

从“模仿追赶”到“创新驱动”： 科学教育的逻辑之变

倪闽景

科学教育的变革是一个世界性的命题，对我们国家来说意义更加深远，挑战更加巨大。中国共产党第二十届中央委员会第三次全体会议提出，教育、科技、人才是中国式现代化的基础性、战略性支撑。必须深入实施科教兴国战略、人才强国战略、创新驱动发展战略，统筹推进教育科技人才体制机制一体改革，健全新型举国体制，提升国家创新体系整体效能。实际上，重视科学教育是我们党历久弥新的优良传统，从1995年起科教兴国就成为重要的国家战略。那么在当前形势下，如何来理解教育、科技、人才一体化发展的重要意义，如何来理解科学教育与以往不同的要求与改革方向？只有正确把握内在的逻辑之变，才能在谋划改革和推进实践时真正达成目标。

一、从“模仿追赶”到“创新驱动”：国家发展阶段性特征嬗变带来的教育基本逻辑转向

当前，我国基础教育阶段破解“内卷”正处于攻坚期，新高考改革、新课程改革和“双减”方向正确，但学生厌学和心理健康问题仍需关注，教育改革预期目标的实现还需努力。存在这一问题的根本原因是，教育改革停留在

了负担重不重、作业多不多、考试难不难等技术问题上，改革的基本逻辑没有跟上国家发展阶段性特征嬗变的步伐。

改革开放的前四十年，我国发展的基本特点是要“模仿追赶”世界强国，与之相适应的教育的基本逻辑就是要培养“能学人所长的人才”，因此通过统一的课程教学和招生考试，选拔出那些能考高分者——具有极强学习能力的人，来重点培养。国家“追赶”的需要形成了“分数面前人人平等”这个教育的基本逻辑，由此培育了一大批能够高效地学会模仿别人先进科技的人才大军，支撑起过去几十年经济社会的“追赶型”快速发展。但是，当我国发展达到当前的规模和程度时，发展的基本特点就不再是“追赶”，而是“并跑”，甚至在某些领域需要“领跑”。靠学别人、模仿别人已经很难拉动经济社会的高质量发展、可持续发展，而必须深度依靠“创新驱动发展”。因此，“为创新而学”成为教育的新逻辑。这个新的逻辑意味着几十年来一直十分成功的教育体系亟待变革，靠“刷题”把每个学生的大脑刷成学习机器的做法显然不再对路。我们需要重构创新为要的教育体系，新科学教育呼之欲出。

作者简介：倪闽景，上海科技馆馆长（上海 200127）。

二、“面向全体学生，强调多样化和实践性”是新科学教育的价值取向

创新包含新思想、新发现和新组合三种途径。新思想来源于人类大脑神经元自发形成的新连接。我们每一个人通过学习在大脑里形成十分复杂的神经元回路，代表知道了某些已有的旧知识，而大脑在某种情况下会在复杂的神经元回路中形成一个前所未有的回路，这个时候就代表出现了一个新的想法。这种突然生成的想法大多数时候是靠不住的，但偶尔也会带来全新的思想，比如化学家门捷列夫在睡梦中看到了一张所有元素都按一定规律排列的桌子，这个梦境成为他创立元素周期表的关键灵感。门捷列夫之所以在梦中会形成新的想法，是因为他很长一段时期将当时已知元素的主要性质和原子量写在一张张卡片上，进行反复排列比较，在大脑中已经形成了非常复杂的脑神经元连接，在比较放松的睡梦状态中大脑自发形成了从未有过的新连接而带来的新念头。

新发现来源于人们对自然世界的干预行动。自然奥秘往往被深深隐藏，科学家需要像矿工一样不断挖掘，因此科学发现存在很大偶然性。英国天文学家赫歇尔（Herschel）本来的主业是一名作曲家、音乐家，但他热衷于天文观察，自己做了当时世界上最大的反射式天文望远镜，并于1781年首次发现了天王星。有意思的是，他还在偶然的实验中发现了红外线等，让同时代无数的职业科学家感到汗颜。无数的科学发现告诉我们一个道理，在探索世界奥秘的道路上，要依靠更多人来共同探究，就好比在房间里藏了一个宝贝，与其我们寄希望于人群中最聪明的人来找到宝贝，不如让大家一起来寻找。

