

一流工程技术人才培养的形势、问题和路径

景安磊 钟秉林

(北京师范大学, 北京 100875)

摘 要: 面临新一轮科技革命和产业变革新形势、制造业转型升级新挑战和加入国际实质等效标准的新契机, 我国工程技术人才培养仍然存在偏重理科属性、忽视工程伦理教育、队伍建设待加强、产教融合不深入等问题。培养一流工程技术人才, 需要优化学科建设和专业集群的发展路径, 凸显工程技术人才培养特色; 回归工程实践本质的内容体系, 加强卓越工程师培养的内涵建设; 提升专业综合能力, 打造高水平师资队伍; 健全产教融合、校企协同育人机制, 协调各方育人资源和力量。

关键词: 高等工程教育; 一流工程技术人才; 问题和路径

中图分类号: G718.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-4038 (2020) 03-0065-06

一流人才培养与创新能力是衡量教育现代化水平的重要指标,《中国教育现代化 2035》将“提升一流人才培养与创新能力”作为十大战略任务之一。^[1] 我国高等工程教育与产业转型升级、经济社会发展紧密联系、相互支撑,工程技术人才在一流人才培养体系中占有重要地位。目前,我国已建成世界上最大规模的高等工程教育体系,开设工科专业的普通高校2300多所,工科专业在校生1000多万人,约占高等教育在校生总数的1/3。^[2] 尽管我国高等工程教育的发展成就和历史贡献巨大,但面对新一轮科技革命和产业变革新形势、制造业转型升级新挑战和加入国际实质等效人才质量标准的新契机,培养一流工程技术人才在学科发展路径、内容体系、师资建设和模式机制等方面还存在障碍和问题,需要做出调整优化。

一、培养一流工程技术人才面临的新形势

进入21世纪以来,世界范围内新一轮科技革命和产业变革方兴未艾,给世界各国工程教育创新发展带来了前所未有的机遇与挑战。^[3] 同时,面临国际国内诸多变局,我国正在部署实施制造强国战略,需要加入实质等效的国际标准,全面提升工程技术人才培养能力,为经济社会的高质量发展提供人才支撑。

1. 新一轮科技革命和产业变革的新期待

伴随新一轮科技革命和产业变革,一些重大突破性技术不断涌现,产业化进程加速推进,新的产业组织形态和商业模式层出不穷,主要体现为信息技术全面应用、大数据思维与管理,

收稿日期: 2020-01-09

基金项目: 国家社科基金教育学青年课题 (CIA170273)

作者简介: 景安磊,男,北京师范大学中国教育政策研究院助理研究员,主要从事高等教育和民办教育研究;钟秉林(通讯作者),男,国家教育咨询委员会委员、北京师范大学教育学部教授,主要从事高等教育研究。

以及智能制造潜力释放等。首先,新一轮科技革命引发产业变革,产业变革继而引发人才市场变化,新产业、新经济对工程技术人才的需求加大,经济社会发展、产业变革与工程教育的关系越来越密切,需要工程教育做出主动变革和应对。其次,目前很多的产业形态、分工和组织方式不再是单一的发展体系,已经实现了产业之间的跨领域融通融合,数字化、网络化、智能化的技术发展与应用也越来越多,这些新业态新技术都对培养一流工程技术人才提出了更高要求。

当前,主要发达国家都在积极行动,系统调整高等教育结构,制定实施工程教育改革战略,以满足全球化市场对技术人才的迫切需求。例如,德国对标“工业4.0”的要求持续增加工程教育投入,“欧洲2020战略”明确提出要推动欧盟各国工程教育合作,英国颁布了国家技能战略等。面对新一轮科技革命和产业变革的新形势,我国迫切需要通过工程教育改革为促进经济社会发展和提高国家竞争力提供支撑,在未来战略必争领域做好人才储备,培养具有创新创业意识、数字化思维和跨界整合能力的新工科人才。^[4]

2. 制造强国转型升级的新挑战

改革开放40年来,我国成为真正的制造业大国,但在决定制造业地位的国际分工、产业链、价值链和人才链等方面仍处于中低端水平。当前,我国经济下行压力加大,全面实施制造强国战略,大力改造提升传统产业,关键是要以人力人才资源为支撑,健全多层次的人才培养体系。与美国、英国以及欧盟相比,我国每年培养的工程技术人才总量较为庞大,每年培养的工科专业毕业生总量超过世界工科毕业生总数的1/3,^[5]但支撑产业升级的人才储备尤其是高层次、创新型工程技术人才明显不足,内外资源协同运作不畅、产教融合不够深入,工程实践创新链条还存在断裂脱节等问题。

