

# 新工科建设背景下拔尖创新人才核心素养培育研究

连选<sup>1</sup>, 彭志宏<sup>2</sup>, 杏建军<sup>1</sup>, 申雷霆<sup>2</sup>

(1. 中南大学航空航天学院, 湖南长沙, 410083;

2. 中南大学冶金与环境学院, 湖南长沙, 410083)

**[摘要]** 新工科建设是基于国家战略发展、产业转型升级、多方协同育人、立德树人使命而提出的我国工程教育改革新方向。当前综合性大学存在人才培养趋向理科化、教学模式缺乏创新、授课教师工程背景不足、学生知识结构存在缺陷等问题。通过分析拔尖创新人才在知识、能力、思维、价值观四个维度应具备的核心素养, 提出工程教育要立足于国家重大战略需求, 立足于创新创业教育, 立足于综合性大学的优势, 立足于产学研协同育人, 为培养担当民族复兴大任的时代新人提供必要的支撑。

**[关键词]** 新工科; 拔尖创新人才; 核心素养

**[中图分类号]** G642

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1674-893X(2020)06-0107-05

2019年4月30日, 习近平总书记在纪念五四运动100周年大会上指出, 当今时代, 知识更新不断加快, 社会分工日益细化, 新技术新模式新业态层出不穷。这既为青年施展才华、竞展风采提供了广阔舞台, 也对青年的能力素质提出了新的更高要求<sup>[1]</sup>。习近平总书记的讲话深刻揭示了新一轮工业革命已经到来, 从国家战略发展的大局出发, 审视目前新工科背景下高等教育面临的新经济、新科技、新产业带来的冲击, 对工程教育发展向新思维、新方式、新视野方向转变提出了新的要求。由此可见, 工程教育培养出的人才要跳出单一学科视野的狭隘维度, 既要有扎实的基础知识和丰富的实践经验, 又要有前瞻性的科学视角和开阔的全球视野、强烈的家国情怀等。核心素养不仅是概念上的创新, 而且是新工科建设背景下拔尖创新人才素质能力多元化、多样化、内涵式的体现。为此, 高等工程教育需要在优化传统工科教育的基础上, 探索综合性大学培育拔尖创新人才核心素养的新模式。

## 一、加快发展新工科是工程教育适应新经济发展的战略选择

工程教育始终与工业发展有着紧密关联, 新经济也随着时代的发展应运而生。以蒸汽机为代表的第一次工业革命、以电气为代表的第二次工业革命, 都极大地提高了社会生产力, 促进了工程教育的创新和突破。20世纪四五十年代, 以信息技术、新能源技术为代表的第三次工业革命是人类文明史上的又一次飞跃, 推动世界经济以信息产业为代表进入新经济时代。在新科学技术革命的历史背景下, 加速发展以航天技术、电子计算机技术、云计算、智能制造等产业为代表的新经济, 是我国“十三五”期间经济社会发展转型的重要目标。为了适应新经济催生的新技术、新业态、新产业和新模式的需求, 新工科开始进入人们的视野<sup>[2]</sup>。新工科不是对新经济的被动适应, 而是基于对未来经济社会发展的前瞻性考量。

从“复旦共识”到“天大行动”, 再到“北京指南”, 新工科建设已经引起越来越多高校的

**[收稿日期]** 2020-03-05; **[修回日期]** 2020-04-20

**[基金项目]** 2018年湖南省学位与研究生教育教学改革研究课题“新工科建设背景下‘5+4+3’研究生拔尖人才培养模式研究”(JG2018B014)

**[作者简介]** 连选, 山西朔州人, 中南大学航空航天学院讲师, 主要研究方向: 高等教育、有色金属冶金, 联系邮箱 csulian@csu.edu.cn; 彭志宏, 湖南湘乡人, 博士, 中南大学冶金与环境学院教授、博士生导师, 主要研究方向: 有色金属冶金; 杏建军, 甘肃兰州人, 博士, 中南大学航空航天学院副教授, 主要研究方向: 飞行器设计; 申雷霆, 河南项城人, 中南大学冶金与环境学院特聘副教授, 主要研究方向: 有色金属冶金

