



我们为什么要探索人脑的奥秘

□ 蒲慕明



蒲慕明，1948年出生，中国科学院院士，美国科学院外籍院士，现任中国科学院脑科学与智能技术卓越创新中心学术主任，上海脑科学与类脑研究中心主任。他是国际著名的神经生物学家和生物物理学家，他建立的“光漂白”技术至今仍是测量细胞内蛋白运动速度的标准实验方法，他在膜蛋白动态运动、神经元发育和轴突导向、突触形成和可塑性、神经环路的功能等领域都有重要贡献。

大脑是人体中最复杂的器官。它只有大约1.5千克，但却是我们所有智慧的来源。人类的大脑究竟有什么特别之处？它又是如何工作的？科学家们一直在不断探索。尤其是出于对人工智能开发和大脑疾病防治的迫切需要，人们对脑科学有了更强烈的期待，也因此让脑科学成了科研热门中的热门。当前，以人工智能为代表的新技术，成为推动第四次工业革命走向深入的重要力量，给经济、社会、文化等多领域的发展带来深刻变革。但是，因为对大脑工作方式的了解有限，人工智能的开发与研究仍处于比较低的水平。未来，可不可以充分模拟人类大脑，研发出更高级的人工智能技术？人脑与机器能否高度融合？这一切，都需要建立在对脑科学全面研究的基础之上，都需要我们不断揭开人脑的奥秘。当然，其中也包括影响人脑健康的复杂因素。据世界卫生组织统计，目前全球有超过5500万人患阿尔茨海默病。类似的重度脑疾病，还包括幼年期的自闭症、智力障碍，成年期的抑郁症和各种成瘾行为。目前，这些重度脑疾病已经成为患者本人、患者家庭乃至整个社会的沉重负担。那么，这些脑疾病是怎么产生的？新的科技研究成果，能不能更好地预防和治疗脑疾病？而未来的脑科学与人工智能的融合发展方向又是什么？这些都是迫切需要脑科学专家研究回答的关键问题。

克隆猴子的科学意义不一般

现在脑科学之所以吸引人，主要就是因为很多未知问题导致的。未知的东西、神秘的东西越多，这个领域越有发展前景。

做基础脑科学主要就是研究认知原理。认知原理可分两类：一种是基本认知，感觉、知觉，还有学习、记忆、情绪、情感、注意、抉择，这是很多动物都有的。但是有些高等认知功能，只有高等动物才有，比如共情心、同情心、亲社会行为、合作行为、有意识、语言等。

要研究这些高等认知功能，就需要对非人灵长类动物进行深入研究。克隆羊“多利”诞生之后，所有哺乳类动物，除了灵长类以外都被克隆了。灵长类没办法克隆，有很多人试了，包括美国国家灵长类中心的团队，试了好多年都没有成功，所以大家基本都放弃了，认为这件事做不成。因为灵长类跟其他哺乳类动物，很不一样，它们特别容易受损，很难

移植，可能也有其他遗传进化的原因，使它们不能够被克隆。

因为体细胞克隆技术可以在短期内批量生产遗传背景一致的动物，所以在科学研究中，它被认为是构建动物模型的最佳方法。而猴子等灵长类动物与人类的亲缘关系最近，所以对克隆猴等灵长类动物进行研究，对人类更具有价值。但是，自克隆羊“多利”出来以后，虽然有很多实验室尝试用体细胞克隆猴，但是都没能成功。中国科学院神经科学研究所通过5年的持续攻关，最终克隆出的两只健康存活的猴子——“中中”和“华华”，入选了“2018年度中国科学十大进展”，同时也是该领域世界级的重大突破。

脑机融合初试锋芒

脑科学研究除了对防治脑疾病有决定性意义外，还能帮助我们开发出更接近人脑的智能，为人类服务。“脑机接口”，也称作脑机融合技术，就是通过芯片或传感器，用大脑控制各种设备，这或许会成为未来人工智能的一个热门方向。2020年8月，马斯克的公司实现了将芯片植入猪脑，芯片能够感应温度气压的变化，能读取脑

