

新工科背景下的电路课程教学改革与探索

马 鸽¹ 邹 涛^{1, 通讯作者} 柳晶晶¹ 张承云²

(1. 广州大学机械与电气工程学院, 广东 广州 510006;

2. 广州大学电子与通信工程学院, 广东 广州 510006)

摘要: 工科学科基础课程的教学质量对学生的培养质量起到非常重要的基础性作用, 是后续专业课程的奠基石, 因此必须让工科学科基础课成为落实新工科建设的重要渠道。本文以“三位一体”的教学目标为指引, 开展工科学科基础课《电路》课程的教学改革与探索。首先, 对当前《电路》课程的教学现状和教学痛点进行了深入分析; 其次, 开展以立体化教师队伍、多元化教学组织方式和虚拟教研育人机制为主体的教学组织探索; 最后, 提出“一体三教”的七步走教学策略, 形成术道结合、工程应用与知识新知和价值塑造相辅相成的双闭环教学系统并开展实践探索, 提升课程教学质量。

关键词: 教学组织; 一体三教; 学科基础课

当前世界范围内新一轮科技革命和产业变革加速进行, 综合国力竞争愈加激烈, 国家实施创新驱动发展、“一带一路”“中国制造 2025”“互联网+”等重大战略, 以新技术、新业态、新产业为特点的新经济要求工程科技人才必须具备更高的创新创业能力和跨界整合能力, 新工科建设的提出正是对于这一要求做出的积极回应。新工科建设和发展的落脚点在于高等教育人才培养和工科专业建设。“回归工程”、培养学生的“大工程观”是当今国际教育的主流理念, 在读工科学生的工程教育主要包括课堂教学和工程实践两部分, 工程实践目前已经成为高等工程教育界关注的热点, 而占据学生大部分学习时间的课堂教学如何体现新工科创新创业能力和跨界整合能力这一特点则没有受到足够的重视, 尤其工科类专业基础理论课的课堂教学。

以《电路》课程为例, 《电路》是我国高等学校本科电子与电气信息类专业(含电气工程及其自动化、自动化、电子信息工程、通信工程、机器人工程、物联网工程、计算机科学与技术、电子科学与技术、生物医学工程)必修的专业基础课。《电路》课程是电气信息类、自动化类、计算机类等电类专业本科生面对的第一门工程类技术基础课程, 承担着为后续专业基础课程以及专业课程(模电、数电、电力电子、信号与系统、自动控制原理等)所需的电路理论基础知识与电路分析方法, 是学生进入电相关科学研究与工程技术领域奠基课程。因此, 教学对象量大面广的专业核心课程是落实新工科和创新教育育人目标的根基, 其教学质量对学生的培养质量起到至关重要的作用。在《电路》的教学实践中, 必须以该学科独特的理论、方法及视野为立足点深入挖掘工程创新案例, 把课程中的价值范式和创新实践项目转化为教学载体, 让《电路》课程成为落实新工科教育目标的重要渠道。

一、教学痛点分析

电路讲授的主要分析方法和由此构成的经典电路理论完善于 20 世纪中叶, 内容主体为线性电阻电路、动态电路和正弦稳态电路的分析方法, 引出后续课程所需的若干基本概念。通过多年教学, 我们深入分析发现教学过程中存在以下教学痛点:

(1) 课堂内容偏向于工科理论知识, 缺少人文关怀、工程伦

理、价值塑造等方面的思考;

(2) 课程知识偏向于理论分析方法, 内容抽象、工程背景少, 缺少理论联系实际的“桥梁”案例;

(3) 课堂知识沉湎于“理想模型构成的电路”, 学生学习局限于列方程求解理想元件构成的模型, 缺乏从实际元件到建立电路模型的理解与训练;

(4) 学生延续高中的学习习惯, 喜欢教师总结、学生记忆的模式, 缺少发现问题、探究问题、追根溯源的逻辑思维能力。

基于以上痛点, 教学团队积极应对, 通过对毕业生调研回访深入了解学生就业对电路知识的需求, 在电路课程中加入应用实践、创新项目案例, 理论与实践相结合进行知识的讲解, 搭建起“分析理想模型构成的电路”到“解决实际电路问题”的桥梁。同时, 将电路课程知识延伸至整个大学阶段的比赛和项目研究, 给电路理论插上创新实践的翅膀的同时在工程实践中完成价值塑造。

