

# 未来创新型科技人才培养体系 链条重构的挑战和路径

刘亚荣 屈潇潇 陈霞玲

(国家教育行政学院, 北京 102617)

**摘要:** 创新能力是未来科技人才的关键核心能力, 创新能力的培养需要更加专业化的教学设计和更加多元化的参与主体, 传统高等教育人才培养体系无法独自承载未来创新型科技人才培养。面对新的教育变革需要, 基于人力资源开发理论、学习与认知科学理论以及世界各国与高等院校的前沿实践探索, 本研究提出创新型科技人才培养的基本框架, 认为我国创新型科技人才培养需要体系性重构, 具体有三点建议: 一是高校内部要进行人才培养体系的重构, 构建以“初步解决问题能力”为目标的培养模式及能够匹配产教融合的组织模式; 二是教育系统要建立多层次的赋能高校教学方法论研究实践的支持体系, 探索“以学生学习为中心”的教学体系; 三是要打破普通高等教育体系的相对封闭性, 构建新型的人才培养供应链, 建设新型产教融合生态。

**关键词:** 创新型科技人才; 能力模型; 学习科学; 教学法; 人才供应链; 产教融合

**中图分类号:** G642 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-4038 (2022) 08-0024-10

当今世界正在经历百年未有之大变局, 这是以习近平同志为核心的党中央对世情和国情的深刻把握。培养更多具有科技素养和创新能力的科技型人才是新时代我国保持国际竞争力的基础, 也是应对大变局的长期破局之举。未来科技人才是什么样的? 当前的高等教育体系能否担当起培养未来科技人才的重任? 如何重构新的科技人才培养体系? 目前的相关研究主要集中在创新人才培养目标因子<sup>[1]</sup>、思维模式<sup>[2]</sup>和培养过程<sup>[3]</sup>, 大多注重思辨式的应然探讨,

从能力模型、人才供应链和教学法等角度, 探讨厘清面向未来的创新型科技人才培养逻辑的文献非常少。本研究试图就这一系列环环相扣的问题给出原理分析以及具有可行性的系统解决方案。

## 一、面向未来的创新型科技人才培养的基本框架

本研究认为, 面向未来创新型科技人才培

收稿日期: 2022-04-07

基金项目: 全国教育科学“十四五”规划 2021 年度教育部重点课题“我国面向创新人才培养的本科教育组织模式变革研究”(2021DFA0309)

作者简介: 刘亚荣, 女, 研究员, 国家教育行政学院干部教育研究中心主任、教育领导力与组织管理研究中心主任, 主要从事高校组织管理、干部教育培训研究; 屈潇潇, 女, 副研究员, 国家教育行政学院学校管理教研部、教育领导力与组织管理研究中心教师, 主要从事高校组织管理、高校人才培养研究; 陈霞玲, 女, 副研究员, 国家教育行政学院科研处副处长、教育领导力与组织管理研究中心教师, 主要从事高校组织管理、高校科研管理研究。

养的目标和培养模式的理论框架，应该综合建构在现代人力资源开发理论、学习科学和认知科学的理论基础之上。

### 1. 基于人力资源开发理论的能力标准设置创新型科技人才培养目标

面临百年未有之大变局，世界各主要国家和重要国际组织都在思考未来需要培养什么样的人才才能应对这种高度的不确定性。笔者汇集并分析了经合组织（OECD）<sup>[4]</sup>、联合国教科文组织（UNESCO）<sup>[5]</sup>、美国大学联合会（AACU）<sup>[6]</sup>、未来本科教育委员会（Commission on the Future of Undergraduate Education）<sup>[7]</sup>、英国高等教育质量保证机构（QAA）<sup>[8]</sup>和欧盟（EU）<sup>[9]</sup>等各主要国家和国际组织对未来人才能力框架的预测，发现“创新能力”是共识度最高的关键核心能力。综合这些框架得到创新能力的共性要素，如表1所示。

从表1可以看出，面向未来的人才能力框架是按照人力资源胜任力（competency）模型理论<sup>[10]</sup>进行构建的，即能力是人的知识、技能、心理条件和经验四个要素在行为上的综合表现。传统的学校教育目标往往表达为知识、技能和情感态度价值观，并且设置课程分别培养。但是在人力资源发展理论的视角下，能力指那些被认为对特定工作角色的成功至关重要的个人固有特征，能力的来源包括个性维度、个人动机、知识和技能，有时还包括经验。<sup>[11]</sup>在此意义上，能力是个人通过活动表现出的一种行为特征，任何一种活动都不是一种能力就能够完成的，而是需要多种能力的综合，如从事教育活动需要观察力、判断力、语言表达力、组织力

等。<sup>[12]</sup>因此，建立在现代人力资源发展理论基础上的“以能力为导向”的创新型人才培养，不能简单地按照其能力要素分项培养，必须通过实践环节来统合培养，人才培养目标应该是面向实践领域的能力统合表达，或者是一组能力的统合表达。

