

· 国际与比较高等教育 ·

## 中美工程专业本科生学习行为特征分析

赵 蕾<sup>1</sup>, 常桐善<sup>2</sup>

(1. 华中科技大学 教育科学研究院, 湖北 武汉 430074;

2. 浙江大学 高等教育研究所, 浙江 杭州 310058)

**摘要:** 调查研究结果显示,中美研究型大学工程专业学生在时间分配、反思性学习、团队合作性学习、课堂参与性学习等学习行为方面与科学专业、人文社科专业学生之间虽然存在统计学意义上的显著差异,但并没有实质性的区别。中美工程专业学生尚未形成体现学科属性、独特的学习行为特征。因此,继续探讨工程专业学生的学习行为特征非常必要。同时,高校应为工程专业学生创造更多的学习参与和实习机会;重视学生的个性化学习和团队合作能力培养;改进课程教学模式,培养学生挑战自我和权威的信心和习惯。

**关键词:** 工程教育; 本科生学习参与; 学习行为

**中图分类号:** G642; G649 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-4203(2020)05-0097-13

### Analysis on Characteristics of Engineering Undergraduates' Learning Behavior in China and the USA

ZHAO Lei<sup>1</sup>, CHANG Tong-shan<sup>2</sup>

(1. School of Education, Huazhong University of Science & Technology, Wuhan 430074, China;

2. Institute of Higher Education, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China)

**Abstract:** In terms of time allocation, reflective learning, team work and engagement in class, etc., the survey shows that although there are statistically significant differences between engineering students and other students in China and the USA, there is no substantial distinction. Engineering students in both countries have not yet demonstrated distinctive and unique learning behavior characteristics that reflect the characteristics required for success in engineering. Then it is necessary to explore learning behavior characteristics of engineering students. Universities should provide more opportunities for engineering students to practice, pay more attention to student individual learning and teamwork skills, and improve the instructional model to develop students' confidence and habit of academic challenge.

**Key words:** engineering education; undergraduate learning engagement; learning behavior

收稿日期: 2020-03-17

基金项目: 国家社会科学基金(教育学)一般课题(BIA170160)

作者简介: 赵蕾(1987-),女,山东临沂人,华中科技大学教育科学研究院博士研究生,从事高等教育管理、学生学习与发展、院校研究;常桐善(1965-),男,甘肃山丹人,浙江大学高等教育研究所求是讲座教授,美国加州大学校长办公室院校研究与学术规划主任,美国西弗吉尼亚大学高等教育管理博士,从事大学招生政策分析、学习成果评估、院校研究。

## 一、研究背景

以信息技术、人工智能、大数据、云计算等为标志的新一轮科技革命和产业革命正在全球加速推进。世界各国为此相继出台了新工业发展战略和计划。如德国实施“工业 4.0”国家战略<sup>[1]</sup>,美国成立“工业互联网联盟”<sup>[2]</sup>,印度推出“印度制造”计划<sup>[3]</sup>等。我国也相继实施了“中国制造 2025”、创新驱动发展等战略计划。毫无疑问,实施这些战略计划对工程教育提出了前所未有的挑战,当然也为其改进和革新创造了新机遇。

美国一直很重视发展工程教育,联邦政府、行会组织以及高校都视工程教育进步为促进经济社会发展和提升高等教育质量的重要途径。早在 20 世纪 80 年代,美国就提出了“回归工程”的口号<sup>[4]</sup>,大力发展工程教育,并强调工程教育的实践性和工程性。进入 21 世纪,美国更加重视培育在校学生及公民在科学(science)、技术(technology)、工程(engineering)、数学(mathematics)四个方面(简称 STEM)的素养。2016 年美国教育部与美国院校研究会联合发布了《STEM2026:STEM 教育创新愿景》<sup>[5]</sup>,《愿景》以确保所有美国人都能享有优质的 STEM 教育,进而保持美国在科学和技术方面的全球领导地位为目标,具体勾画了未来 10 年美国 STEM 教育的发展蓝图。为了保证《愿景》顺利实施,2018 年联邦政府又专门制定了《五年战略实施规划》<sup>[6]</sup>。该规划在详细阐明《愿景》目标的基础上,进一步明确了具体实施办法,包括发展和丰富战略伙伴关系,构建 STEM 教育的社会生态系统;鼓励学生进行学科融合,解决现实生活中的复杂问题等。除了国家层面对工程教育越来越重视,专业行会组织也日益关注工程教育及其质量问题。在工程专业评估方面,美国工程与技术认证委员会(Accreditation Board for Engineering and Technology, ABET)现行的认证标准也将重心从教育投入转向教育成果,着重强调学生掌握的知识和技能以及毕业生的学习成果。在国家政策和专业评估指南的引导下,高校纷纷调整教育目标和人才培养方向。麻省理工学院第 15 任校长查尔斯·维斯特曾明确指出:“在麻省理工,我们有一特别的职责,就是去培养那些在变化的环境中能起领导作用的工程师、管理者和科学家。在这点上,我们面临的最大挑战就是培养学生将知识从研究转到实用终端所需的态度和能力上。”<sup>[7]</sup>总之,21 世纪的美国工程教育涉及更加宽广,注重终身学习

的意识,不仅培养学生从事工程活动的技术能力,而且促使学生参与更广泛的社会生活,对社会变化作出及时响应。<sup>[8]</sup>

我国历来重视工程教育对于经济、社会发展的基础性作用,始终致力于发展工程教育。2016 年我国成功加入国际工程师互认体系中最具权威性的国际本科工程学位互认协议——《华盛顿协议》,我国工程教育标准实现了与国际接轨。2017 年 2 月以来,教育部积极推进“新工科”建设,先后促成了“复旦共识”、“天大行动”和“北京指南”,并发布了有关文件,这一系列举措旨在开拓工程教育改革新路径,培养造就一大批多样化、创新型卓越工程科技人才,为我国产业发展和增强国际竞争力提供智力和人才支撑,进而形成领跑全球工程教育的中国模式、中国经验,助力高等教育强国建设。但由于我国高校的规模发展也只有 20 余年的时间,根据《华盛顿协议》中关于工科毕业生素质能力的 11 条要求,按照“实质等效”原则,我国工程专业本科毕业生在能力素质的达成度方面与国际标准尚存在差距。目前我国的工程技术人员普遍缺乏创新能力,能够较好满足企业发展需要的技术人员严重短缺。<sup>[9]</sup>在“新工科”建设背景下,如何提升工程教育人才培养质量,如何培养出符合新时代要求的新型工程技术人员,是加强“新工科”建设和推动我国工程教育内涵式发展的关键问题。

值得关注的是,目前无论是美国还是中国均尚未形成完整的工程教育模式,特别是从学生学习行为特征的角度来看,工程教育与其他学科教育有何异同仍然需要进行大量研究。因此,本研究采用定量分析方法,通过调查问卷收集数据,对工程专业学生的学习行为进行全面总结和分析,并与科学专业、人文社科专业学生的学习行为进行比较分析,探讨工程专业学生的学习行为特点。本研究一方面能够较全面深入地了解中美两国工程教育教学和学生的学习行为特征,另一方面也希望为中国工程专业本科生人才培养和教学质量保障等提供切实的启示和建议。

