

LNG接收站工艺管道安装质量控制要点探讨

符 军

中海油绿能港浙江宁波能源有限公司 浙江 宁波 315800

摘 要：本文聚焦LNG接收站工艺管道安装质量控制要点。开篇点明LNG接收站及工艺管道的重要性，因LNG特性对安装质量要求严苛。详细阐述施工前期准备，涵盖图纸审核、方案制定、人员培训；强调材料与设备质量把控，从管道材料、焊接材料到施工设备检查；深入分析安装过程控制，包括管道组对、焊接、安装及阀门仪表安装；介绍压力与泄漏性试验，以及防腐绝热施工质量控制；提及施工质量验收与资料管理。通过全流程质量控制，确保工艺管道安装质量，为LNG接收站安全稳定运行筑牢根基，对LNG产业发展具有重要支撑作用。

关键词：LNG接收站；工艺管道；安装质量；控制要点

引言

LNG接收站在天然气产业链中占据关键地位，承担着LNG卸载、储存、气化及输送重任。工艺管道作为站内输送LNG及相关介质的关键设施，其安装质量关乎接收站的安全运营、生产效率与设施寿命。鉴于LNG低温、易燃易爆的特性，工艺管道安装不容有丝毫差错，任何质量缺陷都可能引发严重事故，造成巨大经济损失与安全威胁。在此背景下，深入探究LNG接收站工艺管道安装质量控制要点，成为保障行业安全、高效发展的迫切需求。

1 施工前期准备阶段质量控制

1.1 施工图纸审核

施工图纸是工艺管道安装的重要依据，在施工前必须组织专业技术人员对图纸进行全面、细致的审核。审核内容包括管道的走向、布局是否合理，与其他设备、建筑物的空间位置关系是否协调；管道的管径、壁厚、材质等参数是否符合设计要求；管道连接方式、焊接节点设计是否明确且合理；各类阀门、仪表等附件的安装位置和选型是否恰当等。通过审核，能够尽早发现图纸当中存在的矛盾和问题，并且和设计单位进行协调与沟通，做好修改完善工作，保证施工图纸更加具有完整性以及准确性，为后续施工提供可靠的指导。

1.2 施工方案制定

根据工程特点和现场实际情况，制定科学合理的施工方案是保证工艺管道安装质量的关键。施工方案应涵盖施工工艺流程、施工方法、质量控制措施、安全保障措施、施工进度计划等内容。在施工工艺流程方面，明确各工序的先后顺序和衔接关系，避免出现工序颠倒或遗漏；施工方法应详细描述管道的组对、焊接、安装、防腐等具体操作步骤和技术要求，确保施工过程的规范

化和标准化；质量控制措施应针对各个施工环节制定相应的质量检验标准和检验方法，明确质量控制点和责任人；安全保障措施要充分考虑LNG的特性，制定防火、防爆、防低温冻伤等安全防护措施以及应急预案；施工进度计划要合理安排各施工阶段的时间节点，确保工程按时完工。施工方案还需要在经过专家论证以及审批之后再行进行，在实际施工的过程中，也需要根据实际情况来进行调整与优化。

1.3 施工人员培训

施工人员的专业素质和操作技能直接影响工艺管道的安装质量。在施工前，应对参与安装的各类人员进行全面的培训。培训内容包括LNG的性质、危害及安全防护知识，施工图纸和施工方案的技术交底，工艺管道安装的相关标准、规范和操作规程，焊接、防腐等特殊工种的技能培训等^[1]。通过培训，使施工人员熟悉工程特点和施工要求，掌握施工技术和操作要点，提高质量意识和安全意识，保证施工人员操作足够规范和熟练，为保证安装质量奠定坚实的人员基础。

2 材料与设备质量控制

2.1 管道材料检验

LNG接收站工艺管道所使用的材料必须符合设计要求和相关标准。对于管道管材，要严格检查其质量证明文件，包括力学性能试验报告、化学成分分析报告、无损检测报告等，确保管材的材质、规格、型号等与设计一致。对管材的外观进行逐根检查，查看是否存在裂纹、砂眼、重皮、凹陷等缺陷。对于低温管道，还需重点检验其低温性能指标，如低温冲击韧性等。对于管件，如弯头、三通、异径管等，同样要检查质量证明文件和外观质量，同时要注意管件的加工精度和几何尺寸是否符合要求。对阀门、法兰等附件，要检查其密封性

