

浅析工程机械焊接工艺现状与发展趋势

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: 文章浅析了工程机械焊接工艺的现状与发展趋势。当前, 工程机械焊接工艺在自动化、智能化、节能环保、材料连接技术以及数字化信息化等方面取得了显著进展。自动化焊接设备和智能化管理系统的应用提高了生产效率和产品质量; 环保型焊接材料和节能技术的研发降低了能耗和排放; 新型焊接技术和工艺的创新推动了行业的技术进步。未来, 工程机械焊接工艺将继续向更高效、更环保、更智能的方向发展, 为行业的可持续发展注入新的活力。

关键词: 工程机械; 焊接工艺; 现状; 发展趋势

1 工程机械焊接工艺概述

工程机械焊接工艺是将工程机械各部件进行连接的重要技术, 它通常采用钢铁、铝合金等材质, 通过加热或加压等方式使两个分离的物体产生原子间结合力而连接成一体。焊接工艺主要包括熔焊、压焊和钎焊三大类, 具体方法则有手弧焊、埋弧焊、氩弧焊等多种。在焊接过程中, 需要进行准备工作, 如清洁焊接区域、设置焊接参数等, 以确保焊接质量。工程机械焊接工艺具有结构重量轻、制造复杂零部件能力强、接头力学性能和密封性好等优点, 同时也存在焊接应力和变形等问题。为确保焊接质量, 需要选择适合的焊接材料和工艺, 熟练掌握焊接技能, 并采取必要的防护措施, 如穿戴防护工作服、使用保护气体等。

2 工程机械主要焊接工艺类型

2.1 全自动焊接

全自动焊接是工程机械制造中的一种高效焊接工艺。它利用先进的控制系统和高精度的运动系统, 实现焊接过程的自动化和智能化。全自动焊接设备能够连续进行焊接工作, 不受人为因素的影响, 具有高效、高精度和可靠性的特点。此外, 全自动焊接还可以提高焊接质量和一致性, 降低生产成本, 是现代工程机械制造中不可或缺的重要工艺。

2.2 半自动焊接

半自动焊接是人工操作和机器控制相结合的焊接方式。在工程机械制造中, 半自动焊接常用于毫米级以下的金属薄板和精细结构的焊接。这种焊接方式操作简便, 能够降低操作难度和劳动强度, 提高生产效率^[1]。半自动焊接设备对焊接熔池的掌控能力较强, 能够实现焊接点从头到尾的稳定控制, 从而提高焊接质量和一致性。

2.3 手工焊接

手工焊接是工程机械制造中最基础的焊接工艺之

一。它采用焊条电弧焊、气焊等方式, 通过人工操作进行焊接。手工焊接设备组成简单, 维护和搬运方便, 价格便宜, 手工焊接不需要辅助气体的保护, 适合户外作业, 能够焊接多种金属和合金。然而手工焊接对操作人员的技能要求较高, 且焊接质量易受人为主观因素的影响。

2.4 特殊焊接技术

特殊焊接技术包括激光焊接、等离子焊接等高精度、高效率的焊接方式。激光焊接利用高能量密度的激光束作为热源, 实现焊接过程的自动化和智能化。等离子焊接则通过高温电弧和压缩气体将金属熔化并连接在一起。这些特殊焊接技术具有焊接速度快、焊接质量高、变形小等优点, 广泛应用于工程机械制造中的高精度、高要求的焊接任务。

3 工程机械焊接工艺面临的挑战

3.1 多材质与异种材料焊接

工程机械焊接工艺在多材质与异种材料焊接方面面临着显著挑战。工程机械通常由多种不同材质构成, 如钢铁、铝合金、不锈钢等, 这些材质在物理和化学性质上存在显著差异, 使得焊接过程变得复杂且难以控制。异种材料焊接时, 由于不同材料之间的熔点、热膨胀系数、导热系数等性质差异较大, 容易导致焊接接头产生裂纹、夹渣、未熔合等缺陷。异种材料焊接还可能导致焊缝和母材之间的电化学腐蚀, 影响工程机械的使用寿命。

3.2 大型厚壁结构件焊接变形控制

在工程机械制造中, 大型厚壁结构件的焊接变形控制是一个重要的挑战。这些结构件通常具有复杂的形状和尺寸, 且壁厚较大, 焊接过程中容易产生较大的热应力和残余应力, 导致结构件变形、开裂等问题。大型厚壁结构件焊接变形的主要原因包括焊接热输入过大、焊接顺序不合理、焊接约束不足等。热输入过大会导致焊缝区域温度过高, 产生较大的热膨胀和压缩变形; 焊接顺序不合理则会

