

第一章

用户指南

概述

本章对 DX-160 高斯计/特斯拉计进行简要介绍。内容包括主要参数及快速使用指导。

1.1 DX-160 简介

DX-160 全数字高斯计 / 特斯拉计是厦门盈德兴磁电科技有限公司设计并制造的用于测量磁场强度的高精度高分辨率全智能化仪器。

1.1.1 特点

| | |
|-----------------------|-------------------------------------|
| 明亮的全视角VGA /5 ¼位读数分辨力 | 基本精度：读数的 $\pm 0.20\% \pm 0.05\%$ 量程 |
| 最大值/最小值/峰值/谷值/保持/界面锁定 | 基本分辨力 0.00001 mT |
| 数据存储(自动/手动) /存储数据阅读 | 自动零点、自动、手动量程 |
| 探头自动校正/主机自动记忆操作模式 | RS-232C /USB 数据通讯接口/模拟 BNC接口 |
| 显示单位可选高斯，毫特斯拉，A/M或0e | 归零设置/相对测量模式/采集速率可调 (20-300) |
| 测量图形显示，本机自绘图，通讯波特率调节 | 阈值设定(上，下限)及报警 |
| 时间及亮度设定 | 可选的基本探头几十种(标配0.80mm超薄探头) |

高精度，高分辨力

DX-160 高斯计采用高精度数字化仪表与高精度数字化 Hall 探头相结合的设计，使它的精度达到基本精度：读数的 $\pm 0.20\% \pm 0.05\%$ 量程，基本分辨力 0.00001mT。从而达到世界先进水平。

高智能，多功能

DX-160 高斯计可测量直流和交流磁场，最大值/最小值/峰值/谷值保持/界面锁定，数据存储(自动/手动)/数据阅读，优异的自绘图及测试图形显示功能，探头自动校正/主机自动记忆操作模式，自动零点、自动、手动量程，阈值设定及报警，时间及亮度自设定，显示单位可选高斯，特斯拉，A/M 或 O_e 等众多智能化功能。

高自动化

DX-160 具有丰富的接口特性，适用于自动测量系统。RS-232C 接口功能：测试数据数字化输出。

(1) 用户可以使用计算机进行测试数据读取，并利用专业配套绘图软件绘制各种测量图，可发送和打印图表

(2) 使用串口实时发送功能可实时在计算机端监测实时数据

(3) 可使用固定指令集查询实时数据

BNC 模拟数据输出：输出 0-3V 模拟信号，可加装各类工控接口。

高一致性

DX-160 具有高稳定，高一致性，一致性可达 0.1%（稳定磁场）。

高精度探头

DX-160 高斯计配用盈德兴全系列一维横向和轴向探头。探头出厂前已进行校准，并储存校正信息于数字化探头中，所以不同探头具有完全互换性，使您在世界各地任意更换探头。

1.2 快速入门

1.2.1 检查和开封

首先请检查运输包装是否存在外部损伤和部件缺失，如果损伤或缺失比较明显，请尽快与运输商和我公司联系。打开运输包装，依据内附包装清单确认仪器、传感器、附件和手册是否齐全，并查找是否存在损伤。丢弃包装物之前请务必清点所有提供的部件。如果存在仪器或部件的运输损伤，撰写并尽快向运输商和保险公司发送正当的索赔单，并通知北京盈德兴佳诚磁电科技有限责任公司。如果出现缺失现象，请尽快通知我们，货物发送 10 日后，我公司不对任何缺失现象承担责任。

1.2.2 后面板连接

- 1) 确认后面板电源开关位于关闭（0 或 OFF）位置。
- 2) 将探头插入后面板的 15 针 D 型探头输入连接器，旋紧连接器两侧螺栓。
- 3) 将交流电源线一侧插入电源输入组件，另一侧可靠连接至符合国家相关安全标准且良好接地的 3 端 220 伏特交流电源插座或适配器。
- 4) 如需与计算机通讯或使用 BNC 输出信号及其他定制接口，请按照说明书或特

