

# 关于城市燃气工程现场施工技术管理探析

文 / 赖景宇 信丰中燃城市燃气发展有限公司

**摘要：**本文对城市燃气工程施工的特点与技术要求进行了深度探索，尤其关注在施工过程中出现的技术问题、安全管理难题以及如何协调施工质量和进度等缠绕不清的困境。而影响整个工程管理效率和施工质量最关键的因素也得到了明确指出。针对优化施工流程、非开挖施工技术应用以及信息化技术给予支持这些方面展开深入研讨，并且提出一系列解决策略。安全管理中的风险评估、泄漏监测与应急预案制定得到了深入研究，同时环境保护与施工安全协调管理措施也进行了探讨。现代检测技术与信息化平台结合下的质量与进度平衡优化策略在施工质量与进度管理方面发挥了作用，对城市燃气工程高效、安全、环保施工的实践表现出价值，提供了科学理论依据和技术支持。

**关键词：**城市燃气工程；施工技术管理；非开挖技术；安全管理；施工质量

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.07.119

## 引言

城市基础设施的重要组成部分，城市燃气工程，对居民生活质量和城市经济发展持续产生影响。而现象是，随着城市化进程加速，燃气工程施工规模扩大的同时技术复杂性及管理难度也同步升级。运用眼观八方，在广泛且复杂的管网分布、高密度城市环境的限制以及安全性与环保需求提升面前，人们对施工技术和水平水平希冀渐增。然而，燃气工程施工面临的技术问题、安全管理挑战以及质量与进度的协调难题，已成为影响工程实施效果的重要因素。针对这些问题，优化施工技术、加强安全管理、提升质量与进度管理水平，不仅是确保工程安全高效完成的必要途径，也是提升燃气工程整体效益的关键。本文通过对城市燃气工程施工技术管理的系统研究，提出切实可行的技术优化与管理策略，为行业提供理论参考与实践指导。

### 一、城市燃气工程的施工特点与技术要求

#### （一）城市燃气工程的特点

城市燃气工程具有管网分布广泛性与复杂性的特点，这种特点直接决定了工程施工组织和技术实施的难度。城市燃气管网通常覆盖整个城市区域，连接数以万计的居民用户、商业用户和工业用户，形成庞大而复杂的供气网络体系。管道的分布不仅横跨地面、地下以及水体区域，还需与城市已有的基础设施相协调，例如市政排水、供电和通讯管线。这种复杂性要求施工团队在设计 and 施工阶段精确规划管道路径，并采取多种技术手段应对不同的地质条件和区域特性。城市燃气工程还受到高密度城市环境的显著影响。现代城市中，人口密集、土地利用紧张，施工现场空间有限且往往伴随高流量的交通活动。施工团队必须在复杂的地理和社会环境中进行精细化管理，确保施工工作不影响城市交通、公共设施和居民正常生活。

#### （二）施工技术的关键要求

满足设计布局需求是施工燃气管道的必要条件，倾角、对接角度及埋深控制需要严格规定，以维护在高压力和长期运行条件下的稳定性稳定。实时监控管道施工全过程往往得益于激光测量仪、全站仪等先进仪器的

存在，通过采用高精度测量技术，可以有效防止管道错位、接头间隙过大等问题发生。地下施工等特殊技术要求，则需要根据具体情况灵活选择并科学应用多种施工方法。顶管施工需要对地质条件、顶进路径以及管道受力状况进行精确计算，结合力学模型优化施工参数，以降低施工风险。开挖技术在软土、硬岩等地质条件下的应用需要对开挖面进行合理支护和实时监测，确保施工安全。

水平定向钻进技术等非开挖技术，强调精确度的路径。通过导向仪器和动态调整技术，在施工过程中保证管道顺利穿越障碍区域是必要的。关键影响燃气管网安全性和耐久性的，是焊接技术和防腐工艺。焊接过程对于机械强度和密封性极其重视，需要保持焊缝无误。X射线与超声波检测是焊后常用验证手段，以此确定所有焊点都达到质量标准。