二、新工科指导下的教学团队和教学组织探索

学生的学习和实践离不开全过程的科学组织和科学指导, 因此, 建设一支理论与实践相结合的“双师型”教学团队、建设多元化的教学组织方式至关重要。作为教师, 应当向学习型发展, 通过“引进来与走出去”做到与时俱进、教学相长对于教学能力的培养起着极其重要的作用, 也直接影响人才培养的质量。

(一) 以“新工科”为指导, 建设创新实践型教学团队

以“新工科”为指导成立创新实践型电路教学小组。包括多个教学水平高的主讲教师负责课堂讲授、拥有丰富企业经验的研究员负责实验教学、创新实践硕果累累的实践教师负责创新实践教学。课题组践行“课堂教师+实践教师”“课堂教师+创新教师”的显性双师策略。一方面, 在课堂上对电路知识进行细致的讲解, 建立理论联系实际的知识框架; 另一方面, 在课下通过“互联网+”“挑战杯”等学科竞赛和国家级、省部级科学研究项目, 在电路设计、实现的过程中对学生应用电路知识做到全过程的科学指导, 最终实现专业课与创新实践同向同行、学以致用的目标。

(二) 以虚拟教研室为契机, 筑造全新电路课程育人机制

虚拟教研是利用现代信息技术开展时空远程活动, 以互联网为依托, 促进跨校甚至跨国教学研究工作者开展的跨时空教研活动, 利用互联网信息技术组成教学研究团队, 彼此随时随地地进行教学成果与经验的交流、共享教学信息与资源的一种方法。积极参与教育部虚拟教研室建设, 与国内、省内高校共同探讨教学研究新思路、新方法, 优质教学资源共建共享, 筑造全新电路课程育人机制。通过学术讨论、公开课听课评课等活动引进来优秀的教学方法和课程案例, 充分调动教师的教学活力, 不断提升教学能力和教学水平、丰盈课程案例库等; 把自身教学模式走出去进行推广, 通过不断交流取长补短, 推动课程实施、教学内容、教学方法等方面的深层次研究探索。

三、“三位一体”框架下的“一体三教”教学模式改革与探索

《电路》课程具有知识点繁多、课时量少、理论性强、应用

范围广等特点,要在有限时间结合新工科理念建立起创新实践型的理论体系,并让学生在实践能力和价值塑造方面有所提升,对于传统的工科学科基础课教学模式提出了很高的要求。结合《电路》的教学现状,以价值塑造、能力培养和知识传授“三位一体”的人才培养模式为指导[4-5],提出“术道融为一体、问题式教学法、演绎式教学法、项目式教学法”相结合的“一体三教”教学模式。术、道结合地采用问题式教学法、演绎式教学法、项目式教学法传授电路分析理论知识的同时,以创新的教学方法和手段实现知识传授和能力培养,以全要素融入价值塑造提升学生的科学精神和科学素养、伦理道德和环保意识、民族自豪感和自信心。包括:

(一)以术、道结合为指导,开展基于问题的案例教学

以工程案例为入手点,以学生为中心,通过不断提问引导学生思考工程案例中的电路问题,激活已有知识并引出待讲解的新知识,此为“术”。在提问中由老师如盐入味地引导价值塑造,思考案例实现过程中涉及到的科学问题、工程伦理问题、社会问题等,此为“道”。同时,以课程内容为核心,不断挖掘术、道结合案例库,以技术诚信和工程伦理为指导展开辩论式大讨论,由学生在有限的范围内自主选题、搜集资料、深入思考,提高学生的逻辑思维和思辨能力,进而提升工程师的社会责任感。术、道结合案例包括但不限于:(1)正弦稳态电路的功率——您身边的节能减排;(2)大国重器之超高压输电技术——民族自豪感和制度自信;(3)西电东送、西气东输之人类命运共同体;(4)绿水青山就是金山银山之绿色发电篇;(5)忆阻器的发现与科学探索。

(二)以学生为中心,开展启发式演绎新知教学

以启发式教学法演绎新知,讲授过程中时刻以学生为中心,关注课堂氛围和表现,一方面清楚讲授新知的过程中,注重融会贯通前后相似知识点、整合零散知识点,集中学习和讨论前期课程的重点和难点;另一方面增加电路容性、感性的分析,增加电阻、电容、电感、功率等级、电压等级的感性认识,重在理论联系实际,培养学生自主学习能力;同时科普本专业的科学前沿问题,激发学生的学习兴趣和专业热情,锻炼学生发散思维能力;最后,提供实际工程项目为基础的开放性案例,以学生为主角开展案例设计与讨论,激发学生的学习兴趣、培养学生自主学习能力、锻炼学生发散思维能力、提升学生解决实际问题的能力。

