

石油、化学和气体工业设施用往复压缩机

API 618 标准

第 5 版，2007 年 12 月

美国石油学会

特别说明

API 出版物必要地陈述了一般性质的问题。关于特殊情况，宜考察地方、州和联邦的法律及法规。

关于本标准中所包含信息的准确性、完整性或实用性，API 及 API 的雇员、转包商、顾问、委员会或其他代理人都不作任何明确或暗示的保证或表示，也不对本出版物揭示的任何信息或方法的使用、或此使用造成的结果承担责任或职责。API 及 API 的雇员、转包商、顾问或其他代理人都不表示本出版物的使用不会侵犯私人拥有的权利。

要使用 API 出版物的任何人都可以使用。学会已尽力保证其中所含资料的准确性和可靠性；然而，学会关于本出版物不做表示、保证或担保，并在此明确声明，对使用资料导致的损失和损害，或对拥有本出版物可能与之有冲突的管辖权的权威机构的侵害，本学会拒绝承担任何责任或职责。

API 出版物的发布是为了使经证实的、合理的工程和操作惯例广泛可得。这些出版物并不意在排除宜利用这些出版物时应用合理的工程判断的需要。API 出版物的编制出版不以任何方式来阻止任何人使用任何其他惯例。

按照 API 标准的标记要求标记设备或材料的制造方对遵守该标准所有适用要求负全部责任。API 不表示、保证或担保这类产品实际上符合适用的 API 标准。

前 言

API 出版物中所包含的任何内容都不能被认为暗示或明示地授予专利特许证所涵盖任何方法、设备或产品的制造、销售或使用的权利。API 出版物中所包含的任何内容也不宜被认为保证任何人对专利特许证的侵害不承担责任。

应：用于标准中时，“应”表示为符合规范的最低要求。

宜：用于标准中时，“宜”表示为符合规范的推荐或者建议而非必需的要求。

本文件依照 API 标准化程序撰写，保证了进展过程中适当的通告和参与，并指定为 API 标准。关于本出版物内容的解释的问题，或关于本出版物进展过程的评论和问题，宜用书面形式递交给美国石油学会标准负责人，1220 L Street, N.W., Washington, D.C. 20005。复制或翻译于此发布的资料中全部或任何部分的许可请求也宜寄给负责人。

一般情况下，API 标准至少每五年要重审和修订、再确认或撤销。该重审周期可延长一次，延长时间最多为两年。

目 录

页码

1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语定义	4
4 总则	8
4.1 成套责任	8
4.2 单位换算	8
4.3 专用名词	9
5 计量要求	9
5.1 尺寸单位制	9
5.2 法定计量要求	9
5.3 相抵触时的要求	9
6 基本设计	9
6.1 概述	9
6.2 螺栓连接	11
6.3 计算冷态径向跳动	12
6.4 许用速度	12
6.5 许用排出温度	12
6.6 活塞杆负荷和气体负荷	13
6.7 临界转速	13
6.8 压缩机气缸	14
6.9 气阀和卸荷器	18
6.10 活塞、活塞杆和活塞环	20
6.11 曲轴箱、曲轴、连杆、轴承和十字头	22
6.12 接筒	23
6.13 填料箱和压力填料	24
6.14 润滑	25
6.15 材料	28
6.16 铭牌和转向箭头	35
7 辅助设备	36
7.1 驱动机	36
7.2 联轴器和防护罩	39
7.3 减速传动装置	40
7.4 皮带传动	40
7.5 安装板	41
7.6 控制和仪表	43
7.7 管路和附属设备	47
7.8 中间冷却器、后冷却器和分离器	49

7.9	脉动和振动控制	51
7.10	空气吸入过滤器	64
7.11	专用工具	64
8	检验和试验	64
8.1	概述	64
8.2	检验	65
8.3	试验	67
8.4	装运准备	68
9	卖方的资料	70
9.1	概述	70
9.2	投标	70
9.3	合同资料	72
附录 A	(资料性的) 数据表	74
附录 B	(资料性的) 额定容积流量和偏差	109
附录 C	(资料性的) 活塞杆的径向跳动	110
附录 D	(资料性的) 灰铸铁或球墨铸铁件的修补	126
附录 E	(资料性的) 采购方的核对表	127
附录 F	(规范性的) 卖方图样和资料要求	132
附录 G	(规范性的) 图和示意图	141
附录 H	(资料性的) 主要零部件材料	150
附录 I	(资料性的) 将工艺流程气体泄漏减到最低的接筒放气、排液和充气系统	151
附录 J	(资料性的) 往复压缩机专用名词	156
附录 K	(资料性的) 检验员检查表	158
附录 L	(资料性的) 典型安装板的布置	159
附录 M	(资料性的) 设计方法工作流程框图	160
附录 N	(资料性的) 压缩机气体管路设计指南和声学模拟分析的准备	163
附录 O	(资料性的) 确定低通滤波器尺寸的指南	166
附录 P	(资料性的) 管路和脉动抑制装置激振力指南	168
附录 Q	(资料性的) 压缩机部件—符合 NACEMR0175.....	174
图		
1	整个厚度方向受拉伸负荷的板材 及其要求超声检测的 区域.....	32
2	受弯曲负荷的板材 及其要求超声检测的 区域.....	32
3	受轴向负荷的板材	33

4	不连续频率的管路设计振动	60
A-1	往复压缩机数据表（ U.S. 通用单位制）	75
A-2	往复压缩机数据表（SI 单位制）	92
C-1	带冷态垂直径向跳动的基本图形	111
C-2	活塞杆无下沉的垂直径向跳动几何关系	111
C-3	活塞杆径向跳动表	112
C-4	因活塞杆下沉（下沉差 = 0）的活塞杆径向跳动	113
C-5	因活塞杆下沉（下沉差 >0）的活塞杆径向跳动	114
C-6A	活塞杆径向跳动计算用数据	115
C-6B	活塞杆径向跳动计算示例	116
C-6C	活塞杆径向跳动打印输出 样本.....	119
C-7	气缸运行间隙为 0.080in 活塞杆径向跳动的图解	120
C-8	气缸运行间隙为 0.060in 活塞杆径向跳动的图解	121
C-9	气缸运行间隙为 0.040in 活塞杆径向跳动的图解	122
C-10	气缸运行间隙为 0.020in 活塞杆径向跳动的图解	123
C-11	气缸运行间隙为 0.010in 活塞杆径向跳动的图解	124
G-1	气缸冷却系统	143
G-2	典型气缸示功器抽头 - 接口	144
G-3	接筒和填料布置	145
G-4	典型的活塞杆压力填料用自带冷却系统	146
G-5	典型的机身压力润滑油系统	147
G-6	活塞杆与十字头直接连接方案	148
G-7	活塞杆与十字头间接连接方案	148
G-8	活塞杆与十字头夹紧间接连接方案	148
G-9	上紧图（螺栓拉紧图）	149
I-1	典型的单室接筒将工艺流程气体泄漏减到最低的放气、排液和充气布置	153
I-2	典型的双室接筒将工艺流程气体泄漏减到最低的放气、排液和充气布置	154
I-3	典型的充气填料布置	155
J-1	往复压缩机专用名词	157
L-1	典型安装板布置	159
M-1	设计方法 1.....	160
M-2	设计方法 2.....	161
M-3	设计方法 3.....	162
O-1	非对称滤波器	166
P-1	无因次管路激振力指南	168
P-2	无因次脉冲抑制装置激振力指南	169
P-3	沿管路轴线激振力	169
P-4	沿脉冲抑制装置轴线激振力	170
P-5	激振力减震器示例	171
Q-1	压缩机部件——符合 NACEMR0175的材料指南	175
表		
1	冷却系统条件	10

2	驱动器跳闸转速	10
3	气缸材料的最高表压	31
4	安全阀设定值	45
5	报警和停机的最低要求	46
6	设计方法选择	53
7	铸件中缺陷的最严重等级	66
E-1	采购方的核对表	127
H-1	往复压缩机零部件的材料 要求.....	150
K-1	检验员检查表	158
N-1	声学模拟要求的压缩机数据	165
P-1	可能要求加强的气缸组件重量	172

石油、化学和气体工业设施用往复压缩机

引言

本标准是基于往复压缩机的制造方和用户积累的知识和经验。 本标准的目标是提供采购规范以便采购和制造用于石油、化学和气体工业设施的往复压缩机。

本标准的主要目的是建立最低要求。

能源节约倍受关注并在设备的设计、 应用和运行的所有方面已变得日趋重要。 所以， 制造方和用户宜在这些环节中积极追求创新的能源节约方法。 宜彻底调查并提出可能带来能量利用率提高的替代方法。 这对新设备投标尤其适用， 因为采购选择的评估将日趋基于整个产品寿命期的总费用而非仅仅采购费用。

特别鼓励设备制造方提出规定方法的替代， 这些替代方法要能够提高能量利用率并减少整个产品寿命期总费用， 而不会牺牲安全性和可靠性。

本标准要求采购方规定一定的细节和特性。 不可否认采购方可能想要变更、 删除或扩充本标准的部分章节， 但是强烈建议这类变更、 删节和扩充通过补充本标准来实现， 而不是重写或把其中的章节组成另一个标准。

为了本标准的有效使用及便于查阅正文， 推荐使用附录 A 中的数据表。

本标准的使用者宜意识到单个应用中可能需要有进一步或不同的要求。 本标准无意阻止卖方提供或采购方接受单个应用中替代设备或工程方案。 如创新的或发展中的技术， 这可能特别适用。 提供替代时， 卖方宜确定对本标准的任何变动并提供详细说明。

1 范围

本标准规定了石油、 化学和气体工业设施用的处理工艺空气或气体， 气缸有油润滑或无油润滑的往复压缩机及其驱动机的最低要求。

本标准适用于中、低速压缩机， 以及相关的润滑系统、控制、仪表、中间冷却器、后冷却器、脉动抑制装置和其他辅助设备。 本标准不适用于（ a）整体燃气发动机驱动的压缩机， （b）用作十字头单作用筒型（汽车型）活塞压缩机， 和（ c）排气压力在 9 barg（125 psig）或以下的机械设备或仪表空气压缩机。

注 1：石油和天然气生产设施用撬装式高速往复压缩机的要求在 ISO 13631 中规定。

注 2：条款开头的点（ ）表示要求采购方作出决定或提供进一步的信息。该信息宜标明在数据表上（见附录 A）；另外宜在报价申请书（询价）或订单中说明。

2 规范性引用文件

2.1 下列引用文件对本标准的应用是必需的。对注日期的引用文件， 只有应用引用的版本。对不注日期的引用文件， 应用引用文件（包括任何修改通知单）的最新版本。

API

RP 500	划为第一级第一和第二部分的石油设备上电气安装的区域分级
Std 541	500马力及以上的缠绕鼠笼式异步电机
Std 546	500kV及以上无刷同步电机

Std 611	石油、化学和气体工业设施用一般用途蒸汽轮机
Std 612	石油、石化和天然气工业用特殊用途蒸汽轮机
Std 613	石油、化学和天然气工业设施用特殊用途齿轮传动机构
Std 614	石油、化学和天然气工业设施用润滑、轴封和控制油系统及辅助装置
Std 616	石油、化学和气体工业设施用燃气轮机
Std 670	机械保护系统
Std 671	石油、化学和天然气工业设施用特殊用途联轴器
Std 677	石油、化学和天然气工业设施用一般用途齿轮传动机构
RP 686	机械设备安装和安装设计推荐方法
石油计量标准的计量方法（MPMS	
第15章	国际单位制（SI）在石油和相关工业中的使用指南
AGMA ¹	
9002	挠性联轴器的镗孔和键槽（英制）
ANSI ²	
S2.19	机械振动- 刚性电机平衡质量要求—第1部分：许可不平衡的测定，包括海上的应用
ASME ³	
B1.1	统一英制螺钉螺纹（UN和UNF螺纹型式）
B16.1	灰铸铁管法兰和法兰配件：等级 25, 125和250
B16.5	管法兰和法兰配件 NPS ¹ / ₂ 至NPS 24公制/ 英制标准
B16.11	承插焊和螺纹锻造管件
B16.42	球墨铸铁管法兰和法兰配件：等级 150和300
B16.47	大直径钢制法兰
B31.3	工艺流程管路
锅炉及压力容器规范	
	第 V 卷：无损检测
	第VIII卷，第一册：压力容器建造规则
	第IX卷：焊接与钎焊评定
ASTM ⁴	
A 193	高温或高压设施及其他特殊用途合金钢和不锈钢螺栓连接材料标准规范
A 194	高温或高压设施或两者的螺栓用碳钢和合金钢螺母标准规范
A 216	高温设施用适用于熔焊的碳钢铸件标准规范
A 247	铁铸件中石墨显微组织测定的标准试验方法
A 278	650°F（350°C）及以下的承压零件用灰铁铸件标准规范
A 307	60 000 PSI 抗拉强度碳钢螺栓和螺柱标准规范
A 320	低温装置用合金钢和不锈钢螺栓连接材料标准规范

¹美国齿轮制造商协会, 500 Montgomery Street, Suite 350, Alexandria, Virginia 22314 -1581, www.agma.org.

²美国国家标准学会, 25 West 43rd Street, 4th floor, New York, New York 10036, www.ansi.org.

³美国机械工程师学会, 国际, Three Park Avenue, New York, New York 10016-5990, www.asme.org

⁴美国材料与试验协会, 国际, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, Pennsylvania 19428-2959, www.astm.org.

A 388	大型钢锻件超声波检验标准方法
A 395	高温用铁素体球墨铸铁承压铸件标准规范
A 503	锻造曲轴超声波检验标准规范
A 515	中温及高温装置用压力容器碳素钢板标准规范
A 668	一般工业用碳素钢和合金钢锻件标准规范
E 94	射线检验标准指南
E 125	铁铸件磁粉检验标准参考图谱
E 165	液体渗透检验的标准试验方法
E 709	磁粉检验标准指南
AWS⁵	
D 1.1	钢结构焊接规范
IEC⁶	
60034(所有部分)	旋转电机
60079(所有部分)	爆炸性气体环境用电气设备
60529	外壳防护等级 (IP代码)
60848	顺序功能图用 GRAFCET 规范语言
ISO⁷	
7-1	螺纹密封接合的管螺纹—第1部分：尺寸、公差和标记
7-2	螺纹密封接合的管螺纹—第2部分：用极限量规检验
261	ISO普通米制螺纹—总方案
262	ISO普通米制螺纹—螺钉，螺栓和螺母的选用规格
281	滚动轴承—动载荷额定值和额定寿命
286-2	ISO极限与配合体系—第2部分：孔和轴的标准公差等级和极限偏差表
724	ISO普通米制螺纹—基本尺寸
965(所有部分)	ISO普通米制螺纹—公差
1217	容积式压缩机—验收试验
1940-1	机械振动—恒态（刚性）中转子平衡品质要求—第1部分：规范与平衡允差的检验
6708	管道元件—DN（公称通径）的定义和选择
7005-1	金属法兰—第1部分：钢法兰
7005-2	金属法兰—第2部分：铸铁法兰
7005-3	金属法兰—第3部分：铜合金及组合法兰
8501(所有部分)	涂装前钢材基底的除锈处理——表面清洁度的目视评定
10441	石油和天然气工业特殊用途用机械功率传递挠性联轴器
10437	石油、石化和天然气工业特殊用途用蒸汽轮机
10438(所有部分)	石油、石化和天然气工业用润滑、轴封、控油系统和辅助装置
10816-6	机械振动——在非旋转零件上测量以评定机器振动——第6部分 额定功率在100kW 以上的往复式机器
13631	石油和天然气工业用撬装式往复气体压缩机

⁵美国焊接协会，550 N.W. LeJeune Road, Miami, Florida 33126, www.aws.org.

⁶国际电工委员会，3, rue de Varembe, P.O. Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland, www.iec.ch.

⁷国际标准化组织，1, ch. de la Voie-Creuse, Case postale 56, CH-1211 Geneva 20, Switzerland, www.iso.ch.

13691	石油和天然气工业用特殊用途高速齿轮传动装置
14691	石油和天然气工业用一般用途机械功率传递挠性联轴节
16889	液压动力过滤器—评定滤芯过滤元件性能的多通道方法
NACE ⁸	
腐蚀工程师参考手册	
MR0175	石油和天然气工业—油气生产中用于含H ₂ S环境的材料
NEMA ⁹	
MG 1	电动机和发电机
NFPA ¹⁰	
70	国家电气规程
SSPC ¹¹	
SP 6/NACE No.3	工业用喷砂清洗

2.2 条款下的“注”是资料性的。

2.3 按照本标准提供的设备应符合适用的 ISO标准或按规定适用的美国标准。

3 术语定义

以下术语和定义用于本标准：

3.1 声学模拟 acoustic simulation ：流体的一维声学特性和往复压缩机动态流动对这些特性的影响的模拟过程，同时考虑了流体特性和压缩机及连接容器和管路的几何结构。

注：数学模型基于控制微分方程（运动，连续性等）。模拟宜考虑由广义的压缩机激振所导致的在管路模型上任意点压力 / 流量调节的确定（见 3.1 ， 3.4 ， 3.9 ， 3.28 ， 3.39 和 3.57 ）。

3.2 有源分析 active analysis ：声学模拟的一部分，它模拟压缩机在预期的负荷、速度范围和状态条件下强迫运行所引起的压力脉动幅度（见 3.1 ）。

3.3 报警点 alarm point ：测量参数的预设值，在该值下发出警告，要求纠正动作以调整工况。

3.4 相似模拟 analog simulation ：使用电气元件（电感、电容、电阻和供电装置）来实现声学模拟（见 3.1 ）。

3.5 地脚螺栓 anchor bolts ：用于将安装板或机器固定到支撑结构（混凝土基础或钢结构）上去的螺栓。

注：压紧螺栓的定义见 3.13 。也可见图 L-1。

3.6 基板 baseplate :为了支撑整个压缩机和 / 或驱动设备以及其他可能安装在上面的附属装置而设计的装配式钢结构。

⁸美国国际腐蚀工程师协会 ， 1440 South Creek Drive, Houston, Texas 77084-4906, www.nace.org.

⁹美国国家电气制造商协会 ， 1300 North 17th Street, Suite 1752, Rosslyn, Virginia 22209, www.nema.org.

¹⁰美国国家消防协会 ， 1 Batterymarch Park, Quincy, Massachusetts 02169-7471, www.nfpa.org.

¹¹保护涂层委员会 ， 40 24th Street, 6th Floor, Pittsburgh, Pennsylvania 1522-4656, www.sspc.org.

3.7 综合活塞杆负荷 combined rod load : 十字头销上气体负荷和惯性力的代数和。

注：气体负荷是作用于活塞两端面积上压差所产生的力。惯性力是由往复质量的加速度所产生的力。十字头销上的惯性力是所有往复质量（活塞和活塞杆组件、十字头组件与十字头销）与其各自加速度之乘积的总和。

3.8 设计 design : 设备制造方可用于描述各种参数的术语，如设计功率、设计压力、设计温度或设计速度。

注：此术语只宜由设备制造方使用，不出现在采购方技术规范中。

3.9 数字模拟 digital simulation : 在数字计算机上使用各种数学技术来实现声学模拟的方法（见 3.1）。

3.10 驱动机构 drive train : 包括直到压缩机轴自由端的所有驱动设备以及所有连接到曲轴自由端的部件。

3.11 故障安全 fail safe : 万一有部件发生故障或系统的能源供应故障，使设备回复到永久安全状态（停机和 / 或减压）的系统。

3.12 仪表板 : 用于支撑和放置各种仪表、开关、变送器和其他仪器，开放或不封闭的支架或板。

注：仪表板不是仪表盘。仪表盘是封闭的。仪表盘的定义见 3.35。

3.13 压紧螺栓（安装螺栓） hold down bolts(mounting bolts) : 将设备固定到安装板上去的螺栓。

3.14 资料性的 informative : 描述提供信息和用来帮助标准使用的理解的标准部分。

注 1：符合资料性的标准部分不是强制的。

注 2：如所示，附录可能是资料性的或规范性的。规范性的定义见 3.32。

3.15 进气容积流量 inlet volume flow : 在压力、温度、压缩系数和气体组份，包括湿度的条件下，在压缩机进口法兰处，以容积流量单位表示的流量。确定进气容积流量时，必须考虑经过脉动抑制装置和级间液体分离器的压力降。

注：进气容积流量是实际容积流量的一个特例。实际容积流量是在任何特定位置，如级间、压缩机进气法兰或压缩机排气处的容积流量。因此，实际容积流量不宜与进气容积流量互换使用。

3.16 就地 local : 安装在设备或控制柜 / 油、水站上或其附近的器械的位置。

3.17 制造方 manufacturer : 对设备的设计和制造负有责任的机构。

注：制造方通常是一个不同于卖方的实体。

3.18 制造方额定流量 manufacturer's rated capacity : 用于确定压缩机大小的流量，是当压缩机在规定的排气压力下运行时，在规定进口条件下吸入压缩机气缸的气量。

注：见 3.43，3.48 和 6.1.3。

3.19 最大许用连续综合活塞杆负荷 maximum allowable continuous combined rod load : 在运动部件（活塞、活塞杆、十字头组件、连杆、曲轴、轴承等）和压缩机机身中，制造方设计允许连续运行的任何部件所受到的无论哪个力都不超过的最高综合负荷。

3.20 最大许用连续气体负荷 maximum allowable continuous gas load : 在压缩机的静止部件（如机身、接筒、气缸和螺栓连接）上制造方允许连续运行的最大力。

3.21 最高许用转速 maximum allowable speed : 制造方设计允许连续运行的最高转速。

3.22 最高许用温度 maximum allowable temperature : 制造方设计的设备（或与本术语有关的任何部件）在规定的最大运行压力下输送规定的流体时允许的最高连续温度。

3.23 最高许用工作压力 maximum allowable working pressure (MAWP) : 制造方设计的设备（或与本术语有关的任何部件）在规定的最高运行温度下输送规定的流体时允许的最高连续表压。

3.24 最高连续转速 maximum continuous speed : 机器竣工后在任何规定运行工况下，对规定的流体能够连续运行的最高转速。

3.25 最低许用转速 minimum allowable speed : 制造方的设计所允许的连续运行的最低转速。

3.26 最低许用吸气压力（对每级） minimum allowable suction pressure (for each stage) : 该级在排气安全阀的设定压力和其他规定的进口气体条件下运行时允许的最低压力（在气缸进口法兰处测得），低于此压力时，综合活塞杆负荷、气体负荷、排气温度或曲轴扭矩负荷（无论哪个受到控制）会超过最大许用值。

3.27 最低许用温度 minimum allowable temperature : 制造方设计的设备（或与本术语有关的任何部件）允许的最低温度。

3.28 （声学脉动谐振的）波形 mode shape (of an acoustic pulsation resonance) : 管路系统各点的脉动振幅和相位角的关系的描述。波形的知识使分析人员能理解管路系统的脉动模型（见 3.1）。

3.29 安装板 mounting plate : 基板，滑橇，底板和导轨。

3.30 正常运行点 normal operation point : 预期常规运行并希望达到的最佳效率点。该点通常是制造方保证性能在本标准规定偏差范围内的点。

3.31 常开和常闭 normally open and normally closed : 指的是如自动控制电气开关和阀门这些装置闲置和安装、断电的状态。

注：这些装置的正常运行状态不必与闲置状态相同。

3.32 规范性的 normative : 为执行标准要符合的要求。

3.33 观察的 observed : 通知到采购方检验或试验的时间和即使采购方或采购方代表不到场，检验或试验也按进度表执行。

3.34 物主 owner : 设备的最后接收者。

注：在许多情况下，物主授权其他代理人作为设备的采购方。

3.35 仪表盘 panel : 用于安装、显示和保护仪表、开关和其他仪器的机柜。

3.36 无（气）源分析 passive analysis : 在任意频率范围内，在系统上通常在气缸的气阀位置，施加一个稳定流动振幅调制作为声学模拟的一部分。导出的变换函数定义了声学固有频率和在所需频率范围内的波形（见 3.1）。

3.37 活塞杆下沉 piston rod drop : 与测量探头安装位置（通常垂直定位于水平气缸的压力填料处）相关的活塞杆位置的测量值。

3.38 活塞杆径向跳动 piston rod runout : 活塞杆通过其行程的外出部分移动时，在单点（通常在压力填料盒或其附近）测得的活塞杆垂直或水平方向的位置变化。

注 1：在卧式压缩机中，活塞杆径向跳动在垂直和水平方向都测量。在杆侧取水平径向跳动来确定水平变化，而在杆顶取垂直径向跳动来确定垂直变化。

注 2：实际考虑，转动轴一整周来监测径向跳动是可行的。

注 3：关于活塞杆径向跳动的详细探讨见附录 C。

3.39 承压机壳 pressure casing：机组所有静止承压零部件的组合，包括所有接管和其他附属零部件。

3.40 压力设计规范 pressure design code：由采购方规定或认同的公认的压力容器标准。例如：一个公认的压力容器标准是 ASME 第 VIII 卷。

3.41 采购方 purchaser：对卖方发出订单和技术要求的经销方。

注：采购方可以是要安装设备的工厂的物主或物主委派的代理。

3.42 导轨 rails：伸出设备每侧全长的底板。

3.43 额定排气压力 rated discharge pressure：要求符合采购方规定的预期运行工况的最高压力。

3.44 额定排气温度 rated discharge temperature：由任何规定运行工况引起的最高预计运行温度。

3.45 额定转速 rated speed：要求符合任何规定运行工况的最高转速。

3.46 安全阀设定压力 relief valve set pressure：安全阀开始起跳的压力。

3.47 远程 remote：远离设备或控制柜 / 油、水站的器械的位置，通常在控制室内。

3.48 要求流量 required capacity：采购方规定的满足流程条件的流程流量，允许无负偏差（NN%）。

注 1：要求流量是压缩机在规定的排气压力和转速下运行时，在规定进口条件下吸入压缩机气缸的气量。

注 2：术语无负偏差的解释见附录 B。

3.49 活塞杆反向 rod reversal：在每转中活塞杆负荷受力方向的改变（拉伸到压缩或相反）导致十字头销上负荷反向。

3.50 （停机）稳定压力 settling out pressure：当压缩机停机而系统不再降压时，压缩机系统内的压力。

3.51 应 shall：用于陈述强制要求。

3.52 停机设定点 shutdown set point：要求系统或设备自动或手动停机测定参数的预设值。

3.53 滑橇 skid：有滑橇型滑行支架的便于重新安置的基板。

3.54 底板 soleplate：安装在电机、轴承座、齿轮箱、汽轮机底脚、气缸支承、中体和压缩机机身下的灌浆板（见附录 L）。

3.55 专用工具 special tool：市场上没有的工具。

3.56 标准容积流量 standard volume flow：列出的标准条件之一用容积流量单位表示的流量：

SI 流量单位通常是：

标准立方米每小时（ Nm^3/h ），或

标准立方米每分钟（ Nm^3/min ）

在 ISO 标准条件

绝对压力：1.013 bar

温度：0°C

美国通用流量单位通常是：

标准立方英尺每分钟（scfm），或

百万标准立方英尺每天（mmscfd）

在通用标准条件

绝对压力：14.7 psia

温度：60°F

3.57 频谱分布 spectral frequency distribution：对有源或无源声学分析所选测试点的位置上，压力脉动谐波振幅与频率关系的描述（见 3.1）。

3.58 总指示器读数 (TIR),(也称总指示跳动) total indicator reading(TIR),(also known as total indicated runout)：被监测表面转动一整周时，监测该面或圆柱表面的刻度盘指示器（千分表）或类似仪表的最大和最小读数之间的差。

注：对圆柱表面，指示器读数意指表示等于读数一半的偏心距。对全平面，指示器读数给出等于读数的垂直度超差。如存在疑问的面不圆或不平，TIR 的数据分析较为复杂并会受椭圆度或凸角的影响。

3.59 跳闸转速 trip speed：独立的紧急超速保护装置启动使变速原动机停机的转速。对本标准，除了变频驱动的交流电机的跳闸转速是与最大供电频率下的电机同步转速相应的转速（见表 2）。

3.60 成套责任 unit responsibility：协调包括在订单范围内设备和所有辅助系统的制造和技术方面内容的责任。

注：技术方面要考虑的包括但不限于：功率要求、转速、转向、总体布置、联轴器、动态特性、噪声、润滑、密封系统、材料试验报告、仪表、管路、技术要求一致性和零部件的试验。

3.61 卖方（也称供方） vendor(also known as supplier)：提供设备的经销方，公司或实体。

注 1：采购方可能是设备的制造方或者制造方的代理，并通常为服务支持负责。

注 2：API 机械设备文件提出双方之间的责任。对这些标准，这些责任方被定义为采购方（见 3.41）和卖方或供方（见 3.61）。在设备的采购和制造中涉及许多责任方。根据在定单链中的位置，给予这些责任方不同的名称。他们可能被叫做买主，承包方，制造方和次卖方。然而在所有情况中，一方向另一方采购物资。例如：供应润滑油站的一方可能是压缩机制造方的油站卖方，采购方的次卖方，和油站内零部件的采购方。所有这些术语可以简化为采购方和卖方或供方。由于这个原因，本标准全文中只采用这两个术语。

3.62 见证 witnessed：通知到采购方检验或试验的时间并在检验或试验上安排控制点直到采购方或采购方代表参加的检验或试验。

4 总则

4.1 成套责任

负有成套责任的卖方应确保所有次卖方符合本标准和所有引用文件的要求。

4.2 单位换算

从美国通用单位制换算到 SI 单位制使用了 API 618 第 15 章中的因数。然后四舍五入圆整到精确的 SI 单位制。

4.3 专用名词

往复压缩机的专用名词指南在附录 J 中介绍。

5 计量要求

5.1 尺寸单位制

提供给本标准的数据，图样，五金器件（包括紧固件）和设备应按规定使用 SI 单位制或美国通用单位制。

5.2 法定计量要求

采购方和卖方应共同确定必须遵守的适用于设备的政府规范、条例、法令或规则的测量方法。

5.3 相抵触时的要求

如本标准和询价之间有抵触，应调整询价单。在订货期间，应调整订单。

6 基本设计

6.1 概述

6.1.1 本标准涉及的设备（包括辅助设备）应设计和制造成最低 20 年的使用寿命，并至少不间断运行 3 年。达到这些目标是采购方和卖方的共同责任，并取决于工艺流程系统的设计。由于超过易损零件的寿命，可能发生对连续运行的中断是可以理解的。

注：这些是公认的设计准则。

6.1.2 卖方应承担订单供货范围内的所有设备和所有辅助系统的成套责任。

6.1.3 应规定设备的正常运行点。除非另有规定，正常运行点的流量应无负偏差（见 3.18，3.30 和 3.48）。

注：流量和术语“无负偏差”的论述见附录 B。

6.1.4 由异步电机驱动的压缩机应按额定负荷条件的实际电机转速来额定，而非同步转速。

6.1.5 压力设计规范应由采购方规定或认同。

6.1.6 提供的所有设备的声压级控制应由采购方和负有成套责任的卖方共同努力。卖方提供的设备应符合采购方规定的最高允许声压级。

为了确定一致性，卖方应为设备的每个倍频带提供最大声压和声功率级数据。

注：一个声源的声功率级可以看作在给定运行条件组合下该声源的特性。然而，声压级会根据声源所处环境及离开声源的距离而变化。由于卖方不能控制设备所置环境的理由，卖方常规反对保证采购方的最大允许声压级要求。但是卖方能控制设备的声功率级。

6.1.7 除非另有规定，冷却水系统或多个系统最低应按表 1 的条件设计。

表 1—冷却系统条件

参数	要求	
	SI 单位	USC单位
用于换热器		
经交换表面的流速	1.5 - 2.5 m/s	(5 – 8 ft/s)
最大许用工作压力 (MAWP	≥7 bar (表压)	(100 psig)
试验压力 (≥ 1.5 MAWP	10.5 bar (表压)	(150 psig)
最大压降	1 bar	(15 psi)
最高进口温度	30°C	(90 °F)
最高出口温度	50°C	(120 °F)
最大温升	20K	(30 °F)
最小温升	10K	(20 °F)
水侧污垢系数	0.35m ² K/kW	(0.002 hr-ft ² °F/Btu)
碳钢壳体的腐蚀裕度	3 mm	(0.125 in.)
用于气缸水夹套和填料盒		
最大许用工作压力 (MAWP	≥5 bar (表压)	(75 psig)
试验压力 (≥ 1.5 MAWP	7.5 bar (表压)	(112.5 psig)
为避免冷凝，进入到水冷轴承座的最低进口水温最好宜高于环境空气温度。		

如经热交换表面的最小温升与流速准则有抵触， 卖方应通知采购方。 经热交换表面流速准则意指使水侧污垢减到最少。最小温升的准则意指使冷却水用量减到最少。最后的选择应由采购方认可。

注：冷却系统的要求与表 1 所列不同时，采购方宜作出规定。

对冷却水系统的完全放空和排液应采取措施。

6.1.8 设备应设计成同时在安全阀设定值和跳闸转速下运行而无损害。

注：在这些条件下运行可能驱动功率不足（见 7.1.1 ）。

6.1.9 设备的跳闸转速不应小于表 2 中的值。

表 2—驱动机跳闸转速

驱动机类型	跳闸流速 (额定流速的百分数)
蒸汽轮机, NEMA等级 A ^a	115
蒸汽轮机, NEMA等级 B, C, D ^a	110
燃气轮机	105
变速电机	110
恒速电机	100
往复发动机	110
^a 表示如 NEMASM 23 中规定的调节器等级。	

6.1.10 为避免扭振、声学和 / 或机械共振的激发，往复压缩机通常宜规定为恒速运行。使用变速驱动机时，所有设备应设计成在跳闸转速前整个运行速度范围内安全运行。 对于变速驱动， 卖方应列出不希望的运行转速表提供给采购方。运行范围内不希望的转速的出现应减到最少。

注：如果规定了较宽的运行转速范围，气阀的寿命可能会受到影响。

6.1.11 设备的布置，包括管路和辅助设备，应由购卖双方共同商定，并为操作和维修应提供足够的

空间和安全通道。

6.1.12 电机、电气部件和电气装置应适合于规定的区域分级（级、组、类或区），并应符合 IEC 60079（或 NFPA70，条款500，501，502和504）的要求，以及采购方在申请书上规定或提供的任何地方规范。

6.1.13 油箱和封闭的运动润滑部件如轴承、轴封、高精度零件、仪表和控制元件等的外壳的设计应在运行和闲置期间使潮气、灰尘和其他外来物质的污染减到最少。

6.1.14 所有设备应设计成能迅速而又经济地维修。主要零件如气缸、接筒和压缩机机身的设计和制造应能确保重装时准确对中。这可以由台肩、使用圆柱定位销或键这样方法来达到。

6.1.15 安装后，联合机组的性能应为采购方和负成套责任的卖方共同的责任。

6.1.16 很多因素会不利地影响现场性能。这些因素包括管路负荷、运行状态下的调节、支撑结构、运输时的装卸及现场的装卸和装配。为减少这些因素的影响，卖方应按商定的进度表复核和评述采购方的管路和基础的图样。该复核不应含有卖方对采购方的图样内容负有设计责任。基础图样的卖方复核应限于地脚螺栓配置和卖方的用于基础设计输入数据。

6.1.17 有规定时，采购方和制造方应商定卖方代表进行初始安装检查和随后运行温度下的对中检查的细节。这些检查应包括但不仅限于初始对中检查、灌浆、曲柄开度差、活塞杆径向跳动、驱动器对中、电机气隙、外置轴承的绝缘、轴承间隙检查和活塞端余隙。

6.1.18 压缩机在正常运行点所需的功率不应超过大于 3%的规定功率。

6.1.19 压缩机应能够形成规定的最大压差（例如，最小的规定吸气压力到最大的规定排气压力）。

6.1.20 设备，包括所有辅助设备，应适合于在规定的环境条件下运行。这些条件应包括设备是安装在室内（采暖或不采暖）还是室外（有无遮棚），最高和最低温度，异常湿度，以及含尘或腐蚀条件。防寒处理和 / 或热带气候处理（例如容许隔热）应由买卖双方商定。

6.1.21 设备包括所有辅助设备应适合于使用规定的公用工程流条件的运行。

6.1.22 采购方应规定流量、气体组份和气体工况。采购方也可以规定分子量，比热比（ C_p/C_v ），和压缩性系数（ Z ）。

在排气条件下，质量流量应考虑泄漏，液体冷凝和压缩的作用。

6.1.23 除非另有规定，卖方应使用规定的流量值、规定的气体组分和规定的气体工况来计算分子量、比热比（ C_p/C_v ）和压缩性系数（ Z ）。压缩机卖方应在标书的数据表上指明其值，并用这些值来计算性能数据。

注：气体的露点在非润滑的应用中特别重要。

6.1.24 如果任何压缩机气缸必须部分或全部卸荷地运行延续一段时间，采购方和卖方应共同确定使用防止过热和液击危害的方法（例如，周期性地短时加载以清除压缩机气缸内积聚的润滑油）。

6.1.25 压缩机卖方应确认机组能够在任何满负荷、部分负荷或全卸荷条件（见 6.1.24）下连续运转，并机组能够按照 7.1.1.6 启动。

6.1.26 机器及所有提供的辅助装置的备件和更换零件应符合本标准的所有要求。

注：零部件清单要求见 9.3.6。

6.2 螺栓连接

6.2.1 加工螺纹的具体细节应符合 ISO 261、ISO 262、ISO 724 和 ISO 965 或 ASME B1.1 须经例行

维护的外部紧固件、承压零件用紧固件和铸铁用紧固件应避免使用细牙螺纹。直径等于或大于 24 mm (1 in.) 的紧固件应为固定的 3mm 螺距 (8 牙/英寸) 系列。

6.2.2 在螺栓连接位置应提供足够的间距以便使用承窝或套筒扳手。

6.2.3 除非采购方专门认可, 不应使用内承窝型、开槽螺母或扳手型螺栓连接。

注: 对有限的空间位置, 可要求使用整体法兰式紧固件。

6.2.4 所有 6 mm ($1/4$ in.) 或更大的紧固件 (不包括垫圈和无头紧定螺钉) 上应有制造方的标记。螺柱的标记应位于螺柱外露的拧螺母端。

注: 紧定螺钉是带内六角口的无头螺钉。

6.2.5 往复或回转零件的螺栓连接应确实地机械锁紧 (弹簧垫圈、带耳垫圈和厌氧粘结剂不应用作确实锁定方法) (见 6.10.2.1)。

6.3 计算冷态径向跳动

6.3.1 对于卧式压缩机, 卖方应计算垂直的冷态径向跳动, 包括活塞杆弯曲 (如附录 C 所列或用其他专利方法)。这些值和径向跳动表 (见附录 C) 应在车间盘车试验前提交给采购方。制造方应透露计算的细节及假设的依据。

车间测量的水平和垂直径向跳动应等于预测的冷态径向跳动, 偏差范围在行程的 $\pm 0.015\%$ 之内。在车间盘车试验期间由刻度盘指示器测量的活塞杆水平 (侧向) 径向跳动不应超过 0.064 mm (0.0025 in.), 不考虑行程长度 (见 8.3.4.1)。使用贯穿活塞杆结构时, 见 6.10.4.6。活塞杆径向跳动应在气缸填料函法兰附近测量。活塞杆径向跳动和典型活塞杆径向跳动表的说明见附录 C。

6.3.2 对于非卧式气缸, 径向跳动测量的程序和偏差应由买卖双方共同商定。

6.3.3 往复压缩机的安装应按 API 686 设计, 压缩机应按 API 686 安装。

6.4 许用速度

压缩机应保持低于或等于制造方规定的额定转速, 以致在规定的使用条件下少维修并无故障运行。可以规定活塞的最大许用平均速度和最大许用转速, 经验表明对给定的使用条件, 不宜超过规定的极限。

注: 通常无油润滑压缩机的转速和活塞速度宜小于相当的有油润滑压缩机。

6.5 许用排气温度

6.5.1 除非另有规定和认同, 最高预期排气温度应不超过 150°C (300°F)。此限制适用于所有规定的运行和负荷条件。卖方应将预期和绝热排气温升都提供给采购方。

温度限制宜较低的使用情况 (如高压氢气或要求使用无油润滑气缸), 应给予特殊考虑。对于富氢 (分子量小于或等于 12), 预计排气温度不应超过 135°C (275°F)。

通常, 全负荷运行时第一级和第二级压力比较高。机组在低级次用余隙腔来卸荷, 那么高级次将有较高的压力比。宜在全部负荷点检查排气温度。

注: 绝热排气温度是由绝热压缩导致的排气温度。实际排气温度可能不同于绝热排气温度, 这取决于输入气缸的功率、压力比、气缸尺寸、冷却通道表面积和冷却剂流速等因素。无润滑压缩氢气比有润滑的压缩氢气一般有较高的排气温度, 这是因为滑动摩擦和氢气在膨胀时会放热的寻常特性。低功率和小尺寸的气缸, 实际温升会低于绝热温升, 如使用状况在边界线上, 可允许较少的压缩级数。反之, 大尺寸气缸会导致的温升高于绝热温升, 故需要增加级数。

6.5.2 每个气缸都应提供排气温度过高报警和停机装置。有规定时, 由这些装置的供应方应提供 100%

卸荷装置，作为系统的一部分。运行的设定点和方式应由采购方和压缩机卖方共同商定。

推荐的排气温度报警和跳闸设定点分别比最高预计排气温度高 20K (40°F) 和 30K (50°F)；但温度跳闸设定点不应超过 180K (350°F)。为防止自燃，如果排气表压超过 20 bar (300 psig)，对空气，由于它的含氧量，宜考虑用较低的温度限制。为了更加安全，虽然不是为了用作增加许用排气温度的手段，还是推荐使用合成润滑油（见 6.14.3.1.9）。

注意：除空气外含氧的气体要求特殊考虑。

6.6 活塞杆负荷和气体负荷

6.6.1 压缩机运动部件在任何一档规定的运行负荷下，其综合活塞杆负荷不应超过制造方提出的最大许用连续综合活塞杆负荷。这些综合活塞杆负荷应根据每级排气安全阀的设定压力和相应的每一负荷档所规定的最低吸气压力来计算。

6.6.2 对于压缩机静止的机架部件（气缸、气缸头、接筒、十字头滑道、曲轴箱和螺栓连接），在任何一档规定的运行负荷下，气体负荷不应超过制造方的最大许用连续气体负荷。这些气体负荷应根据每级排气安全阀的设定压力和相应的每一负荷档所规定的最低吸气压力来计算。

6.6.3 对每一个规定的负荷档，综合活塞杆负荷和气体负荷应根据计入气阀和气体通道损失的缸内压力及与缸内压力和温度条件相应的气体压缩性系数，以曲轴一转中每隔 5度曲柄角，每个增量计算一次。吸气行程期间的缸内压力是气缸吸气法兰处压力减去气阀和气体通道损失。排气行程期间的缸内压力是气缸排气法兰处压力加上气阀和气体通道损失。

6.6.4 对所有规定的运行负荷档次和完全卸荷条件，在曲轴转一整周期间，平行于活塞杆的综合活塞杆负荷的分量应在十字头销和衬套之间完全反向。为了维持适当的润滑，该反向的持续时间和幅度应当与十字头衬套的油分配设计一致。

注：有些衬套的设计（如有槽衬套）具有经证实的可靠性，在 3%幅度活塞杆反向只有 15 度。简单的衬套设计（无槽）可能要求最小 45 度的活塞杆反向和 20%的幅度。制造方宜在投标阶段向采购方提供实际要求。

6.6.5 压缩机应能承受包括直到最大许用连续综合活塞杆负荷和 1 或最大许用连续气体负荷以上 10%的增加负荷运行的短时持续偏移。这些偏移应限制在少于 30s的持续时间，并在给定的 24min内不多于两次的频率。

6.7 临界转速

6.7.1 压缩机卖方应进行必要横向和扭转振动分析研究，以证实在任何规定的负荷档次中规定的运行转速范围内，会阻碍整个机组运行的任何横向或扭转振动已被消除。卖方应提供研究结果的副本，并应告知采购方在加速或减速期间出现的从零到跳闸转速或同步转速的所有临界转速（见 9.2.3，第r项）。

6.7.2 除了皮带传动机组，卖方应提供所有供给的机器的扭转振动分析。整个驱动机压缩机系统（包括联轴器和任何传动机构）的扭转固有频率不应在任何运行轴转速的 10%之内，也不应在 10倍以下包括 10倍的回转系统中运行轴转速任何倍数的 5%之内。对于电机驱动的压缩机，扭转固有频率应避开电源频率的第一和第二倍数相应的 10%和 5% 对于同步电机驱动的压缩机，参考 7.1.2.10 的要求。

6.7.3 对包括汽轮机和传动装置的传动轮系驱动的，计算和评估临界转速，按用途，应遵守标准 ISO 10437, 13691或 API 611, 612, 613, 616和 677的要求。对于需要采用低速套筒轴和联轴器的机组，应进行单独的横向临界转速分析。任何套筒轴的横向临界速转速应至少避开系统内任何轴的任何运行转速 20%

6.7.4 当计算的扭转共振值落在 6.7.2 规定的边界内，并且购卖双方一致认为从限定频率范围内排除临

界转速已尽力，应进行应力分析以证实共振对驱动机 - 压缩机系统无有害影响。对该分析的假设和验收准则应由购卖双方共同商定。

6.8 压缩机气缸

6.8.1 概述

6.8.1.1 气缸的最高许用工作压力至少应等于规定的安全阀的设定压力。如果设定压力没有规定，气缸的最高许用工作压力应超过最大级排气表压至少 10%或1.7 bar (25 psig)，取大者。

6.8.1.2 除非另有规定，压缩饱和气体或气体中带有注入的冲洗液，应使用水平布置气缸。所有平置气缸底部均应有排放接口。经采购方认可，气缸可考虑其他布置。在这种情况下，制造方应向采购方提供类似设施的经验清单。

注：任何形式的液体对气缸气阀寿命有不利影响，并对压力填料和活塞环寿命有潜在不利影响。见 7.7.1.4 的注。

6.8.1.3 气缸应留有空间和布置合理，为所有部件（包括水套入口盖、接筒盖、填料，十字头，活塞、阀门，卸荷器或安装在气缸上的其他控制器件）的维修以允许进入操作和拆卸而无需拆卸气缸、工艺流程管路或脉动抑制装置。

6.8.1.4 采购时经采购方认同，可以提供单作用、级差活塞或串联气缸的布置。这类气缸布置，必须给予特别考虑以保证活塞杆负荷反向（见 6.6.4）。

6.8.1.5 无缸套的气缸壁（见 6.8.2.2）应足够厚以供重镗孔，最多比原直径增加 3.0 mm($\frac{1}{8}$ in.)。活塞直径增加不应影响气缸最大许用工作压力、最大许用连续气体负荷或最大许用连续综合活塞杆负荷。

6.8.1.6 承压部件中应尽量减少螺孔的使用。为了防止铸件承压截面的泄漏，在钻孔或螺孔的周围和底部下方，除了腐蚀裕度还应留有厚度至少等于公称螺栓直径一半的金属。螺孔的深度应至少为螺柱直径的 1.5 倍。

6.8.1.7 螺栓连接应按 6.2 的规定提供。

6.8.1.8 气缸头、压力填料的填料箱、余隙腔和阀盖应用螺柱紧固。紧固的配置应当设计为无需拆卸任何螺柱就能拆卸这些部件。所有螺柱和螺栓连接的扭矩值应包括在制造方的说明手册中。

注意：在阀盖上，超过制造方的扭矩值会引起气阀组件和气缸阀座的损坏。

6.8.1.9 螺柱连接接口应提供安装的螺柱。盲螺柱孔宜最好钻得足够深，以允许有螺柱外径的 $1\frac{1}{2}$ 倍的择优的螺纹深度。每个螺柱两端的开始 $1\frac{1}{2}$ 圈螺纹应倒去以使螺柱端在孔内能到底部。4级和5级配合螺柱应使用深度尺安装，并不应在孔内到底。厌氧粘合剂或类似的环氧粘合剂不应用于 1级或2级配合。

6.8.1.10 螺柱标记应位于螺柱的外露端。

6.8.1.11 如果为液压拉伸提供了加长螺柱，外露螺纹应用盖子保护。

6.8.2 气缸附件

6.8.2.1 气缸支承应设计成在升温期间和实际运行温度下避免不对中和导致活塞杆过量径向跳动。除非购卖双方商定，支承不应固定在外侧气缸头上。如果气缸头端支承是必需的，其设计应当不会造成不对中和 / 或过量活塞杆径向跳动。外侧气缸支承的设计在活塞杆中心线的方向上应为挠性的，以允许气缸沿该中心线上热膨胀和轴向伸长。脉动抑制装置不应用作支撑压缩机气缸。

6.8.2.2 除非另有规定，每个气缸应有可更换的不接触冷却剂的干式缸套。活塞直径不大于 250 mm(10 in.) 的缸套壁厚至少应为 9.5 mm($\frac{3}{8}$ in.)。活塞直径大于 250 mm(10 in.)，最小缸套壁厚为 12.5 mm($\frac{1}{2}$ in.)。

气缸套应固定以防轴向移动或旋转。装配到气缸腔的气缸套应设计成能增加热传递和尺寸稳定性。

注：非接触垂直迷宫型活塞不必要可更换的缸套。

6.8.2.3 无论是有油润滑或无油润滑，使用金属或非金属支承环和活塞环，气缸套和无缸套气缸的工作内径表面的算术平均粗糙度（ R_a ）应在 $0.1 - 0.6 \mu m$ （ $4 - 24 \mu in.$ ）。实际表面粗糙度要求取决于气缸套材料、涂层、运行条件和润滑程度的选择。

6.8.2.4 如有规定，带有非金属的四氟乙烯（TFE）基环的气缸工作内腔应进行珩磨，使用与支承环和/或活塞环相同材料的珩磨表面。珩磨表面材料和应用方法应共同商定。

注：气缸，特别是无润滑气缸试运转期间，宜注意监控支承环的早期过度磨损，会导致气缸套的损坏。初期跑合期后，支承环的磨损通常会显著减少。

6.8.2.5 采用带有径向紧箍 O 形圈的阀盖之处，每个阀盖应配置相隔 180 度的两根加长的螺柱，以确保阀盖脱开螺柱前，盖上的 O 形圈能先脱开气缸阀道内腔。O 形圈脱开气缸阀道密封腔时，加长螺柱应能扣上螺母全部螺纹。

6.8.2.6 压阀罩设计应具有圆柱形，用一个环形接触盖固定就位。不应配置中心螺栓设计（优先方法见附录 J）。经采购方认同可配置应用 3 个或更多个作用在压阀罩周围的贯穿螺栓的设计。如果配置该设计，贯穿螺栓应为自制动并应配有锁紧螺母和垫片以防止气体泄漏。

6.8.2.7 阀道 O 形圈密封表面的算术平均粗糙度（ R_a ）不应超过 $1.6 \mu m$ （ $64 \mu in.$ ）。采用 O 形圈的阀道应包括 O 形圈的进入倒角。

6.8.2.8 阀腔和余隙腔的设计应使积液减到最小。

6.8.2.9 如果用作余隙腔的外伸容积上配置排液接口，应配置排液阀（余隙腔和排液阀之间的管路材料见 7.7.6）。

6.8.3 气缸冷却

6.8.3.1 概述

气缸应按 6.8.3.2 至 6.8.3.4.1 所述使用条件要求的有冷却措施（见 7.7.4 和图 G-1）

6.8.3.2 静态装填冷却剂系统

气缸不要求持续完全卸荷运行期间，预期最高排气温度低于 $90^\circ C$ （ $190^\circ F$ ）并绝热气体温升（根据等熵压缩的吸气温度和排气温度之差）小于 $85K$ （ $150^\circ F$ ），可提供静态装填冷却剂系统（见图 G-1，方案 A）。

6.8.3.3 大气热虹吸冷却剂系统

气缸不要求持续完全卸荷运行期间，并（a）预期最高排气温度为 $100^\circ C$ （ $210^\circ F$ ）及以上或（b）绝热气体温升小于 $85K$ （ $150^\circ F$ ），可提供大气热虹吸冷却剂系统（见图 G-1，方案 B）

买卖双方商定，可使用增压热虹吸系统。预期最高排气温度不超过 $105^\circ C$ （ $250^\circ F$ ），只可以使用增压的系统。在这种情况下，系统应同时提供设定在最高表压为 1.7 bar （ 25 psig ）的热控安全阀。

6.8.3.4 强制液体冷却剂系统

6.8.3.4.1 气缸持续卸荷运行的，并（a）预期最高排气温度高于 $100^\circ C$ （ $210^\circ F$ ）或（b）绝热气体温升等于或大于 $85K$ （ $150^\circ F$ ），应提供强制液体冷却剂系统（见图 G-1，方案 C）。

注：对于环境温度为 $45^\circ C$ （ $110^\circ F$ ）或更高的现场，热虹吸或静态装填系统可能不适合。完全卸荷持续运行见 6.1.24。

除非买卖双方商定，不应提供无冷却或空气冷却气缸。

6.8.3.4.2 强制液体冷却剂系统（见图 G-1，方案 C）应符合 6.8.3.4.3 至 6.8.3.4.5 的要求。

6.8.3.4.3 所提供的气缸冷却系统应避免气体冷凝。冷却剂进口温度应至少比进口气体温度高 5K (10°F)。冷却剂系统应在所有运行和瞬时条件下包括从冷态启动，都能满足上述要求。

注 1：较低的进口冷却剂温度可能引起气体组分的冷凝，气体组分冷凝对气缸气阀、活塞环和填料寿命可能是有害的。

注 2：如果采购方不能提供适当进口温度的冷却剂，宜考虑符合 6.6.3.5 的封闭夹套冷却系统或如图 G-1，方案 C 所示的管线加热器。

注 3：对于大多数场合，进口气体温度应考虑与露点相同。对于已知气体露点大大低于气体入口温度并且在运行期间所有时间里都保持这种温度的场合，只要避免冷凝，可以考虑较低的冷却剂进口温度。

6.8.3.4.4 如果可能，冷却剂出口温度不宜高于气体进口温度 17K (30°F)。

注：过高冷却剂出口温度可能导致流量和效率的损失。

6.8.3.4.5 冷却剂流量和速度宜足够以避免悬浮在冷却介质中的固体沉积并引起夹套和通道结垢。

6.8.3.5 冷却夹套系统

6.8.3.5.1 冷却夹套的布置应使垫片或其他密封的失效不会导致冷却剂泄漏到气缸或气体泄漏到冷却系统。如果提供气缸头的冷却，对气缸体和气缸头要求单独的非互相连接的夹套。

6.8.3.5.2 如有规定，应提供一个自备的、强制循环的密闭夹套冷却系统（见图 G-1，附录 G 的方案 D）。冷却剂系统应满足 6.8.3.4.3 和 6.8.3.4.5，以及 6.8.3.5.3 至 6.8.3.5.5 的要求。

6.8.3.5.3 应提供加热元件作为自备的密闭夹套冷却系统的一部分，以寒冷天气运行时使用和启动前将系统提高至所需温度。

6.8.3.5.4 如果可能，循环的冷却剂应控制在维持冷却剂经过任何单独的气缸（包括要冷却的气缸头）的温升在 5K (10°F) 和 10K (20°F) 之间。

6.8.3.5.5 系统应使用预制管路，工厂安装于滑橇上，并应备齐各种压力和温度表、报警器和规定的其他仪表。

6.8.4 气缸接口

6.8.4.1 概述

6.8.4.1.1 气缸上的管路连接的所有开口或接管应为 DN20 (3/4 NPS) 或更大，并应符合 ISO 6708。不应使用尺寸 DN32、DN65、DN90、DN125、DN175 和 DN225 (1 1/4 NPS、2 1/2 NPS、3 1/2 NPS、5 NPS、7 NPS 和 9 NPS)。

6.8.4.1.2 除了 6.8.4.1.5 允许的螺纹接口，所有的接口都应为法兰或机加工接口并用螺柱连接。所有接口应适合于 3.23 中定义的气缸最高许用工作压力。法兰接口可以是与气缸一体的，或对可焊材料的气缸，可由承插焊或对焊短接管或转接件构成，并应以对焊或承插焊法兰端接。

6.8.4.1.3 焊接到气缸的接口应符合气缸的材料要求，包括冲击值，而非所连接管路的要求（见 6.13.7.4）。所有接口的焊接都应在气缸进行水压试验前完成（见 8.3.2）。

6.8.4.1.4 尺寸 DN40 (1 1/2 NPS) 或更小的对焊接口，应使用锻造焊接衬套或角撑进行补强。

6.8.4.1.5 主要工艺流程接口之外的接口，如果法兰或机加工接口并用螺柱连接的开口不实用，经采购方同意，在下面的情况下对于尺寸不超过 DN40 (1 1/2 NPS) 的管路可以使用螺纹连接：

- a. 在非焊接材料上，如铸铁；
- b. 对维护必需时（拆和装）。

6.8.4.1.6 螺纹连接或焊接到气缸的短接管不宜长于 150mm(6in.)，并对于尺寸为 DN25(1NPS) 或更小，短接管最小应为管壁号 Sch160无缝，对于 DN40(1½NPS)，最小应为管壁号 Sch80。

6.8.4.1.7 短接管和法兰的材料应符合 6.8.4.1.3 的要求。

6.8.4.1.8 锥管螺纹的螺纹开口和凸台应符合 ISO 7-1 和 ISO 7-2 或 ASME B16.5

6.8.4.1.9 螺纹接口不应密封焊。

6.8.4.1.10 不连接管路的螺纹开口应当用符合 ASME B16.11 的坚固的圆头钢螺塞塞住。这些螺塞至少应符合承压铸件（或气缸）的材料要求。以后可能要拆下的螺塞应为防腐蚀材料。不应使用塑料螺塞。所有螺纹接口上应使用适合温度技术要求的与工艺流程气体兼容的螺纹润滑剂。不应使用螺纹密封胶带。

6.8.4.1.11 机加工和螺柱连接应符合 ISO 7005-1 或 7005-2 或 ASME B16.1、ASME B16.5、ASME B16.42 或 ASME B16.47 的刮削和钻孔的要求。应提供安装的螺柱和螺母；每个螺柱两端前 1½ 圈螺纹应倒去。

6.8.4.1.12 不符合 ISO 7005-1 或 7005-2 或 ASME B16.1、ASME B16.5、ASME B16.42，或 ASME B16.47 的机加工和螺柱连接接口以及法兰，除了 6.8.4.2.1 中描述的非圆形气缸接口，应得到采购方认可。除非另有规定，卖方应为这些非标接口提供配对法兰、螺柱和螺母。

6.8.4.1.13 为使接管负荷减到最小并便于管路安装，每个主法兰应平行于总布置图上所示的平面，在 0.5 度内。螺柱或螺栓孔应对平行于设备主轴线的中心线跨中。

注：管路安装要求见 API 686（见 6.3.3）。

6.8.4.1.14 所有采购方的接口应便于拆卸，而不需要拆卸机器或机器的任何主要零件。

6.8.4.1.15 铸铁、球墨铸铁或钢接口（法兰或机加工的凸台），除了环连接或非环形连接，与垫片接触表面的粗糙度应在 3.2 μm 和 6.4 μm (125 μin. 和 250 μin.) 的算术平均粗糙度 (Ra) 之间。应采用齿距 0.6 mm 至 1.0 mm (24–40 槽/英寸) 同心齿或螺旋齿的最终加工。环连接的垫槽的表面粗糙度应符合 ISO 7005-1 或 ISO 7005-2 或 ASME B16.5。

6.8.4.1.16 如有规定，每个气缸的每端应提供 DN12(NPT½) 示功器抽头孔。类似于图 G-2 的设计，带连续浇铸在隔层内的防腐套筒配置，以提供可靠的气密密封，对铸铁和球墨铸铁的气缸是可以接受的。材料应与气体相容。

6.8.4.1.17 如有规定，还应提供示功器阀。如果不提供示功器阀，抽头的示功器孔应按 6.8.4.1.10 的规定塞住。

6.8.4.2 法兰

6.8.4.2.1 除了 6.8.4.2.2 到 6.8.4.2.7 的规定，法兰应按适合的相应符合 ISO 7005-1 或 7005-2 或 ASME B16.1 B16.5、B16.42 或 B16.47 系列 B 的要求（表面加工要求见 6.8.4.1.15）。任何特殊接口，如透镜垫连接，其细节应提交给采购方复核（见附录 F）。对采用非圆形接口的低压气缸，卖方应提供带有和认同法兰标准一致的终端法兰的进口和出口转接件。转接件应为气缸相同或更高等级材料。卖方应提供气缸和转接件之间的所有垫片、螺柱和螺母。

6.8.4.2.2 铸铁法兰应是平面，并符合 ISO 7005-2 或 ASME B16.1 或 B16.42 的尺寸要求。125 等级法兰应有等于尺寸 DN200(8NPS) 及以下 250 等级的最小厚度。

6.8.4.2.3 钢法兰应符合 ISO 7005-1、ASME B16.5 或 ASME B16.47 的尺寸要求。

6.8.4.2.4 非铁法兰应符合共同认同的标准，如 ISO 7005-3。

6.8.4.2.5 有全突面厚度的平面法兰允许在所有材料的气缸上使用。厚于或外径大于适用法兰标准要求的各种材料的法兰都允许使用。非标（特大的）法兰的尺寸应在布置图上显示全部细节。

注：代替凹槽或凹面法兰的平面法兰，通常需要允许拆卸气缸而无须拆去或弹出管路或脉动抑制装置。环形连接（RTJ）和透镜垫形接口宜由买卖双方特殊要求基础上进行商讨。

6.8.4.2.6 法兰的背面应全平面加工或铰平，并应设计为贯穿螺栓连接。

6.8.4.2.7 法兰垫片接触表面不应有渗入到槽根部的径向长度大于垫片接触面宽度 30% 的机械损坏。

6.8.5 外部的力和力矩

卖方应在卖方界面定义最大许用接管负荷。这些负荷应和按图样上显示的坐标系有关。

6.9 气阀和卸荷器

6.9.1 气阀

6.9.1.1 平均气阀气体速度应按方程式 1 所示计算：

用 SI 单位

$$W = F \times c_m / f \quad (1)$$

其中

W 平均气体速度， m/s ；

F 气缸端或相关端的有效活塞面积。对于双作用气缸，这是气缸曲柄端减去活塞杆加上活塞外端的面积， cm^2 ；

f 阀片实际的升程、气阀开口周长和进气阀或排气阀数目的乘积， cm^2 ；

c_m 平均活塞速度， m/s。

用 USC 单位

$$V = 288 \times D / A$$

其中

V 气体平均速度，单位 ft/min ；

D 每个气缸的活塞排量，单位 ft^3/min ；

A 阀片实际的升程、气阀开口周长和每缸进气阀或排气阀数目的乘积，单位 in^2 。

用于方程式 1 的气阀升程应注明在数据表上。

如果升程的面积不是气阀通道的最小面积，该情形应在数据表上注明，且速度应根据最小面积来计算。由方程式 1 计算的速度只宜看作气阀性能的一般表示来处理，不宜与基于曲柄角、气阀升起程度、不稳定流动和其他因素的有效速度相混淆。根据方程式 1 计算的速度不是气阀阀片冲击的功率损失所必须的代表性的指标。

6.9.1.2 气阀和卸荷器的设计应适用于规定的所有气体的运行。每个单独的卸荷装置应配有其位置和

负荷情况（有负荷或无负荷）的可视的显示。

6.9.1.3 气阀设计，包括双层阀，应使气阀组件不致因疏忽而换位或装反。例如，应不可能将吸气阀组件装入排气阀腔，也不可能将排气阀组件装入吸气阀腔；或应不可能整个气阀组件上下反装。

6.9.1.4 气阀组件（阀座和升程限制器）应可以拆下进行维修。阀座与气缸间的密封垫片应该用实心金属或有金属护套。阀盖与气缸间的垫片应为实心金属、柔性石墨型、金属护套或 O 形圈型。经买卖双方共同商定可以使用其他型式的垫片。

注：带有合适加强的柔性石墨型垫片已经成功地用作压缩低分子量气体的阀盖与气缸垫片的密封。

6.9.1.5 气阀和气缸的设计应使升程限制器或组件的连接螺栓不致落入气缸中，即使连接螺栓断裂或松动也不能落入气缸中。

6.9.1.6 当排气阀组件，包括任何支架或托架，质量等于或大于 15 kg (35 lb) 时，卖方应提供维修用便于拆装气阀组件的装置。在所有下置的气阀上，应提供在安装阀盖时保持整个气阀组件就位结构。

6.9.1.7 螺旋形气阀弹簧的两端应平整并磨平以防止弹簧端部损坏阀片。

6.9.1.8 气阀压紧件承压在阀组件上应不少于 3 个点。支承点分布应尽量匀称（见 6.8.2.6）。

6.9.1.9 卖方应对气阀动力学进行计算机研究，以优化打开和关闭阶段气阀密封元件的运动。用于气阀运动计算的数学模型至少应考虑：气阀密封元件质量、弹簧力、气动阻力系数、流体阻尼，以及其他卖方认为评定气阀元件运动、冲击和效率的必需因素。研究还应包括对管路和压缩机气缸气体通道引起脉动气阀部件的反应的气阀动力响应分析。研究应包括对所有的运行气体密度和负荷情况的复核。

如有规定，卖方应向采购方提交书面气阀动力学研究报告。

6.9.1.10 提供金属圆阀片或平阀片时，应使其两面均能密封适合于安装，两面应加工到 Ra 0.4 μm (16 μin.) 或更好。阀片的边缘应适当抛光以消除应力升高。阀座的密封表面也应加工到 Ra 0.4 μm (16 μin.) 或更好。供应非金属平阀片或圆阀片时，其平面度和表面粗糙度的加工应控制运行中充分密封。卖方应提供非金属阀片材料的性能。这些性能应包括填充剂的种类和含量、比重、熔化温度、玻璃化转变温度（适用处）、悬臂（V 型）冲击强度（有缺口和无缺口）、吸水率和热膨胀系数。非金属材料的加强应使用纤维，不应使用球形颗粒或其他形状。纤维应定向使部件寿命最优（例如，纤维应沿着应力路径）。

6.9.2 卸荷器

6.9.2.1 如规定气缸气阀卸荷，提供的卸荷器类型（阀片顶开装置或柱塞式卸荷器）应由双方商定。不应采用气阀组件提升器。当采用阀片顶开装置来控制流量时，相关的气缸端部所有进气阀应尽可能都如此配备。非整套的吸气阀顶开装置的使用，须经采购方同意。

注：阀片顶开装置与非金属平阀片或圆阀片结合使用时，可能需要专门防护。使用非金属阀片顶开装置时，对于可能引起较高运行温度的卸荷或变换工况也需要专门防护。

6.9.2.2 当用柱塞式卸荷器来控制容积流量时，卸荷器的数量由每个柱塞的开启面积确定，其总面积须等于或大于该端部所有吸气阀总自由提升面积（或最小流通面积）的一半。卸荷器组件应能确实地将柱塞导向阀座。

6.9.2.3 阀片顶开装置仅用作启动并且不用作容积流量控制时，应考虑减少卸荷器数量。用柱塞式卸荷器启动时，每个气缸端部只需要一个。

6.9.2.4 卸荷器应气动或液压推动。单独手动操作卸荷器或对推动卸荷器手动代之是不允许的。卖方对远程控制的卸荷器的设计应达到各级和气缸端之间操作的正确顺序。卖方应提供给用户关于指导卸荷

器操作适当排程的信息。见 7.6.2.4。

注：卸荷器的不正常动作或不正确的排程可以导致压缩机超负或不平衡。

6.9.2.5 对于汽轮机驱动、齿轮传动的应用，应在每个气缸端提供气缸卸荷器以备紧急停机。

6.9.2.6 卸荷器应设计成，即使万一膜片或其他密封元件失效时，用于卸荷的工作流体不可以与被压缩的气体相混合。在阀杆填料处应提供螺纹放气接口。

暴露在大气条件中的卸荷器滑动推杆应为防腐材料。

6.9.2.7 如有规定，应提供不锈钢防护板的金属雨罩，以保护从机组暴露的顶部卸荷器零件。雨罩应制有把手以便容易拆卸和更换。雨罩简图见附录 J。

注：湿气会聚集在暴露的卸荷器顶部密封处，并与在空气中的元素混合形成腐蚀混合物。该混合物能不正确地促成含湿控制气，会侵蚀卸荷器轴并导致过早的卸荷器故障。

6.10 活塞、活塞杆和活塞环

6.10.1 活塞与活塞杆的连接

可以从活塞杆上拆卸下来的活塞，应采用台肩和螺母设计或多层贯穿螺栓设计连接到活塞杆。其他经验证的连接方法也可以使用，并在这种情况下其应在标书中注明。上紧活塞螺母可以使用机械或液压方法。这程序不应使用敲击扳手。

作为一项基本要求，制造方的上紧程序应确保与 1.5 倍最大许用连续活塞杆负荷的连接最小预紧力（见图 G-9）。

6.10.2 活塞杆与十字头的连接

6.10.2.1 活塞杆与十字头的连接应为（a）直接连接，活塞杆螺纹连接到十字头（例如，锁紧螺母设计或多螺栓设计）（例如，图 G-8），或（b）间接连接，活塞杆不用螺纹连接到十字头（例如，见图 G-7 和 G-8）（见上紧图图 G-9）。对于直接连接法，应提供活塞杆的可靠锁紧。

其他经验证的连接方法（例如，图 G-8）也可以使用，在这种情况下其应在标书中注明。上紧活塞螺母可以使用机械或液压方法。这程序不应使用敲击扳手。预紧力由液压上紧方法达到时，能确保适当的预紧力，则不需要可靠锁紧。

