

# 电工技术“三层次”实验教学模式的研究与探索

李 莹, 卢学英

(天津大学 电气与自动化工程学院, 天津 300072)

**摘 要:** 实验教学是高校培养学生创新与综合实践能力的重要平台, 优质的实验教学应当注重培养学生独立思考 and 勇于探索的能力, 培养学生早期的科研素质。针对电工技术实验课程的特点, 对以往大专院校所采取的实验教学方式进行了剖析, 对现阶段新的教学模式, 即“三层次”实验教学体系建设进行了分析与研究, 同时结合天津大学电气与自动化工程学院实验教学中心所实施的实验教学改革内容以及实践方案进行了深入探讨。

**关键词:** 电工技术实验; 三层次; 开放实验教学

中图分类号: G642 文献标识码: A doi: 10.3969/j.issn.1672-4305.2019.06.027

## Research and exploration on the “three levels” experimental teaching mode of electrotechnics

LI Ying, LU Xue-ying

(School of Electrical Engineering and Automation, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

**Abstract:** Experimental teaching is an important platform for colleges and universities to cultivate students' innovative and comprehensive practical ability. Quality experimental teaching should focus on stimulating students' ability of independent thinking and brave exploration so as to cultivate the early scientific quality of students. Based on the characteristics of the electrician technology experiment course, this paper analyzes the experimental teaching methods adopted by colleges and universities in the past and analyzes and studies the new teaching mode at the present stage, namely the construction of the “three-level” experimental teaching system. The experimental teaching reform content and practical programs implemented by the experimental teaching center of the institute were discussed in depth.

**Key words:** electrical and electronics experiment; three levels; opening experimental teaching

“电工技术”是高等院校非电专业重要的基础实验课程,也是将电工理论付诸于工程实践的重要桥梁和纽带。现今科学技术日新月异,科技创新推动经济社会的发展,在校大学生对于电学知识的渴求也越来越高,然而在传统实验教学过程中还存在一些不足,例如,实验内容仍以验证型为主,难以跟上科学技术的快速发展的步伐,课程内容也缺少实践性综合实验环节,因而学生普遍存在独立思考与创新能力欠缺、动手能力差的现象,与企业的用人需求存在明显差距。显然,这一教学方式严重制约了大学生的创新意识与开拓精神,也很难激发其自主学习的积极性。因此,如何在实验教学过程中提高学生的创新实践能力,培养出符合社会发展需要的优

秀工程技术人才是高校工作者面临的一项重要课题。

目前,国内许多高校都积极尝试先进的实验教学模式,力争从学生的能力培养着手,对过去单一的实验教学模式,包括实验内容、方法和形式等方面进行深入的探索和改革。天津大学电气与自动化工程学院电气电子实验教学中心(以下简称:中心)属于基础课实验教学基地,承担全校本科电气电子类实验教学任务。为了提高实验教学质量,弥补实验教学中的不足,中心近年来对传统实验教学模式进行了一系列的改革和创新,通过整合实验教学资源、优化实验教学内容等方式建立起创新实践平台,并逐步采取“层次化”的实验教学体系和管理机制<sup>[1]</sup>,将

实验内容划分为基础型、综合设计型和创新实践型三级台阶式的教学模式,实验内容由低到高,由浅入深,既满足了教学大纲的要求又层次分明、循序渐进,让学生由基础实验开始做起,逐步培养学生的创新意识和综合实践能力。

### 1 第一层次:基础型实验

基础型实验是实践教学的基础和关键<sup>[2]</sup>,目的在于培养学生扎实的基本实验技能和良好的实验素质,因此这一层次的实验内容不宜过深,而应突出学生对基础知识的理解 and 操作技能的培养<sup>[3]</sup>。为此,中心在这方面进行了积极的尝试,有重点地选择和保留了一些验证型基础实验,例如戴维南定理、三相交流电路的测量等经典实验。教学方式采取课前由教师布置实验任务,学生在完成理论计算工作之余再到 EWB 仿真软件上进行仿真预习工作,仿真时还可以根据自己的理解和分析随时对实验参数进行修改以观察仿真结果的变化,待到实验课上再独立完成实物电路的测试和验证。对于实验中获取的三组数据(即理论数据、仿真数据和硬件测试数据)学生可以进行深入地比较和分析,这样不仅加深了对理论基础知识的理解,而且经过实践操作的演练也可以初步掌握仪器测量的使用方法,同时对于理论知识应用于工程实践也会有更深刻的感性认识。

