

燃气工程施工质量控制与安全运行管理研究

孔繁昌

石城县海特燃气有限公司 江西赣州 342700

摘 要：随着城镇化建设的加快，燃气工程在城市能源体系中占据着愈发重要的地位，施工质量与安全运行直接关系到公共安全和社会稳定。本文以石城县塘高坪天然气接收门站及中压管道延伸工程为案例，系统分析了燃气工程施工中的用电管理、材料管理及管道焊接管理等关键环节，对燃气输配系统设计方案及运行特征进行了探讨。科学的质量控制体系、规范的施工流程及完善的安全运行机制是保障燃气工程高质量建设的基础。通过建立健全的安全管理制度、强化技术监测与人员培训，可显著提升燃气系统的运行安全性与管理水平，为城市燃气工程的高效、稳定与可持续发展提供了实践路径与理论参考。

关键词：燃气工程；施工质量控制；安全运行管理；技术监测；安全制度

燃气工程的施工质量与安全运行管理是保障城市燃气系统稳定运行的核心环节，严格的用电与材料管理、规范的焊接控制及系统化的技术监测是实现安全施工的关键。

1 燃气工程施工的质量控制管理

1.1 用电管理

燃气工程施工过程中电力使用频繁，施工环境复杂且多为露天作业，存在临时性、开放性和潮湿等特点，极易引发漏电、短路等安全事故。施工单位需建立完善的用电安全管理制度，严格执行电气设备验收和定期检测制度。施工现场实行分级配电、三级保护，所有电气设备必须接地接零，临时用电线路采用防水、防老化电缆并架空敷设，严禁私拉乱接^[1]。电工人员须持证上岗，定期检查用电设施并做好记录。一旦发现绝缘破损、接线松动等隐患，必须立即停电整改。通过科学管理与规范操作，能够有效保障施工过程的用电安全与工程顺利进行。

1.2 材料管理

施工材料的质量直接决定燃气工程的安全性与耐久性。建设单位需严格执行材料采购与验收制度，确保燃气管材、阀门、连接件等均符合国家标准和设计要求。材料进场后进行外观检查、抽样检测及出厂合格证核验，重点关注管材的气密性、耐压性和防腐性能。存放期间要防潮、防晒、防污染，并设立专门仓库分类堆放。对于长期存放材料，使用前再次进行质量复检。严格的材料管理能有效防止不合格材料进入施工环节，从源头上保障燃气工程的施工质量与运行安全。

1.3 管道焊接管理

燃气管道焊接质量是保障系统安全运行的关键环节。焊接作业须由具备专业资质的焊工完成，严格按照《城镇燃气设计规范》及施工图纸要求进行。施工前做好焊材检验与工艺评定，确保焊接参数符合技术标准。焊接完成后，对焊缝进行外观检查、无损探伤及气密性试验，确保焊缝连续、致密、无裂纹。对于聚乙烯热熔焊接，实施翻边取样检测并留存焊接记录。施工管理部门建立焊接质量档案，对焊接部位编号追溯^[2]。全过程控制和多层级检测可显著提高燃气管道焊接的可靠性与安全性。

2 燃气工程施工案例分析

石城县塘高坪天然气接收门站及中压管道延伸工程由石城县海特燃气有限公司负责建设与运营，项目总投资1060万元，属城市基础设施与能源配套重点工程。工程位于江西省赣州市石城县琴江镇濯坑村，建设内容包括新建一座无人值守天然气接收门站，以及约2.5公里中压管道敷设。项目设计日供气能力为 $5.5 \times 10^4 \text{m}^3$ ，旨在打通上游长输管道与城区管网的连接通道，完善石城县天然气输配系统。本项目的建设将从根本上改变石城县天然气供应结构，现阶段石城县仅有一座集CNG储备减压、LNG气化及次高压减压功能的供气站，中压管道约80公里、庭院管网约110公里，覆盖民用用户约3万户，已通气用户15000户，其中包含非居用户80余户，日供气2万方。当前供气主要依靠CNG和LNG，成本较高。项目建成后，将实现长输管道天然气直供，