殊说明链接对应连接线。

警告： 作为通用的操作规定，进行任何后面板连接前，必须关闭本仪器。尤其在将探头连接至后面板时更应严格执行此规定。

1.2.3 开机与测量

警告： DX-160 高斯/特斯拉计使用的探头具有导电护套。请勿在靠近暴露的电压附近进行任何测量，否则将造成对使用者的人身伤害以及对仪器的损害。

- 1) 打开电源开关，为了读数稳定请在打开开关后等待 20~30 分钟预热时间。
- 2) 预热完成后将探头远离被测磁场区域此时高斯计显示屏会有读数，该读数为传感器静态偏置电压。此时按下前面板上的 [Zero] 按键将改读数作为测量零点即可。
- 3) 将清零后的高斯计探头退出保护套放回被测磁场区域进行读值，请不要将保护套摘下，测量完毕后可将探头缩回保护套内。请注意所使用的探头类型，不同的探头类型其测试方式与测试位置及方向都不尽相同。**详情见后文**

1.2.4 常用功能

- 1) 单位切换-重复按下前面板上的 [Unit] 按键，高斯计的显示单位会在 mT(毫特斯拉)、Gs/G(高斯)、A/m(安每米)、Oe(奥斯特)之间循环切换。默认为 mT(毫特斯拉)。
- 2) 量程切换-重复按下前面板上的 [Range] 按键，高斯计的测量范围在自动量程 AUTO、30mT、300mT、3T 间循环转换，通常测量默认使用自动量程即可，无需切换至手动量程。
- 3) 峰谷值显示-按下前面板上的 [Max/Min] 按键，屏幕会显示按下按键后测量过程中所测数据的最大值和最小值(用于表示方向的正负号会包含在比较范围内) 如需重新记录最大最小值按下前面板上的 [Reset] 按键即可。

第二章

仪器操作介绍

概述

本章包括 DX-160 高斯/特斯拉计的各种操作方法。主要介绍前面板控制定义和后面板定义，以及前面板功能详解。

2.1 前面板控制定义

2.1.1 前面板键盘定义



| | | |
|----|----------|--|
| 1 | AC/DC | 交流磁场与直流磁场选择键，AC 分（低频 ACL, 中高频 ACH）双模式 |
| 2 | Units | 测量单位键可选 Gs 高斯，mT 毫特斯拉，A/m 安培/米或 Oe 奥斯特 |
| 3 | Range | 量程选择可自动和三量程手动选择 |
| 4 | Save | 储存键，按下可按设定的方式存储数据 |
| 5 | ▲▼ | 上、下方向键，参数设置状态下用于选择参数 |
| 6 | Enter | 确认操作键，操作动作结束认可 |
| 7 | Menu | 打开菜单键 |
| 8 | Max/Min | 开启或关闭峰值测量功能。捕获并显示最高、最低磁场读数，并可锁定界面 |
| 9 | Zero | 归零键，使当前磁场值归零 |
| 10 | Relative | 相对模式键，记录相对数值 |
| 11 | Reset | 峰值读数复位。清除当前峰值读数 |

以下为 3 种基本的键盘操作方式：

- （1）直接操作：以下功能在按键后立即生效：AC/DC, Menu, Zero, Enter, Relative, Reset
- （2）巡回操作：Units, Range, Save, Max/Min 为循环选择功能键
- （3）设置选择：按下 Menu 键后立即显示出菜单界面。

2.1.2 前面板显示定义

在通常的操作中，显示器的第1行显示当前量程，交直流磁场选择，归零触发和相对值触发，峰值复位。第2行宽幅明亮显示测量读数及单位，N/S 极性由正负号表示（N: + S: - ）。第3、4行分别显示



图 2-1 DX-160 前面板显示定义

最大值，最小值锁定值。第5行显示日期，时间及机内环境温度或探测点温度（需使用带温度传感器探头）。如图 02-1

2.2 后面板定义

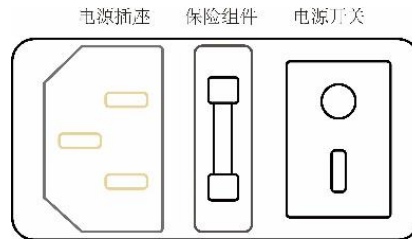
后面板包括：电源输入组件、保险组件，RS-232C 连接器，USB 连接端口，监视模拟输出 BNC 连接器和探头输入连接器。



图 2-2 后面板

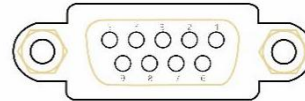
1)

电源组件、保险组件，DX-160 使用三芯电源线，电源开关，按下“I”时电源开启，按下“O”时电源关断，保险组件，指定适当的保险丝额定值



2)

RS-232C 串行通信端口，标准的 9 针 D 型插座。



3)

