

迈向世界顶尖本科工程教育2.0——以新加坡技术与设计大学为例

宋梦佳

河南理工大学, 河南 焦作
Email: songhpu@163.com

收稿日期: 2021年2月9日; 录用日期: 2021年3月16日; 发布日期: 2021年3月22日

摘要

世界顶尖本科工程教育正在由第一代向第二代转型。在这一转型中, 新兴世界顶尖本科工程教育呈现出了一系列超越传统顶尖本科工程教育的新特征。处于“一带一路”沿线的新加坡技术与设计大学就是新兴的“顶尖本科工程教育2.0”典范, 其本科工程教育实行四维大设计教育模式、模块化课程设计, 具有鲜明的时代特色。新加坡技术与设计大学本科工程教育独特发展经验对我国当前加强“新工科”建设, 推动本科工程教育走向世界一流具有重要启发意义。

关键词

顶尖本科工程教育1.0, 顶尖本科工程教育2.0, 新加坡技术与设计大学, 新工科

Toward World Top Undergraduate Engineering Education 2.0: The Case of STUD

Mengjia Song

Henan Polytechnic University, Jiaozuo Henan
Email: songhpu@163.com

Received: Feb. 9th, 2021; accepted: Mar. 16th, 2021; published: Mar. 22nd, 2021

Abstract

World top undergraduate engineering education has been transforming from the first generation

to the second generation, in which the emerging world top undergraduate engineering education appears a series of new characteristics beyond traditional top undergraduate engineering education. STUD, along the Belt and Road, is the typical case of top undergraduate engineering education 2.0 with 4D Big-D education model, modular curriculum design and distinctive characteristics of the times. The distinctive experiences of STUD's undergraduate engineering education have significant implication for New Engineering Sciences development and driving world-class undergraduate engineering education.

Keywords

Top Undergraduate Engineering Education 1.0, Top Undergraduate Engineering Education 2.0, STUD, New Engineering Sciences

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在知识经济社会，本科工程教育在全球范围得到了快速长足发展，涌现出如麻省理工学院、斯坦福大学、奥尔堡大学(Aalborg University)、新加坡理工学院、南洋理工大学、帝国伦敦学院等世界顶尖本科工程教育机构。近年来，基于创新经济对拔尖工程创新人才战略需求和世界大学排名带来的大学自身战略调整的内外双重逻辑驱动，全球兴起了一批新兴顶尖本科工程教育机构，最具代表性的如新加坡技术与设计大学、智利天主教大学、美国欧琳工学院、铁岭工程学院、荷兰代尔夫特理工大学、澳大利亚查尔斯特大学等，这些新兴顶尖大学彰显了其独特的发展优势，全球顶尖本科工程教育格局正在发生根本性变革和转型。由于传统世界顶尖本科工程教育与新兴世界顶尖本科工程教育存在诸多根本性差异，故此我们将传统顶尖本科工程教育称为“第一代顶尖本科工程教育”或“顶尖本科工程教育 1.0”，将新兴顶尖本科工程教育称为“第二代顶尖本科工程教育”或“顶尖本科工程教育 2.0”。处于“一带一路”沿线的新加坡技术与设计大学(STUD)就是新兴的“顶尖本科工程教育 2.0”典范，其独特发展经验对我国当前加强“新工科”建设，落实《教育部关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见》，推动本科工程教育走向世界一流具有重要启发意义。

2. 世界顶尖本科工程教育转型：迈向顶尖本科工程教育 2.0

2.1. 世界顶尖本科工程教育格局转型

以欧美主要发达国家为轴心的顶尖本科工程教育获得了长足发展，产生了如麻省理工学院、斯坦福大学、伦敦大学学院等世界著名顶尖工程教育大学，在很大程度上引领了世界本科工程教育的基本走向，这一类聚大学群在其长期发展中积淀了成熟的教育模式，彰显了共同特征，第一代世界顶尖本科工程教育获得了可持续成功发展。伴随着全球本土化时代浪潮，全球知识经济进入高级阶段，创新驱动主导经济发展，创新创业纵深快速发展，知识更新速度空前加快，政府-产业-大学-公民社会“四重螺旋”协同创新生态系统初步形成，大学与外界的联系更加紧密，外界对高端技术技能型人才需求日益增强，大学发展正走向多主体、多层次、多形态的全开放社会新情境[1]。在此背景下，世界顶尖本科工程教育模式正走向新生代，形成了具有新时代特质的世界顶尖本科工程教育，第二代顶尖本科工程教育在全球

