

内部资料

决策参考

第4期

发展规划处
教育科学研究所 主办

2020年8月15日

目录

政策形势

教育部办公厅关于公布首批“新工科”研究与实践项目的通知
“新工科”建设复旦共识

专家解读

新工科：从理念到行动
新工科和新工科建设的内涵解析

案例探索

坚持“信息特色”，培养“新工科”创新人才——对话南京邮电大学校长
叶美兰
能力导向的应用型本科人才培养模式创新——南京工程学院项目教学迭代
方案设计与实践

编者按

“新工科”建设是近两年高校的热点。2017年，复旦大学举行了综合性高校工程教育发展战略研讨会达成了“‘新工科’建设复旦共识”，随后，教育部发布《教育部高等教育司关于开展新工科研究与实践的通知》，启动“新工科研究与实践”项目。于是，一场关于“新工科”的讨论在全国高校展开，“新工科”也成为当前工程教育领域的热点话题。本期以新工科建设为专题，解读“新工科”的政策走向、理念和内涵，以及如何建设新工科？

政策与趋势

教育部办公厅关于公布首批“新工科”研究与

实践项目的通知

教高厅函〔2018〕17号

各省、自治区、直辖市教育厅（教委），新疆生产建设兵团教育局，部属各高等学校，理工专业类教学指导委员会，相关行业协（学）会，有关企业：

开展“新工科”建设是我部深入学习贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想和党的十九大精神，写好高等教育“奋进之笔”，打好提升质量、推进公平、创新人才培养机制攻坚战的重要举措。根据《教育部办公厅关于推荐新工科研究与实践项目的通知》（教高厅函〔2017〕33号）精神，在有关方面择优推荐的基础上，经通讯评议、专家组评议及公示，我部决定认定612个项目为首批“新工科”研究与实践项目，现予以公布（名单见附件）。

各有关单位要把“新工科”建设作为引领高等教育改革的有力抓手，用实功、出实招、求实效，以只争朝夕、时不我待的精神推进项目实施。

现提出如下要求：

一、以“新工科”理念为先导凝聚更多共识。“新工科”建设是主动应对新一轮科技革命与产业变革的战略行动，以新技术、新产业、新业态和新模式为特征的新经济呼唤“新工科”，国家一系列重大战略深入实施呼唤“新工科”，产业转型升级和新旧动能转换呼唤“新工科”，提升国家硬实力和国际竞争力呼唤“新工科”。要把握好“新工科”建设的内涵，统筹考虑“新的工科专业、工科的新要求”，加快培养新兴领域工程科技人才，改造升级传统工科专业，主动布局未来战略必争领域人才培养。要探索建立“新工科”建设的新理念、新标准、新模式、新方法、新技术、新文化，实现从学科导向转向产业需求导向、从专业分割转向跨界交叉融合、从适应服务转向支撑引领。

二、以需求为牵引开展多样化探索。要认真研究国家战略和区域发展需要，积极开展“新工科”研究与实践，工科优势高校要对工程科技创新和产业创新发挥主体作用，综合性高校要对催生新技术和孕育新产业发挥引领作用，地方高校要对区域经济发展和产业转型升级发挥支撑作用。要把“新工科”建设作为高校综合改革的“催化剂”，系统推进大学组织模式、学科专业结构、人才培养机制、教师评价激励等方面的综合改革，推动和引领高等教育深层次变革。创新大学组织形式，促进“理工”“工工”结合、“工匠”“工农”“工文”交叉，面向当前产业急需建立现代产业学院，面向未来发展趋势建立未来技术学院。要加快形成一批可推广可复制的改革成果，在新兴工科的课程体系、新形态教材和教学内容、在线开放课程、工程教育师资队伍和实践基地等方面实现突破。

三、以项目群为平台加强交流合作。要充分发挥“新工科”研究与实践项目群的平台作用，定期组织项目交流、积极吸纳社会资源、加大推进校际协同。“新工科”研究与实践专家组、理工专业类教指委要发挥好“参谋部、咨询团、指导组、推动队”作用，加强对相关项目群的指导、支持

和服务，组织开展师资培训、交流研讨等，统筹推进本领域“新工科”建设。我部将适时通报表扬各地各高校“新工科”建设典型经验做法，对于推进不力的项目将予以提醒或撤项。支持具备条件的高校设立“新工科”研究机构，深入开展理论与国际比较研究。

四、以统筹内外资源为途径加大项目支持。我部将拓展实施“卓越工程师教育培养计划”（2.0版），适时增加“新工科”专业点；在产学研合作协同育人项目中设置“新工科建设专题”，汇聚企业资源。鼓励部属高校统筹使用中央高校教育教学改革专项经费；鼓励“双一流”建设高校将“新工科”研究与实践项目纳入“双一流”建设总体方案。鼓励各地教育行政部门认定省级“新工科”研究与实践项目，并采用多种渠道提供经费支持。积极争取地方人民政府将“新工科”建设列入产业发展规划、人才发展规划等。

教育部办公厅

2018年3月15日

（资料来源：教育部办公厅[EB/OL].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201803/t20180329_331767.html）

“新工科”建设复旦共识

高等教育发展水平是一个国家发展水平和发展潜力的重要标志。习近平总书记指出，“我们对高等教育的需要比以往任何时候都更加迫切，对科学知识和卓越人才的渴求比以往任何时候都更加强烈”。当前世界范围内新一轮科技革命和产业变革加速进行，综合国力竞争愈加激烈。工程教育与产业发展紧密联系、相互支撑。为推动工程教育改革创新，2017年2月18日，教育部在复旦大学召开了高等工程教育发展战略研讨会，与会高校对新时期工程人才培养进行了热烈讨论，共同探讨了新工科的内涵特征、新工科建设与发展的路径选择，并达成了如下共识：

1. 我国高等工程教育发展已经站在新的历史起点。国家正在实

施创新驱动发展、“中国制造 2025”“互联网+”“网络强国”“一带一路”等重大战略，为响应国家战略需求，支撑服务以新技术、新业态、新产业、新模式为特点的新经济蓬勃发展，突破核心关键技术，构筑先发优势，在未来全球创新生态系统中占据战略制高点，迫切需要培养大批新兴工程科技人才。我国已经建成世界最大规模的高等工程教育，工程教育专业认证体系实现国际实质等效，国家统筹推进世界一流大学和一流学科建设，为加快建设和发展新工科奠定了良好基础。

2. 世界高等工程教育面临新机遇、新挑战。第四次工业革命正以指数级速度展开，我们必须在创新中寻找出路。发达国家的历史经验证明，主动调整高等教育结构、发展新兴前沿学科专业，是推动国家和区域人力资本结构转变、实现从传统经济向新经济转变的核心要素。为应对金融危机挑战、重振实体经济，主要发达国家都发布了工程教育改革前瞻性战略报告，积极推动工程教育改革创新。我国高等工程教育要乘势而为、迎难而上，抓住新技术创新和新产业发展的机遇，在世界新一轮工程教育改革中发挥全球影响力。

3. 我国高校要加快建设和发展新工科。一方面主动设置和发展一批新兴工科专业，另一方面推动现有工科专业的改革创新。新工科建设和发展以新经济、新产业为背景，需要树立创新型、综合化、全周期工程教育“新理念”，构建新兴工科和传统工科相结合的学科专业“新结构”，探索实施工程教育人才培养的“新模式”，打造具有国际竞争力的工程教育“新质量”，建立完善中国特色工程教育的“新体系”，实现我国从工程教育大国走向工程教育强国。

4. 工科优势高校要对工程科技创新和产业创新发挥主体作用。总结继承工程教育改革发展的成功经验，深化工程人才培养改革，发挥自身与行业产业紧密联系的优势，面向当前和未来产业发展急需，主动优化学科专业布局，促进现有工科的交叉复合、工科与其他学科的交叉融合，积极

