

油气管道过采矿塌陷区的应急治理技术探究

李 斌 (山西蓝焰煤层气集团有限责任公司, 山西 晋城 048000)

摘要: 未来, 城市化进程会带来油气管道负荷的增加。高能耗和高效率的生产生活会伴随人类长时间的经济。以油气管道穿越区本质安全的评估与维护工作的压力日益增大。以油气管道为资源运输的方式得到了改善, 一些工业重镇的油气集输管道也进行了附线的变更。本文针对城市燃气领域的中压、低压管道穿越地铁隧道和煤矿等过采矿塌陷区前提下的工况特点, 在多维安全理论帮助下开展现场应急治理技术探讨。为同行提高不同应力状态下的管道完整性评估和及时响应的应急治理措施。

关键词: 油气管道; 输送; 穿越; 应急治理

1 引言

社会的进步与时代的发展给工业化进程带来了崭新的驱动。而基于化石燃料为基础的人类经济命脉时刻引领着工业发展。不同历史时期的技术和装备导致了生产力和工业布局的不同。以油气集输为例, 随着大型油田的枯竭和战备战略思路的转变, 老三线建设逐渐被淘汰, 而采受率低下的油气田更是逐步进行了关停。以油气管道为资源运输的方式得到了改善, 一些工业重镇的油气集输管道也进行了附线的变更。例如涪陵页岩气的开采就为川气东送做好了基础保障。而老旧的普光常规气田输气管道的压力和建设规模随之进行了衰减。我国油气田主要分布在高山、沙漠和水网地区复杂的各地, 都距离城市较远。而下游用户往往集中在经济发达的沿海地区。所以油气管道需要穿越不同地区, 收到自然灾害和各种异常应力的干扰。本文针对城市燃气领域的中压、低压管道穿越地铁隧道和煤矿等过采矿塌陷区前提下的工况特点, 在多维安全理论帮助下开展现场应急治理技术探讨。为同行提高不同应力状态下的管道完整性评估和及时响应的应急治理措施。

2 工程概况

某矿区开采时间长, 历史上开挖土方多, 且巷道纵横交错。多维技术手段下的常规光面爆破、盾构一体机施工大规模挖掘以及历史前的常规人工挖掘都给不同地层带来异常应力扰动。导致不同程度的坍塌。而矿区所在城市的主要输气管线经过具有下方煤矿开采时遗留的采空区。而该区域因为历史原因, 其水文地质复杂。初步探测就发现穿越区的多条采空塌陷裂缝。而在裂缝程度方面其直接穿越场区发育有一级地裂缝 6 条、二级裂缝 23 条、三级裂缝 54 条。而相互连通及其分支发育有互为贯彻趋势。对该区域中压 610+820m~611+370m 段输气管道产生极大的应力破坏, 且随着水文地质条件的改变, 这种危害程度和影响范围还会进一步扩大或者变得更加复杂。所以急需进行管道完整性检测, 并对周边应力变化展开预测性建模, 必要时停产检修, 或者以支架和应力释放挖掘的方式改善当前危机情况。

3 采空区沉降监测系统的建立

根据当前管道危害评级, 首先参照《建筑工程变形测量规范》在管道设计构架上展开数据还原, 并建立对照式数据表, 展开全产业链全生产过程的系统监测。需要注意, 监测可以采取探坑或者仪器深埋的方式进行基于断面的比对式监测, 全面论证管道穿越东西两侧的地质展开变形监测, 综合论证采空区的沉降程度是否超标。

多维工况下的采空区沉降监测需要在地下隧道开采初期和正在开采过程中进行不间断监测。其中地面沉降幅度和坍塌情况预警是监测最为关键的目标。为了确保工程质量和施工人员的安全, 需要对以上数据进行实时分析。最好在施工前进行预测性分析保障施工顺利。而不同的开采区可以进行探点的布控, 在采空区的历史范畴类进行数据比对以弥补诱发移动范围、破坏属性及其对矿区环境安全的影响综合评估, 此外运用智能预测系统进行数学模式下的开采方案规定也能在基站有限的前提下完成相关工作。

参考站 (围绕监测体的稳定表面部署) 和 n 个监测站 (在形状变化区域进行监测)。供电: 可采用市电 / 蓄电池 / 太阳能, 确保供电安全。通信: 从各监测点到监测中心可采用光纤通信 / GPRS / 无线网桥。采空区塌陷安全监测系统的组成部分。

某矿区现场采空区沉降监测报警系统主要由 GNSS 地表沉降监测系统、路基沉降监测仪、二次声音监测定位系统、物联网技术基础、云计算监测报警云服务平台、用户终端信息设备及应用软件等组成。实施方案: ①利用全球导航卫星系统完成绝对地面沉降的数据采集; ②利用沉降监测器逐层采集与曲面相关的路基沉降数据; ③利用二次声音监测系统完成该地区内陆地层破裂的频率和位置。

该系统具有稳定可靠的采集、显示、存储、数据通信、管理、系统自检和报警功能。该系统具有远程控制功能, 可以通过串口和网络远程监控主机, 执行数据采集软件的所有功能, 从可访问的数据采集软件中提取历史数据。该系统可以监测采空区的状态变化, 发现异常

