



GXTEC
嘉信技术

管道防腐层检测仪 PDM
(Pipe coating Defect Mapper)

用户手册

(V 1.0)



天津嘉信技术股份有限公司



2024年10月

版权声明

天津嘉信技术股份有限公司拥有产品所有版权以及相关的知识产权。公司保留在没有预先通知情况下，修改产品或其特性的权利。

本产品受版权法保护，在未取得天津嘉信技术股份有限公司的书面许可情况下，任何人都不得直接或间接复制、生产、加工本产品及其附属产品。

特别提醒

 <p>危险！</p>	<p>本仪器使用 20~60VDC、220VAC 供电。标准配置中包含有 24V 直流锂电池、220V 交流充电器及电源线。使用过程中应注意存在触电的危险，用户必须了解人体触电对健康的危害，天津嘉信技术股份有限公司真诚提醒：</p> <p>用电不当可能会引起直接或间接的人体伤害。</p> <p>设备用的蓄电池含有危险性化学物质，在水浸或受热的情况下，可能会发生自燃或爆裂的危险！</p>
 <p>注意！</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1、本用户手册对该设备及配件有全面详细的说明，请使用人员务必在认真阅读并充分理解的基础上，按照产品说明书的指导使用。嘉信技术公司不承担由于产品不当使用而产生的直接或间接伤害或损坏的责任。 2、本手册的图例及照片为说明性示例，可能与购买的产品细节有所不同，不作为购买设备的配置标准。 3、本手册由于产品改进、规格变更及手册自身使用便捷等原因会进行适当的修改和完善，恕不另行通知。 4、用户未取得天津嘉信技术股份有限公司授权的情况下，擅自对产品及其配件进行拆解、拼装、更换部件等行为所造成的损坏，不在保修范围之内。

安全注意事项

◇ 操作者规范

操作人员在使用前必须接受专业培训，或在专业人员指导下使用。未经系统培训往往不能充分使用好本设备的各项功能。

严格遵守管线管理部门及企业的安全规章，落实现场 HSE 的各项管理规定。

严格按照本用户手册的要求使用设备。

在检测过程中请按照在培训中所掌握的正确操作方法，分析接收机显示的数据。

本设备利用地下管线耦合的电磁场信号来定位管线，并给出深度和电流读数，从而实现管线探测功能。在大多数情况下，管线的电磁场信号应足以使接收机正确地探测地下管线的准确位置、深度和电流。

◇ 现场操作的安全要求

严格遵守管线管理单位和企业的安全规章制度，落实 HSE 各项管理规定。

不可将发射机与不明导体相连接，发射机和带电导体直连可能存在触电的致命风险，应在确认安全的情况下，由具有专业资质的人员进行操作。

不可将发射机直接连接至对地电压大于交流 25V 的地下管道或电缆上，发射机必须在关机状态下按规定正确连接到外置锂电池或 220V 交流电源上，确认连接牢靠，无虚接和短路的情况下开机使用。

在连接导线与发射机之前，应确认接地钎已牢固地插入大地。发射机开机时能输出危险的电压，在没有确认其他人员是否安全的情况下，不应随意将发射机开机。在发射机开机后，不可接触接地钎、延长线或夹钳的任何非绝缘部位。

在存在有害气体的区域不得使用本设备。

本设备的发射机在太阳下暴晒或全功率长时间工作后，电池可能发热，在更换或处理电池时要小心烫伤，必要时应采取遮阳处理。

◇ 设备安全

不可擅自打开接收机、发射机以及智能 A 字架的机壳。

对接收机和发射机的专用电池进行充电时，必须使用厂家提供的原装专用充电器，以免对电池造成损坏。

◇ 电池及环境安全

不可对电池进行拆卸，不可将电池放入火中。有关废旧电池的处理，必须遵守国家的相关规定，不可随意丢弃废旧电池。如需更换接收机和发射机的锂电池，请将设备送至嘉信技术公司进行更换。

致谢

衷心感谢您选用天津嘉信技术股份有限公司生产的管道防腐层检测仪 PDM，正是您对嘉信技术长期以来的支持和信任，给了嘉信人持续打磨仪器产品不竭的动力，不断提升嘉信的技术水平和服务的品质。此外，我们还会为您提供强大的技术支持和仪器使用的操作指导，帮助您解决检测现场遇到的各类技术难题。

管道防腐层检测仪 PDM 是由天津嘉信技术股份有限公司自主研发生产的一款埋地钢质管道防腐层缺陷查找和防腐层绝缘性能评估的专业仪器，嘉信技术公司拥有本产品的全部自主知识产权。

本用户手册是管道防腐层检测仪 PDM 的重要组成部分，旨在为用户提供操作及安全等方面的详尽指导，使用户能够正确、高效地使用和维护该仪器设备。首次使用仪器设备前，请务必仔细阅读本手册的全部内容，尽快全面地掌握仪器的各项功能，以便在熟悉仪器的性能指标和各项功能的基础上，在现场检测过程中充分发挥 PDM 的强大功能。

天津嘉信技术股份有限公司

2024 年 10 月

目 录

1. 管道防腐层检测仪 PDM 介绍	1
1.1 PDM 系统的概述	1
1.2 PDM 系统的组成	2
1.2.1 Tx-S200 发射机	2
1.2.2 接收机	2
1.2.3 智能 A 字架	3
2. PDM 发射机的功能及操作	4
2.1 发射机设备概览	4
2.2 发射机屏幕面板	6
2.3 一般信号施加方式	7
2.4 同步信号施加方式	7
2.4.1 双侧同步信号施加方式	8
2.4.2 单侧同步信号施加方式	8
2.4.3 复合同步信号施加方式	9
3. PDM 接收机的功能及操作	10
3.1 接收机概览	10
3.2 PDM 接收机磁靴	11
3.3 PDM 接收机充电	11
3.4 PDM 接收机的显示界面	12
3.5 PDM 接收机的按键	12
3.6 用户操作界面	13
3.7 接收机的自检功能	15
3.8 经典定位模式	16
3.8.1 峰值定位模式	17
3.8.2 宽峰定位模式	17
3.8.3 谷值定位模式	17
3.8.4 峰值箭头定位模式	18
3.9 报警功能	18
3.9.1 摇摆震动	18
3.9.2 浅埋提示	18
4. 智能 A 字架的功能及操作	19
4.1 智能 A 字架构成	19
4.2 智能 A 字架的操作面板	19
4.3 智能 A 字架的检测信号及兼容性	20

4.4 使用注意事项	20
5. PDM 接收机的典型使用方法	21
5.1 管线的路由定位	21
5.2 精确定位的操作步骤	22
5.3 读取埋深及电流	22
5.4 存储测量结果	23
5.5 使用 A 字架查找破损点	23
5.5.1 检测信号的施加	23
5.5.2 确定防腐层缺陷的管段	23
5.5.3 防腐层破损点定位	24
6. 检测数据的转存与云存储	26
6.1 PDM 接收机数据的本地导出	26
6.1.1 PDM-Reader 功能	26
6.1.2 数据导出操作流程	26
6.2 PDM 接收机的蓝牙数据传输	27
6.2.1 接收机与蓝牙设备配对操作	27
6.2.2 接收机接收 A 字架上传数据	28
6.2.3 接收机通过蓝牙设备上传检测数据	28
6.3 嘉信技术的检测数据云服务	29
6.3.1 嘉信技术的云平台	29
6.3.2 嘉信云平台的技术特点	30
6.3.3 获得嘉信云服务的步骤	31
6.4 PDM 检测数据上传嘉信云端	32
6.5 嘉信云端的防腐层检测数据分析 C-ESTEC 服务	32
7. PDM 检测结果的判读	34
7.1 PDM 检测结果的应用	34
7.2 仪器误差的来源	34
7.2.1 不当操作的误差	34
7.2.2 干扰(失真电磁场)	34
8. 实施检测过程中的技术要点	38
8.1 检测工程的实施规划	38
8.1.1 测点布置与图示问题	38
8.1.2 检测信号电流大小的调整	38
8.1.3 检测间距的选择	38
8.1.4 最初的检测	39
8.2 检测结果的确认	39
8.2.1 检测结果的重复性	39
8.2.2 防腐层漏点的初步判定	39

8.2.3 防腐层缺陷的判定和定位	39
8.2.4 电流读数的波动	40
8.2.5 破损点的可能位置	41
8.2.6 破损面积	41
8.3 检测过程中的疑难问题	41
8.3.1 信号大小选择及可检测的管道长度	41
8.3.2 小间距的测量	43
8.3.3 土壤改变的影响	43
8.3.4 新竣工的管道	43
8.3.5 冻土环境对检测的影响	43
9. 本仪器的保养与维护	44
9.1 设备的保养	44
9.2 设备的清洁	44
9.3 设备的功能检查	44
9.4 设备的常见故障及处理	45
10. 术语解释	46
技术支持与售后服务	47

1. 管道防腐层检测仪 PDM 介绍

1.1 PDM 系统的概述

随着我国经济的快速发展，油气资源等能源的需求在逐年增加。作为油气资源重要输送手段之一的管道也在大规模建设，各类埋地钢质管道的数量有了显著增长。埋地钢质管道的管体在土壤环境中的腐蚀是一个自发的、不可避免的渐变过程。管体的腐蚀损伤会严重降低管道的结构强度、承载能力和运行可靠性，缩短其服役寿命，带来安全运行风险，大幅增加维修费用；一旦发生失效事故则造成巨额的经济损失，甚至威胁现场附近的人民生命财产的安全。

钢质管道外防腐层是防止和减缓管体腐蚀的重要手段，通常与阴极保护设施配合使用。管体腐蚀往往发生在外防腐层破损且阴极保护未能有效起作用的部位。虽然防腐层破损点处的管道不一定会发生腐蚀，但发生腐蚀的部位防腐层一定失效，通过检测管道外防腐层的缺陷点，为找到管体的腐蚀部位提供了可行性和切入途径；通过评估整个防腐层的完整性，为制定管道的维修方案提供了必要的技术依据。

天津嘉信技术股份有限公司结合三十余年的埋地管道探测、检测仪器开发及应用技术推广的经验，应用先进的微电子技术、电磁信号检测传感器、微弱信号调理技术、云存储云计算等软件开发能力，采用全新的产品工业设计手段和规范的产品生产流程，为管道检测行业奉献出全新一代管道防腐层检测仪--PDM。

管道防腐层检测仪（Pipe coating Defect Mapper，简称 PDM）是一款用于检测埋地钢质管道防腐层缺陷和评估防腐层绝缘性能的仪器。PDM 采用电磁感应原理，在非开挖条件下，应用交流电流梯度及交流电位梯度检测方法，实现埋地管道的位置、埋深、电流以及防腐层缺陷点的检测。防腐层缺陷检测的原理是：管道外防腐层和大地之间存在着分布电容耦合效应，且防腐层也存在着弱而稳定的导电性，使检测信号在防腐层完好时的传播过程中呈指数衰减规律。一旦外防腐层有缺陷，检测信号电流便由破损点流入大地，管中电流会明显衰减，地面上检测到的信号强度会急剧减小，由此可对破损进行检测。当管道的检测信号电流泄漏于周围土壤中，在地面上产生散发性的电位梯度分布场，A 字架的探针插入地面便能测量到这种电位梯度的变化，并能定位出破损点的位置，这就是交流电位梯度的检测原理。

PDM 主要由发射机、接收机和智能 A 字架三部分配合来实现上述功能，配套嘉信技术的云平台支持下的 PDMLogger 数据采集工具，完成现场检测数据的采集、检测数据云分析以及云存储等工作。应用嘉信云端的埋地管道防腐层检测数据处理 C-ESTEC 云服务，实现对埋地管道防腐层的质量评价，分段评估出外防腐层的绝缘等级。

1.2 PDM 系统的组成

天津嘉信技术股份有限公司自主研发的管道防腐层检测仪 PDM，主要由 Tx-S200 发射机、接收机、智能 A 字架等三部分组成，如图 1.1 所示。



图 1.1 PDM 主要组成部件

1.2.1 Tx-S200 发射机

Tx-S200 发射机采用恒流输出模式将特定频率的交流信号通过直连方式施加到待测管段上。仪器的显示面板全面地显示出当前输出状态；其卫星同步功能支持多台发射机配合使用，提供强大的信号加载能力。此外，仪器还具备远程控制输出启停、参数设置等功能。

Tx-S200 发射机采用外部电源供电方式，通过电源输入线与外部电源连接为发射机提供更大动力的电源。发射机通过信号输出线的一条与管道连接，另一条接地线通常通过地极钎接地，形成供电回路，实现为待测管段供入检测信号。

1.2.2 接收机

接收机通过机身内部的若干个电磁线圈和磁力仪测量由发射机施加在目标管线上的信号产生的交变电磁场，实现对目标管线的位置、走向、埋深和管中等效电流的测量和显示，并能将采集的数据存储在接收机内存存储器中，通过蓝牙实现检测数据实时上传到数据记录仪中。具有嘉信云支持的数据记录仪 PDMLogger，则可完成全部检测数据云端上传和存储。

对于管道定位功能来说，PDM 接收机在地面上接收到目标管线辐射的交变电磁信号，这些信号可由 PDM 发射机主动施加在管线上，也可以是市电耦合在管道上的 50Hz 电磁信号。

1.2.3 智能 A 字架

智能 A 字架应用交流电位梯度法 (ACVG)，通过测量插入地表的两根钢针之间的检测信号产生的电位差，实现管道防腐层缺陷位置的查找和精确定位，并将结果实时显示在 A 字架屏幕面板上。

使用发射机给目标管线施加特定的倍频检测信号后，检测人员在地面上使用接收机探测并追踪目标管线的路由，当发现可能的防腐层缺陷管段之后，则使用智能 A 字架在待检的管段上方地面进行防腐层缺陷精确定位。

2. PDM 发射机的功能及操作

作为钢质管道防腐层缺陷检测信号的施加设备，Tx-S200 发射机采用恒流输出模式将三种不同频率组合的交流信号通过直连方式施加到待测管段上。Tx-S200 发射机除了具有当前市面上同类设备的全部功能外，还具有输出的检测信号的卫星同步功能，能够支持多台发射机配合使用，提供强大的信号加载能力。此外，仪器还具备远程控制输出启停、参数设置等功能。

2.1 发射机设备概览



图 2.1 PDM 发射机组成及配件

PDM 发射机组成包括：1. Tx-S200 主机、2. 交流电源线、3. 直流电源线、4. 信号输出线、5. 地极钎、6. 24V 锂离子蓄电池。

Tx-S200 发射机的技术指标：

频率模式	单频输出：128、640Hz	工作限制	功率 200W/电压 120V
	双频输出：4/128Hz 4/640Hz	电 源	220V 交流电源 20 ~ 60V 直流电源
	三频输出：4/8/128Hz 4/8/640Hz	自动报警	超压报警、功率报警、温度报警
信号输出	100mA、300mA、600mA、1A、2A、3A；4A (仅单频模式)	重量尺寸	13kg L457mm*W356mm*H200mm
输出方式	直连法输出，阻抗自动匹配	保护装置	输入熔断器 (15A, 250V)



图 2.2 发射机的面板说明

发射机的面板说明：

1) 仪器使用的简要说明，内容包括：面板按钮及端口说明、设备操作提示、设备故障提示、安全注意事项、仪器序列号、公司联系方式等。

扫描标签上的二维码可下载相应 APP 或打开微信小程序。该程序用于远程控制发射机的启停及参数设置。用户可以在输出信号设置界面，通过长按输出电流调节旋钮来开启或关闭远程控制功能。


