燃气工程长输管道施工技术与质量控制研究

米　健　刘姗姗　王　颖
山东港华燃气集团有限公司　山东　济南　250014

摘　要：燃气工程长输管道施工中，施工技术与质量控制至关重要。本文详细阐述了施工前期准备技术，涵盖施工技术准备与质量控制要点；深入探讨了核心施工技术，包括测量放线、开挖、组对、焊接及防腐等；对施工过程质量控制进行全面分析，涉及各环节质量管控；同时指出施工后期质量控制要点，如收尾把控、遗留问题处理及后续维护。通过全流程技术要点与质量控制措施研究，为保障燃气长输管道施工质量提供参考。

关键词：燃气工程；长输管道；施工技术；质量控制；施工维护

引言：燃气长输管道作为能源输送的关键基础设施，其施工质量直接关系到能源供应的稳定性与安全性。随着燃气需求不断增长，长输管道建设规模日益扩大，对施工技术与质量控制提出更高要求。科学合理的施工技术与严格有效的质量控制措施，不仅能确保管道施工符合设计要求，还能延长管道使用寿命，降低运行风险。因此，深入研究燃气工程长输管道施工技术与质量控制，对推动燃气行业健康发展具有重要意义。

1 施工前期准备技术与质量控制要点

1.1 施工技术准备

施工技术方案编制需结合燃气长输管道工程实际工况，依据 GB/T34275-2024《压力管道规范长输管道》及相关行业标准要求，涵盖施工全流程技术细节，明确施工流程、技术标准及操作要点，确保方案具备可操作性和科学性，为施工开展提供系统性技术指导[1]。施工技术交底需依托设计图纸会审结果，由技术管理团队向施工班组逐层传递技术要求，细化各工序技术参数与操作规范，确保施工人员精准把握施工核心技术要点，规避技术偏差。施工设备与材料技术参数确认需对照工程设计文件，核查设备型号、性能指标及材料规格、材质等关键参数，符合 GB/T9711《石油天然气工业管线输送系统用钢管》等标准规定，保障设备与材料技术参数匹配工程施工需求，为后续施工质量筑牢技术基础。

1.2 施工前期质量控制

施工设备质量检查需按照油气长输管道工程施工及验收规范要求，对进场设备进行全面检修与调试，核查设备运行状态、精度等级及安全性能，排查设备潜在故障隐患，确保设备符合施工技术要求且运行稳定可靠。施工材料质量把控需严格执行材料检验制度，核查材料出厂合格证、质量证明书及材质证明书，对材料外观、尺寸及关键性能进行抽样检测，不合格材料严禁进场使用，同时规范材料储存与保管流程，避免材料因存放不当出现质量损坏。施工场地前期质量排查需结合施工设计方案，清理场地杂物、平整作业面，核查场地地质条件、地下管线分布及周边环境，排查场地平整度、承载力等是否符合施工要求，及时处理场地存在的质量隐患，为后续施工顺利开展提供安全、合格的作业环境，从源头规避场地因素引发的施工质量问题。

2 燃气长输管道核心施工技术

2.1 管道测量放线技术

管道测量放线是燃气长输管道施工的首要技术环节，直接影响管道敷设的准确性与后续施工的顺利开展。该技术以工程勘察设计文件为核心依据，结合现场地形地貌条件，采用专业测量仪器开展定位作业。作业过程中需严格遵循工程测量规范，通过平面控制测量与高程控制测量相结合的方式，精准确定管道中心线、开挖边线及高程控制点[2]。测量数据需经过多次复核校验，确保误差控制在规范允许范围内，为后续管道开挖、组对等工序提供可靠的定位基准。常用测量仪器包括全站仪、水准仪等，测量作业需由具备专业资质的人员操作，保障测量结果的精准度与可靠性。

2.2 管道开挖技术

管道开挖技术需结合管道设计埋深、土壤类别及现场环境条件，制定科学合理的开挖方案。开挖作业需控制开挖坡度与开挖深度，避免出现边坡坍塌、超挖或欠挖等问题。对于不同类型的土壤，需采取对应的支护措施，保障开挖作业的安全性。开挖过程中需及时清理沟槽内的浮土与杂物，平整沟槽底部，确保

沟槽底部土壤密实，满足管道敷设的基础要求。沟槽开挖宽度需根据管道直径、施工操作空间及土壤性质确定，兼顾施工便利性与工程经济性。开挖完成后需对沟槽底部进行夯实处理，减少后续管道沉降隐患，为管道安装奠定坚实基础。