6.10.2.2 制造方的上紧程序应确保 1.5 倍最大许用连续活塞杆负荷的连接最小预紧力（见图 G-9）

注：将活塞杆连接到活塞和连接到十字头的程序宜按照制造方的标准进行。

6.10.3 活塞

6.10.3.1 空心活塞（单体和多体）应能连续地自行放气，也就是当气缸降压时，它们也应降压。可行的放气方法包括是在活塞盖侧端面上开一个直径为 3 mm ($1/8$ in.) 的单孔，在活塞环槽底部开一个孔，或者在活塞外端面装一弹簧卸荷塞。

6.10.3.2 如有规定，支承环应为单体或多体结构，以防止下侧增压（类似于活塞环的作用）。如果可行，活塞应分段，便于支承环的安装。提供多体活塞的活塞环承载段应用耐磨材料制造。非金属的支承环越过全开单孔气阀腔或缸套镗阶的部分不应大于支承环宽度的一半。当气缸设计要求支承环越过气阀腔大于支承环宽度的一半时，气阀腔设计应为多孔型以便给支承环提供足够的支撑。

对于无润滑卧式气缸，用方程式 2 计算的非金属支承环所承受的负荷应不超过 0.035 N/mm^2 (5 lbf/in.^2)，这是根据整个活塞组件的重量加上一半活塞杆重量，除以所有支承环的 120° 弧长的投影面

积得到的（见方程式 2）。

对于有润滑卧式气缸，如使用由方程式 2 计算的支承环所承受的负荷，使用与非金属支承环相同的方法，负荷应不超过 0.07 N/mm^2 (10.0 lbf/in.^2)。

$$L_B = \frac{M_{PA} + (M_R / 2)}{(0.866 \times D \times W)} \quad (2)$$

其中

L_B 支承环上承受的负荷， N/mm^2 (lbf/in.^2)；

M_A 活塞组件的重量， N (lbf)；

M 活塞杆的重量， N (lbf)；

D 气缸内径， mm (in.)；

W 所有支承环的总宽度， mm (in.)。

注：当符合承受负荷要求导致支承环过宽时，最好使用多个支承环。

6.10.4 活塞杆

6.10.4.1 除非另有规定，所有活塞杆，不论是什么基体材料，都应涂上耐磨材料。活塞杆的材料和表面处理的选择应使活塞杆和压力填料的寿命最大，并应在采购时由卖方提议并由采购方认可。涂层应符合 6.10.4.2。用在腐蚀性环境的活塞杆基体材料和涂层应适用于规定的用途和运行工况。

另一种方法，如果对规定的运行工况，无涂层的活塞杆的预期寿命等于或超过涂层的活塞杆，可提议使用无涂层的活塞杆。无涂层的活塞杆应为 AISI 4140 或更好，并应在填料区域进行表面硬化，硬度达到至少 RC 50，还应用磁粉检测来检验裂纹。

6.10.4.2 使用涂层时，活塞杆应从活塞杆填料至刮油环的行走区域上连续涂层。涂层材料必须严密以防在涂层交界面基体材料的腐蚀。不应使用足以永久影响基体材料机械性能的高温熔合工艺技术。活塞杆的涂层可以用高速度和高脉冲的热喷涂工艺。不推荐使用需要基体材料表面凿毛的金属喷涂工艺技术，因为凿毛表面会留有潜在的破坏应力增大。不推荐主涂层下使用底涂层。

注：已经预先高频淬火的活塞杆不宜在高频淬火表面再涂耐磨材料。

6.10.4.3 用于含 H_2S 设施的活塞杆基体材料应符合 NACE-MR0175(见 6.15.1.11)。该要求为了耐磨导致不适当的表面硬度，经证实的表面处理或涂层应向采购方提议并获认可。

6.10.4.4 完工的活塞杆应为 $12.5 \mu\text{m}$ (0.0005 in.) 的粗糙度，活塞杆全长 $25 \mu\text{m}$ (0.001 in.) 的径向公差。

对有润滑和无润滑设施，填料区域的表面粗糙度应为 $0.15 - 0.4 \mu\text{m}$ ($6 - 16 \mu \text{ in.}$) R_a

注：对高压或特殊材料组合，宜考虑较光滑的表面，经验表明这样的粗糙度能导致改善性能。

6.10.4.5 活塞杆的螺纹应为具有光滑螺纹退刀槽的轧制螺纹。卖方应在标书中表明活塞杆的材料和连接类型(见图 G-6, G-7 或 G-8)。如果因为 H_2S 气体设施(按 6.13.1.11 中定义)而必须应用 NACE-MR0175 活塞杆的材料只要基体硬度和屈服强度在 NACE 规定值范围内被认为可以接受的。由于螺纹轧制造成的螺纹表面周围硬度增加只要基体硬度符合 NACE 的要求是可以接受的。

6.10.4.6 只有经采购方的书面认可才能使用贯穿活塞杆。贯穿活塞杆被认为可接受时，贯穿活塞杆的

填料组件的设计和质量应等同于常规活塞杆填料组件。贯穿活塞杆表面处理和粗糙度应当与常规活塞杆相同。贯穿活塞杆设计应包括能在贯穿活塞杆与活塞 / 活塞杆分开时防止贯穿活塞杆万一弹出的装置 (护套)。在贯穿活塞杆填料组件上测量的活塞杆径向跳动不应超过 6.3.1 中定义的极限值。

6.11 曲轴箱、曲轴、连杆、轴承和十字头

6.11.1 曲轴

对 150 kW (200 hp) 以上的压缩机, 曲轴应整体锻造, 并应热处理和对所有工作面 and 配合面机加工。使用可拆卸的平衡重是可行的。对等于或小于 150 kW (200 hp) 的压缩机, 曲轴可以使用球墨铸铁。曲轴应无尖角。主轴颈和曲柄销轴颈应磨削到位。钻孔和变截面处应予加工成大圆角并精磨。曲轴上应钻削强制润滑通道。对曲轴的超声波试验, 见 8.2.2.3.3。

6.11.2 轴承

6.11.2.1 对 150 kW (200 hp) 以上的压缩机, 曲柄销轴承和主轴承应使用可更换的精镗轴瓦 (轴套)。对等于或小于 150 kW (200 hp) 的压缩机, 主轴承可采用圆锥滚子轴承。圆柱、滚柱或滚珠轴承只有经采购方认可才能使用。

注: 采购方宜认识到使用滚动元件的轴承会影响压缩机的使用寿命。

6.11.2.2 允许使用滚动元件轴承时, 轴承的供应应符合 6.11.2.3 和 6.11.2.4。

6.11.2.3 所有滚动元件轴承应适用于皮带传动, 并应给出 L10-额定寿命, 按 ISO 281-1 或 AFBMA1 计算: 在额定工况下连续运行 50,000 h, 或在最大轴向和径向负荷和额定转速下运行 25,000 h。(额定寿命是指额定轴承负荷和转速下的小时数, 同一轴承组的 90% 轴承将在第一次明显故障发生之前达到或超过此数。)

6.11.2.4 滚动元件轴承应按适用的 AFBMA 建议以热套固定到轴上, 并装入轴承座。

6.11.3 连杆

对 150 kW (200 hp) 以上的压缩机, 连杆应为可拆卸的大头盖的锻钢件。对等于或小于 150 kW (200 hp) 的压缩机, 球墨铸铁、钢板或铸钢的连杆都可以接受。连杆应无尖角, 应钻削强制润滑的通道。钻孔和变截面处应予加工成大圆角并精磨。曲柄销轴瓦应为可更换的精镗的, 并应可靠地就位锁紧。所有的连杆螺栓和螺母都应在装配后用开口销或金属丝可靠锁紧。连杆螺栓应有轧制螺纹。

6.11.4 十字头

对 150 kW (200 hp) 以上的压缩机, 十字头应用钢材制造。对等于或小于 150 kW (200 hp) 的压缩机, 十字头可用球墨铸铁。十字头上下滑履及滑道应是可更换的。应对调节十字头间隙和找中提供方便。应当避免现场加工来调节间隙。应提供适当的开口以便维护十字头组件。

6.11.5 曲轴箱

如有规定, 曲轴箱应备有释放装置以防压力迅速升高。这种装置应装有直接向下的开口 (避开操作者的脸部)、隔断火焰机构和快速关闭装置以将反向流动减至最小。这些装置的总孔口面积与曲轴箱独立体积的比不宜小于 $70 \text{ m}^2/\text{dm}^3$ ($3 \text{ in.}^2/\text{ft}^3$)。

不是机身的整体部分时, 十字头箱需用螺柱连接到曲轴箱上。十字头箱与曲轴箱之间, 十字头箱与接筒之间以及接筒与气缸之间, 应使用配备合适密封胶的金属-金属连接。

6.12 接筒

6.12.1 接筒类型

6.12.1.1 采购方应规定供应的接筒类型。各种类型列于 6.12.1.2 至 6.12.1.5（见图 G-3）。

6.12.1.2 A型——短单室接筒，仅用于带出油（在刮油器填料和气缸压力填料）并无碍的有油润滑设施。在该应用中，活塞杆的一部分可以交替进入曲轴箱（十字头箱）和气体气缸压力填料。气缸使用合成油润滑时该结构不应使用（见 6.14.3.1.9）。

注：A型接筒仅用于非易燃或不危险的气体。

6.12.1.3 B型——长单室接筒，用于无油润滑设施或不可带出油的有油润滑设施。活塞杆上不应有任何部分交替进入曲轴箱（十字头箱）和气体气缸压力填料。活塞杆上应装有防火花材料的挡油盘，并最好设计成剖分式结构以便通过填料。

6.12.1.4 C型——长/长双室接筒，设计以容纳易燃、危险或有毒的气体。活塞杆上不应有任何部分交替进入刮油器填料、中间分隔填料和气缸压力填料。

两室间应装有分段填料。如有需要，应由卖方提供这种分段填料润滑的措施。如有规定，也应提供注入缓冲气的措施。

注：C型接筒有两个挡油盘，每室一个，通常不用于工艺流程压缩机。该型接筒只用于特殊设施，如制氧设施。该接筒的设计使得气体端组件的总长度变得非常大，因而使得压缩机总宽度变大，这也就增加了基础要求。由于非常长活塞杆的立柱效应，这种接筒的使用会引起活塞杆直径增加。

6.12.1.5 D型——长/短双室接筒，设计以容纳易燃、危险或有毒的气体。活塞杆上不应有任何部分交替进入刮油器填料和中间分隔填料。两室之间应装有分段填料。如有需要，应由卖方提供这种分段填料润滑的措施，如有规定，应提供注入缓冲气的措施。

注：缓冲气体宜为非易燃、不反应或惰性的气体，如氮气。

6.12.2 接筒要求

6.12.2.1 所有接筒上都应有合适尺寸的通道开口以允许拆卸组装的填料箱。D型双室接筒中，通过可拆卸的隔板，可以进入靠近气缸的腔室（外腔室）。在接筒（或腔室）上应按规定装有遮护安全罩、透气防风盖或带垫的整体金属盖板。

所有通道开口都应进行平面加工并钻孔，以适应安装整体金属盖板。不允许使用非金属盖板。

6.12.2.2 接筒应设计成无须拆卸活塞杆就能拆卸和更换填料环。

注：对小压缩机，拆下活塞杆会更容易。

6.12.2.3 提供或规定整体金属接筒盖时，接筒、隔板、盖、螺栓连接和中间分隔填料应按最小室间压差 2 bar（25 psi）设计，如有规定可更高。卖方应指明接筒的最大许用工作压力（MAWP 采购方应规定放气系统的最大许用背压）。

6.12.2.4 每个接筒腔室应提供如下连接：

- 顶部放气接口，至少 DN40（NPT 1）；
- 底部排液接口；
- 如有规定，净化或真空接口；
- 活塞杆下方的填料放气接口，以便从填料盒排放液体；
- 如有要求，填料润滑；

f. 要求或规定填料盒冷却时，适当布置接筒上的进出接口，以便排液和放气。

见图 G-3。放气和净化系统示意图见附录 I。不使用 DN 40 (NPT 1½) 自由放气接口的封闭、密封或净化的接筒应配备有释放装置，其具有面积至少等于通过曲柄端缸座活塞杆孔面积减去活塞杆面积的孔面积。卖方应确认 DN40 (NPT 1½) 自由放气接口或释放装置足以防止接筒万一填料箱失效超压。

6.12.2.5 所有外部接口，除了顶部放气，应至少为 DN25 (NPT 1)。

6.12.2.6 带有内部加强筋的接筒腔室应有通过筋的内部排液措施。

6.12.2.7 内部填料放气管道和管件应为奥氏体不锈钢。

6.12.2.8 除非另有规定，所有外部排液、放气以及净化管路和设备应由采购方提供。

6.12.2.9 带整体金属盖的 A型和 B型接筒，在刮油器填料上应提供可靠的密封环。带整体金属盖的 C型和 D型接筒，在刮油器填料和中间分隔填料上均应提供可靠的密封环。这些密封环应为在大气压有效密封（无净化）的扇瓣形，以防止来自气缸压力填料泄漏，污染曲轴箱的润滑油（见 6.13.1.6）。

6.13 填料箱和压力填料

6.13.1 概述

6.13.1.1 所有刮油器填料、中间分隔填料和气缸压力填料均应为带镍铬合金（如铬镍铁合金 600 或 X750）箍簧的扇形分瓣环。如有规定，应在十字头箱中刮油器填料盒的回油口上方提供挡板以防止润滑油飞溅溢流。

6.13.1.2 填料法兰应用不少于 4 只螺栓连接到气缸座或气缸上。对易燃、危险或有毒的气体设施，法兰应为钢制的。填料组件额定压力至少达到气缸的最大许用工作压力（MAWP）。填料组件应有可靠的对中性能，如盒与盒之间的导向配合和 / 或有效定位的拉杆螺栓。

6.13.1.3 对易燃、危险、有毒或潮湿气体的设施，压力填料箱应在活塞杆下部设有共用的放气和排液接口，由卖方用管道引至接筒的较低部位。见附录 G。

6.13.1.4 活塞杆和所有邻近的静止部件之间应提供足够的径向间隙，以防止在活塞支承环上发生最大允许磨损时相互接触。

6.13.1.5 十字头侧填料盒应使用刮油器填料以有效地将曲轴箱的油泄漏减少到最小。

6.13.1.6 如有规定，为了将工艺流程气体的析出减少到绝对最小，气缸压力填料应包括放气和缓冲气体盒，并在邻近的密封盒中带侧负荷填料环。见图 I-3 中的配置。

注：缓冲气体宜使用非易燃、不反应或惰性的气体，如氮气。

6.13.1.7 除非另有规定，制造方应提供适合的装置和说明，使活塞杆能够完全通过组装的气缸压力填料而不损坏。

注：使用导入套筒时，有填料损坏的危险。然而，当导入套筒的外径等于活塞杆的外径时，遵守制造方的说明会减小这种危险。

6.13.2 压力填料箱冷却系统

6.13.2.1 除非另有规定，压力填料箱的冷却应遵守 6.13.2.2 到 6.13.2.6 给出的准则。

6.13.2.2 气缸排气表压 100 bar (1500 psig) 及以下的可用制造方的标准设计。

6.13.2.3 对于下列应用，填料箱应设计为有全封闭的冷却盒的液体冷却：

- a. 所有无油润滑填料环；
- b. 气缸最大许用工作压力（MAWP在 35 bar（500 psig）以上时，有油润滑非金属环；
- c. 气缸最大许用工作压力（MAWP在 100bar（1500 psig）以上时，所有材料，有油或无油润滑。

6.13.2.4 提供液体冷却的填料箱时：

- a. 盒之间的冷却剂通道应使用 O形圈密封；
- b. O 形圈的内外径都应完全附在环槽内。围绕封闭的 O形圈应有一条 0.5mm- 1mm(0.015in. – 0.030in.) 的小释放切槽，以探测气体泄漏。环绕活塞杆的 O形圈是不允许的；并且
- c. 填料箱的冷却剂侧应进行泄漏试验，试验表压不小于 8bar（115psig）。

6.13.2.5 最大许用工作压力（MAWP低于 17bar（250psig）的无油润滑气缸不要求压力填料的冷却。填料箱中的冷却剂接口应用钢螺塞堵住。

6.13.2.6 填料箱为强制循环冷却时，卖方应提供奥氏体不锈钢的内部管道和锻造管件。应提供标定精度为 125 μm （125 微米）或更好的合适的过滤器，并位于接筒的外部。如果外部管道由卖方提供，其应为奥氏体不锈钢。

6.13.2.7 气缸压力填料要求冷却时，卖方应有责任确定并通知采购方最低要求，如流量、压力、压降和温度，以及任何过滤和腐蚀保护的准则。通过填料箱的冷却剂的压力降不应超过 1.7bar（25psig）。

如有规定，卖方应供应一个封闭的液体冷却系统。如有规定，并对所有酸性和有毒气体设施，该系统应与气缸夹套冷却系统分开。对气缸压力填料的自备冷却系统的附加细节，见图 G-4。

注：进入填料箱冷却剂温度不宜超过 35 °C（95°F）。填料效率随低冷却剂温度提高。

6.14 润滑

6.14.1 概述

除了 ISO 10438-1 和 ISO 10438-3 或 API 614，第 1 和 3 章的要求，下面的要求适用于压缩机润滑油系统。

6.14.2 压缩机机身润滑

6.14.2.1 概述

6.14.2.1.1 对 150 kW（200 hp）及以上的压缩机，机身润滑系统应是一种压力系统。对用滚动元件轴承 150 kW（200 hp）或更小的卧式压缩机，可采用飞溅润滑系统。曲轴箱油温，对压力系统不得超过 70°C（160°F），对飞溅系统不得超过 80°C（180°F）。冷却盘管不应用于曲轴箱或油箱。

6.14.2.1.2 除非另有规定，压力润滑系统应为按 ISO 10438-1 和 ISO 10438-3 或 API 614，第 1 和 3 章设计和提供的通用系统，以下的改动除外。

6.14.2.1.3 如有规定，压力润滑系统应按 ISO 10438-1 和 ISO 10438-2，或 API 614，第 1 和 2 章专门设计和提供的专用系统。

注：符合 ISO 10438-2 或 API 614，第 2 章的专用系统通常仅用于往复压缩机组，它包括一套大型汽轮驱动机和齿轮传动机构。

6.14.2.1.4 按照 6.14.2.1.2，基本的油系统至少应包括以下部件：

- a. 油箱——通常是压缩机曲轴箱；
- b. 主油泵——（材料按照 6.14.2.1.5），可以是轴驱动或电机驱动；
- c. 辅助泵，需要时，按照 6.14.2.2；

- d. 单冷却器 (见 6.14.2.3) ;
- e. 双过滤器 (见 6.14.2.4) ;
- f. 加热器——需要时 (见 6.14.2.5) ;
- g. 每个泵的压力安全阀 (见 6.14.2.6) ;
- h. 单调节器, 用于控制输送油压 (与安全阀分开) ;
- i. 单调节器, 用于油温控制 (见 6.14.2.7) ;
- j. 阀门——材料应为带不锈钢边的碳钢 ;
- k. 油管——应为不锈钢管和管件 (铸造在机身中的管线或通道除外) , 或不锈钢管道和管件 (见 6.14.2.1.8) ;

l. 如下仪器 :

- 一个压力表 ;
- 两个温度计 ;
- 一个液位计 (在曲轴箱或油箱) (见 6.14.2.1.9) ;
- 一个用于低压报警和辅助泵启动的压力变送器 ;
- 一个用于报警的低机身油位变送器 ;
- 一个用于报警的过滤器高压差变送器 ;
- 一个用于低压停机的压力变送器 ;

润滑油系统的典型示意图见图 G-5。

6.14.2.1.5 所有外部含油承压部件, 包括辅助泵, 应为钢制 ; 曲轴驱动的润滑油泵可以有铸铁或球墨铸铁的外壳例外。

6.14.2.1.6 机身润滑系统的额定表压不应小于 10bar (150psig) (这只是系统设计准则, 制造方推荐的轴承供压可能小很多) 。安全阀设定不应大于正常轴承供压、过滤器上游的设备和管路压力损失以及最小油温为 27°C (80°F) 正常流速下滤筒毁坏到轴承压差降的总和。

6.14.2.1.7 为了防止如果冷却器失效, 油被沾染, 油侧运行压力应高于水侧运行压力。

6.14.2.1.8 不允许使用搭接或松套法兰。

6.14.2.1.9 油箱应配备有油位视镜。最高和最低运行液位应永久显示。

6.14.2.1.10 如有规定, 油系统应在卖方车间试运行并按照 8.2.3.2 检验。

6.14.2.2 辅助泵

对每个公称机身额定功率大于 150 kW (200 hp) 的机组, 卖方应提供单独的、独立驱动的、全容量、全压力的辅助油泵, 其有低油压促发自动启动的性能, 并包括停机后的后润滑措施。

卖方应提供规定的驱动机类型。除非另有规定, 泵驱动机的大小应按泵的功率和油的运动粘度 1000 mm²/s (5000 SSU) 时要求的启动扭矩确定。采购方应指明机身额定功率小于 150 kW (200 hp) 的机组是否供给这类的润滑系统。

6.14.2.3 冷却器

如下要求适用于润滑油冷却器。

- a. 除非另有规定, 提供换热表面积等于或大于 0.5 m² (5 ft²) 的管壳式冷却器时, 要求可拆卸管束设计。
- b. 可拆卸管束冷却器应符合 TEMAC 级或等同标准, 并应配以可拆卸管箱盖。

- c. 管子的外径不应小于 16 mm($\frac{5}{8}$ in.), 并管子的壁厚不应小于 1.2 mm(18 BWG)。
- d. 除非另有规定, 冷却器壳体、管箱和盖应为钢制; 管板应为黄铜; 管子应为铜 / 锌 / 锡非铁材料, 如 UNS C44300
- e. 不允许用 U形弯管。
- f. 冷却器应在油侧和水侧装配有高点放气和低点排液接口。

6.14.2.4 过滤器

以下要求适用于过滤器:

- a. 过滤器应对 10 μ m 颗粒提供 90% 的最小粒子去除效率 (PRE (过滤比 $\beta_{10} \geq 10$), 对 15 μ m 颗粒提供 99.5% 的最小粒子去除效率 (PRE (过滤比 $\beta_{15} \geq 200$), 在两种情况下以最小终端压差 3.5 bar (50 psig) 试验时符合 ISO 16889 (API 614, 第 3 章, 1.7.2);
- b. 滤筒的最小毁坏压差为 5 bar (70 psig);
- c. 如果尺寸允许, 每个过滤器应配备放气及净侧和脏侧排液接口。

6.14.2.5 加热器

如有规定, 对压缩机在冷的环境条件下启动应提供加热油的措施。加热的提供可以由:

- a. 油箱外接的可拆卸蒸气加热元件,
- b. 恒温控制的浸没式电热器, 和
- c. 冷却器上的蒸汽加热接口。

加热方法要求卖方认可。

浸没式电热器宜联锁, 在油位降到最小运行液位以下时断开。

注: 使用冷却器上的蒸汽加热接口时要求注意防油过热或冷却器损坏。

6.14.2.6 压力安全阀

每个润滑油泵安全阀应单独用管道接回到曲轴箱油箱。用于主油泵的安全阀, 如果位于曲轴箱内部可以是铸铁或球墨铸铁阀体; 否则应为钢的。如有规定, 曲轴箱驱动泵的安全阀应安装在曲轴箱的外侧。连续运行的流动油回路应进入油池或外部油箱, 其方式应避免在泵的进口产生不利影响和静电释放。

6.14.2.7 油温调节器

应提供带有手工超驰或旁路的油温控制系统。对于水冷设施, 本系统应基于一部分油流旁路到冷却器的布置, 以保持到设备稳定的油温。控制阀应为法兰式钢结构。润滑油系统典型的示意图见图 G-5。

6.14.3 气缸和填料润滑

6.14.3.1 概述

6.14.3.1.1 卖方应按规定为压缩机气缸和填料润滑提供每点单柱塞式或单元分配式机械注油器系统。

6.14.3.1.2 注油器应按规定由曲轴驱动或独立驱动。注油器应与机身润滑泵分开, 并配全需要的管道或管路 (见 7.7.3)。不应使用注油器棘轮传动。

6.14.3.1.3 泵的大小应允许设计流量的 100% 增量和 25% 减量。泵的设计应允许在压缩机运行时调节泵流量。

6.14.3.1.4 如有规定, 应提供带有恒温控制的注油器油箱加热装置。装置的热密度应限制在 2.3 W/cm² (15 W/in.²)。加热系统和温度控制仪器的规格应由购卖双方商定。使用内部加热器时, 即使在油箱最

低液位，加热器也应完全浸没（见 6.14.3.2.1.2）。

6.14.3.1.5 除非另有规定，注油器应有压缩机启动前的压缩机预润滑措施。

6.14.3.1.6 每个气缸和填料润滑系统应提供注油器系统失效报警。如有规定，应提供附加报警功能（见 6.14.3.2.1.2 和 6.14.3.2.2）。

6.14.3.1.7 每个压缩机气缸腔和填料至少应提供一个润滑点。应尽可能靠近每个润滑点提供不锈钢整体式双球止回阀。止回阀、管道和管件应按注油器的最大许用工作压力来额定。止回阀和管道的布置应使止回阀的出口总是浸没在油中。

注：浸没在油中有助于阀门对气体压力的密封。

6.14.3.1.8 到气缸腔的润滑油注入通道应钻通气缸水套铸件或焊接件中的金属。润滑油管子或管道（类似于图 G-2）穿过水套中的金属是可行的。管子或管道至少应为奥氏体不锈钢，并如材料与气体组分相容可以用于气体通道（见 7.7.3）。对于所有的气缸包括无油润滑的气缸，润滑油注入通道应钻孔并攻螺纹。不用的孔应用不锈钢的实心螺塞堵住。对于所有压缩机部件，为便于重新装配，在拆卸点管道接口应有用于识别的相配标志。

6.14.3.1.9 如有规定，压缩机气缸、压缩机机身或两者应用合成润滑剂润滑。润滑剂的技术要求应由购卖双方商定。与合成润滑剂相接触的润滑系统的内表面和非金属部件应采用压缩机制造方和润滑剂制造方商定的相容材料。与合成润滑剂相接触的内表面不要油漆。如果其他内表面（例如接筒或机身）要求油漆，应使用润滑制造方推荐的耐润滑剂的涂料。

注：与使用合成润滑剂有关的是惯用曲轴箱油被合成气缸润滑油的污染和合成油为曲轴箱和接筒的涂层所破坏。

6.14.3.1.10 注油器油箱容量应足够用于正常流速下运行至少 30 h。

6.14.3.2 泵到点润滑

6.14.3.2.1 概述

6.14.3.2.1.1 对于每个润滑点，注油器都应有一个可视流量显示器。

6.14.3.2.1.2 防止气缸和填料润滑断油的保护装置应包括一个连接到另外的柱塞泵出口的低压报警器，柱塞泵是使循环油通过孔板回到注油器油箱。柱塞泵应有较短的吸油管，注油器油箱液位下降到满液位的 30% 时，将吸不上油。使用多个油箱隔室时，每个隔室上均应装有这样的保护装置。

6.14.3.2.2 单元分配式润滑

单元分配系统应提供保护和指示装置以防止系统过压并对系统功能的运行监控。

最低应满足以下要求：

- 每个主分配器的出口应配备可调弹簧 - 负荷指示器销，用于出口被塞住时可显示；
- 系统应有位于泵下游的释放装置（爆破片）保护以防过压；
- 应提供压力表指示泵的排出压力；
- 为了防止流量断失，应提供带有总流量数字显示的循环监控器，并应配备指示无流量的报警器；
- 循环监控器应由安装在主单元分配器上的接近开关驱动。

此外，或作为替代，经购卖双方商定可以提供保护和监控装置。

6.15 材料

6.15.1 概述

6.15.1.1 除非采购方另有规定，结构的材料应由制造方根据规定的运行和现场环境条件选择。

附录 H 列出了压缩机的一般材料级别。这些材料经适当的热处理和 / 或冲击试验使用时，这些材料级别被认为对主要部件零件是可行的（辅助管路材料要求见 7.7）。

6.15.1.2 所有主要部件的结构材料应在采购方的标书中清晰地标出。材料应按适用的国际标准标志，包括材料等级（见条款 2）。国际标准不可用时，可以使用国际公认的国家标准（如 AISI 或 ASTM 或其他标准。没有可用牌号时，应在标书中包括卖方材料规范，给出力学性能、化学成分和试验要求。

6.15.1.3 铜和铜合金不应用于与腐蚀性气体或能形成爆炸性铜化合物的气体接触的压缩机或辅助设备的零件。镍铜合金（UNS N04400 蒙乃尔铜 - 镍合金或其同等材料）、巴氏合金轴承和沉淀硬化不锈钢排除该要求。购卖双方商定时，含有铜的材料可以用于有润滑压缩机或其他特殊用途的填料。

注：已知某些腐蚀性流体与铜合金接触会形成爆炸性化合物。

6.15.1.4 卖方应指明要求保证所选材料满足预定设施的选择性试验和检验程序。这些试验和检验应列于标书中。

6.15.1.5 附加的选择性试验和检验可以由采购方规定。

注：在采购方申请书中，可以规定附加的选择性试验和检验，特别对于用于关键部件或关键设施的材料。

6.15.1.6 经受转动或滑动运动的外部部件（如控制联接接头和调整机构）应为适合于现场环境的抗腐蚀材料。

6.15.1.7 次要零件如螺母、弹簧、垫圈、垫片和键应有至少等同于同样环境中规定零件的抗腐蚀性。

6.15.1.8 运动和工艺流体和现场环境中任何腐蚀剂的存在（含微量），包括能够引起应力腐蚀破坏的组分，应由采购方指明。

注 1：有关的典型腐蚀剂有硫化氢、胺、氯化物、氰化物、氟化物、环烷酸和连多硫酸。

注 2：如果工艺气体蒸汽中有任何含量的氯化物，与工艺气体接触的材料的必须格外小心。宜给予注意铝和奥氏体不锈钢的部件。

6.15.1.9 如暴露在可能引起晶间腐蚀的条件中的奥氏体不锈钢零件，要加工表面硬化、堆焊或焊补的，它们应为低碳的或稳定等级的。

注：含有大于 0.10% 的碳的堆焊或表面硬化可对低碳的和结构稳定等级的奥氏体不锈钢都敏感，除非使用对晶界腐蚀不敏感的缓冲层。

6.15.1.10 使用奥氏体不锈钢或类似咬合倾向的材料相配零件，如螺柱和螺母，它们应用适当温度规范并且与规定的工艺流体相容的防粘剂来润滑。

注：有无使用防粘剂，要求达到必需的预负荷的扭矩负荷值会明显变化。

6.15.1.11 按 NACEMR0175 定义的暴露在 H₂S 气体设施中的所有材料应符合该标准的要求。NACEMR0175 不包含的铁类材料既不应有超过 620 N/mm² (90,000 psi) 的屈服强度，也不应有超过 RC22 的硬度。

如有要求，焊制部件均应进行焊后热处理，以使焊缝和热影响区符合屈服强度和硬度要求。

预期符合 NACEMR0175 的部件至少应包括：所有承压的气缸零件（如气缸、气缸头、余隙腔体、阀盖）和与那些零件直接联结的所有紧固件；气缸内的所有部件（如活塞、活塞杆、气阀、卸荷器和紧固件）；外侧接筒内的部件（如填料箱，填料和紧固件）。

按 NACEMR0175 材料要求制造的紧固件应清楚和永久地标记，它们的正确位置应标明在安装和维修手册中

(见附录 Q)。

在多台设施和多级机器中，NACE要求应适用于所有的紧固件和所有气缸的其他可互换零件，以避免可能的疏忽互换零件。

阀座和活塞杆表面的硬度要求可以超过 NACE的规定 (见 6.10.4.1)。类似的例外情况也可用于阀片、弹簧和卸荷器部件等经证实必需要较大硬度的零件。对替代合金或特殊热处理的要求，买卖双方应共同商定。

注：考虑正常运行、启动、停机、闲置备用、倒车或如催化剂再生等非正常工况，确定预期的湿 H₂S 量是采购的责任。

在很多应用中，少量的湿 H₂S 足以要求材料能够抗硫化物应力腐蚀破坏。当已知有微量湿 H₂S 或可能存在的湿 H₂S 的量不能确定时，采购方对材料抗硫化物应力腐蚀破坏的要求宜自动在数据表上注明。

6.15.1.12 卖方应选择能够避免导致电解腐蚀情况的材料。这种情况不能避免时，买卖双方应就材料选择和其他任何必需的措施达成一致。

注：带较大电势差的相异材料在电解溶液中接触时，会产生能导致次惰性材料严重腐蚀的电偶。NACE 腐蚀工程师参考书是用来选择这些情况的适合材料的一种资源。

6.15.1.13 低碳钢会切口敏感并在环境或较低温度容易脆性断裂。因此，只有全脱氧正火钢制成细晶粒可接受的。应避免使用制成粗奥氏体晶粒度的钢 (如 ASTM A 515)。

6.15.1.14 O 形圈材料应适用于所有规定的设施。对高压设施，O 形圈的选择应给予特别考虑，以确保在压缩机快速降压时 (极快减压)，O 形圈不受损坏。

注：对极快降压的敏感性取决于 O 形圈所接触的气体、弹性材料的配方、暴露的温度、降压速率和降压周期的次数。

6.15.1.15 承压联接的螺栓连接材料最低质量，对铸铁部件应为碳钢，如 ASTM A 307 等级 B，对钢或球墨铸铁部件应为高温合金钢，如 ASTM A 193 等级 B7。应使用碳钢螺母，如 ASTM A 194 等级 2H。对最低许用温度等于或低于 30 °C (– 20 °F) 的情况，应使用低温螺栓连接材料，如 ASTM A 320。

6.15.1.16 对单独的碳钢气体分离罐的腐蚀裕度最小应为 3 mm (¹/₈ in.)。买卖双方应就换热器和专门用途要求的合金零件的腐蚀裕度达成一致。

6.15.2 承压零件

6.15.2.1 除非另有规定，承压气缸零件的材料应结合表 3 的最大许用工作压力 (MAWP) 使用。所有材料的选择应经采购方复核。

注：根据详细的工程分析，可以允许较高的设计压力。

表 3—气缸材料的最高表压

材料	最高许用工作压力	
	bar	psig
灰铸铁	70	1000
球墨铸铁	100	1500
铸钢	180	2500
锻钢	无限制	
焊接结构件钢	85	1250

- 6.15.2.2 钢制压缩机气缸应配有钢制气缸头。
- 6.15.2.3 使用焊接结构件气缸应在标书中写明，并须经采购方书面认可。
- 6.15.3 铸件
- 6.15.3.1 概述
- 6.15.3.1.1 铸件应完好，没有缩孔、气孔、裂缝、氧化皮、砂眼和其他类似的有害缺陷。铸件表面应用喷砂、喷丸、化学清洗或其他标准方法进行清理。所有铸模 一分型飞边、浇口和冒口的残留应铲除、锉光或磨平。
- 铸件加工前在铸造车间不应被渗补或表面封堵。
- 6.15.3.1.2 压力铸造应尽量少用芯撑。芯撑必需时，应清洁无腐蚀（允许镀层） ， 并有与铸件相容的组分。
- 6.15.3.1.3 堵塞、焊接或装配等方法成为全封闭的型芯空腔是禁止的。
- 6.15.3.1.4 除非另有规定，承压灰铸铁件应按 **ASTMA278**生产，承压铸钢件应按 **ASTMA 216** 生产。
- 6.15.3.2 球墨铸铁件
- 6.15.3.2.1 球墨铸铁件应按国际公认的标准，如 **ASTM A395**生产。铸件的生产应符合 6.15.3.2.2 到 6.15.3.2.5 规定的条件。
- 6.15.3.2.2 摆锤式 V型缺口冲击试样至少一组（三个试样） ， 位于试验块三分之一厚度处，应由靠近每个基尔试块或 Y 型试块上的拉伸试样的材料制成。在室温下，所有三个试样的冲击强度值应不小于 12 J （9 ft-lb ），其平均值应不小于 14 J （10 ft-lb ）。
- 6.15.3.2.3 在浇铸终了铸造的基尔或 Y试块应有不小于主要铸件关键截面的厚度。 该试块应作拉伸强度和硬度试验，并作显微检查。显微检查的石墨球状分类应按照 **ASTMA 247**。
- 6.15.3.2.4 每浇铸包取一个“ 铸态 ” 试样应作化学分析。
- 6.15.3.2.5 为验证铸件的均匀性， 应在实际铸件上变截面处、 法兰及其他便于接近的位置如气缸内腔和气阀孔口，测布氏硬度值。在做测硬度值前， 应除去足够的表面材料，以消除铸皮影响。 在铸件的端部代表最先和最后浇铸截面位置也应测硬度值。 除测基尔或 Y型试块的布氏硬度值外， 应测这些硬度值。
- 6.15.4 锻件
- 承压锻件应符合 **ASTMA 668**。
- 6.15.5 焊接结构型气缸和气缸头
- 6.15.5.1 允许焊接结构气缸时，应基于无限期疲劳寿命设计。 卖方应进行适用的负荷、材料、 焊接装

配和气缸几何形状的工程分析。该分析应确保交变应力限制在防止存在的内部缺陷扩展的数值之内。

6.15.5.2 由锻造材料或锻造和铸造材料组合制成的气缸和气缸头的气体承压件应符合 6.15.5.3 到 6.15.5.13 规定的条件。

6.15.5.3 用于气缸和气缸头的承受交变压力负荷的板材应在切割成形后和焊接准备前须经 6.15.5.4 到 6.15.5.6 的程序。

6.15.5.4 如果板材在整个厚度方向上受拉伸负荷, 则应在施加负荷的构件的每侧一个板厚范围内进行 100%的超声波检测 (见图 1)。

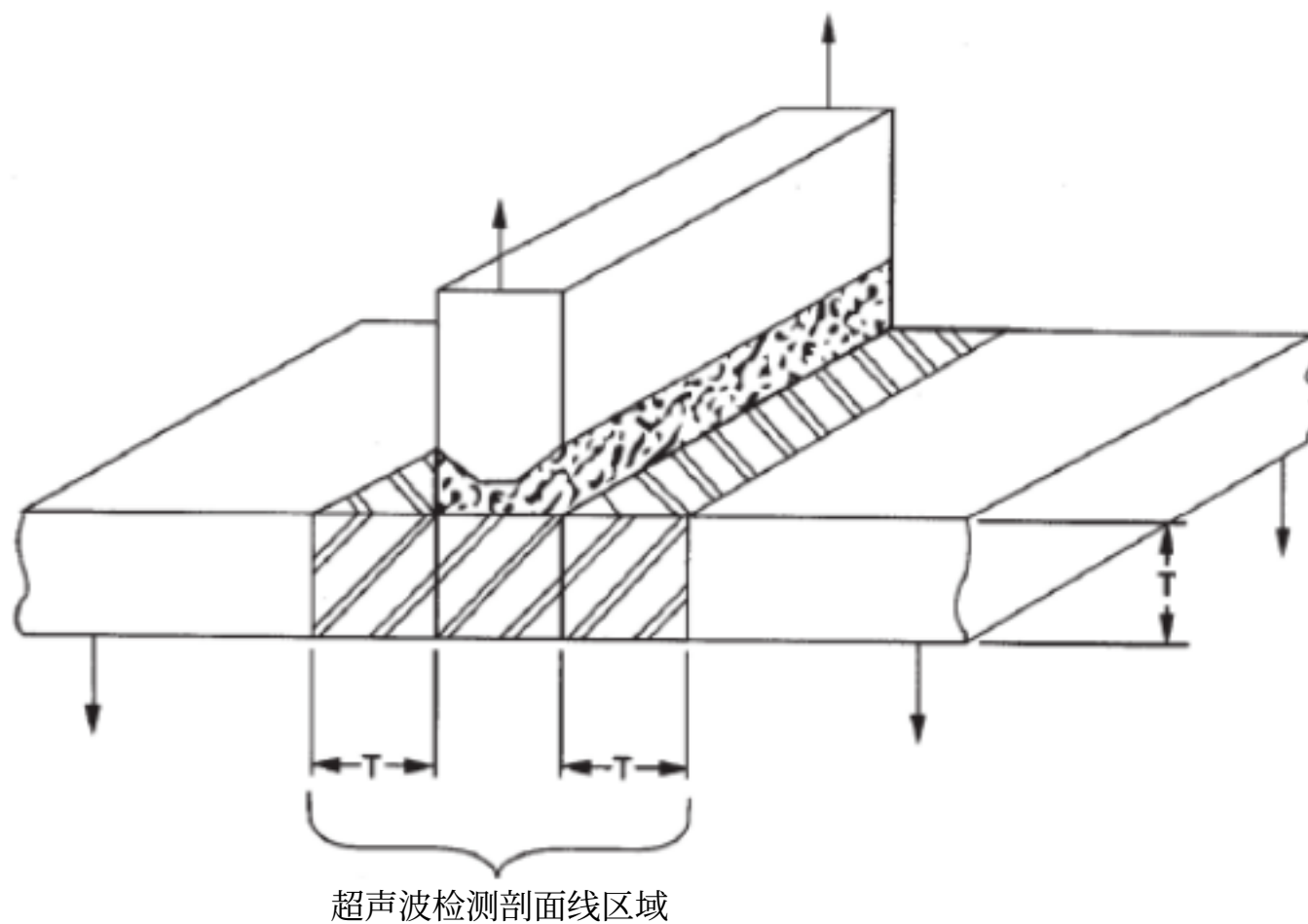


图 1—整个厚度方向承受拉力负荷的板材及其要求超声波检测的区域

6.15.5.5 如果板材受弯曲负荷, 则应在施加负荷的构件的每侧一个板厚范围内进行 100%的超声波检测 (见图 2)。

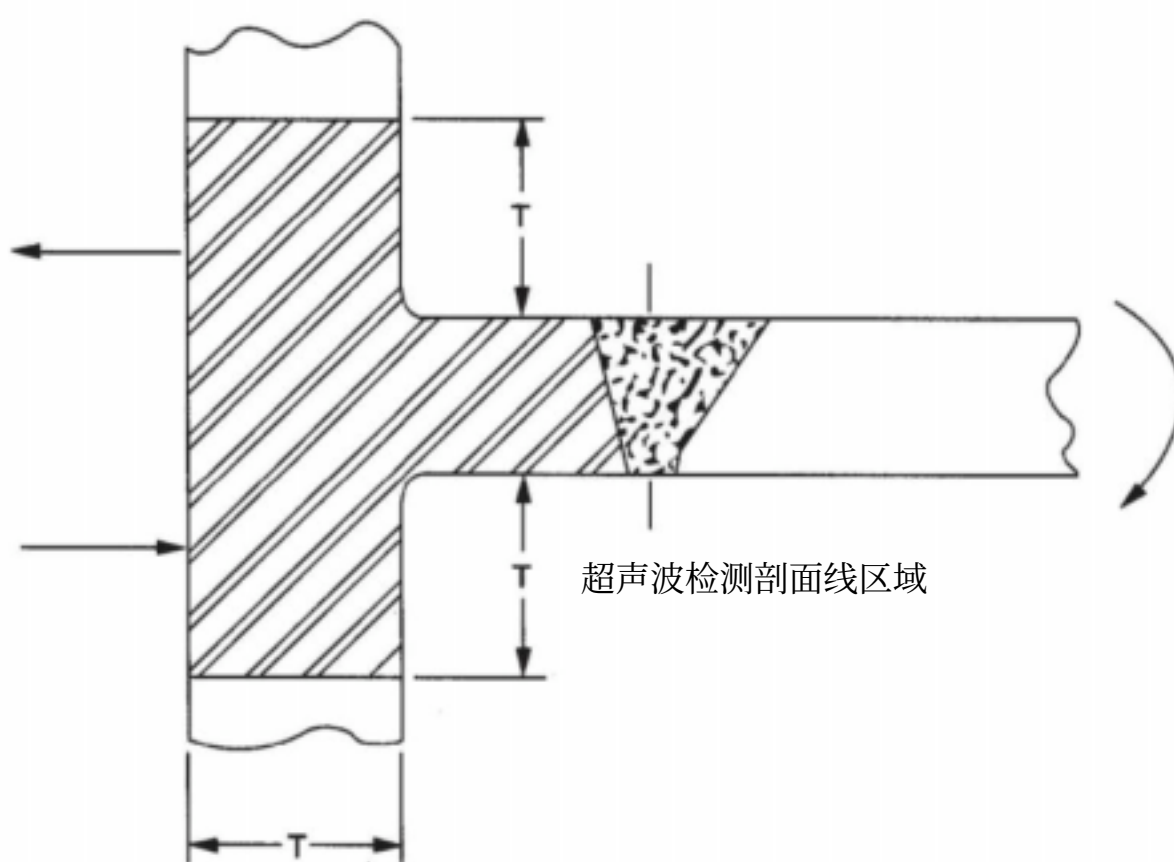


图 2—受弯曲负荷的板 材及其要求超声波检 测的区域

6.15.5.6 如果板材受轴向负荷，不需要超声波检测（见图 3）。

注：这些程序是用来发现影响部件承载能力的叠层或夹杂物。



图 3—受轴向负荷的板材

6.15.5.7 焊接准备后，板缘应该按规定的压力容器规程或国际公认的标准如 **ASM 第 VIII 卷，第 1 册，UG-93 (d) (3)** 用磁粉或液体渗透检测作检查。

6.15.5.8 焊缝的可达表面在铲平或背面清根和再次焊后热处理后，应进行磁粉或液体渗透检测。

6.15.5.9 除非开始制造前得到采购方的认可，承压焊缝，包括水平和垂直连接法兰的焊缝，应为全焊透（整个接口）焊缝。

6.15.5.10 所有焊接结构型气缸和气缸头不论厚度都应进行焊后热处理（见 6.15.7.7）。

6.15.5.11 焊接气缸的内筒上的所有对接焊缝应进行 100% 射线检测。内筒的其他焊缝在可能的地方应进行射线检测。如不能进行射线检测，应使用其他方法，如超声波检测。

6.15.5.12 如有规定，在 6.15.7.1 的要求之外，应对特殊焊缝进行 100% 射线检测、磁粉检测或液体渗透检测。

6.15.5.13 如有规定，应制定气缸、气缸头和连接设计建议的方案在制造前由采购方复核和认可。图样应标明焊接结构、材料和焊前与焊后的热处理。

6.15.6 铸件和锻件的修复

6.15.6.1 对承压零件的重要修复、对承受交变负荷运动部件的所有修复和对曲轴的所有修复，没有采购方书面授权，应不能进行。这可以包括但不限于，气缸零件、活塞和活塞杆组件以及十字头组件。

6.15.6.2 为了采购方通知，重要修复是指等于或超过以下任何准则的任何缺陷：

- a. 承压件准备焊补的开挖深度超过部件壁厚的 50% 和 / 或在任何方向长度超过 150 mm (6 in.) 的任何修复；
- b. 零件修复的总面积超过零件表面积的 10% 的情况；
- c. 水压试验后对承压件进行的任何修复。

6.15.6.3 对承压件进行重要修复前，卖方应提交以下内容给采购方书面认可：

- a. 显示缺陷区域的简图；
- b. 修复的建议方法；
- c. 使用的材料；
- d. 焊接程序；
- e. 证明修复有效性的试验或重试验的建议范围。

所有这类修复应完全形成文件作为采购方的永久记录。

6.15.6.4 对非承压零件，卖方应按照其内部的质量程序进行修复。这些程序应备有由采购方在制造方工厂复核。

非承压零件的修复完成时，必须由卖方形成文件。没有卖方的工程、质量控制和制造部门的书面认

可，不得修复。

6.15.6.5 如有规定，其他主要部件的修补应通知采购方，如接筒和曲轴箱。

6.15.6.6 承压铸件不应用敲击、烧熔或灌注来修复。除了按 6.15.6.7 至 6.15.6.8 的规定，承压铸件和锻件不应用焊接、电镀或堵塞来修复。

6.15.6.7 可焊接的钢铸件和锻件可用已证实的焊接程序以焊接来修复（见 6.13.7.3）。重要焊接修复后但水压试验前，整个铸件或锻件应进行焊后热处理，以确保应力消除及焊缝和母体材料机械性能的连续性。

6.15.6.8 灰铸铁或球墨铸铁可以在适用的材料标准如 ASTM A 278或 A 395 规定的限制内，用堵塞来修补；但不应用焊接来修复。

除非购卖双方同意，气缸承受气体压力的壁截面不应使用螺塞，特别是缸套下的内腔。

允许螺塞时，螺塞的钻孔应用液体渗透仔细检查，以确保所有缺陷材料已被去除。

注：附录 D 描述了一些修复技术，可考虑用于压缩机气缸的灰铸铁件或球墨铸铁件。这些技术只宜在通过购卖双方对情况的共同评估后才能应用。

6.15.7 焊接

6.15.7.1 管路、承压零件、旋转零件和其他高应力零件的焊接，焊接修复，以及任何不同金属的焊接应由根据规定的压力设计规范或国际公认的标准，如 ASME 第 VIII 卷，第 1 册和 ASME 第 IX 卷，合格的程序和操作者实施和检验。

6.15.7.2 除非另有规定，其他焊接，如基板，非压力导管，防护套和控制盘上的焊接，应由根据适合的公认标准，如 AWS D1.1，合格的焊工施焊。

6.15.7.3 卖方应对所有的修复和修复焊缝的复核负有责任。卖方也应负有责任确保所有的修复和修复焊缝进行了适当热处理和安定性的无损检测，以及确保符合适用的合格的程序。

应用与探测原有缺陷相同的方法对修补进行无损试验。然而，修复后的检验最低水平，对磁性材料应按 8.2.2.4 用磁粉检查方法，对非磁性材料按 8.2.2.5 用液体渗透方法。

除非另有规定，主要修复的焊接程序应在任何修复前须经采购方复核。

6.15.7.4 焊接到承压零件的接口应按 6.15.7.5 至 6.15.7.9 的规定安装。

6.15.7.5 如有规定，除了 6.15.7.1 的要求，特殊的焊缝应经 100% 射线检测或磁粉检测或液体渗透检测。

6.15.7.6 如有规定，建议的连接设计应在制造开始前提交给采购认可。图样应标明焊接结构、尺寸、材料及焊前和焊后热处理。

6.15.7.7 所有焊缝应根据规定的压力容器规范或国际公认的标准，如 ASME 第 VIII 卷，第 1 册，UW-10 和 UW-4Q 进行热处理。对 H₂S 设施用钢，热处理还应符合 NACE MR0175 (见 6.15.1.11)。

6.15.7.8 如果要求焊后热处理，热处理应在包括管路焊接的所有焊接完成后进行。

6.15.7.9 焊接到合金钢机壳和气缸的辅助管路的材料应具有与机壳或气缸材料相同的标准性能，或应为低碳奥氏体不锈钢。经采购方认可，可使用其他与机壳或气缸相容和预定设施的材料。

6.15.7.10 提交焊接程序后，经采购方书面同意，药芯焊条焊接可用于氢气设施的设备。

6.15.8 低温设施

6.15.8.1 用于建立冲击试验的最低设计金属温度和同时的压力及其他材料要求应按规定。

注：最低温度可能由运行和 / 或环境条件，包括自动冷却和运输、安装、运行或停机时低环境温度引起。

6.15.8.2 为避免脆性破坏，低温设施的材料和结构应适合于按照规定的规范和其他要求的最低设计金属温度。对于在运行、维修、运输、安装、交付和试验时可能出现的情况买卖双方应商定必需的专门的预防措施，。

注：在制造方法、焊接程序和由采购方提供的能承受低于韧性 - 脆性转变温度的钢制保压零件的选择中，应遵循好的设计实践。ASEM规范和 ANSI 标准等国际公认标准中发布的很多材料的设计许用应力是基于最小拉伸性能。一些标准在沸腾、半镇静、全镇静热轧和正火材料之间不加区分，也不考虑材料的生产晶粒细或粗。卖方在用于 - 30℃ (- 20°F) 和 40℃ (100°F) 之间设施的材料选择中宜加小心。

6.15.8.3 所有碳钢和低合金钢的承压部件，包括接管、法兰和焊接件，应按照 ASME 第 VIII 卷，第 1 册，UCS-65 至 68 的要求或规定的压力设计规范进行冲击试验。高合金钢应按照 ASME 第 VIII 卷，第 1 册，UHA-51 的要求或规定的压力设计规范进行试验。对于 ASME 第 VIII 卷，第 1 册或规定的压力设计规范没有涉及的材料和厚度，试验要求应有采购方规定。

注：材料的冲击试验可以省略，这取决于最低设计金属温度、热、机械和循环负荷以及控制厚度。例如，参考 ASME 第 VIII 卷，第 1 册，UG-20F。

6.15.8.4 确定冲击试验要求的指导厚度应为以下的较大者。

- a. 最大的对焊连接的公称厚度；
- b. 压力机壳的最大公称截面，不包括
 1. 结构上支撑截面，如脚或耳座，
 2. 为刚性以减少轴偏移而要求增加厚度的截面，
 3. 为附加或包括机械特性如夹套和密封腔要求的结构截面；
- c. 公称法兰厚度的四分之一（公认主法兰应力不是膜应力）。

冲击试验的结果应符合 ASME 第 VIII 卷，第 1 册，UG-84 或规定的压力设计规范的最低冲击能要求。

注：选择不要求冲击试验的材料通常比使用必须要求冲击试验的材料好。有些规范（如 ASME 在一些特定条件下不要求冲击试验。

6.15.8.5 高应力机器部件的试验要求，如轴，应由买卖双方商定。

6.16 铭牌和转向箭头

6.16.1 铭牌应牢靠地固定在压缩机机身、每一个压缩机气缸和任一辅助设备的主体上醒目位置。

6.16.2 转向箭头应铸在或固定在每个旋转设备的主要件的醒目位置

6.16.3 铭牌和转向箭头（如有）应为奥氏体不锈钢或镍 - 铜（UNS N04400 合金）。固定用销钉应为相同材料。不允许焊接。

6.16.4 机身铭牌上应清晰地打印在或蚀刻以下内容：

- a. 卖方名称；
- b. 系列号；
- c. 机身尺寸和型号；
- d. 额定转速；
- e. 行程；
- f. 采购方项目号或其他标记。

6.16.5 压缩机气缸上铭牌上应包括以下内容：

- a. 卖方名称；
- b. 系列号；
- c. 缸径，行程，型号；
- d. 最大许用工作压力；
- e. 水压试验压力；
- f. 最高许用工作温度；
- g. 每端的冷态活塞端隙设定值；
- h. 最低许用温度（如果材料额定最低许用温度低于 -20°C 所要求）。

6.16.6 用于驱动往复压缩机的异步电动机应提供辅助铭牌，标有基于飞轮选择和导出的旋转系统的最终惯量的预期满负荷电流和预期电流脉动值。

注：标准的电机铭牌电流通常是基于稳态负荷，并对往复压缩机施加的可变扭矩负荷可能是无效的（见 7.1.2.6 中的注）。

6.16.7 采购方应指定在铭牌上表示 USQ 还是 SI 单位。

7 辅助设备

7.1 驱动器

7.1.1 概述

7.1.1.1 除非另有规定，压缩机卖方应提供驱动机和功率传递设备。驱动机的型式应由采购方规定。

7.1.1.2 驱动机的规格应满足规定的最高运行工况，包括外部功率传递损失，并且应符合询价单和定单规定的适用的技术规范。驱动机应在询价中规定的公共设施 and 现场条件下运行。

7.1.1.3 驱动机应能够在所有级全流量和相关安全阀设定压力下排气的状态驱动压缩机，。

7.1.1.4 驱动机的规格应能承受规定的工艺流程变化，如压力、温度的改变或输送的流体性质和工厂启动条件的改变。

7.1.1.5 采购方应指明能影响驱动机规格的预期工艺流程变化（如压力、温度的改变或输送的流体性质和专门工厂启动条件的改变）。

7.1.1.6 采购方应指明被驱动设备的启动条件。启动程序应由买卖双方同意。驱动机的启动扭矩能力应超过被驱动设备从零到运行转速的启动扭矩要求。

7.1.1.7 压缩机和传动机构旋转零件的惯量特性应使旋转波动减至最小。不良的波动包括引起设备损坏、零件的过度磨损或与干扰驱动机的调速器或调速系统的波动，以及导致有害的扭转和 / 或电气系统失调的波动。为了初始设计的目的，旋转系统的最大转速波动应限制在全负荷时额定 转速的 1.5%，如果规定分级卸荷，则为部分气缸负荷时额定转速的 1.5%。

压缩机卖方应告知驱动机制造方有关驱动机的应用特性，包括扭矩变化的特性，并应从驱动机制造方处获得驱动机是否适用于该设施的确认。

7.1.1.8 为了确定飞轮和齿轮传动用的联轴器的大小，传动装置的最大扭矩变化不得超过相应的压缩机最大负荷扭矩的 25%，无论在任何情况下，在传动啮合中都不应有任何反向扭矩。

7.1.1.9 对于皮带驱动的压缩机，在任何运行工况下，最大转速变化不应超过压缩机额定转速的 3%（见 7.4）。

7.1.1.10 驱动器承载质量大于 250 kg (500 lb) 的支撑脚应配有垂直起重螺钉。

7.1.2 电机驱动器

7.1.2.1 供应的电机的类型及其特性和辅助装置，应按照采购方规定，包括但不限于如下所列：

- a. 电机的类型（同步或异步）；
- b. 轴承布置；
- c. 电气特性；
- d. 启动条件（包括启动时的预期电压降）；
- e. 外壳类型；
- f. 声压级；
- g. 区域分类，基于 IEC 60079, API 500, 或等同国际标准；
- h. 绝缘等级和最大温升；
- i. 要求的服务系数；
- j. 环境温度和海拔高度；
- k. 电输送损失；
- l. 规定的温度探测器，振动传感器和加热器；
- m. 辅助装置（如电机发电机机组，通风机和仪表）；
- n. 振动验收准则；
- o. 在变频驱动应用中的使用；
- p. 任何功率因素要求；
- q. IEC 60034，API 541 或 546, 或 IEEE 841 的各部分的适用性；

如果要求皮带驱动，见 7.4.3。

7.1.2.2 电机驱动的机组，电机额定值，包括服务系数，不应小于 7.1.1.3 规定的释放运行要求的功率（包含功率传递损失）的 105%。此外，电机额定值，不包括服务系数，不应小于任何规定的运行工况要求的最大功率（包含功率传递损失）的 110%。

注：110%是设计准则。试验后，该裕度可能因为驱动设备的性能偏差而可能达不到。

7.1.2.3 如有规定，单轴承电机应提供临时的内侧支撑装置以便安装和对中。

7.1.2.4 在减压到额定电压的 80%或其他的规定值下，电机的启动扭矩应符合被驱动设备的要求，并电机应在 15 秒或其他买卖双方同意的时间段内加速到全速。只要在气缸端卸荷或所有级 100%旁路时，不需要降低任何级正常吸气压力，电机启动扭矩应足够启动压缩机。如下情况可能需要专门认定：活塞对活塞杆直径的低比率；高吸气压力；卖方规定的高停机稳定压力；高压卸荷启动；或替代气体卸荷启动。

7.1.2.5 除非另有规定，电机的设计应符合 IEC 60034-1, IEC 60079 和 IEC 60529, 或者符合 NFPA70 和 NEMA MG.1

7.1.2.6 同步电机 - 压缩机机组的旋转零件的综合惯量应足以限制电机电流变化值不超过所有规定负荷条件下满负荷电流的 66% (见 IEC 60034 或 NEMA MG.1 包括气缸加压到其正常吸气压力的无负荷运行。对于异步电机 - 压缩机机组，使用 IEC 60034 或 NEMA MG.1 中所叙述方法，电机电流变化不应超过全负荷电流的 40%。正确设计所必需的电气系统资料应由采购方提供。

注：某些机组的供电可能要求严格控制电流变化，以保护电气系统中的其他设备。标准的电机特性数据是基于稳态负荷条件，并不可能反映在变扭矩工况下驱动往复压缩机时的实际性能。对异步电机驱动，变化扭矩和综合电流脉动的影响是比较明显的，并要求较精密的估算（见 6.7.4 和 7.1.1.7）。

因此, 具有较低转差率的高效异步电机在驱动往复压缩机时, 与标准效率电机相比, 能经受更高的电流脉动, 从而形成较高的平均电流和较高的功率。

高效电机没有安装在磁中心时, 会产生较高的轴向力。

高效异步电机更适用于驱动稳态负荷机组如风机和鼓风机。

7.1.2.7 电机由采购方供应时, 压缩机卖方应向采购方提供如下资料:

- a. 满足所有规定运行工况的压缩机飞轮要求所需的电机转子惯量, ;
- b. 启动扭矩要求;
- c. 安装或联接的详图, 或两者。

7.1.2.8 悬臂(悬挂)或单轴承电机驱动机的转子应用有键的过盈配合安装在轴伸长端。轴伸长端应用与电机轴和曲轴为一体的锻造法兰与曲轴刚性连接。不应使用剖分式或夹紧式轮毂。过盈配合本身应具有最大传递扭矩; 不应依赖键来承担任何扭矩。键的侧间隙最大应为 0.025 mm (0.001 in.)。键的顶间隙应足够防止键槽存在过度应力。无键过盈配合只有经卖方同意才能使用。键和键槽应加工光滑并有大半径圆角, 使应力集中效应减到最小。对于所有发动机型异步和同步电机, 采购方应提供外置轴承来支撑轴伸长端。

注: 电机, 通常异步电机, 与电机旋转电气零件分开提供的轴伸长端的一般称为具有发动机型结构。

7.1.2.9 当同步电机必须连接到输电给现有同步电机的电气公共系统上时, 采购方应对电气系统进行分析, 并把可正确设计所必需的所有数据提供给压缩机卖方(和电机卖方, 如电机是单独采购的)。

7.1.2.10 对于同步电机驱动的压缩机, 所有旋转零件的扭转刚度和惯量应使压缩机的任何固有激振频率和电机转子相对于旋转磁场振荡的扭转频率之间至少有 20% 的差值。

7.1.2.11 除非另有规定, 必需的电机启动器件应由采购方提供。

7.1.2.12 除非另有规定, 不应供应悬臂(悬挂)电机。如有规定, 悬臂电机轴应有足够的刚性以防止主转子和旋转励磁机, 如配备, 由于轴偏移和不平衡的磁力或动态机械不平衡力而接触它们的定子。

7.1.2.13 对于悬臂(悬挂)和单轴承电机, 电机制造方的图样应当显示设定气隙的允许偏差。电机(以及旋转励磁机, 如应用)定子的所有部分应在内部对中完成后用销定位以确保维持适当的气隙。励磁机的外壳(如应用)的安装应有足够的侧向和轴向刚性以防止与转子相对于定子的过量移动。

7.1.2.14 无推力轴承的电机应带有转子相对于轴向磁中心位置的永久明显的标识。

7.1.2.15 与压缩机刚性连接的电机轴承应有被驱动压缩机的主轴承相同的类型(液体动压或滚动元件)。滚动元件轴承在其他情况下使用应经受采购方认可。直接连接电机的设计应使轴承能够在现场检验、拆除或更换。

为了防止泄漏电流的流通, 轴承应电绝缘。轴承支承应有调整垫片措施。液体动压轴承应为自润滑(例如油环和油槽), 或者如有规定, 应从压缩机机身润滑系统得到润滑油。

轴承座应配有轴封以防止灰尘和潮气进入轴承或油泄漏进入电机绕组。如有规定, 对于装轴承的支座, 应为干空气净化接口提供 NPS¹/₄ 螺纹孔, 用塞子塞上。

7.1.2.16 辅助设备的电机应适用于符合 IEC 60079 和 IEC 60529, 或者 NFPA 70 条款 500 的特定区域分类。电机的额定值(不包括服务系数)至少应为任何规定的运行条件要求的最大功率的 110%

7.1.3 汽轮机驱动机

7.1.3.1 汽轮机驱动机应符合 ISO 10436 或 ISO 10437 或 API 611 或 API 612。汽轮机功率额定值不

应小于在规定正常蒸汽条件下 7.1.1.3 中规定的卸荷运行要求的功率（包括功率传递损失）的 110%。此外，汽轮机连续功率额定值不应小于在规定的正常蒸汽条件下任何规定的运行工况运行时所要求的最大功率（包括任何功率传递损失）的 120%。

注 1：120%系数包括往复压缩机循环扭矩负荷的许用值。

注 2：120%是设计准则。试验后由于被驱动设备的性能偏差，该余量可能达不到。

7.1.3.2 如有规定，应按 ISO 10438-2 或 API 614，第 2 章的规定为汽轮机驱动机构应提供单独的专用润滑油系统。

7.2 联轴器和防护罩

7.2.1 联轴器

7.2.1.1 驱动机和被驱动设备之间要求使用联轴器时，应由被驱动设备制造方提供。

7.2.1.2 除非另有规定，应提供挠性联轴器。联轴器应为全钢、无润滑、挠性隔板、扭转刚性隔片型。对低速应用，必需避免扭转共振问题时联轴器可以为弹性型。联轴器类型、制造方、型号和安装布置应由采购方与驱动机和被驱动设备的卖方共同商定。

注：扭力阻尼联轴器和弹性联轴器的信息见 ISO 1044 1 或 API 671，附录 B。

7.2.1.3 如有规定，联轴器应为符合 ISO 10441 或 API 671 的专用联轴器。联轴器的安装应符合 ISO 10441 或 API 671。

注：采购方宜提供优选的联轴器制造方名单。

7.2.1.4 额定功率为 1500 kW (2000 hp) 或更大的并由双级减速齿轮装置传动的压缩机，其低速联轴器可以是套筒轴。在这种情况下，套筒轴应直接和压缩机的飞轮连接，应穿过空心的低速齿轮轴，并应与压缩机对面的低速轴连接。

应考虑套筒轴中的应力。

注：常用的平均扭转应力值约为材料屈服强度的 15%。交变应力通常保持在不大于平均扭转应力的三分之一。

7.2.1.5 轴、键槽尺寸（如有）和由于轴端浮动和热效应引起的轴端位移的资料应提供给供应联轴器的卖方。

注：该信息通常由被驱动设备或驱动机卖方提供。

7.2.1.6 联轴器和轴的结合处应设计和制造使其传递功率的能力至少等于联轴器的功率额定值。

7.2.1.7 如有规定，辅助设备驱动的联轴器应符合 ISO 14691 或 API 677。

7.2.1.8 除非另有规定，联轴器的安装应符合 7.2.1.9 至 7.2.1.11 的要求。

7.2.1.9 柔性联轴器应用键固定到轴上。键和键槽以及它们的公差应符合 ISO R773，正常配合或同等标准如 AGMA 9002 商业级。

7.2.1.10 带有圆柱孔的柔性联轴器应用过盈配合安装。圆柱轴应符合 AGMA 9002，并联轴器轮毂应按 ISO 286-2 镗孔到以下公差：

- a. 直径为 50 mm (2 in.) 或更小的轴——等级 N7
- b. 直径大于 50 mm (2 in.) 的轴——等级 N8

7.2.1.11 联轴器轮毂应配有螺纹拆卸孔，直径至少为 10 mm (0.375 in.)，以便拆卸。

7.2.2 防护罩

7.2.2.1 每个联轴器、辅助设备驱动联轴器和所有可能对人体有危险的运动零件都应由卖方提供防护罩。防护罩应符合规定的适用安全规范。

7.2.2.2 联轴器和飞轮的防护罩应足够容纳联轴器、飞轮和轴，以防止任何人在设备机构运行过程中进入防护罩和这类运动部件之间的空间。

7.2.2.3 防护罩的构造应当有足够的刚性，以承受任何方向 900 N (200 lbf) 静点负荷，防护罩不会接触到运动零件。

7.2.2.4 除非另有规定，防护罩可以用金属或非金属建造。防护罩应能容易地拆卸，全天候的，并为无火花结构。防护罩应无开口，除了飞轮防护罩上应提供带有可拆卸盖的开口，用以盘车和靠近正时记号指示器、轮中心（如有）和其他任何需要注意的零件。金属防护罩最好应由连续焊接的实心薄板或板制造。防护罩可以由金属网或孔板制造，提供的开孔尺寸不超过 10 mm (0.375 in.) 直径。铁丝网防护罩不能接受的。

7.2.2.5 对室外安装，皮带和链传动装置的防护罩应为全天候并适当通风，以免过多热量聚集。需要允许皮带和链的检查和在线维护的，应在防护罩上装有全天候进出用门（或多个）。

7.3 减速传动装置

7.3.1 按规定，齿轮传动装置 专门用途的 应符合 ISO 13691 或 API 613 的，或一般用途的应符合 API 677。

7.3.2 由与减速装置一体的泵润滑的齿轮传动装置，应提供一台配置自动启动的电驱动备用泵。系统应配以油压未达到最低允许值防止启动的装置。

7.4 皮带传动

7.4.1 皮带传动应只用于额定功率 150 kW (200 hp) 或更小的设备，并应要求采购方认可。采购方认可，皮带传动可以推荐到 225 kW (300 hp)。除非另有规定，应提供同步皮带和皮带轮。所有皮带都应为导静电型且应耐油。基于驱动机铭牌功率额定值，传动服务系数不应小于 1.75。

如果使用同步皮带以外的皮带，皮带拉力、中心距、皮带包覆和曲柄开度差以及试验的详细情况应由购卖双方商定。

7.4.2 卖方应为所有皮带传动提供皮带张紧装置。所有轴承润滑点应易于接近。

7.4.3 使用皮带传动时，负有成套责任的卖方应通知连接设备的其他制造方。应向其他制造方提供由皮带传动导致的径向负荷以及扭矩变化特性。传动装置制造方应考虑径向负载和扭矩变化条件，并且应提供寿命至少与 6.11.2.2 中的规定相同的轴承。

