

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)

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

《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。

1 课程教学现状问题分析

1.1 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。

1.2 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]。

1.3 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。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。

1.4 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。

2 课程教学改革研究与实施

2.1 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,达到立德树人的教育目标。

2.2 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。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(类比机械系统),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。

2.3 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。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。

2.4 课程思政

课程思政不是简单地在专业课上加入思政内容,而是要将思政元素有机融入课程内容中,让学生在专业学习中潜移默化地接受价值观教育,实现知识传授与价值引领的结合。同时需要考虑学生的接受度,实现让工科学生在学习技术知识的同时,感受到思政教育的意义,而不是觉得被说教。

通过实际应用案例、人物故事、时事热点等方式,使思政内容更贴近学生生活和兴趣,如在讲述控制理论发展史过程时,介绍科学家钱学森突破重重阻碍归国后推动中国航天控制系统研发事迹,体现科学家精神与家国情怀的结合。讲述控制系统应用时,结合中国智能制造、工业4.0战略,分析国产高端装备(如盾构机、光刻机)的控制技术突破,增强学生的民族自信与使命感。

2.4 课程评价体系

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。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%

3. 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点重点、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

4. 教学改革结果分析

采用改革后的混合式教学模式后,对学生的期末考试成绩进行了统计分析,与上一届学生期末考试成绩进行对比,学生的平均成绩由原来的73.9提升到了81.4,采用问卷调查的形式统计学生对改革后教学设计的满意度达到了98%,学生对机械工程控制基础课程的教学评价分由原来的91上升到95,由此可见,混合式教学模式有效地提高了教学效果,学生对课程的满意度和接受度都有了不同程度的提升。

5. 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学习积极性、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。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.

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一以《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