

燃气地下输配管网安全可靠性的探索

王笃滨（大连大众燃气工程设计研究有限公司，辽宁 大连 116016）

摘要：在能源输送中，管道运输占有重要位置，尤其是输送石油、天然气的长输管道。作为现代工业的生命线，管道输送对于保障能源供应稳定和确保国家能源安全起到了不可替代性的作用。本文主要从城市燃气输配管网的优化、城市燃气输配管网的管理与维护等方面，对提高燃气地下输配管网安全性进行探索。

关键词：燃气；地下输配管网；安全

在燃气管道系统中，地下输配管网发挥着至关重要的作用，它们如同城市的血脉，将天然气这种清洁能源从供应站点安全高效地输送到家庭、商业和工业用户。因此，城市燃气输配系统的规划、设计、建造和管理，应达到技术先进、经济合理和安全可靠的要求，以保证居民和工业企业正常的用气需求。

1 管网失效判据及可靠性指标

1.1 失效准则

燃气地下输配管网中，有效地监管和识别管网的失效至关重要。管网失效中最常见的是物理损坏，包括管道的腐蚀、穿孔或断裂，这些损坏可能会导致显著的气体泄漏。除此之外，泄漏率超标也是一个关键判据，泄漏率的测量通过监测单位时间内的气体流失数量，通过比对管道系统中气体泄漏速率与标准允许值的偏差来评估管网的完整性。在实际中，辅助设备的失效也是值得关注的重点，例如阀门和密封件故障也会直接影响管道系统的安全运营。在评估管网是否失效时，需要排除由不当维护引起的问题，因为这虽然会对管道性能产生负面影响，但不被视为管网本身的故障。正确的管道维护可以预防多种潜在问题，确保管网的有效运作。

1.2 可靠性指标

燃气地下输配管网的可靠性是衡量其在既定运行条件和时间内无故障运作的的能力，对于保障燃气安全供应至关重要。这一可靠性指标分为三个主要方面：①机械可靠性：指管网在物理上的完整性及其构件的稳定性。这涉及到管道本身的材料强度、耐腐蚀性能、以及耐压性能等，确保管道能够承受内外的各种压力和环境因素而不发生物理损坏（如穿孔或断裂）；②水力可靠性：涉及管网在流体动力学条件下的效率和安全性，包括管网内燃气的流速、流向、以及管网的泄漏控制等。这类指标确保天然气能够在管网中顺畅运行，达到预定的输送效果，同时防止泄漏等水力失

效情况的发生；③供气可靠性：反映的是管网在满足市场需求方面的能力，包括按需供气的灵活性、供气的稳定性及应对突发事件（如供气中断）的恢复能力。供气可靠性确保天然气供应能有效响应市场需求的变化，及时满足用户的用气需要。

2 目前管道建设中存在的不良现象

2.1 管道老化与维护缺失

城市燃气管网出现老化现象，许多管道自投入使用起已历经十余年至数十年未进行专业检测和必要维修。这种缺乏系统性维护的情况严重影响管道的安全保障，无法确保其安全可靠，随时可能引发事故。由于这些老旧管道的实际情况未知，他们存在的潜在风险对公共安全构成重大威胁。

2.2 规划缺失与信息化滞后

在城市燃气管网的规划建设阶段，对未来城市发展和人口增长的预测不足，导致供气能力不强，管网出现重复建设现象。此外，地下管线的规划缺乏统一性，管线交错复杂给维修工作带来难度。而由于管网缺乏有效的信息化管理系统，例如一些地区仍依赖过时的管理手段，未能建立起科学严格的管线管理流程，也严重影响了运维效率。

2.3 施工损坏与质量问题

城市建设加快步伐，导致燃气管线频繁遭受施工损害，诸如道路施工、旧城改造等活动中管道挖断或损伤事件时有发生。一些施工单位为了赶工期忽视安全规范，破坏燃气管道后不进行汇报，施工中的安全意识不足、不遵守规范，如沟槽深度、管道防腐等标准未达要求，导致管网的运营安全和寿命受到影响，留下安全隐患。

2.4 公共保护意识薄弱

一般市民对城市燃气管网和设施的认识不足，存在随意占压管道、擅自改装燃气管网的现象。例如，在家庭装修时，私自改动燃气管道位置或将管道封闭

于墙体内，造成不利于通风的状况，增加了燃气泄漏的风险。此类不负责任的行为不仅威胁到个人和财产安全，还可能对整体管网系统造成损害，影响运行效率和稳定性。

3 城市燃气输配管网的优化

3.1 强化工程质量管理

在燃气地下输配管网的安全中，强化工程质量管理是一个连续且全面的过程。要确保整个项目从设计到竣工验收，乃至后续运营的各个环节都能达到高标准的质量要求，需要采取综合措施保证工程的安全和可靠性。强化工程质量管理首先从设计出发，应当确保设计的可靠性和安全性，这就要求工程师们在项目的初始阶段就做出精确的计算和合理的设计，选择经过验证的工艺和材料。重点应放在保险系数的确定以及新技术和新材料的可行性论证上。同时，建立和利用历史的设计数据库来参考已有的成功案例。

