

# KODIN 9 系列-FM 管道防腐层检测仪

## 操作手册



山东锐智科电检测仪器  
有限公司

# 目录

序 言 .....	1
一、 KODIN 9 系列-FM 接收机结构图示 .....	2
二、 KODIN 9 系列-FM/S150、KODIN 9 系列-FM/S80 发射机结构图 .....	4
三、 KODIN 9 系列-FM 管道防腐层检测仪简介 .....	6
3.1、仪器简介 .....	6
3.2、仪器组成 .....	6
3.3、仪器基本原理 .....	6
3.4、仪器功能及应用范围 .....	7
四、 KODIN 9 系列-FM 接收机操作及功能 .....	8
4.1、仪器屏幕界面操作 .....	8
4.2、电池参数及更换 .....	10
4.3、性能参数 .....	12
4.4、接收机天线模式 .....	14
4.5、增益调节与条形图 .....	15
4.6、深度测量模式与电流测量模式 .....	15
4.7、罗盘指示和卫星定位 .....	15
五、 KODIN 9 系列-FM/S150、KODIN 9 系列-FM/S80 发射机介绍 .....	16
5.1、发射机概述 .....	16
5.2、发射机旋钮操作 .....	16
5.3、发射机供电电源 .....	17
5.3.1、交流电源 AC（仅限 KODIN 9 系列-FM/S150 发射机） .....	17
5.3.2、阴保整流（仅限 KODIN 9 系列-FM/S150 发射机） .....	17
5.3.3、直流电源 DC .....	17
5.4、发射机输出连接 .....	18
5.5、发射机输出超限警告 .....	19
六、 管道防腐层探测应用操作 .....	20
6.1、探测操作 .....	20
6.2、探测结果分析 .....	23
6.3、电流衰减探测 .....	23

6.4、A 字架探测 .....	25
6.5、数据存储操作与分享 .....	27
6.6、FM 数据管理 .....	30
七、 理论技术和实践 .....	31
7.1、电流测量的基本技术 .....	31
7.2、管道电流分析 .....	32
7.3、管道电流误差分析 .....	38
7.4、管道电流测量结果分析 .....	39
八、 科信平台 .....	41
8.1、科信 APP 简介 .....	41
8.2、在线测量数据分享 .....	42
8.3、实时音视频 .....	42
8.4、其他丰富的功能 .....	43
九、 保养与维护 .....	44
9.1、保养 .....	44
9.2、电源检查 .....	44
9.3、维护 .....	44
9.4、正常维修程序 .....	44
9.5、非保修器件 .....	45
十、 用户须知 .....	45
十一、 贮存条件及运输 .....	45
附一、KODIN 9 系列-FM/S150 仪器及配件 .....	46
附二、KODIN 9 系列-FM/S80 仪器及配件 .....	47
附三、保修卡 .....	48

## 序 言

尊敬的用户：

您好！感谢您选购 KODIN 9 系列-FM 管道防腐层检测仪，为了正确使用本仪器，请您在使用之前仔细阅读操作手册。

如果您已经阅读完本操作手册全文，建议您将此操作手册进行妥善保管，与仪器一同放置或者放在您随时可以查阅的地方，以便在将来的使用过程中及时翻阅。

该产品操作手册在需要时我们会作适当的修改，公司保留随时改进和革新仪器而不事先通知的权利。

本操作手册的著作权归我公司所有，未经我公司书面许可不得以任何目的、任何手段复印或传播书中的部分或全部内容。

欢迎登录 <http://www.kedianyiqi.com> 或来电垂询。

# 一、KODIN 9 系列-FM 接收机结构图示



7

10



5

4

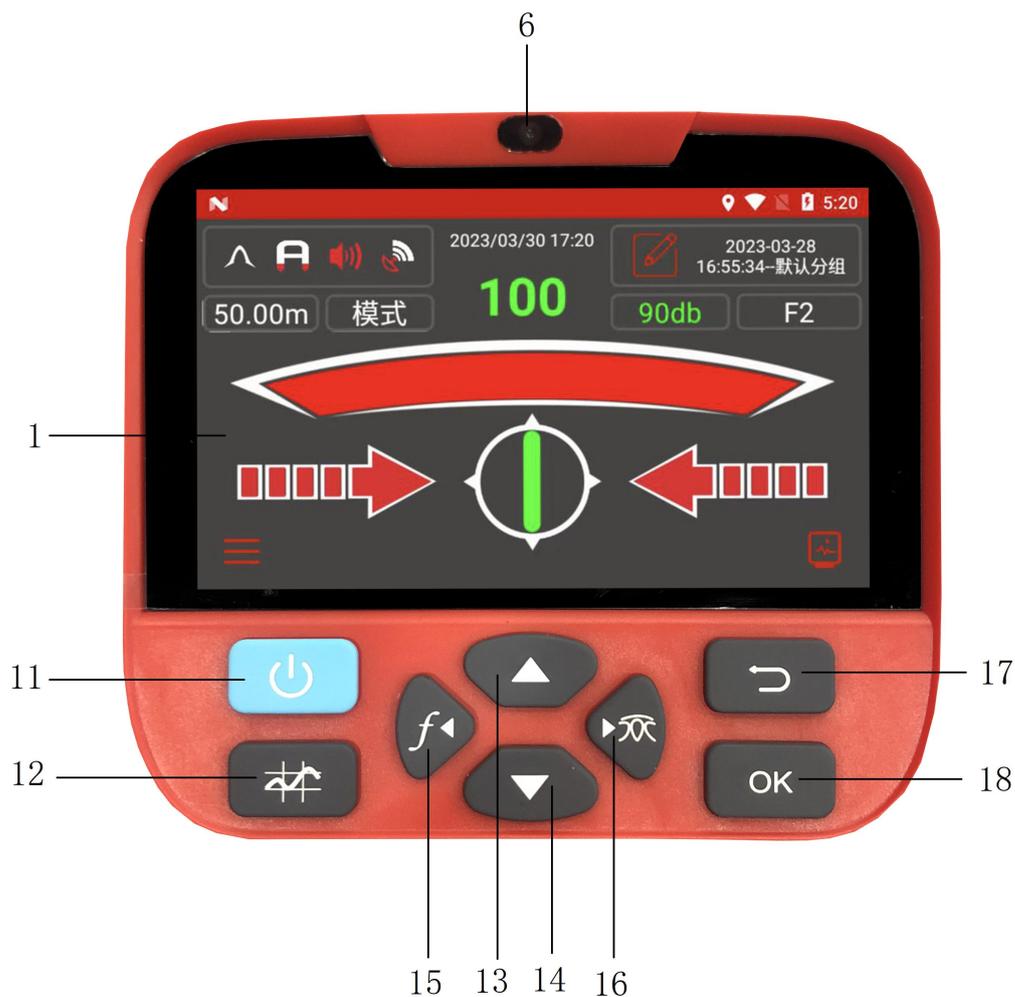


2

3

9

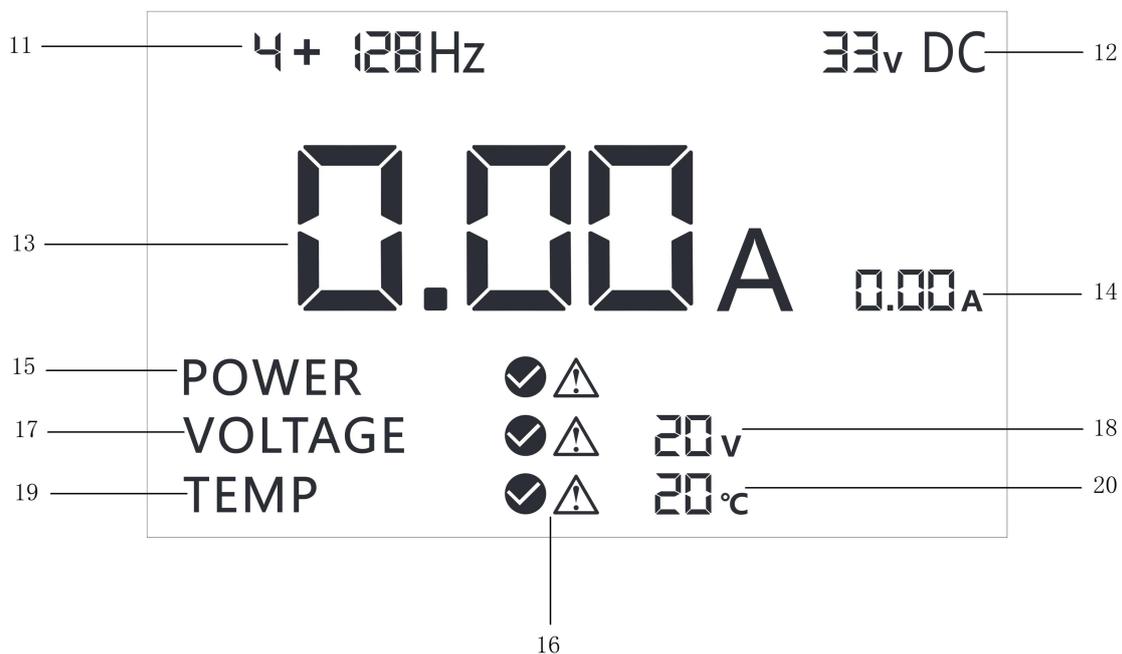
8



- |                    |                |
|--------------------|----------------|
| ① 、4 寸 IPS 触摸式高清液晶 | ⑩ 、附件接口        |
| ② 、扬声器             | ⑪ 、开关机键/熄屏、亮屏键 |
| ③ 、侧面音量 “+、-” 按键   | ⑫ 、测量键/重测键     |
| ④ 、耳机接口和 USB 接口    | ⑬ 、上键          |
| ⑤ 、SIM 卡和 TF 卡接口   | ⑭ 、下键          |
| ⑥ 、前置摄像头           | ⑮ 、左键/频率切换键    |
| ⑦ 、后置摄像头           | ⑯ 、右键/天线模式切换键  |
| ⑧ 、可拆卸锂电池组         | ⑰ 、返回键         |
| ⑨ 、电池充电口           | ⑱ 、确认 OK 键     |

## 二、KODIN 9系列-FM/S150、KODIN 9系列-FM/S80发射机结构图





- |                    |               |
|--------------------|---------------|
| ① 、 开启/关闭发射机       | ⑪ 、 输出频率      |
| ② 、 250V, 5A 保险丝   | ⑫ 、 输入电源      |
| ③ 、 5.7 寸 LCD 液晶显示 | ⑬ 、 电流实际输出值   |
| ④ 、 内置电池充电口        | ⑭ 、 电流输出设定值   |
| ⑤ 、 交流电源输入连接口      | ⑮ 、 输出功率      |
| ⑥ 、 直流电源输入连接口      | ⑯ 、 输出正常/报警标识 |
| ⑦ 、 输出连接口          | ⑰ 、 输出电压      |
| ⑧ 、 输出电流选择旋钮       | ⑱ 、 输出电压值     |
| ⑨ 、 输出频率选择旋钮       | ⑲ 、 发射机内部温度   |
| ⑩ 、 散热片            | ⑳ 、 发射机内部温度值  |

## 三、KODIN 9 系列-FM 管道防腐层检测仪简介

### 3.1、仪器简介

KODIN 9 系列-FM 管道防腐层检测仪可以在管道密集的区域对目标管道进行定位。操作者可测出由系统发射机施加的信号电流的大小和方向，接收机进行必要的计算，可以通过测量得到计算结果。可以在不开挖防腐层的情况下精确定位缺陷点。

KODIN 9 系列-FM 管道防腐层检测仪搭载安卓系统，可以在系统自带 App 中获取测量参数，在连接 WIFI 的情况下，还可以将实时绘图、测绘和探测结果直接分享至手机端或者电脑端。

