

# 机械工程研究生课程体系建设的思考

肖定邦, 周剑, 吴学忠, 尚建忠, 吴宇列

(国防科学技术大学 机电工程与自动化学院, 湖南 长沙 410073)

**摘要:** 对国内外一流大学机械工程研究生课程体系进行了调研, 重点探讨分析了国外的麻省理工学院和国内的清华大学机械工程学科课程体系设置和课程培养方案设置; 对比分析了我校机械工程研究生课程存在的差距与建设方向。对我校机械工程研究生课程体系进行了优化设计。从教学力量建设、教学内容改革、教材编著和网络资源建设等方面提出了我校机械工程研究生一流课程体系的构建思路。

**关键词:** 机械工程; 研究生; 课程体系

**中图分类号:** G642.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-8874(2016)04-0104-07

## Researching on the Development of the Graduate Curriculum System in Mechanical Engineering

XIAO Ding-bang, ZHOU Jian, WU Xue-zhong, SHANG Jian-zhong, WU Yu-lie  
(College of Mechatronics and Automation, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

**Abstract:** The graduate curriculum systems in mechanical engineering of the top domestic and overseas universities are investigated. The gap and developing direction of the graduate curriculum systems in mechanical engineering of our university are analyzed. The graduate curriculum systems in mechanical engineering of our university is optimized. Thinking of development of the graduate curriculum systems in mechanical engineering of our university is presented from the aspects of construction of teaching staff, reform of teaching content, compiling of textbooks and network resource construction.

**Key words:** mechanical engineering; graduate student; curriculum system

研究生是我国建设创新型国家的重要力量。2013年3月, 教育部联合发改委、财政部发布《关于深化研究生教育改革的意见》(教研[2013]1号)指出, 研究生教育要以服务需求、提高质量为主线, 创新培养模式, 加强课程建设, 重视发挥课程教学作用<sup>[1]</sup>。课程体系是构建研究生知识结构和

能力的基本框架, 居于研究生教育的核心地位<sup>[2]</sup>。国内外高校均十分重视研究生课程体系的建设和优化。本文将在对国内外一流大学机械工程研究生课程体系进行调研分析的基础上, 查找自身差距与不足, 优化本校机械工程研究生一流课程体系。

## 一、国内外一流大学机械工程研究生课程体系的对比分析

### (一) 国外一流大学机械工程学科研究生课程体系概况

国外著名大学机械工程学科内容的覆盖范围比较广, 包括了目前国内研究生专业目录中的机械类、能源动力类的范围, 因此这些学校机械工程学科的研究生课程涉及的知识面广、课程数量多。国外高校机械工程研究生课程体系通常被划分为多个课程模块, 涉及数学基础理论、力学基础理论、机械设计、机械制造、机电系统控制等各方面, 每个课程模块都包含一系列课程, 课程内容由浅入深、循序渐进。

麻省理工学院(MIT)的机械工程的培养目标是“培养下一代有创新性思维的科研先驱、企业引领者和能为人类解决关键技术问题的专家”。它的课程体系设置紧密围绕培养目标展开。根据 MIT 网站公开的课程体系介绍, 其机械工程的研究生课程体系设置如图 1 所示<sup>[3]</sup>, 课程分为 17 个模块, 90 余门课程, 并且可以归纳为四类, 第一类是基础知识和专业知识系列, 有 8 个模块, 共 61 门课程; 此 8 个模块侧重基础知识和专业知识教育, 涵盖传统机械制造、机电系统控制、固体力学, 能源与动力等不同方向, 以满足不同研究方向学生

