

# 创新驱动下通信工程专业综合性实验教学体系建设探析

——以中南大学通信工程专业为例

彭春华, 戴忠, 杨政宇

(中南大学计算机学院, 湖南长沙, 410083)

**[摘要]** 实验教学是专业教学的重要组成部分。文章以中南大学通信工程专业为例, 在分析目前实验教学现状存在不足的基础上, 从实验教学目标体系、内容体系、评价体系、管理体系等几个方面对综合性通信实验教学体系建设进行了探析。为使这一体系建设更完善、更优化, 提出了实验教学与教师科研相融合的方法与思路。实践结果表明: 融合科研的综合性实验教学体系使学生的创新能力得到了较全面的发展, 学生的创新成果也有较大的提升。

**[关键词]** 综合性实验教学体系; 实验与科研融合; 创新驱动; 创新能力; 通信工程专业

**[中图分类号]** G642.0 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1674-893X(2019)03-0149-06

实验教学是专业教学中十分重要的一个环节。实验教学对高校培养高素质的创新人才, 培养适合社会发展需求的技术人才起到至关重要的作用<sup>[1]</sup>。中南大学通信工程专业实验教学由于受到建设资金、教学思路等方面的限制, 系统性、创新性实验项目开设的比重较低, 影响了专业建设进程, 制约了创新创业型人才的培养力度。如何借助我校“双一流”建设良机, 改进通信工程专业实验教学整体环境, 建设综合性实验教学体系, 推进我校创新人才培养步伐, 是目前专业建设的一个重要课题。

## 一、中南大学通信工程专业实验教学现状

### (一) 对实验教学的重视不足

由于种种原因, 我校通信工程专业对实验教学重视度不够, 具体表现为:

(1) 学校在实验设备、实验人员方面投入不足。通信学科不是我校的重点学科, 在投入方面相对偏少。另外, 通信领域的技术、设备更新换代较快, 价格也昂贵, 这也导致了通信实验设备更新较慢。由于学校政策的原因, 高素质人才进实验室的意愿不高, 导致实验室建设缺乏长远规划, 制约了通信实验室的发展。

(2) 教师参与实验室建设的积极性不高。受评价机制影响, 教师参与实验室建设在评奖、评优、

晋升等环节作用不大, 导致教师参与实验室建设的积极性不高。缺乏优秀人才的参与, 使得通信专业实验室建设在系统性、整体性上存在不足。另外, 课外实验、开放实验受工作量计算方法的影响, 教师除了完成教学计划规定的实验外, 参与这些实验的主动性也不高。这使得参与实验室建设和实验教学的主体在主动投入上不足, 影响了教学水平。

(3) 学生对实验的重视程度不够。很多学生认为实验只是理论知识的补充, 是课堂教学的辅助手段<sup>[2]</sup>, 不是独立的教学体系。而且很多实验在设计上与实际联系不紧密, 导致学生对这些实验不感兴趣。学生往往按照指导书的步骤做, 实验的目的不够清晰, 对实验的结果分析也不足。因为系统性训练不够, 使得学生创新思维能力的培养受到了限制。

### (二) 对实验教学的设计及过程管理不足

(1) 实验教学普遍按课程来设计, 实验内容相对独立, 模式比较单一, 学生难以建立对通信系统的整体认识<sup>[3]</sup>。实验教学手段比较单一, 仍以基础型、验证型实验为主, 学生做实验完全是一套“规定动作”, 学生创新性想法的正确与否无法在实验室得到验证。另外, 受实验设备的限制, 针对通信系统的实验基本未涉及<sup>[4]</sup>, 大部分实验是对整个通

**[收稿日期]** 2018-10-12; **[修回日期]** 2019-05-26

**[基金项目]** 中南大学实验室建设与管理研究项目“现代通信网络综合实验平台建设与管理的研” (201615)

**[作者简介]** 彭春华(1971—), 男, 江西安义人, 博士, 中南大学讲师, 主要研究方向: 无线通信技术应用, 联系邮箱: pch@csu.edu.cn

信系统中的某部分知识展开的,学生只能观局部而看不到全局,这使学生系统性思维的能力得不到训练。

(2) 实验时间过于集中、统一,不利于创新性实验的开展<sup>[5]</sup>。由于传统教学管理的要求,教师必须在规定的时段里完成教学,包括实验环节的教学,这使得实验教学往往集中在统一的时间内进行,受评价机制的影响,教师也不愿意在额外的时间里进行实验教学。这种方式,完成教学计划中的实验教学是没问题,但学生对实验的改进、创新就很难进行。