发展新兴工科，拓展工科专业的内涵和建设重点，构建创新价值链，打造工程学科专业的升级版，大力培养工程科技创新和产业创新人才，服务产业转型升级。

5. 综合性高校要对催生新技术和孕育新产业发挥引领作用。发挥学科综合优势，主动作为，以引领未来新技术和新产业发展为目标，推动应用理科向工科延伸，推动学科交叉融合和跨界整合，产生新的技术，培育新的工科领域，促进科学教育、人文教育、工程教育的有机融合，培养科学基础厚、工程能力强、综合素质高的人才，掌握我国未来技术和产业发展主动权。

6. 地方高校要对区域经济发展和产业转型升级发挥支撑作用。主动对接地方经济社会发展需要和企业技术创新要求，把握行业人才需求方向，充分利用地方资源，发挥自身优势，凝练办学特色，深化产教融合、校企合作、协同育人，增强学生的就业创业能力，培养大批具有较强行业背景知识、工程实践能力、胜任行业发展需求的应用型和技术技能型人才。

7. 新工科建设需要政府部门大力支持。教育部、有关行业主管部门和各级政府应对新工科建设进行重点支持，推动体制机制改革，加强政策协同、形成合力，在优化相关领域专业结构、改革培养机制、强化实习实训、加强师资队伍建设等方面出台更多的支持措施，为新工科人才培养提供良好的政策环境。

8. 新工科建设需要社会力量积极参与。打造共商、共建、共享的工程教育责任共同体，深入推进产学合作、产教融合、科教协同，通过校企联合制定培养目标和培养方案、共同建设课程与开发教程、共建实验室和实训实习基地、合作培养培训师资、合作开展研究等，鼓励行业企业参与到教育教学各个环节中，促进人才培养与产业需求紧密结合。

9. 新工科建设需要借鉴国际经验、加强国际合作。扎根中国、放眼全球、办出特色，借鉴国际先进理念和标准，明确新工科教育未来发展的

重点和方向，分析新工科人才应具备的素质，构建新工科人才能力体系，培养具有国际视野的创新型工程技术人才。加强国际交流与合作，将“中国理念”“中国标准”注入“国际理念”“国际标准”，扩大我国在世界高等工程教育中的话语权和决策权。

10. 新工科建设需要加强研究和实践。我们将共同启动“新工科研究与实践”项目，围绕工程教育的新理念、学科专业的新结构、人才培养的新模式、教育教学的新质量、分类发展的新体系等内容开展研究和实践。我们将携手更多高校共同探索新工科的内核要点和外延重点，充分发挥基层首创精神，边研究、边实践、边丰富、边完善。我们将以更宽的视野、更大的勇气、更高的智慧、更强的担当来推进新工科建设，推动形成广泛共识，凝聚各方合力，为建设工程教育强国做出积极贡献。

（资料来源：高教司[EB/OL]http://www.moe.edu.cn/s78/A08/moe_745/201702/t20170223_297122.html）

专家解读

面向未来的“新工科”

王庆环

一、传统工科教育与新经济发展有所脱节

“新工科”新在何处？回答这个问题，先要看看我们的工程教育“旧”在哪里？至少以下这组数字让我们看到工程教育的“旧”：到 2020 年，我国新一代信息技术产业、电力装备、高档数控机床和机器人、新材料将成为人才缺口最大的几个专业，其中新一代信息技术产业人才缺口将会达到 750 万人。到 2025 年，新一代信息技术产业人才缺口将达到 950 万人，电力装备的人才缺口也将达到 900 多万人。

“缺人才”不只发生在未来，还发生在当下，目前迅猛发展的大数据、

物联网、人工智能、网络安全、大健康等新经济领域都出现人才供给不足现象，暴露出我国工程教育与新兴产业和新经济发展有所脱节的短板。

事实上，我国拥有世界上最大规模的工程教育。2016年，工科本科在校生538万人，毕业生123万人，专业布点17037个，工科在校生约占高等教育在校生总数的三分之一。但是，“我国工科人才培养的目标定位不清晰，工科教学理科化，对于通识教育与工程教育、实践教育与实验教学之间的关系和区别存在模糊认识，工程教育与行业企业实际脱节太大，工科学生存在综合素质与知识结构方面的缺陷”。这些分析来自南京大学电子科学与工程学院的一份报告。

新经济的发展对传统工程专业人才培养提出了挑战。相对于传统的工科人才，未来新兴产业和新经济需要的是工程实践能力强、创新能力强、具备国际竞争力的高素质复合型“新工科”人才，他们不仅在某一学科专业上学业精深，而且还应具有“学科交叉融合”的特征；他们不仅能运用所掌握的知识去解决现有的问题，也有能力学习新知识、新技术去解决未来发展出现的问题，对未来技术和产业起到引领作用；他们不仅在技术上优秀，同时懂得经济、社会和管理，兼具良好的人文素养。可以说，新经济对人才提出的新的目标定位与需求为“新工科”提供了契机，新经济的发展呼唤“新工科”。

“人才是发展壮大新经济的首要资源。工程教育跟产业发展是紧密联系的，相互支撑的。工程教育改革如果滞后，那就拖了产业的后腿。我们急需发展‘新工科’，来支撑新经济发展的人才需要。”教育部高等教育司司长张大良说。

二、“新工科”要立足新经济之“新”

“你或许希望每一个在贫穷环境下成长的孩子都能获得足够的营养，以便在学校取得最好的成绩；你或许希望研发一种能够保护孩子免受疟疾威胁的疫苗；你或许希望设计一款电池，在夜晚照亮孩子的书桌，或者研

发一项移动技术，有朝一日能帮助孩子开办自己的公司。如果这正是你们想要做的，就放手去做吧。没有比现在更好的时机，也没有比现在更好的环境了。”这是微软创始人比尔·盖茨近日在北京大学发表演讲时的结语。

比尔·盖茨的这些话让我们看到未来的创新与创造必将无处不在，这恰恰点中了新经济的要点，也让我们看到“新工科”必须要立足新经济之“新”，而不是亦步亦趋跟在新经济后面设专业、开课程，貌似在建设“新工科”，其实还是走以前工程教育的老路。

那么，“新工科”怎么做才能立足新经济之“新”呢？

首先，授人以鱼不如授人以渔。“现在不要说四年，两三年间，世界就大不同了。我们现在做微信小程序开发，大学是不是要搞一个专业专门学这个？等你搞出来，可能小程序已过时了。我们认为最重要的还是培养学生的快速学习能力。”腾讯公司副总裁、技术管理委员会主任王巨宏说。新经济是一个动态的、相对的概念。经济发展总是在推陈出新，不同时期的经济都有“新”的部分，一定时期的“新”也会逐渐变成“旧”。因此，“新工科”要着眼于互联网革命、新技术发展、制造业升级等时代特征，培养学生最核心的能力——学习而且是快速学习新事物的能力。

其次，学生需要在更广泛的专业交叉和融合中学习。美国斯坦福大学的做法是学工程也需要理解哲学，商科生也要做工程试验。“因为我们认为在他们毕业时，不只需要理工科知识。他们要成为一个团队、一个企业乃至一个国家的领袖，就需要去了解政治、哲学、历史和整个世界。我们还做了一件听起来很疯狂的事，学生如果对现有专业不满，可以自己设立一个，然后让老师批准他们设计的专业，并据此获得相应学位。”斯坦福大学工程学院高级副院长托马斯·肯尼说。这无疑是切中了新经济的脉搏，“信息化、智能化、脑认知、芯片、精准医疗、大数据等新概念层出不穷，它们算工科还是算理科？创新业态催生大学教育转型，传统的理科和工科已不足以应对时代变革，我们要重构一些核心知识，原来的老知识要升级换

代。‘新工科’应该做什么？我认为是科学、人文、工程的交叉融合，是培养复合型、综合性人才，学生要具备整合能力、全球视野、领导能力、实践能力，成为一个人文科学和工程领域的领袖人物。”中科院院士、复旦大学常务副校长包信和说。

