

Innovative Thinking and Practical Case Analysis in Mechanical Design

Pengpeng Sun

Midea Washing Appliance Manufacturing Co., Ltd., Shunde District, Foshan City, Foshan, Guangdong, 528300, China

Abstract

This article explores innovative thinking in mechanical design and its application in design and development. By analyzing practical cases of automation mechanical equipment design and development and mechanical manufacturing innovation, it demonstrates the important role of innovative thinking in improving product performance, optimizing design schemes, and reducing manufacturing costs. The article emphasizes the necessity of innovative thinking in mechanical design, proposes methods and approaches to cultivate innovative thinking, and looks forward to the future development trends of mechanical design. The article aims to explore innovative thinking in mechanical design and provide innovative ideas for mechanical designers by combining case studies of design and development of automated mechanical equipment with innovative practices in mechanical manufacturing.

Keywords

mechanical design; Innovative thinking; Design and development; Case analysis

机械设计中的创新思维与实践案例分析

孙鹏鹏

佛山市顺德区美的洗涤电器制造有限公司, 中国 · 广东 佛山 528300

摘 要

本文探讨了机械设计中的创新思维及其在设计研发方向的应用, 通过分析自动化机械设备设计研发与机械制造创新实践案例, 展示了创新思维在提升产品性能、优化设计方案、降低制造成本等方面的重要作用。文章强调了创新思维在机械设计中的必要性, 提出了培养创新思维的方法和途径, 并对未来机械设计的发展趋势进行了展望。文章旨在通过探讨机械设计中的创新思维, 结合自动化机械设备设计研发与机械制造创新实践案例分析, 为机械设计师提供创新思路。

关键词

机械设计; 创新思维; 设计研发; 案例分析

1 引言

考虑到市场需求的不断变化, 机械设计领域面临着越来越多的挑战和机遇。传统的机械设计方法已难以满足当前复杂多变的市场需求, 因此, 创新思维在机械设计中的应用显得尤为重要。

2 机械设计制造设计研发中的创新思维

创新思维是在感知、记忆、思考、联想、理解等能力的支持下, 以综合性、探索性和求新性为特征的心智活动。其定义可以理解为: 一种能够产生新颖、独特且有价值的想法、解决方案或产品的思维方式。

在机械设计制造的设计研发环节, 创新思维是驱动行业进步的核心动力。它突破传统设计的固有模式, 以全新视角审视问题与机遇。创新思维首先体现在对用户潜在需求的

深度挖掘上。设计师不再局限于满足现有需求, 而是通过前瞻性研究, 预测未来市场变化, 例如针对新能源汽车兴起, 提前布局与之适配的高效充电设备及轻量化零部件设计研发。其次, 跨学科融合是创新思维的重要体现。机械设计与电子、材料、计算机等多学科交叉, 如智能机械臂设计, 融合机械力学、人工智能算法与高精度传感器技术, 实现精准自主操作^[1]。

3 机械设计中的创新思维与实践案例

3.1 创新思维驱动: 需求洞察与目标锚定

在当今竞争激烈的机械设计领域, 创新思维是开启成功之门的关键钥匙。以某自动化机械设备设计研发项目为例, 项目伊始, 团队便深刻认识到深入调研用户需求和精准把握市场趋势的重要性, 这是创新思维的源头活水。

通过广泛的市场调研, 需要与潜在用户进行深入交流, 收集了大量关于现有机械设备在使用过程中的痛点、期望改进的方向以及新兴行业对自动化设备的特殊需求等信息。例

【作者简介】孙鹏鹏(1995-), 男, 中国山东平度人, 本科, 工程师, 从事机械设计与制造工程研究。

如,在某制造业领域,传统机械设备的操作复杂,需要大量人工干预,且生产效率难以满足日益增长的订单需求。同时,随着工业 4.0 概念的兴起,智能化、高精度的机械设备成为市场的新宠。基于这些洞察,项目团队明确了设计目标:打造一款高度智能化、操作简易、生产效率大幅提升且能适应多种复杂生产环境的自动化机械设备。

这一阶段的创新思维体现在突破传统设计的局限,不仅仅关注机械设备的基本功能实现,更着眼于如何从用户体验和市场前瞻性的角度去定义产品。比如,考虑到未来工厂的智能化管理需求,在设计之初就预留了与企业资源计划(ERP)系统和制造执行系统(MES)对接的接口,以便实现设备运行数据的实时传输与分析,为企业的生产决策提供有力支持。这种创新的目标锚定方式为后续的设计研发工作指明了清晰的方向。

