

拔尖创新人才培养的理论基础和实践思路

戴耘

(纽约州立大学, 美国纽约州奥尔伯尼市 12222)

摘要: 拔尖创新人才的培养是一个现实而又紧迫的话题,但关于什么是“拔尖创新人才”,如何选拔和培养这类人才,尚缺乏成熟的理论准备和实践引导。本文旨在对创新潜能、发展、成就的理论以及对应的识别、培养、文化支持等社会实践做一个系统概要的阐述。首先,在拔尖创新人才的界定上,本文提出了创新的五种形态和创新人才的两种不同类型。第二,在创新人才的识别问题上,本文提出了基于人才动态发展观并结合“总体筛选”和“个体考察”的人才识别模式。第三,在发展和培养问题上,本文提出兼顾成长阶段和领域具体性同时突出“探索未知”和“开放性”的培养模式。第四,在创新成就的文化支持上,本文探讨了如何在创新实践中营造兼容认知多样性和鼓励自由探索的生态环境。第五,本文进一步针对现有教育体制提出了五个实践策略上的着眼点。最后,关于教育实践的政策导向,本文提出了四个基本原则和四种认知误区。

关键词: 创新人才; 创新类型; 创新潜能; 心智发展; 人才识别; 培养模式; 创新文化; 教育政策

“拔尖创新人才”的培养,并非新话题。《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》已有论述。十多年前,笔者有幸受聘担任母校华东师范大学紫江讲座教授(2012—2015),参与了从聚焦高考转向人才培养的高中课程改革探索,创新教育也是其中的热点话题(Pang & Plucker, 2012)。当年,不少基层的老师对什么是创新人才、创新人才如何识别与培养等表现出不同程度的困惑。当前,中国在“拔尖创新人才培养”问题上的理论准备和技术支持依然不足。不仅在观念上众说纷纭,莫衷一是,而且学术界也没有充裕的时间去厘清理论脉络、梳理过往研究、界定问题本质、提出新的思路。因此,这场探索有点像中国的改革:摸着石头过河。在今天新的语境下,重温这个话题,有利于更坚实和富有成效地开展理论和实践探索。近期,许多教育学者提出了不同思考。褚宏启(2022)和朱源(2023)建议中国全面启动“英才教育”。相反,赵勇(2023)和石中英(2023)则对拔尖人才的“早期选拔”和“重点培养”的有效性提出质疑。高等教育的前沿探索者也在审视创新人才培养的过去,并展望新的路径(比如施一公, 2023a, 2023b; 朱清时, 2023)。在国外,创新人才的本质和培养问题也一直是关注焦点(e.g. Dai, 2013; Glaveanu et al., 2013)。本文希望结合人才培养的历史经验和已有研究,针对当今中国的现实状况和需要,提出一个框架性的总体思考,也希望有更多学者参与讨论这个从理论到实践都极有意义同时又富有挑战性的问题。本文分为六大部分:(一)界定问题,(二)人才识别,(三)人才培养,(四)文化背景,(五)实践策略,(六)政策导向。

一、界定问题:什么是“拔尖创新人才”

创新人才的课题跨越人才与创造力两个研究领域。至于人才类别中有没有一种叫“创新人才”的类别(category),学术界并无定论(e.g., Gagné, 2020; Dai, 2021)。当我们谈论创造人格、创造认知和创造成就时,我们谈论的是创造力的本质。当涉及人才识别、选拔、培养等问题时,我们谈论的是人才研究。两者有交集,但不是同一个问题,这就涉及我们对所谓“拔尖创新人才”的定性。假如我们认为这

类人才先天因素居多,而且具有人格和智力结构的稳定性,那么“创新人才”作为人才的一个类别便得到一定的理论支持,实践上,识别、选拔问题也就更为重要。反之,假如我们认为后天因素更为重要,就应该考虑“创新人才”可能不是一类特殊人群,一个人的创新潜能会因为成长环境的变化而勃兴或衰竭,所谓“橘生淮南则为橘,生于淮北则为枳”,也会因为介入领域不同而取得不同的创新成就,后天的“干预”和“培养”问题便会居于更重要的位置。

另外,“创造性”和“创新”在使用上也有微妙的区别。“创造性”泛指人类所有的创造现象,比如人类发明了语言和工具、创造了神话、发现了大量自然规律等,这些都是创造性的表现。新颖性、有效性和“合目的性”是创造性的基本标准。从儿童的绘画和“假装游戏”(pretend play)行为中,从青少年时期日益增强的抽象因果推演能力和“假想思维”(hypothetical thinking)中,我们可以发现人类创造力的生物和认知根源。而“创新”这个概念更多用于应用性场景,比如对新的技术、工具、媒介的探索,对旧有的惯例、陈规、建制的突破,等等。所有的“创新”(innovation)都是相对于原有的技术、体制、标准的惯例(convention)而言的。

“创新人才”概念有其心理学界定,而“拔尖”是个优秀程度的概念,它究竟指的是什么量级的人才,其实并不明确。它指的是不世出的原创天才,还是众多在各个领域有重大贡献的人才?假如我们指的是前者,那么,早期识别就难度极大,遑论“培养”!况且,早期“拔尖”并不意味着十年二十年后依然拔尖,这在对高智商青少年的追踪研究中已是定论(参见 Dai, 2010)。而且,大部分顶尖天才所取得的成就中,天分发挥着非常重要的作用。如果“培养”意味着多年的知识传授和积累,那么像法拉第或拉马努金都是自学成才,他们的成才似乎没有多少“培养”的成分。因此,更现实有效的“拔尖创新人才”的概念定位应该是有希望成为创新人才的“后备人选”(胡卫平和辛兵, 2023),即这些人才在某一领域或某个方面更有可能作出突破性的贡献。之所以用“更有可能”来限定这类人才,是因为创新成就本身有现实生态的约束,也有运气的成分。只能说我们选定的“创新人才”后备人选足够优秀,但他们会不会真正“拔尖”,那还要看天时地利人和。**教育的作用主要是发现和开发个体的潜能,增强人才储备(Tannenbaum, 1986; 胡卫平和辛兵, 2023),而不是直接造就创造性贡献。**所以,从教育的角度看,培养“创新人才”或“开创性人才”是更准确的定位,至于是否最后会有“拔尖”的成就,则超越了教育范畴。本文稍后会详述为什么从人才培养到突出成就并不存在简单线性的因果关系。

从个体发展的角度看创造力的个体和社会形成,就不难发现创造力本身的多样性,包括个人资质的多样性、领域的多样性和发展路径的多样性。正是这种多样性,使创造力学者开始挑战“创造力”这个抽象概念是否能够涵盖所有相关现象,即**人的创造性有没有一种心理学的共同本质**。赵勇(2023)引用了美国心理学者 John Baer(2022)的观点,认为并不存在能够涵盖所有人类创造现象的带有普遍心理学意义的“创造力”(creativity),在这个问题上柏拉图的“先验理念”和现代心理学的抽象构念误导了我们。柏拉图认为,任何具体事物背后都有一种超验的普遍理念。这在现代心理学中体现为一个普遍存在的误区,即把一个抽象概念“物化”为具有心理学实体意义的某种可测量的心理单元(对“物化”即 reification 的讨论,见戴耘, 2022)。比如,将“一般智力”这个构念视为某种实体存在,认为它具有确定不变的结构或过程(e.g., Spearman, 1904)。在各类人才(包括创新人才)的界定上,同样存在这样的“本质主义”倾向(参见 Dai, 2010; 中文版见戴耘, 2013)。当我们使用“创造力”或“拔尖创新人才”这些概念时,我们需要避免先验地视之为具有同质性存在的心理本质或人才类别。

Glaveanu 等(2013)对科学研究、工程设计、美术创作、剧本写作、音乐创作等五个“创造”领域进行了详细的过程考察,最后的结论颠覆了传统的创造力理论模型。他们提出了认识创造力和创新过程的完全不同的思路,即创造活动受制于对象、目标、路径、工具和资源这些约束条件,并依赖创造者独辟蹊径的认知能力(e.g. 马斯克如何大幅降低火箭或汽车制造成本)和改变现状的不懈探索。为方便讨论,我们可以尝试将创新进行如下分类:

• **技术创新**: 从基因编辑、纳米技术、微创手术、5G 技术到人工智能, 都是“创新”的最常见场景, 是技术的开创性贡献。

• **设计创新**: 从 STEM 到 STEAM 的跨学科集成创新, 从大工业生产到电商平台, 设计创新涉及法律法规创新、体制创新、组织创新、教育创新、行业标准创新, 等等。虽然设计创新可以看作是广义的技术创新, 但它属于概念创新, 而不是实物创新或技术发明。

• **知识创新**: 小到原子光子, 大到宇宙万象, 知识创新往往是发现了各种现象的成因、机制或内在关系, 具有可验证性(比如材料科学、基因科学、药物生化原理、心理病理、金融原理、黎曼几何等); 未被完全证实的知识, 一般冠以“假说”。知识创新往往是技术创新和设计创新的基础。

• **理论创新**: 从物理现象、生物现象到社会现象, 理论创新试图建立这些现象的基本模型, 具有抽象性和一般性, 具有普遍指导意义和启发意义(比如牛顿定律、相对论、人口规律、贫困理论、城市规划设计等)。理论创新往往是基于知识的, 但它们作为一般模型则超越了具体知识, 具有广泛的认识论意义。理论和知识不同的另一特点是对同一现象可以产生不同的解释模型, 即使是物理学理论, 也不存在绝对正确的理论, 而只是存在迄今最好的解释模型(比如量子力学、弦理论等)。

• **范式创新**: 从艺术、技术、科学到哲学, 范式创新改变了一个领域最基本的预设、规则、方法和运作。比如, 维特根斯坦在哲学中建立的全新的认识论方法论, 马奈创造的新的绘画语言, 以区块链为基础的非中心化商业生态, 以产业数字化和物联网为基础的新的生产方式和供求关系, 等等。范式创新在所有创新中是最根本的, 所以 Murray(2003)称其为“元发明”(meta-inventions; p. 157)。举例说, 没有维特根斯坦就没有分析哲学, 没有马奈就没有后来的印象派和现代主义艺术, 没有古登堡的印刷术就不会有近代文明形态和科学革命工业革命, 没有互联网就不会有后工业信息社会。

上述分类没有包括艺术, 但艺术可以帮助我们理解上述分类。首先, 所有艺术都是某种创造, 但不是所有艺术作品都有“创新”。由此, 我们可以推断艺术创新中的成分。绘画中的**技术创新**包括新的材料、新的技法的使用, 如印象派的崛起和新颜料的开发有关。艺术本质上是**设计创新**(不同要素的耦合、变形、重构), 这是艺术创新的核心, 也是 STEM 需要 A(艺术)来粘合(整合)的原因。**知识创新**对绘画的影响在文艺复兴时期非常突出, 比如透视原理和三维幻觉的发现, 正是因为达·芬奇视绘画为一种展示现实的科学, 才有《蒙娜丽莎》《最后的晚餐》的诞生。艺术中的**理论创新**体现在对绘画艺术、舞蹈艺术、电影艺术等的本质的追问, 它会导致绘画、舞蹈、电影语言的改变, 比如黑泽明(或吴清源)一辈子都在追求电影(或围棋)的本质。而技术的突破和理论的创新则会带来范式的改变, 如马奈对传统绘画三维幻像的破坏、克莱恩的行为艺术、沃霍尔的波普艺术、蔡国强的烟花爆破艺术等, 都改变了艺术的“游戏规则”(构成艺术的基本标准或范式)。

这个分类也提出一个新的问题, 即它们之间的关系如何。五个创新类别之间的相互作用是自下而上(从技术创新发展到深远的范式更替)和自上而下(从宏观理念的突破向设计和技术的微观创新的渗透)相结合的社会变革。尤其是范式创新, 往往有一个较长的社会接受过程。举例来说, “电商平台”首先是由互联网技术(一项技术创新)促成的设计创新(PayPal 和阿里巴巴), 目前则已形成新的商业业态(范式创新), 未来由于物联网技术的加持还可能会实现真正的供需关系的范式更替。

如果创造活动本质上要受制于对象、目标、路径、工具和资源这些约束条件, 并依赖创造者的认知能力和改变现状的不懈探索, 那么根据上述创新分类, 创新的五种形态从人才特质角度可以归纳为两个基本形态。第一种是**理念创新**, 即基于观念或理论的创新, 它始于原始“智人”的想象和虚构能力, 被历史学家赫拉利(2018)称为“认知革命”, 人类史中的农业革命和科学革命都源于这种想象和虚构能力(当然, 我们还可以继续追溯这种能力的语言和概念基础)。**理念创新会引起自上而下的深刻变化, 主要是将理念技术化和操作化**。马斯克从“第一性原理”思考技术创新也是一种自上而下的创新(需要大量工程师去实现)。第二种是**技术创新**, 即由技术突破所引起的变革。农业革命的技术基础是

