

长输管道建设高风险作业与控制研究

谢颂升 (兖矿煤化工程有限公司, 山东 邹城 273500)

摘 要: 长输管道是一项较为复杂的工程, 应用于较多天然气运输领域。长距离的运输能够节约成本, 但是实际施工过程中, 管道线路较长, 运输过程中存在较大风险。加上长输管道建设安全风险较大, 不确定因素较多, 对工程风险管理理论研究, 加强高风险安全作业管理, 保证施工安全。从作业的人员、环境等多个方面入手, 根据可能存在的风险等级, 制定完善的作业方案, 对于长输管道高风险作业有重要意义。

关键词: 长输管道建设; 高风险作业; 控制

0 引言

长输管道负责长距离运输天然气, 运输的管线敷设较长, 途径地形复杂多变, 需要综合分析影响因素, 制定科学的方案, 保证施工安全。长输管道多为地理式铺设形式, 管道建设质量对于天然气安全输送起到了决定性作用。随着长输管道项目数量增加, 施工技术、环境等因素都对管道施工造成影响, 导致管道施工事故频发。随着时代发展, 长输管道工程受限制因素日益增多, 加强对管道建设的控制, 降低施工风险, 为后续类似的项目提供参考, 推动国内天然气产业长足发展。

1 长输管道工程相关理论

长输管道是现代化工程中, 大型复杂工程, 建设的主要目的在于输送天然气。对其进行风险管理需要具备专业知识和理论, 明确管道施工特点、方法, 找到影响工程安全的因素, 才能在此基础上对工程进行科学分析, 制定有效的管控方案, 保证高风险作业的可行性。

天然气长输管道主要由输气管段、分输站、清管站等构成。根据油田干线和采购的 LNG, 使用相应的处理厂和接收站处理, 将天然气输送到城市门站和工业领域。天然气长输管道项目与建设程序相同, 都需要通过项目建议书、可行性研究, 才能针对工程项目进行全方位的设计。其中设计阶段需要规划好输送管线长度、环境、单项工程等, 涉及到人、物、环境、技术等多项因素, 任何一项因素都可能导致工程存在风险。需要综合评定后, 分析高风险作业存在的问题, 进而制定科学的措施, 保证管道施工顺利进行。

2 高风险管理基础理论

2.1 风险定义及内涵

风险这一词, 特指存在于长输管道工程的危险因素。对于风险的定义, 不同领域的学者研究方向不同。

总结来看, 风险是某一活动期间, 有限条件下, 设定目标与实际结构的偏差。风险内涵中, 风险辨识十分重要, 是确定风险等级, 制定风险预防措施的重要措施。确定风险构成条件, 分析特定条件下, 可能存在的风险和不确定因素, 对比风险对活动造成影响。长输管道工程高风险作业, 则需要基于建设角度, 运用函数计算对其定义。将损失发生概率量化, 使用函数计算, 根据事故发生的可能性和产生的后果, 对危险程度分析。新时期发展背景下, 工程涉及各项风险因素, 针对风险等级, 制定风险管理, 成为工程管理的重要指标。

2.2 高风险作业存在问题分析

2.2.1 人员因素

长输管道作业现场, 涉及较多环节工种, 专业分包成为常见的施工模式。然而, 施工过程中作业人员素质参差不齐, 经常出现违章作业现象, 严重影响作业的安全性。部分施工管理人员缺乏安全意识, 安全执行管理不到位, 未能及时纠正现场人员不安全行为, 导致人员违规作业, 给现场管理增添难度, 也为工程留下安全隐患。

2.2.2 设备与材料的因素

长输管道施工需要进行挖掘、试压等工作, 现场吊装、运输等离不开施工设备的支持。而现场使用的机具存在检验不合格, 或是未能定期运维的情况, 使得设备长期处于运转状态, 存在安全隐患。施工现场电力系统未采取保护措施, 也会影响设备运行; 材料因素是保证工程质量的关键, 实际施工过程中, 材料缺少证明文件, 材料运输到现场未能得到合理保存, 材料以次充好等, 都会成为阻碍工程的风险因素。

2.2.3 环境因素

长输管道工程施工处于野外, 环境因素相对恶劣, 遇到恶劣的作业气候, 对施工人员身心造成影响。恶

劣环境下，作业人员会受到气候影响，导致安全事故发生。管道布设要穿越河流、山川等地理环境，极大程度提高了施工难度，导致作业处于不稳定状态，存在较大的危险性。针对于环境因素存在的潜在风险，需要减少和预防风险，降低安全事故发生概率。

