

科技自强 中科院 『率先行动』

本报记者 张保淑

在不久前举行的科学家座谈会上，习近平总书记深刻阐释了加快科技创新的重大战略意义，号召广大科学家和科技工作者肩负起历史责任，坚持面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生命健康，不断向科学技术广度和深度进军，加快解决制约科技创新发展的一些关键问题。

中国科学院作为中国自然科学最高学术机构、科学技术最高咨询机构、自然科学与高技术综合研究发展中心，是国家战略科技力量，在相应号召，不断向科学技术广度和深度进军，加快解决制约科技创新发展的一些关键问题方面，承担特殊使命。中国科学院建院以来，时刻牢记使命，与科学共进，与祖国同行，以国家富强、人民幸福为己任，为我国科技进步、经济社会发展和国家安全做出了不可替代的重要贡献。

根据习近平总书记2013年7月视察中国科学院提出的“四个率先”要求，即中科院要“率先实现科学技术跨越发展、率先建成国家创新人才高地、率先建成国家高水平科技智库、率先建设国际一流科研机构”，中科院制定了“率先行动”计划。2014年7月，该计划经国家科改领导小组第7次会议审议通过并付诸实施。

“率先行动”计划实施6年来，在促进科技创新、支撑经济社会发展、推进国际科技合作等方面取得了哪些成就？“率先行动”计划未来有哪些重点和关键领域？对这些问题，中国科学院院长白春礼、秘书长汪克强在国务院新闻办近日举行的发布会上，进行了权威解答。

丰硕创新成果彰显“四个面向”

在每年新年贺词中，习近平总书记都会点赞一些突出科技创新成就。据统计，在过去6年新年贺词中，共提到22项重大科技成果，其中由中科院牵头完成或者作出了重要贡献的达14项；在过去6年，一共有7项国家自然科学一等奖，科学院作为第一完成人获了3项，作为主要完成人获了1项，占全国总数的约57%；在两院评选的年度中国十大科技进展中，科学院作为第一完成人和完成单位一共有32项，超过53%。白春礼通过一组数字来说明中科院“率先行动”计划取得的丰硕成果。

白春礼结合实例，介绍了中科院在“上天入地”宏观微观贯通、顶天立地结合“多方向”上取得的创新成就。比如，中科院物理所在固体中首次发现外尔费米子，相关论文入选美国物理学会成立125周年论文集。在深空深海战略必争领域，科学院研制并参与发射了“悟空”号暗物质粒子实验卫星、“慧眼”硬X射线调制望远镜卫星、“实践十号”返回式卫星等6颗科学卫星；全面参与了北斗卫星导航系统建设，牵头负责载人航天工程的空间应用系统，承担了探月工程任务的地面应用工程；研制了“海翼”号、“潜龙”号、“探索”号、“海斗号”、“海星号”为代表的谱系化的深海无人装备。

新基建是今年广为关注的一大热门话题，而中科院“率先行动”启动伊始就把重大科技基础设施作为一项重点工作来推进，建成了中国第一台散裂中子源、500口径射电天文望远镜即“中国天眼”等一批大科学装置，成为建设创新型国家的标志性成果。

科技创新要面向国民经济主战场，为产业赋能。中科院“率先行动”计划研制成功全球单套规模最大的煤炭液化装置并试车投产，第三代甲醇制低碳烯烃技术成功商业化应用，研发了一批优质的高产农作物新品种并大规模推广使用。白春礼介绍说，6年来，中科院科技成果转移转化使社会企业实现销售收入超过2.4万亿元，新增利税近3000亿元。此外，中科院还孵化培育一批高科技企业，包括中科曙光、国盾量子、“寒武纪”等18家上市公司，直接推动战略性新兴产业发展。

在科技抗疫过程中，中科院投入近3000名科研人员，参与了病毒分离与测序、检测试剂和药物疫苗研发、危重病人救治和心理援助等重要工作，为守护人民健康作出了重大贡献。

持续扩大国际科技朋友圈

近年来，国际贸易保护主义抬头，全球化遭遇逆流，不可避免地给国际科技合作带来冲击。中科院迎难而上，积极、主动利用国际资源，积极融入国际创新网络，努力提升中国在国际科技领域的影响力、竞争力和话语权。