新组合来源于把原有技术与新现象之间进行拼搭，从而产生新的技术发明。布莱恩·阿

瑟（Brian Arthur）在《技术的本质》一书中指出：“现象是技术赖以产生的必不可少的源泉。所有的技术，无论多么简单或者多么复杂，实际上都是在应用了一种或几种现象之后乔装打扮出来的。”也就是说，新的技术发明要么是旧技术与旧技术的组合，要么是旧技术与新现象的组合。比如人工智能技术出现后，谷歌的Deepmind公司把人工智能这个技术应用到蛋白质结构破译当中，发明了大模型“阿尔法折叠”（AlphaFold）。最新的AlphaFold3甚至在短短的一个月时间里分析出所有已知生命的蛋白质结构，这个就是技术组合的创造性力量。

总结新思想、新发现和新组合三种创新途径的作用特点，我们可以发现其共同特征：创新要把希望寄托于更多的人身上，让每一个人都拥有科学知识，从而能产生新想法；让每一个人都通过动手探究来发现新现象；让每一个人都通过不一样的组合来开发新技术。近年来，我国一直在努力推进基础教育优质均衡发展，其目的就是要确保每个孩子都能享受到优质的教育资源，让每一个人都拥有基本的科学素养，让每个人都拥有创新的可能。当然，如果每个人的知识结构、思维方法和实践手段都一样，那还是不能创新。我们不仅需要寄希望于每一个人，还需要让每个人拥有不一样的大脑去开展多样化的实践。

每一个学生未来都有可能实现创新。这需要两个方面的努力，一方面需要通过学科教学，让学生掌握基础知识、形成基本思维能力，寻找到不同的兴趣领域，进而形成有大量未知空间的知识框架，而不是形成全部充满、没有未知空间的“知识土堆”。最具创造力的人，肯定不是知识最多的那个人，而是在某个或某几个领域可感知未知知识最多的那个人。因此，新科学教育不要追求让每个人学得更多，而是要追求让每个孩子学得更多样。另一

方面,需要通过教育实践活动,增强孩子的自主性、行动力和韧性,需要更多的自主时间和空间,这需要通过大幅度增加课程内容的选择性和考试的选择性,来减少每个孩子必须学习的内容要求。这也是新高考改革的基本思路。

三、新科学教育实践层面的七个改革要点

教育变革是一项系统工程,当我们能够清晰理解当前教育逻辑之变的内涵时,就更容易把握住改革的要点环节,实现科学教育的成功变革。

第一,降低课程标准中统一要求的知识内容,突出核心素养,增强选择性。目前课程标准统一要求的知识内容总体上依然过多,同时在教学特别是考试的时候又存在不能“超纲”的现象,这是“为创新而学”逻辑下最需要突破的现状。一方面,课程标准是所有学生应达标的“基准”,由于考试时视课程标准的要求为考纲,对于课程标准的内容往往会深挖、拔高,导致绝大多数孩子在完成这个统一规定的学习内容时已经精疲力竭,很难再进一步追求个性、兴趣;另一方面,当前“超纲”成为教学和考试当中要避免的事情,学生如果提出超过课程标准的问题,老师的回答往往是“不考的,不要问!”这导致学生学习的范围、开拓精神受到了限制。而世界上很多国家的课程标准对知识的统一要求较低,也就是说,绝大多数学生都能完成这些学习要求,在完成这个比较低的统一学习要求基础上,鼓励自主选择自己喜欢的领域不断突破。我国课程标准的“基准”功能在当前的教学实践中并不明显。目前我们采取允许部分人可以突破课程标准的做法,主要是针对少年班、创新班等所谓的资优孩子们拥有的专利,这种“掐尖”的做法,既对进行超前拔尖培养的孩子不利,也对其他孩子的自主发展“不公”。

第二,倡导多样化的教学实践。创新源于多样化的大脑与实践,在教育教学层面主要体现为多样化的课堂教学,其目的是培养多样化的人才。因材施教的本质是通过教学的多样化,实现学生兴趣的多样化。而我们目前的教育改革改来改去,还是通过每个人学一样的知识让他们去考一样的考卷来争取一样的高分,这并没有体现国家发展和教育改革的逻辑之变。优秀的创新人才是那些拥有基本知识结构和思维能力、拥有强烈的兴趣特长和使命感的人。当我们突然明白,我们不再追求一样的高分,而是追求多样的学习,那么就能理解多样化的好处是:在教育过程中出现错误、存在缺点是否能够增加未来创新的可能性?我们看学科、看学习、看孩子的眼光是否就会不一样了呢?

