

代尔夫特理工大学的工程教育课程改革： 系统审视与经验启示

齐方奕

(广东财经大学华商学院 教师发展中心, 广东 广州 511300)

摘要: 新工业革命引发世界工程产业变革和结构调整, 世界工程教育面临新的机遇和挑战, 各国高校都对工程教育课程进行改革。代尔夫特理工大学把培养“T型”专业人员作为工程教育改革的目標, 并通过完善专业课程计划、明确改革发展规划、激发改革动力、提供完备的教学支持体系实现上述目标。代尔夫特理工大学工程教育改革的经验为我国提供了以下启示: 构建模块化、灵活化的课程体系与教学体系; 形成多层次人员结构, 共同参与改革; 重视工科师资队伍建設。

关键词: 工程教育; 课程改革; 代尔夫特理工大学

中图分类号: G649 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-8874 (2020) 02-0075-07

Engineering Education Curriculum Reform at Delft University of Technology: Systematic Review and Implications

QI Fang-yi

(Center for Faculty Development, Huashang College, Guangdong University of Finance and Economics, Guangzhou 511300, China)

Abstract: The new industrial revolution has triggered changes and structural adjustments in the world's engineering industry. Engineering education in the world is facing new opportunities and challenges, and universities in various countries have carried out engineering education curriculum reform. Delft University of Technology regards the training of "T-shaped" professionals as the goal of engineering education reform, and achieves the above goals by improving professional curriculum plans, clarifying reform development plans, stimulating reform momentum, and providing a complete teaching support system. The experience of engineering education reform at Delft University of Technology has provided useful enlightenment for China: building a modular and flexible curriculum system and teaching system, forming a multi-level personnel structure and participating in the reform together and attaching importance to the construction of engineering faculty.

Key words: engineering education; curriculum reform; Delft University of Technology

“以史为鉴, 可以知得失”, 从历史进程的角度不难发现工业发展在国家发展中举足轻重的地位。自从 18 世纪英国工业革命以来, 世界先后经历蒸汽技术、电力技术以及信息技术三次工业革

命, 自 21 世纪以来, 世界迎来了第四次工业革命, 面对全新的技术革命, 世界各个国家都积极部署并投入到新一轮的工业革命中, 美国提出了“工业复兴”“先进制造业”等措施, 并在 2012 年提

出了 NNMI (National Network for Manufacturing Innovation, 简称 NNMI) 战略计划; 德国 2013 年推出了“工业 4.0”战略以此来提升整体制造业的智能化水平; 2013 年英国提出了“英国工业 2050 战略”; 法国提出了“新工业法国”战略, 力图通过工程教育提升国家工业实力重新回到全球工业强国。而我国也提出了“中国制造 2025”战略计划, 目的在于将为我国引领成为世界制造业发展的制造强国^[1]。世界前沿的工程教育面对新形势都纷纷对改革理念进行更新, 在教学模式以及课程设计上进行改革, 重视培养学生主动学习的能力, 并重视基于项目的学习方式。

代尔夫特理工大学被称为是“欧洲的麻省理工”, 在 2017—2018 年 QS 世界大学学科排名中, 代尔夫特理工大学综合排名为全球第 54 名^[2]。航空航天工程学院是该学校的特色品牌学院, 专业的办学规模和水平在欧洲都是首屈一指。航空航天工程学院有 1650 名本科生以及 650 名硕士生, 学院的教师也都是航空航天领域科研的主要参与者, 具有很丰富的改革经验并逐步形成了自己独特的改革特色, 本文就以代尔夫特理工大学航空航天工程学院为例, 介绍其工程教育课程改革的理念、课程结构、途径及启示。