原 CNG 与 LNG 设施转为调峰与应急气源，形成以管道气为主的稳定供气体系。根据测算，石城县远期天然气需求量为 $1900 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ ，项目设计规模据此确定，以保障全县居民、商业、工业及交通用气的持续、安全与经济供应，见下表：

表 1 燃气流量核算数据表

序号	用户类型	2030 年流量核算数据 (m^3/h)
1	居民用户小时平均流量	970
2	商业用户小时平均流量	548.9
3	工业用户高峰流量	349.3
4	CNG 汽车用户高峰流量	616.4
5	其他气量	100.8
6	合计	2585.4

根据上表的计算，结合设备选型，以及远期规划和评审专家组意见，确定本项目的设计小时输气量为 $12000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ 。基于上述研究，本项目设计方案以安全、经济、可靠为核心原则，结合石城县总体规划与城镇燃气发展需求，构建完善的输配系统。系统由天然气接收门站及中压管网组成，门站负责接收上游长输管道来气，经调压、计量、加臭等处理后，以 0.4 MPa 压力输送至城区中压管网。中压管网设计为 A 级压力等级，兼顾民用、市政及工业用气需求。居民用气采用低压入户方式，配置调压箱（柜）分区供气。整个系统采用先进的自动化控制与安全监测技术，确保输气过程的稳定性与安全性，并为后续城镇扩展及远期负荷增长预留接入条件，体现经济性与可持续发展要求，输配系统流程图如下：

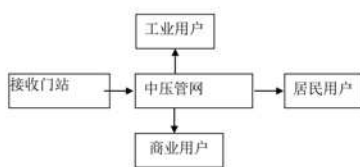


图 1. 输配系统流程图

3 燃气管道的安全运行管理内容

3.1 管道气密性检测

燃气管道的气密性检测是保障系统安全运行的关键环节。燃气作为易燃易爆介质，在输配过程中一旦发生泄漏，极易引发火灾或爆炸事故。检测介质通常采用压缩空气或氮气，通过分段加压、稳压和降压观察等方式对管道密封性能进行检验。试验前应确保管线清洁、焊缝合格、阀门关闭严密，并设立压力监控与安全放散装置。检测过程中要实时记录压力变化并留存检测数据，以便追溯与分析。合格后方可

进行下一步工艺连接或投运。通过科学规范的气密性检测，不仅能有效排除潜在泄漏风险，还能从根本上提高燃气管道的运行安全性与可靠性。

3.2 管线定期检修

管线定期检修是燃气安全运行管理体系的重要组成部分。燃气管道长期运行易受腐蚀、地质变形及外力破坏等因素影响，若不及时检修，极可能导致供气中断甚至安全事故。检修工作应依据风险分级管理原则，制定年度和季度检修计划，定期对主干管网、阀门井、调压设备及阴极保护系统进行检测维护。应采用智能检测设备，如管道内检测仪、红外成像仪及泄漏检测仪，对管线运行状态进行动态监测。对于发现的异常点应及时采取修复、包覆或更换等措施，并建立完整的检修档案。通过制度化、信息化、精细化的检修管理，能够延长管道使用寿命，保障燃气系统稳定运行，为城市能源供应提供持续安全的保障。

3.3 燃气使用的安全教育

燃气安全教育是提升公众安全意识、减少事故发生率的重要途径。燃气企业和主管部门应建立常态化的安全宣传与培训机制，将安全教育贯穿于燃气生产、输配及用户使用的全过程。通过电视、网络、社区讲座及宣传手册等多渠道，普及燃气泄漏识别、紧急处置与报修流程等知识。重点强化居民用户对燃气器具正确使用、通风保持和定期检修的认知，增强风险防范与自救能力。同时，应在企业和公共机构中推行安全责任制度，定期组织从业人员开展应急演练与安全培训。通过制度化教育与实践演练相结合，逐步形成全民参与、群防群控的安全文化氛围，为城市燃气系统的安全运行奠定坚实的社会基础。

