

天然气管道途经采空区变形监测和应对措施研究

闫 帆 (山西天然气有限公司, 山西 太原 030032)

摘 要: 随着社会的进步与科技的发展, 地表地形监测已经变得十分的重要, 而煤矿采空区在山西省是普遍存在的, 天然气管道途径这些区域会导致此区域的坍塌, 因此, 在进行天然气管道的安放工作时, 应该加强对采空区域地表地形的监测和提前采取相应的应对措施。本文针对天然气管道途径采空区域时所造成的不利影响、地形地表监测和应对措施进行分析, 希望能解答疑惑。

关键词: 天然气管道; 采空区; 地形地表监测

Abstract: With the progress of society and the development of science and technology, surface topography monitoring has become very important, and coal mined-out areas are widespread in Shanxi Province. Natural gas pipelines in these areas will lead to the collapse of this region. Therefore, in the installation of natural gas pipelines, we should strengthen the monitoring of surface topography in the mined-out area and take corresponding measures in advance. This paper analyzes the adverse effects, terrain surface monitoring and response measures caused by natural gas pipeline in goaf area, hoping to solve the problem.

Key words: natural gas pipeline; goafs; terrain surface monitoring

1 引言

随着天然气管道建设的发展, 天然气管道的建设也表现出分布广泛、运距长、压力高和口径大的特点。天然气管道广泛遍及于地表之下, 它穿越河沟和翻山越岭。为保障天然气管道穿越煤矿采空区的安全稳定, 结合天然气管道建设深度和开采情况, 对煤矿采空区的地表地形进行检测和制定应对措施。地质灾害不仅能对天然气管道造成较大的破坏, 而且会造成人员伤亡和经济损失。只有对天然气管道所经区域进行可靠的实地考察以及地表地形监测, 才能防范天然气管道途经采空区所造成的危害。

天然气管道变形监测装置的设置, 可以降低天然气管道途径采空区引起塌陷后的危害。天然气管道途径采空区域会导致采空区塌陷, 从而引起管道变形和天然气外泄, 情况严重可能还会造成人员伤亡。由于我国一直未规范矿区开采秩序, 导致矿区经常被非法开采。给矿区留下了大量的采空区, 这些采空区导致矿区环境恶劣、井下大面积冒落和地表塌陷, 严重威胁到了天然气管道建设的安全生产, 并造成能源的浪费和环境的污染。

2 天然气管道途径采空区所造成的不利影响

随着天然气开发规模的不断增加, 全国各大城市已经开始广泛使用天然气, 这不仅起到了节能的作用, 而且降低了人们生活的成本, 改善了人们的生活, 减少了环境的污染。但是天然气管道的建设工程是一项极具危险的工程, 任何一道程序发生问题, 都会造成后果的不可挽回, 都会对天然气正常运行造成阻碍。天然气是一种新型的能源, 它替代了煤气的使用, 会降低对不可再生能源的消耗, 但是天然气管道运输的距离较长和运输量较大, 这对天然气管道的建设和发展都产生了一定的影响。天然气管道运输的物质极易易燃、易爆。当天然气管道途径采空区时, 会导致采空区塌陷, 从而引起天

然气的外泄。一旦天然气管道所经区域发生塌陷, 就会发生安全事故, 会造成人们经济的损失。天然气施工阶段会存在各种安全问题, 比如管道防腐质量不过关、设计的失误、偷盗行为和自然因素对管道的破坏等等, 这些安全问题都会导致天然气管道的施工存在风险。但是有些风险完全可以提出预防措施的。这些应对策略可以极大地降低风险。管道不可避免的要穿越很多地方, 如高速公路、城镇道路和江河等特殊设施建设, 为了避免施工之后检修工作难度的提高和检修成本的增加, 可以在完工之前增加对地表地形的侦察和监测和制定相应的应对措施。采空区是人为的在地表下形成的空洞, 采空区的存在使各种围绕该区域的安全生产面临着许多安全问题, 采空区极易造成塌方问题, 人员会因为掉进采空区造成伤害。地下采空区隐蔽性较强和空间分布不规则, 如何对采空区分布范围进行评判, 是技术人员所困扰的问题。根据采空区的采煤方式不同可分为几种不同的形式, 分为长壁工作面全部垮落型、回采工作面全部充填型、短壁非垮落条带回采工作面型。当前, 采空区的形成制约着采空区域上方城市的建设发展, 采空区很容易引起塌方, 很多建筑物无法在采空区上方建造, 许多管道在采空区上方建造会导致采空区的塌方, 给人们的生活带来许多不便, 地下开采会残留许多采场和巷道, 这些巷道和采场如果没有得到及时的填充和处理, 会对天然气管道施工造成影响, 并严重威胁到天然气管道疏通工程的工作人员的生命安全。