2) GNSS 天线：作为设备获取 GNSS 卫星信号的部件。

3) 报警指示灯：当本机出现电压超限、温度超限、功率超限时，报警指示灯会亮起。

4) 输出电流调节旋钮：转动旋转开关，可以选择输出电流档位。长按该旋钮由开机界面进入输出信号设置界面。

在输出电流设置界面，长按输出电流调节旋钮，输出指示灯常亮后熄灭，则开启本机的远程控制功能。再次长按该旋钮，输出指示灯闪烁三次后熄灭，则关闭远程控制功能。

5) 显示屏幕：屏幕采用单色断码显示屏，用于显示设备信息及输入/输出参数。

6) 频率调节旋钮：转动旋转开关，可以选择频率输出模式。短按该旋钮，可以开启或关闭卫星同步功能。（卫星同步功能开启时，卫星图标  一直存在，在卫星搜索过程中，卫星图标不停闪烁，卫星搜索完成后，卫星图标停止闪烁。）

7) 电源开关：电源开关为自锁型开关，按下时红色光环亮起，则发射机开机，再次按下时红色光环熄灭，则电源停止供电。

8) 输出指示灯: 当发射机正常输出信号时此指示灯亮起, 此指示灯熄灭时发射机不输出检测信号。

9) 直流输入接口: 通过该接口使用 20~60V 直流电源供电。

10) 交流输入接口: 通过该接口使用 AC 220V/50Hz 的交流电源供电。

11) 信号输出接口: 通过该接口连接信号输出线分别与管道和地极钎相连, 为管道施加检测信号。

12) 散热器: 为设备散热部件, 在设备工作期间请保证散热器上方无覆盖且避免阳光直射, 以免设备过热引发意外。

2.2 发射机屏幕面板

发射机屏幕采用单色段码屏, 显示输出状态、超限报警、卫星同步等发射机工作状态信息, 如下图 2.3 所示。

1) 输出频率显示: 可选用的频率输出模式有 128Hz、640Hz、4/128Hz、4/640Hz、4/8/128Hz、4/8/640Hz。

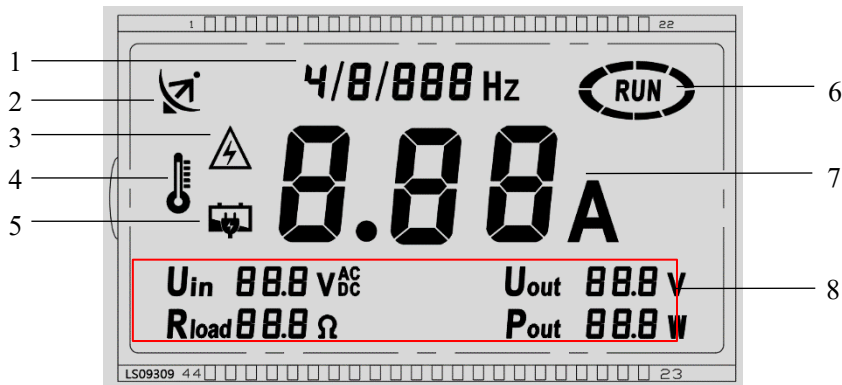


图 2.3 发射机指示面板

2) 卫星同步状态: 用于显示发射机的卫星同步状态。在未开启卫星同步功能时, 该图标不显示; 在功能开启还未搜索到卫星时, 图标不断闪烁; 在搜索到卫星后该图标不再闪烁并稳定显示。

3) 电压超限报警和电源模块状态: 当该图标常亮显示时, 表明发射机输出电压超限, 设备按最大允许电流输出。当该图标闪烁显示时, 表明设备内部电源模块异常, 请联系嘉信技术公司取得技术支持。

4) 温度超限报警: 该图标常亮显示时, 表明设备温度过高, 此时设备会停止输出, 需冷却后方可继续工作。

5) 输入功率异常报警: 该图标常亮时, 表明输出功率超限, 建议更换电池; 闪烁显示时, 表明发射机的输出功率异常, 请联系厂家售后支持。

6) 输出状态图标：当发射机正常输出时，该图标显示，图标上的椭圆环依次闪烁显示。

7) 输出电流显示：此处显示输出电流的大小，可选用的电流设置有 0.1A、0.3A、0.6A、1A、2A、3A、4A（单频信号输出时）。

8) 输入输出数值显示：此处显示发射机的输入电压、输出电压、回路电阻及输出功率。U_{in} 数值闪烁表明发射机的输入电压异常，需用 20~60V 直流电源。

2.3 一般信号施加方式

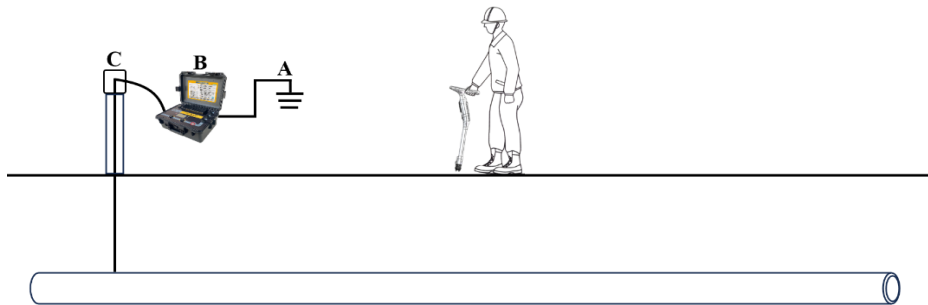


图 2.4 单台发射机的信号施加方式

如图 2.4 所示，A 点表示地极，B 为发射机，C 点表示测试桩。使用单台发射机为检测段施加信号时，如使用地极钎通过土壤与管道构成回路，建议将地极钎插入土壤深度超过 0.5m，并尝试多种方法（如增加多根地极钎，打磨接线处铁锈等）尽量降低回路阻抗，以便给目标管道施加更强的检测信号。

2.4 同步信号施加方式

同步信号施加方式是指使用多台发射机为检测段同时施加同频率的检测信号，发射机之间通过卫星授时功能实现信号施加的相位同步，使两端施加的检测信号叠加，从而使管道上有更强的检测信号。同步模式支持两台及多台发射机同时在检测段的同一位置施加检测信号，也可以选择检测段的两端施加检测信号。

同步模式不仅限于两台发射机同时为检测段加载信号，多台发射机也可以同时为检测段加载信号。现场检测人员可以根据现场情况及检测信号施加效果选择发射机与管道连接的位置，下面将对同步方式的使用方法及要点进行介绍。



注意！

在使用同步模式加载信号时，需要注意信号连接线的极性，现场检测人员必须严格遵守说明书中相关内容的规定。

2.4.1 双侧同步信号施加方式

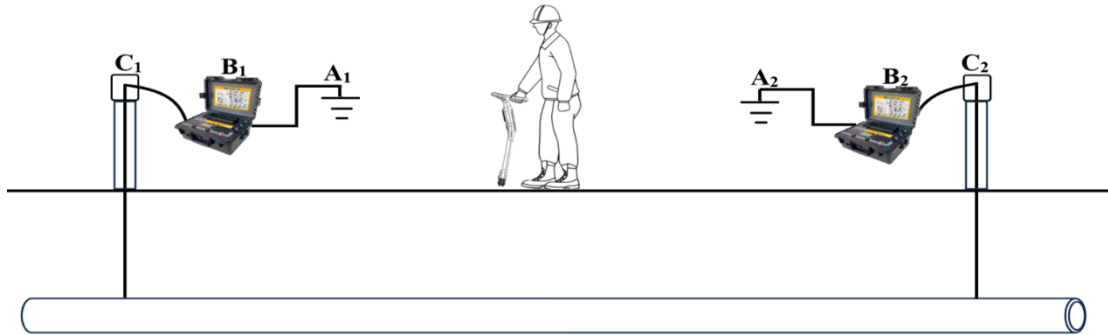


图 2.5 双侧同步信号施加方式

如上图 2.5 所示，A 表示地极，B 为发射机，C 表示测试桩。双侧同步方式是指将两台发射机分别放置在管道的两处测试桩位置为管道施加检测信号。要求两台发射机与卫星连接成功（卫星同步图标亮起）、输出频率相同。信号输出连线的接法如图所示：发射机 B1、B2 不同颜色的信号输出线通过测试桩连接管道；不同颜色的信号输出线分别连接地极钎；此时，两台发射机对管道施加检测信号呈现强度叠加的效果。

双侧同步施加检测信号的方式，不适合进行绝缘性能的评估，这是因为双侧施加的检测信号在待测管段上不满足交变电流梯度的评价模型的信号衰减规律，但可以进行超深管道定位、测深。



注意！ 信号。

双侧同步信号施加时，发射机 B1、B2 信号输出线与管道和地极的连接线顺序必须相反才会产生信号叠加效果，否则两台发射机的输出电压相互抵消，大幅度减弱检测信号。

2.4.2 单侧同步信号施加方式

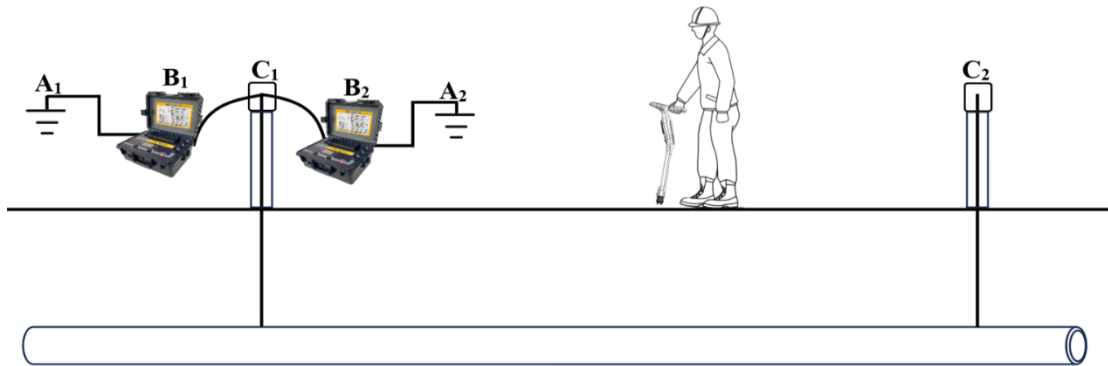


图 2.6 单侧同步信号施加方式

如图 2.6 所示，A 表示地极，B 表示发射机，C 表示测试桩。单侧同步方式是将多台发射机放置在同一管道测试桩位置为管道施加检测信号。要求发射机与卫星连接成功（卫星同步图标

亮起)、输出频率相同。信号输出线连接方式如图所示,发射机 B₁、B₂ 相同颜色信号输出线接测试桩(管道),另一相同颜色信号输出线接各自地极,此时两台发射机对管道施加检测信号,可产生叠加效果。



单侧同步信号施加时,发射机 B₁、B₂ 与管道和地极的信号连接线必须相同顺序才会产生信号叠加效果;否则发射机的输出电压相互抵消,大幅度减弱信号强度。两台发射机不可共用同一地极,并且地极最好分置管道两侧,间隔需要超过 20 米。

单侧同步信号施加方式与单发射机多地极方式相比,不仅能增强目标管段上的检测信号,由于检测回路产生的总功率分散到多台发射机上,还能有效避免发射机功率超限现象的发生。

2.4.3 复合同步信号施加方式

应用双侧同步信号施加方式与单侧同步信号施加方式相结合,在双侧测试桩使用多台发射机施加信号,最大限度地增加管道中的检测信号。这种信号施加方式不适合于防腐层的交变电流梯度评价方法!

3. PDM 接收机的功能及操作

PDM 接收机通过机身内部的电磁线圈组和底部磁靴中的磁力仪测量由发射机施加在目标管线上信号产生的交变电磁场，实现对目标管线的位置、走向、埋深和管中等效电流的测量和显示，并能将采集的检测结果存储在接收机内存储器中，还可通过蓝牙实现检测数据实时上传到数据记录仪中。

PDM 接收机的技术指标是：

埋深测量	可达 30 米	屏 幕	480*272, 16 位 LCD 高清屏
工作频率	50、128、640Hz 8.19k、32.8kHz	定位模式	峰值、谷值、宽峰、峰值箭头
测量精度	定位及测深 $\leq\pm 2.5\%$ 电流测量 $\leq\pm 2.5\%$ 缺陷点定位 $\leq\pm 5\text{cm}$	自动报警	浅埋报警、摇摆报警
		重量尺寸	1.94kg L256mm*W135mm*H740mm
磁靴频率	4+8Hz	工作温度	-20℃~50℃

3.1 接收机概览



图 3.1 PDM 接收机（带磁靴）及配件

1	操作按键及显示屏	5	锂电池及充电器
2	锂电池电池舱	6	充电器电源线
3	接收机充电插口	7	磁靴锁定旋钮
4	仪器铭牌	8	磁靴（磁饱和和磁力仪）

3.2 PDM 接收机磁靴



PDM 接收机的机身底部装置为磁靴，该装置用于测量管道中 4Hz 电流值大小和流动方向，磁靴可以拆卸。



图 3.2 PDM 接收机磁靴拆卸

拆卸磁靴步骤：逆时针旋转接收机底部旋钮，解除磁靴锁扣，旋钮上的槽线与机体平行即解锁磁靴，逆时针旋转磁靴直至松开。

3.3 PDM 接收机充电

PDM 接收机使用可充电的锂电池供电，电池图标显示格数  为电池剩余电量。当电池电量低时，电量图标显示 。



注意！ 可充电锂电池配备一个电源充电器，为接收机充电时请使用专用充电器，请勿使用其它制造商的充电器，否则可能会导致电池过热从而对电池造成损伤。

在为电池充电时，确保电池插入接收机电池盒内部，
电池需要在接收机内部完成充电。



图 3.3 PDM 接收机充电接口

为接收机充电时，首先将充电器的一端插入接收机的充电插孔，然后将充电器的电源插头连接到电源上。在充电时，充电器的 LED 指示灯会点亮为红色，直至电池充满电。电池充满电后，充电器的 LED 指示灯会由红色变为绿色。

3.4 PDM 接收机的显示界面

PDM 接收机采用高亮度的彩色液晶屏。在屏幕顶部有一个状态栏，表示各项设置状态，状态栏如下图所示。

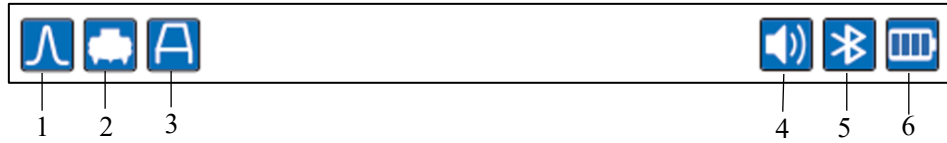


图 3.4 接收机状态栏

1	接收机的定位模式。	4	扬声器音量显示。
2	当磁靴已经安装并且处于激活状态时，此图标在该位置显示。	5	蓝牙状态：该图标出现时，表明蓝牙已成功连接。
3	当智能 A 字架通过蓝牙与接收机连接时，此图标在该位置显示。	6	机内电池剩余电量显示

