

人工智能在机械设计制造及自动化中的应用

孙存文

江苏艾维思达国际贸易有限公司 江苏 徐州 221000

摘要：传统机械设计制造及自动化模式依赖人工经验开展作业，普遍存在设计固化、加工适配性弱、控制僵化、管理粗放等行业短板。人工智能技术深度融入机械全生产链条，本文从结构设计、加工生产、自动化控制、运维管理四个维度，梳理智能技术在机械领域的具体应用路径，技术能够优化设计方案、精准匹配参数、规整生产工序，同时完善设备调控模式与运维管理体系，全方位补齐传统机械生产的各类短板，切实提升机械设计制造的精细化与智能化水平。

关键词：人工智能；机械设计制造；自动化控制；设备运维；智能制造

引言：智能制造产业持续升级，传统机械设计制造及自动化的作业模式，已难以适配现代化工业高精度、高效率、精细化的生产要求。人工主导的设计、加工、管控方式，容易产生参数偏差、工序冗余、设备调控滞后、运维不精准等问题，制约机械生产整体质量与效率的提升。智能技术的普及应用，为机械行业转型升级提供全新支撑，依托智能技术优化机械全流程作业模式，能够有效破解传统生产的诸多弊端，推动机械设计制造与自动化体系向精细化、智能化方向迭代

1 人工智能在机械结构设计中的应用

1.1 机械设计方案智能优化

机械结构设计是机械制造生产的前置核心环节，整体设计水平直接决定机械设备的性能与适配场景。传统设计模式依托人工经验完成方案构思与搭建，容易出现设计冗余、结构繁琐、适配性不足等各类问题。人工智能技术可以深度介入设计方案的整体构建环节，依托海量机械设计数据积累，梳理不同类型机械结构的设计逻辑与构建逻辑。技术可针对设备的使用场景、功能需求、结构负荷等基础条件，对初始设计方案进行迭代调整^[1]。删减结构设计中多余的组成部分，调整不合理的结构布局，简化复杂的设计流程，让整体设计方案更加精简合理。这种全新的优化方式，能够打破人工设计的思维局限，拓宽机械结构的设计思路，让设计方案更加贴合现代化机械生产的实际需求。

1.2 机械零部件智能构型设计

零部件构型设计是机械结构设计的基础单元，单个零部件的造型、结构、形态设计，会影响整机的装配效果与运行状态。人工开展零部件构型设计，多遵循固定设计范式，造型创新度不足，结构适配性存在短板。人工智能技术可根据机械设备的功能定位与装配要求，自

主完成各类零部件的构型设计工作。技术能够结合设备运转的受力特点、空间布局、装配逻辑，重塑零部件的外观形态与内部结构，摒弃固化的构型设计思维。针对异形结构、精密构件等设计难度较高的零部件，可自主完成多元化构型设计，丰富零部件的结构样式，提升零部件与整机结构的适配度，满足不同工况下的机械使用需求。

1.3 设计参数智能匹配与适配

机械结构设计包含大量精细化参数，参数设置的合理性，直接影响机械设备的精度、强度与稳定性。传统参数设定依靠人工核算与经验判断，参数偏差问题时有发生，整体精准度难以保障。人工智能技术可实现各类设计参数的智能化筛选与设定，结合机械结构的设计标准、性能要求、材料属性，完成各项参数的精准匹配。针对机械尺寸、承重数值、运行精度、结构间距等各类核心参数，完成精细化调控，规避人工参数设定带来的误差问题。针对不同材料、不同用途的机械结构，调整对应的参数体系，保障各项设计参数适配设备的生产制造与使用运行要求。

1.4 机械设计细节智能完善与修正

机械结构设计包含大量细碎环节，细节疏漏会造成设备装配故障、运行异常等各类后续问题。人工设计很难兼顾全部细节，细微设计缺陷难以快速排查。人工智能技术可以对完整的机械设计图纸与结构方案进行全方位细节排查，挖掘结构衔接、尺寸配比、细节构造中存在的隐性问题。针对排查出的设计缺陷，自动完成细节调整与优化修正，补齐设计漏洞。同时可对设计细节进行规范化完善，统一各类结构、零部件的设计标准，优化细节构造形式，提升整体设计的规范性与完整性，为后续机械加工制造筑牢设计基础。

