

# 电子电路实验教学改革与探索

王 勇

(复旦大学 电子工程系, 上海 200433)

**摘 要:** 从课程教学模式、教学质量、教学内容以及成绩考核等几方面介绍了复旦大学近几年在“电子电路实验”教学中的探索与实践。通过逐步引进国外著名高校实验教学课程的教学模式、教学内容, 实验教学效果有了较大的提高, 证明国外著名高校的教学模式、教学内容是值得国内相关课程的教师研究和借鉴的, 通过不断的探索和实践, 进一步提高实验教学质量。

**关键词:** 电子电路; 教学改革; 实验体系

中图分类号: TN 7; G 642.0 文献标识码: B doi:10.3969/j.issn.1672-4305.2017.01.035

## Reform and exploration of electronic circuit experiment teaching

WANG Yong

(Department of Electronic Engineering, Fudan University, Shanghai 200433, China)

**Abstract:** This paper introduced the electronic circuit experiment teaching exploration and practice of Fudan University in recent years from the aspects of teaching mode, teaching quality management, teaching content and performance evaluations. Experimental teaching effect have greatly improved through the gradual introduction of famous foreign university experimental teaching mode, teaching content. So the teaching mode, teaching content of famous foreign university is worthy to study and reference, through continuous exploration and practice, to further improve the quality of experimental teaching.

**Key words:** electronic circuits; teaching reform; experimental system

近年来随着电子电路技术的发展, 模拟电子电路和数字逻辑电路理论课程和实验课程的教学内容也发生了很大的变化, “电子电路实验”课程教学内容和教学模式改革是国内高校电子电路实验课程教学改革的重点之一<sup>[1-3]</sup>, 国内许多高校都引进或自行研制了电子电路实验系统, 在课程教学内容和教学模式上都进行了不少探索和实践<sup>[4-5]</sup>, 本文从课程教学内容、课程教学模式、教学质量以及成绩考核等几方面介绍了复旦大学近几年在模拟电子电路和数字逻辑电路实验教学中的探索与实践, 在探索实践中借鉴国外著名高校好的实验教学模式、改进教学内容和教学方法是教学改革的重要内容之一, 也取得了较好的教学效果, 得到了学校和学生的充分肯定。

## 1 国外著名高校电子电路实验教学

### 1.1 悉尼大学电子电路实验

笔者曾经去澳大利亚悉尼大学进修, 亲自参与

了学生的两门实验课程, 包括“电路分析基础实验”和“模拟电子电路实验”, 两门课程实验与理论课程同步开设, 但教学模式略有不同, 电路分析基础实验分为课堂演示实验和学生分组实验两种方式, 课堂演示实验由任课教师和实验教师共同完成, 教师事先将实验设备带入理论课程课堂, 在课堂讲授过程中为学生演示整个实验过程, 让学生观察到实验结果和现象, 学生分组实验则一般两人一组, 在规定时间内完成实验内容, 实验结果需经指导教师审核通过。模拟电子电路实验则主要以学生分组实验为主, 实验内容与理论课程教授内容同步, 实验指导教师由理论课程指导教师和助教负责。悉尼大学的这两门实验课程都没有独立设课, 学生实验成绩按比例记入理论课程。

### 1.2 麻省理工学院电子电路开放实验课程

麻省理工学院开放实验课程“模拟电子实验导论”和“数字系统概论实验”则是两门独立设课的电子电路实验课程<sup>[6-7]</sup>, 虽然是实验课程, 但都有相当



比例的授课、作业、课堂测验。实验内容一般分为基础实验内容和自选题目的小组实验专题两种,基础实验内容要求在规定时间内完成,学生可以预约实验时间段,每个学生独立完成。而在进行小组专题实验时,学生要与一个或者至多两个搭档合作,学生必须在学期初开始寻找自己的搭档。学生课程成绩评价由测验成绩、书写报告、作业、出勤、实验成绩等几部分组成,作业迟交会处处罚,不会接受迟交的课后作业,没有实验结果的报告会得0分。自选题目的小组实验专题要求必须根据给出的时间表完成。

