

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2023.02.004

欢迎按以下格式引用:丁潇颖,李玮轲,赵致远,等.创新与融合——麻省理工学院新工程教育改革概况及启示[J].高等建筑教育,2023,32(2):28-35.

# 创新与融合

## ——麻省理工学院新工程教育改革概况及启示

丁潇颖<sup>a,b,c</sup>,李玮轲<sup>a</sup>,赵致远<sup>a</sup>,刘磊<sup>a,b,c</sup>

(河北工业大学 a. 建筑与艺术设计学院;b. 城乡更新与建筑遗产保护中心;

c. 河北省健康人居环境重点实验室,天津 300401)

**摘要:**新一轮科技革命和产业变革向工程教育提出了新要求。面对产业发展需求,如何建立前瞻性的新知识、新技术体系,培养学生解决实际工程问题的能力,成为当前我国工程教育改革的当务之急。以全球新工程教育改革的领跑者麻省理工学院为例,对其“新工程教育改革”计划进行系统梳理,研究新工程教育改革原则,解析以“项目为中心”的串编课程体系,从教师、学生、社会力量的视角探讨工程教育的治理模式,并重点分析工程教育思维模式、工程教育实践、师生角色转变与校企融合等方面的创新举措,提出适合我国工程教育发展的建议,以期为新时期工程教育改革提供借鉴与启示。

**关键词:**新工程教育改革;麻省理工学院;人才培养

**中图分类号:**TU-4;G642.0

**文献标志码:**A

**文章编号:**1005-2909(2023)02-0028-08

传统工程教育已不能完全适应以人工智能、大数据、物联网等为特征的新技术、新产业、新业态的快速发展。从工程人才培养方式来看,工程教育以理科教育思维方式为主;从工程人才课程体系来看,教学科研与实际生产脱节;从工程人才治理模式来看,行业企业对人才培养过程参与不足,工科学生缺乏真实实践环境<sup>[1]</sup>。因此,文章以全球新工程教育改革的领跑者麻省理工学院为例,系统梳理新工程教育改革计划的原则、课程体系和治理模式,并总结分析其在培养方式、教学体系、治理模式方面的创新举措,以期为新时期中国工程教育改革提供借鉴与启示。

### 一、麻省理工学院新工程教育改革的原则

新工程教育改革(new engineering education transformation, NEET)是麻省理工学院于2017年发

修回日期:2022-06-07

**基金项目:**2021年度河北省社会发展研究课题“‘城市代谢’视角下河北省城镇生态住区建设模式研究”(20210301194);教育部产学合作协同育人项目“基于BIM的协同创新实践基地和社会服务平台建设”(202102234019);河北工业大学2021年度本科教育教学改革研究与实践项目“面向新工程的建筑学专业四年级设计课程教学模式研究”(202101011)

**作者简介:**丁潇颖(1992—),女,河北工业大学建筑与艺术设计学院讲师,博士,主要从事工程教育研究,(E-mail)568334000@qq.com。

起的一项教育改革计划。新工程教育改革最突出的特点是以项目为中心,通过跨学科、跨部门的合作,向学生传播和灌输新工程人才应具备的思维方式,培养学生成为未来的创造者和发现者,以缩短工程教育理论与实践之间日益扩大的差距,使教学内容能适应时代的发展需求。

### (一) 面向新机器和新系统

这里的“机器”和“系统”指的是工程师建造的所有内容,包括基础设施类、信息类、分子类、机械类和生物结构等。这些新机器和新系统与机器学习、物联网、机器人和自主系统、新型材料设计制造系统、智能电网、城市和城市基础设施、可持续材料和能源系统、人工智能驱动的医疗诊断和治疗等直接影响城市未来发展的工业产品密切相关。

### (二) 创造者和发现者

麻省理工学院指出,学生应准备好扮演创造者和发现者的角色,将基础知识作为未来从事实践类或研究类工作的基础。创造者指的是企业中的革新者——他们实际构思、设计、实施和操作,创造出具有价值的系统和产品。发现者是指未来从事研究和研发工作的人群——他们将创造新知识,增加我们对生活现象的理解。