3 天然气所经采空区地表变形的监测

地表变形监测是对山体滑坡和山体坍塌的地表进行绝对位移和相对位移的监测。根据资料显示, 绝对位移的监测技术有 GPS 技术与合成孔径雷达干涉测量技术。其中, 最常用的是 GPS 技术, GPS 技术是一种空间导航系统, 它是建立在无线电定位基础上的。GPS 技术能

对空间位置进行精准定位,因此,可在煤矿采空区设置GPS二级监测系统,即GPS基准网点和GPS变形监测网。GPS技术操作人员可以不是有经验的操作人员,它可以在大范围内进行连续测量,与测绘方法相比,GPS技术可以实施实时地理位置监测,其缺点是测量的准确度不高。根据采空区地形特征以及采空区管道与位置关系,可以结合相应的数据,对采空区变形监测二级监测网点进行方案设计。

3.1 GPS 基准网点和 GPS 变形监测网

GPS基准网点是用于固定站的基准,相对于仪器流动站而言,它是固定不变的,使用脚架来固定的基准点。GPS基准网点以基准点为固定点,对监测点进行监测,因此,基准点往往选取于一个正确、稳定和可靠的位置,基准点的选取位置要地质条件好、周围区域无障碍、无信号干扰源和通讯好。在选取好的基准网点之后,在基准网点之上建立一个便于观察的观测墩,在确保其能稳定观察一个月之后,在基准网点附近设置保护点和恢复装置的设备。而GPS变形监测网可以针对一些容易观察到的地裂缝进行测量,从而缩短了信息收集的时间。GPS全球定位系统已经基本取代了传统的电子测量技术,传统的电子测量技术工作量大,定位精确度也不高。GPS定位系统改善了传统的电子测量技术的特点,具有全天候、全球性和高精度的特点,因此也运用到了矿区采空区变形监测中。GPS定位具有定位时间短、定位精确度高以及仪器操作简便的特点。变形监测网是通过连接基准点而形成的,是变形期间的监测网,监测点与变形体是连接在一起的,这样才能反映出地面部位的变形,并且监测点的设置应该稳固的长期存在,监测点的设置处应该能准确反映采空区的地质形态特征、变形的地质特征和采空区与管道的距离特点。只有设置在合适处,才能准确的监测采空区变形的情况,才能预防工作人员受伤。

3.2 管道应力监测

天然气最主要的输送方式是管道输送,管道输送受许多因素的限制,这些限制中有地质条件、工程设计和管道承载力等。常见的管道应力手段主要有三种。应力主要是指物体内部单位面积上的内力,管道的应力分析包括两种,即静力分析和动力分析。管道应力的监测主要是对埋地管道的监测,埋地管道的应力分析需要对管道与土壤的相互作用进行模拟。监测管道应力情况的方式有三种,其一是监测管道周围土壤的压力,监测管道周围土壤的压力可以反应管道的受力情况,其二是利用应力分析仪来监测,其三是通过测量应变仪的相对变量,来预测和计算管道应力的。地面的沉降会影响下埋的天然气管道。管道应力能正确反映管道受力的情况,天然气管道途经采空区易引起管道变形,管道随着时间的推移会逐渐的断裂,易导致天然气泄漏事件的发生。

