

铁路货车轮轴组装工艺改进研究

李新元

中国铁路呼和浩特局集团有限公司包头西车辆段 内蒙古包头 014000

摘要: 随着铁路运输的飞速发展,铁路货车轮轴组装工艺的优化成为关键。本文围绕铁路货车轮轴组装工艺改进展开研究。先对铁路货车轮轴组装工艺进行概述,指出其在铁路运输中的关键地位。随后深入剖析当前工艺存在的突出问题,如组装精度把控难、组装效率不高、质量稳定性欠佳以及工艺适应性不足等。针对这些问题,提出一系列改进策略,包括引入先进测量与定位技术提升精度、优化组装流程提高效率、强化质量控制体系保障质量、提升工艺灵活性与通用性增强适应性,以及加强人员培训管理提升操作技能与素质,为铁路货车轮轴组装工艺优化提供参考。

关键词: 铁路货车; 轮轴组装; 工艺改进; 问题与策略

引言

铁路运输是我国交通运输体系的重要组成部分,承担着大量货物运输任务。铁路货车作为铁路运输的载体,其轮轴组装质量直接关系到货车的运行安全与运输效率。轮轴组装工艺作为货车制造的核心环节,对货车的整体性能有着深远影响。然而,随着铁路运输需求的不断增长和运输标准的日益提高,现有的轮轴组装工艺逐渐难以满足实际需求,暴露出诸多问题。因此,深入研究并改进铁路货车轮轴组装工艺,成为提升铁路运输能力和保障运输安全的关键所在。

一、铁路货车轮轴组装工艺概述

(1) 铁路货车轮轴组装工艺是铁路货车制造过程中的关键环节,其质量优劣直接决定着货车的运行安全与性能表现。轮轴作为货车行驶的核心部件,承担着传递动力、支撑车体重量以及保障车辆稳定运行的重要使命。因此,轮轴组装工艺必须具备高度的精准性和可靠性。(2) 该工艺涉及多个复杂且相互关联的步骤。从零部件的准备开始,要对轮对、车轴等关键部件进行严格的质量检测与筛选,确保其尺寸精度、材质性能等符合设计要求。在组装过程中,需运用专业的工具和设备,精确控制各部件之间的相对位置和配合间隙,如轴承与车轴、轮对与轴箱等的装配^[1]。同时,要按照规定的工艺参数进行操作,例如合适的压装力、装配扭矩等,以保证组装质量。(3) 铁路货车轮轴组装工艺对环境条件也有一定要求。温度、湿度、清洁度等因素都会影响组装效果。

在洁净的组装车间内,控制适宜的温度和湿度,能有效避免杂质进入组装部件,减少因环境因素导致的质量隐患。此外,随着铁路技术的不断发展,轮轴组装工艺也在持续创新和优化,采用更先进的检测技术、自动化设备以及信息化管理系统,以提高组装效率和质量稳定性,适应铁路货车高速、重载的发展趋势。

二、铁路货车轮轴组装工艺存在的问题

(一) 组装精度难以精准控制

铁路货车轮轴组装对精度要求极高,但实际操作中精准控制困难重重。在车轴与轮对的压装环节,压装力的细微偏差都可能导致配合过盈量不符合标准,过盈量过大,会使车轴和轮座内部产生过大应力,长期运行易引发疲劳裂纹;过盈量过小,则连接不牢固,存在松动风险。同时,轴承与车轴、轴箱的装配中,游隙的精确调整也颇具挑战,游隙过大,车辆运行时轴承会产生异常振动和噪声,加速部件磨损;游隙过小,轴承运转阻力增大,温度升高,影响使用寿命。此外,各部件的同轴度、垂直度等几何精度要求,在组装过程中也因设备精度、操作手法等因素难以完全精准把控。

(二) 组装效率低下

铁路货车轮轴组装效率受多方面因素制约。在零部件供应环节,若物流配送不及时或库存管理不善,会导致组装现场等待零部件的情况频繁发生,造成生产中断。组装流程上,部分工序存在衔接不畅的问题,例如前一道工序完成后,后一道工序因设备调试、人员安排等原因不能及时开展,形成时间浪费。而且,当前组装作业

中人工操作占比较大，一些重复性、繁琐性的工作依赖人工完成，不仅速度慢，还容易因人员疲劳导致操作失误，进一步影响效率。另外，缺乏高效的信息化管理系统，无法实时监控组装进度和调配资源，也是导致组装效率难以提升的重要因素^[2]。