在接收机屏幕下部，是仪器检测信息的主要显示区，具体内容及含义如下图所示。

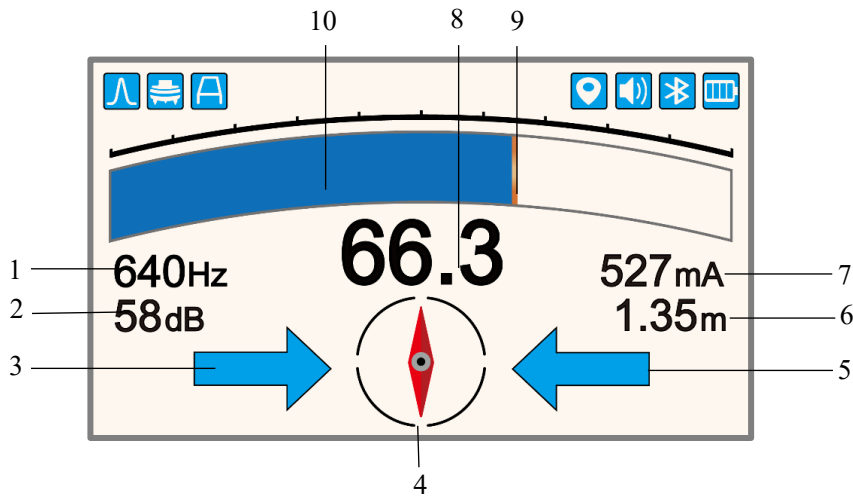


图 3.5 接收机显示界面

1	定位频率	6	距管道中心的深度
2	信号增益	7	目标管线电流指示
3	向右至目标管线指示器	8	数字信号强度读数
4	罗盘导向指针	9	峰值电平指示
5	向左至目标管线指示器	10	定位信号条形图

3.5 PDM 接收机的按键

PDM 接收机面板共含有六个按键：

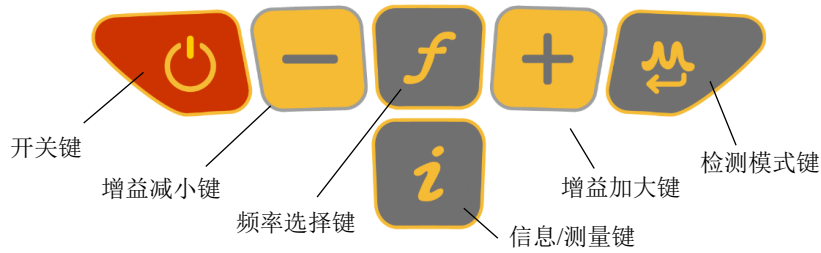


图 3.6 接收机面板按键布局

同一按键在不同界面下具有不同功能，接收机共有三种界面，分别是：定位界面、测量界面、设置界面。如表 3.1 所示。

表 3.1 不同界面下的按键功能

按键	定位界面	测量界面	设置界面
	长按 2 秒实现开/关机，开机后默认进入该定位界面。	长按 2 秒关机	长按 2 秒关机
	切换定位模式（也称 Enter 键）	无效	选择该项目，进入下级菜单或者切换该项目设置选项。
	短按可循环切换要接收信号频率	无效	无效
	短按进行测量并进入测量界面；长按进入设置界面	无效	返回上一级菜单，若在主设置界面则返回至定位界面
	增益自动适应或者增大增益	数据存储，存储完成后跳转至定位界面	选择项目向上移动一格
	增益自动适应或者减小增益	不存数据转至定位界面；长按 3 秒，提示是否清空所有存储数据，确定按 + 键，取消按 - 键	选择项目向下移动一格

3.6 用户操作界面

PDM 接收机具有多项可开启、关闭的功能。这些功能可通过用户菜单访问。按下电源键并保持，直至出现启动画面，默认为右侧的开机界面：



图 3.7 接收机开机画面

按下 **i** 键并保持，直至显示设置菜单：

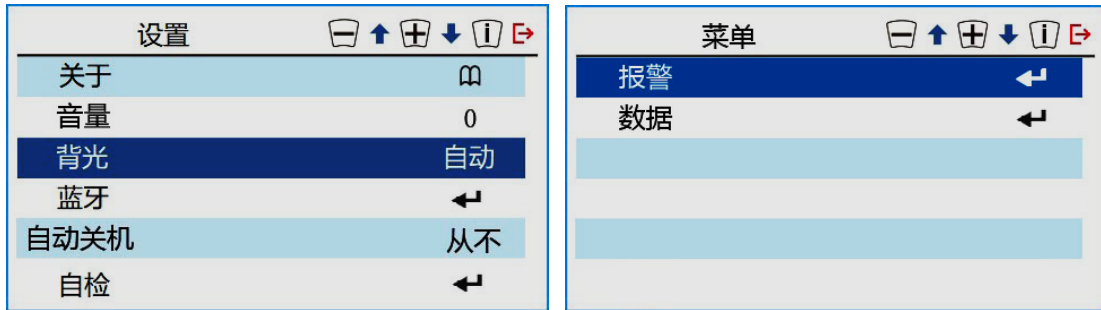


图 3.8 接收机设置界面

菜单功能描述如下：

- 1) 关于：进入可查看软件版本、嘉信技术公司地址、联系电话等信息。
- 2) 音量：设置扬声器声音大小，共分为 5 档：0 为静音，4 为声音最大，按检测模式键循环设置 0、1、2、3、4。
- 3) 背光：设置显示屏幕亮度，按 M 键循环设置 60%、80%、100%、自动。
- 4) 蓝牙：进入后显示设备蓝牙名称，子功能有：蓝牙开关、蓝牙连接。

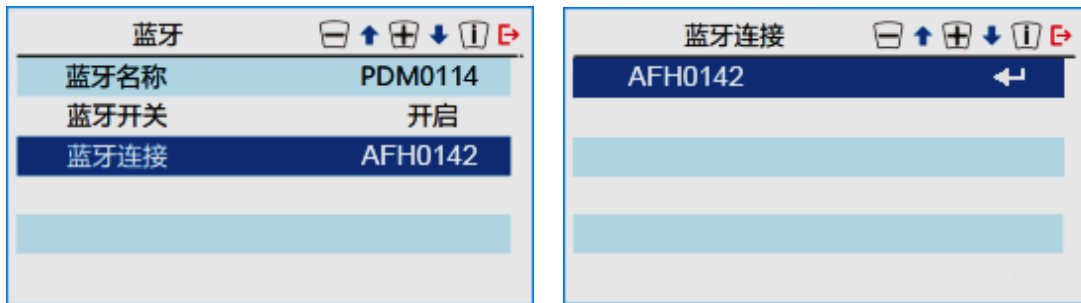


图 3.9 接收机蓝牙界面

- 5) 自动关机：设置自动关机时长，按 M 键循环设置从不、5 分钟、10 分钟。
- 6) 自检功能：自检功能用于确认设备功能是否正常，参见 3.7 节的说明。
- 7) 报警功能：进入界面后，显示摆动提示和浅埋提示的开启和关闭状态，上下按键选择项目，模式按键选择开启和关闭状态；



图 3.10 接收机报警界面

8) 数据管理功能：数据查看、数据删除。



图 3.11 接收机数据界面



图 3.12 接收机数据查看界面

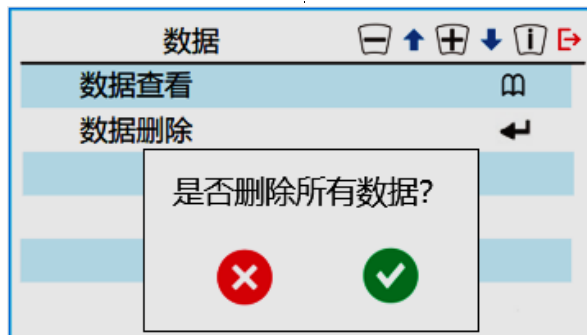


图 3.13 接收机数据删除界面

3.7 接收机的自检功能

PDM 带有自检功能。自检测试是为了确认设备功能是否正常，且标定结果相比预期设置有没有偏移。为实施这项测试，首先找到不存在严重干扰因素的区域（比如顶部荧光照明、大型变压器等）。此外，还需检查附近其它发射机是否关闭。

从用户菜单选择“自检”，按下 M 键。测试将自动启动，实时显示四个线圈的感应电动势的测量值，对比设定的阈值，偏差处于允许范围内时为合格，完成后显示自检成功或者失败。

自检							
Eb	108	✓	✓	✓	✓		
Et	108	✓	✓	✓	✓		
Ev	108	✓	✓	✓	✓		
Ec	108	✓	✓	✓	✓		

图 3.14 接收机功能自检界面

如果设备未通过测试，则应在干扰更小的区域再进行一次测试。如果仍然失败，设备应返回嘉信技术公司进行测试和维修。

PDM 磁靴传感器在自检过程中未进行测试。如要求测试此功能，可在管道上测量已知的甚低频电流强度，检查测量值是否在允许范围内。

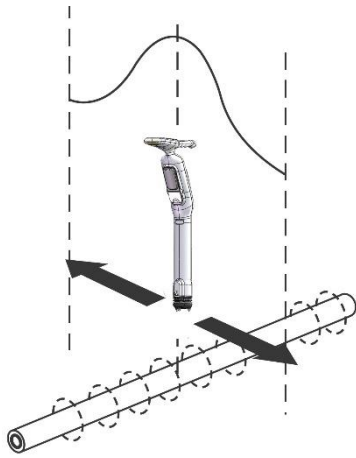
3.8 经典定位模式

PDM 接收机内置多种线圈，基于电磁感应原理，通过短按面板 M 键实现不同定位模式切的切换，不同的定位模式会对管线上电磁信号产生不同模式的响应。这些模式包括：

表 3.2 不同定位模式及功能

图标	说明	功能/响应
	峰值模式	该模式采用双水平线圈接收管线水平磁场信号，在管线正上方有最大信号响应和精确的定位结果。受畸变信号影响较低。
	谷值模式	使用机身中部的竖直线圈接收目标管线的竖直磁场信号。该模式在管线正上方时有最小的信号响应，具有响应快速敏锐的特点，但受畸变信号影响较大，可以用于识别畸变信号。
	宽峰模式	该模式使用单一水平线圈接收管线水平磁场信号。准确度较峰值模式低，定位管线的精确路由较难，但更适合探测超深的地下管线。
	峰值箭头模式	该模式综合了峰值谷值两种定位功能，其条形图响应方式与峰值模式相同，左/右箭头则同时对接收机偏离管线位置进行指示，可得出谷值定位点。该探测模式最为常用，能够提供快速直观的结果。

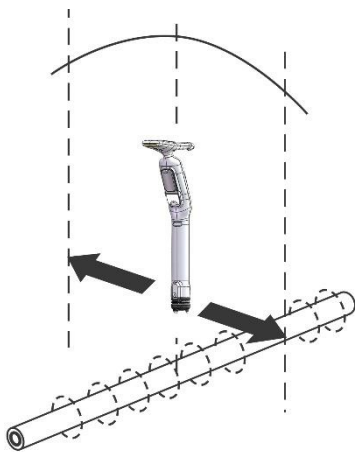
3.8.1 峰值定位模式



该模式使用双水平线圈实施探测，在管线正上方给出“峰值”或最大信号响应。在有源模式下，接收机屏幕上的罗盘导向与管线路由方向保持平行。

峰值定位模式是最可靠的定位模式，使用两个水平线圈提供清晰、可识别的“峰值”信号响应规律，受信号畸变效应影响较小。条形图上也提供峰值电平指示器，指示检测出的最大信号后，可进一步确定管线的精确位置。

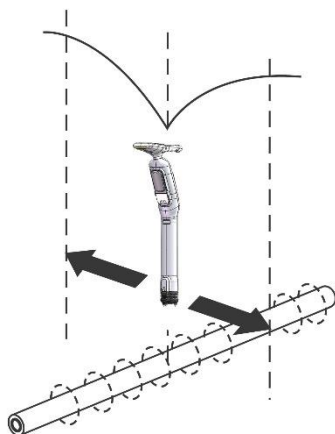
3.8.2 宽峰定位模式



该模式仅使用一个水平线圈，为地下管线的信号中心提供“峰值”信号或最大响应信号。在有源模式下可使用，接收机屏幕上的罗盘导向方向会与管线路由方向保持平行。

宽峰定位模式相比于双水平线圈的“峰值”模式，该模式峰值信号精度稍低，但在超深管线等特殊情形下非常有用，这是因为宽峰定位模式使用底部水平线圈，所以同一位置较峰值模式信号响应更强，针对大埋深管线的探测更为实用。

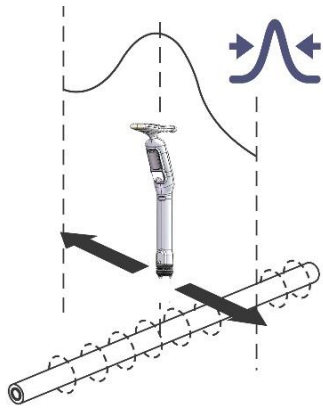
3.8.3 谷值定位模式



该模式使用竖直线圈接收管线垂直方向上的磁场信号，为地下管线的信号中心提供“谷值”信号响应或最小响应信号。在有源模式下可使用，罗盘导向方向会与管线方向保持平行。

当地下管线情况相对简单时，谷值定位模式定位表现简便快捷。但该模式易于受畸变信号的干扰，可能获得不准确的结果，应用时应注意检测磁场是否存在过大的干扰。确定方法是，对比峰值和谷值探测模式的定位位置，若两个位置不重合，表示磁场存在畸变。位置差异越大则谷值定位的可信度越低。

3.8.4 峰值箭头定位模式



峰值箭头响应模式与峰值响应模式操作相同。当位于管线正上方时，它给出最大的信号响应值。同时，接收机屏幕也会显示左/右指示箭头。箭头会指示前往目标管线方向，用于定位埋设管线的位置。

若箭头指示定位出的管线位置和峰值位置不完全重合，则表示现场可能存在干扰。通过下述方法进行检查：在地面上读取管线埋深，然后将接收机提高已知距离，比如 1 米。若深度读数增加数值和已知距离不相符合，证明存在失真电磁场，此时应采取消除措施，比如改变施加信号的方式，或切换探测频率，等等。

3.9 报警功能

如果该功能已激活，PDM 接收机会实时发出警告提示。

3.9.1 摇摆震动

触发摇摆震动报警，此时 PDM 接收机会震动。这表示操作人员正在过度摆动接收机，并可能导致出现误导信息。当对管道进行追踪定位时，应尽量保持接收机机体垂直地面，这有助于提升探测结果的准确性。

3.9.2 浅埋提示

当管道埋深小于 30cm 时，会触发浅埋提示报警，此时 PDM 接收机屏幕上的埋深值会不断闪烁。这表示接收机检测出有一根深度小于 30cm 的管线。此时的深度测量值可能超出合理范围。

4. 智能 A 字架的功能及操作

智能 A 字架由内置的 8.4V 3Ah 可充电锂电池供电，单色高清段码屏显示检测结果，无需与接收机连接即可查找防腐层破损点，结构轻便、操作简单。使得防腐层破损点测量工作可独立进行，提高工程实施效率。智能 A 字架兼容 PCM、DM 发射机的检测信号，丰富了进行防腐层检测的设备选择。

4.1 智能 A 字架构成

智能 A 字架如图 4.1 所示。



图 4.1 智能 A 字架结构图

1	A 字架不锈钢探针	4	液晶显示屏
2	铝合金镀膜框架	5	内部锂电池充电口
3	产品 logo 及产品铭牌	6	A 字架提包

4.2 智能 A 字架的操作面板

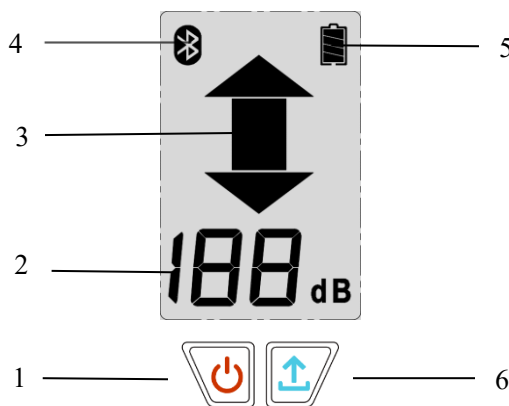


图 4.2 智能 A 字架液晶屏幕显示及按钮

1	电源开关键	4	蓝牙连接图标
2	两探针之间电位差毫安分贝值及单位	5	内部锂电池的电量显示
3	防腐层缺陷点方向指示箭头	6	检测数据上传键

注：显示蓝牙图标时，表明 A 字架与 PDM 接收机连接成功。

智能 A 字架不在机内存存储检测数据，若客户需要记录每次的检测结果，只能通过蓝牙实时上传到 PDM 接收机的存储器中。A 字架的蓝牙连接只能由 PDM 接收机发起和设置。只有 A 字架与 PDM 接收机有效连接时，上传数据按钮功能才会生效。此时，只要按下数据上传键，当前检测的 dB 值就会实时上传到接收机端。

