

从科学中心的崛起谈科普教育创新

李象益

一、科学中心的崛起推动科普教育创新

1957年10月4日，发生了一件震撼全球的事件——苏联发射了第一颗人造卫星，这一事件引发了当时世界范围内科学教育的重大变革。美国人将他们落后于苏联归因于未能进行教育的改革，随之掀起了一场声势浩大、影响深远的科学教育改革运动。在这场运动中，核心问题是如何培养创新人才。于是，美国人放弃了杜威发起的进步主义教育运动，转而推崇布鲁纳的发现学习和探究式教学。

在这种背景下，参加过“曼哈顿计划”而后成为一位中学物理老师的美国物理学家弗兰克·奥本海默（Frank Oppenheimer）——他是“曼哈顿计划”领导者罗伯特·奥本海默（Robert Oppenheimer）的弟弟。通过教学实践，他认为当时的教育理念、教育方式束缚了学生创造力的培育，所以决心要改革教育，培养创新人才。于是，他在旧金山的一个马棚里，制作了以物理学为基础的500项参与、互动的展品，创建了旧金山探索馆，其教育的理念、目标是培养青少年和公众的创新思维和创造力，而不是传统上重视知识的普及与传播。其匠心得到了全世界的公认，从此开启了科学中心的时代。

科学中心的由来，要从科技馆、博物馆的历史沿革说起。在科学萌芽的时代，人类对自然界的研究还是宏观和描述性的，这时就产生了最早的自然博物馆。自然博物馆是科学家和探险家们的工作成果的检阅场所，他们把世界各地进行旅游考察发现的动物、植物、矿物的标本带回博物馆里，一部分作为研究资料，同时选择一部分陈列出来供人参观，当时主要的宗旨在于从进化论的视角，探索科学发展的规律和未来。自然博物馆的起源可以追溯到古希腊，近代主要出现在18世纪中叶到19世纪中叶，其中具有代表性的是1753年始建的大英自然博物馆。

第一次工业革命的出现，留下了宝贵的遗产，促成了工业技术博物馆的诞生。最早出现在19世纪初到20世纪初，其中具有代表性的是1802年成立的法国工艺研究院的技术博物馆，1857年成立的英国科学博物馆，1903年创建的德意志博物馆，它们都是工业革命的产物。

随着科学技术的进步和教育不断深化的诉求，工业技术博物馆的展示方式不断发展。为了向观众说明机器的内部构造和工作原理，科技博物馆的工作人员们采用了把展品“剖开、可动、参与”的理念和措施，例如当年把一个火

作者简介：李象益，联合国教科文组织卡林加科普奖获奖者，中国自然科学博物馆协会名誉理事长，中国科技馆原馆长（北京 100029）。

车头剖开展示，同时让它可动，让公众看它的结构，了解蒸汽如何推动活塞使四连杆机构驱动车轮带动车体前进的，并且让观众动手、参与，这就比陈列的方式更加体现出深度教育。当年率先大量采用观众操作展品的德意志博物馆，曾获得“按电钮博物馆”之称。实践证明，这在科技博物馆的历史上开创了深度教育的先河。

20世纪40年代出现了法国巴黎的发现宫，它的展示内容和方式区别于以往的反映收藏为主的博物馆，而是每一个展品都要反映科学的原理和应用，这种教育理念带有颠覆性的变革，从而形成了现代科技馆的雏形。

现代科技馆理念的提升，推动了展教方法的变革。这就使科技博物馆发生了质的变化。进入21世纪，随着科学教育的不断深化发展，已经为科学中心时代的到来打下了基础。一种适应于时代要求、更加关注人的能力和思维提高的科学中心，也便应运而生。

科学中心的科普教育有四个基本特征：第一，重视传播面向未来，具有前瞻性、导向性的科普内容，如当前应重视反映新一轮技术革命、国家科技发展战略所包含的重要领域；第二，具有科学性、知识性、趣味性的融合教育；第三，强调科学知识、科学思想、科学方法的结合；第四，通过参与、互动、体验的教育方式，让公众与青少年在实践中探索与发现。