导致焊缝之间的相互影响,产生复杂的应力分布;焊接约束不足则无法有效限制结构件的变形。

4 工程机械焊接质量控制与管理

4.1 焊接缺陷与质量控制方法

在工程机械焊接过程中,焊接缺陷是影响焊接质量的关键因素之一。常见的焊接缺陷包括裂纹、夹渣、未熔合、未焊透、气孔和咬边等,这些缺陷不仅会削弱焊缝的强度和韧性,还可能导致焊接结构的失效,严重影响工程机械的性能和使用寿命^[2]。针对焊接缺陷,质量控制方法显得尤为重要,应严格控制焊接材料的选用和储存,确保材料符合设计要求,避免使用受潮、污染或质量不合格的材料。焊接工艺参数的选择和优化也是关键,包括焊接电流、电压、焊接速度、预热温度等,这些参数的选择应根据材料的种类、厚度和焊接结构的特点进行合理设定。焊接工人的技能水平和操作规范也是影响焊接质量的重要因素,应加强对焊接工人的培训和考核,确保其具备必要的焊接技能和操作规范。在焊接过程中,还应实施严格的过程控制,包括焊接前的准备工作、焊接过程中的监控和焊接后的检验。准备工作包括焊接区域的清洁、焊接设备的调试和焊接材料的准备等;焊接过程中的监控则涉及焊接参数的实时调整、焊缝质量的实时检测和焊接缺陷的及时发现和处理;焊接后的检验则是对焊缝外观、尺寸和内部质量进行全面检查,确保焊接质量符合设计要求。

4.2 无损检测技术的应用

无损检测技术是工程机械焊接质量控制的重要手段之一。它能够在不破坏焊接结构的前提下,对焊缝的内部和表面缺陷进行检测,为焊接质量的评估提供可靠依据。常见的无损检测技术包括射线检测(RT)、超声检测(UT)、磁粉检测(MT)和渗透检测(PT)等。射线检测主要用于检测焊缝内部的缺陷,如裂纹、夹渣和未焊透等;超声检测则能够检测焊缝内部的缺陷和材料的厚度变化;磁粉检测主要用于检测铁磁性材料表面的裂纹和缺陷;渗透检测则适用于检测非多孔性材料表面的开口缺陷。无损检测技术的应用不仅提高了焊接质量的检测效率和准确性,还为焊接缺陷的修复提供了有力支持。通过无损检测技术的检测,可以及时发现并定位焊接缺陷,为后续的修复工作提供明确的目标和方向,无损检测技术还可以对修复后的焊缝进行再次检测,确保修复质量符合设计要求。在工程机械焊接质量控制中,无损检测技术的应用应贯穿整个焊接过程,从焊接前的材料检测到焊接后的焊缝质量评估,都应充分发挥无损检测技术的优势和作用,还应定期对无损检测设备

进行维护和校准,确保其性能稳定可靠,为焊接质量的控制提供有力保障。

4.3 数字化焊接监控系统的引入与效果

随着数字化技术的不断发展,数字化焊接监控系统在工程机械焊接质量控制中的应用越来越广泛。数字化焊接监控系统的引入,不仅提高了焊接过程的可控性和可追溯性,还为焊接质量的优化提供了有力支持。通过实时监控焊接过程的各种数据,可以及时发现并纠正焊接过程中的异常情况,确保焊接质量的稳定性和一致性。数字化焊接监控系统还可以对焊接数据进行存储和分析,为后续的焊接工艺优化和质量改进提供数据支持。数字化焊接监控系统还可以与无损检测技术和质量控制方法相结合,形成完整的焊接质量控制体系。通过数字化焊接监控系统的实时监控和数据分析,结合无损检测技术的检测结果和质量控制方法的实施效果,可以对焊接质量进行全面评估和优化,确保工程机械焊接质量的可靠性和稳定性^[3]。

5 工程机械焊接工艺发展趋势

5.1 自动化与智能化趋势

随着科技的迅猛发展和工业4.0时代的到来,工程机械焊接工艺的自动化与智能化趋势愈发明显。这一趋势不仅体现在焊接设备的更新换代上,更贯穿于整个焊接生产流程的优化与升级。在焊接设备方面,传统的手工焊接逐渐被自动化、数字化的焊接设备所取代。自动化焊接设备具备焊接速度快、效率高、焊接质量稳定等优点,能够大幅度提高工程机械的制造效率和产品质量。例如,自动焊接机器人能够根据预设的程序和路径进行精确的焊接操作,不仅减轻了工人的劳动强度,还避免了人为因素导致的焊接质量波动,自动化焊接设备还具备自我诊断和故障预警功能,能够实时监控焊接过程中的各项参数,确保焊接过程的稳定性和可靠性。在焊接生产流程方面,自动化与智能化趋势同样显著。通过引入先进的生产管理系统和智能制造技术,企业能够实现焊接生产流程的自动化控制和智能化管理。通过引入大数据分析和人工智能技术,企业还能够对焊接数据进行深度挖掘和分析,为焊接工艺的优化和改进提供有力支持。

