

2018 年度中国科学十大进展

□ 刘 敏

核心阅读

2018 年度十大科学进展是过去一年我国基础研究取得成果的突出代表，这些成果的取得是我国广大科技工作者潜心研究、勇于创新、甘于奉献的结果。面对新形势新要求，我们要进一步弘扬甘坐“冷板凳”、敢啃“硬骨头”、勇闯“无人区”的科研精神，传播科学知识、厚植科学精神，让公众更加理解、关心和支持基础研究，从而推动我国基础研究加快发展，为建设世界科技强国做出贡献。

基础研究是整个科学体系的源头，是形成持续强大创新能力的关键，是创新型国家建设的基石。基础研究的重大突破往往会催生一系列的新技术、新发明，带动新兴产业崛起，促进经济社会发生重大变革。党中央国务院高度重视基础研究，对基础研究工作提出了新要求。党的十九大报告提出，“要瞄准世界科技前沿，强化基础研究，实现前瞻性基础研究、引领性原创成果重大突破”；国务院《关于全面加强基础科学研究的若干意见》，明确了我国基础研究三步走的发展目标，对全面加强基础研究作出了新部署。我国基础研究进入了新的发展期。

站在新的历史起点上，2018 年我国基础研究亮点纷呈。基于体细胞核移植技术成功克隆出猕猴等 10 项进展入选“2018 年度中国科学十大进展”。这些进展集中体现了我国基础科学研究取得的重大成果突破，受到了国内外同行的高度评价。

基于体细胞核移植技术成功克隆出猕猴。自 1997 年首次通过体细胞核移植技术成功克隆出“多莉”羊以来，科学家又成功克隆了众多的动物，但虽有多家实验室尝试克隆猴研究，却都未取得成功。中国科学院神经科学研究所/脑科学与智能技术卓越创新中心孙强和刘真研究团队发现，联合使用组蛋白 H3K9me3 去甲基酶 Kdm4d 和 TSA 可以显著提升克隆胚胎的体外囊胚发育率及移植后受体的怀孕率。在此基础上通过 5 年攻关，他们用胎猴成纤维细胞作为供体细胞进行核移植，成功得到两只健康存活克隆猴。体细胞克隆猴的成功是该领域从无到有的突破，该技术将为非人灵长类基因编辑操作提供更为便利和精准的技术手段，使得非人灵长类可能成为可以广泛应用的动物模型，进而推动灵长类生殖发育、生物医学以及脑认知科学和脑疾病机理等研究的快速发展，是生物医学研究领域真正的里程碑。

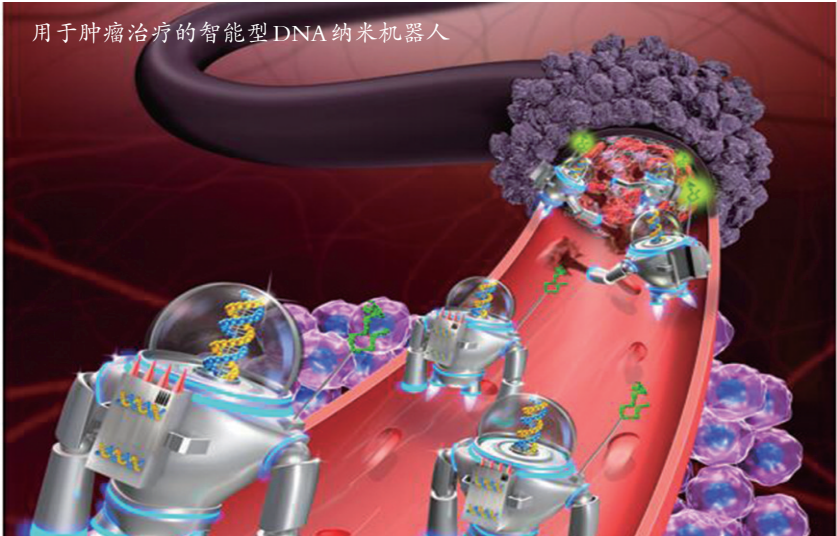
创建出首例人造单染色体真核细胞。真核生物细胞一般含有特征数目的染色体，这些真核生物染色体数目是否可为改变、是否可以人造一个具有正常功能的单染色体真核生物是生命科学领域的前沿科学问题。中国科学院分子植物科学卓越创新中