（三）质量稳定性欠佳

铁路货车轮轴组装质量稳定性存在不足。不同批次组装的轮轴，在质量表现上存在差异。一方面，原材料质量波动会影响最终组装质量，即使同一供应商提供的材料，不同批次在化学成分、物理性能等方面也可能存在细微差别，导致组装后的轮轴性能不一致。另一方面，组装过程中，操作人员的技能水平和熟练程度参差不齐，即使是按照相同工艺操作，不同人员组装的轮轴质量也有所不同。此外，环境因素对质量稳定性影响较大，组装车间的温度、湿度、清洁度等条件在不同时段可能发生变化，若不能有效控制，会使组装质量出现波动，影响轮轴的整体可靠性和使用寿命。

（四）工艺适应性不足

现有的铁路货车轮轴组装工艺适应性存在局限。随着铁路运输向高速、重载方向发展，对轮轴的性能要求不断提高，新型材料和结构的轮轴不断涌现，但现有工艺在应对这些变化时显得力不从心。例如，对于采用新材质的车轴和轮对，其热处理、加工等工艺要求与传统材料不同，现有工艺可能无法满足其特殊的性能需求。同时，不同类型铁路货车对轮轴的要求也有差异，如客车轮轴注重运行平稳性和舒适性，货车轮轴强调承载能力和耐久性，但现有组装工艺缺乏足够的灵活性，难以快速调整以适应不同车型轮轴的组装要求，限制了铁路货车多样化发展的需求。

三、铁路货车轮轴组装工艺改进策略

（一）引入先进测量与定位技术，提高组装精度

（1）采用高精度激光测量技术。在车轴与轮对压装过程中，利用激光位移传感器实时监测压装位移，精确控制压装行程，确保过盈量严格符合设计标准。通过激光测量还能对车轴和轮对的直径、圆度等尺寸进行快速精准测量，及时发现尺寸偏差，避免不合格部件进入组装环节，从源头上保障组装精度。（2）引入智能视觉定位系统。在轴承与车轴、轴箱的装配中，智能视觉系统可快速识别部件的位置和姿态，引导机械手臂精准抓取和放置部件，实现高精度的定位装配。该系统能自动调整装配角度和方向，确保游隙等关键参数准确无误，有

效解决人工定位不准确导致的装配质量问题，提高装配的一致性和稳定性。（3）应用数字化三维测量技术。对组装后的轮轴进行全面的三维扫描测量，获取其精确的几何形状和尺寸数据，并与设计模型进行对比分析。通过数字化测量，能及时发现组装过程中产生的微小变形和误差，为后续的工艺调整和优化提供数据支持，进一步提升组装精度，保证铁路货车轮轴的可靠性和安全性。

（二）优化组装流程，提升组装效率

（1）对组装流程进行全面梳理与重构。打破传统按部就班的线性组装模式，依据各工序间的逻辑关系和依赖程度，重新规划组装顺序。例如，将一些可并行开展的准备工作提前安排，像零部件的预处理、清洁等，与主体组装工序同步推进，减少等待时间，使整体组装流程更加紧凑高效。（2）引入自动化与智能化设备。采用自动压装设备替代人工压装，不仅能保证压装力的稳定和精准，还能大幅提高压装速度。利用机械手臂进行零部件的抓取和搬运，实现快速、准确的物料传递，减少人工搬运的时间和误差。同时，借助智能控制系统对组装设备进行集中管理和调度，根据生产进度自动调整设备运行参数，确保各环节无缝衔接，提升整体组装效率。（3）建立高效的物流配送体系。优化零部件的库存管理，采用先进的仓储技术，如自动化立体仓库，实现零部件的快速存取。根据组装进度，精准安排零部件的配送时间和路线，确保所需零部件能及时、准确地送达组装工位，避免因缺料或物流不畅导致的生产停滞，保障组装流程的连续性和高效性，从而提升铁路货车轮轴的组装效率^[3]。

（三）加强质量控制体系，保障质量稳定性

（1）构建全方位的质量检测网络。在轮轴组装的各个关键环节设置质量检测点，从原材料入厂检验开始，对车轴、轮对、轴承等零部件的尺寸精度、材质性能等进行严格检测，确保只有合格品进入组装流程。在组装过程中，对压装力、游隙调整、同轴度等关键参数进行实时监测和记录，一旦发现偏差立即停止组装并进行调整。组装完成后，进行全面的性能测试，如静平衡试验、动载荷试验等，确保轮轴满足设计要求和标准。（2）强化质量追溯与反馈机制。为每个轮轴建立唯一的质量档案，详细记录从原材料到成品的所有质量信息，包括检测数据、操作人员、生产时间等。一旦发现质量问题，能够迅速追溯到问题产生的环节和责任人，及时采取纠正措施。同时，建立质量反馈渠道，鼓励员工及