在施工过程中，强化过程控制至关重要。这涉及到沟槽开挖、管线安装和最终验收的每个细节。工程团队需要严格按照施工规范执行，避免由于施工疏忽导致的质量问题，如坡度不当、热熔焊接不正确等。使用合格的材料和设备，按照既定流程操作，是确保施工质量的基础。在施工管理上，要避免因为超出预定深度、错误的斜坡等问题导致管道结构受损。最后，在工程竣工后进行严格的质量评定，不仅包含对工程质量的评估，还涉及与监理和质量监督人员的协作，以确保工程符合所有验收标准。同时，燃气管网的特殊性要求在建成后提供持续的监督和维护，以及建立事故预防和响应机制。

在整个过程中，质量管理的目标是预防和消除事故，确保燃气管网安全可靠。为此，项目团队需要提供持续的培训和教育，强化安全意识，并确保所有人员都对质量管理的重要性有充分地理解并严格遵守相关规定。同时，技术创新应与风险评估和安全控制相结合，不断提高工程质量管理水平。

3.2 完善燃气工程档案管理工作

在燃气地下输配管网安全中完善燃气工程档案管理工作涉及建立全面而系统的信息库、维护的所有相关资料。信息库应包含从工程设计到施工、竣工后的日常维护等各个环节。为了确保这一过程的有效性，应采用统一的标准和规章来收集、保存和更新所有资料。这要求燃气工程档案管理工作需要实施一整套标准化流程，以确保信息的准确性和可访问性。

信息化管理应作为档案系统的核心，通过设立综合性的电子数据库，对所有的物理文档进行数字化。这样可以提高档案检索的速度和准确性，同时简化资料的存储和保护过程。数字化后的数据应当进行及时更新，确保包含了最新的维护和修复记录以及其他感兴趣的参数。这个档案管理系统还包括了数据共享和权限管理机制，确保相关人员可以根据他们的需求快速获取最新的信息，同时保护敏感数据不被未经授权访问。进一步地，该系统还可以支持高级功能，如趋势分析和预测模型，以提供关于燃气管网状况变化的洞察并支持决策。通过对信息进行标准化管理、电子化处理、及时更新以及提供强大的检索和分析工具，可以大大提高燃气管网的安全性和效率。

3.3 城市燃气输配管网的优化

对于城市燃气输配管网的优化，首先需要从管理模式完善做起。这包括构建一个全面而细致的管理体系，定期对工作流程进行评估与优化。例如，调整调压器、阀门、水井等关键部件的维护保养程序，确保其与管网性质和用气类型的变化相适应。同时，建立科学的维护周期和重点检测项目，并确保按照规程精确执行，相关信息要及时记录在台账中以便于事后的分析和评估。过去因为重视的阴极保护措施，而制定了详尽的阴极保护和维护计划，如今随着钢管使用的增多更显重要，保证钢管在防腐蚀状态下运作，成为了燃气输配管网的优化的关键工作之一。

除此之外，在实际工作中加大执行监督检查的力度对于确保管理系统的有效执行同样至关重要。除了搭建起常规的检查制度之外，还需要注重专项重点检查的实施，从上到下全面覆盖质量、过程及技术管理。通过确保没有任何疑问和隐患被忽略，及早在问题出现的最初阶段就进行干预和处理。”赢在执行”不仅仅是一个理念，而是一种必须在每天的工作中不断践行的实践。管理层要确保每个员工都能明白自己的职责，并且有充分的能力去完成这些工作。对于那些执行力不足的员工，应通过培训和实地指导提高他们的水平，确保各项任务的顺利完成。需要在执行阶段预防潜在问题，实施针对性的教育和指导，以期达到理想的管理成效。通过这样的不断实践和监督，燃气地下输配管网日常管理的安全性和效率都将得以提高。

4 城市燃气输配管网的管理与维护

4.1 充分利用新兴技术

在这个技术飞速发展的时代，采用自动化技术和

开发高级的输配管网软件系统对于增强能源行业的管理效率至关重要。在最近几年中，虽然自动化技术已广泛应用于全球，但要充分利用这些技术并实现效率的彻底提升，我们必须对现有技术进行本土化的革新和持续的改进。

