

The Study of the Practice Teaching Model Based on the Engineering Concept*

Chengyi Wang, Ren Gao

School of Electronic Engineering, Hubei University of Economics, Wuhan

Email: wcytjx@126.com

Received: Sep. 2nd, 2011; revised: Oct. 9th, 2011; accepted: Oct. 10th, 2011.

Abstract: The feature of the engineering specialty in application-oriented institute is based on “engineering”, the key is how to reform the model of the practice teaching. Rose-Hulman Institute of Technology in USA gives us some thoughts. The reference object is the network engineering and the guiding model is CDIO. The open and comprehensive network laboratory laid the foundation of reform of the teaching. With this platform the comprehensive, designing, innovative teaching practice can be conducted with flexibility. On the basis of being open and inspired, students’ studying interest can be greatly cultivated. Through different forms of teaching like interactive teaching, organizing the teaching with engineering model and learning experience, students’ innovative thoughts will be stimulated and the abilities of solving problems independently can be developed.

Keywords: Network Engineering; Engineering Education; Practice Teaching; Teaching Model

融合现代工程理念的实践教学模式研究*

汪成义, 高 刃

湖北经济学院电子工程系, 武汉

Email: wcytjx@126.com

收稿日期: 2011 年 9 月 2 日; 修回日期: 2011 年 10 月 9 日; 录用日期: 2011 年 10 月 10 日

摘 要: 应用型本科院校工程类专业的特色在于“工程”二字, 其关键是如何通过实践教学模式的改革来适应现代工程的需要。本文以美国 Rose-Hulman 理工学院的办学特色与教学方法出发, 以 CDIO 大纲模型为指导, 以网络工程专业为主要参照对象, 对实践教学模式的改革进行了研究, 具体包括: 构建开放性、综合性网络工程实验室为改革实践教学奠定了基础, 在开放平台基础上灵活实现综合性、设计性和创新性的实践教学过程, 在开放、激励的基础上培养学生的学习兴趣, 并通过互动教学、工程化模式组织教学、体验式学习等不同形式激发学生的创新思维和独立解决问题的能力。

关键词: 网络工程; 工程教育; 实践教学; 教学模式

1. 引言

在教学型、应用型本科院校开办工程类专业, 在项目支撑、知名度影响力、校企合作、师资队伍、学生生源等方面有着相对的先天不足, 如何办出专业特色, 为社会输送受欢迎的工程类技术人才, 是这类高校急于解决的课题。以网络工程专业为例, 该专业的专业性体现在“网络”二字, 而其专业特色着重体现在“工程”二字上, 要办出专业特色, 除专业

办学定位要明确、要突出专业性之外, 重点是要体现现代工程教育的理念, 要符合工程类人才培养的发展趋势, 其核心是如何开展实践环节的教与学^[1]。下面仅就本校在这方面的一些探索、实践与思考进行总结、分析。

2. 美国 Rose-Hulman 理工学院的办学特色与启示

借助我校连续 3 年邀请对方教授来讲学、交流的机会, 对美国 Rose-Hulman 理工学院的办学特色有了

*基金项目: 湖北省教育厅高教处“网络及电信工程类本科实践教学的模式与创新研究”项目资助。

初步的认识,也给像我校这样的地方本科院校在开办工程专业方面给予了多方面的启示。

成立于 1874 年的美国 Rose-Hulman 理工学院,是一所以工程类本科教学为主的私立工科院校。该校较为悠久的办学历史并没有让校方盲目追求高标准的定位,而是立足于本科教学,专心于本科教学,以培养优秀的工程创新型人才为己任,成为名副其实的工程师的摇篮。主要体现在:学校的知名度高,自 2000 年至今,每年都被美国著名的新闻类杂志《美国新闻与世界报道》(US News & World Report)评为工程设计教学第一位的本科类院校;学校的学生就业质量高,如就业率高,岗位薪酬相对较高,学生一般在毕业前已被用人单位提前预定,以 06 届毕业生为例,到当年 5 月份已有超过 94% 的学生签约,平均年薪达 53,952 美元,最高的有 80,000 美元;学校生源好,90% 的学生在各中学成绩名列前茅 20%,20% 的学生在各中学成绩名列前茅 3 等。

为了培养创新型工程人才,Rose-Hulman 理工学院在招生、教学活动、课程整合、实验教学等方面开展了系列改革^[2],建立了一套富有特色的工程类本科人才培养制度,突现了工程教育的理念,主要表现在:

- 1) 学校和教师要帮助并指导学生发现其对工程的兴趣;
- 2) 要营造出体验式学习和互动交流的环境与氛围;
- 3) 通过施加与释放对学生的各种约束来鼓励创新;
- 4) 当学生动手做某样事的时候,必然会思考与学习。