### 2. 基于学习和认知科学建构创新型科技人才的能力培养模式

人类发展的历史一直都是创新创造的历史。也就是说，人类自身具有与生俱来的创新能力是帮助人类抵御巨大不确定性并获取成功的基本要素。上述各国和各国际组织对未来人才能力框架的预测也不约而同地集中在创新能力上，就说明创造性是人的本性。创造力是个体独立解决问题的能力，个体的“自然”做法与众不同时就表现为创造，所以创造力并不需要单独培养，需要培养的是解决问题的能力。<sup>[13]</sup>

从认知科学的角度来看，个体并不是孤立地运用头脑中的信息应付外界环境，而是根据实际需要按照图式（个体头脑中的信息组织结构）去组合特定的一组知识和其他信息应付外界环境，即图式是个体应对外部世界的重要思维工具。这种根据具体的问题情境而提取、组织所存储的信息，并将它们转化为特定行为的过程，就是能力的表现过程。<sup>[14]</sup>如果将这个过程转化为教学过程，是需要专业的教学设计技术专家<sup>[15]</sup>帮助教师进行反向设计。

具体来说，如图1所示，解决问题的能力培养过程，首先需要将真实工作场景中的问题，经过专家加工纯化为只有解决问题所必需的结构化知识图式的项目案例，学生先学习准

表1 未来人才的创新能力模型

创新能力典型行为表现	识别/发现问题、解决问题、识别机会、承担责任
1. 知识	专业知识+通识知识（人文知识）+实用技能知识
2. 技能	(1) 实用技术技能； (2) 认知和元认知技能：批判性思维、创造性/创新性思维、设计思维； (3) 人际技能：谈判、展示、交流/沟通、协作/合作
3. 价值观	尊重、道德、诚实、有责任感（思考伦理与可持续发展）
4. 经验过程中的态度	自律、同理心、自我激励/自我效能

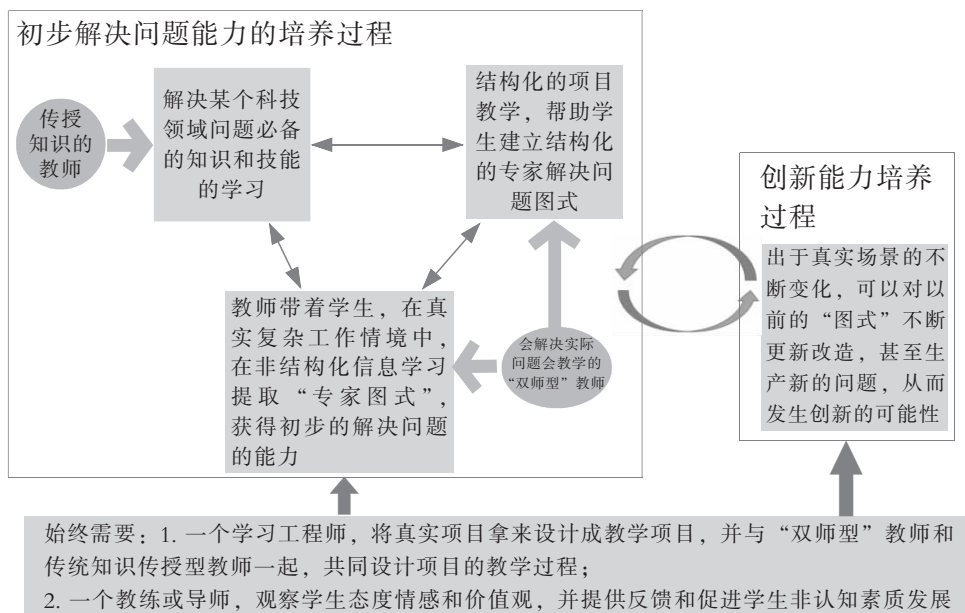


图1 基于认知科学解析的以能力为目标的未来科技人才培养模式

备必要的专业知识，然后再模仿老师练习这个项目案例解决问题的过程，建立解决问题的大脑图式。如果要形成解决真实问题的能力，还需提供真实场景，由“双师型”教师帮助学生在复杂场景中逐渐积累经验，学会在真实场景中提取所需的大脑图式，练习解决实际问题，经过几次“刻意练习”后，就逐渐产生解决真实问题的能力。

以上人才培养过程，大多数只能解决知识和技能部分，情感态度价值观部分的培养，一直被认为是教育的难题。当然，我们都会假设性地认为老师在带领学生解决问题过程中会指导学生的言行举止，或者言传身教、潜移默化地影响学生的情感态度，但实际上良好的指导和影响并没有普遍发生。现代人力资源开发理论认为，不同于科技领域专业能力的培养，人在承担责任和识别机会等行为中涉及的情感态度价值观被认为是工作胜任力的核心成分，需要通过体验式、探究式、讨论式的教学过程在受过专门训练的人格导师或者教练的观察下，对学生参与学习过程中的态度和行为提供针对性反馈和引导反思<sup>[16]</sup>，目的是训练学生解决问题的心智，其重要内核是情感和思维的训练，进一步的行为高阶表现就是领导力训练。