可以应用管道应力监测系统来解决天然气泄露问题,应力应变系统由应力传感器、数据采集终端和监控主机构成,可以在管道各个需要监控的高风险的区域应用到传感器,传感器可将监测数据及时的收集上来,并自动上传至监控主机。这样就能提前知晓天然气管道在高风险区域的受力情况,提前预测风险,有效的减少人员的伤亡。目前最常用的传感器是电阻式、光纤式和振弦式。根据开采的力度,应该每周进行一次管道应力应变的监测,及时的计算出数据,绘制变形的曲线图,预测变形的速度,在变形累积到最大值进行开采,避免管道因受力数值增大而造成损伤,引起管道断裂和天然气的泄漏。

4 天然气管道途经采空区的应对措施

由于天然气管道途经采空区会导致区域塌陷,针对采空区的塌陷会有一系列的应对方法。采空区地面变形包括地面塌陷、地面沉降和地面开裂。因此,在天然气管道的开采过程中,应该勘查采空区上覆岩层的稳固性和预测采空区变形特征。对工程的实施进行准确地勘查,然后制定出详细的应急预案和整治方案。

4.1 对采空区进行实地考察的方法

对采空区实地考察应该分为三方面,首先,以收集资料、采矿情况调查为主,收集矿区的沉降观测结果、采掘工程图以及地质柱状图。调查采空区的覆岩破坏、地表陷落、建筑物破坏等情况,将采空区各地质破坏区域与边缘区域划分开来,区分中间区与边缘区。第二阶段是在现有的、已经收集的地质与采矿资料的基础上,通过地质调查、沉降观测与钻探等基础勘查手段,勘查出采空区的地质条件和范围,勘查出采空区的范围、形状、充填以及埋深情况。第三个阶段是以钻探工作为主,查明采空区的初查阶段未查明的地质问题。在整个勘查过程中,勘查的深度与范围要视整体情况而定,勘查宽度往往不能低于公式计算的宽度,公式计算的宽度应该是采空区影响的最小宽度。加强天然气管道的建设需要从源头上保护天然气管道,制定明确的、可行性的安全预案,通过多个预案的对比,选择可行性最高和环境影响最小的方案,并预测出方案的适用性和前瞻性,严防工程事故的发生,从源头保护天然气管道的建设。加强天然气管道的运行过程的监管,针对采空区域的管道防护,应加强对土地的治理。可以通过增加对滑坡面的加固处理来稳固滑坡面,通过导流将滑坡地表的水引入到地下,防止滑坡面的塌方。加强对天然气管道全面巡视和监控工作,加强对采空区沉降、冒落、裂缝和松弛变形状况的勘查,是预防地质灾害对管道损害的关键。对采空区进行实地考察是保障管道运行安全的关键和基础,对地质灾害易发区域和地形地貌的巡视检查,是保障管道安全运行的前提。

4.2 对采空区地表稳定性进行风险评估,制定应急预案

在天然气管道的建设中,矿山开采前应该结合挖掘

方式和速度,来预估开采期限,对采空区的挖掘工作应做好相应的风险评估。要正确评估禁采区与限采区的区域划分,针对开采情况制定危害相对较小的方案。在对地面进行挖掘过程中,要对不同种类的地面变形进行预测,及时进行人员疏散。在条件允许的情况下,对采空区进行填充,减少地面变形而引起的损失,应在采空区附近设置数量足够的矿柱,并且禁止对矿柱进行回采。有关采空区地面塌陷的应对措施有三:

首先,对已经破坏的地面进行平复和填充,防止坍塌。其次,对于已经损毁的建筑物进行拆除,避免二次伤害。最后,对于冒落已经发育到地表阶段的采空区,应该在塌陷后数年再进行土地整理,或者采用钻孔灌注和地下空腔填充等方式,使地面达到稳固后,再进行土地整理。

矿山的开采对地表移动与变形的影响很大,矿山的开采会导致地表塌陷与产生地裂缝,对于天然气管道的安全运行存在着严重的威胁,会导致天然气管道破裂、爆炸和危及人们的生命安全,如果管控管道的安全风险,是我们今天所要思考的问题。在我国,长输管道途经采空区是首要关注的问题,全国各地地质都是复杂的,分布着许多矿山,而大部分的矿山都存在着重复开采的问题。掌握全面的管道建设线路信息是开展管道保护工作的前提,做好沿线数据的收集工作是完成安全管道建设的关键,及时的更新和收集沿线的采空区的数据资料,全面的整理与分析沿线采空区的状况,对采空区的地表结构与地表稳定性进行评估,按照风险划分区域等级,根据风险等级的不同来制定相应的应急预防。

