、厚钢板和钢带置于熔融的锌槽中热浸。一般两面总的锌量在 $100 \sim 700\text{g/m}^2$ 之间,镀层可以呈正常锌花、小锌花、光整锌花或无锌花 ②电镀锌薄钢板、厚钢板和钢带 单面的镀锌量在 $7 \sim 107\text{g/m}^2$ 之间,相当于单面镀层厚度 $1 \sim 15\mu\text{m}$。镀锌后,表面用铬酸盐或磷酸盐钝化处理,不改变该产品作为镀锌扁平成品的分类 e. 镀铝、铝硅合金镀层薄钢板、厚钢板和钢带 将薄钢板、厚钢板和钢带置于熔融的槽中,用热浸法镀上一层铝或铝硅合金。双面镀层的重量一般为 $80 \sim 300\text{g/m}^2$,相当于每面镀层厚度 $15 \sim 55\mu\text{m}$ f. 混合金属涂层薄钢板、厚钢板和钢带 ③有机涂层薄钢板、厚钢板和钢带 在裸露的或有金属镀层的(通常为镀锌的)钢板或钢带的表面涂上一层有机涂层或一种粉末的混合物。有机涂层可以通过下列任一种连续工艺获得: a. 涂上一层或多层涂料或涂上其他类型的产品。经干燥后,其涂层的厚度根据产品特性可以为每面 $2 \sim 400\mu\text{m}$ b. 通过使用一层粘附薄膜,可以在薄膜上涂一层有机涂料,也可以不涂。涂层可以有不同的花纹。单面厚度一般为 $35 \sim 500\mu\text{m}$ ④无机涂层薄钢板、厚钢板和钢带 无机涂层薄钢板、厚钢板和钢带分为: a. 铬酸盐薄钢板、厚钢板和钢带 铬酸盐单面镀层的重量为 $1 \sim 20\text{g/m}^2$ b. 磷酸盐薄钢板、厚钢板和钢带 磷酸盐单面镀层的重量为 $1 \sim 20\text{g/m}^2$ c. 混合无机镀层薄钢板、厚钢板和钢带 如搪瓷产品 2. 复合产品 在薄钢板、厚钢板、钢带和钢管上复合上一层耐磨或耐化学腐蚀的钢或合金。通常用轧制方法,有时也用爆炸或焊接方法进行复合 3. 其他最终产品 1) 电工薄钢板和钢带 这些产品与其他薄钢板的区别在于,他们是用于电磁用途的,主要特性是具有规定的允许铁损和磁感应以及叠装系数。其厚度不大于 3mm,且宽度不大于 2000mm。根据产品中晶粒排列方向性可分为: a. 晶粒取向产品 这些产品中晶粒沿轧制方向排列比沿垂直方向排列有较大的增加电磁感应的性能,并且在两面都有绝缘层 b. 晶粒无取向产品 这些产品可以不涂层,也可以在单面或双面都涂绝缘层 2) 原板 厚度小于 0.5mm 的低碳钢扁平产品,以板或卷状交货。其表面适于镀锡、涂清漆或是印刷,表面不得有油
		锻制条钢 用锻造方法生产的,并且有‘轧制成品和最终产品’至‘棒材’所规定的特性

表 2-1-9 各种类型钢板桩示意图

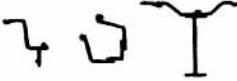
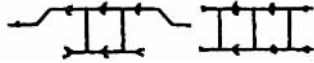
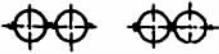
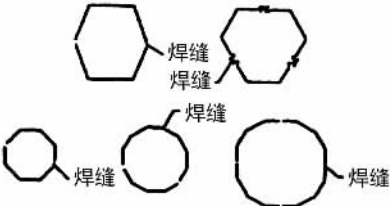
U 和 Z 型薄板桩	
扁平型薄板桩	
组合型薄板桩	
轻型薄板桩	
内锁 H 型薄板桩	
箱型薄板桩	
管状型薄板桩	
组合支承桩	

表 2-1-10 钢的其他产品

分类	其他产品
粉末冶金产品	1. 钢粉末 钢粉末通常是许多小于 1mm 的钢粒 2. 粉末钢制品 通过压制、烧结钢粉末制造出的部件,有时还需再压制。这些部件常常有严格的尺寸公差以便使用
铸件	成品的形状和最终尺寸是直接将钢水浇注到沙模、耐火粘土或其他耐火材料铸模(几乎不用金属或石墨铸模)中凝固而得到的未经任何机械加工的产品
锻压成品	1. 锻造产品(表 2-1-8 中钢的工业产品中的半成品和锻制条钢除外) 用一个开口模,使钢在适宜温度下加压成形而得到近似模子的形状,不须进一步热变形的成品。这些成品一般要经过机加工成最终形状 锻造产品根据其用途(如铁道、汽车、一般工程用)或形状(如车轮)进行分类 开口模锻产品是经预锻,然后在环形辊精轧机上轧制(如轮箍、圆环) 2. 模锻件 使钢在适宜温度下,在一个闭口模中,受压成形而得所需的形状和体积

续表

分类	其他产品
光亮产品	1. 冷拉拔产品 热轧产品经除磷后,在拉拔机上(冷变形不损耗金属)拉拔得到的各种横截面形状的产品。这种工艺使产品具有一定形状、尺寸精度和表面质量方面的特殊要求。另外,经过冷拉拔引起的冷加工硬化,可经以后的热处理消除。成根产品按直条交货,小横截面产品也可成盘交货
	2. 车削(剥皮)产品 圆形棒材通过车削剥皮,其形状、尺寸、精度和表面粗糙度等具有冷拉拔产品特殊要求,并除去轧制缺陷和脱碳层
	3. 磨光产品 经拉拔或削后的圆棒,进行磨光或磨光后抛光,具有更好的表面质量和尺寸精度
冷成型产品	由镀层或不镀层热轧或冷轧扁平产品制成,并沿总长有各种固定的横截面形状的产品,其厚度在冷成型(如 压型、拉拔、加工变形、卷边)过程中有轻微地减薄
	1. 冷弯型钢 将扁平产品逐张(根)冷加工成各种开口或闭口(不焊接)横截面形状的钢材 
	2. 冷成型薄板桩:(光钢板桩) 3. 成型薄板 在横截面上宽度明显地大于高度,并且通常沿总长有几个横截面不变的平行波纹 
焊接型钢	符合“轧制条钢”产品特征的开口横截面的条钢。以热轧条钢、热轧扁平成品和冷轧扁平成品为原料,焊接制成,代替由热轧直接轧制的产品
钢丝	通常有贯穿全长的不变的横截面,并且截面尺寸与长度相比很小。盘条通过减径模拉拔,或在驱动辊之间施加压力,然后将拉拔后的钢丝再卷成盘。这些产品横截面通常是圆形,也有方形、六角形、八角形、半圆形、梯形、鼓形或其他形状
钢丝绳	由一定数量,一层或多层钢丝捻成螺旋状而形成的产品。在某些情况下,单股也可作为绳

第三节 钢产品标记代号

(据 GB/T15575 - 1995)

表 2-1-11 标记代号表示方法和常用标记代号

标记代号表示方法	钢产品标记代号采用与类别名称相应的英文名称首位字母(大写)和阿拉伯数字组合表示 1. 钢铁产品的标记代号由表示类别和特征两部分的标记代号组成 如 切边钢带的标记代号 EC E——代表类别为边缘状态 C——代表特征为切边 2. 可以采用阿拉伯数字作为表示产品特征的标记代号 如 低冷硬的钢带标记代号 H1/4 H——代表类别为硬化程度 1/4——代表特征为低冷硬 3. 根据习惯和通用性,可以采用国际通用标记代号。如 冲压性能为超深冲的钢板标记代号为 DQ
----------	---

续表

常用标记 代号	1. 加工状态			
	分类	标记代号	分类	标记代号
	加工状态	W	冷轧(含冷挤压)	WC
	热轧(含热扩、热挤、热锻)	WH	冷拉拔	WCD
	2. 截面形状和型号 用表示产品截面形状特征的英文字母作为标记代号。如 方形空心型钢的代号 QHS 如果产品有型号,应在表示产品形状特征的标记代号后加上型号			
	3. 尺寸精度			
	分 类	标记代号	分 类	标记代号
	尺寸精度	P	厚度较高精度	PT
	普通精度	PA	宽度较高精度	PW
	较高精度	PB	厚度宽度较高精度	PTW
	高级精度	PC		
	4. 边缘状态			
	分 类	标记代号	分 类	标记代号
	边缘状态	E	不切边	EM
	切边	EC	磨边	ER
	5. 表面质量			
	分 类	标记代号	分 类	标记代号
	表面质量	F	较高级	FB
	普通级	FA	高级	FC
	6. 表面种类			
	分 类	标记代号	分 类	标记代号
	表面种类	S	麻面	SG
	酸洗(喷丸)	SA	发蓝	SBL
	剥 皮	SF	热镀锌	SZH
	光 亮	SL	电镀锌	SZE
	磨 光	SP	热镀锡	SSH
	抛 光	SB	电镀锡	SSE
	7. 表面化学处理			
	分 类	标记代号	分 类	标记代号
	表面化学处理	ST	磷化	STP
	钝化(铬酸)	STC	锌合金化	STZ

续表

常用标记 代号	8. 软化程度			
	分 类	标记代号	分 类	标记代号
	软化程度	S	软	S
	半 软	S1/2	特 软	S2
	9. 硬化程度			
	分 类	标记代号	分 类	标记代号
	硬化程度	H	冷 硬	H
	低冷硬	H1/4	特 硬	H2
	半冷硬	H1/2		
	10. 热处理			
	分 类	标记代号	分 类	标记代号
	热处理	T	回 火	TT
	退 火	TA	淬火 + 回火	TQT
	球化退火	TG	正火 + 回火	TNT
	光亮退火	TL	固溶	TS
	正火	TN		
	11. 力学性能			
	分 类	标记代号	分 类	标记代号
	力学性能	M	较高强度	MC
	低强度	MA	高强度	MD
	普通强度	MB	超高强度	ME
	12. 冲压性能			
	分 类	标记代号	分 类	标记代号
	冲压性能	Q	深冲压	DQ
	普通冲压	CQ	超深冲	DDQ
	13. 用途			
	分 类	标记代号	分 类	标记代号
	用 途	U	压力加工用	UP
	一般用途	UG	切削加工用	UC
	重要用途	UM	顶锻用	UF
	特殊用途	US	热加工用	UH
	其他用途	UO	冷加工用	UC
	其他用途可以指某种专门用途,在 U 后加专用代号			

表 2-1-12 钢铁产品代号中英文名称对照

代号	中文名称	英文全称	代号	中文名称	英文全称
W	加工状态(方法)	working condition	PA	普通精度	A class
WH	热轧(含热扩、热挤、热锻)	hot working	PB	较高精度	B class
WC	冷轧(含冷挤压)	cold working	PC	高级精度	C class
WCD	冷拉拔	cold draw	PT	厚度较高精度	B class of thickness
P	尺寸精度	precision of dimensions	PW	宽度较高精度	B class of width
PTW	厚度宽度较高精度	B class of thickness and width	H	冷硬	hard
E	边缘状态	edge condition	H2	特硬	hard special
EC	切边	cut edge	T	热处理	heat treatment
EM	不切边	mill edge	TA	退火	annealing
ER	磨边	rub edge	TG	球化退火	globurizing
F	表面质量	warkmanship finish and appearance	TL	光亮退火	light annealing
FA	普通级	A class	TN	正火	normalizing
FB	软高级	B class	TT	回火	tempering
FC	高级	C class	TQT	淬火 + 回火	quenching and tempering
S	表面种类	surface kind	TNT	正火 + 回火	normalizing and tempering
SA	酸洗(喷丸)	acid	TS	固溶	solution treatment
SF	剥皮	flake	M	力学性能	mechanicl properties
SL	光亮	light	MA	低强度	strength A class
SP	磨光	polish	MB	普通强度	strength B class
SB	抛光	buff	MC	较高强度	strength C class
SG	麻面	grinding	MD	高强度	strength D class

续表

代号	中文名称	英文全称	代号	中文名称	英文全称
SBL	发蓝	blue	ME	超高强度	strength E class
SZH	热镀锌	hot – dip coating zinc	Q	冲压性能	drawability property
SZE	电镀锌	electroplated plating zinc	CQ	普通冲压	drawability property A class
SSH	热镀锡	hot – dip coating tin(Sn)	DQ	深冲压	drawability property B class
SSE	电镀锡	electroplated plating tin(Sn)	DDQ	超深冲	drawability property C class
ST	表面化学处理	treatment of surface pickled	U	用途	use
STC	钝化(铬酸)	passivation	UG	一般用途	use kind of general
STP	磷化	phosphatization	UM	重要用途	use kind of major
STZ	锌合金化	zinc alloying	US	特殊用途	use kind of special
S	软化程度	soft grade	UO	其他用途	use kind of other
S1/2	半软	soft half	UP	压力加工用	use for pressure process
S	软	soft	UC	切削加工用	use for cutting process
S2	特软	soft special	UF	顶锻用	use for foge process
H	硬化程度	hard grade	UH	热加工用	use for hot process
H1/4	低冷硬	hard low	UC	冷加工用	use for cold process
H1/2	半冷硬	hard half			

第四节 钢铁及合金牌号统一数字代号体系(据 GB/T 17616 – 1998)

表 2 – 1 – 13 说明、结构型式、分类和编组

说明	钢铁及合金产品牌号统一数字代号(简称‘ISC’代号)与现行的 GB/T 221《钢铁产品牌号表示方法》同时并用。凡列入国家标准和行业标准的钢铁及合金产品应同时列入产品牌号和统一数字代号
结构型式	统一数代号的~~结构型式~~： X 大写字母，代表不同的钢铁及合金类型 X 第一位阿拉伯数字；代表各类型钢铁及合金细分类 XXXX 第二、三、四、五位阿拉伯数字代表不同分类内的编组和同一编组内的不同牌号的~~区别顺序号~~(各类型材料编组不同)
分类和编组	钢铁及合金的分类和编组,主要按其基本成分、特性和用途综合考虑,同时照顾到我国现有的习惯分类方法以及各类产品牌号实际数量情况 钢铁及合金的分类和编组及顺序号的编排,考虑到各类钢铁及合金的发展和新材料的出现,留有一定的备用空位 钢铁及合金的类型和每个类型产品牌号统一数字代号,见表 2 – 1 – 14 各类型钢铁及合金的细分类和主要编组及其产品牌号统一数字代号,见表 2 – 1 – 15

表 2 – 1 – 14 钢铁及合金的类型与统一数字代号

钢铁及合金的类型	英文名称	前缀字母	统一数字代号
合金结构钢	Alloy structural steel	A	AXXXXX
轴承钢	Bearing steel	B	BXXXXX
铸铁、铸钢及铸造合金	Cast iron, cast steel and cast alloy	C	CXXXXX
电工用钢和纯铁	Electrical steel and iron	E	EXXXXX
铁合金和生铁	Ferro alloy and pig iron	F	FXXXXX
高温合金和耐蚀合金	Heat resisting and corrosion resisting alloy	H	HXXXXX

续表

钢铁及合金的类型	英文名称	前缀字母	统一数字代号
精密合金及其他特殊物理性能材料	Precision alloy and other special physical character materials	J	JX××××
低合金钢	Low alloy steel	L	LX××××
杂类材料	Miscellaneous materials	M	MX××××
粉末及粉末材料	Powders and powder materials	P	PX××××
快淬金属及合金	Quick quench matels and alloys	Q	QX××××
不锈、耐蚀和耐热钢	Stainless,corrosion resisting and heat resisting steel	S	SX××××
工具钢	Tool steel	T	TX××××
非合金钢	Unalloy steel	U	UX××××
焊接用钢及合金	Steel and alloy for welding	W	WX××××

表 2－1－15 钢铁及合金类型细分类和统一数字代号

钢铁及合金的类型	统一数字代号	细分类
合金结构钢	A0××××	Mn(X)、MnMo(X)系钢
	A1××××	SiMn(X)、SiMnMo(X)系钢
	A2××××	Cr(X)、CrSi(X)、CrMn(X)、CrV(X)、CrMnSi(X)系钢
	A3××××	CrMo(X)、CrMoV(X)系钢
	A4××××	CrNi(X)系钢
	A5××××	CrNiMo(X)、CrNiW(X)系钢
	A6××××	Ni(X)、NiMo(X)、NiCoMo(X)、Mo(X)、MoWV(X)系钢
	A7××××	B(X)、MnB(X)、SiMnB(X)系钢
	A8××××	(暂空)
	A9××××	其他合金结构钢
轴承钢	B0××××	高碳铬轴承钢
	B1××××	渗碳轴承钢
	B2××××	高温、不锈轴承钢
	B3××××	无磁轴承钢
	B4××××	石墨轴承钢
	B5××××	(暂空)
	B6××××	(暂空)
	B7××××	(暂空)
	B8××××	(暂空)
	B9××××	(暂空)

续表

钢铁及合金的类型	统一数字代号	细分类
铸铁、铸钢及铸造合金	C0××××	铸铁(包括灰口铸铁、球墨铸铁、黑心可锻铸铁、珠光体可锻铸铁、白心可锻铸铁、抗磨白口铸铁、中锰抗磨球墨铸铁、高硅耐蚀铸铁、耐热铸铁等)
	C1××××	铸铁(暂空)
	C2××××	非合金铸钢(一般非合金铸钢、含锰非合金铸钢、一般工程和焊接结构用非合金铸钢、特殊专用非合金铸钢等)
	C3××××	低合金铸钢
	C4××××	合金铸钢(不锈钢耐热铸钢、铸造永磁钢除外)
	C5××××	不锈钢耐热铸钢
	C6××××	铸造永磁钢和合金
	C7××××	铸造高温合金和耐蚀合金
	C8××××	(暂空)
	C9××××	(暂空)
电工用钢和纯铁	E0××××	电磁纯铁
	E1××××	热轧硅钢
	E2××××	冷轧无取向硅钢
	E3××××	冷轧取向硅钢
	E4××××	冷轧取向硅钢(高磁感)
	E5××××	冷轧取向硅钢(高磁感、特殊检验条件)
	E6××××	无磁钢
	E7××××	(暂空)
	E8××××	(暂空)
	E9××××	(暂空)
铁合金和生铁	F0××××	生铁(包括炼钢生铁、铸造生铁、含钒生铁、球墨铸铁用生铁、铸造用磷铜钛低合金耐磨生铁、脱碳低磷粒铁等)
	F1××××	锰铁合金及金属锰(包括低碳锰铁、中碳锰铁、高碳锰铁、高炉锰铁、锰硅合金、铌锰铁合金、金属锰、电解金属锰等)
	F2××××	硅铁合金(包括硅铁合金、硅铝铁合金、硅钙合金、硅钡合金、硅钡铝合金、硅钙钡铝合金等)
	F3××××	铬铁合金及金属铬(包括微碳铬铁、低碳铬铁、中碳铬铁、高碳铬铁、氮化铬铁、金属铬、硅铬合金等)
	F4××××	钒铁、钛铁、铌铁及合金(包括钒铁、钒铝合金、钛铁、铌铁等)
	F5××××	稀土铁合金(包括稀土硅铁合金、稀土镁硅铁合金等)
	F6××××	钼铁、钨铁及合金(包括钼铁、钨铁等)
	F7××××	硼铁、磷铁及合金
	F8××××	(暂空)
	F9××××	(暂空)

续表

钢铁及合金的类型	统一数字代号	细分类
高温合金 和耐蚀合金	H0××××	耐蚀合金(包括固溶强化型镍基合金、时效硬化型铁镍基合金、固溶强化型镍基合金、时效硬化型镍基合金)
	H1××××	高温合金(固溶强化型铁镍基合金)
	H2××××	高温合金(时效硬化型铁镍基合金)
	H3××××	高温合金(固溶强化型铁镍基合金)
	H4××××	高温合金(时效硬化型镍基合金)
	H5××××	高温合金(固溶强化型钴基合金)
	H6××××	高温合金(时效硬化型钴基合金)
	H7××××	(暂空)
	H8××××	(暂空)
	H9××××	(暂空)
精密合金及其他特殊物理性能材料	J0××××	(暂空)
	J1××××	软磁合金
	J2××××	变形永磁合金
	J3××××	弹性合金
	J4××××	膨胀合金
	J5××××	热双金属
	J6××××	电阻合金(包括电阻电热合金)
	J7××××	(暂空)
	J8××××	(暂空)
	J9××××	(暂空)
低合金钢	L0××××	低合金一般结构钢(表示强度特性值的钢)
	L1××××	低合金专用结构钢(表示强度特性值的钢)
	L2××××	低合金专用结构钢(表示成分特性值的钢)
	L3××××	低合金钢筋钢(表示强度特性值的钢)
	L4××××	低合金钢筋钢(表示成分特性值的钢)
	L5××××	低合金耐候钢
	L6××××	低合金铁道专用钢
	L7××××	(暂空)
	L8××××	(暂空)
	L9××××	其他低合金钢

续表

钢铁及合金的类型	统一数字代号	细分类
杂类材料	M0××××	杂类非合金钢(包括原料纯铁、非合金钢球钢等)
	M1××××	杂类低合金钢
	M2××××	杂类合金钢(包括锻制轧辊用合金钢、钢轨用合金钢等)
	M3××××	冶金中间产品(包括钒渣、五氧化二钒、氧化钼块、钼磷半钢等)
	M4××××	铸铁产品用材料(包括灰口铸铁管、球墨铸铁管、铸铁轧辊、铸铁焊丝、铸铁丸、铸铁砂等铸铁材料)
	M5××××	非合金铸钢产品用材料(包括一般非合金铸钢材料、含锰非合金铸钢材料、非合金铸钢丸材料、非合金铸钢砂材料等)
	M6××××	合金铸钢产品用材料(包括Mn系、MnMo系、Cr系、CrMo系、CrNiMo系、Cr(Ni)MoSi系铸钢材料等)
	M7××××	(暂空)
	M8××××	(暂空)
	M9××××	(暂空)
粉末及粉末材料	P0××××	粉末冶金结构材料(包括粉末烧结铁及铁基合金、粉末烧结非合金结构钢、粉末烧结合金结构钢等)
	P1××××	粉末冶金摩擦材料和减摩材料(包括铁基摩擦材料、铁基减摩材料等)
	P2××××	粉末冶金多孔材料(包括铁及铁基合金多孔材料、不锈钢多孔材料等)
	P3××××	粉末冶金工具材料(包括粉末冶金工具钢等)
	P4××××	(暂空)
	P5××××	粉末冶金耐蚀材料和耐热材料(包括粉末冶金不锈钢、耐蚀和耐热钢、粉末冶金高温合金和耐蚀合金等)
	P6××××	(暂空)
	P7××××	粉末冶金磁性材料(包括软磁铁氧体材料、永磁铁氧体材料、特殊磁性铁氧体材料、粉末冶金软磁合金、粉末冶金铝镍钴永磁合金、粉末冶金稀土钴永磁合金、粉末冶金钕铁硼永磁合金等)
	P8××××	(暂空)
	P9××××	铁、锰等金属粉末(包括粉末冶金用还原铁粉、电焊条用还原铁粉、穿甲弹用铁粉、穿甲弹用锰粉等)

续表

钢铁及合金的类型	统一数字代号	细分类
快淬金属及合金	Q0××××	(暂空)
	Q1××××	快淬软磁合金
	Q2××××	快淬永磁合金
	Q3××××	快淬弹性合金
	Q4××××	快淬膨胀合金
	Q5××××	快淬热双金属
	Q6××××	快淬电阻合金
	Q7××××	快淬可焊合金
	Q8××××	快淬耐蚀耐热合金
	Q9××××	(暂空)
不锈、耐蚀和耐热钢	S0××××	(暂空)
	S1××××	铁素体型钢
	S2××××	奥氏体 - 铁素体型钢
	S3××××	奥氏体型钢
	S4××××	马氏体型钢
	S5××××	沉淀硬化型钢
	S6××××	(暂空)
	S7××××	(暂空)
	S8××××	(暂空)
	S9××××	(暂空)
工具钢	T0××××	非合金工具钢(包括一般非合金工具钢,含锰非合金工具钢)
	T1××××	非合金工具钢(包括非合金塑料模具钢,非合金钎具钢等)
	T2××××	合金工具钢(包括冷作、热作模具钢,合金塑料模具钢,无磁模具钢等)
	T3××××	合金工具钢(包括量具刃具钢)
	T4××××	合金工具钢(包括耐冲击工具钢、合金钎具钢等)
	T5××××	高速工具钢(包括 W 系高速工具钢)
	T6××××	高速工具钢(包括 W - Mo 系高速工具钢)
	T7××××	高速工具钢(包括含 Co 高速工具钢)
	T8××××	(暂空)
	T9××××	(暂空)

续表

钢铁及合金的类型	统一数字代号	细分类
非合金钢(非合金工具钢、电磁纯铁、焊接用非合金钢、非合金钢铸钢除外)	U0××××	(暂空)
	U1××××	非合金一般结构及工程结构钢(表示强度特性值的钢)
	U2××××	非合金机械结构钢(包括非合金弹簧钢,表示成分特性值的钢)
	U3××××	非合金特殊专用结构钢(表示强度特性值的钢)
	U4××××	非合金特殊专用结构钢(表示成分特性值的钢)
	U5××××	非合金特殊专用结构钢(表示成分特性值的钢)
	U6××××	非合金铁道专用钢
	U7××××	非合金易切削钢
	U8××××	(暂空)
	U9××××	(暂空)
焊接用钢及合金	W0××××	焊接用非合金钢
	W1××××	焊接用低合金钢
	W2××××	焊接用合金钢(不含 Cr、Ni 钢)
	W3××××	焊接用合金钢(W2××××,W4××××类除外)
	W4××××	焊接用不锈钢
	W5××××	焊接用高温合金和耐蚀合金
	W6××××	钎焊合金
	W7××××	(暂空)
	W8××××	(暂空)
	W9××××	(暂空)

第五节 钢铁产品牌号表示方法(据 GB/T221 – 2000)

表 2 – 1 – 16 牌号表示方法的基本原则

基本原则	凡列入国家标准和行业标准的钢铁产品,均应按标准规定的牌号表示方法编写牌号 产品牌号的表示,一般采用汉语拼音字母,化学元素符号和阿拉伯数字相结合表示方法。 常用化学元素符号见表 2 – 1 – 17 采用汉语拼音字母表示产品名称、用途、特性和工艺方法时,一般从代表产品名称的汉字的汉语拼音中选取第一个字母。当和另一产品所取字母重复时,改取第二个字母或第三个字母,或同时选取两个汉字的第一个拼音。采用汉语拼音字母,原则上只取一个,一般不超过两个 产品名称、用途、特性和工艺方法表示符号见表 2 – 1 – 18
------	--

表 2－1－17 常用化学元素符号

元素名称	化学元素符号	元素名称	化学元素符号	元素名称	化学元素符号
铁	Fe	锂	Li	钐	Sm
锰	Mn	铍	Be	铀	Ac
铬	Cr	镁	Mg	硼	B
镍	Ni	钙	Ca	碳	C
钴	Co	锆	Zr	硅	Si
铜	Cu	锡	Sn	硒	Se
钨	W	铅	Pb	碲	Te
钼	Mo	铋	Bi	砷	As
钒	V	铯	Cs	硫	S
钛	Ti	钡	Ba	磷	P
铝	Al	镧	La	氮	N
铌	Nb	铈	Ce	氧	O
钽	Ta	钕	Nd	氢	H

注 混合稀土元素符号用‘RE’表示。

表 2－1－18 产品名称、用途、特性和工艺方法表示符号

名称	采用的汉字及汉语拼音		采用符号	字体	位置
	汉字	汉语拼音			
炼钢用生铁	炼	LIAN	L	大写	牌号头
铸造用生铁	铸	ZHU	Z	大写	牌号头
球墨铸铁用生铁	球	QIU	Q	大写	牌号头
脱碳低磷粒铁	脱炼	TUO LIAN	TL	大写	牌号头
含钒生铁	钒	FAN	F	大写	牌号头
耐磨生铁	耐磨	NAI MO	NM	大写	牌号头
碳素结构钢	屈	QU	Q	大写	牌号头
低合金高强度钢	屈	QU	Q	大写	牌号头
耐候钢	耐候	NAI HOU	NH	大写	牌号尾
保证淬透性钢			H	大写	牌号尾
易切削非调质钢	易非	YIFEI	YF	大写	牌号头

续表

名称	采用的汉字及汉语拼音		采用符号	字体	位置
	汉字	汉语拼音			
热锻用非调质钢	非	FEI	F	大写	牌号头
易切削钢	易	YI	Y	大写	牌号头
电工用热轧硅钢	电热	DIAN RE	DR	大写	牌号头
电工用冷轧无取向硅钢	无	WU	W	大写	牌号中
电工用冷轧取向硅钢	取	QU	Q	大写	牌号中
电工用冷轧取向高磁感硅钢	取高	QU GAO	QG	大写	牌号中
(电讯用)取向高磁感硅钢	电高	DIAN GAO	DG	大写	牌号头
电磁纯铁	电铁	DIAN TIE	DT	大写	牌号头
碳素工具钢	碳	TAN	T	大写	牌号头
塑料模具钢	塑模	SU MO	SM	大写	牌号头
(滚珠)轴承钢	滚	GUN	G	大写	牌号头
焊接用钢	焊	HAN	H	大写	牌号头
钢轨钢	轨	GUI	U	大写	牌号头
铆螺钢	铆螺	MAO LUO	ML	大写	牌号头
锚链钢	锚	MAO	M	大写	牌号头
地质钻探钢管用钢	地质	DI ZHI	DZ	大写	牌号头
船用钢			采用国际符号		
汽车大梁用钢	梁	LIANG	L	大写	牌号尾
矿用钢	矿	KUANG	K	大写	牌号尾
压力容器用钢	容	RONG	R	大写	牌号尾
桥梁用钢	桥	QIAO	q	小写	牌号尾
锅炉用钢	锅	GUO	g	小写	牌号尾
焊接气瓶用钢	焊瓶	HAN PING	HP	大写	牌号尾
车辆车轴用钢	辆轴	LIANG ZHOU	LZ	大写	牌号头
机车车轴用钢	机轴	JIZHOU	JZ	大写	牌号头
管线用钢			S	大写	牌号头
沸腾钢	沸	FEI	F	大写	牌号尾
半镇静钢	半	BAN	b	小写	牌号尾
镇静钢	镇	ZHEN	Z	大写	牌号尾
特殊镇静钢	特镇	TE ZHEN	TZ	大写	牌号尾
质量等级			A	大写	牌号尾
			B	大写	牌号尾
			C	大写	牌号尾
			D	大写	牌号尾
			E	大写	牌号尾

注 没有汉字及汉语拼音的,采用符号为英文字母。

表 2-1-19 牌号表示方法

产品名称	表示及举例
生铁	采用表 2-1-18 中规定的符号和阿拉伯数字表示 阿拉伯数字表示平均含硅量(以千分之几计)。例如 :含硅量为 2.75 ~ 3.25% 的铸造用生铁其牌号表示为“ Z30 ”;含硅量为 0.85 ~ 1.25% 的炼钢用生铁,其牌号表示为“ L10 ” 含钒生铁和脱碳低磷粒铁,阿拉伯数字分别表示钒和碳的平均含量(均以千分之几计)。例如 :含钒量不小于 0.40% 的含钒生铁,其牌号表示为“ F04 ”;含碳量为 1.20 ~ 1.60% 的炼钢用脱碳低磷粒铁,其牌号表示为“ TL14 ”
碳素结构钢 低合金结构钢	分为通用钢和专业钢 通用结构钢采用代表屈服点的拼音字母“ Q ”,屈服点数值(单位为 MPa)和表 2-1-18 中规定的质量等级,脱氧方法等符号表示,按顺序组成牌号。例如 碳素结构钢牌号表示为 :Q235AF,Q235BZ 低合金高强度结构钢牌号表示为 :Q345C,Q345D。碳素结构钢的牌号组成中,表示镇静钢的符号“ Z ”和表示特殊镇静钢的符号“ TZ ”可以省略。例如 :质量等级分别为 C 级和 D 级的 Q235 钢,其牌号表示为 Q235CZ 和 Q235DTZ,可以省略为 Q235C 和 Q235D 低合金高强度结构钢分为镇静钢和特殊镇静钢,在牌号的组成中没有表示脱氧方法的符号 专用结构钢采用代表钢屈服点的符号“ Q ”,屈服点数值和表 2-1-18 规定的产品用途的符号等表示,例如 :压力容器用钢牌号表示为“ Q345R ”;焊接气瓶用钢牌号表示为“ Q295HP ”;锅炉用钢牌号表示为“ Q390g ”;桥梁用钢牌号表示为“ 420q ” 耐候钢抗大气腐蚀用的低合金高强度结构钢,牌号表示为“ Q340 NH ” 通用低合金高强度结构钢的牌号也可以采用二位阿拉伯数字(表示平均含碳量,以万分之几计)和表 2-1-17 规定的元素符号,按顺序表示 专用低合金高强度结构钢的牌号也可以采用二位阿拉伯数字(表示平均含碳量,以万分之几计)。表 2-1-17 规定的元素符号和表 2-1-18 规定代表产品用途的符号,按顺序表示
优质碳素结构钢和优质碳素弹簧钢	优质碳素结构钢采用阿拉伯数字或阿拉伯数字和表 2-1-17 规定的符号表示,以二位阿拉伯数字表示平均含碳量(以万分之几计) 沸腾钢和半镇静钢,在牌号尾部分别加符号“ F ”和“ b ”。例如 :平均含碳量为 0.08% 沸腾钢,为“ 08F ”;平均含碳量为 0.10% 的半镇静钢为“ 10 ” 镇静钢一般不标符号。例如 :平均含碳量为 0.45% 的镇静钢,为“ 45 ” 较高含锰量的优质碳素结构钢,在表示平均含碳量的阿拉伯数字后加锰元素符号。例如 :平均含碳量为 0.50%,含锰量为 0.70 ~ 1.00% 的钢为“ 50Mn ” 高级优质碳素结构钢,在牌号后加符号“ A ”。例如 :平均含碳量为 0.20% 的高级优质碳素结构钢,为“ 20A ” 特级优质碳素结构钢,在牌号后加符号“ E ”。例如平均含碳量为 0.45% 的特级优质碳素结构钢,为“ 45E ” 优质碳素弹簧钢的牌号表示方法与优质碳素结构钢相同 专业优质碳素结构钢,采用阿拉伯数字(平均含碳量)和表 2-1-18 规定的代表产品用途的符号表示。例如 :平均含碳量为 0.20% 的锅炉用钢,为“ 20g ”
易切削钢	采用表 2-1-17、表 2-1-18 规定的符号和阿拉伯数字表示。阿拉伯数字表示平均含碳量(以万分之几计) 加硫易切钢和加硫磷易切钢,在符号“ Y ”和阿拉伯数字后不加易切削元素符号。例如 :平均含碳量为 0.15% 的易切削钢,为“ Y15 ”。较高含锰量的加硫或加硫磷易切削钢,在符号 Y 和阿拉伯数字后加锰元素符号。例如 :平均含碳量为 0.40%,含锰量为 1.20 ~ 1.55% 的易切削钢,为“ Y40Mn ” 含钙、铅等易切削元素的易切削钢,在符号“ Y ”和阿拉伯数字后加易切削元素符号。例如 :平均含碳量为 0.15%,含铅量为 0.15 ~ 0.35% 的易切削钢,为“ Y15Pb ”;平均含碳量为 0.45%,含钙量为 0.002 ~ 0.006% 的易切削钢为“ Y45Ca ”

续表

产品名称	表示及举例
合金结构钢 和合金弹簧钢	合金结构钢牌号采用阿拉伯数字和表 2-1-17 规定的合金元素符号表示。用二位阿拉伯数字表示平均含碳量(以万分之几计),放在牌号头部。合金元素含量表示方法为:平均含碳量小于 1.50% 时,仅标明元素,一般不标明含量;平均合金含量为 1.50~2.49%、2.50~3.49%、3.50~4.49%、4.50~5.49%……时,在合金元素后相应写成 2、3、4、5……例如:碳、铬、锰、硅的平均含量分别为 0.30%、0.95%、0.85%、1.05% 的合金结构钢,为 30CrMnSi;碳、铬、镍的平均含量分别为 0.20%、0.75%、2.95% 的合金结构钢,为 20CrNi3 高级优质合金结构钢,在牌号尾部加‘A’表示。例如:“30CrMnSiA” 特级优质合金结构钢,在牌号尾部加‘E’表示。例如:“30CrMnSiE” 专用合金结构钢,在牌号头部(或尾部)加代表产品用途的符号例如:碳、铬、锰、硅的平均含量分别为 0.30%、0.85%、1.05% 的铼螺钢,为“ML30CrMnSi” 合金弹簧钢的表示方法与合金结构钢相同。例如:碳、硅、锰的平均含量分别为 0.60%、1.75%、0.75% 的弹簧钢为“60Si2Mn”。高级优质弹簧钢,在牌号尾部加“A”,为“60Si2MnA”
非调质机械 结构钢	非调质机械结构钢,在牌号的头部分别加符号‘YF’、‘F’表示易切削非调质机械结构钢和热锻用非调质机械结构钢,牌号表示方法与合金结构钢相同。例如:平均含碳量为 0.35%,含钒量为 0.06~0.13% 的易切削非调质机械结构钢,为“YF35V”;平均含碳量为 0.45%,含钒量为 0.06%~0.13% 的热锻用非调质机械结构钢为“F45V”
工具钢	工具钢分为碳素工具钢、合金工具钢、高速工具钢三类 碳素工具钢采用表 2-1-17、表 2-1-18 规定的符号和阿拉伯数字表示。阿拉伯数字表示平均含碳量(以千分之几计)。普通含锰量碳素工具钢,在表示工具钢符号‘T’后为阿拉伯数字。例如:平均含碳量为 0.90% 的碳素工具钢为“T9”。较高含锰量碳素工具钢,在表示工具钢符号‘T’和阿拉伯数字后加锰元素符号。例如:平均含碳量为 0.80%、含锰量为 0.40~0.60% 的碳素工具钢,为“T8Mn”。高级优质碳素工具钢,在牌号尾部加符号‘A’。例如:平均含碳量为 1.0% 的高级优质碳素工具钢为“T10A” 合金工具钢和高速工具钢表示方法与合金结构钢相同。采用表 2-1-17 规定的合金元素符号和阿拉伯数字表示,但一般不标明含碳量数字,例如平均含碳量为 1.60%,含铬量为 11.75%,含钼量为 0.50%,含钒量为 0.22% 的合金工具钢,为“Cr12MoV”;平均含碳量为 0.85%,含钨量为 6.00%,含铝量为 5.00%,含钒量为 2.00% 的高速工具钢,其牌号为“W6Mo5Cr4V2”。若平均含碳量小于 1.00% 时可采用一位数字表示含碳量(以千分之几计)。例如:平均含碳量为 0.80%,含硅量为 0.45%,含锰量为 0.95% 的合金工具钢为“8MnSi” 低铬(平均含铬量小于 1%)合金工具钢,在含铬量(以千分之几计)前加数字‘0’。例如:平均含铬量为 0.60% 的合金工具钢,为“Cr06” 塑料模具钢,在牌号头部加符号‘SM’,牌号表示方法与优质碳素结构钢和合金工具钢相同。例如:平均含碳量为 0.45 的碳素塑料模具钢,为“SM45”;平均含碳量为 0.34%,含铬量为 1.70%,含钼量为 0.42% 的合金塑料模具钢为“SM3Cr2Mo”

续表

产品名称	表示及举例
轴承钢	轴承钢分为高碳铬轴承钢、渗碳轴承钢、高碳铬不锈钢轴承钢和高温轴承钢等四大类 高碳铬轴承钢,在牌号头部加符号“G”,但不标明含碳量。铬含量以千分之几计,其他合金元素按合金结构钢的合金含量表示。例如:平均含铬量为1.5%的轴承钢为“GCr15” 渗碳轴承钢,采用合金结构钢的牌号表示方法,仅在牌号头部加符号“G”。例如:平均含碳量为0.20%,含铬量为0.35~0.65%,含镍量为0.40~0.70%,含钼量为0.10~0.35%的渗碳轴承钢为“G20CrNiMo”。高级优质渗碳轴承钢,在牌号尾部加“A”,例如“G20CrNiMoA” 高碳铬不锈钢轴承钢和高温轴承钢,采用不锈钢和耐热钢的牌号表示方法,牌号头部不加符号“G”。例如:平均含碳量为0.90%,含铬量为18%的高碳铬不锈钢为9Cr18,平均含碳量为1.02%,含铬量为14%,含钼量为4%的高温轴承钢为“10Cr14Mo4”
不锈钢和耐热钢	采用表2-1-17规定的合金元素符号和阿拉伯数字表示,易切削不锈钢和耐热钢在牌号头部加“Y”。一般用一位阿拉伯数字表示平均含碳量(以千分之几计);当平均含碳量不小于1.00%时,采用二位阿拉伯数字表示;当含碳量上限小于0.1%时,以“0”表示含碳量;当含碳量上限不大于0.03%大于0.01%时(超低碳),以“03”表示含碳量;当含碳量上限不大于0.01%时(极低碳),以“01”表示含碳量。含碳量没有规定下限时,采用阿拉伯数字表示含碳量的上限数字。合金元素含量表示方法同合金结构钢。例如:平均含碳量为0.20%,含铬量为13%的不锈钢,为“2Cr13”;含碳量上限为0.08%,平均含铬量为18%,含镍量为9%的铬镍不锈钢为“0Cr18Ni9”;含碳量上限为0.12%,平均含铬量为17%的加硫易切削铬不锈钢为“Y1-Cr17”;平均含碳量为1.10%,含铬量为17%的高碳铬不锈钢为“11Cr17”;含碳量上限为0.03%,平均含铬量为19%,含镍量为10%的超低碳不锈钢为“03Cr19Ni10”;含碳量上限为0.01%,平均含铬量为19%,含镍量为11%的极低碳不锈钢为“01Cr19Ni11”
焊接用钢	焊接用钢包括焊接用碳素钢、焊接用合金钢和焊接用不锈钢等,其牌号表示方法是在各类焊接用钢牌号头部加符号“H”。例如“H08”“H08Mn2Si”“H1Cr19Ni9” 高级优质焊接用钢,在牌号尾部加符号“A”。例如“H08A”“H08Mn2SiA”
电工用硅钢	电工用冷轧硅钢分为无取向硅钢和取向硅钢 硅钢牌号采用表2-1-18规定的符号和阿拉伯数字表示。阿拉伯数字表示典型产品(某一厚度的产品)的厚度和最大允许铁损值(W/kg) 电工用冷轧无取向硅钢和取向硅钢,在牌号中间为分别表示无取向硅钢符号“W”和取向硅钢符号“Q”,在符号之前为产品公称厚度(单位mm)100倍的数字,符号之后为铁损值100倍的数字。例如“30Q130”“35W300”。取向高磁感硅钢,其牌号应在符号“Q”和铁损值之间加符号“G”。例如“27QG100” 电讯用取向高磁感硅钢牌号采用表2-1-18规定的符号和阿拉伯数字表示。阿拉伯数字表示电磁性能级别,从1到6表示电磁性能从低到高。例如“DG5”
电磁纯铁	电磁纯铁牌号采用表2-1-18规定的符号和阿拉伯数字表示。例如“DT3”“DT4”。阿拉伯数字表示不同牌号的顺序号。电磁性能不同,可以在牌号尾部分别加质量等级符号“A”“C”“E”。例如“DT4A”“DT4C”“DT4E”
高电阻电热合金	高电阻电热合金牌号采用表2-1-17规定的化学元素和阿拉伯数字表示。牌号表示与不锈钢和耐热钢牌号表示方法相同(镍铬基合金不标出含碳量)。例如:平均含铬量为25%,含铝量为5%,含碳量不大于0.06%的合金(其余为铁),其牌号表示为“0Cr25Al5”

第六节 钢的成品化学成分 允许偏差(据 GB/T222 – 1984)

表 2 – 1 – 20 碳素钢和低合金钢化学成分允许偏差

元素	规定化学成分范围,%	允许偏差,%	
		上偏差	下偏差
C		0.03 ¹⁾ 0.02 ¹⁾	0.02
Mn	≤0.80 > 0.80	0.05 0.10	0.03 0.08
Si	≤0.35 > 0.35	0.03 0.05	0.03 0.05
S	≤0.050	0.005	
P	≤0.050 规定范围时： 0.05 ~ 0.15	0.005 0.01	0.01
V	≤0.20	0.02	0.01
Ti	≤0.20	0.02	0.02
Nb	0.015 ~ 0.050	0.005	0.005
Cu	≤0.40	0.05	0.05
Pb	0.15 ~ 0.35	0.03	0.03

注 1)0.03%适用于碳素结构钢 1).02%适用于低合金钢。

表 2 – 1 – 21 优质碳素钢和合金钢化学成分允许偏差

元素	规定化学成分范围,%	允许偏差,%	
		上偏差	下偏差
C	≤0.50 > 0.50	0.01 ¹⁾ 0.02	0.01 0.02
Mn	≤1.00 > 1.00 ~ ≤2.00 > 2.00	0.03 0.04 0.05	0.03 0.04 0.05
Si	≤0.37 > 0.37 ~ ≤1.50 > 1.50	0.03 0.04 0.05	0.03 0.04 0.05

续表

元素	规定化学成分范围,%	允许偏差,%	
		上偏差	下偏差
Ni	≤1.00	0.03	0.03
	> 1.00 ~ ≤2.00	0.05	0.05
	> 2.00 ~ ≤5.00	0.07	0.07
	> 5.00	0.10	0.10
Cr	≤0.90	0.03	0.03
	> 0.90 ~ ≤2.50	0.05	0.05
	> 2.50 ~ ≤4.00	0.10	0.10
	> 4.00	0.15	0.15
Mo	≤0.20	0.01	0.01
	> 0.20 ~ ≤0.60	0.02	0.02
	> 0.60	0.03	0.03
V	≤0.10	0.01	0.01
	> 0.10 ~ ≤0.90	0.02	0.02
	> 0.90	0.03	0.03
W	≤1.00	0.04	0.04
	> 1.00 ~ ≤2.00	0.05	0.05
	> 2.00 ~ ≤4.00	0.08	0.08
	> 4.00	0.10	0.10
Al	≤0.10	0.03	0.03
	> 0.10 ~ 0.60	0.04	0.04
	> 0.60	0.05	0.05
Cu	≤1.00	0.03	0.05
	> 1.00	0.05	0.05
Ti	≤0.20	0.02	
B	0.001 ~ 0.005	0.0005	0.0005
Nb	0.010 ~ 0.030	0.005	0.005
Pb	0.15 ~ 0.35	0.03	0.03
S	规定范围时：	0.005	0.01
	0.08 ~ 0.35	0.02	
P	规定范围时：	0.005	0.01
	0.05 ~ 0.15	0.01	

注 1)08 和 10 号钢的碳含量允许上偏差可为 0.02%,此时不允许有下偏差。

不包括低合金钢、不锈钢、耐热钢、高速工具钢。

表 2 - 1 - 22 不锈钢和耐热钢化学成分允许偏差

元素	规定化学成分范围,%	允许偏差,%	
		上偏差	下偏差
C	≤0.010	0.002	0.002
	> 0.010 ~ ≤0.030	0.005	0.005
	> 0.030 ~ ≤0.20	0.01	0.01
	> 0.20 ~ ≤0.60	0.02	0.02
	> 0.60	0.03	0.03
Mn	≤1.00	0.03	0.03
	> 1.00 ~ ≤3.00	0.04	0.04
	> 3.00 ~ ≤6.00	0.05	0.05
	> 6.00 ~ ≤10.00	0.06	0.06
	> 10.00 ~ ≤15.00	0.10	0.10
P	≤0.040	0.005	
	> 0.040 ~ ≤0.20	0.010	
S	≤0.040	0.005	
	> 0.040 ~ ≤0.20	0.010	
Si	≤1.00	0.05	0.05
	> 1.00	0.10	0.10
Cr	> 3.00 ~ ≤10.00	0.10	0.10
	> 10.00 ~ ≤15.00	0.15	0.15
	> 15.00 ~ ≤20.00	0.20	0.20
	> 20.00	0.25	0.25
Ni	≤1.00	0.03	0.30
	> 1.00 ~ ≤5.00	0.07	0.07
	> 5.00 ~ ≤10.00	0.10	0.10
	> 10.00 ~ ≤20.00	0.15	0.15
	> 20.00 ~ ≤30.00	0.20	0.20
	> 30.00 ~ ≤40.00	0.25	0.25
Mo	> 40.00	0.30	0.30
	> 0.20 ~ ≤0.60	0.03	0.03
	> 0.60 ~ ≤2.00	0.05	0.05
	> 2.00 ~ ≤7.00	0.10	0.10
	> 7.00 ~ ≤15.00	0.15	0.15
	> 15.00	0.20	0.20

续表

元素	规定化学成分范围, %	允许偏差, %	
		上偏差	下偏差
Ti	≤ 1.00	0.05	0.05
	$> 1.00 \sim \leq 3.00$	0.07	0.07
	> 3.00	0.10	0.10
Co	$> 0.05 \sim \leq 0.50$	0.01	0.01
	$> 0.50 \sim \leq 2.00$	0.02	0.02
	$> 2.00 \sim \leq 5.00$	0.05	0.05
	$> 5.00 \sim \leq 10.00$	0.10	0.10
	$> 10.00 \sim \leq 15.00$	0.15	0.15
	$> 15.00 \sim \leq 22.00$	0.20	0.20
	> 22.00	0.25	0.25
Nb + Ta	≤ 1.50	0.05	0.05
	$> 1.50 \sim \leq 5.00$	0.10	0.10
	> 5.00	0.15	0.15
Ta	≤ 0.10	0.02	0.02
Cu	≤ 0.50	0.03	0.03
	$> 0.50 \sim \leq 1.00$	0.05	0.05
	$> 1.00 \sim \leq 3.00$	0.10	0.10
	$> 3.00 \sim \leq 5.00$	0.15	0.15
	> 5.00	0.20	0.20
Al	≤ 0.15	0.01	0.005
	$> 1.50 \sim \leq 0.50$	0.05	0.05
	$> 0.50 \sim \leq 2.00$	0.10	0.10
	$> 2.00 \sim \leq 5.00$	0.20	0.20
	> 5.00	0.35	0.35
N	≤ 0.02	0.005	0.005
	$> 0.02 \sim \leq 0.19$	0.01	0.01
	$> 0.19 \sim \leq 0.25$	0.02	0.02
	$> 0.25 \sim \leq 0.35$	0.03	0.03
	> 0.35	0.04	0.04

续表

元素	规定化学成分范围,%	允许偏差,%	
		上偏差	下偏差
W	≤1.00	0.03	0.03
	> 1.00 ~ ≤2.00	0.05	0.05
	> 2.00 ~ ≤5.00	0.08	0.08
	> 5.00 ~ ≤10.00	0.15	0.15
	> 10.00	0.20	0.20
V	≤0.50	0.03	0.03
	> 0.50 ~ ≤1.50	0.05	0.05
	> 1.50	0.07	0.07
Se	全部	0.03	0.03

第二章 钢材的品种规格

第一节 热轧盘条(GB/T 14981—1994)

表 2-2-1 热轧盘条的尺寸规格(摘自 GB/T 14981—1994)

直径 /mm	横截面 积/mm ²	理论质量 /kg·m ⁻¹	直径 /mm	横截面 积/mm ²	理论质量 /kg·m ⁻¹	直径 /mm	横截面 积/mm ²	理论质量 /kg·m ⁻¹
5.5	23.8	0.187	11.5	104	0.815	19.0	284	2.23
6.0	28.3	0.222	12.0	113	0.888	20.0	314	2.47
6.5	33.2	0.260	12.5	123	0.963	21.0	346	2.72
7.0	38.5	0.302	13.0	133	1.04	22.0	380	2.98
7.5	44.2	0.347	13.5	143	1.12	23.0	415	3.26
8.0	50.3	0.395	14.0	154	1.21	24.0	452	3.55
8.5	56.7	0.445	14.5	165	1.30	25.0	491	3.85
9.0	63.6	0.499	15.0	177	1.39	26.0	531	4.17
9.5	70.9	0.556	15.5	189	1.48	27.0	573	4.49
10.0	78.5	0.617	16.0	201	1.58	28.0	616	4.83
10.5	86.6	0.690	17.0	227	1.78	29.0	661	5.18
11.0	95.0	0.746	18.0	254	2.00	30.0	707	5.55

注 1. 本标准适用于直径为 5.5~30mm 各类钢的圆盘条。

2. 表中理论质量按密度为 7.85g/cm³ 计算。

第二节 钢 棒

一、锻制圆钢和方钢(GB/T 908—1987)(表 2-2-2)

表 2-2-2 锻制圆钢和方钢的尺寸规格(摘自 GB/T 908—1987)

直径 (边长) /mm	理论质量 /kg·m ⁻¹		直径 (边长) /mm	理论质量 /kg·m ⁻¹		直径 (边长) /mm	理论质量 /kg·m ⁻¹	
	圆钢	方钢		圆钢	方钢		圆钢	方钢
50	15.4	19.6	105	68.0	86.5	160	158	201
55	18.6	23.7	110	74.6	95.0	170	178	227
60	22.2	28.3	115	81.5	104	180	200	254

续表

直径 (边长)	理论质量		直径 (边长)	理论质量		直径 (边长)	理论质量	
	/kg·m ⁻¹			/kg·m ⁻¹			/kg·m ⁻¹	
/mm	圆钢	方钢	/mm	圆钢	方钢	/mm	圆钢	方钢
65	26.0	33.2	120	88.8	113	190	223	283
70	30.2	38.5	125	96.3	123	200	247	314
75	34.7	44.2	130	104	133	210	272	346
80	39.5	50.2	135	112	143	220	298	380
85	44.5	56.7	140	121	154	230	326	415
90	49.9	63.6	145	130	165	240	355	452
95	55.6	70.8	150	139	177	250	385	491
100	61.7	78.5						

注 1. 本标准适用于直径或边长为 50 ~ 250mm 的锻制圆钢和方钢。

2. 表中理论质量按密度 7.85g/cm³ 计算。

二、热轧圆钢和方钢(GB/T 702—2004) (表 2-2-3)

表 2-2-3 热轧圆钢和方钢的尺寸规格(摘自 GB/T 702—2004)

直径 (边长)	理论质量		直径 (边长)	理论质量		直径 (边长)	理论质量	
	/kg·m ⁻¹			/kg·m ⁻¹			/kg·m ⁻¹	
/mm	圆钢	方钢	/mm	圆钢	方钢	/mm	圆钢	方钢
5.5	0.186	0.237	(27)	4.49	5.72	(68)	28.5	36.3
6	0.222	0.283	28	4.83	6.15	70	30.2	38.5
6.5	0.260	0.332	(29)	5.18	6.60	75	34.7	44.2
7	0.302	0.385	30	5.55	7.06	80	39.5	50.2
8	0.395	0.502	(31)	5.93	7.54	85	44.5	56.7
9	0.499	0.636	32	6.31	8.04	90	49.9	63.6
10	0.617	0.785	(33)	6.71	8.55	95	55.6	70.8
(11)	0.746	0.95	34	7.13	9.07	100	61.7	78.5
12	0.888	1.13	(35)	7.55	9.62	105	68.0	86.5
13	1.04	1.33	36	7.99	10.2	110	74.6	95.0
14	1.21	1.54	38	8.90	11.3	115	81.5	104
15	1.39	1.77	40	9.86	12.6	120	88.8	113
16	1.58	2.01	42	10.9	13.8	125	96.3	123
17	1.78	2.27	45	12.5	15.9	130	104	133
18	2.00	2.54	48	14.2	18.1	140	121	154
19	2.23	2.83	50	15.4	19.6	150	139	177
20	2.47	3.14	53	17.3	22.0	160	158	201
21	2.72	3.46	(55)	18.6	23.7	170	178	227
22	2.98	3.80	56	19.3	24.6	180	200	254
(23)	3.26	4.15	(58)	20.7	26.4	190	223	283
24	3.55	4.52	60	22.2	28.3	200	247	314
25	3.85	4.91	63	24.5	31.2	220	298	—
26	4.17	5.31	(65)	26.0	33.2	250	385	—

注 1. 本标准适用于直径为 5.5 ~ 250 的热轧圆钢和边长为 5.5 ~ 200mm 的热轧方钢。

2. 表中理论质量按钢的密度为 7.85g/cm³ 计算。

3. 表中带括号的规格不推荐使用。

三、热轧六角钢和八角钢(GB/T 705—1989)(表 2-2-4)

表 2-2-4 热轧六角钢和八角钢的尺寸规格(摘自 GB/T 705—1989)

对边距 离/mm	理论质量 /kg·m ⁻¹		对边距 离/mm	理论质量 /kg·m ⁻¹		对边距 离/mm	理论质量 /kg·m ⁻¹	
	六角钢	八角钢		六角钢	八角钢		六角钢	八角钢
8	0.435	—	15	1.53	—	22	3.29	3.15
9	0.551	—	16	1.74	1.66	23	3.60	—
10	0.680	—	17	1.96	—	24	3.92	—
11	0.823	—	18	2.20	2.16	25	4.25	4.06
12	0.979	—	19	2.45	—	26	4.60	—
13	1.15	—	20	2.72	2.60	27	4.96	—
14	1.33	—	21	3.00	—	28	5.33	5.10
30	6.12	5.85	42	11.99	—	58	22.87	—
32	6.96	6.66	45	13.77	—	60	24.50	—
34	7.86	7.51	48	15.66	—	63	26.98	—
36	8.81	8.42	50	17.00	—	65	28.72	—
38	9.82	9.39	53	19.10	—	68	31.43	—
40	10.88	10.40	56	21.32	—	70	33.30	—

注 1. 本标准适用于对边距离为 8~70mm 的热轧六角钢和对边距离为 16~40mm 的热轧八角钢。

2. 表中理论质量按密度 7.85g/cm³ 计算。
3. 钢的通常长度为:普通钢 3~8m,优质钢 2~6m。

四、冷拉圆钢、方钢和六角钢(GB/T 905—1994)(表 2-2-5)

表 2-2-5 冷拉圆钢、方钢和六角钢的尺寸规格(摘自 GB/T 905—1994)

直径(边 长、对边 距离)/mm	理论质量/kg·m ⁻¹			直径(边 长、对边 距离)/mm	理论质量/kg·m ⁻¹		
	圆钢	方钢	六角钢		圆钢	方钢	六角钢
3.0	0.055 5	0.070 6	0.061 2	13.0	1.04	1.33	1.15
3.2	0.063 1	0.080 4	0.069 6	14.0	1.21	1.54	1.33
3.5	0.075 5	0.096 2	0.083 3	15.0	1.39	1.77	1.53
4.0	0.098 6	0.126	0.109	16.0	1.58	2.01	1.74
4.5	0.125	0.159	0.138	17.0	1.78	2.27	1.96

续表

直径(边长、对边距离)/mm	理论质量/kg·m ⁻¹			直径(边长、对边距离)/mm	理论质量/kg·m ⁻¹		
	圆钢	方钢	六角钢		圆钢	方钢	六角钢
5.0	0.154	0.196	0.170	18.0	2.00	2.54	2.20
5.5	0.187	0.237	0.206	19.0	2.23	2.83	2.45
6.0	0.222	0.283	0.245	20.0	2.47	3.14	2.72
6.3	0.245	0.312	0.270	21.0	2.72	3.46	3.00
7.0	0.302	0.385	0.333	22.0	2.98	3.80	3.29
7.5	0.347	0.442	—	24.0	3.55	4.52	3.92
8.0	0.395	0.502	0.435	25.0	3.85	4.91	4.25
8.5	0.445	0.567	—	26.0	4.17	5.31	4.60
9.0	0.499	0.636	0.551	28.0	4.83	6.15	5.33
9.5	0.556	0.708	—	30.0	5.55	7.06	6.12
10.0	0.617	0.785	0.680	32.0	6.31	8.04	6.96
10.5	0.680	0.865	—	34.0	7.13	9.07	7.86
11.0	0.746	0.950	0.823	35.0	7.55	9.62	—
11.5	0.815	1.04	—	36.0	—	—	8.81
12.0	0.888	1.13	0.979	38.0	8.90	11.3	9.82
40.0	9.86	12.6	10.9	60.0	22.2	28.3	24.5
42.0	10.9	13.8	12.0	63.0	24.5	31.2	—
45.0	12.5	15.9	13.8	65.0	—	—	28.7
48.0	14.2	18.1	15.7	67.0	27.7	35.2	—
50.0	15.4	19.6	17.0	70.0	30.2	38.5	33.3
52.0	17.3	22.0	19.1	75.0	34.7	44.2	38.2
55.0	—	—	20.5	80.0	39.5	50.2	43.5
56.0	19.3	24.6	—				

注 1. 本标准适用于尺寸为 3 ~ 80mm 的冷拉圆钢、方钢、六角钢。
2. 表中理论质量按密度 7.85g/cm³ 计算。

五、银亮钢(GB/T 3207—1988)(表 2-2-6)

表 2-2-6 银亮钢的尺寸规格(摘自 GB/T 3207—1988)

直径 /mm	横截面 积/mm ²	理论质量 /kg·m ⁻¹	直径 /mm	横截面 积/mm ²	理论质量 /kg·m ⁻¹	直径 /mm	横截面 积/mm ²	理论质量 /kg·m ⁻¹
0.60	0.282 7	0.002 219	5.50	23.76	0.187 2	21.0	346.4	2.72
0.63	0.311 7	0.002 444	6.00	28.27	0.221 9	22.0	380.1	2.98
0.70	0.384 8	0.003 024	6.30	31.17	0.244 4	24.0	452.4	3.55
0.80	0.502 7	0.003 95	7.0	38.48	0.302 1	25.0	490.9	3.85
0.90	0.636 2	0.004 99	7.5	44.18	0.347	26.0	530.9	4.17
1.00	0.785 4	0.006 17	8.0	50.27	0.395	28.0	615.8	4.83
1.10	0.950 3	0.007 46	8.5	56.75	0.445	30.0	706.9	5.55
1.20	1.131	0.008 88	9.0	63.62	0.499	32.0	804.2	6.31
1.40	1.539	0.012 08	9.5	70.88	0.556	33.0	855.3	6.71
1.50	1.767	0.013 87	10.0	78.54	0.617	34.0	907.9	7.13
1.60	2.001	0.015 78	10.5	86.59	0.680	35.0	962.1	7.552
1.80	2.545	0.019 94	11.0	95.03	0.746	36.0	1 017.8	7.99
2.00	3.142	0.024 65	11.5	103.9	0.815	38.0	1 134	8.90
2.20	3.801	0.029 83	12.0	113.1	0.888	40.0	1 257	9.896
2.50	4.909	0.038 54	13.0	132.7	1.040	42.0	1 385	10.90
2.80	6.158	0.048 36	14.0	153.9	1.210	45.0	1 590	12.50
3.00	7.069	0.055 50	15.0	176.7	1.390	48.0	1 810	14.20
3.20	8.042	0.063 11	16.0	201.1	1.58	50.0	1 963	15.42
3.50	9.621	0.075 52	17.0	227.0	1.78	53.0	2 206	17.30
4.00	12.57	0.098 6	18.0	254.5	2.00	55.0	2 376	18.60
4.50	15.90	0.124 8	19.0	283.5	2.23	56.0	2 463	19.30
5.00	19.63	0.154 2	20.0	314.2	2.47	58.0	2 642	20.70
60.0	2 827	22.20	68.0	3 632	28.50	75.0	4 418	34.70
63.0	3 117	24.50	70.0	3 848	30.20	80.0	5 027	39.5
65.0	3 318	26.00						

注 1. 本标准适用于表面精加工的直径为 0.6~80mm 的银亮圆钢和钢丝。

2. 银亮钢的交货状态为 抛光(P)、磨光(M)、磨拉(ML)和切削(Q)。交货状态应在合同中注明,未注明者按切削或磨光状态交货。

3. 表中理论质量按密度 7.85g/cm³ 计算。

第三节 扁 钢

一、锻制扁钢(GB/T 16761—1997)(表 2-2-7)

表 2-2-7 锻制扁钢的尺寸规格(摘自 GB/T 16761—1997) mm

宽度	厚度	宽度	厚度	宽度	厚度	宽度	厚度
40	20~30	80	20~70	160	20~120	240	75~160
45	20~30	90	20~70	170	20~120	250	75~160
50	20~40	100	20~85	180	20~140	260	75~160
55	20~40	110	20~85	190	45~140	280	75~160
60	20~50	120	20~85	200	45~140	300	75~160
65	20~50	130	20~85	210	45~160		
70	20~60	140	20~100	220	45~160		
75	20~60	150	20~100	230	75~160		

- 注 1. 锻制扁钢厚度系列 20~90(5 进级)、100~160mm(10mm 进级)。
2. 本标准适用于厚度为 20~160mm,宽度为 40~300mm,截面为矩形的锻制扁钢。

二、热轧扁钢(GB/T 704—1988)(表 2-2-8)

表 2-2-8 热轧扁钢的尺寸规格(摘自 GB/T 704—1988) mm

宽度	厚度	宽度	厚度	宽度	厚度	宽度	厚度
10	3~8	28	3~16	60	4~45	100	5~60
12	3~8	30	3~20	65	4~45	105	5~60
14	3~8	32	3~20	70	4~45	110	5~60
16	3~10	35	3~28	75	4~45	120	5~60
18	3~10	40	3~28	80	4~56	125	6~60
20	3~12	45	3~36	85	5~60	130	6~60
22	3~12	50	3~36	90	5~60	140	7~60
25	3~16	55	4~36	95	5~60	150	7~60

- 注 1. 本标准适用于厚度为 3~60mm,宽度为 10~150mm,截面为矩形的一般用途热轧扁钢。
2. 热轧扁钢厚度系列 3~12(1 进级)、14~22(2 进级)、25、28、30、32、36、40、45、50、56、60mm。
3. 扁钢通常长度:普通钢为 3~9m(理论质量≤19kg/m)或 3~7m(理论质量>19kg/m) 优质钢为 2~6m。

三、热轧工具钢扁钢(GB/T 911—2004)(表 2-2-9)

表 2-2-9 热轧工具钢扁钢的尺寸规格(摘自 GB/T 911—2004) mm

宽度	厚度	宽度	厚度	宽度	厚度	宽度	厚度
10	6~8	40	6~36	100	6~90	200	6~100
13	6~10	50	6~45	112	6~100	224	6~100
16	6~13	63	6~56	125	6~100	250	6~100
20	6~18	71	6~63	140	6~100	280	6~100
25	6~23	80	6~71	160	6~100	310	6~100
32	6~28	90	6~80	180	6~100		

注：1. 本标准适用于厚度为 6~100mm,宽度为 10~310mm,截面为矩形的热轧工具钢扁钢。
2. 热轧扁钢厚度系列 6、8、10、13、16、18、20、23、25、28、32、36、40、45、50、56、63、71、80、90、100mm。

第四节 角 钢

一、热轧等边角钢(GB/T 9787—1988)(表 2-2-10)

表 2-2-10 热轧等边角钢的尺寸规格(摘自 GB/T 9787—1988)

b —边宽 d —边厚
 r —内圆弧半径 r_1 —边端内弧半径
 r_2 —边端外弧半径 i —惯性半径
 I —惯性矩 z_0 —重心距离
 W —截面系数

