

# 基于产出导向 OBE 的阶梯式实践教学研究

周春月, 刘颖, 张洪婷, 卢燕飞

(北京交通大学 电子信息工程学院 国家级电子信息实验中心 北京 100044)



**摘要:** 针对目前计算机网络实验教学中存在的问题,以培养解决复杂工程问题和创新能力为目标,研究探讨了基于产出导向 OBE 的基本技能、综合应用能力、工程实践与创新能力三个阶梯层次的实验教学优化设计和多元化考核模式。以科教融合思想为纽带,依托相关科研项目把最新的科研成果、网络技术在实践教学中进行渗透,由浅入深地将产出指标点与课程知识的设计贯穿在各层次的实践环节中。通过将 OBE 教育理念引入实践环节,以学习结果驱动取代传统的教学内容驱动,形成持续改进的质量保障机制。

**关键词:** OBE; 实践教学; 计算机网络

**中图分类号:** G 642.0 **文献标志码:** A

**文章编号:** 1006-7167(2016)11-0206-03

## The Research of Laddered Practical Teaching on Outcomes-based Education

ZHOU Chun-yue, LIU Ying, ZHANG Hong-ting, LU Yan-fei

(National Electronic Information Laboratory Center, School of Electronic and Information Engineering,  
Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

**Abstract:** Aiming at the problems existing in the experimental teaching of computer network course, in order to cultivate the ability for solving the problems of complex engineering problems and innovation, it researches the optimization design of practice teaching and diversified evaluation mode at three-levels-ladder which concludes basic skills, comprehensive application ability, engineering practice and innovation ability with combination the outcomes-based education (OBE). With the integration of education and research training, relying on research projects related to the most advanced and practical achievements in scientific research and network technology, it penetrates output indicators and curriculum knowledge into all levels from the easy to the difficult and complicated. By introducing the concept of OBE into practice, the learning outcome-driven is to replace the traditional teaching content-driven and form the continuous improvement of the quality assurance system.

**Key words:** OBE; practical teaching; computer network

收稿日期: 2015-12-14

基金项目: 国家级教改项目“通信工程专业综合改革试点建设项目”(教高函[2013]2号); 北京交通大学教改项目; 北京交通大学实验室研究课题(163028526)资助

作者简介: 周春月(1973-),女,黑龙江大庆人,博士,高级工程师,主要研究方向为下一代通信网络技术、信息安全。

Tel.: 010-51683468; E-mail: chyzhou@bjtu.edu.cn

通信作者: 刘颖(1964-),女,黑龙江密山人,博士,教授,博士生导师,副院长,电子信息实验中心主任。主要研究方向为宽带移动通信系统、专用移动通信。Tel.: 010-51688680; E-mail: liuying@bjtu.edu.cn

## 0 引言

近年来,随着高等院校专业教学改革的深入进行,实践教学的重要性以及因材施教的理念已经得到共识,但专业教学改革的工作从无止境。上世纪80年代到90年代早期,一种基于学习产出的教育模式(Outcomes-based Education, OBE)最早出现于美国和澳大利亚的基础教育改革<sup>[1-2]</sup>。OBE强调基于实现学

生特定学习产出的教育过程,教育结构和课程都被视为手段而非教育的目的。因此,OBE 模式下的教育评价由教的效果转为学的效果,传统的基于课程内容的教学转变为基于产出需求的培养过程。

根据中国工程教育专业认证的要求,以产出为导向的 OBE 理念对通信工程专业学生的要求除了分析和解决问题的能力及创新外,还特别强调了建模、仿真和项目团队管理等能力。因此,有必要探讨如何科学合理设计实践课程的内容,由浅入深地将目标能力指标与专业课程知识的设计贯穿于各实践环节,使之在更加规范化的同时,做到理论与实践完美结合,打造科研与教学理念深度融合的完整实验体系和多元化考核模式,使学生的工程素养和创新能力在阶梯式实践教学中得到循序渐进的提升。