如今,互联网技术发展迅速,为弥补课堂时间的不足,增加学生课后学习的机会,中心充分利用网络优势建立了开放式的实验教学平台<sup>[4]</sup>,将实验相关的教学资源发布到网上供学生课下在线预习,例如常用元器件的技术资料、多媒体电子课件、实验参考文献等等。未来教学网站还可以组建一个在线网络交流平台,方便学生与指导教师就相关实验内容进行互动交流和讨论,这样既可以将原本教材上枯燥的原理知识生动形象地展现在学生面前,又可以最大化地实现了教学资源的共享,从而真正实现了开放式的实验教学机制。

此外,为了给学生创造良好的实验教学环境,鼓励他们走进实验室开展更深入的研究,中心坚持实行实验室开放制度,规定每个实验室每周至少开放 6~8 小时,这一形式得到了学生的积极响应,许多学生或单人或结伴在开放时间来实验室操作和实习。经过近几年的实践证明这种形式不仅可以带动学生的学习积极性,而且大大提高了基础理论水平和实验技能,使他们摆脱了以往被动式的学习态度,逐渐由“要我做实验”转变为“我要做实验”,也为后期综合型开放实验的顺利开展做好了准备。

### 2 第二层次:综合设计型实验

经过上一层基础型实验的学习,学生对于电工技术领域的知识已有所掌握,也基本具备了自主操作和训练的能力,因此接下来就可以将理论真正应用于实践中,开展一些深层次的综合设计型实验<sup>[5]</sup>,内容也应以基础知识为背景,选择与电工理论密切相关的工程技术类实验作为实践课题,并且要体现出实验项目的多样性和综合性。学生可以根据自己的兴趣和能力选择实验项目和难度等级,自主完成电路的设计、连接、测试和数据分析等任务。指导教师要积极引导学生,充分发挥其潜能并给予一定自由发挥的空间,使学生在综合设计能力上产生质的飞跃。为此,实验中心充分挖掘实验室潜力、发挥实验教师的专业优势,在实验内容的编排上重新整合,增加了许多综合型、设计型实验项目,并逐步提高其所占比例,力求为学生提供丰富的课程内容和多元化的教学手段。

例如“电工学”课程“功率因数提高”这一实验中,以往课上教师会详细讲解实验原理并给出统一的连接电路,学生只要一一对应连接线路测量数据即可,课后再进行数据总结完成实验报告。整个实验过程学生只是完成了一次简单的测量过程,而对于实验的设计思路和领会要点不能做到深入地思考,因此实验效果并不理想。课程改革后,我们将学习的主动权留给学生,由学生独立完成从电路的前期设计到硬件的测量过程,即学生要利用已知电学知识和现有设备,利用单相电动机作为电感元件自行设计完成一项功率因数提高的综合型实验任务。学生拿到这一实验课题后应首先对实验任务进行理论分析,了解功率因数提高在工业实践生产中的意义并查阅相关的教材和手册,在此基础上提出设计方案并进行可行性论证。例如,理论设计电容值是否满足实际经济效益、并联后输出电流、电压的测量方法以及和仿真结果的对比等等,最终设计方案经教师审查合格后才能到实验室完成电路的连接和测量工作,而进入电路的调试阶段往往更能锻炼学生的实践操作能力和意志品质,也可以说是一次蜕变升华的过程。理论上很简单的电路在实际调试中可能会出现各种意想不到的问题,也会因为一个小小的失误或参数变化直接影响实验的结果,甚至是整个设计目标的实现<sup>[6]</sup>。例如本实验中对并联电容值的选取就需要充分考虑到实验室现有电容箱的可调范围,并且还要适度调整自耦调压器的输出电压以保证负载功率输出等问题,否则实验可能无法达



到功率因数提高的效果或者直接呈现出过补偿的状态,这就要求学生在遇到困难时要勤思考、多动手,学会分析实验误差产生的原因,通过实践操作不断调整参数以纠正系统偏差。教师对于学生提出的设计方案和电路要积极引导,鼓励学生发挥刻苦钻研的精神,在失败中不断挑战自己,学会在实践中发现问题、分析问题并解决问题,这样才能更深刻地感受到创新灵感和成功后带来的喜悦。

同时,对于综合性、设计性较强的实验内容,考虑到有的学生可能在规定时间内难以完成,中心加大了实验室开放力度,部分实验室还采取了全方位开放模式,实行时间开放、实验器材开放,学生可以利用业余时间到实验室操作演练,反复斟酌数据的准确性,这样不仅给学生留出足够的时间思考和完成实验,而且在实验课中没有解决的疑难问题或预习过程中遇到的疑惑也能得到及时解决。经过一段时间的实践,学生的实验兴趣普遍得到了提高,动手能力也有了长足的进步,部分学生还能自主设计、自主完成教学要求以外的实验内容,实验效果显著。