角钢 号数	尺寸/mm			截面 面积 /cm ²	理论 质量 /kg·m ⁻¹	外表 面积 /m ² ·m ⁻¹	参 考 数 值										z_0 / cm			
							$X - X$			$X_0 - X_0$			$Y_0 - Y_0$			$X_1 - X_1$				
	b	d	r				I_x / cm ⁴	i_x / cm	W_x / cm ³	I_{x0} / cm ⁴	i_{x0} / cm	W_{x0} / cm ³	I_{y0} / cm ⁴	i_{y0} / cm	W_{y0} / cm ³	I_{x1} / cm ⁴				
2	20	3	3.5	1.132	0.889	0.078	0.40	0.59	0.29	0.63	0.75	0.45	0.17	0.39	0.20	0.81	0.60			
		4		1.459	1.145	0.077	0.50	0.58	0.36	0.78	0.73	0.55	0.22	0.38	0.24	1.09	0.64			
2.5	25	3	3.5	1.432	1.124	0.098	0.82	0.76	0.46	1.29	0.95	0.73	0.34	0.49	0.33	1.57	0.73			
		4		1.859	1.459	0.097	1.03	0.74	0.59	1.62	0.93	0.92	0.43	0.48	0.40	2.11	0.76			

续表

角钢 号数	尺寸/mm			截面 面积 /cm ²	理论 质量 /kg·m ⁻¹	外表 面积 /m ² ·m ⁻¹	参 考 数 值											z ₀ / cm
							X - X			X ₀ - X ₀			Y ₀ - Y ₀			X ₁ - X ₁		
	b	d	r				I _x / cm ⁴	i _x / cm	W _x / cm ³	I _{x0} / cm ⁴	i _{x0} / cm	W _{x0} / cm ³	I _{y0} / cm ⁴	i _{y0} / cm	W _{y0} / cm ³	I _{x1} / cm ⁴		
3.0	30	3		1.749	1.373	0.117	1.46	0.91	0.68	2.31	1.15	1.09	0.61	0.59	0.51	2.71	0.85	
		4		2.276	1.786	0.117	1.84	0.90	0.87	2.92	1.13	1.37	0.77	0.58	0.62	3.63	0.89	
3.6	36	3	4.5	2.109	1.656	0.141	2.58	1.11	0.99	4.09	1.39	1.61	1.07	0.71	0.76	4.68	1.00	
		4		2.756	2.163	0.141	3.29	1.09	1.28	5.22	1.38	2.05	1.37	0.70	0.93	6.25	1.04	
		5		3.382	2.654	0.141	3.95	1.08	1.56	6.24	1.36	2.45	1.65	0.70	1.09	7.84	1.07	
4	40	3	5	2.359	1.852	0.157	3.59	1.23	1.23	5.69	1.55	2.01	1.49	0.79	0.96	6.41	1.09	
		4		3.086	2.422	0.157	4.60	1.22	1.60	7.29	1.54	2.58	1.91	0.79	1.19	8.56	1.13	
		5		3.791	2.976	0.156	5.53	1.21	1.96	8.76	1.52	3.10	2.30	0.78	1.39	10.74	1.17	
4.5	45	3	5	2.659	2.088	0.177	5.17	1.40	1.58	8.20	1.76	2.58	2.14	0.89	1.24	9.12	1.22	
		4		3.486	2.736	0.177	6.65	1.38	2.05	10.56	1.74	3.32	2.75	0.89	1.54	12.18	1.26	
		5		4.292	3.369	0.176	8.04	1.37	2.51	12.74	1.72	4.00	3.33	0.88	1.81	15.25	1.30	
		6		5.076	3.985	0.176	9.33	1.36	2.95	14.76	1.70	4.64	3.89	0.88	2.06	18.36	1.33	
5	50	3	5.5	2.971	2.332	0.197	7.18	1.55	1.96	11.37	1.96	3.22	2.98	1.00	1.57	12.50	1.34	
		4		3.897	3.059	0.197	9.26	1.54	2.56	14.70	1.94	4.16	3.82	0.99	1.96	16.69	1.38	
		5		4.803	3.770	0.196	11.21	1.53	3.13	17.79	1.92	5.03	4.64	0.93	2.31	20.90	1.42	
		6		5.688	4.465	0.196	13.05	1.52	3.68	20.68	1.91	5.85	5.42	0.93	2.63	25.14	1.46	
5.6	56	3	6	3.343	2.624	0.221	10.19	1.75	2.48	16.14	2.20	4.08	4.24	1.13	2.02	17.56	1.48	
		4		4.390	3.446	0.220	13.18	1.73	3.24	20.92	2.18	5.28	5.46	1.11	2.52	23.43	1.53	
		5		5.415	4.251	0.220	16.02	1.72	3.97	25.42	2.17	6.42	6.61	1.10	2.98	29.33	1.57	
		8		8.367	6.568	0.219	23.63	1.68	6.03	37.37	2.11	9.44	9.89	1.09	4.16	47.24	1.68	
6.3	63	4	7	4.978	3.907	0.248	19.03	1.96	4.13	30.17	2.46	6.78	7.89	1.26	3.29	33.35	1.70	
		5		6.143	4.822	0.248	23.17	1.94	5.08	36.77	2.45	8.25	9.57	1.25	3.90	41.73	1.74	
		6		7.288	5.721	0.247	27.12	1.93	6.00	43.03	2.43	9.66	11.20	1.24	4.46	50.14	1.78	
		8		9.515	7.469	0.247	34.46	1.90	7.75	54.56	2.40	12.25	14.33	1.23	5.47	67.11	1.85	
		10		11.657	9.151	0.246	41.09	1.88	9.39	64.85	2.36	14.56	17.33	1.22	6.36	84.31	1.93	
7	70	4	8	5.570	4.372	0.275	26.39	2.18	5.14	41.80	2.76	8.44	10.99	1.40	4.17	45.74	1.86	
		5		6.875	5.397	0.275	32.21	2.16	6.32	51.08	2.73	10.32	13.34	1.39	4.95	57.21	1.91	
		6		8.160	6.406	0.275	37.77	2.15	7.48	59.93	2.71	12.11	15.61	1.38	5.67	68.73	1.95	
		7		9.424	7.398	0.275	43.09	2.14	8.59	68.35	2.69	13.81	17.82	1.38	6.34	80.29	1.99	
		8		10.667	8.373	0.274	48.17	2.12	9.68	76.37	2.68	15.43	19.98	1.37	6.98	91.92	2.03	
(7.5)	75	5	9	7.412	5.818	0.295	39.97	2.33	7.32	63.30	2.92	11.94	16.63	1.50	5.77	70.56	2.04	
		6		8.797	6.905	0.294	46.95	2.31	8.64	74.38	2.90	14.02	19.51	1.49	6.67	84.55	2.07	
		7		10.160	7.976	0.294	53.57	2.30	9.93	84.96	2.89	16.02	22.18	1.48	7.44	98.71	2.11	
		8		11.503	9.030	0.294	59.96	2.28	11.20	95.07	2.88	17.93	24.86	1.47	8.19	112.97	2.15	
		10		14.126	11.089	0.293	71.98	2.26	13.64	113.92	2.84	21.48	30.05	1.46	9.56	141.71	2.22	
8	80	5		7.912	6.211	0.315	48.79	2.48	8.34	77.33	3.13	13.67	20.25	1.60	6.66	85.36	2.15	
		6		9.397	7.376	0.314	57.35	2.47	9.87	90.98	3.11	16.08	23.72	1.59	7.65	102.50	2.19	
		7		10.860	8.525	0.314	65.58	2.46	11.37	104.07	3.10	18.40	27.09	1.58	8.58	119.70	2.23	
		8		12.303	9.658	0.314	73.49	2.44	12.83	116.60	3.08	20.61	30.39	1.57	9.46	136.97	2.27	
		10		15.126	11.874	0.313	88.43	2.42	15.64	140.09	3.04	24.76	36.77	1.56	11.08	171.74	2.35	
9	90	6	10	10.637	8.350	0.354	82.77	2.79	12.61	131.26	3.51	20.63	34.28	1.80	9.95	145.87	2.44	
		7		12.301	9.656	0.354	94.83	2.78	14.54	150.47	3.50	23.64	39.18	1.78	11.19	170.30	2.48	
		8		13.944	10.946	0.353	106.47	2.76	16.42	168.97	3.48	26.55	43.97	1.78	12.35	194.80	2.52	
		10		17.167	13.476	0.353	128.58	2.74	20.07	203.90	3.45	32.04	53.26	1.76	14.52	244.07	2.59	
		12		20.306	15.940	0.352	149.22	2.71	23.57	236.21	3.41	37.12	62.22	1.75	16.49	293.76	2.67	

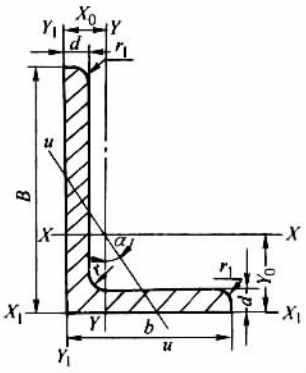
续表

角钢 号数	尺寸/mm			截面 面积 /cm ²	理论 质量 /kg·m ⁻¹	外表 面积 /m ² ·m ⁻¹	参 考 数 值										z ₀ / cm
							X - X			X ₀ - X ₀			Y ₀ - Y ₀			X ₁ - X ₁	
	I _x / cm ⁴	i _x / cm	W _x / cm ³				I ₃₀ / cm ⁴	i ₃₀ / cm	W ₃₀ / cm ³	I _{y0} / cm ⁴	i _{y0} / cm	W _{y0} / cm ³	I ₃₁ / cm ⁴				
10	100	12	6	11.932	9.366	0.393	114.95	3.10	15.68	181.98	3.90	25.74	47.92	2.00	12.69	200.07	2.67
			7	13.796	10.830	0.393	131.86	3.09	18.10	208.97	3.89	29.55	54.74	1.99	14.26	233.54	2.71
			8	15.638	12.276	0.393	148.24	3.08	20.47	235.07	3.88	33.24	61.41	1.98	15.75	267.09	2.76
			10	19.261	15.120	0.392	179.51	3.05	25.06	284.68	3.84	40.26	74.35	1.96	18.54	334.48	2.84
			12	22.800	17.898	0.391	208.90	3.03	29.48	330.95	3.81	46.80	86.84	1.95	21.08	402.34	2.91
			14	26.256	20.611	0.391	236.53	3.00	33.73	374.06	3.77	52.90	99.00	1.94	23.44	470.75	2.99
			16	29.627	23.257	0.390	262.53	2.98	37.82	414.16	3.74	58.57	110.89	1.94	25.63	539.80	3.06
11	110	12	7	15.196	11.928	0.433	177.16	3.41	22.05	280.94	4.30	36.12	73.38	2.20	17.51	310.64	2.96
			8	17.238	13.532	0.433	199.46	3.40	24.95	316.49	4.28	40.69	82.42	2.19	19.39	355.20	3.01
			10	21.261	16.690	0.432	242.19	3.38	30.60	384.39	4.25	49.42	99.98	2.17	22.91	444.65	3.09
			12	25.200	19.782	0.431	282.55	3.35	36.05	448.17	4.22	57.62	116.93	2.15	26.15	534.60	3.16
			14	29.056	22.809	0.431	320.71	3.32	41.31	508.01	4.18	65.31	133.40	2.14	29.14	625.16	3.24
12.5	125	14	8	19.750	15.504	0.492	297.03	3.88	32.52	470.89	4.88	53.28	123.16	2.50	25.86	521.01	3.37
			10	24.373	19.133	0.491	361.67	3.85	39.97	573.89	4.85	64.93	149.46	2.48	30.62	651.93	3.45
			12	28.912	22.696	0.491	423.16	3.83	41.17	671.44	4.82	75.96	174.88	2.46	35.03	783.42	3.53
			14	33.367	26.193	0.490	481.65	3.80	54.16	763.73	4.78	86.41	199.57	2.45	39.13	915.61	3.61
14	140	16	10	27.373	21.488	0.551	514.65	4.34	50.58	817.27	5.46	82.56	212.04	2.78	39.20	915.11	3.82
			12	32.512	25.522	0.551	603.68	4.31	59.80	958.79	5.43	96.85	248.57	2.76	45.02	1099.28	3.90
			14	37.567	29.490	0.550	688.81	4.28	68.75	1093.56	5.40	110.47	284.06	2.75	50.45	1284.22	3.98
			16	42.539	33.393	0.549	770.24	4.26	77.46	1221.81	5.36	123.42	318.67	2.74	55.55	1470.07	4.06
16	160	16	10	31.502	24.729	0.630	779.53	4.98	66.70	1237.30	6.27	109.36	321.76	3.20	52.76	1365.33	4.31
			12	37.441	29.391	0.630	916.58	4.95	78.98	1455.68	6.24	128.67	377.49	3.18	60.74	1639.57	4.39
			14	43.296	33.987	0.629	1048.36	4.92	90.95	1665.02	6.20	147.17	431.70	3.16	68.24	1914.68	4.47
			16	49.067	38.518	0.629	1175.08	4.89	102.63	1865.57	6.17	164.89	484.59	3.14	75.31	2190.82	4.55
18	180	18	12	42.241	33.159	0.710	1321.35	5.59	100.82	2100.10	7.05	165.00	542.61	3.58	78.41	2332.80	4.89
			14	48.896	38.383	0.709	1514.48	5.56	116.25	2407.42	7.02	189.14	621.53	3.58	88.38	2723.48	4.97
			16	55.467	43.542	0.709	1700.99	5.54	131.13	2703.37	6.98	212.40	698.60	3.55	97.83	3115.29	5.05
			18	61.955	48.634	0.708	1875.12	5.50	145.64	2988.24	6.94	234.78	762.01	3.51	105.14	3502.43	5.13
20	200	18	14	54.642	42.894	0.788	2103.55	6.20	144.70	3343.26	7.82	236.40	863.83	3.98	111.82	3734.10	5.46
			16	62.013	48.680	0.788	2366.15	6.18	163.65	3760.89	7.79	265.93	971.41	3.96	123.96	4270.39	5.54
			18	69.301	54.401	0.787	2620.64	6.15	182.22	4164.54	7.75	294.48	1076.74	3.94	135.52	4808.13	5.62
			20	76.505	60.056	0.787	2867.30	6.12	200.42	4554.55	7.72	322.06	1180.04	3.93	146.55	5347.51	5.69
			24	90.661	71.168	0.785	3338.25	6.07	236.17	5294.97	7.64	374.41	1381.53	3.90	166.55	6457.16	5.87

注 1. 截面图中的 $r_1 = \frac{1}{3}d$ 及表中 r 值的数据用于孔型设计,不做交货条件。
2. 热轧等边角钢的长度 角钢号数 2~9,长度 4~12m 角钢号数 10~20,长度 4~19m。

二、热轧不等边角钢(GB/T 9788—1988)(表 2-2-11)

表 2-2-11 热轧不等边角钢的尺寸规格(摘自 GB/T 9788—1988)



- B —长边宽度

d —边厚

r_1 —边端内弧半径

r_0 —顶端圆弧半径

i —惯性半径

X_0 —重心距离
- b —短边宽度

r —内圆弧半径

I —惯性矩

W —截面系数

Y_0 —重心距离

角钢 号数	尺寸/mm				截面 面积 /cm ²	理论 质量 /kg· m ⁻¹	外表 面积 /m ² · m ⁻¹	参 考 数 值																
								X - X			Y - Y			X ₁ - X ₁		Y ₁ - Y ₁		u - u						
	B	b	d	r				I _x /cm ⁴	i _x /cm	W _x /cm ³	I _y /cm ⁴	i _y /cm	W _y /cm ³	I _{x1} /cm ⁴	Y ₀ /cm	I _{y0} /cm ⁴	x ₀ /cm	I _u /cm ⁴	i _u /cm	W _u /cm ³	tanα			
2.5/ 1.6	25	16	3 4	3.5	1.162 1.499	0.912 1.176	0.080 0.079	0.70 0.88	0.78 0.77	0.43 0.55	0.22 0.27	0.44 0.43	0.19 0.24	1.56 2.09	0.86 0.90	0.43 0.59	0.42 0.46	0.14 0.17	0.34 0.34	0.16 0.20	0.392 0.381			
3.2/ 2	32	20	3 4		1.492 1.939	1.171 1.522	0.102 0.101	1.53 1.93	1.01 1.00	0.72 0.93	0.46 0.57	0.55 0.54	0.30 0.39	3.27 4.37	1.08 1.12	0.82 1.12	0.49 0.53	0.28 0.35	0.43 0.42	0.25 0.32	0.382 0.374			
4/ 2.5	40	25	3 4		1.890 2.467	1.484 1.936	0.127 0.127	3.08 3.93	1.28 1.36	1.15 1.49	0.93 1.18	0.70 0.69	0.49 0.63	5.39 8.53	1.32 1.37	1.59 2.14	0.59 0.63	0.56 0.71	0.54 0.54	0.40 0.52	0.386 0.381			
4.5/ 2.8	45	28	3 4	5	2.149 2.806	1.687 2.203	0.143 0.143	4.45 5.69	1.44 1.42	1.47 1.91	1.34 1.70	0.79 0.78	0.62 0.80	9.10 12.13	1.47 1.51	2.23 3.00	0.64 0.68	0.80 1.02	0.61 0.60	0.51 0.66	0.383 0.380			
5/ 3.2	50	32	3 4		2.431 3.177	1.908 2.494	0.161 0.160	6.24 8.02	1.60 1.59	1.84 2.39	2.02 2.58	0.91 0.90	0.82 1.06	12.49 16.65	1.60 1.65	3.31 4.45	0.73 0.77	1.20 1.53	0.70 0.69	0.68 0.87	0.404 0.402			
5.6/ 3.6	56	36	3 4 5		2.743 3.590 4.415	2.153 2.818 3.466	0.181 0.180 0.180	8.88 11.45 13.86	1.80 1.79 1.77	2.32 3.03 3.71	2.92 3.76 4.49	1.03 1.02 1.01	1.05 1.37 1.65	17.54 23.39 29.25	1.78 1.82 1.87	4.70 6.33 7.94	0.80 0.85 0.88	1.73 2.23 2.67	0.79 0.79 0.78	0.87 1.13 1.36	0.408 0.408 0.404			
6.3/ 4	63	40	4 5 6 7	7	4.058	3.185	0.202	16.49	2.02	3.87	5.23	1.14	1.70	33.30	2.04	8.63	0.92	3.12	0.88	1.40	0.398			
					4.993	3.920	0.202	20.02	2.00	4.74	6.31	1.12	2.71	41.63	2.08	10.86	0.95	3.76	0.87	1.71	0.396			
					5.908	4.638	0.201	23.36	1.96	5.59	7.29	1.11	2.43	49.98	2.12	13.12	0.99	4.34	0.86	1.99	0.393			
					6.802	5.339	0.201	26.53	1.98	6.40	8.24	1.10	2.78	58.07	2.15	15.47	1.03	4.97	0.86	2.29	0.389			
7/ 4.5	70	45	4 5 6 7	7.5	4.547	3.570	0.226	23.17	2.26	4.86	7.55	1.29	2.17	45.92	2.24	12.26	1.02	4.40	0.98	1.77	0.410			
					5.609	4.403	0.225	27.95	2.23	5.92	9.13	1.28	2.65	57.10	2.28	15.39	1.06	5.40	0.98	2.19	0.407			
					6.647	5.218	0.225	32.54	2.21	6.95	10.62	1.26	3.12	68.35	2.32	18.58	1.09	6.35	0.98	2.59	0.404			
					7.657	6.011	0.225	37.22	2.20	8.03	12.01	1.25	3.57	79.99	2.36	21.84	1.13	7.16	0.97	2.94	0.402			
(7.5 /5)	75	50	5 6 8 10	8	6.125	4.808	0.245	34.86	2.39	6.83	12.61	1.44	3.30	70.00	2.40	21.04	1.17	7.41	1.10	2.74	0.435			
					7.260	5.699	0.245	41.12	2.38	8.12	14.70	1.42	3.88	84.30	2.44	25.37	1.21	8.54	1.08	3.19	0.435			
					9.467	7.431	0.244	52.39	2.35	10.52	18.53	1.40	4.99	112.50	2.52	34.23	1.29	10.87	1.07	4.10	0.429			
					11.590	9.098	0.244	62.71	2.33	12.79	21.96	1.38	6.04	140.80	2.60	43.43	1.36	13.10	1.06	4.99	0.423			
8/5	80	50	5 6 7 8	8.5	6.375	5.005	0.255	41.96	2.56	7.78	12.82	1.42	3.32	85.21	2.60	21.06	1.14	7.66	1.10	2.74	0.388			
					7.560	5.935	0.255	49.49	2.56	9.25	14.95	1.41	3.91	102.53	2.65	25.41	1.18	8.85	1.08	3.20	0.387			
					8.724	6.848	0.255	56.16	2.54	10.58	16.96	1.39	4.48	119.33	2.69	29.82	1.21	10.18	1.08	3.70	0.384			
					9.867	7.745	0.254	62.83	2.52	11.92	18.85	1.38	5.03	136.41	2.73	34.32	1.25	11.38	1.07	4.16	0.381			
9/ 5.6	90	56	5 6 7 8	9	7.212	5.661	0.287	60.45	2.90	9.92	18.32	1.59	4.21	121.32	2.91	29.53	1.25	10.93	1.23	3.49	0.385			
					8.557	6.717	0.286	71.03	2.88	11.74	21.42	1.58	4.96	145.59	2.95	35.58	1.29	12.90	1.23	4.13	0.384			
					9.880	7.756	0.286	81.01	2.86	13.49	24.36	1.57	5.70	169.60	3.00	41.71	1.33	14.67	1.22	4.72	0.382			
					11.183	8.779	0.286	91.03	2.85	15.27	27.15	1.56	6.41	194.17	3.04	47.93	1.36	16.34	1.21	5.29	0.380			

续表

角钢 号数	尺寸/mm				截面 面积 /cm ²	理论 质量 /kg· m ⁻¹	外表 面积 /m ² · m ⁻¹	参 考 数 值													
								X - X			Y - Y			X ₁ - X ₁		Y ₁ - Y ₁		u - u			
	B	b	d	r				I _x /cm ⁴	i _x /cm	W _x /cm ³	I _y /cm ⁴	i _y /cm	W _y /cm ³	I _{xl} /cm ⁴	Y ₀ /cm	I _{y0} /cm ⁴	x ₀ /cm	I _u /cm ⁴	i _u /cm	W _u /cm ³	tanα
10/ 6.3	100	63	6	10	9.617	7.550	0.320	99.06	3.21	14.64	30.94	1.79	6.35	199.71	3.24	50.50	1.43	18.42	1.38	5.25	0.394
			7		11.111	8.722	0.320	113.45	3.20	19.88	35.26	1.78	7.29	233.00	3.28	59.14	1.47	21.00	1.38	6.02	0.393
			8		12.584	9.878	0.319	127.37	3.18	19.08	39.39	1.77	8.21	266.32	3.32	67.88	1.50	23.50	1.37	6.78	0.391
			10		15.467	12.142	0.319	153.81	3.15	23.32	47.12	1.74	9.98	333.06	3.40	85.73	1.58	28.33	1.35	8.24	0.387
10/ 8	100	80	6	10	10.637	8.350	0.354	107.04	3.17	15.19	61.24	2.40	10.16	199.83	2.95	102.68	1.97	31.65	1.72	8.37	0.627
			7		12.301	9.656	0.354	122.73	3.16	17.52	70.08	2.39	11.71	233.20	3.00	119.98	2.01	36.17	1.72	9.60	0.626
			8		13.944	10.946	0.353	137.92	3.14	19.81	78.58	2.37	13.21	266.61	3.04	137.37	2.05	40.58	1.71	10.80	0.625
			10		17.167	13.476	0.353	166.87	3.12	24.24	94.65	2.35	16.12	333.63	3.12	172.48	2.13	49.10	1.69	13.12	0.622
11/ 7	100	70	6	10	10.637	8.350	0.354	133.37	3.54	17.85	42.92	2.01	7.90	265.78	3.53	69.08	1.57	25.36	1.54	6.53	0.403
			7		12.301	9.656	0.354	153.00	3.53	20.60	49.01	2.00	9.09	310.07	3.57	80.82	1.61	28.95	1.53	7.50	0.402
			8		13.944	10.946	0.353	172.04	3.51	23.30	54.87	1.98	10.25	254.39	3.62	92.70	1.65	32.45	1.53	8.45	0.401
			10		17.167	13.476	0.353	208.39	3.48	28.54	65.88	1.96	12.48	443.13	3.70	116.83	1.72	39.20	1.51	10.29	0.397
12.5 /8	125	80	7	11	14.096	11.066	0.403	227.98	4.02	26.86	74.42	2.30	12.01	454.99	4.01	120.32	1.80	43.81	1.76	9.92	0.408
			8		15.989	12.551	0.403	256.77	4.01	30.41	83.49	2.28	13.56	519.99	4.06	137.85	1.84	49.15	1.75	11.18	0.407
			10		19.712	15.474	0.402	312.04	3.98	37.33	100.67	2.26	16.56	650.09	4.14	173.40	1.92	59.45	1.74	13.64	0.404
			12		23.351	18.330	0.402	364.41	3.95	44.01	116.67	2.24	19.43	780.39	4.22	209.67	2.00	69.35	1.72	16.01	0.400
14/ 9	140	90	8	12	18.038	14.160	0.453	365.64	4.50	38.48	120.69	2.59	17.34	730.53	4.50	197.79	2.04	70.83	1.98	14.31	0.411
			10		22.261	17.475	0.452	445.50	4.47	47.31	146.03	2.56	21.22	913.20	4.58	243.92	2.12	85.82	1.96	17.48	0.409
			12		26.400	20.724	0.451	521.59	4.44	55.87	169.79	2.54	24.95	1096.09	4.66	296.89	2.19	100.21	1.95	20.54	0.406
			14		30.456	23.908	0.451	594.10	4.42	64.18	192.10	2.51	28.54	1279.20	4.74	348.82	2.27	114.13	1.94	23.52	0.403
16/ 10	160	100	10	13	25.315	19.872	0.512	668.69	5.14	62.13	205.03	2.85	26.56	1362.89	5.24	336.39	2.28	121.74	2.19	21.92	0.390
			12		30.054	23.592	0.511	784.91	5.11	73.49	239.06	2.82	31.28	1635.56	5.32	405.94	2.36	142.33	2.17	25.79	0.388
			14		34.709	27.247	0.510	896.30	5.08	84.56	271.20	2.80	35.83	1908.50	5.40	476.42	2.43	162.23	2.16	29.56	0.385
			16		39.281	30.835	0.510	1003.04	5.05	95.33	301.60	2.77	40.24	2181.79	5.48	548.22	2.51	182.57	2.16	33.44	0.382
18/ 11	180	110	10	14	28.373	22.273	0.571	956.25	5.80	78.96	278.11	3.13	32.49	1940.40	5.89	447.22	2.44	166.50	2.42	26.88	0.376
			12		33.712	26.464	0.571	1124.72	5.78	93.53	325.03	3.10	38.32	2328.38	5.98	538.94	2.52	194.87	2.40	31.66	0.374
			14		38.967	30.589	0.570	1286.91	5.75	107.76	369.55	3.08	43.97	2716.66	6.06	631.95	2.59	222.30	2.39	36.32	0.372
			16		44.139	34.649	0.569	1443.06	5.72	121.64	411.85	3.06	49.44	3105.15	6.14	726.46	2.67	248.94	2.38	40.87	0.369
20/ 12.5	200	125	12	14	37.912	29.761	0.641	1570.90	6.44	116.73	483.16	3.57	49.99	3193.85	6.54	787.74	2.83	285.79	2.74	41.23	0.392
			14		43.867	34.436	0.640	1800.97	6.41	134.65	550.83	3.54	57.44	3726.17	6.62	922.47	2.91	326.58	2.73	47.34	0.390
			16		49.739	39.045	0.639	2023.35	6.38	152.18	615.44	3.52	64.69	4258.86	6.70	1058.86	2.99	366.21	2.71	53.32	0.388
			18		55.526	43.588	0.639	2238.30	6.35	169.33	677.19	3.49	71.74	4792.00	6.78	1197.13	3.06	404.83	2.70	59.18	0.385

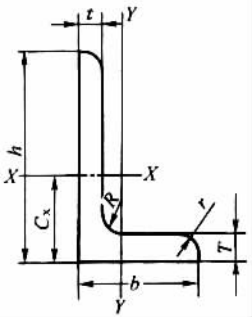
注 1. 括号内型号不推荐使用。

2. 截面图中的 $r_1 = \frac{1}{3}d$ 及表中 r 值的数据用于孔型设计,不做交货条件。

3. 热轧不等边角钢的长度 角钢号数 2.5/1.6 ~ 9/5.6,长度 4 ~ 12m 角钢号数 10/6.3 ~ 14/9,长度 4 ~ 19m 角钢号数 : 16/10 ~ 20/12.5,长度 6 ~ 19m。

三、热轧 L 型钢(GB/T 9946—1988) (表 2－2－12)

表 2－2－12 热轧 L 型钢的尺寸规格(摘自 GB/T 9946—1988)



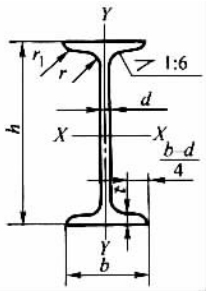
型 号	尺 寸						截面 面积	理论 质量	重心 距离	惯性 矩
	<i>h</i>	<i>b</i>	<i>t</i>	<i>T</i>	<i>R</i>	<i>r</i>	<i>A</i> /cm ²	<i>M</i> /kg· m ⁻¹	<i>C_x</i> /cm	<i>I_x</i> /cm ⁴
	mm									
L250×90×9×13	250	90	9	13	15	7.5	33.4	26.2	8.64	2 190
L250×90×10.5×15	250	90	10.5	15	15	7.5	38.5	30.3	8.76	2 510
L250×90×11.5×16	250	90	11.5	16	15	7.5	41.7	32.7	8.90	2 710
L300×100×10.5×15	300	100	10.5	15	15	7.5	45.3	35.6	10.6	4 290
L300×100×11.5×16	300	100	11.5	16	15	7.5	49.0	38.5	10.7	4 630
L350×120×10.5×16	350	120	10.5	16	20	10	54.9	43.1	12.0	7 110
L350×120×11.5×18	350	120	11.5	18	20	10	60.4	47.4	12.0	7 780
L400×120×11.5×23	400	120	11.5	23	20	10	71.6	56.2	13.3	11 900
L450×120×11.5×25	450	120	11.5	25	20	10	79.5	62.4	15.1	16 800
L500×120×12.5×33	500	120	12.5	33	20	10	98.6	77.4	16.5	25 500
L500×120×13.5×35	500	120	13.5	35	20	10	105	82.8	16.6	27 100

注 1. 表中理论质量按密度 7.85g/cm³ 计算。
2. 截面面积计算公式为 $A = ht + T(b - t) + 0.215(R^2 - r^2)$ 。
3. 型钢通常长度为 6~12m。

第五节 工字钢与槽钢

一、热轧工字钢(GB/T 706—1988)(表 2—2—13)

表 2—2—13 热轧工字钢的尺寸规格(摘自 GB/T 706—1988)



- h —高度

b —腿宽

d —腰厚

t —平均腿厚

r —内圆弧半径

r_1 —腿端圆弧半径

I —惯性矩

W —截面系数

i —惯性半径

S —半截面的静力矩

型号	尺 寸/mm						截面 面积 /cm ²	理论 质量 /kg•m ⁻¹	参 考 数 值						
									<i>X</i> - <i>X</i>				<i>Y</i> - <i>Y</i>		
	<i>h</i>	<i>b</i>	<i>d</i>	<i>t</i>	<i>r</i>	<i>r</i> ₁			<i>I</i> _x /cm ⁴	$\frac{W_x}{\text{cm}^3}$	<i>i</i> _x /cm	<i>I</i> _x ∶ <i>S</i> _x	<i>I</i> _y /cm ⁴	$\frac{W_y}{\text{cm}^3}$	<i>i</i> _y /cm
10	100	68	4.5	7.6	6.5	3.4	14.345	11.261	245	49	4.14	8.59	33.0	9.72	1.52
12.6	126	74	5.0	8.4	7.0	3.5	18.118	14.223	488	77.5	5.20	10.8	46.9	12.7	1.61
14	140	80	5.5	9.1	7.5	3.8	21.516	16.890	712	102	5.76	12.0	64.4	16.1	1.73
16	160	88	6.0	9.9	8.0	4.0	26.131	20.513	1 130	141	6.58	13.8	93.1	21.2	1.89
18	180	94	6.5	10.7	8.5	4.3	30.756	24.143	1 660	185	7.36	15.4	122	26.0	2.00
20a	200	100	7.0	11.4	9.0	4.5	35.578	27.929	2 370	237	8.15	17.2	158	31.5	2.12
20b	200	102	9.0	11.4	9.0	4.5	39.578	31.069	2 500	250	7.96	16.9	169	33.1	2.06
22a	220	110	7.5	12.3	9.5	4.8	42.128	33.070	3 400	309	8.99	18.9	225	40.9	2.31
22b	220	112	9.5	12.3	9.5	4.8	46.528	36.524	3 570	325	8.78	18.7	239	42.7	2.27
25a	250	116	8.0	13.0	10.0	5.0	48.541	38.105	5 020	402	10.2	21.6	280	48.3	2.40
25b	250	118	10.0	13.0	10.0	5.0	53.541	42.030	5 280	423	9.94	21.3	309	52.4	2.40
28a	280	122	8.5	13.7	10.5	5.3	55.404	43.492	7 110	508	11.3	24.6	345	56.6	2.50
28b	280	124	10.5	13.7	10.5	5.3	61.004	47.888	7 480	534	11.1	24.2	379	61.2	2.49
32a	320	130	9.5	15.0	11.5	5.8	67.156	52.717	11 100	692	12.8	27.5	460	70.8	2.62

续表

型号	尺 寸/mm						截面 面积 /cm ²	理论 质量 /kg•m ⁻¹	参 考 数 值						
									X - X				Y - Y		
									I_x/cm^4	W_x/cm^3	i_x/cm	$I_x:S_x$	I_y/cm^4	W_y/cm^3	i_y/cm
32b	320	132	11.5	15.0	11.5	5.8	73.556	57.741	11 600	726	12.6	27.1	502	76.0	2.61
32c	320	134	13.5	15.0	11.5	5.8	79.956	62.765	12 200	760	12.3	26.8	544	81.2	2.61
36a	360	136	10.0	15.8	12.0	6.0	76.480	60.037	15 800	875	14.4	30.7	552	81.2	2.69
36b	360	138	12.0	15.8	12.0	6.0	83.680	65.689	16 500	919	14.1	30.3	582	84.3	2.64
36c	360	140	14.0	15.8	12.0	6.0	90.880	71.341	17 300	962	13.8	29.9	612	87.4	2.60
40a	400	142	10.5	16.5	12.5	6.3	86.112	67.598	21 700	1 090	15.9	34.1	660	93.2	2.77
40b	400	144	12.5	16.5	12.5	6.3	94.112	73.878	22 800	1 140	15.6	33.6	692	96.2	2.71
40c	400	146	14.5	16.5	12.5	6.3	102.112	80.158	23 900	1 190	15.2	33.2	727	99.6	2.65
45a	450	150	11.5	18.0	13.5	6.8	102.446	80.420	22 200	1 430	17.7	38.6	855	114	2.89
45b	450	152	13.5	18.0	13.5	6.8	111.446	87.485	33 800	1 500	17.4	38.0	894	118	2.84
45c	450	154	15.5	18.0	13.5	6.8	120.446	94.550	35 300	1 570	17.1	37.6	938	122	2.79
50a	500	158	12.0	20.0	14.0	7.0	119.304	93.654	46 500	1 860	19.7	42.8	1 120	142	3.07
50b	500	160	14.0	20.0	14.0	7.0	129.304	101.504	48 600	1 940	19.4	42.4	1 170	146	3.01
50c	500	162	16.0	20.0	14.0	7.0	139.304	109.354	50 600	2 080	19.0	41.8	1 220	151	2.96
56a	560	166	12.5	21.0	14.5	7.3	135.435	106.316	65 600	2 340	22.0	47.7	1 370	165	3.18
56b	560	168	14.5	21.0	14.5	7.3	146.635	115.108	68 500	2 450	21.6	47.2	1 490	174	3.16
56c	560	170	16.5	21.0	14.5	7.3	157.835	123.900	71 400	2 550	21.3	46.7	1 560	183	3.16
63a	630	176	13.0	22.0	15.0	7.5	154.658	121.407	93 900	2 980	24.5	54.2	1 700	193	3.31
63b	630	178	15.0	22.0	15.0	7.5	167.258	131.298	98 100	3 160	24.2	53.5	1 810	204	3.29
63c	630	180	17.0	22.0	15.0	7.5	179.858	141.189	102000	3 300	23.8	52.9	1 920	214	3.27
12 ^①	120	74	5.0	8.4	7.0	3.5	17.818	13.987	436	72.7	4.95	10.3	46.9	12.7	1.62
24a ^①	240	116	8.0	13.0	10.0	5.0	47.741	37.477	4 570	381	9.77	20.7	280	48.4	2.42
24b ^①	240	118	10.0	13.0	10.0	5.0	52.541	41.245	4 800	400	9.57	20.4	297	50.4	2.38
27a ^①	270	122	8.5	13.7	10.5	5.3	54.554	42.825	6 550	485	10.9	23.8	345	56.6	2.51
27b ^①	270	124	10.5	13.7	10.5	5.3	59.954	47.064	6 870	509	10.7	22.9	366	58.9	2.47
30a ^①	300	126	9.0	14.4	11.0	5.5	61.254	48.084	8 950	597	12.1	25.7	400	63.5	2.55
30b ^①	300	128	11.0	14.4	11.0	5.5	67.254	52.794	9 400	627	11.8	25.4	422	65.9	2.50
30c ^①	300	130	13.0	14.4	11.0	5.5	73.254	57.504	9 850	657	11.6	25.0	445	68.5	2.46
55a ^①	550	168	12.5	21.0	14.5	7.3	134.185	105.335	62 900	2 290	21.6	46.9	1 370	164	3.19
55b ^①	550	168	14.5	21.0	14.5	7.3	145.185	113.970	65 600	2 390	21.2	46.4	1 420	170	3.14
55c ^①	550	170	16.5	21.0	14.5	7.3	156.185	122.605	68 400	2 490	20.9	45.8	1 480	175	3.08

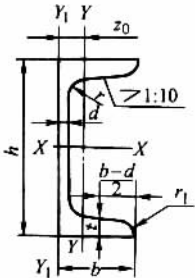
注 工字钢通常长度 型号 8~18,长度 5~19m 型号 20~63,长度 6~19mo

① 所列工字钢是经供需双方协议,可以供应的型号。

二、热轧槽钢(GB/T 707—1988)(表 2-2-14)

表 2-2-14 热轧槽钢的尺寸规格(摘自 GB/T 707—1988)

型号		尺寸/mm						理论 质量/ kg· m ⁻¹	参 考 数 值							
									X-X			Y-Y			Y ₁ -Y ₁	z ₀ /cm
									$\frac{W_x}{\text{cm}^3}$	I_x/cm^4	i_x/cm	$\frac{W_y}{\text{cm}^3}$	I_y/cm^4	i_y/cm	I_{y_1}/cm^4	
	<i>h</i>	<i>b</i>	<i>d</i>	<i>t</i>	<i>r</i>	<i>r</i> ₁	/cm ²									
5	50	37	4.5	7.0	7.0	3.5	6.928	5.438	10.4	26.0	1.94	3.55	8.3	1.10	20.9	1.35
6.3	63	40	4.8	7.5	7.5	3.8	8.451	6.634	16.1	50.8	2.45	4.50	11.9	1.19	28.4	1.36
8	80	43	5.0	8.0	8.0	4.0	10.248	8.045	25.3	101	3.15	5.79	16.6	1.27	37.4	1.43
10	100	48	5.3	8.5	8.5	4.2	12.748	10.007	39.7	198	3.95	7.80	25.6	1.41	54.9	1.52
12.6	126	53	5.5	9.0	9.0	4.5	15.692	12.318	62.1	391	4.95	10.2	38.0	1.57	77.1	1.59
14a	140	58	6.0	9.5	9.5	4.8	18.516	14.535	80.5	564	5.52	13.0	53.2	1.70	107	1.71
14b	140	60	8.0	9.5	9.5	4.8	21.316	16.733	87.1	609	5.35	14.1	61.1	1.69	121	1.67
16a	160	63	6.5	10.0	10.0	5.0	21.962	17.240	108	866	6.28	16.3	73.3	1.83	144	1.80
16	160	65	8.5	10.0	10.0	5.0	25.162	19.752	117	935	6.10	17.6	83.4	1.82	161	1.75
18a	180	68	7.0	10.5	10.5	5.2	25.699	20.174	141	1 270	7.04	20.0	98.6	1.96	190	1.88
18	180	70	9.0	10.5	10.5	5.2	29.299	23.000	152	1 370	6.84	21.5	111	1.95	210	1.84
20a	200	73	7.0	11.0	11.0	5.5	28.837	22.637	178	1 780	7.86	24.2	128	2.11	244	2.01
20	200	75	9.0	11.0	11.0	5.5	32.837	25.777	191	1 910	7.64	25.9	144	2.09	268	1.95
22a	220	77	7.0	11.5	11.5	5.8	31.846	24.999	218	2 390	8.67	28.2	158	2.23	298	2.10
22	220	79	9.0	11.5	11.5	5.8	36.246	28.453	234	2 570	8.42	30.1	176	2.21	326	2.03
25a	250	78	7.0	12.0	12.0	6.0	34.917	27.410	270	3 370	9.82	30.6	176	2.24	322	2.07
25b	250	80	9.0	12.0	12.0	6.0	39.917	31.335	282	3 530	9.41	32.7	196	2.22	353	1.98
25c	250	82	11.0	12.0	12.0	6.0	44.917	35.260	295	3 690	9.07	35.9	218	2.21	384	1.92
28a	280	82	7.5	12.5	12.5	6.2	40.034	31.427	340	4 760	10.9	35.7	218	2.33	388	2.10



- h*—高度

b—腿宽

d—腰厚

t—平均腿厚

r—内圆弧半径
- r*₁—腿端圆弧半径

I—惯性矩

W—截面系数

i—截性半径

*z*₀—*Y**Y*轴与 *Y*₁*Y*₁轴间距离

续表

型号	尺寸/mm						截面 面积 /cm ²	理论 质量/ kg· m ⁻¹	参 考 数 值							
									X - X			Y - Y			Y ₁ - Y ₁	z ₀ /cm
	h	b	d	t	r	r ₁			W _x /cm ³	I _x /cm ⁴	i _x /cm	W _y /cm ³	I _y /cm ⁴	i _y /cm	I _y /cm ⁴	
28b	280	84	9.5	12.5	12.5	6.2	45.634	35.823	366	5 130	10.6	37.9	242	2.30	428	2.02
28c	280	86	11.5	12.5	12.5	6.2	51.234	40.219	393	5 500	10.4	40.3	268	2.29	463	1.95
32a	320	88	8.0	14.0	14.0	7.0	48.513	38.083	475	7 600	12.5	46.5	305	2.50	552	2.24
32b	320	90	10.0	14.0	14.0	7.0	54.913	43.107	509	8 140	12.2	49.2	336	2.47	593	2.16
32c	320	92	12.0	14.0	14.0	7.0	61.313	48.131	543	8 690	11.9	52.6	374	2.47	643	2.09
36a	360	96	9.0	16.0	16.0	8.0	60.916	47.814	660	11 900	14.0	63.5	455	2.73	818	2.44
36b	360	98	11.0	16.0	16.0	8.0	68.110	53.466	703	12 700	13.6	66.9	497	2.70	880	2.37
36c	360	100	13.0	16.0	16.0	8.0	75.310	59.118	746	13 400	13.4	70.0	536	2.67	948	2.34
40a	400	100	10.5	18.0	18.0	9.0	75.068	58.928	879	17 600	15.3	78.8	592	2.81	1 070	2.49
40b	400	102	12.5	18.0	18.0	9.0	83.068	65.208	932	18 600	15.0	82.5	640	2.78	1 140	2.44
40c	400	104	14.5	18.0	18.0	9.0	91.068	71.488	986	19 700	14.7	86.2	688	2.75	1 220	2.42
6.5 ^①	65	40	4.8	7.5	7.5	3.8	8.547	6.709	17.0	55.2	2.54	4.59	12.0	1.19	28.3	1.38
12 ^①	120	53	5.5	9.0	9.0	4.5	15.362	12.059	57.7	346	4.75	10.2	37.4	1.56	77.7	1.62
24a ^①	240	78	7.0	12.0	12.0	6.0	34.217	26.860	254	3 050	9.45	30.5	174	2.25	325	2.10
24b ^①	240	80	9.0	12.0	12.0	6.0	39.017	30.628	274	3 280	9.17	32.5	194	2.23	355	2.03
24c ^①	240	82	11.0	12.0	12.0	6.0	43.817	34.396	293	3 510	8.96	34.4	213	2.21	388	2.00
27a ^①	270	82	7.5	12.5	12.5	6.2	39.284	30.838	323	4 360	10.5	35.5	216	2.34	393	2.13
27b ^①	270	84	9.5	12.5	12.5	6.2	44.684	35.077	347	4 690	10.3	37.7	239	2.31	428	2.06
27c ^①	270	86	11.5	12.5	12.5	6.2	50.084	39.316	372	5 020	10.1	39.8	261	2.28	467	2.03
30a ^①	300	85	7.5	13.5	13.5	6.8	43.902	34.463	403	6 050	11.7	41.1	260	2.43	467	2.17
30b ^①	300	87	9.5	13.5	13.5	6.8	49.902	39.173	433	6 500	11.4	44.0	289	2.41	515	2.13
30c ^①	300	89	11.5	13.5	13.5	6.8	55.902	43.883	463	6 950	11.2	46.4	316	2.38	560	2.09

注 热轧槽钢的通常长度 型号 5~8,长度 5~12m 型号 10~18,长度 5~19m 型号 20~40,长度 6~19m₁₀

① 经供需双方协议可以供应的型号。

第六节 钢板与钢带

一、热轧钢板和钢带(GB/T 709—1988)

(1) 热轧钢板的尺寸规格(表 2-2-15)

表 2-2-15 热轧钢板的尺寸规格(摘自 GB/T 709—1988)

厚 度/mm	宽 度/m	厚 度/mm	宽 度/m
0.50、0.55、0.60	0.60~1.0	16.0、17.0、18.0	1.0~2.8
0.65、0.70、0.75	0.6~1.0	19.0、20.0、21.0	1.0~2.8
0.80、0.90	0.6~1.0	22.0、25.0	1.0~2.8
1.0	0.6~1.0	26、28、30、32	1.25~3.6
1.2、1.3、1.4	0.6~1.25	34、36、38、40	1.25~3.6
1.5、1.6、1.8	0.6~1.5	42、45、48	1.25~3.8
2.0、2.2	0.6~1.7	50、52、55	1.25~3.8
2.5、2.8	0.6~1.8	60、65、70	1.25~3.8
3.0、3.2、3.5	0.6~1.8	75、80、85	1.25~3.8
3.8、3.9	0.6~1.8	90、95、100	1.25~3.8
4.0、4.5、5.0	0.7~1.8	105、110、120	1.25~3.8
6.0、7.0	0.7~2.0	125、130、140	1.25~3.8
8.0、9.0、10.0	0.7~2.5	150、160、165	1.25~3.8
11.0、12.0	1.0~2.5	170、180、185	1.25~3.8
13.0、14.0、15.0	1.0~2.8	190、195、200	1.25~3.8

注 1. 本表适用于宽度 $\geq 600\text{mm}$,厚度为 0.35~200mm 的热轧钢板。

2. 钢板厚度系列: 0.6、0.65、0.7、0.71、0.8、0.85、0.9、0.95、1.0、1.1、1.25、1.4、1.42、1.5、1.6、1.7、1.8、1.9、2.0、2.1、2.2、2.3、2.4、2.5、2.6、2.7、2.8、2.9、3.0、3.2、3.4、3.6、3.8mm。

3. 钢板长度: 1.2~12m。

(2) 热轧钢带的尺寸规格(表 2-2-16)

表 2-2-16 热轧钢带的尺寸规格(摘自 GB/T 709—1988)

钢带公称厚度 /mm	1.2、1.4、1.5、1.8、2.0、2.5、2.8、3.0、3.2、3.5、3.8、4.0、4.5、5.0、5.5、6.0、6.5、7.0、8.0、10.0、11.0、13.0、14.0、15.0、16.0、18.0、19.0、20.0、22.0、25.0
钢带公称宽度 /mm	600、650、700、800、850、900、1 000、1 050、1 100、1 150、1 200、1 250、1 300、1 350、1 400、1 450、1 500、1 550、1 600、1 700、1 800、1 900

注 本表适用于厚度为 1.2~25mm 的热轧钢带,也适用于由宽钢带纵剪的窄钢带。

二、冷轧钢板和钢带(GB/T 708—1988)(表 2-2-17)

表 2-2-17 冷轧钢板和钢带的尺寸规格(摘自 GB/T 708—1988)

厚 度/mm	宽 度/m	厚 度/mm	宽 度/m
0.20、0.25、0.30	0.6~1.1	1.7、1.8、2.0	0.6~1.8
0.35、0.40、0.45	0.6~1.1	2.2、2.5	0.6~2.0
0.56、0.60、0.65	0.6~1.25	2.8、3.0、3.2	0.6~2.0
0.70、0.75	0.6~1.42	3.5、3.8、3.9	1.25~2.0
0.80、0.90、1.0	0.6~1.5	4.0、4.2、4.5	1.25~2.0
1.1、1.2、1.3	0.6~1.8	4.8、5.0	1.25~2.0
1.4、1.5、1.6	0.6~1.8		

注 1. 钢带的厚度系列 0.6、0.65、0.7、(0.71)、0.75、0.8、0.85、0.9、0.95、1.0、1.1、1.25、1.4、(1.42)、1.5、1.6、1.7、1.8、1.9、2.0mm。带括号的规格不推荐采用。

2. 钢带的长度 1.2~6.0m。

3. 冷轧钢带广泛用于汽车工业、家用电器工业、建筑材料工业以及小商品生产等方面。

第七节 钢 管

一、无缝钢管(GB/T 17395—1998)

(1)普通钢管的尺寸规格(表 2-2-18)

表 2-2-18 普通无缝钢管的尺寸规格(摘自 GB/T 17395—1998)

外 径	壁 厚	外 径	壁 厚
6	0.25~2.0	18	0.25~5.0
7	0.25~2.5(2.6)	19	0.25~6.0
8	0.25~2.5(2.6)	20	0.25~6.0
9	0.25~2.8	21(21.3)	0.40~6.0
10(10.2)	0.25~3.5(3.6)	22	0.40~6.0
11	0.25~3.5(3.6)	25	0.40~7.0
12	0.25~4.0	25.4	0.40~7.0

续表

外 径	壁 厚	外 径	壁 厚
13(12.7)	0.25 ~ 4.0	27(26.9)	0.40 ~ 7.0
13.5	0.25 ~ 4.0	28	0.40 ~ 7.0
14	0.25 ~ 4.0	30	0.40 ~ 8.0
16	0.25 ~ 5.0	32(31.8)	0.40 ~ 8.0
17(17.2)	0.25 ~ 5.0	34(33.7)	0.40 ~ 8.0
35	0.40 ~ 9.0(8.8)	146	3.0(2.9) ~ 40
38	0.40 ~ 10	152(152.4)	3.0(2.9) ~ 40
40	0.4 ~ 10	159	3.5(3.6) ~ 45
42(42.4)	1.0 ~ 10	168(168.3)	3.5(3.6) ~ 45
45(44.5)	1.0 ~ 12(12.5)	180(177.8)	3.5(3.6) ~ 50
48(48.3)	1.0 ~ 12(12.5)	194(193.7)	3.5(3.6) ~ 50
51	1.0 ~ 12(12.5)	203	3.5(3.6) ~ 55
54	1.0 ~ 14(14.2)	219(219.1)	6.0 ~ 55
57	1.0 ~ 14(14.2)	245(244.5)	6.0 ~ 65
60(60.3)	1.0 ~ 16	273	6.5(6.3) ~ 65
63(63.5)	1.0 ~ 16	299	7.5 ~ 65
65	1.0 ~ 16	325(323.9)	7.5 ~ 65
68	1.0 ~ 16	340(339.7)	8.0 ~ 65
70	1.0 ~ 17(17.5)	351	8.0 ~ 65
73	1.0 ~ 19	356(355.6)	9.0(8.8) ~ 65
76(76.1)	1.0 ~ 20	377	9.0(8.8) ~ 65
77	1.4 ~ 20	402	9.0(8.8) ~ 65
80	1.4 ~ 20	406(406.4)	9.0(8.8) ~ 65
83(82.5)	1.4 ~ 22(22.2)	426	9.0(8.8) ~ 65
85	1.4 ~ 22(22.2)	450	9.0(8.8) ~ 65
89(88.9)	1.4 ~ 24	457	9.0(8.8) ~ 65
95	1.4 ~ 24	480	9.0(8.8) ~ 65
102(101.6)	1.4 ~ 28	500	9.0(8.8) ~ 65
108	1.4 ~ 30	508	9.0(8.8) ~ 65
114(114.3)	1.5 ~ 30	530	9.0(8.8) ~ 65
121	1.5 ~ 32	560(559)	9.0(8.8) ~ 65
127	1.8 ~ 32	610	9.0(8.8) ~ 65
133	2.5(2.6) ~ 36	630	9.0(8.8) ~ 65
140(139.7)	3.0(2.9) ~ 36	660	9.0(8.8) ~ 65
142(141.3)	3.0(2.9) ~ 36		

- 注 1. 无缝钢管壁厚系列 0.25、0.30 ~ 0.60(0.1 进级)、0.80 ~ 1.4(0.2 进级)、1.5、1.6 ~ 2.2(2.3) (0.2 进级)、2.5(2.6)、2.8、3.0 (2.9)、3.2、3.5(3.6)、4.0 ~ 10(0.5 进级)、11 ~ 20(1 进级)、22(22.4)、24、25、26 ~ 42(2 进级)、45、48、50、55、60、65mm。
2. 括号内尺寸表示相应的英制尺寸。通常采用公称尺寸,不推荐采用英制尺寸。
3. 钢管通常长度 热轧(扩)管为 3 ~ 12m 冷轧(拔)管为 2 ~ 10.5m 热轧(扩)短尺管的长度 $\geq 2\text{m}$,冷轧(拔)短尺管的长度 $\geq 1\text{m}$ 。

(2)精密钢管的尺寸规格(表 2-2-19)

表 2-2-19 精密无缝钢管的尺寸规格(摘自 GB/T 17395—1998) mm

外 径	壁 厚	外 径	壁 厚	外 径	壁 厚
4	0.5~(1.2)	12	0.5~3.0	20	0.5~5
5	0.5~(1.2)	12.7	0.5~3.0	22	0.5~5
6	0.5~2.0	14	0.5~(3.5)	25	0.5~6
8	0.5~2.5	16	0.5~4	28	0.5~8
10	0.5~2.5	18	0.5~(4.5)	30	0.5~8
32	0.5~8	63	(0.8)~16	150	(1.8)~25
35	0.5~8	70	(0.8)~16	160	(1.8)~25
38	0.5~10	76	(0.8)~16	170	(3.5)~25
40	0.5~10	80	(0.8)~(18)	180	5~25
42	(0.8)~10	90	(1.2)~(22)	190	(5.5)~25
45	(0.8)~(11)	100	(1.2)~25	200	6~25
48	1.0~(11)	110	(1.2)~25	220	(7)~25
50	(0.8)~12.5	120	(1.8)~25	240	(7)~25
55	(0.8)~(14)	130	(1.8)~25	260	(7)~25
60	(0.8)~16	140	(1.8)~25		

注 1. 钢管壁厚系列 0.5、(0.8)、1.0、(1.2)、1.5、(1.8)、2.0、(2.2)、2.5、(2.8)、3.0、(3.5)、4、(4.5)、5、(5.5)、6、(7)、8、(9)、10、(11)、12.5、(14)、16、(18)、20、(22)、25mm。

2. 括号内规格不推荐使用。

3. 钢管通常长度 热轧(扩)管为 3~12m 冷轧(拔)管为 2~10.5m。

(3)不锈钢管的尺寸规格(表 2-2-20)

表 2-2-20 不锈钢管的尺寸规格(摘自 GB/T 17395—1998) mm

外 径	壁 厚	外 径	壁 厚
6	1.0~1.2	45(44.5)	1.0~8.5
7	1.0~1.2	48(48.3)	1.0~8.5
8	1.0~1.2	51	1.0~9.0(8.8)
9	1.0~1.2	54	1.6~10
10(10.2)	1.0~2.0	57	1.6~10
12	1.0~2.0	60(60.3)	1.6~10
12.7	1.0~3.2	64(63.5)	1.6~10

续表

外 径	壁 厚	外 径	壁 厚
13(13.5)	1.0~3.2	68	1.6~12(12.5)
14	1.0~3.5(3.6)	70	1.6~12(12.5)
16	1.0~4.0	73	1.6~12(12.5)
17(17.2)	1.0~4.0	76(76.1)	1.6~12(12.5)
18	1.0~4.5	83(82.5)	1.6~14(14.2)
19	1.0~4.5	89(88.9)	1.6~14(14.2)
20	1.0~4.5	95	1.6~14(14.2)
21(21.3)	1.0~5.0	102(101.6)	1.6~14(14.2)
22	1.0~5.0	108	1.6~14(14.2)
24	1.0~5.0	114(114.3)	1.6~14(14.2)
25	1.0~6.0	127	1.6~14(14.2)
25.4	1.0~6.0	133	1.6~14(14.2)
27(26.9)	1.0~6.0	140(139.7)	1.6~16
30	1.0~6.5(6.3)	146	1.6~16
32(31.8)	1.0~6.5(6.3)	152	1.6~16
34(33.7)	1.0~6.5(6.3)	159	1.6~16
35	1.0~6.5(6.3)	168(168.3)	1.6~18
38	1.0~6.5(6.3)	180	2.0~18
40	1.0~6.5(6.3)	194	2.0~18
42(42.4)	1.0~7.5	219(219.1)	2.0~28
245	2.0~28	356(355.6)	2.5(2.6)~28
273	2.0~28	377	2.5(2.6)~28
325(323.9)	2.5(2.6)~28	406(406.4)	2.5(2.6)~28
351	2.5(2.6)~28	426	3.2~20

注 1. 钢管壁厚系列 1.0、1.2、1.4、1.5、1.6、2.0、2.2(2.3)、2.5(2.6)、2.8(2.9)、3.0、3.2、3.5(3.6)、4.0、4.5、5.0、5.5(5.6)、6.0、6.5(6.3)、7.0(7.1)、7.5、8.0、8.5、9.0(8.8)、9.5、10、11、12(12.5)、14(14.2)、15、16、17(17.5)、18、20、22(22.2)、24、25、26、28mm。

2. 括号内尺寸表示相应的英制规格,一般不推荐使用。

3. 钢管通常长度 热轧(扩)管为 3~12m 冷轧(拔)管为 2~10.5m。

二、直缝电焊钢管(GB/T 13793—1992)(表 2-2-21)

表 2-2-21 直缝电焊钢管的尺寸规格(摘自 GB/T 13793—1992) mm

外 径	壁 厚	外 径	壁 厚	外 径	壁 厚
5	0.5~1.0	50	1.2~	165.1	4.0~7.0
8	0.5~1.2	51	1.2~	168.3	4.0~7.0
10	0.5~1.2	53	1.2~	177.8	4.0~8.0
12	0.5~1.6	54	1.2~	180	4.0~8.0
13	0.6~1.6	60	1.2~	193.7	4.0~8.0
14	0.6~1.6	63.5	1.2~	203	4.5~8.0
15	0.6~1.6	65	1.5~	219.1	4.5~9.0
16	0.6~1.6	70	1.5~	244.5	4.5~9.0
17	0.6~1.6	76	1.5~3.5	267	5.0~10.0
18	0.6~1.6	80	1.5~3.5	273	5.0~11.0
19	0.6~1.6	83	1.5~3.5	298.5	5.6~11.0
20	0.6~2.0	89	1.5~3.5	323.9	5.6~11.0
21	0.8~2.0	95	1.5~3.5	325	6.0~11.0
22	0.8~2.2	101.6	1.5~3.5	351	6.0~11.0
25	0.8~2.5	102	1.5~3.5	355.6	6.0~12.0
28	0.8~2.8	108	3.0~5.0	368	6.0~12.0
30	0.8~3.0	114	3.0~5.6	377	6.0~12.0
32	1.0~3.0	114.3	3.0~5.6	402	6.0~12.0
34	1.0~3.0	121	3.0~5.6	406.4	6.0~12.7
37	1.0~3.0	127	3.0~6.0	419	6.0~12.7
38	1.0~3.5	133	3.5~6.0	426	6.0~12.7
40	1.0~3.5	139.3	3.5~6.0	457	6.0~12.7
45	1.0~3.5	140	3.5~6.0	478	6.0~12.7
46	1.2~3.5	152	3.5~6.0	480	6.0~12.7
48	1.2~3.5	159	4.0~7.0	508	6.0~12.7

注 1. 钢管壁厚系列 0.5、0.6、0.8、1.0、1.2、1.4、1.5、1.6、1.8、2.0、2.2、2.5、2.8、3.0、3.2、3.5、3.8、4.0、4.2、4.5、4.8、5.0、5.4、5.6、6.0、6.5、7.0、8.0、9.0、10.0、11.0、12.0、12.7mm。

2. 直缝电焊钢管适用于各种结构件、零件和输送流体管道。

第八节 冷拉圆钢丝、方钢丝和六角钢丝(GB/T 342—1997)(表 2—2—22)

表 2—2—22 冷拉圆钢丝、方钢丝和六角钢丝的尺寸规格
(摘自 GB/T 342—1997)

直径(边长、对边距离)/mm	理论质量/g·m ⁻¹			直径(边长、对边距离)/mm	理论质量/g·m ⁻¹		
	圆钢丝	方钢丝	六角钢丝		圆钢丝	方钢丝	六角钢丝
0.050	0.016	—	—	1.00	6.162	7.850	—
0.055	0.019	—	—	1.10	7.458	9.498	—
0.063	0.024	—	—	1.20	8.878	11.30	—
0.070	0.030	—	—	1.40	12.08	15.39	—
0.080	0.039	—	—	1.60	15.79	20.10	17.40
0.090	0.050	—	—	1.80	19.98	25.43	22.03
0.10	0.062	—	—	2.00	24.66	31.40	27.20
0.11	0.075	—	—	2.20	29.84	37.99	32.91
0.12	0.089	—	—	2.50	38.54	49.06	42.49
0.14	0.121	—	—	2.80	48.34	61.54	53.30
0.16	0.158	—	—	3.00	55.49	70.65	61.19
0.18	0.199	—	—	3.20	63.13	80.38	69.62
0.20	0.246	—	—	3.50	75.52	96.16	83.29
0.22	0.298	—	—	4.00	98.67	125.6	108.8
0.25	0.385	—	—	4.50	124.8	159.0	137.7
0.28	0.484	—	—	5.00	154.2	196.2	170.0
0.30	0.555	—	—	5.50	186.5	237.5	205.7
0.32	0.631	—	—	6.00	221.9	282.6	244.8
0.35	0.754	—	—	6.30	244.7	311.6	269.9
0.40	0.989	—	—	7.00	302.1	384.6	333.2
0.45	1.248	—	—	8.00	394.6	502.4	435.1
0.50	1.539	1.962	—	9.00	499.4	635.8	550.7
0.55	1.868	2.371	—	10.0	616.5	785.0	679.9
0.60	2.22	2.826	—	11.0	746.0	—	—
0.63	2.447	3.116	—	12.0	887.8	—	—
0.70	3.021	3.846	—	14.0	1 208.1	—	—
0.80	3.948	5.024	—	16.0	1 578.6	—	—
0.90	4.993	6.358	—				

注 1. 本标准适用于直径为 0.05 ~ 16.0mm 的圆钢丝 边长为 0.50 ~ 10.0mm 的方钢丝 对边距离为 1.60 ~ 10mm 的六角钢丝。

2. 表中理论质量按密度 7.85g/cm³ 计算。

3. 直条钢丝的通常长度 2 ~ 4m, 允许供应长度 ≥ 1.5m 的短尺钢丝, 但其质量不得超过该批质量的 15%。

第三章 结构钢

第一节 优质碳素结构钢

一、优质碳素结构钢的性能特点与用途(表 2-3-1)

表 2-3-1 优质碳素结构钢的性能特点与用途

根据优质碳素钢含碳量的不同,分为低碳钢、中碳钢和高碳钢:		
低碳钢的含碳量 $\leq 0.25\%$,由于含碳量低,因而机械强度低,硬度低,但塑性、韧性高,可锻性和焊接性均好,冷塑性变形能力高。一般不采用热处理,而在热轧或冷轧供货状况下应用冷加工、热压、焊接等方法,用于制造受载较小,而韧性较高的零件。还可做为渗碳钢,用于制造表面渗碳处理的中小机械零件		
中碳钢的含碳量为 $0.30\% \sim 0.60\%$,机械强度、硬度较高,塑性、韧性稍低,热锻、热压性能良好,冷作变形能力较好,切削性能较佳,但焊接性较差,主要用于制造较大负载的机械零件。由于含碳量较高,可采用热处理强化,多属于调质钢(40、45、50 号钢是最常用的中碳调质钢),碳钢的淬透性较差,工件尺寸较大(截面厚度或直径 $> 15\text{mm}$),其淬火效果差,因此,大型零件(截面厚度或直径 $> 50 \sim 100\text{mm}$)通常采用正火或正火并高温回火处理为佳,当零件强度要求不很高时,亦可直接在热轧供货状况下使用,只有中、小尺寸的零件采用调质处理才能获得比较好的力学性能,当零件要求有高强度、高硬度及良好耐磨性时,可以进行淬火及低温回火处理;当某些耐磨零件(如主轴轴颈、重要齿轮等)承受冲击载荷和重载荷时,常在调质后进行火焰或高频表面淬火以代替渗碳处理		
高碳钢的含碳量 $> 0.60\%$,经热处理可得到良好的韧性和高强度,冷作变形塑性差,焊接性能低,但切削性尚好。因为含碳量高,所以水淬常产生裂纹,生产中一般采用水淬油冷双液淬火,而小尺寸截面零件一般采用油淬为佳。高碳钢主要应用于耐磨零件及弹簧的制造,一般都在淬火后中温回火或正火或在表面淬火状况下使用		
牌号	性 能 特 点	用 途 举 例
08F	优质沸腾钢,强度、硬度低,塑性极好。深冲压,深拉伸性好,冷加工性,焊接性好 成分偏析倾向大,时效敏感性大,故冷加工时,可采用消除应力热处理,或水韧处理,防止冷加工断裂	易轧成薄板、薄带,冷变形材、冷拉钢丝 用作冲压件、压延件,各类不承受载荷的覆盖件、渗碳、渗氮、氰化件、制作各类套筒、靠模、支架
08	极软低碳钢,强度、硬度很低,塑性、韧性极好,冷加工性好,淬透性、淬硬性极差,时效敏感性比 08F 稍弱,不宜切削加工,退火后,导磁性能好	宜轧制成薄板、薄带、冷变形材、冷拉、冷冲压、焊接件、表面硬化件

