

# 科学新闻

SCIENCE NEWS

2021/8

科学新闻

## 科研经费该如何投

P24. 中国空间站的价值与优势  
P37. 洪朝生：低温世界拓荒人

P28. “天坑”专业，不存在的！  
P47. 极端降雨敲响气候变化警钟

ISSN 1671-6582



9 771671 658210

定价：人民币 20 元 港币 30 元 第 23 卷第 4 期  
2021 年 8 月 25 日出版 总第 572 期  
刊号：CN11-5553/C ISSN1671-6582

中国科学院主管 中国科学报社主办



细推物理需行乐  
何用浮名绊此身

祝科学新闻

越来越好

本改道

09月16日

## 带来有关科学的深度新闻



服务于科技界核心人群的  
新闻杂志

欢迎订阅2021年《科学新闻》

刊号: CN11-5553/C  
ISSN1671-6582  
订阅热线: 010-62580707

中国科学院主管 中国科学报社主办

## 让科研经费 发挥最大效能

21世纪,新一轮科技革命和产业变革突飞猛进,科学技术对经济社会发展的促进作用日益显著。特别是在我国全面建成小康社会、向着第二个百年奋斗目标迈进的新征程中,更需要发挥科技创新的引领作用,实现高水平科技自立自强。

科技创新是一项复杂的系统工程,不仅要有完善的体制机制保障和优秀的科研人才队伍,也离不开强有力的科研经费支撑。

近年来,我国在科研经费投入上持续增加。2019年,中国研发经费投入首次突破5000亿美元,自2015年超越欧盟27国后,稳居世界第二。今年7月15日,国家统计局新闻发言人表示,2020年,我国研究与试验发展(R&D)经费支出与国内生产总值(GDP)之比达2.4%,比2015年提高了0.34个百分点。今年政府工作报告提到,“十四五”时期中国全社会研发经费投入年均增长将达到7%以上。

在科研经费持续增加的同时也要看到,我国在科研经费投入和使用上还存在一些亟待改进的方面。比如,为了实现规划目标,一些地区盲目增加研发经费,导致产业结构失衡和高技术产业同质化问题严重;有些科研机构缺乏整体研究布局,在研发选题上相对分散,没有聚焦国家目标;一些项目执行期短、长效性考虑不足,不利于形成实质性创新成果;在企业创新投入方面,原始创新投入的积极性还有待激发。

这些问题显示了科研经费投入既要强调量,更要强调质,只有把科研经费投入到真正需要的地方,才能发挥最大效能。

今年7月28日,国务院常务会议部署进一步改革完善中央财政科研经费管理,给予科研人员更大经费管理自主权。会议确定了简化预算编制、加大科研人员激励、加快项目经费拨付进度、创新财政科研经费支持方式等多项具体措施。

相信这些举措将会进一步优化科研经费管理,完善科研经费分配机制,激发科研创新积极性,提高科研经费使用效率,让科研经费真正用在刀尖上,助力我国实现高水平科技自立自强。

本刊编辑部

# CONTENTS

科学新闻  
2021年8月25日出版 第23卷  
第4期 总第572期 1999年创刊  
www.science-weekly.cn



## 科研经费 该如何投

10 提升研发投入效率 实现科技自立自强 韩凤芹  
14 优化政府科技投入机制 有效支撑科技强国战略 阿儒涵

### 推广 / POPULARIZE

17 与科学同行  
《梦幻书院之科学小记者》第一季收官

### 学界 / ACADEMIC

18 一门古老学科里的算力角逐 胡珉琦  
20 从区域生态与经济可持续性 谈亚洲象保护特区建设 吴兆录

24 中国空间站的价值与优势 沈海军  
28 “天坑”专业，不存在的！ 熊丙奇  
31 保护海洋健康 携手共促海洋可持续发展 孙松  
34 从研究生到人才： 培一程、陪一程、送一程 刘青松  
37 洪朝生：低温世界拓荒人 秦金哲 朱世慧  
40 见证北极 高登义  
43 寻找火星远古水世界的潜在生命线 ——耶泽罗探测记（上） 赵宇鹄  
47 极端降雨敲响气候变化警钟 王彬