## 2 复旦大学电子电路实验改革

复旦大学电子电路实验教学改革经历了几个不同阶段,借鉴国内外高校电子电路实验教学经验,在实验教学过程中也进行了不同模式的探索与实践。

### 2.1 第一阶段

第一阶段是实验课程独立设课的“电子电路实验”阶段,理论课程与实验课程在不同学期开设,这样一种电子电路实验教学模式,不利于理论课程的教学,理论课程教学效果不好,学生反映理论课程学习太抽象,但是理论课程与实验课程同一学期同步开设,实验课时比较紧张,由于理论课程按章节讲解,实验课程只能开设一些与课堂教学内容同步的单元性实验,综合性系统性实验开设比较困难。前面介绍的悉尼大学的电子电路实验课程都没有独立设课,实验内容多以基础单元实验为主,而麻省理工学院开放实验课程“模拟电子实验导论”和“数字系统概论实验”两门独立设课的电子电路实验课程中,综合性系统性实验则占有很大比例,可以看出电子电路实验课程是否独立设课各有利弊。

### 2.2 第二阶段

第二阶段是电子电路实验中的EDA实验与理论课程同一学期同步开设,电子电路实验中的硬件实验单独设课,硬件实验课程在理论课程后一学期开设。电子电路实验中的EDA实验主要进行模拟电路和数字电路计算机仿真实验,实验内容与课程同步,以基础单元实验为主,通过计算机仿真软件实现电子电路的分析、验证和设计。EDA实验课程占理论课程成绩的25%。电子电路实验中的硬件实验则以综合性设计性实验为主,在部分综合性实验中,综合了模拟与数字电路的实验内容。例如在复旦大学“模拟与数字电路实验”课程中,开设的模拟与数字综合实验有六位ADC系统设计、模拟信号六位频率计系统设计、直流数字电压表、D类功放、射频识别IC\_CARD设计等。实验考核以平时实验成

绩和期末考试成绩综合评定,其中平时实验成绩占80%,期末考试成绩占20%,平时实验成绩部分主要根据学生有无迟到、早退、无故旷课现象、实验报告和预习报告是否认真、实验中有无大声喧哗、是否爱护实验器材和实验完成情况综合评定,实验完成情况包括基础必做实验、选做实验完成情况以及实验是否有创造性、独特性发挥等评定。

### 2.3 第三阶段

第三阶段是实验课程与理论课程同一学期开设,逐步加大实验室开放力度。电子电路硬件实验课程在理论课程后一学期开设,经过一段时间的实践,学生仍反映如果硬件实验与理论课程同一学期开设,理论课程学习效果会更好,为此我们也探索实践了将电子电路硬件实验课程与理论课程同一学期同步开设,在信息科学与工程学院卓越工程师班的教学计划中,已经将电子电路硬件实验内容纳入理论课程,卓越工程师班的模拟电路课程采用3+2模式,其中理论课程占3个学分,实验课程占2个学分,数字电路课程类似地采用4+2模式,为了解决理论课程与实验课程同一学期同步开设,实验课时比较紧张、综合性系统性实验开设比较困难的问题,我们加大了实验室开放力度,专门设立了一个本科生开放实验室,安排专人值班,允许学生预约进入开放实验室实验,允许学生将实验开发板带出实验室,在实验题目设计上,由理论课程教师和实验指导教师根据讲课进度共同讨论决定,一般在前半学期以基础单元实验为主,后半学期以综合性系统性实验为主,理论课程教师为了配合学生实验,在课程教学进度安排上进行适当的调节,例如在运算放大器讲解时,先讲运算放大器各种应用电路,后讲运算放大器内部电路工作原理。学生在每周安排的非开放实验室规定段时间做实验,由实验指导教师全程陪同讲解指导实验,而学生在自选时间段的开放实验室做实验,实验指导教师不陪同,学生实验中遇到问题鼓励学生先自己解决,也可以到实验指导教师办公室咨询。从2014年到目前卓越工程师班的教学计划已经进行了两年的教学实践,取得了比较好的教学效果,理论课程和实践课程学生成绩都比较高。不过卓越工程师班的学生人数比较少(20人左右),而且进入卓越工程师班的学生成绩普遍比较高,卓越工程师班的教学模式和教学计划能否推广,目前正在调研中,这其中重点要解决的问题有:实验人数增加后,开放实验室的管理尤其是安全管理必须加强,另外学生实验考核方法必须改革,在没有指导教师全程指导和监督情况下,避免出现学生之