## 二、理论基础与研究现状

《辞海》中对于“行为”一词的界定是“有机体外显的活动、动作、运动、反应或行动”。<sup>[10]</sup>行为也指“人们受思想支配而表现在外面的活动”。<sup>[11]</sup>在心理学中,行为是指“有机体在各种内外部刺激影响下产生的活动”。<sup>[12]</sup>目前关于学习行为的概念和内涵中

外学者尚未形成统一的看法。研究者往往从各自的研究立场和研究背景出发,根据自己的理解对学习行为进行界定。但总体来看,学者普遍将学习行为划分为课内学习行为、课外学习行为和参与课外活动的交际行为<sup>[13-15]</sup>,也有学者将学习行为具体划分为课前学习行为、课中学习行为和课后学习行为<sup>[16-17]</sup>。

无论如何定义,学习以及学习行为一直以来都是非常复杂的概念,经常被看作难以清晰洞察的“黑箱”。在教学场域中,学生学习究竟是怎么进行的、是如何参与教学的等系列问题一直引领着研究者去思考 and 探索。建构主义学习理论认为,学习并不像行为主义所描述的——学习是反应的强化,也不像认知主义所描述的——学习是知识的获得,学习是学习者的主动建构,“情境”、“协作”、“会话”和“意义建构”是学习的四大要素。教学不能无视学习者的已有知识经验,要重视学生的积极性、主动性和建构性,因为教学只有在学习者的主动参与中才能得以实现。<sup>[18]</sup>

学生的学习行为反映了他们在学习过程中投入的时间和精力,是学习参与和学习投入的具体表征。大学生学习参与理论为我们开展大学生学习行为研究提供了理论基础和研究视角。美国是较早开展大学生学习参与及其质量研究的国家。20世纪30年代,泰勒(R. W. Tyler)提出“任务时间”(time on task)概念。他指出,学生学习时间与学习成效成正比,投入到学习中的时间越多,学到的知识也就越多。<sup>[19]</sup>20世纪60—70年代,佩思(C. Pace)提出,仅仅关注学生投入学习的时间长度是不够的,还要注重学生的专注程度和质量,即质与量两者必须并重。<sup>[20]</sup>20世纪80年代,阿斯汀(A. Austin)在“输入——环境——输出”模型(I-E-O模型)的基础上提出“参与理论”(student involvement),在强调环境作用的同时也强调学生个体的能动作用。他认为,学生只有积极参与学校的各项活动才能学得更好,学生的学习就是学生参与的整个过程;衡量一所大学教育质量的高低,主要看其是否能促进学生更好地参与到学校的各项活动中去。<sup>[21]</sup>帕斯卡雷拉(E. Pascarella)和特伦兹尼(P. Terenzini)研究发现,“大学对学生影响的大小在很大程度上是由学生个体的努力程度以及投入程度所决定的。大学里所有政策、管理、资源配置等都应该以鼓励学生更好地参与到各项活动为前提”<sup>[22]</sup>。21世纪初,库恩(G. Kuh)总结了影响大学生学习和发展的10项高影响力教育活动,即新生研讨、通识智力体验、学习型社

团、密集的写作课程、合作性作业或项目、本科生科研、多元化/全球化学习、服务性学习、实习以及顶点课程或项目(毕业设计)。<sup>[23]</sup>

学者们对大学生学习行为与发展的关注和研究,促使大学生就读经历、学习参与度调查开始兴盛起来。其中最具影响力和代表性的是“全美大学生学习投入度调查”(the National Survey on Student Engagement, NSSE)和“加州大学本科生就读经验调查”(University of California Undergraduate Experience Survey, UCUES)。目前,参与“全美大学生学习投入度调查”的美国高校多达1600多所,其调查结果为高校认证、教育质量问责、课程改革以及学习成果评估提供了实证性证据。<sup>[24]</sup>“加州大学本科生就读经验调查”主要适用于研究型大学,这个项目后来拓展到美国以及全球一些研究型大学,并先后成立了“美国研究型大学就读经验调研联盟”(The Student Experience in the Research University, SERU)和“研究型大学就读经验调研国际联盟”(The Student Experience in the Research University International Consortium, SERU-I)。从内容上来说,这些项目均涉及对于学生学习投入、社会活动参与、学习收获、满意度等方面的调查。

我国借助大学生学习参与度调查来研究学生学习行为的探索起步较晚,但近10年来发展速度较快,形成了一些研究团队并产出许多成果,在探索测量工具方面也呈现不同模式。如清华大学在引进“全美大学生学习投入度调查”的基础上将问卷汉化,然后结合我国高等教育实际情况不断对问卷进行修订和完善,拓展成为“中国大学生学习与发展追踪研究”;又如北京大学的“首都高等教育质量与学生发展监测”项目、厦门大学的“国家大学生学情调查”。除此之外,南京大学、西安交通大学等高校直接参加了美国加州大学伯克利分校开展的全球性“研究型大学本科生学习经历调查”;华中科技大学、中山大学则立足本校实际,根据需要自主研发问卷,针对本校学生进行学情调查。

学者们基于这些调查开展了诸多实证研究,从教育学、心理学和社会学等多个视角探索大学生究竟如何学习、大学生学习有何特点等问题,希望以此来探索大学生学习与发展状况,勾勒出大学生学习行为过程和行为特征,以期打开大学生学习这个“黑箱”。已有研究的调查对象,本科生是受调查主体,其中工程专业学生是研究者、高校管理者关注的重要群体,其学习参与情况、学习效果等问题是研究热点<sup>[25-27]</sup>;在研究范围方面,学者们更多将研究视域

投射到课堂之上,研究大学生在课堂上的学习行为和表现。有学者通过对“985”高校的调查研究发现,学生在课堂学习行为这一环节表现不佳,与美国同类高校相比存在比较显著的差距。<sup>[28-30]</sup>

对于本科生尤其是工程专业学生学习与发展的探讨,使得工程教育及教学的特殊性更加彰显。工程教育作为一种教育形式,从广义上讲它是一种专业技术和知识创新相结合的模式,其基本目标是培养工程师、教授科学理论和工程知识以及实践技能;从狭义上讲它指学校通过教育培养合格的工程人才。<sup>[31]</sup>基于工程活动的特点,工程教育有独特的属性,主要是实践性、全面性和创新性。<sup>[32-36]</sup>有学者指出,实践是工程的本质属性<sup>[37]</sup>,实践的的目的是为工业发展培养技术人才,以服务并满足工业发展对技术的需求<sup>[38]</sup>。工程教育的特殊性决定了其教学的特殊要求和特点。在工程实践教学中,只有学生投入了足够的时间和精力,全身心参与实践教学,才能最大限度地锻炼和提升实践能力、问题解决能力、批判性思维能力和合作沟通能力,才能真正实现工程教育的实践性教学目标。

我国学界对工程教育的研究在不断拓展和丰富。众多研究发现,从目前我国工程专业本科生培养模式来看,重理论学习、轻实践教学是教学过程中存在的突出问题。<sup>[39-41]</sup>在高等教育更加关注质量的背景下,人才培养的焦点从知识习得转向能力培养。对工程学科而言,学生专业能力与综合素质表现更加值得重视,因而建立工科学生学习效果评价体系显得十分重要。<sup>[42]</sup>瞿振元强调,工程教育要克服理科化倾向就必须突破纯粹的“知识课堂”,让学生在干的过程中学习知识、积累知识,提升实践能力。<sup>[43]</sup>

### 三、研究设计

本研究基于全球“研究型大学本科生学习经历调查”与“加州大学本科生就读经验调查”问卷中的本科生学习行为相关维度和指标,通过描述性统计分析、方差检验等方法比较中美两国不同专业本科生的学习行为,从而全面探索工程专业学生学习行为特征,诊断中国工程专业学生学习质量,明确中国工程教育质量的国际定位,并为“新工科”背景下工程教育的个性化教学改革提供对策建议。具体研究问题包括:第一,中美工程专业本科生的学习行为如何?第二,与其他专业学生相比,中美工程专业本科生的学习行为有何特征?