为提前规划一流工程技术人才培养布局,教育部于2017年在复旦大学召开高等工程教育发展战略研讨会,新工科概念得到广泛认同。

随后,教育部组织多所工科优势高校、综合性高校和地方高校,围绕工程教育改革新理念、学科专业新结构、人才培养新模式、教育教学新质量、分类发展新体系等关键内容,正式开启了新工科的理论研究和实践探索。^[6]面对我国向制造强国转型升级的新挑战,培养一流工程技术人才,需要回应产教深度融合、校企协同育人的趋势。

3. 加入工程教育实质等效国际标准的新契机

2016年,国际工程联盟会议全票通过我国由《华盛顿协议》预备会员转正,成为该协议第18个正式成员,我国高等工程教育迈上国际舞台,标志着通过中国工程教育专业认证协会认证的我国大陆工程专业本科学位将得到美、英、澳等所有该协议正式成员的承认。^[7]面对未来工程教育认证的成果导向、国际连接、持续改善、产学合作的整体趋势,^[8]我国正式加入《华盛顿协议》后,是否择机加入《悉尼协议》《都柏林协议》《国际职业工程师协议》《亚太工程师协议》《国际工程技术员协议》等五个互认体系也应统筹考虑,这有利于统筹开发利用国内国际两种人才资源、提升我国工程技术人才培养质量,是推进我国高等工程教育国际互认的基础和关键,对于我国工程技术领域走向世界舞台具有重要战略意义。

回望2005年启动的全国工程师制度改革协调工作,旨在加快推进我国工程技术领域职称制度改革,促进工程技术人员国际交流,适应我国全方位、多层次、宽领域的对外开放需求,研究我国工程师制度框架设计,探索建立工程教育专业认证体系等工作。面对加入工程教育实质等效国际标准的新契机,想要实现我国工程教育从“跟跑”到“并跑”“领跑”的转型发展,需要顺应工程教育质量国际互认的发展趋势,强化人才培养质量和内涵建设。

二、培养一流工程技术人才面临的关键问题

我国培养一流工程技术人才已经具备了诸多有利条件和良好工作基础,但在学科发展路

径、培养内容体系、师资队伍建设和育人模式机制等各方面还存在若干堵点痛点,需要实质性突破。其中,发展路径涉及工程教育的学科属性和建设逻辑,是人才培养的基本载体;内容体系主要是培养内容和素养能力标准,直接决定着人才培养是否全面、是否合格;师资队伍是人才培养的重要主体,关乎培养能力和质量;育人模式机制诸如产教融合、校企协同、实践育人等,涉及学校、行业企业、社会等培养主体和资源条件。

1. 传统工程教育偏重于学科属性,跨学科集群发展需全面提升

近年来,我国工程教育领域的学科建设不断加强,人才培养结构和质量逐渐得到认可,但偏重于学科属性的发展思路与培养一流工程技术人才的要求还有较大差距。一是在学科规划和属性定位上,整体统筹发展的思路还不清晰,部分高校忽视工程技术人才培养和学科建设规律,盲目追求“复合型”“全科化”、“大而全”“小而全”,功利性现象比较突出;还有一些综合型和地方高校的办学定位不科学,简单与工程院校的学科进行对比,学科建设和专业特色不鲜明,人才培养的层次类型不合理,学科建设资源和力量亟需统筹优化。二是学科专业集群发展较欠缺。现代工程理论研究和实践操作中面临更多复杂性和多元性问题,需要整合更多跨学科知识背景,但我国工程技术人才培养比较重视本学科知识和能力训练,忽视了对系统化工程思维和跨界整合能力的培养,工程技术人才集成运用多学科知识来解决实际工程问题的能力较弱。三是工程教育组织模式变革缓慢。长期以来,传统的学院组织一直是工程技术人才培养的实施主体,在专业设置、教学组织模式、人才培养机制、建设与管理模式上没有根本变化。面对未来新技术、新产业、新业态,基于单一学科形成的院系组织显然不能很好地适应一流工程技术人才培养的要求,多种形式的人才培养组织模式变革已经进入议程。

