

智能制造中机械设计制造自动化应用研究

皮军全

新乡市长城机械有限公司 河南 新乡 453600

摘要:在智能制造环境下,机械设计制造自动化应用广泛且深入。机械设计方面,CAD技术深化、参数化与变量化设计、协同设计等技术提升设计效率与质量;机械制造方面,数控加工技术升级、柔性制造系统构建、工业机器人应用拓展等推动制造高效化。集成应用中,CIMS实现全面信息化管理,PLM支持产品持续改进。关键技术涵盖传感器、人工智能、物联网技术等,为机械设计制造自动化提供有力支撑,促进智能制造发展。

关键词:智能制造;机械设计制造自动化;CAD技术;数控加工;物联网技术

引言:随着科技飞速发展,智能制造成为制造业转型升级的必然趋势。在这一浪潮下,机械设计制造自动化作为核心环节,其应用水平直接影响着智能制造的实现程度。传统机械设计制造模式已难以满足市场对产品多样化、个性化以及高质量、高效率的需求。而智能制造环境为机械设计制造自动化带来了新的机遇与挑战,促使相关技术不断创新与应用。深入探讨智能制造中机械设计制造自动化的应用,对于提升制造业竞争力、推动产业升级具有重要意义。

1 智能制造环境下机械设计自动化应用

1.1 计算机辅助设计(CAD)技术的深化应用

在智能制造浪潮推动下,计算机辅助设计技术在机械设计领域的应用不断向纵深拓展。三维建模与虚拟设计成为现代机械设计的关键支撑。高精度三维建模技术凭借强大的空间描述能力,为复杂机械产品设计提供了精准的数字化表达。借助这一技术,设计师能够以直观的三维模型呈现机械产品的各个细节,从整体结构到微小部件,都能进行细致入微的刻画,极大提升了设计的准确性与完整性。虚拟设计环境则为设计方案的评估与优化搭建了高效平台。设计师在虚拟空间中可对设计方案进行快速模拟与分析,无需耗费大量时间和资源制作实物模型。通过对机械产品在不同工况下的运行模拟,能及时发现潜在的设计问题,如结构强度不足、运动干涉等,并迅速对设计方案进行调整优化,有效缩短设计周期,降低设计成本。智能化设计辅助功能为设计师带来了前所未有的便利。基于知识库的智能设计建议与提示系统,能够根据设计师输入的设计参数和要求,自动检索相关知识库,为设计师提供合理的设计建议和参考方案,激发设计灵感,提升设计效率。同时,自动生成设计文档与图纸功能,可根据三维模型自动生成详细的设计文档和规范的工程图纸,减少了人工绘制图纸的繁琐

工作,确保设计文档与图纸的一致性和准确性。

1.2 参数化与变量化设计技术

参数化设计原理为机械设计带来了高度的灵活性^[1]。通过将模型特征与参数相关联,设计师只需调整参数值,即可实现对模型特征的快速修改,从而轻松适应不同规格产品的设计变更需求。这种设计方式摆脱了传统设计方法中重复建模的束缚,大大提高了设计效率,尤其适用于产品系列化设计场景。变量化设计在复杂机械系统设计中展现出独特优势。复杂机械系统往往涉及多个变量之间的复杂耦合关系,变量化设计技术能够综合考虑这些多变量因素,通过对变量关系的分析和优化,实现整体设计的优化。它能够帮助设计师在复杂的设计空间中寻找最优解,提升复杂机械系统设计的效率与准确性,为高性能机械产品的研发提供有力支持。

1.3 协同设计技术

跨部门协同设计模式打破了传统设计流程中部门之间的壁垒。设计、工艺、制造等部门通过实时信息共享与交互,形成一个有机的整体。各部门在设计过程中能够及时了解其他部门的需求和意见,避免因信息不畅导致的设计返工和制造难题,实现设计流程的无缝衔接,提高产品质量和生产效率。远程协同设计平台借助网络技术,为异地团队之间的协同设计提供了便利条件。不同地区的设计师可以通过该平台实时交流设计思路、共享设计资源,共同完成设计任务。这一模式促进了全球范围内设计资源的整合与利用,使企业能够汇聚全球优秀设计人才,提升设计水平和创新能力,增强企业在国际市场上的竞争力。

