

天然气管道施工现场质量管理与监督

冯智栋（煤炭工业晋城矿区建设工程质量监督站，山西 晋城 048006）

摘要：本文系统阐述了天然气管道施工现场质量管理与监督的关键环节，重点分析了油气储运工艺质量控制的技术要求、施工现场质量监督的重点内容以及系统调试与运行管理的具体措施。通过对管道压力与流量标准管理、工艺参数测控、管道水力工况分析、施工质量管控、焊接与防腐质量验收、设备安装技术要求等方面的深入探究，提出了一套完整的管道施工质量管理体系。同时，对系统试运行方案制定、管道试压与置换监督、储运工况数据分析等环节进行了详细探讨，为确保天然气管道施工质量和安全运行提供了理论依据和实践指导。

关键词：管道施工质量管理；现场监督控制；系统调试运行

0 引言

天然气管道作为能源输送的重要基础设施，其施工质量直接关系到管道系统的安全运行和经济效益^[1]。随着我国天然气管网规模的不断扩大和输送要求的日益提高，如何加强施工现场质量管理与监督工作已成为行业关注的焦点。本文从油气储运工艺质量控制、施工现场质量监督要点、系统调试与运行管理三个维度，深入探讨了天然气管道施工质量管理的关键技术和具体措施，旨在提升管道工程施工质量和运行可靠性。

1 油气储运工艺质量控制

1.1 管道压力与流量标准管理

在天然气管道施工质量管理中，管道压力与流量标准管理是确保系统安全稳定运行的核心环节。根据《油气管道工程施工及验收规范》的相关要求，管道系统需建立完善的压力等级分类和流量控制标准。管道压力管理应当充分考虑设计压力、工作压力、试验压力等各类压力参数，并结合管材强度等级、壁厚设计值进行综合分析^[2]。在流量标准管理方面，需建立分段流量平衡体系，通过科学的流量计量技术和控制方法，确保管道输送效率和经济性。

同时应当建立压力波动监测预警机制，及时发现和处理异常压力波动情况，防止压力冲击对管道系统造成损害。还需考虑季节性气温变化对管道压力的影响，制定相应的压力调节方案，保证管道系统在不同环境条件下的安全运行。

1.2 工艺参数测控与记录规范

工艺参数测控与记录是油气储运质量控制的重要保障。施工现场应当建立完善的参数测控体系，包括温度、压力、流量、组分等关键参数的实时监测。测

控系统需采用先进的自动化仪表和控制设备，确保数据采集的准确性和可靠性。在数据记录方面，应该建立标准化的记录格式和存储体系，包括参数采集频率、记录方式、数据存储周期等具体要求^[3]。

同时需要建立参数异常预警机制，设定各类参数的报警阈值，并制定相应的应急处置预案。工艺参数记录还应注重数据的可追溯性，建立完整的历史数据库，为系统运行分析和故障诊断提供依据。测控系统的定期校验和维护也是确保数据准确性的重要环节，应制定详细的校验计划和维护规程。

1.3 管道水力工况分析与控制

管道水力工况分析与控制是确保输送效率和管道寿命的关键因素。根据管道系统的设计参数和运行要求，建立科学的水力计算模型，分析管道的流动阻力、压力损失、输送能耗等关键指标^[4]。在工况控制方面，需重点关注管道系统的启停过程、工况转换、事故处理等特殊工况下的水力特性。通过合理的调控措施，确保管道系统在各种工况下的平稳运行。

与此同时应当加强管道系统的水击防护设计，科学布置水击防护设施，防止水击现象对管道系统造成损害；还需建立完善的工况监测和评估体系，定期开展水力工况分析，及时发现和处理潜在的运行风险。

2 施工现场质量监督要点

2.1 油气储运场站施工质量管控

油气储运场站是管道系统的重要节点，其施工质量直接影响整个系统的运行安全。场站施工质量管控应从工艺设备安装、管道连接、阀门组装等多个环节入手，建立完整的质量控制体系。其一应严格控制场站工艺设备的安装质量，包括设备基础施工、设备就位、管道连接等环节的技术要求；其二场站的自动化

控制系统安装需确保信号传输的可靠性和控制功能的完整性。

场站的防腐保温工程也是质量控制的重点,需采用合适的防腐材料和施工工艺,确保防腐效果。在施工过程中应当建立完善的质量检查制度,定期开展质量巡检,及时发现和处理质量问题;同时还需加强施工人员的技术培训和质量意识教育,提高施工队伍的整体素质。

