

前 言

近年来随着西气东输、俄气南供、陕京复线等重大工程的实施，我国油气管道干线联网的雏形已经形成。早期兴建的输油管线、天然气管线以及各油田内部的集输管线，已经到了运行寿命的中后期，不少管线已因腐蚀发生穿孔，引起泄漏。打孔盗油在我国各主要油田均有发生，油、水、气管线泄漏引起管线修复费用、介质损失费用、环境污染、气体爆炸造成人身伤亡医疗赔偿等费用，使得管道运输企业的成本居高不下，严重影响了正常生产和人身安全。

我国现已拥有各类地下管道六十余万公里，其中大多数为金属管道。如何防止管道腐蚀，检测、评估、定位管道腐蚀点，确保管道安全运行，是管道运输部门、安全部门、环保部门一直非常关注的问题。

根据市场需求，分析近年来进口和国产防腐检测仪器优缺点的基础上，本公司开发了全新一代数字式、智能化、多功能的 FJ 系列埋地管道防腐层探测检漏仪。

该仪器能在不挖开覆土的情况下，方便而准确地探出埋地管线的位置、走向、深度、防腐层破损点以及破损大小、防腐层的绝缘电阻。该仪器是目前国内在地表检测埋地管道防腐层状况、管体腐蚀状况及定位管体腐蚀点的最先进的仪器。是油田、化工、输油、输气、水电、供暖等部门保证管线安全运行，提高单位经济效益，提前发现管道腐蚀点，预防腐蚀泄漏事故的必备检测仪器。

目 录

一、仪器简介.....	3
(一) 仪器的特点.....	3
(二) 仪器的功能及按键介绍.....	3
1、发射机的功能.....	3
2、探管仪的功能.....	5
3、检漏仪的功能.....	6
(三) 仪器的技术指标.....	7
二、仪器的操作方法.....	8
(一) 发射机的使用.....	8
(二) 探管仪的使用.....	10
(三) 检漏仪的使用.....	14
(四) 检测基本原理方法.....	25
三、仪器使用注意事项.....	26
四、仪器的基本配置.....	28
五、名词术语解释说明.....	29
编后语.....	30

一、仪器简介

（一）仪器的特点

- 1、采用平面化设计、键盘操作，一键多用。
- 2、无需另外接线，按测量键，即可自动测出发射功率、发射电压、发射电流、接地电阻等参数。
- 3、对检测全过程的信号强度，由内部线路进行归一化处理，使各测段的防腐层漏点大小和绝缘电阻值具有可比性。
- 4、采用压控振频技术，使管位和漏点的信号强度反应更清晰。
- 5、音响、示值、模拟条形光标，显示信号强度更直观。
- 6、操作方便，使用简单，易学易懂。
- 7、体积小，重量轻，便于携带，更适合野外检测。
- 8、仪器电压不足时自动关机，关机时自动切断内部电源，节能效果显著。

（二）仪器的功能及按键介绍

- 1、**发射机**：发射机用于向地下管道发射某一特定频率的电磁波信号，建立起单线——大地回路的地下管线检测场。其功能示意如图 1 所示。

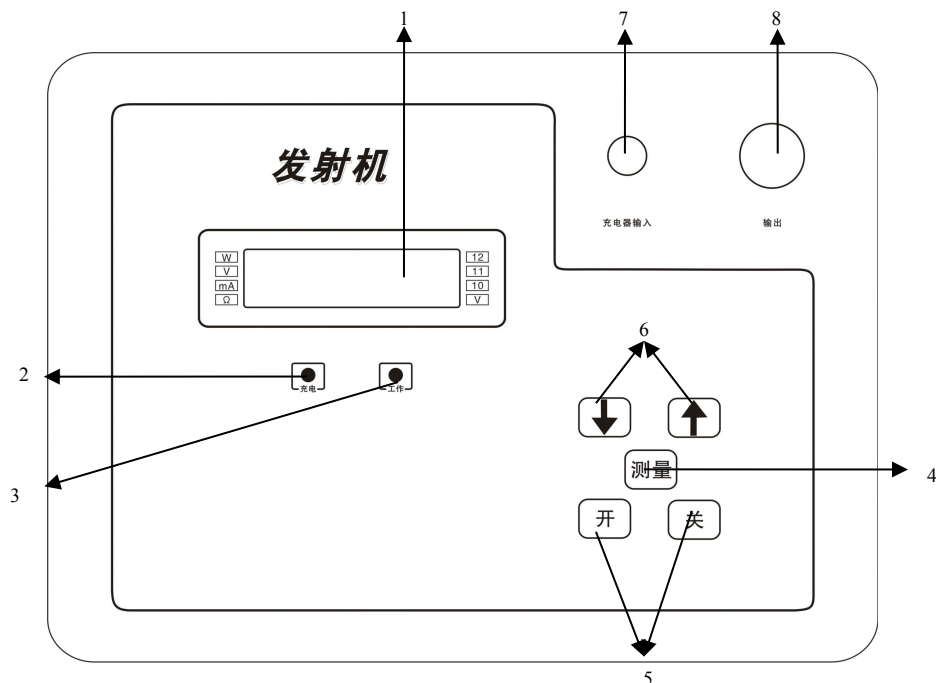


图 1 发射机前面板示意图

- (1) 显示屏：用于显示检测数据；
- (2) 充电指示灯，充电时指示灯亮，表示充电器已连接好，正在充电；
- (3) 工作指示灯，工作时指示灯亮，不工作时指示灯熄灭；
- (4) **测量** 键：用于测量发射功率 W、发射电压 V、发射电流 m A、接地电阻 Ω ；
- (5) **开**、**关** 键：用于打开或关闭发射机电源；
- (6) **↑**、**↓** 键：用于提高或降低发射机功率；
- (7) 充电器输入：电源输入；
- (8) 输出：信号输出。

