

机械设计制造原理与自动化特点研究

朱 超

天津埃柯特测控技术有限公司 天津 300384

摘要: 随着科技的飞速发展,机械设计制造领域正经历着深刻的变革,自动化技术的融入为该领域带来了前所未有的机遇与挑战。本文深入探讨了机械设计制造的基本原理,分析了自动化技术在机械设计制造中的显著特点,阐述了自动化技术在机械设计制造各环节的应用,并探讨了其发展趋势,旨在为机械设计制造行业的进一步发展提供理论支持与实践指导。

关键词: 机械设计制造;原理;自动化特点;发展趋势

1 引言

机械设计制造作为现代工业的核心组成部分,其发展水平直接关系到国家的经济实力和科技竞争力。从传统的手工制造到如今的智能化生产,机械设计制造经历了漫长而复杂的发展历程。自动化技术的出现,为机械设计制造注入了新的活力,极大地提高了生产效率、产品质量和生产灵活性。深入研究机械设计制造原理与自动化特点,对于推动机械设计制造行业的转型升级、实现可持续发展具有重要意义。

2 机械设计制造的基本原理

2.1 机械设计原理

力学原理是机械设计的基础,它研究物体在力的作用下的平衡、运动和变形规律。在机械设计中,需要运用静力学、动力学等知识,对机械所承受的载荷进行分析和计算,确保机械在工作过程中具有足够的强度和刚度,以承受各种外力的作用而不发生破坏或过度变形。例如,在设计桥梁、起重机等大型机械结构时,必须精确计算其受力情况,合理选择材料和截面形状,以保证结构的安全性和稳定性。

材料力学原理主要研究材料在各种外力作用下产生的应变、应力、强度、刚度、稳定和导致各种材料破坏的极限。设计师需要根据机械的工作条件和性能要求,选择合适的材料,并确定材料的尺寸和形状,以满足机械的强度、刚度和耐磨性等要求。例如,在制造发动机的活塞时,需要选用具有良好高温强度和耐磨性的材料,并通过合理的结构设计来减小活塞在工作过程中的热应力和机械应力。

运动学原理关注机械的运动规律,包括机构的运动分析、运动合成与分解等。通过运动学原理,设计师可以确定机械各部件的运动轨迹、速度和加速度,从而设计出合理的传动机构和运动副,实现机械的预期运动^[1]。例

如,在设计汽车变速器时,需要运用运动学原理来计算各档位的传动比,确保汽车在不同行驶工况下都能获得合适的动力输出。

2.2 机械制造原理

切削加工原理是利用切削工具从工件上切除多余材料,以获得所需形状、尺寸和表面质量的加工方法。切削过程中,刀具与工件之间产生相对运动,刀具的切削刃对工件材料进行挤压和剪切,使材料发生塑性变形并被切离工件。切削加工的精度和效率受到刀具材料、刀具几何参数、切削用量(切削速度、进给量、背吃刀量)以及工件材料等多种因素的影响。例如,在车削加工中,合理选择刀具的材质(如高速钢、硬质合金等)和几何角度(前角、后角、主偏角等),并优化切削用量,可以提高加工表面的质量和生产效率。

成形加工原理是通过使材料产生塑性变形来获得所需形状和尺寸的加工方法,常见的成形加工方法有锻造、冲压、轧制等。在成形加工过程中,材料在外力的作用下发生塑性流动,填充模具的型腔,从而形成所需的零件形状。成形加工的优点是可以获得较高的材料利用率和生产效率,适用于制造形状复杂、尺寸较大的零件。例如,在汽车制造中,许多车身覆盖件都是通过冲压成形工艺制造的。

特种加工原理是利用电能、热能、光能、化学能、声能及特殊机械能等多种能量或其复合施加在工件的被加工部位上,以实现材料去除、变形、改变性能或被镀覆的非传统加工方法。特种加工方法具有加工精度高、可加工复杂形状和难加工材料等优点,如电火花加工、激光加工、超声波加工等。例如,在模具制造中,电火花加工常用于加工硬质合金等难加工材料的型腔。

3 自动化技术在机械设计制造中的特点

3.1 提高生产效率

自动化技术能够实现机械设计制造过程的连续、高效运行。通过自动化生产线,各个生产环节可以紧密衔接,减少了人工操作中的停顿和等待时间,大大缩短了生产周期。例如,在汽车制造工厂中,自动化装配线可以快速、准确地将各种零部件组装成整车,每小时的生产数量可达数十辆甚至上百辆,远高于传统手工装配的生产效率。此外,自动化设备可以长时间稳定运行,不受疲劳、情绪等因素的影响,进一步提高了生产的稳定性和效率。