7.4.4 皮带传动应符合如下要求：

- 皮带轮中心之间的距离至少应为大皮带轮直径的 1.5 倍；
- 小皮带轮上的皮带包覆（接触）角至少应为 140°；
- 安装皮带轮轮毂的轴的长度应大于或等于皮带轮轮毂的宽度；
- 安装皮带轮的轴键的长度，如使用，应等于皮带轮内孔的长度；
- 除非另有规定，每个皮带轮应安装在锥形转接衬套上；
- 为减小由于皮带拉力产生的外伸力矩，皮带轮从邻近轴承的外伸距离应减到最小；
- 皮带轮和安装五金件应符合 ISO 1940-1 (ANSI S2.19, 等级 6.3) 的平衡要求。

7.5 安装板

7.5.1 概述

7.5.1.1 设备应按规定提供基板、滑橇、底板或导轨。

注：常用的安装板和底板布置见附录 L。

7.5.1.2 机械安装板的设计应避免机身和安装板的相对位移。

7.5.1.3 安装板应符合下列要求：

- a. 安装板不应由他人为安装设备而钻孔；
- b. 预计安装在混凝土上的安装板应提供找平螺钉；
- c. 与灌浆接触的安装板的外角应有至少 50 mm(2 in.) 圆外角（在平面视图中）；
- d. 与灌浆接触的安装板的底角应为圆角或斜角；
- e. 不要灌浆的所有机械安装表面应在加工后立即进行防锈处理；
- f. 安装板应至少超出设备底脚外三侧各 25 mm(1 in.)。

7.5.2 加工表面

7.5.2.1 驱动机轴承座的上下表面应加工为平行。表面粗糙度应为 3.2 μm (125 $\mu\text{in.}$) Ra (算术平均粗糙度) 或更好。

7.5.2.2 设备直接安装在与安装板一体的加工金属表面时，这些表面应

- a. 在基板制造后进行加工，
- b. 平整并且与其他安装表面平行度在 0.15 mm/m(0.002 in./ft) 之内，和
- c. 表面粗糙度为 3.2 μm (125 $\mu\text{in.}$) Ra (算术平均粗糙度) 或更好。

7.5.3 找平，对中和提升

7.5.3.1 安装板应有适合以下情况的调节螺钉。

- a. 压缩机零件（如曲轴箱或十字头框架）应配有垂直调节螺钉。
- b. 驱动设备的底脚应配有垂直调节螺钉。
- c. 驱动设备的质量超过 450 kg (1000 lb) 时，驱动机构安装板应配有水平调节螺钉（轴向和侧向），尺寸与垂直调节螺钉相同或更大。调整调节螺钉的搭子应固定在安装板上，以使它们不妨碍驱动设备、调节螺钉或垫片的安装和调整。
- d. 应注意防止设备底脚中的垂直调节螺钉损坏垫片表面。
- e. 调节螺钉应进行防锈处理。
- f. 调节螺钉应配有找平底板。
- g. 负有成套责任的卖方应提供所有调节螺钉。
- h. 可以建议采用拆下或插入垫片或者水平移动设备的提升设备替代方法，如使用液压千斤顶的措施。这样方案应建议用于太重而无法使用调节螺钉提升或水平移动的设备。

7.5.3.2 地脚螺栓不应用于驱动机构设备与安装板的紧固，或者穿过基板或滑橇紧固压缩机。

7.5.3.3 卖方应在驱动设备底脚和安装板之间提供不锈钢垫片填塞。对中垫片应符合 API 686，第 7 章，并应对压紧螺栓和垂直调节螺钉跨中，并在每边比设备底脚至少大 5 mm($\frac{1}{4}$ in.)。

7.5.3.4 将部件固定到安装板上的紧固件应由卖方提供。

7.5.3.5 如有规定，楔形垫块应由卖方提供（见附录 L）。

7.5.3.6 除非另有商定，地脚螺栓应由采购方提供。卖方应指明地脚螺栓的要求。

7.5.3.7 驱动设备底脚应钻有可用于最终定位的导向孔。

7.5.3.8 除非另有规定，环氧树脂灌浆应用于机器安装在混凝土基础上。卖方应按照 ISO8501, 等级 SA2或 SSPCSP6 对安装板的所有灌浆接触表面进行喷砂清洁，并用为环氧树脂浆准备的无机硅酸锌底漆涂装这些表面。

注：无机硅酸锌底漆与环氧树脂浆相容，应用后不会呈现限定的寿命（不像大多数环氧底漆），而且环保上也是可以接受的。

7.5.3.9 如有规定，应提供找平平板。找平平板（见附录 L）应为至少 19 mm(³/₄ in.) 厚的钢板。

7.5.3.10 设备的安装设计应为符合 API 686。

7.5.4 基板和滑橇

7.5.4.1 规定使用基板时，安装在上面的主要设备应按采购方的规定。基板应该是一个单个钢制件，除非购卖双方商定它可以分多部分制造。多部分组成的基板应有加工的和销钉配合的表面来确保正确的现场再安装，并有足够数量的光学找平标靶以便在现场记录和重复要求找平的措施。

注：由于运输的限制，基板不得不以多部分制造成。

7.5.4.2 提供基板时，基板应延伸到驱动机构部件下面，从而将这些部件的任何泄漏盛贮在基板内。

7.5.4.3 基板应为焊接结构。对接梁应焊接到两侧。承载结构件的法兰不应拼接。垂直连接处的连接板之间的接触至少应为最小结构件深度的三分之一。

7.5.4.4 压缩机曲轴箱、十字头箱、气缸支承和驱动设备应支撑在承载结构件上。

7.5.4.5 应提供足够的地脚螺栓孔以确保力和力矩完全传递到基础上。按需要，锚定点应位于内外承载结构件上。

7.5.4.6 基板的设计和制造应足以支撑压缩机、驱动机和辅助设备的重量，并能避免与任何可能的激励频率共振。基板应能将所有压缩机和驱动机所产生的力和力矩传递到基础上。

7.5.4.7 基板应至少配有四个起吊的吊耳。起吊安装所有设备的基板总成应不会使基板永久变形或另外损坏基板或安装其上的机器。

7.5.4.8 如有规定，基板应适合于柱式安装（即，在规定的点应具有足够的刚性来支撑）在结构件下无需连续灌浆。购卖双方就基板的设计应达成一致。

7.5.4.9 如有规定，基板设计应便于光学、激光基座的或其他仪器的使用，能在现场正确找平。购卖双方应就这样措施的细节达成一致。当提供找平基座和 / 或标靶满足要求时，这些找平垫和标靶在基板置于基础和已安装设备上应便于使用。应提供可卸的保护盖。对柱架式安装的基板（见 7.5.2.8 ）找平基座或标靶应位于靠近支撑点。对非柱架式安装的基板，基座或标靶至少宜位于每个角一个。要求长机组时，附加的基座应位于居中心点。

7.5.4.10 基板底部结构件之间应敞开。当基板安装在混凝土基础上时，所有承载结构件下面都应能便于灌浆。结构件应整形以在灌浆中可靠地固定。

7.5.4.11 基板的下侧安装表面应在同一平面内，以允许单一水平基础的使用。提供多部分基板时，在基板的各部分用销定位并用螺栓连接在一起后，安装基座应在一个平面上。

7.5.4.12 除非另有规定，应在基板上面所有步行和工作区域铺覆防滑板。

7.5.4.13 支撑、撑脚和辅助设备应安装在承载结构件上。

7.5.4.14 如有规定，应进行滑橇的动态分析，包括模型分析和强制响应分析。模型分析的建立应使基板的机械固有频率与有效激励频率分开至少 20% 应考虑如下负载，量值的估算、相位和频率：

- a. 往复和旋转机械引起力和力矩；
- b. 容器和管路中的声学脉动激振力；和
- c. 驱动力扭矩引起的力。

强制响应分析应证明计算的振动值在任何特定的强制振动频率下，基板上任一点都不应超过如下：

- a. 振动频率小于或等于 10Hz时，最大位移为 100 μm 0- 峰 (4 mil 0- 峰) (0.008 峰- 峰)
- b. 振动频率大于 10Hz时，最大速度为 4.5 mm/s RMS (0.175 in./s RMS)

如有规定，应提供分析的书面报告。

注：对于安装在近海平台或钢柱上的设备，强烈推荐进行这类分析。对于安装在坚固混凝土基础上的设备，动态滑橇分析可以忽略。

7.5.4.15 如有规定，符合 7.5.3.3 的次底板应由卖方随基板一起提供。

7.5.5 底板和导轨

7.5.5.1 规定为底板或导轨时，它们应由卖方提供，且应符合 7.5.3.1.1 和 7.5.3.1.2 还有 7.5.1 的要求。

注：常用简图见附录 L。

7.5.5.2 螺栓连接处应提供足够的工作空间，以允许标准内套筒或外套筒扳手的使用，并且能用水平和垂直调节螺钉移动设备。

7.5.5.3 底板应为钢板，厚度应足以将预期的负荷从设备底脚传递到基础，并便于灌浆。板厚应决不小于 40 mm (1 $\frac{1}{2}$ in.)。

7.5.5.4 如有规定，次底板应由卖方与底板一起提供。

7.5.5.5 规定次底板时，应为至少 25 mm (1 in.) 厚的钢板。次底板的配合表面的粗糙度应与底板相匹配 (见 7.5.1.5.2)。

7.6 控制和仪表

7.6.1 概述

7.6.1.1 控制系统、仪表、电气系统以及它们的安装应符合采购方的技术规范，除非另有规定，还应遵守 ISO 10438-1 (或同等标准，如 API 614，第 1 章) 的要求，以下条款做出的修改例外。

7.6.1.2 卖方应按规定提供所有的辅助系统的仪表。

7.6.1.3 压缩机制造方提供的所有仪表应由采购方复核。最好为独立式仪表盘。所有仪表应牢固地支撑以消除振动和仪表管路上过度的力，并防止运输、储存、操作和维护中的受损。

7.6.1.4 按购卖方商定，现场在采购方的管路中安装的一些控制装置可以散运。装运见 8.4.6 。

7.6.1.5 必须拆下装运的所有管道接头应有相符的标签 (起始点，中间段和应用点) 用不锈钢丝系住。

7.6.2 控制系统

7.6.2.1 压缩机可根据进气压力、排气压力、流量或这些参数的组合来控制。这可以通过吸气节流、

阀卸荷器、余隙腔、速度变化或从排气到吸气的冷却旁路来实现。控制系统可以是机械的、气动的、液压的、电气的或电子的，或由此组合。

以下应由采购方规定：

- a. 控制系统的类型（手动，自动或可编程）；
- b. 控制信号；
- c. 控制范围；
- d. 输送易燃、有毒、腐蚀或高温流体的工艺传感线路，要求转换信号传递到仪表；
- e. 控制信号源及其灵敏度和范围；
- f. 由卖方提供的设备；
- g. 要求的响应速度。

7.6.2.2 按采购方规定，控制系统的配置应为符合 ISO 10438-2 或 API 614, 第 2 章的布置 1, 2 或 3。

7.6.2.3 卖方应在本供货范围内，按照 IEC 60848 用逻辑图的方法描述整个控制系统（包括报警和停机）。由他人提供控制系统时，卖方应提供与压缩机运行（启动、停止、流量控制、停机等）相关的关键功能的逻辑图。

7.6.2.4 启动和停机的卸荷配置应在数据表中写明，并由购卖双方同意。如有规定，应提供自动负荷延迟联锁以防止自动加荷启动。如有规定，应提供自动立即卸荷以允许在许可的暂时供电故障最长持续时间后电机重新加速。购卖双方应就已卸荷和部分负荷的压缩机运行模式和持续时间达成一致。卖方应对加荷 / 卸荷程序负责。

7.6.2.5 恒速机组的流量控制通常会由吸气阀卸荷、余隙腔或旁路（内塞或外塞），或者这些方法的组合来实现。作用在吸气阀上的无级回流气量控制应得到采购方认可。控制操作应为数据表上规定的自动或人工。除非另有规定，五档卸荷应提供名义气量的 100% 75% 50% 25%和 0%；三档卸荷应提供名义气量的 100% 50%和 0%；二档卸荷应为名义气量的 100%和 0%。

7.6.2.6 变速机组的气量控制通常通过转速控制来完成，但可用 7.6.2.5 中所规定的一种或多种控制控制方法加以补充。

注：往复压缩机通常规定为恒速操作（见 6.1.10）。

7.6.2.7 对于变速控制，压缩机的转速应随控制信号线性变化，且信号增加应增加转速。除非另有规定，采购方信号的全部范围应与压缩机所有规定运行工况下要求的运行范围相一致。

7.6.2.8 除非另有规定，速度应为用手持式变速器可调的。

7.6.2.9 控制信号的促动或信号或促动器的故障不应妨碍调节器限制转速在最大允许值内，也不应妨碍用手持式变速器进行手工调整。

7.6.2.10 余隙腔通常应为固定型（腔开或腔闭）。可变容积余隙腔的使用需要采购方认可。每增加的余隙容积都应包括在数据表中以指明其为气缸增加的余隙。

7.6.2.11 规定机械确定的流量控制系统时，卖方应提供仪表盘，带有

- a. 正棘爪型主选择装置（多用途压缩机上，每个用途各一个），用来提供规定的负荷档，以及
- b. 显示机器在哪一档运行的指示器。

7.6.3 仪表和控制盘

工厂制造的控制和仪表的中间连接的管路、管道系统和配线，由卖方提供和安装时，应仅按装运的需要拆卸。

7.6.4 仪表

7.6.4.1 概述

应按规定提供仪表并就地安装在仪表板或仪表盘上。

7.6.4.2 转速表

如有规定，应为变速机组提供转速表。采购方应指明转速表的型式、范围和显示方式。除非另有规定，转速表应由驱动机卖方提供，且最小范围应为最大连续转速的 0%-125%

7.6.4.3 温度测量

7.6.4.3.1 刻度盘式温度表应是重型的和防腐的。它们的直径至少应为 125 mm(5 in.)，并是双金属充液的，且除非另外同意，温度表应是白底黑字。

7.6.4.3.2 温度计套管和传感元件之间应使用传热介质。

7.6.4.3.3 按卖方建议，在 35 bar（500 psig）或以上表压运行的气缸和所有带液冷填料的气缸（见 6.13.2.1）应配有填料或活塞杆温度显示器。卖方应按规定供应热电偶或电阻温度检测计（RTD）。

注：温度监控系统见 7.6.8。

7.6.4.3.4 如有规定，应供应主轴承和 / 或气阀的温度检测计。提供的监控要求和辅助设备的细节（热电偶、电阻式温度检测计（RTD）、内在安全系统等）应由购卖双方共同商定。

注：温度监控系统见 7.6.8。

7.6.5 安全阀

安全阀应设定在不大于最大许用工作压力运行，但不小于表 4 所列值。

表4—安全阀设定值

额定排气表压 (每级)		额定排气表压之上的最小安全阀设定压力余量
bar	psig	
≤ 10	≤ 150	1 bar（15 psig）
>10 至 170	>150 至 2500	10%
>170 至 240	>2500 至 3500	8%
>240 至 345	>3500 至 5000	6%
>345	>5000	见脚注 a
a 排气表压 345 bar（5000 psig）以上的，安全阀设定值应由购卖双方商定。		

7.6.6 报警和停机

7.6.6.1 应提供报警 / 停机系统。若任一规定的参数达到报警点时报警 / 停机系统应激发报警，并若任一规定的参数达到停机点时应激发设备的停机。

7.6.6.2 卖方应按采购方规定提供报警和跳闸。最低要求列于表 5。

表5—报警和停机的最低要求

条件	报警	停机
每个气缸排气温度高	×	×
机身润滑油压低	×	×
机身润滑油位低	×	—
气缸注油器系统故障	×	—
油过滤器压差高	×	—
机身振动大	×	×
分离器液位高	×	×
夹套冷却剂系统故障	×	—
注：“×”表示该条件出现时，要求报警或停机；“—”表示该条件出现时，不要求报警或停机。		

7.6.6.3 卖方应向采购方建议被认为对于保护设备必需的任何附加的报警和 / 或停机。

7.6.6.4 卖方应按规定的范围提供报警和停机系统。

注：责任表的使用可以方便的实现这一点。 典型的责任表见 ISO 10438-1（附录 C）或 API 614，第 1 章（附录 C）。

7.6.6.5 变送器（振动变送器除外）的安装应使设备振动不会引起变送器故障。

7.6.6.6 采购方应指明报警和停机回路应设计为开（断开）还是关（通电）激发报警和停机。

7.6.6.7 如有规定，十字头应配有十字头销高温报警以保护十字头销衬套。

注：系统可以包括弹簧负荷易熔装置，报警时易熔装置应切断气动或液压回路。

7.6.7 振动和位置探测器

7.6.7.1 卖方应供应并安装振动探测和转换装置以提供 7.6.6.2 要求的停机信号。每个装置都应有速度或加速度计型探测器，且每个装置应提供如下每一个功能：

- a. 连续振动测量
- b. 报警
- c. 停机

装置及其安装应符合 API 670。球-座或磁式开关不能接受。如有规定，应提供附加装置。购卖双方应商定安装在压缩机机身上（和传动机构上，如适用）的装置的类型、数量和位置。

7.6.7.2 如有规定，卖方应提供并安装非接触型活塞杆下沉探测器， 测量每一活塞杆垂直方向位移（活塞杆下沉）。如有规定，也应安装非接触型装置，测量每一活塞杆水平方向位移。如果使用接近式探头指示活塞杆的位置，探头和相关的振荡检波器以及连接电缆应按 API 670 安装和校准。除非另有规定，每个探头安装应靠近填料。 含有振荡检波器的终端盒不应安装在压缩机上。 如果活塞杆有涂层， 装置的校准应为涂层留有余量。见附录 C。

7.6.7.3 曲轴上应提供每转一过程的加工（转动位置）标记以使其在盖侧止点与气缸性能分析器和 / 或活塞杆下沉探测器同步。 如有规定， 或安装了非接触式装置来指示活塞杆的位置， 应提供相应的相位基准变送器。变送器的供应、安装和校准应符合 API 670。

7.6.7.4 如有规定，卖方应提供并安装接触式活塞杆下沉探测器， 如机械滚子式或熔丝金属塞（易熔）式。系统的详细情况应由购卖双方商定。 除非另有规定， 每个探测器应装在填料压盖上。 惰性气体、仪表空气或液力应当用于给系统加压。应使用膜片式压力开关以检测压力损失。

7.6.8 温度监控系统

如有规定，卖方应提供温度监控系统，系统按 API 670 安装并校准。监控的温度应由采购方规定，可以包括但不限于：

- a. 主轴承温度；
- b. 气阀温度；
- c. 填料温度；
- d. 十字头销衬套温度。

7.7 管路和附属设备

7.7.1 概述

7.7.1.1 管路和安装应首先符合采购方的规范。除非另有规定，在没有采购方规范的情况下，管路应符合 ISO 10438-1 或 API 614，第 1 章，和 ISO 10438-3 或 API 614，第 3 章的要求，按如下条款修改除外。

7.7.1.2 由卖方供应工艺流程和辅助管路的范围应由采购方指定。

7.7.1.3 如在采购方的接口不符合规定标准的特殊法兰是不可避免的，卖方应提供对焊配对法兰、螺栓连接和密封件由他人安装。这种情况应在标书中告知采购方。

注：气缸连接在 6.8.4 中讨论。

7.7.1.4 如有规定，最初和中间级吸入点的管路、脉动抑制装置和分离容器应有伴热和隔热措施。

注 1：在某些大气条件下，空气可能处于或接近饱和状态；同样，多级空气或烃类气体压缩机通常在中间冷却后会形成饱和状态。

注 2：用户宜确保带到吸入系统的液体量减到最小，且任何这类携带不会聚集在吸入系统并形成凝积。

注 3：处于或接近饱和状态的气体的压缩机吸入系统的设计宜考虑如下因素：

- 靠近压缩机吸气处的液体分离器；
- 超过运行流量范围的分离器效率；
- 足够的分离器容积以处理进入的凝积；
- 从分离器到气缸管路中的足够的气体流速以使液体析出减到最小；
- 分离器和气缸之间低点的消除；
- 管路的斜度；
- 隔热以使热损失减到最小；以及
- 伴热以保持气体处于露点或在露点之上。

7.7.1.5 在基座边界，如下项目应以法兰接口为终端：

- a. 设备组和离开基座的设施之间的中间连接管路的接口，
- b. 连接到基座区域的空气、水、蒸汽和其他公用设施的接口，
- c. 其他采购方接口。

卖方供应的管路系统应以法兰接口为终端。仪器管道接口应以符合标准的法兰或螺纹接口为终端。管路和部件的排液和放气应以带螺塞或盲法兰的阀门为终端，且能从基座边界或工作区域进入。这是为了保持工作区域和走道尽可能畅通没有障碍。所有由卖方提供的管路都应预制。任何不能以组装状态运输的管路应予以防腐、配以标记和标签以便现场组装。

7.7.1.6 如有规定, 卖方应复核所有的管路、附属设备(脉动抑制装置、中间冷却器、后冷却器、分离器、分液器、空气吸入过滤器和膨胀节)和紧接设备上游和下游的容器和支座的图样。购卖双方应商定该复核的范围和结果。

7.7.1.7 管路和附属设备内部应可以通过开口或拆卸以完全目检和清洗。

7.7.1.8 DN40 ($1\frac{1}{2}$ NP\$ 及更小的接口的设计应使悬重减到最小。接口应为锻制管件或应至少在两个面系紧到主管上, 以防由于脉动引起振动而断裂。系条的布置应占最小的空间。

注 1: 松套法兰不能用于往复压缩机周围的管路和附属设备, 因为松套法兰疲劳寿命不足。

注 2: 由于 ISO 与 ANSI 管螺纹标准不兼容产生危险情况的可能性要引起本标准用户的注意。

7.7.1.9 所有与铸铁压缩机法兰配对的管道法兰应为平面的, 且使用全平面垫片。

注: 对本条款, 术语压缩机法兰不包括铰平面和螺柱连接凸台。

7.7.1.10 除非另外商定, 根据 6.8.4.1.5, 螺纹管路连接不应用于易燃或有毒流体。螺纹连接允许之处其不应是焊接密封。

注: 螺纹接口通常只允许用于非焊接材料的连接, 如铸铁、仪器, 或必须要拆卸进行维护的位置。

7.7.1.11 调节阀应有法兰端。

7.7.1.12 除了要求或规定环型连接的地方, 压力额定值 ANSI 300 等级及以下, 管法兰垫片应为平面的、非石棉的材料。再高的额定值应为螺旋缠绕垫。根据输送流体, 螺旋缠绕垫应有奥氏体不锈钢或其他适合的防腐蚀材料(蒙奈尔铜镍合金, 因康镍合金等)外定心环和缠绕组。

注: 扩口式管件不推荐用于往复压缩机。

7.7.1.13 用于氢气、硫化氢或其他有毒介质设施的管路、法兰、阀门和其他附属设备的特殊要求应由采购方规定。

7.7.1.14 位于过滤器下游惰性气体净化系统应为不锈钢材料。

7.7.1.15 所有法兰应为承插焊或对焊法兰。不应使用搭接或松套法兰。

7.7.2 机身润滑油管路

7.7.2.1 对于位于主机基座范围内的润滑油管路系统(及其安装的附属设备), 卖方应提供完整的系统, 包括任何组件(油站)基座和任何成套机组附件。辅助设备规定位于卖方推荐的直接靠近压缩机的位置时, 卖方应提供中间连接管路(见 6.14.2 和 7.7.1.5)。

7.7.2.2 卖方应规定主机身和任何辅助油站之间的最大管路距离, 以及要求的标高差。

7.7.2.3 除非另有规定, 油管路(铸在机身中的线路或通道除外)和管道, 包括管件, 应为不锈钢。

7.7.2.4 制造后, 油管路应彻底清洁。

7.7.2.5 油驱动的调节阀的油头应放回油池。如有规定, 连接到停机开关的仪器传感管路应有连续油通流。

7.7.3 强制供油的注油器管路

7.7.3.1 从强制供油的注油器到气缸和填料润滑点的供油管路的外径至少应为 6 mm($\frac{1}{4}$ in.), 且最小壁厚为 1.5 mm(0.065 in.)。管道应为无缝奥氏体不锈钢管。管件应为奥氏体不锈钢。止回阀见 6.14.3.1.7。

注：对于高压压缩机，可以要求较大壁厚的管子。

7.7.3.2 可能的地方管子应并排在一起。有防寒要求时，管子应脱离开机器以允许安装保温器材。

7.7.4 冷却剂管路

7.7.4.1 除非另有规定，卖方应在每个要求冷却的气缸上提供单进单出接口的管路（见图 G-1, 方案 C）。

7.7.4.2 连接到每个压缩机气缸的冷却剂入口管路和冷却剂出口管路有应配有隔离阀。每个气缸的主出口管路应提供带有活接头的截止阀。每个气缸的共用冷却剂出口管路中应安装液流视镜。一个气缸上存在一个以上冷却剂入口和出口点时，每个气缸上的每个冷却剂出口点都应提供液流视镜和调节截止阀。气缸冷却剂管路应配备带阀门的冷却剂放气口和排液口（见图 G-1）。

7.7.4.3 当采购方规定卖方提供压缩机上的冷却剂管路时，卖方应为安装在压缩机或压缩机基座上的所有设备提供管路系统。管路的布置应对于不同进口温度级运行的每个水回路提供一个单个进入接口和一个单个排出接口，并按 7.7.4.2 所述包含冷却剂调节阀和液流视镜。串联回路应有必需的带阀门的旁路以提供温度调节。

7.7.4.4 提供热虹吸管或静态冷却系统时（见 6.8.3），卖方应在最低点提供带排液阀的管路和膨胀罐（配备充 - 放气接口和液位计），膨胀罐尺寸能防止冷却剂溢流（见图 G-2, 方案 A 和 B）。热虹吸系统要求有温度计。

7.7.5 仪表管路

远程安装的压力仪表的开始的接口应包含一个符合与连接系统同样要求的隔离阀。除了开始隔离阀，可以使用不小于 $10\text{ mm}(\frac{3}{8}\text{ in.})$ 外径的管路或管道。方便处，测量相同压力的远程安装的仪表可以使用共用主接口。这类共用接口不应小于 $\text{DN } 15(\text{NPS } \frac{1}{2})$ ，且应为每个仪表提供单独的二级隔离阀。压力表用于测试压力报警或停机开关时，压力表和相关开关要求共用接口。

7.7.6 工艺流程管路

7.7.6.1 卖方可能被要求按采购方指定的范围和要求提供工艺流程管路。见 ISO 10438-1 或 API 614, 第 1 章。

7.7.6.2 当压缩机工艺流程进气管和脉动抑制设备由卖方提供时，应在紧靠吸入脉动抑制装置的上游插入临时启动过滤网。管路系统、吸入脉动抑制装置和临时启动过滤网的设计应能无需管子弹性而容易卸下和再插入过滤网。

7.7.6.3 过滤网由卖方供应时，过滤网的设计、位置和方向应由购卖双方在制造或采购前商定。

7.7.6.4 如有规定，卖方应提供适应临时启动过滤网的可拆短管段。应提供足够的压力表接口以便监测通过过滤网的压力降。

7.7.7 接筒放气和排液管路

7.7.7.1 卖方应按规定的范围和要求提供接筒放气和排液管路。

7.7.7.2 如使用管道，单独气缸使用的排液和放气管路的外径应不小于 $\text{DN}25(\text{NPS } 1)$ 或 $20\text{ mm}(\frac{3}{4}\text{ in.})$ 。排液和放气总管的外径应不小于 $\text{DN}50(\text{NPS } 2)$ 。填料箱中的放气接口和接筒内中间连接管道应为奥氏体不锈钢，并外径至少 $6\text{ mm}(\frac{1}{4}\text{ in.})$ 壁厚最小为 $1.24\text{ mm}(0.049\text{ in.})$ 。常用的接筒放气和排液系统见附录 I。

7.8 中间冷却器、后冷却器和分离器

7.8.1 中间冷却器和后冷却器

7.8.1.1 如有规定，卖方应在每个压缩级之间提供一个中间冷却器。

除非另有规定，中间冷却器应执行 ISO 10438-1 或 API 614，第 1 章。

7.8.1.2 如有规定，后冷却器应由卖方提供。

除非另有规定，后冷却器应执行 ISO 10438-1 或 API 614，第 1 章。

注：在换热器的设计中，要考虑往复压缩机气体的中间冷却和后冷却出现的一些独特现象。

宜谨慎考虑的有关方面：

- 气体宜走管程还是走壳程；非常小的压力脉动量乘以隔板的较大通道面积可能在管束里产生非常大的振动力；
- 壳程爆破片、安全阀或类似装置的使用；
- 由于对系统和结构中脉动引起的振动的敏感性，风冷式换热器的使用；
- 换热器及其支撑结构对脉动引起的振动的敏感性。在换热器系统中，机械的固有频率不宜与脉动频率重合。

7.8.1.3 除非另有规定，换热器水侧应按照 6.1.7 设计。

7.8.1.4 卖购之间应商定管壳式换热器水走管程或水走壳程的选择，并应当考虑到脉动、压力级、腐蚀和可维护性。

注：采购方可指定卖方应提供压缩机各级和中间冷却器和后冷却器之间的预制管路。见 ISO 10438-1 或 API 614，第 1 章。

7.8.2 分离器

7.8.2.1 如有规定，在压缩机的上游和每个中间冷却器之后应提供符合 7.8.2.2 到 7.8.2.8 规定的液体分离和收集设施。

注：中间冷却器可能会导致凝结。见 6.8.1.2 和 7.7.1.4 及相关注释。

7.8.2.2 液体分离装置的类型以及是将分离装置布置在单独的容器中、还是与脉动抑制装置组合、还是与中间冷却器组合，应由购卖双方商定。如果气缸输送饱和的或会变饱和的气体，除了构成整体的水份分离部分，宜采取适当手段，以防止液体带入压缩机气缸。宜给予特别注意脉动抑制器装置中构成整体的分离腔，以避免分离腔室中的机械振动。

注 1：未考虑振荡流作用时，脉动抑制装置中的水份分离部分已证明低分离效率。

注 2：脉动抑制装置中的排液槽能导致气缸连接接管加长，并导致排液槽用仪表的高振动。

7.8.2.3 液体分离装置应除去所有 $10\mu\text{m}$ 或更大液滴的 99%。压力降应按 7.9.2.6.3.1 的规定。

7.8.2.4 构成整体的水份分离部分应具有排液槽或导流管延伸到装置壳体的底部，分离的液体被引导到其中。

7.8.2.5 除非另有约定，构成整体的分离腔的排液槽或导流管或单独的分离容器的较低部分的容量，应足以容纳在任何规定的运行条件下预期的最大液体流量不少于 15 分钟而不会引起任何警报。

7.8.2.6 液体分离装置应配备不小于 DN25 的排液接口（1NPS）、液位玻璃管接口和液位停机开关接口。接口应是法兰式并配以法兰盖。

7.8.2.7 如有规定，应提供自动排液系统。对空气或惰性气体设施，该自动排水系统可以包括带有手动旁路的浮子操作的疏水阀。在所有其他情况下，排液系统应包括带有手动旁路的单独液位调节阀，由商定型式的液位控制器操作。

7.8.2.8 如有规定，排液槽或导流管或独立分离容器的较低部分应提供液位计以及报警和停机装置。

规定高液位报警和高液位停机时，容器或液位之间导流管的容量应相当于不少于 5 分钟的最大预期液体流量。

7.9 脉动和振动控制

7.9.1 概述

7.9.1.1 本次条款要求的目标是要避免以下难题：

- a. 振动,
- b. 性能,
- c. 可靠性, 和
- d. 压缩机及其运行的系统之间的声学交互影响造成的流量测量误差。

7.9.1.2 用于控制有害的脉动和振动的基本技术如下：

- a. 基于对脉动和衰减要求交互影响分析的系统设计以获得满意的管路振动值，压缩机性能，阀门寿命，以及对流量脉动敏感的设备运行；
- b. 利用脉动抑制装置，例如：脉动过滤器和消声器；有或者没有内件的缓冲罐；阻气管；节流系统和选用的管路配置；
- c. 机械抑制设计；具体包括这些情况如：管路和设备的管夹和支撑的型式、位置和数目。

注：采购方对脉动抑制装置要求的填空（数据表第 4 页的第 15 至 26 行，及第 13 和 14 页）对卖方的报价和制造这些辅助设备是必要的。

7.9.2 替代运行工况

替代气体、设施的替代运行工况或替代的启动条件操作时应按规定。脉动抑制装置在机械上应适用于所有规定的工况和气体。

压缩机是要压缩两个或两个以上不同分子量的气体（例如，氢和氮）时，脉动值应按机组须运行较长时间的气体予以优化。

对于所有规定的替代气体、运行工况和负荷档都应复核脉动值，以保证脉动值在所有的运行工况下是可接受的。经相互商定，对替代工况脉动值可以超过 7.9.4.2.5.2 的准则，然而应满足 7.9.4.2.5.2 的其他设计准则。

注：为了筛选复核替代气体的需要，一个显著的气体变化为该变化导致声速的 30%变化，或 1.7:1 比率的摩尔质量变化。

7.9.3 多机组的累加效应

7.9.3.1 采购方应指明什么时候压缩机要和其他压缩机机组及其相关的管路系统一起运行。在这种情况下，应提议多机组的压力脉动累加效应。研究的范围应基于买卖双方之间的协议。如果累加效应表明了修改现有的系统以获得可以接受的脉动值的要求，这样的修改应基于买卖双方之间协议。

注：在某些情况下，为使联合系统达到可接受的脉动值，可能需要对每台新压缩机施加比 7.9.4.2.5 中定义的更为严格的限定。

7.9.3.2 对于初步尺寸确定，如有规定，按设计方法 1（见 7.9.4.2.2），脉动抑制装置应具有最小吸气缓冲容积和最小排气缓冲容积（不考虑液体收集腔），由公式 3、4 和 5 确定，但任何一个容积决不得少于 0.03 m^3 (1 ft^3)。

用 SI 单位

$$V_s = 8.1 \times PD \left(\frac{kT_s}{M} \right)^{\frac{1}{4}} \quad (3)$$

$$V_d = 1.6 \left(\frac{V_s}{r^{\frac{1}{4}}} \right) \quad (4)$$

$$V_s \text{ 和 } V_d \geq 0.03 \quad (5)$$

用 USC 单位

$$V_s = 7 \times PD \left(\frac{kT_s}{M} \right)^{\frac{1}{4}}$$

$$V_d = 1.6 \left(\frac{V_s}{r^{\frac{1}{4}}} \right)$$

$$V_s \text{ 和 } V_d \geq 1.0$$

式中

V_s 为最小的要求吸气缓冲容积, 单位 $\text{m}^3 (\text{ft}^3)$;

V_d 为最小的要求排气缓冲容积, 单位 $\text{m}^3 (\text{ft}^3)$;

k 为在平均气体运行压力和温度下的等熵压缩指数;

r 为气缸法兰处的级压力比 (绝对排气压力除以绝对吸气压力) ;

T_s 为绝对吸气温度, 单位 $\text{K} (^\circ \text{R})$;

M 为摩尔质量;

PD 要用集气管连接到缓冲容积的所有压缩机气缸每转总的净排出容积, 单位 $\text{m}^3/\text{r} (\text{ft}^3/\text{r})$ 。

缓冲容积的内径应基于与压缩机气缸用集气管连接的最小缓冲容积全长。对于单缸缓冲容积, 缓冲容积长度与内径之比不应超过 4.0。球型缓冲容积的内径应从由公式 3、4 和 5 确定的容积直接计算。

公式 3、4 和 5 意在确保合理地确定脉动抑制装置尺寸, 包括在压缩机卖方的标书中, 并对大多数应用宜提供满意的尺寸。在一些情况下, 尺寸宜根据使用设计方法 2 和 3 的模拟研究来变更。尺寸要求事实上会受运行参数、整个系统各元件之间的相互作用以及压缩机系统的机械性能的影响。这些因素影响的大小在开始不能准确预测。

一些压缩机的应用要求使用正确设计的低通声学滤波器。低通声学滤波器包含节流管连接的两个容积。这两个容积可以由两个单独的抑制器或带中间隔板的一个抑制器组成。低通声学滤波器的初始尺寸确定的程序在附录 O 中给出。设计应由声学模拟来证实。

7.9.4 设计和文件

7.9.4.1 设计方法的选择

7.9.4.1.1 除非另有规定, 应利用表 6 来确定设计方法。对 350 bar (5000 psia) 以上绝对压力的应用, 买卖双方应商定脉动抑制的准则。

注：三种设计方法的详细描述在 7.9.4.2 中给出。

7.9.4.1.2 采购方应该指定分析是由卖方还是由第三方来执行。如果选择第三方执行分析，压缩机卖方应提供给第三方完成分析要求的必要信息。

7.9.4.2 设计方法

7.9.4.2.1 概述

可选设计方法为：

- a. 设计方法 1——经验的脉动抑制装置确定尺寸；
- b. 设计方法 2——声学模拟和管路约束力分析；
- c. 设计方法 3——声学模拟和管路约束力分析，加上力学分析（如必要带强制机械响应的分析）。

除非另有规定，每种设计方法都包括前述方法的所有要点，除非用更全面的方法来代替。各种设计方法的要点在 7.9.4.2.2 、7.9.4.2.3 和 7.9.4.2.4 中概述。每种设计方法的详细工作过程的流程图能在附录 M中找到。

表 6—设计方法选择

绝对排出压力	每个气缸额定功率		
	kW/ 气缸 < 55 (hp/ 气缸 < 75)	55 < kW/ 气缸 < 220 (75 < hp/ 气缸 < 300)	220 < kW/ 气缸 (300 < hp/ 气缸)
P < 35 bar (P < 500 psi)	1	2	2
35 bar < P < 70 bar (500 psi < P < 1000 psi)	2	2	3
70 bar < P < 200 bar (1000 psi < P < 3000 psi)	2	3	3
200 bar < P < 350 bar (3000 psi < P < 5000 psi)	3	3	3

注：API 688 提供了一个不同运行和机械参数的讨论，这讨论宜注意到什么时候考虑一种不同于表 6 中指出的设计方法，尤其期望是否能有较少的分析。

7.9.4.2.2 设计方法 1——经验的脉动抑制装置确定尺寸

脉动抑制装置的设计应使用专利和/或经验分析技术，以满足基于正常运行工况下 7.9.4.2.5.2.2.1 中要求的管线侧脉动值和 7.9.4.2.5.3.1 中允许的最大压力降。应用此设计方法时不要进行声学模拟分析。

7.9.4.2.3 设计方法 2——声学模拟和管路约束力分析

7.9.4.2.3.1 概述

设计方法 2 是一种脉动控制，通过应用脉动抑制装置和证实的声学技术，结合管路运行和锚定系统（管夹的设计和间距）的力学分析，以达到对振动响应的控制。该方法包括压缩机、脉动抑制装置和相应管路之间的声学干扰的评价，包括脉动对压缩机性能的影响，以及脉动抑制装置中的声学激振力的评估。这评估是通过建立压缩机系统和管路的模型，再进行声学模拟确定振动响应来完成的。

7.9.4.2.3.2 压缩机系统模型

利用设计方法 1 初始确定脉动抑制装置（或者缓冲器）尺寸，再利用声学模拟进行分析。压缩机系

统模型通常包括活塞和气阀运动学、气缸通道、脉动抑制装置，并在管线侧接管法兰处终止。这模型只用于声学模拟。设计方法 2 中没有建立压缩机系统的力学模型以评估机械共振。

7.9.4.2.3.3 管路系统模型

对没有定义管路系统的应用，声学模拟就用无限长的管路系统初始模型进行，即声学上的无反射管线。许用设计限制了 7.9.4.2.3.4 的应用。这一步骤被称作初始分析，也被称作“抑制检验”或者“缓冲检验”。对定义管路系统的应用，初始分析可以被省略。在模拟模型中，管路模型替代声学上的无反射管线。

7.9.4.2.3.4 初始分析

管路系统模型完成前进行声学模拟时，在脉动抑制装置的管线侧接管法兰处的最大许用压力脉动值，对单个脉动抑制装置应为公式 8 定义许用值的 80% 对两个或更多脉动抑制装置接于共用管路的应为公式 8 定义许用值的 70%

注：单个脉动意指该装置没有通过共用管路连到另一个脉动抑制装置上。例子包括：单独机组单独气缸的第一级吸气装置；单独机组的单独气缸的排气脉动装置；及单独机组的第一级吸气或最后一级排气装置，其用集气总管连接到在特定管路系统中产生脉动的所有气缸。两个或更多脉动抑制装置接于共用管路的例子：级间装置（甚至包括中间冷却器）；第一级吸气或最后一级排气管路系统的带多脉动抑制装置的单独机组；及接于共用管路系统的多机组。

为了满足合同交付，所有各方宜协作确定脉动抑制装置的设计、脉动分析、管路设计的进程。初始分析之后订购部件可便于脉动抑制装置的长交付周期部件，如端盖、接管和圆筒体的采购。然而，将管路系统加入到声学模型中之前，最终的长度、接管的方位和容器内部结构的需求都不能最优化。因此，宜注意：如果脉动抑制装置在管路配置最终确定之前制造，对设计人员可用来仅剩的系统设计优化方法是：节流板的安装、管路的修改、管路系统的加强。这有时导致需要订购不同的脉动抑制装置以提供一个适当的系统，随着在进程上必然的负面影响。

7.9.4.2.3.5 声学模拟

管路系统的布置与尺寸设计完成时，应进行整个系统声学模拟以证实符合 7.9.4.2.5 的要求或确定使之符合要求需要的修改。

7.9.4.2.3.6 力学复核和管路约束力的分析

应利用跨度和基本容器的机械固有频率的计算进行力学复核来避免机械共振。该复核应得出一张各种管道尺寸的表格，指出管路支撑之间最大的许用跨距（根据压缩机最大运行速度）作为管道直径的函数，以及 7.9.4.2.5.3.2 的分离裕度要求。

注 1：管路设计中，用管夹来避免机械共振时，也宜考虑热挠度的影响。

注 2：为了准确的预测和避免管路共振，支撑与管夹必须动态地约束管路。当管路约束装置有足够的质量或刚度在约束点强迫振动节点时，管路约束只才能被考虑动约束。对于高架的管路和 / 或简单支撑、吊架和导向装置的使用，这要求难以达到。

7.9.4.2.4 设计方法 3——声学模拟和管路约束力分析，加上力学分析——（如必要带强制机械响应的分析）。

7.9.4.2.4.1 概述

本设计方法与设计方法 2 等同，外加压缩机气缸、压缩机脉动抑制装置以及相连的管路系统，包括声学及机械系统响应的相互影响的力学分析。必要时还包括强制机械响应。声学及机械方法并用以达到最有效和最符合成本效益的工厂设计。

7.9.4.2.4.2 步骤 3a——压缩机和管路系统的结构固有频率分析以避免与重要的激振力频率重合。

a. 机械模型的开始点是曲轴箱与基础的分界面或十字头导轨与曲轴箱的分界面。为了模型的准确性，开始位置相比于压缩机机械模型的其他部分应有相对刚性和 / 或应由六个自由度的跳动来精确地描述。压缩机机械模型的终点是离开脉动抑制装置管线侧接管的吸气和排气管路上的第二个管夹。可能影响模型精确性的因素，在 API 688 中有更详细的讨论。如有规定，该模型还要包括按 7.9.5.1.22 和 7.9.5.1.23 脉动抑制装置内件中存在应力的分析。

注 1：本步骤的目的是避免压缩机气缸、脉动抑制装置和管路系统在也存在重要的激振力处频率上产生机械共振。

注 2：在一些情况下，安装在混凝土基础上的压缩机机身、十字头导轨和气缸，能够被认为是相对刚性的，并能够用刚性单元来模拟。

注 3：压缩机和脉动抑制装置的机械模型以前被称为压缩机集气管模型。

b. 压缩机和管路系统的分析应该用来预测机械固有频率。机械和声学系统的设计应 满足 7.9.4.2.5.3.2 的分离裕度准则，激振力不应该超过 7.9.4.2.5.2.3 的限定。

注：系统的结构上 复杂区域如气缸、接筒、十字头导轨、机身、脉动抑制装置接管和管路，跨度计算不能精确应用处，通常利用卖方的专利方法、车间测量数据或者有限单元的方法进行分析，来确定机械固有频率；怀有避免在也存在重要的激振力处在频率上产生机械共振 的企图。

7.9.4.2.4.3 步骤 3b1——压缩机机械模型的强制机械响应分析

脉动抑制装置的激励频率分离裕度或者激振力振幅准则不能满足时， 应进行压缩机机械模型对脉动导致的力和气缸气体力的强制机械响应分析。 应应用 7.9.4.2.5.2.5 的许用交变应力准则。压缩机卖方应提供压缩机部件如：气缸、接筒和曲轴箱的许用振动限值。

注：压缩机许用振动值通常是限定的设计准则。 本分析预测脉动抑制装置及相联管路的交变应力。 非有意把压缩机部件中交变应力的分析包括在本设计方法中。压缩机部件包括在模型中仅为了在脉动抑制装置上能实现这些部件挠性和动态运动影响的分析。 按照 6.1.1 ，期望压缩机制造方提供振动准则以确保压缩机部件没有疲劳故障或过早磨损的发生。

7.9.4.2.4.4 步骤 3b2——管路系统的强制机械响应

管路系统的激励频率分离裕度或者激振力振幅准则不能满足时， 应进行管路系统对声学激振力的强制机械响应分析。应分别应用 7.9.4.2.5.2.4 和 7.9.4.2.5.2.5 中的许用振动和交变应力限定。模型的终点应由分析人员按照与采购方商定来定义； 通常，管路系统模型宜包括声学模型包括的所有管路。 API 688 中更详细讨论了可能影响模型准确性的因素。

在没进行压缩机机械模型的强制机械响应分析， 只进行管路系统强制机械响应分析时， 管路系统的开始点在压缩机气缸法兰处，该点假定为刚性。

注：正如步骤 3b1，振动通常是限定的设计考虑对象，因为振动值在推荐的许用界限内时，许用应力值通常不能近似。例外的是在直径大幅减小如接管接口和小管道焊到明显更大管道上的焊接支管座的地方高度应力集中，

7.9.4.2.5 设计准则

7.9.4.2.5.1 概述

按照设计方法 1、2 和 3 的脉动抑制装置和应用技术应满足 7.9.4.2.5.2 的基本准则和 7.9.4.2.5.3 的其他准则。

7.9.4.2.5.2 基本准则

应用如下的程序，按照基本准则来评价：

1. 初步确定脉动抑制装置尺寸。确定通过脉动抑制装置的压力降。应符合 7.9.4.2.5.2.2.1 和 7.9.4.2.5.3.1 中描述的准则。设计方法 1 完成。

对于设计方法 2 和 3：

2. 进行脉动抑制装置的初始分析（如有要求）。确定压缩机气缸法兰处和脉动抑制装置管线侧接管的脉动。应满足按 7.9.4.2.3.4 降低的 7.9.4.2.5.3.1、7.9.4.2.5.2.1 和 7.9.4.2.5.2.2.2 中描述的准则。7.9.4.2.5.2.3.3 中描述了脉动抑制装置非共振激振力的准则。

3. 管路系统的布置完成后，着手整个管道系统的脉动分析。7.9.4.2.5.3.1、7.9.4.2.5.2.1 和 7.9.4.2.5.2.2.2 中给出了最大压力降和脉动的准则。7.9.4.2.5.3.3 中给出了脉动抑制装置非共振激振力的准则。

如果满足这些准则和指定设计方法 2，然后应进行第 4 步。如果指定设计方法 3，那么直接进行第 5 步。

4. 利用管路表和基本容器的计算指定最大管路跨度并确定容器的机械固有频率。7.9.4.2.5.3.2 给出了最小许用机械固有频率。

如果满足第 3 步和第 4 步的准则，设计方法 2 的分析就完成了。如果第 3 步或第 4 步的准则不能满足，则重新设计，或进行第 5 步和第 6 步。

5. 开发一个机械模型和确定机械固有频率；7.9.4.2.5.3.2 中是最小分离裕度。

6. 按照 7.9.4.2.5.2.3 确定最大许用激振力，并检查其是否高于由声学模拟计算出的声学激振力。

如果满足第 5 步和第 6 步的准则，设计方法 3 的分析就完成了。

对压缩机系统，如第 5 步或第 6 步的准则不能满足，应进行重新设计或第 8 步。

对管路系统，如第 5 步或第 6 步的准则不能满足，应进行重新设计或第 7 步。

7. 确定基于最大计算声学激振力的管道振动。管道最大许用振动的准则在 7.9.4.2.5.2.4 中。

如果第 7 步的振动准则不能满足，应进行重新设计或第 8 步。

8. 按要求，计算压缩机系统或者管路系统的动应力。最大许用交变应力在 7.9.4.2.5.2.5 中。对压缩机系统，还要比较压缩机卖方提供的计算振动值。

如果第 7 步或第 8 步的准则能满足，设计方法 3 的分析就完成了。如果不能满足准则，要求重新设计。

注：如第 5 步后按第 7 步直接进行管路振动分析，那么本次条款的第 6 步确定许用激振力准则的计算可以省略。

7.9.4.2.5.2.1 压缩机气缸法兰的最大许用压力脉动

除非另有规定准则（如压缩机效率的损失），压缩机气缸法兰处未过滤的峰-峰脉动值，用平均绝对管线压力的百分比来表示，应限制在 7%或由方程式 6 计算的值中较小者内。

$$P_{ef} = 3R\% \quad (6)$$

式中：

P_{ef} 为在压缩机气缸法兰处最大许用的未过滤峰-峰脉动值，用平均绝对管线的压力的百分比来表示；

R 级压力比。

注 1：最大脉动值超过这些值并使用合理修改方案时，采购方与压缩机卖方可商定更高的限定。

注 2：压缩机气阀处压力脉动的频率、相位关系和振幅能明显影响压缩机的性能和气阀的寿命。压缩机气缸法兰处测量的脉动值通常不同于气阀处存在的脉动值。然而经验已表明，按照上面规定的气缸法兰处脉动的限定，能使压缩机性能在本标准规定的公差范围内。

7.9.4.2.5.2.2 脉动抑制装置管线侧接管及其后的最大许用脉动限定

7.9.4.2.5.2.2.1 按照设计方法 1 使用的脉动抑制装置，脉动抑制装置的管线侧的脉动峰 - 峰值应限定在由公式 7 确定值内。

用 SI 单位：

$$P_1 = \frac{4.1}{(P_L)^{\frac{1}{3}}} \% \quad (7)$$

用 USC 单位：

$$P_1 = \frac{10}{(P_L)^{\frac{1}{3}}} \%$$

式中：

P 为任何离散频率下的最大许用峰 - 峰脉动值，用平均管线绝对压力的百分比来表示；

P_L 为管线平均绝对压力，单位 bar (psia)。

7.9.4.2.5.2.2.2 除非另有规定，对设计方法 2 和 3，基于正常运行工况，开始吸气、中间级和脉动抑制装置后的最终排气管路系统的脉动峰 - 峰值应满足 a 和 b 规定的要求。

a. 对绝对管线压力在 3.5 bar 到 350 bar (50 psia 到 5000 psia) 之间运行的系统，每个单独的脉动部件的脉动峰 - 峰值应限定在公式 8 计算值内。

用 SI 单位：

$$P_1 = \sqrt{a/(350)} \left[\frac{400}{(P_L \times D_i \times f)^{0.5}} \right] \quad (8)$$

用 USC 单位：

$$P_1 = \sqrt{a/(1150)} \left[\frac{300}{(P_L \times D_i \times f)^{0.5}} \right]$$

式中：

P 为与基频和谐频相应的各单独的脉动部件的最大许用峰 - 峰值，用管线平均绝对压力的百分比来表示；

a 为气体的声速，单位为 m/s (ft/s)；

P_L 为平均绝对管线压力，单位为 bar (psia)；

D 为管线的内径，单位为 mm(in)；

f 为脉动频率，单位为 Hz。

脉动频率 f 从公式 9 得到。

$$f = \frac{N \times z}{60} \quad (9)$$

式中：

N 为轴转速，单位为 r/min ；

z 为整数 1, 2, 3, ..., 对应于基频和高阶频率。

b. 对于绝对压力低于 3.5 bar (50 psia)，各单独脉动部件的峰 - 峰值只需要满足由 3.5 bar (50 psia) 的绝对压力计算的值。

注：在低于 3.5 bar (50 psia) 的压力，施行公式 8 的严格要求是不现实的。

7.9.4.2.5.2.2.3 买卖双方达成共识时，脉动值可以超过 7.9.4.2.5.2 定义的限定，按 7.9.4.2.5.2.1 所注，7.9.4.2.5.2.3 到 7.9.4.2.5.2.5 中的要求是满足。

注：默认的设计理念是基于利用已被证实的声学控制技术把脉动和压降最小化。对用户期望放宽准则的应用场合，API 688 宜用作理解可能遇到的风险和利益的指导。

7.9.4.2.5.2.2.4 如有规定，包括对这样现象敏感的元件的系统中流量脉动应限制到共同商定的准则，如流量计、止回阀和螺旋分离器。对于卖方供货范围之外的任何这样敏感元件存在的允许程度应作规定。

7.9.4.2.5.2.3 最大许用声学激振力

7.9.4.2.5.2.3.1 概述

基于设计振动导则的最大许用非共振激振力可以从公式 10 确定。

$$SF_{\text{r}} = k_{\text{eff}} \times V \quad (10)$$

式中：

SF_{r} 为相对于静态结构刚度的非共振峰 - 峰激振力指导值，单位为 N (lbf)；

k_{eff} 为激振力作用处沿管路方向或脉动抑制装置轴向的有效静态刚度，单位为 N/mm (lbf/in)。
 k_{eff} 详细的讨论见附录 P。

V 为设计振动峰 - 峰指导值，单位为 mm (in) (见图 4)。

激振力指导值 (SF_{r}) 用于非共振振动，因此，共振附近的激振力应大大降低到上述激振力指导值以下。该指导值是从复杂的分析简化而来的，包含许多特有的假定，并宜谨慎使用。关于最大许用激振力的惯例和详细讨论见附录 P。

各种支撑类型提供了支撑近似刚度范围如下：

高架不加支撑定位支架 900 N/mm ~ 2700 N/mm (5000 lbf/in ~ 15000 lbf/in)

地面典型支架和管夹 2700 N/mm ~ 27000 N/mm (15000 lbf/in ~ 150000 lbf/in)

地面重型支架和管夹 2700 N/mm ~ 45000 N/mm (150000 lbf/in ~ 250000 lbf/in)

7.9.4.2.5.2.3.2 最大许用管路系统非共振声学激振力

最大许用管路的非共振声学激振力应为从公式 10 或 11 计算值的较小者。

用 SI 单位：

$$SF_{\text{rmax}} = 45 \times NPS \quad (11)$$

用 USC单位：

$$SF_{pmax}=250 \times NPS$$

式中：

SF_{pmax} 为基于支撑强度的最大管路非共振激振力峰 - 峰指导值，单位 N (lbf) ；

NPS 为管子的公称尺寸，单位 mm(in) 。

7.9.4.2.5.2.3.3 安装于气缸的脉动抑制装置的最大许用非共振激振力

对安装于气缸的脉动抑制装置的最大许用非共振激振力应为公式 10 或 12 计算值的较小者。对设计方法 2，因为激振力值不用公式 10 来评估，最大许用值就应为公式 12 的 10% 对计算的脉动抑制装置机械固有频率的± 20%内的频率，最大许用值应为公式 12 的 1%

用 SI 单位：

$$SF_{dmax}=45000 \tag{12}$$

用 USC单位：

$$SF_{dmax}=10000$$

式中：

SF_{dmax} 为基于结构强度的最大脉动抑制装置非共振激振力峰 - 峰指导值，单位 N (lbf) 。

注：该激振力准则意作为沿脉动抑制装置轴向作用的激振力的设计准则。可能受脉动抑制装置设计影响的其他激振力，如（但不限于）与压缩机气缸接管平行作用的振荡力和气缸内部通道内作用的激振力，也必须进行评估。与气缸相关的评价准则会变化，并宜由采购方和压缩机制造方共同商定。

7.9.4.2.5.2.4 管路设计振动准则

预计管路振动量应该限制在图 4 的设计值内。图 4 的图线基于以下内容：

- a. 对频率低于 10Hz(频率 10Hz也是根据 ISO 10816), 固定的许用振幅为 0.5 mm峰-峰值（20 mils 峰-峰值）；
- b. 频率在 10 至 200Hz之间，固定的许用振动速度约为 32 mm/s峰-峰值（1.25 in./s 峰-峰值）。

图 4 的限定意作为按照 7.9.4.2.5.2.1 分析的设计触发点。这些值不宜用作现场验收准则。

注：本次条款的要求被认为是保守的。然而有这种情况，尽管主管的振动显示出在可接受的限度内，其中连到管路的高应力撑板及未加支撑的小口径支管会造成难题。没有对振动机械的深刻理解，就没有足够保守的准则可用。

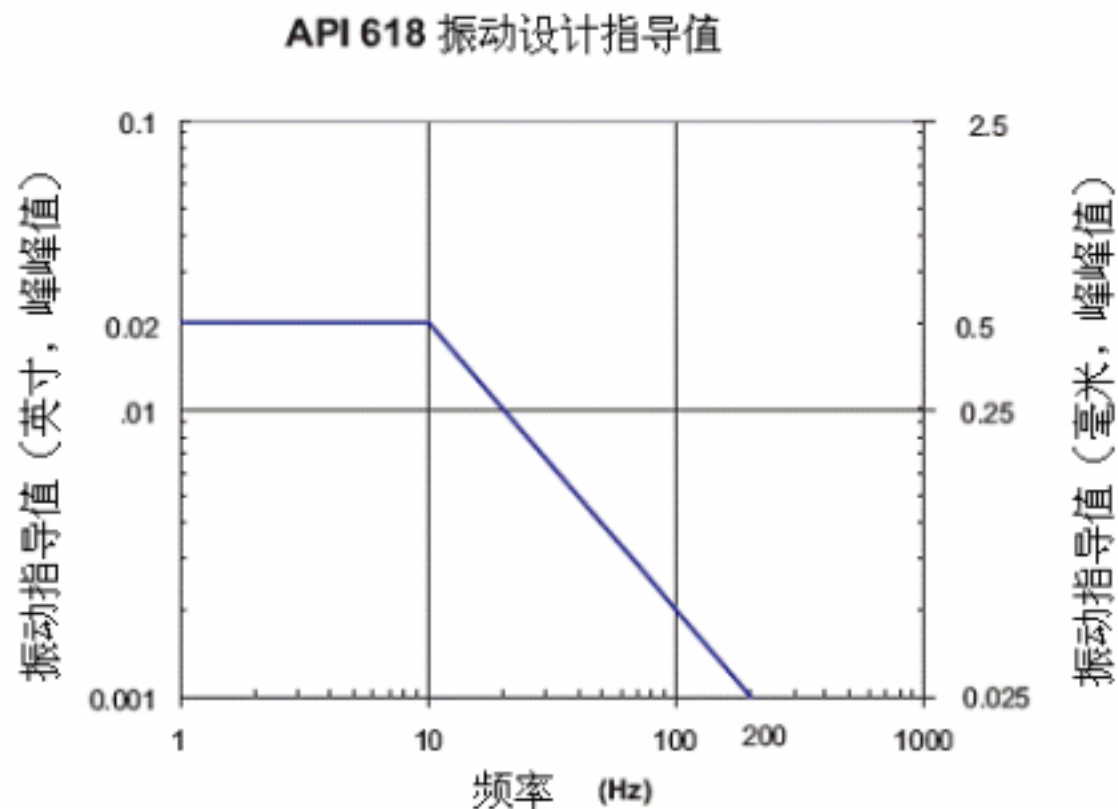


图 4—不连续频率的管路设计振动

7.9.4.2.5.2.5 最大许用交变应力

7.9.4.2.5.2.5.1 对于设计方法 3 步骤 3b1 和 3b2, 脉动和/或机械诱发的振动应不会在超过用于承受交变负荷的部件材料的疲劳极限的管路和脉动抑制装置中引起交变应力值。例如：对运行温度低于 370°C (700°F) 的碳钢管, 考虑了所有的应力集中因素存在和所有其他应力在适用规范限定内, 其峰峰交变应力范围应小于 180 N/mm² (26000 psi)。

对设计方法 1 和 2, 不考虑需要去论证符合本条款。

7.9.4.2.5.2.5.2 如有规定, 应进行管路系统的挠性分析, 以预测由热梯度、热瞬变、管子和管件重量、静压力和螺栓紧固张力引起力与应力。专门管路规范应提供设计准则。

建模宜包括构架的增长和部件的特性。

7.9.4.2.5.3 其他的准则

7.9.4.2.5.3.1 最大许用压力降

对于所有的设计方法：

a. 除非另有规定, 基于通过制造方额定容积的脉动抑制装置的稳定流, 对每种运行情况, 装置压力降不应超过平均绝对管线压力的 0.25%, 或由公式 13 确定的值, 取高值。用总流量来计算压力降时, 这些限定应提高 2 倍, 这里总流量是稳定流分量加动态流分量的总和, 只要静态分量仍然满足上面的准则。

$$\Delta P = 1.67 \left(\frac{R-1}{R} \right) \% \quad (13)$$

式中：

ΔP 为基于通过脉动抑制装置的稳定流的最大压力降, 用装置进口平均绝对管线压力的百分比表示；

R 为级压力比。

b. 水气分离器是脉动抑制装置的组成部分时，基于通过制造方额定容积的脉动抑制装置的稳定流，对每种运行情况，装置的压力降不应超过平均绝对管线压力的 0.33% 或由公式 14 确定的百分比，取高值。用总流量来计算压力降时，这些限定应提高到 2 倍，这里总流量是稳定流分量和动态流分量的总和。

$$\Delta P = 2.17 \left(\frac{R-1}{R} \right) \% \quad (14)$$

c. 提高压力降是解决管路共振难题的优选方法的结果时，经买卖双方共同商定压力降可超过本条款的规定。对推荐的设计，评估压缩机气缸、脉动抑制装置和连接管路之间的动态相互作用对气缸性能的影响，并确定脉动导致的功率和流量的偏差。该分析宜优化与压缩机性能有关的脉动。

7.9.4.2.5.3.2 分离裕度

除非另有规定，如下两条导则要一起使用来避免激振频率与压缩机、脉动抑制装置、管路系统的机械固有频率重合。

a. 任何压缩机或者管路系统元件的最小机械固有频率应设计为大于最大的额定转速的 2.4 倍。

注 1：本条导则意使机械固有频率应在两倍的运行转速之上，因为在第一阶和第二阶几乎总是有足够的激振能量来激起共振达到危险值。

注 2：在一些压缩机配置中，在较高阶运行转速可能具有显著的激振能量，并系统设计应将此考虑进去。如果最小机械固有频率导则不被满足时或较高阶具有显著的激振能量时，应保持 b) 中定义的分离裕度。

b. 预计的机械固有频率应设计成与显著激振频率至少相差 20%

注 1：目的是对实际系统至少达到相差 10% 并由于建模的限制，如 20% 用于预期设计，那么对实际系统 10% 一般会达成。

注 2：准确预测共振的能力，并因此分离裕度大大受系统的刚度影响。高架安装管路系统比在混凝土轨枕上地面安装会固有地有较小刚性。一般，系统的刚性越大，对模型的刚度变化的敏感性就越低，因此固有频率预测和避免与激振频率重合就更准确。

7.9.4.2.5.3.3 流量测量误差

除非另有规定，对位于指定管路系统的流量计，脉动引起的最大流量测量误差不应超过如下：

a. 对非监视输送仪表：1.00% 的误差。

b. 对监视输送仪表：0.125% 的误差。

注：对流量测量误差的讨论见 API 688。

7.9.4.2.6 文件要求

脉动与振动控制的书面报告应提供给采购方。对指定设计方法与 7.9 的要求的一致性应用文件论证。报告应定义分析范围，包括分析导则、压缩机配置、加载步骤、气体组分和管路系统分析的范围。报告应包括由分析得出的建议。文件还应给出用于执行每种分析类型的结果。声学模拟结果包括气缸接管和管路脉动、声学激振力和对该激振力敏感的设备流体脉动，以频谱形式。分离裕度的分析结果包括固有频率和模型形式。强制机械响应的结果包括振动和交变应力。这些结果表示的格式宜易于与分析导则进行比较。

7.9.5 脉动抑制装置

7.9.5.1 概述

7.9.5.1.1 作为最低要求，脉动抑制装置应按规定的压力容器规范设计和制造。如有规定，脉动抑制设备应加盖规定的压力容器规范（如 **ASME** 规范）标记，并以规定权限注册。

7.9.5.1.2 任何部件的最高许用工作压力应不小于用于该部件安全阀的设定压力，并在任何情况下，应不小于 4 bar (60 psig) 的表压。

注意：采购方宜注意关闭闲置压缩机上吸气截止阀的超压危险。截止阀和压缩机气缸之间吸气侧的设备宜额定为排气压力或有保护性的安全阀。

7.9.5.1.3 与流程气体接触的所有材料应与输送气体相容的。除非数据表上另有规定，碳钢的脉动抑制装置的壳体和内件的腐蚀裕量应至少有 3 mm ($\frac{1}{8}$ in.)。

无论什么材料，所有的壳体、封头、缓冲板和隔板应至少有 10 mm ($\frac{3}{8}$ in.) 厚度。应提供焊接工艺（见附录 F 中卖方资料部分，第 17 项）。

7.9.5.1.4 如有规定，所有对接焊缝应 100% 射线检测。

7.9.5.1.5 所有法兰式分支接口都应予以加强，以至补强提供的金属面积等于从壳体或封头切除的面积，不管分支接口处的金属壁厚。应考虑应力集中系数以保证符合 7.9.4.2.5.2.5。

7.9.5.1.6 不配备构成整体的水份分离部分的吸气脉动抑制装置应设计成能防止液体积聚。

7.9.5.1.7 如有规定，吸气脉动抑制装置应包括最终水份分离部分作为容器的构成整体部分。该装置应按 7.8 的细则配备。

7.9.5.1.8 从脉动抑制装置的壳体到气缸法兰的接管长度应维持符合热挠度和脉动要求的最短长度。接管的面积应至少等于压缩机气缸法兰公称尺寸的面积。应有足够的空间以便进入和维护气缸的工作零件。

7.9.5.1.9 脉动抑制装置及其接管的方位应由采购方认可。所有接口的等级、类型和布置应由买卖双方商定。

7.9.5.1.10 每个脉动抑制器的进出接管上应配有公称直径为 DN 20 ($\frac{3}{4}$ NPS) 的压力试验接口。可行之处，在每个间隔室应设置一个公称直径至少为 DN 25 (1 NPS) 的对外排液口。多个排液口不行的地方，经采购方同意可采用在位于容器壁低点的隔板上开几个圆形缺口。必须考虑这些排液开口对脉动抑制装置性能的影响。内件的布置应保证在所有的运行工况下，液体能流向排液接口。

7.9.5.1.11 每个排气脉动抑制装置的气缸侧接管应提供两个互不干扰接口，位于许可采购方安装至少 DN25 (NPS1) 的高温报警或停机用元件和刻度盘式温度计用的套管。如有规定，每个吸入脉动抑制器气缸侧接管也应安装至少为 DN25 (NPS 1) 的套管接口。

7.9.5.1.12 DN 25 (NPS1) 或更小的法兰式接口，虽然按照 7.9.5.1.5 补强，但应设计成把悬重减到最小，还应背对主管道加角支撑或至少在两个平面设置加强筋，以避免振动引起的断裂。

7.9.5.1.13 除非另有规定，压缩机气缸和工艺流程管线的主要接口应为对焊法兰。对非标接口，见 6.8.4.2.1 和 6.8.4.1.12。

7.9.5.1.14 内径等于或大于 450 mm (18 in.) 的脉动抑制器应有直径至少为 150 mm (6 in.) 螺柱连接的衬垫型检查口，并配备盲法兰和垫片，以提供到每个腔室的通道。对内径小于 450 mm (18 in.) 的脉动抑制器，可以采用直径为 100 mm (4 in.) 螺栓连接的衬垫型检查口。检查口应位于提供关键

焊缝如隔板的两侧最大目视检测能力的位置。

注：对较高压力的法兰等级，标准接管的内径小于上面显示的公称尺寸。采购方宜确定是否实际尺寸足够适应检查程序。

7.9.5.1.15 除非另有规定或经采购方认可，与 7.9.5.1.13 和 7.9.5.1.14 涵盖不同的脉动抑制装置的接口也应为对焊法兰。提供螺纹管件时，它们至少应为 6000 磅压力级。

7.9.5.1.16 法兰应遵照 ISO 7005-1 或 ASME B16.5；然而，搭接法兰和松套法兰不应使用。法兰或机加工凸台的垫片接触面的算术平均粗糙度（ R_a ），除了环连接，应在 $3.2\ \mu\text{m}$ 和 $6.4\ \mu\text{m}$ （ $125\ \mu\text{in}$ 和 $250\ \mu\text{in}$ ）之间。应采用 $0.6\ \text{mm} - 1.0\ \text{mm}$ （24 凹槽/英寸 - 40 凹槽/英寸）范围齿距的同心锯齿形或螺旋锯齿形的密封面。环连接接口的垫槽的表面粗糙度应遵照 ASME B16.5。

7.9.5.1.17 如有规定，对附着的保温层应作好防护。所有接口和铭牌应不被保温层遮盖。

7.9.5.1.18 脉动抑制装置的所有内件的设计、制造和支撑，应考虑会产生强声学激振力的可能性。应使用碟形隔板代替平隔板。应遵循用于外部焊接相同的焊接工艺。挡板和脉动抑制装置的壳体连接，应采用全焊透的焊缝。