上述分析中出现的传统知识传授型教师、“双师型”教师是我们耳熟能详的教师角色，但是学习工程师、心智教练等教师角色是现代教育对新型教师角色的扩展，需要对传统教育领域教师的内涵进行重新理解。

## 二、未来创新型科技人才培养的国际实践

科技人才是国家发展的核心竞争力。面向未来国家布局人才培养战略，首先面临两个人才培养的实践性难题：一个是什么，即未来创新型科技人才培养的具体目标及教育教学模式是什么；二是怎么办，即高等教育界如何重构新的科技人才培养体系。发达国家在国家战略层面一直在推动相关实践探索。

### 1. 欧美国家 STEM 战略

自1986年以来，美国通过30多年的改革，持续推动STEM教育作为国家核心战略，试图重构国家教育体系，从而拥有更多科技创新人才，这是一个庞大的改革野心。到2018年，白宫和美国STEM教育委员会联合发布了《制定成功路线：美国STEM教育战略》（Charting a Course for Success: America's Strategy for STEM



Education) 报告<sup>[17]</sup>, 提出了美国“所有公民都终身受益于高质量 STEM 教育”的战略愿景, 即全民皆接受 STEM 教育的新的教育体系。总结美国长达 30 多年的 STEM 教育经验, 有三个重要的战略措施值得借鉴。

第一, 自上而下推动科技人才全链条培养的国家战略。为实现 STEM 教育背景下人才持续增长的国家战略目标, 包括国家科学委员会 (NSB) 在内的几个美国重要国家战略咨询机构持续 30 年长期跟踪人才数量和质量, 连续发布国家战略咨询报告, 推动国会立法出台《STEM 教育法》(2015 年) 和白宫将 STEM 教育纳入国家战略 (2018 年), 打通了基础教育和高等教育的 STEM 人才衔接链条。国家科学院、工程院和医学院三大科学院合作推出《本科 STEM 教育监测指标》以帮助政府落实战略。

第二, 多层次构建结网赋能的治理体系。围绕提升 STEM 教育质量, 以联邦政府为主, 聚集专业协会、教育协会、非营利组织、STEM 组织、STEM 资源支持平台等多方力量实质性参与、构建包括政府层面的国家治理体系、社会层面的“学术共同体”体系、高校层面的教学改革工作责任体系等多重协作支持网络, 保证 STEM 教育在教育教学层面长期持续的改革探索。

第三, 积极引导教学范式 (pedagogy) 变革。高质量的 STEM 教育是国家战略的核心内容, 由国家科学基金、国家工程院以及大学联合会等机构持续多年设立教学研究项目, 推动“可持续的、以学生为中心、基于研究证据的教学、学生主动学习”的教学研究和实践探索。<sup>[18]</sup>

在美国的影响下, 英国、澳大利亚、日本等国家都以政府名义发布教育规划报告, 提出实施 STEM 教育的政策改革建议。2012 年, 英国上议院发表的题为《科学、技术、工程和数学 (STEM) 学科的高等教育》(Higher education in science, technology, engineering and mathematics subjects) 的报告中指出, 未来的工作将越来越需要具有 STEM 教育所提供的能力和技能的人, 为此提出了 33 项教育政策建议, 其中包括 STEM 相关领域未来劳动力供求的预

测, 以及提高合格 STEM 专业教师素质和教育质量的需要。<sup>[19]</sup>

2014 年, 澳大利亚首席科学家办公室 (Australian Government Office of Chief Scientist) 发布的国家报告《科学、技术、工程与数学: 澳大利亚的未来》(Science, technology, engineering and mathematics: Australia's future) 阐述了政府投资 STEM 的必要性和重要性, 提出“澳大利亚正规教育 and 非正规教育将培养一支技术熟练、充满活力的 STEM 劳动力队伍, 为社会终身普及 STEM 奠定基础”。<sup>[20]</sup>

2015 年, 日本文部科学省提出的科技人力资源开发战略包括三个战略方向: 一是加强高等教育机构的教育和研究职能; 二是更积极地任用 STEM 领域的妇女和专业人员; 三是促进产业、政府和大学之间的合作。<sup>[21]</sup> 2016 年, 日本政府还发布“第五个科学技术基础计划”, 反映了其推动科技创新政策的坚定决心。

