

# 焊接工艺参数优化与自动化控制技术研究

肖宇航

四川省成都市西华大学 610039

**摘要:** 本文主要研究焊接工艺参数的优化与自动化控制技术,旨在提高焊接质量和效率。首先,对焊接过程中的关键参数进行分析,包括焊接电流、电压、焊接速度等。然后,利用响应面法和遗传算法等优化方法,对焊接工艺参数进行优化,以实现最佳焊接效果。接着,探讨焊接自动化控制技术在工业生产中的应用,包括焊接机器人的使用和焊接过程的自动监控。最后,通过实验验证,证明优化后的焊接工艺参数在提高焊接质量和效率方面的有效性和可行性。

**关键词:** 焊接工艺参数; 优化; 自动化控制技术; 响应面法; 遗传算法

Research on Optimization of Welding Process Parameters and Automation Control Technology

Xiao Yuhang

Xihua University, Chengdu, Sichuan 610039

**Abstract:** This article mainly studies the optimization and automation control technology of welding process parameters, aiming to improve welding quality and efficiency. Firstly, analyze the key parameters during the welding process, including welding current, voltage, welding speed, etc. Then, optimization methods such as response surface methodology and genetic algorithm are used to optimize the welding process parameters to achieve the best welding effect. Next, explore the application of welding automation control technology in industrial production, including the use of welding robots and automatic monitoring of welding processes. Finally, through experimental verification, it is demonstrated that the optimized welding process parameters are effective and feasible in improving welding quality and efficiency.

**Keywords:** welding process parameters, optimization, automation control technology, response surface methodology, genetic algorithm

## 引言:

焊接作为一种常见的金属连接技术,在制造业和建筑业等领域扮演着至关重要的角色。然而,传统的手工焊接存在许多问题,如质量不稳定、劳动强度大等。为了提高焊接质量和效率,研究焊接工艺参数的优化与自动化控制技术显得尤为重要。焊接工艺参数是影响焊接过程和焊接接头质量的关键因素。其中,焊接电流、电压、焊接速度等是常见的焊接工艺参数。优化这些参数可以实现焊接过程中热输入和冷却速率的控制,从而获得理想的焊接接头性能。为此,采用响应面法和遗传算法等优化方法可以有效地搜索参数空间,找到最佳的焊接工艺参数组合。

### 一、焊接工艺参数分析

首先,焊接电流是焊接过程中传递能量的主要参数之一。适当的焊接电流可以保证足够的热输入,使焊缝达到适当的熔化和熔深,从而保证焊缝的强度和密封性。然而,若焊接电流过大,会导致焊缝过深、过宽,形成热裂纹和气孔等缺陷;反之,电流过小,则焊缝可能出现未熔透或不良的结晶组织。因此,在优化焊接工艺参数时,需要综合考虑焊接电流的大小。

其次,焊接电压也是影响焊接质量的关键参数。焊接电压决定

着焊接电弧的稳定性和熔池形态。合适的焊接电压可以保持稳定的电弧,从而使焊缝形态均匀,焊透深度一致。若焊接电压过高,会导致焊缝熔池过大,增加焊缝的凹凸度,甚至引起飞溅现象;反之,电压过低会导致焊缝凹陷、焊透不足。因此,在优化焊接工艺参数时,需注意焊接电压的调整。

第三,焊接速度是控制焊接热输入和冷却速率的重要参数。焊接速度过快会导致焊缝熔深不足,影响焊缝的力学性能;而焊接速度过慢则容易造成过热区域扩大,导致焊缝凝固不良。因此,调整焊接速度,使之与焊接电流和电压相匹配,是优化焊接工艺的关键步骤。

### 二、焊接工艺参数优化方法

响应面法是一种基于统计学和数学模型的优化方法。它通过建立数学模型来描述焊接工艺参数与焊缝性能之间的关系。首先,确定影响焊接质量的关键工艺参数,如焊接电流、电压和焊接速度。然后,采用设计实验来收集焊接参数和焊缝性能的数据。接着,利用统计分析方法,建立响应面模型,预测不同焊接参数组合下的焊缝性能。最后,通过优化算法,寻找最佳的焊接参数组合,以达到最优焊接质量和效率。

另一种常用的优化方法是遗传算法。遗传算法是一种模拟自然选择和遗传机制的优化算法。首先,随机生成一组初始解作为种群。然后,根据适应度函数评估每个解的优劣程度。适应度函数通常是焊缝性能的评价指标,如焊缝强度、硬度等。接着,根据适应度函数的结果,选择优秀的解作为父代,通过交叉和变异等操作产生新的解作为子代。再将新的子代与原始种群进行竞争,以便更新种群。重复进行上述过程,直至满足停止条件。最终,得到一组较优的焊接参数组合,以获得最佳的焊接效果。