最初，引入西方发达国家的自动化解决方案并将之与我国独特的地域条件相结合，标志着一个好的开始。然而，面对中国的复杂多样地理和气候条件，仅仅模仿是不够的，我们必须致力于自主研发与创新。在自动化领域，天然气管道的设计与维护构成了一个核心环节。这一过程不仅要求跨领域的深层次合作，还需依赖尖端科技的援助，如采用人工智能进行数据分析，利用红外遥控技术检测泄漏，以及应用卫星监测技术对管网系统进行宏观管控。这些先进技术的结合不仅提升了自动化系统的操作精确度，而且增强了系统对于环境变化的适应力和对问题的快速响应能力。

值得一提的是如何去创建一个高效而可靠的输配管网软件系统这一问题的重要性越来越高。目前，软件系统中常见的功能混乱和兼容性问题亟需系统性地解决。我们巫妖遵循国际规范，采用模块化的设计思路，构建能够迅速适应不同输配需求的自动化软件。而在此基础上，数据资源整合能力显得尤为关键，它直接影响到系统的智能学习和决策能力。软件应通过整合输入和反馈数据，自动优化输配操作，并对配送网络实现精确的控制。而实现输配系统的全面自动化管理，还需要改善电子通讯、远程监控、流量调节等各个子系统，并建立一个紧密相连的局域网管理网络。实时的数据分享和指令传达能够保证各子系统的协调操作，这一切都依赖于软件系统的兼容性和稳定性。未来软件系统的开发应当专注于这两个方面，确保系统之间无缝集成和同步运作，能够及早识别并防范潜在故障与风险。一套完整的事事故报警和半自动管理系统将为安全性提供额外保障。借助自主创新和技术的不断优化，结合人工智能等先进科技以及软件系统的集成，我们有望打造出更智能、高效、安全的自动化输配系统，以不断推进能源管理效率的提升。这不仅是能源行业现代化的必然选择，也代表了我国自动化技术发展能力的整体增强，并有望在全球舞台上发挥引领作用。

4.2 做好燃气管网评价工作

要做好燃气管网的评价工作，最重要的是制定一套科学合理的评价体系，这个体系应覆盖管道材料、设

计、施工、运行维护等各个环节，以及包括管道的年限、磨损程度和周边环境的风险因素等多个维度。通过对现有的燃气管网数据进行深入分析，可以准确评估管道当前的运行状态，预测未来可能出现的问题，为后续的管网改造及更新提供决策依据。实施定期的管网检测和维修工作是评价的重要组成部分。利用高技术检测手段如智能巡检机器人、无损检测技术等，能够及时发现管道的细小裂痕或腐蚀情况，提高检测的准确率和效率。定期检测不仅能确保燃气供应的连续性和管网的安全稳定性，还能够积累实时数据，为管网评价与优化管理提供支持。针对城市特有的燃气管网环境，比如高密度建筑与错综复杂的交通网，评价工作中要细致考虑这些外部因素对管网的影响，并在此基础上制定周全的应急预案。这些预案要能够指导实际操作，在发生突发事件时能迅速响应，有效地控制和消除隐患。

管网评价是一个持续的过程，这要求建立一套动态更新的评价机制。通过对管网运行数据的持续收集和分析，结合最新技术和管理理念的应用，不断完善评价体系和维护策略，以适应城市发展变化和民众需求的提升。通过综合的方法和持续的努力，才能确保城市燃气管网评价工作的质量，保障公众的生命财产安全和城市的可持续发展。

5 结语

在面对日益严峻的环境污染问题时，天然气作为一种清洁能源不仅能在满足日常生活需求的同时减少空气污染，还能对环境保护产生积极影响。因此，推广城市中天然气的应用变得格外关键，而关注并加强燃气输送和分配网络的建设是实现这一目标的核心。天然气管网的安全直接关联到公众的生活和财产安全，所以在管网的建设过程中必须进行周密的规划和设计。同时，也需要加强后期的管理和维护工作，以确保燃气管网能安全且稳定地服务于民众。

参考文献：

- [1] 陆水祥. 论城市地下燃气管线风险评估方法与应用[J]. 地理空间信息, 2023, 21(12): 131-133.
- [2] 姜泮珊, 解智强, 徐佳瑞等. 城市化背景下中国地下管线事故信息化防治对策[J]. 城市勘测, 2023(05): 161-165.
- [3] 杨波. 地下燃气管线工程跟踪测量探讨及其应用[J]. 上海煤气, 2023(03): 8-11.
- [4] 郭戈. 地下空间管廊内燃气管道稳态运行技术优化[J]. 工业加热, 2022(04): 51-54.