种子技术的突破(戴蒙德, 2006), 工业革命的技术基础(之一)是印刷术, 科学革命的重要技术支撑是伽利略的实验设计。和理念创新的扩展性不同, **技术创新都是局部的, 但它能引起自下而上的颠覆性改变**。比如, 古登堡印刷术的发明使马丁·路德能够更有效传播新教思想, 从而在根本上改变了欧洲的历史进程, 造就了近代文明“范式”。互联网技术不仅是社会媒体、电商平台的基础, 而且改变了整个人类生活。

理念创新依赖的是远见卓识(vision), 而技术创新则需要一大批技术能手(technician), 现实中的创新都是这两者的结合(比如乔布斯与沃兹尼亚克的搭档、马斯克与他的科学和技术团队)。因此, 我们可以把创新人才大致分为两类: **理念创新人才和技术创新人才**。前者的核心是思想和理念的前沿性, 比如达尔文的进化论或法拉第的电磁学理论。后者则是技术上的突破, 比如巴赫的复调音乐或者外科的微创手术。当然, 也有些创新者是理念和技术兼备的, 如达·芬奇。马斯克的大量颠覆性技术创新, 源于他对问题的底层逻辑(所谓“第一性原理”)的洞察, 这使他解决问题时能独辟蹊径, 而这属于理念创新。但他的成功也离不开他作为工程师的技术直觉和巧智。我们通常将两类人统称为“科技人才”, 其实不然, 虽然两者有交集, 但并非完全同类。美国学者 VanTassel-Baska(2013)认为达尔文是 creator, 而高尔顿是 innovator, 这一区别的本质就是科学发现和技术发明的不同。法拉第和特斯拉对电磁现象同样非常入迷, 但两人意趣不同, 一个重解释, 一个重发明。当然, 两者的中间形态是“设计科学”, 这是一种关于可能性的科学(戴耘, 2022)。它不是分析科学(如物理、化学), 而是综合科学(比如医学、计算机科学、教育科学), 它属于“本体论创新”(ontological innovation)。这方面的人才, 也可以称为混合型的**设计人才**。

对创新的以上分类, 从实践到理论, 从具体到抽象, 形成一个互为关联的系统, 或自上而下, 或自下而上, 互为因果, 互相推进。这个分类之所以重要, 是因为它提醒我们创新的性质和本源可以非常不同。有时创新的来源可以是“不起眼”的技术创新, 而技术创新的来源可以是新材料的发现或发明; 所有这些创新, 也可能来自不断的试错(如爱迪生发明商用灯泡), 甚至巧遇(如弗莱明发现青霉素), 而不是天才头脑和理念创新(当然, 所有机遇只对有备而来的头脑有效)。创新不仅有这些类别上的差异, 创新的生态与开创性发现发明也直接有关。比如, 知识创新、理论创新貌似都是个体独立完成的(如爱因斯坦, 虽然在爱因斯坦之前就已经存在类似“相对论”的思想), 但当今的知识创新和技术创新大多是团队合作的产物(Dunbar, 1997), 而高难度的大型生产项目, 如大飞机制造、芯片制造乃至商业大片, 都得益于数以万计的各种知识、技术、应用的大规模分工合作和精密集成。即使是对基础学科中若干基本问题进行的独立研究, 也必然得益于科学共同体的隐性互动(如文献阅读)和显性互动(如书信来往)。20世纪上半叶物理学的多个重大突破, 与整个欧洲建制化的科学共同体的建立(如“索维尔会议”)有关。由此, 可以得出两个结论: 第一, **创新人才固然重要, 创新生态(包括大规模协同合作)同样关键**。创新生态决定了创新活动的社会属性, 同时也增加了创新人才的多样性和不确定性。第二, 一个重大创新, 如芯片从设计到工艺到制成封装, 是无数项目积小成大的创新, 而不是一个人的惊天动地的成就。因此, 不能贬低任何一个微小的进步, 因为一个小小的进步(如工艺的改进)可能也是不可或缺的, 甚至会产生“蝴蝶效应”, 触发一连串的变化(Sawyer, 2012)。无论如何, 现象界的具体存在比理念更加复杂多样, 这是我们在定义“创新人才”时需要不断提醒自己的。

综上所述, 使用更准确更符合教育学、心理学、人才学规范的概念能减少实践工作中的思想困扰。赵勇(2023)提出了一个我们必须面对的问题: 创新人才培养, 是否属于“类别教育”, 是否能够和“特殊教育”一样, 具有自己的定性。这些问题在西方“英才教育”中(gifted and talented education)也未有定论(参见 Dai, 2018; 褚宏启, 2022)。但是, 有三个要点能够帮助我们确定创新人才培养的定位:

- (1) 创新潜能是不是一种独特资质, 如果是, 如何确定和识别;
- (2) 如果创新潜质人人皆有, 只有高低之分, 那么, 人的创造潜能如何通过个体的教育和成长经验

在具体领域中得到表现和加强;

(3) 更大范围的社会和文化因素如何影响一个人的潜能发展和创新成就。

如果把创新人才看作一种发展现象,这三个方面其实代表了创造力培养的三个维度,每个维度都有自己的理论和实践问题。为便于阐述,本文提出个体创造力发展的三个核心概念,即潜能、发展和成就。与这三个概念对应的是三个实践策略和政策思路:识别(选拔)、培养和文化。

二、识别问题: 创新人才的预测效度和选拔识别

在人才培养的语境下,“潜能”可以理解为个体发展、成就的可能性和限度。“识别”则是对这种发展可能性的鉴别。对创新潜能的理解决定了选拔和培养的策略。创新成就的可预测性源于 Guilford (1950; 1956) 的智力结构理论,该理论认为“发散思维”(divergent thinking)是创造力的基础,后来的很多理论预测和教育实践都基于这个假设(Torrance, 1972; Simonton, 1997)。现在看来,这样的“创造潜能”概念略显简单和片面(Baer, 2022)。研究表明,特别优秀的语文、数学、空间能力对具体领域的创新成就均有一定的长距预测效度(Lubinski & Benbow, 2006; 2021)。这可以理解为综合的智力水平对创造力的制约,“非智力”因素(比如思想独立性、好奇心、专注力、想象力、冒险精神)对于创造力的发展和最终成就影响也很大(Duckworth, 2016; Runco, 2010)。现在的创造潜能测试工具还会考虑到领域具体性和不同的现实场景(e.g., Lubart, 2003)。

潜能 vs 成就是创造力研究中始终存在的一种张力或矛盾。“潜能派”认为创造潜能有质的规定性,和智力等其他能力一样,存在很大个体差异,而且这种差异相当程度上是可测评的。它的代表人物有 Torrance、Simonton、Runco、Lubinski、Lubert 等。相反,以 Csikszentmihalyi、Ericsson、Gruber、Sawyer、Weisberg 等为代表的“成就派”则对创造潜能的早期可预测性甚至某种“创新人才”类别的预设表示怀疑,他们更倾向于用回溯的方法去寻找创造成就的近侧发展成因,而不是假设创造力是一种少数个体具有的先天资质,并且从小就能识别(即作出一种本质主义的设定,参见 Dai, 2010)。

“潜能派”很大程度依赖差异心理学理论,即静态特质(trait)理论。相关特质的心理测量结果只要自洽,对创造力的一般成就有一定统计概率意义上的预测效度,静态特质理论就得到了支持(Lubinski & Benbow, 2006)。但是,差异心理学的测评都是以人群总体(population)作为参照系并建立常模的,具体到某个人在某个领域是否会有创造成就,其预测能力有限,至少与“临床意义”的准确性有相当大差距,因此也难以成为个体识别的有效工具,这一点在人才识别实践中尤其重要。在教育场景中,对个体成就的预测能力对于识别人才更为关键。英才教育中的人才识别,不可能满足于非常宽松的概率标准。比如,如果以总体基础概率(base rate)中国 14 亿人中有 400 多万科研人员作为参照系(2019 年国家统计局数据),那么一个高考成绩(比如选拔最高的百分之五)便能筛选出大量可造之才,但这依然是筛选意义上的“选拔”(screening),而不是真正的个体意义上的人才“识别”(identification)。即是说,通过筛选,这百分之五的人成为科研人员的概率远高于基础概率(这便是 odds ratio),但是,即使这百分之五的人全部成为科研人员,其中能成为有突出贡献的科学家的,依然是极小一部分。为什么依赖对“潜能”静态观察的科学预测能力有限?这与预测模型背后的静态结构观有关。

潜能的静态结构观与动态发展观。潜能的静态结构观认为,“潜能”是结构性的、固定的,很大程度取决于遗传,后天经验只不过是让固定潜能得到一定程度的释放。相反,潜能的动态发展观认为“潜能”是在与环境的经验互动中形成并且不断变化的,这种变化是功能性的、适应性的、双向互动的(adaptive)。简单说,静态结构观代表了一种潜能的还原论,而动态生成论代表了一种潜能的发展观(emergentism, 也译为“涌现论”;参见 Dai, 2005; Sawyer, 2003)。潜能的静态结构观的代表人物是 Francis Galton、Lewis Terman、Mark Runco、François Gagné。在加涅的理论框架中,“创造性人才”是四种天赋之一(the creatively gifted),即人才的一种特殊类别。既然是类别,便与其他人群(包括其他类别人才)存在质的差异。潜能的动态发展观的代表人物是 Renzulli (1986)、Csikszentmihalyi (1996)、Stern-

berg (1996b)、Gruber (1986)。笔者的 ECT 人才理论也属于这一传统(Dai, 2017; Dai, 2021; 戴耘, in press; Dai & Renzulli, 2008; 对加涅理论的评价, 参见 Dai, 2004; 对个体发展潜能研究的历史综述和理论梳理, 可参见 Dai, 2018; Dai & Sternberg, 2004; 2021)。

关于创新人才的静态特质理论, 可以高尔顿(Francis Galton)和 Duckworth(2016)的 grit 理论来说明。高尔顿(1869)最早提出了人才三要素理论: 探究问题的能力、热情和持续不断的努力。Duckworth(2016)的 grit 理论与之大同小异, 主要是淡化了能力(capacity), 强化了兴趣和探究或实践热情的强度和持久性。后者还隐含着抗挫折能力、坚持力和抵御诱惑干扰的能力。高尔顿的人才理论门槛很高, 因为他心目中的“标的”是他的表兄达尔文, Duckworth 则指所有事业有成的人, 显然门槛要宽松很多(也可能因此她放宽了能力要求)。从人才培养角度看, 用 Duckworth 的宽松标准, 而不是高尔顿的天才标准, 是更为可行也更有实践意义的。根据现有的研究, 我们大致能确定创新人才有五个特点:

- (1)独特的对世界的感知能力和逻辑思考能力(Shavinina, 2004);
- (2)兴趣广泛, 眼界开阔(Runco, 2010);
- (3)很强的自学能力(Dai & Li, 2023);
- (4)强烈的探索热情和不懈的钻研精神(Duckworth, 2016);
- (5)敢为人先、不惧失败的冒险精神和抗挫折能力(Sternberg, 2013)。

落实到个人, 根据个人发展和处境的不同, 如果能观察到其中四个特点, 也可以认为这个人符合了创新人才的标准。如果更加细分, 也可以进一步描绘理论创新人才和技术创新人才的差异(是个法拉第式的人才还是个爱迪生式的人才)。从动态生成的角度看, 这些资质虽然有基因的影响(能力和气质), 一旦形成便具有稳定性, 但在微观动态层面, 它和不断介入和深入某个问题和领域的过程息息相关, 心理学称这个过程为“功能自律”(functional autonomy; Allport, 1937)。所以, 应该在测评手段上更重视动态情境呈现, 而不能依赖自陈量表。有趣的是, 达尔文并不认同高尔顿的观点, 他不觉得自己智力超群, 他只接受高尔顿关于钻研热情和坚持不懈的重要性的论述(见 Dai, 2010; 更多的分析, 参见 Dai & Niu, 2023)。显然, Duckworth 会认同达尔文和爱因斯坦的看法。先前提到的兰祖利也把“执着和投入”视为人才要素, 至于能力是不是“前提条件”, 兰祖利持不可知论, 他只认可任务场景中个体表现出的有创意的理念和行为。

动态系统论(dynamic systems theory)认为人的个体发展, 作为自组织和生成过程(self-organization and emergence)是非线性的、突变的、生成(涌现)的(Kelso, 2000; Lewis, 2000)。因此, 人才测评和选拔无法一劳永逸, 无法用“先选拔后培养”的固定模式, 而需要在个体的学习参与和能力发展中进行动态考评, 通过考评来进一步找到发展的契机。“识别-培养-再识别”的动态识别模型, 突出了阶段性考察的重要性。而且, 很多场合并不需要机构和社会选拔, 而是自我选择(self-selection)和自主参与(比如选修课程、独立研究), 即让学生自己能按照自己的方式找到最优的提升方式和发展路径(当年中科大少年班学物理的宁铂假如被允许去南京大学转学天文学, 或许会发展得更好)。

