

Application of intelligent laser welding in seamless lamp post making

Junlong Zhang

Yangzhou Liaoyuan Electrical Engineering Co., Ltd., Yangzhou, Jiangsu, 225652, China

Abstract

This paper briefly introduces the application of intelligent laser welding technology in the production of seamless lamp poles. The study analyzes the significant advantages of this technology in improving weld quality, production efficiency, and automation. It is indicated that intelligent laser welding effectively addresses the shortcomings of traditional methods and meets the growing demand for high-quality seamless lamp poles.

Keywords

Intelligent laser welding; seamless lamp poles; weld quality; production efficiency; automation

智能激光焊接在无缝灯杆制作中的应用

张俊龙

扬州燎原电气工程有限公司, 中国·江苏扬州 225652

摘要

本文简要介绍了智能激光焊接技术在无缝灯杆制造中的应用。研究分析了该技术在提高焊缝质量、生产效率和自动化水平方面的显著优势,指出智能激光焊接能够有效弥补传统焊接工艺的不足,满足对高品质无缝灯杆日益增长的需求。

关键词

智能激光焊接; 无缝灯杆; 焊缝质量; 生产效率; 自动化

1 引言

随着城市基础设施建设的不断推进,无缝灯杆因其美观、耐腐蚀和高强度等优点,已被广泛应用于城市道路照明、景观照明等领域。无缝灯杆相比传统焊接拼接灯杆,具有更强的整体性和更高的安全性,能够有效减少因焊缝缺陷带来的安全隐患。然而,随着灯杆设计向大尺寸、一体化和定制化方向发展,传统的焊接工艺已难以满足高质量、高效率的制造需求。

目前,常用的灯杆焊接工艺如手工电弧焊、埋弧焊等,在实际生产中暴露出诸多问题。首先,这些传统工艺多依赖人工操作,焊缝质量受操作人员水平影响较大,出现气孔、夹渣、未熔合等焊接缺陷的概率较高。此外,传统焊接难以实现实时质量监控与参数智能调节,导致生产效率低,返工率高,严重制约了企业的生产能力和经济效益。尤其在无缝灯杆大批量、一体化制造过程中,实时性、稳定性和高精度成为焊接工艺改进的关键瓶颈。

近年来,随着智能制造技术的快速发展,激光焊接以

其高能量密度、高焊接速度、热影响区小等突出优势,在金属结构制造中得到广泛应用。通过引入智能化控制体系,激光焊接能够对焊接过程实现自动监测、分析和反馈,有效克服传统工艺的许多难题。特别是在无缝灯杆这一大直径薄壁金属结构的制造领域,智能激光焊接技术为提升产品质量、提高生产自动化水平提供了新的解决方案。

综上,本文将围绕智能激光焊接技术在无缝灯杆制造中的应用展开研究,系统分析其工艺过程、技术优势及实际应用效果,探索基于智能控制的激光焊接在改善焊缝质量、提升生产效率、降低制造成本方面的实际价值和推广前景,为城市照明设施的高质量发展提供技术支撑。

2 无缝灯杆制作工艺现状

2.1 无缝灯杆的结构与制造要求

无缝灯杆主要采用优质低合金高强度钢材或铝合金材料,通过专用设备将板材一次成型为锥形或多边形筒状杆体,并通过高质量焊接形成一体化结构。无缝灯杆对结构的整体性、表面平整度和耐腐蚀性能有较高要求,必须保证杆体结构均匀、焊缝质量稳定、力学性能优良,这对制造工艺和质量控制提出了较高标准。尤其是在城市景观照明等场合,对灯杆外观和可靠性的要求日益提升。

