

城市高层住宅燃气管道安全设计与风险控制研究

靳毓茜

佳木斯中燃城市燃气发展有限公司, 黑龙江 佳木斯 154002

DOI:10.61369/ETQM.2026060010

摘 要 : 在城镇化建设持续推进的进程中, 城市高层住宅成为居民居住的关键载体。燃气供应系统的安全稳定运行, 不仅关乎千家万户的日常生活, 更是城市公共安全保障体系的核心组成部分。高层住宅在建筑结构、空间布局以及使用功能等方面存在特殊性, 燃气管道竖向敷设距离长、受力条件复杂、受环境因素影响显著, 这使得安全设计与风险防控的标准和要求远高于普通住宅建筑。借助科学的设计理念与完善的管理机制, 提升高层住宅燃气管道的安全保障能力, 能有效降低安全隐患, 保障居民生命财产安全, 推动城市燃气行业稳定有序发展。本文结合高层住宅燃气管道的运行特点, 对安全设计要点与风险控制措施展开系统性研究, 从布局规划、材料选用、防护体系、智能防控、运行管理、应急保障等方面构建综合防控机制, 为高层住宅燃气工程建设与安全管理提供参考, 进一步提升城市住宅燃气安全运行水平。

关 键 词 : 高层住宅; 燃气管道; 安全设计; 风险控制; 运行管理; 智能防控

Research on Safety Design and Risk Control of Gas Pipelines in Urban High-rise Residential Buildings

Jin Yuqian

Jiamusi Zhongran Urban Gas Development Co., Ltd. Jiamusi, Heilongjiang 154002

Abstract : As urbanization continues to advance, high-rise residential buildings have become essential living spaces for residents. The safe and stable operation of gas supply systems not only impacts daily life across households but also constitutes a core component of urban public safety infrastructure. High-rise residences exhibit unique characteristics in terms of structural design, spatial layout, and functional requirements. Gas pipelines within these buildings require extensive vertical installation, face complex load conditions, and are significantly influenced by environmental factors, necessitating safety design standards and risk management protocols that far exceed those of conventional residential buildings. By employing scientific design principles and robust management mechanisms, enhancing the safety assurance of gas pipelines in high-rise buildings can effectively mitigate hazards, protect residents' lives and property, and promote sustainable development in the urban gas industry. This paper systematically examines key aspects of safety design and risk control measures tailored to the operational characteristics of high-rise residential gas pipelines, establishing comprehensive safeguards covering site planning, material selection, protective systems, intelligent monitoring, operational management, and emergency response. These findings provide actionable recommendations for gas infrastructure construction and safety management in high-rise residential areas, further improving overall gas safety standards in urban housing environments.

Keywords : high-rise residential buildings; gas pipeline; safety design; risk control; operation management; intelligent prevention and control

燃气作为清洁低碳的民用能源, 在城市住宅生活配套中发挥着不可替代的作用, 燃气管道系统的安全性与可靠性直接影响居住品质与公共安全。近年来, 我国城市高层建筑规模不断扩大, 高层住宅燃气使用普及率持续提升, 管道运行环境日趋复杂, 安全管理面临更多新的要求。相较于低层建筑, 高层住宅燃气管道垂直跨度大、管线敷设密集, 在温度变化、结构位移、外力影响等因素作用下, 管道发生泄漏的风险相对较高。且高层建筑人员集中、疏散路径有限, 一旦发生安全事故, 易造成较大影响与损失。在工程建设与运营管理全过程中强化安全设计, 完善风险防控措施, 实现源头预防、过程管控与应急处置的有机结合, 是保障高层住宅燃气安全的重要途径。

当前, 燃气工程技术不断升级, 安全管理体系逐步完善, 智能化设备广泛应用, 为高层住宅燃气管道安全保障提供了良好条件。基于行业发展与实际需求, 开展安全设计与风险控制研究, 完善技术措施与管理路径, 对提升高层住宅燃气安全保障能力具有重要意义。

