

智能焊接技术在机械制造中的应用探讨

谷天帅

中国船舶集团有限公司第七一三研究所 河南 郑州 450000

摘要：本文探讨了智能焊接技术在机械制造中的应用，包括其在汽车、航空航天、船舶及工程机械制造中的具体应用。智能焊接技术通过高度自动化、精确控制焊接过程，显著提高了焊接质量和生产效率，降低了生产成本，并改善了劳动条件。该技术依据焊接材料的特性和环境差异，自动调整焊接参数，确保焊接质量的稳定性和一致性，为机械制造行业提供了可靠的焊接保障，推动了行业向高质量、高效率发展。

关键词：智能焊接技术；机械制造；应用

引言

随着科技的进步，智能焊接技术逐渐在机械制造领域崭露头角。它融合了计算机技术、传感器技术、自动化控制技术及人工智能技术，实现了焊接过程的智能化管理。本文旨在深入剖析智能焊接技术的定义、特点、分类及其在机械制造中的广泛应用，探讨其对提高焊接质量、生产效率、降低生产成本及改善劳动条件的重要作用，为机械制造行业的智能化发展提供有益参考。

1 智能焊接技术概述

1.1 智能焊接技术的定义

智能焊接技术是融合计算机技术、传感器技术、自动化控制技术以及人工智能技术等先进手段的焊接技术。该技术聚焦于对焊接过程实施全方位管理，通过相关技术手段对焊接过程进行实时监测、分析和控制。在焊接过程中，它能够依据实时监测到的数据，自动调整和优化焊接参数，旨在达成高质量、高效率的焊接目标。智能焊接技术具备高度的智能化和适应性，它可以根据焊接材料的特性，如材料的种类、成分、厚度等，自动匹配相应的焊接工艺参数。同时，考虑到焊接位置的不同，比如平焊、立焊、横焊、仰焊等，以及焊接环境的差异，如温度、湿度、风速等，该技术都能灵活应对，自动选择最合适的焊接工艺参数。在焊接进行时，智能焊接技术还能对焊接过程进行实时反馈和调整。一旦监测到焊接质量出现波动或异常，它能迅速做出反应，调整焊接参数，确保焊接质量的稳定和一致，为机械制造提供可靠的焊接保障。

1.2 智能焊接技术的特点

(1) 自动化程度高，智能焊接技术可达成焊接过程的自动化操作，大幅减少人工参与。通过预先编程设定，焊接机器人能严格依照预定轨迹和参数执行焊接任务，实现连续且稳定的焊接作业，有效提升生产效率，

降低人工成本和人为因素导致的误差。(2) 焊接质量稳定，智能焊接系统配备多种传感器，能实时监控焊接过程中的电流、电压、焊接速度、熔池状态等关键参数。依据监测结果，系统自动调整焊接参数，确保焊接质量始终保持稳定和一致，减少焊接缺陷的产生，提高产品合格率。(3) 适应性强，智能焊接技术可以应对不同类型、规格的焊接任务，只需更换焊接夹具并调整焊接程序，就能实现对不同工件的焊接。同时，该技术能适应高温、高压、强磁场等复杂焊接环境，拓宽了焊接应用范围^[1]。(4) 智能化水平高，帮助人工智能技术，系统能学习和积累焊接经验，持续优化焊接工艺参数，提升焊接质量和效率，此外还能实现焊接故障的自动诊断和预警，及时发现并解决焊接问题。

1.3 智能焊接技术的分类

一是焊接机器人，焊接机器人具备高度灵活性与精确性，可胜任各种复杂形状工件的焊接工作。焊接机器人通常由机器人本体、焊接电源、焊枪以及控制系统等部分构成。通过预先编程，控制系统能指挥机器人本体按照设定轨迹和参数进行焊接动作，实现焊接作业自动化，有效提高生产效率与焊接质量，降低人工劳动强度和操作误差。二是智能化焊接设备，智能化焊接设备它集成了传感器、控制器、执行器等智能化元件，能够自动监测和调整焊接参数。以智能化电弧焊机为例，在焊接的过程中，传感器实时监测电流、电压等参数变化，并将数据传输给控制器。控制器根据预设算法对参数进行分析，然后指挥执行器调整焊接参数，确保焊接质量稳定，减少因参数波动导致的焊接缺陷。三是焊接专家系统，焊接专家系统是基于人工智能技术的计算机程序，它存储了海量焊接知识和经验，当用户输入焊接任务信息后，系统能依据这些信息，快速提供合适的焊接工艺方案和参数。

