



DELICATE & ACCURATE

Model F1212

数字高斯/微特斯拉计

用户手册

MAN-F1212-REV01-2010



本文档包含产品操作信息

IREF 乐真科技

Printed in China

Edition 1, Oct., 2010

在任何情况下，如果本产品在经过北京乐真科技有限公司书面授权的情况下被拆卸、调整、更换部件或维修，北京乐真科技有限公司有权拒绝提供任何形式的保修、维修、维护或校准服务。

有限保修服务

1. 以下有限保修担保只针对在中国大陆地区销售的产品。
2. 本产品之制造商北京乐真科技有限公司对此产品及其附件，除易碎及易损传感器（例如各种型号的霍尔探头）外，自发货之日起 12 个月内实行保修。
3. 在保修期内，所有得到北京乐真科技有限公司认可返回的产品及其附件，针对产品质量问题，享受保修服务。服务内容包括维修和部件更换，不收取部件更换和维修人工费用，以及将维修后的产品重新寄至用户所需邮寄费用。
4. 在保修期内，维修后的产品或更换的部件所享受的保修期限截止至原保修期限。
5. 对于非产品质量问题，以及未按规定使用产品或其附件、或者未按正确操作指示进行操作而造成的产品故障和损毁，北京乐真科技有限公司不承担保修义务。
6. 北京乐真科技有限公司对超出保修期限的产品提供维修服务，只收取部件更换费用、必要的维修人工费用以及将维修后的产品重新寄至用户所需邮寄费用，并对维修后的产品以及更换的部件实行 90 日保修服务。

校准服务

1. 以下校准服务只针对在中国大陆地区销售的产品。
2. 本产品之制造商北京乐真科技有限公司对此产品自发货之日起提供 1 次免费校准服务。
3. 免费校准服务不收取校准费用和人工费用，以及将校准后的产品重新寄至用户所需邮寄费用。对于非强制计量产品，如果用户需要开具计量证书，则由用户承担计量所需费用。
4. 对于非免费校准服务，北京乐真科技有限公司只收取必要的校准费用和人工费用，以及将校准后的产品重新寄至用户所需邮寄费用。对于非强制计量产品，如果用户需要开具计量证书，则由用户承担计量所需费用。
5. 以上校准服务只针对无故障的产品。如果校准前发现产品存在故障问题，北京乐真科技有限公司将在征得用户许可后按照有限保修服务条款维修并收取维修费用，而后向用户提供校准服务。

关于本文档的声明

1. 本文档公开和描述的方法及装置由北京乐真科技有限公司独立资金支持并开发。不存在任何其它契约形式支持，并且不存在可能通过任何途经影响或削弱北京乐真科技有限公司知识产权的任何关系。
2. 北京乐真科技有限公司保留在不事先通知的情况下，在任何时间添加、改进、变更或收回产品功能、变更设计、变更产品或变更产品文档的权利。
3. 北京乐真科技有限公司不对本文档所含错误、或者偶然事件、或者由于产品配置、性能或由于使用本文档所造成的损失承担责任。
4. 北京乐真科技有限公司对本文档拥有版权，并保有一切权利。在未经北京乐真科技有限公司书面授权的情况下，不得对本文档的任何部分通过任何途经（包括使用电子、机械、影印、复制或其它任何途经）进行任何形式的复制、转载或传播。

注册商标声明

1. Windows 是 Microsoft Corp. 的商标，PC 是 IBM 公司的商标。
2. 本文档所涉及的其它商标属于其各自所有者所有。

安全性总括

在所有形式的针对本产品的操作、维护、维修过程中，必须首先研读下列通用安全预防措施。违反以下通用安全预防措施或本手册中任何位置提及的特殊警告，将造成对于本产品设计、生产和使用用途所遵循的安全标准的破坏。北京乐真科技有限公司对于违反安全预防措施或本手册提及的特殊警告所造成的后果不承担责任。

安全总则

1. 本产品为“Safety Class 1”类仪器，通过保护地线端子提供安全保护。
2. 本产品的安全特性可能由于使用非本手册提供的操作方法而受到削弱或损伤。
3. 本产品使用的发光二极管 LED 均为 IEC 825-1 所规定之“Class 1 LEDs”。

环境条件

1. 本产品为室内用途产品，设计用于最大相对湿度 80%、最高海拔 2000 米的环境使用。
2. 本产品使用的交流电源规格以及运行环境温度限制请参考本手册内的技术规格。

上电之前必须检查

1. 匹配的交流电源线电压规格。
2. 已安装正确的保险管。

仪器接地

1. 本产品为“Safety Class 1”类仪器，通过保护地线端子提供安全保护。
2. 为避免电击事故的发生，本产品的底板和机箱必须连接至电学地。
3. 本产品必须通过具有 3 根芯线的电源线连接至交流电源，其中保护地线必须牢固连接至电源插座的电学地（安全地）。
4. 任何保护地线的断开或不连接保护地线的操作将导致潜在的电击事故，并导致人身伤害。

使用正确的保险

1. 必须使用具有正确额定电压/电流和指定类型（规定烧断熔丝、时间延迟等）的保险管。
2. 禁止使用修复的保险管，禁止使用导体短路保险管座。否则将导致电击和火灾事故。

禁止在爆炸性气氛中使用

禁止将本产品暴露于可燃气体、烟雾中使用，否则将造成严重的安全事故。

远离带电电路

1. 操作者不可移除仪器封盖。
2. 必须由具有资质认证的维修人员进行内部部件的替换和调整。
3. 不可在交流电源线连通的情况下更换部件。
4. 在某些情况下，断开交流电源线后，产品表面和内部仍可能呈现危险电压。
5. 为最大程度避免人身伤害，接触仪器前应断开交流电源线、为电路完全放电并断开任何与本产品连接的外部电源供给。

切勿独自维护或调整仪器

1. 切勿在单独一人的情况下尝试本产品的内部维护或调整。
2. 进行内部维护或调整时，必须有具备提供急救和复苏能力的另一人在场。

切勿超越输入规格限制

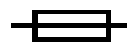
1. 本产品使用电源滤波器，因此必须连接至正确接地的电源插座以避免电击事故。
2. 使用超越输入规格限制的线电压或频率将导致峰值大于 5.0 毫安的漏电流。

切勿置换部件或更改仪器

1. 由于存在导致人身伤害的危险，切勿自行置换部件或对仪器进行任何非授权的改动。
2. 请尽量将本仪器返回至北京乐真科技有限公司以及得到授权的代表处进行维修和维护，以保持仪器的安全性能。

损坏、损毁或有缺陷的仪器应妥善封存以避免继续使用，直至得到授权的维修后方可再次使用。

安全标志

标志	描述	标志	描述
	直流 Direct Current		永久安装设备的火线端子 Terminal for Line Conductor
	交流 Alternating Current		永久安装设备的零线端子 Terminal for Neutral Conductor
	直流和交流 Both Direct and Alternating Current		警告，电击危险 Caution, Risk of Electric Shock
	三相交流 Three-Phase Alternating Current		警告（参见文档） Caution
	接地端子 Earth (Ground) Terminal		警告，发热表面 Caution, Hot Surface
	保护接地端子 Protective Earth (Ground) Terminal		开启（电源） On (Supply)
	机架或底板端子 Frame or Chassis Terminal		关断（电源） Off (Supply)
	端子位于地电位 Terminal is at Earth Potential		保险 Fuse

生产商信息



北京乐真科技有限公司

REFERENCE DEVICES CORPORATION, LIMITED

地 址： 北京市海淀区紫竹院南路 18 号 138 室，100048

电 话： 86-10-88415205

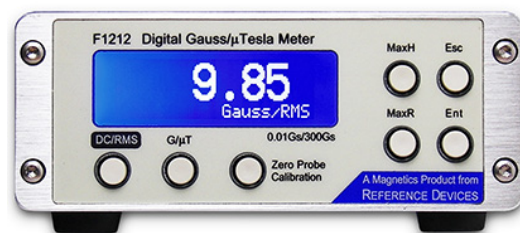
传 真： 86-10-88415205

万维网址： www.REFdevice.com

电子邮箱： service@REFdevice.com

检查和开封

当您收到本产品时，请检查运输包装是否存在外部损伤，以及是否存在部件缺失。如果缺失比较明显，请尽快通知北京乐真科技有限公司。



1. 打开运输包装后，请首先依据本页装箱清单确认仪器、传感器、附件和手册是否齐全，并查找是否存在损伤。
2. 丢弃包装物之前请务必清点所有部件。
3. 如果存在仪器或部件的运输损伤，请尽快通知北京乐真科技有限公司，我们将协助您向运输商和保险公司索赔。
4. 如果存在部件缺失现象，请尽快通知我们。在中国大陆地区，自货物发送之日起 15 日后，北京乐真科技有限公司不对任何部件缺失承担责任。

装箱清单			
名 称	数字高斯/微特斯拉计		
型 号	F1212		
数 量	1 台		
序列号	F1212001090701010		
传感器	F12005	横向霍尔探头，电缆长度 2 米	1 只
附 件	CAB-AC220-2	3 芯交流 220 伏特电源线，长度 2 米	1 条
	FUSE5G-25020	250V/0.2A 玻封保险管，体积 5×20 毫米	2 只
	MAN-F1212	F1212 用户手册，A4 幅面	1 册
装箱：		复查：	
日期： 年 月 日		日期： 年 月 日	

版本历史和文档注释

Rev01 文档序号 MAN-F1212-Rev01-2010

2010 年 10 月 03 日

我们欢迎您关于本文档的注释。尽管我们已经尽了所有努力保持本文档文本、图示和表格内容的正确性，但仍有可能出现错误。

当您报告一个具体错误时，请对其进行简要描述，并指示出现错误的章节、图示、表格和页号。请将您的注释通过邮件或电子邮件寄至北京乐真科技有限公司，我们将对此不胜感激。

Contents

目录

有限保修服务.....	A
校准服务.....	A
关于本文档的声明.....	A
注册商标声明.....	A
安全性总括.....	B
安全标志.....	C
生产商信息.....	C
检查和开封.....	D
历史版本和文档注释.....	E

1. 简介..... 1-1

1.1 手册内容.....	1-1
1.2 阅读导引.....	1-1
1.3 交流电源选项.....	1-1
1.4 安全要求.....	1-1
1.5 产品特征.....	1-2
1.6 固件版本.....	1-2
1.7 技术性能规格.....	1-3

2. 安装..... 2-1

2.1 简介.....	2-1
2.2 包装物.....	2-1
2.3 后面板详解和电缆连接.....	2-1
2.3.1 电源输入组件.....	2-1
2.3.2 RS-232C 和 USB-232 接口.....	2-3
2.3.3 探头接口.....	2-3
2.4 初始设置和开机检测.....	2-3
2.4.1 上电之前.....	2-3
2.4.2 开机检测.....	2-4

3. 操作..... 3-1

3.1 简介.....	3-1
3.2 前面板详解.....	3-1
3.2.1 LCD 显示器.....	3-1
3.2.2 键盘区.....	3-2
3.3 前面板键盘定义.....	3-3

3.4 读数极性.....	3-3
3.5 交流测量.....	3-4
3.5.1 设置测量模式.....	3-4
3.5.2 真有效值 RMS 和平均值 AVE 测量.....	3-4
3.5.3 测量时间.....	3-5
3.5.4 交流测量准确度.....	3-5
3.5.5 有效测量范围和额定测量范围.....	3-5
3.5.6 测量带宽.....	3-6
3.5.7 波峰因素.....	3-7
3.5.8 交流耦合方式 ACC.....	3-7
3.5.9 叠加直流的交流测量.....	3-8
3.6 显示单位.....	3-8
3.7 最大值保持功能.....	3-9
3.7.1 开启和关闭最大值保持功能.....	3-9
3.7.2 最大值详解.....	3-9
3.7.3 最大值复位.....	3-9
3.7.4 使用最大值保持功能调整探头安装位置.....	3-9
3.8 探头自动校零.....	3-11
3.9 恢复出厂设置.....	3-12
3.10 接地关系.....	3-12

4. 传感器和附件..... 4-1

4.1 简介.....	4-1
4.2 数字化探头操作.....	4-1
4.2.1 通用数字化探头.....	4-1
4.2.2 安装和更换探头.....	4-2
4.2.3 探头保护.....	4-3
4.2.4 温度对探头的影响.....	4-3
4.2.5 直流测量准确度 AB.....	4-4
4.2.6 尖端剩磁和探头清洁.....	4-5
4.3 附件.....	4-5
4.3.1 交流电源线 CAB-AC220-2.....	4-5
4.3.2 其它附件.....	4-5

附录 A-1

A.1 磁学单位换算.....	A-1
A.2 常用物理量.....	A-2
A.3 前缀表示法.....	A-3
A.4 希腊字母.....	A-3
A.5 美制线规对照表.....	A-3
A.6 ASCII 编码.....	A-4

Figures

图示

图 1-1	由序列号中读出 F1212 的固件版本.....	1-2
图 1-2	F1212 的标准显示界面.....	1-4
图 2-1	运输时需粘贴的保护标志.....	2-1
图 2-2	F1212 后面板详解.....	2-2
图 2-3	电源输入组件和交流电源线插头.....	2-2
图 2-4	探头接口和探头连接方法.....	2-3
图 2-5	F1212 的开机启动画面.....	2-4
图 2-6	F1212 的开机检测界面.....	2-4
图 2-7	F1212 的标准界面.....	2-5
图 2-8	霍尔探头自动校零.....	2-5
图 3-1	F1212 前面板详解.....	3-1
图 3-2	LCD 显示器功能区域划分.....	3-2
图 3-3	F1212 的键盘分区.....	3-2
图 3-4	读数极性为“+”对应的轴向探头方向.....	3-3
图 3-5	读数极性为“+”对应的横向探头方向.....	3-3
图 3-6	使用 DC/RMS 键设置测量模式.....	3-4
图 3-7	工作中的工频变压器附近的交流磁场.....	3-5
图 3-8	F1212 的进发交流磁场 1%附加误差测量时间.....	3-5
图 3-9	F1212 对无畸变正弦波的测量带宽高端频率.....	3-6
图 3-10	F1212 在不同波峰因数下的 RMS 测量附加误差频率响应.....	3-6
图 3-11	交流耦合方式下的对称波形.....	3-7
图 3-12	交流耦合方式引起的脉冲序列畸变和位移.....	3-7
图 3-13	使用 G/μT 键切换显示单位.....	3-8
图 3-14	使用 MaxH 键开启/关闭最大值保持功能.....	3-9
图 3-15	最大值定义详解.....	3-9
图 3-16	探头读数误差与传感器方向的关系.....	3-10
图 3-17	探头安装位置调整.....	3-10
图 3-18	使用 Zero Probe 键进行探头自动校零.....	3-11
图 3-19	恢复出厂设置.....	3-12
图 3-20	F1212 的接地关系.....	3-12
图 4-1	F12005 通用数字化横向霍尔探头二视图.....	4-1
图 4-2	F12006 通用数字化轴向霍尔探头二视图.....	4-2
图 4-3	未连接探头时的错误信息.....	4-2
图 4-4	探头本体的最大操作压折角度.....	4-3
图 4-5	F12005/F12006 的平均温度系数 PdT.....	4-4
图 4-6	F12005/F12006 的零磁场读数平均温度系数 ZdT.....	4-4
图 4-7	交流电源线 CAB-AC220-2.....	4-5

