

Research on Chemical Process Safety and Engineering Automation Welding Technology

Heqi Jiang¹ Sheng Chen² Xuan Zheng³ Xiaofei Zheng⁴ Jingjing Guo⁵

1. Zhejiang Tianshuo Fluoro-Silicon New Material Technology Co., Ltd., Quzhou, Zhejiang, 324000, China

2. Zhejiang Lansol Fluorchem Co., Ltd., Quzhou, Zhejiang, 324000, China

3. Zhejiang Hill Chemical Co., Ltd., Quzhou, Zhejiang, 324000, China

4. Zhejiang Shenghui Chemical Co., Ltd., Quzhou, Zhejiang, China

5. Zhejiang Bamo Technology Co., Ltd., Quzhou, Zhejiang, China

Abstract

Chemical industry as the pillar industry of the national economy, automatic welding technology is also used in many aspects. This paper first analyzes the risks in the chemical production process, such as equipment safety and instrument safety control, and summarizes the current safety management measures. Later, the basic principle, technical classification and the latest progress of automatic welding technology are discussed in detail, especially its application in chemical equipment manufacturing. Through the precise control of the welding parameters, the automatic welding technology significantly improves the welding quality and production efficiency, reduces the welding defects, and improves the performance and service life of the chemical equipment. In the future, with the further development of intelligent technology, automated welding will play a greater role in improving the safety and reliability of chemical production.

Keywords

automatic welding technology; chemical process; safety production

化工工艺安全与工程自动化焊接技术研究

姜鹤琦¹ 陈胜² 郑煊³ 郑肖飞⁴ 郭静静⁵

1. 浙江天硕氟硅新材料科技有限公司, 中国·浙江 衢州 324000

2. 索尔维蓝天(衢州)化学品有限公司, 中国·浙江 衢州 324000

3. 浙江希尔化工股份有限公司, 中国·浙江 衢州 324000

4. 浙江盛汇化工有限公司, 中国·浙江 衢州 324000

5. 浙江巴莫科技有限责任公司, 中国·浙江 衢州 324000

摘要

化工行业作为国民经济的支柱产业, 自动化焊接技术也用在很多方面。论文先分析了化工生产过程中的风险, 如设备安全和仪表仪器安全控制, 并概述了现行的安全管理措施。之后详细探讨了自动化焊接技术的基本原理、技术分类和最新进展, 特别是其在化工设备制造中的应用。自动化焊接技术通过精确控制焊接参数, 显著提高了焊接质量和生产效率, 减少了焊接缺陷, 提升了化工设备的性能和使用寿命。未来, 随着智能化技术的进一步发展, 自动化焊接将在提高化工生产的安全性和可靠性方面发挥更大的作用。

关键词

自动化焊接技术; 化工工艺; 安全生产

1 引言

化工行业对经济发展和科技进步至关重要, 同时也关乎国家能源安全和民生改善。然而, 随着生产规模扩大和技术复杂度增加, 安全问题成为行业发展的重要障碍。频繁的化工事故不仅造成巨大经济损失, 还严重威胁民众生命财产

安全。因此, 研究化工工艺安全与工程自动化焊接技术尤为重要。引入先进自动化焊接技术能提高生产效率, 降低成本, 同时减少人为错误带来的安全隐患, 提升化工生产的安全水平。

2 化工工艺安全概述

2.1 化工生产过程中的风险分析

化工工艺安全是确保化工生产过程中人员、设备和环境免受伤害和损害的关键环节^[1]。随着化工行业的快速发展,

【作者简介】姜鹤琦(1970-), 男, 本科, 工程师, 从事化工装备及自动化技术研究。

生产工艺越来越复杂,安全问题日益凸显。化工工艺安全不仅涉及化学反应和物料处理过程中的风险控制,还包括设备安全和仪表仪器的安全控制。

2.1.1 设备安全

设备安全涉及设备的设计与选型、安装与调试、维护与检修以及安全附件与保护装置的配置。在设备的设计与选型阶段,必须严格遵循国家和行业的安全标准,选择符合安全性能要求的设备和材料。例如,对于高温高压反应器,应选用耐高温、抗腐蚀的材料,如不锈钢或特种合金,并确保设计压力和温度满足实际生产需求,以防止因材料性能不足而导致的设备失效。设备安装过程中要严格按照安装手册和安全规程进行,确保设备的正确安装和调试。安装完成后,应进行严格的试运行和验收测试,包括压力测试、密封性测试和功能测试,确保设备的各项性能指标达标,避免因安装不当引发的安全隐患。定期对设备进行维护和检修是确保设备安全运行的重要措施。通过定期检查设备的磨损情况、润滑状态和运行参数,及时发现并排除潜在故障,如轴承磨损、管道腐蚀和电气故障等,避免因设备故障引发的事故。在关键设备上安装安全附件和保护装置,如安全阀、压力表、温度计、液位计等,以便实时监测设备的运行状态,并在异常情况下自动采取保护措施。例如,安全阀可以在超压时自动开启,释放多余压力;温度计和压力表可以实时显示设备的工作状态,帮助操作人员及时发现异常;液位计可以防止储罐过满或空转,确保设备安全稳定运行。通过这些综合措施,可以有效提升设备的安全性和可靠性,保障化工生产的顺利进行。