电波、脉搏等生理信号，能通过发送信号刺激大脑神经元细胞做出相应的反应。2021年4月，马斯克的公司又实现了猴子用“意念控制”光标打游戏。如果这项技术应用到人类身上，不仅能治疗大脑损伤和缺陷，还能大大增强人类的认知与行为能力。

不过，也有很多人开始忧虑，如果未来脑科学推动人工智能研究取得更大突破，机器会不会和人一样有思想、有情感、有意识，它们还能和人类和谐相处吗？目前，机器与人脑相比还有多大差距？脑机融合技术的前景如何？我们对未来人工智能的种种担忧有必要吗？

脑机接口中的应用相当广泛，脑机接口有两类：一种是非侵入式的，一种是侵入式的。用脑电波的，就是非侵入式的。这种非侵入式接口非常有用，比如从脑波判断大脑状态，辅助疾病诊断。另外一种就是侵入式的，侵入式的就是直接把电极插入到大脑皮层。侵入式的好处是可以更准确地记录大脑的反应，知道哪个区域做出来的反应。侵入式的电极在医疗上面用途也很广。

有些脑机接口是闭环式的，可以调控大脑功能。比如可以非侵入式地记录脑电波，观察一下脑的状态，然

后作反馈脑刺激，让大脑进入睡眠态，或者进入清醒态，都很有用。睡眠有问题的人很多，即使吃安眠药都没效果，这种脑机接口的调控模式，就可以成为帮助睡眠的工具。还有长途驾驶时，可以通过观测司机的大脑状态，及时作出提醒，这样使司机能够保持正常工作。

如何让脑科学研究造福人类

类脑人工智能属于前沿科技，也会遇到很多社会伦理问题。比如说现在，我们研究人员可以控制别人的大脑，可以电刺激，可以读别人的大脑，谁有权来控制这个？父母可不可以对孩子做这个行为？医生什么情况下可以调控患者的大脑？这些行为都要有伦理标准。

现在研究大脑，研究脑疾病，研究各种药物治疗、各种康复手段，都是要修复大脑，保护大脑。还有一个路径，就是增强大脑智能。比如运动员吃兴奋剂，就可以跑得比别人快，这个就是不被允许的。

还有一个问题就是，人工智能可以取代什么职业。现在的大公司，都想发展通用人工智能。以前的机器人

都是做一样的工作，就是做装配，现在要做更强的机器人，很多人就被替代了。当然大公司愿意用机器人，因为省钱，机器人可以一天工作24小时。那么，社会上就会出现失业问题，而每个国家面临的情况又不一样，发展中国家跟发达国家也不一样，这些都是发展类脑人工智能要面临的问题。

假如有一天，真正跟人差不多的一群机器人出现，这群机器人有自我思考能力，那时的社会应该是怎么样的一个社会，这是我们需要认真考虑的。这可以算是伦理问题，也是社会问题。我们必须设计出一种模式，将来发展出来的人工智能，通过管控，能够更好地服务人类、造福人类，而不会有危害，这是未来制定标

准时需要把握的方向。

近几年，全世界掀起脑科学研究的浪潮，这个浪潮在欧美、日本都引发了国家性的脑科学计划。我们中国科学家在过去几年中也做了很多努力——积极推动中国脑计划的启动。中国脑计划相比其他几个国家的脑计划会有所差别。我们是聚焦多方面，包括脑科学现在一些基本的问题、脑疾病的诊断治疗、脑启发的人工智能。这三个领域都在脑计划范围之内，而且这个脑计划是配合中国中长期科学的战略规划，计划是到2035年。内容的主体是做基础研究，就是做脑认知功能的神经基础。要知道大脑的环路，知道它的功能，也要知道大脑的发育是怎么进行的。在这个基础主体之外有两翼，也就是“一体两翼”，“一翼”是希望能够研发出各种脑机接口，比如用大脑的信息控制机器，就是调控大脑信息的技术；能够研发出新的计算方法，人工智能研究中机器学习的方法是关键，希望能够开发出类似人脑的机器学习的算法，还有各种类似人神经元、神经网络的器件，以及各种智能体、机器人等等。未来的人工智能产业，可以从这“一翼”发展。另外“一翼”，就是脑疾病，有了认知功能的基础，就可以对很多和认知相关的重大脑疾病进行早期诊断，在还没有发病之前，能够发现各种指标出现变化，就可以及早干预很多疾病。像退行性的疾病，发展到后期就很难治，早期干预是最好的模式。这需要进行很多临床大数据的收集，作为研究基础。中国脑计划在这“一翼”的出口就是健康产业，这“一翼”对各种医疗器件的产业发展，也会有很大的好处。通过中国脑计划的实现，希望我国能够在重要的前沿领域有一席之地。

