

DOI: 10.3969/j.issn.1672-8874.2013.01.011

# 《电工与电路基础》研究型教学探索与实践

王光明, 杨俊

(国防科学技术大学 机电工程与自动化学院, 湖南 长沙 410073)

**[摘要]** 研究型教学是高校提升本科教学质量的一种有效教学模式。本文以国防科技大学《电工与电路基础》课研究型教学为例,介绍了课程在教学理念、教学整体设计、教学方法和手段、教学组织等方面进行的教学改革以及取得的成效。

**[关键词]** 研究型教学; 教学整体设计; 教学方法

**[中图分类号]** G642.0 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874(2013)01-0036-03

## Research-oriented teaching/learning for Elementary Electrotechnics and Circuits

WANG Guang-ming, YANG Jun

(College of Mechatronic Engineering and Automation, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

**Abstract:** Research-oriented teaching is an effective teaching method for upgrading undergraduate teaching quality. This paper introduces the research-oriented teaching for elementary electrotechnics and circuits at National University of Defense Technology. Presented are the teaching ideal, teaching holistic design, teaching methods and means and teaching organizing. The triumphant experiences provide valuable reference for similar courses.

**Key words:** research-oriented teaching; teaching holistic design; teaching methods

在工科大类专业基础课《电工与电路基础》研究型教学改革中,国防科技大学电工与电路课程组围绕为什么教、教什么、怎么教3个问题,展开该课程教学理念、教学内容和教学方法的思考、研讨、探索和实践,形成了一套可行方案。本文从课程教学理念、教学整体设计、教学方法和手段、教学组织等方面介绍课程组在推行研究型教学实践中的做法及成效。

### 一、为什么在《电工与电路基础》课程中进行研究型教学

随着我国经济建设的发展,今天的工科毕业生不再只是从事工程技术设计工作,他们的工作范围已经超出了创建更好的计算机、机器人、电子仪器和通信系统的领域,扩展到了解决社会经济问题的范畴,如空气和水污染治理、城市规划、公共交通、新能源开发、自然资源保护等。为了解决这些工程问题,工程师必须掌握包括电子电路分析和电工技术在内的更多技术。电工与电路基础课被国内外高校作为工科本科专业的一门必修专业基础课程,是学员接触工程概念和工程分析解决问题技巧的最早课程,是学员从科学教育过渡到工程教育间的桥梁。当今知识创新和技术创新的飞速发展给电工与电路基础课程带来了新的挑战,该课程同样面临教学内容增加与课内学时减少间的突出矛盾。

首先,电工与电路基础课程有完整的理论体系,电路分析的理论和方法在电气工程、电子工程、控制过程、仪器工程和通信工程等许多实际问题分析中都起着重要作用。即使学员将来不当电气工程师,在他们的职业生涯中也会经常用到早期学到的这些分析和解决电路问题的技巧。了解电路分析方法如何应用在实际问题的解决过程中,有助于学员理解电工和电路课程的知识体系,加深所学理论和方法的理解,而这需要加强在课堂中的讨论,无疑增加了教学的知识点。

其次,电工、电子信息领域是一个发展迅速、不断创新的领域。电路理论的应用背景、电工技术研究的侧重点和分析手段也有变化和更新。作为精简的电工与电路基础课程,一方面要回归电路分析最基本概念和方法,另一方面也需要将现代电工技术和电子技术的最新发展介绍给学员。这就需要突破教材内容的限制,通过参考资料的搜集和阅读,给学员介绍新知识、新领域和新方法。

再者,电工与电路基础也是一门实践性很强的课程。在电路理论和方法的研究与应用中,对电路问题的建模,电路模型的理论分析,针对工程问题的综合与设计,以及电路实验和计算机仿真方法都是相互联系、不可分割的。受到课程学时和实验学时的限制,课堂教学一般只能介绍最基础的分析方法,如何让学员接触到一些综合性、设计性的题目,将理论分析、仿真软件和实验方法结合起来,了解