中科院国际科技“朋友圈”不断扩大。白春礼介绍说，近年来，中科院与俄罗斯科学院、法国原子能和替代能源委员会、法国国家科研中心签署了相关科技合



中科院“率先行动”计划代表性创新成果——500口径射电天文望远镜即“中国天眼”。

作协议，进一步促进了国际科技创新资源整合与利用。中科院借助发展中国家科学院这一国际平台，启动实施了发展中国家科教合作拓展工程和“一带一路”科技合作行动计划，培养了一大批科技人才。此外，中科院加快推动科研平台海外布局，组建了10个海外科教合作中心，比如，中科院与智利有关方面合作，建立了中智天文联合研究中心；在巴西建立了中国—巴西空间天气联合实验室和中国科学院南美空间天气实验室。再比如，中科院和德国亥姆霍兹联合会成立了中国科学院亥姆霍兹自由电子激光联合实验室，这是该院与发达国家共同资助的第一个院级的境外机构。

中科院不仅是一些国际大科学计划，如平方公里阵列射电望远镜、国际热核聚变ITER计划等的积极参与者，而且还牵头发起了一系列国际大科学工程，比如，国际子午圈大科学计划、全脑观测神经网络、泛第三极环境等。其中，第三极环境计划被联合国教科文组织、联合国环境署列为旗舰计划。这些贡献和作为使中科院在国际组织参与的话语权进一步提升，一批中国科学家在国际科学组织中担任了重要的领导职务。

特别值得一提的是，中科院积极主导参与国际重大科技合作，特别是牵头组织了“一带一路”国际科技组织联盟，这也是中国牵头组织的第一个综合性国际科学组织。截至2019年底，该联盟成员数量已接近60家。

携手科技产业界共谋创新突围

摆脱核心技术领域受制于人的“卡脖子”局面，中科院作为国家战略科技力量在这方面责无旁贷。白春礼在介绍“率先行动”第二阶段任务时表示，从2021年开始，“率先行动”将进入为期10年的第二阶段，将针对一些“卡脖子”的关键问题，进行新的部署和推进，把“卡脖子”清单变成科研任务清单进行布局。他列举了其中几项，包括光刻机、航空轮胎、轴承钢等。目前，中科院已经成立了一些关键核心技术攻关领导小组，要求每个承担重大任务的人要签署“责任状”，要求承担科技任务的科技人员在承担任务攻关中不去报丧，不去干一些与承担任务无关的事情，心无旁骛，全力把攻坚任务完成好。

9月19日，中科院官方网站发布了一则题为《中科院与华为举行工作会谈》的新闻，华为CEO任正非与战略研究院院长徐文伟等一行近日到访中科院，白春礼与中科院副院长相里斌与之举行工作会谈，包括中科院前沿科学与教育局、重大科技任务局、科技促进发展局等在内的至少10个局院的负责人参与本次会谈。双方表示，以更加开放的态度加强各个层面的科技交流，充分集聚中科院科技创新资源和华为企业优质资源，推进基础领域与前沿科技创新。这虽然只是一则简短新闻，但在中美贸易摩擦大背景下，双方的此次会谈引起了广泛关注。

2019年5月，美国商务部将华为及其70家附属公司列入“实体名单”，华为采取多种手段应对，其中包括启动“塔山计划”和“南泥湾”项目，志在实现技术全面自主可控。为加强科技创新合作，尽早实现战略突破，任正非与团队近期密集到访国内多家高校和科研机构，而中科院是美国商务部对华为芯片升级禁令近日正式生效后他率队到访的首家科研机构，双方就合力攻关展开的会谈成为人们关注的焦点。有理由相信，国家战略科技力量中科院与国际信息产业领先企业华为携手努力有望实现新的核心技术突破，为技术全面自主可控奠定更牢固基础。

科技创新离不开科技体制自身的创新。汪克强介绍说，中科院“率先行动”计划提出了研究所分类改革、调整优化科研布局、深化人才人事制度改革等5个方面25项重大改革举措，其中，研究所分类改革是突破口、着力点，是带动其他各项改革的“牛鼻子”。6年来，按照分类改革的思路，中科院组建了23个创新研究院、23个卓越创新中心、5个大科学研究中心、17个特色研究所，进一步优化科技布局，构建更加完备的创新链，更好提升承担国家重大科技任务的能力。白春礼表示，到2025年，争取完成中科院现在100多研究所的改革任务，实现体制机制变革，进一步促进跨所跨学科跨领域的协同创新，努力建设国际一流科研机构。

大研发投入的同时，政府主管部门要进一步解放思想，设立的应用类科技发展专项基金项目要真正面向市场的实际需求，切实解决产业发展中的关键问题；要大力扶持民营企业，鼓励和支持有实力的地信企业参与申请政府科技项目。

要大力开发GIS软件国际市场。虽然以超图等为代表的中国GIS软件企业已把产品和服务拓展到100多个国家，但整体而言，我国GIS软件在国外的品牌影响力、市场占有率与技术实力还不相称，需进一步加强国际品牌建设和市场开拓。在此过程中，政府相关部门应在人才政策、资金支持等方面给予支持。