### 3.2、仪器组成

KODIN 9 系列-FM 管道防腐层检测仪由 KODIN 9 系列-FM 接收机、KODIN 9 系列-FM 发射机、A 字架、附件组成。

附件包括：接收机电源适配器、USB 数据线、接收机手提箱包、S150 交流电源线（S80 不支持交流电源）、S80 电源适配器（S150 不支持内置电池）、S150/S80 直流电源线、S150/S80 输出线、接地棒、磁铁等。

可选配附件包括：接收机锂电池、S150 外置电池。

### 3.3、仪器基本原理

KODIN 9 系列-FM 管道防腐层检测仪发射机可以将三种信号的混频信号或单频信号施加到待测管道上，信号电流沿着待测管道和大地形成回路进行传播。

当待测管道没有防腐层绝缘故障点时，待测管道中的电流会随着距离发射机越远而均匀衰减；当待测管道出现防腐层绝缘故障点时，待测管道

将出现接地或与其他管道短接等故障，待测管道中的电流会从故障点流入土地中或流入其他管道中。在防腐层绝缘故障点附近，待测管道中由于电流流失，会出现明显的电流急剧下降。

KODIN 9 系列-FM 管道防腐层探测仪接收机通过内置感应线圈和磁力计测量待测管道的定位电流、低频电流、深度等数据，还可以显示电流衰减曲线。根据测量数据，可以分析整条管道的电流衰减情况，来确定待测管道是否存在防腐层绝缘故障点。

KODIN 9 系列-FM 管道防腐层探测仪可以采用 ACVG 法来检测漏点电流，通过接收机和 A 字架连接测量漏点电流的 ACVG 和方向，并在接收机上显示 ACVG 曲线，来确定待测管道是否存在防腐层绝缘故障点。

### **3.4、仪器功能及应用范围**

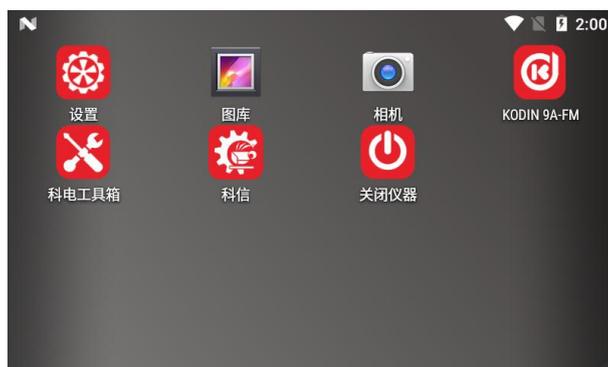
- (1)、长输油气管线的路由定位和深度测量；
- (2)、外防腐层老化状况的定量评估；
- (3)、诊断阴极保护系统故障；
- (4)、各类新铺设管道的防腐层施工质量验收；
- (5)、对重要管道进行定期检查和跟踪维护；
- (6)、适用于热力管道、电力管道、输油输气管道、供水供暖管道的漏点查找和定位。

## 四、KODIN 9 系列-FM 接收机操作及功能

### 4.1、仪器屏幕界面操作

开机之后进入仪器主界面，和安卓手机操作一样，直接触摸点击对应的 APP 或功能进行操作，也可以使用屏幕下方的按键进行操作。

KODIN 9 系列-FM 为管道防腐层探测 APP，点击进入进行管道探测操作。



探测模式包含常规测量模式、ACVG 测量模式、ACCA 和 ACVG 同步测量模式。



左上角的图标包含：天线模式、A 字架、声音、GNSS 卫星定位

右上角包含：分组管理、增益大小、频率切换

中间主屏幕包含：条形图和信号值大小，左右箭头、罗盘指示。在 ACVG 测量模式下则为管道方向箭头和 dbuV 值。

左下角在常规测量模式下为菜单按钮，菜单里面包含：新建项目、数据中心、设置中心、退出 APP 功能；在其他测量模式下为返回常规测量模式功能。

左下角为测量按钮（也可以按键盘上的测量键进入），进入测量界面后，包含：管道定位电流、管道深度、管道频率、和上一次检测点的距离、检漏信号 dB 值、管道低频电流、电流测量曲线图、重测此点、标记此点、保存此点。在 ACVG 测量模式下则为保存按钮。

测量模式下，只能通过按和进行增益的调节，可以通过按键和屏幕左上角的进行天线模式的调节。在不插入 A 字架时，无法切换 ACVG 模式，也无法切换 ACCA 和 ACVG 同步测量模式。插入 A 字架时，可以选择 ACVG 模式或者 ACCA 和 ACVG 同步测量模式。

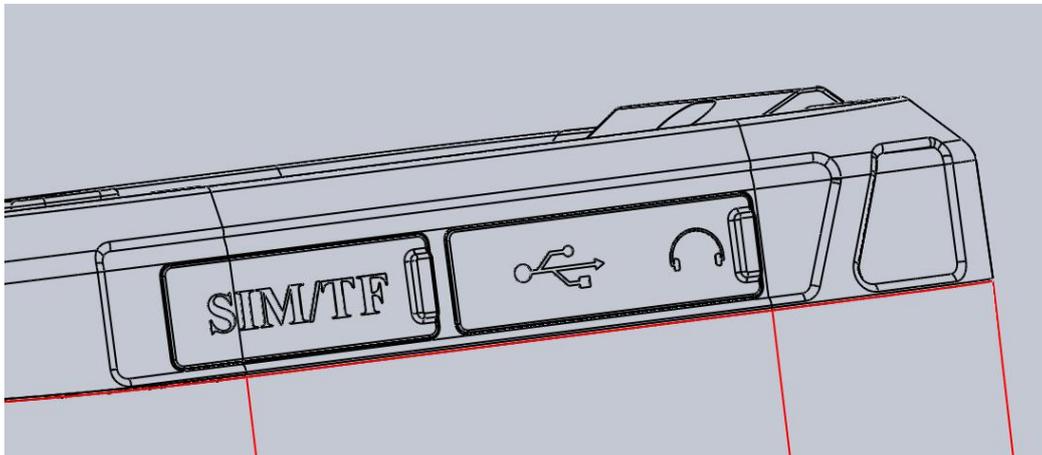
在测量管道过程中，可以对整条管道或者管道中的任意一个位置进行标记，在测量界面下方有个标记按钮，打开后可以添加图片、录音、录像来标记，便于直观的记录下管道探测情况，保存的数据都在创建的项目分组里，方便后续查看和评估。



## 4.2、电池参数及更换

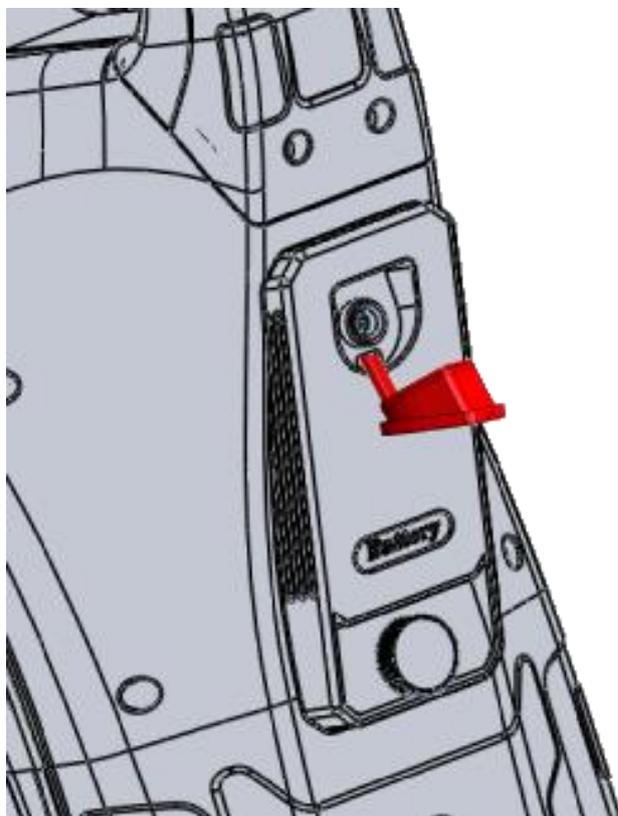
电池参数：3.7V 12000mAh 锂电池组

**注意：Micro USB 只可以用于数据传输，不可作为充电口。**

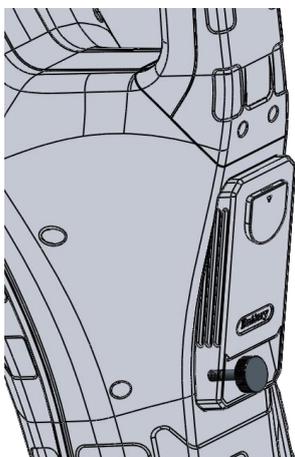


电池充电：

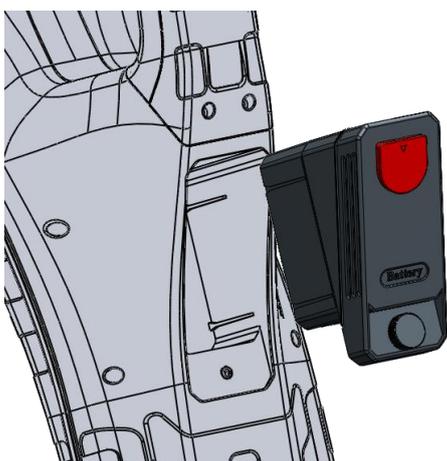
打开电池仓上的防水塞，使用仪器配件中的 4.2V==2A 充电器，将插头插入充电口即可充电。



电池更换：旋转手拧螺丝，螺丝只需要拧到脱离预埋螺母即可，电池仓上的手拧螺丝是松不脱类型，会一直在电池仓上。



**注意：在拧螺丝时，请将电池仓朝上，防止电池仓滑落摔坏。**



螺丝拧出预埋螺母之后，稍微用力即可从电池腔体里将电池仓拔出来。打开红色塞子能看到电池充电口，用仪器配件中的 4.2V=2A 的电池充电器插头插入充电口即可充电，充电器指示灯亮红灯表示正在充电，亮绿灯表示电池已充满。

**注意：拿出电池仓后，请避免电池仓底部裸漏的正负极短接，防止电池自动保护。**

如果配备两块电池，另一块电池有电的情况下，还可以将另一块电池直接放进电池腔里，拧紧手拧螺丝固定好电池仓，开机继续使用。

### 4.3、性能参数

型号 参数	KODIN 9A-FM/S80	KODIN 9A-FM/S150	KODIN 9B-FM/S80	KODIN 9B-FM/S150
搭配发射机型号	S80	S150	S80	S150
发射机频率	4Hz+128Hz、 4Hz+8Hz+128Hz、 4Hz+8Hz+640Hz、 1kHz	4Hz+128Hz、 4Hz+8Hz+128Hz、 4Hz+8Hz+640Hz	4Hz+128Hz、 4Hz+8Hz+128Hz、 4Hz+8Hz+640Hz、 1kHz	4Hz+128Hz、 4Hz+8Hz+128Hz、 4Hz+8Hz+640Hz
发射机电源	内置 33.6V 10.4Ah 锂电池+ 外置直流电源(选 配)	220V 交流输入+ 外置直流电源(选 配)	内置 33.6V 10.4Ah 锂电池+ 外置直流电源(选 配)	220V 交流输入+ 外置直流电源(选 配)
探测距离	15km	30km	15km	30km
发射机功率	80W	150W	80W	150W
探测深度	15 米	20 米	15 米	20 米
发射机输出电 流	100mA、200mA、 400mA、600mA、 800mA、1A	100mA、300mA、 600mA、1A、2A、 3A	100mA、200mA、 400mA、600mA、 800mA、1A	100mA、300mA、 600mA、1A、2A、 3A
GNSS 卫星定 位精度	亚米级	亚米级	厘米级	厘米级
定位坐标格式 转换	•	•	•	•
探测测绘一体	/	/	•	•
实时点距	•	•	•	•
数据存储	•	•	•	•
定制 APP	•	•	•	•
导出数据	Excel、Word、ZIP	Excel、Word、ZIP	Excel、Word、ZIP	Excel、Word、ZIP
发射机连接输 出方式	直连			
接收机接收频 率	F1(4Hz+128Hz)、F2(4Hz+8Hz+128Hz)、F3(4Hz+8Hz+640Hz)、128Hz、 512Hz、1kHz			

