

《机械工程控制基础》课程教学方法改革创新与实践

董必春 刘伟 陈雪辉 俞传阳
(安徽建筑大学 安徽 合肥 230601)

摘要:《机械工程控制基础》是高等学校机械类专业一门必修课程,是控制理论应用于机械工程的重要基础。课程内容较为抽象,具有一定的教学难度。本文结合课程教学过程中学生积极性不足等诸多问题,对教学方法进行了一系列改革和创新,增强了学生的主体地位,提升了教学效果。

关键词:控制工程基础;机械类;教学方法;改革与实践;教学实践

0 引言

随着科技的快速发展与升级,控制理论在机械工程中的应用越来越广泛,同时也越来越深入。这对高校机械类专业的人才培养提出了新的要求,培养出控制理论基础扎实、创新意识强的复合型人才日趋重要。

《机械工程控制基础》作为一门机械类专业基础课程,对培养符合新要求的创新人才发挥着非常重要的作用。《机械工程控制基础》涉及经典控制理论的主要内容及其在机械工程领域的应用,同时也介绍了现代控制理论的初步知识。课程内容较为广泛,理论性强,除需要掌握机电液等机械背景知识外,还需要有一定的数理知识基础,因此对学生来说具有较高的学习难度。

本论文就安徽建筑大学机械制造及其自动化专业《机械工程控制基础》课程教学方法中存在的一些问题进行分析,并针对这些问题进行改革创新,用以改善教学方法,提升教学效果。

1 课程教学中存在的问题

安徽建筑大学机械制造及其自动化专业《机械工程控制基础》课程共32学时,使用的教材为杨叔子院士主编的《机械工程控制基础》,并持续跟踪使用最新版本,目前该教材已修订到第七版,成为很多高校都在使用的经典教材。由于课程难度相对较大,且学时数相对有限,课程教学效果容易出现不佳的情况,例如学生基础不扎实和不及格率较高等,究其原因可以发现,主要有以下几个方面的问题。

1.1 知识内容综合性强,学生学习积极性不高

《机械工程控制基础》中涉及的知识体系较广,包括机械原理、理论力学、电子技术、高等数学、线性代数、复变函数与积分变换、信号与系统等,因此内容较为

繁杂,综合性较强,学习难度较大。学生在面对这门课程时,往往会形成一定程度的畏难情绪,学习热情和积极性不高,在课堂上参与度不够,这是导致教学效果不佳的重要因素之一。

1.2 教学内容多,课时有限,学生消化不及

《机械工程控制基础》围绕机械工程中自动控制系统的多个方面展开分析讨论,课程教学内容包括:机械工程控制理论概述、系统的数学模型、系统时间响应分析、系统的频率特性分析、系统的稳定性分析、系统的性能指标和校正,以及现代控制理论的初步知识等。课程内容繁多,各部分内容既相互联系,又呈现出较强的独立性。在有限的学时下,教学进度较快,基本上一周半左右的时间就需要完成一章的内容。因此,学生在学习的过程中容易出现跟不上进度,知识消化不及时等问题,而一旦出现这一问题就会进一步影响到后续的学习过程,从而导致整体的学习效果不佳。

1.3 课程内容抽象,教学和考核手段单一

《机械工程控制基础》课程理论性强,涉及大量的数学推理,为了教学内容的完整性和严谨性,教师在教学过程中往往把大部分精力放在数理推导方面,学生在学习过程中容易感到枯燥乏味,抽象而不容易理解。同时,机械工程控制理论最终目标是应用于工程实际中,具有较强的工程意义,这与理论性强的教学过程有着较大的脱节,从而容易让学生产生不知道为什么而学的困惑。此外,在考核方式上,期末考试占据着主导地位,过程性考核所占比重不高,从而对学生在学习过程中的推动作用不足。

2 课程教学改革创新

为了进一步提高人才培养质量,提升教学效果,针对《机械工程控制基础》课程教学中还存在的主要问题,

进行了改革和创新。

2.1 优化课程内容，加强知识体系梳理

为了更好地适应人才需求和毕业要求，结合机械专业的特点，注重能力培养和对现代工具的应用，优化并更新了《机械工程控制基础》课程目标（见表）。

表 《机械工程控制基础》课程目标

课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4
掌握自动控制系统数学建模的方法，具备建立机电液自动控制系统数学模型的能力	掌握研究自动控制系统的时域、频域特性的基本原理和方法，具备自动控制系统稳态特性和动态特性的分析能力	掌握自动控制系统的稳定性分析方法，具备根据代数判据和几何判据进行稳定性分析的能力	掌握借助 Matlab 等现代信息工具分析自动控制系统的基本方法

