

电路课程理论课工程案例教学法研究

闫 蓓

北京航空航天大学自动化科学与电气工程学院 北京 100191

摘 要: 电路课程应用的工程案例教学法与其他课程不同, 需要将工程案例的教学理念与理论教学深度融合, 教学中要注重课程讲授知识的发现、应用和关联, 选用的工程案例不仅要在工程上具有典型意义, 而且要与理论课的教学内容完全耦合。经过教学实践验证, 工程案例教学法在教学过程中有效激发了学生的学习积极性, 提高了课程的教学质量和学生的学习成绩, 促进了学生工程实践能力的培养。

关键词: 工程案例教学法; 电路教学; 理论教学

DOI:10.13492/j.cnki.cmee.2023.01.011

近年来我国高等教育深入开展工程教育教学改革, 一流院校和专业率先开展了工程教育专业认证, 在教学中积极落实卓越工程师教育培养计划。2018年11月, 教育部高等教育司司长吴岩在第十一届大学教学论坛提出了“两性一度”的中国“金课”建设标准, 其中高阶性要求课程将知识、能力、素质有机融合, 培养学生解决复杂问题的综合能力和高级思维。因此, 在课程教学中加强本科生工程实践能力培养, 促进工程教育质量提高, 具有重要意义。

在理论课程教学中, 工程案例教学法是促进工程实践能力培养的最有效方法^[1-2], 但是目前存在工程案例教学法应用范围不广、程度不深、与理论知识结合不紧密等问题。一些高校将工程案例教学形式化, 导致案例教学不仅没能起到促进学生工程实践能力培养的作用, 反而因为挤占了课内学时, 减弱了理论课程的授课时间。从理论课程教学的角度来看, 与理论课程内容关联松散的案例冲蚀了理论知识, 不利于学生将理论知识内化和建立知识结构, 甚至有可能严重影响学生培养质量。

电路课程是一门理论性较强的专业基础课。笔者在理论课教学过程中, 将工程案例的教学理念与理论教学深度融合, 并结合课程内容与实际的工程电路应用, 设计了一些成功应用于教学的工程案例, 取得了很好的教学效果。

1 电路课程开展案例教学的现状

电路课程是北航自动化学院学生的一门重要的必修

课, 共64学时, 学时较少, 课程内容较多^[3], 逻辑性强。课程考核对学生知识掌握的要求高, 电路求解要应用数学分析和积分变换等复杂数学计算, 因此成为一门教学难度大、学生学习困难的课程, 学生不及格率较高, 2019年学生总评成绩不及格率高达30%, 课程教学改革势在必行。

电路课程重点研究电路模型的分析计算方法, 电路模型是实际电路电磁特性的理想化, 本课程就是理论课, 课程知识较少能独立应用于工程实际电路, 与模拟电路和数字电路等课程相比, 课程内容与工程实际差距较大。因此, 多数院校的电路课程以理论教学为主, 教学中很少采用工程案例教学法, 相反, 模拟电路和数字电路等课程教学中工程案例教学法的应用却非常广泛。

2 将工程案例教学法融入课程教学

电路课程虽然是一门理论课, 但是电路元件是实际元件电磁特性的理想化模型, 课程进行工程案例教学具有先天的优势。电路课程应用的工程案例教学法, 与一般理论课的案例教学方法不同^[3]。教师要树立正确的工程案例教学理念, 并将其深度融入课程的理论教学之中, 将课程内容的工程应用背景深度融入理论教学实践之中, 使工程案例教学成为理论教学的有机组成部分。在教学中要注重电路知识的发现、应用与关联, 凸显电路理论知识的核心内容和重要知识点, 着重培养学生的工程实践能力。