的需求。8 个模块 61 门课程也体现出研究生的培养以基础知识和专业知识为核心; 第二类是前沿领域系列, 包括光学、生物工程和先进机电系统, 侧重拓宽研究生的前沿领域视野, 培养具有先进理念的研究生; 第三类是面向工程实际应用系列, 侧重产品设计、工程应用, 以及未来企业管理等, 该系列有 3 个模块, 13 门课程, 充分展示出 MIT 注重实践和工程应用, 是为培养未来能解决企业实际技术问题的专家以及企业管理的工程领导者。第四类是研究生能力培养系列, 模块的课程设置主要是为了培养学生国际化视野、同时教育学生如何做研究、如何写论文, 如何从事教学。需要指出的是, MIT 的学分与国内学分还是有所差别的, MIT 一个学分(units) 大约 14 小时时间, 它分为三部分, 一个是课堂授课时间, 第二是实习、实验、课程设计时间, 第三是课堂外自己准备时间。比如 units: 4-2-8, 就意味着老师授课 4 小时, 实验 2 小时, 而自己需要自主课堂外准备 8 小时<sup>[4]</sup>。可以看出国外学分的设置非常注重课堂外面的自主学习, 以及实验, 这与国内基本是课堂授课方式还是有很大的不同。另外 MIT 机械专业有多名世界级大师授课, 编著了多部世界著名教材。课程网络资源非常完善, 有几十门机械工程专业的网上公开课, 非常有利于学生主动式学习和研究。

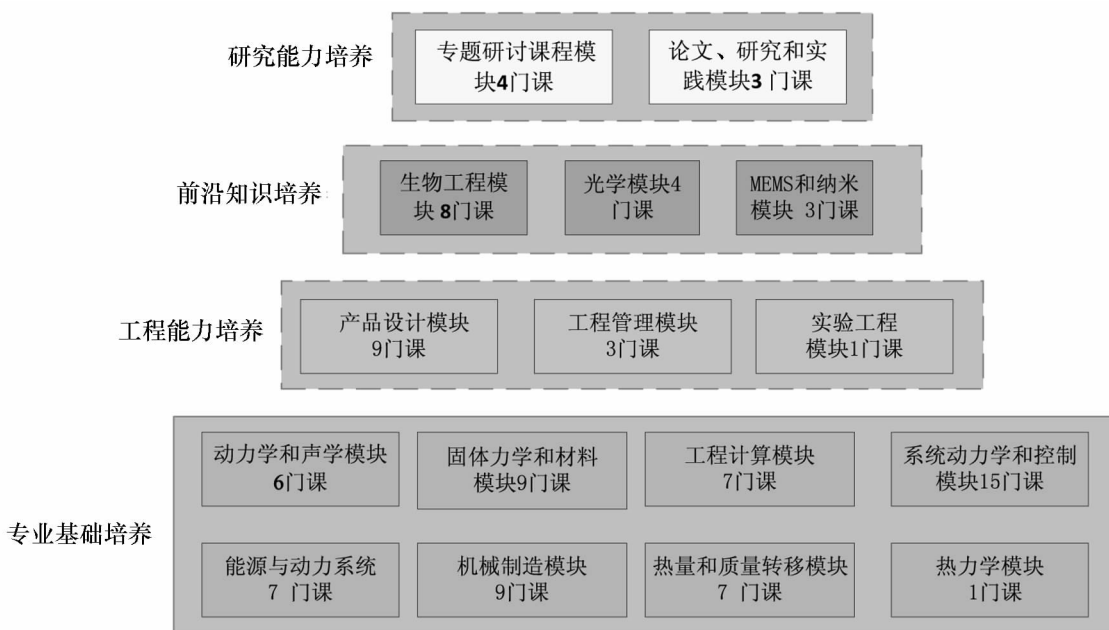


图 1 麻省理工学院机械工程研究生课程体系

总体来讲, MIT 课程体系设置和研究生课程培养体现了厚基础、重数学、强化实践操作和产品设计、关注前沿领域和交叉融合、文理兼修、充分利用外校优势资源、网络课程资源丰富、研究生培养体现个性化等特点, 非常值得国内高校学习。

## (二) 国内一流大学机械工程学科研究生课程体系概况

国内一流大学机械工程学科系列课程设置的思路与国外一流大学相似, 通常按照机械系统的技术领域将课程体系分成若干课程模块。

根据清华大学机械工程学院关于其课程体系建设介绍和人才培养方案, 清华大学机械工程学科研究生课程体系如图 2 所示<sup>[5]</sup>, 该校结合自身学科发展的实际状况, 将研究生课程划分为四大类别: 材料类课程组(8 门课程)、加工工艺类课程组(7 门课程)、检测与机电类课程组(9 门课程)、计算与管理类课程组(7 门课程), 根据学科发展需要还特别开设了一些新课程, 如: 工程应用的有限元分析专题、生物制造工程概论、功