Tables

表格

表 1-1 手册其它章节内容..... 1-1

表 1-2 技术性能规格..... 1-3

表 1-3 补充技术性能规格..... 1-4

表 3-1 真有效值 RMS 和平均值 AVE 测量（正弦波校准因子 1.11）..... 3-4

表 3-2 恢复出厂设置值..... 3-7

表 4-1 F1212 附件清单..... 4-5

表 A-1 标准国际单位制（SI）和厘米-克-秒制（cgs）磁学单位换算..... A-1

表 A-2 标准国际单位制（SI）无力常数..... A-2

表 A-3 标准国际单位制（SI）前缀..... A-3

表 A-4 希腊字母表..... A-3

表 A-5 美制线规 AWG（American Wire Gage）对照表..... A-3

表 A-6 ASCII 编码表..... A-4

简介

1.1 手册内容

本章包含 F1212 数字高斯/微特斯拉计的技术性能规格，以及电源选项和安全信息。本手册其它章节包含产品的安装方法、操作方法和传感器及附件，列于表 1-1：

表 1-1 手册其它章节内容

TAB-MAN-F1212-0001

章节序号	内容简介	页 数
第 2 章	仪器的安装方法和后面板接线。	6
第 3 章	前面板操作方法、操作中需注意的各项细节和霍尔探头使用方法。	12
第 4 章	传感器和附件信息。	6
附 录	常用磁学单位换算、常用物理单位和常用术语。	4

1.2 阅读导引

如果您初次接触 F1212 数字高斯/微特斯拉计，请首先阅读第 2 章，熟悉仪器的安装方法并正确连接后面板各类电缆。而后请着重阅读第 3 章，以掌握 F1212 及霍尔探头的各项操作方法。第 4 章为 F1212 的霍尔探头和各项附件的详细信息，以及仪器各物理接口的规格和电学定义。附录为常用术语和信息。

本文档中，均以文字格式 **Unit** 着重表示键盘。并在重要位置以文字格式 **AAAAA** 着重标示。对于需要特别注意的内容和事项，以 **注** 单独标示。对于必须严格遵守的原则、规定和事项，以 **警告** 单独醒目标示。

1.3 交流电源选项

在中国大陆地区销售的本产品，出厂时交流电源规格均设置为：

交流 220 伏特，50-60 赫兹
AC220V, 50-60Hz

1.4 安全要求

本产品为“Safety Class 1”类仪器，即通过“保护地线端子”提供安全保护。此保护地线端子必须牢固连接至配置接地端的三芯交流电源插座的接地端上，并且电源插座的接地端与大地良好连通。

请仔细阅读并遵守本手册前述“安全性总括”中的各项通用安全规定。特殊的安全信息位于本手册中需提示用户注意的相应位置。

1.5 产品特征

本产品具有以下特征：

► 直流测量

- 宽测量范围 -300G—+300G (-30000 μ T—+30000 μ T)
- 高显示分辨率 4 $\frac{2}{3}$ 位、0.01G @ $\pm$ 300G
- 准确度： $\pm$ (2%READ+2Gs)
- 高读数刷新率：4 读数/秒——高度稳定的 0.01Gs (1 μ T) 分辨率读数速率

► 交流测量

- 真有效值 RMS 测量——避免高波峰因数造成的平均值误差
- 有效测量范围 0.1—105G、额定测量范围 1—105G、带宽 10Hz—5kHz、波峰因数 CF<5
- 高显示分辨率 4 $\frac{1}{2}$ 位、0.01G @ 105G
- 准确度（额定测量范围）：
 - DC 准确度 $\pm$ 1%读数（30Hz—5kHz、非畸变正弦波）
 - DC 准确度 $\pm$ 2%读数（50Hz—4kHz、CF<3）
 - DC 准确度 $\pm$ 4%读数（10Hz—10kHz、CF<3）
 - DC 准确度 $\pm$ 5%读数（50Hz—5kHz、CF<5）
- 零点误差：<0.05G（0.05%量程）
- 读数速率：2 读数/秒——适应大多数交流磁场测量需求

► 霍尔探头

- 通用免校准数字化霍尔探头——提高探头互换性
- 便利的探头自动校零功能——简化传统校零步骤
- 低温度系数 $\pm$ 0.06%/°C——20-30°C 温度范围内温度漂移误差 $\leq$ $\pm$ 0.5%

► 交互能力

- 蓝色背光 FSTN LCD 显示器——任何灯光条件下均清晰可读
- 与显示器配合的 7 键交互型功能键盘操作

► 数学计算

- 最大值保持功能——提高测量可操作性
- 高斯 G、微特斯拉 μ T 单位变换

► 标准规格

- 提供用户手册
- 小尺寸台式仪器，节省测量空间，便于携带
- 交流 220V/50Hz 供电

1.6 固件版本

本产品的固件版本可通过 17 位产品序列号读出，如图 1-1 所示，产品序列号于恢复出厂设置时于显示器中显示。

图 1-1 由序列号中读出 F1212 的固件版本

F	1	2	1	2	0	0	0	1	0	9	0	7	1	0	X	X
Firmware Version: X.X																

FIG-MAN-F1212-0001

1.7 技术性能规格

表 1-2 为 F1212 数字高斯/微特斯拉计的技术性能规格，其中各项于 25°C±10°C 温度范围内均为可保证指标。

表 1-2 技术性能规格

TAB-MAN-F1212-0002

技术指标	符号	单位	测试条件	最小值	典型值	最大值
输入						
交流电源电压 RMS	Vac	V	Fac=50Hz	209	220	231
交流电源频率	Fac	Hz	Vac=220V	48	50	60
视在功率	Papp	W	220V/50Hz	20	25	30
温度和湿度						
使用温度 ^[1]	Tamb	°C	额定测量准确度	15	25	35
存储温度	Tst	°C	---	0	---	55
相对湿度	Hamb	%	Tamb=31°C	---	---	80
直流磁场测量						
测量范围	BRng	Gs	1T=1000mT=10 ⁴ Gs	-300	---	+300
测量分辨率	BRes	Gs	1Gs=0.1mT=10 ⁻⁴ T	---	0.01	---
磁场测量准确度 充分预热	AB	---	Tamb=20°C-30°C	±(2%READ+2Gs)		
			Tamb=15°C-35°C	±(3%READ+5Gs)		
电学测量准确度	AE	---	Tamb=15°C-35°C	±(0.1%READ+0.1Gs)		
显示分辨率	DRes	digit	---	---	4 ² / ₃	---
显示刷新率	DRf	s ⁻¹	---	---	4	---
电学测量温度系数	EdT	%/°C	Tamb=15°C-35°C	---	---	0.01
探头通道数	Pch	ch	---	---	1	---
交流磁场测量						
有效测量范围	EBR	G	tACS<10s	0.1	---	105
额定测量范围	RBR	G	tACS<3s	1	---	105
迸发交流磁场 读数稳定时间	tACS	s	EBR (>0.1G)	---	---	10
			RBR (>1G)	---	---	3

表 1-2 技术性能规格 (续)

TAB-MAN-F1212-0002

技术指标	符号	单位	测试条件	最小值	典型值	最大值
交流磁场测量						
测量分辨率	BRes	G	1G=0.1mT=10 ⁻⁴ T	---	0.01	---
显示分辨率	DRes	digit	---	---	4 ^{1/2}	---
波峰因数	CF	---	FRMS=10Hz—50Hz	---	---	4
			FRMS>50Hz	---	---	5
频率范围	FRMS	Hz	1%附加误差、正弦	30	---	5k
			2%附加误差、正弦	20	---	5k
			1%附加误差、CF<3	50	---	4k
			2%附加误差、CF<3	40	---	5k
			1%附加误差、CF<5	100	---	1k
			2%附加误差、CF<5	50	---	3k
			-3dB、CF<5	5	---	10k
磁场测量准确度 Tamb=15℃-35℃ 充分预热 额定测量范围 RBR (>1G)	ARMS	---	FRMS=30Hz-5kHz 非畸变正弦波	DC 准确度±1%Read		
			FRMS=30Hz-5kHz CF<3	DC 准确度±2%Read		
			FRMS=20Hz-10kHz CF<3	DC 准确度±4%Read		
			FRMS=50Hz-5kHz CF<5	DC 准确度±5%Read		
零点误差	ZRMS	G	Tamb=15℃-35℃	---	0.03	0.05
电学测量准确度 RBR (>1G)	AEAC	---	Tamb=15℃-35℃	±(0.5%READ+0.1G)		
电学测量温度系数	EACdT	%/℃	Tamb=15℃-35℃	---	---	0.03
霍尔探头						
适用型号	---	---	---	F12005/F12006		
测量范围	PRng	Gs	---	-300	---	+300
线性度	PLE	%	-300G—+300G	---	2	3
温度系数	PdT	%/℃	Tamb=20℃-30℃	-0.06	---	+0.06
			Tamb=15℃-35℃	-0.2	---	+0.2
			Tamb=10℃-40℃	-0.5	---	+0.5
预热						
预热时间 ^[2]	Twm	min	Tamb=15℃-35℃	5	30	---
物理参数						
宽度	W	mm	---	---	125	126
高度	H	mm	不含脚钉	---	49	50
深度 ^[3]	D	mm	不含突出部件	---	208	210
质量	Wgt	kg	不含附件和包装物	---	0.8	1
运输全重	Ws	kg	标准配置	---	1.8	2

注

- [1] 环境温度为 15—35°C 范围内达到额定准确度, 5—40°C 范围内准确度下降。
[2] 每次开机上电后, 至少预热 5 分钟。至少预热 30 分钟后达到额定准确度。
[3] 突出部件可能包括: 连接器、散热器。

表 1-3 为 F1212 数字高斯/微特斯拉计的补充技术性能规格。

表 1-3 补充技术性能规格 TAB-MAN-F1212-0003

技术指标	描述	备注
显示和键盘		
显示器	122×32 图形点阵蓝色背光 FSTN LCD	48.8mm×15.5mm
键盘	7 键功能键盘	---
计算功能		
最大值保持功能	MAX 模式	可复位
自动单位换算	G、 μ T	---
霍尔探头		
连接器	Centronics 20 针 D 型插座	快速连接锁紧装置
功能	独立校准、自动校零、多点线性校正	依赖 F1212

图 1-2 为 F1212 数字高斯/微特斯拉计开机后的标准显示界面。

图 1-2 F1212 的标准显示界面

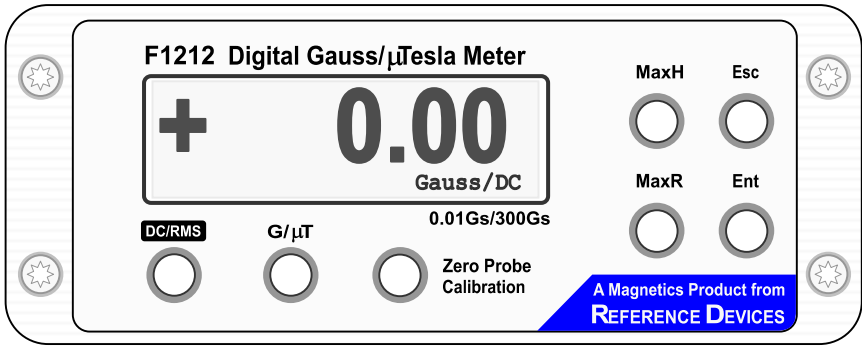


FIG-MAN-F1212-0002

<本页为空页>

This Page Intentionally Left Blank

安 装

2.1 简介

本章包含 F1212 数字高斯/微特斯拉计的安装方法和后面板接线方法。其中 2.2 为包装物，2.3 为后面板详解和电缆连接，2.4 为初始设置和系统检测流程。

2.2 包装物

产品开封并检查确认后，请妥善保存探头保护盒、纸板箱、内部填充物和包裹保护袋。

由于霍尔探头为易碎品，探头在运输期间应包装于专用保护盒中，并由内部填充物保护。在探头非使用期间，请妥善保存此保护盒用于存储探头。

将 F1212 仪器及其传感器和附件等部件返回北京乐真科技有限公司进行校准、维护、维修或更换时，请将仪器使用保护袋包裹，并使用原厂填充物保护，重新包装于原厂纸板箱内，使用胶带或尼龙袋封好，并于纸板箱外表面明显处粘贴运输标签和图 2-1 所示“易碎物”、“向上”及“怕雨”等保护标志。