切实把国家地理信息安全提到重要议事日程。随着“数字中国”建设的不断深入，地理信息产业和公共服务平台的快速发展，地理信息的应用越来越广泛，GIS基础软件已成为敏感领域的核心支撑软件，管理着大量涉及国家地理安全的信息。各方务必把信息安全工作提到重要日程，把保障国家信息安全放在重要位置。

(文心)

数学是什么？要真正回答好并不容易，数学家对此也有争论。笔者无意介入，只是从科普的角度阐释一下，数学玩什么，如何看待数学，其价值何在。

数学玩数量关系、玩空间形式、玩模式。追根溯源，代数系统的产生基于数系的发展，而数的来源，中国道家认为，道生一，一生二，二生三，三生万物。一是单点集合的标志，一生于道，而道即玄，即深奥、神妙。几何系统最基本的元素是点，点动成线，线动成面，面动成体。几何中的点是抽象的，可以标明位置，但没有大小、范围。“一”和“点”在真实世界里是不存在的，由它俩演绎出来的代数和几何在真实世界里也是不存在的。数学世界是人类思维的存在。

我认为，数学追求的是精确、严谨、简洁、概括、统一。这是数学独有的、有别于其他学科的特点。

离开数学的精确，无法真正定义“多”“少”“远”“近”。人眼最多能分辨0.1毫米的差异，数学的精确可以使人们超越感知器官的局限，更好地认识微观世界。如果将短线段上的点与长线段上的点建立一一对应关系，那么它们上面的点的数量就是相同的，尽管这看起来如此不可思议。

数学本质上是从定义、公理、公设出发，按照逻辑推理规则，得出的一套演绎系统。数学的严谨表现在两方面：一是举反例的思维方式，这是数学不同于社会科学和实验科学的一大特点；二是其逻辑性，包括形式逻辑和辩证逻辑。在形式逻辑方面，要求概念和判断必须保持一致，判断要有充分根据，不自相矛盾，不模棱两可。在辩证逻辑方面，要求抓住数学中各式各样的矛盾（已知与未知、常量与变量、有限与无限、一般与特殊、直与曲……）进行分析转化。转化的策略一般有：化陌生为熟悉、化繁为简、顺推与逆推之结合、动与静之转化、数形结合、一般与特殊之互化……

追求简单化是数学的灵魂，从一定意义上来说，数学是因为人类追求简单而诞生的。为节约时间和人力物力，人类在树干上刻痕计数，用0、1-9数字、进制制以及小数点，就可以表示超大的数，无限接近0的数；加法就是计数的简化；乘法就是复杂加法的简化。比如，写出10000个2相加。若写10000个2，9999个加号，麻烦无比，怎么办？简化它，写一个2，把加号旋转45度，取名为乘号，于是“10000个2相加”就简化为“2×10000”，这就是乘法，太简洁了。对初中生来说，乘方不是新运算，小学时就学过。乘方就是对复杂乘法的简化。比如，写出“10000个2相乘”。若写10000个2，9999个乘号，麻烦无比，怎么办？简化它，写一个2，乘号也不用了，在2的右上角写上“10000”。这就是乘方，太简洁了。有了乘方，知道幂和指数，求底数就是开方；知道幂和底数，求指数就是求对数。

数学追求至简的另一个典型是自然数的立方和公式： $1^3+2^3+\dots+n^3=(1+2+\dots+n)^2$ 对于加法运算次数，公式两边都一样。但对于乘法，左边要算2n次，而右边却简化为只算一次。想象一下，如果n=1亿亿亿，那么左边要算2亿亿亿次乘法，那要占据多少内存，要花多少时间和算力，而右边就只需算一次。真是大道至简！

数学最精彩的是概括性，即以有限的模式驾驭无穷的具体，让人叹服。请看平面向量基本定理：想象一下平面上有多少个向量？向量有长有短，长至十万八千里，短至1纳米，还有无穷无尽的方向，这么多无穷无尽的向量如何掌控，太复杂了。不过，所有向量都逃不出数学的手心。对于平面上的任意一个非零向量，在这个平面上任意选定两个不共线的向量i和j，分别过起点A和终点B作直线a平行于i，直线b平行于j，因为i和j不共线，所以直线a、b必然交于一点，根据向量的三角形法则和数乘向量就可得出 $AB=mi+nj$ 。这么多无穷无尽的向量居然可以只用两个不共线的已知向量i和j线性表示。为了更简单，可以取i和j为正交的单位向量。平面向量基本定理就是这样简单、强大，强大到以一个有限的模式驾驭无穷的具体。平面向量基本定理就是数乘向量的推广，而且还可以推广到三维空间，其方法、结果形式几乎是一样的。数学是联系的、统一的，代数中的统一，几何中的统一，代数与几何的统一。

