

# 自动化专业课堂教学与创新实践一体化的探索与实践

邬 晶 李少远 周 越 袁景淇

(上海交通大学自动化系,上海 200240)

**摘 要:** 培养工科学生具备解决复杂工程问题的能力是中国工程教育的基本要求,培养大学生从复杂工程应用中提炼问题、综合应用所学知识分析和解决问题的能力已成为自动化专业创新性人才培养的重要目标。为应对现代制造业信息化、智能化的发展对自动化领域人才提出的新挑战,本文对自动化专业课堂教学与创新实践一体化模式进行了探索,建立了“以信息为基础,控制为核心,系统为立足点”的培养知识结构,确立了“问题导向、工程应用、创新驱动”的人才培养方式,并探索出了一系列具有自动化专业工程教育特色的举措,从问题意识、创新意识、创新技能三个方面提升学生的创新能力,全面提升了自动化专业学生参与创新型国家建设的使命感、解决复杂工程问题的综合创新能力和人才市场竞争力。

**关键词:** 自动化专业; 工程教育; 创新实践; 人才培养; 复杂工程问题

## Exploration and Practice of the Integration of Teaching and Innovative Practicing in Automation Specialty

Jing Wu, Shaoyuan Li, Yue Zhou, Jingqi Yuan

(Department of Automation, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240, China)

**Abstract:** The engineering students' ability of solving complex engineering problems is the basic requirement of engineering education in China. Training students to refine, analyze and solve the problem raising from the comprehensive engineering industries has become an important goal in Automation Specialty. In order to cope with the new challenges in the development of modern manufacturing industry, this paper explores an innovative method to improve the deep integration of teaching and practice, formulates “information, control, systems” based specialty knowledge structure, and establishes the student cultivation mode in “problem oriented, engineering application and innovation driven”. Moreover, a series of detail actions with the characteristics of professional engineering have been implemented, which enhance student's innovation ability from three aspects of problem definition, creative consciousness, and initiative skills. It helps energize more students to participate in the construction of an innovative country mission and improve the complex problem solving ability and employment competence in job market competition.

**Key Words:** Automation Specialty; Engineering Education; Innovative Practice; Personnel Training; Complex Engineering Problem

## 引言

随着社会的变革、经济可持续发展、科技的高速进步以及国际化进程的加快,自动化专业发展面临极大的机遇与挑战[1]。如何深化对自动化专业内涵的认识、培养创新型的自动化专业人才是自动化教育工作者面临的一项重大课题。

### 1 自动化专业特点分析及现状

自动化专业是计算机硬件与软件结合、机械与电子结合、元件与系统结合、运行与制造结合,集控制科学、计算机技术、电子技术、机械工程为一体的综合性学科专业。虽然自动化专业覆盖面非常广,层次跨度非常大,但其理论基础主要是控制论、系统论、信息论。其中系统和控制既是自动化学科专业的核心,又是自动化学科专业区别与其他学科的最大特点,更是自动化学科专业对其他多个学科技术发展所做的重要贡献所在。因此,培养自动化学科专业的学生,关键是要培养学生系统的观念、系统的方法,及控制的思想。

创新是一个民族的灵魂,是一个国家兴旺发达的不竭动力。在知识经济时代,能对社会进步起到决定作用的只能是创新型人才。创新型人才不仅指那些能搞发明创造的名家、巨匠,更重要的是指那些具有创新意识、创新能力和创新人格的人。创新型人才的培养需要创新教育,包括激发受教育者的创新意识,训练每一个受教育者的创新才能,提高其创造思维和创造实践能力,培养受教育者的创造个性等[2]。因此,如何培养创新型的自动化专业人才成为当前我国高校自动化专业面临的首要问题。

然而,长期以来,教学观念和方式以及实验教学模式比较落后。传统的课程体系主要以知识传授、知识培养为驱动,而非以能力培养为驱动。绝大多数教学/实验模式倾向于以“教师为中心”,重视课堂教学,轻视双向交流和面向问题的研讨。课堂上经常是“教师一言堂,学生无言听”的局面[3]。实验课程严重依附于理论教学,学生在教师规定的框架中,沿着既定的路线去完成实践验证任务。这种“重知识、重形式、重验证”的方式严重

