

浅析天然气长输管线 泄漏检测的方法

采用适当方法对天然气长输管线泄漏进行检测,可延长长输管线的使用寿命——长输管道的安全已成为国家和长输管道运营单位重点关注的问题之一。采用适当方法对天然气长输管线泄漏进行检测,降低泄漏风险,可延长长输管线的使用寿命,同时也能降低环境污染的风险和减少经济损失。

PROCESS-Tip

文 / 高飞

* 更多信息请扫描二维码:



chem.vogel.com.cn

* 反馈编码: A211132

长输管线是天然气的主流运输工具,由于运输距离较长,受环境及人为因素影响,导致在运输过程中时常会有泄漏事件的发生。为了及时发现天然气泄露事故,减少油气损失,保障人们的生活安全,维护管道的正常运转,必须要在一定程度上加强维护和检修工作,加强管理措施。

目前泄漏检测的常见技术

长输管道泄漏检测的常用方法有负压波检测、声波检测、地面间接检测以及光纤传感器检测等。

负压波检测

在管道突然发生泄漏时,由于泄漏部位会产生向上下游传播的减压波,称之为负压波。如果在管道两端设置压力传感器检测到负压波,就可以判断泄漏,并

通过计算管道两端压力传感器接收到负压波的时间差,就可以对泄漏点进行定位。

声波检测

当管道发生泄漏时,在泄漏点处会产生噪声。通过管道两端设置好的声波传感器可以接受到这种声波,从而检测泄漏,并通过管道两端声波传感器接受信号的时间差来定位泄漏点的位置。

地面间接检测

地面间接检测主要有热红外成像、探地雷达等几种方法。

光纤传感器检测

光纤传感器检测管道泄漏的方法是根据管道中输送的热物质泄漏会引起周围环境温度的变化,利用分布式光纤温度传感器连续测量沿管道的温度分布,当沿管道的温度变化超过一定的范围,就可以判断发生了泄漏。

管道泄漏检测方法的对比

负压波检测

当管道发生泄漏时,泄漏处由于管道内介质外泄造成管道压

力突然下降,在流体中产生一个瞬间负压波,负压波沿管道上下游传播,由于管道的波导作用,负压波可以传播数 10 km,根据负压波到达上下游测量点的时间差以及负压波在管道中的传播速度,可以计算泄漏位置,由于负压波有效距离长、安装简单以及成本较低,目前在过国内应用较为广泛。但负压波检测也有其自身缺陷:对泄漏量要求很大,负压波能迅速检测出泄漏量河大的泄漏,对小泄漏量的检测没有效果。此外负压波检测无法应用在天然气管道上,原因是天然气管道上,如果发生泄漏,泄漏处的压缩气体迅速扩张,不产生可以检测到的负压波,因此无法检测天然气管线的泄漏。

声波检测

当管道发生泄漏时,在泄漏点处会产生噪声,噪声沿管道向两端传播,通过在管道两端设置好的传感器可以接受这种声波,从而探测泄漏,同时根据传感器接受到声波的时间差可对泄漏点进行定位。管道声波泄漏监测系统具有快速高

本文作者供职于北京石油化工工程有限公司西安分公司。本文系仪表圈主办的第三届“定华杯-生产过程安全技术应用”征文活动入围作品。

效、反应灵敏、定位精确、误报率极低、操作简便以及安装便利等显著特点,相比负压波技术,声波技术成熟且先进,比如在气体管道、海底管道、多相流管道上负压波法不能解决问题或者效果很差,但声波技术可以轻松解决任何介质的压力管道;即使是面对液体(原油成品油)管道,声波的指标也明显领先,定位精度约为100 m内,误报率约为负压波的1/10。另一方面,在少数复杂的工况下声波法结合负压波技术优于单一的声波法,如针对于某些工况下的缓慢泄漏。

地面间接检测

地面间接检测主要利用图像分析或泄漏物敏感材料制成传感器检测管道外是否有泄漏物。探地雷达是一种主动检测方法,将脉冲信号发射到地下介质中,通过接受反射信号探测管道是否发生泄漏。红外成像法是一种被动检测方法,不需要发射探测信号,需接收来自被测对象的信号,例如利用机载或星载精密红外摄像装置记录泄漏物在空中形成的气团或管道周围的地热辐射效应,通过光谱分析发现泄漏,由于长输管线点多线长,周围地址结构差异很大,探地雷达和红外成像检测不适合管道泄漏的实时检测。