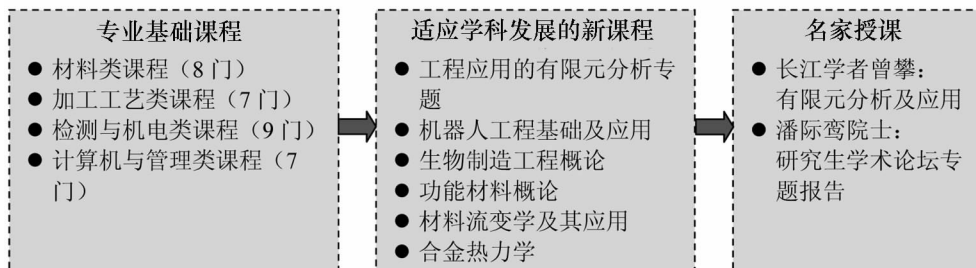


图 2 清华大学机械工程研究生课程体系

总体而言, 国内一流大学如清华机械工程课程设置思路清晰, 模块划分合理, 普遍重视学科前沿专题教学, 但关于课程内容设置、教材编著、教学手段与教学模式等方面与国外相比有差距, 还需进一步加强。

## (三) 我校机械工程学科研究生课程体系概况与差距

我校机械工程学科是湖南省重点一级学科, 包括机械设计及理论、机械制造及其自动化、机械电子工程三个二级学科, 其中机械电子工程是国家重点二级学科。

为进一步详细对比国内外高校机械工程学科研究生课程体系与要求, 根据 MIT、清华大学和我校机械工程培养方案和课程介绍, 本文详细分析了 MIT、清华大学和我校机械工程学科的学术学位硕士研究生课程体系与修课要求, 如表 1 所示。

能材料概论等。该校特别请本学科最著名的院士、长江学者开设研究生课程, 并邀请他们做专题课程报告, 对拓宽研究生的视野起到了很好的作用。清华大学对于硕士生还设置了 1 个学术与职业素养课程学分, 规范研究生的学术素养和职业伦理道德, 2 个学术性的必修学分<sup>[6]</sup>: 文献综述与选题报告 1 学分, 学术活动 1 学分, 这两个学分保证学生课题的正确方向, 同时可以提高研究生综合素质; 这与 MIT 有所差别, MIT 另外设置的是针对研究生研究方法能力的提升, 以及前沿领域的视野拓展。而对于博士生, 清华还增加了与 MIT 类似的社会实践 1 个必修学分, 提高学生实践能力、学以致用。

另外, 清华机械工程还开设了一个有自己特色的“清华-亚琛联合培养项目”<sup>[7]</sup>, 该项目学生入学后第一学期在清华大学进行课程学习, 第二、三学期在德国亚琛大学进行课程学习和小论文实践, 回国后在清华大学进行至少一年的论文工作。此项目能拓宽研究生的国际化视野, 体验中西方不同的科研学术思维。

1. 学分总要求。对于 MIT, 硕士生需要完成总学分 72 个, 其中需要 36 个学分的专业学位课(三个专业学位课模块), 专业基础课程学分比例为 50%, 体现了专业基础课程的核心地位; 清华和我校与 MIT 的类似, 专业课程学分也占据了总课程学分的大多数, 比例分别为: 65% 和 42%。MIT 有 12 个学分是数学模块课程, 说明 MIT 非常注重研究生的数学基础和应用, 我校也有三个学分要求, 而清华没有数学学分要求。与国外不同, 国内多了几个学分的政治课, 提升研究生的政治修养, 我校另外还开设了一门军事理论课, 这是作为军校的特色课程, 也是军人素养培养的课程。

2. 外校学分转化。在国外, 比如 MIT 研究生可以修外校的非必修课程, 并且可以转化为 MIT 的学分, 说明 MIT 能够让研究生汲取外校优势课程、顶尖技术知识和文化; 但是规定转化学分限

制在 24 学分以内, 并且转化学分课程成绩都需要 B 以上, 这能很好保证转化学分的高质量。国内目前很少有高校能修转化学分, 清华的机械工程和我校的机械工程都没有明确转化学分的要求, 没有很好地利用在同一区域其他高校的优秀资源。