#### 1. 数据来源、调查问卷以及研究维度

本研究使用的美国高校的数据来自“加州大学本科生就读经验调查”,该调查问卷由加州大学伯克利分校高等教育研究中心于2000年发布,自2004年起每两年开展一次调查,调查对象为加州大学全体本科生。问卷主要包括就读经验、学习参与、社会活动参与、全球知识、基本能力等模块。<sup>[44]</sup>在问卷开发及长期实施过程中,高等教育研究中心学者对调查问卷的信度和效度进行持续研究,结果显示问卷有很高的信度和效度。<sup>[45-47]</sup>

本研究使用的中国高校的数据来自全球“研究型大学本科生学习经历调查”,其前身即“加州大学本科生就读经验调查”。该调查由加州大学伯克利分校高等教育研究中心负责管理运行,旨在对全球顶尖研究型大学开展本科生就读经验专项调查,也是每两年一次。目前,参与该调查的有美国、中国、英国、俄罗斯、澳大利亚等10多个国家的近50所大学<sup>[48]</sup>,其中,我国高校有南京大学、西安交通大学、湖南大学、同济大学和大连理工大学。“研究型大学就读经验调研国际联盟”成立后,加州大学伯克利分校高等教育研究中心与参与大学合作将问卷翻译成相关国家语言。已有研究表明,汉化后的调查问卷具有与英文版问卷较一致的结构性效度。<sup>[49]</sup>

本研究使用的是2016年度“加州大学本科生就读经验调查”的数据和2013—2016年度全球“研究型大学本科生学习经历调查”的数据。加州大学校长办公室院校研究与规划部门已将详细的数据发布在加州大学信息中心网站上<sup>[50]</sup>,这也是本研究使用的“加州大学本科生就读经验调查”数据的主要来源。由于两个调查所使用调查问卷的结构和问题基本一致,且均具有较高的信度和效度,所以两份调查数据具有较好的可比性,分析结果的可信度较高。

根据学习行为概念及其理论基础,本研究的维度主要从两个方面界定。首先是大学生就读期间的的时间分配情况,这是表征学习行为和投入状况的重要维度;其次将学习行为具体划分为反思性学习、团队合作性学习等六个子维度,并从问卷中提取相应的问题和指标,通过因子分析最终确定学习行为的子维度及其具体问题。表1展示了时间分配维度和六个学习行为子维度包含的具体问题。六个学习行为维度每个问题的回答均为六级里克特(Likert)选项:从不(never)、难得(rarely)、有时(occasionally)、稍多(somewhat often)、经常(often)、频繁(very often),在数据分析时依次赋值1—6分,即“从不”为1分,“难得”为2分,依此类推。需要指出的是,“完成

任务性学习”维度中“迟交作业”和“课前没有作好准备”这两个指标是以否定句形式出现的,为保持一致性,在计算该维度得分时对这两个问题的答案采取逆向赋值,即“从不”为6分,“频繁”为1分。本研究

将各维度所有题项均填答“经常”或者“频繁”的学生称为“超级”投入学生,即学习行为表现最优异的学生。通过分析这一群体,可以更清晰、更明确地揭示不同专业学生在各维度指标上的差异。

表1 研究维度及其包含的调查研究问题

一、时间分配特征(每周花费在下列活动的时间)	四、与教师课外互动性学习
1.上课、讨论、试验	1.和授课教师在课后讨论课程问题和概念
2.课外研习与其他课外学术活动	2.除了课程学习外,还和教师共同进行科研、社会活动
3.参加音乐会、看电影和体育比赛等各种娱乐活动	3.在需要时寻求授课教师或者助教的学术帮助
4.参加各种体育锻炼、健身活动	五、挑战性学习
5.参加学生俱乐部、社团等组织活动	1.对某一门课非常感兴趣,以致超额完成了工作
6.参加社区服务活动	2.尽管有可能降低成绩,但还是选择更具有挑战性的课程
7.家庭职责	3.在需要时寻求授课教师或者助教的学术帮助
二、反思性学习	六、课堂参与性学习
1.利用事实和实例支持你的观点	1.参加课堂讨论
2.完成作业时能融入从不同课程学到的理念或者概念	2.在课堂上提出深刻的有见识的问题
3.检查其他人是怎样收集、整合数据的,并评价他们所得结论的合理性	3.课堂汇报
4.在评估其他人的观点后,重新考虑自己的观点	七、完成任务性学习
5.将其他课程所学的理念或者概念融入课堂讨论	1.课前没有作好准备
三、团队合作性学习	2.迟交作业
1.在课外和其他同学一起进行小组学习	3.课程论文在上交之前至少非常认真地修改过一次
2.和其他同学一起学习时,帮助他们更好地理解课程资料	4.这学期你平均完成了多少课堂上布置的阅读任务?

## 2. 研究对象

本研究的对象学校包括参加2013—2016年度全球“研究型大学本科学习经历调查”的南京大学、西安交通大学、湖南大学和同济大学,以及2016年参加“加州大学本科就读经验调查”的加州大学9所分校;所有学校都是学科、专业齐全的公立研究型综合性大学,具有代表性和可比性。同时,两项调查都采取普查方式,数据样本量大,研究结论可较好地反映中美高校工程专业学生学习行为的真实情况,可为我国高校的管理决策提供有益借鉴。

经过有效数据处理,本研究最后包括的中美两

国工程专业本科生样本数分别为13184人和18897人。为进一步探索工程专业学生学习行为的特点,本研究还将工程专业学生与科学专业、人文社科专业学生进行了比较分析。在本研究中,工程专业包括工程、计算机专业,科学专业包括数学、化学、物理、生命科学等理科专业,人文社科专业包括人文、管理等文科专业。中美两国不同专业学生样本的数量和占比见表2。需要说明的是,本研究主要聚焦专业之间的比较,对两国学生的学习行为未作比较,所以两国各专业学生的占比差异不影响本研究关注的问题。

表2 中美两国不同专业学生的样本数及其占比

	工程专业		科学专业		人文社科专业		合计
	样本数	占比(%)	样本数	占比(%)	样本数	占比(%)	
中国	13184	53.0%	3235	13.0%	8439	33.9%	24858
美国	18897	17.5%	36112	33.5%	52890	49.0%	107899
合计	32081	24.2%	39347	29.6%	61329	46.2%	132757

### 3. 数据收集与分析方法

全球“研究型大学本科学习经历调查”和“加州大学本科就读经验调查”都是在线调查,学生接收电子邮件邀请后,通过网络回答问题。所有参与高校均采用相同调查系统和数据采集方法,从而确保了调查数据的有效性和可比性。调查期间,负责机构会根据问卷回收情况多次向学生邮箱发放邀请函和问卷填写链接,并提醒学生积极参加问卷调查。参与学校的调查基本都采用普查方式,覆盖全校本科生,但由于各参与学校的宣传力度和学生的参与意识不尽相同,各校问卷回收率差异较大。总体来看,我国4所高校的问卷回收率在21%—47%之间,加州大学各分校的回收率在20%—45%之间,两国的问卷回收率区间非常相似,这也增加了比较研究的可靠性。

