

以解决复杂工程问题为目标的自动控制原理课程教学改革的实践

于德亮, 王兆天, 周美兰

哈尔滨理工大学电气与电子工程学院, 黑龙江 哈尔滨

收稿日期: 2022年7月12日; 录用日期: 2022年8月12日; 发布日期: 2022年8月18日

摘要

本文结合工程教育认证标准和建设电气类“自动控制原理”一流课程的要求, 以提高学生解决复杂工程问题能力为目标, 阐述了“自动控制原理”课程在教学内容、教学方法、考试考核方式、实践教学内容等方面进行课程改革的建设的实践过程。极大地改善原有教学过程中传统教学方法呆板、实验教学内容少、教学实验平台创新不足、课程考核评价方式单一等诸多问题。不仅改善了课堂教学效果, 促进学生对课程的学习兴趣, 更提升了学生解决复杂工程问题的能力。

关键词

自动控制原理, 复杂工程问题, 工程教育认证

Practice of Curriculum Reform of Principle of Automatic Control Aiming at Solving Complex Engineering Problems

Deliang Yu, Zhaotian Wang, Meilan Zhou

School of Electrical and Electronic Engineering, Harbin University of Science and Technology, Harbin Heilongjiang

Received: Jul. 12th, 2022; accepted: Aug. 12th, 2022; published: Aug. 18th, 2022

Abstract

Through combining the requirements of engineering education certification standards and the construction of “Principle of Automatic Control” first-class curriculum, aiming at improving stu-

dents' ability to solve complex engineering problems, this paper expounds the practice of the curriculum reform and the development process in the teaching contents, teaching methods, test methods, practice teaching content in the "Principle of Automatic Control" curriculum. This reform improved many problems in the original teaching process, such as inflexible teaching methods, less experimental content, lack of innovation in experiment platform, and single course assessment method. This reform greatly improved the teaching effect, promoted students' interest, and enhanced students' ability to solve complex engineering problems.

Keywords

Automatic Control Principle, Complex Engineering Problems, Engineering Education Accreditation

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

目前, 随着我国提出“双碳”目标, 社会对新能源领域的人才需求与日俱增, 培养具有能够解决各类电能存储、运输、变换等过程中复杂工程问题能力的高水平人才, 是国家对电气工程及其自动化专业的高等教育从业者提出的时代需求。而电力电子技术在电能生产、输送和变换中具有越来越重要的地位, 这就促使着电力电子与电力传动学科在诸如“自动控制原理”和“电力电子技术”等相关核心课程的建设中, 更加重视人才实际工程能力的培养[1][2]。同时, 《工程教育专业认证》对专业的建设要求中, 也着重强调解决本专业复杂工程问题能力的培养。由此看来, 以解决复杂工程问题为目标的电气类专业核心课程的改革已经势在必行[3]。

“自动控制原理”是电气类专业的核心主干课程之一, 它面向控制对象, 注重理论和实践相结合, 主要研究自动控制系统中的基本理论及分析和设计方法[4]。这门课程涉及知识面广且内容抽象、理论性强, 课本中含有大量的数学公式推导及图表曲线, 具有一定的学习难度和教学难度[5]。从这门课的教学现状来看, 学生普遍感到难学、乏味。在工程教育认证的背景下, 如何在有限学时条件下把教学工作的重点落实到能力的培养和素质的提高上, 使学生既能掌握自动控制原理的基本内容, 又能运用所学知识解决本领域内的复杂工程问题, 成为授课教师普遍面对的问题[6]。因此, 对“自动控制原理”课程的教学内容、课堂教学方法、考核评价方式及实践教学环节进行全面改革, 是建设一流自动控制原理课程的必由之路, 也是学生解决复杂工程问题能力培养中的重要一环[7]。

2. 目前课程面临的主要问题

2.1. 主要问题

自动控制原理作为电力电子与电力传动学科乃至电气类相关专业重要的专业核心课程, 在工程人才培养过程中的重要地位不言而喻。目前很多院校也在制定新版培养方案和教学大纲时, 都明确要求符合《工程教育专业认证》的通用标准和补充标准规范。但是对照工程教育专业认证规范不难发现, 课程在教学设计上还存在诸多不足, 不能适应建设“一流课程”、培养能够解决复杂工程问题人才的要求。

在传统自动控制原理课程表现出来的主要问题包括: 教学方法上基本上依旧是教师指定、学生跟从的“被动参与学习”模式, 学生学习兴趣的主观能动性难以调动和激发, 授课效果一般; 仍采用“课堂

授课”、“随堂测验”、“课后作业”、“课内实验”的传统模式，课程教学的内容大都是重复或罗列以往的教学内容和理论知识，没有系统地把相关科研成果、应用实践融入到课程教学中，存在工程背景不强、综合训练程度不够等问题；成绩考核主要采用平时成绩+期末成绩的单一计分方式，这种方式过于强调学业的最终结果，即过于强调学生知识掌握的程度和多少，忽视了对学生全面发展的考核和对学生学习过程解决复杂工程问题能力素质的考查。