此外,为了全面检验学生的理论与实验技能水平,中心还对实验课程的考核进行了新的尝试和改革。譬如电工学实验课程就将考核分为了平时操作成绩、阶段考核与期末综合能力测试几个部分,且考试过程全部安排在实验室中进行<sup>[7]</sup>。对于阶段考核,中心规定实行上机测试,学生可以选择在实验室开放时间段来参加考试,在登录进入电工学在线考试系统后,系统会自动从试题库中随机抽取试题组成一份试卷,学生须在30分钟之内完成并提交,系统立刻显示测试成绩、答案以及解析过程,方便学生查看总结;而期末综合能力测试部分则分为基础知识笔试和实践操作两个环节,考试期间实验室考场分配顺序以及学生的座次都被打乱,多套试卷随机分配,单人单桌、独立完成,并且考试过程中教师还会根据每个学生的操作进度和实验结果当场评定成绩并适时给予加分。

### 3 第三层次:创新型实践实验

创新实践型实验是对基础型和综合设计型学习内容的进一步深化和提高,也是在认识能力、应用能力上更高层次的培养<sup>[8]</sup>。在这一阶段,实验室将成为优秀学生发挥个人兴趣、体现创新能力的一个重要平台,学生可以自主选择 and 开展一些与实际生活密切相关的实验内容,或以大学生科技竞赛为契机,选择与大赛相关的申报课题进行实践研究,通过竞赛式实战演练来培养学生勇于创新实践能力和严谨

的科学态度。

近几年,中心组织和开展了多种形式的创新实践项目,部分实验室制定了全面开放制度,鼓励学生进入开放实验室,将开放实验室变成学习的第二课堂,学生也积极响应自发地组织起双创俱乐部,在国内科技企业的配合和技术支持下开展创新技术研究,以团队协作的形式挑战复杂的科研项目。中心也努力为学生创造优质的实验场所和先进设备,并配备专业的教师队伍作为技术支持,对学生提出的设计方案在合理性、先进性、安全性等方面进行综合评价和指导。

此外,中心每年都组织学生参加各类全国性电子设计大赛、大学生科技竞赛等活动,教师和学生都踊跃报名并组成竞赛式师生团队。在比赛中,新知识、新技能的学习始终贯穿其中,这也促使学生要积极发扬团结协作精神、开动大脑、深入探索。这些竞赛活动不仅使学生开阔了眼界,扩大了知识面,而且在创新实践能力上也取得了明显进步,近几年中心实验指导教师带领学生在相关电子竞赛中屡获佳绩,特别是我院学生在2017年全国大学生电子设计竞赛中同时取得了一、二等奖以及2017年“启程杯”第六届天津市大学生电脑鼠走迷宫竞赛一等奖的好成绩。可见,创新型实验的开展不仅满足了学生个性化需求,也为学生提供了培养个人兴趣和专长个人专长的实践环境,这对今后培养出全面发展的高素质人才具有十分重要的意义,也为培养学生综合能力等方面起到了积极的作用。

实践证明,通过开展创新实践型教学模式能够给学生很大的学习空间,不仅提高了大学生的综合素质与创新意识,也培养了学生将理论知识综合运用于工程实践问题的能力。

## 4 结语

经过近几年不断地改革与探索,中心已逐渐形成了以基础型、综合设计型和创新实践型为主线的“三层次”开放式实验教学培养体系。实践证明,这种教学模式比较符合天津大学实际情况,也收到了明显的效果。它不仅有利于激发学生的积极性和创造性,而且提高了实践创新能力,同时实验室也充分发挥了实践教学平台的作用,但也要清醒地认识到,电工实验教学改革是一项长期、复杂的系统工程,因此我们要不断探索和改进实验教学体系,形成一个多元化的、立体化的教学体系,才能培养出更多、更优秀的科技创新人才。

(下转第104页)



主学习、设计能力和创新精神不足,更缺乏思维的深刻性和广阔性。且枯燥单一的实验内容和传统刻板的实验教学方式容易使学生丧失对实验的兴趣。全程交互参与式实验教学是教学的一种形式,其基本特点是重视实验过程中的师生交互沟通,重视学生学习中的主体性和主动性。学生在全程交互参与式实验教学过程中,围绕某一实验目标,独立查阅相关文献、设计实验路线、综合分析和讨论并解决实验中的实际问题,学生的主体性得到较好的体现,学习主动性显著提高,很多实验原理也能更好的理解,实验效果得到了大幅度提升。在实施过程中,不仅注重对学生传授实验技能,更注重学生在实验过程中体验探究和反思过程,在探究和反思中培养学生的批判意识和创新意识,培养学生以实验基本原理为基础,独立思考、独立设计、判断和分析解决问题的能力。