具体来说,是在招生方面,强调学生要对工程感兴趣;在教学活动方面,强调师生间要开展有效的交流与沟通,要通过互动,把学生的注意力吸引到课堂上来;在课程整合方面,强调不同基础课程教学的协调、融合;在实践方面,特别注重联系工程实际,让学生在完成独立的设计、开发任务中学习,在创新过程中成长,在交流活动中相互竞争、相互借鉴,让学习效果事半功倍,在无形中加强学生动手能力的培养。

在教师队伍培养方面,除招聘有一定工程实践背景的教学人员、外聘工程领域的专家到课堂中来外,还特别强调现有师资队伍要以各种形式不断参与校外

社会实践。一个有趣的现象是,在每个大的假期,教师们会想尽办法参与一些无报酬或有低报酬的各种社会实践活动,以得到自身能力的提高,而且学校并不为此进行额外的补贴。

通过现场播放学生实验过程、实验所配设备与环境、实验可用器件与来源,以及学生实验作品实物与功能展示、实验室参观交流等,形成一个强烈的反差:在科技发达的美国,将本科工程专业办的如此有声有色的学校,其实验条件并非很高档,但简单、人性化、实用;倒是国内的部分实验条件好得让对方惊讶不已,却实际效果并不好,问题就在于实践教学的理念、方法没跟上,与工程实际严重脱节,教师队伍缺乏工程实践的经历和能力,课程体系、课程内容和评价标准不能很好地适应具有独立组织完成工作、领导团队协同工作、具有创新意识的现代工程应用型人才培养的需要。

3. 融合现代工程教育理念的实践教学 改革思路

3.1. 现代工程教育的理念

所谓“现代工程”,是指人们运用现代科学技术知识与手段,为满足社会的某种需要而创造新的物质产品的过程。现代工程与传统工程的差别是突出了学科更大范围的综合性、交叉性,即“大工程”。

从狭义的角度来看,一个实际的网络工程项目,会涉及技术的方方面面。从布线角度看,可能会涉及高速率信息网络的布线、视频网络的布线,低速率的控制网络布线、音频网络布线,以及接入网络、传送网络的布线等。从组网的角度看,可能会涉及有线局域网、无线局域网、城域网、接入网、传送网、各种控制网、音频网、视频网、智能网、物联网等。还可从应用、行业、协议层面等众多角度进行划分。

从广义的角度来看,网络工程不是一个单一的技术领域,它首先应强调的是多学科的交叉与综合,是对微电子技术、电子技术、计算机系统、软件技术综合运用。此外,网络工程技术已成为经济、生活活动中不可或缺的一部分,借助电子化、信息化、网络化路径,正从多方面影响人类的生态环境,也包括从信息安全等方面给人类带来的潜在威胁。从网络规模上看,网络工程已由简单的局域网、城域网,发展到连

接全球的互联网、新一代互联网，正在向能连接万物的物联网扩展。从社会的资金投入来看，任何一个大的现代工程项目，都会伴随一个大的网络工程项目。

面对如此巨大的社会需求和社会责任，高校要真正能担当此任，关键是要顺应形势，不断融合新的工程教育理念，持续推进能适应现实工程需要的教育改革，以达到在新的形势下，能持续不断为社会输送合格工程人才的目标。

要在教育中贯彻现代工程的理念，需要从课程体系、实践平台建设、师资队伍建设、教学方法改革等方面全方位进行。由美国麻省理工学院、瑞典查尔姆斯技术学院、瑞典林克平大学、瑞典皇家技术学院等4所工程大学发起并提出的工程教育模式——CDIO大纲模型，为我们系统性地提供了一个现代工程教育的参考模型。该模型系统性地归纳了工程教育的背景(即构思-设计-实现-运作)、综合课程设置特别是工程类课程的引入、设计与实践经验的获取、体验式平台的构建、主动式学习的教与学、教师队伍的培养、评估的设置等方面^[3]。该模型既然重视了基础教育，有突出了团队意识的培养、工程实践经验的获取、独立创新意识的培养，特别是既贯穿了实际工程的生命过程，又有比较具体的操作指导。

3.2. 网络工程实践教学环节的分类

作为网络工程本科专业，涉及网络相关内容的课程不是一门而是一个系列，如操作系统、计算机网络、网络协议分析、WEB原理与技术、无线与移动网络、计算机网络编程、网络存储技术、网络安全、网络测试与故障检测、网络系统集成以及各门网络相关类课程设计等，由此决定网络工程的实践教学环节涉及多个方面、多个层次：1) 课程实验，每门课程均有相应的课程实验；2) 课程设计，如网络工程课程设计等；3) 实习、实训：在校内基地进行的实习、实训；4) 课外活动：学生校内外申请的课题、网络设计大赛、网络技术大赛等；5) 毕业设计：网络类设计课题、研究课题等。

