

# 从新生项目课开始： 新工科建设“成电方案”的设计与实践

曾 勇 黄 艳 向桂君 黄廷祝

**【摘要】**面向新一轮工业革命以及工程教育的快速与根本性变革,植根新工科建设行动计划,聚焦创新引领人才的核心素养,以“唤起好奇,激发潜能”为核心,构建3维6核多层次全体系“New E<sup>3</sup>”新工科建设方案,搭建从新生项目课程开始的、逐级挑战的新工科项目课程体系、跨界融合的人才培养生态、优势集聚的人才培养环境3维度人才培养大平台,重点突破6项核心改革,形成贯通融合、迭代升级的新工科教育创新体系,为形成“中国方案”,向世界输出中国模式和中国智慧提供参考、作出贡献。

**【关键词】**新工科 建设方案 New E<sup>3</sup>

## 一、引言

以科技革命和产业变革为主要特征的新一轮工业革命,正在对社会生产和生活方式产生深刻影响,也必将对高等教育产生质的影响。<sup>[1]</sup>美国工程教育协会在美国国家科学基金会的支持下,启动了《本科工程教育转型项目》(Transforming Undergraduate Education in Engineering),通过四阶段、跨年度的系列会议,研究工程教育的改革与实施。研究发现,在技术改变已经改变我们生活的今天,工程教育的内容、模式、文化仍保持相对静止不变,即使有一些变化,但最常见的工程教育课堂仍是被动讲座式。<sup>[2]</sup>工程教育改革与创新迫在眉睫。

从全球范围来看,“世界正在变化,教育也必须改变<sup>[3]</sup>”,MIT发布的《全球一流工程教育现状》(The Global State of the Art in Engineering Education)报告指出:工程教育进入了快速和根本性变革时期。<sup>[4]</sup>可以预期,面向第四次工业革命

的新工程教育在更大程度融合基础学科、工程学科、人文学科的基础上,将更加注重工程的实践本质,更加注重人才培养的交叉跨界与集成创新。

二、“New E<sup>3</sup>”新工科建设方案的设计与实践  
习总书记在十九大报告中指出:创新是引领发展的第一动力。面向新科技革命和产业变革,高等工程教育如何创新发展,如何支撑社会经济、产业发展是其面临的重要任务。

对此,我国提出了全面实施“新工科”建设行动计划。新工科坚持“立足当下、瞄准未来、主动变革”的建设理念,从“复旦共识”“天大行动”到“北京指南”“复旦论坛:新工科再深化”,逐步解决认识问题、方法论问题、政策支持问题、理念再深化问题,深刻体现了高等工程教育对国家重大战略要求的积极响应,对未来社会经济发展、未来工程的积极谋划,体现了工程教育“中国经验”“中国模式”的探索实践:培养能够适应、甚至引领未来工程需求的人才<sup>[5]</sup>,解决国家、产业与科技的重大

收稿日期:2019-07-15

基金项目:教育部新工科研究与实践项目:“面向‘电子信息+’的多类型精英人才培养模式改革、交叉复合培养与新兴专业布局”“构建挑战性学习与研究型教学体系,工程实践与创新能力培养融入全过程”(教高厅函〔2018〕17号);四川省2018-2020年高等教育人才培养质量和教学改革重点项目:“打造‘金课’杜绝‘水课’:挑战性研究型课程体系建设研究与实践”“创新引领融合发展的新工科人才培养模式改革与实践”(川教函〔2019〕270号);电子科技大学2019年度“双一流”建设研究支持计划重点项目:“国际视野下的一流本科教育建设比较研究”(SYLYJ2019103)

作者简介:曾勇,电子科技大学校长、教授、博士生导师;黄艳,电子科技大学高等教育研究中心副主任;向桂君,电子科技大学高等教育研究中心研究室副主任;黄廷祝,电子科技大学教务处处长、英才实验学院院长、高等教育研究中心主任,教授,博士生导师,国家级教学名师。

需求问题,突破核心关键技术,构筑先发优势;推动高等教育整体创新变革,在未来战略必争领域做好人才储备,占领制高点,掌握主动权,实现从“跟跑”“并跑”向“领跑”的跨越<sup>[6]</sup>;提高国家未来竞争力,赢得全球市场竞争。<sup>[7]</sup>

