

机械电气领域信息化下的智能制造技术研究

宋伟¹ 申金磊²

1. 青岛石化检修安装工程有限责任公司 山东 青岛 266000

2. 青岛诺诚化学品安全科技有限公司 山东 青岛 266000

摘要: 在机械电气领域, 信息化是推动智能制造发展的核心动力。本文聚焦信息化驱动下的智能制造技术, 阐述物联网、大数据等信息化技术核心内涵, 剖析智能制造分层架构及领域技术特性。详细探讨智能装备、数字化生产等四大技术体系, 分析多源异构数据融合等关键技术突破。研究离散制造、流程工业及复杂装备全生命周期管理中的技术融合应用场景与路径, 为机械电气领域智能制造发展提供理论支撑与实践参考。

关键词: 机械电气领域; 信息化技术; 智能制造技术; 技术融合应用

引言: 机械电气领域作为工业发展的关键支柱, 在当今科技飞速发展的时代, 面临着转型升级的迫切需求。信息化技术的蓬勃兴起, 为该领域带来了新的发展契机, 智能制造技术应运而生。信息化与智能制造技术的深度融合, 不仅能提升生产效率与产品质量, 还能推动产业向高端化、智能化迈进。深入探究机械电气领域信息化下的智能制造技术, 对于把握行业发展趋势、突破技术瓶颈、实现产业升级具有重要的现实意义。

1 机械电气领域信息化与智能制造技术的理论基础

1.1 信息化技术的核心内涵

信息化技术是机械电气领域智能制造发展的核心支撑, 核心内涵围绕多类关键技术协同应用展开^[1]。物联网技术通过各类传感器与通信模块搭建设备互联网络, 实现机械电气设备与生产系统无缝连接, 完成生产数据实时传输, 为后续数据处理提供精准数据源。大数据技术专注海量生产数据管理, 具备强大存储与高效分析能力, 可深度挖掘生产数据关联规律, 为生产优化提供数据支撑。云计算技术依托分布式架构提供弹性可扩展计算资源, 实现计算能力按需分配, 高效处理领域内海量复杂生产数据, 降低处理成本。人工智能技术通过算法模型训练优化, 赋予生产系统自主决策能力, 可根据数据反馈调整运行参数, 实现生产过程自主优化。

1.2 智能制造技术的体系架构

智能制造技术依托分层架构实现协同运行, 各层级各司其职、紧密衔接, 构成完整的技术体系。感知层作为体系架构的基础, 由传感器网络与数据采集系统组成, 负责采集机械电气生产过程中的设备运行参数、生产状态等各类数据, 将物理世界的生产信息转化为可处理的数字信息, 为上层架构提供数据支撑。网络层承担数据传输与通信衔接功能, 以工业互联网为核心, 遵循统一的通

信协议标准, 实现感知层数据向平台层、应用层的高效传输, 保障各层级之间的信息互通。平台层是智能制造技术的核心枢纽, 包含智能制造执行系统与产品生命周期管理系统, 能够对生产数据进行集中处理、分析与调度, 统筹生产全流程, 实现生产过程的精细化管理。应用层聚焦实际生产场景, 整合智能装备、柔性生产线与数字化车间, 将平台层的调度指令转化为实际生产动作, 实现机械电气产品的智能化加工、装配与生产。

1.3 机械电气领域的技术特性

机械电气领域技术特性贴合行业生产需求, 形成独具特色的技术体系。机电一体化是领域核心特性, 强调机械系统与电气控制系统深度融合, 打破传统机械与电气分离局限, 实现设备运行精准控制与高效协同, 提升设备整体运行性能。精密制造聚焦产品加工与装配精度要求, 依托高精度加工设备与先进装配技术, 严格控制产品尺寸误差与装配间隙, 满足高端机械电气产品质量要求。能源管理注重生产过程能源高效利用, 通过优化动力传输路径、采用节能技术与设备, 降低生产过程能源消耗, 实现绿色生产。可靠性工程围绕系统稳定运行展开, 通过优化系统设计、完善故障监测机制, 提升机械电气系统运行稳定性, 具备较强故障预测能力, 减少故障停机时间, 保障生产连续稳定开展。

2 信息化驱动下的智能制造技术体系

2.1 智能装备技术

智能装备技术是信息化驱动下智能制造体系的核心载体, 支撑生产过程的智能化升级。数控机床的智能化升级聚焦加工精度与效率提升, 通过集成智能算法实现加工参数的自适应调整, 可根据加工材质、工况变化动态优化参数设置, 同时具备刀具寿命预测功能, 通过监测刀具运行状态精准判断损耗程度, 提前发出更换提醒,