作者简介: 闫蓓, 博士, 副教授。

基金项目: 北京航空航天大学“凡舟”基金支持。

2.1 注重知识的发现

注重电路理论和电路分析方法的引导教学。电路课程的定理、定律和分析方法多数来源于工程实际问题,是科学家对实际电路或问题模型化后归纳总结得到的理论和方法,学生从中可以学习科学家发现问题、获取知识的过程。教师在授课时要注意用问题进行引导^[4],让学生了解电路分析方法是如何提出的,以及针对哪类电路问题的分析求解。在理论教学中,用三言两语讲清楚问题的来龙去脉,可以激发学生的学习兴趣,使在学习电路知识的同时,也能学会分析问题、解决问题的思路和方法。进而培养学生严谨的科学思维方法,使其逐渐熟悉从工程实际问题中凝练科学问题、寻找解决方法,再应用到工程实际中的思路和过程,达到对所学知识不仅知其然,而且知其所以然的高阶性教学要求。

2.2 注重知识的应用

注重实际电路中常见电路知识的典型工程应用。集总参数电路都要遵循电路课程的定理和定律,一般实际电路规模庞大且功能复杂,虽然电路课程的知识不能完全诠释实际电路的工作原理,但是实际电路中包含了大量电路知识的实际应用。此时教师无须完整分析具体实际电路的特性,仅需指出其中电路知识实际应用的原理和作用,点到为止即可。无须展开,电路知识就从课堂的PPT和书本的铅字,走进了鲜活的工程实际,助力学生工程实践能力的培养。

2.3 注重知识的关联

注重电路课程知识在其他课程应用与关联的案例教学。电路课程是一门专业基础课,课程知识与多门课程关联。例如,分析求解要用到微分方程、复数、拉氏变换和反变换等数学知识,涉及数学分析和积分变换课程;电路课程中分析的一阶电路与二阶电路的阶跃响应、冲激响应、频率特性等关联自动控制原理课程中一阶系统与二阶系统的系统时域特性和频域特性等。教师在授课时要注意讲解知识之间的关系,做好知识内容的“二传手”,帮助学生构建自己的知识体系,内化知识。

3 电路课程工程案例教学法的实际应用

电路课程可以采用具体的工程案例用于教学^[5],选择的工程案例要与课程内容密切关联,要具有典型性,内容要新颖有趣,与课程内容深度融合,既不能稀释理论课程的理论深度,也不能挤占理论课程的授

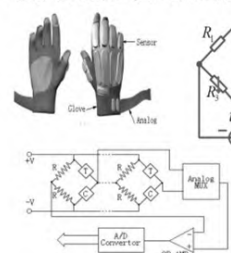
课学时。工程案例教学法在应用时要适时、适度、适量,不能生搬硬套,电路课程工程案例教学有自己的特点。下边列举三个在教学中实际应用的工程案例。

3.1 电桥电路的工程应用案例

如图1所示,笔者在讲解电桥电路的计算和特性分析时,将数据手套手指关节位置电桥测量电路的分析作为例题,虽然还是电桥电路,但是电桥输出的是数据手套的关节位置。通过例题,学生不仅掌握了电桥电路的分析方法,而且新颖的教学内容将理论知识关联到实际电路,很好地联系了工程实际,激发了学生的学习兴趣 and 热情。

5. 典型例题

电桥电路的工程应用案例



$$u = \frac{R_1}{R_1 + R_2} u_s - \frac{R_3}{R_3 + R_4} u_s$$
$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_0$$
$$R_3 = R_0 - \Delta R$$
$$R_4 = R_0 + \Delta R$$
$$u = \frac{\Delta R}{2R_0} u_s$$

实现数据手套手指关节位置测量
模拟放大器输入电阻趋于 ∞ 。

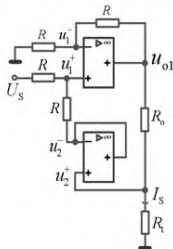
图1 数据手套指关节位置电桥电路

3.2 含理想运算放大器电路工程案例

如图2所示,笔者在讲解运用理想运算放大器“虚短”“虚断”规则分析电路特性时,选择热电阻温度传感器常用的双运放恒流源电路为例,该电路工作原理与运算放大器的“虚短”“虚断”特性紧密关联,用于“虚短”“虚断”规则的教学能够取得事半功倍的效果。

