

石油化工管道安装焊接工艺及质量控制要点

张龙

陕西化建工程有限责任公司, 陕西 咸阳 712100

DOI:10.61369/ERA.2026050025

摘 要 : 随着社会工业化进程的持续推进,石油已成为工业发展进程中不可或缺的重要资源。伴随石油化工行业的稳步发展,市场对石油资源的需求量逐步攀升。石油化工管道焊接作业存在接口数量多、涉及工序繁杂的特点,管道安装焊接工艺的规范性与质量控制水平,直接关系到石油管道运行的安全性。当前,石油化工管道的数量不断增加、铺设长度持续延伸,导致管道接口数量同步增多,这无疑给石油化工管道的施工安装工作带来了较大影响。为有效规避因石油化工管道安装焊接不当引发的施工安全问题,避免其影响工业生产效益,亟需对石油化工管道安装焊接的工艺与质量控制提出更高标准。本文围绕石油化工管道的安装与焊接作业,简要阐述其工艺要点与质量控制核心内容,为保障石油化工管道运行的安全性与稳定性提供有力支撑。

关 键 词 : 石油化工管道;管道安装;管道焊接;施工工艺;质量控制

Key Points of Welding Process and Quality Control for Pipeline Installation in Petrochemical Industry

Zhang Long

Shaanxi Chemical Construction Engineering Co., Ltd., Xianyang, Shaanxi 712100

Abstract : With the continuous advancement of social industrialization, petroleum has become an indispensable important resource in the process of industrial development. As the industry progresses steadily, the demand for petroleum resources is gradually increasing. Petrochemical pipeline welding involves a large number of interfaces and complex processes, and the standardization of pipeline installation and welding technology and the level of quality control will directly affect the operational safety of petroleum pipelines. Currently, with the gradual increase in the number of petrochemical pipelines and the continuous extension of pipeline length, the number of petrochemical pipeline interfaces has also increased, which undoubtedly exerts a significant impact on the construction and installation of petrochemical pipelines. To effectively avoid construction safety problems caused by improper installation and welding of petrochemical pipelines and prevent them from affecting industrial production efficiency, it is urgent to put forward higher standards for the technology and quality control of petrochemical pipeline installation and welding. This paper briefly expounds the key process points and core content of quality control for the installation and welding of petrochemical pipelines, so as to provide strong support for ensuring the safety and stability of petrochemical pipeline operation.

Keywords : petrochemical pipelines; pipeline installation; pipeline welding; construction technology; quality control

引言

石油化工管道安装是石油化工管道施工的核心环节,对管道焊接质量有着严格要求。在开展安装与焊接施工时,若焊接力度未达到标准要求,或未严格遵循相关操作规程,极易导致石油化工管道焊接质量不达标,出现焊接不严密、管道破裂、介质渗漏等问题,严重时还会对周边施工作业环境及生态环境造成严重威胁。因此,在石油化工管道安装与焊接施工期间,必须注重施工细节管控,强化质量监管力度,及时梳理并管控各类影响焊接质量的因素,切实保障管道安装焊接质量,确保其符合相关行业标准与设计要求。

一、石油化工管道安装焊接工艺分析

（一）石油化工管道安装焊接常用方法

石油化工管道安装焊接常用的方法主要有五种，分别为手工电弧焊、钨极氩弧焊、氩电联焊、熔化极气体保护焊、埋弧焊。其中，手工电弧焊适应性较强，所需设备相对简单，普遍应用于碳钢、低合金钢管等材质的管道焊接作业；钨极氩弧焊焊接成型效果优良，焊接过程中飞溅量少，多用于管壁较薄的不锈钢合金钢管根部打底焊接，尤其适用于关键部位的管道焊接。氩电联焊采用氩弧焊打底、电弧焊填充盖面的组合方式，是石油化工管道安装焊接的主流工艺，能够兼顾焊接质量与施工效率。熔化极气体保护焊焊接效率较高，适合用于大口径、长距离石油化工管道的自动化焊接作业。埋弧焊则主要应用于工厂预制直缝管、大口径厚壁管道的连接，焊接质量稳定可靠，能有效降低焊接缺陷发生率。