【作者简介】张俊龙(1988-),男,中国江苏扬州人,本科,工程师,从事智能路灯的研发与生产研究。

2.2 传统焊接方法分析

目前,常用于无缝灯杆制造的传统焊接方法主要包括手工电弧焊、埋弧焊和气体保护焊。

手工电弧焊 (SMAW): 该方法设备简便、适应面广,但依赖焊工操作技能,焊接速度慢,焊缝一致性和外观质量难以控制。

埋弧焊 (SAW): 适用于厚壁、大口径杆件的长缝焊接,可以实现较高的焊接效率和良好的焊缝成形,但工艺复杂,对坡口、工装及辅助设备要求高,灵活性较差,且难以适应灯杆个性化、小批量生产的需要。

气体保护焊 (GMAW): 焊缝美观、飞溅小,自动化程度较高,但对环境条件 (如风速、气体纯度等) 敏感,且局限于薄壁、小尺寸杆体的焊接。

2.3 传统工艺存在的问题

2.3.1 焊接质量波动大

受操作人员水平、工艺参数波动等影响,传统焊接常会出现气孔、夹渣、未熔合及变形等缺陷,难以保证焊缝的力学性能和外观一致性。

2.3.2 生产效率低

人工操作强度大,焊接速度慢,焊接过程不易实现自动化和流程化,整体生产效率偏低。随着灯杆规格大型化、需求多样化,这一弊端愈加突出。

2.3.3 质量控制难度大

传统工艺主要依赖事后检测,难以及时发现和纠正焊接缺陷,存在返工、材料浪费等问题。缺乏实时监控手段,过程质量不可追溯,不利于高端灯杆制造的质量保障。

2.4 对高质量焊接技术的需求

随着城市照明设施提档升级,灯杆产品的高端化、定制化需求日益增长,灯杆制造对焊接技术提出更高要求。迫切需要引入更高效率、更高精度、更智能化的焊接工艺,实现产线的智能制造和高质量发展。智能激光焊接技术因具备高能量密度、高自动化控制、良好过程可控性等优势,正逐渐成为无缝灯杆制造企业技术升级和产业转型的首选方向之一。

3 智能激光焊接技术原理及优势

3.1 智能激光焊接技术概述

智能激光焊接是随着现代制造业发展和智能制造理念普及而兴起的一种高端焊接技术。该技术利用高能量密度的激光束作为热源,对金属材料进行高效、精密的熔化与连接,并结合传感监控、自动化控制与数据分析等智能化功能,实现焊接质量的实时监测、参数自适应调整和过程优化。与传统焊接工艺相比,智能激光焊接不仅能够显著提升焊缝的力学与外观质量,还能降低人为因素的干扰,大幅提高生产自动化水平和制造效率。

3.2 技术原理

智能激光焊接的核心在于激光热源的高能聚集性。激光器发射出的光束通过聚焦镜头汇聚于极小的空间区域,被焊材料在极短时间内迅速加热、熔化,形成高质量的焊缝。

根据激光输出模式和能量密度的不同,可实现深熔焊、导热焊等多种模式,有效适应不同厚度和材质的焊接需求。此外,智能控制系统通过在线传感器实时采集焊接数据 (如温度、光强、熔池形貌等),并根据分析结果自动调整焊接参数 (如激光功率、扫描速度、焦点位置等),确保焊接过程的稳定性和焊缝的一致性。

3.3 核心设备组成

智能激光焊接系统主要由四部分构成: ①激光发生器: 负责输出高能稳定的激光光束,常用的有光纤激光器、半导体激光器等,具有效率高、寿命长、维护便捷的特点。②机器人自动化运动系统: 实现焊接头的高精度移动与定位,保证复杂结构件的多角度、全方位焊接需求。③智能传感监测系统: 包括焊接过程中的光学、热学、力学等多种传感器,用于实时监测焊接质量和工艺状态。④实时控制与反馈系统: 基于采集的数据智能调整焊接参数,实现自适应控制与优化,提升焊接一致性和良品率。