本研究对数据的统计分析主要采用了描述性统计分析、方差分析检验(ANOVA)等方法。首先,计算中美两国不同专业学生在时间分配维度上得分的均值,作出描述性统计分析;其次,利用方差分析法比较中美不同专业本科生在各指标维度上的差异;最后,在定量分析的基础上概括出两国工程专业本科生学习行为的特征。

### 4. 研究局限

由于本研究是基于已收集数据的二次分析,受

原有问卷设计的限制,学习行为指标的设置可能不全面,这在一定程度上影响了结果的准确性。另外,行为发生受多重因素共同影响,甚至发生交互作用,本研究尚未从数据层面探讨学习行为与学生投入度、学生满意度的关系,这也是今后将要深入探究的问题。

## 四、研究结果

### 1. 时间分配

图1显示,中国工程专业、科学专业和人文社科专业本科生每周用在“上课/试验”方面的时间均超过24小时,工程专业学生略长于其他专业学生。三类专业本科生每周“课外学习”时间的均值介于10—15小时之间,其中科学专业学生花费时间最多(14小时),人文社科专业学生其次(12小时),工程专业学生最少(11小时)。三类专业本科生平均每周花费时间5—10小时的活动有三项,分别是“娱乐”、“锻炼”、“俱乐部/学生组织”,其中工程专业学生在这三项活动上花费的时间略多于其他两类专业的学生。三类专业本科生平均每周花费时间0—5小时的活动有“社区服务”、“家庭职责”两项。工程专业学生在这两项活动上花费的时间也略多于其他两类专业的学生。

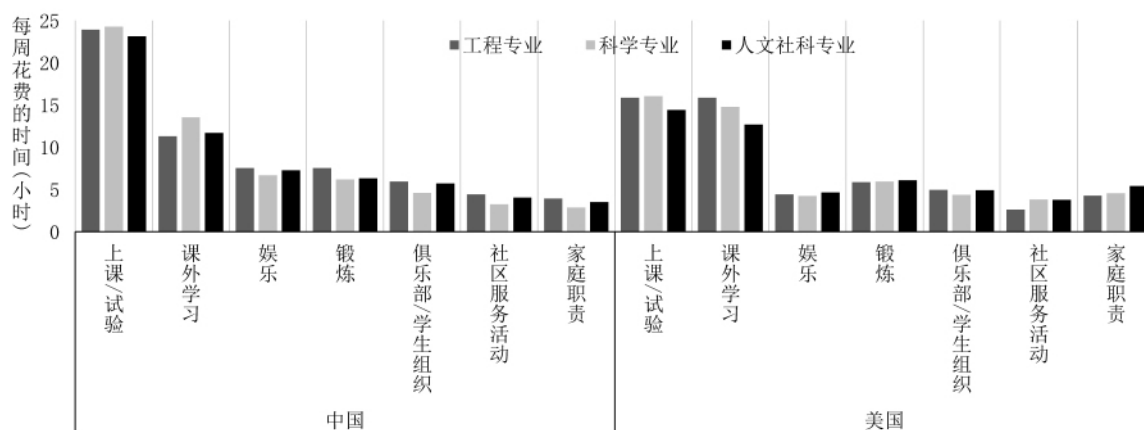


图1 中美不同专业本科生每周在学习和课外活动等方面花费的平均时间

在美国,三类专业本科生每周用于“上课/试验”的时间平均在14—16小时之间,其中科学专业和工程专业学生花费的时间非常接近,都为16小时左右,而人文社科专业学生的时间略长于14小时。在“课外学习”方面,工程专业学生花费的时间最多,约16小时;科学专业学生次之,约15小时;人文社科专业学生最少,不足13小时。三类专业学生平均每

周花费时间5—10小时的活动有三项,即“锻炼”、“俱乐部/学生组织”和“家庭职责”。其中,三类专业学生均在“锻炼”上花费时间较多,且时长比较接近,约为6小时。在“俱乐部/学生组织”方面,工程专业和人文社科专业学生花费时间基本相同,约5小时,科学专业学生相对少一些,略多于4小时。在“家庭职责”方面,人文社科专业学生花费时间最多,超过

5 小时,而科学专业和工程专业学生的时间略多于 4 小时。三类专业本科生每周用时均值在 0—5 小时的活动有“娱乐”、“社区服务”两项。其中花费在“娱乐”上的时间约为 4.5 小时,而且三类专业学生之间没有太大差异。在“社区服务”活动中,工程专业学生花费时间最少,不到 3 小时,而科学专业和人文社科专业学生的时间都接近 4 小时。

## 2. 反思性学习

中国工程专业、科学专业、人文社科专业本科生在反思性学习维度得分的均值分别是 3.60、3.55 和

3.76(见表 3),标准差都在 0.9 左右,说明各专业学生内部的差异不大。方差分析进一步显示,三类专业学生在这一维度上具有显著差异( $p < 0.001$ )。由于中位值是 3.5,上述结果说明,中国这三类专业学生普遍认为其反思性学习行为的程度处于“有时”和“稍多”之间。美国这三类专业本科生在这一维度得分的均值都超过 4.0,说明他们均认为其反思性学习行为的程度处于“稍多”和“经常”之间;但三类专业学生得分的标准差都在 1.0 左右,说明各专业学生内部存在一定差异。

表 3 中美不同专业本科生学习行为特征维度得分均值及其差异性方差检验

	工程专业		科学专业		人文社科专业		F 值	方差分析后检验
	均值(A)	标准差	均值(B)	标准差	均值(C)	标准差		
反思性学习								
中国	3.60	0.91	3.55	0.90	3.76	0.89	77.30***	A>B<C
美国	4.06	1.05	4.27	1.00	4.45	0.96	946.61***	A<B<C
团队合作性学习								
中国	3.59	1.12	3.48	1.15	3.80	1.17	92.19***	C>A>B
美国	4.16	1.30	3.86	1.28	3.76	1.30	318.63***	A>B<C
与教师课外互动性学习								
中国	2.97	1.05	3.02	1.07	2.98	1.04	1.72	
美国	2.93	1.12	2.99	1.11	3.04	1.15	35.44***	C>B>A
挑战性学习								
中国	3.23	0.96	3.26	0.94	3.28	0.94	1.72	
美国	3.61	1.03	3.67	1.05	3.59	1.08	23.91***	B>A>C
课堂参与性学习								
中国	2.90	0.95	2.84	0.93	3.42	0.93	180.07***	C>A>B
美国	3.24	1.11	3.36	1.10	3.66	1.16	77.00***	C>B>A
完成任务性学习								
中国	4.45	0.82	4.53	0.82	4.73	0.72	238.46***	C>B>A
美国	4.42	0.83	4.60	0.80	4.61	0.82	396.65***	C>B>A

注:\*\*\*表示  $p < 0.001$ ; A=工程专业均值, B=科学专业均值, C=人文社科专业均值。

两国学生表现比较一致的是,工程专业学生的反思性学习行为都显著差于人文社科专业的学生,而且美国工程专业学生的得分也比科学专业学生低。另外,对反思性学习维度“超级”投入学生(各题项均填答“经常”或者“频繁”)进行比较分析,也得到相仿的结果(见表 4):两国工程专业中“超级”投入学生的占比最低,分别是 5.4%和 8.2%;而人文社科专业学生中“超级”投入学生的占比最高,分别是 6.3%和 15.5%。

