

天然气输气场站风险安全管理探讨

蒋 冲 (江西省天然气管道有限公司, 江西 南昌 330096)

摘要: 伴随着经济与社会的进步以及环境保护标准的逐渐提高, 天然气在当代能源需求体系中的占比不断增加, 作为管道输气管网中关键的基础组成部分, 输气场站的作用和影响力极为显著。本文对天然气输气场站的风险因素进行了分类说明, 并简单总结了场站开展风险管理工作的主要要求, 从管理方法和提升管理水平的主要措施进行详细探讨, 希望能够借此对相关工作提供一定参考。

关键词: 天然气; 输气场站; 风险; 安全管理

将天然气从生产地输送到消费地这段输送路径的关键节点中有压缩站、分输站、调压站等各种设施场所, 而其中就有对天然气进行调节、分配及存储的输气场站, 场站内设备复杂且操作环节较多, 要想能够长期安全地运行就必须重视风险安全管理工作。包含了常规的风险分析及处理工作, 还要制定应急预案以减轻可能发生的事故后果。通过科学的风险管理, 不仅可以避免经济损失和环境污染, 还能保护工作人员和公众的生命安全, 确保天然气供应的连续性和稳定性。因此, 风险安全管理对于提高场站的运营效率和社会信誉, 维护企业 and 国家利益具有不可替代的作用。

1 天然气输气场站风险分析

1.1 设备管理风险

在天然气行业中, 场站的设施对于气体的安全储存、高效输送和分配起着至关重要的作用。设备的健康状况直接影响到运营的安全性, 一旦发生故障, 潜在的危险便会增加。就像人有生命周期一样, 场站设施也需经历定期的监督、保养和修理, 以维护其功能性, 延长使用期限, 并保持运作的安全。在现场操作中, 许多天然气输送场站在维护设施方面存在缺陷, 这包括对设备管理缺乏足够重视、管理效率低下和保养不足等问题, 这些问题不仅减少了设备的有效运行时间, 还提高了日常工作的操作风险。

1.2 人为操作风险

在天然气输气场站的风险因素中, 人为操作风险占据了重要位置, 如果操作人员工作失误则很容易发生气体泄漏、火灾爆炸等问题, 因此提升工作人员的工作技能与知识水平对于安全运营至关重要。缺乏足够培训的员工无法正确应对紧急情况, 错误的判断和操作不仅增加了事故发生的概率, 也会在事故发生后加剧管理风险和财产损失^[1]。

1.3 环境风险

天然气的泄漏问题是对周边环境所造成威胁的主要元素, 会让周边空气质量下降并威胁野生动植物的生存环境, 而在场站建设和运营过程中的土壤侵蚀和地表水污染也是关键问题, 会严重污染该地的地下水资源, 进而影响周边居民及生物的饮水安全。

1.4 天然气自身特点所引发的风险

在现阶段受众广的天然能源中, 天然气因其在特定条件下极易引发燃烧和爆炸而被视为具有高度危险性的能源。相较于其他气体, 天然气的密度较低, 易于迅速扩散, 因此在其运输过程中对天然气进行有效的储存和控制尤为困难。

1.5 应急演练不够引发风险

在管理输气场站的潜在风险时, 必须采取预防措施, 定期举行应急演练以增强各方面的快速响应能力。通过这种方式, 一旦出现安全隐患, 就能迅速定位并采取合适的应对策略以迅速解决问题。然而, 结合当前的天然气输气场站实际操作情况, 许多场站在应急演练的实施与执行方面存在不足, 导致在面临紧急情况时, 他们往往难以立刻识别并采取有效的风险缓解或问题解决手段。

2 天然气输气场站风险管理技术的标准规范

2.1 站场设计标准规范

天然气输气场站的建设地点在进行规划时, 应避免开地基不牢固或有沉陷风险的地区, 优先选择地质结构稳定、交通发达的位置, 并确保有充足的水资源和电力支持站场的持续运作。站场需要与邻近的建筑物保持足够的安全间隔, 满足相关安全规范标准。在规划入口和出口时, 应保证道路设计符合未来维护和检修的便利性, 并且与周围道路通道顺畅对接。遵循 GB50183 标准, 站场与邻近结构物的距离还应遵守天然气场站设计规范。根据 GB50251 的规定, 站场内必

须设有管道截断阀室，以防潜在的安全事故并提高应急响应速度。对于不同等级的区域，管道最大间隔距离应分别不少于 32km、24km、16km 和 8km。而选用的截断阀应为全焊接球阀，以方便清管器的使用，且在管道损坏时能迅速切断气体流动，确保运行异常时能够迅速采取有效的处理措施^[2]。