美国不仅引领了西方国家 STEM 科技人才培养战略, 还持续在全世界范围内抢夺 STEM 领域的顶尖人才。由美国国家科学与工程统计中心 (NCSES) 联合美国国立卫生研究院、教育部和国家人文基金会自 1957 年至今每年都开展的“美国 STEM 博士学位调查”<sup>[22]</sup> 2020 年数据显示, 在所有领域中, 科学与工程领域的博士规模越来越大, 其中工程学势头最猛, 在 2020 年已经占到 18.9%, 物理和地球科学从 2015 年的 10.8% 扩张到 11.3%, 数学和计算机科学也增加到 7.9%; 并且 73% 的博士留学生打算毕业后留在美国工作; 在科学与工程领域中, 有 76% 持有临时签证的博士学位获得者选择留在美国就业或做博士后, 而且超过一半的人已经拿到就业承诺。可见美国对于受过 STEM 教育的人才吸引力依然强劲。报告数据还显示, 来自中国大陆及香港地区的博士学生中 90% 攻读的是科学和工程领域, 超过 81% 的中国大陆博士学位获得者意向留美工作。美国在全面收紧签证的同时, 对中国的 STEM 人才网开一面。2022 年 2 月, 美国国会众议院通过的《2022 年美国竞争法》中包括了两项对中国技术人才赴美创业和希望获得美国绿卡的中国博士生颇具吸引

力的条款。<sup>[23]</sup>

## 2. 高等院校人才培养改革前沿

在院校实践层面,“以创新能力为中心”的培养模式实践探索成为传统高等教育人才培养革命性创新的重要抓手。世界范围内,斯坦福大学、麻省理工学院以及一些新型大学都在通过教育技术工具、教学方法、课程、评估方法或教师与学生合作的方式探索创新能力培养的可能路径。这些改革前沿也充分验证本研究提出的未来创新人才培养模式的特点。

斯坦福大学于2015年正式推出的《斯坦福大学2025计划》中提出的开环大学(Open-loop University)、自定节奏的教育(Paced Education)、轴翻转(Axis Flip)学习方式、有使命的学习(Purpose Learning)等一系列概念都指向创新能力的培养改革。

麻省理工学院在其“新工程教育转型”(NEET)计划报告《全球工程教育情景扫描与未来展望》(The Global State of the Art in Engineering Education)中总结了未来世界范围工程教育新兴领导者的基本特点,包括以工作为基础的学习、多学科交叉项目以及工程设计与学生反思并重。这些学校的成功得益于强有力且具有远见的领导力、教育创新的教师文化以及支持教学开发和学生评价的工具方法。

该校在2016年《线上教育:高等教育改革的催化剂》(Online Education: A Catalyst for Higher Education Reform)报告中也提出了在未来工程师培养体系设计中设置学习工程师(learning engineer)的设想。这是一种新的职业类别,由一些精通学习科学和教育技术、熟悉学习环境和具体学科、了解经济和管理学的高级专业人士组成,他们与学习者、教师和教育机构深度合作,提供复杂教学环境下某一具体课程或课程群的解决方案与实施设计。他们可以是现在的学习科学和教育技术专家、学科专家或教育管理专家,但无论他们的来源是什么,他们作为学习工程师时,其职责不是做学术研究或教师,而是帮助教师和学生运用学习科学的成果与教育技术,设计和实施能够产生最佳学习体验的方案。<sup>[24]</sup>

## 三、对我国创新型科技人才培养体系变革的启示

总体来看,面向未来的创新人才培养体系具有一些与以往传统教育经验明显不同的特点。首先,培养目标由“知识为中心”转变为“能力为中心”。在知识爆炸时代,学生再也无法在短短四年内掌握系统全面的知识体系,知识只是能力的必备来源,因能力之需而学。其次,培养过程以“学习者学习为中心”。由于创新能力的拥有者是个体,这种培养过程更多地通过个体化、多样性、学习与实践交互、体验式、探究式课程来呈现,这些都是创新人才培养过程的标志性特征。再次,教师角色分化甚至产生新的职业分工。随着认知科学、学习科学和个体心理学等学科对教育活动的深入探索,学习内容不断复杂而综合,人才培养过程急需专业性和复杂性的设计,教师专业角色需要扩展分工为四类角色:传统知识传授型教师、“双师型”教师、学习工程师、心理成长导师或教练。最后,学习场景不再局限于学校。未来人才培养过程所需要的教学项目、真实问题场景在传统学校内部是没有的,也不可能设计出来。学校必须与产业、科技研发机构紧密结合,一起重新设计人才培养所需要的学习场景。总之,创新型科技人才培养需要的教育要素已经超出传统的教育形态,教育急需一场生产性革命。