3. 课程学习质量要求。对于 MIT, 研究生毕业要求需要研究生的课程总成绩的绩点在 3.5 分以上才能授予学位, 这能保障研究生在课程学习的质量, 国内一般均是及格就行。

4. 学术修养的培养。相比于我校研究生课程设置和培养, 清华设置了 3 个特色学分, 1 个学术与职业素养课程 1 学分, 提升研究生学术素养和学术职业道德, 另外还开设了文献综述与选题报告以及学术活动各 1 学分, 提升研究生文献综述能力、保证选题合理、前沿, 以及提升研究生学术综合素质。我校设置了一门工程实践课程, 体现了我校重实践和工程能力的培养。

5. 课程组织模式。国外 MIT 的一个学分大约 12 学时, 通常包括了课堂授课、实验以及课外准备时间, 课堂授课时间很少, 而学生往往课外准备时间更多, 所以学生需要积极主动去课外学习, 属于主动型学习教学方式; 而国内一个学分大约 16-18 个学时, 且这些学时主要还是课堂授课方式, 偏向于学生被动性学习教学方式。

与国内外一流学科相比, 我校机械工程学科研究生课程体系的差距还表现在以下几个方面: (1) 课程总体水平还需进一步提升, 缺乏国际、国内知名的课程; (2) 缺乏由国内外知名专家授课的课程; (3) 自编教材数量少, 已编著教材在国内的影响力不足; (4) 课程网上共享资源有限, 部分优秀课程甚至没有建设网上资源, 不利于扩大我校课程的学术影响; (5) 课程实践环节不够完善, 部分实验条件还不完备。

表 1 麻省理工学院、清华和我校机械工程学科的学术学位硕士研究生课程体系对比<sup>[8-10]</sup>

高校	学分要求		外校学分转化	课程学习质量要求	学术修养的培养	课程组织模式
	学分总要求	公共必修课程				
麻省理工学院机械工程学科	总学分 72 个, 36 学分专业学位课 (3 个专业学位课模块)。	12 个学分数学模块课程。	可以选修外校课程并转化为学分 (要求 24 学分以内, 等级在 B 以上)。	绩点在 3.5 分以上。	开设了教育学生如何科研、如何教学的选修课模块以及前沿讲座、研讨选修课程模块。	1 学分 12 学时, 包括: 课堂、实验和课外时间, 课外时间更长。
清华大学机械工程学科	总学分 23 个, 不少于 15 学分学科专业学位课。	政治 3 学分、英语 2 学分。	无明确说明。	及格以上。	学术与职业素养课程、文献综述与选题报告、学术活动各 1 学分。	1 学分 16 个学时, 课堂授课为主。
国防科学技术大学机械工程学科	总学分 24 个, 不少于 6 学分学科核心课程、4 学分学科专业课。	政治 2 学分、外语 2 学分、数学 3 学分、军事理论 1 学分。	无明确说明。	及格以上。	课程实践不少于 2 学分, 参加不少于 10 次的学术交流活动, 其中至少有 2 次为跨学科交流活动。	1 学分 18 个学时, 课堂授课为主。

## 二、我校机械工程研究生课程体系优化

为加强我校机械工程学科研究生课程建设,

优化课程体系结构, 根据培养目标和机械工程学科知识体系结构, 将机械工程研究生课程规划为 4 个模块, 如图 3 所示, 该方案已经在我校机械工程专业学位研究生培养方案中实施, 并将在下一步研究生培养方案修订中进一步优化: 专业理论与

基础知识系列、机械工程案例课程系列、机械工程综合实践和机械工程前沿专题。

1. 专业课程系列。主要依托本学科的优势科研资源建设特色鲜明的专业课程,覆盖机械设计、机械制造和机电控制等学科领域,推动高水平科研成果进课堂,转化为精品课程资源,部分课程聘请校外名师授课,积极吸收其他学科相关课程和优秀 MOOC 课程作为本学科的专业课程。