管道定位精度	深度的±5% (0-3m)
深度测量精度	±5%
电流测量精度	±5%
漏点定位精度	±10cm
A 字架	标配
接收机显示屏	4 寸 IPS 触摸式高清液晶屏
数据接口	无线通信和 USB 接口
存储方式	16GB eMMC, 可扩展 32GB TF 卡
使用环境	相对湿度: ≤90%;温度: - 10℃~+40℃
接收机电池	3.7V 12000mAh 锂电池
接收机工作时间	接收机: 10~20 小时

/ : 表示无此功能

• : 表示有此功能

## 4.4、接收机天线模式

KODIN 9 系列-FM 有 6 种定位模式可选，根据使用场景和条件来选取

对应的模式，按下  可以进行切换。



**峰值模式：**检测速度快，无导向箭头和罗盘，有效信号区域窄，适合确定管线大致位置后沿管线探寻和精确定位



**峰值+模式：**峰值+导向箭头+罗盘，有效信号区域窄，适合确定管线大致位置后沿管线探寻和精确定位



**宽峰+模式：**宽峰+导向箭头+罗盘，有效信号区域较宽，适合寻找管线和精确定位，适合检测和跟踪极弱的信号。



**宽峰+谷值模式：**宽峰+谷值+导向箭头+罗盘，有效信号区域最宽，适合寻找管线的大致位置，最大值不好确定，不适合精确定位



**宽峰模式：**检测速度快，无导向箭头和罗盘，有效信号区域较宽，适合寻找管线和精确定位，适合检测和跟踪极弱的信号。



**谷值模式：**谷值+导向箭头+罗盘，有效信号区域最宽，适合寻找管线的大致位置，最小值精确定位易受干扰，最好在无其它干扰设施的环境下使用。

## 4.5、增益调节与条形图

通过按键  和按键  增加或减少接收机增益大小。接收机会根据实际情况自动调整增益。

信号强度显示在条形图上方。如果条形图指示满刻度，按下按键  会自动减少至 50。

## 4.6、深度测量模式与电流测量模式

KODIN 9 系列-FM 接收机即可以测量和显示待测管道的深度，也可以测量和显示定位信号电流，在管道正上方精确定位到管道后，点击测量键 ，在弹出的测量界面能直观的展示出来所有测量数据，以便了解管道或电缆的情况。

要想深度值更精确，请保证接收机必须直接在管道上方并与管道成直线，旋转接收机角度，观察屏幕中的罗盘为竖直方向时，接收机正好与管道垂直。

**注意：请始终依据安全挖掘准则，深度测量读数仅供参考。**

## 4.7、罗盘指示和卫星定位

KODIN 9 系列-FM 接收机可以显示管道或电缆与接收机的相对位置，方便实时掌握管道或电缆的走向。

KODIN 9 系列-FM 接收机内置 GNSS 卫星定位，支持亚米级定位精度或厘米级定位精度，可以将测量过程中记录的测量点在地图中来查看和标记。便于直观的记录管道地理信息。

## 五、KODIN 9系列-FM/S150、KODIN 9系列-FM/S80发射机介绍

### 5.1、发射机概述

KODIN 9 系列-FM/S150 是一款最大输出电流为 3A 的发射机，能够在距离连接点最远 30 公里（20 英里）处发送可检测信号。

KODIN 9 系列-FM/S80 是一款最大输出电流为 1A 的发射机，内置 33.6V、10.4Ah 锂电池，方便在无电源连接的情况下工作。能够在距离连接点最远 15 公里（10 英里）处发送可检测信号。

发射机可以给被测管线施加一个特殊频率的信号电流来定位管线，在工作状态时，应打开箱盖散热，让发射机保持最合适的温度。关闭箱盖前应断开所有连线。

### 5.2、发射机旋钮操作

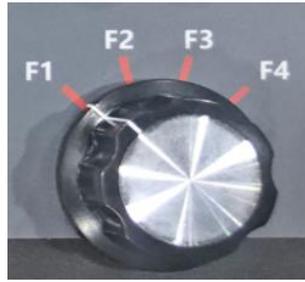
KODIN 9 系列-FM/S150 旋钮



电流调节：100mA、300mA、600mA、1A、2A、3A。

频率调节：F1—4+128Hz、F2—4+8+128Hz、F3—4+8+512/640Hz。

KODIN 9 系列-FM/S80 旋钮



电流调节：100mA、200mA、400mA、600mA、800mA、1A。

频率调节：F1—4+128Hz、F2—4+8+128Hz、F3—4+8+512/640Hz、  
F4—1kHz。

### 5.3、发射机供电电源

#### 5.3.1、交流电源 AC (仅限 KODIN 9 系列-FM/S150 发射机)

使用 110V~240V 市电电源或便携式发电机，要保证至少提供 650W 功率，使用配件中的电源线，3 芯连接器插到发射机电源接口，三头插座插到供电电源上。

也可以使用车载直流-交流逆变器提供电源，同样保证至少提供 650W 功率。

#### 5.3.2、阴保整流 (仅限 KODIN 9 系列-FM/S150 发射机)

可以使用 15-35V 整流交流电。使用时，请逐步增加电流，保证最大可以提供 5A 电流。

#### 5.3.3、直流电源 DC

使用 20V~50V 直流电源供电，保证至少提供最大 5A 的输出电流，发射机的输出功率与直流电源的供电电压有关，电压越接近 50V，功率越大，KODIN 9 系列-FM/S150 最大功率为 150W，KODIN 9 系列-FM/S80 最大功率为 80W。

发射机也可由两个 12V 汽车电池或一个 24V 汽车电池供电。

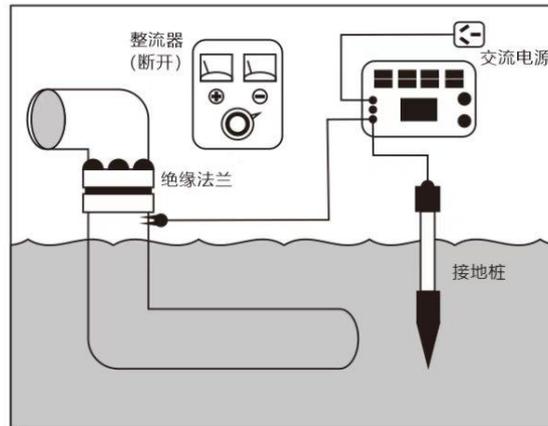
KODIN 9 系列-FM/S80 内置 33.6V 10.4Ah 锂电池，可以不外接电源直接工作，在需要长时间工作的情况下，可以使用较低的电流输出来延长电池运行时间。

#### 5.4、发射机输出连接

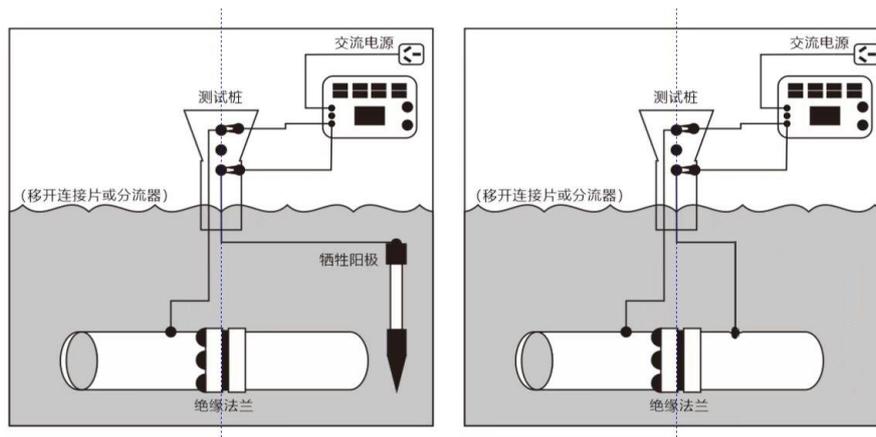
将 KODIN 9 系列-FM 发射机配件中的输出线连接头插入到发射机输出端口，将白色线上的鳄鱼夹夹到待测管道或电缆，将黄色线上的鳄鱼夹夹到接地棒连接到接地端。接地端最好采用独立的低阻抗接地物，例如一个牺牲镁阳极或接地床。

**注意：在接线之前，请务必保证发射机已关闭。**

**带电导体直连时，请由具有充分资质的人员进行操作。接地点最好保证距离管线 45 米以上，保证良好的信号分布。**



如果待测管道有绝缘接头时，将白色线上的鳄鱼夹夹到待测管道或电缆，将黄色线上的鳄鱼夹夹到绝缘接头另一侧的管道，绝缘接头另一侧可以做为合适的接地点。当没有绝缘接头时，也可以将接地点接在牺牲阳极端。



如果上述接地点都不合适，也可以选择溪流、排水沟、堤坝、沼泽、水洼等潮湿的地方做为接地点，将黄色线上的鳄鱼夹夹到大型金属件上，然后放入水中也可以做为接地点使用。

无论发射机采用何种接地方式，都应该使其电阻小于  $20\ \Omega$ ，以确保发射机输出合适的电流。

**注意：白色线和黄色线接反时，接收机 A 字架的漏点方向箭头也会指向反方向。**

## 5.5、发射机输出超限警告

**POWER**      ⚠

屏幕中功率指示亮警报标志，代表此时电源供电无法提供所需要的输出功率，输出电流达不到设定值，发射机已经达到输出上限，这时请调低输出电流来使发射机正常工作。

**VOLTAGE**      ⚠

屏幕中电压指示亮警报标志，代表此时发射机输出电压已经超过 100V，这时请调低输出电流来使发射机正常工作。

**注意：请勿使用过高的输出电压或输出电流，可能在管道泄漏处或涂层破损点产生很高的电流密度，可能会导致管道轻微腐蚀。**

## TEMP

屏幕中温度指示亮警报标志，代表此时发射机温度过高，发射机会自动停止输出，等发射机冷却后再重新输出。

## 六、管道防腐层探测应用操作

### 6.1、探测操作

#### 6.1.1、发射机连接操作

- (1)确保发射机处于关机状态；
- (2)根据 5.3 介绍，选择合适的电源来使发射机工作；
- (3)根据 5.4 输出连接方式，将红色鳄鱼夹输出端连接到管道，黑色鳄鱼夹接地端连接到合适的接地点；
- (4)调节发射机面板上的频率旋钮，一般选择最大量程探测 F1 频率，如果阻值较高的环境可选择 F3 频率。
- (5)调节发射机面板上的电流旋钮，选择最低档进行开机，等开机稳定后根据现场情况进行增大电流，观察屏幕中的超限报警标识，在满足发射机使用条件的情况下，将电流调到合适的最大输出档位；

