

关于聚乙烯天然气管道定位方法的探讨

任运波（中国石油西南油气田公司华油公司，四川 成都 610213）

摘要：在社会经济发展速度不断加快的今天，天然气作为一种优质、高效、清洁的低碳资源，已经通过聚乙烯管道，被输送到了千家万户中。但是，天然气是一种易燃易爆的气体，如果聚乙烯管道出现腐蚀、受损等问题，将有可能引起严重的财产损失和人员伤亡。本文重点针对聚乙烯天然气管道的定位方法进行了详细的分析，以供参考。

关键词：聚乙烯管道；天然气；定位方法

能源是推动社会经济发展的关键。作为一种清洁能源，天然气在人们的日常生活与工作中发挥着极为重要的作用。聚乙烯天然气管道是输送天然气的主要媒介，在城市市政道路及小区内的分布极为广泛。在城市建设力度不断加大的过程中，城市中的供水管道、通信、电缆以及道路等方面的改造力度也越来越大。而在具体的改造施工过程中，定向钻与开挖施工作业的实施，对聚乙烯管道的运行安全有着直接的影响。如何做好管道定位，保证管道运行的安全性，成为相关部门的首要任务。

1 聚乙烯天然气管道的泄露原因

1.1 管道质量不达标

管道的材质与质量，对于天然气的运输过程有着直接的影响。对天然气管道泄露的原因进行分析，发现主要与管道质量不达标有关。一般情况下，对管道质量影响比较大的因素主要有两个，一个是管道材料本身问题，另一个是管道生产过程中的管理问题。例如，在管道生产或管道施工中，如果没有对管道的焊接质量、安装质量进行严格的控制，没有做好施工安全管理，那么天然气的运输过程必然会面临各种安全隐患。

1.2 管道遭到腐蚀

管道腐蚀，也是导致聚乙烯天然气管道泄露的一个原因。分析管道遭到腐蚀的原因，主要与天然气中含有硫元素或其他酸性元素。这些杂质的存在，就可能发生氧化反应，并对管道内部产生腐蚀。

1.3 阴极保护失效

在对聚乙烯天然气管道进行防腐处理的过程中，需要做好阴极保护工作，即直接将电流添加到管道金属材料的外部，使管道金属材料产生阴极反应，以此来降低管道遭到腐蚀的几率。但是，在阴极保护过程中，如果遇到管道跨越交通要道、对套管内部注水等

情况，那么阴极保护能够发挥的作用就会大幅度降低，管道遭到腐蚀的几率也会提高。

2 聚乙烯天然气管道的探测要点

近几年来，我国在地下金属管线的探测方面，已经掌握了多种技术方法，例如电磁阀、电法、红外辐射法等。但是，由于聚乙烯天然气管道不具有导电性和导磁性，绝缘特征比较明显，所以并不适用于普通的技术管线探测技术。为了保证聚乙烯天然气管道后续调度、维护、施工以及抢险等工作的顺利开展，必须要采用更加先进的管道探测技术。在对管道进行探测的时候，需要重点注意以下几方面内容。首先，对管道走向、连接关系、管道属性、管道材质、压力级别、权属单位、埋设深度以及其地面投影位置等进行查明。其次，对管线特征点及相关附属物点进行查明。其中，特征点指的是直线点、转折点、等径三通等情况。附属物电指的是钢直埋阀、民用调压箱、商用调压箱等。最后，严格按照表1对地下管线进行探测。

表1 地下管线探测必须查明与测注的项目表

管线种类	地面建(构)筑物	管线点		量注项目	测注高程位置
		特征点	附属物		
天然气	气化站、调压房、储配站、门站	直线点、转折点、变径、变材、变坡、三通、异径三通、出地、管帽、入户等	钢直埋阀、PE直埋阀、调压箱、调压柜	埋设方式、管径、材质	管顶及管顶标高

3 聚乙烯天然气管道的定位方法

3.1 示踪线

近几年来，在我国不断加大地下管网建设力度的过程中，也使得地下管网的分布越来越复杂，地下管网遭到损坏的几率越来越高。为了提高天然气管道的

运行安全性, 国家和天然气企业开始利用示踪线对聚乙烯管道进行定位^[1]。即在铺设聚乙烯天然气管道的时候, 直接按照管道的走向, 在管顶上方铺设示踪线, 并确保示踪线的接头导电性能良好。

在铺设好示踪线之后, 工作人员只需要对示踪线的位置进行探测, 就可以对聚乙烯天然气管道的位置有一个准确的把握。目前, 对聚乙烯天然气管道铺设示踪线, 已经被列入相关规范当中, 各天然气企业也开始结合示踪线的使用情况, 对示踪线的性能要求和铺设注意事项进行了明确和细化。