2. 高水平案例课程。案例教学在应用型研究生课程设置中占有重要地位,也是培养高素质的专业学位硕士研究生的必备环节<sup>[11]</sup>。拟基于现有

科研成果,建设“防空与突击武器站设计”“微惯性器件设计与应用”“超精密光学零件加工与检测”“3D 打印与数字化制造”等四门特色案例课程。

3. 机械工程实践课程。依托研究生实验室重点建设项目,进一步完善实验条件,对实验项目进行优化设计与整合,强化创新实践环节,努力培养学生的创新意识与创新能力。

4. 机械工程前沿课程。拟根据当前机械工程领域的研究热点,每年有针对性地邀请3~6名校内外知名学者进行专题授课,拓展研究生的学术视野。

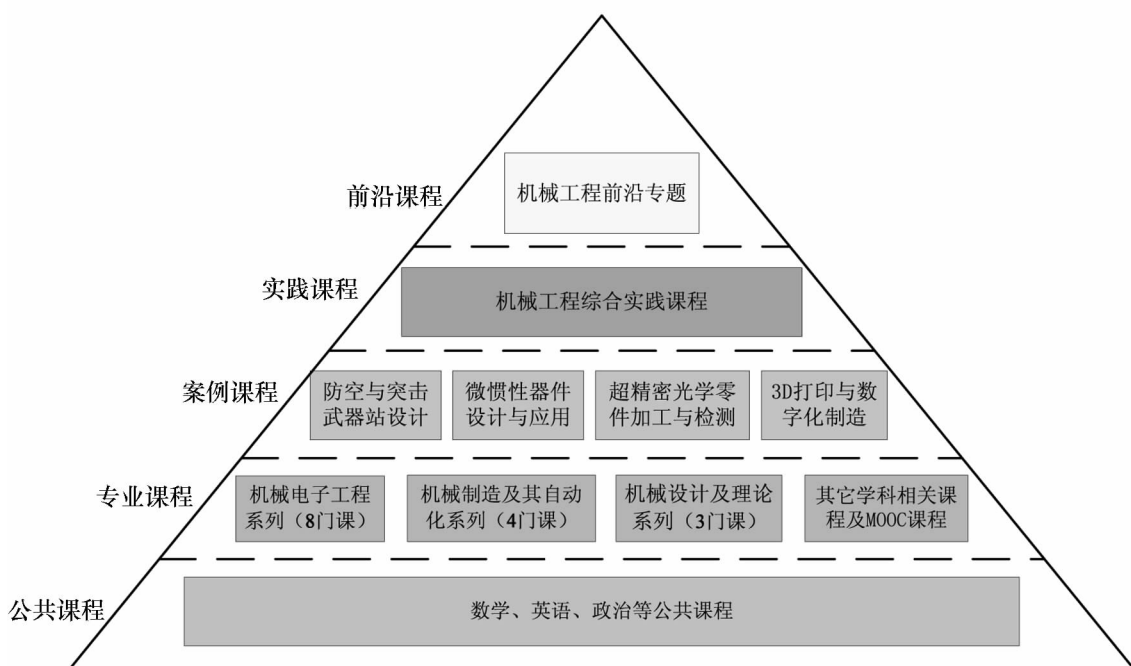


图3 国防科技大学机械工程研究生课程体系

### 三、我校机械工程研究生课程体系的思路

#### （一）自主培养与外聘名师相结合，加强研究生课程教学团队建设

对骨干教师实施个性化培养模式。针对骨干教师个人业务特长,制定科学的培养计划。派出骨干教师到国外知名大学考察、进修,以拓展学术视野。加强科研能力培养和学术交流,以科研促教学,提高学术水平。重视青年教师教学基本功的提高,实施老教师对青年教师的“传、帮、带”计划。每年派出主讲教师到世界一流大学调

研机械工程专业研究生课程体系设置,跟踪其主讲课程的教学过程,提高教学能力与水平。采取引进和培养相结合的方式,建立年龄、学历、职称、教学经历、科研背景等结构合理的课程主讲教师梯队。利用本学科优势研究方向的学术影响,邀请校外著名学者到学校授课,并和广大教员研讨教学方法和教学改革。

#### （二）按照研究型教学要求，深化教学内容与教学模式改革

教学内容突出理论教学与为军服务相结合,在教学内容安排上、教学案例设计上紧贴军队需求,实现理论与装备应用的有机结合。专业课程加强前沿研讨教学,充分利用课件、期刊、网络

