

数字化教学赋能《机电传动与控制》课程改革的实践路径

蔡俊琼

文华学院

DOI:10.32629/er.v9i9.7404

[摘要] 《机电传动与控制》是机械设计制造及其自动化、机械电子工程等专业连接机械系统、电气控制和运动控制的重要课程，具有理论性、工程性和实践性相互交织的特点。传统教学中，电动机机械特性、启动制动、调速控制、电气控制线路等内容往往按照教材章节独立展开，理论讲授、实验训练和工程任务之间缺少有效衔接，学生容易出现知识掌握碎片化、控制逻辑理解不深、实践迁移能力不足等问题。数字化教学为课程内容重组、动态过程呈现、虚实融合训练和学习过程评价提供了新的技术条件。课程改革需要摆脱单纯增加视频、课件和网络平台的浅层数字化模式，围绕机电传动系统的工作机理和工程任务重新组织教学。

[关键词] 数字化教学；机电传动与控制；课程改革；虚拟仿真

中图分类号：G642.0 文献标识码：A

The Practice Path of Digital Teaching Empowering the Course Reform of Electromechanical Transmission and Control

Junqiong Cai

Wenhua College

Abstract: Electromechanical transmission and control is an important course connecting mechanical system, electrical control and motion control for mechanical design, manufacturing, automation, mechatronics engineering and other majors. It has the characteristics of interweaving theory, engineering and practice. In traditional teaching, the contents of motor mechanical characteristics, starting and braking, speed control and electrical control circuit are often developed independently according to the chapters of the textbook, and there is a lack of effective connection between theoretical teaching, experimental training and engineering tasks. Students are prone to problems such as fragmentation of knowledge, poor understanding of control logic and insufficient practical migration ability. Digital teaching provides new technical conditions for course content reorganization, dynamic process presentation, virtual and real integration training and learning process evaluation. Curriculum reform needs to get rid of the shallow digital mode of simply adding video, courseware and network platform, and reorganize teaching around the working mechanism and engineering tasks of electromechanical transmission system.

Keywords: digital teaching; Electromechanical transmission and control; Curriculum reform; Virtual simulation

引言

《机电传动与控制》涉及机械负载特性、电动机工作原理、直流和交流电动机机械特性、启动与制动、调速控制、常用低压电器、电气控制线路等内容。课程既要求学生理解电磁转矩、转速、负载转矩等参数之间的关系，又要求学生能够根据设备运行要求选择控制方式、分析控制线路并完成系统调试。传统课堂依赖公式推导、静态线路图讲解和验证性实验，较难完整呈现电动机启动、制动、调速以及控制元

件动作过程中不断变化的运行状态，学生容易形成“能够计算参数，却不能解释运行现象；能够照图接线，却不能独立排查故障”的学习状态。2025年，教育部等九部门印发《关于加快推进教育数字化的意见》（教办〔2025〕3号），明确提出推动课程、教材、教学数字化变革，完善知识图谱、构建能力图谱，推动数字技术融入教育教学全过程，并提出加强虚拟仿真实习实践资源建设。

1 课程数字化改革的教学基础

1.1 知识内容具有系统关联特征

《机电传动与控制》的课程知识具有明显的前后依赖和系统关联特征。生产机械的负载性质影响电动机运行状态，电动机机械特性又影响启动、制动和调速方案的选择，控制元件及控制线路则决定设备能否按照工艺要求完成启停、正反转、限位和保护等动作。如果按照教材章节逐项讲授，学生虽然能够记忆公式、元件符号和典型线路，却不容易理解不同知识之间的工程联系。以三相异步电动机为例，转差率、电磁转矩、机械特性和负载转矩之间存在紧密联系。学生只有理解这些基本关系，才能进一步判断启动方式、制动状态和调速方案。在学习电气控制线路后，还需要把电动机运行特性与接触器、自锁、互锁、时间继电器、热继电器等元件的动作逻辑联系起来。

1.2 实践内容具有动态呈现需求

机电传动系统中的许多关键现象发生在动态过程中。电动机启动时存在电流和转矩变化，制动过程涉及运行状态与能量转换，调速过程又体现为输入参数、机械特性和输出转速之间的连续变化。单纯依靠静态示意图，很难完整反映这些过程。实体实验能够提供真实操作体验，但实验设备数量、训练时间和安全要求限制了反复试错的空间。数字仿真恰好可以承担动态过程解释和实验预演功能。学生可以观察不同负载和控制参数条件下转速、电流、转矩等变量的变化，也能够虚拟线路中反复检查控制逻辑。完成虚拟验证后，再进入实体实验平台开展接线、测量和调试，既降低无效试错，又保留真实设备操作所需要的规范意识。

