

自动化焊接设备在构件加工中的应用与效率提升研究

作者：王乐意

身份证号：371327199612165714

摘要：传统人工焊接模式存在精度偏差大、稳定性差、生产效率低等短板，难以适配现代机械构件、钢结构构件批量标准化加工需求。自动化焊接设备凭借高精度、高稳定性、可连续作业的优势，已广泛应用于各类构件加工生产。本文阐述自动化焊接设备的核心应用类型，分析其应用优势与现存应用短板，探究设备应用过程中的效率提升机制与优化策略，为构件加工行业焊接自动化升级、产能提质增效提供实践参考。

关键词：自动化焊接；构件加工；焊接设备；生产效率；工艺优化

一、引言

构件加工是机械制造、钢结构工程、轨道交通产业的基础环节，焊接工艺直接决定构件成型质量、结构强度与生产周期。传统人工焊接受操作人员技术水平、作业状态、环境因素影响，焊接参数波动大、缺陷率偏高，无法满足规模化、高精度构件生产要求。自动化焊接设备依托智能控制、精准轨迹规划、自适应调节技术，实现焊接作业标准化、连续化、智能化开展，能够有效规避人工操作弊端，大幅提升构件焊接质量与生产效率，是构件加工行业转型升级的核心方向。

二、构件加工常用自动化焊接设备类型

（一）焊接机器人工作站

焊接机器人是当前构件加工领域应用最广泛的自动化设备，适配异形构件、精密构件与批量标准构件的焊接作业。设备搭载多轴联动控制系统，运动控制精度可达 $\pm 0.02\text{mm}$ ，配合实时焊缝跟踪系统，可大幅缩减人工焊接轨迹偏差，精准完成复杂、曲面焊缝焊接作业。焊接机器人可24小时连续作业，不受人工疲劳、操作差异影响，焊接参数全程统一，实现构件焊接质量标准化输出，广泛应用于机械支架、车体构件、钢结构连接件等加工场景。

（二）龙门式自动化焊接设备

龙门式焊接设备适用于大型钢结构、长尺寸板材构件的批量焊接作业，具备作业范围广、负载能力强、运行稳定的优势。设备依托门式框架与数控行走系统，可精准复刻焊接轨迹，适配长焊缝、多层叠焊的连续作业，有效改善大型构件人工焊接接缝不均、成型差、效率低的问题。设备可支持多工位协同作业，有效提升大型构件加工节拍，广泛应用于厂房钢构、工程机械主梁等构件加工场景。

（三）激光复合自动化焊接设备

激光复合焊接设备属于高精度自动化焊接装备，融合激光焊接与气体保护焊接技术优势，热输入量小、熔深均匀、焊接变形小，专门适配薄壁构件、精密承重构件的加工生产。设备可自动识别焊缝类型与板材厚度，实时校准焊接参数，无需人工反复调试，能够有效降低构件焊接变形与残余应力，减少后续打磨、校正工序，兼顾加工精度与生产效率，是高端精密构件加工的核心设备。

三、自动化焊接设备在构件加工中的应用优势

（一）焊接质量稳定可控，缺陷率大幅降低

人工焊接存在明显的个体操作差异，焊缝成型、熔深、焊道均匀度难以统一，容易出现气孔、夹渣、未焊透等缺陷。自动化焊接设备全程依托预设程序与智能传感系统作业，焊接电流、电压、行走速度、送丝速度等核心参数恒定，焊接轨迹精准可控。相关技术实践表明，自动化焊接工艺可将构件焊接合格率从传统人工焊接的 85% 提升至 98% 以上，大幅减少返修工作量，从工艺层面保障构件焊接质量一致性。

（二）连续化作业，突破人工产能瓶颈

传统人工焊接受体能、作息及环境限制，有效作业时长有限，人工调试、换岗、返修环节耗时较多，产能提升空间有限。自动化焊接设备可实现全天候连续作业，无需频繁停机休整，结合智能路径规划与双工位交替作业模式，大幅压缩工序间隔。在大型构件加工中，自动化设备可显著缩短单件焊接时长，有效突破传统人工焊接的产能瓶颈，生产提升效果显著。