## 1 专业课实验存在的问题分析

工程教育认证的核心理念是以学生为中心的人才培养、产出导向的教学设计和持续改进的质量保障机制<sup>[3-4]</sup>。实验教学恰恰是有效践行该理念、提升大学生实践创新能力、培养创新人才不可或缺的重要载体,是目标达成度评价最直观但也是目前本科教育最薄弱的环节。以“计算机网络”课程为例,在目前的教学设计上还存在以下需要改进的地方:

(1) 在宽口径培养模式下,包括《计算机网络》在内的大部分专业课程学时数极其有限,缺少完整体系的实践环节;

(2) 课程实验、课程设计、大学生创新实验以及毕业设计各环节之间的相关性较弱,不仅在理论知识层面上缺少横向关联和纵向深入,传统的以教学进程为导向的教学方式也忽视了学生“学习结果”这一根本目标<sup>[5-6]</sup>,很难形成持续改进的质量保障机制;

(3) 解决复杂工程问题能力的培养需要科研训练的平台,科教融合的教学理念还在初步探索中<sup>[7]</sup>,科研成果纳入实践环节的工作还需要进一步深化和更多理论、实验教师的协同参与。

## 2 基于 OBE 的阶梯式实践教学设计

产出导向 OBE 的教学设计理念是由需求决定教学内容,教学的目的是使得毕业生达到一定的能力要求,教学计划的制订也要明确反映对毕业要求的支撑<sup>[8]</sup>。如图 1 所示,我们依据中国工程教育专业认证要求提出了通信专业本科生毕业 5 年后要达到的能力要求,并对这些能力划分了三层阶梯式培养层次,包括基础技能培养、综合应用能力和工程实践与创新能力培养。我们以理论课实验、专业综合实验、课程设计、国家大学生创新性实验计划项目以及学科竞赛为载体,探索并试点实施了“计算机网络”课程实践环节

的阶梯式体系建设方案,力求将原各实践环节散碎的实验内容设计连结成线、扩展为面,使学生的工程实践及创新能力在完整的实验体系中螺旋式地提升<sup>[9]</sup>。表 1 呈现了“计算机网络”阶梯式实践教学课程层次设计。

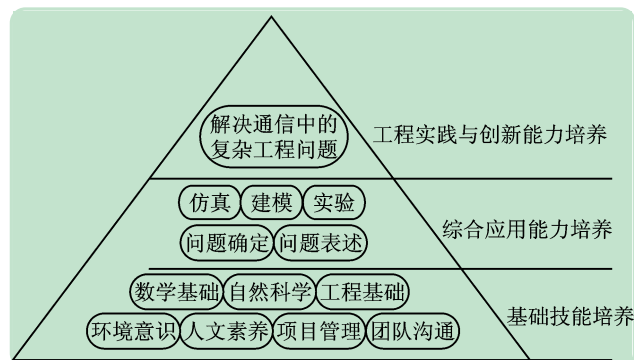


图 1 产出导向的通信专业本科生毕业能力要求及培养层次

表 1 “计算机网络”阶梯式实践教学课程层次设计

能力层次	设计导向	培养目标	教学层次
基本技能层	问题	提升实验素质	质疑式验证型
综合应用能力层	任务	培养实践能力	工程式设计型
工程实践与创新能力层	项目	培养创新能力	科教融合式研究型

### 2.1 问题为导向的质疑式验证型教学层次

在实践教学环节中,验证型实验和设计、创新型实验之间具有内在的联系,缺一不可。验证型实验是以知识和动手能力为基础,以计算机网络协议的分析为例,验证型实验包括利用工具过滤、捕获流经本地的局域网帧信息,并加以分析和显示;编辑、发送各种类型的协议数据;捕获、分析对发送数据的响应信息,从而观察发送协议数据后对方的相应响应等。这类实验并不需要学生的创新设计,学会运用工具、掌握协议要素、明确协议流程即可完成对理论课程中“协议”概念的理解<sup>[10]</sup>。