（原载于《光明日报》，2017年4月30日）

新工科和新工科建设的内涵解析

刘吉臻 翟亚军 荀振芳

世界范围内新一轮科技革命和产业变革的加速进行，将同我国加快转变经济发展形成历史性交汇，我国经济发展进入新常态，这些对工程学科的发展和工程科技人才的培养提出了更新更高的要求。新工科建设是我国高等工程教育对未来发展的崭新思维和深度思考，是对科技革命和产业革命的积极回应，是深化高等工程教育改革的必然路径。行业特色型大学是我国高等教育体系的重要组成部分，是我国高等工程教育发展的中坚力量。新工科的提出为行业特色型大学的发展提供了机遇。抓住和利用好此机遇，是行业特色型大学实现发展和飞越，早日迈向世界一流的战略选择。

一、新工科和新工科建设解析

2017年2月18日，综合性高校工程教育发展战略研讨会在复旦大学召开。在此次会议上，新工科一词被正式提出。此概念一经提出，就引起了高教界的高度关注，新工科建设的理论研究和以新工科为背景的高等工程教育改革实践随之展开。但是，时至今日，人们在给予新工科重要性一致肯定的同时，并没有给出一个新工科的共识性的定义。这一方面是由于新工科作为一个新概念，人们对它的认识还有待于进一步深入；另一方面，则因为新工科内涵非常丰富，想用一个简单的定义涵盖其全部的内涵是一件非常困难的事情。本文不致力于对新工科的概念予以界定，而是拟通过

从不同维度的分析，对新工科和新工科建设的内涵进行更深层次的解读，从而在实践中提高新工科建设的成效。

1.新工科：概念和理念的共融

新工科建设是高等工程教育为了应对新一轮科技革命与产业变革的挑战而采取的积极行动，是以新技术、新产业、新业态和新模式为特征的新经济对高等工程教育改革的强烈需求。新工科之新，体现的是一种形势之新、需求之新，强调的是理念之新、行动之新。

首先，新工科的“新”并不是一个时间上的概念。新工科，顾名思义，指新的工学学科或工程学科。我们知道，新与旧相对。新旧的区别主要有二：一是以时间为分界点，刚出现、以前没有过的，称之为新，反之则为旧。比如、新闻、新贵、新星等。二是与事物的性质、状态有关，指异于旧质的状态和性质。如新时代、新观念、新思维等。

单纯时间意义上的新学科是没有任何意义的。学科学认为，动态性和发展性是学科的基本特征，任何一个学科的发展都经历了孕育、萌芽、成长和成熟的过程，每一个成熟的学科都有自己特有的研究对象、特有的研究方法、特有的学科文化等。在这个意义上说，学科永远都是新的。因此，新工科以及随后出现的“新农科”、“新医科”、“新理科”、“新文科”、“新商科”，等等新学科之新显然不是单纯时间意义上的新。

其次，新工科是一个类概念。所谓类概念，即是说它并不指向单一特定的事物，而是许多具有共同特征事物的综合。新工科诞生于科技革命、产业革命和新经济的大背景下，“新”既是它的本质，也是它的特征。“从某种程度上说，新工科就是有别于传统学科的学科交叉产物”，是与新科技紧密相连、对接新兴产业、由多学科交叉生成的学科。这些“新”不仅体现出新工科的建设内容之新，也揭示出新工科建设所蕴含的学科建设和高等教育改革的理念之新。

新工科之“新”并不为工科所独有。“新工科”是指新的工科形态，是

对工科注入新的内涵以适应新经济发展需要而产生的工科新形态。新工科又可表述为“工科+”，即工科+新理念、工科+新专业、工科+新结构、工科+新模式、工科+新体系、工科+新技术……等形成的工科新形态。其中，新理念是这些“新”的统领，理解新工科首先要从理念的角度来认识。

当把新工科所蕴含的新理念注入其他学科时，新的学科就出现了。新工科之后，“新商科”“新农科”等概念相继出现。2017年11月8日，“商业创变，商科创新—中国新商科人才培养创新大会”在上海开幕。与会者指出，我国商贸服务业进入到消费升级、互联互通、大数据、人工智能、智慧物流、共享经济、商业3.0的新时代。这些新时代的创变产生的对科技知识普及和人才培训的需求，给商科教育带来了新课题、新内容、新空间和新的发展机遇。2018年3月，高教司司长吴岩在南方科技大学发表讲话，明确提出，教育部将正式推出四个“新”：新工科、新医科、新农科、新文科。可以预见，在不久的将来，新工科的观念必将会普及至所有学科。

作为一个概念的新工科和作为一个理念的新工科是统一不可分割的。把握新工科的观念内涵，可以帮助我们更好地理解新工科蕴含的新观念；而通过强调新工科所蕴含的新观念，可以有助于我们更好地理解新工科的内涵。观念和观念的统一不仅可以加强对新工科建设的认识，同时也指明了新工科建设的途径和方向。

2.新工科：学科和专业的共通

新工科，全称是新的工程学科或新的工科学科。从新工科这一名词组成来看，“新”和“工”都是用来修饰学科的，学科是本质，“工”是属性，“新”是价值取向。如果把学科作为一个属概念，那么按照新工科是新的工程学科或新的工科学科的说法，新工科就是学科这个属概念下的一个种概念。作为学科的下位概念，新工科毫无疑问是归属学科范畴的。但是，在目前公布和发表的许多关于新工科建设的政策文件和研究文献中，多把

新工科称为“新工科专业”，如果从最后落脚于“专业”来看，似乎新工科又归于专业范畴。例如，“复旦共识”提到，“新工科建设一方面要主动布置和发展一批新兴工科专业，另一方面要推动现有工科专业的改革创新。”那么，新工科到底是属于学科范畴，还是属于专业范畴，亦或是二者兼具呢？这个问题的厘清不仅涉及到新工科建设的内容，更关系到新工科建设的路径选择和建设目标。

第一，传统意义上的学科和专业二者的边界是清晰而分明的。

从内涵来看，学科是科学知识领域内的一个组成部分，是“科学研究发展成熟或较为成熟的产物。某个学科研究领域，只有当科学研究成果积淀到一定程度，形成了特定的研究内容、研究方法和研究规范，这个领域才有可能形成一门学科”。换句话说，学科是独立的、完整的，是具有自己特定研究对象、研究方法和成熟理论体系的。专业则是指“课程的一种组织形式”。专业是模块化的，强调的不是知识体系的系统而是课程结构的完整。从发展目标来看，学科是按照知识自身的逻辑，遵循科学发展的规律和人类认识的规律，以发现知识、创造知识为目标，强调的是知识的创造和产出。专业面对的则是社会发展的逻辑，强调的是社会的需要，主要遵循的是教育发展的规律、人才成长的规律以及教育与社会发展相适应的规律，侧重于知识的传授。在人才培养方面，学科培养的是学科新人，对接的是研究生教育；专业则以为社会培养各级各类专业人才为己任，对接的是本科教育。在建设内容上，专业建设以课程建设为主，主要指教什么和怎样教，与教学活动密切关联；学科建设则多指大学学术发展实践活动，除学院和系所外，一般还落脚于研究平台、研究项目、实验室、研究中心以及一些虚拟的学术组织等的建设。

第二，新工科的出现突破了学科和专业的边界，集学科属性和专业属性于一身。

一方面，新工科是具有学术属性的。《新工科建设路线（天大行动）》

中提到,新工科建设要推动现有工科交叉复合、工科与其他学科交叉融合、应用理科向工科延伸,孕育形成新兴交叉学科专业。在这里,新工科建设强调了不同学科之间的交叉与融合,这种交叉融合和以往大多发生于相近学科之间的交叉与融合不同,它突出了任何学科和工科交叉融合的可能性,如理工交叉、文工交叉、经工交叉等等。这种学科交叉融合路径恰好体现了对学科建设本质的回归。

