

天然气管道的应急与事故处理

何智辑（国家管网集团广东省管网有限公司，广东 广州 510710）

摘要：本文深入剖析了天然气管道事故的多种类型与潜在危害，并着重探讨了提高管道安全运营的对策。文章细致分析了管道破裂与泄漏的成因及其可能导致的严重后果，突出了制定和执行有效应急预案及现场紧急处理措施的必要性。此外，文中还深入探讨了对事故原因的全面分析、排查和治理潜在隐患，同时强调了通过加强日常巡检、提升监控和报警系统的效能、增强应急演练和员工培训的频次及质量，以及完善相关法规和标准体系，来有效预防事故发生的重要性。本研究旨在为天然气管道的安全管理提供切实可行的指导建议，推动天然气管道运输行业的安全发展。

关键词：天然气；管道；事故；应急预案；安全

0 引言

在当今的能源体系中，天然气扮演着不可或缺的角色。随着对这一清洁能源需求的不断增长，天然气管道网络的安全运营成为了一个至关重要的议题。然而，天然气管道在运输过程中不可避免地面临各种风险和挑战，包括管道破裂、泄漏等事故，这些事故不仅威胁到人民的生命财产安全，还可能对环境造成严重破坏。因此，深入探讨天然气管道事故的类型、危害及其应对措施，对于确保能源供应的安全性和可靠性具有重要意义。

本文旨在分析天然气管道事故的主要类型和危害，并提出有效的应急预案制定与执行方法，同时探讨事故现场的应急处置措施、事故原因分析与处理策略，以及如何通过各种对策防范天然气管道事故，为天然气管道安全管理提供参考和指导。

1 天然气管道事故的主要类型

天然气管道系统作为输送天然气的主要途径，其安全性至关重要。然而，这一系统并非无懈可击，存在多种可能导致事故的风险。这些事故通常可以分为两大类：管道破裂事故和管道泄漏事故。了解这些事故类型有助于制定更有效的预防和应对策略。

1.1 管道破裂事故

管道破裂事故是指管道因各种原因发生断裂，导致天然气大量泄漏的情况。这类事故的原因多种多样，包括但不限于材料疲劳、腐蚀、施工缺陷、自然灾害（如地震、洪水）以及第三方破坏等。管道破裂往往带来的后果是极为严重的，如大规模的气体泄漏可能迅速形成爆炸和火灾，造成巨大的财产损失和人员伤亡。

1.2 管道泄漏事故

与管道破裂相比，管道泄漏事故可能不那么戏剧

性，但频发性和潜在风险同样不容忽视。管道泄漏通常由小裂纹、密封不良、阀门故障或管道老化等原因引起。这种类型的泄漏可能不会立即造成显著的损害，但长期泄漏会导致环境污染，且在特定条件下，如遇明火或静电，同样有可能引发爆炸或火灾。

2 天然气管道事故的主要危害

2.1 爆炸危害

天然气管道事故中最为严重的后果之一是爆炸。当天然气管道发生破裂或泄漏时，大量的天然气会迅速扩散到周围环境中。如果这些泄漏的天然气遇到明火或高温源，极易发生爆炸。爆炸不仅会立即摧毁管道附近的设施和建筑，还可能导致严重的人员伤亡。此外，爆炸所产生的冲击波和碎片可以对更广泛的区域造成破坏。在城市或人口密集区域，这种爆炸的后果尤为严重，可能导致大规模的破坏和人员伤亡。

2.2 中毒危害

天然气主要成分是甲烷，它本身是无毒的。然而，在天然气泄漏的情况下，随着氧气浓度的降低，可能会导致窒息。此外，天然气中通常添加有臭氧化合物（如硫化氢），以便于检测泄漏。这些添加物在一定浓度下可能对人体健康造成危害，尤其是在封闭或通风不良的环境中。长时间暴露于低浓度的有毒气体中，也可能导致慢性健康问题，如呼吸系统疾病。

3 天然气管道事故应急预案的制定与演练

3.1 应急预案的制定原则

制定应急预案时，首先需要考虑的是其全面性和可操作性。预案应涵盖所有潜在的事故类型和可能发生的场景，确保在任何情况下都有明确的指导方针。此外，预案需要具体到每个步骤，避免含糊不清的指示，确保在紧急情况下能够迅速有效地执行。

3.2 应急预案的主要内容

3.2.1 应急组织体系和责任分工

应急预案中必须明确各个角色和责任。这包括事故发生时的第一响应者、技术支持团队、危机管理团队以及与外部机构（如消防、医疗、政府机构）的协调人员。每个成员的职责、权限和沟通路径应当明确，以确保应急过程中的信息流畅和指令有效执行。

