

基于CDIO模式《自动控制原理》课程教学改革*

吴静妹 陈玲

(皖江工学院 安徽马鞍山 243031)

摘要: 针对“自动控制原理”课程存在的问题和不足,文章采用CDIO工程教育教学模式,在课程教学中注重理论联系实际、优化课程内容,改革试验教学等,激发学生自主学习的积极性,增强学生的创新意识,培养学生的动手协作和能力,基于MATLAB仿真平台提升学生的专业技能,提高教学质量,实现应用型本科教育培养目标。

关键词: CDIO工程教育 自动控制原理

中图分类号: G642.0 **文献标志码:** A

DOI: 10.12218/j.issn.2095-4743.2022.01.166

引言

《自动控制原理》是电气学科、自动控制科学的基础,是很多工科专业的核心理论课程。课程主要研究控制理论的基础知识,基于控制系统数学模型,详细分析自动控制技术的基本原理和分析设计等,引导学生利用控制理论知识分析和解决工程实际问题,为以后工作和专业后续课程的学习奠定良好的基础。该课程具有“理论严谨、概念抽象、公式烦冗,计算烦琐、实践性强”等特点,所以多数学生在学习中感到很困难,理论理解和计算都很吃力,学习和教学效果差^[1-3]。因此,本文探索合适的教学模式,采用合适的教学方法,即CDIO教学模式。该教学理念能充分调动和激发学生学习的积极性,培养学生科学实践创新的能力。并利用MATLAB仿真平台对理论进行仿真验证,提升学生的专业技能,提高教学质量和教学效果,实现应用型本科教育培养目标。

一、CDIO教学模式构成

CDIO教学模式是近年来国际工程教育提出的全新的教学理念,包含:构思(Conceive)设计(Design)、实施(Implement)和运行(Operate)^[4-6]。该教学理念是在教学过程中利用“项目工程”引导学生学习,让学生充分认识到一个产品的实现应包括构思、设计、验证、实施、运行、检验等,深刻理解“做中学”和“学中做”的含义。这种工程教学模式和以往的传统班级授课相比有很大的优势,一是可以让学生掌握深厚的技术理论知识;二是可以培养学生的主观能动性,激发学生自主学习的动力;三是可以让学生认识到该课程在未来工作中的重要性和战略性;四可以提升学生的创新能力和社会责任感。

二、基于CDIO模式优化教学内容

1. 基于课程特点,理论教学结合实际案例

“自动控制原理”课程理论性强,与实际联系紧密,并且要求学生的计算能力和理解能力很高,很多学生学习该课程时感到非常吃力,觉得很枯燥,导致学生对课程学习失去耐心和信心。所以,采取传统的按部就班的授课方式,教学效果和教学质量都不能达到满意。因此,教师在授课时一定要理论联系实际,将实际案例应用到教学当中,让学生对控制系统有直观的感受。例如,在第一章讲解系统控制框图时,引用马钢锅炉控制系统作为案例,让学生知道什么是输入量、输出量、扰动量、控制装置、检测装置及显示装置,同时对应在控制框图中的哪一部分,这种方式有利于学生树立工程结合理论的意识,激发学生的学习兴趣,提高学生学习的主动性。

2. 结合工程实例,优化课程教学内容

《自动控制原理》课程主要介绍自动控制基本概念、系统建模、时域分析、根轨迹分析、频域分析、系统综合与校正、离散系统分析等^[5]。基于CDIO工程教学理念,教师在教学中可改变传统的习惯性单一的授课模式,将教学内容拓展到课外实践。例如,在近两年的授课中工程案例采用单容量水箱(一阶对象)的水位、流量控制系统,让学生一同参与测量和计算,通过理论分析和建立模型推导出控制系统的数学模型,根据数学模型对其一阶时域模型进行分析,了解一阶系统的时域性能。除此之外,其根轨迹分析、频域分析同样可以顺利进行。通过把CDIO工程教育理念与课程教学活动相结合,以工程实例组织教学,不仅优化传统的课本

