

# 目 录

第一章 概 述.....	1
第二章 FA-TT1360 型地下管线探测仪主要功能、特点和技术指标.....	2
2.1 主要功能.....	2
2.2 主要特点.....	2
2.3 技术指标.....	3
2.3.1 发射机技术指标.....	3
2.3.2 接收机技术指标.....	3
2.3.3 环境要求.....	4
2.3.4 物理特性.....	4
第三章 探测仪工作原理.....	5
3.1 探测仪路由查找原理.....	5
3.2 探测仪埋深测量原理.....	5
3.3 探测仪绝缘故障查找原理.....	6
第四章 操作简介.....	7
4.1 发射机操作简介.....	7
4.1.1 按键功能说明.....	7
4.1.2 显示屏功能说明.....	7
4.1.3 发射机的基本使用方法.....	8
4.1.4 发射机的配件.....	9
4.2 接收机操作简介.....	10
4.2.1 按键功能说明.....	10
4.2.2 显示屏功能说明.....	11
4.2.3 接收机的基本使用方法.....	13
4.2.4 接收机的配件.....	16
第五章 管线的探测.....	17
5.1 一般管线的探测.....	17
5.1.1 重视安全性.....	17
5.1.2 发射机信号发射方式.....	17
5.1.2.1 注入法.....	18
5.1.2.2 感应法.....	19
5.1.2.3 钳夹法.....	19
5.1.3 接收机对目标管线探测.....	20
5.1.3.1 接收机对目标管线路由探测.....	20
5.1.3.1.1 峰值模式.....	20
5.1.3.1.2 谷值模式.....	21
5.1.3.2 接收机对目标管线深度测量.....	21
5.1.3.3 接收机对多根管线的识别.....	23
5.1.3.3.1 听诊器的使用.....	23
5.1.3.3.2 电流测量 (CM) .....	24
5.1.4 绝缘故障查找.....	24
5.1.5 现场探测程序.....	25
5.2 复杂管线的探测.....	25

---

5.2.1 T形管线的探测.....	25
5.2.2 平行管线的探测.....	26
5.3 探测中的常见情况.....	26
5.3.1 从接头或交接箱出发追踪电缆.....	26
5.3.2 长距离追踪电缆.....	26
5.3.3 接头尖峰脉冲.....	27
5.3.4 金属护栏.....	27
5.3.5 街道照明电缆.....	27
5.3.6 追踪金属煤气管道.....	27
第六章 使用前的准备.....	29
6.1 检查.....	29
6.2 电池.....	29
6.3 充电器的使用.....	30
第七章 维护保养及一般故障的排除.....	31
7.1 例行检查.....	31
7.2 清洁保养.....	31
7.3 一般故障的排除.....	31
7.4 维修服务.....	32
7.5 售后服务承诺.....	32

## 第一章 概 述

FA-TT1360 型地下管线探测仪由一台发射机、一台接收机及附件构成，用于地下管线路由的精确定位、埋深测量和长距离的追踪以及对管线绝缘故障点的测量查找。FA-TT1360 型地下管线探测仪采用了多线圈电磁技术，提高了管线定位定深的精度和目标管线的识别能力，在管线密集复杂的区域也能准确地对目标管线进行追踪和定位。因而 FA-TT1360 型地下管线探测仪在电信、网通、移动、联通、铁通、电力、自来水、煤气、物探、石化和市政等行业得到了广泛的应用。

FA-TT1360 型地下管线探测仪提供多种可选附件，从而增加了它们的用途，扩展了它们的应用范围。

使用 FA-TT1360 型地下管线探测仪之前请阅读本手册。

## 第二章 FA-TT1360 型地下管线探测仪主要功能、特点和技术指标

### 2.1 主要功能

- 1、测定地下管线的路由
- 2、测定地下管线的埋深
- 3、多管线的情况下目标管线的识别
- 4、检测并定位管线绝缘故障点

### 2.2 主要特点

- 1、采用先进的信号处理技术、最新的集成电路元器件以达到优异的测试性能。
- 2、测量信号的多种发送方式：
  - (1) 注入法：用于有注入点的管线。
  - (2) 钳夹法：用于被测管线有一段外露，便于钳夹夹钳的管线。
  - (3) 感应法：用于无注入点或无外露的管线。
- 3、多种测量频率：有 480Hz、7.7KHz、31KHz 和 61KHz 四种有源频率以及电力线缆的 50Hz 无源频率；用户可以根据环境的不同进行选择（需要特殊测量频率请在定货合同中注明）。
- 4、提高测试效率的不同的定位模式和功能：
  - (1) 峰值模式：通过测量信号的极大值来确定路由的位置。
  - (2) 谷值模式：通过测量信号的极小值来确定路由的位置。
  - (3) 路由定向：直观、迅速地指示路由的方向。
  - (4) 绝缘故障测量（FF）：测量并定位出管线绝缘恶化导致的故障点。
  - (5) 听诊器：通过听诊头从众多管线中识别出信号所加载的管线。
- 5、辅助功能：
  - (1) 接收增益自动调节：自动调节接收机的增益以使接收机处于优化状态，免去了手动调节的繁琐。
  - (2) 声响功能：接收机通过音调变化直观地反映测量的信号大小。

(3) 管线状态检测：发射机在做注入模式时，首先检测管线的绝缘电阻，残余电压，再将信号施加到目标管线上。当管线上绝缘电阻较小（近于对地短路）发射机将自动退出该模式，当残余电压较大时发射机告警，操作人员应立即停止信号的加载，关闭发射机。

(4) 电池电量检测：电池电量的实时检测，当电量低到保护值时会发出报警自动关机。

(5) 节电功能：发射机开机 30 秒左右未按其它键、接收机开机操作后，若 10 分钟左右未再按其它键时，机器会自动关机，以节省电池电能。

## 2.3 技术指标

### 2.3.1 发射机技术指标

注入法	480Hz、7.7KHz、31KHz 和 61KHz
感应方式	31KHz
钳夹方式	31KHz
故障查找	480Hz
输出电压	0-400V <sub>p-p</sub> 根据绝缘情况变化
输出波形	正弦波
电 源	11.1VDC 4.4AH 锂电池
最大输出功率	10W

### 2.3.2 接收机技术指标

功耗	<1.0W
电源	11.1VDC 1.8AH 锂电池
最大测试线路埋深	4.5 米 （正常情况下）
测试线路埋深误差	$\pm 0.05h \pm 5\text{cm}$ (h 为管线的埋深)
测试线路路由误差	$\leq 5\text{cm}$
利用注入法测试管线路由及埋深有效长度	不小于 10Km（正常情况下）
利用感应法测试线路路由及埋深有效长度	不小于 3Km（正常情况下）
利用钳夹法测试线路路由及埋深有效长度	不小于 6Km（正常情况下）
绝缘故障检测	不小于 2M $\Omega$

注:正常情况下指所测试的管线在上述测量范围内没有绝缘故障及其它干扰。

### 2.3.3 环境要求

工作温度	-20℃~+50℃
存储温度	-40℃-70℃
相对湿度	10%~90%
大气压力	86~106KPa
环境噪声	≤60dB

### 2.3.4 物理特性

组件一（仪表组合）

名 称	重量 (Kg)	外形尺寸 (mm)
发射机	3.4	348*239*175
接收机	2.6	648*260*130
整机	14	790*250*420

用户可以选配组件:

组件二（故障测试支架）

名 称	重量 (Kg)	外形尺寸 (mm)
故障测试支架	1.5	525*672*25

## 第三章 探测仪工作原理

### 3.1 探测仪路由查找原理

根据电磁理论，交变的电流在空间产生一变化的磁场，其关系满足安培环路定律。如果周围是均匀介质，加载交流电流的导体足够长、直时，在该导体周围产生一个同轴的交流电磁场，磁场强度的大小正比于电流，反比于到导体的距离。如将一线圈置于这个磁场中，在线圈内将感应产生一个同频率的交流电压，感应电压的大小取决于该线圈在磁场中的位置，当磁力线方向与线圈轴向平行时，线圈感应的电压水平分量呈极大，如图 3.1 所示；当线圈轴向与磁力线方向垂直时，感应的电压水平分量最小，为极小值；如图 3.2 所示。探测仪正是利用这一特点实现埋于地下的管线的路由查找。这两种极大值、极小值的探测方法即对应测量路由的峰值、谷值法。

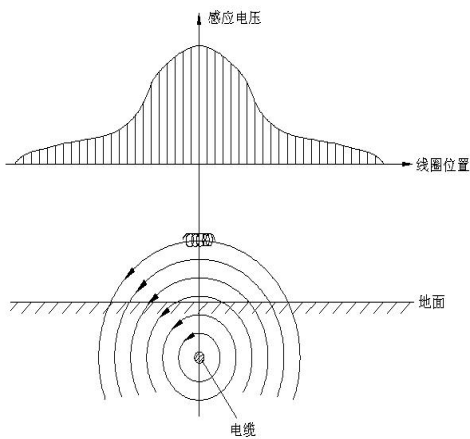


图 3-1

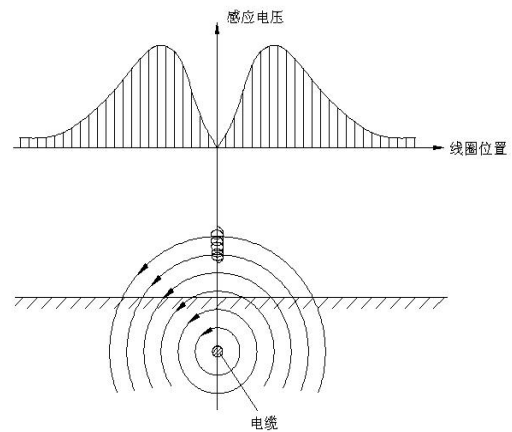


图 3-2

### 3.2 探测仪埋深测量原理

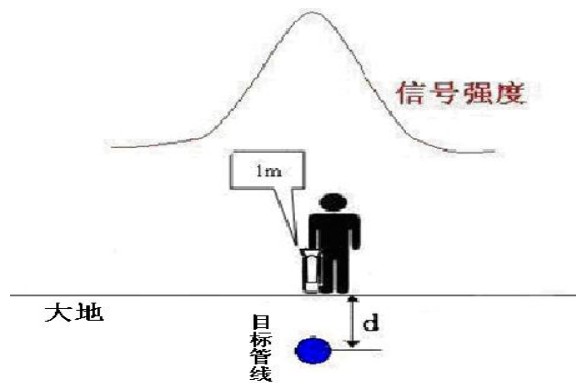


图 3-3

接收机内有上下两个相同的水平放置的线圈，它们之间的距离已知。在路由正上方测量得到的上下传感线圈的信号强度，按照电磁理论，可以反推算出未知的目标管线埋深大小。

假设接收机内两平行的探测线圈的中心距为  $L$ ，在路由的正上方检测到的信号分别为  $v_1$ 、 $v_2$ ，则埋于地下  $D$  处的管线理想情况下满足公式： $D=L/(V_2/V_1-1)$

探测仪正是利用这样的关系实现直读法测量管线的埋深。

### 3.3 探测仪绝缘故障查找原理

直埋于地下的管线外层多包以绝缘护套，正常的情况下对地应有极高的阻抗，但随着时间的推移，因种种原因而导致管线的绝缘性能逐步下降，等效的绝缘电阻可降为几  $M\Omega$ 、几十  $K\Omega$ ，直至完全对地短路，进一步恶化便可导致管线的断裂，造成更大的损失。及时地查找出管线的绝缘故障点，是管线维护工作的重要一环。

采用探测仪的绝缘故障查找功能（FF）便可迅速及时地检测出管线的绝缘故障点。发射机采用直接注入工作方式，将故障查找的专用信号加至管线上，如图 3-4 所示。信号在故障点处通过大地向外泄漏，电位大小则以故障点为中心，球面型径向地非线性衰减。将与接收机相连的辅助故障测试支架插入地表面，获取泄漏的信号特性，即可测量出故障点所在方向。按接收机显示的指示箭头，通过多次的反复，最终便可查找出泄漏信号的故障点。

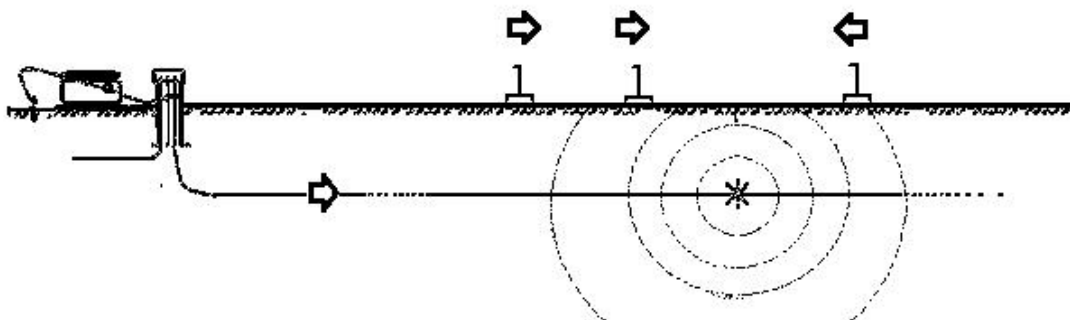


图 3-4



## 第四章 操作简介

### 4.1 发射机操作简介


发射机的面板图：





图 4-1


发射机采用了高性能微处理器进行控制，汉字显示界面，操作直观方便。具有输出信号强度记忆保持，注入方式下实时监测输出电流大小功能。每次按键将点亮背光，8 秒后自动熄灭，以节省电池能量。


#### 4.1.1 按键功能说明


：长按此键 3 秒，电源接通，再按一次，电源断开。

：信号发射的启动 / 停止。

：发射信号增大调节键；最大为满功率输出的 100%。

：发射信号减小调节键；最小为 0%。

：在注入模式下，选择发射信号的频率，480Hz、7.7KHz、31KHz 和 61KHz。

：用于选择信号加载方式：注入方式/感应方式/钳夹方式/故障查找，开机状态为注入模式。

#### 4.1.2 显示屏功能说明

发射机正常工作时的界面如图所示，这是注入模式测量下的典型画面。

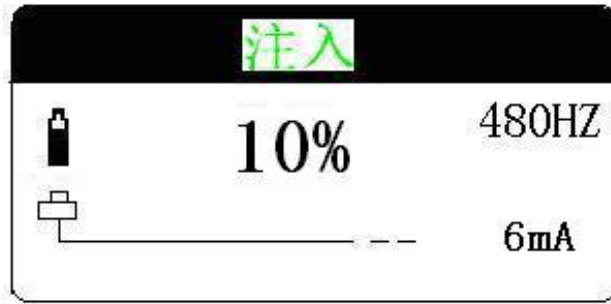



图 4-2


其中：

：当前电池状态，中填栅格分五种图示表示。一旦检测到电池电压低于保护值时即告警并自动关机。

480Hz：对应当前的频率选择，如想修改发射信号的频率，必须首先退出发射状态。可能的频率选择取决于信号发射模式，请参见技术指标一节。


10%：为信号输出的强度。通过 、 键可以增大或减小调节。范围从 0%至 100%。


6mA：对于注入模式，界面上还显示了当前发射到管线中的电流大小，如图示的 6mA。这一值会因管线传输过程中逐渐减小，和远端接收机的电流测量值可能相差较大。


：动画的发射图符动态地表现了运行状况。



#### 4.1.3 发射机的基本使用方法



**发射机有四种信号发射模式：注入法、感应法、钳夹法和故障查找。**根据测试地点的实际情况选择其中之一。从可能的方案中一般优选注入法，但它必须要能将发射机的金属线夹（红色）直接连接到管线上，例如夹到通信线缆的出线端子、金属管道连接的螺栓等。钳夹法的效率居中，但也必须测试管线要有一段暴露在外，如检查井、人井或进出房间的管道，钳夹能夹住管线的地方。最后的方法是感应法，在管线可能经过的上方，打开发射天线，和接收机配合，反复几次调整，最终确定一个最佳的方位，使得发射的效率最大。**故障查找即测量并定位出管线绝缘恶化导致的故障点。**