从普及的角度来看，科普教育的目的在于提升全民的科学素养。科学素养是一个综合目标，包括公众对科学知识的理解、对科学与技术的应用能力、具有正确的科学思想和方法以及科学的精神与价值观等。从提高的角度来看，科普教育的目的在于培养创新人才。

弗兰克·奥本海默提出的科学中心的理念和宗旨，对于当前我国推进建设科技强国

战略，培养创新人才，依然有着重要的现实意义。

二、科普教育要提高到思维变革的新高度

我们的时代已经不是知识传播的时代，而是一个思维变革的时代。科普教育要从知识普及中走出来，把科普教育从知识层面的普及提高到培育思维的新高度。

著名数据科学家舍恩伯格（Schönberger）指出，大数据正在引发我们的生活、工作和思维的变革，开启了一次重大的时代转型。例如，科研人员在患有帕金森病的160万个病例中发现，割过阑尾的人占有相当的比例。割阑尾和帕金森病是完全不相关的两件事，但大数据的全样本采样却出现了这种关联，这使得人们开始关注这两者之间的关系。这种转变的重大意义在于，它为科学研究提供了新的思路和途径。这正是舍恩伯格指出的大数据“放弃对因果关系的渴求，而取而代之关注相关关系”，大数据引发了我们思维方式的重大变革。

早在20世纪40年代，我国的“两弹一星”元勋钱学森联想到用石头“打水漂”在水面上弹跳的物理原理，提出了“钱学森弹道”理论。如今，我国“东风-41”洲际导弹的射程能够达到14000公里，正是运用了这一理论，将导弹发射至大气层外，在大气层上弹跳而获得成功，这个成功得益于联想思维的运用。

在大数据和人工智能时代，生成式大数据模型等技术的出现，使得比知识更重要的思维能力培养成为时代的要求。思维能力关系到个人的适应性、创新性、终身学习能力以及与技术互动的能力，因此要大力开展培育公众和青少年的联想思维、逆向思维、发散思维、跨界思维和颠覆性思维等的活动。

三、推进科普教育创新的理念与方法

科普要开展深度教育，使青少年不仅了解知识本身，还能理解其背后的原理和逻辑，也就是不仅要知道“是什么”，还要知道“为什么”。这涉及元认知的概念，即对自己认知的再认知，在科普教育中强调“问题比答案更重要”的理念，鼓励公众和青少年学会思考与提问，要不仅仅接受现成的知识，而且要引导他们进行深度学习。例如，人工智能AlphaGo之所以能战胜围棋世界冠军柯洁，在于人工智能系统背后的技术支撑，具备快速运算和海量存储的能力，从而掌握了大量的围棋棋谱，并通过深度学习和强化学习，极大地提升了系统的围棋对弈水平。

过程教育是培养公众科学思想和方法中的一种有效途径。以科学发现为例，每一项重大的科学发现都不是一蹴而就的，而是经过无数次尝试的过程，过程中含有丰富的由“不认识到认识”、由“错误到正确”的科学思想和方法。比如我国“嫦娥四号”卫星，首次观测到月球背面，这项突破性的科学成就是中国科学家运用了拉格朗日点的这一特殊位置，设置了一个“鹊桥”卫星，使我们能够从特定角度观测到月球的背面和地球。我们要让公众和青少年了解到在科学探索的过程中，运用怎样的科学思想和方法，才能获得这样的科学成就。

四、抓住本质，扎实推进科普教育创新

进入21世纪，科普教育经历了泛在学习、翻转课堂、STEM教育/STEAM教育、创客教育、探客教育、项目式学习等多种教育模式的探索。在科普教育的实践中，我们必须始终坚持先进的教育理念。没有创新的理念，就没有创新的实践。虽然我们对这些教育理念都有一定的认识，但在实际操作中，往往难以将其真

正落到实处。

例如，创客教育的核心目标在于培养青少年的创造能力和创新精神，旨在引导他们探索未知领域，培养他们解决“0到1”问题的能力，而非仅仅重复他人已解决的问题。我们需要鼓励青少年勇于尝试、敢于创新，让他们在开放性的学习环境中，充分发挥自己的创造性思维。要实现这一目标，我们应该鼓励他们自主选题、自主研究、自主完成，使他们从知识的消费者转变为知识的创造者。在这一过程中，我们还要注重培养青少年的价值观，如开源、开放、合作、共享的精神文化，要有把自己的观点、想法放在网上，去进一步征求大众意见，实现资源共享，在共享合作的基础上丰富自己的创作，培育共情感。当前的科普教育创新要解决的问题是摒弃形式主义，不搞“天下文章一大抄”，抓住通过教育培养人的创新思维、创造力的本质。

