

应用型本科院校面向“卓越工程师计划”的课程结构优化研究

——以湖南工业大学自动化专业本科课程为例

王欣*, 何静, 秦斌, 何献忠
(湖南工业大学电气与信息工程学院, 株洲 412007)

摘要: 大学本科课程结构优化是“卓越工程师计划”实施的核心内容, 需有合理的、明确的、特色化的培养目标, 能体现专业特色, 能培养学生的实践能力和丰富个性。湖南工业大学自动化专业本科按照“三位一体”的思路优化课程结构, 以提升学生的实践智慧为主要内容, 采用多元教学方式, 为面向“卓越工程师计划”的课程结构优化提供参考。

关键词: 卓越工程师计划; 课程结构优化; 本科课程

大学课程体系作为既各自独立又相互关联的一组课程所构成的有机整体, 是大学人才培养的主要载体, 是大学教育理念付诸实践和人才规格培养得以实现的桥梁^[1]。《教育部关于实施卓越工程师教育培养计划的若干意见》(教高[2011]1号)第十五条特别指出, 卓越工程师计划的实施需“大力改革课程体系和教学形式”: 依据本校卓越计划培养标准, 遵循工程的集成与创新特征, 以强化工程实践能力、工程设计能力与工程创新能力为核心, 重构课程体系和教学内容。加强跨专业、跨学科的复合型人才培养。着力推动基于问题的学习、基于项目的学习、基于案例的学习等多种研究性学习方法, 加强学生创新能力训练, “真刀真枪”做毕业设计^[2]。

目前工科类本科毕业生普遍存在动手能力较差、上岗适应慢、缺乏团队工作经验和创新精神等问题。据麦肯锡公司的研究报告指出, 中国工科类大学毕业生中只有10%左右具备在外企工作的技能, 许多中国大学采用偏重理论、依赖书本教材和导师传授的教育模式, 中国学生很少有项目实践和团队合作的机会, 缺乏在跨国企业工作所需的应用和团队协作技能^[3]。要改变这一现状, 培养真正面向工业界、面向世界、面向未来的高质量各类型工程技术人才, 大学本科教育中的课程结构和教学方法的优化是核心内容。

1 “三位一体”的课程结构优化思路

课程改革与优化需有合理的、明确的、特色化的培养目标。面向“卓越工程师计划”的人才培养定位可明确为高层次应用型人才培养。虽然目标基本一致, 但对于研究型大学、教学研究型大学和教学型大学来说, 其课程变革回应社会需求的方式会有所不同, 即使是在相同的社会需求背景下, 具有相同的规则和资源, 但由于不同的大学及其成员对毕业生就业状况、大学资源、观念和制度等因素采取了不同的关切和重视程度, 往往反映了互动的不同方式^[4]。因此, 不同类型大学在面向工程人才需求市场时会根据自身特点各有侧重。湖南工业大学将自己定位为一所“应用型本科院校”, 该校自动化专业将人才培养目标定位为“卓越基层工程师培养”, 以服务地方经济实际需要为导向, 通识教育与专业技术教育相结合, 重在专业技术教育。在面向“卓越工程师教育培养计划”的课程教学体系改革中以提高学生的工程实践、工程设计及工程创新能力作为人才培养的根本点^[5], 同时保证学生知识结构科学、合理, 达到培养目标。该目标定位基本能体现这所大学的学科和地域优势。

课程改革与优化目标的特色还体现在对专业特色的反应, 能展示专业独有的知识结构特质和课程

结构逻辑,课程设置又易于组合和分解,以便于灵活方便地调整与局部改良;同时,课程优化还要尽可能利用有效资源,争取多方合作,实现资源共享;此外,课程改革与优化应能让学生拥有更多独立思考的时间和空间,能培养学生的丰富个性。

湖南工业大学自动化专业是该校的传统优势学科,学科交叉性强,跨行业、宽口径,涉及的领域多,覆盖的内容广.针对自动化专业应用性强、与社会联系密切的特点,对当前的人才培养模式和课程体系进行思考,探索出一种行之有效的工程教育模式,使学生在实际动手能力、独立创新能力、团队合作能力方面有所提高是亟待解决的问题.另一方面,在强调学生能力培养及教学模式改革的过程中,不可避免地会遇到实验设备特别是大型实验设备台数少、场地不够、教师人数不够等现实问题.如何充分利用现有资源,为学生提供自主学习和研究的平台,是实现面向“卓越工程师教育培养计划”所面临的主要困难。