5. 含理想运算放大器电路的计算

【例5-1】恒流源电路求证 $I_s = \frac{U_s}{R_0}$ 。



解 $I_s = \frac{u_{o1} - u_2}{R_0}$ $u_2^+ = u_2^-$ $u_1^+ = u_1^-$

$$\frac{U_s - u_1^+}{R} = \frac{U_s - u_2^-}{R + R}$$
$$u_1^+ = \frac{1}{2}(U_s + u_2^+)$$
$$u_1^- = \frac{u_{o1}}{R + R} R = \frac{1}{2} u_{o1}$$
$$u_{o1} = U_s + u_2^+ \quad I_s = \frac{U_s}{R_0}$$

图2 双运放恒流源电路

3.3 三要素法工程案例

RC一阶电路的时间常数为 $\tau = RC$,电路动态特性变化的快慢取决于时间常数。RC一阶电路的时间常数在工程上有两种不同的典型应用,一是照相机的闪光灯,闪光灯使用后需要间隔一段时间,待电容充电完

成才可以再次使用,此时时间常数要小;二是警示闪光灯电路,如天线塔、建筑工地等处的闪光灯,其工作时需要闪烁,闪烁的快慢取决于时间常数,不能太慢也不能太快,闪烁的快慢要足以引起人们的警示。通过这两个工程案例能够加深学生对一阶电路时间常数的认知,并将该参数与实际电路的功能联系起来。

4 结语

在“金课”和新工科建设背景下,电路课程在理论教学中深度融合工程案例的教学理念,在教学中注重电路知识的发现、应用和关联,并将典型工程案例用于课程的例题,实现了理论教学与工程实践能力培养的无缝衔接。工程案例教学法在我校推广两年来,较好地激发了学生的学习热情,促进了学生学习能力、实践能力、知识应用能力的培养,提高了课程的教学质量,学生总评成绩优良率稳步提升,不及格率逐年下降,期末卷面平均成绩逐年提高,如表1所示。

表1 2019—2021年电路课程总评成绩和期末卷面平均分

成绩 年份	总评成绩				期末卷面 平均成绩
	80~100优良	70~79中等	60~69及格	<60不及格	
2019年	38.5%	17.3%	13.5%	30.7%	59.8
2020年	48.3%	6.7%	28.3%	16.7%	63.2
2021年	64.8%	11.1%	16.7%	7.4%	71.2

今后,教学团队在教学实践中将继续总结完善工程案例教学方法,丰富教学中的工程案例,进一步提高课程教学水平和学生培养质量,并与其他课程开展相关教学改革提供有益的参考。MEE

参考文献

- [1] 祖云霄.理论教学中的工程实践能力培养[J].中国大学教学,2012(3):31-32.
- [2] 张俊杰,杜娟,崔建华.基于3T模式的模拟电子技术课程教学改革与实践[J].中国教育技术装备,2017(22):105-107.
- [3] 刘敏华,吴桂峰.电路分析基础课程案例教学法探讨[J].中国现代教育装备,2011(23):94-95,98.
- [4] 王永生.工程案例教学:让科研走进本科生课堂[J].高等工程教育研究,2005(3):94-96.
- [5] 白凤仙,董维杰,解永平,等.浅谈“电路理论”课程教学中的体会[J].电气电子教学学报,2010,32(6):67-69.

Research on Engineering Case Teaching Method of Electric Circuit Theory Course

Yan Bei

School of Automation Science and Electrical Engineering, Beihang University, Beijing, 100191, China

Abstract: The engineering case teaching method of the electric circuit course is different from the other courses, as it organically combines the teaching concept of engineering cases with the theoretical teaching. Throughout the teaching process, we focus on discovery, application and interpretation of the theoretical knowledge taught in the course. The engineering cases used are not only typical in engineering, but also perfect combined with the teaching content of the theoretical course. The teaching practice has proved that the engineering case teaching method has stimulated students' enthusiasm in learning, improved the teaching level of the course and students' academic achievements, and helped the cultivation of students' engineering practical ability.

Key words: engineering case teaching; electric circuit teaching; theory teaching