2、**探管仪**：探管仪和探头配合使用，用于探测管道的位置、走向、深度。其功能示意如图 2 所示。

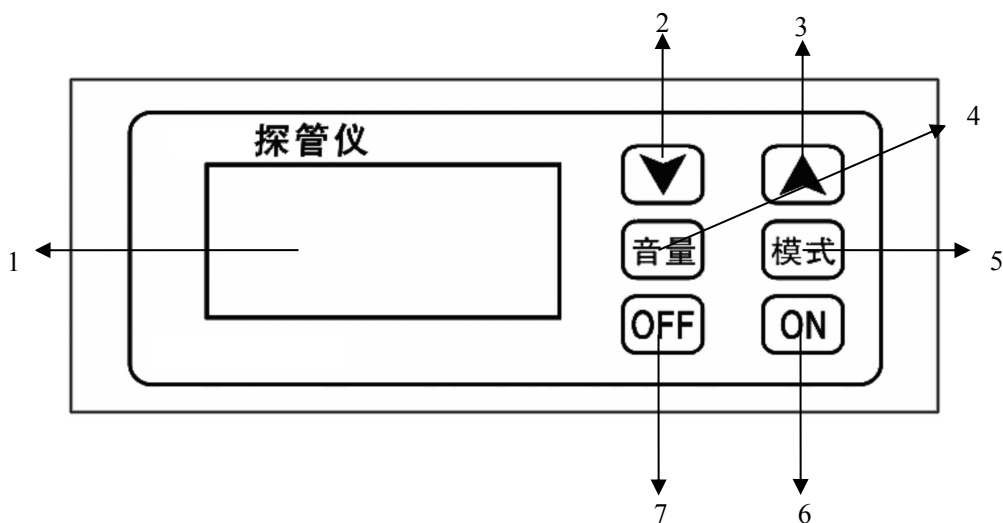


图 2 探管仪面板示意图

- (1) 模拟条形光标，与数值、音量、信号强度变化一致；
- (2)  键：用于降低探管仪接收机灵敏度；
- (3)  键：用于提高探管仪接收机灵敏度；
- (4)  键：用于调节探管仪接收机音量的大小；
- (5)  键：用于 T 与 QT 之间互相转换，表示灵敏度的放大及归一化，以便较远距离和复杂环境的探测；
- (6) ON：打开探管仪电源；
- (7) OFF：关闭探管仪电源。

3、**检漏仪**：检测仪和检漏线配合使用，用于检测防腐层破损点及破损点大小。其功能示意如图 3 所示。

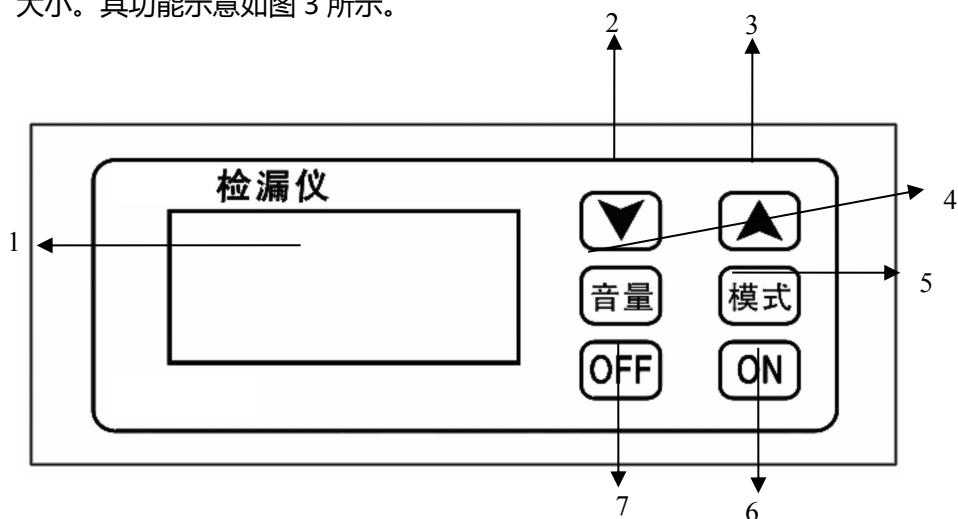


图 3 检漏仪面板示意图

- (1) 模拟条形光标，与数值、音量、信号强度变化一致；
- (2) 键：用于降低检漏仪接收机灵敏度；
- (3) 键：用于提高检漏仪接收机灵敏度；
- (4) 键：用于调节检漏仪接收机音量的大小；
- (5) 键：用于 T 与 QT 之间互相转换，表示灵敏度的放大及归一化，以便较远距离和复杂环境的探测；
- (6) ON：打开检漏仪电源；
- (7) OFF：关闭检漏仪电源。

(三) 仪器的技术指标

		FJ-6 型	FJ-9 型	FJ-10 型
发射机的技术指标	发射机功率	0-25W, 可自动调节 伺服控制	0-30W, 可自动调节 伺服控制	0-35W, 可自动调节 伺服控制
	输出阻抗匹配	5-500Ω, 自动匹配	5-800Ω, 自动匹配	5-1000Ω, 自动匹配(更适合北方干旱、沙漠等土壤环境)
	发射距离	0.03-5Km, 可逐渐向 5Km 外移动	0.03-8Km, 可逐渐向 8Km 外移动	0.03-10Km, 可逐渐向 10Km 外移动
	工作电源	12V (12AH 军品锂电池组)		
	工作温度	-10℃ ~ +50℃	-20℃ ~ +60℃	-20℃ ~ +60℃
	控制系统	DSP+矢量控制, 支持系统升级		
	调节系统	数字式键盘控制		
	重量	3.0Kg(含电池)		
	外形尺寸	276mm×227mm×98mm		
探管仪技术指标	灵敏度	-65db	-85db	-85db
	位置偏差	≤5cm		
	探管深度	≤6m	≤8m	≤10m
	计距精度	≤测试距离的 0.1%		
	工作电源	9.6V 镍氢电池组		
	外形尺寸	165 mm×110 mm×68mm		
	重量	0.9Kg(含电池)		
检漏仪技术指标	检漏精度	≥0.5mm ²	≥0.25mm ²	≥0.25mm ²
	位置偏差	≤5cm		
	工作电源	9.6V 镍氢电池组		
	外形尺寸	165 mm×110 mm×68mm		
	重量	0.9Kg(含电池)		

