

城镇燃气管道工程质量与安全技术管理措施

文 / 梁仕深 江门新会华润燃气有限公司

摘要：目前，我国的城镇化进程有了很大进展，城镇燃气作为重要的清洁能源，其管道工程建设规模不断扩大。燃气管道工程质量与安全直接关系到居民生命财产安全以及城市的稳定运行。本文首先对城市燃气管网基本概述，其次探讨城镇燃气管道工程质量与安全技术管理措施，旨在为提升城镇燃气管道工程质量与安全水平提供参考，确保燃气管道安全、高效运行。

关键词：燃气管道；工程质量；技术管理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.18.123

引言

燃气管道作为连接我国能源产地与消费终端的重要纽带，是能源输送领域的关键基础设施，它的建设和维护不仅直接影响到能源供应的稳定性与效率，而且关系到国家能源安全 and 人民群众的生活质量。在新时代背景下，燃气管道的建设和维护更是成为推动社会和经济持续发展的重要支撑。只有不断完善燃气管道网络，加强技术创新和管理水平，

一、城市燃气管网基本概述

城市燃气管网是供应城市燃气的关键基础设施，对保障城市燃气稳定连续地供应至关重要。一般而言，城市燃气管网主要由门站、储配站、调压站、输配管道、计量装置、管理设施和监控系统等组成。这些组成部分分工协作以切实保障燃气管网高效运行。燃气管网按设计压力可划分为7个等级。

二、当前燃气管道工程中质量管理存在的问题

项目在规划设计阶段未考虑到燃气管道工程地质条件、周边建筑物、未来城市发展等因素，导致管网布设走向过于复杂，增加了施工及后期维护难度。部分设计中未考虑紧急切换设计，如未配置一定量的支管网或备用气源，发生突发情况时不能及时切换供气。在施工过程中，工作人员的技术水平导致了一些工程中的焊接缺陷，例如焊缝开裂、没有完全焊接等情况，有可能导致燃气泄漏。有些燃气管道项目出于节省成本等考虑，选用了劣质材料或是未严格按照规定，对管道耐腐蚀性与使用寿命造成影响。在管道施工过程中，有施工单位没有严格按照技术标准进行作业，如没有严格按照深度要求进行埋深敷设，没有做好充分的防腐工作等。在运行养护中，有些城市还在继续使用老旧的燃气管道，开始腐蚀老化，但由于换新费用高昂或管理不到位没有及时更换，存在安全问题。因巡检频率受限于人工的效率，难以做到监控实时化，所以在一段时间内，泄漏依旧未被发现。

三、施工安全管理现状分析

当前，燃气管道施工安全管理面临着多方面的挑战，包括施工环境的复杂性、施工技术的多样性以及施工安全的风险管控。

(1) 施工环境的复杂性。在施工环境方面，城镇燃气管道施工过程中需要面对复杂的地质条件、密集的地下管线网络以及多变的交通状况。这些因素增加了施工难度，也提高了施工安全管理的复杂性。例如，地下管线的错综复杂可能导致燃气管道施工过程中意外损坏其他管线，造成水、电、交通信号灯断供等安全事故。

(2) 燃气管道外力破坏。城市燃气管网系统中外力破坏是常见安全问题（如图1），发生场景主要是第三方施工单位在管道附近进行新建或抢维修等工作。当前城市燃气管网施工活动日益频繁，例如道路升级、市政设施改善等。这些施工活动必将涉及燃气管网，若是施工单位事先未与燃气公司充分沟通，对地下管道具体位置、走向、埋设深度等关键信息缺乏了解，在一定程度上增加了管网发生意外损坏的机率。当管道因挖断而发生气体泄漏时，气体进入封闭空间且遇到火源，极易引发严重安全事故。



图1 城市燃气管道外力施工破坏

(3) 施工安全的风险管控。施工过程中潜在的安全风险也是燃气管道施工安全管理中不可忽视的问题。这

些风险包括但不限于燃气泄漏、火灾爆炸、施工设备故障等。为了有效控制这些风险，施工单位需要建立完善的安全管理体系，包括安全风险评估、应急预案制定、安全教育培训等。通过这些措施，可以及时发现和消除安全隐患，减少事故发生的概率。在实际操作中，施工单位应重视现场安全管理，严格执行安全操作规程，确保施工人员的生命安全和施工质量。同时，应加强与政府监管部门的沟通与协作，确保施工活动符合相关法律法规的要求。通过不断的技术创新和管理优化，提高燃气管道施工的安全性和可靠性，为城市的可持续发展提供坚实的基础设施保障。