3.3. 网络工程实践教学环节的现象与问题

涉及面广，分散进行：由于网络类课程涉及面广，

相关的课程实验也涉及面广，对实验教学平台也要求广泛，如不同的网络操作系统和各种网络服务软件、Internet服务的开发工具、网络编程相关开发环境、网络应用开发环境、网络布线与测试实验平台、路由交换配置硬件环境、路由交换配置软件仿真环境、无线网络环境，网络安全实验软硬件环境、广域网连接实验环境、网络存储实验环境、网络业务应用实验环境(如IP电话、IPTV等)、家庭智能网络实验环境、网络工程体验环境等。

类型复杂：有基本操作型实验，如安装与配置操作系统及各种网络服务，安装与配置单台网络设备等；有验证型的实验，如协议分析、网络设备简单互连；有设计型实验，如局域网组网设计、网络应用编程实验等；有综合型实验，如小型企业网网络规划与设计等。

重复率高：在实际开设的课程实验中，不同课程的实验内容相互重复情况较多；课程设计实验与课程实验内容简单重复的情况严重。

脱离实际的模仿性设计：虽然进行了不同形式的实验，但仅仅是限于老师课堂介绍的知识内容、设计需求和目标，在实验室进行几个学时的课内验证性实验或模仿性设计。

就业面临的问题：基础理论有一套，但缺乏对实际工程技术现状的了解，知识面过窄，缺乏令人信服的设计能力和工程经验等。

3.4. 网络工程教学模式改革的思路

根据教学型、应用型高校的办学定位，以及我校在地方院系中的局部优势，如经济、管理学科的优势，结合我校持续与美国类似高校的交流、了解，到国内高校中去调研，逐步形成了比较清晰的网络工程实践教学改革的思路：

1) 建立能体现工程现场环境、满足大型综合性网络工程设计需要的高水平网络工程实验室。

2) 按照构思-设计-实现-运作的不同阶段，合理构建实践教学课程体系和课程内容的组织、实施。

3) 借助美国Rose-Hulman理工学院的经验，运用体验式学习、互动学习、在动手中发现问题与学会解决问题。

4) 通过诸如信息安全、网络管理、电子商务网站

建设等实践环节,结合我校为突出自己特色所开的管理类、经济类的理论课程,培养学生的综合素质和对不同学科的兴趣,建立实践的途径建立不同学科之间的内在联系。

5) 实践环节的教学改革采取长效机制,鼓励教师队伍不断提升自我。

4. 突出工程背景的实践教学改革

4.1. 仿工程现场的实践平台建设

为了以高的切入点开展网络工程的实践教学,我校采取与美国思科公司共建的方式构建了网络工程实训基地(以网络工程实验室为主,其他实验室、教室通过网络实现资源共享)。该基地主要设备类型包括构建大型企业网及广域网所涉及的各种骨干核心层、汇聚层和接入层的路由、交换设备;无线局域网设备;基于网络的语音、视频设备;网络安全设备;智能家庭网络设备;网络管理设备与软件;网络测试与分析类设备;能体现网络现场的完整的布线系统;各种布线工具、材料展示平台等。

其中的实验系统是核心,并通过预约与查询管理子系统、开放式远程网络实验管理子系统、认证子系统共同实现对校园网及互联网的远程开放,再加上门禁子系统、监控子系统、计算机设备管理子系统等实现实验室的开放教学。

该实践基地的特点是:设备全、数量多、支持本地与远程全开放、能按需改变布线结构、能仿真与实物相结合等。

4.2. 注重基础与开放、综合的结合

利用全开放型网络工程实训基础支持全时域、全空域开放的特点,合理编排基础实验课程内容与时间,特别是课外时间的利用、大大提高了实验的编排量;实验方便灵活,无须进入现场即可进行按设计所需的实物实验,学生可根据实际需要适当控制时间和内容,教师也不用 24 小时值班。

利用全开放平台,老师可以按照课程所需,灵活演示实验过程,布置实验内容,设计各种综合性实验,或按项目组织实践教学。学生教学内容进行综合实验,

也可结合自己的网络设计项目进行实验。

强调利用开放的平台,结合课程、项目、社会所需,进行各种设计性、集成性创新实验。

4.3. 实践课程体系的改革

基于全开放型实验环境的特点,结合传统的实践教学模式,可以将实践环节分为多个层次,即验证性实验、综合性实验、设计性实验和工程项目型实验,并可分别在课程实验、课外兴趣活动、课程设计、实习实训、毕业设计环节中灵活运用。对大部分课程,强调在构思、设计、实现、运作中的重点阶段,但对工程项目型实验,要突出构思、设计、实现、运作的整个过程,可依阶段来进行,主要是针对实际的工程项目需求进行网络功能、形态、特点等方面的构思,并进行真实环境的网络结构设计及网络管理与维护方案的设计,这个环节是对企业用人需求的直接接轨,主要可在单独的实验课程、课外项目、课程设计、实习实训、毕业设计环节中采用。