3.2 功能创新与技术集成:构建智能化自动化核心

3.2.1 功能模块划分,精细化与协同化

明确了设计目标后,进入功能模块划分阶段。这一过程犹如搭建一座大厦的框架,每个功能模块都是大厦的重要组成部分,且相互关联、协同工作。

项目团队摒弃了传统的粗放式功能划分方式,采用精细化的策略。例如,将设备的运动控制功能细分为多个子模块,包括精确的位置控制模块、速度调节模块以及运动轨迹规划模块。位置控制模块采用高精度的传感器与先进的控制算法相结合,能够实现微米级的定位精度,很好地满足了对产品加工精度要求极高的行业需求,如精密电子制造领域。速度调节模块则根据不同的生产任务和工艺要求,可实现无级变速,既能在高速生产时保证效率,又能在精细加工环节提供稳定的低速运行。运动轨迹规划模块借助计算机辅助设计(CAD)和计算机辅助制造(CAM)技术,能够根据预设的产品形状和加工工艺,自动生成最优的运动轨迹,大大减少了加工时间和材料损耗。

在各功能模块的协同方面,创新地引入了智能通信协议,使各个模块之间能够实时、高效地进行数据交互。例如,当检测到物料输送模块出现物料堆积或供应不足时,会立即向控制中心发送信号,控制中心则根据预设的逻辑,调整生产节奏或启动相应的预警机制,同时通知维护模块进行检查。这种精细化且协同紧密的功能模块划分方式,极大地提高了设备的整体性能。

3.2.2 技术选型与集成,多元融合与优化适配

在技术选型上,项目团队秉持多元融合与优化适配的创新理念。面对琳琅满目的机械制造技术和电子信息技术,如何选择最适合项目需求的技术并进行有效集成是一大挑战。

以设备的控制系统为例,在对比了多种传统的可编程逻辑控制器(PLC)和新兴的工业 PC 控制系统后,综合考虑设备的实时性、稳定性和可扩展性需求,最终选择了一种

基于工业 PC 的软 PLC 控制系统。这种系统融合了工业 PC 的强大计算能力和丰富的软件资源以及 PLC 的高可靠性和实时性控制特点。在软件方面,采用了先进的实时操作系统(RTOS),确保系统能够在复杂的多任务环境下稳定运行,同时开发了专门的人机界面(HMI)软件,具有直观、易于操作的特点,降低了操作人员的学习成本。

在传感器技术的选型与集成上,同样体现了创新思维。为了实现设备的智能化感知,集成了多种类型的传感器,如视觉传感器、力传感器、温度传感器等。视觉传感器采用高分辨率的工业相机和先进的图像处理算法,能够对生产线上的物料进行快速识别、定位和检测,实现了对产品质量的在线监控和自动化分拣。力传感器则安装在关键的机械结构部位,实时监测设备在运行过程中的受力情况,当检测到异常受力时,及时触发保护机制,防止设备损坏和生产事故的发生。温度传感器分布在设备的各个发热部位,而且,通过对温度数据的采集和分析,实现了设备的智能散热控制,提高了设备的稳定性。

3.3 验证优化与本体构建:确保性能与可靠性

3.3.1 设计验证与优化,多维度测试与持续改进

完成功能模块划分和技术选型集成后,设计验证与优化环节成为确保产品质量的关键步骤。项目团队采用了多维度的测试方法,从模拟测试到实际工况测试,全方位地检验设备的性能。

在模拟测试阶段,利用先进的计算机仿真软件,对设备的机械结构强度、运动学性能、动力学性能以及控制系统的稳定性等进行了大量的虚拟测试。举例来说,通过有限元分析软件对设备的关键零部件进行强度分析,提前发现设计中的薄弱环节,并进行结构优化。在运动学和动力学仿真中,模拟设备在各种工作条件下的运动状态和受力情况,验证了运动轨迹的准确性和动力传递的合理性。

在实际工况测试方面,在专门搭建的测试平台上,按照不同的生产工艺和任务要求,对设备进行了长时间的连续运行测试。测试过程中,收集了大量的运行数据,包括设备的生产效率、产品质量指标、能源消耗、故障发生频率等。通过对这些数据的深入分析,发现了一些在模拟测试中未能暴露的问题,如在高速连续生产时,物料输送系统出现了轻微的振动,从而影响了物料的定位精度。针对这一问题,项目团队对物料输送系统的结构进行了进一步优化,增加了减震装置,并调整了传动部件的参数,经过多次改进和测试后,成功解决了这一问题^[2]。

3.3.2 领域本体构建,知识整合与智能拓展

为了进一步提升设备的智能化水平和可维护性,项目团队引入了领域本体构建的方法。领域本体是对特定领域知识的一种结构化表示,它能够将设备设计、制造、运行、维护等过程中的各种知识进行整合和规范化。

在本项目中,首先对自动化机械设备相关的概念、术语、

属性、关系等进行了梳理和定义,构建了基础的领域本体框架。例如,将设备的零部件、工艺、故障类型、维修方法等都纳入本体框架中,并建立了它们之间的语义关系。通过领域本体的构建,实现了知识的共享和重用。在设备的设计过程中,设计人员可以方便地查询和参考已有的设计知识和经验,避免重复劳动,提高设计效率。在设备的运行和维护阶段,维修人员可以根据故障现象,通过本体推力快速定位故障原因,并获取相应的维修方案。