(3) 实验室开放程度不够。我校为鼓励学生创新创业,设立了许多创客空间,但受经费及环境的限制,创客空间对学生开放的实验设备是比较有限的。学校虽然制订了实验室开放制度,但大部分实验室开放时间只能是工作人员上班时间,对学生而言,实验时间自由度较小;另外,许多较为贵重的仪器设备很难对学生开放,需有教师的指导才能使用,而教师在开放实验中的参与度不高,由此导致这些设备的利用率比较低<sup>[6]</sup>。

## 二、创新驱动下实验教学体系的设计

通过对我校通信专业实验教学现状的分析可以看出,要提高学生分析问题、解决问题的能力,要适应创新人才的培养,就必须对现有实验教学体系进行调整与优化。本文从实验教学目标体系、实验教学内容体系、实验教学评价体系和实验教学管理体系等四个方面构建优化综合性实验教学体系。综合性实验教学体系整体架构如图1所示。

### (一) 明确实验教学目标体系

实验教学目标体系应包括以下内容:

(1) 学生通过实验加深对理论知识的理解,拓展所学知识,活跃学生思维,培养学生的创新意识。

(2) 学生通过系统的实验锻炼,能掌握基本的专业技术技能,具备一定的实践能力,能培养学生的自主学习能力、创新创业能力、批判思维能力。

(3) 学生通过实验能养成实事求是、严肃认真的科学态度和刻苦钻研、坚忍不拔的工作作风,增强学生的实践情感和实践观念,培养学生的探索精神和创新精神。

实验教学目标更注重对学生实践能力的循序渐进的训练,成体系、成系统的训练,更加注重对学生系统思维能力和创新思维能力的训练<sup>[7]</sup>。

### (二) 构建实验教学内容体系

按照传统的教学理念,实验教学是课程教学的

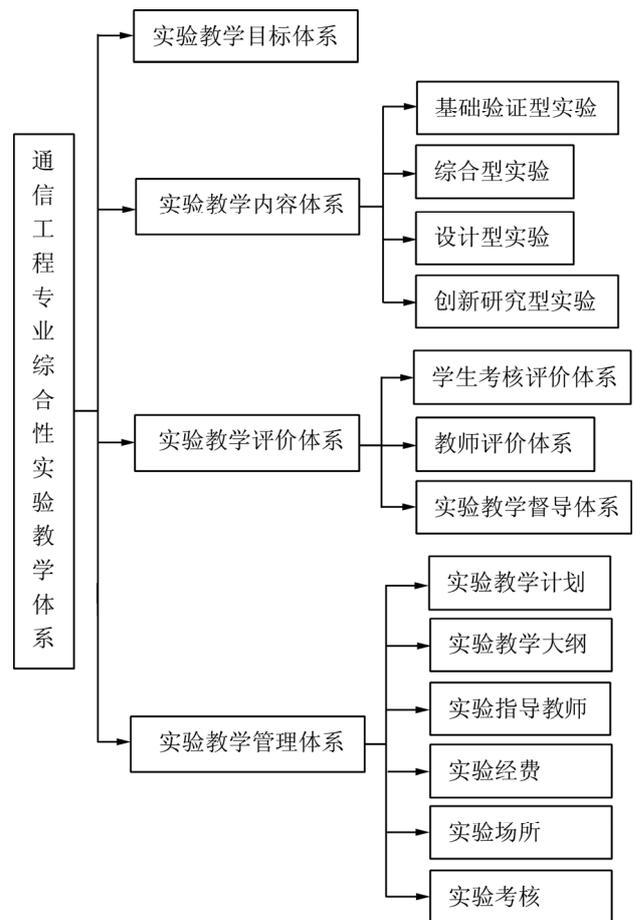


图1 通信工程专业综合性实验教学体系架构

延伸,附属于理论教学。各门课程的实验教学内容联系不大,缺乏系统性设计,没有形成完整的体系,对学生实践能力的训练缺乏系统性<sup>[8]</sup>。而实验教学内容应该是既和理论课程有直接联系,又彼此相互关联,形成一种完整的体系,与理论教学相互促进。基于这种认识,才能从顶层设计的高度设计整个通信专业培养的实验内容体系,而不只是在教学计划中简单列出一定学时作为实验学时。