电子科技大学作为国家“985工程”“世界一流大学”A类建设高校,主动服务国家战略需求,紧抓立德树人根本任务和教育教学主阵地,构建从新生项目课程开始的3维6核多层次全体系“New E<sup>3</sup>”新工科建设方案,全面系统推进“新工科”建设与改革。

作为通往未来工程教育的改革计划,“New E<sup>3</sup>”建设方案首先构建了创新引领人才核心素养模型(图1)。该模型以“好奇心与学习力”“全球视野与领导力”为核心,“知识结构”建构与“创新思维”训练并重,“软实力”与“硬实力”融合,“价值塑造、启迪思想、唤起好奇、探究知识、激发潜能、个性发展”六位一体,培养堪当民族复兴大任的创新引领人才。

具体而言,学校在科学、技术、工程、数学的知识结构基础上,充分融入“Arts+Business”,激发学生的想象力和创造力,培养商业与企业意识和商业价值的发掘能力。正如 Sochaeka 等学者所言:艺术教育是关键,创意是创新的重要组成部分;创新在未来创造新的行业;新兴行业作为学生的工作,是我们未来经济福祉的基础。<sup>[8]</sup>在创意—创新—创造驱动下,面向未来的“并跑”“领跑”,突出跨学科方法,强调唤起好奇与自我激励的潜能,强调创新思维与创意培养,重视社会责任感和领导力培养是学校实现从“跟踪式人才”培养向“创新引领人才”培养转变,从“单一技术的工程师”培养向“知识融合、能力集成的领军人才”培养转变的应有之意。

基于此,“New E<sup>3</sup>”新工科建设方案以“唤起

好奇,激发潜能”为主旋律,搭建从新生项目课开始的、逐级挑战的新工科项目课程体系、跨界融合的人才培养生态、优势集聚的人才培养环境等3维度人才培养大平台,重点突破6项核心改革,形成贯通融合,迭代升级的新工科教育创新体系(图2),全面系统推进新工科建设与改革。

### 1. 唤起好奇、激发潜能:构建逐级挑战的新工科项目课程体系。

课堂是教育教学的主战场、人才培养的主渠道;课程体系是课程的组织架构,是实现人才培养目标的关键。电子科技大学逐级挑战的新科项目课程体系是对传统工程教育的深刻反思和系统改革,强调“面向未来、问题导向、纵向递进、横向交叉”,以项目学习为核心,从新生项目课到高峰项目课、挑战性跨学科项目课、“科研育人”逐级通关项目课、荣誉课程、荣誉学位等,逐步增大项目学习比重,打破学科与专业的边界,跨越高水平科研与本科教育“第一课堂”的鸿沟,贯通人才培养全过程(图3)。

电子科技大学自2016年开始全面开展挑战性研究型教学改革,以唤起好奇、激发潜能、提升学业挑战度为着力点,经过两年多的努力,建设了762门优质挑战性、研究型课程,对教学内容、教学方式、考核方式等进行改革,鼓励教师研究性地教,重在改变学生学习方式,引导学生研究性地学、挑战性地学,从而创新性地做。为保证挑战性研究型课程有效、可持续和高质量实施,学校全面启动检查落实挑战性课程建设质量工作及校院两级挑战性示范课认定、教学方法与考核方法改革示范课认定工作、杜绝“水课”督查工作,双管齐下,切实保障课程质量,提升学生的学习体验与学习感受。