2.2 管道焊接与防腐质量验收

油气管道工程中,焊接和防腐质量是确保管道系统安全可靠运行的关键因素,其验收工作的科学性和严谨性直接影响到管道的使用寿命和投资效益。焊接质量验收应当全面审视焊接方案设计、焊接工艺评定、焊接人员资质等各个环节,通过严格规范的质量控制体系,实现对焊接全过程的系统管理和过程控制。验收过程中,需要重点把关焊接材料质量、坡口制备精度、焊接参数设定、熔敷质量检查等关键质量控制点,准确评定焊缝内部质量和表面质量,及时发现和处置各类焊接缺陷,从而确保焊接连接的强度、韧性和耐久性满足设计和使用要求。

防腐质量验收是控制管道腐蚀风险、延长管道寿命的重要手段,其内容覆盖防腐材料选用、表面处理工艺、涂层施工过程、成品防腐层性能等诸多方面。防腐验收应当把握防腐设计要求和相关标准规范,针对管道输送介质特性、所处环境条件等因素,综合评判防腐方案的适用性和可靠性。在防腐施工质量控制方面,需要严格把控前处理质量、涂层配方比例等关键工艺参数,优化工艺流程,提升防腐施工效率和涂层性能。防腐验收的核心在于防腐涂层性能的定量评估,通过涂层厚度测量、附着力测试等多种检测手段,准确判定防腐层的物理性能、化学稳定性、机械强度等关键指标,及时发现和修复涂层缺陷,确保防腐层质量满足设计使用年限的要求。

2.3 油气储运设备安装技术要求

油气储运设备的安装质量直接关系到系统的运行效率和安全性。设备安装技术要求应当涵盖设备基础施工、设备就位等多个环节,需要全面把控安装过程的每一个细节,确保设备安装的规范性和可靠性。一是在设备基础施工方面,必须严格控制基础的施工质量,通过科学的设计和精细的施工,确保基础具备足够的承载能力和稳定性,为设备的安全运行提供坚实的支撑。二是在设备就位和管道连接环节,需要重点

关注设备的安装精度和管道应力状态。通过合理的就位方案和精准的安装操作,控制设备的水平度、垂直度等关键指标,确保设备在长期运行中保持稳定。

仪表作为油气储运自动化控制的核心部件,其安装质量的高低直接影响到系统的控制精度和可靠性。在仪表安装过程中,需要充分考虑信号传输的准确性和控制回路的完整性,通过规范化的布线和接线工艺,确保仪表能够准确采集和传递工艺参数信息。同时,还需加强仪表安装的防护措施,如防震、防腐、隔热等,提高仪表在复杂工况下的适应能力。

3 系统调试与运行管理

3.1 油气储运系统试运行方案

油气储运系统试运行作为工程建设的关键环节,其方案的制定和实施质量直接关系到整个系统的运行安全和效率。试运行方案应当全面考虑系统的复杂性和特殊性,从系统充气、设备调试、工况切换等多个维度入手,制定细致周全的实施计划和操作规程。在系统充气阶段,需要针对不同的管道段和设备特点,合理确定充气介质、充气顺序和压力控制策略,通过科学的充气方案,确保系统内部的清洁度和充气完整性,为后续试运行创造良好条件。在设备调试环节,试运行方案应当涵盖工艺设备、控制系统、安全防护设施等各个方面,通过系统性能测试和联合试运转,全面评估设备的运行状态和控制性能,确保其满足设计要求和实际需求。

工况切换作为油气储运系统试运行的重点内容,对于保障系统平稳运行和应对复杂工况具有关键作用。试运行方案需要针对系统的启动、停机、应急切换等典型工况,制定详细的操作流程和控制策略,通过工况仿真和实际演练,充分验证系统在不同工况下的适应性和可靠性。同时,还需高度重视试运行过程中的风险管控和应急处置,针对可能出现的异常情况和故障问题,预先制定完善的预案和决策机制,确保在紧急情况下能够迅速响应、有序处置,最大限度地降低事故影响和损失。

3.2 油气管道试压与置换监督

油气管道试压与置换是保障管道系统安全投用的重要质量控制手段,其监督工作的有效开展直接关系到管道的完整性和可靠性。试压作为管道强度和密封性的综合检验,需要严格遵循相关设计规范和操作规程,全面把控试压过程的各个环节。监督工作应当重点关注试压介质的选用、充压方案的制定、压力保持