续表

牌 号	性 能 特 点	用 途 举 例
10F 10	强度低(稍高于 08 钢),塑性、韧性很好,焊接性优良,无回火脆性。易冷热加工成型、淬透性很差,正火或冷加工后切削性能好	宜用冷轧、冷冲、冷镦、冷弯、热轧、热挤压、热镦等工艺成型,制造要求受力不大、韧性高的零件,如摩擦片、深冲器皿、汽车车身、弹体等
15	低碳渗碳钢,塑性、韧性高,并且有良好的焊接性及冷冲压性,无回火脆性,切削性低,但经水韧处理或正火之后,即能提高切削性,强度较低,且淬硬性和淬透性较低	用于制作受载不大、韧性要求较高的零件、渗碳件、冲模锻件、紧固件,不需热处理的低负载零件,焊接性能较好的中、小结构件,如螺栓、螺钉、法兰盘、拉条、化工容器、蒸汽锅炉、小轴、挡铁、小模数齿轮、滚子、仿形板、摩擦片、销子、套筒、球轴承(轻载, H 级)的套圈和滚珠、起重钩、农机用链轮、链条、轴套等
15F	特性和 15 钢相近,但是沸腾钢成分偏析倾向较大,热轧或冷轧成低碳薄钢板	用于制作心部强度不高的渗碳或氰化零件,如套筒,挡块,支架,短轴,齿轮,靠模,离合器盘,也可制作塑性良好的零件,如管子、垫片、垫圈、还可用于制作摇杆、吊钩、横担衬套、螺栓、车钩以及农机中的低负载零件,亦可适于制作钣金件及各种冲压件(最深冲压、深冲压等)
20	低碳渗碳钢,特性与 15 钢相近,但强度比 15 钢稍高	在热轧或正火状态下用于制作负载不大、但韧性要求高的零件,如重型及通用机械中的锻、压的拉杆、杠杆、钩环、套筒、夹具及衬垫,在一般机械及汽车、拖拉机中,用于制作不甚重要的中、小型渗碳、氰化零件,如手刹车蹄片、杠杆轴、变速叉、被动齿轮、气阀挺杆、拖拉机上的凸轮轴、悬挂平衡器轴、内外衬套,机车车辆上的十字头、活塞、气缸盖等铸件,还可制作压力低于 6.08MPa,温度低于 450℃ 的无腐蚀介质中使用的管子、导管等锅炉零件
25	和 20 钢的性能相近,其强度各高于 20 钢,塑性和韧性较好,且具有一定的强度,冷冲压性和焊接性较好,有较好的切削性能,无回火脆性,但淬透性及淬硬性不高,一般在热轧及正火后使用	用于制作焊接构件,以及经锻造、热冲压和切削加工,且负载较小的零件,如辊子、轴、垫圈、螺栓、螺母、螺钉、连接器,还用于制造压力小于 600MPa、温度低于 450℃ 的应力不大的锅炉零件,如螺栓、螺母等,在汽车拖拉机中,常用作冲击钢板,如厚度 4 ~ 11mm 的钢板,可制作横梁、车架、大梁、脚踏板等具有相当载荷的零件,经淬火处理(获得低碳马氏体),可制造强度和韧性良好的零件,如汽车轮胎螺钉等,还可制作心部强度不高、表面要求良好耐磨性的渗碳和氰化零件

续表

牌 号	性 能 特 点	用 途 举 例
30	具有一定的强度和硬度,塑性和焊接性较好,通常在正火状态下使用,也可调质,截面尺寸不大的钢材调质处理后,能得到较好的力学综合性能,并且具有良好的切削性能	用于制造受载不大、工作温度低于 150℃ 的截面尺寸小的零件,如化工机械中的螺钉、拉杆、套筒、丝杠、轴、吊环、键等,在自动机床上加工的螺栓、螺母,亦可制作心部强度较高、表面耐磨的渗碳及氰化零件、焊接构件及冷锻锻零件
35	中碳钢,性能与 30 钢相似,具有一定的强度,良好的塑性,冷变形塑性高,可进行冷拉和冷锻及冷冲压,并具有良好的切削加工性能,其含碳量为规定含碳量的下限时,焊接性能良好;其含碳量为规定含碳量的上限时,焊接性能不好,钢的淬透性差,通常在正火或调质状态下使用,综合力学性能要求不高时,亦可在热轧供货状态下使用	广泛地用于制造负载较大,但截面尺寸较小的各种机械零件、热压件、如轴销、轴、曲轴、横梁、连杆、杠杆、星轮、轮圈、垫圈、圆盘、钩环、螺栓、螺钉、螺母等,还可不经热处理制作负载不大的锅炉用(温度低于 450℃)螺栓、螺母等紧固件,这种钢通常不用于制作焊接件
40	强度较高,切削性能良好,是一种高强度的中碳钢,焊接性差,但可焊接,在焊前采用预热处理至 150℃,冷变形塑性中等,适于水淬和油淬,但淬透性低,形状复杂零件,水淬易发生裂纹,多在正火或调质或高频表面淬火热处理后使用	用于制造机器中的运动件,心部强度要求不高,表面耐磨性好的淬火零件及截面尺寸较小,负载较大的调质零件,应力不大的大型正火件,如传动轴、心轴、曲轴、曲柄销、辊子、拉杆、连杆、活塞杆、齿轮、圆盘、键轮等,一般不适用做焊接件
45	高强度中碳调质钢,具有一定的塑性和韧性,较高的强度,切削性能良好,采用调质处理可获得很好的综合力学性能,淬透性较差,水淬易产生裂纹,中、小型零件调质后可得到较好的韧性及较高的强度,大型零件(截面尺寸超过 80mm)以采用正火处理为宜,但 45 钢的焊接性能较低,仍可焊接,不过焊前应将焊件进行预热,且焊后应进行退火处理,以消除焊接应力	适用于制造较高强度的运动零件,如空压机、泵的活塞、蒸气透平机的叶轮,重型及通用机械中的轧制轴、连杆、蜗杆、齿条、齿轮、销子等,通常在调质或正火状态下使用,可代替渗碳钢,用以制造表面耐磨的零件,此时,不须经高频或火焰表面淬火,如曲轴、齿轮、机床主轴、活塞销、传动轴等,还用于制造农机中等负荷的轴、脱粒滚筒、凹板钉齿、链轮、齿轮、以及钳工工具等
50	高强度中碳钢,弹性性能较高,切削加工性能尚好,退火后切削加工性为 50%,焊接性差,冷应变塑性低,淬透性能较低,水中淬火易产生裂纹,但无回火脆性,一般在正火或淬火、回火以及高频表面淬火之后使用	主要用于制造动负载、冲击载荷不大以及要求耐磨性好的机械零件,如锻造齿轮、轴、摩擦盘、机床主轴、发动机曲轴、轧辊、拉杆、弹簧垫圈、不重要的弹簧、农机中掘土犁铧、翻土板、铲子、重载心轴及轴类零件
55	高强度中碳钢,弹性较高,塑性及韧性低,热处理后可获得高强度、高硬度、切削加工性中等,淬透性低,水中淬火有产生裂纹的倾向,焊接性以及冷变形性能均低,一般在正火或淬火、回火后使用	主要用于制造耐磨、强度较高的机械零件以及弹性零件,也可用于制作铸钢件,如连杆、齿轮、机车轮箍、轮缘、轮圈、轧辊、扁弹簧

续表

牌号	性能特点	用途举例
60	高强度中碳钢,具有相当高的强度、硬度及弹性,切削加工性不高,冷变形塑性低,淬透性低,水中淬火产生裂纹倾向,因此大型零件不适宜淬火,多在正火状态下使用,只有小型零件才适于淬火,焊接性差,回火脆性不敏感	主要用于制造耐磨、强度较高、受力较大、摩擦工作以及相当弹性的弹性零件,如轴、偏心轴、轧辊、轮箍、离合器、钢丝绳、弹簧垫圈、弹簧圈、减震弹簧、凸轮及各种垫圈
65	高强度中碳钢,是一种广泛应用的碳素弹簧钢,经适当的热处理,其疲劳强度与合金弹簧钢相近,并能得到良好的弹性和较高的强度,切削加工性差,淬透性低,截面尺寸大于 7 ~ 18mm 时,在油中不能淬透,水淬易产生裂纹,小型零件多采用淬火,大型尺寸零件多采用正火或水淬油冷,回火脆性不敏感,通常在淬火并中温回火状态下使用,也可在正火状态下使用	主要用于制造弹簧垫圈、弹簧环、U 形卡、汽门弹簧、受力不大的扁形弹簧、螺旋弹簧等,在正火状态下,可制造轧辊、凸轮、轴、钢丝绳等耐磨零件
70	性能和 65 钢相近,但其强度和弹性均比 65 钢稍高。由于淬透性低,直径大于 12 ~ 15mm 不能淬透	仅适用于制造强度不高、截面尺寸较小的扁形、圆形、方形弹簧、钢带、钢丝、车轮圈、电车车轮及犁铧等
75、80	75 钢和 80 钢的性能和 65 钢相近,其弹性比 65 钢稍差,而强度较高,淬透性较低,一般在淬火回火状态下使用	用于制造强度不高,截面尺寸较小的螺旋弹簧、板弹簧,也用于制造承受摩擦工作的机械零件
85	高耐磨性的高碳钢,其性能与 65 钢相近,但强度和硬度均比 65、70 钢要高,但弹性稍低,淬透性也不好	主要用于制造截面尺寸不大、强度不高的振动弹簧,如普通机械中的扁形弹簧、圆形螺旋弹簧,铁道车辆和汽车拖拉机中的板簧及螺旋弹簧,农机中的清棉机锯片和摩擦盘以及其他用途的钢丝和钢带等
15Mn 20Mn	高锰低碳渗碳钢,其性能和 15 钢相近,但其淬透性、强度和塑性均比 15 钢有所提高,切削性能也有所提高,低温冲击韧性及焊接性能良好,通常在渗碳或正火或在热轧供货状态下使用,20Mn 的含碳量略高于 15Mn,因而其强度和淬透性比 15Mn 略高	主要用于制造中心部力学性能较高的渗碳或氰化零件,如凸轮轴、曲柄轴、活塞销、齿轮、滚动轴承(H 级,轻载)的套圈以及圆柱、圆锥轴承中的滚动体等,在正火或热轧状态下用于制造韧性高而应力较小的零件,如螺钉、螺母、支架、铰链及铆焊结构件,还可轧制成板材(4 ~ 10mm),制作低温条件下工作的油罐等容器
25Mn	强度比 25 钢和 20Mn 都较高,其他性能和 25 钢、20Mn 相近	一般用于制造渗碳件和焊接件,如连件、销、凸轮轴、齿轮、联轴器、铰链等
30Mn	强度和淬透性比 30 钢均高,冷变形时塑性尚好,切削加工性良好,焊接性中等,但有回火脆性倾向,因而锻后要立即回火,通常在正火或调质状态下使用	一般用于制造低负荷的各种零件,如杠杆、拉杆、小轴、刹车踏板、螺栓、螺钉及螺母,还可用于制造高应力负载的细小零件(采用冷拉钢制作),如农机中的钩环链的链环、刀片、横向刹车机齿轮等

续表

牌 号	性 能 特 点	用 途 举 例
35Mn	强度和淬透性均比 30Mn 要高,切削加工性好,冷变形时塑性中等,焊接性较差,常用作调质钢	一般用于制造载荷中等的零件,如啮合杆、传动轴、螺栓、螺钉、螺母等,还可用于制造受磨损的零件(采用淬火回火),如齿轮、心轴、叉等
40Mn	淬透性比 40 钢稍高,经热处理之后的强度、硬度及韧性都较 40 钢高,切削加工性好,冷变形时塑性中等,存在回火脆性及过热敏感性,水淬时易形成裂纹,并且焊接性差,40Mn 既可在正火状态下应用,亦可在淬火与回火状态下应用	经调质处理后,可代替 40Cr 使用,用于制造在疲劳负载下工作的零件,如曲轴、连杆、辊子、轴以及高应力的螺栓、螺钉、螺母等
45Mn	中碳调质钢,强度、韧性及淬透性均比 45 钢高,调质处理可获得较好的综合力学性能,切削加工性还好,但焊接性差,冷变形时塑性低,并且有回火脆性倾向,一般在调质状态下应用,也可在淬火、回火或在正火状态下应用	一般用于较大负载及承受磨损工作条件的零件,如曲轴、花键轴、轴、连杆、万向节轴、汽车半轴、啮合杆、齿轮、离合器盘、螺栓、螺母等
50Mn	性能与 50 钢相近,但淬透性较高,因而热处理之后的强度、硬度及弹性均比 50 钢要好,但有过热敏感性及回火脆性倾向,焊接性差,一般在淬火、回火后应用,在某些个别情况也允许正火后应用	一般用于制造高耐磨性、高应力的零件,如直径小于 80mm 的心轴、齿轮轴、齿轮、摩擦盘、板弹簧等,高频淬火后还可制造火车轴、蜗杆、连杆及汽车曲轴等
60Mn	强度较高,淬透性较好,脱脆倾向小,但有过热敏感性及回火脆性倾向,水淬易产生淬火裂纹,通常在淬火回火后应用,退火后的切削加工性良好	用于制造尺寸较大的螺旋弹簧,各种扁、圆弹簧、板簧,弹簧片,弹簧环,发条和冷拉钢丝(直径小于 7mm)
65Mn	高锰弹簧钢,具有高的强度和硬度,弹性良好,淬透性较好,适于油淬、水淬易产生裂纹,直径大于 80mm 的零件常采用水淬油冷,但热处理后有过热敏感性及回火脆性,退火后的切削性尚好,冷作变形塑性较差,焊接性能不好,一般不适于作焊接构件,通常在淬火,中温回火状态下应用	经淬火及低温回火或调质、表面淬火处理,用于制造受摩擦、高弹性、高强度的机械零件,如收割机铲、犁、切碎机切刀、翻土板、整地机械圆盘、机床主轴、机床丝杠、弹簧卡头、钢轨、螺旋滚子轴承的套圈,经淬火、中温回火处理后,用于制造中等负载的板弹簧(厚度 5 ~ 15mm),螺旋弹簧(直径 7 ~ 20mm)、弹簧垫圈、弹簧卡环、弹簧发条轻型汽车的离合器弹簧、制动弹簧、气门弹簧
70Mn	淬透性比 70 钢要好,经热处理可获得比 70 钢更好的强度、硬度及弹性,但冷作变形塑性差,焊接性能低,热处理时易产生过热敏感性以及回火脆性,易于脱碳,水淬时易形成裂纹,主要在淬火、回火状态下使用	用于制造耐磨、载荷较大的机械零件,如止推环、离合器盘、弹簧圈、弹簧垫圈、锁紧圈,盘簧等

二、优质碳素结构钢的化学成分与力学性能(GB/T 699—1999)

(1) 优质碳素结构钢的化学成分(表 2-3-2)

表 2-3-2 优质碳素结构钢的化学成分(质量分数)(摘自 GB/T 699—1999)

牌号	化学成分(质量分数)/%					
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu
	≤					
08F	0.05~0.11	≤0.03	0.25~0.50	0.10	0.30	0.25
10F	0.07~0.13	≤0.07	0.25~0.50	0.15	0.30	0.25
15F	0.12~0.18	≤0.07	0.25~0.50	0.25	0.30	0.25
08	0.05~0.11	0.17~0.37	0.25~0.65	0.10	0.30	0.25
10	0.07~0.13	0.17~0.37	0.35~0.65	0.15	0.30	0.25
15	0.12~0.18	0.17~0.37	0.35~0.65	0.25	0.30	0.25
20	0.17~0.23	0.17~0.37	0.35~0.65	0.25	0.30	0.25
25	0.22~0.29	0.17~0.37	0.50~0.80	0.25	0.30	0.25
30	0.27~0.34	0.17~0.37	0.50~0.80	0.25	0.30	0.25
35	0.32~0.39	0.17~0.37	0.50~0.80	0.25	0.30	0.25
40	0.37~0.44	0.17~0.37	0.50~0.80	0.25	0.30	0.25
45	0.42~0.50	0.17~0.37	0.50~0.80	0.25	0.30	0.25
50	0.47~0.55	0.17~0.37	0.50~0.80	0.25	0.30	0.25
55	0.52~0.60	0.17~0.37	0.50~0.80	0.25	0.30	0.25
60	0.57~0.65	0.17~0.37	0.50~0.80	0.25	0.30	0.25
65	0.62~0.70	0.17~0.37	0.50~0.80	0.25	0.30	0.25
70	0.67~0.75	0.17~0.37	0.50~0.80	0.25	0.30	0.25
75	0.72~0.80	0.17~0.37	0.50~0.80	0.25	0.30	0.25
80	0.77~0.85	0.17~0.37	0.50~0.80	0.25	0.30	0.25
85	0.82~0.90	0.17~0.37	0.50~0.80	0.25	0.30	0.25
15Mn	0.12~0.18	0.17~0.37	0.70~1.00	0.25	0.30	0.25
20Mn	0.17~0.23	0.17~0.37	0.70~1.00	0.25	0.30	0.25
25Mn	0.22~0.29	0.17~0.37	0.70~1.00	0.25	0.30	0.25
30Mn	0.27~0.34	0.17~0.37	0.70~1.00	0.25	0.30	0.25
35Mn	0.32~0.39	0.17~0.37	0.70~1.00	0.25	0.30	0.25
40Mn	0.37~0.44	0.17~0.37	0.70~1.00	0.25	0.30	0.25
45Mn	0.42~0.50	0.17~0.37	0.70~1.00	0.25	0.30	0.25
50Mn	0.48~0.56	0.17~0.37	0.70~1.00	0.25	0.30	0.25
60Mn	0.57~0.65	0.17~0.37	0.70~1.00	0.25	0.30	0.25
65Mn	0.62~0.70	0.17~0.37	0.90~1.00	0.25	0.30	0.25
70Mn	0.67~0.75	0.17~0.37	0.90~1.00	0.25	0.30	0.25

注 1. 所列牌号为优质钢。如果是高级优质钢,在牌号后面加“ A ”(统一数字代号最后一位数字改为“ 3 ”)如果是特级优质钢,在牌号后面加“ E ”(统一数字代号最后一位数字改为“ 6 ”)对于沸腾钢,牌号后面为“ F ”(统一数字代号最后一位数字为“ 0 ”)对于半镇静钢,牌号后面为“ b ”(统一数字代号最后一位数字为“ 1 ”)。

2. 优质钢 $w_P \leq 0.035\%$, $w_S \leq 0.035\%$ 高级优质钢: $w_P \leq 0.030\%$, $w_S \leq 0.030\%$ 特级优质钢: $w_P \leq 0.025\%$, $w_S \leq 0.020\%$ 。

(2) 优质碳素结构钢的力学性能(表 2-3-3)

表 2-3-3 优质非合金结构钢的力学性能(摘自 GB/T 699—1999)

牌 号	试样毛 坯尺寸 /mm	推荐热处理/℃			力 学 性 能					钢材交货状态	
		正火	淬火	回火	σ_b /MPa	σ_s /MPa	δ_5 /%	ψ /%	A_{KU2} /J	硬度HBS (10/3000) ≤	未热处理钢 退火钢
					≥						
08F	25	930			295	175	35	60		131	
10F	25	930			315	185	33	55		137	
15F	25	920			355	205	29	55		143	
08	25	930			325	195	33	60		131	
10	25	930			335	205	31	55		137	
15	25	920			375	225	27	55		143	
20	25	910			410	245	25	55		156	
25	25	900	870	600	450	275	23	50	71	170	
30	25	880	860	600	490	295	21	50	63	179	
35	25	870	850	600	530	315	20	45	55	197	
40	25	860	840	600	570	335	19	45	47	217	187
45	25	850	840	600	600	355	16	40	39	229	197
50	25	830	830	600	630	375	14	40	31	241	207
55	25	820	820	600	645	380	13	35		255	217
60	25	810			675	400	12	35		255	229
65	25	810			695	410	10	30		255	229
70	25	790			715	420	9	30		269	229
75	试样		820	480	1080	880	7	30		285	241
80	试样		820	480	1080	930	6	30		285	241
85	试样		820	480	1130	980	6	30		302	255
15Mn	25	920			410	245	26	55		163	
20Mn	25	910			450	275	24	50		197	
25Mn	25	900	870	600	490	295	22	50	71	207	
30Mn	25	880	860	600	540	315	20	45	63	217	187
35Mn	25	870	850	600	560	335	18	45	55	229	197
40Mn	25	860	840	600	590	355	17	45	47	229	207
45Mn	25	850	840	600	620	375	15	40	39	241	217

续表

牌 号	试样毛 坯尺寸 /mm	推荐热处理/℃			力 学 性 能					钢材交货状态		
		正火	淬火	回火	σ_b /MPa	σ_s /MPa	$\delta_5/\%$	$\psi/\%$	A_{KU2}/J	硬度HBS (10/3000) ≤	未热处 理钢	退火钢
					≥							
50Mn	25	830	830	600	645	390	13	40	31	255	217	
60Mn	25	810			695	410	11	35		269	229	
65Mn	25	830			735	430	9	30		285	229	
70Mn	25	790			785	450	8	30		285	229	

- 注 1. 对于直径或厚度小于 25mm 的钢材,热处理是在与成品截面尺寸相同的试样毛坯上进行。
2. 表中所列正火推荐保温时间不少于 30min,空冷;淬火推荐保温时间不少于 30min,75、80 和 85 钢油冷,其余钢水冷;回火推荐保温时间不少于 1h。

三、优质碳素钢热轧盘条(GB/T 4354—1994)(表 2-3-4)

表 2-3-4 优质碳素钢热轧盘条(摘自 GB/T 4354—1994)

牌 号	尺寸规格	化学成分	力学性能	用 途
GB/T 699 中的 25 ~ 80、40Mn ~ 70Mn	符合 GB/T 14981 《热轧盘条》的规 定	符合 GB/T 699 的 规定	符合 GB/T 699 的 规定	用于制造碳素弹 簧钢丝、油淬火回 火碳素弹簧钢丝、 预应力钢丝、高强 度优质碳素结构 钢丝、镀锌钢丝、 镀锌绞线及钢丝 绳用碳素钢丝

四、优质碳素结构钢钢板与钢带

(一)优质碳素结构钢热轧厚钢板和宽钢带(GB/T 711—1988)

(1)尺寸规格、交货状态和用途(表 2-3-5)

表 2-3-5 优质碳素结构热轧厚钢板和宽钢带的尺寸规格、交货状态和用途

尺寸规格	钢板和钢带的适用厚度范围为 > 4 ~ 60mm。其尺寸规格应符合 GB/T 709《热轧钢板和钢带》的规定
交货状态	钢板和钢带以热处理(正火、退火或高温回火)状态交货
用 途	主要用于制造机器结构零部件

(2)化学成分(表 2-3-6)

表 2-3-6 优质碳素结构钢热轧厚钢板和宽钢带的化学成分(摘自 GB/T 711—1988)

牌号	化学成分(质量分数)/%							
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu
				≤				
05F	≤0.06	≤0.03	≤0.40	0.035	0.040	0.10	0.25	0.25
08F	0.05~0.11	≤0.03	0.25~0.50	0.035	0.040	0.10	0.25	0.25
08	0.05~0.12	0.17~0.37	0.35~0.65	0.035	0.040	0.10	0.25	0.25
10F	0.07~0.14	≤0.07	0.25~0.50	0.035	0.040	0.15	0.25	0.25
10	0.07~0.14	0.17~0.37	0.35~0.65	0.035	0.040	0.15	0.25	0.25
15F	0.12~0.19	≤0.07	0.25~0.50	0.035	0.040	0.25	0.25	0.25
15	0.12~0.19	0.17~0.37	0.35~0.65	0.035	0.040	0.25	0.25	0.25
20F	0.17~0.24	≤0.07	0.25~0.50	0.035	0.040	0.25	0.25	0.25
20	0.17~0.24	0.17~0.37	0.35~0.65	0.035	0.040	0.25	0.25	0.25
25	0.22~0.30	0.17~0.37	0.50~0.80	0.035	0.040	0.25	0.25	0.25
30	0.27~0.35	0.17~0.37	0.50~0.80	0.035	0.040	0.25	0.25	0.25
35	0.32~0.40	0.17~0.37	0.50~0.80	0.035	0.040	0.25	0.25	0.25
40	0.37~0.45	0.17~0.37	0.50~0.80	0.035	0.040	0.25	0.25	0.25
45	0.42~0.50	0.17~0.37	0.50~0.80	0.350	0.040	0.25	0.25	0.25
50	0.47~0.55	0.17~0.37	0.50~0.80	0.035	0.040	0.25	0.25	0.25
55	0.52~0.60	0.17~0.37	0.50~0.80	0.035	0.040	0.25	0.25	0.25
60	0.57~0.65	0.17~0.37	0.50~0.80	0.035	0.040	0.25	0.25	0.25
65	0.62~0.70	0.17~0.37	0.50~0.80	0.035	0.040	0.25	0.25	0.25
70	0.67~0.75	0.17~0.37	0.50~0.80	0.035	0.040	0.25	0.25	0.25
20Mn	0.17~0.24	0.17~0.37	0.70~1.00	0.035	0.040	0.25	0.25	0.25
25Mn	0.22~0.30	0.17~0.37	0.70~1.00	0.035	0.040	0.25	0.25	0.25
30Mn	0.27~0.35	0.17~0.37	0.70~1.00	0.035	0.040	0.25	0.25	0.25
40Mn	0.37~0.45	0.17~0.37	0.70~1.00	0.035	0.040	0.25	0.25	0.25
50Mn	0.48~0.56	0.17~0.37	0.70~1.00	0.035	0.040	0.25	0.25	0.25
60Mn	0.57~0.65	0.17~0.37	0.70~1.00	0.035	0.040	0.25	0.25	0.25
65Mn	0.62~0.70	0.17~0.37	0.90~1.20	0.035	0.040	0.25	0.25	0.25

注 18 钢允许用铝代替硅脱氧。此时,钢中含锰量下限为 0.25%,含硅量不大于 0.03%,钢中酸溶铝 Al_s 含量为 0.015%~0.065% 或全铝 Al_t 含量为 0.02%~0.07%,牌号为 08Al。

(3)力学性能(表 2-3-7)

表 2-3-7 优质碳素结构钢热轧厚钢板和宽钢带的力学性能(摘自 GB/T 711—1988)

牌 号	抗拉强度	伸长率	牌 号	抗拉强度	伸长率
	σ_b /MPa	δ_5 /%		σ_b /MPa	δ_5 /%
	$\geq$			$\geq$	
08F	315	34	15F	355	30
08	325	33	15	370	30
10F	325	32	20F	380	27
10	335	32	20	410	28
25	450	24	70	715	9
30	490	22	20Mn	450	24
35	530	20	25Mn	490	22
40	570	19	30Mn	540	20
45	600	17	40Mn	590	17
50	625	16	50Mn	650	13
55	645	13	60Mn	695	11
60	675	12	65Mn	735	9
65	695	10			

注 1. 热处理或热轧状态交货的钢板和钢带,抗拉强度、伸长率应符合上表的规定。但退火或高温回火状态交货的钢板,当其伸长率较表中规定提高 2% 以上(绝对值)时,允许抗拉强度比表中规定降低 40MPa。

2. 08Al 钢各项性能应符合 08 号钢板和钢带的要求。

3. 钢板和钢带厚度大于 20mm 时,厚度每增加 1mm,伸长率允许降低 0.25% (绝对值),但不得大于下列数值:

厚度 $\leq 32\text{mm}$, 2%;

厚度 $> 32\text{mm}$, 3%。

(二)优质碳素结构钢热轧薄钢板和钢带(GB/T 710—1991)

(1)尺寸规格、交货状态和用途(表 2-3-8)

表 2-3-8 优质碳素结构钢热轧薄钢板和钢带的尺寸规格、交货状态和用途

尺寸规格	钢板和钢带的厚度不大于 4mm。其尺寸规格符合 GB/T 709《热轧钢板和钢带》的规定
交货状态	1) 钢板和钢带应在热处理(退火、正火、正火后回火、高温回火)状态下供应,如有特殊要求,经供需双方协议,其热处理方法可在合同中注明 2) 钢带和由钢带剪切的钢板,在各项性能符合本标准的要求的条件下,可不经热处理交货 3) 普通拉延级的钢板和钢带允许不经热处理交货,当需方要求时才进行热处理 4) 钢板和钢带可不经酸洗交货。如需方要求,经供需双方协议可经酸洗交货
用 途	用于汽车、航空工业以及其他部门

(2)化学成分和力学性能(表 2-3-9)

表 2-3-9 优质碳素结构钢热轧薄钢板和钢带的
力学性能和化学成分(摘自 GB/T 710—1991)

牌 号	拉 延 级 别					化学成分
	Z	S 和 P	Z	S	P	
	抗拉强度/MPa		伸长率 $\delta_{10}/\% \geq$			
08F	275 ~ 365	275 ~ 380	30	29	27	钢的化学成分应符合 GB/T 699 的规定。08Al 钢的化学成分符合 08 钢的要求,含酸溶铝量(质量分数)为 0.015% ~ 0.065%,碳、锰含量下限不限,含硅量(质量分数)不大于 0.03%
08、08Al、10F	275 ~ 390	275 ~ 410	28	27	25	
10	295 ~ 410	295 ~ 430	27	26	24	
15F	315 ~ 430	315 ~ 450	27	26	24	
15	335 ~ 450	335 ~ 470	26	25	24	
20	355 ~ 490	355 ~ 500	25	24	24	
25	—	390 ~ 540	—	23	22	
30	—	440 ~ 590	—	21	20	
35	—	490 ~ 635	—	19	18	
40	—	510 ~ 650	—	—	17	
45	—	530 ~ 685	—	—	15	
50	—	540 ~ 715	—	—	13	

注 1. 厚度小于 2mm 的钢板和钢带,伸长率允许比表中的规定降低 1% (绝对值)。正火状态下供应的钢板和钢带,其他要求符合本表规定时,抗拉强度允许比表中上限的规定提高 50MPa₀。

2. 对 25、35、40、45 和 50 钢的钢板和钢带,退火呈球状珠光体时(评级图和允许级别由供需双方协商),抗拉强度应按下表的规定交货,但伸长率应符合下表的规定。

牌 号	σ_b /MPa	牌 号	σ_b /MPa
25	375 ~ 490	40	430 ~ 550
30	390 ~ 510	45	450 ~ 570
35	410 ~ 530	50	470 ~ 590

3. 拉延级别分级 Z—最深拉延 S—深拉延 P—普通拉延。

(3)杯突值(表 2-3-10)

表 2-3-10 优质碳素结构钢热轧薄钢板和钢带的杯突值(摘自 GB/T 710—1991)

厚度/mm	牌 号 和 拉 延 级 别				
	Z	S	P	Z	S
	08F 08 08Al 10F	08F 08 08Al 10F	08F 08 08Al 10F	10 15F 15 20	10 15F 15 20
	冲压深度/mm $\geq$				
0.5	9.0	8.4	8.0	8.0	7.6

续表

厚度/mm	牌 号 和 拉 延 级 别				
	Z	S	P	Z	S
	08F 08	08F 08	08F 08	10 15F 15	10 15F 15
	08Al 10F	08Al 10F	08Al 10F	20	20
冲压深度/mm≥					
0.6	9.4	8.9	8.5	8.4	7.8
0.7	9.7	9.2	8.9	8.6	8.0
0.8	10.0	9.5	9.3	8.8	8.2
0.9	10.3	9.9	9.6	9.0	8.4
1.0	10.5	10.1	9.9	9.2	8.6
1.1	10.8	10.4	10.2	不做试验	
1.2	11.0	10.6	10.4		
1.3	11.2	10.8	10.6		
1.4	11.3	11.0	10.8		
1.5	11.5	11.2	11.0		
1.6	11.6	11.4	11.2		
1.7	11.8	11.6	11.4		
1.8	11.9	11.7	11.5		
1.9	12.0	11.8	11.7		
2.0	12.1	11.9	11.8		

注：1. 中间厚度的钢板和钢带，其杯突试验值按表中接近的小尺寸厚度钢板和钢带的冲压深度数值规定。
2. 最深拉延级别全部牌号及深拉延级的 15F、15、20 和 25 钢的钢板和钢带，应在冷状态下做 180°弯曲试验，厚度不大于 2mm 的弯至两面接触，大于 2mm 的垫以厚度相同的垫板，弯曲处不得有裂纹、裂口及分层。

(三) 优质碳素结构钢冷轧薄钢板和钢带 (GB/T 13237—1991)

(1) 尺寸规格、交货状态和用途 (表 2-3-11)

表 2-3-11 优质碳素结构钢冷轧薄钢板和钢带的尺寸规格、交货状态和用途

尺寸规格	钢板和钢带的厚度不大于 4mm。其尺寸规格和允许偏差应符合 GB/T 708 的规定
交货状态	1) 钢板和钢带应在热处理(退火、正火、正火后回火)状态下供应,如有特殊要求,经供需双方协议,其热处理方法可在合同中注明 2) 钢板和钢带应经平整交货
用 途	用于汽车、航空工业以及其他部门

(2) 化学成分 (表 2-3-12)

表 2－3－12 优质碳素结构钢冷轧薄钢板和钢带的化学成分(摘自 GB/T 13237—1991)

牌 号	化 学 成 分 (质 量 分 数) / %						
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
				≤			
08F	0.05 ~ 0.11	≤0.03	0.25 ~ 0.50	0.035	0.035	0.15	0.25
10F	0.07 ~ 0.14	≤0.07	0.25 ~ 0.50	0.035	0.035	0.15	0.25
15F	0.12 ~ 0.19	≤0.07	0.25 ~ 0.50	0.035	0.035	0.15	0.25
08	0.05 ~ 0.12	0.17 ~ 0.37	0.35 ~ 0.65	0.035	0.035	0.10	0.25
08Al	≤0.12	≤0.03	≤0.65	0.035	0.035	0.10	0.25
10	0.07 ~ 0.14	0.17 ~ 0.37	0.35 ~ 0.65	0.035	0.035	0.15	0.25
15	0.12 ~ 0.19	0.17 ~ 0.37	0.35 ~ 0.65	0.035	0.035	0.25	0.25
20	0.17 ~ 0.24	0.17 ~ 0.37	0.35 ~ 0.65	0.035	0.035	0.25	0.25
25	0.22 ~ 0.30	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.035	0.035	0.25	0.25
30	0.27 ~ 0.35	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.035	0.035	0.25	0.25
35	0.32 ~ 0.40	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.035	0.035	0.25	0.25
40	0.37 ~ 0.45	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.035	0.035	0.25	0.25
45	0.42 ~ 0.50	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.035	0.035	0.25	0.25
50	0.47 ~ 0.55	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.035	0.035	0.25	0.25

注 08Al 钢中的含 Al 量(质量分数)为 0.015% ~ 0.065%。

(3)力学性能(表 2－3－13)

表 2－3－13 优质碳素结构钢冷轧薄钢板和钢带的力学性能(摘自 GB/T 13237—1991)

牌 号	拉 延 级 别				
	Z	S 和 P	Z	S	P
	抗拉强度/MPa		伸长率 δ_{10} / % ≥		
08F	275 ~ 365	275 ~ 380	34	32	30
08、08Al、10F	275 ~ 390	275 ~ 410	32	30	28
10	295 ~ 410	295 ~ 430	30	29	28
15F	315 ~ 450	315 ~ 450	29	28	27
15	335 ~ 450	335 ~ 470	27	26	25
20	355 ~ 490	355 ~ 500	26	25	24
25	—	390 ~ 540	—	24	23
30	—	440 ~ 590	—	22	21

续表

牌 号	拉 延 级 别				
	Z	S 和 P	Z	S	P
	抗拉强度/MPa		伸长率 $\delta_{10}/\% \geq$		
35	—	490 ~ 635	—	20	19
40	—	510 ~ 650	—	—	18
45	—	530 ~ 685	—	—	16
50	—	540 ~ 715	—	—	14

- 注 1. 厚度小于 2mm 的钢板和钢带,伸长率允许比本表的规定降低 1% (绝对值)。
2. 正火状态下供应的钢板和钢带,其他要求符合本标准规定时,抗拉强度允许比本表上限的规定提高 50MPa。
3. 对于 25、30、35、40、45、50 钢的钢板和钢带,退火呈球状珠光体时,抗拉强度和伸长率的规定参见表 2-3-9 注 2 的内容。
4. 拉延级别分为三级:最深拉延级—Z,深拉延级—S,普通拉延级—P。

(4) 杯突值(表 2-3-14)

表 2-3-14 优质碳素结构冷轧薄钢板和钢带的杯突值(摘自 GB/T 13237—1991)

厚度/mm	牌号和拉延级别				
	Z	S	P	Z	S
	08F、08、 08Al、10F	08F、08 08Al、10F	08F、08 08Al、10F	10、15F 15、20	10、15F、 15、20
冲压深度/mm≥					
0.5	9.0	8.4	8.0	8.0	7.6
0.6	9.4	8.9	8.5	8.1	7.8
0.7	9.7	9.2	8.9	8.6	8.0
0.8	10.0	9.5	9.3	8.8	8.2
0.9	10.3	9.9	9.6	9.0	8.4
1.0	10.5	10.1	9.9	9.2	8.6
1.1	10.8	10.4	10.2	均不做试验	
1.2	11.0	10.6	10.4		
1.3	11.2	10.8	10.6		
1.4	11.3	11.0	10.8		
1.5	11.5	11.2	11.0		
1.6	11.6	11.4	11.2		
1.7	11.8	11.6	11.4		
1.8	11.9	11.7	11.5		
1.9	12.0	11.8	11.7		
2.0	12.1	11.9	11.8		

注:最深拉延级全部钢号及深拉延级的 15F、15、20、25 钢的钢板和钢带,应在冷状态下做 180°弯曲试验,厚度不大于 2mm 的弯至两面接触,大于 2mm 的垫上厚度相同的垫板。弯曲处不得有裂纹、裂口和分层。

(四) 优质碳素结构钢热轧钢带 (GB/T 8749—1988) (表 2-3-15)

表 2-3-15 优质碳素结构钢热轧钢带 (摘自 GB/T 8749—1988)

牌 号	尺 寸 规 格/mm	化学成分	用 途
GB/T 699 规定的牌号	厚度 :2.50、2.75、3.00、3.25、3.50、3.75、4.00、4.25、4.50、4.75、5.00 宽度 :100、105、110、115、120、125、130、135、140、150、160、170、175、180、190、200、210、215、220、230、235、240、250	符合 GB/T 699 的规定	用于制造机器零件、结构件等制品

(五) 优质碳素结构钢冷轧钢带 (GB/T 3522—1983)

(1) 牌号、尺寸规格与用途 (表 2-3-16)

(2) 化学成分和力学性能 (表 2-3-17)

表 2-3-16 优质碳素结构钢冷轧钢带的牌号、尺寸规格与用途

牌 号	尺 寸 规 格	用 途
15、20、25、30、35、40、45、50、55、60、65、70	符合 GB/T 708 的规定。钢带厚度 0.10 ~ 4.00mm, 宽度为 4 ~ 200mm	用于制造机器零件、结构件等制品

表 2-3-17 优质碳素结构钢冷轧钢带的化学成分和力学性能 (摘自 GB/T 3522—1983)

牌 号	化学成分	冷硬钢带 (Y)	退火钢带 (T)	
		抗拉强度 σ_b /MPa	抗拉强度 σ_b /MPa	伸长率 δ /%
15	符合 GB/T 699 的规定	441 ~ 785	314 ~ 490	22
20		490 ~ 834	314 ~ 593	20
25		539 ~ 883	343 ~ 588	18
30		637 ~ 932	392 ~ 588	16
35		637 ~ 932	392 ~ 637	16
40		637 ~ 980	441 ~ 686	15
45		687 ~ 1030	441 ~ 687	15
50		736 ~ 1079	441 ~ 736	13
55		736 ~ 1079	441 ~ 736	12
60		736 ~ 1128	441 ~ 736	12
65		736 ~ 1128	441 ~ 736	10
70		736 ~ 1128	441 ~ 736	10

(六)低碳钢冷轧钢带(YB/T 5059—1993)

(1)牌号、尺寸规格与用途(表 2-3-18)

表 2-3-18 低碳钢冷轧钢带的牌号、尺寸规格与用途

牌 号	尺 寸 规 格/mm	用 途
05F、08、 08F、08Al、 10、10F	厚度 0.05、0.06、0.08、0.10、0.12、0.15、0.18、0.20、 0.22、0.25、0.28、0.30 ~ 2.00 (0.05 进级)、2.10 ~ 3.60 (0.10 进级) 宽度 4 ~ 20 (1 进级)、20 ~ 40 (2 进级)、43、46、50、53、 56、60、63、66、70、73、76、80、83、86、90、93、96、100 ~ 250 (5 进级)、260 ~ 300 (10 进级)	用于制造受冲压零 件、钢管和其他金属 制品

注 1. 经供需双方协议,可供应中间厚度的钢带。

2. 厚度小于 0.20mm 的钢带只生产特软(TR)和硬(Y)钢带。

3. 钢带应成卷交货,其长度不应短于 6m。但允许交付长度不短于 3m 的短钢带,其数量不得超过一批交货总质量的 10%。

4. 厚度大于 0.2mm 的钢带应卷成内径为 200 ~ 600mm 的钢带卷。厚度不大于 0.2mm 的钢带则卷成内径不小于 150mm 的钢带卷。

(2)化学成分和力学性能(表 2-3-19)

表 2-3-19 低碳钢冷轧钢带的化学成分和力学性能
(摘自 YB/T 5059—1993)

牌 号	化 学 成 分	力 学 性 能		
		钢带软硬级别	σ_b /MPa	δ / % $\geq$
05F、08、 08F、08Al、 10、10F	符合 GB/T 699 的规 定	特软 (TR)	275 ~ 390	30
		软 (R)	325 ~ 440	20
		半软 (BR)	375 ~ 490	10
		低硬 (DY)	410 ~ 540	4
		冷硬 (Y)	490 ~ 785	不测定

(3)工艺性能(表 2-3-20)

表 2－3－20 低碳钢冷轧钢带的杯突值(摘自 YB/T 5059—1993) mm

钢带厚度	最小杯突深度				
	钢带宽度				
	< 30	30 ~ < 70		≥70	
		特软 (TR)	软 (R)	特软 (TR)	软 (R)
< 0.20	不做杯突试验	—	—	—	—
0.20		5.2	4.2	7.5	6.8
0.25		5.3	4.3	7.7	7.0
0.30		5.5	4.5	8.0	7.2
0.35		5.7	4.7	8.2	7.4
0.40		5.9	4.8	8.5	7.7
0.45		6.1	5.0	8.6	7.8
0.50		6.2	5.1	8.8	7.9
0.60		6.4	5.4	9.1	8.2
0.70		6.6	5.6	9.4	8.5
0.80		6.9	5.9	9.6	8.7
0.90		7.1	6.1	9.8	9.0
1.00		7.3	6.2	10.0	9.2
1.20		7.7	6.7	10.5	9.6
1.40		8.1	7.1	10.9	10.0
1.60		8.5	7.4	11.1	10.4
1.80		8.9	7.8	11.5	10.7
2.00		9.2	8.1	11.7	10.9
> 2.00		—	—	—	—

注 厚度小于 0.2mm 和大于 2.0mm 的钢带以及半软、低硬和冷硬钢带不做杯突试验。

五、优质碳素结构纲钢丝

(一) 优质碳素结构纲钢丝 (GB/T 3206—1982)

(1) 尺寸规格、化学成分和用途 (表 2－3－21)

表 2－3－21 优质碳素结构纲钢丝的尺寸规格、化学成分和用途(摘自 GB/T 3206—1982)

牌 号	钢丝品种	尺寸规格	化学成分	用 途
08F、10、10F、15、15F、20、25、30、40、45、50、55 和 60	冷拉圆钢丝 冷拉方钢丝 冷拉六角钢丝	符合 GB/T 342 的 规定	符合 GB/T 699 的 规定	用于制造各种机 器结构零件、标准 件等
	银亮钢丝	符合 GB/T 3207 的 规定		

(2)盘重(表 2-3-22)

表 2-3-22 优质碳素结构钢丝的盘重(摘自 GB/T 3206—1982)

钢丝直径/mm	每盘质量/kg		钢丝直径/mm	每盘质量/kg	
	正常的	较轻的		正常的	较轻的
	≥			≥	
0.2~0.3	2	0.5	>1.0~3.0	20	10
>0.3~0.5	5	2	>3.0~6.0	25	12
>0.5~1.0	10	6	>6.0~10.0	30	15

(3)力学性能(表 2-3-24)

表 2-3-23 硬状态钢丝的力学性能(摘自 GB/T 3206—1982)

钢丝直径/mm	抗拉强度 σ_b /MPa≥					弯曲/次≥				
	08F、 10、 10F	15、 15F、 20	25、 30、 35	40、 45、 50	55、60	08F、 10、 10F	15、 15F、 20	25、30 35	40、 45、 50	55、60
0.20~0.75	735	785	980	1080	1175	—	—	—	—	—
>0.75~1.0	685	735	885	980	1080	6	6	6	5	5
>1.0~3.0	635	685	785	885	980	6	6	5	4	4
>3.0~6.0	590	635	685	785	885	5	5	5	4	4
>6.0~10.0	540	590	635	735	785	5	4	3	2	2

表 2-3-24 软状态钢丝的力学性能(摘自 GB/T 3206—1982)

牌 号	力 学 性 能		
	抗拉强度 σ_b /MPa	伸长率 δ_5 /%	收缩率 ψ /%
10	440~685	8	50
15	490~735	8	45
20	490~735	7.5	40
25	540~785	7	40
30	540~785	7	35
35	590~835	6.5	35
40	590~835	6	35
45	635~880	6	30
50	635~880	6	30

(二)重要用途低碳钢丝(YB/T 5032—1993)

(1)尺寸规格、化学成分、力学性能和用途(表 2－3－25)

表 2－3－25 重要用途低碳钢丝的尺寸规格、化学成分、
力学性能与用途(摘自 YB/T 5032—1993)

公称直径/mm	化学成分	σ_b /MPa		360°扭转 次数/次	180°弯曲 次数/次	用 途
		光面	镀锌			
0.3	符合 GB/T 699 中的低碳钢的规定	400	370	30	打结拉力试验抗拉强度 光面： ≥ 225 MPa 镀锌： ≥ 186 MPa	适用于机器制造中重要部件及零件的制作
0.4				30		
0.5				30		
0.6				30		
0.8				30		
1.0				25	22	
1.2				25	18	
1.4				20	14	
1.6				20	12	
1.8				18	12	
2.0				18	10	
2.3				15	10	
2.6				15	8	
3.0				12	10	
3.5				12	10	
4.0				10	8	
4.5				10	8	
5.0				8	6	
6.0				—	—	

注 钢丝按交货表面状况分为：Ⅰ类镀锌钢丝(Z_d)；Ⅱ类光面钢丝(Z_g)。

(2)盘重(表 2－3－26)

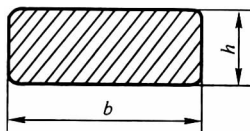
表 2－3－26 重要用途低碳钢丝的盘重(摘自 YB/T 5032—1993)

公称直径/mm	盘重/kg	公称直径/mm	盘重/kg
6.0~4.0	20	1.0~0.8	1
3.5~1.8	10	0.6~0.5	0.5
1.6~1.2	5	0.4~0.3	0.3

注 相同钢号、炉号、直径、交货状态的钢丝盘可以捆扎成捆，每捆不超过 3 盘钢丝组成。

(三)软轴用扁钢丝(YB/T 5184—1993)(表 2-3-27)

表 2-3-27 软轴用扁钢丝(摘自 YB/T 5184—1993)



牌号	规格/mm	化学成分	抗拉强度 ^① /MPa	弯曲试验	用 途
45	0.6×1.0 0.7×1.6 1.0×3.0 2.0×4.0 3.0×6.0	符合 GB/T 699 的规定	1100~1300	钢丝应进行弯曲试验,其表面不得产生裂纹或断裂现象	用于制造汽车及机械软轴

①根据需方要求,经供需双方协商,同意钢丝的抗拉强度差应不大于 100MPa。

六、碳素结构钢管

(一)优质碳素结构钢管(GB/T 8162—1999)

(1)尺寸规格和用途(表 2-3-28)

表 2-3-28 结构用优质碳素钢无缝钢管的尺寸规格和用途

尺寸规格	外径和壁厚	应符合 GB/T 17395《无缝钢管》的规定
	长 度	1)热轧(挤压、扩)钢管为 3~12m 2)冷拔(轧)钢管为 2~10.5m
	弯曲度	1)壁厚≤15mm 时不得大于 1.5mm/m 2)壁厚>15~30mm 时不得大于 2.0mm/m 3)壁厚>30mm 或外径≥351mm 时不得大于 3.0mm/m
用 途		适用于一般结构、机械结构

(2)化学成分和力学性能(表 2-3-29)

(二)传动轴用电焊钢管(YB/T 5209—2000)

(1)牌号、尺寸规格与用途(表 2-3-30)

(2)化学成分(表 2-3-31)

(3)力学性能(表 2－3－32)

表 2－3－29 结构用优质碳素钢管的化学成分和力学性能(摘自 GB/T 8162—1999)

牌 号	抗拉强度 σ_b /MPa	屈服点 σ_s /MPa			断后伸长率 δ_5 /%	压扁试验平 板间距 H /mm	化学成分
		钢管壁厚					
		$\leq 16\text{mm}$	$> 16 \sim 30\text{mm}$	$> 30\text{mm}$			
	$\geq$						
10	335	205	195	185	24	$2/3D$	符合 GB/T 699 的 规定
20	390	245	235	225	20	$2/3D$	
35	510	305	295	285	17	—	
45	590	335	325	315	14	—	

注 1. D 为钢管外径。
2. 压扁试验的平板间距 (H) 最小值应是钢管壁厚的 5 倍。

表 2－3－30 传动轴用电焊钢管的牌号、尺寸规格与用途(摘自 YB/T 5209—2000)

牌 号	尺寸规格/mm			用 途
	外径	壁厚	内径	
08Z 20Z	50	2.5	45	用于制造汽车传动轴及其他机械动力传动轴
	63.5	1.6	60.3	
	63.5	2.5	58.5	
	68.9	2.3	64.3	
	76	2.5	71	
	89	2.5	84	
	89	4.0	81	
	89	5.0	79	
	90	3.0	84	
	93	7.0	79	
	100	4.0	92	
	100	6.0	88	
	108	7.0	94	

表 2-3-31 传动轴用电焊钢管的化学成分(摘自 YB/T 5209—2000)

牌号	化学成分(质量分数)/%			
	C	Si	Mn	P
08Z	0.05 ~ 0.12	≤0.37	0.35 ~ 0.65	≤0.035
20Z	0.17 ~ 0.24	0.17 ~ 0.37	0.35 ~ 0.65	≤0.035

牌号	化学成分(质量分数)/%				
	S	Ti	Cr	Ni	Cu
08Z	≤0.035	≤0.24	≤0.10	≤0.25	≤0.25
20Z	≤0.035	—	≤0.25	≤0.25	≤0.25

表 2-3-32 传动轴用电焊钢管的力学性能(摘自 YB/T 5209—2000)

类别	牌号	抗拉强度 σ_b /MPa	屈服点 σ_s ①/MPa	断后伸长率 δ_5 /%
Ⅰ、Ⅱ	08Z	≥450	≥300	≥15
	20Z	≥440	≥295	≥10
Ⅲ	20Z	460 ~ 590	≥350	≥10

①各牌号 σ_s 值不作交货条件,但应填在质量证明书中。

(三)带式输送机托辊用电焊钢管(GB/T 13792—1992)

(1)牌号、尺寸规格与用途(表 2-3-33)

表 2-3-33 带式输送机托辊用电焊钢管的牌号、尺寸规格与用途

牌号	尺寸规格/mm		用 途
	外径	壁厚	
Q215 Q235 20	63.5	3.2、4.5	适用于作带式输送机托辊
	76.0	3.2、4.5	
	89.0	3.2、4.5	
	108.0	3.2、4.5	
	133.0	4.5、5.0	
	159.0	4.5、5.0、6.0	
	194.0	5.0、6.0	
	219.0	5.0、6.0	

(2)化学成分与力学性能(表 2－3－34)

表 2－3－34 带式输送机托辊用电焊钢管的化学成分与力学性能
(摘自 GB/T 13792—1992)

牌 号	化 学 成 分	力 学 性 能	
		抗拉强度 σ_b /MPa	伸长率 δ_5 /%
Q215	符合 GB/T 700、GB/T 699 的规定	≥ 335	≥ 18
Q235		≥ 375	≥ 18
20		≥ 410	≥ 18

注 1. 钢管应逐根进行水压试验,试验压力如下(稳压时间不少于 5s) :
 钢管外径小于或等于 108mm 时 7 MPa。
 钢管外径大于 108mm 时 5 MPa。
 制造厂可用涡流探伤代替水压试验,涡流探伤按 GB/T 7735 的规定进行,对比试验人工缺陷(钻孔)为 A 级。
2. 钢管应进行压扁试验,试验时焊缝与施力方向成 90°,钢管外径压缩 1/3 时,焊缝处不允许出现裂缝或裂口。
3. 钢管一般用 Q215、Q235 的 A 级和 B 级钢及 20 钢制造。

(四)换热器用焊接钢管(YB 4103—2000)

- (1)牌号、尺寸规格与用途(表 2－3－35)
- (2)化学成分(表 2－3－36)
- (3)力学性能(表 2－3－37、表 2－3－38)

表 2－3－35 换热器用焊接钢管的牌号、尺寸规格与用途(摘自 YB 4103—2000)

牌 号	尺寸规格/mm		用 途
	外径	壁厚	
10	19	2、2.5	适用于温度在－19～475℃,设计压力不大于 6.4MPa 的换热器、冷凝器及类似传热设备
	25	2、2.5、3	
	32	2.5、3、3.5	
	38	3、3.5、4	
	45	3、3.5、4	
	57	3、5、4	

表 2－3－36 换热器用焊接钢管的化学成分(摘自 YB 4103—2000)

牌 号	化 学 成 分 (质 量 分 数) / %							
	C	Si	Mn	P	S	残余元素		
						Ni	Cr	Cu
10	0.07～0.14	0.17～0.37	0.35～0.65	≤0.035	≤0.035	≤0.25	≤0.15	≤0.25

表 2-3-37 换热器用焊接钢管的热处理(摘自 YB 4103—2000)

电焊钢管(Ⅰ)	冷拔电焊钢管(Ⅱ)
无氧化正火	1)无氧化正火 2)在冷拔前经过正火处理的钢管可进行退火处理

注 对冷拔电焊钢管Ⅱ,选择其中一种方法。

表 2-3-38 换热器用焊接钢管的纵向力学性能(摘自 YB 4103—2000)

牌 号	力 学 性 能		
	抗拉强度 σ_b /MPa	屈服点 σ_s /MPa	断后伸长率 δ_5 /%
10	335~475	≥ 195	≥ 28

注 钢管应逐根进行液压试验,最大压力为 7.0MPa_{ao}。试压 5s 不得出现渗漏。

第二节 非调质机械结构钢

一、非调质机械结构钢的性能特点与用途(表 2-3-39)

表 2-3-39 非调质机械结构钢^①的性能特点与用途

牌 号	性 能 特 点	用 途 举 例
YF35V YF40V	热轧空冷后具有良好的综合力学性能,加工性能优于调质态的 40 钢	用于制造 CA15 发动机和空气压缩机的连杆及其他零件,可代替 40 钢
YF45V	属于 685MPa 级易切削非调质钢,比 YF35V 钢有更高的强度	用于制造汽车发动机曲轴、凸轮轴、连杆,以及机械行业的轴类、蜗杆等零件,可代替 45 钢
YF35MnV	与 YF35V 钢相比,有更好的综合力学性能	用于制造 CA6102 发动机的连杆及其他零件,可代替 55 钢
YF40MnV	比 YF35MnV 钢有更高的强度,其塑性和疲劳性能均优于调质态的 45 钢,加工性能优于 45、40Cr、40MnB 钢	可代替 45、40Cr 和 40MnB 钢制造汽车、拖拉机和机床的零部件
YF45MnV	属于 785MPa 级易切削非调质钢,与 YF40MnV 钢相比,耐磨性较高,韧性稍低,加工性能优于调质态的 45 钢,疲劳性能和耐磨性亦佳	主要取代调质态的 45 钢,用来制造拖拉机、机床等的轴类零件

续表

牌 号	性 能 特 点	用 途 举 例
F45V	有良好的综合力学性能,强度与塑性与VF35V 钢相近,而加工性能略低	用于制造汽车发动机曲轴、半轴和部分拖拉机零件,可代替 45 钢
F35MnVN	属于 785MPa 级热锻用非调质钢,有良好的综合力学性能,加工性能与中碳调质钢相当	用于制造汽车发动机连杆及其他零件,可代替 45、40Cr、40MnB 钢
F40MnV	有良好的综合力学性能,强度和塑性与YF40MnV 钢相近,而加工性能略低	可代替 45、55 钢等中碳调质钢,制造汽车和拖拉机连杆、半轴及其他零件

①适用于切削加工和热压力加工用的结构钢。钢材以热轧或锻制状态交货。

二、非调质机械结构钢的化学成分与力学性能(GB/T 15712—1995)

(1)非调质机械结构钢的化学成分(表 2-3-40)

表 2-3-40 非调质机械结构钢的化学成分(摘自 GB/T 15712—1995)

牌 号	化学成分(质量分数) / %						
	C	Si	Mn	S	P	V	其 他
YF35V	0.32 ~ 0.39	0.20 ~ 0.40	0.60 ~ 1.00	0.035 ~ 0.075	≤0.035	0.06 ~ 0.13	—
YF40V	0.37 ~ 0.44						
YF45V	0.42 ~ 0.49						
YF35MnV	0.32 ~ 0.39	0.30 ~ 0.60	1.00 ~ 1.50				
YF40MnV	0.37 ~ 0.44						
YF45MnV	0.42 ~ 0.49						
F45V	0.42 ~ 0.49	0.20 ~ 0.40	0.60 ~ 1.00	≤0.035			N≥0.0090
F35MnVN	0.32 ~ 0.39						
F40MnV	0.37 ~ 0.40		1.00 ~ 1.50				

注 1. YF 为易切削非调质,F 为热锻用非调质。
2. 钢中可含有质量分数不大于 0.30% Cr、Ni、Cu 热压力加工用钢可含有质量分数不大于 0.20% Cu。

(2)非调质机械结构钢的力学性能(表 2-3-41 ~ 表 2-3-42)

表 2-3-41 易切削非调质机械结构钢的力学性能(摘自 GB/T 15712—1995)

牌 号	力 学 性 能 ≥										硬度 HBS	
	抗拉强度		屈服强度		伸长率		断面收缩率		冲击功		≤	
	σ_b /MPa		σ_s /MPa		δ_5 /%		ψ /%		A_K /J			
	直径 ≤ 40mm	直径 > 40 ~ 60mm	直径 ≤ 40mm	直径 > 40 ~ 60mm	直径 ≤ 40mm	直径 > 40 ~ 60mm	直径 ≤ 40mm	直径 > 40 ~ 60mm	直径 ≤ 40mm	直径 > 40 ~ 60mm	直径 ≤ 40mm	直径 > 40 ~ 60mm
YF35V	590		390		18		40		47		229	
YF40V	640		420		16		35		37		255	
YF45V	685		440		15		30		35		257	
YF35MnV	735	710	460	440	17	15	35	33	37	35	257	257
YF40MnV	785	760	490	470	15	13	33	30	32	28	275	265
YF45MnV	835	810	510	490	13	12	28	28	28	25	289	275

注 1. 本表适用于非调质机械结构钢热轧(锻制)状态钢材的力学性能,尺寸范围指直径或边长。
2. 尺寸大于 60mm 钢材的力学性能可由供需双方协定。
3. 钢材以热轧(锻制)状态交货。

表 2-3-42 热锻用非调质机械结构钢的力学性能(摘自 GB/T 15712—1995)

牌 号	抗拉强度	屈服强度	伸长率	断面收缩率	冲击功	硬度 HBS
	σ_b /MPa	σ_s /MPa	δ_5 /%	ψ /%	A_K /J	
	$\geq$					
F45V	685	440	15	40	32	257
F35MnVN	785	490	15	40	39	269
F40MnV	785	490	15	40	36	275

注 本表适用于直径或边长不大于 80mm 的热锻用非调质机械结构钢的直径 25mm 试样毛坯,经(950±20)℃,保温 30min,正火处理后的力学性能;尺寸大于 80mm 的钢材,其试样力学性能及硬度值由供需双方协定。

三、非调质机械结构钢钢材尺寸规格(表 2-3-43)

表 2-3-43 非调质机械结构钢的尺寸规格

品 种	尺寸规格
锻制圆钢、方钢	符合 GB/T 908—1987 的规定
锻制扁钢	符合 GB/T 16761—1997 的规定
热轧圆钢和方钢	符合 GB/T 702—2004 的规定
热轧六角钢和八角钢	符合 GB/T 705—1989 的规定
热轧扁钢	符合 GB/T 704—1988 的规定

第三节 合金结构钢

一、低淬透性含钛优质碳素结构钢的牌号、成分及性能(YB 2009 – 1981)

本钢种适用于热轧、锻制钢材直径或边长不大于 250mm、冷拉钢材不大于 80mm 供制造齿轮、轴等使用,它是具有低淬透性的含少量钛的优质碳素结构钢棒材。其化学成分也适用于钢锭、钢坯及其他制品。

表 2 – 3 – 44 低淬透性钢的钢号和化学成分(熔炼成分)

序号	钢号	化学成分/%					
		C	Si	Mn	Ti	P	S
			不大于			不大于	
1	55Ti	0.51 ~ 0.59	0.25	0.23	0.03 ~ 0.10	0.040	0.040
2	60Ti	0.57 ~ 0.65	0.30	0.23	0.03 ~ 0.10	0.040	0.040
3	70Ti	0.64 ~ 0.73	0.35	0.28	0.04 ~ 0.12	0.040	0.040

注 ①钢中残余铬、镍、铜元素含量各不大于 0.20%,三者之和不大于 0.50%。
②在保证本标准规定的机械性能及其他各项要求时,成品钢材的化学成分允许有下表规定的偏差。

元素	C	Si	Mn	Ti
允许偏差 / %	± 0.01	+ 0.05	+ 0.02	+ 0.02

表 2 – 3 – 45 低淬透性钢用热处理毛坯制成试样测出的纵向机械性能

序号	钢号	正火温度℃	试样毛坯尺寸 mm	机械性能			
				抗拉强度 σ_b / MPa (kgf/mm ²)	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ / MPa (kgf/mm ²)	收缩率 ψ / %	伸长率 δ_5 / %
				不小于			
1	55Ti	830 ± 10	25	540(55)	294(30)	35	16
2	60Ti	825 ± 10	25	588(60)	343(35)	30	14
3	70Ti	815 ± 10	25	686(70)	392(40)	25	12

注 表中所列机械性能适用于直径不大于 100mm 的钢材,钢材直径大于 100mm 时,收缩率和伸长率按下表的规定降低,亦可在经改锻成直径为 90mm 的钢材上检验,改锻后的钢材性能不应降低。

钢材直径 mm	收缩率, ψ / %	伸长率, δ_5 / %
	绝对值降低单位	
> 100 ~ 150	4	2
> 150 ~ 200	8	4
> 200 ~ 250	12	6

二、低合金高强度结构钢的牌号、化学成分和性能(GB/T 1591 – 1994)

表 2 – 3 – 46 低合金高强度结构钢的牌号的表示方法

表示方法	举例
钢的牌号由代表屈服点的汉语拼音字母(Q)、屈服点数值、(质量等级符号(A、B、C、D、E)三部分按顺序排列。)	如 Q390A 其中 Q——钢材屈服点的‘屈’字汉语拼音的首位字母； 390——屈服点数值,单位 MPa； A、B、C、D、E——分别为质量等级符号

表 2 – 3 – 47 低合金高强度结构钢的牌号和化学成分

牌号	质量等级	化学成分 / %										
		C	Mn	Si	P	S	V	Nb	Ti	Al	Cr	Ni
Q295	A	≤ 0.16	0.80 ~ 1.50	≤ 0.55	≤ 0.045	≤ 0.045	0.02 ~ 0.15	0.015 ~ 0.060	0.02 ~ 0.20	—		
	B	0.16	0.80 ~ 1.50	0.55	0.040	0.040	0.02 ~ 0.15	0.015 ~ 0.060	0.02 ~ 0.20			
Q345	A	0.20	1.00 ~ 1.60	0.55	0.045	0.045	0.02 ~ 0.15	0.015 ~ 0.060	0.02 ~ 0.20	—		
	B	0.20	1.00 ~ 1.60	0.55	0.040	0.040	0.02 ~ 0.15	0.015 ~ 0.060	0.02 ~ 0.20	—		
	C	0.20	1.00 ~ 1.60	0.55	0.035	0.035	0.02 ~ 0.15	0.015 ~ 0.060	0.02 ~ 0.20	0.015		
	D	0.18	1.00 ~ 1.60	0.55	0.030	0.030	0.02 ~ 0.15	0.015 ~ 0.060	0.02 ~ 0.20	0.015		
	E	0.18	1.00 ~ 1.60	0.55	0.025	0.025	0.02 ~ 0.15	0.015 ~ 0.060	0.02 ~ 0.20	0.015		
Q390	A	0.20	1.00 ~ 1.60	0.55	0.045	0.045	0.02 ~ 0.20	0.015 ~ 0.060	0.02 ~ 0.20	—	0.30	0.70
	B	0.20	1.00 ~ 1.60	0.55	0.040	0.040	0.02 ~ 0.20	0.015 ~ 0.060	0.02 ~ 0.20	—	0.30	0.70
	C	0.20	1.00 ~ 1.60	0.55	0.035	0.035	0.02 ~ 0.20	0.015 ~ 0.060	0.02 ~ 0.20	0.015	0.30	0.70
	D	0.20	1.00 ~ 1.60	0.55	0.030	0.030	0.02 ~ 0.20	0.015 ~ 0.060	0.02 ~ 0.20	0.015	0.30	0.70
	E	0.20	1.00 ~ 1.60	0.55	0.025	0.025	0.02 ~ 0.20	0.015 ~ 0.060	0.02 ~ 0.20	0.015	0.30	0.70
Q420	A	0.20	1.00 ~ 1.70	0.55	0.045	0.045	0.02 ~ 0.20	0.015 ~ 0.060	0.02 ~ 0.20	—	0.40	0.70
	B	0.20	1.00 ~ 1.70	0.55	0.040	0.040	0.02 ~ 0.20	0.015 ~ 0.060	0.02 ~ 0.20	—	0.40	0.70
	C	0.20	1.00 ~ 1.70	0.55	0.035	0.035	0.02 ~ 0.20	0.015 ~ 0.060	0.02 ~ 0.20	0.015	0.40	0.70
	D	0.20	1.00 ~ 1.70	0.55	0.030	0.030	0.02 ~ 0.20	0.015 ~ 0.060	0.02 ~ 0.20	0.015	0.40	0.70
	E	0.20	1.00 ~ 1.70	0.55	0.025	0.025	0.02 ~ 0.20	0.015 ~ 0.060	0.02 ~ 0.20	0.015	0.40	0.70

续表

牌号	质量等级	化学成分/%										
		C	Mn	Si	P	S	V	Nb	Ti	Al	Cr	Ni
Q460	C	0.20	1.00 ~ 1.70	0.55	0.035	0.035	0.02 ~ 0.20	0.015 ~ 0.060	0.02 ~ 0.20	0.015	0.70	0.70
	D	0.20	1.00 ~ 1.70	0.55	0.030	0.030	0.02 ~ 0.20	0.015 ~ 0.060	0.02 ~ 0.20	0.015	0.70	0.70
	E	0.20	1.00 ~ 1.70	0.55	0.025	0.025	0.02 ~ 0.20	0.015 ~ 0.060	0.02 ~ 0.20	0.015	0.70	0.70