一、代尔夫特理工大学工程教育课程改革的理念

代尔夫特理工大学航空航天工程学院的学习模式是基于项目的学习, 并有超过十年的顶级项目运行历史。2011 年学院对课程以及教学模式都进行了改革, 被列为全校的教学示范学院, 同时被 MIT《全球工程教育现状》(2018) 列为典型国际高等工程教育改革案例^[3]。学院意识到专业课程之间的分散性以及一致性较低, 导致航空和航天工程之间存在不平衡的状态, 基础学科与航空航天工程科学之间没有密切的联系, 基于项目的学习和学科内容之间也缺乏相应的联系; 其次, 学生在学习过程中参与度较低, 对于学生的培养已经不能满足当前对工程师的需求, 最终学院进行了工程教育改革, 并利用自身的专业优势打造了以培养“T 型”专业人员为愿景促进学生自主学习、创设基于项目学习的课程改革理念。

(一) 确定教育愿景, 培养“T 型”专业人员

学院强调学生基础知识能力与实践能力相结

合, 要求毕业生拥有广泛的学术背景, 同时具备航空航天工程设计的综合知识和工程技能。为了适应科技革命带来的变化, 学院要求学生有跨领域的探索能力, 学生不仅具备专业方面的理论实践能力, 同时还要加强各学科领域之间的交叉及渗透, 使学生具备能够在不同知识领域下、多种情况中系统化地运用工程实践能力, 他们把这样的人才称之为“T 型”专业人员(如图 1 所示)^[4], 他们能够表现出更高的工程综合素养、创新能力以及解决复杂问题的专业能力。秉承这种改革目标, 学院在课程建设中不断探索, 把培养“T 型”专业人员作为人才培养目标, 并以此为基础进行课程框架的建立。

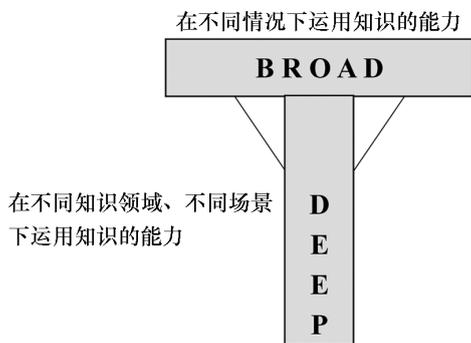


图1 “T 型”专业人员

(二) 改变教学方法, 推行主动学习

学院在教学方法上也进行了改革, 主要采取了主动学习的教学模式。包括在大型讲座中采用师生互动的教学方法、在“空中课堂(studio Classroom)”中学生获得简短的指导并以小组的形式来在线完成作业, 通过在线作业系统可以获得针对个人的个性化教学。同时在教学过程中, 应当选择与学习目标、教学方法以及可用资源保持一致的教学、学习以及评估方法^[5]。教师们的教学方法主要目的是为了培养学生们的自主学习能力, 故采用多元化的教学模式, 注重理论知识和实践能力相结合。教学过程中多采用学生自学或是完成家庭作业的教学方法, 除此之外教学方法还包括活动课、研讨会、空中课程、项目或实验以及考试等几种形式(如图 2 所示)。

(三) 突破传统模式, 依托真实工程项目

学院关注课程与项目之间的衔接性, 采用以设计流为核心来设置模块化课程, 依托真实的工程项目, 以更系统更具有实践性的方式为学生提供科学的设计体验。学院将原本五年制本科改革为“3+2”模式, 为三年本科加两年硕士, 不