学科的划分源于知识的扩展与人类认识的矛盾,知识本身是一个统一体。近代科学产生之前,人们基本上把世界看成一个混沌的整体,以感性直观和理性思辨从整体上把握自然,把握社会。哲学统摄一切学科,它包罗和融合着最初的自然知识和社会知识的萌芽。到了现代社会,由于“知识爆炸”和人类认识能力的局限性,人们被迫将知识划分为一个个领域,在各个领域内,人们的研究达到了精致化的程度,学科呈线性向纵深发展。到 20 世纪中叶,现代科学发生了伟大的革命,在社会发展和学科自身发展的双重需要下,学科之间的交流、融合成为学科建设的主要意蕴。在此意义上,新工科建设顺应了学科发展的需要,与学科发展的要求呈现出强烈的一致性,新工科的学科属性由此得到完美呈现。

另一方面,新工科又是具有专业属性的。前苏联最早把“专业”一词引入高等教育领域,特指高等教育培养学生的各个专门领域。“专业”的另一种解释是“课程”。联合国教科文组织所编写的《国际教育标准分类》中与专业对应的名词是“课程计划”。在美国则用“Major”一词来表示,一般译为主修。“Major”指的并不是一门单一的课程,而是一个课程体系,一个具有一定逻辑关联的课程组合,也即是潘懋元先生所说的“课程的一种组织形式”。从职业的角度,专业是刚性的;而从课程的视角,专业又是柔性的。大学的新工科建设同时关照了新工科的学科属性和专业属性,各高校往往根据其学科属性积极布局“新工科”专业,并将其作为高校招生的主要发力点。

如华南理工大学在广州国际校区布局的“新工科”专业就包含了大数据、物联网应用、人工智能、基因工程、智能制造、集成电路、空天海洋、生物医药、新材料、新能源等；中山大学新增了航天航空工程、网络空间安全以及海洋工程与技术等 3 个专业。同济大学也推出了智能制造、智能制造工程、海洋技术、新能源材料与器件、微电子科学与工程、车辆工程等 6 个“新工科”相关专业。同时，各高校积极进行课程改革。天津大学作为新工科建设的排头兵，在新工科建设中首先推出了 21 门面向新工科的公共课程，分为基础类、计算类、制造类、综合类四类。由此可以看出，不论从职业的角度还是从课程的角度，新工科的专业属性显著而饱满。

作为学科与社会职业岗位需求的结合点或交叉点，新工科的学科属性和专业属性是相通的。二者相互包含、相互影响。把握新工科的学科属性和专业属性的统一，可以有效避免以往大学建设中学科建设和人才培养两张皮的现象，祛除“重学科、轻专业”、“重专业、轻学科”等科研和教学发展不平衡的弊端。

3.新工科建设：学科建设和高等工程教育的共进

新工科建设目标之新，体现于“知识之新”和“人才之新”。知识之新是新工科学科属性的功能体现，具有多样化的建设和呈现方式。综合性高校汇聚不同属性的学科，具有学科交叉综合的先天优势。在新工科建设中，综合性高校要站在新工科建设的最前头，利用自身文理见长的优势，将目光瞄准理科和工科的交叉地带，通过学科交叉融合和跨界整合，产生新的技术，孕育出横跨理科和工科两大领域的新的工科领域。

工科优势高校和综合性高校新工科建设的内容各有特点。和综合性高校新工科建设中的理工交叉不同，工科优势高校更多的着眼于工工交叉，即把传统工科和最新技术相融合、和行业产业的需求相结合。在新工科建设中，工科优势高校要立足产业、立足工科，主动出击，积极吸收最新科技成果，同时消除传统工科间的隔阂，展自身学科所长，加速工科间的交叉

融合，拓展工科专业的内涵和建设重点，打造工程学科专业的升级版。

人才之新需要高等工程教育与时俱进的改革创新。习近平总书记指出，“我们对高等教育的需要比以往任何时候都更加迫切，对科学知识和卓越人才的渴求比以往任何时候都更加强烈”。发展新经济需要培养一批面向当前和未来的优秀工程科技人才，产业升级改造需要多样化的创新型工程科技人才，赢取国际竞争需要同时具备创新创业能力和跨界整合能力的工程科技人才。在新工科建设中，除了布局面向未来的新兴工科专业，还要积极推进高等工程教育改革，探索多样化和个性化的工程教育培养模式。

目前我国已经建成世界上最大规模的高等工程教育。2016年，工科本科在校生538万人，毕业生123万人，专业布点17037个；工科在校生占高校在校生总数的1/3；近年来每年工科本科毕业生约占世界总数的1/3以上。但是，大而不强、大而不优、大而不新等问题一直困扰着我国高等工程教育，过剩与不足的结构性失衡明显，一方面是毕业生就业难，另一方面则是部分产业尤其是新兴产业所需人才严重短缺，在大数据、云计算、网络空间安全、机器人、人工智能等一些新兴领域尤为明显。

新工科的双重属性决定了新工科建设要两条腿走路，既要坚持走学科建设的道路，又要重视专业建设，重视人才培养，重视高等工程教育改革。两条道路的通达和协调决定了大学三大功能实现的成效。

（原载于《高等教育工程研究》，2019年第5期）

案例探索

坚持“信息特色”，培养“新工科”创新人才

——对话南京邮电大学校长叶美兰

沈峥嵘 葛灵丹

记者：南京邮电大学走过了 77 年风雨征程，学科特色鲜明，在推进“双一流”和高水平大学建设的过程中，怎样聚焦学科优势，保持特色发展，勇于追求“世界一流”？

叶美兰：首先一个词“信息特色”。用一句话概括：聚焦电子信息科学与工程优势学科，保持信息特色发展理念，走大信息特色办学之路。

南京邮电大学在 77 年办学过程中，建成以工学为主体，以信息学科为特色，理、工、经、管、文、教、艺、法等多门类协调发展的多科性大学。学校身处“电子信息”这一当今世界技术领域的兵家必争之地，根据国家发展战略，构建了“1357+X”的学科体系。具体地说，就是按照“电子信息科学与工程学科群”建设世界一流学科，支撑学科为电子科学与技术、信息与通信工程、材料科学与工程三个一级学科，围绕“信息材料、信息器件、信息网络、信息系统、信息应用”五位一体进行布局，设立了光电子学与量子信息技术、射频器件与集成电路、智能系统与复杂网络、微波毫米波技术与天线、有机电子学、生物电子学、物联网与无线通信等七个学科方向，辐射带动大数据、人工智能等若干个新兴交叉学科。

材料科学、计算机科学、工程学、化学 4 个学科进入了 ESI 学科排名全球前 5%；学校获得国家自然科学奖二等奖 2 项；第一个国际物联网总体性标准，4 项国际、10 项国内物联网行业标准获得国际电信联盟批准；与 2014 年诺贝尔奖获得者天野浩合作，首次发现了量子阱二极管发光探测共存现象，研制出一系列多功能光电子集成芯片，引领国际这一领域的

发展。

记者：在新时代，南邮如何坚持培养“新工科”创新型人才？

叶美兰：“育英才”即育创新英才、育栋梁之才，育信息特色、有家国情怀的创新型栋梁之才。“信达天下承使命，矢志报国育英才”是南邮人的初心使命。

学校围绕新工科创新人才培养，先后设立物联网学院、微电子学院、人工智能学院、网络空间安全学院和现代邮政学院。学校构建了五大人才培养体系，包括工程教育体系、育人实践平台体系、本硕博贯通培养体系、产教融合协同育人体系、育人质量保障体系。

信息特色创新人才的培养成效显著，全国博士学位论文抽检合格率一直保持 100%；获得美国大学生数学建模竞赛最高奖，大学生电子设计竞赛两次获得最高奖；在 2019 年“挑战杯”全国大学生课外学术科技作品竞赛中，南邮学生量子通信方向的作品获得特等奖，新型类脑芯片和 5G 方向的作品获得一等奖。