注 表中的 Al 为全铝含量。如化验酸溶铝时,其含量应不小于 0.010%。

表 2-3-48 低合金高强度结构钢钢材的拉伸、冲击和弯曲试验指标

牌号	质量等级	屈服点 σ_s /MPa				抗拉强度 σ_b /MPa	伸长率 δ_5 /%	冲击功 A_{kv} , (纵向), J				180°弯曲试验 d = 弯心直径; a = 试样厚度(直径)	
		厚度(直径,边长)/mm						+ 20℃	0℃	- 20℃	- 40℃		
		≤ 16	> 16 ~ 35	> 35 ~ 50	> 50 ~ 100		不小于				钢材厚度(直径)/mm		
		不小于									≤ 16	> 16 ~ 100	
Q295	A	295	275	255	235	390 ~ 570	23					$d = 2a$	$d = 3a$
	B	295	275	255	235	390 ~ 570	23	34				$d = 2a$	$d = 3a$
Q345	A	345	325	295	275	470 ~ 630	21	34	34			$d = 2a$	$d = 3a$
	B	345	325	295	275	470 ~ 630	21					$d = 2a$	$d = 3a$
	C	345	325	295	275	470 ~ 630	22					$d = 2a$	$d = 3a$
	D	345	325	295	275	470 ~ 630	22					$d = 2a$	$d = 3a$
	E	345	325	295	275	470 ~ 630	22				27	$d = 2a$	$d = 3a$
Q390	A	390	370	350	330	490 ~ 650	19	34	34			$d = 2a$	$d = 3a$
	B	390	370	350	330	490 ~ 650	19					$d = 2a$	$d = 3a$
	C	390	370	350	330	490 ~ 650	20					$d = 2a$	$d = 3a$
	D	390	370	350	330	490 ~ 650	20					$d = 2a$	$d = 3a$
	E	390	370	350	330	490 ~ 650	20				27	$d = 2a$	$d = 3a$
Q420	A	420	400	380	360	520 ~ 680	18	34	34			$d = 2a$	$d = 3a$
	B	420	400	380	360	520 ~ 680	18					$d = 2a$	$d = 3a$
	C	420	400	380	360	520 ~ 680	19					$d = 2a$	$d = 3a$
	D	420	400	380	360	520 ~ 680	19					$d = 2a$	$d = 3a$
	E	420	400	380	360	520 ~ 680	19				27	$d = 2a$	$d = 3a$
Q460	C	460	440	420	400	550 ~ 720	17		34	34		$d = 2a$	$d = 3a$
	D	460	440	420	400	550 ~ 720	17					$d = 2a$	$d = 3a$
	E	460	440	420	400	550 ~ 720	17						27

三、合金结构钢的牌号、化学成分及力学性能(GB/T 3077 - 1999)

以下规定适用于直径或厚度不大于 250mm 的合金结构钢棒材。经供需双方协商,也可供

应直径或厚度大于 250mm 的合金结构钢棒材。

表 2－3－49 合金结构钢的分类与代号

分类方法	分类	代号
按冶金质量分类	a. 优质钢； b. 高级优质钢 c. 特级优质钢	牌号 牌号后加“ A ” 牌号后加“ E ”
按使用加工用途分类	a. 压力加工用钢 1)热压力加工 2)顶锻用钢 3)冷拔坯料 b. 切削加工用钢	UP UHP UF UCD UC

注 钢材的使用、加工方法应在合同中注明,未注明者,按切削加工用钢标准办理。

表 2－3－50 合金结构钢的牌号和化学成分

钢组	序号	统一数字 代号	牌号	化学成分 / %										
				C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	W	B	Al	Ti	V
Mn	1	A00202	20Mn2	0.17 ~ 0.24	0.17 ~ 0.37	1.40 ~ 1.80								
	2	A00302	30Mn2	0.27 ~ 0.34	0.17 ~ 0.37	1.40 ~ 1.80								
	3	A00352	35Mn2	0.32 ~ 0.39	0.17 ~ 0.37	1.40 ~ 1.80								
	4	A00402	40Mn2	0.37 ~ 0.44	0.17 ~ 0.37	1.40 ~ 1.80								
	5	A00452	45Mn2	0.42 ~ 0.49	0.17 ~ 0.37	1.40 ~ 1.80								
	6	A00502	50Mn2	0.47 ~ 0.55	0.17 ~ 0.37	1.40 ~ 1.80								
MnV	7	A01202	20MnV	0.17 ~ 0.24	0.17 ~ 0.37	1.30 ~ 1.60								0.07 ~ 0.12
SiMn	8	A10272	27SiMn	0.24 ~ 0.32	1.10 ~ 1.40	1.10 ~ 1.40								
	9	A10352	35SiMn	0.32 ~ 0.40	1.10 ~ 1.40	1.10 ~ 1.40								
	10	A10422	42SiMn	0.39 ~ 0.45	1.10 ~ 1.40	1.10 ~ 1.40								
SiMn MoV	11	A14202	20SiMn 2MoV	0.17 ~ 0.23	0.90 ~ 1.20	2.20 ~ 2.60		0.30 ~ 0.40						0.05 ~ 0.12
	12	A14262	25Si Mn2MoV	0.22 ~ 0.28	0.90 ~ 1.20	2.20 ~ 2.60		0.30 ~ 0.40						0.05 ~ 0.12
	13	A14372	37SiMn 2MoV	0.33 ~ 0.39	0.60 ~ 0.90	1.60 ~ 1.90		0.40 ~ 0.50						0.05 ~ 0.12
	14	A70402	40B	0.37 ~ 0.44	0.17 ~ 0.37	0.60 ~ 0.90					0.0005 ~ 0.0035			
B	15	A70452	45B	0.42 ~ 0.49	0.17 ~ 0.37	0.60 ~ 0.90					0.0005 ~ 0.0035			
	16	A70502	50B	0.47 ~ 0.55	0.17 ~ 0.37	0.60 ~ 0.90					0.0005 ~ 0.0035			

续表

钢组	序号	统一数字 代号	牌号	化学成分/%										
				C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	W	B	Al	Ti	V
MnB	17	A71402	40MnB	0.37 ~ 0.44	0.17 ~ 0.37	1.10 ~ 1.40					0.0005 ~ 0.0035			
	18	A71452	45MnB	0.42 ~ 0.49	0.17 ~ 0.37	1.10 ~ 1.40					0.0005 ~ 0.0035			
MnMoB	19	A72202	20MnMoB	0.16 ~ 0.22	0.17 ~ 0.37	0.90 ~ 1.20		0.20 ~ 0.30			0.0005 ~ 0.0035			
MnVB	20	A73152	15MnVB	0.12 ~ 0.18	0.17 ~ 0.37	1.20 ~ 1.60					0.0005 ~ 0.0035			0.07 ~ 0.12
				0.17 ~ 0.23	0.17 ~ 0.37	1.20 ~ 1.60					0.0005 ~ 0.0035		0.07 ~ 0.12	
	21	A73202	20MnVB	0.37 ~ 0.44	0.17 ~ 0.37	1.10 ~ 1.40					0.0005 ~ 0.0035		0.05 ~ 0.10	
				0.44	0.37	1.40					0.0035		0.10	
MnTiB	23	A74202	20MnTiB	0.17 ~ 0.24	0.17 ~ 0.37	1.30 ~ 1.60					0.0005 ~ 0.0035			0.04 ~ 0.10
				0.22 ~ 0.28	0.20 ~ 0.45	1.30 ~ 1.60					0.0005 ~ 0.0035		0.04 ~ 0.10	
	24	A74252	25Mn TiBRE	0.12 ~ 0.18	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.70 ~ 1.00							
				0.12 ~ 0.17	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.70 ~ 1.00							
Cr	27	A20202	20Cr	0.18 ~ 0.24	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.70 ~ 1.00							
				0.27 ~ 0.34	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.80 ~ 1.10							
	28	A20302	30Cr	0.32 ~ 0.39	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.80 ~ 1.10							
				0.37 ~ 0.44	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.80 ~ 1.10							
	29	A20352	35Cr	0.37 ~ 0.44	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.80 ~ 1.10							
				0.42 ~ 0.49	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.80 ~ 1.10							
	30	A20402	40Cr	0.47 ~ 0.54	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.80 ~ 1.10							
				0.42 ~ 0.49	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.80 ~ 1.10							
31	A20452	45Cr	0.47 ~ 0.54	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.80 ~ 1.10								
			0.47 ~ 0.54	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.80 ~ 1.10								
CrSi	33	A21382	38CrSi	0.35 ~ 0.43	1.00 ~ 1.30	0.30 ~ 0.60	1.30 ~ 1.60							
				0.35 ~ 0.43	1.00 ~ 1.30	0.30 ~ 0.60	1.30 ~ 1.60							
CrMo	34	A30122	12CrMo	0.08 ~ 0.15	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.40 ~ 0.70	0.40 ~ 0.55						
				0.12 ~ 0.18	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.80 ~ 1.10	0.40 ~ 0.55						
	36	A30202	20CrMo	0.17 ~ 0.24	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.80 ~ 0.10	0.15 ~ 0.25						
				0.26 ~ 0.34	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.80 ~ 1.10	0.15 ~ 0.25						
	38	A30303	30CrMoA	0.26 ~ 0.33	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.80 ~ 1.10	0.15 ~ 0.25						
				0.32 ~ 0.40	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.80 ~ 1.10	0.15 ~ 0.25						
	39	A30352	35CrMo	0.38 ~ 0.45	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.90 ~ 1.20	0.15 ~ 0.25						
0.38 ~ 0.45				0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.90 ~ 1.20	0.15 ~ 0.25							
CrMoV	41	A31122	12CrMoV	0.08 ~ 0.15	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.30 ~ 0.60	0.25 ~ 0.35						0.15 ~ 0.30
				0.30 ~ 0.38	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	1.00 ~ 1.30	0.20 ~ 0.30						0.10 ~ 0.20
	43	A31132	12Cr1MoV	0.08 ~ 0.15	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.90 ~ 1.20	0.25 ~ 0.35						0.15 ~ 0.30
				0.22 ~ 0.29	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	1.50 ~ 1.80	0.25 ~ 0.35						0.15 ~ 0.30
	45	A31263	25Cr2 Mo1VA	0.22 ~ 0.29	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	2.10 ~ 2.50	0.90 ~ 1.10						0.30 ~ 0.50

续表

钢组	序号	统一-数字 代号	牌号	化学成分/%										
				C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	W	B	Al	Ti	V
CrMoAl	46	A33382	38CrMoAl	0.35 ~ 0.42	0.20 ~ 0.45	0.30 ~ 0.60	1.35 ~ 1.65	0.15 ~ 0.25			Al 0.70 ~ 1.10			
CrV	47	A23402	40CrV	0.37 ~ 0.44	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.80 ~ 1.10							0.10 ~ 0.20
	48	A23503	50CrVA	0.47 ~ 0.54	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.80 ~ 1.10							0.10 ~ 0.20
CrMn	49	A22152	15CrMn	0.12 ~ 0.18	0.17 ~ 0.37	1.10 ~ 1.40	0.40 ~ 0.70							
	50	A22202	20CrMn	0.17 ~ 0.23	0.17 ~ 0.37	0.90 ~ 1.20	0.90 ~ 1.20							
	51	A22402	40CrMn	0.37 ~ 0.45	0.17 ~ 0.37	0.90 ~ 1.20	0.90 ~ 1.20							
CrMnSi	52	A24202	20CrMnSi	0.17 ~ 0.23	0.90 ~ 1.20	0.80 ~ 1.10	0.80 ~ 1.10							
	53	A24252	25CrMnSi	0.22 ~ 0.28	0.90 ~ 1.20	0.80 ~ 1.10	0.80 ~ 1.10							
	54	A24302	30Cr MnSi	0.27 ~ 0.34	0.90 ~ 1.20	0.80 ~ 1.10	0.80 ~ 1.10							
	55	A24303	30Cr MnSiA	0.28 ~ 0.34	0.90 ~ 1.20	0.80 ~ 1.10	0.80 ~ 1.10							
	56	A24353	35Cr MnSiA	0.32 ~ 0.39	1.10 ~ 1.40	0.80 ~ 1.10	1.10 ~ 1.40							
CrMnMo	57	A34202	20CrMnMo	0.17 ~ 0.23	0.17 ~ 0.37	0.90 ~ 1.20	1.10 ~ 1.40	0.20 ~ 0.30						
	58	A34402	40CrMnMo	0.37 ~ 0.45	0.17 ~ 0.37	0.90 ~ 1.20	0.90 ~ 1.20	0.20 ~ 0.30						
CrMnTi	59	A26202	20CrMnTi	0.17 ~ 0.23	0.17 ~ 0.37	0.80 ~ 1.10	1.00 ~ 1.30						0.04 ~ 0.10	
	60	A26302	30CrMnTi	0.24 ~ 0.32	0.17 ~ 0.37	0.80 ~ 1.10	1.00 ~ 1.30						0.04 ~ 0.10	
CrNi	61	A40202	20CrNi	0.17 ~ 0.23	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.45 ~ 0.75		1.00 ~ 1.40					
	62	A40402	40CrNi	0.37 ~ 0.44	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.45 ~ 0.75		1.00 ~ 1.40					
	63	A40452	45CrNi	0.42 ~ 0.49	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.45 ~ 0.75		1.00 ~ 1.40					
	64	A40502	50CrNi	0.47 ~ 0.54	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.45 ~ 0.75		1.00 ~ 1.40					
	65	A41122	12CrNi2	0.10 ~ 0.17	0.17 ~ 0.37	0.30 ~ 0.60	0.60 ~ 0.90		1.50 ~ 1.90					
	66	A42122	12CrNi3	0.10 ~ 0.17	0.17 ~ 0.37	0.30 ~ 0.60	0.60 ~ 0.90		2.75 ~ 3.15					
	67	A42202	20CrNi3	0.17 ~ 0.24	0.17 ~ 0.37	0.30 ~ 0.60	0.60 ~ 0.90		2.75 ~ 3.15					
	68	A42302	30CrNi3	0.27 ~ 0.33	0.17 ~ 0.37	0.30 ~ 0.60	0.60 ~ 0.90		2.75 ~ 3.15					
	69	A42372	37CrNi3	0.34 ~ 0.41	0.17 ~ 0.37	0.30 ~ 0.60	1.20 ~ 1.60		3.00 ~ 3.50					
	70	A43122	12Cr2Ni4	0.10 ~ 0.16	0.17 ~ 0.37	0.30 ~ 0.60	1.25 ~ 1.65		3.25 ~ 3.65					
71	A43202	20Cr2Ni4	0.17 ~ 0.23	0.17 ~ 0.37	0.30 ~ 0.60	1.25 ~ 1.65		3.25 ~ 3.65						

续表

钢组	序号	统一数字 代号	牌 号	化学成分/%										
				C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	W	B	Al	Ti	V
CrNiMo	72	A50202	20CrNiMo	0.17 ~ 0.23	0.17 ~ 0.37	0.60 ~ 0.95	0.40 ~ 0.70	0.20 ~ 0.30	0.35 ~ 0.75					
	73	A50403	40CrNiMoA	0.37 ~ 0.44	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.60 ~ 0.90	0.15 ~ 0.25	1.25 ~ 1.65					
CrMnNiMo	74	A50183	18CrNiMnMoA	0.15 ~ 0.21	0.17 ~ 0.37	1.10 ~ 1.40	1.00 ~ 1.30	0.20 ~ 0.30	1.00 ~ 1.30					
CrNiMoV	75	A51453	45CrNiMoVA	0.42 ~ 0.49	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.80 ~ 1.10	0.20 ~ 0.30	1.30 ~ 1.80					0.10 ~ 0.20
CrNiW	76	A52183	18Cr2Ni4WA	0.13 ~ 0.19	0.17 ~ 0.37	0.30 ~ 0.60	1.35 ~ 1.65		4.00 ~ 4.50	0.80 ~ 1.20				
	77	A52253	25Cr2Ni4WA	0.21 ~ 0.28	0.17 ~ 0.37	0.30 ~ 0.60	1.35 ~ 1.65		4.00 ~ 4.50	0.80 ~ 1.20				

- 注 ①表中带‘A’字标志的牌号仅能作为高级优质钢订货,其他牌号按优质钢订货。
- ②根据需方要求,可对表中各牌号按高级优质钢(指不带‘A’)或特级优质钢(全部牌号)订货,只需在所订牌号后加“ A ’或‘ E ’字标志(对有‘ A ’字牌号应先去掉‘ A ’)。需方对表中牌号化学成分提出其他要求可按特殊要求订货。
- ③统一数字代号系根据 GB/T 17616 规定列入,优质钢尾部数字为“ 2 ”,高级优质钢(带‘ A ’钢)尾部数字为“ 3 ”,特级优质钢(带‘ E ’钢)尾部数字为“ 6 ”。
- ④稀土成分按 0.05% 计算量加入,成品分析结果供参考。
- ⑤表中所列化学成分也适用于钢锭、钢坯和其他制品。

表 2-3-51 合金结构钢中硫、磷及残余铜、铬、镍、钼的含量限制

钢类别	P	S	Cu	Cr	Ni	Mo
	%, 不大于					
优质钢	0.035	0.035	0.30	0.30	0.30	0.15
高级优质钢	0.025	0.025	0.25	0.30	0.30	0.10
特级优质钢	0.025	0.015	0.25	0.30	0.30	0.10

表 2-3-52 用热处理毛坯制成试样测定钢材的纵向力学性能和退火或高温回火状态的硬度

钢组	序号	牌号	试样 毛坯 尺寸 /mm	热处理				力学性能					钢材退火或 高温回火供 应状态布氏 硬度 HB100 /3000 不大于		
				淬火			回火		抗拉强度		屈服点	断后伸		断面收	冲击吸
				加热温度/℃		冷却剂	加热	温度	冷却剂	度 σ_b	σ_s	长率 δ_5		缩率 ψ	收功 A_{ku2}
				第一次	第二次		MPa			MPa	%	%		J	
				淬火	淬火	/℃	不大于								
Mn	1	20Mn2	15	850	—	水、油	200	水、空	785	590	10	40	47	187	
				880	—	水、油	440	水、空							
	2	30Mn2	25	840	—	水	500	水	785	635	12	45	63	207	
	3	35Mn2	25	840	—	水	500	水	835	685	12	45	55	207	
	4	40Mn2	25	840	—	水、油	540	水	885	735	12	45	55	217	
	5	45Mn2	25	840	—	油	550	水、油	885	735	10	45	47	217	
	6	50Mn2	25	820	—	油	550	水、油	930	785	9	40	39	229	

续表

钢组	序号	牌号	试样 毛坯 尺寸 /mm	热处理					力学性能					钢材退火或 高温回火供 应状态布氏 硬度 HB100 /3000 不大于	
				淬火			回火		抗拉强度		屈服点	断后伸	断面收		冲击吸
				加热温度/℃		冷却剂	加热	度	σ_b	σ_s	长率 δ_5	缩率 ψ	收功 A_{ku2}		
				第一次	第二次		温度		冷却剂	MPa	MPa	%	%		J
				淬火	淬火		/℃		不大于						
MnV	7	20MnV	15	880	—	水、油	200	水、空	785	590	10	40	55	187	
SiMn	8	27SiMn	25	920	—	水	450	水、油	980	835	12	40	39	217	
	9	35SiMn	25	900	—	水	570	水、油	885	735	15	45	47	229	
	10	42SiMn	25	880	—	水	590	水	885	735	15	40	47	229	
	11	20SiMn2MoV	试样	900	—	油	200	水、空	1380	—	10	45	55	269	
SiMn MoV	12	25SiMn2MoV	试样	900	—	油	200	水、空	1470	—	10	40	47	269	
	13	37SiMn2MoV	25	870	—	水、油	650	水、空	980	835	12	50	63	269	
B	14	40B	25	840	—	水	550	水	785	635	12	45	55	207	
	15	45B	25	840	—	水	550	水	835	685	12	45	47	217	
	16	50B	20	840	—	油	600	空	785	540	10	45	39	207	
MnB	17	40MnB	25	850	—	油	500	水、油	980	785	10	45	47	207	
	18	45MnB	25	840	—	油	500	水、油	1030	835	9	40	39	217	
MnMoB	19	20MnMoB	15	880	—	油	2000	油、空	1080	885	10	50	55	207	
MnVB	20	15MnVB	15	860	—	油	200	水、空	885	635	10	45	55	207	
	21	20MnVB	15	860	—	油	200	水、空	1080	885	10	45	55	207	
	22	40MnVB	25	850	—	油	520	水、油	980	785	10	45	47	207	
MnTiB	23	20MnTiB	15	860	—	油	200	水、空	1130	930	10	45	55	187	
	24	25MnTiBRE	试样	860	—	油	200	水、空	1380	—	10	40	47	229	
Cr	25	15Cr	15	880	780~820	水、油	200	水、空	735	490	11	45	55	179	
	26	15CrA	15	880	770~820	水、油	180	油、空	685	490	12	45	55	179	
	27	20Cr	15	880	780~820	水、油	200	水、空	835	540	10	40	47	179	
	28	30Cr	25	860	—	油	500	水、油	885	685	11	45	47	187	
	29	35Cr	25	860	—	油	500	水、油	930	735	11	45	47	207	
	30	40Cr	25	850	—	油	520	水、油	980	785	9	45	47	207	
	31	45Cr	25	840	—	油	520	水、油	1030	835	9	40	39	217	
	32	50Cr	25	830	—	油	520	水、油	1080	930	9	40	39	229	
CrSi	33	38CrSi	25	900	—	油	600	水、油	980	835	12	50	55	255	
CrMo	34	12CrMo	30	900	—	空	650	空	410	265	24	60	110	179	
	35	15CrMo	30	900	—	空	650	空	440	295	22	60	94	179	
	36	20CrMo	15	880	—	水、油	500	水、油	885	685	12	50	78	197	
	37	30CrMo	25	880	—	水、油	540	水、油	930	785	12	50	63	229	
	38	30CrMoA	15	880	—	油	540	水、油	930	735	12	50	71	229	
	39	35CrMo	25	850	—	油	550	水、油	980	835	12	45	63	229	
	40	42CrMo	25	850	—	油	560	水、油	1080	930	12	45	63	217	

续表

钢组	序号	牌号	试样 毛坯 尺寸 /mm	热处理					力学性能					钢材退火或 高温回火供 应状态布氏 硬度 HB100 /3000 不大于
				淬火			回火		抗拉强度 σ_b		屈服点 σ_s	断后伸 长率 δ_5	断面收 缩率 ψ	冲击吸 收功 A_{ku2}
				加热温度/℃		冷却剂	加热温度		度 σ_b	σ_s	长率 δ_5	缩率 ψ	收功 A_{ku2}	
				第一次	第二次		冷却剂	冷却剂						
				淬火	淬火		/℃							
CrMoV	41	12CrMoV	30	970	—	空	750	空	440	225	22	50	78	241
	42	35CrMoV	25	900	—	油	630	水、油	1080	930	10	50	71	241
	43	12Cr1MoV	30	970	—	空	750	空	490	245	22	50	71	179
	44	25Cr2MoVA	25	900	—	油	640	空	930	785	14	55	63	241
	45	25Cr2Mo1VA	25	1040	—	空	700	空	735	590	16	50	47	241
CrMoAl	46	38CrMoAl	30	940	—	水、油	640	水、油	980	835	14	50	71	229
CrV	47	40CrV	25	880	—	油	650	水、油	885	735	10	50	71	241
	48	50CrVA	25	860	—	油	500	水、油	1280	1130	10	40	—	255
CrMn	49	15CrMn	15	880	—	油	200	水、空	785	590	12	50	47	179
	50	20CrMn	15	850	—	油	200	水、空	930	735	10	45	47	187
	51	40CrMn	25	840	—	油	550	水、油	980	835	9	45	47	229
CrMnSi	52	20CrMnSi	25	880	—	油	480	水、油	785	635	12	45	55	207
	53	25CrMnSi	25	880	—	油	480	水、油	1080	885	10	40	39	217
	54	30CrMnSi	25	880	—	油	520	水、油	1080	885	10	45	39	229
	55	30CrMnSiA	25	880	—	油	540	水、油	1080	835	10	45	39	229
	56	35CrMnSiA	试样 尺寸 /mm	加热到 880℃, 于 280 ~ 310℃ 等温淬火					1620	1280	9	40	31	241
CrMnMo	57	20CrMnMo	15	850	—	油	200	水、空	1180	885	10	45	55	217
	58	40CrMnMo	25	850	—	油	600	水、油	980	785	10	45	63	217
CrMnTi	59	20CrMnTi	15	880	870	油	200	水、空	1080	850	10	45	55	217
	60	30CrMnTi	试样	880	850	油	200	水、空	1470	—	9	40	47	229
CrNi	61	20CrNi	25	850	—	水、油	460	水、油	785	590	10	50	63	197
	62	40CrNi	25	820	—	油	500	水、油	980	785	10	45	55	241
	63	45CrNi	25	820	—	油	530	水、油	980	785	10	45	55	255
	64	50CrNi	25	820	—	油	500	水、油	1080	835	8	40	39	255
	65	12CrNi2	15	860	780	水、油	200	水、空	785	590	12	50	63	207
	66	12CrNi3	15	860	780	油	200	水、空	930	685	11	50	71	217
	67	20CrNi3	25	830	—	水、油	480	水、油	930	735	11	55	78	241
	68	30CrNi3	25	820	—	油	500	水、油	980	785	9	45	63	241
	69	37CrNi3	25	820	—	油	500	水、油	1130	980	10	50	47	269
	70	12Cr2Ni4	15	860	780	油	200	水、空	1080	835	10	50	71	269
	71	20Cr2Ni4	15	880	780	油	200	水、空	1180	1080	10	45	63	269

续表

钢组	序号	牌号	试样 毛坯 尺寸 /mm	热处理					力学性能					钢材退火或 高温回火供 应状态布氏 硬度 HB100 /3000 不大于	
				淬火			回火		抗拉强度		屈服点	断面伸长率	断面收缩率		冲击吸收功
				加热温度/℃		冷却剂	加热	温度	冷却剂	度 σ_b	σ_s	长率 δ_5	缩率 ψ		收功 A_{ku2}
				第一次	第二次		MPa			MPa	%	%	J		
				淬火	淬火		/℃			不大于					
CrNiMo	72	20CrNiMo	15	850	—	油	200	空	980	785	9	40	47	197	
	73	40CrNiMoA	25	850	—	油	600	水、油	980	835	12	55	78	269	
CrMnNiMo	74	18CrMnNiMoA	15	830	—	油	200	空	1180	885	10	45	71	269	
CrNiMoV	75	45CrNiMoVA	试样	860	—	油	460	油	1470	1330	7	35	31	269	
CrNiW	76	18Cr2Ni4WA	15	950	850	空	200	水、空	1180	835	10	45	78	269	
	77	25Cr2Ni4WA	25	850	—	油	550	水、油	1080	930	11	45	71	269	

注 ①表中所列热处理温度允许调整范围 淬火 $\pm 15^{\circ}\text{C}$,低温回火 $\pm 20^{\circ}\text{C}$,高温回火 $\pm 50^{\circ}\text{C}$ 。
②翻钢在淬火前可先经正火,正火温度应不高于其淬火温度,铬锰钛钢第一次淬火可用正火代替。
③拉伸试验时试样钢上不能发现屈服,无法测定屈服点 σ_s 情况下,可以测规定残余伸长应力 $\sigma_{0.2}$ 。

四、锻件用合金结构钢的牌号及力学性能(GB/T 17107 – 1997)

以下规定适用于冶金、矿山、船舶、工程机械等设备中经整体热处理后取样测定力学性能的一般锻件。力学性能不适用于电站设备中高温、高速转动的主轴、转子、叶轮和压力容器等锻件。

表 2 – 3 – 53 锻件用合金结构钢的化学成分及力学性能

序号	牌号	化学成分/%								热处理 状态	截面尺寸		力学性能						硬度
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	其他		直径或厚度)/mm	试样 方向	σ_b	σ_s	δ_5	ψ	A_{ku}		
													$\sqrt{N/mm^2}$	$\sqrt{N/mm^2}$	% 不小于			J 不小于	
1	30Mn2	0.27 ~ 0.34	0.17 ~ 0.37	1.40 ~ 1.80	—	—	—	—	—	调质	≤100 100 ~ 300	纵向 纵向	685 635	440 410	15 16	50 45	— —	— —	
2	35Mn2	0.32 ~ 0.39	0.17 ~ 0.37	1.40 ~ 1.80	—	—	—	—	—	正火 + 回火	≤100 100 ~ 300	纵向 纵向	620 580	315 295	18 18	45 43	— 23	207 ~ 241 207 ~ 241	
										调质	≤100 100 ~ 300	纵向 纵向	745 690	590 490	16 16	50 45	47 47	229 ~ 269 229 ~ 269	
											正火 + 回火	≤100 100 ~ 300	纵向 纵向	690 670	355 335	16 15	38 35	— —	187 ~ 241 187 ~ 241
										4		20SiMn	0.16 ~ 0.22	0.60 ~ 0.80	1.00 ~ 1.30	—	—	—	—
≤300 300 ~ 500 500 ~ 750 750 ~ 1000	切向 切向 切向 切向	490 470 440 410	275 265 245 225	14 13 11 10	30 28 24 22	27 23 19 19	— — — —												

续表

序号	牌号	化学成分/%								其他	热处理 状态	截面尺寸 (直径或厚度)/mm	试样 方向	力学性能					硬度	
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	Nb					σ _b	σ _s	δ ₅	ψ	A _{ku}	J	HB
5	35SiMn	0.32 ~ 0.40	1.10 ~ 1.40	1.10 ~ 1.40	—	—	—	—	—	调质	≤100	纵向	785	510	15	45	47	229 ~ 286		
											100 ~ 300	纵向	735	440	14	35	39	271 ~ 265		
											300 ~ 400	纵向	685	390	13	30	35	215 ~ 255		
											400 ~ 500	纵向	635	375	11	28	31	196 ~ 255		
6	42SiMn	0.39 ~ 0.45	1.10 ~ 1.40	1.10 ~ 1.40	—	—	—	—	—	调质	≤100	纵向	785	510	15	45	31	229 ~ 286		
											100 ~ 200	纵向	735	460	14	35	23	217 ~ 269		
											200 ~ 300	纵向	685	440	13	30	23	217 ~ 255		
											300 ~ 500	纵向	635	375	10	28	20	196 ~ 255		
7	50SiMn	0.46 ~ 0.54	0.80 ~ 1.10	0.80 ~ 1.10	—	—	—	—	—	调质	≤100	纵向	835	540	15	40	39	229 ~ 286		
											100 ~ 200	纵向	735	490	15	35	39	217 ~ 269		
											200 ~ 300	纵向	685	440	14	30	31	207 ~ 255		
8	20MnMo	0.17 ~ 0.23	0.17 ~ 0.37	0.90 ~ 1.30	—	—	0.15 ~ 0.25	—	—	调质	≤300	纵向	500	305	14	40	39	—		
											300 ~ 500	纵向	470	275	14	40	39	—		
											≤300	切向	500	305	14	32	31	—		
											300 ~ 500	切向	470	275	13	30	31	—		
9	20MnMoNb	0.16 ~ 0.23	0.17 ~ 0.37	1.20 ~ 1.50	—	—	0.45 ~ 0.60	—	Nb 0.020 ~ 0.045	调质	100 ~ 300	纵向	635	490	15	45	47	187 ~ 229		
											300 ~ 500	纵向	590	440	15	45	47	187 ~ 229		
											500 ~ 800	纵向	490	345	15	45	39	—		
											100 ~ 300	切向	610	430	12	32	31	—		
											300 ~ 500	切向	570	400	12	30	24	—		
10	42MnMoV	0.38 ~ 0.45	0.17 ~ 0.37	1.20 ~ 1.50	—	—	0.20 ~ 0.30	0.10 ~ 0.20	—	调质	100 ~ 300	纵向	765	590	12	40	31	241 ~ 286		
											300 ~ 500	纵向	705	540	12	35	23	229 ~ 269		
											500 ~ 800	纵向	635	490	12	35	23	217 ~ 241		
11	50SiMnMoV	0.45 ~ 0.55	0.50 ~ 0.70	1.50 ~ 1.80	—	—	0.30 ~ 0.50	0.20 ~ 0.30	—	调质	100 ~ 300	纵向	885	735	12	40	31	269 ~ 302		
											300 ~ 500	纵向	885	635	12	38	31	255 ~ 286		
											500 ~ 800	纵向	835	610	12	35	23	241 ~ 286		
12	37SiMn2MoV	0.33 ~ 0.39	0.60 ~ 0.90	1.60 ~ 1.90	—	—	0.40 ~ 0.50	0.05 ~ 0.12	—	调质	100 ~ 200	纵向	865	685	14	40	31	269 ~ 302		
											200 ~ 400	纵向	815	635	14	40	31	241 ~ 286		
											400 ~ 600	纵向	765	590	14	40	31	229 ~ 269		
13	15Cr	0.12 ~ 0.18	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.70 ~ 1.00	—	—	—	—	正火 + 回火	≤100	纵向	390	195	26	50	39	111 ~ 156		
											100 ~ 300	纵向	390	195	23	45	35	111 ~ 156		
14	20Cr	0.18 ~ 0.24	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.70 ~ 1.00	—	—	—	—	正火 + 回火	≤100	纵向	430	215	19	40	31	123 ~ 179		
											100 ~ 300	纵向	430	215	18	35	31	123 ~ 167		
										调质	≤100	纵向	470	275	20	40	35	137 ~ 179		
											100 ~ 300	纵向	470	245	19	40	31	137 ~ 197		
15	30Cr	0.27 ~ 0.34	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.80 ~ 1.10	—	—	—	—	调质	≤100	纵向	615	395	17	40	43	187 ~ 229		
16	35Cr	0.32 ~ 0.39	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.80 ~ 1.10	—	—	—	—	调质	100 ~ 300	纵向	615	395	15	35	39	187 ~ 229		
17	40Cr	0.37 ~ 0.44	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.80 ~ 1.10	—	—	—	—	调质	≤100	纵向	735	540	15	45	39	241 ~ 286		
											100 ~ 300	纵向	685	490	14	45	31	241 ~ 286		
											300 ~ 500	纵向	685	440	10	35	23	229 ~ 269		
											500 ~ 800	纵向	590	345	8	30	16	217 ~ 255		
18	50Cr	0.47 ~ 0.54	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.80 ~ 1.10	—	—	—	—	调质	≤100	纵向	835	540	10	40	—	241 ~ 286		
											100 ~ 300	纵向	785	490	10	40	—	241 ~ 286		
19	12CrMo	0.08 ~ 0.15	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.40 ~ 0.70	—	0.40 ~ 0.55	—	—	正火 + 回火	≤100	纵向	440	275	20	50	55	≤159		
											100 ~ 300	纵向	440	275	20	45	55	≤159		

续表

序号	牌号	化学成分/%							其他	热处理 状态	截面尺寸 (直径或厚度)/mm	试样 方向	力学性能					硬度 HB
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V					σ_b N/mm ²	σ_s N/mm ²	δ_5 %	ψ %	A_{ku} J 不小于	
20	15CrMo	0.12 ~ 0.18	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.80 ~ 1.10	—	0.40 ~ 0.55	—	—	淬火 + 回火	≤100	切向	440	275	20	—	55	116 ~ 179
											100 ~ 300	切向	440	275	20	—	55	116 ~ 179
											300 ~ 500	切向	430	255	19	—	47	116 ~ 179
21	25CrMo	0.22 ~ 0.29	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.90 ~ 1.20	—	0.15 ~ 0.30	—	—	调质	17 ~ 40	纵向	780	600	14	55	—	—
											40 ~ 100	纵向	690	450	15	60	—	—
											100 ~ 160	纵向	640	400	16	60	—	—
22	30CrMo	0.26 ~ 0.34	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.80 ~ 1.10	—	0.15 ~ 0.25	—	—	调质	≤100	纵向	620	410	16	40	49	196 ~ 240
											100 ~ 300	纵向	590	390	15	40	44	196 ~ 240
23	35CrMo	0.32 ~ 0.40	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.80 ~ 1.10	—	0.15 ~ 0.25	—	—	调质	≤100	纵向	735	540	15	45	47	207 ~ 269
											100 ~ 300	纵向	685	490	15	40	39	207 ~ 269
											300 ~ 500	纵向	635	440	15	35	31	207 ~ 269
											500 ~ 800	纵向	590	390	12	30	23	—
											100 ~ 300	切向	635	440	11	30	27	—
											300 ~ 500	切向	590	390	10	24	24	—
											500 ~ 800	切向	540	345	9	20	20	—
24	42CrMo	0.38 ~ 0.45	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.90 ~ 1.20	—	0.15 ~ 0.25	—	—	调质	≤100	纵向	900	650	12	50	—	—
											100 ~ 160	纵向	800	550	13	50	—	—
											160 ~ 250	纵向	750	500	14	55	—	—
											250 ~ 500	纵向	690	460	15	—	—	—
											500 ~ 750	纵向	590	390	16	—	—	—
25	50CrMo	0.46 ~ 0.54	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.90 ~ 1.20	—	0.15 ~ 0.30	—	—	调质	≤100	纵向	900	700	12	50	—	—
											100 ~ 160	纵向	850	650	13	50	—	—
											160 ~ 250	纵向	800	550	14	50	—	—
											250 ~ 500	纵向	740	540	14	—	—	—
											500 ~ 750	纵向	690	490	15	—	—	—
26	34CrMn	0.30 ~ 0.38	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.70 ~ 1.20	—	0.40 ~ 0.55	—	—	调质	100 ~ 300	纵向	765	590	15	40	47	—
											300 ~ 500	纵向	705	540	15	40	39	—
											500 ~ 750	纵向	665	490	14	35	31	—
											750 ~ 1000	纵向	635	440	13	35	31	—
27	16CrMn	0.14 ~ 0.19	0.17 ~ 0.37	1.00 ~ 1.30	0.80 ~ 1.10	—	—	—	—	渗碳 + 淬火 + 回火	≤30	纵向	780	590	10	40	—	—
											30 ~ 63	纵向	640	440	11	40	—	—
28	20CrMn	0.17 ~ 0.22	0.17 ~ 0.37	1.10 ~ 1.40	1.00 ~ 1.30	—	—	—	—	渗碳 + 淬火 + 回火	≤30	纵向	980	680	8	35	—	—
											30 ~ 63	纵向	790	540	10	35	—	—
29	20CrMnTi	0.17 ~ 0.23	0.17 ~ 0.37	0.80 ~ 1.10	1.00 ~ 1.30	—	—	—	0.04 ~ 0.10	调质	≤100	纵向	615	395	17	45	47	—
30	20CrMnMo	0.17 ~ 0.23	0.17 ~ 0.37	0.90 ~ 1.20	1.10 ~ 1.40	—	0.20 ~ 0.30	—	—	渗碳 + 淬火 + 回火	≤30	纵向	1080	785	7	40	—	—
											30 ~ 100	纵向	835	490	15	40	31	—
31	35CrMnMo	0.30 ~ 0.40	0.17 ~ 0.37	1.10 ~ 1.40	1.10 ~ 1.40	—	0.25 ~ 0.35	—	—	调质	>100 ~ 300	纵向	785	590	14	45	43	207 ~ 269
											300 ~ 500	纵向	735	540	13	40	39	207 ~ 269
											500 ~ 800	纵向	685	490	12	35	31	207 ~ 269

续表

序号	牌号	化学成分/%								热处理 状态	截面尺寸 (直径或厚 度)/mm	试样 方向	力学性能					硬度 HB
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	其他				σ_b	σ_s	δ_5	ψ	A_{ku}	
													N/mm ² 不小于	N/mm ² 不小于	% 不小于	J 不小于		
32	40CrMnMo	0.37 ~ 0.45	0.17 ~ 0.37	0.90 ~ 1.20	0.90 ~ 1.20	—	0.20 ~ 0.30	—	—	调质	≤100	纵向	885	735	12	40	39	—
											100 ~ 250	纵向	835	640	12	30	39	—
											250 ~ 400	纵向	785	530	12	40	31	—
											400 ~ 500	纵向	735	480	12	35	23	—
33	20CrMnMoB	0.17 ~ 0.23	0.17 ~ 0.37	1.20 ~ 1.50	1.50 ~ 1.80	—	0.45 ~ 0.55	—	加入量B: 0.001~0.0035	调质	≤100	纵向	900	785	13	40	39	277 ~ 331
											100 ~ 300	纵向	880	735	13	40	39	225 ~ 302
											300 ~ 500	纵向	835	685	13	40	39	241 ~ 286
											500 ~ 800	纵向	785	635	13	40	39	241 ~ 286
											100 ~ 300	切向	845	735	12	35	39	269 ~ 302
											300 ~ 600	切向	805	685	12	35	39	255 ~ 286
34	30CrMn2MoB	0.27 ~ 0.35	0.17 ~ 0.37	1.40 ~ 1.80	0.90 ~ 1.20	—	0.45 ~ 0.55	—	加入量B: 0.001~0.0035	调质	100 ~ 300	纵向	880	715	12	40	31	255 ~ 302
											300 ~ 500	纵向	835	665	12	40	31	255 ~ 302
											500 ~ 800	纵向	785	615	12	40	31	241 ~ 286
35	32Cr2MnMo	0.28 ~ 0.36	0.17 ~ 0.37	1.10 ~ 1.40	1.70 ~ 2.10	—	0.40 ~ 0.50	—	—	调质	100 ~ 300	纵向	830	685	14	45	59	255 ~ 302
											300 ~ 500	纵向	785	635	12	40	49	255 ~ 302
											500 ~ 750	纵向	735	590	12	35	30	241 ~ 286
36	30CrMnSi	0.27 ~ 0.34	0.90 ~ 1.20	0.80 ~ 1.10	0.80 ~ 1.10	—	—	—	—	调质	≤100	纵向	735	590	12	35	35	235 ~ 293
											100 ~ 300	纵向	685	460	13	35	35	228 ~ 269
37	35CrMnSi	0.32 ~ 0.39	1.10 ~ 1.40	0.80 ~ 1.10	1.10 ~ 1.40	—	—	—	—	调质	≤100	纵向	785	640	12	35	31	241 ~ 293
											100 ~ 300	纵向	685	540	12	35	31	223 ~ 269
38	12CrMoV	0.08 ~ 0.15	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.30 ~ 0.60	—	0.25 ~ 0.35	0.15 ~ 0.30	—	正火加回火	≤100	纵向	470	245	22	48	39	143 ~ 179
											100 ~ 300	纵向	430	215	20	40	39	123 ~ 167
39	12Cr1MoV	0.08 ~ 0.15	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.90 ~ 1.20	—	0.25 ~ 0.35	0.15 ~ 0.30	—	正火+回火	≤100	纵向	440	245	19	50	39	123 ~ 167
											100 ~ 300	纵向	430	215	19	48	39	123 ~ 167
											300 ~ 500	纵向	430	215	18	40	35	123 ~ 167
											500 ~ 800	纵向	430	215	16	35	31	123 ~ 167
40	24CrMoV	0.20 ~ 0.28	0.17 ~ 0.37	0.30 ~ 0.60	1.20 ~ 1.50	—	0.50 ~ 0.60	0.15 ~ 0.30	—	调质	100 ~ 300	纵向	735	590	16	—	47	—
											300 ~ 500	纵向	685	540	16	—	47	—
41	35CrMoV	0.30 ~ 0.38	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	1.00 ~ 1.30	—	0.20 ~ 0.30	0.10 ~ 0.20	—	调质	100 ~ 200	切向	880	745	12	40	47	—
											200 ~ 240	切向	860	705	12	35	47	—
42	30Cr2MoV	0.26 ~ 0.34	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	2.30 ~ 2.70	—	0.15 ~ 0.25	0.10 ~ 0.20	—	调质	≤150	纵向	830	735	15	50	47	219 ~ 277
											150 ~ 250	纵向	735	590	16	50	47	219 ~ 277
											250 ~ 500	纵向	635	440	16	50	47	219 ~ 277
43	28Cr2MolV	0.22 ~ 0.32	0.30 ~ 0.50	0.50 ~ 0.80	1.50 ~ 1.80	—	0.60 ~ 0.80	0.20 ~ 0.30	—	调质	≤100	纵向	835	735	15	50	47	269 ~ 302
											100 ~ 300	纵向	735	635	15	40	47	269 ~ 302
											300 ~ 500	纵向	685	565	14	35	47	269 ~ 302
44	40CrNi	0.37 ~ 0.44	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.45 ~ 0.75	1.00 ~ 1.40	—	—	—	调质	≤100	纵向	735	590	14	45	47	223 ~ 277
											100 ~ 300	纵向	685	540	13	40	39	207 ~ 262
											300 ~ 500	纵向	635	440	13	35	39	197 ~ 235
											500 ~ 800	纵向	615	395	11	30	31	187 ~ 229

续表

序号	牌号	化学成分/%							其他	热处理 状态	截面尺寸 (直径或厚 度)/mm	试样 方向	力学性能					硬度
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V					σ_b N/mm ²	σ_s N/mm ²	δ_5 %	ψ %	A _{ku} J	
													不小于	不小于	不小于	不小于	HB	
45	40CrNiMo	0.37 ~ 0.44	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.60 ~ 0.90	1.25 ~ 1.65	0.15 ~ 0.25	—	—	淬火 + 回火	≤80	纵向	980	835	12	55	78	—
											80 ~ 100	纵向	980	835	11	50	74	—
											100 ~ 150	纵向	980	835	10	45	70	—
											150 ~ 250	纵向	980	835	9	40	66	—
										调质	100 ~ 300	纵向	785	640	12	38	39	241 ~ 292
											300 ~ 500	纵向	685	540	12	33	35	207 ~ 262
46	34Cr Ni1Mo	0.30 ~ 0.40	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	1.30 ~ 1.70	1.30 ~ 1.70	0.20 ~ 0.30	—	—	调质	≤100	纵向	850	735	15	45	55	277 ~ 321
											100 ~ 300	纵向	765	636	14	40	47	262 ~ 311
											300 ~ 500	纵向	685	540	14	35	39	235 ~ 277
											500 ~ 800	纵向	635	490	14	32	31	212 ~ 248
47	34Cr Ni3Mo	0.30 ~ 0.40	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	1.70 ~ 1.10	2.75 ~ 3.25	0.25 ~ 0.40	—	—	调质	≤100	纵向	900	785	14	40	55	269 ~ 341
											100 ~ 300	纵向	850	735	14	38	47	262 ~ 321
											300 ~ 500	纵向	805	685	13	35	39	241 ~ 302
											500 ~ 800	纵向	755	590	12	32	32	241 ~ 302
48	15Cr2Ni2	0.12 ~ 0.17	0.17 ~ 0.37	0.30 ~ 0.60	1.40 ~ 1.70	1.40 ~ 1.70	—	—	—	渗碳 + 淬火 + 回火	≤30	纵向	880	640	9	40	—	—
										30 ~ 63	纵向	780	540	10	40	—	—	
49	20Cr2Ni4	0.17 ~ 0.23	0.17 ~ 0.37	0.30 ~ 0.60	1.25 ~ 1.65	3.25 ~ 3.65	—	—	—	调质	试样毛坯 尺寸 $\phi 15$	纵向	1175	1080	10	45	62	
50	17Cr2 Ni2Mo	0.14 ~ 0.19	0.17 ~ 0.37	0.30 ~ 0.60	1.50 ~ 1.80	1.40 ~ 1.70	0.25 ~ 0.35	—	—	渗碳 + 淬火 + 回火	≤30	纵向	1080	790	8	35	—	—
										30 ~ 63	纵向	980	690	8	35	—	—	
51	30Cr2 Ni2Mo	0.26 ~ 0.34	0.17 ~ 0.37	0.30 ~ 0.60	1.80 ~ 2.20	1.80 ~ 2.20	0.30 ~ 0.50	—	—	调质	≤100	纵向	1100	900	10	45	—	—
											100 ~ 160	纵向	1000	800	11	50	—	—
											160 ~ 250	纵向	900	700	12	50	—	—
											250 ~ 500	纵向	830	635	12	—	—	—
											500 ~ 1000	纵向	780	590	12	—	—	—
52	34Cr2 Ni2Mo	0.30 ~ 0.38	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	1.40 ~ 1.70	1.40 ~ 1.70	0.15 ~ 0.30	—	—	调质	≤100	纵向	1000	800	11	50	—	—
											100 ~ 160	纵向	900	700	12	55	—	—
											160 ~ 250	纵向	800	600	13	55	—	—
											250 ~ 500	纵向	740	540	14	—	—	—
											500 ~ 1000	纵向	690	490	15	—	—	—
53	15Cr NiMoV	0.12 ~ 0.19	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.50 ~ 1.00	0.80 ~ 1.20	0.20 ~ 0.35	0.10 ~ 0.20	—	调质	100 ~ 300	纵向	685	585	15	60	110	190 ~ 240
											300 ~ 500	纵向	635	535	14	55	100	190 ~ 240
54	34CrNi 3MoV	0.30 ~ 0.40	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	1.20 ~ 1.50	3.00 ~ 3.50	0.25 ~ 0.40	0.10 ~ 0.20	—	调质	≤100	纵向	900	785	14	40	47	269 ~ 321
											100 ~ 300	纵向	855	735	14	38	39	248 ~ 311
											300 ~ 500	纵向	805	685	13	33	31	235 ~ 293
											500 ~ 800	纵向	735	590	12	30	31	212 ~ 262
55	37CrNi 3MoV	0.32 ~ 0.42	0.17 ~ 0.37	0.25 ~ 0.50	1.20 ~ 1.50	3.00 ~ 3.50	0.35 ~ 0.45	0.10 ~ 0.25	—	调质	≤100	纵向	900	785	13	40	47	269 ~ 321
											100 ~ 300	纵向	855	735	12	38	39	248 ~ 311
											300 ~ 500	纵向	805	685	11	33	31	235 ~ 293
											500 ~ 800	纵向	735	590	10	30	31	212 ~ 262

续表

序号	牌号	化学成分/%							热处理 其他状态	截面尺寸 (直径或厚度)/mm	试样 方向	力学性能					硬度	
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V				σ _b N/mm ² 不小于	σ _s N/mm ² 不小于	δ ₅ %	ψ %	A _{ku} J 不小于		
56	24Cr2Ni 4MoV	0.22 ~ 0.28	0.17 ~ 0.37	0.30 ~ 0.60	1.50 ~ 1.80	3.30 ~ 3.80	0.40 ~ 0.55	0.05 ~ 0.15	—	调质	100 ~ 300	纵向	1000	870	12	45	70	—
											300 ~ 500	纵向	950	850	13	50	70	—
											500 ~ 750	纵向	900	800	15	50	65	—
											750 ~ 1000	纵向	850	750	15	50	65	—
57	18Cr2 Ni4W	0.13 ~ 0.19	0.17 ~ 0.37	0.30 ~ 0.60	1.35 ~ 1.65	4.00 ~ 4.50	—	—	W 0.80 ~ 1.20	淬火 + 回火	≤80	纵向	1180	835	10	45	78	—
											80 ~ 100	纵向	1180	835	9	40	74	—
											100 ~ 150	纵向	1180	835	8	35	70	—
											150 ~ 250	纵向	1180	835	7	30	66	—

表 2-3-54 锻件用合金结构钢中硫、磷及残余铜、铬、镍含量

钢类	代号	P	S	Cu	Cr	Ni
		%, 不大于				
优质钢	—	0.035	0.035	0.30	0.30	0.30
高级优质钢	A	0.025	0.025	0.25	0.30	0.30
特级优质钢	E	0.025	0.015	0.25	0.30	0.30

表 2-3-55 合金结构钢锻件化学成分允许偏差

元素	规定的最大范围/%	横截面积/cm ²					
		≤ 650	> 650 ~ 1300	> 1300 ~ 2600	> 2600 ~ 5200	> 5200 ~ 10400	> 10400
		超过规定值上、下限的允许偏差值/%					
C	≤ 0.25	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.05
	> 0.25 ~ 0.55	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06
	> 0.55	0.04	0.05	0.05	0.06	0.07	0.07
Mn	≤ 0.90	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08
	> 0.90	0.06	0.06	0.07	0.08	0.08	0.09
P	≤ 0.050	0.008	0.008	0.010	0.010	0.015	0.015
S	≤ 0.035	0.005	0.005	0.005	0.006	0.006	0.006
	> 0.035	0.008	0.010	0.010	0.015	0.015	0.015

续表

元素	规定的最大范围/%	横截面积/cm ²					
		≤650	> 650 ~ 1300	> 1300 ~ 2600	> 2600 ~ 5200	> 5200 ~ 10400	> 10400
		超过规定值上、下限的允许偏差值/%					
Si	≤0.37	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06
	> 0.37	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.09
Ni	≤1.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	> 1.00 ~ 2.00	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	> 2.00 ~ 5.30	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Cr	≤0.90	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06
	> 0.90 ~ 2.10	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08
	> 2.10 ~ 10.00	0.10	0.10	0.12	0.14	0.15	0.16
Mo	≤0.20	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
	> 0.20 ~ 0.40	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04
	> 0.40 ~ 1.15	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08
	> 1.15 ~ 5.50	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.12
Nb	≤0.14	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
	> 0.14 ~ 0.50	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.08
Ti	≤0.85	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
W	≤1.00	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07
	> 1.00 ~ 4.00	0.09	0.09	0.10	0.12	0.12	0.14
Al	≤0.16 ~ 0.50	0.05	0.05	0.06	0.07	0.07	0.08
	> 0.50 ~ 2.00	0.10	0.10	0.10	0.12	0.12	0.14
V	≤0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	> 0.10 ~ 0.25	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	> 0.25 ~ 0.50	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	> 0.50 ~ 1.25	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04

对锻件力学性能检验的要求

- ①合金结构钢锻件的力学性能应符合表 2－3－53 的规定。
- ②锻件必须在热处理后表面处理前检验力学性能。
- ③试样取下后,不得进行任何对力学性能有影响的热处理或者是对测试结果有影响的各种加工。
- ④力学性能主要检验材料的拉伸、冲击性能和硬度。同时做拉伸、冲击和硬度试验时,硬度值供参考。也可做拉伸、冲击和硬度中的某一项试验。
- ⑤在利用横向、切向或径向的试样测定锻件的力学性能时,允许力学性能低于纵向力学性能的数值,其降低程度见表 2－3－56。

表 2－3－56 利用横向、切向或径向试样测定锻件力学性能时,允许低于纵向力学性能的数值

力学性能指标	试样方向	酸性平炉及电炉钢		碱 性 平 炉 钢					
				1－25t 钢锭锻件			> 25t 钢锭锻件		
		锻 造 化		锻 造 比					
		≤5	> 5	2～3	> 3～5	> 5	2～3	> 3～5	> 5
力学性能允许降低的百分数/%									
σ_s	切向	5	5	5	5	5	5	5	5
	横向	5	5	10	10	10	10	10	10
σ_b	切向	5	5	5	5	5	5	5	5
	横向	5	5	10	10	10	10	10	10
δ_5	切向	25	40	25	30	35	35	40	45
	横向	25	40	25	35	40	40	50	50
ψ	切向	20	40	25	30	40	40	40	45
	横向	20	40	30	35	45	45	50	60
A_k	切向	25	40	30	30	30	30	40	50
	横向	25	40	35	40	40	40	50	60

五、弹簧钢的牌号、化学成分及力学性能(GB/T 1222—1984)

本钢材适用于热轧或冷拉圆、方、扁及异型截面弹簧钢钢材。

当钢材按淬透性交货时,在牌号后加后缀字母“Z”。未指明时,按力学性能交货。如 60CrMnMoAZ 即表示此钢材应按淬透性交货。

表 2－3－57 弹簧钢的牌号和化学成分

序号	牌 号	化 学 成 分/%											
		C	Si	Mn	Cr	Mo	V	W	B	Ni	Cu	P	S
		不大于											
1	65	0.62～0.70	0.17～0.37	0.50～0.80	≤0.25					0.25	0.25	0.035	0.035
2	70	0.62～0.75	0.17～0.37	0.50～0.80	≤0.25					0.25	0.25	0.035	0.035

续表

序号	牌 号	化 学 成 分 / %											
		C	Si	Mn	Cr	Mo	V	W	B	Ni	Cu	P	S
		不大于											
3	85	0.82 ~ 0.90	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	≤ 0.25					0.25	0.25	0.035	0.035
4	65Mn	0.62 ~ 0.70	0.17 ~ 0.37	0.90 ~ 1.20	≤ 0.25					0.25	0.25	0.035	0.035
5	55Si2Mn	0.52 ~ 0.60	1.50 ~ 2.00	0.60 ~ 0.90	≤ 0.35					0.35	0.25	0.035	0.035
6	55Si2MnB	0.52 ~ 0.60	1.50 ~ 2.00	0.60 ~ 0.90	≤ 0.35				0.0005 ~ 0.004	0.35	0.25	0.035	0.035
7	55SiMnVB	0.52 ~ 0.60	0.70 ~ 1.00	1.00 ~ 1.30	≤ 0.35		0.08 ~ 0.16		0.0005 ~ 0.0035	0.35	0.25	0.035	0.035
8	60Si2Mn	0.56 ~ 0.64	1.50 ~ 2.00	0.60 ~ 0.90	≤ 0.35					0.35	0.25	0.035	0.035
9	60Si2MnA	0.56 ~ 0.64	1.60 ~ 2.00	0.60 ~ 0.90	≤ 0.35					0.35	0.25	0.030	0.030
10	60Si2CrA	0.56 ~ 0.64	1.40 ~ 1.80	0.40 ~ 0.70	0.70 ~ 1.00					0.35	0.25	0.030	0.030
11	60Si2CrVA	0.56 ~ 0.64	1.40 ~ 1.80	0.40 ~ 0.70	0.90 ~ 1.20		0.10 ~ 0.20			0.35	0.25	0.030	0.030
12	55CrMnA	0.52 ~ 0.60	0.17 ~ 0.37	0.65 ~ 0.95	0.65 ~ 0.95					0.35	0.25	0.030	0.030
13	60CrMnA	0.56 ~ 0.64	0.17 ~ 0.37	0.70 ~ 1.00	0.70 ~ 1.00					0.35	0.25	0.030	0.030
14	60CrMnMoA	0.56 ~ 0.64	0.17 ~ 0.37	0.70 ~ 1.00	0.70 ~ 0.90	0.25 ~ 0.35				0.35	0.25	0.030	0.030
15	50CrVA	0.46 ~ 0.54	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.80 ~ 1.10		0.10 ~ 0.20			0.35	0.25	0.030	0.030
16	60CrMnBA	0.56 ~ 0.64	0.17 ~ 0.37	0.70 ~ 1.00	0.70 ~ 1.00				0.0005 ~ 0.004	0.35	0.25	0.030	0.030
17	30W4Cr2VA	0.26 ~ 0.34	0.17 ~ 0.37	≤ 0.40	2.00 ~ 2.50		0.50 ~ 0.80	4 ~ 4.5		0.35	0.25	0.030	0.030

注 ①当用平炉或转炉冶炼时,不带‘A’钢的磷、硫含量均不大于 0.040%。②根据需方要求(在合同中注明),钢中残余铜含量不大于 0.20%。

表 2-3-58 弹簧钢的热处理制度和力学性能

序号	牌 号	热 处 理 制 度			力 学 性 能 , 不 小 于				
		淬火温度 /℃	油	回火温度/℃	屈服点, σ_s /MPa (kgf/mm ²)	抗拉强度, σ_b /MPa (kgf/mm ²)	伸长率 δ / %		收缩率 ψ / %
							δ_5	δ_{10}	
1	65	840	油	500	785(80)	981(100)		9	35
2	70	830	油	480	834(85)	986(105)		8	30
3	85	820	油	480	981(100)	1127(115)		6	30
4	65Mn	830	油	540	785(80)	981(100)		8	30
5	55Si2Mn	870	油	480	1177(120)	1275(130)		6	30
6	55Si2MnB	870	油	480	1177(120)	1275(130)		6	30

续表

序号	牌号	热 处 理 制 度			力学性能,不小于				
		淬火温度 /℃	淬火	回火温度/℃	屈服点,σ _s /MPa (kgf/mm ²)	抗拉强度,σ _b /MPa (kgf/mm ²)	伸长率 δ/%		收缩率 ψ/%
							δ ₅	δ ₁₀	
7	55SiMnVB	860	油	460	1225(125)	1373(140)		5	30
8	60Si2Mn	870	油	480	1177(120)	1275(130)		5	25
9	60Si2MnA	870	油	440	1373(140)	1570(160)		5	20
10	60Si2CrA	870	油	420	1570(160)	1766(180)	6		20
11	60Si2CrVA	850	油	410	1660(170)	1863(190)	6		20
12	55CrMnA	830~860	油	460~510	1100(σ _{0.2})	1220(125)	9*		20
13	60CrMnA	830~860	油	460~520	1100(σ _{0.2})	1220(125)	9*		20
14	60CrMnMoA	—	—	—	—	—	—	—	—
15	50CrVA	850	油	500	1127(115)	1275(130)	10		40
16	60CrMnBA	830~860	油	460~520	1100(σ _{0.2})	1225(125)	9*	20	
17	30W4Cr2VA	1050~1100	油	600	1324(135)	1471(150)	7		40

注 ① 除规定热处理温度上下限外,表中热处理温度允许偏差为 淬火,±20℃ 回火,±50℃。根据需方特殊要求,回火可按±30℃进行。

② 30W4Cr2VA 除抗拉强度外,其他性能检验结果供参考。

③ 带*的指标其试样可采用下列试样中的一种 若按 GB228—1987《金属拉力试验法》作拉伸试验时,所测 δ 值供参考。

试样一 标距为 50mm,平行长度 60mm,直径 14mm,肩部半径大于 15mm。

试样二 标距为 4√A,平行长度 1.2 倍标距长度,肩部半径大于 15mm。

④ 表中所列力学性能适用于截面尺寸不大于 80mm 的钢材。大于 80mm 的钢材,允许其伸长率、断面收缩率较表中的规定分别降低 1 个单位及 5 个单位。

表 2-3-59 弹簧钢交货状态硬度

组号	牌 号	交 货 状 态	布氏硬度/HB,不大于
1	65 70	热	285
2	85 65Mn 55Si2Mn		302
3	60Si2Mn 60Si2MnA 50CrVA 55SiMnVB 55Si2MnB 55CrMnA 60CrMnA		321
4	60Si2CrA 60Si2CrVA 60CrMnBA 60CrMnMoA 30W4Cr2VA	热轧+热处理	321
5	所 有 牌 号	冷拉+热处理	321

注 55SiMnVB 钢热轧材,其布氏硬度 HB 不大于 341 的,其重量不超过交货量 10% 的允许交货。

六、高碳铬轴承钢的牌号、成分及力学性能(YB(T)1—1981)

表 2-3-60 高碳铬轴承钢的牌号化学成分及退火状态硬度

牌 号	化 学 成 分 / %				残 余 元 素 / %						退火钢 材的硬 度, HB
	C	Si	Mn	Cr	P	S	Ni	Cu	Ni + Cu	Mo	
					不大于		不大于				
	允 许 偏 差 / %										
	± 0.03	± 0.02	± 0.03	± 0.05	+ 0.005	+ 0.005	+ 0.03	+ 0.02	—	+ 0.01	
GCr9	1.00 ~ 1.10	0.15 ~ 0.35	0.25 ~ 0.45	0.90 ~ 1.20	0.025	0.025	0.30	0.25	0.50	0.08	179 ~ 207
GCr9SiMn		0.45 ~ 0.75	0.95 ~ 1.25								179 ~ 217
GCr15	0.95 ~ 1.05	0.15 ~ 0.35	0.25 ~ 0.45	1.40 ~ 1.65							179 ~ 207
GCr15SiMn		0.45 ~ 0.75	0.95 ~ 1.25								179 ~ 217

注 轴承钢管用钢的残余铜含量(熔炼分析)应不大于 0.20%。

表 2-3-61 高铬轴承钢的交货状态与代号

钢 材 品 种	代 号	钢 材 品 种	代 号
热轧(锻)不退火钢	R	冷拉(轧)磨光圆钢	LM
热轧(锻)退火钢	RT	热轧钢管	RG
热轧(锻)退火剥皮圆钢	RB	热轧退火剥皮钢管	RBG
冷拉(轧)圆钢	L	冷拉(轧)钢管	LG

七、高碳铬不锈轴承钢的牌号及化学成分(GB/T 3086-1982)

以下规定适用于制造轴承套圈及滚动体用的高碳铬不锈钢热轧、锻制和冷拉圆钢及钢丝。

表 2-3-62 高碳铬不锈轴承钢的分类

种 类	热轧(锻制)退火钢材	冷拉退火圆钢和钢丝	冷拉磨光圆钢和钢丝
代 号	RT	LT	LM

表 2-3-63 高碳铬不锈钢轴承钢的牌号和化学成分

牌 号	化 学 成 分 / %						
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
		不大于					
9Cr18	0.90 ~ 1.00	0.80	0.80	0.035	0.030	17.0 ~ 19.0	—
9Cr18Mo	0.95 ~ 1.00	0.80	0.80	0.035	0.030	16.0 ~ 18.0	0.40 ~ 0.70

表 2-3-64 高碳铬不锈钢轴承钢铬、钼允许偏差及残余元素含量

化学元素	Cr	Mo	Ni	Cu	Ni + Cu	
允许偏差 / %	± 0.15	± 0.30	—	—	—	
允许含量 / % , ≤	—	—	0.03	0.25	0.50	

八、渗碳轴承钢的牌号、化学成分及力学性能 (GB/T 3203 - 1982)

本钢适用于制作轴承套圈及滚动件用的渗碳轴承钢钢坯,热轧和锻制圆钢及冷拉圆钢。

表 2-3-65 渗碳轴承钢的牌号和化学成分(熔炼成分)

序号	牌 号	化 学 成 分 / %								
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	P	S
								不大于		
1	G20CrMo	0.17 ~ 0.23	0.20 ~ 0.35	0.65 ~ 0.95	0.35 ~ 0.65	—	0.08 ~ 0.15	0.25	0.030	0.030
2	G20CrNiMo	0.17 ~ 0.23	0.15 ~ 0.40	0.60 ~ 0.90	0.35 ~ 0.65	0.40 ~ 0.70	0.15 ~ 0.30	0.25	0.030	0.030
3	G20CrNi2Mo	0.17 ~ 0.23	0.15 ~ 0.40	0.40 ~ 0.70	0.35 ~ 0.65	1.60 ~ 2.00	0.20 ~ 0.30	0.25	0.030	0.030
4	G20Cr2Ni4	0.17 ~ 0.23	0.15 ~ 0.40	0.30 ~ 0.60	1.25 ~ 1.75	3.25 ~ 3.75	—	0.25	0.030	0.030
5	G10CrNi3Mo	0.08 ~ 0.13	0.15 ~ 0.40	0.40 ~ 0.70	1.00 ~ 1.40	3.00 ~ 3.50	0.08 ~ 0.15	0.25	0.030	0.030
6	G20Cr2Mn2Mo	0.17 ~ 0.23	0.15 ~ 0.40	1.30 ~ 1.60	1.70 ~ 2.00	≤0.30	0.20 ~ 0.30	0.25	0.030	0.030

表 2-3-66 渗碳轴承钢成品钢材化学成分允许偏差

化学元素	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	P	S
允许偏差 / %	± 0.02	± 0.03	± 0.04	± 0.05	± 0.05	± 0.02	± 0.05	± 0.005	± 0.005

表 2-3-67 G20CrNiMo 和 G20CrNi2Mo 钢的试样热处理和硬度

牌 号	试样热处理制度	硬度(HRC)	
		距末端距离/mm	
		1.5	9.0
G20CrNiMo	920 ~ 950℃, 60min, 正火 900 ± 20℃, 15 ~ 30min, 水	40 ~ 48	23 ~ 38
G20CrNi2Mo	920 ± 20℃, 30min, 正火 920 ± 20℃, 15 ~ 30min, 水	41 ~ 48	≥ 30