早期选拔/重点培养与机会均等/个性化发展。关于潜能的争论事关教育政策。理论上, 让每个孩子尽可能发挥各自潜能和个性的教育最符合教育公平原则(赵勇, 2023)。人才是多样的, 人才教育也不是独木桥。赵勇(2023)认为, “人人都有成为拔尖创新人才的可能”(p. 1)。这样的“全纳”观点强调, 提升个人特长的个性化教育有利于人才培养的多样性, 有利于扩大创新人才培养的参与度。不过, 这个观点的缺点是淡化了个体差异的重要性。

研究表明, 个体发展的好坏, 教育和社会环境的影响不可忽视。但是, 当环境(包括教育)趋于丰富多样时, 个体差异就会有更突出的表现(Bronfenbrenner & Ceci, 1994)。这就提出了一个问题: 早期选拔是否必要, 是否可行。从研究和测评的实践看, 在某些能力的维度上(比如数学、语文、物理、音乐、美术), 早期识别的特质(trait)有一定的长距预测效度(Lubinski & Benbow, 2006; Lubinski & Benbow, 2021;

Winner, 1996)。但是,任何早期选拔都无法解决遗漏可造之才的问题(即“虚假阴性”、“错误地拒绝”),这会使部分人才失去机会。但无差别培养一定会存在效率问题(即浪费资源),即太多人要么动力不足要么能力不够(即“虚假阳性”、“错误地接纳”)。一个选拔标准究竟会导致遗漏太多可造之才,还是会导致效率降低,取决于选拔尺度的宽严和领域具体性(见“图1”)。

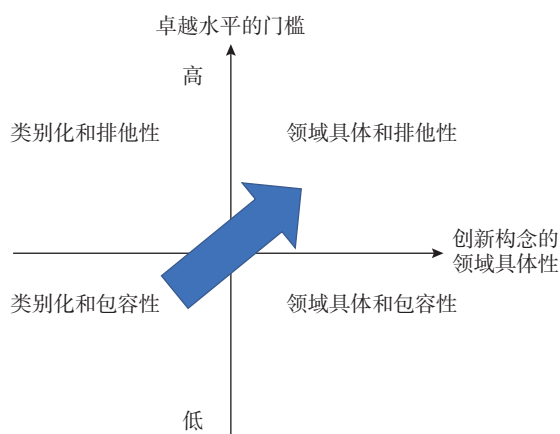


图1 创新人才识别的两个维度

这个示意图有两个维度,横向维度是从一般创新潜能资质(比如采用一组智力和非智力因素进行识别)到领域能力和性向的具体显现(如科学、技术或艺术)。理念创新人才和技术创新人才会在实践中有两种不同类型的卓越表现。这个维度涉及从静态测评到动态测评的过渡。纵向维度是卓越水平的门槛高低,即涉及评价标准宽严程度的拿捏。太严了,“虚假阴性”遭错误淘汰;太宽了,“虚假阳性”泛滥。目前,还没有一个被普遍接受的兼顾个人资质和领域关切并且宽严适度的黄金分割点。

在四种定位中进行选择,应该和学生的发展阶段相联系。根据动态发展观,儿童少年心智人格发展尚未完成和定型,学科和专业领域经验也有限,早期识别可以相对宽松,并且在筛选时,可以用偏重静态结构的潜能模式(左下定位)。随着个体发展的成熟、个体经验的丰富和人才标准的提高,人才识别应该越来越向领域具体和卓越表现(右上定位)倾斜(箭头所向)。在儿童时期,类别化的潜能结构理论可能还有一定意义,但到了青少年时期就应尽可能考虑动态发展理论和潜能与成就的领域具体性(参见 Mayer, 2005)。另外,选拔的定位也应该和具体的培养目标相关联。无论怎样,在“提前选拔”和“整体提高”(赵勇, 2023)之间,应该寻求一种可行的、循序渐进的中间形态,一方面最大限度让人才脱颖而出,另一方面又保证培养的效能。为了保证培养的有效性,人才识别方式应该从群体筛选向个体动态考察过渡。这方面,兰祖利(Renzulli, 1986)提出的人才识别、选拔策略会对我们有所启发。

很少有人提及,兰祖利的“三环理论”(Renzulli, 1986; Renzulli, 2005)本质上是一个动态人才识别系统。其特点是总体筛选(screening)与个体识别(identification)的结合:筛选阶段是在人群(一般以学校为单位)中筛选出百分之十五到二十的“一般和特殊能力优于平均”(above-average abilities)的学生组成一个“人才池”(talent pool)。这个阶段的“识别”类似娱乐节目中的“海选”,主要采用潜能的静态结构观,即利用传统的心理行为测量工具,根据人才静态资质来确定智力和非智力选拔标准进行甄别。和总体筛选不同,个体识别阶段是通过具体的人才培养活动考察“人才池”中的个体对任务的投入和执着程度(task commitment)以及执行项目的感知思维能力和创意(creativity)。总体筛选和个体识别的功能和用途不同。总体筛选背后的预设是“门槛要求”(threshold requirements),即选拔对象能够胜任具体领域挑战的基本内在条件或最低要求。个体动态识别背后的理论是动态情境中的内生动力和认知水平,两者都无法通过静态测量获得,而必须在真实情境中考察。当然,这就意味着专家的主观评估在人才识别中起着更重要的作用(Borland, 2014)。中科大少年班的选拔就运用了静态资质的标准(如高

考成绩、智商测试、面试),但又增加了动态考察环节(比如对经过筛选最后入围者的实时学习能力进行考察)。但即使如此严格的考评和选拔,也不能避免有约百分之十的入学者出现适应困难(参见 Dai, et al., 2015; Dai & Steenbergen-Hu, 2015)。这说明了在动态考察和具体培养过程中让人才自己脱颖而出的重要性,人们不应在总体筛选阶段“一锤定音”,把所有鸡蛋放在一个篮子里。

与“三环理论”中的潜能动态观相应,兰祖利还提出了“旋转门识别模式”(Revolving Door Identification Model; 参见兰祖利和里斯, 2000),即人才的选拔机制中应该引进“退出机制”(exit policy),让人才可进可出。其基本思路是:人才识别不是为了搞一个精英俱乐部,而是提供及时适洽的服务,让人才可进可出。这个机制有利于保持人才培养模式的灵活性、多样性、自愿性。“旋转门”识别策略提供了一种思路,帮助人们在不确定性中因地制宜、最大限度地为各类创新人才提供发展的机会、资源、支持。我们必须承认,创新人才识别和选拔没有万应灵药,这与创新人才的发展性、复杂性、多样性有关。但是,我们仍然可以探索灵活多样的识别培养模式,包括总体筛选和个体识别(Dai & Chen, 2014)。

一个事件,只有当它充分展开后,我们才能看到全部真相。人才识别也是如此。由于个体发展的不确定性,人才识别最多是一种“发展预后”(developmental prognosis; Dai, 2021),并不存在一锤定音的潜能测评。一个人的创新潜能是不断发展的,并且在发展过程中还会不断遇到新的挑战,因而它也只能在发展中被发现和印证。

三、培养问题:发掘创新的心智眼界和内生动力

创新人才的成功除了天赋因素之外,还涉及个体的心智和人格发展问题,不能认为小学时期的爱因斯坦已经有了后来的物理学见识。他的科学功底、见识和想象力也是随年龄、阅历、学习、思考而发展的。因此,创新人才的心智和情感发展及其阶段性是人才培养的重要考虑。何时培养,培养什么,如何培养,这些都需要考虑。Kaufman 和 Beghetto (2009) 根据 Csikszentmihalyi (1996) 的“大 C 小 c”理论发展出的创造力类别(taxonomy),其实是不同发展阶段呈现的不同的创造力和想象力样态。比如,mini-c 或 little-c 可能呈现为一个有创意的学术意念、思绪或日常生活中的巧智,而不是真正意义上对社会产生影响的创新或突破性贡献。Pro-C 和 Big-C 则通常需要长期的浸润、专研、沉淀,涉及的知识储备、眼界、直觉也更加复杂。所以四个层次所涉及的创造力有不同的发展内涵和发展程度。探索创新人才培养,一方面需要了解一个人的创新潜质,另一方面要把握培养发展这种潜质的方法。

培养创新人才,涉及我们对创新人才的知识结构、思维方式和价值取向的理解。创造力研究长期将创造力视为一种特殊的思维方式乃至思维技巧(Finke et al., 1992),似乎只要掌握了它便获得了释放创造力的钥匙。于是,大量研究对创造力的一般本质进行了不懈探索,由此也产生了各种创造力培训的方法和模式。先前提及的强烈批评“创造思维一般模型”的学者 Baer (2022),就曾经是“创造力培训”专家。如今,他引用维特根斯坦的话,指出这种“对一般性的孜孜以求”(craving for generality)对创造力发展和培养造成了严重误导,因为现实生活中的创造、创新从来是领域具体(domain-specific)的,是在各种领域的实践中实现的。按照这个观点,不同领域的具体的情境、条件、任务、目标、标准,乃至领域里形成的文化(如苹果公司的文化),很大程度决定了创新思维的特点和本质(Glăveanu, 2015; Glăveanu et al., 2013)。由此推论,创新人才培养,其核心是在具体的实践情境中鼓励和促进个体的独特的知识结构、思维方式和价值取向的发展,潜移默化地增强个体创新的内生动力和认知水平。限于篇幅,我们可以从两个方面理解“培养”的意义:一是积极干预个体的心智发展(知识结构和思维方式)和创新人格发展(价值取向),以促进创新的内生动力;二是掌握不同年龄阶段的创新教育的要点,实现发展和培养的协同效应。

(一) 积极干预的一般切入点:实践情境中的独特思维方式和价值取向

理念创新的源泉是个性化的,尤其是个人的理解力和想象力。技术创新则主要依赖于扎实的技术

功底(对各种细微制约条件的敏感性)和技术分析能力,以及从实践经验中获得的对问题和解决方案的直觉和灵感。**理念创新能力无法传授,其培养方式是问题导向的、话语性的、开放性的、反思性的,具有本身的内在逻辑和历史线索。比较而言,任何技术都是经验的、专业的、具体的(比如音律关系和芯片工艺),往往可以传授、示范和举一反三。**

人类的心智发展和学习密切相关。学习有很多类型,比如,获得信息(发生了什么),获得知识(事物的来龙去脉),获得意义(在混沌中找到秩序),获得眼界(新的思考方式),获得技能(操作程序)。传统的认知理论认为学习和创新分属不同范畴,人必须获得(学习)很多“已知”(the known)知识,方能探索未知(the unknown)。当今的建构主义学习理论则认为,在实践中学习最有效,而且学习过程永远伴随个人感知和思维的介入。学习是心智发展开拓的必要手段,而思考是有效学习的必要前提,这也是皮亚杰理论的精华部分。皮亚杰认为,理解即发明或是重新发现,反映的是新的认知水平,也是进一步深究的内生动力。更宽泛地说,**创造力源于对世界的不断追问,对新概念新方法新技术的孜孜以求。**所以,把学习与对课本知识的熟记等同,把人才与各种竞赛(如奥数)成绩等同,甚至把教育等同于“传道、授业、解惑”,培养的就只能是被动接受的“好学生”,而不是创新人才。

与具有“可复制性”(reproducible)的技能专长(expertise)不同,创新工作涉足了新的问题乃至跨越了不同领域,具有未知性和不确定性,其成功也无法机械复制。创新所用的思想实验、类比思维、叙事想象,或干脆不断试错,都有失败风险,属于传统认知理论中的“弱方法”(weak methods; 参见 Newell & Simon, 1972; Klahr & Simon, 1999)。领域具体的知识技能专长用的则是百试不爽的“强方法”(strong methods)。但是,已有方法具有保守性,对创新而言是把双刃剑,它容易形成思维定式,阻碍创新(Simonton, 1988; Sternberg, 1996a)。所以 Simonton (2008, 2022) 提出一个假说: 在一个领域呆的时间太长不利于创新。在这方面,连颠覆经典物理学的爱因斯坦也不例外。比如,爱因斯坦的物理决定论信念导致他对玻尔在量子力学中引入概率概念产生怀疑,由此也激发了他和玻尔以及海森堡的长期争辩。所以,Plucker 等人(2004)认为,**创造性看似“领域具体”,但实质是“超越领域”的。**尤其是当今世界,随着交叉学科、边缘学科的涌现,跨学科研究已成为科技创新的基本样态。由于基础研究和应用研究的密切关联,设计科学向所有领域的渗透,个人眼界或认知格局成为创新人才的必备素质。