每年毕业生四分之一进入世界 500 强企业就业；毕业生就业质量总指数位居江苏高校第一；毕业生毕业五年后平均月薪稳居江苏省属高校第一。

记者：如何贡献“南邮智慧”，助力江苏省高质量发展和中国通信信息产业腾飞？

叶美兰：首先可以自豪地说，服务高质量发展有南邮的声音。华为总裁任正非接受 BBC 采访时说，华为初创研制交换机是看着南京邮电学院陈锡生教授的《程控交换原理》来设计软件及硬件的。

学校秉承服务社会的历史使命，形成顶天立地的社会服务思路。积极贡献“南邮智慧”，率先打造全国高校“物联网”品牌，建立全国唯一以物联网为特色的国家大学科技园。

根据江苏省发展战略和各市主打产业，学校深入实施“一市一院一特色”校地协同合作战略，在南京、南通、盐城、扬州等地建立多个校地研

究院，目前已拥有国家和省级众创空间 5 个，转移一流学科相关成果 400 余项，孵化、培育创新型企业 200 余家，企业直接年产值超过 5 个亿，推进学校科技成果的转移转化，为地方经济转型发展服务。比如，南京信息产业技术研究院聚焦信息网络、智慧城市、人工智能、大数据与信息安全等，成为南京市首批新型研发机构，入选 2019 年江苏省高新技术企业培养库。

学校的科学研究围绕信息材料、器件、网络、系统、应用五位一体展开。信息材料方面，学校获得 2018 年国家自然科学二等奖的成果，与京东方合作，建设了国内第一条可折叠的柔性面板生产线。信息器件方面，光电子集成芯片在可见光通信芯片领域取得了世界领先的成绩。信息网络方面，物联网泛在接入技术，解决了海量物联网终端接入的兼容问题，获得了江苏省科学技术奖一等奖。信息系统方面，陈国良院士团队研制的“大数据一体机”，以国产龙芯 CPU 为基础研发，已在中科院紫金山天文台、中科曙光、中石化等单位广泛应用。信息应用方面，研制出国内首台小型、轻便、安全的缆索无损检测专用机器人，已成功应用于杭州湾跨海大桥、广州黄埔大桥等。

记者：南邮如何坚持立德树人，提升治理能力，为践行“双一流”大学的教育使命服务？

叶美兰：学校传承红色基因，2019 年 7 月以来，学校用红色校史推进思想政治工作、推动思政课建设的好经验、好做法得到社会媒体的广泛关注，“学习强国”平台 9 次推送我校的经验做法。

学校创新红色校史育人模式，以书记校长到革命根据地上实景思政课开篇，把红色校史与学校思政教育课改革相结合，与思政教师培育相结合，打造红色校史全方位育人体系“十个一工程”，让红色校史成为南邮思想政治工作的“金字招牌”，让校史课程成为每一个南邮学子必学的“金牌课程”，培养有家国情怀，能担当民族复兴大任的青年才俊。

学校大力实施人才引育的“四大工程”，在高层次人才引进、高水平师资补充、青年教师提升、创新团队培育方面成效显著，实现了国家级人才的全覆盖。同时改革人才评价制度，探索一流学科人才特区。学校设置科研特区、优化编制，深化科研体制机制改革。实施高峰创新团队引培计划、重点科研创新平台提升计划、重大项目与标志性成果培育计划等“三大培育计划”，构建了优良的持续发展的生态环境。

（原载于《中国科学报》，2017年10月24日）

能力导向的应用型本科人才培养模式创新

——南京工程学院项目教学迭代方案设计与实践

史金飞

摘要：目前，应用型本科人才已成为我国高等教育主要的人才培养目标之一。应用型本科人才本质上是需求导向的职业性人才，其培养要求和过程体现为典型的能力本位。国际经验表明，项目教学是应用型人才培养的有效方法，也是与学术型人才培养相区别的重要特征。南京工程学院坚持应用型人才能力本位培养观，动态设计人才培养方案，以项目教学为抓手，推动培养模式改革，形成了从注重实践能力培养的项目教学 1.0，到以侧重职业能力培养、以课程建设为重点的项目教学 2.0 的迭代升级。目前学校以新工科改革为契机，以学生可持续发展能力培养为中心，全面推进“培养理念、专业建设、教学内容、教学资源、师资队伍、支持措施、评价方式”的 3.0 版综合改革，初步构建了以“理实一体化，学用创相融”为特征的项目化应用型人才培养新模式，对我国深化应用型人才培养改革创新具有重要借鉴意义。

关键词：项目化教学 应用型本科人才 教学改革

应用型人才是国际范围进入高等教育大众化发展阶段后的主要人才培

养目标之一，作为一种新的人才类型，具有鲜明的职业导向和能力本位取向，在培养要求、过程内容、方式方法等都与传统知识本位的学术型人才具有显著差异。发源于欧美职业教育领域的项目教学，由于较好的整合与实现了以职业能力培养为本位，以工程实践为导向，以学生为中心的培养理念与教育要求，一直被视为应用型人才培养的主要方法。

我国的应用型人才，是 20 世纪 90 年代末高等教育大众化进程中，部分新建本科院校从错位竞争角度出发，所提出的新的培养目标定位。经过 20 多年的改革，一批应用型高校坚持以社会发展为导向，动态调整教育内容与培养方式，形成了应用型人才培养链、学科专业链与社会创新链、产业链的紧密对接，较好适应了高等教育改革方向和我国经济社会发展需要，目前已成为我国大部分地方普通本科院校、民办本科院校和高职院校公认的主要目标之一。但在教育实践中，应用型人才尚未真正形成能力为本位的培养价值观，在模式上仍未完全摆脱传统知识本位人才培养的影响。当前我国经济社会进入中国特色社会主义建设新时代，对应用型、复合型、创新性人才培养提出迫切新要求。应用型人才按照类型教育方向，构建特色化的培养模式成为当务之急。因此，借鉴国际经验，以项目教学为突破方向，成为我国应用型人才培养改革的重要抓手。

南京工程学院多年来坚持以应用型人才能力培养为中心，依据经济社会不同发展阶段对应用型人才能力需求侧重点的变动，动态调整人才培养方案，以项目教学为抓手，全面推进教育内容和方式方法的综合改革，实现了从强化应用型人才实践能力培养的 1.0 阶段到重视职业能力教育的 2.0 阶段演进。近年来，依据新时代和新工科教育改革需求，以应用型人才可持续发展能力培养为核心，全面推进项目教学 3.0 版的综合改革，初步构建了“理实一体化、学用创相融”的应用型本科人才培养新模式。

一、应用型本科人才培养与项目教学

（一）应用型人才特征与培养要求。

培养人才是高等教育最初始、最基本和最重要的目的。相应的，培养什么样的人 and 怎么培养人，是决定不同类型高等教育活动及其载体—高等教育机构性质的最关键性因素。

一般而言,高等教育的培养目标可以分为学术人才和应用人才两种类型。前者专指从事基础理论或应用基础理论研究,以及与此相关的研究的科学工作者,典型活动集中体现为探索和发现新知识。后者泛指一切从事非学术研究工作实际操作者,本质上是将知识应用于实践。虽然作为人才培养目标,两者不是绝对的,有时甚至是很模糊的,但从劳动内容和形式来说,两者有着显著区别,因此,培养过程和要求也应有所不同。

