

主动声源燃气 PE 管线探测仪

操作手册

使用前请阅读操作手册



扫码关注微信公众号，获取更多仪器使用案例

◇ 扬州捷通供水技术设备有限公司

电话：0514-87234051； 87212638（售后服务）

地址：江苏省扬州市徐凝门大街 128 号

目录

1 主动声源探测仪简介.....	3
2.仪器操作流程.....	5
2.1 音频震动器安装.....	5
2.2 发射机安装及开机.....	7
2.2 接收机使用方法.....	8
3 探测方法.....	8
3.1 燃气 PE 管线直线点探测.....	8
3.2 弯头的探测.....	9
3.3 管线三通点的探测.....	9
3.4 管线出入土点及套管探测.....	10
3.5 复杂管线探测.....	10
4 探测信号分析.....	12
5 燃气管线探测专项规范说明.....	15

阅读说明：因产品更新升级，文中图片的部分配件有变化，以实际现场使用的型号为准。

1 主动声源探测仪简介

主动声源探测法工作原理是通过音频器发射装置向管道内发射特定频率的声波信号，信号沿管道定向传播至远端，该声波信号在管道压力气体中定向传播的同时，通过管壁土壤立体传播至地面；同时接收机在地面上捕捉该声波信号，通过持续接收信号的音量区找到该管的垂直扰动范围而做到精确定位，见图 1-1。

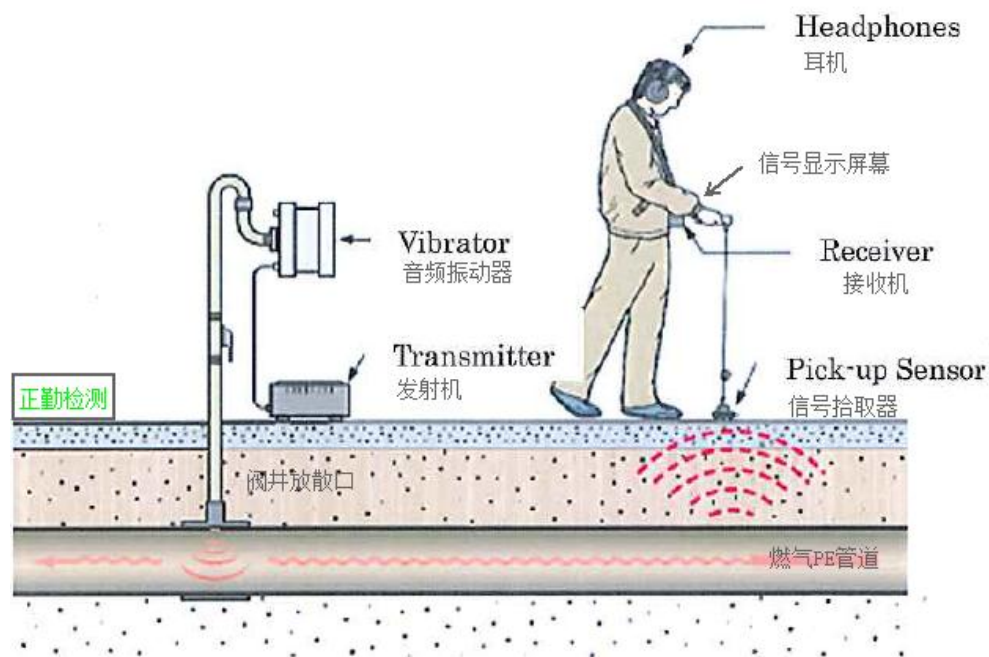


图 1-1 主动声源探测法原理

主动声源管线探测仪是专门针对无磁性、不导电的埋地燃气 PE 管道研制，是目前世界上最有效的燃气 PE 管线探测设备，2017 年开始应用于国内燃气 PE 管线探测，经过长时间的测试及现场使用取得良好应用效果，基本解决了燃气 PE 管线（非金属管线）探测难题，该设备主要由发射装置和接收装置组成，见图 1-2、图 1-3。

