

新工科背景下《机械工程控制基础》 教学改革的探索与实践

杨帆, 吴吉平, 孙晓, 贺兵

湖南工业大学, 湖南 株洲 412007

DOI: 10.61369/SDME.2025110030

摘 要 : 《机械工程控制基础》作为工科机械类本科专业的专业基础和核心课程, 传统教学模式存在诸多弊端, 不符合工程教育、新工科建设等的新时代教育理念。为了提高教学质量, 优化教学效果, 本文对课程目标、教学模式、教学方法、课程思政、课程考核评价五个方面进行了混合式教学模式教学设计, 实践结果表明, 教学改革取得了良好的效果。

关 键 词 : 机械工程控制基础; 新工科; 混合式教学模式

Exploration and Practice of Teaching Reform in "Fundamentals of Mechanical Engineering Control" under the Background of Emerging Engineering Education

Yang Fan, Wu Jiping, Sun Xiao, He Bing

Hunan University of Technology, Zhuzhou, Hunan 412007

Abstract : As a professional basic and core course for undergraduate majors in mechanical engineering, the traditional teaching mode of Fundamentals of Mechanical Engineering Control has many drawbacks and fails to align with the new-era educational concepts such as engineering education and the construction of emerging engineering education. To improve teaching quality and optimize teaching effects, this paper designs a blended teaching mode from five aspects: course objectives, teaching mode, teaching methods, curriculum ideological and political education, and course assessment and evaluation. Practice results show that the teaching reform has achieved good effects.

Keywords : fundamentals of mechanical engineering control; emerging engineering education; blended teaching mode

引言

《机械工程控制基础》作为本校机器人工程、机械设计制造及自动化的专业基础核心课, 在面对校内专业课程课时缩减的情况下, 为了适应国家新工科建设背景, 实现培养实践能力强、创新能力强、具备国际竞争力的高素质复合型新工科人才的目标^[1], 《机械工程控制基础》课程的教学改革就显得尤为重要。

一、课程教学现状问题分析

(一) 学生知识储备不足

《机械工程控制基础》作为一门涵盖了控制科学、机械工程科学等学科的交叉学科, 涉及机械类专业学生在学习该课程前所学的全部数学知识, 特别是复变函数和积分变换, 如系统数学模型建立这一章节, 涉及微分方程、拉普拉斯变换。此外, 要用到有关动力学知识, 特别是机械振动理论和交流电路理论^[2]。由于课时数较少, 教师在课堂没有时间去复习所需知识点, 另一方面,

学生在学习先修课程之时, 知识点掌握不牢固, 导致基础薄弱的学生产生畏难情绪, 学习积极性不高。

(二) 课程教授方法单一

课程授课还是以传统的“教师讲授+板书推导”为主, 控制理论本身比较抽象(如稳定性判据、根轨迹)缺乏可视化辅助, 由于教学内容的理论性强, 如果老师只是单向灌输, 学生学习的主动性受知识储备的限制, 只能被动接受知识的传授, 出现学生在教学过程中的参与率较低, 难以形成有效的师生互动, 使得课堂气氛沉闷, 学生的学习效率不高, 教师的教学热情不足^[3]。

基金项目: 湖南工业大学教改项目“基于OBE理念的《机械工程控制基础》课程教学改革与实践”, 项目编号: 2023YB12。

湖南省教改项目“独立学院基于微课的混合教学模式研究与实践——以《机械工程控制基础》为例”, 项目编号: 202401001888。

作者信息: 杨帆, 硕士, 讲师, 研究方向为机械电子工程。

（三）理论与工程实践脱节

《机械工程控制基础》课程涉及的数理知识较多，理论性较强，学生难以将公式的内涵和意义与实际工程应用相联系，这样就会使大量的推理、运算掩盖课程的实际工程性^[4]。例如，学生能求解传递函数但无法将其与机械系统的实际动态响应关联。学生难以理解控制理论在工程中的价值，难以从根本上提升学生对知识的掌握和运用，也难以很好地符合新工科建设等的新时代教育理念。

（四）考核评价体系陈旧

在现行的课程考核体系中，考核评价大致基于平时成绩 + 考试成绩模式，平时成绩占比不到40%，且大部分由作业和课堂签到构成，虽然此部分可以在在线平台如学习通、雨课堂等完成，但单一的考核方法同样让学生可以采用多设备登录，抄作业等方式敷衍过关，使学生的学习积极性大打折扣，学生期末考试的成绩比重过大，缺乏对学生综合素质评价，满足不了新工科建设对培养高素质复合型工科人才的要求。