注 表中未列的钢号,根据需方要求也可进行末端淬透性检验,其硬度值供参考。

表 2-3-68 用经热处理毛坯制造的试样测定钢材的纵向力学性能

序 号	牌 号	试样毛 坯直径 /mm	淬 火		回 火			机 械 性 能			
			温度/℃		冷 却 剂	温度/℃	冷 却 剂	抗拉强度	伸长率	收缩率	冲击值
								σ_b /MPa	δ_5		α_k
			(kgf/mm ²)	/%				(kgf-m/cm ²)			
不大于											
1	G20CrNiMo	15	880 ± 20℃	790 ± 20℃	油	150 ~ 200	空	1177(120)	9	45	8
2	G20CrNi2Mo	25	800 ± 20℃	800 ± 20℃	油	150 ~ 200	空	981(100)	13	45	8
3	G20Cr2Ni4	15	870 ± 20℃	790 ± 20℃	油	150 ~ 200	空	1177(120)	10	45	8
4	G10CrNi3Mo	15	880 ± 20℃	790 ± 20℃	油	180 ~ 200	空	1079(110)	9	45	8
5	G20Cr2Mn2Mo	15	880 ± 20℃	810 ± 20℃	油	180 ~ 200	空	1275(130)	9	40	7

注 1G20CrMo 的力学性能积累数据供参考。

九、铁路货车滚动轴承用渗碳轴承钢的牌号、化学成分及力学性能(YB 4100-1998)

表 2-3-69 渗碳轴承钢的牌号和化学成分(熔炼分析)

牌 号	化 学 成 分/%									
G20CrNi2MoA	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	P	S	Cu	Ti
	0.17 ~ 0.23	0.15 ~ 0.40	0.40 ~ 0.70	0.40 ~ 0.60	1.60 ~ 2.00	0.20 ~ 0.30	≤0.020		≤0.20	≤0.005

注 Ti 元素仲裁时,采用供需双方认可的光谱仪。

表 2-3-70 铁路货车滚动轴承用渗碳钢钢棒的热处理制度和硬度

牌 号	热处理制度	硬度值/HRC	
		距末端距离/mm	
		1.5	9
G20CrNi2MoA	920℃ ± 20℃ 正火 920℃ ± 20℃ 水冷	41 ~ 48	≥ 30

表 2-3-71 用热处理毛坯制成的试样测定钢棒纵向力学性能

试样毛坯直径 /mm	热处理工艺		力学性能,不小于			
	淬 火	回 火	抗拉强度 σ_b	伸长率 δ_5	断面收缩率 ψ	冲击吸收功 A_{kv}
			MPa	%	%	J
25	880℃ ± 20℃ 油冷 800℃ ± 20℃ 油冷	170 ~ 200℃ 空冷	980	13	45	63

注 表中所列力学性能适用于直径等于 80mm 的钢棒。尺寸 81 ~ 100mm 的钢棒,允许其伸长率、断面收缩率及冲击吸收功较表中的规定分别降低 1 个单位、5 个单位及 5%;尺寸 101 ~ 130mm 的钢棒,允许其伸长率、断面收缩率及冲击吸收功较表中的规定分别降低 2 个单位、10 个单位及 10%。

十、铁路货车滚动轴承用冷拉轴承钢牌号及化学成分(YB 4101 - 1998)

表 2-3-72 冷拉轴承钢的牌号和化学成分

牌号	化 学 成 分/%										
	C	Si	Mn	Cr	P	S	Ni	Cu	Cu + Ni	Ti	Mo
GCr15	0.95 ~ 1.05	0.15 ~ 0.35	0.25 ~ 0.45	1.35 ~ 1.65	≤0.025	≤0.020	≤0.30	≤0.25	≤0.50	≤0.005	≤0.08

注 Ti 元素仲裁时,采用供需双方认可的光谱仪。

表 2-3-73 钢棒退火状态交货的布氏硬度值

布氏硬度	一组	二组
HBS10/3000	179 ~ 207	201 ~ 235

表 2-3-74 钢棒的尺寸、外形及允许偏差(mm)

直 径	允许偏差	不圆度	同支钢材 直径之差	长 度	弯曲度 /(mm/m)
23.20	+ 0.04 - 0.04	≤0.04	≤0.04	3000 ~ 6000	≤ 1
23.30 ~ 32.00	+ 0.13 0	≤0.13	≤0.05	3000 ~ 6000	≤ 2

注 ①允许供应长度 2000 ~ 3000mm 钢棒,但其重量不大于每批订货量的 8%。

②钢材两端应剪切平整,不得有飞刺和锥尾。

十一、航空发动机用高温轴承钢(YB 4105 - 2000)

以下规定适用于航空发动机轴承用高温轴承钢的热轧或锻制圆钢、冷拉圆钢(直条或盘

状)和钢丝。

1. 牌号及化学成分

表 2-3-75 航空发动机用高温轴承钢的牌号及化学成分

统一数字代号	牌 号	化 学 成 分 / %											
		C	Cr	Mo	V	Ni	Mn	Si	S	P	Co	W	Cu
B20440	8Cr4Mo4V (Cr4Mo4V)	0.75 ~	3.75 ~	4.00 ~	0.90 ~	≤0.20	≤0.35	≤0.35	≤0.008	≤0.015	≤0.25	≤0.25	≤0.20
		0.85	4.25	4.50	1.10								

注 钢中氧含量应不大于 10×10^{-6} 。

2. 冶炼方法

钢应采用真空感应加真空自耗(双真空)方法冶炼。

3. 交货状态

钢材应以退火状态交货。

4. 退火硬度

退火钢材的布氏硬度为 197 ~ 241 HBW10/3000(压痕直径为 3.9 ~ 4.3mm)。小于 10mm 的钢材,其硬度测定法由供需双方协议。

5. 断口

钢材断口应均匀细致,无白点、缩孔及外来夹杂物。

6. 低倍

①低倍组织

钢材的横向低倍酸浸试片上不允许有缩孔、皮下气泡、白点、翻皮及内裂。
酸浸低倍组织级别应符合下列要求。

直径不大于 140mm 的钢材,中心疏松、一般疏松和偏析,按 YB 4107 - 2000 附录 B 第一、二、三级别图评定,均不得超过 1.0 级。

小于 30mm 的钢材,供方可在坯或材上进行低倍检验。

②发纹钢材应采用塔形试样检验发纹,单条发纹长度应不大于 0.6mm。

7. 高倍

①非金属夹杂物

非金属夹杂物按 YB 4107 - 2000 附录 B 第四、五、六级别图进行评级,其合格级别应符合表 2-3-76 的规定。

直径不大于 10mm 钢材的氧化物、硫化物夹杂物级别大于 0.5 ~ 1.0 级之间时,供需双方协商解决。

表 2-3-76 航空发动机用高温轴承钢非金属夹杂物合格级别

牌 号	钢材尺寸/mm	非金属夹杂物		
		氧化物	硫化物	点状不变形夹杂物
		合格级别/级,不大于		
8Cr4Mo4V	≤10	0.5	0.5	1.0
	> 10 ~ 120	1.0	1.0	1.0
	> 120	1.5	1.5	1.0

②退火材料显微组织钢材的退火组织由供需双方协议规定。

③钢材的碳化物不均匀度,放大 100 倍,按本标准附录 B 评级图片进行评定,其合格级别应符合表 2-3-77 规定。

检验部位从钢材中心至边缘 ;

尺寸大于 100 ~ 140mm 的钢材,其合格级别由供需双方协议确定 ;

钢丝的碳化物不均匀度不大于 2.0 级。

表 2-3-77 航空发动机用高温轴承钢钢材的碳化物不均匀度分格级别

钢材公称尺寸/ mm	≤20	> 20 ~ 40	> 40 ~ 60	> 60 ~ 80	> 80 ~ 100
合 格 级 别/级, 不大于	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0

④脱碳层热轧或锻制退火钢材的总脱碳层(铁素体 + 过渡层)按钢材公称尺寸计算,每边不应超过表 2-3-78 规定。

冷拉钢材的脱碳层每边不超过直径的 1.5%。

磨光钢材不允许有脱碳层。

表 2-3-78 航空发动机用高温轴承钢热轧或锻制退火钢材的总脱碳层深度

钢材公称尺寸/ mm	10 ~ 15	> 15 ~ 30	> 30 ~ 50	> 50 ~ 70	> 70 ~ 100	> 100
脱 碳 层/mm, 不 大于	0.52	0.75	0.95	1.30	1.50	2.00

⑤钢材的晶粒度为 7 级或更细,允许有不超过 10% 的 5 级以下的晶粒存在。

8. 表面质量

钢材表面不得有裂纹、折叠和结疤。

①供热加工用的热轧或锻制钢材发现上述缺陷时,应予清除干净,其局部清理深度从实际尺寸算起 直径小于 80mm 时,不得超过公称尺寸公差之半 直径不小于 80mm 时,不得超过公称尺寸公差。

②供切削加工用的热轧或锻制钢材,表面允许有局部上述缺陷,其深度从公称尺寸算起 :

直径小于 80mm 时,不得超过公称尺寸公差之半 ;直径不小于 80mm 时,不得超过公称尺寸公差。

- ③ 供顶锻用的冷拉钢材,除不得有上述缺陷外,表面须光滑、干净、无氧化皮。
- ④ 供车削零件用的冷拉钢材,表面允许有深度从公称尺寸算起不得超过直径 1% 的划痕、麻点、凹坑存在。
- ⑤ 钢丝的表面质量按 YB/T 245 的规定。

十二、航空发动机用高温渗碳轴承钢(YB 4106-2000)

表 2-3-79 航空发动机用高温渗碳轴承钢的牌号和化学成分

统一数字代号	牌 号	化 学 成 分 / %											
		C	Cr	Mo	V	Ni	Mn	Si	S	P	Co	W	Cu
B20443	G13CrMo4-	0.11 ~	4.00 ~	4.00 ~	1.13 ~	3.20 ~	0.15 ~	0.10 ~	≤0.010	≤0.015	≤0.25	≤0.15	≤0.10
	Ni4V	0.15	4.25	4.50	1.33	3.60	0.35	0.25					

- 注 ① 钢中氧含量应不大于 15×10^{-6} 。
- ② 冶炼方法。钢应采用真空感应加真空自耗(双真空)方法冶炼。

表 2-3-80 航空发动机用高温轴承渗碳钢材的布氏硬度(交货状态)

布 氏 硬 度 HBW,不大于		
热 轧 退 火 材	冷 拉 材	锻 材
255	269	双方协议

淬硬性

钢材热处理后的洛氏硬度不小于 35 HRC(三点平均)。

断口

钢材断口必须均匀细致,无白点、缩孔及外来夹杂物。

低倍

①低倍组织

钢材的横向低倍酸浸试片上不允许有缩孔、皮下气泡、白点、翻皮及内裂。

酸浸低倍组织级别应符合下列要求：

直径不大于 140mm 的钢材,其中心疏松、一般疏松和偏析,按 YB 4107-2000 附录 B 第一、二、三级别图评定,其合格级别均不得超过 1.0 级。

小于 30mm 的钢材,供方可在坯或材上进行低倍检验。

②发纹

钢材应用塔形试样检验发纹,单条发纹长度应不大于 0.6mm。

高倍

①非金属夹杂物

非金属夹杂物按 YB 4107 – 2000 附录 B 第四、五、六级别图进行评级,其合格级别应符合表 2 – 3 – 81 的规定。

直径不大于 10mm 钢材的氧化物、硫化物夹杂物级别 > 0.5 ~ 1.0 级时,供需双方协商解决。

表 2 – 3 – 81 航空发动机用高温轴承渗碳钢非金属夹杂物合格级别

钢 材 尺 寸/mm	非 金 属 夹 杂 物		
	氧化物	硫化物	点状不变形夹杂物
	合格级别,不大于		
≤10	0.5	0.5	1.0
> 10 ~ 120	1.0	1.0	1.0
> 120	1.5	1.5	1.0

②晶粒度

钢材的晶粒度为 5 级或更细,允许有不大于 10% 的 3 级晶粒存在。

十三、航空发动机用高碳铬轴承钢(YB 4107 – 2000)

表 2 – 3 – 82 航空发动机用高碳铬轴承钢的牌号和化学成分

统一数字代号	牌 号	化 学 成 分/%								
		C	Cr	Mn	Si	Ni	S	P	Cu	Ti
B00150	GCr15	0.95 ~ 1.05	1.30 ~ 1.65	0.20 ~ 0.40	0.15 ~ 0.35	≤0.25	≤0.015	≤0.015	≤0.25	≤0.004

注 钢中氧含量应不大于 10 × 10⁻⁶。

冶炼方法 钢应采用真空感应加真空自耗(双真空)方法冶炼。

退火硬度 退火的热轧或锻制及冷拉钢材的布氏硬度为 179 ~ 207 HBW10/3000(压痕直径为 4.2 ~ 4.5mm)。

断口 热轧或锻制退火钢材及冷拉钢材的断口必须均匀,晶粒细致,无白点、缩孔和过热现象。

粹火钢材的断口,必须呈丝闪光泽,为瓷状的,无白点及目视可见的夹杂和夹层。

低倍

①低倍组织

钢材的横向低倍酸浸试片上不允许有缩孔、皮下气泡、白点、翻皮及内裂。

酸浸低倍组织级别应符合下列要求

直径不大于 140mm 的热轧或锻制退火及未退火钢材的中心疏松,一般疏松和偏析按本标准附录 B 第一、二、三级别图进行评级,均不得超过 1 级。直径大于 140mm 的钢材不得超过 2 级。直径小于 30mm 的钢材不进行检查。

②发纹

钢材应采用塔形试样检验发纹,单条发纹长度应不大于 0.6mm。

高倍

①非金属夹杂物

非金属夹杂物按本标准附录 B 第四、五、六级别图进行评级,其合格级别应符合表 2-3-83 的规定。碳化物液析按本标准附录 B 第七级别图进行评级,其合格级别应符合表 2-3-83 的规定。

直径不大于 10mm 钢材的氧化物、硫化物夹杂物级别大于 0.5 ~ 1.0 级之间时,可以供需双方协商解决。

表 2-3-83 航空发动机用高碳铬轴承钢非金属夹杂物及碳化物液析的合格级别

序 号	钢材尺寸及状态/mm	非金属夹杂物			碳化物液析
		氧化物	硫化物	点状不变形夹杂物	
		合格级别,不大于			
1	0.5 ~ 10 冷拉材	0.5	0.5	1.0	0.5
2	> 10 ~ 30 冷拉、热轧退火钢材	1.0	1.0	1.0	0.5
3	> 30 冷拉热轧及锻制退火钢材	1.0	1.0	1.0	0.5
4	> 30 ~ 120 热轧及锻制未退火钢材	1.0	1.5	1.0	1.0
5	> 120 热轧及锻制未退火钢材	1.5	2.0	1.0	1.5

②显微组织

冷拉、热轧或锻制钢材退火后的显微组织,应符合下列规定：

a. 退火后的珠光体组织 按本标准附录 B 第八级别图进行评级。

热轧,锻制退火钢材 2 ~ 4 级

直径 > 16mm 冷拉钢材 2 ~ 4 级

直径 ≤ 16mm 冷拉钢材 2 ~ 3 级

b. 带状碳化物 按本标准附录 B 第九级别图进行评级。

直径 ≤ 10mm 冷拉钢材 ≤ 1 级

直径 ≤ 30mm 冷拉钢材或热轧钢材 ≤ 1.5 级

直径 > 30mm 热轧或锻制钢材 ≤ 2 级

c. 网状碳化物 按本标准附录 B 第十级别图进行评级。

直径 ≤ 16mm 冷拉退火钢材 ≤ 1 级

直径 > 16mm 至 30mm 冷拉、热轧退火钢材 ≤ 1.5 级

直径 > 30mm 至 60mm 热轧退火钢材 ≤ 2 级

直径 > 60mm 热轧或锻制退火钢材 ≤ 3 级

③ 脱碳层

热轧或锻制退火钢材的总脱碳层(铁素体 + 过渡层)按钢材公称尺寸计算,每边不得超过表 2-3-84 规定。

直径不小于 150mm 钢材不检验脱碳层。

冷拉钢材脱碳层深度不得超过钢材直径的 1%。

磨光钢材不允许有脱碳层。

表 2-3-84 航空发动机用高碳铬轴承钢热轧和锻制退火钢材的脱碳层 (mm)

钢材公称尺寸	脱碳层,不大于
5 ~ 15	0.22
> 15 ~ 30	0.45
> 30 ~ 50	0.65
> 50 ~ 70	0.85
> 70 ~ 100	1.00
> 100 ~ 150	1.25

顶锻

供锻造和冲压用热轧或锻制未退火钢材及冷拉钢材应进行顶锻试验。

直径不大于 60mm 热轧或锻制钢材 热顶锻

直径不大于 30mm 冷拉钢材 冷顶锻

在经过顶锻试验的试样上,不得出现表面开裂。

第四节 保证淬透性结构钢

一、保证淬透性结构钢的性能特点与用途(表 2-3-85)

表 2-3-85 保证淬透性结构钢的性能特点与用途

牌号	性能特点与用途
45H 15CrH 20CrH 20Cr1H	

续表

牌号	性能特点与用途
40CrH 45CrH 16CrMnH 20CrMnH 15CrMnBH 17CrMnBH 40MnBH 45MnBH 20MnVBH 20MnTiBH 15CrMoH 20CrMoH 22CrMoH 42CrMoH 20CrMnMoH 20CrMnTiH 20CrNi3H 12Cr2Ni4H 20CrNiMoH 20CrNi2MoH	保证淬透性结构钢适用于机械制造中用以保证淬透性的截面尺寸 $\geq 30\text{mm}$ 的热轧及锻制结构条钢,采用末端淬火方法测定钢的淬透性。主要用于机械加工零件 各种牌号的用途可参见相同牌号的优质碳素结构钢和合金结构钢

二、保证淬透性结构钢的化学成分与力学性能(GB/T 5216—2004)

(1) 保证淬透性结构钢的化学成分(表 2-3-86)

表 2-3-86 保证淬透性结构钢的化学成分(摘自 GB/T 5216—2004)

牌号 ^①	化学成分(质量分数)/%				
	C	Si ^②	Mn	Cr	其他
45H	0.42 ~ 0.50	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.85		
15CrH	0.12 ~ 0.18	0.17 ~ 0.37	0.55 ~ 0.90	0.85 ~ 1.25	
20CrH	0.17 ~ 0.23	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.85	0.70 ~ 1.10	
20Cr1H	0.17 ~ 0.23	0.17 ~ 0.37	0.55 ~ 0.90	0.85 ~ 1.25	
40CrH	0.37 ~ 0.44	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.85	0.70 ~ 1.10	
45 CrH	0.42 ~ 0.49	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.85	0.70 ~ 1.10	
16 CrMnH	0.14 ~ 0.19	≤0.37	1.00 ~ 1.30	0.80 ~ 1.10	
20 CrMnH	0.17 ~ 0.22	≤0.37	1.10 ~ 1.40	1.00 ~ 1.30	
15 CrMnBH	0.13 ~ 0.18	0.17 ~ 0.37	1.00 ~ 1.30	0.80 ~ 1.10	B 0.0005 ~ 0.0030

续表

牌号 ^①	化学成分(质量分数) / %				
	C	Si ^②	Mn	Cr	其他
17 CrMnBH	0.15 ~ 0.20	0.17 ~ 0.37	1.00 ~ 1.30	1.00 ~ 1.30	B 0.0005 ~ 0.0030
40 MnBH	0.37 ~ 0.44	0.17 ~ 0.37	1.00 ~ 1.40		B 0.0005 ~ 0.0035
45 MnBH	0.42 ~ 0.49	0.17 ~ 0.37	1.00 ~ 1.40		B 0.0005 ~ 0.0035
20 MnVBH	0.17 ~ 0.23	0.17 ~ 0.37	1.05 ~ 1.45		B : 0.0005 ~ 0.0035 ; V : 0.07 ~ 0.12
20 MnTiBH	0.17 ~ 0.23	0.17 ~ 0.37	1.20 ~ 1.55		B : 0.0005 ~ 0.0035 ; Ti : 0.04 ~ 0.10
15 CrMoH	0.17 ~ 0.23	0.17 ~ 0.37	0.55 ~ 0.90	0.85 ~ 1.25	Mo 0.15 ~ 0.25
20 CrMoH	0.17 ~ 0.23	0.17 ~ 0.37	0.55 ~ 0.90	0.85 ~ 1.25	Mo 0.15 ~ 0.25
22 CrMoH	0.19 ~ 0.25	0.17 ~ 0.37	0.55 ~ 0.90	0.85 ~ 1.25	Mo 0.35 ~ 0.45
42 CrMoH	0.37 ~ 0.44	0.17 ~ 0.37	0.55 ~ 0.90	0.85 ~ 1.25	Mo 0.15 ~ 0.25
20 CrMnMoH	0.17 ~ 0.23	0.17 ~ 0.37	0.85 ~ 1.20	1.05 ~ 1.40	Mo 0.20 ~ 0.30
20 CrMnTiH	0.17 ~ 0.23	0.17 ~ 0.37	0.80 ~ 1.15	1.00 ~ 1.35	Ti 0.04 ~ 0.10
20 CrNi3H	0.17 ~ 0.23	0.17 ~ 0.37	0.30 ~ 0.65	0.60 ~ 0.95	Ni 2.70 ~ 3.25
12 Cr2Ni4H	0.10 ~ 0.17	0.17 ~ 0.37	0.30 ~ 0.65	1.20 ~ 1.75	Ni 3.20 ~ 3.75
20 CrNiMoH	0.17 ~ 0.23	0.17 ~ 0.37	0.60 ~ 0.95	0.35 ~ 0.65	Ni 0.35 ~ 0.75 ; Mo 0.15 ~ 0.25
20 CrNi2MoH	0.17 ~ 0.23	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.35 ~ 0.65	Ni 1.55 ~ 2.00 ; Mo 0.20 ~ 0.30

①高级优质钢的牌号表示是在牌号后加“ A ”,如40CrAH。
②根据需方要求,16 CrMnH和20CrMnH钢中的 Si 含量(质量分数)允许不大于 0.12% ,但此时应考虑其对力学性能的影响。

(2)保证淬透性结构钢的力学性能(表 2 - 3 - 87)

表 2-3-87 保证淬透性结构钢的淬透性指标(摘自 GB/T 5216—2004)

牌号	正火温度 /℃	端淬温度 /℃	淬透性 带范围 ^①		离开淬火端下列距离(mm)处的HRC										
					1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30
45H	850 ~ 870	840 ± 5	H	max	61	60	50	36	33	31	30	29	27	26	24
				min	54	37	27	24	22	21	20				
			HH	max	61	60	50	36	33	31	30	29	27	26	24
				min	56	44	33	28	25	23	22	21			
			HL	max	59	56	42	32	30	29	28	25	23	21	
				min	54	37	27	24	22	21	20				
15CrH	915 ~ 935	925 ± 5	H	max	46	45	41	35	31	29	27	26	23	20	
				min	39	34	26	22	20						
			HH	max	46	45	41	35	31	29	27	26	23	20	
				min	41	38	31	26	23	21					
			HL	max	44	41	36	31	28	26	24	22			
				min	39	34	26	22	20						
20CrH	880 ~ 900	870 ± 5	H	max	48	47	44	37	32	29	26	25	22		
				min	40	36	26	21							
			HH	max	48	47	44	37	32	29	26	25	22		
				min	43	40	32	26	23	21					
			HL	max	46	44	38	32	28	25	22	21			
				min	40	36	26	21							
20Cr1H	915 ~ 935	925 ± 5	H	max	48	48	46	40	36	34	32	31	29	27	26
				min	40	37	32	28	25	22	20				
			HH	max	48	48	46	40	36	34	32	31	29	27	26
				min	43	41	37	32	28	26	24	22			
			HL	max	46	45	40	36	33	30	28	26	23	20	
				min	40	37	32	28	25	22	20				
40CrH	860 ~ 880	850 ± 5	H	max	59	59	58	56	54	50	46	43	40	38	37
				min	51	51	49	47	42	36	32	30	26	25	23
			HH	max	59	59	58	56	54	50	46	43	40	38	37
				min	54	54	51	49	46	41	37	34	31	29	28
			HL	max	56	56	56	54	50	45	41	39	35	34	32
				min	51	51	49	47	42	36	32	30	26	25	23

续表

牌号	正火温度 /℃	端淬温度 /℃	淬透性 带范围 ^①		离开淬火端下列距离(mm)处的HRC										
					1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30
45CrH	860 ~ 880	850 ± 5	H	max	62	62	61	59	56	52	48	45	41	40	38
				min	54	54	52	49	44	38	33	31	28	27	25
			HH	max	62	62	61	59	56	52	48	45	41	40	38
				min	57	57	54	51	48	43	38	36	32	31	29
			HL	max	59	59	59	57	52	47	43	40	37	36	34
				min	54	54	52	49	44	38	33	31	28	27	25
16CrMnH	910 ~ 930	920 ± 5	H	max	47	46	44	41	39	37	35	33	31	30	29
				min	39	36	31	28	24	21					
			HH	max	47	46	44	41	39	37	35	33	31	30	29
				min	42	39	35	32	29	26	24	22	20		
			HL	max	44	43	40	37	34	32	30	28	26	25	24
				min	39	36	31	28	24	21					
20CrMnH	910 ~ 930	920 ± 5	H	max	49	49	48	46	43	42	41	39	37	35	34
				min	41	39	36	33	30	28	26	25	23	21	
			HH	max	49	49	48	46	43	42	41	39	37	35	34
				min	44	42	40	37	34	33	31	30	28	26	25
			HL	max	46	46	44	42	39	37	36	34	32	30	29
				min	41	39	36	33	30	28	26	25	23	21	
15CrMnBH	920 ~ 940	870 ± 5	H	max	42	42	41	39	36	34	32	31	28	25	24
				min	35	35	34	32	29	27	25	24	21		
			HH	max	42	42	41	39	36	34	32	31	28	25	24
				min	37	37	36	34	31	29	27	26	23	20	
			HL	max	40	40	39	37	34	32	30	29	26	23	21
				min	35	35	34	32	29	27	25	24	21		
17CrMnBH	920 ~ 940	870 ± 5	H	max	44	44	43	42	40	38	36	34	31	30	29
				min	37	37	36	34	33	31	29	27	24	23	22
			HH	max	44	44	43	42	40	38	36	34	31	30	29
				min	39	39	38	36	35	33	31	29	26	25	24
			HL	max	42	42	41	40	38	36	34	32	29	28	27
				min	37	37	36	34	33	31	29	27	24	23	22

续表

牌号	正火温度 /℃	端淬温度 /℃	淬透性 带范围 ^①		离开淬火端下列距离(mm)处的HRC										
					1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30
40MnBH	880 ~ 900	850 ± 5	H	max	60	60	59	57	55	52	49	45	37	33	31
				min	51	50	49	47	42	33	27	24	20		
			HH	max	60	60	59	57	55	52	49	45	37	33	31
				min	53	53	51	49	47	40	36	31	25	22	
			HL	max	58	58	57	55	51	46	44	39	31	27	26
				min	51	50	49	47	42	33	27	24	20		
45MnBH	880 ~ 900	850 ± 5	H	max	62	62	62	60	58	55	51	47	40	36	34
				min	53	53	52	49	45	35	28	26	23	22	21
			HH	max	62	62	62	60	58	55	51	47	40	36	34
				min	56	56	54	52	48	43	38	33	29	27	26
			HL	max	60	60	60	57	54	51	46	41	34	31	30
				min	53	53	52	49	45	35	28	26	23	22	21
20MnVBH	930 ~ 950	860 ± 5	H	max	48	48	47	46	44	42	40	38	33	30	28
				min	40	40	38	36	32	28	25	23	20		
			HH	max	48	48	47	46	44	42	40	38	33	30	28
				min	43	43	40	38	36	33	30	28	25	22	20
			HL	max	45	45	45	44	40	37	35	33	29	26	24
				min	40	40	38	36	32	28	25	23	20		
20MnTiBH	930 ~ 950	880 ± 5	H	max	48	48	48	46	44	42	40	37	31	26	24
				min	40	40	39	36	32	27	23	20			
			HH	max	48	48	48	46	44	42	40	37	31	26	24
				min	43	43	41	38	36	32	29	26	20		
			HL	max	46	46	46	44	40	37	34	31	25	20	
				min	40	40	39	36	32	27	23	20			
15CrMoH	915 ~ 935	925 ± 5	H	max	46	45	42	38	34	31	29	28	26	25	24
				min	39	36	29	24	21	20					
			HH	max	46	45	42	38	34	31	29	28	26	25	24
				min	41	39	34	29	26	23	21	20			
			HL	max	44	42	38	34	30	28	25	23	21	20	
				min	39	36	29	24	21	20					

续表

牌号	正火温度 /℃	端淬温度 /℃	淬透性 带范围 ^①		离开淬火端下列距离(mm)处的HRC										
					1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30
20CrMoH	915 ~ 935	925 ± 5	H	max	48	48	47	44	42	39	37	35	33	31	30
				min	40	39	35	31	28	25	24	23	20		
			HH	max	48	48	47	44	42	39	37	35	33	31	30
				min	42	39	36	33	30	28	27	25	22		
			HL	max	46	45	43	40	37	35	33	31	29	26	24
				min	40	39	35	31	28	25	24	23	20		
22CrMoH	915 ~ 935	925 ± 5	H	max	50	50	50	49	48	46	43	41	39	38	37
				min	43	42	41	39	36	32	29	27	24	24	23
			HH	max	50	50	50	49	48	46	43	41	39	38	37
				min	45	45	43	41	40	37	34	32	29	29	28
			HL	max	48	48	48	47	44	42	39	37	34	34	33
				min	43	42	41	39	36	32	29	27	24	24	23
42CrMoH	860 ~ 880	845 ± 5	H	max	60	60	60	59	58	57	57	56	55	53	51
				min	53	53	52	51	50	48	46	43	38	35	33
			HH	max	60	60	60	59	58	57	57	56	55	53	51
				min	55	55	54	53	52	50	49	48	44	41	39
			HL	max	58	58	58	57	56	55	54	52	50	47	45
				min	53	53	52	51	50	48	46	43	38	35	33
20CrMnMoH	860 ~ 880	860 ± 5	H	max	50	50	50	49	48	47	45	43	40	39	38
				min	42	42	41	39	37	35	33	31	28	27	26
			HH	max	50	50	50	49	48	47	45	43	40	39	38
				min	44	44	43	41	40	39	37	35	32	31	30
			HL	max	48	48	48	47	45	43	41	39	36	35	34
				min	42	42	41	39	37	35	33	31	28	27	26
20CrMnTiH	900 ~ 920	880 ± 5	H	max	48	48	47	45	42	39	37	35	32	29	28
				min	40	39	36	33	30	27	24	22	20		
			HH	max	48	48	47	45	42	39	37	35	32	29	28
				min	43	42	39	37	34	31	29	27	24	21	
			HL	max	45	45	44	41	38	35	33	31	28	26	24
				min	40	39	36	33	30	27	24	22	20		

续表

牌号	正火温度 /℃	端淬温度 /℃	淬透性 带范围 ^①		离开淬火端下列距离(mm)处的HRC										
					1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30
20CrNi3H	850 ~ 870	830 ± 5	H	max	49	49	48	47	45	43	41	39	36	34	32
				min	41	40	38	36	34	32	30	28	24	22	21
			HH	max	49	49	48	47	45	43	41	39	36	34	32
				min	44	43	41	39	37	35	33	31	28	26	24
			HL	max	46	46	46	44	42	40	38	36	32	30	29
				min	41	40	38	36	34	32	30	28	24	22	21
12Cr2Ni4H	880 ~ 900	860 ± 5	H	max	46	46	46	45	44	43	42	41	39	38	37
				min	37	37	37	36	35	34	33	32	29	28	27
			H	max	46	46	46	45	44	43	42	41	39	38	37
				min	39	39	39	38	37	36	35	34	31	30	29
			HL	max	44	44	44	43	42	41	40	39	37	36	35
				min	37	37	37	36	35	34	33	32	29	28	27
20CrNiMoH	920 ~ 940	925 ± 5	H	max	48	47	44	40	35	32	30	28	25	24	23
				min	41	37	30	25	22	20					
			HH	max	48	47	44	40	35	32	30	28	25	24	23
				min	43	40	34	30	26	24	22	20			
			HL	max	46	44	39	35	31	28	26	25	22	20	
				min	41	37	29	25	22	20					
20CrNi2MoH	930 ~ 950	925 ± 5	H	max	48	47	45	42	39	36	34	32	28	26	25
				min	41	39	35	30	27	25	23	22			
			HH	max	48	47	45	42	39	36	34	32	28	26	25
				min	43	41	38	34	31	28	26	24	21		
			HL	max	46	45	42	38	35	33	31	29	25	23	22
				min	41	39	35	30	27	25	23	22			

①淬透性订货方法有 H 带、HH 带和 HL 带三个带别。通常以 H 带供货,根据需方要求,并在合同中注明,也可按 HH 带和 HL 带供货。

三、保证淬透性结构钢钢材尺寸规格(表 2-3-88)

表 2-3-88 保证淬透性结构钢钢材尺寸规格

品种	尺寸规格
热轧圆钢和方钢	符合 GB/T 702—2004 的规定
锻制圆钢和方钢	符合 GB/T 908—1987 的规定

第五节 低淬透性含钛优质碳素结构钢

一、低淬透性含钛优质碳素结构钢的性能特点与用途(表 2－3－89)

表 2－3－89 低淬透性含钛优质碳素结构钢的性能特点与用途

低淬透性含钛优质碳素结构钢是一种淬透性低的新型高频淬火用钢,适于热轧、锻造及冷拉具有低淬透性的含钛优质碳素结构钢棒材,热轧、锻制钢材直径或边长不大于 250mm,冷拉钢材直径不大于 80mm,适于制造齿轮及轴等零件。目前,它在拖拉机、汽车及农机中代替渗碳钢制作重负荷的齿轮、花键轴、活塞销

牌号	性能特点	用途举例
55Ti	细晶粒钢,采用感应加热透淬火后的表面硬度为 66HRC,心部硬度为 33HRC ;强度略低于 55 钢,塑性、韧性与 55 钢相同	可部分代替渗碳钢,制作车辆的齿轮和承受冲击载荷的半轴、花键轴等,常用于制作对强度要求不高但需要一定耐磨性和较高冲击韧度的齿轮,如模数 5 以下的下齿轮
60Ti	细晶粒钢,采用感应加热透淬火后的表面硬度为 64HRC,心部硬度为 36HRC ;强度接近 55 钢,塑性与韧性基本同 55 钢	可部分代替渗碳钢,用于制作要求低淬透性的齿轮、轴等机械零件
70Ti	细晶粒钢,采用感应加热透淬火后的表面硬度为 66HRC,心部硬度为 40HRC ;强度接近 60 钢,塑性与韧性基本同 70 钢	由于强度高于 55Ti 钢,适于制造模数大于 6 的大、中型齿轮

二、低淬透性含钛优质碳素结构钢的化学成分与力学性能(YB/T 2009—1981)

(1)化学成分(表 2－3－90)

表 2－3－90 低淬透性含钛优质碳素结构钢的化学成分(摘自 YB/T 2009—1981)

牌 号	化学成分(质量分数) / %							
	C	Si	Mn	Ti		P	S	
		≤				≤		
55Ti	0.51 ~ 0.59		0.25	0.23	0.03 ~ 0.10		0.040	0.040

续表

牌 号	化 学 成 分 (质 量 分 数) / %							
	C	Si	Mn	Ti		P	S	
		≤				≤		
60Ti	0.57 ~ 0.65		0.30	0.23	0.03 ~ 0.10		0.040	0.040
70Ti	0.64 ~ 0.73		0.35	0.28	0.04 ~ 0.12		0.040	0.040

注 1. 钢中残余铬、镍、铜元素含量各不大于 0.20%，三者之和不大于 0.50%。
2. 在保证本标准规定的力学性能及其他各项要求时，成品钢材的化学成分允许有下表规定的偏差。

元素	C	Si	Mn	Ti
允许偏差/%	± 0.01	+ 0.05	+ 0.02	+ 0.02

(2)力学性能(表 2-3-91)

表 2-3-91 低淬透性含钛优质碳素结构钢的力学性能(摘自 YB/T 2009—1981)

牌号	正火温度/℃	试样毛坯 尺寸/mm	力学性能			
			σ_b /MPa	$\sigma_{0.2}$ /MPa	ψ /%	δ_5 /%
55Ti	830 ± 10	25	≥ 550	≥ 300	≥ 35	≥ 16
60Ti	825 ± 10	25	600	350	30	14
70Ti	815 ± 10	25	700	400	25	12

注 表中所列力学性能适用于直径不大于 100mm 的钢材。钢材直径大于 100mm 时，收缩率和伸长率按下表的规定降低，亦可在改锻成直径为 90mm 的钢材上检验，改锻后的钢材性能不应降低。

钢材直径 /mm	ψ /%	δ_5 /%
	绝对值降低单位	
> 100 ~ 150	4	2
> 150 ~ 200	8	4
> 200 ~ 250	12	6

三、低淬透性含钛优质碳素结构钢钢材尺寸规格(表 2-3-92)

表 2-3-92 低淬透性含钛优质碳素结构钢钢材尺寸规格

品种	尺寸规格
热轧圆钢和方钢	直径或边长 ≤ 250mm 符合 GB/T 702 的规定
锻制圆钢和方钢	直径或边长 ≤ 250mm 符合 GB/T 908 的规定
冷拉圆钢、方钢和六角钢	直径或边长 ≤ 80mm 符合 GB/T 905 的规定

第六节 易切削结构钢

一、易切削结构钢的性能特点与用途(表 2-3-93)

二、易切削结构钢的化学成分与力学性能(GB/T 8731—1988)

(1)化学成分(表 2-3-94)

(2)力学性能(表 2-3-95)

表 2-3-93 易切削结构钢的性能特点与用途

易切削钢是在钢中加入某一种或某几种元素,使其具有易切削性能,以适于切削加工自动化生产用的热轧、冷拉条钢和钢丝。通常使用的易切削元素有硫、磷和铅,必要时也可使用钙、硒等元素。我国现行标准规定的易切削钢,是以碳素钢做为基础钢,加入硫元素,且适当增加磷含量而生产的硫系易切削钢,主要用于制造螺栓和螺母等标准件及受力很小、要求易于机械加工的大批量零件

牌号	性能特点	用途举例
Y12	钢中磷含量高,切削加工性能比 15 钢有明显提高。其强度接近 15Mn 钢,而塑性略低,焊接性较好	用于自动机床加工标准件,切削速度可达 60m/min,常用于制作对力学性能要求不高的零件,如双头螺栓、螺杆、螺母、销钉,以及手表零件、仪表的精密小件等
Y12Pb	钢中添加铅,改善其可加工性,故切削加工性比 Y12 钢好,其强度和塑性同 Y12 钢	
Y15	该钢与 Y12 钢相比,硫含量提高,切削加工性好,塑性相同,而强度略高	用于自动切削机床加工紧固件和标准件,如双头螺栓、螺钉、螺母、管接头、弹簧座等
Y15Pb	切削加工性比 Y15 钢好,加工表面光洁。其强度和塑性同 Y15 钢	
Y20	切削加工性能比 20 钢可提高 30%~40%,但略低于 Y15 钢。其强度较 Y15 钢高,而塑性稍低	用于小型机器上不易加工的复杂断面零件,如纺织机的零件、内燃机的凸轮轴,以及表面要求耐磨的仪器、仪表零件。制作件可渗碳
Y30	切削加工性能较 Y20 略好。其强度高于 Y20 钢,与 35 钢接近,而塑性稍低	用于制作要求抗拉强度较高的部件,一般以冷拉状态信用

续表

Y35	切削加工性能与 Y30 钢相近。其强度略高于 Y30 钢,而塑性稍低	用于制作要求抗拉强度较高的部件,一般以冷拉状态使用
Y40Mn	切削加工性能优于 45 钢,并有较高的强度和硬度	用于制造对性能要求高的部件,如机床丝杠、花键轴、齿条等,一般以冷拉状态使用
Y45Ca	适于高速切削加工,切削速度比 45 钢提高一倍以上。热处理后具有良好的力学性能,强度和面缩率略高于 Y40Mn 钢,而伸长率略低	用于制作要求抗拉强度高的重要部件,如机床的齿轮轴,花键轴等

表 2-3-94 易切削结构钢的化学成分(摘自 GB/T 8731—1988)

牌号	化学成分(质量分数)/%					
	C	Si	Mn	S	P	Pb
Y12	0.08 ~ 0.16	0.15 ~ 0.35	0.70 ~ 1.00	0.10 ~ 0.20	0.08 ~ 0.15	—
Y12Pb	0.08 ~ 0.16	≤0.15	0.70 ~ 1.10	0.15 ~ 0.25	0.05	0.15 ~ 0.35
Y15	0.10 ~ 0.18	≤0.15	0.80 ~ 1.20	0.23 ~ 0.33	—	—
Y15Pb	0.10 ~ 0.18	≤0.15	0.80 ~ 1.20	0.23 ~ 0.33	0.10	0.15 ~ 0.35
Y20	0.17 ~ 0.25	0.15 ~ 0.35	0.70 ~ 1.00	0.08 ~ 0.15	≤0.06	—
Y30	0.27 ~ 0.35	0.15 ~ 0.35	0.70 ~ 1.00	0.08 ~ 0.15	≤0.06	
Y35	0.32 ~ 0.40	0.15 ~ 0.35	0.70 ~ 1.00	0.08 ~ 0.15	≤0.06	—
Y40Mn	0.37 ~ 0.45	0.15 ~ 0.35	1.20 ~ 1.55	0.20 ~ 0.30	≤0.05	
Y45Ca	0.42 ~ 0.50	0.20 ~ 0.40	0.60 ~ 0.90	0.04 ~ 0.08	≤0.04	Ca0.002 ~ 0.006

注 Y45Ca 钢中残余元素 Ni、Cr、Cu 含量(质量分数)各不大于 0.25%; 供热压力加工用时,Cu 含量(质量分数)不大于 0.20%。供方能保证不大于此值时可不做分析。

表 2－3－95 易切削结构钢的力学性能(摘自 GB/T 8731—1988)

牌 号	冷拉钢材					热轧钢材			
	σ_b /MPa			$\delta_5/\%$ $\geq$	HBS	σ_b /MPa	$\delta_5/\%$ $\geq$	$\psi/\%$ $\geq$	HBS $\leq$
	钢材尺寸/mm								
	8 ~ 20	> 20 ~ 30	> 30						
Y12	530 ~ 755	510 ~ 735	490 ~ 685	7.0	152 ~ 217	390 ~ 540	22	36	170
Y12Pb	530 ~ 755	510 ~ 735	490 ~ 685	7.0	152 ~ 217	390 ~ 540	22	36	170
Y15	530 ~ 755	510 ~ 735	490 ~ 685	7.0	152 ~ 217	390 ~ 540	22	36	170
Y15Pb	530 ~ 755	510 ~ 755	490 ~ 685	7.0	152 ~ 217	390 ~ 540	22	36	170
Y20	570 ~ 785	530 ~ 745	510 ~ 705	7.0	167 ~ 217	450 ~ 600	20	30	175
Y30	600 ~ 825	560 ~ 765	540 ~ 735	6.0	174 ~ 223	510 ~ 655	15	25	187
Y35	625 ~ 845	590 ~ 785	570 ~ 765	6.0	176 ~ 229	510 ~ 655	14	22	187
Y45Ca	695 ~ 920	655 ~ 855	635 ~ 835	6.0	196 ~ 255	680 ~ 745	12	26	241
Y40Mn	590 ~ 785	590 ~ 785	590 ~ 785	17	179 ~ 229	590 ~ 735	14	20	207

注：1. Y40Mn 以热轧或冷拉后高温回火状态交货,其他钢号以热轧或冷拉状态交货。

2. 直径小于 8mm 的钢丝,其力学性能指标由供需双方协定。

三、易切削结构钢钢材的尺寸规格(表 2－3－96)

表 2－3－96 易切削结构钢钢材的尺寸规格

品种	尺寸规格
热轧圆钢和方钢	符合 GB/T 702—2004 的规定
热轧六角钢	符合 GB/T 705 的规定
冷拉圆钢、方钢和六角钢	符合 GB/T 905—1994 的规定
冷拔圆钢丝、方钢丝和六角钢丝	符合 GB/T 342—1997 的规定
银亮钢	符合 GB/T 3207 的规定

第七节 弹簧钢

一、弹簧钢的性能特点与用途(表 2-3-97)

表 2-3-97 弹簧钢的性能特点与用途

弹簧钢按化学成分可分为碳素弹簧钢和合金弹簧钢,按生产工艺可分为热轧弹簧钢和冷轧弹簧钢。弹簧钢具有高的抗拉强度和疲劳强度,且具有足够的塑性和韧性以及良好的表面质量,同时还有较好的淬透性及低的脱碳敏感性,在冷热状态下容易绕卷成型。碳素弹簧钢的含碳量一般在 0.6~0.9% 之间,常用于制造不太重要的小型弹簧;合金弹簧钢含碳量为 0.45~0.75%,加入的合金元素有 Mn、Si、Cr、Mo、W、V 和微量的 B,常用于制造承载大、截面尺寸较大的弹簧 热轧弹簧钢包括用于制造螺旋弹簧的圆钢和方钢及用于制造板簧的扁钢,以热轧后退火和不退火两种状态供货。热轧不退火状态下的弹簧钢材常用于制造大型弹簧(加热成型,再淬火回火处理;热轧退火状态下的钢材,多为合金弹簧钢,一般用于制造中型弹簧(冷卷成型、再淬火回火处理) 冷轧弹簧钢包括冷拉钢丝和冷轧钢带,其截面尺寸较小,多为碳素、铬钒、硅锰等弹簧钢,用于制造小型弹簧		
牌号	性能特点	用途举例
65 70	经热处理或冷作硬化后具有较高强度与弹性,冷变形塑性低,淬透性不好,承受动载和疲劳载荷的能力低,一般采用油淬,大截面部件采用水淬油冷或正火处理	应用广泛,多用于工作温度不高、尺寸较小的弹簧,或不太重要的较大尺寸弹簧,如汽车、拖拉机、铁道车辆及一般机械用的弹簧等
85	具有很高的强度、硬度和屈强比,但淬透性差,耐热性不好,承受动载和疲劳载荷的能力低	用于火车、汽车、拖拉机等的扁形弹簧、圆形螺旋弹簧及一般机械用的弹簧等
65Mn	强度高,淬透性和综合力学性能较好,脱碳倾向小,但有过热敏感性及回火脆性,易出现淬火裂纹	用于尺寸稍大的普通弹簧,如 5~10mm 板簧和线径 1~15mm 螺旋弹簧,也可作弹簧环、汽门簧、刹车弹簧、发条、减振器和离合器簧片,以及用冷拔钢丝制造冷卷螺旋弹簧等
55Si2Mn 55Si2MnB	有较高的强度和弹性极限,较高的抗松弛能力,抗回火稳定性好,脱碳倾向大 55Si2MnB 因含硼,其淬透性明显改善	用于高应力、交变载荷条件下工作的较大尺寸螺旋弹簧、减振板簧、蝶形簧、汽封簧,还用于 250℃ 以下工作的耐热弹簧

续表

牌号	性能特点	用途举例
55SiMnVB	有较高的淬透性,较好的综合力学性能,以及较高的疲劳寿命,过热敏感性小,抗回火稳定性好	主要用于中、小型汽车的板簧,也可制作其他中等截面尺寸的板簧、螺旋弹簧等
60Si2Mn 60Si2MnA	由于硅含量高,其强度和弹性极限均比55Si2Mn高,抗回火稳定性好,淬透性不高,易脱碳和石墨化	用途很广,主要用作汽车、机车、拖拉机的减震板簧、螺旋弹簧、气缸安全阀簧、止回阀簧,也用于制作承受交变载荷及高应力下工作的重要弹簧、抗磨损弹簧等
60Si2CrA 60Si2CrVA	与硅锰弹簧钢相比,当塑性相近时,具有较高的抗拉强度和屈服强度,淬透性较高,热处理工艺性能好,但有回火脆性 因强度高,卷制弹簧后应及时作消除内应力处理	用于 250℃以下工作并承受高载荷的大型弹簧,如汽轮机汽封弹簧、调节弹簧、冷凝器支承弹簧、高压水泵碟形弹簧、矿用破碎机的缓冲复位弹簧等。60Si2CrVA钢还用作极重要弹簧,如常规武器的取弹钩弹簧等
55CrMnA 60CrMnA	有较高的强韧性,淬透性好,热加工性能,抗脱碳性能亦好,过热敏感性比锰钢低而比硅锰钢高,对回火脆性较敏感,焊接性差	用作重载荷、高应力条件下工作的大型弹簧,如汽车、拖拉机、机车的大截面板簧,直径较大的螺旋弹簧等
60CrMnMoA	与60CrMnA钢相比,基本性能相近,并提高了淬透性,降低了过热敏感性,抗回火稳定性亦好	用作大型土木建筑、重型车辆、机械等使用的特大型弹簧
50CrVA	有较高的强度、屈强比和弹减抗力,较好的韧性,高的疲劳强度,并有高的淬透性和较低的过热敏感性,脱碳倾向减小,冷变形塑性低	用作极重要的承受高应力的各种尺寸螺旋弹簧,特别适宜用于工作应力振幅高、疲劳性能要求严格的弹簧,以及温度在 300℃ 以下的阀门弹簧、喷油嘴弹簧、气缸胀圈等
60CrMnBA	基本性能与 60CrMnA 相同,但淬透性明显提高	用作尺寸更大的板簧、螺旋弹簧、扭转弹簧等
30W4Cr2VA	有良好的室温与高温力学性能,强度高,淬透性好,高温抗松弛和热加工性能也很好	用于工作温度在 500℃ 以下的耐热弹簧,如汽轮机主蒸汽阀弹簧、汽封弹簧片、锅炉安全阀弹簧、400t 锅炉碟形弹簧等

二、弹簧钢的化学成分与力学性能(GB/T 1222—1984)

(1)化学成分(表 2-3-98)

表 2-3-98 弹簧钢的化学成分(摘自 GB/T 1222—1984)

牌号	化学成分(质量分数)/%											
	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	W	B	Ni	Cu	P	S
	≤											
65	0.62~0.70	0.17~0.37	0.50~0.80	≤0.25					0.25	0.25	0.035	0.035
70	0.62~0.75	0.17~0.37	0.50~0.80	≤0.25					0.25	0.25	0.035	0.035
85	0.82~0.90	0.17~0.37	0.50~0.80	≤0.25					0.25	0.25	0.035	0.035
65Mn	0.62~0.70	0.17~0.37	0.90~0.80	≤0.25					0.25	0.25	0.035	0.035
55Si2Mn	0.52~0.60	1.50~2.00	0.60~0.90	≤0.35					0.35	0.25	0.035	0.035
55Si2MnB	0.52~0.60	1.50~2.00	0.60~0.90	≤0.35				0.0005~0.004	0.35	0.25	0.035	0.035
55SiMnVB	0.52~0.60	0.70~1.00	1.00~1.30	≤0.35		0.08~0.16		0.0005~0.0035	0.35	0.25	0.035	0.035
60Si2Mn	0.56~0.64	1.50~2.00	0.60~0.90	≤0.35					0.35	0.25	0.035	0.035
60Si2MnA	0.56~0.64	1.60~2.00	0.60~0.90	≤0.35					0.35	0.25	0.030	0.030
60Si2CrA	0.56~0.64	1.40~1.80	0.40~0.70	0.70~1.00					0.35	0.25	0.030	0.030
60Si2CrVA	0.56~0.64	1.40~1.80	0.40~0.70	0.90~1.20		0.10~0.20			0.35	0.25	0.030	0.030
55CrMnA	0.52~0.60	0.17~0.37	0.65~0.95	0.65~0.95					0.35	0.25	0.030	0.030
60CrMnA	0.56~0.64	0.17~0.37	0.70~1.00	0.70~1.00					0.35	0.25	0.030	0.030
60CrMnBA	0.56~0.64	0.17~0.37	0.70~1.00	0.70~0.90		0.25~0.35			0.35	0.25	0.030	0.030
50CrVA	0.46~0.54	0.17~0.37	0.50~0.80	0.80~1.10		0.10~0.20			0.35	0.25	0.030	0.030
60CrMnBA	0.56~0.64	0.17~0.37	0.70~1.00	0.70~1.00				0.0005~0.004	0.35	0.25	0.030	0.030
30W4G2VA	0.26~0.34	0.17~0.37	≤40	2.00~2.50		0.50~0.80	4~4.5		0.35	0.25	0.030	0.030

注 1. 当用平炉或转炉冶炼时,不带‘A’钢的磷、硫含量均不大于 0.040%。

2. 根据需方要求(在合同中注明),钢中残余铜含量不大于 0.20%。

(2)力学性能(表 2-3-99)

表 2-3-99 弹簧钢的力学性能(摘自 GB/T 1222—1984)

牌 号	热 处 理			力 学 性 能 ≥				
	淬火温度 /℃	冷却剂	回火温度 /℃	σ_s /MPa	σ_b /MPa	δ_5 /%	δ_{10} /%	ψ /%
65	840	油	500	800	1000	—	9	35
70	830	油	480	850	1050	—	8	30
85	820	油	480	1000	1150	—	8	30
65Mn	830	油	540	800	1000	—	8	30
55Si2Mn	870	油	480	1200	1300	—	6	30
55Si2MnB	870	油	480	1200	1300	—	6	30
55SiMnVB	860	油	460	1250	1400	—	5	30
60Si2Mn	870	油	480	1200	1300	—	5	25
60Si2MnA	870	油	440	1400	1600	—	5	20
60Si2CrA	870	油	420	1600	1800	6	—	20
60Si2CrVA	850	油	410	1700	1900	6	—	20
55CrMnA	830 ~ 860	油	460 ~ 510	$\sigma_{0.2}$ 1100	1250	9 ^①	—	20
60CrMnA	830 ~ 860	油	460 ~ 520	$\sigma_{0.2}$ 1100	1250	9 ^①	—	20
60CrMnMoA	—	—	—	—	—	—	—	—
55CrVA	850	油	500	1150	1300	10	—	40
60CrMnBA	830 ~ 860	油	460 ~ 520	$\sigma_{0.2}$ 1100	1250	9 ^①	—	20
30W4Cr2VA	1050 ~ 1100	油	600	1350	1500	7	—	40

注 1. 除规定热处理温度上下限外,表中热处理温度允许偏差为 淬火 $\pm 20^{\circ}\text{C}$,回火 $\pm 50^{\circ}\text{C}$ 。根据需方特殊要求,回火可按 $\pm 30^{\circ}\text{C}$ 进行。

2. 30W4Cr2VA 除抗拉强度外,其他性能结果供参考。

3. 表中性能适于截面尺寸不大于 80mm 的钢材。大于 80mm 的钢材,允许其伸长率、收缩率较表中规定分别降低 1 个单位及 5 个单位。

① 试样可采用下列试样中的一种 若按 GB/T 228《金属拉力试验法》作拉伸试验时,所测 δ 值供参考。

试样一 标距为 50mm,平行长度 60mm,直径 14mm,肩部半径大于 15mm。

试样二 标距为 $4\sqrt{A}$,平行长度 1.2 倍标距长度,肩部半径大于 15mm。

三、弹簧钢钢板和钢带

(一)弹簧钢热轧薄钢板(GB/T 3279—1989)

(1)尺寸规格与用途(表 2-3-100)

表 2-3-100 弹簧钢热轧薄钢板的尺寸规格与用途

尺寸规格	用途
钢板厚度 $\leq 4\text{mm}$, 其尺寸规格符合 GB/T 709—1988 的规定	主要用于机械、车辆的板簧、碟形弹簧及其他构件

(2)化学成分与力学性能(表 2-3-101)

表 2-3-101 弹簧钢热轧薄钢板的化学成分与力学性能
(摘自 GB/T 3279—1989)

牌号	力学性能		化学成分 (质量分数)
	抗拉强度 $\sigma_b/\text{MPa} \leq$	伸长率 $\delta_{10}/\% \geq$	
85	800	10	符合 GB/T 1222 的规定
65Mn	850	12	
55Si2Mn	950	12	
60Si2Mn	950	12	
60Si2MnA	950	13	
60Si2CrA	1100	12	
50CrVA	950	12	

注 1. 厚度不大于 0.90mm 的钢板,其伸长率指标仅供参考。

2. 表内未列牌号的力学性能由双方协议规定。

(二)热处理弹簧钢带(YB/T 5063—1993)

(1)尺寸规格与用途(表 2-3-102)

表 2-3-102 热处理弹簧钢带的尺寸规格与用途
(摘自 YB/T 5063—1993)

mm

厚度	宽度	用途	厚度	宽度	用途
0.08	3~20	用于制造弹簧零件	0.36	1.5~100	用于制造弹簧零件
0.10	3~40		0.40	1.5~100	
0.11	3~40		0.45	1.5~100	
0.12	3~40		0.50	1.5~100	
0.14	3~40		0.55	2~100	
0.15	3~40		0.60	2.5~100	
0.16	3~40		0.65	2.5~100	
0.18	3~40		0.70	2.5~100	
0.20	1.5~100		0.80	2.5~100	
0.22	1.5~100		0.90	2.5~100	
0.23	1.5~100		1.00	2.5~100	
0.25	1.5~100		1.10	2.5~100	
0.26	1.5~100		1.20	2.5~100	
0.30	1.5~100		1.40	2.5~100	
0.32	1.5~100		1.50	2.5~100	

- 注 1. 宽度尺寸系列 1.5、1.6、1.8、2、2.2、2.5、2.8、3、3.6、4、4.5、5、5.5、6~12(1 进级)、14、15、16、18、20、22、25、28、30、32、36、40~60(5 进级)、70~100mm(10mm 进级)。
2. 厚度为 0.10~0.18mm,宽度大于 40mm 的钢带按供需双方协议生产。
3. 根据需方要求,经双方协议亦可供应上表以外的规格。

(2)化学成分与力学性能(表 2-3-103)

表 2-3-103 热处理弹簧钢带的力学性能和化学成分
(摘自 YB/T 5063—1993)

强度级别	抗拉强度 σ_b /MPa	维氏硬度 HV	化学成分(质量分数)
I	1274~1568	375~485	钢带应采用 T7A、T8A、T9A、T10A、65Mn、60Si2MnA、70Si2CrA 钢轧制,其化学成分应分别符合 GB/T 1298、GB/T 1222、YB/T 5058 的规定
II	1578~1862	486~600	
III	>1862	>600	

- 注 1. 钢带仅进行拉力试验。根据需方要求,厚度不小于 0.25mm 的钢带可进行硬度试验,这时不再做拉力试验。
2. 硬度允许与上表有正负 10 个单位的偏差。
3. 根据需方要求,强度级别为 I、II 级的可进行伸长率测定,其指标应不小于 2.5%。
4. 根据需方特殊要求,可供应强度为 1666~1960MPa 的钢带,其伸长率应不小于 2.5%。反复弯曲次数按 II 级规定,维氏硬度(HV)为 525~650。钢带的强度和硬度试验不同时进行,仅作一种试验。
5. 根据需方要求,经双方协议,对 III 级强度的钢带,其强度值可以规定上限。

(3)工艺性能(表 2-3-104)

表 2-3-104 热处理弹簧钢带的弯曲试验
(摘自 YB/T 5063—1993)

钢带厚度 /mm	钳口半径 /mm	反复弯曲次数 ≥					
		Ⅰ 级		Ⅱ 级		Ⅲ 级	
		65Mn T7A T8A	T9A、T10A 60Si2MnA 70Si2CrA	65Mn T7A T8A	T9A、T10A 60Si2MnA 70Si2CrA	65Mn T7A T8A	T9A、T10A 60Si2MnA 70Si2CrA
0.08	1	29	26	25	20	20	16
0.10	1	26	24	22	18	18	14
0.11	1	23	20	20	16	16	13
0.12	1	20	17	17	14	15	12
0.14	1	17	15	13	11	9	7
0.15	2	31	22	22	18	18	15
0.16	2	28	21	21	16	17	14
0.18	2	25	19	19	15	15	12
0.20	2	23	18	17	14	13	10
0.22	2	20	17	15	12	11	9
0.23	2	18	16	13	11	9	7
0.25	2	17	15	12	10	7	6
0.26	2	14	13	10	9	6	3
0.28	4	37	30	26	21	21	17
0.30	4	35	29	26	20	19	16
0.32	4	33	27	24	19	18	15
0.35	4	31	26	22	18	16	13
0.36	4	30	25	21	17	15	12
0.40	4	26	24	19	15	12	10
0.45	4	22	20	15	13	8	6
0.50	6	31	25	22	18	19	15
0.55	6	29	23	20	16	16	12
0.60	6	25	21	17	14	11	7
0.65	6	21	18	13	10	7	5
0.70	6	20	17	12	9	5	3
0.80	8	17	14	11	9	3	2
0.90	8	14	12	7	4	—	—
1.00	8	12	10	2	1	—	—

注 1. 厚度大于 1mm 的Ⅰ级强度钢带,不进行反复弯曲试验。
2. 厚度为中间规格的钢带,其反复弯曲次数按相邻大尺寸的规定。

(三)弹簧钢、工具钢冷轧钢带(YB/T 5058—1988)

(1)尺寸规格和用途(表 2－3－105)

表 2－3－105 弹簧钢、工具钢冷轧钢带的尺寸规格与用途
(摘自 YB/T 5058—1988)

厚度	宽度		用途
	切边钢带	不切边钢带	
0.10～0.5	4～120	≤50	用于制造弹簧、刃具和带尺等制品
>0.15～0.25	4～120	≤50	
>0.25～0.40	6～160	≤50	
>0.40～0.50	6～160	≤50	
>0.50～0.70	10～160	≤50	
>0.70～0.95	10～160	>50	
>0.95～1.00	10～160	>50	
>1.00～1.35	18～200	>50	
>1.35～1.75	18～200	>50	
>1.75～2.30	18～200	>50	
>2.30～3.00	22～200	>50	

(2)化学成分和力学性能(表 2－3－106)

表 2－3－106 弹簧钢、工具钢冷轧钢带的化学成分与力学性能
(摘自 YB/T 5058—1988)

牌号	化学成分 (质量分数)	钢带厚度/mm	退火钢带		冷硬钢带
			σ_b /MPa	δ / %≥	σ_b /MPa
65Mn	符合 GB/T 1222 规定	<1.5	650	20	750～1200
T7、T7A、T8、T8A	符合 GB/T 1298 规定,其中 85 钢符合 GB/T 1222 规定	>1.5	750	15	
T8Mn、T8MnA、T9、T9A、T10、T10A、T11、T11A、T12、T12A、85		0.10～3.00	750	10	
T13、T13A			900	—	—
Cr06	符合 GB/T 1299 规定		950	—	800～1200
60Si2Mn、60Si2MnA、65Si2MnWA、50CrVA	符合 GB/T 1222 规定		900	10	
70Si2CrA	符合 GB/T 3525 规定		850	8	

四、弹簧钢丝

(一)碳素弹簧钢丝(GB/T 4357—1989)

(1)尺寸规格、化学成分和用途(表 2-3-107)

表 2-3-107 碳素弹簧钢丝的尺寸规格、化学成分和用途

直径范围/mm			每盘质量		化学成分	用途
B 级	C 级	D 级	直径/mm	质量/kg		
0.03 ~ 13.00	0.03 ~ 13.00	0.08 ~ 6.00	≤0.10	0.1	符合 GB/T 4354 和 GB/T 1298 的规定	用于机械工业制作弹簧和其他弹性元件 B 级适用于低应力弹簧 ;C 级适用于中等应力弹簧 ;D 级适用于高应力弹簧
			> 0.10 ~ 0.20	0.2		
			> 0.20 ~ 0.30	0.4		
			> 0.30 ~ 0.80	0.5		
			> 0.80 ~ 1.20	1.0		
0.03 ~ 13.00	0.03 ~ 13.00	0.08 ~ 6.00	> 1.20 ~ 1.80	2.0	符合 GB/T 4354 和 GB/T 1298 的规定	用于机械工业制作弹簧和其他弹性元件 B 级适用于低应力弹簧 ;C 级适用于中等应力弹簧 ;D 级适用于高应力弹簧
			> 1.80 ~ 3.00	5.0		
			> 3.00 ~ 5.00	8.0		
			> 5.00 ~ 8.00	10.0		
			> 8.00 ~ 13.00	20.0		

注 1. 钢丝直径应符合 GB/T 342 的规定。根据需方要求,可供应中间尺寸的钢丝。

2. 钢丝直径的允许偏差应符合 GB/T 342 的中 h11 级规定。
3. 钢丝的圆度应不大于直径允许公差之半。
4. 钢丝盘形应规整,当打开钢丝盘时,不得散乱,扭转或呈“∞”字形。

(2)力学性能和工艺性能(表 2-3-108 ~ 表 2-3-110)

表 2-3-108 碳素弹簧钢丝的力学性能(摘自 GB/T 4357—1989)

直径/mm	抗拉强度/MPa		
	B 级	C 级	D 级
0.08	2400 ~ 2800	2740 ~ 3140	2840 ~ 3240
0.09	2350 ~ 2750	2690 ~ 3090	2840 ~ 3240
0.10	2300 ~ 2700	2650 ~ 3040	2790 ~ 3190

续表

直径/mm	抗拉强度/MPa		
	B 级	C 级	D 级
0.12	2250 ~ 2650	2600 ~ 2990	2740 ~ 3140
0.14	2200 ~ 2600	2550 ~ 2940	2740 ~ 3140
0.16	2150 ~ 2550	2500 ~ 2890	2690 ~ 3090
0.18	2150 ~ 2550	2450 ~ 2840	2690 ~ 3090
0.20	2150 ~ 2550	2400 ~ 2790	2690 ~ 3090
0.22	2110 ~ 2500	2350 ~ 2750	2690 ~ 3090
0.25	2060 ~ 2450	2300 ~ 2700	2640 ~ 3040
0.28	2010 ~ 2400	2300 ~ 2700	2640 ~ 3040
0.30	2010 ~ 2400	2300 ~ 2700	2640 ~ 3040
0.32	1960 ~ 2350	2250 ~ 2650	2600 ~ 2990
0.35	1960 ~ 2350	2250 ~ 2650	2600 ~ 2990
0.40	1910 ~ 2300	2250 ~ 2650	2600 ~ 2990
0.45	1860 ~ 2260	2200 ~ 2600	2550 ~ 2940
0.50	1860 ~ 2260	2200 ~ 2600	2550 ~ 2940
0.55	1810 ~ 2210	2150 ~ 2550	2500 ~ 2890
0.60	1760 ~ 2160	2110 ~ 2500	2450 ~ 2840
0.63	1760 ~ 2160	2110 ~ 2500	2450 ~ 2840
0.70	1710 ~ 2110	2060 ~ 2450	2450 ~ 2840
0.80	1710 ~ 2060	2010 ~ 2400	2400 ~ 2840
0.90	1710 ~ 2060	2010 ~ 2350	2350 ~ 2750
1.00	1660 ~ 2010	1960 ~ 2300	2300 ~ 2690