蓬勃兴起。

世界顶尖本科工程教育从第一代走向第二代进程中，正经历着三大基本转向：一是地域分布格局转换。目前世界顶尖本科工程教育重心正从北半球转向南半球，从高收入国家转向亚洲和南美洲的新兴经济发展国家。根据麻省理工学院调查结果显示：传统顶尖本科工程教育机构分布主要集中在欧美国家：北美占 54%，欧洲占 29%，欧美共占了 83%，亚洲占 13%，南美洲、大洋洲和非洲共占 4%；而新兴顶尖本科工程教育机构分布则呈现多极化发展态势，并主要集中在亚洲，从 13% 上升到 32%，南美洲也由以前的 3% 上升到 11%，欧美地区比例明显下降，北美占 24%，欧洲占 26%，欧美所占比重从 83% 下降到 50% [2]。二是驱动要素开始由内生性转向外驱性。大多数传统世界顶尖本科工程教育主要由大学自身内在发展逻辑长期作用的结果，具有典型内生性特征；新兴顶尖本科工程教育开始由政府战略性投资驱动，政府把本科工程教育看作是对国家新经济增长具有巨大潜能的技术型创业人才的孵化器。也就是说，新兴顶尖本科工程教育快速发展的逻辑基础是创新驱动经济增长需求。三是世界顶尖本科工程教育课程与社会衔接更加紧密。课程模式开始由传统的内驱中心课程走向外驱中心课程，外驱中心课程更加强调高灵活学生选择、多学科交叉融合学习、工程人才在社会中的角色责任和伦理、社会大挑战问题解决、全球视野和体验，并将学生置于课堂之外的广域真实情境，超越传统工程学科边界和地域边界，超越传统特定课堂技能或学生经验，更加注重在有限财政资源下创建高度整合的世界一流本科工程课程体系[3]。

2.2. 世界顶尖本科工程教育 1.0 的基本特征

第一代世界顶尖本科工程教育经过长期历史发展，形成了如下典型特征：一是显著的国际形象。顶尖本科工程教育 1.0 一个共同特征是，几乎都是公立大学，并将本科工程教育作为重心，其工程教育声誉与世界一流大学排名声誉具有高度一致性，如麻省理工学院、斯坦福大学、伦敦大学学院等在 2018 年 QS 世界大学排名中均居前 10 位[4]。二是局部性教育卓越。世界顶尖本科工程教育 1.0 的大学很少是大学全面卓越，而是局部卓越，也就是大学内部的一个学科教育项目或一个学科院系的卓越。这些大学内部可能有许多教育卓越节点，具有典型“分布式卓越”(distributed excellence)特性，缺乏系统性和整体性卓越。主要原因可能与欧美国家高度强调大学单个院系高度自治有关；三是协同性教育模式。顶尖本科工程教育 1.0 大学都普遍具有参与国际高等教育共同体传播工程教育理念和经验的传统，并且普遍具有全球战略性协同伙伴关系以支持本科工程教育项目在全球创办。如 MIT 的 CDIO 工程教育项目、斯坦福大学的“国家工程创新教育中心”(Epicenter)项目以及在阿尔伯格大学的“联合国教科文组织基于问题学习中心”(UNESCO Centre for Problem-Based Learning)等，这些都是典型的多方协同育人平台典范。另外，世界顶尖本科工程教育 1.0 大学还有其他鲜明教育特色：为学生提供参与科研活动的广域机会和扎实的工程基础知识教学；为所有学生提供广域课外工程技术真实体验项目；为学生提供全课程体验式学习机会，注重实际问题甄别和问题解决，通过创客空间和团队工作场域支持开展创新创业活动；为学生提供全课程用户中心设计项目，注重学生创业能力发展和承担社会责任意识；注重学生在线学习和混合学习能力培养；与产业部门建立长期协同育人机制等[3]。

