

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2020.03.003

欢迎按以下格式引用:周红坊,戴思源,朱正伟,等.“新工程教育转型”与“工程教育融合创新”的比较研究[J].高等建筑教育,2020,29(3):17-23.

“新工程教育转型”与 “工程教育融合创新”的比较研究

周红坊^a,戴思源^b,朱正伟^c,张忠^d

(重庆大学 a.公共管理学院 高等教育研究所;b.应用技术学院;c.土木工程学院;d.网络教育学院,重庆 400044)

摘要:为应对第四次工业革命的需求和挑战,MIT实施了第四次工程教育改革(MIT4.0)——新工程教育转型(NEET),卓越联盟高校开展了面向新工业革命的工程教育体系研究,提出了工程教育融合创新(EEII)。其中,新工程教育转型的主要内容包括实施项目中心课程、增加教学多样性、提高项目灵活性、转变学生思维方式、强调系的领导作用以及引领未来的工程教育。工程教育融合创新的核心内容包括面向新工业革命的中国工程教育发展战略、重构中国工程教育的治理体系、从“回归工程”走向“融合创新”的工程教育范式、实施基于工业价值链的工程人才培养模式、构建新的知识体系和面向工程过程的课程体系、工程人才培养质量标准体系的构建策略等。基于工程教育八要素视角,对新工程教育转型和工程教育融合创新进行比较可知,MIT通过转型成为新的工程教育,是连续性的动作;我国高校需要在充分融合的基础上不断创新,以实现工程教育转型的成功,完成变轨超车。

关键词:新工程教育转型;卓越计划2.0;融合创新;工程教育范式;比较

中图分类号:G642 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2020)03-0017-07

第四次工业革命的到来给制造业、互联网等行业带来了挑战与改革需求,各国都在抓紧部署工程教育改革。美、德、日、英等国纷纷提出振兴和发展本国工业的战略计划,如美国“先进制造业伙伴计划(AMP)”“工业互联网”以及德国“工业4.0”。面对环境的巨变,我国也启动了“中国制造2025”“一带一路”“互联网+”和“创新驱动发展”等发展计划以抢占技术和工业发展高地。

世界范围内,美国是工程教育的典范。由英国2018年《泰晤士报高等教育(THES)》^[1]报道可知,全球工程教育排名前20的高校中有一半来自美国,如长期处于全球工程教育领导地位的麻省理工学院(MIT),一直保持着创新的势头,并引领世界工程教育发展的“科学范式”和“工程范式”。

修回日期:2019-07-30

基金项目:教育部人文社会科学研究专项“工程科技人才培养研究”(17JJDGC018);重庆市高等教育教学改革研究项目(183133)

作者简介:周红坊(1991—),女,原重庆大学公共管理学院研究生,现浙江大学公共管理学院博士生,主要从事高等建筑教育和工程教育研究,(E-mail)1028808107@qq.com。

为迎接第四次工业革命的挑战,2016年6月,MIT正式启动新工程教育转型(New Engineering Education Transformation,简称“NEET”),拉开了其第四次工程教育改革(MIT4.0)的大幕,吹响了美国工程教育改革面向新工业革命的号角^[2]。

我国教育部于2010年启动实施了“卓越工程师教育培养计划”,即卓越计划一期。为研究新工业革命对工程教育的影响及其对策,2013年卓越联盟9所高校共同承担了教育部人文社会科学研究专项“面向新工业革命的工程教育体系研究”项目,提出了“工程教育融合创新”(Engineering Education Integration Innovation,简称“EEII”)理念。其主要内容包括用成果导向教育理念引导高等工程教育教学改革^[3]、面向新工业革命的中国工程教育发展战略^[4],认为工程教育范式要从当前的“回归工程”走向“融合创新”^[5]、工程人才培养模式创新是基于工业价值链^[6]、课程体系的构建逻辑是面向工程过程^[7],提出了工程教育人才培养质量标准体系的构建策略^[8]及实施卓越工程师教育培养计划2.0的思考^[9]等。到目前为止,研究团队共发表研究论文33篇,其中CSSCI期刊论文25篇。论文累计他引1400余次,单篇最高他引400余次。由此可见,EEII已经得到了较高的关注,引起了较大的社会反响与共鸣。