二、仪器的操作方法

（一）发射机的使用

1、发射机的连接

（1）将输出线插入发射机“输出”插座中，按“开”键显示 ON,再按↑键或↓键开机。

（2）将输出线与管道连接，接地线与大地接地棒相连，与管道走向90°放开，打入地下。

2、发射机发射接线地点的选择

尽量避开多支路中心点，如计量站、联合站、集输站这些地方管网四通八达，不仅信号衰减快，而且当目标管线埋地很深时，接收机在地面收到的信号很弱，增加了探测管线的难度，应尽可能选择单根管线处施加发射机的信号，这样信号处于单向传输或双向传输，电流集中，探管检漏效果均比较好。

3、发射机接地方式的选择

发射机的地线可有三种接线方式：

（1）**单边接地**：只在目标管线的一边接地，这种接地方式是管道接线点与管道走向垂直方向 10-20M 处，将接地棒插入地下，干燥处需浇水湿润。见图 4。

（2）**双边接地**：即发射机接地线引出两根，分别接入到管线两边的大地中，此种方法磁场分布对称，探管、测探都很准确，但要检查两边的接地效果是否一致，方法是按测量键，观察一边的接地电阻时，将另一边接地线断开。观察另一端接地电阻时也是一样，两边接地电阻相等，效果才一样。接地电阻不等时，通过打深或拔浅接地棒，也可通过浇水的办法，

使两边接地效果相等。见图 5。

(3) 远距离回路法接地：该方法是将发射线接管到一端，将接地线延长接到管道另一端。工作时，在管道上形成回路。这一方法只有在解决特别复杂管网探测时才采用。回路法接线时以管道与地线作为传输回路的，导线与管道的距离必须是管道埋深的 10 倍以上，否则会因距离太近，影响管位的探测。远距离回路法接线、管道上信号最强。见图 6。

此外，当管道末端预留支管没能很好接地，探不到信号时可在末端加一接地线，称远接地回路法接线，如图 7。

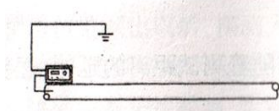


图 4 单边接地示意图

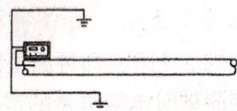


图 5 双边接地示意图

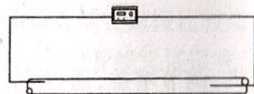


图 6 回路法接线示意图

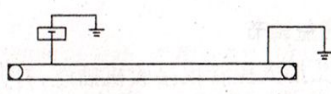


图 7 远接地回路示意图

注意事项：

(1) 接地线不能打在未防腐的自来水管线或其他金属管线上方，否则接地点下方的管线可能有很强的信号被误判断成目标管线。

(2) 如果在距检测管线的垂直方向现场附近有池塘、水沟、建筑物的接地线、避雷针接地极、电杆拉线等易导电的装置，利用它们是一个很方便的选择。

(3) 检查接地回路电阻，回路电阻应在数欧姆至百欧姆之间，当回路电阻过大，此时无法在目标管线得到理想的信号，可用给地极浇水，增加地极数量，打深接地棒等办法，以降低电阻。

对于如戈壁、沙漠、冻土、过干的土壤环境，可准备一根或几根 1-2m 的铁杆，尽可能深入扎入地下，浇上盐水，这样的接地效果较为理想。

(4) 对于如盐碱地、河网沼泽地区的土壤环境，接地回路电阻过低时，仪器会自动调节功率档位使仪器不会超负荷工作，当按↑键增加功率而档位显示不再增加时，仪器已经达到最大功率，请不要再继续按↑键。

4、接地距离与方向的选择

接地点与发射点的距离会影响探管距离，尤其是防腐大量破损的管道，距离太近，电流从发射点和接地点就近构成回路，不向远处传输。接地点与管道，距离太近，电流从发射点和接地点从近构成回路，不向远处传输。接地点与管道越远，检测效果越好。

5、发射机功率选择

初始阶段，发射机功率达到 5-10W 即可满足测试要求，随着测试距离的延伸，逐步增加发射功率，这样即可节约电源，又能满足远端测试时电源电量的需要。

(二) 探管仪的使用

1、管道位置探测及增益调节

探测人员将探头插头插入探管仪接收机插座，打开接收机，调节增益，通过   键灵敏度高低的调节，使表头显示有一定的静态信号，如果在发射机附近信号太强，增益已调到最低时，信号仍然很强，就需降低发射机功率。

选择峰值法探测时，将探头平行于大地，以发射机接线点为圆心，10-20M 为半径做环形探测，当接收机收到由小变大，再由大变小的信号时，示值达到 $T=1000$ 时，在此调节增益继续做环形探查，接收机有小—