1、应用型人才的特征。

考察世界范围高等教育发展历程,自欧洲中世纪大学诞生至 20 世纪之前,高等教育以“学术精英”为主要培养目标,大学是主要甚至唯一形式。20 世纪中后期,特别是二战以来,经济社会与高等教育的发展日趋同步,伴随高等教育普遍进入大众化阶段,“整个高等教育从学术型和研究型转向应用型是大势所趋”,高等教育的培养主体不再是“为研究而学术”的学术性人才,而是“为职业而学术”的应用型人才。经济发达国家在传统以培养学术精英为主的研究型大学之外,兴建了一批以技术人才培养为主的专业学院,70 年代后,纷纷升格为本科院校,成为各国高等教育大众化的主力,并取得了与传统学术型大学平齐的法律地位。为与传统的大学相区别,被统称为“**University of Applied Science**”,即应用科技大学。作为一种新的高等教育机构类型,应用型大学,“不同于传统大学教育另外形式的教学计划,‘更着重于就业需要’,‘专业和职业走向以关于劳动力市场发展情况的既有数量又有质量的系统情报为基础’。”其人才培养目标以培养适应市场需求的职业性、应用型人才为主,具有四大特征:①教育专门化,必须接受特定正规的高等学校教育,具备该职业特有的专门知识和专门技能;②素质综合化,必须经过和接受比普通职业更多的教育和训练,包括高水平的普

通教育和训练；③活动标准化，必须具备符合专门职业的知识、技术标准和专业伦理等；④职业规范性，必须依法取得社会承认的职业资格证明或开业注册许可^[5]。

2、应用型人才的培养要求。

应用型人才的职业属性，决定了在培养要求和教育过程上也与传统学术型人才具有显著差异。

(1) 应用型人才的培养目标立足能力本位。传统的学术性人才培养是建立在知识本位基础上的。长期以来,受“学术金本位”价值观影响,传统大学以培养纯粹意义上的学者和科学家为目标,为学生未来从事科学研究做准备,培养要求以知识本身为目的,“为学术而学术”是至高准则,避免造成学生“未及学业结束便沉溺于实际营生活动”或只是“追逐一星半点的知识,毫无高远的学术追求”。与之相反,应用型人才本质是面向市场需要的职业性人才,“将赚大钱和事业成功视为上大学的原动力”,强烈的职业取向和功利属性取代传统的学术本位成为接受高等教育的主要目标。与传统知识本位的学术型人才相比,应用型人才不仅要为未来的职业做准备,而且要为某一具体的岗位做准备。“对于有成本意识的各年龄段的求知者来说,技能是作为满足更换职业和工作要求的必需品而被获得。”。换言之,应用型人才接受高等教育的目的从保存、传授和发展知识转变为培养个人胜任某项工作或任务的职业能力,“崇尚一技之长,不唯学历凭能力”是其内在要求和根本体现。当然这里的职业能力既不是传统的动作技能,也不是狭义的技术能力,也不是通常理解的学业能力,而是同时包含技能、态度、价值观等多种要素的综合能力,本质上是面向应用的知识实践能力。同时,职业能力也不是固定不变的,而是随着社会发展而不断演变,在不同领域、不同行业的侧重点和要求也不尽相同,必须以需求为导向,动态制定能力培养方案。

(2) 应用型人才的教学模式体现为实践导向。由于人才培养目标的差

异，在具体的教育实践中，形成了理论导向型和实践导向型两种截然不同的教学模式。两种模式的差异主要体现在以下方面：是以学科分类还是以工作任务划分为依据来确定课程体系；教学起点是理论知识和认识过程，还是实践知识和实践过程；课程内容是以理论知识为主还是以实践知识为主；是以知识本身为逻辑中心还是以工作任务为中心来组织教育内容；是以认识过程还是以实践过程为主要学习方式；是以书面形式还是以产品形式来评价学生的学习结果。学术型人才的知识本位属性，反映在教育过程上，必然要求主要采取理论导向型的教学模式。而以职业能力培养为本位的应用型人才，主要从事改造世界的实践性活动，本质上是一种过程性和功能性的实践性知识。情景学习理论和活动学习理论揭示，掌握实践性知识最佳、最有效的途径便是制造过程和工作实践，也就是采取以工作过程为中心的实践导向型教学模式。

(3) 应用型人才的培养过程要以学生为本。长期以来，在高等教育知识本位价值观统领下，以教师为主、以课堂为主、以教材为主成为传统教学三要素。所谓教学，主要强调的是教师的教，事实上无视了学生的学习。19世纪以来，建构主义心理学和脑科学等的研究揭示，知识是学生主动建构的过程，真正的学习既不取决于教师，也和学校声望、资源、排名等无关，学习动机、学习投入等才是学习效果的决定性因素。推动了全球范围教学从以“教”为中心的传统模式向以“学”为中心的新范式的转变。特别是21世纪，伴随信息技术的迅猛发展，知识的获取方式和手段发生巨大改变，网络资源和、慕课等新方式的大量涌现，理论知识，已变得随处可学、随时可学。但相较而言，实践性知识和技能仍离不开具体情景，也是在线教育所不能取代的，“技术知识必须通过在真实或仿真的现实工作情景中，通过学习主体不断的技术实践和操作，才可以获得真正的建构”，应用型人才培养环境和载体更加趋向多样化和情景化。另一方面，在知识经济时代，大学学习与未来职业的联结更加紧密，但希望通过一次高等教育就获得某一

职业永久从业资格的可能性已然丧失。因而，应用型人才培养不仅要为学生职业生涯做准备，而且“是学生理解所学、所做，使之概念化，在不同的情况下掌握，并对其采取批判态度的能力。”这就决定了应用型人才不是培养某一岗位的“匠人”，而是具有终身学习意愿，可持续发展能力的完满社会人。

（二）项目教学是应用型人才培养的必然方向。

项目教学或基于项目的教学，是一种以学生为主体，以职业能力培养为本位，以理论与实践有机结合为主要方式的人才培养方法。一般包括提出教学项目、组建项目团队、制定项目方案、组织项目实施、进行项目评价等五个环节，具有教学目标的职业性，教学内容的实践性，教学方式的开放性，教学过程的探究性，教学环境的情景性，教学对象的主体性和团队性等六大特征。

从具体操作看，项目教学强调教师的主导作用，角色从传统的知识的灌输者转变为学生学习的支持者、组织者和帮助者，以课程为基础，创设真实或仿真的工程环境和条件，激励学生成为学习的主体和知识意义的主动建构者，投入学习并对自己的学习负责。在教育过程中，根据工程逻辑，以专业技能和职业素养培养为主线，以工作任务为中心，重构教学方案，重组教学内容，把教学活动设计为一个个具有内在关联性的具体项目，每一个项目，都可视为一个具体的工程。学生根据项目组建团队，学习必要的理论知识，制定项目实施方案和分工计划，通过查阅资料，分工协同、逐步递进，技术运用和实践操作等完成项目。在此过程中，学生既要自主学习，也可以团队讨论，也可寻求教师帮助或咨询企业专家等。最后项目团队完成并展示项目结果，其既可以是真实的产品，也可以是调研报告、设计说明书等。通过自我评价、小组互评和教师点评等多种方式，构建的反馈-改进闭环机制，实现学生的反思性成长。实践证明，通过项目教学能有效实现学生理论知识和实践技能的有机融合，产业技术与培训培养的无缝衔

接，不仅可以有效提升学生自主学习能力、实践操作能力，而且对于创新创业、交流沟通和团队合作等能力的培养具有其他教学方法无可比拟的优势，广受企业界和教育界好评。

20 世纪中叶以来，“项目课程是国际职业教育课程改革的主要趋势”，被德国、英国等新兴的应用科技大学作为应用型人才培养的主要方法，而且进入传统高等教育领域，被视为“提高工程型人才培养质量的有效方法”。1994 年英国正式启动“现代学徒制”（Modern Apprenticeship）改革项目，以提升技术技能型人才的培养水平。2015 年又推出学位学徒制，在职业资格框架与学位体系间构建制度性关联，敲开了学徒制进入传统高等教育领域的大门。麻省理工学院从 2017 年启动新工程教育转型计划（New Engineering Education Transformation, NEET），以培养引领未来产业和社会发展的工程师而不是工程科学家为目标，主要内容是推进以项目/合作学习为主要特征的学习方式变革。而创建于 1997 年的欧林工学院，则以项目化课程改革为抓手，重新定义了工程和工程师，被誉为全球工程教育改革典范，成为世界各国效仿的榜样。