个人眼界和认知格局赋予未来创新者选择课题驾驭方向的能力。这意味着创新人才培养需要在两个方向着手: 一方面是导师制(mentorship)或师徒制(apprenticeship)的必要性,行会里的师徒制是最古老的在技术上精益求精的制度安排。导师对后辈的引导,也是出现科学诺贝尔奖会有师徒传承的原因(Shavinina, 2004; Zuckerman, 1983)。但这种引导更多是在问题意识和思想方法上的点拨,而不是手艺的直接传授(Dai & Li, 2020),否则很难解释围棋手李昌镐为何棋风与他师傅曹薰铉大相径庭并能最终打败师傅。这里体现了自我导向(self-direction)的重要性。自我导向即强调独立思考和发现问题并坚持不懈进行探究的精神。这就涉及创新意向形成的另一个要素,人格形成中的价值取向问题。

马斯克在回答雷军如何规避风险的问题时说,他的决定都是高风险的。马斯克的许多创新行为都是违背“趋利避害”的人性常态的(如抵押所有个人资产靠一己之力造商用火箭),这就涉及价值取向。但价值取向还需要勇气和胆魄的加持,这就涉及人格问题。创新是高风险的事业,挫败是常态,遭到权威批评也很常见。当代化学界最权威的科学家鲍林(Linus C. Pauling)对谢赫德曼(Daniel Shechtman)的“准晶体”理论曾进行过严厉抨击。也因此,谢赫德曼受到自己研究团队的排斥,但谢赫德曼一直坚持自己的主张。历史证明,鲍林是错的,谢赫德曼笑到了最后(获得 2011 年诺贝尔化学奖)。如何保护少数人特立独行“反潮流”的人格,在科学界学术界是问题,在人才培养中更需要关注。

(二) 不同发展阶段的创新教育: 从支持个体的心智成长、人格发展到催生创新内生动力

创新教育的第二个着眼点,是不同发展阶段的创新教育。首先,创新人才发展具有领域具体性。一个重要发展标志是,不同领域中人才发现的起始和成就巅峰(onset and peak)有不同的表现。比如,

研究表明,数学、物理等分析科学的人才和生物学、社会科学的人才相比,起始年龄早,达到巅峰的年龄也更早(Lehman, 1953; Roe, 1953; Simonton, 2018)。很可能是因为这些领域依赖形式逻辑和抽象规则,而非直观经验和概念体系。依赖强大的想象力和逻辑推论能力,前者的创造性成就更多得到爆发式呈现(如爱因斯坦),而后者更依赖经验积累和知识整合,所以最高成就往往要在领域里浸润十到二十年方能完成。文学上,诗人可以很年轻,他们主要依赖情绪、意象和文字,但小说戏剧家则需要更多生活经验积累、感悟和整合,方能有突破性的成就(如《白鹿原》)。这种领域具体性,要求教育者、父母、社区能够不失时机地提供各种机会,让儿童和青少年能接触各种信息源(比阅读、参观、旅行),参与各类超越课本知识的有利于心智成长的活动。更重要的是,让他们有机会直接参与社会实践,如试验、制作、创作、辩论。只有通过这样的广泛的经验和体验,个体的才能才会得到激发和表现。事实上,大量人才不是在学校被发现的,而是在“非正式”学习场合(如个人和家庭的活动)中被发现的。

为论述方便,我们可以把创新教育和创新人才培养分为形成期、转型期、实践期三个阶段。

形成期: 培养能力和习惯。世界著名物理学家理查德·费曼曾多次谈到他父亲对他一生的影响,其中影响最大的是从小形成的观察和思考大千世界的习惯。由于儿童时期逻辑能力、想象能力、表达能力、社会能力、动手能力还都在形成期,早期培养的着眼点应该是这些能力和习惯的形成,包括好学和好奇的习惯。托兰斯(Torrance, 1963)是美国创新教育的先行者之一(Dai, 2013),他认为学习过程中不断地追问、探讨、质疑,发现问题、破绽、分歧并在更高水平上解析问题、寻找答案,就是创造性学习(creative learning),其本质是形成追问和质疑的习惯。科学思维与技术思维在取向上有所不同,前者是理解世界,后者是改变世界(虽然改变世界的前提是理解世界)。儿童很小年纪就会形成思维习惯和思维定势。笔者曾经和程淮教授合作,对学前儿童创造性解决问题的能力进行教学探讨和研究(参见 Dai, 2019; Cheng et al., 2021)。这样的“早期培养”,当然不是指望他们有对社会的直接贡献,而是希望从小培养他们的思考习惯,强化他们探究世界和改变世界的人格取向。这样的过程,更准确地说,属于心智发展和人格发展范畴,而不是简单的知识习得。而且,每个儿童的知识结构也会因为选择性兴趣和能力特质的不同而不同(如费曼对物理学的痴迷),这是当今对创新和创造的重新理解。

转型期: 鼓励参与和培养格局。青春期之后,个体进入了实现自主(autonomy)和个体性的“转型期”。我们所熟悉的马斯克的个人成长史,就是从少年时期如饥似渴博览群书开始的。创新,首先源于基于体验和反思所形成的独特的个人主观知识建构(personal knowledge; Polanyi, 1958)和由此形成的独特的感知世界的方式,这种独特的知识建构和认知方式是创新的基石(Feldman, 1994; Gee, 2007)。这时的学习真正成为积极的、批判的、元认知的。个体创新的内生动力,与个体的心智发展和人格价值取向直接有关(Piaget, 1950)。在青春期之前,知识和技能只有工具性意义(我懂,我会),但是到了青少年时期,知识和技能成为理解自我和世界关系的媒介,便开始具有了世界观的意义。这不是说儿童不会发生与世界的意义联接,而是说,只有在青春期以后,人的想象和“虚构”世界和未来的能力才会大大增强(皮亚杰描述的思维飞跃),从而使观察世界和参与社会的实践成为可能。这时,创新思维,即在特定场景的认知构建和问题解决过程中寻找和发现新的可能性,才具有了实在的个人意义。科学史家 Holton(1988, 1981)发现,所有重要科学家的创新意念都来自他们青少年时期的某些幻想,也就是说,转型期出现了真正意义上的创造性的雏形念想和思维。笔者研究(Dai et al., 2012)发现,初中生的思维创意水平不仅和学业水平有关,而且与内生动机(对问题的内在兴趣)有关。不能设想一个心心念念想考个高分的高考生会像马斯克那样把知识学习和改变世界联系在一起(他更可能想到的是改变自己的命运)。创新人才培养着眼的当然是更大的思维格局和超越自我生存的价值取向。

实践期: 确立专长和定位。进入专业学习,则可以看成是另一个转折点,因为从此便进入创新思考的实践期。比尔·盖茨大二时辍学哈佛并全身心投入“微软”的软件开发,朱棣文在理论物理和实验物理之间进行的关键选择,都可以确定为他们进入创新实践的重要节点。所谓“实践期”,指的是接受更

专业的学术、科学、艺术或技术训练,更直接进入创新前沿。和转型期不同,实践期对从业者的专业水平要求更高:他们需要有更高的参与度,对领域问题的高度敏锐性,以及敢为人先的思考和钻研。笔者研究的一些后来成为美国教授的中科大少年班毕业生中(Dai & Li, 2020),很多人提到大学时代参与实验室工作给他们带来的眼界上的变化,他们还谈到博士生阶段跟导师学到的一些对自身领域的深刻见地。在信息时代,个人的参与和介入方式在改变,在许多领域中,创新不再是个人行为,而是团体合作和共同努力的结果(Sawyer, 2012)。个体必须在社会实践的参与中找到最适合自己发展并可能作出独特贡献的个人定位(niche-finding; Dai, 2021, in press)。少部分人成为开疆扩土的先驱,实现零到一的突破(如科学中的伽利略、绘画中的马奈、哲学中的维特根斯坦),更多的人则是孜孜不倦的耕耘者(关于不同程度的创新,参见 Sternberg, 1999)。他们中,有些是理念的探索者、引领者,有些是技术的开拓者、完善者。因此,创新人才的培养应该不拘一格,应该鼓励马斯克那样的天马行空,也应该允许某些习惯蜗牛一般慢行的人才用自己的方式经营出一片新天地。

四、文化影响问题:超越教育范畴

按英国学者罗宾逊爵士(Robinson, 2015)的看法,传统的学校教育是“反创造思维”的。已知的技能、知识教育,相对容易见到效果,而眼界、格局、想象、猜测、勇气作为教育目标很可能显得空泛而无意义。Nickerson(2013, 中文版)用调侃的笔调列举了课堂教学中九种挫抑学生创造能动性的方式,其实课堂教师这些打压创意的现象比我们想象的更加普遍。Nickerson认为,教育中防止“打压”创造能动性,有时比“激发”创造能动性更重要。先前笔者提到了创新潜能的五大标志,其中培养个性化的思维格局和价值取向,很可能与保守的文化规范相抵牾,这就自然导入了下一个话题:个体的创新意向与文化的关系。西方传统的心理学倾向于将创造成就归因于个人,因而有“天才论”(Galton, 1869),笔者称之为学术和技术的“个人英雄主义”。这种归因往往忽略了文化的意义,因为从个体发展到创新成就,背后都有文化的支撑,包括文化对少数不同声音的接纳和包容,但更深刻的是个体在文化参与中形成的独特品格和见地(Bruner, 1996; Rogoff, 2003)。广义而言,文化是隐性的价值观和信念体系,是默认的游戏规则,是“集体无意识”。文化和时代精神(zeitgeist)密切相关。2000多年前的“轴心时代”,500多年前的欧洲文艺复兴,20世纪早期的物理学革命,以及当代以信息技术和人工智能为代表的技术革命,都是最经典的文化运动,其创新成果深刻改变了或正在改变人类的命运。创新成就的背后必然有文化根基,主要体现为文化内在的超越性、包容性和进取性三个方面。

超越性。超越性,简单说,指的是超越世俗的精神追求。犹太文化(参见 Dai & David, in press),百年前欧洲“索尔维会议”(Solvay Conference)所代表的科学共同体,当今美国的学术高地和科技前沿探索,都富有这种超世俗的追求。这不是说世间有少数不食人间烟火而只有精神追求的人,而是说,当文明发展到一定阶段,对天地万物的追问,对人类命运的关注,一定会超越狭隘的世俗功利,达到相当程度的“功能自律”。比如,从雅斯贝尔斯所说的2000多年前的“轴心时代”对人类本质和本性的定义,到马斯克建立“人类多星球生活”的梦想,都体现了这种超越性关切。这种超越性决定了文化话语的本质乃至科学技术的人文意涵。维特根斯坦说语言的边界就是世界的边界,有超越性的语言,便有超越性的情怀和境界,反之亦然。回顾中国历史,实用理性和人伦修养决定了“道”的内涵,而科学只是致用之“术”,无法升华到“道”的高度。如何做文化破局始终是人的现代性的一个挑战。学者朱学勤呼唤中国出现一批仰望星空的人,问题是他们是否会被世俗文化裹挟而逐渐失去仰望星空的热情。

包容性。历史地看,西方个人主义文化的多样性和包容性,使创新更容易被接受,甚至受推崇。量子力学的重要贡献者海森堡认为“科学深深植根于对话之中”。伽利略最早用对话形式呈现了当年关于天体宇宙的争论要点。这种“认知多样性”(cognitive diversity; 见 Page, 2007)和多视角话语体系促进了社会的不断进步。斯滕伯格和卢伯特对历史上心理学和其他学术领域的反主流声音进行了回顾(Sternberg & Lubart, 1995),他们的研究证明了对学科主流话语的质疑和批判对于理论和知识创新的积

极意义。库恩(1981)认为科学共同体中必然有保守与激进的力量,两者均有贡献,保持科学话语的这种“必要的张力”有助于科学进步。“钱学森之问”的核心便涉及科学探索中自由讨论的宽松氛围。可以说,没有包容,就没有进步。中国文化的趋同性和排他性使其包容性不足,这种倾向始于董仲舒的“罢黜百家,独尊儒术”。在群体人格上,表现为不善争辩甚至回避问题,害怕冲突。这些都妨碍了创新和文化的自我更新。

进取性。文化的进取性指的是文化精英对自我更新的意愿和能力,这取决于他们参与文化建设的主动性和独立的探索精神。这种文化必然要接受乃至倡导对权威的挑战,鼓励对未知的探索(如犹太文化)。选拔怎样的人才,如何确认社会精英,从一开始就是文化选择的一部分(cultural selection; Dai, in press),比如“科举”制度,或者对奥数金牌、诺贝尔奖的趋之若鹜,都反映了一种功利和趋同的心理。日本近几十年不断有科学家获得诺奖,但并没有产生什么轰动效应,这体现了文化的成熟性。另一方面,一种文化,一个社会,是否具有活力和自我更新能力,创新能否被主流文化接受是重要标志。Kagan(2002)认为**创造成就的被接受都有一个从边缘走向中心的社会过程**。比如,关于“量子纠缠”的争论直到两位研究者因突破性的研究成果获得诺奖才尘埃落定。“民族复兴”的最有力证明是文化自我更新的意愿和能力。创新的文化氛围应该反映在教育中对思想碰撞和平等交流的重视上,在中国,尤其需要打破学术上的尊卑有别、论资排辈的文化痼疾。