产品特点：

- ① 无需开挖无需停气，压缩振动器坚固耐用并标配燃气快速接头，连接安全快捷方便高效；
- ② 抗干扰强，探测准确性高，在地下燃气管道中施加多频复合调制声波震动信号，自然界中不存在该信号，信号具有强识别性和辨识度，接收机自动接收并解算信号，不会受到人为因素及周边其他管线影响；
- ③ 在埋地管道可接设备条件下，适用于任何环境下的管线探测，只要拾音器接触地面介质即可，可通过主控阀、支线阀及低压接气口探测地下互通的所有管线；



图 1-2 主动声源探测仪发射机

屏幕显示: 可触控屏, 屏幕上直接显示电量大小, 点击小喇叭可以切换“高频”、“中频”、“低频”, 点击“+”增大功率, 点击“-”减小功率, 功率大小在屏幕以%显示;

开关: 发射机电源自动复位开关, 下按开, 再按一次自动关机

高频: 700HZ, 用于井边近距离复杂管道探测

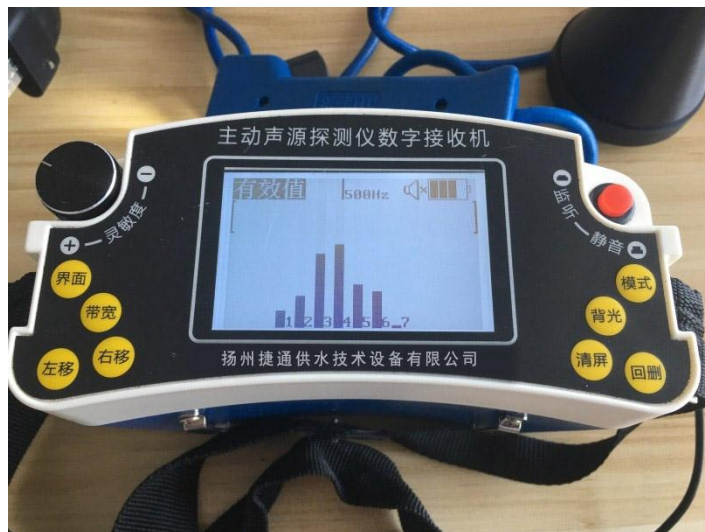
中频: 500HZ, 常用频率

低频: 400HZ, 用于探测远距离浅埋深管道

功率-: 当在发射机附近探测时, 减少发射功率

功率+: 当探测距离距离发射机较远时, 增加功率至最大, 当接收机在距离发射机位置 100m 以上时, 可直接使用最大功率探测

图 1-3 主动声源探测仪接收机



灵敏度调节：在同一截面探测时尽可能在同一灵敏度值下进行测量，当距离发射机较近时，灵敏度调节至低，以管道中心位置信号值 100，往管道两侧 15cm 之外信号值明显减小为准。当远离发射机时，适当放大灵敏度，以接收到声源信号。

界面：实时切换探测信号模式和精确探测模式

带宽：1HZ 可以有效的把外界信号过滤；10HZ、20HZ 是在远离发射机探测时，可以捕捉微弱信号值

左移：中心频率减小；**右移：**中心频率增大，接收机开机时调节中心频率与发射机频率一致

模式：滤波模式调节；**背光：**屏幕背光开关；**清屏：**在精确探测模式下，清除屏幕柱状图

回删：删除最后一个柱状图

主动声源探测仪接收机按键使用说明

2.仪器操作流程

2.1 音频震动器安装

(1) 在准备工作的阀井周围拉警示带围护，现场立警示牌，在道路中间作业时，在作业前方 30 米处，必须摆放安全警示牌，防止明火进入现场。

(2) 打开阀井井盖后，先打开放散口开关，目的是检查管道内气体压力，气体冲洗放散口内的水、杂质。

注意：打开放散开关时，要使用小锥形盖盖住放散口，防止气体喷伤，打开开关时，应缓慢打开，禁止强行突然用力打开放散阀！当放散开挖较紧不好操作时，可先用抹布清除干净再直接安装驱动头。