重视。新工科建设是国家战略发展的需要,是产业转型升级的创新需要,是多方协同育人的目标需要,更是坚持立德树人的使命需要。自教育部启动实施“卓越工程师教育培养计划”以来,我国工程教育在学科发展、人才培养体系、教学实践环节、师资队伍建设等方面取得了丰硕的成果。目前,我国工科在校大学生约占全部学科在校学生的三分之一,工科毕业生每年超过120万人,约占世界工科毕业生总数的三分之一,我国工程教育的地位和国际影响力得到了全世界的认可。然而,根据世界经济论坛发表的《2019年全球竞争力报告》,我国在“2019年全球竞争力指数”中排名第28位,与排名第2的美国、排名第6的日本、排名第7的德国等工业强国还有非常大的差距,也与我国作为世界第二大经济体的地位不匹配。教育部等三部委为贯彻落实《中国制造2025》,于2017年初发布了《制造业人才发展规划指南》,预测到2025年,新一代信息技术人才缺口将达到950万人,电力装备人才缺口将达到900万人,新材料领域人才缺口将达到400万人。我国如此大规模的工科毕业生都不足以支撑产业发展的需求,暴露出高等教育拔尖创新人才培养存在诸多短板。

## 二、当前综合性大学工科人才培养存在的问题

### (一) 人才培养趋向理科化

长期以来,一些综合性大学是在扩大普通高校招生人数的教育改革政策背景下,开始考虑设置工科专业,其目的仅仅是为了补充建校之初并不完备的学科,以此体现综合性大学的优势。因此,工程人才的培养方式依旧是围绕理科生的人才培养进行定位的,混淆了工科学生和理科学生的培养规律,教育教学呈现理科化,轻科研实践,重理论学习。在宽基础理论学习背景下,人才培养方式的错位,导致学生缺乏解决一线生产过程中的工程实际问题的能力,造成大量工科毕业生出现“就业难”“人岗不匹配”“职场难适应”的现实问题。这种模式培养出来的学生,视野狭隘,知识背景理论性太强,缺乏娴熟的动手操作技能,知识结构和整体素质无法适应当代社会的需求。

### (二) 传统教学模式缺乏改革创新

在传统高等教育理念中,教师一味追求自己讲授的学科知识的完备性和系统性,忽略了学科之间应有的交叉融合,缺乏创新性和设计性,缺少培养综合素质优异的当代大学生的创新思维。在教学内容方面,部分工科专业教学存在“新瓶装旧酒”的现象,从师资到教材,从教学方案到授课内容,多年来教学课件一成不变,不能让学生学到最前沿的科技文化成果,无法达到“两性一度”的金课水准。在教学方法上,仍未摆脱课堂上以教师为中心的“说教型”的传统教学方式,学生无暇顾及学科之外的领域,解决问题仍然停留在高中阶段寻求标准答案和套路模板的水平,缺乏质疑和批判性思维。

### (三) 授课教师缺乏工程实践背景

在发达国家的教育体制中,许多工科学科方向的教授要求必须具备一定的工程师职业背景或相关技术开发实践经历。而我国的教师体系大多都是在高校毕业后留校或海外高层次人才引进,直接从学生身份转变为教师身份,缺乏产业背景和工程实践经历,难以达到新时代培养拔尖创新人才的标准。同时,我国高等教育目前仍然以高水平论文、重大科研成果为标准进行职称评定,使高校教师的眼光停留在发表论文、撰写项目书上,无法静下心来研究教学,从而弱化了指导学生解决实际工程问题的能力。在实际教学过程中,一些工程教育的内容和理念甚至脱离实际工业生产,资源库平台严重滞后于行业发展和企业需求,影响了新产业背景下拔尖创新人才的培养。

### (四) 学生知识结构的缺陷

随着人工智能、大数据、5G、“互联网+”等时代潮流的到来,对于高层次工科背景拔尖创新人才的综合素质提出了新的要求。目前,我国高等教育培养的高学历学生对自己所学的专业知识较为熟悉,而对其他相关学科领域了解甚少,知识面不宽泛,社会经验、工程实践能力、动手操作能力也有待进一步提升。为加快适应产业结构的优化升级,我们既需要工程技术创新、产业技术创新、掌握科学技术的拔尖人才,也需要具有家国情怀、敢于担当、主动作为、勇于开拓的