USB 连接端口



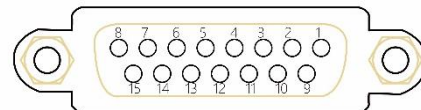
4)

模拟输出，标准的 BNC 连接器。



5)

探头连接器，标准的 15 针 D 型连接器



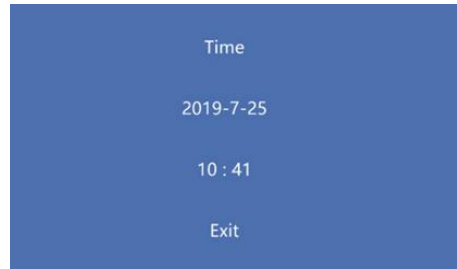
2.3 菜单内功能说明

按[Menu]进入设备菜单

Time Gain
Cal Zero
Threshold Exit
Bright
Save
Uart

2.3.1 Time 时间设定

按 Enter 进入，用 Menu 键从左向右移动光标(红色)，通过 Menu 键调整日期、时间，确认后到 Exit 按 Enter 键退出，完成设定。

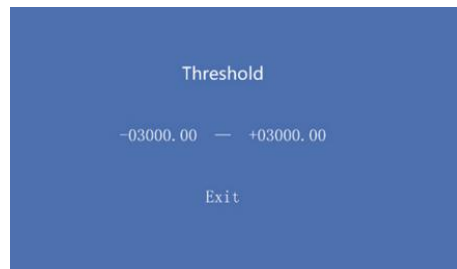


2.3.2 Cal 校正

仅供厂家校正使用（密码进入）。

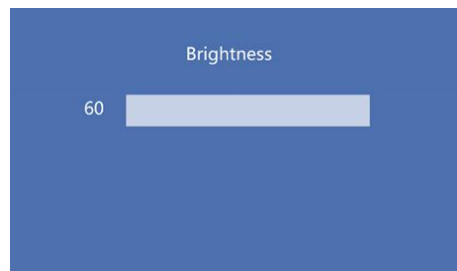
2.3.3 Threshold 阈值设定

通过 Menu 键从左向右移动光标（红色），通过上、下键选择输入数值，可精确到 0.01mT，设定范围后调整到 Exit 项，按下 Enter 键退出，完成设定，超出设定范围将声音报警并在屏幕（!）提示。



2.3.4 Bright 亮度设定

按 Enter 进入，按上、下键调节框内数值，达到理想亮度，按 Enter 退出。



2.3.5 Save 存储设定

Save Timing（定时存储）：按 Enter 键进入后，用上、下键设定存储时间间隔，设定区域为 01-60 秒可调，按 Enter 键退出。

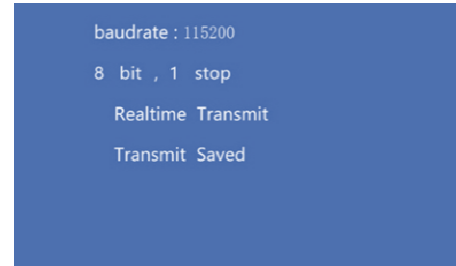
Random Save（随机设定）：按 Enter 键确认后，每次在前面板按下 Save 键，即可随时存入需要数据。

Review（数据阅读）：进入界面，显示最新存入的 70 个数据，第 70 个为最后一个存入数据，数据按时间排列，按 Enter 键退出。注：未满 70 个数据时将连续保存并提供查看，超过 70 个数据将开启另一组，上组数据被清屏，但已存入本机数据库，可用串口发送计算机查询。



2.3.6 Uart 波特率选择

按▲▼键在各种波特率之间循环选择，按 Enter 确认同时发送数据，再按 Enter 确认并返回菜单显示状态，▲▼键移动到 exit 选项，再按 Enter 确认并返回主界面。可选波特率为 19200、57600 和 115200bps。出厂默认波特率为 115200bps。



2.3.7 Zero 校零模式

相对零磁场模式：将探头置入零高斯校准器腔室内

消除地磁模式：将探头平置与地磁场垂直

按下前面板 MENU 键，通过上下键调到 Zero 校正界面内，调整到 Save&Exit 变黄色并按下前面板的 Enter 键就自动完成校零。在校零过程中，请勿移动探头。校零结束后，恢复标准显示。



