跨学科研究和教育是时代发展的需求

□高 松

高松，中国科学院院士，发展中国家科学院院士，华南理工大学校长，中国科学技术协会第九届全国委员会副主席。主要从事磁性分子固体、分子纳米磁体和多功能分子材料研究，他及其研究组结合分子设计合成与各种物理方法，系统研究分子固体中磁性离子的相互作用、磁弛豫、磁有序等与分子结构、晶体结构、单离子各向异性等的关系，在发现新的磁现象，发展新类型分子磁体方面取得了一些重要进展。2006年、2011年和2019年分别以第一、第四和第二完成人获得国家自然科学奖二等奖，2013年获何梁何利基金科学与技术进步奖。

开展跨学科研究不仅符合知识生产的内在逻辑，也是新时代科学和技术发展的重要特征。20世纪中后期以来，知识生产模式呈现出目的市场化、主体多元化、生产场域的社会化等特征。作为知识生产的载体，学科之间的边界日渐模糊，学科发展呈现出不断交叉、融合、渗透的趋势，学科体系从高度精细化向综合化和整体化发展。随着第四次科技革命的发展演进，人类面临的科学挑战日趋艰深和复杂，问题涉及面和复杂度都超过了某个单一学科所能处理的范围，单一学科视角越发显露出天然的局限性。世界各国都在抢先布局人工智能与大数据、量子科技、生物医学、新材料与新能源等新兴前沿领域，力争取得新突破，跨学科研究已经成为当前重要的研究范式。诺贝尔奖官网统计资料显示，“1901—2016年间诺贝尔自然科学奖跨学科研究成果获奖数共计210项，而具有不同学科背景的合作奖人数占比也从1901年的35%增长至2016年的87.6%”。航天探索、基因测序、病毒研究等为人类历史作出重要贡献的科研突破，充分说明跨学科研究在解决科技社会重大问题方面的优势和重要性。

跨学科研究和教育是全球高等教育领域的普遍共识

在新一轮科技革命和产业变革快速发展背景下，开展跨学科研究已经成为全球高等教育领域的普遍共识，世界一流高校通过设立跨学科研究基金、组建跨学科研究平台等方式推动跨学科研究。我国“双一流”建设对促进学科交叉融合提出了明确要求，教育部在关于高等学校加快“双一流”建设的指导意见中指出，高校应立足学校办学定位和学科发展规律，打破传统学科之间的壁垒，以“双一流”建设学科为核心，以优势特色学科为主体，以相关学科为支撑，整合相关传统学科资源，促进基础学科、应用学科交叉融合，在前沿和交叉学科领域培植新的学科生长点。为积极应对科研范式变革和人才培养需求，2020年8月教育部提出将设立交叉学科门类，成为我国第14个学科门类；2020年11月国家自然科学基金委员会时隔11年再次成立新的科学部——交叉科学部，显示了国家政策层面对于跨学科研究和教育的重视。

大学的学科建设既要考虑现有基础和优势，更应着眼未来学科前沿和社会经济发展需求，布局和发展新领域和新方向，即便是传统优势学科，也需认真分析研判其未来发展前沿与方向。大学特别是研究型大学的学科和学术发展，既要服务支撑当下的经济社会发展需求，更要引领未来行业和新产业的发展。而学科的建设和发展，不仅需要大学层面的战略规划与布局，更需要基层学术组织主动变革，不断创新组织结构和功能，以稳定支持大学开展更为基础长远和专业艰深的研究和教育，灵活适应多学科和跨学科融合研究和教育的趋势和迫切需求。面对新形势发展需求，加强跨学科学术组织建设和创新是“双一流”建设的重要课题，加快推进跨学科学术组织机构建设对于学校完善学术治理体系和治理结构，培育新的学科增长点具有十分重要的现实意义。

跨学科学术组织促进跨学科研究和教育

中世纪以来，大学逐渐形成以学科为基础的院系组织治理结构，在今天国内外许多大学里，院系结构仍然占据主导地位，这种结构对于系统地传授和传播学科知识有其优势，但在应对科学研究高度交叉融合发展的趋势，促进多学科交叉研究和教育等方面则存在明显不足。近20年来，国内外很多研究型大学为此进行了许多积极有益的探索，比较普遍的做法是在大学的传统院系之外，新成立一些跨学科的研究中心、研究院所或者研究集群，这些跨学科学术组织既有实体也有虚体，教授聘用和学生（更多是研究生）培养机制较为灵活多样，在促进跨学科研究和教育方面发挥了积极作用。这一机制面临的主要问题是如何解决好与传统院系的交叉融合和协调发展，从而充分激发大学的活力。

