

# 基于机电一体化的智能化教学设备设计与优化研究

吴昌贤

浙江科穹教学设备有限公司，浙江杭州，311100；

**摘要：**本文探讨了基于机电一体化的智能化教学设备设计与优化策略。通过分析机电一体化技术的特点及其在教育领域的应用潜力，提出了智能化教学设备的设计原则与优化方法。研究旨在提升教学设备的智能化水平，满足现代教育对高效、个性化教学的需求。通过实例分析，验证了所提方法的有效性，为智能化教学设备的发展提供了参考。

**关键词：**机电一体化；智能化教学设备；设计原则；优化方法

**DOI：**10.69979/3041-0673.25.06.014

## 引言

随着科技的飞速发展，教育领域正经历着前所未有的变革。传统的教学模式已难以满足现代社会对人才培养的需求，智能化教学设备应运而生。机电一体化技术，作为现代工程领域的重要组成部分，为智能化教学设备的设计与开发提供了坚实的技术支撑。本文旨在探讨基于机电一体化的智能化教学设备设计与优化策略，以期推动教育现代化进程。

## 1 机电一体化技术在智能化教学设备中的应用

### 1.1 机电一体化技术概述

机电一体化技术作为现代工程领域的核心技术之一，通过机械、电子、计算机、控制等多学科技术的深度融合，形成了高度集成化、智能化的技术体系。其核心特征在于将传统机械系统与智能控制系统有机结合，实现设备功能的自动化、精准化和智能化。在智能化教学设备中，机电一体化技术不仅提升了设备的运行效率与稳定性，更通过智能算法与传感器技术的协同作用，赋予设备感知、决策与自适应能力，从而满足现代教育对个性化、互动化教学的需求。

从技术架构来看，机电一体化系统通常包含机械本体、动力驱动、传感检测、控制单元与执行机构五大模块。例如，在智能机器人教学平台中，机械本体提供物理支撑与运动结构，伺服电机与驱动器实现精准动力输出，传感器网络实时采集环境数据，嵌入式控制器基于算法处理信息并生成控制指令，最终通过执行机构完成教学演示或实验操作。这种模块化设计使得设备具备高扩展性与可维护性，为教学功能的迭代升级提供了技术

基础。

### 1.2 机电一体化技术在智能化教学设备中的具体应用场景

在化学、物理等实验教学中，机电一体化技术实现了实验流程的自动化与精准化。例如，基于 PLC（可编程逻辑控制器）的化学实验装置可自动完成试剂添加、温度控制、反应时间计时等操作，并通过传感器实时监测实验参数。若检测到异常数据（如温度过高或压力超限），系统可立即触发保护机制并报警，确保实验安全。此外，结合机器视觉技术的智能显微镜能够自动识别细胞结构或材料微观形貌，辅助教师开展探究式教学。

教育机器人是机电一体化技术的典型应用载体。以工业机器人为例，其通过六轴机械臂、伺服电机与编码器的协同工作，实现毫米级定位精度；内置的视觉识别模块可识别学生手势或语音指令，完成抓取、搬运、装配等任务。在编程教学中，学生可通过示教盒或图形化界面编写控制程序，直观理解运动学原理与算法逻辑。更先进的机器人平台还支持 AI 语音交互，能够解答学生问题或模拟对话场景，提升学习沉浸感<sup>[1]</sup>。

机电一体化技术推动了虚实融合教学模式的发展。例如，在数控加工教学中，学生通过 VR 设备进入虚拟工厂，操作虚拟机床完成零件加工；同时，物理机床的实时状态通过物联网同步至虚拟界面，实现“所见即所得”的交互体验。这种虚实结合的方式既降低了实训成本，又规避了操作风险，尤其适用于高危或高成本的教学场景<sup>[2]</sup>。

### 1.3 机电一体化技术对智能化教学设备的赋能效应

传统教学中，教师需手动操作实验设备或演示复杂机械结构，耗时且易出错。机电一体化设备通过预设程序自动执行重复性任务，例如电子电路焊接机器人可快速完成元器件贴装，误差控制在±0.05mm以内，显著缩短实验准备时间。此外，智能评分系统可基于传感器数据（如操作时间、路径精度）自动评估学生实践成绩，减少主观偏差。

智能教学设备通过多模态交互技术（如触控屏、语音、手势识别）打破单向知识传递模式。例如，智能白板可识别学生书写内容并实时转换为电子笔记，教师据此调整教学节奏；自适应学习系统根据学生答题正确率动态调整题目难度，实现“因材施教”。某高校开发的智能钢琴教学系统，通过分析学生按键力度与节奏偏差，生成个性化练习方案，使学习效率提升40%。