中国文化的“软肋”。我们可以比较一下中国文化的道统和西方的自然哲学传统。古登堡的活字印刷术发明后的五十年间,欧洲书籍出版达千万级,成为社会大发展的重要杠杆。但早于古登堡几百年的毕升的活字印刷术在发明后,经书之外的书籍依然寥寥,也未引起知识大爆发和社会大变革。中国近代三百年对世界的创造性贡献不多,不能不说和儒家道统有关。在这个背景下,笔者(Dai, in press)比较了十五六世纪的两位同时代人,达·芬奇(1452—1519)和王阳明(1472—1529)。王阳明的心学是对传统儒学的重大突破,它几乎重塑了儒学。但其学说限于伦理学和人生观,无法衍生出达·芬奇和伽利略的“格物致知”的科学认识论和日益精密的方法论和近代技术。王阳明“格竹子”一无所获,显然是对物理世界的观念有误,他无法突破“天人合一”的宇宙观,也没有西方的自然哲学传统为参照系,在这样的语境中很难形成对竹子是木本还是草本植物的科学认识并在更深入的植物学理论中找到这种分类学的价值(比如追溯草本植物的生长规律)。反观达·芬奇,在科学、艺术、技术等领域全面开花,成为近代数学、科学、工程学、医学和艺术的重要奠基人之一(参见 Dampier, 1966)。

如果研究文艺复兴的文化环境,就不能不看到达·芬奇所处时代的人文学者具有更博大的世界观和更具超越性的进取心,以致于马克思认为那个时代的人文辉煌数百年后人类都无法超越。最终而言,王阳明的贡献,受限于士大夫阶层的世俗地位和文化道统。时代造就了达·芬奇和王阳明这两位文化巨人,同样留下他们各自的辉煌、烙印和局限(Dai, in press)。

综上所述,创新人才的成长需要特定的有利于创新的文化土壤。营造这种土壤往往比政策和技术上的支持更为重要。有利的文化环境下,新思想、新方法、新范式会从边缘走向中心;不利的环境下,孕育中的新思想、新方法、新范式也会夭折,有创新潜力的前沿探索者也会被边缘化。从这个意义上说,“钱学森之问”是文化之问,也是文化之痛。如何在个人发展中有意识地倡导创新精神,提升文化的超越性、包容性、进取性?笔者认为可以作以下方面的努力:

(1)在价值取向上,努力改变以生存竞争为导向的个人发展路径,而代之以追寻生活意义、自我开拓的导向。东亚教育的普遍问题是恶性竞争和极度“内卷”。在这样的环境里,任何“创新成就”都是社会成功的手段,而不是目的。相反,真正的个人意义感不是来自生存竞争(谁输谁赢),而是来自通过努力改变世界的成就感(参见 Dai & Zhao, 2020)。在这一点上,创新者的超越世俗的探究兴趣和人文关怀始终是驱动创新的动力。假如我们无法在价值选择上作出这个改变,假如“拔尖人才”没有超越性的关切和积极进取的精神,而只有世俗功名的考虑,那么,无论国家意志有多么坚决,教育投入有多

大,我们都无法造就出一代创新人才。

(2)在文化路径上,我们应该创造更多“非传统”“非常规”的成才路径。文化路径的建设主要体现在文化为个体发展提供的文化生态位(niche construction)和发展路径。文化多样性取决于发展路径的多样性。比如,比尔·盖茨、乔布斯、马斯克、奥特曼都有辍学的经历,这种经历非但没有妨碍它们成为科技创新的领军人物,甚至成为他们发挥远见和施展创造想象的重要原因。理论上,一个社会的文化多样性,取决于认知多样性、发展途径的多样性、选择的多样性,这些多样性决定了创新的基本社会条件。文化多样性的社会基础是建立一个平行网络结构而不是自上而下的层级管理。创建深圳零一学院的郑泉水院士提倡打破年龄、学科、机构、地理界限的“无界创新”的人才培养模式,便是希望发挥平行分布网络的优势,汇集世界的资源,打造创新人才聚集高地。我们应该鼓励各地利用各自优势建立人才培养高地(如北京的“翱翔计划”、西安的“春笋计划”),这也并不妨碍可以有国家层级推广的项目(如科协的“英才计划”)。众多平台可以互相交流,博采众长,这有利于不拘一格地鼓励、支持和培养青少年的心智和人格成长,进而使创新人才脱颖而出。

(3)在培养模式上,我们要改变传授知识的模式,建立一种更有利于思想交流和碰撞的话语氛围。多视角的对话,批判思维的激发,对元认知、元知识(比如知识理论)的重视,对学科历史的反思,都会启发新思维和新概念。归根到底,创新成就不是自然而然被接受的,而是在思想市场、技术市场的竞争中被证明为更有效更有益的。重要的不是知识的客观属性和个人记忆,而是存在于社会主体间的不同知识信念的碰撞和激励,如此,知识才会成为文化资本,成为文化想象活动(比如近期大语言模型引起的关于通用人工智能的讨论)。**信息时代的即时交流,主体性和社会性的频繁互动,创新意识本身的主体间的传播、嬗变、晶化,共同构成了当今的基本知识形态。**社会知识建构本身的非线性发展,使得创新人才培养无法使用过去那种封闭式的“十年寒窗”的培养模式。

(4)在文化性格上,中国人的视野应该更加开阔,同时也需要更加科学严谨。文化性格体现在某一文化群体的习惯和偏好上,比如美国的创新体现在对未来的想象和开拓,所以有极高的原创性(比如“大语言模型”的开发),而德国和日本的创新更多体现在设计上和技术上的注重细节和精益求精。中国文化因为不遵奉一神教而有兼收并蓄的柔软一面(儒道释相安无事)(见 Dai & Niu, 2023; Pang & Plucker, 2012),但主导社会治理的儒家德治文化有其固有的保守性,中庸和“过犹不及”的文化基调有时也会妨碍颠覆性的创新。创新成就的总体提高,最终需要文化人格上的升华(超越世俗关切和实用理性)。现代性的文化人格的形成靠的是个体成长中的耳濡目染,而不是正式教育。文化性格的改变,非一日之功,可能需要许多代人的努力。

五、实践策略问题:反思与前瞻

上文中,笔者对创新人才的识别、培养、个体成长与文化的关系三个核心问题进行了阐述。这些问题也可以在人才教育策略层面上进行反思和前瞻。人才培养策略代表了创新人才培养的整体实践思路和路径选择,一方面,它取决于理论思考(比如上文对三大问题的阐述),另一方面,它受制于具体的现实条件,如教育资源、技术手段、社会支持等,尤其会受到现有学制条件的制约。以下五个方面是人才培养在实践策略上需要考虑的要点,也代表了人才培养的几个重要节点。

(一) 从丰富课程到高阶知识的超前推进:基础教育阶段的人才培养

笔者十几年前开始系统接触美国高中课程,发现其大致有三类课:(a) 知识基础类,教学以传授为主,辅以训练;(b) 技能类课程,教学以学生的“最近发展区”为起始,通过老师提供的“脚手架”提高学生的理解水平和解决问题的水平;(c) 实践类课程,具有自主性、开放性和真实性(比如,基于项目的学习具有多学科、跨学科特点,对前沿问题的独立或合作研究),教学上辅以导师的指导和监管(supervision;如美国数理高中的“学生研究计划”)。在人才发展初期,基础类学习占据主导地位,但是,以发展兴趣为主的丰富课程已经进入学校。而进入中学阶段(即转型期)后,技能类和实践类的课程会增多。

尤其是在美国的选拔性科学高中(类似中国的重点中学),研究类课程和实习成为主导课程(见戴耘和付艳萍,2019)。如何从个性化发展和人才培养角度进行更合理的课程安排,是政策干预的重要考虑因素(关于美国的“英才教育”,参见戴耘和蔡金法,2013)。

“丰富与加速”是美国基础教育提供的适应人才成长的最常见手段。“丰富”(enrichment)指课程内容深度和广度的拓展,比如让中小学生接触更广泛的人文、科学、艺术和社会实践内容,而不是拘泥于课本知识,同时从小培养他们的动手能力。兰祖利的“全校范围丰富课程模式”(兰祖利和里斯,2000)在本世纪初便被介绍到中国。加速(或称超前;acceleration)是指打破学龄上对课程的限制,利用跳级或打破年级限制跨班修课的方法,让优秀学生能更早进入高阶(advanced)课程内容(Rogers,2007)。丰富和加速课程安排都是针对学校刻板一律的课程设置提出的策略,在美国小学和初中有较广泛的应用,也获得不少研究的支持(比如Steenbergen-Hu et al.,2016)。当今,在美国通行的约翰·霍普金斯、杜克、西北等美国顶尖大学的“人才搜索计划”(Talent Search Programs),从初中开始在全美范围网罗英才,为他们提供高阶课程(VanTassel-Baska & Brown,2007),这可以看作是丰富与超前学习的进一步延伸。欧洲的“人才支持网络”(Talent Support Networks)则弥补了学校教育在高端人才培养上的力不从心。与美国的做法不同,欧洲中学的各类人才项目淡化了选拔功能而增强了教育服务功能(比如,学生自愿参与,各取所需)。

当教育资源足够丰富时,人才培养的灵活性、常态化、个性化就会大大增强。如今,通过家庭学校(home schooling)提供英才教育,在美国已经非常普遍。兰祖利的丰富学习模式的技术平台(Renzulli Learning System)能够惠及广大有兴趣有意愿的少年儿童。总之,应该把选拔尖子、重点培养和整体提高、水涨船高看成是一个连续的人才教育服务体系(a continuum of services)的两端,而不是非此即彼的选择(见Renzulli & Dai,2003)。这个“服务连续体”能更好地在不同发展阶段提供符合个人发展的基础类、技能类、实践类的高阶课程。当工业化社会的标准化教育被信息化社会的普惠性和个性化教育取代时,学习的“丰富”“超前”也不过是儿童在某些领域早慧(precocity)的必然结果。

高中阶段依然属于笔者所谓的创新的“转型期”,还有相当的可塑性和多种发展可能性。美国的科学高中并不是完全专业化的,如纽约市的布朗克斯(Bronx)科学高中,每个学生需要选择五个学科作为主修方向。学生的研究实习甚至可以选择在“文科”领域进行,如去相关报社或美国三大电视台学习新闻专业。即使这些科学高中培养的重点是科技人才,学生的人文素养与社会领导力也始终是学校课程(如历史和全球意识)和学生社团活动的核心内容。在一个创新越来越趋向学科融合的时代(从STEM到STEAM,人文和艺术在科技中的彰显),人文和艺术修养成为促进创新思维的关键所在。Daniel Pink(2006)认为,21世纪势必是一个“右半球优势”的世纪,因为创新需要感性力量,同时需要新概念或概念创新(这也是“虚构”的一种),两者都需要“右半球优势”。具体说,“右半球优势”是六方面的优势,包括故事、设计、整合、共情、游戏和意义。更抽象地看,古希腊的mythos(神话思维,即叙事和想象)和logos(逻辑思维,即分析和推论),两者在创新思维中缺一不可(Labouvie-Vief,1990),而通识教育有利于这两种思维的整合。

(二) 基础教育与高等教育的衔接: 人才培养的一个关键节点

从人才的个体发展角度看,先前提及的人才发展的转型期主要指青少年成长需要经历的三个重要转折:从被动接受到积极建构的学习模式的转型,从自由游戏向严肃的个人兴趣的转型,从他人主导到自我导向(self-direction)的个性化的转型(参见Dai,2021,in press)。

可惜,这些转型很容易被标准化教育阻断。在中国,遭受高考和学业竞争的巨大压力的基础教育使许多学生疲于奔命,无暇发展自己的个人兴趣。很多学生进入高校后由于并没有学会自律而很容易迷失或怠惰,这一点即使优秀如大学少年班的“学霸”们也不能幸免(参见Dai et al.,2015)。基础教育的结构和路径受到学校高度控制,缺乏个性化空间,而大学学业环境不仅难度增加,而且高度依赖内生