*基金项目:安徽省高等学校省级质量工程研究项目(2020jyxm2064);皖江工院校级质量工程项目(zl201942)。

教学,让学生减少面对枯燥乏味烦冗的数学公式;而且激发了学生的学习思维、明确其学习目标、融会贯通,提升学习效果。除此之外,还引入了大量的课程外信息,扩展学生视野,充分体现了工程教育融入课程教学中的重要性。

3. 引入MATLAB仿真,提高教学效果

《自动控制原理》与其他课程如高等数学、电路原理、线性代数、电机拖动等关系紧密,其中涉及很多高数知识,如微分、积分、拉氏变换、Z变换、S函数等^[7, 8]。很多结果和结论都是基于数学公式推导得到,所以大部分数学基础较差的学生对该课程学习感到困难,甚至厌学。MATLAB仿真软件在工科专业学习中发挥着举足轻重的作用,软件自带的丰富的函数库、电气控制系统实例、过程控制系统实例及工程绘图能力等,只需要在软件环境对话框里输入几条指令,然后点击Run运行就可以绘制出一条或几条直观曲线,这些曲线可以充分反映出控制系统的输出响应、根轨迹图、频率特性(Bode图或是Nyquist图)等^[8, 9]。教师应用MATLAB仿真教学可以有效地帮助学生理解和消化控制系统的基本概念和性能分析,同时引导学生主动思考如何运用先进技术来分析实际问题。所以,在《自动控制原理》课程的教学过程中引入MATLAB仿真软件不仅可以减少烦琐的数学计算和推导,让学生有更多精神和心力去分析、理解和掌握课程的理论基础知识,对相对复杂的理论知识有更好的理解和感知,而且可以进一步增强学生的编程能力,让学员更加直观地观察计算结果和参数变化带来的影响,大大地激发学生的学习积极性,提高学生的学习效率。

三、实验教学改革

1. 基于计算机,优化课程实验

“自动控制原理”理论课有其对应的课程实验,实验教学对学生理解和掌握理论知识起到非常重要的作用,它是建立理论和工程实际联系的纽带^[6]。传统的实验教学都是在试验箱上进行模拟实验,首先在试验箱上接线,然后用示波器显示波形,最后学生进行记录读数。这种实验设备只能进行简单的验证实验,如P、I、PI、PD等,验证结果往往误差较大、精度较低,对学生的实际操作能力、创新能力的培养和提高帮助不大,所以对课程实验进行优化是必然的。目前我校对《自动控制原理》实验室进行了改建,除了改善试验箱外,还添加了“计算机、AD/DA采集卡”,建立了一体化的实验平台,结合模拟电路实验和计算机虚拟示波器,学生可以对控制系统自主进行设计,同时可以进行MATLAB仿真验证和分析。

2. 结合应用型教学,自主设计实验

我校实验教学课程学分值是1.5,即24课时,以往课程安排6个实验,均为验证性实验。为了培养和提高学生的动手操作能力及创新实践能力,近两年将实验教学内容设置为3个基础验证实验、2个设计性实验和1个综合研究实验,具体表格如表1所示。

表1 自动控制系统实验教学内容体系

实验层次	实验教学内容
基础验证实验	典型环节P、I、PI实验
	一阶系统时域响应实验
	一阶系统频域响应实验
设计性实验	二阶系统动态特性分析
	基于MATLAB线性系统串联校正分析
综合研究实验	控制系统PID整定综合实验

一是基础验证性实验,主要是让学生对所学的理论知识进行巩固和加深理解;二是设计性实验,主要是培养学生将课堂学习的理论知识应用于实际的工程项目中,要求学生能够运用所学理论知识掌握控制系统的设计方法;三是综合性实验,是学生在课后根据兴趣自由组成团队,开设具有一定难度的实验。综合性实验需要结合其他相关课程知识,如力学、电路等,让学生们能够自主的设计自动控制系统(如水箱液位控制系统),培养学生分析解决问题能力、创新能力和团队协作能力。同时,各类型实验均应用了MATLAB仿真平台,实验时先利用MATLAB写程序或是搭建模型进行仿真验证,得到相对精确的数据,然后再实际动手搭建电路,调节参数,最后在计算机虚拟示波器中检验和分析输出波形。这种“验证”“设计”和“综合”相结合的实验方式能更好激发学生的兴趣、积极性和主动性,实现学生工程项目综合性训练,培养学生团队协作精神,提升学生责任心,提高学生学习效果和综合素质,体现课程的价值。