为主动拥抱新科技革命和产业变革的机遇,我国政府提出了推动新工科、新农科、新医科、新文科等一系列新时代人才培养体系变革的举措,同时持续推出一系列面向科技产业、培养创新创业能力的人才战略决策,这是我国应对全球化新经济的策略。对标本研究总结的基于未来的人才能力模型构建新的培养模式特征,面对我国相对封闭固化的“以知识为中心”的传统人才培养体系,高校依靠自身变革心有余而力不足。如果要以某种破釜沉舟的勇气去打破旧有的路径模式,必须上升到国家战略进行顶层设计和体系化的链条重构。

### 1. 高等学校需要重构创新型科技人才培养的目标和培养模式，并建立与之匹配的产教研组织模式

对照图1的人才培养模式，目前高校的人才培养体系改革有两个重点。第一，系统改造传统专业知识学习的培养模式，构建以“初步解决问题能力”为目标的培养模式。这个变革需要两个重构过程（见图2）：一是重构现有知识学习体系，系统压缩专业课程体系，构建系列的专业核心课程模块；二是打造全新的项目化教学课程体系，用于项目化教学的项目需要由“双师型”（专业+工程或技术或教学科研）教师和学习工程师共同合作进行专门设计。目前，南京大学、复旦大学等学校已经针对本校的人才培养目标改造了所有专业的核心课程，为后续学生多样化学习需要提供了更大的改革空间。

第二，高校与产业、科技界紧密结合，甚至模糊边界相互融合，以真实问题为载体，培养学生解决问题的能力。解决问题的能力只有在真实问题场景中才能得到培养，这个“产学研”重构过程需要以集成创新的高等教育机制为载体，<sup>[25]</sup> 解决学校和产业、科技等其他合作机构之间的体制性合作问题。一方面，要在机构

之间搭建工作平台。学校要设计产业集群与专业集群集成创新的融合平台，突破原有一个或几个项目的局限，真正降低教育资源获取的交易成本，同时促进协同创新效应，吸引和聚集更多的优质企业资源、行业资源或科技资源等教育要素，实现教育的重构和再生。另一方面，要建立多方人员工作流动机制及灵活的薪酬机制。在协同平台上，提出问题项目方提供项目经费，学校提供解决问题的项目师生团队，团队成员根据贡献获得报酬，项目结束人员各自归位。目前，一些高水平大学（如南方科技大学<sup>[26]</sup>）进行了新工科“综合设计”课程探索，一些职业类本科院校（如黄河科技学院<sup>[27]</sup>）已经重构院系，搭建了多学科的学校与产业对接的科教研平台，通过真实的情境创设、问题解决和项目实践来培养学生。

显然，高校在推动以上两个变革过程中，会遭遇内外部体制性的双重变革阻力，需要校级层面极大的改革勇气和持续多年的改革决心。

### 2. 教育系统内部构建多层次网络体系，赋能高校探索“以学生学习为中心”的创新型科技人才教学方法论

“以能力为中心”的教学体系虽然在世界

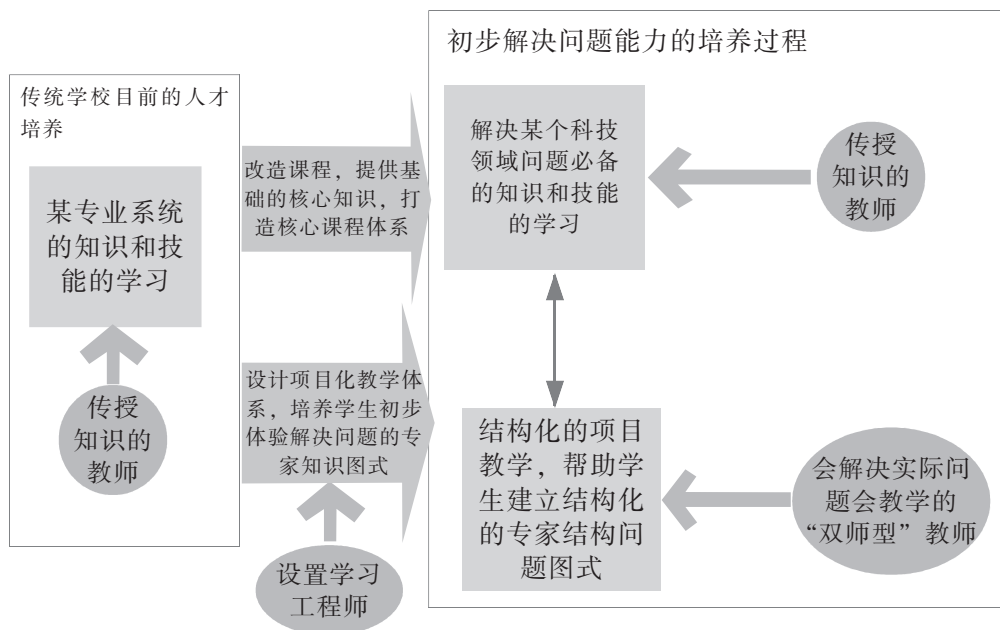


图2 传统高等学校科技型人才培养改革初期的变革路径



范围内得到共识,但是当前高校在改变传统教育中师生的思维习惯、教学条件和环境时都会遇到强大的阻力,<sup>[28]</sup>因此,需要建立多层次支持体系,激发高校探索“具有创新能力人才”的教学规律和实践模式。

