

化工设备安装中焊接质量控制探究

任贵祯

(五冶集团上海有限公司, 上海 201900)

摘要 化工设备是化工生产的重要组成部分, 其安装质量对生产的安全、稳定和运行寿命有重要影响。化工设备大多工作在高温、高压、强腐蚀等严苛的环境中, 并且经常使用易燃易爆、有毒有害的介质, 如果焊接接头的强度、密封性和耐腐蚀性达不到标准, 就容易发生泄漏、断裂等安全事故, 从而导致巨大的经济损失, 甚至造成人身伤害。本文结合化工设备安装的实际情况, 从焊接前准备、焊接过程控制、焊接后检测三个关键环节对化工设备安装过程中的焊接质量进行了分析, 并制定了有针对性的质量控制方法, 再根据工程实例, 对控制过程进行了优化, 旨在保证化工设备的安装和焊接质量达到工业规范和生产要求, 为化工设备的安装和焊接工作提供具有实操性的参考。

关键词 化工设备安装; 焊接质量; 全流程控制

中图分类号: TQ053.2; TG44

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.17.028

0 引言

化工工业是我国国民经济的支柱工业, 而化工设备是其生产的重要组成部分, 其安装的好坏直接影响到整个化工生产的持续、安全和经济效益。焊接作为化工设备安装的核心工序, 在整个安装过程中起着至关重要的作用。化工设备长期工作在高温、高压、强腐蚀等复杂条件下, 如果焊接部位出现裂纹、气孔等缺陷, 很容易导致介质泄漏, 从而导致安全事故、设备损坏和生产停顿, 危及人身安全和生态环境。目前, 化工设备的安装与焊接还存在选材不规范、工艺参数不准确、工人技能水平不高、检测手段不完备等问题, 致使生产过程中出现了许多缺陷。研究成果为化工设备安装与焊接质量管理提供实践指导, 对提高安装质量、保证生产安全稳定运行具有重要意义。

1 化工设备安装中焊接质量的影响因素

1.1 材料因素

焊条、焊丝、焊剂、保护气等材料的选择是否合理是保证焊接质量的根本。化工设备的焊接材料不仅要与母材具有相匹配的特性, 而且要能够适应苛刻的工作环境, 例如: 果选材不合理或者品质不合格, 很容易出现焊接缺陷。如在不锈化工容器的焊接中, 如果选择非奥氏体钢, 则会降低焊缝的耐蚀性能, 长时间使用容易产生点蚀和裂纹; 如果焊条受潮、锈蚀, 或熔剂中的杂质含量超过规定标准, 将导致焊缝出现

气孔、夹渣等缺陷; 当保护气的纯度不够时, 将引起焊缝表面的氧化, 从而降低焊缝的强度及密封性能。母材自身的质量对焊缝质量也有很大的影响, 如果母材中含有裂纹、夹杂物和气孔等原始缺陷, 则会造成焊缝裂纹的扩展, 从而降低焊缝的质量。

1.2 工艺因素

焊接工艺参数是否合理, 焊接过程是否规范, 是焊接质量的关键。在化工设备的焊接中, 通常采用埋弧自动焊、手工电弧焊、氩弧焊等工艺方式, 这些方法的应用场合各不相同, 如果不恰当地选用工艺, 将会造成产品的质量不合格。例如: 低温容器和低温管道的焊接不应使用埋弧自动焊, 而在高温、压力较大的设备中应使用氩弧焊; 如果不对焊接过程中的电流、电压、速度、预热温度、层间温度等进行精确控制, 则会对焊缝成形及焊缝质量产生不利影响。过高的焊接速度会造成焊缝的不饱满, 过低的焊接速度会造成焊缝过热和晶粒粗大, 从而使焊缝的韧性下降。结果表明: 预热温度过低时, 焊缝中易出现冷裂纹; 不合理的焊接顺序, 不规范的坡口加工, 不完全的清理根部, 都会对焊接质量产生不利的影响^[1]。

1.3 人员因素

焊接工人的技术水平、责任心和职业素质是保证焊接质量的重要因素。化工设备焊接是一项技术活, 需要熟练掌握各种焊接工艺及其参数的调试方法, 并具有相关资格证书。如果操作人员的技术水平不够,

作者简介: 任贵祯 (1991-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 冶金及化工机电设备安装与维保。

不能精确地掌握焊接工艺参数,不能规范操作,就会造成焊接缺陷的频繁发生;如果对焊接工作的责任心不强,对焊接区域的清理不及时,焊条受潮,就会产生质量问题;由于操作者对化工设备的工作条件和焊接质量的要求认识不够,也会对焊接质量的控制造成一定的影响。

1.4 环境因素

焊接环境中的温度、湿度、风速、灰尘等因素,都会直接影响到焊接工艺及焊接质量。化工设备大多是在野外工作,其工作环境非常复杂,如果环境温度太低(0℃以下),会使焊缝快速冷却,出现冷裂纹。高湿度(大于8 m/s)环境下,焊缝局部易受潮,出现气孔和冷裂纹。当风速超过8 m/s时,保护气会被吹走,造成熔池的氧化,从而影响焊接质量;焊接部位的灰尘和杂物太多,容易造成焊缝的夹渣和未熔合。在焊接过程中,如果不及时清除易燃、易爆物料,也会引起安全事故,从而对焊接质量的控制产生间接的影响。