虽然NEET和EEII都是面向新工业革命的工程教育改革,但各有不同。文章分析了二者的特点和主要任务的异同,从工程教育八要素的角度对其进行对比分析,以期为我国工程教育进一步改革提供可资借鉴的方案,使我国工程教育更好地适应和应对新工业革命的挑战,朝着世界工程教育强国迈进,成为引领世界工程教育的领头羊。

一、NEET与EEII的特点和主要任务比较

(一)特点

NEET和EEII都具有前瞻性,都是工程教育领域为应对新工业革命挑战制定的改革方案。相比较而言,NEET更具个性化、针对性,且操作性和适用性更胜一筹;而EEII虽将宏观与微观、普适性与针对性相结合,但仍以宏观和普适性为主。NEET脱胎于MIT,是基于MIT自身教育改革实践而构成的连续性动作;而我国则需要在充分融合的基础上创新方能完成工程教育的改革,实现变轨超车。这属于跳跃性动作。

(二)主要任务

项目中心课程是NEET最直接、最核心的任务,也是在“NEET官网”里面被浓墨重彩书写的部分。这说明NEET在具体操作层面的务实性和可操作性强,且成效显著。

NEET非常重视学生思维方式的培养,包括创造(Making)、发现(Discovering)、人际交往能力(Interspersonal Skills)、个人能力和态度(Personal Skills and Attitudes)、创新性思维(Creative Thinking)、系统思维(Systems' Thinking)、批判性与元认知思维(Critical and Meta-cognitive Thinking)、分析思维(Analytical Thinking)、计算思维(Computational Thinking)、实验思维(Experimental Thinking)以及人文情怀(Humanistic)^[10]。学生思维模式的培养是学科教育的重要组成部分,欧林工学院的米勒校长也认为“面向21世纪的教育必须超越对学科知识的学习”,并且要更加注重和加强合作思维模式、跨学科思维模式、创业思维模式、伦理思维模式和全球思维模式^[11]共五种思维模式的学习。而NEET对思维方式的重视不仅体现在NEET六大任务中,还体现在他们对思维方式内涵的界定上。“华盛顿协议”与我国2017版工程教育专业认证标准提出了复杂问题

解决思维、合作思维等思维方式。然而,无论是米勒校长提出的5种思维模式,还是“华盛顿协议”和我国2017版工程教育专业认证标准所强调的,都与NEET要求的11类思维方式不同。比较后发现,NEET更加注重创造、发现、系统、元认知、分析、计算和实验等思维方式。而我国更强调创新和批判性思维、人际交往能力、个人能力和人文情怀等思维方式的培养。由此可见,我国目前所提倡的内容存在不够全面、不够深入、不够广范等问题。

无论是实施项目中心课程、提高教学多样性,还是增加项目灵活性,或培养学生11类思维方式等方面,NEET不仅强调以学生为中心,而且还注重实施过程,强调实施步骤。首先,推行新的改革,小范围试点。其次,为实现教育改革的预期目标,贯彻持续改进理念。为此,在改革过程中,教改方案制定者要不断收集改革试点实施过程中遇到的问题和评估效果,再对准目标逐步修正预定方案,以无限接近预期目标。“定义未来的工程教育”是NEET的内容之一,也是实施步骤的最后一步。尽管文字不多,但可以看出MIT的胸怀——做天下人未做之事并为此做出新的贡献。正如将打造工程教育国家实验室视为己任的欧林工学院,MIT尝试通过“线上”“线下”有机结合让更多的学生受益,并致力于向全球推广其成功的经验和做法^[12]。在成功践行科学范式与工程范式后,MIT不仅是全球工程教育的变革先锋,更是工程教育改革的领导者。据此,作为MIT新一轮工程教育转型实践主体,NEET将引发新一轮全球工程教育改革。

NEET的首要任务是解决MIT本校的问题,目标具体,思路清晰。两相比较,EEII的任务则具复杂性。首先,我国工程教育改革面向的学校不仅数量多、层次多,而且情况也更复杂,如部分学校还处于工程教育的“科学范式”阶段,还没有完全“回归工程”;再如我国2000余所高校统一工程教育改革路径存在统筹障碍与实践难度,因此,EEII的任务复杂性远超NEET,其内涵也更为丰富,直面的挑战和需要解决的问题也更多。