一是在高校增设“学习工程师”和“心智导师”岗位编制,建立教学设计者和专业教学者在教学一线的网络合作结构。传统观念认为,具有深厚的专业基础是好老师的基本条件,但是新的学习理论认为,擅长引导、激发、支持学生学习才是新时代老师的基本能力。因此,设立“学习工程师”和“心智导师”岗位,丰富“教师发展中心”的职能,深化教师发展中心与院系的合作,促进学习工程师与学科专业的教师共同设计专业化的教学活动,是改造旧教学体系的人力资源要素。

二是设立教学实验性高校,建立“教学研究与实践学术共同体”的社会网络交流机制。项目实验校实行自主权利和责任一致的项目申请制,在专项资助项目下专门开展学术与产业交流的各种计划,进行“有证据支持的”(evidence based)教学方法论的研发和组织协调工作,承担同领域高校的交流和推广责任。

三是在国家级科研基金层面专门设立实践探索性的教与学研究项目,促进高校进行相关基础性、原创性的教学理论和方法论的探索,形成国家研究公共平台网络。随着认知科学、学习科学和人工智能的发展,全世界掀起了探索教学理论和方法的高潮,我国自然科学基金在2018年也开始设立学习科学领域的探索性项目。随着教育战略性地位的不断上升,建议在社科基金、教育科学规划基金等国家级科研基金层面设立多种教学研究项目,公办院校和科研院所、民办教育机构、培训机构等都可以申请,共同致力研究以认知科学、学习科学和人工智能为基础的创新型科技人才培养的教学理论与方法。

3. 政府打通关节疏通脉络,构建多主体多业态的创新型科技人才供应链,以资源组合产生的创新增量替代传统教育存量

人才的成长与发展是一个长周期过程,高

校只是其中一个赋能环节。实际上,人才资源开发和使用包括基础教育、职业教育和高等教育等学校教育,在职深造,企业培训,社会咨询与培训机构等一系列供应链,这是我国终身学习社会实现泛在学习的基础载体,政府需要监控和保证人才流通全链条的畅通。为保证国家拥有充足的创新型科技人才供给,需要关注以下关键环节。

一是加大基础教育阶段的科学教育素质培养,扩大具有科学素养人才的基础供应量。

目前,在新高考选考科目改革分数的比重上,英语和语文两科的权重过大,导致很多理工科基础较好但文科较弱、喜欢思考和探索的学生被考试成绩的锦标赛制挡在了科技探索的大门之外。浙江和上海等率先推行新高考的地区出现选考物理学生数大幅度缩减的现象<sup>[29]</sup>,两个省选考物理的学生比例才占考生总数30%<sup>[30]</sup>,而大学要求物理科目的专业占90%。对比全球各国都在着力提高国民科技素养的趋势,目前我国科技人才的基础教育人才储备数量不足,将会影响国家核心竞争力的提升。因此,建议将理科科目纳入必考范畴,可以采取分级考试方式,驱动学生具备起码的科学思维,以保证国民基本的科学素养。

二是尽早实行开放学制,建立企业、各类高校和培训咨询机构之间不同类型学习的学分互相认证体系,为高校的学生以及大量科技岗位工作人员的学做结合提供“泛在学习”的可能性。

传统教育模式下,高校主要为学生提供知识学习,这个学习任务在“以能力为中心”的时代也过时,因为能力的来源之一是知识,特别是对科技人才而言,没有必需的科技知识和科学精神作为基础,不可能形成解决科技问题的能力。但是,学校很难为学生提供真实场景的问题或项目,学生一直学习专深的专业知识也易产生枯燥乏味的情绪。学做结合能够形成专业知识和真实实践互动的学习激励。对在职人员而言,当今世界产业结构快速多变,岗位需求加速迭代,在岗人员持续系统“充电”成为常态,短平快的培训无法满足这一需求,

兼顾工学、知行合一的非全日制研究生教育在职业中期成为较为理想的解决方案，用人单位对此也易接受。<sup>[31]</sup>

正如前述的麻省理工学院等对未来教育的预测，专业学习和企业带薪实践结合已经成为未来教育的一种模式。政府应该建立不同机构的学分互认体系，鼓励行业协会和教育协会合作，在职业证书与学位证书之间搭建流通的桥梁，使学习者在校内学习理论模块获得理论学习学分，在职的工作实践折算为高校的实践学分，在社会培训机构获取的某项技能职业证书或能力资格证书亦可转化为实践学分，由此，促使学习者在终身学习过程中成长为跨学科实践型创新人才。

