

采矿机械制造过程中的智能检测与质量控制技术研究

王永强

鄂尔多斯市乌兰煤炭(集团)有限责任公司 内蒙古自治区 鄂尔多斯 017200

摘要: 智能检测与质量控制技术对采矿机械制造意义重大。本文详细阐述了采矿机械制造智能检测与质量控制的核心技术体系,包括智能检测与质量控制技术分类及二者融合要素。介绍了各关键工序的智能检测技术应用,以及制造过程质量控制技术应用。探讨了智能检测与质量控制技术在采矿机械制造中的应用核心要点,涵盖技术与工艺适配、系统集成、质量稳定性管控及数据联动等方面,为提升采矿机械制造质量提供理论支持。

关键词: 采矿机械制造;智能检测技术;质量控制技术;工序应用;技术要点

引言:采矿机械制造在矿业生产中占据关键地位,其制造质量直接影响采矿作业的效率与安全。随着科技发展,传统检测与质量控制方式难以满足高精度、高效率制造需求。智能检测与质量控制技术凭借自动化、精准化、实时化等优势,成为提升采矿机械制造质量的重要手段。深入研究智能检测与质量控制技术在采矿机械制造中的应用,有助于解决制造过程中的质量问题,推动采矿机械制造行业向智能化、高质量方向发展。

1 采矿机械制造智能检测与质量控制核心技术体系

1.1 智能检测核心技术分类

智能检测核心技术分类围绕采矿机械制造全环节检测需求构建,各类技术定位清晰、功能互补,形成完整的检测技术链条^[1]。视觉检测技术依托机器视觉系统实现采矿机械零部件外观、尺寸的自动化检测,通过图像采集与处理技术捕捉检测对象特征,完成表面缺陷与尺寸偏差的精准识别。超声检测技术聚焦零部件内部质量检测,利用超声波传播特性捕捉内部孔隙、裂纹等缺陷,适配采矿机械厚壁零部件的检测需求。激光检测技术凭借高精度测量优势,实现零部件加工精度、装配间隙的精准检测,提升检测数据的准确性。红外检测技术通过捕捉零部件温度场分布,判断制造过程中因热加工产生的质量隐患,为后续质量控制提供数据支撑。数据采集与分析技术整合各类检测数据,通过智能算法完成数据解析,提取质量关联信息,为检测流程优化与质量管控提供数据依据。

1.2 质量控制核心技术分类

质量控制核心技术分类围绕采矿机械制造全流程质量管控需求展开,聚焦制造各环节的质量隐患防控与精度保障。过程控制技术针对采矿机械制造各工序开展实时管控,通过动态调整制造参数,规避工序偏差导致的质量问题,维持制造过程的稳定性。精度控制技术聚焦

采矿机械零部件加工与装配精度,通过精准调控加工设备、优化装配工艺,保障零部件尺寸与装配精度符合设计要求,适配采矿机械的运行工况。缺陷防控技术依托检测数据反馈,针对制造过程中易出现的缺陷类型,优化制造工艺,提前规避缺陷产生,降低质量隐患。全流程追溯技术通过构建制造过程数据档案,实现原材料、加工、装配、检测等各环节的质量追溯,便于质量问题的溯源与整改,强化质量管控的系统性。

1.3 智能检测与质量控制技术融合要素

智能检测与质量控制技术融合要素是实现二者协同发力的基础,支撑检测数据向质量管控指令的转化,推动质量管控从被动整改向主动防控转型。数据互通要素构建检测系统与质量控制系统的信息交互通道,实现检测数据的实时传输与共享,确保质量控制指令能够基于精准检测数据制定。算法协同要素整合检测数据分析算法与质量控制优化算法,通过检测数据解析识别质量隐患,同步生成针对性的质量控制方案,提升质量管控的精准度。流程联动要素实现检测流程与质量控制流程的深度衔接,检测环节发现的质量问题及时反馈至对应制造工序,通过质量控制技术调整制造参数,形成“检测-分析-调控-优化”的闭环联动机制,推动采矿机械制造质量持续提升。

2 采矿机械制造各关键工序的智能检测技术应用

2.1 原材料加工工序智能检测

原材料加工工序是采矿机械制造的基础环节,智能检测技术应用聚焦原材料质量与精度管控,为后续制造工序奠定质量基础^[2]。原材料性能智能检测聚焦原材料核心性能指标,通过智能检测设备采集原材料力学性能、化学性能等关键参数,结合检测数据分析判断原材料是否符合采矿机械制造要求。检测技术依托材料检测领域成熟理论,精准识别原材料性能偏差,规避因原材料性