二、基于工程教育八要素的NEET与EEII比较

(一) 教育理论

1. 关于工程教育范式

新机器与系统(New Machines and Systems)的出现意改变了学习与研究对象,为此,高校需要更新课程和教学方式。从内涵看,NEET的核心内容集中体现在教学体系上,属于教学体系的改革,但MIT并没有进行颠覆式的改变。此外,NEET解决的是工程教育的内部问题,而MIT工程教育的外部问题即工程教育和工业界的衔接良好,可以适应新机器出现所带来的变化,无需对其工程教育进行颠覆式改变,因此,NEET没有提出新的工程教育范式。

我国的“工业4.0”和“中国制造2025”要求高校工程教育要解决内部问题,即改革教学体系。此外,由于我国高校工程教育与工业界的衔接缺乏制度和法律保障,故高校工程教育的外部问题也需要解决,而内外部问题的解决需要新的工程教育范式。笔者此前也论述了工程教育范式须从当前的“回归工程”走向“融合创新”^[5]。

2. 关于目的与目标

NEET的目的和目标是在学校层面从学习内容与学习方式上思考工程教育改革路径。尽管NEET目前涉及的范围只在MIT,但由于其在世界工程教育界显赫的地位,如果改革成功势必引发并推动全球工程教育的改革潮流。此为本研究选择NEET作为分析对比样本的原因之一。

我国虽是全球工程教育大国,但不是强国。为提升学生工程素养,提高工程人才培养质量,早日把我国建成世界工程教育强国,积极探索和实施新的工程教育改革是必经之路。针对中国高等工程教育的具体情况,我国高校既需要制定宏观的政策制度,也需要微观的人才培养具体措施。与 NEET 相对具体、清晰的目的和目标不一样,EEII 从宏观和微观视角对改革思路进行规划,内涵更加丰富。

(二) 教育者

“突出教师的价值”是 NEET 的两大基本原则之一,强调了教师在 NEET 中的作用与地位。这既说明了 MIT 对教师的重视,同时也体现了 MIT 对教师提出的更高标准与要求。教师是教改的执行者,MIT 突出了教师在工程教育改革中的地位和作用,值得我国高校借鉴与效仿。

我国工科教师队伍呈现体量大、分布散的特点,其中青年教师占整体工程教育师资队伍的比例已超过 50%,数十万工科教师分布在全国 2 000 余所高校里,因此,我国工程教育改革需要加强和改进工程教育师资队伍建设,推进设岗聘任、职称评聘、晋级考核等人事制度改革,以一流的师资队伍促进人才培养质量的提升。

(三) 受教育者

学生是大学的基本核心要素,让学生学有所获是全社会的共识和需求,也是大学教育的出发点和立足点。从这方面看,NEET 与 EEII 的认识和出发点具有一致性,二者皆希望提高学生能力和素质,提升学生职业适应力。NEET 先遴选数十名学生进行试点,再扩大范围。站在促进我国工科学子整体能力和素质提升角度,我国高校有必要借鉴 NEET 的做法,尝试遴选若干高校的部分工科专业的部分学生进行教育试点,总结实施过程中的经验、教训,再逐步扩大范围。

(四) 教育内容

1. 关于专业设置与管理

专业是办学的基本单元和载体。虽然,MIT 并没有在 NEET 中明确提及专业设置与管理相关事宜,但是,MIT 已有的教育改革经验,确保了其在专业设置上的自由度与灵活度。反观我国高校缺乏专业设置自主权,专业设置需要层层审核把关。虽然“放管服”政策的实施对高校要开办目录内专业提供了不少便利,但目录外专业仍然要经过层层论证和审核。为此,EEII 给出了一个解决策略,宏观上进一步加大专业设置、管理政策方面的改革,微观上提出按照工业界主题设置专业。

2. 关于课程体系

课程体系是工程教育改革的核心和实施载体。由于 NEET 要解决的问题相对具体,其课程体系也很具体,即实施项目中心课程,并逐级递进。我国工程教育改革除了强化和落实了“以学生为中心”的理念,还要解决 20 世纪以来我国工程教育实践教学中的难题。基于此,EEII 提出要构建“三层次五模块”的知识体系^[4],而且还认为课程体系的构建模式是基于工程过程的^[7],即构思、设计、实施、运营、回收和再利用(CDIOR)的过程。

(五) 教育方法与手段

1. 关于教学方法

NEET 非常重视教学方法的实践,要求以学生为中心、采用综合性的教学策略。MIT 认为新的工程教育转型应该围绕优化学生的学习方式来构建他们的教育,掌握学生的最佳学习方法以促进教学方法的转变,让学生能够全身心地投入到教学和自主学习中。同时,NEET 应借鉴可行性高、效