图 2-1 运输时需粘贴的保护标志

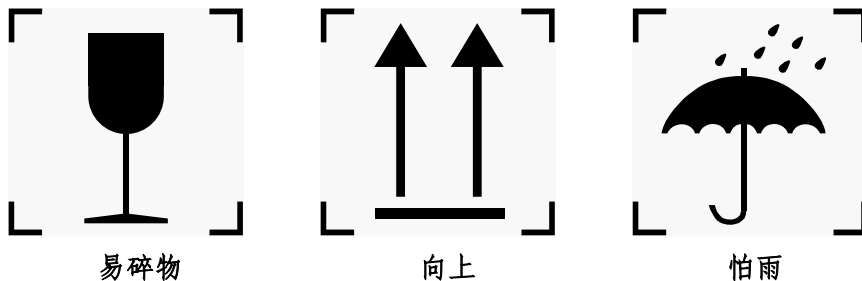


FIG-MAN-F1212-0003

2.3 后面板详解和电缆连接

F1212 后面板包括❶ 电源输入组件，和❷ 探头接口，共 2 部分，如图 2-2 所示。以下各节分别对上述 2 部分及其电缆连接方法进行描述。

2.3.1 电源输入组件

电源输入组件通过电源线为 F1212 提供交流电源。

电源输入组件包括：❶ 交流输入插座，❷ 保险仓，和❸ 电源开关。如图 2-3a 所示。

请仔细阅读 F1212 后面板左上方标示的❹“交流电源输入规格”，由交流电源插座输入的交流电压和频率必须严格位于此规格限制范围内。

图 2-2 F1212 后面板详解

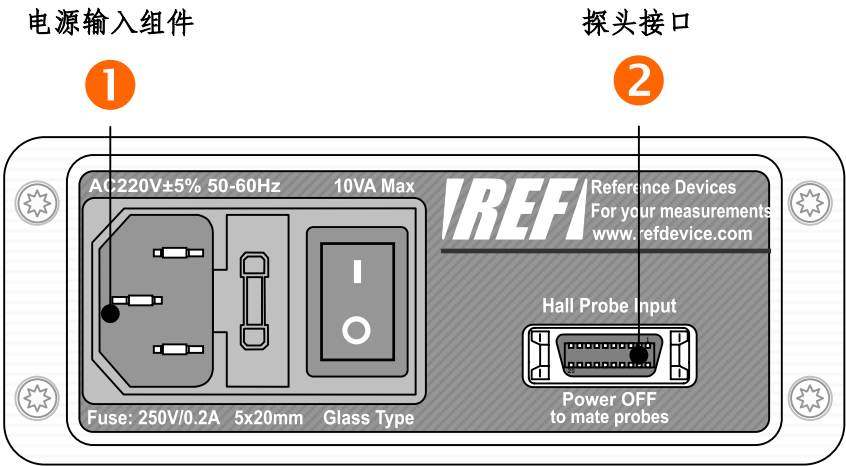


FIG-MAN-F1212-0004

图 2-3 电源输入组件和交流电源线插头

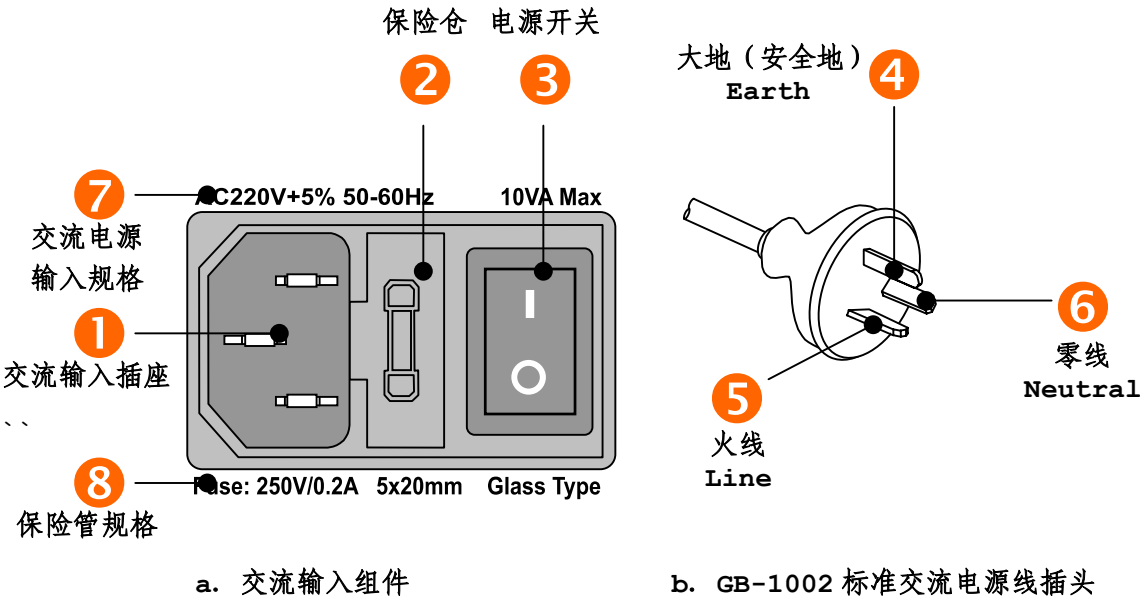


FIG-MAN-F1212-0005

警告

输入交流电压低于后面板标示的输入线电压时，将造成仪器无法正常运行。
高于后面板标示的输入线电压时，将造成仪器损毁及可能的电击或火灾事故。

警告

输入交流电源频率必须位于后面板标示的频率范围内，否则可能导致峰值大于
5.0 毫安的漏电流，并可能造成仪器损毁及可能的电击或火灾事故。

交流输入插座与附件 CAB-AC220V-2 交流电源线匹配，其中交流电压连接至交流输入插座中外侧 2 导体上，中间导体为大地（安全地），并与机箱体及金属底板相连。附件 CAB-AC220V-2 插头及端子定义符合 GB-1002 标准，其中：④ 中心导体为大地（安全地）、两侧导体⑤和⑥分别为火线（L）和零线（N），如图 2-7b 所示。此插头必须可靠连接至符合国家相关安全标准且可靠接地的 3 端 220 伏特单相交流电源插座或适配器，并保证④ 中心导体与大地之间的良好连通性。

警告

接地不良可能导致仪器机箱体、传感器和附件的导电部分感应带电，并造成可能的电击事故或仪器运行故障。

首次开启 F1212 前，必须在未连接交流电源线的前提下取出保险仓中的保险管，并依据后面板左下方标示的③“保险管规格”确认其适用性。请务必使用与此规格相符的保险管。

警告

检查及更换保险管前，必须首先由电源输入组件中取出电源线，否则可能导致严重的电击事故。

警告

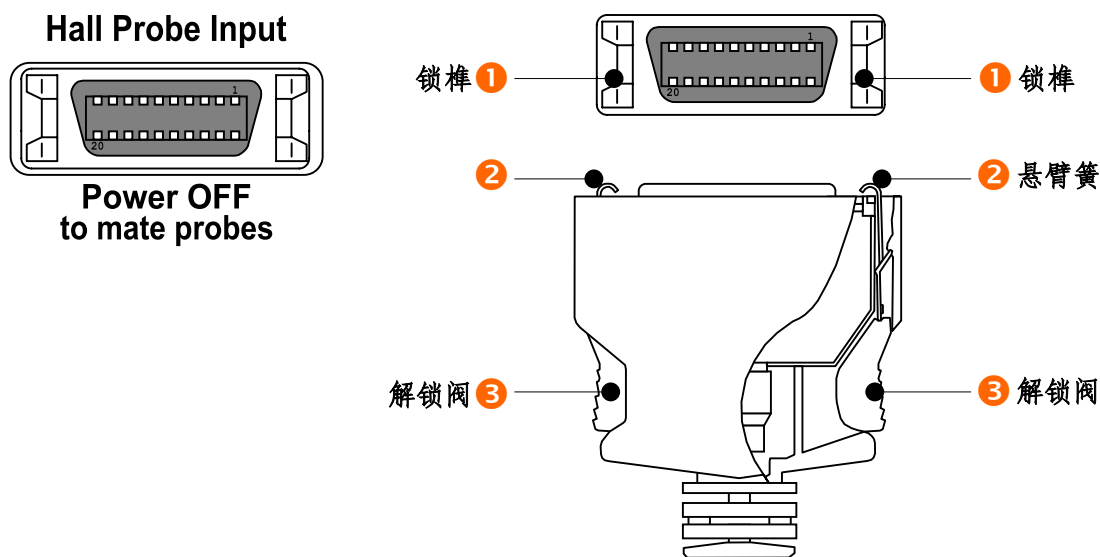
保险管的电压和电流容量与后面板表示不符，可能导致电击和火灾事故。禁止使用修复的保险管或用导体代替保险管，否则将导致电击和火灾事故。

2.3.2 探头接口

F1212 配置 Centronics 20 针插座与数字化探头匹配，如图 2-4 所示。探头接口插座两侧配备① 锁榫，与探头电缆 Centronics 插头两侧的② 悬臂簧配合，具有高可靠性。

插入探头时，将插头依据 D 型形状对准插座，平直插入至插头的悬臂簧与插座的锁榫咬合锁紧。取下探头时，使用 2 手指压下悬臂簧后端的③ 解锁阀并平直取下插头。

图 2-4 探头接口和探头连接方法



2.4 初始设置和开机检测

2.4.1 上电之前

以下流程务必于上电前执行，以策使用者的人身安全、使用环境安全以及仪器安全。

1. 确认后面板电源开关位于关闭（O: Off）位置，且电源线已由交流输入插座中取出。
2. 将探头的 20 针 Centronics 插头插入后面板 20 针 Centronics 探头输入插座，并锁定插头两侧所附悬臂簧锁紧装置。

警告

数字化探头必须于 F1212 上电前连接至后面板。上电后连接探头可能造成探头内部的校准数据失效以及探头和仪器的损毁。

3. 检查输入交流电压是否位于后面板标示的输入线电压范围内。

警告

输入交流电压低于后面板标示的输入线电压时，将造成仪器无法正常运行。
高于后面板标示的输入线电压时，将造成仪器损毁及可能的电击或火灾事故。

4. 检查电源输入组件中保险管的型号是否与后面板的标示相同。

警告

保险管的电压和电流容量与后面板表示不符，可能导致电击和火灾事故。
禁止使用修复的保险管或用导体代替保险管，否则将导致电击和火灾事故。

2.4.2 开机检测

完成上述检查后，将电源线插入电源输入组件，即可进入开机检测流程：

5. 拨动后面板电源输入组件中的电源开关至开启 (I: On) 位置，前面板显示器显示如图 2-5 所示启动画面：

图 2-5 F1212 的开机启动画面



FIG-MAN-F1212-0007

6. 约 1 秒后，进入图 2-6 所示开机检测界面：

图 2-6 F1212 的开机检测界面



FIG-MAN-F1212-0008

7. 开机检测完成后，进入图 2-7 所示标准显示界面：

注

为达最佳效果，仪器使用前应至少预热 5 分钟。
至少预热 30 分钟后达到额定准确度。

图 2-7 F1212 的标准界面



FIG-MAN-F1212-0009

8. 将霍尔探头置入零高斯腔室内，按下 **Zero Probe** 键，显示如图 2-8 所示提示信息：

图 2-8 霍尔探头自动校零

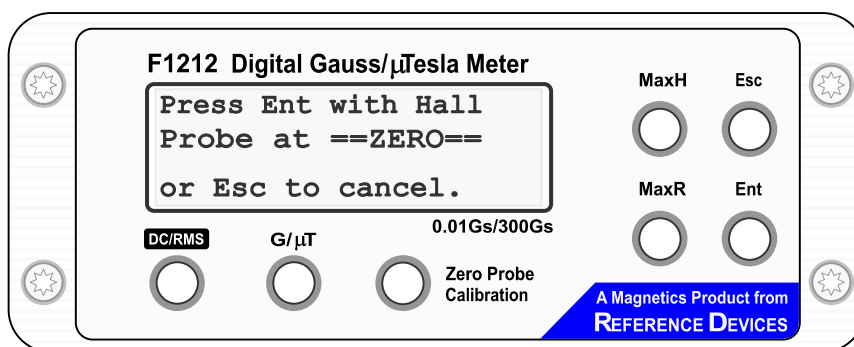


FIG-MAN-F1212-0010

按 **Ent** 键，显示器显示 “Calibration Started” 信息，并开始自动校零。自动校零过程可能持续 5—10 秒，在此期间请勿移动探头。校零完成后显示 “Calibration Finished” 信息，并返回标准显示界面。

注

如果仪器至此步骤均操作良好，则 F1212 基本功能正常。
如果具备参考磁场装置，此时可使用此磁场检测 F1212 的准确度。

9. 成功完成上述检测流程后，仪器即可投入正常使用。请进入第 3 章得到关于 F1212 的完整操作信息。

<本页为空页>

This Page Intentionally Left Blank

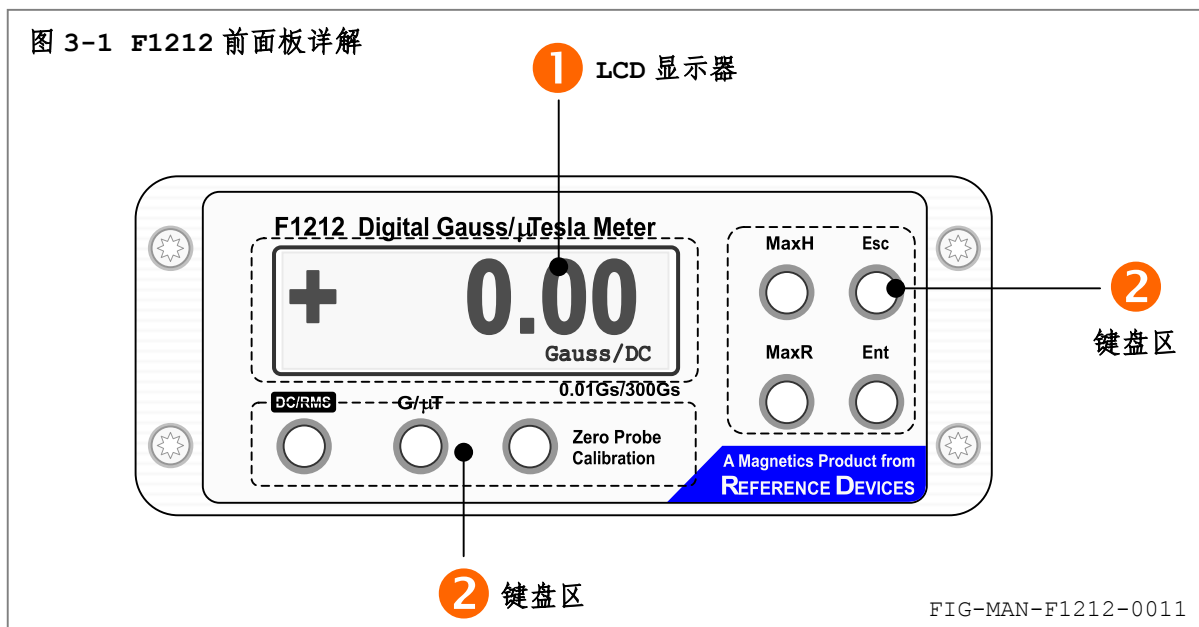
操 作

3.1 简介

本章包含 F1212 数字高斯/微特斯拉计的操作方法。3.2 为前面板详解，3.3 为键盘的操作方法，3.4 为直流磁场读数极性标识，3.5—3.8 为仪器各项功能操作方法，3.9 为恢复出厂设置，3.10 为接地关系。

3.2 前面板详解

F1212 数字高斯/微特斯拉计前面板包括❶ LCD 显示器和❷ 键盘区共 2 部分，如图 3-1 所示，并详解如下：



3.2.1 LCD 显示器

F1212 使用 122×32 图形点阵白色背光 FSTN LCD 显示器，如图 3-2 所示。LCD 显示器根据功能划分为：

- ❶ 读数区：显示当前读数和最大值读数。

标准显示界面下，读数区为单行，只显示当前读数，如图 3-2a 所示。当前读数绝对值大于 300G DC 或 105G RMS 时，显示超量程指示“1E”。开启最大值保持功能时，读数区为 2 行，第 1 行显示当前读数，第 2 行显示最大值读数，如图 3-2b 所示。