### 美国《科学》内容特供

### 科学·职业 / SCIENCE

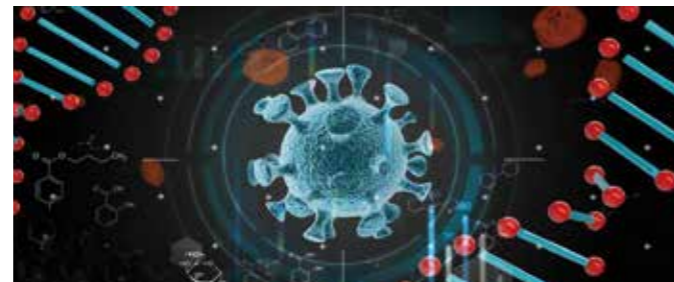
51 新实验室，全新的冒险：  
将实验室搬到另一个国家 Alaina G. Levine

### 科学·生命 / SCIENCE

56 当机器人睡觉时，他们会梦到算法吗？ Alan Dove

### 科学·职场生涯 / SCIENCE

60 从患者到合作伙伴 Peter DelNero Alexandra McGregor  
61 学习障碍的经验教训 Collin R. Diedrich  
62 我不是你妈妈 Larisa R. G. DeSantis  
63 为梦想而战 Evelyn Valdez-Ward



主管	中国科学院	E-mail	scienceweekly@stimes.cn
主办	中国科学报社	发行	010-62580707
		E-mail	sale@stimes.cn
主编	魏刚	广告	010-62580707
		E-mail	weekly-ad@stimes.cn
编辑部	唐琳 倪伟波 李晨阳 倪思洁 许悦 辛雨 张思玮 冯丽妃	出版许可证	京期出证字第3958号
设计	北京和润信博品牌文化传播有限公司	开户行	北京市工商行海淀支行营业部
印务	谷双双	户名	中国科学报社
招聘	张婧	账号	0200049609046215517
发行	谷双双	广告许可证	京海工商广登字 20170236 号
法律顾问	郝建平 北京灏礼默律师事务所	印刷	北京工商事务印刷有限公司
地址	北京市海淀区中关村南一条乙3号	每期定价	人民币 20 元 港币 30 元
邮编	100190	出版日期	逢双月 25 日
网址	www.science-weekly.cn		
编辑部	010-62580719		

国内统一连续出版物号 CN11-5553/C  
国际标准连续出版物号 ISSN1671-6582



### 学术顾问

何毓琦（数理科学）	王鸿飞（化学）
美国工程院院士	复旦大学化学系教授
饶毅（生物学）	金碧辉（文献情报）
北京大学教授	中国科学院国家科学图书馆研究员
贺福初（生物学）	周兴江（物理学）
中国科学院院士	中国科学院物理研究所研究员
陈十一（工程科技）	张称意（大气科学）
中国科学院院士	中国气象局研究员