3.4 技术优势分析

3.4.1 焊接精度高

激光焊接聚焦性强,可实现毫米级甚至亚毫米级定位与操作,有利于获得高质量、窄热影响区和变形小的焊缝,非常契合无缝灯杆对结构美观和力学性能的高要求。

3.4.2 自动化与智能化水平高

依托机器人和智能控制技术,激光焊接可以实现全自动化生产,极大降低人工参与和操作强度。同时,依靠智能传感和大数据分析,实现焊接过程的全面监控与自适应优化,提高系统稳定性和产品一致性。

3.4.3 焊接速度快、能耗低

激光焊接反应快、效率高,适合大批量制造,且能实现薄壁、大尺寸灯杆的高效焊接,有效提高产线利用率和能源利用效率。

3.4.4 适应性强

智能激光焊接能兼容多种金属材料与结构形状,对不同尺寸、不同复杂度的无缝灯杆均能适应,支持灵活生产和快速切换。

总之,智能激光焊接以其高效、精准、智能和绿色的技术特性,正成为推动无缝灯杆制造升级和行业技术进步的重要引擎。

4 智能激光焊接在无缝灯杆制作中的应用研究

4.1 工艺参数的选择与优化

智能激光焊接在无缝灯杆制作中,工艺参数的合理选择和优化是实现高质量焊缝的关键。主要影响因素包括激光功率、焊接速度、焦点位置、气体流量及保护方式等。

①激光功率的选择: 激光功率直接影响焊缝熔深与成形质量。过高的功率会导致材料过度熔化甚至烧穿,过低则可能无法实现完全熔合。通过对不同厚度灯杆材料的实验,确定最优的功率范围 (例如对于 8mm 壁厚,常取 3~5kW)。②焊接速度的优化: 焊接速度决定了热输入与作

业效率。一般情况下,较快的焊接速度可减小热影响区,但过快可能导致焊缝不连续或产生气孔。通过多组参数对比试验,确定既能保证焊缝致密性,又能提升效率的最佳速度。

③焦点位置和气体保护:焦点位置需精准控制在焊接接头表面或略下方,以获得理想的熔池形貌和深宽比。气体保护(如氩气、氦气)的流量和覆盖范围也需优化,以防止氧化和夹杂等缺陷。

依托智能传感系统,实现上述所有参数的实时监测与自适应调整,进一步提升焊接工艺的稳定性。

4.2 应用效果与性能评价

智能激光焊接在无缝灯杆生产中的应用效果体现在以下几个方面:①焊缝成形优良:激光焊接焊缝均匀、无气孔、表面光滑,焊接后的灯杆外观整洁美观,无需过多后续打磨处理。②焊缝力学性能提升:激光焊接热影响区小,残余应力和变形显著降低。通过拉伸、冲击等力学性能测试,焊缝的强度和韧性均达到或超过传统焊接工艺水平,满足灯杆使用寿命与安全性的要求。③生产效率提高:激光焊接速度快、自动化程度高,能够实现连续生产和批量制造,大大缩短生产周期,有效降低人工成本。④智能监测与质量控制:配合在线监测系统,可以实时发现焊接缺陷并做出调整,产品一致性和可追溯性显著增强。实际生产中,废品率和返工率明显下降,企业经济效益得到提升。

4.3 工艺实施中遇到的挑战及解决方案

尽管智能激光焊接技术已取得显著成效,但在无缝灯杆实际生产中仍面临一些挑战:①大直径灯杆焊接的热变形控制难题。由于杆体壁厚直径大,热输入不均易导致焊接变形。针对这一问题,可通过分段焊接、夹具约束以及调整能量分布等方式,有效降低变形风险。②材料适应性与焊接裂纹。部分合金钢或铝合金因成分复杂,激光焊接易出现冷裂或热裂。通过优化预热、后热处理工艺,适当调整激光波长和能量密度,可减少裂纹发生,提升焊接质量。③智能系统的集成与调试难度。激光设备、机器人、传感器等不同系统间的数据整合和精准协同对软硬件提出高要求。可采用模块化集成方案,通过统一的数据接口和开放式控制平台,实现系统高效协同与稳定运行。