2.3. 世界顶尖本科工程教育 2.0 的基本特征

在全球本土化的高级知识经济时代，新兴顶尖本科工程教育直面智慧社会新发展，在借鉴传承传统顶尖本科工程教育成熟经验基础上，在诸多方面进行了重大创新，并彰显出一系列新特质：一是与顶尖本科工程教育 1.0 大学相比，顶尖本科工程教育 2.0 模式具有明显的系统性和统整性。顶尖本科工程教育大学包括两类：一类是新建院校，即根据独特的整合性教育模式新创建的工程大学或学院，如新加坡技

术与设计大学、欧林工学院、查尔斯特大学(Charles Sturt University)等；另一类是大学或学院通过全工程学科的系统化综合改革发展而成，如亚利桑那州立大学、智利天主教大学等。二是新兴顶尖本科工程教育大学与区域发展联系更为密切。如智利天主教大学工学教育改革就是通过政府干预而进行的，旨在促成新一代技术创新工程大学，以驱动区域经济发展和社会流动；澳大利亚查尔斯特大学工程教育主要是满足区域创新创业型工程技术人才短缺的迫切需求；亚利桑那州立大学工程教育转型特别关注对该州卫生、就业和经济发展的支持。这些大学工程教育的共性目标是通过前瞻性和创新性方式直接指向国家和区域创新经济发展。三是教育方法具有较大创新，顶尖本科工程教育 2.0 大学一般具备如下几个方面新型教育方法：高度整合真实工作场域学习和技术原型设计开发；校外在线学习与校本集中体验学习混合；真实情景和文化环境中的学生导向课外活动项目；工程设计与学生自反思双重关注等[5]。

3. 世界顶尖本科工程教育 2.0 典范：新加坡技术与设计大学

在世界顶尖本科工程教育 2.0 大学地域分布上，亚洲几乎占了全球的三分之一。其中最具代表性的是新加坡技术与设计大学。该大学创建于 2009 年，根据政府创建逻辑，旨在将该大学发展成为国家经济新增长“引擎”，培养工程、建筑和设计前沿领域的拔尖创新创业人才，激发相关领域应用性研发创新活力[6]。通过与美国麻省理工学院跨国强强协同的联盟化发展，短短十年就发展成为世界顶尖本科工程教育中心，被誉为“世界本科工程教育领域最重要的新兴领导者”，是亚洲乃至全球新兴顶尖本科工程教育的一面“旗帜”。SUTD 在教育模式、课程设置等诸多方面彰显了跨国强强协同的优势特色，并在 MIT 本科工程教育基础上成功实现了本土化发展，课程设计充分体现了工程科学基础、设计创新、主动探究、多学科交叉融合的顶尖本科工程教育的前沿理念。该校不设立二级院系，在全校实行学科群课程体系，在基础工程学科领域提供多学科交叉教育项目；整个课程浸入于设计中心的主动学习情境[7]。大多数学习项目在高度开放的创客空间开展，并为学生提供广域科研探究和创新创业体验机会。

3.1. 四维大设计(4D Big-D)本科工程教育模式

在与 MIT 深度协同发展过程中，SUTD 吸纳了 MIT 诸多成功经验和先进理念，但并未完全照搬，而是根据本国独特的社会、经济、文化、教育等国情，将全球诸多本科工程教育先进经验相整合，形成了独具特色的 4D Big-D 本科工程教育模式。设计项目是近年来世界本科工程教育课程设置的主流趋势，其通用做法是将单一学期顶点课程设计整合本科工程教育项目。而 SUTD 采取另类方式，将全开放式设计活动和项目整合到整个四年课程体系中，使学生能够在整个本科课程学习过程中连续性深入探究。4D Big-D 教育模式以学生设计体验为中心、多层动态融合的学习方式。4D Big-D 教育模式是让学生通过充分的真实性设计体验来探究工程创意，通过纵深课程探究和横向课程协同形成网络化知识体系。该教育模式强调学生主动探究学习，学生们在不同范围、不同时间、不同领域都可以参与体验不同的设计项目。有些设计只开设在某一课程的一节课内，有些设计则涉及多个课程和整个学习过程中，具有显著的应用情境性、跨学科交叉性、组织形式异质性、时间安排灵活性等特质(见表 1)。规模较小的设计单元主要是在真实课堂上进行简短的设计体验，学生能够在设计体验课堂上充分探究和升华工程创新知识和技能；规模较大的设计单元是将某一工程创新问题采取跨学科主题式学习融入到一学期乃至整个本科学习阶段。4D Big-D 教育模式摒弃了传统授课制，而是采取体验探究式或翻转课堂方式进行教学和学习，学生可以不受限制在艺术作坊(state of the art workshop)、微装配实验室(fab lab)等实体仿真情境中进行体验和实验，基于新设计理念尝试开发技术创新原型[7]。

