科技战略

正确解读 美国“国家微生物组计划”

□ 王小理

2016年5月，美国政府宣布启动“国家微生物组计划”，这是一种相对小型规模的国家级综合性科研计划。由于缺乏对相关事件前因后果的历史性、综合性分析，加上存在科技概念炒作和追风倾向，部分国内媒体和科技人员的相关解读形成的信息误导，不利于塑造重大科技战略决策的良好舆论环境。事实上，美国运作“国家微生物组计划”体现的科技创新治理新理念、新方式，如坚持既定方向的战略定力、灵巧运用小型化国家级科技计划的方法、有效调动全社会创新主体的积极性等，值得关注。

四种信息误导

第一种误导，“国家微生物组计划”是全新的大型科技计划。部分媒体宣传报道时，渲染“国家微生物组计划”是奥巴马政府继脑计划、精确医学计划、抗癌登月计划之后推出的又一个重大国家级大型科研计划。这样的报道容易让公众、科研人员和相关决策者误认为，这是一个全新的科技计划。实际情况是，作为美国政府科技领域主要协商和决策平台，美国国家科学技术委员会自1999年以来，已经先后两次对微生物基因组和微生物研究进行了重大专题研究，确定了《微生物计划2001—2006年工作计划》和《微生物计划2008—2018年工作计划》。虽然“微生物组科技”是对现有微生物科技的升级版，也不能否认微生物组研究的重大意义，但从研究主题、参与组织协调的政府机构来看，2016年提出的“国家微生物组计划”是美国原有“微生物计划”的自然延续，而不是全新版的科技计划。

第二种误导，美国“国家微生物组计划”将迅速开展起来。目前，该计划还处于启动阶段，主要是为美国国家科学技术委员会“微生物组跨机构工作组”下一步制定具体规划营造“声势”。该计划要在短期内轰轰烈烈开展起来还不太现实。关键问题是，该计划主要是由美国白宫科学技术政策办公室副主任乔·汉德尔斯曼宣布和推动的，而作为一名学者型官员（一名微生物学家），她原拟在2016年7月离开政府部门重新回到高校继续从事研究工作。问题的要害是，宣布“国家微生物组计划”的人，既不是美国总统奥巴马，也不是现任总统科学顾问、白宫科学技术政策办公室主任约翰·霍尔德伦，无论该事实如何解读，但都反映出在该重大科技领域美国决策层还面临复杂形势。因此，即便上述“微生物组跨机构工作组”制定出具体规划，该计划未来也可能会面临驱动力不足等问题。

第三种误导，宣布国家级科研计划将意味着新一轮大投资、大项目上马。由于将微生物组计划与脑计划等大型科技计划并列，而后者的预算动辄过10亿美元，容易让公众和部分研究人员认为，国家级计划就意味着将有新的大规模政府科技投资、新的大型项目上马。实际情况是，目前美国政府提出2016—2017两年为该计划新增投资1.21亿美元，但这还要看美国国会脸色。如果不能说服美国国会批准政府提出的资金，前期的计划和预期将是竹篮打水一场空。虽然美国诸多社会性基金、高校、科研机构、产业界在官方会议上踊跃表态，提出在未来几年中将对该领域投资4亿美元，但能否落实还很难讲；如果政府投资不到位，社会投资估计将会严重缩水。即便上述投资均顺利兑现，考虑到当前微生物组科技的发展阶段，与众多生命科学方向每年动辄数几亿美元的预算相比，“国家微生物组计划”每年约不到1亿美元的新增投资，只是一个小型化的“国家级科研计划”，并不必然指向大项目，自由探索的科研项目将依然占较大比重。