2.3 管道组对技术

管道组对技术是保障管道连接质量的关键环节，需基于管道材质、规格及连接方式，采用规范的组对工艺。组对前需对管道接口进行清理，去除接口表面的铁锈、油污及杂物，确保接口洁净。组对过程中需控制管道接口的错边量与间隙，使管道轴线保持一致，避免出现接口偏移、错口等质量缺陷。组对作业需采用专用组对工具，保障组对精度，组对完成后需对接口进行临时固定，防止后续焊接过程中出现位移。组对质量直接影响焊接质量，需严格按照施工技术规范开展作业，确保组对后的管道接口符合质量标准。

2.4 管道焊接技术

管道焊接技术是燃气长输管道施工中的核心关键技术，焊接质量直接决定管道的密封性与使用寿命。焊接作业需根据管道材质选择匹配的焊接方法与焊接材料，常用焊接方法包括手工电弧焊、埋弧焊、气体保护焊等。焊接前需对焊接材料进行烘干处理，去除材料中的水分，防止焊接过程中产生气孔、裂纹等缺陷。焊接过程中需控制焊接电流、电压及焊接速度，确保焊缝成形良好，焊缝宽度、高度符合规范要求。焊接完成后需对焊缝进行外观检查，排查表面气孔、夹渣、裂纹等可见缺陷，保障焊接接头的力学性能与密封性能，满足燃气长输管道的运行安全要求。

2.5 管道防腐技术

管道防腐技术用于减缓管道在土壤、地下水等介质中的腐蚀速度，延长管道使用寿命，保障管道运行安全。防腐作业需在管道焊接、检验合格后开展，首先对管道表面进行除锈处理，去除表面铁锈、氧化皮及杂物，使管道表面达到防腐施工要求的清洁度与粗糙度。除锈完成后需及时涂刷防腐涂层，常用防腐涂层包括环氧煤沥青涂层、聚乙烯防腐层等，涂层施工需保证均匀、连续，无漏涂、针孔等缺陷。涂层施工完成后需进行质量检查，确保涂层厚度、附着力符合规范要求，形成有效的防腐屏障，抵御外界介质对管道的腐蚀作用，保障燃气长输管道长期稳定运行。

3 燃气长输管道施工过程质量控制

3.1 测量放线质量控制

测量放线质量控制是保障管道施工精度的基础环节，需依托工程勘察设计文件与专业测量规范开展全流程管控[3]。作业前需对测量仪器进行校验，确保仪器精度符合施工要求，校验结果需记录存档。放线作业需严格按照设计坐标与高程开展，精准标定管道中心线、开挖边线及高程控制点，放线完成后需进行双向复核，核对测量数据与设计参数的一致性，及时纠正偏差。管控过程中需重点关注地形复杂区域的放线精度，避免因地形起伏、障碍物遮挡导致放线误差，确保测量放线成果满足后续施工工序的质量要求，为管道敷设提供精准的定位支撑。

3.2 开挖施工质量控制

开挖施工质量控制需结合土壤类别、管道埋深及现场环境，围绕开挖坡度、深度、宽度及沟槽平整度开展管控。开挖作业需严格按照既定方案执行，根据土壤性质调整开挖坡度，对易坍塌土壤采取针对性支护措施，防范边坡失稳隐患。开挖深度需精准控制，避免超挖导致沟槽底部土壤扰动，若出现超挖需采用符合要求的填料分层夯实至设计高程。沟槽宽度需兼顾施工操作空间与工程经济性，开挖过程中及时清理沟槽内浮土、杂物，平整沟槽底部，确保沟槽底部密实度符合设计标准，为管道安装提供稳定基础，减少后续管道沉降风险。

3.3 组对与焊接质量控制

组对与焊接质量控制是保障管道连接可靠性的核心，需贯穿组对、焊接全流程。组对前需彻底清理管道接口，去除表面铁锈、油污及氧化皮，确保接口洁净度达到焊接要求。组对过程中需精准控制接口错边量与间隙，调整管道轴线保持一致，采用专用工具固定接口，防范焊接过程中出现位移。焊接作业需选用与管道材质匹配的焊接材料与焊接工艺，焊接前对焊接材料进行烘干处理，去除材料中水分。焊接过程中精准控制焊接参数，优化焊缝成形，焊接完成后及时开展外观检查，排查表面缺陷，确保焊接接头力学性能与密封性能符合规范，保障管道连接质量。

3.4 防腐施工质量控制

防腐施工质量控制需聚焦除锈质量与涂层施工质量，遵循管道防腐工程施工规范开展管控。除锈作业需在管道焊接、检验合格后进行，采用机械除锈或化学除锈方式，去除管道表面铁锈、氧化皮及杂物，使管道表面达到规定的清洁度与粗糙度，除锈完成后及时进行防腐涂层施工，避免管道表面二次氧化。涂层施工需