实干青年。而如何培养更多高质量全方位发展的拔尖创新人才, 为新经济时代提供大量的人才资源保障, 已成为新工科建设背景下工程教育迫切需要解决的问题。

### 三、拔尖创新人才应具备的核心素养

斯坦福大学从 20 世纪初至今, 共进行了 6 次本科教育改革。2012 年, 斯坦福大学发布了《斯坦福大学本科生教育研究报告》, James J. Sheehan 教授把目前高等教育改革过程中人们忽略教育的本质而聚焦于某一具体环节的这一现象形象地比喻为: 我们往往关注轮船的甲板而忽视了航向。对标《中国制造 2025》, 我国高等教育需要明确方向, 有的放矢, 深入思考未来我们培养的拔尖创新人才需要具备什么样的素质能力。通过研究发现, 相比于传统工科人才, 新经济发展需要的拔尖创新人才应具备以下四个维度的核心素养, 见图 1。



图 1 拔尖创新人才应具备的核心素养

#### (一) 知识：学科交叉和通识教育

目前, 在以人工智能为先导的新经济业态下, 各行各业的技术产业交叉融合日益广泛, 单一学科背景的专门工程人才已经不能满足社会的需求。面对不断涌现的新行业、新产业, 工程教育的传统培养模式需要优化为“工工互鉴、理工交叉、文理结合”的新模式, 以培养交叉文化背景和复合型的工程技术人才。通识教育强调“宽口径”的知识面, 需要提升人才的文学素养、艺术素养、社会科学素养、工程技术素养等。综合性大学要发挥优势, 将学生培养成为全面发展的人, 学生不仅懂工程技术, 还懂经济学、管理学、社会学。这势必会成为未来行业领军人物不可或缺的知识储备<sup>[3]</sup>。

#### (二) 能力：自学和终身学习能力

在新经济发展背景下, 知识更新的速度呈指

数级增长, 即使是工程教育培养出的拔尖创新人才也无法将知识全部掌握。自学能力是指有意识地进行学习的“能学”、渴望吸收新知识的“想学”和掌握娴熟学习技巧的“会学”。自学和终身学习能力的培养, 有助于推动人才素质结构的全面发展, 有助于在进行实践活动时不断提供新灵感和新思路, 还有助于培养探索未知的创新精神和解决实际工程问题的实践能力。拥有自学和终身学习能力, 新工科人才可以打破时间和空间的限制, 更加便捷、灵活、有效地进行学习, 将不同阶段所获得的知识形成有机整体, 推动新工科建设背景下拔尖创新人才培养实现可持续发展<sup>[4]</sup>。

#### (三) 思维：跨界和整合思维

随着 5G 时代的到来, 移动互联网、大数据、人工智能彻底打破了传统工业的结构模式。跨界思维就是要突破惯性思维的局限性, 超越不同学科的边界, 多角度、多视野看待问题。大胆尝试, 敢于探索, 将不相关的事物联系在一起, 将工程和艺术、将自然科学与人文科学联系在一起, 在彼此的契合点寻求新的创新思路。同时, 工程师要善于接受新事物, 适应新环境, 从自身的理性思维切换到用户的感性思维, 与服务对象产生“同理心”, 站在服务对象的角度理解他们的深度需求, 思考如何通过技术革新整理碎片化信息和有效资源, 以最短的时间提出解决工程问题的方案。

#### (四) 价值观：家国情怀和社会责任感

家国情怀是中华优秀传统文化的精华, 是高校立德树人培育学生的重要组成部分。有学者认为<sup>[5]</sup>, 家国情怀是一个人对自己国家和人民表现出来的深情大爱, 是对国家富强、人民幸福所表现出来的理想追求, 是对国家和民族高度的认同感、归属感、责任感和使命感。新工科教育培养出的拔尖创新人才, 强调科学、技术与工程实践的融合, 更强调与国家战略产业发展需求紧密对接, 要着眼于解决制约国家未来经济发展命脉的根本性问题, 主动承担起核心技术研发的重要使命。因此, 我国高校需要加快推进新工科建设, 探索形成着力中国特色、着眼世界水平的拔尖创新人才培养体系, 培养出有大情怀、大本领、大担当的人才, 增强工程教育的国际竞争力。