动机、自我导向和个人自律,这导致许多学生对高等教育准备不足,大学学习出现不适应,这些都很容易让人才不经意地流失。这方面,美国的科学高中和州长学校(或者更广义的精英高中)提供了从基础教育向高等教育无缝衔接的成功案例。这些学校的特点是有丰富多样的课程、更大的个人选择空间、必修的学生研究、全球化视野、活跃的艺术或学术社团(详见戴耘和付艳萍,2019)。由于有机会获得大学教授和科技孵化园导师的点拨,许多高中生对于“何为科研”“何为前沿技术”获得了与研究生相当的浸润和见地。类似的着眼于创新教育的教育创新,中国也有许多有益尝试,比如,中科大少年班就是基础教育和高等教育衔接的成功案例。中国科协主持的重点大学和中学合作培养的“英才计划”,尽管惠及的青少年学子人数有限,但也是非常有益的尝试,它能够在中学阶段让一些学生在科学领域脱颖而出,符合某些基础科学宜早出人才的理念(如数学、物理、计算机;见本文先前的讨论)。深圳零一学院也在探索中学到大学一贯制的人才培养的持续有效的途径。中学到大学的顺利衔接,能保证人才个性化发展和向专业发展过渡的连续性和进一步跃升。

(三) 专业化培养与通识教育: 不同创新人才的不同培养路径

在高等教育建制中长期存在理工和综合大学的分类,而美国精英综合大学中,有些保持纯学术取向,刻意与社会保持适度距离(如耶鲁大学),有些则偏重社会应用,倡导精英大学引领社会进步的功能(如宾夕法尼亚大学)。在理工类精英大学内部,也有两种取向:一种是直接哺育“硅谷”技术创新的“斯坦福模式”,另一种是更加超然于世的“加州理工模式”。这种精英大学的不同定位恰恰和笔者一再提及的理念创新和技术创新两种基本形态相应。其中的内在逻辑是:与**技术创新**越近,越要有更直接的社会参与(如产学研一体化),如此方能撬动社会变革;与**理念创新**越近,越需要更基础更通识的自由探索,它追求的是长周期效应,而不是短期回报。理念创新和技术创新并没有绝对的分野,从教育的角度,我们可以大致看出本文提出的五个创新层级的基本素质要求:

- (1)技术创新: 基于知识的想象和不断尝试;
- (2)设计创新: 系统思维能力和整合集成能力;
- (3)知识创新: 深度学科浸润和问题探索能力;
- (4)理论创新: 高屋建瓴的能力和哲学眼界;
- (5)范式创新: 独辟蹊径的胆略、眼光和勇气。

五个类型或层级的创新,知识结构、思维方式、技能要求和想象力类型稍有不同,培养和发展路径也有所不同。比如,越靠前,进入工程学院,采用“斯坦福模式”显得更合适;越靠后,文理学院的自由教育和“普林斯顿模式”似乎更重要。前者以前沿新锐为主调,后者以经典厚重为基调。当今的科学和技术人才,需要很高的专业技能。许多证据表明,在这方面越早起步,成才的几率就越大,作出创新成就的起始点也会越早(参见 Dai & Li, 2020, 2023)。另一方面,当今社会,疏通文理的隔阂对人才的视野至关重要。历史上,无论是文艺复兴,还是20世纪初的“索尔维会议”,科学和技术的突破背后都有强大的人文精神的支撑。而在当今的科技想象力中,这种精神是缺乏的(比如,库兹韦尔声言的“技术奇点”)。有很多实例表明,当**技术理性完全淹没人文精神时,科技创新就会迷失方向**。

(四) 建制化定向培养与个性化自由发展的内在张力: 创新中的传承和革新

把专业化与通识教育再推向极致,必然会出现库恩所谓的“必要的张力”:建制化的专业发展与不受约束的个体自由发展之间的矛盾,是创新教育中的一对主要矛盾。建制化定向培养是高端人才培养的基本模式,无论是音乐、法律、工程、医学,还是各种自然科学与人文学科,都是如此。**这种培养模式假定一个人必须要具备某个领域的基本资质方能从事复杂的创新型工作**,而决定这些资质的是领域中的一批掌门人(Csikszentmihalyi, 1996)。实验科学领域依然保持着这样的格局(如科学诺贝尔奖依然是学院派在掌控),但是在许多设计科学和技术领域,这个模式已经被打破。比如,从比尔·盖茨和乔布斯,到马斯克和山姆·奥特曼,都是大学或研究生的辍学者。之所以如此,其中一个原因是高等学府的

建制化教育已经越来越跟不上社会的创新需求和技术的迭代更新,另一个原因是建制性培养相对保守和学术化,和科技发展前沿存在距离。笔者之前提到,这种距离有时是必要的。但是,具有创新意识和才能的个人(比如马斯克)更加自由不羁,他们不进入学院派体制,会拥有更有利的整合资源进行颠覆性创新的条件。当然,美国的自由和平等精神也帮助他们克服学术门槛(比如他们都没有正式学历)并获得投行或大公司青睐(如“微软”对 OpenAI 的初期投资和追加投资)。敏锐触觉和概念创新,包括平克(Pink)所说的通过“右脑”产生的创意和好的“故事”,会直接成为投资品进入市场和生产领域,也是知识经济和创新经济的一个直接后果。

在整合建制优势和个人创造力的优势方面,斯坦福大学直接对接硅谷科研基地的产学研一体化的做法值得推广(王勇和杜学元, 2005)。事实上,这一做法在中国也被采纳(比如,中关村的高科技,科大“讯飞”的人工智能研究,深圳的精英大学基地,等等)。在这种创新模式中,创造性贡献一方面来自建制化的强大技术平台的支持,同时又需要充分发挥个体的首创精神、不断自我更新和迅速适应新的研发环境的能力。这样的操作得益于团队协同攻克尖端课题的能力,如谷歌旗下 DeepMind 的人工智能研发团队,他们过去在围棋(AlphaGo、Alpha-Zero)和发现蛋白质结构(AlphaFold)中成就显赫,现在又在各种科学领域攻坚克难,开拓新的边疆。研究大语言模型人工智能 ChatGPT 的 OpenAI 团队很快推出了升级版 GPT-4。这些科技研发团队成员的平均年龄大多小于三十岁,比基础科学中诺奖得主作出重大贡献的平均年龄要小得多。科技创新的低龄化可能和新的创新人才发展模型有关。比如,团队协作使得所有成员只需发挥各自特长,以取得优势互补的效应。这种趋势值得英才教育学者关注。

上述几个策略层面的思考涵盖了人才培养不同阶段的机会和挑战,难免挂一漏万。褚宏启也对如何衔接传统的“英才教育”和“创新人才培养”提出了他的看法。这里,文字上的差异不应该阻碍我们对培养人才的基本规律的认识。事实上,美国的英才教育从一开始就非常重视从小对创造力和领导力的培养(Torrance, 1963; Tannenbaum, 1983),尽管对领域具体性的关注是新近的发展(e.g., VanTassel-Baska, 2005)。这里必须再次澄清,英才教育的结果不是创新成就,而是建立强大的后备人才池。以笔者的经验,一个人获得博士学位,也只是刚刚上路。虽然不排除本科毕业不久就有创造性成就的可能,但整体而言人才发展是一个漫长的过程,基础教育和高等教育中的人才培养还只是培养后备人才,建立人才储备(胡卫平和辛兵, 2023)。从政策和策略的角度看,如何让张益唐那样的“怪才”“奇才”脱颖而出,如何在体制上保护人才,同样是人才培养的重要部分。从另一个角度看,美国众多科学高中和州长学校培养创新人才的骄人成就使我们有足够的理由支持褚宏启教授的提议,在基础教育阶段把创新人才培养提上教育的议事日程。

(五) 心理咨询和生涯辅导的重要性

最后需要提及的是,笔者在与中国学者讨论人才培养问题时,发现鲜有学者提到心理咨询和生涯辅导在人才培养中的重要作用,这令人惊讶。无论是华盛顿大学的少年班,还是霍普金斯大学的“人才搜寻计划”,心理咨询和生涯辅导始终是人才培养不可或缺的组成部分(见 Hertzog & Chung, 2015)。这反映了中国目前人才培养乃至整个教育体系中存在的一种思维定式:注重“教”,疏于“育”。人才的成长往往会经历比其他人更多的精神压力,需要心理支援和疏导。这个话题无法在这里展开,但下面例举心理咨询和生涯辅导的一些话题:

- (1) 发现自己的长处和短板;
- (2) 通过各种经历和体验找到兴趣点;
- (3) 发现成长需要的必要机会、资源和同道;
- (4) 尽早参与学术或专业共同体;
- (5) 尽早找到自己的学科定位和支点;
- (6) 如何兼容逻辑思维能力和想象叙事能力;
- (7) 意识到自己的学术风格(理念 vs 技术);

- (8)博览群书,确定探索的经纬;
- (9)如何克服孤独,甘于寂寞,锲而不舍;
- (10)如何提高沟通能力,善于合作,学会与人相处;
- (11)如何提高专业素质:注重开放性和严谨性;
- (12)如何接受自己,提高抗压能力,抗挫折能力;
- (13)如何让别人、社会接受自己。

六、政策导向:创新人才培养的原则和误区

行文至此,笔者评述了四个问题:“拔尖创新人才”的概念以及创新的本质和类型;创新潜能的结构和过程本质以及人才的筛选和识别;创新人才成长与文化环境的关系;创新人才培养的宏观实践策略。笔者的目的不是得出任何结论,而是希望提出一些具有建设性的看法,意在抛砖引玉,激发更多的讨论。理论的意义在于高屋建瓴,指出争议的焦点、努力的方向、思考的盲点。当然,即使有好的理论指导,也不能保证实践上的一帆风顺,因为教育实践受制于一系列教育者无法掌控的约束条件,也包括教育者自身的局限。因此,宏观实践策略属于实践层面的政策性探索,面向的听众是政策制定者和学校管理层。那么,作为政策的先导,教育实践者至少可以掌握创新人才的若干原则。概括本文的论述,笔者提出四项基本的原则:

生成原则。所谓“生成”或“涌现”(emergence),是把人才的发展和成就看作由多种力量合力形成的现象,其中没有任何一种因素能主导整个过程(包括“人才培养”),人才发展的各种条件,即使构成必要条件,也不是充分条件。这就意味着,是先天因素还是后天因素重要,是环境重要还是个人重要,这是一个伪问题。真正该问的问题是,这个发展系统是否足够强劲,发展是否可持续。生成原则有助于避免在创新人才培养过程中用行政命令和长官意志去推动,有助于充分认识导致个体和群体创新思维发展和成就贡献的多种合力和多重原因。

自主原则。自主不仅仅是一种道德考虑,更是最大限度发挥人的潜能、调动个人能动性的一个前提条件。当年少年班的宁铂常常被视为个人的失败,其实应该看作是违背自主原则所造成的后果。假如我们能够尊重个人的选择和愿望,让宁铂转学天文学,结局可能完全不同。同理,任何人才培养项目需要给个体足够的空间去找到自己的定位,最大限度地实现一个人的创新潜能。

发展原则。发展原则意味着我们最关注的应该是人才个体发展的动态过程,包括优势和短板,预期和改进,阶段性目标,等等。发展原则意味着对个体发展的独特性、多样性的尊重。即使在同一领域,个人的知识结构、认知格局、思维方式也会不同。发展原则背后的理念是充分认识人才向更高层次推进的阶段性问题,而不是希望能预测某个人若干年后会不会有大的成就。Ackerman (2014)用纵向研究的案例说明,当某种成就具有极低的基础发生率(base rate,即总体人群中的发生率)时,准确预测一个人10年后的成就几乎没有可能。当然,我们可以用概率比(odds ratio)或生存分析(survival analysis)作中长距预测,但从个体教育的角度看,这种预测意义不大,人才培养还是应该遵循个性化的人才成长规律,而不是诉诸概率预测的技术理性。

利群原则。无论是探索科学技术前沿,还是探索复杂的生存条件和社会发展规律,创新的目的都是改善人类的处境和命运。这是创新人才培养的基本前提和伦理原则(赵勇, 2023)。个体创造力的自发性、内生驱动力和信念是驱动创新的根本动力,对此无法强行加以规范。只要是利群的,创造激情、想象力、批判力就应该得到呵护,而不是压制。

依据上述四个原则,我们就能辨别创新人才培养中常见的误区或迷思,少走弯路。这些误区可以是理论的,与上述原则相悖,也可以是实践的,在操作上无意识违背了上述原则。它们既可能带来政策上的失误,也可能导致实践上的偏差。

误区一:高估“培养”的作用。“培养”这样的词意味着对某些人抱有较高的期望并愿意为此倾注

更多资源以促进其成长。我们应该意识到,人才从入门到成就有很长的路要走,这种发展性无法完全预测。我们还应该意识到,创新人才培养没有规定套路。我们尤其不应该夸大学校教育的作用,因为人才的成长有相当部分属于自主学习、自我提升,比如马斯克的成长过程(Barron, 2006)。社会所提供的只是机会、资源以及必要的教学和技术支持。真正的历练一定是发生在创新领域的前沿的。因此,人才培养的定位应该是储备人才(胡卫平和辛兵, 2023),我们能够希望的是,我们培养的储备人才中能有不少人(不是全部)脱颖而出。