针对这些问题,该校对自动化专业的本科课程进行分块设计,以理论课程体系、实验课程体系、科研工程训练体系为主线,突出各体系中核心课程、重点工程,以点带面,构建课程体系和教学内容,三者之间互相支撑、融合,构建“三位一体”的新型课程模式(图1);同时随着 Internet 和 Web 技术的发展及其在教育应用中的不断深入,建构以学习者为中心的网络在线学习模式,为学生自主学习提供了广阔的发展空间;此外,学校积极与企业合作,充分实现资源共享,将“产、学、研”模式运用到本科教学,建构自主学习和研究的平台。

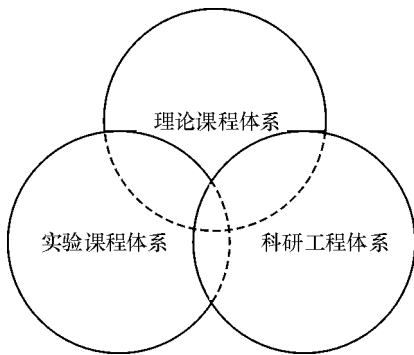


图1 卓越工程师计划自动化专业课程体系改革

2 实践智慧的提升:课程体系优化的核心内容

实践智慧是一种特殊的理智模式.它既不是科

学的,更不是沉思的,它是实践推理的能力,处理那些实践活动中的非常规事务,这种智慧或是审慎思考,或是在紧急条件下的“临场发挥”,但总之都是在行动中完成,通过行动体现其价值.高层次科技人员应当有一种强烈的“实践智慧感”,这不是理论分析能力,也不是对具有相似属性事务的整齐划一的系统规划和处理能力,而是那种体现于真实事务之中的特定思维状况的感觉,并且这种感觉能够作用于那些自身尚未完全显现的问题^[6].工程教育的课程结构设计时考虑基本理论的掌握和实践技能的培养,同时也应当为学生“实践智慧”的生成留有更多空间.湖南工业大学自动化专业在这方面也有积极探索与尝试。

2.1 紧扣行业需求——理论课程体系的优化

“卓越工程师计划”强调:学校按通用标准和行业标准培养工程人才,强化培养学生的工程能力和创新能力^[7].该专业理论课程体系的构建按照整体性与个体性相结合、先进性与实效性相结合、统一性与灵活性相结合的思路进行课程结构调整,既体现学科前沿性又突出工程应用背景(如图2).一方面,结合当地经济发展的重大需求,认真分析企业和社会对高层次人才的需求及要求,及时调整、科学设置本科生教育的核心课程和选修课程,在保证基础的前提下,加大这类课程所占的比例.另一方面,课程体系建设重视基础理论能力培养,课堂教学内容分为计算机基础模块、电基础模块、控制理论模块、微机原理与单片机、嵌入式系统模块、集散系统、可编程控制模块,各模块对相关课程进行整合,强调理论性与应用性课程相结合,并且各模块间相互衔接、相互融合,形成开放的、有机的知识网络.面向“卓越工程师教育培养计划”的理论课程教学体系改革,对教师的素质要求高,他们不能仅专精一门课程,而是要具备多门学科的基本知识,能根据教学目的和需要在相关层次上搜寻适合自动化专业的教学内容,并与所授课程建立有机联系,同时要求教师具有协作精神,发挥综合优势,核心课程都成立了课程组,在学院(系)内部统一考虑下,实现各种资源的最优配置,为相关理论课程综合化改革创造良好的外部环境.此外,还根据课程需要,采用由学校老师与企业技术人员合作共同讲授的教学模式.如配电自动化这门课,学校老师在课堂上讲基础理论知识,聘请电力勘探院的资深专家讲实际设计、应用部分,并带领学生在相关变电站现场指导,这种教学模式激发了学生的学习兴趣,深受学生的好评。