大一小的变化信号，最大点即为管线位置。

选择零值法探测时，将探头垂直于大地平面，调节增益，围绕发射机接线点 10-20m 做环形探测时，接收信号有大一小一大的变化时，小点即为管线位置。

2、管道走向的探测

管线走向的探测有如下几种方法：

(1) 两点一线法：管道位置探出以后，发射机接线点与管线信号定位点的连线即为管线的走向。

(2) 探头转向法：管道位置探出以后，探测人员以此位置为中心，将探头角度转到探杆平行一致，然后以此点做平面环形探查，探头转到音响示值最小的角度就是管道走向。

(3) 一步一扫描法：此法采用最小法探测，每探到一处最小点，向前进一步，站于其上，再探出一最小点，再向前进一步，站于其上，如此循环多次，最后将一个个最小点连线就是管线的走向，因此也称多点连线法。此法对管道拐弯处和管道伸缩弯铺设地段比较适用。

在管道位置探出以后，进行管线常规探查，可以采用两种方法：零值法和峰值法。选用零值法探测时，一边探测前进，一边作 S 形摆动探头，以观察两边示值是否对称分布。不对称时，探测人员向音响示值小的一边移动，以保持始终在目标管线的正上方。零峰值探测示意图见图 8。

选用峰值法探测时，探头与探杆垂直且平行于大地地平面并与管线走向成 90° ，此时在管线正上方收到的信号最强。峰值法探测示意图见图 9。

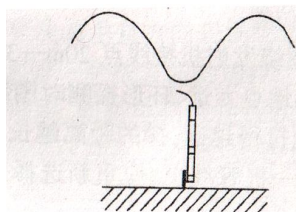


图 8 零值法探测示意图

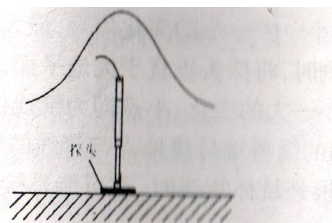


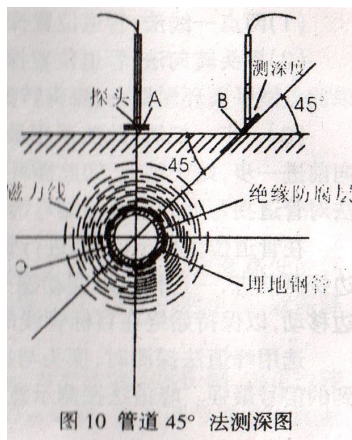
图 9 峰值法探测示意图

用峰值法探测时，接收机在增益调节的灵敏度显示数值宜在 $T=300-800$ 左右，便于在探测时观察沿线管道上的情况异常。各种现象均会通过数值的变化反应出来：防腐层完好的管道衰弱缓慢；防腐层差劣的管道衰减速度很快，需频繁提高增益以补偿衰耗值；分支处突然衰减；拐弯处信号消失，需回走五步，作环形探查；破损处的前后也因破损的大小不同而有明显大小不同的变化；管道上的阀门、卡子、焊瘤也均有不同程度的变化。

3、管道深度的探测

管道深度的探测方法采用 45° 法

采用 45° 测深法时，先将管位探到以后在其正上方作一记号 A，再将探头转到 45° 角的方位，与管道走向垂直方向平面移动，当移到最小信号值时，再作一记号 B，如图 10 所示，由图所知，管道中心为 O，这样 $\triangle ABO$ 为一等腰直角三角形，所以 $AB=AO$ ，即为管道的埋地深度。



探管测深时应选择单根管线直线段的中间，地面不平时要修正不平高度，探头在 45°向管道两边作为管道垂直方向移动测深，管位与两边最小的点距离不等时，说明中间定位点有误差，用两边距离相加除以 2 取平均深度。发射机附近管道、三通、四通处、拐弯处、与其他管线搭接处和平行与交叉管线存在的位置一般不宜作为测深的选择地点。

4、探测信号的影响因素

- 4.1 管材：管材的导电性好、传输距离远。
- 4.2 管径：较小的管径传输距离远，大口径管道传输距离近。
- 4.3 埋深：管道埋土浅，信号强，埋土深，信号弱。
- 4.4 距离：管道测试距离长，功率衰减大，管道测试距离短，信号强。
- 4.5 接头：接头处若有绝缘法兰，信号传不过去，影响管道探测。
- 4.6 导管：管道外围有导管或地表有钢板，将会屏蔽磁场，使信号变弱。
- 4.7 涂层：涂层质量好则传输距离远，涂层大量破损，交变电流信号

泄漏到大地，衰耗速度快。

4.8 邻近管线：若与目标管线交叉搭接或有均压线相连，将会分流信号。

4.9 地电条件：干燥沙漠地区衰减慢，探测距离远；管道位于盐碱地、河网沼泽地区衰减很快，探测距离近。

4.10 发射功率：发射机功率低，传输距离近，反之则远。

4.11 接收机增益：增益提高，探得远，反之则近。

4.12 回路状况：回路好信号强，回路差信号弱，所以短接支管处或由绝缘物包裹，支管末端信号弱，应从防腐层完好的一端发射信号，从防腐层破损的一端大地构成回路。

4.13 支管：支管太多将会分流部分电流，一般在支管以后，应提高增益方可继续探查，而不能在此判断前方就是管线的终端。

（三）检漏仪的使用

1、漏点处的电辐射分布

当地下管线被加入交变电流信号后，若在管道上存在防腐层破损，该信号电流就会在防腐层破损处泄漏入大地，在地下的等电位分布是以破损点为中心呈立体球形分布（图 11），用接地探针可以探到这一现象。当此信号到达地表以后，则以破损点正上方为中心呈平面圆形分布（图 12），其周围电位分布呈等距离等电位，若两名检测人员站在离中心点等距离位置，接收机示值为零，即称为等距回零法。这是点状破损处漏电电位在地表的分布特征。