果好的研究成果,以提升学生参与课堂教学的积极性。鉴于当前我国的实际情况,EEII认为我国高校要从教师为中心转向强调学生主动学习和主动实践的“以学生为中心”的教学模式,如成果导向^[13]、科教融合^[14]、混合式^[15]等教学模式,积极探索并实施多元化的实践教学,实施理论与实践一体的“做中学”。

2. 关于教育信息技术

MIT重视数字化学习在NEET中的应用。数字化学习是每一个项目都必不可少的环节和要求,也被融入到NEET的其他实践过程中,如强调专业实践中数字化学习的创新性使用。中国工程教育改革一方面要借鉴NEET的举措积极促进学生主动、合理地进行数字化学习;另一方面,由于中国高校多、分布广、生师比大,需要合理地将现代信息技术融入教育教学过程,把优质教育教学资源推广到更多的高校,以提高人才培养质量。

(六) 教育模式与途径

1. 关于人才培养

人才培养模式的改革与实施是教育模式改革的重要内容。NEET总结了11类思维方式,并认为这是MIT要教会学生的重要内容。针对我国的实际情况,EEII在分析了工业价值链的5个方面后提出我国要实施基于全科通识教育的专业教育模式、以创新能力培养为核心的创新能力本位模式、跨界模式、过程模式和工商融合模式等五大工程人才培养模式^[6]。

2. 关于教育途径

NEET强调跨界培养,注重学科交叉与融合,同时也很重视工程实践。EEII强调要加强工程教育与工程实践的结合,但由于中国的实际情况不同,对人才培养模式和教育途径需求度高,也更复杂,因此,EEII强调要多层次、多途径地实施工程教育。

(七) 教育环境

MIT本就具有创新基因。在NEET颁布之前,MIT已完成了关于学校未来教育发展路径的调查研究,形成了相应的教育改革文化氛围。然而,NEET除了明确要求校内相关学院紧密配合、做好学科交叉和跨界融合外,却没有明确对学校外部环境作要求,也没有明确关于软环境和硬环境的要求。

我国高校面向新工业革命的工程教育改革存在以下问题。首先,没有就改革路径达成共识,有的学校甚至还没开始思考这个问题。其次,学校外部改革环境差,如部分管理规定、重视工程教育的社会文化、场地和设施等也都还存在诸多不足。基于此,EEII提出我国高校内部要统一认识、齐抓共管;校外要大力支持、形成合力,共同营造全社会重视工程教育的氛围。最后,对专业设置、经费使用、队伍建设等管理制度要进一步简政放权,形成制度、培育文化和扩张场地、改善设施等软硬件环境。

(八) 利益相关者

工程教育的利益相关者包括政府、企业、行业联盟和科研教育机构。NEET进程中,MIT并没有明确政府、行业、企业在工程教育转型中的角色。面临我国高校近2万个工科专业点的现实情况,EEII需要一个强有力的领导机构来统筹全局,让改革顺利进行,持续地在全国实施、推广,而此角色非教育部莫属。此外,鉴于推进和实施新的改革耗时较长,发改委、人社部、财政部、工信部、工程院、科技部、住建部、交通运输部、国家税务总局等国家部委都要在这一进程中扮演重要角色,发挥

重要作用。最后,相关的行业联盟、企业也应积极参与其中,逐渐形成工程教育利益相关者积极参与的改革环境,建立“政府、企业、行业联盟、科研教育机构”四位一体的新型的工程教育治理体系^[4],以期早日把我国建设成为世界工程教育强国。

三、结语

综上所述,尽管 NEET 和 EEII 都是以应对第四次工业革命所带来的挑战为出发点,对未来工程教育如何行动、如何培养学生提出思考。但由于国情不同,面向的对象以及所需解决的问题存在差异,NEET 和 EEII 既有相同之处也与不同之处。NEET 立足高校教育改革,引领世界乃至未来工程教育改革方向,更多地展示了 MIT 教育改革的连续性,而我国高校需要通过融合、创新实现变轨超车以形成新的工程教育,支撑我国由工程教育大国走向工程教育强国。因此,鉴于 MIT 的教育变革轨迹,我国工程教育变革路径具备跳跃性。最后,“卓越计划 2.0”的适时出台,不仅强调了融合创新这一工程教育改革的根本内涵和本质要求,更是吹响了我国高等工程教育进入世界第一阵前列的号角。