按下发射机  键后，首先仪器对电池电量测量，由于发射机满功率工作时耗电较大，事先的检查给操作人员提供了预算可能工作的时间。

发射机默认的工作模式是注入法，通过  键可作其它模式的切换，依顺序为注入法、感应法、钳夹法和**故障查找**。

频率的选择依模式而不同，可参见技术指标一节。频率的改变只能在信号未发射的准备状态进行，换言之，在信号发射已启动后想改变成其它的频率，则先要按键退出发射后才能再做改动。

四种工作模式下发射机都分别设定了一个基本的发射强度值，分别为 10%，80%，50%和 10%。无论在准备状态或发射进行中都可以根据实际情况通过、键来增大、减小调节输出信号的强度。

信号的发射只有在按下键后才有功率向外输出。在这之前的一切准备工作都是安全的，例如注入法下固定接地插针，将红色信号输出夹夹住出线端子等工作，一旦信号发射后，由于输出电压可能高达上百伏，这时再去调整发射机的接线状况就有可能很危险了，切记再次按下键，确定已退出发射状态后再进行！

是否处于发射状态，液晶屏上的运行图符直观形象地表现了这点。

发射机在大功率发射时（如感应模式下），电池电量注意不要耗到最后的一个栅格，那时虽然还能工作且没到自动关机状态，但发射的功率已不稳定，接收机的测量误差较大。

#### 4.1.4 发射机的配件

##### 1、信号输出线

在注入模式下，通过输出线将发射机信号直接加载到目标管线上。红色夹接被测管线，黑色夹接地。

##### 2、接地棒

接地棒用来接地，提供信号回路。

##### 3、钳夹

对多条同向管线进行识别时，特别是管道里的管线用原有方式很难识别，钳夹是一种比较好的方法，可以直接套住目标管线进行加载信号。

## 4.2 接收机操作简介

接收机面板图：

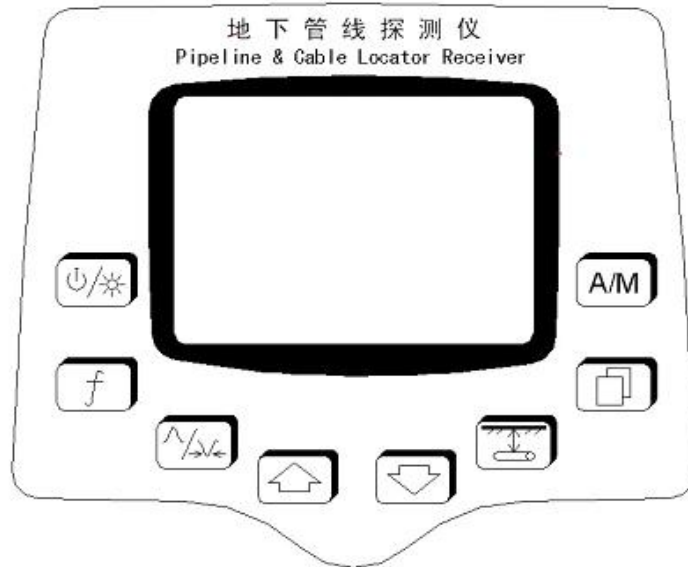




图 4-3


注：接收机同样用了高性能微处理器进行控制，汉字结合图符的显示界面使操作方便直观。

### 4.2.1 按键功能说明




：接收机电源和液晶显示屏背光的点亮、关闭。**长按此键 3 秒，接收机电源接通**，在开机状态时，短暂撤按该键可点亮/关闭背光；如长按 3 秒以上将关闭接收机。

：峰值/谷值选择键，按一下此键，峰值/谷值依次显示。


：按下此键，显示屏将显示出目标管线的深度和电流值（CM）。

：增益增加调节键，，在菜单显示下作功能切换选择。

：增益减少调节键，，在菜单显示下作功能切换选择。

：菜单显示键。该菜单包含音量调节、听诊器、**故障查找**（FF）三大功能。结合、、键可对音量（分四档），听诊器（开、关），**故障查找**（开、关）作选择。

：增益自动 **A**、手动 **M** 切换键。

：频率选择键，用来选择需要的频率。

#### 4.2.2 显示屏功能说明

路由测量（峰值）时显示屏状况如下：

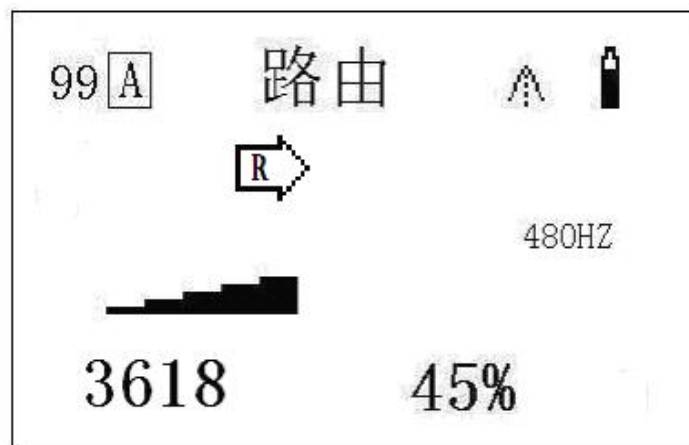


图 4-4

路由测量（谷值）时显示屏状况如下：



图 4-5

其中：

99：信号相对增益值，从 1 至 99，手动调节时，按 / 键可以修改此值。

：路由测量自动优化状态，按 / 键后进入手动调节测量状态，显示 .

路由：当前为路由测量状态，按 键可转入测量埋深。

：峰值测量模式，在路由正上方时测量值最大。如再次按下 键则转入谷值测量状态，图符切换为 .