2.2 工艺设计标准规范

要想保障天然气站场的处理质量，其关键生产工艺要包含过滤、压力调整和流量计量等环节。选择天然气过滤器时，根据实际需要，可以选用垂直或水平类型。垂直过滤器以其快速启动和优良的密封性能著称，能够有效地移除直径小于 $3\mu\text{m}$ 的固体颗粒，达到 99.9% 的过滤效果，并且几乎能去除所有直径超过 $3\mu\text{m}$ 的杂质。水平过滤器由叶轮和过滤元件构成，作为双级过滤系统，能保持超过 1min 的封闭状态，其去除杂质的工作原理与垂直过滤器大致相同。在选型过滤器时，应考虑场地大小和生产工艺需求来决定适当的过滤等级。流量计量方面，通常选用涡轮或超声波流量计。涡轮流量计以其紧凑的结构、快速的计量能力和低压力损失闻名，通过涡轮转动将流量信号经放大、过滤后传递给显示设备。而超声波流量计利用超声波技术进行流量测量，具有优良的重复性和高精度，虽然其成本较高但能应用于大面积的测量范围，其选用需根据天然气输送的稳定性来决定。调压设备则应优先选择反应灵敏、易于安装和维护的型号，并要根据天然气上下游的压力状况来进行精确选择。

3 天然气输气站场风险安全常规管理方法

3.1 安全检查表法

评估天然气输气站场的风险安全管理工作，应当先将场站划分为若干个功能明确的模块，每个模块中的潜在风险要素需详细梳理并列出来。接下来根据这些风险要素制定出相应的检查事项，依据特定的顺序将这些检查事项逐一排列成表格。通过对这些检查事项的细致评估，可以有效地识别场站中存在的各类安全风险。

3.2 故障类型分析法

利用故障类型分析法，可以精确地判定故障的严重性，这是实施安全风险评估中至关重要的步骤。在天然气输气站场的设计阶段，应深入分析每个系统的组成部分，识别出各系统容易发生的故障类型，并评估这些故障在发生时可能造成的影响。这种评估有助于对故障带来的安全后果进行等级划分，为拟定有效

的预防策略提供依据。通过该方法，可以清晰识别各系统的潜在故障，进行必要的检查，并采取适当的预防或纠正措施以消除这些故障。

3.3 模糊综合评价方法

要先确定影响天然气输气站场运营安全的关键因素，随后对这些因素的重要性进行评定，构建一个安全风险模糊综合评估模型。此模型可配合应用多种算法以适应不同的评估场景，这种评估方法能够减少依赖专家判断带来的主观性和人为偏差，对天然气站场的安全风险评估更加全面。通过此方法可以有效确定系统中的不确定性安全风险因素，使安全评估过程更加高效^[3]。

3.4 安全事故树法

为了分析安全事故的根本原因并对消除隐患的措施进行评估，可以采用事故树分析法进行逻辑上的有效评估。首先确定合适的顶端事件，考虑到天然气站场最常见的事件是燃烧和爆炸，应利用相关的安全数据构建事故树。此事故树可以根据需要进行简化或分为不同的部分，进而进行可行性评估和定量分析。利用这种方法，通过故障树分析安全风险，可以更清晰地识别系统的失效模式，这得益于故障树结构将系统的潜在故障和组件故障相互关联，揭示可能的失效情形。然而，这种分析方法也有其局限性，比如建立故障树可能需要大量的人力和精力投入，且在创建过程中可能遗漏某些要素，这些都会影响安全评估的精确度。

3.5 火灾、爆炸指数评价技术

火灾和爆炸指数的评估是评价天然气站场安全风险的典型方式，此方法以化学物质特性为基础，并详细地考虑了生产过程中的各种因素，如操作程序、工艺条件以及设备状态等。它通过为每个操作单元分配一个风险数值，并据此划分风险等级，对天然气站场的安全运营风险进行量化分析。此评价手段能够精确揭示站内的火灾及爆炸危险，识别可能引发事故的设备或系统，使管理层能够对潜在的安全威胁有所了解，并据此制定出有效的预防策略。尽管这种方法较为直观，但它所能反应出来的风险问题有限，必须结合站场的具体状况来确定其适用性。