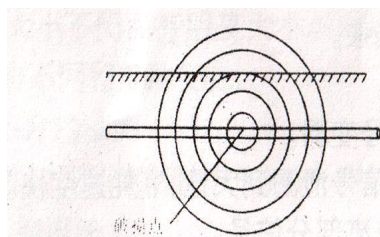


图 11 地下破损点电位梯度立面分布图

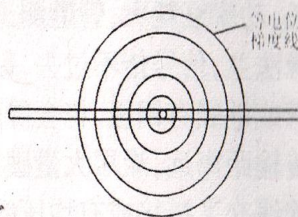


图 12 地表等电位梯度平面分布图

2、漏点的精确定位与验证

将检漏线插头插入检测仪的插孔，按下检漏仪的电源开键，显示窗口中显示电池电压。两名检测人员人体与检漏线电性相连，保持 5m 左右的距离，通过   键调节增益，使检漏仪接收机数字表头有一定的静态信号，便可开始检测。漏点的定位实际上通过横向站位，纵向站位确定防腐层破损处泄漏的圆形电位场在地表的投影中心与管位一致点。现场操作时，既可横向检测，也可纵向检测。

有如下几种方法精确定位与验证：

(1) 移动参比法：此法为纵向法检漏。采用纵向检漏时，前面的检测人员持探管仪探管，后面的检测人员持检漏仪检漏，当前面的人走到漏点附近时，检漏仪接收机示值由小变大，继续前进，示值又由大变小，后面的人走到这一点时，示值有同样的反应，就可初步确定示值最大点就是破损点。

(2) 等距回零法：采用回零法进行验证时，方法是以漏点为中心，两检测人员位置与漏点位置距离相等时，检漏仪示值为零，说明漏点定位准确。这是点状破损具有的特征。如果两名检测人员距漏点中心等距离，示值不能回零，说明一边存在小漏点或者有连续大小不等的破损点。

(3) 固定电位比较验证法：采用此法验证时，一人持接收机在管线一侧 4—5M 处原地不动，此人的身体感应电位是固定的，另一人沿管道

正上方与管线走向作平行移动，示值有由小到大，再由大到小的变化，最大点就是防腐层破损点，即漏点。当向最大点两边移动，下降数值不对称时，中心点需向数值大的一边调整，直到两边跨步电压下降数值相等为止。

(4) 平行于管道移动验证法：该法在验证时，两名检测人员中的一名在信号最大点位置，另一名检测人员在相距 5M 左右的距离作为管道走向平行的方向同时等距移动，如果原信号不变，就是干扰信号。此法主要用于排除十字交叉管道于目标管道相搭接或耦合产生的虚假信号。

3、漏点大小的比较

漏点大小是根据泄漏点电位的大小及范围来判断的，有以下几种方法：

(1) 数字直读法：该法在检测时，保持一定的静态信号，300mV 以内不能判断为破损点，这是由于土壤干湿变化、管道防腐层过薄，管道埋土深度变化检测人员偏离管位等因素引起，一般认为 300-600mV 为防腐的微小缺陷，600-900mV 为防腐层中等破损，900mV 以上应开挖修理的大破损。

(2) 辐射距离法：此法是按泄漏点处辐射距离直径来划分的：一般小漏点辐射距离直径在 2M 之内，大漏点辐射距离直径在 5m 以上，中等漏点辐射距离直径位于大小漏点两者之间。

(3) 统计图形法：若以泄漏电位与辐射距离两因素作图，在漏点的上方会出现一个个三角形，三角形大小近似地反映了漏点的大小，如图 15 所示。

图 14
示意图
破损点在管体位

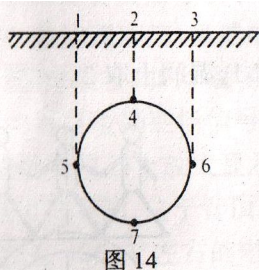


图 14

1- 破损点在管道左边 5 处, 地表电位最大处位于 1; 2- 破损点在管顶 4 处, 地表电位最大处位于 2 与管位一致; 3- 破损点在管道右边 6 处, 地表电位最大处位于 3 处; 4- 破损点在管道底部 7 处, 地表电位 1 和 3 相等

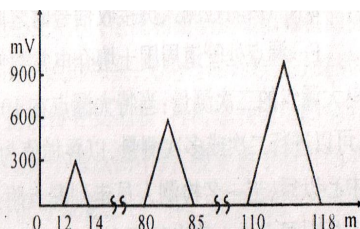


图 15 破损点大小曲线图

更大漏点的二次测量：当特大漏点在 $T=1000$ 以上时显示器超过量程，“1” 可以进行二次或多次测量，以叠加值为漏点实际测量值，方法是定出漏点中心以后，当一名检测人员走到漏点附近时，示值已达到 $T=1000$ ，另一名人员向漏点中心等半径距离的位置移动，到达等电位梯度圈时，示值回零，继续向中心点移动，示值又会变大，将两次或多次所测的示值相加就是该漏点的实际信号值。

检漏注意事项：检测定位漏电点时由跨步法改为点定位法，跨步法检漏时有可能三步等电位，改用点定位时，两脚并拢，漏点处的泄漏电流会通过土壤感应到人体上。三步等电位示意图如图 16 所示。

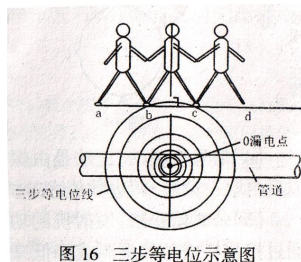


图 16 三步等电位示意图

漏点位于 O 点时，人体在 a、b 位，漏点信号由前脚 b 感应到人体；人体在 b、c 位时，漏点信号由 b 和 c 感应到人体；人体 c、d 位时，漏点信号由 c 感应到人体，由于 b、c 与漏点 O 处于电位梯度圈上，固三步等电位。精确定点时，两脚并拢，呈立正姿势，检测到的电位才在人体下面的某一点上。