根据课程目标和学时安排，将原教学内容进行了合理的增减优化。首先，考虑到绝大多数学生在课程学习过程中感到数理知识不够用，导致对课程内容的理解产生困难，因而在机械工程控制理论概述部分之后，安排了 1 个学时的数学知识补充内容，如复数的表示及其基本运算，拉普拉斯变换及其逆变换的涵义及其运算性质等；其次，考虑到系统的性能指标和校正这部分内容所涉及的基础知识已在前几章讲述，故将该部分内容放在课下由学生自学完成，教师在课堂上做简要指导，并对学生以口头讲解的形式进行过程考核，以及时确认学生的掌握情况；再次，在教学中加强对课程知识体系的梳理，例如在重要的知识节点处展示整个课程的知识体系脉络，并明确即将学习的知识点在该体系中所处的位置，帮助学生以一定的高度来审视所学内容，避免出现“不识庐山真面目，只缘身在此山中”的片面认识，进而让学生在学的过程中明白“为什么而学”，并不断琢磨“怎么学”的问题。

2.2 创新课堂教学手段，提高学生参与度

由于《机械工程控制基础》课程学习难度较大，导致部分学生在学习过程中参与度不高，容易出现课上只限于听讲，课下“避而远之”的情况。针对这一问题，对课堂教学手段进行了几个方面的改革创新：

首先，在每次课堂教学的开始阶段，设置 5 ~ 10min 的“问答环节”，主要对已讲述内容尤其是上一次课程的重要内容进行回顾和发散，以“问答”的互动形式代替传统的以教师为主体的内容回顾。同时，在该环节中，以“后排为主，前排为辅”的原则随机现场抽取学生进行作答，一方面确保参与学生的覆盖面较广，另一方面以此来督促学生在教室前排就座，从而提高听课效果。

其次，增设“完形填空”环节，即在每个章节开始时，

向学生分发本章内容的重要知识点，这些知识点是以“完形填空”的形式出现，例如“系统的传递函数是在条件下，输出的 变换与输入的 变换之比”，学生在课堂上需要一边听课一边完成“完形填空”。通过设置该环节，一方面让学生了解章节内容中有哪些重要的

知识点，另一方面可以有效激发学生听课时对问题的思考，且不会因为过多的记录而导致注意力分散。每次分发的“完形填空”材料须在章节内容结束后提交，并作为过程考核成绩之一。

最后，实现“线下为主 + 线上补充”的混合模式，充分利用“线上”教学优势。依托“超星泛雅”平台制作线上课程资源，包括以“微课”形式录制的教学视频、教案和电子书等教学参考资料；开辟课后讨论区，教师针对每一章节内容拟定若干主题供学生展开讨论，学生围绕这些主题可以提出自己的见解，也可以提出还不理解的相关问题，教师针对这些见解和问题给予评论和答疑，同时鼓励学生之间开展互助答疑和讨论。“线上”教学是“线下”教学在时空上的延伸，有效突破了课堂教学中学时上的限制，也进一步丰富了教学手段。

2.3 注重思维培养，化抽象为具体

对于机械专业的学生而言，《机械工程控制基础》课程更加注重培养学生在控制理论方面的理解和应用，而控制理论实际上也是一种方法论和思维方式。因此，在教学过程中适当弱化数理推导过程，强调解决问题的方法和思维方式，这既能够适当降低学习难度，也符合专业培养目标。此外，借助于一些软件工具，例如 Matlab/ Simulink，对较为抽象的内容进行仿真，可以让学生更为直观地理解课程内容，这一方面可以让学生更容易接受，另一方面可以培养学生应用现代工具进行分析和解决问题的能力。例如，在讲述考虑干扰的系统输出这部分内容时，弱化只考虑给定输入与只考虑干扰时的传递函数推导过程，注重讲述线性系统的特征和遵循叠加原理的基本规律，让学生举一反三，当系统有多个输入时，可以应用同样的思路进行解决。同时，应用 Matlab/ Simulink 对该部分内容进行仿真，