4.4. 课堂教学方法的改革

4.4.1. 将实验引入理论课堂

借助全开放网络工程实验室平台,实现在课堂上的多种形式的实验演示,如全软件仿真型、设备 + 软件仿真型、全设备型等。对部分课程,可安排在全电脑教室进行,并充分利用网络 and 全开放网络工程实验室,实现理论与实践的互动。

4.4.2. 以工程化项目促进教与学

在前述基本实践教学体系的基础上,可针对办学定位和实验室的独特特点,以校内外的实际工程项目或科研课题为龙头,结合开放网络工程实验室的灵活性,辅以部分具典型意义的自定项目或设定项目,让学生在毕业设计开始前即接触工程项目,并在项目的设计、实施、测试与评价的过程中,培养学生合理运用所学理论知识解决问题的能力,特别是灵活运用已有或可快速获取的知识分析不同问题的能力,以及通过触类旁通、创新思维和团队合作去解决问题的能力。同时,在项目的阶段性验收环节,通过相互交流与评价,让学生获取不同的项目经验与知识,在较短的时

间内了解别人是如何学会表达与交流,并学会正确地评价他人的工作,善于吸取别人的经验与教训,学会如何分工与协作,以及积累项目管理的经验等。

4.4.3. 以兴趣带动教与学

全开放型网络工程实验室为平台,在教师的鼓励和引导下,通过学生自己组织并参与的网络技术课外兴趣小组,带动与延伸学生对网络工程技术的学习兴趣,锻炼学生的管理能力。并通过自我寻找需求,自己选定题目或目标,然后根据学校条件与社会关系,进行独立的设计与实施,从而能有效激发具有潜力学生的创新能力、应用能力。也可在此基础上,逐步实现针对本科生的导师制度,提升与完善本科教学工作。

4.5. 建立与社会需求的紧密联系

借助与美国思科共建网络工程实验室的机会,利用其丰富的社会资源和用户需求,建立起与网络系统集成类公司、大型网络项目用户的紧密联系。借助共建实验室平台的优势,部分时间作为公司用户的培训平台和工程问题的实验、测试平台,通过教师的跟踪学习,了解用户的实际问题与具体做法。

借助与系统集成公司的联系,通过合理的时间安排,让学生小批次地参与一些实际工程项目的建设。

借助寒暑假,要求学生利用自己的社会关系进行一些用户需求、现有网络结构与问题等方面的调查,或是参加一些相关的社会实践活动。

4.6. 强调教师的工程背景与提升

实践教学要体现现代工程思想的关键是教师,对教师队伍的建设,主要措施如下:

1) 考虑到部分教师特别是年长的教师,因长期依赖书本教学,重点从事基础理论的教学。

2) 对年轻老师,在引进时不仅强调理论知识的掌握程度、讲台授课的表达、应变能力,还要求有参与工程项目的经历。

3) 教师入职后,通过激励机制,要求进一步取得相关职业认证资格与工程项目经验,具体包括对取得思科 CCNA、CCNP、CCIE 认证资格的,全额给予补助,对其它认证按个例申请给予部分或全额补助。

4) 鼓励个人以各种形式参与校内外的各种实践活动。

5) 鼓励教师带薪停职半年或一年到合作单位全职参与工程项目的全过程。

6) 通过教研活动,实现工程经历、教学经验的资源共享与提炼。

5. 结语

工程类专业实践教学的模式与方法具体众多的类似性,文中以构建开放型实训基地为契机,了解了网络工程专业的工程特性、利用网络技术帮助实现开放教学的技术特性,同时也了解了国内外部分院校的工程教育模式,在此基础上,针对实践教学模式进行了初步探索与实践,并认识到不同工程技术正在向临近的应用领域快速延伸、发展,相应的实践教学模式也应与时俱进,要体现工程的多样性、综合性、集成性和实用性。

参考文献 (References)

- [1] 容晓峰,唐俊勇,赵宇峰等. 网络工程专业课程体系建设[J]. 计算机教育, 2010, 14: 61-64.
- [2] 孙旭东,李成刚. 工程本科创新人才培养模式的探索——美国 Rose-Hulman 理工学院的案例[J]. 高等工程教育研究, 2007 3: 44-47.
- [3] 马晓梅,张剑飞,乔付. CDIO 模式下高等工程教育的改革与探索[J]. 计算机教育, 2010, 12: 132-142.