### 二、城市燃气工程施工技术管理中的关键问题

#### （一）施工技术问题

对于燃气管网的安全性和长期运行的可靠性，直接受到管道焊接质量的影响。然而，在实际施工过程中，问题如焊接强度和密封性不足却时常出现。这些问题主要源自焊接材料性能不满足需求、操作人员技术水平高低不一且现场条件复杂。具体来说，在某些施工环境中，外界因素如温度、湿度等会对焊接质量产生显著影响。位于潮湿地带或寒冷天气中的施工项目更是面临着艰难挑战一易使得焊接金属性能下降。焊接过程中对焊缝区域的清洁和预处理不足，或检测环节未能发现微小裂纹等隐患，都可能导致焊接强度和密封性的下降。在非开挖技术的应用中，精度控制问题尤为突出。管道顶进时容易因路径偏差导致管道错位或损伤，偏差的主要原因在于地质条件的复杂性、设备调校不精准以及施工过程中实时监测和调整手段的不足。

#### （二）安全管理问题

易燃易爆的能源，如施工现场的燃气，泄漏可能导致火灾、爆炸等严重事故，对人员生命和周边环境构成威胁。管道焊接处质量缺陷、施工操作不当以及地下其他设施遭到破坏为泄漏的主要诱因。施工阶段需有完善

的燃气泄漏监测体系在位，并通过使用气体传感器、在线监测系统等技术实时监控可能存在的隐患，为发现并处理泄漏问题提供及时信息。应急管理能力的不足也会放大风险，一旦发生事故，缺乏有效的应急预案和现场处理经验，往往会导致事态扩大。复杂施工环境中的人员与设备安全保障同样是安全管理的重要内容。在密度城市区域或危险地质条件下，施工现场作业人员需面对空间受限、设备高负荷运行以及突发事故等多重风险，设备的老化或操作不当可能造成施工事故。

**(三) 施工进度与质量的协调问题**

由于燃气工程涉及管道铺设、焊接、检测、防腐等多个环节，各工序之间的衔接和同步性对整体施工进度具有决定性作用。在实际施工中，因前道工序未按计划完成或质量问题导致的返工情况，会对后续工序造成延误，进而影响整体进度。例如，焊接完成后若未及时进行检测，可能因发现隐患而推迟防腐工艺的实施。工期紧张条件下的质量保证更是施工管理的难题。在施工周期受到外部因素压缩时，部分施工单位可能会采取简化工序、降低标准的方式赶工，这种做法虽然短期内能够提高效率，却会大幅增加后续运行风险，如管道质量问题频发或维护成本显著增加。

**三、城市燃气工程施工技术的优化方法**

**(一) 施工工艺优化**

新型焊接技术在施工工艺中的运用，推动了施工精度与效率的显著提升。机器人焊接设备实现了自动化焊接技术，代替了传统手动操作，使得焊缝质量具有高度一致性，并且极其适应长距离管道的连接施工。于厚壁管道焊接表现卓越的激光焊接技术，则借鉴了其高能量密度和细致入微的操作优势，不仅降低了变形程度，也加强了焊接涵盖部分强烈丰富以及避风港性能。防腐技术的优化在延长管道使用寿命方面至关重要。当前，内外防腐层的优化设计注重新型材料与多层结构的结合，外防腐层广泛应用高密度聚乙烯和环氧树脂涂层，能够有效抵抗地下水和酸碱土壤的腐蚀；内防腐层则采用无毒涂层或陶瓷涂层，以减少输气过程中的摩擦损失。

**(二) 非开挖施工技术的应用**

在城市燃气工程中，非开挖施工技术显现出卓越优势，水平定向钻进技术(HDD)和顶管施工尤为突出。通过引导钻机让管道穿越障碍的HDD技术，使得地面和环境免于传统开挖施工的破坏。但是，对于HDD施工来说，精度控制影响着其成败。监测数据显示，实时关注钻头位置、钻进角度和力学状态，并根据地质参数动态调整施工路径可有效减小管道偏差，并提升了施工品质。顶管施工同样需要力学模型分析作为支撑，确保施工过程中管道承受的应力处于安全范围。顶管施工中的应力公