图 2-1 放散口连接方法

(2) 根据放散口螺丝的尺寸，选择相应的连接口，在金属螺丝上需缠绕约 10 圈生料带。

注意：当出现接口螺丝不对应、无法拧紧、滑丝等情况时，严禁打开放散阀进行工作！后果是接口在管道内压力冲击下，接口爆开，导致压力气体瞬间冲出。



图 2-2 放散口连接工具

(3) 音频振动器接好后，先打开音频振动器的气体阀，再缓慢打开放散阀，让气体从音频振动器放气口流出 3-5 秒，燃气气体充满音频振动器内部空间后，再关掉音频振动器气体阀，检查接口是否漏气，若接口不漏气、连接稳固，再缓慢全部打开放散开关，**注意：当接口存在严重漏气时，需要重新缠生料带，禁止开机作业！**

(4) 打开主机开关，调节功率键，一般先使用小功率，探测距离远时，可再调节至大功率；

(5) 探测完成后，**切记关机顺序：关主机电源-关放散阀-打开音频振动器放气阀-松开音频振动器拧扣-卸载音频振动器！**不按顺序操作会造成气体喷伤严重事故。关放散阀开关后，要先打开音频振动器开关进行泄压。

几种音频振动器接口：



图 2-3 法兰盘连接



图 2-4 法兰盘连接



图 2-5 调压箱低压放散口



图 2-6 低压放散口



图 2-7 低压接口



图 2-8PE 球阀法兰放散口

2.2 发射机安装及开机

- (1) 音频振动器连接线接到发射机后的插口；
- (2) 先按电源开关；
- (3) 按“中频”按键，此时发射机还未发射信号，需要再按功率+，发射机开始发射信号；

(4) 按功率+, 直至功率调至最大, 三档。

2.2 接收机使用方法

(1) 使用“光电控制手柄开关”带减震球的一端连接拾音器; 另外一端连接接收机接口

(2) 插入耳机线, 戴上监听耳机;

(3) 把拾音器放在阀井附近的硬质介质上(井边沿、土质介质可使用钢钎插入)

(4) 打开接收机开关, 出现开机界面;

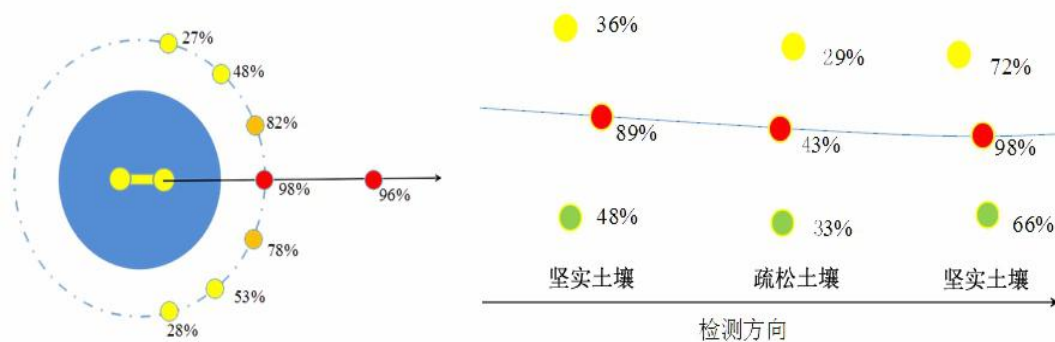
(5) 按住“光电控制手柄开关”的开关, 左右移调节中心频率, 使得耳机内出现最大频率声音, 屏幕显示信号值 100 时, 说明接收机接收频率与发射机频率已经一致, 一般情况下, 发射机为“中频”时, 接收频率为 480HZ。

(6) 带宽调节至 10HZ 即可。

(7) 接收机挂好即可开始探测工作, 当我们放好拾音器或者拾音器钢钎插入土中稳定时, 手按住“光电控制手柄开关”的开关, 即可听到信号及屏幕出现信号值, 反复该步骤, 可实现管线探测。

3 探测方法

3.1 燃气 PE 管线直线点探测



(a) 圆周探测法 (b) 沿管线走向探测法

图 3-1 直线点探测方法

在无法确定管线的大致走向时, 我们应该以接入点为圆心, 以 3-5 米为半径,

沿着圆周线盲找，找出音量最高的点标记为管线第一个位置点，把接入点与第一个点连接起来，就可以判断出管线大致走向(如图 3-1 (a))；在沿着管线探测时，如果走向出现轻微弯曲，在弯曲线附近应当减小探测间距，一般情况下由于声波在管道弯曲部位，震动气体与管壁摩擦加大，因此声音会异常响亮。