如果人类的技术足够成熟，我最想为大脑增加“共情心”这个功能，基因经过代代遗传，在形成帮助人类个体稳固生存的家庭、种族的同时，也为整个人类社会的进步造成一定的阻碍。人们应学会“共情”，学会互相理解，这样才能一道克服人类面临的众多难题，人类文明才能更加进步。



学习时报与央视中国经济大讲堂台办

更多精彩内容扫码看视频

与科技创新同等重要位置 把科学普及放在

□ 朱培蕾

近日，中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《关于新时代进一步加强科学技术普及工作的意见》，要求坚持把科学普及放在与科技创新同等重要的位置，强化全社会科普责任，提升科普能力和全民科学素质，推动科普全面融入经济、政治、文化、社会、生态文明建设，为实现高水平科技自立自强、建设世界科技强国奠定坚实基础。

科学普及是实现科技创新向生产力转化的重要桥梁

科学普及简称科普，是指普及科学技术知识、弘扬科学精神、传播科学思想、倡导科学方法的活动。原始状态的科普现象在古代就已经存在，包括经验性的知识传播（如用火）、专门化的技术知识交流（如冶炼）和理论化的科学知识普及（如天文学、几何学、力学）三种形态。作为大规模社会历史现象出现的科普活动，通常指近代科学诞生以来的科学普及。

科学技术是第一生产力，但科学技术这种以知识形态存在的潜在的生产力，必须通过科学普及才能转化为现实的生产力。一方面，科学普及把科技创新产生的新知识、理论和方法，通过改造生产工具、技术等物的要素转变为生产力；另一方面，通过提高劳动者的科技素养，使劳动者掌握科学技术知识和具备劳动技能，即通过人的要素转变为生产力。所以说，如果没有17世纪的科学革命，没有牛顿力学、物理学在18世纪的大普及，就不会有18世纪的技术革命，不会有以蒸汽机为代表的动力革命成果的推广和传播，先进的生产力不会降临人间，19世纪资本主义的经济大繁荣也不可能实现。如果没有19世纪卡诺、焦耳等人的热力学和内燃机理论以及20世纪初空气动力学、流体力学的普及，汽车、航空、造船技术和今

天种类繁多现代化的交通工具根本不可能出现。同样，如果没有20世纪以量子力学和相对论为核心的物理学变革，没有计算机理论和技术的广泛传播，电子技术就难以转变为巨大的生产力，今天也不可能有那么多的信息技术产品丰富着人们的物质文化生活。

科学普及与科技创新互相融合渐成趋势

科学技术的发展具有积累性和继承性。从科学里一些全新概念的提出到革命性理论的诞生，都是以前人积累的知识为基础的，而科学知识的积累和继承离不开知识的传播与普及。科技创新生产出新知识新思想，科学普及则将新知识新思想变成公众所能理解并接受的大众知识和大众文化，并不断促进人类知识的继承、积累和交流。通过科普，往往能够发现和培育出一些科学的突破口和新生增长点，而科普中的科学幻想也经常成为科学发明的前奏。历次科技革命和世界科学中心转移的历史表明，科学普及与科技创新犹如高原和高峰的关系，只有厚植高原沃土，高峰才能愈加雄伟，只有科学普及持续推动科技创新，人类科技的文明之花才能不断绽放。

进入21世纪以来，全球科技创新空前密集活跃，科学研究的深入和技术手段的突破引发了科研范式的转变，各学科领域深刻交叉融合、广泛扩散渗透。同时，现代科学的发展日新月异，知识更替、技术老化已是常见现象，人类近30年来所取得的科技成果比过去2000年的总和还要多。在这种情况下，广博的科技知识已然成为攀登科学高峰必需的基础。科学普及不但需要在广大群众中作为“启蒙科学”来觉悟思想、增长知识，而且需要在科技专家中作为“边缘科学”“交叉科学”来沟通信息、增进发

