

机械设计制造及自动化技术智能化发展趋势研究

高自想

杭州山立净化设备股份有限公司 浙江 杭州 311107

摘要: 机械设计制造及自动化智能化发展意义重大。机械设计环节融入智能化理念,应用机器学习等技术,向绿色、敏捷等导向发展;制造环节重构流程、升级设备、强化协同;自动化系统优化控制、提升自主决策及柔性自适应能力。整体发展呈现技术融合、创新突破趋势,长远演进贴合产业需求,向绿色、高端、一体化迈进,构建全生命周期智能化体系,推动产业高质量、可持续发展。

关键词: 机械设计制造; 自动化; 智能化发展; 技术融合; 产业升级

引言: 在全球制造业竞争加剧、制造强国建设需求迫切的背景下,机械设计制造及自动化作为工业发展的关键领域,其智能化转型迫在眉睫。智能化发展依托多学科融合,能打破传统局限,推动设计、制造、自动化各环节向高效、精准、创新方向转变,契合产业升级与技术创新需求,成为推动工业革命发展、实现制造产业升级的核心路径。

1 机械设计环节的智能化发展方向

1.1 智能化设计理念的融入路径

智能化设计理念的融入需立足数据驱动与人机协同的核心逻辑,构建系统性、可落地的融入体系。以行业海量历史设计案例、材料性能数据及工艺约束条件为基础,搭建涵盖设计知识、性能标准与制造规则的知识图谱,为理念落地提供精准的数据支撑与理论依据。依托生成式AI算法与高算力平台,实现设计需求从自然语言向数学模型的精准转化,推动设计理念从经验主导转向数据量化与科学推演^[1]。注重设计师创意构思与智能系统数据处理能力的互补适配,明确分工协作模式,让智能系统承担数据整合、方案生成等重复性工作,释放设计师精力聚焦创造性设计,实现理念与实践的深度融合,推动设计理念向多元化、精准化升级。

1.2 设计过程的智能化技术应用方向

设计过程的智能化技术应用围绕全流程优化展开,聚焦技术与设计环节的深度适配,提升设计效率与设计质量。机器学习算法与深度学习模型广泛应用于设计参数优化,通过挖掘数据隐含关联构建代理模型,快速评估设计方案优劣,降低传统仿真计算的成本与耗时,提升设计参数的合理性与精准度。数字孪生技术实现虚拟模型与实际系统的实时联动,支撑设计过程中的动态调整与精准推演,提前规避设计缺陷,提升设计的前瞻性与可靠性。计算机视觉与图神经网络技术用于力学特

征提取与失效模式识别,辅助完成设计校验与优化,推动设计过程从迭代试错向精准预判转型,借助智能建模工具实现设计原型的高效构建与精准表达,简化设计流程,提升设计效率。

1.3 智能化设计的发展导向

智能化设计的发展导向贴合产业升级与技术创新需求,呈现多维度、深层次的发展特征。绿色化导向贯穿设计全流程,通过智能算法对材料选择与结构设计进行全方位优化,不仅考虑产品性能,还着重降低产品全生命周期能耗与材料消耗,契合可持续发展的行业共识与“双碳”目标要求,推动行业绿色转型。敏捷化与个性化导向凸显,依托智能技术快速响应多样化、个性化设计需求,实现定制化设计与高效迭代,适应市场需求的动态变化,提升产品市场竞争力。跨学科融合导向持续强化,推动人工智能、量子计算、材料科学等领域技术与机械设计深度融合,催生新的设计前沿领域与设计模式,丰富设计内涵^[2]。标准化导向稳步推进,构建智能化设计的技术标准与知识体系,提升设计的规范性与通用性,推动智能化设计技术的规模化应用与行业协同发展。

2 机械制造环节的智能化发展方向

2.1 制造流程的智能化重构方向

制造流程的智能化重构聚焦全流程协同优化,以流程再造理论为指导,打破传统制造环节的部门壁垒与流程割裂问题。基于物联网技术搭建全流程数据采集网络,实现从原料入厂、加工制造到成品出库全环节数据的实时采集与动态传输,为流程重构提供精准的数据支撑。借助大数据分析技术挖掘流程中的冗余环节与效率瓶颈,通过智能算法对制造流程进行动态重构与优化配置,实现工序衔接的无缝化与生产调度的精准化。构建柔性化生产流程体系,依托智能调度系统实现生产任务的动态分配与流程自适应调整,适配多品种、小批量的