合作媒体

声明 《科学新闻》所有作品，未经许可，一律不得转载、摘编。

## 神舟十二号两名航天员成功出舱

2021年8月20日8时38分，航天员聂海胜成功开启天和核心舱节点舱出舱舱门。截至10时12分，航天员聂海胜、刘伯明先后成功出舱。

（来源：中国载人航天微信公号）

## 第三次全国国土调查结果出炉

8月26日，自然资源部公布第三次全国国土调查主要数据成果。调查显示，2019年末全国耕地19.18亿亩。过去10年间，全国耕地地类减少了1.13亿亩。

（来源：《中国科学报》）

## 我国科学家首次发现“磁束子”

中科院合肥研究院强磁场中心与合作者合作，在理论和实验上首次发现多拓扑荷特性“磁束子”，揭示了磁性材料中拓扑磁结构的多样性。

（来源：《科技日报》）

## 全国累计报告接种新冠疫苗超 19 亿剂次

国家卫健委官方网站消息，截至8月18日，31个省（自治区、直辖市）和新疆生产建设兵团累计报告接种新冠病毒疫苗190012.7万剂次。

（来源：央视新闻客户端）

## 科学家发现太阳系转速最快小行星

科学家们在太阳系内新发现了一颗小行星2021 PH27，其围绕太阳旋转一周仅需113个地球日，速度比太阳系内已知的任何一颗小行星都快。

（来源：《科技日报》）

## 2030 年伦敦部分地区将被永久淹没

美国国家航空航天局开发的新软件绘制了一幅动态地图，描绘了未来几十年海平面上升情况，地图显示英国伦敦部分地区可能会在2030年被淹没。

（来源：澎湃新闻）

## 首台医用重离子加速器成功应用

由甘肃武威肿瘤医院临床运营的我国首台具备自主知识产权的重离子治疗肿瘤专用装置成功应用，实现了我国在大型医疗设备研制方面的历史性突破。

（来源：《人民日报》）

## 德尔塔毒株有更高重复感染风险

世卫组织表示，新冠变异病毒德尔塔毒株感染者的早期检测样本中，病毒载量比原始毒株感染者高约1000倍，意味着德尔塔毒株有更高的重复感染风险。

（来源：新华网）

## 第二次青藏科考发现 7 种珍稀野生动物

据悉，第二次青藏高原综合科学考察研究在青海省西宁市湟源县日月藏族乡境内发现7种国家珍稀野生动物，其中马麝和荒漠猫为首次在该区域发现。

（来源：《科技日报》）

## NASA 拟派探测器登陆水星

据悉，美国国家航空航天局（NASA）的“水星着陆器”任务计划将于2035年发射，10年后到达目的地，对水星的内部结构、磁场及大气层展开调查。

（来源：《科技日报》）

## 新冠病毒已扩散至野生动物

近日，美国农业部研究人员发现，美国东北部三分之一的白尾鹿体内都出现了新冠病毒的抗体，这表明它们已经感染了新冠病毒。

（来源：《中国科学报》）

## 上海交大未来技术学院揭牌成立

上海交通大学未来技术学院揭牌成立，旨在建立一支在前沿交叉与未来技术领域具有重要影响的高水平教师团队，打造国际化前沿交叉科研和教学平台。

（来源：中国新闻网）

## 2021 年中国医师节庆祝会召开

8月18日，由中国医师协会主办的2021年中国医师节庆祝会以线上线下结合的形式在京召开。会议号召广大医师向“七一勋章”获得者辛育龄、吴天一等学习。

（来源：《中国科学报》）

## 北京将推广 1 万辆氢燃料电池汽车

北京市经济信息化局消息，2023年前，北京将力争建成37座加氢站，推广氢燃料电池汽车3000辆；到2025年前，氢燃料电池汽车累计推广量突破1万辆。

（来源：《中国科学报》）

## 香港中文大学（深圳）成立医学院

8月17日，香港中文大学（深圳）举行医学院成立暨创院院长任命仪式，标志着经过两年多的筹建，香港中文大学（深圳）医学院正式成立。

（来源：《中国科学报》）

## 首艘海洋牧场养殖观测无人船下水

日前，国内首艘海洋牧场养殖观测无人船在山东省威海市德明海洋牧场进行海试并交付使用。该船由威海天帆智能科技有限公司与哈尔滨工业大学（威海）共同研发。

（来源：《科技日报》）

## 施普林格·自然设立气候行动官

为了加快气候行动，施普林格·自然近日新设气候行动官一职，并组建专门的可持续发展团队。该职由集团可持续发展总监Thea Sherer担任。

（来源：《中国科学报》）

## 中国碳卫星获取首个全球碳通量数据集

基于我国第一颗全球二氧化碳监测科学实验卫星的大气二氧化碳含量观测数据，研究人员利用先进的碳通量计算系统，获取了中国碳卫星首个全球碳通量数据集。

（来源：《科技日报》）



## 《科学》 能量代谢关系中年发福？

生命的所有基本任务，从发育、繁殖到维持和运动，都需要能量。然而，令人惊讶的是，我们对人类的总能量支出或其在整个生命周期中的变化知之甚少。

全球 65 个单位联手在《科学》杂志在线发表了一项新研究。该研究分析了一个大型、多样化的总能量支出数据库，通过双标水法测量出生 8 天至 95 岁的 6000 多名男性和女性的能量支出。总能量支出随无脂肪体重以幂律方式增加，具有四个不同的生命阶段。这些变化揭示了人类发育和衰老过程能量的代谢情况，有助于我们制定整个生命周期的营养和健康战略。

## 《生物科学》

### 地球“生命体征”正在恶化

美国俄勒冈州立大学研究人员领导的科学家团队在《生物科学》上发表了 2021 年气候紧急状态报告。报告指出，2020 年温室气体排放量等指标在疫情期间暂时下降，但经济复苏后再度上升。因此，应对气候变化必须彻底改变能源结构和生产方式。

该报告呼吁分阶段淘汰化石燃料以应对气候危机，要求更多关于碳封存战略性气候储备，并通过抬高全球碳价格的方式促使工业和消费领域脱碳化。本报告共有来自 158 个国家的近 14000 名科学家签名。

## 《神经科学和生物行为评论》

### 男女大脑几乎不存在差异

性别差异的话题总是吸引人的。对于“男性大脑”和“女性大脑”的刻板印象，对于人们解读男性和女性的行为方式产生了广泛影响。

美国罗莎琳德·富兰克林大学神经科学家 Lise Eliot 领导研究团队首次将这一领域 30 年来的研究合并为一个

大型综合研究。他们发现，男性和女性的大脑确实略有不同，但这些差异的关键在于大脑的体积，而非性别。该研究最终得出的结论是：人生而平等，男性和女性的大脑几乎不存在差异。