实验教学内容体系按分阶段、分层次的思路进行设计<sup>[9]</sup>。分阶段是把通信工程专业本科生的实验教学内容分为基础阶段、提升阶段、高级阶段三个阶段;分层次是把实验教学内容分为基础验证型、综合型、设计型、创新研究型四个层次。

#### 1. 三个阶段

(1) 基础阶段。基础阶段的对象是以大一为主的低年级学生,本阶段主要安排验证性及基本实验技能训练为主的实验。通过这些基础实验,培养学生的科学思维能力和创新意识,使学生掌握实验研究的基本方法。此阶段主要包括大学物理、高级程

序设计、电路基础、离散数学和数学建模等实验。

(2) 提升阶段。提升阶段的对象主要是大二、大三学生, 本阶段主要安排专业基础性、综合性、设计性实验。重点培养学生在专业方面的实践能力, 提高学生的分析能力和创新能力。此阶段主要包括模拟电路基础实验、数字逻辑实验、微机原理与接口实验、操作系统实验、通信原理实验、数字信号处理实验、电磁场与电磁波实验、通信电子电路实验、现代交换技术实验、光纤通信实验、移动通信实验、嵌入式通信实验、通信网络实验、课程设计类实验等。

(3) 高级阶段。高级阶段主要面向高年级本科生, 重点培养学生的专业实践能力、综合分析能力和创新研究能力。根据我校通信专业的实际, 此阶段主要包括通信网络安全类、通信信号处理类、量子通信类、列车通信类等方向的毕业设计中的实验、开放实验、自主设计及科研性实验。此阶段主要面向工程实际需求, 利用学科优势, 解决本专业领域中的实际问题。

## 2. 四个层次

每个阶段的实验教学内容都按教学规律分成不同的层次。主要包括四个层次: 基础验证型、综

合型、设计型、创新研究型, 并不是每个阶段都包含所有四个层次的实验, 有些阶段只包含其中的某几个层次。

(1) 基础验证型实验: 主要要求学生掌握实验的基本原理、基础理论, 对基础知识能有更深的理解。

(2) 综合型实验: 主要要求学生能综合相关知识点, 完成综合性的实验。这需要学生具有较宽广的知识面, 具有融会贯通、举一反三的能力。是对学生综合应用理论知识, 科学分析、归纳与解决问题能力的综合考量。

(3) 设计型实验: 主要要求学生在掌握基本知识及实验技能的基础上, 能够具备根据功能需求进行初步设计实验的能力。

(4) 创新研究型实验: 这类实验主要是来自行业实际需求。一般由学生自拟题目或者是与指导教师共同拟定题目, 有显著的科研成果向实验教学内容转化的特点, 具备研究性、探索性和创新性。可以培养学生自主学习、自主科研的能力, 使学生的创新意识和创新能力得到全面的锻炼与提高。