在示踪线的铺设过程中, 需要注意以下几方面。首先, 为了提升示踪线的导电性, 保证电气连接的有效性, 需要优先选择单线截面积在 2.5mm^2 以上的铜线示踪线。如果是定向钻示踪线, 则建议优先选择带钢缆的护套线。其次, 在聚乙烯天然气管道的正上方, 进行示踪线的铺设。同时, 每隔 3-5m 进行一次绑扎固定, 以免示踪线与管线脱离, 影响后续管道定位的准确性。在示踪线上每隔 300-500m, 可以设置一个信号源井, 或者将聚乙烯天然气管道的燃气阀门井作为信号源井, 也可以明显提高管道定位的精准度。最后, 在完成示踪线的铺设施工之后, 还需要对示踪线的铺设质量进行检查。

第一, 先对示踪线的外观进行检查, 排出示踪线外层防腐层破损、示踪线打结等问题。第二, 对接头是否紧密进行检查, 确保连接接头严密, 且没有金属线裸露、松脱等问题。第三, 对示踪线的导通性进行检查, 通过电流检测、电阻确定等方式, 对示踪线的断路、电流异常、电阻异常等问题进行排除。图 1 为示踪线结构。

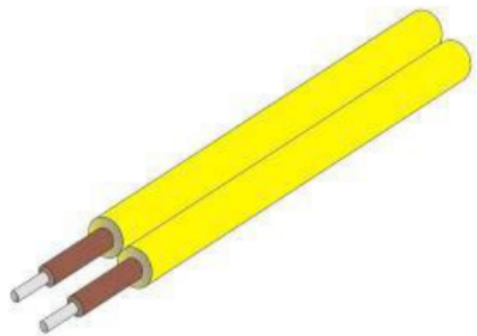


图 1 示踪线结构

利用示踪线进行管道定位的优势在于, 施工过程比较简单、施工成本比较低, 且可以利用雷迪探测仪

等仪器设备完成相关探测, 技术相对成熟, 可以保证管道定位的精准性。但是, 在这一管道定位方法应用频率不断提高的形势下, 也暴露出了一些缺陷。首先, 在定向钻施工过程中, 示踪线回拖过程中, 出现断裂问题的几率比较高。其次, 定向钻管线埋深比较大, 所以在使用雷迪探测仪的时候, 并不能保证最终的探测精度。最后, 城市道路地下除了天然气管道之外, 还埋设着其他管道, 例如电缆管道、通信管道等。这些管道的信号干扰, 会明显降低示踪线的探测精度。所以, 在某些关键部位的天然气管道定位方面, 经常受到限制。

3.2 电子标签

与单纯利用示踪线进行管道定位的方法相比, 利用电子标签方法对管道进行定位, 不仅可以对管道的平面位置和埋设进行如实的反映, 还可以有效抵御周边设施的干扰, 提升天然气管道设施的安全性。电子标签系统主要由两部分构成, 一部分是埋地电子标签, 另一部分是检测器。其中, 埋地电子标签内部含有谐振电路, 所以可以在不安装电池的情况下长时间的维持正常运行状态。如果检测器距离电子标签较近, 其在发射既定频率无线电波的时候, 就会与电子标签内部同频率的线圈、电容发生谐振, 产生感应电流。检测器只需要对感应电流的磁场信号进行如实的探测, 就可以对电子标签的位置进行准确的判断, 对管道进行准确的定位。图 2 为电子标签的系统组成。

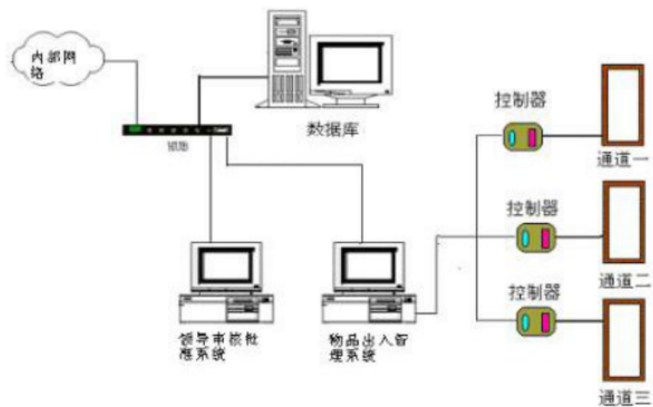


图 2 电子标签的系统组成

近几年来, 电子标签的使用功能与种类也越来越多, 但是以设置位置为标准, 可以将电子标签分成两类: 一类是随管敷设定位、另一类是后期地表定位。首先, 随管敷设定位, 主要包含球形电子标签、盘形电子标签、盾形电子标签和环形电子标签。在天然气

管道安装就位回填之前,对电子标签进行有效的安装,利用胶布、扎带等工具,将电子标签捆扎或固定在管道上,可以将管道的平面位置和埋深如实的反映出来^[2]。其次,后期地表定位以钉形电子标签为主,常见于管道非开挖后补定位中,或者穿越水泥路面的管道定位中。参照管线的具体位置,对电子标签位置进行确定,对电子标签位置进行确定,将电子标签与管道之间的距离保持在 5cm 以上。然后,再用钻孔机进行打孔,将孔深控制在 50cm 左右。之后,再将电子标签塞入孔中,利用水泥材料进行密封处理。这样,就可以对管道的平面位置进行如实的反映。