3.2 提升产品质量

自动化技术具有高度的精确性和重复性,能够严格按照预定的程序和参数进行加工和装配,有效避免了人为因素对产品质量的影响。在自动化加工过程中,刀具的进给量、切削速度等参数可以精确控制,从而保证了加工尺寸的精度和表面质量的一致性^[2]。例如,在电子产品的制造中,自动化贴片机能够以极高的精度将微小的电子元件准确地贴装在电路板上,确保了产品的性能和可靠性。同时,自动化检测设备可以实时对产品进行质量检测,及时发现并剔除不合格产品,提高了产品的整体质量水平。

3.3 增强生产灵活性

现代自动化技术具有较强的可编程性和适应性,能够快速调整生产参数和工艺流程,以适应不同产品的生产需求。通过更换程序和夹具,自动化生产线可以在短时间内从生产一种产品切换到生产另一种产品,大大缩短了产品换型的时间。例如,在食品加工行业,自动化包装生产线可以根据不同的食品种类和包装规格,快速调整包装速度、包装形式等参数,实现多品种、小批量的生产,满足市场多样化的需求。

4 自动化技术在机械设计制造各环节的应用

4.1 产品设计环节

在产品设计阶段,计算机辅助设计(CAD)技术得到了广泛应用。CAD软件可以帮助设计师快速创建三维模型,进行虚拟装配和运动仿真,直观地展示产品的外观和结构,及时发现设计中的问题并进行修改。例如,在设计复杂的机械零件时,设计师可以利用CAD软件进行参数化设计,通过修改参数快速生成不同规格的零件模型,大大提高了设计效率。同时,CAD技术还可以与其他设计分析软件(如有限元分析软件)进行集成,对产品的强度、刚度、热性能等进行仿真分析,优化产品设计方案,减少设计缺陷,降低研发成本。

4.2 工艺规划环节

计算机辅助工艺规划(CAPP)技术能够根据产品的

设计信息和企业的生产资源,自动生成合理的工艺路线和工艺规程。CAPP系统可以综合考虑加工方法、加工设备、刀具、夹具等因素,为每个工序选择最优的加工参数和工艺装备,提高工艺规划的效率和准确性。例如,在制定零件的加工工艺时,CAPP系统可以根据零件的材料、形状、尺寸等特征,自动推荐合适的加工工艺,并生成详细的工艺卡片,指导生产人员进行加工操作。此外,CAPP技术还可以与CAD系统和制造执行系统(MES)进行集成,实现设计、工艺和制造的一体化管理。

4.3 加工制造环节

在加工制造过程中,数控加工技术是自动化技术的核心应用之一。数控机床通过预先编制好的加工程序,自动控制刀具的运动轨迹和加工参数,实现对零件的高精度加工。数控加工具有加工精度高、加工质量稳定、生产效率高、可加工复杂形状零件等优点。例如,在航空发动机叶片的加工中,数控机床可以精确控制刀具的切削路径和切削深度,保证叶片的型面精度和表面质量,满足发动机高性能的要求^[3]。此外,柔性制造系统(FMS)和计算机集成制造系统(CIMS)的应用,进一步提高了加工制造的自动化水平和生产效率。FMS由数控加工设备、物料储运系统和计算机控制系统组成,能够根据生产任务的变化,自动调整加工设备和物料的流动,实现多品种、中小批量生产的高效自动化。CIMS则将企业的设计、制造、管理等功能集成在一起,实现了企业生产运营的全面自动化和信息化。

4.4 装配环节

自动化装配技术是机械制造自动化的重要组成部分。自动化装配线通常由多个装配工位组成,每个工位配备有专用的装配设备和工具,通过机械手、传送带等装置实现零件的自动输送和装配。自动化装配具有装配精度高、装配速度快、劳动强度低等优点,能够保证产品装配质量的一致性和稳定性。例如,在电子产品制造中,自动化装配线可以快速、准确地将各种电子元件组装到电路板上,并进行焊接、测试等工序,大大提高了电子产品的生产效率和质量。此外,智能装配技术如机器人视觉装配、力反馈装配等也在不断发展,进一步提高了装配的智能化水平和适应性。

4.5 质量检测环节

自动化质量检测技术利用各种传感器和检测设备,对产品的尺寸、形状、表面质量、性能等进行实时、在线检测。常见的自动化检测方法包括三坐标测量、激光检测、机器视觉检测等。三坐标测量机可以精确测量零件的几何尺寸和形状误差,具有测量精度高、通用性强