“我们发现在整个物种范围内，两性之间并没有普遍存在的大脑特征差异。相反，大脑就像心脏和肾脏等其他器官一样，非常相似，可以很成功地在男性和女性之间移植。” Eliot 说。

## 《动物认知》

### 猫，天生“懒癌”？

对于人类而言，天下没有免费的午餐。不仅是人类，许多动物也为了获取更多食物，不惜“卖乖”或“奔波劳作”。

然而，在这方面，唯有猫与众不同。它们天生表现出一种奇特的姿态，似乎在说：“明明可以唾爪可得的食物，为什么还要去奔波！”换句话说，猫更愿意选择不劳而获。

近日，来自美国加州大学戴维斯分校兽医学院的研究人员首次在家庭环境中测试了猫对食物的选择偏好，证实猫的确是与众不同的动物。研究人员认为这或许与驯化有关：在食物容易获得的家庭环境中，猫可能不太愿意在环境中探索和捕猎，毕竟猫很擅长保存能量。

## 鲜学福： 搞科研，得踏实

在中国工程院院士鲜学福看来，研究的目的绝不是为获奖，而是一种沉淀，是进一步的推导和再次严谨论证。从 1956 年进入重庆大学采矿系执教至今，他六十多年如一日地坚持科研工作。“要把真正对国家、社会有用的成果留给其他人。”他总说科学就是实事求是，而实事求是就要求我们踏踏实实地干。在他严谨的治学精神的潜移默化影响下，踏实已经成为学院师生恪守的工作准则。

（来源：《科技日报》）

## 徐建国： 新冠病毒不可能是人工制造

中国工程院院士、医学微生物学家徐建国在新冠病毒溯源问题驻华使节吹风会上介绍，从生物安全角度，传染病疫情可分为三类：自然性、事故性和蓄意性。目前，诸多证据表明，新冠疫情不具有蓄意性、事故性特征，而是自然发生的传染病。他强调，新冠病毒不可能是人工制造的。迄今为止，世界上没有一种病原体是人工制造的，没有一个实验室具有设计、制造地球上并不存在的全新病毒、全新细菌的能力。

（来源：中国新闻网）

## 刘益东： 提升原始创新能力须爬坡过坎

中国科学院自然科学史研究所研究员刘益东撰文指出，当前，我国科技发展正进入以原始创新、基础研究为主的自立自强阶段，而聚天下英才而用之，是原始创新与科技自立自强的决定性因素。延揽世界一流人才并让其充分发挥作用，是我国科技界的当务之急和头等大事。但也要看到，我国人才发展事业目前仍然存在一些障碍，其中人事、评价、组织三项制约因素须尽快克服。

（来源：《光明日报》）

## 李东风： 高校大类招生引争议

针对今年高考大类招生制度引起热议的现象，华南师范大学生命科学学院教授李东风撰文指出，大类招生问题在于学科冷热不均衡，这是结构性矛盾。热门专业比冷门专业竞争力强是不争的事实。他认为，前两年的通识课程虽拓宽了口径，但不利于学生及早接触专业，高校管理也遇到不少问题。在他看来，要解决这一问题，还得在优化专业结构、深化教学改革、完善制度体系上多下功夫。

（来源：科学网博客频道）

**11** 农业农村部发布公告，公布推广虹鳟“水科 1 号”、禾花鲤“乳源 1 号”、翘嘴鲌“广清 1 号”、建鲤 2 号、半滑舌鲷“鲟优 1 号”、三角帆蚌“申浙 3 号”等 11 个水产新品种。

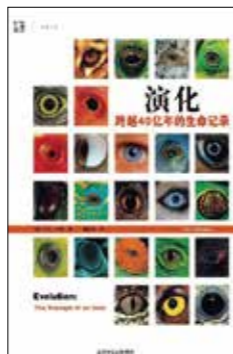
**157** “2021 软科世界大学学术排名”发布，展示了全球领先的 1000 所研究型大学。中国内地共有 157 所大学上榜，其中 7 所位列世界百强。清华大学排名全球第 28，北京大学名列第 45。