2 化工设备安装中焊接全流程质量控制措施

2.1 焊接前准备阶段的质量控制

在化工设备安装和焊接过程中,必须从材料、设备、工件、工艺、人员和环境六个方面进行全方位的控制,把早期的质量问题排除在外。材料控制要按照“与母材相匹配,工况相适应”的原则,选择合格的焊材,在进场时要进行严格的检验和核对,焊条和焊剂要按照规范进行干燥,保护气体要确保纯度,并且要分门别类地存放。母材进场后,要对其进行外观和抽样检测,并将拼接部位清洗干净。在设备控制方面,需要选择性能稳定的焊机,在进场之前要对焊机进行彻底的调试和校验,保证电源的稳定性和测量仪器的准确性,还要对焊机和辅机进行定期的维修和校验。工件控制需要检查尺寸、坡口等参数,对于复杂的工件要预先装配,规范坡口的加工和清洗,需要预热的工件要根据材料和厚度规范进行预热和保温。过程控制需要与设备的设计需求相结合,对新的材料和复杂的结构进行工艺评价,在进行方案评审后,要对焊接顺序进行合理的计划。在人员管理方面,需要有相关的资格证书,在进入工地之前,要对工人进行培训、交底和评估,制定工作岗位的责任,强化现场监管,并定期进行技能提升培训。环境控制要求对施工场地进行综合整治,保证温度、湿度、风速等符合规定,清除垃圾和易燃物质,配置防火设备,做好应急准备。

2.2 焊接过程中的质量控制

在化工设备的安装与焊接中,焊接工艺是关键,需要对其进行严格的工艺参数、操作规范、环境安全

和接头质量的精确控制,并对异常进行及时的检查和处理,从而保证其焊接质量的稳定性。操作者必须按照焊接规程,对焊接电流、电压、速度、预热和层间温度进行实时监控和控制,根据焊条直径和母材的厚度,对各参数进行精确的匹配,避免出现烧穿、咬边、未熔合等问题,并由专人进行监控,做好相应的记录,保证参数的可追踪性。与此同时,操作者要进行标准化的焊接作业,把电极的角度控制在30°~60°之间,要保证输送的平稳性、电弧的稳定性,对多层、多层的焊缝进行彻底的清理,焊缝的间距要在100 mm以上,这样才能避免应力的集中,手工电弧焊和氩弧焊都要注意熔池的保护。在焊接的时候,需要不断地对周围的温度、湿度和风速进行监控,并对其进行调节,使其达到规定的程度。同时,还要保证工作场所的干净整洁。加强对现场的安全管理,让工人们按照正确的方式穿戴好自己的防护用品,将易燃和易爆的东西都清除干净,并且要配备消防设备,还要有专人监护。此外,还需要有专门的人员在现场进行巡视,对焊缝的形状、外观和接头的质量进行检查。一旦出现问题,就要马上停止工作,找出原因。在对表面的缺陷进行打磨和重新焊接、对严重的缺陷进行彻底的去除之后,再进行复检,以保证所有的缺陷都能被彻底排除^[2]。

2.3 焊接后检测阶段的质量控制

焊后检验是化工设备安装和焊接质量的最终环节,其关键在于采用合适的检测方法对其进行彻底的检查,以保证焊接接头的质量达到标准,避免不合格的焊缝投入使用。在检测工作中,必须按照“先外观检测、后内部检测”的原则,根据设备的重要性和工况需求,选择合适的检测方式。首先要对焊接后的焊缝进行外观检查,通过目测和放大倍数不少于10倍的放大镜来检查焊缝表面的平整度、缺陷状况、尺寸精度、接头的错边量和表面洁净度。在外观检验通过之后,才能进行内部检验,如果有缺陷要立即进行处理和返修,并进行复查,同步做好可追溯的检测记录。内部检测主要关注焊缝的隐蔽缺陷,通常采用射线检测和超声波检测等方式。根据母材材料、厚度和工作条件,选择合适的检测方式。核心装备的焊接接头要100%地进行检测,普通设备的抽检不少于30%。检测人员必须具有相关的资格,并且要对检测设备进行定期的校准,对检测数据和缺陷进行详细的记录,并出具相关的报告。缺陷处理遵循“彻底清除,合理修复,严格复查”的原则,对表面有缺陷的部位进行打磨修补,对内部缺陷进行彻底清除后再进行修补,最多两次返修,对严重无法修复的零件进行报废替换。在检验合格之后,

需要按照母材的材料和技术规范,对焊接后的热处理和防锈进行处理,消除焊接应力,预防焊接接头的腐蚀,并对焊接的整个过程数据进行汇总,构建完善的质量档案,支持设备的后期维修。