在应用电子标签的过程中,需要注意以下三方面。首先,针对地下天然气管道的直线路径,需要确保电子标签的埋设间距控制在 2~50m 之间,确保地下天然气管线的深度变化幅度不超过 0.5m。同时,将电子标签设置到以下两处:一处是管道的最高处,另一处是管道的最深处。其次,在以下关键部位,加强电子标签的设置,例如地下天然气管道的起始点、终止点和分支点;再例如三通部位、弯头部位、分支部位、交叉部位、材质变换处等部位。最后,如果遇到以下两类特殊情况,需要加强电子标签的设置。第一如果地下天然气管道需要穿越河流或其他公共设施,则要在管道管道两端或者管道套管两端设置电子标签;第二如果地下天然气管道铺设属于非开挖施工工程,则需要分别在出入土点,进行电子标签的设置。

利用电子标签方法对管道进行定位,不仅可以降低外界信号对探测过程的干扰,还可以对探测结果的准确性予以保证。但是,这种管道定位方法的应用也存在着以下三方面的缺陷。首先,电子标签只有与管道绑扎在一起,才能够发挥定位作用,所以仅适用于直埋较浅的管线管位定位。如果是非开挖施工,那么电子标签在管道定位方面的作用将会非常有限。其次,电子标签以单点检测为主,如果设置间距过长,则不能保证管道定位的安全性。如果设置间距过短,又会引起探测成本的增加。最后,电子标签使用的是塑料保护层,在地下埋设时间过长,盐分、水分、杂散电流等将会对电子回路、芯片等产生腐蚀,降低电子标签的有效性。

3.3 GNSS-RTK 技术测量

GNSS-RTK 系统主要由两部分构成:一部分是 GNSS 系统、另一部分是 RTK 系统。GNSS-RTK 技术的测量精度可以精确到厘米级。GNSS-RTK 技术的坐

标测量原理如图 3 所示。利用 1+1 配置,与卫星同步传输,实时定位,可以在同一时间,同时搜索 20 多颗卫星,保证定位的精确性与高效性。将获取到的定位数据信息导入到专业绘图软件中,就可以为工作人员出图查看提供便利。

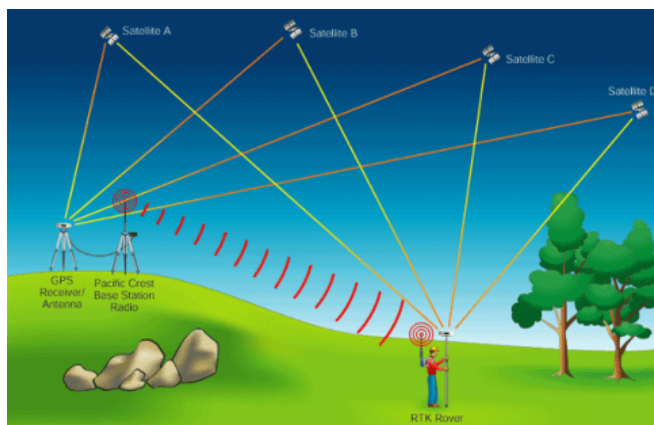


图 3 GNSS-RTK 技术的坐标测量原理

利用 GNSS-RTK 技术进行管道定位,需要注意以下几方面。首先,在施工过程中,在管道铺设方向上,每隔 1m,利用 RTK 陀螺仪对管道的坐标与高程等相关数据进行采集,并创建相应的管道坐标数据库。如果当地的地形变化较小,在管道后期管理过程中,可以利用 RTK 技术,对天然气管道进行数字化管理。

利用 GNSS-RTK 技术进行管道定位,可以通过管道坐标数据库,对非开挖管道的定位问题进行有效的处理,满足大埋深管道的探测定位需求。但是,这种定位方法,如果遇到 DN110 及以下的管线,在管径的限制下,管道坐标数据的采集难度会提高。

4 结语

综上所述,加强聚乙烯天然气管道的定位,在保证天然气运输安全等方面,发挥着非常重要的作用。但是,不同的管道定位方法,分别有着不同的应用优势和劣势。天然气企业可以根据自身的实际情况以及需求,选择合适的管道定位方法。或者直接通过多种管道定位的联合应用,保障天然气管道的运行安全。

参考文献:

- [1] 赵燕鹏.天然气聚乙烯管道定位方法探讨[J].石化技术,2023,30(8):89-91.
- [2] 严俊伟,陈伟,王友义,等.城镇埋地聚乙烯燃气管道全面检验技术及其应用[J].化工机械,2021,48(2):294-297.