**[收稿日期]** 2013-03-05

**[作者简介]** 王光明(1974-),男,河南焦作人,国防科学技术大学机电工程与自动化学院副教授,博士。

工程问题解决过程,是该课程实验教学需要解决的问题。

为解决较多教学内容与较少课内学时这一突出矛盾,提升课程教学质量,自2009年起,课程组本着“厚基础、强实践、重创新”的指导思想,推行研究型教学改革,通过更新教学理念、优化与整合教学内容、开拓和创新教学方法与手段,探索电工与电路基础大类专业基础课程面临矛盾的解决方法,通过3年实践,形成了一套可行方案。教学实践表明,学员对研究型教学普遍表现出高度的兴趣和参与意识。

## 二、课程的教学理念与教学目标

创新人才的培养,要求教学的各个环节能突破传统的思维方式和教学模式,探索开展研究型的教学。研究型教学是一种基于探索、研究的教学模式。其以探究为基础,强化学习、思考、创新、合作和表达能力,以探索、调查和发现为核心,强化师生共同学习、探索和发现的能力。今天,建构主义关于学习是意义的建构、学习是对话和交流、学习是合作与分享的思想已成为时代精神。因此,课程组确立“边探索边学习、边学习边实践、边实践边创新”的课程教学理念,也就是在探索的过程中学习,在学习的过程中实践,在实践的基础上创新,依据建构主义理论,从探索的角度,虚拟再现知识的形成与发展过程,引导学员发现问题和提出问题,在探究解决问题方法与途径的过程中,使学员做到“有问题可思考”,“有方法可推敲”,从而提出自己的观点与方法,培养创新意识和创新思维习惯。

《电工与电路基础》是一门专业基础课,该课之前学员主修高等数学、大学物理等,主要接受的是科学教育,之后主修专业课程,接受工程教育。本课程是学员接受工程教育的首门课程,是科学教育、技术教育和工程教育的结合体,是从科学教育到工程教育间的桥梁。因此,本课程的教学目标是有意地培养学员科学抽象的观点和工程创新观点,在夯实学员电路理论和电路分析技术基础的同时,强调创新性思维习惯和研究能力的培养。

## 三、课程的研究型教学方法整体设计

教学整体设计遵循学员是知识建构的主体,教员是知识建构的组织者、指导者和促进者,来创建开放互动的学习环境,促进学员自主学习。鉴于《电工与电路基础》大类专业基础课的特点,对于传统教学中普遍采用的启发式、类比式、提问式、习题分析法、课堂实验演示法等行之有效的教学方法给予保留并根据课程内容进行优化组合。为实现从“以教为中心”到“以学为中心”的转变,除了鼓励教员课堂精讲、学员课堂多问,对浅显易懂的支路电流法、支路电压法等知识点一般不作讲授,要求学员自学外,课程组要求教员针对课程内容特点,认真将课程教学理念运用到教学实践中去进行课程教学设计。

《电工与电路基础》从内涵和内容上看,包含电路理论、电工技术、电气实践三部分内容,分别相对应于科学教育、技术教育和工程实践。教学方法设计在遵循主体性、互动性、实践性和系统性原则的基础上,力争增加学员学习的探究性和研究性。依据课程三部分内容特点,分别有针对性地设计了历史追溯式、案例式、未来展望式和多重