4 燃气工程安全运行管理的保障措施

4.1 完善安全管理制度

安全管理制度的系统化构建是保障燃气工程安全运行的核心要素。燃气企业需依据《安全生产法》《城镇燃气管理条例》《特种设备安全监察条例》等相关法律法规，搭建涵盖规划设计、施工建设、运行维护以及应急处置全流程的安全管理体系。

其一，应建立并完善安全生产责任制度，明确企业管理层、技术负责人以及一线操作人员的安全职责，构建分级管理、层层落实的责任体系。

其二，需构建风险分级管控与隐患排查治理的双重预

防机制，对高风险作业环节和重点设施实施动态识别、实时监测以及闭环管理。

其三，应完善事故报告与应急响应制度，确保事故信息传递及时、指挥高效、处置规范。

此外，企业还应推行安全标准化管理与安全绩效考核，将安全生产指标纳入企业经营目标体系，形成制度执行的内在动力。

通过制度化、精细化且可追溯的管理机制，能够有效增强燃气工程运行的安全韧性，提升治理水平，实现安全生产的规范化与长效化^[3]。

4.2 强化燃气管道的技术监测

随着信息化与智能化技术的广泛应用，燃气工程运行监测逐步实现由人工巡检向数字化、智能化管理的转变。燃气企业应建设基于物联网的在线监测系统，对压力、流量、温度及阀门状态等关键运行参数实施实时采集与动态分析，及时识别运行异常与潜在风险^[4]。通过 GIS 地理信息系统与 SCADA 监控数据采集系统的融合，可实现管网运行的可视化、数据化与网络化管理，同时推广声波泄漏检测、红外成像及智能巡检机器人等非破坏性检测技术，以全面掌握管线腐蚀、焊缝老化及泄漏隐患。

4.3 加强人员培训，完善安全文化建设

高素质的专业队伍与完善的安全文化体系是燃气工程安全管理的内生动力。企业应建立分层分类的培训机制，依据岗位职责和业务特点实施针对性教育与考核。管理人员应重点学习安全法规制度、风险管控及应急指挥理论，技术与操作人员应强化设备运行、施工规范及应急处置能力训练。

培训模式宜由传统理论教学向实操结合的综合模式转变，通过仿真演练、案例分析和应急预案实训，提升应急响应与协同处置水平^[5]。同时，企业应注重安全文化的制度化与常态化建设，将“安全第一、预防为主”的理念融入日常管理与行为规范之中。通过建立安全激励机制、安全行为考核与隐患举报奖励制度，形成全员参与的安全管理氛围。进一步应将安全文化建设纳入企业治理体系，构建安全责任闭环与文化传导机制，使安全理念由意识认同转化为行为习惯，从而实现安全生产管理的持续改进与文化引领。

5 结论

综上所述，通过完善安全管理制度、强化技术监测体系、加强人员培训与文化建设，可有效提升工程本质安全水平，降低运行风险。今后应进一步推动数字化与智能化技术在燃气工程安全管理中的应用，实现从被动防护向主动预警转变，促进燃气工程建设与运行管理的高质量发展。

参考文献：

- [1] 孙立梅. 燃气工程施工质量及安全运行管理浅析 [J]. 城市管理与科技, 2004, 6(3):2.
- [2] 杜若. 谈燃气工程施工中的质量控制与安全管理 [J]. 工程技术: 文摘版, 2016: 86-87.
- [3] 阙蕴华. 浅谈燃气工程施工中的质量控制与安全管理 [J]. 神州, 2017(14):1.
- [4] 廖志辉. 浅析燃气工程项目安全管理与质量控制 [J]. 中文科技期刊数据库 (文摘版) 工程技术, 2024(3):10.
- [5] 肖友军. 谈燃气工程施工中的质量控制与安全管理 [J]. 工程科学研究与应用, 2023, 4(6): 9-10.