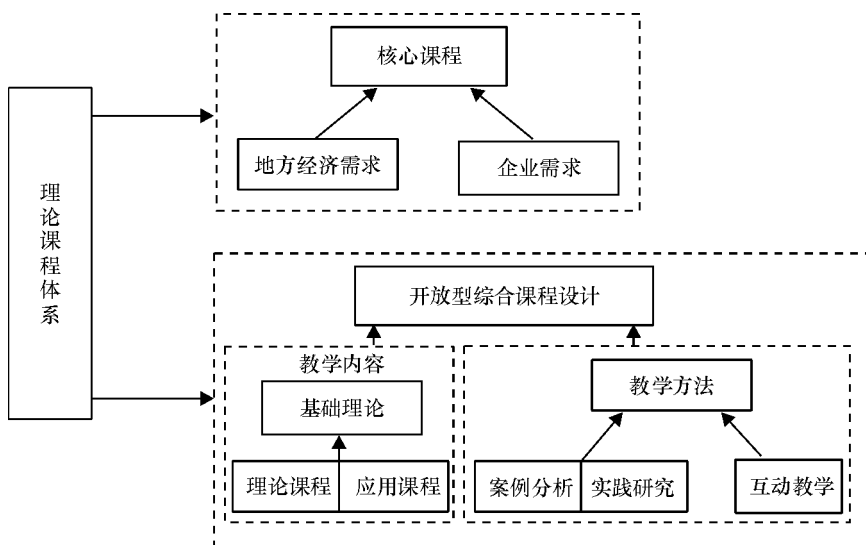


图2 理论课程体系改革与实践

2.2 从验证性试验到设计性综合试验——实验课程体系的优化

以往的实验课程以单纯验证性实验为主,剥离了实践的情境性和复杂性,漠视了学生在实践中的主体性以及个人经验的支撑价值,因而难以有效地促进学生实践智慧的发展^[8]。课程开发的人员经过反复研讨后决定,改变以往单纯验证性实验为主的方式,由基础、综合与研究实验构成,让学生从简单的验证性试验开始,由浅入深循序渐进,逐步过渡到复杂的设计性综合实验。实验课程体系的改革与实践如图3所示,它强调通过基本技能训练、综合能力培养、开放研究实验的锻炼,培养学生的创新意识,提高学生的创新能力。2011年参加中国机器人大赛暨RoboCup公开赛,微软仿真5比5足球赛、助老机器人比赛获全国季军,机器人创新项目比赛获全国二等奖;2011年参加“第一届虚拟仪器大赛”获得优胜奖。这些项目的获奖表明了学生具有较强的创新精神与实践能力,同时也验证了面向卓越工程师计划的课程改革与实践的有效性。设计性综合实验实

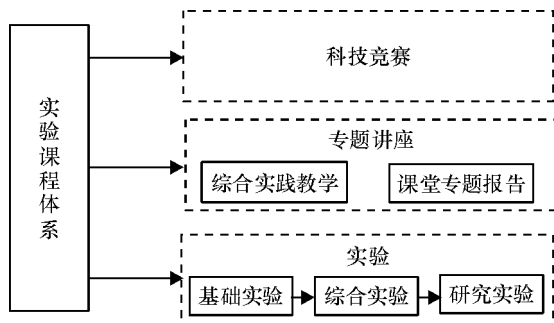


图3 实验课程体系改革与实践

现在具体的情境中教师、学生、教材、环境这些课程要素的平衡和协调。这一过程总是针对特定的实践情境,是共同规范的基础之上所进行的一种交互性对话,这种实践能力既充满活力又具有相对稳定性和可持续性,同时又具有多元性与适应性的特征^[9]。

2.3 “产、学、研”合作——工程训练体系的课程优化

教育实践能力培养所追求的目标,不是局部的、分裂的,而是整体的、融贯的;不是假设的、构造的,而是真实的、情境的。卓越工程师计划侧重培养包括个人的工程科学能力和技术知识能力、终生学习能力、团队交流能力和大系统协调等方面的能力。为此,湖南工业大学自动化专业另辟蹊径,单独开发“科研工程训练体系”课程(图4)。该课程体系为学生组织了多种形式的课外课题研究小组和专题研究小组,针对学生的具体情况,选择大量与该课程教学内容相关的课题交给学生,学生可以根据自己的兴趣选择课题,组成课外课题研究小组和专题研究小组,同时选拔一批在该课程学习中成绩比较优秀学生,充实到教师的科研工作中来。为了进一步提升学生的工程应用能力和创新精神,学校联合相关科研院所、大型骨干企业、高新技术公司建立了产学研培养基地,如与某电力机车研究所打造了省高校轨道交通自动化产学研合作示范基地,与某自来水厂合作建立了大学生培养创新基地等。该平台对优秀大学生开放,采取校内实训与校外实习相结合,开放实验项目和教师科研课题相结合,和学生创新性科技活动相结合,使产学研培养基地成为创新性教学