这个结果或许与专业特点有直接关系。例如,这个维度有两个调查问题分别是“完成作业时能融

入从不同课程学到的理念或者概念”,“将其他课程所学的理念或者概念融入课堂讨论”。由于工程专业课程之间的相互联系可能要比人文社科专业的弱一些,所以学生在课程内容和概念的交叉使用和融入上要差一些。但是,反思性学习无论如何都是提升批判性思维能力的重要手段,也是培养工程师的创新能力和解决问题能力的重要途径,工程专业教育必须采取措施提升学生的反思性学习能力。

## 3. 团队合作性学习

中美工程专业、科学专业、人文社科专业本科生在团队合作性学习维度上均呈现显著性差异(见表

3)。中国工程专业学生的团队合作性学习行为表现(3.59)比人文社科专业学生(3.80)差,但比科学专业学生(3.48)强,三类专业学生在这一维度的标准差约为1.15,说明各专业学生内部也存在一定差异。美国本科生中,在这一维度表现最好的是工程专业学生(4.16),科学专业学生(3.86)的表现略优于人文社科专业学生(3.76),三类专业学生在这一维度的标准差约为1.3,说明各专业学生内部也存在较大差异。另外,中国工程专业、科学专业、人文社科专业学生中“超级”投入学生的占比分别是17.01%、14.99%、22.01%;美国则分别是35.59%、27.74%、25.63%(见表4)。也就是说,美国超过三分之一的工程专业学生“经常”或“频繁”“在课外和其他同学一起进行小组学习”,并在“和其他同学一起学习时,帮助他们更好地理解课程资料”。

这个结果与中美不同本科专业的课程教学模

式、分配的学习任务以及课程学习成绩评价模式有直接关系。美国工程专业学生的团队合作性学习强于人文社科专业,原因之一是工程专业学生有更多的团队作业项目,而且这些项目在学习成绩评价中占很大比例。本文第二作者在美国修习计算机科学专业本科课程时,几乎每门课都有一个很大的学期项目;可以说从学期第一周开始,各小组同学就开始商量项目计划,之后每周至少有一次2—3小时的聚会,商量如何解决项目存在的问题以及项目进展。这种情况在人文社科专业、科学专业中也存在,但学生完成团队项目所花时间及项目在学习成绩评价中所占比例都相对较少。中国工程专业学生在团队合作性学习上的表现与科学专业学生接近,但比人文社科专业学生差。这个结果也反映出工程专业和科学专业的教学更多是传统教学模式,特别在课程学习任务设计方面缺乏对学生合作学习的鼓励。

表4 中美不同专业本科生中“超级”投入学生占比情况

	工程专业(%)	科学专业(%)	人文社科专业(%)
反思性学习			
中国	5.36	4.24	6.28
美国	8.22	10.48	15.53
团队合作性学习			
中国	17.01	14.99	22.01
美国	35.59	27.74	25.63
与教师课外互动性学习			
中国	5.69	5.26	5.29
美国	4.11	4.16	4.91
挑战性学习			
中国	7.31	5.88	5.29
美国	7.15	8.24	9.01
课堂参与性学习			
中国	3.36	3.15	5.09
美国	6.78	7.40	12.24
完成任务性学习			
中国	13.88	20.31	22.06
美国	13.64	17.14	20.31

#### 4. 与教师课外互动性学习

在与教师课外互动性学习维度上,中美两国工程专业、科学专业和人文社科专业学生的得分均值都在3.0左右(见表3),也就是说仅仅“有时”与教师通过课外互动完成学习任务。但中国三类专业学生之间没有统计上的显著性差异,而美国三类专业学生之间存在显著性差异,即工程专业学生的得分均值低于其他两类专业学生。进一步分析此维度“超级”投入学生的分布情况,发现中美三类专业学生中

“超级”投入学生的占比都非常低,均在5%左右(见表4)。

这个结果虽然与其他研究结果相似,但笔者仍然对如此不理想的师生互动性学习行为表现感到吃惊。在美国,高校都要求教师专门安排固定的办公时间用于同学生进行课外交流,一般每周都有3—4小时。但研究结果表明学生没有很好地利用这段时间与教师互动,这也让笔者质疑学校如此安排能否加强学生与教师的课外互动。与此同时,一个值得

深思的问题是,现在社交媒体如此发达,学生本可以更便捷地利用社交工具(微信、QQ、Twitter、Facebook等)与教师探讨学习问题,但事实上这些工具似乎在这方面没有发挥应有的作用。另外,在本维度的三个调查问题中,有一个问题是了解学生在课外与教师共同进行科研和社会活动的情况,两个国家三类专业学生的得分同样不理想。这也让笔者质疑研究型大学是否给予了学生参与教师研究项目的充足机会。加州大学的调查数据显示,有26%的工程专业学生参加过教师的研究项目。这个比例应该不低,但学生参加研究项目时究竟做了哪些实质性工作,我们不得而知。中国高校本科生参加教师研究项目的机会相对较少,所以在目前情况下试图通过参与教师的科研活动以加强与教师的互动性学习几乎难以实现。

### 5. 挑战性学习

中国工程专业、科学专业和人文社科专业学生在挑战性学习行为上没有显著性差异(见表3)。三类专业学生的得分均值都在3.30左右,低于中位值;标准差都小于1,表明各专业学生内部的差异性也不大。美国三类专业学生在此维度的得分均值在3.60左右,高于中位值。与中国学生不同的是,美国工程专业学生此维度的得分均值显著低于科学专业学生,说明工程专业学生的挑战性学习行为要比科学专业学生差。另外,中国工程专业学生中“超级”投入者所占比例为7.31%,高于科学专业(5.88%)和人文社科专业(5.29%);而美国工程专业学生中“超级”投入者所占比例在三类专业中最低(7.15%),科学专业和人文社科专业学生中的比例分别是8.24%和9.01%(见表4)。

中国三类专业学生在挑战性学习维度没有显著差异可能是多个原因造成的。挑战性学习维度的三个调查问题分别是:第一,对课程感兴趣时会超额完成任务;第二,虽然可能会降低成绩评分,但仍愿意选择具有挑战性的课程;第三,在需要时寻求授课教师或者助教的学术帮助。一方面,由于高等教育优质资源供求尚未平衡,较多学生就读的学校和专业并非他们的第一选择,这势必影响其学习兴趣,所以期待他们超额完成学习任务大多是奢望。另一方面,由于劳动力市场竞争日趋激烈,本科毕业生很难找到心仪的工作,所以继续深造造成了很多学生的目标和愿望。这一目标不仅是中国学生,同样也是许多美国学生在考量和权衡之后的“理性”选择。例如对加州大学本科生的调查发现,有超过70%的学生希望本科毕业后继续攻读研究生。而当前无论是中

国还是美国,研究生录取的重要标准之一就是本科成绩(GPA)。另外,中美两国雇主在招聘时也要看大学成绩。因此,不管将来继续深造还是就业,学生为获得一个好成绩都可能不愿意选修更具难度且会影响成绩的课程。