2. 工程伦理教育发展滞后,人才培养内容体系亟需完善

从人才培养内容看,工程领域的专业教育

可以让学生成为掌握技术技能的“专业人”,但工程伦理教育却能使其成为追求和谐善良的“理性人”。工程技术人才不仅需要关注市场利润和产品效率的纯技术问题,更加需要具备对专业工作进行价值判断的能力,关注生态环境、公众安全、健康和福祉。总体来看,我国工程技术人才培养的内容体系还不完善,主要问题表现为:一是对工程教育的内容理解不全面,将工程教育所涉及的体系和范畴窄化理解为工程知识和技术本身,缺少关于工程伦理、职业道德和职业规范的界定和要求,工程伦理意识普遍薄弱,工程伦理作为工程教育“开学第一课”的重要地位没有得到应有体现;二是与欧美国家相比,我国工程技术人才培养在专业技术教育方面成效显著,但工程伦理教育的起步晚、发展慢,工程伦理教育领域与其相关的社会学、法律、美学、伦理学等非工程知识领域的课程建设相对滞后,迫切需要完善相关课程内容和制度体系,创新工程教育理念和教育教学模式;三是我国工程技术人才培养标准不具体、评价标准不一,开展工程伦理与职业道德教育存在制度化困境。例如,高校、行业企业、工程职业机构等各方在开展工程伦理与职业道德教育的实践中责任主体不明、操作程序不清,同时也缺少资质认证等方面的制度支持和规范要求。

3. 教师专业综合能力存在短板,高水平队伍建设待加强

当前,建设高水平、专业化的工程学科教师队伍还存在诸多短板。一是师资能力标准体系不完善,工程实践能力需要提升。培养一流技术人才需要教师队伍同时具备理论知识和实践能力,工程学科的专任教师比较熟悉系统化学科理论体系,但普遍缺乏产业行业背景和工程实践经历,技术创新意识、产业敏感度和教学组织能力相对不足,一定程度上影响了一流人才培养的质量。二是专任教师与行业企业人才之间的双向流动不畅。尽管我国工程教育领域的师资队伍增长速度落后于学生数量增长速度,存在总体数量不足和结构性缺编问题,但一些工科院校在人才招聘时仍过多强调师资队伍

伍的高学历, 行业企业中的高技能人才想进也进不来。面对新技术、新工艺、新规范, 专任教师缺乏产业经验和实践背景, 行业企业工程师较少接触理论研究和前沿成果, 需要建立健全双向交流机制。三是新兴技术没有较好融入工程技术人才培养过程。面对动态调整培养方案的新要求, 我国工程技术人才培养的方式方法、课堂教学组织、教学制度创新速度较慢, 人工智能、云计算、物联网、虚拟现实、数据挖掘等新技术新成果还没有全面惠及教育教学全过程, 信息技术与教育教学的深度融合有待加强。

4. 校企协同育人成效不彰, 产教融合机制尚待完善

工程教育与工程实践问题联系密切, 工程技术人才培养不仅需要加强学校专业教育, 而且需要调动更多社会资源共同参与工程实践教育, 促进工程教育链、人才链与产业链、创新链有机衔接, 全面推行校企协同育人。我国2010年启动实施的“卓越工程师教育培养计划”, 已有22个行业部门、7个行业协会、200余所高校、6000余家企业协同参与实施,^[9]探索创新了高校与行业企业联合培养人才的新机制, 虽成绩突出但问题也并存。一是体制壁垒影响多元主体协同。培养一流工程技术人才需要协同多元主体、集聚更多优质工程教育资源, 但因隶属关系、单位性质和目标需求不同, 地方政府、普通高校、行业企业等多元主体之间的协同还存在体制壁垒, 需要探索创新共建共管的组织架构和治理模式。二是关门办学思想影响普通高校与行业企业的有效互动。一方面, 部分高校过多依靠基于课程导向的教学模式, 缺少创新型、综合化、全周期、开放式的工程技术人才培养理念, 忽视了行业企业的重要作用, 人才培养目标和结构的前瞻性不足、开放性不够、特色不明显。另一方面, 多数企业行业参与工程技术人才培养的形式相对单一, 仍以提供实习岗位、共建实习基地、配合实习鉴定等传统形式为主, 参与培养目标制定、课程体系设计、素养标准研发等核心环节的深度不够。