2.3.8 Gain 手动增益设置

默认为 Auto

Auto：切换到增益为 1 模式，此模式为一般正常模式，量程为 0-30T 分两个大档位，0-3T 档位时灵敏度为 1T/V，当磁场为 3-30T 时会自动切换档位，灵敏度变为 10T/V。

x1：强制切换到增益为 1 模式，此模式下量程为 0-30T，BNC 输出灵敏度为 10T/V。

此功能应用场合是测量超过 3T 的脉冲磁场或交流超过 3T 的磁场下使用
使用方法：选择“x1”确定即可

探头介绍

概述

本章主要对探头的使用及全系列探头进行一个详细介绍。

3.1 探头注意事项

3.1.1 更换探头

DX-160 使用盈德兴系列超薄数字化霍尔探头。每支探头均配备 1 块非易失性存储器，记录 DX-160 所需各种探头信息。探头出厂前已经过校准，并已将校准数据写入存储器，因此同型号探头可以直接替换，无需重新进行探头校准。

警告： 探头必须在 DX-160 上电前连接至后面板。上电后连接将可能造成存储器失效。更换探头时，应首先关闭电源，卸下原有探头，插入新探头。开启电源，使用菜单内 Zero 模式对新探头进行校零后，DX-160 即可重新投入使用。

未连接探头时，DX-160 上电后显示如图错误信息：



3.1.2 探头保护

虽然已做出最大努力使探头尽量坚固，但探头特别是横向探头中的霍尔传感器尖端仍为易碎品，因此在测量操作中必须非常小心，确保无任何压力施加于探头尖端。探头最好通过探头手柄固定于适当的位置。探头金属套筒上不应施加任何应力，以避免传感器形变引起的校准数据变化，过大的应力将导致霍尔传感器损坏。

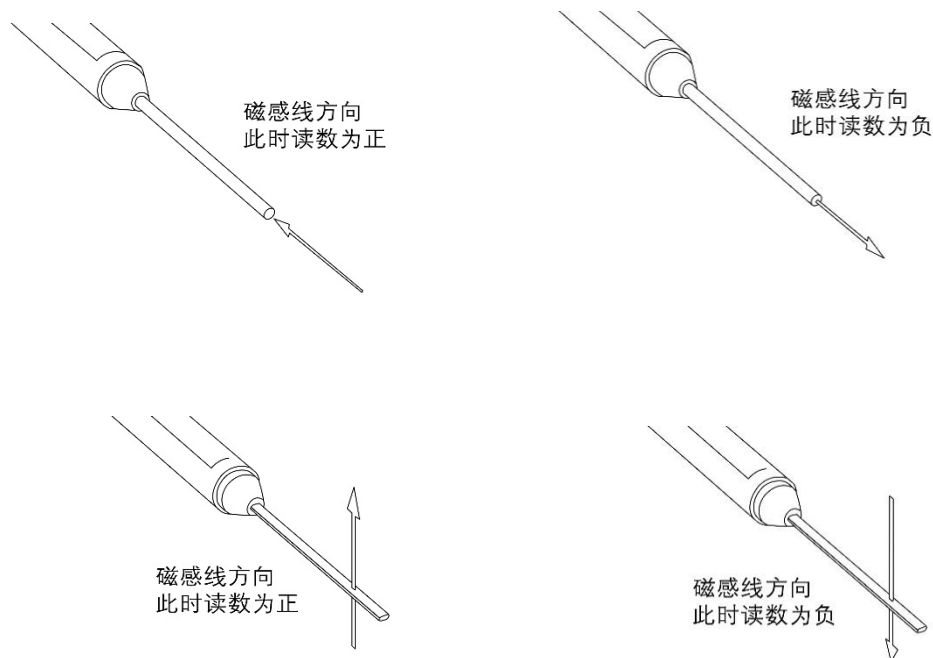
警告：处理探头时必须非常谨慎。探头尖端极易破碎，对霍尔传感器施加应力将改变其校准数据，任何过大的应力将轻易使传感器破碎，破碎的传感器不可维修。

