

天然气工程中的重大危险源辨识与应急响应

袁敬¹ 董世伟² 王全敏³

(新奥(舟山)液化天然气有限公司 浙江省舟山 316000)

摘要: 天然气工程由于处理高压易燃气体, 安全风险颇高。识别并评估工程中的潜在危险源是至关重要的步骤, 涵盖了从气体泄漏到设备故障等多种风险因素。为了有效应对这些风险, 制定了一系列应急响应措施和预防策略。这些策略包括: 加强现场监控系统, 提高检测设备的灵敏度和响应速度; 培训员工进行紧急情况下的快速反应与安全撤离; 以及定期进行安全演习, 确保每位员工都能熟悉应急程序。此外, 通过引入现代技术, 如远程监控和自动化控制系统, 可以进一步减少人为错误, 提升整体安全管理水平。天然气工程的安全管理是一个持续的过程, 需要不断地根据最新的安全研究和技术发展进行更新和优化。只有通过这样综合、多层次的风险管理和应急准备, 才能确保天然气工程的安全运行, 保护工作人员和环境免受重大事故的威胁。

关键词: 天然气工程; 危险源辨识; 风险评估; 应急响应; 安全管理

天然气被广泛认为是相对清洁的化石燃料, 在全球能源供应中扮演着至关重要的角色。随着环保意识的提升, 以及对于减少大气污染的需求增加, 天然气因其较低的碳排放成为了许多国家能源转型的首选。然而, 天然气的开采、处理、储存及运输过程复杂, 涉及到从深地层提取气体到将其输送到消费者家中的多个环节。在这一过程中, 存在着多种潜在的危险, 包括气体泄漏、火灾、爆炸, 以及设备与运输事故等, 这些风险不仅威胁到现场工作人员的安全, 也可能对周边环境造成严重影响。为了应对这些风险, 天然气工程的安全管理必须采取一系列系统性的措施, 首先是从识别和评估各种潜在危险源开始。这一过程不仅需要技术的支持来进行精确的危险识别, 还需要借助专业的风险评估方法来确定哪些是关键的风险点, 从而优先进行控制。

随着技术的进步和监管环境的变化, 天然气行业的安全标准和法规也在不断更新。这要求企业不仅要持续关注和适应这些变化, 还要在内部推动安全文化的建设, 确保每一位员工都能够理解并执行安全规程, 从而形成一个安全意识根深蒂固的工作环境。

一、天然气工程中的重大危险源

天然气工程的安全问题是行业关注的重点, 因为在整个天然气的生产和供应链中, 存在着多种重大危险源。这些危险源如果不加以妥善管理, 可能会导致严重的人员伤亡和环境灾害。

1. 开采与生产阶段

在天然气的开采与生产阶段, 涉及到深地层钻探, 这是一个技术要求极高的过程。井控事故, 尤其是井喷和井漏, 是这一阶段最严重的危险之一。火灾和爆炸的风险也异常高, 因为钻探过程中可能遇到的高压天然气与油井液接触空气后极易燃烧。井下突水, 即地下水突然涌入钻井, 可能导致设备损坏甚至人员伤亡。气体泄漏则可能因设备老化或操作失误而发生, 这不仅威胁作业人员的生命安全, 还可能对环境造成长期的污染。

2. 处理与净化阶段

天然气从地下开采出来后, 需要经过一系列的处理与净化过程

才能成为安全合格的产品。在这一阶段, 化学反应的不稳定性和高压设备的操作是主要的安全风险。化学反应的不稳定可能导致有毒气体泄漏或火灾, 而高压设备若管理不善, 也可能引发爆炸。设备的老化和维护不当是事故发生的常见原因, 此外, 操作错误也经常是引发安全事故的直接触发因素。

3. 储存与运输阶段

天然气的储存通常采用压缩或液化形式, 这要求使用特制的高压容器或低温储罐。这些容器如果设计或制造有缺陷, 或者维护不当, 都可能引发破裂或泄漏, 进而导致严重的安全事故。在天然气的运输过程中, 无论是通过管道还是运输工具, 管道破裂、运输工具事故或非法干预等都可能导致天然气泄漏或爆炸。

二、天然气工程中的危险风险评估方法

在天然气工程中, 进行有效的风险评估不仅是识别和控制危险源的基础, 也是确保整个工程安全高效运行的关键。通过结合定性与定量方法的风险评估策略, 旨在全面规避每个生产阶段的潜在风险, 并据此制定出相应的安全控制措施。

1. 定性风险评估

定性风险评估主要利用 HAZOP (危害与可操作性研究) 和 What-If 分析两种工具。HAZOP 是一种系统化的方法, 通过团队合作检查过程设计中的偏离, 识别可能导致设备或操作失败的原因。这一方法特别适用于复杂系统中, 如天然气处理厂, 其中包括多个相互依赖的操作单元。通过分析操作参数 (如温度、压力、流量等) 的任何偏离, HAZOP 可以揭示可能的危害及其后果, 从而为制定预防措施提供依据。

What-If 分析则是一种更灵活的评估技术, 它通过提出一系列的“如果……将会怎样?”问题, 来探讨可能的风险情况。这种分析方法能够帮助团队思考和预见非常规事件的发生, 特别是在天然气工程中那些不常见但后果严重的风险。

2. 定量风险评估

定量风险评估 (QRA) 是一种更为精确的评估方法, 它通过计

算和分析数据来确定事故的影响范围和发生概率。在天然气工程中, QRA 通常涉及模拟事故场景, 评估可能的爆炸、火灾、气体泄漏等事件的影响, 包括对人员、设施和环境的潜在损害。QRA 可以帮助决策者了解最严重的风险点, 以及可能需要额外安全措施的区域。