二、课程教学改革研究与实施

（一）课程目标

机械工程控制基础是机械类专业的专业基础课和必修课程，也是按大类招生和培养后机械类专业的平台课程。该课程侧重原理，其内容密切结合工程实际，是一门专业基础课和专业核心课。在此基础上，根据机械专业的培养目标，课程特点，学生特点，建立符合时代发展的新的课程目标，满足社会对机械类人才的需求，是课程改革的必然要求，结合新工科、工程认证对专业课程的要求，新的课程目标设定分为以下3个层面（见表1）。

表1 课程改革目标

| 知识 | 能力 | 素养 |
|------------------------------------|---|---|
| 能针对机械控制系统或控制过程，建立合适的数学模型，并进行求解、分析。 | 能应用工程数学、力学、电工学等知识，识别和判断机械控制系统或控制过程的关键环节或参数，并正确表述机械控制工程领域复杂工程问题。 | 引导学生养成良好的道德品质和职业素养，崇德向善、诚实守信、关心社会。培养学生积极投身祖国建设，勇于探索，敢于创新、攻坚克难的爱国奋斗精神。 |

通过3个层次的目标的设定，使学生能掌握控制理论的方法与原理，建立先修课程与后续课程与机械工程控制基础的桥梁，初步掌握控制理论知识在机械系统当中的应用，真正的“学以致用，理实结合”，同时树立学生优秀的品质和价值观，达到立德树人教育目标。

（二）教学模式

《机械工程控制基础》课程涉及理论知识点较复杂，与先修课程知识点关联较大，课程授课时间不足以支撑教师在线下课堂对先修课程知识点进行复习，对课程自身的重点和难点进行强化，为了解决此问题，采用基于微课的混合式教学模式。

微课作为新兴的教学手段，精炼简洁是微课的一个主要特征，可以充分利用学生的碎片时间，教师可以把学生最需要了解

的课程先修知识点，课程的重点、难点，进行微课内容设计，激发学生的学习兴趣，提高学习质量和效率^[5]。下面以系统数学模型中拉氏变化为例，说明微课设计过程（表2），整体微课设计时间控制在15分钟以内。

表2 拉氏变换微课设计

| | |
|------------|---|
| 知识点导入（2分钟） | 展示一个弹簧-质量-阻尼系统的振动问题，提出疑问：“如何分析系统在冲击力下的动态响应？直接求解微分方程复杂且不直观，能否找到更高效的方法？” |
| 知识点讲解（8分钟） | 1. 拉氏变换的定义；2. 机械工程中常用的变换对；3. 拉氏变换的性质。 |
| 案例分析（3分钟） | 给定一个简单 RC 电路模型（类机械系统），求其传递函数。 |
| 总结与拓展（2分钟） | 拉氏变换是连接时域与频域的桥梁，从简化微分方程到传递函数到系统稳定性分析，为 PID 控制、频域设计（Bode 图、Nyquist 图）提供数学基础。 |

课前利用雨课堂、学习通等 APP 发布学习任务单、微课视频，要求学生针对任务单对学习资料进行预习，学生通过平台预习视频和材料，完成基础测试，提交预习疑问。针对学生的预习情况，线下授课时针对预习问题分组讨论，教师总结关键点，讲述后续内容，通过课堂答题进行随堂测验，动态调整教学节奏。课后再发布练习对相关章节中的重点、难点复习强化^[6]。

（三）教学方法

现代控制理论发展很快，比如智能控制、自适应控制等，但传统课程可能还停留在经典控制理论，没有涵盖新的技术和方法，这样学生学到的知识可能和实际工业应用脱节^[7]。在教学过程中采用项目式教学引入实际工程项目，如某工厂的自动控制系统研发，合格品占比百分比由原料输送电机转速、生产装置工作电机转速、原料供水流量阀共同影响，通过视觉识别系统对产品质量进行动态调节，在案例中融入电机微分方程建立、系统稳定性、时间响应、PID 控制等知识点的讲授，调动学生积极性，使学生从被动地接受知识，变为主动投入进去学习知识，学生掌握经典控制理论的同时，还能通过实际案例理解机械工程中的控制问题，建立其余课程与《机械工程控制》课程的联系，提升解决复杂工程问题的能力^[8]。