误区二: 重点培养无用论。这是另一个极端。在当今科技日新月异的形势下,专业化程度依然是**创新人才的重要指标**。消极地让人才自生自灭不利于人才成长。认为创新人才不需要专业训练,这在文学、艺术等领域中或许是有可能的,但它至少不符合科学领域和高科技领域的人才发展规律。为一部分更有希望“拔尖”的人才提供更积极的支持和激励,是绝对必要的。在中国,针对大学少年班的批评多年来不绝于耳,在美国,宣布“英才教育”无效的声音也时有所闻,但这样的声音往往是抓住一点,不及其余。笔者之前提到的布朗克斯科学高中成立于1938年,迄今已贡献了9个科学诺贝尔奖,50多位美国科学院和工程院院士,同时也贡献了不少新闻、文学、艺术类的杰出人才(如普利策奖获得者)。虽然不应夸大中学教育的作用,但这至少说明学校选择的“人才池”不错。这样的以科学教育为特色的学校在高中四年为学生提供了足够的机会和资源,留出了足够的自我成长的空间,为这些人才后来的发展提供了很强的势头、奠定了坚实基础。中科大少年班在过去的数十年中也培养了大量科学技术人才,从中走出了很多高端的科学贡献者(参见朱源, 2023; Dai & Li, 2023)。但是,指望所有中科大少年班毕业生获得同等成就是不现实的。尽管他们中有不少人离开了科学和技术前沿,但是在其他各种领域也作出了贡献,这同样值得庆贺。另外,反对英才教育的态度常常和英才教育有效性无关,更多是因为有些人对任何选拔培养的模式无差别冠以“精英主义”(elitism)。虽然这听上去“政治正确”,但教育中的平等不应等同于平均,不应要求所有人吃大锅饭。每个人都应该拥有同等的机会,但不意味着所有人都必须学微积分,否则就是另一种不公平。期待教育的同等结果,必然会导致“不患寡而患不均”的心态,最后,谁优秀谁就会成众矢之的。这种文化是需要警惕的。

误区三: 过度强调规范和塑造(包括要求道德完美)。创新思维本身需要放松种种人们习惯的约束条件(release of constraints; Ohlsson, 2011),只有这样,思考和理念才不会落入窠臼(即能够 think outside the box)。而教育往往会传授各种约束条件,即一系列的规范(必须这样必须那样),结果便是本来具有的想象力也会逐渐消退(Nickerson, 2013)。这好比《庄子·混沌》中的好心人“混沌”,被表达感恩之心的倏与忽“凿七窍”而致死。倏与忽都是规范力量,他们导致“混沌”的完整性被毁坏,想象力逐渐钝化,个性被磨灭。因此,在人才培养中必须鼓励独立、批判的立场,把所有人类业已建立的知识体系看成是可质疑、可继续探讨的假设模型(Bruner, 1996)。如此,我们才会有探索未知的空间。

误区四: 体制性急功近利。体制性急功近利是中国文化中实用理性的最极致表现,强调什么都要直接“有用”而且要立竿见影。创新人才一旦进入“重点培养”甚至“定向培养”的轨道,很容易落入“早出人才”甚至“早拿诺奖”的迷思,从而不能接受马斯克式的“天马行空”,也无法忍耐张益唐式的在某个领域“十年磨一剑”的漫长等待,更会忽视香港大学校长、中科院院士张翔指出的现实:越是原创性工作就越多失败和挫折,也就越需要自由宽松的环境(2023年5月25日在“中关村论坛”上的发言)。中国需要仰望星空的人(朱学勤),是因为中国文化中本来就缺少超越世俗的关怀。科学工作尤其需要实验室氛围,而不是急功近利的浮躁心态。驱动技术创新的,应该是改变世界的使命感,而不是功名利禄乃至贪婪。否则,很容易再发生“汉芯”那样的欺世盗名的丑闻。从这个观点看,各种以成功论英雄的体制性名利诱惑,包括“诺奖崇拜”以及各种“论功行赏”,都是违背科学的超越精神的,利益驱动会导致创新欲望下降(参见许成钢, 2023)。在创新人才培养中,更需要防止争名夺利的现象。高调做事,低调做人,才是成就创新人才的正道。

七、结语

本文提供了有关“拔尖创新人才”培养的框架性思考。笔者第一个出发点是理解个体从潜能到发展到最后成就的过程,由此得出如何识别(包括选拔)、培养、营造创新文化的策略和手段。有效的实践有赖于对某些基本概念和理论的发展和澄清。本文第二个出发点是使理论能落实到实践的层面。任何实践都来源于现实的某种需求,同时又受制于理论预设和现实条件。比如,假如没有教育的“标准化”和“一刀切”,我们就没有必要用“丰富课程”补充教科书的局限,或用“加速”的策略来突破以年龄分级的便利但不科学的成规。因此,理论思考并不能提供解决现实问题的灵丹妙药。但是,科学的、深入的理论思考能给我们提供实践思路,使我们少走弯路。本文提出的创新人才培养的四个原则和四个误区,就来自中国和国际上的人才培养实践中的经验教训。理论思考和现实审视也能提醒我们注意:当出现问题时,问题可能出在哪里。

本文的第三个出发点是,指出创新人才从识别到培养的过程中必然会存在巨大的不确定性。我们固然愿意相信有投入就必有回报,但考虑到个体发展本身的脆弱性和变数,我们就不会觉得人才培养是件有投入就必须有百分之百回报的事情,更何况我们希望培养的是开创性的、探索未知领域的创新人才。对创新人才培养的过高期待很容易导致失望和放弃。用传统的计划经济思维来规划创新人才培养是一条歧路,因为它违背了生成原则、自主原则。我们需要的不是消除不确定性,而是在不确定的情形下做出最好的选择。我们无法要求我们培养的每个人都成为符合创新标准的合格人才,但是总体而言,历史上人才培养的大量成果都是正面的,鼓舞人心的。这正是我们应有的理论自信。

(致谢:本文的初稿和二稿征求了国内许多学者的意见,胡卫平、马淑凤、庞维国、汤超颖、杨向东提供了宝贵的反馈意见。李阳萍博士在最后的文字校对和文字规范上花了不少功夫。我的朋友吴以义博士对文中涉及科学史的部分提供了反馈意见。文中留存的谬误之处,依然是笔者的责任。戴耘工作邮箱:yundai@albany.edu。)

参考文献

- 褚宏启.(2022).英才教育的争议分析与政策建构:我国英才教育的转型升级.《教育研究》,(12),113—129.
- 贾雷德·戴蒙德.(2006).《枪炮、病菌与钢铁》(谢延光译).上海:上海译文出版社.
- 戴耘.(2013).《超常能力的本质和培养》.上海:华东师范大学出版社.
- 戴耘.(2022).教育心理学的危机:挑战和定位.《华东师范大学学报(教育科学版)》,(11),4—24.
- 戴耘.(in press).《人才学展望》.上海:上海教育出版社.
- 戴耘,蔡金法(主编).(2013).《英才教育在美国》.杭州:浙江教育出版社.
- 戴耘,付艳萍.(2019).《美国精英高中基因解析》.上海:华东师范大学出版社.
- 尤瓦尔·赫拉利.(2018).《人类简史》(林俊宏译).北京:中信出版社.
- 胡卫平,辛兵(主编).(2023).《科技创新后备人才成长规律研究》.上海:上海科技教育出版社.
- 托马斯·库恩.(1981).《必要的张力:科学的传统和变革论文选》(纪树立等译).福州:福建人民出版社.
- 兰祖利,瑞斯.(2000).《丰富教学模式:一本关于优质教育的指导书》(华华译).上海:华东师范大学出版社.
- Nickerson, R. S. (2013). 如何挫抑课堂里的创造性思维. R. A. Beghetto, & J. C. Kaufman (主编).《培养学生的创造力》(第5—9页).上海:华东师范大学出版社.
- 施一公.(2023a).关于自主培养拔尖创新人才的思考.《中国基础教育》,8,11—14.
- 施一公.(2023b).《自我突围:向理想前行》.北京:中信出版集团;郑州:大象出版社.
- 石中英.(2023).拔尖创新人才不是“拔”出来的,而是自己“长”出来的.《中国教育报》,2023年7月18日第四版.
- Sternberg, R. J. (2013). 如何进行创造力教学. Beghetto, R. A. & Kaufman, J. C. (主编).《培养学生的创造力》(第362—382页).上海:华东师范大学出版社.
- 王勇,杜学元.(2005).斯坦福大学产学研一体化模式的启示.《教育与现代化》,1,24—26.
- 许成钢.(2023).访谈许成钢:追逐顶尖杂志和一流大学,可能误导了中国的科学研究.《知识分子(公众号刊物)》,2023.6.27.

- 赵勇. (2023). 国际拔尖创新人才培养的新理念与新趋势. *华东师范大学学报(教育科学版)*, (5), 1—15.
- 朱清时. (2023). 中国教育弊病, 在于选拔而非培养人才. *外滩教育(公众号)*, 2023.8. 1.
- 朱源. (2023). 如何发现和培养高端创新型人才(零—国际创新教育论坛发言摘要). *零—论坛(公众号)*, 2023-08-23.
- Ackerman, P. L. (2014). Nonsense, common sense, and science of expert performance: Talent and individual differences. *Intelligence*, 45, 6—17.
- Allport, G. W. (1937). *Patterns and growth in personality*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Baer, J. (2022). *There is no such thing as creativity: How Plato and the 20th century psychology have misled us*. Cambridge University Press.
- Barron, B. (2006). Interest and self-sustained learning as catalysts of development: A learning ecology perspective. *Human Development*, 49(4), 193—224.
- Borland, J. H. (2014). Identification of gifted students. In J. A. Plucker & C. M. Callahan (Eds.), *Critical issues and practices in gifted education: What the research says* (2 ed., pp. 323—342). Prufrock Press.
- Bronfenbrenner, U., & Ceci, S. J. (1994). Nature-nurture reconceptualized in developmental perspective: A bio-ecological model. *Psychological Review*, 101, 568—586.
- Bruner, J. (1996). *The culture of education*. Harvard University Press.
- Cheng, H., Dai, D. Y., Yang, P., Cheng, H., & Zhang, J. (2021). QEOSA: Testing a pedagogical model of creative problem solving for preschool children. *Creativity Research Journal*, 33, 388—398.
- Csikszentmihalyi, M. (1996). *Creativity: Flow and the psychology of discovery and invention*. HarperCollins.
- Dai, D. Y. (2004). Why the transformation metaphor doesn't work well: A comment on Gagné's DMGT model. *High Ability Studies*, 15, 157—159.
- Dai, D. Y. (2005). Reductionism versus emergentism: A framework for understanding conceptions of giftedness. *Roeper Review*, 144-151.
- Dai, D. Y. (2010). *The nature and nurture of giftedness: A new framework for understanding gifted education*. Columbia University Teachers College Press.
- Dai, D. Y., Tan, X., Marathe, D., Valtcheva, A., Pruzek, R. M., & Shen, J. (2012). Influences of social and educational environments on creativity during adolescence: Does SES matter?. *Creativity Research Journal*, 24(23), 191—199.
- Dai, D. Y. (2013). How advances in gifted education contribute to innovation education, and vice versa. In L. Shavinina (ed.), *International handbook on innovation education*. (pp. 52—67). Routledge.
- Dai, D. Y. (2017). Envisioning a new foundation for gifted education: Evolving Complexity Theory (ECT) of talent development. *Gifted Child Quarterly*, 61, 172—182.
- Dai, D. Y. (2018). A century of quest for identity: A history of giftedness. In S. Pfeiffer (Ed.), *The APA handbook on giftedness and talent* (pp. 3—23). American Psychological Association Press.
- Dai, D. Y., Cheng, H., & Yang, P. (2019). QEOSA: A pedagogy that harnesses cultural resources to foster creative problem solving. *Frontiers in Psychology*, 10 (Article 433).
- Dai, D. Y. (2021). Evolving Complexity Theory (ECT) of talent development: A new vision for gifted and talented education. In R. J. Sternberg, & D. Ambrose (Eds.), *Conceptions of giftedness and talent* (pp. 99—121). Palgrave.
- Dai, D. Y. (in press). *The nature and nurture of talent: A new foundation for education and optimal human development*. Cambridge University Press.
- Dai, D. Y. & Chen, F. (2014). *Paradigms of gifted education: A guide to theory-based, practice-focused research*. Prufrock Press.
- Dai, D. Y. & David, H. (in press). Comparing gifted and talented education in China and Israel: Culture, policy, and practice. *Review of Education*.
- Dai, D. Y., & Li, X. (2020). Behind an accelerated scientific research career: Dynamic interplay of endogenous and exogenous forces in talent development. *Education Sciences* 10.220.
- Dai, D. Y., & Li, X. (2023). A multi-case study of accelerated STEM trajectories: Matthew effects re-examined. *Gifted Education International*, 39(2), 148—167.
- Dai, D. Y., & Niu, W. (2023). Looking at intelligence, creativity, and wisdom in the Chinese way: A Troika Model of mind power. In R. J. Sternberg, J. C. Kaufman, & S. Karami (Eds.), *Intelligence, creativity, and wisdom: Exploring their connections and distinctions* (pp. 79—102). Palgrave/MacMillan.
- Dai, D. Y., & Renzulli, J. S. (2008). Snowflakes, living systems, and the mystery of giftedness. *Gifted Child Quarterly*, 52, 114—130.
- Dai, D. Y., & Steenbergen-Hu, S. (2015). Special Class for the Gifted Young: A 34-year experimentation with early college entrance programs in China. *Roeper Review*, 37, 9—18.
- Dai, D. Y., Steenbergen-Hu, S., & Zhou, Y. (2015). Cope and Grow: A grounded theory approach to early college entrants' lived experiences and