因此,在基础的验证型实践环节中,应以提升工程基础素质为目标,重点设计问题导向的实验内容,在教学中引入问题情境,使学生明确所验证的理论会实际应用在何种情况下。如在网络层 ICMP 协议分析的实验环节中引入故障网络,引导学生通过测试、分析工具寻找协议数据的变化,并提出解决方案、测试方法、结果的验证等,形成以学生为中心的验证型基础实验教学层次。

### 2.2 任务为导向的工程式设计型教学层次

设计型实验是在验证型实验的基础上对知识的运用、发展和创新。因此,本环节的设计在强调基础技能实验独立完成,培养学生的基本实践技能和科学有序的实践素质基础上,把最新最实用的科研成果、网络技

术在实验教学内容当中进行渗透,设计具有广度和深度、综合设计性的工程式实验内容。综合应用型实验以学术为中心、以任务为导向,鼓励团队合作,多元化运用先进的实验技术,在开放的实验平台上,学生以讨论组为中心,具有自由选择、发挥和研讨的空间,完成综合应用类的实验选题。

在 2014 年通信专业“计算机网络课程设计”的选题中,我们综合利用了国家自然科学基金项目的研究成果以及横向科研课题“智慧工厂传感器监控平台”的产品平台,通过简化和改进科研产品,使之更加适用于实践教学,通过分层次设置实验的内容难度,真正做到因材施教,对于偏重软件或硬件的学生提供了多种选择性。

2.3 项目为导向的科教融合式研究型教学层次

本环节采取“以项目为导向、大作业、专题研究报告、研究性实验报告为载体”的探索式学习模式。通过创新实验、毕业设计、学科竞赛等形式强化培养学生的自主创新意识和探索未知领域的兴趣。在“协同创新”的实践教学理念下,将前期的验证型实验与综合设计型实验有机结合,设计知识环节相扣、教学科研并举的研究型创新实验体系,形成以协同小组为中心的研究型创新实验教学层次<sup>[11]</sup>。

设计型教学层次的基础上,更注重学生的创新设

计能力,不仅要确定待问题,并能用数学、自然科学知识建立模型、仿真、实验方案,同时培养项目管理和沟通协调的能力。该层次可以将国家级、省部级、市校级科研平台的研究成果纳入实践教学设计中,合理切分项目模块和知识模块,使学生在循序渐进的培养模式下,更容易掌握运用知识分析和解决复杂工程问题,得到一个充分发挥其能动性和创造性的兴趣点和空间。

2.4 开展多元化考核方法

阶梯式实践教学各阶段对学生的能力指标点要求不同。因此,在实践教学考核上,也应坚持以人为本,探索多元化的考核方法。如验证型实验强调学生的独立完成能力和对相关理论的理解<sup>[12]</sup>,可以根据实验课堂表现、实验数据、实验报告、操作测试等环节考察学生对实验原理、实验设备、实验结果的认识度,所需达到的能力衡量指标为基本的工程技能、对问题的确定、提出解决方案并能够完成实验验证;而设计型、研究型实验则突出学生的学习过程,强调考察综合实践能力,突出实验过程中的工程素质、实验方法,注重发现、分析和解决问题的实际能力<sup>[13]</sup>,因而需要从实验方案、实验手段、实验结果、实验中担任的角色、答辩验收等多角度综合考量学生的理论素质和实践能力。具体的考核要求、方法及产出能力指标点如表 2 所示。