表 4.3 智能 A 字架的技术指标

工作频率	4+8Hz	显示屏	单色高清段码屏
定位精度	±5cm, 信号量程: 120dB	材 质	ABS+铝合金框架
内部电源	8. 4V3Ah 可充锂电, 续航时间>100h	重量尺寸	1. 9kg, L640mm*H800mm
工作温度	-20℃~50℃	防护标准	IP65

4.3 智能 A 字架的检测信号及兼容性

智能 A 字架的使用特别简单，检测人员只需在管道上方地面上按规定的方向，以一定的间距将 A 字架的两个探针插入土壤，A 字架面板自动显示地电位梯度的大小和方向，由此指示即可查找和定位存在的外防腐层破损点。这个过程往往是在使用 PDM 接收机测量出管道上的电流梯度后，在衰减幅度异常，存在异常的管段上进行。

进行破损定位的操作，先用直连法将发射机与待测管道进行连接，然后选择发射机带有方向的信号频率档位。调节输出电流，使管道上有稳定的检测信号。智能 A 字架能够兼容当前市场主流的 PCM_x、DM 信号发射机。PCM 发射机是应用 ELCD 和 LFCF 频率档位；DM 发射机使用 ELF3 和 ELF4 档位。

4.4 使用注意事项

当市区管道处在水泥路面下时，无法将智能 A 字架的探针插入大地，在不能与管道上方土壤形成测量通路的情况下无法实施地电位梯度的测量。解决方法：

- 1) 在偏离管道上方不远处有土壤的位置进行检测；
- 2) 在路面上浇点水，以增强地面的导电性能，使得探针能够采集到地面的电位信号。当检测管道上方的土壤较为干燥时，适当地浇水会提高检测的精度和检测的效果。

智能 A 字架的使用应在电流梯度法的检测基础上进行，管道中的电流强度过低，将影响智能 A 字架的检测效果。

5. PDM 接收机的典型使用方法

5.1 管线的路由定位

PDM 接收机采用多线圈布置模式，打造出强大的检测能力。每种布置有特定的使用功能，使用过程中应用不同的布置模式，完成不同的检测功能。为简化操作说明，下文中使用常用的“峰值箭头”模式讲述 PDM 接收机的典型应用方法。

开启接收机，选择与发射机频率相匹配的检测频率，站在距发射机 10~20 米处，将接收机放置在管道大体位置的上方。操作者朝向发射机，接收机手柄指向信号供入点的方向。

探测目标管线的初始检测位置的过程：

保持接收机手柄指向管道的信号供入点位置，手持接收机围绕供入点走一个圆周，若发现接收机信号响应逐渐上升，则此时为靠近目标管线。反之，越过管线后信号响应会下降。

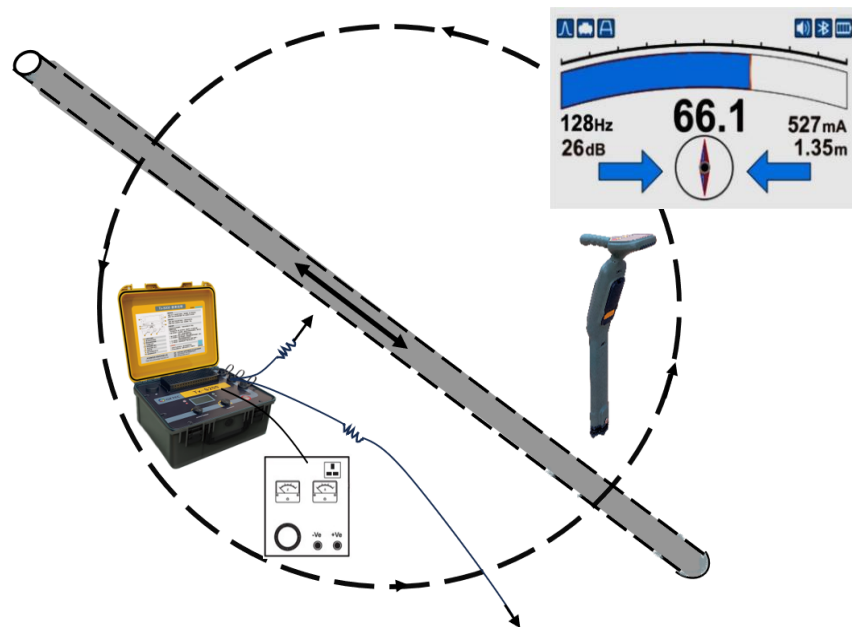


图 5.1 管线定位操作说明



注意！ 当管道位于附近时，左/右箭头将指向管道位置，面板上的罗盘则指示出管道的走向，也就是罗盘指示器的指向与管道方向平行。

当信号响应过大或过小时，适当调节接收机的增益，让信号强度保持在信号强度标度范围内。如在标度内信号响应太低，则按下“+”按钮将调大增益，确保信号响应处于标度的 50%附近。如信号充满标度范围，按下“-”按钮让信号返回标度的 50%附近。随后根据信号响应的变化，用“+”或“-”按钮增加或减小增益，使信号响应处于合理可视的水平上。

5.2 精确定位的操作步骤

在开始测量管道电流值之前，必须精确定位管线，具体操作步骤是：

- 1) 旋转接收机，确保罗盘(管线方向)指向稳定处于面板屏幕的垂直方向。
- 2) 沿“左/右箭头”的方向移动接收机，当箭头变向时停下。
- 3) 按下“+”或“-”按钮调节增益，确保条形图读数达到 50% 的大体位置。
- 4) 在管线粗略位置上方，从一侧到另一侧移动接收机，查找最大信号。

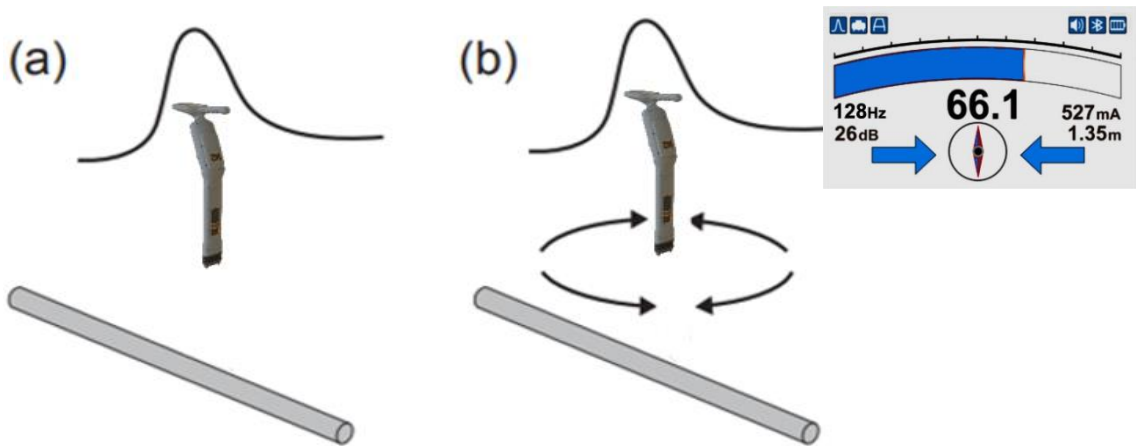


图 5.2 精确定位操作说明

通常情况下，信号供入点的两个方向上测得的电流值之和应接近发射机输出的电流值。否则，可能是因为供入点处管道外防腐层存在严重的破损或设施搭接，也可能是地下管线环境复杂存在干扰的情况。为进一步确认，获取接收机读数时，应距供入点 10 米之外读取电流数据。

5.3 读取埋深及电流

在精确定位的管道位置上，将接收机垂直置于地面，手柄指向与管道方向平行。保持接收机固定不动，按下“i”按钮。测量过程屏幕显示提示进度条。

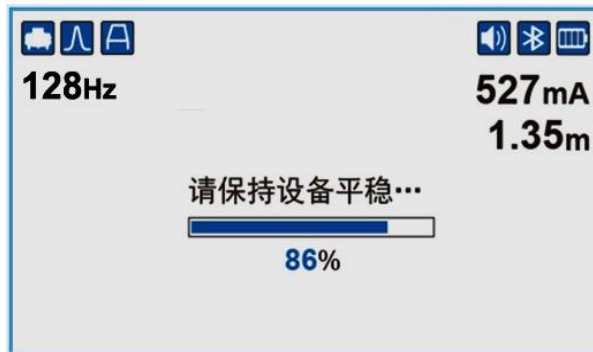


图 5.3 接收机测量界面

大约 4 秒后，测量结果显示将代替进度条。

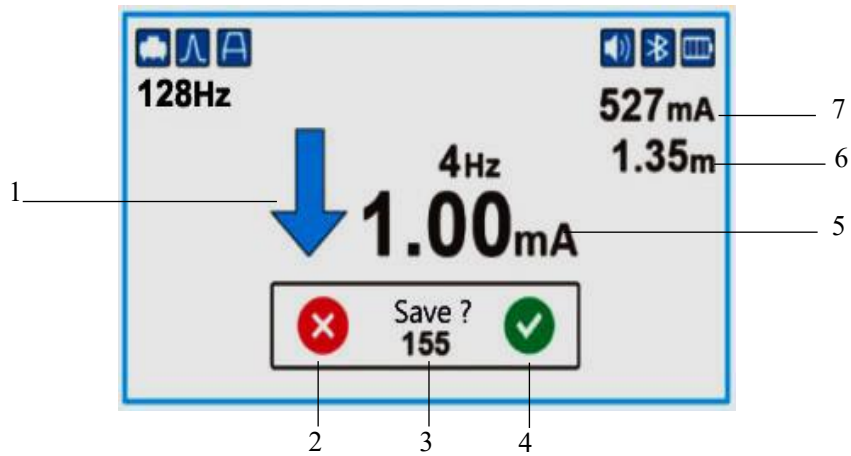


图 4.4 接收机测量界面

1	甚低频电流方向	5	甚低频电流测量值
2	不记录结果并返回定位界面	6	埋设深度测量值
3	生成的记录数	7	定位电流测量值
4	存储结果并返回到定位界面		

5.4 存储测量结果

PDM 接收机测量 PDM 电流的过程持续约 4 秒钟，以确保电流读数的准确。在显示测量结果后按“+”键，测量结果将保存至接收机内，并返回定位界面；按“-”键测量数据不予保存，接收机返回定位界面。

5.5 使用 A 字架查找破损点

使用智能 A 字架前，需要使用发射机给管道施加特定的倍频检测信号。常规的定位破损点是应用交变电流梯度法，大体确定出防腐层缺陷的管段之后，实施防腐层破损点的精确定位。使用智能 A 字架进行 ACVG 法的破损点定位，具体操作步骤如下：

5.5.1 检测信号的施加

在进行信号施加操作时，先用直连法将发射机与待测管道进行连接，然后选择发射机带有方向的信号频率档位，如 PDM 发射机中带有 4Hz 和 8Hz 的频率档位，然后再调节输出电流大小，使待测管段上有足够强度的检测信号。

5.5.2 确定防腐层缺陷的管段

在进行防腐层破损点定位前需要对目标管道进行精确定位。之后用 PDM 接收机测定管道中的检测信号电流强度及方向。如果管道(或电缆)外皮绝缘层有破损，给管道施加的检测信号泄

漏于周围土壤中，并且在地面上形成明显的电位梯度分布。应用交变电流梯度法，大体确定出防腐层缺陷的管段，在此基础上使用智能 A 字架对防腐层破损点进行精准定位，能够大大地提高工作效率。

5.5.3 防腐层破损点定位

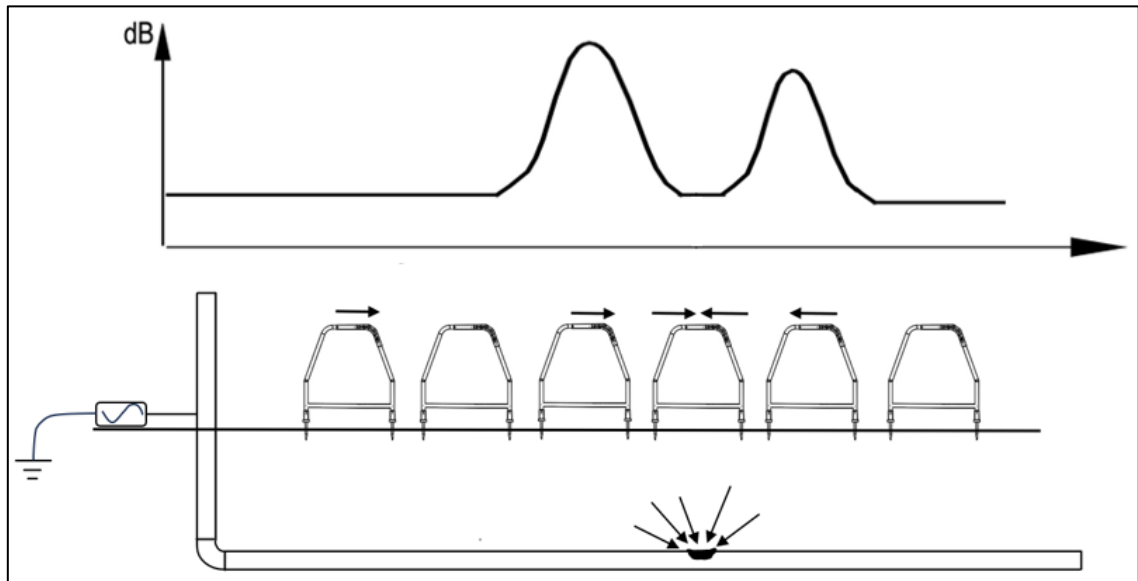


图 5.5 防腐层破损点的 A 字架定位

1) 将智能 A 字架插入管道上方的土壤, 标有绿色的探针背离发射机, 标有红色的探针朝向发射机的位置。将智能 A 字架的探针插入土壤后, 屏幕上显示两探针之间的电位梯度分贝值 (dBmV 简记为 dB) 以及用箭头表示破损点的方向。

需要注意的是, 在距离信号供入点较近时, A 字架屏幕上显示的方向箭头, 可能会指向信号供入点的方向。在破损点附近, 箭头指向漏点的方向。箭头前后摆动则表示附近没有破损点或土壤中流动的电流太小, 不足以给出检测信号电流的方向, 但也可能是智能 A 字架处在防腐层破损点的正上方。

2) 沿管线路由方向检测, 如果发现智能 A 字架在上一次的位置给出的箭头方向是向前的, 而新位置箭头方向是向后的, 则说明此时已经跨过了破损点。在破损点附近的 A 字架面板显示的 dB 值一般在 40~60dB 范围内, 漏点很大时可能大于 70dB。以 1 米的间隔沿管线的走向检测, 观察智能 A 字架屏幕上的 dB 读数, 数值上升、短暂下降又上升, 之后数值会逐渐下降。

出现箭头改变方向的位置, 就处于防腐层缺陷点的附近。重新以更小的间隔进行前后检测, 直到找到电流方向的变化点、毫安分贝读数最低的位置。缺陷点就在智能 A 字架的中点位置。