减少加工故障与废品率^[2]。工业机器人的协同作业突破单台设备的作业局限,依托先进的协同控制技术实现多机协作,优化作业流程与空间布局,融入人机共融技术,实现人与机器人的安全高效配合,适配复杂生产场景的作业需求。智能传感器网络承担多源数据采集与处理功能,整合各类传感器采集的设备运行、生产环境等数据,具备较强的多源数据融合能力,结合边缘计算技术实现数据的就近处理,降低数据传输延迟,提升数据处理效率,为后续智能决策提供及时支撑。

2.2 数字化生产技术

数字化生产技术构建虚拟与现实联动的生产模式,推动生产过程的数字化转型。虚拟调试技术通过对生产系统进行精准建模,开展离线调试工作,提前排查生产流程中的潜在问题,优化生产工艺与设备布局,减少现场调试成本与时间损耗。数字孪生技术实现物理实体与虚拟模型的实时映射,将生产过程中的各类数据同步至虚拟模型,通过虚拟模型模拟生产状态,实现生产过程的可视化监控与动态优化,助力生产流程的精准管控。柔性制造系统依托模块化设计理念,实现生产模块的灵活组合,具备快速重构能力,可根据产品类型、批量变化快速调整生产布局与流程,适配多品种、小批量的生产需求,提升生产系统的灵活性与适应性。

2.3 智能管控技术

智能管控技术实现生产全流程的精细化、智能化管理,提升生产管理效率与质量。制造执行系统聚焦生产计划的落地与执行,负责生产计划的精准调度,优化人力、设备、物料等资源的配置,实时监控生产进度,及时协调解决生产过程中的异常问题,保障生产计划有序推进。质量追溯系统构建产品全生命周期的数据链,整合生产、加工、检测等各环节数据,实现产品质量的全程追溯,同时具备缺陷分析能力,通过挖掘质量数据找出缺陷产生原因,为质量优化提供方向。能源管理系统专注于生产过程的能耗监测,实时采集各环节能耗数据,分析能耗异常情况,结合绿色制造理念优化能耗分配,降低生产能耗,推动生产过程向绿色化、低碳化转型。

2.4 智能服务技术

智能服务技术延伸智能制造的服务维度,实现生产与服务的深度融合。预测性维护通过实时监测设备运行状态,采集设备振动、温度等关键数据,分析设备运行趋势,实现故障的提前预警,提前采取维护措施,降低设备故障发生率。远程运维依托AR/VR技术搭建远程服务平台,实现远程专家与现场设备的联动,通过虚拟可视化技术指导现场人员开展设备维护、故障排查等工作,

降低运维成本,提升运维效率。产品服务化打破传统产品单一供给模式,将智能产品与增值服务有机集成,围绕产品全生命周期提供定制化、个性化服务,拓展产品价值维度,推动制造业从生产型向服务型转型。

3 机械电气领域智能制造的关键技术突破

3.1 多源异构数据融合技术

多源异构数据融合技术是机械电气领域智能制造数据处理的核心突破,破解不同来源、不同类型数据难以协同利用的难题^[3]。跨协议数据接入与标准化处理聚焦各类设备、系统的数据互通,兼容不同通信协议,实现多来源数据的统一接入,通过标准化处理规范数据格式,消除数据异构性,为数据融合奠定基础。时序数据与非结构化数据的关联分析打破数据类型壁垒,挖掘生产过程中时序数据与非结构化数据的内在联系,提炼有价值的生产信息,为生产优化提供数据支撑。数据清洗与质量提升方法针对采集数据中的噪声、缺失、异常等问题,通过专业算法完成数据筛选与修正,提升数据完整性与准确性,保障数据应用的可靠性,为后续智能决策与分析提供高质量数据保障。

3.2 自主决策与优化技术

自主决策与优化技术推动机械电气智能制造从被动响应向主动优化转型,提升生产系统的智能化水平。基于深度学习的生产过程建模通过挖掘生产历史数据与实时数据,构建精准的生产过程模型,精准刻画生产环节的运行规律,为决策优化提供模型支撑。多目标优化算法与实时决策引擎整合生产效率、质量、成本等多维度目标,通过算法求解最优方案,依托实时决策引擎快速响应生产工况变化,输出精准决策指令。动态调度与资源分配策略根据生产进度与工况波动,灵活调整生产调度方案,优化人力、设备、物料等资源配置,提升资源利用效率,保障生产过程高效有序推进。