在能力培养方面,传统实验教学主要注重学生实验动手能力的培养,培养解决问题、分析问题的能力以及实验报告书写能力,但全程交互参与式实验教学除了这三种能力的培养更注重学生文献查阅能力,实验设计能力,独立思考、创新能力以及撰写论文的能力。在低年级医学生中开展全程交互参与式实验教学,让学生更早地接触并掌握科学研究过程中所必须的各项技能,可以更好地为医学生后期的科研工作打下一定的基础。

全程交互参与式实验教学的另一个特点是实验内容的开放性和综合性。这对实验教师的素质要求进一步提高。要求实验教师不但需要掌握实验的内容,还需全面了解该实验内容的最新进展及发展方向,更要能时刻认真地倾听,快速思考,这样才能正确引导学生进行有针对性的讨论,解决学生在实验过程中产生的各种问题。否则,讨论就可能变成泛

泛而谈,实验可能会无果而终。

总之,全程交互参与式实验教学克服了传统实验教学的一些弊端,提升了学生自主学习及科研能力,提高了实验教学质量。

#### 参考文献(References):

- [1] 黄祖良,韦国峰,黄世稳,等.在医用化学验证性实验教学中培养学生探究性能力的探讨[J].化学教育,2005(4):48-50.
- [2] 王红萍,刘青广,赵亚红.高校实验教学质量评价体系的构建[J].中国成人教育,2008(12):123-124.
- [3] 强根荣,王红,杨振平,等.大学有机化学实验教学方法研究与实践[J].实验室研究与探索,2017,36(3):200-202.
- [4] 罗莹,刘兆龙,李列明.交互教学在理工科基础物理课中应用的教学策略研究[J].大学物理,2018,37(1):71-76.
- [5] 常咏梅,张雅雅,金仙芝.国内参与式教学研究的现状与思考[J].卫生职业教育,2017,35(20):35-38.
- [6] 司彦武.“参与式”教学方法应用有效性探索[J].江苏师范大学学报(教育科学版),2013,4(5):52-54.
- [7] 焦道利,田富鹏.参与式教学在实验教学中的实践[J].西北民族大学学报(自然科学版),2007,28(66):89-91.
- [8] Freeman M, Anderman L H, Jensen J M. Sense of belonging in college freshmen at the classroom and campus levels[J]. The Journal of Experimental Education, 2007, 75(3):203-220.
- [9] 刘志艳,杨丽,赵荣生,等.临床药学在线交互教学模式 global classroom 的构建[J].临床药物治疗杂志,2015,15(11):84-88.
- [10] 杨振平,王海滨,盛卫坚,等.大学有机化学实验参与式教学方法[J].实验室研究与探索,2015,34(10):191-194.
- [11] 刘杨.“参与式”教学法在高校实验教学中的运用[J].运城学院学报,2005,23(5):74-75.
- [12] 康永峰,马晨晨,裴蓉.乙酰水杨酸绿色合成实验新方法研究[J].实验技术与管理,2016,33(10):41-44.

收稿日期:2018-08-22

修改日期:2018-10-27

作者简介:蔡玉兴(1984-),男,上海人,硕士,实验师,主要研究医用化学实验教学改革与发展。

(上接第100页)

#### 参考文献(References):

- [1] 王怀平,林刚勇.电工电子类课程群实验教学改革与实践[J].中国电力教育,2011(4):117-118.
- [2] 张辉,尹明.开展实践教学培养学生的实践能力和创新能力[J].科技信息,2009(31):34-39.
- [3] 王桂琴,王墨林,詹迪钊,等.电工学实验教学体系的改革与探索[J].电气电子教学学报,2010,32(4):84-85.
- [4] 郑文,张运波,姜志宏,等.电工电子技术实践能力培养的研究与实践[J].长春工程学院学报(社会科学版),2012,13(3):111-113.
- [5] 陈军,林振衡,谢海鹤,等.基于第二课堂的电子技术应用型人才培养体系的构建与实践[J].渭南师范学院学报,2016,31

(6):26-31.

- [6] 李红玲,李玲.竞赛式电工电子实验教学体系的研究[J].教育教学论坛,2016(30):272-274.
- [7] 卢飒.电工电子多层次实验教学体系的建设[J].电气电子教学学报,2015,37(6):105-108.
- [8] 刘慧莹.电工电子实验教学改革探索[J].赤峰学院学报(自然科学版),2009,25(4):176-177.

收稿日期:2018-08-13

修改日期:2018-12-06

作者简介:李莹(1973-),女,天津人,硕士,工程师,主要研究方向为电工技术理论。