4.3 加强对采空区数据收集工作

天然气管道保护应做到点面结合,加大对重点路段的监控力度,尤其是加强对采空区地质结构的监测。应急预案要依靠全面的数据,在工作过程中,数据的收集工作是最繁琐的工作,数据收集量较大,收集过程中要细心,因此很难以面面俱到。但对于采空区的数据收集工作应该仔仔细细去完成,收集完采空区数据,并建立技术档案。聘请专业人员制定管道治理方案,管道保护机制是管道安全的前提,针对采空区的管道治理方案应该遵循经济上合理、技术上可行和确保管道安全的原则,认真研究采空区的类型和变形发展阶段特征,制定相应的治理方案。

由于采空区内的顶板岩石结构、冒落以及充填程度不同,针对不同的采空区就要制定不同的施工方法,对于同一采空区,也可有两种或两种以上的施工方法。加强天然气管道的运行过程的监管,针对采空区域的管道防护,应加强对土地的治理。在制定完具体的施工方法后,还需要对采空区地质结构特征进行长期监测,如此才能保证天然气管道的安全建设,才能降低能源的损耗与保障施工人员的人身安全。

5 结束语

随着社会的发展与技术的进步,天然气已经广泛的运用到人们的生活当中。随着国内石油与天然气管网的快速发展,有关天然气管线的监测技术也不断的提高了。但在管道建设过程中,还是会受到各种因素的阻碍,如地质灾害的发生和地形地貌的多种多样,这些对管道的安全运行造成了严重的影响。天然气与普通的商品不同,它具有一定的危险性,因此它存储于偏僻的位置,它最主要的运输方式是管道运输,天然气网遍及于全国各个角落,它极大地改善了人们的生活质量,但由于管道运输中会因为地理环境而造成破裂,因此它本身存在着许多安全风险的问题。采空区是一个空洞样的区域,由于以前人们过度开采矿区和开采方式的不规范,导致很多矿区形成了空洞样的采空区,当管道途经采空区时,就会引起采空区塌陷、管道破裂和导致人员的伤亡。地质灾害不仅对管道造成严重的破坏,还会引起天然气爆炸和火灾事故的发生,只有明确地质灾害的破坏形式,才能防范风险的发生。因此,在天然气管道途经采空区区域时,就要特别注意管道的安全。可通过制定相应的应急预案来预防风险的发生。地质灾害不仅能对天然气管道造成较大的破坏,而且会造成人员伤亡和经济损失。只有对天然气管道所经区域进行可靠的实地考察以及地表地形监测,才能防范天然气管道途经采空区所造成的危害。天然气是重要的低碳能源资源,在现有的能源开采中,天然气的开采仍然占据着举足轻重的地位,因此,应该重视天然气管道途经采空区变形监测。

参考文献:

- [1] 李华章,何文刚,罗伟,李生红.天然气管道穿越煤矿采空区变形监测技术应用[J].山西建筑,2021,47(15):69-71+80.
- [2] 王与泽,李朝.煤矿采空区输气管道站场隐患治理[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(03):147-150.
- [3] 李未晚,寇小平.长输(油气)管道安全隐患分析[J].大众标准化,2020(17):173-174.
- [4] 王文,任建东,董淼,张世威,孙浩.采动影响下天然气管道变形演化模拟试验研究[J].采矿与安全工程学报,2020,37(04):777-787.
- [5] 陈星明.管道变形监测预警技术在埋地燃气管道中的应用[J].城市燃气,2020(04):19-25.
- [6] 杨颜璐.天然气管道途经采空区变形监测和应对措施分析[J].煤炭与化工,2018,41(02):121-123.
- [7] 张聪.天然气管道建设中存在问题分析及应对措施[J].建筑工程技术与设计,2017(11).
- [8] 许永杰.矿井采空区变形监测技术研究进展分析[J].江西化工,2020(3):2.
- [9] 袁轩.天然气管道施工中的问题及措施[J].化学工程与装备,2020(12):2.