第四种误导，国家级科研计划自然是1—2家国家级科研（资助）机构“一马当先”，社会组织、产业界则唯其马首是瞻。美国“国家微生物组计划”将再次颠覆对国家级科研计划实施组织模式的认识。与美国脑计划、精确医学计划主要由美国国立卫生研究院、国家科学基金会、国防高级研究计划局等国家级科研（资助）机构主要执行、在经费安排方面占大头相比，由于微生物组的广泛影响性，在该计划未来的执行过程中，1—2家国家级科研（资助）机构“一马当先”主导国家科研计划的局面可能将不复存在。同时，在投资方面，社会性基金组织和产业界、科研机构高达4亿美元的主动投资承诺，将使政府对国家级科研计划的直接影响力减弱。反过来，这恰恰也反映出美国政府积极推行调控社会创新资源进行协同创新的意图。

对我国科技创新治理的启示

强化战略定力，避免科技战略方向切换过程中可能的短视。当前，世界范围内蓄势待发的新一轮科技革命和产业变革，有助于新兴科技国家抢抓后发优势，但也易于诱发快速切换科技战略方向，使得部分原定的依然具有重大战略价值的战略方向遭冷遇。反观看，美国从1999年以来就开始系统谋划微生物和微生物组领域，在新技术蓬勃发展、新概念层出不穷的21世纪，始终牢牢把握这一战略领域，体现了对科技创新重大方向的战略定力和坚守。这对我国坚持《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》的重大科技方向的战略布局，整体统筹“十三五”乃至面向2030年的重大科学计划与工程，极具启示意义。

利用小型化国家科技计划模式，灵巧资助新兴但尚不够大规模投资的战略领域。美国近年来积极推进政府对创新资源的灵活配置，政府初期投资和政策引导、社会创新资源紧密跟进的“小型化”国家级科研计划就是其中模式之一。针对部分新兴但尚不够进行大规模投资的战略科技领域，“小型化”的国家级科技计划能够针对国家战略方向进行精准布局，引导社会力量关注，又避免了投资规模巨大的大型科技计划仓促上马、浪费创新资源，因此具有更加高效的政策实施效果，值得密切关注。

“国家级科研计划”顶层设计阶段就要考虑社会创新主体的融入，以提高国家对全社会创新资源的综合调控。目前，我国实施创新驱动发展战略，政府可直接调控的创新资源相对有限，但可调控的社会创新资源、包括国际创新资源越来越丰富，迫切需要政府提高对社会创新资源的综合配置能力。其中，关键是政府主管部门与相关利益各方事先充分、多轮沟通，通过联合组织各类活动，提高社会组织的参与度和社会荣誉感，换取社会创新主体的参与积极性。特别是，我国“科技创新2030重大项目”等国家级科研计划作为配置创新资源的核心手段之一，对整体资源配置和利用效率影响极大。宜在顶层设计阶段，就充分考虑社会创新资源的调动和全局配置问题。

生命科学发展中的问题及治理

□ 刘晓青

生命科学旨在研究自然界的发展变化及其与外部环境之间的相互作用关系，揭示各类生命现象的存在形式和活动规律。自17世纪以来，生命科学围绕生物体的结构与功能、人与自然的复杂关系进行了长期的探索与研究，特别是20世纪下半叶以来，取得了突破式进展，创造了一个崭新的生物学时代，为提高人类生活质量、改善生态环境做出了重要贡献。

生命科学发展的历史逻辑可以简要概述为生物问题与创新治理的深度融合。一方面，作为一门自然学科，生命科学的发展必定要以问题为导向，关切生命有机体自身的利益，运用科学理论去揭示生物圈作为最大的生态系统所面临的新威胁，如资源稀缺、“信息孤岛”等问题；另一方面，研究者还需创新知识体系，不断丰富理论和方法，将科学研究提升到社会治理的高度，引导其向产业化方向发展，解决人们生产生活中的矛盾和问题，排除阻碍社会进步的外在因素。