2.2.4 管理因素

施工单位基于工程高风险作业，制定完善的管理方案十分重要。高风险作业中，专项方案不合理，会影响作业效果。编制方案应对现场进行调研，保证方案的合理性。做好各部门的技术交底工作，明确哪一环节存在高风险因素，保障人员和作业安全。根据设计方案，避免照搬照抄现象。无法对现场有效管理，会使得人员处于高风险中，威胁人员生命安全。现场监管缺乏监管力度以及管理制度，均会导致审核不严格，工作落实不到位，在施工现场遗留安全事故隐患。

2.3 风险评价

根据高风险作业存在的主要影响因素，需要针对高风险作业因素，进行风险识别，对人员、机械、施工等环节进行权重计算，根据风险加权后的项目整体风险风机，确定实际风险等级，便于后期制定风险作业管控措施。针对风险因素基于工程特点，综合考虑各项指标权重对人员、机械、材料、环境等进行对比分析，根据风险因素调查标度统计表，确定调查分数。

表 1 风险因素调查统计表

前后指标对比	调查 1	调查 2	调查 3	调查 4	调查 5
人员 - 机械	1/3	1/4	1/3	1/4	1/3
人员 - 材料	5	4	4	5	5
人员 - 方法	4	3	4	3	4
人员 - 环境	6	5	5	6	5
机械 - 材料	5	6	4	6	6
机械 - 方法	4	5	4	5	5
机械 - 环境	7	6	6	8	6
材料 - 方法	1/2	1/2	1	1/3	1/2
材料 - 环境	2	1	2	3	1
方法 - 环境	3	3	2	4	3

如表 1 所示，根据工程选取了人、机、材料、方法、环境五种风险因素。根据风险评估矩阵，判断风险因素的特征向量。结合表 1 五种风险因素，将各行元素连乘积，对指标进行一致性检验，取算数平均值后，求取最终权重值。根据 WBS-RBS 风险识别体系，求取 RH、RS、RE 指标模型，分别计算各层特征向量。结合各个单项指标模型，充分考虑三类风险权重影响，求取重要性权值，依照风险因素影响程度由高至低，分析影响程度权重，对照各项影响权重数值，构建模糊评价矩阵。 $M=W_{HSE} \cdot R_M = (a \cdot b \cdot c \cdot d \cdot e)$ ，a-e 代表不同五种因素。对应高影响、较高影响、中等影响、较低影响、低影响，对比区间 [0, 1]，计算被评价对象的最大数值，对应的则为评价对象处于的危险等级。经过计算施工指数以及项目整体风险，均处于高风险等级中，环境安全则处于低风险。因此，针对于长输管道工程建设，需要保证安全性，将施工和人员安全意识排在首位。评价显示高风险等级处于项目整个环境而，需要科学制定风险作业管理措施，引起各部门高度重视，分别拟定相应的风险应对措施，保证各环节风险可控、可防，推动工程顺利进行。

3 高风险作业安全管控措施

风险监控能够保证工程安全性，通过风险监控，对风险变化情况跟踪，权衡风险处理与规避风险之间的关系，选择最佳的方案对风险处置，降低风险带来的影响。长输管道工程实施阶段管理顺序并非一成不变，各环节相互相应，某些环节甚至存在交叉现象。工程整体属于连续、动态的模式，风险随着环境条件变化改变。风险不会完全消失，因此，建立高风险作业安全管控方案，能够以持续改进思想，有效对风险进行管控，保证项目安全。

3.1 健全高风险作业管理制度

想要减少工程建设的高风险作业现象，需要建立完善的风险作业管理制度。明确参与工程项目的各方主体责任，避免任意一方违背规定，导致安全事故发生，出现权责难以划分的情况。制定管理制度，能够规范各方主体按照规定建设，减少高风险作业事故发生。高风险作业需要保证人员遵守规定，建立管理制度的同时，应完善组织结构，对参与施工的人员进行培训，使施工人员提前熟悉岗位工作，明确自身肩负的岗位责任。建立良好的制度体系，是保证项目成功的关键。做好安全管理、岗位管理等多项管理工作，才能保证组织管理架构合理，保证工程质量。例如：

可实施 PDCA 管理制度, 首先基于常见的风险以及其等级制定不同的风险应对计划, 确保计划完善后, 可予以实施。在实施风险应对计划期间, 需要观察其效果。如效果良好, 则可以继续运行。反之, 则需要寻找原因, 再此扩充计划内容, 改进风险应对方式。

