

基于市政燃气管道安装技术的若干研究

文 / 诸葛俊杰 浙江省温岭市管道燃气有限公司

摘要: 市政燃气管道安装技术的研究对于保障城市能源供应安全、提升居民生活质量以及推动城市可持续发展具有关键意义。本文深入剖析市政燃气管道安装工程的施工流程，涵盖施工准备、管道敷设、连接技术、阀门附件安装及试验验收等阶段，并详细阐述各阶段技术要点。通过探讨管材选型、焊接、防腐及穿越障碍物施工等关键技术，提出施工前、中、后的质量控制措施。结合温岭市第二气化站迁建项目，分析管道安装技术的实践应用。文末总结研究成果，指出当前研究的不足，并展望未来市政燃气管道安装技术的智能化、环保化与数字化发展趋势。

关键词: 市政燃气管道；安装技术；质量控制；安全管理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.06.123

引言

市政燃气管道作为现代城市能源供应体系的核心组成部分，在城市化进程加速、燃气需求持续攀升的背景下，其安装工程的数量与规模不断增长。以温岭市第二气化站迁建项目为例，此类项目的实施对于优化区域燃气供应格局、满足居民和企业的用气需求至关重要。提高市政燃气管道安装技术水平，不仅能够有效减少燃气泄漏风险，保障城市能源安全，还能提升能源利用效率，降低运营成本，为居民提供稳定、可靠的燃气服务，进而促进城市的可持续发展。

一、市政燃气管道安装工程的施工流程

(一) 施工准备阶段

1. 规划与设计审核

设计交底、图纸会审由建设单位组织，设计、施工、监理、勘察等参建单位共同参与。施工单位需全面审查图纸的可行性与合理性，设计单位负责解答疑问，最终形成详细会审记录。这一环节对施工方案的制定具有关键指导作用，例如温岭项目中，会审结果为施工顺序、技术选择提供了重要依据。

2. 施工方案策划

施工单位应依据工程特性、现场条件及规范要求精心编制施工方案，涵盖施工组织架构、进度计划、技术工艺、质量保障与安全防护措施等内容。方案经专家论证通过后，提交监理单位严格审批。

3. 物资采购与管理

依据设计规格采购高质量管材、管件、阀门及设备，建立严格的材料进场检验机制，委托有资质的中介机构检测，确保材料质量达标。同时，加强材料存储管理，防止损坏变质。

4. 技术交底与培训

工程技术、安全交底由建设单位组织，设计、施工、监理、勘察等参建单位共同参与，使其深入理解施工工艺、质量标准和安全操作规程。在温岭项目中，通过培训确保施工人员掌握定向钻等关键技术，提高施工效率和质量。

(二) 管道敷设工艺

1. 开挖埋地敷设操作

严格按照设计要求进行沟槽开挖，精准控制沟槽尺

寸与坡度，采取有效的支护措施防止坍塌。完成管道基础施工后，进行下管、稳管作业，最后回填土并分层夯实，确保回填土密实度达标。

2. 定向钻穿越技术

采用定向钻穿越施工时，需细致测量放线确定穿越轨迹，完成钻机就位与调试后，依次进行钻孔、扩孔和管道回拖操作。严格控制钻进参数，确保施工精度和管道回拖安全。以温岭项目穿越复杂地形为例，该技术面临地质条件复杂、地下障碍物多等挑战，需精确调整钻进角度和速度。

3. 架空管道安装要点

架空管道安装时，应精心制作与安装支架，确保支架间距合理、结构牢固。完成管道吊装后，精确调整管道坡度和垂直度，进行固定与防腐处理，保证管道长期稳定运行。

(三) 管道连接技术

1. 焊接连接工艺

焊接前进行全面工艺评定，根据管材特性选择适配的焊接方法、材料和参数。焊接过程中严格控制质量，对焊缝进行外观检查和无损检测，确保无缺陷。温岭项目钢管焊接采用氩弧焊打底、手工电弧焊盖面工艺，焊缝检测严格按照相关标准执行。

2. 热熔连接方法

聚乙烯管道热熔连接时，运用专用设备精确控制加热温度、时间和连接压力。连接完成后，进行严格的接头外观检查，确保连接质量可靠。结合温岭项目实践，PE管热熔连接操作需注意加热板温度、管材对接压力及时间的控制。

