

钢制天然气输气管道安装质量问题分析

刘志刚（吐鲁番新捷能源有限公司，新疆 吐鲁番 838000）

摘要：钢质管道在天然气工程领域应用广泛，但在现场安装过程中，由于材料选择、焊接工艺、施工管理等多方面因素的影响，往往会出现各种质量问题。因此，本文从钢质天然气输气管道的基本特性与安装要求、安装过程中的常见质量问题、原因分析、预防措施、检测与评估方法以及实例分析等方面进行论述，总结分析了钢质天然气输气管道安装主要质量问题与成因，为今后提供了研究方向。

关键词：钢质管道；天然气；安装；焊接；检测

中图分类号：TE973 文献标识码：A 文章编号：1674-5167(2025)013-0110-03

Analysis of the installation quality problems of steel natural gas transmission pipeline

Liu Zhigang(Turpan Xinjie Energy Co., LTD., Turpan Xinjiang 838000, China)

Abstract: Steel pipeline is widely used in the field of natural gas engineering, but in the process of site installation, due to the influence of material selection, welding technology, construction management and other factors, various quality problems often appear. Therefore, this paper discusses the basic characteristics of steel gas pipeline and installation requirements, the common quality problems in the installation process, cause analysis, preventive measures, detection and evaluation methods and example analysis, summarizes the main quality problems and causes of steel gas pipeline installation, provides the research direction for the future.

Key words: steel pipeline; natural gas; installation; welding; testing

随着我国经济的快速发展和城市化进程的加快，基础设施建设需求日益增加，特别是在能源、化工和市政工程等领域，钢质管道作为天然气重要的输送方式在长距离输送中发挥着不可替代的作用^[1-4]。然而，在现场安装过程中，由于材料选择、焊接工艺、施工管理等多方面因素的影响，钢质天然气管道往往会出现各种质量问题，这些问题不仅会影响管道系统的安全性和稳定性，还可能导致严重的经济损失甚至安全事故^[5-8]。

因此，深入分析钢质天然气管道安装过程中的质量问题、成因，以及提出有效的预防和控制措施，对于保障工程质量提高经济效益具有重要意义。

本研究采用文献综述、案例分析和现场调研相结合的方法，通过收集和分析相关数据，识别钢质天然气管道安装主要质量问题，深入剖析其成因，并基于此提出针对性的改进建议，为今后钢质天然气管道安装研究指明了方向。

1 钢质管道的基本特性与安装要求

1.1 钢质管道材料特性

钢质管道材料特性主要包括化学成分、机械性能和耐腐蚀性等几个方面，其中化学成分决定了钢材的基本属性，如碳含量、合金元素比例等直接影响钢材的强度、韧性及焊接性能；机械性能则涵盖了屈服强度、抗拉强度、延伸率和冲击韧性等指标，这些性能

参数直接关系到钢质管道在实际应用中的安全性和可靠性；耐腐蚀性也是评价钢质管道材料特性的重要指标之一，特别是在特定环境下，如海洋环境或含有腐蚀性介质的环境中，良好的耐腐蚀性能可以有效延长管道的使用寿命。

1.2 安装环境对钢质管道质量的影响

安装环境对钢质管道质量的影响包括气候条件如温度、湿度对材料性能及施工精度的影响；地质条件如土壤、腐蚀性地下水位等对管道防腐层及结构稳定性的影响；施工场地条件如空间限制、交通不便等对施工工艺及进度的影响；以及外部干扰如电磁辐射、振动噪声等对焊接质量和管道运行安全的影响。

1.3 安装工艺与技术要求

安装工艺与技术要求包括管道预制加工精度控制、现场测量定位准确性、焊接工艺参数设定、焊后热处理及无损检测要求、法兰连接与密封处理、管道支撑与固定设计、防腐保温层施工规范以及试压与泄漏测试程序等关键环节。

2 钢质管道安装过程中的常见质量问题

2.1 材料缺陷问题

材料缺陷问题包括原材料质量问题如化学成分不合格、机械性能不达标；制造过程中的缺陷如表面裂纹、夹杂物、尺寸偏差；运输和储存过程中造成的损伤如磕碰伤、锈蚀等都可能导致管道在安装后出现渗