数学是人们生活、劳动和学习必不可少的工具，为其它科学提供了语言、思想和方法，是一切重大技术发展的基础。有马克斯韦尔方程，才有电磁波理论和现代通讯技术；有黎曼几何，才有广义相对论；有纳维-斯托克斯方程，才有流体力学、航空学；有牛顿万有引力定律，才有天文学、物理学。首位诺贝尔物理学奖得主伦琴在被记者问到他需要什么时回答说：“第一是数学，第二是数学，第三是数学。”

数学是思维的体操，在提高推理能力、想象力和创造力等方面有独特作用。数学的内容、思想、方法和语言是现代文明的重要组成部分，它教育人们尊重事实，服从真理；使人缜密、精力集中、认真负责；它使人表达有条理、办事有条不紊；使人坚韧、脚踏实地、勇敢进取。

英国思想家培根说：“读史使人明智，读诗使人灵秀，演算使人精密。”美国数学家莫里斯·克莱因认为，音乐能激发或抚慰情怀，绘画使人赏心悦目，诗歌能打动人心，哲学使人获得智慧，科学可改善物质生活，而数学能给予以上的一切。对数学的价值，科学史上的大家伽利略、开普勒等都给予高度评价。

数学是现代科技产业的重要基础，当今引人注目的5G技术和产业就源于十多年前一位土耳其教授的一篇数学论文。数学能力不仅关乎思维能力、产业发展、国家竞争力，而且与个人收入密切相关。哈佛大学教授约书亚·古德曼的一项研究发现，数学越好的人收入越高，接受数学教育的时间每多一年，毕业后的工资会多出10%。这表明：“数学就是财富！”

(作者为华南师范大学数学科学学院教授，教育部“国培计划”专家库首批20位数学专家，全国数学教育研究会常务理事兼秘书长，《数学教育学报》编委，教育部本科国家级教材《中学数学教学设计》的主编。)

科技名家笔谈

本版携手科学出版社推出

数学：大道至简 驾驭无穷

何小亚



何小亚肖像画。本栏目画家张武昌绘

徐冠华：4建议促抢占GIS制高点

在日前举行的2020地理信息系统(GIS)软件技术大会上，中国科学院院士徐冠华表示，地理信息技术作为数字经济的重要组成部分，与大数据、云计算、物联网、人工智能以及区块链等新一代信息技术的融合，拥有巨大潜力和空间，必将激发地理信息产业新的生命力，在中国信息化建设中发挥越来越重要的作用。徐冠华预计，到“十四五”末，中国GIS软件产业整体规模将跻身世界前列。为促进地理信息技术更好地助力经济发展和社会治理创新，他提出4点建议。

加强GIS基础软件关键技术的自主研发。在当前的国内外环境下，必须把GIS基础软件核心技术的自主创新放在首要位置，立足于自主创新，面向应用、突出重点，解决面临的核心技术问题。同时，以进一步完善地理信息标准体系，指导和规范相应地理信息生产，有效地参与国际竞争。

充分发挥GIS企业在创新中的主体作用。GIS基础软件关键技术的研发必须以企业为主体，走产学研结合之路。在企业继续持续加

大研发投入的同时，政府主管部门要进一步解放思想，设立的应用类科技发展专项基金项目要真正面向市场的实际需求，切实解决产业发展中的关键问题；要大力扶持民营企业，鼓励和支持有实力的地信企业参与申请政府科技项目。

要大力开发GIS软件国际市场。虽然以超图等为代表的中国GIS软件企业已把产品和服务拓展到100多个国家，但整体而言，我国GIS软件在国外的品牌影响力、市场占有率与技术实力还不相称，需进一步加强国际品牌建设和市场开拓。在此过程中，政府相关部门应在人才政策、资金支持等方面给予支持。

切实把国家地理信息安全提到重要议事日程。随着“数字中国”建设的不断深入，地理信息产业和公共服务平台的快速发展，地理信息的应用越来越广泛，GIS基础软件已成为敏感领域的核心支撑软件，管理着大量涉及国家地理安全的信息。各方务必把信息安全工作提到重要日程，把保障国家信息安全放在重要位置。

(文心)



近日，二〇二〇东亚海洋博览会在山东青岛西海岸新区举行，设立国际合作与战略产业、海工装备与海洋科技、新基建与新兴产业等六大展区，汇聚了七十余个国家和地区近五万种展品。图为观众在参观向阳红七〇一科考船模型。(人民图片)