专业的核心是具有逻辑结构的课程体系。随着“课堂革命”的纵深推进,进一步加强新工科教

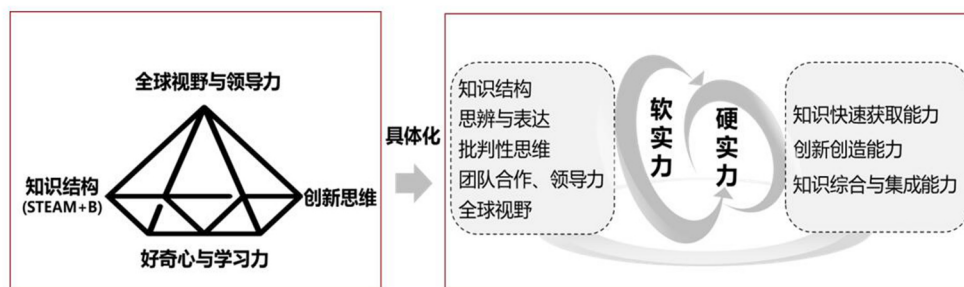


图1 创新引领人才核心素养



图2 “New E³”新工科建设成电方案

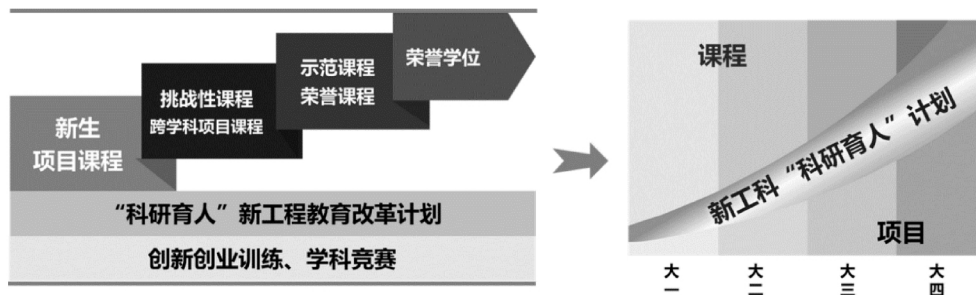


图3 UESTC新工科项目课程体系

育项目课程体系设计与实践,就显得尤为必要。基于此,学校以新工科“一揽子专项计划”为抓手,进一步突出项目学习,进一步唤起好奇,激发潜能。

(1) 实施“新生项目课程”专项建设计划,并完全纳入本科人才培养方案。从新生开始引入基于项目的学习,突出能力轴翻转,让学生从新生开始就了解构思(Conceive)、设计(Design)、实现(Implement)和运作(Operate)的内涵与思想,通过尝试解决有价值的(工程)问题,唤起好奇心与学习力,让学生对自己正在做的事感到兴奋,引导新生养成设计、创新、创造的习惯和能力,锻炼学生的思辨表达与团队协作能力;同时,通过大一新生基于项目的课程学习,经历“真实世界”的(工程)体验,了解自然科学和专业课程内涵,了解产品与课程的关系,在开始专业学习之前就能对后续课程增强必要的感性认识。例如,学校光电科学与工程学院以“3D显示及实现”设置了9门新生项目课程,覆盖学院每位学生。

(2) 实施“新工程教育体系设计与实践”专项计划。通过系统化的设计与改革,开发和建设具有系统性、逐级递升、挑战性、跨学科的基于项目的研究型课程体系。例如,学校光电科学与工程学院以“专业兴趣与认知”“项目构思与设计能力”“项目设计与实现能力”“项目实现与运行能力”及“综合集成能力”为阶段性培养重点,在大一设置9门新生项目课程的基础上,在大二和大三上学期设置基于构思、设计的专业能力提升项目课程,在大三下学期设置基于设计、实现的综合设计项目课程,在大四设置基于实现、运作的多学科集成挑战性课程,形成了“基于项目新生课—基于项目设计课—基于项目挑战课—基于项目高峰课”的逐级挑战、跨学科项目课程体系,实现项目学习全程全覆盖。航空航天学院以基于项目的主动学习、跨学科学习为培养模式,设计了“基于4D设计的专业和跨学科项目课程体系”和“面向核心工程能力的项目课程体系”,从而构成其知识与能力培养的“双线”培养方案,形成学用一体、学创一

体的教学体系<sup>[9]</sup>, 构筑学生工程能力培养→知识融合→竞争力持续提升的人才培养体系, 实现从参与设计与制作的学习向以设计为基础的主动学习转变, 探索实践了工程教育从“回归工程”到“融合创新”的新范式。