#### 四、拔尖创新人才核心素养培育的具体措施

(一) 立足于国家重大战略需求, 切实提升人才培养的社会适应性

新工科人才培养要以国家重大战略需求为导向, 以服务国家发展、满足产业需求和面向未来挑战的高度, 加强高精尖学科的改革与创新, 应对新时代工业革命带来的挑战<sup>[6]</sup>。例如, 加强新能源与现代信息技术、人机交互与人工智能、云计算与物联网大数据、高端装备、生物医药、现代国防等领域的新课程体系建设。高校要聚焦国家发展战略, 研究当前行业发展的规律和前景, 捕捉未来发展的新方向, 围绕产业链需求进行专业优化, 密切跟踪用人单位的最新动向, 做到与行业企业有机衔接。新工科背景下, 要改变传统的以学科内容为导向的课程建设, 加强基于 OBE 理念学科体系建设的改革与创新, 培养一批将个人发展前途与祖国命运紧密联系在一起的新时代青年。

(二) 立足于创新创业教育, 搭建人才培养的全新教育实践平台

创新创业教育是工程教育的有效抓手, 在新经济形态下, 新工科建设必然以创新创业教育为引领<sup>[2]</sup>。从宏观层面上看, “大众创业、万众创新”是引领科技发展和推动社会繁荣的源泉, 也是实现社会经济协调发展的重要支撑。从课程改革层面上看, 通过“课程—人才—产业”的无缝对接, 开设“嵌入式”精品资源课程, 推动创新创业教育全方位贯穿于专业教育之中, 实现创新创业教育与专业课程的融合发展。从人才培养的角度看, 创新创业教育是从人才培养供给侧改革入手, 着眼于培育学生应对未来挑战的核心竞争力, 高校应当加强教学实验、科学实践、企业实习和创客空间建设, 建立产学研协同、创新创业指导的人才培养模式, 彻底打破制约创新创业人才培养的壁垒和屏障。

(三) 立足于综合性大学的优势, 拓展跨学科知识视野

“顶天立地”的高层次复合型工科创新人才培养体系, 要求高校学生不仅要了解技术, 还要了解社会; 不仅要了解自然科学, 还要了解社会

科学; 不仅能应对目前的科学技术挑战, 还要对未知的学科领域有一定的预测性和研判能力。要充分利用综合性大学的优势, 进行学科之间的整合与跨越, 形成物联网+计算机、工业+设计、商务金融+大数据等开放、包容、多元化的“套餐”课程体系, 增加培养方案的灵活性, 大力推进人文、艺术、社会科学、自然科学、工程技术等多学科之间的交叉融合<sup>[7]</sup>。同时, 探索学籍注册、学分认定、课程培养、教学评价等教学管理制度的改革, 打通学校、专业之间的学分转换, 便于学生在不同学科门类之间自由选择, 以此促进学生的多样化发展。

(四) 立足于产学研协同育人, 构建人才培养多元化共治理体系

当下社会, 闭门造车和单打独斗已经被工业经济的快速发展所淘汰, 构建政府、高校、社会、企业、行业等多方位的协同育人体系, 是打破体制束缚, 推进产学研融合的必然要求。一方面, 完善“双师型”特色教师队伍建设, 探索“学历教育+企业实训”的教师培养模式, 选派学科带头人、青年教师骨干深入企业一线, 积极参与科研项目研发和操作技能训练, 提升自身工程实践能力。另一方面, 打破传统教育体制的约束, 鼓励高校同政府、企业、科研机构建立跨界新型研究单位, 例如中科院理化所联合微电子研究所、西安光学精密机械研究所、北京基因组研究所等成立未来技术学院, 这为跨专业、跨学科、跨院系交叉培养新工科拔尖创新人才提供了平台保障。