4、漏点的开挖验证

泄漏点精确定位以后必须经过反复验证方可进行开挖，当开挖到破损点时，必须将管道挖到 1m 以上长度，悬空 20cm，以便查找漏点位置，如果管道上面看不到漏点，有可能在管道底部，也有可能由于漏点太小，肉眼看不出来，就需进行扩坑，将原来挖的钟形坑扩开成方形坑，管道已挖出处于悬空状态，地面上就检测不到泄漏电流，若地面还有电流测到，说明定位点与开挖点不一致，在开挖的两边电位会不相等，可向电位高的一边继续挖，便可挖到漏点。

初始检测阶段，由于有些检测人员缺少理论知识和实际操作经验，有可能引起误判，产出误判的原因主要有以下几种：

①交叉裸管在目标管线上方，且在胡同或围堤等狭小的巷道中无法横向验证，造成误判。

②广告牌、接地线、电杆拉线等良导体埋设在管道附近，由泥土传导信号变为金属传导信号。

③管道附近的土中存在金属块，或地磁场在莫处分布不均匀引起误判。

④存在河坎、爬坡，沟槽、凹坑、取信号时两检测者在不同的位置，信号没有可比性。

⑤牺牲阳极材料预埋不达标，离管道靠得太近，由阳极材料泄漏电流。

破损点开挖验证如图 17 所示。图中 1、5 为地表泥土，当破损点在 2 处时，仍未被挖出，地表 1 的电位要比地表 5 一边的电位高，需向 2 一边沿管道继续挖土，便可挖到破损点。破损点在管顶 3 时，可以凭肉眼直接看出，破损点在管底 4 时，在管道中下部要用镜片反照才能看出，太小时还需配以放大镜才能看到。

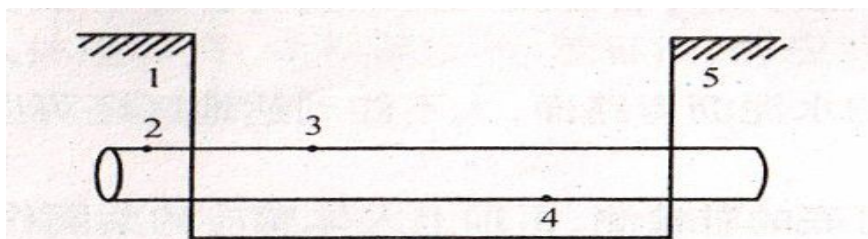


图 17 管道防腐层破损处开挖验证示意图

5、提高检漏效果的辅助手段

人体电容法检漏，在管道埋土较深、地表干旱、地下又是高温输油、输水管道，管道周围土壤烘干，多重作用共同结果形成高阻层，影响检测

信号的拾取。遇有此类情况可以采取如下措施提高检测效果：

(1)接地探针法：亦称金属拐杖法，由两名检测人员检测时各持一根粗铁棒，边走边插入土中，会提高接收信号的强度。

(2)湿布法：在管网复杂地段的水泥沥青路面，人不能到达地区还可以用一块湿布或湿海绵与水泥地表接触，代替人体电容接收信号。

(3)铁鞋法：检测人员穿带有钉底的鞋检测，再加上人体感应的共同作用也会提高检漏效果。

(4)择时法：特干地区可选择在下雨以后检测亦能改变接收效果。施工焊接结束的管道，摆放在管沟内，此时可用少量松软细土，人工进行初回填，填至管顶埋深后，注水湿润，抢在此时检测管道，既可提高检测效果，又可大大减少破损处修补开挖的土方量。

(5)加大发射功率，提高接收灵敏度也是一种提高检漏效果的有效手段，这对检测管道底部的中、小漏点尤其明显。

6、影响检漏效果的因素

(1)发射机的功率：功率大，漏点处信号强，反之则弱。

(2)接收机的增益：亦即灵敏度，增益高信号强，反之则弱。

(3)两检测者距离：也就是两位检测人员的位置，在漏点上方辐射范围内，两检测者越靠近，信号就越小。

(4)探管精度：越靠近管道上方检漏信号越准确，反之，偏离管道使信号变小。

(5)邻近管线：邻近管线平行或交叉，载流与否以及载流方向，电流大小，均会产生不同程度的影响。

(6)地表及管道周围土壤介电常数：地表潮湿，导电性好，信号强，

高温输油管道周围土壤烘干，形成高阻层与干燥地面的共同作用，均会影响漏点的检测。

(7)检漏与发射点的距离：离发射机近，信号强，反之则弱，因此随测试距离延伸必须提高发射机功率。

(8)接收机信号的接收方式：人体电容法、金属拐杖法、铁鞋法，感应法信号弱，直接传导信号强。

(9)管道埋土深度：埋土浅信号强，反之则弱。

7、复杂情况下的若干检测问题

(1)大漏点包小漏点的问题：大漏点与小漏点相距很近，小漏点信号被大漏点信号覆盖，必须将大漏点挖出，挖至悬空，再次将小漏点探出来，将大、小漏点一并挖出，处理完毕后再进行回填土方。

(2)多根平行且搭接的管网探测、检漏。首先，应将发射机的信号施加在远离搭接点的某根管线上，这样突出目标管线的信号；其次，将检测到的漏点与探测管位结合起来，将漏点与目标管位一致点定为开挖点；再次，检漏方法采用纵向法，如果平行管道搭接且靠得很近，可将整体视为一根管道探测检漏。

(3)纵向检漏时有漏点，横向验证时却检测不到漏点，反之也有横向检测时有漏点，纵向检测时漏点却消失了。产生上述现象的原因有三条：

①漏点周围存在载流管线，两名检测人员位置变化时相对电位发生了变化。

②漏点周围土壤的介电常数不一致或存在地磁场。

③两名检测人员中的一人鞋底特别绝缘，与干燥土壤共同作用，形成高阻层。不能形成电流回路。

后两种现象可将人体电容法改为接地探针法，即两名检测人员在检测时用接地棒或粗铁丝插入土中，原现象就会消失。

(4)城市煤气管道的支管进入居民楼呈立管状，很难进入各家各户探查，经调压入户后，一般均由未防腐的裸金属管或塑料管接入煤气灶、热水器等燃烧设施，某些家用电器也需接地，有些居民图方便省事，就将家用电器接地线接在煤气管道上。例如：热水器的外壳是金属的，燃气管道和自来水管道均由金属软管保护，燃气管道和自来水管道就通过热水器的金属外壳实行了金属电性连接。