3. 法兰连接技术

法兰连接时，应确保密封面平整光洁，选用合适规格螺栓并均匀拧紧至规定力矩。合理选择法兰垫片材质与厚度，正确安装垫片，保证法兰连接紧密无泄漏。

(四) 阀门与附件安装要求

1. 阀门安装规范

阀门安装前进行全面清洗、检查与调试，确保动作灵活、关闭严密。严格按照设计要求确定安装方向，水平管道上阀杆垂直向上，垂直管道上阀杆便于操作。阀门与管道采用正确连接方式，确保连接牢固。

2. 补偿器安装要点

根据工程需求选择合适补偿器类型，安装时进行精准预拉伸或预压缩。确保固定支架牢固可靠，导向支架安装正确，保障补偿器正常工作，有效吸收管道热胀冷缩变形。

3. 凝水缸安装细节

凝水缸安装在管道最低点，保证进水管与管道底部平齐，出水管高于进水管。安装完成后进行排水试验，确保排水顺畅，防止管道积水。

（五）试验与验收程序

1. 管道吹扫与清洗流程

管道系统安装完毕后，采用压缩空气或氮气进行吹扫与清洗，清除内部杂物灰尘。严格控制吹扫压力和流速，在排气口设置白布或靶板检查，直至吹扫达标。

2. 强度试验方法

强度试验介质选用压缩空气或清洁水，试验压力按设计要求的1.5倍设定。试验时缓慢升压，稳压1小时后检查无泄漏、无变形为合格。温岭项目中压管道试验需严格按照操作流程进行，同时注意安全防护。

3. 严密性试验标准

严密性试验在强度试验合格后进行，采用压缩空气为介质，试验压力为设计压力的1.15倍。缓慢升压后稳压24小时，实际压力降不超允许值即为合格。需详细记录试验数据，确保数据准确可靠。

4. 竣工验收环节

竣工验收前施工单位进行全面自检，合格后提交申请。建设单位组织相关单位进行验收，内容包括工程质量、竣工资料、管道运行状况等。验收合格后办理手续交付使用，确保工程顺利投入运营。

二、市政燃气管道安装技术要点

（一）管材选型与质量管控

1. 管材类型及特性

市政燃气管道常用管材包括钢管、聚乙烯管等。钢管强度高、耐高压，但耐腐蚀性能较差；聚乙烯管质轻、耐腐蚀，但强度相对较低。应根据工程实际情况选择合适管材。

2. 管材质量检测指标

管材质量检测关键指标有外观质量、尺寸精度、物理力学性能等。外观检查管材表面有无缺陷，尺寸测量壁厚、直径等是否符合标准，力学性能测试拉伸强度、冲击韧性等。

（二）焊接技术核心要点

1. 焊接工艺评定关键要素

焊接工艺评定需考虑焊接方法、材料匹配、参数优化等要素。通过试验确定最佳焊接电流、电压、焊接速度等参数，确保焊接质量稳定。

2. 焊接过程质量控制措施

焊接时严格控制环境条件，如温度、湿度等。加强焊工资格管理，确保焊工持证上岗。实施全过程质量检查，及时处理焊接缺陷，保证焊接质量可靠。

（三）防腐技术应用策略

1. 外防腐涂层技术

外防腐涂层种类多样，如环氧煤沥青、三层PE等。施工前需对管道表面进行处理，去除油污、铁锈等杂质，确保涂层附着力。

2. 阴极保护系统原理与应用

阴极保护系统通过外加电流或牺牲阳极使管道成为阴极，防止腐蚀。其类型有外加电流阴极保护和牺牲阳极阴极保护，设计时需考虑管道材质、土壤环境等因素。

（四）穿越障碍物施工关键技术

1. 穿越道路施工技术与安全措施

穿越道路可采用顶管法、定向钻法等。顶管法需注意顶进力控制和出土量管理；定向钻法要确保穿越轨迹准确，同时与道路管理部门密切协作，制定交通疏导方案，保障施工安全。

2. 穿越河流施工技术与风险应对

穿越河流的技术有围堰法、沉管法、定向钻穿越等。围堰法适用于浅水河流，需考虑围堰稳定性；沉管法对管道沉放精度要求高；定向钻穿越需应对河床地质变化。施工前应充分评估风险，制定应对措施。