7.9.5.1.19 所有对接焊缝应为全焊透焊缝。

7.9.5.1.20 如有规定，碳钢的脉动抑制装置的内表面，应覆盖适用于运行条件的酚醛树脂或乙烯树脂的涂层。

7.9.5.1.21 在每个脉动抑制装置应提供不锈钢铭牌。铭牌包括制造方的标准数据，采购方的设备项目号和采购方的采购定单号。

7.9.5.1.22 如有规定，应分析脉动抑制装置内件由脉动引起的激振力和压力诱导的静态力导致的动态应力和静态应力，以证实与 7.9.4.2.4 相符。

7.9.5.1.23 如指定的压力容器规范有规定，如 ASME 第 VIII 卷，第 2 册，应进行低循环疲劳分析，以预测来自脉动抑制装置和内件上热梯度、热瞬变和压力循环的应力。

7.9.5.2 脉动抑制装置中制造及热诱导的应力

7.9.5.2.1 脉动抑制装置、压缩机气缸接管连接和管线连接的制造公差和安装程序，应足以使法兰的螺栓连接没有可能导致接管应力过大、改变部件的对中或改变活塞杆径向跳动的变形。两个或两个以上的气缸连接到同一个脉动抑制装置时，法兰应在压缩机卖方车间里装配到已对中的气缸并在适当的部位焊接，以保证正确的最终对中并使残余应力减到最低。这些程序对环连接的法兰尤其重要。

注：较大的、组合安装的机组可能需要对中定位装置。

7.9.5.2.2 脉动抑制装置的热膨胀诱导的力应加以考虑，以避免运行期间不允许的不对中和过大的应力。

7.9.6 脉动抑制装置的支撑

如有规定，脉动抑制装置的支撑和卖方供应的管路的支撑将由卖方提供。这些支撑的设计应考虑静负荷（包括管路负荷）、声学激振力和机械响应；不应与它们相连接的压缩机、管路系统或脉动抑制装置施加有害的应力。在计算应力值中，应考虑压缩机机身的增长及机身、十字头导轨、接筒、法兰和支管连接的挠性。有固有的振动阻尼特性的柔性（弹性）支撑是作为调节热膨胀的首选。柔性支撑的负荷应是可调的。非柔性支撑的设计应允许由采购方在运行中调整。除非由采购方专门认可，不应使用弹簧架支撑。

注：在可能的范围内，支撑的基础宜与压缩机的基础成一体。当采用非柔性可调支撑时，它们宜由采购方在正常运行工况下调整。

7.10 空气吸入过滤器

7.10.1 除非另有规定，对从大气吸气的空气压缩机，应由卖方提供一个适合于户外安装的干式空气吸入过滤消声器。若有特别设计细节，应按由采购方规定的。卖方应提醒采购方注意其认为从执行采购方的技术要求可能会导致的任何危险。

7.10.2 作为最低要求，在设计过滤器 - 消声器中应考虑以下要点：

- a. 微粒额定等级；
- b. 在运行条件期间进行清洗的便利；
- c. 过滤器和吸入管路内表面的腐蚀防护；
- d. 内部螺纹紧固件的避免
- e. 测量通过过滤器压差的接口。

7.11 专用工具

7.11.1 拆卸、组装或维修机组所需要的专用工具及固定装置，应包括在报价单上并作为机器首次供货一部分，连同它们使用的全套说明书一起提供。对于多机组的安装，专用工具及固定装置的数量应由买卖双方商定。设备的车间组装和试验后拆卸期间应使用这些或类似的专用工具。

7.11.2 往复压缩机的专用工具最少应包括：

- a. 安装非组合活塞上整体支承环的心轴；
- b. 拆装质量大于 15 kg (33 lb) 气阀组件的起吊和降放装置；
- c. 十字头拆装工具；
- d. 能使整体组装填料通过活塞杆的套筒 / 锥筒（见 6.13.1.7）；
- e. 如有规定，液压拉伸工具。

7.11.3 提供专用工具时，它们应装在单独坚固的金属箱内，并标记“专用工具用（标签 / 项目编号）”。每个工具应打印或加标签以标识其预期用途。

7.11.4 所有压缩机应提供适合维修用的盘车装置。额定功率等于或大于 750 kW (1000hp) 的压缩机，和最大盘车扭矩要求等于或大于 1600N·m (1200 ft-lb) 的压缩机，应提供动力盘车装置。卖方应提供盘车装置的全套说明书，包括如操作方法这样的要素（如压缩机启动的手动啮合和自动脱离），要求的停工信号，要求的锁定信号，要求的位置、防护罩和动力。

7.11.5 如有规定，每台压缩机应配备维修期间锁定轴位置的装置。装置应根据维修需要能锁定轴在多个位置。装置应装有限制开关。

注：采购方宜把限制开关与驱动机联锁。

8 检验和试验

8.1 概述

8.1.1 采购方在检验和试验中的参与程度应按照规定。

8.1.2 如有规定，采购方代表、卖方代表或双方应按照检验员的检查表（附件 K）经草签，注明日期，并在货物发运前向采购方提交已完成的检查表来表明一致性。

8.1.3 向卖方提前通知后，采购方代表应有权进入正在进行制造、试验或检验设备的所有卖方和次卖方的场所。

8.1.4 卖方应负责将采购方的检验和试验要求通知所有次卖方。

8.1.5 在进行已经规定要见证或观察的任何检验或试验前，卖方应提前足够的时间通知采购方。

8.1.6 应规定要见证或观察的检验、试验的提前通知时间。对检验和试验提前五个工作日通常被认为足以通知对方。观察的试验不应进行直至规定的时间。

注：对于观察试验，采购方宜预计在工厂里停留比见证试验更长时间。

8.1.7 当车间检查和试验已有规定，采购方和卖方应协调制造控制点和检查人员来访。

8.1.8 见证机械运行或性能试验前，应提供适用的初步试验成功完成的确认。

8.1.9 检查和试验规定的设备、材料和公用设施应由卖方提供。

8.1.10 采购方代表应可以获得卖方质量计划用于复核。

8.2 检验

8.2.1 概述

8.2.1.1 卖方应将以下资料保存至少 20 年：

- a. 必要的或规定的材料证明，如工厂试验报告；
- b. 证明已符合规范要求的试验数据和结果；
- c. 所有热处理的全部验证记录，无论是正常的制造过程中还是作为修复程序的一部分；
- d. 质量控制的试验和检验结果；
- e. 所有修复的详情；
- f. 如有规定，最终组装维修及运行间隙；
- g. 适用的规范与条例规定或要求的其他数据（见 5.2 和 9.3.1.1）。

8.2.1.2 承压部件表面的涂漆，应在零件规定的检查和试验完成后进行。

8.2.1.3 除了 6.15.7.1 的要求，采购方可以规定如下：

- a. 必须进行表面和近表面检测的部件；
- b. 要求检测的类型，如磁粉、液体渗透、射线和超声波检测。

8.2.2 材料检验

8.2.2.1 概述

8.2.2.1.1 对焊缝或材料要求或规定进行射线、超声波、磁粉、液体渗透时，除非已规定其他相应的工艺和验收适用标准，应应用 8.2.2.2 到 8.2.2.5 的准则。铸铁可以只按照 8.2.2.4 和/或 8.2.2.5 检验。焊缝、铸钢和锻造材料应按照 8.2.2.2 到 8.2.2.5 检验。

8.2.2.1.2 如适合，卖方应复核设备的设计，并实施比 8.2.2 要求的普遍的极限值更加严格的准则。

8.2.2.1.3 按规定的检验方法确定，超出 8.2.2 提出的极限值的缺陷应该去除以符合提到的质量标准。

注：宜注意铁铸件验收标准的使用。对于其他材料适用的标准往往不适用。

8.2.2.2 射线检查

8.2.2.2.1 射线检查应按照 ASTM E 94 进行。

8.2.2.2.2 用于焊接构件的验收标准应为规定的压力规范或 **ASME**第VIII卷，第 1 册，UW-51(用于 100% 射线检查) 和 UW-52(用于部分射线检查)。用于铸件的验收标准应为规定的压力规范或 **ASME**第VIII卷，第 1 册，附录 7。

8.2.2.3 超声波检查

8.2.2.3.1 超声波检查应符合规定的压力规范或 **ASTM**第 V 卷，第 5 和 23 章。

8.2.2.3.2 用于焊接构件的验收标准应为规定的压力规范或者 **ASME**第VIII部分，第 1 册，附录 12。用于铸件的验收标准应为规定的压力规范或 **ASME**第VIII部分，第 1 册，附录 7。

钢锻件的验收准则应由制造方根据 **ASTMA 388M**确定。

8.2.2.3.3 所有曲轴应在机械加工后，钻孔前按照 **ASTMA 503** 进行超声波试验。

8.2.2.4 磁粉检查

8.2.2.4.1 干湿磁粉检查方法都应按照 **ASTME 709** 进行。

8.2.2.4.2 用于焊接构件的验收标准应为规定的压力规范或者 **ASME**第VIII卷，第 1 册，附录 6 和第 V 卷，第 25 章。铸件中缺陷的可接收性应根据与 **ASTM E 125**中的照相图的比较而定。对于每种类型的缺陷，严重程度不应超过表 7 规定的限度。

表 7—铸件中缺陷的最严重等级

类型	缺陷	最严重等级
I	线性不连续	1
II	收缩	2
III	夹渣	2
IV	冷铁和芯撑	1
V	缩松	1
VI	焊缝缺陷	1

8.2.2.5 液体渗透检查

8.2.2.5.1 液体深透检查应符合规定的压力规范或 **ASME**第 V 卷，第 6 章（见 **ASTME 165**）。

8.2.2.5.2 用于焊接构件的验收标准应为规定的压力规范或者 **ASME**第VIII卷，第 1 册，附录 8 和第 V 卷，第 24 章。用于铸件的验收标准应为规定的压力规范或 **ASME**第VIII卷，第 1 册，附录 7。

8.2.3 机械检查

8.2.3.1 设备组装期间，所有部件（包括整体铸入通道和所有管路和附属装置）应进行检查以确保它们已清洁且没有外来杂质、腐蚀物和轧屑。

8.2.3.2 油系统规定在制造方车间运转时，（见 6.14.2.1.10 ）它应符合 **ISO 10438-1** 或 **API 614**，第 1 章，和 **ISO 10438-3** 或 **API 614**，第 3 章中规定的试验滤网清洁度的要求。

8.2.3.3 如有规定，在封头焊到容器、容器或换热器的开口封闭或管路最后组装前，采购方可以检查设备和所有管路和附属装置的清洁度。

8.2.3.4 如有规定，零件、焊缝和热影响区的硬度应经试验核实处在允许值内。试验的方法、范围、文件和见证应由购卖双方商定。

8.2.3.5 除非另有规定，受到腐蚀的设备部件或表面应在检查后立即涂以卖方的标准防锈剂。临时防

锈剂应容易用普通的石油溶剂除掉。由此在采购方验收后设备应迅速封闭。详见 8.4.3。

8.3 试验

8.3.1 概述

8.3.1.1 设备应按 8.3.2 和 8.3.3 进行试验。可以规定的其他试验在 8.3.4 中介绍。

8.3.1.2 按进度的首次运行试验前至少 6 周，卖方应将机械运行试验和所有规定的运行可选试验（8.3.4）的详细程序，包括所有监测参数的验收准则提交给采购方，以便采购方复核和评定。

8.3.1.3 设备准备试验日期前不少于 5 个工作日，卖方应通知采购方。如果试验重新排定日程，卖方应在新试验日期前不少于 5 个工作日通知采购方。

8.3.2 水压试验和气体泄漏试验

8.3.2.1 承压部件（包括附件）应进行水压试验，水的温度应高于试验零件材料无塑性转变温度，且最低试验压力如下：

- a. 气缸的气道和气腔：最高许用工作压力的 1.5 倍，但不小于 1.5 bar（20 psig）表压；
- b. 气缸冷却夹套和填料箱：最高许用工作压力的 1.5 倍；
- c. 管路、压力容器、过滤器和其他承压部件：最高许用工作压力的 1.5 倍或按照规定的压力规范，但不小于 1.5 bar（20 psig）表压。

a和b 两项规定的试验应在安装气缸套前进行。

压缩机气缸应使用与所供成品气缸同样的缸头、阀盖、余隙腔和紧固件并组装后进行试验。

注：对于承受气体压力的零件，水压试验是部件的机械整体试验而不是有效的气体泄漏试验。

8.3.2.2 应进行如下气体泄漏试验以确保部件不泄漏工艺流程气体。泄漏试验应对部件彻底干和未涂漆进行。压缩机气缸应不带缸套泄漏试验，但有如下工作部件：缸头、阀盖、余隙腔和紧固件。

a. 承压零件，如压缩机气缸和余隙腔，压送摩尔质量等于或小于 12 的气体或含有等于或大于 0.1% 摩尔百分数的硫化氢气体，除了在 8.3.2.1 中规定的水压试验，应用氮气在最高许用工作压力下进行压力试验。泄漏检测应使用氮气探头或被浸没水中。水温应高于试验零件材料的无塑性转变温度。浸没时，内压应维持在最高工作压力。要求零泄漏（见 8.3.2.6）。在使用氮气探头试验情况下，程序、仪器的灵敏度和验收准则应由买卖双方事先商定。

b. 气缸压送气体不同于 a 中以上所述，应空气或氮气用作试验气体经受如 a 所述的气体泄漏试验。

8.3.2.3 如试验零件预计在运行温度下的材料强度低于该材料在试验温度下的强度，则水压试验的压力应乘一个系数，该系数由材料在试验温度下的许用工作应力除以额定运行温度下的许用工作应力获得。管路所用应力值应为 ASME B31.3 所给值。容器所用应力值应为规定压力规范或 ASME 的 VIII 卷，第 1 册中容器的值。上述计算所得的压力应用作进行水压试验时的最低压力。数据表应列出实际水压试验压力。

注：这项要求对试验材料的适用性宜在水压试验前证实，因为许多等级的钢材的性能在温度达 200°C（400°F）前不会明显变化。

8.3.2.4 适用之处，试验压力应按照用于设计该零件的标准。如果用于设计零件的标准中的试验压力与本标准中的试验压力存在差异，应采用较高的压力。

8.3.2.5 用于试验奥氏体不锈钢材料的水中氯含量不应超过 50 ppm。为防止在奥氏体不锈钢上由于蒸发干燥引起的氯化物的沉淀，在试验后应从试验零件上去除所有残留的水份。

注：氯化物含量限制是为了防止应力腐蚀开裂。

8.3.2.6 试验时间应足以允许在压力下零件的全面检查。观察至少 30分钟，通过承压零件或连接处上既无泄漏又无渗透，水压和气体泄漏试验应被认为合格。复杂系统的大型、重型承压零件可能要求较长的试验时间，由买卖双方商定。分割腔室的试验要求通过的内部隔板的渗透和试验泵保持压力的操作是可以接受的。

8.3.2.7 试验垫片应与运行条件要求的一样。

8.3.3 机械运行试验

8.3.3.1 所有压缩机，驱动机和传动机构应按卖方的标准进行车间试验。

8.3.3.2 如有规定，压缩机的车间试验应包括 4小时的无负荷运行试验。

8.3.3.3 如有规定，包括整个辅助系统的成套机组，装运前应经受 4小时的机械运转试验。该试验应验证所有的辅助设备以及压缩机、减速装置，如有，和驱动机作为整套机组的机械运行。

该试验压缩机无需压力负荷。该运行试验程序应由买卖双方商定。

8.3.3.4 对于规定的试验机组，所有油压、粘度和温度应在卖方的机组运行说明书推荐的运行值范围内。

8.3.3.5 如要求更换或修理轴承，拆换或修理其他零件以校正机械或性能的缺陷，初次试验应认为不被接受，并在这些缺陷校正后应再进行最终车间试验。

8.3.3.6 除非规定，不与压缩机连成一体的辅助设备，如辅助油泵、油冷却器、过滤器、中间冷却器和后冷却器不需要用于压缩机车间试验。如有规定，辅助系统油站应在装运前都接受运行试验和 4小时的机械运转试验。该运转试验的程序应由买卖双方商定。

8.3.3.7 采购方应指定是否要求拆检（与试验期间故障迹象而要求的不同）。

8.3.4 其他试验

8.3.4.1 在卖方的车间应进行机身和气缸的盘车试验以校验活塞端部间隙和活塞杆径向跳动量。进行最后的盘车试验，为了论证没有活塞干涉，所有压缩机气缸的气阀必须就位。该试验期间，还应测量填料箱法兰处活塞杆的垂直和水平的径向跳动量（冷态）（见6.3.1和6.10.4.6）。盘车试验结果应成为采购方记录的一部分（附录 F，第59项）。

8.3.4.2 如有规定，由卖方提供的所有机械安装的设备、预制的管路和附件，应在卖方的车间相配和组装。卖方应准备以证明设备不存在有害变形。

8.3.4.3 所有压缩机气缸的吸气和排气阀应按卖方的标准程序进行泄漏试验。

8.3.4.4 如有规定，压缩机应根据 ISO 1217或适用的 ASME动力试验规程进行性能试验。

8.4 装运准备

8.4.1 设备应按规定的装运型式进行适当的准备，包括曲轴的固定。装运准备应使设备从装运时起可在户外存放 6个月。如规定存放更长的时间，采购方要咨询卖方有关要遵循的推荐程序。

8.4.2 卖方应提供采购方设备到达施工现场后和启动前保持储贮存准备完整性必需的说明书，如 API 686，第 3章所述。

注：未能遵循这些说明会危及设备的成功运行，这是公认的。

8.4.3 设备应在所有试验和检查已经完成并由采购方放行后作装运准备。准备应包括 8.4.4 至 8.4.18

中的规定。

8.4.4 设备在任何装运准备前应完全无水份。

8.4.5 除机加工表面外，所有其他在装运，贮存或运行中会腐蚀的外表面应至少涂一层制造方的标准油漆，该油漆不应含铅或铬酸盐。

注：奥氏体不锈钢通常不涂漆。

8.4.6 机加工外表面，除防腐蚀材料，应涂防锈剂。

8.4.7 设备内部，包括脉动抑制装置，应清洁；无氧化皮、焊渣和外来杂质；并喷或刷上能溶于油或可用溶剂清除掉的防锈剂。经采购方事先同意，可用永久性防锈剂代替可溶的防锈剂。

8.4.8 机身、轴承座和油系统设备如油箱、容器和管路的内表面，应涂以油溶性防锈剂，或经采购方事先同意涂以永久性防锈剂。

8.4.9 任何暴露于润滑剂的油漆应是耐油的。使用或规定（ 6.14.3.1.9 ）合成润滑剂时，应采取特别预防措施以确保与油漆的相容性。

8.4.10 法兰口应提供带弹性垫片和至少 4根主直径螺栓的厚度等于或大于 $5\text{ mm}^3/_{16}\text{ in.}$) 的金属盖板，。对螺柱连接的开口，预期运行需要的所有螺母应用以可靠封闭。每个开口应铅封以使保护盖不会被脱开而密封不被破坏。

8.4.11 螺纹孔应带符合 ASME B 16.11要求的钢帽或圆头钢螺塞。帽或螺塞的材料应与压力外壳相同。不能使用非金属（如塑料）帽或塞堵。

8.4.12 已开焊接坡口的开口应提供盖板以防止潮气和外来物质进入和损坏坡口。

8.4.13 应在设备包装上清楚地标明起吊点和重心。卖方应推荐起吊的方案。

8.4.14 设备应按规定以国内或出口装运包装。起吊、卸货和搬运说明应用明显标记全天候的包装可靠附在最大的包装箱的外面。要求专门起吊装置，如加长杆，这些的供应应经商定。竖直位置、起吊点、重量和尺寸应该清晰的标在每个包装箱上。

8.4.15 设备应以项目号和编号来识别。单独装运的材料应以牢固地系上标明设备预期的项目号和编号的防腐金属标签来识别。用板条箱装的设备应有两份装箱单，一份在箱内，另一份在箱外。

8.4.16 任何气缸、气缸头、填料箱、填料、活塞、活塞杆、十字头和滑履、十字头销、轴瓦和连杆，为单独装运的目的而拆卸或作为备件装运，应涂防锈剂，包扎防潮薄膜并包装以防在装运或施工现场贮存中损坏。

8.4.17 暴露的轴和联轴器应包扎防水成形的油布或挥发性的防腐纸。接缝应用耐油胶带密封。

8.4.18 脉动抑制装置、管路和容器的外表面应清洁无管垢、焊渣和外来杂质。

清洁后，外表面应立即涂上至少一层无铅和铬酸盐的底漆。

8.4.19 外购设备所供应的辅助管路接口应盖有与卖方的管路接口表或与安装总图一致的钢印或永久性标签，并应标识用途和接口名称。

8.4.20 轴承组件应完全防止潮气和灰尘进入。如袋装挥发性防锈剂放在大空腔中，袋应挂在易于取下的地方。适用之处，袋应装在金属丝笼内，挂在法兰盖上，并应用不锈钢丝系上防腐标签以显示袋的位置。

8.4.21 与设备有关的专用主要项目的组合件、散装件和备件，应单独包装运输，不能与设备另一个主

要项目的相似件混淆。例如，压缩机和驱动机相似的部件不应混装于同一箱内。

8.4.22 制造方的安装手册副本一份应与设备一起装运。

9 卖方的资料

9.1 概述

9.1.1 卖方图样和资料要求格式

由卖方提供的资料规定于 9.2 和 9.3 中。卖方应将卖方图样和资料要求（ VDDR 格式（见附录 F）填写完整并返回到询价或定单上注明的地址。该格式应详述按投标或订货时间商定的图样、曲线、数据和手册，以及按采购方要求的副本的数量和型式的交付日程表。

9.1.2 资料识别

资料应在传送（封面）信件和标题部分或标题页上标识下列信息：

- a. 采购方 / 用户的团体名称；
- b. 工程 / 项目号；
- c. 设备项目号和用途名称；
- d. 询价单或采购定单号；
- e. 询价单或采购定单中规定的任何其他识别方法；
- f. 卖方识别的标书号，车间定单号，系列号或完全识别回复函件要求的其他参考号。

9.1.3 协调会议

除非另有商定，协调会议应最好在采购承诺后的 4-6 周内卖方工厂进行。购卖双方共同商定会议的议程，至少包括下列项目：

- a. 采购定单，供货范围和次卖方的项目（包括备件）；
- b. 适用的技术规范和事先商定的对技术规范偏离的复核；
- c. 数据表；
- d. 压缩机性能（包括运行限定）
- e. 脉动抑制装置；
- f. 润滑油系统，冷却系统，接筒和类似的辅助设备的示意图和材料（主要项目）明细表；
- g. 设备，管路和辅助系统的初步的实际方位；
- h. 传动的布置和驱动机的细节；
- i. 仪表和控制；
- j. 脉动和振动分析的范围和细节以及控制要求（见附录 M 和 N 及 7.9.4.1）；
- k. 由采购方复核的应力分析项目的鉴别（见 6.15.5.1）；
- l. 检查，迅速处理和试验报告；
- m. 功能试验的细节；
- n. 其他技术项目；
- o. 开车的计划和培训；
- p. 进度（1）资料的传递，（2）生产，（3）试验，和（4）交付；
- q. 复核卖方质量控制计划的细节。

9.2 投标

9.2.1 概述

卖方应将原始标书和规定数目的副本发送给询价文件规定的收件人。 标书应至少包括 9.2.2 到9.2.4 中规定的资料, 以及设备及其所有的部件和辅助装置严格按照本标准的专门陈述。 如果设备及任何其部件和辅助装置不严格按照本标准, 卖方应有每个偏离细节和解释的清单。 卖方应提供足够细节以使采购方能够评估对任何建议的替代设计。所有相应之处应该按 9.1.2 清楚地作出标志。

9.2.2 图样

9.2.2.1 卖方图样和资料要求 (VDDR 格式 (见附录 F) 上所述的图样应包括在标书中, 至少应包括如下资料。

- a. 每个成套机组或导轨安装撬装式机组的总布置图或外形图, 显示总尺寸、维修间距的尺寸、总重量、安装重量和每个项目的最大维修重量。还应标明旋转方向和采购方主要接口的尺寸和位置。
- b. 显示提议设备的细节的剖面图。
- c. 所有辅助系统, 包括润滑油系统、冷却系统和接筒放气 -排液系统 (供给时) 的示意图。辅助系统的示意图应标明系统的哪一部分与主设备组成整体或安装在它上面, 哪一部分是单独的。
- d. 显示已组装机或多台的提升方法、包装和主要部件及辅助装置的简图。(该信息可以包括在上面项 a规定的图样上。)

9.2.2.2 如果使用“典型的”图样、示意图或材料清单, 应标记以显示反映实际设备和建议范围的重量和尺寸数据。

9.2.3 技术资料

应包括下述资料。

- a. 完善标书要求的卖方信息和全面描述报价细节文献的采购方数据表的副本;
- b. 采购方在询价中要求的噪音数据;
- c. 表明卖方同意提供的采购方所需资料日程的卖方图样和资料要求格式 (见附录 F) 的副本, (见 9.3);
- d. 带项目标识的净的和最大运行重量, 最大装运和安装重量和带项目标识的最大正常维修重量。涉及分开装运件、包装件或组装件, 这些数据应单独列出。近似的数据也应如此清晰的标明。这些数据应填入适用的数据表;
- e. 对变速驱动的压缩机, 机组在规定的运行工况下连续运行可以超过的转速范围;
- f. 卖方应专门标识任一气缸作用端的容积效率在任何规定的工况下是否小于 40%;

注: 容积效率小于 40%时的性能预测常常是不可靠的。

- g. 接到定单后多少周设备装运的日程表;
- h. 显示与其他采购方机组的可互换性的主要易损件清单;
- i. “开车”备件清单, 它至少包括 3套润滑油过滤器滤芯, 每个气阀的阀片和弹簧, 每根活塞杆的一套填料环, 每个活塞一套活塞环和支承环, 加上完全更换所有填料环、所有活塞环和所有气阀所需的所有 O形圈和垫片。卖方应加上其经验表明开车可能要求的任何项目;
- j. 公用工程要求的全部制表, 如蒸汽、水、电、空气、燃气和润滑油; 包括要求的润滑油量和供应压力, 油传递的热负荷, 辅助驱动机的铭牌额定功率和运行功率要求。近似的数据应加以定义并清楚的标明。该信息应填入数据表;
- k. 按照 8.2.2 的材料试验和检验程序的说明;
- l. 任何建议的空冷油冷却器的全部细节;
- m. 采购方为正常维修需库存的推荐备件清单, (长期贮存的任何专门要求应按规定);
- n. 包括在报价中的专用工具分项清单;

- o. 压缩机所有主要部件冶金学的确实说明 (见 6.15.1.1 和 6.15.1.2) ;
- p. 对 8.3 所要求的标准车间试验全面说明。按规定的专门试验也应全面说明 ;
- q. 规定由卖方提供的按 ISO 10438-1 或 API 614, 第 1 章要求的安全阀清单 ;
- r. 卖方预期扰动对特别要求的说明, 如 6.7.1 中概述。
- s. 如有规定, 提议的模拟条件下已安装和运行的类似机器的清单。
- t. 为保护设备的完整性所要求的任何启动、停机或运行的限定。
- u. 设备及其辅助设备和驱动机 (如果由卖方提供) 为启动、运行和闲置要求的所有特殊气候和防寒保护的概述, 卖方应单独列出其建议提供的保护项目。
- v. 按照 6.6.3 的初始活塞杆负荷和气体的负荷的制表。

9.2.4 选择性试验

卖方应提供已规定的或卖方已建议的用于每个专门或选择性试验的程序概述。

9.3 合同资料

9.3.1 概述

9.3.1.1 卖方应按商定的 VDD 格式提供合同资料。

9.3.1.2 每张图纸在右下角应有标题栏, 注明验证日期, 9.1.2 规定的识别资料, 修订版本号及日期和标题。所有其他文件 (包括次卖方的项目) 上也应提供类似信息。

9.3.1.3 供采购方复核卖方资料的时间应按照规定和商定。除非专门书面同意, 采购方对卖方资料的复核不应成为偏离定单中任何要求的许可。资料已经复核并接受后, 卖方应提供规定数量的经核准的副本。

注: 采购方宜在收到卖方资料后迅速复核。

9.3.1.4 卖方资料的完整清单应包括首次发出的主要图样中。该清单应包括标题、图号和所列项目的传递日程。该清单应与附录 F 中 VDD 格式的有关数据相互对照。

9.3.2 图样

提供的图样应含有足够的信息, 以至结合 9.3.7 涉及的手册时, 采购方可以正确地安装、运行和维修订购的设备。图样应清楚地可识别并可复制。(字最小为 8 号, 即便从较大尺寸的图样缩小)。专门为定单制作的图样应按 9.1.2 标识。

9.3.3 性能数据

9.3.3.1 如有规定, 卖方应提交功率和流量对吸气压力随排气压力参数变化的性能曲线或表格, 显示卸荷装置的作用和显示任何运行限制并以识别输入和输出数据的计算, 所有这些按照购卖之间商定。

9.3.3.2 应提供按照 6.6 完成每个负荷档的活塞杆负荷图和气体负荷图, 包括惯性力和活塞杆反向力的大小和持续时间。

9.3.3.3 如有规定, 卖方应提供单独的活塞杆负荷、气体负荷和反向负荷计算所需数据。

9.3.3.4 如有规定, 应计算并提供气阀故障对活塞杆负荷及反向力影响。这方面研究需要的细节应由购卖双方商定。

9.3.3.5 对压缩机、对额定电压下的电机, 以及在规定电压降下的电机应提供启动扭矩对转速的曲线。该曲线表还应分别说明电机单独的惯性矩和被驱动设备的合成惯性矩, 涉及电机轴转速加上在规定的电压 (见 7.1.2) 和规定的工况 (见 7.1.1.6 和 7.1.2.1) 下, 加速至全速所需计算时间。所有曲线应以

有限值用缩尺按比例制图，不应提供单独用百分数表示的值。

9.3.4 技术数据

数据应以 VDD 格式提交。采购方应提供充分的信息以能完成数据表，首先“按采购”和然后“按竣工”。这应通过修正和填满数据表并提交副本来完成。

如有任何图样的注释或技术要求修订导致数据改变，卖方应重新发出数据表。这将导致采购方重新发出完整的修正的数据表作为定单技术要求的一部分。

9.3.5 进度报告

卖方应按照规定的间隔时间提交进度报告。

注：这些报告的内容见附录 F 中第 42 条的描述。

9.3.6 推荐备件

9.3.6.1 卖方应提交所有供货设备和附件的完整的零件清单。这些清单应包括零件名称，制造方的唯一零件号，结构材料（由适用的国际标准标识）。每个零件应被完全标识并显示在适当的横截面、组装型剖视图或部件分解等轴图上。可互换的零件也应如此标识。为满足特定性能要求而对标准尺寸已修改过或最后完工的零件应以零件号唯一地标识。标准采购项目应以原制造方名称和零件号标识。

9.3.6.2 卖方应在每一份这些完整的零件清单上指明推荐为启动或维修备件的所有那些零件和每个零件推荐的贮存数量。这些宜包括卖方原始标书中未能包含的次供方的备件推荐。

9.3.7 安装，运行，维修和技术数据手册

9.3.7.1 概述

卖方应提供足够的书面说明书和能使采购方安装、运行和维修所有采购定单的设备所有必需的图样。这些信息应编辑成手册，带有一张显示 9.1.2 所列信息的封面页、一张检索页和有标题和图号的所附图样的完整清单。手册应是专门为采购定单涉及设备而准备的，不应提供“通用”手册。

9.3.7.2 安装手册

设备正确安装所需要的所有信息应编辑成手册，该手册必须不得晚于最终经核准的图样发出的时间发出。安装手册可以与运行和维修说明书分开。安装手册应包含信息：对中和灌浆程序，正常和最大公用工程要求，重心，调整措施和程序，以及所有其他安装数据。9.2.2 和 9.2.3 规定的所有与正确安装相关的图样和数据应被包括作为本手册一部分（见附录 F 中 64 项的描述）。

9.3.7.3 运行和维修手册

包含所有运行和维修说明的手册应在不迟于所有规定的试验成功完成后两周内提供。手册包括所有规定工艺流程条件下的运行之外，还应包括规定的极端环境条件下运行的单独章节（见附录 F 中 65 项的描述）。

9.3.7.4 技术数据手册

卖方应在工厂试验完成后 30 天内向采购方提供技术数据手册（该手册的最低要求见附录 F 中 66 项的描述）。

附录 A
(资料性的)
数据表

		工程号_____项目号_____		修 改
		采购定单号_____		
		规格号_____		
		版本号_____日期_____		
往 复 压 缩 机 API 618第5版数据表 U.S 通 用 单 位 制		第 1 页 共 17 页编制_____		
1	数据表用在： ☐ 投标 ☐ 采购 ☐ 竣工			
2	用于/用户_____地点/位置_____用途_____需要量_____			
3	注： ☐ 由买方填写 ☐ 由制造商投标时填写 ☐ 由制造商订货后填写 ☒ 由买方或制造商填写			
4				
5	压缩机制造商_____型号_____系列号_____			
6	压缩机曲拐：总数_____气缸数_____额定功率_____在额定转速时的制动功率_____			
7	☐ 最高/最低许用转速_____/_____/r/min			
8	驱动机制造商_____驱动机额定功率_____kW 操作转速_____r/min			
9	驱动系统： ☐ 直联 ☐ 齿轮联接 ☐ V带			
10	驱动机型式： ☐ 异步电机 ☐ 同步电机 ☐ 汽轮机 ☐ 燃气轮机 ☐ 发动机 ☐ 其他_____			
11	气缸结构： ☐ 有油润滑 ☐ 无油润滑			
12				
13	☐ 活塞最高许用平均速度_____m/s			
14	运行工况（每台机器）			
15	☐ 用途或项目号			
16	☐ 级数			
17	☐ 正常工况或变工况			
18	☐ 保证点（×）加标记			
19	☐ 摩尔质量			
20	☐ C _p /C _v (K) 在150°F或_____°F			
21	进口工况	进口至：	☐ 脉动抑制装置 ☐ 压缩机气缸法兰	
22	注： ☐ 旁路至_____级，这些进口压力是确定的			
23	☐ 压力 (psia)，在脉动抑制装置进口处			
24	☒ 压力 (psia) ，在气缸法兰处，			
25	☐ 温度 / °F			
26	☐ 参考：旁路温度 /°F			
27	☐ 压缩性系数 (Z _s)			
28	级间	级间压力降 Δp包括	☐ 脉动抑制装置 ☐ 管路 ☐ 冷却器 ☐ 分离器 ☐ 其他_____	
29	☒ 级间压力降 Δp, %/bar		/ / / / /	
30	出口工况	出口自	☐ 脉动抑制装置 ☐ 压缩机气缸法 ☐ 其他_____	
31	☒ 压力 (psia)，在气缸法兰处，			
32	☐ 压力 (psia)，在脉动抑制装置进口处，			
33	☐ 绝热温度，°F			
34	☐ 预计温度，°F			
35	☐ 压缩性系数 (Z ₂) 或(Z _{AVG})			
36	在压缩机进口处流量，无负偏差（-0%）			
37	☐ 规定流量 ,lb/h			
38	为 ☐ 湿 ☐ 干			
39	☐ 10 ⁶ 标 f ³ /d/ 标 f ³ /m(14.7psia 和60°F)			
40	* 制造商额定流量（在压缩机进口处和功率在保证流量公差± 3%和功率公差± 3%时）			
41	☒ 规定流量 (lb/h)			
42	为 ☐ 湿 ☐ 干			
43	☒ 进口容积流量 /(ICFM)			
44	☐ 10 ⁶ 标 f ³ /d/ 标 f ³ /m(14.7psia 和60°F)			
45	☐ 有效功率 ,BHP/ 级			
46	☐ 总有效功率 在压缩机主轴处 BHP			
47	☐ 总功率包括			
48	V 带和齿轮传动损失 /HP			
49	<u>无负偏差流量</u>	备注：_____		
50	制造商值 =要求值÷ 0.97 _____			
51	因此要求值 =制造商值× 0.97 _____			

图 A-1—往复压缩机数据表（ U.S 通用单位制）

					工程号 _____ 项目号 _____		修 改
					版本号 _____ 日期 _____		
往复压缩机 API 618第5版数据表 U.S 通用单位制					第 2 页 共 17 页 编制 _____		
1	运行工况气体分析						备注
2	mol % (按容积)						
3	○用途/项目号						
4	○级数						
5	○正常工况或变工况						
6			分子量				
7	空气		28.966				
8	氧气	O ₂	32.000				
9	氮气	N ₂	28.016				
10	水蒸气	H ₂ O	18.016				
11	一氧化碳	CO	28.010				
12	二氧化碳	CO ₂	44.010				
13	硫化氢	H ₂ S	34.076				
14	氢气	H ₂	2.016				
15	甲烷	CH ₄	16.042				
16	乙烯	C ₂ H ₄	28.052				
17	乙烷	C ₂ H ₆	30.068				
18	丙烯	C ₃ H ₆	42.078				
19	丙烷	C ₃ H ₈	44.094				
20	异丁烷	C ₄ H ₁₀	58.120				
21	正丁烷	C ₄ H ₁₀	58.120				
22	异戊烷	C ₅ H ₁₂	72.146				
23	正戊烷	C ₅ H ₁₂	72.146				
24	正己烷以上						
25	氨	NH ₃	17.031				
26	氯化氢	HCl	36.461				
27	氯	Cl ₂	70.914				
28	氯化物 (微量)						
29							
30							
31							
32	□计算的分子量						
33	□ C _p /C _v (K) 在150°F或____°F						
34	注：如果在被压缩的气体中存在水蒸气和 / 或氯化物的话，						
35	即使是微量的，也必须包含在上表中。						
36	○现场 / 位置条件						
37	海拔 _____	m	气压表 _____	psia	环境温度：最高 _____ °F	最低 _____ °F	
38	○最低设计金属温度 _____ °F(6.15.8.1)		相对湿度：最高 _____ %		最低 _____ %		
39	压缩机位置：	○户内	○采暖	○无采暖	○在同一水平面	○标高 _____ m	
40		○户外	○无遮棚	○有遮棚	○部分侧墙	○平台	○岸上
41		○离岸	○需要气候防护		○要求热带气候		
42		○要求防冻					
43	异常条件：	○腐蚀	○粉尘	○烟雾	○其他 _____		
44							
45	电气分类						
46				危险区域	非危险区域		
47	主机	○级 _____	组 _____	类 _____	○		
48	润滑油站	○级 _____	组 _____	类 _____	○		
49	冷却水站	○级 _____	组 _____	类 _____	○		
50							
51							

图 A-1—往复压缩机数据表（ U.S 通用单位制）（续）

		工程号 _____ 项目号 _____		修		
往 复 压 缩 机		版本号 _____ 日期 _____		—		
API 618 第5版数据表		第 3 页 共 17 页 编制 _____		改		
U.S 通用单位制						
1	部分负荷运行工况					
2	流量控制	由	☐ 制造商流量控制 ☐ 买方旁路 ☐ 二者 ☐ 其他 _____			
3		用于	☐ 部分负荷工况 ☐ 仅启动 ☐ 二者			
4		带	☐ 自动加荷 延迟联锁 (7.6.2.4) ☐ 自动立即卸荷			
5		使用	☐ 固定余隙容积 ☐ 吸气阀卸荷 ☐ 指式 ☐ 塞式 ☐ 其他			
6			动作： ☐ 直接 (空气至卸荷) ☐ 反向 (空气至加载 / 失效保护)			
7			档数： ☐ 一 ☐ 三 ☐ 五 ☐ 其他 _____			
8			☐ 卸荷器上需要的遮雨盖			
9	所有卸荷档数基于第 1页所示的制造厂流量					
10	吸气和排气压力是		☐ 在气缸法兰处 ☐ 脉动抑制装置法兰处			
11	☐ 用途或项目					
12	☐ 级数					
13	☐ 正常工况或变工况					
14	☐ 百分比流量					
15	☐ 重量流量, lb/h					
16	☐ (10 ⁶ 标cf ³ /d)/(标cf ³ /m)(14.7psia,60 °F)					
17	☐ 余隙容积 / 阀运行 *					
18	☐ 余隙容积增加, %					
19	☐ 卸荷器型式, 塞式 / 指式					
20	☐ 进气温度, °F					
21	☐ 进气压力, psia					
22	☐ 排气压力, psia					
23	☐ 排气温度 ,绝热, °F					
24	☐ 排气温度 ,预期, °F					
25	☐ 容积效率 ,%HE/%CE		/	/	/	/
26	☐ 计算的气体活塞杆负荷 ,lb, 压缩					
27	☐ 计算的气体活塞杆负荷 ,lb, 拉伸					
28	☒ 综合活塞杆负荷 ,kN, 压缩(气体力和惯性力)					
29	☒ 综合活塞杆负荷 ,kN, 拉伸(气体力和惯性力)					
30	☒ 活塞杆反向, 每分钟角度在十字头销处					
31	☐ BHP级					
32	☐ 压缩机轴总功率					
33	☐ 包括 V带和齿轮传动损失的总功率					
34						
35	*用下列符号表示运行：					
36	盖端 (HE 或 曲轴端 (CE — 吸气阀卸荷器 (S) 或 固定余隙容积打开 (F) 或 可变余隙容积打开 (V)					
37						
38						
39						
40						
41						
42	例：HE-F/CE-S表示盖端固定余隙容积打开 / 曲轴端吸气阀卸荷					
43						
44	☐ 启动气缸卸荷装置所需最低压力, _____psig					
45	气缸卸荷介质 ☐ 空气 ☐ 氮气 ☐ 其他 _____					
46	☐ 适用于气缸卸荷装置的压力, 最大 / 最小 _____ / _____ psig					
47	备注, 特殊要求和 / 或示意图					
48						
49						
50						
51						

图 A-1—往复压缩机数据表（ U.S 通用单位制）（续）

		工程号_____项目号_____		修 改
		版本号_____日期_____		
		第 4 页 共 17 页编制_____		
往 复 压 缩 机 API 618 第5版数据表 U.S 通 用 单 位 制				
1	○基本供货范围			
2	买方填写 (□○△) 指明货物后：□由压缩机制造商填写 ○由买方填写 △由其他方			
3	○驱动力 (□○△) ○变速 转速范围 _____ r/min至 _____ r/min			
4	○异步电机 ○同步电机 ○汽轮机 ○发动机 ○其他 _____			
5	○API 541 ○API 546 ○API 611 ○API 612			
6	○外置轴承 ○对外置轴承提供干空气净化。			
7	○驱动器滑动底座 (□○△) 驱动器底板 (□○△)			
8	○电机启动设备 (□○△) 限定 _____			
9	○齿轮传动装置 (□○△) ○齿轮传动装置基板 ○API 613 ○API 677			
10	○联轴器 (□○△) ○低速 ○高速 ○轴套 ○无键驱动 ○有键驱动 ○其他 _____			
11	○API 671			
12	○V带传动 (□○△) ○皮带轮和 V带 (□○△) ○导静电 V带 ○组合 V带			
13	○传动装置护罩 (□○△) ○制造商标准 ○无火花 ○加利福尼亚规范 ○API 671 附录 G			
14	○其他 _____			
15	○脉动抑制装置 (□○△) ○最初朝气口和最终排气口 ○支撑 (□○△)			
16	○级间 ○支撑 (□○△)			
17	○带分离装置的抑制装置 ○仅最初进气口 ○全部进气口抑制装置			
18	○声学模拟研究 (□○△) 设计 ○1. 经验的脉冲抑制装置尺寸			
19	方法 ○2. 声学模拟和管道阻尼分析			
20	(仅核对一种, 见 7.9.4.1.1 , 表6) ○3. 声学模拟和管道阻尼分			
21	研究加以考虑： 加上机械分析			
22	全部规定的负荷条件, 包括 ○单作用, 加上 ○压缩机并列运行 ○替换气体			
23	○临界流量测量 (7.9.4.2.5.3.3)			
24	○脉动抑制装置低循环疲劳分析 ○管路系统挠度			
25	○卖方对采购方管路布置的审查			
26	注：研究所需资料见附录N			
27	包装 ○无 ○有 (□○△) 第5页中在备注部分限定的包装基本范围			
28	○直接灌浆 ○胶合 / 灰浆灌浆 ○环氧灌浆：制造 / 型式 _____ / _____			
29	○导轨 ○楔形垫块 ○垫片 ○滑撬 ○底板 ○用于机身和底板的螺栓或螺柱			
30	○适用于柱状固定 (在滑撬和 / 或基础板下)			
31	○找平螺钉 ○无底架铺面 ○辅助垫板			
32	○中间冷却器 (□○△) ○安装机器上 ○未安装 ○后冷却器 (□○△)			
33	○分离器 (□○△) ○冷凝液分离和收集装置系统 (7.8.2.1)			
34	○级间管路 (□○△) ○最后排气管路 (□○△) ○部分预制, 现场装配 ○车间装配			
35	法兰粗糙度 ○按API618法兰粗糙度 > 3.2 < 6.4 (7.9.5.1.16 ○法兰粗糙度按 ANSI 16.5 ○特殊粗糙度			
36	○特殊管路要求按 11.1.12.23 (下页备注部分中限定)			
37	○初始进气口 ○级间级气管路配置 ○隔热 (□○△) ○热显示 (□○△)			
38	○进口过滤器 (□○△) ○初始进口 ○旁路进口 ○进口过滤器用卷筒			
39	○集合管： ○排液 ○放气 ○安全阀 ○供应空气 / 气体			
40	○安全阀 (□○△) ○最初进口 ○级间			
41	○爆片膜 (□○△) ○管路法兰用双头螺柱			
42	○仅用于大气吸入的空气压缩机 ○空气吸入过滤器 (□○△) ○吸入过滤消声器 (□○△)			
43	○选定的气缸冷却型式 (□○△) ○强制 ○热虹吸管 _____ 级气缸			
44	注：制造商在所有运行工况最后工程复审后 ○静态 (标准管) _____ 级气缸			
45	应推荐冷却的最好形式。 ○气缸冷却水管路 (□○△) ○配管标记			
46	○单个进口 / 出口集合管和阀门 ○视镜			
47	○每个气缸单独进口 / 出口 ○气阀			
48	○带水泵、冷却器、缓冲箱和管路的封闭系统			
49				
50				
51				

图 A-1—往复压缩机数据表（ U.S 通用单位制）（续）

		工程号 _____ 项目号 _____		修 改
往 复 压 缩 机 API 618 第5版数据表 U.S 通 用 单 位 制		版本号 _____ 日期 _____		
		第 5 页 共 17 页 编制 _____		
1	○基本供货范围（续）			
2	○独立的冷却水站（□○△）	○每台一套	○所有机组共用一套	○双泵（辅助泵和主泵）
3		○加热水套及冷却水套的布置		○车间运转
4	○活塞杆压力填料冷却系统（□○△）	○单独水站	○与水夹套联合系统	○过滤器
5	○机身润滑油系统（□○△）	○辅助泵	○带切换阀的双过滤器	○车间运转
6		○在传感管线里连续流向压力开关		
7	○独立的润滑油站（□○△）	○延至电机外置轴承		○车间运转
8	注：水、油站和压缩机之间的所有管路由买方提供			
9	○流量控制（□○△）	○详见数据表第 3页	○在仪表和控制盘上	
10		○单独的机器安装控制盘	○单独安装非固定的控制盘	
11		○气动	○电动	○电子
12		○程控器	○液压	
13	○仪表和控制盘（□○△）	○每台机组一套	○所有机组共用一套	
14		○机器上安装	○不固定安装（离开机组）	
15	○缓冲气控制盘（□○△）	○每台机组一套	○所有机组共用一套	
16		○机器上安装	○不固定安装（离开机组）	
17	控制盘、附注和仪表详见仪表数据表			
18	注：离开机组、不固定的仪表盘和压缩机机组间的所有管道、线路和接头由采购方提供。			
19				
20				
21	○加热器（□○△）	○机身润滑油	○气缸注油器	○冷却水
22		○电气	○蒸汽	○驱动器
23				○齿轮油
24	○盘车装置（□○△）	○手动	○气动	○电动
25	○曲轴箱快速压力释放装置（□○△）			○飞轮锁紧装置（□○△）
26	○特殊防腐措施	○无	○有	○制造商标准
27	○液压拉伸工具	○无	○有	○其他 _____
28	○机械运转试验	○不要	○要	○制造商标准
29		○安装所有设备、管路和附属设备的机器车间运转试验		
30	油漆：	○制造商标准	○特殊的	
31	铭牌：	○SI单位	○其他单位	
32	装运：	○国内	○出口	○出口装箱要求（□○△）
33		○标准的 6个月储存准备（□○△）根据范围 _____		
34		○6个月以上室外储存期（□○△）根据范围 _____		
35				
36	○卖方代表在工作现场对初始安装和运行温度的对中检查			
37	○对类似设施压缩机制造商的用户清单			
38	○压缩机气阀动态特性曲线			
39	○按要求的性能数据（ 9.3.3 ）	○功率对吸气压力曲线		
40		○活塞杆负荷 / 气体负荷曲线		
41		○气阀故障数据表		
42		○转速 / 力矩曲线数据		
43	○对卸荷档和 / 或变化的吸气 / 排气压力要求的功率和流量性能曲线或图表			
44				
45				
46	备注： _____			
47	_____			
48	_____			
49	_____			
50	_____			
51	_____			

图 A-1—往复压缩机数据表（ U.S 通用 单位制）（续）

				工程号 _____ 项目号 _____				修 改	
往 复 压 缩 机 API 618第5版数据表 U.S 通用单位制				版本号 _____ 日期 _____					
				第 6 页 共 17 页 编制 _____					
1	公用设施条件								
2	电力	交流电压 V	/	相位	/	频率 Hz	/	直流电压 V	
3	○主驱动机	_____	/	_____	/	_____	/	_____	
4	○辅助电机	_____	/	_____	/	_____	/	_____	
5	○加热器	_____	/	_____	/	_____	/	_____	
6									
7									
8	仪表空气：	正常压力 _____		psig	最高/ 最低压力 _____	/		psig	
9	氮气：	正常压力 _____		psig	最高/ 最低压力 _____	/		psig	
10	蒸汽	用于驱动机			用于加热器				
11	进气 压力 _____	psig	最大/ 最小 _____	/	_____	psig	进气 压力 _____	psig	
12	(正常) 温度 _____	°F	最大/ 最小 _____	/	_____	°F	(正常) 温度 _____	°F	
13	排气 压力 _____	psig	最大/ 最小 _____	/	_____	psig	排气 压力 _____	psig	
14	(正常) 温度 _____	°F	最大/ 最小 _____	/	_____	°F	(正常) 温度 _____	°F	
15									
16									
17	冷却水	用于压缩机气缸			用于冷却器				
18	水类型 _____				水类型 _____				
19	供水 压力 _____	psig	最大/ 最小 _____	/	_____	psig	供水 压力 _____	psig	
20	(正常) 温度 _____	°F	最大/ 最小 _____	/	_____	°F	(正常) 温度 _____	°F	
21	回水 压力 _____	psig	最大/ 最小 _____	/	_____	psig	回水 压力 _____	psig	
22	(正常) 温度 _____	°F	最大/ 最小 _____	/	_____	°F	(正常) 温度 _____	°F	
23									
24	活塞杆填料的冷却：								
25	流体类型 _____	供水压力 _____	psig	在 _____	°F	回水压力 _____	psig	在 _____	
26	燃料气 正常压力 _____	psig	最大/ 最小压力 _____	/	_____	psig	低热值 _____	MJ/m ³	
27	组分 _____								
28									
29	备注/ 特殊要求： _____								
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44									
45									
46									
47									
48									
49									
50									
51									

图 A-1—往复压缩机数据表（ U.S 通用单位制）（续）

		工程号 _____ 版本号 _____						修 改
		版本号 _____ 日期 _____						
		第 7 页 共 17 页 编制 _____						
往复压缩机 API 618 第5版数据表 U.S 通用单位制								
1	◎满负荷状态时气缸数据							
2	设施项目号							
3	级数							
4	吸气压力 ,psia	} (在气缸法兰处)						
5	排气压力 ,psia							
6	各级气缸数							
7	单作用或双作用							
8	缸径,in							
9	行程,in							
10	转速,r/min	额定/ 最大允许	/					
11	活塞速度 ,ft/m	额定/ 最大允许	/					
12	气缸套, 有/ 无							
13	缸套公称厚度 ,in							
14	活塞排量 ,ft ³ /m							
15	气缸设计余隙 ,%平均							
16	容积效率 ,%平均							
17	每个气缸吸气 / 排气阀数量	/	/	/	/	/	/	
18	阀的型式							
19	吸、排气阀升程 ,in	/	/	/	/	/	/	
20	气阀速度 ,ft/min							
21	吸气阀							
22	排气阀							
23	活塞杆直径 ,in							
24	最大许用综合活塞杆负荷 ,lb, 压缩							
25	最大许用综合活塞杆负荷 ,lb, 拉伸							
26	计算的气体活塞杆负荷 ,lb, 压缩							
27	计算的气体活塞杆负荷 ,lb, 拉伸							
28	综合活塞杆 (气体力+惯性力) 负荷 ,lb, 压缩							
29	综合活塞杆 (气体力+惯性力) 负荷 ,lb, 拉伸							
30	活塞杆反向角 ,最小, 在十字头销上, 度数							
31	往复件重量 (活塞, 活塞杆, 十字头和螺母), lb							
32	最高许用工作压力 ,psig							
33	最高许用工作温度 ,°F							
34	液压试验压力 ,psig							
35	氯气试验压力 ,psig							
36	吸气法兰尺寸 / 规格	/	/	/	/	/	/	
37	密封面型式							
38	排气法兰尺寸 / 规格	/	/	/	/	/	/	
39	密封面型式							
40	在以上给出的吸气压力排气下的安全阀设定数据							
41	推荐设定值 /MPa							
42	气体活塞杆负荷 ,lb, 压缩							
43	气体活塞杆负荷 ,lb, 拉伸							
44	综合活塞杆负荷 ,lb, 压缩							
45	综合活塞杆负荷 ,lb, 拉伸							
46	活塞杆最小反向角 (在十字头销上)							
47	注：在以上给出的进口压力及推荐设定值下计算							
48								
49	○稳定气体压力 (开机要求数据)							
50								
51	注释/ 备注：							

图 A-1—往复压缩机数据表（ U.S 通用单位制）（续）

		工程号 _____ 项目号 _____						修 改
		版本号 _____ 日期 _____						
		第 8 页 共 17 页 编制 _____						
往复压缩机 API 618 第5版数据表 U.S 通用单位制								
1	◎结构特征							
2	设施项目号	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
3	级数	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
4	气缸尺寸 (缸径), in	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
5	活塞杆跳动 正常冷态垂直方向	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
6	(按附录 C)	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
7	要求气缸示功器阀	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
8	5000psi 以上功示器接头	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
9	氟塑料喷涂气缸腔	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
10	结构材料							
11	气缸	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
12	气缸套	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
13	活塞	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
14	活塞环	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
15	支承环 ☐ 需要	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
16	活塞杆 材料/ 屈服强度 ,psi	/	/	/	/	/	/	
17	螺纹根部应力 在MACCRL* 在十字头端	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
18	活塞杆硬度 ,基体材料 ,Rc	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
19	活塞杆涂层 ☐ 需要的	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
20	涂层硬度 ,Rc	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
21	阀座/ 座板	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
22	阀座最低硬度 ,Rc	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
23	阀盖 (升程限制器)	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
24	阀片	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
25	阀弹簧	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
26	活塞杆压力填料环	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
27	活塞杆压力填料盒	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
28	活塞杆填料弹簧	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
29	密封/ 充气填料, 接筒	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
30	密封/ 充气填料, 中间填料	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
31	刮油填料环	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
32	曲轴主轴瓦	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
33	连杆大头瓦	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
34	连杆小头曲柄销衬套 ,十字头端	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
35	十字头销衬套	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
36	十字头销	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
37	十字头	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
38	十字头滑履	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
39	仪表在 冷侧	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
40	与流程气体接触 热侧	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
41	*最大许用连续综合活塞杆负荷							
42	◎压缩机气缸活塞杆填料		接筒 ☐ A型 ☐ B型 ☐ C型 ☐ D型					
43	☐ 带不锈钢弹簧的全浮动填料		(参考图 G-3)					
44	☐ 放气至 ☐ 火炬在 _____psig ☐ 大气		☐ 整体金属 ☐ 网板 ☐ 隔栅					
45	☐ 吸气压力在 _____psig		盖板 ☐ 放气至 _____psig					
46	☐ 强制润滑 ☐ 无润滑		(接筒外侧) ☐ 充气在 _____psig					
47	◎水冷 _____级, _____GP需要量		☐ 加压至 _____psig					
48	◎油冷 _____级, _____GP需要量		☐ 带安全阀					
49	☐ 水过滤器 供预留水 / 油冷却		轴侧腔 ☐ 放气至 _____psig					
50	☐ 放气 / 充气密封填料布置 (参考图 I-1)		(接筒内侧) ☐ 充气在 _____psig					
51	☐ 不变的或 ☐ 变化的处理系统		☐ 加压至 _____psig					
52	☐ 充气气体压力 _____psig		☐ 带安全阀					
53	☐ 刮油填料防溅挡板		☐ 接筒最高许用工作压力 _____psig					

图 A-1—往复压缩机数据表（ U.S 通用单位制）（续）

图 A-1—往复压缩机数据表 (U.S通用单位制) (续)

图 A-1—往复压缩机数据表 (U.S通用单位制) (续)

					修	
往复压缩机 API 618 第5版数据表 U.S 通用单位制					改	
					工程号 _____ 项目号 _____	
					版本号 _____ 日期 _____	
第 10 页 共 17 页 编制 _____						
1	☐ 公用设施					
2						
3	电机					
4						
5	异步电机	额定功率	锁定转子电流	满载	在压缩机额定功率下,	
6	见7.1.2.6 的注	HP	AMPS	稳定状态电流	主驱动机非稳定状态	
7	及电机数据表			AMPS	安培数	
8					(仅异步电机)	
9	◇主驱动机	_____	_____	_____	_____ AMPS	
10	◇主润滑油泵	_____	_____	_____	在压缩机额定功率	
11	◇辅助润滑油泵	_____	_____	_____	_____ HP	
12	◇气缸主冷却水泵	_____	_____	_____	在电流脉动	
13	◇气缸辅助冷却水泵	_____	_____	_____	_____ %	
14	◇活塞杆填料主冷却水泵	_____	_____	_____		
15	◇活塞杆填料辅助冷却水泵	_____	_____	_____		
16	◇气缸注油器	_____	_____	_____		
17	_____	_____	_____	_____		
18	_____	_____	_____	_____		
19						
20	电加热器					
21		功率 /W	电压 /V	频率 /Hz		
22	◇机身油加热器	_____	_____	_____		
23	◇冷却水加热器	_____	_____	_____		
24	◇气缸注油器加热器	_____	_____	_____		
25	◇主驱动机空间加热器	_____	_____	_____		
26	_____	_____	_____	_____		
27	_____	_____	_____	_____		
28						
29	蒸汽					
30		流量	压力	温度	背压	
31	◇主驱动机	_____ lb/h 在 _____	psig	_____ °CTT 至 _____	psig	
32	◇机身油加热器	_____ lb/h 在 _____	psig	_____ °CTT 至 _____	psig	
33	◇气缸注油器加热器	_____ lb/h 在 _____	psig	_____ °CTT 至 _____	psig	
34	_____	_____ lb/h 在 _____	psig	_____ °CTT 至 _____	psig	
35	_____	_____ lb/h 在 _____	psig	_____ °CTT 至 _____	psig	
36						
37	冷却水要求					
38		流量	进口温度	出口温度	进口压力	出口压力
39		GPM	°F	°F	psig	psig
40	☐ 气缸水套	_____	_____	_____	_____	_____
41	◇气缸冷却水站	_____	_____	_____	_____	_____
42	◇机身润滑油冷却器	_____	_____	_____	_____	_____
43	◇活塞杆压力填料 *	_____	_____	_____	_____	_____
44	◇填料冷却水站	_____	_____	_____	_____	_____
45	◇中间冷却器	_____	_____	_____	_____	_____
46	◇后冷却器	_____	_____	_____	_____	_____
47	_____	_____	_____	_____	_____	_____
48	◇总流量 GPM	_____	_____	_____	_____	_____
49	注释 /特殊要求: _____					
50	* 活塞杆填料冷却剂可以是除非水之外的 _____					
51						

图 A-1—往复压缩机数据表（ U.S 通用单位制）（续）

图 A-1—往复压缩机数据表 (U.S通用单位制) (续)

图 A-1—往复压缩机数据表 (U.S通用单位制) (续)

				工程号 _____ 项目号 _____				修 改		
				版本号 _____ 日期 _____						
往复压缩机 API 618 第5版数据表 U.S 通用单位制				第 12 页 共 17 页 编制 _____						
1	◎冷却水系统									
2	○基本冷却系统用于：		○压缩机气缸	○活塞杆填料	○过程冷却器	○油冷却器				
3			○要求预加热的加热器		○温控电加热	○蒸汽				
4	○压力强制循环系统：		○开式，管路由：		○买方	○制造商	○由制造商封闭管路			
5	主冷却剂泵驱动由		○电机		○汽轮机	○其他 _____				
6	辅助冷却剂泵驱动油		○电机		○汽轮机	○其他 _____				
7	○冷却水系统用独立水站：		○每台压缩机一个		○ _____ 台压缩机共用一个					
8	注：仪表要列在仪表数据表内。		○具有被铁钢板结构，适用于多点支撑和带灌浆和放气孔的水站							
9										
10	○电气分类：		等级 _____	组 _____	区分 _____	○非危险区				
11	◎基本系统要求（正常冷却水流量数据）：				○冷却剂含乙二醇 _____ %		位置			
12	强制冷却	热虹吸	列管	流量	压力	进口温度	出口温度	流量计		
13				gpm	psig	°F	°F			
14	气缸， _____ 级	○	○	○	_____	_____	_____	_____	○	
15	气缸， _____ 级	○	○	○	_____	_____	_____	_____	○	
16	气缸， _____ 级	○	○	○	_____	_____	_____	_____	○	
17	气缸， _____ 级	○	○	○	_____	_____	_____	_____	○	
18	气缸， _____ 级	○	○	○	_____	_____	_____	_____	○	
19	气缸， _____ 级	○	○	○	_____	_____	_____	_____	○	
20	活塞杆填料 总数	○			_____	_____	_____	_____	○	
21	中间冷却器 总计	○			_____	_____	_____	_____	○	
22	后冷却器	○			_____	_____	_____	_____	○	
23	油冷却器	○			_____	_____	_____	_____	○	
24	_____	○			_____	_____	_____	_____	○	
25	总流量				_____					
26	□系统压力：		□设计 _____ psig		□液压试验 _____ psig		◎安全阀设定值 _____ psig			
27	◎冷却剂箱：		◇尺寸，直径 _____ FT		高度 _____ FT		◇容量 _____ GALLONS			
29	在正常运行范围									
30	◇箱体材料				◇内部涂层类型					
31	○液位计		○液位开关		○排空阀		○检查和清洗口			
32	□泵（仅离心泵）：		◇额定流量	◇压力	◇要求功率	◇驱动机功率	◇转速	要求	要求	
33			gpm	psig	BHP	HP	r/min	联轴器	机械密封	
34	主泵	_____	_____	_____	_____	_____	_____	○	○	
35	辅泵	_____	_____	_____	_____	_____	_____	○	○	
36	□泵壳体材料（参考 6.14.2.1.5 ）				主泵 _____	辅泵 _____				
37	○联轴器要求防护罩		○主泵		○辅泵		○防护罩型号或规范 _____			
38	○辅泵控制：		○手动		○自动		○开关自动选择开关			
39					○接线至终端盒		○由买方			
40	○冷却剂热交换器：		○管壳式		○单		○双，带切换阀			
41					○TEMA C		○TEMA R(API 660)			
42			○带温控阀空冷热交换器（附 API 661 数据表）							
43			○带旁通阀和温控阀		○手动		○自动			
44			○换气通风窗							
45	系统部件供应：		制造商	型号	制造商		型号			
46	◇主泵		_____	_____	◇温控阀		_____			
47	◇辅助泵		_____	_____	◇切换阀		_____			
48	◇机械密封		_____	_____	◇泵联轴器		_____			
49	◇电机		_____	_____	◇ _____		_____			
50	◇汽轮机		_____	_____	◇ _____		_____			
51	◇ _____		_____	_____	◇ _____		_____			
52	◇ _____		_____	_____	◇ _____		_____			

图 A-1—往复压缩机数据表（ U.S 通用单位制）（续）

		工程号 _____ 项目号 _____		修 改
往复压缩机		版本号 _____ 日期 _____		
API 618 第5版数据表 U.S 通用单位制		第 13 页 共 17 页 编制 _____		
1	往复压缩机用脉动抑制装置			
2	对每种用途和 / 或压缩的级填满这些表			
3	用至： ☐ 投标 ☐ 采购 ☐ 竣工			
4	用于 / 用户 _____			
5	现场 / 位 _____		环境温度最低 / 最高 _____ / _____ °C	
6	压缩机用途 _____		压缩机数量 _____	
7	压缩机制造商 _____		型号 / 型式 _____	
8	抑制装置制造商 _____			
9	注： ☐ 压缩机买方表明数据 ☐ 随投标由压缩机 / 供方制造商 ☐ 订货后由制造商 ☐ 由制造商 / 应用的买方			
10	适用于所有抑制装置的通用资料			
11	装置总数和 / 或级数 _____			
12	压缩机气缸总数 _____ 曲柄总数 _____ 行程 _____ in 转速 _____ r/min			
13	☐ ASM 规范标记 ☐ 应用规范条例 _____ 的政府规范			
14	☐ 其他适用的压力容器技术要求或规范 _____			
15	☐ 润滑设施 ☐ 无润滑设施 ☐ 内部不允许有油 干式内部防腐蚀涂层 ☐ 有 ☐ 无			
16	焊缝射线探伤 ☐ 无 ☐ 局部 ☐ 100% ☐ 冲击测试 ☐ 特殊焊接要求			
17	☐ 车间检查 ☐ 目视水压实验 ☐ 室外存储 6个月以上 ☐ 特殊的油漆规范			
18	☐ 目视 ☐ 观察			
19				
20	气缸、气体操作和抑制装置设计数据			
21			用途 _____ 级数 _____	
22	☐ 压缩机制造商的额定质量流量		LBS/HR _____ SCFM _____ MMSCFD _____	
23	☐ 管道侧运行绝对压力		进气 _____ psia 排气 _____ psia	
24	☐ 抑制装置内的运行温度		进气 _____ °F 排气 _____ °F	
25	☐ 通过抑制装置的许用压降		压降： _____ psi/ _____ % 压降： _____ psi/ _____ %	
26			进气抑制装置 排气抑制装置	
27	☐ 抑制装置标签号			
28	☐ 进口抑制装置组合分离器 / 内部件		☐ 有 ☐ 无 / ☐ 有 ☐ 无 / ☐ 有 ☐ 无	
29	☐ 每级进口和排气抑制装置的数量			
30	☐ 在管路侧接处允许的脉动值		psi/ % psi/ %	
31	☐ 在气缸法兰接管处允许的最大脉动值		psi/ % psi/ %	
32				
33	☐ 是否依据全真空量设计		☐ 有 ☐ 无 ☐ 有 ☐ 无	
34	☐ 最低要求工作压力和温度			
35	注：设计后实际最大许用工作压力和温度基于最弱部位确实			
36	并打印在容器上。实际最大许用工作压力必须显示在		_____ psig 在 _____ °C _____ psig 在 _____ °C	
37	第14页第12行和U1A格式上。			
38				
39	☐ 按7.9.3.2 公式确定的初始容积尺寸			
40	注：这仅始参考容积。		_____ m ³ _____ m ³	
41				
42	☐ 竣工容积		_____ m ³ _____ m ³	
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				

图 A-1—往复压缩机数据表（ U.S 通用单位制）（续）

		工程号_____项目号_____		修 改
往复压缩机 API 618 第5版数据表 U.S 通用单位制		版本号_____日期_____		
		第 14 页 共 17 页 编制_____		
1	往复压缩机用脉动抑制装置（续）			用途_____
2	对每种用途和 / 或压缩的级填满这些表			级数_____
3	结构要求和数据		进口抑制装置	排气抑制装置
4	○抑制装置标签号			
5	○要求基本材料，碳钢，不锈钢等			
6	◇实际材料名称		/	/
7	○特殊硬度极限， HRC		○壳和盖	○壳和盖
8	◎腐蚀裕度， mm		○焊缝	○焊缝
9	◇壁厚			
10	□公称壳体直径×总长度 (in/ 容积.ft		in/ in	in/ in
11	□管子或卷板结构		³) × in/ ft	³ × in/ ft ³
12	◇实际最大许用工作压力和温度		□管子	□管子
13	○最低设计金属温度（ 6.15.8.1 ）		□卷制钢板	□卷制钢板
14	○进口抑制装置与排气抑制装置最大许用工作压力相同的		psi 在 °F	psi 在 °F
15	◇最大预期压力降△ p,psi/(管路压力)		°F	°F
16	◇重量（ lb 每个）		○是	○否
17	○对要求隔离垫及间隙（×）		△p psi/ %	△p psi/ %
18	◇在管路侧 / 气缸法兰处预期的最大脉动 ，基于最终抑制装置		lb	lb
19	设计的管路压力%			
20	◎支撑，形式 / 数量		%/ %	%/ %
21	连接要求及数据			
22	○管路侧法兰 尺寸 / 额定值 / 密封面 / 型式			
23	○压缩机气缸法兰数量 / 尺寸 / 额定值 / 密封面 / 型式			
24	○法兰粗糙度 ○按 7.9.5.1.16 ○特殊规定			
25	>125<250 ○按ANSI 16.5			
26	○要求检查口		○有	○有
27	○特定的数量，尺寸 / 法兰型式和额定值		○无	○无
28	◇* 数量，尺寸 / 法兰型式和额定值		○盲孔	○盲孔
29	○要求放气接口要求			
30	○特定的数量，尺寸 / 法兰型式和额定值		○有	○有
31	◇* 数量，尺寸 / 法兰型式和额定值		○无	○无
32	○要求排液接口			
33	○特定的数量，尺寸 / 法兰型式和额定值		○有	○有
34	◇* 数量，尺寸 / 法兰型式和额定值		○无	○无
35	○要求压力接口			
36	○特定的数量，尺寸 / 法兰型式和额定值		○有	○有
37	◇* 数量，尺寸 / 法兰型式和额定值		○无	○无
38	○要求温度接口			
39	○特定的数量，尺寸 / 法兰型式和额定值		○有	○有
40	○气缸接管		○无	○无
41	◇* 数量，尺寸 / 法兰型式和额定值			
42				
43				
44				
45				
46	其他数据和注释			
47	◇压缩机制造商的脉动抑制装置外形或图号			
48	◇脉动抑制装置制造商的外形或图号			
49	* 表示竣工			
50				
51				