#### 6.1.2、接收机探测设置操作

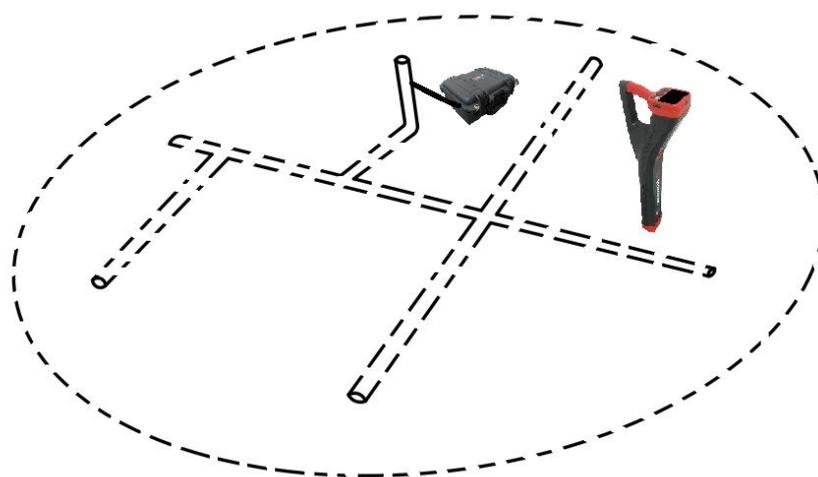
- (1)按开关机键  开机，等待屏幕出现主界面再进行操作（因为安卓系统的原因，仪器开机会会有一个稍微长的等待过程）；
- (2)触摸或者按键选择屏幕上的 KODIN 9 系列-FM 软件 APP，进入测

量界面，将接收机的频率选择和发射机的输出频率设置一致，天线模式调到峰值+模式；

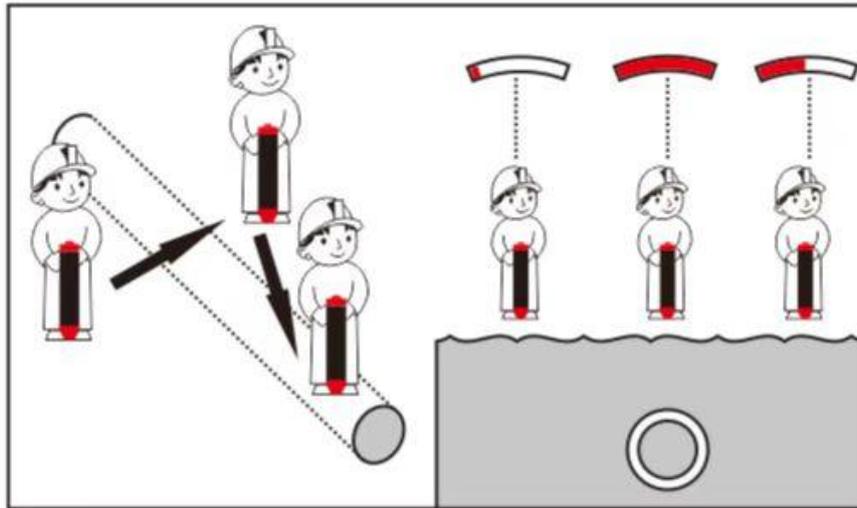
(3)如果连接 A 字架，可以选择 ACVG 模式或者 ACCA 和 ACVG 同步测量模式；

### 6.1.3、寻找管线位置操作

(1)接收机与地面垂直并靠近地面，在管道位置附近峰值+进行信号扫描，或者以发射机接入点为中心点，谷值法以 5-10 米为半径进行圆周探索管道大致位置，再用峰值+进行信号精确定位。

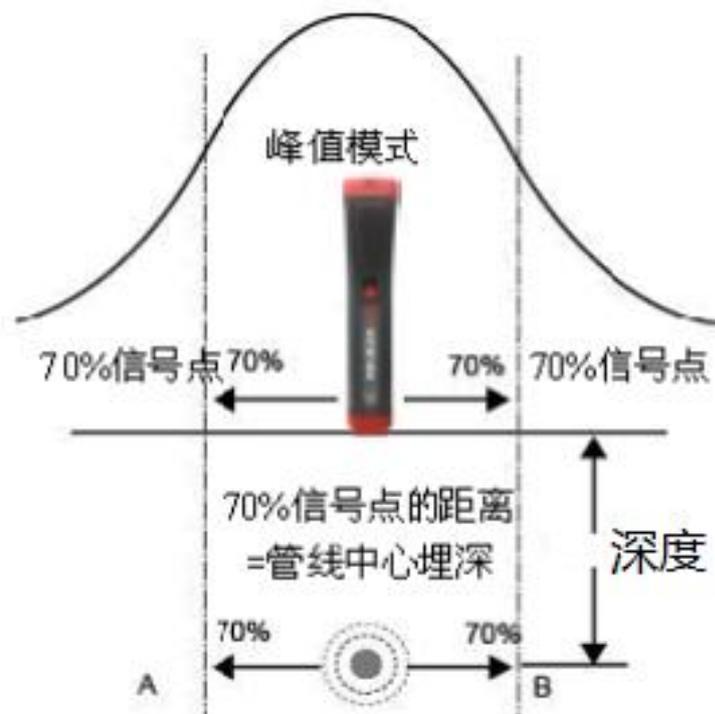


当使用峰值+模式时，旋转接收机角度，观察屏幕中的罗盘为竖直方向，在管道位置附近进行左右移动，接收机屏幕上的箭头指示会指示管线位置左右方向，距离管线较远时箭头会比较长，随着靠近管道，箭头会越来越小，条形图在距离管线较远时会比较少，随着左右移动，条形图会从小到大再到小的变化，在条形图最大的时候并且箭头最小的位置为管道的正上方。



## (2)70%法测量深度和实时测量深度

70%测量深度的操作方法：接收机位于管线正上方，朝向与管线走向一致，选择峰值+模式，按▲和▼按键来将增益调节到一个任意值，比如90，然后将接收机向管道两侧平移，直到增益值为 $90\% \times 70 = 63$ 时，即最大值的70%，在管道两侧都出现63值的位置标记下，两个最大值的70%值之间的距离，即为管线的真实深度。



深度测量：接收机位于管线正上方时，按  测量键，接收机会自动计算出管线的深度。



当待测管道周围没有其他金属干扰时，实时测量深度即为管线真实深度，当待测管道周围存在金属干扰时，测量深度可能会出现误差。

## 6.2、探测结果分析

通过条形图和箭头指示，可以确定管道定位位置的准确性，如果条形图最大值的位置和左右箭头都亮的位置一致，则可以确定管道的位置定位是准确的，如果不一致，则位置不是准确的。

如果条形图最大值的位置和左右箭头都亮的位置相距在 15cm 以内，可以进行测量，获取相应的值。如果超过 15cm，请重新定位，多换几次位置来寻找满足条件的位置。

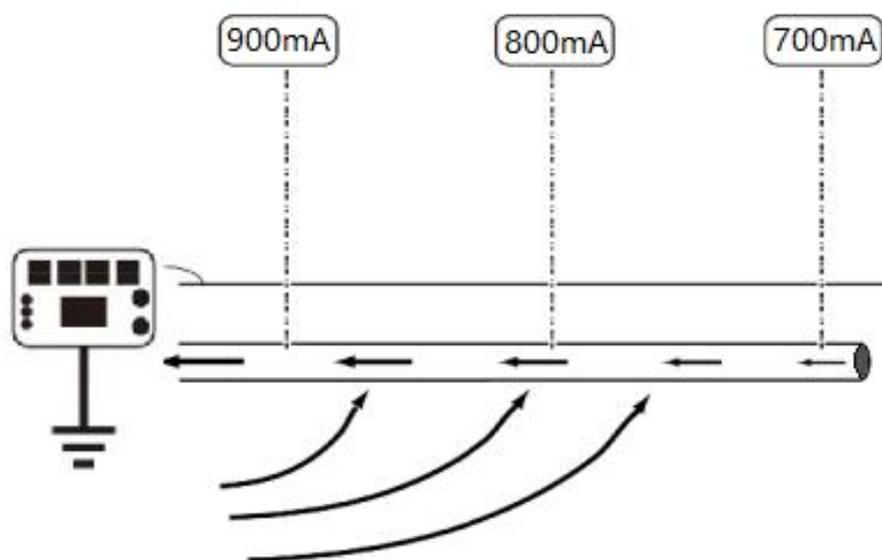
## 6.3、电流衰减探测

KODIN 9 系列-FM 发射机可以给管道施加一个 4Hz 电流信号，电流强度会随着距离发射机越远而越小，根据管道实际情况和大地阻值的不同，电流减小的速度也会有差异。

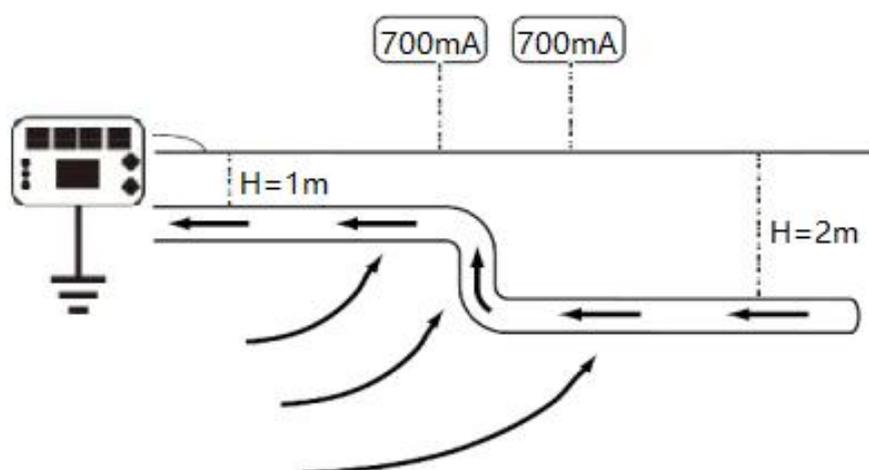
当发射机施加到管道上电流时，在管道上会产生一个与电流成正比的交变磁场，这样接收机经过这个管道时可以采集到这个 4Hz 电流信号，就

可以建立电流衰减图了。

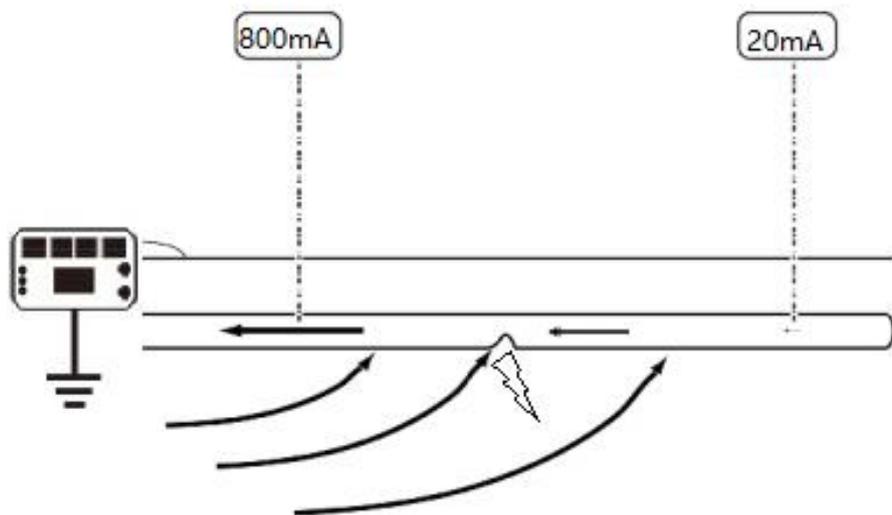
管道上的电流正常衰减，呈线性逐渐下降。



管道电流与管道埋的深浅没关系，接收机会将不同深度的管道电流值进行补偿，使的管道中的电流不随深度改变，始终保持在恒定的值。



管道防腐层有破损或缺陷时，电流不是正常衰减，会陡降。故障可能由涂层或防腐层损坏、与其他设备接触等原因造成。



#### 6.4、A 字架探测

KODIN 9 系列-FM 管道防腐层检测仪支持利用 A 字架附件探测管道或电缆绝缘故障的功能。接收机可根据故障电流方向直观的查看和定位到绝缘故障点，还可以显示 A 字架两端点的 ACVG 值，来比较不同绝缘故障点的严重程度。