分阶段、分层次的实验教学内容体系整体结构如图 2 所示。

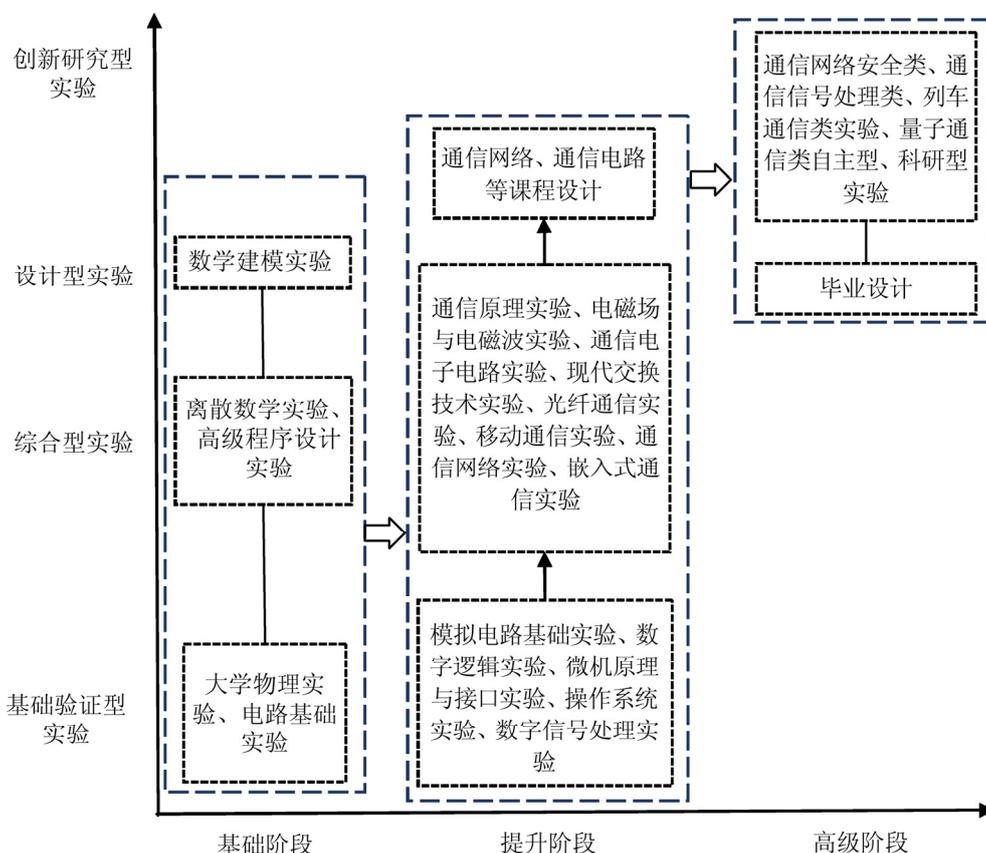


图 2 分阶段、分层次的实验教学内容体系结构

### (三) 健全实验教学评价体系

建立一套科学、系统的实验教学评价体系,可以有效地促进实验教学质量的提高,便于对实验教学环节的宏观管理<sup>[10]</sup>。

(1) 建立系统的学生考核评价体系。要制定系统的实验教学考核方案,明确考核内容与方法。实验指导教师应该对学生实验前的预习、实验中的操作、实验后的分析讨论等各个环节的表现进行考核<sup>[11]</sup>。对学生的实验总体评价可通过实验报告、现场操作、答辩等多种形式进行。要从专业技能、团队合作能力、交流能力等多维度进行综合评价。

对学生的评价体系根据实验教学所属层次分为两种,其中设计型、创新研究型实验考核评价体系主要指标见表1所示。

表1 设计型、创新研究型实验教学学生考核评价体系主要指标

考核内容	所占比重(%)
实验预习	10
实验纪律与考勤	5
实验设计	20
实验操作	20
答辩与交流能力	20
实验报告(含实验结果及分析)	15
实验合作能力	10

基础验证型、综合型实验考核评价在表1的基础上稍作修改,具体指标为:实验预习占10%,实验纪律与考勤占10%,实验操作占30%,考核答辩与交流能力占25%,实验报告占20%,实验合作能力占5%。

(2) 建立科学的教师评价体系。要根据实验教学培养目标的要求,制定出实验教学各环节的明确质量标准,并通过文件形式使之制度化,严格规范执行。再结合同行评价结果、学生评教结果,对每位实验指导教师给出具体评价,并把评价结论同本人见面,同时将评价结果纳入人事考核,作为评奖评优的依据。

教师评价体系主要包含对教师的实验教学态度、教学内容、教学方法和教学效果进行评价<sup>[13]</sup>。具体评价指标见表2。

(3) 建立实验教学督导体系。学校成立实验教

学督导组,督导成员对实验教学全过程进行检查,不仅要检查实验教学的完成情况,而且要重点检查实验教学的过程和质量。

表2 实验教学教师评价体系主要指标

评价项目	评价内容	所占比重(%)
实验教学态度 (20%)	遵纪守法,按计划开展实验教学	5
	为人师表,教学规范	5
	实验教学认真负责,耐心指导	5
	及时、认真批改实验报告、作业	5
实验教学内容 (30%)	实验设计合理,要求明确	5%
	实验内容安排合理,实验讲解、示范准确、规范	10
	实验设备、仪器使用熟练,实验材料准备充分	5
	能安排设计型、创新研究型实验,培养学生的创新意识	10
实验教学方法 (20%)	实验教学注重互动,善于启发学生思考	5
	注重引导学生对实验结果进行思考、分析	10
实验教学效果 (30%)	实验教学组织形式多样	5
	有利于学生巩固理论知识	5
	有利于提高学生实践动手能力	10
	有利于提高学生理论联系实际的能力	5
	有利于培养学生的创新思维能力	10