### 6. 课堂参与性学习

在课堂参与性学习这一维度,中国工程专业学生与科学专业学生没有显著差异,得分均值分别是2.90和2.84,且显著低于人文社科专业学生(3.42);美国工程专业学生在课堂参与性学习上的表现比科学专业、人文社科专业学生差,三类专业学生得分均值分别是3.24、3.36和3.66(见表3)。从“超级”投入者的占比来看,中国工程专业学生中课程参与性学习维度“超级”投入学生的占比为3.36%,科学专业、人文社科专业的占比分别是3.15%、5.09%;美国工程专业学生在这—维度“超级”投入学生的占比为6.78%,而科学专业、人文社科专业的占比分别是7.40%、12.24%(见表4)。

两国的调查结果都显示,工程专业学生在课堂参与性学习上的表现与科学专业学生接近,但都显著低于人文社科专业学生,尤其是美国人文社科专业学生中课堂参与性学习“超级”投入者的占比达到12.24%,这远高于其他专业学生。本研究通过三个问题来考察课堂参与性学习行为,即课堂讨论、提问、学习汇报。这三项活动都是课堂教学中最基本的参与性活动。但几乎所有专业学生在这些活动上的表现都不理想,其中工程专业学生的参与度尤其需要提升。

### 7. 完成任务性学习

中国工程专业、科学专业、人文社科专业学生在完成任务性学习维度上呈显著性差异(见表3),其中工程专业学生完成学习任务的情况最差(均值是4.45),科学专业学生的情况居中(均值是4.53),人文社科专业学生的表现最好(均值是4.73)。美国三类专业学生在这—维度的表现也呈现显著性差异,其中人文社科专业学生和科学专业学生的表现比较接近,均值分别是4.61、4.60,表现相对较差的也是工程专业学生(均值是4.42)。需要强调的是,在本研究所有的测量维度中,各专业学生在这个维度的得分都是最高的,这说明学生非常重视完成学习任务。不同专业学生中此维度“超级”投入者的占比情况与以上结果一致(见表4)。很遗憾的是,中美两国工程专业学生中此维度“超级”投入者的占比均低于本国其他两类专业,而且差距较大:两国工程专业学生中“超级”投入者的占比均低于14%,而科学专

业和人文社科专业学生中“超级”投入者的占比都在20%左右。

## 五、结果讨论

从时间分配与六个学习行为维度来看,中美工程专业学生的行为表现既有令人满意的地方,也有需要改进的方面。总体而言,工程专业学生的学习行为与科学专业、人文社科专业学生的学习行为相比,虽然在大多数维度上存在统计意义上的显著差异,但并没有完全展现出彰显工程学科属性的行为特征。

### 1. 工程专业学生既努力学习,也注重培养综合素质,并非都是传统的“工科男”

总体来说,中美工程专业学生花费在课堂和课外学习活动上的时间最多,每周大约35个小时,但这与其他专业学生没有本质区别。中美工程专业学生与其他专业学生平均花费在本研究考察的六项课外活动上的时间也基本相同。需要指出的是,中国工程专业学生在课外学习上花费的时间显著少于科学专业学生,这个结果让人颇感意外。相比而言,美国工程专业学生在课外学习上花费时间是最多的,似乎更符合工程专业实践性学习行为的特征。研究数据还呈现了一个有意思的现象,即工程专业学生除了在学习上花费的时间不少于其他专业以外,他们在承担家庭职责、参加社区服务、俱乐部以及学生组织等方面也表现出与其他专业学生类似的积极性和参与度,这与以往传统的“工科男”形象有所不同。但这是一个好现象,因为这些活动有利于工程专业学生提升社交能力、领导能力和自我认知能力,而这些能力都是21世纪工程师所必须具备的,也符合“新工科”教育的质量内涵要求。

研究结果也说明,大学生的学习行为与日常学习和生活习惯有一定的关系,也受社会大环境和价值观的直接影响。比如美国是提倡课堂参与性学习较早的国家之一,在课程设置、课堂教学评价、班级人数设计等方面都会考虑学生的参与机会,所以研究结果显示美国学生的课堂参与度要比中国学生高。

### 2. 工程专业学生尚未形成彰显工程学科属性的学习行为特征

虽然受学科特性和教学目标影响,学生在学习过程中表现的行为特征应该与学科属性和专业特色相关,但本研究发现工程专业学生与其他专业学生在学习行为上具有高度相似性。这一结果并非完全

在研究假设之外,除了在展示结果时所分析的原因以外,总体来说工程专业学生没有形成独特的学习行为特征有以下三个方面的原因。

第一,当前高校的教学目标大多仍停留在“记忆、理解”等低阶目标层面,忽视了布鲁姆提出的高阶教学目标,如“分析、综合、应用、评价和创新”。工程专业教学在这方面与其他专业没有区别。工程专业的本质属性是工程性和实践性,基础理论知识固然重要,但如果本科教育只停留在背诵、识记概念和公式的层面,那些旨在培养工程专业学生动手操作能力、问题解决能力的挑战性学习任务和时间就会被挤占。这一方面使学生失去了锻炼能力并促进自身成长的机会,另一方面学生因缺乏专业学习中的高峰体验,也会失去学习兴趣和意愿,继而出现逃课、抄作业、考前突击等不良学习行为。

第二,就中国研究型大学的课程设置而言,工程专业本科课程设置存在明显的理论导向问题。2012年教育部发布的《教育部等部门关于进一步加强高校实践育人工作的若干意见》,明确提出要强化高校实践教学环节,规定各高校要结合专业特点和人才培养要求,增加实践教学比重,确保人文社会科学类本科专业实践教学不少于总学分(学时)的15%、理工农医类本科专业实践教学不少于25%。<sup>[51]</sup>虽然很多高校达到了教育部规定的最低标准,但似乎并没有解决工程教育“重理论、轻实践”的问题,现行的教学安排并没有彰显工程教育实践性和工程性的特点。本研究调查的学生时间分配情况也揭示了这个问题,与美国学生相比,中国学生在上课方面花费的时间远远多于参加课外学习的时间,而美国学生在这两方面花费的时间基本相同。

第三,高校教学模式仍然较多地使用传统模式,并没有把课程教学与学科属性、专业特征以及人才培养目标有效地结合起来,更没有将个性化教育融入课程教学。工程专业教育也存在同样的问题,甚至更为严重。这可能是中美两国工程专业学生的课堂参与度表现均比其他专业学生差的主要原因之一。传统讲授式教学模式依旧在当前本科教学中大行其道,这种“填鸭式”教学总是企图将知识一股脑地倾倒给学生,打包强塞进学生的大脑。在这样的教学模式下,不仅是工程专业学生,而是所有学生都普遍存在课堂参与度低的表现,课堂出现了“沉默的大多数”。这种教学模式也直接影响学生的学习方式。学习方式是个体在学习时所表现的具有偏好性的行为方式与行为特征。<sup>[52]</sup>学习方式反映了学习者学习行为的倾向性和规律性,传统教学模式使学生