保证涂层均匀、连续，控制涂层厚度与附着力，杜绝漏涂、针孔、气泡等缺陷[4]。涂层施工完成后需进行抽样检测，核对涂层厚度与附着力是否符合设计要求，形成完整的防腐屏障，减缓外界介质对管道的腐蚀，延长管道使用寿命。

3.5 回填施工质量控制

回填施工质量控制直接影响管道运行稳定性，需严格控制回填材料、回填顺序及夯实质量。回填材料需选用无杂质、无硬块、渗透性好的土料，避免使用冻土、淤泥及建筑垃圾，回填前需对材料进行检验，确保符合设计要求。回填作业需分层进行，分层厚度控制在规范允许范围，每层回填后采用专用设备夯实，确保回填土密实度达到设计标准，避免回填不实导致管道沉降、损坏。回填过程中需保护管道及防腐涂层，避免机械碰撞造成涂层破损，回填至设计高程后，需对地表进行平整处理，确保回填质量满足管道长期运行的安全要求。

4 施工后期质量控制要点

4.1 施工收尾质量把控

施工收尾质量把控需严格遵循 GB50253-2022《输油输气管道工程施工及验收规范》，聚焦全工序收尾细节开展全面管控。收尾工作需在各分项工程质量检测合格后有序推进，重点清理施工区域杂物、规整施工设备与剩余材料，恢复施工场地原有地貌。对管道敷设、防腐、回填等关键工序进行最终复核，核查管道敷设位置、高程及防腐层完整性，确认回填密实度符合设计标准。同时规范施工资料整理归档，确保施工记录、检测报告、材质证明等资料完整规范，与工程实际施工情况一致，为后续质量追溯与维护提供可靠依据，保障收尾工作质量闭环。

4.2 施工遗留问题处理

施工遗留问题处理需建立系统化排查机制，全面梳理施工全过程可能存在的质量隐患，形成问题清单并明确处理标准与时限。针对排查发现的管道接口轻微错边、防腐层局部破损、回填不实等遗留问题，结合问题严重程度制定针对性处理方案，选用符合行业标准的材料与工艺开展整改。整改过程中加强过程管控，整改完成后采用专业检测方法进行复核，确保问题彻底解决，不遗留质量隐患。对整改过程进行详细记录，明确整改措施、整改结果及检测数据，实现遗留问题处理全程可追溯，保障工程整体质量达标。

4.3 施工质量后续维护技术要点

施工质量后续维护技术要点需依据 GB/T34275-2024《压力管道规范长输管道》及 GB/T23257-2017《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》相关要求，建立常态化维护机制。定期对管道进行全面检测，采用超声波、阴极保护检测等技术手段，核查管道腐蚀情况、焊缝完整性及管道运行状态，及时发现潜在质量隐患。规范管道维护流程，针对检测发现的问题及时开展维护处理，选用匹配的维护材料与技术，确保维护质量符合标准[5]。加强管道周边环境管控，排查周边施工、地质沉降等因素对管道质量的影响，采取防护措施避免管道受损。同时做好维护记录，优化维护技术方案，提升后续维护的针对性与有效性，延长管道使用寿命，保障管道长期安全稳定运行。

结束语

燃气工程长输管道施工技术与质量控制贯穿项目建设全过程，从前期准备到核心施工，再到后期维护，每个环节都紧密相连、相互影响。通过严格把控施工技术要点，加强各阶段质量控制，可有效保障管道施工质量，减少质量隐患。同时，完善的后续维护机制能及时发现并处理管道运行中出现的问题，确保管道长期安全稳定运行，为燃气供应提供可靠保障，促进燃气行业的持续发展。

参考文献

[1] 张春胜, 王浩, 杨伟礼, 等. 长输管道长距离顶管施工的技术研究 [J]. 石河子科技,2024(1):54-55.

[2] 黎志昌. 长输燃气管道的防腐控制技术研究 [J]. 中国石油和化工标准与质量,2021,41(16):37-38.

[3] 张洋, 郑家友. 浅谈长输管道山区安全设计及施工 [J]. 工程建设与设计,2023(11):208-210.

[4] 周祥锦. 燃气长输管道工程中施工质量控制与管理策略研究 [J]. 中国化工贸易,2025(8):115-117.

[5] 张强. 天然气长输管道穿跨越工程施工技术与风险管控 [J]. 中国化工贸易,2025(28):115-117.