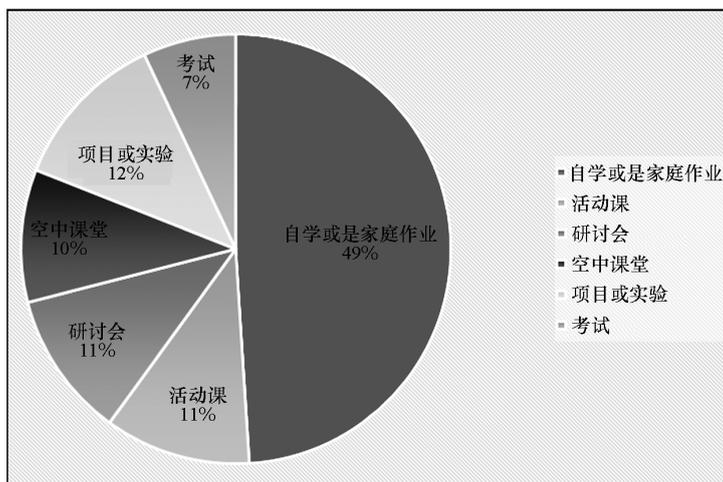


图2 航空航天工程学院的教学方法分布图

同于传统金字塔型的课程体系，学生在每个学期都有具体的工程项目，且课程进行模块划分。通过这种将项目贯穿于整个课程体系中的模式，课程与项目之间具有连贯性，学生根据项目的复杂程度在不同阶段都能够将科学理论基础与工程实践相结合，能够让学生的设计能力、工程能力、实践能力等得到系统锻炼。

二、代尔夫特理工大学工程教育改革的课程结构

课程设计是改革理念在实践中的体现，基于学生能力培养的目标，航空航天工程学院为本科生课程提供了一个以工程设计的生命周期为代表的主体结构，形成了三年课程的主题逻辑顺序^[6]。每个学期的课程都围绕项目展开，学生在项目中将学习到的理论知识运用到项目实践中。

(一) 以项目综合性为课程设计基础

学院采用项目式的教学方法结合专业特点，让学生有全方位的项目体验，具有系统化、实践性、自主性与科学性特点^[7]。项目式教学具有连贯性，贯穿学生整个大学学习生涯，根据学习阶段的不同，以项目综合性为基础进行项目设计。学生的第一学期强调工程设计的探索阶段，通过导论性课程和以探索性的方式设计项目让学生对航空航天有全面的了解；第二学期侧重概念设计，对航空航天专业相关的基础概念有一定的了解；

第三学期侧重初步设计，学生们在这个阶段会进行一些小型项目的设计，项目也相对比较简单也不具有很高的综合性；第四学期是分析、测试和模拟，这个阶段着重培养学生们的综合能力，学生们需要对项目进行分析与测试，第五学期是关于验证，这个阶段是学生学习的最后一个项目，也是综合性最高的项目，学生在这个阶段将结合自身的能力储备完成此项目。课程设置的三个主要模块分别是：航空航天设计、航空航天工程与技术、基础工程科学。通过五学期的课程全周期设计对学生们的各项能力进行与之相应的完整的培养，根据项目的整合程度对项目进行由简到繁的安排，将理论与实践相结合，结合本专业的特点确定课程结构，学生的团队合作能力、工程设计能力、解决问题能力等都在项目的进行中不断增强。

(二) 以核心课程为课程设置主题

学院针对本科生的学习设置了六个项目设计的项目学习课程^[8]，如表1所示，所有的项目都围绕航空和航天工程师生活中真实且相关的问题而进行设计，根据项目复杂程度进行设计，让学生从一年级就开始通过实践的模式了解航空航天知识，是一个从了解到应用、综合和评价，从具体到抽象、从单学科到多学科交叉、从个人到团体的一个递进过程，最后一学期的设计综合是能够评估学生在设计方面终极水平的本科毕业论文项目。

表1 代尔夫特理工大学航空航天学院教学项目概况

	第一学期	第二学期	第一学期	第二学期	第一学期	第二学期
设计项目	探索航空航天工程	设计与施工	系统设计	测试,分析和模拟	模拟和验证	设计综合
专业角色	初学者	结构工程师	首席工程师	数据分析师 测试工程师	验证工程师	系统工程师
培养目标	专业基础知识的运用能力; 专业认知和兴趣培养; 团队协作能力; 实验操作和实践技能。		软件使用和编程技能; 团队自律和协作能力; 规划、设计和调控能力。		学科综合、批判思维、分析写作、团队合作、问题探究与实际解决问题的能力等。	
输出产品	小型设计; 测试报告等。	设计报告; 生产计划等。	设计图纸; 关于设计过程的论文等。	科学报告; 反省报告等。	模拟计划; 分析报告;综合报告等。	设计报告;项目计划等。