：谷值测量状态，在路由正上方时测量值最小。

480Hz：表明当前测量模式下的工作频率，按 键可切换，切换顺序为：480Hz、7.7KHz、

31KHz、61KHz 和 50Hz。

▲：为信号的棒图，长度和相对百分比值一致。

3618：四位数值表明路由信号的实测强度。

45%：在当前增益下的信号相对大小，用百分比值表示。

◀▶：定向指示，表明管线在测试者的右（左）侧，提高查找路由的效率。

**注意：**当信号太弱或离管线距离较远时，定向指示左右不定，所指方向此时无意义。

🔋：表示当前电池状态，栅格分五种状态表示。一旦检测到电池电压低于保护值时即告警并自动关机。

埋深测量时显示屏状况如下：

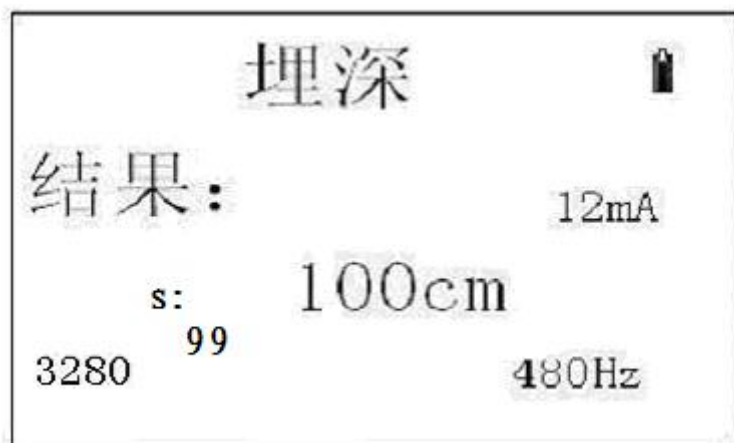


图 4-6

其中：

100cm：当前测量的埋深值；正常情况下埋深测量状况即锁定，留有足够的时间作必要的记录；按下路由键后返回峰值测量状态。

s: 99：表示为当前所测埋深总值的平均数值。

12mA：为电流测量（CM）的显示值，表明下方管线中流经的信号电流大小。

480Hz：工作频率。

3280：当前管线路由值。

🔋：当前电池状态。

故障测试时显示屏状况如下：

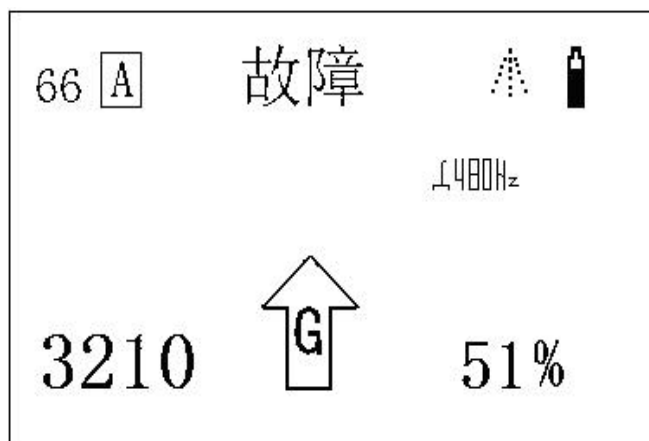


图 4-7

其中：

66：信号相对增益值；从 1 至 99，手动调节时，按 / 键可以修改此值。

：路由测量自动优化状态，按 / 键后进入手动调节测量状态，显示 。

3210：当前管线故障点泄漏信号大小。

51%：在当前增益下的信号相对大小，用百分比值表示。

：表示故障测试状态。

：表示故障点在故障测试支架绿杆的前方。

### 4.2.3 接收机的基本使用方法


接收机的主要功能是路由的查找和管线埋深的测量及目标管线的识别和管线绝缘故障点的检测。通过发射机发射的信号在测试点处的二次辐射，接收机的传感线圈从周围的噪声中识别出该信号，按照前面介绍的电磁理论，判断出埋在下方的管线位置，进而测量出埋置的深度。由于外界环境状况的复杂多变，甚至完全捉摸不定，这给地下管线探测带来了一定的难度。FA-TT1360 型管线探测仪提供了一系列的辅助功能和配件，如路由定向、故障查找专用支架、声响提示、听诊器等，更有效地实现管线探测定位。



#### 4.2.3.1 查找路由



接收机开机后即进入路由测量模式。默认的是峰值测量模式，按 键可在峰值或谷值模式下切换。峰值测量的精度远远高于谷值法，因此，在一般的路由定位工作中都应该使用

峰值响应。但谷值法测量时信号的变化率大，即偏离路由正上方时明显地可观察到信号的显著变化，它常用来验证峰值响应，或进行管线的快速跟踪。

接收机的频率选择是被动的，它必须和发射机的信号频率保持一致。



在路由测量时，声音的音调变化直观地反映了接近路由的情况，这给探测人员减轻了直盯屏幕产生的疲劳。峰值测量时，越接近路由上方，信号越大，声音越尖锐越急促；反之，越低沉越缓慢。环境嘈杂时可通过键，进入音量调节菜单，改变喇叭的声响强度。

接收到的信号大小由显示屏的左下角无量纲的表示，它既与发射信号的强度有关，又取决于离管线的远近。接收机的自动增益优化调节，随着接收到的信号调节放大增益倍数，同时控制最后的信号模数转换处于信噪比最佳的区域。屏幕的左上角表明放大增益值，中间区域的百分比值则表明该增益下的信号相对大小。当需要使增益固定而观察信号大小的变化特性时，按、键可人为修改放大倍数，同时也使增益调节转换为手动方式。

谷值模式下，考虑到在路由上方信号变化率大，为了能较清楚地观察到信号的变化，进入此模式下既改为手动增益调节。测试中有可能当偏离路由，信号又较大时，相对值有可能达到 99%，进入饱和状态，或者信号相对百分比过小，这时都需要通过、键修改放大倍数，使相对值回到适当的范围。

谷值测量模式下，接收机提供了定向功能。两侧的←、→箭头提示测试人员应该探测的方向，向左移或向右移。离管线太远、发射信号较小、环境噪声太大，都会影响定向功能的准确性，表现的就是箭头指向左右反复不定。定向指示有效的判断方法是：箭头指向不变，手持接收机旋转 180 度后指示方向相应反转。


#### 4.2.3.2 埋深测量

埋深测量是在路由的正上方，接收机垂直且贴近地面，在路由信号值稳定时按下键，进入管线埋深测量。约十秒后屏幕显示直读法测量的埋深值，以厘米表示。正常情况下如测量停止，按键即可返回路由测量状态，如果在一个月内无操作，也可自动返回路由状态。

测得结果有时无法判断它是否准确，一个技巧的方法是，回到路由状态，将接收机垂直提升约 20 厘米，再次测量埋深，如果结果也相应增大 20 厘米左右，则测量是可信的。





但由于测量环境存在较大干扰的情况居多，测量的埋深可能有所波动，甚至超过设计技





术指标，这时再按一次  键，可使埋深测量连续进行，每次既显示当前测量值，同时又对已测得数值作统计平均，显示的平均值将更接近于实际的埋深。

埋深测量时要保证接收机的状态不能改变，如果发生状态改变，如此时发射机的信号强度发生了变化，或接收机位置偏移、抬高了，都将导致测量的埋深值不真实，这时应重新回到路由状态，待路由值稳定后再测量埋深。

#### 4.2.3.3 故障查找 (FF)

将故障测试支架输出信号线的航空插头应可靠地插入接收机听诊器插座。通过面板的  键进入菜单功能，由 、 和  键选择故障查找模式。确定后接收机转入故障查找，屏幕显示为图 4-8。

测量的前进过程中手持的故障测试支架的绿 (Green) 杆在前，红杆 (Red) 则在后。只有当支架的两针可靠地插入泥土中读取的值才为有效。如指示的故障方向箭头稳定不变时即表明故障点所在的方向，如上图示， 即表明故障点在测试人员行进的前方，反之如是朝下的箭头 ，表明故障点在红杆的一侧，即行走的反方向上；通过箭头的方向的改变点即可判断出绝缘故障点的发生地。

