新工科建设的路径与方法刍论

——天津大学的探索与实践

张凤宝

摘要：“复旦共识”“天大行动”“北京指南”是新工科建设“三部曲”。聚焦于提高新工科人才培养能力，新工科建设须紧紧围绕立德树人的根本要求，更加注重理念引领；面向产业、面向世界、面向未来，构建科学合理的新工科专业结构；以创新创业教育为引领，不断完善新工科人才培养体系；以未来卓越人才标准为依归，不断创新新工科人才培养模式。

关键词：新工科；理念引领；产业需求；创新创业；卓越人才

工程改变世界，行动创造未来，改革呼唤创新，新工科建设在行动。当前，世界范围内新一轮科技革命和产业变革加速进行，我国经济发展进入新常态、高等教育步入新阶段。2017年4月8日，教育部在天津大学召开新工科建设研讨会，取得了“新工科建设行动路线”（即“天大行动”）等重要成果。就如何建设新工科，“天大行动”着眼于国家“两个一百年”战略目标，提出了“三个阶段、三个任务、三个突破”的行动方案。本文依据该行动方案，聚焦于如何提高新工科人才培养能力，围绕如何建设新工科提出具体的路径与方法。

一、紧紧围绕立德树人的根本要求，强化新工科建设意识形态引导

2017年6月9日，《新工科建设指南（“北京指南”）》正式发布。《指南》旗帜鲜明地指出，要更加注重理念引领，坚持立德树人、德学兼修，培养德学兼修、德才兼备的高素质工程人才。

1. 将思想政治教育全方位贯穿、深层次融入新工科专业教育

习近平总书记在全国高校思想政治工作会议

上指出，思想政治工作关系高校“培养什么样的人，如何培养人，为谁培养人”这个根本问题。要围绕立德树人根本要求，把思想政治工作贯穿教育教学全过程，构建“全员育人、全方位育人、全过程育人”的新格局。

新工科建设必须坚持正确导向，强化意识形态引导，促进科学教育、人文教育与工程教育的有机融合，坚持科学观、社会观与工程观并重，注重培养学生的家国情怀、国际视野、法治意识、生态意识和工程伦理意识等。要积极推进思政类课程改革，培育和弘扬社会主义核心价值观，强化新工科人才的社会责任感和工程领导力。

天津大学探索在专业教育中融入思想政治教育。各专业结合学校办学定位、服务面向制订教学质量标准，不断完善人才培养方案，优化教学计划和课程设置，完善人才培养标准和评价标准，使家国情怀成为评价人才培养质量的重要指标。整合全校力量，加强教学团队建设，注重教学实践环节创新，贯通第一第二课堂，着力推动教学方法改革。将“思政课程”与“课程思政”相结合，既牢牢把握思政理论课的核心地位，又充分发挥综合、专业课程的育人功能，构建全方位思想政治教育育人体系，努力培养

张凤宝，天津大学副校长、教授，全国政协委员。电子邮箱：fbzhang@tju.edu.cn。

社会主义合格建设者和可靠接班人。

2. 构建以“家国情怀”为引领的工程通识教育体系

《国家教育事业发展“十三五”规划》提出，要“探索通识教育和专业教育相结合的人才培养方式，推行模块化通识教育”。密歇根大学原校长2008年组织撰写的报告《变革世界的工程：工程实践、研究和教育的未来之路》指出，包括人口特征、全球化和技术快速变化在内的一系列强大力量，促使工程在社会中的作用发生深刻变化，全球知识经济对于不断变化的劳动力和技术的需求，极大地改变了工程实践的性质，对工程实践、研究和教育提出了新的范式要求。工程师不只是简单地掌握科学与技术原理，还需要更广泛的技能^[1]。通识教育是解决上述问题的必由之路。