互动式教学模式(如图1所示),在整个教学过程中,贯穿3个过渡4个结合式教学。

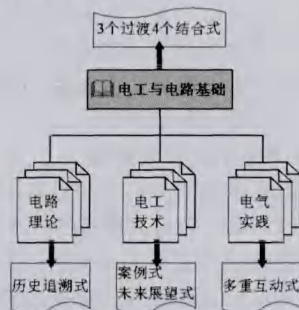


图1 教学方法整体设计

### (一) 历史追溯式教学模式<sup>[1]</sup>

针对电路基本概念、基本定律和基本分析方法等内容,从今天来看,已经是现成的知识点,如果直接讲结果,不会有研究性。为此,在电路理论部分讲授中设计采用历史追溯式教学,即构造一种历史氛围将学员置于教学内容中相关知识诞生年代的知识环境中,让学员“回到过去”,与先辈们在一起。在课上经常提问:“如果我们是先辈们,该怎么办?”,这样一来,研究性就出来了,师生共同利用学员所掌握的知识,分析面临的问题,寻求可行的解决方案。以戴为南定理为例,在讲授完节点电压和网孔电流分析方法之后,给学员出一道复杂的电路让学员分析,让学员体会到用已有知识分析此问题的繁琐,进而引导学员如何利用欧姆定律和基尔霍夫定理来推导出戴为南定理以解决复杂的电路分析。这种沿着历史轨迹式的教学模式,在每个关键时期,提出和解决“新”问题,在每个知识点为学员创造一种研究的氛围,引导、促进学员运用学员已有的知识和技能解决新的矛盾和问题,从而发现新知识,使学员既掌握了知识又得到了科研素养的良好熏陶,可有效激发学员自主学习、积极探索与研究的兴趣。

### (二) 案例式教学模式

电工技术部分是与学员生活实际结合最为紧密的内容,比较适合采用案例式教学,在讲授电路特性时从现实生活中的实例切入,可有效引发学员的兴趣。如讲解RC基本电路时,课堂引入了照相机闪光灯电路的例子,教员上课时带一部废旧的数码相机,授课时拆开外壳,给学员展示相机的内部结构,引导学员先从照相机实物的闪光灯物理系统建立闪光灯电路模型,进而与学员一起分析电路的充放电过程,总结出这种简单的RC电路具有可以提供瞬间大电流脉冲的特点,并告知学员此特性在电子点焊、雷达发射管等场合都得到应用。

案例式教学从生活实例入手,最后回归到学员工作生活实际应用,可有效加深学员对知识点的印象,引导学员运用所学知识解决实际问题,巩固所学的基础知识,进而提高分析和解决问题能力。

### (三) 未来展望式教学模式<sup>[1]</sup>

未来展望式教学,是在讲完基本教学内容之后,对相关内容的最新进展及其未来走向进行展望。电工电子领域是技术迅速发展,应用不断创新的领域,在电工技术部分内容讲授时,采用此模式可将现代电工技术的最新进展介绍给学员。如讲完电容元件后,给学员介绍了黄金电容,

以及其在电动汽车与火箭发射点火系统中的应用,引发学员对前沿学科的兴趣;又如在讲授完谐振电路和三相电路传输内容后,给学员介绍了直流电力传输的发展及其关键技术,让学员感到现在的学习和这些研究密切相关;使学员知道还有很多前沿性的问题尚未解决,我们要初步尝试如何找到解决这些问题的方法。

#### (四) 多重互动的实验教学模式

实验作为大学生实践能力培养的最基本单元,在本课程中占有重要地位。电工与电路基础实验承担着学员常用仪器与软件的操作使用、基本实验技能、实验设计、科学测试测量方法、测试数据处理、实验报告撰写、工程基本素养、安全意识和创新意识养成的训练任务,在本科人才培养中起着基础性的关键作用。怎样提高实验教学质量,如何对操作层面的一些问题进行把握,如何在一些关键环节上进行突破,直接关系到能否将研究型教学改革引向深入。课程组教改的重点之一就是构建“多重互动的实验教学模式”。

传统的实验课教学,一般模式为实验前教员针对实验目的、内容、仪器操作和注意事项简要介绍5~10分钟,学员实验,课后提交报告。学员提交报告后往往是完事大吉,教员批改报告后也就完成教学任务,没有和学员沟通的教学环节,此方式是一种开环式教学,一般性指导较多,存在与学员深层次交流不足。在实验教学改革中,课程组采用任务驱动,实验课前不讲解,学员走进实验室就开始实验的实验课授课模式。绪论课教员把本学期所要实验任务下发学员,学员利用实验室网站教学辅助系统进行预习自学(一重互动),对仪器和仿真软件的使用操作等一般性问题,与实验室专职人员互动(二重互动),实验课针对实验设计和实验内容的难点,与教员进行个体交流(三重互动),实验课结束前30分钟,针对实验内容和实验中出现的集体研讨,构成多重互动,以加强个性化指导,强化深层次交流,此方式深受广大学员认同。