间互相帮忙做实验、甚至个别滥竽充数现象的情况出现。

借鉴国内外高校好的实验教学模式、改进教学内容和教学方法是实验教学改革的重要内容之一<sup>[8-9]</sup>,无论实验课程是否单独设课,加大实验室的开放力度,改进实验教学内容和教学模式是我们实验教学现在和将来不断努力的方向<sup>[10-11]</sup>,近几年我们在实验教学内容、实验课程网站建设、实验教材编写等方面都付出了不少的努力,2013年新修订出版了实验教材<sup>[12-13]</sup>,设计开发了实验课程网站,学生可以在实验室外在实验课程网站上观看实验教学视频、浏览实验题目补充扩展的参考资料,做到实验之前能够充分预习实验题目,实验之后思考分析实验中的疑难问题。2015年我们自行设计开发了数字电路FPGA实验开发板,实验题目设计上我们也引进了一些国外电子线路实验课程题目,实验教学成果得到了学生的肯定,在学校教务处的评教系统中,笔者指导的实验课程学生评价很高,名列学院各门课程前茅,学生留言也给了比较高的评价和鼓励,课程也获得了复旦大学校级精品课程。

### 3 结语

尽管我们在“电子线路实验”教学过程中进行了不少探索与实践,但是与国外著名高校电子电路实验相比仍有一定差距,实验室的开放性和实验题目的开放性还不够,缺少团队合作完成的难度较高的实验题目,在大学生电子设计竞赛培训中,我们就采用了小组专题实验的方式培训,取得了比较好的教学效果,学生也多次在全国竞赛中获奖,因此这种小组专题实验教学方式是值得借鉴和推广的,在以后的实验教学中应加大团队合作完成的难度较高的实验题目的比例,目前我们已经引进设计开发了一些类似的实验题目,准备先在卓越工程师班试点,逐

步在学生实验中推广。

### 参考文献(References):

- [1] 刘小艳,金平.“电子电路与系统基础实验”教学改革与实践[J].实验室研究与探索,2014(6):197-199.
- [2] 胡体玲.模拟电子电路实验教学改革初探[J].实验科学与技术,2013(6):79-80.
- [3] 韩东升,车麟麟,余萍,等.基于“双主原则”的通信电子电路实验教学探析[J].实验室科学,2014(2):195-197.
- [4] 张新安.电子技术课程实践教学改革的研究与实践[J].实验室研究与探索,2010,29(11):293-296.
- [5] 高洁,金华.电子技术实验教学改革探索[J].北华航天工业学院学报,2010,20(7):68-70.
- [6] Ron Roscoe. Introductory Analog Electronics Laboratory [EB/OL]. [2007]. <http://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-101-introductory-analog-electronics-laboratory-spring-2007/>.
- [7] Anantha Chandrakasan. Introductory Digital System Laboratory [EB/OL]. [2006]. <http://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-111-introductory-digital-systems-laboratory-spring-2006/>.
- [8] 毛新宇,王志军.实验课研讨式教学实际问题探讨[J].实验技术与管理,2015(2):32-35.
- [9] 梁晓梅,齐庆堃.高校“模拟电子线路实验”教学改革探讨[J].中国科技信息,2012(1):135.
- [10] 钟福如,刘丽娟,王慧.翻转课堂在高频电子线路实验教学中的应用研究[J].新课程研究,2015(9):70-71.
- [11] 王增宝,赵修太,付帅师.改进实验教学方法,转变教学实验类型探索[J].实验科学与技术,2015(6):169-172.
- [12] 孔庆生.模拟与数字电路基础实验[M].上海:复旦大学出版社,2013.
- [13] 王勇.模拟与数字电路实验[M].上海:复旦大学出版社,2013.

收稿日期:2016-06-20

修改日期:2016-07-05

作者简介:王勇(1964-),男,山东莱阳人,硕士,副教授,主要研究方向为电路与系统。

**坚持依法治教。**法治是实现教育现代化的可靠保障。要坚持依法行政、依法办学、依法执教,更加注重运用法治思维和法治方式推动教育改革发展,更加注重教育法律法规体系和执法体制机制建设,更加注重保障广大人民群众受教育权利和广大师生权益,更加注重保障人民群众对教育发展的知情权、参与权和监督权,依法推进教育治理能力现代化,为教育发展创造良好的法治环境。

**坚持党的领导。**办好中国特色社会主义教育事业关键在党,必须牢牢掌握党对教育工作的领导权,坚持正确的政治方向,掌握教育领域意识形态工作的主导权,着力加强教育系统党的思想建设、组织建设、作风建设、反腐倡廉建设、制度建设,增强政治意识、大局意识、核心意识、看齐意识,强化基层党组织的创造力、凝聚力、战斗力,为教育改革发展提供坚强的政治保证和组织保障。

——摘自:国发[2017]4号 国务院关于印发国家教育事业发展规划“十三五”规划的通知