2.1.2 仪表仪器安全控制

仪表仪器的安全控制是确保生产过程稳定和可靠的关键环节。仪表选型与安装是确保测量准确性和可靠性的前提。选择合适的仪表仪器时,应考虑其是否具备良好的稳定性和抗干扰能力,以适应化工生产环境的特殊要求。例如,温度传感器应能在高温、高压和腐蚀性环境中正常工作,压力表应具有足够的精度和稳定性,流量计应能准确测量不同介质的流量。安装过程中,必须严格按照制造商提供的安装手册和安全规程进行,确保仪表的正确安装和固定,避免因安装不当导致的测量误差或设备损坏。仪表校准与维护是确保测量结果准确性的关键步骤。定期对仪表进行校准和维护,可以及时发现和纠正测量偏差,确保仪表的长期稳定运行。校准工作应由经过专业培训的人员进行,并详细记录每次校准的数据,以便追溯和分析。通过定期校准,可以确保仪表的测量精度符合生产要求,避免因测量误差导致的生产事故。利用先进的数据采集和监控系统,可以实时收集生产过程中的各种参数,如温度、压力、流量、液位等,并通过可视化界面展示给操作人员。这些实时数据不仅有助于操作人员及时发现异常情况,采取必要的措施,还可以通过历史数据分析,优化生产过程,提高生产效率。

2.2 现行的安全管理措施

为了应对上述各种安全风险,化工行业已经建立了一套较为完善的安全管理体系,涵盖了从设计建设到日常运营的全过程。在工厂的设计阶段,就需要严格按照《化工企业安全设计规范》等相关国家标准和行业标准进行规划布局,确保厂房、设备布局合理,便于紧急情况下的疏散与救援。同时,选用符合安全性能要求的设备和材料,比如耐高温、抗腐蚀的管道材质,以减少事故发生的可能性。

在生产过程中,企业普遍实行了HSE(健康、安全与环境)管理体系,强调全员参与安全管理,定期开展安全培训和应急演练,增强员工的安全意识和应急处置能力。针对关键工序和高风险作业,制定了详细的操作规程和应急预案,并通过安装监控系统、设置安全联锁装置等方式,加强对生产现场的实时监控,及时发现并消除安全隐患。定期的安全检查和维护保养也是保障生产安全的重要措施。通过对生产设备、安全设施进行全面细致的检查,可以及时发现并修复潜在的问题,确保设备处于良好的运行状态。同时,建立健全的事故报告和调查机制,对于已经发生的安全事件,不仅要迅速采取措施防止事态扩大,还要深入分析事故原因,总结经验教训,不断完善企业的安全管理制度。虽然化工生产过程中存在多种安全风险,但通过科学合理的安全管理措施,可以最大限度地预防和减少事故的发生,保障企业和员工的生命财产安全。

3 工程自动化焊接技术概述

3.1 基本原理

自动化焊接是一种利用机械设备和控制系统自动完成焊接任务的技术^[2]。它通过将焊枪或焊头固定在机械臂或其他运动机构上,按照预设的路径和参数执行焊接操作,从而实现焊接过程的自动化。自动化焊接的核心在于焊接电源、控制系统和机械执行机构三者的协调工作。焊接电源提供稳定的电弧能量;控制系统负责规划焊接路径、调整焊接参数,并监控整个焊接过程;机械执行机构则负责精确地移动焊枪,确保焊缝质量。相比传统手工焊接,自动化焊接具有更高的生产效率、更好的焊接质量和更强的一致性,广泛应用于汽车制造、航空航天、船舶建造、石油化工等领域。

3.2 自动化焊接技术分类

3.2.1 基于编程的自动化焊接

基于编程的自动化焊接技术是自动化焊接中最常见的一种形式,它依赖于预先编写好的程序来控制焊接过程。在这种模式下,操作者需要根据具体的焊接任务编写相应的代码,设定焊接路径、速度、电流等参数。这些参数通常通过计算机辅助设计(CAD)软件生成,然后转换为机器可读的指令。最常见的编程语言是G代码和M代码,它们是数控机床的标准编程语言,广泛应用于自动化焊接系统。G代码用于定义运动路径,如直线、圆弧等;M代码则用于控

制辅助功能,如开关冷却液、启动旋转等。基于编程的自动化焊接技术特别适用于大批量、标准化产品的生产,因为一旦程序编写完成,可以重复使用,大大提高了生产效率和一致性。然而,这种方法对编程人员的技术要求较高,且在面对非标准化或复杂焊接任务时,编程难度会显著增加。