2 智能制造环境下机械制造自动化应用

2.1 数控加工技术的升级应用

在智能制造的大背景下,数控加工技术正经历着全方位的升级变革,为机械制造带来更高的效率与精度。

高速高精度数控加工成为提升制造水平的关键手段^[2]。高速切削技术凭借极高的切削速度，在单位时间内能够切除更多的材料，显著缩短加工时间，大幅提升加工效率。同时，高速切削过程中产生的切削力较小，切削热也相对较低，有效减少了零件的变形和热损伤，从而提高了零件的表面质量，为制造高精度、高质量的机械产品奠定了基础。高精度数控系统是保障零件加工尺寸精度的核心要素。通过先进的控制算法和精密的传感器，高精度数控系统能够实时监测和调整加工过程中的各项参数，确保刀具按照预定的轨迹精确运动，将零件的加工尺寸误差控制在极小范围内，满足高端机械产品对尺寸精度的严苛要求。多轴联动数控加工技术进一步拓展了数控加工的应用范围与加工能力。传统的三轴数控加工在面对复杂曲面零件时往往力不从心，而多轴联动数控加工通过增加旋转轴，使刀具能够在多个方向上进行灵活运动，能够实现对复杂曲面零件的高效、精确加工，为航空航天、汽车制造等领域的高端零件制造提供了有力支持。

2.2 柔性制造系统（FMS）的构建与应用

柔性制造系统是智能制造环境下实现高效、灵活生产的重要模式。该系统由加工设备、物料搬运系统、控制系统等部分集成而成，通过各部分之间的协同工作，实现了生产过程的自动化与柔性化。加工设备作为系统的核心，具备多种加工功能，能够适应不同类型零件的加工需求；物料搬运系统负责零件在各加工设备之间的准确运输，确保生产流程的顺畅进行；控制系统则对整个生产过程进行实时监控和调度，根据生产任务的变化及时调整生产参数和工艺路线。柔性制造系统的运行模式与管理注重根据订单需求快速调整生产计划与工艺路线。当接到新的订单时，系统能够迅速分析订单要求，重新规划生产流程，动态平衡生产资源，使设备、人员等资源得到最优配置，从而提高生产效率与灵活性，满足市场对产品多样化、个性化的需求。

2.3 工业机器人在机械制造中的应用拓展

工业机器人在机械制造领域的应用日益广泛，为生产线的自动化与无人化操作提供了强大动力。不同类型的工业机器人具有各自的特点和适用场景。例如，关节型机器人具有灵活的运动能力，适用于各种复杂作业环境；直角坐标型机器人结构简单、定位精度高，常用于物料搬运和装配等任务。机器人关键技术指标对制造应用有着重要影响。如负载能力决定了机器人能够搬运和加工的零件重量；运动速度影响着生产效率；定位精度则关系到零件的加工质量。工业机器人的多任务集成应用成为发展趋势，将焊接、搬运、装配等多种作业集成

于一身，实现了生产线的自动化与无人化操作，减少了人工干预，提高了生产的稳定性和可靠性，推动了机械制造向智能化、高效化方向迈进。

3 智能制造中机械设计制造自动化的集成应用

3.1 计算机集成制造系统（CIMS）

在智能制造的宏大版图中，计算机集成制造系统扮演着至关重要的角色。CIMS有着独特且完善的体系结构，涵盖管理信息、技术信息、制造信息等多个子系统^[3]。这些子系统并非孤立存在，而是通过深度集成，形成了一个有机的整体。这种集成使得企业能够打破传统模式下各部门之间的信息壁垒，实现生产经营活动的全面信息化管理。从生产计划的制定到原材料的采购，从产品的设计制造到最终的销售服务，每一个环节都在信息的精准驱动下高效运转，大大提升了企业的运营效率和管理水平。CIMS成功的关键在于其强大的信息集成与共享机制。为了确保设计、制造、管理等各个环节信息流通顺畅，系统建立了统一的数据平台与信息交换标准。在这个平台上，不同部门、不同系统之间的数据能够以标准化的格式进行传输和共享，避免了因数据格式不统一而导致的信息误解和传递延误。无论是设计部门的设计图纸，还是制造部门的生产数据，都能在第一时间准确无误地传递给相关部门，为企业的协同运作提供了有力保障。

3.2 产品生命周期管理（PLM）与自动化融合

产品生命周期管理是一种先进的管理理念，它着眼于产品从概念设计到报废回收的全生命周期。在这一过程中，PLM对产品相关信息与业务流程进行全面整合。从最初的产品创意构思，到详细的设计方案制定，再到生产制造、销售使用以及最终的回收处理，每一个阶段的信息都被精心收集和管理，形成了一个完整的产品信息链。当PLM与机械设计制造自动化深度协同，便释放出巨大的能量。通过这种协同，产品设计数据能够实现全程追溯与共享。设计人员可以随时查阅产品在各个阶段的设计数据和修改记录，了解产品的演变过程，为后续的设计改进提供有力依据。