新工科建设是人才培养过程中供给侧结构性改革的重要组成部分, 建设和发展新工科是当前我国产业结构转型升级的必然趋势, 也是深化高校工程教育改革的需要, 更是国家未来产业发展的重大战略部署<sup>[8]</sup>。只有面向经济社会的重大发展需求, 大力发展新工科, 培养造就一大批在知识、能力、思维、价值观四个维度核心素养全面发展的创新型卓越工程师, 才能更快更好地推进我国由高等教育大国向教育强国迈进, 在未来全球化竞争中提供具有国际竞争力的人才支撑。

## 参考文献:

- [1] 习近平. 在纪念五四运动 100 周年大会上的讲话[N]. 人民日报, 2019-05-01(02).  
XI Jinping. Speech at the meeting commemorating the 100th anniversary of the May 4th Movement[N]. People's Daily, 2019-05-01(02).
- [2] 郑庆华. 以创新创业教育为引领, 创建“新工科”教育模式[J]. 中国大学教学, 2017(12): 8-12.  
ZHENG Qinghua. Take the innovation and entrepreneurship education as the guide, create the new engineering education mode[J]. China University Teaching, 2017(12): 8-12.
- [3] 吴爱华, 侯永峰, 杨秋波, 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): 1-9.  
WU Aihua, HOU Yongfeng, YANG Qiubo, et al. Accelerate the development and construction of new engineering, take the initiative to adapt to and lead the new economy[J]. Research in Higher Education of Engineering, 2017(1): 1-9.
- [4] 姜晓坤, 朱泓, 李志义. 面向新工业革命的新工科人才素质结构及培养[J]. 中国大学教学, 2017(12): 13-23.  
JIANG Xiaokun, ZHU Hong, LI Zhiyi. Quality structure and training of new engineering talents for new industrial revolution[J]. China University Teaching, 2017(12): 13-23.
- [5] 徐文秀. 多一些家国情怀[N]. 人民日报, 2012-01-20(04).  
XU Wenxiu. More feelings of home and country[N]. People's Daily, 2012-01-20(04).
- [6] 施大宁, 梁文萍. 航空航天特色新工科建设的思考与探索[J]. 中国大学教学, 2018(9): 26-28.  
SHI Daning, LIANG Wenping. Thinking and exploration of new engineering construction with aerospace characteristics[J]. China University Teaching, 2018(9): 26-28.
- [7] 孙宁华, 葛扬. 世界一流大学经济学人才培养[J]. 中国大学教学, 2015(11): 87-90.  
SUN Ninghua, GE Yang. The cultivation of economics talents in world-class universities[J]. China University Teaching, 2015(11): 87-90.
- [8] 陆国栋. 新工科建设的五个突破与初步探索[J]. 中国大学教学, 2017(5): 38-41.  
LU Guodong. Five breakthroughs and preliminary exploration in the construction of new engineering[J]. China University Teaching, 2017(5): 38-41.

## Research on cultivation of core qualities of top innovative talents under the background of new engineering construction

LIAN Xuan<sup>1</sup>, PENG Zhihong<sup>2</sup>, XING Jianjun<sup>1</sup>, SHEN Leiting<sup>2</sup>

(1. School of Aeronautics and Astronautics, Central South University, Changsha 410083, China;  
2. School of Metallurgy and Environment, Central South University, Changsha 410083, China)

**Abstract:** New engineering construction is a new direction of engineering education reform in China, which is based on the national strategic development, industrial transformation and upgrading, multi-party collaborative education, and moral education mission. At present, there are some problems in the comprehensive universities, such as the tendency of talent cultivation to science, the old teaching mode, the lack of engineering background for teachers, and students' knowledge structure defects. By analyzing the key competencies of top innovative talents in knowledge, ability, thinking and values, the study proposes that engineering education should be based on the major strategic needs of the country, innovation and entrepreneurship education, advantages of comprehensive universities, education of industry university research association. The purpose is to provide necessary personnel support for the training of new people in the era of national rejuvenation.

**Key Words:** new engineering; top innovative talents; core qualities

[编辑: 胡兴华]