三、市政燃气管道安装质量控制措施

（一）施工前质量预控策略

1. 施工单位资质审查要点

审查施工单位资质等级、业绩经验、人员配备、技术能力等。要求企业具备相应资质证书，有类似工程业绩，人员数量和专业满足施工需求，技术能力符合工程要求。

2. 施工图纸深度审核

从管道走向、标高、管径、连接方式到附属设施布局等全面审核施工图纸。确保图纸清晰、准确，符合规范和实际需求，减少施工过程中的设计变更。

3. 材料与设备质量把关

建立严格的材料与设备进场检验制度，检查质量证明文件、规格型号、外观质量等。对关键材料如管材、阀门等进行抽样复试，确保物资质量符合要求。

（二）施工过程质量动态控制

1. 施工工艺执行监督机制

建立健全施工工艺执行监督机制，加强现场巡查与旁站监理。监督施工单位按批准的施工方案和工艺标准施工，及时纠正违规操作，确保施工质量。

2. 隐蔽工程质量验收程序

严格执行隐蔽工程质量验收程序，隐蔽前进行全面检查验收。做好记录和影像资料留存，确保隐蔽工程质量可追溯，为后续工程维护提供依据。

3. 质量检测与数据分析应用

定期进行施工质量检测，采用多种检测方法对管道焊接、防腐、强度等关键指标检测。运用数据分析评估质量状况，及时发现质量隐患，采取整改措施。

（三）施工后质量综合验收

1. 竣工资料完整性审核

审核竣工资料是否涵盖施工全过程，内容完整、准

确、真实，与工程实际情况相符。包括施工图纸、变更记录、材料检验报告、试验记录等。

2. 工程实体质量全面验收

组织专业人员按照验收标准对工程实体质量全面检查验收，包括管道安装质量、防腐效果、附属设施运行状况等。对发现的问题及时整改，直至验收合格。

2023年4月13日

工程名称	温岭市第二气站迁建项目配套中压管道工程	施工单位	苏华建设集团有限公司	
隐蔽项目	聚乙烯管道敷设	隐蔽范围	见隐蔽工程验收单	
隐蔽项目及检查情况	检查项目：			
	序号	项 目	标准条款	施工单位自检情况
	1	直径在 90mm 以上的聚乙烯燃气管材、管件连接可采用热熔对接连接或电熔连接；直径小于 90mm 的管材及管件宜使用电熔连接。	7.2.1	合格
	2	对不同规格、不同牌号和流动速度的聚乙烯原料制造的管材或管件，不同标准尺寸比（SDR 值）的聚乙烯燃气管道连接时，必须采用电熔连接，连接施工前应进行试验，判定试验连接质量合格后，方可进行电熔连接。	7.2.2	合格
	3	热熔连接的焊接接头连接完成后，应进行外观检查，并应符合国家现行标准的要求。	7.2.3	合格
	4	电熔连接的焊接接头连接完成后，应进行外观检查，并应符合国家现行标准的要求。	7.2.4	合格
	5	电熔连接完成后，应进行外观检查，并应符合国家现行标准的要求。	7.2.5	合格
	6	钢管过渡接头金属端与钢管焊接时，过渡接头金属端应采取降温措施，但不影响焊接接头的力学性能。	7.2.6	合格
	7	法兰或钢制过渡连接完成后，其金属部分应按设计要求的防腐等级进行防腐，并检验合格。	7.2.7	合格
	8	聚乙烯燃气管道利用柔性自然弯曲改变定向时，其弯曲半径不应小于 25 倍的管材外径。	7.2.8	合格
	9	聚乙烯燃气管道敷设时，应在管顶同时随管走向敷设示踪线，示踪线的接头应有良好的导电性。	7.2.9	合格
	10	聚乙烯燃气管道敷设完后，应对外露进行外观检查，不得有影响产品质量的划伤、磕碰等缺陷；检查合格后，方可对管沟进行回填，并做好记录。	7.2.10	合格
11	在旧管道内插入敷设聚乙烯管的施工，应符合国家现行标准的要求。	7.2.11	合格	

四、案例分析

(一) 温岭市第二气站迁建项目概况

温岭市第二气站迁建项目的实施对于区域燃气供应格局的优化意义非凡，其在提升供气能力和安全性方面发挥着关键作用。该项目施工环境极为复杂，涵盖了穿越道路、河流以及居民区等多种挑战场景。