- changes in a STEM program. *Gifted Child Quarterly*, 59, 75—90.
- Dai, D. Y., & Sternberg, R. J. (2004). Beyond cognitivism: Toward an integrated understanding of intellectual functioning and development. In D. Y. Dai & R. J. Sternberg (Eds.), *Motivation, emotion, and cognition: Integrative perspectives on intellectual functioning and development* (pp. 3—38). Lawrence Erlbaum.
- Dai, D. Y., & Sternberg, R. J. (Eds.) (2021). *Scientific inquiry into human potential: Historical and contemporary perspectives across disciplines*. Routledge.
- Dai, D. Y., & Zhao, Y. (2020). In search of explanation for an East Asian approach-avoidance pattern of achievement motivation. In S. Smith (Ed.), *The Australian-Pacific handbook of gifted education*. Springer.
- Dampier, W. C. (1966). *A history of science, and its relations with philosophy and religion* (pp. 102—108). Cambridge University Press.
- Duckworth, A. (2016). *Grit: The power of passion and perseverance*. Scribner.
- Dunbar, K. (1997). How scientists think: On-line creativity and conceptual change in science. In T. B. Ward, S. M. Smith & J. Vaid (Eds.), *Creative thought: an investigation of conceptual structures and processes* (pp. 461—493). American Psychological Association.
- Feldman, D. H. (1994). *Beyond universals in cognitive development* (second ed.). Norwood, NJ: Ablex.
- Finke, R. A., Ward, T. B., & Smith, S. M. (1992). *Creative cognition: Theory, research, and applications*. The MIT Press.
- Gagné, F. (2020). Differentiating giftedness from talent: The DMGT perspective on talent development. Routledge.
- Galton, F. (1869). *Hereditary genius: An inquiry into its laws and consequences*. Macmillan.
- Gee, J. P. (2007). *What video games have to teach us about learning and literacy*. Palgrave/Macmillan.
- Glăveanu, V. P. (2015). Creativity as a sociocultural act. *Journal of Creative Behavior*, 49(3), 165—180.
- Glăveanu, V., Lubart, T., Bonnardel, N., Botella, M., De Biais, P. M., Desainte-Catherine, M., . . . & Zenasni, F. (2013). Creativity as action: Findings from five creative domains. *Frontiers in Psychology*, 176.
- Gruber, H. E. (1986). The self-construction of the extraordinary. In R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Eds.), *Conceptions of giftedness* (pp. 247—263). Cambridge University Press.
- Guilford, J. P. (1950). Creativity. *American Psychologist*, 5, 444—454.
- Guilford, J. P. (1956). The structure of intellect. *Psychological Bulletin*, 53(4), 267—293.
- Hertzog, N. B., & Chung, R. U. (2015). Outcomes for students on a fast track to college: Early college entrance program programs at the University of Washington. *Roepel Review*, 37, 39—49.
- Holton, G. (1981). Thematic presuppositions and the direction of scientific advance. In A. F. Heath (Ed.), *Scientific explanation* (pp. 1—27). Clarendon Press.
- Holton, G. (1988). *The thematic origins of scientific thought*. Harvard University Press.
- Kagan, J. (2002). *Surprise, uncertainty, and mental structures*. Harvard University Press.
- Kaufman, J. C., & Beghetto, R. A. (2009). Beyond big and little: The four C model of creativity. *Review of General Psychology*, 13, 1—12.
- Kelso, J. A. S. (2000). Principles of dynamic pattern formation and change for a science of human behavior. In L. R. Bergman, R. B. Cairns, L. - G. Nilsson, & L. Nystedt (Eds.), *Developmental science and the holistic approach*. Lawrence Erlbaum.
- Klahr, D., & Simon, H. A. (1999). Studies of scientific discovery: Complementary approaches and convergent findings. *Psychological Bulletin*, 125, 524—543.
- Labouvie-Vief, G. (1990). Wisdom as integrated thoughts: Historical and developmental perspectives. In R. J. Sternberg (Ed.), *Wisdom: Its nature, origins, and development* (pp. 52—83). Cambridge University Press.
- Lehman, H. C. (1953). *Age and achievement*. Princeton University Press.
- Lewis, M. D. (2000). The promise of dynamic systems approaches for an integrated account of human development. *Child Development*, 71, 36—43.
- Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2006). Study of mathematically precocious youth after 35 years. *Perspectives on Psychological Science*, 1, 316—345.
- Lubinski, D. & Benbow, C. P. (2021). Intellectual precocity: What have we learned since Terman?. *Gifted Child Quarterly*, 65, 3—28.
- Mayer, R. E. (2005). The scientific study of giftedness. In R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Eds.), *Conceptions of giftedness* (2 ed., pp. 437—447). Cambridge University Press.
- Murray, C. (2003). *Human accomplishments: The pursuit of excellence in the arts and sciences, 800 B. C. to 1950*. HarperCollinsPublisher.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Prentice-Hall.
- Ohlsson, S. (2011). *Deep learning: How the mind overrides experience*. Cambridge University Press.

- Page, S. E. (2007). *The difference: How the power of diversity creates better groups, firms, schools, and societies*. Princeton University Press.
- Pang, W., & Plucker, J. A. (2012). Recent transformations in China's economic, social, and education policies for promoting innovation and creativity. *Journal of Creative Behavior*, 46, 247—273.
- Piaget, J. (1950/2001). *The psychology of intelligence*. Routledge.
- Pink, D. H. (2006). *A whole new mind: Why right-brainers will rule the future*. The Penguin Group.
- Plucker, J. A., & Beghetto, R. A. (2004). Why Creativity Is Domain General, Why It Looks Domain Specific, and Why the Distinction Does Not Matter. In R. J. Sternberg, E. L. Grigorenko, & J. L. Singer (Eds.), *Creativity: From potential to realization* (pp. 153—167). American Psychological Association.
- Polanyi, M. (1958). *Personal knowledge: Toward a post-critical philosophy*. University of Chicago Press.
- Renzulli, J. S. (1986). The three-ring conception of giftedness: A developmental model for creative productivity. In R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Eds.), *Conceptions of giftedness* (pp. 53—92). Cambridge University Press.
- Renzulli, J. S. (2005). The three-ring conception of giftedness: A developmental model for promoting creative productivity. In R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Eds.), *Conceptions of giftedness* (2 ed., pp. 98—119). Cambridge University Press.
- Renzulli, J. S., & Dai, D. Y. (2003). Gifted and talented education. In J. W. Guthrie (Ed.), *The encyclopedia of education* (2nd ed.) (pp. 930—936). Macmillan Reference.
- Robinson, K. (2015). *Creative schools: The grassroots revolution that's transforming education*. Penguin Books.
- Roe, A. (1953). A psychological study of study of eminent psychologists and anthropologists, and a comparison with biological and physical scientists. *Psychological Monographs*, 67(2), 212—224.
- Rogers, K. B. (2007). Lessons learned about educating the gifted and talented. *Gifted Child Quarterly*, 51, 382—396.
- Rogoff, B. (2003). *The cultural nature of human development*. Oxford University Press.
- Runco, M. (2010). Education based on a parsimonious theory of creativity. In R. A. Beghetto & J. C. Kaufman (Eds.), *Nurturing creativity in the classroom* (pp. 235—251). Cambridge University Press.
- Sawyer, R. K. (2003). Emergence in creativity and development. In R. K. Sawyer, V. John-Steiner, S. Moran, R. J. Sternberg, D. H. Feldman, J. Nakamura & M. Csikszentmihayi (Eds.), *Creativity and development* (pp. 12—60). Oxford University Press.
- Sawyer, R. K. (2012). *Explaining creativity: The science of human innovation* (2nd ed.). Oxford University Press.
- Shavinina, L. (2004). Explaining high abilities of Nobel laureates. *High Ability Studies*, 15, 243—254.
- Simonton, D. K. (1988). Age and outstanding achievement: What do we know after a century of research?. *Psychological Bulletin*, 104, 251—267.
- Simonton, D. K. (1997). Creative productivity: A predictive and explanatory model of career trajectories and landmarks. *Psychological Review*, 104, 66—89.
- Simonton, D. K. (2008). Scientific talent, training, and performance: Intellect, personality, and genetic endowment. *Review of General Psychology*, 12, 28—46.
- Simonton, D. K. (2018). From giftedness to eminence: Developmental landmarks across the lifespan. In S. I. Pfeiffer (Ed.), *APA handbook of giftedness and talent* (pp. 273—285). American Psychological Press.
- Simonton, D. K. (2022). The Blind-Variation and Selective-Retention Theory of Creativity: Recent Developments and Current Status of BVS. *Creativity Research Journal*, 35, 304—323.
- Spearman, C. (1904). "General intelligence", objectively determined and measured. *American Journal of Psychology*, 15, 201—292.
- Steenbergen-Hu, S., Makel, M. C., & Olszewski-Kubilius, P. (2016). What one hundred years of research say about the effects of ability grouping and acceleration on K-12 students' academic achievement: Findings of two second-order meta-analyses. *Review of Educational Research*, 86, 849—899.
- Sternberg, R. J. (1996a). Costs of expertise. In K. A. Ericsson (Ed.), *The road to excellence: The acquisition of expert performance in the arts and sciences, sports and games* (pp. 347—354). Lawrence Erlbaum.
- Sternberg, R. J. (1996b). *Successful intelligence*. New York: Simon & Schuster.
- Sternberg, R. J. (1999). A propulsion model of types of creative contributions. *Review of General Psychology*, 3, 83—100.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1995). *Defying the crowd: Cultivating creativity in a culture of conformity*. Free Press.
- Tannenbaum, A. J. (1983). *Gifted children: Psychological and educational perspectives*. Macmillan.
- Tannenbaum, A. J. (1986). Giftedness: A psychosocial approach. In R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Eds.), *Conceptions of giftedness* (pp. 21—52). Cambridge University Press.
- Torrance, E. P. (1963). *Education and the creative potential*. The University of Minnesota Press.

- Torrance, E. P. (1972). Predictive validity of the Torrance Tests of Creative Thinking. *Journal of Creative Behavior*, 6, 236—252.
- VanTassel-Baska, J. (2005). Domain-specific giftedness. In R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Eds.), *Conceptions of Giftedness* (2nd ed.). Cambridge University.
- VanTassel-Baska, J. (2013). From creativity education to innovation education: What will it take. In L. Shavinina (ed.), *International handbook on innovation education*. (pp. 111–127). Routledge.
- VanTassel-Baska, J., & Brown, E. F. (2007). Toward Best Practice: An Analysis of the Efficacy of Curriculum Models in Gifted Education. *Gifted Child Quarterly*, 51(4), 342—358.
- Winner, E. (1996). *Gifted children: Myths and realities*. Basic Books.
- Zuckerman, H. (1983). The scientific elite: Nobel laureates' mutual influences. In R. S. Albert (Ed.), *Genius and eminence: The social psychology of creativity and exceptional achievement* (pp. 241–252). Pergamon Press.

(责任编辑 胡 岩)

Theoretical Foundations and Practical Strategies of Developing Creative Talent

David Yun Dai

(University at Albany, State University of New York, Albany, New York 12222, USA)

Abstract: The nurturing of creative talent is a significant and urgent matter. However, what constitutes creative talent, and how to identify and educate them—these issues still await good theoretical answers and practical guidance. This article is intended to address human creative potential in terms of how it develops and leads to creative accomplishments, and how educational and social interventions can be designed accordingly to identify, nurture, and culturally support the development of creative productivity. For the nature of creative talent, the article identifies five types of innovations and three types of creative talent. For identification, it is proposed that identification should be more dynamic and developmentally responsive. For nurturing creativity, a three-phase developmental and domain-specific approach is proposed. For cultural support, several issues are brought up as to what constitutes a creativity-friendly culture. Finally, the article proposes a set of five strategic considerations for implementing such a practical agenda, and for guiding policy, the article suggests four principles to follow, as well as precaution for conceptual traps that might hinder this line of work.

Keywords: creative talent; typology of creativity; creative potential; intellectual development; talent identification; talent development; culture of innovation; education policy