3.2.2 应急监测预警与信息报告

实时监控系统是预防事故和及时响应的关键。预案中应包括对管道系统的持续监控，以及在检测到异常情况时的预警机制。一旦发现潜在的事故迹象，应立即启动应急流程，并及时向相关部门和公众报告事故信息，保持透明度和公众信任。

3.3 应急预案的测试与评估

制定完应急预案后，定期的测试和评估是确保其有效性的关键。这包括定期的演练、模拟事故响应、以及对应急设备和程序的检查。演练应涵盖各种潜在的事故场景，确保每一位员工都熟悉应急流程和自己的职责。此外，事故演练后的反馈和评估同样重要，以便于持续改进预案，适应不断变化的环境和技术。

4 天然气管道事故现场的应急处置

4.1 事故现场的隔离与警戒

一旦发生事故，首要任务是确保现场的安全。这包括立即对事故区域进行隔离和设置警戒线，防止无关人员进入，减少潜在的伤害。隔离区域的范围应根据事故的严重程度和潜在危险来确定。同时，需要迅速通知相关的紧急服务部门，如消防、医疗救护和警察，确保他们能及时到达现场进行协助。

4.2 管道破裂事故的处置

当发生管道破裂事故时，首要任务是尽快控制泄漏，防止天然气的进一步扩散。这可能需要关闭相关的阀门，切断天然气的供应。同时，应急团队需要评估爆炸和火灾的风险，采取必要的预防措施。如果有必要，应立即启动疏散计划，确保附近区域的居民安全撤离。

4.3 泄漏事故的处置

对于泄漏事故，快速定位泄漏点是关键。一旦泄漏点被确定，应尽快进行修复。在这个过程中，监测周围区域的天然气浓度至关重要，以防止泄漏扩散造成更大的安全隐患。与此同时，应急响应团队还需要评估空气质量，确保现场工作人员和附近居民的安全。在整个应急处置过程中，及时准确的信息传递是非常重要的。应急团队应持续向管理部门、相关机构以及

公众报告事故处理进展和现场情况。这不仅有助于协调不同机构的救援工作，也有助于维护公众的信心和安全感。天然气管道事故现场的有效应急处置，不仅需要详细的预案和充分的准备，还需要应急团队成员的专业素质和协作能力。通过不断的培训和演练，提高应急团队的反应速度和处理能力，是减轻天然气管道事故影响的关键。

5 天然气管道事故原因分析与处理

5.1 事故原因的调查分析

在天然气管道事故发生后，及时开展原因调查是至关重要的。2022年6月21日，天津市宝坻区发生了一起严重的燃气爆燃事故。据初步调查，事故的直接原因是施工企业天津大展建筑有限公司违反了《天津市挖掘城市道路管理办法》的相关规定，导致违规施工，最终造成23人受伤，其中3人重度烧伤。这一事件凸显了严格遵守城市施工规范的重要性，特别是在涉及城市基础设施如天然气管道时。此外，事故强调了监管机构在施工安全监督和执法方面的作用。

2021年1月25日，辽宁省大连市金普新区发生了另一起燃气管道泄漏爆炸事故，导致3人死亡、6人受伤。调查发现，事故的主要原因是管道底部缺乏土壤支撑，导致部分管道悬空。另外，管道的焊缝区域防腐涂层缺失，且没有按照设计要求设置阴极保护措施，导致积水腐蚀和管道上方的附加垂直载荷在泄漏处产生较大的拉应力，最终导致管道环焊缝开裂和泄漏。这一事故凸显了在管道设计、施工和维护中遵循工程标准的重要性。

5.2 隐患治理与事故教训总结

从这些事故中可以看出，天然气管道的安全运营不仅需要严格的施工标准和维护计划，还需要有效的事故预防和应急响应措施。事故教训的总结和隐患治理措施的制定，对于提升天然气管道的安全管理水平至关重要。例如，对于天津市的事故，相关部门和企业应加强施工人员的安全培训，提高对管道系统安全性的认识，同时加强对施工活动的监督和管理。在大连市管道泄漏爆炸事故中，应加强老旧管道的定期检查和维修，以防止类似的腐蚀和穿孔问题。此外，提高公众对天然气安全使用的意识也是防范此类事故的重要环节。