5.2 环保与节能趋势

随着全球环保意识的日益增强和节能减排政策的不断出台,工程机械焊接工艺的环保与节能趋势愈发明显。这一趋势不仅体现在焊接材料的选择和焊接过程的优化上,还贯穿于整个焊接生产周期的节能减排措施。在焊接材料方面,传统的焊接材料往往含有较高的有害物质,如铅、镉等重金属元素,对环境和人体健康造成

潜在威胁。研发和应用环保型焊接材料成为当前的重要趋势。环保型焊接材料不仅具有较低的有害物质含量,还具备更好的焊接性能和更高的焊接质量。例如,无铅焊锡、无镉焊锡等环保型焊接材料已经广泛应用于电子、通讯等行业的焊接生产中。在焊接过程方面,优化焊接工艺和减少能耗成为环保与节能的关键。通过改进焊接工艺参数、优化焊接顺序和路径等措施,可以显著降低焊接过程中的能耗和排放。引入先进的废气处理设备和焊接烟尘收集系统,可以有效减少焊接过程中产生的废气和烟尘对环境的污染。在焊接生产周期的节能减排措施方面,企业也积极探索和实践。这些措施不仅有助于保护环境、减少污染,还能提高企业的经济效益和社会责任感。

5.3 材料连接技术与创新

随着新材料技术的不断发展和应用,工程机械焊接工艺的材料连接技术与创新成为当前的重要趋势。在新材料焊接技术方面,随着高强度、耐磨、耐腐蚀等特殊材料的应用越来越广泛,传统的焊接技术已经难以满足这些材料的焊接需求。因此,研发和应用新型焊接技术成为当前的重要任务。例如,激光焊接、等离子焊接、摩擦搅拌焊等新型焊接技术具有高精度、高效率、高质量等优点,能够实现对特殊材料的精确焊接和高质量连接。这些新型焊接技术的应用不仅提高工程机械的制造水平和产品质量,还推动整个焊接行业的创新和发展^[4]。在焊接工艺的创新和优化方面,企业积极探索和实践。例如,通过引入先进的焊接工艺参数优化方法和焊接过程仿真技术,可以实现对焊接过程的精确控制和优化;通过引入先进的焊接质量控制方法和检测设备,可以实现对焊接质量的实时监测和精准控制。这些创新和优化措施不仅提高焊接工艺的可靠性和稳定性,还推动整个工程机械制造水平的提升。

5.4 数字化与信息化趋势

随着信息技术的飞速发展和应用,工程机械焊接工艺的数字化与信息化趋势愈发明显。这一趋势不仅体现在焊接设备的数字化和智能化上,还贯穿于整个焊接生产流程的数字化和信息化管理。在焊接设备的数字化和

智能化方面,随着传感器技术、物联网技术、大数据技术等先进技术的不断发展和应用,焊接设备已经具备了数据采集、传输、分析和处理等功能。这些功能不仅提高了焊接设备的智能化水平和自动化程度,还为焊接生产流程的数字化和信息化管理提供了有力支持。例如,通过引入智能焊接机器人和焊接过程监控系统,可以实现对焊接过程的实时监控和数据分析;通过引入大数据分析和人工智能技术,可以对焊接数据进行深度挖掘和分析,为焊接工艺的优化和改进提供有力支持。在焊接生产流程的数字化和信息化管理方面,企业积极探索和实践。例如,通过引入先进的生产管理系统和智能制造技术,企业能够实现焊接生产流程的数字化控制和信息化管理。这些系统和技术不仅提高生产效率和产品质量,还降低生产成本和资源消耗。通过引入云计算和大数据技术,企业还可以实现对焊接数据的远程存储和共享,为企业的协同创新和智能制造提供有力支持。

结束语

工程机械焊接工艺在现状中展现出强大的生命力和广阔的发展前景。随着科技的不断进步和行业的持续发展,工程机械焊接工艺将不断迈向新的高度。未来,期待看到更多创新技术和先进理念在工程机械焊接工艺中的应用,为行业的转型升级和高质量发展提供有力支撑。同时也应关注行业面临的挑战和问题,积极寻求解决方案,推动工程机械焊接工艺的可持续发展。

参考文献

- [1]王海波,刘翠翠.浅析工程机械焊接工艺现状与发展趋势[C]//建筑科技发展论坛论文集.2024:1-5.
- [2]刘友军,宋庆雷.浅析工程机械焊接工艺的发展现状及发展趋势[J].中国金属通报.2021,(14).DOI:10.3969/j.issn.1672-1667.2021.14.141.
- [3]赵东明.浅析工程机械焊接工艺现状与发展趋势[J].山东工业技术,2019(11):53.DOI:10.16640/j.cnki.37-1222/t.2019.11.045.
- [4]董权.浅谈机械焊接工艺探索与实践[J].南方农机.2019,(15).DOI:10.3969/j.issn.1672-3872.2019.15.092.