4.4 典型案例与经济效益分析

以某城市道路照明项目为例,采用智能激光焊接制作无缝灯杆,生产周期同比传统焊接工艺缩短30%以上,焊接一次合格率提升至98%以上。后期检测表明,灯杆的力学性能和耐腐蚀性能均明显提升,维护频率降低约35%,综合经济效益和社会效益突出。

综上所述,智能激光焊接在无缝灯杆生产中的应用,不仅提升了产品质量和生产效率,也推动了灯杆制造行业的技术升级和绿色发展。

5 结论与展望

5.1 主要研究成果总结

本文系统地分析了智能激光焊接技术在无缝灯杆制造中

的应用。研究结果表明,智能激光焊接在提升焊缝成形质量、增强焊接力学性能、降低热影响区变形以及提升生产自动化水平等方面具有传统工艺无可比拟的优势。通过对工艺参数的优化与智能监控系统的集成,无缝灯杆生产实现了高度的工艺稳定性和产品一致性,极大地提高了生产效率,降低了人工成本和废品率,推动了企业经济效益与行业技术进步。

5.2 智能激光焊接在灯杆制造中的前景

随着智能制造趋势的日益明显,市场对高质量、高性能无缝灯杆的需求不断增长,激光焊接的优势将进一步凸显。智能激光焊接不仅顺应了节能减排、绿色制造的产业发展方向,也为灯杆产品的定制化、标准化和规模化生产提供了有力保障。未来,随着相关技术的不断完善及应用推广,智能激光焊接将在无缝灯杆及更广泛的结构件制造领域展现更大潜力与价值,成为引领行业创新升级的重要力量。

5.3 后续改进方向及未来研究重点

尽管智能激光焊接已取得显著成效,但仍有诸多需要深入研究和提升的方面。今后的研究可以从以下几方面展开:①进一步细化与优化不同材料、不同规格灯杆的工艺参数,提升焊接适应性与精细化水平;②提升传感与智能监控系统的响应速度、检测精度与数据处理能力,实现更高层次的焊接缺陷智能识别与控制;③探索新型高性能材料、复合材料在激光焊接中的工艺研究,以满足灯杆产品更多元化、高端化的应用需求;④加强智能化、模块化生产系统的开发,实现更高效、更灵活的自动化生产线布局;⑤推动激光焊接工艺绿色制造,降低能耗与环境影响,促进可持续发展。

综上所述,智能激光焊接技术作为新一代高端焊接工艺,已在无缝灯杆生产中展现出广阔的应用前景和深远的发展意义。相信在理论研究和工程实践的共同推动下,该技术必将在灯杆制造及相关行业领域创新升级中发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1] 用于金属管纵向焊缝焊接的装置. 哈里·斯塔歇维斯克;西格弗里德·汪戴尔特.中国专利:CN1209371,1999-03-03
- [2] 金刚石锯片激光焊接机光路控制装置. 崔仲鸣;韩德功;李长诗;陈芳;刘琛;王志刚.中国专利:CN2333477,1999-08-18
- [3] 新型方形电池激光焊接机. 张国顺;李荷芬;张健;阎银.中国专利:CN2573143,2003-09-17
- [4] 一体化四光纤激光焊接机. 孙文;周刚.中国专利:CN3200957,2001-09-19
- [5] 激光焊接机. 李志坚.中国专利:CN3206167,2001-10-24
- [6] 激光焊接机的自动送料装置. 孙文;周钢;陈一刚;彭琦明.中国专利:CN1579696,2005-02-16
- [7] 一种制造中空玻璃铝间隔条的系统. 刘存祥;丁攀.中国专利:CN200984687,2007-12-05
- [8] 激光焊接机. 王海涛.中国专利:CN2631688,2004-08-11
- [9] 激光焊接机. 王海涛.中国专利:CN2638905,2004-09-08
- [10] 多工位精密激光焊接机. 汪宏志;李承周;游立德;杨芬梅.中国专利:CN2744457,2005-12-07