心/植物生理生态研究所覃重军和薛小莉研究组、赵国屏研究组、生物化学与细胞生物学研究所周金秋研究组及武汉菲沙基因信息有限公司等团队合作，以天然含有 16 条染色体的真核生物酿酒酵母为研究对象，采用合成生物学方法和技术将这 16 条染色体融合在一起，在国际上首次人工创建了自然界不存在的简约化生命——仅含单条染色体的酿酒酵母。这项工作是我国在人工合成酵母染色体之后在合成生物学领域取得的又一项重大进展。

揭示抑郁发生及氯胺酮快速抗抑郁机制。抑郁症严重损害了患者身心健康，是现代社会自杀问题的重要诱因，给社会和家庭带来巨大的损失。近年来在临床上意外发现麻醉剂氯胺酮在低剂量下具有快速（1 小时内）、高效（在 70% 难治型病人中起效）的抗抑郁作用，被认为是精神疾病领域近半个世纪最重要的发现。但氯胺酮具有成瘾性，副作用大，无法长期使用。理解氯胺酮快速抗抑郁的机制不仅有助于理解抑郁发生的机制，也有利于研发新的更有效的抗抑郁药物，已成为抑郁症研究领域的“圣杯”。

2018 年，浙江大学医学院胡海岚研究组在这一领域的研究取得重要突破：他们发现大脑中“反奖赏中心”——外侧缰核中的神经元活动是抑郁情绪的来源，证明该区域的神经元细胞通过其特殊的高频密集簇状放电，抑制大脑中产生愉悦感的“奖赏中心”的活动，是诱发动物产生绝望和快感缺失等抑郁行为表现的充分条件；并发现这种簇状放电方式由 NMDAR 型谷氨酸受体介导，而氯胺酮作为 NMDAR 的阻断剂，其抗抑郁药理机制正是通过抑制缰核神经元的簇状放电，高速高效地解除其对下游“奖赏中心”的抑制，从而达到在极短时间内改善情绪的功效；同时，他们还发现外侧缰核区域神经元的簇状放电源自于该区域胶质细胞中钾离子通道 Kir4.1 的过量表达。上述研究对于抑郁症这一重大疾病的发生机制做出了系统性的阐释，不仅颠覆了以往抑郁症核心机制方面流行的“单胺假说”，而且揭示了氯胺酮快速抗抑郁的机制，为研发氯胺酮替代品、避免其成瘾等副作用提供了新的科学依据。该研究所鉴定出的一系列新的抗抑郁分子靶点，也为研发更多、更好的抗抑郁药物或干预技术提供了崭新的思路，对最终战胜抑郁症具有重大意义。

研制出用于肿瘤治疗的智能型 DNA 纳米机器人。利用纳米医学机器人实现对人类重大疾病的精准诊断和治疗是科学家们追逐的一个伟大梦想。国家纳米科学中心聂广军、丁宝全和赵宇亮研究组与美国亚利桑那州立大学颜灏研究组等合作，在活体内可高效定点运输药物的纳米机器人研究方面取得突破。研究人员基于 DNA 纳米技术构建了装载有凝血酶的自动化 DNA 机器人。该纳米机器人携带的、特异性 DNA 适配体可与肿瘤相关内皮细胞上特异表达的核仁素结合，精确靶向定位肿瘤血管内皮细胞，在肿瘤位点释放凝血酶，诱导肿瘤血管栓塞和肿瘤组织坏死。这种创新方法的治疗效果在乳腺癌、黑色素瘤、卵巢癌及原发肺癌等多种肿瘤中都得到了验证。并且小鼠和小型猪实验显示，这种纳米机器人具有良好的安全性和免