的场所。同时,根据产学研结合的实际需求,建立与之适应的管理方式,处理好企业与学校责任和关系。通过这些举措,目前我院已为水处理、冶金、电力和

石化等行业的自动化工程研发和应用培养了一批应用型创新人才。

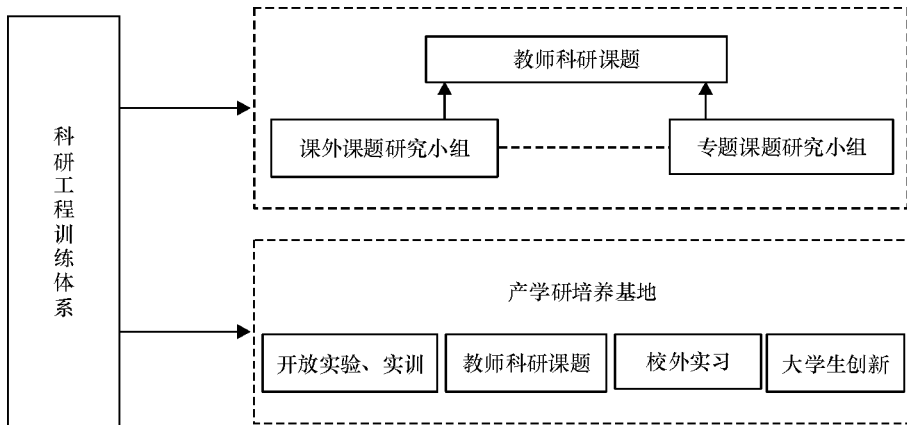


图4 科研工程体系改革与实践

3 开拓多元教学方法:课程体系优化的实现路径

任何一种课程结构的优化都意味着一定程度上的教与学方式的改革,其课程设计本身就暗含某种教学方式方法或是需要运用特殊教学手段。面向“卓越工程师计划”的大学本科教学,其人才培养规格为高层次应用型人才,重心在于学生“实践智慧”的生成,因此教学方法也应与之相称,更多地以学生为中心,靠近现实情境,激活学生思维。

3.1 问题教学法的广泛使用

问题教学法以问题为载体贯穿教学过程,问题“规模”可大可小,既可以是运用于某堂课或某个知识点的小型问题,也可以是贯穿一个“产、学、研”合作项目的大型课题。问题教学法充分体现学生的主体地位,能有效地激发学生自主学习的主动性和积极性。湖南工业大学自动化专业扩大问题教学法使用范围,引入专题讲座,增加综合实践教学环节比例,组织学生参加各种科技竞赛,与企业合作开设课题研究小组等,这些均为提高学生综合能力的重要举措。它一方面将前沿学科、边沿学科和工程科学技术的最新发展全面引入教学环节,另一方面采用课堂专题报告方式,要求学生运用网络、图书馆等资源完成专题报告的写作,解决相关技术问题,从而培养和锻炼了学生运用信息资源解决问题的能力。

这种基于问题的教学法,其精髓体现在交融互动的4个方面:学习动机——问题教学法旨在激发学生的内驱力,使学生求知欲由潜伏状态转入活跃

状态,进而培养学生的问题意识和科学精神,构建创新素质;学习方法——为学习提供了理论联系实际的空间和情景;置身于具体的情境中,学习者会经历一个涉及复杂情境下分析问题,探索解决问题的方案并积累经验的过程;学习内容——鼓励跨学科和学科交叉,超越传统的学科单一化,避免因专业划分过细而造成知识的局限性;在做项目的过程中需要运用理论来分析和探索问题,从而可以加强理论和实践之间的联系;学习的社会性——人和环境互动的学习形式。通过小组工作的形式鼓励合作精神,培养学生交流、参与、组织管理和自我管理的能力,这也是一个创造新知识的重要过程^[10]。

问题教学法以学生为主体,强调实践性,但教师需要引导学生。教师与学生共同探讨课程内容中提出的难点和关键问题,贯彻学以致用原则,对多门核心课程进行开放型综合课程设计。以控制理论模块为例,该模块核心必修课程包括自动控制原理、现代控制理论、过程控制与仪表、控制系统计算机仿真、计算机控制技术;选修课程包括运动控制系统、最优控制等课程。教师在讲授该模块时,要求注重选取有一定工程背景的系统,以“系统建模→系统分析→开放型综合设计”作为课程主线,将控制理论与方法融入到实际装置的控制中,从实际工程系统、MATLAB 仿真模型等不同的角度进行分析,让学生清楚模型参数的物理意义,了解不同的控制参数、控制算法及在不同信号驱动下对控制系统性能的影响,引导学生正确理解实际模型与抽象数学模型的区别和联系,将自动控制的观念深入到学生熟悉的生产实践中,改变当前普遍存在的过分强调抽象数

学推导的教学模式,使学生能正确理解自动控制并能进行设计,为学生学习其他模块及参加实训、创新活动奠定理论基础.

