

基于智能制造的机械制造工艺优化方法探究

唐启金 陈靖方

重庆航天职业技术学院, 中国·重庆 400021

【摘要】近几年, 智能制造技术在不断进步, 机械制造工艺受此影响也获得了显著优化。基于智能制造的机械制造工艺优化, 借助人工智能、大数据技术有效提升了生产效率, 缩减了生产成本, 产品质量也获得了增强。本文对基于智能制造的机械制造工艺优化方法进行了研究, 分析了这些方法的具体应用和应有效果, 希望可以给相关人士提供参考。

【关键词】智能制造; 机械制造工艺优化; 人工智能; 数字技术

引言

在制造业发展过程中, 智能制造的重要性不容忽视, 借助各种智能化、信息化技术制造企业的生产效率、产品质量都能得到发展, 而且智能制造还能让机械制造过程变得效率更高、更具灵活性, 还能为工艺优化提供更多可能。但如何才能有效借助智能制造进行机械制造工艺优化, 让该工艺在机械制造中发挥出更大效用, 还需要相关人员进行深入研究。

1 基于智能制造的机械制造工艺优化必要性

现在制造业正处在转型升级的关键时期, 依靠智能制造来优化机械制造工艺已经成为行业发展的必选项。传统的机械制造工艺优化比较依靠经验, 在流程衔接、参数调整、质量检查这些环节都存在诸多问题, 例如, 生产线上的设备配合调整不顺畅, 经常因为工序断档浪费时间, 还有工艺参数全靠工人手动调整, 难以根据原材料的好坏、设备的运行状态随时调整, 导致产品合格率忽高忽低, 而且质量检测大多是事后抽样检查, 生产过程中隐藏的问题难以发掘, 最后返工既浪费资金又耽误交货。

而基于智能制造技术进行机械制造工艺优化能够有效解决上述问题。通过工业互联网对设备、数据、工人进行连接, 整个机械制造生产流程都会变得更加清晰, 哪里存在瓶颈、资源应该如何分配, 都能准确确定, 再加上物联网传感器的运用, 就能实时收集温度、压力、振动等数据, 结合AI算法分析建模, 工艺参数就能准确调整优化, 生产误差也会变得更小^[1]。再者, 数字孪生技术能够模拟不同工艺方案的效果, 工艺升级不用反复试错, 周期大幅缩短, 生产成本也能显著下降。

从行业竞争来看, 现在市场对定制化、高精度的机械产品需求越来越大, 环保方面对能耗、排放的要求也越来越严格, 如果只是依靠升级传统工艺根本难以达到这些要

求。利用智能制造优化工艺, 既能借助柔性生产快速应对多品种、小批量的订单, 又能通过监测和调控能耗实现绿色生产。

2 基于智能制造的机械制造工艺优化方法

2.1 基于数据驱动的工艺优化

对于数据驱动的工艺优化而言, 其核心就是把生产过程中那些看不见、摸不着的隐性信息变成能实实在在指导生产的决策依据, 彻底改掉传统工艺全靠老师傅经验判断的形式。要知道机械制造从原材料运进工厂, 到最后成品打包出库, 每个环节都在产生数据。比如原材料的成分、硬度, 加工时机床的转速、刀具进给量、设备运行时的电流是否稳定、温度是否合理, 甚至是车间中的湿度、温度这些环境因素, 都能变成数据。以前这些数据多是零散存储, 甚至根本没有记录, 这使得这些数据难以发挥作用。但在数据驱动的模式下, 通过装在设备上的物联网传感器、智能仪表等设备, 就能实时收集这些数据, 之后再通过工业互联网就能汇总到统一的数据平台上, 接下来还会对数据提纯, 并对这些数据进行运用。第一步是数据清洗, 就是把那些因为设备出故障、工人操作失误产生的无效数据去除, 只留下有用的数据。然后利用统计分析、数据挖掘这些工具, 找出关键参数和产品质量、生产效率之间的关系^[2]。例如, 在机床加工过程中, 分析成千上万组切削速度、刀具磨损、工件精度的数据, 就能精准找到三者的最佳搭配, 如某种钢材在1200转每分钟的转速、0.2毫米每转的进给量下, 刀具磨损得最慢, 加工出来的工件精度最高。这种优化方式的好处特别明显, 一是可复制, 不用再依赖老师傅的个人经验, 二是能不断迭代升级。机械制造企业可以根据不同产品、不同设备的实时数据, 随时调整工艺参数, 再也不用担心技术断档问题。因此这种基于数据驱动的工艺优化方法特别适合那些批量生产的标准化

机械制造场景。

2.2 基于人工智能和机器学习的工艺优化

人工智能 (AI) 和机器学习 (ML) 作为智能制造的重要组成部分, 已经逐步应用于机械制造的工艺优化中。这种优化方法的核心就是建立一个机器学习模型, 让系统通过大量的历史数据和实时数据自己“学习”, 提前预判工艺可能出现的问题, 并给出优化方案, 而不是被动等着工人分析。