疫惰性。DNA 纳米机器人代表了未来人类精准药物设计的全新模式，为恶性肿瘤等疾病的治疗提供了全新的智能化策略。

测得迄今最高精度的引力常数 G 值。万有引力常数 G 是人类认识的第一个基本物理常数，其在物理学乃至整个自然科学中扮演着十分重要的角色。但两个世纪以来，虽然实验物理学家围绕引力常数 G 值的精确测量付出了巨大而艰辛的努力，但其测量精度目前仍然是所有物理学常数中最低的，特别是不同方法测得的 G 值并不相吻合。自 2009 年开始，华中科技大学物理学院罗俊研究团队同时采用两种相互独立的方法——扭秤周期法和扭秤角加速度反馈法来测量 G 值，2018 年两种方法均获得了迄今为止最高的测量精度（G 值分别为 6674184×10⁻¹¹ 和 6674484×10⁻¹¹ m³/kg/s²，相对标准偏差分别为百万分之 11.64 和 11.61），更为关键的是基于不同方法的两个测量结果在 3 倍标准差范围内吻合。这项工作为进一步揭示造成万有引力常数测量差异的原因以及进一步测量获得引力常数的真值提供了机遇。

首次直接探测到电子宇宙射线能谱在 1TeV 附近的转折。高能宇宙射线中的电子能谱作为高能物理的一个探针，可用于研究暗物质粒子的湮灭或衰变等现象。地基切伦科夫伽玛射线望远镜阵列探测发现电子宇宙射线能谱在 1TeV（1TeV=1000GeV=1 万亿电子伏特）附近存在有曲折的迹象，但该结果系统误差很大，且属于间接探测。我国首颗天文卫星悟空号（DAMPE）的电子宇宙射线的能量测量范围比起国外的空间探测设备（如 AMS-02、Fermi-LAT）有显著提高，拓展了人类在太空中观察宇宙的窗口。DAMPE 合作组基于悟空号前 530 天的在轨测量数据，获得了 25GeV—46TeV 能量区间电子宇宙射线能谱的迄今最为精确的直接测量结果，明确表明在 0.9TeV 附近存在一个转折，证实了地面间接测量的结果。此外，悟空号所获得的能谱还表明在 1.4TeV 附近存在流量异常，可能存在于一个精细

结构。上述结果为直接探测暗物质粒子提供了候选目标。

揭示水合离子的原子结构和幻数效应。离子与水分子结合形成水合离子是自然界最为常见和重要的现象之一，但自 19 世纪末发现离子水合作用以来，水合离子的微观结构和动力学一直是学术界争论的焦点，至今仍未形成定论，其关键是缺乏原子尺度的实验表征手段以及精准可靠的计算模拟方法。北京大学物理学院量子材料科学中心江颖、王恩哥和徐莉梅研究组和化学与分子工程学院高毅勤研究组等合作，开发了一种基于高阶静电力的新型扫描探针技术，刷新了扫描探针显微镜空间分辨率的世界纪录，实现了氢原子的直接成像和定位，在国际上首次获得了单个钠离子水合物的原子级分辨图像，并发现水合离子的迁移率与特定分子数目相关这一全新的动力学幻数效应。结合第一性原理计算和经典分子动力学模拟，他们发现这种幻数效应来源于离子水合物与表面晶格的对称性匹配程度，在室温条件下仍然存在，并具有一定的普适性。该工作首次澄清了界面上离子水合物的原子构型，第一次建立了水合离子原子结构与传输机制之间的直接关联，颠覆了人们对于受限体系中离子输运的传统认识。

