

长输管道维抢修作业安全管理路径研究

金天保 孙超 王贺

国家管网集团湖南公司, 湖南 长沙 410000

[摘要]我国长输管道处于快速发展时期, 部分服役管道出现严重老化的情况, 故而增加管道事故的发生率。管道事故发生后, 可引起油气泄漏、火灾、爆炸等危害性极强的事故, 并对人们的生命财产造成严重威胁。基于此, 针对长输管道事故, 会快速响应维抢修作业工作。但实际开展维抢修作业过程中, 存在维抢修作业安全管理方面的不足, 导致应急预案可操作性差, 导致抢修作业中出现安全事故, 加重抢修作业实施难度。本篇文章主要针对当下维抢修作业安全管理方面的不足进行系统化完善, 并强化安全作业保障。

[关键词]长输管道; 维抢修作业; 安全管理; 路径

DOI: 10.33142/ect.v3i12.18607

中图分类号: TE973.6

文献标识码: A

Research on Safety Management Path for Maintenance and Repair Operations of Long-distance Pipeline

JIN Tianbao, SUN Chao, WANG He

Hunan Company PipeChina Group, Changsha, Hunan, 410000, China

Abstract: Chinese long-distance pipelines are in a period of rapid development, and some of the pipelines in service are experiencing severe aging, which increases the incidence of pipeline accidents. After a pipeline accident occurs, it can cause highly hazardous accidents such as oil and gas leaks, fires, explosions, and pose a serious threat to people's lives and property. Based on this, we will quickly respond to maintenance and repair work for long-distance pipeline accidents. However, in the actual process of carrying out maintenance and repair operations, there are deficiencies in the safety management of maintenance and repair operations, resulting in poor operability of emergency plans, leading to safety accidents during repair operations and increasing the difficulty of implementing repair operations. This article mainly focuses on the systematic improvement of safety management in current maintenance and repair operations, and strengthens the guarantee of safe operations.

Keywords: long-distance pipelines; maintenance and repair operations; safety management; path

引言

长输管道具有线长、点多的特点, 且覆盖范围广。但由于管道分布比较分散, 导致管道故障无法快速响应; 同时在多种外部因素的影响下, 我国也易引发各类安全事故。为强化长输管道的维抢修效率, 积极完善安全管理风险评估体系、加强维抢修安全作业方案设计、设置设备安全运维管理计划等, 促使维抢修施工作业得到全面安全监管, 充分保证运维操作行为的规范性, 降低相关安全问题的发生概率, 从而提升长输管道运行的稳定性。

1 长输管道维抢修作业安全管理要点

1.1 施工前风险评估

长输管道多运输油气能源, 上述能源具有易燃易爆的特点, 故而当发生长输管道故障后, 需要对管道实施作业安全风险评估, 第一, 评估长输管道运输能源成分; 通过分析成分了解能源的作业风险; 第二, 评估作业周围环境; 确定故障周围存在的作业操作风险, 逐一排查后通过实施作业安全管理, 提供安全保障措施, 保障维抢修作业稳定进行。第三, 评估抢修设备; 不同故障需要采用不同的维抢修技术及设备予以支持, 但使用各种相关技术及设备时

具有一定的安全作业要求, 故而可通过评估设备与维抢修环境的适配性, 保障管道故障得到快速控制。第三, 评估作业人员; 针对故障所处风险级别, 需对应设置适宜水平及适宜数量的维抢修作业人员, 以便各项维抢修工作可以顺利进行。

1.2 施工中人员管理

施工作业过程中, 作为安全管理核心, 安全管理要点主要分为两个方面内容, 一方面: 作业安全意识; 通过安全管理指导反复向施工人员强调作业安全要求, 同时采用危险事故宣教的方式, 持续强化施工人员的危险意识, 保证其在施工作业中可以加强自我保护。另一方面: 作业执行标准管理; 施工人员作业中, 要求每个施工人员佩戴通讯设备, 这样不仅可以强化施工作业沟通, 还可保证施工人员在安全监管下进行规范化作业。

1.3 施工中机械作业管理

维抢修作业中涉及各种机械, 而机械操作也属于一项重点的安全管理内容。机械作业安全管理主要包括: 其一, 作业标准安全管理; 对地下管道铺设复杂, 故而在作业中需要对机械作业的操作范围、操作执行精度进行安全管理,

促使机械在可控的范围内进行作业,避免对地下管道造成损害。第二,机械运行作业安全管理。机械运行方可按照施工方案进行安全作业,故需着重加强机械设备保养、维修、养护等安全管理,确保机械设备在使用过程中能正常运行。

1.4 施工现场布置管理

作业现场安全管理,主要集中在环境安全隐患管理。施工前上报当地派出所等相关单位,并协同对施工环境进行安全监管。首先,需使用警戒线将维抢修区域围起来;其次,需树立醒目的警告标识,避免闲杂人等进入危险区域,通过上述安全监管强化外部环境的安全管理。施工现场作业安全管理,还需重点考虑设备的摆放、消防器材或消防车的配备数量等,以保障施工安全^[1]。