- ❷ 显示单位：当前设置的显示单位

标准显示界面下，单位位于读数下方，单位为高斯时显示 Gauss，微特斯拉时显示为 μTesla 。

开启最大值保持功能时，单位分别位于当前读数和最大值读数之后，单位为高斯和微特斯拉时分别显示为 G 和 μT 。

当前读数和最大值读数具有相同的单位，单位由 **G/μT** 键设定。

⑤ 尾缀：显示当前测量模式
直流测量读数的单位尾缀为 DC，交流测量为 RMS，位于显示单位之后。
开启最大值保持功能后，最大值读数尾缀为 MAX。

图 3-2 LCD 显示器功能区域划分

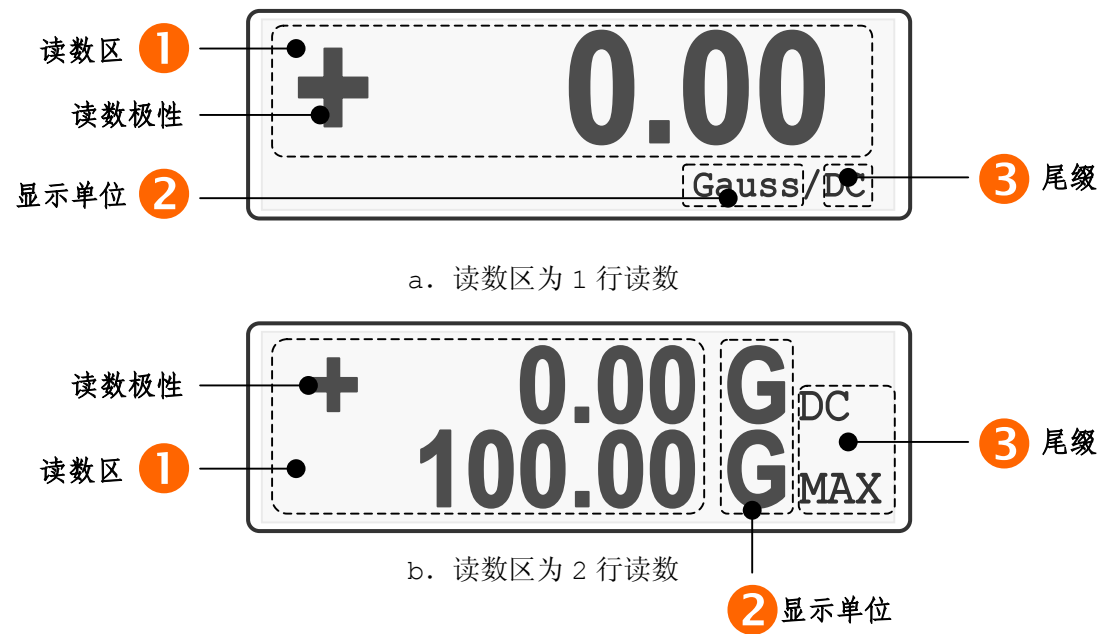


FIG-MAN-F1212-0012

3.2.2 键盘区

F1212 的键盘依据功能划分为 ① 测量模式、② 单位换算、③ 最大值保持、④ 探头功能、和 ⑤ 使能键共 5 部分，如图 3-3 所示。

图 3-3 F1212 的键盘分区

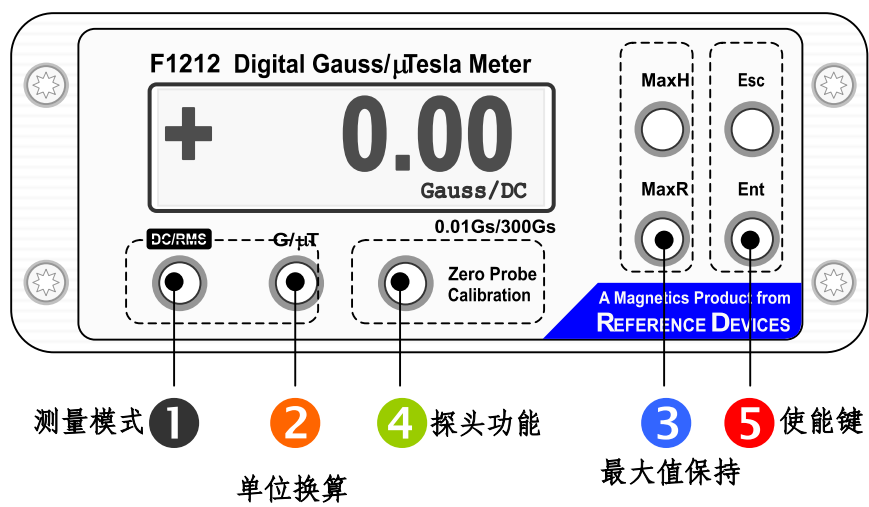


FIG-MAN-F1212-0013

3.3 前面板键盘定义

以下为前面板键盘功能定义，后续章节将提供对应各种功能的键盘操作详细描述。

① 测量模式：

DC/RMS：设置测量模式为直流测量或交流真有效值 RMS 测量。

② 单位换算：

G/ μ T：设置当前读数和最大值读数的显示单位为高斯 G 或微特斯拉 μ T。

③ 最大值保持：

MaxH：开启或关闭最大值保持功能。

MaxR：复位最大值读数为当前读数。

④ 探头功能：

Zero Probe：启动探头自动校零功能，或用于消除环境微弱磁场对探头的影响。

⑤ 使能键：

Ent：确认键，自动校零时开始校零过程。

Esc：取消键，自动校零时取消校零过程，以及在标准显示界面下恢复出厂设置。

3.4 直流磁场读数极性

探头位于磁场中的方向决定读数的极性。

轴向探头：读数极性为“+”对应于磁力线由探头前端进入传感器，如图 3-4 所示。

横向探头：读数极性为“+”对应于磁力线由探头标识为 N 的一侧进入传感器，如图 3-5 所示。

图 3-4 直流磁场读数极性为“+”对应的轴向探头方向

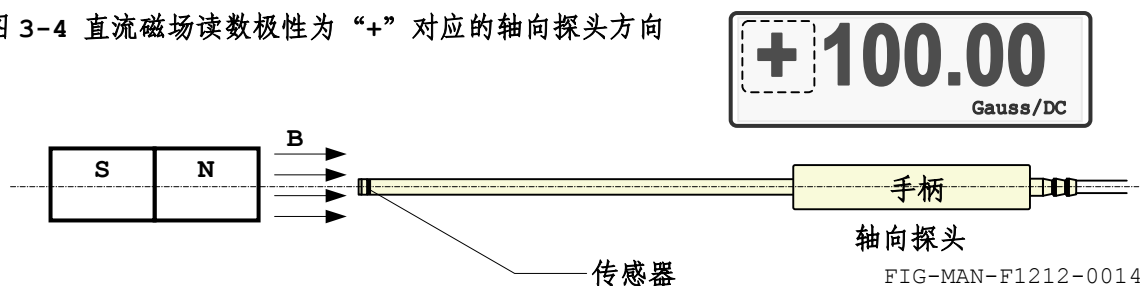
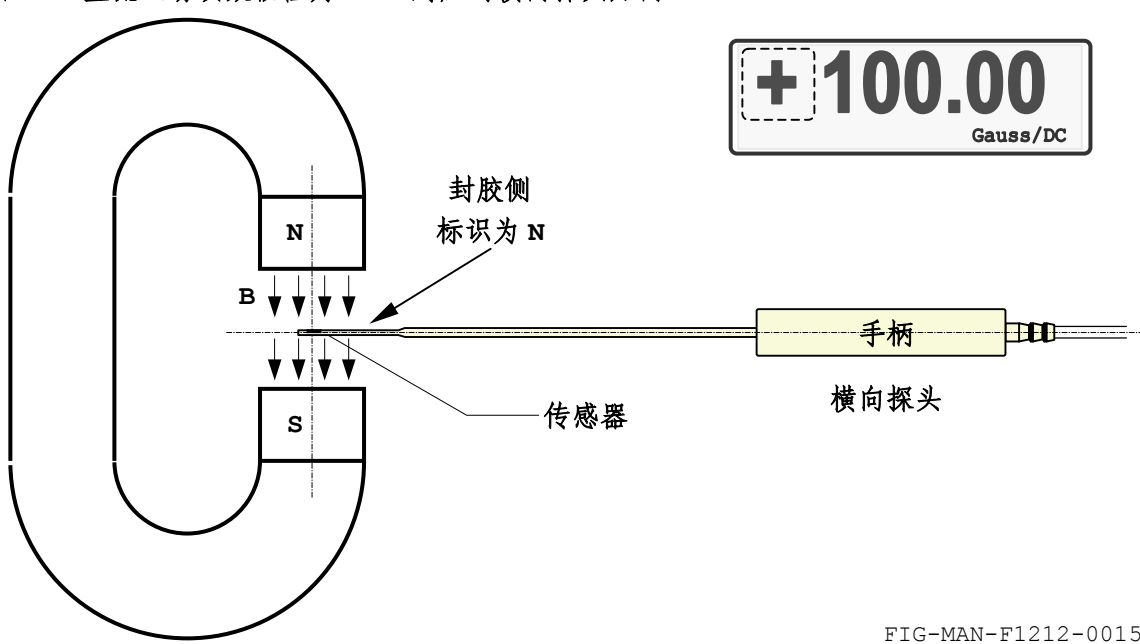


图 3-5 直流磁场读数极性为“+”对应的横向探头方向



3.5 交流测量

F1212 提供交流磁场真有效值 RMS 测量功能。

3.5.1 设置测量模式

标准显示界面下，按 **DC/RMS** 键使测量模式在直流测量（DC）和交流测量（RMS）之间切换。如图 3-6 所示。直流测量模式下，读数后的单位尾缀为 DC，读数前标示极性。交流测量模式下，读数后的单位尾缀为 RMS，读数无极性。

图 3-6 使用 **DC/RMS** 键设置测量模式

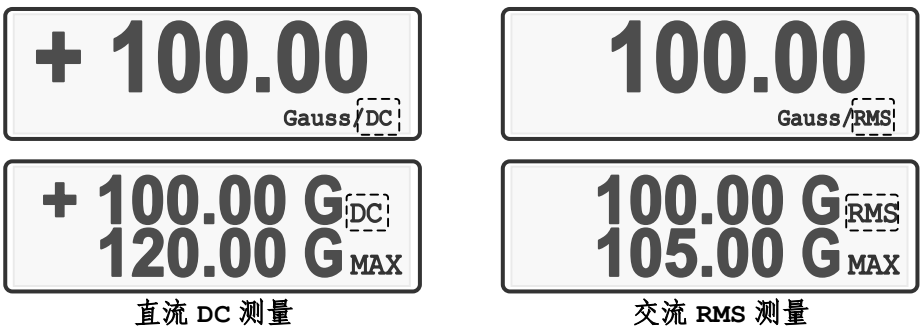


FIG-MAN-F1212-0016

3.5.2 真有效值 RMS 和平均值 AVE 测量

与交流电压测量类似，交流磁场测量可分为真有效值 RMS 和平均值 AVE 测量，根据定义，二者对于周期为 T 、波形为 $B(t)$ 的磁场波形的测量值 B_{RMS} 和 B_{AVE} 分别为：

$$B_{RMS} = \sqrt{\overline{B(t)^2}} = \sqrt{\frac{\int_0^T B^2(t)dt}{T}} \quad \text{和} \quad B_{AVE} = \overline{B(t)} = \frac{\int_0^T B(t)dt}{T}$$

平均值 AVE 与真有效值 RMS 只在 $B(t)$ 为对称方波时相等，对于其它波形，平均值 AVE 测量的误差与波形的波峰因数 (CF, Crest Factor) 有关。通常平均值 AVE 测量均于正弦波下校准，校准因子约为 1.11，因此对于正弦波具有最高准确度，然而对于其他波形（例如三角波、锯齿波），尤其对于低占空比方波等高波峰因数的波形，平均值测量误差相当显著，如表 3-1 所示。

表 3-1 真有效值 RMS 和平均值 AVE 测量（正弦波校准因子 1.11）

TAB-MAN-F1212-0004

波形 (1000G Peak)	整周期波形	波峰因数 CF	RMS	AVE	误差
对称方波		1	100G	111G	11.1%
正弦波		1.414	70.7G	70.7G	0
三角波		1.732	57.7G	55.5G	-3.8%
对称方波 50%		2	50G	27.8G	-44%

对于平均值 AVE 测量，如果事先预知波形类型，可根据理论计算校正误差，以保证必需的准确度。然而，对于不规则对称波形，例如工作中的工频变压器附近的交变磁场，不仅由于波形形状复杂而无法进行理论计算，同时波形形状可能随变压器的输出功率变化，如图 3-7 所示。此时，平均值测量将造成显著误差，而必须使用真有效值测量方法。

图 3-7 工作中的工频变压器附近的交流磁场

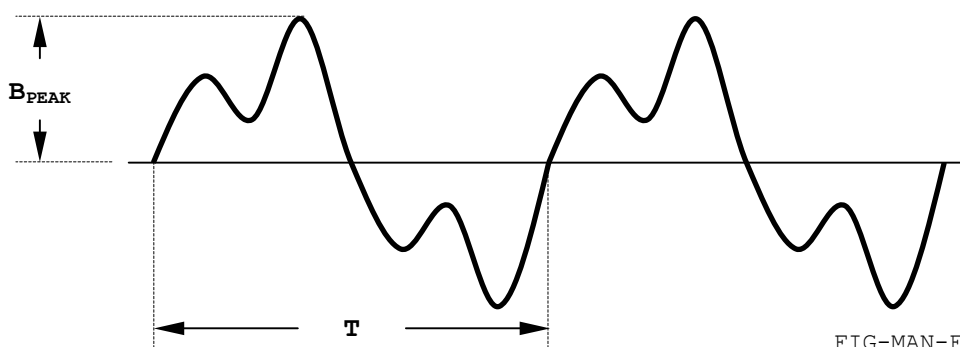


FIG-MAN-F1212-0017

3.5.3 测量时间

F1212 提供的 RMS 测量实质为积分平均过程。与大多数真有效值电压表类似，F1212 内置的 RMS 测量电路在交流磁场 RMS 值较高时具有足够高的测量速度，然而对于 RMS 值较低的磁场测量需要等待足够长的积分平均时间使读数达到额定准确度。RMS 测量速度通常以对进发磁场的反应时间表示。一定量程下，进发磁场 RMS 值越低达到额定准确度所需的时间越长，如图 3-8 所示。

图 3-8 F1212 的进发交流磁场 1%附加误差测量时间

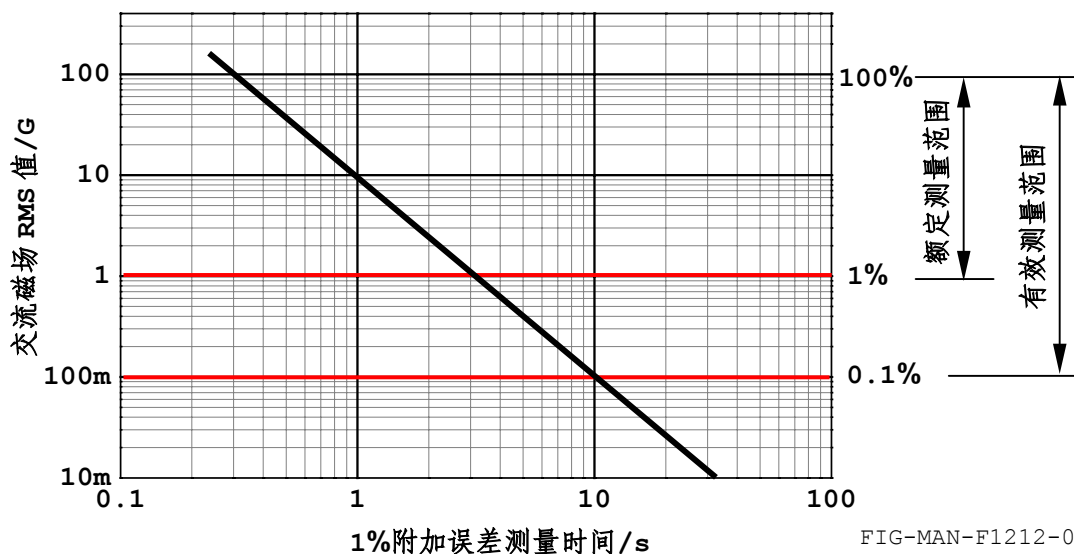


FIG-MAN-F1212-0018

3.5.4 交流测量准确度

F1212 的交流测量准确度以（直流测量准确度+交流测量附加误差）的形式给出。交流测量附加误差与交流磁场的幅度、频率和波峰因数有关。

3.5.5 有效测量范围和额定测量范围

由于积分平均过程具有非线性，因此 RMS 值越低，误差越大。非线性将导致零场附近的显著误差，因此有效测量范围无法达到零。F1212 的有效测量范围为大于 0.1% 量程，即 0.1—105G，零点误差不大于量程的 0.05%，即 0.05G。大于 0.1G 时 F1212 的测量时间不大于 10 秒。F1212 的额定测量范围为大于 1% 量程，即 1—105G。交流准确度只针对额定测量范围内有效。大于 1G 时 F1212 的测量时间不大于 3 秒。0—0.1G 范围内，单行读数时 LCD 左下方闪烁显示“Low-Range”，2 行读数时，当前读数尾缀 RMS 上方闪烁显示“LOW”。0.1—1G 范围内，单行读数时 LCD 左下方显示“<1% F.S.”，2 行读数时，当前读数尾缀 RMS 上方显示“<1%”。

3.5.6 测量带宽

F1212 的交流磁场测量具有频率限制。RMS 值为 100% 量程时的 1% 附加误差测量带宽为 30Hz—5kHz，此频率范围之外的测量将造成显著误差。

F1212 RMS 值为 100% 量程时的 -3dB 测量带宽（附加误差约为 30%）为 5—10kHz。-3dB 带宽为交流磁场的基频及其高次谐波成分频率的最大范围。测量非正弦波交流磁场时，磁场基频不应大于 1kHz，以保证波形中的主要高次谐波成分位于此最大测量频率范围内。

交流磁场 RMS 值越低，对应的 1% 附加误差测量带宽越窄。不同 RMS 值下 F1212 对于无畸变正弦波的测量带宽高端频率如图 3-9 所示。其中 0.1G 对应的 1% 附加误差高端频率约为 300Hz，1G 对应的 1% 附加误差高端频率约为 3kHz。