传统的学术组织结构，以传统的学科划分为基础，以专业教育为中心，学科界限分明，主要为方便培养专业人才尤其研究生而设立。在成员组织架构方面，研究型大学的院系等传统学术组织，成员相对固定，是一种以永久成员PI（固定成员）为核心的组织，流动性成员以博士后和研究生为主，即便有Co-PI（合作研究员）也是永久成员组内的非独立成员。这种组织最大的特点是稳定性强，有利于长线学科特别是基础学科的发展，并且有利于保持某一学科领域的高学术水平和标准。此外，院系相对固定的长聘教职，一直是吸引优秀学术人才的岗位。年轻学者对于工作岗位稳定性的心理期望，在国内表现尤其明显。因此，妥善解决好“事业编制”问题，至今仍是我国大学学科与队伍建设不得不面对的体制性问题。

而跨学科学术组织，常以方向和问题为导向，以跨学科研究和（或）教育为目标，有少数新机构未来有可能发展成为一个院系，有些则需要周期性调整研究领域和方向，有些则在完成阶段性任务后终止。国内外许多大学基本上通过“做加法”来新建这类学术组织，但是如何有序稳妥终结，还鲜有可借鉴的案例。这类组织的成员聘用采用多种模式，比较常见的有联合聘任、共同资助聘任和集群聘任等，大多采用“永久成员+流动成员+专聘研究人员”模式，比较好地兼顾到本科生项目和研究生培养项目。也有少数未设永久成员，采用“正式研究员+访问研究员+专聘研究员”模式，阶段性地聚焦于某些选定的新的研究领域和方向的开拓性研究，同时培养研究生并为本科生开设一些跨学科课程。

相较于传统的院系学术组织，跨学科学术组织具有更好的适应性和灵活性，有利于大学发展新的领域和方向，促进跨学科研究和教育，也有利于吸引和募集社会资金设立讲席岗位和访问岗位，因而受到研究型大学的普遍重视。

加快跨学科学术组织结构建设的对策建议

在新一轮科技革命和产业变革快速发展背景下，跨学科研究是取得重大科学发现和产生引领性原创成果重大突破的重要方式，也是提升创新能力的重要途径。面向世界科技前沿、国家重大战略需求的重大科学问题，现有的学科组织模式、学术评价制度、资源分配模式等难以适应和承载跨学科研究的发展需求。成立跨学科学术机构是推进跨学科研究和教育的有效途径，可以融合汇聚校内外相关学科优势资源，开展具有开创性和前瞻性的研究，激发创新活力，产生一批国际一流成果。

第一，多元融合：加强跨学科研究和教育的顶层设计。教育部在学科目录中新增交叉学科门类为第14个学科门类，国家自然科学基金委员会成立交叉科学部，显示了国家跨学科研究和教育的战略提升及建设紧迫性。大学从事跨学科研究和教育往往跨越了传统单一院系，多采用新建组织机构的方式进行，在校级层面要成立相应的管理机构。比如学科建设委员会下设交叉学科分委员会，具体负责交叉学科建设的统筹谋划与指导；学位评定委员会下设交叉学科学位评定分委员会，具体负责交叉学科人才培养学位授予；科技指导委员会下设交叉研究分委员会，对全校跨学科交叉研究工作提出战略规划，负责完善促进跨学科研究的关键制度和支撑体系等；教学指导委员会推动交叉学科专业的建设和复合型人才培养等。委员会挂靠具体业务部门，负责交叉学科或交叉学科研究机构设置、交叉学科人才培养项目、交叉学科研究项目等的管理和运行。同时，为了统筹开展好交叉学科建设相关工作，学校层面应出台促进学科交叉融合发展的指导性文件。