四、燃气管道工程质量管理措施

（一）设计阶段的质量控制

在设计过程中应严格遵循国家和行业相关标准，确保设计的规范性和科学性，考虑实际使用环境、未来发展和扩展需求，确保设计方案具有前瞻性和适应性。进行详细的地质勘查，了解地下土壤、地下水位、地震带等信息，为管道设计提供准确数据，收集与管道设计相关的环境数据，包括气候条件、现有基础设施等，以便优化设计方案。使用CAD等现代设计工具进行详细设计，确保设计图纸的准确性和可操作性，运用BIM技术进行三维建模，模拟管道布置和运行情况，发现潜在设计问题并进行优化。设计方案完成后，组织内部专家进行评审，确保设计符合质量要求，邀请第三方专业机构进行独立审查，提供客观的设计改进建议。明确各参与设计人员的职责，确保设计过程中的每个环节都有人负责，建立设计变更管理制度，确保设计变更经过正式审批并记录在案。

（二）施工阶段的质量控制措施

（1）严格把控材料质量。建立完善的材料采购管理制度，选择正规的供应商，确保所采购的管材、管件、阀门、防腐材料等符合国家相关标准和设计要求。材料进场时，必须进行严格的检验和验收，检查产品的质量证明文件、外观质量、规格尺寸等。对于重要材料，还应进行抽样送检，经检验合格后方可使用。对不合格材料，坚决予以退场，严禁用于工程施工。（2）提升焊接质量控制水平。加强焊接人员管理，所有焊接人员必须持证上岗，并定期进行技能培训和考核，提高其焊接技术水平。在焊接前，根据管材材质、壁厚等因素，制定合理的焊接工艺规程，并进行焊接工艺评定。焊接过程中，严格按照焊接工艺规程操作，控制好焊接电流、电压、焊接速度等参数，确保焊缝质量。焊接完成后，及时对焊缝进行外观检查 and 无损检测，如采用超声波检测、射线检测等方法，检测焊缝内部是否存在缺陷。对检测出的缺陷，及时进行返修，直至合格。（3）确保防腐施工质量。在防腐施工前，

对管道表面进行彻底清理，去除油污、铁锈、灰尘等杂质，使管道表面达到规定的清洁度和粗糙度要求。

（三）竣工验收与质量评估体系完善

燃气管道竣工验收过程中，利用无人机搭载高精度摄像设备、红外探测仪、激光雷达敷设完成的管道，可实现全方位及快速有效的质量检验。高清摄像头通过拍摄管道外观，识别可见的破损、位移、埋深等外部缺陷。利用激光雷达测绘定位管道位置，并与设计图纸对照以确认埋深和走向，符合设计要求。在燃气管道内部敷设了分布式的光纤传感系统，从而实时监测燃气管道的运行状况。管道内部测温可见泄漏或异常压力点。要建立一套标准化的质量评估体系，确保项目移交规范统一。人工智能算法分析项目建设的关键性数据，如焊接质量、管道埋深、压力测试等，建立质量等级评估模型并实现数据化。通过数据中心管理项目质量，快速定位问题点并提供优化建议。对于长输管道项目的质量检测不只是对项目完工状况进行检查，还需要制定一个质量持续管理计划以保障长期安全运行。

五、燃气管道安全管理的创新技术措施

（一）智能监测与预警系统

智能化监测系统结合物联网和人工智能技术，实现燃气管道上的实时监测和预防预警，降低安全事故发生的概率。在重要燃气管道安装物联网传感器，用于采集温度、压力、流量、气体浓度等数据。采用5G或者低功耗广域网技术，确保大规模数据的可靠传输并实现远程实时监控。利用GIS建立三维管网可视化的平台，并将实时信息上传到云端，便于运行维护人员及时掌握燃气管道的状态。利用AI分析历史数据和实时监测数据，建立燃气泄漏风险预测模型，提高隐患发现的准确性。AI自动识别异常数据波动，结合系统诊断故障原因，并通过手机APP或调度中心告警，实现远程响应。当系统检测到管道泄漏或压力异常时，可自动触发紧急切断阀，防止事故进一步扩展。

（二）应急管理策略的构建与实施

在燃气管道施工安全管理中，构建和实施有效的应急管理策略是提升应对突发事件能力的关键。应急管理策略的构建需基于对施工风险的全面识别和评估，其目的是确保在施工过程中一旦发生紧急情况，能够迅速、有序、有效地进行处理，以最小化事故的影响。应急管理策略的构建首先需要确立应急管理目标和原则。目标的明确旨在保障人员安全、控制事故扩散、减少财产损失，并尽快恢复施工。原则包括预防为主、快速响应、科学处置和持续改进。这些原则指导着应急管理策略的制定和实施。风险评估是构建应急管理策略的基础，通过系统地识别和分析施工过程中可能遇到的风险，可以

确定需要重点关注的风险点，并据此制定相应的预防措施和应急措施。风险评估应涵盖所有施工阶段，包括施工前准备、施工过程和施工后收尾。应急预案是应急管理策略的核心。应急预案应详细描述在特定紧急情况下的行动计划，包括应急组织结构、通讯联络、资源调配、事故处理和恢复工作等内容。预案应定期更新，以反映施工环境、技术和人员的变化。应急资源的配置是实施应急管理策略的重要环节。这包括应急物资、设备和人员的准备。应急物资应包括个人防护装备、急救药品、消防器材等。应急设备则可能包括应急照明、通讯设备、检测仪器等。应急人员则需要具备相应的专业技能和应急处置经验。应急演练是检验和完善应急管理策略的有效手段。通过模拟不同的紧急情景，可以检验预案的可行性，提高施工人员的应急反应能力和协调能力。