对测量过程中如检测到的信号值较小，增益也已最大，但方向箭头上下不确定地跳变，不能准确地判断出故障点时其原因可能是：

- 发射机的输出信号调得较小；
- 测量点距故障点太远；
- 故障泄漏不明显，其对地绝缘电阻可能大于几兆欧以上。

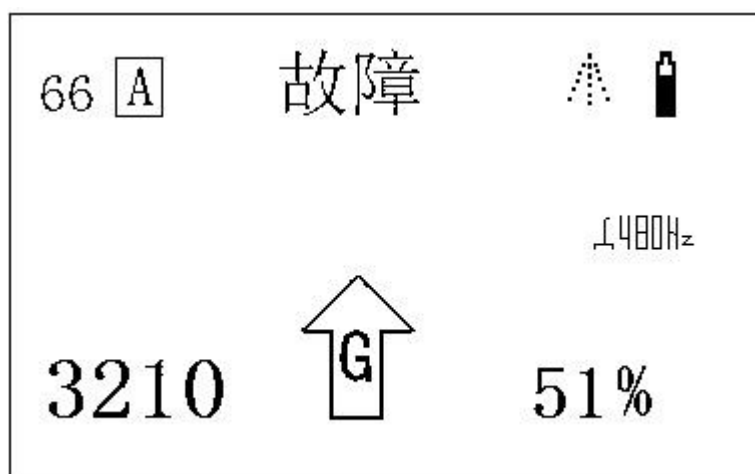


图 4-8

如要回到常规的路由测量模式，必须先打开菜单设定选项，在“故障查找”功能下选择“退出”方可。

#### 4.2.4 接收机的配件

##### 1. 故障测试支架（含专用连接线）

当管线的绝缘性能下降，等效的绝缘电阻降低甚至完全对地短路时，采用探测仪的绝缘故障查找功能（FF）便可够迅速及时地检测出管线的绝缘故障点。

##### 2. 听诊器

对于多根管线，用常规的路由测量方式无法判断目标管线时，可采用听诊方式查找出目标管线。

## 第五章 管线的探测

### 5.1 一般管线的探测

#### 5.1.1 重视安全性

现场工作安全第一，千万不要疏忽安全问题，使用 TT1360 型地下管线探测仪一定要遵循严格的标准。

采用一些特殊的方法时，例如将发射机信号直接送入带电的电缆或将探头插入有高压的管道中时，只能由专业人员来操作。

管线探测仪常常会在交通繁忙的公路上使用，要谨慎从事。安全第一！

注意：发射机有高电压输出（可能高达 400Vpp），不要带电操作，更不要触摸被激发的导线！

#### 5.1.2 发射机信号发射方式

操作人员必须选用施加最佳的发射机信号方式。总结探测领域的经验教训或通过对应用技术的实践能确定施加发射机信号的最好方法。在保证能发出足够追踪信号的情况下，使用最低的信号电平，这样可节省电池。开始探测时，应把输出百分比调至较低位置，信号强度不够时再将百分比调高。

常用的施加发射机信号的方法有注入法、感应法和钳夹法。无论用哪种方式施加发射机信号，都要保证被信号的目标管线能够构成一定距离的信号电流回路，否则管线将无信号电流形成的电磁场，从而导致目标管线不能被管线探测仪探测到。构成信号电流回路可以通过管线表面与大地的直接接触，也可以是通过管线绝缘外经内导体与大地形成的电容。必要时将管线的适当部位接地。

从信号传输的效率方面来看，注入法是将信号直接加载到管线中，效率最高，在远端可接收到的信号也最强，有可能的场合尽量采用此法；钳夹法则通过磁场集中的环形磁路将信号耦合到管线中，效率居中；感应法采用的两次耦合方式，效率较差，但对管线的状况要求的最低而使用的更为广泛。

对各种方式下都有几种可选择的频率，总的说来，电阻率高的管线（如通信线缆的铠甲、带防腐涂层的管道和铸铁管等）用 31KHz 的频率的信号传输的性能较好，当然信号衰减的也

越快，发送的距离也越短。频率低（如 480Hz）的信号适用于长距离管线的追踪，由于频率低，它对相邻管线的耦合也较小。

### 5.1.2.1 注入法

注入法适用于管线有电气连接点在外面的情况，如光电缆的出线盒、金属管道的螺栓等。

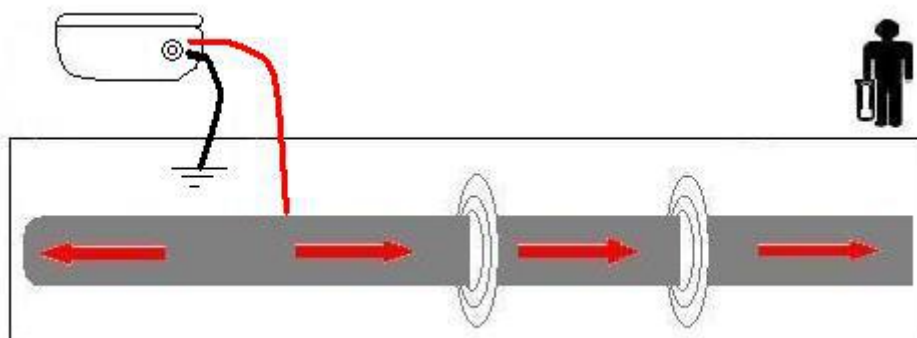


图 5-1

将信号输出线插入发射机输出插座，红色线的鳄鱼夹连接到目标管线上，必要时清除连接点处的涂覆物，保证良好的电气接触。另一黑色线的鳄鱼夹连接到接地棒上，黑色导线与管线保持垂直，其距离应大于 3 米。注意接线要可靠，尤其和机身相连的输出插头要插到位。

注入法测量时，发射机将对端口状况先行测量。若线路上无残留电压时自动进入信号输出状态，若线路上存在较高电压时，将有告警提示，同时测量不再继续下去，请查明原因后再进行测量。如果发射机发射点附近下方的管线对地绝缘阻值较小（ $100\ \Omega$  以下，甚至短路为  $0\ \Omega$ ）或在光缆接头盒附近，则注入的信号会从管线绝缘不良处大量泄露。

发射机的液晶显示器会显示输出电流的大小。

如果输出电流太小，则应检查一下发射机与目标管线的电气接触和发射机接地情况，必要时改变一下接地位置或向干燥的泥土及沙土中撒点水。

### 5.1.2.2 感应法

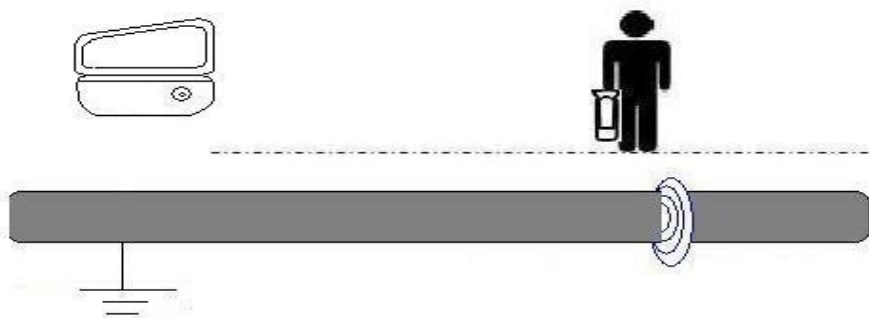


图 5-2

发射机内有一个发射线圈，可以将信号直接感应到发射机下面的管线上，对较深的目标管线，由于信号从发送到接收是通过两次电磁耦合，这种方法的效率很低，感应法通常只用在深度不超过 2 米的管线中。

要注意的是信号既能感应到目标管线上也能感应到邻近的管线上。信号的部分能量在空中辐射，在距发射机距离较近的接收机有可能接收到经空中传输来的信号。发射机放置的位置离管线的一端距离不要太近，否则发射的信号再强，在管线中不会形成较大的感应电流。

接通发射机电源，把发射机放在直埋管线的正上方，并使发射机与直埋管线或电缆处于一条直线上，即线圈竖立方向与电缆走向一致。在确保接收到的信号是由地下管线二次辐射的地方开始定位管线。判断的常见方法是：将发射机向任意侧移动一、二步，若从接收机上的响应看到管线也在移动，则表示接收机与发射机之间的距离太近。另一种方法是将接收机直接对准发射机，这时若接收机的响应不变或增加，则表示接收机接收的是空中信号，如查出现这种情况则应减少发射机功率，并减少接收机的灵敏度，或者把测试地点退后 20 米试试。