时上报生产过程中发现的质量隐患和问题,对提出有效改进建议的员工给予奖励,形成全员参与质量控制的良好氛围。(3)持续开展质量改进活动。定期对质量控制数据进行统计分析,找出质量问题的规律和趋势,确定质量改进的重点和方向。通过开展质量改进小组活动,运用六西格玛、PDCA循环等质量管理工具,不断优化组装工艺和质量检测方法,提高质量控制的科学性和有效性,从而保障铁路货车轮轴质量的稳定性。

(四) 提升工艺灵活性与通用性,增强适应性

(1) 推进模块化工艺设计。将轮轴组装工艺拆分为多个独立的模块,如车轴加工模块、轮对组装模块、轴承载模块等。每个模块具备明确的功能和标准接口,能够独立进行设计、生产和调整。当面对不同类型铁路货车轮轴组装需求时,可根据具体要求灵活组合这些模块,快速搭建出适配的组装工艺流程。例如,对于高速客车轮轴和重载货车轮轴,通过选用不同的模块组合,既能满足高速客车对运行平稳性的高要求,又能适应重载货车对承载能力的特殊需求。(2) 开发通用化组装设备。设计制造具有通用性的组装设备和工装夹具,使其能够适用于多种规格和型号的轮轴组装。这些设备应具备可调节、可更换的特点,通过简单的操作就能适应不同尺寸的车轴、轮对和轴承。比如,采用可调节的压装机,能够根据不同轮轴的过盈量要求,精确调整压装力;设计通用的轴箱定位装置,可适配多种轴箱结构,减少因车型变化而导致的设备更换和调试时间。(3) 加强工艺标准化与规范化建设。制定统一、详细的工艺标准和操作规范,明确各工序的技术要求、质量标准和操作流程。无论面对何种类型的轮轴组装任务,操作人员都能依据标准规范进行作业,确保组装质量的一致性和稳定性,同时提高工艺的通用性和适应性,使轮轴组装工艺能够更好地适应铁路货车多样化发展的需求。

(五) 加强人员培训与管理,提高操作技能和素质

(1) 开展系统化技能培训。依据轮轴组装工艺的不同岗位需求,制定全面且具有针对性的培训计划。对于新入职员工,安排基础理论课程,涵盖轮轴结构、组装原理、质量标准等内容,使其快速了解工作全貌。针对在岗员工,定期组织技能提升培训,邀请行业专家或

技术骨干,讲解先进的组装技术、设备操作技巧以及故障排除方法。同时,设置实操培训环节,在模拟或实际生产环境中,让员工进行反复练习,通过实际操作加深对理论知识的理解,熟练掌握组装工艺的各个环节。(2) 建立多元化激励机制。设立技能等级评定制度,根据员工的操作技能水平和工作业绩,划分不同的技能等级,并给予相应的薪酬待遇和职业发展空间。开展技能竞赛活动,对表现优秀的员工给予物质奖励和荣誉表彰,激发员工的学习热情和竞争意识。此外,建立内部晋升通道,为技能突出、管理能力强的员工提供晋升机会,鼓励员工不断提升自身素质,形成积极向上的工作氛围。(3) 强化人员日常管理。建立完善的员工考核制度,定期对员工的工作态度、操作技能、质量意识等方面进行考核评价,将考核结果与薪酬、晋升等挂钩。加强对员工的纪律管理,规范员工的工作行为,确保组装工艺的严格执行,提高铁路货车轮轴组装的质量和效率^[4]。

结束语

综上所述,铁路货车轮轴组装工艺的改进是一项系统且意义重大的工程。通过引入先进测量与定位技术、优化组装流程、强化质量控制体系、提升工艺灵活性与通用性以及加强人员培训与管理等一系列举措,能够有效解决当前组装工艺中存在的精度难控、效率低下、质量不稳、适应性差等问题。这不仅有助于提高铁路货车轮轴的组装质量和生产效率,降低生产成本,更能增强铁路运输的安全性和可靠性,推动铁路货车制造行业向更高水平发展,以更好地适应不断变化的铁路运输市场需求。

参考文献

- [1] 李琰.铁路货车轮轴组装工艺改进研究[J].轨道交通装备与技术,2020(01):350-352.
- [2] 吴宇琛,周元弘.铁路货车轮轴组装工艺改进研究[J].建筑技术科学,2022.159-160.
- [3] 宋赫男,沙明学,包华状.探析机车轮轴加工、组装工艺与过程[J].建筑技术科学,2022.209-210.
- [4] 于丽丽,宋庆泉.铁路货车轮轴无损检测技[J].建筑技术科学,2021.311-312.