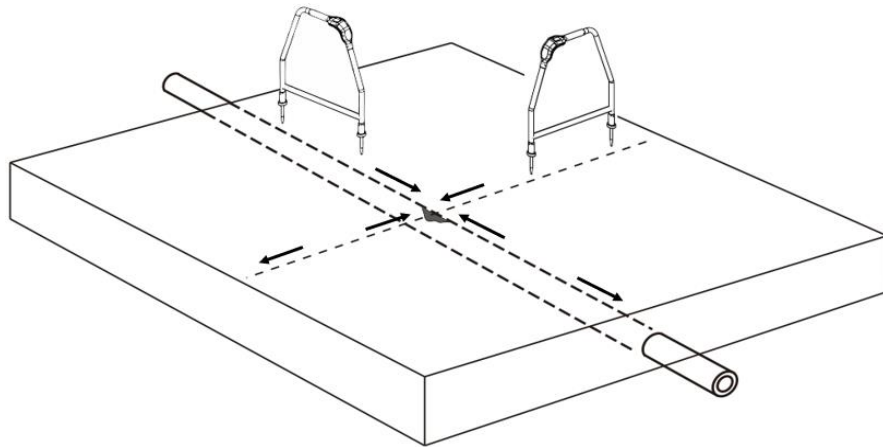


图 5.6 防腐层破损点的交叉定位


3) 将智能 A 字架转 90 度，也就是检测方向与管线的走向垂直，重复以上步骤，检测出的缺陷点处在智能 A 字架的正中央。记下缺陷点位置和智能 A 字架处在与管线垂直方向时的毫安分贝 (dB) 读数值，该数值在一定程度上表征了漏点的严重程度。

6. 检测数据的转存与云存储

6.1 PDM 接收机数据的本地导出

PDM 接收机内存储器支持存储 2 万余条检测数据，如需导出至本地台式电脑时，可用随机提供的专用数据传输线，通过台式电脑的 USB 端口连接 PDM 接收机。由专用数据读取软件 PDM-Reader 来完成数据的导出工作，导出的检测数据文件为 CSV 格式。

6.1.1 PDM-Reader 功能

PDM-Reader 是一款 WIN 平台上的应用程序，支持 Windows 7 及以上操作系统。双击安装程序，即可自动完成软件部署和安装工作。安装成功后“PDM-Reader”图标  会显示在计算机桌面上，双击图标可直接启动软件，进行接收机内检测数据的导出工作。

6.1.2 数据导出操作流程

第一步，启动 PDM-Reader 软件；

第二步，使用数据传输线将接收机与电脑连接，数据传输线圆形端子插入接收机的充电接口，USB 端插入电脑 USB 接口。开启接收机，通讯成功后，PDM-Reader 软件界面显示设备编号和“读取数据”按钮；



图 6.1 软件启动和通讯成功界面

第三步，点击“读取数据”按键，软件开始读取 PDM 数据，并实时显示已读取和全部数据的数量，界面下方显示读取进度状态；

第四步，读取成功后点击“确定”，软件将显示读取的数据列表，读取数据内容包含序号、定位频率、定位电流值、PDM 电流值、埋深和 dB 值；

第五步，点击“导出数据”按键，输入导出文件名称，选择文件存储位置，点击“保存”即可将读取数据导出成 CSV 文件。

存储到 PC 端的数据文件，用户可以应用嘉信技术的 ESTEC 软件进行数据分析，也可以在 PC 端将检测数据上传至嘉信云。



图 6.2 数据读取和显示界面

6.2 PDM 接收机的蓝牙数据传输

蓝牙 (Bluetooth) 是一种无线连接技术标准，用于在短距离内进行设备之间交换数据。PDM 接收机的蓝牙模块装配在内部电路板上，接收机可以通过蓝牙模块，与外部设备（数据记录仪、智能 A 字架）进行检测数据的传输。此外，智能 A 字架内的检测数据可以通过蓝牙转存到 PDM 接收机的内部存储器中（A 字架的操作参见 4.2 节的内容）。之后，这些破损点的地电位梯度数据连同 PDM 接收机的检测数据一同上传到台式机或 PDMLogger 上。

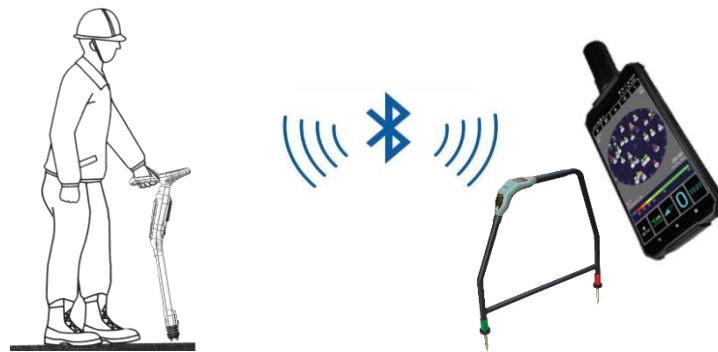


图 6.3 PDM 检测数据传输到 PDMLogger

6.2.1 接收机与蓝牙设备配对操作




PDM 接收机的蓝牙连接策略是：它只能主动与智能 A 字架连接，被动地接受 PDMLogger 发起的连接请求！由设备配对之前，需打开 PDM 接收机蓝牙，配对具体步骤如下：

- 1) 开启 PDM，长按 “i” 键，进入用户设置菜单；
- 2) 使用 “+” 和 “-” 键，向下滚动至蓝牙选项；
- 3) 按下 **Enter** 键（M 模式键）；

- 4) 确保“蓝牙开关”在“开启”状态下;
- 5) 向下滚动至蓝牙连接按下 **Enter** 键;
- 6) 显示可用 A 字架的设备列表;
- 7) 向下滚动到要求的设备, 按下 **Enter** 键;
- 8) 双击 “i” 键, 返回主界面;
- 9) 数秒钟时间后, A 字架图标变成蓝色, 表示设备已经配对成功。

6.2.2 接收机接收 A 字架上传数据

通过蓝牙连接, PDM 接收机能够实时接收智能 A 字架上传的当前检测数据结果。接收机默认屏蔽其它蓝牙设备, 只保留主动与 A 字架进行蓝牙连接。具体操作步骤如下:

- 1) 参照 6.2.1 的操作步骤将接收机的“蓝牙开关”切换为“开启”状态;
- 2) 向下滚动至蓝牙连接按下 **Enter** 键;
- 3) 在显示的可用设备列表中找到并向下滚动至 A 字架的设备编号 (如“AFH0142”)处, 按下 **Enter** 键, 自动返回至蓝牙连接界面, 在蓝牙连接栏中显示 A 字架设备标号;
- 4) 双击 “i” 键返回主界面;
- 5) 数秒后, 接收机屏幕上出现 A 字架的图标  , A 字架屏幕上显示蓝牙图标  则表示设备已经连接成功;
- 6) 在 A 字架与 PDM 接收机通过蓝牙连接成功后, 按 A 字架的检测数据上传按键 “” 即可将 A 字架的检测数据上传到接收机中。

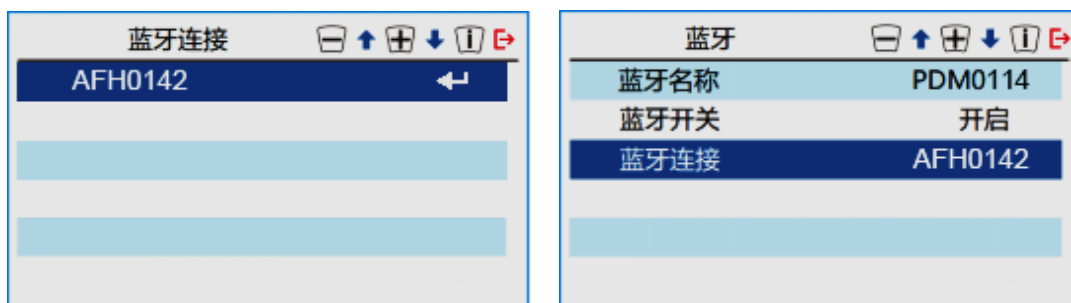


图 6.4 接收机蓝牙连接界面

6.2.3 接收机通过蓝牙设备上传检测数据

PDM 接收机上传数据前需接受 PDMLogger 手薄发起的蓝牙连接请求, 具体步骤如下:

- 1) 开启 PDM 接收机, 参考 6.2.1 的操作步骤将 PDM 接收机的“蓝牙开关”切换为“开启”状态;
- 2) 开启手薄, 打开 PDMLogger 软件;
- 3) 在设备类型处选择“PDM”, 点击“新建项目”选项, 创建新的项目;

4) 点击“设备连接”选项，在显示的蓝牙设备列表中点击欲打开的蓝牙设备名称，点击“打开”选项，在设备信息栏中显示“已连接”即 PDM 接收机与手薄（如 D60）连接成功。（PDMLogger 软件的其它设置请参考 PDMLogger 说明书）

在 PDM 接收机与手薄连接成功后，点击接收机“i”键进入测量界面，在测量完成后点击“+”键将测量数据上传到 PDMLogger 手薄。

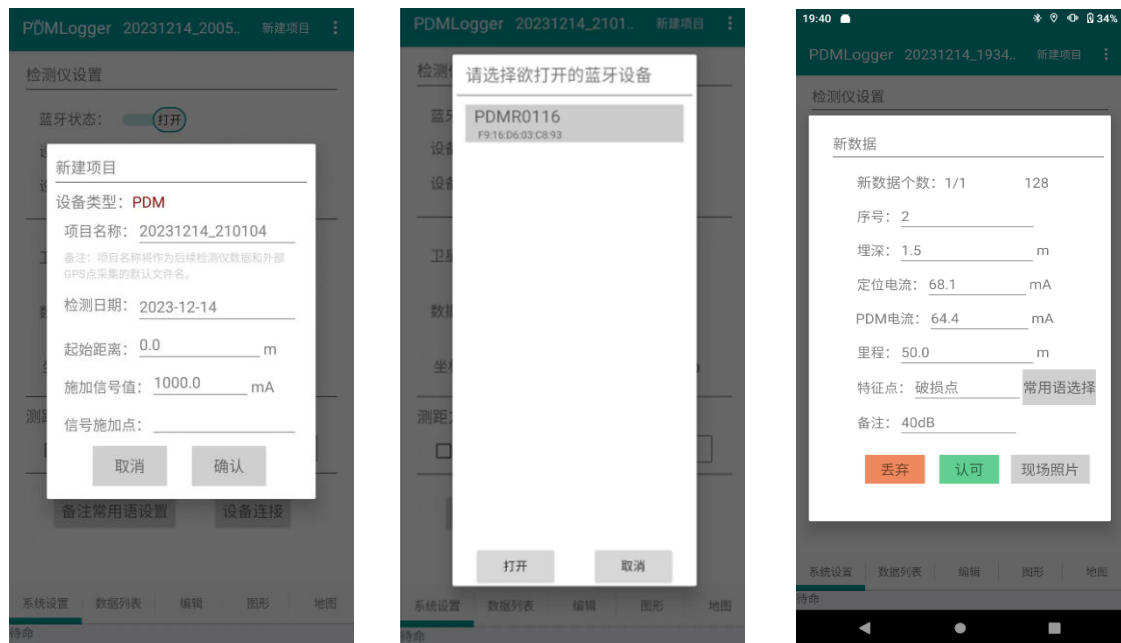


图 6.5 PDMLogger 软件的相关操作界面

6.3 嘉信技术的检测数据云服务

6.3.1 嘉信技术的云平台

为应对管道行业检测过程中的数字化程度低，现场设备的数据记录与内业数据分析之间的交互性差、检测及数据处理效率低等现实，以及解决分析评价过度依赖人员经验等难题，嘉信技术公司凭借领先的软件开发实力，基于埋地管道腐蚀评价领域近三十年仪器开发、检测工程实践、检测数据处理等领域的经验，应用云计算、大数据等 AI 技术，开发出集云传输、云存储和云分析等功能的管道检测数据管理云平台“嘉信云”，为管道行业提供了更加数字化和智能化的腐蚀检测评价手段。嘉信技术全新打造的 SaaS 服务平台，满足了行业客户对于检测采集、数据存储、数据管理、分析决策等数据处理及应用的多元化需求。它创新性地利用云存储和云计算技术将管道检测外业作业与内业工作无缝衔接起来，为管道检测的数据采集、数据传输、数据存储和数据分析等工作提供了低成本、高可用性、高效率、数据安全和弹性扩展的服务。

嘉信云平台系统是一个基于 Web 的应用平台，为嘉信技术公司多种软件产品提供一个在线云服务平台。嘉信云的核心功能是提供一个集中式的平台环境，每一个已上线的软件产品在平台上都作为一个独立的功能模块存在，这些模块可以提供客户所需的在线服务。每个模块都有其特定的功能和界面，但都整合在云平台的框架内，保证了系统的整体性和可维护性。允许用户通过网络浏览器或客户端应用程序访问软件服务。

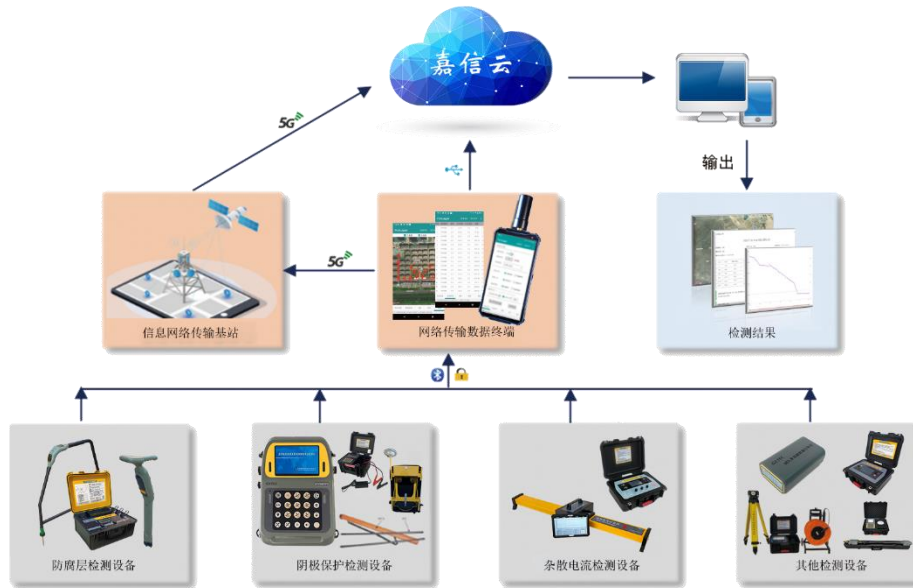


图 6.6 嘉信云支持 ECDA 检测数据处理的 SaaS 结构图

6.3.2 嘉信云平台的技术特点

嘉信云（G-Cloud）依托腾讯云平台开发，优点显著，具体体现在以下几个方面：

1) 实时数据同步与远程查看：基于腾讯云的高速网络与低延迟数据传输技术，借助对象存储 COS（Cloud Object Storage）和实时数据流服务 CTS（Cloud Trace Service），数据传输快速、稳定。现场采集的数据能即刻上传至云端，使得办公室分析人员能够实时查看，无需等待数据转存或物理传递，大幅提升了工作效率与响应速度。

2) 数据安全保障：腾讯云提供了多层次的安全防护，包括 DDoS 防护、Web 应用防火墙、数据加密服务等，确保数据传输和存储过程中的安全性和隐私保护。权限配置应用 OAuth 2.0 协议，遵循 RBAC（Role-Based Access Control）模型。实施强密码策略，数据传输采用 TLS/SSL 加密协议。