### (三) 最适宜学生的学习方式

麻省理工学院推出的新工程教育改革主要围绕学生最适宜的学习方式建立,让学生更积极地参与课堂,更多地参与项目,创造性地发挥数字学习和专业经验的作用。

### (四) 思维模式

新工程教育改革的12种思维模式是专门为帮助学生适应科技快速发展而构思的,其具体内容如图1所示。为更好地将思维模式整合应用到新工程教育改革项目中,麻省理工学院的多位专家为特定的思维模式开发了独立模块,将其设定为项目课程。已开发的模块包括人文、艺术和社会科学学院、工程学院负责的道德模块、批判性思维模块,建筑学院与规划学院负责的创造性思维模块,图书馆负责的自学模块等。

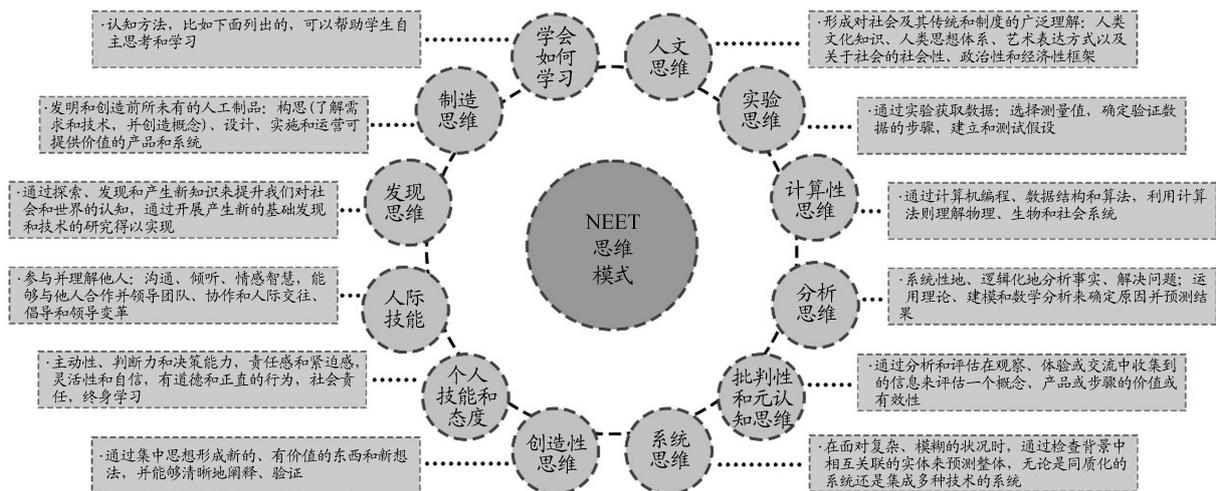


图1 麻省理工学院新工程教育改革项目思维模式

## 二、以项目为中心的串编课程体系

麻省理工学院新工程教育的一个主要特征是以项目为中心的课程体系构建。具体的课程

组织形式又被称为“串编”<sup>[2]</sup>,通过一系列与新机器、新系统相关的跨学科项目组织而成(图2)。串编课程涵盖物联网、自主车辆和系统、智能城市和城市基础设施、大型数据分析系统、可持续材料、低碳能源系统等多个领域。2022年的3个串编课程为:(1)自动化机器(autonomous machines),即机器设计、建造和机电系统、电子器件、软件、自主算法;(2)气候和可持续系统的3个类别。整合计算机科学和城市规划的新兴交叉领域的数字城市(digital cities),通过设计和建造绿色能源生产、转换、储存和传输系统来应对气候变化的能源转型(energy transition),研究适用于未来制造业的材料机器(materials machines);(3)生命机器(living machines),通过生物技术和医疗设备的广泛应用,发现、构建和设计生命系统。