时长的确定等关键要素,通过科学合理的试压方案设计,确保试验过程的规范性和可控性。同时,在试压实施过程中,需要对管道的变形状态、接头密封性能等关键指标进行实时监测和动态评估,通过高精度的数据采集和分析手段,及时发现试压过程的异常情况,评估管道的受力状态和密封性能,为试压合格与否提供客观依据。

与试压相比,置换作为管道投产前的最后一道工序,对于管道内部介质的清洁度和合格率具有决定性影响。置换监督的核心在于对置换方案的全面审查和过程控制,通过对置换介质特性、注入方式、流速控制、排放标准等方面的综合分析,确保置换方案的科学性和可行性。在置换实施环节,监督工作应当通过流量、压力、温度等参数的实时采集和曲线分析,掌握置换进展状态,发现置换过程的异常波动,并及时予以处置。

3.3 储运工况数据分析与评估

油气储运系统工况数据分析与评估是保障系统安全高效运行的关键环节,其意义在于通过对运行数据的科学处理和综合研判,全面掌握系统的实时状态和性能特征,为优化控制和科学决策提供依据。数据分析与评估工作需要构建完善的数据采集、传输、存储和处理体系,通过先进可靠的智能仪表和数据通信技术,实现对储运过程的全方位、全周期、全要素覆盖,保证数据的完整性、准确性和实时性。在此基础上,应当充分运用大数据分析、机器学习等现代信息技术手段,对海量工况数据进行多维度、多层次的挖掘和建模,深入探究系统的运行规律和特点。通过对能耗指标、效率参数、设备状态等关键数据的趋势分析和对比评估,及时发现系统运行中的异常偏差和潜在风险,为工况诊断、故障预警、运行优化等提供切实可行的数据支撑,最终实现系统运行状态的量化表征和科学控制^[5]。

数据分析与评估工作的深入开展,还需要与储运系统的实际特点和管理需求紧密结合,构建一套切合实际、行之有效的评估指标体系和分析模型。储运工况评估指标应当全面反映系统的安全性、可靠性、经济性、环保性等多方面性能,通过对关键指标的量化考核和动态评估,准确把握系统运行的综合水平和发展趋势。同时,还应当加强数据分析结果的可视化表达和智能化应用,综合运用图表、曲线、报告等多种展示形式,直观呈现系统工况特征,便于管理人员快

速理解和决策;建立完善的数据挖掘模型和智能分析算法,对储运过程的异常状态和故障风险实施实时预警和自动诊断,并提供针对性的优化控制措施,提升系统运行管理的智能化水平^[6]。工况评估结果还应当与储运系统的检修维护、技术改造等管理工作紧密结合,通过评估数据的深度应用和集成优化,不断强化精益管理、持续改进,促进油气储运系统的转型升级和技术进步,为行业的安全发展和绿色发展提供强有力的技术支撑。

4 结论

通过对天然气管道施工现场质量管理与监督各个环节的深入探究,可以看出科学的质量管理体系和严格的监督机制是确保管道工程质量的关键。在实际工作中,应注重油气储运工艺质量控制的系统性,加强施工现场质量监督的全面性,强化系统调试与运行管理的规范性。同时,需要建立健全的质量保证体系,优化管理流程,提高施工效率,确保管道工程的施工质量和运行安全。通过持续改进和创新,不断提升管道工程的质量管理水平,为油气储运事业的可持续发展提供有力保障。

参考文献:

- [1] 安志强.天然气长输管道材料及施工质量对运行安全的影响分析[J].石化技术,2024,31(4):134-136.
- [2] 李妍想.天然气输送管道安全运行及质量管理[J].中国公共安全,2024(3):23-25.
- [3] 王琳,关雪涛,魏一萱,等.基于多源异构数据的天然气管道环焊缝质量智能诊断方法[J].油气与新能源,2024,36(6):34-43.
- [4] 曾文平,常宏岗,罗勤,等.中俄东线天然气管道天然气质量分析与计量技术[J].天然气工业,2020,40(10):111-119.
- [5] 张镕起,孙龙飞,谢刚刚.浅谈石油天然气管道防腐质量控制方法[J].石油化工建设,2023,45(z1):73-75.
- [6] 唐仁敏.推动天然气行业高质量发展完善跨省天然气管道运输定价机制——国家发展改革委有关负责同志就出台跨省天然气管道运输定价机制答记者问[J].中国经贸导刊,2021(18):26-27.

作者简介:

冯智栋(1983-),男,汉族,河南新乡人,本科学历,机电工程师,高级技师,研究方向:煤矿建设工程质量监督,煤矿机电管理,煤矿安全监测监控。