续表

直径/mm	抗拉强度/MPa		
	B 级	C 级	D 级
1.20	1620 ~ 1960	1910 ~ 2250	2250 ~ 2550
1.40	1620 ~ 1910	1860 ~ 2210	2150 ~ 2450
1.60	1570 ~ 1860	1810 ~ 2160	2110 ~ 2400
1.80	1520 ~ 1810	1760 ~ 2110	2010 ~ 2300
2.00	1470 ~ 1760	1710 ~ 2010	1910 ~ 2200
2.20	1420 ~ 1710	1660 ~ 1960	1810 ~ 2110
2.50	1420 ~ 1710	1660 ~ 1960	1760 ~ 2060
2.80	1370 ~ 1670	1620 ~ 1910	1710 ~ 2010
3.00	1370 ~ 1670	1570 ~ 1860	1710 ~ 1960
3.20	1320 ~ 1620	1570 ~ 1810	1660 ~ 1910
3.50	1320 ~ 1620	1570 ~ 1810	1660 ~ 1910
4.00	1320 ~ 1620	1520 ~ 1760	1620 ~ 1860
4.50	1320 ~ 1570	1520 ~ 1760	1620 ~ 1860
5.00	1320 ~ 1570	1470 ~ 1710	1570 ~ 1810
5.50	1270 ~ 1520	1470 ~ 1710	1570 ~ 1810
6.00	1220 ~ 1470	1420 ~ 1660	1520 ~ 1760
6.30	1220 ~ 1470	1420 ~ 1610	—
7.00	1170 ~ 1420	1370 ~ 1570	—
8.00	1170 ~ 1420	1370 ~ 1570	—
9.00	1130 ~ 1320	1320 ~ 1520	—
10.00	1130 ~ 1320	1320 ~ 1520	—

续表

直径/mm	抗拉强度/MPa		
	B 级	C 级	D 级
11.00	1080 ~ 1270	1270 ~ 1470	—
12.00	1080 ~ 1270	1270 ~ 1470	—
13.00	1030 ~ 1220	1220 ~ 1420	—

- 注 1. 钢丝应选用 GB/T 4354 和 GB/T 1298 中规定牌号制造。
2. 钢丝用盘条其磷含量(质量分数)不大于 0.030%,硫含量(质量分数)不大于 0.020%。
3. 中间尺寸钢丝的抗拉强度按相邻较大尺寸的规定执行。

表 2-3-109 碳素弹簧钢丝的扭转检验(摘自 GB/T 4357—1989)

钢丝直径/mm	扭转次数 ≥		钢丝直径/mm	扭转次数 ≥	
	B、C 级	D 级		B、C 级	D 级
≤2.00	20	18	>4.00 ~ 5.00	10	5
>2.00 ~ 3.00	15	13	>5.00 ~ 6.00	8	3
>3.00 ~ 4.00	12	8			

- 注 1. 直径不大于 6.00mm 的钢丝应进行扭转检验,扭转次数应符合表中规定。
2. 扭转时,钢丝在规定扭转次数以内,表面不得有肉眼可见的裂纹和分层。

表 2-3-110 碳素弹簧钢丝的缠绕检验(摘自 GB/T 4357—1989)

钢丝级别	钢丝直径 d/mm	芯棒直径/mm	缠绕圈数
B、C 级	≤6.00	d	≥2
D 级	≤4.00		
	>4.00	2d	

- 注 1. 钢丝按表中规定进行缠绕检验,缠绕后的试样表面不得产生裂纹和断裂。
2. 直径大于 6.00mm 的钢丝应进行弯曲检验。弯曲后的试样表面不得产生裂纹或断裂。

(二)重要用途碳素弹簧钢丝(GB/T 4358—1995)

(1)尺寸规格和用途(表 2-3-111)

表 2-3-111 重要用途碳素弹簧钢丝的尺寸规格和用途

分类名称	直径范围/mm	直径允许偏差	用途
E 组	0.08 ~ 6.00	符合 h10 级的规定	主要用于制造具有高应力、阀门弹簧等重要用途的不经热处理或仅经低温回火的弹簧
F 组	0.08 ~ 6.00	符合 h11 级的规定	
G 组	1.00 ~ 6.00		

- 注 1. 钢丝直径应符合 GB/T 342 的规定。
2. 经供需双方协议,E 组可按 h11 级,F 组、G 组可按 h10 级供货。
3. 钢丝的圆度应不大于直径公差之半。

(2)化学成分(表 2-3-112)

表 2-3-112 重要用途碳素弹簧钢丝的化学成分
(摘自 GB/T 4358—1995)

牌号	化学成分(质量分数)/%							
	C	Mn	Si	≤				
				P	S	Cr	Ni	Cu
65Mn	0.62 ~ 0.69	0.70 ~ 1.00	0.17 ~ 0.37	0.025	0.020	0.10	0.15	0.20
70	0.67 ~ 0.74	0.30 ~ 0.60	0.17 ~ 0.37	0.025	0.020	0.10	0.15	0.20
T9A	0.85 ~ 0.93	≤0.40	≤0.35	0.025	0.020	0.10	0.12	0.20
T8MnA	0.80 ~ 0.89	0.40 ~ 0.60	≤0.35	0.025	0.020	0.10	0.12	0.20

注 1. 在保证钢丝力学性能的前提下,65Mn、70 钢的 Mn 含量 w 可分别调整为 0.90% ~ 1.20%、0.50% ~ 0.80%。
2. 经供需双方协议,亦可选用质量相当的其他牌号制造。
3. 成品钢丝和钢坯的化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

(3)力学性能(表 2-3-113)

表 2-3-113 重要用途碳素弹簧钢丝的力学性能
(摘自 GB/T 4358—1995)

直径/mm	抗拉强度 σ_b /MPa		
	E 组	F 组	G 组
0.08	2330 ~ 2710	2710 ~ 3060	—
0.09	2320 ~ 2700	2700 ~ 3050	—
0.10	2310 ~ 2690	2690 ~ 3040	—
0.12	2300 ~ 2680	2680 ~ 3030	—
0.14	2290 ~ 2670	2670 ~ 3020	—
0.16	2280 ~ 2660	2660 ~ 3010	—
0.18	2270 ~ 2650	2650 ~ 3000	—
0.20	2260 ~ 2640	2640 ~ 2990	—
0.22	2240 ~ 2620	2620 ~ 2970	—
0.25	2220 ~ 2600	2600 ~ 2950	—
0.28	2220 ~ 2600	2600 ~ 2950	—
0.30	2210 ~ 2600	2600 ~ 2950	—
0.32	2210 ~ 2590	2590 ~ 2940	—
0.35	2210 ~ 2590	2590 ~ 2940	—

续表

直径/mm	抗拉强度 σ_b /MPa		
	E 组	F 组	G 组
0.40	2200 ~ 2580	2580 ~ 2930	—
0.45	2190 ~ 2570	2570 ~ 2920	—
0.50	2180 ~ 2560	2560 ~ 2910	—
0.55	2170 ~ 2550	2550 ~ 2900	—
0.60	2160 ~ 2540	2540 ~ 2890	—
0.63	2140 ~ 2520	2520 ~ 2870	—
0.70	2120 ~ 2500	2500 ~ 2850	—
0.80	2110 ~ 2490	2490 ~ 2840	—
0.90	2060 ~ 2390	2390 ~ 2690	—
1.00	2020 ~ 2350	2350 ~ 2650	1850 ~ 2110
1.20	1920 ~ 2270	2270 ~ 2570	1820 ~ 2080
1.40	1870 ~ 2200	2200 ~ 2500	1780 ~ 2040
1.60	1830 ~ 2140	2160 ~ 2480	1750 ~ 2010
1.80	1800 ~ 2130	2060 ~ 2360	1700 ~ 1960
2.00	1760 ~ 2090	1970 ~ 2230	1670 ~ 1910
2.20	1720 ~ 2000	1870 ~ 2130	1620 ~ 1860
2.50	1680 ~ 1960	1770 ~ 2030	1620 ~ 1860
2.80	1630 ~ 1910	1720 ~ 1980	1570 ~ 1810
3.00	1610 ~ 1890	1690 ~ 1950	1570 ~ 1810
3.20	1560 ~ 1840	1670 ~ 1930	1570 ~ 1810
3.50	1520 ~ 1750	1620 ~ 1840	1470 ~ 1710
4.00	1480 ~ 1710	1570 ~ 1790	1470 ~ 1710
4.50	1410 ~ 1640	1500 ~ 1720	1470 ~ 1710
5.00	1380 ~ 1610	1480 ~ 1700	1420 ~ 1660
5.50	1330 ~ 1560	1440 ~ 1660	1400 ~ 1640
6.00	1320 ~ 1550	1420 ~ 1660	1350 ~ 1590

(三)非机械弹簧用碳素弹簧钢丝(YB/T 5220—1993)

(1)尺寸规格和用途(表 2-3-114)

表 2-3-114 非机械弹簧用碳素弹簧钢丝的尺寸规格和用途

钢丝直径	允许偏差级别			用途
	h10	h11	h12	
	允许偏差			
0.20 ~ 0.30	± 0.01	± 0.01	± 0.02	用于家具、汽车座靠座、室内装饰等 非机械弹簧 A1、A2、A3 组适用于较低应力弹簧 ;A4、A5、A6 组适用于一般应力弹簧 ;A7、A8、A9 组适用于较高应力弹簧
> 0.30 ~ 0.60	± 0.01	± 0.02	± 0.03	
> 0.60 ~ 1.00	± 0.01	± 0.02	± 0.03	
> 1.00 ~ 3.00	± 0.02	± 0.03	± 0.05	
> 3.00 ~ 6.00	± 0.02	± 0.04	± 0.06	
> 6.00 ~ 7.00	± 0.03	± 0.05	± 0.08	

- 注 1. 钢丝直径应符合 GB/T 342 的规定。
2. 钢丝直径允许偏差在合同中未注明时,均按 h11 级供货。
3. 钢丝的圆度应不大于直径公差之半。

(2)化学成分和力学性能(表 2-3-115)

表 2-3-115 非机械弹簧用碳素弹簧钢丝的力学性能和化学成分(摘自 YB/T 5220—1993)

组别	抗拉强度 σ_b /MPa	直径范围/mm	化学成分
A1	1180~1380	6.00~7.00	符合 GB/T 699 和 GB/T 1298 的规定
A2	1380~1580	3.20~7.00	
A3	1580~1780	1.60~6.00	
A4	1780~1980	0.60~4.00	
A5	1980~2180	0.30~2.60	
A6	2180~2380	0.30~1.60	
A7	2380~2580	0.30~1.00	
A8	2580~2780	0.30~0.60	
A9	2780~2980	0.20~0.40	

- 注 1. 钢丝采用 GB/T 699 和 GB/T 1298 的牌号制造。
2. 直径大于 4mm 钢丝,应进行弯曲试验,弯曲后表面不得有裂纹和折断。
3. 直径不大于 4mm 钢丝,进行缠绕试验,在直径等于钢丝直径的芯棒上缠绕两圈后表面不得有裂纹或折断。

(四)油淬火—回火碳素弹簧钢丝(YB/T 5103—1993)

(1)化学成分、尺寸规格和用途(表 2－3－116)

表 2－3－116 油淬火—回火碳素弹簧钢丝的化学成分、尺寸规格和用途

牌号		化学成分	直径范围/mm		用途
A 类	B 类		A 类	B 类	
55、 60、 60Mn、 65、 70、 65Mn、 70Mn	65、70、65Mn、 70Mn、75、80	符合 GB/T 4354—1994 的规定	2.0～12.0	2.0～12.0	用于普通机械弹簧 A 类适用于一般强度；B 类用于较高强度

注 1. 钢丝直径符合 GB/T 342 的规定。
2. 钢丝外形应完整,不得有影响使用的弯曲。

(2)力学性能(表 2－3－117)

表 2－3－117 钢丝的力学性能(摘自 YB/T 5103—1993)

直径/mm	抗拉强度 σ_b /MPa		直径/mm	抗拉强度 σ_b /MPa	
	A 类	B 类		A 类	B 类
2.00	1620～1765	1715～1865	5.50	1275～1420	1375～1520
2.20	1570～1715	1665～1815	6.00	1275～1420	1375～1520
2.50	1570～1715	1665～1815	6.50	1275～1420	1375～1520
3.00	1520～1665	1620～1765	7.00	1225～1325	1325～1470
3.20	1470～1620	1570～1715	8.00	1225～1325	1325～1470
3.50	1470～1620	1570～1715	9.00	1225～1375	1325～1470
4.00	1420～1570	1520～1665	10.00	1175～1325	1275～1420
4.50	1375～1520	1470～1620	11.00	1175～1325	1275～1420
5.00	1325～1470	1420～1570	12.00	1175～1325	1275～1420

注 1. 钢丝经油淬火—回火处理后交货。
2. 直径大于 6.00mm 的钢丝应进行弯曲试验,不得产生裂纹或破断。
3. 直径小于或等于 6.00mm 的钢丝经缠绕试验不得产生裂纹或破断。

(五)阀门用油淬火—回火碳素弹簧钢丝(YB/T 5102—1993)

(1)化学成分、尺寸规格和用途(表 2－3－118)

表 2-3-118 钢丝的化学成分、尺寸规格和用途

牌号	化学成分	直径范围/mm	用途
65Mn 70	符合 GB/T 5100 的规定	2.0 ~ 6.0	用于制造内燃机阀门 弹簧或其他类似用途弹簧

- 注 1. 钢丝直径符合 GB/T 342 的规定。
 2. 钢丝外形应规整,不得影响使用的弯曲。

(2)力学和工艺性能(表 2-3-119)

表 2-3-119 钢丝的力学性能(摘自 YB/T 5102—1993)

直径/mm	抗拉强度 σ_b /MPa	断面收缩率 ψ /% $\geq$	直径/ mm	抗拉强度 σ_b /MPa	断面收缩率 ψ / % $\geq$	
2.00	1420 ~ 1570	45	3.50	1420 ~ 1570	45	
			4.00			
2.20				4.50	1375 ~ 1520	40
2.50			5.00			
3.00	1420 ~ 1570			5.50	1325 ~ 1470	
3.20				6.0		

- 注 1. 钢丝应用 YB/T 5100《琴钢丝用盘条》中的 65Mn、70 钢制造。
 2. 钢丝经油淬火一回火处理后交货。
 3. 钢丝应进行反复扭转试验,扭断后钢丝表面不得有裂纹、毛刺,断口应平齐。
 4. 钢丝应进行缠绕试验,表面不得产生裂纹和破断。

(六)合金弹簧钢丝(GB/T 5218—1999)

(1)尺寸规格和用途(表 2-3-120)

表 2-3-120 钢丝的尺寸规格和用途

尺寸规格	每盘质量		用途
	钢丝直径/mm	质量/kg	
钢丝直径为 0.50 ~ 14.0mm。冷拉或热处理 钢丝直径符合 GB/T 342 的规定 银亮钢丝直 径应符合 GB/T 3207 的规定	0.5 ~ 1.00	1.0	适用于制造承受中、 高应力的机械弹簧
	> 1.00 ~ 3.00	5.0	
	> 3.00 ~ 6.00	10.0	
	> 6.00 ~ 9.00	15.0	
	> 9.00 ~ 14.0	30.0	

- 注 1. 钢丝的圆度不得大于钢丝直径公差之半。
 2. 钢丝盘应规整,打开钢丝盘时不得散乱或呈现‘∞’字形。
 3. 按直条交货的钢丝,其长度一般为 2000 ~ 4000mm。
 4. 钢丝直径允许偏差级别应在合同中注明,未注明时银亮钢丝按 10 级、其他钢丝按 11 级供货。

(2)化学成分(表 2-3-121)

表 2-3-121 合金弹簧钢丝的化学成分(摘自 GB/T 5218—1999)

牌 号	化 学 成 分 (质 量 分 数) / %			
	C	Si	Mn	Cr
50CrVA	0.46 ~ 0.54	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.80 ~ 1.10
55CrSiA	0.50 ~ 0.60	1.20 ~ 1.60	0.50 ~ 0.80	0.50 ~ 0.80
60Si2MnA	0.56 ~ 0.64	1.60 ~ 2.00	0.60 ~ 0.90	≤ 0.35

牌 号	化 学 成 分 (质 量 分 数) / %				
	V	P	S	Ni	Cu
		≤			
50CrVA	0.10 ~ 0.20	0.030		0.35	0.25
55CrSiA	—	0.030		0.25	0.20
60Si2MnA	—	0.030		0.35	0.25

(3)力学和工艺性能(表 2-3-122)

表 2-3-122 合金弹簧钢丝的力学和工艺性能(摘自 GB/T 5218—1999)

项 目	指 标
抗拉强度	直径大于 5mm 的冷拉钢丝其抗拉强度不大于 1030MPa。经供需双方协商,也可用布氏硬度代替抗拉强度,其硬度值不大于 302HBS
缠绕试验	直径不大于 5mm 的冷拉钢丝应做缠绕试验。钢丝在棒芯上缠绕 6 圈后不得破裂、折断。缠绕棒芯直径规定如下: 钢丝直径不大于 4mm 时,缠绕芯棒直径等于钢丝直径 钢丝直径大于 4mm 时,缠绕芯棒直径等于钢丝直径的 2 倍

注 钢丝按交货状态分为三类,其代号如下:
冷拉 WCD。
热处理 退火—TA 正火—TN 淬火+回火—TQT。
银亮 ZY。

(七)阀门用铬钒弹簧钢丝(YB/T 5136—1993)

(1)尺寸规格和用途(表 2-3-123)

表 2-3-123 阀门用铬钒弹簧钢丝的尺寸规格和用途

尺寸规格	每盘质量		用途
	钢丝直径/mm	质量/kg	
钢丝的直径范围为 0.5 ~ 12.0mm。冷拉圆钢丝的尺寸规格符合 GB/T 342 的规定,银亮钢丝的尺寸规格符合 GB/T 3207 的规定	0.5 ~ 1.0	1.0	用于制造内燃机阀门弹簧
	> 1.0 ~ 3.0	4.0	
	> 3.0 ~ 6.0	10.0	
	> 6.0 ~ 12.0	15.0	

注 1. 按交货状态钢丝分为四种,其代号为 冷拉 1. 退火 2. 冷拉 + 银亮 3. + Zy 退火 + 银亮 4. + Zy
 2. 直径允许偏差级别应在合同中注明。合同中未注明时,冷拉、退火钢丝按 11 级交货,银亮钢丝按 10 级(经供需双方协议,也可按 11 级)交货。

(2)化学成分和力学性能(表 2-3-124 ~ 表 2-3-125)

表 2-3-124 钢丝的力学性能和化学成分(摘自 YB/T 5136—1993)

交货状态	力学性能		化学成分
	抗拉强度 σ_b /MPa	布氏硬度 HBS	
	$\leq$		
退火	785	240	符合 GB/T 1222 中 50CrVA 的规定
冷拉	1030	306	

注 1. 钢丝应用 GB/T 1222 中的 50CrVA 钢制造。但其磷含量(质量分数)应不大于 0.030%, 镍含量(质量分数)应不大于 0.30%, 钒含量(质量分数)为 0.15% ~ 0.25%。

表 2-3-125 钢丝的热处理制度和力学性能(摘自 YB/T 5136—1993)

牌号	热处理制度					力学性能	
	淬火		回火			抗拉强度 σ_b /MPa	断面收缩率 ψ / % $\geq$
	温度	冷却剂	温度	时间/min	冷却剂		
50CrVA	840 ~ 860℃	油	370 ~ 420℃	≥ 30	油或水	1470 ~ 1765	40

注 1. 直径小于或等于 5mm 的钢丝应做缠绕试验。钢丝在芯棒上缠绕 6 圈后钢丝表面不得破裂、折断。芯棒直径规定如下:
 钢丝直径小于或等于 1mm 时,芯棒直径等于钢丝直径;
 钢丝直径大于 1mm,芯棒直径等于 2 倍钢丝直径。

(八)阀门用油淬火—回火铬硅合金弹簧钢丝(YB/T 5105—1993)

(1)尺寸规格和用途(2-3-126)

表 2－3－126 钢丝的尺寸规格和用途

尺寸规格	用途
钢丝的直径范围为 1.6～8.0mm。其尺寸规格符合 GB/T 342 的规定	用于制造在较高温度下耐高压的内燃机阀门弹簧

(2)化学成分(表 2－3－127)

表 2－3－127 钢丝的化学成分(摘自 YB/T 5105—1993)

牌号	化学成分(质量分数)/%						
	C	Si	Mn	Cr	P	S	Cu
					≤		
55CrSiA	0.50～0.60	1.20～1.60	0.50～0.80	0.50～0.80	0.030	0.030	0.20

注 制造钢丝用的盘条除应符合表中规定外,还应符合 YB/T 5100《琴钢丝用盘条》的有关规定。

(3)力学性能(表 2－3－128)

表 2－3－128 钢丝的力学性能(摘自 YB/T 5105—1993)

直径/mm	抗拉强度 σ_b /MPa	断面收缩率 ψ / % $\geq$	直径/mm	抗拉强度 σ_b /MPa	断面收缩率 ψ / % $\geq$
1.60	1960 ~ 2110	—	4.00	1815 ~ 1960	40
1.80			4.50		
2.00	1910 ~ 2060	45	5.00	1765 ~ 1910	
2.20			5.50		
2.50			6.00	1715 ~ 1865	
3.00			6.50		
3.20	1865 ~ 2010		7.00	1665 ~ 1815	
3.50			8.00		

- 注 1. 钢丝经油淬火一回火处理后交货。
2. 同盘钢丝抗拉强度的波动范围,不得大于 75MPa_o
3. 直径小于或等于 6.0mm 的钢丝,应进行扭转试验。扭断后钢丝表面不得有裂纹、毛刺,断口应平齐。
4. 直径大于 6.0mm 的钢丝应进行弯曲试验,表面不得产生裂纹或破断。
5. 直径小于或等于 6.0mm 的钢丝进行缠绕试验,其表面不得产生裂纹或破断。

(九)阀门用油淬火一回火铬钒合金弹簧钢丝(YB/T 5008—1993)

(1)化学成分、尺寸规格和用途(表 2－3－129)

表 2-3-129 钢丝的化学成分、尺寸规格利用途

牌号	化学成分	尺寸规格	用途
50CrVA	符合 GB/T 1222 的规定	钢丝的直径范围为 1.0 ~ 10.0mm。其尺寸规格符合 GB/T 342 的规定	用于制造内燃机阀门弹簧或其他类似用途弹簧

注 1 钢丝外形应规整,不得有影响使用的弯曲。

(2)力学性能(表 2-3-130)

表 2-3-130 钢丝的力学性能(摘自 YB/T 5008—1993)

直径/mm	抗拉强度 σ_b /MPa	断面收缩率 $\psi/\%$ $\geq$	直径/mm	抗拉强度 σ_b /MPa	断面收缩率 $\psi/\%$ $\geq$	
1.00	1665 ~ 1865	—	4.00	1520 ~ 1665	40	
1.20			4.50			
1.40			5.00	1470 ~ 1620		
1.60			5.50			
1.80			6.00			
2.00	1620 ~ 1765	45	6.50	1420 ~ 1570		
2.20			7.00			
2.50			8.00	1375 ~ 1520		
3.00			9.00			
3.20	1570 ~ 1715		10.00			
3.50						

- 注 1. 钢丝应采用 GB/T 1222《弹簧钢》中的 50CrVA 钢制造。
2. 钢丝经油淬火一回火处理后交货。
 3. 同盘钢丝抗拉强度的波动范围,不得大于 75MPa。
 4. 直径小于或等于 6.00mm 的钢丝,应进行扭转试验,扭转 3 次时应无局部扭转,扭断后钢丝表面不得有裂纹、毛刺,断口应平齐。
 5. 直径大于 6.00mm 的钢丝应进行弯曲试验,其表面不得产生裂纹或破断。
 6. 直径小于或等于 6.00mm 的钢丝应进行缠绕试验,其表面不得产生裂纹或破断。

(十)油淬火—回火硅锰合金弹簧钢丝(YB/T 5104—1993)

(1)化学成分、尺寸规格和用途(表 2-3-131)

表 2－3－131 钢丝的化学成分、尺寸规格和用途

牌号	化学成分	尺寸规格	用途
60Si2MnA	符合 GB/T 1222 的规定	钢丝的直径范围为 2.0～14.0mm。其尺寸规格符合 GB/T 342 的规定	用于制造高疲劳寿命弹簧

- 注 1. 按用途钢丝分为三类
- A 类：一般弹簧用。
 - B 类：一般弹簧及汽车悬挂螺旋弹簧用。
 - C 类：汽车悬挂螺旋弹簧用。
2. 钢丝外形应规整，不得有影响使用的弯曲。

(2)力学性能(表 2－3－132)

表 2－3－132 钢丝的力学性能(摘自 YB/T 5104—1993)

直径/mm	抗拉强度 σ_b /MPa		
	A 类	B 类	C 类
2.00	1570～1715	1665～1815	1765～1910
2.20			
2.50			
3.00			
3.20	1520～1665	1620～1765	1715～1865
3.50			
4.00			
4.50			
5.00	1470～1620	1570～1715	1665～1815
5.50			
6.00			
6.50			
7.00	1420～1570	1520～1665	1620～1765
7.50			
8.00			
8.50			
9.00	1375～1520	1470～1620	1570～1720
9.50			
10.00			
10.50			
11.00			
11.50			
12.00			
13.00			
14.00			—

- 注 1. 钢丝应用采用 GB/T 1222 中的 60Si2MnA 钢制造。
- 2. 钢丝经油淬火一回火处理后交货。
 - 3. 按 A 类或 C 类强度供货时应在合同中注明。
 - 4. 直径小于或等于 11.0mm 钢丝的面缩率不得小于 30%。
 - 5. 直径大于 6.0mm 的钢丝应进行弯曲试验，钢丝表面不得产生裂纹或破断。
 - 6. 直径小于或等于 6.0mm 的钢丝进行缠绕试验，钢丝表面不得产生裂纹或破断。

第八节 滚动轴承钢

一、高碳铬轴承钢(GB/T 18254—2002)

(1) 高碳铬轴承钢常用牌号、特点和用途(表 2-3-133)

表 2-3-133 高碳铬轴承钢常用牌号、特点和用途

牌号	性能特点	用途举例
GCr4	低铬轴承钢,耐磨性比相同碳含量的碳工钢高,冷加工塑性变形和切削加工性能尚好,有回火脆性倾向	用作一般载荷不大、形状简单的机械转动轴上的钢球和滚子
GCr9	耐磨性和淬透性较高,切削性及冷应变塑性中等,白点形成较敏感,焊接性差,有回火脆性倾向,主要在淬火并低温回火状态使用	用于制造传动轴上尺寸较小的钢球和滚子,一般条件下工作的大套圈及滚动体,是一种应用广泛的轴承钢,用于机床、电机及航空、微型轴承及一般轴承,也可制作弹性、耐磨、接触疲劳强度都要求高的重要机械零件
GCr15	高碳铬轴承钢的代表钢种、综合性能良好,淬火与回火后具有高而均匀的硬度,良好的耐磨性和高的接触疲劳寿命,热加工变形性能和切削加工性能均好,但焊接性差,对白点形成较敏感,有回火脆性倾向	用于制造壁厚 $\leq 12\text{mm}$ 、外径 $\leq 250\text{mm}$ 的各种轴承套圈,也用作尺寸范围较宽的滚动体,如钢球、圆锥滚子、圆柱滚子、球面滚子、滚针等 还用于制造模具、精密量具以及其他要求高耐磨性、高弹性极限和高接触疲劳强度的机械零件
GCr15SiMn	在 GCr15 钢的基础上适当增加硅、锰含量,其淬透性、弹性极限、耐磨性均有明显提高,冷加工塑性中等,切削加工性能稍差,焊接性能不好,对白点形成较敏感,有回火脆性倾向	用于制造大尺寸的轴承套圈、钢球、圆锥滚子、圆柱滚子、球面滚子等,轴承零件的工作温度小于 180°C 还用于制造模具、量具、丝锥及其他要求硬度高且耐磨的零部件
GCr15SiMo	在 GCr15 钢的基础上提高硅含量,并添加钼而开发的新型轴承钢。综合性能良好,淬透性高,耐磨性好,接触疲劳寿命高,其他性能与 GCr15SiMn 相近	用于制造大尺寸的轴承套圈、滚珠、滚柱,还用于制造模具、精密量具以及其他要求硬度高且耐磨的零部件

续表

牌号	性能特点	用途举例
GCr18Mo	相当于瑞典 SKF24 轴承钢。是在 GCr15 钢的基础上加入钼,并适当提高铬含量,从而提高了钢的淬透性。其他性能与 GCr15 钢相近	用于制造各种轴承套圈,壁厚从 $\leq 16\text{mm}$ 增加到 $\leq 20\text{mm}$,扩大了使用范围 ;其他用途和 GCr15 钢基本相同

(2)高碳铬轴承钢的化学成分(表 2-3-134)

表 2-3-134 高碳铬轴承钢的化学成分(质量分数)(摘自 GB/T 18254—2002) %

牌号	C	Si	Mn	Cr	Mo	P	S	Ni	Cu	Ni + Cu	O	
											模注钢	连铸钢
											$\leq$	
GCr4	0.95 ~ 1.05	0.15 ~ 0.30	0.15 ~ 0.30	0.35 ~ 0.50	≤ 0.08	0.025	0.020	0.25	0.20	—	15×10^{-6}	12×10^{-6}
GCr9 ^①	1.00 ~ 1.10	0.15 ~ 0.35	0.25 ~ 0.45	0.90 ~ 1.20	≤ 0.08	0.025	0.025	0.25	0.25	0.50	—	—
GCr15	0.95 ~ 1.05	0.15 ~ 0.35	0.25 ~ 0.45	1.40 ~ 1.65	≤ 0.10	0.025	0.025	0.30	0.25	0.50	15×10^{-6}	12×10^{-6}
GCr15 - SiMn	0.95 ~ 1.05	0.45 ~ 0.75	0.95 ~ 1.25	1.40 ~ 1.65	≤ 0.10	0.025	0.025	0.30	0.25	0.50	15×10^{-6}	12×10^{-6}
GCr15 - SiMo	0.95 ~ 1.05	0.65 ~ 0.85	0.20 ~ 0.40	1.40 ~ 1.70	0.30 ~ 0.40	0.027	0.020	0.30	0.25	—	15×10^{-6}	12×10^{-6}
GCr18 - Mo	0.95 ~ 1.05	0.20 ~ 0.40	0.25 ~ 0.40	1.65 ~ 1.95	0.15 ~ 0.25	0.250	0.020	0.25	0.25	—	15×10^{-6}	12×10^{-6}

① GCr9 摘自 YB/T 1—1980。

(3)高碳铬轴承钢的热处理与硬度(表 2-3-135)

表 2-3-135 高碳铬轴承钢的热处理与硬度(摘自 GB/T 18254—2002)

牌号	热处理	布氏硬度 HBW
GCr4	球化或软化退火	179 ~ 207
GCr9		179 ~ 207
GCr15		179 ~ 207
GCr15SiMn		179 ~ 217
GCr15SiMo		179 ~ 217
GCr18Mo		179 ~ 207

二、渗碳轴承钢(GB/T 3203—1982)

(1) 渗碳轴承钢常用牌号、特点及用途(表 2-3-136)

表 2-3-136 渗碳轴承钢常用牌号、特点及用途

牌号	性能特点	用途举例
G20CrMo	低合金渗碳钢,渗碳后表面硬度较高,耐磨性较好,而心部硬度低,韧性好,适于制作耐冲击载荷的轴承及零部件	常用作汽车、拖拉机的承受冲击载荷的滚子轴承,也用作汽车齿轮、活塞杆、螺栓等
G20CrNiMo	有良好的塑性、韧性和强度,渗碳或碳氮共渗后表面有相当高的硬度,耐磨性好,接触疲劳寿命明显优于 GCr15 钢,而心部碳含量低,有足够的韧性承受冲击载荷	制作耐冲击载荷轴承的良好材料,用作承受冲击载荷的汽车轴承和中小型轴承,也用作汽车、拖拉机齿轮及牙轮钻头的牙爪和牙轮体
G20CrNi2Mo	渗碳后表面硬度高,耐磨性好,具有中等表面硬化性,心部韧性好,可耐冲击载荷,钢的冷热加工塑性较好,能加工成棒、板、带及无缝钢管	用于承受较高冲击载荷的滚子轴承,如铁路货车轴承套圈和滚子,也用作汽车齿轮、活塞杆、万向接轴、圆头螺栓等
G10CrNi3Mo	渗碳后表面碳含量高,具有高硬度,耐磨性好,而心部碳含量低,韧性好,可耐冲击载荷	用于承受冲击载荷较高的大型滚子轴承,如轧钢机轴承等
G20Cr2Ni4A	常用的渗碳结构钢用于制作轴承。渗碳后表面有相当高的硬度、耐磨性和接触疲劳强度,而心部韧性好,可耐强烈冲击载荷,焊接性中等,有回火脆性倾向,对白点形成较敏感	制作耐冲击载荷的大型轴承,如轧钢机轴承等,也用作其他大型渗碳件,如大型齿轮、轴等,还可用于制造要求强韧性高的调质件
G20Cr2Mn2MoA	渗碳后表面硬度高,而心部韧性好,可耐强烈冲击载荷。与 G20Cr2Ni4A 相比,渗碳速度快,渗碳层较易形成粗大碳化物,不易扩散消除	用于高冲击载荷条件下工作的特大型和大、中型轴承零件,以及轴、齿轮等

(2) 渗碳轴承钢的化学成分(表 2-3-137)

表 2－3－137 渗碳轴承钢的化学成分(摘自 GB/T 3203—1982)

牌号	化学成分(质量分数)/%									硬度 HBS (退火后) ≤
	C	Mn	Si	P≤	S≤	Cr	Ni	Mo	其他	
G20CrMo	0.17 ~ 0.23	0.65 ~ 0.95	0.20 ~ 0.35			0.35 ~ 0.65	—	0.08 ~ 0.15	229	
G20CrNiMo	0.17 ~ 0.23	0.60 ~ 0.90	0.15 ~ 0.40			0.35 ~ 0.65	0.40 ~ 0.70	0.15 ~ 0.30		229
				0.030	0.030				Cu0.25	
G20CrNi2Mo	0.17 ~ 0.23	0.40 ~ 0.70	0.15 ~ 0.40			0.35 ~ 0.65	1.60 ~ 2.00	0.20 ~ 0.30		229
G20Cr2Ni4	0.17 ~ 0.23	0.30 ~ 0.60	0.15 ~ 0.40			1.25 ~ 1.75	3.25 ~ 3.75	—		241
				0.030	0.030				Cu0.25	
G10CrNi3Mo	0.08 ~ 0.13	0.40 ~ 0.70	0.15 ~ 0.40			1.00 ~ 1.40	3.00 ~ 3.50	0.08 ~ 0.15		229
G20Cr2Mn2Mo	0.17 ~ 0.23	1.30 ~ 1.60	0.15 ~ 0.40			1.70 ~ 2.00	≤0.30	0.20 ~ 0.30		229

注 钢号末位带‘A’的渗碳轴承钢,硫、磷含量均≤0.020%。

(3) 渗碳轴承钢的室温力学性能(表 2－3－138)

表 2－3－138 渗碳轴承钢的室温力学性能

牌号	热处理制度	试样直径 /mm	σ_b /MPa	σ_s /MPa	δ_5 /%	ψ /%	a_{KV} / $J \cdot cm^{-2}$	σ_{bb} /MPa
G20CrNiMo	880℃ ± 20℃， 790℃ ± 20℃油淬， 150 ~ 200℃ 回火,空冷	15	≥1177	—	≥9	≥45	≥78.5	—
G20CrNi2Mo	880℃ ± 20℃， 800℃ ± 20℃油淬， 150 ~ 200℃ 回火,空冷	25	≥981	—	≥13	≥45	≥78.5	—

续表

牌号	热处理制度	试样直径 /mm	σ_b /MPa	σ_s /MPa	δ_5 /%	ψ /%	$a_{KV}/$ $J \cdot cm^{-2}$	σ_{bh} /MPa
G10CrNi3Mo	880℃ ± 20℃， 790℃ ± 20℃ 油淬， 150 ~ 200℃ 回火，空冷	15	≥ 1079	—	≥ 9	≥ 45	≥ 78.5	—
G20Cr2Mn2Mo	870℃ ± 20℃， 790℃ ± 20℃ 油淬， 150 ~ 200℃ 回火，空冷	15	≥ 1177	—	≥ 10	≥ 45	≥ 78.5	—
G20Cr2Mn2Mo	880℃ ± 20℃， 810℃ ± 20℃ 油淬， 180 ~ 200℃ 回火，空冷	15	≥ 1273	—	≥ 9	≥ 40	≥ 68.7	—
	940℃ 渗碳 $\left\{ \begin{array}{l} 850℃ \text{ 渗碳，} \\ 150℃ \text{ 回火} \\ 820℃ \text{ 油淬，} \\ 150℃ \text{ 回火} \end{array} \right.$	15	表面硬度 62HRC，心部硬度 41.5HRC，渗碳深度 2.3mm					2352
			表面硬度 63HRC，心部硬度 42HRC，渗碳深度 2.3mm					2437
G20Cr2Ni4	940℃ 渗碳， 780℃ 油淬， 150℃ 回火	15	表面硬度 62HRC，心部硬度 42.5HRC，渗碳深度 22mm					2614
	940℃ 渗碳， 800℃ 油淬， 150℃ 回火	15	表面硬度 62HRC，心部硬度 43HRC，渗碳深度 2.3mm					2710

注 本表数据供参考用。

三、不锈钢轴承钢(YB/T 096—1997)

(1) 不锈钢轴承钢常用牌号、特点和用途(表 2-3-139)

表 2-3-139 不锈钢轴承钢常用牌号、特点和用途

牌号	性能特点	用途举例
9Cr18 9Cr18Mo	高碳马氏体型不锈钢用于制造轴承,淬火后有较高的硬度和耐磨性,在大气、水以及某些酸类和盐类的水溶液中具有优良的不锈与耐腐蚀性能	用于制造在海水、河水、蒸馏水,以及海洋性腐蚀介质中工作的轴承,工作温度可达 253~350℃ 还可用作某些仪器、仪表上的微型轴承
1Cr18Ni9Ti	奥氏体型不锈钢用于制造轴承,具有优良的抗腐蚀性能,热加工和冷加工性能优良,焊接性能很好,过热敏感性也低	用于制造耐腐蚀套圈、钢球及保持器等,还可用作防磁轴承,经渗氮处理后,可用于高温、高真空、低载荷、高转速条件下工作的轴承

(2) 不锈钢轴承钢的化学成分(表 2-3-140)

表 2-3-140 不锈钢轴承钢的化学成分(摘自 YB/T 096—1997)

牌号	化学成分(质量分数)/%								
	C	Mn	Si	P≤	S≤	Cr	Ni	Mo	其他
9Cr18	0.90~1.00	≤0.80	≤0.80	0.035	0.030	17.0~19.0	≤0.30	—	Cu≤0.25
9Cr18Mo	0.95~1.10	≤0.80	≤0.80	0.035	0.030	16.0~18.0	≤0.30	0.40~0.70	Cu<0.25
1Cr18Ni9Ti ^①	≤0.12	≤2.00	≤1.00	0.035	0.030	17.0~19.0	8.00~11.00	—	Cu≤0.25

① 补充牌号摘自 GB/T 1220—1992。

(3) 不锈钢轴承钢室温力学性能(表 2-3-141)

表 2-3-141 不锈钢轴承钢室温力学性能

牌号	热处理制度	σ_b /MPa	$\sigma_{0.2}$ /MPa	δ_5 /%	ψ /%	a_{KV} /J·cm ⁻²	硬度 HBS
9Cr18 9Cr18Mo	850℃退火 1060℃淬, 150℃回火	745 —	— —	14 —	27.5 —	15.7 39.2	≤255 HRC61
1Cr18Ni9Ti	固溶 920~ 1150℃快冷	520	205	40	50	—	≤187

注 本表数据供参考用。

四、滚动轴承钢钢材的尺寸规格(表 2-3-142)

表 2-3-142 滚动轴承钢钢材的尺寸规格

钢种	钢材品种	尺寸规格/mm																																																																			
高碳铬轴承钢（GB/T 18254—2002）	热轧圆钢	符合 GB/T 702—1986 的规定。钢材直径 d 系列 5.5~7(0.5 进级)、8~36(1 进级)、38、40、42、45、48、50、53、55、56、58、60、63、65、68、70~130(5 进级)、140~200(10 进级)、220、250																																																																			
	热轧扁钢	符号 GB/T 704—1988 的规定： <table><tr><th>宽度</th><th>厚度</th><th>宽度</th><th>厚度</th></tr><tr><td>10</td><td>3~8</td><td>60</td><td>4~45</td></tr><tr><td>12</td><td>3~8</td><td>65</td><td>4~45</td></tr><tr><td>14</td><td>3~8</td><td>70</td><td>4~45</td></tr><tr><td>16</td><td>3~10</td><td>75</td><td>4~45</td></tr><tr><td>18</td><td>3~10</td><td>80</td><td>4~56</td></tr><tr><td>20</td><td>3~12</td><td>85</td><td>5~60</td></tr><tr><td>22</td><td>3~12</td><td>90</td><td>5~60</td></tr><tr><td>25</td><td>3~16</td><td>95</td><td>5~60</td></tr><tr><td>28</td><td>3~16</td><td>100</td><td>5~60</td></tr><tr><td>30</td><td>3~20</td><td>105</td><td>5~60</td></tr><tr><td>32</td><td>3~20</td><td>110</td><td>5~60</td></tr><tr><td>35</td><td>3~28</td><td>120</td><td>5~60</td></tr><tr><td>40</td><td>3~28</td><td>125</td><td>6~60</td></tr><tr><td>45</td><td>3~36</td><td>130</td><td>6~60</td></tr><tr><td>50</td><td>3~36</td><td>140</td><td>7~60</td></tr><tr><td>55</td><td>4~36</td><td>150</td><td>7~60</td></tr></table> 厚度系列 3~12(1 进级)、14~22(2 进级)、25、28、30、32、36、40、45、50、56、60	宽度	厚度	宽度	厚度	10	3~8	60	4~45	12	3~8	65	4~45	14	3~8	70	4~45	16	3~10	75	4~45	18	3~10	80	4~56	20	3~12	85	5~60	22	3~12	90	5~60	25	3~16	95	5~60	28	3~16	100	5~60	30	3~20	105	5~60	32	3~20	110	5~60	35	3~28	120	5~60	40	3~28	125	6~60	45	3~36	130	6~60	50	3~36	140	7~60	55	4~36	150
宽度	厚度	宽度	厚度																																																																		
10	3~8	60	4~45																																																																		
12	3~8	65	4~45																																																																		
14	3~8	70	4~45																																																																		
16	3~10	75	4~45																																																																		
18	3~10	80	4~56																																																																		
20	3~12	85	5~60																																																																		
22	3~12	90	5~60																																																																		
25	3~16	95	5~60																																																																		
28	3~16	100	5~60																																																																		
30	3~20	105	5~60																																																																		
32	3~20	110	5~60																																																																		
35	3~28	120	5~60																																																																		
40	3~28	125	6~60																																																																		
45	3~36	130	6~60																																																																		
50	3~36	140	7~60																																																																		
55	4~36	150	7~60																																																																		
高碳铬轴承钢（GB/T 18254—2002）	锻制圆钢、方钢	符合 GB/T 908—1987 的规定。圆钢直径或方钢边长的尺寸系列 50~125(5 进级)																																																																			
	冷拉圆钢	符合 GB/T 905—1994 的规定。圆钢直径系列 3.0、3.2、3.5~6.0(0.5 进级)、6.3、7.0~12.0(0.5 进级)、13.0~22.0(1.0 进级)、24.0、25.0、26.0~34.0(2.0 进级)、35.0、36.0、38.0、40、42.0、45.0、48.0、50.0、52.0、55.0、56.0、60.0、63.0、65.0、67.0、70.0、75.0、80.0																																																																			
	银亮钢	符合 GB/T 3207—1988 的规定。圆钢直径系列 0.60、0.63、0.70~1.20(0.10 进级)、1.40、1.50、1.60、1.80、2.00、2.20、2.50、2.80、3.00、3.20、3.50~6.00(0.5 进级)、6.30、7.00~12.00(0.5 进级)、13.00~22.00(1.0 进级)、24.0、25.0、26.0、28.0、30.0、32.0、33.0、34.0、35.0、36.0、38.0、40.0、42.0、45.0、48.0、50.0、53.0、55.0、56.0、58.0、60.0、63.0、65.0、68.0、70.0、75.0、80.0																																																																			

续表

钢种	钢材品种	尺寸规格/mm
渗碳轴承钢 (GB/T 3203—1982)	热轧圆钢	8、10~30(1 进级)、32~38(1 进级)、40、42~46(1 进级)、48、50、52、55~130(5 进级)140、150
	冷拉圆钢	符合 GB/T 905—1994 的规定
	锻制圆钢	符合 GB/T 908—1987 的规定
不锈轴承钢 (YB/T 096—1997)	热轧圆钢	直径 8~20mm,符合 GB/T 702—2004 的规定
	冷拉圆钢	直径 8~30mm,符合 GB/T 905—1994 的规定
	锻制圆钢	直径 55~120mm,符合 GB/T 908—1987 的规定

五、轴承保持器用碳素结构钢丝(YB/T 5144—1993)

(1) 牌号、尺寸规格与用途(表 2-3-143)

表 2-3-143 轴承保持器用碳素结构钢丝的牌号、尺寸规格与用途(摘自 YB/T 5144—1993)

牌号	尺寸规格	用途
ML15 ML20	符合 GB/T 342 的规定。钢丝直径为 0.75~12.0mm	用于制造滚动轴承保持器的支柱与铆钉

(2) 化学成分(表 2-3-144)

表 2-3-144 轴承保持器用碳素结构钢丝的化学成分(摘自 YB/T 5144—1993)

牌号	化学成分(质量分数)/%						
	C	Mn	Si	Cr	Cu	S	P
	≤						
ML15	0.12~0.19	0.60	0.20	0.20	0.20	0.035	0.035
ML20	0.17~0.24						

(3) 力学性能(表 2-3-145)

表 2-3-145 轴承保持器用碳素结构钢丝的力学性能(摘自 YB/T 5144—1993)

牌号	抗拉强度 σ_b /MPa	伸长率 δ (标距 100mm)/% $\geq$
ML15	390~540	3
ML20	590~735	2

第九节 塑性成形用钢

一、锻件用结构钢(GB/T 17107—1997)

(1)牌号和用途(表 2-3-146)

表 2-3-146 锻件用结构钢的牌号和用途

钢种	牌号	用途
碳素结构钢	Q235、15、20、25、30、35、40、45、50、55	适用于冶金、矿山、船舶、工程机械等设备中经整体热处理后取样测定力学性能的一般锻件不适用于电站设备中高温高速转动的主轴、转子、叶轮和压力容器等锻件
合金结构钢	30Mn2、35Mn2、45Mn2、20SiMn、35SiMn、42SiMn、50SiMn、20MnMo、20MnMoNb、40MnMoV、50SiMnMoV、37SiMn2MoV、15Cr、20Cr、30Cr、40Cr、50Cr、12CrMo、15CrMo、25CrMo、30CrMo、35CrMo、42CrMo、50CrMo、34CrMo1、16CrMn、20CrMn、20CrMnTi、20CrMnMo、35CrMnMo、40CrMnMo、20CrMnMoB、30CrMn2MoB、32Cr2MnMo、30CrMnSi、35CrMnSi、12CrMoV、12Cr1MoV、24CrMoV、35CrMoV、30Cr2MoV、28Cr2Mo1V、40CrNi、40CrNiMo、34CrNi1Mo、34CrNi3Mo、15Cr2Ni2、20Cr2Ni4、17Cr2Ni2Mo、30Cr2Ni2Mo、34Cr2Ni2Mo、15CrNiMoV、34CrNi3MoV、37CrNi3MoV、24Cr2Ni4MoV、18Cr2Ni4W	

(2)化学成分(表 2-3-147 ~ 表 2-3-148)

表 2-3-147 碳素结构钢的化学成分(摘自 GB/T 17107—1997)

牌号	化学成分(质量分数)/%									
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	S	P	Cu
Q235	0.14 ~ 0.22	≤0.30	0.30 ~ 0.65	≤0.30	≤0.30	—	—	≤0.050	≤0.045	≤0.30
15	0.12 ~ 0.49	0.17 ~ 0.37	0.35 ~ 0.65	≤0.25	≤0.25	—	—	≤0.035	≤0.035	≤0.25
20	0.17 ~ 0.24	0.17 ~ 0.37	0.35 ~ 0.65	≤0.25	≤0.25	—	—	≤0.035	≤0.035	≤0.25
25	0.22 ~ 0.30	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	≤0.25	≤0.25	—	—	≤0.035	≤0.035	≤0.25
30	0.27 ~ 0.35	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	≤0.25	≤0.25	—	—	≤0.035	≤0.035	≤0.25
35	0.32 ~ 0.40	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	≤0.25	≤0.25	—	—	≤0.035	≤0.035	≤0.25

续表

牌号	化学成分(质量分数) / %									
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	S	P	Cu
40	0.37 ~ 0.45	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	≤0.25	≤0.25	—	—	≤0.035	≤0.035	≤0.25
45	0.42 ~ 0.50	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	≤0.25	≤0.25	—	—	≤0.035	≤0.035	≤0.25
50	0.47 ~ 0.55	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	≤0.25	≤0.25	—	—	≤0.035	≤0.035	≤0.25
55	0.52 ~ 0.60	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	≤0.25	≤0.25	—	—	≤0.035	≤0.035	≤0.25

注 除 Q235 之外的牌号使用废钢冶炼时 Cu 不大于 0.30%。

表 2 - 3 - 148 合金结构钢的化学成分(摘自 GB/T 17107—1997)

牌号	化学成分(质量分数) / %							
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	其他
30Mn2	0.27 ~ 0.34	0.17 ~ 0.37	1.40 ~ 1.80	—	—	—	—	—
35Mn2	0.32 ~ 0.39	0.17 ~ 0.37	1.40 ~ 1.80	—	—	—	—	—
45Mn2	0.42 ~ 0.49	0.17 ~ 0.37	1.40 ~ 1.80	—	—	—	—	—
20SiMn	0.16 ~ 0.22	0.60 ~ 0.80	1.00 ~ 1.30	—	—	—	—	—
35SiMn	0.32 ~ 0.40	1.10 ~ 1.40	1.10 ~ 1.40	—	—	—	—	—
42SiMn	0.39 ~ 0.45	1.10 ~ 1.40	1.10 ~ 1.40	—	—	—	—	—
50SiMn	0.46 ~ 0.54	0.80 ~ 1.10	0.80 ~ 1.10	—	—	—	—	—
20MoMn	0.17 ~ 0.23	0.17 ~ 0.37	0.90 ~ 1.30	—	—	0.15 ~ 0.25	—	—
20MnMoNb	0.16 ~ 0.23	0.17 ~ 0.37	1.20 ~ 1.50	—	—	0.45 ~ 0.60	—	Nb 0.020 ~ 0.045
42MnMoV	0.38 ~ 0.45	0.17 ~ 0.37	1.20 ~ 1.50	—	—	0.20 ~ 0.30	0.10 ~ 0.20	—
50SiMnMoV	0.45 ~ 0.55	0.50 ~ 0.70	1.50 ~ 1.80	—	—	0.30 ~ 0.50	0.20 ~ 0.30	—
37SiMn2MoV	0.33 ~ 0.39	0.60 ~ 0.90	1.60 ~ 1.90	—	—	0.40 ~ 0.50	0.05 ~ 0.12	—
15Cr	0.12 ~ 0.18	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.70 ~ 1.00	—	—	—	—
20Cr	0.18 ~ 0.24	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.70 ~ 1.00	—	—	—	—
30Cr	0.27 ~ 0.34	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.80 ~ 1.10	—	—	—	—
35Cr	0.32 ~ 0.39	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.80 ~ 1.10	—	—	—	—
40Cr	0.37 ~ 0.44	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.80 ~ 1.10	—	—	—	—
50Cr	0.47 ~ 0.054	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.80 ~ 1.10	—	—	—	—
12CrMo	0.08 ~ 0.15	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.40 ~ 0.70	—	0.40 ~ 0.55	—	—
15CrMo	0.12 ~ 0.18	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.80 ~ 1.10	—	0.40 ~ 0.55	—	—
25CrMo	0.22 ~ 0.29	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.90 ~ 1.20	—	0.15 ~ 0.30	—	—

续表

牌号	化学成分(质量分数)/%							
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	其他
30CrMo	0.26 ~ 0.34	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.80 ~ 1.10	—	0.15 ~ 0.25	—	—
35CrMo	0.32 ~ 0.40	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.80 ~ 1.10	—	0.15 ~ 0.25	—	—
42CrMo	0.38 ~ 0.45	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.90 ~ 1.20	—	0.15 ~ 0.25	—	—
50CrMo	0.46 ~ 0.54	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.90 ~ 1.20	—	0.15 ~ 0.30	—	—
34CrMo1	0.30 ~ 0.38	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.70 ~ 1.20	—	0.40 ~ 0.55	—	—
16CrMn	0.14 ~ 0.19	0.17 ~ 0.37	1.00 ~ 1.30	0.80 ~ 1.10	—	—	—	—
20CrMn	0.17 ~ 0.22	0.17 ~ 0.37	1.10 ~ 1.40	1.00 ~ 1.30	—	—	—	—
20CrMnTi	0.17 ~ 0.23	0.17 ~ 0.37	0.80 ~ 1.10	1.00 ~ 1.30	—	—	—	Ti 0.04 ~ 0.10
20CrMnMo	0.17 ~ 0.23	0.17 ~ 0.37	0.90 ~ 1.20	1.10 ~ 1.40	—	0.20 ~ 0.30	—	—
35CrMnMo	0.30 ~ 0.40	0.17 ~ 0.37	1.10 ~ 1.40	1.10 ~ 1.40	—	0.25 ~ 0.35	—	—
40CrMnMo	0.37 ~ 0.45	0.17 ~ 0.37	0.90 ~ 1.20	0.90 ~ 1.20	—	0.20 ~ 0.30	—	—
20CrMnMoB	0.17 ~ 0.23	0.17 ~ 0.37	1.20 ~ 1.50	1.50 ~ 1.80	—	0.45 ~ 0.55	—	加入量 B : 0.001 ~ 0.0035
30CrMn2MoB	0.27 ~ 0.35	0.17 ~ 0.37	1.40 ~ 1.80	0.90 ~ 1.20	—	0.45 ~ 0.55	—	加入量 B : 0.001 ~ 0.0035
32Cr2MnMo	0.28 ~ 0.36	0.17 ~ 0.37	1.10 ~ 1.40	1.70 ~ 2.10	—	0.40 ~ 0.50	—	—
30CrMnSi	0.27 ~ 0.34	0.90 ~ 1.20	0.80 ~ 1.10	0.80 ~ 1.10	—	—	—	—
35CrMnSi	0.32 ~ 0.39	1.10 ~ 1.40	0.80 ~ 1.10	1.10 ~ 1.40	—	—	—	—
12CrMoV	0.08 ~ 0.15	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.30 ~ 0.60	—	0.25 ~ 0.35	0.15 ~ 0.30	—
12Cr1MoV	0.08 ~ 0.15	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.90 ~ 1.20	—	0.25 ~ 0.35	0.15 ~ 0.30	—
24CrMoV	0.20 ~ 0.28	0.17 ~ 0.37	0.30 ~ 0.60	1.20 ~ 1.50	—	0.50 ~ 0.60	0.15 ~ 0.30	—
35CrMoV	0.30 ~ 0.38	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	1.00 ~ 1.30	—	0.20 ~ 0.30	0.10 ~ 0.20	—
30Cr2MoW	0.26 ~ 0.34	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	2.30 ~ 2.70	—	0.15 ~ 0.25	0.10 ~ 0.20	—
28Cr2Mo1V	0.22 ~ 0.32	0.30 ~ 0.50	0.50 ~ 0.80	1.50 ~ 1.80	—	0.60 ~ 0.80	0.20 ~ 0.30	—
40CrNi	0.37 ~ 0.44	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.45 ~ 0.75	1.00 ~ 1.40	—	—	—
40CrNiMo	0.37 ~ 0.44	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.60 ~ 0.90	1.25 ~ 1.65	0.15 ~ 0.25	—	—
34CrNi1Mo	0.30 ~ 0.40	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	1.30 ~ 1.70	1.30 ~ 1.70	0.20 ~ 0.30	—	—
34CrNi3Mo	0.30 ~ 0.40	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.70 ~ 1.10	2.75 ~ 3.25	0.25 ~ 0.40	—	—
15Cr2Ni2	0.12 ~ 0.17	0.17 ~ 0.37	0.30 ~ 0.60	1.40 ~ 1.70	1.40 ~ 1.70	—	—	—
20Cr2Ni4	0.17 ~ 0.23	0.17 ~ 0.37	0.30 ~ 0.60	1.25 ~ 1.65	3.25 ~ 3.65	—	—	—
17Cr2Ni2Mo	0.14 ~ 0.19	0.17 ~ 0.37	0.30 ~ 0.60	1.50 ~ 1.80	1.40 ~ 1.70	0.25 ~ 0.35	—	—
30Cr2Ni2Mo	0.26 ~ 0.34	0.17 ~ 0.37	0.30 ~ 0.60	1.80 ~ 2.20	1.80 ~ 2.20	0.30 ~ 0.50	—	—
34Cr2Ni2Mo	0.30 ~ 0.38	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	1.40 ~ 1.70	1.40 ~ 1.70	0.15 ~ 0.30	—	—

续表

牌号	化学成分(质量分数)/%							
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	其他
15CrNiMoV	0.12 ~ 0.19	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.50 ~ 1.00	0.80 ~ 1.20	0.20 ~ 0.35	0.10 ~ 0.20	—
34CrNi3MoV	0.30 ~ 0.40	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	1.20 ~ 1.50	3.00 ~ 3.50	0.25 ~ 0.40	0.10 ~ 0.20	—
37CrNi3MoV	0.32 ~ 0.42	0.17 ~ 0.37	0.25 ~ 0.50	1.20 ~ 1.50	3.00 ~ 3.50	0.35 ~ 0.45	0.10 ~ 0.25	—
24Cr2Ni4MoV	0.22 ~ 0.28	0.17 ~ 0.37	0.30 ~ 0.60	1.50 ~ 1.80	3.30 ~ 3.80	0.40 ~ 0.55	0.05 ~ 0.15	—
18Cr2Ni4W	0.13 ~ 0.19	0.17 ~ 0.37	0.30 ~ 0.60	1.35 ~ 1.65	4.00 ~ 4.50	—	—	W 0.80 ~ 1.20

注 合金结构钢中 P、S 及残余 Cu、Cr、Ni 的含量如下：

优质钢： $w_P \leq 0.035\%$ ， $w_S \leq 0.035\%$ ， $w_{Cu} \leq 0.30\%$ ， $w_{Cr} \leq 0.30\%$ ， $w_{Ni} \leq 0.30\%$ ；

高级优质钢： $w_P \leq 0.025\%$ ， $w_S \leq 0.025\%$ ， $w_{Cu} \leq 0.25\%$ ， $w_{Cr} \leq 0.3\%$ ， $w_{Ni} \leq 0.30\%$ ；

特级优质钢： $w_P \leq 0.025\%$ ， $w_S \leq 0.015\%$ ， $w_{Cu} \leq 0.25\%$ ， $w_{Cr} \leq 0.30\%$ ， $w_{Ni} \leq 0.30\%$ 。

(3)力学性能(表 2-3-149 ~ 表 2-3-151)

表 2-3-149 碳素结构钢的力学性能(摘自 GB/T 17107—1997)

牌号	热处理状态	截面尺寸 (直径或 厚度)/mm	试样 方向	力学性能					硬度 HBS
				σ_b /MPa ≥	σ_s /MPa ≥	δ_5	ψ	A_{KU}/J ≥	
						%			
Q235	—	≤100	纵向	330	210	23	—	—	—
		100 ~ 300	纵向	320	195	22	43	—	—
		300 ~ 500	纵向	310	185	21	38	—	—
		500 ~ 700	纵向	300	175	20	38	—	—
15	正火 + 回火	≤100	纵向	320	195	27	55	47	97 ~ 143
		100 ~ 300	纵向	310	165	25	50	47	97 ~ 143
		300 ~ 500	纵向	300	145	24	45	43	97 ~ 143
20	正火或正火 + 回火	≤100	纵向	340	215	24	50	43	103 ~ 156
		100 ~ 250	纵向	330	195	23	45	39	103 ~ 156
		250 ~ 500	纵向	320	185	22	40	39	103 ~ 156
		500 ~ 1000	纵向	300	175	20	35	35	103 ~ 156
25	正火或正火 + 回火	≤100	纵向	420	235	22	50	39	112 ~ 170
		100 ~ 250	纵向	390	215	20	48	31	112 ~ 170
		250 ~ 500	纵向	380	205	18	40	31	112 ~ 170
30	正火或正火 + 回火	≤100	纵向	470	245	19	48	31	126 ~ 179
		100 ~ 300	纵向	460	235	19	46	27	126 ~ 179
		300 ~ 500	纵向	450	225	18	40	17	126 ~ 179
		500 ~ 800	纵向	440	215	17	35	28	126 ~ 179

续表

牌号	热处理状态	截面尺寸 (直径或厚度)/mm	试样 方向	力学性能					硬度 HBS
				σ_b /MPa ≥	σ_s /MPa ≥	δ_5	ψ	A_{KU}/J ≥	
						%			
35	正火或正火 + 回火	≤100	纵向	510	265	18	43	28	149 ~ 187
		100 ~ 300	纵向	490	255	18	40	24	149 ~ 187
		300 ~ 500	纵向	470	235	17	37	24	143 ~ 187
		500 ~ 750	纵向	450	225	16	32	20	137 ~ 187
		750 ~ 1000	纵向	430	215	15	28	20	137 ~ 187
	调质	≤100	纵向	550	295	19	48	47	156 ~ 207
		100 ~ 300	纵向	530	275	18	40	39	156 ~ 207
	正火 + 回火	100 ~ 300	切向	470	245	13	30	20	—
		300 ~ 500	切向	450	225	12	28	20	—
		500 ~ 750	切向	430	215	11	24	16	—
		750 ~ 1000	切向	410	205	10	22	16	—
	40	正火 + 回火	≤100	纵向	550	275	17	40	24
100 ~ 250			纵向	530	265	17	36	24	143 ~ 207
250 ~ 500			纵向	510	255	16	32	20	143 ~ 207
500 ~ 1000			纵向	490	245	15	30	20	143 ~ 207
调质		≤100	纵向	615	340	18	40	39	196 ~ 241
		100 ~ 250	纵向	590	295	17	35	31	189 ~ 229
		250 ~ 500	纵向	560	275	17	—	—	163 ~ 219
45	正火或正火 + 回火	≤100	纵向	590	295	15	38	23	170 ~ 217
		100 ~ 300	纵向	570	285	15	35	19	163 ~ 217
		300 ~ 500	纵向	550	275	14	32	19	163 ~ 217
		500 ~ 1000	纵向	530	265	13	30	15	156 ~ 217
	调质	≤100	纵向	630	370	17	40	31	207 ~ 302
		100 ~ 250	纵向	590	345	18	35	31	197 ~ 286
		250 ~ 500	纵向	590	345	17	—	—	187 ~ 255
	正火 + 回火	100 ~ 300	切向	540	275	10	25	16	—
		300 ~ 500	切向	520	265	10	23	16	—
		500 ~ 750	切向	500	255	9	21	12	—
		750 ~ 1000	切向	480	245	8	20	12	—

续表

牌号	热处理状态	载面尺寸 (直径或厚度)/mm	试样 方向	力学性能					硬度 HBS
				σ_b /MPa ≥	σ_s /MPa ≥	δ_5	ψ	A_{KU}/J ≥	
						%			
50	正火 + 回火	≤ 100	纵向	610	310	13	35	23	—
		100 ~ 300	纵向	590	295	12	33	19	—
		300 ~ 500	纵向	570	285	12	30	19	—
		500 ~ 750	纵向	550	265	12	28	15	—
	调质	≤ 16	纵向	700	500	14	30	31	—
		16 ~ 40	纵向	650	430	16	35	31	—
		40 ~ 100	纵向	630	370	17	40	31	—
		100 ~ 250	纵向	590	345	17	35	31	—
		250 ~ 500	纵向	590	345	17	—	—	—
55	正火 + 回火	≤ 100	纵向	645	320	12	35	23	187 ~ 229
		100 ~ 300	纵向	625	310	11	28	19	187 ~ 229
		300 ~ 500	纵向	610	305	10	22	19	187 ~ 229

表 2 - 3 - 150 合金结构钢的力学性能(摘自 GB/T 17107—1997)

牌号	热处理 状态	载面尺寸 (直径或 厚度)/mm	试样 方向	力学性能					硬度 HBS
				σ_b /MPa ≥	σ_s /MPa ≥	δ_5	ψ	A_{KU}/J ≥	
						%			
30Mn2	调质	≤100	纵向	685	440	15	50	—	—
		100 ~ 300	纵向	635	410	16	45	—	—
35Mn2	正火 + 回火	≤100	纵向	620	315	18	45	—	207 ~ 241
		100 ~ 300	纵向	580	295	18	43	23	207 ~ 241
	调质	≤100	纵向	745	590	16	50	47	229 ~ 269
		100 ~ 300	纵向	690	490	16	45	47	229 ~ 269
45Mn2	正火 + 回火	≤100	纵向	690	355	16	38	—	187 ~ 241
		100 ~ 300	纵向	670	335	15	35	—	187 ~ 241
20SiMn	正火 + 回火	≤600	纵向	470	265	15	30	39	—
		600 ~ 900	纵向	450	255	14	30	39	—
		900 ~ 1200	纵向	440	245	14	30	39	—
		≤300	切向	490	275	14	30	27	—

续表

牌号	热处理 状态	载面尺寸 (直径或 厚度)/mm	试样 方向	力学性能					硬度 HBS
				σ_b /MPa ≥	σ_s /MPa ≥	δ_5	ψ	A_{KU}/J ≥	
						%			
20SiMn	正火 + 回火	300 ~ 500	切向	470	265	13	28	23	—
		500 ~ 750	切向	440	245	11	24	19	—
		750 ~ 1000	切向	410	225	10	22	19	—
35SiMn	调质	≤ 100	纵向	785	510	15	45	47	229 ~ 286
		100 ~ 300	纵向	735	440	14	35	39	271 ~ 265
		300 ~ 400	纵向	685	390	13	30	35	215 ~ 255
		400 ~ 500	纵向	635	375	11	28	31	196 ~ 255
42SiMn	调质	≤ 100	纵向	785	510	15	45	31	229 ~ 286
		100 ~ 200	纵向	735	460	14	35	23	217 ~ 269
		200 ~ 300	纵向	685	440	13	30	23	217 ~ 255
		300 ~ 500	纵向	635	375	10	28	20	196 ~ 255
50SiMn	调质	≤ 100	纵向	835	540	15	40	39	229 ~ 286
		100 ~ 200	纵向	735	490	15	35	39	217 ~ 269
		200 ~ 300	纵向	685	440	14	30	31	207 ~ 255
20MnMo	调质	≤ 300	纵向	500	305	14	40	39	—
		300 ~ 500	纵向	470	275	14	40	39	—
		≤ 300	切向	500	305	14	32	31	—
		300 ~ 500	切向	470	275	13	30	31	—
20MnMoNb	调质	100 ~ 300	纵向	635	490	15	45	47	187 ~ 229
		300 ~ 500	纵向	590	440	15	45	47	187 ~ 229
20MnMoNb	调质	500 ~ 800	纵向	490	345	15	45	39	—
		100 ~ 300	切向	610	430	12	32	31	—
		300 ~ 500	切向	570	400	12	30	24	—
42MnMoV	调质	100 ~ 300	纵向	765	590	12	40	31	241 ~ 286
		300 ~ 500	纵向	705	540	12	35	23	229 ~ 269
		500 ~ 800	纵向	635	490	12	35	23	217 ~ 241
50SiMnMoV	调质	100 ~ 300	纵向	885	735	12	40	31	269 ~ 302
		300 ~ 500	纵向	885	635	12	38	31	255 ~ 286
		500 ~ 800	纵向	835	610	12	35	23	241 ~ 286