Table 1. Characteristics of 4D big-D education model in Singapore University of technology and design**表 1.** 新加坡技术与设计大学 4D Big-D 教育模式特点

1D 设计活动 (单一课程内)	1D 设计活动是在一个特定课程中应用和探究已学理论知识。设计体验可以是短暂的、离散的；主要限于一节课堂之中，也可以贯穿整个学期。如数据与企业分析课程就是采取学期设计制让学生以团队形式解决企业伙伴提供的真实情景问题。
2D 设计活动 (跨课程)	2D 设计活动通常将两门以上课程相整合，实现多课程、多学科广域化交叉融合。一般情况下，2D 项目贯穿整个学期。在特殊情况下，为让学生集中开展 2D 设计项目，其他所有相关课程都将暂停一周。2D 项目的设计活动主题通常是由指导老师和学生共同协商确定。
3D 设计活动 (持续性加深)	3D 设计活动主要针对那些高难度、创造性的工程技术知识而设定的持续加深设计体验项目，学生需要持续反复重访同一个设计活动项目，并使学生所学相关知识技能实现纵向高度整合和融通，推动设计活动项目不断改进和完善。
4D 设计活动 (课程外)	4D 设计活动超脱于一般工程课程之外，以学生为主导，学生通过参与课外活动进行工程设计，不断推动设计方法创新，并开发技术创新原型。

3.2. 模块化跨学科本科课程体系

SUTD 本科工程教育课程体系主要采取模块化跨学科设置，大致分为三大板块：新生年课程(Freshmore year)、支柱年课程(Pillar years)和顶点项目(Capstone project)。SUTD 本科教育学制三年半，共八个学期，每个学期包括四门同等重要课程，与常规课程安排不同，SUTD 注重全过程非课程化活动，如夏季实习、海外交流体验、学生主导独立活动、参与教师和研究人员非课程科研项目，每年一月份为独立活动期(Independent Activities Period)，学生可以根据自己情况到海外游学或实习培训。

3.2.1. 新生年课程模块——基础课程

SUTD 新生年包括三个学期，即传统的大一课程和大二上学期课程，共设置 12 门同重课程，分布在四个方面：1) 基础数学和科学课程。这是整个工程教育的最基础核心课程，学术标准要求较高。这些课程大部分学习资源来自 MIT，将系统世界、物理世界、数字世界等课程领域设置为 STUD 工程支柱学习模块。所有基础课程都在 1D 和 2D 设计项目情景中学习。2) 人文社会科学基础课程。人文社会科学课程主要包括哲学及其他与工程教育相关的核心学科课程。哲学课程主要让学生认识人类文明发展规律和当代表现。其他人文社科课程主要让学生开拓人文社会和国际素养，使学生在科学、技术、人文之间建立生态互涉关系，消除“技术决定论”狭隘思维，从而深刻了解世界，欣赏社会，通过设计让世界变得更美好。3) 专业 2D 项目。专业 2D 学习项目贯穿于整个第一阶段学习板块，要求学生整合所有上述所有四门课程学习，课程学习内容包括化学、物理、数学、人文社科。4) 设计导论。针对第二学期设计课程进行入门指导，也称为“旗舰课程”(flagship course)，旨在为学生后续学习奠定基础，帮助学生处理不确定的和开放式的实际问题，课堂学习采取小组讨论、问题解决、原型设计和小组竞赛等方式进行(见图 1) [8]。