二、项目教学培养应用型本科人才的南京工程学院方案与实践

南京工程学院是一所具有百年办学历史、深厚工科底蕴和鲜明行业特色的应用型本科高校，是我国“应用型本科人才”概念的首倡高校。多年来，学校遵循“能力本位”价值观，以项目教学为抓手，根据社会发展对应用型人才能力需求侧重点的不同，科学设计和动态调整能力进阶培养方案，实施应用型人才培养内容、过程和方式方法的改革，实现了项目化教学 1.0 到 3.0 的迭代演进和优化调整。

（一）注重实践能力培养的项目教学 1.0 阶段。

学校是 2000 年由两所部属高工专合并组建。作为行业性高校，应用型人才是学校始终坚持的培养目标定位。合并主体之一的原南京机专的前身是 1905 年由留德学生借鉴德国应用人才培养经验所创办的同济医工学堂

附设机师科。20世纪80年代作为全国首批中德合作高校，率先将双元制、学徒制、项目化等引入国内，积累了丰富的项目教学培养应用人才经验。升本后，学校经过认真需求调研，在全国率先提出应用型本科高校的办学定位和应用型本科人才的培养目标，明确了应用型人才能力培养定位，以校企合作为途径，以资源建设为重点，以项目化的实践教学改革为关键，提升应用型人才培养质量。

第一，明确应用型人才培养定位。20世纪90年代末在我国快速推进高等教育大众化发展的过程中，由于精英教育理念仍牢牢占据统治地位，各高校盲目追求高层次、综合性、研究型，呈现千校一面的同质化现象。特别是在本科教育领域，各层次高校都以学术性人才为培养目标，严重脱离社会实际需要，引发大学生就业难和社会用人难的供需失衡结构性矛盾问题。在此背景下，作为一所新建本科院校，学校立足国家和区域经济社会发展实际需要，坚持“错位竞争、特色发展”，将人才培养目标确定为“培养和造就综合素质高、实践能力强，面向生产、管理、经营和服务一线的应用型高级专门人才”。通过深入研究，学校指出应用型人才是一种类型概念而不是层次概念，应用型本科人才既不是传统学术人才的低配和压缩，也不是职业人才的升格。其基本特征是“本科属性+应用特征”，是学历教育与职业能力养成的有机统一。理论基础够用、实践能力强是应用型本科人才的突出特征，也是其与学术型人才的最显著差异。以此为指导，构建了“优基础、强实践、重素质”三位一体的应用型人才培养体系。

第二，重视构建开放式人才培养机制。我国传统的学术型人才培养是知识本位、学科主导下的封闭模式。应用型人才的职业性和实践性特征都决定了必须要走产学研合作协同育人的培养机制。为此，学校充分发挥行业办学优势，2003年至2009年，先后与11家世界500强企业，100多家国内外龙头企业合作共建，探索了“企业大学计划、教学生产一体化、内生反哺、职业资质培养、双主体、行业合作”等6大校企合作模式，吸纳企业直接资

金或设备投入 3.9 亿元。学校与企业的合作，不是停留在引进资源平台等硬件上，而是发挥双方优势，联合开展“方案共商、资源共建、团队共组、课程共授、教材共编、评价共施”等深度合作，探索构建了多元化、多样式的应用型人才校企联合培养模式，2005、2009 年连续两次获国家教学成果二等奖。

第三，建设一流实践教学条件。情景学习理论和活动学习理论揭示，掌握实践性知识最佳、最有效的途径是制造过程和工作实践。学校高度重视应用型人才培养资源条件和环境建设。以校企合作为途径，引进行业最先进水平的设施设备，共建了 197 个校内高水平实验室，96 个校外实习实训基地，其中包含 1 个国家级大学生校外实习基地，1 个国家机电控制类人才培养模式创新示范区，8 个省级重点实验室，12 个省级示范教学中心。学校还自筹经费及中央与地方共建资金，建设了面向全校的 4.2 万平方的基础实验中心和 10.38 万平方的综合性、工厂式、现代化的工程中心，实现了学校环境与企业场景相结合、理论教育与实践训练相结合、人才培养与生产过程的有机融合。

第四，强化实践教学体系建设。首先，学校明确规定工科专业实践教学与理论教学并重，占比不低于 50%，文科类不低于 40%。另一方面，构建“贯穿全程、四层次、八模块”的实践教学体系。按照基础实践，工程认识实践，综合实践和创新实践 4 个层次，将实践内容划分为军训、实验教学、实习教学、工程训练、课程设计、毕业设计、科技创新和社会实践等 8 个模块，实现了实践教学贯彻学生从入学到毕业的全过程，消除了传统实践对理论课程的依附性和实践内容的单一性；再次，在实践教学过程中，将项目训练作为实践能力培养的重要方法，全面推进“做中学”“学中做”的教学方法，激发学生学习兴趣，有效提高了学生的实践动手能力。

(二) 以职业能力培养为重点的项目教学 2.0。

2006 年我国高等教育毛入学率从 1999 年的 9.8%提高到 22%，年招生

和在校生规模跃居世界第一，提前实现大众化目标。2006年5月，国务院召开常务会议指出，高等教育发展规模应当放缓，重在提高教育质量。2007年，教育部、财政部联合印发《高等学校本科教学质量与教学改革工程项目管理暂行办法》，明确提出“按照‘分类指导、鼓励特色、重在改革’原则，加强内涵建设，提升我国高等教育的质量和整体实力。”与此相适应，应用型人才作为新的培养目标，特别是新建本科院校的目标定位已经得到广泛认同，应用型人才培养重心开始向提升内涵与质量的方向转移。为此，学校在总结和完善前期经验基础上，适时推进以课程建设为中心的项目教学2.0改革。

一是重构人才培养方案。学校联合中机联、中电联等协会组织，组织开展了大规模的调查，发现应用型人才职业能力培养还未摆脱知识本位影响，“能动手就是应用型”的片面认知，与行业产业的实际需求仍存在脱节现象。为此，学校按照“倒推化设计”“理论实践一体化构建”原则，重构“335”的人才培养新方案。即，根据行业产业技术要求与发展趋势，科学编制三层级职业能力矩阵：基础能力（基本听说读写能力；团队交流与合作能力；人文素养能力等）；核心能力（专业能力，工程实践能力，组织管理能力等）；发展能力（批判性思维能力；终身学习能力；创新能力）。重构理论教学、校内实践、社会实践三个教学体系；实现课程设置与职业标准、理论教学与实践教学、第一课堂与第二课堂、专业教育与通识教育、科学教育与人文教育的有机融合。

二是加强理实一体化项目课程建设。课程是人才培养方案实施的基础单元，也是人才培养质量的基本载体。学校深刻认识到“无论是在技术活动中，还是在个人认知结构中，技术知识都是以工作任务为中心而组织的，那么，在编制课程时，就应该以工作任务为核心来组织技术知识。”因此，学校打破传统的学科逻辑课程建构模式，以工作任务为中心来重构课程体系，将理论教育与实践教学有机融为一体。在对行业和岗位群进行能力矩

阵分析的基础上，将典型工作任务，对照三级职业能力模型，划分为一个个相互关联，复杂程度不同的工程项目。根据项目所涉及与包含的知识点不同及逻辑顺序，组织多学科教学团队，在基本理论知识传授基础上，开展跨学科的项目教学。在系统整合的基础上，按照课程建设标准，进行内容和方法的标准化认定，有效实现了项目的课程化。截至 2010 年，学校打造 200 多门项目化课程，建成国家级精品（资源共享）课程 2 门，省优秀精品课程（群）11 门。