此外,领域本体还为设备的智能化拓展提供了可能。例如,基于本体的智能诊断系统能够根据设备的实时运行数据和历史故障数据,自动学习和更新故障诊断模型,实现对设备故障的早期预测和精准诊断。与此同时,通过与外部知识库的连接和整合,能够不断丰富设备的知识体系,使其能够适应不断变化的生产环境和技术发展需求。

4 创新思维在机械设计中的发展趋势与展望

4.1 智能化与自动化趋势

4.1.1 智能传感器和执行器

智能传感器和执行器是机械设计智能化的关键组件。它们能够实时监测和反馈机械系统的运行状态,实现精准控制和优化。未来,随着材料科学和纳米技术的不断进步,智能传感器和执行器将更加微型化、高精度和多功能化,为机械设计提供更为强大的技术支持^[1]。

4.1.2 机器学习与人工智能

机器学习与人工智能技术的引入,使得机械设计能够实现自我学习和优化。通过大数据分析,机械系统能够识别出潜在的问题和故障,提前进行预警和维护。此外,人工智能还能帮助设计师进行复杂的设计计算和模拟,提高设计效率和准确性。

4.1.3 自动化集成

在机械设计领域,自动化集成扮演着极为关键的角色。通过巧妙整合各类自动化技术与设备,机械系统被赋予了强大的能力,得以达成高效且连续不断的生产作业流程,从而显著降低对人工干预的依赖,并有效减少因人为因素导致的误差。这不仅极大地提升了生产效率,还为企业在激烈的市场竞争中赢得了优势。

展望未来,随着物联网与5G通信技术如浪潮般迅速普及,自动化集成即将步入一个全新的发展阶段。借助物联网的万物互联特性,机械系统中的各个设备能够实现无缝对接与实时数据交互,构建起一个高度智能化的生产网络。而5G通信技术的高速率、低延迟优势,则为海量数据的快速传输提供了坚实保障,使得远程控制、实时监控与精准协同作业变得更加便捷。

4.2 优化人机交互界面

通过设计直观、易用的操作界面,用户能够更加方便地控制和操作机械系统。未来,随着虚拟现实和增强现实技术的不断发展,人机交互界面将更加智能化和个性化,为用户提供更加舒适地使用体验。展望未来,虚拟现实(VR)和增强现实(AR)技术的蓬勃发展将为人机交互界面带来前所未有的变革。借助VR技术,用户能够仿佛置身于机械系统内部,全方位、沉浸式地感知机械的运行状态,以一种更为自然直观的方式进行操控,如通过手势识别、语音指令等交互手段,实现“所想即所得”的智能化操作体验。而AR技术则可在真实的操作环境中叠加虚拟信息,为用户提供实时的操作指导,使操作过程更加精准高效且富有个性化。

不仅如此,人性化功能设计也将成为未来机械设计的核心关注点。设计师需深入挖掘用户在不同使用场景下的行为习惯与情感需求,通过创新性的设计理念与前沿技术手段的融合,实现机械功能与用户需求的深度契合。举例来说,根据用户的身体特征与操作偏好,自动调整操作界面的布局与高度;或是在长时间操作过程中,适时提供休息提醒与舒适的交互反馈,从而营造出一种更为贴心、友好的使用环境,让用户在与机械系统的交互中感受到关怀,进一步提升用户对机械产品的满意度,推动机械设计朝着更加人性化、智能化的方向迈进。

5 结语

综上所述,该自动化机械设备设计研发项目通过在创新思维驱动下的需求洞察与目标锚定、功能创新与技术集成以及验证优化与本体构建等一系列环节的精心策划和实施,成功开发出了一款具有自主知识产权、性能卓越、智能化程度高且可靠性强的自动化机械设备。这一案例为机械设计领域的创新实践提供了宝贵的经验和借鉴,启示我们在机械设计过程中要始终以创新思维为引领,紧密围绕用户需求和市场趋势,积极探索新技术、新方法的应用,注重设计验证与优化以及知识管理与智能拓展,才能在激烈的市场竞争中立于不败之地,推动机械设计行业不断向前发展。

参考文献

- [1] 林路洋.基于OBE理念的BOPPPS教学模式在机械设计制造及其自动化专业实验教学中的应用研究[C]//第四届钢铁行业数字化教育培训研讨会论文集.2024.
- [2] 冯颖,林世锋,冯明睿,等.基于场景数字孪生和ARIZ的智能家电CAI系统设计[J].机械设计,2023,40(5):143-149.
- [3] 雷学鹏.创新思维在机械工程设计中的应用[J].造纸装备及材料,2024,53(2):109-111.