更习惯被动式学习方式,深度学习环境和氛围的缺乏使学生逐渐养成不加思考地接受知识、缺乏创新性和批判性的学习行为习惯。

除了本研究聚焦的以上两项研究结果外,值得进一步思考的是,本研究的结果也显示中美两国学生在学习行为上存在显著差异。如美国工程专业学生投入课上和课外学习的时间基本对等,而中国工程专业学生投入课堂学习的时间更多,约为课外学习时间的两倍;在反思性学习、挑战性学习、课堂参与性学习等方面,中国研究型大学工程专业学生的表现也逊色一些。这些差异与中美高校的课程设置、教学模式以及劳动力市场对学生知识和能力的要求直接相关。<sup>[53-54]</sup>例如,美国高校学生从大一到毕业,平均每学期完成的学分都低于15,学生因此有较多的时间参加课外活动和实践学习,而中国高校学生在大三结束前基本完成绝大部分课程,有的学生因此每学期要修10多门课程,很难挤出足够的时间参与课外学习活动。又如,美国高校丰富的课程设置、灵活的选课机制以及优越的小班教学都为学生开展反思性和挑战性学习、提升课堂参与度创造了良好条件。

## 六、总结与启示

高等教育的根本使命和本质要求是培养人才。在实施创新驱动发展战略和“双一流”建设背景下,我国研究型大学在培养拔尖创新人才方面需要有更高的要求、更大的作为。在人才培养过程中,中美两国高校在工程专业本科生培养方面都有待进一步完善和提高,尤其是中国工程专业的人才培养与国外研究型大学相比尚存在较大差距,要实现培养拔尖创新人才的目标,还需要高校及相关各方共同努力。

第一,高等教育研究者与工程教育实践者需要加强工程教育研究力度,分析探讨工程教育的特点,进一步深入剖析工程专业学生的学习行为。虽然人们都认为工程教育有其独特性,但截至本研究,还没有发现系统且详细探讨工程专业本科生学习行为的实证性研究成果。本研究基于已收集到的数据尝试性分析发掘工程专业学生的学习行为,但非常遗憾的是,并没有发现工程专业学生的独特学习行为。这虽然与笔者的期待有所差异,但基于目前工程教育的现实,这个结论也没有完全超越研究假设。鉴于此,继续探讨工程专业学生学习行为特征仍然是高等教育研究者与工程教育实践者必须承担的重

任。

第二,高校应为学生提供更多的学习参与和实习机会,从而加强实践教育和创新教育的力度,塑造符合工程教育特点的学习行为。众多理论都强调学习参与的重要性,尤其是在培养工程专业学生实践能力方面发挥的重要作用。诚然,学生在实践教学中的参与程度以及学校为实践教学提供的支持,对于学生学习行为塑造和习惯养成具有重要作用。但行为塑造是一个长期、持续的过程,高校对于工程专业学生实践能力的培养要贯穿本科教育始终,确保学生在就读期间的理论学习与实践经历相结合,实践性教学参与的阶段性与连贯性相统一。对于工程专业教育而言,任何割裂理论学习与实践教学的安排都会影响学生学习效果和教学质量。本文第二作者在参加中国一所大学的本科教育水平审核评估时,一位大四学生在访谈中讲述了他实习的收获。当时他刚完成实习后返校,准备毕业。他说在大一、大二上理论课时有很多知识点没有搞清楚,直到大四经历了这次实习,才有了比较全面和深刻的认识。他还非常遗憾地说,如果在大一或者大二时有这样的实习机会,他的大学学习经历将会重新改写。毫无疑问,实习对培养工程专业学生的实践能力至关重要。

第三,高校需要把个性化教育和团队合作能力培养结合起来,让学生通过多元化的学习实践,成长为既有独立工作能力又具备合作经验的未来工程师和工程领域实践者。我们培养的学生今后在社会上既要生存又要发展,如何生存、发展?“共性生存,特性发展”,“个性=共性+特性”。<sup>[55]</sup>在全球化工业发展的新阶段,任何重大工程问题的解决都离不开团队合作,较强的团队合作能力和沟通交流能力日渐成为工程领域工作者必备的职业素养,工程专业毕业生要想在工作中得以立足,必须具备这些基本的职业素养。同时,他们要想在工作中获取进一步发展,还要靠自己的学科特长、优势以及由此而形成的竞争力。毕业生是否具备这些能力和素养,在很大程度上取决于他们在大学期间接受的教育和训练。因此,在“新工科”建设背景下高校有责任创新工程教育模式。一方面,要转变传统的工程教育理念,坚持“以学生为中心”,在工程专业学生培养过程中开展个性化教育、实施个性化教学,充分挖掘学生的潜能,提升他们的专业能力。另一方面,重视学生就读期间交往的作用,引导形成“学习共同体”。要注重师生互动、生生互动,开展小班教学,完善教室移动课桌椅设计和摆放,增设智慧教室和研讨学习中心,

提升参与式学习、互动性学习和合作式学习的教学空间环境质量,通过交往实践培养工程专业学生的团队合作能力和沟通交流能力,提升其综合素质。

第四,高校应从课程设计、教学方法、学习任务分配、学习成果评估等方面改进课程教学模式,培养学生敢于自我挑战以及不唯权威是从的信心,从而为未来从事突破性工程研究创新奠定基础。桑福德(N.Sanford)提出,学生在大学期间的学习和发展在很大程度上有赖于学业挑战和学业支持的平衡。<sup>[56]</sup>具体而言,为实现学业挑战和学业支持的平衡和匹配,首先,在教学目标上应覆盖认知过程所有层级的目标,同时体现目标的进阶和梯度,不仅要识记,更应注重设置和实现“应用、综合、评价和创新”等高阶目标。其次,在课程设置上可适当增加顶点课程,增强学生学习过程中的高峰体验,提升他们的学习兴趣、知识整合和应用能力。最后,在教学方式上应鼓励教师改进课程教学设计,在教学过程中尝试使用并增加探究式学习、基于问题导向的学习(PBL)、项目式学习等方法,在理论学习和实践教学中提高学业挑战度,培养学生勇于挑战自我和权威的精神并形成学习行为习惯,进而提升其批判性思维能力。