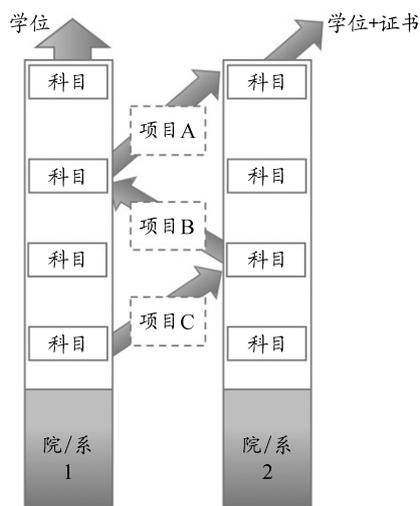


图2 跨院系以项目为中心的串编课程体系

新工程教育改革项目包括实验课程、传统讲座和客座演讲,向学生传授 STEM 知识和技能。学生在大二即可选择这些跨院系项目,并根据所在院系开设的课程继续学习基础知识。按照年级不同,项目的学习方式有所变化。在大二阶段主要以个人项目为主,到大三组成 3~5 人的小团队做项目,到大四加入更大的项目团队。在项目中,学生构思、设计、开发、实施和测试机器人和系统,以解决实际工程难题。目前已有建筑学院、城市研究与规划学院、航空航天学院、化学工程学院在内的十个学院形成合作平台,各学院在不同项目中分别承担着主持、参与、协作或开发部分模块的任务。值得注意的是,以项目为中心的学习方法不同于丹麦奥尔堡大学倡导的基于项目的学习方法(project-based learning, PBL)。PBL 是一种教学方法,学生在上课的同时,通过参与一个项目来获得知识和技能。

根据不同的培养目标,新工程教育改革项目主要分为综合项目(synthesis projects)和发现项目(discovery projects)两类<sup>[3]</sup>。在综合项目中,学生可根据自身对知识的理解来分析、计算、设计、创建和实验,以开发一个物理设备或机器,解决一个特定的问题(或一组问题)。一个综合项目通常有一个明确定义的范围、目标、终点或结论。在发现项目中,学生被教导识别新的研究领域、定义研究问题、设计实验,并思考他们需要遵循的道德准则。虽然“发现项目”可能有明确的范围或目标,但通常没有定义明确的终点或结论。通过综合项目或发现项目,使理论知识更接近现实,而不再是抽象的概念。同时,综合项目和发现项目在课程任务、课程组织形式、成果要求等方面存在差异(表1)。从表1可以看出,综合项目更强调实践能力的培养,组织者设置的编程、竞赛等内容能充分激发学生兴趣和动力,与行业领袖的互动则让学生更多了解未来的工作角色和行业需求。相比综合项目,

发现项目注重培养学生跨领域跨专业的技术技能,如,计算机科学专业的学生进行细胞培养,而生物工程专业的学生帮助设计微流体装置。除此之外,学生还要掌握项目、团队、资源和时间管理技巧以及演讲、跨领域交流等技巧。

表1 综合项目和发现项目的区别对比表

项目名称	项目类型	课程任务	课程组织形式	成果要求
自动化机器项目 Autonomous Machines (AM) Projects	综合项目	<p>课程主要在大二、大三、大四的春季学期进行,在秋季学期开设了研讨会系列活动,保证项目的连续性</p> <p>大二:设计与制造 I:自主机器人设计和制造一个半自主移动机器人,学会导航和操纵电路板上的对象</p> <p>大三:机器人科学与系统学生在复杂机器人平台上设计和实施高级算法,使之灵活自主导航并与现实世界实时交互。最终要求学生集体研发功能齐全的自主系统</p> <p>大四:高级自主机器人系统学生设计一个自主操作的设备,满足既定的性能和可靠性目标,形成的产品能通过创业公司或现有的自主机器人企业向终端消费者出售</p>	<p>大二课程设置智能汽车组装、智能汽车编程等内容,在项目末期安排一项实时赛车,要求学生控制汽车通过一个迷宫。同时,邀请行业领军人物参与一些课程和决赛,让学生与潜在雇主进行非正式的互动</p> <p>大三课程要求学生大四飞行器进行编程,使无人机在一个照明轨道上自动飞行</p>	<p>大二课程主要通过周目标、周课堂作业和物理作业的完成情况评估。周物理作业和机器人设计的实践内容相关的编程等学习内容每周的练习(共9次),包括组装和编程一辆完整的汽车、机器人或其他自主机器人。这构成了最基础架构。团队最终的成果包括实施计划、战报和团队最终报告</p> <p>所有学分项目和实践研究都遵循麻省理工学院的评分系统</p>
生命机器项目 Living Machines (LM) Projects	发现项目	<p>课程包含多个短期项目,共需3年完成</p> <p>大二:团队合作建立一个肠道微生态系统(体外肠道模型)通过文献阅读提出研究的改进建议。例如,改进设计或材料,添加额外的生物成分,或者提出创新性实验</p> <p>大三:开展两个学期研究,内容涵盖微流体到机器学习到干细胞生物学等一系列学科课程,目的是让学生掌握用于LM高级项目的知识。除沉浸式研究之外,学生还需以小组形式开展小项目。如子宫内微生态微生物组、饮食干预研究、肠道-淋巴微生态系统等</p> <p>大四:学生将结合前两年所学的全部知识,集成传感器、驱动器和精心设计的实验共同建立一个复杂的肠道微生态系统</p>	<p>组织者在课程中设置了用于学校内部流通的LM货币,学生在参与项目过程中,可以用自己的想法换取LM货币,用于购置材料和必需品。为保护知识产权,学生可以为自己的想法申请内部专利。同时,他们还可以通过付费咨询(以LM货币支付)的形式联系志愿顾问获取帮助,这些顾问一般是研究所的教职员、行业科学家、生物伦理学研究人员等</p>	<p>与综合项目相比,发现项目没有严格的阶段评估。但学生在参与项目过程中,可以用自己的想法换取LM货币,用于购置材料和必需品。为保护知识产权,学生可以为自己的想法申请内部专利。同时,他们还可以通过付费咨询(以LM货币支付)的形式联系志愿顾问获取帮助,这些顾问一般是研究所的教职员、行业科学家、生物伦理学研究人员等</p> <p>与综合项目相比,发现项目没有严格的阶段评估。但学生在参与项目过程中,可以用自己的想法换取LM货币,用于购置材料和必需品。为保护知识产权,学生可以为自己的想法申请内部专利。同时,他们还可以通过付费咨询(以LM货币支付)的形式联系志愿顾问获取帮助,这些顾问一般是研究所的教职员、行业科学家、生物伦理学研究人员等</p> <p>10 min的课堂汇报展示研究进展。同时,组织者鼓励学生记录他们所有的计划、实验、故障排除程序、结果和结论,并对涵盖上述内容的课堂笔记进行评分</p> <p>所有学分项目和实践研究都遵循麻省理工学院的评分系统</p>