3.2.2. 支柱年课程模块——专业课程

经过第一学年基础课程学习后，学生需要在建筑与可持续设计(ASD)，工程及产品开发(EPD)，系统设计(ESD)和信息系统技术与设计(ISTD)四个专业支柱课程领域选取其中一个作为后续专业方向。尽管这些支柱课程的课程结构不同，但是都包含三个组成部分：1) 支柱核心课程领域。每个支柱课程领域的 2~3 个学期，学生均需修习若干专业基础课程。如信息系统技术与设计专业课程领域，支柱专业课程包括《计算结构学》(Computational Structures)和《算法导论》(Introduction to Algorithms)等。2) 专业选修课。除了支柱核心课外，学生还可以根据自己学术兴起灵活选择多样化专业选修课。如信息系统技术与设计专业领域设置有《网络安全》、《机器学习》等选修课程 3) 人文社科领域选修课。学生可以从 40 门选修课

中选 5 门人文社科领域课程,理解社会科学与技术之间的关系。支柱专业课程学习阶段的课程内容主要融入了 MIT 课程内容,特别是核心课程,教学方法采取用基于设计主动学习法。支柱专业课程的主要特色是,最大程度地将 1D、2D、3D、4D 大设计项目活动与各门课程深度融合。如在工程及产品开发(EPD)专业领域,第四学期的“电路与电子学”(Circuits & Electronics)核心课程,将广域 2D 和 3D 学习项目相整合,将系列微 2D 设计活动(mini-2D activities)与“结构与材料学”相结合,主要是将“结构与材料学”的核心概念和原理整合到微 2D 设计活动进行学习;学期 2D 项目与“结构与材料学”课程中更深课程内容如“机器人与材料科学”相整合进行较长时段的强化学习,为学生提供是否持续性学习的决策机会;3D 活动主要是让学生在“电路与电子学”理论学习基础上,重点通过“系统与amp;控制”、“电磁学与应用”、“信号处理”等应用性课程学习进行具体技术产品开发(见图 2) [8]。