3.3 人机协同技术

人机协同技术打破人与设备的协同壁垒,实现人与智能制造系统的高效适配。自然交互界面与语音控制简化人机操作流程,通过直观的交互界面与精准的语音识别技术,实现人员对设备的便捷操控,降低操作门槛,提升操作效率。增强现实辅助装配与维修将虚拟信息与物理场景有机融合,为装配、维修人员提供直观的操作指引,简化复杂操作流程,减少操作失误,提升装配与维修质量。安全防护机制与共融空间设计聚焦人机共融的安全需求,构建全方位的安全防护体系,优化人机共融空间布局,保障人员与设备的安全协同,适配复杂生产场景的人机协作需求。

3.4 边缘计算与分布式智能

边缘计算与分布式智能突破传统集中式计算的局限,提升智能制造系统的实时响应能力。现场级数据处理与轻量化模型部署将数据处理能力下沉至生产现场,实现现场数据的就近处理,减少数据传输距离,降低传输延迟,同时部署轻量化算法模型,适配现场设备的计算能力,提升数据处理效率。雾计算架构与低延迟控制构建分层计算架构,衔接边缘计算与云端计算,优化数据传输与处理流程,实现生产控制的低延迟响应,保障设备运行的精准控制。分布式协同优化算法整合多个分布式节点的计算资源,实现各节点的协同优化,提升整个生产系统的运行稳定性与优化能力,支撑大规模智能制造系统的高效运行。

4 技术融合应用场景与实现路径

4.1 离散制造领域的智能化升级

离散制造领域的智能化升级聚焦多品种、小批量生产需求,依托技术融合构建高效灵活的生产模式^[4]。订单驱动的柔性生产模式以订单需求为核心,整合信息化与智能制造技术,实现生产计划的动态调整,精准匹配订单规格与批量要求,提升生产响应速度。模块化装备与快速换型技术通过标准化模块设计,实现装备的灵活组合与快速切换,缩短产品换型时间,适配不同产品的生产需求,提升生产系统的灵活性。智能物流与仓储系统集成打通生产与仓储、物流各环节,通过智能调度技术实现物料的精准配送与高效存储,优化物料流转流程,减少物料积压与浪费,保障生产流程顺畅推进。

4.2 流程工业的智能化改造

流程工业的智能化改造围绕连续生产特性,通过技术融合提升生产稳定性、能效与质量。连续生产过程的闭环控制整合智能感知、控制与优化技术,实时采集生产过程参数,动态调整控制策略,实现生产过程的精准管控,避免生产波动,保障生产连续性。能源梯级利用与排放优化依托能源管理与智能优化技术,梳理能源利用流程,实现能源的分级利用,降低能源损耗,同时优化生产排放流程,减少污染物排放,推动流程工业绿色发展。质量波动抑制与工艺稳定性提升通过数据融合与分析技术,识别质量波动诱因,优化生产工艺参数,提升工

艺运行稳定性,减少质量缺陷,保障产品质量一致性。

4.3 复杂装备的全生命周期管理

复杂装备的全生命周期管理依托技术融合,实现装备从设计到退役的全流程精细化管理。设计阶段的可制造性分析整合设计与制造技术,在设计过程中充分考虑制造工艺要求,优化设计方案,减少设计与制造环节的衔接障碍,降低制造成本^[5]。服务阶段的健康管理与备件优化通过状态监测与预测性维护技术,实时掌握装备运行状态,开展健康评估与故障预警,同时优化备件存储与调配,保障备件及时供应,提升装备运维效率。退役阶段的资源回收与再制造结合绿色制造与智能化技术,对退役装备进行精准拆解与检测,分类回收可利用资源,开展再制造加工,实现资源循环利用,提升装备全生命周期价值。

结束语

机械电气领域信息化下的智能制造技术研究,在理论构建与实践探索方面均取得一定成果。通过剖析信息化技术核心内涵、智能制造技术体系架构及领域技术特性,明确了技术发展的基础与方向。关键技术突破为智能制造提供有力支撑,技术融合应用场景与实现路径的探索,为不同类型生产场景的智能化升级提供了可行方案。持续推动机械电气领域智能制造技术发展,有助于提升生产效率、保障产品质量、降低生产成本,增强行业整体竞争力,推动行业向智能化、绿色化、服务化方向稳步迈进。

参考文献

- [1]丁玉林.智能制造在化工企业电气设备中的应用与发展前景[J].化工管理,2024(30):92-95+108.
- [2]吴羽.基于智能制造技术的智能机械制造工艺分析[J].造纸装备及材料,2025,54(04):80-82.
- [3]吴羽.智能制造技术在机械制造行业中的应用研究[J].产业与科技论坛,2025,24(05):38-40.
- [4]邵琳.机械制造企业在智能制造发展中的信息化建设[J].现代工业经济和信息化,2023,13(09):106-108+117.
- [5]刘荣元.人工智能技术在机械设计制造领域的应用分析[J].造纸装备及材料,2021,50(4):98-100.