### 5.1.2.3 钳夹法

钳夹作为重要的附件之一，用来将发射机的信号直接施加到目标管线上。钳夹可在不中断供电的情况下安全地对带电电缆施加各种频率的信号而耦合信号却很小。请注意，钳夹信号传输距离比直接连接信号的传输距离短。

把钳夹的插头插入发射机的输出插座。用钳夹套住管线，要保证钳夹的钳口闭合，然后接通发射机。当钳夹套在电力电缆上时，不要触碰钳夹电缆上的外露插头。

尽管绝缘电缆没有真正的接地点，但只要钳夹两侧有适当长的一段被埋在地下，远方人

为接地，也能追踪这条绝缘电缆。

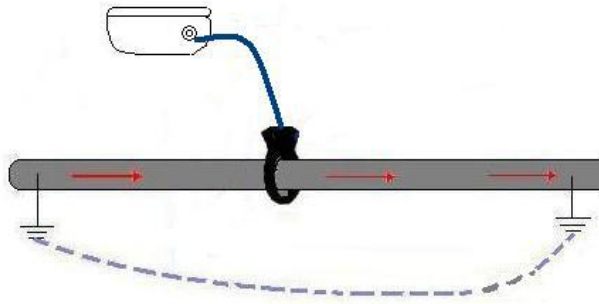


图 5-3

### 5.1.3 接收机对目标管线探测

#### 5.1.3.1 接收机对目标管线路由探测

接收机对管线的路由探测可采用峰值或谷值模式。开机默认的是峰值模式。峰值法的精度和抗干扰能力远远高于谷值法，在定点定位工作中最常使用的是峰值法。在路由查找开始之前，当发射机尚未发射信号时，应该先开启接收机对周围环境下的各频率点的背景噪声作一测量，它可和发射信号后的情况作一对比，既可决定发射信号的强度调节，又有助于迅速查找到路由。

##### 5.1.3.1.1 峰值模式

峰值模式接收机在目标管线的正上方将得到最大（峰值）响应。将接收机机身面对准发射机，沿弧线绕发射机行走，观察接收到的信号强度，或者借助喇叭发出的声响来判断，当某段出现了较大的信号值，然后又跌落时，可以考虑到已接近管线路由。此时原地旋转接收机，找出最大信号的方向，沿此方向继续搜索。反复这种操作就可找到管线的路由。在管线两侧来回移动接收机，找出峰值响应点。确定峰值响应的准确位置，在目标管线位置上作相应标记。

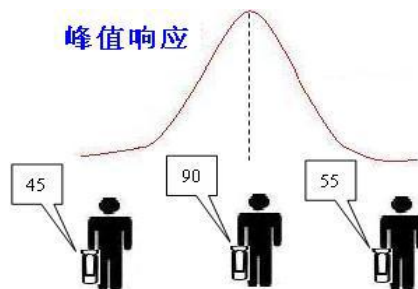


图 5-4

### 5.1.3.1.2 谷值模式

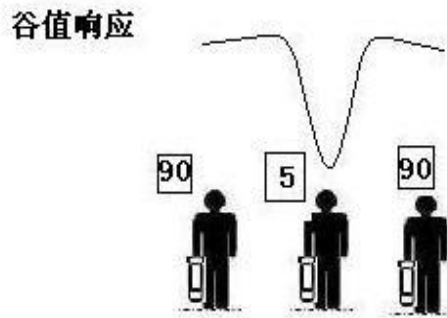


图 5-5

谷值法定位直观快捷,但精度较差,主要用于快速追踪管线和验证峰值法定位的准确性。

在谷值模式下接收机具有定向功能,当信号较强,离路由距离不远的地方,稳定的定向指示箭头将帮助探测人员更为迅速而准确地查找路由。


用峰值模式作定点定位并作好标记。然后调到谷值响应模式,记下目标管线上方的谷值响应位置,如果峰值响应标记的位置与谷值响应标记的位置一致,则可以认为定点定位是精确的。如果两者不一致,则可以认为定点定位的不精确。应注意,这两个标记偏向目标管线的同一侧,目标管线的实际位置靠近峰值响应的位置。

### 5.1.3.2 接收机对目标管线深度测量

当发射机信号施加到管线上时,就可以对目标管线进行深度测量了。测量过程中应注意以下事项:

只有单根管线上有很好的有源信号存在而无干扰时,准确的深度测量才有意义。要求在邻近的其它管线上不能有明显的信号,目标管线必须是直的,而且 10 米以内没有 T 形支管(三通)。此外,若发射机使用的是感应方式,当测试地点离发射机距离较近时可能会直接接收到发射机空中传来的信号,这时作深度测量时是无法得到准确结果的。

- 1、应在管线的中段进行深度测量,探测的深度必须在技术指标范围内,这一点对大管径管线来讲是很关键的。
- 2、不要在管线拐弯处或在 T 形支管附近进行深度测量,至少要离开拐弯处 10 米以上才能得到最佳的精度。

- 3、在有强烈干扰或部分发射机信号已耦合于邻近管线上时，深度测量是不准确的。
- 4、测量深度时应尽量避免用感应法施加信号，如果别无选择，则发射机必须离开深度测量点至少 20 米远。
- 5、埋深测量在结果变化较大时，可再按  键，进入连续测量统计平均方式。
- 6、测量埋深时，接收机左下角的信号数值应大于 3000，并且数字波动较小。

### 5.1.3.2.1 直读法深度测量

直读法深度测量能作深达 4.5 米的深度测量。该方法简单快捷，在无干扰的情况下有很高的测量精度。但直读法有抗干扰能力较差的缺点。

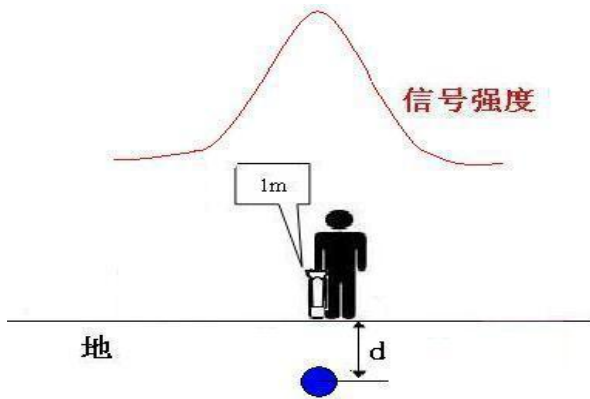


图 5-6

首先用接收机对目标管线峰值和峰谷响应作定点定位。如果两个位置不一致，则表示有干扰存在，重新施加发射机信号清除不需要的信号后再试一次，在两个信号响应一致的地方进行深度测量。测量埋深时，将接收机放在管线正上方，机身面与管线成直角并与地面垂直，且贴近地面。

若周围环境没有干扰时，深度测量的精度可达 5% 以上。但是，探测人员不可能知道条件是否始终是合适的，因此，应采用下面的方法来作进一步核实。检查管线走向是否直的，至少在测量点两边 5 米范围内应是直的。检查信号在 10 米范围内是否稳定，若稳定就在原来的测量点两边作深度测量。

检查在目标管线 3 米或 4 米距离是否存在载有强信号的邻近管线。这是深度测量中产生误差最常见和最严重的原因。邻近管线中的强信号甚至会引起 50% 的误差。

在稍微离开管线定位位置的几个点上分别作深度测量。测量值最小的那一点的深度读数最精确。

### 5.1.3.2.2 70%法深度测量

如果对按键直读法深度测量的结果有怀疑的话，可用 70% 法来验证。这种方法是用几个不同的点的读数作测量深度，这样的检测较为有效，因为信号不大可能同时在每个上都有相