《天津大学章程》明确了新时期学校的人才培养目标是培养具有家国情怀、全球视野、创新精神和实践能力的卓越人才。天津大学将实施“天大文化构筑计划”，以社会主义核心价值观为统领，塑造天大人的核心价值追求，建立有天大品格的文化体系，创建世界一流大学文化特色，发挥天大文化社会引领作用。“家国情怀”通识教育体系是“天大文化构筑计划”的重要举措。天津大学将通过通识教育课程建设专项工作，建设一批类别齐全、内容丰富、规模适中的通识课程，特别是加强传统文化类、中国特色和世界比较类、创新创业类通识课程建设，传承中国传统文化精粹，提升学生文化自信。此外，天津大学将进一步完善通识教育在线课程学习平台，引进优质教学资源。

二、以产业需求为导向，构建科学合理的新工科专业结构

学科专业结构和人才培养类型、层次结构是事关工程教育改革整体的基础性、全局性、战略性问题。“问产业需求建专业，构建工科专业新结构”是“天大行动”的重要共识。

1. 坚持增量优化，积极布局战略性新兴产业相关专业

(1) 积极布局战略性新兴产业相关专业。“新工科是相对于传统工科而言的，是以新经济、新产业为背景，是一个动态的概念。”^[2]新工科建设要时刻关注产业发展对工程科技人才需求的变化，增强主动服务国家战略和区域发展的责任担当，积极布局战略性新兴产业相关专业。新工科建设要设置和发展一批新兴工科专业，并加强建设、提升质量。学校要结合自身办学基础、定位和特色，主动设置国家战略性新兴产业发展、传统产业改造升级、社会建设和公共服务领域改善民生急需的专业，积极发展有利于学科交叉融合，培养应用型、复合型人才的专业。

(2) 加快重点领域紧缺人才培养。新工科建设要特别注重回应产业界需求，主动适应新经济发展，加强紧缺人才培养。紧密配合《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》的全面实施，根据相关产业行业对专门人才的实际需求，加大专业结构调整的力度。天津大学相继筹备建立了国家示范性软件学院、示范性微电子学院，积极推进产学研密切合作，按照企业对人才要求实行“订单式”培养，聘请企业高级工程师参与到教学中，不仅实现“干中学”知识，还培养了学生的创新精神和团队协作能力。

2. 坚持存量调整，积极推动传统专业的转型升级

(1) 拓展传统工科专业的内涵和建设重点。新工科建设要推动现有工科专业的转型升级和改革创新，探索符合工程教育规律和时代特征的新培养模式，建立与学生就业、经费投入、资源配置挂钩的专业动态调整机制，构建与国家经济社会发展需要相适应、与学校办学定位和特色相匹配的学科专业体系与人才培养结构，集中建好优势特色学科专业群。截至目前，天津大学共有国家特色专业建设点24个、国家战略性新兴产业相关特色专业建设点2个、专业

综合改革试点项目 6 个、卓越工程师教育培养计划试点专业 21 个。天津大学将在此基础上，进一步推动传统工科专业的转型升级，根据产业需求，不断拓展、调整传统工科专业的内涵和建设重点。

(2) 推动学科专业的交叉融合和跨界整合。复合型人才是产业界对人才需求的一个重点，学生的学科交叉能力和跨界整合能力是产业界对人才的新要求。《代尔夫特理工大学在工程教育中的使命》结合高等教育、职场和社会发展趋势，提出了工程教育的愿景。“跨学科与系统思维” (Interdisciplinary and systems thinking) 是一个关键方面^[3]。培养一流人才是建设世界一流大学的根本出发点，新工科建设要瞄准国家重大战略对高层次人才素质能力的需求，推进多层次、全方位、系统性的人才培养改革，推进跨学科培养交叉复合型人才。首先，要推动现有工科之间的交叉融合。在现有工学学科门类下，推动各专业(类)之间的交叉融合，培养复合型人才。其次，要推动工科与其他学科之间的交叉融合。打破学科门类之间的界限，培养“会拉小提琴的爱因斯坦”，推动学生品德、知识、素质、能力的全面提升。再次，要推动应用理科向工科延伸。强大的理科是新工科的坚实基础，新工科更加强调以应用为导向，推动应用理科向工科延伸。

三、以创新创业教育为引领，不断完善新工科人才培养体系

新工科“反映了未来工程教育的形态，是与与时俱进的创新型工程教育方案，需要新的建设途径”^[4]。新工科建设要主动服务国家创新驱动发展战略，高校要不断完善新工科人才“创意—创新—创业”教育体系，把创新创业教育融入人才培养全过程，着力培养学生的创新精神、创业意识和创新创业能力。