确定专业核心课程体系后,每学期的课程都围绕主题进行设置,课程内容包括基础学科知识与技能能力。课程结构分为三个部分:航空航天设计(项目设计和设计课程)、航空航天工程和技术(空气动力学、航空航天材料与结构、生产工程、飞行与轨道力学、系统与控制、飞行动力学、推进)和基础工程科学(力学、物理、数学)。并通过六个设计项目来增强学生的学习兴趣,学生可以在真实的连续设计项目中获得实践经验。航空航天工程与技术的核心课程主要是航空航天工程的设计项目,课程内容也重新进行了设置,课程内容主要是航空航天工程的基础^[9]。在项目设计中包括了工程和技术能力、信息素养、团队建设、沟通技巧等能力的培养以及论文的撰写。改革包括17门全新课程的开发,开发内容涉及学习成果、学习内容以及教学方式;对13门现有课程进行了重新设计,包括课程设计以及教学方式,另有13门课程做了略微的改革。通过基于项目的课程内容设置加强了学生在航空航天工程中所必需的技能掌握,同时还为学生提供了实现更高水平个人发展的机会。

(三) 设置科学化、多元化的课程评价体系

项目式学习面临的问题就在于学生不能很好地进行自主学习,使得项目式教学成为形式主义,航空航天工程学院评价学生成绩的方法比较科学,主要采用多元化的评价方式。学生的成绩最终是由助教、团队成员对学生所在团队的项目成果评分以及学生对本人的表现结果自评共同组成,考核也有多种方式:六页的科学报告(小组成果)、学生在项目过程中的自我反思与个人表现(个人)、项目结束时的个人口试(个人)、对其他小组的科学论文的评审(个人)^[10]。同时对于评价

项目中的每一项都设定了具体的评分细则,以确保所有学生在评价过程中做到公平公正。

三、代尔夫特理工大学工程教育课程改革的途径

“成为世界上最好的航空航天工程学院,通过现代教育和航空航天未来最高质量的研究成果来激励学校职工和社会”是代尔夫特理工大学航空航天工程学院的使命,其目标就是吸引、激发和教育学生成为高素质的工程师并且使他们具备工程师所需要的知识、创造力以及人际沟通能力。代尔夫特理工大学通过重新校准内容以及引入了主动学习的教学方法,并针对改革内容做出了一系列的改革措施,对工程教育进行了彻底的重建^[11]。其工程教育改革主要是通过以下途径来实现的:

(一) 完善专业课程计划

每个改革的开始都源于对现状的思考以明确改革的必要性。随着时代的发展,教学环境以及教学方法也都在不断地发展,航空航天工程学院要求学生有广泛的学术背景、具备航空航天工程的综合知识和学术知识、沟通能力、分析能力、应用能力,综合和设计能力,批判性思维等综合能力。但由于专业课程之间的分散性以及一致性较低,学生在学习过程中参与度较低,对于学生的培养已经不能满足时代对工程师的需求,面对这样的问题学院设置了更加完善的专业课程计划:首先课程应当具有基础性,所有学生都应当精通基础数学和物理、工程学科以及工程设计过程,在毕业前保证在学科学术内容和工程技能方面做好充足的准备;课程内容应当具有连贯性和综合

性，在学科知识和技能方面课程应当具有明确的推进过程，课程内容的设置应当围绕明确的主题且符合学生的学习逻辑性；最后课程的设置应该是能够激发学生学习兴趣，采用能够使学生积极参与到学习过程中的教学方法。

（二）明确课程改革发展规划

改革是多方面的，首先是改革的目标，明确必须实施哪些改革以及改革的目标是什么，这部分需要领导层的决策力；其次是过程的视角，这部分需要明确应当如何进行改革以及如何让参与者接受改革，这就需要领导层的管理和政治领导力。在改革初期学校教师管理层意识到改革无法通过渐进式的方法来实现，便决定进行重大而彻底的改革。学院成立了 BICA (Bachelor Innovation Curriculum Aerospace, 简称 BICA) 团队，BICA 小组由四名高级讲师、一名教育主任、一名教育专家以及一名秘书组成。经过长时间的课程开发与定义，他们认为改革并不仅仅围绕课程，必须要考虑到社会因素才能使改革取得成功。根据系统的改革思维，BICA 确立了改革范式（如表 2 所示）^[12]。