等优点；激光检测技术可以实现非接触式测量，适用于对高温、高速运动等特殊工况下的零件进行检测；机器视觉检测则利用摄像头和图像处理算法，对产品的外观缺陷、尺寸偏差等进行快速检测，具有检测速度快、效率高等特点。自动化质量检测技术能够及时发现产品质量问题，为生产过程的调整和优化提供依据，确保产品质量符合标准要求。

5 机械设计制造自动化的发展趋势

5.1 智能化

随着人工智能技术的不断发展，机械设计制造自动化将朝着智能化方向迈进。智能化的机械设计制造系统能够具备感知、分析、决策和执行的能力，实现自主优化和自适应控制。例如，智能机床可以根据加工过程中的实时数据，自动调整加工参数，优化加工工艺，提高加工质量和效率；智能机器人可以自主识别工作环境和任务需求，规划最优的运动路径，完成复杂的装配任务。此外，智能化技术还将应用于产品的全生命周期管理，实现从设计、制造到使用、维护的智能化决策和服务。

5.2 绿色化

在全球环保意识日益增强的背景下，机械设计制造自动化将更加注重绿色化发展。绿色制造旨在减少制造过程中的能源消耗、环境污染和资源浪费，实现可持续发展。未来的机械设计制造将采用更加环保的材料和工艺，优化生产流程，降低废弃物排放^[4]。例如，开发新型的节能加工设备和工艺，提高能源利用效率；推广再制造技术，对废旧机械产品进行修复和再利用，减少资源消耗。同时，绿色化设计理念将贯穿于产品的整个生命周期，从设计阶段就考虑产品的可回收性、可拆卸性和可维护性。

5.3 网络化

网络化技术的发展将使机械设计制造自动化系统实现更加紧密的互联互通。通过工业互联网、物联网等技术，企业可以实现设备之间的数据共享和协同工作，实现远程监控、诊断和维护。例如，企业可以通过网络实时获取设备的运行状态和生产数据，及时发现设备故障并进行远程维修指导，减少设备停机时间；不同地区的企业之间可以通过网络进行协同设计和制造，实现资源共享和优势互补，提高整个产业链的协同效率。此外，

网络化还将促进机械设计制造服务的个性化定制，客户可以通过网络平台参与产品的设计和定制，满足多样化的需求。

5.4 集成化

机械设计制造自动化将朝着更高层次的集成化方向发展。集成化不仅包括设计、制造、检测等环节的集成，还包括企业内部的各个部门之间以及企业与供应商、客户之间的信息集成和业务集成。通过建立企业资源计划（ERP）、制造执行系统（MES）、产品生命周期管理（PLM）等信息化管理系统，实现企业生产运营的全面集成和优化。例如，ERP系统可以整合企业的财务、采购、销售、生产等业务信息，实现资源的优化配置；MES系统可以实时监控生产过程，协调生产计划和调度，提高生产效率和质量。集成化的发展将打破企业内部的信息孤岛，实现企业的高效运作和协同发展。

结语

机械设计制造原理与自动化技术的融合是现代工业发展的必然趋势。机械设计制造的基本原理为自动化技术的应用提供了理论基础，而自动化技术则赋予了机械设计制造新的活力和竞争力。自动化技术在机械设计制造各环节的广泛应用，显著提高了生产效率、产品质量和生产灵活性。未来，机械设计制造自动化将朝着智能化、绿色化、网络化和集成化方向发展，在未来的发展中，我们应持续关注机械设计制造自动化领域的前沿技术和发展动态，不断探索创新，以适应市场的变化和和社会的需求，实现机械设计制造行业的高质量发展。

参考文献

- [1]刘培庆.机械设计制造原理与自动化特点研究[J].湖北农机化,2020,(02):166.
- [2]刘婉.机电一体化技术在机械设计制造中的应用分析[C]//重庆市大数据和人工智能产业协会,重庆建筑编辑部,重庆市建筑协会.智慧建筑与智能经济建设学术研讨会论文集(一).浙江万里扬智能传动有限公司金华分公司,2025:745-748.
- [3]高延武,王秀珍,史少卫.机械设计制造中液压机械控制系统设计[J].科技创新与应用,2025,15(13):136-139.
- [4]焦腾,李伟杰.自动化技术在机械设计制造中的应用研究[J].中国轮胎资源综合利用,2025,(04):126-128.