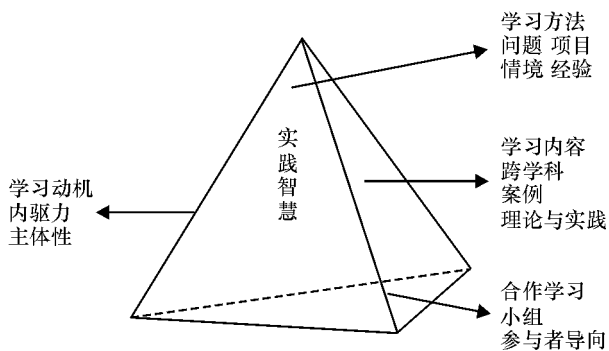


图5 问题教学法的原理

3.2 构建优质网络资源平台

目前在高校教学中,使用网络及网络多媒体技术进行教学已经非常普遍,但在教学过程中如何更好地利用网络支持学生的学习过程却关注不够. 湖南工业大学建设成精品课程网站,网站中包括课程公告板、网上课堂、在线辅导、视频天地、师生论坛和作业提交等多个功能模块. 网上课堂不光有任课老师所讲课程的录像,还开通了多个网上实验,同学们可以通过网站随时随地自主地做实验,也可以预约,在老师指导下做实验. 此外,在线辅导、视频天地、

师生论坛的运用大大加强了学生和教师之间的交流互动,是课堂学习的有力补充,它为不同层次的学生学习时遇到的各种困难提供了有效、及时的解决途径,同时也使老师能及时了解学生的学习动态,为老师在课堂上进一步改变教学策略提供了依据. 通过网络课程资源建设,不仅为学生提供了丰富的网络教学资料,还使不同需求的学生可以按需学习,大大激发了学生学习的积极性和主动性.

3.3 虚拟仿真实验教学中心建设

虚拟仿真实验教学是高等教育信息化建设和实验教学示范中心建设的重要内容,是学科专业与信息技术深度融合的产物^[11],通过虚拟仿真实验教学可以全面提高高校学生创新精神和实践能力. 虚拟仿真实验教学中心实际上是优质虚拟仿真教学资源库,是一个虚实结合,实为基础,虚为补充的实践教学体系,同时也是一个集校企合作、科研创新和实践教学于一体的虚拟仿真实验平台. 湖南工业大学的虚拟仿真实验教学中心包括虚拟仿真实验教学平台、信息化设备、网络与信息安全三部分. 虚拟仿真实验的教学平台如图6所示,可进行DCS过程控制仿真、Matlab与控制系统仿真、PLC工业过程控制仿真等多种虚拟仿真实验.