(3) 实施高水平优势科研团队“‘科研育人’新工程教育改革”专项计划。由高水平优势科研团队开发实施系列化、挑战性项目核心课程, 实现科研育人在“第一课堂”真正落地。如, 学校信息与通信学院依托信息与通信工程 A+ 优势学科, 由两项国家技术发明奖获得者、电子学会会士、国务院学科评议组成员、教育部工程研究中心主任杨建宇教授牵头并带领一批科研出色的青年教师, 以一流学科的站位高度, 服务国家战略和关键领域的使命感、责任感, 全力打造新工科精英人才培养的“卓越成长计划”。该计划以“项目”引领“课程”, 构建“卓越核心课程”与“卓越通关项目”衔接的“双螺旋”教学体系, 重构“初级—中级—高级—创新”贯通全过程的项目化教学架构和教学内容, 以核心课程案例化教学、科研实践通关式挑战, 将高水平科研实践真正从第二课堂推进到第一课堂。电子科学与工程学院依托电子科学与技术 A+ 优势学科、电子薄膜与集成器件国家重点实验室, 面向关键核心技术、国之重器, 打造“以传感芯片为核心的创新人才培养”科研育人项目。该项目以具有多功能集成特征的传感芯片为载体, 从团队承担的传感芯片国家重点研发计划等项目成果中抽取基础科学和典型技术问题, 构建核心课程体系和集趣味性、挑战性、展示性于一体的研究项目, 实施由外及里、从易到难的逐级递进、步步深入的教学模式, 形成基于传感芯片研发及应用示范的“软件—电路—芯片—系统演示”的全链条科研育人架构, 实现课堂教学与科研实践的融合互动。

基于项目的学习是唤起好奇, 激发兴趣与潜能, 培养学生解决复杂工程问题、沟通交流、团队协作与工程领导力, 训练系统性思维、设计思维、创造性思维的一种有效途径。学校“一揽子专项计划”融入培养方案, 使项目学习“进课程”“进课堂”, 融入四年培养过程, 形成工程教育改革的新理念、新方法、新模式、新质量。

2. 建构生态: 搭建跨界融合的人才培养新生态。

学科专业和人才培养类型结构问题是工程教

育改革的核心问题。<sup>[10]</sup> 跨界融合的人才培养新生态以“新的工科专业+工科的新要求”为核心, 构建“智能+”新专业体系, 设计“通识教育与领导力培养体系”, 创新“拔尖人才培养”“交叉复合人才培养”模式。

(1) 构建“智能+”新专业体系。面向未来, 积极把握新科技革命和产业变革的新动向新技术、社会发展的新需求、学科交叉融合的新趋势, 紧密对接创新链、产业链, 围绕“智能+”, 大力发展国家战略发展、社会建设以及公共服务领域民生改善急需的新兴专业、交叉复合专业, 布局建设人工智能、机器人工程、无人驾驶航空器系统工程、新能源材料与器件、智能电网信息工程、智能制造、互联网金融、数据科学与大数据技术、物联网工程、数字媒体技术等新工科专业, 重构人才培养体系与课程体系, 推进工程教育专业认证和专业评估, 升级改造传统与优势专业, 构建新工科专业体系。

(2) 打造成电通识教育与领导力培养体系(图4)。构建由核心通识课程体系与通识资源拓展体系相辅相成的通识教育体系, 包括六模块 114 门核心通识课程、新生研讨课(必修课)、校外优质通识类 MOOC、“成电讲坛”“成电舞台”“经典 60”阅读等优势资源。重点打造《人类文明经典赏析》核心通识系列课程, 通过“阅读经典+深度讨论”“线上线下互动+课内课外互补”“悦读荟+MOOC 群+成电银杏叶”等系列举措, 实现学生“智识教育”全覆盖。每个专业开设“专业写作与口头表达”必修课, 将思辨与表达能力培养贯穿四年教学过程。实施“成电栋梁工程”, 成立学生



图4 UESTC 通识教育与领导力培养体系

领导力教育研究所、学生领导力 VR 测评中心, 建构“创新驱动型领导力发展模型”, 分层设计和实施“卓越”(100%学生)、“菁英”(30%学生)和“领

军”(10%学生)多层次培养计划;同时,充分利用第二课堂,打造阅享成电、leader说、成电辩坛等精品活动,共建青年领袖实验室、全球青年大会、马里兰大学领导力训练营等特色项目,实现全覆盖、全过程、分层次、进阶式学生领导力培养。