2 数字化教学赋能的实施重点

2.1 由资源上传转向内容重组

部分课程数字化建设仍表现为将课件、视频、题库和实验指导书上传至教学平台，虽然资源数量有所增加，但原有知识结构并未发生改变。学生需要面对大量分散材料，往往难以判断哪些内容属于核心知识，哪些资源用于解决具体问题。《机电传动与控制》的数字资源应按照知识节点和工程任务重新组织。教师可以把概念讲解、机械特性曲线、控制动画、典型线路、故障案例和实验操作视频进行颗粒化处理，并分别对应具体能力目标。例如围绕“异步电动机正反转控制”配置电气互锁、自锁控制、短路保护、过载保护以及典型故障资源，使学生处理控制问题时能够直接调用相关知识。

2.2 由知识讲授转向任务学习

机电传动知识具有较强的工程指向，仅依靠教师讲授很难形成系统分析能力。数字化课堂需要将知识嵌入设备运行任务，使学生在解决问题的过程中理解公式、曲线和控制线路的实际意义。在异步电动机启动内容中，可以设置输送设

备启动电流较大、机械冲击明显的情境，引导学生根据负载特点和启动条件比较不同启动方案；在控制线路教学中，可以围绕工作台自动往返运行要求，让学生根据运动过程确定接触器、行程开关和互锁关系。数字平台负责发布任务、提供资料、提交方案和记录修改过程，课堂时间则用于方案比较、参数分析和故障解释。教师还可以在仿真模型中调整负载参数或设置线路错误，让学生根据运行现象判断原因，使抽象知识在具体工程问题中得到验证。

2.3 由单一仿真转向虚实融合

数字化实践不能等同于虚拟实验。虚拟仿真具有可重复、风险低和过程清晰等优势，却无法完整呈现实际元件接线、设备误差、仪表使用以及现场操作规范。实体实验具有真实性，但在学生尚未掌握控制逻辑时直接开展复杂接线，容易形成机械模仿。课程实践可以建立“虚拟预训—实体操作—结果复盘”的训练过程。在继电—接触器控制实验前，学生先根据控制要求完成虚拟接线，检查线圈、触点、自锁和互锁关系；逻辑正确后进入实训室，完成主电路和控制电路连接，并开展通电测试。运行过程中发现异常，需要记录接触器动作状态、保护元件状态和测量结果，再利用数字模型复现故障。涉及变频调速时，可以同步记录频率、加减速时间和电动机运行状态，引导学生理解参数设置与设备响应之间的对应关系。

2.4 由统一教学转向数据诊断

学生在电工基础、机械基础和控制逻辑理解方面通常存在差异。传统课堂按照统一节奏推进，容易造成部分学生基础知识尚未消化便进入综合控制内容。数字平台能够记录测试结果、任务完成情况、仿真操作和实验过程，为教学调整提供依据，但数据使用不能停留在登录次数和视频观看时长等表层信息。教师应围绕课程核心能力设计具有诊断价值的指标。例如，机械特性题目可以区分公式理解、参数计算和运行状态判断问题；控制线路任务可以区分自锁、互锁、保护和动作顺序错误；实验任务则关注学生能否根据运行现象提出故障原因，并利用测量结果进行验证。依据这些数据形成阶段性学习诊断，再配置补偿任务、变式任务和综合任务，使不同基础的学生获得相匹配的训练。

3 数字化教学赋能课程改革的实践路径

3.1 构建知识图谱重组课程内容

课程数字化改革应从知识结构重组入手。可以按照“机械负载特性—电动机特性—运行状态—控制方式—系统保护—工程任务”构建课程知识主线，把直流电动机、异步电动机、低压电器、继电—接触器控制和调速控制等内容嵌入相应节点。每个知识节点标注前置知识、核心概念、典型错误和实践任务。例如“电动机选择”节点关联负载功率、转

矩、工作条件和启动要求;“正反转控制”节点关联接触器、自锁、互锁及安全保护;“调速控制”节点关联机械特性、调速范围和负载适应性。学生可以沿知识关联关系查找学习内容,教师也可以根据节点测试结果判断知识薄弱位置。课程资源不以数量作为建设目标,而是围绕知识节点配置能够解决实际问题的动画、案例、仿真和操作资料,使资源服务于系统知识形成。