由于不同的土壤环境及管线埋藏深度，信号强度会有所不同，在确定管线走向的情况下，选择相对较大的点作为管线位置点。为了确保管线点的准确性，通常会选取 3 个点，第三个点作为验证来确保管线在一条直线方向上(如图 3-1(b))。

3.2 弯头的探测

在探测过程中，如果沿管道走向探测时，音量突然减弱，这时可在此点与上一个点之间详细监听，找出音量最高的点即为弯头所在位置。或者回到上一个点以此点为圆心，以 3 米为半径沿圆周线盲找，在找出音量最高点后，再以此点为圆心沿圆周，找出另一个音量最高的位置点，将这两点连成一条直线。在确定两条管线走向后，将这两条管线延伸交汇于一点，该点即可判定为管线的拐点。此外如果在沿圆周盲探时，没有遇到信号强点，可扩大探测半径寻找信号，如果确定无法找到信号源，可判定此处为管道终点，此时可以在上个点沿走向详查，找出信号最大点即为管道终点。

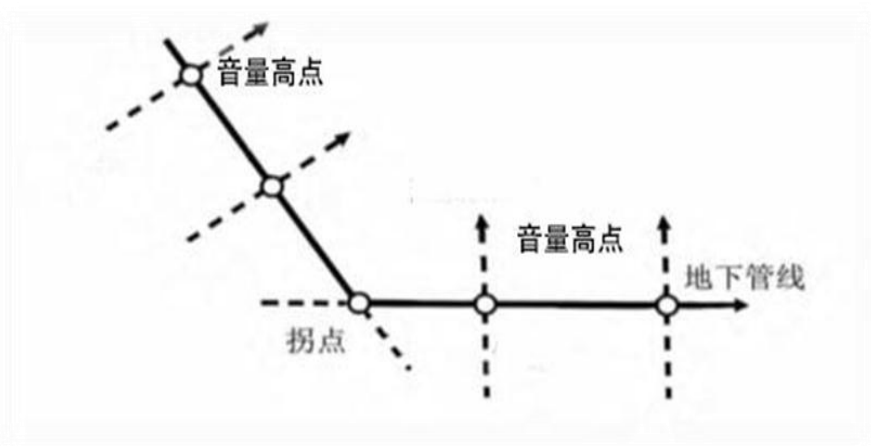


图 3-2 拐点探测方法

3.3 管线三通点的探测

在燃气 PE 管道的敷设中，常有支线分出，在进行管道探测时，就需要确定出 PE 管道支线与主线连接的位置，即三通点的位置。声波信号在传输过程中，

信号会逐渐衰减，遇到管道分支，信号强度会有所分散；但是当在三通位置点，由于空气震动体量增加，传播到路面的声音较周围也最为强烈。

探测三通点时，也可采用间接的几何交汇法；当我们发现疑似三通位置时（通常在遇到三通时，三通位置信号会异常强烈），首先要使用“多点探测法”准确确定主管道位置，其次在疑似支线管道一侧进行多次剖面探测，找出信号最强的一个点后，在其延伸方向再找出第二个信号最强点，两点连成一条直线，用交汇法就可以定出三通点的位置。



图 3.3 三通探测方法

3.4 管线出土点及套管探测

在通过定向穿越的穿越段或者管线的外部加一层混凝土套管时，音频信号会突然减弱或者消失，此时可沿管线走向，在路面另一侧寻找信号位置点。穿越段可根据竣工图纸寻找到下一个出土点的大致位置进行探测，确定出土点后，再往回进行探测，使得管段连接起来。

在出现发射信号丢失的现象时，也有可能是因为此处的土壤太过疏松，地下填埋垃圾夯土不实，或者周围有空洞对，导致信号衰减太厉害，现场探测可以沿走向向前再此寻找信号点，进行检测。