图 3-9 F1212 对无畸变正弦波的测量带宽高端频率

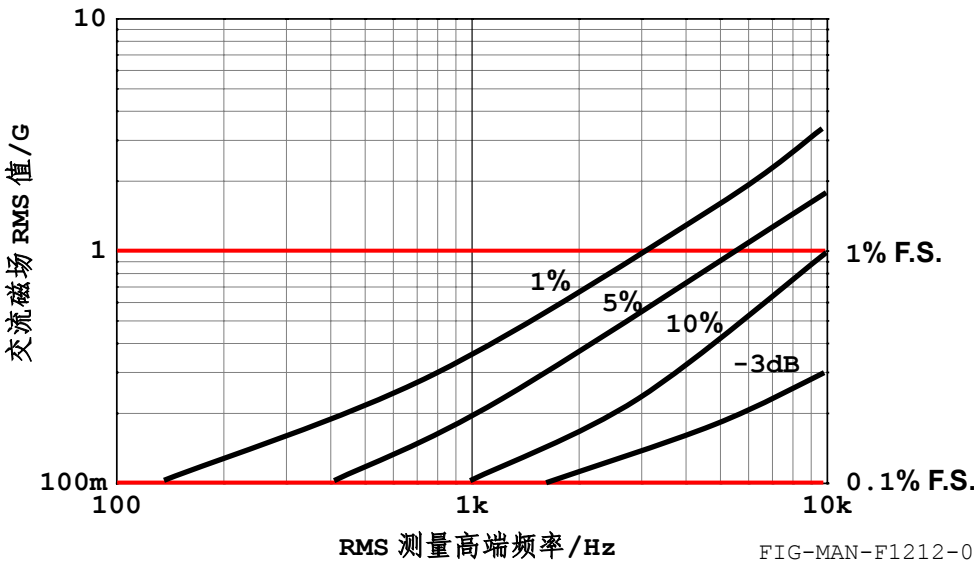
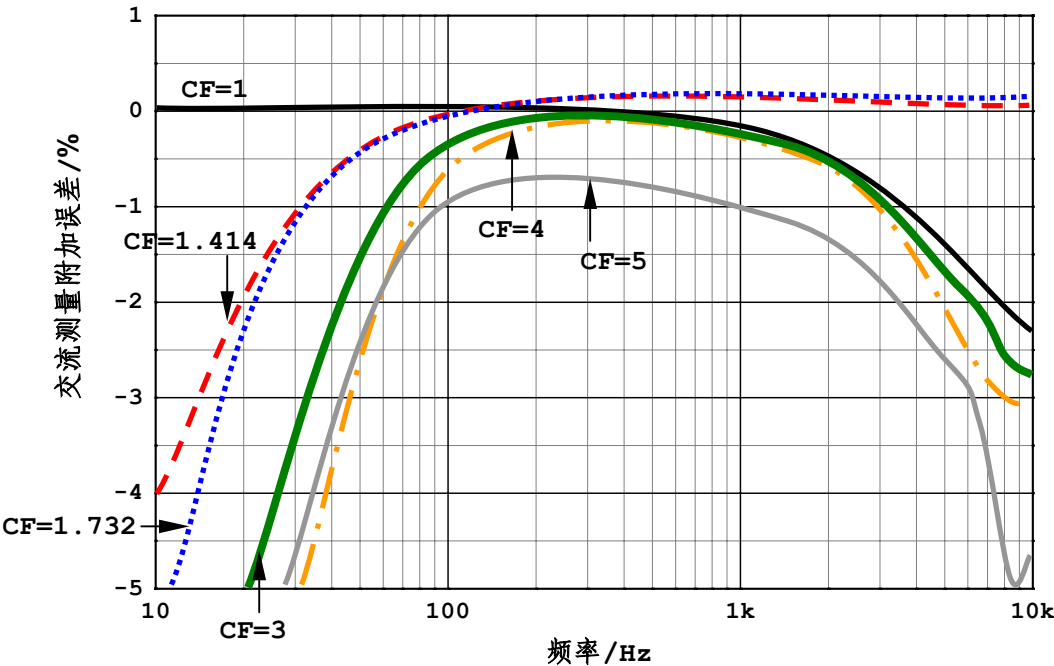


图 3-10 F1212 在不同波峰因数下的 RMS 测量附加误差频率响应



3.5.7 波峰因数

F1212 对于较高波峰因数的交流磁场波形可能呈现较大的附加误差。不同波峰因数的交流磁场在不同频率下也呈现不同的附加误差。图 3-10 所示为 F1212 在 10Hz—10kHz 范围内，波峰因数分别为 1、1.414、1.732、3、4 和 5 时的交流测量附加误差。

3.5.8 交流耦合方式 ACC

F1212 的 RMS 测量采用交流耦合方式 ACC，即去除磁场中的直流成分，只测量交流成分。交流耦合方式适于测量相对时间轴上下对称的波形，例如正弦波、三角波和各种占空比的对称方波。此类波形自身不包括直流成分，经过交流耦合后其测量准确度不受影响，如图 3-11 所示。

图 3-11 交流耦合方式下的对称波形

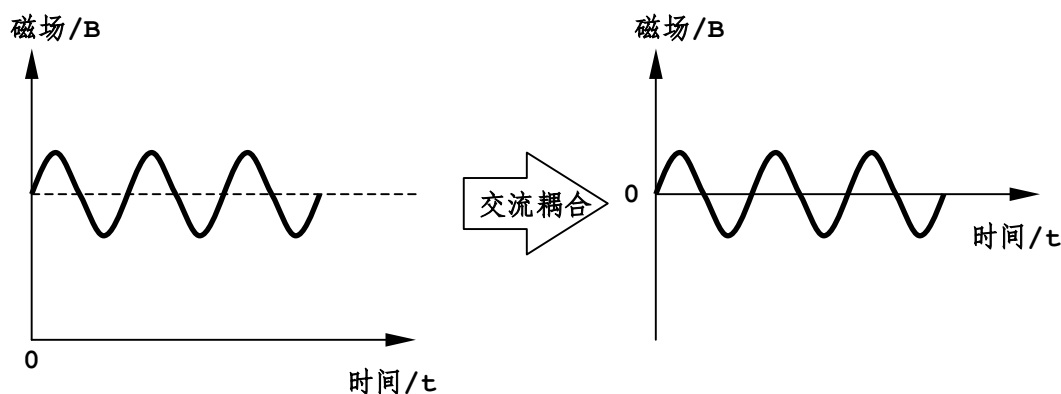
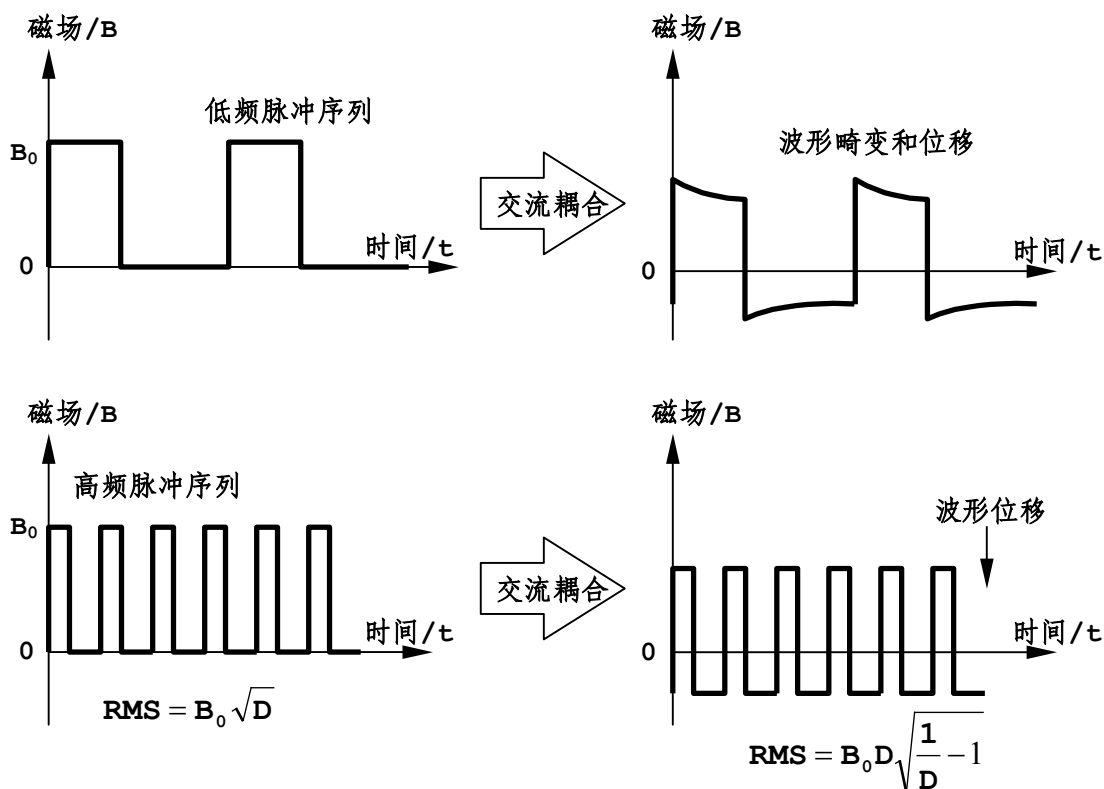


FIG-MAN-F1212-0021

图 3-12 交流耦合方式引起的脉冲序列畸变和位移



注：D 为占空比

FIG-MAN-F1215-0022

然而对于非对称波形，例如各种占空比的脉冲序列，此类波形包含一定的直流成分，交流耦合后，如果脉冲序列频率过低，波形可能产生畸变。此外，经过由交流耦合电路形成的高通滤波器的3—5 倍时间常数后，波形可能相对于时间轴产生上下位移，位移的方向和幅度由脉冲序列的占空比决定，如图 3-12 所示。

由于 RMS 测量并非直流与交流成分 RMS 值的简单叠加，因此通过交流耦合后，脉冲序列的 RMS 值将产生误差。例如幅度为 B_{PEAK} 、占空比为 25% 的脉冲序列的 RMS 值为 $0.5B_{PEAK}$ ，经过交流耦合后，RMS 值为 $0.433B_{PEAK}$ 。

通常，施加至磁场发生器的激励脉冲电流的占空比可预先设定，在磁场发生器的响应带宽内，转换得到的磁场脉冲序列的占空比不变，脉冲完整性基本完好。如果预知占空比，且脉冲频率高于 20Hz，即经过交流耦合后波形不产生明显畸变，可通过以下公式计算磁场脉冲序列的实际 B_{RMS} 值：

$$B_{RMS} = B_{RMSACC} \frac{1}{\sqrt{1-D}}$$

其中，D 为脉冲序列的占空比。

3.5.9 叠加直流的交流测量

在某些测量中，交流磁场将与直流磁场相叠加。F1212 采用交流耦合方式，交流耦合将自动去除叠加于交流磁场中的直流成分。

然而，受探头线性度和准确度的限制，交流磁场测量准确度由交流磁场与直流磁场叠加后的峰值决定。例如 150G 直流磁场上叠加 50Hz、RMS 值为 5G 的正弦交流磁场，则测量准确度为（直流测量准确度+交流测量附加误差），其中，直流测量准确度为 150G 处的额定直流准确度。

此外，受探头测量范围的限制，交流磁场与直流磁场叠加后的峰值不应大于 300G。超出此范围时，探头的线性度、准确度和噪声性能将明显下降，并造成显著的测量误差。

3.6 显示单位

G/μT 键用于设置当前读数和最大值读数的显示单位。F1212 使用高斯 G 和微特斯拉 μT 两种单位显示磁场，如图 3-8 所示，其中 1G=100μT。设置步骤如下：