在底层楼房的立管处，将探头位置与燃气管道呈 90° 角，靠近管道时，如有明显信号变大，就可判断上层楼房的管道有与其他管道或电器接地形成了金属性的电性连接，此外，阴极保护电缆与管道的连接点，牺牲阳极保护的阳极地床处，未防腐管道阀门连接处，凝水缸等地方有可能也会泄漏电流，这些问题的存在会影响阴极保护的效果，也应查出一并处理。

(5)在管道支线的末端，由于发射信号的分流以及管道已经悬空，发射信号不能与大地构成回路等情况，使得接收机的信号很弱或根本收不到信号，此类情况可将发射机移到庭院管网的末端，重新接线，目标管线的信号就非常强。

(6)单井井架周围发射机盲区，采用双管流程注水采油工艺的管道上探测，探到有两根或两根以上管道时，应将信号强度与埋深结合起来，确定目标管线。以最大法探测为例，在干沙地中，磁场强度的衰耗，探头每提高 1m，表头显示值相当于减少 400mV 左右的电位梯度。在空气中传播与干沙地中传播没有多大变化。同时在探测前进时还要边走边转动探头角度，防止探到某处时，探头正巧与管线走向平行，收不到信号。在上述地

区探查时，发射机的功率和接收机的灵敏度也不能随便变动，否则显示的数值就没有可比性。

(7)管线拐弯处的探测：当用常规方法向前探测，收不到信号时，回走五步做环形探测，即可找到拐弯管线。也可采用一步一扫法，见图 18。

(8)管线分支或三通、四通处探测：在上述地方探测信号将有明显的衰减，将探管仪接收机增益提高，再回走 5m 作环形探测，就可找到分支管线或三通、四通处。见图 19、图 20。

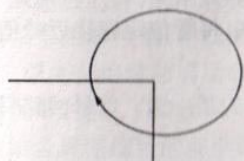


图 18 拐弯处探查示意图

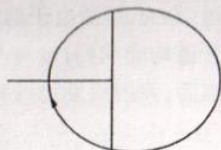


图 19 三通处探查示意图

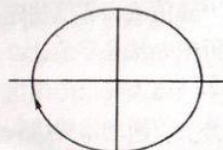


图 20 四通处探查示意图

(9)管线变深处的探测：在探测时采用最大法。若示值有明显突然衰减的现象，在此处将探头转动 90° 与管线平行的方位，然后在管线上作左右平行移动，如果信号有大一小一大的变化，此处即为管线变深处。

(10)庭院管网的探查：小功率发射，减少目标管线与其他管线信号的耦合，低增益接收，探头尽量贴近地面接收信号，转动探头角度，提高探头高度，用最小法探测，再用最大法验证，以排除假象。

(11)埋土太浅或暴露地表的管道，人体直接与管道相碰检漏仪上显示的大信号是不能判断为漏点的，此类情况判断漏点一定要与管道埋土深度结合起来，如果整条管线都如此，可利用雨后在土壤未完全干燥的情况下，检测人员离开管道上方 1m 作平行移动检测，此 1m 的距离被视作管道的

埋土深度。

(12)盲区解决办法：在探测管线过程中，发射机盲区、管线特别复杂的地段、发射信号的末端、地网、套管等特殊地段，均有可能分不清目标管线。可用如下方法解决此类问题：

①避开法：离开一段距离，继续向前探查，前方没有信号时则打圈探查；

②压制法：提高发射功率，压制其他干扰信号；

③移动法：是指发射信号的末端，管中电流所产生的等效电磁场已不能辐射到地表，就需移动发射机，在管线末端的支管上接线。

(13)干扰现象的识别及解决方法：

①峰值法和零值法定位不一致，误差超过 20cm，可能由于两根平行管道的存在，将管位定在接近峰值一边。折中办法是零值让 2 / 3，峰值让 1 / 3，管道均能挖到；

②一边无峰值的情况，管道近距离拐弯以后，发射机发射点和接地点均在管道的某一边。信号回路只从管道某一边回到发射机接地点位置。

③管道位置信号探测不明显，可能原因：测点与发射机距离太近、属探测盲区；附近有强电场、地磁场；在管道发射机信号终端测量；停有发动机的车辆等，可以让开某一时间、地点进行探查。

(14)准备一根备用导线，可以解决如下问题：将发射线延长，移动发射机到远处可探查盲区；将接地线延长并接到管道的另一边，在管中形成回路，使探测信号最强，解决复杂管网的探查问题；将管道末端接地，使末端与大地构成回路，原来不能探查的管道末端也能探查；解决水泥地面不可接地的的问题；延长接地线使探测距离更远；以线代管做模拟试验，取

得线电流探测数据，避免开挖麻烦。

(15)贴地管道的探查：城市、道路、庭院、民宅有些管道原安装在地表，为防止行人走路踢伤绊倒。在地表再加一层水泥，使管顶跟地面在同一平面，这种管道在测定深度时，探头转到 45°向管道一侧移动，不会再遇到哑点，可以用一板凳置于管道上方，以凳面高度为正常管道的埋土深度。探管测深时原特征就会恢复正常。