续表

牌号	热处理 状态	载面尺寸 (直径或 厚度)/mm	试样 方向	力学性能					硬度 HBS
				σ_b /MPa ≥	σ_s /MPa ≥	δ_5	ψ	A_{KU}/J ≥	
						%			
37SiMn2MoV	调质	100 ~ 200	纵向	865	685	14	40	31	269 ~ 302
		200 ~ 400	纵向	815	635	14	40	31	241 ~ 286
		400 ~ 600	纵向	765	590	14	40	31	229 ~ 269
15Cr	正火 + 回火	≤ 100	纵向	390	195	26	50	39	111 ~ 156
		100 ~ 300	纵向	390	195	23	45	35	111 ~ 156
20Cr	正火 + 回火	≤ 100	纵向	430	215	19	40	31	123 ~ 179
		100 ~ 300	纵向	430	215	18	35	31	123 ~ 167
	调质	≤ 100	纵向	470	275	20	40	35	137 ~ 179
		100 ~ 300	纵向	470	245	19	40	31	137 ~ 197
30Cr	调质	≤ 100	纵向	615	395	17	40	43	187 ~ 229
35Cr	调质	100 ~ 300	纵向	615	395	15	35	39	187 ~ 229
40Cr	调质	≤ 100	纵向	735	540	15	45	39	241 ~ 286
		100 ~ 300	纵向	685	490	14	45	31	241 ~ 286
		300 ~ 500	纵向	685	440	10	35	23	229 ~ 269
		500 ~ 800	纵向	590	345	8	30	16	217 ~ 255
50Cr	调质	≤ 100	纵向	835	540	10	40	—	241 ~ 286
		100 ~ 300	纵向	785	490	10	40	—	241 ~ 286
12CrMo	正火 + 回火	≤ 100	纵向	440	275	20	50	55	≤ 159
		100 ~ 300	纵向	440	275	20	45	55	≤ 159
15CrMo	淬火 + 回火	≤ 100	切向	440	275	20	—	55	116 ~ 179
		100 ~ 300	切向	440	275	20	—	55	116 ~ 179
		300 ~ 500	切向	430	255	19	—	47	116 ~ 179
25CrMo	调质	17 ~ 40	纵向	780	600	14	55	—	—
		40 ~ 100	纵向	690	450	15	60	—	—
		100 ~ 160	纵向	640	400	16	60	—	—
30CrMo	调质	≤ 100	纵向	620	410	16	40	49	196 ~ 240
		100 ~ 300	纵向	590	390	15	40	44	196 ~ 240
35CrMo	调质	≤ 100	纵向	735	540	15	45	47	207 ~ 269
		100 ~ 300	纵向	685	490	15	40	39	207 ~ 269
		350 ~ 500	纵向	635	440	15	35	31	207 ~ 269
		500 ~ 800	纵向	590	390	12	30	23	—

续表

牌 号	热处 理 状 态	载 面 尺 寸 (直径或 厚度)/mm	试 样 方 向	力 学 性 能					硬 度 HBS
				σ_b /MPa ≥	σ_s /MPa ≥	δ_5	ψ	A_{KU}/J ≥	
						%			
35CrMo	调 质	100 ~ 300	切向	635	440	11	30	27	—
		300 ~ 500	切向	590	390	10	24	24	—
		500 ~ 800	切向	540	345	9	20	20	—
42CrMo	调 质	≤100	纵向	900	650	12	50	—	—
		100 ~ 160	纵向	800	550	13	50	—	—
		160 ~ 250	纵向	750	500	14	55	—	—
		250 ~ 500	纵向	690	460	15	—	—	—
		500 ~ 750	纵向	590	390	16	—	—	—
50CrMo	调 质	≤100	纵向	900	700	12	50	—	—
		100 ~ 160	纵向	850	650	13	50	—	—
		160 ~ 250	纵向	800	550	14	50	—	—
		250 ~ 500	纵向	740	540	14	—	—	—
		500 ~ 750	纵向	690	490	15	—	—	—
34CrMo1	调 质	100 ~ 300	纵向	765	590	15	40	47	—
		300 ~ 500	纵向	705	540	15	40	39	—
		500 ~ 750	纵向	665	490	14	35	31	—
		750 ~ 1000	纵向	635	440	13	35	31	—
16CrMn	渗碳 + 淬火 + 回火	≤30	纵向	780	590	10	40	—	—
		30 ~ 63	纵向	640	40	11	40	—	—
20CrMn	渗碳 + 淬火 + 回火	≤30	纵向	980	680	8	35	—	—
		30 ~ 63	纵向	790	540	10	35	—	—
20CrMnTi	调 质	≤100	纵向	615	395	17	45	47	—
20CrMnMo	渗碳 + 淬火 + 回火	≤30	纵向	1080	785	7	40	—	—
		30 ~ 100	纵向	835	490	15	40	31	—
35CrMnMo	调 质	> 100 ~ 300	纵向	785	590	14	45	43	207 ~ 269
		300 ~ 500	纵向	735	540	13	40	39	207 ~ 269
		500 ~ 800	纵向	685	490	12	35	31	207 ~ 269

续表

牌 号	热处 理 状 态	载面尺寸 (直径或 厚度)/mm	试 样 方 向	力 学 性 能					硬 度 HBS
				σ_b /MPa ≥	σ_s /MPa ≥	δ_5	ψ	A_{KU}/J ≥	
						%			
40CrMnMo	调 质	≤100	纵向	885	735	12	40	39	—
		100 ~ 250	纵向	835	640	12	30	39	—
		250 ~ 400	纵向	785	530	12	40	31	—
		400 ~ 500	纵向	735	480	12	35	23	—
20CrMnMoB	调 质	≤100	纵向	900	785	13	40	39	277 ~ 331
		100 ~ 300	纵向	880	735	13	40	39	225 ~ 302
		300 ~ 500	纵向	835	685	13	40	39	241 ~ 286
		500 ~ 800	纵向	785	635	13	40	39	241 ~ 286
		100 ~ 300	切向	845	735	12	35	39	269 ~ 302
		300 ~ 600	切向	805	685	12	35	39	255 ~ 286
30CrMn2MoB	调 质	100 ~ 300	纵向	880	715	12	40	31	255 ~ 302
		300 ~ 500	纵向	835	665	12	40	31	255 ~ 302
		500 ~ 800	纵向	785	615	12	40	31	241 ~ 286
32Cr2MnMo	调 质	100 ~ 300	纵向	830	685	14	45	59	255 ~ 302
		300 ~ 500	纵向	785	635	12	40	49	255 ~ 302
		500 ~ 750	纵向	735	590	12	35	30	241 ~ 286
30CrMnSi	调 质	≤100	纵向	735	590	12	35	35	235 ~ 293
		100 ~ 300	纵向	685	460	13	35	35	228 ~ 269
35CrMnSi	调 质	≤100	纵向	785	640	12	35	31	241 ~ 293
		100 ~ 300	纵向	685	540	12	35	31	223 ~ 269
12CrMoV	正火 加回火	≤100	纵向	470	245	22	48	39	143 ~ 179
		100 ~ 300	纵向	430	215	20	40	39	123 ~ 167
12Cr1MoV	正火 + 回火	≤100	纵向	440	245	19	50	39	123 ~ 167
		100 ~ 300	纵向	430	215	19	48	39	123 ~ 167
		300 ~ 500	纵向	430	215	18	40	35	123 ~ 167
		500 ~ 800	纵向	430	215	16	35	31	123 ~ 167
24CrMoV	调 质	100 ~ 300	纵向	735	590	16	—	47	—
		300 ~ 500	纵向	685	540	16	—	47	—

续表

牌 号	热处 理 状 态	载面尺寸 (直径或 厚度)/mm	试 样 方 向	力 学 性 能					硬 度 HBS
				σ_b /MPa ≥	σ_s /MPa ≥	δ_5	ψ	A_{KU}/J ≥	
						%			
35CrMoV	调 质	100 ~ 200	切向	880	745	12	40	47	—
		200 ~ 240	切向	860	705	12	35	47	—
30Cr2MoV	调 质	≤ 150	纵向	830	735	15	50	47	219 ~ 277
		150 ~ 250	纵向	735	590	16	50	47	219 ~ 277
		250 ~ 500	纵向	635	440	16	50	47	219 ~ 277
28Cr2Mo1V	调 质	≤ 100	纵向	835	735	15	50	47	269 ~ 302
		100 ~ 300	纵向	735	635	15	40	47	269 ~ 302
		300 ~ 500	纵向	685	565	14	35	47	269 ~ 302
40CrNi	调 质	≤ 100	纵向	735	590	14	45	47	223 ~ 277
		100 ~ 300	纵向	685	540	13	40	39	207 ~ 262
		300 ~ 500	纵向	635	440	13	35	39	197 ~ 235
		500 ~ 800	纵向	615	395	11	30	31	187 ~ 229
40CrNiMo	淬 火 + 回 火	≤ 80	纵向	980	835	12	55	78	—
		80 ~ 100	纵向	980	835	11	50	74	—
		100 ~ 150	纵向	980	835	10	45	70	—
		150 ~ 250	纵向	980	835	9	40	66	—
	调 质	100 ~ 300	纵向	785	640	12	38	39	241 ~ 293
		300 ~ 500	纵向	685	540	12	33	35	207 ~ 262
34CrNi1Mo	调 质	≤ 100	纵向	850	735	15	45	55	277 ~ 321
		100 ~ 300	纵向	765	635	14	40	47	262 ~ 311
		300 ~ 500	纵向	685	540	14	35	39	235 ~ 277
		500 ~ 800	纵向	635	490	14	32	31	212 ~ 248
34CrNi3Mo	调 质	≤ 100	纵向	900	785	14	40	55	269 ~ 321
		100 ~ 300	纵向	850	735	14	38	47	262 ~ 341
		300 ~ 500	纵向	805	685	13	35	39	241 ~ 302
		500 ~ 800	纵向	755	590	12	32	32	241 ~ 302
15Cr2Ni2	渗 碳 + 淬 火 + 回 火	≤ 30	纵向	880	640	9	40	—	—
		30 ~ 63	纵向	780	540	10	40	—	—

续表

牌 号	热 处 理 状 态	载面尺寸 (直径或 厚度)/mm	试 样 方 向	力 学 性 能					硬 度 HBS
				σ_b /MPa ≥	σ_s /MPa ≥	δ_5	ψ	A_{KU}/J ≥	
						% ≥			
20Cr2Ni24	调质	试样毛坯 尺寸 $\phi 15$	纵向	1175	1080	10	45	62	—
17Cr2Ni2Mo	渗碳 + 淬火 + 回火	≤30	纵向	1080	790	8	35	—	—
		30 ~ 63	纵向	980	690	8	35	—	—
30Cr2Ni2Mo	调质	≤100	纵向	1100	900	10	45	—	—
		100 ~ 160	纵向	1000	800	11	50	—	—
		160 ~ 250	纵向	900	700	12	50	—	—
		250 ~ 500	纵向	830	635	12	—	—	—
		500 ~ 1000	纵向	780	590	12	—	—	—
34Cr2Ni2Mo	调质	≤100	纵向	1000	800	11	50	—	—
		100 ~ 160	纵向	900	700	12	55	—	—
		160 ~ 250	纵向	800	600	13	55	—	—
34Cr2Ni2Mo	调质	250 ~ 500	纵向	740	540	14	—	—	—
		500 ~ 1000	纵向	690	490	15	—	—	—
15CrNiMoV	调质	100 ~ 300	纵向	685	585	15	60	110	90 ~ 240
		300 ~ 500	纵向	635	535	14	55	100	190 ~ 240
34CrNi3MoV	调质	≤100	纵向	900	785	14	40	47	269 ~ 321
		100 ~ 300	纵向	855	735	14	38	39	248 ~ 311
		300 ~ 500	纵向	805	685	13	33	31	235 ~ 293
		500 ~ 800	纵向	735	590	12	30	31	212 ~ 262
37CrNi3MoV	调质	≤100	纵向	900	785	13	40	47	269 ~ 321
		100 ~ 300	纵向	855	735	12	38	39	248 ~ 311
		300 ~ 500	纵向	805	685	11	33	31	235 ~ 293
		500 ~ 800	纵向	735	590	10	30	31	212 ~ 262
24Cr2Ni4MoV	调质	100 ~ 300	纵向	1000	870	12	45	70	—
		300 ~ 500	纵向	950	850	13	50	70	—
		500 ~ 750	纵向	900	800	15	50	65	—
		750 ~ 1000	纵向	850	750	15	50	65	—

续表

牌号	热处理 状态	截面尺寸 (直径或 厚度)/mm	试样 方向	力学性能					硬度 HBS
				σ_b /MPa ≥	σ_s /MPa ≥	δ_5	ψ	A_{KU}/J ≥	
						%			
18Cr2Ni4W	淬火 + 回火	≤80	纵向	1180	835	10	45	78	—
		80 ~ 100	纵向	1180	835	9	40	74	—
		100 ~ 150	纵向	1180	835	8	35	70	—
		150 ~ 250	纵向	1180	835	7	30	66	—

表 2-3-151 锻件用结构钢横向、切向力学性能
允许低于纵向力学性能的数值(摘自 GB/T 17107—1997)

力学性能指标	试样方向	酸性平炉 及电炉钢		碱性平炉钢					
				1 ~ 25t 钢锭锻件			> 25t 钢锭锻件		
		锻 造 比		锻 造 比					
		≤5	> 5	2 ~ 3	> 3 ~ 5	> 5	2 ~ 3	> 3 ~ 5	> 5
力学性能允许降低的百分数/%									
σ_s	切向	5	5	5	5	5	5	5	5
	横向	5	5	10	10	10	10	10	10
σ_b	切向	5	5	5	5	5	5	5	5
	横向	5	5	10	10	10	10	10	10
δ_5	切向	25	40	25	30	35	35	40	45
	横向	25	40	25	35	40	40	50	50
ψ	切向	20	40	25	30	40	40	40	45
	横向	20	40	30	35	45	45	50	60
A_K	切向	25	40	30	30	30	30	40	50
	横向	25	40	35	40	40	40	50	60

注 在利用横向、切向或径向试样测定锻件力学性能时,允许力学性能低于纵向力学性能的数值,其降低程度按本表规定。

二、冷镦和冷挤压用钢

(一)冷镦和冷挤压用钢的性能特点与用途(表 2－3－152)

表 2－3－152 冷镦和冷挤压用钢的性能特点与用途

冷镦和冷挤压钢为直径 5～40mm 的冷镦和冷挤压用非合金钢、合金钢热轧盘条和直径 12～100mm 的冷镦和挤压用非合金钢、合金钢热轧圆钢		
牌 号	性 能 特 点	用 途 举 例
ML04Al ML08Al	具有很高的塑性,冷镦成形性好;其抗拉强度和屈服强度与 08 钢相近	用于制作铆钉、螺母、螺栓等
ML10Al	塑性和韧性高,冷镦成形性好;其强度略高于 ML08Al 钢,切削加工性能可通过热处理得到改善	用于制作铆钉、螺母、半圆头螺钉、开口销、弹簧插座等
ML15Al ML15	塑性、韧性及冷镦成形性好,强度高于 ML10Al 钢,切削加工性较差,经热处理后可改善	用于制作铆钉、螺母、半圆头螺钉、开口销、弹簧插座等
ML20Al ML20	塑性和韧性好,强度较高,经热处理后可改善切削加工性,无回火脆性	用于制作六角螺钉、螺栓、弹簧座、固定销等
ML20Cr	冷变形塑性好,强度和淬透性均高于 ML15Cr 和 ML20 钢,热处理后有好的综合力学性能及低温冲击韧度,切削加工性尚好	用于制作耐磨性要求高或受冲击的紧固件,如螺栓、螺钉、铆钉等
ML25	强度高于 ML20 钢,冷变形塑性好,无回火脆性	用于制作螺钉、螺栓、弹簧座、固定销等
ML30	强度高于 ML25 钢,冷变形塑性好,切削加工性较好	用于制作丝杠、拉杆、螺钉、螺母等,以及承受较大载荷的紧固件
ML35	具有良好的韧性和强度配合,强度高于 ML25 与 ML30 钢	
ML40	强度高,冷变形塑性中等,切削加工性较好	用于制作螺栓、轴销以及要求强度高的紧固件等
ML45	强度高,抗拉强度可达 600 MPa 以上,屈服强度达 355 MPa 以上,进行球化退火后,可获得较好的冷变形塑性	

续表

牌 号	性 能 特 点	用 途 举 例
ML15Mn ML25Mn	性能分别与 ML15、ML25 钢相近,但塑性、强度均有所提高	用于制作要求强度较高的螺钉、螺母等紧固件
ML30Mn ML35Mn	冷变形塑性好,强度和淬透性分别比 ML30、ML35 钢均有所提高,切削加工性良好,有过热敏感性及回火脆性倾向	用于制作要求强度较高的螺栓、螺钉、螺母等紧固件
ML40Mn ML45Mn	冷变形塑性中等,调质处理后具有良好的综合力学性能,切削加工性好,有过热敏感性及回火脆性倾向	用于制作螺栓、螺母、螺钉等要求强度高的紧固件等
ML40Cr	冷变形塑性中等,具有良好的综合力学性能和较高的疲劳强度,淬透性和切削加工性均好	用于制作高表面硬度、高耐磨性的紧固件,如螺钉、螺母、销钉等
ML30CrMo	冷变形塑性中等,在 500℃ 以下有良好的高温强度,淬透性较高,切削加工性尚好	用作中型机器的螺栓,双头螺栓,500℃ 以下高压用法兰、螺母等
ML35CrMo	冷变形塑性中等,具有高的强度和韧性,在高温下有高的持久强度和蠕变强度,疲劳强度较高,淬透性较好,切削加工性中等	用于工作温度 450℃ 以下的锅炉用螺栓,500℃ 以下用的螺母等
ML42CrMo	性能与 ML35CrMo 钢相近,而强度和淬透性优于 ML35CrMo 钢,并有较高的疲劳强度和极强的抗多次冲击能力	用作强度要求比 ML35CrMo 钢更高的紧固件
ML15MnB	经热处理后可获得良好的塑性,有较高的强度,淬透性高于 ML15Mn 钢	用于制作重要的紧固件,如气缸盖螺栓、半轴螺栓、连杆螺栓等
ML20MnTiB	经热处理后具有高的强度、良好的塑性,晶粒长大倾向小,正火后切削加工性良好,淬透性较好	用于制作汽车、拖拉机的重要螺栓
ML15MnVB	经淬火低温回火后具有高的强度、良好的塑性和低温冲击韧度,较低的缺口敏感性,淬透性较好	用于制作重要的紧固件,如气缸盖螺栓、半轴螺栓、连杆螺栓等

(二)冷镦和冷挤压用钢的化学成分和力学性能(GB/T 6478—2001)

(1)化学成分(表 2-3-153)

表 2-3-153 冷镦和冷挤压用钢的化学成分(摘自 GB/T 6478—2001)								%
牌号 ^①	C	Si	Mn	P≤	S≤	Cr	Al ^③ ≥	其他 ^④
非热处理型冷镦和冷挤压用钢 ^①								
ML04Al	≤0.06	≤0.10	0.20~0.40	0.035	0.035	—	0.020	—
ML08Al	0.05~0.10	≤0.10	0.30~0.60	0.035	0.035	—	0.020	—
ML10Al	0.08~0.13	≤0.10	0.30~0.60	0.035	0.035	—	0.020	—
ML15Al	0.13~0.18	≤0.10	0.30~0.60	0.035	0.035	—	0.020	—
ML15	0.13~0.18	0.15~0.35	0.30~0.60	0.035	0.035	—	—	—
ML20Al	0.18~0.23	≤0.10	0.30~0.60	0.035	0.035	—	0.020	—
ML20	0.18~0.23	0.15~0.35	0.30~0.60	0.035	0.035	—	—	—
表面硬化型冷镦和冷挤压用钢 ^②								
ML18Mn	0.15~0.20	≤0.10	0.60~0.90	0.030	0.035	—	0.020	—
ML22Mn	0.18~0.23	≤0.10	0.70~1.00	0.030	0.035	—	0.020	—
ML20Cr	0.17~0.23	≤0.30	0.60~0.90	0.035	0.035	0.90~1.20	0.020	—
调质型冷镦和冷挤压用钢								
ML25	0.22~0.29	≤0.20	0.30~0.60	0.035	0.035	—	—	—
ML30	0.27~0.34	≤0.20	0.30~0.60	0.035	0.035	—	—	—
ML35	0.32~0.39	≤0.20	0.30~0.60	0.035	0.035	—	—	—
ML40	0.37~0.44	≤0.20	0.30~0.60	0.035	0.035	—	—	—
ML45	0.42~0.50	≤0.20	0.30~0.60	0.035	0.035	—	—	—
ML15Mn	0.14~0.20	0.20~0.40	1.20~1.60	0.035	0.035	—	—	—
ML25Mn	0.22~0.29	≤0.25	0.60~0.90	0.035	0.035	—	—	—
ML30Mn	0.27~0.34	≤0.25	0.60~0.90	0.035	0.035	—	—	—
ML35Mn	0.32~0.39	≤0.25	0.60~0.90	0.035	0.035	—	—	—
ML37Cr	0.34~0.41	≤0.30	0.60~0.90	0.035	0.035	0.90~1.20	—	—
ML40Cr	0.38~0.45	≤0.30	0.60~0.90	0.035	0.035	0.90~1.20	—	—
ML30CrMo	0.26~0.34	≤0.30	0.60~0.90	0.035	0.035	0.80~1.10	—	Mo 0.15~0.25

续表

牌号 ^①	C	Si	Mn	P≤	S≤	Cr	Al _t ^③ ≥	其他 ^④
调质型冷锻和冷挤压用钢								
ML35CrMo	0.32 ~ 0.40	≤0.30	0.60 ~ 0.90	0.035	0.035	0.80 ~ 1.10	—	Mo 0.15 ~ 0.25
ML42CrMo	0.38 ~ 0.45	≤0.30	0.60 ~ 0.90	0.035	0.035	0.90 ~ 1.20	—	Mo 0.15 ~ 0.25
含硼冷锻和冷挤压用钢								
ML20B	0.17 ~ 0.24	≤0.40	0.50 ~ 0.80	0.035	0.035	—	0.020	B 0.0005 ~ 0.0035
ML28B	0.25 ~ 0.32	≤0.40	0.60 ~ 0.90	0.035	0.035	—	0.020	B 0.0005 ~ 0.0035
ML35B	0.32 ~ 0.39	≤0.40	0.50 ~ 0.80	0.035	0.035	—	0.020	B 0.0005 ~ 0.0035
ML15MnB ^⑤	0.14 ~ 0.20	≤0.40	1.20 ~ 1.60	0.035	0.035	—	0.020	B 0.0005 ~ 0.0035
ML20MnB	0.17 ~ 0.24	≤0.40	0.80 ~ 1.20	0.035	0.035	—	0.020	B 0.0005 ~ 0.0035
ML35MnB	0.32 ~ 0.39	≤0.40	1.10 ~ 1.40	0.035	0.035	—	0.020	B 0.0005 ~ 0.0035
ML37CrB	0.34 ~ 0.41	≤0.40	0.50 ~ 0.80	0.035	0.035	0.20 ~ 0.40	0.020	B 0.0005 ~ 0.0035
ML20MnTiB	0.19 ~ 0.24	≤0.30	1.30 ~ 1.60	0.035	0.035	—	0.020	B 0.0005 ~ 0.0035 Ti 0.04 ~ 0.10
ML15MnVB	0.13 ~ 0.18	≤0.30	1.20 ~ 1.60	0.035	0.035	—	0.020	B 0.0005 ~ 0.0035 V 0.07 ~ 0.12
ML20MnVB	0.19 ~ 0.24	≤0.30	1.20 ~ 1.60	0.035	0.035	—	0.020	B 0.0005 ~ 0.0035 V 0.07 ~ 0.12

① 非热处理型钢的铝镇静钢,采用碱性电炉冶炼时,钢中硅含量(质量分数)不得大于 0.17%。
② 表面硬化型钢还包括 ML10Al、ML15Al、ML15、ML20Al、ML20 钢。
③ Al_t 表示钢中全铝含量。如测定酸溶铝(Al_s)含量(质量分数)不小于 0.015%。应认为是符合本标准的。
④ 钢中残余元素含量(质量分数) 铪、镍、铜各不大于 0.20%。
⑤ 根据需方要求,ML15MnB 钢的碳含量(质量分数)可降到 0.12% ~ 0.18%,但应在合同中注明。
⑥ 若需要供应本表所列以外的其他牌号,由供需双方商定。

(2)力学性能(表 2－3－154～表 2－3－157)

表 2－3－154 非热处理型冷镦和冷挤压用钢热轧状态的力学性能
(摘自 GB/T 6478—2001)

牌 号	抗拉强度 σ_b /MPa	断面收缩率 ψ /%
	$\leq$	$\geq$
ML04Al	440	60
ML08Al	470	60
ML10Al	490	55
ML15Al	530	50
ML15	530	50
ML20Al	580	45
ML20	580	45

注 钢材一般以热轧状态交货。经供需双方协议,并在合同中注明,也可以退火状态交货。

表 2－3－155 表面硬化型冷镦和冷挤压用钢热轧状态的力学性能
(摘自 GB/T 6478—2001)

牌 号	规定非比例伸长应力 $\sigma_{P0.2}$ /MPa	抗拉强度 σ_b /MPa	伸长率 δ_5 /%	热轧布氏硬度HBS $\leq$
	$\geq$		$\geq$	
ML10Al	250	400～700	15	137
ML15Al	260	450～750	14	143
ML15	260	450～750	14	—
ML20Al	320	520～820	11	156
ML20	320	520～820	11	—
ML20Cr	490	750～1100	9	—

- 注 1. 直径大于和等于 25mm 的钢材,试样毛坯直径 25mm 直径小于 25mm 的钢材,按钢材实际尺寸。
2. 在本表中的力学性能不是交货条件。本表仅作为本标准所列牌号有关力学性能的参考,不能作为采购、设计、开发、生产或其他用途的依据。使用者必须了解实际所能达到的力学性能。

表 2-3-156 调质型钢的力学性能(摘自 GB/T 6478—2001)

牌 号	规定非 比例伸长应力 $\sigma_{P0.2}/\text{MPa}$ $\geq$	抗拉强度 σ_b/MPa $\geq$	伸长率 $\delta_5/\%$ $\geq$	断面收缩率 $\psi/\%$ $\geq$	热轧布氏硬度 HBS $\leq$
ML25	275	450	23	50	170
ML30	295	490	21	50	179
ML33	290	490	21	50	—
ML35	315	530	20	45	187
ML40	335	570	19	45	217
ML45	355	600	16	40	229
ML15Mn	705	880	9	40	—
ML25Mn	275	450	23	50	170
ML30Mn	295	490	21	50	179
ML35Mn	430	630	17	—	187
ML37Cr	630	850	14	—	—
ML40Cr	660	900	11	—	—
ML30CrMo	785	930	12	50	—
ML35CrMo	835	980	12	45	—
ML42CrMo	930	1080	12	45	—
ML20B	400	550	16	—	—
ML28B	480	630	14	—	—
ML35B	500	650	14	—	—
ML15MnB	930	1130	9	45	—
ML20MnB	500	650	14	—	—
ML35MnB	650	800	12	—	—
ML15MnVB	720	900	10	45	207
ML20MnVB	940	1040	9	45	—
ML20MnTiB	930	1130	10	45	—
ML37CrB	600	750	12	—	—

- 注 1. 标准件行业按 GB/T 3098.1—2000 的规定,回火温度范围是 340~425℃。在这种条件下的力学性能值与本表的数值有较大的差异。
2. 直径大于和等于 25mm 的钢材,试样的热处理毛坯直径为 25mm。直径小于 25mm 的钢材,热处理毛坯直径为钢材直径。
3. 在本表中的力学性能不是交货条件。本表仅作为本标准所列牌号有关力学性能的参考,不能作为采购、设计、开发、生产或其他用途的依据。使用者必须了解实际所能达到的力学性能。

表 2 - 3 - 157 退火状态交货钢材的力学性能
(摘自 GB/T 6478—2001)

牌 号	抗拉强度 σ_b /MPa	断面收缩率 ψ /%
	$\leq$	$\geq$
ML10Al	450	65
ML15Al	470	64
ML15	470	64
ML20Al	490	63
ML20	490	63
ML20Cr	560	60
ML25Mn	540	60
ML30Mn	550	59
ML35Mn	560	58
ML37Cr	600	60
ML40Cr	620	58
ML20B	500	64
ML28B	530	62
ML35B	570	62
ML20MnB	520	62
ML35MnB	600	60
ML37CrB	600	60

注 钢材直径不大于 12mm 时,断面收缩率可降低 2%。

(3)工艺性能(表 2 - 3 - 158)

表 2 - 3 - 158 表面硬化型、调质型(包括含硼钢)
冷墩和挤压用钢的末端淬透性(摘自 GB/T 6478—2001)

牌 号	淬火温度/℃	洛氏硬度HRC
ML20Cr	900 ± 5	23 ~ 38
ML37Cr	850 ± 5	25 ~ 43
ML40Cr	850 ± 5	41 ~ 58
ML35Mn	870 ± 5	≤ 28
ML20B	880 ± 5	≤ 37
ML28B	850 ± 5	22 ~ 44

续表

牌 号	淬火温度/℃	洛氏硬度HRC
ML35B	850 ± 5	24 ~ 52
ML15MnB	880 ± 5	≥ 28
ML20MnB	880 ± 5	20 ~ 41
ML35MnB	850 ± 5	26 ~ 55
ML15MnVB	880 ± 5	≥ 30
ML20MnVB	880 ± 5	≥ 32
ML37CrB	850 ± 5	30 ~ 54

注 如需方要求,并在合同中注明,表面硬化型、调质型(包括含硼钢)冷锻和冷挤压用钢可进行淬透性试验,淬火温度和距淬火端部 9mm 处的硬度值,可按表中的规定。

(三)冷锻和冷挤压用钢钢材的尺寸规格(表 2-3-159)

表 2-3-159 冷锻和冷挤压用钢钢材的尺寸规格

钢材品种	尺 寸 规 格
热轧盘条	直径为 5 ~ 40mm。其尺寸规格应符合 GB/T 14981—1994 的规定
热轧圆钢	直径为 12 ~ 100mm。其尺寸规格应符合 GB/T 702—2004 的规定
冷锻钢丝	直径为 1.00 ~ 16.00mm。其尺寸规格应符合 GB/T 342—1997 的规定

(四)标准件用碳素热轧圆钢(GB/T 715—1989)

(1)牌号、尺寸规格与用途(表 2-3-160)

表 2-3-160 标准件用碳素热轧圆钢的牌号、尺寸规格与用途

牌 号	尺 寸 规 格	用 途
BL2 BL3	圆钢直径 5.5、6.0、6.5、7.0 ~ 36(1 进级)、 38、40mm	用于制造冷顶锻或热顶锻螺钉、螺母、螺 栓和铆钉

(2)化学成分(表 2-3-161)

表 2-3-161 标准件用碳素钢热轧圆钢的化学成分
(摘自 GB/T 715—1989)

牌 号	化学成分(质量分数)/%				
	C	Si	Mn	P	S
BL2	0.09 ~ 0.15	≤ 0.07	0.25 ~ 0.55	≤ 0.040	≤ 0.040
BL3	0.14 ~ 0.22	≤ 0.70	0.30 ~ 0.60	≤ 0.040	≤ 0.040

(3)力学性能(表 2-3-162)

表 2-3-162 标准件用碳素钢热轧圆钢的力学性能
(摘自 GB/T 715—1989)

牌 号	屈服点 σ_s/MPa	抗拉强度 σ_b/MPa	伸长率 $\delta_5/\%$	冷顶锻试验 $x = \frac{h_1}{h}$	热顶锻试验	热状态或冷状态下 铆钉头锻平试验
BL2	≥ 215	335 ~ 410	≥ 33	$x = 0.4$	达 1/3 高度	顶头直径为 圆钢直径的 2.5 倍
BL3	≥ 235	370 ~ 460	≥ 28	$x = 0.5$	达 1/3 高度	顶头直径为 圆钢直径的 2.5 倍

注： h 为顶锻前试样高度(两倍圆钢直径)； h_1 为顶锻后试样高度。

(五)冷镦钢丝(GB/T 5953—1999)

(1)尺寸规格和用途(表 2-3-163)

表 2-3-163 冷镦钢丝的尺寸规格和用途

尺 寸 规 格	最 小 盘 重		用 途
	直径/mm	盘重/kg	
钢丝的直径为 1.00 ~ 16.00mm。其尺寸规格符合 GB/T 342—1997 的规定	1.00 ~ 2.00	4	适用于制造 铆钉和螺栓等
	> 2.00 ~ 3.00	10	
	> 3.00 ~ 9.00	15	
	> 9.00	30	

- 注 1. 钢丝应以盘状交货。直径不小于 8.00mm 的钢丝,经需方要求,并在合同中注明,可以按直条交货,其长度应为 2000 ~ 6000mm,直条钢丝的每米弯曲度不得大于 4mm。
2. 钢丝的圆度不得大于钢丝直径公差之半。
3. 钢丝的直径允许偏差为 9 ~ 11 级,应在合同中注明。未注明时按 11 级供货。

(2)化学成分(表 2-3-164)

表 2-3-164 冷镦钢丝的钢号与化学成分(质量分数)
(摘自 GB/T 5953—1999)

牌 号	C	Si	Mn	P≤	S≤	Cr	Ni	Mo	其他
碳素钢钢丝									
ML10	0.07 ~ 0.14	≤0.20	≤0.60	0.035	0.035	≤0.20	—	—	Cu≤0.20

续表

牌 号	C	Si	Mn	P≤	S≤	Cr	Ni	Mo	其他
碳素钢钢丝									
ML15	0.12 ~ 0.19	≤0.20	≤0.60	0.035	0.035	≤0.20	—	—	Cu ≤0.20
ML18	0.15 ~ 0.20	≤0.20	≤0.60	0.035	0.035	≤0.20	—	—	Cu ≤0.20
ML20	0.17 ~ 0.24	≤0.20	≤0.60	0.035	0.035	≤0.20	—	—	Cu ≤0.20
ML25	0.22 ~ 0.30	≤0.20	≤0.60	0.035	0.035	≤0.20	—	—	Cu ≤0.20
ML30	0.27 ~ 0.35	≤0.20	≤0.60	0.035	0.035	≤0.20	—	—	Cu ≤0.20
ML35	0.32 ~ 0.40	≤0.20	≤0.60	0.035	0.035	≤0.20	—	—	Cu ≤0.20
ML40	0.37 ~ 0.45	≤0.20	≤0.60	0.035	0.035	≤0.20	—	—	Cu ≤0.20
ML45	0.42 ~ 0.50	≤0.20	≤0.60	0.035	0.035	≤0.20	—	—	Cu ≤0.20
合金结构钢钢丝									
ML20MnA	0.18 ~ 0.26	0.17 ~ 0.37	1.30 ~ 1.60	0.030	0.035	≤0.20	≤0.30	—	Cu ≤0.20
ML30CrMnSiA	0.28 ~ 0.35	0.90 ~ 1.20	0.80 ~ 1.10	0.030	0.030	0.80 ~ 1.10	≤0.40	—	Cu ≤0.20
ML16CrSiNi	0.13 ~ 0.21	0.60 ~ 0.90	0.40 ~ 0.60	0.035	0.035	0.80 ~ 1.10	0.60 ~ 0.90	—	Cu ≤0.20
ML20CrMoA	0.70 ~ 0.24	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.030	0.030	0.80 ~ 1.10	≤0.40	0.15 ~ 0.25	Cu ≤0.20
ML30CrMoA	0.25 ~ 0.33	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.030	0.030	0.80 ~ 1.10	≤0.40	0.15 ~ 0.25	Cu ≤0.20
ML35CrMoA	0.32 ~ 0.40	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.030	0.030	0.80 ~ 1.10	≤0.40	0.15 ~ 0.25	Cu ≤0.20
ML42CrMoA	0.38 ~ 0.45	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.030	0.030	0.90 ~ 1.20	≤0.40	0.15 ~ 0.25	Cu ≤0.20
ML38CrA	0.34 ~ 0.42	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.030	0.030	0.80 ~ 1.10	≤0.40	—	Cu ≤0.20
ML40CrNiMoA	0.36 ~ 0.44	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.030	0.030	0.60 ~ 0.90	1.25 ~ 1.75	0.15 ~ 0.25	Cu ≤0.20

(3)力学性能(表 2-3-165 ~ 表 2-3-166)

表 2-3-165 碳素钢丝的力学性能(摘自 GB/T 5953—1999)

牌 号	抗拉强度 σ_b /MPa		断面收缩率 ψ /% ≥
ML10	420 ~ 620		50
ML15、ML18、ML20	440 ~ 635		45
ML25、ML30	I	590 ~ 735	35
	II	490 ~ 685	40
ML35、ML40、MM45	590 ~ 735		35

- 注 1. 直径不大于 2.00mm 的碳素钢丝不做断面收缩率检验
2. 当要求供应 II 组力学性能的 ML25 和 ML30 钢丝时,应在合同中注明,未注明时按 I 组供应。

表 2-3-166 合金结构钢丝的力学性能(摘自 GB/T 5953—1999)

牌 号	冷 拉 状 态		退 火 状 态	
	抗拉强度 σ_b /MPa	伸长率 δ /% ≥	抗拉强度 σ_b /MPa	伸长率 δ /% ≥
ML16CrSiNi ML20CrMoA ML30CrMoA	440 ~ 635	10	390 ~ 590	15
ML20MnA	490 ~ 685	10	440 ~ 635	15
ML30CrMnSiA ML38CrA	490 ~ 735	8	440 ~ 685	12
ML40CrNiMoA ML35CrMoA ML42CrMoA	540 ~ 785	6	490 ~ 735	10

- 注 1. 检测伸长率的标距为钢丝直径的 10 倍,不足 50mm 时按 50mm。
2. 合金钢丝退火酸洗状态,退火磨光状态交货时,其力学性能指标由供需双方协议规定。
3. 钢丝试样经冷顶锻至原试样高度的 1/2,不应产生裂纹。根据双方协议也可锻至原试样高度的 1/3 或 1/4。

三、深冲压用钢(GB/T 5213—2001)

(1)深冲压用冷轧薄钢板和钢带的尺寸规格和用途(表 2-3-167)

表 2-3-167 深冲压用冷轧薄钢板和钢带的尺寸规格和用途

牌 号	尺 寸 规 格/mm		用 途
	公称厚度	公称宽度	
SC1	≥0.30 ~ 3.5	≥600	用于汽车工业等深冲压变形复杂零件
SC2、SC3	0.70 ~ 0.79	700 ~ 1500	
	0.80 ~ 0.91	700 ~ 1620	
	0.92 ~ 1.50	700 ~ 1600	

- 注 1. 钢板和钢带的牌号由代表‘深冲’的汉语拼音字母‘SC’和代表‘冲压级别顺序号’的‘1、2、3’表示。
2. SC1 为深冲压用钢板及钢带的牌号, SC2、SC3 为超深冲压用钢板及钢带的牌号。
3. 深冲压用冷轧薄钢板和钢带的尺寸规格应符合 GB/T 708—1988 的规定。

(2)化学成分(表 2-3-168)

表 2-3-168 深冲压用冷轧薄钢板与钢带的钢号与化学成分
(质量分数)(摘自 GB/T 5213—2001)

牌号	C	Si	Mn	P≤	S≤	Al _s	Ti
SC1	≤0.08	≤0.03	≤0.40	0.020	0.025	0.02 ~ 0.07	—
SC2	≤0.01	≤0.03	≤0.30	0.020	0.020	—	≤0.20
SC3	≤0.008	≤0.03	≤0.30	0.020	0.020	—	≤0.20

- 注 1. 根据需要,钢号 SC1 可适当添加 Ti、Nb 等合金元素,此时对酸溶铝(Al_s)不作要求。
2. 钢号 SC2 和 SC3 也可适当添加 Nb 等合金元素。

(3)力学和工艺性能(表 2-3-169 ~ 表 2-3-170)

表 2-3-169 深冲压用冷轧薄钢板与钢带的力学性能
(摘自 GB/T 5213—2001)

牌号	公称厚度 /mm	屈服点 σ _s /MPa	抗拉强度 σ _b /MPa	伸长率 δ ₅ /%	应变硬化指数 <i>n</i>	塑性应变比 <i>r</i>
					<i>b</i> ₀ = 20mm	<i>l</i> ₀ = 80mm
SC1	≤0.50	≤240	270 ~ 350	≥34	<i>n</i> ₉₀ ≥0.18	<i>r</i> ₉₀ ≥1.6
	> 0.50 ~ ≤0.70	≤230		≥36		
	> 0.70	≤210		≥38		

续表

牌号	公称厚度 /mm	屈服点 σ_s /MPa	抗拉强度 σ_b /MPa	伸长率 δ_5 /%	应变硬化指数 n	塑性应变比 r
					$b_0 = 20\text{mm}$	$l_0 = 80\text{mm}$
SC2	0.70 ~ 1.60	≤ 180	270 ~ 330	≥ 40	$n_{90} \geq 0.20$	$r_{90} \geq 1.9$
SC3	0.70 ~ 1.60	≤ 180	270 ~ 350	≥ 38	$\bar{n} \geq 0.22$	$\bar{r} \geq 1.8$

- 注 1. 拉伸试验为横向试样。
2. b_0 ——试样宽度, l_0 ——试样标距。
3. n_{90} , r_{90} 值仅适用于厚度 $\geq 0.5\text{mm}$ 的情况; 当厚度 $> 2\text{mm}$ 时, r_{90} 值允许降低 0.2。
4. $\bar{n} = \frac{n_0 + 2n_{45} + n_{90}}{4}$, $\bar{r} = \frac{r_0 + 2r_{45} + r_{90}}{4}$ 。
5. SC1 钢板与钢带在出厂后 6 个月内应保证冲压时不产生滑移线; SC2、SC3 为非时效钢。
6. 钢板及钢带需经热处理(退火)和平整后交货。

表 2-3-170 冷轧 SC1 薄钢板与钢带的杯突值
(摘自 GB/T 5213—2001)

公称厚度		冲压深度/mm			公称厚度		冲压深度/mm		
/mm		ZF	HF	F	/mm		ZF	HF	F
0.50		9.5	9.3	9.1	1.30		11.7	11.3	11.3
0.60		9.8	9.8	9.4	1.40		11.8	11.4	11.4
0.70		10.3	10.1	9.9	1.50		12.0	11.6	11.5
0.80		10.6	10.5	10.3	1.60		—	11.8	11.7
0.90		10.8	10.7	10.5	1.70		—	12.0	11.9
1.00		11.2	10.8	10.7	1.80		—	12.1	12.0
1.10		11.3	11.0	10.9	1.90		—	12.2	12.1
1.20		11.5	11.2	11.1	2.00		—	12.3	12.2

- 注 1. 经供需双方协商并在合同中注明, 可用 n 、 r 值代替杯突值。
2. 对厚度在 0.5 ~ 2.0mm 范围内的钢板或钢带, 若厚度为表列的中间厚度, 其杯突值可按表中的数值以内插法求得, 修约至小数点后一位。

第十节 机床零件用钢(JB/T 6609—1993)

一、机床零件用钢的化学成分和性能特点(表 2-3-171)

表 2-3-171 机床零件常用钢的化学成分和性能特点(摘自 JB/T 6609—1993)

牌 号	主 要 化 学 成 分/%				性 能 特 点
	C	Si	Mn	Cr	
Q235 - A	0.14 ~ 0.22	≤0.30	0.30 ~ 0.65	—	强度较低,塑性和韧性较高,冷作及焊接性良好
16Mn	0.12 ~ 0.20	0.20 ~ 0.60	1.20 ~ 1.60	—	比 Q235 - A 钢强度提高 30% ~ 50%,耐大气腐蚀提高 20% ~ 38%,焊接性、低温冲击性、冷变形性及切削加工性均好
Y30	0.27 ~ 0.35	0.15 ~ 0.35	0.70 ~ 1.00	— S 0.08 ~ 0.15	低硫、磷复合易切结构钢,强度中等。切削加工性很好
Y40Mn	0.37 ~ 0.45	0.15 ~ 0.35	1.20 ~ 1.55	— S 0.20 ~ 0.30	高硫易切结构钢,强度较高,切削加工性很好
YF40MnV	0.37 ~ 0.43	0.20 ~ 0.40	1.20 ~ 1.50 V 0.07 ~ 0.12	— S 0.035 ~ 0.075	含硫易切非调质钢,在无需进行调质处理的情况下,其强度与切削加工性能均优于 45 钢调质状态
YF45MnV	0.40 ~ 0.48	0.30 ~ 0.60	1.00 ~ 1.40 V 0.08 ~ 0.13	— S 0.04 ~ 0.08	含硫易切非调质钢,在无需进行调质处理的情况下,其强度与切削加工性能均优于 45 钢调质状态
08	0.05 ~ 0.12	0.17 ~ 0.37	0.35 ~ 0.65	—	强度、硬度很低,而塑性、韧性极高,具有良好的冷变形性和焊接性,正火后切削加工性尚可,退火后导磁率较高,剩磁较少,但淬透性、淬硬性极低

续表

牌 号	主 要 化 学 成 分 / %				性 能 特 点
	C	Si	Mn	Cr	
15	0.12 ~ 0.19	0.17 ~ 0.37	0.35 ~ 0.65	—	塑性、韧性、冷变形性及焊接性均良好。但强度及淬透性较低。正火后切削加工性尚可
35	0.32 ~ 0.40	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	—	有较好的塑性和适当的强度,焊接性尚可,切削加工性好,不易产生淬火裂纹,但淬透性低,截面大于 50mm ² 时,调质状态的力学性能与正火相近
45	0.42 ~ 0.50	0.17 ~ 0.37	0.05 ~ 0.08	—	强度较高,塑性及韧性尚好,切削加工性优良,焊接性中等,无回火脆性,但淬透性较低,当零件的形状复杂时还有淬火变形、开裂倾向,截面大于 80mm ² 时,调质状态的力学性能与正火相近
50	0.47 ~ 0.55	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	—	淬火后具有高的强度和硬度,切削加工性中等,冷变形塑性低,焊接性差,淬透性较低,水淬时有开裂倾向
60	0.57 ~ 0.65	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	—	淬火后的强度、硬度和弹性相当高,但淬透性低,水淬时有开裂倾向,冷变形塑性低,切削加工性与焊接性差

续表

牌 号	主 要 化 学 成 分 / %				性 能 特 点
	C	Si	Mn	Cr	
T8 T8A	0.75 ~ 0.84	≤0.35	≤0.40	—	淬火后有较高的硬度及耐磨性,但红硬性低,淬透性差,淬火时易过热,开裂变形也大,塑性及强度也较低
T10 A10A	0.95 ~ 1.04	≤0.35	≤0.40	—	淬火后强度、耐磨性均比 T8 钢高,加热时不易过热。韧性尚可,但红硬性低。淬透性不高,淬火变形大
T12 T12A	1.15 ~ 1.24	≤0.35	≤0.40	—	淬火后强度、耐磨性比 T10 钢更好,但韧性低,红硬性与淬透性也差,水淬时变形、开裂倾向大
15CrMn	0.12 ~ 0.18	0.17 ~ 0.37	1.10 ~ 1.40	0.40 ~ 0.70	与 15 钢相比淬透性较高,对较大截面的零件渗碳淬火后能获得较高的表面硬度与耐磨性,不易产生淬火软点,低温冲击值较高,但心部强度却提高不多,切削加工性好
20Cr	0.18 ~ 0.24	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.70 ~ 1.00	与 15 钢相比具有较高的强度及淬透性,但韧性稍差。渗碳速度快,渗碳淬火后具有较高的硬度和耐磨性,但有晶粒长大倾向,冷变形塑性较高,焊接性较好,无回火脆性,切削加工性良好
20CrMo	0.17 ~ 0.24	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.80 ~ 1.10 Mo 0.15 ~ 0.25	淬透性较高,属本质细晶粒钢。热处理时不易过热。无回火脆性,冷变形塑性、焊接性及切削加工性良好

续表

牌 号	主 要 化 学 成 分/%				性 能 特 点
	C	Si	Mn	Cr	
20CrMnTi	0.17 ~ 0.23	0.17 ~ 0.37	0.80 ~ 0.10	1.00 ~ 1.30 Ti 0.04 ~ 0.20	淬透性较高,渗碳速度较快,过渡层均匀,不易过热,但容易出现网状碳化物,渗碳淬火后变形较小,具有硬而耐磨的表面与坚韧的心部。并有较高的低温冲击韧性,切削加工性良好
12CrNi3	0.10 ~ 0.17	0.17 ~ 0.37	0.30 ~ 0.60	0.60 ~ 0.90 Ni 2.75 ~ 3.15	是一种用途广的高级渗碳钢,强度、韧性、淬透性均高,冷变形塑性中等,焊接性及切削加工性尚好,但白点敏感性较高,有回火脆性,当镍含量在上限时,淬火后在渗碳层中易形成大量残余奥氏体
40Cr	0.37 ~ 0.44	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.80 ~ 1.10	与相应的碳钢相比强度及淬透性均高。截面小于 50mm ² 时油中淬火有自由铁素体析出,水淬时形状复杂的零件易出现开裂,在 450 ~ 680℃ 回火时有第二类回火脆性,对白点敏感性较大,冷变形塑性中等,切削加工性好,但焊接性有限
35CrMo	0.32 ~ 0.40	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	0.80 ~ 1.10 Mo 0.15 ~ 0.25	强度、韧性、疲劳强度及淬透性均比 40Cr 高,属细晶粒钢,热处理时无过热倾向,淬火变形小,但有第一类回火脆性,切削加工性尚可,冷变形塑性中等,焊接性差
35CrMnSiA	0.32 ~ 0.39	1.10 ~ 1.40	0.80 ~ 1.10	1.10 ~ 1.40	强度高、韧性及淬透性好。热处理后具有较高的硬度与耐磨性,焊接性也好,但回火脆性和脱碳倾向较大,切削加工性稍差
42CrMo	0.38 ~ 0.45	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.90 ~ 1.20 Mo 0.15 ~ 0.25	特性与 35CrMo 相近,但强度及淬透性更高,水淬时有开裂倾向

续表

牌 号	主 要 化 学 成 分 / %				性 能 特 点
	C	Si	Mn	Cr	
38CrMoAl	0.35 ~ 0.42	0.20 ~ 0.45	0.30 ~ 0.60 Mo 0.15 ~ 0.25	1.35 ~ 1.65 Al 0.71 ~ 1.10	强度较高,渗氮后有非常高的表面强度、耐磨性及高的疲劳强度,并有良好的耐热性(可达 500℃)及耐蚀性能。热处理变形小,无回火脆性,切削加工性尚可,但淬透性不高且脱碳倾向较大,冷变形塑性低。焊接性差,在热加工时易产生条状及层状组织
65Mn	0.62 ~ 0.70	0.17 ~ 0.37	0.90 ~ 1.20	—	具有较高的强度、硬度、弹性及较好的淬透性,脱碳倾向不大,切削加工性尚可,但热处理存在过热敏感性及回火脆性,水淬时较易产生裂纹。冷变形塑性低,焊接性差
50CrVA	0.46 ~ 0.54	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	0.80 ~ 1.10 V 0.10 ~ 0.20	热处理后具有较好的韧性,高的强度、弹性极性和疲劳性能,屈强比值也高,具有良好的淬透性(直径 30 ~ 40mm 的零件在油中可以淬透)和低的过热敏感性。脱碳倾向小,回火稳定性高,切削加工性亦佳,低温冲击韧性良好,但焊接性差,冷变形塑性低,热加工时有形成白点的敏感性
60Si2MnA	0.56 ~ 0.64	1.60 ~ 2.00	0.60 ~ 0.90	—	强度、弹性极限及屈强比值均高,热处理后韧性较好,淬透性较高。淬火时不易过热,无回火脆性,但有深度脱碳倾向,切削加工性稍差。焊接性及冷变形塑性低
GCr15	0.95 ~ 1.05	0.15 ~ 0.35	0.20 ~ 0.40	1.30 ~ 1.65	具有较高的淬透性,淬火后可获得高而均匀的硬度,耐磨性和耐疲劳性较高,但对白点形成敏感,有回火脆性倾向,冷变形塑性中等,切削加工性稍差。焊接性也差

续表

牌 号	主 要 化 学 成 分 / %				性 能 特 点
	C	Si	Mn	Cr	
GCr15SiMn	0.95 ~ 1.05	0.40 ~ 0.65	0.90 ~ 1.20	1.30 ~ 1.65	比 GCr15 具有更高的淬透性和耐磨性,冷变形塑性中等,但对白点形成敏感并有回火脆性倾向,焊接性不好
9Mn2V	0.85 ~ 0.95	≤0.40	1.70 ~ 2.00	V 0.10 ~ 0.25	有高的强度、韧性及耐磨性,淬透性尚好淬火变形小,由于钒具有细化晶粒作用,故使过热敏感性减少,碳化物分布较均匀,磨削时不易产生裂纹
9SiCr	0.85 ~ 0.95	1.20 ~ 1.60	0.30 ~ 0.60	0.95 ~ 1.25	具有高的淬硬性与淬透性,直径 40 ~ 50mm 的零件在油中可以淬透,回火稳定性较高,淬火变形较小,但脱碳倾向较大
W6Mo5Cr1V2	0.80 ~ 0.90	0.20 ~ 0.45 Mo 4.50 ~ 5.50	0.15 ~ 0.40 V 1.75 ~ 2.20	3.80 ~ 4.40 N 5.50 ~ 6.75	碳化物细小而分布均匀,高温塑性好与 W18Cr4V 钢比较,韧性与耐磨性更好,硬度与红硬性相当,但磨削加工性能较差,且易氧化、脱碳和过热
2Cr13	0.16 ~ 0.24	≤0.60	≤0.80	12.00 ~ 14.00	马氏体型不锈钢,有较好的强度及韧性,淬火后具有较高的耐蚀性和热强性,特别是有良好的消震性,抛光性良好,切削加工性尚可

续表

牌 号	主 要 化 学 成 分/%				性 能 特 点
	C	Si	Mn	Cr	
3Cr13	0.25 ~ 0.34	≤0.60	≤0.80	12.00 ~ 14.00	马氏体型不锈钢,和 2Cr13 钢比较,其硬度、强度、淬透性及热强性均较高,但耐蚀性和在 700℃ 以下的高温热稳定性稍低
1Cr18Ni9Ti	≤0.12	≤1.00 Ni 8.00 ~ 11.00	≤2.00 5 (C%—0.02 ~ 0.8)	17.00 ~ 19.00	奥氏体型不锈钢,固溶处理后在不同温度和浓度的各种腐蚀介质中均有良好的耐蚀性。在空气中的热稳定性也很高(可达 850℃),热变形塑性、焊接性及低温韧性均很好,但切削加工性较差

二、机床零件用钢的力学性能与用途(表 2-3-172)

表 2-3-172 机床零件用钢的力学性能与用途(摘自 JB/T 6609—1993)

牌 号	热处理 代号	工艺规范	力 学 性 能							用 途 举 例	表面硬度能达到要求截面尺寸/mm
			σ_s /MPa	σ_b /MPa	δ /%	ψ /%	α_K / $J \cdot cm^{-2}$	HBS	HRC		
Q235 - A	不热处理	热轧	185 ~ 235	375 ~ 460	21 ~ 26	—	—	—	—	用于轻负荷、不受摩擦的地脚螺钉、螺母、垫圈等零件和水箱、油箱、电器柜防护罩、盖板、托盘等焊接构件	—
16Mn	不热处理	热轧	274.5 ~ 343	460.7 ~ 509.9	19 ~ 21	—	—	—	—	用于强度较高的焊接构件和磨床砂轮罩等	—
Y30	不热处理	热轧	—	510 ~ 655	≥15	≥25	—	≥187	—	用于在自动机上大量加工。强度要求不高的各种紧固件等	—
		冷轧	—	540 ~ 825	≥6	—	—	174 ~ 223	—		

续表

牌 号	热处理 代号	工艺规范	力 学 性 能							用 途 举 例	表面硬度能达 到要求截面尺 寸/mm
			σ_s /MPa	σ_b /MPa	δ /%	ψ /%	α_K / $J \cdot cm^{-2}$	HBS	HRC		
Y40Mn	不热 处理	热轧	—	590 ~ 735	≥ 14	≥ 20	—	≥ 207	—	用于要求切削加 工性好,表面粗糙度 低,精度为 7 ~ 9 级 的丝杆等零件	—
		冷拉后高 温回火	—	590 ~ 785	≥ 17	—	—	179 ~ 229	—		
YF40MnV	不热 处理	热轧	≥ 490	≥ 785	≥ 15	≥ 40	≥ 39	230 ~ 260	—	用于强度、硬度均 与 45 钢调质状态水 平相当,精度 7 ~ 9 级的丝杠,光杠轴、 花键轴等零件	—
YF45MnV	不热 处理	热轧	≥ 490	≥ 785	≥ 15	≥ 40	≥ 31	230 ~ 260	—		
08	Th	960 ~ 100℃ 炉冷	—	—	—	—	—	≤ 131	—	用于要求磁导率 较高,剩磁较少的电 磁铁、电磁吸盘等电 器零件	—
	Z	910 ~ 940℃空冷	≥ 915	≥ 325	≥ 33	≥ 60	—	—	—	用于深冲、冷作的 零件	—
15	Z	910 ~ 940℃空冷	≥ 225	≥ 375	≥ 27	≥ 55	≥ 63.7	≤ 143	—	用于离心浇铸双 金属套的基体材料	—
35	Z	850 ~ 870℃ 空冷	≥ 314	≥ 529	≥ 20	≥ 45	≥ 88	≤ 187	—	用于负荷较小和 无耐磨性要求的轴、 拉杆、手柄等零件	—
	C35	830 ~ 850℃ 淬水 380 ~ 420℃ 回火	≥ 637	≥ 980	≥ 8	≥ 30	≥ 59	—	35 ~ 40	用于具有较高强 度的螺钉、螺母、销 挡铁、垫圈等各种标 准件	≤ 45

续表

牌 号	热处理 代号	工艺规范	力 学 性 能							用 途 举 例	表面硬度能达到要求截面尺寸/mm
			σ_s /MPa	σ_b /MPa	δ /%	ψ /%	$\frac{a_K}{J \cdot cm^{-2}}$	HBS	HRC		
45	Z	840 ~ 860℃ 空冷	≥ 353	≥ 598	≥ 16	≥ 40	≥ 49	170 ~ 217	—	用于负荷不大的轴、丝杠、套筒、齿轮等零件	—
	T215	820 ~ 840℃ 淬水 600 ~ 640℃ 回火	544	740	26.5	68	159	200 ~ 230	—	用于要求强度不高的齿轮、蜗杆、丝杠等零件	≤ 80
	T235	820 ~ 840℃ 淬水 580 ~ 620℃ 回火	608	824	23.5	65	171	220 ~ 250	—	用于承受中等负荷,低速工作的轴、花键套、套,大型定位销等零件	≤ 80
	T265	820 ~ 840℃ 淬水 540 ~ 580℃ 回火	726	941	18.5	61	156	250 ~ 280	—	用于主轴、套筒、花键轴、丝杠、中等模数的齿轮等零件	≤ 80
	T285	820 ~ 840℃ 淬水 500 ~ 540℃ 回火	—	—	—	—	—	270 ~ 300	—		≤ 80
	C35	810 ~ 830℃ 淬水 400 ~ 450℃ 回火	≥ 637	≥ 882	≥ 15	≥ 40	≈ 39	—	35 ~ 40	用于具有较高强度的螺钉、螺母、销、垫圈等各种标准件	≤ 70
	C42	810 ~ 830℃ 淬水 350 ~ 370℃ 回火	≥ 980	≥ 1176	≥ 10	≥ 40	≥ 59	—	42 ~ 47	用于要求强度、硬度较高,形状简单的离合器、齿轮、轴、销、挡铁等零件	≤ 50
	C48	810 ~ 830℃ 淬水 240 ~ 280℃ 回火	≥ 931	≥ 1176	≥ 6	≥ 22	—	—	48 ~ 53	用于要求强度、硬度、耐磨性较高,且不受冲击的轴、齿轮、卡爪等零件	≤ 30

续表

牌 号	热处理 代号	工艺规范	力 学 性 能							用 途 举 例	表面硬度能达到要求截面尺寸/mm
			σ_s /MPa	σ_b /MPa	δ /%	ψ /%	$\frac{a_K}{J \cdot cm^{-2}}$	HBS	HRC		
45	G42	860 ~ 900℃ 淬水	—	—	—	—	—	—	42 ~ 47	用于小负荷、中等速度和一定冲击、模数小于 2mm 的齿轮、内齿轮、离合器和大轴等零件	—
	T—G42	300 ~ 360℃ 回火									
	G48	860 ~ 900℃ 淬水	—	—	—	—	—	—	48 ~ 53	用于小负荷、中等速度工作尺寸较大的齿轮、离合器和大轴等零件	—
	T—G48	220 ~ 250℃ 回火									
	G52	860 ~ 900℃ 淬水	—	—	—	—	—	—	52 ~ 57	用于恒定重负荷、中等速度,模数小于 4mm 的齿轮,冲击不大的离合器杠轴等零件	—
	T—G52	180 ~ 220℃ 回火									
	H48	860 ~ 900℃ 淬水	—	—	—	—	—	—	48 ~ 53	用于局部要求耐磨的零件	—
		250 ~ 300℃ 回火									
	Dt480	570 ~ 590℃ 氮碳共渗	—	—	—	—	—	—	≥ 480HV	用于低精度的丝杠,进给系统齿轮和负荷不大而要求耐磨的零件	—

续表

牌 号	热处理 代号	工艺规范	力 学 性 能							用 途 举 例	表面硬度能达 到要求截面尺 寸/mm
			σ_s /MPa	σ_b /MPa	δ /%	ψ /%	α_K / $J \cdot cm^{-2}$	HBS	HRC		
50	Z	840 ~ 860℃ 空冷	≥365	≥650	≥15	≥40	≥69	≤229	—	用于速度较低,要求耐磨性不高的齿轮、齿条等零件	—
	T	820 ~ 840℃ 淬水 550 ~ 650℃ 回火	≥540	≥735	≥15	≥40	≥69	220 ~ 250	—	与 45—T235 相同	—
	C52	820 ~ 840℃ 淬水 180 ~ 200℃ 回火	—	—	—	—	—	—	52 ~ 57	用于耐磨性要求高、冲击不大的零件	≤20
	G56	860 ~ 880℃ 淬水 160 ~ 180℃ 回火	—	—	—	—	—	—	56 ~ 61	用于表面硬度高,耐磨和淬火变形小的主轴、轴及其他大、中型零件	—
60	Z	800 ~ 850℃ 空冷	≥395	≥705	≥12	≥35	—	≤255	—	与 50—Z 相同	—
	G58	820 ~ 870℃ 淬合成淬 火液 180 ~ 200℃ 回火	—	—	—	—	—	—	58 ~ 63	用于要求耐磨的立车滑枕导轨等零件	—
T8 T8A	G58	780 ~ 800℃ 淬水 160 ~ 200℃ 回火	—	—	—	—	—	—	58 ~ 63	用于要求耐磨性高的顶尖、卡头等零件	≤50
T10 T10A	Th	750 ~ 770℃ 加热 640 ~ 670℃ 等温	—	—	—	—	—	159 ~ 207	—	用于要求尺寸稳定性高的精密丝杠等零件	—
	T215	800 ~ 820℃ 淬水 600 ~ 640℃ 回火	—	—	—	—	—	200 ~ 230	—	用于承受较大负荷并要求一定耐磨性的精密丝杠	—
	T235	800 ~ 820℃ 淬水 560 ~ 600℃ 回火	—	—	—	—	—	220 ~ 250	—	用于承受较大负荷并要求一定耐磨性的精密丝杠	—
	C60	770 ~ 790℃ 淬水 160 ~ 200℃ 回火	—	—	—	—	—	—	60 ~ 65	用于要求耐磨性高的顶尖、套筒、模板、凸轮、心轴等零件	≤20

续表

牌 号	热处理 代号	工艺规范	力 学 性 能							用 途 举 例	表面硬度能达到要求截面尺寸/mm
			σ_s /MPa	σ_b /MPa	δ /%	ψ /%	α_K / $J \cdot cm^{-2}$	HBS	HRC		
T12 T12A	Th	750 ~ 770℃ 加热 640 ~ 670℃ 回火	—	—	—	—	—	159 ~ 207	—	用于要求尺寸稳定性高的精密丝杠等	—
	T215	800 ~ 810℃ 淬水 630 ~ 680℃ 回火	—	—	—	—	—	200 ~ 230	—	用于承受较大负荷并要求一定耐磨性的精密丝杠(耐磨性比等温球化退火约高 30%)	—
	T235	800 ~ 820℃ 淬水 600 ~ 640℃ 回火	—	—	—	—	—	220 ~ 250	—	用于承受较大负荷并要求一定耐磨性的精密丝杠(耐磨性比等温球化退火约高 30%)	—
	C60	770 ~ 790℃ 淬水 160 ~ 200℃ 回火	—	—	—	—	—	—	60 ~ 65	同 T10—C60	≤20
15CrMn	S—C58	900 ~ 950℃ 渗碳 810 ~ 840℃ 淬油 180 ~ 200℃ 回火	—	—	—	—	—	—	58 ~ 63	用于高速、中小负荷、冲击较小而要求耐磨的主轴、花键轴、齿轮等零件(去碳较易配作)	≤50
	S—G58	900 ~ 950℃ 渗碳 840 ~ 880℃ 淬乳化液 180 ~ 200℃ 回火	—	—	—	—	—	—	58 ~ 63	用于承受小负荷、冲击不大及局部耐磨的中、小零件	—

续表

牌 号	热处理 代号	工艺规范	力 学 性 能							用 途 举 例	表面硬度能达到要求截面尺寸/mm
			σ_s /MPa	σ_b /MPa	δ /%	ψ /%	α_K / $J \cdot cm^{-2}$	HBS	HRC		
20Cr	S—C58	900 ~ 950℃ 渗碳 800 ~ 850℃ 淬油 180 ~ 200℃ 回火	≥ 400	≥ 650	≥ 12	≥ 40	≥ 60	—	58 ~ 63	用于高速、受冲击、中等尺寸的变速箱齿轮、爪形离合器、套、导向极、装滑动轴承的主轴、心轴、滑轮、蜗杆、仿形板等	≤ 30
	S—G58	900 ~ 950℃ 渗碳 830 ~ 880℃ 淬乳化液 180 ~ 200℃ 回火	—	—	—	—	—	—	58 ~ 63	用于要求耐磨性较高,热处理变形小的轴、花键轴、模数小于 _{3mm} 的齿轮等零件	—
	D550	510 ~ 540℃ 渗氮	—	—	—	—	—	—	$\geq 550HV$	用于耐磨,变形小的锥齿轮、蜗杆、花键套等零件	—
20CrMo	S—C58	900 ~ 950℃ 渗碳 830 ~ 850℃ 淬油 180 ~ 200℃ 回火	—	—	—	—	—	—	58 ~ 63	用于中、高负荷、高速及受冲击的齿轮、主轴接长轴、蜗杆、爪形离合器、方刀台等零件	≤ 80
	S—G58	900 ~ 950℃ 渗碳 850 ~ 880℃ 淬乳化液 180 ~ 200℃ 回火	—	—	—	—	—	—	58 ~ 63	用于中等负荷、高速、受冲击、要求变形小的齿轮、爪形离合器等零件等	—
20Cr	D550 T— D550	510 ~ 540℃ 渗氮	—	—	—	—	—	—	$\geq 550HV$	同 20Cr—D550	—