**注意：**

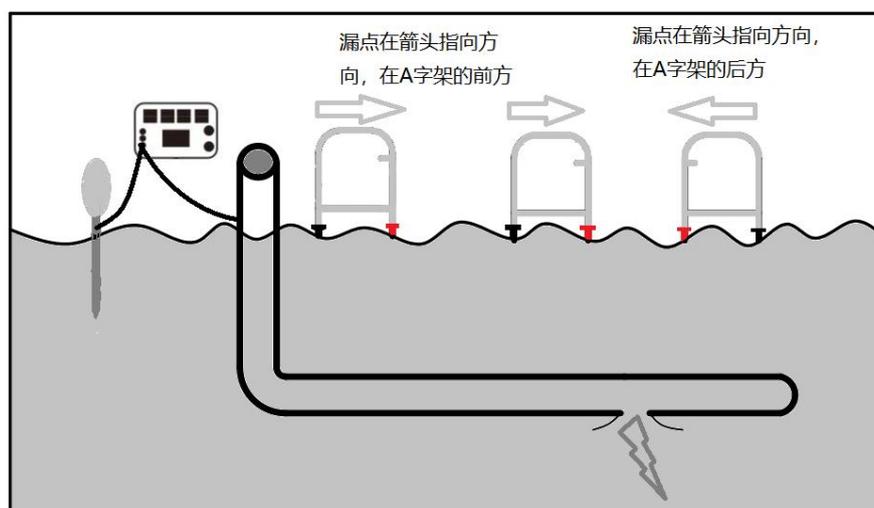
- 1、A 字架两个插针需要与地面保持良好的电气接触，最好是潮湿、导电的泥土地。如果地面干燥或地面是混凝土，可以在插针周围灌水。**
- 2、在绝缘故障管段，将 A 字架置于管道正上方（尽量靠近管线中心），并与管线平行，红色插针（带有连线的一端）与接收机表头（带有连线的一端）方向保持一致，朝前朝向远离发射机的方向，黑色插针与接收机把手端方向保持一致，朝后朝向发射机的方向。**

将配件中的 A 字架连接线上的 8 芯连接器连接至接收机连接端口，3 芯连接器连接至 A 字架上，插入 A 字架时，可以选择 ACVG 模式或者 ACCA 和 ACVG 同步测量模式，通过接收机来查找故障位置。

将 A 字架尽可能深的插入土壤中，箭头和 dbuV 值会显示在屏幕上，如果没有故障点，箭头会闪烁，dbuV 值会不稳定，这时需要沿着管道方向往前走，每走一段距离应当将 A 字架插入土地里来检查箭头指示，当出现故障点时，箭头不再闪烁，dbuV 值稳定。

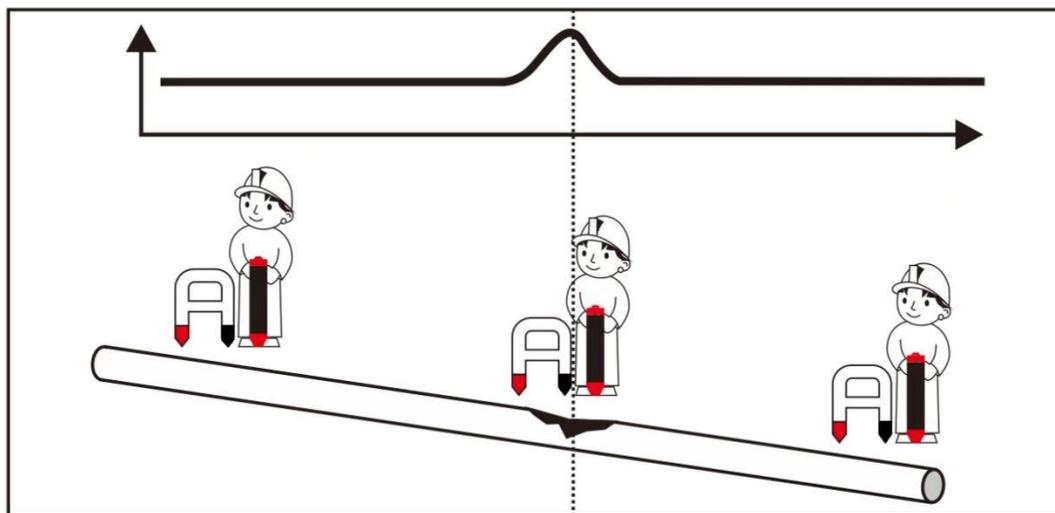


沿着管道一直走，当出现箭头方向改变时，说明故障点就在附近，以 1m 间距来回测量，当这次测量箭头和下次测量箭头正好相反时，这个位置就是绝缘故障点。



这时请将 A 字架旋转 90°，使红色插针一端指向管道，在故障点附近

沿着管道以 25cm 左右来回移动进行测量，当红色插针端正好在故障点位置时，dbuV 值最大。



KODIN 9 系列-FM 管道防腐层检测仪支持电流衰减和 ACVG 值同时测量，可以使使用者不用多次来回测量查找故障点，通过一遍查找采集数据，即可找到是否存在故障点，减少了探测时间。

开始探测时，请将接收机位于管道正上方，A 字架与管道平行。可以选择 ACCA 和 ACVG 同步测量模式，显示屏将显示电流值、故障查找方向箭头和 dBuV 读数，根据电流值的变化和 dBuV 读数来观察和查找绝缘故障点。确定好故障点 dBuV 读数最大的时候按下  按键，可以把此故障点的所有信息进行测量保存。

## 6.5、数据存储操作与分享

每次点击测量后都可以对当前数据进行保存，如果对测量数据不满意，还可以进行重测，减少误差。对每个点也可以进行标记，添加图片、录音、录像来对特殊位置进行标记，保存的数据都会在创建的项目中，想要查看

或者分享都可以在项目分组里进行操作。



测量界面右下角为保存测量数据按钮，点击保存即可保存此次测量的数据。如果需要添加标记则点击标记按钮添加，不需要添加标记就移动到下一个测量点进行下一次测量即可。

想要查看测量数据或者对测量数据进行分享操作，在菜单中的数据中心进入，然后在创建的分组里点击测量数据的分组，可以看到数据的图标模式、列表模式和标记信息，也能看到带有卫星定位的数据信息，每个数据都可以单独进行查看和操作，直观的体现在仪器界面上，便于分析管道的整体情况。

如果探测不是一条管道，可以创建不同的分组来区分不同管道的测量数据，便于记录复杂管道的数据。

不同管道里的单独一条管道的数据可以在对应管道里再单独分组，方便将管道探测状况细分，使记录的数据更细致。



测量点	深度	定位电流	低频电流	A字架db值	定位模式	时间
1#	1.61m	504.8mA	469.5mA	3-	管线定位	14:52:17
2#	1.61m	514.1mA	478.1mA	3-	管线定位	14:52:51
3#	1.65m	512.9mA	477.0mA	3-	管线定位	14:53:21
4#	1.67m	555.8mA	516.9mA	3-	管线定位	14:54:09

添加时间:2023-10-26 13:53:05  
 定位电流:439.0mA  
 超低频电流:236.4mA  
 深度:1.60m  
 天线模式:峰值+  
 A字架db值:0  
 定位频率:F1 测量模式:管线定位  
 信号强度:17 增益:100  
 异常标记:无(N)  
 与上一点距离:0.0  
 解标识:无效  
 纬度:35.48030730420428 经度:116.96970162384423  
 海拔:0.0

数据分享是对整个项目进行分享，包含每个测量点的数据，可以通过蓝牙或者科信平台分享给手机、平板、电脑端，做到数据的互传互通。

使用蓝牙分享，需要先在系统设置或者下拉菜单栏里和蓝牙配对（和智能手机连接蓝牙一样的操作），然后进入数据中心，找到需要分享的项目组，点击左上角的蓝牙图标，选择分享到哪一个设备，然后再点击分享按钮，即可将项目数据分享出去。通过蓝牙分享出去的压缩包，会以.zip格式直接存到本地，手机端、平板、电脑端都可以用 FM 数据管理软件打开查看。



打开菜单中的数据中心，直接对想分享的项目组进行打包压缩，点击

项目分组一栏的 ZIP 图标即可，整个项目组的数据会以.zip 格式压缩。



将压缩完的数据包在科信平台里找到想分享的人，点开对话框，点击聊天框下面的  按钮，找到报告图标，点击报告图标就可以将压缩好的数据包发送到对方，对方可以直接打开进行查看，也可以另存到本地进行保存备份。



## 6.6、FM 数据管理

测量完的数据除了可以在 KODIN 9 系列-FM 接收机上的数据中心直接查看外，还可以分享出来之后，通过科信平台或者 FM 数据管理软件进行查看。

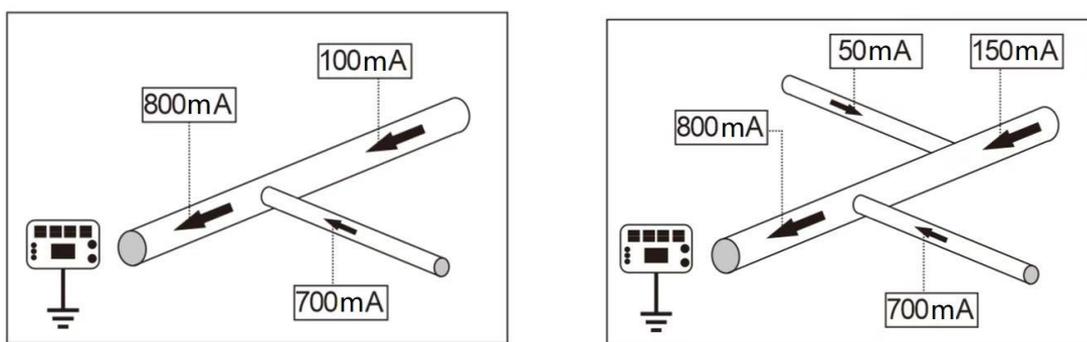
FM 数据管理软件是一款用于查看和分析 KODIN 9 系列-FM 管道防腐层探测仪探测数据的软件，可以在科电官网：[www.kedianyiqi.com](http://www.kedianyiqi.com) 进行下载，分为安卓端和 PC 端。详细信息请阅读 FM 数据管理软件操作说明。