3.2.2 基于传感器反馈的自动化焊接

基于传感器反馈的自动化焊接技术通过安装在焊枪上的传感器实时监测焊接过程中的各种参数,如温度、电流、电压等,并通过闭环控制系统动态调整焊接参数。这种技术能够实时检测焊接过程中的变化,如材料厚度的变化、焊缝位置的偏移等,并根据这些变化自动调整焊接参数,以确保焊接质量。传感器反馈系统通常包括视觉传感器、温度传感器、力传感器等多种类型的传感器,它们可以提供丰富的实时数据。例如,视觉传感器可以用于检测焊缝的位置和形状,温度传感器可以监测焊接区域的温度分布,力传感器可以感知焊枪的压力变化。通过这些数据,控制系统可以动态调整焊接速度、电流、电压等参数,从而提高焊接精度和灵活性。基于传感器反馈的自动化焊接技术特别适用于复杂、多变的焊接任务,能够显著提高焊接质量和生产效率。

3.3 自动化焊接技术的优势

自动化焊接技术相比传统手工焊接,具有多方面的显著优势。首先,自动化焊接能够显著提高生产效率。通过编程控制,机器人可以连续、高速地完成焊接任务,不受疲劳和人为因素的影响,大幅缩短了生产周期。其次,自动化焊接提高了焊接质量的一致性。机器人焊接过程中的参数可以精确控制,确保每个焊缝的质量相同,减少了人为操作的不稳定性。这对于大规模生产和高质量要求的产品尤为重要。此外,自动化焊接技术还能够显著降低生产成本。通过减少人工劳动,降低材料浪费,提高设备利用率,企业在长期运行中可以实现成本的大幅降低。再者,自动化焊接技术在安全方面的优势也不容忽视。机器人可以在高温、有毒、辐射等危险环境中工作,避免了操作人员直接接触有害物质,降低了职业病和工伤事故的风险。最后,智能化技术的应用使得自动化焊接系统具备了更强的适应性和灵活性。通过集成先进的传感器和控制算法,系统可以实时监测焊接过程中的各种参数,自动调整焊接路径和参数,甚至预测和预防焊接缺陷。这种智能化的焊接系统不仅能够提高焊接质量,还能优化生产流程,提升企业的竞争力。综上所述,自动化焊接技术的发展不仅推动了焊接技术的进步,还为企业带来了显著的经济效益和社会效益。

4 自动化焊接技术在化工工艺中的应用

自动化焊接技术在化工设备制造过程中发挥了重要作用,显著提高了生产效率和焊接质量。在化工设备的制造中,

常常需要处理大量的金属构件,如反应器、换热器、储罐和管道等。这些设备通常需要在高温、高压和腐蚀性环境中工作,因此对焊接质量的要求极高。自动化焊接技术通过精确控制焊接参数,如电流、电压、焊接速度和气体保护等,确保每个焊缝的质量一致性和可靠性。例如,在制造大型反应器时,可以使用多轴焊接机器人进行复杂的三维焊接,确保焊缝的完整性和密封性。此外,自动化焊接系统还可以通过编程实现连续焊接,减少了人工操作的不稳定性,提高了生产效率。特别是在处理大批量、标准化的化工设备时,自动化焊接技术的优势尤为明显,能够大幅缩短生产周期,降低生产成本。

自动化焊接技术不仅提高了化工设备的制造效率,还显著提升了设备的性能和使用寿命。自动化焊接能够确保焊缝的质量和一致性,减少焊接缺陷,如裂纹、气孔和未融合等。这些缺陷在高温、高压和腐蚀性环境中可能会导致设备的泄漏或失效,严重影响设备的可靠性和安全性。通过自动化焊接,可以精确控制焊接热输入,减少热影响区的大小,降低材料的热变形和残余应力,从而提高设备的机械性能和耐腐蚀性。自动化焊接技术可以实现更复杂的焊接路径和更精细的焊接工艺,适用于多种材料和结构的焊接^[1]。例如,钛合金和不锈钢等高性能材料在化工设备中广泛应用,但其焊接难度较大,需要特殊的焊接技术和工艺。自动化焊接系统可以通过预设的程序和传感器实时调整焊接参数,确保这些材料的焊接质量。自动化焊接技术还可以通过实时监测和控制,及时发现并纠正焊接过程中的异常情况,进一步提高焊接质量。总之,自动化焊接技术的应用不仅提升了化工设备的制造水平,还显著增强了设备的性能和可靠性,为化工生产的高效、安全运行提供了有力保障。

5 结语

未来,自动化焊接技术将继续朝着智能化和高效化的方向发展。随着人工智能、机器学习和大数据分析技术的进一步融合,焊接过程将更加智能和灵活。例如,通过训练算法模型,可以实现对复杂焊缝的自动识别和路径规划,甚至能够预测焊接缺陷并提前采取预防措施。新材料的应用,如纳米材料和复合材料,将为自动化焊接带来新的挑战和机遇,研究人员将继续开发适用于这些新材料的高效焊接方法。

参考文献

- [1] 黄辉.化工工艺设计中的安全风险与控制探讨[J].中国石油和化工标准与质量,2024,44(8):1-3.
- [2] 任瑞恩.工程机械焊接自动化技术分析[J].信息记录材料,2020,21(7):82-83.
- [3] 韩兴忠.石油化工工程自动化焊接技术的应用现状和发展趋势[J].新型工业化,2022,12(11):191-194+233.