4 智能制造中机械设计制造自动化应用的关键技术

4.1 传感器技术

在智能制造的大背景下，传感器技术于机械设计制造领域发挥着举足轻重的作用。传感器如同敏锐的感知器官，能够精准且实时地采集设备运行状态与产品质量等关键信息^[4]。这些信息是自动化控制得以有效实施的基础，为自动化系统提供了准确的数据支撑，确保生产过程能够按照预设的参数和流程稳定运行。例如，在机械加工过程中，通过安装在机床上的传感器可以实时监测

刀具的磨损情况、工件的加工尺寸等,一旦发现异常可以及时调整加工参数或更换刀具,保证加工质量。随着科技的不断进步,新型传感器正朝着高精度、高可靠性、多功能的方向蓬勃发展。高精度传感器能够捕捉到极其细微的变化,为精细加工和质量控制提供有力保障;高可靠性传感器可在复杂恶劣的制造环境中稳定工作,减少因传感器故障导致的生产中断;多功能传感器则集多种检测功能于一体,降低了系统复杂度和成本。无线传感器网络在制造环境中的应用也日益广泛。它摆脱了传统有线传感器的布线束缚,能够灵活部署在各个角落,实现对制造区域全方位、无死角的信息采集。通过无线通信技术,传感器节点之间以及传感器与控制中心之间能够高效地传输数据,进一步提升了信息获取的及时性和准确性,为智能制造的实时监控和动态调整提供了可能。

4.2 人工智能技术

人工智能技术在机械设计领域的应用带来了全新的变革。基于机器学习的设计优化与创新方法,能够通过大量历史设计数据的学习和分析,挖掘出潜在的设计规律和优化方向。这有助于设计师突破传统思维的局限,创造出更具创新性和竞争力的产品。智能设计决策支持系统的构建,为设计师提供了强大的辅助工具。该系统能够整合多方面的知识和信息,根据设计需求和约束条件,快速生成多种可行的设计方案,并对方案进行评估和排序,为设计师的决策提供科学依据。在机械制造环节,人工智能同样发挥着重要作用。智能加工工艺规划与优化能够根据零件的材质、形状、精度要求等因素,自动生成最优的加工工艺路线和参数,提高加工效率和质量。设备故障预测与智能维护则通过对设备运行数据的实时监测和分析,提前发现潜在的故障隐患,并及时采取维护措施,避免设备故障导致的生产停滞和损失。

4.3 智能机械手焊接技术

智能制造背景下,机械设计制造及自动化技术广泛应用于工业焊接领域,机械手焊接成为主流生产方式^[9]。传统焊接机械手需人工示教编程,调试繁琐、适配性差,难以满足多品种非标工件生产需求。免示教机械手焊接依托机器视觉与智能控制技术,无需人工示教,可自动识别工件轮廓与焊缝位置,自主规划焊接轨迹,实时补偿装配偏差与热变形误差。该技术操作简便、精度高、柔性强,大幅降低人工成本,提升焊接生产效率与成型质量,在机械制造、钢结构、汽车工业中应用广泛,是机械设计制造自动化在智能制造中的重要实践体现。

结束语

智能制造中机械设计制造自动化的应用研究,揭示了多项先进技术在提升设计与制造水平方面的显著成效。从机械设计的创新方法到制造环节的高效模式,再到集成应用与关键技术的支撑,各环节紧密相连、协同发展。这些应用不仅优化了生产流程、提高了产品质量,还增强了企业应对市场变化的能力。持续探索和完善相关应用,将为制造业在智能制造时代的发展奠定坚实基础,推动行业不断迈向新的高度。

参考文献

- [1]谢允红,徐思琦,肖汝梦.智能制造中机械设计制造自动化应用研究[J].模具制造,2026,26(3):189-191,194.
- [2]刘天一.智能化技术在机械设计制造及其自动化中的应用研究[J].现代制造技术与装备,2026,62(2):185-187.
- [3]贺有兵,曾立兵.人工智能在机械设计制造及其自动化中的应用[J].凿岩机械气动工具,2025,51(1):16-18.
- [4]王勇.智能化技术在机械设计制造及其自动化中的应用研究[J].时代汽车,2025(13):23-25.
- [5]林庆旭.人工智能在机械设计制造及其自动化中的运用分析[J].现代制造技术与装备,2025,61(12):183-185.