五、强化拔尖创新人才的早期培养

2023年2月21日，习近平总书记在二十届中共中央政治局第三次集体学习时强调，要在教育“双减”中做好科学教育加法，播撒科学种子，激发青少年好奇心、想象力、探求欲，培育具备科学家潜质、愿意献身科学研究事业的青少年群体。这一指示不仅为科学教育指明了方向，也凸显了科学教育在教育改革中的引领作用。目前，加强科学教育已成为世界范围内的共识，科学教育正推动着教育的创新和改革，我们必须深入研究并落实拔尖人才的早期培养，探索其培养路径和方法。

北京市已提出“面向全体、早期发现、贯通培养、大中衔接”的创新人才培养策略。其中，面向全体和早期发现意味着在开展普及性科学教育的基础上，尽早发现那些在某一学科领域具有浓厚兴趣和特殊潜质的“偏才怪

才”。贯通培养和大中衔接则意味着构建一个从小学到中学再到大学的连续培养体系，确保学生能够在稳定的环境中持续发展，避免因频繁更换学习环境而中断成长轨迹。在贯通培养的过程中，我们还需要实施弹性管理，允许学生根据兴趣和特长进行灵活调整，使教育更具灵活性和适应性。

针对当前科学教育中存在的问题，可以从以下三个方面着手解决。一是加强专业指导教师的培训，加强与科研院所、高等院校和创新企业等机构的合作，提高专业指导教师的水平，使他们不仅掌握某一学科的知识，还要具备跨学科综合素养；二是开发特色课程，更加注重综合创新素质的培养，引导和支持学生参与科学实践活动；三是优化评价体系，逐步建立起一套基于过程和阶段性成果的拔尖创新人才发现和评价机制，持续跟踪学生的成长过程。

六、新人文主义下的科普教育创新

2015年，联合国教科文组织发表了一份具有深远影响的战略性报告《反思教育》。该报告强调教育的目标不仅是关注个人利益，更要关注全球的共同利益，标志着教育理念的重大变革。过去，教育的目标是提升个人素养，而现在则更加注重为共同利益作出贡献，由“公共利益”的理念转变为“共同利益”的理念。

新人文主义的本质，就是教育的目标不但满足自我的需要，而且要满足更多数人的需要。新人文主义下的科技教育，不是单纯地追求科技成果，而是要看这种成果对社会、对环境、对他人、对全人类是否能产生真正有价值的推动作用，要为可持续发展、与自然和谐共处而采取行动，这就是要解决“小我”与“大我”的关系问题，从青少年开始就要树立“人类命运共同体”的价值观。

从20世纪中叶弗兰克·奥本海默创建探索馆，运用参与、互动、体验的主动学习的教育方式去认识世界；到互联网时代兴起的创客教育与探客教育，其目标是创造世界；在新时代，倡导新人文主义下的科普教育，是在人文文化与科学文化融合下，进一步提高科普教育的目标，使其更加适合人类命运共同体的理念，这必将使科普教育迎来更加繁荣与光辉的未来。

为了实现这一目标，我们需要进一步培养公众与青少年的科学精神。可以以我国科学家的事迹和故事，宣扬科学精神和科学家精神，如通过“两弹一星”功勋人物的事迹，让青少年感受到科学家们的精神风貌，培养他们的爱国主义情操。此外，我们还可以通过实践活动，让青少年开阔视野，树立合作共享的意识。未来的创新不再是单打独斗，而是需要各个领域团队合作、共享和互助。因此，我们需要在科普教育中更加关注培养青少年的合作沟通能力。

在贯彻落实党的二十大精神的新征程上，我们要加强对科普教育的理念、目标、路径和方法的研究，注重自然科学与人文主义的融合发展，为提高公众和青少年科学素养，营造拔尖人才早期培养的新生态，实现强国战略目标，作出我们的新贡献！

（责任编辑：穆建亚）