光纤传感器检测

分布式光纤传感器是近年来伴随光纤通信技术快速发展而出现的一种新型传感器,它具有同时获取在传感光纤区域内随时间和空间变化的被测量分布信息的能力。由于使用光纤和光信号,特别适合易燃易爆的石油和天然气管道的在线监测,沿油气管线铺设一条光缆,用光纤做传感器,检测管线周围的压力和振动信号,可以对油气泄漏、附近的机械施

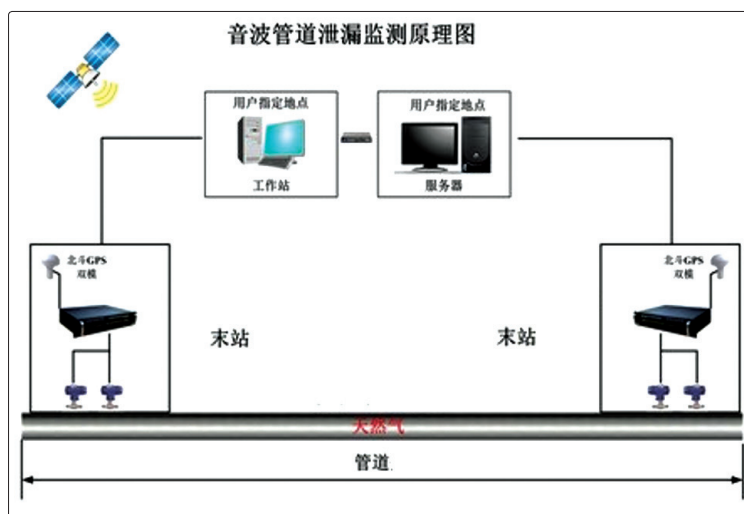


图1 声波管道泄漏检测系统原理图

工和人为破坏等时间进行迅速判断和准确定位,预报和发现泄漏隐患。由于光缆需要沿管道进行敷设,因此只适用于新建管线在敷设管道时随管道一同安装。

综上所述,负压波无法检测天然气管道的泄漏,地面间接检测不具备长输管线实时检测的能力,光纤传感器检测适用于新建长输管线,结合目前已建成的大部分天然气长输管道工程的实际情况,采用声波检测的方案,既能起到稳定检测管线泄露的作用,同时改造的费用也较低。

典型的声波检测方案

管道声波泄漏监测系统主要由:安装在管道站场和阀室的分站和安装在调度中心的主站组成。分站包括声波传感器、现场数据采集处理器、北斗/GPS双模天线等硬件模块;主站包括中心汇集处理器(运行核心数据模型处理软件)、系统控制主机(运行系统监控软件)。

当管道发生破裂时,管道内输送介质在泄漏瞬间产生具有一定特征的声波,并沿管道内介质向两端传播;现场数据采集处理终

端接收声波信号,与北斗/GPS授时时钟一起通过网络传输给泄漏监测定位服务器;泄漏监测定位服务器进行实时识别处理,确定管道是否发生泄漏,同时利用管段两端接收到信号的时差,判断泄漏发生位置。在每个环节利用人工智能技术过滤干扰,最终降低误报率,提高监控精度。用声纹识别方法检测管道泄漏引起的声波信号。通过自适应信号去噪、泄漏信号重构、声纹特征提取和诊断模型,可以实现对泄漏信号的识别和诊断。根据泄漏声波到达管道两端的时间差及测算的声速,计算泄漏点的位置。系统原理图如图1所示。

结论

随着天然气长输管线的不断建设,管道泄漏造成的安全隐患必将成为社会和企业关注的重点。目前针对管道泄漏检测的方法较多,且已有部分管道泄漏检测设备服役。但存在检测准确度和投资费用昂贵等问题。企业根据自身生产实际,选择合适的检测方法,将成为企业提高生产效率,降低安全风险的发展趋势。