2.2. 主要弊端

按照传统的课程授课方式和课程设计进行教学，会为课程的授课效果及人才的培养带来诸多弊端，包括使得学生实践能力无法得到提高，不注重对知识的理解和应用，缺乏对学生灵活应用知识和解决实际问题的能力培养；使得学生对专业知识理解不透彻，只会死记硬背，缺乏综合学习能力(包括发现知识、理解知识、分析问题、解决问题的能力)的培养；试题答案唯一，只有对、错区分，缺乏创造性思维和创新能力培养和考核；使得学生只注重“考试结果”，不注重“学习过程”，表现为考前突击备考，难以消化吸收所学知识。

一流的课堂教学要有具体、可行的教学目标以及实现其目标的方法，工程教育专业认证标准明确要求，学生在工程知识方面，能够“将数学、自然科学、工程基础和专业知识运用于工程实践中，通过研究与分析建立物理、数学模型，用于解决相关领域的复杂问题”。在这样的背景下，本文以“解决复杂工程问题”为目标基点，研究如何激发学生的学习兴趣，进一步加强其实践动手能力，实现进探究式学习和接受式学习相互渗透，最终探索出强化一流电气类专业核心课程工程应用能力的实践之路。

3. 课程改革设计与建设

“自动控制原理”课程涵盖的知识内容多、难度大、理论性强，随着新问题、新技术的不断出现，课程内容、教学方式方法也必须做出相应调整。本节将讨论从课程课堂教学内容改革、课堂教学手段的改革两方面进行讨论。

3.1. 课程教学内容的改革

自动控制原理的授课应当紧跟本专业及学科前沿的发展方向。自动控制原理是电气类专业应用型较强的一门专业基础课程，授课老师应结合电气类本学科的发展趋势和热点问题，结合自动控制原理课程的知识点，进行有效关联，即教学内容应主动吸收学科技术前沿知识，将这些新内容及时增加到教学中，引导学生了解自动控制原理及其应用的发展动态，扩大知识面，提高学生对课程的学习兴趣，可以使学生对实际复杂工程问题有更为直观的理解，为电气专业达成毕业要求奠定基础。

教学内容应动态进行优化。教学内容的优化涉及专业人才培养的目标，根据工程教育认证标准和补充标准以及学校电气工程专业培养目标对知识、能力、工程和素质的要求，制定教学内容。开展以时域模型和频域模型为理论基础，结合电路、力学等物理模型重点讲述控制系统的数理分析方法。

为提高学生解决复杂工程问题的能力，应着重增加实践训练内容。“自动控制原理”课程具有较强的应用性，可以将学生理论能力与实践能力相结合作为教学培养的重点。通过针对性的训练，将理论教学内容进一步延伸，使学生完成从理论指导实践、再从实践验证理论的飞跃，使之具有适应行业、社会发展的能力以及对终身学习的正确认识。

3.2. 课堂教学手段改革

实施教学过程改革的根本目的是促进学生学习。“学”是学习过程的内因，“教”是促进学生学习过程的外因，因此学生是学习过程的主体。为增强教学效果，教师在授课时要通过激发学生的兴趣让学

生自主学习。目前,大部分工科院校采用传统教学模式很难实现教师和学生课堂中的互动,极大地妨碍了学生的主动学习性,教学效果不好。

充分利用各种课堂辅助教学手段。针对“自动控制原理”课程教学内容中图解方法较多的特点,采用计算机动画演示和计算机仿真演示等辅助教学手段,这样既可以节省绘图时间,使学生在有限的课堂时间内获得更多的信息量,又可以更多关注图解法内涵,让整个图解过程更加直观。学生还可充分利用“自动控制原理”课程的网络教学平台,课程组的教师会及时补充、更新教学资源,供学生在课余时间上网查阅,学生还可以借助平台与教师进行交流。通过这种手段,保障了学生可以有效利用课余时间,也便于教师及时了解学生学习近况。

充分利用“自学 + 讨论”式教学方法。教师在保证教学内容完整性的基础上,精选一部分难度适中的内容留给学生自学,然后开展课堂讨论,教师做现场答疑,答疑过程可力求突出教学重点和难点。例如在讲授串联校正内容时,可以将滞后-超前校正留给学生去思考,然后在课堂教学中进行讨论。实践证明,“自学 + 讨论”的教学方法可以有效地克服学生的依赖性,培养自学能力,增加学习信心,提高学习兴趣。

增加案例式教学环节,使学生增加对复杂工程问题的接触,进而深入理解复杂工程问题的内涵。例如:用典型二阶振荡系统数学模型,深入分析阻尼系统的运动规律,充分分析书序模型中各参量在系统控制的暂态过程中所起作用,以指导学生在实践中掌握理解自动控制原理的精髓。