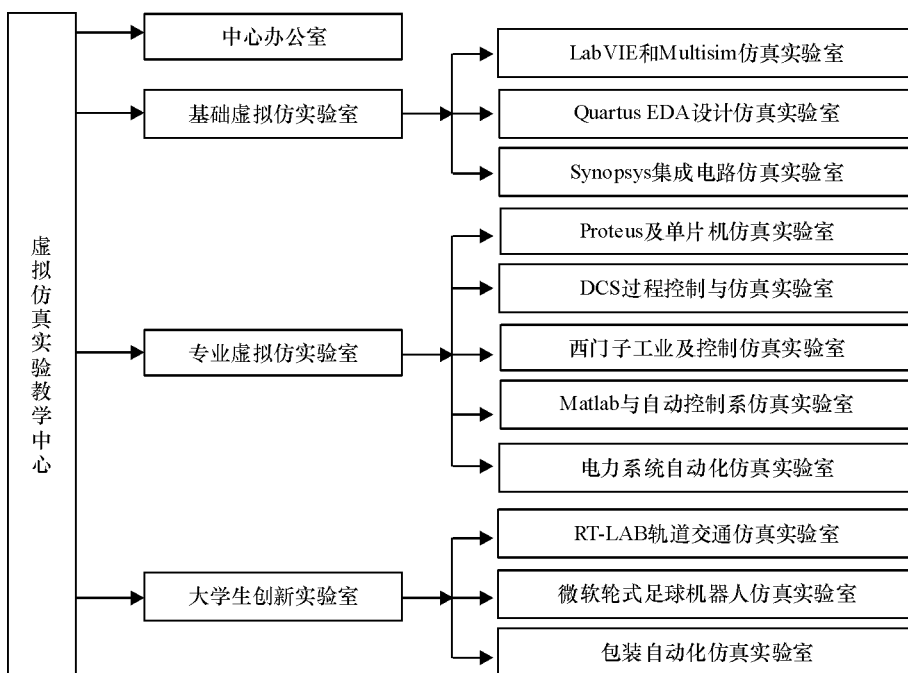


图6 仿真实验教学平台

信息化设备由院系层、校园层和广域层三层体系结构构成,实现实验室资源在内容、时间、空间上

的全面开放,通过管理平台的在线管理模式,给学生和教师提供全方位的开放服务,并实现全校优质资

源共享. 虚拟仿真实验教学平台采用 Web 浏览器作为客户端,利用 AJAX 和 Flash 等技术增强用户与 Web 浏览器、Web 服务器之间的交互,Web 浏览器通过 HTTP 协议与实验服务器交互,从中下载网页并获取各种动态数据信息. 同时虚拟仿真实验教学中心与学校校园网中心保持密切合作,做好各项网络与信息安全工作,网络信息化管理具有用户身份管理、认证和计费管理系统,提供用户认证和权限等级识别;并具有防病毒、信息过滤和入侵检测功能,网络与信息安可控可管.

4 结语

面向“卓越工程师计划”人才培养的各项改革中,大学课程结构优化是其核心与切入点. 即使大学的层次类型或学科专业性,以及对社会需求的认知和理解的不同在课程上有所反映,但参与者无不在积极利用各项资源能动地、持续地改造课程结构中的各项要素,理顺各要素之间的诸多关系. 湖南工业大学自动化专业在该项工作上的努力显著,其理论课程体系、实验课程体系、科研工程训练体系“三位一体”式的改革激发了学生的学习兴趣,提高了学生的工程实践、工程设计及工程创新能力. 但某种程度上,该课程体系还是有着某种程度的传统缺陷,一是对通识教育仍缺乏实质性支持,该理念没有真正进入课程决策者和广大教师心中;另一方面则是问题中心(或项目中心)的教学模式仍不够成熟,或者说是应用范围还可以进一步拓展. 但涉及到学校和企业、学校内部安排、教师精力和能力限制等诸多因素,即使普遍认识到该教学方式的重要性,

实施过程仍有些力不从心. 面向“卓越工程师计划”的大学课程结构优化在其“质”与“量”方面,或是“广度”与“深度”方面仍需长期不断的磨砺.

参考文献:

- [1] 林健. 面向“卓越工程师”培养的课程体系和教学内容改革[J]. 高等工程教育研究,2011(5):1-9.
- [2] 教育部. 教育部关于实施卓越工程师教育培养计划的若干意见[Z/OL]. (2011-01-08)[2015-03-28]. 教高[2011]1号. <http://www.moe.gov.cn/public-files/business/htmlfiles/moe/s3860/201102/115066.html>.
- [3] 麦肯锡公司. 麦肯锡公司研究报告[R/OL]. [2015-03-28]. <http://www.mckinsey.com/>, 2005.
- [4] 徐高明. 社会需求视域中的大学课程变革[D]. 南京: 南京大学,2011:205.
- [5] 查建中. 论“做中学”战略下的 CDIO 模式[J]. 高等工程教育研究,2008(3):1-7.
- [6] 罗伯特·哈里曼. 实践智慧在二十一世纪(上)[J]. 刘宇,译. 现代哲学,2007(1):63-73.
- [7] 教育部. 卓越工程师教育培养计划[Z/OL]. (2010-06-23)[2015-03-28]. 中国教育新闻网. <http://www.jyb.cn/high/tbch/2010/zygcs/>.
- [8] 程亮. “实践智慧”视野中的教育实践[J]. 华东师范大学学报:教育科学版,2008(9):10-17.
- [9] 罗伯特·哈里曼. 实践智慧在二十一世纪(下)[J]. 刘宇,译. 现代哲学,2007(2):110-117.
- [10] 杜翔云, Kolmos A, Holgaard J E. PBL: 大学课程的改革与创新[J]. 高等工程教育研究,2009(3):29-34.
- [11] 教育部高等教育司. 关于开展国家级虚拟仿真实验教学中心建设工作的通知[Z]. 教高司函[2013]94号, 2013.

【责任编辑 庄晓琼】