3.5 复杂管线探测

在探测有多条管线或者存在多个特征点的 PE 燃气管道时，宜采用扫面的方式进行探测，在探测范围内布置规则的测网，测网一般取 $20 \times 20\text{cm}$ ，把拾音器放在每个测点上进行检测，记录每个测点的接收机探测数值，全部剖面探测完成

后，形成平面探测图，管道信号异常值（暖色调区）峰值的连线为管道主线及特征点的位置。

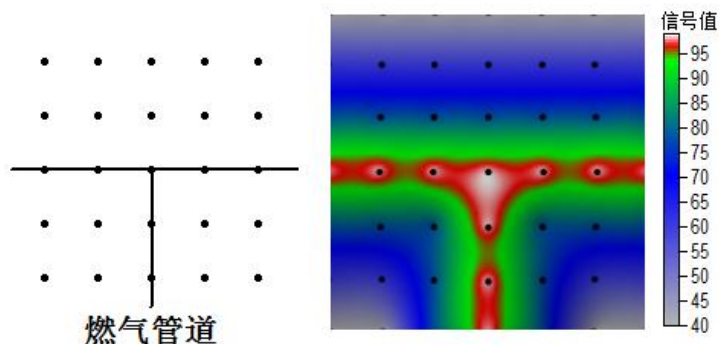


图 3-4 三通扫面异常结果图

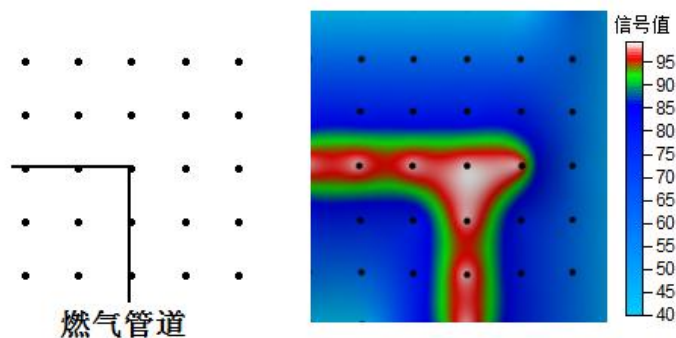


图 3-5 弯头扫面异常结果图（弯头）

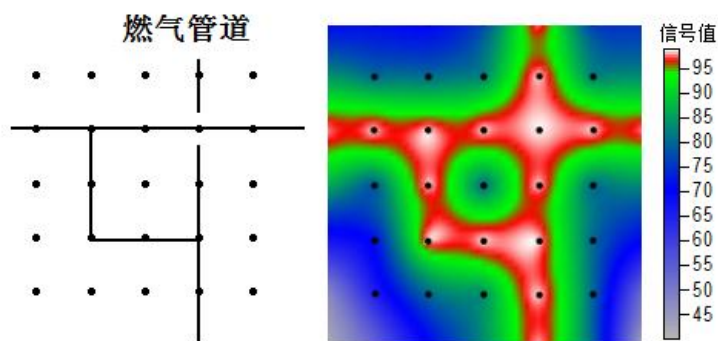


图 3-6 复杂管线扫面异常结果图

4 探测信号分析

分析主动声源管线定位仪探测结果，首先要了解固体材料中声波衰减主要有以下三种原因：

吸收衰减，传播中质点间的摩擦使声能转化为热能造成吸收衰减，吸收衰减的大小与频率有关，频率越高，吸收系数越大。

散射衰减，传播中多次反射、折射，波型转换造成散射衰减，地下存在大的颗粒（碎石等）构成许多声学界面，使得声波在这些界面产生多次反射、折射和波形转换，散射衰减与散射粒子形状、尺寸、数量和性质有关，介质如松散的沙土等。

扩散衰减，传播中波束扩散使能量分散造成扩散衰减。

地下管线错综复杂，地质环境多变，声波信号在不同的传播环境下，会有不同程度的衰减；有时在复杂的噪声环境下，定位也会变成一个难题，在现场探测时，要注意探测的环境来判断管道真正位置，并不是所有声音信号最强的正上方就是管道位置，我们根据以往探测的不同界面总结了以下几点情况。