## 七、理论技术和实践

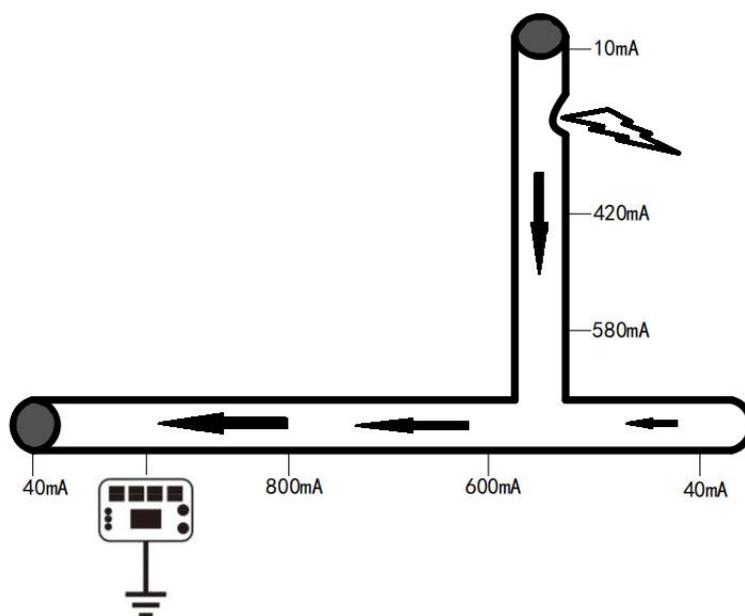
### 7.1、电流测量的基本技术

管道中的电流会在接口处受到管道支路的影响产生分流，电流分流原理，即所有支路电流的和等于主管道的电流。

根据各支路中的电流不同来判断故障点的位置，哪条支路中的电流最大，说明电流从该管道中流出最多，故障点也就在该条管道中。

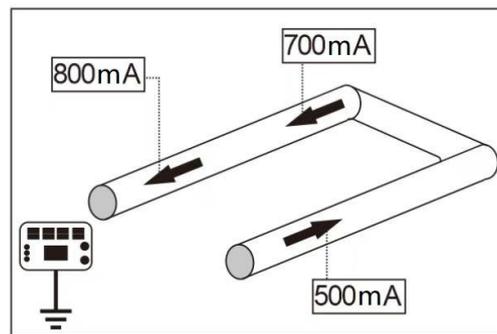


在实际探测管道过程中，可以先熟悉本地管道铺设的管道网络图，可以更好的确定发射机的连接位置，根据支路电流最大这一原理，可以很快找到防腐层故障点。



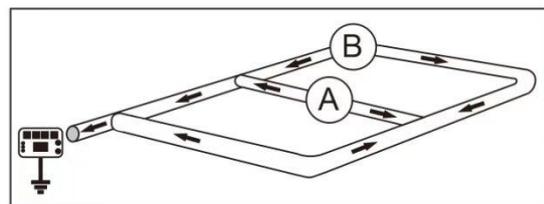
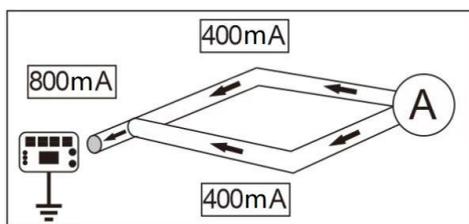
如上图所示，在接口处，有故障点的支路，电流会比其他管道电流大的多，沿着最大电流的支路管道继续探测，在支路中电流会急剧下降的点即为管道防腐层故障点。

如果探测管道的电流方向突然改变，说明管道不是直线铺设，这时需要进行重新定位管道操作。



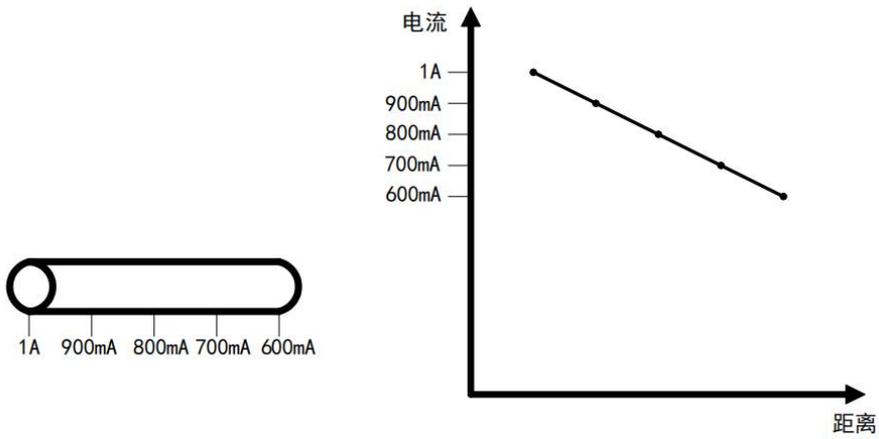
如果管道以环形方式铺设，那么在管道的所有位置和管道防腐层相同的情况下，A点测得的电流为0。

对于实际中环形管道的不同年限和防腐层，管道中的电流为0点可以是任何地方，电流流向如图所示。

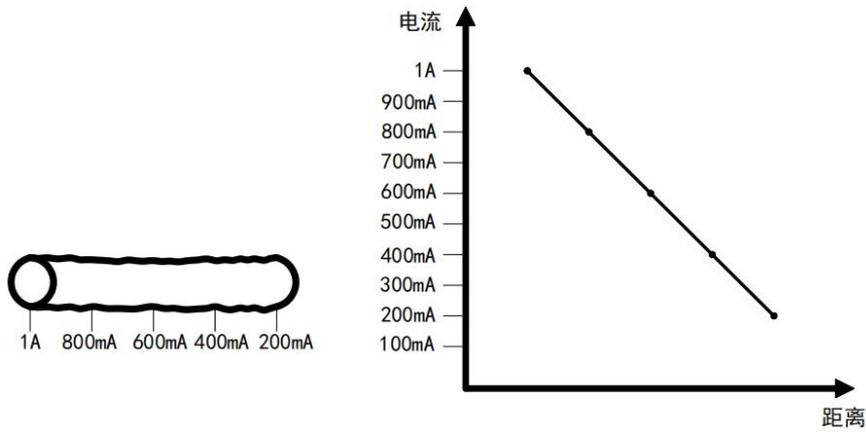


## 7.2、管道电流分析

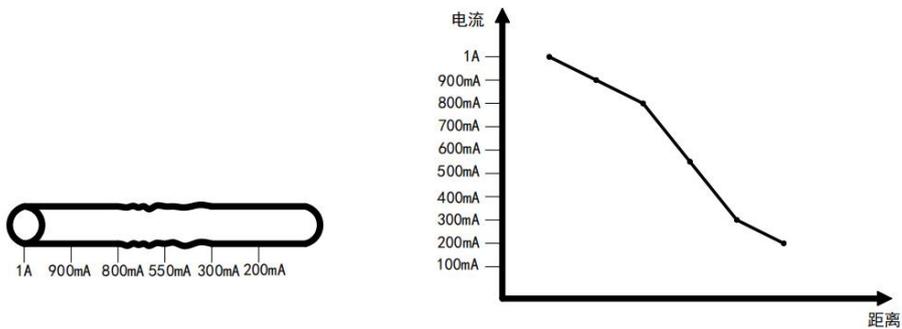
- ①、管道防腐层良好的管道电流损耗会比较平稳。



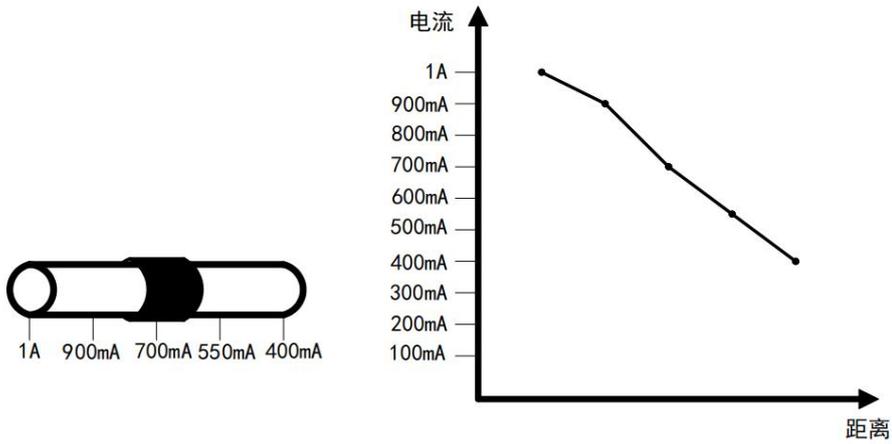
②、管道防腐层不良的管道电流损耗会急剧下降。



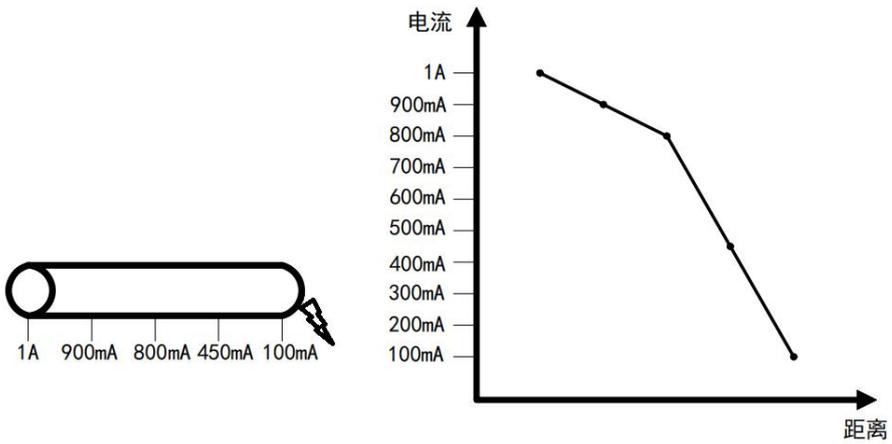
③、管道防腐层良好和不良的管道参杂在一起时，在良好的管道位置电流损耗比较平稳，在不良管道位置电流损耗会比较大。



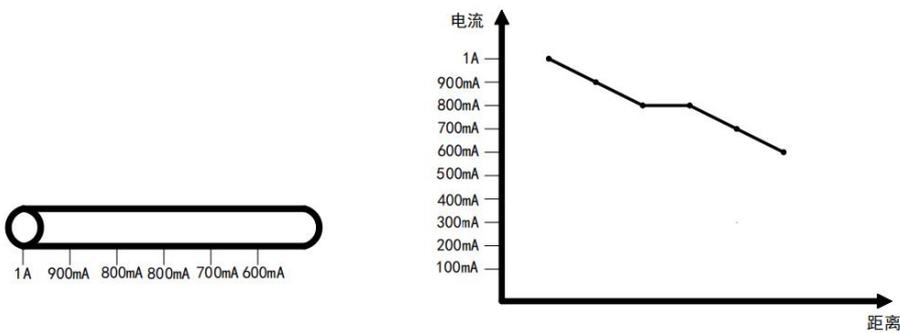
④、管道中有防腐层不良的套管时，经过此位置的电流会有一定程度的加剧损耗。



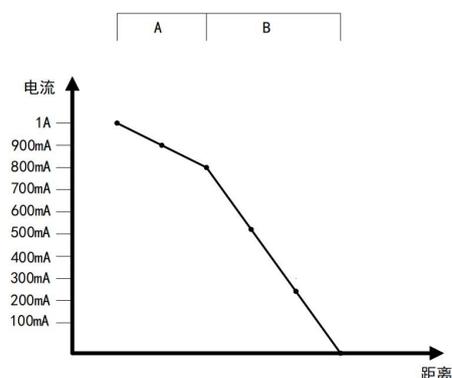
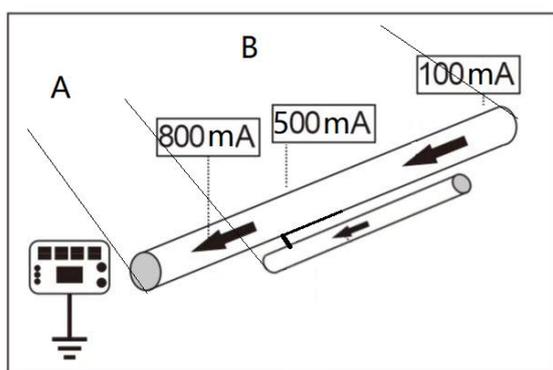
⑤、管道中有短路或者与其他管道相接触的点时，电流损耗会急剧下降。