标准显示界面下按 **G/μT** 键循环切换当前显示单位为高斯或微特斯拉，如图 3-13 所示。

图 3-13 使用 **G/μT** 键切换显示单位

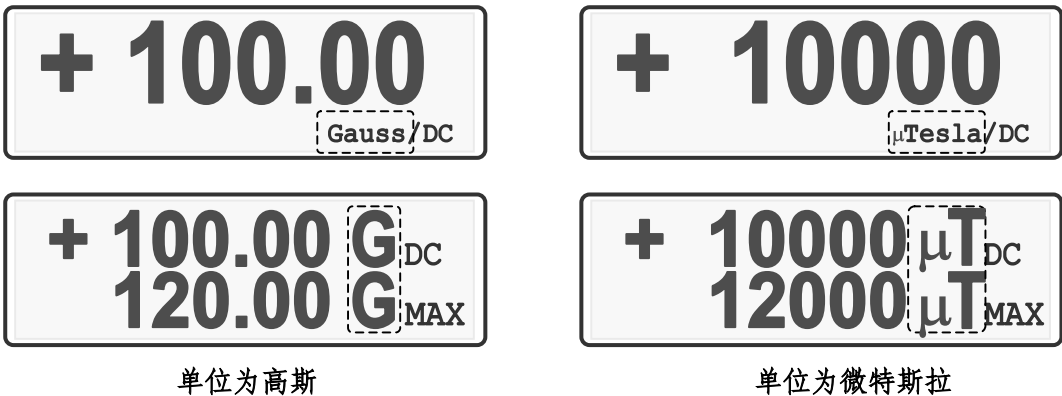


FIG-MAN-F1212-0023

注

当前显示单位保存于 F1212 内部非易失性存储器内，并于下次开机时保持。

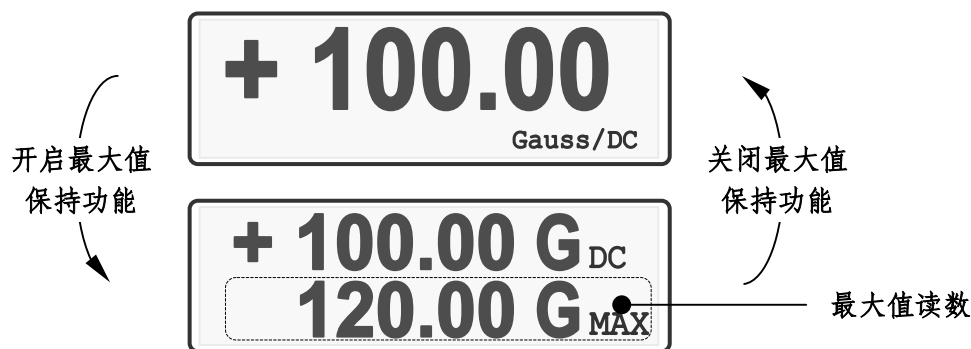
3.7 最大值保持功能

3.7.1 开启和关闭最大值保持功能

标准显示界面下，按 **MaxH** 键开启或关闭最大值保持功能，如图 3-14 所示。

开启最大值保持功能后，读数区为 2 行，第 1 行显示当前读数，第 2 行显示最大值。再次按下 **MaxH** 键，F1212 恢复至标准显示界面。

图 3-14 使用 **MaxH** 键开启/关闭最大值保持功能



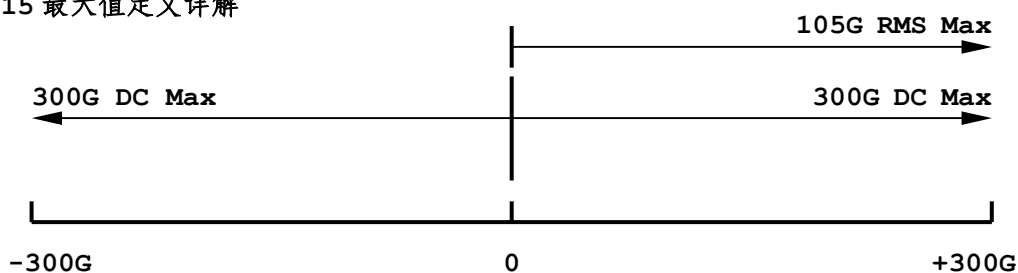
注

最大值保持功能于下次开机后恢复为关闭。

3.7.2 最大值详解

开启最大值保持功能后，最大值读数为最后一次最大值复位后磁场读数绝对值的最大值，最大值读数单位与当前读数单位同步，无符号，如图 3-15 所示。

图 3-15 最大值定义详解



设当前最大值为 100G，当前读数变化至 -120G 时，最大值变化为 120G；当前读数变化至 +200G 时，最大值变化为 200G。

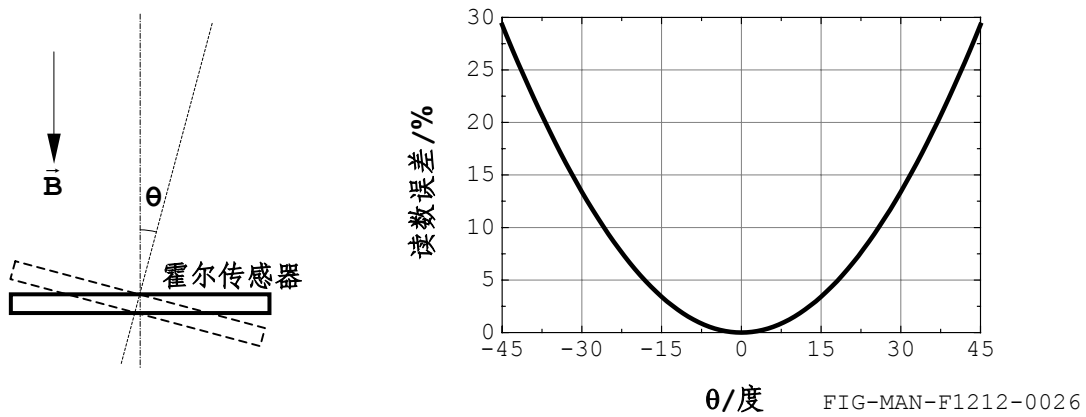
3.7.3 最大值复位

最大值保持功能开启后，标准显示界面下，按 **MaxR** 键将最大值读数恢复为当前读数的绝对值。关闭最大值保持功能后，最大值读数自动复位。

3.7.4 使用最大值保持功能调整探头安装位置

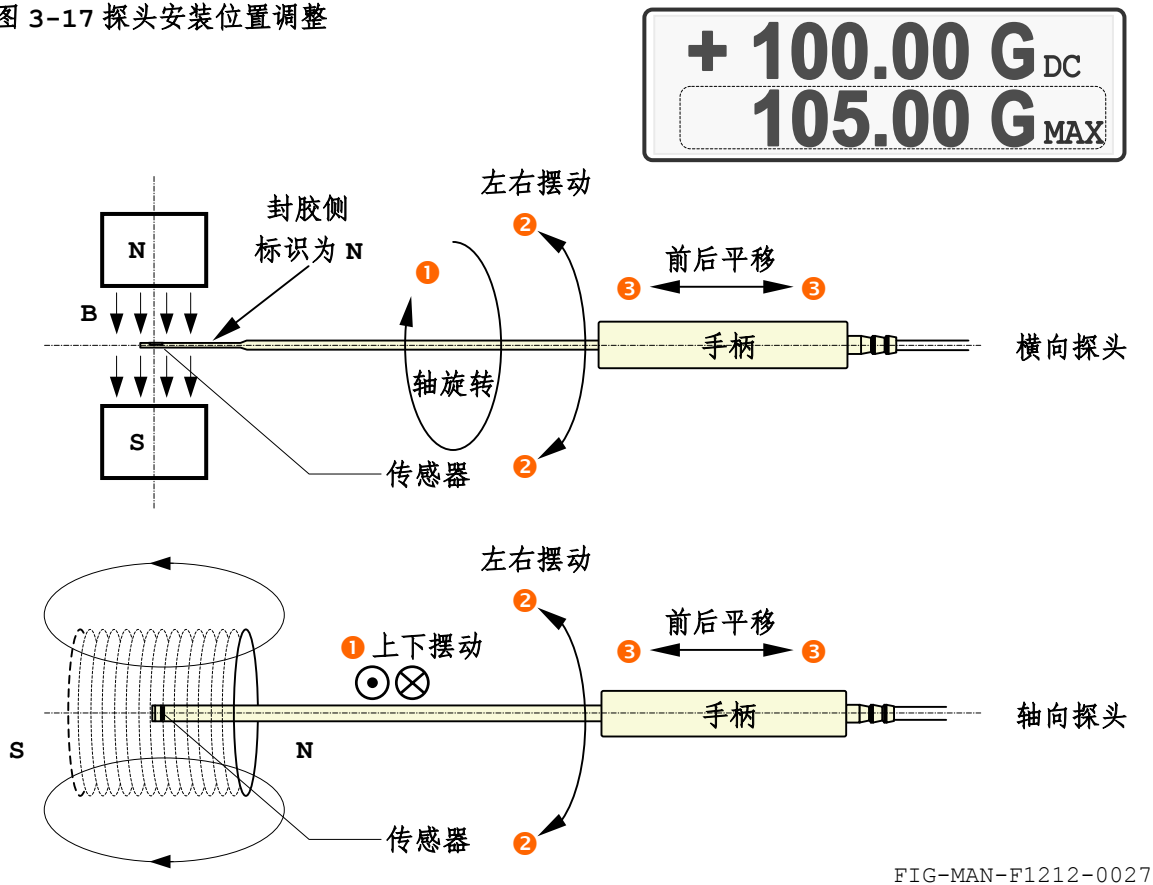
最大值保持功能的典型应用为探头的安装位置调整。磁场测量过程中，用户需考虑任何可能影响测量准确度的因素，尤其在探头的安装过程中，应保证磁力线方向与霍尔传感器法线方向的夹角 θ 为 0，即磁力线与传感器平面正交。与正交的偏离愈大，读数百分比误差愈大，如图 3-16 所示。

图 3-16 探头读数误差与传感器方向的关系



由于正交时取得最大读数，因此在均匀磁场中可使用最大值保持功能进行探头安装位置的调整，如图 3-17 所示。

图 3-17 探头安装位置调整



如被测磁场由电磁铁产生且使用横向探头，请遵循以下步骤进行调整：

1. 在磁场均匀区内安装探头，并尽量使传感器平面与磁力线方向正交。
2. 调整励磁电流源，使 F1212 的当前读数大于 100G (10000 μ T)；
3. 按 **MaxH** 键开启最大（最小）值保持功能，并选择 MAX 模式；
4. 在磁场均匀区内反复进行探头的 ①轴旋转、②左右摆动和 ③前后平移，直至最大值读数达到最大，且当前读数与最大值读数一致。

调整轴向探头安装位置时，只需将上述步骤中的 ①轴旋转 变更为 ①上下摆动 即可。

3.8 探头自动校零

Zero Probe 键用于直流测量模式下的探头自动校零。

注

为达最佳效果，探头校零前应至少预热 5 分钟。至少预热 30 分钟后达到额定准确度。如果使用零高斯腔室，探头和零高斯腔室应置于相同温度下。

自动校零过程遵循以下步骤：

- 1 直流测量模式下，在标准显示界面下按 **Zero Probe** 键进入如图 3-18 所示自动校零界面；
- 2 将探头置入零高斯腔室内，如校零过程中，平均磁场大于 100Gs，F1212 无法完成校零，并显示“Calibration Failed”信息，保持原有零点信息并退出自动校零过程；
- 3 按 **Ent** 键，显示器显示“Calibration Started”信息，并开始自动校零；或
- 4 按 **Esc** 键退出自动校零界面。

注

自动校零过程可能持续 5-10 秒，在此期间请勿移动探头。
校准过程中 F1212 不响应任何键盘操作。

- 5 校零完成后显示“Calibration Finished”信息，并返回标准显示界面。

图 3-18 使用 **Zero Probe** 键进行探头自动校零

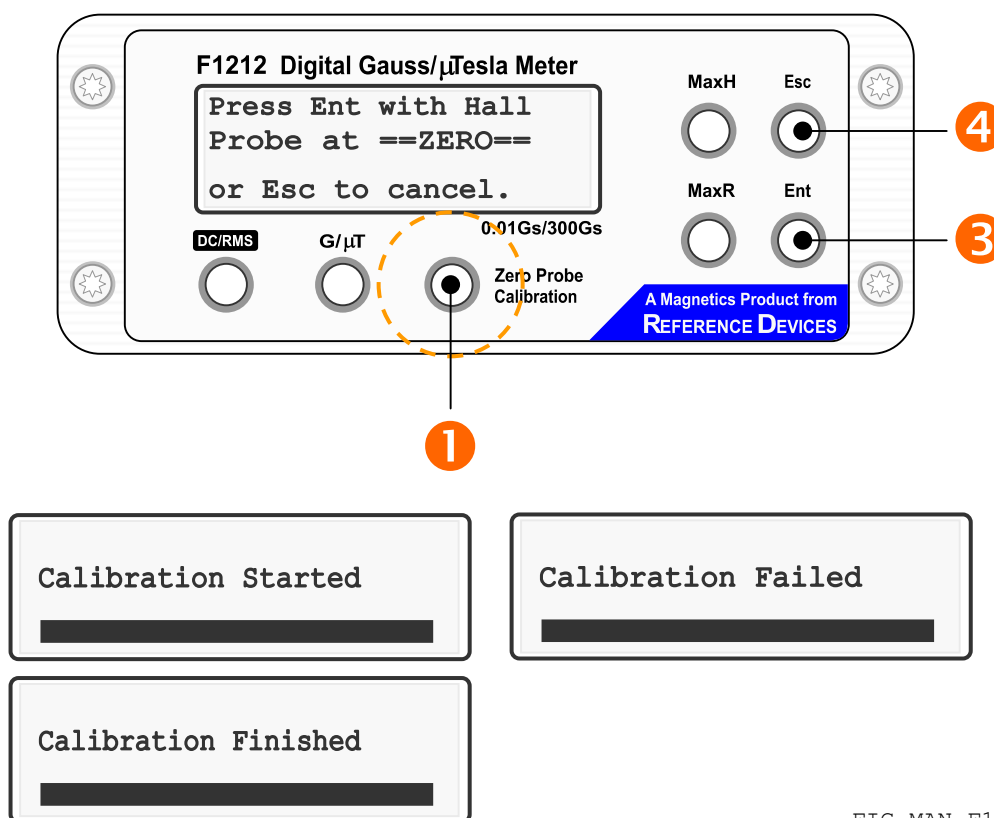


FIG-MAN-F1212-0028

注

校零的校准参数保存于非易失性存储器内，并于下次开机时保持。
恢复出厂设置时，校准参数不变。

3.9 恢复出厂设置

标准显示界面下，按下 **Esc** 键 5 秒后进入图 3-19 所示恢复出厂设置界面，显示产品序号，并将各参数恢复出厂设置，3 秒后显示参数恢复结果，而后恢复至标准显示界面。各项参数出厂设置如表 3-2 所示。探头校准参数不受此操作影响。

图 3-19 恢复出厂设置



表 3-2 恢复出厂设置值

TAB-MAN-F1212-0005

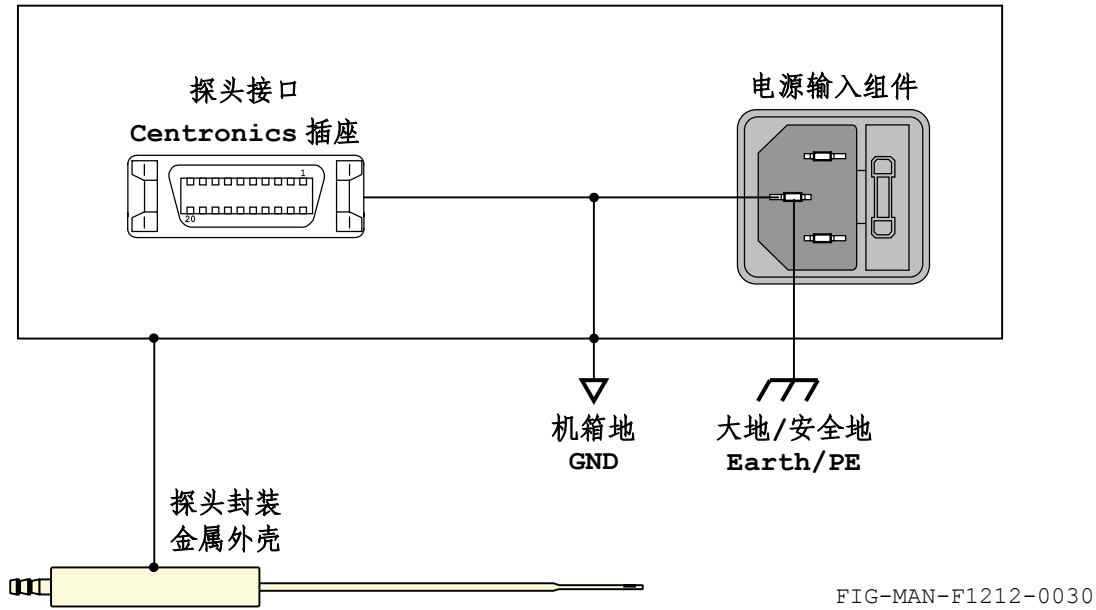
项 目	出厂设置值	项 目	出厂设置值
显示单位	高斯 (G)	校准参数	不更改
最大值保持	关闭	---	---

3.10 接地关系

F1212 具有单一地电位，即机箱地 GND，如图 3-20 所示。

机箱地 GND 通过电源输入组件中电源输入插座的中间导体，经由 AC220-3 附件连接至大地 (Earth)，并作为机箱的保护地 (PE)。同时机箱地与探头 Centronics 插座外壳、探头金属封装外壳及其 11、13、15、17、18、19 引脚连通并等电位。

图 3-20 F1212 的接地关系



警告

接地不良可能导致仪器机箱体、传感器和附件的导电部分感应带电，并造成可能的电击事故或仪器运行故障。

传感器和附件

4.1 简介

本章包含 F1212 数字高斯/微特斯拉计配置探头和附件的操作方法，以及各电学接口定义。4.2 为数字化霍尔探头操作方法，4.3 为附件。

4.2 数字化探头操作

在数字化探头的操作过程中，为避免损坏仪器和探头，以及达到最佳效果，需遵守以下事项：

4.2.1 通用数字化探头

F1212 使用通用数字化霍尔探头，各探头内部均配置非易失性存储器，记录探头内部的各种信息。探头出厂时已经过校准，校准数据保存于非易失性存储器，因此相同型号的探头之间无需重新校准即可互换。

F1212 标准配置 F12005 通用数字化横向霍尔探头。F12005 为全铜加固结构，采用多点线性校正，测量范围 0—300Gs，最高有效分辨率 0.01Gs，如图 4-1 所示。