2 智能焊接技术在机械制造中的具体应用

2.1 在汽车制造中的应用

在车身焊接方面,汽车车身由众多薄板冲压件焊接而成,对焊接质量和外观要求严苛,智能焊接技术可达成车身焊接的自动化与精确化。焊接机器人是常用手段,通过编程控制,它能精准执行车身点焊任务,保证焊点位置精度,确保焊接质量的一致性。同时,焊接机器人操作速度快,可大幅提高焊接效率,缩短汽车生产周期,满足汽车大规模生产的需求。发动机零部件焊接同样离不开智能焊接技术,发动机作为汽车核心部件,其零部件焊接质量关乎发动机性能与可靠性。智能焊接技术能依据发动机零部件的材料和结构特性,挑选合适的焊接工艺和参数。激光焊接技术是其中典型,它利用高能量密度的激光束作为热源,对发动机缸体、缸盖等零部件进行焊接。激光焊接速度极快,能减少焊接时间;热影响区小,可降低对零部件性能的影响;焊接强度高,能保证发动机零部件的连接稳固性,提升发动机整体性能和可靠性,延长发动机使用寿命。

2.2 在航空航天制造中的应用

在飞机结构件焊接方面,飞机结构件多选用高强度、轻质材料,这对焊接质量和性能提出极高要求。智能焊接技术能够达成飞机结构件的高精度、高质量焊接,保障飞机安全性和可靠性。在焊接飞机发动机涡轮叶片等关键部件时,智能焊接技术可根据材料特性和结构需求,精准控制焊接过程。电子束焊接技术常被应用其中,它利用高速电子束轰击工件产生的热能进行焊接,能够实现深熔焊接,使焊接接头具备优异的力学性能,满足飞机发动机在高温、高压、高速旋转等极端工况下的使用要求,确保飞机飞行安全。在航天器零部件焊接环节,航天器在太空中需应对极端环境,零部件焊接质量必须达到极高标准。智能焊接技术可依据航天器零部件的特殊要求,精确进行焊接工艺控制和参数调整^[2]。搅拌摩擦焊技术是常用方法之一,在焊接航天器的铝合金结构件时,它通过搅拌头与工件摩擦产生的热量使材料塑性流动并实现连接,具有焊接变形小、接头强度高、密封性好等优点,能有效保证航天器零部件的焊接质量,确保航天器在太空环境中稳定运行。

2.3 在船舶制造中的应用

船体结构焊接方面,船体由大量钢板焊接而成,焊接任务繁重,对质量和效率要求高。智能焊接技术可实现船体结构焊接自动化与高效化。门式焊接机器人是常用设备,它能按照预设程序对船体平板进行对接焊。机器人操作精准,可保证焊接质量的一致性,避免人工焊

接可能出现的误差和缺陷,同时其焊接速度快,能大幅缩短造船周期,提高生产效率,满足船舶大规模制造的需求,降低生产成本。船舶管系焊接同样关键,管系是船舶重要组成部分,焊接质量影响船舶正常运行,智能焊接技术能依据管系的材质、规格和焊接位置,精准选择焊接工艺和参数。自动氩弧焊技术常用于船舶不锈钢管系焊接,该技术利用氩气作为保护气体,可有效防止焊接过程中金属被氧化。它焊接质量好,能保证管系的密封性和强度;焊缝成型美观,符合船舶制造的外观要求,有助于提升船舶整体品质,保障船舶在复杂海洋环境下的安全可靠运行。

2.4 在工程机械制造中的应用

(1)大型结构件焊接上,工程机械的大型结构件尺寸大、重量重,焊接难度高。智能焊接技术可实现这类结构件的高效、高质量焊接。双丝焊接技术是常用手段,通过两根焊丝同时送进和燃烧,能显著提高焊接速度和熔敷效率。在焊接起重臂、车架等大型结构件时,该技术可快速完成焊接任务,缩短生产周期。同时,智能焊接系统能实时监测和调整焊接参数,保证焊接质量稳定,减少焊接缺陷,提高大型结构件的强度和可靠性,提升工程机械整体性能。(2)精密零部件焊接方面,工程机械的液压阀块、传动齿轮等精密零部件,对焊接质量和精度要求严苛。智能焊接技术可根据这些零部件的特点,精确控制焊接工艺和调整参数。微束等离子焊接技术适用于液压阀块等精密零部件焊接,它利用微细等离子弧作为热源,能实现微小焊缝的高质量焊接,保证焊缝的尺寸精度和表面质量,满足精密零部件的使用要求,提高工程机械的精度和稳定性。

3 智能焊接技术应用的优势

3.1 提高焊接质量

在参数精确控制上,智能焊接系统具备强大的能力。它能够对焊接电流、电压、焊接速度、送丝速度等关键参数进行精准把控。在焊接过程中,这些参数的稳定性和一致性直接影响焊接质量。传统焊接工艺中,参数易受人为因素干扰,如焊工操作熟练度、疲劳程度等,导致参数出现波动,进而影响焊接质量。而智能焊接系统通过预设程序和精确的控制系统,严格按照设定参数执行焊接任务,避免了人为因素带来的不确定性,使焊接过程更加稳定,焊接质量得到有效提升。智能焊接系统还具备实时监测与调整功能,它配备了多种传感器,可实时监测焊接过程中的熔池状态、焊缝成型等情况,传感器将监测到的数据实时反馈给系统,系统根据这些数据对焊接参数进行自动调整,若监测到熔池状态

