

以工程能力培养为目标的《控制工程基础》 课程改革探索

朱春霞, 王学尧, 范丽婷

沈阳建筑大学机械工程学院, 辽宁 沈阳

收稿日期: 2022年12月22日; 录用日期: 2023年2月20日; 发布日期: 2023年2月28日

摘要

《控制工程基础》是机械类专业的一门基础理论课, 这门课是学习机械类专业课程的桥梁, 具有承上启下的使命和作用。采用传统教学培养方式授课的过程中发现, 存在以下问题: 学生上课热情下降、教学质量不高、缺乏与相关企业的联系, 评价机制过于单一等。机械类毕业生的茁壮成长, 会对一个国家的机械制造业乃至未来的国际地位产生决定性的影响。因此, 重视机械类学生工程能力的培养, 已成为各国高等院校工程类专业的教育共识和培养趋势。所以, 如何切实地改善广大机械学生的工程实践能力, 以科学合理地培养推动社会进步、满足经济需要、促进国家繁荣、适应业界发展的毕业生, 是我国所有工科类院校需要重点关心和急待解决的主要课题。文章探索了以工程能力培养为目标的《控制工程基础》课程改革举措, 以此激发学生兴趣, 增强学生的工程能力, 从而适应国家发展需求。

关键词

工程能力, 控制工程基础, 课程改革

Exploration on Curriculum Reform of “Control Engineering Foundation” Aiming at Cultivating Engineering Ability

Chunxia Zhu, Xueyao Wang, Liting Fan

School of Mechanical Engineering, Shenyang Jianzhu University, Shenyang Liaoning

Received: Dec. 22nd, 2022; accepted: Feb. 20th, 2023; published: Feb. 28th, 2023

Abstract

“The Foundation of Control Engineering” is a basic theoretical course for mechanical majors. It is a

bridge for learning mechanical majors, which has the mission and function of connecting the preceding and the following. In the traditional teaching process, the following problems are found: students' enthusiasm decline in class, teaching quality is not high, lacking of contact with relevant enterprises, evaluation mechanism is too single. The strong growth of mechanical graduates would have a decisive impact on a country's mechanical manufacturing industry and even its future international status. Therefore, attaching importance to the training of engineering ability of mechanical students has become the educational consensus and training trend of engineering majors in colleges and universities around the world. So, how to effectively improve the engineering practice ability of mechanical students, in a scientific and reasonable way to train graduates to promote social progress, meet economic needs, promote national prosperity, adapt to the development of the industry, is an important issue that all engineering colleges and universities need to face and solve in China. To stimulate students' interest and enhance their engineering ability, this paper explores the reform measures of "The Foundation of Control Engineering" curriculum aimed at cultivating engineering ability, to meet the needs of national development.

Keywords

Engineering Capability, Control Engineering Foundation, Curriculum Reform

Copyright © 2023 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

《控制工程基础》作为机械类专业的一门专业基础课程，它既是基础课程《高等数学》、《线性代数》、《电工电子技术》、《计算机基础》、《大学物理》、《理论力学》等课程向专业课程的深入，又是学习机械类专业课程的桥梁，具有承上启下的使命和作用。该课程具有内容抽象，理论性强，概念和公式繁多，对数学基本功要求较高等特点。教学内容包含控制系统的动态数学模型、时域瞬态响应分析、控制系统的频率特性、控制系统的稳定性分析、控制系统的误差分析和计算等[1]。通过该课程的多个教学环节，让学生们掌握如何建立系统的动态特性数学模型，分析已知系统的稳定性、快速性及准确性问题，以及进一步掌握对机械控制系统进行设计，从而为学习后续的课程、从事相关工程技术工作及科学研究奠定基础。这门课旨在培养学生具有机械工程控制思想，使学生初步掌握建立控制数学模型的方法，熟练掌握常用的几种控制方法，并具备一定的将机电工程问题转化为数学模型并求解的应用能力，培养应用数学方法来解决较为复杂的机械控制问题的能力。传统的教学以 PPT 教学为主，辅以重点难点的板书讲解，同时仅结合 1~2 个实验来加强学生对概念和理论知识的理解，学生的热情低，自主性差，很难解决工程问题。对此，许多高校学者针对这门课进行了一系列的改革与探索，来提高学生的自主性和学习效率，促进学生对这门课的理解和知识体系建设。西安交通大学的李小虎等学者[2]提出了《控制工程基础》理论知识与科研项目、工程实践相互印证的多元教学方法，以学生培养达成度为目标的机械控制工程教学评价体系。东华理工大学的李振河等学者[3]提出了课前线上预教预学、课中线下课堂翻转教学、课后线上巩固拓展教学的混合式教学设计。大连工业大学的孙玲等学者[4]提出了基于案例式教学、启发式教学、分组讨论等教学方式相结合的混合教学方法，以激发学生的自主学习能力，促使学生完成课程的知识体系构建。江苏大学的季晨等学者[5]通过利用工程案例，建立线上教学资源，增加课程实验