图 A-1—往复压缩机数据表（ U.S 通用单位制）（续）

				工程号 _____ 项目号 _____		修改
				版本号 _____ 日期 _____		
往复压缩机 API 618 第5版数据表 U.S 通用单位制				第 15 页 共 17 页 编制 _____		
1	◎仪表					
2	买方填入 (□ ○ △) 订货后表明					
3	□由压缩机制造商 ○由买方 △由其他方					
4	仪表和控制盘	○每机组一个	○全部机组共用一个			
5	(□ ○ △)	○机器上安装	○独立安装 (离开机器)			
6		○气动	○电动	○电子	○就地 ○远距离 ○户外	
7		○NEMA级 _____, 组 _____,			○液压 ○程控	
8		○固有安全栅 (□ ○ △)			○原有安全	
9		○NEMA防漏和防尘			○清洗至 NFPA 496型 ○ X ○ Y ○ Z	
10		○其他 NEMA _____ 低清洗压力			○ 报警 ○ 停机	
11		○防震器			○电热丝加热器 ○清洗接口 ○附加开口	
12		○位于控制盘上装有一次显示的信号器				
13		○由卖方引出至终端盒				
14	阻尼气控制盘	○每机组一个	○全部机组共用一个			
15	(□ ○ △)	○机器上安装	○独立安装 (离开机器)			
16		○级 _____,	组 _____,	分类 _____,		
17		○恒压处理系统			○变压处理系统	
18	附加控制盘备注:					
19						
20	○仪表适用于 ○户内 ○户外 ○其他 _____					
21	○优选仪表供应商 (由采购方完成), 否则按制造厂标准供应					
22	压力表	制造商 _____	尺寸及形式 _____	材料 _____		
23	温度表	制造商 _____	尺寸及形式 _____	材料 _____		
24	液位计	制造商 _____	形式 _____	材料 _____		
25	压差计	制造商 _____	尺寸及形式 _____	材料 _____		
26	压力变送器	制造商 _____	形式 _____	材料 _____		
27	液位变送器	制造商 _____	形式 _____	材料 _____		
28	压力开关	制造商 _____	形式 _____	材料 _____		
29	温度开关	制造商 _____	形式 _____	材料 _____		
30	液位开关	制造商 _____	形式 _____	材料 _____		
31	压差开关	制造商 _____	形式 _____	材料 _____		
32	控制阀	制造商 _____	形式 _____	材料 _____		
33	压力安全阀	制造商 _____	形式 _____	材料 _____		
34	流量观测指示器	制造商 _____	形式 _____	材料 _____		
35	振动监测器和设备	制造商 _____	形式 _____	材料 _____		
36	热点偶	制造商 _____	形式 _____	材料 _____		
37	电阻温度计	制造商 _____	形式 _____	材料 _____		
38	电磁阀	制造商 _____	形式 _____	材料 _____		
39	信号器	制造商 _____	型号及 (备用点数) _____	()		
40	程控器	制造商 _____	形式 _____	材料 _____		
41		制造商 _____	形式 _____	材料 _____		
42	○压力表要求		○充液压力表		○是 ○否	
43						
44	功能	就地安装	仪表盘安装	变送器 *	工艺流程气体	就地安装 仪表盘安装
45	润滑油主泵出口	(□ ○ △)	(□ ○ △)	○	进口压力	(□ ○ △) (□ ○ △)
46	润滑油辅助泵出口	(□ ○ △)	(□ ○ △)	○	在每级	(□ ○ △) (□ ○ △)
47	机身集油管处润滑油压力	(□ ○ △)	(□ ○ △)	○	出口压力	(□ ○ △) (□ ○ △)
48	润滑油过滤△ ρ	(□ ○ △)	(□ ○ △)	○	在每级	(□ ○ △) (□ ○ △)
49	冷却水进口集油管	(□ ○ △)	(□ ○ △)	○		(□ ○ △) (□ ○ △)
50		(□ ○ △)	(□ ○ △)	○		(□ ○ △) (□ ○ △)
51	备注: _____					
52						

图 A-1—往复压缩机数据表 (U.S 通用单位制) (续)

				工程号_____项目号_____					修 改	
				版本号_____日期_____						
往复压缩机 API 618第5版数据表 U.S 通用单位制				第 16 页 共 17 页 编制_____						
1	仪表 (续)									
2	温度测量要求				就地	仪表盘	带毛细	热电偶	电阻温度计	原有安全
3	功能				安装	安装	管仪表	系统	系统	系统
4	润滑油	○进口至	○机身出口	(○□△)(○□△)	○	○	○	○	○	
5	润滑油	○进口至	○冷却器出口	(○□△)(○□△)	○	○	○	○	○	
6	主轴颈轴承 (仅热电偶或电阻温度计)			(○□△)(○□△)	○	○	○	○	○	
7	电机轴承 (仅热电偶或电阻温度计)			(○□△)(○□△)	○	○	○	○	○	
8	冷却水水箱	○进口	○出口	(○□△)(○□△)	○	○	○	○	○	
9	气缸冷却水	○进口	○出口 ○每个气缸	(○□△)(○□△)	○	○	○	○	○	
10	工艺流程气体	○进口	○排口 ○每个气缸	(○□△)(○□△)	○	○	○	○	○	
11	中冷却器	○进口	○气体 ○冷却剂	(○□△)(○□△)	○	○	○	○	○	
12		○出口	○气体 ○冷却剂	(○□△)(○□△)	○	○	○	○	○	
13	后冷却器	○进口	○气体 ○冷却剂	(○□△)(○□△)	○	○	○	○	○	
14		○出口	○气体 ○冷却剂	(○□△)(○□△)	○	○	○	○	○	
15	冷却水	○进口	○出口 / 冷却填料盒	(○□△)(○□△)	○	○	○	○	○	
16	压力填料盒, 气缸, 活塞杆 (仅热电偶或电阻温度计)			(○□△)(○□△)	○	○	○	○	○	
17	压缩机气阀	○吸气	○排气仅热电偶或电阻温度计	(○□△)(○□△)	○	○	○	○	○	
18				(○□△)(○□△)	○	○	○	○	○	
19				(○□△)(○□△)	○	○	○	○	○	
20	报警和停机开关的要求				注：每个报警和停机装置应分开					
21					信号点					
22	报警：	○变送器	○开关	报警		停机		总 点 数		
23	停机：	○变送器	○开关	由制造 商安装 在仪表 盘上	由其他方 安装在控 制室仪表 盘上	由制造 商安装 在仪表 盘上	由其他方 安装在控 制室仪表 盘上			
24	功能			报警	停机					
27	轴承座油压低			(□○△)(□○△)	○	○	○	○		
28	通过过滤器油压差高			(□○△)(□○△)	○	○	○	○		
29	机身油位低			(□○△)(□○△)	○	○	○	○		
30	辅助油泵未能启动			(□○△)(□○△)	○	○	○	○		
31	气缸润滑系统保护			(□○△)(□○△)	○	○	○	○		
32	仅压缩机振动停机			(□○△)	○	○	○	○		
33	振动连续监测			(□○△)(□○△)	○	○	○	○		
34	接触型活塞杆下沉探测器 (每个气缸一个)			(□○△)(□○△)	○	○	○	○		
35	活塞杆下沉接近探头 (每个气缸一个)			(□○△)(□○△)	○	○	○	○		
36	机身油温超出			(□○△)(□○△)	○	○	○	○		
37	每个气缸排气温度高			(□○△)(□○△)	○	○	○	○		
38	每个气缸水夹套水温高			(□○△)(□○△)	○	○	○	○		
39	第一级进口, 吸入压力低			(□○△)(□○△)	○	○	○	○		
40	排气压力高	○最终	○每级	(□○△)(□○△)	○	○	○	○		
41	气体压差高 (每级气缸)			(□○△)(□○△)	○	○	○	○		
42	每个液水分离器液位高			(□○△)(□○△)	○	○	○	○		
43	接筒充气压力低			(□○△)(□○△)	○	○	○	○		
44	十字头销温度高			(□○△)(□○△)	○	○	○	○		
45	压力填料盒 (活塞杆温度)			(□○△)(□○△)	○	○	○	○		
46				(□○△)(□○△)	○	○	○	○		
47					总的信号点数					
48	○开关接触运行				注：每个开关应是最小单刀双掷布置					
49	○报警触点应：				○开 (断电) 至声响报警和压缩机运行时通电					
50					○关 (通电) 至声响报警和压缩机运行时断电					
51	○停机触点应：				○开 (断电) 至停机和压缩机运行时通电					
52					○关 (通电) 至停机和压缩机运行时断电					
53	参考：7.6.6.2 最低的推荐保护要求									

图 A-1—往复压缩机数据表（ U.S 通用单位制）（续）

		工程号 _____ 项目号 _____		修 改
往复压缩机		版本号 _____ 日期 _____		
API 618 第5版数据表 U.S 通用单位制		第 17 页 共 17 页 编制 _____		
1	◎仪表 (续)			
2	○其他各种仪表			
3	流动视镜 (仅冷却器)	(□ ○ △) 用于	○中间冷却器 ○后冷却器 ○油冷却器	
4			○气缸夹套冷却剂 ○活塞杆压力填料冷却剂	
5	气动压力变送器	(□ ○ △) 用于		
6	压力变送器 (电输出)	(□ ○ △) 用于		
7	气动液位变送器	(□ ○ △)		
8	报警蜂鸣和认可试验按钮	(□ ○ △)		
9	带接线盒的导管和导线	(□ ○ △)		
10	试验阀	(□ ○ △) 用于		
11	排液阀	(□ ○ △) 用于		
12	液位计	(□ ○ △) 用于		
13	转速表	(□ ○ △)	速度范围 _____ 至 _____ r/min	
14	曲轴键相位计和转换计	(□ ○ △) 用于		
15				
16		(□ ○ △)		
17	○单独的润滑油站仪表		买方列出要求以补充以上要求	
18		(□ ○ △)		
19		(□ ○ △)		
20		(□ ○ △)		
21		(□ ○ △)		
22		(□ ○ △)		
23		(□ ○ △)		
24	○单独的冷却水站仪表		买方列出要求以补充以上要求	
25		(□ ○ △)		
26		(□ ○ △)		
27		(□ ○ △)		
28		(□ ○ △)		
29		(□ ○ △)		
30		(□ ○ △)		
31	◎安全阀			
32	位置	由	制造商 型式 ◇规格 ◇设定	
33		(□ ○ △)		
34		(□ ○ △)		
35		(□ ○ △)		
36		(□ ○ △)		
37		(□ ○ △)		
38		(□ ○ △)		
39		(□ ○ △)		
40		(□ ○ △)		
41		(□ ○ △)		
42		(□ ○ △)		
43	注：附加电机仪表，见电机数据表。			
44	对透平驱动机，用适用的数据表。			
45	对齿轮减速机，用适用的数据表。			
46	对压缩机上各个仪表，电器和仪表接头由买方直接制作。			
47				
48	附加仪表备注 / 特殊要求： _____			
49	_____			
50	_____			
51				

图 A-1—往复压缩机数据表（ U.S 通用单位制）（续）

往 复 压 缩 机				工程号 _____ 项目号 _____				修 改	
API 618第5版数据表				版本号 _____ 日期 _____					
SI 单位制				第 2 页 共 17 页 编制 _____					
1	运行工况气体分析						备注		
2	mol % (按容积)								
3	○用途 / 项目号								
4	○级数								
5	○正常工况或变工况								
6		分子量							
7	空气	28.966							
8	氧气 O ₂	32.000							
9	氮气 N ₂	28.016							
10	水蒸气 H ₂ O	18.016							
11	一氧化碳 CO	28.010							
12	二氧化碳 CO ₂	44.010							
13	硫化氢 H ₂ S	34.076							
14	氢气 H ₂	2.016							
15	甲烷 CH ₄	16.042							
16	乙烯 C ₂ H ₄	28.052							
17	乙烷 C ₂ H ₆	30.068							
18	丙烯 C ₃ H ₆	42.078							
19	丙烷 C ₃ H ₈	44.094							
20	异丁烷 C ₄ H ₁₀	58.120							
21	正丁烷 C ₄ H ₁₀	58.120							
22	异戊烷 C ₅ H ₁₂	72.146							
23	正戊烷 C ₅ H ₁₂	72.146							
24	正己烷以上								
25	氨 NH ₃	17.031							
26	氯化氢 HCl	36.461							
27	氯 Cl ₂	70.914							
28	氯化物 (微量)								
29									
30									
31									
32	□计算的分子量								
33	□C _p /C _v (K) 在65℃或____℃								
34	注：如果在被压缩的气体中存在水蒸气和 / 或氯化物的话，						应用标准		
35	即使是微量的，也必须包含在上表中。						○API 618 石油、化工和气体工业设施用往复压缩机		
36	○现场 / 位置条件						○NACE MR-0175(6.15.1.11)		
37	海拔 _____ m	气压表 _____ bar	环境温度：最高 _____ °C		最低 _____ °C		○ _____		
38	○最低设计金属温度 _____ °C(6.15.8.1)		相对湿度：最高 _____ %		最低 _____ %		○ _____		
39	压缩机位置：	○户内	○采暖	○无采暖	○在同一水平面	○标高 _____ m			
40		○户外	○无遮棚	○有遮棚	○部分侧墙	○平台 ○岸上			
41		○离岸	○需要气候防护		○要求热带气候				
42		○要求防冻							
43	异常条件：	○腐蚀	○粉尘	○烟雾	○ 其他 _____				
44									
45	电气分类								
46	危险区域				非危险区域				
47	主机	○级 _____ 组 _____	类 _____		○				
48	润滑油站	○级 _____ 组 _____	类 _____		○				
49	冷却水站	○级 _____ 组 _____	类 _____		○				
50									
51									

图 A-2—往复压缩机数据表（ SI 单位制）（续）

		工程号 _____ 项目号 _____		修 改
往 复 压 缩 机		版本号 _____ 日期 _____		
API 618 第5版数据表		第 3 页 共 17 页 编制 _____		
SI 单位制				
1	部分负荷运行工况			
2	流量控制	由	☐ 制造商流量控制 ☐ 买方旁路 ☐ 二者 ☐ 其他 _____	
3		用于	☐ 部分负荷工况 ☐ 仅启动 ☐ 二者	
4		带	☐ 自动加荷 延迟联锁（ 7.6.2.4 ） ☐ 自动立即卸荷	
5		使用	☐ 固定余隙容积 ☐ 吸气阀卸荷 ☐ 指式 ☐ 塞式 ☐ 其他	
6			动作： ☐ 直接（空气全卸荷） ☐ 反向（空气全加载 / 失效保护）	
7			档数： ☐ 一 ☐ 三 ☐ 五 ☐ 其他 _____	
8			☐ 卸荷器上需要的遮雨盖	
9	所有卸荷档数基于第 1页所示的制造厂流量			
10	吸气和排气压力是		☐ 在气缸法兰处 ☐ 脉动抑制装置法兰处	
11	☐ 用途或项目			
12	☒ 级数			
13	☒ 正常工况或变工况			
14	☐ 百分比流量			
15	☐ 重量流量, kg/h			
16	☒ (10 ⁶ 标cm ³ /d)/(标cm ³ /m)(1.013bar,15 °C)			
17	☐ 余隙容积 / 阀运行 *			
18	☐ 余隙容积增加, %			
19	☐ 卸荷器型式, 塞式 / 指式			
20	☒ 进气温度, °C			
21	☒ 进气压力, bar			
22	☒ 排气压力, bar			
23	☐ 排气温度 ,绝热, °C			
24	☐ 排气温度 ,预期, °C			
25	☐ 容积效率 ,%HE/%CE		/	/
26	☐ 计算的气体活塞杆负荷 ,kN,压缩			
27	☐ 计算的气体活塞杆负荷 ,kN, 拉伸			
28	◇综合活塞杆负荷 ,kN, 压缩(气体力和惯性力)			
29	◇综合活塞杆负荷 ,kN, 拉伸(气体力和惯性力)			
30	◇活塞杆反向, 每分钟角度在十字头销处			
31	☐ kW级			
32	☐ 压缩机轴总功率			
33	☐ 包括 V带和齿轮传动损失的总功率			
34				
35	*用下列符号表示运行：			
36	盖端 (HE 或 曲轴端 (CE) } -- { 吸气阀卸荷器 (S) 或 固定余隙容积打开 (F) 或 可变余隙容积打开 (V)			
37				
38				
39				
40				
41				
42	例：HE-F/CE-S表示盖端固定余隙容积打开 / 曲轴端吸气阀卸荷			
43				
44	☐ 启动气缸卸荷装置所需最低压力, _____ barg			
45	气缸卸荷介质 ☐ 空气 ☐ 氮气 ☐ 其他 _____			
46	☐ 适用于气缸卸荷装置的压力, 最大 / 最小 _____ / _____ barg			
47	备注, 特殊要求和 / 或示意图			
48				
49				
50				
51				

图 A-2—往复压缩机数据表（ SI 单位制）（续）

		工程号 _____ 项目号 _____		修 改
往 复 压 缩 机 API 618 第5版数据表 SI 单位制		版本号 _____ 日期 _____		
		第 4 页 共 17 页 编制 _____		
1	○基本供货范围			
2	买方填写 (□○△)指明货物后：□由压缩机制造商填写 ○由买方填写 △由其他方			
3	○驱动器 (□○△) ○变速 转速范围 _____ r/min至 _____ r/min			
4	○异步电机 ○同步电机 ○汽轮机 ○发动机 ○其他 _____			
5	○API 541 ○API 546 ○API 611 ○API 612			
6	○外置轴承 ○对外置轴承提供干空气净化。			
7	○驱动器滑动底座 (□○△) 驱动器底板 (□○△)			
8	○电机启动设备 (□○△) 限定 _____ *			
9	○齿轮传动装置 (□○△) ○齿轮传动装置基板 ○API 613 ○API 677			
10	○联轴器 (□○△) ○低速 ○高速 ○轴套 ○无键驱动 ○有键驱动 ○其他 _____			
11	○API 671			
12	○V带传动 (□○△) ○皮带轮和 V带 (□○△) ○导静电 V带 ○组合 V带			
13	○传动装置护罩 (□○△) ○制造厂标准 ○无火花 ○加利福尼亚规范 ○API 671 附录 G			
14	○其他 _____			
15	○脉动抑制装置 (□○△)		○最初朝气口和最终排气口 ○支撑 (□○△)	
16			○级间 ○支撑 (□○△)	
17	○带分离装置的抑制装置		○仅最初进气口 ○全部进气口抑制装置	
18	○声学模拟研究 (□○△) 设计		○1. 经验的脉冲抑制装置尺寸	
19			○2. 声学模拟和管道阻尼分析	
20	(仅核对一种, 见 7.9.4.1.1 , 表6)		○3. 声学模拟和管道阻尼分	
21	研究加以考虑：		加上机械分析	
22	全部规定的负荷条件, 包括 ○单作用, 加上		○压缩机并列运行 ○替换气体	
23	○临界流量测量 (7.9.4.2.5.3.3)		○用现有的压缩机和管路系统	
24	○脉动抑制装置低循环疲劳分析		○管路系统挠度	
25	○卖方对采购方管路布置的审查			
26	注：研究所需资料见附录 N			
27	包装 ○无 ○有 (□○△) 第5页中在备注部分限定的包装基本范围			
28	○直接灌浆 ○胶合 / 灰浆灌浆 ○环氧灌浆：制造 / 型式 _____ / _____			
29	○导轨 ○楔形垫块 ○垫片 ○滑撬 ○底板 ○用于机身和底板的螺栓或螺柱			
30	○适用于柱状固定 (在滑撬和 / 或基础板下)			
31	○找平螺钉 ○无底架铺面 ○辅助垫板			
32	○中间冷却器 (□○△) ○安装机器上 ○未安装 ○后冷却器 (□○△)			
33	○分离器 (□○△) ○冷凝液分离和收集装置系统 (7.8.2.1)			
34	○级间管路 (□○△) ○最后排气管路 (□○△) ○部分预制, 现场装配 ○车间装配			
35	法兰粗糙度 ○按API618法兰粗糙度> 3.2 <6.4 (7.9.5.1.16) ○法兰粗糙度按 ANSI 16.5 ○特殊粗糙度			
36	○特殊管路要求按 11.1.12.23 (下页备注部分中限定)			
37	○初始进气口 ○级间级气管路配置 ○隔热 (□○△) ○热显示 (□○△)			
38	○进口过滤器 (□○△) ○初始进口 ○旁路进口 ○进口过滤器用卷筒			
39	○集合管： ○排液 ○放气 ○安全阀 ○供应空气 / 气体			
40	○安全阀 (□○△) ○最初进口 ○级间			
41	○爆片膜 (□○△) ○管路法兰用双头螺柱			
42	○仅用于大气吸入的空气压缩机 ○空气吸入过滤器 (□○△) ○吸入过滤消声器 (□○△)			
43	○选定的气缸冷却型式 (□○△)		○强制 ○热虹吸管 _____ 级气缸	
44	注：制造商在所有运行工况最后工程复审后		○静态 (标准管) _____ 级气缸	
45	应推荐冷却的最好形式。		○气缸冷却水管路 (□○△) ○配管标记	
46			○单个进口 / 出口集合管和阀门 ○视镜	
47			○每个气缸单独进口 / 出口 ○气阀	
48			○带水泵、冷却器、缓冲箱和管路的封闭系统	
49				
50				
51				

图 A-2—往复压缩机数据表（ SI 单位制）（续）

		工程号 _____ 项目号 _____		修 改
往 复 压 缩 机 API 618 第5版数据表 SI 单位制		版本号 _____ 日期 _____		
		第 5 页 共 17 页 编制 _____		
1	○基本供货范围（续）			
2	○独立的冷却水站（□○△） ○每台一套 ○所有机组共用一套 ○双泵（辅助泵和主泵）			
3	○加热水套及冷却水套的布置 ○车间运转			
4	○活塞杆压力填料冷却系统（□○△） ○单独水站 ○与水夹套联合系统 ○过滤器			
5	○机身润滑油系统（□○△） ○辅助泵 ○带切换阀的双过滤器 ○车间运转			
6	○在传感管线里连续流向压力开关			
7	○独立的润滑油站（□○△） ○延至电机外置轴承 ○车间运转			
8	注：水、油站和压缩机之间的所有管路由买方提供			
9	○流量控制（□○△） ○详见数据表第 3页 ○在仪表和控制盘上			
10	○单独的机器安装控制盘 ○单独安装非固定的控制盘			
11	○气动 ○电动 ○电子 ○液压			
12	○程控器			
13	○仪表和控制盘（□○△） ○每台机组一套 ○所有机组共用一套			
14	○机器上安装 ○不固定安装（离开机组）			
15	○缓冲气控制盘（□○△） ○每台机组一套 ○所有机组共用一套			
16	○机器上安装 ○不固定安装（离开机组）			
17	控制盘、附注和仪表详见仪表数据表			
18	注：离开机组、不固定的仪表盘和压缩机机组间的所有管道、线路和接头由采购方提供。			
19				
20				
21	○加热器（□○△） ○机身润滑油 ○气缸注油器 ○冷却水 ○驱动器 ○齿轮油			
22	○电气 ○蒸汽			
23				
24	○盘车装置（□○△） ○手动 ○气动 ○电动 ○飞轮锁紧装置（□○△）			
25	○曲轴箱快速压力释放装置（□○△）			
26	○特殊防腐措施 ○无 ○有 ○制造商标准 ○其他 _____			
27	○液压拉伸工具 ○无 ○有			
28	○机械运转试验 ○不要 ○要 ○制造商标准 ○其他 _____			
29	○安装所有设备、管路和附属设备的机器车间运转试验			
30	油漆： ○制造商标准 ○特殊的			
31	铭牌： ○SI单位 ○其他单位			
32	装运： ○国内 ○出口 ○出口装箱要求（□○△）			
33	○标准的 6个月储存准备（□○△）根据范围 _____			
34	○6个月以上室外储存期（□○△）根据范围 _____			
35				
36	○卖方代表在工作现场对初始安装和运行温度的对中检查			
37	○对类似设施压缩机制造商的用户清单			
38	○压缩机气阀动态特性曲线			
39	○按要求的性能数据（ 9.3.3 ） ○功率对吸气压力曲线			
40	○活塞杆负荷 / 气体负荷曲线			
41	○气阀故障数据表			
42	○转速 / 力矩曲线数据			
43	○对卸荷档和 / 或变化的吸气 / 排气压力要求的功率和流量性能曲线或图表			
44				
45				
46	备注： _____			
47	_____			
48	_____			
49	_____			
50	_____			
51	_____			

图 A-2—往复压缩机数据表（ SI 单位制）（续）

				工程号_____项目号_____				修 改	
往 复 压 缩 机 API 618 第5版数据表 SI 单位制				版本号_____日期_____					
				第 6 页 共 17 页 编制_____					
1	公用设施条件								
2	电力	交流电压 V	/	相位	/	频率 Hz	/	直流电压 V	
3	○主驱动机	_____	/	_____	/	_____	/	_____	○仪表
4	○辅助电机	_____	/	_____	/	_____	/	_____	○报警 / 停机
5	○加热器	_____	/	_____	/	_____	/	_____	○_____
6									
7									
8	仪表空气：	正常压力	_____	barg	最高/最低压力	_____	/	_____	barg
9	氮气：	正常压力	_____	barg	最高/最低压力	_____	/	_____	barg
10	蒸汽	用于 驱动机			用于加热器				
11	进气 压力	_____barg	最大/最小	_____	/	_____	barg	进气 压力	_____barg
12	(正常)温度	_____℃	最大/最小	_____	/	_____	℃	(正常)温度	_____℃
13	排气 压力	_____barg	最大/最小	_____	/	_____	barg	排气 压力	_____barg
14	(正常)温度	_____℃	最大/最小	_____	/	_____	℃	(正常)温度	_____℃
15									
16									
17	冷却水	用于压缩机气缸			用于冷却器				
18	水类型	_____			水类型				_____
19	供水 压力	_____barg	最大/最小	_____	/	_____	barg	供水 压力	_____barg
20	(正常)温度	_____℃	最大/最小	_____	/	_____	℃	(正常)温度	_____℃
21	回水 压力	_____barg	最大/最小	_____	/	_____	barg	回水 压力	_____barg
22	(正常)温度	_____℃	最大/最小	_____	/	_____	℃	(正常)温度	_____℃
23									
24	活塞杆填料的冷却：								
25	流体类型	_____	供水压力	_____barg	在	_____℃	回水压力	_____barg	在
26	燃料气	正常压力	_____MPa	最大/最小压力	_____	/	_____MPa		
27		低热值	_____MJ/m3						
28		组分							
29	备注/特殊要求： _____								
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44									
45									
46									
47									
48									
49									
50									
51									

图 A-2—往复压缩机数据表（ SI 单位制）（续）

		工程号 _____ 版本号 _____						修 改
		版本号 _____ 日期 _____						
		第 7 页 共 17 页 编制 _____						
往复压缩机 API 618第5版数据表 SI 单位制								
1	◎满负荷状态时气缸数据							
2	设施项目号							
3	级数							
4	吸气压力 ,barg	} (在气缸法兰处)						
5	排气压力 ,barg							
6	各级气缸数							
7	单作用或双作用							
8	缸径,mm							
9	行程,mm							
10	转速,r/min	额定/最大允许	/					
11	活塞速度 ,m/s	额定/最大允许	/					
12	气缸套,有/无							
13	缸套公称厚度 ,mm							
14	活塞排量 ,m ³ /h							
15	气缸设计余隙 ,%平均							
16	容积效率 ,%平均							
17	每个气缸吸气 / 排气阀数量	/	/	/	/	/	/	
18	阀的型式							
19	吸、排气阀升程 ,mm	/	/	/	/	/	/	
20	气阀速度 ,m/s							
21	吸气阀							
22	排气阀							
23	活塞杆直径 ,mm							
24	最大许用综合活塞杆负荷 ,kN,压缩							
25	最大许用综合活塞杆负荷 ,kN,拉伸							
26	计算的气体活塞杆负荷 ,kN,压缩							
27	计算的气体活塞杆负荷 ,kN,拉伸							
28	综合活塞杆 (气体力+惯性力) 负荷,kN, 压缩							
29	综合活塞杆 (气体力+惯性力) 负荷,kN, 拉伸							
30	活塞杆反向角 ,最小, 在十字头销上, 度数							
31	往复件重量 (活塞, 活塞杆, 十字头和螺母), kg							
32	最高许用工作压力 ,barg							
33	最高许用工作温度 ,℃							
34	液压试验压力 ,barg							
35	氯气试验压力 ,barg							
36	吸气法兰尺寸 / 规格	/	/	/	/	/	/	
37	密封面型式							
38	排气法兰尺寸 / 规格	/	/	/	/	/	/	
39	密封面型式							
40	在以上给出的吸气压力排气下的安全阀设定数据							
41	推荐设定值 /MPa							
42	气体活塞杆负荷 ,kN, 压缩							
43	气体活塞杆负荷 ,kN, 拉伸							
44	综合活塞杆负荷 ,kN, 压缩							
45	综合活塞杆负荷 ,kN, 拉伸							
46	活塞杆最小反向角 (在十字头销上)							
47	注：在以上给出的进口压力及推荐设定值下计算							
48								
49	○稳定气体压力 (开机要求数据)							
50								
51	注释/备注：							

图 A-2—往复压缩机数据表（ SI 单位制）（续）

		工程号 _____ 项目号 _____						修 改
往复压缩机 API 618 第5版数据表 SI 单位制		版本号 _____ 日期 _____						
		第 8 页 共 17 页 编制 _____						
1	◎结构特征							
2	设施项目号	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
3	级数	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
4	气缸尺寸 (缸径), mm	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
5	活塞杆跳动 正常冷态垂直方向	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
6	(按附录 C)	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
7	要求气缸示功器阀	☐ _____	☐ _____	☐ _____	☐ _____	☐ _____	☐ _____	
8	345bar以上示功器接头	☐ _____	☐ _____	☐ _____	☐ _____	☐ _____	☐ _____	
9	氟塑料喷涂气缸腔	☐ _____	☐ _____	☐ _____	☐ _____	☐ _____	☐ _____	
10	结构材料							
11	气缸	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
12	气缸套	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
13	活塞	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
14	活塞环	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
15	支承环 ☐ 需要	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
16	活塞杆 材料/ 屈服强度 ,N/mm ²	<u> / </u>	<u> / </u>	<u> / </u>	<u> / </u>	<u> / </u>	<u> / </u>	
17	螺纹根部应力 在MACCRL [*] 在十字头端	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
18	活塞杆硬度 ,基体材料 ,Rc	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
19	活塞杆涂层 ☐ 需要的	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
20	涂层硬度 ,Rc	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
21	阀座/ 座板	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
22	阀座最低硬度 ,Rc	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
23	阀盖(升程限制器)	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
24	阀片	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
25	阀弹簧	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
26	活塞杆压力填料环	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
27	活塞杆压力填料盒	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
28	活塞杆填料弹簧	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
29	密封/ 充气填料, 接筒	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
30	密封/ 充气填料, 中间填料	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
31	刮油填料环	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
32	曲轴主轴瓦	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
33	连杆大头瓦	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
34	连杆小头曲柄销衬套 ,十字头端	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
35	十字头销衬套	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
36	十字头销	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
37	十字头	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
38	十字头滑履	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
39	仪表在 冷侧	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
40	与流程气体接触 热侧	_____	_____	_____	_____	_____	_____	
41	*最大许用连续综合活塞杆负荷							
42	◎压缩机气缸活塞杆填料	接筒 ☐ A型 ☐ B型 ☐ C型 ☐ D型						
43	☐ 带不锈钢弹簧的全浮动填料	(参考图 G-3)						
44	☐ 放气至 ☐ 火炬在 _____ barg ☐ 大气	☐ 整体金属 ☐ 网板 ☐ 隔栅						
45	☐ 吸气压力在 _____ barg	盖板 ☐ 放气至 _____ barg						
46	☐ 强制润滑 ☐ 无润滑	(接筒外侧) ☐ 充气在 _____ barg						
47	◎水冷 _____ 级, _____ m ³ /h 需要量	☐ 加压至 _____ barg						
48	◎油冷 _____ 级, _____ m ³ /h 需要量	☐ 带安全阀						
49	☐ 水过滤器 供预留水 / 油冷却	轴侧腔 ☐ 放气至 _____ barg						
50	☐ 放气/ 充气密封填料布置 (参考图 I-1)	(接筒内侧) ☐ 充气在 _____ barg						
51	☐ 不变的或 ☐ 变化的处理系统	☐ 加压至 _____ barg						
52	☐ 充气气体压力 _____ barg	☐ 带安全阀						
53	☐ 刮油填料防溅挡板	☐ 接筒最高许用工作压力 _____ barg						

图 A-2—往复压缩机数据表（ SI 单位制）（续）

					工程号 _____ 项目号 _____			修 改
往复压缩机 API 618 第5版数据表 SI 单位制					版本号 _____ 日期 _____ 第 9 页 共 17 页 编制 _____			
1	◎ 结构特征（续）							
2	◎ 焊接结构气缸、缸头及接口				◎ 阻尼填料布置			参考附录 I
3	设计复核用草图				◎ 刮油器填料净化			图I-1、I-2 和I-3
4	由采购方 (6.15.5.13)				◎ 中间隔板净化			
5					中间阻尼净化气： ○N ₂ ○其他 _____			
6					◎ 制造商提供放气、排液、净化气管路			○不是 ○是
7	◎ 联轴器	○ 低速	○ 高速		◎ V带传动	从动皮带轮	主动皮带轮	
8		压缩机和驱动机	驱动机和齿轮箱			(压缩机轴)	(驱动机轴)	
9		或齿轮箱之间	之间		r/min(预期)	_____	_____	
10	◇ 由制造商提供	_____	_____		节圆直径 (mm)	_____	_____	
11	◇ 型号	_____	_____		◇ 数量和槽×截面	_____	_____	
12	◇ 型式	_____	_____		传递功率	_____	_____	
13		_____	_____					包括皮带损失
14	应用 API 671	○ 是	○ 否		驱动器铭牌功率	_____		
15	◎ 检查及车间测试 (参考8.1.5)				◇ 中心距 (mm) _____			
16		要求	见证	观察	◇ 数量、形式 _____			
17	* 车间检查	○	○	○	× 截面和皮带长 _____			
18	实际运行间隙和记录	○	○	○	◇ 皮带利用系数 _____			
19					(相对于驱动器铭牌额定值)			
20	制造商标准车间试验	○	○	○	◎ 气缸润滑			
21	气缸水压试验	○	○	○	○ 无润滑 _____ 级/用途			
22	气缸气压试验	○	○	○	○ 润滑 _____ 级/用途			
23	气缸氦气渗漏试验	○	○	○	润滑油种类： ○ 合成 _____			
24	气缸水套水压试验	○	○	○	碳氢类 _____			
25	* 机械运转试验 (4h)	○	○	○	注油器	□ 压缩机曲轴，直连		
26	盘车检查活塞杆径向跳动	○	○	○	驱动由	□ 从曲轴连锁		
27	* 润滑油站运转 / 试验 (4h)	○	○	○		◎ 电动机		
28	* 冷却水站运转 / 试验	○	○	○		◎ 其他 _____		
29	对接焊缝射线检测	○	○	○	◇ 注油器制造商 _____			
30	○ 气体 ○ 油 ○ 结构型气缸				◇ 型号 _____			
31	磁粉 / 液体渗透	○	○	○	注油器形式 ○ 每点单柱塞泵			
32	焊缝渗透检验				(6.14.3) ○ 单元分配式 _____			
33	规定的附加要求				○ 腔室总数 _____			
34	(8.2.1.3)				○ 柱塞泵总数 _____			
35	_____	○	○	○	○ 备用柱塞泵数 _____			
36	脉动抑制装置和所有连接	○	○	○	○ 不带柱塞泵的备用室 _____			
37	的气管路车间装配				○ 加热器： ○ 恒温电加热 ○ 蒸汽加热			
38					□ 估计重量和公称尺寸			
39	* 设备，管路及附属设备	○	○	○	□ 整个压缩机，不计驱动器齿轮箱 _____ kg			
40	的清洁度				◇ 整个机组 (不计水油站) _____ kg			
41	* 零件，焊缝及热影响区	○	○	○	◇ 最大安装件 _____ kg			
42	的硬度				◇ 最大维修件 _____ kg			
43	* 给买方的主要部件	○			◇ 驱动器 / 齿轮箱 _____ / _____ kg			
44	修补的通知单				◇ 润滑油 / 冷却水站 _____ / _____ kg			
45					◇ 非固定控制盘 _____			
46	_____	○	○	○	空间要求 /m	长	宽	高
47	_____	○	○	○	◇ 整个机组	_____	_____	_____
48	* 必须指定具体的要求，例如，拆卸、辅助设备操作				◇ 润滑油站	_____	_____	_____
49	及运行试验				◇ 冷却水站	_____	_____	_____
50					◇ 非固定控制盘	_____	_____	_____
51	附录K符合：	○ 卖方			□ 活塞杆抽芯距离	_____		
52		○ 买方			其他散运设备 (限定)			
53					◇ 脉动抑制装置重量	_____		kg
54					◇ 管路	_____		kg
55					◇ 级间设备	_____		kg

图 A-2—往复压缩机数据表（ SI 单位制）（续）

		工程号 _____ 项目号 _____					修 改
往复压缩机 API 618 第5版数据表 SI 单位制		版本号 _____ 日期 _____					
		第 10 页 共 17 页 编制 _____					
1	☐ 公用设施						
2							
3	电机						
4							
5	异步电机	额定功率	锁定转子电流	满载	在压缩机额定功率下,		
6	见7.1.2.6 的注	kW	AMPS	稳定状态电流	主驱动机非稳定状态		
7	及电机数据表			AMPS	安培数		
8					(仅异步电机)		
9	◇主驱动机	_____	_____	_____	_____AMPS		
10	◇主润滑油泵	_____	_____	_____	在压缩机额定功率		
11	◇辅助润滑油泵	_____	_____	_____	_____kW		
12	◇气缸主冷却水泵	_____	_____	_____	在电流脉动		
13	◇气缸辅助冷却水泵	_____	_____	_____	_____%		
14	◇活塞杆填料主冷却水泵	_____	_____	_____			
15	◇活塞杆填料辅助冷却水泵	_____	_____	_____			
16	◇气缸注油器	_____	_____	_____			
17	_____	_____	_____	_____			
18	_____	_____	_____	_____			
19							
20	电加热器						
21		功率/W	电压 /V	频率/Hz			
22	◇机身油加热器	_____	_____	_____			
23	◇冷却水加热器	_____	_____	_____			
24	◇气缸注油器加热器	_____	_____	_____			
25	◇主驱动机空间加热器	_____	_____	_____			
26	_____	_____	_____	_____			
27	_____	_____	_____	_____			
28							
29	蒸汽						
30		流量	压力	温度	背压		
31	◇主驱动机	_____kg/h 在	_____barg	_____°CTT 至	_____barg		
32	◇机身油加热器	_____kg/h 在	_____barg	_____°CTT 至	_____barg		
33	◇气缸注油器加热器	_____kg/h 在	_____barg	_____°CTT 至	_____barg		
34	_____	_____kg/h 在	_____barg	_____°CTT 至	_____barg		
35	_____	_____kg/h 在	_____barg	_____°CTT 至	_____barg		
36							
37	冷却水要求						
38		流量	进口温度	出口温度	进口压力	出口压力	最大压力
39		m³/h	°C	°C	barg	barg	barg
40	☐ 气缸水套	_____	_____	_____	_____	_____	_____
41	◇气缸冷却水站	_____	_____	_____	_____	_____	_____
42	◇机身润滑油冷却器	_____	_____	_____	_____	_____	_____
43	◇活塞杆压力填料 *	_____	_____	_____	_____	_____	_____
44	◇填料冷却水站	_____	_____	_____	_____	_____	_____
45	◇中间冷却器	_____	_____	_____	_____	_____	_____
46	◇后冷却器	_____	_____	_____	_____	_____	_____
47	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
48	◇总流量 m³/h	_____	_____	_____	_____	_____	_____
49	注释 /特殊要求： _____						
50	* 活塞杆填料冷却剂可以是除非水之外的 _____						
51	_____						

图 A-2—往复压缩机数据表（ SI 单位制）（续）

		工程号 _____ 项目号 _____		修 改
往复压缩机 API 618 第5版数据表 SI 单位制		版本号 _____ 日期 _____		
		第 11 页 共 17 页 编制 _____		
1	◎机身润滑油系统			
2	◎机身 基本润滑油系统	◎飞溅润滑	◎压力润滑 (强制)	○所需加热器：
3	□主轴承形式	◎锥型滚柱轴承	◎精密轴瓦	○温控电加热 ○蒸汽
4	◎压力系统	○主油泵驱动由：	○压缩机曲轴	○电机 ○其他 _____
5		□外连曲轴箱主泵的压力安全阀		○主油泵上止回阀 (图 G-5)
6		○辅助油泵驱动由：	○电机	○其他 _____
7		□启动用手动预润滑泵		○操作试验及 4h机械运转试验
8		○通过开关感应线路油的连续流动 (7.7.2.5)		
9	○压力润滑系统独立油站	○每台压缩机一个油站	○ _____ 台压缩机共用一个油站	
10	注：仪表列在仪表数据表内		○具有波纹钢板型结构，适用于多点支撑和带有灌浆和放气孔的油站	
11				
12	○电气分类 级 _____，		气组 _____，	分类 _____， ○非危险区
13	□基本系统要求 (正常油量和容积)			
14	□润滑油	流量	压力	粘度
15		m³/h	barg	SSU在40℃ SSU在100℃
16	□压缩机机身	_____	_____	_____
17	◇驱动器	_____	_____	_____
18	◇齿轮传动装置	_____	_____	_____
19	□系统压力	□设计 _____ barg	□液压试验压力 _____ barg	
20	□压力控制阀设定值 _____ barg		□泵安全阀设定值 _____ barg	
21	○管路材料	碳钢	不锈钢	不锈钢
22			带不锈钢法兰	带碳钢法兰
23	○泵和过滤器上游	○	○	○
24	○过滤器下游	○	○	○
25	○ _____	○	○	○
26	○ _____	○	○	○
27	□泵 (仅齿轮型	◇额定流量	◇压力	◇冷启动要求
28	或转子型)	m³/h	barg	kW
29	主泵	_____	_____	_____
30	辅泵	_____	_____	_____
31	□泵壳体材料 (参考6.14.2.1.5)：		主泵 _____	辅泵 _____
32	○联轴器要求防护罩：		○主泵	○辅泵
33	○辅泵控制：		○手动	○自动
34			○开关自动选择开关：	○由买方 ○由制造商
35			○接线至终端盒：	○由买方 ○由制造商
36			○开关	○电阻温度计 / 热电偶
37	○冷却器	○管壳式	○单	○双, 带切换阀
38		○可拆管束	○水冷	○空冷, 带自动温度控制 (AOI 661) 附数据表
39		○带旁通和温度控制阀：		○手动 ○自动
40	◎过滤器	○单	○双, 带切换阀	○制造商标准 ○ASM规范设计 ○ASM规范标记
41		□设计压力 _____ barg	□清洁时△ p _____ barg	□堵塞时△ p _____ barg
42		□公称额定值 _____	□滤筒材料 _____	◇滤筒零件号 _____
43		□筒盖材料 _____	□壳体材料 _____	○提供备用滤筒数 _____
44	□系统部件供应	制造商	型号	制造商 型号
45	◇主油泵	_____	_____	◇油冷却器 _____
46	◇辅助泵	_____	_____	◇切换阀 _____
47	◇机械密封	_____	_____	◇泵联轴器 _____
48	◇电机	_____	_____	◇吸入过滤器 _____
49	◇蒸汽透平	_____	_____	◇止回阀 _____
50	◇油过滤器	_____	_____	◇ _____ _____
51				

图 A-2—往复压缩机数据表（ SI 单位制）（续）

图 A-2—往复压缩机数据表 (SI 单位制) (续)

图 A-2—往复压缩机数据表 (SI 单位制) (续)

		工程号 _____ 项目号 _____		修 改	
往复压缩机 API 618 第5版数据表 SI 单位制		版本号 _____ 日期 _____ 第 13 页 共 17 页 编制 _____			
1	往复压缩机用脉动抑制装置				
2	对每种用途和 / 或压缩的级填满这些表				
3	用全： ☐ 投标 ☐ 采购 ☐ 竣工				
4	用于 / 用户 _____				
5	现场 / 位 _____		环境温度最低 / 最高 _____ / _____ °C		
6	压缩机用途 _____		压缩机数量 _____		
7	压缩机制造商 _____		型号 / 型式 _____		
8	抑制装置制造商 _____				
9	注： ☐ 压缩机买方表明数据 ☐ 随投标由压缩机 / 供方制造商 ☐ 订货后由制造商 ☐ 由制造商 / 应用的买方				
10	适用于所有抑制装置的通用资料				
11	装置总数和 / 或级数 _____				
12	压缩机气缸总数 _____ 曲柄总数 _____ 行程 _____ mm 转速 _____ r/min				
13	☐ ASME 规范标记 ☐ 应用规范条例 _____ 的政府规范				
14	☐ 其他适用的压力容器技术要求或规范 _____				
15	☐ 润滑设施 ☐ 无润滑设施 ☐ 内部不允许有油 干式内部防腐蚀涂层 ☐ 有 ☐ 无				
16	焊缝射线探伤 ☐ 无 ☐ 局部 ☐ 100% ☐ 冲击测试 ☐ 特殊焊接要求				
17	☐ 车间检查 ☐ 目视水压实验 ☐ 室外存储 6 个月以上 ☐ 特殊的油漆规范				
18	☐ 目视 ☐ 观察				
19					
20	气缸、气体操作和抑制装置设计数据				
21			用途 _____ 级数 _____		
22	☐ 压缩机制造商的额定质量流量		kg/h _____ SCCM _____ MMSCCD _____		
23	☒ 管道侧运行绝对压力		进气 _____ bar 排气 _____ bar		
24	☒ 抑制装置内的运行温度		进气 _____ °C 排气 _____ °C		
25	☐ 通过抑制装置的许用压降		压降： _____ bar/ _____ % 压降 _____ bar/ _____ %		
26	☐ 抑制装置标签号 ☐ 进口抑制装置组合分离器 / 内部件 ☒ 每级进口和排气抑制装置的数量 ☐ 在管路侧接处允许的脉动值 ☐ 在气缸法兰接管处允许的最大脉动值		进气抑制装置	排气抑制装置	
			☐ 有 ☐ 无 / ☐ 有 ☐ 无	/ ☐ 有 ☐ 无	
			bar/ %	bar/ %	
			bar/ %	bar/ %	
33	☐ 是否依据全真空量设计		☐ 有 ☐ 无	☐ 有 ☐ 无	
34	☐ 最低要求工作压力和温度				
35	注：设计后实际最大许用工作压力和温度基于最弱部位确实				
36	并打印在容器上。实际最大许用工作压力必须显示在		_____ barg 在 _____ °C	_____ barg 在 _____ °C	
37	第14页第12行和U1A格式上。				
38					
39	☐ 按 7.9.3.2 公式确定的初始容积尺寸				
40	注：这仅始参考容积。		_____ m ³	_____ m ³	
41					
42	☒ 竣工容积		_____ m ³	_____ m ³	
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					

图 A-2—往复压缩机数据表（ SI 单位制）（续）

图 A-2—往复压缩机数据表 (SI 单位制) (续)

图 A-2—往复压缩机数据表 (SI 单位制) (续)

					工程号 _____ 项目号 _____		修 改
往复压缩机 API 618 第5版数据表 SI 单位制					版本号 _____ 日期 _____		
					第 15 页 共 17 页 编制 _____		
1	◎仪表						
2	买方填入 (□ ○ △) 订货后表明						
3	□由压缩机制造商 ○由买方 △由其他方						
4	仪表和控制盘 ○每机组一个 ○全部机组共用一个						
5	(□ ○ △) ○机器上安装 ○独立安装 (离开机器) ○就地 ○远距离 ○户外						
6	○气动 ○电动 ○电子 ○液压 ○程控						
7	○NEMA级 _____, 组 _____, 分类 _____, ○原有安全						
8	○固有安全栅 (□ ○ △)						
9	○NEMA4防漏和防尘 ○清洗至 NFPA 496型 ○ X ○ Y ○ Z						
10	○其他 NEMA _____ 低清洗压力 ○ 报警 ○ 停机						
11	○防震器 ○电热丝加热器 ○清洗接口 ○附加开口						
12	○位于控制盘上装有一次显示的信号器						
13	○由卖方引出至终端盒						
14	阻尼气控制盘 ○每机组一个 ○全部机组共用一个						
15	(□ ○ △) ○机器上安装 ○独立安装 (离开机器) ○随试验台 ○户外						
16	○级 _____, 组 _____, 分类 _____,						
17	○恒压处理系统 ○变压处理系统						
18	附加控制盘备注:						
19							
20	○仪表适用于 ○户内 ○户外 ○其他 _____						
21	○优选仪表供应商 (由采购方完成), 否则按制造厂标准供应						
22	压力表	制造商 _____	尺寸及形式 _____	材料 _____			
23	温度表	制造商 _____	尺寸及形式 _____	材料 _____			
24	液位计	制造商 _____	形式 _____	材料 _____			
25	压差计	制造商 _____	尺寸及形式 _____	材料 _____			
26	压力变送器	制造商 _____	形式 _____	材料 _____			
27	液位变送器	制造商 _____	形式 _____	材料 _____			
28	压力开关	制造商 _____	形式 _____	材料 _____			
29	温度开关	制造商 _____	形式 _____	材料 _____			
30	液位开关	制造商 _____	形式 _____	材料 _____			
31	压差开关	制造商 _____	形式 _____	材料 _____			
32	控制阀	制造商 _____	形式 _____	材料 _____			
33	压力安全阀	制造商 _____	形式 _____	材料 _____			
34	流量观测指示器	制造商 _____	形式 _____	材料 _____			
35	振动监测器和设备	制造商 _____	形式 _____	材料 _____			
36	热点偶	制造商 _____	形式 _____	材料 _____			
37	电阻温度计	制造商 _____	形式 _____	材料 _____			
38	电磁阀	制造商 _____	形式 _____	材料 _____			
39	信号器	制造商 _____	型号及 (备用点数) _____ (_____)				
40	程控器	制造商 _____	形式 _____	材料 _____			
41	_____	制造商 _____	形式 _____	材料 _____			
42	○压力表要求 ○充液压力表 ○是 ○否						
43							
44	功能	就地安装	仪表盘安装	变送器 *	工艺流程气体	就地安装 仪表盘安装	
45	润滑油主泵出口	(□ ○ △)	(□ ○ △)	○	进口压力	(□ ○ △) (□ ○ △)	
46	润滑油辅助泵出口	(□ ○ △)	(□ ○ △)	○	在每级	(□ ○ △) (□ ○ △)	
47	机身集油管处润滑油压力	(□ ○ △)	(□ ○ △)	○	出口压力	(□ ○ △) (□ ○ △)	
48	润滑油过滤△ ρ	(□ ○ △)	(□ ○ △)	○	在每级	(□ ○ △) (□ ○ △)	
49	冷却水进口集油管	(□ ○ △)	(□ ○ △)	○ _____		(□ ○ △) (□ ○ △)	
50	_____	(□ ○ △)	(□ ○ △)	○ _____		(□ ○ △) (□ ○ △)	
51	备注: _____						
52							

图 A-2—往复压缩机数据表 (SI 单位制) (续)

				工程号 _____ 项目号 _____				修 改		
往复压缩机 API 618第5版数据表 SI 单位制				版本号 _____ 日期 _____						
				第 16 页 共 17 页 编制 _____						
1	仪表 (续)									
2	温度测量要求			就地	仪表盘	带毛细	热电偶	电阻温度计	原有安全	
3	功能			安装	安装	管仪表	系统	系统	系统	
4	润滑油	○进口至	○机身出口	(○□△)	(○□△)	○	○	○	○	
5	润滑油	○进口至	○冷却器出口	(○□△)	(○□△)	○	○	○	○	
6	主轴颈轴承 (仅热电偶或电阻温度计)			(○□△)	(○□△)	○	○	○	○	
7	电机轴承 (仅热电偶或电阻温度计)			(○□△)	(○□△)	○	○	○	○	
8	冷却水水箱	○进口	○出口	(○□△)	(○□△)	○	○	○	○	
9	气缸冷却水	○进口	○出口	○每个气缸	(○□△)	(○□△)	○	○	○	
10	工艺流程气体	○进口	○排口	○每个气缸	(○□△)	(○□△)	○	○	○	
11	中冷却器	○进口	○气体	○冷却剂	(○□△)	(○□△)	○	○	○	
12		○出口	○气体	○冷却剂	(○□△)	(○□△)	○	○	○	
13	后冷却器	○进口	○气体	○冷却剂	(○□△)	(○□△)	○	○	○	
14		○出口	○气体	○冷却剂	(○□△)	(○□△)	○	○	○	
15	冷却水	○进口	○出口 / 冷却填料盒	(○□△)	(○□△)	○	○	○	○	
16	压力填料盒, 气缸, 活塞杆 (仅热电偶或电阻温度计)			(○□△)	(○□△)	○	○	○	○	
17	压缩机气阀	○吸气	○排气仅热电偶或电阻温度计	(○□△)	(○□△)	○	○	○	○	
18				(○□△)	(○□△)	○	○	○	○	
19				(○□△)	(○□△)	○	○	○	○	
20	报警和停机开关的要求			注: 每个报警和停机装置应分开						
21	信号点									
22	报警:	○变送器	○开关	报警		停机		总 点 数		
23	停机:	○变送器	○开关	由制造 商安装 在仪表 盘上	由其他方 安装在控 制室仪表 盘上	由制造 商安装 在仪表 盘上	由其他方 安装在控 制室仪表 盘上			
24	功能			报警	停机					
27	轴承座油压低			(□○△)	(□○△)	○	○	○	○	
28	通过过滤器油压差高			(□○△)	(□○△)	○	○	○	○	
29	机身油位低			(□○△)	(□○△)	○	○	○	○	
30	辅助油泵未能启动			(□○△)	(□○△)	○	○	○	○	
31	气缸润滑系统保护			(□○△)	(□○△)	○	○	○	○	
32	仅压缩机振动停机				(□○△)	○	○	○	○	
33	振动连续监测			(□○△)	(□○△)	○	○	○	○	
34	接触型活塞杆下沉探测器 (每个气缸一个)			(□○△)	(□○△)	○	○	○	○	
35	活塞杆下沉接近探头 (每个气缸一个)			(□○△)	(□○△)	○	○	○	○	
36	机身油温超出			(□○△)	(□○△)	○	○	○	○	
37	每个气缸排气温度高			(□○△)	(□○△)	○	○	○	○	
38	每个气缸水夹套水温高			(□○△)	(□○△)	○	○	○	○	
39	第一级进口, 吸入压力低			(□○△)	(□○△)	○	○	○	○	
40	排气压力高	○最终	○每级	(□○△)	(□○△)	○	○	○	○	
41	气体压差高 (每级气缸)			(□○△)	(□○△)	○	○	○	○	
42	每个液水分离器液位高			(□○△)	(□○△)	○	○	○	○	
43	接筒充气压力低			(□○△)	(□○△)	○	○	○	○	
44	十字头销温度高			(□○△)	(□○△)	○	○	○	○	
45	压力填料盒 (活塞杆温度)			(□○△)	(□○△)	○	○	○	○	
46				(□○△)	(□○△)	○	○	○	○	
47	总的信号点数									
48	○开关接触运行			注: 每个开关应是最小单刀双掷布置						
49	○报警触点应:			○开 (断电) 至声响报警和压缩机运行时通电						
50				○关 (通电) 至声响报警和压缩机运行时断电						
51	○停机触点应:			○开 (断电) 至停机和压缩机运行时通电						
52				○关 (通电) 至停机和压缩机运行时断电						
53	参考: 7.6.6.2 最低的推荐保护要求									

图 A-2—往复压缩机数据表 (SI 单位制) (续)

				工程号 _____ 项目号 _____			修 改
往复压缩机 API 618第5版数据表 SI 单位制				版本号 _____ 日期 _____			
				第 17 页 共 17 页 编制 _____			
1	◎仪表（续）						
2	○其他各种仪表						
3	流动视镜（仅冷却器）	(□ ○ △)	用于	○中间冷却器	○后冷却器	○油冷却器	
4				○气缸夹套冷却剂	○活塞杆压力填料冷却剂		
5	气动压力变送器	(□ ○ △)	用于	_____			
6	压力变送器（电输出）	(□ ○ △)	用于	_____			
7	气动液位变送器	(□ ○ △)		_____			
8	报警蜂鸣和认可试验按钮	(□ ○ △)		_____			
9	带接线盒的导管和导线	(□ ○ △)		_____			
10	试验阀	(□ ○ △)	用于	_____			
11	排液阀	(□ ○ △)	用于	_____			
12	液位计	(□ ○ △)	用于	_____			
13	转速表	(□ ○ △)		速度范围 _____ 至 _____ r/min			
14	曲轴键相位计和转换计	(□ ○ △)	用于	_____			
15				_____			
16	_____	(□ ○ △)		_____			
17	○单独的润滑油站仪表			买方列出要求以补充以上要求			
18	_____	(□ ○ △)		_____			
19	_____	(□ ○ △)		_____			
20	_____	(□ ○ △)		_____			
21	_____	(□ ○ △)		_____			
22	_____	(□ ○ △)		_____			
23	_____	(□ ○ △)		_____			
24	○单独的冷却水站仪表			买方列出要求以补充以上要求			
25	_____	(□ ○ △)		_____			
26	_____	(□ ○ △)		_____			
27	_____	(□ ○ △)		_____			
28	_____	(□ ○ △)		_____			
29	_____	(□ ○ △)		_____			
30	_____	(□ ○ △)		_____			
31	◎安全阀						
32	位置	由	制造商	型式	◇规格	◇设定	
33	_____	(□ ○ △)	_____	_____	_____	_____	
34	_____	(□ ○ △)	_____	_____	_____	_____	
35	_____	(□ ○ △)	_____	_____	_____	_____	
36	_____	(□ ○ △)	_____	_____	_____	_____	
37	_____	(□ ○ △)	_____	_____	_____	_____	
38	_____	(□ ○ △)	_____	_____	_____	_____	
39	_____	(□ ○ △)	_____	_____	_____	_____	
40	_____	(□ ○ △)	_____	_____	_____	_____	
41	_____	(□ ○ △)	_____	_____	_____	_____	
42	_____	(□ ○ △)	_____	_____	_____	_____	
43	注：附加电机仪表，见电机数据表。						
44	对透平驱动机，用适用的数据表。						
45	对齿轮减速机，用适用的数据表。						
46	对压缩机上各个仪表，电器和仪表接头由买方直接制作。						
47							
48	附加仪表备注 / 特殊要求： _____						
49	_____						
50	_____						
51							

图 A-2—往复压缩机数据表（ SI 单位制）（续）

附录 B
(资料性的)
额定容积流量和偏差

本资料性附录的内容参见 3.18、3.30、3.48、6.13 和 6.1.18。

本附录讨论往复压缩机流量的确定和本标准中使用的术语“无负偏差 (NN)”的含义以用于往复工艺压缩机的“正常流量”。

“正常运行点”由采购方定义，并通常为要求满足不允许有负偏差的工艺流程条件的规定压力和温度下的最小流量（这一般为工艺流程图原料平衡流量）。采购方必须在数据表上填写流量并指明运行条件为“正常”或“替代”。采购方还必须在数据表上提供任何建议的替代运行条件的信息。确定压缩机尺寸时必须考虑所有规定的运行条件和制造方的标准公差，以使得到的全负荷流量决不会小于经认证的运行点的流量。

压缩机“制造方额定流量”是制造方确定压缩机尺寸的流量。允许的往复压缩机标准工业偏差 $\pm 3\%$ 适用于流量和压缩机轴功率。由于流量的这一偏差，制造方一般会在确定压缩机尺寸前将正常流量加大 3% 。常常为正常气量除以 0.97 即等于制造厂的额定流量。然而，由于替代运行条件，有些情况下制造方的额定气量可能会更高。因为本标准建立的是正常流量的偏差，而不是制造方的额定容量，采购方和制造方宜确保他们都理解制造方额定流量的偏差。

“压缩机轴的总功率”用在数据表中的制造方额定流量是指压缩机输入轴要求得功率。

“含功率传递损失的总功率”是压缩机轴的总功率加上驱动系统的所有损失，并用于选择驱动器。

制造方经认证轴功率的偏差是 $\pm 3\%$ ，是根据制造方额定流量计算的。用制造方额定流量和相应的功率，功率与机组流量之间存在适当关系并且与计算一致。（例如千瓦每百立方米每小时或制动马力每百立方呎每分钟）。

附录 C
(资料性的)
活塞杆的径向跳动

C.1 范围

本附录描述了能用于确定带有传统十字头 / 活塞杆 / 活塞结构的卧式往复压缩机的预期活塞杆径向跳动的程序。使用精密千分表 (刻度盘指示器) , 活塞杆径向跳动是用来确定与气缸和十字头对中相关的水平和垂直位置活塞杆跑合对中变化的测量准则。其他对中方法, 如光学、激光或金属丝, 可以用于确定初次装配对中, 而在活塞杆上使用千分表, 用确定活塞杆通过其行程时的真实跑合变化来校验对中。一旦工厂对中经正确的活塞杆径向跳动测量校验并记录, 这是在安装和常规维修后方便的现场校验对中方法。

拥有独特或专利结构的其他类型压缩机的制造方, 可能要求不同的方法来计算预期的冷态垂直径向跳动。

C.2 定义

活塞杆径向跳动在 3.40 中定义。

C.3 最大许用径向跳动

C.3.1 活塞杆径向跳动允许的限度和车间试验要求在 6.3.1 中讨论。

C.3.2 千分表的任何侧位置处最大许用水平径向跳动应为零, 按行程加上或减去 0.00015 mm/mm (0.00015 in./in.), 最大到 0.064 mm(0.0025 in.)。

C.3.3 千分表任何顶部位置的最大许用垂直径向跳动应为在基于行程长度、活塞杆长度、杆下沉与十字头和气缸运行间隙之间差的特定千分表位置计算得到径向跳动, 以 mm(10in) 表示, 考虑到可能造成轻微平行偏移和角偏差的所有零件的几何和配合公差, 加上或减去行程许用限值的± 0.015%。

基于建议程序的活塞杆垂直径向跳动计算的例子见本附录的其余部分。

C.4 概述

C.4.1 活塞杆径向跳动总是新的压缩机在工厂组装中的检验要求以验证对中。对中几乎总是采购方的见证对中试验要求以确定所有零件的几何和配合尺寸是正确的, 并且这些零件已安装适当, 平行偏移和 / 或角度偏差在确定径向跳动范围内。此外, 作为新的压缩机现场安装的一部分, 总是检查活塞杆径向跳动并验证车间读数值。活塞杆径向跳动也是正常压缩机维修的要求, 特别是在大修和气缸重装后。

C.4.2 径向跳动必须在水平和垂直两个方向检查。最好在十字头和气缸两处都进行径向跳动检查, 以验证十字头和活塞分别在十字头滑道中运行正确。

C.4.3 活塞杆径向跳动能用来验证对中时, 不宜用来在机器原始组装期间找正压缩机气缸。如果测量的冷态径向跳动超过了预期值, 宜检查实际运行间隙和径向跳动计算。建议检查所有的组装的部件和配合以确定它们在尺寸、垂直度、平行度和同心度在要求的公差范围内。

C.4.4 组装后以及在现场, 绝不宜强制压缩机气缸、接筒和十字头滑道会引起有害应力的就位来满足活塞杆径向跳动的要求。

C.4.5 由于活塞杆的长度, 使用 B、C 和 D 型接筒时, 垂直径向跳动必须包括活塞杆下沉的影响。在较老机组, 或不带接筒或带很短的 A 型接筒的新机组, 活塞杆下沉可能很小而可以忽略, 可以用图 C-1

和 C-2 的基础来计算理想对中的预期活塞杆垂直径向跳动。

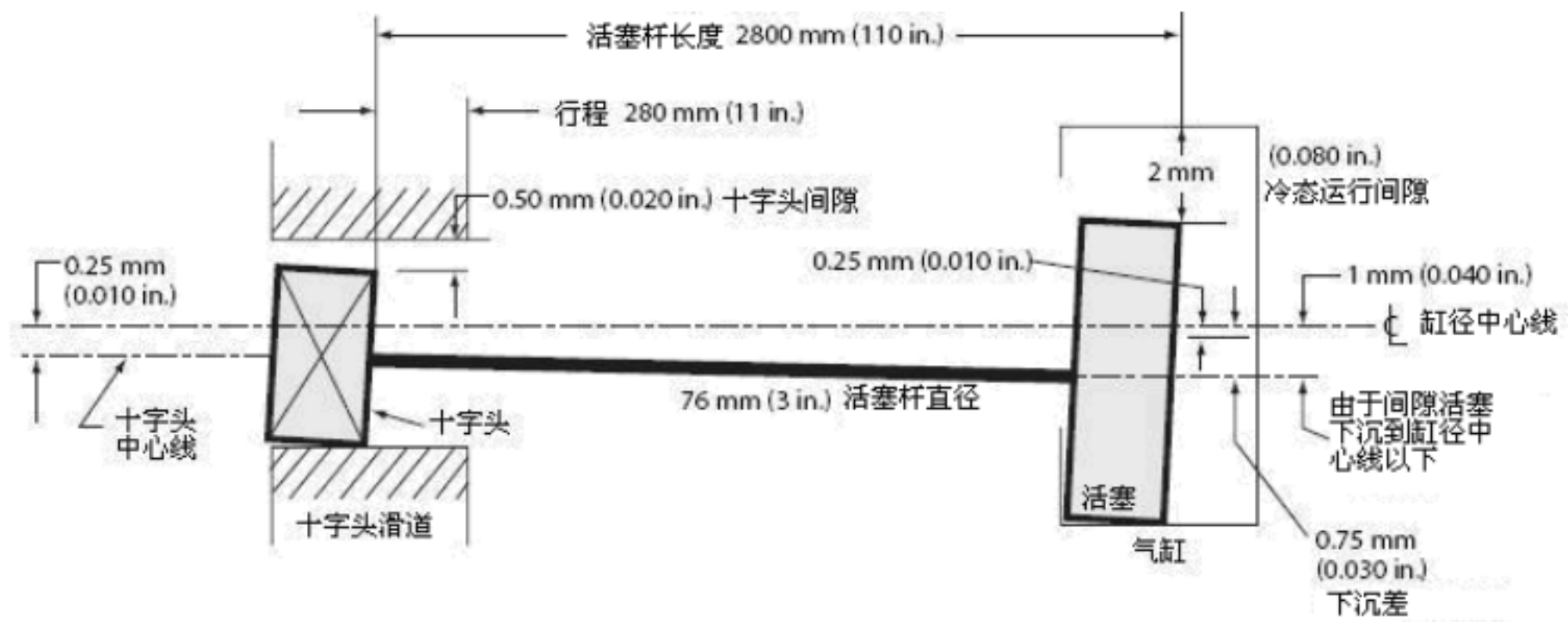


图 C-1—带冷态垂直径向跳动的基本图形

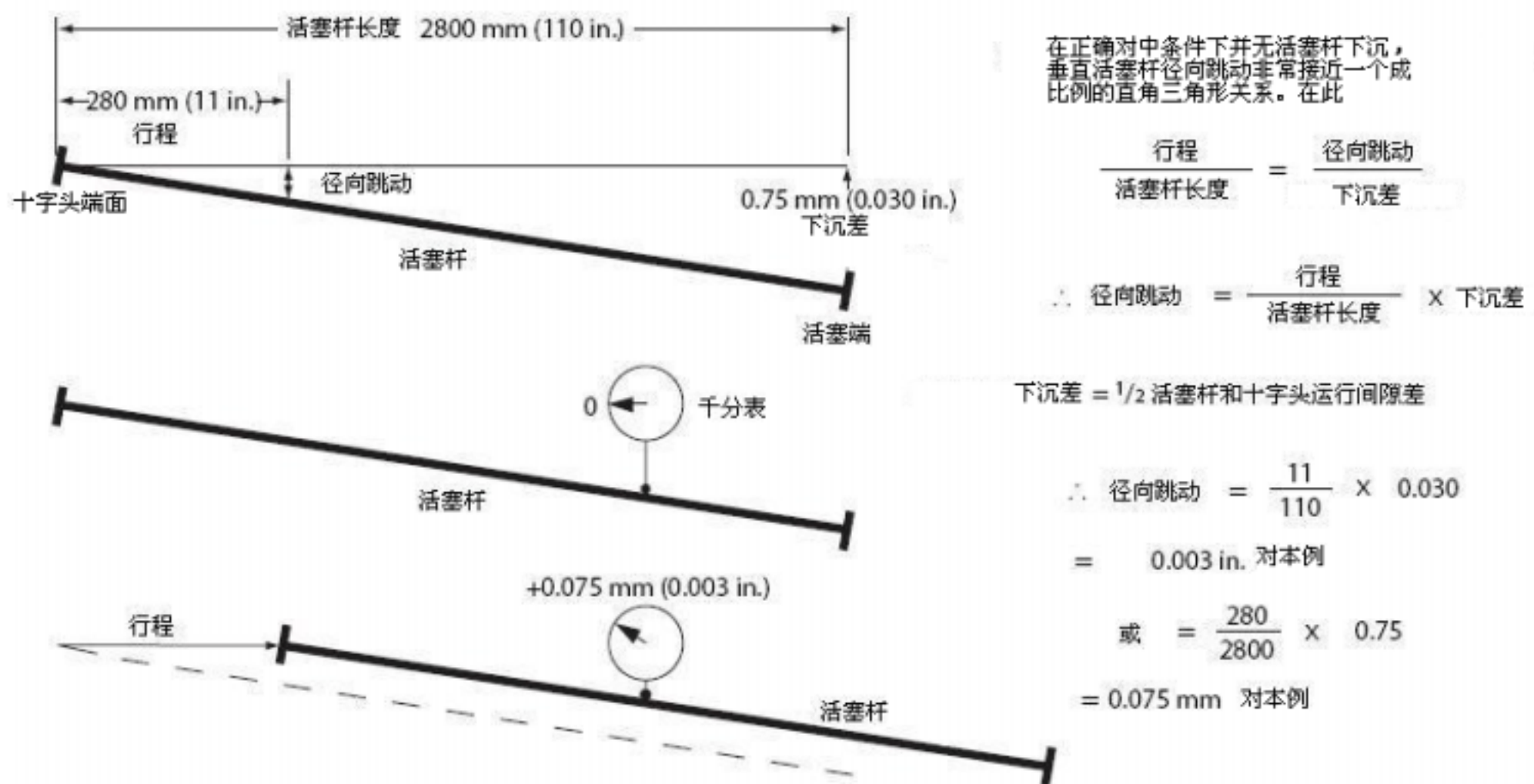


图 C-2—活塞杆无下沉的垂直径向跳动几何关系

C.5 程序

C.5.1 活塞杆径向跳动理想地宜在活塞杆的十字头端和活塞端都检查。为此目的，一个千分表放在尽可能靠近十字头方，另一个放在尽可能靠近活塞，后者位置是在接筒内靠近活塞杆压力填料箱处，如图 C-6A 所示。这将是能达到的离活塞和气缸最近的位置。通常检查在冷态条件下进行，即所有部件都处于环境温度。

C.5.2 工厂读数值记录在类似于图 C-3 所示的“径向跳动表”上，并作为手册的一部份提供于安装时的活塞杆径向跳动参考。

C.5.3 测量垂直径向跳动的千分表宜置于活塞杆顶部 12 点钟的位置，如图 C-4, C-5 和 C-6A 所示。对于水平径向跳动，千分表宜置于活塞杆“驱动侧”（也就是向着驱动机侧）的 3 点钟或 9 点钟的位置，

取决于测量哪一边偏移。为了精确的读数，千分表在这些位置必须与活塞杆垂直。

活塞杆径向跳动表

承包人 / 用户

工作号

项目号

采购定单号

场所 / 地点

日期

压缩机制造方

类型 / 型号

序列号

活塞杆径向跳动数据：曲柄数

级

气缸内孔直径

行程

气缸内腔运行间隙

十字头运行间隙

参考：活塞杆直径

活塞杆长度（十字头端面到活塞盖侧端面）

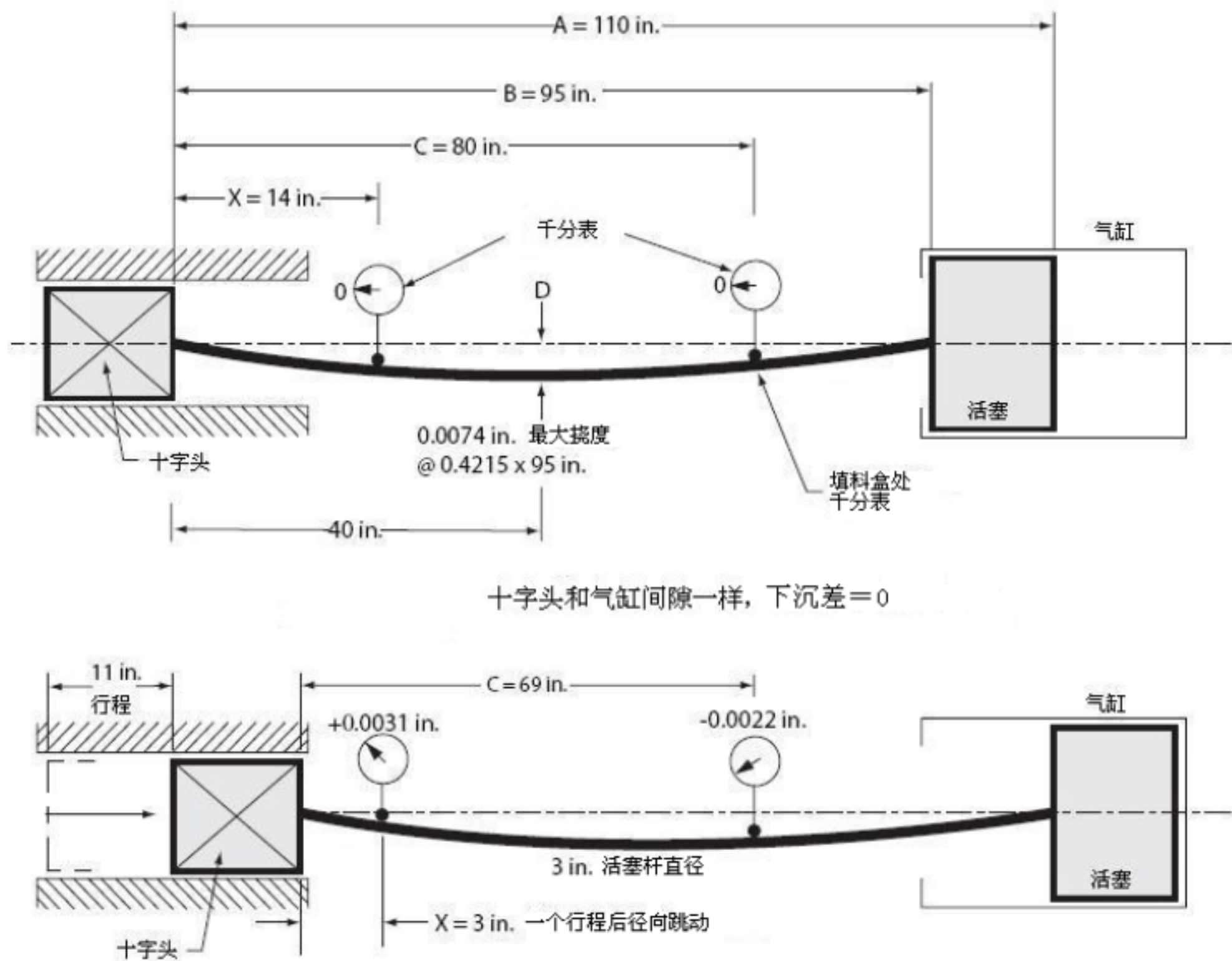
活塞杆下沉

千分表位置（活塞在盖侧）从十字头端面到：十字头侧

盖侧

	预期 / 实际活塞杆径向跳动				检验员 和 日期
	十字头侧 的预期 允许限值	十字头侧 的实际 测量值	气缸侧 的预期 允许限值	气缸侧 的实际 测量值	
冷态（运行前）					
垂直 （顶部，螺母松）					
水平 （驱动侧，螺母松）					
垂直 （顶部，螺母紧）					
水平 （驱动侧，螺母紧）					
热态（运行后） 机组未车间运行					
垂直 （顶部）					
水平 （驱动侧）					
冷态（重测） 要求 不要求					
垂直 （顶部）					
水平 （驱动侧）					

图 C-3—活塞杆径向跳动表



注：本例基于US美国惯用单位。

初始挠度计算：

活塞杆直径 = 3 in.
密度 = 0.283 lb/in³ (钢)
弹性模量, E = 30 x 10⁶ psi
活塞杆长度 B = 95 in.