生命科学发展面临的主要问题

生命科学的发展历程充斥着科学难题，其研究常常为自身的跨越式发展所困扰。生命的最本质特征和基本构成是什么？有机体进化与物质、能量、信息之间的相互关系如何？挖掘生命功能的有效途径是什么？致病基因判定与筛查的方法是什么？如何把握基因检测中的未知突变……究其本质，这些问题都围绕着有机体的动态活动展开，这些活动经由不同信号通道完成，其生命信号的表征严格遵循客观性要求，信息流的调控严格按照程序科学表达，但就其根本问题来说主要集中体现在研究和应用层面。对此，问题治理的关键在于基础研究要透彻，只有科学研究基础得到夯实，才能将其运用于疾病预防、人工生命等实践领域。比如就生殖技术来说，目前已发展到第四代技术，其间的每一次革新都有基础研究和循证医学的支撑。

“单靠知识和技巧并不能使人类走向幸福和高尚的生活”，生命科学的发展需要与主体的道德性紧密关联在一起。无论是老生常谈的克隆人技术、器官移植技术，还是新近讨论的神经成像技术、脑机接口技术、血液移植技术或基因编辑技术等，都不可避免地伴随着深层次的伦理反思和价值评判活动，引发了自我同一性、人的尊严等重要伦理问题。这就启示我们要有底线思维，实现道德觉醒，将生命科学的具体应用与自然秩序和人类的终极目标统一起来，充分发挥伦理委员会等专业机构的职能，遵循允许、不伤害、行善、公正四大原则，协调处理好多元利益关系，更好地解决生命科学提出的伦理难题，保证生物有机体的生存和繁荣，即本能的存活和稳定社会关系的形成，从而切实推动社会发展，这是每一位科学家应承担的社会责任，也是生命伦理学研究的重要使命。

生命科学的基础研究与实践运用还面临着一系列法律问题，如研究数据共享的公平性和专利技术的优先权等。以人类基因组研究为例，该研究最基本的前提条件是遵照国际社会公认的法律规范，保证基因技术利用的公平性和基因信息的隐私和保密，这也是困扰该项研究的法律难题。要想强化社会的公正性，使得热捧的研究成果不受质疑，一方面需保证科学信息的公开获取，另一方面要促进研究成果在商品化的过程中尽快立法，运用法律武器制止器官买卖等非法行为。

诚然，生命科学没有纯粹的科学问题、伦理问题或法律问题，这些问题往往是交织在一起的，每一项生命科学研究不仅涉及应用管理问题，同时也涉及伦理道德原则和法律规范问题，两年前的无锡胚胎案判决就是一个集科学应用、伦理约束与法律监管于一体的案例。

生命科学研究的未来方向

共享。现在社会处于信息大爆炸的时代，科学家要想开展长期性跟踪研究，促使传统的闭合系统开放，实现学科之间的共享与融合，推动实践领域发生革命性变化，就要不断深化研究，全方位、全天候把握信息流，实现生命、生态、信息等核心要素的大关联，以伦理和法律手段保障表征个人身份和隐私的基因组信息。如生命科学家正在建设的具有法律约束力的“器官银行”，就是为储备人类健康福祉的相关知识而服务的，其最终目的是为生命科学技术的研发与管理提供发展契机。

共识。科学研究与伦理、法律规范同行，三者都建立在理性的基础之上，“理性是维护并提升生命质量的最基本方式”，在给予科学家充分自由的同时需要为其设置伦理与法律防线，用理性思维正确引导行为，使各类生命体在摆脱危机的同时彰显出强烈的道德诉求，设计出行之有效的法律制度，在德性与规则之间形成对社会具有整体约束性的力量。

共赢。21世纪是生命科学发展的黄金时期，生命科学的发展终究要面向生活，追寻生存与繁荣之共赢目标。“道德宇宙的弧线毕竟是倾向进步的”，生命科学家应系统地思考生命科学的伦理规范，时刻关切人与自然之间的复杂关系，促使所谓的“进步”指向生理机能的完善和精神世界的丰腴，保证独立个体在生物学中的存在属性和在社会学中的伦理、法律地位。