和实践环节来激发学生兴趣，提高学生们的工程意识。

2. 工程能力培养作为学生能力的重要性

“中国制造 2025”战略规划的提出，对《控制工程基础》这门课的教学提出了更深层次的要求，要求各大高校培养的毕业生应具有理论知识、应用能力、工程素养、创新思维相结合的工程实践能力[6]。以学生为中心，注重工程能力的培养对我国的社会进步、经济增长、国家繁荣具有非常重要的促进和推动作用。机械类毕业生的茁壮成长，会对一个国家的机械制造业乃至未来的国际地位产生决定性的影响。因此，重视机械类学生工程能力的培养，已成为各国高等院校工程类专业的教育共识和培养趋势[7]。所以，如何切实地改善广大机械学生的工程实践能力，以科学合理地培养推动社会进步、满足经济需要、促进国家繁荣、适应业界发展的毕业生，是我国所有工科类院校重点关心和急待解决的主要课题。随着我国制造业的欣欣向荣和国内生产总值的快速增长，对应用型技术人才的需求正在逐渐升高。所以，倡导建设一支具备工程问题分析能力、适应当前社会发展需求的高素质技术人才至关重要。

3. 课程在工程能力培养方面存在的问题

3.1. 大学生学习热情下降，听课效果不佳

《控制工程基础》这门课属于理论性较强的基础课程，大量的概念和公式让学生们感到枯燥和抽象。首先，如果该课程采用传统的教学方式会使学生的学习热情和听课状态下降，学生们很难把注意力长时间投入在课堂上。其次，在课堂上低头睡觉、沉迷于打游戏，是许多大学生在课堂上喜欢做的事情，尤其是中后排的同学，不能自觉地遵守课堂纪律。不认真听课、缺乏学习的主动性和热情已经成为了常见的问题。还有部分学生只愿意主动去学仅对毕业找工作有用的课程，其余课程只求及格。他们觉得学校老师教的《控制工程基础》内容与应聘公司对他们的要求相关性低，对未来没有帮助，只想学习一些对就业找工作有用的课程知识。在课堂上学习其他知识，准备考证、考取公务员等已经成为部分大学生的现状。最后，仅靠单纯的《控制工程基础》理论教学及部分的实验教学，学生很难做到实践能力与理论知识相结合，因此不利于学生后期工程能力的培养。

3.2. 课堂教学质量不高，培养模式陈旧

如今，大多数高校的教学模式仍在进行传统的教学方法，《控制工程基础》理论课老师依靠 PPT+ 板书来传授课程内容，实验课老师依靠几个实验环节，学生是知识的被动接收者，这使得上课气氛沉闷，学生们很容易兴趣，不是昏昏欲睡就是沉溺手机游戏。大学课堂不同于中学，没有富裕的课时将每一个知识点都认真并多次讲解复习，无法做到面面俱到。部分学生们除了应付课后作业、课堂测试及期中考试外，大多不会利用自己的课外时间去巩固和加强课堂知识内容吸收，这将导致所学的上课知识很容易遗忘。另外，大学中不乏存在一些专注于科研课题、横向项目的老师，平时上课照着念多年前的课件，涉及的案例老旧，或者上课大多数时间和学生们聊自己的课题，等到期末考试的时候，以划重点的方式答疑，让学生们轻松通过考试，能腾出时间投入更出成果、更被学校认同、更有效益的科研上。

此外，许多《控制工程基础》的授课教师理论知识水平和学术水平都很高，可工程实践能力水平却相对较差，日常上课更注重理论知识的讲解，这样的授课方式，学生很难将理论知识与工程问题相结合。同时，大多数学校仅重视老师的科研成果产出，忽略了老师应该也需要工程能力培训。虽然现在各大高校都提倡培养学生们的实践创新能力，培养方式也仅仅以鼓励学生参加各种机械创新大赛。但最终参加这类国家级比赛的同学也是少部分，普通高校带队老师的经费和时间都有限。因此课堂教学方式也缺乏对学生工程能力培养方面的考虑。