资源等开放式教材,不断更新课程教学内容,激发学生创新兴趣。加强研究生的学科交叉意识与能力培养,重视交叉学科课程教学,为学生提供开展学科交叉研究的条件与平台。重视校外优秀 MOOC 教学资源的应用,推动本专业研究生选修校外 MOOC 课程的学分认证工作<sup>[12]</sup>。研究科学合理的考核方式,注重综合考核、过程考核等,突出对自主研究能力和创新能力的考核。丰富教学手段,强调交互式教学、实践教学和网络教学。授课模式注重学生的主体性,通过有效引导,让学生参与授课环节,激发学生的研究兴趣,实现良好的课堂讨论与互动。充分发挥科研优势,以科研促教学,聘请具有相应科研经历的教员授课和主办专题讲座,帮助研究生尽快进入研究状态。

### (三) 依托优势科研方向研究成果,编著我校特色研究生教材

学习借鉴国内外同领域著名教材,进一步梳理课程内容的体系结构,加强理论与实践的结合,尤其应重视历年来课程教学过程中学生的意见反馈,注重与军事领域技术相结合,融入我校机械工程学科最新的科研成果,编写适合我校研究生培养要求的教材。尤其要依托“精密工程”、“装备综合保障技术”、“振动与噪声控制”、“机电伺服系统”等优势科研方向的研究成果,编著出版具有我校特色的研究生教材。

### (四) 以 MOOC 课程建设为契机,加强课程网络资源建设

课程网络资源是扩大课程影响、提高课程知名度的重要平台。MOOC 课程建设已经成为世界范围内网络建设的核心内容。应该以 MOOC 课程建设为契机,建设机械工程研究生课程网络资源,实现课程电子资源全部上网和基于网络的互动教学。在完成名师授课环节视频录制后,逐步实现授课全程视频录制。加大课程网络资源宣传与推广力度,扩大我校研究生课程的影响。

### (五) 推动专题研讨课程、研究方法性课程、交叉学科课程和前沿性课程的学分制

专题研讨课程,有利于激发学生自主学习,和同行交流;研究方法性课程可以培养学生如何做研究、如何解决实际问题、如何写论文、如何申报项目等;交叉学科课程有利于拓宽研究生知识领域,前沿性课程则有利于开阔研究生视野,推动此类课程的学分制(必须满足规定的学分),可以很好的改进教育教学内容和模式。但此类学

分数不可过多,而且要求保证学分完成的分数 80 分或者等级 B 以上,保证此类学分的高质量。

### (六) 分类设计,个性培养;研究型注重学术,专业型注重装备实际问题

分类设计,研究生的学位培养和课程设置模块化,分为研究型和专业型,研究型注重学术,与国际一流大学课程共享,邀请国际著名专家授课,注重军事前沿领域的研究和探索,研究生能力的培养也是瞄准新型武器装备,颠覆性武器装备的关键科学问题进行探索和探索。增加研究生特别是博士生的国际学术交流项目,使得 80% 以上的博士生有国外学术交流经历,拓展未来武器装备研究者的国际视野和前沿思维。推动博士生的国际会议学分制,使得每一位博士生在读期间必须参加一次国际会议,了解领域同行进展。专业型所设置的课程主要培养研究生解决武器装备中关键技术问题的能力。邀请武器装备专家案例式教学,以成果、专业经典案例的形式加强案例库建设和案例教学。

### 参考文献:

- [1] 田红旗. 基于服务需求、提高质量背景下加强研究生课程体系建设的思考与探索[J]. 学位与研究生教育, 2014(8):18-22.
- [2] 章丽萍,赵张耀,徐敏娜,等. 研究生课程体系的重塑与优化——浙江大学研究生课程建设的思考与实践[J]. 学位与研究生教育,2013(6):38-41.
- [3] Massachusetts Institute of Technology (MIT). MIT Subject Listing & Schedule[EB/OL]. (2015-08-15)[2016-05-12]. <http://catalog.mit.edu/>.
- [4] Massachusetts Institute of Technology (MIT). MIT Subject Listing & Schedule[EB/OL]. (2015-08-15)[2016-05-12]. <http://catalog.mit.edu/>.
- [5] 清华大学机械工程学院. 攻读硕士学位研究生培养方案[EB/OL]. (2010-12-20)[2016-06-18]. <http://www.dpi.tsinghua.edu.cn/publish/dpi/5141/index.html>.
- [6] 清华大学研究生院. 清华大学攻读硕士学位研究生培养工作规定[EB/OL]. (2015-03-27)[2016-06-18]. [http://www.tsinghua.edu.cn/publish/newthu/newthu\\_cnt/education/pdf/edu-2015-03-27cn01](http://www.tsinghua.edu.cn/publish/newthu/newthu_cnt/education/pdf/edu-2015-03-27cn01).
- [7] 清华大学机械工程学院. 机械工程培养方案[EB/OL]. (2009-06-15)[2016-05-12]. [http://www.dae.tsinghua.edu.cn/publish/dae/4445/2010/20101215104738569405810/20101215104738569405810\\_.html](http://www.dae.tsinghua.edu.cn/publish/dae/4445/2010/20101215104738569405810/20101215104738569405810_.html).