2 长输管道维抢修作业安全管理中存在的不足

2.1 安全管理风险评估不足

对长输管道进行维抢修作业过程中,首先需对管道故障进行安全作业风险评估。但长输管道故障区域受地形、自然环境等因素影响,实施各种作业时均会产生诸多安全管理难题,且随着地表及地下情况的变化,管道维抢修难度持续提升。近些年,我国长输管道抢修施工中,出现施工伤亡事故;经分析,多数施工伤亡事故均与施工作业风险识别不全有直接联系。安全管理中涉及的风险,不仅集中在施工作业方面,若对架空电力线路等环境相关的安全风险问题评估不足,也会引发安全管理事故。

2.2 维抢修设备准备不足

因长输管道故障维抢修作业多在紧急情况下进行,且施工前准备工作时间较短,若施工设备需要大量调度,则无法快速准备齐全,因此施工过程中常会出现维抢修设备准备不足的情况。同时,受施工现场作业条件限制,部分机械设备无法参与作业,显著降低长输管道故障处理效率。施工环境存在诸多不确定因素,且施工作业期间,常会出现多条线路同时维修、抢修的情况,因设备整体支持不足,导致实际抢修作业无法支持故障的修复,故而也会造成人力及物力资源的过度消耗。

2.3 设备安全管理不足

开展维抢修作业过程中,设备安全管理不足主要表现在下述几方面内容之中:第一,设备养护安全管理不足;因设备在使用时常会出现老化及磨损情况,若对机械设备维护养护不到位或长期缺乏定期的检查及维护工作,可显著增加机械设备的故障发生率,对维抢修作业造成诸多安全管理威胁。第二,机械设备运行安全防护管理不足;多数机械设备运行过程中涉及诸多器械化部件,在高速及高重量等因素的影响下,可对维抢修作业环境、人员形成安全作业隐患;又因维抢修作业安全管理中,施工环境复杂及机械位置移动频繁等因素影响,故障周围的安全警示标识配置效率未同步;应用一些特殊设备的过程中,因缺乏

该设备的安全管理经验,使特殊设备的安全管理规范设计不足,并增加作业安全隐患。

2.4 应急管理机制不完善

应急管理机制关系到设备故障、能源泄漏、火灾、爆炸等突发性事件的控制质量。但在应急管理中,随着各种设备及先进技术的融入,应急管理机制未同步更新,促使应急管理机制没有达到预期管理效果。而管理机制的不完善,主要表现在安全管理制度缺陷、应急准备不足、人员培训不到位等方面;以安全管理制度缺陷为例,目前,缺乏针对长输管线维抢修设备的专门规定及操作流程;虽然针对安全事故进行频繁的安全演练,但应急演练流于形式,未真正提升相关工作人员的安全意识。

3 长输管道维抢修作业安全管理的优化路径

3.1 完善安全管理风险评估体系,强化安全作业保障

长输管道维抢修作业中发生的诸多施工事故多与安全管理风险评估不足有关,基于此,可通过完善安全管理风险评估体系,全面排查施工前风险问题,强化后续安全作业保障。安全管理风险评估体系可以通过下述几个角度进行完善,第一,为保证安全管理评估体系合法合规,需要根据新发布的法律法规对安全管理风险评估指标进行更新,促使安全管理风险可以得到宏观调控。第二,制定安全管理风险评估规范,对每项安全风险相关工作均制定一套完善的评估流程及标准,促使在每项维抢修作业中存在的风险可得到精准识别;同时针对风险评估流程及操作制定反馈机制,由从业人员提供反馈结果,对安全管理风险评估工作进行细致化优化与调整,以便更适用于实际作业风险评估。第三,采集可追踪的安全性指标,通过连续性的数据指标,可对设备、技术等风险问题形成更加精准地分析,进一步提升风险评估的准确性。为获取更多的风险评估指标,要求在维抢修作业前,对设备、技术及周围环境中设置各种类型传感器及监控设备,以便获取实时施工风险评估数据;还可搭配预测模型,对风险问题进行推演,由此可为风险问题的防护措施提供完善方向。第四,设置风险自审环节,定期对风险评估体系内部及外部的合理性及先进性进行审核,自查风险管理评估体系中存在的不足,以便持续优化风险评估细节,促使更多潜在的安全隐患被识别出来^[2]。

3.2 加强维抢修安全作业方案设计,降低作业阻碍发生率

因施工前准备工作不足,以及维抢修作业遗留更多的安全管理问题,基于此,需将施工前重点工作集中在维抢修安全作业方案设计中。首先,结合施工现场的安全风险评估结果,分别设置向上及向下的作业方案。其中,向上主要涉及地面作业施工准备工作。关于该方面工作内容,在设计期间可充分利用 BIM 模型构建,并绘制故障维抢修作业清单。在该清单的基础上,准备相关的施工材料及