三、培养一流工程技术人才的路径

培养一流工程技术人才需要系统剖析面临的国内外形势背景和现存关键问题, 着力优化人才培养路径, 完善培养内容体系, 加强高水平师资队伍建设, 健全育人模式机制。

1. 优化学科建设和专业集群发展路径, 凸显工程技术人才培养特色

面向教育现代化新进程, 提高一流工程技术人才的培养质量和能力, 需要进一步强化工程教育的统筹发展和学科属性。一是中央层面和各省市探索将工程教育纳入经济社会整体发展战略, 实施一流工程技术人才培养与世界科技发展和国家产业发展双结合的驱动策略, 进一步提高工程教育服务经济社会发展的能力。加强统筹规划, 研究制定工程教育中长期发展规划, 建立专门的工程技术人才培养高层协调机制, 尊重工程教育的工科属性和发展规律。二是加强一流工程学科建设, 打破学科之间的壁垒, 整合相关学科资源, 建立以学科建设绩效为杠杆的资源配置模式, 积极推动工程学科交叉、产学研融合和学科群建设, 为培养一流工程技术人才奠定学科基础。三是优化高校分类发展、人才分类培养的体系结构, 凸显科学定位和培养特色。面向当前和未来急需的战略新兴产业, 推动工科优势类高校发挥工程技术创新和产业创新的主体作用, 培养一流工程技术人才; 面向新技术新业态, 推动综合类高校进行学科交叉融合和跨界整合, 发挥催生新技术和孕育新业态的引领作用, 培养行业特色人才; 面向服务区域发展的新要求, 推动地方高校为区域经济发展和产业转型升级提供技术应用型人才。^[10]四是面向新经济发展需要、面向未来、面向世界, 加快调整人才培养类型结构, 突出不同类型的人才培养特色, 构建和谐的工程教育体系, 推动不同类型高校的新工科建设在各自不同的轨道上实现“弯道超车”。对传统工科专业进行更新升级, 不断健全完善“工程素养”概念, 凸显跨学科、跨专业的知识结构。

2. 回归工程实践的内容体系, 加强卓越工程师培养内涵建设

培养一流工程技术人才, 需要高校真正承担起人才培养的主体责任, 重塑工程实践教育和工程伦理教育, 全面加强卓越工程师的内涵建设。一是树立“大工程观”培养理念, 有效扭转“唯科学化”倾向, 让工程教育回归工程实践。有效推动教育链、人才链、产业链与创新链的有机衔接, 完善跨学科、跨领域、跨行业的人才培养方案。适应未来工程复杂化、综合化、系统化的发展趋势, 高度重视工程技术人才理解工程与自然环境、社会环境之间的相互影响及工程伦理等方面的教育。二是完善中国特色的工程伦理教育内容体系, 探索工科专业全面开设工程伦理学必修和选修课程, 增强学生工程伦理意识、掌握工程伦理规范, 提高工程伦理决策能力。同时, 工程伦理教育需要符合我国工程技术发展实情和专业教育特点, 形成既与国际接轨又具有“中国底色”的工程伦理教育体系。三是高校需要进一步明确专业培养的素养框架和能力维度, 着力提高工程技术人才在工程实践活动中的知识迁移能力、技术创新能力、方案设计能力、复杂问题解决能力、项目协作组织能力、环境适应能力和价值判断能力。围绕新兴战略性工科专业, 把创新创业教育贯穿于工程技术人才培养的全过程, 建设凸显工科优势特色的创新创业平台, 完善创新创业条件和帮扶体系, 着力提高工程技术人才的创新意识和创业能力。

3. 全面提升专业综合能力, 打造高水平师资队伍

打造一支业务能力精湛、育人水平高超的教师队伍是培养一流工程技术人才的基础性工作。一是完善工程学科师资能力标准体系, 着力提升高校教师的工程实践能力。打破传统教师教学能力评价标准, 强化教师的行业产业实践背景和工程实践经历, 完善将评价标准融入教师选拔、晋升、考核等环节的激励制度。^[11]建立对人才的多元化工作方式和成果形式的认可机制, 着重评价工程技术人才对技术创新和产业发展的实际贡献, 加大对一流工程技术人