参考文献:

- [1] Times Higher Education World Universities Ranking. World University Rankings 2018 by subject: engineering and technology [EB/OL]. https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/2018/subject-ranking/engineering-and-IT#!/page/0/length/25/sort_by/rank/sort_order/asc/cols/stats.
- [2] Graham R. The global state of the art in engineering education [M]. Massachusetts Institute of Technology (MIT), Massachusetts, USA 2018, 2016.
- [3] 李志义,朱泓,刘志军,等. 用成果导向教育理念引导高等工程教育教学改革[J]. 高等工程教育研究,2014(2):29-34;70.
- [4] 朱正伟,李茂国. 面向新工业革命的中国工程教育发展战略研究[J]. 中国高教研究,2018(3):44-50.
- [5] 李茂国,朱正伟. 工程教育范式:从回归工程走向融合创新[J]. 中国高教研究,2017(6):30-36.
- [6] 李茂国,朱正伟. 基于工业价值链的工程人才培养模式创新[J]. 中国高教研究,2016(12):36-40,45.
- [7] 李茂国,朱正伟. 面向工程过程的课程体系研究[J]. 高等工程教育研究,2014(4):1-5,14.
- [8] 孟凡芹,朱泓,吴旭东,李志义. 面向“新工业革命”工程教育人才培养质量标准体系构建策略[J]. 高等工程教育研究,2015(5):15-20.
- [9] 朱正伟,李茂国. 实施卓越工程师教育培养计划 2.0 的思考[J]. 高等工程教育研究,2018(1):46-53.
- [10] NEET Ways of Thinking [EB/OL]. <http://neet.mit.edu/wp-content/uploads/2017/07/NEET-Ways-of-Thinking-Nov-21-2016.pdf>.
- [11] 于海琴,陶正,王连江,等. 欧林:打造工程教育的“实验室”(上)——访欧林工学院校长理查德·米勒[J]. 高等工程教育研究,2018(3):45-32.
- [12] Bailey Chelsea. The Minerva Project: An OLIN-Like Experience [EB/OL]. <http://www.olin.edu/blog/career-and-graduate-stories/post/the-minerva-project-olin-experience/>.
- [13] 王金旭,朱正伟,李茂国. 成果导向:从认证理念到教学模式[J]. 中国大学教学,2017(6):77-82.
- [14] 李茂国,周红坊,朱正伟. 科教融合教学模式:现状与对策[J]. 高等工程教育研究,2017(4):58-62.
- [15] 王金旭,朱正伟,李茂国. 混合式教学模式:内涵、意义与实施要求[J]. 高等建筑教育,2018,27(4):7-12.

Comparison study on the new engineering education transformation and the engineering education integration innovation

ZHOU Hongfang^a, DAI Siyuan^b, ZHU Zhengwei^c, ZHANG Zhong^d

(*a. School of Public Affairs, Institute of Higher Education; b. College of Applied Technology;*

c. College of Civil Engineering; d. College of Network Education, Chongqing

University, Chongqing 400044, P. R. China)

Abstract: To cope with the needs and challenges of the fourth industrial revolution, MIT initiates the fourth engineering education transformation (MIT4.0), which can also be called new engineering education transformation (NEET); the Alliance of Excellent Colleges proposes engineering education integration innovation (EEII). Contents of NEET include project centric curricular, diversified teaching, flexibility, ways of thinking, building on the departments' strengths and defining the engineering education of the future. EEII has several parts including the development strategy of China's engineering education facing the fourth industrial revolution, reconstructing the governance system of China's engineering education, the shift of paradigm of engineering education from returning of engineering education to integration and innovation, implementation of engineering talent training mode based on industrial value chain, building a new knowledge system and a curriculum system facing engineering process, construction strategy of quality standard system of engineering talents training, etc. From the perspective of eight elements of engineering education, this study compares the differences and similarities of NEET and EEII. This study finds that MIT realizes its new engineering education by transformative behavior, a connective one. Chinese universities need to innovate on the basis of full integration to achieve the success of engineering education transformation, and to realize "corner overtaking".

Key words: new engineering education transformation; Plan of Outstanding Engineers 2.0; integration innovation; engineering education paradigm; comparison

(责任编辑 梁远华)