例如, 使用 QRA 技术, 可以估算出在特定条件下, 一个压缩天然气储罐发生泄漏的概率, 以及泄漏后天然气扩散的距离和可能影响的区域。这样的数据不仅有助于优化储罐的布置和设计, 还能指导紧急响应计划的制定。

三、天然气工程中的危险应急响应措施

在天然气工程中, 有效的应急响应措施是保障人员安全和最小化环境影响的关键。这些措施应基于详尽的风险评估, 并针对可能的紧急情况进行全面规划。

1. 应急组织结构

为了迅速有效地应对紧急情况, 建立一个专责的应急响应团队至关重要。这个团队通常包括应急管理领导、技术专家、医疗救助队伍和后勤支持团队。应急管理领导负责协调整个应急响应的操作, 确保所有任务得到有效执行。技术专家组负责评估紧急情况下的技术状况, 并提供实时的解决方案。医疗救助队伍则准备进行伤员救治和紧急医疗援助, 而后勤支持团队则确保所有物资和资源的供应。这种结构化的团队能够确保在危机情况下, 各项应急措施得到有效、有序的执行。

2. 应急通讯系统

在紧急情况下, 建立一个高效的应急通讯系统是至关重要的。这包括不仅要确保内部通讯无缝连接, 也要能够与外部紧急服务(如消防局、医院等)保持即时沟通。通讯系统应具备高度的可靠性和抗干扰能力, 以应对可能的电力中断或网络故障。此外, 应设置备用通信手段, 如卫星电话和无线电, 确保在极端情况下仍能保持通讯的连续性。

3. 资源和设备的管理

确保所有必需的应急设备和资源随时可用, 是进行有效应急响应的前提。这包括消防车、灭火器、呼吸器、防护服等关键设备, 都必须定期进行检查和维修。同时, 还应储备足够的应急物资, 如饮用水、非易腐食品、医疗用品和其他生存必需品。这些物资的管理应采取科学的库存控制和更新系统, 确保在需要时物资是足够且有效的。

4. 撤离和救援操作

撤离计划是应急预案中的核心部分, 需要包括详细的安全撤离路线、指定的集合点及高效的人员点名系统。对于这些撤离路线和集合点的选择, 应考虑到从不同位置的最快、最安全的疏散路径。定期进行撤离演习, 不仅能测试撤离路线的实用性, 也帮助员工熟悉应急程序, 从而在真正的紧急情况下能够冷静、有序地行动。此外, 应急响应团队还应接受专业的救援培训, 包括如何处理受伤员工、火灾扑救及危化品泄漏等各种可能的紧急情况。

5. 事故调查与复原

每次事故发生后, 都应进行详细的事故调查, 以确定事故的

因和责任方。这一过程不仅帮助公司从事件中汲取教训, 还应用于修订和改进现有的安全措施和应急响应计划。事故调查应尽量详细, 涵盖事故发生的每一个环节, 并通过专家的分析来确定所有潜在的故障点和操作失误。此外, 复原计划的制定同样重要, 其目的是尽快恢复正常的运营状态, 同时确保在恢复过程中任何安全隐患都得到妥善处理。复原计划应包括设施修复、生产线重启、员工回归的具体步骤和时间表, 以及必要的安全检查。

复原阶段也是评估和提升安全措施的关键时期。通过在复原期间实施更严格的安全审核和增加安全培训, 可以有效地提升整个设施的安全水平。同时, 复原计划还应包括对受影响社区的支持措施, 确保公司的企业社会责任得到充分体现。

四、天然气工程中危险应急预案的演练与持续改进

1. 定期演练

定期进行应急演练是确保应急响应计划有效性的关键环节。演习包括桌面模拟和现场实操两个方面。桌面模拟主要针对应急响应团队的决策过程, 通过模拟不同的紧急情景, 团队成员可以在无实际风险的环境中讨论和优化响应策略。这种模拟有助于识别计划中的漏洞和不足, 同时加强团队之间的沟通和协调。

现场实操演练则更加注重实际操作, 包括使用消防设备、进行紧急撤离、伤员救护等。通过实际操作, 可以验证场地的安全设施、救援设备的有效性及其员工的应急操作能力。此外, 现场演习也是测试物流支持、通讯系统和其他关键资源是否能在紧急情况下有效工作的重要手段。

2. 持续改进

应急预案的有效性需要通过持续改进来保持和巩固。这种改进过程应基于定期演练的反馈, 以及实际应急响应中获得的经验教训。进行天然气工程中危险应急预案的演练后, 应进行详细的评估会议, 收集所有参与者的反馈, 识别哪些方面表现良好, 哪些方面需要改进。这些反馈应详细记录, 并作为修订应急预案的基础。

除了内部反馈, 还应考虑外部审计和评估的结果。与行业标准和最佳实践的比较可以揭示预案中可能未注意到的弱点。此外, 参考其他类似行业的应急管理案例学习也是一个宝贵的资源, 它可以提供新的视角和方法, 以增强现有预案的全面性和有效性。

综上所述, 天然气工程的安全运营需要通过科学的危险源辨识、风险评估及有效的应急响应措施来保障。通过对天然气工程项目进行安全管理, 不仅能够有效地应对可能的紧急情况, 还能够提高整个行业的安全标准。最终目标是实现零事故运营, 保护工作人员、社区居民及环境的安全。

参考文献:

[1]孙克新.天然气工程中的重大危险源辨识与应急响应[J].化工管理.2024,(01):81-84.

[2]杨小辉,薛文瑞.探讨液化天然气安全管理中存在的问题及对策[J].中国石油和化工标准与质量.2023,43(14):95-97.

作者简介:袁敬(1993—),男,汉族,河北石家庄人,大学本科,初级工程师,研究方向:天然气工程。