

智能制造技术在机械设计领域中的创新应用

王 丰

(中国电子科技集团公司网络通信研究院, 河北 石家庄 050081)

摘 要 本文重点探索智能制造技术在机械设计中的创新应用。首先阐述相关定义; 其次分析智能制造技术在机械设计中的应用价值; 最后以实际案例分析智能制造技术在机械设计领域中的应用策略。本文旨在利用智能制造技术缩短重大机械装备研发设计周期、降低设计成本, 推动机械设计朝向数据驱动、人机协作的新形态转变, 同时提升设计经济效益, 更好地满足消费者的购买需求, 为推动机械设计领域的革新与发展提供借鉴。

关键词 智能制造技术; 机械设计; 智能仿真; 数字孪生技术; 协同设计

中图分类号: TH122; TP2

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.17.002

0 引言

随着我国科学技术的不断发展, 以人工智能、物联网、大数据等技术为代表的信息技术广泛应用于各个领域, 尤其是机械设计领域, 实现了我国机械设计工作的智能化和数字化转型。在此背景下, 传统的机械设计方法已经难以满足现代装备制造业的灵活、高效和个性化需求。因此, 如何正确使用数字技术实现机械设计的创新化发展, 成为当前工作人员亟需思考并解决的问题。

1 智能制造技术与机械设计定义阐述

1.1 智能制造技术

智能制造技术是新一代通信技术与先进制造技术相结合的产物, 该技术产生的最终目的是推动制造业的数字化和智能化发展。具体来说, 智能制造技术通过优化制造工业流程, 实现其系统性和优化与重构。同时, 利用以人工智能为代表的信息技术, 推动相关流程的自动化、灵活性和柔性化。在设计过程中, 相关工作人员无需投入精力到僵硬化、重复性的工作中, 转而投入到新技术的研发设计过程中, 从而形成良性循环。除此之外, 智能制造技术不仅能优化工厂内部的流程, 同时涵盖产品生命周期预估与管理、供应链协同和服务型制造等多个方面。因此, 从智能制造技术的定义可以看出, 以智能制造技术为载体的设计方式具有自感应、自学习和自适应的特点, 能够满足新时代机械设计的个性化需求, 提高设计效能和灵活性^[1]。

当前智能制造技术在机械设计中具有重要的应用价值:

第一, 智能决策。制造企业在机械设计过程中会产生大量数据, 这些数据通常是结构化数据, 能够从多维度、多角度进行数据的分析与预测。智能决策技术能够在机械设计的过程中以用户的实际需求为导向, 构建一个完整的动态设计体系。在该体系的指引下, 相关的工作人员能够将机械设计拆分成可重构的工作单元。以单元为工作单位, 实现各部门接口的快速组合与替换。同时, 能够快速响应市场的变化情况, 进行设计调整, 确保设计方案的正品和快速落地。智能决策极大地提升了机械设计的效率和工作质量。

第二, 智能研发。智能研发是智能制造技术在机械设计工作中的核心要素。制造企业若想要设计多样化的机械, 就需要将机、电、软多学科协调配合。一是利用仿真化技术, 通过三维建模软件和参数化设计工具, 将产品的零部件转化为直观可触摸的数字化模型, 实现设计概念和设计样式的全数字表达; 二是利用智能交流平台。利用该平台能够实现跨部门的随时交流与沟通, 协同开展结构、电气、控制等多领域的设计工作。因此, 智能研发能够显著降低机械设计过程中所消耗的设计成本, 显著缩短研发周期, 实现制造企业经济效益的提高。

1.2 机械设计

机械设计是根据相关人员的实际需求在满足特定使用要求的前提下, 对机械的工作源和运动方式、零件的材料和形状等进行综合考虑和研究, 设计出性能优良、成本合理的机械产品。在机械设计的过程中需要相关工作人员坚守综合成本、机械可靠性等原则,

作者简介: 王丰(1992-), 男, 硕士研究生, 研究方向: 机械电子工程。

同时涵盖新型设计、继承设计和并行设计三种类型，形成以科学技术为基础的现代设计结构。然而，随着我国科学技术的不断发展，传统的机械设计方法已经不能满足现代化工业需求，具体存在如下问题：

第一，设计效率不高。传统的机械设计方法通常采用“明确开发流程—构思设计概念—进行整体设计—制作设计样机—测试最终成果”的流程。这套流程虽然能够保障机械设计的最终成果质量，但是设计效率不高，通常工作人员在样机制作完成后才能发现设计过程中存在的功能缺陷，进而进行调整与修改，不仅浪费设计工作时间，还会消耗大量样机制作成本，这种低效的流程难以满足快速变化的市场需求^[2]。