科技与社会

欧罗巴水汽喷发，或有生命存在



一位艺术家想象的欧罗巴（木星卫星二号）水汽喷发的情景

□ Alexandra Witie 张洁（译）

美国航空航天局（NASA）9月26日发现木星卫星二号——欧罗巴上出现羽流。经初步分析，科学家们认为，这些羽流可能是地下海洋的水柱喷发。这意味着科学家们无需登陆或凿透欧罗巴的冰层，就能分析地下海洋的成分。同时，大量水分意味着木卫二成为地球之外，太阳系最有可能孕育生命的星球。

2013年，科学家首次报道在木星卫星二号——欧罗巴（太阳系中第六大卫星，距太阳8亿千米）上观测到羽流（很可能是水汽）喷射而出。这在天文学界引起了巨大反响。此后，使用哈勃望远镜的天文学家们密切关注欧罗巴，三次观测到了这种喷射物。

科学家推测，喷射物可能来自于深埋于冰层几千米下的海洋，能为孕育生命提供有利条件。研究人员认为，未来可以直接获取欧罗巴表面喷射的液体，检测海洋成分，而无需开凿冰层。

尽管科学家们进行了多次尝试，但到目前为止，喷射物仍未得到确认。马里兰州太空望远镜科学研究所（Space Telescope Science Institute）的天文学家、NASA欧罗巴羽流研究计划主持人William Sparks表示，由于木星白昼时间和潮汐引力的变化，欧罗巴上的喷流现象高度多变且偶发。也就是说，会间歇性地喷发一段时间，然后消失，然后再在某个时间突然喷发。这为采样分析羽流成分带来了诸多困难。

Sparks等人花费了15个月，10次观测到了欧罗巴通过木星前方。他们使用紫外发射，在2014年1月、3月和4月，分别观测到了羽流喷发的迹象，大部分喷发发生于欧罗巴南极地区，该项研究发表于9月29号的《天文物理学》（Astrophysical Journal.）杂志上。

羽流观测Lorenz Roth是首次报道欧罗巴羽流喷发现象的天文学家，他也使用哈勃望远镜收集的数据。但他与Sparks团队使用的分析方法完全不同，但得到了类似的结果。他认为，新发现的这次喷发与以往喷发的位置不同，这意味着欧罗巴冰层下方可能有广阔的液态海洋。他还指出，Spark等人在以木星为背景的情况下，能观测到这些羽流，说明喷射物的成分非常密集——含有大量的水分。但这又引出了一个问题：为什么在2013年之前没人观察到这个现象？

Sparks等人之后又观察了两次欧罗巴经过木星表面的情形，但他们还未完成数据的分析，不能确定是否观测到了水汽喷发。“我们也在想办法提升哈勃望远镜的性能，看能不能进一步确定羽流成分。”他说。

欧洲航空航天局计划在2022年发射JUICE航天飞船，经过7.5年到达木星系统，检测欧罗巴喷射物的成分。NASA也有类似计划。

当代世界科技

能源变革关键在于技术创新

□ 陈庆修

能源技术是新一轮科技革命和产业革命的突破口。随着人们环保意识增强和世界范围内能源消耗加速，新一轮能源革命将从工业文明的规模效益转向信息时代以效益定规模的绿色低碳能源时代。技术创新在能源革命中起决定性作用，它是能源结构优化及转型升级的不竭动力。只有通过创新掌握核心技术，建设清洁低碳、安全高效的现代能源体系，才能抓住能源变革的关键、把握能源持续健康发展的主动权。

能源的分类方法很多，通常可将一次能源分为化石能源、可再生能源和核能等。化石能源包含煤炭、石油、天然气、页岩气和天然气水合物等；可再生能源包含太阳能、风能、水力能、生物质能、地热能和海洋能等；核能可分为裂变能和聚变能等。煤炭、石油等传统化石能源具有价格相对便宜、使用方便的优点，其不足之处是污染严重；可再生能源解决了污染问题，但价格相对偏高以及存在受使用条件限制等不利因素。无论是实现传统化石能源的清洁化、低碳化、高效化利用，还是实现绿色能源的规模化以降低成本和便于使用，都要依靠技术创新与进步。正是从这个角度来说，科技决定能源的未来，科技创造未来的能源。