### 三、麻省理工学院新工程教育改革的治理模式

新工程教育改革是一项复杂的治理工程,包含的主体多元,涉及方方面面不同的治理职责。笔者对其中关键主体“教师、学生、社会力量”的关系和各自的定位与角色进行分析,以系统了解麻省理工学院新工程教育改革的治理模式。

#### (一) 教师在新工程教育改革治理模式中的主导地位

教师是麻省理工学院新工程教育改革的实施主体。新工程教育改革涉及教学理念研发、课程体系构建与组织、教学评价、学生社群建设、服务保障等多方面教育教学要素,而教师在新工程教育改革中的主体地位主要通过上述要素体现。

### 1. 教学理念研发

新工程教育改革教师委员会包含各个院系教师,其核心成员由工程学院领导构成。委员会借鉴全球本科工程教育经验,确立“新工程教育改革学院”的概念和方法,并不断明确其目标、范围和方式,支持高校教师发展。

### 2. 课程体系构建与组织

麻省理工学院新工程教育改革的流程和活动主要包括获取跨院系的串编课程支持提案、确定即将启动的串编课程、设计大二学年的项目、规划大三和大四学年课程、宣传招募学生、实施试点项目并收集反馈信息。与上述活动并行的还包括每周开会讨论可供操作的新工程教育改革计划,如,制定各类串编课程的开展顺序,明确项目融入课程的边界,确定研讨会的详细议程,讨论各任务小组(串编课程组、课程任务组、项目任务组、计划评估任务组、管理任务组)的报告等,以及与其他高校领导者协议探索跨校交流途径,并通过跨校合作寻求更多支持以传播新工程教育改革的思维模式,提升串编课程的跨学科属性。

### 3. 教学评价

通过与教学评估专家合作,教师委员会开发一个测试串编课程有效性的方案,以指导项目长期发展。在实施串编课程的过程中,委员会通过收集数据、分析反馈的方式,不断完善相关课程,并在此基础上于新学期发布改善后的课程内容和新增的试点课程。例如,清洁能源系统串编课程在最初发布时并未得到学生的广泛支持,为此麻省理工学院成立了课程串编咨询委员会调查了解学生需求。调查结果显示,学生喜欢实践课较多、必修课较少的项目,如,微电网项目通过建造新型太阳能光伏板和电池等实践类活动激发学生学习兴趣。在后续的可再生能源机器串编课程制定中,教师委员会根据调查结果将微电网项目融入课程,并探索在低碳能源中心进行项目研究的可能性,以缓解过多必修课对学生的压力。针对思维模式模块,教师委员会则通过发放课程问卷的形式,收集学生反馈,并根据结果进行调整,如,提供有针对性的思维模式讲授模块,思维模式讲授模块的时间适当延长并加入小组活动,思维模式讲授模块融入项目等。