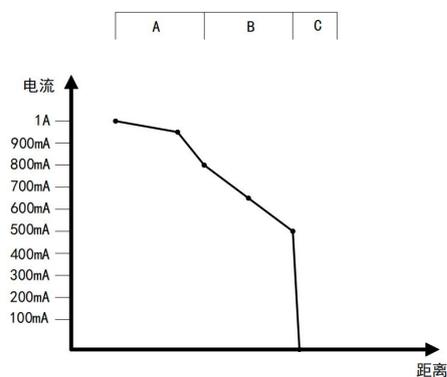
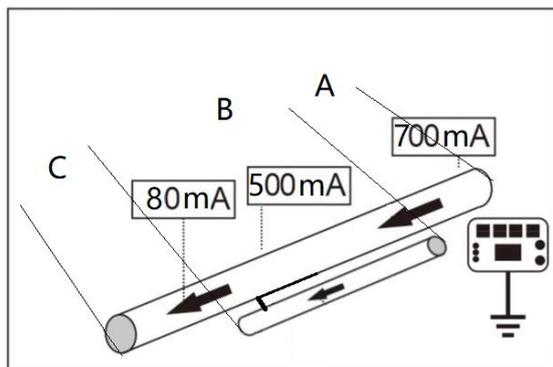
⑥、管道中防腐层良好，路面比较干燥和阻抗比较大电流损耗会急剧下降。



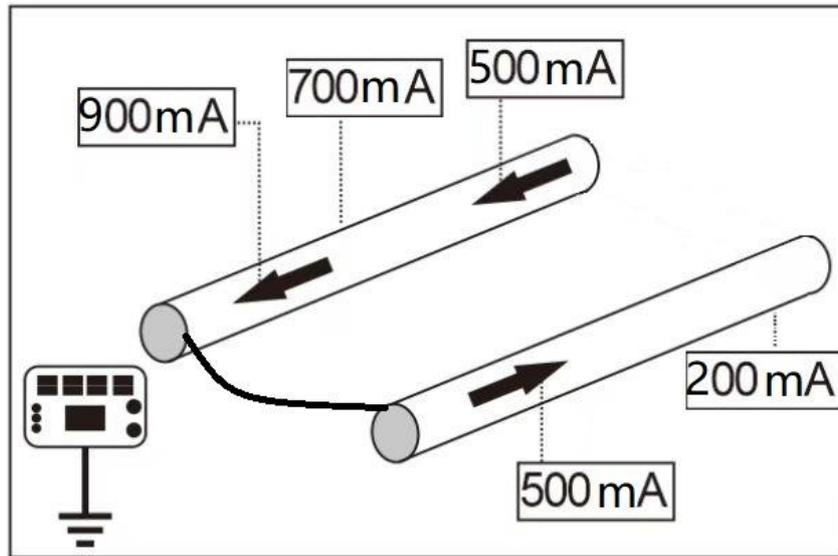
⑦、相互连通的平行管道，A 段管道电流损耗平稳，管道表面防腐层良好。B 段管道电流损耗急剧下降，说明两条管道有相互接触的点，两条管道形成了短接的状态。



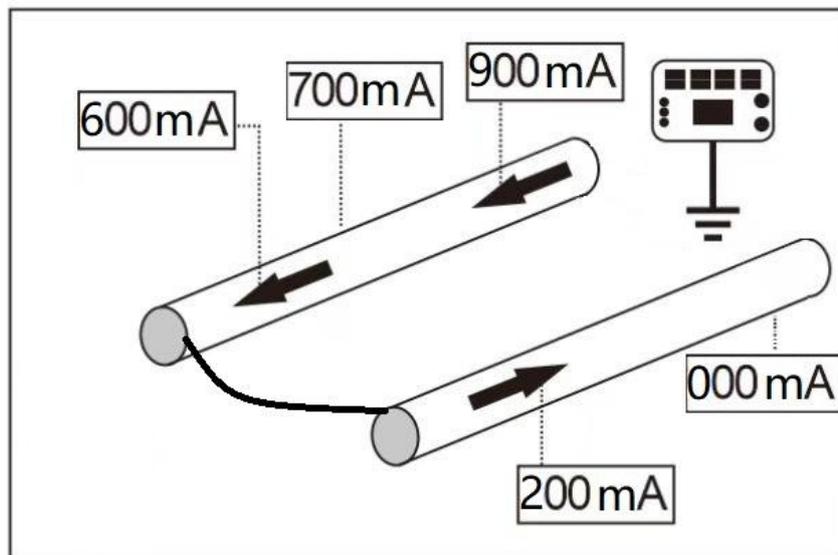
将发射机换到另一端重新测量管道电流，A 段管道电流损耗平稳，管道表面防腐层良好。B 段管道电流损耗急剧下降，说明两条管道有相互接触的点，C 段两条管道形成了短接的状态。



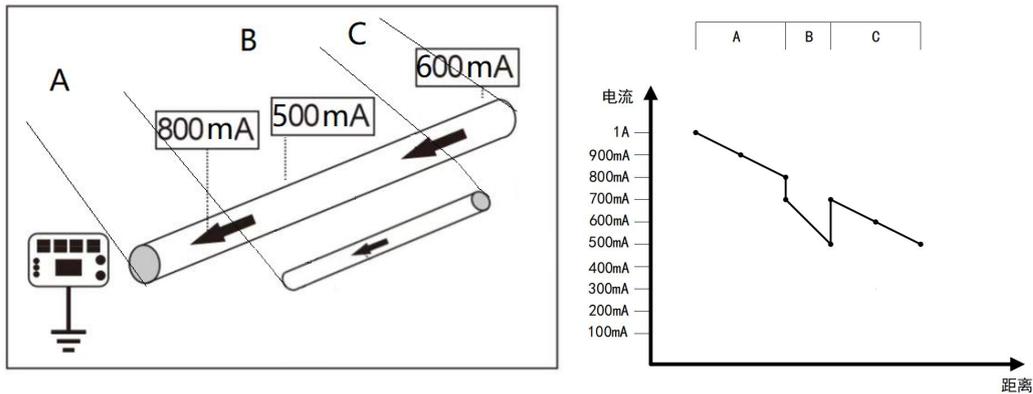
⑧、距离 3m 以上的连通平行管道，在距离发射机约 3 千米之处获得两个读数，新管道上电流比旧管道上电流明显大的多。接收机电流箭头指向发射机的方向，这表明在 3 千米内的某个地方，新管道与旧管道有相连接的地方。



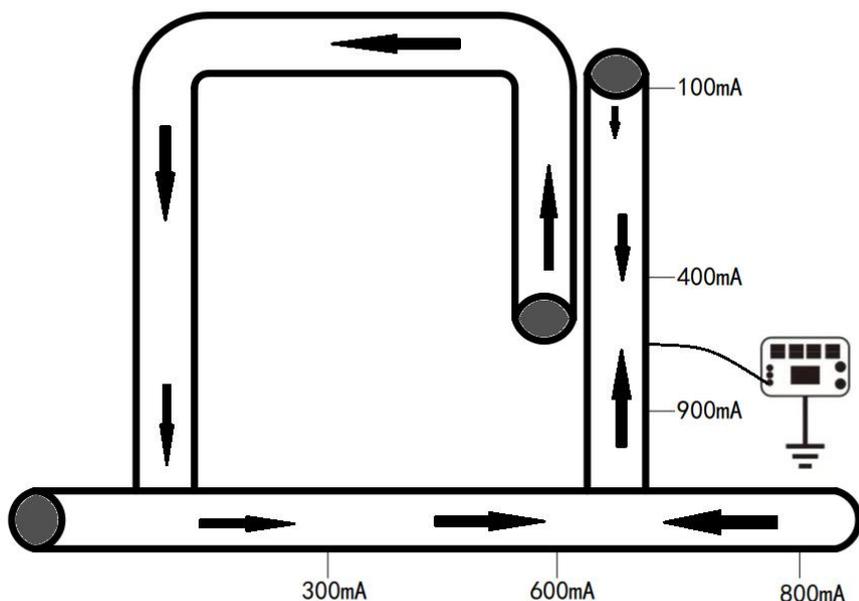
将发射机换到另一端重新测量管道电流，在相同的位置测得新管道上电流接近发射机输出值，旧管道上几乎没有电流值，当在两条管道上靠近连接点处测量电流时，电流出现在两条管道上，箭头方向相反。这表明两条管道的连接点在前面的某个位置。管道防腐层故障点就可以按照接通管道支路故障点在的支路电流越大来查找故障点。



⑨、不连通的平行管道，A 段管道电流损耗平稳，管道表面防腐层良好。B 段管道电流损耗急剧下降，表明有少量电流流向相反的方向，这产生了抵消效应，导致 B 段管道上的电流下降。C 段管道电流上升，之后损耗平稳，管道表面防腐层良好。



⑩、既有平行管道又有接通管道时，电流箭头指向发射机的一侧检测到接近发射机输出的电流值。另一侧则测出了一个不良的峰值和谷值，电流箭头方向背离发射机，在离发射机更远的地方也同样测出了一个不良的峰值和谷值，发现这两条管道相互短接。



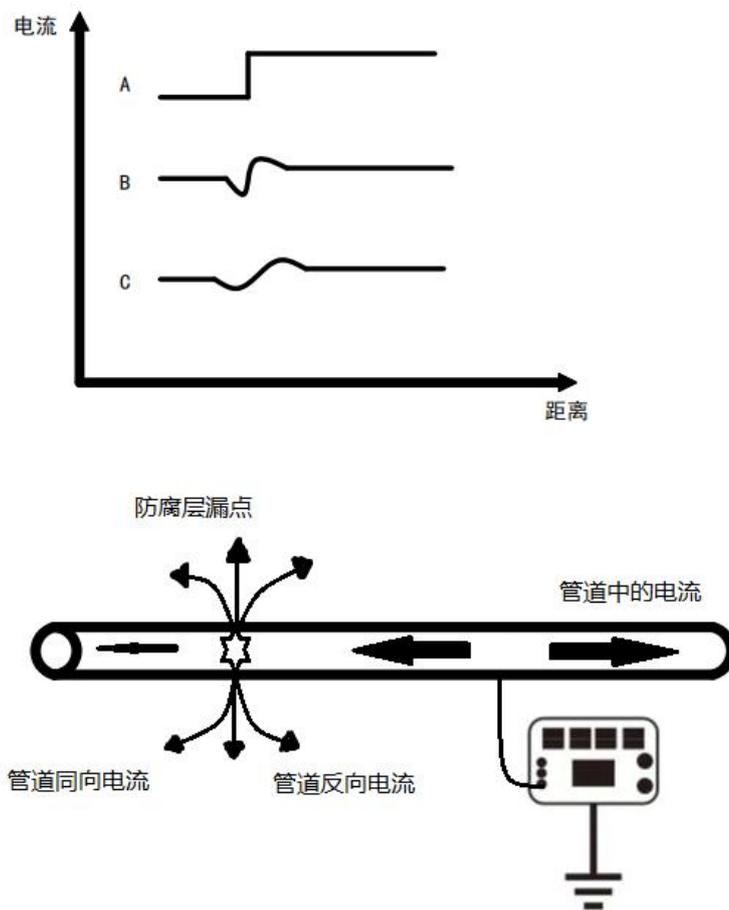
### 7.3、管道电流误差分析

KODIN 9 系列-FM 管道防腐层检测仪使用 4Hz 的低频频率，减少了对其他管道的感应和电容耦合的影响，管道中的损耗则由管道防腐层损坏或者与其他管道接触造成。