3 化工设备安装焊接质量控制的实际工程案例

为了检验上述几种方法的效果,以一家冶金化工企业的反应器安装与焊接为例,对其进行了具体的阐述。该工程中使用的是304不锈钢材料,体积 50 m^3 ,设计压力 1.6 MPa ,设计温度 $150\text{ }^\circ\text{C}$,主要用来进行腐蚀介质的反应,对焊接的品质有很高的要求,采用氩弧焊+手电弧焊的方式,并对整个过程进行质量监控。在施工前期,由于作业人员没有严格执行工艺参数,焊接环境湿度过大,出现了气孔、咬边等缺陷,其中有8%的焊缝不合格,严重影响了项目的进度和设备的安全性。对工程进行全流程整改:在焊接之前,要按照规定的规格选择合适的焊接材料,并按照规定进行干燥。对焊接设备进行调试和校准,清理工件坡口,调整装配精度,对操作者进行训练和评估,建立一个隔热的除湿棚,对周围的环境参数进行控制。在焊接时,由专业人员对焊接过程进行监控(电流 $90\sim 110\text{ A}$,电压 $23\sim 25\text{ V}$,转速 $8\sim 12\text{ cm/min}$),并标准化作业程序,强化现场巡视;对焊后的焊缝进行全面的外观和射线检测,及时对缺陷进行修复,并做好焊后的退火和防锈处理,然后存档。经整改后,焊接合格率提高到99.8%,未发现重大缺陷,焊接质量达到规范要求,设备工作平稳,表明所提出的控制方法是可行和有效的。

4 化工设备安装焊接质量控制的优化建议

4.1 强化质量意识,落实质量责任

企业要树立“质量第一,安全至上”的思想,加强对焊接质量管理的关注,抛弃“重进度轻质量”的误区;建立和完善焊接质量管理体系,明确各个部门和岗位的质量职责,把质量管理工作落实到每个环节和每个岗位上;强化质量监管,制定相应的奖惩制度,对严格执行规范、焊接质量合格的员工进行表彰,对违反规定或质量不合格的员工进行惩罚,保证质量责任的落实。

4.2 加强人员培训,提升技能水平

建立健全的操作人员培训制度,定期对操作人员进行技能培训与研究,主要包括焊接工艺、操作规范、质量控制、安全知识等方面,着重提高操作者掌握TIG、MIG等新焊接技术及复杂装备的操作技能。强化作业工人资格管理,禁止无证作业,定期评估,评估不合格者,暂缓上岗,直到考核通过为止;组织员工积极参加行

业交流、技能大赛等活动,不断学习国外先进的焊接工艺及控制管理经验,提高业务水平。

4.3 完善检测手段,强化检测管理

企业要增加检测仪器的投资,增加射线探伤、超声波探伤、磁粉探伤等仪器,保证检测方法的完备;要加强对检验队伍的培训与管理,保证检验人员具有一定的资格与技术水平,并能对缺陷的种类及严重性作出正确的判断;建立检验仪器的周期性校验体系,保证检验结果的准确性;严格按照检验程序进行,“先检测后验收”,不合格的焊缝一律不验收,保证焊接质量达到标准^[3]。

4.4 引入先进技术,优化管控方法

针对化工设备大型化、精细化的发展方向,采用智能化焊接设备、焊接参数自动控制等先进焊接工艺与管理手段,提升焊接效率与质量稳定性。通过对焊接工艺参数、试验数据、缺陷处理等数据的数字化控制,提升焊接质量控制的有效性和精确性。通过与科研院所、大学等单位的合作,研究开发适合于新的化工设备的焊接过程及质量管理方法,提高焊接质量的控制能力^[4-5]。

5 结束语

在化工设备的安装过程中,如何保证设备的安全、稳定和经济运行,是保证设备安全、可靠、经济的重要环节。化工设备的焊接质量控制是一个系统工程,需要贯穿于安装的整个过程,以实操性和针对性为重点,在材料、设备、工艺、人员、环境、检测等多个层面上进行全方位的控制,并制定出切实可行的控制方法,这样才能让焊接质量达到工业和设计的要求。未来要对焊接质量控制过程进行持续的优化,引进先进的技术手段,提高焊接质量的控制能力,从而保证化工设备的安装质量,促进化工工业的高质量发展。

参考文献:

- [1] 王建忠,张文彪,赵松凯.化工机械设备安装工程质量控制方法探寻[J].新型工业化,2022,12(03):126-127,130.
- [2] 李晓民,刘媛,郑涛.化工设备安装中焊接技术的质量控制措施[J].化学工程与装备,2021(10):192-193.
- [3] 刘壮.化工设备安装中焊接技术质量控制[J].石油石化物资采购,2024(01):85-87.
- [4] 朱静晗.石油化工设备安装中的常见问题及解决措施[J].辽宁化工,2024,53(05):801-803.
- [5] 祁生贵.不锈钢压力化工设备安装过程中的焊接质量控制[J].科学与信息化,2023(16):131-133.