三是建立多层次多主体多维度的治理模式，建设集“教育、学习、生活、技能培训、科技研发、产业发展、金融支持”多业态融合的社会经济教育生态区。

在学分互认的基础上，如何更紧密地将个体学习需要与学习提供者、社会经济实体的发展需要紧密结合起来，真正实现产教融合的新经济增长模式，对此，我国已经有一些地区和高校在探索多种实体融合发展的区域新业态。例如，浙江宁波市构建的集政府、行业协会、高校、企业共生的区域高等教育生态型治理体系，<sup>[32]</sup> 西交利物浦大学在江苏太仓创建的“西浦创业家学院”，天津市的职业教育产教融合试验区，黄河科技学院的产教研融合新型应用型本科人才培养科教平台等。这些自发进行的教育试验是符合中国情境和发展需要的教育新业态自主探索实践，已初步呈现出《国务院办公厅关于深化产教融合的若干意见》中提出的“教育链、人才链与产业链、创新链有机衔接”的样态。

#### 四、结论与展望

随着终身学习社会的到来，作为人才供应链中的一个环节，高等学校已经难以独自完全承担起科技人才培养的重任。因此，需要打破普通高等教育相对封闭的体系，建立上下共治

的责任结构和横向多网结合的合作共同体；需要从最初的基础教育的科学素养的培养，到最终的用人单位对科技人才的使用和发展，为科技人才的成长提供一条随需而变的学习供应链；需要通过整合与创新等方式激活现有的高等教育资源，基于现代认知和学习科学的发展，提供更有效地支持人力资源开发学习的实践证据。

#### 参考文献：

- [1] 黄小平. 五因子素质结构模型构建及其对我国高校创新型科技人才培养的启示 [J]. 复旦教育论坛, 2017 (2): 54-60.
- [2] 岳晓东, 龚放. 创新思维的形成与创新人才的培养 [J]. 教育研究, 1999 (10): 9-16.
- [3] 刘彭芝. 关于培养拔尖创新人才的几点思考 [J]. 教育研究, 2010 (7): 104-107.
- [4] OECD. The future of education and skill: education 2030 [EB/OL]. (2018-05-04) [2021-12-20]. [https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20position%20paper%20\(05.04.2018\).pdf](https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20position%20paper%20(05.04.2018).pdf).
- [5] UNESCO. Transversal competencies in education policy and practice [EB/OL]. (2014-10-29) [2021-12-20]. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000231907>.
- [6] AACU. College learning for the new global century [EB/OL]. (2008) [2021-12-20]. [https://secure.aacu.org/AACU/PDF/GlobalCentury\\_ExecSum\\_3.pdf](https://secure.aacu.org/AACU/PDF/GlobalCentury_ExecSum_3.pdf).
- [7] Commission on the future Education. The future of undergraduate education the future of America [EB/OL]. (2017-11) [2021-12-20]. <https://www.amacad.org/publication/future-undergraduate-education>.
- [8] QAA. Enterprise and entrepreneurship education: guidance for UK higher education providers [EB/OL]. (2018-01) [2021-12-20]. [https://www.qaa.ac.uk/docs/qaa/about-us/enterprise-and-entrepreneurship-education-2018.pdf?sfvrsn=20e2f581\\_10](https://www.qaa.ac.uk/docs/qaa/about-us/enterprise-and-entrepreneurship-education-2018.pdf?sfvrsn=20e2f581_10).



[9] European Commission Joint Research Centre. EntreComp into action—get inspired, make it happen: a user guide to the European entrepreneurship competence framework [EB/OL]. (2018-07-26) [2021-12-20]. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC109128>.

[10] [11] [16] JACOBS R L. Work analysis in the knowledge economy [M]. New York: Palgrave Macmillan, 2019: 59. 19-59. 238.

[12] 彭聃龄. 普通心理学 [M]. 5 版. 北京: 北京师范大学出版社, 2019: 407

[13] [15] 杨开城. 以学习活动为中心的教学设计实训指南 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2016: 24. 22.

[14] 布兰思福特. 人是如何学习的——大脑、心理、经验及学校 [M]. 程可拉, 孙亚玲, 王旭卿, 译. 上海: 华东师范大学出版社, 2002: 117.

[17] Committee on STEM Education of the National Science Technology Council. Charting a course for success: America's strategy for STEM education [EB/OL]. (2018-12) [2021-12-20]. <https://www.energy.gov/sites/default/files/2019/05/f62/STEM-Education-Strategic-Plan-2018.pdf>.

[18] AAU. Progress toward achieving systematic change: a five-year status report on the AAU Undergraduate STEM Education Initiative [EB/OL]. (2017) [2021-12-20]. <https://www.aau.edu/sites/default/files/AAU-Files/STEM-Education-Initiative/STEM-Status-Report.pdf>.