3.3. 缺乏与相关企业的联系

只有了解到目前企业正在解决的关键科学问题，提升解决这些科学问题的能力，才能让学生能够更好地掌握知识。目前，学生们普遍认为大学老师所讲的《控制工程基础》理论知识很难和现实工作中所遇到的问题相结合。许多的案例老旧，学生们不知道这些问题来自于哪儿，即使这些问题很具有代表性，可已过时，很难与现存在于企业的问题相结合。企业追求利益和效率，入职后部分学生适应企业的运营方式的过程很艰难。企业需要花费时间重新培养，学生在短期内很难达到企业崇尚的工程能力。学生入职后，一旦与企业的价值理念有冲突，就会造成离职、工作不顺心的问题。另一方面，大多数学生在未经训练的情况下，很难将企业面对的关键科学问题与所学理论知识相结合。企业招聘的人才机制是以满足企业工作任务为前提，具备持续自主学习和解决问题为要求。因此，在校上课期间就急需发掘和培养学生的工程应用能力来提高学生们自主学习和解决问题的能力。

3.4. 评价机制过于单一

传统的教学模式以期末考试、阶段测试、课堂成绩、实验成绩为评价标准。毫无疑问，这样做的初衷是好的，可符合这样的评价方式并未达到毕业生应具有的核心能力和要求，需要持续跟踪改进以达到专业能力得以提升，只有这样，才能获得让学生和用人单位满意的评价机制。其次，有些学生认为，部分老师准备的期末考试的试题内容过于简单，与前几年的考题差别不大，仅对个别参数的数值加以修改，大多数学生都是 90 分，熬夜冲刺几天就可以达到这个成绩。除此之外，老师们在考研面试的过程中发现，许多学生的专业课程成绩分数很高，但问到一些带有思考性的日常问题时，学生很难作答，或者即使回答，结果也不理想。所以评价机制中应包含工程能力评价机制，注重学生解决问题的能力提高。这种提高也是“以学生为中心，以能力为核心”的国际工程教育理念的体现。此外，这种评价机制也应是老师和学生双向同目标能力提升的评价机制，缺乏对学生学以致用方面的评价和分析。

4. 课程改革的方法

以工程能力培养为目标的《控制工程基础》课程改革，强调理论与实践的结合，坚持以全局思维、过程思维及结果思维来思考问题，以提升学生工程能力和适应企业发展需求为导向。

4.1. 案例式 + 讨论式教学

传统的《控制工程基础》教学方式采用 PPT 与板书相结合的方式，主要以讲解理论知识和推导公式为主，教学质量和效果不佳。教学过程中发现，当讲解内容深度较浅，且实际案例较多时，学生注意力和兴趣会大为提升。所以，我们可以在讲解理论知识的同时，把《控制工程基础》与现实相结合的一些具有前沿性、典型的案例穿插其中，这样做既可以让学生明白每个知识点的应用，也培养了学生关于工程实际问题的思考能力。学习课程知识的目的是提高解决实际问题的能力，通过这些前沿及典型问题的梳理，让学生理解，工程问题是如何解决的，需要用到哪些方法和知识。课后给学生布置的作业也以案例为主。建议给学生布置一篇小论文，通过学生查阅文献、搜集信息来提升学生解决工程问题的能力。

其次，工程问题通常是由一个团队来进行解决，所以在平时案例教学也好，课后的案例作业也好，都鼓励学生们以团队的方式去思考和解决问题。通过团队讨论，可以改善学生的沟通能力和团队协作能力，这也是工程能力培养的重要体现。

4.2. 加强教师的工程能力培养

提高学生的工程能力的前提是：老师需具有更高水平的工程能力及将这种能力传输给学生的能力，

或者可以聘请在企业工作过的高级技术人员担任这门课的工程能力培养老师。如果前者,需要老师在相关企业培训一段时间以增强教师的工程实践能力。这种培训可以是职前培训,也可以是教学工作过程中培训一定时长。老师在了解企业的相关需求后,以企业需求转化为课程课题,然后利用课程知识来解决相关问题,并将这种思路传递给学生。企业也需要对参加培训的老师进行考核,只有老师自身的工程能力得以提高,才能可能更好地提升学生的工程能力。学校要加大入职老师的培训力度,打造一支理论知识和工程能力相结合的师资队伍。同时,学校也应将老师的工程能力考核纳入其职称评定考核中,设立相关资助项目,对于理论授课知识和工程实践能力优秀的教师给予一定奖励。另外要多鼓励青年教师自主提升工程实践能力,其核心目标都是改善学生的工程能力。