- [8] Massachusetts Institute of Technology(MIT). MIT Subject Listing & Schedule[EB/OL]. (2015-08-15)[2016-05-12]. <http://catalog.mit.edu/>.
- [9] 清华大学机械工程学院. 攻读硕士学位研究生培养方案[EB/OL]. (2010-12-20)[2016-06-18]. <http://www.dpi.tsinghua.edu.cn/publish/dpi/5141/index.html>.
- [10] 清华大学研究生院. 清华大学攻读硕士学位研究生培养工作规定[EB/OL]. (2015-03-27)[2016-06-18]. [http://www.tsinghua.edu.cn/publish/newthu/newthu\\_cnt/education/pdf/edu-2015-03-27cn01](http://www.tsinghua.edu.cn/publish/newthu/newthu_cnt/education/pdf/edu-2015-03-27cn01).
- [11] 宋平,甄良,高栋. 构建高水平全日制专业学位研究生课程体系[J]. 学位与研究生教育,2014(9):40-43.
- [12] 郑永斌,张明,李春,等. 控制工程领域专业学位硕士研究生课程体系改革研究[J]. 高等教育研究学报,2015(3):96-98.

(责任编辑:陈勇)

(上接第92页)

#### (四) 以反思引导促进知识的意义建构

体验后的反思与内化是完整体验式教学中的重要环节。体验式教学不能仅仅被看成是一种“寓教于乐”的活动,其还具有教育性的特征。课堂体验的重要意义在于获得有利于知识学习的有意义的经验,包括从情景体验中所获得的直接经验和抽象概括所获得的间接经验,这些经验能够帮助学习者更好地理解 and 建构社会知识,进而转化为个体知识。因此,对教师而言,要着重考虑如何引导学习者进行内在反思与抽象概括的思维训练,关注如何从经验中来建构知识,然后将形成与类化的概念更好的应用到新的情景中去。通过具体体验、实际操作、结果反思和行动修正的循环往复,取得体验式学习的最佳效果。

#### 参考文献:

- [1] 贝克. 世界风险社会[M]. 吴英姿,孙淑敏,译. 南京:南京大学出版社,2004:6.
- [2] 黄顺康. 公共危机管理与危机法制研究[M]. 北京:中国检察出版社,2006:153.
- [3] 孙多勇,林子涵,李江. 军队院校学员公共危机教育的实证调查与分析[J]. 高等教育研究学报,2014(3):98-101.
- [4] 石雷山,王灿明. 大卫·库伯的体验学习[J]. 教育理论与实践,2009(10):49-50.
- [5] 石雷山,王灿明. 大卫·库伯的体验学习[J]. 教育理论与实践,2009(10):49-50.
- [6] 楚永娟. 体验式教学模式在高校日语教学中的应用[J]. 教育探索,2012(1):29-31.
- [7] 应方滢,高志敏. 情境学习理论视野中的成人学习[J]. 开放教育研究,2007(3):10-13.
- [8] Andersen C. Learning in “As-If” worlds: cognition in drama in education[J]. Theory Into Practice,2004(4):281-286.
- [9] 庞维国. 论体验式学习[J]. 全球教育展望,2011(6):9-15.
- [10] 唐湘宁,王静静. 智慧环境下的体验式学习探析[J]. 成人教育,2014(12):28-30.

(责任编辑:胡志刚)