第二，有机衔接：兼顾现有学科基础和学科新生长点。开展跨学科研究是经济社会发展的客观需求，也是学科发展到一定阶段的自然产物，难以通过相关学科专业的机械组合完成。国内外高校构建跨学科组织大多以现有的高水平学科为基础，统计显示国内高校设置的142个交叉学科均有学科评估排名前30%的一级学科作为支撑。由于学科的演替与更新，跨学科研究同时应着眼于未来，在根植优势特色的同时有重点地引进国际杰出学者，开展前沿性、引领性研究，着力培育面向未来的学科生长点和创新源，积极应对科技革命和产业变革的需要以及经济发展的趋势。跨学科学术机构无论是内嵌于传统院系中或建设独立建制的外延式机构，都需要避免“铺摊子”，应结合学科发展阶段和优势特色选择发展载体。

第三，样态创新：多模式循序渐进推进跨学科机构的建设。从国内外高校的实践中可看出，跨学科学术机构的组织模式灵活多样，既有小规模的种子基金项目也有辐射全校的独立建制机构，需要与学校“双一流”建设、“十四五”规划结合起来，设定明确的战略目标。在早期阶段，可设立跨学科研究种子基金，用于识别具有重大发展前景、资助具有明确跨学科研究内容和研究目标的项目，促进院系和学科间交叉融合。对于在学院层面已经初具规模、发展势头良好的交叉领域和方向，试点设立实体或虚体等不同层次的跨学科研究机构，突破传统院系“校—院—系”的纵向点线科研组织范式，构建扁平化“矩阵式”合作网络。对于拟发展的国际上新的前沿交叉领域和方向，可结合国家重点实验室重组和设立前沿科学中心进行建设，组建跨学科科研团队，积极申报和承接交叉学科重大项目，开展学科交叉研究，产出重大原创性成果。

第四，制度保障：建立健全跨学科学术组织制度体系。跨学科学术机构的顺利运行和可持续发展需要与之匹配的制度体系作为保障，需要在人员聘任模式、学术成果评价、资源配置机制等方面进行适应性创新，有效发挥学术组织的主动性，激发组织内成员的内生动力。在教师聘任制度方面，通过PI制吸引国际领军人才，以课题组负责的独立实验室为基本研究和人才培养单元，通过双聘、集群聘任等模式打破僵化的单位制聘任结构，促进教师在院系和跨学科机构间的良性互动。在科研成果评价方面，贯彻落实《深化新时代教育评价改革总体方案》要求，制定跨学科学术成果评价制度，构建跨学科合作的学术评价和成果互认机制，激发教师从事跨学科研究的内在动力。在资源配置机制方面，前期做大增量，避免与传统院系竞争，对跨学科机构进行引导性经费支持，后期要发挥跨学科机构的自我造血功能，吸引外部资源投入。此外，要加强学科公共平台建设，推进大型仪器设备的开放共享和共用。

院士论坛

加快推进关键核心技术攻关

□谢晶仁

科学技术是第一生产力，关键核心技术是强国之基、国之重器。习近平总书记在2021年2月19日主持召开的中央全面深化改革委员会第十八次会议上强调，坚决破除影响和制约科技核心竞争力提升的体制机制障碍，加快攻克重要领域“卡脖子”技术，有效突破产业瓶颈，牢牢把握创新发展主动权。这为我们掌握关键核心技术指明了正确方向，提供了重要遵循。我们必须集中力量开展技术攻关，扭住关键核心技术攻关这个“牛鼻子”，以关键共性技术、前沿引领技术、现代工程技术、颠覆性技术的创新等为突破口，着力解决重点产业“缺核少芯”、关键核心技术受制于人的问题，确保关键核心技术不受他人限制。

把握关键核心技术攻关的重点工作。打赢产业基础高级化、产业链现代化的攻坚战，必须抓好关键核心技术攻关工作。习近平总书记明确指出，“关键核心技术是要不来、买不来、讨不来的。只有把关键核心技术掌握在自己手中，才能从根本上保障国家经济安全、国防安全和其他安全。”我们要全面摸清核心基础零部件、关键基础材料、先进基础工艺、产业技术基础等领域对外依赖的基本情况，重点摸清哪些技术或工艺目前还无法找到替代产品，做到缺什么、补什么，有的放矢地开展相关领域技术攻关。要积极寻找关键核心技术的“备选方案”，变被动为主动；对于找不到备选方案的“卡脖子”技术，尽早组织、动员各方力量进行重点攻关，突破核心技术瓶颈。要抓住关键核心技术攻关的重点，打通科技与经济结合的“堵点”，将有限的科技资源用在“刀刃”上，获得更好的经济社会效益。要把握传统产业改造提升、战略性新兴产业及未来产业培育发展的技术供给需求，加强技术研发，创新产品生产和商业化的全链条，实现引领性成果重大突破。