第二，跨学科协同困难。现代机械包含多学科内容，一件机械产品的产生要联合多个部门共同设计。然而，传统的设计模式难以满足跨部门的交流与协同需求，部门和部门之间的机械设计数据传输慢，需要进一步进行人工的协调与同步，产生大量的设计时间成本。

第三，设计精度不高，影响最终的设计质量。在传统的机械设计过程中，部分零部件需要工作人员进行手工打磨和制作。然而，受到材料本身特性的影响，部分工作人员在实际制作过程中难以达成实际的设定参数，导致设计结果与实际产品要求产生偏差，难以满足现代装备制造业的精细化产品要求^[3]。

2 智能制造技术在机械设计中的应用类型

2.1 数字化建模与智能仿真

数字化建模与智能仿真是智能制造技术在机械设计中应用的主要类型之一，其可以让设计师在虚拟环境中对设计方案进行验证。模拟真实的设备工作环境测试产品在不同环境中的工作情况，从而判断机械设计和制造后可能存在的各种问题和缺陷，从而有针对性地修改和优化，降低机械设计和制作的试错成本。

2.2 数字孪生技术

数字孪生技术是智能制造技术的种类之一，工作人员能够通过孪生技术实现实时监控与设计过程的优化调整，物理实体与虚拟实体能够通过数据和信息接口进行实时的数据传输与交互，从而实现对物理机械设计的实时监控与调整。同时，该技术能够让设计师在设计阶段就能发现该机械的运行状态和维护需求，在源头上进行调整，减少非必要的设计成本。

2.3 协同设计

协同设计是智能制造技术体系的重要分支之一，该技术在机械设计中的应用较为常见，其能够让所有

的设计人员在同一个平台上开展共同设计。这种方法通过设立统一的设计标准（图层、颜色、打印样式、线性），从而让所有设计专业人员在统一的平台上进行设计，进而减少由于沟通不善或沟通不及时导致的设计错误、设计漏洞和设计缺陷，极大地提高设计效率，减少因设计理念不协同出现的返工问题。

3 智能制造技术在机械设计中的创新应用路径

3.1 资源管理应用

第一，工作人员能够借助智能制造技术，实现资源的模拟使用。在设计工作开始前，首先搜集用户对机械设计的基本要求信息，根据信息内容进行资源的调配与设计的提前模拟，借助协同设计技术建立共享设计模型，以支持多部门进行资源的共同调配。在明确设计模型后开展资源调配工作，智能模型能够综合之前的设计经验，合理分配设计资源，保障资源使用效率最大化^[4]。

第二，智能制造技术能够监控资源调配情况，减少资源损失与浪费，缩短设计需求与实际产品之间的差异。

第三，统计设计过程中的资源使用量。借助智能制造技术，能够搜集工作人员各个阶段使用的资源数据，发现并提醒设计过程中的过量使用行为，从而为企业的成本预算管理奠定基础。例如：某一离散型机械制造企业，主营精密零件的加工，在传统设计模式下，该企业存在设计调度复杂、设计设备利用率不高等问题，尤其是在小批量订单响应方面，设计效率低下，难以快速响应市场发展需求。而将智能制造技术引入该企业的设计环节中，将其与 MES 系统相关联，打通设计（CAD/CAM）、计划（ERP）与执行环节。利用智能制造技术，该企业实现了订单自动分解、工序排程优化、设计过程自动追踪，设计质量在线检验等功能。系统能够及时调整设计图纸，减少设计的等待时间^[5]。

3.2 集成化应用

相较于传统的设计制造流程，应用智能制造技术能够实现集成化，将资源集成、技术集成、数据集成、人员集成，为企业后续的机械设计方案进一步优化奠定基础。例如：某企业借助智能制造技术实现设计系统的智能化重构，利用物联网技术构建设备互联网络，将机床、AGV、检测设备相结合，形成完整的数据闭环；利用边缘计算网关实施采集系统过程中产生的数据内容，包括温度以及能耗，综合以上数据，利用数字孪生模型模拟设计产线运行状态，提前发现该设计方案转

化成具体应用后,在相关过程中可能存在的安全隐患,将传统的事后维护转变为预测性的事前维护,进行设计方案的优化与调整。该企业借助智能制造技术进行集成化设计,设备的综合利用率提升约15%~25%^[6]。