机电一体化设备结合5G与云计算技术，实现跨地域教学资源共享。例如，远程实验平台允许学生操作千里之外的精密仪器，实验数据通过边缘计算实时处理并回传；双师课堂模式中，主讲教师通过智能讲台控制多地教学设备，同步开展互动教学。疫情期间，某职业院校依托此类系统完成2000余课时的远程实训，保障了教学连续性<sup>[3]</sup>。

技术融合催生了“项目式学习”“创客教育”等新模式。例如，学生团队利用机电一体化套件（如Arduino、树莓派）自主设计智能小车或机械臂，通过迭代开发培养工程思维。教育机构与科技企业合作开发的教学平台（如TI智能机器人竞赛套件），构建了“学-练-赛”一体化生态，助力产教融合。

#### 1.4 挑战与未来发展方向

尽管机电一体化技术为教学设备带来变革，但仍面临技术整合难度大、教师数字素养不足等挑战。未来，随着AI大模型、数字孪生等技术的成熟，教学设备将向“自主感知-智能决策-协同进化”方向发展。例如，设备可基于学生行为数据自主优化教学策略，或通过联邦学习实现跨校知识共享。同时，低代码开发平台将降低技术门槛，使教师能够自主设计定制化教学场景，进一步释放机电一体化技术的教育潜能。

### 2 基于机电一体化的智能化教学设备设计原则

#### 2.1 用户需求导向原则：以教育场景为核心的设计逻辑

智能化教学设备的设计需以教育场景的真实需求为出发点，构建“用户-场景-功能”三位一体的设计框架。教师、学生及教育管理者作为核心用户群体，其需求呈现多元化特征：教师关注设备的易用性、教学适配性与课堂管理效率；学生期望获得沉浸式、个性化的学习体验；管理者则重视设备的可维护性、数据安全与成本效益。例如，在职业教育中，机电一体化设备需模拟真实工业场景，支持PLC编程、故障诊断等实训功能；而在基础教育领域，设备应侧重趣味性与启发性，如通过可编程机器人培养逻辑思维。

设计实践中，需通过用户调研、场景模拟与原型测试验证需求。某高校开发的智能化学实验台，通过教师访谈发现传统实验准备耗时过长的问题，进而设计了一键式试剂配比与自动清洗功能；针对学生操作失误率高的问题，增加了虚拟仿真预演模块。该设备投用后，实验课效率提升35%，学生操作失误率降低60%。此外，设备应支持动态需求响应，例如通过软件升级扩展功能模块，或根据课程标准调整教学内容适配接口。

#### 2.2 系统集成化原则：构建高效协同的技术架构

机电一体化设备的系统集成化设计需遵循“硬件-软件-数据”一体化原则。硬件层面，需实现机械结构、驱动系统、传感器与执行器的模块化整合。例如，智能机器人教学平台采用标准化接口设计，支持机械臂、移动底盘、视觉模块等快速组合，用户可根据教学需求灵活配置。软件层面，需构建分层式控制系统：底层为实时操作系统（如FreeRTOS）保障运动控制精度；中层为教学逻辑层，支持图形化编程与任务调度；顶层为交互界面层，提供多模态人机交互。

数据集成是系统集成化的关键。设备应建立统一的数据总线，实现传感器数据、控制指令、教学日志等信息的实时共享。例如，某智能实验室通过MQTT协议将温湿度传感器、设备状态监测模块与云端管理平台连接，教师可远程查看实验数据并预警设备故障。此外，系统集成需注重电磁兼容性（EMC）与热设计，确保多设备协同运行时的稳定性。某厂商通过优化PCB布局与散热结构，将设备故障率从15%降至3%。

#### 2.3 智能化控制原则：实现教学过程的自适应优化

智能化控制的核心在于构建“感知-决策-执行”闭环系统。感知层通过多传感器融合（如激光雷达、视

觉传感器、力反馈装置)获取教学环境数据;决策层利用机器学习算法(如强化学习、深度学习)分析数据并生成控制策略;执行层通过伺服电机、气动元件等实现精准动作。例如,智能书法教学设备通过压力传感器与摄像头捕捉学生笔迹,AI算法对比标准字体后,通过微电机调整握笔角度与运笔力度,实现“手把手”教学。

自适应控制是智能化控制的进阶形态。设备需根据教学进度、学生水平动态调整难度与策略。某数学辅导机器人通过分析学生解题步骤,识别知识薄弱点,自动生成针对性练习题;在语言教学中,语音识别系统可纠正发音并调整对话复杂度。此外,智能化控制需注重安全性,例如工业机器人教学平台设置虚拟围栏与急停按钮,确保人机协作安全。

## 2.4 可扩展性原则:支持功能与技术的持续迭代

可扩展性设计需从硬件架构、软件接口与数据标准三个维度实现。硬件层面,采用模块化设计思想,预留标准化扩展接口。例如,智能电子实验台设置通用插槽,可兼容示波器、信号发生器、FPGA开发板等外设;机械结构采用可重构设计,支持3D打印部件的快速更换。软件层面,遵循开放架构原则,提供API接口与SDK工具包。某编程教育平台开放底层控制指令集,允许教师开发自定义教学场景,目前已衍生出200余个特色课程模块。