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

其中， $\sigma$ 为应力， $F$ 为顶管力， $A$ 为管道截面积。

**(三) 信息化技术支持**

城市燃气工程施工管理中，倚靠信息化技术以提高施工效率、优化工艺设计。而集采集、分析和可视化地理信息乃是燃气管网施工管理的GIS技术主要任务。GIS系统用于直观展示管网布局、地质环境和施工场地条件，由此助推施工团队优化管道路径选择，并进行冲突检测。同时，实时记录的功能也使GIS技术能够掌握施工进度和质量数据，对后续的管网维护与扩建起到了重要作用。广泛应用在燃气工程中的BIM技术，则象征着建筑信息化管理的核心手段。BIM技术可以实现三维模型与施工组织的深度集成，通过数字化模型优化工艺设计，精确计算材料用量和施工成本。终端与云计算平台，施工团队能够实时获取和更新项目数据，确保各环节协同高效运作。

**四、城市燃气工程施工安全管理的实践**

**(一) 安全风险评估与控制**

在复杂的施工环境、技术操作不当与设备老化等因素下，管道破裂、燃气泄漏以及机械设备故障等风险常见于燃气管道施工中。实行安全风险评估能对这些隐患进行有效识别并控制。要应对各种来源的风险，势必采用多样的控制策略，包含技术培训提升、检测频率增加和作业现场安全管理制度完善。例如，针对燃气泄漏风险，可以设置多点检测传感器，对泄漏情况进行实时监控；对于机械故障风险，可通过引入数字化设备管理系统提高设备维护效率。同时，施工单位需要实施严格的安全管理制度，如每日安全检查、定期风险评估等，以确保风险始终处于可控范围内。根据实际施工数据，管道施工的主要风险来源及发生概率见表1所示。

表1 燃气管道施工主要风险来源及发生概率

风险来源	主要表现	发生概率 (%)
燃气泄漏	管道焊接处泄漏，管道破裂	35
机械设备故障	挖掘设备或顶管设备故障	25
操作失误	施工不当引发的事故	20
地质条件不确定性	不良地质引发管道偏移	15
外界环境干扰	其他管线破坏或第三方施工	5

**(二) 燃气泄漏与应急预案**

在线监测技术的应用已显著提升燃气泄漏监测能力。通过布设的气体传感器和数据采集系统，实时分析泄漏点的气体浓度和扩散趋势已变得可能。降低泄漏事故风险，需要以制定及演练应急预案为关键。明确事故报告流程、合理调度救援资源方案和周边环境保护措施是在应急预案内，同时也需定期进行多场景应急演练以增强

施工团队反应能力。通过演练，不仅可以检验预案的可行性，还能强化团队协作和执行能力，确保燃气泄漏事故发生后能够迅速控制事态，最大程度减少损失。具体效果如下表 2 所示。

表 2 在线监测技术的应用效果

监测方案	监测覆盖范围 (m <sup>2</sup> )	泄漏发现时间 (分钟)	响应时间 (分钟)
传统人工监测	500	30	60
在线监测技术	2000	8	15

### (三) 环境保护与施工安全的协调

城市燃气工程的环境保护与施工安全协调，管理措施需系统化。扬尘控制方法有定时使用喷雾抑尘设备或洒水车以及配合围挡闭合施工降低尘土扩散，噪声污染方面，适用低噪声设备及隔音屏障，在减少对周边居民干扰上，策略在于有效规划施工时间。分类标准来处理建筑废弃物是该项任务中的必要条件，目标为收集并处理建筑垃圾，并推动资源得到回收和重复利用。为进一步提升协调管理水平，应构建施工安全与环境保护一体化的管理体系，将环境保护指标纳入施工管理计划，并借助物联网技术对环境数据和施工现场状况进行实时监控。