3.2 设计虚实融合的工程任务链

课程实践应选择结构适中、控制要求明确的典型机电装置,将其转化为连续工程任务。输送机构、升降装置、工作台往返机构等均可作为教学载体,将任务划分为工况分析、控制方案设计、虚拟验证、实体接线、运行调试和故障诊断等环节,使学生完整经历控制方案形成过程。以工作台自动往返控制为例,教师提供运动要求、限位条件和安全约束,学生根据要求绘制控制线路,在虚拟环境中观察接触器和行程开关的动作顺序。仿真通过后进入实体设备完成线路连接。教师可设置触点接线错误、线圈失电、限位开关异常等可控故障,要求学生根据“无法启动”“只能单向运行”“到位后不能停止”等现象开展排查。

3.3 依托学习画像实施分层指导

数字化分层教学不应把学生长期固定在某一层级,而要根据学习状态进行动态调整。课程可以分别采集课前、课中和课后数据。课前检测电路基础、机械负载和常用元件知识;课中观察特性分析、线路设计、仿真验证和讨论表现;课后评价知识迁移和综合任务完成情况。对于机械特性理解不足的学生,可增加参数变化动画、曲线判断和基础计算;对控制逻辑薄弱的学生,可增加触点状态追踪、动作时序分析和线路改错;对掌握程度较高的学生,则设置多条件顺序控制、变频调速参数分析和综合故障诊断任务。完成补偿训练后及时更新学习状态,使学生能够从新的任务表现中验证学习效果。教师依据画像安排课堂指导和小组协作,使分层建立在学习问题上,而非简单按照考试成绩划分学生。

3.4 完善多元评价促进教学改进

课程考核需要与工程能力培养保持一致。期末笔试可以考查基本概念、参数计算和线路分析,但不能完整反映控制方案设计、接线调试和故障诊断能力。数字化教学可以保存学生任务版本、仿真记录、实验数据和修改过程,为过程性评价提供真实依据。课程评价可由知识理解、方案设计、实践操作和反思改进构成。知识理解关注基本原理和参数分析;方案设计关注控制逻辑、线路完整性和安全保护;实践操作

关注接线规范、仪表使用、调试步骤及故障排查;反思改进则考查学生能否解释错误原因并修正方案。教师评价、学生自评和小组互评可以结合使用,但必须配置具体评价标准,避免只给出笼统印象分。课程结束后,教师还可以依据错误集中节点、实验故障类型和任务完成质量调整下一轮教学内容,使评价结果进入课程改进过程,形成“教学—评价—诊断—调整”的持续循环。

4 结语

数字化教学赋能《机电传动与控制》课程改革,并不是在传统课堂之外简单增加教学平台、仿真软件和数字资源,而是利用数字技术重新组织课程知识、工程任务、实践训练和教学评价之间的关系。课程应立足机电传动系统动态性强、知识关联紧密和工程操作要求高的特点,通过知识图谱打通知识节点,通过工程任务连接理论分析与控制设计,通过虚实融合训练提高实验效率和真实操作能力,通过学习数据识别学生具体困难,通过多元评价呈现工程问题解决过程。在这一改革思路下,学生学习的重点由记忆公式和模仿线路逐渐转向理解机电系统运行机理、分析控制要求、设计控制方案和诊断设备故障。

[参考文献]

- [1]吕晓玲,高春艳,李满宏.新工科背景下以OBE为导向的机电传动与控制课程教学改革[J].高教学刊,2025,11(S1):136-139.
- [2]牛玉艳,吴晓红,张总,等.“项目引导,多元联动”理念下机电传动控制课程教学改革与实践[J].中国现代教育装备,2023(1):163-165.
- [3]正强李,学智王,明海王,等.机电传动与控制实验课程中虚实结合教学项目建设与应用[J].当代教学研究,2025,1(3):6.
- [4]高红斌,王琦,张倩倩,等.OBE理念下基于职业能力提升的机电传动与控制课程教学改革实践[J].现代职业教育,2025(35):97-100.
- [5]李昆,张宏良,刘向东,等.基于产教深度融合模式下的机电传动与控制课程教学改革与研究[J].模具制造,2023,23(8):93-96.

作者简介:

蔡俊琼(1986.09-),男,汉族,湖北省蕲春县人,硕士研究生,讲师,研究方向为机械设计与制造。

基金项目:

校级课题:机电传动与控制。