能、强度性能以及材质质量,确保其在使用过程中能够正常工作,不发生泄漏等问题。

2.2 焊接材料管理

在工艺管道安装中,焊接是关键环节,焊接质量直接关系到管道的整体质量。因此,对焊接材料的管理至关重要。焊接材料要根据焊接工艺以及管道材质的实际要求来选择,确保其与母材具有良好的匹配性。焊接材料要有质量证明文件,并在使用前进行严格的检验,包括外观检查、力学性能测试、化学成分分析等多个层面。焊接材料的储存要符合相关规定,保持储存环境的干燥、通风,防止焊接材料受潮、变质。在使用过程中,要严格按照焊接工艺规程的要求进行烘焙和发放,确保焊接材料的使用性能。

2.3 施工设备检查

施工设备的性能和状态对工艺管道安装质量也有重要影响。在进行施工之前,需要全面检查各种类型的施工设备。对于焊接设备,要检查其电流、电压稳定性,焊接参数调节的准确性,送丝机构、冷却系统等部件的工作状态是否正常;对于起重设备,要检查其起吊能力、制动装置、安全保护装置等是否可靠;对于切割设备、打磨设备等,要检查其切割精度、打磨效果是否满足施工要求。只有保证施工设备运行状态良好,才能够确保施工的顺利进展。

3 工艺管道安装过程质量控制

3.1 管道组对

管道组对是保证焊接质量的重要前提。在管道组对前,要对管口进行清理,去除管口表面的油污、铁锈、水分等杂质,保证管口的清洁度。组对时,要严格控制管道的对口间隙、错边量和平直度^[2]。对口间隙应符合焊接工艺规程的要求,过大或过小都会影响焊接质量;错边量要控制在允许范围内,否则会导致焊接应力集中,降低管道的强度;管道的平直度要保证,避免出现弯曲、扭曲等现象,影响管道的正常运行。对于不同壁厚的管道进行组对时,要按照相关标准进行削薄处理,确保焊接接头的质量。

3.2 焊接质量控制

焊接是工艺管道安装质量控制的核心环节。LNG接收站工艺管道的焊接通常采用氩弧焊、手工电弧焊等焊接方法。在实际开展焊接中,也要严格遵循工艺规程,对焊接的速度、电压、电流进行控制,焊接如果电流过大,会导致焊缝咬边、烧穿等,如果电流过小,则会存在夹渣、没有焊透等问题,还要保证焊接电流和电压互相匹配,以此来保证电弧稳定燃烧。焊接速度要适中,

过快会使焊缝成型不良,过慢则会导致焊缝过热,影响焊接接头的性能。焊接层数要根据管道壁厚和焊接工艺要求确定,每层焊缝的厚度要均匀,避免出现层间未熔合等缺陷。同时,要加强对焊接过程的实时监控,需要及时发现问题,并且进行矫正。焊接完成之后也需要对焊缝进行检查,观察是否平衡、光滑,是否存在咬边、夹缝、气孔、裂纹等问题。对于低温管道的焊缝,还需进行低温冲击韧性试验,确保焊缝在低温环境下的性能。

3.3 管道安装

管道安装的过程中,要严格遵循施工方案以及设计要求来进行相关操作。管道的安装位置、标高、坡度等要符合设计规定,确保管道的排水、排气顺畅。对于架空管道,要保证支架、吊架的安装牢固,间距合理,能够承受管道的自重和热胀冷缩产生的应力。对于埋地管道,要做好管沟的开挖、垫层处理和回填工作,避免管道受到不均匀沉降的影响。在管道穿越建筑物、道路等障碍物时,要采取有效的防护措施,防止管道受损。管道与设备的连接要注意避免强力对口,防止因连接不当对设备造成损坏。同时,要做好管道安装过程中的成品保护工作,防止管道受到碰撞、划伤等损伤。

3.4 阀门与仪表安装

阀门和仪表属于工艺管道系统当中重要的组成部分,其安装质量直接影响到系统的运行控制和安全监测。在对阀门安装之前,要对强度和严密性进行试验,保证阀门性能符合要求。阀门的安装位置和方向要正确,便于操作和维护。对于有特殊要求的阀门,如安全阀、止回阀等,要严格按照相关规定进行安装。仪表的安装要根据其类型和功能要求进行,确保仪表的测量精度和可靠性。仪表的安装位置要便于观察和调试,传感器与管道的连接要牢固、密封良好,防止介质泄漏影响测量结果。

4 压力试验与泄漏性试验

4.1 压力试验

在工艺管道安装顺利完成之后,需要进行压力试验,保证管理系统的严密性以及强度得到保障,应根据管道的设计压力、介质特性和现场实际情况选择合适的试验方法^[3]。在进行压力试验前,要编制详细的试验方案,明确试验压力、试验介质、试验步骤、安全措施等内容。试验前要对管道系统进行全面检查,保证管道安装符合实际要求,仪表安装正确,在开展试验中,需要做到缓慢升压,等达到试验压力之后,稳压一定时间,检查管道系统有无变形、泄漏等异常情况。压力试验合