异常或焊缝成型不符合要求,系统能迅速做出反应,调整焊接参数以纠正问题^[3]。

3.2 提高生产效率

智能焊接技术使焊接过程实现自动化,大幅减少了人工参与,焊接机器人是自动化操作的关键执行者,它能按照预设程序连续、稳定地执行焊接任务。与人工焊接相比,焊接机器人不受疲劳、情绪等因素干扰,可长时间保持高效工作状态。在长时间的生产过程中,焊接机器人能持续稳定地输出焊接能力,避免了人工焊接时因休息、情绪波动等导致的生产中断或效率降低,从而显著缩短生产周期,提高单位时间内的产品产出量,提升整体生产效率,满足大规模生产的需求。快速换产能力进一步增强了智能焊接技术对生产效率的提升作用,智能焊接系统具备较强适应性和灵活性,能快速更换焊接夹具并调整焊接程序。在多品种、小批量的机械制造企业中,产品种类多样且订单批量较小,传统焊接方式换产时间长、成本高。而智能焊接系统可根据不同工件需求,快速完成换产准备,迅速投入新工件的生产,减少设备闲置时间,提高设备利用率,使企业能更灵活地应对市场变化,快速响应客户需求,增强市场竞争力。

3.3 降低生产成本

一是减少人工成本,智能焊接技术发挥了关键作用。传统焊接作业高度依赖焊工,人工成本在总成本中占比较大。智能焊接技术的应用,使焊接过程实现自动化和智能化,减少了对焊工数量的需求。焊接机器人和智能化焊接设备可承担大量焊接任务,降低了企业在人力招聘、培训和管理方面的投入。而且,智能焊接技术能保证焊接质量的稳定性和一致性,减少焊接缺陷。焊接缺陷往往会导致产品返工,返工不仅耗费额外的人力、物力,还会延长生产周期,智能焊接技术降低了返工率,避免了因返工带来的成本增加,进一步压缩了生产成本,提升了企业的经济效益。二是节约材料,智能焊接系统能够精确控制焊接电流、电压、焊接速度等参数,使焊接过程更加精准,有效减少焊接飞溅,焊接飞溅会造成材料的浪费,智能焊接系统通过精准控制,降低了飞溅率,提高了材料的利用率。同时智能焊接技术还能对焊接工艺进行优化,根据不同材料和焊接要求,

选择最合适的焊接方法和参数,减少不必要的材料消耗,降低原材料成本,为企业节约生产成本。

3.4 改善劳动条件

第一,减少职业危害,传统焊接工艺存在诸多弊端,焊接过程中会产生大量烟尘,其中含有多种有害金属微粒和化学物质,焊工长期吸入易引发尘肺病等呼吸系统疾病;强烈的弧光会对焊工的眼睛和皮肤造成伤害,导致电光性眼炎、皮肤灼伤等问题;焊接时产生的噪声也会对焊工的听力造成损害。智能焊接技术的应用改变了这一局面,它通过自动化设备和智能化系统完成焊接任务,将焊工从充满烟尘、弧光和噪声的恶劣工作环境中解放出来。焊工无需直接接触焊接现场,避免了与有害因素的直接接触,从而有效减少了职业危害,保障了焊工的身体健康^[4]。第二,降低劳动强度,智能焊接系统实现了焊接过程的自动化操作,焊接机器人和智能化焊接设备按照预设程序自动完成焊接动作,焊工不再需要进行繁重的体力劳动,如搬运工件、手持焊枪长时间焊接等,焊工的主要工作转变为简单的编程和监控,只需在操作界面上设置焊接参数、监控焊接过程,劳动强度大幅降低。

结语

综上所述,智能焊接技术以其高度的自动化、智能化和精确性,为机械制造行业带来了革命性的变革。它不仅提高了焊接质量和生产效率,降低生产成本,还显著改善了劳动条件,保障了焊工的身体健康。随着技术的不断进步和应用范围的拓宽,智能焊接技术将在机械制造领域发挥更加重要的作用,推动行业持续向高质量、高效率、智能化方向发展。

参考文献

- [1]张宗营.自动化焊接新技术在机械制造中的应用研究[J].机械与电子控制工程,2025,7(8):49.
- [2]李铭秋.智能制造技术在汽车制造中的应用与机械工艺优化分析[J].内燃机与配件,2025(6):106-108.
- [3]张宝芬.激光加工技术在工程机械制造中的应用探讨[J].科海故事博览,2025(15):4-6.
- [4]吴广铭,金光玲.现代机械设计制造工艺的发展前景分析[J].机械与电子控制工程,2024,6(19):66.