漏、强度不足等问题。

2.2 焊接质量问题

焊接是管道施工中的重要连接工艺，焊接质量直接关系到管道的使用寿命和安全性。常见的焊接质量问题包括焊缝不牢固、焊接接头不符合要求等。为防止这类问题，应提高工人的焊接技术水平，严格按照规范进行操作，加强焊接材料的质量控制，并加强焊缝的检测，在施工中进行焊缝的无损检测，及时发现和修复问题。焊接缺陷问题主要包括未焊透、裂纹、气孔、夹渣等现象，这些缺陷会严重影响管道的密封性和结构强度，进而引发泄漏或破裂等严重事故。未焊透是指焊缝未能完全穿透母材的现象，这会导致焊缝强度不足；裂纹则可能由焊接热应力、材料缺陷或冷却速率过快等原因引起，裂纹的存在极大地削弱了管道的整体稳定性；气孔是由于焊接过程中气体未能及时逸出而形成的孔洞，降低了焊缝的有效截面积；夹渣则是指熔池冷却前未能浮出的杂质残留在焊缝中，同样会影响焊缝的连续性和致密性。这些缺陷均需通过严格的焊接工艺控制和后续检测手段加以避免和发现。

2.3 连接部位问题

管道连接是管道施工中的关键环节，连接质量问题容易导致漏水、渗漏等情况发生。常见的管道连接质量问题包括连接不严密、连接材料不符合要求等。为防止这类问题，应确保连接材料符合要求，并且在施工过程中进行严格的检查和测试。连接部位问题包括法兰连接问题、螺纹连接问题、焊接连接问题、机械连接问题、密封性问题、连接部位应力集中问题、连接部位腐蚀问题以及连接部位泄露问题。在管道组对焊接时，应有专人指挥，任何人不得站在两管口之间，使用专用对口工具，并且使用内对口器时，气泵的转动部位应有防护罩。

法兰连接应与钢制管道同心，螺栓应能自由穿入。法兰平面之间应保持平行，其偏差不得大于法兰外径的0.15%，且不得大于2mm。法兰接头的歪斜不得用强紧螺栓的方法消除。螺纹连接应符合规定，用于螺纹的保护剂或润滑剂应适用于工况条件，并不得对输送的流体或钢制管道材料产生影响。拧紧螺纹时，不得将密封材料挤入管内。管道支、吊架应合理设置，避免设置在砌筑的墙体上，并且应确保横管吊架/托架与接头的间距在150mm和300mm之间。

2.4 防腐涂层问题

防腐涂层问题包括涂层厚度不均、涂层附着力差、涂层针孔和裂纹等问题，这些问题可能导致管道腐蚀加速，降低其使用寿命。常见原因有涂层材料选择不

当、施工环境湿度大、固化时间不足或温度控制不当等。解决这些问题需要严格控制涂层材料质量、改善施工环境条件并加强施工过程中的质量监控。

2.5 安装误差问题

安装误差问题主要包括测量放线误差、管道铺设偏差、接口对中不准、支撑固定不牢等现象，这些误差不仅会导致管道运行时的应力集中增加，管道损坏的风险还会引起管道的位移变形进而影响整个系统的稳定性和安全性。此外安装误差还可能造成管道与附件连接不良引发泄漏等问题。因此，精确控制安装误差对于保障管道安全运行具有重要意义。

3 钢质管道质量问题的原因分析

3.1 材料选择不当导致的质量问题

材料选择不当导致的质量问题包括使用不符合设计要求的钢材、材料批次间的性能差异以及材料老化等问题，这些问题可能导致管道强度不足、耐腐蚀性差或焊接性能不佳，进而引发各种安装质量问题。

3.2 施工人员技能不足导致的质量问题

施工人员技能不足导致的质量问题包括焊工技术水平不高引起的焊接缺陷、管工对安装工艺不熟悉造成的安装误差、防腐作业人员操作不当导致的防腐涂层质量问题等。这些问题不仅影响管道系统的安全性和使用寿命，还可能导致工程延期和成本增加。因此，提升施工人员的专业技能和培训力度对于保证钢质管道安装质量至关重要。

3.3 施工管理不善导致的质量问题

施工管理不善导致的质量问题包括缺乏详细的施工计划和方案、现场施工组织不合理、施工进度控制不当、施工质量检查不到位、施工记录不完整或不准确、施工过程中对安全和环保要求执行不严格等。这些问题可能导致施工过程中的各个环节出现问题，从而影响到钢质管道的安装质量和使用性能。

3.4 环境因素影响导致的质量问题

环境因素影响导致的质量问题包括温度湿度变化引起的材料性能变化、恶劣天气条件如强风暴雨对施工进度及质量的影响、土壤性质不同导致的管道沉降不均以及地下水腐蚀等自然因素对防腐层的破坏。这些因素均可能直接或间接地影响到钢质管道的安装质量和长期服役性能。

4 钢质管道质量问题的预防措施

4.1 优化材料选择策略

优化材料选择策略包括深入研究和选择高质量的钢材，确保材料符合相关国家标准和行业规范，对比不同供应商提供的材料性能指标，优选具有优良机械性能和耐腐蚀性的材料，建立严格的材料进场检验制