(3) 构建新工科人才培养模式新体系(图5)。实施“成电英才计划”校级拔尖创新人才特殊培养计划和“壹系壹班”“林为干班”“雄鹰班”等18个院级拔尖创新人才特殊培养计划,从本硕博贯通培养机制、个性化培养方案制定、高水平导师团队组建、学生国际交流与学习平台搭建等方面深化改革,培养拔尖创新人才。推进多学科交叉融合人才培养模式改革,实施面向“智能+行业产业”“电子信息+行业产业”的“互联网+”复合实验班、智能制造实验班、机器人特色实验班、电动汽车创新创业复合实验班等特色计划;面向“电子信息+经济管理”的管理—电子工程复合培养实验班;面向“电子信息+生命科学”的生物—信息复合培养实验班;面向“AI+外语”的外语—计算机复合实验班;以“电子信息+实验艺术”实现“新工科+新艺术”的交互新媒体艺术辅修专业,构建复合型人才成长生态圈。全面实施“大类招生、大类培养”,以工科试验班、电子信息大类、计算机类、数学类、示范性卓越工程师类等方式进行招生和培养;同时,为学生提供两次转专业机会,转出不设门槛,打破学科专业边界,充分满足学生个性化学习需求。

3. 厚植沃土:打造优势集聚的人才培养新环境。

高等教育进入大众化阶段以来,已从社会边缘进入中心,与利益相关者建立合作伙伴关系是高校聚集办学资源的必然选择。<sup>[1]</sup>学校“问内外资源创条件”,以“优势集聚、资源共享、互惠共赢”为原则,统筹实践教学、科研训练、科创竞赛、社会实践、双创项目等育人活动,建设联合研究实验室、合作研究中心、创新创业实践平台、科创竞赛实训平台、校外教学实习基地、课外科技创新活动基地等育人平台,成立创新创业学院、实施“一校一带”战略(一校:电子科技大学,一带:成都高新区高校成果转化产业带,“一校一带”融合发展,打造创新创业示范区——“中国硅谷”)等战略措施,拓展协同育人空间,构建“产教学研用”融合的创新创业教育体系,打造集教育、研发、创业于一体的新工科人才培养共同体。例如,学校示范性微电子学院以企业交流、成电芯论坛、新生研讨课等多场景对大一学生开展工程认知教育;以“集成电路先进设计—先进制造—先进封测”的企业课程体系,涵盖物理、器件、工艺、设计、封测、系统集成与应用等完整知识链的“一条龙IC综合实验”,科创竞赛等多途径对大二大三学生开展工程训练教育;以企业+学校双导师制、校外实习实训、工程实战训练等多维度对大三大四学生开展工程研究教育,形成产学合作协同育人长效机制。信息与软件工程学院以企业虚拟班、企业合作课等10种校企合作模式,与300余家企业建立校企协同育人机制,实现贯穿4年、累积1年、全链条递进式“企业参观—企业实训—企业实习—企业毕设”覆盖学院所有学生。