展。科普不仅需要面对群众的一般性科普，还需要面对科技工作者的深度科普。现代科普的重要社会功能之一就是为科技工作者客观全面地提供当前科学发展的进程和趋势，介绍各个学科领域里的新成就和新的科研方法，为科学工作者提供新的思路 and 思想武器。在知识爆炸的时代，如果科学家不注意及时通过科普汲取新的科学营养，那么几年之后就可能被围困在自己专业领域的“信息茧房”中难以突破。

科学普及与科技创新互相融合新成趋势，科学普及作为国家科技创新体系链条上的重要环节，其重要性和战略地位进一步凸显，迫切需要我们改变“重科创、轻科普”的状况，提升对科学普及与科技创新同等重要的基本认识，加快健全二者同等重要的制度安排，全面提高科学普及的有效供给水平。

科学普及是实现公民科学素质提升的有效途径

当今世界，科技创新成为国际战略博弈的主要战场，围绕科技制高点的竞争空前激烈。未来，世界各国综合国力的竞争归根到底是科技实力和人才的竞争，人才竞争的关键是劳动者的素质。科技进步日新月异，生命科学、人工智能、星际探索、新能源新材料等新技术浪潮，不断刷新人类原有的知识体系和认知维度，科技突破的周期越来越短，人们的科学素质需要及时跟上世界科技发展的步伐。从我国第十一次公民科学素质抽样调查结果来看，我国公民的科学素质水平与发达国家相比仍有较大差距，不同地区、不同年龄段之间的公民科学素质发展不平衡的现象比较突出，科学素质培养重“死”知识宣传、轻“活”思维方法等问题广泛存在。科学普及程度，已成为制约我国经济社会



天宫课堂第一课

发展水平和民族创造力的重要因素之一。加强科学普及、提升科普质量，对有效提高公民科学素质，营造热爱科学、崇尚创新的社会氛围至关重要。科学普及滋养科学兴趣。一方面，几乎所有的科学家、技术专家都是从接受科普开始个人的科学生涯；另一方面，当个体成长为科学家、技术专家之后，还需继续通过各种渠道从科普中汲取营养，才能继续前进，不断创新。我国科普教育的国家品牌——由航天员担任“太空教师”，采取天地协同互动方式开展的“天宫课堂”，就在一代人的心中播下了追逐航天梦想的种子，燃起了广大青少年不断追寻“科学梦”、实现“航天梦”的热情。

科学普及传播科学知识。弗朗西斯·培根说过：知识的力量不仅取决于其自身价值的大小，更取决于它是否被传播，以及被传播的深度与广度。科学知识的生产者队伍日益庞大，科技文献数量持续海量增加，科学知识的及时高效传播直接影响到科技创新及其成果的应用。不管是在科学共同体内部还是对社会公众而言，仅仅依靠国民教育体系传授知识，一些内容可能滞后于科学前沿。相比之下，科学普及手段灵活多样，受众更

为机动全面，能够及时动态地传播新知识、新方法、新理念。同时，高质量的科学普及是有效应对网络谣言或虚假信息、消除网络反科学和伪科普流传的重要途径。现代社会中，人一生只有大约10%—20%的知识是从学校获得，更大量的知识是在走上社会后通过各种学习途径获得，科学普及正是人们离开学校、投身于社会后获取知识的一条重要渠道。

科学普及弘扬科学精神。除了科学知识的普及，科学普及很重要的功能是科学方法的传播和科学精神的培养。科学普及要做的不仅仅是让公众知道一些科学事实，更重要的是，能够让公众知道科学是需要不断发现、探究、证实的过程。通过科学普及，倡导崇尚科学、追求真理、一切按客观规律办事的科学思想，弘扬求真务实、不畏艰险、勇往直前、开拓创新的科学精神，培养追求真理、勇攀高峰、敢于质疑、勇于创新的科学人才，从而推动科学事业不断向前发展。