现象时及时分析原因,采取措施预防事故发生,从而保障周围群众的生命财产安全。该系统定期整理观测数据,并提供关于未来设计、施工和管理的信息。该系统可随时对观测数据进行分析,对基坑状况进行技术评价,总结经验,为安全措施和滑坡状况评价提供数据。根据实时采集的数据,自动绘制结算区域的结算趋势变化线,并提供相关数据。分析了采空区的沉降和水平位移,并根据分析结果预测了变形的发展。该系统将历史数据与实时采集的水位、变形等数据进行整合,可根据国家相关标准进行路线分析、潜力分析、等待时间分析、沉降分析、水平断面分析、垂直断面分析、等高线分析、安全形势分析等安全分析。该系统具有良好的防雷和抗干扰能力,可以保证系统不受雷击损坏。

4 管道应力状态分析

管道应力受材料、管道尺寸和支架布局等方面影响,但因为上覆地层压力和下腹垫砂土流失以及水文地质条件影响。其管道在不同的运行阶段受到的应力状态不同。应力分析可分为:静态分析和动态分析。目前我们做的管道分析是静态分析。根据应力引起的载荷不同,可分为一次应力和二次应力。原生应力主要是指重力、压力等其他外力引起的应力,属于连续应力。当其值超过材料的屈服极限时,管道会发生塑性变形和破坏,因此可以通过调整其管道支吊架来满足规范要求。二次应力主要是指热膨胀、冷缩和附加位移载荷引起的应力,主要造成疲劳损伤。通过调整管道走向,选择波纹管膨胀节和弹簧支吊架,优先设置L型弯头、Z型弯头或型弯头作为自然补偿,可以满足规范要求。

一般来说,管径大、温度高,与压缩机等重要设备连接的管道需要进行应力分析计算。未进行应力分析的配管:与良好动作的配管相同的柔软性和相当的配管;与分析的管道进行比较,确认了有足够柔软的管道。

5 应急治理措施

5.1 挖沟

开采塌陷区发生龟裂、地表变形时,为了减少管道上的复土层对管道的力,需要尽快剥离开采塌陷部管道上的复土层。根据管道沟槽开挖平面,管道埋深2m左右,开挖上口宽2.2m,下部宽1.5m,可根据情况适当调整。根据煤矿开采面宽度、地面塌陷影响范围及监测数据,开挖管沟长度共约560m。

5.2 切断排水的措施

对挖开管沟形成的沟、切方、填土体进行降雨和地表水渗透、冲刷防护处理。修改在管道沟两侧挖的沟壁,在管道沟两侧堆积填土体,用塑料布覆盖沟壁进行防水,各塑料布之间重叠0.5m宽,在塑料布的上部配置适当的重物,用风挡牢固地进行刮削。用塑料布将挖掘完毕的管道沟的底部完全覆盖,在管道沟的底部设置排水沟,

每40m设置一个集水浅井。排水沟、集水井的尺寸由挖掘截面的尺寸决定,管道沟底部覆盖的塑料布固定在沟壁覆盖的塑料布下,复位30cm以上。各集水井配置污水泵,泵口设置过滤器,抽水时应由负责人照顾。在沟上沿外侧地面设置排水软管,与污水泵排水管连接,将从沟底集水井汲取的雨水排出到采空塌陷区以外的排水沟中。

5.3 焊接保护

在每个焊接中心,使用同等管径的钢管纵向平均切断为4片,切取4m从管的上下左右4个方向分别绑在管上。其中,管子与捆扎板材之间以松紧带为夹层缓冲,带钢采用6mm或8mm钢筋。在应急期间,对管道开挖部分的管沟部分的全部焊接进行了无损检测,对焊接采取了保护措施。

5.4 及时抬起管子

在综合考虑工程地质勘察、物探、采场沉降预测、管道应变监测和应力计算、管道和地面沉降监测等因素的基础上,在应急期间共进行了6次提管工作。

5.5 降压送气

为了有效降低管道的破坏风险,尽量减少居民生活所需的燃气用量,利用有限元分析软件分析采空区管道的应力,结合管道允许最大沉陷量分析中的压力分析,在应急处理中管道的供气压力从常规的3.2MPa降至最低1.6MPa。

6 结语

综上所述,基于建筑构件材料力学,地层地质基础和工程热力学为技术导向的基本油气管道过采坍塌核算。在确保长输管道本质安全和弹性负荷生产的基础上整体系统稳定。在弹性地基梁模型、土弹簧模型和非线性接触模型多维校核基础上达到合规。依据在管道的变形过程中,常用的应力指标包括许用应力和屈服强度。结合工程力学可知,当管道的当量应力小于许用应力时,管道的变形在允许范围内,仍可继续使用;但当其大于屈服强度时,则表明管道已经发生屈服,进入塑性变形状态,需及时更换管道。因此,可以选择管道依次达到许用应力和屈服强度时的悬空长度 L 许和 L 屈作为评价体系的临界指标,根据现有的悬空长度 L 与 L 许和 L 屈的大小关系,判断管道继续运营的危险程度。

参考文献:

- [1] 吴宗放.长输油气管道的应急抢修施工技术探究[J].中国高新区,2019,000(018):98.
- [2] 王志瑛.油气管道大开挖河流穿越施工风险评价技术研究[J].成都:西南石油大学,2014.
- [3] 郭文朋.油气输送管道过采矿塌陷区应急治理措施[J].能源与环保,2018,40(09):70-73.