表 2 多元考核方法与产出能力指标点

实验类型	报告要求	考核方法	能力层次	能力指标点
验证型	实验目的、原理、设备与环境、内容、步骤、数据记录分析、结果、问题及解决、思考题、实验心得	课堂表现/操作测试/理论测试/实验报告	基本技能层	工程基础 问题确定 解决方案 实验验证
设计型	实验目标、相关技术、设备与环境、实验过程与分析、问题与解决、思考题、实验心得	方案答辩/结果演示/实验报告	综合应用能力层	问题确定 问题表述 建模/方案 仿真/实验 团队沟通
研究型	实验目的、意义、相关技术、实验设计方案、实验过程与分析、问题分析与解决、改进思路、阶段性报告/结题报告	阶段检查/验收演示/结题答辩/专家评审/结题报告	工程实践与创新能力层	同上 项目管理 解决复杂 工程问题

3 结 语

根据工程教育认证的核心理念,我们围绕预期学习产出的能力指标开展阶梯式实践教学试点改革,将规定的毕业生能力有机地导入到课程分层计划之中,改变了过去按部就班的实验教学模式和所有的学生“一视同仁”的教学内容,除验证型基础实验外,综合实验和研究型实验均提供不同难度、不同方向的选题,

学生可根据自身的特长、兴趣、择业方向选择感兴趣的选题并自组协同小组完成实践内容,真正做到了具有差异性的“因材施教”。以科教融合思想为纽带,依托相关科研项目把最新最实用的科研成果、网络技术在实践教学中进行渗透,设计知识环节相扣、具有广度和深度的创新型的完整实验体系及多元化考核方式,使学生的工程素养和创新能力在阶梯式实践教学中得到循序渐进的提升。(下转第 220 页)



动手能力强、组织能力强、沟通能力强的学生作为小组长。各小组对案例分析后,分别设计出电气控制和 PLC 控制的两套科学、合理的实施方案。各小组可向指导教师及时汇报讨论的结果和方案以及遇到的问题,教师和学生可共同讨论解决。组团学习法可以提升学生学习的主动性。

### 2.3 课程考核方式改革

我们的整个教学过程都是采取“案例”引入方式,电气控制和 PLC 控制对比教学的思路,整个课程的学习都是“抱团”学习法,课程分数设置为 100 分制,所以个人的课程考核成绩主要分为三部分:①小组实训项目完成情况(40%);②理论知识掌握程度(40%);③课程整个过程中的平时表现(20%)。

如果课程学习特别优秀者,可采取一定的奖励:如推荐参赛大学生参加各种“电子设计大赛”或者可直接推荐相对应的公司参加毕业实习、推荐就业等,提高学生这门课程的主动性和积极性。

## 3 结 语

现实生活中的工业自动控制系统包括机械、电气、液动、气化等一些领域,不同行业控制的标准和要求也不一样,本课程的教学内容从实际应用需要出发,采取“案例教学法”、“项目教学法”和“对比教学法”相结合的教学方法。改革教学内容和教学模式后,建立在电气控制硬件控制方式上的 PLC “软控制”方式通俗易懂。学生亲手设计项目,调试模拟,到项目控制效果的实现,不同的小组可以用各种不同的程序实现。在整个过程中,提高了学生敢于动手的信心,培养了学生的创新思维能力和专业综合素质,实现了毕业生工作