十字头端有支撑 (自由端) - 活塞端固定
最大挠度发生在 0.4215 x 活塞杆长度 95 in.

总重 = 190 lb
惯性力矩, I = 3.9761 in.⁴
在气缸千分表位置活塞杆长度 C = 80 in.

$$\text{Max } D = \frac{1}{184.65} \left(\frac{WB^3}{EI} \right) = \frac{1}{184.65} \left(\frac{190 \times 95^3}{30 \times 10^6 \times 3.9761} \right) = 0.0074 \text{ in. 从自由端 } 40.04 \text{ in. 处}$$

活塞杆上任一点C处的挠度

$$= \frac{1}{48} \times \frac{W}{EI} (3BC^3 - 2C^4 - B^3C)$$

∴ 千分表位置 C = 80 in. 处的挠度

$$= \frac{1}{48} \times \frac{190}{EI \times 95} (3 \times 95 \times 80^3 - 2 \times 80^4 - 95^3 \times 80) \\ = 0.02083 \times 1.6767 \times 10^{-8} (-4,590,000) = -0.0016 \text{ in.}$$

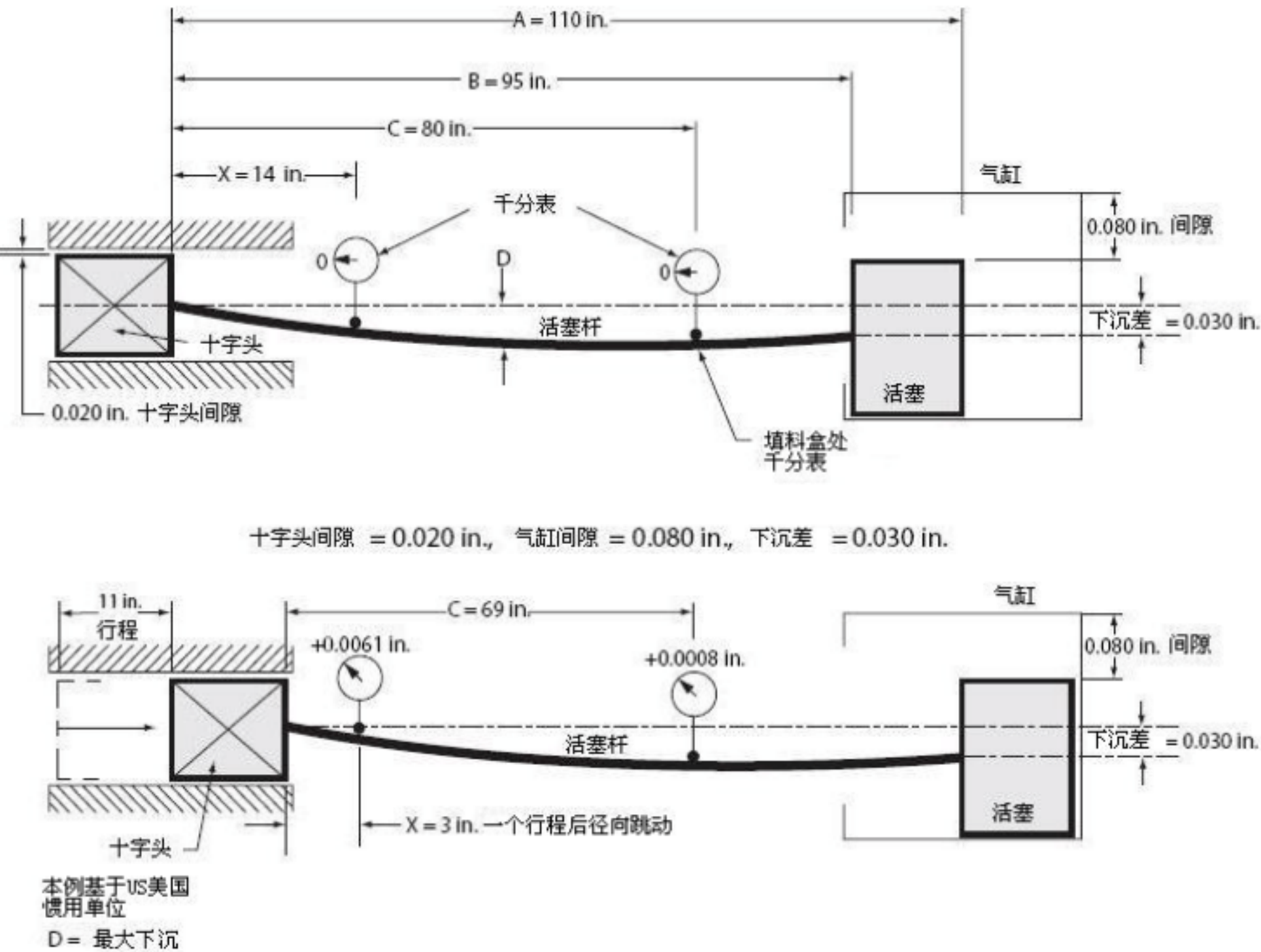
C = 69 in. (80 in. 减去行程) 处的挠度

$$= 0.02083 \times 1.6767 \times 10^{-8} (3 \times 95 \times 69^3 - 2 \times 69^4 - 95^3 \times 69) \\ = 0.02083 \times 1.6767 \times 10^{-8} (-10,868,052) = -0.0038 \text{ in.}$$

$$\therefore \text{填料盒处的活塞杆径向跳动} = 0.0016 \text{ in.} - 0.0038 \text{ in.} = -0.0022 \text{ in.}$$

在离十字头14in. 的千分表位置和一个行程11in. 后3in. 处同样计算，给出十字头处活塞杆径向跳动值+0.0031in.。

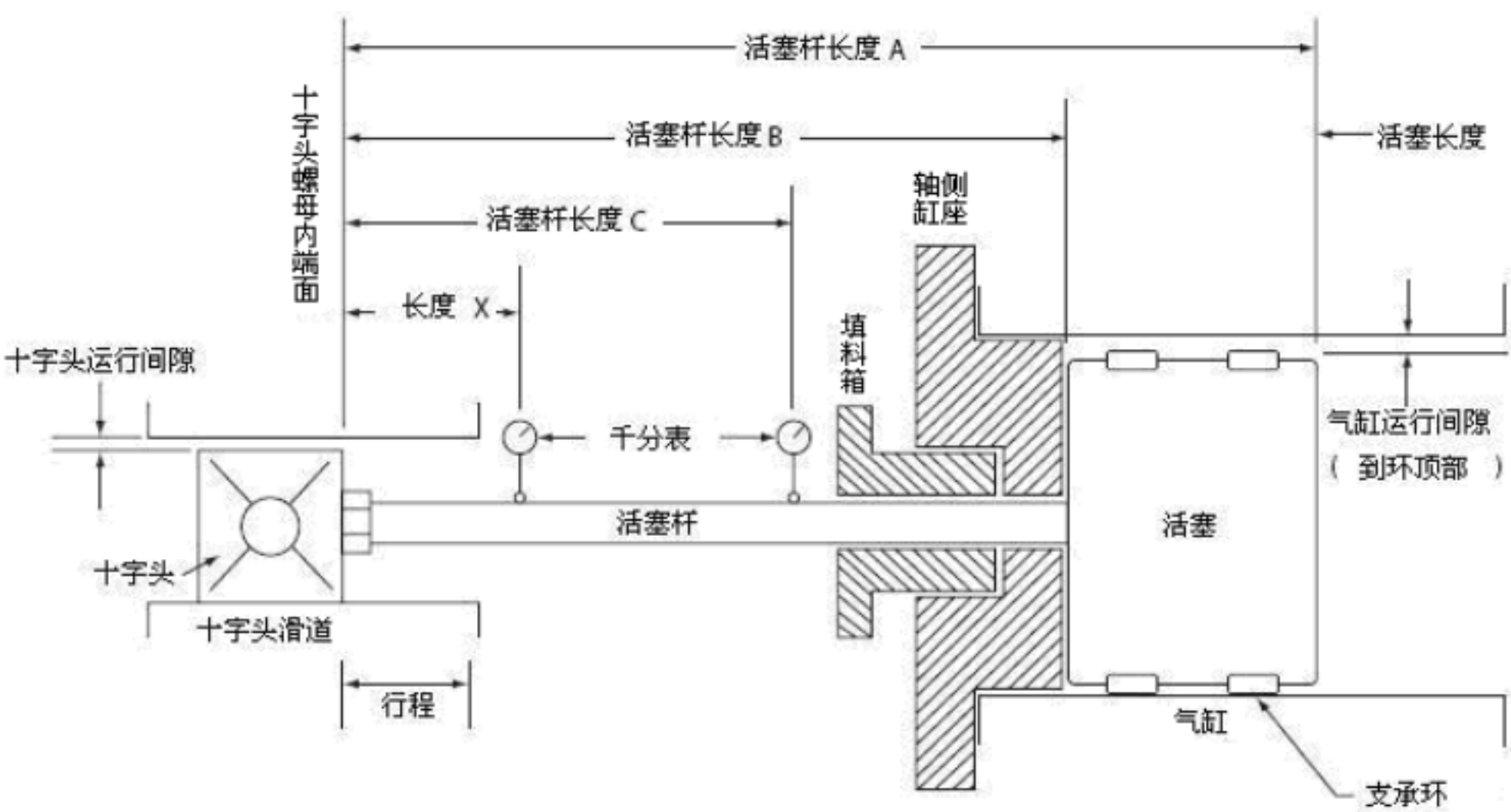
图 C-4—因活塞杆下沉 (下沉差 = 0) 的活塞杆径向跳动



计算不同于十字头运行间隙的在气缸运行间隙处的活塞杆径向跳动，要使图 C-4 所示挠度径向跳动与基于图 C-2 在千分表位置增加的下沉差组合。这些计算可能是相当广泛的，最好用合适的计算机程序进行。使用图 C-6B 显示计算数据，一个这类程序的样本的打印输出如图 C-6C 所示。这个特别的程序计算增量为 1 in. 活塞杆长度的径向跳动值，结合这些值，计算千分表位置的预期径向跳动数值，并绘制图 C-7 到 C-11 所示曲线图。

如计算机打印输出页图 C-6C 和图 C-7 的曲线所示，气缸运行间隙为 0.080 in.，十字头运行间隙为 0.020 in.，下沉差为 0.030in. 组合的活塞杆径向跳动将是在填料箱千分表位置 +0.0008 in. 和在十字头千分表位置 +0.0061in.。减少气缸运行间隙 0.020 in. 增量的影响也显示在图 C-6C 和图 C-8 到图 C-11 的曲线中。如 C.9 所述，这等同于从十字头底部滑履去除 0.010 in. 的垫片，改变下沉差 0.010 in. 增量。注意，本例中每去除 0.010 in. 垫片，改变活塞杆径向跳动仅为 0.001 in.。

图 C-5—因活塞杆下沉（下沉差 >0）的活塞杆径向跳动



曲柄数	
级	
气缸内腔直径	
气缸运行间隙	
十字头运行间隙	
行程	
活塞杆直径	
活塞杆长度 A	
活塞杆长度 B	
活塞杆长度 C 千分表位置	
活塞杆长度 X 千分表位置	
活塞杆材料	
材料密度, kg/m ³ (lb/in ³)	
弹性模数, MPa (psi)	

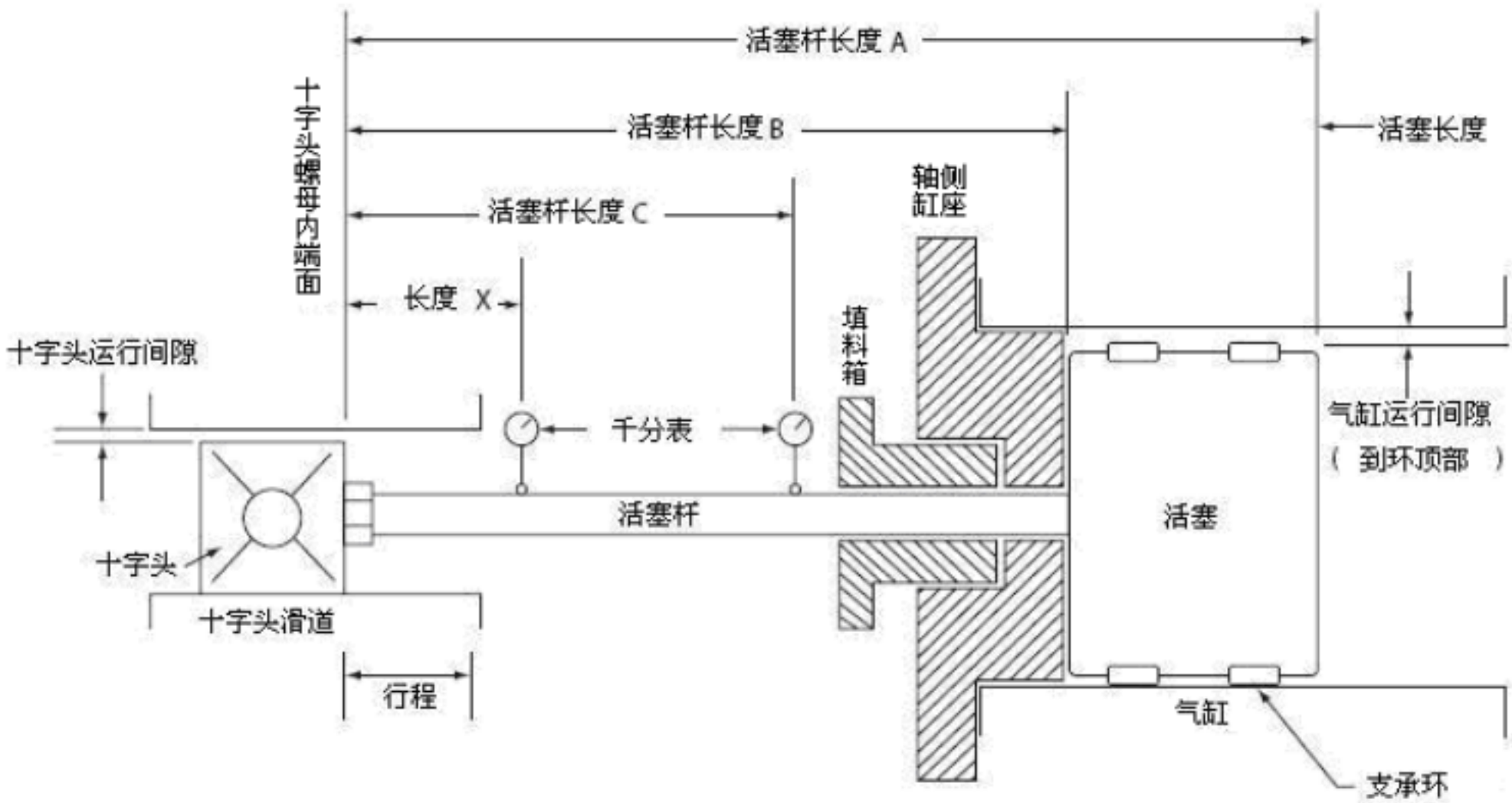
参考数据

计算数据

注：气缸运行间隙时气缸内腔内径减去支承环外径。最终的计算使用实际值。

图 C-6A—活塞杆径向跳动计算用数据

注：气缸运行间隙时气缸内腔内径减去支承环外径。最终的计算使用实际值。



曲柄数	1
级	1
气缸内腔直径	20 in.
气缸内腔运行间隙	0.080 in.,0.060 in.,0.040 in.,0.020 in.,0.010 in.
十字头运行间隙	0.020in.
行程	11 in.
活塞杆直径	3 in.
活塞杆长度 A	110 in.
活塞杆长度 B	95 in.
活塞杆长度 C 千分表位置	80 in.
活塞杆长度 X 千分表位置	14 in.
活塞杆材料	AISI 4140
材料密度, kg/m ³ (lb/in ³)	0.283 lb/in. ³
弹性模数, MPa (psi)	30x10 ⁶ psi

参考数据

计算数据

注：气缸运行间隙时气缸内腔内径减去支承环外径。最终的计算使用实际值。

本例基于 US 美国惯用单位。

图 C-6B—活塞杆径向跳动计算示例

C.5.4 为了正确计算活塞杆垂直径向跳动，使用实际测量的气缸和十字头运行间隙以及沿活塞杆顶部千分表位置的实际测量尺寸是重要的。如图 C-6A要求的正确活塞杆长度也很重要。

C.5.5 活塞杆径向跳动宜从活塞杆位于行程的极端位置、活塞位于气缸的曲轴端开始测量。千分表宜调到零。手工盘车宜在十字头、活塞杆和活塞被向外缓慢推到气缸头端行程末尾时，使连杆运行越过（即，越过外行程的顶部）。在行程中观察千分表读数，并在行程结束时记录。如果本方法和 C.5.3 中所注的千分表位置用作标准的测量程序，那么现场径向跳动读数完全可以与图 C-3 中提供的工厂径向跳动读数进行比较和评估。

C.5.6 图 C-1，图 C-2，图 C-5 中显示的，图 C-6B中使用的计算举例的尺寸，是为了方便基于径向跳动的几何关系和原理的图解作选择。实际压缩机的尺寸与图解尺寸可能有很大变化，而有些可能接近或相同。因为垂直径向跳动会根据行程、活塞杆长度、活塞杆下沉和十字头和气缸之间运行间隙的不同而变化，不同气缸配置的不同压缩机在完全对中的条件下垂直径向跳动的读数可能有很大不同。

C.5.7 过量的活塞杆径向跳动可以通过重新对中和 / 或调正一些或全部有关的部件来纠正。这些可能包括气缸、缸套、缸头、接筒、十字头和十字头滑道及活塞杆和活塞。十字头螺纹和端面，活塞杆螺母螺纹和端面及活塞杆螺纹可能有必要进行检查并纠正其垂直度。作为十字头和活塞杆界面处垂直度的检查，水平和垂直径向跳动宜先十字头螺母松开、然后上紧都检查。填料箱处过量活塞杆径向跳动的某些条件可以通过曲轴端气阀腔，在气缸中活塞杆上放置一个千分表进行进一步的评估，以验证缸套与气缸内孔全长度的同心度和 / 或气缸曲轴侧端面与内孔的垂直度。气缸中带有千分表，不能得到全行程的径向跳动，因为千分表占据了曲轴侧缸座和活塞之间的一些空间。然而，可用的行程照旧足以得到合适的读数来确定对中。

C.6 水平径向跳动

水平径向跳读数可用作从十字头通过接筒到气缸的水平对中的直接显示。不需要计算，因为不论机组是冷态还是热态，也不论沿活塞杆侧千分表的轴向位置，水平径向跳动都宜在零限值内。径向跳动由放在活塞杆上尽可能靠近十字头和压力填料箱一侧，在 C.5.2 所注和图 C-6A所示位置的千分表来测量。对于完全对中，手工盘车过程中活塞杆缓慢移动通过行程的整个长度时，千分表的读数宜为零。完全水平对中的最佳显示是活塞杆的十字头端和活塞端，也就是尽可能靠近填料箱，设置的千分表测得的活塞杆水平径向跳动为零。允许限值见 6.3.1。

C.7 垂直径向跳动

C.7.1 冷态径向跳动

不为零的冷态垂直径向跳动的读数不一定是不对中的显示。所有部件都完全对中时，正常的活塞杆冷态垂直径向跳动是活塞在气缸腔中的冷态运行间隙和十字头在十字头滑道中的冷态运行间隙的差，加上正常活塞杆下沉、行程长度、活塞杆长度和沿活塞杆顶部千分表的位置的综合结果。因此，气缸和十字头的实际运行间隙用于计算以及图 C-6A所示和活塞杆长度和实际千分表位置是重要的。

C.7.2 基本几何关系

基本几何关系图解在图 C-1 和 C-2 中。活塞和十字头中心线位于完全对中中心线的下方，相距运行间隙的一半。气缸运行间隙大于（或小于）十字头运行间隙的地方，活塞将位于十字头中心线下方（上方），相距冷态运行间隙差的一半。结果是完全对中时基本活塞杆垂直径向跳动通常有些情况不为零。该间隙差的一半被称为下沉差（ Δ 下沉）。基本几何关系非常接近于直角三角形的状况。

整个行程长度的基本理想垂直径向跳动，如图 C-2 所示，是由正常运行间隙和所得到的下沉差，活

塞杆长度和行程确定。假定理想直杆状态,也就是说无下沉,知道这些值时,完全对中的基本冷态垂直径向跳动可以用图 C-2 所示的成比例直角三角形方程式足以精确地计算。这个原理也可用于计算活塞杆上任一点的下沉差,这是综合如图 C-4 和 C-5 所示活塞杆下沉的下沉差时,计算特定千分表位置的活塞杆垂直径向跳动必需的。

C.7.3 活塞杆下沉

由于所有水平活塞杆都下沉,尤其是用于 B、C 和 D 型接筒的活塞杆,把基于活塞杆的长度、直径、重量和材料的挠度结合到垂直径向跳动的计算中是必需的。在沿活塞杆整个长度的几个位置测得活塞杆垂直径向跳动读数时,读数一般将显示连接到十字头和活塞的长活塞杆下沉,安装在精确几何零件经证实已完全对中的压缩机组件中时,将展示类似于一头有支撑(在十字头处)一头固定(在活塞处)的挠度特性。由于这些原因,对根据图 C-6A 计算活塞杆十字头端和活塞端的预期活塞杆垂直径向跳动是必需的。必须在图 C-4 和 C-5 所示的千分表位置计算综合的下沉差和挠度。

从图 C-4 和 C-5 可以看出,活塞杆下沉在沿活塞杆顶部不同的千分表位置会导致不同垂直径向跳动读数。在完全对中的条件下,下沉的最低点径向跳动读数可能接近零,取决于气缸间隙(下沉差),而在十字头端,读数宜总是正的。靠近气缸填料箱,读数可能是正的,也可能是负的,取决于活塞杆长度、下沉和气缸运行间隙(下沉差)。零垂直径向跳动位置通常能通过沿活塞杆顶部放置千分表直到到达下沉的最低点来发现。

活塞杆行程向前时(也就是向外朝缸头侧,如 C.5.3 中所注,图 C-4 和 C-5 所示),十字头处的千分表通常宜读出为正。

C.8 热态径向跳动

对铝活塞和氟塑料支承环的大气缸,冷态径向跳动和热态径向跳动之间可能有显著差别。这是因为铝活塞和氟塑料支承环的高热膨胀率,从而可能导致活塞和十字头的间隙差有显著差异。另一方面,可能有与低吸气温度相关的运行条件,以致正常运行温度可能不比获得冷态垂直径向跳动读数的环境温度高。预期的热态径向跳动可由计算气缸、活塞和支承环的径向厚度的预期热增量来确定。影响热态下沉差的气缸运行间隙在垂直径向跳动的计算中则进行相应调整。

设计和建造旨在使填料箱处的活塞杆热态径向跳动达到零。由于活塞杆下沉的作用,这在完全对中的条件下并不总是可得的;并必需确定值是否宜为正或负。这可以从图 C-6C 以及图 C-7 到 C-11 所示的五个曲线的研究看到。有时这要求可以通过十字头滑履(见 C.9)垫片的调整来达到,但是要求对冷态读数与计算机计算得到的预期结果相比较进行充分的研究以确定需要怎样的调整(若有),或宜充分研究以获得理想的运行温度下预期的垂直径向跳动。在许多情况下,有相当大的下沉的地方,可能照原样运行比试图调整垂直径向跳动更好,特别是气缸和十字头滑道接近完全对中时。

活塞杆径向跳动				
使用图 C-6B 气缸数据的计算机处理的打印输出举例				
US美国 通用单位				
活塞杆径向跳动计算	由：工程		参考：径向跳动样本	
			客户：径向跳动	
			尺寸机组： 11in. 行程	
活塞杆径向跳动数据				
曲柄数	1			
级	1		参考：活塞杆径向跳动	
气缸内腔直径	20.00		在十字头处 在气缸处	
气缸内腔运行间隙	0.080		0.0061 0.0008	
十字头运行间隙	0.020		参考：活塞下沉差 =0.030	
行程	11			
总活塞杆长度 A	110		输入活塞杆长度， 仅用整数	
根据图 C-2 标准计算的活塞杆径向跳动			限度	
活塞杆垂直径向跳动 - 基于无下沉	0.0030		0.0047 0.0014	
活塞杆水平径向跳动	0		0.0017 -0.0017	
活塞杆下沉计算数据				
活塞杆直径	3		活塞杆材料 AISI 4140	
活塞杆长度 B	95			
材料密度, kg/m ³ (lb/in ³)	0.2830			
弹性模数, MPa(psi)	3.00e+07			
惯性动量 I	3.9761			
活塞杆总重	190.0			
最大挠度根据图 C-3 活塞端固定	0.007398		最大值在距离自由端（十字头）	
			D=0.4215×长度 =40.04 in.	
			参考：由于下沉的正常径向跳动	
			0.0026	
	计算的径向跳动		径向跳动限值	
气缸处的活塞杆径向跳动	0.0008		0.0025 -0.0008	
十字头处的活塞杆径向跳动	0.0061		0.0077 0.0044	
水平径向跳动	0		0.0017 -0.0017	

不同气缸间隙的活塞杆径向跳动				
气缸运行间隙 (in.)	十字头运行间隙 (in.)	下沉差	活塞杆径向跳动 (in.)	
			在十字头处	在气缸处
0.080	0.020	0.030	0.0061	+0.0008
0.060	0.020	0.020	0.0051	-0.0002
0.040	0.020	0.010	0.0041	-0.0012
0.020	0.020	0.000	0.0031	-0.0022
0.010	0.020	-0.005	0.0026	-0.0027

注：见图 C-6 到 C-10

图 C-6C—活塞杆径向跳动 打印输出样本

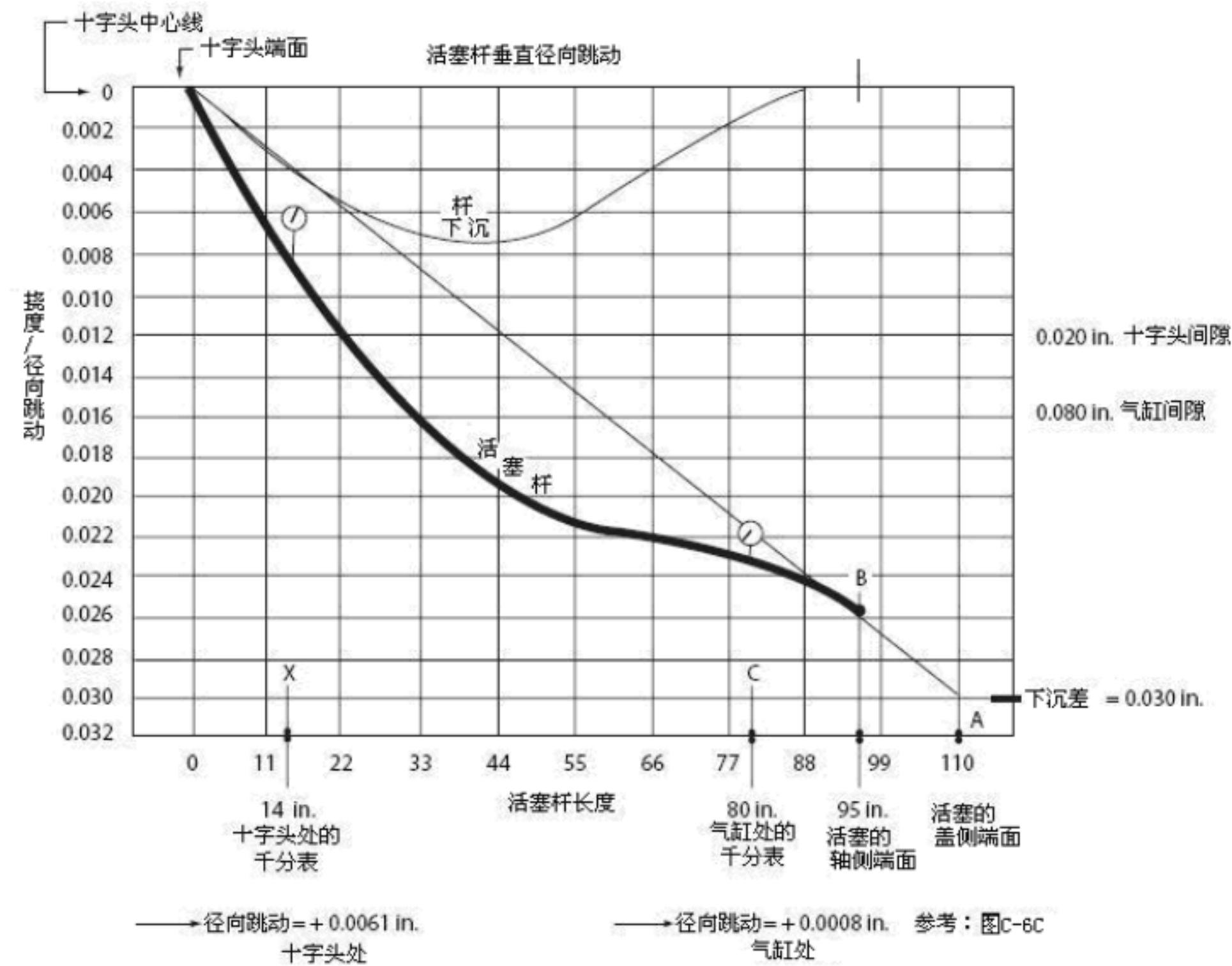


图 C-7—气缸运行间隙为 0.080in 的活塞杆径向跳动的图解

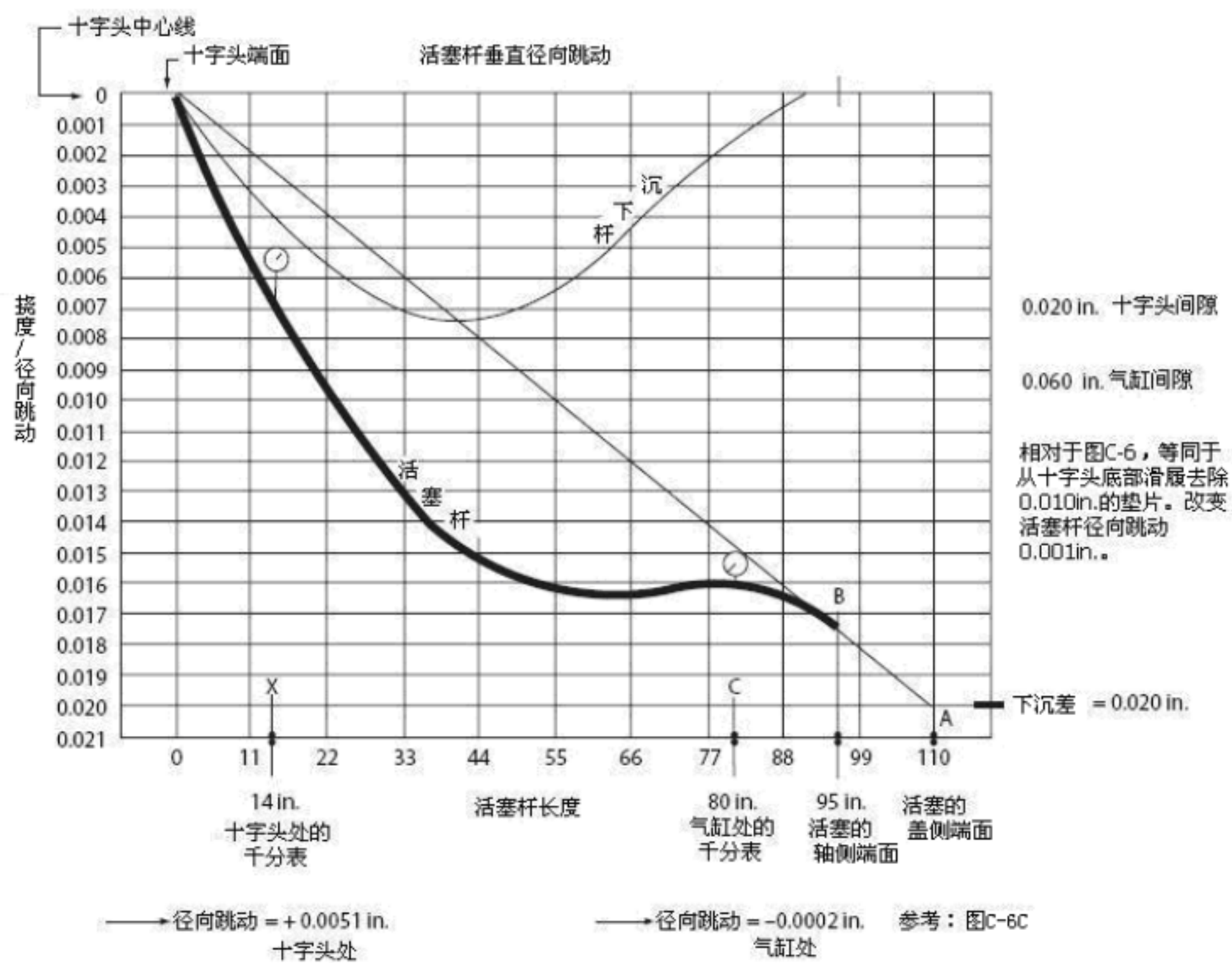


图 C-8—气缸运行间隙为 0.060in 的活塞杆径向跳动的图解

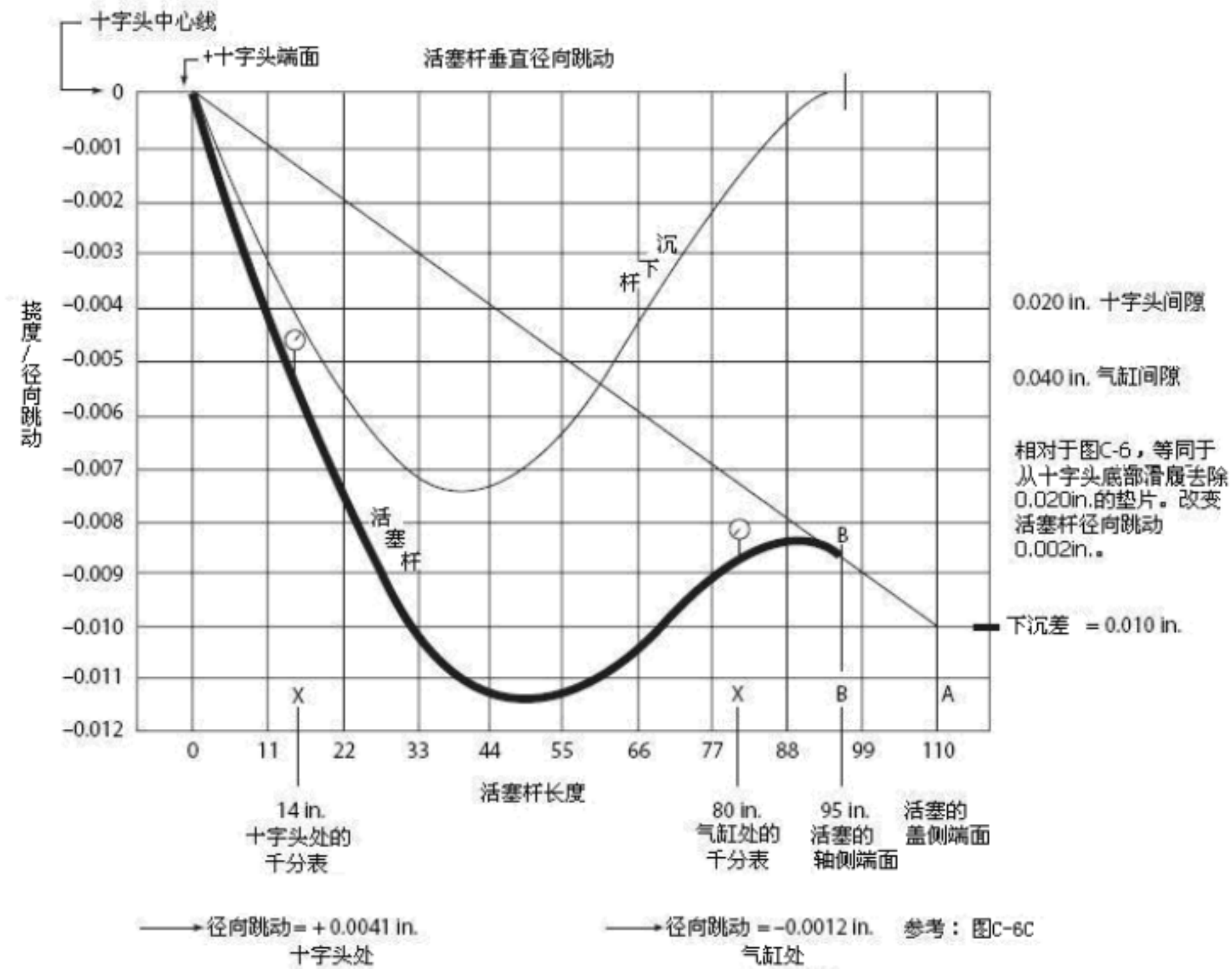


图 C-9—气缸运行间隙为 0.040in 的活塞杆径向跳动的图解

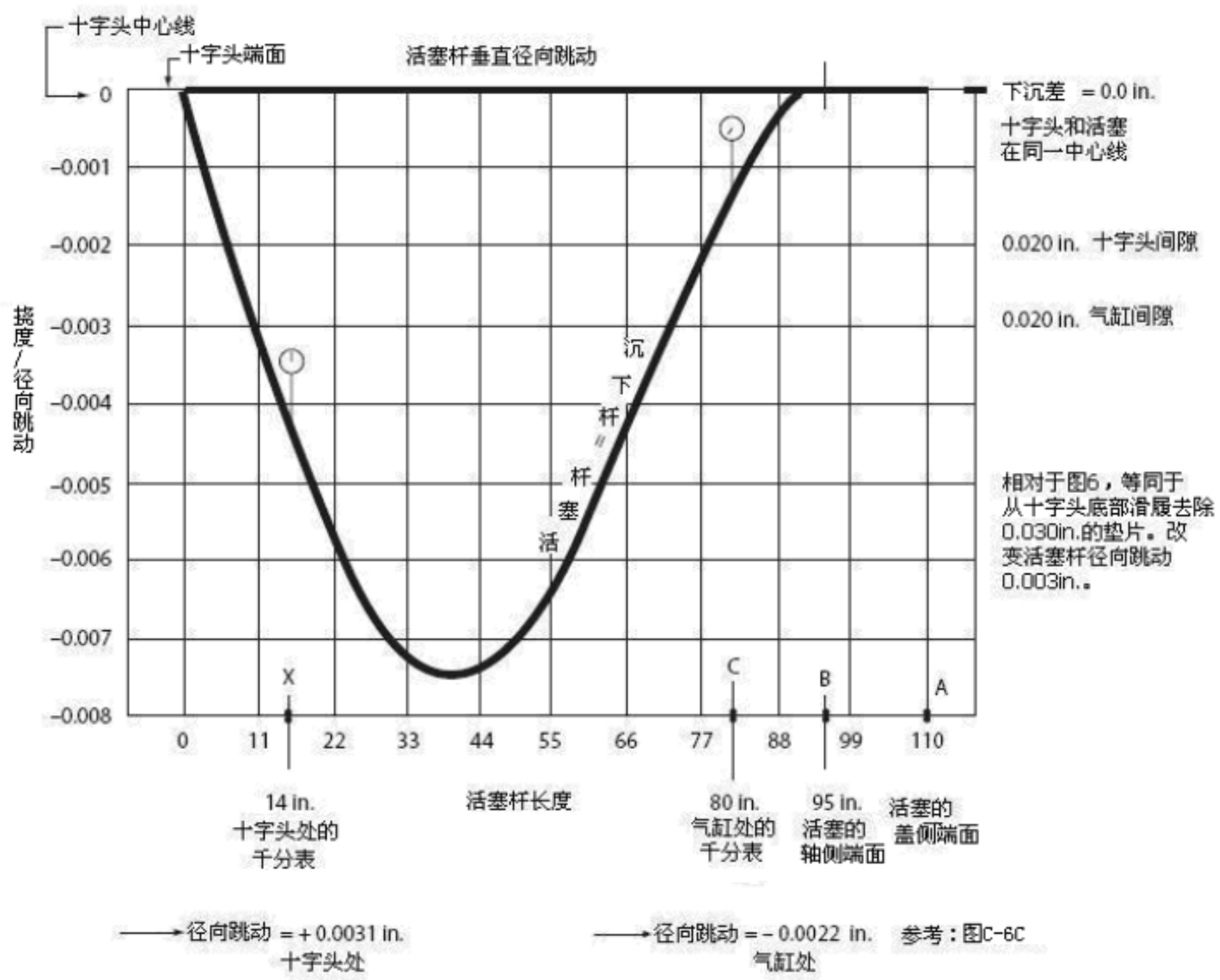


图 C-10—气缸运行间隙为 0.020in 的活塞杆径向跳动的图解

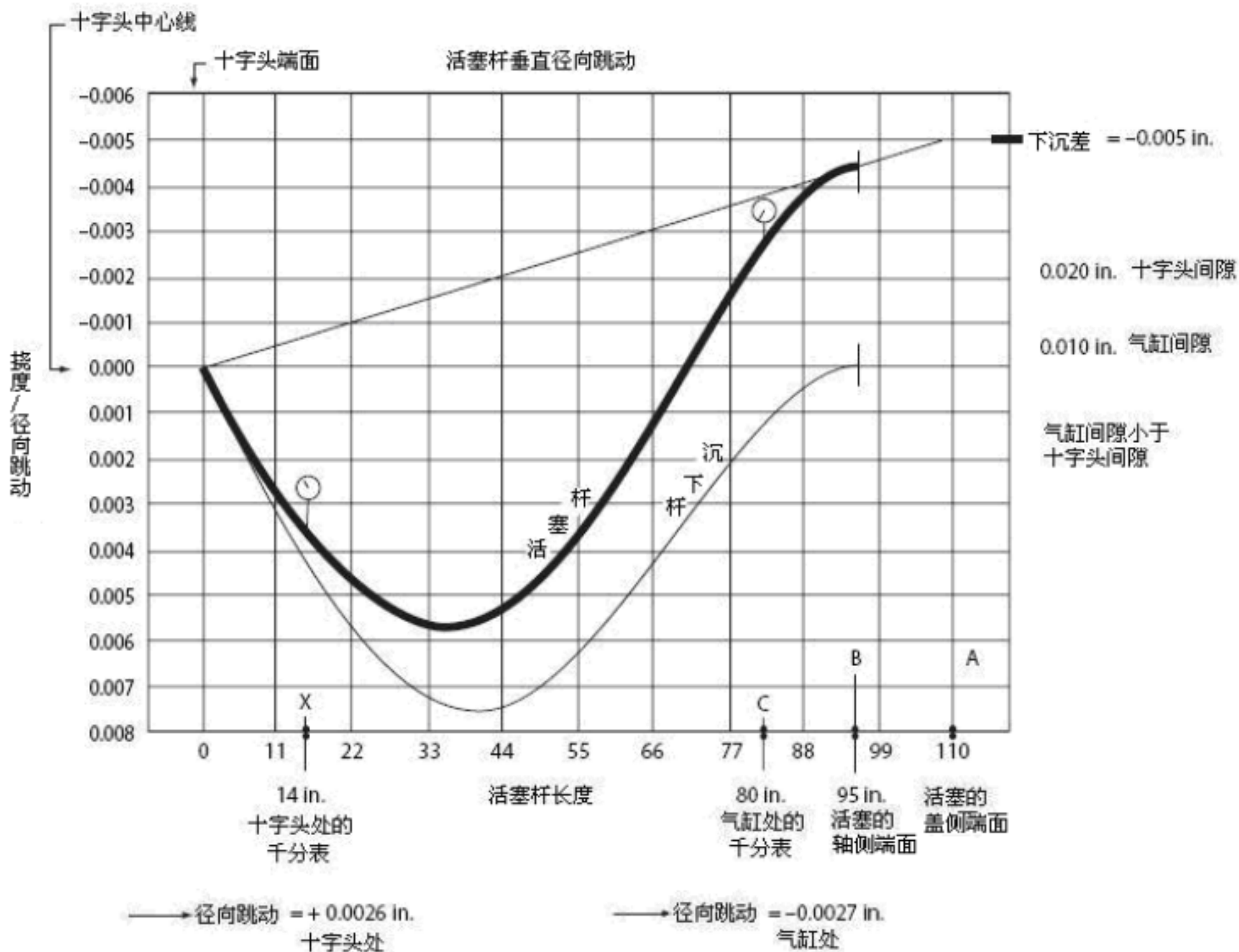


图 C-11—气缸运行间隙为 0.010in 的活塞杆径向跳动的图解

C.9 垂直径向跳动调整

C.9.1 如果认为有必要对垂直径向跳动的读数一些调整是必需的，必须首先确保气缸对中和气缸水平设定适当，以使在运行条件下部件免于有害应力。如果然后考虑有必需在十字头滑履下交换垫片来进行十字头垫片调整，宜记住从底部滑履取出垫片并放在顶部滑履下降低十字头中心线，会进一步低于完全对中的中心线。这减小了下沉差，从而减小了十字头处的正活塞杆径向跳动，但是由于下沉实际上可能会增加填料箱处的负径向跳动。图解在图 C-6C上和 5 个径向跳动曲线系列图 C7到 C-11 中。

关于图 C-6和 C-10, 注意垫片变化 0.76 mm(0.030in) 会使十字头和活塞处在同一中心线上，这样下沉差=0.00，会改变径向跳动仅 0.076 mm(0.003 in.)，也就是十字头径向跳动从 +0.155 mm(+0.0061 in.) 变为 +0.079 mm(0.0031 in.)，填料箱处的径向跳动从 +0.020 mm(+0.0008 in.) 变为 -0.056 mm(-0.0022 in.)。也就是说，在本例中，试图降低十字头使其更靠近气缸的中心线，从底部滑履每取出 0.254 mm(0.010 in.) 的垫片，活塞杆径向跳动的改变仅为 0.0254 mm(0.001 in.)。因为活塞杆长度和活塞杆直径，影响下沉，和气缸尺寸，影响运行间隙，会明显影响垂直径向跳动，必须基于完全对中条件全面评估每个压缩机气缸组件的预期垂直径向跳动。为了维修如果试图调整垂直径向跳动改变十字头垫片，十字头在移动后安装总是使“顶”侧向上，是重要的。

这些图解也证明了在计算和评估活塞杆垂直径向跳动时使用实际测量的气缸和十字头的运行间隙的重要性，因为气缸运行间隙的变化会影响下沉差，从而又影响垂直径向跳动。对一些气缸尺寸、活塞杆长度和行程、气缸间隙的结合对活塞杆垂直径向跳动比其他结合有更大的影响。如图 C-1和C-2中图解，可以看出对同样的下沉差，行程越长，径向跳动越大；活塞杆越短，径向跳动越大。

要了解支承环磨损对垂直径向跳动的影响，用图 C-10 作为初步参考，并与图 C-9 比较，其下沉差为 0.254 mm(0.010 in.)。0.254 mm(0.010 in.) 的下沉代表了 0.254 mm(0.010 in.) 的支承环磨损，改变了活塞杆径向跳动 0.0254 mm(0.001 in.)，从 0.056 mm(0.0022 in.) 到 0.030 mm(0.0012 in.)。

关于活塞杆径向跳动有较多关连时，每项应用需要仔细研究以便完全推测为了做出正确的决定和适当的调整，在完全对中条件下活塞杆垂直径向跳动宜为多少。

C.9.2 如果通过交换十字头滑履下的垫片进行十字头垫片调整被认为是必需的，最终的配置应记录到包括在运行和维修手册中的竣工数据表上。

附录 D
(资料性的)
灰铸铁或球墨铸铁件的修补

D.1 范围

本附录包括了已成功地用于各种用途的压缩机气缸以及相关的零件的灰铸铁或球墨铸铁件的修补程序。对这些程序仅简单地描述以供采购方和卖方参考；这些程序的详细描述超出了本标准的范围。包含了这些程序使用的限制。这些程序宜在买卖双方对情况作认真的评估后应用。铸件的使用条件涉及到有毒或有害气体时，宜进行更为详尽的评估。

D.2 修补方法和限止

在输送有平均摩尔质量（分子量）12 以下气体设计的气缸中，对水压试验期间导致气缸内腔和水套之间泄漏的缺陷不应做任何型式的修补。经采购方书面认可，D.2.1 到 D.2.3 中规定的修补方法可用于为压缩平均摩尔质量为 12 或更大的气体而设计的压缩机气缸。

D.2.1 水压试验显示的水套和大气之间，或气道和大气之间，或水套和气道之间的泄漏的区域可用根据 6.13.5.5.2 的堵塞法或用认可的真空加压浸渗程序来修补。浸渗法可以考虑只限于砂眼泄漏，并只能在水套和气道水压试验已证明铸件的机械完整性后进行。

D.2.2 显示在机械加工表面上或不涉及泄漏的其他区域的缺陷可通过镀铁来修补。此类缺陷可能包括阀座或缸头和气缸端面上的砂眼，或要求有缸套的气缸内腔超差等。喷镀修补不适用于关键区域如 O 形圈沟槽区或压缩机活塞越过表面，锐边会损坏 O 形圈、活塞环等。如果修补喷镀用在其他位置，则不应形成或留下会损坏 O 形圈等的尖角（见 6.13.6.5）。

D.2.3 铸件上损坏的螺纹孔可以使用螺纹插入件或衬套作机械修补。

D.3 试验

任何零件按照 D.2.1，D.2.2 或 D.2.3 修补后，该零件应经受水压试验和漏气试验（见 8.3.2）。

附录 E
(资料性的)
采购方的核对表

本标准中以点 () 表示的地方是需要采购方的决定或信息，本核对表可用于表明采购方的特殊要求。

本核对表宜与数据表（附录 A）一起使用。下面，采购方宜在是或否处画圈，或在适当的空位标上“×”，或填入要求。

注：叙述的技术要求涉及的条目，本核对表的使用是可选择。

表 E-1——采购方的核对表

条款	问题	回答
2.3	适用标准：_____	
5.1	是否已规定计量单位？	是 否
6.1.3	是否已规定设备的正常运行点？	是 否
6.1.5	是否已规定压力设计规范？	是 否
6.1.6	要求和最大许用声压级？ 要求：_____ 最大许用声压级：_____dB(A)	
6.1.12	电气部件的区域分级？ 适用标准：_____ 地方规范或规章是否适用？	是 否
6.1.17	初始安装检查的哪些细节应由买卖双方同意？_____ _____ 是否运行温度下对中检查？	是 否
6.1.20	地点和环境条件（见数据表，第 2 页）。	
6.1.21	是否已确定公用工程流？	是 否
6.1.22	规定了设备的正常运行点（在数据表第 1 页）？	是 否
6.4	采购方根据自己的经验规定了值？ 活塞最大平均速度：_____m/s 最大转速：_____rpm	
6.5.2	是否必须要 100%卸荷？	是 否
6.8.2.4	气缸的运行内腔是否要求涂层？	是 否
6.8.3.5.2	是否由卖方提供自备的、强制循环的密闭夹套冷却系统：	是 否
6.8.4.1.16	是否每个气缸的每端的 DN12 示功器接口？	是 否
6.8.4.1.17	是否已规定示功器阀？	是 否
6.9.1.9	卖方是否应提交书面气阀动力学研究报告？	是 否
6.9.2.1	是否规定要卸荷（数据表第 3 页）？	是 否
6.10.3.2	采购方是否要求支承环？	是 否
6.11.5	是否要求曲轴箱释放装置？	是 否
6.12.1.1	是否已规定接筒的类型（数据表第 8 页）？	是 否

表 E-1——采购方的核对清单（续）

条款	问题	回答
6.12.1.4/5	是否要求供应中间填料密封气体？	是 否
6.12.2.1	要求的接筒盖板类型	网筛 / 百叶窗式整体金属 / 其他
6.12.2.3	是否规定了较高的分隔室间压差？	是 否
6.12.2.4c	是否规定了接筒净化或真空接口？	是 否
6.13.1.1	是否要求在十字头箱中回油口上方提供挡板？	是 否
6.13.1.6	是否要求气缸压力填料的放气和缓冲气体盒？	是 否
6.13.2.7	是否要提供填料的封闭的液体冷却系统？	是 否
6.14.2.1.3	是否规定了专用油系统？	是 否
6.14.2.1.10	油系统是否应在卖方车间运行？	是 否
6.14.2.2	是否已规定了辅助润滑油泵的驱动机类型（数据表第 11 页）？	是 否
6.14.2.5	是否已规定了油箱的加热装置（数据表第 5 页）？	是 否
6.14.2.6	有曲轴箱驱动的泵的安全阀是否应安装在曲轴箱的外侧？	是 否
6.14.3.1.1	是否已规定了压缩机气缸和压力填料润滑的注油器类型（数据表第 9 页）？	是 否
6.14.3.1.2	注油器应怎样驱动？	从曲轴 / 独立
6.14.3.1.4	是否要求带有恒温控制的注油器油箱加热装置？	是 否
6.14.3.1.6	气缸和压力填料润滑要求哪些报警功能？ 气缸： _____ 压力填料： _____ （见数据表第 16 页）	
6.14.3.1.9	是否要求并规定了压缩机气缸润滑的合成润滑剂（数据表第 9 页）？	是 否
6.14.3.2.2	是否要求就分配器润滑的附加或替代的保护装置达成一致？	是 否
6.15.1.5	是否规定了附加的材料试验？	是 否
6.15.1.8	是否详细说明了腐蚀性、反应性或有害性作用剂或组分的存在及最大量（数据表第 2 页）？	是 否
6.15.1.11	是否规定了硫化氢的量（数据表第 2 页）？	是 否
6.15.5.12	对于规定的焊缝是否要求附加的检验？	是 否
6.15.5.13	建议的制造气缸的焊接设计是否应能给采购方复核？	是 否
6.15.6.5	主要部件的修补是否应通知采购方？	是 否
6.15.7.5	是否要求对对接焊缝 100%射线照相或对焊缝进行磁粉检查或液体渗透检查？	是 否
6.15.7.6	是否应在制造前将建议的连接示意图提交给采购方？	是 否
6.15.8.1	是否已规定了与预期运行条件相关的金属最低设计温度？	是 否
6.16.7	铭牌上应显示美国惯用单位还是 SI 单位？	美国惯用单位 / SI 单位
7.1.1.1	是否已规定了驱动机的类型（数据表第 1 页）？	是 否
7.1.1.5	是否有影响驱动机选择的工艺变化或启动条件？	是 否
7.1.1.6	是否规定了驱动机的启动条件（数据表上）？	是 否
7.1.2.1	是否已规定了电机的类型及其特性和辅助装置（数据表上）？	是 否
7.1.2.3	是否应为单轴承电机应配有临时的内侧支撑装置？	是 否

表 E-1——采购方的核对清单（续）

条款	问题	回答	
7.1.2.4	是否规定了启动扭矩要求的降低的电压？	是	否
7.1.2.15	是否应从润滑系统给流体动力电机轴承供油（数据表第 5 页）？	是	否
7.1.3.1	是否规定了汽轮机驱动饥的标准？	是	否
7.1.3.2	是要求按 ISO 10438（或 API 标准 614）为涡轮驱动机构提供单独的润滑油系统？	是	否
7.2.1.3	是否要求联轴器符合 API 标准 671（数据表第 4 页）？	是	否
7.2.1.7	是否要求辅助驱动饥的联轴器符合 API 标准 671（数据表第 4 页）？	是	否
7.2.2.1	是否已规定了防护罩的标准（在数据表 4 页）？	是	否
7.3.1	是否已规定了齿轮装置的标准（在数据表 4 页）？	是	否
7.5.1.1	是否已规定了安装板的类型（在数据表 4 页）？	是	否
7.5.3.5	是否已规定了楔形垫块（在数据表 4 页）？	是	否
7.5.3.9	是否已规定了找平板（在数据表 4 页）？	是	否
7.5.4.1	是否已指出了安装在基板上的主要设备（在数据表 4 页）？	是	否
7.5.4.8	是否已规定了适于柱式安装的基板（在数据表 4 页）？	是	否
7.5.4.9	基板设计是否应便于在现场使用光学的，激光的或其他的仪器来精确调节水平？	是	否
7.5.4.14	是否应进行滑橇的动态响应分析？	是	否
7.5.4.15	是否应与基本一起提供次底板？	是	否
7.5.5.1	是否已在数据表第 4 页上规定了底板或导轨？	是	否
7.5.5.4	是否应为底板提供次底板？	是	否
7.6.1.2	是否规定了由卖方提供的所有辅助系统的仪表？	是	否
7.6.2.1	哪些输送有害流体的传感线路要求转换信号？ 控制信号源及其灵敏度和范围？		
7.6.2.2	是否已规定了控制系统的配置？	是	否
7.6.2.4	是否要求自动负荷延迟联锁？	是	否
7.6.4.1	是否已规定了就地仪表板或仪表盘的仪器？	是	否
7.6.4.2	是否已规定了用于指示压缩机转速的转速表（在数据表第 17 页上）？	是	否
7.6.4.3.3	是否已规定了填料的温度检测计（在数据表第 16 页上）？	是	否
7.6.4.3.4	是否已规定了主轴承和气阀的温度检测计（在数据表第 16 页上）？	是	否
7.6.6.4	是否已规定了由卖方提供的报警 / 停机系统的范围（在数据表第 16 页上）？	是	否
7.6.6.6	是否已规定了报警和停机回路的设计？	是	否
7.6.6.7	是否已规定了十字头销的高温报警（数据表 16 页上）？	是	否
7.6.7.1	是否应由卖方提供并安装振动探测和转换装置？	是	否
7.6.7.2	是否应安装非接触型接近装置来测量每一活塞杆的垂直位移？	是	否
7.6.7.3	是否应在曲轴上提供每转一过程的记号？	是	否
7.6.7.4	卖方是否应提供活塞杆下沉探测器？	是	否

表 E-1——采购方的核对清单（续）

条款	问题	回答	
7.6.8	卖方是否应提供符合 API 标准 670 的温度监控系统？	是	否
7.7.1.2	是否已规定了由卖方供应管路系统的范围（在数据表第 4 页上）？	是	否
7.7.1.4	是否应安排管路、脉动抑制装置和分离器用于伴热和隔热（见 7.9.5.1.17 ）？	是	否
7.7.1.6	卖方是否应检查所有上游和下游的管路、附属设备、容器和支架的图样？	是	否
7.7.1.13	用于氢气、硫化氢或其他有毒介质的管路、法兰、阀门和其他附属设备的特殊要求？		
7.7.2.5	是否要求仪器传感线路到安全开关的连续油通流？	是	否
7.7.4.3	是否应由卖方提供压缩机上的冷却剂管路？	是	否
7.7.6.1	由卖方提供的工艺流程管路的范围？		
7.7.6.3	是否已就启动过滤网的设计、位置和方向达成一致？	是	否
7.7.6.4	是否应为启动过滤网提供可拆卸的管段 ？	是	否
7.8.1.1	是否已规定了由卖方提供的中间冷却器的类型？	是	否
7.8.1.2	是否已规定了由卖方提供的后冷却器的类型？	是	否
7.8.2.1	是否应提供液体分离和收集设施？	是	否
7.8.2.7	是否应提供自动排液系统？	是	否
7.8.2.8	是否应提供液面指示器以及报警和停机装置？	是	否
	是否已规定了由卖方提供的压缩机级与中间冷却器和后冷却器之间的管路（在数据表第 4 页上）？	是	否
7.9.2	是否已规定了替代气体、替代运行条件会替代启动？	是	否
7.9.3.1	压缩机是否会与其他压缩机机组协作运行（数据表第 4 页）？	是	否
7.9.3.2	是否已规定了设计方法 1（数据表第 4 页）？	是	否
7.9.4.1.2	应由卖方还是第三方进行分析？	卖方 / 第三方	
7.9.4.2.5.2.2.4	是否已同意了带有敏感元件的系统中的流体脉动的标准？	是	否
7.9.4.2.5.2.5.2	是否应进行管路系统的柔性分析？	是	否
7.9.5.1.1	脉动抑制装置是否应加盖规定的压力容器规范的标记？	是	否
7.9.5.1.4	脉动抑制装置的对接焊缝是否应 100%射线探伤？	是	否
7.9.5.1.7	吸气抑制装置是否应包括最终除湿部分？	是	否
7.9.5.1.10	采购方是否已同意了使用有圆形缺口的隔板？	是	否
7.9.5.1.11	是否应为每个脉动抑制装置的气缸接管提供热电偶套管接口？	是	否
7.9.5.1.17	是否已规定了在脉动抑制装置提供绝缘 （在数据表第 14 页上）？	是	否
7.9.5.1.20	碳钢的抑制装置的内部是否应涂上酚醛树脂或乙烯树脂？	是	否
7.9.5.1.22	是否应分析脉动引起的力的动态应力和静态应力？	是	否
7.9.6	是否应由卖方提供脉动抑制装置的支撑和卖方供应的管路的支撑？	是	否
7.10.1	采购方是否已规定了特殊的空气进口过滤器？	是	否
7.11.2	专用工具中是否应包括液压拉伸工具？	是	否
7.11.5	压缩机是否应配备在维修过程中将轴锁定位置的装置？	是	否