3) 高可用性与数据持久化：腾讯云提供的多地域、多可用区存储方案确保了数据的安全存储与高可用性。即使面对局部硬件故障或网络中断，依然能够保障数据访问的可靠性，大大地降低了因数据丢失或延迟导致服务不稳定的风险。

4) 弹性扩展与资源管理：腾讯云的弹性计算服务可根据实际需求自动调整资源，高峰期自动扩容保证软件处理能力，低谷期释放资源降低成本，实现了资源使用的高效与经济。

5) 强大的云计算能力：借助腾讯云的大数据处理和机器学习平台，未来嘉信云（G-Cloud）平台可以集成高级分析功能，如智能预测模型，对检测数据进行深入挖掘，提升分析的智能化水平。



图 6.7 嘉信云的 SaaS 服务界面

6.3.3 获得嘉信云服务的步骤

嘉信公司提供嘉信云（G-Cloud）服务选项，嘉信云平台采用企业级账户管理体系。一旦用户获得嘉信云服务，得到的是便捷的数据云采集、数据云存储、基于云计算的检测数据与分析的客户体验。

在提供嘉信云服务的过程中，通过嘉信公司官方渠道为客户创建账户并精细配置访问权限。用户验证身份的登录机制包含两种安全模式：一是传统的账号密码组合登录，确保基础的访问安全；二是采用手机号码与动态验证码相结合的双因素认证流程，进一步加固账户安全。一旦完成登录验证，用户即可访问嘉信云门户，根据具体权限配置，使用云平台提供的各类数据采集、数据传输、数据存储和数据分析等云服务。

具体获得嘉信云服务的具体过程是：

- 1) 客户联系嘉信公司，购买嘉信云单位管理员账号。
- 2) 打开浏览器输入嘉信云地址：<https://cloud.geniustch.com.cn>，输入单位管理员账号密码或手机号+验证码登录嘉信云平台。
- 3) 创建分析员账号，将创建的账号分发给分析员使用。
- 4) 分析员账号可以根据需要选择进入云服务模块（ESTEC、SC-DView、ECDA、CPCAS），并与设备（PDMLogger、SCM-Control、DLSet）进行关联。

5) 外业人员现场采集数据后,应用嘉信技术的 PDMLogger 工具,点击上传按钮即可将检测数据上传到云端,分析员即可在嘉信云平台内查看、分析、处理检测数据。

6.4 PDM 检测数据上传嘉信云端

需选配嘉信技术公司的 PDMLogger 工具进行检测数据传输到嘉信云端。PDMLogger 通过蓝牙通讯方式,实现与 PDM、PCM 和 DM 全系列产品的检测数据、管道检测点、特征点位置数据的采集。PDMLogger 的空间信息测量功能,兼容北斗、GPS、GLONASS 等多星座解算,支持 CORS、千寻位置等差分模式,可完成检测距离自动计算,检测点、缺陷点位置的高精度定位及缺陷点快速回找等功能。该系统支持导出 CSV/PDS/KML 等多种类型文件方便数据分析浏览,简化现场检测流程,有效提升工作效率。通过蓝牙通讯实现检测数据实时上传到数据记录仪中,再由其上传至嘉信云端的客户云存储空间, PDM 的数据处理内业工作,可通过嘉信云提供 C-ESTEC 服务完成数据分析、检测报告的辅助编写、管道外防腐层维修方案的生成等工作。具体操作详情见 PDMLogger 说明书。

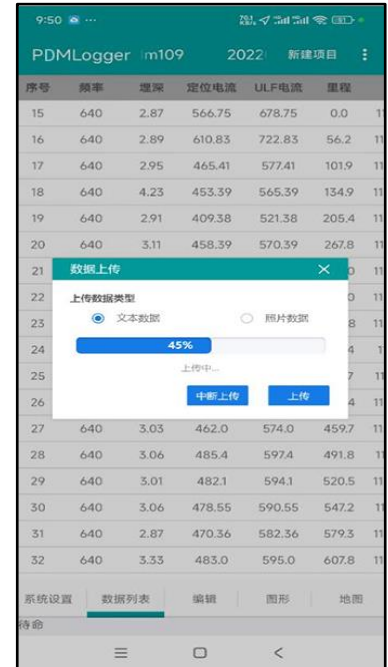


图 6.8 PDM Logger 上传数据至云端

6.5 嘉信云端的防腐层检测数据分析 C-ESTEC 服务

C-ESTEC 服务作为嘉信云的第一个功能模块,通过手持终端上 PDMLogger 软件,实现检测数据和现场图片的实时加密上传至嘉信云端。

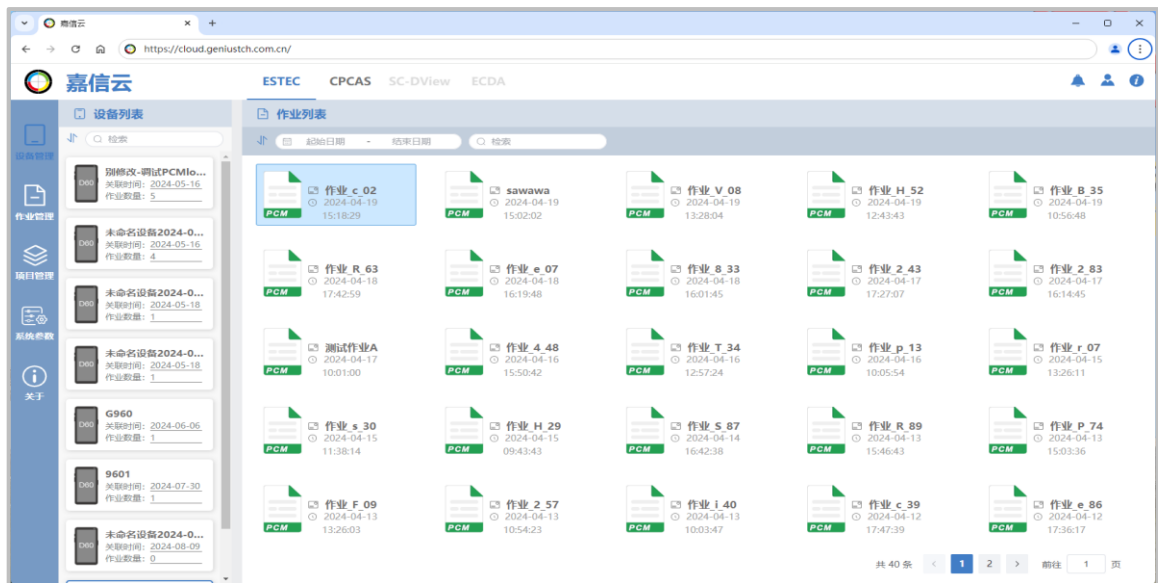


图 6.9 C-ESTEC 服务的检测文件管理

在获得嘉信云服务后，分析人员应用云分析服务对检测数据进行简单编辑即可完成数据归档、分析处理、生成直观评价结果、输出相关结果曲线和报告等工作，避免了处理过程中分段偏差导致的错误结果，极大降低了数据分析对检测人员经验的依赖程度。C-ESTEC 模块提供了与嘉信经典 ESTEC 软件完全等同的功能，且具有云计算平台的所有优势！

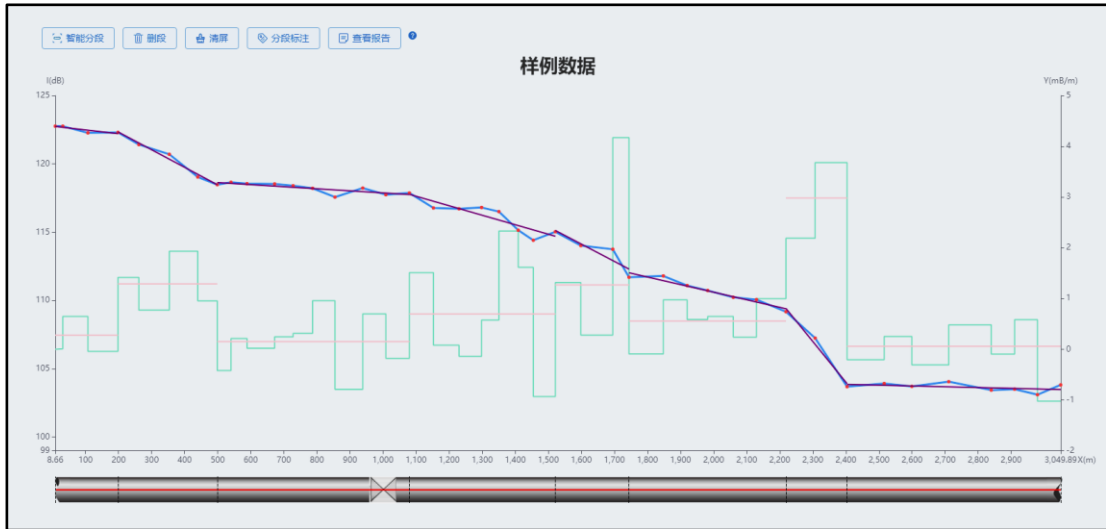


图 6.10 C-ESTEC 服务的 PDM 电流衰减曲线



图 6.11 C-ESTEC 服务的分析结果报告界面

7. PDM 检测结果的判读

7.1 PDM 检测结果的应用

使用 PDM 能够快速、高效地评估埋地钢质管道的外防腐层。它能够查找防腐层缺陷以及诊断与其它结构的搭接情况。它可以作为埋地管道外腐蚀直接评价的间接检测工具。在 ECDA 流程中，基于 PDM 的检测结果，对防腐层缺陷的严重程度进行排序，进而确定维修优先级及制定管道运维的实施计划。然而，ECDA 方法中强调在应用检测结果时须应用两种以上的间接检测结果相互验证，避免对 PDM 检测结果的错误判读，导致不必要的维修和费用。

7.2 仪器误差的来源

绝大部分 PDM 测量结果的误差是因获取读数时不谨慎或者干扰(或失真信号场)所导致。

7.2.1 不当操作的误差

在获取埋深和电流读数时必须遵循正确的操作方法。精确定位管线位置是获取精确测量结果的前提。接收机保持垂直且手柄方向与管道走向平行。在测量过程中保证接收机稳定，才能获得准确的测量结果。

用于探测低频 PDM 电磁信号的传感器非常灵敏。若在测量过程中设备摆动，会受地磁场影响在传感器中测量出错误数值，导致结果错误甚至测量失败。



注意！

在实施管中等效电流测量时，PDM 接收机必须保持静止。

7.2.2 干扰(失真电磁场)

PDM 是通过探测待测管道发射的电磁场强度和分布，间接测量出埋地管道的位置和管中等效电流数据的。准确的测量结果取决于管道辐射出电磁场没有受到其它电磁场的干扰。

管道的拐点、三通部位会发生电磁信号场的局部失真。这是因为电磁信号相互叠加的结果。应用交变电流梯度法进行检测时，则电流检测参考点的选取应尽可能在距离交叉点或拐点处至少 5 米外的位置上。如果衰减数值是在一个有分支管道的位置上选取的，会误以为“存在”破损，因为有一部分信号已经分流到管道的支管上。

电磁场失真有多种来源，常见的干扰来源有：1. 管线的拐点及分支；2. 相邻的伴行管道或电缆；3. 阴保设施的交叉互联；4. 过往的车辆；5. 埋地管道的套管；6. 管道路由附近的金属构筑物；7. 管线埋深的变化。

7.2.2.1 干扰来源

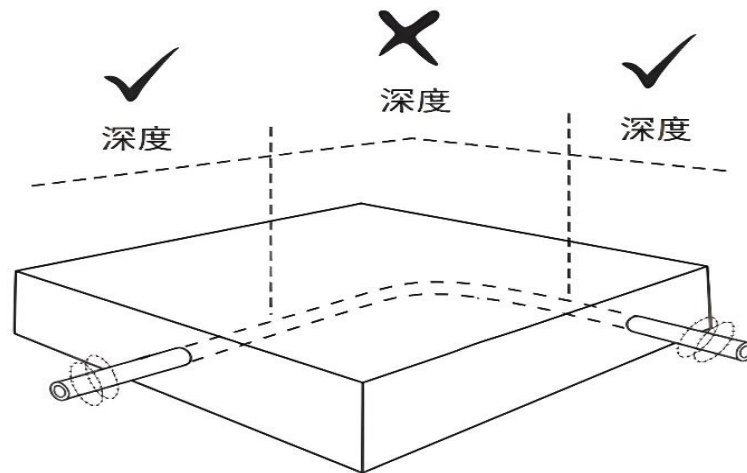


图 7.1 弯头处深度测量

1) 管线的拐点及分支

在管线方向发生转弯或分支连接处，附近的电磁场会出现一定的混乱，管道埋深越大失真范围越宽。操作者在使用中应避免在管线的拐点附近进行深度和电流测量，但使用 A 字架进行防腐层漏点定位不受影响。

2) 相邻的伴行管道或电缆

由于相邻的伴行管线会耦合上相同频率的感应信号，这些信号会对目标管道的信号产生不同程度的干扰，进而导致目标管线上的电磁场发生不同程度的失真。通常伴行管线越近干扰程度越大，对测量结果的影响越大。如图 7.2 所示。

3) 阴保设施的交叉互联

当多条管道同沟敷设或相邻建设时，为方便阴保的施加，通常会设计有跨接线联通各条管道。这种设计可以减少阴极保护站的数量，降低杂散电流的危害。当管道布置路线相同并且非常靠近，两条管道流动的各类电流会相互干扰。为获取最好的测量结果，在测量期间交叉互联点应尽量断开连接。

4) 来往的车辆干扰

用于探测 4Hz 甚低频信号的磁力仪对于磁场变化非常敏感。当来往的车辆靠近接收机时，可能会干扰管道上的低频电磁场，导致信号的测量结果出现误差。当有车辆靠近时尽量不进行测量。对于机动车途经的区域，当仪器连续显示三项稳定的读数后保存结果。

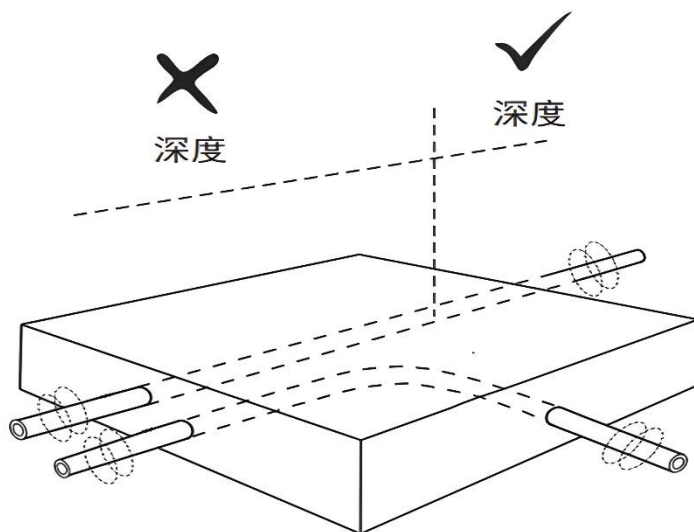


图 7.2 存在伴行管道深度测量

5) 埋地管道的套管

在道路等承压地段上，通常会在管道外加保护性钢质套管。外置的钢质套管会导致电磁信号的失真，以及地面电位梯度的畸变，这种情况会使仪器给出错误的测量结果。应对的方法是，在套管位置的两端位置实施测量。如电流读数值变化很小，说明套管位置内的目标管道与套管的绝缘状况良好。