4 天然气输气站场风险的安全管理措施

4.1 全面落实天然气输气站场设备管理与维护工作

要想全面强化输气站场的安全风险管理力度，让站场运行能够安全、稳定与可靠，关键在于提升设备

的运行管理和持续维护工作水平，这为天然气的顺利输送奠定了物质基础。设备是天然气输送过程中的关键，只有当设备的安全性、稳定性和可靠性得到保障，天然气输气站的安全风险才能得到有效控制。设备的定期维护是确保设备运行效率和质量的根本措施，天然气输气场站的管理人员必须建立健全的设备管理体系，不断改进和提升设备运营的管理水平，制定设备维护的明确指导方针，落实具体工作责任。同时，建立完善的人员配置和责任分工机制，清晰界定各职位的工作职责，纠正维修人员的工作态度，提升工作人员的责任感，并不断优化设备的维护与日常运营之间的协同方式。

4.2 建立完善天然气输气场站安全管理控制系统

为了落实输气站的安全风险管理与控制工作，有效发挥其在输气安全管理中的关键作用，须按照国家对天然气管理的规章制度、法律及标准，并针对输气站实际运作需求，构建一个系统化的天然气输气站安全管理框架。这一措施对于天然气输气站的运营指挥管理是至关重要的。在输气站经营的过程中，必须不断改革并优化现行的安全风险控制及管理系统，确保该系统能紧跟时代步伐，满足现代化天然气输气的实际要求。建立一个科学的安全分析框架是基础，以此为核心的控制管理系统要求全面性、完整性、严密性、可信赖性及实用性，为输气站的风险管理提供坚实的理论支持，确保风险管理工作有据可依，使管理人员能够依据法规有效开展风险控制与管理工作。

4.3 强化现场施工与高风险作业的管理控制工作

为降低施工活动对输气站正常运营的干扰，输气场站的总指挥需加大对施工活动的监督与管理力度，提升站点管理的品质与运作效能，有效减轻施工作业对天然气输送系统的不利影响。同时，天然气充填站对待高危作业应施以更为精确的监管策略，增进施工作业的品质，提升从事风险评估与管理工作人员的专业技能，强化作业风险的现场管理，确保施工技术的全面交流，并由专业团队进行风险的系统性分析与确认，以保障风险控制措施的精准有效实施。这将进一步加强现场风险的管理，提升现场作业的安全性，确保输气站风险管理的质量与效率同步提升，推动输气站安全风险管理工作能够实现良性的发展。

4.4 加强天然气场站安全管理

4.4.1 完善管理制度，加强员工培训

对于天然气输气场站来说，强化管理措施是确保

站点安全运行的核心。天然气企业必须制订明确的激励与惩戒机制，如果场站出现任何异常，管理人员须立刻担起管理职责。此外，企业还应提升员工的职业技能教育，纠正操作中的不当行为，加大对员工在工作与日常生活中的管理与监督力度。

4.4.2 加强装备研究，提高装备质量

设备的运行状态与现代化程度是天然气输气场站安全运营的关键因素，因此天然气企业应招聘资深的业内专家对新型设备进行深入研究。在国内先进设备尚未进行可行性验证时，应考虑采购国际先进设备对运行时间长的陈旧机械进行迭代更新。另外，管理团队需定期安排设备的维护性停机，并进行全面检查，以便早期识别潜在问题，有效预防潜在的安全事故。

4.4.3 合理选址，减少事故危害

当天然气输气场站发生安全事故，其后果可能极为严重。虽然无法完全避免事故的发生，但可以通过采取相应措施来降低潜在的风险。在选择站点位置时，应优先考虑远离居民密集区、未经开发的自然区域以及生物多样性繁盛的区域，以减少事故可能对生态系统造成的损害。

4.5 加强演练工作，提升团队应急处理能力

风险事件固有的不确定性使场站无法预知事故的发生时间，面对这种不可预测性，增强应急响应技能成为关键。最有效的策略是实施多样化的模拟演习，创建综合的演习计划，通过这些计划的执行，提高天然气输气场站员工在紧急事态下的处理和反应能力。

总而言之，通过科学的风险评估和规范的安全操作，不仅可以有效防止和控制事故发生，还能够促进天然气产业的可持续发展，随着天然气使用比重不断增加，社会各界也在关注我国天然气输气安全管理水平，后续要进一步加强这方面的工作，并为能源行业的稳定与发展贡献力量。

参考文献：

- [1] 王贵仁, 张春燕. 天然气输气场站和作业过程的风险及管理对策 [J]. 数字化用户, 2018, 24(44): 42.
- [2] 赵海宁, 王军华, 严春玲, 等. 天然气输气场站风险分析以及安全管理措施研究 [J]. 信息周刊, 2018(10): 65.
- [3] 刘帅, 马保合, 赵海宁, 等. 输气场站电气管理现状分析及管理措施 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2019, 39(18): 53-54.