为确保电流测量的准确性，请务必遵循使用标准测量技术和方法，测量时请确保峰值条形图和谷值箭头重合，在标准操作的情况下仍会有产生误差的原因：

- ①、测量的深度不合理，读数不稳定。
- ②、周围存在金属物干扰、靠近大型停放车辆、行驶的车辆、钢头靴等金属物、电磁干扰、靠近高压线、杂散电流区域。
- ③、周围存在平行管道，管道上感应电流相互叠加，管道分布过于密集。
- ④、避免在三通、四通、弯曲件、深度变化大等位置进行测量，管道磁场会发生畸变。测量点应远离发射机，靠近发射机的信号接地电流明显，管道测量的电流值变大，且与管道电流方向相反。如果需要探测靠近发射机的位置，则需要多次更换发射机连接点测同一位置的管道。
- ⑤、测量管线的定位电流低于 20mA，读数会不准。如果接收机接收的电流在长时间探测中低于 100mA，则定位电流可能很低，请提高发射机的输出电流。

## 7.4、管道电流测量结果分析



在实际测量过程中，会将所测的结果进行分析，排除管道上检测到的磁场与其他信号路径的影响。以上图为例：

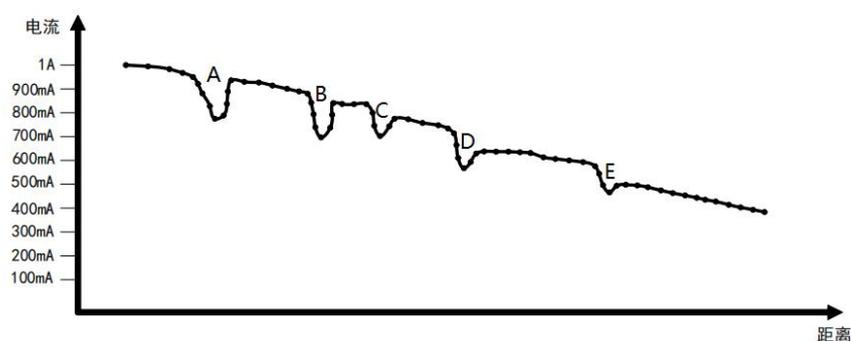
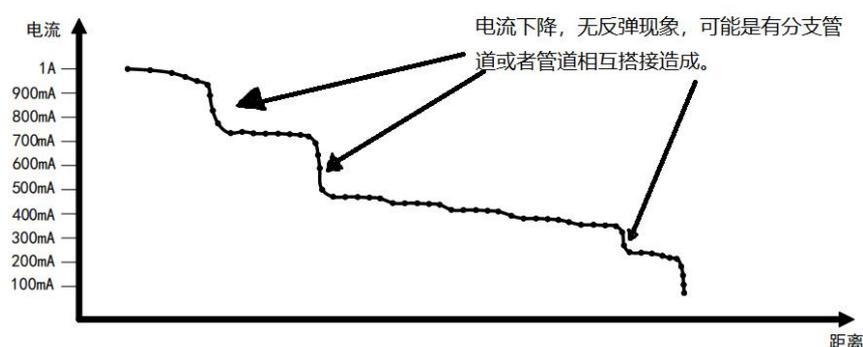
**A** 曲线表示理想中的电流测量情况，不考虑土壤电流的影响。

**B** 曲线表示管线电流故障的理论影响。在故障点处，电流从两个方向进入管道，会影响管道周围的磁场，使靠近故障点的管道周围的磁场畸变。在故障点前面的一段短距离内，管道电流结果为管道电流减去接地电流之后剩下的电流，测量结果表现为急剧减小。在故障点后面的一段短距离内，它们被加到管道电流中，测量结果表现为电流上升，然后在减小到恒定值。

在故障点位置接地电流相互抵消，在离故障一定距离的地方，电流稳定下来。

C 曲线表示真实情况下的电流测量。这种磁场畸变一般分布于故障点两侧 2~10 米处，分布范围因故障的类型和严重程度的不同而不同。距离故障点越近，磁场畸变越明显。因此，对于需要探测的区域需要进行全面探测。

在有支路管道或者多条管道搭接的情况下，电流会急剧下降，但是不会出现反弹现象，当管道防腐层出现故障点时，电流会先急剧下降，然后会有反弹现象。整条管道的电流曲线可以如实体现在电流衰减曲线中，根据电流衰减曲线可以分析判断出管道的真实情况。



图中的“**A**”点，电流先急剧下降，然后回到原来的水平。这可能是由于定位信号的磁场畸变或者管道上方有另一条管道引起的。此位置可以根据施工图进一步确定。

图中的“B”点到“E”点，有明显的阶跃和信号损耗，并且有回弹的情况。这些位置表示需要进一步探测管道，以确定管道防腐层的故障点位置。

在对管道进行全面分析的过程中，应将接地电流畸变数据进行舍弃，对电流数值进行合理真实的分析。在电流曲线异常的位置进行重点分析测量，多方面考量管道的实际情况，对于管道的合理分析有更全面的帮助。

## 八、科信平台

### 8.1、科信 APP 简介

本应用服务于检测行业信息通信和信息共享，是一个集工作、学习、交流、分享于一体的 APP。主要功能如下：

- 1)、实时信息交流，辅助检测仪器在线实时测量数据的分享；
- 2)、专家求助功能，工作中遇到难题，在科信中解疑答惑；
- 3)、工友圈，专属领域工友的交流分享工作；
- 4)、更多功能与服务：工作群、技术问答、技术博客等功能。

在线测量生成报告功能：仪器出厂时已进行账号注册，用户打开“科信”APP，对工友的科信账号进行添加，在与工友的聊天对话框中进行测量生成报告，分享给工友，也可实现音视频在线实时测量。

注：仪器已内置科信 APP，工友使用科信需要在手机端或电脑端下载。  
科信软件下载方式：

a、手机在应用商店搜索“科信”找到“科信”APP 下载即可，目前大部分的应用商店均已上架。

b、如果所用手机的应用商店没上架科信，可以登录 [www.aikexinyun.com](http://www.aikexinyun.com) 或使用手机上的”浏览器”扫描下方二维码进行下载。



关于科信 APP 的详细信息，请阅读或翻看科信 APP 内置帮助说明。

## 8.2、在线测量数据分享

打开设备端的“科信”APP，选择通讯录栏目，点击右上角的“+”输入对方账号进行工友添加，也可以扫描该工友的科信二维码进行添加。添加成功后进入和该工友的聊天界面，点击“”即可调用测量 app，测量完成后在 App 数据中心生成报告，返回聊天界面，点击报告按钮选择相应报告进行分享。



图 1 设备端聊天界面



图 2 设备端报告选择界面

## 8.3、实时音视频

在和工友交流界面下，点击聊天输入框旁边的“+”，选择弹出界面的“视频通话”图标即可进行与工友的在线音视频交流，视频通话过程中，点击“”即可进入测量界面，工友可实时观看测量，并进行交流。

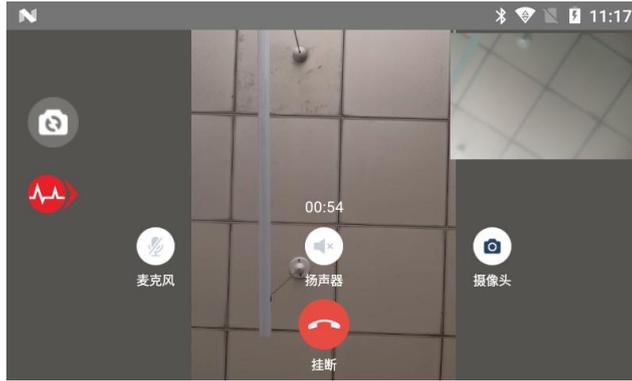


图 3 设备端实时通话界面



图 4 手机端实时通话界面



图 5 设备端实时通话界面

## 8.4、其他丰富的功能

在科信 APP 的共享栏目下可以查看行业动态、专业文章、同行互助、专家求助、工友圈等；在科信栏目下，可以查看与工友的互动，包括评论、点赞收藏、问答、求助以及其他互动，下方展示会话列表点击某个工友可以进行实时交流，还可以查看七天内聊天记录；在通讯录栏目下可以查看我的工友，加入的群，新的工友申请；在我的栏目下可以修改个人资料，管理我的问答动态等。

## 九、保养与维护

### 9.1、保养

避免仪器及配件受到强烈震动；避免将仪器置于过于潮湿、过热和接触腐蚀性气体或液体的环境中；长时间不用时建议一个月充一次电以保证电池的使用寿命。

### 9.2、电源检查

电源电量低时，仪器显示欠电符号，此时应及时对仪器充电，以免影响精度。在较暗环境下，应尽量降低背光亮度，以免过快的消耗电池电量。

### 9.3、维护

KODIN 9 系列-FM 管道防腐层检测仪基本不需要维护。请注意维修只能由科电公司售后服务部或授权代理商进行。

当仪器测量不正常时应作下述检查：

- (1) 检查电池是否有电，应及时充电以免电池受损。
- (2) 测量方法是否得当。
- (3) 其他故障请送厂售后服务部修理，不得自行拆卸。

### 9.4、正常维修程序

● 当KODIN 9 系列-FM 管道防腐层检测仪出现其它不正常现象时，请用户不要拆卸或调节任何固定装配之零部件，填妥保修卡后，交由我公司维修部门，执行保修条例。

## 9.5、非保修器件

- 外壳

## 十、用户须知

● 本公司产品从用户购置之日起，一年内出现质量故障（非保修件除外），请凭“保修卡”或购机发票复印件与本公司联系，可免费维修。

- 超过保修期的本公司产品出现故障，按公司规定核收维修费。

● 标准配置外的选择配置(异型传感器、加长电缆、专用软件等)按公司有关标准收取费用。

● 凡因用户自行拆装本公司产品、因运输、保管不当或未按产品说明书正确操作造成产品损坏，以及私自涂改保修卡，无购货凭证，本公司均不能予以保修。

## 十一、贮存条件及运输

● 贮存时应远离振动、强烈磁场、腐蚀性介质、潮湿、尘埃，应在常温下贮存。

- 运输时在保证原包装的状态下，可在三级公路条件下进行。

## 附一、KODIN 9 系列-FM/S150 仪器及配件

序号	名 称	数量	单位	备注
1	KODIN 9 系列-FM 接收机	1		
2	KODIN 9 系列-FM/S150 发射机	1		
3	A 字架（带 A 字架连接线）	1		
4	KODIN 9 系列-FM 接收机手提包	1		
5	4.2V 2A 电源适配器	1		
6	交流电源线	1		
7	直流电源线	1		
8	输出线	1		
9	Micro USB 数据线	1		
10	铁锉	1		
11	接地钉	2		
12	磁吸	1		
13	250V 5A 保险丝	2		
14	SIM 卡取卡针	1		
15	便携式锂电池组（36V15Ah）+充电器	选配		
16	接收机电池仓（带电池）	选配		
17	屏幕贴膜	选配		

## 附二、KODIN 9 系列-FM/S80 仪器及配件

序号	名 称	数量	单位	备注
1	KODIN 9 系列-FM 接收机	1		
2	KODIN 9 系列-FM/S80 发射机	1		
3	A 字架（带 A 字架连接线）	1		
4	KODIN 9 系列-FM 接收机手提包	1		
5	4.2V 2A 电源适配器	1		
6	33.6V 2.5A 电源适配器	1		
7	直流电源线	1		
8	输出线	1		
9	Micro USB 数据线	1		
10	铁锉	1		
11	接地钉	2		
12	磁吸	1		
13	250V5A 保险丝	2		
14	SIM 卡取卡针	1		
15	便携式锂电池组（36V15Ah）+充电器	选配		
16	接收机电池仓（带电池）	选配		
17	屏幕贴膜	选配		

### 附三、保修卡

保 修 登 记 卡	
产品型号	
主机编号	
装置编号	
保修电话	
用户信息	
购机日期	
单位名称	
联系地址	
联系人	
联系电话	