施工设备。针对设备及材料准备不足的情况,需要与邻近区域构建协同互助模式,以突发应急事件为例,设置应急协助预案,以便在短时间内快速调动更多的可用资源,实现快速维抢修长输管道故障。向下作业方案以实际作业进行设计,分别总结施工作业中可能出现的安全风险问题,加强作业操作过程细节设计。针对安全风险出现概率高的问题,成立专项处理小组,由小组成员设计安全作业方案,以规避作业中的高风险事故。其次,在维抢修安全作业设计中,还要注重引入更多先进的施工技术。同时,要加强技术参数管理,利用先进监测方式,收集先进技术实际运行参数,针对技术运行参数设置预警机制,以便快速响应参数偏离情况,进一步加强安全隐患的排查与预防^[3]。

3.3 设置设备安全运维管理计划,提高设备安全运行效率

长输管道运行情况复杂,故而在故障维抢修过程中,设备安全运维管理也有较大难度。为保障作业安全,需要持续完善设备安全运维管理计划,从而提高施工设备的安全运行效率。在设备安全运维管理计划中,第一,进行维修分类。使用施工设备过程中,可设置一般性维护、例行维护及计划性检修三个环节。针对施工设备的运行强度,对上述三个检修养护频率进行调整。此外,为强化设备的安全运行监督,需要在设备上设置监控设备或传感器,以便实时掌握设备运行情况。在一般性维护中,主要检查设备周围操作安全性,针对安全危险提供保护措施,保证设备正常运行。例行维护主要对设备的各个部件磨损情况进行核查,定期添加养护物料,以降低设备磨损情况。计划性检修是对设备开展系统化检修,对磨损严重部件进行修复与更换,保障设备正常运行。第二,完善先进设备养护计划。部分先进设备较为缺乏养护相关经验,应积极借鉴其他单位设备养护计划,加强设备养护细节方面的优化。针对该先进设备的运维养护计划,也可通过 BIM 技术设置运行预演模型,通过附加实际施工作业条件,发现该设备出现故障,并以此为完善方向^[4]。

3.4 健全应急安全管理机制,加强安全施工的预防

应急安全管理机制需要从队伍、管理制度、安全风险等方面予以健全;关于队伍方面,可于故障上报后,立即成立专项维抢修安全应急管理小组,小组成员针对长输管道故障施工前、施工中及施工后可能出现的安全风险问题进行总结与分析,确定每个施工阶段潜在的安全威胁因素,对各种潜在及当下存在的安全风险设置预防及控制策略。为保证应急安全管理小组在施工中持续稳定发挥其作用,需要加强人才队伍构建,例如积极纳入或引进相关技术人

员,促使安全管理细节得到正向反馈及完善。还需重点加强小组成员进行定期考核工作,考核内容需注重融入实际施工安全问题,以此考察小组成员的安全事故的处理能力。在队伍之中设置严格的考核制度,针对安全意识差,管理素质低的人员进行惩罚,同时对存在原则性错误的小组成员上报相关组织,并进行依法处置。管理制度需要及时跟进我国当下更新的法律法规,保证管理制度依法依规;管理制度还要向操作规范、安全意识等方面进行持续完善。安全风险管理风险,主要集中在施工作业现场管理工作中,可能出现机械故障、环境破坏、触电、起重伤害、塌方等风险事故,以触电为例,要求电力线路电压 $<1\text{kV}$ 时,施工设备与架空电力线路需保持大于 1.5m 的安全距离,电力线路电压为 330kV 时,施工设备与架空电力线路需保持 $>7.8\text{m}$ 的安全距离。在实际施工作业中,需要持续加强应急安全管理工作的完善,将可能出现的安全风险问题,进行逐一预防,从而降低安全事故的发生率^[5]。

4 结束语

综上所述,开展长输管道维抢修施工作业期间,需要全面加强安全管理工作,深度分析作业过程中相关的安全管理风险问题,明确在各个施工作业环节中潜在的安全问题,针对主动安全风险问题,采取科学有效的预防措施,同时还对应优化各种管理不足,促使安全问题的发生概率得到降低,提升长输管道的安全管理水平,保证管道运行的安全性。与此同时,针对施工作业安全管理方面,仍持续加强制度及技术完善,促使安全管理水平得到进一步提升。

【参考文献】

- [1]马寅洲,熊伟,陈胜,等.天然气长输管道 SCADA 系统与第三方设备通信中断故障对策[J].石油工程建设,2025,51(6):74-79.
- [2]王翔.基于阴极保护技术的天然气长输管道防腐方法研究[J].中国石油和化工标准与质量,2025,45(21):33-35.
- [3]李彬,李峰宜,张贝贝,等.长输管道线路工程设计施工关键问题探讨[J].全面腐蚀控制,2025,39(10):122-124.
- [4]崔京辉,董国宇,张亮,等.油气长输管道企业 QHSE 管理体系审核模式比较与应用[J].中国安全科学学报,2025,35(10):17-23.
- [5]王晓峰,许春艳,陈超.油气长输管道泄漏监测与定位技术的智能化升级[J].中国石油和化工标准与质量,2025,45(18):190-192.

作者简介:金天保(1984—),男,汉族,籍贯山西夏县,大学本科,中级工程师职称,主要从事仪表自动化和安全管理工