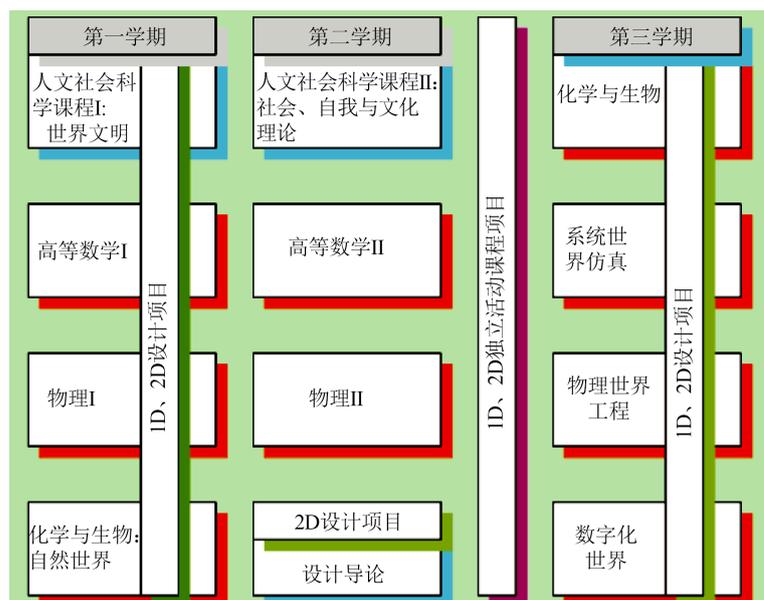


Figure 1. SUTD freshman year curriculum structure

图 1. SUTD 新生年课程结构

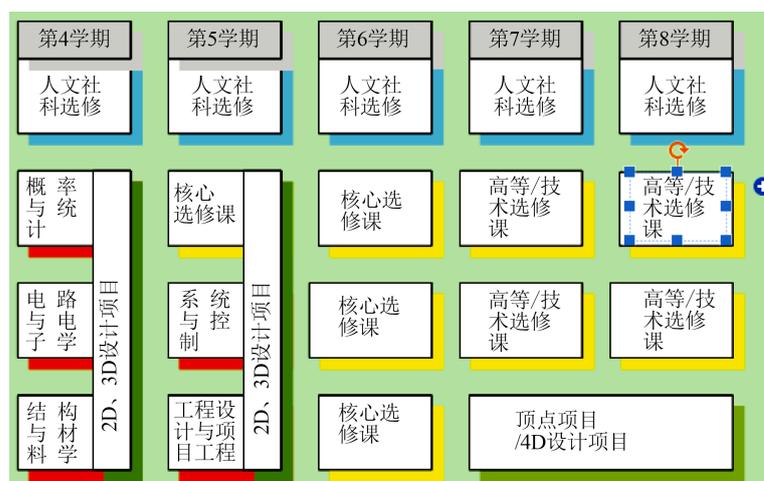


Figure 2. The structure of the main courses of SUTD engineering and product development

图 2. SUTD 工程与产品开发专业支柱课程结构

3.2.3. 顶点项目课程模块——实操课程

借鉴 MIT 工程专业顶点课程项目的成功经验, STUD 本科工程教育也设立了顶点课程项目, 但独具特色。一是多学科交叉性。从第 7 学期开始, 学校通过顶点项目课程将所有专业领域学生汇聚一起, 打破专业领域边界, 组成项目小组, 每个小组成员至少包括两个 STUD 支柱专业课程领域的学生, 组成多学科交叉团队和顶点班级, 每个顶点班级配备有来自不同支柱专业课程领域的专业指导教师。另外, 还专门设有交流导师, 对学生研究报告一对一指导, 学生还需要对整个顶点项目中的学术道德、技术写作、安全、项目管理和数据挖掘等方面进行简短模块学习。二是真实情境性。顶点项目强调解决真实世界中现实问题。每一个团队设有产业伙伴提供的公司面临的真实性、跨学科问题库, 学生利用他们在工程、科学、人文社科和设计方面的专业知识, 开发生成工作方案原型。如在“数字化健康工作室”(digital health studio)顶点项目将所有四个支柱课程领域的学生整合为一个跨学科团队, 共同开发了一个智能化会议室内置原型, 充分整合了新型生物医学技术和数字可视化知识来支持高端医学检查[9]。

SUTD 大多数顶点项目主要关注于产业工程技术创新面临的真实性问题。并将 4D 设计活动融入其中。学校每年从中选取 5 个跨学科学生创业团队开展“创业顶点”(Entrepreneurial Capstone)计划, 充分将学生自己的技术型创业思想转化为现实创业实践。参与创业顶点计划的学生必须首先参与项目验证过程, 包括为期三天的创业训练营、为期三周的项目审查过程, 最后向顶点委员会(the Capstone Committee)提交项目创业案例, 才能真正成为创业顶点计划成员。进入创业轨迹的创业团队将获得政府 7 万美元的种子资金支持并能受到区域风险资本家的创业指导[9]。创业顶点团队拥有其项目成果的知识产权, 大量毕业生建立了自己的创业公司。顶点项目课程主要是培养学生设计推理、创造性思维、团队合作、交际以及真实情景创新创业等能力。

