

长输天然气管网第三方施工管控浅析

巨朝辉（国家管网集团河北建投天然气有限公司，河北 石家庄 050000）

摘要：本文章从对埋地长输管道危害较大的第三方施工方面入手，分析管道第三方施工巡检、审批管控，资料建档完善，希望为管道保护从业人员提供借鉴参考，更好的开展长输天然气管道保护工作。

关键词：管检测；第三方施工巡检；施工管理；天然气

国内陆上油气长输管道总里程已达到 11 万 km，管输天然气气源分为国内、海上来气、陆地进口气源（中亚线，中俄线），国内四大陆地气田，四大气依次是四川、陕甘宁、柴达木和塔里木这四个地区。我国天然气多元供应体系持续完善，“全国一张网”基本成形。“十三五”时期累计建成长输管道 4.6 万 km，全国天然气管道总里程达到约 11 万 km。天然气增储上产成效显著。“十三五”时期，油气勘探开发总投资 1.36 万亿元，年均增长 7%。2020 年，全国天然气产量 1925 亿 m³，同比增长 9.8%，产量增长连续 4 年超百亿 m³。天然气消费稳步增长。2020 年，天然气消费量 3280 亿 m³，相比 2015 年增长 1348 亿 m³，增幅达 70%。“十三五”时期，新增天然气消费量同量热值的煤炭相比，实现减排二氧化碳 5.7 亿 t、二氧化硫 630 万 t。储气设施建设步伐加快。截至 2020 年采暖季前，全国储气能力达到 234 亿 m³，约占天然气消费量的 7.2%，比 2015 年提高 2.9 个百分点。天然气产业的高质量发展，也成为拉动投资增长的重要引擎。“十三五”时期，勘探开发、基础设施建设、装备制造及下游利用等天然气行业直接投资约 3 万亿元。天然气行业蓬勃发展发展的同时也给长输天然气管道保护工作带来了考验，长输管网建设目的在于把气源地天然气输送至经济发达地区，实现能源的合理调配，国内经济高速发展，导致埋地管道周边各类施工数量激增，第三方施工导致的燃气破坏现象较为严重，事故时有发生，因此第三方施工管理对管道保护工作重要性日益凸显。

统计数据表明，管道第三方损坏已成为管道失效的主要形式。2010 年以来，美国共发生 670 起油气管道事故，其中开挖损伤占 22%。2004–2013 年，欧洲气体管道事故数据组织（EGIG）公布天然气管道事故统计数据，其中，外界干扰占事故原因的 35%。截至到 2013 年，加拿大阿尔伯特能源与公用事业委员会（AER）公布失效数据中，原油管道第三方破坏占比为 20%、天然气管道第三方破坏占比为 15%。2006–2015 年，中石油所辖的 5 家地区公司发生管道泄漏事件，其中，打孔盗油占比为 50%。引起第三方损坏的原因十分复杂，如，违章施工作业、违章占压、打孔盗油和恐怖袭击等，致使管道第三方损坏具有很强的随机性，不易预测，难以控制。因此，识别、评估管道第三方施工活动的可能性，对于防止第三方损坏造成管道失效，有针对性地采取措施，

确保管道的安全、平稳和高效运行，具有十分重要的意义。

1 对长输管道第三方施工种类分类解析

1.1 盗窃天然气累施工

长输天然管道管材基本 X70X80 材质，管道壁厚基本在 17mm 左右，设计压力 10MPa 左右，运行压力基本在 6–7MPa，以中俄线为例，管径 DN1422mm，材质为 X80 壁厚为 21/25/30mm，长输天然气管道开孔盗气时间未见报道，打孔盗气从现实技术措施上难度较大无法实施。城市燃气经销商管输天然气部分低压管道材质为 PE 材质，近年报道的打孔盗气事件集中在城市燃气经销商处。

1.2 各类国家规划工程施工

管道埋地后，各类国家民生工程推动较为频繁，如国家层面的南水北调东线、中线及配套的支线供水管道交叉；近些年各地政府推动的气代煤村村通燃气管道工程；政府规划的铁路公路口村村通公路形成相应的交通道路交叉工程；政府农业部门推动的灌溉工程。政府工程相应的特点是具有数量多，范围大的特点。

2 第三方施工保护措施

各类大型施工在规划阶段，均要到发改部门进行核准，埋地管道运营后通过及时的备案，可以有效避免后续工程施工带来破坏，或者在规划阶段给与重新规划避让，路由的备案的作用及意义较为重要。管道附属设施作为第三方施工保护方面的第一道屏障，现役长输管道均有管道地面标志桩，按照相应的国家标准、及行业标准要求满足目视化要求，通过醒目的标识及相应的警示标语，给与第三方施工者直观的警示提示作用，长输管道地面标志桩存在数量多，破损率高，维护成本高问题，导致部分管段目视率不达标现象，导致对各类小型第三方施工无法起到相应的作用。长输管道建设期按照行业要求需要伴行铺埋警示带，作为保护警示作用，但因长输管道距离长，穿插定向钻，顶管等不便于铺埋警示带交叉点多，及施工不规范等现象，导致警示带不足，不能起到保护作用。管道巡检作为管道保护的常规保护措施，国内主要管道保护公司均全面采用，通过聘用属地巡线工，携带手持巡检设备，每日沿管道沿线进行巡检，各公司巡检频次略有不同，根据管道沿线情况自行调整，同时把管道沿线的施工情况、标志物的破损情况及时收集处理，完成管道沿线信息采集的同时，进行辅助工作