## 五、城市燃气工程施工质量与进度管理

### (一) 施工质量控制方法

直接影响焊接与连接处管道的质量控制，对于燃气工程的运行安全与稳定性是必不可少的环节。满足此需求需要先进检测技术来进行焊缝和接口的质量评估。X 射线检测技术通过穿透焊接接头形成影像，能发现可能存在于焊缝内部的气孔、裂纹等缺陷。而超声波检测技术则利用声波在材料中传播特性寻找可能出现在焊缝内部的问题，具备了精准识别及评估其位置、尺寸乃至性质更是其优秀功能之一。在质量管理过程中，应用数学模型对施工质量进行量化分析十分必要。例如，可以通过合格率公式对工程产品质量进行评估：

$$Q = \frac{\text{合格产品数量}}{\text{生产总量}} \times 100\%$$

其中， $Q$  为合格率，合格产品数量指经过检测符合标准的管道数量，生产总量为所有施工完成的管道数量。

### (二) 施工进度的优化与管理

网络图与关键路径法 (CPM) 的采用，为施工进度的优化提供有效手段。构建施工任务网络图后，各工序逻辑关系和时间需求得以明确，识别出位于关键路径上的任务即成可能。这些任务决定着项目总工期。针对关键任务，在资源更多分配或高效施工技术应用方面，能寻找增值空间，从而实现总工期压缩。例如自动化设备在焊接环节中的引入、并行测试在检测环节中的执行等操作，都可显著减短单项任务持续时间。

同时，信息化管理平台为进度管理提供了强大的支持。利用信息化平台，可以实时采集现场施工进度数据，与计划进度进行比对，识别延误风险并及时调整资源分配。

### (三) 质量与进度的平衡优化

施工全过程中，寻求质量与进度的平衡需依赖综合管理策略。资源配置 - 高技能人员和先进设备分配一直于任务的质量要求和进度目标有关，关键任务更需要优先调配资源。针对返工和工期延误等问题，分段验收成为施工组织融入施工过程中的质量检测与进度管控方式选择。而数据驱动下施工过程动态调整方法带来新价值，无疑提升了优化效率。实时采集设备状态、人员效率以至环境条件等信息所需借力物联网技术，并通过大数据分析预见潜藏在未来日子里那些会影响到质量或者进度表现出色不足之处。

### 结语

本文研究了施工特点与技术要求，关于管道焊接、防腐工艺、非开挖技术及信息化技术在施工中的核心作用得到了明确。对于出现在施工过程中的技术问题和安全管理难点，优化施工工艺、强化安全风险管控及推进信息化技术集成的解决方案得以提出。通过从理论和实践层面探索，寻找到了平衡施工质量与进度的优化路径。科学的施工技术和系统化的管理策略展示了对于提升工程效率与运行可靠性以及降低安全隐患和环境影响有显著效果的研究结果。借助先进技术手段和智能化管理平台，实现施工全过程的数字化与智能化，未来城市燃气工程的发展将向更加高效、安全和环保的方向迈进。这也为城市可持续发展提供了有力支撑。

### 参考文献

- [1] 郭浩. 关于城市燃气工程现场施工技术管理探析 [J]. 门窗, 2019, (23): 107.
- [2] 于维鑫. 城市燃气工程现场施工技术管理 [J]. 石化技术, 2019, 26 (05): 216-217.
- [3] 向庆福. 试析城市燃气工程的现场施工技术管理 [J]. 化工管理, 2018, (29): 152-153.
- [4] 陈溪澳. 城市燃气工程现场施工技术管理 [J]. 黑龙江科学, 2018, 9 (13): 100-101.
- [5] 杨渤海. 关于城市燃气工程现场施工技术管理探析 [J]. 门窗, 2017, (11): 110.
- [6] 马治敏. 关于城市燃气工程现场施工技术管理探析 [J]. 四川水泥, 2016, (07): 153.
- [7] 孔鑫, 杨宗辉. 浅析城市燃气工程的施工管理 [J]. 山东工业技术, 2015, (19): 87.
- [8] 裴学东. 城市燃气工程现场施工管理探讨 [J]. 中国高新技术企业, 2015, (01): 81-82.
- [9] 王岩. 城市燃气工程现场施工技术管理探析 [J]. 科技与企业, 2014, (17): 235.