6) 管道路由附近的金属构筑物

施工路段用于隔离的金属围挡、地面上铁栅栏等构筑物，以及在道路修复过程中，保障正常交通所使用的铺路钢板，都会干扰地下管线的电磁场分布，导致所接收的信号失真。

7) 管线埋深的变化

尽管探测原理上讲，埋深的变化对电流测量结果没有影响。但由于土壤介质的介电性能变化，实际测量过程中埋深变化一定程度影响电流的测量结果。在大体相同的埋深范围内，电流的测量偏差是相同的，可以认为不会影响对等效电流变化规律的判断。但一定避免在埋深变化部位测量管道上的电流值。

7.2.2.2 失真电磁场的检查

检查是否有其它辐射电磁场导致信号失真的方法是：首先在“峰值”模式下定位管道，然后使用“谷值”模式定位管道。两种定位模式应指示管道位于相同位置。如果两个位置的偏差过大（一般超过 15 厘米），则判定为信号场出现失真，影响测量结果的准确性，需要采取必要的手段进行补救，以保证测量结果可信可用。

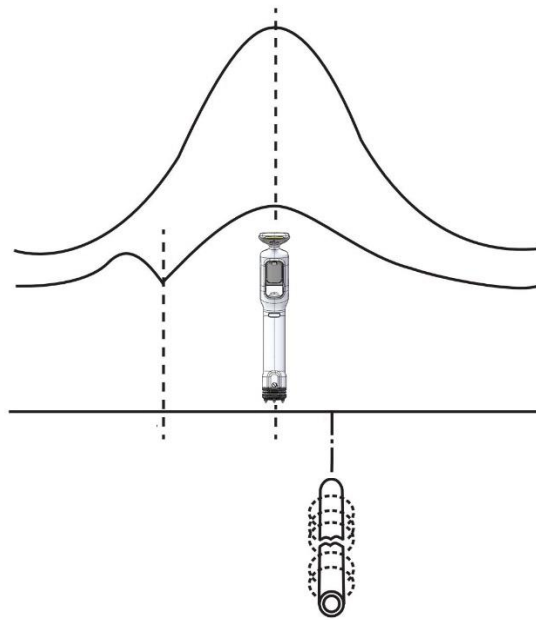


图 7.3 存在干扰时管道真实位置

应用定位模式（峰值箭头）时，不需要切换定位模式也可以完成相同的检查操作。具体操作方法是，首先使用条形图和响应信号读数定位出管道的“峰值”位置。然后，用左/右箭头对指的方法定位出管道的“谷值”位置。判断两个指示位置是否大体相同。若“谷值”和“峰值”指示位置相同，则判定为该处不存在明显电磁场失真，测量结果准确可信。

8. 实施检测过程中的技术要点

PDM 发射机通常使用 24V 或 48V 的蓄电池作为动力电源。其最大输出功率可达 200W，为提高检测的信噪比，保证检测精度提供了信号强度的保障。经验证实，采用超低频信号的 128Hz 工作频率较为理想。电流的大小必须保证在测试区间内管道有足够的剩余电流强度（末端 $>100\text{mA}$ ），才能较好地进行管道外防腐层的整体性能评价。输出电流可选 1A 左右，此时建议采用 48V 直流电源给发射机供电，24V 蓄电池可能会出现供电不足的情况，续航时间会过短。

应用交变电流梯度法进行管道外防腐层检测，检测人员要根据电流梯度法的检测原理、仪器设备的性能特点、经过现场检测实践，逐步提高检测操作技巧和复杂现场的应对能力。在使用中要注意以下问题：

8.1 检测工程的实施规划

8.1.1 测点布置与图示问题

在进行测点布置时，要根据检测的任务要求决定检测间距，并基于大比例尺的地形/管线图，确定出信号供入点的大致方位。施工过程中的实际检测点一般要根据现场的检测条件适当调整。

检测信号通过信号线与被测管体直接连接或与测试桩的引线连接。为保证测试结果的稳定性和可靠性，接地电极采用不锈钢接地钢钎，电极表面和接管贴片表面保持光滑洁净，以减小接触电阻。通过地线和接地钢钎构成检测电流回路，接地钢钎应与土壤接触良好，为降低对管道检测的干扰，地线应布置在垂直于被测管道的方向上。

8.1.2 检测信号电流大小的调整

检测人员在沿管道进行电流梯度检测时，要求目标管线上有足够的检测信号强度。接收机的信号响应读数（通过调整增益）在 30~70 之间，检测精度良好；当检测信号较大时，电流读数大于 1000mA 时接收机自动改为以安培（A）为单位。当读数过小时应增大发射机的输出电流，必要时改变发射机的位置重新施加信号；对管道进行直读测深，深度值可读至厘米。

8.1.3 检测间距的选择

测量间距的选择主要取决于两个因素：管道外防腐层状况以及进行开挖和修复需要破损点的位置精度。对于一条还没有用 PDM 检测过的管道来说，选择小间距是很有好处的，为的是把绝大多数的异常点都能够检测出来。一般地讲，对防腐层状况较好的管道，可选择 50 米以上的间距，对于较差的管道，要用 30 米以下的检测间距，破损点或可疑点附近，要加密检测。

检测的最小间距：除非管道处在一个非常严重的老化状态下，否则建议在采用衰减法测量时的读数间距不应小于 20 米。这主要是因为，在一个很短的距离上，检测信号电流值可能存在的测量误差会与防腐保护比较好的管道上的信号衰减幅度相当，这样得到的衰减值可能是没有用的。但对已有破损的管段进行进一步加密检测时，间距就要小于 10 米。

8.1.4 最初的检测

当对一条新管道开始测量的时候，建议选出管道的两三分管段（一般每段为 50~100 米）测试一些校验读数。对于 DN600 以上的管道，当信号衰减率在 50 米的范围内达到 20%~25%时，表明防腐层的状况很差，但不一定是破损点所致，有可能是防腐层的整体老化或是防腐层的多处破损，防腐层的状况也可通过参照近期的阴保电位测量情况加以证实。在这种情况下，想对管道进行长距离的检测困难较大，所以为了将来的检测比较，操作者就应该记录下管道的所有相关信息，并以这些信息作为参考，在检测中对于一段 500 米的管线而言，当其衰减明显地高出正常范围 3.0 分贝时，就可以试图找出单个破损点的位置。这样的读数就可以确定出除了一般腐蚀点之外，衰减信号在 250~500 毫贝的破损点的位置。这也可以通过“二等分”该段管道，来迅速地找出破损位置（在两次读数位置的中点处读数，同时计算出两个方向上的衰减值），一个衰减值为 250~500 毫贝的破损点面积大约相当裸露管道的几个平方毫米。

8.2 检测结果的确认

8.2.1 检测结果的重复性

为保证检测结果的数据精度，在每个测点上可进行重复观测，两次观测相对误差不超过 5% 时取其之一或者两次观测值的平均数作为该点的观测结果；在干扰较大或者读数不稳的测点上多次观测，取其偏差最小的 2~3 个读数的平均值作为该点的观测结果。

8.2.2 防腐层漏点的初步判定

现场检测过程中，操作者可以通过两个检测点之间的电流变化，初步确定出防腐层漏点的大致位置。确定漏点的准则不应简单地通过检测信号的衰减差值来判定，而是可以通过计算信号衰减的百分比，一般衰减百分比在 20% 以上就应判定为该段信号异常衰减。例如，30 米间距的两个检测点信号衰减了 100mA，并不能确定是否是防腐层存在缺陷，若检测的初始点信号值为 1000mA，衰减率为 10%；若初始点信号为 300mA，则衰减率高达 33% 了，若没有支管等管道设施，该段内就存在严重破损或金属搭接。通过加密检测或 A 字架可以精确将缺陷点定位出来。

8.2.3 防腐层缺陷的判定和定位

防腐层缺陷分为局部破损和整体老化两种类型。在普查检测阶段，防腐层缺陷的确定应采

用 50 米间距的 dB 值计算衰减率。根据 dB 值衰减率按下表判定大管径三层 PE 防腐层缺陷类型。

表 8.1 利用 dB 值衰减率初步判定防腐层缺陷类型

dB 值衰减率 (dB/km)	防腐层缺陷状况类型	说 明
< 30	正 常	基本完好。防腐层无明显的缺陷
30~60	防腐层轻微老化，个别破损	防腐层轻微，有个别缺陷
60~300	局部防腐层破损	防腐层有局部缺陷
300~500	严重破损或金属搭接	存在交叉管道

在初步判定为防腐层局部缺陷的区段，通过缩小测试间距重测该管段，并计算各区段的 dB 值衰减率。如果至少有一段，其 dB 值衰减率大于 2 倍的区间 dB 值衰减率，则确定该点为防腐层局部缺陷位置段。否则，该区段为防腐层整体状况很差，老化程度参照 GB/T 19285-2014 或 SY/T 5918-2004 标准中防腐层整体质量评价方法确定。

8.2.4 电流读数的波动

PDM 采用磁力仪测量“近直流”的检测电流，精度较低。PDM 的 4Hz 电流测量精度为 $\pm 5\%$ ，而对 128/640Hz 频率是用空芯线圈完成检测的，其检测的信号精度优于 $\pm 3\%$ 。但检测的实际精度还受如下因素影响：管道的埋深、检测信号的强度、附近管线上的干扰信号强度、大破损点的存在、管道附近有大的金属构件等等。需要特别注意的是：管道埋深的突然变化会影响电流的读数，埋深的突然变浅，往往会导致电流读数的上升。解决的办法是：可以通过前后少许变动检测位置，使相邻电流测量点埋深接近。此时要准确记录下每个点的间距，不会影响数据分析的结果。

有时电流及深度的读数也可能有非常大的变化。这时操作者一定要注意待检测的管道上信号是否有足够大的信噪比。当管道上的信号强度不够，或是环境中的干扰过大，都会导致检测数据的波动。解决的方法仍是在施加信号环节做文章，通过改善目标管道上的信号强度，抑制其它结构上的干扰信号来提高检测数据的稳定性和重现性。

经验表明，靠近大的破损的位置上，前后位置上电流读数也可能变化很大。为确定破损位置通常需要用小间距进行加密测量。电流值的波动原因，可能是检测电流从破损位置流出，返回接地点（地极位置）时流动路径的差异以及电流大小量的变化所引起的。当读取衰减数据时，让接收机重复地读一组电流值是很有益的。除非电流很小或管道很深，所得到的深度和电流读数会有很小的变化，都不应超过 $\pm 2\%$ （小强度的 4Hz 信号除外）。至少有两组成功的读数是完全相同的。

8.2.5 破损点的可能位置

防腐层破损点的位置大多数分布在：河流或水体下的管道；岩石中的管道要比松软泥土中的管道防腐层更容易破损；穿越在公路下面的管道；当管道敷设竣工之后，在临近位置又进行了开挖（如土木工程或其它管道的施工）的地方等等。需要检测的区域还包括：管道的连接位置，这主要是指由不同的单位在不同时间施工的管件连接部位；管道的小半径弯头等部位。建议在这些地区，检测点的间距应该相应的小一些。

此外，当将发射机的信号供入检测管道的中间地段时，用接收机在供入点的两侧分别读取检测信号的电流值，从中可以判断出两侧防腐层大致的完好状况，也就是说检测信号电流大的一端防腐层状况整体较差或破损点的分布较多。这是因为，大部分检测信号电流肯定是流向防腐层性能差或有破损点较多的管段。

8.2.6 破损面积

使用交变电流梯度法对防腐层进行评估时，通常是计算出防腐层的绝缘电阻率值，通过绝缘电阻率的大小来反映防腐层的电气绝缘性能。在检测中会发现，电流的衰减率与破损部分的面积之间具有一定的相关性，管段内发生 100~150 毫贝的电流衰减（电流值降低 10%），就表明大约有相当于一个 1mm^2 的破损点；当其衰减为 1500 毫贝时（电流值降低 85%），管道就集中了大约有 1m^2 的破损。但这并不意味着管段内真有这样的破损点存在，完全可能是若干个小的破损点，也可能是一段管道的防腐层绝缘整体性能的降低所致。

要注意的是：在管段局部衰减的幅度和破损尺寸之间不存在严格的线性关系。这是由于受到土壤的电阻率，破损点处长时间腐蚀沉积物的形态等因素的影响，不同破损点泄漏电流能力会有所不同。此外，检测信号的频率、管道埋深等因素也会对电流衰减率产生较大的影响。也可能存在着这种情况：表面上看起来是一个小的破损产生了一个很大的信号衰减，而实际上附近大面积的防腐层性能下降严重。因此，对于特定的破损，尽管破损面积与信号衰减之间存在着很密切的相关性，但仍需要对附近管段采集更多的数据来加以进一步的确认。

8.3 检测过程中的疑难问题

8.3.1 信号大小选择及可检测的管道长度

选择施加检测信号的大小是以够用为原则。这主要依据于下面的因素：

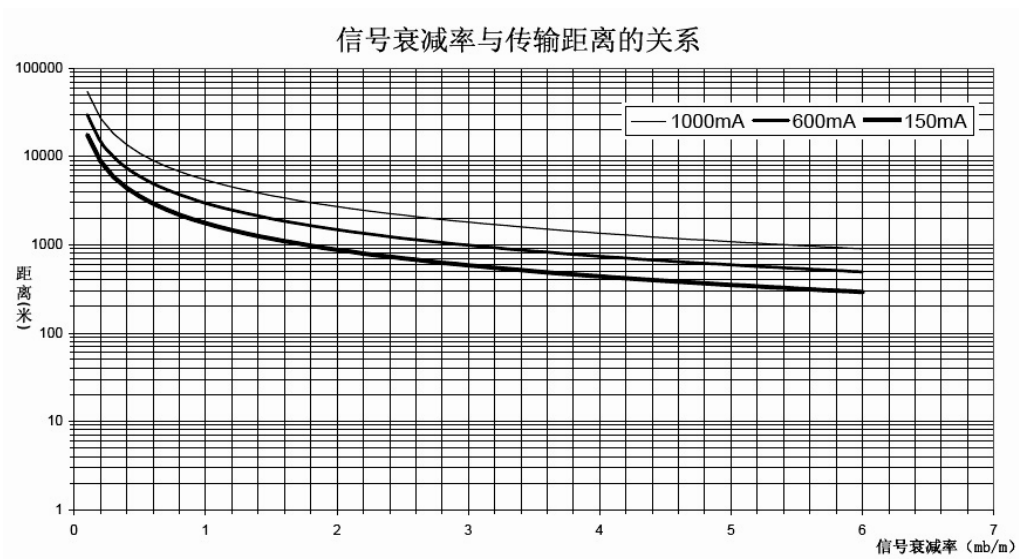
- 1) 防腐层的状况以及要一次供入信号的检测管段长度
- 2) 发射机的供电方式，较大信号输出会缩短蓄电池的供电时间
- 3) 整条管线上可供入信号的位置之间的距离

当管道处在外防腐层严重老化的状况下，信号衰减将会很严重。因此，信号的有效范围也大为缩短。如果应用一个较小的检测信号，检测范围也将减小。下图就表明了对于一个给定的发射电流，最大范围值与信号衰减之间的比值关系。该表数据是假设发射的检测电流在信号供入点向两方向上传播。如果供入点在管线的端点上，那么得到的电流大体是上面情况的两倍，检测范围也相应加大。

当施加了特定强度的检测信号，能够实施检测的单方向管段长度取决于下面的因素：

- 1) 外防腐层的类型和破损状况
- 2) 管道的规格，大的管径往往流失电流程度更高
- 3) 管道上是否有支管或绝缘法兰
- 4) 管道上是否有牺牲阳极

分贝电流衰减数值曲线：



对不同管径的管道，当外防腐层状况较好时检测的信号衰减如下表：

表 8.2 不同管径的信号正常衰减表

管道外径 (m)	信号衰减率 (%)	衰减范围 (mB/m)
0.15	1.8%/50 米	0.07~0.20
0.30	2.0%/50 米	0.15~0.30
0.50	2.5%/50 米	0.20~0.40
0.60	3.0%/50 米	0.30~0.60