同的误差。

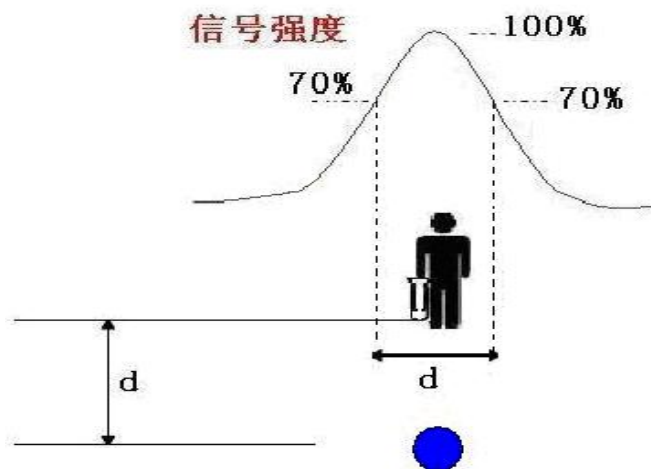


图 5-7


当接收机处于管线正上方时，将读数整到合适的值，使接收机垂直地面，并使其下端接近地面，然后将接收机左右移动直到显示器读数下降到管线正上方时读数（峰值）的 70%。对这两个点作好标记并测出它们之间的距离。这两个点之间的距离等于管线的深度。这两个点应对称分布在管线两侧。注意，深度小于 20 厘米时，不宜采用这种方法。

如果两种深度测量方法测得的结果很相近，则说明深度测量的精度得到了保证。

70%法深度测量精度高，抗干扰能力强，已经被各专业管线探测单位广泛采用。

### 5.1.3.3 接收机对多根管线的识别

#### 5.1.3.3.1 听诊器的使用

对于密集型线缆，相互的感应使得常规的路由测量方式无法判断出目标线缆，采用听诊器可以取得很好的效果。听诊器的插头插入接收机头下方的插座中，通过  键的操作，选择听诊器开启，将听诊器头按标示箭头方向贴着线缆，查找到显示信号最大的应该就是目标管线了。

### 5.1.3.3.2 电流测量 (CM)

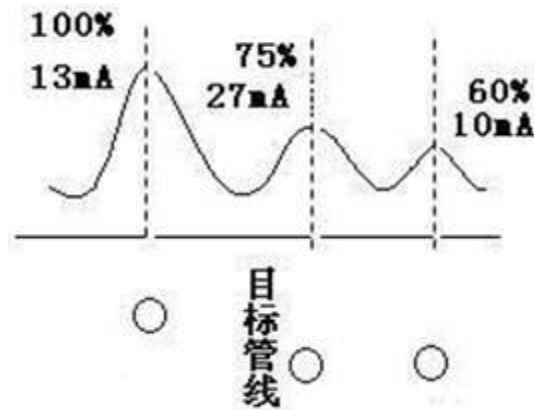




图 5-8

在管线分布复杂的地区，除了发射机加载了信号的目标管线外，其它的相邻的管线也会由于电磁耦合，形成耦合电流，接收机在耦合管线的上方同样能检测到一定的信号大小。令人沮丧的是如果耦合管线埋的较浅，而目标管线埋的较深，很有可能耦合管线测得信号要大于目标管线的值，所以仅从测得的信号大小不能作判断是否目标管线的唯一依据。但是从电磁理论可以知道，正常情况下被耦合管线上产生的感生电流总是小于目标管线的，而且在一定区域内电流的值不会有较大地变化（如果电流在某处有了明显的改变，可以考虑该处的管线埋深发生了变化，通过埋深测量作进一步验证），因此能测得管线流经的电流，最大的应对应目标管线了。FA-TT1360 型探测仪提供了这一功能。由于电流测量 (CM) 的结果既与路由值有关，又取决于管线的埋深，电流测量放在埋深测量时同步进行，同样地，偏离路由正上方的结果都是不准确的。

### 5.1.4 绝缘故障查找

**故障查找** (FF) 的原理见 3.3 节介绍。进入**绝缘故障查找**模式时，发射机的工作方式同一般的直接注入法一样，只是通过  键调节到显示  图符即专用的 FF 信号输出状态，此时发射机输出为 8Hz 的故障查找信号和 480Hz 的路由定位信号构成的复合信号。信号的输出强度可根据管线绝缘状况调节。在故障点距离较远或管线路由未探明情况下，接收机可在一般的路由测量状态，工作频率选择 480Hz、峰值测量模式下与**故障查找**模式交替变更地追踪路由，直至接近故障点。接收机的**故障查找** (FF) 需结合专用的辅助配件-**故障测试支架**

来完成。

### 5.1.5 现场探测程序

FA-TT1360 可对一片区域所有直埋金属管道和电缆进行定位。因此，用 FA-TT1360 探测仪得到的有关管线埋深和位置的资料有助于设计新的管线铺设方案。

#### 5.1.5.1 准备工作

使用管线探测仪探测之前应先研究一下现场。井盖、路灯和一切指示有直埋管道和电缆的标记都应考虑在内。

确定要被扫掠的区域，其中包括该区域的边缘地带。

#### 5.1.5.2 有源网格搜索

以合理的间隔将发射机置于该区域的各个点上，用接收机作网格搜索，这样就能探测出无源搜索漏掉的管线和不幅射无源信号的其它管线。

#### 5.1.5.3 追踪、定点定位和测深

将发射机信号施加到直埋管道或电缆上可供接入的位置上。如：集装箱、阀门、街灯或底座等，追踪这条管线在区域外的部分，并作好标记。

对于需要识别的那些管线，可追踪它们，直至它们到达地面上的井盖、街灯和消防栓等位置，然后施加发射机信号，再从这些位置返回来追踪这些管线直至回到该区域内。

对区域内的各条管道线的关键点和特征点进行定点定位和深度测量，在各个测点处做好标志，记录相关的管线资料和探测结果。然后对记录的数据进行整理关作出该区域的管线分布图。

## 5.2 复杂管线的探测

### 5.2.1 T形管线的探测

一旦完成了对管线的追踪，并做了标记，就可用接收机沿管线再作一次追踪，但这一次

是在已探出的管线一侧约一步远的地方作追踪，并要使机身面与管线平行。这时探测不到来自主管线的信号（或信号很小），但对支管的响应会很明显。

对支管作定点定位最可靠的方法是将发射机信号施加到支管的端部。这个信号会从支管流向主管线，然后双向向主管线两边流动。机身面与主管成直角，沿主管线追踪该信号，接收机在 T 形支管接头处上方会出现零值（谷峰）响应。该谷值对应的位置就是 T 形支管接头的准确位置。

### 5.2.2 平行管线的探测

在管线探测工作中，平行管线是一种很普遍的现象，在管线密集的地区，接收机常会接收到来自邻近管线的干扰信号，这会给我们对目标管线的识别和追踪带来困难，影响定位定深的精度。因此我们在工作中必须采用一些方法尽量减小邻近平行管线耦合信号的影响。

在一般情况下接收机对目标管线的响应该大于邻近管线，用接收机的响应就可以识别和追踪目标管线。但是如果邻近管线更接近地表面，接收机对邻近管线的响应就可能超过目标管线。仅从接收机的响应就无法识别和追踪目标管线。所以要借用电流测量（CM）来作进一步判断。

在管线探测中，在可能情况下，优选注入法。对只能采用感应法的地方，可以将发射天线打开，其面在管线的正上方且平行于地面（此时机身倒是垂直于地面了），按电磁理论，天线下方的管线没有或最小感应电流，而其它的平行相邻管线则可以探测到管线路由。这种方法称之为“压线法”，对其它管线逐一测量，即可标定出地下的所有管线的位置了。