（1）通常情况：同质土壤

例如混凝土、绿草如茵的地面、路面，压实沟槽，覆盖层为同一种介质，接收到的信号不会因介质差异而引起信号强弱不相同，在该过程中声波能量大小主要与传输距离有关，距离管道最近的位置声波能量最强，如图 2-9。

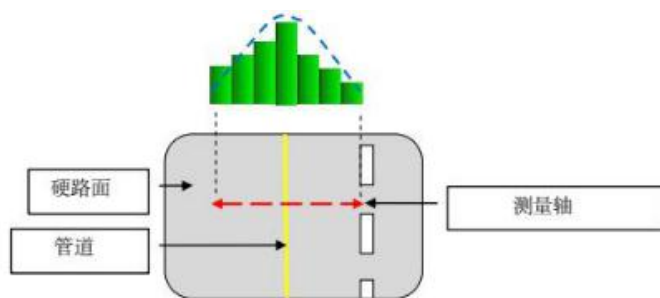


图 4-1 同种介质声波信号示意图

（2）特殊情况一：土壤中存在密度较低的界面

例如管道附近存在地下空洞和软土质层等情况，密度较低的介质疏松，增加了声波散射的衰减，造成地面接收到的声音信号弱。

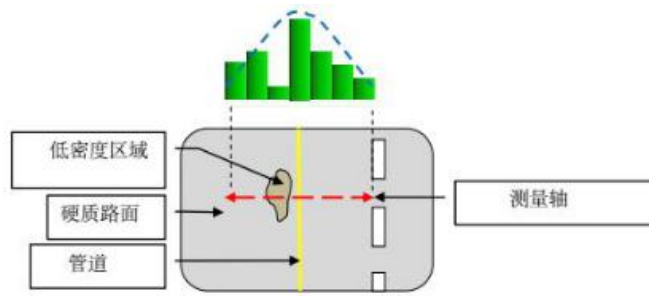


图 4-2 管道周围低密度区信号示意图

(3) 特殊情况二：土壤中密度较高的元素

例如管道附近地下有石块、混凝土、大密度区域时，由于高密度区声波能量衰减弱，这些地方会出现声波能量突变，往往误判为管道位置。

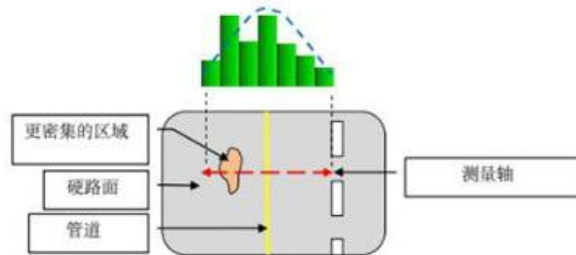


图 4-3 管道周围高密度区信号示意图

(4) 特殊情况：开挖沟渠埋设压实土壤

直埋的管道都通过开挖沟渠，回填压实沙土、混合物形式，这种情况一般要在现场进行区分，第一种是回填压实，例如回填了混凝土，即回填部分密度要高于周围土壤密度，一般信号最强位于管道正中心；第二种情况是回填部分密度小于周围土壤密度，如图 4-4，声波信号则较为复杂，在回填界面上信号强度往往最大。

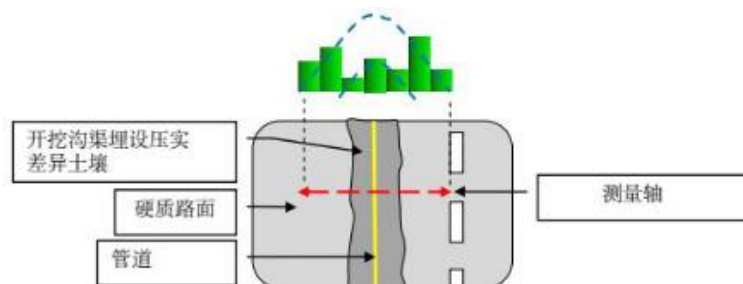


图 4-4 开挖沟渠埋设压实区信号示意图

(5) 其他情况



图 4-5 通常情况现场分析图

通常在探测现场，大致确定管道走向后，在地上使用“石笔”垂直管道走向按等距标记出若干个探测点，形成一个探测剖面，分别使用接收机获取信号结果，并标记地上信号大小，以便分析结果，最终确定管道位置后，采用红油漆进行标记。