能不达标导致的后续制造质量问题,保障原材料适配采矿机械重载、抗冲击的运行需求。原材料尺寸精度智能检测针对原材料加工后的尺寸参数开展检测,通过激光检测、视觉检测等技术,精准测量原材料长宽高、厚度等关键尺寸,判断尺寸偏差是否处于允许范围。检测过程实时采集尺寸数据并完成解析,及时反馈尺寸偏差问题,便于调整加工参数,确保原材料尺寸符合后续零部件加工的精度要求。

2.2 零部件加工工序智能检测

零部件加工工序是采矿机械制造的核心环节,零部件质量直接决定整机性能,智能检测技术应用聚焦加工精度与表面质量管控。零部件机械加工精度智能检测依托高精度检测设备,对零部件加工后的尺寸、形位公差等参数开展实时检测,精准捕捉加工过程中产生的精度偏差。检测数据经智能算法解析后,反馈至加工设备,便于动态调整加工参数,保障零部件加工精度符合设计标准,适配采矿机械各部件的协同运行需求。零部件表面质量智能检测通过视觉检测、超声检测等技术,捕捉零部件表面划痕、凹陷、裂纹等缺陷,同时检测表面粗糙度等关键指标。检测技术能够精准识别细微表面缺陷,避免缺陷影响零部件耐磨性、抗腐蚀性,保障零部件长期稳定运行。

2.3 装配工序智能检测

装配工序是实现采矿机械零部件协同工作的关键环节,智能检测技术应用聚焦装配精度与连接可靠性,确保装配质量符合整机运行要求。零部件装配精度智能检测通过激光检测、视觉检测等技术,测量零部件装配间隙、相对位置等参数,判断装配精度是否符合设计要求。检测过程实时反馈装配偏差,便于调整装配位置与方式,保障各零部件协同配合,避免因装配偏差导致的运行故障。装配连接可靠性智能检测针对零部件连接部位开展检测,通过超声检测、红外检测等技术,判断连接部位的紧固程度与连接质量,识别连接松动、连接缺陷等问题。检测结果为装配质量调整提供依据,强化装配连接的稳定性,保障采矿机械运行过程中各零部件连接可靠。

2.4 成品总装智能检测

成品总装智能检测是采矿机械制造的终端检测环节,聚焦整机精度与关键部件协同性能,确保成品质量符合出厂标准。成品整体精度智能检测通过全方位检测设备,对采矿机械整机尺寸、安装精度等参数开展检测,判断整机精度是否符合设计要求,确保整机结构合理、运行顺畅。检测过程整合整机各部位检测数据,全面评估成品整体精度水平。成品关键部件协同性能智能检测聚焦整

机核心部件的协同运行状态,通过动态检测技术,模拟整机运行工况,检测关键部件协同工作的协调性与可靠性。检测数据为成品质量评估提供支撑,规避关键部件协同运行异常导致的整机故障,保障采矿机械成品的运行稳定性。

3 采矿机械制造过程质量控制技术应用

3.1 加工过程实时质量控制

加工过程实时质量控制聚焦原材料加工与零部件加工全工序,依托智能检测数据反馈,实现加工参数的动态调整与质量精准管控^[3]。控制技术对接加工设备与智能检测系统,实时采集加工过程中的尺寸精度、表面质量等关键数据,通过智能算法解析数据偏差,动态调整加工转速、进给量等核心参数,维持加工过程稳定性。同时对加工工序中的关键节点开展针对性管控,规避加工偏差累积导致的质量问题,保障加工件质量符合设计要求,适配采矿机械重载、耐磨的运行需求,支撑后续装配工序有序开展。

3.2 装配过程质量管控

装配过程质量管控围绕零部件装配精度与连接可靠性展开,结合装配工序智能检测数据,构建全过程装配质量管控机制。管控技术聚焦装配工序的关键环节,实时跟踪装配位置、装配间隙等参数,及时调整装配方式与顺序,避免装配偏差导致的零部件协同运行异常。同时强化装配连接部位的质量管控,通过精准调控连接工艺,保障连接紧固性,规避连接松动、连接缺陷等问题,确保各零部件协同配合,提升装配质量稳定性,为成品总装质量奠定基础。

3.3 制造过程质量异常预警与调控

制造过程质量异常预警与调控依托智能检测数据与质量管控模型,实现质量隐患的提前识别与快速处置。通过整合各工序检测数据,构建质量异常识别模型,捕捉加工、装配等工序中的数据异常波动,及时发出质量预警信号,明确异常类型与影响范围。针对预警信息,自动生成针对性调控方案,调整制造参数、优化工序流程,快速处置质量异常,避免异常扩大蔓延,降低质量损失,维持制造过程的质量稳定性,推动质量管控从被动整改向主动防控转型。