后在 PLC 技术应用领域“上手快,会干活”的教学目标。

### 参考文献(References):

- [1] 何永玲. 项目教学法在 PLC 课程中的实践与探索[J]. 现代企业教育, 2007(1): 4-5.
- [2] 武交峰. 浅谈推进“项目教学法”在 PLC 课程教学中的必要性[J]. 中国西部科技, 2010, 9(32): 92-92.
- [3] 张新军, 崔艳艳. 项目教学法在 PLC 教学中的应用[J]. 济源职业技术学院学报, 2010(2): 029.
- [4] 李 浪. 项目化教学在《电气控制与 PLC》课程中的尝试[J]. 机电技术, 2010, 33(3): 146-148.
- [5] 周 敏. 《电器控制与 PLC 技术》课程教学研究与实践[J]. 福建电脑, 2009(4): 211-212.
- [6] 王 军. 现代电气自动控制技术课程教学探讨[J]. 广西轻工业, 2008, 24(12): 222-223.
- [7] 蒋 玲, 张 超. 任务驱动在《现代电气控制技术》课程教学中的研究与实践[J]. 邢台职业技术学院学报, 2014, 31(2): 7-9.
- [8] 曹京生. 基于学习领域的《现代电气控制技术》课程开发[J]. 中国科教创新导刊, 2013(1): 178-178.
- [9] 邵学玲. PLC 课程教学改革实践及思考[J]. 海峡科学, 2010(9): 108-109.
- [10] 张鸿恺. 电气控制与 PLC 应用课程教学改革初探[J]. 中国教育技术装备, 2010(9): 36-37.
- [11] 马秀坤, 史运涛, 王 捷, 等. PLC 实践教学在应用型人才培养中的探索与创新[J]. 实验技术与管理, 2011, 28(3): 228-231.
- [12] 白连平, 郝 鲲. 应用型本科的电气控制与 PLC 技术实验装置设计[J]. 实验技术与管理, 2012, 28(10): 71-73.
- [13] 李 辉. 应用型自动化专业计算机课程体系建设与实践[J]. 实验技术与管理, 2015, 32(11): 166-169.
- [14] 刁统山, 王连飞, 杨爱新, 等. 改革 PLC 教学培养创新型人才[J]. 实验室研究与探索, 2008, 27(9): 166-168.

(上接第 208 页)

### 参考文献(References):

- [1] Spady W G. Outcome-based education: critical issues and answers [M]. Arlington: American Association of School Administrators, 1994: 1-10.
- [2] Willis S, Kissane B. Systemic approaches to articulating and monitoring student outcomes: are they consistent with outcome-based education [J]. Studies in Educational Evaluation, 1997, 23(1): 5-30.
- [3] 顾佩华, 胡文龙, 林 鹏, 等. 基于“学习产出”(OBE)的工程教育模式: 汕头大学的实践与探索[J]. 高等工程教育研究, 2014(1): 27-37.
- [4] 刘俊学. 高等教育人才培养体制评析——基于产出的视角[J]. 江苏高教, 2012(5): 42-44.
- [5] 田 君, 钟守炎, 孙振忠. 基于卓越工程师培养目标和“学习产出”(OBE)教学模式的机械设计课程群的建设与改革[J]. 教育教
- 学论坛, 2015(31): 118-121.
- [6] 蒋拓新. 基于产出的“卓越工程师”教育质量提升过程研究[J]. 赤峰学院学报(自然科学版), 2014(12): 172-173.
- [7] 杨毅刚, 孟 斌, 王伟楠. 基于 OBE 模式的技术创新能力培养[J]. 高等工程教育研究, 2015(6): 24-30.
- [8] 邱剑锋, 朱二周, 周 勇, 等. OBE 教育模式下的操作系统课程教学改革[J]. 计算机教育, 2015(12): 28-30, 34.
- [9] 文俊浩, 徐 玲, 熊庆宇, 等. 渐进性阶梯式工程实践教学体系的构造[J]. 高等工程教育研究, 2014(1): 159-162, 180.
- [10] 张巧荣, 张 斌. 协议分析软件在计算机网络实验教学中的应用[J]. 实验室科学, 2010(3): 119-121.
- [11] 赵丹丹, 李锡祚, 宋海玉, 等. 项目驱动教学模式在计算机类人才培养中的实践[J]. 实验技术与管理, 2011(7): 244-247.
- [12] 刘艳芳, 张力军, 焦福菊. 面向创新能力培养的计算机网络实验教学[J]. 实验技术与管理, 2014(4): 28-31.
- [13] 邱 茜, 朱俊虎, 李玉峰, 等. 高校实验教学考核模式改革探索与实践[J]. 武汉大学学报(理学版), 2012(S2): 207-210.