此实验教学模式的具体步骤分为任务下达、个性指导、集体研讨。绪论课就把本学期所有实验任务下达给学员,每项实验任务书均包括实验目标、实验任务、预习内容、仪器使用说明书、参考文献、课堂研讨问题,对于实验目标明确实验的知识目标和技能目标。学员实验前须完成预习任务才可实验,包括内容预习、仪器使用说明书阅读、仿真实验等;实验课一开始学员边实验,教员边对学员预习任务逐个进行验收,包括仿真实验结果、实验设计方案,仪器操作查看等,有针对性的个人辅导;实验课研讨针对本次实验的知识目标和技能目标逐一进行核查,对实验共性问题进行测试方法进行研讨,从而形成闭环式教学。

在此教学模式中,教员扮演着“促进者”、“指导者”和“组织者”的角色,促进学员自主学习、研究性学习,使学员受到“做、学、研”相结合的系统训练,体验科学研究与工程实践全过程。

#### (五) 3个过渡4个结合式教学模式

电工与电路基础作为一门大类专业基础课,我们必须注意到该课程讲授的概念包含许多深层次的内容,除了电路分析技术本身,还包括能够学到解决问题的系统方法,明确具体问题的目标能力,收集对结果产生影响的信息的

技巧,以及对问题准确性进行验证的实践。工程师对科学原理有基本的理解,他们是经常用数学术语和工程术语表示实际问题,然后再与创造性结合起来从而得到具体问题的解决方法。因此,在整个课程讲授过程中,需要贯穿3个过渡4个结合式教学。

3个过渡分别为从形象到抽象过渡、从特殊到一般过渡、从感性到理性的过度。从形象到抽象过渡是引导学员从对生活工作的物理系统认识转变到对电路模型的认识,如引导学员把直流他励发电机简化为受控源模型、把变压器简化为理想变压器模型等,培养学员建模的思想;从特殊到一般过渡,是培养学员直觉意识、逻辑思维和归纳能力,如讲授诺顿定理时,可从一个实例入手分析,结合类比分析法(戴为南定理),和学员一起总结出该定理内容;从感性到理性的过度是通过分析工作生活中的实际问题,帮助学员摒弃一些易犯错误的认识,培养学员严谨的科学作风和工程素养。

4个结合为定性分析与定量分析结合、解析分析与仿真分析结合、理论教学与实验教学结合、传授知识与能力培养结合。在理论课题不仅仅介绍重要参数定义,还介绍参数的工程测量方法,不仅仅介绍电路分析方法,还介绍电路参数测量设计,在传授知识的同时,引导学员应用知识点内容解决工作生活中的实际问题。

## 四、展望与建议

经过3年的探索与实践,本课程研究型教学改革取得了明显的效果。同时,我们也体会到推行研究型教学改革,提高本科教学质量,应该是一个包括长远计划、持久努力、全员参与的过程。

1. 营造一个研究型教学的环境和氛围,为开展研究型教学创造条件,构建多层次、立体化的研究型教学新体系,促进创新人才的培养;除了教学比赛的形式外,还需采取更多的激励措施,建立相应的教师激励和评价制度,调动教师开展研究性教学的积极性。

2. 强调教学与研究相融合,注重科研对教学的反哺作用,强调科研在教学中的渗透和以科研为背景的教学。将参加科研的感悟和研究问题的思想方法融于教学,进一步体现电路理论和电工技术发展的历程(思想、方法与应用),将科研工作中所研究的问题通过合理简化后引入教学。

3. 改革考核与成绩评定。推行研究型教学,考试方式、成绩评定等方面都要进行系统地配套改革。改革学业成绩评价的方式,实行过程评价与终结评价相结合、课内教学与课外自主学习相结合的全程评价,突出学习、实践、科研、创新等多方面的素质和能力的综合评价。要给教员更多的自主权,不能过分强调按标准答案、评分标准来给定成绩。

## [参考文献]

- [1] 于杰杰,陆文娟,王树民. 专业基础课中的研究型教学——清华大学电路原理课案例研究[J]. 高等工程教育研究,2006(1):118-121.

(责任编辑:陈勇)