表 2 代尔夫特理工大学航空航天工程学院改革进程范式

项目阶段	活动	管理角色
启动阶段	改革规划； 召集管理层支持改革	教育主任、教育顾问处于领导地位； 向全体教授开会介绍改革； 院长占主导作用
定义阶段	课程框架设计； 发展规划； BICA 项目团队就职	教育主任和教育顾问牵头； 教授参与； 院长
概念设计阶段	课程组织； 框架细节； 交际活动	BICA 项目团队处于主导地位
详细设计阶段	讲师发展团队制定课程大纲； 员工专业化； 协调会议； BICA 项目团队解散	BICA 项目团队在团队中担任主要讲师； 院长参与
实施阶段	课程的详细发展	讲师团队主导地位； 教育主任兼教育顾问 监察员

续表 2

项目阶段	活动	管理角色
交付阶段	交付项目和课程	讲师处于核心地位
维护阶段	评估和升级	

改革启动和定义阶段的第一步是由所有教授参与的教师研讨会中讨论决定的，利用教授们的专业知识对改革进行新的定义。通过校内外教师研讨会以及教师小组访谈形式来确定课程的主要设计要求。在概念设计阶段，BICA 团队对课程概念组织进一步的设计。详细设计阶段会开展一系列的协调会议来进行课程设计，且课程设计阶段的结果会整合到一个文件中，该文件包括了所有课程和项目的具体设计，并详细描述了课程之间的相关关系，对于课程内容以及所需的教学方式也有详细的说明。在整个改革中所有参与者都会参与到改革的进程中，学院也会在不同阶段对参与者的角色进行相应的调整。例如在改革启动阶段院长及领导层占主导地位，而在实施阶段讲师团队占主导地位。同时在改革过程中支持改革参与者自主积极地参与改革、听取专业人员的意见、共享决策过程等来推进改革，通过这样的课程改革发展规划，他们在控制改革的质量、进度和规划方面都取得了很大的成功。

（三）分阶段激励全体人员参与改革

学院在实施改革过程中十分重视与教师们的沟通，他们认为每个群体参与变革时大都会经历好奇阶段、接受阶段以及成功阶段这三个阶段^[13]。针对不同阶段教师的心理，学院设计了不同的激励方案：（1）好奇阶段：此阶段教师的心态更多的是拒绝或者是观望的态度，鉴于这样的问题，首先提高 BICA 团队的整体知识水平，让更多的教师了解改革；其次通过会议的形式解决教师对新课程的误解；最后不仅要让教师们了解改革的理念，更重要的是要让教师们认识到自己也是改革中的一份子，以此来增加教师们的责任感。（2）接受阶段：在此阶段那些已经参与到改革的人员应当通过他们的影响力来展示改革的优势，成为改革的引导者。面对改革，不同的人员关心的内容也不尽相同，这样就导致 BICA 团队针对不同的群体采取了不同的策略。例如：在与教师们的沟通中 BICA 采取了会议的形式，通过 PPT 的形式对改革进行详细的介绍，并将会议上的想法意见等

收集起来;面对较大群体则采取海报、邮件等形式。(3)成功阶段:前两个阶段方案的实施是改革成功的重要因素,它通过积极收集各方的反馈增加了BICA团队的开放性,在此阶段将收集到的关于改革的意见进行展示以此来推进改革的进一步发展。