一、高层住宅燃气管道安全运行特性及设计准则

（一）高层住宅燃气管道运行的显著特性

高层住宅燃气管道在长期运行过程中呈现出较为鲜明的特征，给安全管理提出了更为严格的要求。燃气立管贯穿多个楼层，竖向敷设距离较长，在温度变化与建筑微变形的影响下，管道易产生伸缩与位移，对连接强度和固定方式提出了更高标准。高层住宅内部空间紧凑，燃气管道需要与电气、给排水、通风等系统统筹布置，安全间距控制与空间优化难度较大。高层建筑竖井、走廊等区域相对封闭，通风条件有限，燃气泄漏后不易快速扩散，容易积聚形成安全隐患，对监测预警和应急响应提出更高要求。同时，高层住宅用户数量较多，用气行为存在差异，户内管道及连接部件使用频率高、损耗较快，不规范操作带来的安全风险较为突出，需要更为精细化的管理与引导^[1]。

（二）高层住宅燃气管道安全设计基本准则

高层住宅燃气管道安全设计应当立足建筑使用特征，坚持安全优先、科学适配、长效稳定的原则，全面提升系统本质安全水平。设计工作应严格遵循相关建设标准，结合建筑结构布局、高度规模与用气需求，合理确定管道敷设方式、压力等级与防护措施。设计方案应充分考虑温差变形、抗震设防、运维检修等实际需求，提升管道在复杂工况下的适应性与耐久性。在设计过程中应积极融入成熟可靠的安全技术，配备必要的监测与防护设备，提升泄漏预警、紧急切断等主动防控能力。同时，设计方案应兼顾后期管理需求，合理设置检修点位，便于开展日常巡检、隐患整改与应急处置，实现从建设到运维的全周期安全保障^[2]。

二、高层住宅燃气管道安全设计关键点

（一）整体布局与敷设方式设计

整体布局是燃气管道安全设计的基础环节，直接影响系统运行稳定性与安全性。设计阶段应结合建筑平面与竖向结构，合理规划管道走向，优化敷设位置。燃气立管宜设置在建筑外墙或专用管道井内，避开人员长期停留的区域，减少泄漏带来的直接安全风险。户内燃气管道宜采用明敷布置，线路规整、便于检查，避免暗埋带来的隐患排查困难、维修不便等问题。管道敷设应与电气设施、插座、开关等保持安全距离，防止电火花引发安全事故，与其他管线合理避让，避免相互干扰。管道竖井应做好防火封堵与分隔处理，有效阻止燃气扩散与火势蔓延。调压设备应布置在通风条件良好、便于操作和检修的区域，与建筑主体保持安全距离，保障调压系统稳定运行^[3]。

（二）管材挑选与连接构造设计

管材与连接方式是决定燃气管道密封性和使用寿命的关键，也是安全设计的核心内容。高层住宅燃气管道应选用强度高、耐腐蚀、密封性好、适配性强的管材，室内立管与水平管可采用性能稳定的金属管材，户内连接部位采用专用柔性连接部件，提升使用安全性与耐久性，降低老化、脱落等风险。连接方式应根据敷设位置、受力条件与环境特点合理选择，关键部位采用稳定性

更强的连接形式，提升整体结构强度，户内易检修部位采用便于安装维护的连接方式，并做好密封处理，确保长期使用无泄漏。所有管材、管件、阀门等配件均应满足质量标准与设计要求，具备完整的质量证明文件，从材料源头保障系统安全。

（三）压力调控与防护体系设计

高层住宅燃气管道应结合输送距离、建筑高度与用气规模，科学确定运行压力，稳定控制压力范围，避免超压运行带来安全隐患。在管道系统中合理布置阀门、调压装置与监测设备，实现压力稳定调节与异常工况紧急切断。针对高层住宅温差变化明显、管道伸缩量较大的特点，设置相应补偿装置，吸收热胀冷缩产生的应力，避免管道拉脱、变形或接口破损。结合建筑抗震要求开展抗震设计，合理布置固定支架、滑动支架与支撑结构，提升管道抵御外部荷载的能力，保障在复杂工况下保持结构稳定。管道固定件安装牢固、分布均匀，避免管道晃动位移造成接口松动，确保长期安全运行^[4]。