4. 实践教学环节的改革

实践教学环节不同于普通的课堂教学,是学生接触复杂工程问题的最好渠道,精心设计的实践教学内容的加血方法,能够帮助学生快速地接触复杂工程问题的概念,进一步深入的理解复杂工程问题的内涵,从而能够在遇到复杂工程问题时,有能力提出解决的方案和方法。同时在自动控制原理课程中,时间教学环节又是必不可少的,是课堂教学环节的重要补充和试炼机会,对理解和巩固理论知识有重要作用,能强化学生工程技能训练,提高学生解决复杂工程问题的能力。

在作业、大作业中增加综合应用类题目。综合应用类课题包括校正环节设计的大作业、小论文(报告)的写作与答辩等考核方式。要求每名同学从这几个方面任选其一,也可以以3~5人自由组成小组完成。所完成的内容需使用自动控制原理知识解决电气领域复杂工程问题电气工程实际问题,并阐述原理、发表见解、提出设想。利用这种教学方式,使学生分享彼此解决问题的方法、思路和经验,可以加强学生灵活应用知识和解决实际问题能力的培养,可以提高学生组织、协调、合作的能力,提高学生的学习兴趣和自我学习能力,还能扩展学生知识面、弥补课堂实践教学不足。

开展仿真实验教学。计算机仿真是使用计算机对模型进行研究,具有精度高、重复性好等特点。自动控制原理课程主要使用 Matlab 仿真软件,具有方便、简单、调节容易、可视性好的优点。在学习完相关课程内容后,可布置相应的仿真习题,学生通过在计算机上自行完成仿真实验练习,将加深对理论知识的理解。

5. 考核方式改革

“自动控制原理”是一门理论性和应用性很强的专业核心课,课堂教学中一直面临如何解决理论与电气专业复杂工程问题相联系的问题,课程考核中也一直没有很好地方法解决此问题:如何既能考查基本理论的掌握,又兼顾理论与工程实际应用的结合,同时考查学生逻辑思维的准确性和创造性思维以及创新意识。本研究对考核方式拟进行如下改革:1) 考核成绩的构成:总成绩为100%,包括试卷成绩(满分100分)占60%,课堂学习表现成绩占10%,实验成绩占10%,平时作业成绩占10%,大作业成绩占

10%。2) 平时成绩由课堂回答问题情况、随堂测验情况、课堂讨论中表现情况等综合给出。3) 大作业成绩采用现场答辩方式确定。4) 期末考试为闭卷笔试方式。

6. 结语

本文阐述了“自动控制原理”课程在课程教学内容、课堂教学手段、考试考核方式以及实践教学环节方面的改革与实践,课程改革达到了改善课堂教学效果、促进学生对自动控制原理及其相关课程学习兴趣的效果,在提升学生解决电气工程尤其是电力电子领域内复杂工程问题的能力方面有明显的成效,同时,在课程改革过程中提高了年轻教师和实验教师的教学和科研能力,丰富了课堂和实验教学内容。

基金项目

1) 黑龙江省高等教育教学改革项目:《以提高解决复杂工程问题能力为目标的电力电子学科人才培养模式研究与实践》,项目编号: SJGY20190271。

2) 黑龙江省高等教育教学改革项目:《“新工科”背景下创新创业教育融入虚拟仿真实验教学全过程的路径探索》,项目编号: SJGY20200298。

参考文献

- [1] 张园,刘淑波,初俊博.“自动控制原理”课程教学改革的探索与实践[J]. 电气电子教学学报, 2021, 43(4): 75-77.
- [2] 张伟. 工程教育专业认证背景下自动控制原理课程改革探索[J]. 中国现代教育装备, 2021(11): 97-99.
- [3] 胡慧,唐勇奇,李光中,吴勇峰. 专业认证背景下电气类专业学生复杂工程问题解决能力培养的探索与实践[J]. 湖南工程学院学报(社会科学版), 2022, 32(2): 119-124.
- [4] 姜晓伟. 新工科背景下自动控制原理课程教学方法探索[J]. 中国现代教育装备, 2022(1): 78-80.
- [5] 张春良,刘长红,江帆,黄文恺.“多元协同、多维评价”工程人才培养模式探索[J]. 高等工程教育研究, 2022(3): 112-116.
- [6] 李萍,厉虹,王丽婕,祁鲲,刘思嘉. 产学研协同育人背景下运动控制系统实践教学改革的探索[J]. 中国现代教育装备, 2022(9): 139-142.
- [7] 张庆新,席剑辉,朱琳琳,李化鹏. 面向工程教育的自动化专业实践教学体系的构建与实施[J]. 工业和信息化教育, 2022(2): 15-18.