(16)管道途经河、沟、湖、塘、沼泽地段时，检漏方法要作如下改变：可用一根导线，一端扣有接线鼻，另一端与人体电容法检漏线鱼夹电性相连，将线在水中沿管道上方拖动，当接线鼻到达漏点上方时，漏电信号会通过泥土和水的传导，到达检漏仪接收机，这样检漏效果均比较理想。

（四）检测基本原理及方法

1、探管原理：发射机向管道施加电流以后在管道周围形成磁场，通过接收磁场信号来确定管道的位置、走向与深度。

2、检漏原理：通过发射机向管道施加特定的电磁波信号，在地下管道防腐层破损处与大地形成电流回路，将产生漏电信号向地面辐射，并在破损点正上方辐射信号最强，根据这一原理，就可找到防腐层破损点。

3、检漏方法：采用人体电容法，即用人体做检漏仪的感应元件，检测人员沿管线走向检测。当走到漏点附近时，仪器有反应，当走到漏点正上方时音响最响，显示值最大，从而准确找到破损点。

三、仪器使用注意事项

1、仪器在使用时应注意以下几点：

(1)管线测深正确与否，很大程度取决于平面定位是否准确。在管线分支附近以及旁侧有其他管线时，磁场会叠加，在该处所测得的数据是每条管线叠加的结果，相对单根管线，磁场发生了畸变，因此测深处应选在单根管线直线段的中间，直线段的长度应大于管线埋深的 5 倍以上。

(2)被测管线上覆土应该和管线有较好的接触，新敷设的管线应在覆土后一段时间等土壤密实，跟管道充分接触后再进行检测，否则效果不佳。

(3)仪器检漏时宜采用横向法，即探管员在管道上方行走，检测员离开管道行走，使检漏仪的检测线与管线方向保持垂直，检漏仪显示的数值及音响最大时，探管员所处的位置就是漏点位置。

(4)检漏仪的两根检测线必须与人体有良好的接触。人体不可与屏蔽层相碰，芯线与屏蔽层不可相碰，否则会造成检测仪失灵。

(5)发射机接地线最好不要跨越其他管线或放在另一根管线的顶部，在这种情况下，发射信号会耦合到其他管线，可能引起误判。

(6)探管仪接收机在工作时，有时会在无管线处探测到有管线的假象，假象一般具有如下特征，可区别排除：

- ①假象处所测信号强度与管线实际位置不符；
- ②峰值法和零值法所测管线位置不重合；
- ③改变发射机发射信号注入点或接地线接地点，假象将会消失。

(7)深度测量值是对管线中心而言，管线顶部的深度需减去管线的半径。对大口径的管线平面定位和测深，哑点均较宽，要进行修正，取哑点中心位置对管道定位和测深。

(8)发射机周围有一定区域内是盲区,此范围内接收机将会收到来自发射机和管线两方面的信号,如果要在该范围内探测,可延长发射线,将发射机移到稍远的地方。

(9)如果峰值和零值标定位置相重合,可认为定位是精确的,如果标记不重合则定位不准确,标记显示的错误在管线的同一侧,管线的真正位置接近峰值。

2、充电注意事项

(1)仪器在使用之前,发射机、探管仪、检漏仪都必须充足电再用。仪器长期不用时,宜放置阴凉干燥处,每月充足一次所有蓄电池组的电,以防失电受损。

(2)发射机充电: 将 12.6V 充电器插入发射机充电器输入插孔, 充电器的另一电源线插入 220V 的插孔中, 充电时指示灯亮红灯, 充足电时亮绿灯。

(3)探管仪检漏仪的充电: 将探管仪检漏仪的插孔充电连线连接 9.6V 充电器, 充电器的另一电源线插入 220V 的插孔中。充电指示灯亮红灯, 说明已在充电, 充足时亮绿灯。使用时电池电压低于 8V 时自动出现提示符号 Lb — off, 即自动关机。

四、仪器的基本配置

仪器的主件：

发射机一台； 探管仪一台； 检漏仪一台；

仪器的附件：

- (1) 探杆 一根
- (2) 检漏线 一根
- (3) 输出线 一根
- (4) 接地线 一根
- (5) 接地棒 二根
- (6) 小锉刀 一把
- (7) 磁铁 一个
- (8) 12.6V 充电器 一只
- (9) 9.6V 充电器 二只
- (10) 随机文件 一套

五、本手册中名词术语解释

1、**防腐层破损点**：亦名防腐层泄漏点、防腐层漏铁点、防腐层腐蚀点、防腐层针孔。

2、**位置**：管线在地面投影的点，由多个点构成的连线叫管线的走向路由。

3、**峰值法**：亦名最大法，在目标管线上信号音响示值最大。

4、**零值法**：亦名最小法、哑点法、谷值法，在目标管线上信号音响示值最小。

5、**盲区**：发射机周围一定范围内，发射机一次场大于目标管线中二次场的区域内。范围大小由发射功率、发射机放置位置、接地点位置决定。

6、**目标管线**：与发射机信号线相连需要探测寻找的管线。

7、**耦合**：加到目标管线的信号感应到附近管线上，或其他金属设施上。

8、**信号**：管线中交流电流产生的可检测到的磁场，或泄漏处两点间电位差。

9、**探头**：一种内置磁棒线圈的器件，它的位移和转动角度可以给地下管线定位、定深，观察其信号下降速度，可以评估防腐层优劣和破损点大小。

10、**接收机**：接收发射机所加载到管线上的信号的探管仪和检漏仪。

11、**检漏仪**：又叫检测仪。

12、**增益**：亦名灵敏度。

13、**涂层**：即指管道防腐层。

编后语

非常感谢您使用 FJ 系列埋地管道防腐层探测检漏仪，您能成为我公司的用户，是我们莫大的荣幸。为了使您能尽快地掌握 FJ 系列检漏仪的使用技巧，我们随仪器配置了内容详细的仪器使用说明书。

该产品使用说明书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。

本说明书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。