（四）智能安全装置与监测系统设计

智能化安全装置是提升高层住宅燃气管道主动防控能力的重要支撑，在设计阶段应统筹配置，构建多层次安全防护体系。用气房间内安装高灵敏度燃气监测设备，对可燃气体浓度进行实时监测，浓度超标时及时发出预警，并与紧急切断装置联动，快速切断气源，遏制事故扩大。对于建筑规模较大、人员较为密集的高层住宅，可进一步完善智能监测体系，加装压力、流量等传感设备，将运行数据上传至管理平台，实现远程监控、数据分析、异常预警与故障定位。通过智能化技术应用，推动安全管理由被动处置向主动预防转变，提升管道安全防控的精细化与智能化水平^[5]。

三、高层住宅燃气管道风险控制实施举措

（一）构建全生命周期运行管理体系

建立全生命周期管理体系，是提升高层住宅燃气管道安全管控水平的重要举措。在施工阶段严格落实技术交底与质量管控，规范施工工序，加强关键环节监督，做好试验检测与隐蔽工程验收，保障施工质量符合设计要求。工程竣工后开展全面检查与严密性试验，合格后方可投入使用。运行阶段建立标准化巡检机制，采用定期巡检与专项排查相结合的方式，对管道、阀门、接口、安全装置等进行全面检查，及时发现并消除隐患。建立完善设备台账与运行档案，对巡检、维修、改造等情况进行记录，实现管道运行状况可追溯、可管控。针对老旧管道制定有序更新改造计划，更换老化管材与失效配件，提升管道系统整体安全性能^[6]。

（二）着重防范燃气管道的腐蚀与外力损害

高层住宅的燃气管道，其安全会受到腐蚀以及外力损害的严重威胁，必须运用综合性的办法来做好防范工作。

对于敷设在外墙以及埋在地下的燃气管道，做好防腐工作是重中之重。要挑选性能出色、质量过硬的防腐材料，借助专业的防腐施工手段，增强管道抵御腐蚀的能力。与此同时，构建定期

的防腐检测机制，利用先进的检测设备和专业技术，对管道的防腐状况展开全面检查。一旦发现管道有破损的地方，要马上安排专业人员修复，保证防腐体系能一直发挥作用，防止管道因为腐蚀而出现泄漏等安全问题。

在管道沿线设置明显且容易看到的警示标识，清楚标明管道的位置和保护范围，能够切实避免施工挖掘、装修作业以及高空坠物等情况对管道造成外力破坏。另外，要加强和施工单位、物业公司的协同管理。在施工前，详细告知他们管道的位置和保护要求；施工过程中，安排专人在现场监督，防止违规操作对管道造成损伤。还要加强对用户的安全引导，通过宣传、培训等方式，规范用户对户内管道的使用行为，避免用户擅自改装、撞击或者包裹管道，降低人为因素带来的安全风险^[7]。

（三）优化应急处理与多方协作保障体系

构建全面且成熟的应急处理与多方协作保障体系，对减少高层住宅燃气事故造成的损失、维护居民生命与财产安全至关重要。考虑到高层住宅人口集中、人员疏散困难等特性，必须制定高度贴合实际的应急方案。该方案需详尽阐述泄漏、火灾等各类突发状况的应对步骤，清晰界定各部门、各岗位的职责范围，规划出合理高效的疏散路线，并制定出具有可操作性的救援方案，以此保障应急工作能够有序推进。