分别考察系统在不包含干扰和包含干扰两种情况下的输出有何不同,进而直观地说明干扰对系统稳定性和快速性的影响。

2.4 强化过程培养,丰富考核方式

在传统的课程成绩评定方法中,期末考试成绩往往占据主要比重,导致了学生容易忽视学习过程的重要性,而采用考前突击的方式应付考核,不利于学生对课程内容的深入理解和掌握。为了解决这一问题,将课程成绩构成调整为:期末考试成绩占比50%,平时成绩占比50%,即把平时成绩和期末考试成绩视为同等重要。新的课程成绩评定方法,既强化了过程培养这一要素,也兼顾了期末考试成绩的客观性优势。在平时成绩中,设置考核的内容包括:

(1) 课后作业,包括小作业和大作业,小作业为各章节习题,用来加深对基本知识的理解,大作业为设计性综合应用题,具体为运用所学知识对直流电机转速控制系统进行建模,并利用 Matlab/ Simulink 进行仿真分析,培养解决实际工程问题的能力;

(2) 按时出勤情况,并计入学生在“问答环节”的表现;

(3) 期中考试,在系统时间响应分析部分结束后进行,帮助学生及时查找知识盲点,同时让教师更好地了解学生的学习状态;

(4) 学习笔记,启发学生对每一章节的主要内容进行系统梳理,并做好知识总结。

3 课程教学实践与效果

以安徽建筑大学机械设计制造及其自动化专业学生为研究对象,考察了在教学改革前后的教学效果。2018级学生采用改革前的传统教学方法,2019级学生采用改革后的教学方法,教学改革前后的变化主要体现在以下几个方面。

其一,课堂风貌发生了明显变化,2018级学生倾向于在教室中后排就座,上课时容易出现走神的情况,课堂参与度不高;2019级学生主要集中在教室前排就座,且会提前到达教室进行预习或复习工作,同时课堂参与度提升,经常会出现主动回答问题的学生。

其二,学生课程成绩有了较明显提升,2018级教学班共46人,课程成绩平均分为70.1分,2019级教学班共42人,课程成绩平均分为75.3分,2019级学生平均成绩相较于2018级提高了5.2分;此外,2019级学生成绩分布更加集中,不及格率明显减少,两个

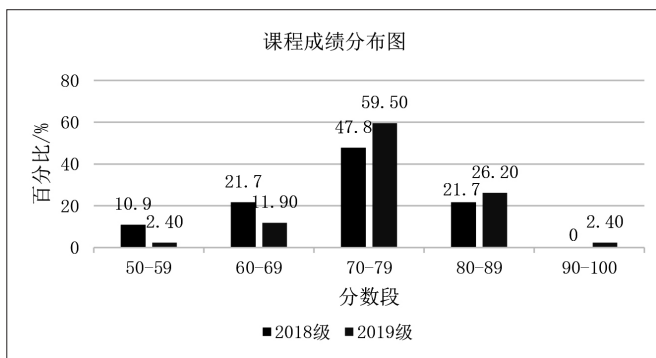


图1 2018级和2019级学生课程成绩分布对比图

年级的课程成绩分布如图1所示。

其三,课程间接评价指标有较明显提高。课程间接评价是一种能够较为准确地反映教学效果的评价方法,它是指学生在完成课程学习后,对照课程目标,结合自身对课程内容的掌握及获得能力等情况进行自评。在间接评价调查问卷中,设置评价等级和对应分数段如下:90~100分为很好,80~89分为较好,70~79分为一般,60~69分为及格,60分以下为很差。收集到2018级和2019级调查问卷分别为38份和36份,计算得到对应于4个课程目标的评价指标如图2所示。相较于2018级学生,2019级学生对课程目标的达成情况自评分数均有所提高,体现了改革后的教学效果有了较明显提升。