这种工艺优化方法在实际应用中的第一步是准备数据, 就是把企业过去几年的生产、质量检测、设备故障等方面的数据整理好, 并变成机器学习模型能处理的格式。比如, 加工某种齿轮, 不同材质、不同切削参数对应的废品率是多少、加工时间多长, 这些数据都要提前给模型准备好。第二步是训练模型, 也就是通过算法让模型在这些数据中寻找关联。比如, 模型分析发现45号钢在切削温度超过600℃, 进给量大于0.3毫米每转时, 齿轮齿面开裂的概率就会增加, 增加幅度为20%左右。等到模型训练结束后, 就能用到实际生产当中。进行机械加工时, 系统实时收集数据并输入模型, 一旦预判存在风险, 模型会自动调整切削速度、冷却系统功率这些参数, 甚至还能提醒工人更换刀具。机器学习模型更高级的应用是工艺方案自主生成, 比如遇到客户定制的非标准机械零件, 模型能根据零件的尺寸、材质、精度要求, 再结合历史生产数据自动生成多套工艺方案, 还会标注每套方案的加工时间、成本、合格率预期供工程师参考。总之, 这种工艺优化方法不仅可以缩短工艺准备时间, 还能避免人工设计时的经验漏洞, 在多品种、小批量的定制化生产中的运用能明显提高企业的响应速度, 增强生产灵活性。

2.3 基于数字孪生技术的工艺优化

数字孪生技术是一种通过创建物理对象、过程或系统的虚拟副本, 实时监测和模拟物理对象的行为, 从而进行分析、预测和优化的技术^[3]。该技术的核心逻辑是通过三维建模、数据同步这些技术构建一个和物理生产系统相互对应的虚拟系统, 无论是一台机床、一道工序, 还是整个生产车间, 都能在虚拟世界里完整地呈现出来。

这种工艺优化方法的具体应用需分三个阶段进行。第一个阶段是建立模型, 用三维扫描、CAD建模这些技术把机床、夹具、工件这些实际存在的东西, 连带着它们的几何形状、性能参数, 都精准地复刻到虚拟空间当中, 同时还要搭建生产流程的逻辑模型, 比如, 工序的先后顺序、

设备之间怎么联动等。第二个阶段是数据同步, 通过物联网把物理设备的实时运行数据如, 转速、负载、温度等传输到虚拟模型当中, 让虚拟系统的运行状态和物理系统完全保持一致。比如, 物理机床上的刀具在磨损, 虚拟机床上的刀具也会同步显示磨损程度, 还有物理系统里工序卡壳, 虚拟系统也会实时显示哪里出现问题。最关键的是第三个阶段的虚拟优化。机械制造企业可以在虚拟系统里测试各种工艺方案如, 调整工序顺序、更换刀具、修改加工路径等, 以了解虚拟生产的效率、成本、质量会出现哪些变化, 而且不用担心影响实际生产。例如, 某汽车零部件企业要优化发动机缸体的加工工艺, 其应用数字孪生技术后, 先是在虚拟车间里测试了几种不同的工序排布方案, 最后发现把钻孔和铣平面两道工序进行调换, 设备的等待时间会有所减少, 成品合格率却会出现提高。基于这一测试发现, 该企业确定了最优方案, 然后到物理车间中进行了实际调整, 之后的生产过程再为产生大量废品, 还节省了一周的试产时间。除此之外, 数字孪生还能用于追溯工艺故障。如果机械制造生产中出现了质量问题, 企业还能在虚拟系统中把整个生产过程倒回去观察, 精准找出哪个环节存在问题, 相比传统的人工排查, 这种排查效率显然更高, 而且这种虚实结合的工艺优化方式, 非常适合那些工艺复杂、投资规模大的重型机械、高端装备制造领域, 能帮助企业大程度降低试错成本, 并保证生产的稳定性。

结语

综上, 在机械制造中, 基于智能制造的工艺优化能够加快工艺优化速度和准确性, 同时可以促使企业的智能化和数字化水平得到提高。通过应用数据驱动、人工智能、机器学习、数字孪生等技术进行机械制造工艺优化, 可以有效改变传统工艺存在的各种问题, 让机械生产精度和效率变得更高, 因此值得进行大力推广普及。

参考文献:

[1] 任付威, 湛宪勇, 郑巍, 等. 基于智能制造技术的智能机械制造工艺[J]. 流体测量与控制, 2025, 6(04): 64-67.

[2] 顿磊. 基于智能制造技术的智能机械制造工艺研究[J]. 信息与电脑, 2025, 37(13): 143-145.

作者简介:

唐启金 (1985.09-) 男, 汉族, 四川泸州人, 本科, 讲师, 研究方向: 智能制造。

陈靖方 (1980.10-) 男, 汉族, 四川开江人, 本科, 副教授, 研究方向: 机电一体化技术。