#### 参考文献:

- [1] Forschungsunion, acatech. Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0 [EB/OL]. <http://www.acatech.de/uk/home-uk/work-and-results/publications.html>.
- [2] INDUSTRIAL INTERNET CONSORTIUM [EB/OL]. [https://www.iiconsortium.org/?gclid=EA-IaIQobChMI3pHzj7n82gIVwbSWCh07ZAZJEAAYASAAEgLajfD\\_BwE](https://www.iiconsortium.org/?gclid=EA-IaIQobChMI3pHzj7n82gIVwbSWCh07ZAZJEAAYASAAEgLajfD_BwE).
- [3] 宁胜男. 莫迪政府“印度制造”——效果评析与前景展望[J]. 印度洋经济体研究, 2017, (3): 60-77.
- [4] MOSES J. Engineering with a Big E: Integrative Education in Engineering[R]. MIT, 1994: 3.
- [5] U.S. Department of Education, Office of Innovation and Improvement. STEM 2026: A Vision for Innovation in STEM Education[R]. 2016: 6.
- [6] Committee on STEM Education of the National Science & Technology Council. Charting A Course for Success: America's Strategy for STEM Education[R]. 2018: 5-9.
- [7] 查尔斯·维斯特. 麻省理工学院如何追求卓越[M]. 蓝劲松, 译. 北京: 北京大学出版社, 2013: 95.
- [8] 林健. 从大国迈向强国: 改革开放40年中国工程教育[J]. 清华大学教育研究, 2018, (2): 1-17.
- [9][31] DONG X S, LIU X W. A Review of Engineering Education in China: History, Present and Future[C]// 2017 ASEE International Forum, 2017.
- [10] 夏征农. 辞海[K]. 上海: 上海辞书出版社, 2001: 958.
- [11] 中国社会科学院语言研究所. 现代汉语词典[K]. 北京: 商务印书馆, 1984: 1291.
- [12][52] 林崇德, 杨治良, 黄希庭. 心理学大辞典[K]. 上海: 上海教育出版社, 2003: 1437, 1482.
- [13] ZIRPOLI T J. 学生行为管理——教师应用指南(第4版)[M]. 关丹丹, 张宏, 申颀等, 译. 北京: 中国轻工业出版社, 2004: 23-28.
- [14] 刘佳佳, 金成星. “卓越工程师教育培养计划”背景下的理工科大学生英语学习行为现状分析[J]. 湖北经济学院学报(人文社会科学版), 2014, (10): 197-200.
- [15] 罗立胜, 何福胜, 杨芳. 理工科学生外语学习行为模式的探讨[J]. 外语与外语教学, 2001, (9): 31-33.
- [16] BENNETT S. Learning Behaviors and Learning Spaces[J]. Libraries and the Academy, 2011, (3): 765-789.
- [17] 李伟, 刘畅. 大学生学习行为模式与学习效果相关性的实证研究[J]. 中国青年研究, 2006, (11): 39-43.
- [18] 王沛, 康廷虎. 建构主义学习理论述评[J]. 教师教育研究, 2004, (9): 17-21.
- [19] MERWIN J C. Historical Review of Changing Concepts of Evaluation[M]// TYLER R L. Educational Evaluation: New Roles, New Methods: The Sixty-Eighth Yearbook of the National Society for the Study of Education, Part II. Chicago: University of Chicago Press, 1969: 6-25.
- [20] PACE C R. Achievement and the Quality of Student Effort[EB/OL]. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED227101.pdf>.
- [21] AUSTIN A. Achieving Education Excellence: A Critical Assessment of Priorities and Practices in Higher Education[M]. San Francisco: Jossey-Bass, 1985: 58-59.
- [22] PASCARELLA E T, TERENZIZI P T. How College Affects Students: A Third Decade of Research[M]. San Francisco: Jossey-Bass, 2005: 602.
- [23] KUH G D. High-impact Educational Practices: What They Are, Who Has Access to Them, and Why They Matter[M]. Washington: AACU, 2008: 9-11.
- [24][48] 常桐善. 中美本科课程学习期望与学生学习投入度比较研究[J]. 中国高教研究, 2019, (4): 10-19.
- [25][49] 龚放, 吕林海. 中美研究型大学本科学习参与差异的研究——基于南京大学和加州大学伯克利分校的问卷调查[J]. 高等教育研究, 2012, (9): 90-100.
- [26] 陆根书, 彭正霞, 胡文静. 不同学科大学生学习经历差异分析[J]. 苏州大学学报(教育科学版), 2014, (1): 64-73.

- [27] 黄炯,叶伟巍,谢孟泽,等. 互联网技术环境下理工科大学学生学习行为影响因素实证研究[J]. 高等工程教育研究,2018,(5):161-165.
- [28] 王娟娟,李华. 大学生课堂学习行为的研究[J]. 高教论坛,2010,(7):22-25.
- [29] 王纾. 中美研究型大学本科课程教学的比较研究:以学生课程学习体验为视角[J]. 外国教育研究,2012,(4):111-119.
- [30] 史静寰,涂冬波,王纾,等. 基于学习过程的本科教育学情调查报告 2009[J]. 清华大学教育研究,2011,(8):9-23.
- [32] FELDER R M, SILVERMAN L K. Learning and Teaching Styles in Engineering Education[J]. Engineering Education,1988,(7):674-681.
- [33] EVANS D L. Design in Engineering Education: Past Views of Future Directions[J]. Engineering Education,1990,(5):517-22.
- [34] MILLS J E, TREAGUST D F. Engineering education: Is Problem-based or Project-based Learning the answer[J]. Australasian Journal of Engineering Education,2003,(2):2-16.
- [35] LITZINGER T, LATTUCA L R, HADGRAFT R, et al. Engineering Education and the Development of Expertise[J]. Journal of Engineering Education, 2011,(1):123-150.
- [36] KOLMOS A, GRAAFF E D. Problem-based and Project-based Learning in Engineering Education [M]. Cambridge Handbook of Engineering Education Research,2014:141-161.
- [37] 王沛民. 工程教育基础——工程教育理念和实践的研究[M]. 北京:高等教育出版社,2015:35.
- [38] 朱正伟,周红坊,李茂国. 面向新工业体系的新工科[J]. 重庆高教研究,2017,(3):15-21.
- [39] 余寿文,王孙禺. 中国高等工程教育与工程师的培养[J]. 清华大学教育研究,2004,(3):1-7.
- [40] 韩如成. 工程实践能力培养的探索与实践[J]. 中国大学教学,2009,(6):77-79.
- [41] 莫甲凤. 研究性学习在拔尖创新人才培养中的实现路径——以华南理工大学为例[J]. 高等工程教育研究,2018,(3):158-164.
- [42] 喻丹,杨颖. 工科专业本科生学习效果分析——以 S 大学机械工程专业为例[J]. 复旦教育论坛,2014,(12):54-60.
- [43] 瞿振元. 推动高等工程教育向更高水平迈进[J]. 高等工程教育研究,2017,(1):12-16.
- [44] 程明明,常桐善,黄海涛. 美国加州大学本科生就经验调查项目解析[J]. 清华大学教育研究,2009,(6):95-103.
- [45] CHATMA N S. Measures of Nonresponse Bias Associated with the 2008 Administration of the University of California Undergraduate Experience Survey[EB/OL]. <https://cshe.berkeley.edu/sites/default/files/SERU2009TechnicalReport.pdf>.
- [46] CHATMA N S. Factor Structure and Reliability of the 2011 SERU/UCUES Questionnaire Cor[EB/OL]. [https://cshe.berkeley.edu/sites/default/files/Chatman\\_SERUTechReport\\_FactorStructure\\_11\\_29\\_2011.pdf](https://cshe.berkeley.edu/sites/default/files/Chatman_SERUTechReport_FactorStructure_11_29_2011.pdf).
- [47] DOUGLASS J A, THOMSON G, ZHAO C M. The Learning Outcomes Race: the Value of Self-reported Gains in Large Research Universities[J]. Higher Education,2012,(3):317-335.
- [50] UC Undergraduate Experience Survey (UCUES) data tables[EB/OL]. <https://www.universityofcalifornia.edu/infocenter/ucues-data-tables-main>.
- [51] 教育部等部门关于进一步加强高校实践育人工作的若干意见[EB/OL]. <http://old.moe.gov.cn/publicfiles/business/htmlfiles/moe/s6870/201209/142870.html>.
- [53] 常桐善. 中美研究型大学本科生基本能力比较研究[J]. 中国高教研究,2018,(2):48-55.
- [54] 吕林海,龚放. 中美研究型大学本科生学习经历满意度的比较研究——基于 SERU 调查的实证分析[J]. 清华大学教育研究,2016,(3):24-34.
- [55] 刘献君. 个性化教育的十个观念[J]. 高等教育研究,2018,(9):1-7.
- [56] SANFORD N. Where Colleges Fail: A Study of Student as Person[M]. San Francisco, CA: Jossey-Bass,1968:87-149.

(本文责任编辑 李晓宇)