3.2 加强高风险作业的识别

施工单位需要加强现场勘探, 做好事前准备工作, 对施工范围内的高风险作业识别管控。通过实际勘察获取精准数据, 由各部门开展会议协商, 对工程项目施工提出指导。将范围内的危险因素进行监管, 加强相关风险管控, 保证工程施工期间对高风险作业指导。针对于施工过程中的施工过程风险、环境风险进行科学应对, 进场前做好设备、材料检查, 严格按照技术管理制度检查, 做好安全教育, 保证施工安全。施工过程中, 要防止误操作等风险事故发生, 正确处理临时用电; 恶劣环境下, 正确应对环境风险, 在有限空间内作业, 做好保护工作, 科学处理空间通风不畅、氧气含量低等高风险因素, 保障作业人员安全。

3.3 严格高风险作业方案审批

针对于高风险作业, 施工单位应针对编制方案, 确定高风险作业内容, 与各部门联系, 确定好安全保障措施部署情况, 将方案汇报给监理单位审批。对于超过一定规模的工程, 需要聘请专家, 对施工方案进行论证, 确定风险评价指标, 专项施工方案需要包含工程概况, 明确高风险作业特征, 保证工程技术符合施工需求。还应确定好编制依据、设计图纸等, 保证施工流程、技术参数等均按照规定要求进行。施工还应做好安全措施工作, 组织保障措施, 对施工过程进行监管。配合施工管理和作业人员, 做好各个岗位配置。验收标准要通过试压等方式测试, 满足要求的基础上, 才能予以验收合格, 由验收负责人签字。

3.4 强化高风险作业过程监管

加强施工人员和管理人员的培训工作, 是保证高风险作业安全的基础。通过加强日常宣传, 为人员提供安全案例, 提高作业人员的安全意识, 提高人员风险辨识和风险控制能力, 减少施工中的不安全行为。

对此, 严格按照施工审批方案对工程项目管理。不得施工单位擅自修改、变更方案, 遇到无法钻进、影响施工的情况, 需要立即上报, 明确导致事故的原因, 及时对专项方案变更, 修改后重新报批。在进行高风险作业前, 还需要基于安全分析, 识别当天作业存在的风险因素, 制定相应的措施, 减少风险带来的

影响。通过落实作业安全分析, 确定当天的负责人, 对施工进行全方位指导, 严格控制高风险作业。针对识别出来的风险, 在预防措施落实后, 需要对照检查表确认签字。在此期间, 施工需要做好基础资料检查、技术交底等工作。保证施工使用的技术和指导方针, 都与实际方案编制相同, 符合现场施工情况。各部门技术交底工作, 也是为了保障层层较低, 使人员明确整体施工过程。作业结束后需要进行审核, 施工质量符合要求后, 才能签字确认。施工检验需要加强对工艺规程文件审核力度, 对施工人员动态操作进行监管。

加强自动化技术、新设备在工程施工中的应用, 减少人员不正规操作等违纪行为, 降低安全事故发生概率。建立完善的考核体系和奖惩机制, 提高施工人员作业的积极性, 有助于加强现场高风险作业管理效果。施工单位应将考核与奖惩机制挂钩, 对施工人员进行动态化监管, 对于表现优异的部门给予奖励。对于出现管理不善情况的部门和外包单位, 需要对其进行惩罚, 连带监管人员和总负责人员一同承担责任。对于初次发现的安全隐患现象, 需要找出导致事故出现的具体因素, 从而加强对人员的安全教育。相同隐患重复出现, 需要对相关人员进行出发。加强高风险作业应急管理措施, 针对不同因素可能出现的高风险作业事故, 制定相应的应急预案, 配备好所需资源。加强学习培训和应急演练, 提高人员事故处理能力, 能够在高风险事故发生的同时, 冷静应对事故, 减少事故带来的影响, 降低工程项目损失。

4 结论

综上所述, 随着经济不断发展, 长输管道工程在国内工程中占据的比重越来越大。工程数量增长, 使得长输管道分布管线更加复杂, 存在的建设风险也就更高。针对长输管道建设存在的高风险因素, 对风险因素进行评价和分析, 从而提高建设安全性。满足高风险施工需求, 做好各环节的准备措施, 对于完善长输管道工程起到推动性作用, 对于日后的长输管道工程也有借鉴意义, 为天然气管道输送营造良好的氛围, 保障运输安全。

参考文献:

- [1] 冉文付, 李丁川, 丁华等. 含硫天然气田地面设施泄漏试验技术应用探索 [J]. 石油工业技术监督, 2023, 39(06): 44-48+54.
- [2] 李志峰. 天然气长输管道建设高风险作业分析与控制 [J]. 化工管理, 2022(05): 86-88.