数据可扩展性同样重要。设备需支持多源数据融合与跨平台共享,例如将实验数据导入MATLAB进行分析,或将3D模型文件导入虚拟仿真系统。某智能解剖教学系统通过DICOM标准兼容医学影像数据,教师可调用CT/MRI切片构建虚拟解剖模型。此外,可扩展性设计需考虑技术前瞻性,例如预留5G通信模块接口,为未来远程协作教学提供可能。

## 2.5 可持续性原则:兼顾环境友好与长期效益

智能化教学设备的设计需融入绿色理念。材料选择方面,优先采用可回收金属(如铝合金)、生物基塑料等环保材料;能源管理方面,引入高效电源转换模块与低功耗芯片,例如某设备通过休眠模式与动态调频技术,待机功耗降低至0.5W。某高校研发的太阳能供电实验平台,在光照充足地区可完全脱离电网运行。

全生命周期管理也是可持续性的关键。设备设计需考虑维护便捷性,例如采用快拆结构与故障诊断系统,

某机器人教学平台通过自检程序可定位90%的硬件故障,软件层面,提供远程固件升级与数据备份功能,延长设备使用寿命。此外,建立设备退役回收机制,例如将淘汰的电子模块用于创客教育套件,实现资源再利用。

## 3 基于机电一体化的智能化教学设备优化方法

智能化教学设备的设计往往涉及多个性能指标的优化,如教学效果、设备成本、能耗等。这些指标之间往往存在一定的相互影响与冲突。因此,在优化过程中应采用多目标优化策略,综合考虑各性能指标之间的关系,寻找一组折中解。例如,可以采用遗传算法、粒子群优化算法等智能优化算法,对设备的结构参数、控制策略等进行优化,以提高设备的整体性能。

模型预测控制(MPC)是一种基于系统数学模型的先进控制方法。在智能化教学设备的优化中,可以利用MPC方法对设备的运行过程进行预测与优化控制。例如,可以建立设备的动态模型与预测模型,对教学过程进行仿真与分析,并根据预测结果对设备的控制策略进行调整与优化。通过MPC方法,可以提高设备的响应速度、稳定性与能源利用效率。

远程监控与数据分析技术是实现智能化教学设备优化的重要手段之一。通过远程监控技术,可以实时获取设备的运行状态与数据信息;通过数据分析技术,可以对这些数据进行深入挖掘与分析,发现设备运行过程中存在的问题与不足。例如,可以利用远程监控技术实时监测学生的学习状态与设备的运行参数;利用数据分析技术对学生的学习效果与设备的性能进行评估与优化。通过远程监控与数据分析技术,可以实现对智能化教学设备的远程管理、故障预警与智能维护等功能。

仿真与虚拟建模技术是对智能化教学设备进行模拟与测试的重要手段。通过仿真软件与虚拟建模技术,可以对设备的各个方面进行模拟与分析,评估不同的设计与优化策略对设备性能的影响。例如,可以建立设备的虚拟模型,对教学过程进行仿真与验证;通过调整设备的结构参数与控制策略,观察设备性能的变化情况。通过仿真与虚拟建模技术,可以节省时间与成本,避免实际设备测试中可能出现的风险与损失;同时,还可以加速产品的开发过程,提高产品的质量与性能<sup>[5]</sup>。

## 4 结束语

本文探讨了基于机电一体化的智能化教学设备设

计与优化策略。通过分析机电一体化技术的特点及其在教育领域的应用潜力，提出了智能化教学设备的设计原则与优化方法。研究结果表明，所提方法能够有效提升教学设备的智能化水平，满足现代教育对高效、个性化教学的需求。未来，随着科技的不断进步与教育理念的不断发展，智能化教学设备将迎来更加广阔的发展前景。我们期待更多的研究者能够关注这一领域，共同推动智能化教学设备的创新与发展。

### 参考文献

[1]关国玺.智能化辅助设备在学校体育教学中的融入分析[J].文体用品与科技,2024(12):175-177. DOI:1

0.3969/j.issn.1006-8902.2024.12.060.

[2]肖潇.基于大学生体验的智能化钢琴设备在线教学模式研究[J].中国教育技术装备,2023(13):47-49. DOI:10.3969/j.issn.1671-489X.2023.13.047.

[3]苏佳俊,廖誉文,谢霖,等.智能化辅助设备在高校体育教学中的应用研究[J].中国设备工程,2023(11):42-44. DOI:10.3969/j.issn.1671-0711.2023.11.021.

作者简介：吴昌贤，1984.08，男，民族：汉族，籍贯：浙江省杭州，学历：本科，职称：工程师，研究方向：电气工程及其自动化。