### 4. 学生社群建设

教师委员会意识到学生内在参与动机是项目发展和成功的必要因素,为此采取自下而上的方法,鼓励学生主导和创建新工程教育改革项目。为实现这一目标,教师委员会设立了学生管理员职位,该职位由学生投票决定,并于2017年秋季组建学生会。每个项目有独立的学生会,其组成包括学术联络员、通讯员、社群建设员、行业联络员、项目指导员等。学生管理员与他们各自的技术导师、串编课程负责人等紧密合作,为串编课程的实施制定短期和长期的战略计划。

### 5. 服务保障

为保证项目的可持续性,教师委员会开发了一种财务模式,并分析了课程改革以来的成本投入。同时,教师委员会通过与学校资源开发部门的讨论协商,制定面向捐赠者的建议与计划,筹集初始资金。

## (二) 学生在新工程教育改革治理模式中的主体地位

在麻省理工学院新工程教育改革治理模式中,学生居于主体地位,一切教育教学活动都按照“以学生为中心”的理念进行设计和实施。

### 1. 学生反馈机制的建立

针对新工程教育改革的课程体系、教学内容、教学组织等,麻省理工学院建立全周期、全过程的学生反馈机制,并对相应的问题进行改进与完善。以综合项目为例,根据麻省理工学院的学期制度,学生有14周时间来完成他们的项目。学生的反馈结果显示,反复试验的过程或设计—构建—再设计—重

建的过程占用太多时间。为此,教师委员会减少学生反复试验的次数,为他们提供更多的自主开发算法的时间。在发现项目中,教师委员会针对串编课程中范式研讨会和讲座无法满足不同学科背景学生要求的问题,设置以需求为导向的学术活动。同时,教师委员会针对学生提出的缺乏短期“里程碑”式的教学考核(如课堂作业、期中考试等)问题,将项目分解为多步骤的实施过程,并以4周为节点确定短期目标,保证学生的长期学习兴趣。

## 2. 项目社区的形成

麻省理工学院新工程教育改革强调学生之间的互动,以及学生与更广泛的学术社群和行业社群之间的联系。教师委员会认为通过串编课程,已形成多个“社区”,按照规模由小到大包括:以班级为单位的学生群体、参与串编课程的学生群体、参与新工程教育改革项目的群体、麻省理工学院群体、行业内群体、科学界、社会。麻省理工学院层级下的“社区”主要通过日常教学活动、跨专业研讨、跨院系讲座等活动推动建立。行业社群则依靠企业走访、企业演讲、企业实习、企业导师等活动或计划建立。与科学界的联系则是引导学生将成果以视频教程、博客文章、维基百科文章、同行评议文章等形式发布以获得科学界的关注。社会层级则要求学生了解社会需求和问题,明确工作的道德准则,并确保他们的解决方案能产生有意义的影响。为了与社会层面的非科学家建立联系,教师委员会通过专用徽标、网站、社交媒体(包括 Twitter、Facebook、YouTube)创建项目在线身份,并要求学生通过创作一组2 min 的视频描述串编课程。同时,教师委员会与麻省理工学院博物馆合作开展面向公众传播科学知识的项目。这些不同层级的社区让学生更加清晰地认识到所处行业的真实状况,社区内以学生为中心的活动也进一步凸显学生的主体地位。

### (三) 社会力量在新工程教育改革治理模式中的重要地位

企业是麻省理工学院新工程教育改革社会力量中的重要一方,校企合作则是麻省理工学院新工程教育改革治理模式之一。校企合作既可以帮助高校了解行业对麻省理工学院人才培养和创新孵化的需求,整合更多的外部技术和资源,也可以帮助企业方更直接地了解人才培养情况,增加企业的社会影响力。