瞄准关键核心技术攻关的重点产业。瞄准重点产业，目的是突破一批产业转型升级的瓶颈技术，研究开发一批具有自主知识产权和较强竞争力的重点新产品，发展壮大一批具有行业核心竞争力的创新型领军企业，建设形成高水平的重大工程，发挥科技对支柱产业的带动作用。要围绕制造强国的新兴优势产业链做文章，加快攻克具备国际领先优势产业的关键核心技术，打造一批世界级产业集群，形成推进制造强国建设的关键支撑。要加快通用芯片、智能传感器等核心共性技术创新，补齐关键系统软件、核心工业软件等短板，培育壮大平台软件、应用系统、开源社区等新兴业态。要集中力量攻克操作系统、高端芯片、工业软件等科技领域的难题，打造安全可靠的科技产业生态链。

注重关键核心技术攻关的成果转化。成果转化是科技创新的“硬骨头”，是支撑实体经济高质量发展的“关键节点”，也是催生更多新产业新业态新模式的重要选择。习近平总书记指出，“要加快创新成果转化应用，彻底打通关卡，破解实现技术突破、产品制造、市场模式、产业发展‘一条龙’转化的瓶颈。”我们应遵循自愿、互利、公平、诚实信用的原则，进一步畅通重点产业应用基础研究与产业化连接的渠道，促进关键核心技术攻关成果快速转化为高科技产品并形成产业链条；建立完善的科技成果项目库和信息发布系统，及时动态发布符合产业升级方向和产业带动作用大的科技成果包，推进科技成果资源数据挖掘利用；加强高校和科研院所技术转移体系建设，集聚一批国际技术转移服务中介机构，鼓励与国际知名技术转移机构开展高层次合作，不断提升科技成果的产出能力、熟化能力和转化能力。

完善关键核心技术攻关的体制机制。“欲致其高，必丰其基”，突破关键核心技术离不开体制机制的保障。一要完善产学研协同创新机制。优化和强化技术创新体系顶层设计，明确企业、高校、科研院所等创新主体在创新链不同环节的功能定位，激发各类主体创新激情和活力。进一步完善科技创新利益共享机制，让合作各方得到合理的利益回报，形成紧密的创新共同体关系。二要完善关键核心技术攻关的挂帅机制。在确保国家安全的基础上公开发布我国重点产业需要开展的关键核心技术项目，坚持“谁有本事、谁来挂帅”的原则，聚集最强的科研力量，组成科技攻关的“突击队”，立下“不实现技术突破绝不收兵”的军令状，逐渐突破各重点产业的技术堡垒。三要完善科技评价机制。把更多自主权给予科研单位和科研人员，通过物质激励、精神激励、个人与团队激励等多种方式，把人才创新创造的活力充分激发出来，使科技创新的源泉和活力竞相迸发、充分涌流。

创新关键核心技术攻关的市场模式。创新关键核心技术攻关方式，必须探索技术、资本、市场、产品相融合模式。充分发挥政府和相关职能部门在关键核心技术攻关中的组织、协调作用，探索市场经济条件下的举国体制新模式，引导创新要素更多投向关键核心技术攻关。要制定更加普惠性的财税金融扶持政策，加大前沿性、基础性、战略性的科技投资力度，支持科技企业预留更多资金，积极参与国家重大科技创新项目。建立完善的产业投资基金运营模式，发挥财政投入杠杆作用，调动各类社会组织的积极性，实现市场化运作、专业化管理，助力关键核心技术攻关和技术产业化发展，提升产业链供应链的稳定性和竞争力。要以市场需求为导向，以应用场景为牵引，大力培育智能应用系统，推动关联产业抱团发展，实现产品应用智能化。

科技评论