图 4-1 F12005 通用数字化横向霍尔探头二视图

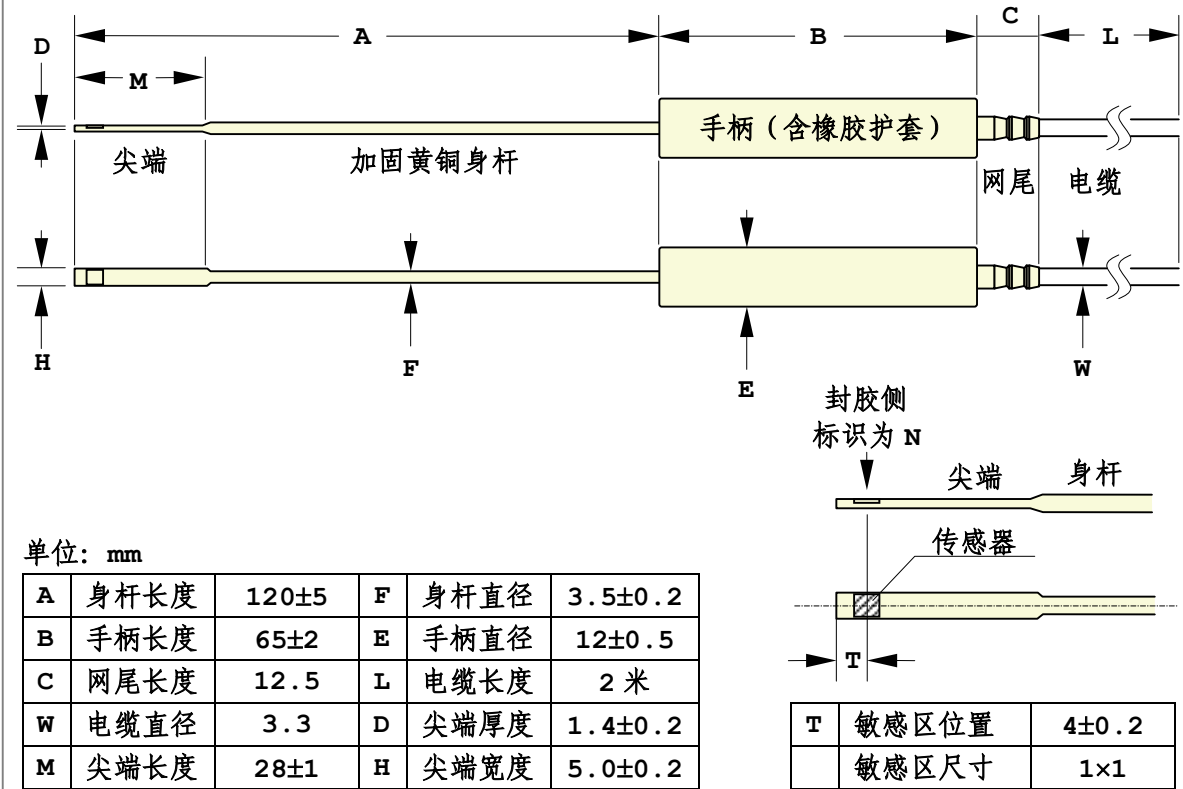
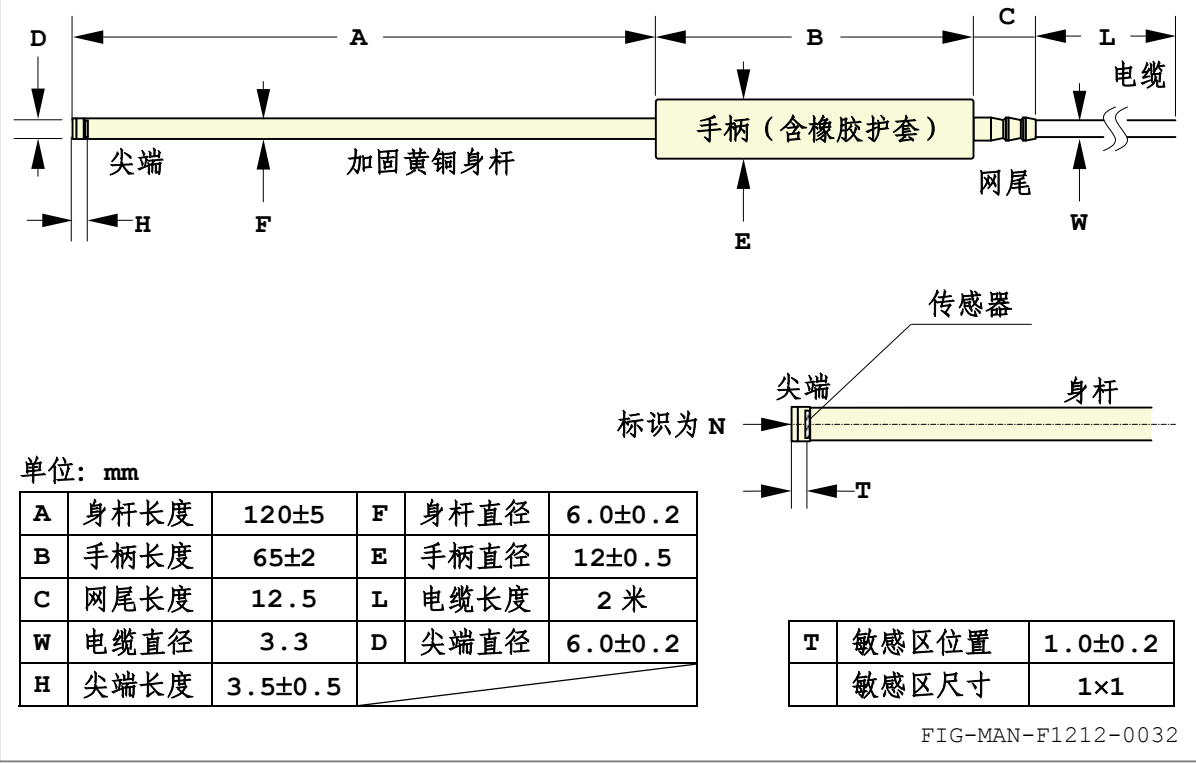


FIG-MAN-F1212-0031

其他形式的探头，例如轴向探头 F12006，请务必于订货时标注。F12006 为全铜加固结构，采用多点线性校正，测量范围 0—300Gs，最高有效分辨率 0.01Gs，如图 4-2 所示。

图 4-2 F12006 通用数字化轴向霍尔探头二视图



4.2.2 安装和更换探头

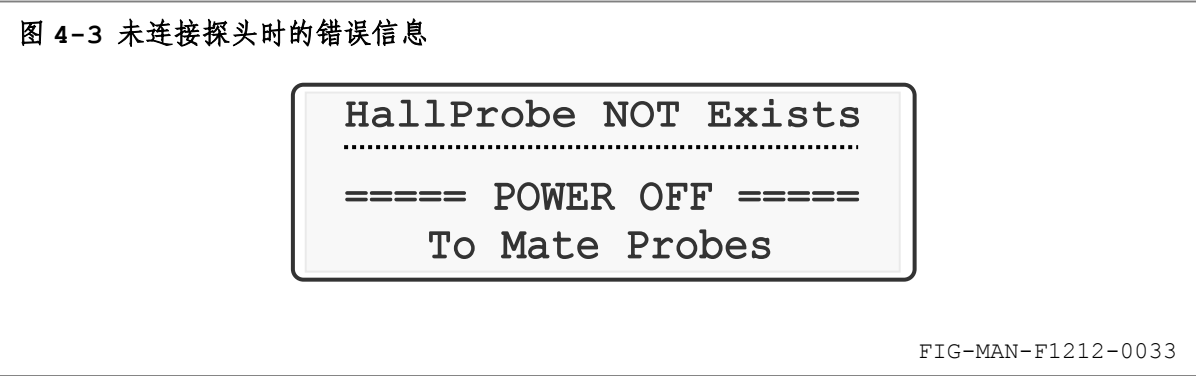
更换探头时，应首先关闭电源，卸下原有探头，插入新探头并紧固，而后开机。安装新探头后，预热至少 5 分钟后执行自动校零，请参阅 3.7 中的相关内容。

未连接探头时，F1212 开机上电后显示图 4-3 所示错误信息。

警告

数字化探头必须于 F1212 上电前连接至后面板。上电后连接探头可能造成探头和仪器的损毁。

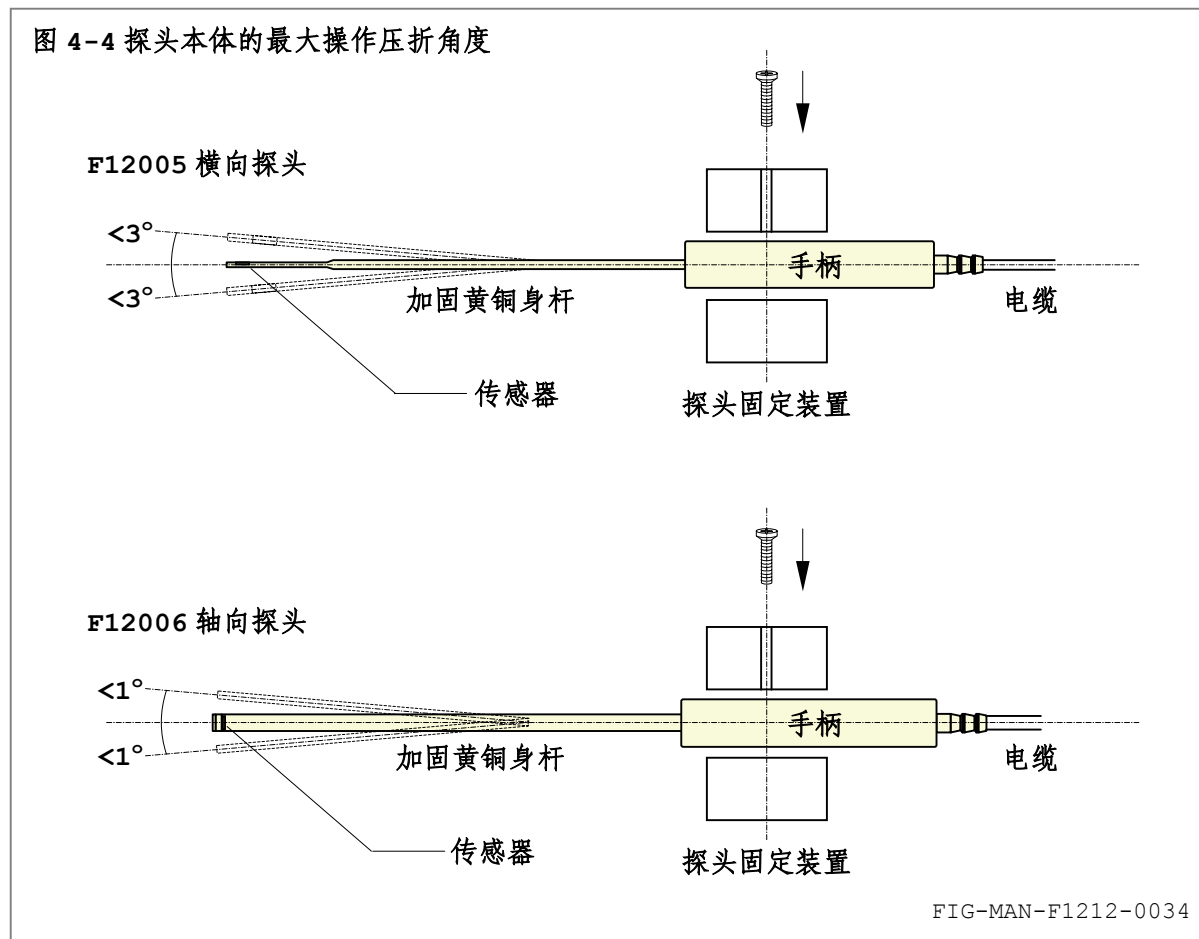
图 4-3 未连接探头时的错误信息



探头型号无法识别或不适用时，F1212 将显示 “Unknown Probe” 信息，并提示用户换装正确型号的探头。

4.2.3 探头保护

虽然已做出最大努力使探头尽量坚固，然而，探头尤其是探头中暴露的霍尔传感器尖端仍为易碎品，因此在操作中务必非常小心，确保无任何压力施加于探头尖端。探头必须通过手柄固定于适当位置。除此之外，探头其余部分不应施加任何应力，以避免探头损坏。如图 4-4 所示。



4.2.4 温度对探头的影响

构成霍尔传感器的半导体材料通常表现出霍尔系数的显著温度系数。F12005 和 F12006 中使用的霍尔传感器平均温度系数 PdT 典型值为 $\pm 0.05\%/^{\circ}\text{C}$ ，最大值低于 $\pm 0.06\%/^{\circ}\text{C}$ ，即温度每升高 1°C ，读数变化约为 0.05% 。探头均于 25°C 下校准，通常的室内测量环境温度范围内，即 20°C — 30°C 之间，温度对探头的最大影响范围不大于读数的 $\pm 0.6\%$ ， 15°C — 35°C 温度范围内，探头的温度系数增大至 $\pm 0.2\%/^{\circ}\text{C}$ ，并导致测量准确度下降。如图 4-5 所示。

20°C — 30°C 范围内，零磁场读数平均温度系数 zdT 不大于 $\pm 0.1\text{Gs}/^{\circ}\text{C}$ 。如图 4-6 所示。

某些条件下，即使测量环境已采取恒温措施，探头所在的局部环境温度也可能产生明显变化，例如发热的螺线管或亥姆霍兹线圈内部。由于探头为全铜加固结构，因此温度将传递至霍尔传感器，并造成读数变动。探头尖端温度超出 20°C — 30°C 温度范围时，F1212 无法保证额定测量准确度 AB。

此时为提高测量准确度，应采取必要的保温措施，例如使用绝热材料完全包裹包含身杆和手柄在内的完整探头。保温措施使探头具有较大的热惯性，以避免外界温度对测量的短期影响，但探头的预热时间也必须相应延长。此时开机后请务必保证至少 15 分钟探头预热时间，为达到最佳测量准确度，请于开机后务必保证 30 分钟的仪器和探头预热时间。

图 4-5 F12005/F12006 的温度系数 PdT

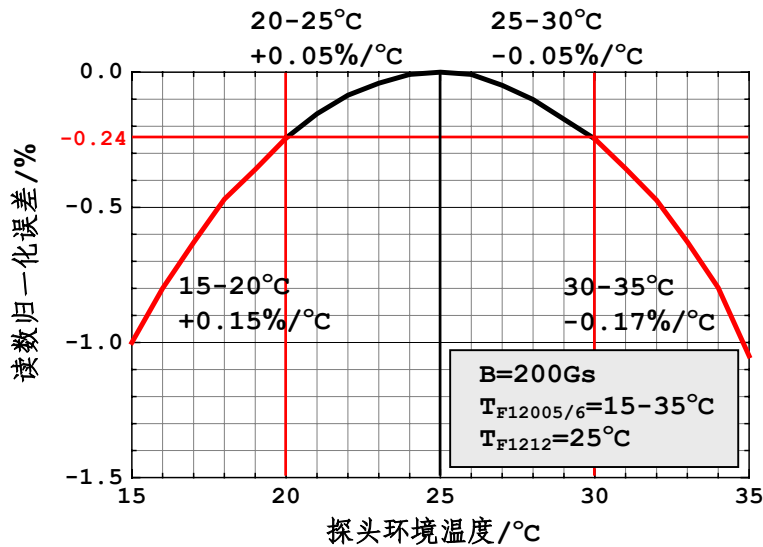


FIG-MAN-F1212-0035

图 4-6 F12005/F12006 的零磁场读数平均温度系数 ZdT

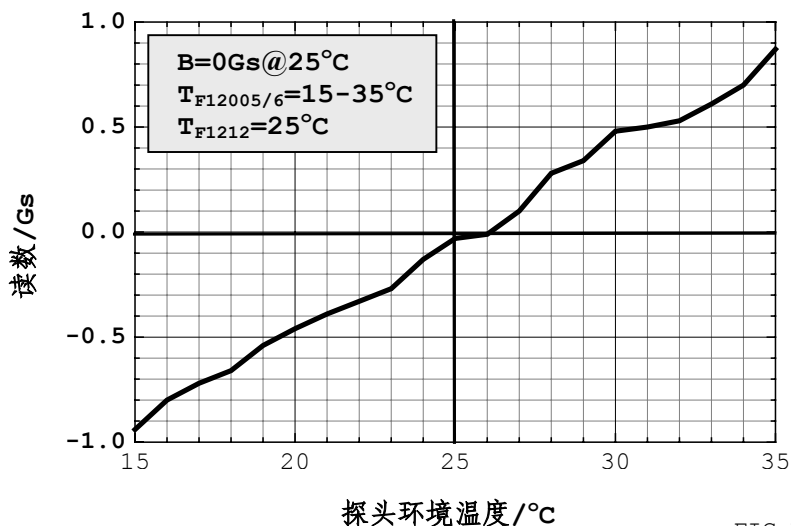


FIG-MAN-F1212-0036

4.2.5 直流测量准确度 AB

F1212 的直流电学测量准确度为 $AE = \pm(0.1\% \text{ 读数} + 0.1\text{Gs})$ 。使用 F12005 和 F12006 时，直流测量准确度 AB 还需考虑探头校准准确度 CE、探头线性度 PLE、探头的平均温度系数 PdT 和零磁场读数平均温度系数 ZdT，以及其他可能的静态磁场误差和校零误差 $BEQ \approx 1\text{Gs}$ ：

$$AB = \pm(|AE| + |CE| + |PLE| + 0.5|PdT_{\max}\Delta T| + 0.5|ZdT_{\max}\Delta T| + BEQ) \quad (4-1)$$