三是构建课程项目化体系。不同的能力不仅来自不同的知识，而且来自不同的知识结构。在全面推进项目课程化的基础上，进一步加强项目课程体系设计。学校根据应用型人才培养职业能力培养规律，根据各专业培养目标，按照“基础课程、专业基础课群、专业课、毕业设计和创新设计”等五个层次，构建贯彻于学生整个培养过程，由简单到复杂、从低级到高级，目的明确、循序渐进、能力进阶的项目教学系列。以“学科多元、综合交叉”为原则，有机融合商业、人文、艺术和创业等知识，构建“模块+方向”完整的项目化课程体系。

四是统筹推进课程资源建设。项目化课程对原有的以经典教材为中心的教学资源建设提出了新挑战。为此，学校启动“项目化课程资源专项建设计划”，推进与项目化课程相配合的教材以及资源库建设，同步建设训练管理信息平台。要求教师必须从项目中抽象出理论教学、设计、分析、制作、调试等体系化训练环节，并具体编制各环节的任务指导书、过程说明书和评价标准指南等教学文件，在此基础上，形成各项目化课程的教学讲义，引导和支持教师将讲义转化为特色教材。截至 2015 年，学校出版特色教材 313 部，入选国家级规划教材 76 部，国家精品教材 4 部，省级精品或重点教材 19 部，建成 100 多门项目化在线课程和案例库。

（三）以可持续发展能力为重点推进项目教学 3.0 综合改革。

近年来，我国高度重视应用型人才培养和改革，先后出台《关于引导部

分地方普通本科院校应用转型的指导意见》《国家职业教育改革实施方案》等重大指导文件，明确了应用型人才改革方向和具体要求。2017年以来，教育部大力推进新工科建设，推动教育模式改革、专业建设升级、教学方法创新等深层次变革，为创新型、复合型、应用型人才培养带来重大变革。学校提前识变、主动求变，全面推进培养理念、模式、机制、团队、环境、载体、管理和评价等八个方面的综合变革，推动项目化应用型人才培养的螺旋式发展。

(1) 明确人才培养新内涵。近年来，伴随科技发展、知识爆炸和社会变动速度的倍速增长，现代工程与产业技术呈现“跨界整合、交叉融合、高度集成、快速多变”的新特征，使得社会职业的变动和工作性质及要求发生了极大变化，专技性、岗位性能力重要性日益下降，通用性、发展性能力的重视程度则明显提升。为此，学校明确提出，新时期要更加突出应用型人才“综合应用能力、工程实践能力、创新创业能力、持续发展能力”培养的新目标。

(2) 探索专业建设新模式。根据科技革命和产业变革的新趋势，主动适应行业和区域发展新需求，布局建设了机器人工程、智能电网信息工程、复合材料与工程等一批新工科专业，以新专业为试点推进工程化项目教学改革。工业中心的机器人专业按照“理实一体化、学用创相融”的建设思路，实施“421”项目化教学体系。即学生在按照教学计划完成各项任务之外，4年内还必须参加4个一般课程项目，2个专业核心项目和1个综合性工程项目，实现了项目教学全面覆盖和全程贯通。目前该专业已有一届毕业生，教学改革成效显著。

(3) 构建人才培养新机制。学校创新了“专业学院、国际教育学院、产业学院和产业技术研究院”四院融合的应用型人才培养新机制。在17个专业学院基础上，建设国际教育学院，与芬兰奥卢大学、英国诺森比亚大学等联合探索国际化应用型人才培养机制。大力推进多类型、多模式产业学

院建设。与腾讯云共建人工智能产业学院；与宜兴市人民政府共建宜兴产业技术学院；积极筹建智能电网产业学院。学校还与中国电力科学研究院、中国机械科学研究总院、燕山大学、康尼公司等联合打造了智能电网、人工智能、新材料、智能装备、智能液压、康尼机电等 9 个产业技术研究院，集成人才培养、科技创新、成果转化和产业化等多种功能，统筹推进“学用创相融”的应用型人才培养创新。

(4) 营造教学组织新形态。大力推进以“工程化环境、项目化载体、团队式指导、协作式学习”为主要内容的教学组织形态改革，重点打造了 80 个项目教学工作坊。自动化学院的“智能制造系统集成开发项目工作坊”，由罗克韦尔公司投资 3000 万元，将最新的自动化生产线改造为集成化项目实训平台，以 PLC、Ethernet/Ip 等为基础桥梁，开发了 Fanuc 数控系统、视觉识别系统、串并联机器人等 20 多项智能制造训练项目，有效实现了学生智能制造领域理论知识集成和技术能力培养的目标。

(5) 深化双创教育新改革。学校将创新创业能力融入应用型人才培养全过程，实施“创新创业教育推进计划”。打造“创意、创造、创新、创业”四创融通平台，建设了 1 万多平方的创业工作坊、大学生创业园和国家级众创空间，营造了良好创新创业生态环境。建成“必修+选修”“创新项目库+创业案例库”“专业研讨+学科前沿”线上线下互补、校内校外互通的双创课程 100 多门。设立创新创业学院，年均 4000 多人次基础、中级、高级三类课余双创训练班，使学生“不出校门”就能进行创业训练，“走出宿舍”即能体验创新精彩。

(6) 推进师资队伍建设。师资队伍是应用型人才培养的关键。学校根据项目化应用型人才培养需要，改革师资队伍建设。坚持“分类、多元、特色”发展理念，根据工作重点不同，将教师分为教学型、科研型、实践型三类，其中实践型教师主要承担项目化教学任务。根据项目任务组建“多元结构、优势互补”的项目教学团队，要求总数不少于 5 人，其中行业企业专家

占比不低于 20%，兄弟高校专业不少于 10%。近两年，组建校外工程设计和应用教学团队 40 个，校内工程化项目教学团队 32 个。

(7) 强化政策保障支持。学校出台《工程化项目教学试点建设管理办法》，选择前期工作基础较好的工业中心、自动化学院、机械工程学院和环境工程学院等作为试点，纳入校级重大教学改革项目，设立专项经费，按照教学团队、教学内容、教学文件、教材讲义、教学资源一体化同步建设原则，全面推进工程项目化教学 3.0 综合改革。学校还制定《大学生创新创业实践与综合素质拓展学分管理办法》等配套措施，明确规定参加项目学习，可以给予学分认定、置换和奖励；对工程化项目平台建设提供专项资金支持，对教师指导项目训练给予工作量认定和经费奖励等，为综合改革提供了基础保障。

(8) 完善评价方式。学校注重学习评价的导向作用。遵照 OBE 理念，依据项目课程特点，设计多样化考试与评价模式。改变“一考定成绩”的传统考试方法，明确规定学生成绩由课堂讨论、阶段测评、期末考核三部分构成，引导学生学习从注重“期末考核”向注重“学习过程”转变。同时，在传统课程成绩外探索建立项目教学成绩单，根据项目过程实施分项考核，推动人才评价整体从“分数高低”向“能力强弱”转变，极大调动了学生的积极主动性，确保了人才培养改革的有效落地。

三、结语

南京工程学院多年的实践证明，项目教学是应用型人才培养的有效方法，能显著提升人才培养质量，也是构建与学术型人才相区别的特色化、类型化应用型人才培养模式的必然方向。需要强调的是，南京工程学院基于我国经济社会发展不同阶段对应用型人才的需求侧重，从重视实践能力培养的项目教学 1.0 到强调职业能力培养的 2.0 阶段，再到目前以可持续发展能力培养为核心的 3.0 的综合改革，三个阶段不是人为划分的结果，而是动态演进的过程；三个阶段之间也不是否定和取代的关系，而是继承与包容

基础上的调整和优化。同时，目前学校 3.0 阶段的综合改革还处于试点探索期，未来学校将认真总结，创新探索，为我国构建特色化、类型化的应用型人才培养模式提供镜鉴方案。

（作者系南京工程学院院长，教授、应用型高等教育研究中心主任；原载于《高等工程教育研究》，2020 年第 2 期）

呈：校领导

送：全校各管理部门、院部主要负责人

2020年8月15日