6 防范天然气管道事故的对策

6.1 加强管道的巡检与维护

定期和系统的管道巡检是预防事故发生的基石。例如，在美国，根据美国管道和危险物质安全管理局

(PHMSA)的规定,所有高压天然气管道都必须进行定期巡检。这包括对管道的物理状况、运行参数以及周边环境的定期检查。通过使用先进的检测技术,如智能巡检机器人、无损检测技术和遥感监测,可以及时发现管道腐蚀、裂纹或其他潜在的缺陷。例如,北欧国家在其海底天然气管道系统中运用了自动化的机器人技术,这些机器人能够在恶劣的海底环境中检测管道的状况,有效地预防了许多潜在事故。定期的维护和及时的修复对于保持管道系统的完整性和功能至关重要。例如,加拿大的一项研究表明,通过定期使用内窥镜技术对管道内部进行检查,可以有效地识别并修复潜在的腐蚀问题,从而显著降低事故发生的风险。这些例子表明,通过采用高科技的检测工具和严格的维护计划,能够大大提高管道的安全性和可靠性。

6.2 提高监控与报警能力

实时监控系统在及时发现并响应天然气管道异常情况方面起着至关重要的作用。安装高精度的传感器来监测气压、流速、温度等关键指标,以及泄漏探测器来监测可能的天然气泄漏,是提高监控能力的核心措施。例如,在欧洲的北海天然气管道项目中,运用了一套先进的遥感监测系统,该系统能够实时监测管道的运行状态并及时发出预警。这种系统的运用大大减少了事故的发生频率。自动报警系统的应用也至关重要。在澳大利亚的一项研究中,通过在关键节点安装自动报警和关闭系统,一旦检测到泄漏或其他异常情况,系统能够在几秒钟内自动切断气源并通知维修团队,极大地提高了响应速度和安全水平。这种自动化和智能化的监控系统有效地保障了天然气供应的稳定性和安全性。可以看出提高监控和报警系统的能力对于防范天然气管道事故的重要性。这些技术不仅提高了事故检测的精确度,还加快了应急响应速度,从而有效减少了天然气管道事故可能造成的损失和影响。

6.3 强化应急演练与培训

实时监控系统在及时发现并响应天然气管道异常情况方面起着至关重要的作用。安装高精度的传感器来监测气压、流速、温度等关键指标,以及泄漏探测器来监测可能的天然气泄漏,是提高监控能力的核心措施。例如,在欧洲的北海天然气管道项目中,运用了一套先进的遥感监测系统,该系统能够实时监测管道的运行状态并及时发出预警。这种系统的运用大大减少了事故的发生频率。自动报警系统的应用也至关重要。在澳大利亚的一项研究中,通过在关键节点

安装自动报警和关闭系统,一旦检测到泄漏或其他异常情况,系统能够在几秒钟内自动切断气源并通知维修团队,极大地提高了响应速度和安全水平。这种自动化和智能化的监控系统有效地保障了天然气供应的稳定性和安全性。可以看出提高监控和报警系统的能力对于防范天然气管道事故的重要性。这些技术不仅提高了事故检测的精确度,还加快了应急响应速度,从而有效减少了天然气管道事故可能造成的损失和影响。

6.4 完善法规标准体系

强有力的法规和标准体系是确保天然气管道安全的一个关键因素。严格的建设和运营标准、明确的安全规范以及有效的监管机制对于防范事故至关重要。以美国为例,联邦政府制定了一系列严格的管道安全法规,如《天然气管道安全法》,确保所有运营商遵守统一的安全标准。这些法规涵盖了管道的设计、建造、测试、运营和维护等多个方面,以确保整个系统的安全性。随着技术发展和行业实践的变化,法规和标准的更新和完善也非常重要。例如,在欧洲,随着新技术的发展和环境保护要求的提高,欧盟不断更新其天然气管道安全相关的指令和标准,以确保成员国的管道安全能够满足最新的技术和环境标准。这些不断更新的法规和标准帮助欧盟成员国有效地管理了天然气管道的风险,提高了公众对天然气供应系统的信心。

综上所述,本文通过深入分析天然气管道事故的类型与危害,提出了针对性的应急预案和现场处置措施,旨在为天然气管道安全管理提供系统的指导。在此基础上,文章还强调了事故原因分析与处理的重要性,并探讨了如何通过加强管道巡检、提高监控与报警能力、强化应急演练与培训,以及完善法规标准体系等对策,来有效防范天然气管道事故。希望本文的研究成果能够为天然气管道安全管理的决策者和从业人员提供参考,共同推动天然气管道运输领域的安全与发展。

参考文献:

- [1] 邓计坤,王忠伟,刘曦芸,赵忠.城市燃气管道事故应急救援措施研究[J].建筑工程技术与设计,2018(17):121-122.

作者简介:

何智辑(1988-),男,广东梅州人,本科,工程师,主要从事长输天然气管道生产调度工作。