### (四) 强化实验教学管理体系

综合性实验教学要有学校、学院、实验室人员、教师、学生的共同参与,涉及面很广;为适应创新性实验的开展,实验室开放的时间需求增加了,实验设备的共享需求加大了,实验耗材的需求也加大了。这些变化,就需要有与之适应的管理体系支撑<sup>[12]</sup>。强化实验教学管理体系主要从实验教学组织管理、运行管理和制度管理三个方面入手。

#### 1. 组织管理

学校本科生院对实验教学进行宏观管理,制定相应的管理办法和措施;资产管理处负责实验设备的采购、管理;各系具体负责实验教学的组织与实施工作。各部门各负其责,在新的需求下,要相互配合,不能互相推诿。例如在创新研究实验中的设

备共享、借用等需求, 应该能在管理制度框架下顺利实现。

在学校改进了实验室建设立项的管理后, 我校通信专业分三年引进了通信系统实验综合平台, 使系统性实验得以开展, 大大提升了实验教学的整体水平。

### 2. 运行管理

对实验教学环节的运行应做到六个落实: 实验教学计划落实、实验教学大纲落实、实验指导教师落实、实验经费落实、实验场所落实和实验考核落实; 同时要抓好实验教学的四个环节: 准备工作环节、初期安排落实环节、中期检查环节和结束阶段的成绩评定及工作总结环节。学校相关部门要对实验教学的各个环节进行监督、管理, 发现问题及时反馈、纠正。

如我校通信专业除了对常规的实验教学环节进行规范化管理外, 还进一步完善了开放实验的管理方式, 常规实验室采用预约方式对学生开放, 学生可在教师指定的实验时间外自由选择进入实验室的时间; 另外还专门设置了开放实验室, 采取学生自主管理为主, 责任教师监管的方式, 配备了常规实验设备, 其他设备采用预约借用形式。经常进入这些开放性实验室的学生大部分收获颇丰, 除了自身的实践能力得到提升外, 还在项目申报、专利申请、学科竞赛等方面取得了不少成绩。

### 3. 制度管理

要制定一系列实验教学文件和实验管理制度, 以保障实验教学环节的顺利开展。

实验教学文件包括实验教学计划、实验教学大纲、实验指导书等; 实验管理制度包括实验室日常管理制度、实验室开放管理制度、实验设备管理制度等。相关部门要根据实验内容体系, 优化实验教学计划, 使其更具科学性、系统性。同时对实验课程大纲进行修订, 要对实验教学环节的目的、要求、实验内容、时间安排、教学形式和手段、所需设施条件、考核办法等做出明确规定。

各部门要按制定的制度严格管理实验教学的各个环节, 确保教学的顺利进行。在新的形势下, 既有的相关管理制度可能会给创新创业教学活动带来阻力, 管理部门要顺应发展需求, 修改相关制度, 使得教师、学生的创新火花能有燃烧的空间。

## 三、以科研和实验教学融合为推力, 加强学生创新能力的培养

(一) 鼓励教师将科研项目转化成实验项目, 推动科研与实验教学的融合

教师的科研项目转化成实验教学项目, 可以很好地将学科新技术、新理念带入到实验教学中<sup>[13]</sup>, 既有广度也有深度, 既能增强学生的探究兴趣, 又可激发学生的创新潜能。在通信专业的实验教学中, 已有多位教师将自己科研项目的部分内容进行分解, 将分解后的内容设计为创新研究性实验、课程设计、毕业设计等实验教学内容。如教师将无人智能巡检科研项目中的在线图像识别内容作为数字信号处理课程设计、毕业设计的内容, 学生还根据这个项目申报了创新创业项目、开放实验项目。这些实际项目有很强的综合性, 学生通过参与相关的实验, 其综合分析问题、解决问题的能力得到提高, 科学思维能力、创新思维能力也得到了提高。