1. 健全体制机制，激发学生“创意”

(1) 以科学的顶层设计挖掘各类创新创业

教育资源。人才培养方案是人才培养的基础，是新工科建设的着力点。在人才培养方案中，要开辟相应模块，开发开设纳入学分管理的创新创业教育课程，并建立创新创业学分积累与转换制度，学生参与创新实践活动可获得相应的学分。要积极鼓励教师并广泛吸引校外专家开设创新创业类选修课程，以教育信息化建设为抓手，创新教学方式方法，支持 MOOC 教学试点建设，在经费支持、教学安排、资源配置等方面给予政策倾斜，将社会资源转化为校内教学资源。

(2) 以完备的制度体系提升创新创业教育育人效果。制度创新本身产生价值，新工科建设需要完备的制度体系支撑。天津大学以“大学生创新创业训练计划”为抓手，加强制度体系建设，从人才培养上游入手激发学生创造力。合理实施弹性学制，允许学生在不影响学业的前提下调整学业进程、保留学籍。在符合相关规定的前提下，允许创业实践学生跨一级学科转专业到创业管理方向学习。2015 年，天津大学建设创新创业学院——宣怀学院，设立工商管理(创新创业方向)本科双学位，课程设置包括经济管理类基础、创业类基础、软技能、创业实践、知识整合五大模块，在学制改革、教学模式、对接社会资源等方面不断进行探索。

2. 推动多元协同，保障学生“创新”

(1) 以产学深度融合前置卓越人才供给。新工科建设要加速产学研用紧密结合和科技成果转化应用，充分调动学生参与热情，造就大众创业、万众创新的生力军。要不断优化配置校内资源，积极获取社会资源，推进产学结合、校企合作，实现优势互补、资源共享、互惠双赢、共同发展，在联合进行培养方案制订、实践教学、毕业设计等方面开展广泛合作，通过前置卓越人才供给，不断激发学生的工程创新意识和实践能力。

(2) 以校企深度合作提升学生创新实践能力。新工科建设要切实增强学生的工程创新

实践能力。高校要与企业建立相对稳定的合作机制，共建联合实验室和实训基地，积极尝试将专业课程完全由具体工程项目或项目案例衔接起来组织教学，由企业高级工程师和学校教师协同完成教学过程，课程内容根据项目进展来安排，努力解决教学和实践“两张皮”的状况。

3. 营造孵化环境，服务学生“创业”

新工科建设一方面要为新经济提供人才支撑，另一方面又要以强烈的场域感深度参与产业变革。高校要营造良好的孵化环境服务学生创业，以高质量训练平台增强学生的创业意识，以高质量实践平台孵化学生创业项目。在软件氛围方面，要营造浓郁的创新创业教育氛围。在硬件支撑方面，要积极推动学校各级各类实验室，特别是国家重点实验室、国家级实验教学示范中心（含虚拟）、“211工程”经费建设的科研实验室和“985工程”经费建设的学科平台对学生开放，为学生创新研究、创业训练和实践提供场地与平台支撑，满足学生创新实践活动需求。

四、以未来卓越人才标准为依归，不断创新新工科人才培养模式

新工科是动态的、发展的，新工科建设必须因时而动、返本开新，新工科人才培养质量标准要以一流人才培养、一流本科教育、一流专业建设为目标。以未来卓越人才标准为依归，把握新工科人才核心素养，创新新工科人才培养模式，培养未来卓越人才。

1. 坚持“三个面向”，把握未来卓越人才标准的基本特征

动态发展的新工科具有常新的基本特征。因此，高校制订新工科人才培养质量标准，在充分考虑学校办学定位、办学特色和优势的基础上，须牢牢坚持“三个面向”：面向产业界、面向世界、面向未来。