度，确保所有使用材料均经过严格的质量检测与认证。

4.2 提高施工人员技能水平

提高施工人员技能水平应包括定期的专业培训和技术交流，确保施工人员掌握最新的安装技术和规范要求，同时通过实际操作演练提升其动手能力，实施严格的考核制度以确保每位施工人员都能达到相应的工作标准，并建立激励机制鼓励施工人员持续学习和进步。

4.3 强化施工管理措施

强化施工管理措施包括制定详细的施工计划和进度安排、加强施工现场的安全管理和环境保护、实施严格的质量控制体系和定期检查制度、建立有效的沟通协调机制以解决施工过程中出现的问题、采用信息化手段提高管理效率和透明度、加强对施工人员的培训和考核以提升整体素质和工作效率。

4.4 应对环境因素影响的措施

应对环境因素影响的措施包括加强现场气象监测、及时调整施工方案、避免恶劣天气对施工造成不利影响、合理安排施工时间、避开雨季和高温季节、采用防潮防晒措施保护管道材料和防腐层、加强施工区域排水系统建设、防止积水对管道基础产生不良影响、实施严格的温湿度控制、确保焊接等关键工序在适宜环境下进行、提高施工人员环境适应能力、培训增强其在不同环境条件下保证施工质量的能力^[9]。

5 钢质管道质量问题的检测与评估方法

5.1 无损检测技术的应用

无损检测技术的应用包括射线检测、超声波检测、磁粉检测、渗透检测和涡流检测等方法，这些检测手段能够有效地识别管道内部和表面的缺陷而不破坏管道本身，从而确保钢质管道在安装过程中的质量和安全性能。

5.2 质量评估标准与流程

质量评估标准与流程包括制定详细的检查计划，确定检查范围和频率，依据相关国家标准和行业规范进行质量评估，采用定量与定性相结合的方法对管道安装质量进行全面评价，通过现场检查、记录分析以及综合评定等步骤确保评估结果的准确性和可靠性。

5.3 常见检测设备与工具

常见检测设备与工具包括超声波检测仪、射线检测设备、磁粉检测装置、渗透检测工具、涡流检测仪器以及激光扫描设备等各类无损检测技术所使用的专业设备和工具。这些设备和工具能够有效地识别管道内外部的各种缺陷和损伤，确保安装质量和安全运行。

6 结论与建议

钢质管道安装过程中存在的质量问题主要源于材

料选择、施工人员技能、施工管理和环境因素等方面，通过优化材料选择、提高施工人员技能水平、强化施工管理措施以及采取有效应对环境因素影响的方法可以显著减少管道安装质量问题的发生，同时无损检测技术和科学的质量评估标准对于确保管道安装质量具有重要意义。

钢质管道安装过程改进建议包括加强材料质量控制、提升施工人员的专业培训、完善施工管理制度、增强现场质量监督力度以及引入先进的检测技术和设备以提高检测效率和准确性。同时建议制定更为严格的质量评估标准和流程，确保每个环节都符合高质量要求，并通过定期培训和技术交流促进经验分享和问题解决能力的提升。最后，应重视环境因素对施工质量的影响，采取有效措施减少不利环境条件对工程质量的负面影响。

钢质管道安装过程未来研究方向可以包括进一步探索新材料和新工艺在钢质管道安装中的应用潜力，深入分析不同环境条件下钢质管道的性能变化，开发更加高效准确的质量检测与评估方法，以及通过大数据和人工智能技术提升钢质管道安装质量和管理水平。同时，还可以关注国际标准与规范的差异及其对我国钢质管道安装行业的启示。

参考文献：

- [1] 钟锡弟.从数据看中国钢管产业的发展[J].焊管,2023,46(12):1-8.
- [2] 李光.X100钢级管线钢焊接接头热影响区粗晶区冷却时间计算方法研究[J].焊管,2022,45(01):1-4.
- [3] 张晶,李霄,韦奉,牛辉,席敏敏,刘斌.软化对X80管线钢管气体保护焊接头承载能力的影响[J].焊管,2023,46(03):8-12.
- [4] 罗志鹏,杨洋.长输天然气管线环焊缝失效分析[J].焊管,2021,44(11):33-39.
- [5] 周雨微,温鹏军,张骁勇,等.在役油气含缺陷管道B型套筒修复技术研究现状[J].焊管,2024,47(09):8-13.
- [6] 张小春,朱鑫,汪雪梅,等.钢质燃气管道安装监督检验中常见问题分析[J].石油和化工设备,2018,21(5):3.
- [7] 张兰,何莎,骆吉庆,赵琪月,郭萌梦,于佩航.城镇燃气钢质管道风险评价[J].化学工程与装备,2021(7):256-257,266.
- [8] 魏国庆.压力管道安装的监督检验研究[J].造纸装备及材料,2023,52(12):61-63.
- [9] 秦嗣钊,陈敏,卢俊文,等.城镇燃气管道安装监检常见问题及改进措施[J].焊管,2021,44(12):63-68.