2 人工智能在机械加工生产中的应用

2.1 生产工序智能规划与排布

机械加工生产由多道工序衔接组成,工序排布的合理性直接影响整体生产节奏与加工流畅度。传统生产工序依靠人工梳理排布,多依据固定生产经验制定流程,难以适配多样化的零件加工需求。人工智能技术可以结合零件加工难度、工艺要求、工序优先级完成整体流程梳理。按照加工逻辑梳理前后工序顺序,理顺各环节的衔接关系,剔除冗余工序环节。结合批量生产与单件精密加工的不同特点,调整工序排布疏密程度^[2]。合理分配各工序的加工时长,规避工序拥堵或工序空置的问题,让整体生产流程更加规整有序,适配不同类型机械零件的加工生产需求。

2.2 加工流程智能调控与适配

机械加工流程包含众多工艺环节,不同加工环节对工艺标准、操作方式有着差异化要求。传统加工流程采用固定运行模式,加工模式长期固化,难以适配材料、规格存在差异的零件加工需求。人工智能技术可以针对不同加工场景调整整体加工流程。依据零件材质硬度、加工精度标准、成品功能要求,调整各工艺环节的执行方式。优化车削、打磨、切割、抛光等基础加工环节的运行逻辑,调整各环节的加工强度与作业标准。灵活适配不同规格零件的加工需求,打破传统加工流程的固化局限,提升加工流程的通用适配能力。

2.3 生产资源智能调配与统筹

机械加工生产涉及设备、物料、人力等多种生产资源,资源分配不均衡会造成生产效率下降、资源浪费等问题。传统资源调配依靠人工统筹安排,资源分配方式较为粗放,难以实现精细化利用。人工智能技术可以对各类生产资源进行整体梳理与统筹分配。统计可用加工设备、原材料储备、工位配置等基础资源信息,结合生产任务总量与加工工期要求,完成资源的合理分配。根据不同工序的作业需求分配对应设备与物料,填补生产资源缺口,减少资源闲置或资源紧缺的情况。最大化利用现有生产资源,提升整体生产资源的利用效率。

2.4 机械加工状态智能适配调整

机械加工过程会受材料损耗、设备运行变化等多种因素影响,加工状态会产生细微变动,影响成品加工精度。人工监测难以实时捕捉加工过程中的细微变化,状态调整存在滞后性。人工智能技术可以全程跟进机械加工全过程,捕捉加工过程中的状态变化。针对加工进度、设备作业状态、零件加工成型状态进行动态监测。根据实际加工情况调整作业参数,修正加工过程中出现

的状态偏差,稳定整体加工质量。持续优化加工运行状态,让整个加工过程始终维持稳定可控的作业水平,保障机械加工成品的整体品质。

3 人工智能在机械自动化控制中的应用

3.1 自动化设备运行智能调控

机械自动化设备的稳定运行,依靠科学合理的运行参数与作业模式支撑。传统自动化设备调控方式较为固定,参数设定长期保持统一,无法根据设备实际运行情况做出灵活改变。人工智能技术能够深度介入设备运行管控工作,针对不同设备的作业属性、加工任务和运行环境调整运行参数。优化设备转速、作业功率、运行节奏等核心指标,修正常规运行模式中存在的合理设定^[3]。针对长时间作业产生的运行偏移问题进行逐步调整,维持设备稳定的作业状态。有效改善传统设备调控僵化的问题,让自动化设备运行更加稳定、高效,适配各类机械加工的作业标准。

3.2 生产线联动智能协同控制

现代化机械生产依靠多条自动化设备组成完整生产线,各设备独立作业会造成流程脱节、作业断层等问题。传统生产线控制方式较为分散,各作业单元独立运行,整体联动性较差,容易出现作业节奏不统一的情况。人工智能技术可以打通生产线各设备的运行壁垒,建立统一的作业管控逻辑。统筹整条生产线的作业节奏,平衡前端加工与后端处理的作业进度,规避单工位作业堆积或空置的问题。规整各设备的作业逻辑,让整条生产线形成有序的作业衔接,提升自动化生产线整体的运行连贯性。

3.3 设备运行状态智能识别研判

自动化设备长期连续作业,会在负荷、损耗、运行精度等方面产生各类状态变化,细微异常难以依靠人工排查发现。人工状态检查多依靠定期巡检,存在覆盖不全、判断主观等问题,无法及时捕捉隐性运行隐患。人工智能技术可以对设备全时段运行数据进行采集与分析,梳理设备运行的各项状态特征。对比正常作业的运行标准,甄别设备运行中的异常波动,精准定位状态波动产生的作业环节。完成设备运行状态的全面研判,筛选出潜在的运行隐患,为设备管控与状态调整提供可靠依据。