对于所有探头，不可紧压电缆，或使电缆受到重物以及尖锐物品冲击。虽然损坏或破裂的电缆可返回维修，但请务必牢记，损坏的探头仍可能是不可维修的。

当探头连接于高斯计但未使用时，应使用保护筒套住手柄和套筒以保护尖端。当高斯计不使用时，探头应单独保存于坚固的容器中。

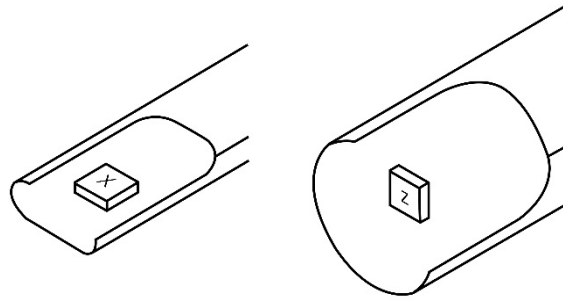
3.1.3 探头操作

在直流磁场测量模式下，探头方向影响高斯计读数的极性。注：为达最佳效果，使用前仪器和探头应至少预热 5 分钟，预热 30 分钟后达到额定精度。如果实际磁场方向未知，按 Max Hold 键开启峰值测量功能，并缓慢调整探头。随探头转动以及测量场强涨落，其峰值读数保留于显示中，记录取得峰值时的探头方向以确定磁场方向。磁场方向与读数正负的关系如图所示



N 极：+（显示）

S 极：-（显示）



一维横向探头及轴向探头内部结构示意图

3.1.4 探头精度

注：探头读数取决于尖端与磁场方向的夹角。夹角越大，读数的百分比误差越大。

注：为达最佳效果，使用前仪器和探头应至少预热 5 分钟，预热 30 分钟后达到额定精度。用户需要考虑任何可能影响读数精度的因素。探头和高斯计均具有额定精度，即使用中可以达到的最高精度。严格测量前，探头应首先校零，以消除探头零点漂移或环境微小磁场的影响。温度也将影响探头精度，请尽量将探头置于 20℃ 附近温度下使用。

探头精度依赖于霍尔传感器与磁场之间的夹角。磁力线与传感器平面正交（与传感器三轴均成直角）时取得最大读数。与正交的偏离愈大，读数误差愈大。读数误差与夹角的关系如图 3-1 所示。严格测量中，必须考虑仪器、探头和磁场的容差。DX-160 的读数准确度优于读数的 0.05%。由于测量中的各种不定因素难于再现，因此很难给出高斯计和探头的绝对准确度指标。例如与磁场对准的 1℃ 误差将产生 0.15% 读数误差。这意味着磁场的绝对测量准确度在不佳情况下将不会可靠的优于 0.05%，更可能是 0.10% 至 0.2% 之间。