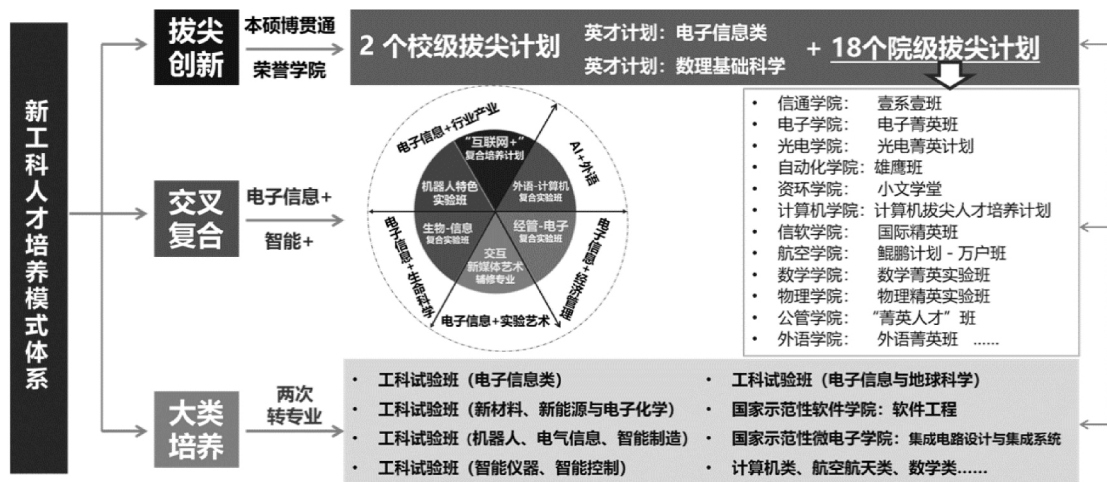


图5 UESTC新工科人才培养模式体系

以教学环境为支撑,创设 82 间小班探究式智慧教室,包含多屏手机互动教室、虚拟桌面翻转课堂教室、多视窗系统教室等多种类型,配套互动教学系统、电子班牌、书写墙等辅助设施,轻松实现人脸识别/刷卡/手机签到、课前/课中/课后师生互动、教学状态数据采集分析等,实现信息技术与物理空间的结合、以教师为中心向以学生为中心转变以及教与学的智慧互动。

以教师为主体,完善荣誉与奖励体系,设立立德树人成就奖、教学改革创新示范奖、教学竞赛奖、教书育人优秀团队等 4 大类教学荣誉,加大教学奖励;推进教授为本科生上课制度、杰出学术人才为本科生上课制度,实施“教授开放日”制度、本科教学关键岗位制度,开展“一流本科教育大家谈”“教学改革与创新论坛”等系列活动,充分调动教师倾心教学,研究教学的主动性,回归育人本分,营造新工科教育教学改革文化。

### 三、结语

面向新工科建设,电子科技大学因时而动,返本开新,主动作为,构建多层次全体系,真正可以落地实施,可以解决工程教育现存问题的“New E<sup>3</sup>”成电方案。面向未来,我们需要更加深刻的思考、研判产业和社会变革的趋势,不断积累的经验 and 成功做法,为形成“中国方案”,建设工程教育强国作出贡献。

### 参 考 文 献

- [1] 吴岩. 新工科:高等工程教育的未来——对高等教育未来战略思考[J]. 高等工程教育研究, 2018(6):1-3.
- [2] ASEE. Transforming Undergraduate Education in Engineering[EB/OL]. <http://tuee.asee.org/>.
- [3] UNESCO. Rethinking Education Towards a Global Common Good[M]. UNESCO, 2015.
- [4] GRAHAM R. The global state of the art in engineering education[J]. Massachusetts Institute of Technology (MIT), Massachusetts, USA2018, 2018.
- [5] 李培根. 工科何以而新[J]. 高等工程教育研究, 2017(4):1-4+15.
- [6] 吴爱华, 杨秋波, 郝杰. 以“新工科”建设引领高等教育创新变革[J]. 高等工程教育研究, 2019(1):1-7+61.
- [7] 陆国栋, 李拓宇. 新工科建设与发展的路径思考[J]. 高等工程教育研究, 2017(3):20-26.
- [8] 胡天助. STEAM 及其对新工科建设的启示[J]. 高等工程教育研究, 2018(1):121-124.
- [9] 任玉琢, 等. 面向新工科的本科专业培养方案及创新课程设计与实践[J]. 高等工程教育研究, 2019(3):29-32+46.
- [10] 张大良. 新工科建设的六个问题导向[N]. 光明日报, 2017-04-18(13).
- [11] 林健, 王煦樟. 特色办学成就一流大学——以滑铁卢大学为例[J]. 中国高教研究, 2018(4):22-28.

## Design and Practice of UESTC-New E<sup>3</sup> Plan for Emerging Engineering: Starting from the Freshman Project Courses

Zeng Yong, Huang Yan, Xiang Guijun, Huang Tingzhu

**Abstract:** Under the background of a new round of industrial revolution and the rapid engineering education reform, a new emerging engineering construction project, New E<sup>3</sup>, was put forward. This plan is a comprehensive system with three levels and six cores. With “arousing curiosity and stimulating potential” as its core, this plan focuses on training the core qualities of innovative talents. It aims to build a three-dimensional talent training platform, including the emerging engineering curriculum starting from the freshman project courses, the interdisciplinary talent training ecological system and the talent cultivation environment, and carry out six core reforms. The “New E<sup>3</sup>”, as a plan with Chinese style, is aimed to introduce Chinese mode and Chinese intelligence to the world.

**Key words:** emerging engineering education; construction project; New E<sup>3</sup> (责任编辑 黄小青)