3.3. 与时代共振的鲜明特色

社会大挑战问题需要大力培养多学科交叉融合、工程技术素养与人文社科素养高度整合的复合型工程创新人才。跨学科交叉、创新驱动情境、多利益相关者协同、组织形式多形态、质量评价情境化等已成为当今创新驱动高级知识经济时代本科工程教育主流情境。STUD 本科工程教育呈现诸多具有时代性的鲜明特色: 1) 入学标准高质量化。虽然 STUD 没有固定入学标准, 但大多数被录取的都在数学或物理方面拔尖的学生。同时, 通过严格面试来确定申请学生是否有具有技术设计学术志趣, 是否有具有跨学科探究能力, 是否具有冒险精神等创新素养。2) 课程选择灵活化。在 STUD 学习的第一学年, 所有学生课程都是相同的。从第二学年开始, 学生开始选择适合自身学术志趣的支柱专业方向。学生自选课程占主修课程的一半, 并贯穿八个学期课程学习全过程。3) 知识探究跨学科化。STUD 本科工程教育特别强调多学科探究学习, 涵盖了科学、工程、建筑、人文等多学科领域, 鼓励学生以超脱于一般技术工程学科的大工程观解决工程技术问题。在教师队伍配备上具有典型跨学科性, 围绕某一学科群组成跨学科教师队伍。4) 学习评估可操作化。为了充分激发学生的学习动机, 学生第一学年课程采取不计分制度, 以后每一学年结束时都需参加为期三天的课程考试, 考试形式采取团队原创性设计操作, 最终形成设计报告。5) 教师发展专业化。在 SUTD 本科工程教育早期阶段, MIT 提供“教师教育”项目, 促进教师专业发展和教学模式创新, 并与 MIT 联合举办教学培训讲习班, 培训内容包括主动学习、研究密集型学习、探究学习、基于设计学习等。2016 年, SUTD 还成立了“学习科学实验室”(Learning Science Lab), 旨在支持大学教师专业发展。6) 课外设计情境化。学生主导的设计体验课外学习是 SUTD 教育的一个重要组成部分, 为学生留出专门的时间参与设计体验课外活动。自 2010 年以来, STUD 已经成立了 90 多个设计体验课外俱乐部和社团, 形成了浓厚的设计体验文化氛围。7) 人才素养综合化。在课程设置上, 每个学期都开设有充足的人文社科选修课程, 并贯穿于整个 8 个学期全过程, 人文社科课程占了总课程比重的 22%

左右,有效地将工程、理学、人文社科高度整合,将学生培养成为具有较强综合素质的高创新创业人才。

4. 经验及启示

SUTD 作为世界顶尖高等工程教育转型中的典范,已成为国际公认的新兴顶尖本科工程教育的“摇篮”、“全球工程教育的思想领袖”。STUD 本科工程教育注重问题解决、社会对接和跨域科研协同,在充分整合传统顶尖工程教育项目的成功经验基础上,引入了 MIT 诸多成功要素,并在教育模式和课程设置上进行了大量创新,形成了以设计为中心、真实情景问题解决、多学科交叉、自主学习和学生自由选择的新型工程教育模式,在其本科教育发展过程中彰显出了一系列鲜明优势特色,对我国当前新工科建设中教育模式创新具有重要启发意义。

4.1. 跨国强强协同推进教育创新

STUD 自创建伊始,就与 MIT 建立了跨国深度协同的战略伙伴关系,作为世界顶尖工程教育的两所大学在诸多方面实现了实质性深度对接和融合,成为全球跨国强强协同人才培养的典范。MIT 和 STUD 协同开发课程和设计项目,使学生真正实现寓学于情,大多数课程学习具有高真实情境性。以设计为中心的跨学科真实情境的探究学习贯穿于本科教育全过程,并融入到整个课程体系而非小规模旗舰课程或项目,参与创新性课程学习的范围包括所有学生而非少数优秀学生,几乎所有课程都源于 MIT,特别是在基础课程模块,依据 MIT 基础课程的高学术标准要求,SUTD 并非由于强调系统思维、问题解决和团队协同而削弱其工程科学和数学等基础课程的高学术标准。同时,MIT 和 STUD 共同建立跨国教师培训机制,为新加坡技术与设计大学一流教师队伍建设和提供了有利条件。这种跨国协同发展有利于各方优势教育理念和资源的共享,并充分发挥其协同放大效应,为本科工程学生扩大国际视野,增强其国际就业创业竞争力具有不可替代的重要意义。因此,在新工科建设中,高校应依循《华盛顿协议》基本精神,采取“走出去”战略,瞄准并主动联合世界顶尖本科工程教育大学特别是 2.0 大学,加强跨国强强深度协同,为我国本科工程教育走向世界一流开辟新路径。