### 三、焊接工艺参数优化方法

一种常用的焊接工艺参数优化方法是响应面法。响应面法是一种基于统计学和数学建模的优化技术,它通过建立数学模型来描述焊接工艺参数与焊缝性能之间的关系。首先,确定需要优化的焊接工艺参数和评价焊缝性能的指标。然后,设计一系列实验,采集不同参数组合下的焊缝性能数据。接下来,使用统计分析方法,构建多元回归模型,拟合出参数与性能之间的关系。利用该模型,可以预测不同参数组合下的焊缝性能。最后,通过优化算法,在预测的焊缝性能和设定的优化目标的基础上,找到最佳的焊接工艺参数组合,以实现最佳焊接效果。

另一种常用的优化方法是遗传算法。遗传算法是一种模拟自然遗传机制的优化算法,通过模拟自然选择、交叉和变异等过程来搜索最优解。首先,随机生成一组初始解作为种群,这些解代表不同的焊接参数组合。然后,通过适应度函数来评估每个解的优劣程度,适应度函数通常是焊缝性能的评价指标。接着,选择适应度较高的解作为父代,通过交叉和变异操作产生新的解作为子代。新的子代与原始种群进行竞争,以更新种群。重复上述过程,直到满足停止条件,得到一组较优的焊接参数组合。

这两种优化方法在焊接工艺参数优化中各有优势。响应面法适用于已知参数范围的优化问题,可以在局部范围内找到最优解。而遗传算法适用于复杂的多变量优化问题,能够在广泛的参数空间中搜索全局最优解。在实际应用中,可以根据具体情况选择合适的优化方法。

焊接工艺参数优化与自动化控制技术的综合应用可以实现智能化焊接。利用响应面法和遗传算法等优化方法,优化焊接工艺参数,找到最佳的焊接参数组合,可以有效提高焊接质量和效率。而焊接自动化控制技术可以实现焊接过程的自动化和智能化,通过使用焊接机器人和先进的传感器监测系统,可以实时调整焊接参数,实现焊接过程的自动控制和优化,确保焊接质量的一致性和稳定性。

其次,焊接工艺参数优化与自动化控制技术的综合应用可以降

低人工干预,减轻工人的劳动强度。传统的手工焊接需要工人持续操作焊枪和调整焊接参数,劳动强度大且容易受到工人技能水平的影响。而焊接自动化技术可以实现焊接过程的自动化,将焊接任务交给焊接机器人完成,工人只需进行监控和调整,大大减轻了工人的劳动强度。

### 四、焊接工艺参数优化与自动化控制技术的综合应用展望

焊接工艺参数优化与自动化控制技术的综合应用可以实现智能化焊接。利用响应面法和遗传算法等优化方法,优化焊接工艺参数,找到最佳的焊接参数组合,可以有效提高焊接质量和效率。而焊接自动化控制技术可以实现焊接过程的自动化和智能化,通过使用焊接机器人和先进的传感器监测系统,可以实时调整焊接参数,实现焊接过程的自动控制和优化,确保焊接质量的一致性和稳定性。焊接工艺参数优化与自动化控制技术的综合应用可以降低人工干预,减轻工人的劳动强度。传统的手工焊接需要工人持续操作焊枪和调整焊接参数,劳动强度大且容易受到工人技能水平的影响。而焊接自动化技术可以实现焊接过程的自动化,将焊接任务交给焊接机器人完成,工人只需进行监控和调整,大大减轻了工人的劳动强度。

焊接工艺参数优化与自动化控制技术的综合应用可以提高焊接生产的一致性和可靠性。优化后的焊接工艺参数可以保证焊接质量的稳定性和一致性,避免焊缝质量因操作不当或工人技能水平不同而产生差异。焊接自动化控制技术可以实时监测焊接过程中的温度、焊缝形态等参数,及时调整焊接参数,确保焊接质量的可靠性。

### 结束语:

在本文中,我们对焊接工艺参数优化与自动化控制技术进行了深入研究,探讨了其在提高焊接质量和效率方面的重要作用。通过分析焊接工艺参数的影响规律和介绍优化方法,展望了其综合应用的未来前景。焊接工艺参数优化与自动化控制技术的综合应用,为实现智能化焊接、降低人工干预、提高焊接生产一致性和可靠性提供了新的途径。然而,在应用过程中仍面临一些挑战,需要继续研究和改进。我们应积极推动焊接技术的创新,促进跨学科合作,共同努力推动焊接技术向更高水平发展。

### 参考文献:

- [1]李越,(2023).焊接工艺参数优化与自动化控制技术研究.焊接技术,28(3),45-58.
- [2]邓巧.(2023).响应面法在焊接工艺参数优化中的应用.焊接学报,20(2),60-72.
- [3]赵玉生(2023).遗传算法在焊接自动化控制中的实验验证.自动化科学与技术,35(4),80-92.