F12005/F12006 于 25°C 下校准，校准准确度 $CE = \pm(0.5\% + 0.5\text{Gs})$ 。探头线性度 $PLE = 2\%$ ，由于采用多点线性校正，PLE 可降低至 1% 以下。PdT 和 ZdT 如图 4-5 和图 4-6 所示。

根据公式 (4-1)，20°C—30°C 范围内， $\Delta T = 10^\circ\text{C}$ ， $AB \approx \pm(2\% \text{ 读数} + 3\text{Gs})$ 。

15°C—35°C 范围内， $\Delta T = 20^\circ\text{C}$ ， $AB \approx \pm(3\% \text{ 读数} + 5\text{Gs})$ 。

4.2.6 尖端剩磁和探头清洁

F12005 和 F12006 为全铜加固结构，尖端封装采用黄铜合金，并采用软性胶体将传感器固化于封装体内。理想情况下，尖端剩磁为 0。

然而，由于尖端合金材料的纯度和使用过程中可能产生的尖端磁性沾污，例如铁屑和磁性粉末，可能导致测量强磁场（>1000Gs）后尖端产生少量剩磁，剩磁强度与之前测量的磁场强度有关。剩磁强度将叠加于被测磁场并产生测量误差，尤其于零磁场附近此误差更为明显。通常剩磁造成的读数偏差不高于 0.5Gs。

可通过清洁探头尖端避免剩磁的产生。请使用柔软清洁的无纺材料纺织物着乙醇溶液轻拭探头尖端，切勿使用乙醇、丙酮等有机溶剂长时间浸泡。如果清洁无法完全清除剩磁，请定时使用探头自动校零功能消除此微小剩磁。探头自动校零功能请参阅 3.7 中的详细内容。

警告

探头为易损物，不实行保修服务。乙醇、丙酮等有机溶剂长期浸泡可能造成探头尖端软性封装胶体溶解或老化，并导致内部传感器移位、引线断裂直至探头损毁。

4.3 附件

F1212 配备附件如表 4-1 所示：

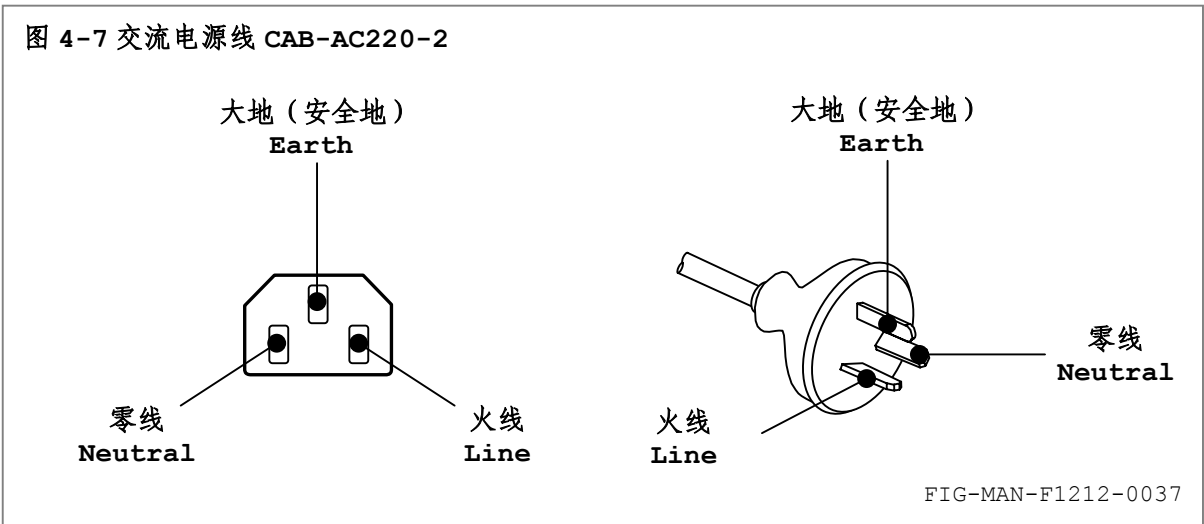
表 4-1 F1212 附件清单

TAB-MAN-F1212-0006

型 号	描述	数 量	标准配置
CAB-AC220-2	3 芯交流 220 伏特电源线，长度 2 米	1 条	√
FUSE5G-25020	250V/0.2A 玻封保险管，体积 5×20mm	2 只	√

4.3.1 交流电源线 CAB-AC220-2

附件 CAB-AC220-2 为 3 芯交流 220V 电源线，长度 2 米，与后面板的电源输入组件匹配，符合 GB-1002 标准，如图 4-7 所示。



4.3.2 其它附件

附件 FUSE5G-25020 请参阅 2.3.1 中的详细内容。

<本页为空页>

This Page Intentionally Left Blank

Appendix

附录

A.1 磁学单位换算

表 A-1 标准国际单位制 (SI) 和厘米-克-秒单位制 (cgs) 磁学单位换算 TAB-MAN-F1212-0007

物理量	符号	高斯/cgs 单位制	转换因子	SI
磁通密度 磁感应强度	B	G (高斯)	10^{-4}	T (特斯拉) Wb/m^2
磁通	ϕ	Mx (麦克斯韦) $\text{G}\cdot\text{cm}^2$	10^{-8}	Wb (韦伯) V·s (伏特)
磁势差 磁通势	U、F	Gb (吉尔伯特)	$10/4\pi$ (0.7958)	A (安培)
磁场强度 磁化力	H	Oe (奥斯特) Gb/cm	$10^3/4\pi$ (79.58)	A/m
体磁化强度	M	emu/cm^3	10^3	A/m
体磁化强度	$4\pi M$	G (高斯)	$10^3/4\pi$ (79.58)	A/m
磁极化 磁化强度	J、I	emu/cm^3	$4\pi\times 10^{-4}$	T Wb/m^2
比磁化强度	σ 、M	emu/g	$\frac{1}{4\pi\times 10^{-7}}$	$\text{A}\cdot\text{m}^2/\text{kg}$ $\text{Wb}\cdot\text{m}/\text{kg}$
磁矩	m	emu erg/G (尔格/高斯)	10^{-3}	$\text{A}\cdot\text{m}^2$ J/T (焦耳/特斯拉)
磁偶极距	j	emu erg/G	$4\pi\times 10^{-10}$	$\text{Wb}\cdot\text{m}$
体磁化率	χ κ	无量纲数 emu/cm^3	--- $(4\pi)^2\times 10^{-7}$	H/m (亨利/米) $\text{Wb}/(\text{A}\cdot\text{m})$
比磁化率	χ_ρ κ_ρ	cm^3/g emu/g	$4\pi\times 10^{-3}$ $(4\pi)^2\times 10^{-10}$	m^3/kg $\text{H}\cdot\text{m}^2/\text{kg}$
克分子磁化率 摩尔磁化率	χ_{mol} κ_{mol}	cm^3/mol emu/mol	$4\pi\times 10^{-6}$ $(4\pi)^2\times 10^{-13}$	m^3/mol $\text{H}\cdot\text{m}^2/\text{mol}$
磁导率	μ	无量纲数	$4\pi\times 10^{-7}$	H/m $\text{Wb}/(\text{A}\cdot\text{m})$
相对磁导率	μ_r	---	---	无量纲数
体能量密度 能积	W	erg/cm^3	10^{-1}	J/m^3
去磁系数	D、N	无量纲数	$1/4\pi$ (0.07958)	无量纲数

A.2 常用物理量

表 A-2 标准国际单位制 (SI) 物理常数

TAB-MAN-F1212-0008

物理量	符号	SI
真空磁导率 Permeability of Vacuum	μ_0	$4\pi \times 10^{-7}$ H/m
真空光速 Speed of Light in Vacuum	c	2.9979×10^8 m/s
真空介电常数 Permittivity of Vacuum	$\epsilon_0 = (\mu_0 c^2)^{-1}$	8.8542×10^{-12} F/m
精细结构常数 Fine Structure Constant	α	0.0073
	$1/\alpha$	137.0360
基本电荷 Elementary Charge	e	1.6022×10^{-19} C
普朗克常量 Plank's Constant	h	6.6262×10^{-34} J/Hz
	$\hbar = h/2\pi$	1.0546×10^{-34} J/Hz
阿伏加德罗常数 Avogadro's Constant	N_A	6.0220×10^{23} /mol
原子质量单位 Atomic Mass Unit	$1u = 10^{-3} \text{kg} / (\text{mol} \cdot N_A)$	1.6605×10^{-27} kg
电子静止质量 Electron Rest Mass	m_e	0.9109×10^{-30} kg
		5.4858×10^{-4} u
质子静止质量 Proton Rest Mass	m_p	1.6726×10^{-27} kg
		1.0073 u
中子静止质量 Neutron Rest Mass	m_n	1.6749×10^{-27} kg
		1.0087 u
量子磁通 Magnetic Flux Quantum	$\phi = h / (2e)$	2.0679×10^{-15} Wb
	h/e	4.1357×10^{-15} J / (Hz·C)
约瑟夫森频率-电压比 Josephson Frequency-Voltage Ratio	$2e/h$	483.5939 THz/V
量子周期 Quantum of Circulation	$h / (2m_e)$	3.6369×10^{-4} J / (Hz·kg)
	h/m_e	7.2739×10^{-4} J / (Hz·kg)
里德伯常数 Rydberg Constant	R_∞	1.0974×10^7 /m
波尔磁子 Bohr Magneton	$\mu_B = eh / (2m_e)$	9.2741×10^{-24} J/T
质子回磁比 Proton Gyromagnetic Ratio	γ_p	2.6752×10^8 / (s·T)
逆磁屏蔽系数 (球形 H ₂ O 样品) Diamagnetic shielding Factor	$1 + \sigma (\text{H}_2\text{O})$	1.0000
摩尔质量常数 Molar Mass Constant	R	8.3144 J / (mol·K)
摩尔体积、理想气体 T ₀ =273.15K, P ₀ =1atm Molar Volume, Ideal Gas	$V_m = RT_0 / P_0$	0.0224 m ³ /mol
波尔兹曼常数 Boltzman Constant	$k_B = R / N_A$	1.3807×10^{-23} J/K
斯台范-波尔兹曼常数 Stefan-Boltzman Constant	$\sigma = (\pi^2 / 60) k_B^4 / (h^3 c^2)$	5.6703×10^{-8} W / (m ² ·K ⁴)
第一辐射常数 First Radiation Constant	$c_1 = 2\pi \hbar c^2$	3.7418×10^{-16} W/m ²
第二辐射常数 Second Radiation Constant	$c_2 = hc / k$	0.0144mK
引力常数 Gravitation Constant	G	6.6720×10^{-11} Nm ² /kg ²

A.3 前缀表示法

表 A-3 国际标准单位制 (SI) 前缀

TAB-MAN-F1212-0009

因数 10 ⁿ	前缀	符号	因数 10 ⁿ	前缀	符号
24	yotta	Y	-1	deci	d
21	zetta	Z	-2	centi	c
18	exa	E	-3	milli	m
15	peta	P	-6	micro	μ
12	tera	T	-9	nano	n
9	giga	G	-12	pico	p
6	mega	M	-15	femto	f
3	kilo	k	-18	atto	a
2	hecto	h	-21	zepto	z
1	deka	da	-24	yocto	y

A.4 希腊字母

表 A-4 希腊字母表

TAB-MAN-F1212-0010

Alpha	α	A	Iota	ι	I	Rho	ρ	P
Beta	β	B	Kappa	κ	K	Sigma	σ	Σ
Gamma	γ	Γ	Lamda	λ	Λ	Tau	τ	T
Delta	δ	Δ	Mu	μ	M	Upsilon	υ	Υ
Epsilon	ε	E	Nu	ν	N	Phi	φ	Φ
Zeta	ζ	Z	Xi	ξ	Ξ	Chi	χ	X
Eta	η	H	Omicron	ο	O	Psi	ψ	Ψ
Theta	θ	Θ	Pi	π	Π	Omega	ω	Ω

A.5 美制线规对照表

表 A-5 美制线规 AWG (American Wire Gage) 对照表

TAB-MAN-F1212-0011

AWG	Dia. In.	Dia. mm	AWG	Dia. In.	Dia. mm	AWG	Dia. In.	Dia. mm	AWG	Dia. In.	Dia. mm
1	0.2893	7.348	11	0.0907	2.304	21	0.0285	0.7230	31	0.0089	0.2268
2	0.2576	6.544	12	0.0808	2.053	22	0.0253	0.6438	32	0.0080	0.2019
3	0.2294	5.827	13	0.0720	1.829	23	0.0226	0.5733	33	0.00708	0.178
4	0.2043	5.189	14	0.0641	1.628	24	0.0207	0.5106	34	0.00630	0.152
5	0.1819	4.621	15	0.0571	1.450	25	0.0179	0.4547	35	0.00561	0.138
6	0.1620	4.115	16	0.0508	1.291	26	0.0159	0.4049	36	0.00500	0.127
7	0.1443	3.665	17	0.0453	1.150	27	0.0142	0.3606	37	0.00445	0.1131
8	0.1285	3.264	18	0.0403	1.024	28	0.0126	0.3211	38	0.00397	0.1007
9	0.1144	2.906	19	0.0359	0.9116	29	0.0113	0.2859	39	0.00353	0.08969
10	0.1019	2.588	20	0.0338	0.8118	30	0.0100	0.2546	40	0.00314	0.07987

A.6 ASCII 编码

表 A-6 ASCII 编码表

American Standard Code for Information Exchange TAB-MAN-F1212-0012

					b7 b6 b5	0 0 0	0 0 1	0 1 0	0 1 1	1 0 0	1 0 1	1 1 0	1 1 1
b4 1	b3 1	b2 1	b1 1	列 行	0	1	2	3	4	5	6	7	
0	0	0	0	0	NUL	DLE	SPACE	0	`	P	@	p	
1	0	0	0	1	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q	
0	1	0	0	2	STX	DC2	"	2	B	R	b	r	
1	1	0	0	3	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s	
0	0	1	0	4	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t	
1	0	1	0	5	ENG	NAK	%	5	E	U	e	u	
0	1	1	0	6	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v	
1	1	1	0	7	BEL	ETB	`	7	G	W	g	w	
0	0	0	1	8	BS	CAN	(	8	H	X	h	x	
1	0	0	1	9	HT	EM	)	9	I	Y	i	y	
0	1	0	1	10	LF	SS	*	:	J	Z	j	z	
1	1	0	1	11	VT	ESC	+	;	K	[	k	{	
0	0	1	1	12	FF	FS	,	<	L	~	l	~	
1	0	1	1	13	CR	GS	-	=	M	]	m	}	
0	1	1	1	14	SO	RS	.	>	N	^	n		
1	1	1	1	15	SI	US	/	?	O	_	o	DEL	