4.2. 卓越领导力和协同学术文化提供环境保证

在与 MIT 共同合作下,STUD 拥有一个世界级、富有创新精神的领导团队,使得 SUTD 能够持续推进教育模式创新。卓越学术领导力是 STUD 等顶尖本科工程教育 2.0 成功发展的重要保障。这种卓越领导力表现在其对外来积极要素的高包容性和决策的前瞻性。这些大学高层管理者对非传统教育模式的强力追求是其成功的关键因素,为大学教育模式创新提供了治理环境保障。另外,STUD 等顶尖本科工程教育 2.0 大学普遍重视探索性、协同性学术文化建设。在这类大学里,这种文化促使“自下而上”草根先进教育理念得以有效实践,在 STUD,利他主义文化和高包容性学术精神促使“自下而上”教育创新得以生成,如设计导向课程、学生导向课外体验活动等教育方式。SUTD 本科工程教育最具特色地方在于它的多元连接性和深度协同性,包括跨学科教师教学团队之间连接和协同,不同课程之间连接和融合,学生之间团队化协同以及课程内外的深度对接和统整。这种高整合性学习主要体现在其 4D Big-D 项目教育模式。其整个课程体系具有高动态性,课程内容、项目设置和支柱课程领域都处于持续性更新和重设的动态开发过程,课程开发的持续性动态演化模式充分体现了其基于用户动态需求的设计中心教育理念,同时也反映了该大学教学与科研创新并重、以学生为中心、教育教学-科学研究-创新创业“知识三角”深度协同的生态文化。多要素跨学科融合或协同是当前新工科建设的必然选择。在新工科建设中,应将跨学科交叉融合和协同融入本科教育全过程和全方位,不但要实现跨学科课程设置、跨学科资源整合以及跨学科实践创新,也要依循跨学科教师成长规律,通过跨学科教师团队培育和建设引领整个跨学科文化建设。

4.3. 支持学生参与教育方法创新实践

新兴顶尖本科工程教育 2.0 大学都纷纷将学生纳入教育方法创新过程中, 并通过新型教育工具和资源来支撑教育方式创新, 以支持和推动特色鲜明的教育方式创新, 为学生提供了学生导向工程训练课外活动平台。新加坡技术与设计大学建立了与其自身特色鲜明的教育方式相匹配的学生评价机制和工具, 以保证所有学生对小组项目的贡献都得到充分认可; 设立了学生中心工程创新平台, 学生能够直接参与到这些新的教育方式中, 要求学生积极参与探究性、开放性问题解决, 促进学生交叉学科探究学习; 充分通过建立本科生助教制度、教学伙伴制度等支持教育方式创新。新工科建设必然要求教育方法创新, 学生是教育方法创新的核心主体和目标对象, 要把学生真正融入到新教育方法实践, 让其在新的教育环境中得到充分的真实性体验, 从而有效激发学生在教育方法创新实践中积极主动参与的内动力。

参考文献

- [1] Carayannis, E.G. and Campbell, D.F.J. (2012) *Mode 3 Knowledge Production in Quadruple Helix Innovation Systems: 21st-Century Democracy, Innovation, and Entrepreneurship for Development*. Springer, New York, 26. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2062-0>
- [2] Stock, T. and Kohl, H. (2018) Perspectives for International Engineering Education: Sustainable-Oriented and Transnational Teaching and Learning. *Procedia Manufacturing*, **21**, 10-17. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.089>
- [3] The American Society for Engineering Education (2017) *Transforming Undergraduate Education in Engineering*. The American Society for Engineering Education, 32, 36.
- [4] QS Top Universities. QS World University Rankings 2019. <https://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/2019>
- [5] Auer, M.E. and Kim, K.-S. (2018) *Engineering Education for a Smart Society*. Springer International Publishing AG, 49. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-60937-9>
- [6] SUTD. Vision and Mission. <https://www.sutd.edu.sg/About-Us/Mission-and-Values>
- [7] Magnanti, T.L. (2018) Building a New Academic Institution: The Singapore University of Technology and Design. In: Altbach, P., Reisberg, L., Salmi, J. and Froumin, I., Eds., *Accelerated Universities: Ideas and Money Combine to Build Academic Excellence*, Leiden, 56, 60.
- [8] SUTD (2018) *Towards a Better World by Design*. SUTD, 9, 12.
- [9] SUTD. Education: Unique Academic Structure. <https://www.sutd.edu.sg/Education/Unique-Academic-Structure>