生产需求,提升制造流程的灵活性与适配性。

2.2 制造设备的智能化升级方向

制造设备的智能化升级围绕设备功能优化与自主运行能力提升展开,是实现制造环节智能化的基础支撑。通过嵌入智能传感器、控制器与通信模块,推动传统制造设备向智能装备转型,不仅实现设备运行状态的实时监测、故障预警与自主诊断,还能对设备的使用寿命进行预测,降低设备停机损耗,提高设备利用率。依托边缘计算技术实现设备数据的本地化处理与实时分析,提升设备响应速度与自主决策能力,摆脱对集中式控制系统的过度依赖。推动设备之间的互联互通,构建智能设备协同网络,实现设备间的信息共享与协同作业,提升设备集群的整体运行效率。强化设备与设计系统、调度系统的联动,实现设计参数向制造设备的精准传递,提升制造精度与一致性。

2.3 制造环节的智能化协同发展方向

制造环节的智能化协同发展聚焦多主体、多环节的协同联动,构建全方位、多层次的协同体系。立足产业链视角,推动制造环节与上游设计环节、下游装配环节的智能协同,实现设计方案、制造参数与装配要求的精准衔接,提升产业链整体运行效率。搭建跨车间、跨企业的智能化协同平台,实现生产资源、技术资源与数据资源的共享共用,打破资源壁垒与信息孤岛。强化人机协同能力,优化人机分工模式,让智能系统承担高强度、高重复性的操作任务,人类操作人员聚焦流程监控、异常处理与技术优化等核心工作,实现人与智能系统的高效协同。依托协同优化算法,实现制造资源的动态调配与协同优化,提升资源利用效率,推动制造环节向协同化、集约化方向发展。

3 机械自动化系统的智能化发展方向

3.1 自动化控制系统的智能化优化方向

自动化控制系统的智能化优化聚焦控制精度与运行效率提升,以智能控制理论为核心,突破传统PID控制的局限性,构建适配复杂工况的智能控制体系。引入模糊控制、神经网络控制等先进智能控制算法,不仅实现对复杂非线性系统的精准控制,还能根据系统运行状态自动调整控制策略,适配制造过程中多变量、强耦合的运行特性,提升控制过程的稳定性与精准度^[3]。搭建控制系统与生产过程的数据联动机制,通过实时采集生产工况数据,动态调整控制参数,实现控制策略的自适应优化,降低外界干扰对控制效果的影响,保障生产过程平稳运行。优化控制系统的架构设计,采用分布式控制模式,提升系统的可靠性与可扩展性,实现控制指令的快

速传递与精准执行,强化控制过程的数据追溯能力,为系统后续优化提供可靠的数据支撑,推动控制体系向智能化、精细化转型。

3.2 自动化系统的自主决策能力发展方向

自动化系统的自主决策能力发展以数据驱动为核心,构建兼具感知、分析与决策的智能决策体系,摆脱对人工决策的过度依赖。依托多源传感器实现生产环境、设备状态、运行参数等各类数据的全面采集,不仅包括常规数据,还涵盖一些细微的、容易被忽视的数据,通过数据预处理技术剔除冗余信息、修正异常数据,提升数据质量,为自主决策提供精准支撑。借助大数据分析机器学习技术,挖掘数据隐含的关联规律与异常特征,构建高精度决策模型,实现对生产过程中各类异常情况的精准预判与自主处置,减少人工干预带来的延迟与误差。强化系统的决策优化能力,结合生产任务需求与资源配置情况,自主制定最优运行方案,实现生产过程的自主调度与动态调整,提升系统运行的自主性与高效性,推动自动化系统从“被动执行”向“主动决策”转型。

3.3 自动化系统的柔性化与自适应发展方向

自动化系统的柔性化与自适应发展聚焦系统对多样化需求与复杂工况的适配能力,契合多品种、小批量的现代生产模式,提升系统的市场适配性。优化系统的模块化设计,搭建可灵活组合、快速重构的系统架构,实现不同生产任务的快速切换,减少设备调试与流程调整的耗时,提升系统对多样化生产需求的适配性。强化系统的自适应调节能力,通过实时感知生产工况的变化,自主调整运行参数与工作模式,应对生产过程中的不确定性因素,保障系统稳定运行,降低工况波动带来的生产影响。推动自动化系统与设计、制造环节的深度联动,实现生产需求向系统运行参数的精准转化,实现系统运行与生产流程的无缝适配,依托智能算法优化系统能耗与运行效率,推动自动化系统向柔性化、高效化、节能化方向发展,适配现代制造业高质量发展的核心诉求。