束缚了学生的创新意识和创新能力。值得庆幸的是,许多教育工作者已经意识到上述问题,开始在课堂或者实践上尝试新的模式,如课堂上鼓励学生积极提问,作业个性化,实践层次化等。然而,在传统教学的影响下,学生已经习惯于解决教师或教材提出的问题,而不习惯也没有机会自己发现问题、提出问题,尤其缺乏问题意识。可见传统课程体系及实践方式难以适应时代对创新型拔尖人才培养的要求,亟需提出新的教学实践一体化方法。

### 2 自动化专业教学及创新实践一体化探索

为改善上述提出的问题,上海交通大学自动化专业根据学校“研究型、综合性、国际化”的办学定位和工程技术领域对自动化人才创新能力的要求,从顶层设计和培养过程方面开展研究,全面改革自动化专业课程体系和教学方法。坚持“以信息为基础,控制为核心,系统为立足点”的培养知识结构,“问题导向、工程应用、创新驱动”的人才培养方式,激发学生更多的主动性,引导学生发现问题,解决问题的能力,培养学生们的创新能力,从问题意识、创新意识、创新技能三个方面提升学生的创新能力。

#### 2.1 问题引导、深度交流,激发学习兴趣

传统的教学-实验体系以知识传授为主,部分专业课程内容相对枯燥,导致学生缺乏学习的主动性。针对学生认为理论课程枯燥乏味、内容艰深、与工程实践差距远、普遍兴趣不高的问题,主动了解学生心理需求,配合人才市场需求及行业技术发展趋势,将专业课程主要知识点与现代制造业、现代服务业核心技术的本质特征相结合,激发学生学习主动性。具体措施包括:

1. 从问题意识、创新意识、创新技能三个方面提升学生创新能力的培养效果。通过课堂具体工程案例,问题导向,有奖竞答等多种形式的激励措施,鼓励学生参与课堂互动,活跃了课堂气氛,促进了课堂交流,激发了学习兴趣,使学生学习的方法从“被动地听”向“主动地做”转变。

2. 将传统课堂教学和现代化网络教学手段有机融合,培养学生自主学习的能力。如通过建立微信群、飞信群、邮件群等不同种类的在线交流平

台,拉近师生关系并及时收集教学反馈;通过安排每周固定的答疑时间,组织学生与上课教师或助教进行课程内容研讨、答疑,鼓励学生个性化表达自我,营造主动交流氛围,提供经验共享园地,提高学生的参与能力,激发学生学习的兴趣和主动性。

3. 对课程中涉及的抽象内容进行具体化、形象化讲解,通过多媒体教学、板书、作业、课堂测试、课堂报告等多种方式对学生重复训练,并提供学生进一步理解课程内容的素材。

## 2.2 精心设计、持续改进,完善适应时代需求的课堂教学与创新实践体系

本专业学生培养的知识结构坚持“以信息为基础,控制为核心,系统为立足点”。并根据工业时代背景、社会人才需求,及时调整教学大纲。确保将自动化及相关学科的新理论、新技术及时融入教学与实践。具体措施包括:

1. 不断梳理本专业知识体系中的重点和难点,科学设置教学内容。如在夯实自动化核心理论知识(反馈思想、优化原理、系统设计方法等)的前提下,将信息化、智能化程度高的典型案例(火力电站、智能工厂等)、机器人、智能车、图像处理等热点知识及时纳入教学内容,帮助学生理解专业知识点。

2. 创建了机器人、智能车学生创新实践基地和专业生产实习基地,为提高学生的竞争意识、实践能力和创新能力提供坚实的平台和条件。

3. 在综合创新能力培养方面,组织学生参与PRP课程设计和本科生大创和各类学科竞赛,坚持80%以上的毕业设计选题必须有明确的工程背景,要求学生通过深入运用工程原理分析提出控制目标,然后综合应用所学专业制定解决方案。多管齐下,引导学生勇于开拓、善于创新,培养工程实践认知与方案实现能力。

## 2.3 开拓学生视野,增强团队合作,教书育人并重

按照认知规律和自动化专业规范要求,整合包括课程、课程设计、学科竞赛等课内外资源,构建多层次教学平台,为学生营造研究复杂工程问题的环境,增强实际复杂工程问题的分析与解决问题的能力。具体措施包括:

1. 积极开展全英文课程建设,并定期邀请国

内外专家及学者做系列讲座,提高学生专业英语水平和国际化水平。

2. 通过人才引进优化学科建设方向,为学生提供更完备的行业背景,开拓学生视野;实施本科生导师制,最大限度地使学生融入导师的科研团队。

3. 课堂报告引入竞赛机制,采用了“自主+合作+竞争”学习方式。通过引导学生自主研发和改进教学实验平台,突破创新实践能力培养时空限制,同时使学生意识到团队协作的重要性。

4. 教学过程中,将自动化在国防建设和提升国家竞争力的重要领域中的作用融入教学全过程,推导重要的先进控制算法(如动态矩阵控制方法),使学生破除西方技术总是先进的这一近乎迷信的观念,同时直面差距,激发以急起直追为己任的学习热情,立志参与中国的经济和国防建设,奋发图强。

## 2.4 建立人才培养质量评价体系

引入就业单位反馈、杰出人才(校友)贡献等指标进行专业人才培养评价体系改革,改进培养目标、优化培养大纲,人才培养品质监控接轨国际标准。具体措施包括:

1. 设计人才培养质量满意度问卷,统计在校生、毕业五年学生、学生就业单位调研结果,据此调整了专业培养大纲;设计了评价体系的滚动更新机制,以利持续改进。

2. 完成控制理论与控制工程学科的国际评估,通过对标,确定了人才培养品质接轨国际标准的具体方案。

上述举措明显提升了自动化专业学生参与创新型国家建设的使命感、解决复杂工程问题的综合创新能力和人才市场竞争力。据统计,专业每年培养90名左右的学生,近五年来本专业本科毕业生继续攻读硕士学位和出国深造的比例始终保持在55%以上,研究生培养单位(如北京大学、浙江大学、中国科学院等)对本专业毕业生的评价很高,尤其对推荐免试到外校深造的本专业毕业生能力和素质非常认可。22%到国外著名大学如美国普林斯顿大学、卡内基梅隆大学、南加州大学、德国锡根大学、亚琛工业大学、法国巴黎综合理工大学、英国曼彻斯特大学、杜伦大学、柏林工大等世界知名大学继续攻读硕士、博士学位。此外,多

名本科生在全国大学生自动化设计及应用竞赛中获奖,近五年来 18 人次获国际级奖项,56 人次获国家级奖项,14 人获省市级奖项,43 人获校级奖项。用人单位的反馈信息表明,本专业毕业生基础和专业知识扎实,工作严谨认真、态度端正,有较强的分析问题和解决问题的能力、较强的动手能力和创新精神,能够胜任与专业相关的技术和管理工作。许多校友已经在一些国家重点企事业单位成长为优秀干部或业务骨干。人才培养方面的明显效果,科技竞赛方面的优异成绩以及教师科研教学水平的提升都充分表明所提自动化专业课堂教学与创新实践一体化方案有效。

### 3 结论

根据学校的办学定位和工程技术领域对自动化人才创新能力的需求,自动化专业对课堂教学与创新实践一体化进行了探索,构建了“以信息为基础,控制为核心,系统为立足点”的培养知识体系,“问题导向、工程应用、创新驱动”的人才培养方式,创建了多个教学实验平台和创新实践基地,

从教学团队、教学平台、教学方式、精品课程、主干课程群、重点课程群、质量保障机制、质量评价体系等诸多方面进行了研究和实践,探索出了一系列具有我校自动化专业工程教育特色的举措。专业每年培养 90 名左右的学生参加各类科技活动和竞赛表现优异、成绩斐然。毕业生跟踪调查表明自动化专业培养的学生都能表现出扎实的专业功底、自觉的创新意识、良好的团队合作能力,奋发有为的职业精神,充分表明自动化专业课堂教学与创新实践一体化的人才培养方法卓有成效。

### References

- [1] 张弛,罗怀略,畅文波,大数据时代背景下自动化面临的机遇与挑战,科技与创新,2016,13,pp. 21-21.
- [2] 廖晓钟,冬雷,高岩,用系统的观点构筑和实施自动化学科专业本硕博一体化的创新实践课群,2005,24,pp. 5-7,15。
- [3] 李少远,邬晶,龙承念,潘常春,加强学生复杂工程问题分析能力的教学/实验模式探索与尝试,中国高等工程教育峰会,pp. 480-482,2016