图 4-6 特殊环境情况探测实例

5 燃气管线探测专项规范说明

2019 年 8 月份受《地下管线专项探查技术规范》（筹备）专家组的邀请，扬州捷通供水技术设备有限公司在燃气 PE 管线探测专项部分补充了主动声源探测法的主要内容，仅供参考。

主动声源探测法

注：该方法目前国内处于起步阶段，在国内没有一个中文名称，根据该方法的原理，按照地球物理学方法命名习惯，扬州捷通供水技术设备有限公司建议该方法统称为主动声源探测法，区别于声波反射法。

本方法适用于可接入声源信号（有放散口、法兰接口等）的燃气 PE 管道精确探测。

- 1 使用主动声源探测法时，燃气 PE 管道工作压力不得大于 0.6Mpa。
- 2 应必须保证音频振动器接口与管道接口尺寸对应、连接牢固。
- 3 **在役 PE 燃气管道工作压力在 0.2-0.4Mpa 时，当音频振动器接口和管道接口有滑丝、无法拧紧、泄漏现象时，严禁打开管道放散阀门开关！探测结束后，卸载音频振动器未泄压前，严禁松开快速接头手柄！**
- 4 探测过程中，仪器连接处必须有专人值守，并附近做好围挡、立警示牌等安全防护措施。
- 5 探测过程中，应使用泄漏检测仪实时检测阀井内部及周围天然气浓度值，当浓度值过高时，应该立即停止工作，并吹散井内聚集的天然气，超过 1.5 米的深井，应使用加长杆接口使得音频振动器接头部分高于井口高度。
- 6 管道三通、弯头特征点，宜采用几何交汇法探测，复杂管线宜进行扫面探测。
- 7 确定一个管线点的水平位置应进行垂直于管道进行多次测量（3 个探测剖面以上），使得多次测量结果信号峰值均在同一条直线上。
- 8 现场应使用不同频率达到探测目的，尽量避开环境中的同频率噪声干扰。

【条文说明】

本条介绍了主动声源探测法原理、应用范围、技术条件和强调必要的安全操作行为。

1 根据《聚乙烯燃气管道工程技术标准》CJJ 63-2018 规定：聚乙烯管道工作压力不得大于 0.8MPa. 主动声源探测法一般用于小于 0.4MPa 的燃气管道的中低压管道探测，PE 燃气管道打压试验为设计压力的 1.5 倍为 6Mpa，超过这个压力有不可预见的风险。

2 在使用主动声源时，接口尺寸不对应是常见，遇到这种情况时，不可强行安装使用，防止打开放散开关压力过大而造成接口脱落，可现场卸下接口盖子进行加工新的接头。

3 本条列为强制性条文，防止出现人身安全事故。管道工作压力大于 2.0Mpa 时，当接口滑丝、无法拧紧时，打开放散开关会使得音频振动器内部压力大接口瞬间脱落，音频振动器和高压力的天然气冲力直接危害操作员的人身安全。卸载音频振动器时，要严格按照操作说明书，先关掉管道放散开关，其次在打开音频振动器泄压开关进行泄压后，方可去下音频振动器。

4 专人值守防止音频振动器与管道接口在探测过程中意外脱落、泄漏情况。

5 探测过程中，应当实时监测阀井内部天然气浓度值，防止燃气因泄漏在阀井内部达到爆炸下限，深井内部应该加加长杆，使得接头部分高于井，如果有微弱泄漏在井上方易被空气吹走，避免在密闭空间形成高浓度燃气混合气体。

6 声波振动信号沿管道传播，往往在三通、弯头的位置聚集，导致地表信号范围大，无法准确测出特征点位置，需要从远到近进行测量，最终信号直线交汇处即管道特征点位置。

7 地下不均匀的介质，导致介质声波传导能力、声波衰减大小不同，在管道附近可能形成异常突变点干扰，应通过多次测量方式减小探测误差。

8 可以调节频率，避免周围噪声干扰，也可在夜间周围噪声干扰小时探测，效果更佳。