第三,招生考试改革要基于“基础知识+综合素质”方向推进。中国共产党十八届三中全会通过了《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》,明确了“探索招生和考试相对分离、学生考试多次选择、学校依法自主招生、专业机构组织实施、政府宏观管理、社会参与监督的运行机制”的改革方向,着眼于从根本上解决“一考定终身”的弊端。但是很多人把破除“一考定终身”理解为多次考试,导致考试越来越多,分分计较的逻辑进一步夸大,竞争更加激烈。实际上,增加考试的选择性,其目的是减少考试科目,提高人才的多样化,而不是增加考试的次数,增加学习的内容。高校在招生时,如果在统考成绩达到一个相当的要求的基础上,其他按照综合素质和特长情况自主录取,就能引导学生从只关注解题转向为研究性学习和项目化学习,转向为形成个性化的知识结构和综合能力素质。同时,需要警惕自主招生可能滋生的腐败问题,因此我们需要探索不给任何人留下腐败空间的综合素养评

价招生机制。

第四，动手实践是新科学教育的突破口。我们的科学教育特别需要加强的部分是动手实践。行动是创造力的源泉，没有行动就没有新思想、新发现、新组合。要解决这个科学教育的难题，需要突破四个方面：一是所有学校需要加强实验室建设，配备充分的实验器材和实验条件；二是所有理科教师要加强培训，提高实验探究能力和实验指导能力；三是在教学和评价环节明确规定对动手实验的具体要求；四是鼓励社会力量和家庭给学生创设更多的实验空间和实验角，形成动手实践的文化氛围。

第五，树立人人都是科学教育工作者、处处都有科学教育资源的理念。科学教育不仅是科学教师的事情，从塑造多样化的大脑的角度来看，每一名教师都在为塑造不一样的大脑提供支持，每一名教师都是科学教育工作者。因此，一方面要提高科学教师的专业化水平，另一方面也要提升全体教师的科学素养和育人理念，在所有教育教学活动中，都能体现科学精神、传递科学方法。科学教育资源确实存在区域和校际不均衡的情况，但是如果正确理解科学教育，那么处处都充满了科学教育的资源，学校门口面包店、学校里的小池塘、学校旁的水稻田，都充满了科学观察和探索的机会，关键在于学校的想象力，在于教师把环境转化为学习资源的能力。

第六，充分发挥校外教育的重要作用。校外教育属于非正式教育的范畴，学科性和系统性不强，但校外教育有几个特别重要的特征：一是校外教育比较“快”。科技发展速度远快于学校教育的变革，校内教育内容就可能滞后于科技和社会的发展，因此校外教育可以发挥“快”字特点，通过讲座、电影、短视频、绘本、展览、微课程等形式，快速地把新知识

传递给学生。二是校外教育比较“杂”。科技发展和新发现百花齐放、领域丰富，正好可以为孩子们提供多样化的学习内容，满足孩子们多样化的兴趣需要。三是校外教育比较“散”。校外教育不受课程标准和课时限制，也不存在考试压力，可以完全按照孩子们自己的需要来选择内容和进度，也完全可以按照内容来形成不同于校内课堂教学和项目化学习的学习方式。

第七，把握住人工智能赋能科学教育变革的机遇。人工智能对于教育改革的机遇不是从学习内容角度考虑的，而是从解决教育自身的技术难题考虑的。人工智能将替代所有把人作为工具的工作，未来每个人都将拥有前所未有的、强大的智力工具来投身到自己感兴趣的研究与创新活动之中。人工智能更能在教学多样化、因材施教方面发挥重要作用，是科学教育转向的一次重大机会。比如在考试招生中把传统的纸笔测试转为以问题解决能力为导向的考试，人工智能在考试评价领域的应用将是一个拥有巨大潜力的研究方向。除此之外，人工智能在“一对一”个性化学习方面可以提供分析与支持，让每个人学得都不一样。

教育逻辑之变是一个十分严肃的课题。人类因为不断创新才学会了直立行走和使用工具，也正因为不断创新才拥有了语言文字、创造了辉煌的人类文明和科学技术。现在，原创性科技已经成为国家发展的核心动力。可以想象，在不远的将来，在人工智能、量子计算、聚变能源、脑科学等方面将会涌现更多颠覆性的发现与技术。我们的中小学科学教育责任重大，变革尤为急迫。

（责任编辑：张一鸣）