定期组织应急演练不可或缺，通过模拟真实场景，让运维人员、物业人员和居民熟悉应急流程，提升应急处置和自救互救能力。同时，要配备充足且先进的应急器材与检修设备，并定期维护检查，保证在紧急情况下能快速响应、有效处置。此外，建立燃气企业、社区、物业、消防等多部门联动机制十分必要，实现信息实时互通、资源充分共享、协同高效处置，提高应急响应效率，真正做到早发现、早处置、早控制，将事故影响降到最低^[8]。

（四）加强用户安全管理与宣传引导

用户安全用气是高层住宅燃气安全防控的最后一道防线，需要持续强化宣传教育与管理引导。通过多样化宣传方式，向居民普及安全用气知识、泄漏识别方法、应急处置措施，提升居民安全意识与自我防护能力。定期开展入户安全检查，指导用户规范

使用燃具、连接软管与安全设备，及时整改户内安全隐患。针对老年用户、独居用户等重点群体开展专项服务与安全提醒，强化安全帮扶。通过常态化宣传与精细化管理，引导居民养成安全用气习惯，形成企业监管、用户自律、多方参与的安全共治格局，筑牢燃气安全末端防线^[9]。

四、高层住宅燃气管道安全保障提升策略

未来，高层住宅燃气管道安全保障工作将不断向标准化、精细化、智能化迈进。技术上，要更广泛地应用物联网监测、高精度探测以及智能预警等先进技术，达成对管道运行状态的24小时不间断监控，提高隐患发现和处置的速度。材料选用上，应加大对高强度、抗腐蚀性强、使用寿命长的新型管材的推广使用，从本质上提升管道系统的安全性能。管理方面，要持续优化管理制度和工作流程，确保设计、施工、运维等各个环节都实现标准化管理，增强安全管理的整体性和系统性。协同治理上，要加强部门、企业、社区和居民之间的多方合作，共同构建一个多方参与、共同治理、成果共享的安全管理机制。通过技术创新与管理优化的双重驱动，不断提升高层住宅燃气管道的安全保障能力，为居民营造一个更加安全可靠的用气环境^[10]。

五、结束语

城市高层住宅燃气管道安全设计与风险管控作为系统性工程，紧密关联民生福祉、公共安全及城市稳定发展。在工程建设与运营全程，要始终坚守安全发展理念，强化安全设计、优化技术举措、健全管理机制、完善应急体系，并做好用户引导，构建全方位、全周期防控格局。随着技术不断进步与管理持续完善，高层住宅燃气管道安全保障能力将得到进一步提升，能够更好地适应城镇化发展需求，为居民营造安全、安心、舒适的居住环境。未来应继续深化安全技术研究，创新管理模式，完善标准体系，持续提升高层住宅燃气安全运行水平，为城市高质量发展提供坚实安全支撑。

参考文献

[1] 王小芳. 燃气管道工程设计与施工中的安全风险控制研究 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2024, (26): 178-180.
[2] 唐衡松. 超高层建筑燃气管道设计及安全措施 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2024, (03): 75-77.
[3] 李小明. 复杂地形燃气管道敷设优化设计与风险评估研究 [J]. 石化技术, 2026, 33(01): 443-444+339.
[4] 徐章权, 田野. 高层建筑天然气管道设计中存在的问题及技术要点 [J]. 化工设计通讯, 2017, 43(06): 118-119.
[5] 张伟航, 孙金栋, 肖勇, 等. 超高层建筑燃气管道安全设计研究 [J]. 建设科技, 2019, (23): 90-94.
[6] 郭晓. 城市高层建筑燃气管道安全设计分析 [J]. 石化技术, 2020, 27(06): 204+208.
[7] 李达儒. 高层建筑管道燃气设计中管道的安全设计 [J]. 科学技术创新, 2019, (25): 132-133.
[8] 王奕中. 天然气管道风险防控策略 [J]. 化工设计通讯, 2019, 45(08): 55-56.
[9] 王利国. 城市燃气管道安全风险防范技术研究 [J]. 化工管理, 2025, (17): 116-119.
[10] 李岩. 浅析住宅室内的燃气管道工程设计与施工的问题与对策 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2017, 37(06): 66-67.