在管道安装过程中，PE管非开挖定向钻技术成为项目的一大亮点，其应用范围广泛且成效显著。PE管热熔对接技术作为保障管道连接质量的关键手段，在施工中展现出卓越性能。施工团队在作业前，运用先进的测量仪器进行精确测量放线，以获取最为精准的施工路径数据。针对项目沿线复杂多变的地质条件，如软土地层、岩石层等，技术人员凭借丰富经验和专业知识，细致入微地调整钻进参数，包括钻头转速、钻进压力以及泥浆配比等。在穿越复杂地层时，成功克服了地层不稳定、地下障碍物众多等重重困难，确保了定向钻施工的顺利推进，实现了管道的精准铺设。

新建管道与已建管道的纳管对接工作同样至关重要。为确保连接牢固且不对原有管道运行造成任何不良影响，施工方专门选用了特殊管件，并严格遵循一套精心设计的连接工艺。在对接操作过程中，每一个步骤都严格按照标准流程执行，从管件的安装到接口的处理，都有专业人员进行严格把关。在完成连接后，随即进行全面的压力测试，模拟管道在实际运行中的压力工况，同时对连接处进行密封性检查，采用多种检测方法，如压力衰减法、气体泄漏检测法等，确保万无一失。

管道完工后，项目团队并未放松警惕，而是迅速启动了管道测量定位工作。利用高精度的先进测量设备，如全球定位系统（GPS）、全站仪等，对管道的实际位置进行精确测定，并以此为基础建立起完善的管道地理信息系统。该系统详细记录了管道的走向、埋深、管径等关键信息，为后续的管道维护和管理提供了强有力的数据支持。通过定期巡检管道，结合地理信息系统中的数据，能够及时发现潜在的安全隐患，如管道位移、防腐层破损等问题，并迅速采取有效措施进行修复和处理，从而保障了管道投运后的安全管控，将运行风险降至最低水平。这一系列严谨的技术实践应用，不仅确保了温岭市第二气站迁建项目的顺利竣工，更为区域燃气供应的稳定可靠奠定了坚实基础。

结论与展望

本文全面总结了市政燃气管道安装技术的研究成果，详细阐述了施工流程各环节的技术要点和质量控制措施，强调了安全管理在工程中的重要性。这些成果为市政燃气管道安装工程提供了技术支持和管理指导，有助于提高工程质量和安全性。当前研究在技术创新跟踪方面存在不足，对新兴技术如智能化施工技术的研究不够深入。在复杂工况应对上，缺乏更全面、系统的解决方案。未来，市政燃气管道安装技术将朝着智能化施工、绿色环保材料应用和数字化管理方向发展。智能化施工设备将提高施工效率和精度；环保材料可降低对环境的影响；数字化管理系统有助于实现管道全生命周期的实时监控和管理。

参考文献

[1] 朱振宇. 城市住宅燃气管道工程的施工安装技术[J]. 内江科技, 2024, 45 (09): 12-13.

[2] 宋庆松. 关于水平定向钻技术在燃气管道施工中的应用[J]. 低碳世界, 2024, 14 (07): 37-39.

[3] 郭志恒. 集中供热管道安装技术问题研究[J]. 建材发展导向, 2024, 22 (07): 116-119.

[4] 吴巍蓉. 城镇燃气管道非开挖定向穿越施工技术应用研究[J]. 住宅与房地产, 2024, (05): 215-217.

[5] 陈铭. 城市燃气管道安装关键技术及施工管理要点[J]. 当代化工研究, 2024, (01): 191-193.

[6] 林峰. 燃气管道定向穿越施工技术应用研究[J]. 石化技术, 2023, 30 (09): 34-36.

[7] 郭歆宇. 城市燃气管道安装技术与施工管理探讨[J]. 科技创新与应用, 2022, 12 (28): 162-165.

[8] 原一丁. 燃气管道安装及其防腐技术分析[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2022, 42 (08): 170-172.

[9] 孙伟, 易晓玲. 城市燃气管道安装关键技术及施工管理要点分析[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2022, 42 (02): 90-92.

[10] 李宜阳. 城市燃气管道安装关键技术及施工管理要点[J]. 化学工程与装备, 2021, (12): 145-146.

作者简介: 诸葛俊杰, 1974年4月20日, 男, 汉族, 浙江省温岭市, 本科, 工程师, 研究方向: 燃气工程。