但防腐层更好的管道上得到的实际衰减数值有可能小于这个范围，若是土壤平均电阻率异常地高或低的情况，更是如此。

8.3.2 小间距的测量

为了定位某一破损点，可通过在破损区段内用“二等分法”，或加密测量的方法来实现，管段上的检测间距可缩小到15~20米，甚至更小。操作者就应对这一待检测的管段每隔3~5米就读取电流值，这些数值不一定储存，但要记录下来并在必要时临时用图表的形式绘制出来，在电流急剧下降的地方就可以确定出破损点的位置，最精确的位置通常是靠近急剧衰减坡段的中间。如果读数的选取是在小于3~5米的间距内进行，电流读数的误差可能会导致数据曲线上像锯齿状的数据变化，这使对破损点的定位产生了更多的困难，所以不建议检测间距过小。

8.3.3 土壤改变的影响

检测过程中，土壤的改变一般不会对防腐层的检测结果产生很大的影响，因为信号发射机的稳流电路能够不断地适应这种变化，确保输出的检测信号电流是恒定的，除非操作者有意地改动它。土壤电阻率的季节性变化（比如春季到夏季），将会影响测量结果。但是经验表明，由于这种原因引起的衰减幅度的变化不可能超过10%。所以，可以允许这种变化的存在，它不会对检测结果的有效性产生重大的影响。对于比较有规律的检验测量，建议最好对特定的管道，通常在每年的同一时间来检测，这样可以把由于这种原因引起的偏差降低到最小。

8.3.4 新竣工的管道

对于一条新投用管道，在竣工后实施一次基线的检测是很有必要的。因为，这将能保证及时发现防腐层的破损和在施工过程中引起的防腐层缺陷。进行必要的修复后，会使管体腐蚀的影响因素限制在最小的程度，使管道开始运行时就处于良好的保护状态下，对于延长管道的使用寿命是极其有益的。基线检测结果作为历史数据对于以后管道运行管理是极为珍贵的。

8.3.5 冻土环境对检测的影响

交变电流梯度法应用于高电阻率土壤中的钢质管道外防腐层检测效果较差，如冻土条件。这是由于交变电流梯度法检测时，须通过直连法向管道上施加一个交变的检测信号。冻土层的存在对直连法形成导电回路有着不良的影响。其原因是，在冻土层上打入接地极十分困难，接地极与大地的电性连接效果很差，同时还由于冻土的土壤导电能力急剧下降。一般情况下，很难对冻土层下的管道形成检测信号所需的良好导电回路，其结果是能够施加的信号强度不够，不能达到检测时所需的信噪比，降低了检测的有效性。

冻土条件下的检测方法：加深地极的长度及接地深度，使得达到冻土层下，在冻土层下形成电流的检测回路，可以解决检测信号的供入问题。

9. 本仪器的保养与维护

9.1 设备的保养

本设备应存放在干燥的地方，并且避免高温；不可将本设备的任何部件浸水。如果较长时间不使用设备，请务必定期对设备电量进行检查，并妥善保管。

对接收机和发射机的专用电池进行充电时，必须使用厂家提供的原装专用充电器，充电时不可执行开关机或使用设备的操作，以免对设备造成损坏。有关废旧电池的处理，必须遵守相关规定，不可随意丢弃废旧电池。

9.2 设备的清洁

产品可以用蘸有常温肥皂水的软布进行清洁。不可使用擦洗用的钢丝绒清理壳体或显示器表面，这样会划伤设备。禁止用水浸没或把水倒在接收机或发射机上的方式进行清洁。

9.3 设备的功能检查

PDM 可以用简单的方法进行检查。在一块远离地下管道等构筑物、电缆的区域，也要远离比如金属罐、金属围栏及钢筋混凝土等地面金属物。地面上布置边长 40m 的方形电线环，在直边段中点位置放置非金属的支架等装置，电线上方的一米高度放置接收机实施功能验证。

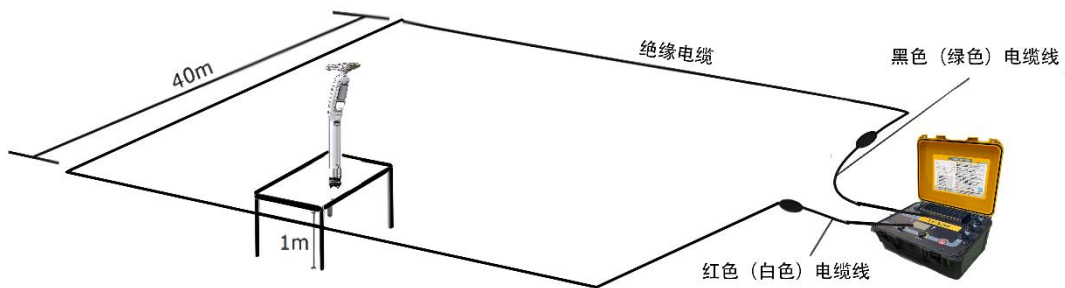


图 9.1 PDM 功能检查示意图

- 1) 发射机设置为 4Hz/8Hz/128Hz 模式，电流设置为 100mA；
- 2) 设置接收机的探测频率为 128Hz。将接收机布置在非金属支架上，电缆上方的接收机的方向与电缆平行。调节接收机的信号增益，使信号响应读数大体保持在标度的 50%位置上，检查管线的方向指示是否指向处于屏幕的垂直方向。如没有，可能存在干扰信号，或者摆放位置过于靠近回路弯曲部分；
- 3) 接收机保持静止，按下“i”按键。在数秒钟后，显示测量结果；

- 4) 检查箭头指向是否背离白色(或红色)接引线;
- 5) 检查 PDM 电流读数是否为 $100\text{mA} \pm 5\text{mA}$ (5%)、深度是否为 $1\text{m} \pm 5\text{cm}$;
- 6) 检查发射机每项电流设置, 重复操作。

这些测试成功完成之后, 可确认接收机及发射机功能正常。

9.4 设备的常见故障及处理

序号	故障现象	故障原因	处理方式
1	发射机不能正常开机	电源线断线、输入保险丝熔断或连接插头接触不良	1) 检查电源线连接头或更换保险丝 检查连接线连接断线 2) 检查锂电池开关是否打开, 确认输出电压是否在 20~60V 之间
2	发射机功能正常输出电流为零或极小	信号连接线断线或连接插头接触不良	1) 用万用表检查信号线是否断线 2) 查看连接头插针和接口, 清理异物或修正插针, 或更换连接线
3	发射机超压报警	打地极处土壤过于干燥或连接管道接触点有异物	1) 增加地极数量、浇水或用砂纸清洁管壁的连接点处来降低回路电阻 2) 减小输出电流设置
4	发射机高温报警	环境温度过高、阳光直射到机箱面板上、大功率长时间工作	1) 关机降温, 给机箱遮挡阳光直射 2) 返回厂家检查内部风扇
5	发射机功率超限报警	电流设置过大, 电池供电不足	减小输出电流设置, 改由 AC 电源供电
6	发射机警报无法解除	操作不当或发射机内部电路故障	当对报警原因均进行上述的排查和处理, 报警指示灯仍然点亮, 应关闭发射机电源联系厂家进行处理
7	卫星同步信号未能在管段上叠加	发射机信号连接线错误	按用户手册 2.4 节方法连接信号输出线
8	接收机不能正常开机	接收机电压低于 6V, 或电池舱内接触弹片缺损或变形	1) 给电池充电后继续使用 2) 调整接收机电压舱内接触弹片
9	接收机 4Hz 电流箭头或智能 A 字架箭头指向不准确	发射机倍频频率设置不当输出黄绿线连接错误	1) 确认频率 4/8/128Hz 或 4/8/640Hz; 2) 检查发射机信号, 应为黄色线连接管道, 绿色线连接地极
10	接收机电流和埋深数值偏差较大	现场存在伴行管线或金属护栏等	在地极导线处将接收机放置在距离导线 0.5m 左右高度处, 对比发射机输出电流和提高高度, 确认电流和埋深测量功能是否正常
11	接收机定位不准确	频率设置不当现场伴行管线有信号干扰	1) 接收机与发射机选择相同工作频率 2) 改变地极位置 3) 确认接收机定位功能是否正常
12	蓝牙连接失败	上位机蓝牙未开启	确认蓝牙是否开启; 蓝牙开启中搜索失败, 建议联系厂家
13	PDM 电流值异常或过小, 或无磁靴图标	无 4Hz 信号、磁靴故障	1) 检查磁靴是否安装完好 2) 确认发射机是否输出 4Hz 频率

10. 术语解释

近直流信号	PDM 也可以采用 4Hz 的检测信号完成对防腐层的检测。4Hz 信号在管线上的传输特性与阴极保护的直流电流相近，称之为近直流信号。它对评估阴保系统的有效性评估及查找故障十分有效。
PDM 电流	由 PDM 接收机底部磁靴中磁饱和磁力仪测得的管道上 4Hz 在的近直流信号，就在面板上显示的电流值，称之为 PDM 电流。
定位信号	PDM 发射机采用 640Hz 和 128Hz 的定位检测信号。这两种频率分别属于低频和超低频信号，适合长距离的埋地管道定位及防腐层检测。接收机检测 128/640Hz 的电流读数称之为定位电流。
有源信号	通过发射机主动施加到目标管道上，一个或几个特定频率的检测信号。
无源信号	无需发射机，直接使用管道上自身带有的电力、通讯或其它干扰源（如 50Hz）的交流信号进行管线定位，将此时管线上的信号称之为无源探测信号。
耦合	加到目标管线的信号，通过电磁感应的方式转到相邻管线的情况，相邻管线上的耦合信号会对目标管线的检测产生不良影响。
响应	特指接收机对管道上检测信号产生的反映。通常指在接收机接收到检测信号后，在显示屏上给出信号条和信号强度的数值，左右箭头变化，或扬声器中反应出的声音指示。通过调整接收机的增益，信号的响应可以改变其大小。
峰值/谷值	使用接收机对目标管线进行精确位置时，水平线圈在管道正上方给出最大响应，称为峰值响应；垂直线圈在管道正上方为最小的信号响应，为谷值响应。
精确定位	使用不同的定位模式，通过接收机测出目标管线的精确位置。
目标管线	是指选择的被检测金属管道。发射机的信号作用在它们之上，这样他们将被精确定位、外防腐层故障检测以及外加电流阴极保护的有效性评估。
电流方向	通过接收机测量管道上 4/8Hz 倍频信号的相位，给出信号电流的逻辑流向，用于区分出复杂管道的连接关系。通过显示屏上的前后箭头指示。
辅助阳极	外加电流阴极保护系统的接地电极。通过导线与阴保电源相连。通过它失去电子被氧化，管体得到电子被保护。多支辅助阳极也称之为阳极地床。
CPS 功能	当使用整流器作为外加电流阴极保护系统电流源时，管线上会有一定强度市电（50Hz）的倍频（100Hz）信号。它可作为管道检测的信号源。应用接收机的 CPS 模式可进行管道的定位、测深、读取等效电流强度。
电力模式	不用发射机的无源探测模式，直接使用接收机检测管线上的市电（50Hz）信号，完成管道的粗略定位。
金属搭接	管道与其它埋地管线或金属构筑物的不正常连接，造成防腐层破损以及保护电流的非正常流失。它对阴保站的正常工作及管道的使用寿命造成损害。

技术支持与售后服务

衷心感谢您选择和使用天津嘉信技术股份有限公司的产品！

天津嘉信技术股份有限公司自 1994 年成立以来，始终以“为管道安全保驾护航，让探测检测更精准、更便捷！”为使命，专注于管道探测检测及腐蚀技术的开发与应用研究，坚持走自主创新之路，凭借丰富的行业经验，根据客户需求和技术发展趋势，不断优化和丰富产品品类，开发出精良技术和产品，通过具有竞争力的自主产品，为客户创造价值。

埋地管道的探测检测设备使用环境极其复杂多变，根据多年的实践，嘉信技术认为：“产品的品质比其功能更加重要”。基于此理念我们非常重视产品生产过程中的产品品质提升和迭代打磨。嘉信技术在公司的网站开设专区介绍公司的产品技术、功能用途、操作使用方法，供用户详细了解。我们还承诺：对所提供的产品均至少提供一年的质量保证期，个别产品可以提供三年的质保期，质保期满仍提供的终身服务，具体以与客户签订的合同为准。让客户在使用嘉信设备时，真正体现嘉信技术“专精技术、赋能检测”的产品价值宗旨。

嘉信技术认为：“对客户的技术支持比价格更重要”，嘉信建立多层次的技术培训和咨询体系，为客户使用设备创造最大的价值，为探测检测赋能：

➤ 对所有购买自嘉信技术的产品，均可在交付后尊享一次免费的技术培训，以全面了解产品的技术特点和使用诀窍，充分发挥产品的技术效能；

➤ 公司设有专门的技术工程师，可以 24 小时解答客户在仪器使用中的问题，您可以随时拨打公司的技术咨询电话，得到工程师的技术帮助；

➤ 公司还会制作各种产品的操作使用视频，帮助客户系统自学所使用产品的使用技能，如有需要，技术工程师或销售顾问可以向您免费提供；

➤ 公司技术工程师会及时总结仪器使用中的典型案例，分享在公司的网站上，供深入学习的客户交流提升；客户亦可以通过公司的公众号、视频号等学习仪器使用中的技巧。

不仅如此，公司每年还与中国工业腐蚀协会联合举办腐蚀检测工程师培训班，一周的封闭培训学习，不仅让客户学员较为系统学习管道腐蚀与防护的基础理论，还可贯通各种检测设备的功能发挥，提升客户综合使用各种检测探测设备解决管道腐蚀防护中的各种疑难问题。

嘉信重视产品支持软件的迭代与升级，嘉信技术可能会不时的发布软件升级以增强产品的功能，并提高产品的性能；软件升级是免费的，所有注册用户可以得到通知，您也可以通过关注公司网站获取软件升级的相关信息与服务。

嘉信非常重视对客户的售后维修服务，所有按正常渠道采购嘉信技术产品的客户都可享受到至少一年的免费质保维修服务，质保期满后，仍可终身享受到嘉信的售后维修服务。如有维修需求，可以拨打公司的维修电话联络、或通过您的销售顾问联系公司的售后服务部门：

- ✓ 我们承诺维修期不超过 7 天，超过 7 天，如客户急需使用，我们可以提供周转用机
- ✓ 所有维修均有标准化的服务收费和流程
- ✓ 维修后设备提供 6 个月的保修
- ✓ 维修设备均有维修标签和检验证书，确保维修后的设备性能符合工厂的出厂标准

设备的校验、校正：客户可以使用仪器的自检功能定期检查设备是否运转正常。嘉信技术的数字化生产线在生产时为每台仪器进行了出厂检验与标定。和所有的安全设备一样，建议每年至少在嘉信技术或批准的其它维修中心进行一次校验，这可以保证：

- ✓ 延长接收机和发射机的使用寿命
- ✓ 减少意外事故，减少停机时间，为客户节省成本
- ✓ 确保所有设备都准确一致的工作，提高设备精度
- ✓ 发生问题或故障时，证明设备符合技术要求

客户的支持将是我们前进的动力，欢迎您将设备使用中遇到的问题和对产品的宝贵意见及时反馈给我们，我们将竭诚为您提供优质贴心的服务！

专精技术 赋能检测



天津嘉信技术股份有限公司

电话：022-23253315 022-83750133 022-23770936

网址：[Http://www.geniustch.com.cn](http://www.geniustch.com.cn)

地址：天津市西青区海泰南道18号 左岸科技基地8栋

邮编：300384