3.4 全流程质量追溯技术应用

全流程质量追溯技术应用贯穿采矿机械制造全环节,构建覆盖原材料、加工、装配、检测及成品的质量追溯体系。通过采集各环节制造数据、检测数据,建立完整的质量追溯档案,明确各环节质量责任与参数信息。追溯技术能够实现质量问题的精准溯源,当出现质量隐患时,快速

定位问题产生的工序与原因，为整改优化提供依据。同时依托追溯数据，分析制造过程中的质量薄弱环节，优化质量管控策略，提升全流程质量管控水平，保障采矿机械制造质量的一致性与可追溯性。

4 智能检测与质量控制技术在采矿机械制造中的应用核心要点

4.1 技术与采矿机械制造工艺适配要点

技术与采矿机械制造工艺适配要点聚焦智能检测、质量控制技术与采矿机械制造工艺的精准匹配，是技术有效落地的前提^[4]。适配要点需结合采矿机械制造各工序工艺特征，包括原材料加工、零部件加工、装配等不同工序的工艺要求与运行工况，选择适配的智能检测技术与质量控制方式。需充分考虑采矿机械重载、耐磨、抗冲击的产品特性，优化技术参数与应用方案，避免技术与制造工艺脱节。同时兼顾技术与现有制造设备的兼容性，确保技术应用能够顺畅衔接现有生产体系，降低技术应用成本，提升技术落地效率，保障技术应用与制造工艺协同发力。

4.2 智能检测与质量控制系统集成要点

智能检测与质量控制系统集成要点核心是实现智能检测系统与质量控制系统的协同联动，构建一体化质量管控平台。集成要点需打破两大系统之间的信息壁垒，整合智能检测数据、制造工艺数据、质量管控数据等多维度信息，实现数据高效共享与交互。需遵循标准化集成原则，采用规范的通信协议与接口标准，确保检测系统与控制系统能够顺畅对接，实现检测数据向控制指令的快速转化。集成过程中需优化系统结构布局，兼顾系统运行效率与扩展性，为后续技术升级、功能完善预留空间，契合采矿机械制造长期发展需求，推动质量管控向一体化、智能化转型。

4.3 制造过程质量稳定性管控要点

制造过程质量稳定性管控要点是保障智能检测与质量控制技术持续发挥作用的核心，直接关系采矿机械制造质量的一致性。管控要点需聚焦制造全工序，通过智能检测技术实时捕捉各工序质量参数波动，依托质量控制技术动态调整制造参数，维持制造过程的稳定性。加强对制造关键节点的质量管控，优化管控策略，规避工

序偏差累积导致的质量问题。同时强化检测设备与控制设备的运行管控，定期开展设备调试与维护，及时排查运行隐患，保障设备持续稳定运行，为质量稳定性管控提供可靠支撑，确保采矿机械制造质量符合设计标准。

4.4 智能检测数据与质量控制联动要点

智能检测数据与质量控制联动要点聚焦检测数据与质量管控的深度融合，实现数据驱动的质量管控。联动要点需构建完善的检测数据反馈机制，确保智能检测数据能够实时、准确传输至质量控制系统，为质量管控决策提供可靠依据^[5]。通过智能算法对检测数据进行深度解析，提取质量关联信息，识别质量隐患，同步生成针对性的质量控制方案，实现检测数据与控制指令的精准联动。推动质量管控从依赖经验向依赖数据转变，通过数据联动优化制造工艺、调整管控策略，形成“检测-分析-调控-优化”的闭环机制，持续提升采矿机械制造质量管控水平。

结束语

智能检测与质量控制技术的深度融合，为采矿机械制造质量管控提供了从数据采集到决策优化的完整闭环。通过构建多技术协同的检测体系与全流程联动的质量管控机制，可显著提升制造过程的稳定性与一致性，降低质量隐患与制造成本。技术落地的关键在于实现检测精度、控制效率与工艺适配性的平衡，同时需强化系统集成与数据联动能力，推动质量管控向智能化、主动化方向演进。

参考文献

- [1]王建国,李红梅,张志强.机械制造过程中机器视觉质量检测系统设计[J].制造业自动化,2022,44(8):123-126+131.
- [2]刘文静,陈明,赵亮.基于深度学习的机械零件表面缺陷检测算法研究[J].仪器仪表学报,2021,42(11):89-97.
- [3]孙永志.采矿机械制造过程中的智能检测与质量控制技术研究[J].冶金与材料,2025,45(1):41-43.
- [4]张树鑫,王然风,任函弛,等.浮选尾矿灰分检测机械臂柔顺控制研究[J].工矿自动化,2025,51(12):142-148.
- [5]侯瑞丽.基于EMMD-RVM的煤矿采矿机械设备异常检测系统[J].能源与环保,2022,44(05):149-155.