续表

牌 号	热处理 代号	工艺规范	力 学 性 能							用 途 举 例	表面硬度能达到要求截面尺寸/mm
			σ_s /MPa	σ_b /MPa	δ /%	ψ /%	α_K / $J \cdot cm^{-2}$	HBS	HRC		
20CrMnTi	S—C58	900 ~ 950℃ 渗碳 820 ~ 860℃ 淬油 180 ~ 200℃ 回火	≥ 784	≥ 980	≥ 10	≥ 50	≥ 78		58 ~ 63	用于中、高负荷， 高速及有冲击的齿 轮、蜗杆、爪形离 合器、装滑动轴承的主 轴	≤ 80
	S—G58	900 ~ 950℃ 渗碳 820 ~ 860℃ 淬乳化液 180 ~ 200℃ 回火	—	—	—	—	—	—	58 ~ 65	用于中等负荷、高 速、有冲击而要求热 处理变形小的齿轮、 爪形离合器等零件	—
	D600 T— D600	510 ~ 540℃ 渗氮	—	—	—	—	—	—	$\geq$ 600HV	用于要求耐磨、热 处理变形小的锥齿 轮、主轴、蜗杆、滚珠 丝杠反向器等零件	—
42CrNi3	S—C58	900 ~ 950℃ 渗碳 780 ~ 800℃ 淬油 180 ~ 200℃ 回火	≥ 700	≥ 850	≥ 10	≥ 50	≥ 80		58 ~ 63	用于重负荷、高速 及冲击较大的齿轮、 主轴、轴、顶尖套、蜗 杆离合器、花键套等 零件	—

续表

牌 号	热处理 代号	工艺规范	力 学 性 能							用 途 举 例	表面硬度能达到要求截面尺寸/mm
			σ_s /MPa	σ_b /MPa	δ /%	ψ /%	α_K / $J \cdot cm^{-2}$	HBS	HRC		
40Cr	T215	840 ~ 860℃ 淬油 680 ~ 700℃ 回火	652	823	22.5	66.5	166	200 ~ 230	—	用于中等负荷、中等速度及冲击条件下工作的轴、光杆、花键套等零件	≤50
	T235	840 ~ 860℃ 淬油 660 ~ 680℃ 回火						220 ~ 250			
	T265	840 ~ 860℃ 淬油 640 ~ 660℃ 回火	779	911	17	60	131	250 ~ 280	—	用于要求温度较高的主轴、套筒等零件	
	T285	840 ~ 860℃ 淬油 620 ~ 640℃ 回火	—	—	—	—	—	270 ~ 300	—	用于要求温度较高的主轴、套筒等零件	
	C42	830 ~ 860℃ 淬油 860 ~ 400℃ 回火	1170	1186	—	38	55.9	—	42 ~ 47	用于承受高负荷、冲击及中等速度工作的齿轮、主轴、蜗杆、油泵转子、尾架套筒、套、滑阀、环等零件	
	C43	830 ~ 860℃ 淬油 280 ~ 320℃ 回火	1274 ~ 1372	1470 ~ 1568	7	25	29.4	—	48 ~ 53	同 40Cr—C42，但用于截面较小的零件	≤30
	C52	830 ~ 860℃ 淬油 180 ~ 200℃ 回火	1591	1856	8.3	33.7	55	—	52 ~ 57	用于重负荷，低冲击及要求耐磨的蜗杆、主轴、轴、套、环等零件	≤25

续表

牌 号	热处理 代号	工艺规范	力 学 性 能							用 途 举 例	表面硬度能达到要求截面尺寸/mm
			σ_s /MPa	σ_b /MPa	δ /%	ψ /%	α_K / $J \cdot cm^{-2}$	HBS	HRC		
40Cr	C43 T— G48	860 ~ 880℃ 淬乳化液 240 ~ 280℃ 回火	—	—	—	—	—	—	18 ~ 53	用于承受中等压力和中等速度的尺寸较大的齿轮、轴等零件	—
	G52 T— G52	860 ~ 880℃ 淬乳化液 180 ~ 300℃ 回火	—	—	—	—	—	—	52 ~ 57	用于要求硬度、耐磨性高的主轴、心轴、齿轮等零件	—
	D450	510 ~ 540℃ 渗氮	—	—	—	—	—	—	≥ 450HV	用于要求耐磨、热处理变形小渗氮后,不进行磨削加工的锥齿轮、蜗杆、花键套等零件	—
	Dt500	560 ~ 580℃ 氮碳共渗	—	—	—	—	—	—	≥ 500HV		
35CrMo	T265	850 ~ 870℃ 淬油 600 ~ 660℃ 回火	671	318	23	67	218	250 ~ 280	—	用于精密传动的齿轮	≤100
	C43	850 ~ 870℃ 淬油 260 ~ 300℃ 回火	≥1372	≥1568	≥12	≥38	—	—	48 ~ 53	用于要求较高疲劳强度、大负荷、中等速度工作的齿轮、主轴和中等负荷、高速而受冲击的离合器等零件	≤70
	D550 Dt550	500 ~ 560℃ 渗氮 560 ~ 580℃ 氮碳共渗	—	—	—	—	—	—	≤ 550HV	用于表面耐磨、变形小的锥齿轮、蜗杆、花键套、滚球丝杠反向器等零件	—
35CrMnSiA	48	880 ~ 900℃ 淬油 180 ~ 200℃ 回火	≥1470	≥1666	≥7	≥40	≥44	—	48 ~ 53	用于高强度、重负荷及中等速度工作的轴和齿轮等零件	—

续表

牌 号	热处理 代号	工艺规范	力 学 性 能							用 途 举 例	表面硬度能达到要求截面尺寸/mm
			σ_s /MPa	σ_b /MPa	δ /%	ψ /%	α_K / $J \cdot cm^{-2}$	HBS	HRC		
42CrMo	C48	830 ~ 850℃ 淬油 260 ~ 300℃ 回火	—	—	—	—	—	—	48 ~ 53	用于中、高负荷,受冲击并要求耐磨的主轴、花键轴、主传动齿轮、离合器等尺寸较大的零件	≤ 70
	C52	830 ~ 850℃ 淬油 180 ~ 200℃ 回火	—	—	—	—	—	—	52 ~ 57	用于高负荷,受冲击,要求硬度高而尺寸较小的零件	≤ 30
	D550	550 ~ 560℃ 渗氮	—	—	—	—	—	—	$\geq 550HV$	同 40Cr—D500	—
38CrMoAlA	D850	500 ~ 560℃ 渗氮	—	—	—	—	—	—	$\geq 850HV$	用于耐磨性好,疲劳强度较高及热处理变形小的镗杆、套筒、主轴、蜗杆、齿轮、滚珠丝杠等零件	—
65Mn	C42	790 ~ 820℃ 淬油 380 ~ 420℃ 回火	1352	1470	8.5	40	44	—	42 ~ 47	用于带状弹簧和一般的弹簧垫圈、弹簧环、压力弹簧等弹性零件	≤ 35
	C45	790 ~ 820℃ 淬油 320 ~ 380℃ 回火	—	1676	6.2	27	—	—	45 ~ 50		≤ 25
	C50	790 ~ 820℃ 淬油 260 ~ 300℃ 回火	—	—	—	—	—	—	50 ~ 55	用于要求弹性高的小弹簧及各种弹性零件	≤ 20
	C56	790 ~ 820℃ 淬油 260 ~ 300℃ 回火	—	—	—	—	—	—	56 ~ 61	用于要求具有较高强度和耐磨性的弹簧夹头、活塞、心轴、主轴等零件	≤ 15
	T235— G58	830 ~ 850℃ 淬乳化液 180 ~ 200℃ 回火	—	—	—	—	—	—	58 ~ 63	用于要求耐磨性高,心部韧性好的主轴、心轴等	—

续表

牌 号	热处理 代号	工艺规范	力 学 性 能							用 途 举 例	表面硬度能达到要求截面尺寸/mm
			σ_s /MPa	σ_b /MPa	δ /%	ψ /%	α_K / $J \cdot cm^{-2}$	HBS	HRC		
50CrVA	C42	840 ~ 860℃ 淬油 400 ~ 450℃ 回火	≥ 1078	≥ 1274	≥ 10	≥ 45	29	—	42 ~ 47	用于碟形弹簧及承受重负荷、要求高弹性、高疲劳强度的重要弹簧	≤ 50
	C45	840 ~ 860℃ 淬油 370 ~ 420℃ 回火	1392	1480	8.5	44	—	—	45 ~ 5	用于碟形弹簧及承受重负荷、要求高弹性、高疲劳强度的重要弹簧	≤ 30
	C52	840 ~ 860℃ 淬油 180 ~ 200℃ 回火	—	—	—	—	—	—	52 ~ 57	用于高速、重负荷的主轴等零件	≤ 30
60Si2MnA	C42	860 ~ 880℃ 淬油 430 ~ 470℃ 回火	1477	1583	10.6	49.7	—	—	42 ~ 47	用于碟形弹簧及承受大的负荷,截面厚度在 6mm 以上的大型弹簧	≤ 45
	C45	860 ~ 880℃ 淬油 400 ~ 430℃ 回火	1176	1274	5	25	34.3	—	45 ~ 50		—
GCr15	C58	830 ~ 850℃ 淬火 170 ~ 200℃ 回火	1666 ~ 1813	2156 ~ 2548	—	—	—	—	63 ~ 68	用于承受负荷不大要求耐磨性高的垫块、心轴、滚珠螺母等零件	≤ 40
	C60	830 ~ 850℃ 淬火 150 ~ 170℃ 回火	—	—	—	—	—	—	60 ~ 65	用于大负荷,要求耐磨性高的叶片泵定子、镶钢导轨、靠模等零件	≤ 30
	G58 T— G58	880 ~ 900℃ 淬乳化液 170 ~ 200℃ 回火	—	—	—	—	—	—	58 ~ 63	用于要求耐磨性高,变形小的滚珠丝杠等零件	—

续表

牌 号	热处理 代号	工艺规范	力 学 性 能							用 途 举 例	表面硬度能达 到要求截面尺 寸/mm
			σ_s /MPa	σ_b /MPa	δ /%	ψ /%	$\frac{a_K}{J \cdot cm^{-2}}$	HBS	HRC		
GCr15SiMn	C60	820 ~ 840℃ 淬油 150 ~ 180℃ 回火	—	—	—	—	—	—	60 ~ 65	用于直径大于 80mm 的滚珠丝杠和 尺寸较大要求表面 硬度的主轴等零件	—
	G58 T— G58	880 ~ 900℃ 淬乳化液 170 ~ 200℃ 回火	—	—	—	—	—	—	58 ~ 63	用于直径大于 80mm 的滚珠丝杠和 尺寸较大要求表面 硬度的主轴等零件	—
9Mn2V	C56	790 ~ 820℃ 淬油 230 ~ 280℃ 回火	—	—	—	—	—	—	56 ~ 61	用于要求耐磨性 好,精度稳定性高直 径小于 50mm 的精 密丝杠、导向套等 零件	≤50
	C58	790 ~ 820℃ 淬油 180 ~ 220℃ 回火	—	—	—	—	—	—	58 ~ 63	用于承受大负荷、耐 磨性要求高的尾架 套筒、样板、凸轮、 油泵转子等零件	≤30
	C60	790 ~ 820℃ 淬油 160 ~ 200℃ 回火	—	—	—	—	—	—	60 ~ 65		
	G60	820 ~ 860℃ 淬乳化液 160 ~ 200℃ 回火	—	—	—	—	—	—	60 ~ 65	用于要求表面耐 磨、心部韧性好、热 处理变形小的磨床 主轴等零件	—
9SiCr	C58	850 ~ 870℃ 淬油 160 ~ 200℃ 回火	—	—	—	—	—	—	58 ~ 63	用于要求尺寸稳 定性高,弹性好的弹 簧夹头等零件	≤50
W6Mo5Cr4V2	C60	1210 ~ 12450℃淬油 550 ~ 570℃ 回火	—	—	—	—	—	—	50 ~ 65	用于油泵叶片,螺 纹磨顶尖及其他在 较高温度下工作,要 求耐磨的零件	—

续表

牌 号	热处理 代号	工艺规范	力 学 性 能							用 途 举 例	表面硬度能达到要求截面尺寸/mm
			σ_s /MPa	σ_b /MPa	δ /%	ψ /%	$\frac{a_K}{J \cdot cm^{-2}}$	HBS	HRC		
2Cr13	Th	860 ~ 880℃ 炉冷	245	490	22	65	88	146 ~ 196	—	用于在大气或潮湿环境中工作的受力不大,但要求耐蚀性高的镜面轴、经济线纹尺、紧固件,传动件及装饰性零件等	—
	T235	1000 ~ 1050℃ 淬油 600 ~ 700℃ 回火	596	848	19	63.5	127	220 ~ 250	—		
	C42	1000 ~ 1050℃ 淬油 220 ~ 250℃ 回火	—	—	—	—	—	—	42 ~ 47	用于要求耐磨、耐蚀的零件	—
	D850	540 ~ 560℃ 渗氮	—	—	—	—	—	—	≥ 850HV	用于要求耐磨、耐蚀、热处理变形小的零件	—
3Cr13	Th	850 ~ 870℃ 炉冷	≥ 295	≥ 540	≥ 20	≥ 60	≥ 69	207 ~ 220	—	同 2Cr13	—
	T235	1000 ~ 1050℃ 淬油 600 ~ 750℃ 回火	≥ 540	≥ 735	≥ 12	≥ 40	≥ 29	220 ~ 250	—		—
	C48	980 ~ 1050℃ 淬油 200 ~ 300℃ 回火	1520	1716	8	—	—	—	48 ~ 53		—
1Cr18Ni9Ti	R	1100 ~ 1150℃ 淬水	≥ 206	≥ 539	≥ 40	≥ 55	—	≥ 187	—	用于要求抗磁和耐蚀性高的零件	—
	D900	500 ~ 550℃ 渗氮	—	—	—	—	—	—	≥ 900HV	用于要求耐磨性、耐蚀性高的零件	—

注 渗碳淬火、感应淬火、火焰淬火、渗氮、氮碳共渗处理的力学性能均指心部的力学性能,其中感应淬火、火焰淬火、渗氮、氮碳共渗的心部力学性能取决于预备热处理方法。

第十一节 汽车用钢

一、汽车用钢板与钢带

(一)汽车大梁用热轧钢板(GB/T 3273—1989)

(1)牌号、尺寸规格、交货状态与用途(表 2-3-173)

表 2-3-173 汽车大梁用热轧钢板的牌号、尺寸规格、交货状态与用途

牌 号 ^①	尺 寸 规 格	交 货 状 态	用 途
09Mn REL、 06 TiL、08 TiL、 10 TiL、09 SiVL、 16 MnL、16Mn REL、	尺寸规格符合 GB/T 709 的规定。钢板厚度为 2.5 ~ 12mm ;宽度为 210 ~ 1800mm ;长度为 2000 ~ 10000mm	钢板应在热轧或热处理状态下经配洗涂油交货。经供需双方协议,钢板也可不酸洗交货,但钢板厚度正负偏差应留有 0.1mm 的酸洗余量	用于制造汽车大梁(纵梁、横梁)等

① L 表示汽车纵、横梁用钢。

(2)化学成分(表 2-3-174)

表 2-3-174 汽车大梁用热轧钢板的化学成分(摘自 GB/T 3273—1989)

牌 号	化学成分(质量分数)/%						
	C	Si	Mn	V	Ti	P	S
						RE 加入量	
09Mn REL	≤0.12	0.20 ~ 0.60	0.70 ~ 1.00	—	—	≤	0.035
06 TiL	≤0.08	≤0.20	0.20 ~ 0.50	—	0.07 ~ 0.20	0.035	—
08 TiL	≤0.12	0.10 ~ 0.40	0.30 ~ 0.60	—	0.07 ~ 0.20	0.035	—
10 TiL	≤0.14	0.10 ~ 0.30	0.50 ~ 0.90	—	0.07 ~ 0.20	0.035	—
09 SiVL	0.08 ~ 0.15	0.70 ~ 1.00	0.45 ~ 0.75	0.04 ~ 0.10	—	0.035	—
16 MnL	0.12 ~ 0.20	0.20 ~ 0.60	1.20 ~ 1.60	—	—	0.035	—
16 MnREL	0.12 ~ 0.20	0.20 ~ 0.60	1.20 ~ 1.60	—	—	0.035	0.02 ~ 0.20

注 1. 在保证性能的条件下,C、Si、Mn 含量的下限可不作交货条件验收。

2. 钢中残余元素含量应符合 GB/T 1591 的规定。

(3)力学性能(表 2-3-175)

表 2-3-175 汽车大梁用热轧钢板的力学性能(摘自 GB/T 3273—1989)

牌 号	厚 度/mm	屈服点 σ_s /MPa ≥	抗拉强度 σ_b /MPa	伸长率 δ /%	宽冷弯, $180^\circ a$ = 试样厚度 $b = 35\text{mm}$ (试样宽度) d = 弯心直径
09Mn REL	2.5 ~ 12.0	245	375 ~ 470	32	$d = 0.5a$
06 TiL	2.5 ~ 12.0	245	375 ~ 480	26	$d = 0$
08 TiL	2.5 ~ 12.0	295	390 ~ 510	24	$d = 0.5a$
10 TiL	2.5 ~ 12.0	355	210 ~ 630	22	$d = 0.5a$
09 SiVL	5.0 ~ 7.0	355	510 ~ 610	24	$d = a$
16 MnL	2.5 ~ 7.0	355	510 ~ 610	24	$d = a$
	> 7.0 ~ 12.0	345	510 ~ 610	24	$d = a$
16Mn REL	2.5 ~ 7.0	355	510 ~ 610	24	$d = a$
	> 7.0 ~ 12.0	345	510 ~ 610	24	$d = a$

(二)汽车制造用优质碳素结构钢热轧钢板和钢带(GB/T 3275—1991)

(1)牌号、尺寸规格、交货状态与用途(表 2-3-176)

表 2-3-176 钢板和钢带的牌号、尺寸规格、交货状态与用途

牌 号	尺 寸 规 格	交 货 状 态	用 途
08、08F、08Al、10、10F、15、15F、15Al、20、25、30、35、40、45、50	符合 GB/T 709 的规定。钢板和钢带厚度为 2.00 ~ 14.00mm	钢板和钢带经热处理和酸洗后交货	用于制造汽车冷冲压零件及冷弯零件

(2)化学成分(表 2-3-177)

表 2-3-177 钢板和钢带的化学成分(摘自 GB/T 3275—1991)

牌 号	化学成分(质量分数) / %					
	C	Si	Mn	P	S	Al
08Al	0.05 ~ 0.12	≤0.03	0.25 ~ 0.65	≤0.035	≤0.035	0.02 ~ 0.07
15Al	0.12 ~ 0.19	≤0.06	0.35 ~ 0.65	≤0.035	≤0.035	0.02 ~ 0.07
其他牌号	08、08F、10、10F、15、15F、20、25、30、35、40、45、50 的化学成分符合 GB/T 699 的规定					

注 1. 15Al 的铝含量不作交货条件。
2. 在保证钢材力学性能符合本标准规定的情况下,08F、08Al、08、10、10F、15Al、15、20 钢中碳、锰含量下限可以不作交货条件,但其含量应在质量证明书中注明。

(3)力学性能(表 2-3-178)

表 2-3-178 钢板和钢带的力学性能(摘自 GB/T 3275—1991)

钢的牌号	试 验 项 目						
	1	2	3	4	5	6	7
	抗拉强度 σ_b /MPa	伸长率 δ_5 / % ≥	布氏硬度 HBS≤	冷弯试验 180°	晶粒度	游离渗碳体	带状组织
08F	275 ~ 370	30	100	$d = 0$	6 ~ 11 级	0 ~ 3 级	—
08、10F、10	275 ~ 410	27	108	$d = 0$	6 ~ 11 级	0 ~ 3 级	—
08Al	315 ~ 440	27	117	$d = 0$	6 ~ 11 级	0 ~ 3 级	—
15F、15	315 ~ 440	260	117	$d = 0$	6 ~ 11 级	—	1 ~ 3 级
15Al、20	345 ~ 490	24	127	$d = a$	6 ~ 11 级	—	1 ~ 3 级
25	390 ~ 540	23	138	$d = a$	6 ~ 11 级	—	—
30	440 ~ 590	21	150	$d = 2a$	6 ~ 11 级	—	—
35	490 ~ 635	18	161	$d = 2a$	6 ~ 11 级	—	—
40	510 ~ 655	17	167	$d = 2a$	6 ~ 11 级	—	—
45	540 ~ 685	15	174	—	6 ~ 11 级	—	—
50	540 ~ 735	13	184	—	6 ~ 11 级	—	—

注 1. 钢板和钢带按加工变形状况分为三类：

深拉延钢板钢带(S),按本表 1~7 项试验；

普通拉延钢板和钢带(P),按本表 1~4 项试验；

冷弯成型钢板和钢带(W),按本表 1,2,4 项试验。

2. 08Al,15Al 钢板和钢带应进行宽冷弯($B = 35\text{mm}$)试验,如果宽冷弯试验不合格,允许按窄冷弯试验合格交货。

二、汽车半轴套管用无缝钢管(YB/T 5053—1993)

(1)牌号、尺寸规格与用途(表 2-3-179)

表 2-3-179 汽车半轴套管用无缝钢管的牌号、尺寸规格与用途

牌 号	尺寸规格/mm			用 途
	外径	壁厚	长度	
45、45Mn2、 40Cr、 20CrNi3A	76	7	3000 ~ 8000	用于制造汽车半轴套管及驱动桥桥壳轴管
	(77)	10		
	77.5	10		
	(80)	11.5		
	92	12		
	95	12、13		
	96	12、15		
	102	12		
	108	15		
	114	16、20、26		
	(115)	20.5		
	(116)	20.5		
	(120)	20.5		
	121	20.5		
	(122)	20.5		

(2)化学成分(表 2-3-180)

表 2-3-180 汽车半轴套管用无缝钢管的化学成分(摘自 YB/T 5053—1993)

牌 号	化学成分(质量分数)/%							
	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Cu
45	0.42 ~ 0.50	0.50 ~ 0.80	0.17 ~ 0.37	≤0.040	≤0.040	≤0.25	≤0.25	≤0.25
45Mn2	0.42 ~ 0.49	1.40 ~ 1.80	0.20 ~ 0.40	≤0.040	≤0.040	≤0.35	≤0.35	≤0.30
40Cr	0.37 ~ 0.45	0.50 ~ 0.80	0.20 ~ 0.40	≤0.040	≤0.040	0.80 ~ 1.10	≤0.35	≤0.30
20 CrNi3A	0.17 ~ 0.24	0.30 ~ 0.60	0.20 ~ 0.40	≤0.030	≤0.035	0.60 ~ 0.90	2.75 ~ 3.25	≤0.25

(3)力学性能(表 2-3-181)

表 2-3-181 汽车半轴套管用无缝钢管的力学性能(摘自 YB/T 5053—1993)

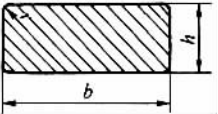
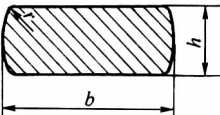
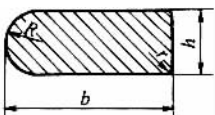
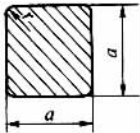
牌 号	力 学 性 能			硬 度	
	σ_b	σ_a	$\delta_5/\%$	HBS	压痕直径/mm
	MPa				
45	≥ 590	≥ 335	≥ 14	—	—
45Mn2	—	—	—	217 ~ 269	4.1 ~ 3.7
40Cr	—	—	—	217 ~ 269	4.1 ~ 3.7
20CrNi3A	—	—	—	217 ~ 269	4.1 ~ 3.7

注 1. 对于20CrNi3A钢制造的钢管,表列硬度值仅供参考。
2. 钢管按热轧状态交货,本表为热轧状态的力学性能。

三、汽车车身附件用异型钢丝(YB/T 5183—1993)

(1) 品种、规格、交货状态与用途(表 2-3-182)

表 2-3-182 汽车车身附件用异型钢丝的品种、规格、交货状态与用途

品 种	截面形状	规格范围 (b 、 h 、 a)	交货状态	用 途
直边扁钢丝		0.8 ~ 12.0mm	冷拉(轧)、 退火(+ 轻拉)、调质	适用于汽车制造行业制 造玻璃升降器、挡圈、雨刮 器和车门滑块、锁等汽车车 身附件
弧边扁钢丝				
拱顶扁钢丝				
方形钢丝				

注 1. 弧边扁钢丝的侧边圆弧一般为自然圆弧,如果对圆弧半径有要求时在合同中注明。

2. 钢丝圆角半径 r 不作为验收依据。

3. 拱顶型扁钢丝的拱顶一般 $R = \frac{h}{2}$,其他尺寸的拱顶半径由供需双方协商,在合同中注明。

(2) 化学成分(表 2-3-183)

表 2-3-183 汽车车身附件用异型钢丝的化学成分(摘自 YB/T 5183—1993)

种 类	牌 号	化 学 成 分
玻璃升降器用钢丝	65Mn、50CrVA	应符合 GB/T 1222 的规定
门锁、滑块、挡圈用钢丝	15、25、45	应符合 GB/T 699 的规定
雨刮器用钢丝	1Cr18Ni9	应符合 GB/T 1220 的规定
	70	应符合 GB/T 699 的规定

(3)力学性能(表 2-3-184)

表 2-3-184 汽车车身附件用异型钢丝的抗拉强度(摘自 YB/T 5183—1993)

种 类	牌 号	交货状态	抗拉强度/MPa
玻璃升降器用钢丝	65Mn、50CrVA	退火或退火后轻拉	≤785
门锁、滑块、挡圈用钢丝	15、25、45	冷拉(轧)	≤835
雨刷器用钢丝	1Cr18Ni9	冷拉	1080~1275
	70	调质	1080~1255

注 根据需方要求,经供需双方协商,也可按其他抗拉强度交货 玻璃升降器用钢丝抗拉强度同盘差应不大于 100MPa。

第十二节 拖拉机大梁用槽钢(YB/T 5048—1993)

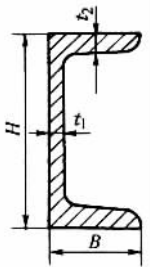
(1)牌号、化学成分、力学性能与用途(表 2-3-185)

表 2-3-185 拖拉机大梁用槽钢的牌号、化学成分、力学性能与用途

牌 号	化学成分和力学性能	用 途
16Mn 16MnCu	符合 GB/T 1591 的规定	专用于制造拖拉机大梁

(2)尺寸规格(表 2-3-186)

表 2-3-186 拖拉机大梁用槽钢的尺寸规格(摘自 YB/T 5048—1993)



型 号	尺 寸/mm				截面面积/cm ²	理论质量 /kg·m ⁻¹
	H	B	t ₁	t ₂		
18c	180	100	9.0	10.5	35.31	27.72
18d	180	80	11.5	18.1	46.00	36.10

第十三节 内燃机用钢

一、内燃机气阀钢(GB/T 12773—1991)

(1)性能特点与用途(表 2－3－187)

表 2－3－187 内燃机气阀钢的性能特点与用途

牌号	性能特点与用途
5Cr21Mn9Ni4N	以经受高温强度为主的汽油及柴油机用排气阀
2Cr21Ni12N	以抗氧化为主的汽油及柴油机用排气阀
4Cr14Ni14W2Mo	有较高的热强性,用于内燃机重负荷排气阀
4Cr9Si2	有较高的热强性。作内燃机进气阀、轻负荷发动机的排气阀
4Cr10Si2Mo	有较高的热强性。作内燃机进气阀、轻负荷发动机的排气阀
8Cr20Si2Ni	作耐磨性为主的进气、排气阀、阀座

(2)化学成分(表 2－3－188)

表 2－3－188 内燃机气阀钢的化学成分(摘自 GB/T 12773—1991)

牌号	化学成分(质量分数) / %							
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	其他
				≤				
5Cr21Mn9Ni4N	0.48 ~ 0.58	≤0.35	8.00 ~ 10.00	0.040	0.030	3.25 ~ 4.50	20.00 ~ 22.00	N 0.35 ~ 0.50 C + N ≥ 0.90
2Cr21Ni12N	0.15 ~ 0.28	0.75 ~ 1.25	1.00 ~ 1.60	0.035	0.030	10.50 ~ 12.50	20.00 ~ 22.00	N 0.15 ~ 0.30
4Cr14Ni14W2Mo	0.40 ~ 0.50	≤0.80	≤0.70	0.035	0.030	13.00 ~ 15.00	13.00 ~ 15.00	W 2.00 ~ 2.75 Mo 0.25 ~ 0.40
4Cr9Si2	0.35 ~ 0.50	2.00 ~ 3.00	≤0.70	0.035	0.030	≤0.60	8.00 ~ 10.00	—
4Cr10Si2Mo	0.35 ~ 0.45	1.90 ~ 2.60	≤0.70	0.035	0.030	0.60	9.00 ~ 10.50	Mo 0.70 ~ 0.90
8Cr20Si2Ni	0.75 ~ 0.85	1.75 ~ 2.25	0.20 ~ 0.60	0.030	0.030	1.15 ~ 1.65	19.00 ~ 20.50	—

(3)力学性能(表 2－3－189～表 2－3－190)

表 2－3－189 内燃机气阀钢的室温力学性能(摘自 GB/T 12773—1991)

牌号	热处理制度	力学性能					钢材交货 状态硬度 HBS ≤
		$\sigma_{0.2}$ /MPa	σ_b /MPa	δ_5 /MPa	ψ /%	硬度 HBS	
		≥					
5Cr21Mn9Ni4N	1100～1200℃固溶 730～780℃时效	580	950	8	10	≥302	380
2Cr21Ni12N	1100～1200℃固溶 700～800℃时效	430	820	26	20		269
4Cr14Ni14W2Mo	820～850℃退火	310	700	20	35		255
4Cr9Si2	1020～1040℃淬火、油冷 700～780℃回火、油冷	590	880	19	50	—	269
4Cr10Si2Mo	1020～1040℃淬火、油冷 720～760℃回火、空冷	680	880	10	35		269
8Cr20Si2Ni	1030～1080℃淬火、油冷 700～800℃回火、空冷	680	880	10	15		321

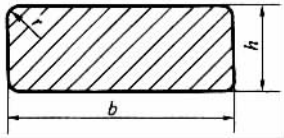
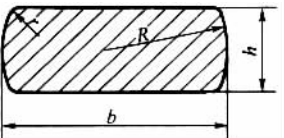
表 2－3－190 内燃机气阀钢的高温抗拉强度(摘自 GB/T 12773—1991)

牌号	试样热 处理状态	在下列温度下瞬时抗拉强度/MPa							
		400℃	500℃	550℃	600℃	650℃	700℃	750℃	800℃
5Cr21Mn9Ni4N	固溶 + 时效	—	650	600	550	500	450	370	300
2Cr21Ni12N		—	590	550	510	450	390	340	290
4Cr14Ni14W2Mo	固溶	—	640	600	550	420	360	290	220
4Cr9Si2	淬火 + 退火	—	480	340	230	150	90	—	—
4Cr10Si2Mo		—	500	360	250	170	110	—	—
8Cr20Si2Ni		—	590	460	345	245	145	110	70

二、内燃机用扁钢丝(YB/T 5185—1993)

(1)类别、牌号、尺寸规格与用途(表 2－3－191)

表 2-3-191 内燃机用扁钢丝的类别、牌号、尺寸规格与用途

类别	牌号	简图	尺寸规格	用途
K 类	65Mn 70		厚度 1.0 ~ 6.0mm 宽度 6.0 ~ 8.0mm	用于制造内燃机活塞环、卡环
Y 类	65Mn 70		厚度 0.5 ~ 1.0mm 宽度 3.0 ~ 6.0mm	用于制造内燃机组合油环

注 钢丝侧边圆弧半径 R 及圆角半径 r 一般不作为验收依据。如对 R 有特殊要求时,经供需双方协商在合同中说明。

(2)化学成分与力学性能(表 2-3-192)

表 2-3-192 内燃机用扁钢丝的化学成分与力学性能
(摘自 YB/T 5185—1993)

类别	牌号	化学成分	抗拉强度 σ_b /MPa			反复弯曲 次数 $\geq$
			A 组	B 组	C 组	
K 类	65Mn、 70	符合 GB/T 1222 的规定	785 ~ 980	980 ~ 1175	1175 ~ 1370	3
Y 类			1275 ~ 1470	1420 ~ 1615	1570 ~ 1765	2

注 K 类钢丝经冷拉(轧)或油淬火-回火处理后交货。Y 类钢丝经油淬火-回火处理后交货。

第十四节 汽轮机用钢

一、汽轮机叶片用钢(GB/T 8732—2004)

(1)化学成分与用途(表 2-3-193)

表 2－3－193 汽轮机叶片用钢的化学成分与用途(摘自 GB/T 8732—2004)

牌号	化学成分(质量分数)/%									用途
	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	W	V	Cu	
1Cr13	0.10 ~ 0.15	≤1.00	≤1.00	≤0.60	11.50 ~ 13.50				≤0.30	用于 制 造 汽 轮 机 叶 片 和 燃 气 轮 机 叶 片
2Cr13	0.16 ~ 0.24	≤0.60	≤0.60	≤0.60	12.00 ~ 14.00				≤0.30	
1Cr12Mo	0.10 ~ 0.15	≤0.50	0.30 ~ 0.60	0.30 ~ 0.60	11.50 ~ 13.00	0.30 ~ 0.60			≤0.30	
1Cr11MoV	0.11 ~ 0.18	≤0.50	≤0.60	≤0.60	10.00 ~ 11.50	0.50 ~ 0.70		0.25 ~ 0.40	≤0.30	
1Cr12W1MoV	0.12 ~ 0.18	≤0.50	0.50 ~ 0.90	0.40 ~ 0.80	11.00 ~ 13.00	0.50 ~ 0.70	0.70 ~ 1.10	0.15 ~ 0.30	≤0.30	
2Cr12MoV	0.18 ~ 0.24	0.10 ~ 0.50	0.30 ~ 0.80	0.30 ~ 0.60	11.00 ~ 12.50	0.80 ~ 1.20		0.25 ~ 0.35	≤0.30	
2Cr11NiMoNbVN	0.15 ~ 0.20	≤0.50	0.50 ~ 0.80	0.30 ~ 0.60	10.0 ~ 12.0	0.60 ~ 0.90		0.20 ~ 0.30	≤0.10	
2Cr12NiMo1W1V	0.20 ~ 0.25	≤0.50	0.50 ~ 1.00	0.50 ~ 1.00	11.00 ~ 12.50	0.90 ~ 1.25	0.90 ~ 1.25	0.20 ~ 0.30	≤0.30	
0Cr17Ni4Cu4Nb	≤0.055	≤1.00	≤0.50	3.80 ~ 4.50	15.00 ~ 16.00				3.00 ~ 3.70	

注 1. 2Cr11 NiMoNbVN的 P、S 含量分别为 $w_P \leq 0.020\%$, $w_S \leq 0.015\%$ 其余各牌号的 P、S 含量分别为 $w_P \leq 0.030\%$, $w_S \leq 0.025\%$ 。

2. 2Cr11NiMoNbNV的 Al、N、Nb 含量分别为 $w_{Al} \leq 0.03\%$, $w_N = 0.04\% \sim 0.09\%$, $w_{Nb} = 0.20\% \sim 0.60\%$ 。

3. 0Cr17Ni4Cu4Nb的 Al、Ti、N、Nb + Ta 含量分别为 $w_{Al} \leq 0.050\%$, $w_{Ti} \leq 0.050\%$, $w_N \leq 0.050\%$, $w_{Nb+Ta} = 0.15\% \sim 0.35\%$ 。

(2)力学性能(表 2－3－194 ~ 表 2－3－196)

表 2－3－194 汽轮机叶片用钢的力学性能(摘自 GB/T 8732—2004)

序号	牌号	热处理		力学性能					
		淬火温度 /℃	回火温度 /℃	延伸率为 0.2% 时的规定非比 延伸强度 $R_{t0.2}$ /MPa	抗拉 强度 R_m /MPa	断后伸 长率 A /%	断面收 缩率 Z /%	冲击吸 收功 $A_{KU/J}$	试样硬度 HBW
				≥					
1	1Cr13	980 ~ 1040 油	660 ~ 770 空	440	620	20	60	35	187 ~ 229

续表

序号	牌号	热处理		力学性能					
		淬火温度	回火温度	延伸率为 0.2% 时的规定非比 延伸强度 $R_{p0.2}/\text{MPa}$	抗拉 强度 R_m/MPa	断后伸 长率 $A/\%$	断面收 缩率 $Z/\%$	冲击吸 收功 A_{KU}/J	试样硬度
		/℃	/℃	$\geq$					HBW
2	2Cr13	950 ~ 1020 油	660 ~ 770 油、水、空	490	665	16	50	27	207 ~ 241
3	1Cr12Mo	950 ~ 1000 油	650 ~ 710 空	550	685	18	60	78	217 ~ 248
4	1Cr1MoV	1000 ~ 1050 油	700 ~ 750 空	490	685	16	56	27	217 ~ 248
5	1Cr12W1MoV	1000 ~ 1050 油	680 ~ 740 空	590	735	15	45	27	241 ~ 285
6	2Cr11NiMoNbVN	≥ 1090 油	≥ 640 空	760	930	12	32	20	277 ~ 331
7	2Cr12NiMo1W1V	980 ~ 1040 油	650 ~ 750 空	760	930	12	32	11	277 ~ 311

表 2 - 3 - 195 2Cr12MoV 的力学性能(摘自 GB/T 8732—2004)

牌号	组别	淬火温度 /℃	回火温度 /℃	延伸率为 0.2% 时的规定非比 延伸强度 $R_{p0.2}/\text{MPa}$	抗拉 强度 R_m/MPa	断面伸 长率 $A/\%$	断面收 缩率 $Z/\%$	冲击吸 收功 A_{KU}/J	试样硬度 HBW
				$\geq$					
2Cr12MoV	I	1020 ~ 1070 油	≥ 650 空	700	900 ~ 1050	13	35	20	277 ~ 311
	II	1020 ~ 1050 油	700 ~ 750 空	590 ~ 735	≤ 930	15	50	27	241 ~ 285

表 2 - 3 - 196 0Cr17Ni4Cu4Nb 的热处理制度与力学性能(摘自 GB/T 8732—2004)

牌号	热处理 类别	热处理制度		
		固溶处理	中间处理	时效处理
0Cr17Ni4Cu4Nb	I	1025℃ ~ 820℃ 油、空冷 ($\geq 14^\circ\text{C}/\text{min}$ 冷却到室温)	—	645℃ ~ 655℃4h 空冷
	II		810℃ ~ 1055℃ 油、空冷 ($\geq 14^\circ\text{C}/\text{min}$ 冷却到室温)	565℃ ~ 575℃3h 空冷
	III			600℃ ~ 610℃5h 空冷

续表

牌号	热处理类别	延伸率 0.2%时的 规定非比延伸强度 $R_{p0.2}/\text{MPa}$	抗拉强度 R_m/MPa	断后伸长率	断面收缩率	试样硬度 HBW
				$A/\%$	$Z/\%$	
				$\geq$		
0Cr17Ni4CuNb	I	590 ~ 755	≥ 890	16	55	262 ~ 302
	II	890 ~ 980	950 ~ 1020	16	55	293 ~ 321
	III	755 ~ 890	890 ~ 1030	16	55	277 ~ 311

二、汽轮机螺栓用合金钢棒(YB/T 158—1999)

(1) 牌号、尺寸规格与用途(表 2-3-197)

表 2-3-197 汽轮机螺栓用合金钢棒的牌号、尺寸规格与用途

牌号	尺寸规格	用途
20 CrMo1VNbTiB、20 CrMo1VTiB 、20 CrMo1V、45 CrMoV、40 CrMoV、 25Cr2Mo1V、25Cr2MoV、40 CrNiMo、35 CrMo	热轧圆钢符合 GB/T 702 的规定 锻制圆钢符合 GB/T 908 的规定	用于制作汽轮机螺栓

(2) 化学成分(表 2-3-198)

表 2-3-198 钢棒的牌号和化学成分(摘自 YB/T 158—1999)

牌号	化学成分(质量分数)/%												
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Nb	Ti	Ni	Cu	Al
20 CrMo- 1 VNbTiB	0.17 ~ 0.23	0.40 ~ 0.60	0.40 ~ 0.65	$\leq$ 0.025	$\leq$ 0.025	0.90 ~ 1.30	0.75 ~ 1.00	0.50 ~ 0.70	0.11 ~ 0.22	0.05 ~ 0.14	$\leq$ 0.30	$\leq$ 0.30	—
20 CrMo- 1 VTiB	0.17 ~ 0.23	0.40 ~ 0.60	0.40 ~ 0.65	$\leq$ 0.025	$\leq$ 0.025	0.90 ~ 1.30	0.75 ~ 1.00	0.45 ~ 0.65	—	0.16 ~ 0.28	$\leq$ 0.30	$\leq$ 0.30	—
20 CrMo1V	0.15 ~ 0.23	0.20 ~ 0.60	0.45 ~ 0.85	$\leq$ 0.025	$\leq$ 0.025	1.00 ~ 1.50	0.90 ~ 1.20	0.15 ~ 0.30	—	—	$\leq$ 0.50	$\leq$ 0.35	$\leq$ 0.015
45 CrMoV	0.42 ~ 0.50	0.20 ~ 0.35	0.45 ~ 0.70	$\leq$ 0.025	$\leq$ 0.025	0.85 ~ 1.15	0.45 ~ 0.65	0.25 ~ 0.35	—	—	$\leq$ 0.30	$\leq$ 0.30	$\leq$ 0.0225
40 CrMoV	0.36 ~ 0.44	0.15 ~ 0.35	0.45 ~ 0.77	$\leq$ 0.025	$\leq$ 0.025	0.80 ~ 1.15	0.50 ~ 0.65	0.25 ~ 0.35	—	—	$\leq$ 0.30	$\leq$ 0.30	—
25Cr2Mo1V	0.22 ~ 0.29	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	$\leq$ 0.025	$\leq$ 0.025	2.10 ~ 2.50	0.90 ~ 1.10	0.30 ~ 0.50	—	—	$\leq$ 0.30	$\leq$ 0.25	—
25Cr2MoV	0.22 ~ 0.29	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	$\leq$ 0.025	$\leq$ 0.025	1.50 ~ 1.80	0.25 ~ 0.35	0.15 ~ 0.35	—	—	$\leq$ 0.30	$\leq$ 0.25	—

续表

牌号	化学成分(质量分数)/%												
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Nb	Ti	Ni	Cu	Al
40CrNiMo	0.37 ~ 0.44	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	≤ 0.025	≤ 0.025	0.60 ~ 0.90	0.15 ~ 0.25	—	—	—	1.25 ~ 1.65	≤ 0.30	—
35CrMo	0.32 ~ 0.40	0.17 ~ 0.37	0.40 ~ 0.70	≤ 0.025	≤ 0.025	0.80 ~ 1.10	0.15 ~ 0.25	—	—	—	≤ 0.30	≤ 0.25	—

注 20 CrMo1 VNbTiB,20 CrMo1 VTiB中的 B 按 0.005 % 计算量加入。

(3)力学性能(表 2－3－199)

表 2－3－199 钢棒的纵向力学性能(摘自 YB/T 158—1999)

牌 号	热 处 理 工 艺				规定残余伸长应力	抗拉强度	伸长率	断面收缩率	冲击吸收功	交货状态
	淬 火		回 火		$\sigma_{0.2}$ /MPa	σ_b /MPa	δ_5 /%	ψ /%	A_{KU} /J	HBS (10/3000)
	淬 火 /℃	冷却剂	回火/℃	冷却剂						
					≥					≤
20CrMo1 VNbTiB	1030	油、水	710	水	680	780	14	50	39	269
20 CrMo1 VTiB	1040	油	710	水	690	785	14	50	39	269
20 CrMo1V	1025 ~ 1080	空	690 ~ 730	空	413	622	15	25	—	241
45 CrMoV	925 ~ 954	油	≥650	空	695	850	18	—	54	269
40 CrMoV	890 ± 15	油	≥650	空	720	860	18	50	34 ^①	269
25Cr2Mo1V	1040	空	660	空	590	735	16	50	47	241
25Cr2MoV	900	油	640	空	785	930	14	55	63	241
40 CrNiMo	850 ± 15	油	600 ± 50	水、油	835	980	12	55	78	269
35 CrMo	860	油	640	水、油	835 ^②	980	12	45	63	229

注 钢棒以退火或回火状态交货,其布氏硬度(HBS10/3000)应符合表中规定。

- ① 为 V 型缺口试样冲击。
- ② 为 σ_s 。

第十五节 镀涂钢板与钢带

一、单张热镀锌钢板(YB/T 5131—1993)

(1)牌号、化学成分、尺寸规格与用途(表 2－3－200)

表 2-3-200 单张热镀锌钢板的牌号、化学成分、尺寸规格与用途
(摘自 YB/T 5131—1993)

牌号	化学成分	尺寸规格/mm		用途
		厚度	宽度×长度	
Q195 Q215A Q235A	符合 GB/T 700 的规定	0.35、0.40、0.45、0.50、 0.55、0.60、0.65、0.70、 0.75、0.80、0.90、1.0、1.1、 1.2、1.3、1.4、1.5	710×1420、750×750、750 ×1500、750×1800、800× 800、800×1200、800× 1600、850×1700、900× 900、900×1800、800× 2000、1000×2000	用于建筑、包装、车 辆、农机、化工、轻纺 及日常生活用具等 方面

(2) 工艺性能(表 2-3-201)

表 2-3-201 单张热镀锌薄钢板(冷成型用)的杯突值(摘自 YB/T 5131—1993)

镀锌钢板 厚度/mm	深冲级别			镀锌钢板 厚度/mm	深冲级别		
	Z	S	P		Z	S	P
	杯突深度/mm ≥				杯突深度/mm ≥		
0.35	7.2	6.2	5.9	1.00	9.9	8.6	8.3
0.40~0.45	7.5	6.5	6.2	1.10	9.9	8.6	8.3
0.50~0.55	8.0	6.9	6.6	1.20	10.2	8.8	8.5
0.60~0.65	8.5	7.2	6.9	1.30	10.4	9.0	8.7
0.70~0.75	8.9	7.5	7.2	1.40	10.4	9.0	8.7
0.80	9.3	7.8	7.5	1.50	11.0	9.2	8.9
0.90	9.6	8.2	7.9				

二、连续热镀锌薄钢板和钢带(GB/T 2518—1988)

(1) 类别、尺寸规格与用途(表 2-3-202)

表 2-3-202 连续热镀锌薄钢板和钢带的类别、尺寸规格与用途

类别		尺寸规格	用途
镀层种类	符号		
锌	001、100、200、275、 350、450、600	宽度 1.25~2.5mm 宽度 700~1500mm	用于建筑包装、铁路车辆、农机 制造及日常生活用品等方面
锌铁 合金	001、90、120、180	长度 钢板 1000~6000mm 钢带卷内径 450mm	

(2)力学和工艺性能(表 2-3-203 ~ 表 2-3-204)

表 2-3-203 连续热镀锌薄钢板和钢带的力学和工艺性能
(摘自 GB/T 2518—1988)

	锌层		钢基			
加工性能	锌层 符号	180°弯曲试验 d —弯心直径 a —试样厚度	σ_b	σ_s	δ /%	180°冷弯试验 d —弯心直径 a —试样厚度
			MPa			
PT	001、90、100、120、180、 200、275、350	$d = a$	—	—	—	$d = a$
	450、600	$d = 2a$				
JY	001、90、100、120、180、 200、275、350	$d = 0$	275 ~ 500	—	—	$d = 0$
SC	001、100、200、275	$d = 0$	270 ~ 380	—	≥ 30	—
CS	001、100、200、275	$d = 0$	270 ~ 380	—	≥ 30	—
JG	001、90、100、120、180、 200、275、350	$d = a$	370	≥ 240	≥ 18	—
	450、600	$d = 2a$				

- 注 1. 锌层弯曲,距试样边部 5mm 以外不允许出现锌层脱落,但允许表面出现不露钢基的裂纹。
2. 钢基冷弯,试样弯曲不允许出现裂纹和分层。
3. 拉力试验,试样的标距 $L_0 = 80\text{mm}$,宽度 $b_0 = 20\text{mm}$ 。
4. JG 镀锌钢板和钢带,其抗拉强度仅供参考,最小的抗拉强度值可按双方协议。
5. 对于厚度大于 2.0mm 的钢板和钢带,其杯突试验冲压深度可按双方协议。
6. CS 镀锌钢板和钢带经供方光整处理后,保证 6 个月内深冲加工时不产生滑移线。
7. SC 镀锌钢板和钢带经供方光整处理后,保证 8 天内深冲加工时不产生滑移线。

表 2-3-204 连续热镀锌薄钢板和钢带的杯突试验值(摘自 GB/T 2518—1988) mm

公称厚度	加工性能		公称厚度	加工性能	
	SC	CS		SC	CS
	杯突试验冲压深度 ≥			杯突试验冲压深度 ≥	
0.5	7.4	8.1	1.3	9.6	10.1
0.6	7.8	8.5	1.4	9.7	10.3
0.7	8.1	8.8	1.5	9.9	10.5

续表

公称厚度	加工性能		公称厚度	加工性能	
	SC	CS		SC	CS
	杯突试验冲压深度 ≥			杯突试验冲压深度 ≥	
0.8	8.4	9.1	1.6	10.0	10.6
0.9	8.7	9.3	1.7	10.1	10.7
1.0	9.0	9.6	1.8	10.3	10.9
1.1	9.2	9.8	1.9	10.4	11.0
1.2	9.4	10.0	2.0	10.5	11.1

注 按需方要求,供应本表公称厚度中间规格钢板和钢带时,其冲压深度按相邻小尺寸的规定。

(3)镀层质量(表 2－3－205)

表 2－3－205 连续热镀锌薄钢板和钢带的锌层质量(摘自 GB/T 2518—1988) g·m⁻²

镀层种类	符号	三点试验平均值(双面)	三点试验最低值	
		≥	双面	单面
锌	001	—	—	—
	100	100	85	34
	200	200	170	68
	275	275	235	94
	350	350	300	120
	450	450	385	154
	600	600	510	204
锌铁合金	001	—	—	—
	90	90	76	30
	120	120	102	41
	180	180	153	61

- 注 1.001 号的锌层质量小于 100g/m²,具体质量按双方协定。
2. 需方对锌层质量无具体要求时,除锌铁合金镀层按 120g/m² 供货外,其余均按 275g/m² 供货。
3. 经双方协议,可供应差厚镀层的钢板和钢带。

三、连续热镀铝硅合金钢板和钢带(YB/T 167—2000)

(1)类别、尺寸规格与用途(表 2－3－206)

表 2-3-206 连续热镀铝硅合金钢板和钢带的类别、尺寸规格与用途

类别	代号	尺寸规格	用途
普通级	01	厚度 1.4 ~ 3.0mm ;	适用于公称厚度为 0.4 ~ 3.0mm,公称宽度 600 ~ 1500mm 连续热镀铝硅合金的钢板和钢带
冲压级	02	宽度 600 ~ 1500mm ;	
深冲级	03	钢板长度 1000 ~ 6000mm ;	
超深冲	04	钢带卷内径 508、610mm	

(2)化学成分(表 2-3-207)

表 2-3-207 基板的代号和化学成分(摘自 YB/T 167—2000)

品级		C	Mn	P	S
代号	名称	≤			
01	普通级	0.15	0.60	0.050	0.050
02	冲压级	0.12	0.50	0.035	0.035
03	深冲级	0.08	0.40	0.020	0.030
04	超深冲级	0.005	0.40	0.016	0.015

(3)力学性能(表 2-3-208)

表 2-3-208 连续热镀铝硅合金全钢板和钢带的力学性能(摘自 YB/T 167—2000)

基体金属品级		抗拉强度 σ_b /MPa	断后伸长率 δ /% ($L_0 = 50\text{mm}$)	180°弯曲弯心直径 $a = \text{试样厚度}$
代号	名称			
01	普通级	—	—	1a
02	冲压级	≤430	≥30	
03	深冲级	≤410	≥34	
04	超深冲级	≤410	≥40	

注 1. 02、03 及 04 级的最小抗拉强度一般为 260MPa。所有抗拉强度值均应精调至 10MPa。

- 对于厚度小于或等于 0.6mm 的钢材,表中规定的伸长率应减 2%。
- 产品有特殊的深冲要求时,可在订货时注明伸长率。
- 弯曲试验后的试样,弯曲部分的外侧应无裂纹、裂缝、断裂及起层。

(4)镀层质量(表 2-3-209)

表 2-3-209 连续热镀铝硅合金钢板和钢带的镀层质量
(摘自 YB/T 167—2000)

镀层代号	最小镀层质量极限/ $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$	
	三点试验	单点试验
200	200	150
150	150	115
120	120	60
100	100	75
080	080	60
060	060	45
040	040	30

四、连续热浸镀锌铝稀土合金镀层钢带和钢板(YB/T 052—1993)

(1)类别、尺寸规格与用途(表 2-3-210)

表 2-3-210 钢带和钢板的类别、尺寸规格与用途

类别	代号	尺寸规格	用途
普通级	PT	厚度 1.25 ~ 2.5mm ;	用于汽车、电子、家电等行业,是镀锌板良好的替代品。其生产工艺简单、成本低、锌层牢固、耐蚀性好
机械咬合级	JY	宽度 150 ~ 750mm ;	
深冲级	SC	钢板长度 : $\leq 6000\text{mm}$,按订单要求 ;	
结构级	JG	钢带卷内径 : $\geq 500\text{mm}$	

(2)力学和工艺性能(表 2-3-212)

表 2-3-211 钢基性能(摘自 YB/T 052—1993)

类别 代号	180°冷弯试验 d —弯心直径 a —试样厚度	抗拉强度 σ_b /MPa	屈服点 σ_s /MPa	伸长率 δ /%	杯突试验
PT	$d = a$	—	—	—	—
JY	$d = 0$	270 ~ 500	—	—	—
SC	—	270 ~ 380	—	≥ 30	见表 2-3-184
JG	—	≥ 270	≥ 240	≥ 18	—

注 1. 牌号及化学成分由供方选择。需方有要求时,也可指定牌号或化学成分。钢基为冷轧钢带。
2. 钢基冷弯,试样弯曲处不允许出现裂纹、裂缝、断裂及起层。
3. 拉伸试验,试样的标距 $l_0 = 80\text{mm}$,宽度 $b_0 = 20\text{mm}$ 。

表 2-3-212 钢基的杯突试验(摘自 YB/T 052—1993)

mm

公称厚度	标突试验杯突深度 $\geq$	公称厚度	标突试验杯突深度 $\geq$
0.5	7.4	1.3	9.6
0.6	7.8	1.4	9.7
0.7	8.1	1.5	9.9
0.8	8.4	1.6	10.0
0.9	8.7	1.7	10.1
1.0	9.0	1.8	10.3
1.1	9.2	1.9	10.4
1.2	9.4	2.0	10.5

(3)镀层质量(表 2-3-213)

表 2-3-213 镀层质量(摘自 YB/T 052—1993)

$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$

镀层质量 代号	三点试验平均值(双面) $\geq$	三点试验最低值	
		双面	单面
GF90	90	75	30
GF135	135	113	45
GF180	180	150	60
GF225	225	195	78
GF275	275	235	94
GF350	350	300	120

注 需方对镀层质量无具体要求时,按 GF180 供货。

五、连续电镀锌冷轧钢板及钢带(GB/T 15675—1995)

(1)类别、尺寸规格与用途(表 2-3-214)

表 2-3-214 连续电镀锌冷轧钢板及钢带的类别、尺寸规格与用途(摘自 GB/T 15675—1995)

类别	牌号	尺寸规格	用途
商品级	DX1	厚度 :0.4、0.50、0.60、0.70、0.80、0.90、1.00、 1.10、1.20、1.50、1.75、2.00、2.50、 300mm	用于汽车、电 子、家电等行业
冲压级	DX2	宽度 : $\leq 1500\text{mm}$	
深冲级	DX3	纵切钢带宽度 : $> 20 \sim 600\text{mm}$	
结构级	DX4	钢带卷内径 : $\geq 10、500\text{mm}$ 钢板长度 :1000 ~ 6000mm	

(2)化学成分(表 2-3-215)

表 2-3-215 连续电镀锌冷轧钢板及钢带的化学成分(摘自 GB/T 15675—1995)

牌号	用途分类	化学成分(质量分数)/%						脱氧方式
		C	Si	Mn	P	S	其他	
					≤			
DX1	商品级	≤0.12	—	≤0.50	0.035	0.035	N≤0.007	—
DX2	冲压级	≤0.01	≤0.05	≤0.45	0.030	0.035	—	镇静或特殊镇静
DX3	深冲级	≤0.08	≤0.03	≤0.40	0.025	0.030	Al ₅ 0.020 ~0.070	特殊镇静
DX4	结构级	≤0.24	—	≤0.70	0.035	0.035	—	—

注 钢中残余元素 Cu、Cr、Ni 的含量 *w* 分别不大于 0.15%。若供方能保证,可不进行分析。

(3)力学和工艺性能(表 2-3-216~表 2-3-217)

表 2-3-216 连续电镀锌冷轧钢板及钢带的力学性能(摘自 GB/T 15675—1995)

牌号	用途分类	力学性能				冷弯试验 180° 弯心直径 d a —试样厚度
		屈服强度 /MPa	抗拉强度 /MPa	下列厚度的伸长率 /% $\geq$		
				< 1mm	$\geq$ 1mm	
DX1	商品级	—	270 ~ 410	26	28	$d = 0$
DX2	冲压级	—	270 ~ 390	32	34	$d = 0$
DX3	深冲级	—	270 ~ 370	36	38	$d = 0$
DX4	结构级	≥ 215	360 ~ 510	19	21	$d = 0.5 a$

注 弯曲试验后,试样外侧表面不得有锌层分离以及肉眼可见的原板裂纹。但距试样边部 6mm 内出现的锌层分离不予考虑。

表 2-3-217 DX2、DX3 钢板和钢带的杯突试验(摘自 GB/T 15675—1995)

牌号	厚度的杯突值/mm											
	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
DX2	7.8	8.4	8.9	9.2	9.5	9.8	10.1	10.6	11.0	11.3	11.6	11.8
DX3	8.5	9.1	9.5	9.9	10.3	10.5	10.7	11.1	11.4	11.6	11.8	12.0

注 本表系对厚度不大于 2mm 的 D2Z、DX3 钢板和钢带。

(4)镀层质量(表 2-3-218)

表 2-3-218 连续电镀锌冷轧钢板及钢带的镀锌层
(摘自 GB/T 15675—1995)

锌层代号	锌层公称厚度 (单面) $/\mu\text{m}$	标准锌层质量 (单面) $/\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$	锌层质量最小值 (单面) $/\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$	
			等厚镀层	差厚镀层
14	1.4	10	8.5	8
28	2.8	20	17	16
42	4.2	30	25.5	24
56	5.6	40	34	32
70	7.0	50	42.5	40
84	8.4	60	51	48
98	9.8	70	59.5	56
112	11.2	80	68	64
126	12.6	90	76.5	72
140	14.0	100	85	80

六、热镀锌合金冷轧碳素钢板(YB/T 5130—1993)

(1)类别、尺寸规格与用途(表 2-3-219)

表 2-3-219 热镀锌合金冷轧碳素钢板的类别、尺寸规格与用途(摘自 YB/T 5130—1993)

类别	代号	尺寸规格/mm			用途
		厚度	宽度	长度	
普通拉延 深拉延 最深拉延 极深拉延	P	0.5	900	1800	适用于制造汽车油箱、贮油 容器及其他防腐蚀零件
		0.9	800	1550	
		0.9	1000	2000	
		1.0	1000	1640	
		1.0	1000	2000	
	S	1.2	850	1700	
	Z	1.2	880	1635	
	J	1.2	950	1840	
		1.2	1000	2000	
		1.2	1010	1600	
		1.5	1000	2000	
		2.0	1000	2000	

(2)力学性能(见表 2－3－220)

表 2－3－220 热镀锌合金冷轧碳素钢板的力学性能(摘自 YB/T 5130—1993)

牌号	拉延级别	抗拉强度 σ_b /MPa	屈服点 σ_s /MPa	伸长率 $\delta_{10}/\%$	冷弯试验 (180°)
08AlA	J	275 ~ 375	≤225	≥39	$d = 0$
08Al	Z	275 ~ 390	—	≥32	$d = 0$
	S	275 ~ 410	—	≥30	$d = 0$
	P	275 ~ 410	—	≥28	$d = 0$

注 1. 钢的牌号、化学成分应符合 GB/T 5213《深冲压用冷轧薄钢板和钢带》及 GB/T 710《优质碳素结构钢薄钢板和钢带》的规定。

2. 镀锌板应矫平和涂油交货 本表中 d 为冷弯半径。

七、冷轧电镀锡薄钢板(GB/T 2520—2000)

(1)类别、尺寸规格与用途(表 2－3－221)

表 2－3－221 冷轧电镀锡薄钢板的类别、尺寸规格与用途(摘自 GB/T 2520—2000)

类别	代号	尺寸规格	用途
钢基 MR 钢基 L 钢基 D	MR L D	一次冷轧电镀锡板厚度 0.17 ~ 0.55mm,宽度 ≥500mm 二次冷轧电镀锡板厚度 0.14 ~ 0.29mm,宽度 ≥500mm	适用于仪表机壳、玩具、文具盒、食品及罐头盒等
一次冷轧 镀锡板	TH50 + SE、TH52 + SE、 TH55 + SE、TH57 + SE、 TH61 + SE、TH65 + SE		
二次冷轧 镀锡板	T550 + SE、T580 + SE、T620 + SE、T660 + SE、T690 + SE		

(2)化学成分(表 2－3－222)

表 2－3－222 钢基的化学成分(摘自 GB/T 2520—2000)

钢基 代号	化学成分(质量分数)/% ≤								
	C	Si	Mn	S	P	Cu	Ni	Cr	Mo
D	0.12	0.030	0.60	0.05	0.020	0.20	0.15	0.10	0.05
L	0.13	0.030	0.60	0.05	0.015	0.06	0.04	0.06	0.05
MR	0.13	0.030	0.60	0.05	0.020	0.20	0.20	0.10	0.05

注 代号 D 的全铝含量通常不小于 0.020%。

(3)力学性能(表 2－3－223 ~ 表 2－3－224)

表 2-3-223 一次冷轧镀锡板的力学性能(摘自 GB/T 2520—2000)

钢级	不同厚度钢板硬度值(HR30Tm)					
	厚度 ≤0.21mm		0.21mm<厚度 ≤0.28mm		厚度 >0.28mm	
	公称值	平均值 范围	公称值	平均值 范围	公称值	平均值 范围
TH50+SE	53 _{max}	≤53	52 _{max}	≤52	51 _{max}	≤51
TH52+SE	53	±4	52	±4	51	±4
TH55+SE	56	±4	55	±4	54	±4
TH57+SE	58	±4	57	±4	56	±4
TH61+SE	62	±4	61	±4	60	±4
TH65+SE	65	±4	65	±4	64	±4

注：HR30Tm 表示允许试样背面有印痕。

表 2-3-224 二次冷轧镀锡板的力学性能
(摘自 GB/T 2520—2000)

钢级	规定非比例伸长应力 $\sigma_{P0.2}$ 平均值/MPa	
	公称值	平均值范围
T550+SE	550	480~620
T580+SE	580	510~650
T620+SE	620	550~690
T660+SE	660	590~730
T690+SE	690	620~760

注：日常检验可用回弹试验代替。

(4) 镀锡量(表 2-3-225)

表 2-3-225 镀锡量代号和公称镀锡量(摘自 GB/T 2520—2000)

镀锡量代号	公称镀锡量(单面)/ $g\cdot m^{-2}$
1.0/1.0	1.0/1.0
1.5/1.5	1.5/1.5
2.0/2.0	2.0/2.0

续表

镀锡量代号	公称镀锡量(单面)/g·m ⁻²
2.8/2.8	2.8/2.8
4.0/4.0	4.0/4.0
5.0/5.0	5.0/5.0
5.6/5.6	5.6/5.6
8.4/8.4	8.4/4.4
11.2/11.2	11.2/11.2
D5.6/2.8	5.6/2.8
D8.4/2.8	8.4/2.8
D8.4/5.6	8.4/5.6
D11.2/2.8	11.2/2.8
D11.2/5.6	11.2/5.6
D11.2/8.4	11.2/8.4

注 根据供需双方协议,也可供应其他类别的镀锡量。

八、彩色涂层钢板及钢带(GB/T 12754—1991)

(1)类别、尺寸规格与用途(表 2-3-226)

表 2-3-226 彩色涂层钢板及钢带的类别、尺寸规格与用途
(摘自 GB/T 12754—1991)

类别	涂料		尺寸规格	用途
	名称	代号		
建筑外用	外用聚酯	WZ	厚度 0.3~2.0mm 宽度 700~1550mm 钢板长度 500~4000mm 钢带卷内径 450、610mm	用于建筑、轻工、汽车、电器等工业部门,也用于农机具、家具及日常生活用品等方面
	硅改性聚酯	GZ		
	外用丙烯酸	WB		
	塑料溶胶	SJ		
建筑内用	内用聚酯	NZ		
	内用丙烯酸	NB		
	有机溶胶	YJ		
	塑料溶胶	SJ		
家用电器	内用聚酯	NZ		

(2)成品性能(表 2-3-227)

表 2-3-227 彩色涂层钢板及钢带的性能(摘自 GB/T 12754—1991)

分 类	涂料种类 代号	涂层厚度 / μm	60°光泽/%			铅笔 硬度	反向冲击/J		耐盐雾 /h
			高	中	低		厚度 $\leq 0.8\text{mm}$	厚度 $> 0.8\text{mm}$	
建 筑 外 用	WZ	≥ 20	> 70	40 ~ 70	< 40	$\geq \text{HB}$	≥ 6	≥ 9	≥ 500
	GZ						≥ 4	≥ 4	≥ 750
	WB								≥ 500
	SJ	≥ 100	—			—	≥ 9	≥ 9	≥ 1000
建 筑 内 用	NZ	≥ 20	> 20	40 ~ 70	< 40	$\geq \text{HB}$	≥ 6	≥ 9	≥ 250
	NB						≥ 4	≥ 4	
	YJ	≥ 30	—			—	≥ 9	≥ 9	≥ 500
	SJ	≥ 100	—			—			≥ 1000
家用电器	NZ	≥ 20	> 70		—	$\geq \text{HB}$	≥ 6	—	≥ 200

注 1. 塑料溶胶压花板压花前涂层厚度不小于 $160\mu\text{m}$ 。
2. 每批产品光泽度差不大于 10 个单位。

第十六节 工程和焊接结构用钢

一、碳素结构钢

(一)碳素结构钢的性能特点与用途(表 2-3-228)

表 2-3-228 碳素结构钢的性能特点与用途

牌 号		性 能 特 点	用 途 举 例
新	旧		
Q195	A1	较高的塑性、韧性和焊接性能， 良好的压力加工性能，但强度低	载荷小的零件、垫块、铆钉、地脚 螺栓、犁铧、烟筒、屋面板、低碳钢 丝、薄板、焊管、拉杆、开口销，以及 冲压零件、焊接件等
	B1		