当前生态环境的约束，已成为能源发展的最突出制约因素。能源革命基本发展趋势是供给消费清洁、绿色、低碳化，在大力推进煤炭清洁高效利用的同时，着力发展非煤能源，形成煤、油、气、核、可再生能源多轮驱动的多元能源供应体系。从结构上看煤炭、石油等高碳化石能源将逐渐被天然气和页岩气等低碳能源取代，可再生能源大规模开发使用、核能安全利用。同时，能源互联网和大规模储能以及先进能源装备及关键材料等重点领域有新的突破。绿色可再生能源技术、能源高效利用技术、节约能源技术和温室气体减排技术的开发和应用是推动能源革命的主要动力，将极大地优化能源结构和时空布局。

因而，能源变革的关键在于科技进步，技术创新对推动能源革命有着至关重要的作用。通过推进技术创新，可以降低新能源、可再生能源的成本，提供更清洁、更价廉的能源产品；通过加强储能和智能电网建设，发展分布式能源，推行节能低碳电力调度，有利于建设清洁低碳、安全高效、绿色智能的现代能源体系。

传统能源领域，集中在传统化石能源清洁高效利用，大幅减少能源生产和使用过程中污染排放，对二氧化碳封存利用，加强能源伴生资源综合利用，构建清洁、循环的能源技术体系。

可再生领域，重点发展更高效率、更低成本、更灵活的风能、太阳能利用技术，因地制宜发展生物质能、地热能、海洋能利用技术；发展以可再生能源及先进核能制氢技术、氢气纯化技术，开发氢气储运的关键材料及技术设备，实现大规模、低成本氢气的制取、存储、运输、应用一体化。

核能领域，积极推动先进核能技术发展，重点发展第三代和第四代核电、先进核燃料及循环利用、小型堆等技术，探索研发可控核聚变技术，研究钍元素发电、月球氦三的开发与应用技术。

能源输送与储备领域，创新面向电网调峰提效、区域供能应用的储能技术，增强储能调峰的灵活性和经济性，掌握储能技术各环节的关键核心技术，推进能源技术与信息技术的深度融合，加强整个能源系统的优化集成，构建一体化、智能化的能源技术体系，实现各种能源资源的优化配置。

装备领域，根据重点能源技术需要，重点研发特种金属功能材料、先进复合材料、高性能结构材料、特种无机非金属材料、高温超导材料、石墨烯等关键材料；围绕能源技术发展目标提供关键材料装备支撑，重点发展非常规油气开采装备、海上能源开发利用平台、大型原油和液化天然气船舶、核岛关键设备、燃气轮机、智能电网用输变电及用户端设备、大功率电力电子器件、大型压缩机、特种用途的泵、阀等关键装备，全面加强能源供给基础设施建设的技术支持。

节能领域，大力发展提高能效与节能减排技术，创新清洁技术、绿色技术，在现代化工业节能技术、新型建筑节能技术、先进交通节能技术以及能源系统全局优化技术等方面有新的突破，以技术创新提高能效、推动节能降耗减排，催生新产品和新模式，提高用能设备设施的效率，形成节能低碳的产业体系。

从能源发展的历程来看，通过技术创新降低可再生能源和其他新能源的成本，可以为市场化价格机制的形成、进而为构建有效竞争的市场机制和市场体系创造有利环境。同时，充分发挥技术创新的动力源泉作用需要制度、政策、市场相互作用、协同演进。要把握好能源技术创新绿色低碳化方向，加快推进以价格市场化为核心的能源体制改革，分类推动产业创新、商业模式创新和制度创新，建立市场决定资源配置、供需形成价格的现代能源市场体系，形成有效竞争的市场机制，建立气候与环境友好型的能源体制，为推动能源技术创新持续健康发展提供必要条件。

总之，技术创新是能源发展全局的核心，在能源革命中起着决定性作用，它是引领能源发展的第一动力。我们必须要把握好能源变革绿色低碳化方向，大力推动科技创新和技术进步，为建设现代能源体系提供有力支撑。

科技创新