（二）石油化工管道安装焊接要点分析

石油化工管道安装焊接主要分为三个关键步骤，每一步都要严格按照焊接工艺的标准来操作。第一步是底层焊接，主要用的是氩弧焊接技术，这种技术操作起来比较简单，焊接质量也容易控制，有很明显的操作优势。用氩弧焊接做底层焊接时，首先要保证氩气的纯度符合要求，让焊条能和管道表面充分接触，同时还要把焊条的接头彻底打磨干净，这样焊接人员才能准确把控每一处焊缝的质量，另外还要用挡板等防护工具，进一步提高管道焊接的质量。第二步是中层焊接，开始中层焊接之前，要把底层焊接时产生的熔渣彻底清理干净，避免这些熔渣影响中层焊接的质量。中层焊接一般用3.5毫米规格的焊条，焊缝的厚度要控制在3到5毫米之间，表层的焊缝要采用直线焊接的方式。如果石油化工管道的壁厚差不多到9毫米，就要采用三层焊接的方式，并且要分阶段检查焊接质量，一旦发现焊接质量没达到标准，必须及时返工重新焊接。第三步是盖面焊接，进行盖面焊接时，要根据焊接的规范，合理选择焊条的直径，焊接过程中要准确控制焊接的起始点和中层焊缝的距离，不能在中层焊缝的表面出现引弧的情况。同时，还要把管路规格、焊接温度、焊接电流等关键的施工参数都记录完整，编上对应的序号并盖章确认，为后续检查管道焊接质量做好充分准备。

（三）石油化工管道安装焊接的工艺技术分析

目前，石油化工管道安装焊接作业中常用的工艺技术主要有三种，各类工艺有着不同的工序要求。第一种是手工焊接工艺技术，也是石油化工管道安装焊接中应用最广泛的工艺，主要分为根部焊接、热焊接、填充焊、盖面焊四道连续工序。开展根部焊接时，需采用直拉焊条的方式，若发现焊接接头、焊缝或孔洞存在异常，可采用往返式运条或横向摆动方式进行焊接，确保焊接层面充分覆盖管道表面，防止出现高温氧化问题；焊接完成后需及时检查，保障焊接效果达标。盖面焊接作业中，需重点保证管道接口表面的牢固性与平滑性。第二种是自动焊接工艺，又称全自动向下焊接技术，该技术操作简便、焊接效率高，广泛应用于石油、天然气等管道安装焊接作业，主要利用电弧产生的高温使钢管接口熔化，实现管道连接，作业过程中需输送保护性气体，

避免有毒气体危害操作人员身体健康。第三种是低压焊条焊接技术，主要采用低压型焊条开展石油化工管道焊接，多用于金属管道焊接作业。该技术可在低温环境下开展，具备韧性好的优势，焊接后的焊缝不易变形，能有效避免管道出现裂缝，但也存在一定缺陷，易出现未焊透、咬边等问题。为防范此类问题，可将低压焊条焊接技术与其他焊接技术结合使用，进一步提升石油化工管道安装焊接质量。

二、石油化工管道安装焊接的质量控制策略

（一）石油化工管道安装焊接的准备控制阶段

要保障石油化工管道安装焊接质量，必须做好施工前的各项准备工作。准备工作主要包括图纸会审与技术交底、管口加工与组对、管道表面清理、焊接材料管理、焊接预热及环境控制等。在图纸会审与技术交底环节，需明确管道压力、施工环境温度、焊接材质、质量合格等级及检测比例等核心要求，确保施工人员准确掌握施工标准。开展管道安装焊接前，需对管口进行加工与组对，坡口形式以微型为主，确保尺寸符合规范要求，同时注重控制端面垂直度、间隙及钝边，使管口焊接错边量控制在管道厚度的10%以内，且不超过2毫米。为保障焊接质量，焊接作业前需对管道表面及坡口处进行彻底清理，去除坡口内外20毫米范围内的油污、铁锈、熔渣、水分等杂质，使管道表面露出金属光泽。

施工材料与设备的选择直接影响焊接质量，需严格把控材料与设备质量。开展石油管道焊接前，需谨慎选择施工材料，主要包括金属管、非金属管两大类，按钢管、塑料管、橡胶管、水泥管、PC管等进行分类，结合施工需求采购符合标准的材料。采购前需全面了解材料市场，严格甄别供货商，确保所选材料不受外界因素影响，避免出现老化、断裂等问题。对于采购的焊接材料，需按要求进行恒温烘焙、领用回收管理，焊条烘干1-2小时后放入保温桶随用随取，防止焊条、焊丝受潮锈蚀。石油化工管道安装焊接所用的管材、焊材、管件等必须具备合格证与质量证明，并按批次进行复验，焊材需分类存放、专人管理。焊接前进行预热时，需采用表面温度计测温，确保受热均匀、充分热透，防止局部温度过高。焊接作业前需做好环境控制，电弧焊作业时风速不得大于8米/秒，氩弧焊作业时风速不得大于2米/秒；若出现雨雪、低温、高湿度等天气，需及时采取防雨、防风、除湿、保温等防护措施。此外，需加强焊接人员管理，从事焊接作业的人员必须持有有效资质，且资质项目与作业项目一致，上岗前可开展针对性培训与考核；无损检测人员也需持证上岗，确保检测工作规范准确。