[19] House of Lords. Higher education in science, technology, engineering and mathematics subjects [EB/OL]. (2012-01-17) [2021-12-20]. <https://publications.parliament.uk/pa/ld201213/ldselect/ldstech/37/3702.htm>.

[20] Australian Government Office of Chief Scientist. Science, technology, engineering and mathematics: Australia's future [EB/OL]. (2014-09)

[2021-12-20]. [http://assets.careerspot.com.au/files/news/STEM-AUSTRALIASFUTURE\\_WEB.pdf](http://assets.careerspot.com.au/files/news/STEM-AUSTRALIASFUTURE_WEB.pdf).

[21] 山田礼子, 张文雅. 比较视角下 STEM 高等教育政策与 STEM 项目跨学科趋势研究 [J]. 中国高教研究, 2019 (2): 86-91.

[22] NCSES. Survey of earned doctorates [EB/OL]. (2021) [2022-06-05]. <https://www.nsf.gov/statistics/srvydoctorates/>.

[23] AAF. Immigration Reform in The America COMPETES Act of 2022 [EB/OL]. (2022-02-04) [2022-04-10]. <http://www.americanactionforum.org>.

[24] 李明华. 教育变革的新职业: 学习工程师——美国麻省理工学院最新研究报告评述 [J]. 开放教育研究, 2016 (3): 24-36

[25] 谢笑珍. “产教融合”机理及其机制设计路径研究 [J]. 高等工程教育研究, 2019 (5): 81-87.

[26] 张璧, 吴凤霞. 基于“综合设计”课程的新工科教育探索 [J]. 高等工程教育研究, 2020 (2): 41-48, 60.

[27] 杨保成. 应用型本科高校产教融合的藩篱与跨越 [N]. 中国教育报, 2022-07-07 (7).

[28] 刘华东. 本科教育如何跳出上级热、教师冷 [N]. 光明日报, 2019-11-05 (13).

[29] 方芳, 钟秉林. 家庭背景对高中学生高考科目选择的影响——基于浙江省的调查研究 [J]. 教育学报, 2022 (1): 126-137.

[30] 熊丙奇. 沦陷的, 不只是物理学科 [EB/OL]. (2017-09-12) [2021-12-20]. <https://opinion.huanqiu.com/article/9CaKrnK595r>.

[31] 杨斌, 康妮. 亟须激发活力: 非全日制研究生教育发展的若干思考 [J]. 学位与研究生教育, 2019 (7): 49-53.

[32] 张力, 刘亚荣. 浙江省宁波市域内本科高校公共治理模式分析 [J]. 中国机构改革与管理, 2014 (Z1): 48-51.

(责任编辑 刘 红)

## Challenges and Paths of Reconstructing Future Creative Science and Technology Talents Cultivation System

Liu Yarong Qu Xiaoxiao Chen Xialing

专题研究  
——  
科技人才培养

**Abstract:** Creativity is the key core element of future scientific and technological talents, and the cultivation needs more specialized teaching design and more diversified participants. The traditional higher education talent training system cannot meet the requirements of future innovative scientific and technological talents training. Facing the needs of new educational reform, this paper puts forward a basic framework for cultivating creative scientific and technological talents based on human resource development theory, learning and cognitive science theory, and frontier practice exploration of various countries and universities in the world, and puts forward three suggestions for reconstructing the training system of innovative scientific and technological talents in China. Firstly, the internal system of colleges and universities should be reconstructed, which includes training mode with the goal of “initial problem-solving ability” and the matching organization mode of industry-education integration. Second, the education system should establish a multi-level support system to enable the research and practice of teaching methodology in colleges and universities, and explore a new training mode of scientific and technological talents “student learning centered”. Third, it is necessary to break the relative closure of the general higher education system, build a new supply chain of talent training, and build a new integration ecology of industry, teaching and research.

**Key words:** Creative scientific and technological talents; Capability model; Study science; Teaching method; Talent supply chain; Integration of industry, education and research

(上接第 11 页)

that the purchasers have demand-side imperfections such as unclear demand and waste of resources; the undertakers have supply-side imperfections such as lack of competitive market and low product quality. The existence of demand-side imperfections is because of contradictions between Tiao and Kuai in the purchase system; the existence of supply-side imperfections is because of insufficient market stock and limited increment. Therefore, premise of overcoming “double imperfections” is system optimization. As for further making the government a smart buyer, it is also necessary to rely on the new system which integrates Tiao with Kuai to form a “parallel type” purchase unit, in which 5 major institutions and 3 key mechanisms come into being a customized supply mode, so that to ultimately beyond the “double imperfections”. In reality, the customized supply mode is an ideal type, but with implementation of top-level designs such as unified national market and Smart Education in China, there will be a realistic basis for accelerating system optimization.

**Key words:** Government purchase of service; Family education; Customized supply; Supply-side imperfection; Demand-side imperfection