（四）考核评价体系

考核评价方法改进从线上 + 线下两部分进行，线上部分通过学生线上学习活动参与程度及线上练习的完成程度，量化为分数，给予评定。线下部分通过学生的课堂表现（到课率、纸质作业、随堂测验等）与阶段性测试给予评定^[9]。结合线上线下评定，形成多角度多形式的多元化评价，设计如表2所示，平时成绩设置为总成绩的60%。

表3 课程过程性考核体系

| 评价类型 | 评价内容 | 权重 |
|------|------------|-----|
| 线上部分 | 线上资料学习活跃程度 | 20% |
| | 线上练习完成程度 | 20% |
| 线下部分 | 课堂表现 | 40% |
| | 阶段性测试 | 20% |

三、教学设计

以第二章系统的数学模型为例，结合上述4个部分，设计8课时单元教学内容，具体设计如表4所示。

表4 系统数学模型混合式教学模式设计

| 课程目标 | 教学内容 | 考核评价 |
|------|--|--------------------------|
| 知识目标 | 1. 线上平台发布拉氏变化微课视频及学习任务单，提出预习疑问“如何从微分方程推导传递函数”；2. 线下查验学生预习情况，讲授机械系统、电网络的微分方程建立、传递函数、传递函数方框图及化简相关知识；3. 线上平台课后发布相关知识重点、难点利用拉氏变换求解微分方程的基本方法、梅逊增益公式的练习。 | 线上资料学习活跃程度、线上练习完成程度、课堂表现 |
| 能力目标 | 1. 项目式教学工程案例“某工厂的自动控制系统研发”，提出问题“原料输送电机、生产装置工作电机转速如何控制？”；2. 要求学生建立直流电机系统微分方程；3. 要求学生完成直流电机系统微分方程推导传递函数；4. 要求学生完成直流电机传递函数方框图的绘制及化简。 | 阶段性测试 |
| 素养目标 | 1. 讲述系统微分方程建立时引入中国高铁悬挂系统建模解决轨道不平顺问题，体现“动态优化”发展理念，说明如何通过精确建模解决实际问题； 2. 讲述系统拉氏变化、传递函数时引入长征五号火箭姿态控制方程航天实践案例，展示方法创新带来的技术突破。 | 课堂表现 |

四、结论

本文在分析机械工程控制基础教学现状的前提下，针对课程目标、教学模式、教学方法、课程思政、课程考核评价体系五个方面进行了混合式教学模式设计，并对学生成绩及课程评价进行了统计分析，实践结果表明，混合式模式教学改革对提高学生的积极性、理论课程结合工程实际、改善学生成绩等方面都取得了一定程度的成效^[10]。由于学生存在个体差异，基础参差不齐，学习能力也有强弱之分，因此，如何因材施教，全面提升所有同学能力仍有不足，这也是后续教学持续改进的方向。

参考文献

[1] 张鹏, 王东生. 基于 OBE 理念的混合式教学研究与实践——以“机械工程控制基础”课程为例[J]. 职业技术, 2023, 22(10): 82–88.

[2] 齐建家. 《机械工程控制基础》课程多元化教学方法改革与探索[J]. 中外企业家, 2020, 06: 198–200.

[3] 张凤. 微课在机械基础教学中的有效应用[J]. 职业教育与培训, 2021, 6: 101–102.

[4] 陈琼玲, 李志刚, 侯华铭, 付丽红, 陈振家. 新工科背景下食品专业“机械工程基础”教学改革探索[J]. 食品工业, 2024, 45(12): 280–283.

[5] 喻名彪, 张龙. 《机械工程控制基础》课程的改革探讨[J]. 学术与实践, 2024, (03): 46–51.

[6] 纪斌, 陈兴燕. 工程教育专业认证背景下机械工程控制基础课程教学改革探究[J]. 大众标准化, 2024, (12): 137–138+141.

[7] 贾孝伟, 李曰阳, 宋卫海, 刘明明, 林小亮. “机械工程控制基础”课程结构主义教学研究[J]. 时代汽车, 2022, (24): 106–108.

[8] 吕俊燕, 杨瑞青, 陈福德. 基于 OBE 理念的机械工程控制基础课程教学改革[J]. 汽车实用技术, 2022, 47(13): 138–141.

[9] 张小雪, 李磊, 苏合新. 虚拟仿真教学在机械工程控制基础课程中的应用研究[J]. 装备制造技术, 2021, (09): 151–154.

[10] 胡月明, 张龙, 袁奎, 陈家尧, 赵津, 张大斌. “机械工程控制基础”课程教学模式改革[J]. 科教导刊(中旬刊), 2020, (14): 112–113.