(二) 开展创新设计型实验教学项目, 可以提高学生参与科研项目的能力

创新设计型实验具有较强的综合性, 一般是多门课程或多门学科的融合, 而且这类实验大多有科研项目的背景, 能完成这些实验的学生, 许多已成为项目组的主力。学生接受科研方法的训练, 接受科研项目的熏陶, 使其在科学研究素养上得到锻炼, 使他们具备了较强的解决实际问题的能力、较强的创新能力。

通信工程专业每届大约有 30% 的学生有过科研项目训练的经历, 而且取得了较好的成绩。每届学生都有 30 多项创新创业项目立项, 30 余人在国家级竞赛上获奖, 10 多篇 SCI、EI 论文发表, 还有多人获得国家专利、软件著作权证书。实验与科研结合的历练, 使得许多学生得到了华为、中兴、腾讯、阿里巴巴等公司的青睐, 用人单位对学生的总体评价也很高。

(三) 加强科研仪器设备在实验教学中的应用

以往的实验教学设备和科研仪器设备分属不同的系列, 其来源、用途、使用方式等都不同。许多科研设备的利用率并不高, 为了充分挖掘科研设备的利用潜力, 实现科研与教学资源共享, 实验室需要在时间、空间等方面进行改革, 以拓宽科研设备的使用范围, 提高科研仪器设备的利用率<sup>[14]</sup>。学

生的创新创业实验环境、实验质量也能因此而得到提高,这也体现了教学与科研融合的思想。学校要建立科研仪器设备与实验教学的共享机制,制定相应的制度,通过优质资源的合理配置,为创新人才的培养提供更高、更好的平台。

#### 四、结语

通信工程的实验教学要注重学生创新能力的培养,才能适应专业发展、学科发展的需求。为促进创新教育平台的建设,我们在实验教学目标、教学内容、教学评价、教学管理等多方面对原有实验教学体系进行改进,提出了综合性实验教学体系建设的方案,并提出了实验教学要在与科研的融合中不断完善、优化的思路。我校通信专业实验教学体系经过两年多的建设,取得了较好的成果。学生在学科竞赛、研究论文、专利申请、科研项目上都有不少斩获。实践证明,综合性实验教学体系的建立,能够使学生创新意识得到提升,创新能力得以提高。

#### 参考文献:

- [1] 高瞻,童晓兵.“通信系统综合实验”教学改革探索[J].电气电子教学学报,2014,36(6):104-106.
- [2] 管思怡.基于慕课的混合式教学研究——以海南高校慕课教学为例[D].海口:海南师范大学,2017.
- [3] 曹玉英.通信综合实验平台的建设[J].电气电子教学学报,2010,32(3):74-75.
- [4] 陈妮,袁成林,梁妮.单片机原理及应用课程混合式教学探索[J].中国教育技术装备,2016(24):98-100.
- [5] 岳晓婷.自主活动课程提升教师学科教学知识的研究[D].上海:华东师范大学,2017.
- [6] 胡亚云.有效提高大型仪器设备利用率的探讨[J].实验室研究与探索,2013,32(1):180-183.
- [7] 朱梦冰,刘晶如,杨燕,等.应用型创新人才培养实践教学改革[J].实验室研究与探索,2016,35(7):186-189.
- [8] 叶秉良,戴文战,杨蔚琪.基于创新能力培养目标的实验教学体系的构建[J].实验技术与管理,2008,25(11):131-134.
- [9] 欧阳泓杰.面向创新创业能力培养的高校实践教学体系研究[D].上海:华东师范大学,2014.
- [10] 陈文倩,颜忠诚,蓝叶芬.高校教学实验室建设效益评价研究[J].实验技术与管理,2018,35(3):252-255.
- [11] 范芳.高校实验教学评价体系现状与分析[J].实验科学与技术,2016,14(4):173-175.
- [12] 李圣福,郭风法,宋宪亮.建立实验教学质量评价体系不断提高学生实践技能和创新能力[J].教育教学论坛,2018(4):32-34.
- [13] 孙琳玲.加强科研与实验教学的融合,提高学生的创新能力[J].黑龙江教育学院学报,2014,33(8):46-47.
- [14] 刘彦强,王益民,阎冰,等.提高大型仪器设备在教学中应用的措施探究[J].实验室科学,2017,20(4):210-212.

[编辑:何彩章]