（三）新技术的应用

采用现代智能化传感技术，对输气管道中的压力、流量、渗漏等关键参数进行在线监控，以提升管网监控的准确性与可靠性，采用物联网、大数据等技术对管网中的数据进行收集与分析，对隐患进行预警与防范。应用自动化控制系统进行燃气管道的运行控制，实现对管道系统的远程监控和管理，提高运营效率和安全性，利用智能调节技术自动调整管道系统的运行参数，如压力、流量等，确保系统在安全范围内运行。使用超声波无损检测技术对管道进行检测，识别管道内部的缺陷和损伤，提高检测的准确性，应用视频监控技术对管道进行内部检查，实时观察管道状况，发现隐患和异常情况。开发和应用应急预案系统，进行实时事故模拟和应急演练，提高事故响应和处理能力，利用先进的预测技术进行事故风险预测和预警，提前采取预防措施。

（四）严格落实第三方施工管网保护工作

在城市燃气管网安全运行管理中，需与各类道路及雨污分流、自来水等市政施工单位协调配合工作，以确保相关施工活动不会影响城市燃气管网及附属设施安全。例如北京、山东等省市政府已建立了手机移动端、PC端施工信息共享平台，通过平台查询、微信群或公众号通知等方式实现了多数施工信息及时共享。相关负责人须及时梳理这类信息，并指导、督促运维人员与施工方及时对接沟通，签订《管道保护协议》《管网交底通知书》等书面文件。在此过程中，加强加密施工人员多角度安全培训，重点提高施工人员安全责任意识，以预防施工中交叉破坏问题。燃气运维人员亦应增强主动性，主动走访各相关单位、物业办公室、基建部门，与这些单位项目、安全负责人建立常态化工作联系机制。通过定期沟通可了解施工进度及配合状况、建立信任，使相关单位在遇到施工需求时能第一时间与燃气公司取得联系，

从而提升沟通效率，降低燃气管网第三方施工破坏发生率。近年来，进入社区进行燃气安全宣传已成为北京、山东各大燃气企业的常态化工作。面对涉及多家施工方且进度不一的老旧小区改造工程，燃气公司应积极牵头，与甲方、街道办事处、施工单位等各方现场负责人召开专门的施工协调会议。在会议中应明确指出燃气管网及附属设施位置，落实必要安全保护措施并制定应急预案。为进一步提升施工期间燃气安全管理水平，还可以采取以下措施：尝试利用高科技手段如地理信息系统（GIS）、智能安全帽等，对燃气管网进行实时监控并上传系统，确保施工区域管网及附属设施安全。

（五）智能监测与预警系统

智能化监测系统结合物联网和人工智能技术，实现燃气管道上的实时监测和预防预警，降低安全事故发生的概率。在重要燃气管道安装物联网传感器，用于采集温度、压力、流量、气体浓度等数据。采用5G或者低功耗广域网技术，确保大规模数据的可靠传输并实现远程实时监控。利用GIS建立三维管网可视化的平台，并将实时信息上传到云端，便于运行维护人员及时掌握燃气管道的状态。利用AI分析历史数据和实时监控数据，建立燃气泄漏风险预测模型，提高隐患发现的准确性。

结语

城镇燃气管道工程质量与安全技术管理是一项系统而复杂的工作，涉及工程建设的各个环节和多个方面。通过强化施工前期管理，做好施工图纸审查、施工单位资质审查和施工组织设计编制等工作；加强施工过程质量控制，严格把控材料质量、提升焊接质量控制水平和确保防腐施工质量；加强施工安全管理，增强施工人员安全意识、规范施工设备管理和加强施工现场安全管理；完善质量与安全监督机制，强化政府监管职能、发挥监理单位作用和鼓励社会监督等一系列措施的实施，可以有效提升城镇燃气管道工程质量与安全管理水平，确保燃气管道安全、稳定运行，为城市居民提供可靠的燃气供应，促进城市的可持续发展。

参考文献

- [1] 王立伟，张文超. 燃气管道工程质量与安全技术管理措施 [J]. 化工管理，2023（3）：141-144.
- [2] 剧冠军. 燃气管道工程质量与安全技术管理措施 [J]. 绿色环保建材，2021，（11）：150-151.
- [3] 楚金成. 论燃气管道工程质量与安全技术管理措施 [J]. 建材与装饰，2020（9）：141-142.
- [4] 张文超，王立伟. 城镇燃气管道工程施工单位的质量管理工作探讨 [J]. 石化技术，2023，30（02）：202-204.