4 机械设计制造及自动化智能化的整体发展走向

4.1 技术融合下的智能化发展趋势

技术融合是机械设计制造及自动化智能化发展的核心特征与关键支撑,聚焦多领域技术的深度渗透、协同赋能与跨界融合,构建全方位、多层次的智能化技术体系^[4]。人工智能技术与机械工程技术深度融合,依托机器学习、深度学习等算法,不仅推动设计、制造、自动化各环节实现数据驱动的智能升级,还能在质量控制、故障预测等方面发挥重要作用,打破传统技术体系的局

限,构建设计、制造、控制一体化智能体系,提升各环节运行效率与精准度。物联网与工业互联网技术的深度融入,搭建覆盖全产业链、全流程的数据采集、传输与处理网络,实现设计参数、制造工况、设备状态等各类数据的互联互通与高效流转,支撑各环节的协同优化与精准管控,推动生产模式向协同化、精细化转型。材料科学、量子计算、区块链等新兴技术与机械领域技术的跨界融合,丰富智能化发展的技术路径与应用场景,推动产品性能、生产效率与系统可靠性的全方位提升,形成多技术协同赋能、多场景深度应用的智能化发展格局,助力行业突破传统技术瓶颈。

4.2 智能化发展中的技术创新方向

技术创新是推动机械设计制造及自动化智能化持续发展的核心动力,聚焦关键核心技术突破、创新体系构建与成果转化,支撑行业智能化转型向纵深推进。聚焦智能设计、智能制造、智能控制等核心领域,开展关键核心技术攻关,重点突破智能算法优化、多源数据融合、高端智能装备研发、全流程智能管控等技术瓶颈,提升技术自主可控水平,摆脱对国外高端技术与装备的依赖。强化基础研究与应用研究的协同衔接,搭建“基础研究-技术研发-成果转化”的闭环体系,推动科研成果向实际生产场景快速转化,形成“研发-应用-迭代-升级”的良性创新循环,让技术创新真正服务于产业发展需求。搭建多元化创新平台,推动产学研用深度协同,整合高校、科研院所与企业的创新资源,聚焦产业痛点难点问题,研发适配产业实际需求的智能化技术与装备,推动智能化技术向精细化、高效化、绿色化、低成本方向创新升级,夯实行业智能化发展的技术基础。

4.3 智能化发展的长远演进方向

机械设计制造及自动化智能化的长远演进贴合产业可持续发展与全球竞争需求,呈现多元化、深层次、高质量的发展特征,引领机械工业向更高水平跨越。绿色化演进成为重要发展导向,依托智能化技术优化能源利用效率,优化生产工艺与流程,减少生产过程中的资

源消耗与环境排放,构建低碳化、环保化的智能制造体系,契合“双碳”目标下产业发展的核心要求,实现经济效益与生态效益的协同发展。高端化演进持续深化,聚焦高端装备研发、精密制造与智能控制,推动产品设计、制造精度与自动化水平向国际前沿靠拢,突破高端装备依赖进口的局面,提升产业核心竞争力,推动机械工业从“制造大国”向“制造强国”转型^[5]。一体化演进趋势愈发凸显,推动设计、制造、自动化、运维、服务等全环节实现无缝衔接,构建全生命周期智能化体系,实现生产过程的全链条优化与全要素管控。智能化与数字化、网络化深度融合,催生新型智能制造模式与产业生态,推动机械工业向智能产业集群转型,实现产业高质量、可持续发展,适配未来制造业多元化、个性化的发展需求。

结束语

机械设计制造及自动化智能化发展已取得阶段性成果,在各环节呈现出多元且深入的发展态势。技术融合不断深化,创新活力持续释放,推动行业向绿色、高端、一体化方向演进。通过构建全方位智能化体系,提升各环节运行效率与精准度,实现生产模式转型与产业生态优化,为机械工业在复杂多变的市场环境中赢得竞争优势,实现经济效益与生态效益的协同共进,推动产业迈向更高发展阶段。

参考文献

- [1]翟利国.机械设计制造及自动化技术智能化发展趋势研究[J].中国科技论文在线精品论文,2025,18(1):80-82.
- [2]徐一凡.智能化技术在机械设计制造及其自动化中的应用研究[J].模具制造,2025,25(2):23-25.
- [3]汪洋.机械设计制造及自动化技术研究[J].造纸装备及材料,2023,52(3):32-34,65.
- [4]魏文全.农业机械设计与机械制造技术及应用研究[J].南方农机,2026,57(1):167-169,173.
- [5]赵粉菊.机械设计制造及其自动化的发展趋势研究[J].内燃机与配件,2021(6):187-188.