（三）降低生产成本，优化作业环境

自动化焊接设备可精准控制送丝量与焊接热输入，减少焊材浪费与构件加工损耗，有效降低物料成本。同时设备自动化程度高，可有效减少一线焊接人员配置，节约人工与管理成本。由设备替代人工完成高温、高烟尘、高强度焊接作业，能够降低操作人员劳动强度，规避现场作业安全风险，优化车间生产作业环境。

四、设备应用现存主要问题

（一）设备适配性不足，柔性化程度偏低

多数传统自动化焊接设备程序固定，仅适配单一品类、标准化构件加工，面对多品种、小批量的异形构件、非标构件，需要反复编程调试，调试耗时较长，反而影响生产效率，无法适配柔性化生产需求。部分老旧自动化设备未搭载焊缝跟踪与自适应调节系统，面对构件加工微小尺寸偏差，容易出现焊接错位、熔深不足等问题。

（二）运维管理滞后，设备利用率不足

部分加工企业重设备采购、轻运维管理，未建立常态化设备维保体系，自动化设备的传感模块、控制系统、行走机构长期运行易出现损耗偏差，导致设备精度下降、故障频发。同时操作人员专业能力不足，无法熟练运用设备智能功能，设备长期处于半自动化运行状态，无法充分发挥设备高效生产优势，资源利用率偏低。

（三）工艺匹配度不足，参数优化不及时

不同材质、厚度、结构的构件，适配的焊接工艺参数存在明显差异。部分企业沿用固定焊接参数开展多类型构件加工，未结合构件特性优化参数，容易出现焊接变形、焊缝成型不良等问题，增加返工率，制约整体生产效率提升。

五、自动化焊接设备加工效率优化策略

（一）升级柔性化智能焊接系统

为适配多品类构件加工需求，为自动化焊接设备搭载激光焊缝跟踪、视觉识别与自适应工艺匹配系统，设备可自动识别构件尺寸与焊缝形态，实时调整焊接轨迹与工艺参数。依托离线编程预设多类焊接程序，实现非标、异形构件快速换型焊接，有效提升设备柔性生产能力，适配多样化加工需求。

（二）完善设备全周期运维体系

建立自动化焊接设备日常巡检、定期校准、故障维保的闭环运维机制，定期检测设备精度、传感灵敏度与参数稳定性，及时更换损耗配件，保障设备稳定运行。同时开展操作人员专项培训，熟练掌握设备操作与调试技能，充分挖掘设备效能，提升综合利用率。

（三）细化工艺参数分级管控

针对碳钢、不锈钢、合金钢等不同材质构件，以及薄板、厚板、异形结构构件，建立分级焊接工艺参数库，结合生产试验优化最优焊接电流、焊接速度、热输入量。严控焊接热输入，减少构件焊接变形与残余应力，降低返修率。通过工艺精细化管控，实现质量与效率双向提升，最大化发挥自动化焊接设备的生产优势。

六、结语

自动化焊接设备凭借质量稳定、产能高效、安全性高的核心优势，彻底改变了传统构件人工焊接的生产模式，有效解决了传统焊接精度差、效率低、缺陷多的行业痛点。通过升级柔性智能控制系统、完善设备运维体系、细化工艺参数管控，可有效释放自动化焊接设备产能优势，提升构件加工精度与生产效率。在智能制造转型背景下，自动化焊接技术的普及应用，有效推动构件加工行业提质增效，为机械制造与钢结构产业升级提供有力支撑。

参考文献

[1]陈明. 自动化焊接机器人在钢结构构件加工中的应用研究[J]. 机电工程技术, 2023, 52(09): 145-148.

- [2]李海涛. 机械构件自动化焊接工艺优化与效率提升策略[J]. 制造业自动化, 2022, 44(12): 98-101.
- [3]王鑫. 智能焊缝跟踪技术在自动化焊接设备中的应用[J]. 焊接技术, 2023, 52(06): 89-92.
- [4]张彦峰. 柔性自动化焊接生产线的构建与应用效果分析[J]. 设备管理与维修, 2022(18): 56-58.
- [5]刘泽宇. 工业自动化焊接设备运维管理与效能提升研究[J]. 现代机械, 2023(04): 78-81.