3.3 自动识别技术的应用

自动识别技术通常分为传感技术和图像识别技术,能够自动采集设备的参数内容,发现设备存在的各种问题,为机械设备的设计质量提高保驾护航。这一技

术通常应用在设计工作后的模拟应用环节,设备要进行设计检测,保障其能够应用于实际工作中。自动化技术通过设备线中的传感器采集数据,传感器能够将采集到的数据内容传输至系统中,形成直观化图表,以便工作人员进行后续设计的调整。以某企业为例,企业利用自动识别技术并将其与物联网技术相结合,通过射频识别和红外感应器广泛搜集物料使用情况,并将数据形成表格,以供工作人员参考,如表1所示。

表1 物料使用情况

序号	物料名称	数量	起始位置	当前位置	状态	更新时间	备注
1	传感器 A	15	仓库 A	车间 1	使用中	2025-11-06 10:25:56	无
2	传感器 B	34	仓库 B	车间 2	使用中	2025-11-06 10:25:56	无
3	传感器 C	20	仓库 C	中心控制器	待维修	2025-11-06 10:25:56	无

3.4 故障诊断技术的应用

利用故障诊断技术搜集同类型机械故障信息,将信息应用于机械设计工作中,从源头减少维修成本、提高设计质量。工作人员能够借助故障诊断技术,及时把握各种设备故障信息,通过数字技术将信息传输到设备设计部门,工作人员根据数据内容制定针对性设计方案。例如:某汽车制造器企业利用示波器捕捉汽车制造的机械设备。传感器和执行器与设备相对接,输出的是模拟和数字信号,当设备出现故障时,数字信号会出现畸变。技术人员借助示波器(PicoScope)采集信号,能够直观分析信号的频率、幅值和相位,从而鉴定故障出现的类型。故障诊断部门与设备设计部门进行线上沟通,设计人员在设计时会其中引入故障预测模型,设计出更具有可靠性的机械结构,在容易发生信号畸变的电路部分增设保护机制,从设计源头上规避同类型故障的发生。

3.5 虚拟现实技术的应用

借助虚拟现实技术,工作人员能够更好地实现机械设计。

第一,利用虚拟现实技术能够生成机械的三维模型,借助该模型,工作人员能够直观地发现机械设计中的各种问题并及时调整,避免后续样品生成产生的成本损耗。当前大部分企业使用TechViz的“虚拟装配”功能,在进行机械设计的过程中,设计人员能够使用该功能交互式移动CAD模型的任意部件,查看并记录碰撞路径,从而有针对性地优化模型。

第二,利用虚拟现实技术能够进行机械设计成果的调试,并模拟相应的后续销售和推广计划。例如:某企业利用虚拟现实技术,并结合深度学习模型对产

品的三维模型图像进行实时分析,该企业的AI质检系统将电池片引电检测的准确性有效提高到了99.8%,相较于人工检测的准确性提高了约10%,为机械设计和质量检测提供了精准的数据支持。

4 结束语

将智能制造技术深度融合入机械设计全流程,是推动机械工业向高端化、智能化、绿色化转型的核心引擎。它不仅能通过数字化建模、仿真优化等手段,将设计周期缩短20%~30%,还能借助AI算法实现拓扑优化、参数自动匹配,在提升设计精度与产品质量稳定性的同时,通过轻量化设计减少材料使用量15%以上,实现设计资源的高效配置与成本精准管控。未来,随着我国科学技术的不断发展,工作人员要以更加积极的态度拥抱智能制造技术,为推动机械设计优化带来更多的可能。

参考文献:

- [1] 徐浩峰.智能制造技术在机械设计中的创新应用[J].数字通信世界,2025(08):118-120.
- [2] 谭玲,周崇龙,黄辉,等.汽车智能制造技术在机械设计制造领域中的应用[J].汽车知识,2025,25(08):128-130.
- [3] 范学宇.智能制造技术在机械产品设计中的应用研究[J].科技创新与品牌,2025(06):75-77.
- [4] 程永康,赵晨悦,胡小波.智能制造技术在机械设计制造领域中的应用[J].内燃机与配件,2025(01):106-108.
- [5] 徐育冈.智能制造技术在机械设计中的应用[J].农业工程与装备,2024,51(06):54-56.
- [6] 姚翠翠,杨明慧.智能制造背景下自动化技术在纺织机械设计制造中的应用[J].化纤与纺织技术,2024,53(09):124-126.