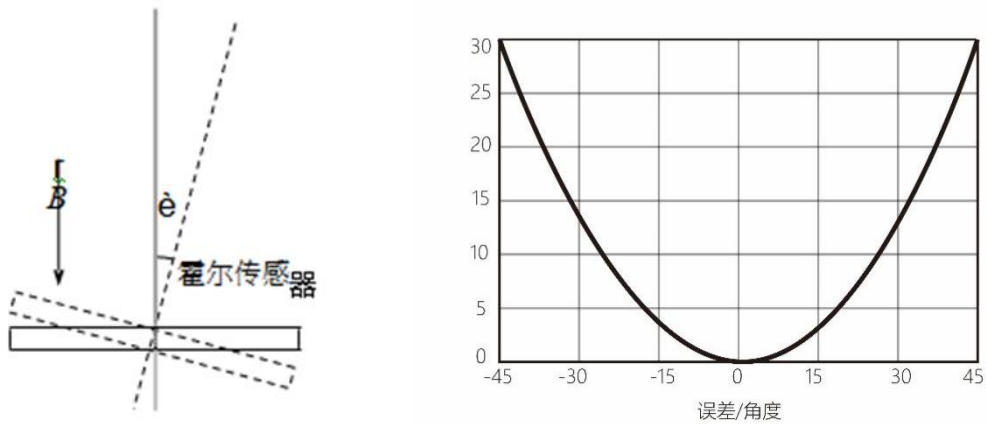


图 3-1 探头读数误差与夹角之间的关系

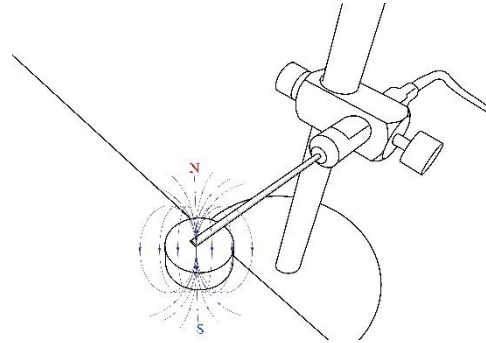
注意：

- (1) 高精度的测量要考虑环境的磁干扰，和实验室的电源是否稳定，是否按要求接地。
- (2) 如果测试物体多点磁场强度，应尽量保持探头固定，被测物体移动。

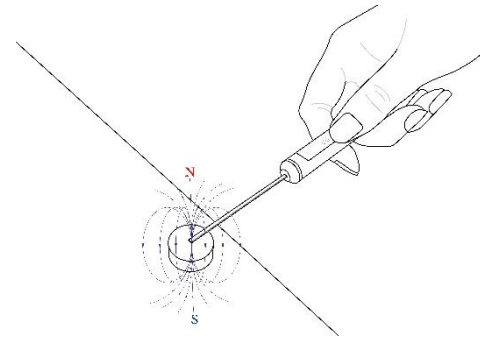
操作示意图：

(1) 使用横向探头

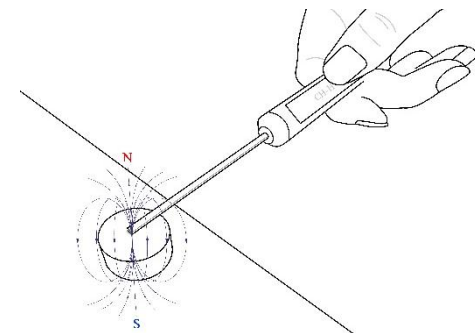
右图带支架测量为最佳测试方式，防止探头的抖动，并且可以通过调整找到最佳的测试方向，即霍尔芯片与磁场完全垂直的方向。



右图为普通测试方式，通过手动调节测量方向和位置，但保证不了测量的重复性。

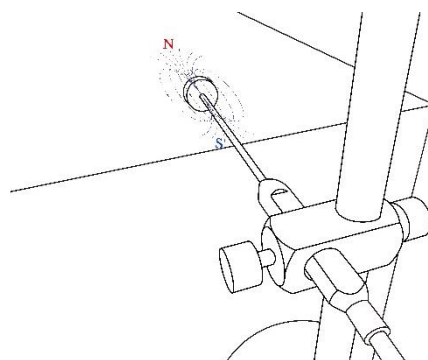


右图为错误的测试方式，此时霍尔芯片的磁场成一定的角度，并非垂直，给测量带来了误差。

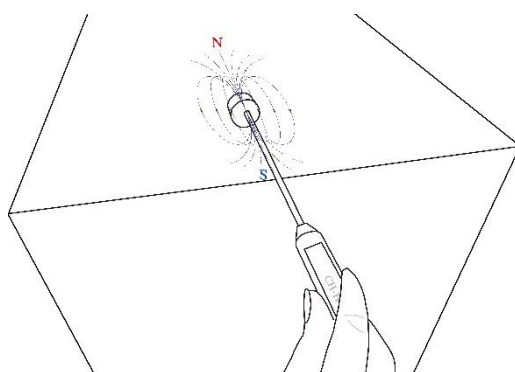


(2) 使用轴向探头

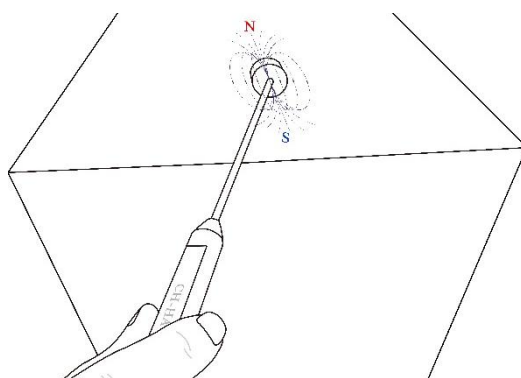
右图带支架测量为最佳测试方式，防止探头的抖动，并且可以通过调整找到最佳的测试方向，即霍尔芯片与磁场完全垂直的方向。



右图为普通测试方式，通过手动调节测量方向和位置，但保证不了测量的重复性。



右图为错误的测试方式，此时霍尔芯片的磁场成一定的角度，并非垂直，给测量带来了误差。



3.2 盈德兴科技高精度探头系列

砷化镓 Hall 探头是我公司的一项高技术产品，它具有国内同类产品最小封装尺寸，磁线性度好，一致性好，温漂微小等特点。克服了老产品体积大、距测点远而造成磁衰减大、精度差、磁线性度不良，只能单面测量、牢固性差、易损伤等缺陷。两维探头可做到径向直径 0.9mm。三维探头可做到直径 1.2mm，是目前世界上封装尺寸最小的探头，并生产耐高低温探头可满足国防科研特殊需要。霍尔探头是制作高斯计（特斯拉计）的关键元件，它决定着高斯计（特斯拉计）的性能和质量，本公司生产四大类 Hall 探头和各种霍尔传感器。