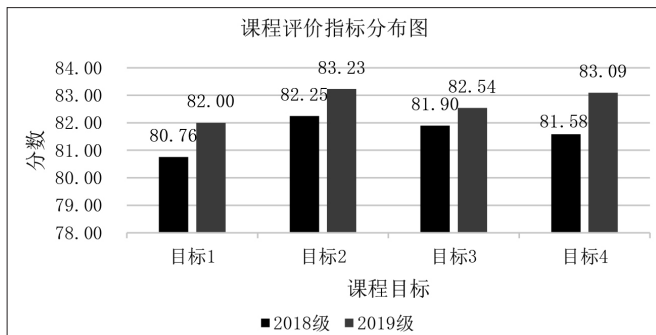


图2 2018级和2019级学生课程评价指标分布对比图

4 结语

《机械控制基础》作为机械类专业的核心课程,在人才培养过程中具有十分重要的作用。课程内容抽象,具有较高的学习难度,同时为了更好地适应智能制造和产业升级等新形势下的人才需求,有必要进一步研究和改进课程教学,以提升教学效果。本文结合课程目标和学时安排,对教学内容进行了优化,对教学方法和手段进行了改革创新,同时还丰富了考核方式。通过改革,进一步突出了学生在教学中的主体地位,

更加注重过程培养在教学中的重要意义,以能力培养为导向,夯实基础知识,提升学生利用所学知识分析和解决问题的能力。以安徽建筑大学机械专业学生为研究对象,进行了教学改革实践。

实践结果表明,课程教学改革后的学生平均成绩有了较明显提升,成绩分布更加合理,同时课程间接评价指标也有所提高。此外,课堂教学氛围得到明显改善,学生的学习积极性和参与度有了较大提高。因此,教学方法改革和创新是有效的,这为机械类专业人才培养目标的实现和提升提供了良好保障。

基金资助: 本项目得到安徽建筑大学质量工程项目(2021jy35)、安徽省省级示范基层教学组织(教研室)(2020SJSFJXZZ097)和安徽省省级虚拟仿真实验教学项目“智能制造工厂虚拟仿真实验教学项目”

(2020xfxm09)的资助。

参考文献:

- [1] 尚志武,刘国华,负今天.机械工程控制基础课程教学改革研究[J].新课程研究,2014(6):56-57.
- [2] 杨叔子,杨克冲,吴波,等.机械工程控制基础(第七版)[M].武汉:华中科技大学出版社,2017.
- [3] 王冰,韩伟娜,陈丽媛,等.《控制工程基础》课程教学改革与实践[J].廊坊师范学院学报(自然科学版),2021,21(4):109-111.
- [4] 夏博,胡雪,曾海峰,等.基于“新工科”项目的机械工程控制基础课程的教学探索与启示[J].高教学刊,2019(14):11-13+17.
- [5] 王永健.基于OBE理念的课程目标间接评价方法研究初探[J].教育现代化,2021,8(40):182-184.

(上接第 99 页)

0.50 元/kWh,工厂年作业时间按照 8000h 计算,一条棒材生产线仅加热炉系统可节约电费: $51 \times 8000 \times 0.5 = 204000$ 元,估算该系统投运后两年多即可收回投资,经济效益巨大。

鉴于该系统节能效果显著,该公司已经在另外两条棒材生产线进行改造,目前两套节能系统均在调试中。

6 结语

通过对棒材生产线加热炉液压系统的节能改造实

践,可为其他棒材生产线的改造提供可参照的宝贵经验,同时也为企业创造了可观的经济效益,顺应了企业低碳节能的发展方向。

参考文献:

- [1] 曹建东,龚肖新.液压传动与气动技术(第3版)[M].北京:北京大学出版社,2017.
- [2] 李丽霞,杨宗强,何敏禄.液压技术基础[M].北京:化学工业出版社,2013.

本刊声明

近日,本刊编辑部接到部分作者反映,存在个别机构(或个人)假冒《中国机械》杂志社总编室或《中国机械》编辑部的名义向广大机械制造领域的作者征收稿件,并向作者发送了盖有非法总编室或编辑部公章(或非法电子章)的录用通知书。

在此,本刊郑重声明,《中国机械》杂志社总编室公章(防伪码:1101081749266)已于2021年5月25日公开登报声明注销作废,中国机械编辑部原公章(防伪码:1101081491290)也已于2021年4月19日公开登

报声明作废,并启用新的编辑部公章。今后如有不法机构(或个人)再以本刊总编室或本刊编辑部名义进行征稿等相关活动,属于严重侵犯本刊合法权益的违法行为,一经发现,本刊将采取法律手段,切实维护本刊的声誉与正当合法权益。请广大作者认准《中国机械》杂志社的官方投稿邮箱 jxzzs@cinn.cn,或致电编辑部,以确保作者相关权益得到有效保护。

《中国机械》杂志社
2022 年 4 月 10 日