表 E-1——采购方的核对清单（续）

条款	问题	回答	
8.1.2	是否由采购方的检验员在发运前提交完整的检验员检查表？	是	否
8.1.6	是否已规定了采购方参加检验和试验的范围以及通知的提前时间（数据表第 9 页上）？	是	否
8.2.1.1 f	卖方是否应保持最终组装、维护以及运行间隙至少 20 年可用？	是	否
8.2.1.3	哪些部件应进行表面和表面下的检查？： _____		
	以及要求什么类型的检查？： _____		
8.2.2.1.1	对焊缝或材料要求的射线检测、超声波检测、磁粉检测、液体渗透检测？		
	——射线检测	是	否
	——超声波检测	是	否
	——磁粉检测	是	否
	——液体渗透检测	是	否
8.2.3.2	油系统是否应在制造方车间运行？	是	否
8.2.3.3	是否已规定了由采购方对设备和所有管路和附属装置的清洁度的检验？（在数据表第 9 页上）	是	否
8.2.3.4	是否应对零件、焊件和热作用区的硬度进行试验？	是	否
8.3.3.2	是否已规定了压缩机的 4 小时运转试验（数据表第 9 页上）？	是	否
8.3.3.3	是否要求在装运之前对包括辅助系统在内的整机组应进行 4 小时的机械运转试验？	是	否
8.3.3.6	是否要求在装运前对辅助系统控制台进行运行试验和 4 小时的机械运转试验？	是	否
8.3.3.7	是否要求解体检查？	是	否
8.3.4.2	所有由卖方供应的机械安装的设备、预制的管路和附件是否应在卖方的车间里配合和组装？	是	否
8.3.4.4	压缩机是否应跟据 ISO 1217 进行性能试验？	是	否
8.4.1	比 6 个月更长的储存时间？ _____		
8.4.14	设备应为国内还是出口装运进行包装？ 国内/ 出口		
9.2.3m	备件长期储存的特别要求？ _____		
9.2.3s	是否要求在标书中附上相似安装的机器的清单？	是	否
9.3.1.3	是否已规定并同意了留给采购方检查卖方资料的时间？（见附录 F 中的 VDDP 表）	是	否
9.3.3.1	卖方是否应提交性能曲线或表格等？	是	否
9.3.3.3	卖方是否应提供单独的活塞杆负荷、气体负荷和反向负荷计算所需数据？	是	否
9.3.3.4	是否应计算并提供气阀故障对活塞杆负荷及反向负荷影响？	是	否

附录 F
(规范性的)
卖方图样和资料要求

F.1 概述

本附录包含了卖方图样和资料要求 (VDDR)格式的样张, 以及可能包括在格式中的条款和这些条款的代表性说明的表。因为不同的制造方对同样的图样会使用不同的名称, 所以卖方图样和资料要求 (VDDR)说明栏中的项目宜在定单的早期阶段使用制造方提供的图样名称进行更改。

F.2 卖方图样和资料要求 (VDDR)格式的项目

卖方图样和资料要求 (VDDR)格式论及的项目宜从如下清单中适当选取。然而, 本清单并非是要全部包括。

1. 合格的尺寸外形图 (总布置图)和接口表;
2. 表明地脚螺栓位置的基础图;
3. 允许的法兰负荷 (气缸或脉动抑制装置)和坐标系;
4. 驱动机外形图;
5. 驱动机布置图;
6. 所有卖方提供的主要附属设备的外形尺寸;
7. 性能数据;
8. 压力填料图;
9. 气体负荷, 活塞杆负荷以及十字头反向负荷和持续时间图;
10. 启动扭矩对转速的曲线图 (对驱动机和压缩机);
11. 电机驱动机性能特性;
12. 公用工程要求的制表;
13. 不安全或不希望出现的转速列表;
14. 传动装置数据;
15. 其他驱动机数据;
16. 轴联轴器组件图及材料清单;
17. 制造和修补包括脉动抑制装置的焊接步骤;
18. 中间冷却器和后冷器数据;
19. 带剖面图的零件目录;
20. “启动”备件目录;
21. 推荐的正常维修备件;
22. 工艺流程示意图;
23. 机身及气缸润滑示意图和材料清单;
24. 润滑油系统组件图及接口表;
25. 润滑油系统部件图和数据;
26. 冷却系统示意图及材料清单;
27. 冷却系统部件图和接口表;
28. 冷却系统部件图和数据;
29. 接筒放气、排液和充气示意图和接口表;
30. 流量控制图及材料清单;
31. 仪表和电气示意图和材料清单;

32. 仪表和电气布置图和接口表；
33. 仪表和电气接线图；
34. 仪表设定点表；
35. 仪表数据表；
36. 脉动抑制装置详图及最终压力规范计算；
37. 专用工具清单；
38. 制造、试验和交货进度表；
39. 图样目录；
40. 气候的防护及运行要求的气候；
41. 对采购方管路及基础图样的注解；
42. 进展报告；
43. 扭转分析报告；
44. 独立扭转分析数据；
45. 声学 and 机械分析报告；
46. 第三方声学 and 机械分析要求的数据；
47. 焊接结构型气缸的工程分析；
48. 平衡数据表；
49. 气阀动力学报告；
50. 独立气阀动力分析数据；
51. 连接简图；
52. 轴对中图；
53. 竣工尺寸和数据；
54. 水压和气体试验合格证；
55. 合格的机械运转试验数据（如规定试验）；
56. 合格的性能试验数据（如规定试验）；
57. 焊接结构型气缸的无损检测程序；
58. 特殊的或可选的试验程序（如规定试验）；
59. 合格的特殊或可选试验的数据（如规定试验）；
60. 合格的工厂试验报告；
61. 曲轴超声波试验合格证；
62. 气阀渗漏试验合格证；
63. 竣工数据表；
64. 安装手册；
65. 操作和维修手册；
66. 技术数据手册；
67. 存放、包装及运输程序；
68. 装运目录；
69. 材料安全数据表；
70. 质量计划；
71. 控制逻辑图。

F.3 卖方图样和资料要求 (VDDR)格式项目的说明

1. 合格的尺寸外形图（总布置图）和接口表包括但不限于如下内容：
 - a. 所有客户接口的尺寸、型式、等级、位置及标识，包括放气、排液、润滑油、导线管、导线盒、

电动和气动接线盒及仪表。卖方堵住的接口都应加上标识。要求特殊接口的细节。见 6.8.2.4.1 ；

- b. 安装时必须装卸的设备最重件及维修时要装卸的重要零件的每个组件的质量（重量） ；
- c. 所有的主要尺寸，包括管路设计、维修空间和拆卸空间要求的尺寸， 如果不提供脉动抑制装置，还应包括气阀维修间距；
- d. 轴中心线高度；
- e. 轴端间距；
- f. 垂直及平面位置的质量中心（重心） ；
- g. 旋转方向；
- h. 如适用，联轴器的构造、尺寸和型式以及护罩的位置和保护的范围。

2. 基础图包括：

- a. 整个机组及辅助系统用的安装板尺寸，包括螺栓孔的直径、数量和位置以及螺栓必须通过的金属板的厚度；
- b. 速转、临界速转（如有） ；
- c. 静态、一阶和二阶动态（不平衡）力和力矩在 x, y, z 坐标系统内的位置和方向；
- d. 质量中心的位置；
- e. 找平调节螺钉位置。

3. 允许的法兰负荷（气缸或脉动抑制装置）和坐标系（见 6.6.5）。所有气缸（或脉动罐）连接处允许的法兰负荷，包括相对于设定点和 X, Y, Z 坐标系的预期的热位移。

4. 驱动机外形。合格的驱动机及其所有辅助设备的外形尺寸图包括：

- a. 所有客户接口的尺寸、位置、方位及用途，包括导线盒、导线管、仪表和所有管路或导管路。
- b. 所有法兰连接型式、规格和端面；
- c. 地脚螺栓孔和找平调节螺钉的尺寸和位置，及螺栓必须穿过的截面的厚度；
- d. 设备（驱动机和辅助设备）每个项目的总质量，加上负荷图，最大重量和零件名称；
- e. 总体尺寸和所有拆卸必需的水平和垂直间距，及提升吊耳的大概位置；
- f. 轴中心线高度；
- g. 轴端尺寸，加上联轴器的公差；
- h. 旋转方向。

5. 驱动机布置图：

- a. 飞轮数据；
- b. 驱动机和机械传动装置质量；
- c. 惯性距；
- d. 定子移位；
- e. 气隙；

6. 所有卖方提供的主要附属设备的外形尺寸。

7. 性能数据（见 9.3.3.1）。

8. 压力填料图（每种填料类型一张）。

9. 气体负荷，活塞杆负荷及十字头反向负荷和持续时间图（见 9.3.3.2）。

10. 启动扭矩对转速的曲线图（对驱动机和压缩机——在同一张图上）。加速时间（见 9.3.3.5）。

11. 电机驱动机性能特性和性能数据包括：

- a. 对 150kW (200hp) 及更小的异步电机：
 - 1. 二分之一，四分之三和全负荷时的效率和功率因数；
 - 2. 转速 - 扭矩曲线。
- b. 对大于 150kW (200hp) 的异步电机：
 - 1. 时间 - 电流发热曲线；

2. 额定电压 70%、80%、90%和 100%时的扭矩 - 转速曲线；
3. 从 0 到额定服务系数的效率及功率因数曲线；
4. 从 0%到额定服务系数的电流 - 负荷曲线；
5. 从 0%到 100%额定转速的电流 - 转速曲线；
6. 允许的安全失速时间和重复启动的能力（热态和冷态）。
- c. 对同步电机：
 1. 70 %、80%、90%和 100%额定电压时的转速 - 扭矩、电流 - 转速和功率因数 - 转速曲线；
 2. 牵入和失步扭矩；
 3. 允许的安全失速时间和重复启动的能力（热态和冷态）；
 4. 从 0 到额定服务系数的效率及功率因数曲线；
 5. 正常加速期间的电流脉动 - 转速曲线。
12. 公用工程要求的制表（可能在数据表上）。
13. 不安全或不希望出现的转速列表（见 6.1.10）。
14. 传动装置数据：
 - a. 合格的尺寸外形图和接口表包括：
 1. 所有客户接口的尺寸、规格、位置及标识，包括放气、排液、润滑油，导管盒、接线盒和仪表；
 2. 所有主要尺寸，包括采购方的基础、管路设计、维修间距和拆卸间距的尺寸；
 3. 整机和搬运质量；
 4. 轴中心线高度；
 5. 联轴器的轴端尺寸及公差；
 6. 旋转方向；
 7. 传动装置的质量中心位置；
 8. 地脚螺栓孔的尺寸和位置以及螺栓必须穿过的截面的厚度；
 9. 壳体和轴的热和机械位移；
 - b. 剖面图和材料清单，包括轴向齿轮和浮动小齿轮。
 - c. 竣工数据表，包括：
 1. 扭转分析数据；
 2. 规定时，横向临界转速报告；
 3. 合格的机械运行试验数据。
 - d. 合格的传动装置制造方的标准试验数据，包括齿轮啮合试验数据。
 - e. 采购方及传动装置制造方商定的可选试验数据和报告。
 - f. 推荐的备件。
15. 其他驱动机数据，包括：
 - a. 剖面图和材料清单，包括轴向浮动转子；
 - b. 竣工数据表；
 - c. 合格的驱动机辅助系统图，包括提供的各辅助系统接线图。这些图样应明确标出由制造方提供的该系统的范围及其他方提供的系统的范围；
 - d. 推荐的备件；
 - e. 按驱动机卖方图样和资料要求（VDDR）的其他驱动机数据。
16. 轴联轴器组件图及材料清单，包括：
 - a. 允许的偏差；
 - b. 液压安装程序；
 - c. 轴端间隙及公差；

- d. 联轴器防护罩。
- 17. 制造和 / 或修补包括脉动抑制装置的焊接程序 (见 7.9.3.3)。
- 18. 中间冷却器和后冷器数据, 包括但不限于:
 - a. 外形尺寸图;
 - b. 数据表 (例如 TEMA);
 - c. 按规定的压力规范的最终计算。
- 19. 带剖面图的零件目录。零件目录应包括型号、库存或生产的图号及结构材质。该目录应全部标识每个零件以便采购方可确定与同一制造方提供的其他设备的零件互换性。 标准采购项目应用原制造方名称和零件号来表示。材料应按 6.15.1.2 规定标识。
- 20. “启动” 备件目录 (见 9.2.3i)。
- 21. 推荐的正常维修备件 (见 9.3.6)。
- 22. 工艺流程示意图:
 - 流经机器的工艺流体的流程示意图, 包括:
 - a. 稳态及瞬时气体流速, 温度及压力;
 - b. 冷却器热负荷;
 - c. 由卖方提供的设备的管路、管道和阀门尺寸;
 - d. 仪表、安全装置及控制示意图;
 - e. 材料清单。
- 23. 机身及气缸润滑示意图, 包括如下:
 - a. 各点上稳态及瞬间油流量及压力;
 - b. 控制、报警及跳闸设定值 (压力和推荐的温度) ;
 - c. 总热负荷;
 - d. 公用工程要求, 包括电、水 and 气;
 - e. 管、管道和阀门尺寸;
 - f. 仪表、安全装置及控制示意图;
 - g. 材料清单。
- 24. 润滑油系统组装图及接口表:
 - 润滑油系统组装图和布置图, 包括所有客户接口的尺寸、规格和位置。
- 25. 润滑油系统部件图和数据, 包括:
 - a. 辅助泵及驱动机的外形和剖面图及数据表;
 - b. 冷却器、过滤器和油箱外形和剖面图及数据表;
 - c. 仪表;
 - d. 备件目录及建议。
- 26. 冷却系统示意图及材料清单;
 - 冷却 (包括填料冷却) 或加热系统示意图及材料清单, 包括冷却或加热流体、流体流量、压力、管子及阀门尺寸, 仪表和孔板尺寸。
- 27. 冷却系统组装图和接口表:
 - 冷却剂 (包括填料冷却) 或加热系统组件及布置图, 包括所有客户接口尺寸、规格和位置。
- 28. 冷却系统部件图和数据:
 - a. 泵和冷却器的外形和剖面图及数据表;
 - b. 冷却器、过滤器和水箱的外形和剖面图及数据表;
 - c. 仪表;
 - d. 备件目录及建议。
- 29. 接筒放气、排液和充气示意图和接口表:

- 接筒放气、排液和充气示意图和材料清单，包括流体、流量、压力、管子、管道及阀门尺寸和仪表。
30. 流量控制图及材料清单。
 31. 仪表和电气示意图和整个系统的材料清单，包括气动和液压系统（包括盘车装置限位开关）。
 32. 仪表和电气布置图和接口表，包括气动和液压系统且包括但不限于：
 - a. 控制盘总体布置；
 - b. 合格的控制盘外形图；
 - c. 控制盘材料清单。
 33. 整个系统的仪表和电气接线图。
 34. 仪表设定点列表，包括所有报警、停机和控制装置的设定点，包括：
 - a. 振动的报警和停机限值；
 - b. 轴承温度的报警和停机限值；
 - c. 润滑油温度的报警和停机限值；
 - d. 润滑油压力的报警和停机限值；
 - e. 排气温度的报警和停机限值；
 - f. 机身油位的报警限值；
 - g. 活塞杆填料温度的报警；
 - h. 油过滤器压差的报警；
 - i. 进口分离器液位的停机；
 - j. 气缸润滑保护；
 - k. 水夹套 保护。
 35. 仪表数据表。
 36. 脉动抑制装置详图及最终压力规范计算。
 37. 专用工具清单（见 7.11.1）。为维修提供的专用工具清单。
 38. 制造、试验和交货进度表（见 42 项）。重大部件的制造、试验和交货进度表，包括卖方买下产品。
 39. 图样目录包括最新的修改版号和日期。
 40. 气候的防护及运行要求的气候；
 41. 对采购方管路及基础图样的注解，（见 6.1.16 和 7.7.1.6）。
 42. 进展报告（见 9.3.5）。见 38 项，包括：
 - a. 计划和和实际的重大部件的日期；
 - b. 所有主要部件的工程和制造信息；
 - c. 延迟原因的详细说明。
 43. 扭转分析报告（见 6.7.1 和 7.1.2.6），包括但不限于如下：
 - a. 所用方法的完整说明；
 - b. 质量弹性系统的图示；
 - c. 标记质量弹性系统中各部件的质量矩和扭转刚度的制表；
 - d. 激振力对速度和频率的图示；
 - e. 扭转临界转速及挠曲图示（模型图）；
 - f. 提出的变化对分析的影响；
 - g. 电流脉动分析。
 44. 独立扭转分析数据。
 45. 声学 and 机械分析报告，（见 7.9 和附录 M）包括但不限于：
 - a. 设计方法（见 7.9.4.2.1）和采用的方法（完整说明），包括采用的设计技术的说明；
 - b. 查找并与许用值比较；
 - c. 要求修改的影响及标记显示变动的图样；

- d. 附录 M需要的其他信息。
46. 第三方声学 and 机械分析要求的数据，信息在附录 M中描述。
注：提供一些所述信息是采购方的责任。
47. 焊接结构型气缸的工程分析（见 6.15.5.1 ）。
48. 平衡数据表。各列重量平衡数据列表，包括活塞、活塞杆、十字头、螺母、轴瓦、轴承及平衡重，还包括设计目标重量和实际组件重量。列表应标出每列允许的重量公差。
49. 气阀动力学报告（见 6.9.1.9 ）。
50. 独立气阀动力分析数据。
51. 连接简图（见 6.15.7.6 ）。
52. 联轴器 - 轴对中图。轴对中图（垂直和水平），包括运行期间推荐的联轴器限定。注明以 15°C（60 °F）环境基准温度或由采购方规定的其他基准温度算起的所有轴端位置变化和支撑的增长。包括推荐的对中方法和冷态设定值。
53. 竣工尺寸和数据，包括：
- a. 最后组装期间测得的配合、间隙及径向跳动；
 - b. 各气缸铭牌数据；
 - c. 各气缸每端的最小间隙和设计余隙；
 - d. 安装在每个气缸上所有余隙腔、衬套或罩壳的容积。
 - e. 曲拐的相位角。
54. 水压和气体试验合格证（见 8.3.2 ）。
55. 合格的机械运转试验数据（如规定试验）。
56. 合格的性能试验数据（如规定试验）。
57. 焊接结构型气缸的无损检测程序。
58. 特殊的或可选的试验程序（如规定试验）。
59. 合格的特殊或可选试验的数据（如规定试验）（见 8.3.4.1 ）。
60. 预定或预检会议中商定项目的合格的工厂试验报告。物理和化学数据。
61. 曲轴超声波试验合格证（见 8.2.2.3.3 ）。
62. 气阀渗漏试验合格证。
63. 压缩机、传动装置、驱动机和辅助设备的竣工数据表，包括气体数据（见 6.1.23 ）。
64. 安装手册（见 9.3.7.2 ）描述整个机组的安装要求，包括设备组装和现场连接的位置必需的图样，包括但不限于如下：
- a. 第一章——压缩机
 - 1. 1、2、3、40、52 项；
 - 2. 灌浆（见 7.5.3.8 ）；
 - 3. 设备定位，安装程序，部件重量及起吊示意图；
 - 4. 拆卸间距；
 - 5. 防护和贮存要求（见 8.4.2 ）；
 - 6. 现场组装程序，包括机身和气缸对中要求。
 - b. 第二章——驱动机
 - 1. 贮存和防护；
 - 2. 驱动机定位、安装程序、部件重量及起吊示意图；
 - 3. 配管建议；
 - 4. 驱动机组合外形图，包括地脚螺栓孔位置；
 - 5. 拆卸间距；
 - 6. 机身和轴的热增长和机械位移；

7. 电机气隙数据（见 7.1.2.13 ）。
 - c. 第 3 章——传动装置
 1. 贮存和防护；
 2. 传动装置定位，安装程序，部件重量及起吊示意图；
 3. 配管建议；
 4. 传动装置组合外形图，包括地脚螺栓孔位置；
 5. 拆卸间距；
 6. 壳体 and 轴的热增长及机械位移。
 - d. 第 4 章——辅助设备
 1. 贮存和防护；
 2. 设备定位、安装程序，部件重量及起吊示意图；
 3. 配管建议。
65. 操作和维修手册，（见 9.3.7.3 ）描述整个机组和辅助设备的操作和维修程序、要求及限制，包括但不限于如下：
- a. 第一章——操作
 1. 初步调试和启动，包括最终试验和检查；
 2. 正常启动；
 3. 正常停机；
 4. 紧急停机；
 5. 操作限制，包括上面 13 项；
 6. 润滑油建议，包括注油速率及技术规范；
 7. 日常操作程序；
 8. 22 、 30、 34、 和 71 项。
 - b. 第二章——整个机组及附件和辅助设备的维修、拆卸、修补及重新组装说明，包括但不限于如下：
 1. 气阀大修数据；
 2. 气缸大修数据 ；
 3. 螺栓扭矩表。紧固阀盖、气阀压紧螺栓、连杆和主轴承螺栓、活塞和十字头螺母、法兰螺栓及任何其他卖方认为是关键的螺栓要求的扭矩值或伸长率。 宜包括有油润滑和无油润滑两种条件的紧固件的数据；
 4. 磨损件的配合及间隙，建议值、最大值和最小值；
 5. 第 4、 8、 19、 21、 37、 48、 52、 53 和 63 项；
 6. 日常维护要求；
 7. 允许的最大曲轴柄偏移；
 - c. 第 3 章——性能数据。第 7、 9、 和 10 项。
 - d. 第 4 章——竣工数据。第 53 和 63 项。
 - e. 第 5 章——图样及数据
 1. 手册中的图样应为所提供的专用设备用的，通用图样是不能接受的；
 2. 1 、 5、 6、 8、 11、 15、 16、 19、 23、 24、 25、 26、 27、 28、 29、 30、 31、 32、 33、 36 和 39 项。
66. 技术数据手册。见 9.3.7.4 。
- 整个机组和辅助设备的技术支持人员的技术和质量控制数据，包括但不限于：
- 1-16、 18-20、 23、 26、 29-31、 33-37、 39-40、 43、 45-49、 52-63 项。
67. 存放、包装及运输程序。

- 68. 装运目录，包括将单独装运的所有主要部件。
- 69. 运输目录。
- 70. 材料安全数据表。供货范围中包含的危险和潜在危险材料的说明。
- 71. 质量计划。符合 ISO 9000 系列。
- 72. 控制逻辑图（见 7.6.2.3 ）。

附录 G
(规范性的)
图和示意图

G.1 概述

在此给出的示意图图解说明了总的基本原理和本标准的要求， 并是系统通常使用的典型示意图； 它们无意包括所有的详图， 例如放气口和排液口详图和允许拆卸的小型管接口的详图。 系统可经买卖双方商定按需修改。

典型示意图上未给出仪表管路及阀门的详图。这些要求，包括现场试验要求，应由买卖双方商定。

此处图解说明的所有系统的要求在正文中提及， 在每个图的附注中以对照注明。 附录 I 中给出了将气体析出降至最小的压力填料的详图上进一步的细节。

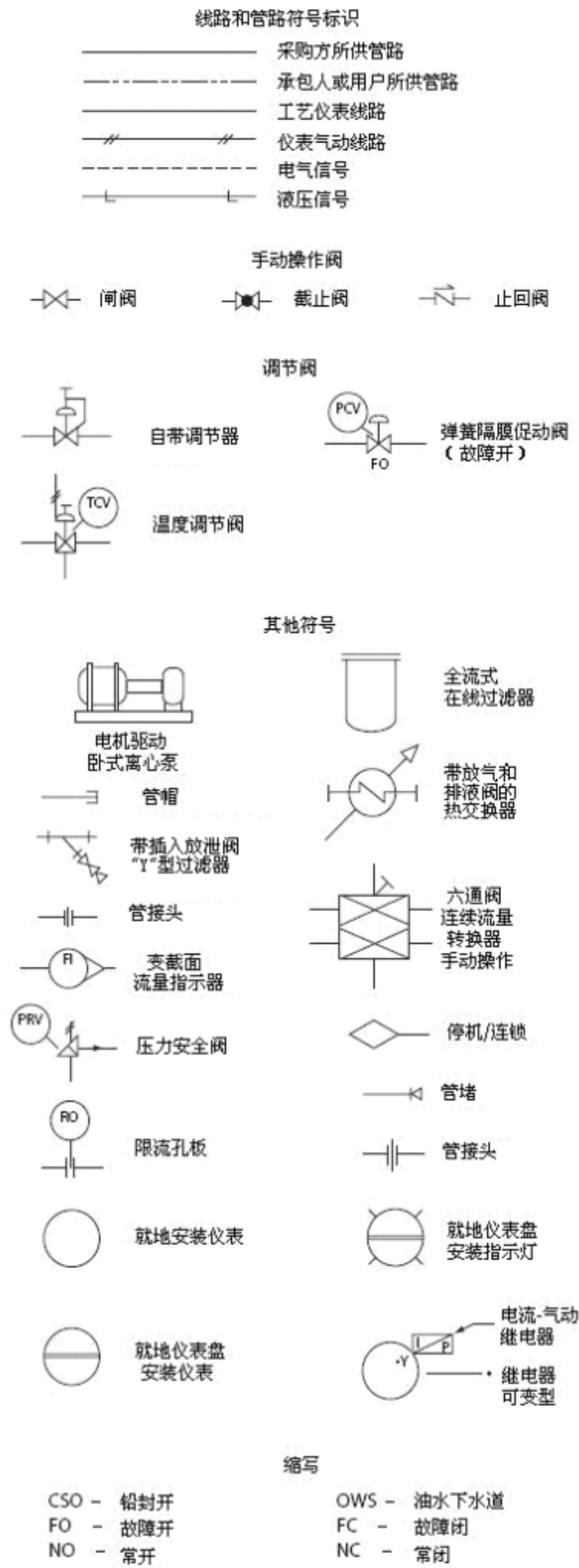
G.2 示意图的图例

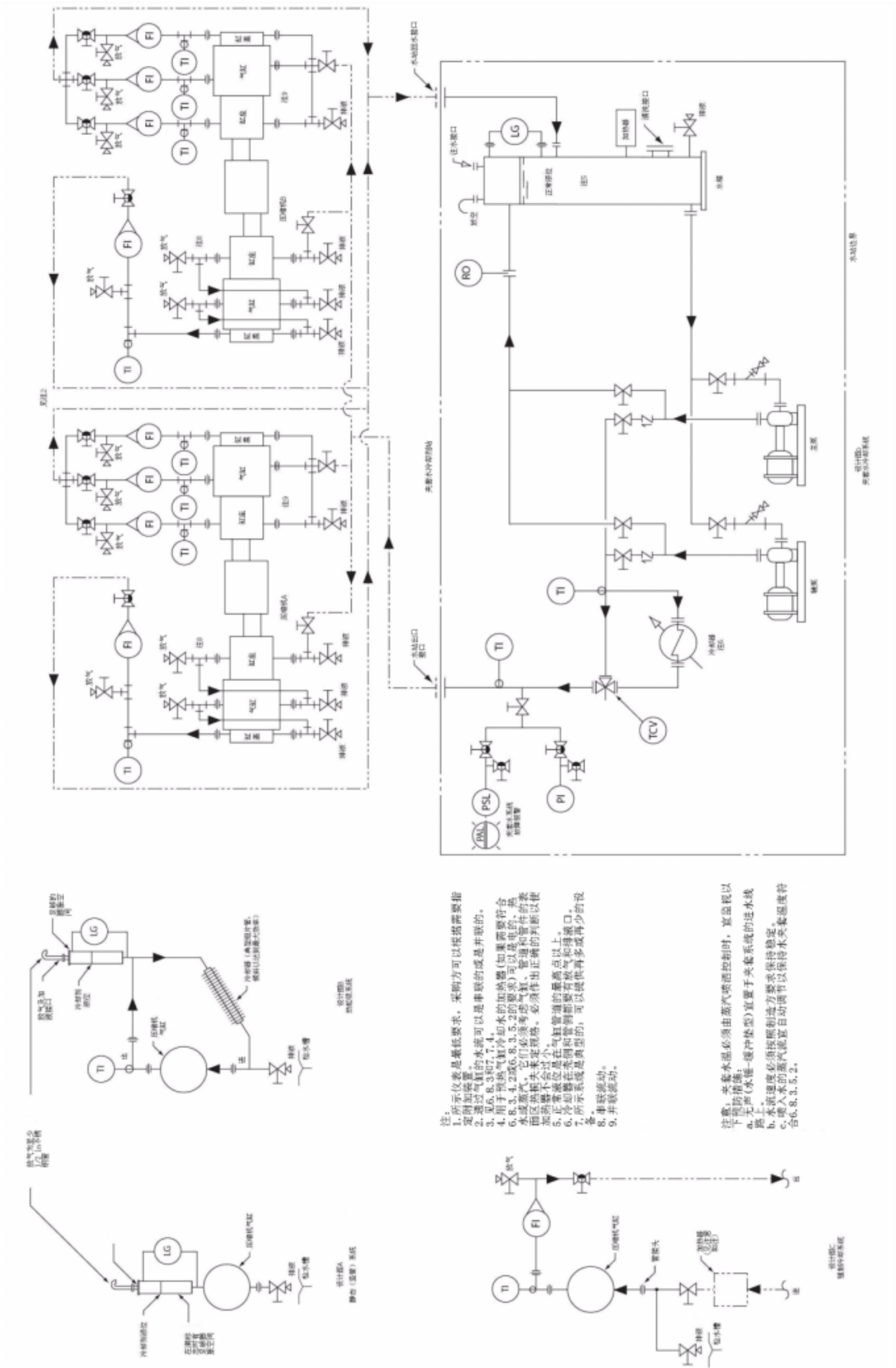
下面定义了本附录示意图中使用的缩写和符号。

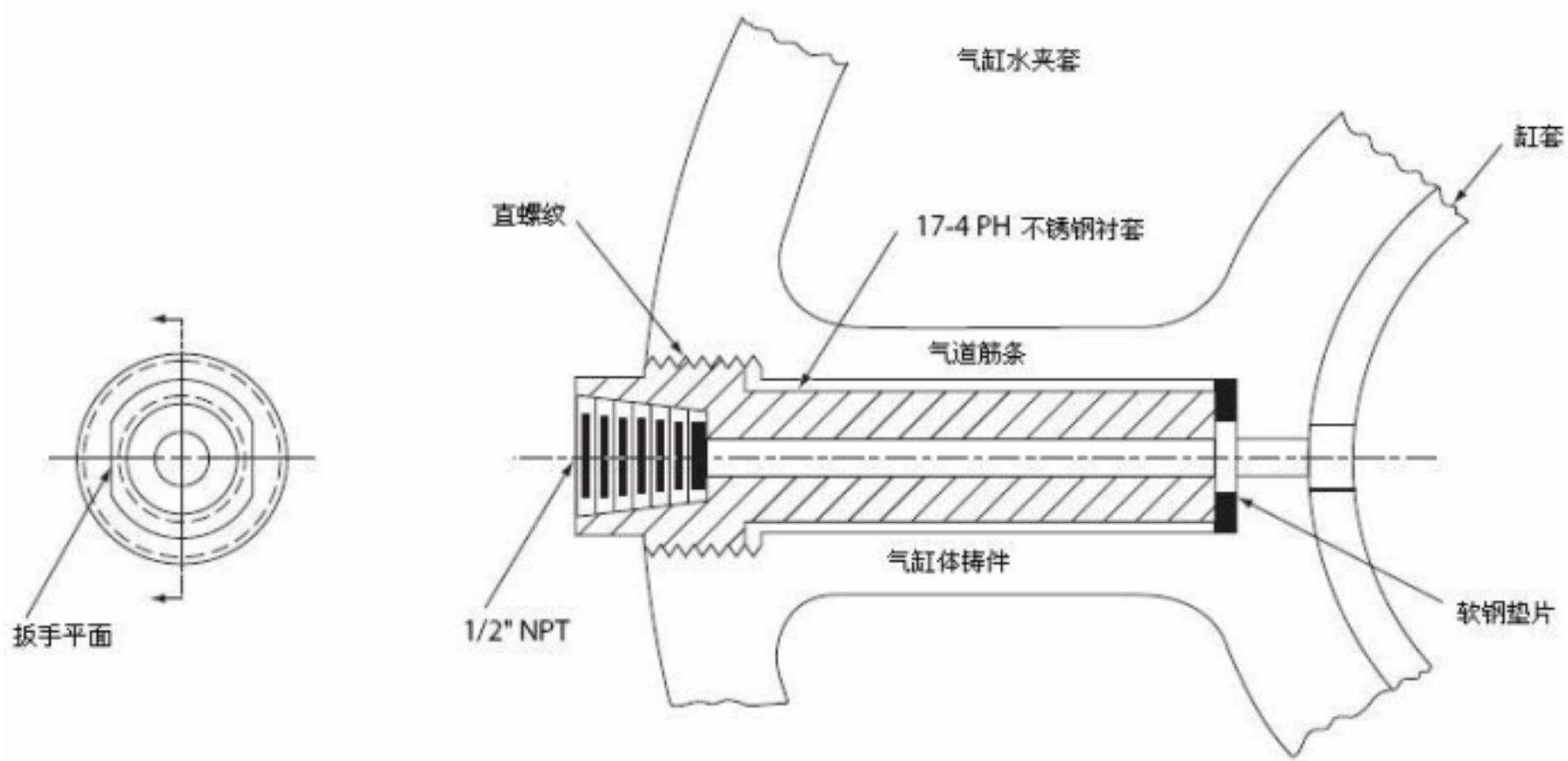
G.2.1 流程图识别字母

字母	首个字母	后续字母
A	分析	报警
C	传导性（电的）	控制器
D	密度（ Sp. Gr. ）	差
E	电压（电动势 / 电的）	元件（主要）
F	流动	比（分数）
G	测量（尺寸）	玻璃 / 表
H	手开动（手动）	高
I	电流（安培数）	指示器
L	液位	轻 / 低
O	（未分类）	孔板（限制）
P	压力 / 真空	点
S	速度 / 频率	安全 / 开关
T	温度	变送器
V	振动 / 粘度	阀
Y	（未分类）	继电器

G.2.2 符号







注1：见 6.8.4.1.16

注2：本典型布置是利用 17-4PH 不锈钢衬套作为标准的压缩机气缸设计。衬套在气缸制造期间安装，通过次要气道筋条区域提供了高强度耐腐蚀的通道。各个制造方对 17-4 不锈钢衬套的设计安装布置可能不同。

图 G-2—典型气缸示功器抽头 - 接口

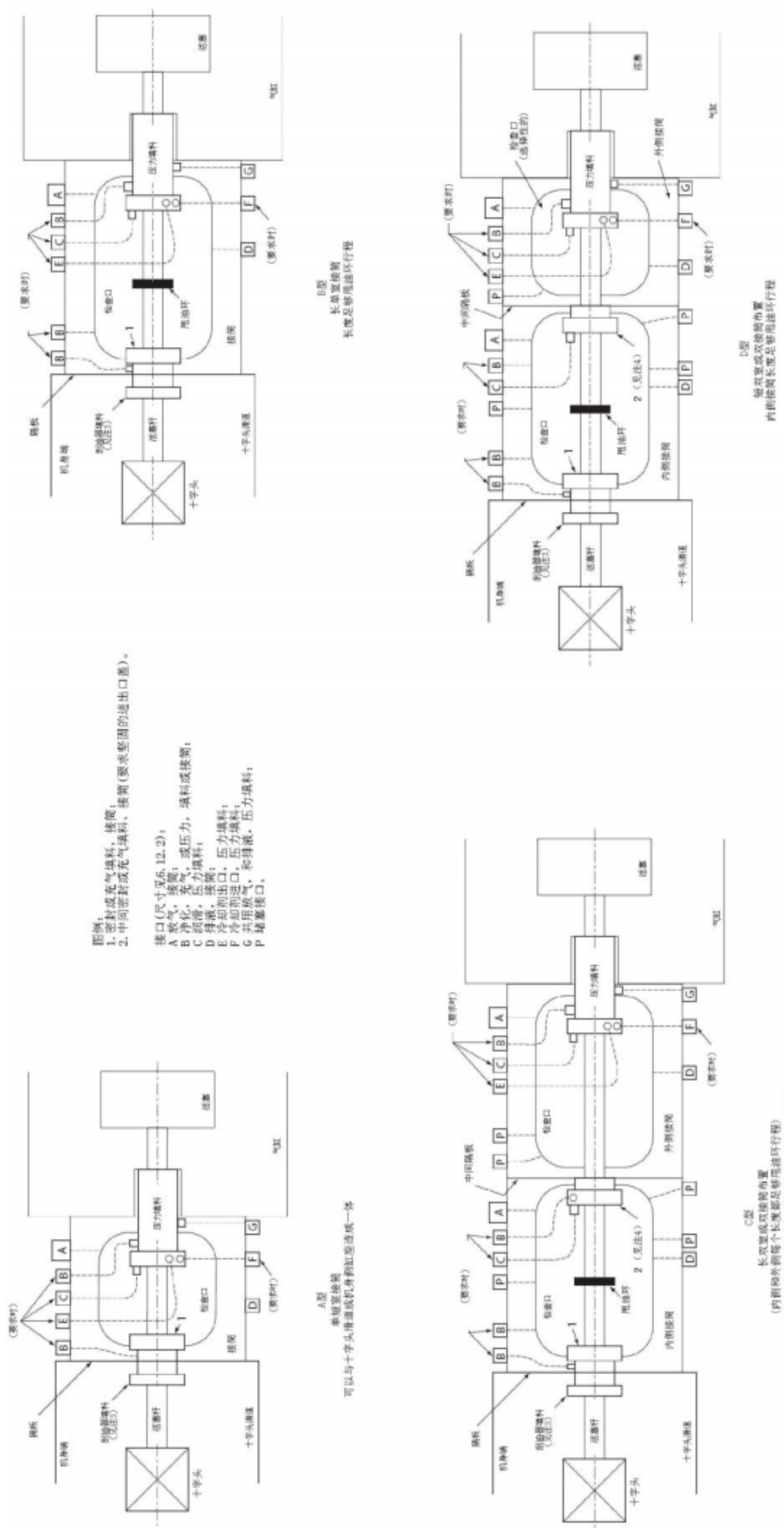
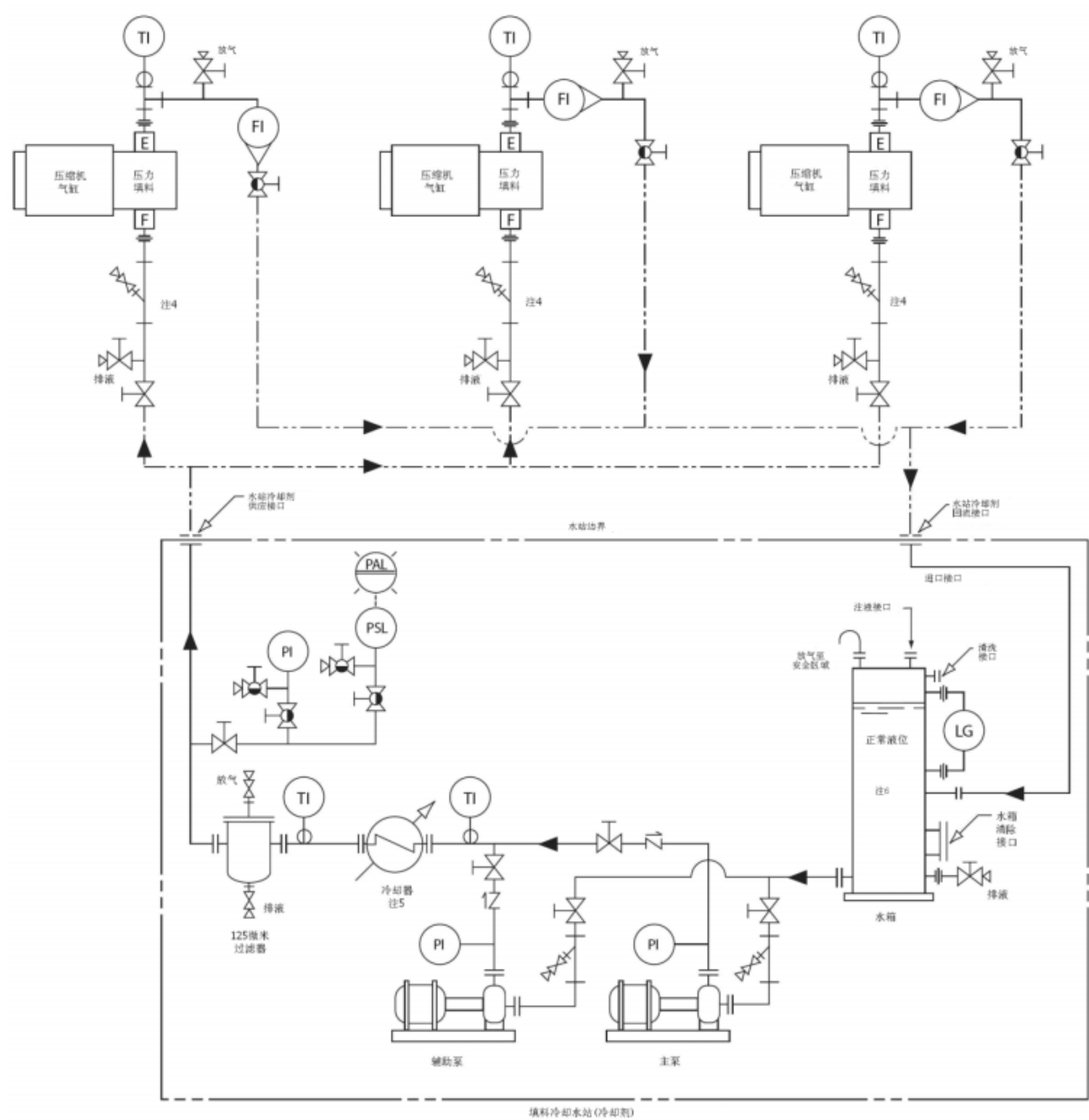


图 G-3—接筒和填料布置



注 1：所示的仪表是最低要求，采购方可以根据需要指定附加装置。

注 2：水之外的冷却介质系统设计应由买卖双方商定。

注 3：见 6.13。

注 4：如果不提供填料冷却水站，要求单独的过滤器（见 6.13.2.6）。

注 5：冷却器在壳侧和管侧都要有放气和排液口。

注 6：正常液位高于压缩机气缸管道的最高点。

注 7：图示系统为典型的，可以提供再多或再少的设备。

图 G-4—典型的活塞杆压力填料自带冷却系统

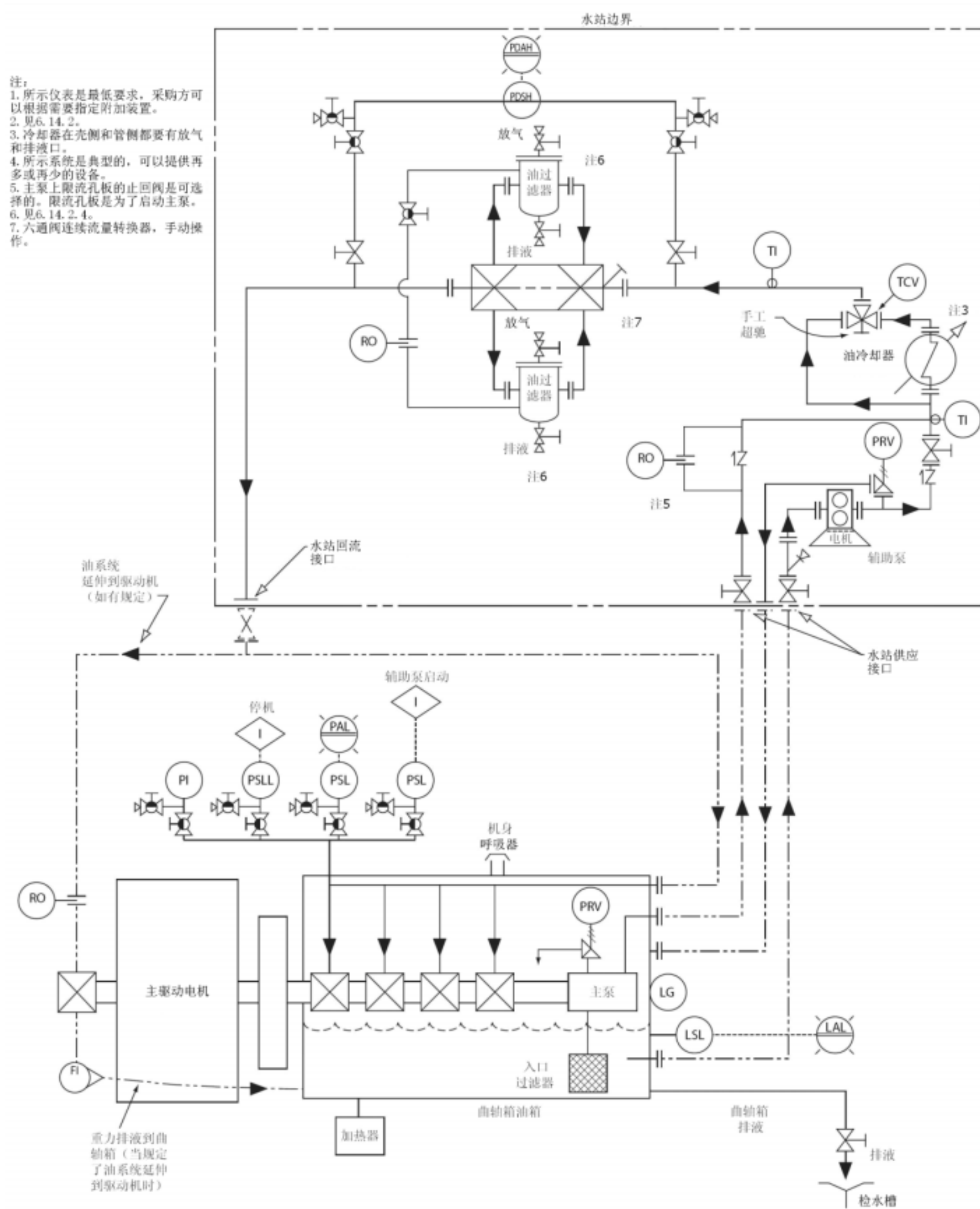


图 G-5—典型的机身压力润滑油系统

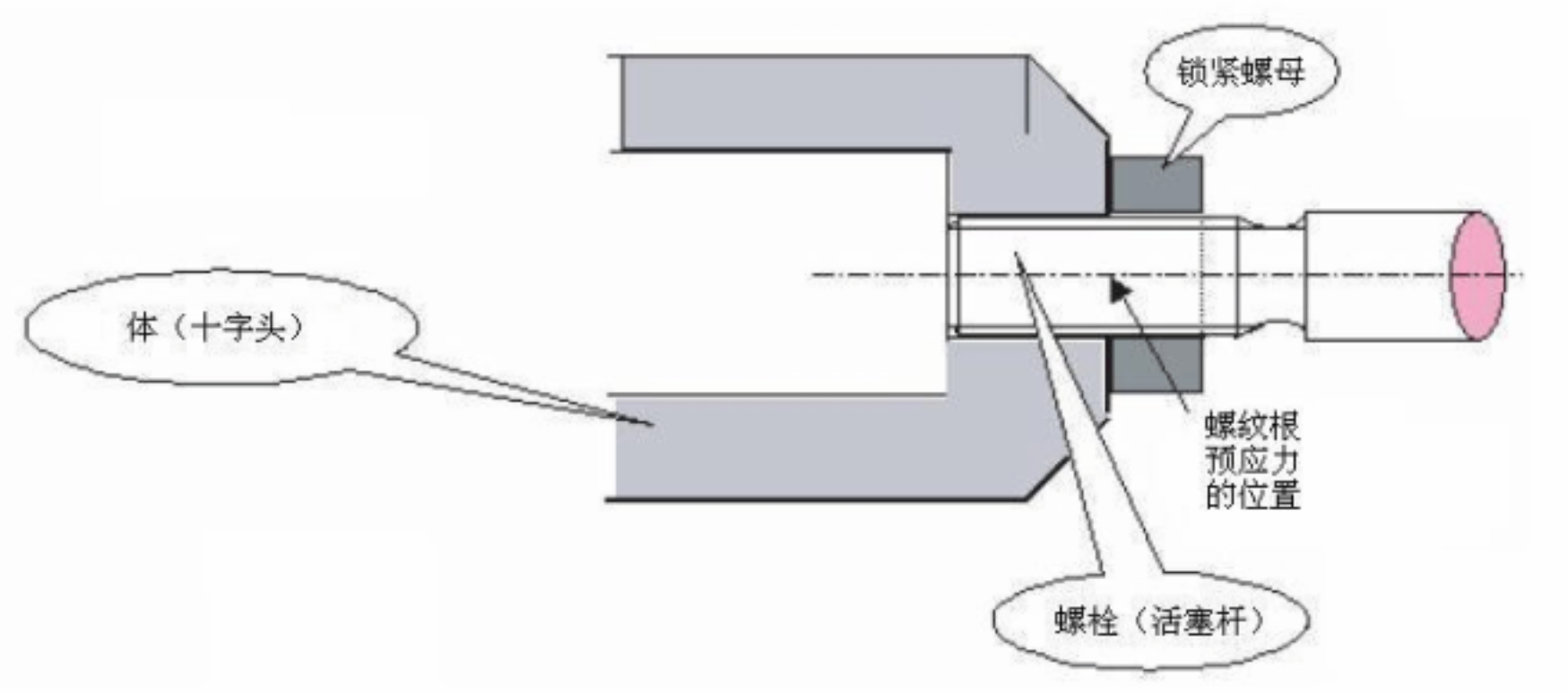


图 G-6—活塞杆与十字头直接连接方案

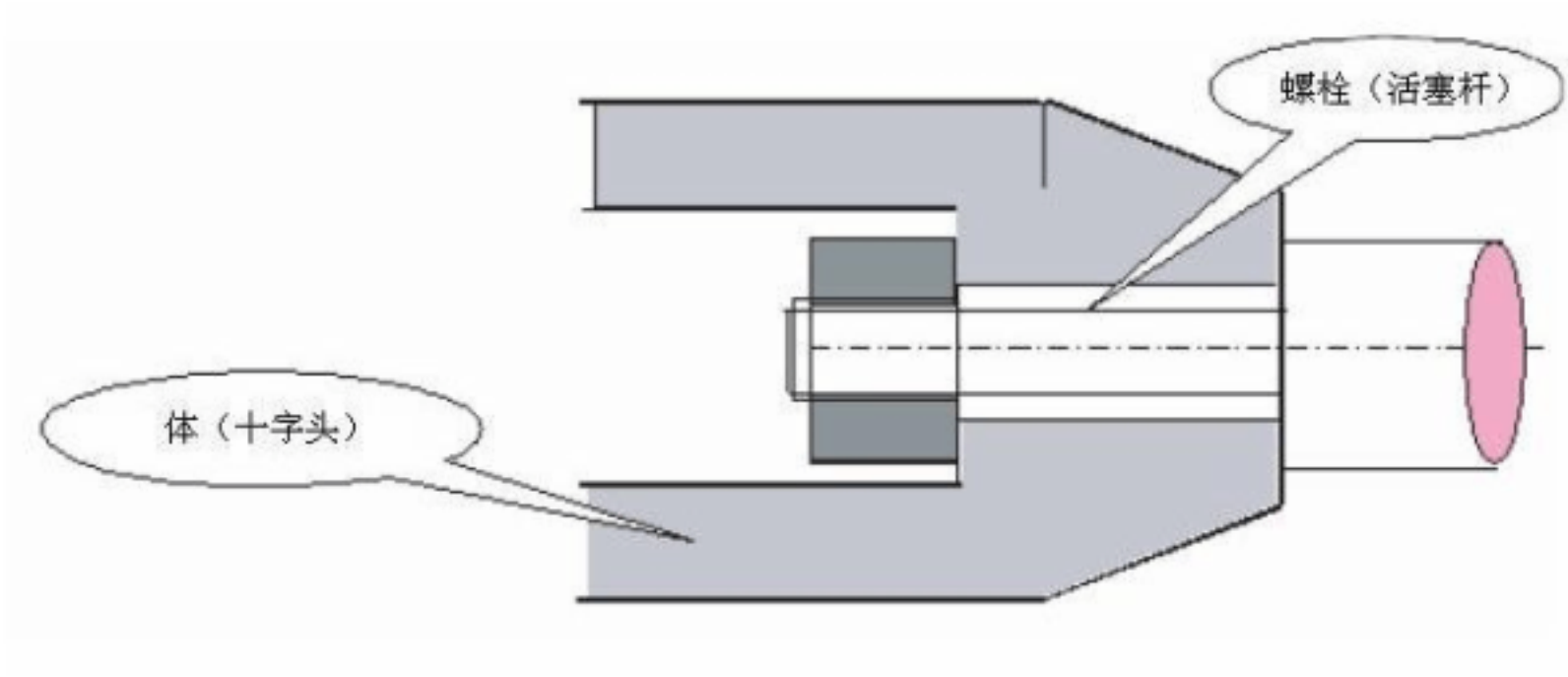


图 G-7—活塞杆与十字头间接连接方案

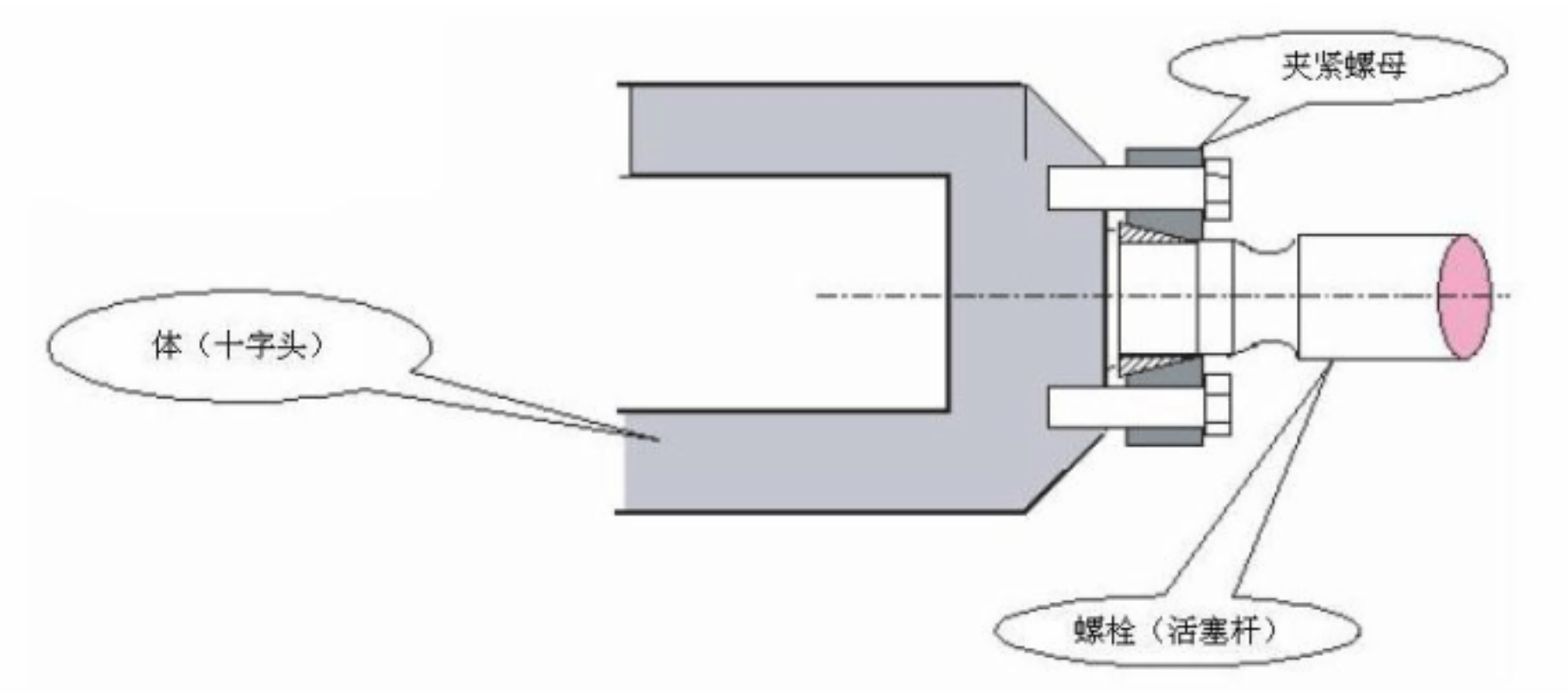
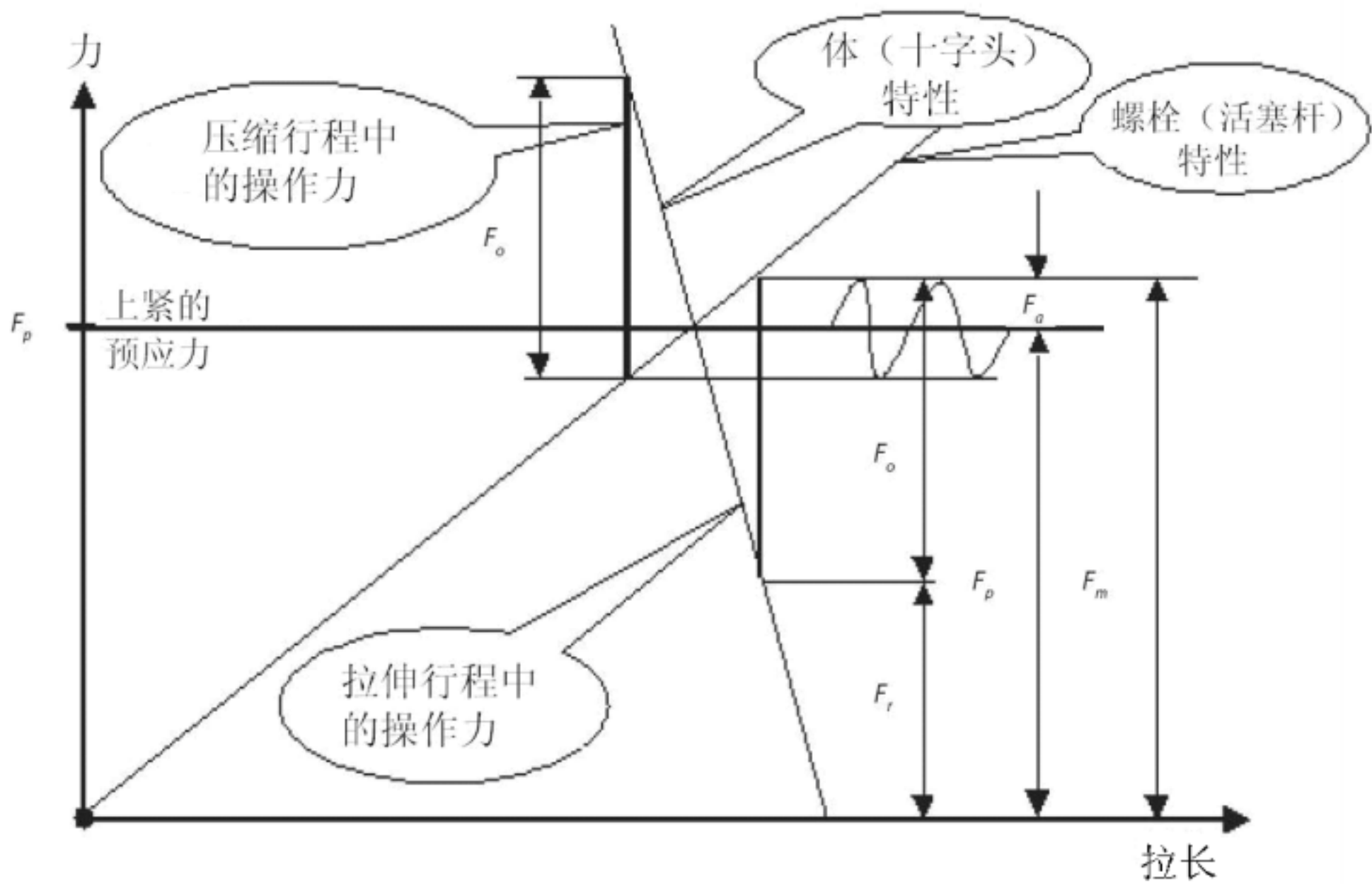


图 G-8—活塞杆与十字头夹紧间接连接方案



定义： F_p =上紧的预应力
 F_o =操作力（在最大许用工作压力 条件下，或在最大许用连续活塞杆负荷下）
 F_a =交变力的振幅（在螺栓 - 轴和螺纹中）
 F_m =最大力（在螺栓 - 轴和螺纹中）
 F_r =上紧中的最小剩余力
 S_{max} =螺纹根或螺栓的任何其他区域中由于 F_m 的最大应力
 S_a =螺纹根部截面由于 F_a 的交变应力

图 G-9—上紧图（螺栓拉紧图）

附录 H
(资料性的)
主要零部件材料

表 H-1——往复压缩机零件的材料 要求

零件	材料	成形
机身	铸铁	铸造
曲轴	钢	锻造
连杆	钢	锻造
十字头	钢	棒材，锻造或铸造
	球墨铸铁	铸造
十字头销	钢	锻造或棒材
接筒	铸铁	铸造
气缸	钢	铸造，锻造或焊接结构件
	不锈钢	铸造或焊接结构件
	球墨铸铁	铸造
	灰铁	铸造
气缸套	钢	管材
	不锈钢	铸造
	耐蚀镍合金	铸造
	球墨铸铁	铸造
	灰铸铁	铸造
气缸盖	钢	铸造，锻造或焊接结构件
	不锈钢	板材
	球墨铸铁	铸造
	灰铸铁	铸造
活塞	钢	锻造，铸造，棒材或焊接结构件
	铸铁	铸造
	铝	锻造或铸造
活塞杆和尾杆	钢	锻造或棒材
	不锈钢	棒材
活塞杆螺母	钢	锻造或棒材
	不锈钢	锻造或棒材
阀座和限程器	钢	板材或棒材
	不锈钢	板材，棒材或铸造
	球墨铸铁	铸造
	铸铁	铸造
阀片	不锈钢	板材
	非金属	模压成形
阀门弹簧	钢	拉拔
	不锈钢	成形加工
填料箱	钢	棒材
	不锈钢	棒材
	铸铁	铸造
填料箱法兰	钢	锻造，棒材或板材
活塞环，支承环和填料环	金属	铸造或棒材
	非金属	模压成形烧结成形

附录 I

(资料性的)

将工艺流程气体泄漏减到最低的接筒放气、排液和充气系统

I.1 范围

本附录包括了压缩机接筒放气、排液和充气系统的一般原理，这些通常是用于降低工艺流程气体泄漏的典型系统。本附录无意涉及所有可能的情况，而是提供能用于设计成功系统的一种方法。

注：接筒外部的管道、管路和部件可以由采购方或卖方提供。买卖双方对放气和排液系统讨论，并就其设计达成共识，这是一种可行的方法（见 6.12.2）。

仪表管路和阀门的详细情况在典型示意图上没有给出。这些要求，包括在线测试要求，宜由买卖双方商定。

I.2 缩写和符号

本附录的示意图中使用的缩写和符号在附录 G 中给出。

I.3 接筒放气、排液和充气系统的目的

接筒放气和排液系统与填料、充气系统和隔板一起完成各种功能，包括：

- 限定和收集压缩机活塞杆压力填料的正常泄漏并将泄漏送至安全地方；
- 防止工艺气体、有毒气体或危险气体泄漏到机器四周；
- 防止曲轴箱润滑油污染；
- 控制泄漏气体向大气偶尔散发；
- 在压缩机压力填料失效情况下，限定和收集大量泄漏气体并将其引至安全地方；
- 有助于防止曲轴箱内形成爆炸性氛围；
- 防止接筒内过多的液体聚集；
- 防止气体泄漏到排水系统中。
- 允许操作者监控和确定压缩机活塞杆压力填料的情况。

I.4 将工艺流程气体泄漏降至最低

图 I-1 和 I-2 图解了必须将工艺流程气体泄漏降到最低时，可以使用的两种典型接筒型式的布置。附随的填料详图，图 I-3，给出了填料环的布置以及充气气体的流向和典型压力。

侧负荷填料环提供指向填料盒密封面的恒定的机械轴向负荷。这种机械轴向负荷，加到充气气体压力上，至少高出排出压力 1 bar，使填料环紧贴着密封面，将充气气体泄漏减至最低，同时，保证所有通过气缸压力填料盒泄漏的工艺流程气体将被强制经过放气口进入排放系统（例如，火炬）。

当保持适当的充气压差时，漏入接筒中的工艺流程气体是最小的；防止工艺流程气体进入压缩机机身。要气体散发减到最少，宜规定选用专用填料和长的接筒（见 6.13.1.6）。

I.5 设计的考虑

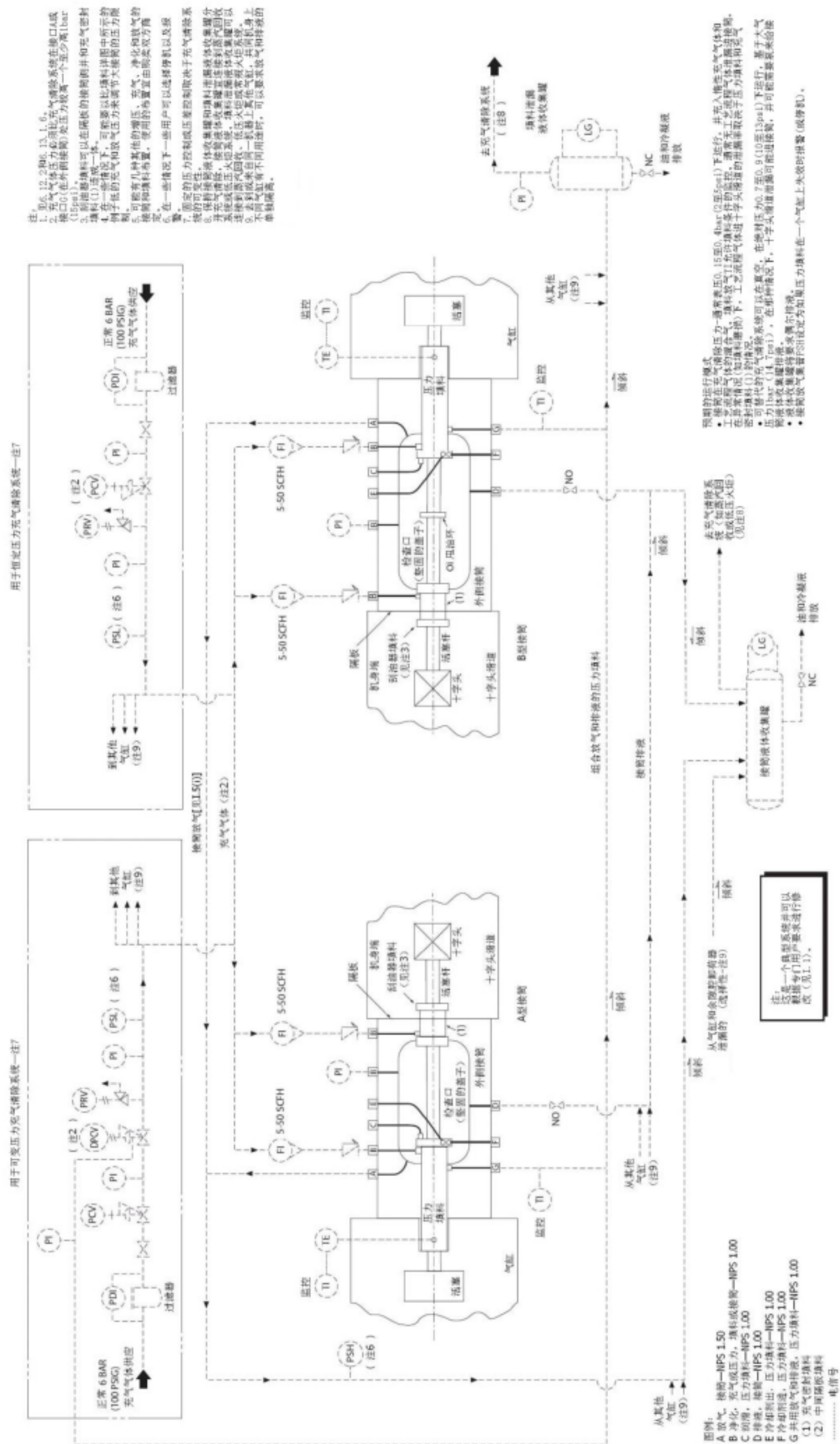
除了达到 I.2 中描述的目的外，在设计接筒放气、排液和充气系统中宜考虑到以下因素：

- 小直径的放气和排液管路时间过长会结垢和腐蚀，抑制其功能。因此该考虑使用大的 [例如 DN50 (NPS 2)] 放气和排液集管和耐腐蚀材料；
- 在双室接筒系统上，应避免内外室放气口和排液口之间的外部交叉连接；

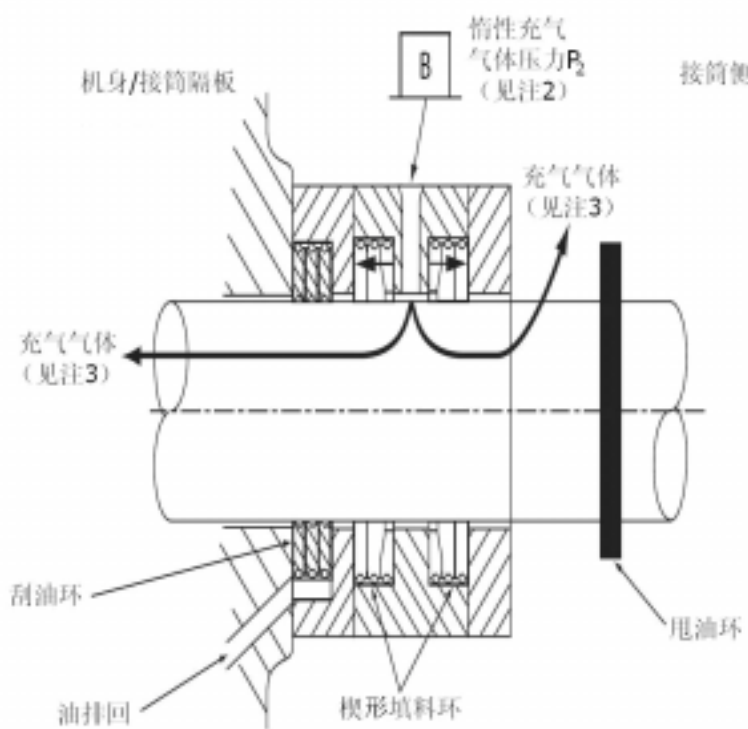
- c. 在多机系统上, 宜尽可能隔开各机器以便维修。
- d. 气体泄漏的有效控制要求在接筒上加上坚固的密封金属盖 (见 6.12.2.1) ;
- e. 在放气口、排液口、液体收集罐以及接筒与处理系统相连的地方, 如火炬塔或者密闭排液系统, 它们宜设计成能够承受最大的处理系统压力 (例如, 在释放状态下火炬背压) 。见 6.12.2.3 ;