才培养成果的评价权重。二是积极吸引更多优秀人才投身工程教育。健全高校教师与行业企业双向交流机制。通过政策手段支持教师到行业企业挂职兼职、轮训轮工, 探索在部分工科高校或院系中推广“双师制”, 强调教师的工程实践资质和水平。各地各校探索设立行业产业导师岗位计划, 积极吸引更多行业企业优秀人才投身工程教育, 聘用有丰富实践经验的人员到高校担任专兼职教师。三是提高教师创新和应用新技术开展教育教学工作的能力。以提高教师信息素养和信息技术教学能力为目标, 开展工程学科教师信息技术教学方法专项培训, 推进新兴技术在工程教育教学中的深度融合性应用, 探索“人工智能+教育”“互联网+教育”教学模式, 为一流工程技术人才培养奠定队伍基础。^[12]

4. 健全产教融合、校企协同机制, 协调各方育人资源和力量

培养一流工程技术人才需要促进产教深度融合、校企协同育人, 完善优化制度机制、调动更多社会力量和育人资源。一是完善集聚社会资源协同育人的法规政策, 打造开放的工程技术人才培养体系。积极调动高校、科研机构、企业行业、社会团体等各方资源和力量, 建立培养目标协同、教师队伍协同、技术资源共享和运行管理协同的全流程协同育人机制, 在真刀真枪的工程环境中培养卓越工程师。鼓励行业企业深度参与、稳定支持人才培养全流程, 以产业和技术发展的最新成果推动工程教育改革, 对深度参与协同育人的科研院所、行业企业等予以税收减免及政策倾斜。二是高校需要积极把握新产品新技术不断涌现、新产业新经济蓬勃发展、制造业转型升级的时代特征, 紧密对接经济社会发展需要, 健全专科、本科、研究生等多层次新工科人才培养体系, 加强拔尖创新人才、应用型人才、服务行业发展的特色人才培养。三是统筹利用好国内外资源。立足国内实际, 瞄准国际科技前沿和战略性新兴产业, 坚持世界水准, 自主培养造就一流的工程技术人才。按照教育对外开放新部署, 鼓励支持组建国内工程教育发展联盟, 搭建国外工

程教育合作网络, 联合开展工程技术人才培养模式协同创新。主动参与国际工程教育标准制定和国际工程教育治理, 注重在国际交流战略合作平台中造就一流的工程技术人才, 在合作办学、出国留学、联合培养、海外实习中保障成员国(地区)工程教育质量实质等效、学位互认和国际流动, 统筹利用好国内国际两种人才资源。

参考文献:

- [1] 中国政府网. 中共中央、国务院印发《中国教育现代化 2035》[EB/OL]. http://www.gov.cn/zhengce/2019-02/23/content_5367987.htm, 2019-12-23.
- [2] 教育部. 中国教育统计年鉴 2017 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2018. 9.

- [3] 瞿振元. 推动高等工程教育向更高水平迈进 [J]. 高等工程教育研究, 2017, (1): 12—16.
- [4] [9] 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.
- [5] 高文豪. 工程教育要破除僵化机制 [N]. 光明日报, 2016-09-13 (13).
- [6] [10] 教育部. 关于开展新工科研究与实践的通知 [Z]. 2017-02-20.
- [7] 詹媛. 中国科协代表我国正式加入《华盛顿协议》[N]. 光明日报, 2016-06-03 (01).
- [8] 杨永斌, 李佩琳, 刘曼君. 世界工程教育认证的发展趋势 [J]. 高等工程教育研究, 2019, (5): 5—10.
- [11] [12] 教育部. 关于推荐第二批新工科研究与实践项目的通知 [Z]. 2020-03-03.
- (责任编辑 刘 红)

Situation, Problems and paths of the First-class Engineering and Technical Personnel Training

Jing Anlei Zhong Binglin

Abstract: Facing the new situation of technological revolution and industrial transformation, new challenges of manufacturing transformation and upgrading, and new opportunities to join the international substantive equivalent standards, there are still problems in China's engineering and technical personnel training, such as overemphasizing the nature of science, ignoring the engineering ethics education, and the construction of faculty team needs to be strengthened, the integration of production and teaching is not in-depth. To cultivate first-class engineering talents, what needs doing is specified as follows: optimize the path of discipline construction and professional cluster development, highlight the characteristics of engineering talents training; return to the content system of the essence of engineering practice, strengthen the connotation construction of excellent engineer training; improve professional comprehensive ability, construct a high-level faculty team; improve the education mechanism of integration of production with education and cooperation between school and enterprise, coordinate the resources and strength of education of all parties.

Key words: Higher engineering education; First-class engineering and technical talents; Problems and paths