4.3. 加强与相关企业的合作

学习课程知识最好的办法是通过解决问题的途径来提升知识水平。将企业在发展过程中遇到的问题与课程知识联合起来,通过解决这些问题来增加学生们的工程能力。传统的教学模式只是老师在讲,学生在听,最后仅以期末考试作为评价学生是否掌握该课程的标准,学生的工程能力并未提高。与企业合作,首先需要学校和相关企业在资金和人力上的支持,其次,老师需要将企业中遇到的问题与课程作对应,转换为让学生可以尝试的问题。刚开始,可以让学生处理简单的问题,随着学生工程能力的提高,让学生逐渐去发现问题,并与课程知识相结合,提升分析问题的能力。除此之外,企业和学校可以设置与《控制工程基础》课程相关的实习岗位和奖学金,这样极大的促进学生解决问题的能力。当学生以工程技术人员的角度去思考问题,学生也间接地获得了工程能力。

4.4. 改善对学生的评价机制

改善后的评价分为两部分进行:1) 学校评价;2) 企业评价,两者各占 50%。学校评价部分由理论课老师和实验课老师负责,理论课老师以每次学生提交的案例式小论文为主,了解学生的信息搜集能力和问题解决能力,实验课老师则负责学生的团队协调能力和知识应用能力。企业评价部分由企业培养老师负责,以学生在企业安全为前提,以学生对企业课题完成情况为依托,以提升学生工程能力和适应企业发展需求为导向。

在评价过程中,会出现一些共性问题,老师根据这些共性问题,有针对性地增加相关知识点的讲解和实践训练,促使大多数学生达到实际应用和工程能力培养目标。

5. 结语

随着我国工业化进程的快速发展,传统的教学模式已不能满足企业对人才的需求,学生的听课效率和热情下降,重视培养大学生的工程能力,已成为各国高等院校工程类专业的教育共识和培养趋势。本文以《控制工程基础》为研究对象,建立了以工程能力为目标的课程改革思路,以学生为中心,通过案例式+讨论式教学、加强教师的工程能力培养,与相关企业合作、改善评价机制,使学生在掌握《控制工程基础》理论知识的基础上学以致用,进而增强了学生发现问题、分析问题、解决问题的能力。促使课堂内容更好吸收的同时,也较大程度地提升了学生的积极性和学习热情,培养了机械类学生解决复杂问题的工程素养。

基金项目

- 1) 2022 年度教育部产学合作协同育人项目“《控制工程基础》虚拟仿真实验教学平台设计”(项目编号:220601665282005)。
- 2) 沈阳建筑大学第十二批教育科学研究立项课题“以工程能力培养为目标的《控制工程基础》课程

改革研究与实践”。

参考文献

- [1] 董景新, 赵长德, 郭美凤, 等. 控制工程基础(第三版) [M]. 北京: 清华大学出版社, 2009.
- [2] 李小虎, 王朝晖, 郭艳婕, 等. 基于产出导向的“机械控制工程基础”课程教学体系改革及实践[J]. 教育教学论坛, 2021(49): 52-55.
- [3] 李振河, 王平风, 王可, 等. 基于微课的控制工程基础课程混合式教学探究[J]. 科技视界, 2021(34): 33-34.
- [4] 孙玲, 李一辰. 控制工程基础混合式教学研究[J]. 教育教学论坛, 2020(52): 241-243.
- [5] 季晨, 张兵, 程广贵, 等. 新工科背景下案例式教学改革探讨——以控制工程基础课程为例[J]. 科技视界, 2021(33): 51-52.
- [6] 李拓宇, 李飞, 陆国栋. 面向“中国制造 2025”的工程科技人才培养质量提升路径探析[J]. 高等工程教育研究, 2015(6): 17-23.
- [7] 祝海林, 张炳生, 胡爱萍, 等. 工科学生工程能力培养体系的探索[J]. 江苏工业学院学报(社会科学版), 2008, 9(4): 69-72.