创建出可探测细胞内结构相互作用的纳米和毫秒尺度成像技术。细胞内各种结构如细胞器—细胞器、细胞器—细胞骨架之间的高度动态相互作用决定了细胞功能的发挥，理解这些相互作用，有赖于对细胞内环境的非侵入式高分辨探测及成像。中国科学院生物物理研究所李栋研究组与美国霍华德休斯医学研究所 Jennifer Lip-pincott-Schwartz 和 Eric Betzig 等合作，发展了掠入射结构光照明显微镜（GI-SIM）技术，实现了对细胞基底膜附近动态事件的纳米（97 纳米）、毫秒（每秒 266 帧）分辨的长时程（可连续成像数千幅）非侵入式成

像。研究人员利用这种新技术揭示了细胞器—细胞器、细胞器—细胞骨架之间的多种新型相互作用，深化了对这些结构复杂行为的理解。该新技术提供了洞察细胞内关键生物过程的窗口，有助于更好地理解活细胞条件下的分子事件，将对生命科学整个学科产生重大影响。

调控植物生长—代谢平衡实现可持续农业发展。提高作物生产力以保障全球粮食安全是一场绿色革命，此前的一种育种策略是通过提高水稻生长抑制因子 DELLA 水平以获得半矮化优良农艺性状，但是却伴随着氮肥利用效率降低，需要通过增加无机氮肥施用量来提高作物的生产力，虽能提高水稻产量但加剧了对生态环境的破坏。中国科学院遗传与发育生物学研究所傅向东研究组与合作者的研究显示，水稻生长调节因子 GRF4 促进并整合了植物氮素代谢、光合作用以及生长发育，它与 DELLA 相互之间的反向平衡调节赋予了植物生长与碳-氮代谢之间的稳态共调节。通过将 GRF4-DELLA 平衡向 GRF4 丰度增加倾斜，可以在维持半矮化优良性状的同时提高氮肥利用效率并增加谷物产量。这种植物生长和代谢的协同调控是一种新的可持续农业发展育种策略，预示着一场新的绿色革命。

将人类生活在黄土高原的历史推前至距今 212 万年。人类起源于非洲，但何时第一次走出非洲是人类起源和演化研究的一个关键科学问题。此前，国际上公认的非洲以外最古老的旧石器地点是距今 185 万年的位于格鲁吉亚的德马尼西遗址。中国科学院广州地球化学研究所朱照宇、古脊椎动物与古人类研究所黄慰文和英国埃克塞特大学 Robin Dennell 领导的团队历经 13 年研究，在陕西省蓝田县发现了一处新的旧石器地点——上陈遗址。研究人员综合运用黄土—古土壤地层学、地球化学、古生物学、岩石磁学和高分辨率古地磁测年等多学科交叉技术方法测试了数千组样品，建立了新的黄土—古土壤年代地层序列，并在早更新世 17 层黄土或古土壤层中发现了原地埋藏的 96 件旧石器，其年龄约从 126 万年至 212 万年，这将蓝田古人活动年代从原 115 万年前推前了约 100 万年，比德马尼西遗址年龄还老 27 万年，使上陈遗址成为迄今发现的非洲以外最老的古人类遗迹地点。这将促使科学家重新审视早期人类起源、迁徙、扩散和路径等重大问题。

这十大进展是过去一年我国基础研究取得成果的突出代表，这些成果的取得是我国广大科技工作者潜心研究、勇于创新、甘于奉献的结果。面对新形势新要求，我们要进一步弘扬甘坐“冷板凳”、敢啃“硬骨头”、勇闯“无人区”的科研精神，传播科学知识、厚植科学精神，让公众更加理解、关心和支持基础研究，从而推动我国基础研究加快发展，为建设世界科技强国作出贡献。