天津大学在广泛调研国内外用人单位、教师、学生对未来工程杰出领军人才特征理解的基础上，形成了包括心身素质、品德素质、能力、知识四维度 28 要素的天津大学“卓越工程创新人才培养标准”，集中反映了学校的办学理念和未来卓越人才的基本要求。为更好地实现培养标准，天津大学将进一步完善包括心身素质提升系统、品德素质提升系统、能力强化系统、知识优化系统和创新支撑平台的“四系统一平台”的“卓越工程创新人才培养体系”。

需要特别指出的是，新工科人才培养质量标准是面向产业界、面向世界、面向未来的“未来卓越人才标准”，“常新性”“当下性”和“前瞻性”是其基本特征。因此，围绕常新的标准，不断创新当下的人才培养模式是新工科建设的新常态。

2. 围绕未来卓越人才标准，创新新工科人才培养模式

(1) 以生为本，构建以学习者为中心的工程教育模式。把握新工科人才核心素养，落实以学生为中心理念，促进学生全面发展，注重培养学生设计思维、工程思维、批判性思维和数字化思维，提升创新创业、跨学科交叉融合、自主终身学习、沟通协商能力和工程领导力。推动教师将研究成果及时转化为教学内容，向学生介绍学科研究新进展、实践发展新经验，积极探索综合性课程、问题导向课程、交叉学科研讨课程，提高课程兴趣度、学业挑战度。加大学生选择空间，方便学生跨专业跨校学习，增强师生互动，改革教学方法和考核方式，形成以学习者为中心的工程教育模式。

(2) 推动教育教学与信息技术深度融合，最大限度汇聚教学资源。大规模在线开放课程（MOOC）等新型在线开放课程和学习平台在世界范围迅速兴起，拓展了教学时空，增强了教学吸引力，激发了学习者的学习积极性和自主性，扩大了优质教育资源受益面，正在促进教学内容、方法、模式和教学管理体制机制发生变革，给高等教育改革发展带来了新的机遇

和挑战。新工科建设要推进信息技术与教育教学深度融合，建设和推广应用在线开放课程，特别要充分利用虚拟仿真等技术创新工程实践教学方式。一方面，加强软硬件建设，建设在线开放课程录制基地；另一方面，通过专题立项，充分调动一线教师的积极性，挖掘、汇聚各类教学资源。

(3) 以“工程科学实验班”为突破口，培养新工科领军人才。实现工程教育由大到强的根本性转变，须站在国际前沿来考量我们的人才培养。天津大学精仪学院作为国家试点学院，是“教育教学改革特别试验区”。天津大学与多伦多大学合作在精仪学院共同创办“工程科学实验班”，在学生录取选拔机制方面，依托学校自主招生平台，通过重点中学校长实名推荐、工程科学夏令营等方式，重点选拔一批具有较好数理基础和创新潜质的学生。在学生评价机制方面，依托学院现有专业，建立可控的学生双向流转体系。在国际合作办学方面，建设与国际接轨的课程体系，把学生培养成通晓国际规则、具有国际一流创新潜力的人才雏形。在教师聘任机制方面，成立教学指导委员会，成员包括相关学科资深专家和企业代表，负责任课教师选拔、推荐、考察和评价等工作。学校尝试在以上四个方面寻求突破，探索未来卓越人才培养模式的创新。

五、结语

新工科是动态发展的，新工科建设是长期探索和实践的过程，“复旦共识一天大行动—北京指南”构成了新工科建设“三部曲”，奏响了人才培养的主旋律。我们将以此为依据，主动增强服务国家战略和区域发展的责任担当，紧紧围绕立德树人根本要求，坚持“三个面向”，构建科学合理的新工科专业结构，不断完善新工科人才培养体系，创新新工科人才培养模式，为推进工程教育改革创新、建设工程教育强国而不懈努力。

参考文献：

[1]Engineering for a Changing World: A Roadmap to the Future of Engineering Practice, Research, and Education[R].2008.

[2] 吴爱华, 侯永峰, 等. 加快发展和建设“新工科”主动适应和引领新经济[J]. 高等工程教育研究, 2017(1).

[3]Engineering Education in the Rapidly Changing World—Rethinking the Mission and Vision on Engineering Education at TU Delft[R].2014.

[4] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017(3).

[责任编辑：夏鲁惠]