(四) 提供完备的教学支持体系

学院采取的是项目教学,最大的特点就是要在任务的驱动下使学生能够主动获得知识、技能,这就需要为学生小组提供“一对一”的指导及个性化的辅导,然而学院每年的招生规模接近450人,一、二年级就有超过百个项目小组^[14]。降低师生比才能够有效地增进师生间的交流互动,提升团队的学习效果,面对这样的问题代尔夫特理工大学建立了研究生助教制度。研究生助教与本科生年龄相仿,能够作为学生小组的引导者和设计组织者,营造良好的学习氛围。同时根据不同的需求设置了服务新生的引导型助教、指导二年级学生的辅导型助教、辅助型助教,帮助学生梳理课程学习要点并解决问题,协助解决小组内矛盾,帮助老师评阅、修订项目报告等工作。同时对于研究生助教有着规范的遴选与管理制,学校通过学习成绩、自制力、自信心以及社交能力等方面来对研究生助教进行择优录取,并且会安排针对性强、时效性高的培训课程,一方面能够提高研究生助教的沟通技巧、授课能力以及组织协调能力,另一方面还会通过专题报告、角色互换、分组讨论等方式使研究生助教更直观地掌握知识和技能。学校将研究生助教纳入雇员体系中,并建立相应的考核激励机制,从管理制度上就让研究生助教拥有“教师”的角色意识,并通过《研究生助教工作手册》在管理制度上规范和强化。除此之外,学院还为项目教学提供完备的硬件设施。项目式教学最重要的就是理论与实践相结合,这就需要实施项目的场地。学院重新规划并设立了45个设备完善的工程项目实训场地,拥有飞机模型实验室、风洞实验室、飞行模拟器实验室等项目实训基地。这为学生提供了先进的基础设施,且硬件设施面向学生全面开放,极大地满足了项目学习的需求。

四、对我国工程教育课程改革的启示

当前,我国正处于建设现代化经济体系的重要时期,互联网、大数据、AI等新兴技术不断兴起,面对当前的技术发展和时代需求,国家对于新型工程人才的需求愈发强烈,这也对我国工程教育提出了新的更高的要求。代尔夫特理工大学在工程教育改革方面取得了一定的成功,其改革之路上的经验对于我国工程教育课程改革有着一定的借鉴意义和启示作用。

(一) 构建模块化、灵活化的课程体系与教学体系

新工科背景下,产业对于工程人才的需求更加多样化、个性化,代尔夫特理工大学面对这样的情形构建了多目标的课程体系、注重理论与实践相结合、设置跨学科的项目学习,由此可见传统的单一学科的教学体系是很难去实现新工科对课程体系的跨学科和多元的知识结构的要求,也无法培养出能够满足新工科需求的跨专业跨学科的交叉复合型人才^[15]。借鉴代尔夫特理工大学成功的改革经验,在构建课程体系的过程中要以培养产业需求的复合型人才为目标,强调课程体系的模块化和灵活化。首先,在当前新技术、新产业的形势下加强跨学科课程设置是重要突破口,在课程体系建设过程中各学校应结合本校实际情况设置跨学科研究项目,在学生参与项目的过程中能够学以致用,将不同学科的知识、技能用于解决研究项目中出现的各类工程问题。其次,由于工科本身的特点,在实践课时与理论课时的安排中,要重点突出理论与实践交叉相融的关系,提高实践课时的比例,使学生能够在实践项目中合理运用所学到的理论知识。最后,在教学方面要注重“以学生为中心”,激发学生主动学习的能力。随着“互联网+”、信息技术以及在线教学资源的发展,近年来传统教学越来越多地与数字化资源、MOOC、微课等结合起来,能够让学生获得更多教学资源的同时提高学生的学习积极性,因此工程教育信息化也将是工程教育发展的趋势,教学模式也相应实现信息化。

(二) 形成多层次人员结构,共同参与改革

要进行学校组织层面的改革就需要全组织成员的参与,形成一个相互沟通的组织成员结构。

通过分析代尔夫特理工大学的改革进程,发现不论是领导层、教师还是学生都参与到工程教育改革中来,并且会随着改革进程的不断变化,所扮演的角色和任务也都随之改变。“学校的组织特性需要向合作性转轨,以提高业绩,发展为友爱和更多信任的关系,增强社会支持和专业自尊”^[16]。