成就科技强国梦想 在接续奋斗中

□ 万劲波

在世界百年未有之大变局的新形势下，全球科技产业变革与我国经济优化升级交汇融合，中国发展战略机遇期的内涵和条件发生新变化，建设科技强国更具复杂性和紧迫性。

实施创新驱动发展战略、加快建设创新型国家和科技强国，是决定中国现代化命运的重大抉择。突破发展瓶颈、实现高质量发展、保障国家安全和应对全球挑战、赢得战略主动等均对科技强国建设提出了更高要求。为此，既要学习借鉴科技强国建设的国际经验，又要结合自身优势特点走中国特色科技强国之路；既要重视构建现代化创新体系、提升科技创新能力，又要重视创新驱动发展，强化科技创新对提高社会生产力、提升国际竞争力、增强综合国力和保障国家安全的战略支撑。

理解科技强国建设的目标任务，必须与现代化强国建设的目标任务相结合。改革开放以来，党的历次全国代表大会都强调有步骤、分阶段地推进社会主义现代化建设。1995 年，中央提出科教兴国战略；2002 年，中央提出人才强国战略，为小康社会建设提供了有力支撑。2006 年 1 月，中央首次提出提高自主创新能力、建设创新型国家，《国家中长期科学和技术发展规

划纲要（2006—2020 年）》实施。2007 年 9 月，党的十七大明确提出到 2020 年进入创新型国家行列。2012 年 11 月，党的十八大强调实施创新驱动发展战略，坚持走中国特色自主创新道路。2016 年 5 月，习近平总书记发表《为建设世界科技强国而奋斗》重要讲话，开启科技强国建设新征程。2017 年 10 月，党的十九大提出到 2035 年基本实现社会主义现代化，跻身创新型国家前列；到 2050 年，建成世界科技强国和社会主义现代化强国。一系列新的战略部署在理论上阐明了中国作为发展中大国建设创新型国家的重大意义和发展路径，在实践上展示了科技强国建设的宏伟蓝图和行动纲领，与中华民族从站起来、富起来到强起来的历史进程和发展逻辑高度契合。

经过新中国成立近 70 年、特别是改革开放 40 年来的不懈奋斗，我国发展为世界第一制造业大国、第一贸易大国、第二大经济体，实现了由小到大的历史性跨越。党的十八大以来，系列重大科技成就显示，中国一些重要领域方向跻身世界先进行列，某些前沿方向开始进入并行、领跑阶段，正处于从量的积累向质的飞跃、点的突破向系统能力提升的重要时期。但与现代化强国建设需求相比，与美国

等世界科技强国相比，我国经济社会发展还面临诸多重大科技瓶颈，许多产业在国际分工中仍然处于中低端，关键领域核心技术受制于人的格局没有从根本上改变。我国科技基础仍然薄弱，在基础研究、科技创新能力特别是原创能力、关键核心技术、基础教育、高端人才、军事实力、创新体系整体效能、创新生态、国际话语权等方面仍然存在显著差距。为此，既要有比肩跨越的雄心，又要有奋发进取的恒心。

伟大事业都始于梦想、基于创新、成于实干。当前，中国数字经济、平台经济、分享经济、服务经济强劲发展，新型基础设施稳步建设，创新及市场新主体大量增加，创新创业纵深推进，新旧动能加速转换，区域科学中心和创新高地加快形成。在新的历史起点上，要发挥好科技创新体系健全、产业体系完整、市场空间巨大、人力资本丰富和新型举国体制等优势，加快构建现代化创新体系，提升创新体系整体效能，激励更多科学家、领军人才、青年才俊和创新团队勇攀科技高峰。要保持战略定力，敢下先手棋、善打主动仗，坚持自主创新、协同创新、开放创新，着力解决低端产品过剩与高端产品供给



不足、产业门类齐全与产业链关键环节缺失、创新体系低水平重复与高质量创新供给不足等结构性问题，突出目标导向、需求导向、问题导向，以更深层次的改革创新推动质量变革、效率变革、动力变革。要面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求，瞄准战略性、基础性、前沿性领域，同步推进补齐短板、跟踪

发展、超前布局，努力实现关键核心技术重大突破，不断增强科技实力和创新能力。