四、考核与评价改革

课程的考核与评价真切反映学生的学习情况和教师的教授效果,所以对理论课程的考评及实验考评改革要体现公平公正,才能促进学生形成良好的学习风气。课程成绩包含理论课成绩和实验课成绩,理论通常考查学生的期末成绩70%和平时成绩30%(出勤、作业、课堂和课后表现等),将其占比改成60%和40%,提升了平时成绩的占比,让学生意识到学习的主动性和积极性是提高成绩等级(绩点)的有利方法,主动性和积极性提高,知识的掌握程度自然提高,期末成绩也随之提升;实验包含基础验证性实验、设计性实验和综合性实验,占比分别是40%、40%和20%,每组实验都有

小组评价（占40%）和教师评价（占60%），小组评价主要是学生之间互评，主要考查学生的主动性，教师评价主要考查学生动手操作，理论知识运用能力，实验报告书写情况。综合性实验是课下所有学员自评和互评构成，其分配比例如表2所示。

表2 实验课程综合成绩构成

课程	分类		比例	备注
理论课程综合成绩	期末成绩		60%	主要考查学生对课程大纲教学内容的整体掌握情况
	平时成绩		40%	出勤、作业、课堂和课后表现
实验课程综合成绩	基础验证实验（40%）	小组评价	40%	考查学生实验报告书写和主动性
		教师评价	60%	考查学生动手操作，理论知识运用能力，实验报告书写
	设计实验（40%）	小组评价	40%	考查学生实验报告书写和主动性
		教师评价	60%	学生动手操作，理论知识运用能力，实验报告书写
	综合性实验（20%）	学员自评	30%	考查自主学习的能力
		小组互评	70%	考查学员间的协作能力和完成能力

结语

针对传统自动控制原理课程教学中存在的问题，本文引入了CDIO工程教育模式，使课程理论与工程实践紧密结合，培养学生理论联系实际意识。教学中还应用了MATLAB软件，简化了数学计算量、降低了绘图困难，提升了学生对该课程学习的兴趣和热情，提高了学生学习效果。实验教学中搭建了试验箱、计算机一体化实验教学平台，该平台能密切联系实际工程项目，可以将实际的工程项目引入到实验教学内容中去，并结合理论知识优化实验内容，从基础到设计再到综合研究，逐步递进，由浅入深，把自控原理实验构建成学生易学、爱学的课程。本文对课程的改革能

更有效地培养我校大学生扎实的理论基础、面向工程应用的实践能力，提高学生的自主学习能力、创新思维，为学生后续相关课程学习、竞赛、毕业设计、课程设计等奠定坚实基础。

参考文献

- [1]王海泉,王东云等.基于CDIO的自控原理课程实验教学平台研究[J].实践教学,2011.20:123-124.
- [2]禹柳飞.CDIO模式下的《自动控制原理》教学改革实践[J].教育教学论坛,2014.9:37-38.
- [3]胡开明等.“自动控制原理”教学改革与实践创新[J].东华理工大学学报(社会科学版),2019.38(1):95-97.
- [4]王宪磊,张洪洲等.基于CDIO模式的“自动控制原理”重点课程教学改革实践[J].无线互联科技,2019.13:74-75.
- [5]张园,钟志通等.“自动控制原理”课程CDIO翻转课堂教学模式[J].电气电子教学学报.2017.39(2):107-109.
- [6]朱婕,徐刚.基于OBE理念的自动控制原理实验课堂教学改革与实践[J].赤峰学院学报(自然科学版).2019.35(12):149-151.
- [7]王桂芳,程上方等.自动控制原理实验教学改革探索[J].实验科学与技术,2020.18(2):98-101.
- [8]吕勇.MATLAB在《自动控制原理》课程教学中的应用探讨[J].教学园地,2020.1:73-74.
- [9]张良,杨涛.Multisim在“自动控制原理”实验教学中的应用[J].绵阳师范学院学报,2019.38(11):28-32.

作者简介

吴静妹（1988.01—），女，汉，皖，研究生，副教授，研究方向：电力电子器件研究。