(三)以提高工程胜任力为目标,开展基于项目的案例教学

将启发式演绎新知中搜索的开放性案例进行整合,划分为理论验证性、计算探索性和设计性三个体系,引导学生分组对给定的电路性质进行实际电路的验证、计算和设计,并基于此展开基于项目的案例教学法。灵活使用六顶思考帽对学生的学习任务进行划分,培养学生从不同角度思考问题构建方案。讨论过程完全以学生为主角制订方案、快速评价、评估并改进,集中学习、讨论和梳理知识点的重点和难点,与旧知识融会贯通。小组形式开展的项目式案例教学法过程中提升学生的团结协作能力、实际操作能力和思辨的能力。

具体地,以正弦稳态电路的功率因数为例。首先,由西电东送战略、发电机装机容量世界第一、超高压输电技术世界第一点燃同学们的学习热情,激发民族自豪感;以发电机装机容量的物理概念激活旧知识——有功功率;提出问题:输电侧采用超高压

输电的意义、如何在用电侧实现家用电器的节能降耗?以有功功率的概念和定义出发演绎新知,讲述超高压输电技术如何减少输电损耗,家用电器如何设计电路提高功率因数;以家用电冰箱节能标签引入通过功率因数提升实现节能减排的实例应用,同时以工业用电为例,讲述按照《功率因数调整电费方法》计算企业功率因数提升后电费节省多少,更进一步促进工业用电节能减排,进而明确功率因数的提升对于用电侧节能减排的应用意义;最后引申到可持续发展、绿水青山就是金山银山的思想,通过西电东送战略明确国家是不可分割的整体,升华到人类命运共同体的概念。

教学过程中,时刻注意引导学生思考实际案例中的电路性质,通过所学理论建立工程估算模型,理论联系实际进行知识点应用的训练。通过以学生为中心的教学过程,培养学生自主学习能力。进一步地,通过本课程科学前沿问题的探讨,培养学生深度学习的浓厚热情,完成“学来有什么用”到“学来这样用”的转变,进而提升专业、行业、职业热爱度和工程师的社会责任感。

总体来说,本文提出的“一体三教”教学模式一方面广泛思考发电、输电、变电、配电、用电中的价值塑造要素;另一方面以基于问题和项目的案例教学为重点,采用“案例引入、激活原有知识、提出问题/项目、演绎论证新知、应用练习、贯通掌握、总结引申”七步走策略进行教学方法改革与探索。以工程应用引出创新新知、以实际项目融会新知识、以价值塑造升华工程应用,形成术、道结合、工程应用与知识新知和价值塑造相辅相成的双闭环教学系统,从理论到实践对学生进行全方位的培养,达到 $+\infty$ 的教学效果。

参考文献:

- [1] 高君华. MOOC时代“电路分析”课程新教学模式探讨[J]. 教育教学论坛, 2018(30): 199-200.
- [2] 朱桂萍, 于歆杰, 陆文娟. “电路原理”课程深度改革的理念探索[J]. 电气电子教学学报, 2013, 35(5): 5.
- [3] 卫亚博, 孙珂珂, 孙现亭, 姬鹏飞. 应用型高校电路分析课程教学改革研究[J]. 鄂州大学学报, 2019, 26(01): 98-99+102.
- [4] 于歆杰, 朱桂萍. (2021)从课程到专业,从教师到课组——由点及面的课程思政体系建设模式, 思想理论教育导刊, 2021(3), pp: 92-98.
- [5] 于歆杰. (2019)理工科核心课中的课程思政, 中国大学教学, 2019(9): 56-60.

基金项目: 2019年广东省高等教育教学改革项目“新工科背景下工程类专业基础课教学改革研究与实践——借鉴暨太华大学《电路》课程”“‘互联网+’背景下《电工电子学》智慧课堂教学研究与实践”、2021年广东省高等教育教学改革项目“‘三位一体’课程思政下的工科学科基础课教学改革与实践”、广东省高等学校教学管理学会2021年度课程思政建设项目《电路/电路实验》、广州大学2021年度课程思政专项项目的研究成果(编号: 21)。