探头的特性与正确选择

在我们的科研和生产中正确标定测量范围，是选择探头从而确定一款高斯计所必需的。使用不当可能导致探测不到最佳的准确性，或者更糟的是昂贵的损害。盈德兴科技提供完整系列的高斯计探针，在各种磁测量的应用中。盈德兴科技探头经工厂校准，其准确性和互换性是测量中的良好保证。如果您有其他问题，请联系盈德兴科技和我们的专家指导你甄选过程。盈德兴科技也可以定制设计探针，以满足您特定的应用需求。

特性

(1) 砷化镓 Hall 传感器，它是高斯计的关键元件，那么有源区（测试灵敏区）大小就成为关键，越小通过的磁强度测试计算越准确，我们的 Hall 传感器有源区直径仅 0.10-0.15mm 大大提高了测量精度。在非均匀磁场尤为重要，感磁面积的大小还影响到测磁的空间分辨力。

(2) 砷化镓 Hall 传感器的磁线性度是高斯计测量精度的生命线，盈德兴科技探头具有最小 0.1 μ V 的稳定线性输出，线性度 (0-3T) 满量程保持在 $\pm 0.05\%$ 优异水平。温漂 $< -0.015\%/^{\circ}\text{C}$ 。

(3) 探头封装工艺和尺寸是高斯计性能的关键，由于磁衰减梯度大这一特性，越贴近磁信号，才能保证准确度，所以我们采用最新工艺使探头软封后 0.25mm，金属硬封后仅 0.5mm 达到世界领先水平。

(4) 不平衡电压微小，由于 Hall 传感器是个四端等效电路的桥式器件，电桥的四个臂中的任何一个有微小的偏差，就会使电桥失衡，半导体工艺，材料的均匀性等都会造成在没有外磁场就有讯号输出，这就是不平衡电压或失调电压。我们能做到小于 0.2mV 的国际水平。

(5) 良好的灵敏度温度系数及低功耗稳定性和良好的一致性，及以 15000 小时的可靠性试验，为新一代高性能探头奠定了牢固的基础。

范围

盈德兴科技的 Hall 探头覆盖了测量范围的 3 至 5 个数量级，超出常规范围我们会有特殊方法测量，但会损失精度等。选择正确的探头类型确保最佳性能所需的测量范围。

(1) 高灵敏度的 Hall 传感器探头是常见的用于宽幅常规磁场测量，高精度范围高达 300KG，低端高精度可测 0.001G，超范围亦可，但不作为计量精度。

(2) 超高灵敏度的传感器探头，用于边缘领域和不同的地球领域探测，可测到 0.0001G。是有效的超高灵敏度的传感器。

取向

探测目标的方位和特性，是决定采用横向，轴向，柔性，二维，三维探头的关键。

(1) 横向探头通常是薄长方型，成功用于各类磁场，磁材的表面测量，或微小间隙及一般开放式实地测量。如盈德兴 CHD800F 系列。

(2) 轴向探头通常是圆柱状，其应用包括环形磁铁中心承担的测量，螺线管，表面实地检测，和一般的磁场感应。可据探测长度选用 1AHD801 系列。

(3) 柔性探头为柔性环氧树脂封装，其探头部分没有强力保护，易损坏，但超薄仅 0.30mm，使用于窄间隙等测量应用。如 MHD802F。

(4) 二维，三维探头通常是圆柱状或方形，用于测量二维，三维设备磁场和空间磁场，可据探测长度选用 2AHD801 系列，3AHD801 系列。

频率及耐久性

霍尔探头也同样适合不是静态测量直接领域或定期交流等领域，但选择适当的探针必须达到最佳的性能。

(1) 金属封装探头是直流和低频交流最好的选择，是因为他们提供了最好的微妙保护，黄铜在有色金属中是最好的首选，但在 800 赫兹以上交流环境会产生涡流效应，带来一定误差。

(2) 非金属封装是高频交流环境首选，但易损。