（二）石油化工管道安装焊接的施工控制阶段

施工阶段是影响石油化工管道安装焊接质量的关键环节，需对焊接全过程进行严格管控，重点把控打底焊、填充焊、盖面焊、层间温度、焊接顺序、定位焊接等核心环节。其中，打底焊主要采用氩弧焊，需确保焊接根部充分熔透，焊接成型均匀，无内凹、未熔透、焊接气孔等缺陷。填充焊接时，每一层焊缝均需进行清根处理，清根彻底后再开展焊接，合理控制焊缝厚度与宽

度,杜绝夹渣、未融合等问题。盖面焊接需保证成型美观,焊缝余高控制在0-3毫米之间,无咬边、缩孔、裂缝等缺陷。对于合金钢材管道,需严格控制层间温度,若焊接过程中出现超温现象,需暂停作业并及时冷却,待层间温度降至合理范围后再继续焊接。密集型化工管道排列时,需遵循由内向外、由下到上、间隔跳跃的原则,避免管道产生应力及变形。定位焊接需与正式焊接采用相同工艺、相同焊工,焊接长度不小于50毫米,若出现焊接缺陷,需彻底铲除后重新焊接。

此外,焊接工艺技术的选择与革新也会对石油化工管道安装焊接质量产生重要影响,施工过程中需及时更新完善操作技术,保障焊接工作顺利开展。例如,焊接完成后需及时开展焊缝外观检查,采用专业检测设备对焊接部位进行全面查验,做好查验记录;同时,需对焊缝内部质量进行检测,采用无损检测等先进方法,及时排查管道内部缺陷,提升检测数据准确性,确保焊接质量符合设计规范要求,并出具相应的无损检测报告。另外,可通过水压或气压试验检查管道严密性与焊接强度,全面排查焊缝处是否存在渗漏、变形等问题;若发现需返修部位,需严格按照返修工艺流程操作,确保施工质量达标。

(三) 石油化工管道安装焊接的焊后处理阶段

石油化工管道安装焊接完成后,需开展焊后保温、热处理、标识等控制工作。其中,厚壁合金钢管道焊接后需进行保温处理,保温温度控制在200℃-350℃之间,保温时长为2-4小时,

防止扩散氢溢出,避免管道出现冷裂缺陷。焊接完成后还需进行热处理,例如铬钼钢等材质管道,需按规范要求进行了应力退火处理,严格控制温度升高、恒温、降温曲线,确保热处理效果。焊接完成后,需清晰记录并标识焊工号、焊接口号、焊接日期等信息,便于后续检查与责任追溯。管道安装焊接全部完成后,需按照相关标准及设计文件要求进行验收,对管道安装焊接部位进行外观检查与质量检测,完善检测报告、热处理记录等资料,确保竣工资料齐全。同时,可开展焊接工艺评定,建立焊工台账,绘制竣工图,实现石油化工管道安装焊接作业全周期可追溯。

三、结语

石油化工管道安装焊接质量控制是一项系统性工程,需以先进的工艺技术为基础,以全过程作业控制为核心,以严格的检测验收为保障,通过全面管控、规范作业流程、强化闭环管理,有效降低焊接缺陷率,保障石油化工管道的安全性与可靠性。因此,需持续优化管道安装焊接施工工艺与质量控制要点,合理选择施工材料与设备,严格保障安装焊接作业的安全性与有效性;及时更新焊接工艺技术,利用专业检测设备与无损检测方法,加强缺陷排查与查验,全面提升石油化工管道安装焊接管理水平,为石油化工行业的安全稳定发展提供保障。

参考文献

- [1] 梅启光. 石油化工工艺管道安装质量控制研究 [J]. 石油和化工设备, 2025, 28(10): 184-186.
- [2] 牛越. 石油化工项目管道焊接工程质量控制研究 [D]. 扬州大学, 2024.DOI: 10.27441/d.cnki.gyzdu.2024.002229.
- [3] 吴建宏. 探讨石油、天然气管道焊接工艺现状及展望 [J]. 新型工业化, 2022, 12(03): 218-220+223.DOI: 10.19335/j.cnki.2095-6649.2022.03.071.
- [4] 杨志军. 石油天然气管道焊接施工质量控制研究 [J]. 石化技术, 2016, 23(09): 190+178.
- [5] 陈琳琳. 石油化工管道安装常见问题及质量控制 [J]. 科技创新与应用, 2016, (18): 102.DOI: 10.19981/j.cn23-1581/g3.2016.18.077.