格后,要缓慢降压,排尽管道内的试验介质。

4.2 泄漏性试验

对于输送可燃、易爆、有毒介质的工艺管道,压力试验合格之后,还需进行泄漏性试验,以确保管道系统的严密性。泄漏性试验通常采用气体进行试验。试验时,要重点检查阀门、法兰、焊接接头等部位是否存在泄漏现象。可采用涂刷发泡剂等方法进行检查,如发现泄漏,应及时进行处理,处理后重新进行试验,直至合格为止。

5 防腐与绝热施工质量控制

5.1 防腐施工

LNG接收站工艺管道长期处于复杂的环境中,容易受到腐蚀的影响,因此防腐施工至关重要。在防腐施工前,要对管道表面进行预处理,去除表面的铁锈、油污、氧化皮等杂质,使管道表面达到一定的粗糙度,以保证防腐涂层与管道表面的附着力。根据管道的使用环境和设计要求,选择合适的防腐涂料和防腐工艺。防腐涂层施工中,需要严格遵循施工工艺要求开展,控制涂层的厚度、层数和涂刷质量。涂层应均匀、无漏涂、无气泡、无流淌等缺陷。施工完成后,要对防腐涂层进行质量检验,包括外观检查、厚度检测、附着力测试等,确保防腐效果符合要求。

5.2 绝热施工

由于LNG的低温特性,为减少冷量损失和防止管道外壁结露,工艺管道需要进行绝热施工。绝热材料的选择要符合设计要求,具有良好的保温性能、低温性能和机械强度。绝热施工开始之前,要尽早对管道的表面进行清理,确保表面的清洁与干燥。绝热层的施工要紧密贴合管道表面,厚度均匀,拼接严密。对于可拆卸部位,要设置可拆卸的绝热结构,便于维修和检查。在绝热层外,要设置防潮层和保护层,防止绝热材料受潮和受到外界机械损伤。防潮层和保护层的施工要牢固、平整,搭接合理,密封良好。

6 施工质量验收与资料管理

6.1 质量验收

工艺管道安装工程的质量验收应按照相关标准和规范进行,具体分为单位工程验收、分项工程验收以及分部工程验收^[4]。在每个施工阶段完成后,要及时进行分

项工程验收,对管道的安装质量、焊接质量、防腐绝热质量等进行检验评定。分部工程验收则是在各个分项工程验收合格基础上,对整个分部工程的质量进行综合验收。单位工程验收则需要在分部工程验收合格之后,对整个工艺管道安装工程的质量进行全面验收。在进行验收过程中,也需要严格遵循相关标准进行,对存在的质量问题要及时整改,整改合格后重新进行验收,确保工程质量符合要求。

6.2 资料管理

施工资料是工艺管道安装工程质量的重要见证,应贯穿于施工全过程。施工资料包括施工图纸、施工方案、技术交底记录、材料质量证明文件、检验报告、施工记录、质量验收记录等。资源管理工作要足够准确、及时,需要由专人进行归档、整理以及收集。在工程竣工验收时,施工资料要一并提交验收,作为工程质量评定和工程交付使用的重要依据。同时,施工资料的管理也有助于对工程质量进行追溯和分析,为后续的维护和改造提供参考。

结束语

LNG接收站工艺管道安装质量控制是一个系统工程,涉及施工前期准备、材料与设备质量控制、安装过程控制、试验检验、防腐绝热以及质量验收与资料管理等多个环节。只有在每个环节都严格按照相关标准、规范和要求进行操作,加强质量控制和管理,才能确保工艺管道的安装质量,保障LNG接收站的安全稳定运行。随着LNG产业的不断发展,对LNG接收站工艺管道安装质量的要求也将越来越高,要不断总结经验,提升技术创新和管理创新,持续提升工艺管道安装质量控制水平,为LNG产业的可持续发展提供基础保障。

参考文献

- [1]程民贵.中国液化天然气接收站发展趋势思考[J].国际石油经济,2022,30(5):60-65.
- [2]施林圆,马剑林.LNG液化流程及管道输送工艺综述[J].天然气与石油,2021,28(5):37-40.
- [3]黄长久.LNG装置低温工艺管道安装技术及工程实践[J].中国石油和化工标准与质量,2021,37(18):179-181.
- [4]王晓明."液化天然气接收站节能技术研究"[J].天然气技术与经济,2020,12(3):45-58.