在学校组织内部形成以教师为核心,领导层、同级科研人员、学生围绕清晰的改革目标共同参与改革的合作氛围。代尔夫特理工大学在改革初期领导层占主要地位,而在课程设计和课程实施过程中教师占主导地位,这就形成了多层次人员共同参与改革的良好氛围。在我国工程教育改革过程中,需要建立与校外资源的沟通与联系,首先,邀请工程教育改革专家来做报告。专家的讲解与指点有助于更快地发现改革进程中出现的问题并及时解决问题;其次,建立与其他高校的联系。目前国内外进行工程教育改革的高校已有百余所。欧洲很多高校都与其他学校建立着紧密的联系。他们通过各类国际联盟会议、各高校间的交流项目、“主题沙龙”等活动不但促进了改革的进程还增强了学校改革的积极性。最后,建立与企业之间的联系,工程教育改革的一大特点就是更加注重实践能力的培养,与校外企业密切的合作能够为学生提供更完善条件更好的实践场所。

(三) 注重工科师资队伍建设

关于教师群体,国内外都面临的问题是“重科研轻教学”。教师是改革实施的核心人员。工程教育改革更加注意培养学生的实践能力,教师就需要更加广泛的专业技能,不然很难给学生起到榜样的作用。代尔夫特理工大学的做法对于我国工科教师队伍的建设有借鉴意义。首先,对工科教师的资质进行严格把关,建设具有跨学科专业背景的师资队伍。具有跨学科专业背景的教师能够更好地进行跨学科项目的设置以及学生跨文化能力的培养。其次,注重工科教师的长期培训工作。工科不同于其他学科,它具有很强的时代性。知识更替日新月异,学校应当为教师提供稳定的政策保障体系,鼓励教师到企业实践锻炼并积极参加校企合作项目,在实践锻炼中学习最前沿的科技技术,才能更好地培养工程人才。最后,实现教师队伍的多样性,鼓励企业资深工程师担任兼职教师。工程实践能力是工科教师所必备的基

本能力,而企业中的资深工程师具有丰富的实践经验,因此企业兼职教师和学校的专任教师相结合的师资队伍能够更好地满足工程教育的师资诉求。

参考文献:

- [1] 林建,胡德鑫. 国际工程教育改革经验的比较与借鉴——基于美、英、德、法四国的范例[J]. 高等工程教育研究,2018(2):96-110.
- [2] Quacquarelli Symods. Worldwide University Rankings 2018[EB/OL]. (2018-02-28)[2020-02-20]. <https://www.topuniversities.com/>.
- [3] MIT. The Global State of the Art in Engineering Education [EB/OL]. (2018-03-13)[2020-02-20]. <https://jwel.mit.edu/assets/document/global-state-art-engineering-education>.
- [4] Aldert Kamp, Renate Klaassen. Making Curricular Change: Case Report of a Radical Reconstruction Process [C]//Proceedings of the 9th International CDIO Conference. Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology and Harvard University School of Engineering and Applied Sciences,2013:243-245
- [5] Aldert Kamp, Renate Klaassen. Making Curricular Change: Case Report of a Radical Reconstruction Process [C]//Proceedings of the 9th International CDIO Conference. Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology and Harvard University School of Engineering and Applied Sciences,2013:243-245.
- [6] Smits G N. Study of Delft aerospace alumni[J]. aerospace engineering,2008(5):239-241.
- [7] 朱佳斌,张国洋,刘群群,等. 代尔夫特理工大学项目式教学的实践与启示[J]. 高等工程教育研究,2019(3):81-85.
- [8] Aldert Kamp. The Trail of Six Design Projects in The Delft Bachelor Aerospace Engineering[C]//Proceedings of the 8th International CDIO Conference. Brisbane: Queensland University of Technology,2012:352-355.
- [9] Aldert Kamp A. Delft Aerospace Engineering Integrated Curriculum [C]//Proceedings of the 7th International CDIO Conference. Copenhagen: Technical University of Denmark,2011:277-279.
- [10] Gillian Saunders - Smits. Research - Based Learning In a Project Based Learning Environment - A Case Study [C]//SEFI 2011 Annual Conference. Lisbon: European Society for Engineering Education,2011:599-601.

(下转第94页)