## 5.3 探测中的常见情况

### 5.3.1 从接头或交接箱出发追踪电缆

施加发射机信号前，有必要拆开电缆上的公共接头，以便能够追踪目标管线。如果要从交接箱出发追踪所有电缆，可使发射机工作在感应方式，放置在交接箱的一侧并与要追踪的电缆成一直线。

### 5.3.2 长距离追踪电缆

为了使发射机信号能传输足够长的距离，有必要拆去电缆的接地连接。当接头或交接处

因为安全或避雷保护等原因被接地时，可用电涌（防止过载）放电器永久地代替接头或交接处的接地以便保护电缆并使不中断的定位工作成为可能。

### 5.3.3 接头尖峰脉冲

大多数电缆接头或交接处会在接收机响应上产生一个尖峰脉冲，工作经验和对当地情况的了解有助于操作人员判明该尖峰脉冲是否表示有一个接头箱。

### 5.3.4 金属护栏

电缆通常直接埋设在公路上金属护栏外侧的路面下，信号会耦合到连绵不断的金属护栏中。因为金属防护栏靠近接收机下部天线，所以追踪变得很困难。提起接收机，使下端的内部天线与金属防护栏持平，便能克服这个困难。

### 5.3.5 街道照明电缆

正常情况下，街灯金属柱与照明电缆金属屏蔽层是与金属柱相连的，此时将发射机信号接到街灯金属柱上即可。若是水泥灯柱——除非照明电缆能够与检修架连接且接地，否则有必要将发射机信号与照明电缆的金属屏蔽层连接起来。了解照明电缆（以及同一照明系统上其它街道设施）的有关位置和深度的情况对追踪照明电缆是很有帮助的，一个连接点便可能给一大片区域的电缆施加信号。

利用街灯柱对其它电力电缆施加信号也是可行的，但信号可能很弱，因为信号返回变电站之前可能已传输很长距离，而且还要再一次从系统中流出来。这时可以将发射机调高输出功率模式并调高输出功率。这种方法对施加信号有困难或不方便的电缆进行定位是可行的。

对于从木制电杆、水泥电杆或照明柱上下来的电缆，可将发射机置于感应方式，并靠在杆柱上与大地成直角来施加信号。

### 5.3.6 追踪金属煤气管道

一般的管线定位和追踪技术可用于钢制煤气管道的探测。

有些煤气管道有绝缘的接头，将煤气表处施加发射机信号时，要用跳线将任何绝缘垫圈旁路。这样做就能给进入屋内的煤气管提供一条有效的接地回路。

如果对公路边或公路路面下的煤气管道进行定位，则可用单端连接法将发射机连接到阀

门上，将接地电缆连接到阀门箱的金属架上，要保证线夹夹好，能提供良好的电气连接。必要时，在连接前应刷刮油漆或铁锈。

有时一段管线上可能会有一些绝缘接头，应将发射机信号再一次施加到每个绝缘接头的远端，发射机应该选用较高的信号频率。其它一些铁管上可能会有几乎不让信号通过的接头，用感应法追踪铁管，并将发射机移到最后探测到信号的那个位置上。

将上述几种技术结合起来，一般都能成功地追踪铁管。

## 第六章 使用前的准备

### 6.1 检查

每一套管线探测仪出厂前都经过检验，并附有合格证。

装箱清单一（探测仪仪表）

发射机	1 台
接收机	1 台
携带箱	1 只
操作手册	1 本
充电器	2 个
接地棒	1 根
信号输出线	1 根
钳夹	1 个
听诊器	1 个

用户可以选配组件：

装箱清单二（故障测试支架）

故障测试支架	1 台
支架连接线	1 根

### 6.2 电池

探测仪的发射机和接收机都采用了锂充电电池组。发射机和接收机都有电池电量检测、欠压保护和报警关机功能，当电池电量低到告警关机状态时，请及时充电。探测仪出厂前电池已充足电，使用人员请做到前二、三次的充分地充放电，以延长电池的使用寿命。

如探测仪长时间搁置未用后，电池电量有可能放电殆尽，影响到电池的寿命，必须每三个月内作例行维护充电。

### 6.3 充电器的使用

探测仪的附件中配有交直流电源转换器，为发射机和接收机内置的电池充电。首次使用必须将电池充足电, 具体操作方法：

1. 打开仪器让电池放电直到菜单上电池标志成为空状态并至仪器自动关机为止，注意不要用其它方式让电池过度放电。
2. 充电器接上交流电后，此刻指示灯为绿灯。
3. 将充电器的插头插入充电座后，此刻指示灯为红灯。充电结束后，指示灯由红色转为绿色。
4. 接收机充电时间大约在 2 小时左右，发射机约在 3 到 6 小时左右，取决于残余电量。
5. 充电过程中不得断开交流电或插拔插头，否则须重复 1~4 过程。



## 第七章 维护保养及一般故障的排除

### 7.1 例行检查

测试前对箱内配件是否齐全，发射机及接收机电量是否充足，探测过程中可能使用的工具（如管钳，繁忙街道探测时的安全警示牌之类）是否准备应逐一检查，以免影响工作进程。如电池电量不足的，应及时充电。

### 7.2 清洁保养


若需要除去探测仪上的泥沙或污垢，请使用海绵和温水，也可用弱碱性肥皂溶液去除较顽固的污垢，不要用溶剂来清洗。

FA-TT1360 型地下管线探测仪具有一定的防潮功能，但浸入水中时不保证防水密封性。

不要将仪器存放在潮湿的特别是有腐蚀性气体的场所。

### 7.3 一般故障的排除

#### 管线探测仪故障检修

序号	症状	可能原因	解决方法
1	开机无显示。	电量不足	插入充电器充电，此时开机屏幕应立即有显示。
2	测路由时路由显示值偏低。	信号太弱	按发射机  键增大输出。
		信号未加载	检查发射机输出连线。
4	开机后工作在感应法，距发射机 30 米内能测到信号，30 米外未能测到信号。	①发射机未放置在埋设光缆线路的正上方。 ②发射机的放置未和埋设光缆线路的路由方向平行。	将发射机放置在待测埋设光缆线路的正上方，并与路由方向平行。
5	开机后工作在注入法，接收机测不到任何信号。	发射强度未调整好	开机后，进入发射强度调节界面将信号强度调节到适当值。

6	开机后工作在注入法，接收机测不到任何信号。	信号输出插头未插到位	将信号输出插头插到位。
7	开机后无论工作在感应法还是注入法，信号强度已调在 100%，而接收机测到的信号很小。	在信号输出状态，若在显示屏左上角电池图符显示为电量不足，需充足电后再使用。	充足电再使用。

## 7.4 维修服务

本公司设有维修中心，能够为客户提供及时和优质的维修服务。当仪器不能正常工作，或遭到损坏时，请及时与维修中心联系，并提供仪器型号、系列号以及尽可能详细准确的状况描述。维修中心的工程师会为客户初步分析原因并提供指导。如果问题仍然不能解决，请将仪器送到维修中心进行检修。

本公司所有产品及其附件在设计、制造及出厂前都经过完整的测试，以保证产品的性能可靠、品质良好。如果您使用时遇到任何问题，请先参考本操作手册有关故障排除办法，查找原因并排除故障。如需更多咨询，请与本公司售后服务部门联系。

## 7.5 售后服务承诺

7.5.1 本公司产品质量实行“三包”。“三包”期为 12 个月。“三包”期内免费维修（用户人为原因造成的故障，只收取成本费）。

7.5.2 本公司产品实行终身维修，保修期外，只收取成本费用。

7.5.3 顾客对产品质量提出的建议和意见，24 小时内响应。