3.4 自动化运行模式智能切换

机械生产任务具备多样性特征,不同加工产品、不同工艺标准对自动化设备的运行模式有着不同要求。传统设备运行模式需要人工手动调整,切换流程繁琐,适配性较差,容易耽误生产进度。人工智能技术可以根据

生产任务变化、工艺更新和产品规格变动,自主完成自动化设备运行模式的切换。适配精加工、粗加工、批量加工、单件定制加工等不同生产场景。调整设备的作业强度、运行精度、作业流程等核心内容,适配当下生产任务的实际需求。简化设备调控流程,提升自动化生产线的灵活作业能力,适配多元化的机械生产需求。

4 人工智能在机械运维与管理中的应用

4.1 机械设备故障智能识别分类

机械生产设备长期处于连续作业状态,内部构件磨损、性能衰减、工况异常等问题会逐步累积,诱发各类运行故障。传统故障排查多依赖工作人员经验判断,排查效率偏低,对隐蔽性、轻微性故障分辨能力不足。人工智能技术可以依托设备运行产生的各类数据,捕捉设备运行过程中的异常特征。针对异响、温升、转速波动、参数偏移等异常信号进行区分甄别,按照故障成因、故障部位、影响程度完成系统性分类^[4]。清晰划分常规损耗故障、工艺适配故障、构件老化故障等不同类型,为后续运维处理提供精准参考,提升设备故障处理的针对性与准确性。

4.2 设备运维周期智能预判规划

机械设备运维工作需要依托合理的周期开展,固定周期运维模式难以适配设备差异化损耗状态。部分设备损耗速度更快,固定周期运维会出现维护滞后的问题。工况稳定的设备频繁运维,也会造成人力与时间资源的浪费。人工智能技术可以结合设备使用时长、作业强度、加工工况、损耗规律等内容,总结不同设备的衰减特点。推算每台设备的最佳检修、保养、维护时间,定制个性化运维周期计划。合理安排设备保养、零件更换、整机检修等工作内容,让运维工作贴合设备真实损耗节奏,维持设备长期稳定的运行性能。

4.3 生产设备台账智能信息化管理

设备台账是机械生产管理的基础资料,涵盖设备参数、购入信息、检修记录、损耗情况等多项内容。传统台账多采用人工登记、纸质存档的管理模式,信息更新滞后、检索效率偏低,资料保存容易出现缺失、错乱等问题。人工智能技术可以实现台账信息的数字化收录与

整理,自动汇总设备全生命周期的各类信息。规整设备基础参数、历次检修记录、保养内容、故障处理情况等关键数据,搭建完整的电子台账体系。完成信息自动更新、分类归档与快速检索,提升设备资料管理的规范性与高效性。

4.4 机械生产整体流程智能统筹管理

机械生产管理涵盖设备运行、工序推进、运维安排、资源调配等多个板块,传统管理模式较为分散,各管理环节衔接松散,整体统筹力度不足。人工智能技术可以整合生产全流程的管理内容,梳理各作业板块的运行逻辑与管理重点。统筹设备运行管控、日常运维安排、生产进度推进等各项工作,梳理各管理环节的优先级。协调生产作业与设备维护的工作节奏,规避生产推进与设备运维产生的工作冲突^[5]。规整整体生产管理体系,提升机械生产管理的系统性与整体性,保障生产活动平稳有序开展。

结束语

智能技术与机械设计制造及自动化的深度融合,重构了传统机械生产的作业逻辑与管理模式,有效解决了人工作业存在的固化性、滞后性、粗放性等问题。从前期结构设计、中期加工生产,到设备自动化控制与后期运维管理,智能技术的落地应用全面提升了机械生产的精准度、连贯性与规范性,为机械行业提质增效、优化生产体系、夯实工业生产基础提供了坚实的技术支撑。

参考文献

- [1]吴宗科.人工智能在机械设计制造及自动化中的应用[J].中国科技纵横,2026(5):69-71.
- [2]贺有兵,曾立兵.人工智能在机械设计制造及自动化中的应用[J].凿岩机械气动工具,2025,51(1):16-18.
- [3]罗灵俊.人工智能在机械设计制造及自动化中的应用[J].奥秘,2024(27):61-63.
- [4]吕爱英.人工智能在机械设计制造及自动化中的应用分析[J].中国设备工程,2024(8):269-271.
- [5]唐义玲.人工智能在机械设计制造及自动化中的应用[J].中国设备工程,2022(24):31-33.