的处理,有效的避免第三方施工,常规人工巡检也有一定的弊端,及人工巡检不可能实现 24h 覆盖,尤其对于部分恶意野蛮施工,无法及时发现。

技防方面,分布式振动光纤信息传感是较为成熟且采用量较多的技防手段,具体原理如下:采用 COTDR 原理管道预警系统实现分布式振动光纤信息传感,以外差解调的方式对光缆外部的扰动进行获取与识别,从而实现长距离、分布式的振动信息探测。其基本原理如图 1 所示。激光脉冲采集及同步装置。

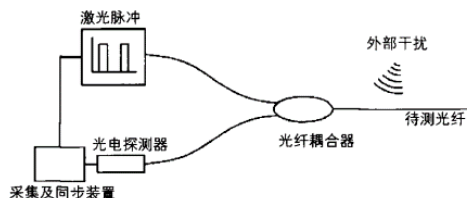


图 1 传感原理

技术原理:利用激光脉冲,通过光纤耦合器,发送光。信号至待测光纤,采用光电探测器进行光纤沿线原始信号的光电转换,通过采集及同步装置进行信号采集与传输,再利用高性能的工控机进行数据的分析以及事件识别。系统采用管道同沟敷设的通信光缆中 1 芯作为探测光缆,实时在线监测管道全线振动信息,对车辆行驶、挖掘、打孔盗油等典型事件进行有效识别和精准定位;同时系统可与视频、无人机、应急广播等联动,全方位、立体式、智能化保护管道安全,第一时间监测管道的外界破坏行为。适用具有同沟敷设光缆的长输管道,环境复杂的重要管段。具有适应性强,准确率高等优势,是目前主流的管道预警技术路线。

2.1 分布式振动光纤技术优势

分布式振动光纤管道安全预警系统作为一种有效的预防措施,利用管道伴行光缆,实时监测沿线振动信息,配合管道运维人员工作,提升管道安全运维水平。由于管道敷设区域附近的活动范围较大,活动事件的类型较复杂,多次累计重复的报警事件给巡防人员带来较大的工作量。对此,采用光纤预警感知+工业电视监控联动+巡线人员现场复核的管理模式,从而进行有效的人员统筹调配,对整条线路实施分区域重点监控,与传统光纤预警+人员复核模式比较,该模式更为主动、可靠、高效。应用分布式光纤预警系统具备的管理优势如下:

2.1.1 提升管输现场的运维管理水平

根据预警系统在现场应用的情况总结可知,超过 80% 的破坏活动都具有很长时间的持续性,如果提前发现、及早预防,均可有效避免破坏事件的进一步发展。使用预警系统,可提前发现管道沿线的各种危险作业,在管道未遭到实质性的破坏前,对相关重点区域进行有目的的现场监控,可有效避免破坏事件的发生。

2.1.2 预先发现管道沿线潜在危险

在日常人工巡线过程中,极易产生被忽略或无法接近的重点区域的潜在危险源头,例如管道穿越区域产生的因河水冲刷导致的光缆裸露;山体滑坡导致的光缆压

断及裸露等现象,上述现象在日常管道巡线中很难被人工发现,但却极易被光纤预警系统感知识别。

2.1.3 缩短维保人员抢修时间

由于分布式振动光纤管道预警系统的实时预警机制,可及时在管道未发生实质性破坏前就显示非法入侵位置及入侵行为;即使由于现场入侵行为严重导致光缆断纤,也可以准确显示断纤位置,为维保人员提供详细信息,可极大地节约维保时间。光纤和大部分外设的电子感应装置普遍存在误差高现象,但依然是一种对人工巡检有效的补充措施。无人机作为人工巡检的补充措施,通过搭载可见光和红外吊舱,可以实现昼夜全天候监控,发现情况可以定位报警,跟踪锁定地面目标,搭配喊话器可以震慑制止破坏管道的行为。

2.2 管道保护宣传

长输天然气管道因管线距离长,紧靠传统的巡检手段很难实现。“藏兵于民”,充分发挥和调动管道沿线周边群众的力量是管道保护的重要手段,管道保护宣传是防止第三方施工破坏的不可或缺的环节。管道保护宣传方面一是突出精准、首先各类施工机械的操作人员作为第三方施工的具体实施者,加大此类群体的宣传力度,其次是管道沿线的村民普及型宣传;二是突出多样性,网络、媒体同传统宣传手段相结合实现宣传效果最大化。

3 第三方施工审批及过程管控

首先,在管道施工审批时,应尽可能委托资质较高的第三方评估单位对天然气的长输管道展开安全性评估,召开专家对管道的评审会议进行一系列论证。其次,施工单位需要与评估后的评审报告内容、评审工作人员意见等相结合,制定并完善施工事故救援应急预案、专项管道施工方案。再次,管道的管理单位和第三方评估单位双方需对应急预案、施工专项方案等进行确认与协调,然后签订第三方施工生产管理的安全协议,前往本地有关管道管理部门提交管道施工的申请,经过其允许才能够正式施工。最后,在管道施工开始的前一周或是在双方特殊的约定日期,以书面形式对管理相关管理单位进行施工通知,管理单位需要做好施工单位的安全施工教育工作,到施工日期时委派工作人员前往施工现场指挥第三方施工。需要注意的是,后建工程需要满足天然气已建成管道的安全防护规定,由此生成的施工安全费用需要后建工程的一方来承担。

4 结束语

长输天然气管道第三方施工管控,需要从多个方面进行管理,不能单纯依靠管道公司自己的力量,要把社会力量引入管道保护阵营里来,在传统保护措施基础上,及时引入采纳新的技术新的手段,来进行管道保护工作力度的提升,有的放矢的防范遏制第三方施工存在的违章作业现象,从而保证燃气管网的运行安全。

参考文献:

- [1] 徐国栋. 长输天然气管道第三方施工管理研究[J]. 基层建设, 2019(19).