与传统校企合作关系相比,新工程教育改革项目的合作方式更为开放、更注重协作。以新工程教育改革项目长期的合作单位通用汽车公司(General Motors Company, GM)为例,在校企合作期间双方并未起草协议,也未设置标准化的项目建议,而是强调相互间的适应性和协作能力。在校企合作联络员选择方面,校方选取该公司具有麻省理工学院学习经历、取得过创新活动冠军的 GM 公司员工。该员工在 GM 公司中拥有广泛的人脉,了解通用汽车行业不断变化的技术和业务需求,能适应在非结构化环境中的工作要求,且是麻省理工学院的校友。这种人员选择和校企合作方式可以打破将项目视为赞助研究或结构化工程开发工作的模式,避免校企之间产生负面关系。在校企合作课程建设方面,麻省理工学院自动化机器串编课程中各类讲座课、项目课、非学分研讨会、社区建设活动为企业提供了可以影响学生学习体验的机会。例如,通用汽车公司已派出高管和学生讨论创新和自主软件工程等内容,并提供职业建议。在课堂环境中,学生拥有他们创建的任何项目的知识产权,从而保持学术独立性。为切实展示行业现状,通用汽车公司联络员将一款预生产版的自动驾驶汽车带到校园,并将该汽车系统结合到学生项目中。相较在校园里举办的面向所有人的开放活动,这种方式能提高学生的参与度,也有利于提高通用汽车的品牌价值,为其提供了额外的招聘途径<sup>[3]</sup>。

## 四、麻省理工学院新工程教育改革的启示

### (一) 培养方式创新:创新思维模式融入项目

随着人工智能、大数据、物联网等科学技术的飞速发展,传统思维模式已无法适应高效率、创造性

的新工程教育改革活动,创新思维模式,重构新工程教育人才培养体系成为当务之急。麻省理工学院在改革之初即强调通过学生思维能力的培养,赋予其应对未来变化的能力。面向麻省理工学院毕业生和40位公司高管开展访谈和问卷调查,获取工程师所需的思维模式。麻省理工学院教师委员会研究了项目不同阶段所需的思维模式。例如,在项目设计阶段最需要创造性思维,而在项目实施和测试阶段最需要批判性思维<sup>[4]</sup>,据此在上述阶段教学中培养学生相应的思维能力。

### (二) 课程体系创新:工程教育融入实践

麻省理工学院新工程教育改革最直观的表现是课程体系创新,即将工程教育融入实践——以项目为中心的串编课程体系。在这一课程体系下,学生获取知识的方式由以往的“从文本到文本”转为“从文本到实践”乃至“从实践到文本”<sup>[5-6]</sup>,学生关注的重点既包含对过去知识的继承,也有对现实和未来的思考。新工程教育改革中每个以项目为中心的串编课程都与全球当下工程专业亟需面对的实践问题和未来亟需突破的技术难点密切相关,例如,2022年的气候和可持续系统串编课程,其目的是通过课程所教授的创新材料、设备、流程和网络系统等内容,逐步实现温室气体净零排放。该课程强调能源、工业、交通和城市系统的去碳化,在能源转型教学模块中,提供有关能源生产、转换、存储和传输技术的教学内容,并引导学生思考如何减少温室气体排放。

### (三) 治理模式创新:师生角色转变与校企融合

麻省理工学院新工程教育改革治理模式中不同主体角色的转变推动教育改革的快速发展<sup>[7]</sup>。其中,教师的核心工作不再是传授知识,而是与学生一起共同发现、创造知识。作为“合作伙伴”,教师按照项目定位组织开展各项教学活动,为学生提供必要的资源与服务。学生的主观能动性被充分激发,通过串编课程、项目社区和全过程的反馈机制,学生可深入了解行业现实需求和未来发展,并能及时表达自身诉求。社会力量的合理介入,也推动了新工程教育改革发展。在校企合作中,通过企业一方验证过的问题领域,探讨可行或可实施的解决方案,成为项目的基础研究。对于企业而言,在大学孵化这些想法为其提供了创新来源,能有效推进企业发展;对麻省理工学院来说,在校企合作中可以明确实际项目需求;对于学生而言,可以了解行业最新动态并得到行业领袖指导。

## 五、结语

面对人工智能、云计算、大数据等颠覆性创新技术带来的各种机遇和挑战,积极主动地探索工程教育的新模式成为当务之急<sup>[8-9]</sup>。通过对麻省理工学院新工程教育改革的研究及其创新举措的分析,结合我国工程教育自身的发展定位和特色提出以下建议:

(1)我国教育实践中传统的线性思维、整体性思维、经验性思维及零和思维等虽然推动了教育的发展,但已无法适应现代教育的需求<sup>[5,10]</sup>,为此,工程教育改革过程中可借鉴麻省理工学院提出的12种思维方式,结合“立德树人”的要求,探寻适应中国工程教育的思维模式,采用跨专业、阶段化、模块化的教授方式,通过思维的创新引领学生行动的创新,通过思维的变革重构未来教育新生态以应对未来行业发展的诉求。

(2)我国的工程教育中教学与实践虽然相关联,但本质上仍是分离的两个模块。在工程教育改革中,需注意实践与教学的融合,教学内容既要紧跟时代发展的现实需求,例如,对“双碳”“乡村振兴”“城市更新”等国家战略的回应<sup>[11]</sup>,又要紧密结合行业的发展诉求,例如,对未来工作角色的了解、对行业现状的认知和对行业发展问题的思考等。

(3)校企合作模式已在全国各大高校得到推广,并取得一定成效。在工程教育改革中,可进一步学习麻省理工学院新工程教育改革经验,在合作联络员选取、企业介入教学的形式、学生知识产权保护

等方面保证双方权益,扩大校企合作影响力。

#### 参考文献:

- [1]刘坤.新工科教育治理:框架、体系与模式[D].天津:天津大学,2020.
- [2]Crawley E, Hosoi A, Mitra A. Redesigning undergraduate engineering education at MIT - the new engineering education transformation (NEET) initiative[C]//2018 ASEE Annual Conference & Exposition Proceedings. 2018; 22513.
- [3]Crawley E, Hosoi A, Long G, et al. Moving forward with the new engineering education transformation (NEET) program at MIT-building community, developing projects, and connecting with industry[C]//2019 ASEE Annual Conference & Exposition Proceedings, 2019; 25447.
- [4]Crawley E, Bathe M, Lavi R, et al. Implementing the NEET ways of thinking at MIT[C]// 2020 ASEE Virtual Annual Conference Content Access Proceedings, Virtual On line, 2021.
- [5]杨滨,朱丹丹.变革思维模式重构教育新生态[J].电化教育研究,2022,43(3):18-24.
- [6]刘进,王璐瑶.麻省理工学院新工程教育转型:源起、框架与启示[J].高等工程教育研究,2019(6):162-171.
- [7]肖凤翔,覃丽君.麻省理工学院新工程教育改革的形成、内容及内在逻辑[J].高等工程教育研究,2018(2):45-51.
- [8]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.
- [9]刘进,吕文晶.人工智能时代应深化研究生课程的学科融合——基于对 MIT 新工程教育改革的借鉴[J].学位与研究生教育,2021(8):40-45.
- [10]刘坤,代玉,张志金,等.首批新工科研究与实践项目指南达成度评价及未来发展研判[J].高等工程教育研究,2021(1):31-38.
- [11]赵小刚,高蕾,王彦坤,等.“新工科”背景下地方高校建筑学教育的实践与探索——以河北工业大学为例[J].高等建筑教育,2019,28(4):7-15.

## Innovation and integration: Overview and enlightenment of new engineering education transformation of MIT

DING Xiaoying<sup>a,b,c</sup>, LI Weike<sup>a</sup>, ZHAO Zhiyuan<sup>a</sup>, LIU Lei<sup>a,b,c</sup>

(*a. School of Architecture and Art Design; b. Urban and Rural Renewal and Architectural Heritage Protection Center; c. Hebei Key Laboratory of Healthy Human Settlements, Hebei University of Technology, Tianjin 300401, P. R. China*)

**Abstract:** The fast growth of a fresh phase of scientific and technical revolution and industrial transformation has prompted new engineering education requirements. Faced with the demands of future industrial development and the weakness of existing engineering education, China's new engineering education transformation has made it a top priority to cultivate students with forward-looking new knowledge and technology systems and the ability to solve future problems for new engineering construction. This paper examined MIT's New Engineering Education Reform plan in detail, covering the plan's guiding principles, project-centered threads, and governance mode, using MIT as an example of a global leader in the new engineering education transformation. In addition, it analyzed innovative methods in training mode, curriculum system, and governance mode, namely integrating thinking mode into NEET project, integrating engineering education into practice, changing roles of teacher and student and integrating school and enterprise, and put forward development suggestions for China's engineering education. This paper is to serve as a resource and shed light on China's engineering education reform in the new era.

**Key words:** new engineering education transformation; MIT; talent training

(责任编辑 周沫)