注: 接筒的典型设计为最大表压 2 bar (25 psi), 更高的压力需要专门设计。

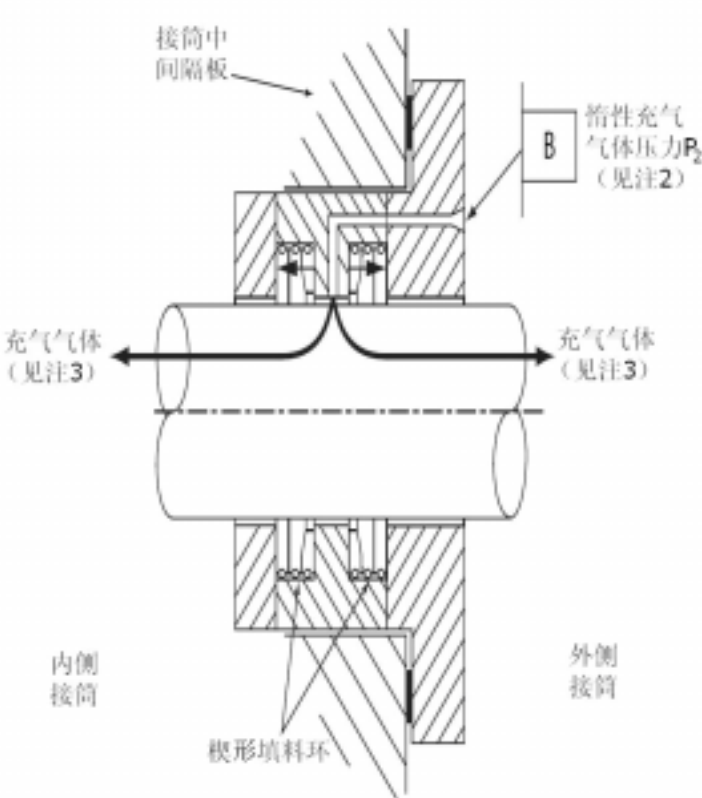
- f. 典型的压力填料的共用放气口和排液口 (图 I-1 和 I-2 的接口 G) 将带出气液混合物。该系统的设计应使气液分离以避免液体堵塞排气系统;
- g. 阀卸荷器的阀杆和余隙腔的泄漏也需要收集和控制, 这些可以与接筒放气和排液系统连成一体;
- h. 要考虑在安全情况下止回阀的可靠性, 特别是在低压系统中, 例如存在气液混合物的接筒放气和排液系统。可能的话, 应该避免使用止回阀;
- i. 除了压力驱动流动组合放气和排液的压力填料, 接筒和液体收集罐之间单独的放气和排液管线是必需的, 以使系统压力平衡并允许自流排放。倾斜集管无气穴有助于排液;
- j. 在各个接筒与放气和排液集管之间可以使用大直径管道 [最小外径 20mm($\frac{3}{4}$ in.)]。与管子系统相比这通常导致一种整洁、易于维护的安装;
- k. 宜避免支管和从其设备的排液和吹除管的交叉连接;
- l. 充气气体净化压力必须限制在接筒部件最大许用压力 (见 6.10.4)。有些充气气体会流入压缩机机身。机身通气口应允许排放这气流 (见图 G-5);
- m. 机身内置式的气动跳闸系统 (例如十字销超温) 宜输入氮气而不是空气, 有助于维持曲轴箱内有惰性气氛;
- n. 曲轴箱内惰性气氛的有效建立必须要特殊维护安全程序;
- o. 气候条件有要求的地方, 排液应伴热和隔热;
- p. 在整个填料失效的情况下, 宜不可能使接筒过压 (见 6.10.4 和 6.10.5)。如果放气面积不够, 可以要求通过紧急压力安全阀或弹簧载荷压力安全门的方法, 附加放气到安全的地方。
- q. 充气气体吹除率一般定为每组填料流率 $0.03\text{m}^3/\text{h}$ (10 标准 ft^3/h) [启动时每组填料可达到 $0.2\text{m}^3/\text{h}$ (65 标准 ft^3/h)] , 并配有流量指示器。



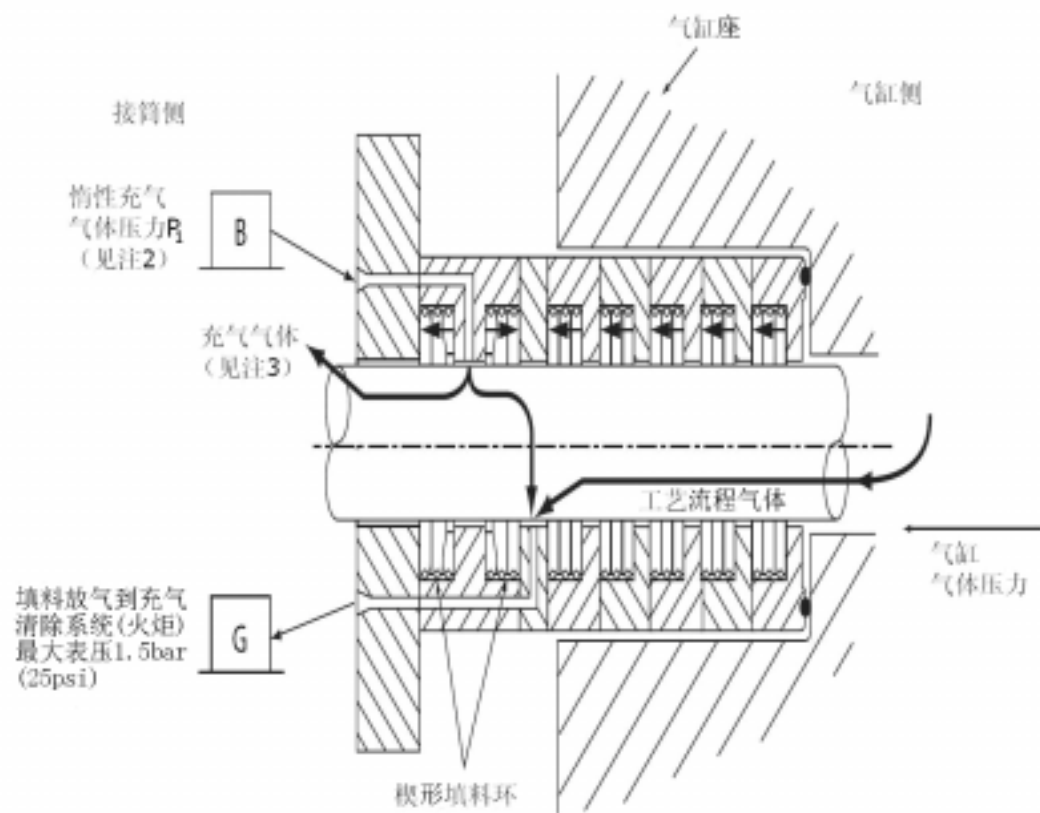
刮油器填料带惰性充气气体净化



中间隔板填料带惰性充气气体净化
(不用于A型和B型接筒)



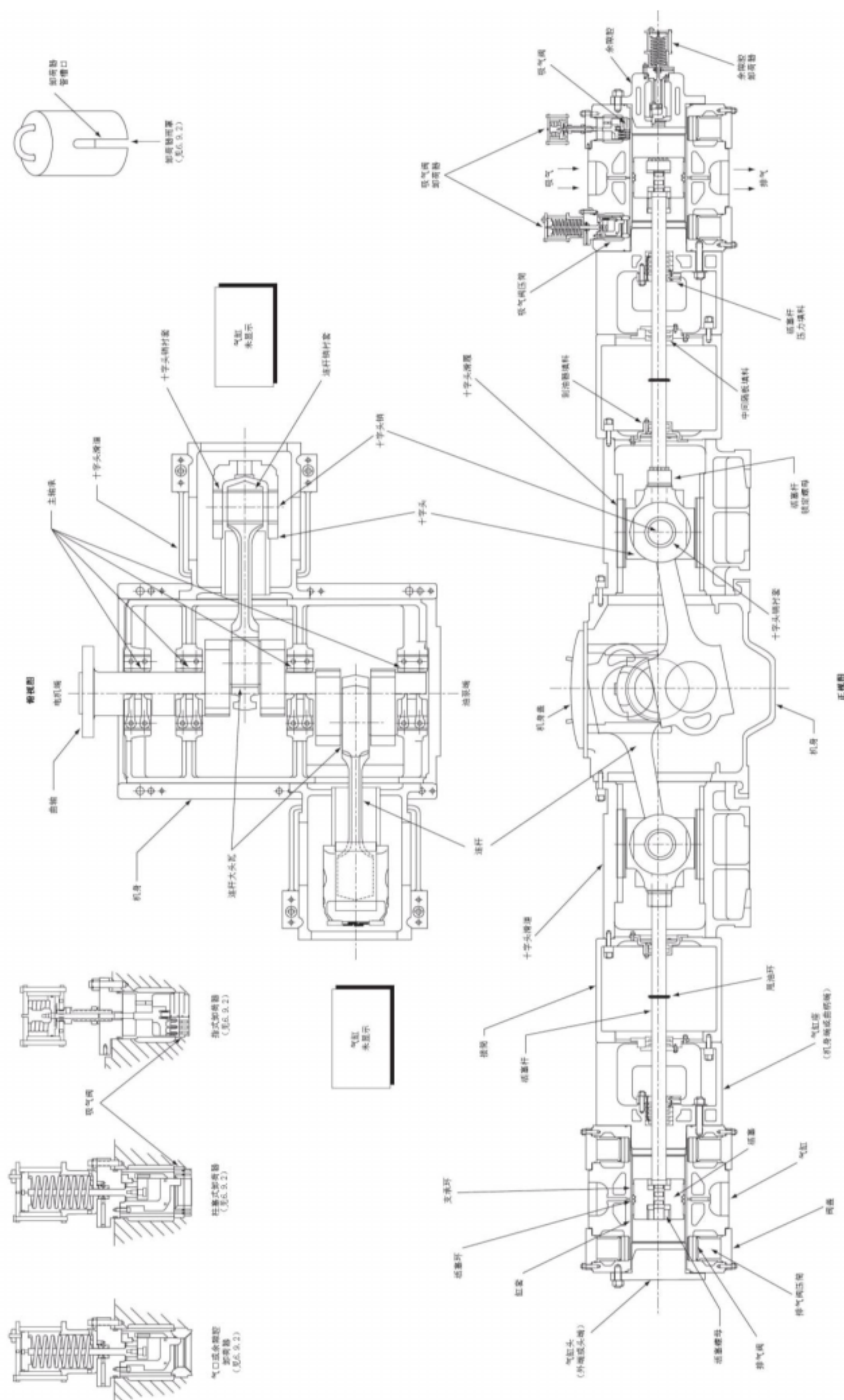
压力填料带惰性充气气体净化



- 注:
- 1. 见6.12.2和6.13.1.6。
 - 2. 充气气体压力P1必须比充气清除系统在接口A和接口G(在外侧接筒)处压力较高一个至少高1bar (15psi)。充气气体压力P2必须比充气清除系统在接口A(在外侧接筒)处压力至少高1bar (15psi)。
 - 3. 正常条件下, 充气气体的泄漏率最小。非正常条件下(如填料磨损), 将会产生较高的充气气体泄漏率。
 - 4. → = 填料环的密封面。

图 I-3 —典型的充气填料布置

附录 J
(资料性的)
往复压缩机专用名词



图J-1 一往复压缩机专用名词

附录 K
(资料性的)
检验员检查表

该检验员检查表提出了正文中提到的潜在检验点的概要。 最终的检验计划应由买卖双方商定并反映在质量计划中。

表 K-1——检验员检查表

项目	参考 API618 条款	检验日期	检验员	状况
材料检验	8.2.2.1			
曲轴超声波检验	8.2.2.3.3			
管路预制和安装				
水压试验——气缸	8.3.2.1			
水压试验——管路和容器	8.3.2.1			
气体泄漏试验	8.3.2.2			
车间试验	8.3.3.1			
盘车试验活塞杆径向跳动按照附录 C的径向跳动表	8.3.4.1			
气缸气阀泄漏试验	8.3.4.3			
附加试验—按规定				
曲轴臂挠度				
内部清洁度检查				
管路				
曲轴箱				
脉动抑制器				
冷却器				
过滤器				
其他				
转向箭头	6.16.2			
外形尺寸和连接位置 ^a				
法兰尺寸和表面粗糙度 ^a				
地脚螺栓布置和规格 ^a				
涂漆	8.4.5			
防腐—外部	8.4.6 8.4.17			
防腐—内部	8.4.7 8.4.20			
防腐—润滑的表面	8.4.8			
所有开口的封闭	8.4.10 8.4.11 8.4.12			
设备铭牌数据	6.16.2			
装运包装	8.4.14			
设备标识	8.4.15			
管路接口识别（标签）	8.4.19			
附加检验—按照规定				
^a 按照合格的图样检验。				

附录 L
(资料性的)
典型安装板的布置

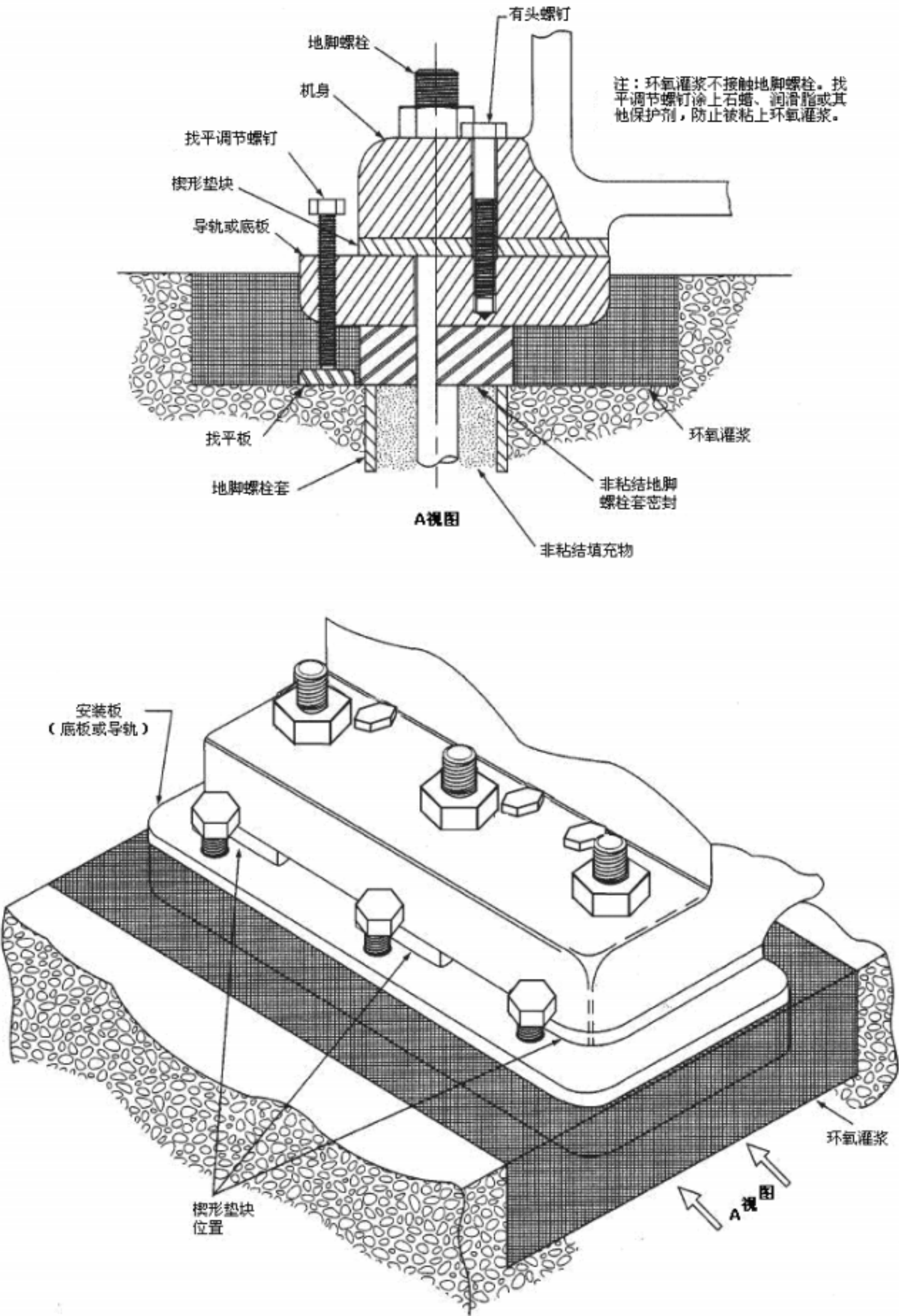


图 L-1 — 典型安装板布置

附录 M
(资料性的)
设计方法工作流程框图

用于 7.9.4.2 描述的设计方法 1、2、3 的工作流程在以下的图 M-1、M-2 和 M-3 中分别表述。
7.9.4.2.5.2 中描述的基本准则的层次中各步骤在每个图上用带圆圈的数字表示。

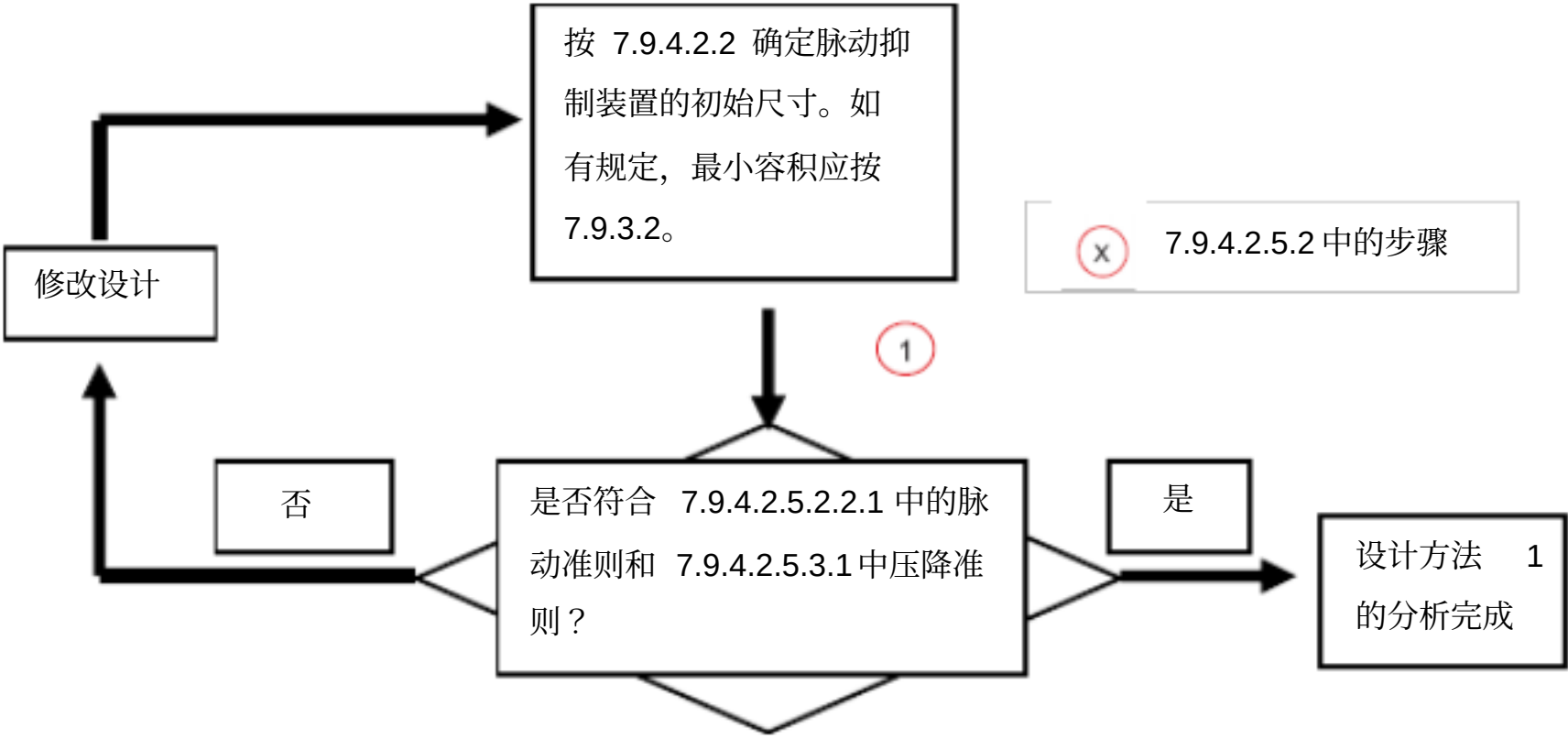
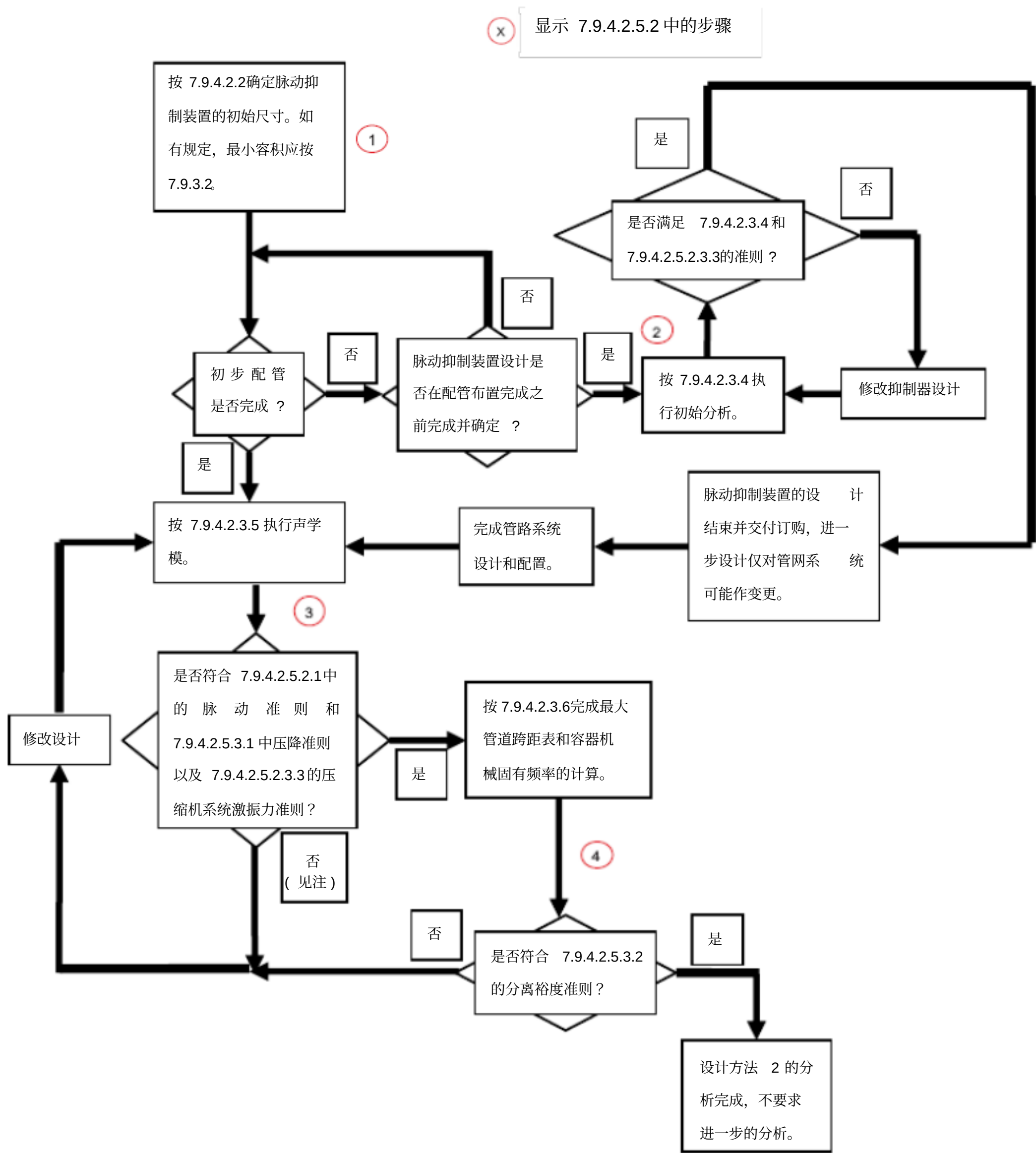


图 M-1—设计方法 1



注：即使脉动抑制装置被确定，可能需要接受更高的压降或进行设计方法 3 的分析。

图 M-2—设计方法 2

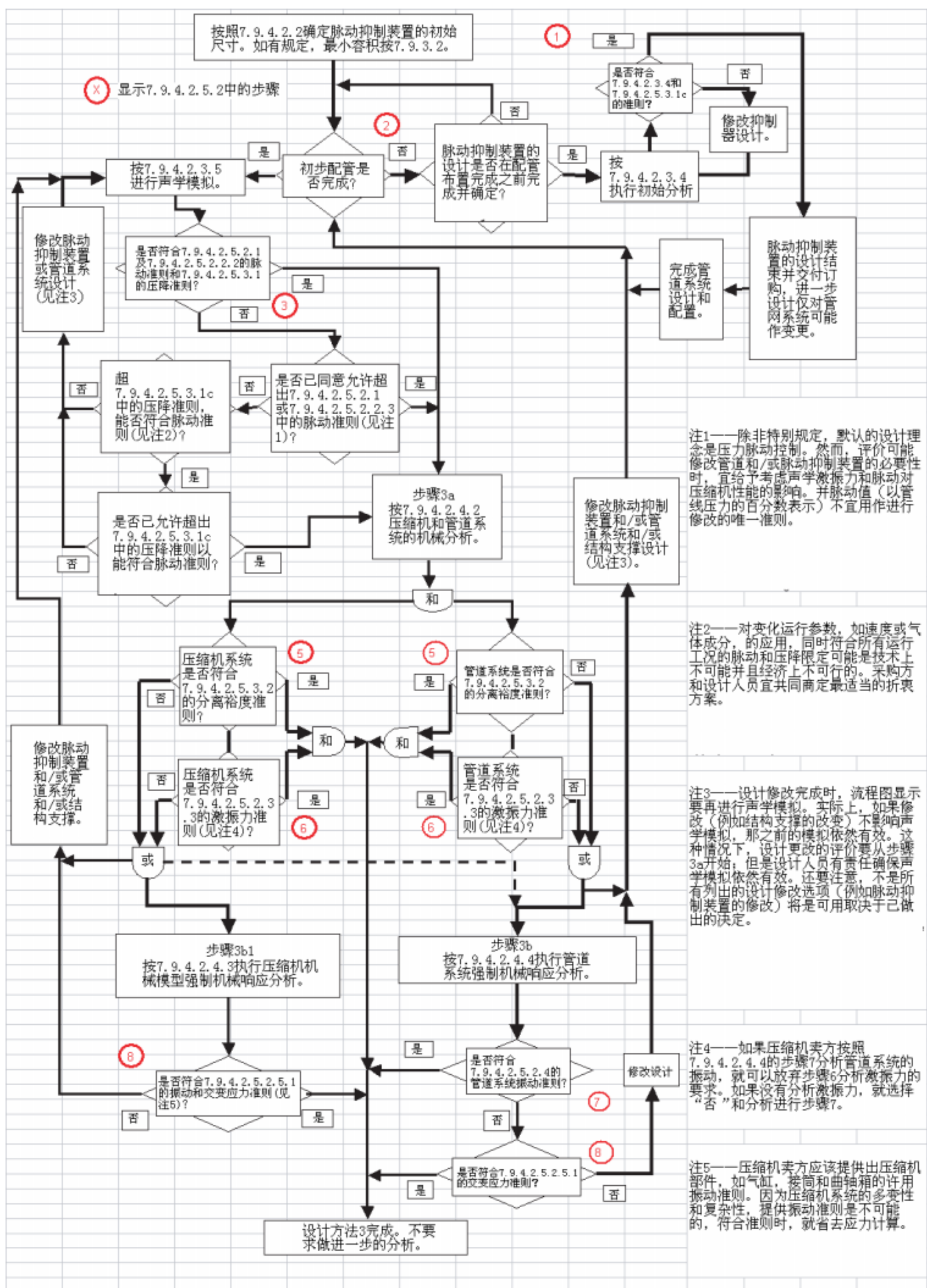


图 M-3—设计方法 3

附录 N (资料性的)

压缩机气体管路设计指南和声学模拟分析的准备

N.1 概述

N.1.1 任何往复压缩机与管路系统连接，形成一个相互作用的动态系统，无法作为两个单独的系统来进行准确的分析。因此，对脉动系统设计人员和管路系统设计人员，在能够保证最终分析中正常工作并且成本合理的独立基础上，要达到建议的设计实际上是不可能的。

N.1.2 本附录为管路系统设计人员给出了指南，这将有助于把声学模拟时可能发生问题减到最少，还提出了在交互性分析时必须有用的信息。在项目进程中，管路系统设计人员、压缩机卖方和脉动控制系统设计人员之间的交流对把问题减到最少、求得最佳整个压缩机系统安装是非常重要的。交互讨论的关键时期是在项目的早期订货后的协调会议上（见 9.1.3）和声学模拟 / 机械分析的交互性分析期间。

N.1.3 采购方可以选择使用卖方运行的设备或者是第三方的设施执行厂内声学模拟，。

N.2 管路设计的声学考虑

N.2.1 系统各元件之间存在共振相互作用时，压缩机、脉动抑制装置和管路系统的交互作用产生有害脉动。系统设计人员可以通过避免共振管长使这种交互作用降至最低。当使用共振管长，并且共振频率与压缩机频率一样时，按声学模拟分析的结果可以对系统预计较大的变动。公式 N-1 给出了不同形状管子的共振管长。建议这些形状的长度要避开压缩机转速在前四阶谐波的士 10% 频带内。这最重要的管道区域是吸气侧第一主要容积和排气侧第一主要容积之间的管段的。主要容器之外的管道区域，或者离压缩机足够远的管道区域，有害脉动的累积显著减小。

N.2.2 对于两端开口或者两端封闭的管段，避免的管长由以下计算：

$$L_H = \frac{30c}{nN} \quad (N-1)$$

式中

- L_H 为避免的管长，单位米（英尺）；
- c 为气体中的声速，单位是米每秒（英尺每秒）；
- n 为谐波阶数（1, 2, 3 和 4）；
- N 为压缩机速度，单位是转每分钟。

这是主要容积、集气管长度等等之间长度的例子。

N.2.3 对于一端开口一端封闭的管段，避免的管长由以下计算：

$$L_Q = \frac{15c}{nN} \quad (N-2)$$

式中

- L_Q 为避免的管长，单位米（英尺）；
- C 为气体中的声速，单位是米每秒（英尺每秒）；
- n 为谐波阶数（1, 2, 3 和 4）；
- N 为压缩机速度，单位是转每分钟。

这是安全阀管线和旁通管线的例子。

注：如果管径放大为 $2/1$ 或者更大，那么该管端可以考虑为开口。相似地，如果管径的变径缩小为 $1/2$ 或者更小，那么该管端可以考虑为封闭。

N.2.4 声学模拟宜在管路静应力分析证明了管道限制的位置和设计产生的管路静应力可以接受之后进行。

N.2.5 对变速和 / 或变气体组分和 / 或变压力和温度的压缩机，共振的区分计算更难，只能利用声学模拟研究来适当处理。

N.3 声学模拟研究

N.3.1 声学模拟技术分析的管路系统范围通常被定义为所有相连的管路系统到某一节点上管路的变化对研究中的系统零件和确定设计的声学特性仅有轻微影响。通常，满足这些要求是从压缩机组吸气侧的主要流程容器的或容器进口开始模拟，再继续通过所有的级间系统（如果有的话）模拟，在机组排气侧的主要流程容器或容积的出口终止研究。包括进出该系统连接的支管路，如安全阀管线和旁通管线。

N.3.2 不存在主要容积或它离压缩机比较远时，模拟应该包括合适的管路长度，这样，脉冲值就会足够的低，从而把脉冲导致的振动问题的可能减到最小。

N.4 所需资料

N.4.1 为了正确进行声学模拟需要相当大量的资料。购卖双方宜商定谁来负责开发和编辑以下这些资料：

N.4.1.1 表明压缩机的所有运行工况、所有被压缩气体的组分分析和所有卸荷步骤的数据表。

N.4.1.2 表明整个管路系统所有的长度（弯头、阀门、变径管等之间）和管线尺寸和工艺过程的等比例图，包括所有支管线和安全阀管线。如果包括机械研究，则支撑之间的距离和每个支点位置上所用的支撑和管夹的型式必须表明在等比例图上。还需要每种支撑和管夹型式的详图。

N.4.1.3 要求的管路和仪表图（P&IDs），以确保可能影响研究的所有管路和设备包括在内。

N.4.1.4 要求的布置图，以便确定任何提议修改的实用性。可复制的图样很有用，因为能标记和复印件可以包括在报告中。

N.4.1.5 吸气侧第一大容积前并包括该容积、级间和排气管路在内的所有管路必须提供的完整资料。必须包括截止阀或大容积前的每个支管。

N.4.1.6 必须标出任何孔板或其他节流装置，并提供全部细节。

N.4.1.7 要求的每个容器的详图，表明所有的接管位置、内径和长度，以及任何容器内件的细节。必须表明这些容器的正常液位和设计压力降。

N.4.1.8 对所有的换热器必须提供 TEMA 数据表或同等资料。数据表上必须表明气体是走管程还是走壳程，管子数、长度和管号，是光管还是翅片管，程数，壳体内径，气体的进出口温度，气体压力降和管箱尺寸。最好有尺寸图样。

N.4.1.9 如果有不同的气体工艺流程，必须有完整的说明，表明每个流程所有阀门的相对位置。如果包含不同的工艺气体，说明中必须指明哪个流程用于哪种气体。任何从侧流进出的气流必须表明，包括气体分析、流量和流向。

N.4.1.10 如使用气体过滤器，必须提供过滤器的型式、内径、长度和滤芯的压力降。要有尺寸图样。

- N.4.1.11 当两台或更多的压缩机连接在同一个管路系统时，要求它们如何操作的清晰描述（如卸荷的步骤，速度差等等）。
- N.4.1.12 每个抑制器的详细尺寸图样，表明所有接管的位置、长度、内径和抑制器内件的细节（如有）。
- N.4.1.13 要求压缩机卖方的表 N.1 中资料。

表 N-1—声学模拟要求的压缩机数据

压缩机数据	设计方法	
	2、 3a、 3b1、 3b2	
压缩机数据		
盖侧固定余隙容积	×	×
盖侧卸荷器容积	×	×
轴侧固定余隙容积	×	×
轴侧卸荷器容积	×	×
铸造图样		
压缩机气缸（内部通道）	×	×
接筒（惯量和刚度）		×
十字头滑道（惯量和刚度）		×
气缸总成重量		×
支撑图样		
气缸支撑图样		×
十字头滑道支撑图样		×
接筒支撑图样		×
脉动抑制装置支撑图样		×
压缩机动态气阀分析结果		×
多列气缸之间的曲柄角		×

N.4.2 着重建议，熟悉管道系统的管道系统设计代表要参与声学模拟分析，以便需要时进行管路的改变。

附录 O
(资料性的)
确定低通滤波器尺寸的指南

O.1 概述

声学滤波器的一般结构如图 O-1 所示。

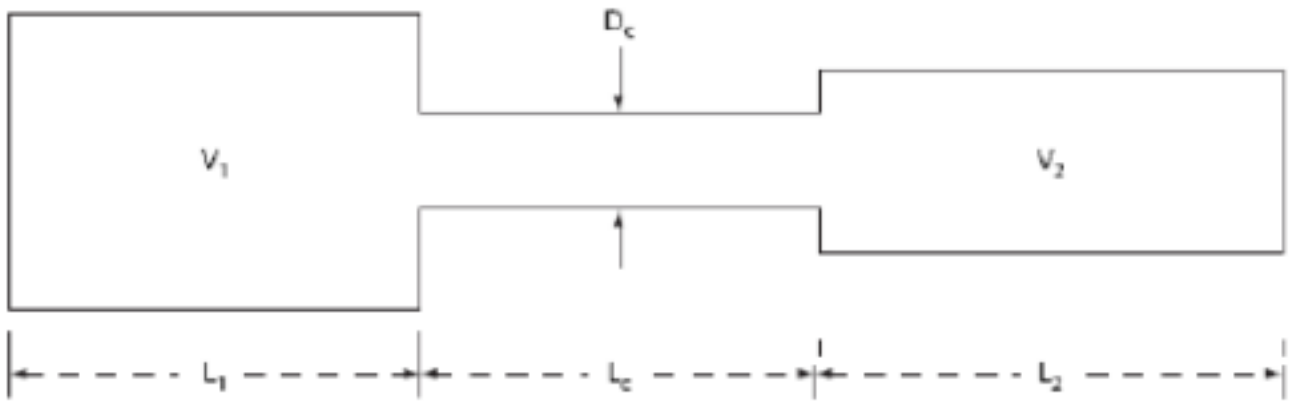


图 O-1—非对称滤波器

滤波器系统的最低声学共振频率被称为亥姆霍兹频率（ f_H ）。亥姆霍兹频率的一个公认的一般公式为：

$$f_H = \frac{c}{2\pi} \left(\frac{\mu}{V_1} + \frac{\mu}{V_2} \right)^{\frac{1}{2}} \tag{O-1}$$

式中：

- f_H 为亥姆霍兹频率，单位为赫兹；
- c 为气体中的声速，单位为米每秒（英尺每秒）；
- V_1 为气缸腔容积，单位为立方米（立方英尺）；
- V_2 为滤波器腔容积，单位为立方米（立方英尺）；
- μ 为声学传导率，单位为米（英尺）。

式中：

$$\mu = \frac{A}{L_c + 0.6D_c} = \frac{A}{L}$$

- A 为节流管内截面积，单位为平方米（平方英尺）；
- L_c 为节流管实际长度，单位为米（英尺）；
- L 为节流管的声学长度，单位为米（英尺）；
- D 为节流管直径，单位为米（英尺）。

滤波器截止频率（ f_{co} ），在该频率以上时达到脉动衰减状态，通常定义如下：

$$f_{co} = (\sqrt{2}) f_H$$

声学滤波器既可以是对称的，也可以是非对称的。如图 O-1 和公式 1 所示，非对称滤波器可有两个不同的容积（长度和直径）和不同的节流管长度。对对称滤波器，两个容积相等并节流管的声学长度 L 等于每个容积的长度，即 $L_c=L$ 。当 L_c 远大于 D_c 时，是有效的。这也意味着每个容积的直径都相等。

代入公式 O-1，对称滤波器的亥姆霍兹频率为：

$$f_H = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{c}{\pi} \frac{D_c}{LD_B} \quad (\text{O-2})$$

式中

D_B 为脉动抑制装置的内径，单位为米（英尺）。

O.2 指导方针

以下的指导方针可用于声学滤波器的初始尺寸的设计

O.2.1 亥姆霍兹频率的选择（ F_H ）

首选的亥姆霍兹频率为：

$$f_H = \frac{S}{85}$$

其中

S 压缩机转速，单位为 r/min 。

只有不够经济或物质上不切实际的情况下，宜考虑更高的亥姆霍兹频率，就是当压降处于临界状态，如在低吸气压力的情况，或压缩机系统布局导致空间有限。在以上这些例子中可以选择更高的亥姆霍兹频率。一般的，亥姆霍兹频率不宜高于：

$$f_H = \frac{S}{45}$$

除非声学模拟另有证明。对于压缩机转速大于 500rpm ，亥姆霍兹频率不宜超过

$$f_H = \frac{S}{85}$$

O.2.2 滤波器各元件直径间的关系

出于声学考虑，气缸瓶（腔） V_c 的直径应等于或大于两倍的气缸连接件（法兰）的直径。一般越大的比率越能够改进声学特性，但是可能导致不可接受的机械特性。最终设计比率必须通过声学 and 机械分析来确定。

过滤瓶（腔） V_f 的直径应等于或大于三倍的管线直径。

O.2.3 滤波器各元件长度间的关系

首选的滤波器系统的气缸瓶（腔）、阻气管和过滤瓶（腔）的长度相等，即 $L_1=L_c=L_2$ 。如果物质约束（管道布局）和要求的尺寸不允许等长，次佳选择是阻气口和过滤瓶（腔）的长度相等 $L_1 \neq L_c=L_2$ 。

O.2.4 阻气管直径的尺寸（ D ）

除非另有说明，由 7.9.4.2.5.2.3.2 中适用的公式 13 计算最大许用压力降。利用最大许用压力降和适当的压力降关系，计算可以在所有预期运行条件下应用的阻气管最小直径。

O.2.5 初始设计的声学模拟

没有声学模拟，这些尺寸的指导方针不能用于确定滤波器元件的最终尺寸。一旦完成滤波器初始设计，必须要进行声学模拟以评价滤波器部件内的不平衡激振力和接管处的脉动水平。滤波器部件尺寸几乎总是在声学模拟过程中调整的。

附录 P
(资料性的)
管路和脉动抑制装置激振力指南

P.1 概述

激振力指南提供了一个替代的评估工具以确定强制机械响应分析的需要。得到适当的激振力指南的基础是结构的刚度和可接受振动的知识。结构刚度的知识可以根据相似结构的经验或根据从假定最小刚度值到由详细的结构模拟得到的刚度的精确度不同的计算。类似地,可接受振动的知识可以根据经验或者通过详细的结构模型来确定。

采用的激振力指南研究与分离裕度和设计振动指南有关。非共振激振力指南的简化要求同时符合激振力和分离裕度的指南。

图 P-1 显示了管路非共振激振力指南和与相应的激振力引起的共振的关系曲线。符合分离裕度指南时,非共振激振力指南产生可接受的振动。同时符合最小固有频率指南和非共振激振力指南确保在第一、二阶压缩机转速的振动可以接受。同时符合固有频率 20%的分离裕度和非共振激振力指南将也确保在较高阶的压缩机速转的振动可以接受。因此,符合分离裕度指南,管路的非共振激振力指南是适用的。不符合分离裕度指南时,要求低得多的管路激振力以确保可接受的振动。

图 P-2 显示了脉动抑制装置非共振激振力指南与相应的激振力引起的典型共振的关系曲线。如管路一样,符合分离裕度指南时,脉动抑制装置非共振激振力指南是适用的。不符合分离裕度指南时,要求低得多的脉动抑制装置激振力以确保可接受振动。

图 P-1 和 P-2 证明了应用非共振激振力指南时符合分离裕度的重要性。

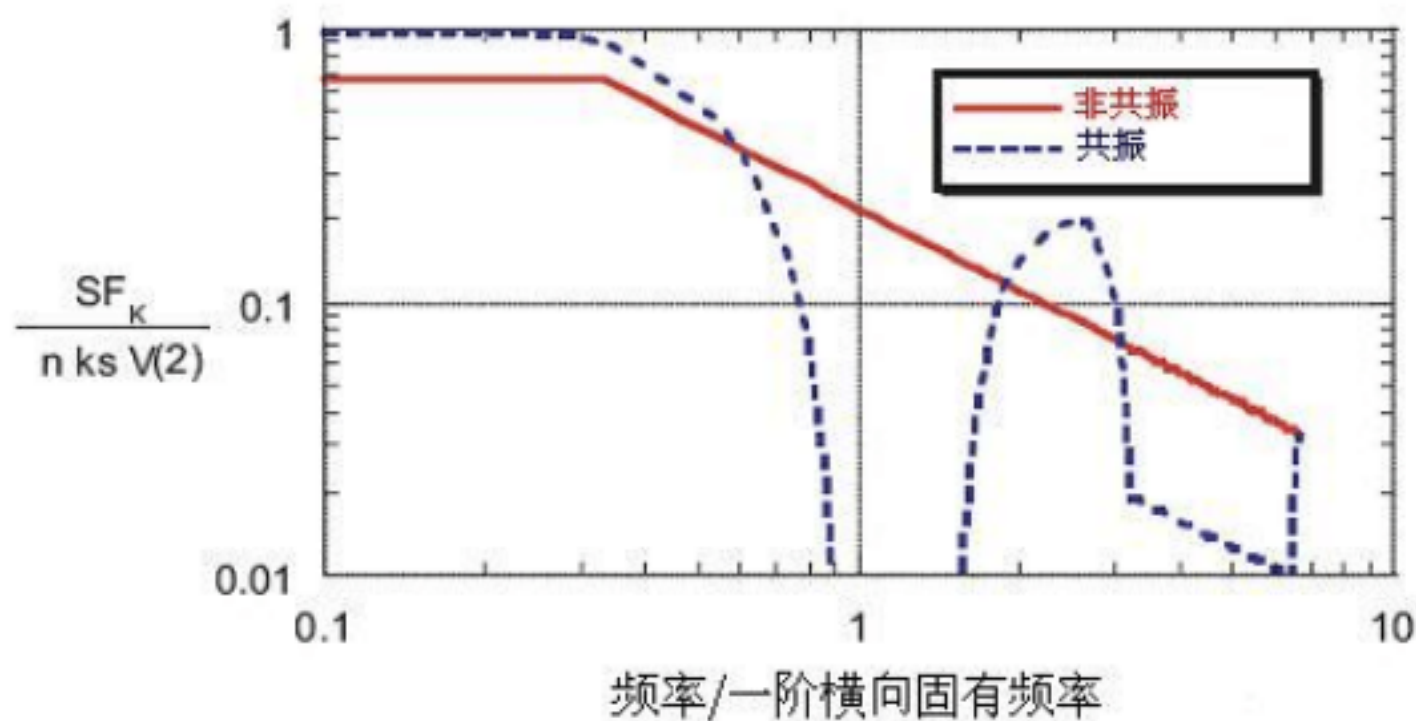


图 P-1 — 无因次管路激振力指南

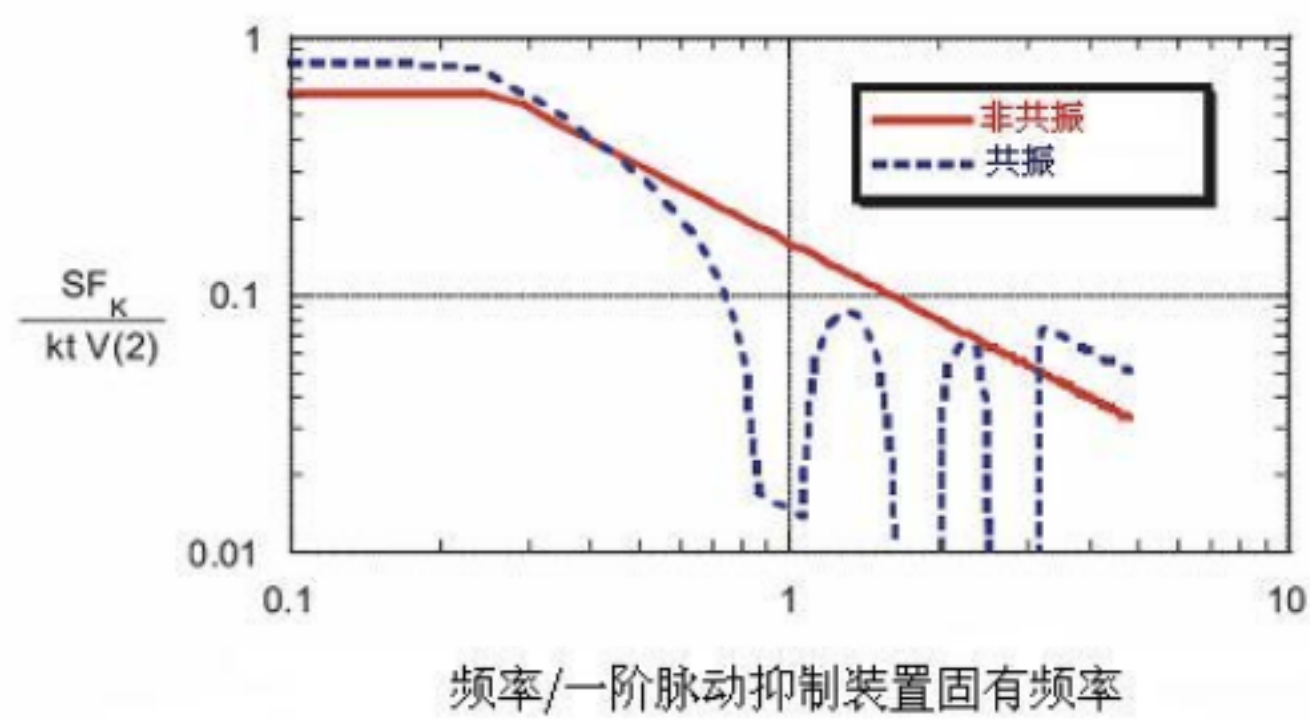


图 P-2—无因次脉动抑制装置激振力指南

P.2 激振力方向

P.2.1 管路方向

管路非共振激振力指南适用于导致非共振振动的沿管路轴线作用的激振力，如图 P-3 所示。在有激振力运行或邻接的垂直管中发生共振时，不能应用管路非共振激振力指南。

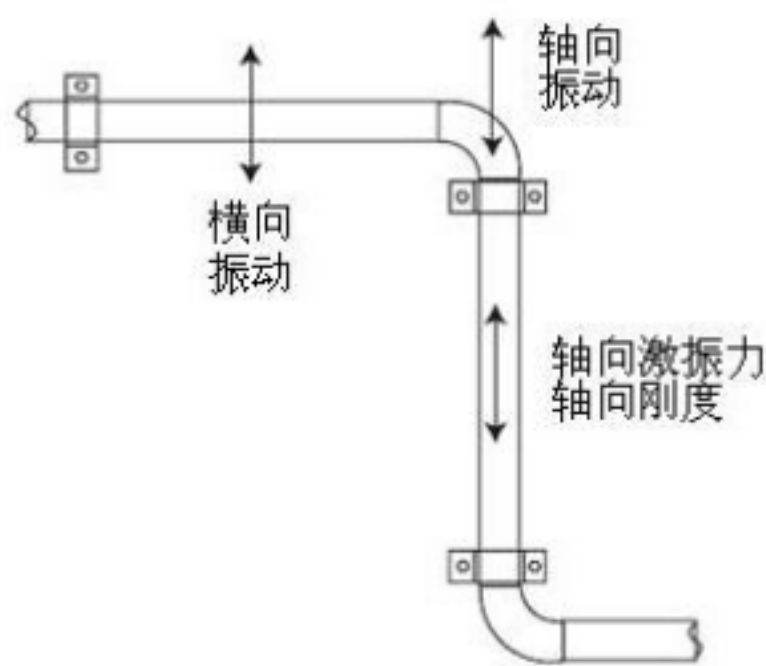


图 P-3—沿管路轴线激振力

P.2.2 安装脉动抑制装置气缸的方向

脉动抑制装置非共振激振力指南应用于引起非共振振动的沿脉动抑制装置轴线作用的激振力，如图 P-4 所示。

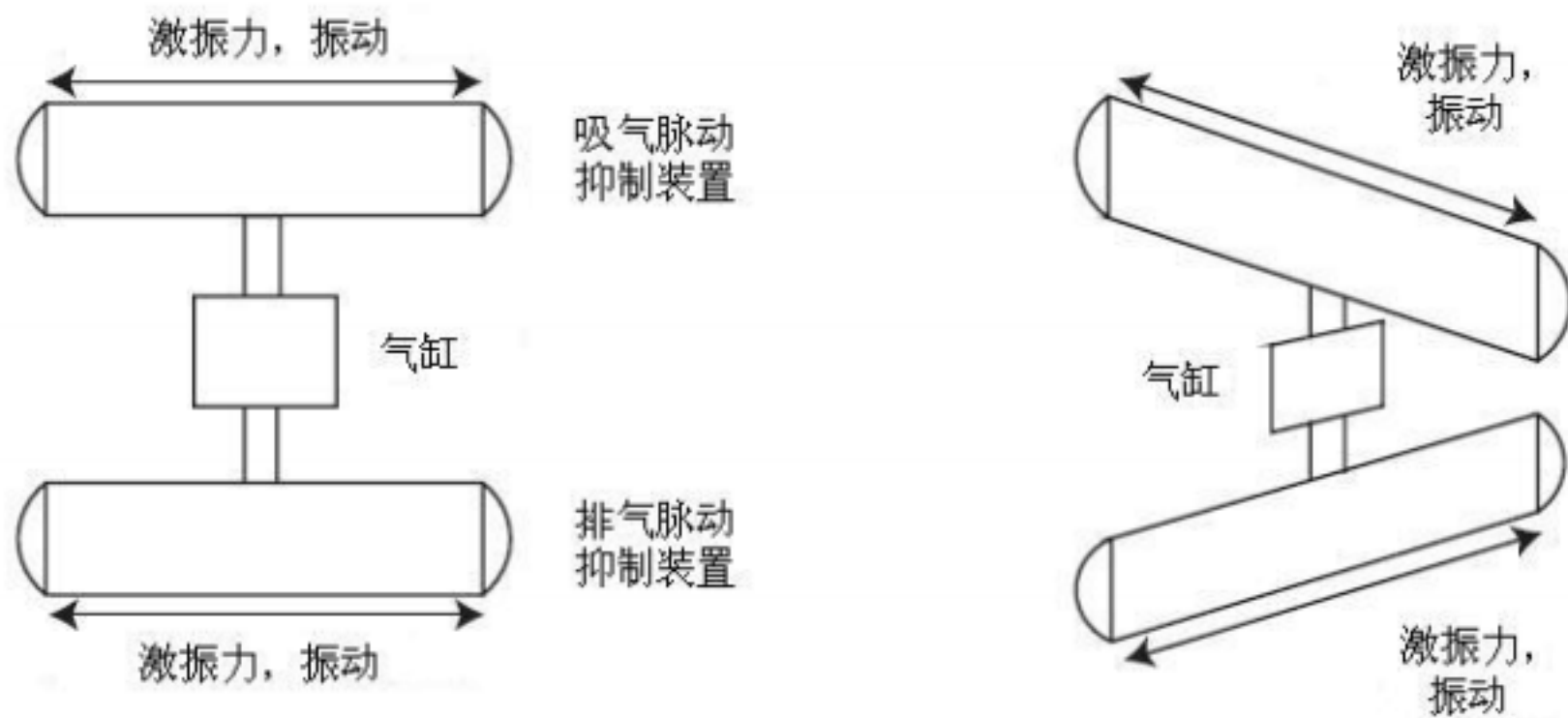


图 P-4 —沿脉动抑制装置轴线激振力

P.3 有效静态刚度的确定

P.3.1 概述

管路和脉动抑制装置的有效刚度的建议公式在 P.3.2 和 P.3.3 中给出。另外，使用符合最小机械固有频率指南来建立要求的最小有效静态刚度。管路和脉动抑制装置的最小有效静态刚度的公式也在下面给出。

P.3.2 管路有效和最小静态刚度

P.3.2.1 管路的有效轴向刚度通常通过支撑的轴向刚度来确定，如公式 P-1 所示。

$$k_{\text{eff}} = 0.66 \times n \times k_s \quad (\text{P-1})$$

式中

k_{eff} 为沿激振力作用的管路方向的有效静态刚度，单位为 $\text{N/mm}(\text{lbf/in})$ ；

0.66 为如接近共振时，为降低刚度计算的动态设计系数（见图 P-1）；

n 为有效的轴向支撑数（见 P.2.1.1 支撑与激振力作用的管路走向不在同一条直线上时）；

k_s 为轴向静态支撑刚度，单位为 $\text{N/mm}(\text{lbf/in})$ 。

为了满足最小固有频率指南（见条款 7.9.4.2.5.3.2），有效的轴向支撑刚度必须至少符合公式 P-2 定义的最小 k_s 值。公式 P-2 满足了所有最大可接受跨度的实际管道配置的最小要求支撑刚度（关于集总的质量和设备见 P.2.1.2 和 P.2.1.3）。

$$\text{最小 } k_s = C_{\text{KS}} \times A^{0.75} \times I^{0.25} \times f_{n,T}^{1.5} (n-1/n) \quad (\text{P-2})$$

式中

C_{KS} 为由支撑刚度单位决定的常数（SI 单位： $1/130$ ；USC 单位：25）；

A 为管子横截面金属面积，单位为 $\text{mm}^2(\text{in.}^2)$ ；

$$= \frac{\pi}{4} \times (\text{OD}^2 - \text{ID}^2) ;$$

I 为管子横截面面积的惯量矩，单位 $\text{mm}^4(\text{in.}^4)$ ；

$$= \frac{\pi}{64} \times (OD^4 - ID^4) ;$$

OD 为管子外径, 单位 mm(in.) ;

ID 为管子内径, 单位 mm(in.) ;

$f_{n,T}$ 为最小横向固有频率, 单位 Hz (见 P.3.2.5) ;

n 为有效支撑数 (或取最小数 $n=2$, 见 P.3.2.7)。

宜确定 k_s 的实际值并与最小 k_s 值要求作比较。实际 k_s 大于最小 k_s 时, 有足够的支撑刚度约束较高激振力 (直至 7.9.4.2.5.2.3.2 中公式 10 和 P.1 定义的限值)。实际 k_s 小于最小 k_s 时, 将无法符合机械固有频率的分离裕度指南, 而且必须考虑在一阶、二阶压缩机转速内发生共振运行的可能性。

实际的和最小的 k_s 值也宜与 7.9.4.2.5.2.3 的注 2 所供的典型支撑刚度值范围作比较。实际 k_s 宜落在相应的支撑类型的范围内。要求的最小 k_s 超出相应的支撑类型的范围时, 必须谨慎地确定实际 k_s 值, 而且要么必须应用结构足够刚性的类型, 要么必须降低激振力指南。

P.3.2.2 当支撑与激振力作用的管路的走向不在同一直线上时 (如 U 型, Z 型管或者 3D 弯管的中间段), 支架夹住的垂直管段可能比支架本身更具柔性, k_{eff} 必然随之减小。当支架偏移量大于最大允许跨距的 25% 时, 应考虑垂直管段的柔性。

P.3.2.3 最小 k_s 的计算不包括集中质量, 但是当满足最小固有频率分离裕度指南时会得到保守的激振力准则。为了确保满足分离裕度准则, 必须另外提供每一个集中质量 (如阀门) 的支撑要求。

P.3.2.4 最小 k_s 的计算基于满足最小机械固有频率指南的支撑最小数。当现有的支撑数大于最小支撑数时, 最小 k_s 可以通过所需最小支撑数除以活动支撑数的比来降低。

P.3.2.5 要求的最小横向固有频率 ($f_{n,T}$) 是取决于激振力的频率。例如, 按照分离裕度准则的第一部分, 典型的选择是 2.4 倍的最大额定速度。对于更高速度的压缩机, 虽然实际并不总是能达到, 但是公式 P-2 仍然可用于确定给定 $f_{n,T}$ 所要求的最小支撑刚度。

P.3.2.6 容器和设备 (例如第二级脉动抑制器, 分离器, 冷却器部分和换热器) 最小轴向支撑刚度的要求宜通过满足分离裕度准则的设备质量来直接确定。

P.3.2.7 活动支架数包括所有沿存在激振力作用的管路走向的轴向约束, 以及偏移管路走向的位移小于最大允许跨度的 25% 的约束。

P.3.2.8 容器和设备也可能要约束。见图 P-5 的例子。

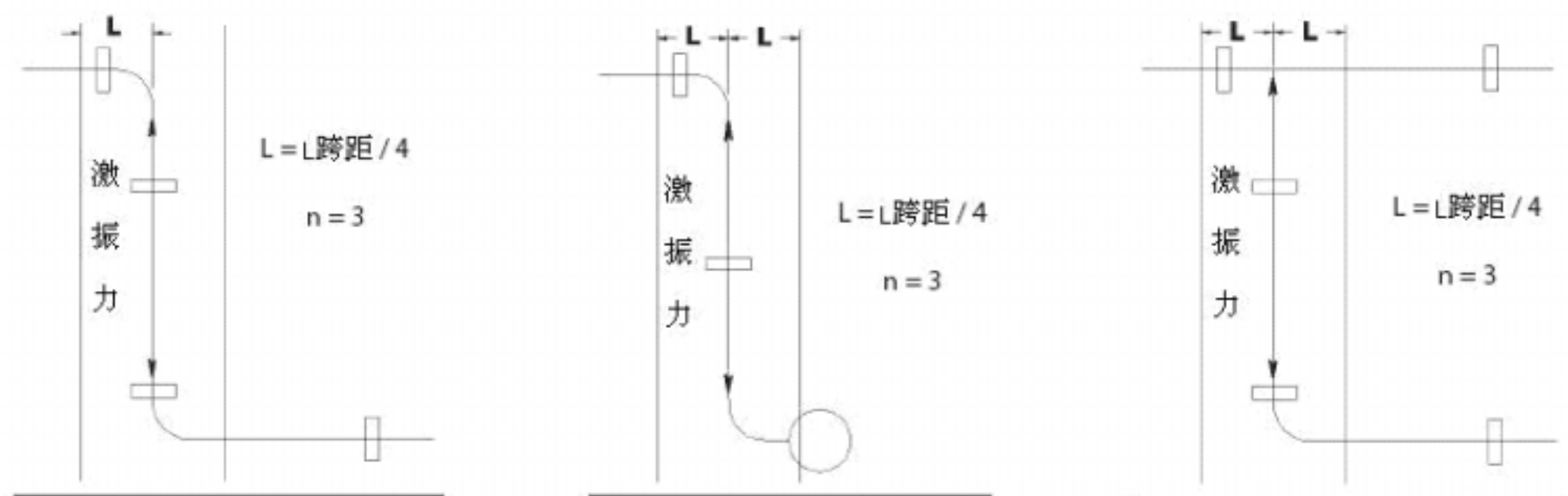


图 P-5—激振力减振器示例

P.3.2.9 管道壁厚的规定是基于利用适用的设计规范的设计压力，不对其进行增厚以作为控制振动的方法。

P.3.3 安装在气缸上的脉动抑制装置的有效和最小静态刚度

安装在气缸上的脉动抑制装置的有效轴向刚度是许多结构复杂的相互作用的结果，需要详细的分析和现场测量来确定。按管路屈服的有效刚度公式 P-3 以相同的形式表示。

$$k_{\text{eff}} = 0.66 \times k_t$$

(P-3)

式中

k_{eff} 为沿激振力作用的脉动抑制轴的有效静态刚度，单位为 N/mm(lbf/in)；

0.66 为如接近共振时，为降低刚度计算的动态设计系数（见图 P-2）；

k_t 为脉动抑制装置轴向静态支撑刚度，单位为 N/mm(lbf/in)。

注意气缸组件刚度是脉动抑制装置刚度的关键部分，并考虑通常气缸组件的合理支撑，最小 k_t 可以基于气缸数来建立，如公式 P-4 所示。

$$\text{最小 } k_t = k_{\text{min}} \times n_{\text{cyl}}$$

(P-4)

式中

k_{min} 为每个气缸接管上的最小脉动抑制装置轴向静态刚度（ SI 单位： 5.0×10^3 N/mm; USC单位： 3×10^5 lbf/in. ）；

n_{cyl} 为连接到脉动抑制装置的气缸数。

警告：长气缸接管，双室和小横截面接筒不可能提供最小轴向刚度。

同样的，对于高速机组，更大更高压力气缸可能要求大于最小轴向刚度，以符合最小固有频率指南。气缸重于表 P-1 所示，就需要额外的支撑。

表 P-1—可能要求加强的气缸组件重量

最大压缩机转速（ rpm）	300	600	900	1000	1200	1500
气缸组件重量（ N）	89000	22000	9800	8000	5500	3500
气缸组件重量（ lbf ）	20000	5000	2200	1800	1250	800

表 P-1 没有表明的压缩机转速的最大气缸组件重量可以通过公式 P-5 获得。

$$W_{\text{cyl}} = C_c / S^2$$

(P-5)

其中：

W_{cyl} 为最大气缸组件重量，单位是 N（lbf）；

C_c 为基于重量和刚度单位的常数（ SI 单位： 8.0×10^9 ；USC单位 1.8×10^9 ）；

S 为压缩机转速，单位是 r/min 。

P.4 激振力的评价

进行修正以降低预计的激振力称之为激振力控制（各种控制方法的整个讨论见 API RP 688）。至少对于所有安装在气缸上的脉动抑制装置要求激振力控制。采购方同意时，可用激振力控制代替管路的压力脉动指南。

激振力控制方法的第一步是用 7.9.4.2.5.3 和附录 P 中所示公式和方法来确定激振力的指南。然后，预计得到的激振力与激振力、分离裕度指南作比较。预计的激振力不符合这些指南时，那么必须进行一个或多个以下方案以获得可接受的结果：

- 修正系统声学模拟以降低预计的激振力；
- 修改支撑结构以符合分离裕度指南；
- 执行强制机械响应分析并符合振动指南。

对整个系统常常以迭代方式应用以上方案的组合以达到可接受的预计激振力。

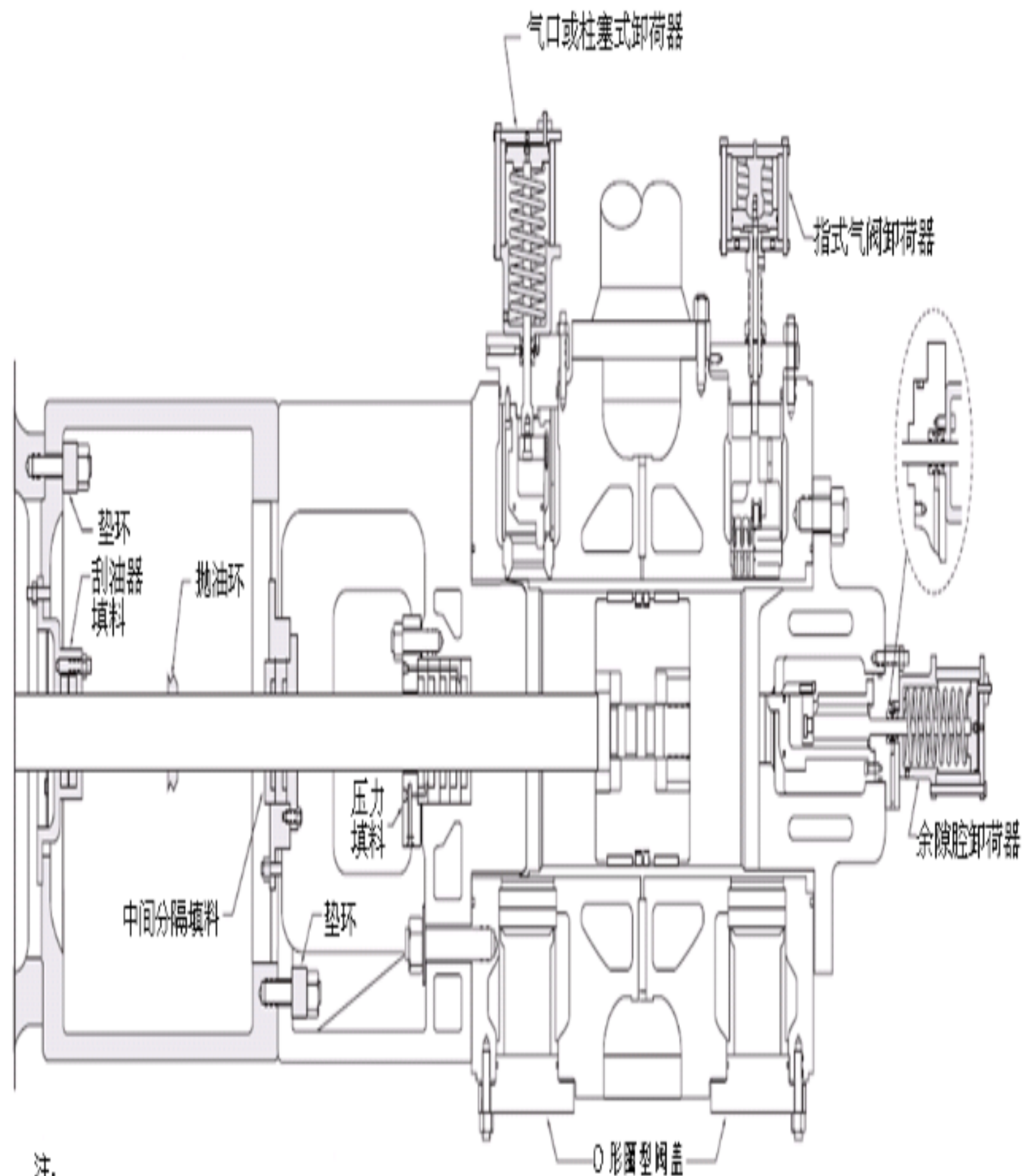
附录 Q
(资料性的)
压缩机部件—符合 NACE MR0175

图
Q-1

—压缩机部件——符合

NACE MR0175

的材料指南



注:

1. 剖面没有阴影的所有部件按 6.15.1.11 的要求, 应为 NACE MOR175 材料。剖面有阴影的  部件不要求为 NACE 材料。
2. 应用 NACE 暴露指南允许将非 NACE 螺栓连接材料用在气缸上的外部紧固件和接管中的内部紧固件。
3. 往复压缩机术语见图 J-1。

（内部参考资料）

编译单位：全国压缩机标准化技术委员会
上海电气压缩机泵业有限公司
沈阳气体压缩机研究所