**7000 万** 我国近视患者人数多达 6 亿，其中高度近视（600 度以上）患者占比达 9%，人数已超 7000 万。高度近视人群中 2%~3% 为病理性近视，其引起的并发症是致盲的主要原因。

**68.2 万亿** 瑞士格劳宾登应用科学大学研究人员借助数据分析、可视化和模拟能力中心的一台计算机，将圆周率  $\pi$  计算到小数点后 68.2 万亿位，创下该常数迄今最精确值记录。

## 《演化：跨越 40 亿年的生命记录》

作者：[美] 卡尔·齐默  
出版社：上海人民出版社  
出版时间：2011 年 8 月



### 内容简介

本书讲述的是地球上一切生命的进化史：从早期原始生命的产生到物种大灭绝的原因，从雄性和雌性的共同进化到寄主和寄生物之间的进化比赛，当然更包括了十分详细的、关于人类自身的进化历程。

本书同时也是“进化论”本身的故事：“进化”这个观念如何在达尔文和少数几个科学家的脑中形成，如何遭到宗教势力的残酷打击以及科学界的普遍质疑，又如何随着科学的不断发展而得到了越来越多的认同。

在阐述进化生物学的作用时，作者不仅生动展现了其在医疗和农业等方面对人类日常生活产生的巨大影响，更深入探讨了“进化”这个观念如何改变人类对自身的认识，重构了人类的信仰体系。

虽然进化论如今已经得到近似真理般的认可，但作者并没有就此摒弃其他可能性，而是在最后一章中特别探讨了“上帝”的位置，体现出一种开放而严谨的科学态度，使得全书视野更加开阔，带来深入而有趣的思考。

# 科研经费 该如何投

## 《基因社会：哈佛大学人性本能 10 讲》

作者：[美] 以太·亚奈、马丁·莱凯尔  
出版社：江苏凤凰文艺出版社  
出版时间：2017 年 8 月



### 内容简介

你的基因如何控制你的身体和生活？

大约 40 年前，理查德道金斯在《自私的基因》中提出，人生来自私，跟其他生物一样，不过是基因的生存工具。然而，人类仍不清楚这些自私的基因是如何协作以构建生物体的。本书以丰富的新研究为基础，为理解基因如何为了生存而合作及竞争提供了一种解释。

人为什么会得癌症？假如不同人种的基因差别很小，为什么还会有战争？人类的语言从何而来？作为系统生

物学的领军人物，两位作者提出了一个具有说服力的新理论框架，帮助人们理解人类基因组的进化过程。

与道金斯的经典隐喻所暗示的意思所不同的是，构建基因组的并非是只关心自身生死存亡的个体基因。我们的基因组是由类似人类社会的基因社会所构成的，和人类社会一样，基因社会的成员们也会彼此联合或敌对。

本书一直强调着一点：给予基因间相互作用足够的重视，我们才能真正理解生命的规律。

# 提升研发投入效率 实现科技自立自强

► 韩凤芹



党的十八大以来，我国一直将创新驱动视为核心战略，并于党的十九届五中全会上将创新置于国家发展全局的核心位置。

研发投入是促进技术进步、实现创新驱动、推动高质量发展的必然要求。建设创新型国家、实现科技自立自强，离不开研发投入这个基座。

世界上典型的创新型国家一直十分重视研发投入。根据经济合作与发展组织（OECD）数据显示，各国研发投入一直保持持续上涨。2019年，美国研发投入强度首次突

破3%，以色列和韩国更是分别达到了4.9%和4.6%。美国总统拜登在上任初期就宣称，将把对科技研发的投资作为总统任期的基础工作，以确保美国在创新上始终处于领先地位。2021年4月，拜登提出了规模1.52万亿美元的2022财年预算案，内容包括全面增加科研经费投入。

2021年，我国政府工作报告提到“十四五”时期中国全社会研发经费投入年均增长将达到7%以上，同时首次设置了基础研究经费指标。

## 研发投入快速增长 科技创新不断突破

2019年，中国研发投入额首次突破5000亿美元，自2015年超越欧盟27国后，稳居全球第二。随着研发投入的快速增长，我国科技创新也不断取得突破。

从综合创新水平来看，2019年，我国科技进步贡献率已经达到59.5%。根据《全球创新指数报告GII》显示，自2011年起中国创新指数排名逐年上升，2018年排名突破前20（第17位），2019年升至第14位，2020年

也保持在14位，与发达国家创新能力方面的差距正在不断缩小。

从创新产出来看，“十二五”以来，我国国内发明专利申请量和授权量年均增速均在25%以上，远远高于日本、美国、韩国等专利大国，发明专利申请量连续八年排名世界第一。截至2018年，SCI和EI等国外主要检索工具收录的中国论文数分别处于世界第2位和第1位。同时，中国在载人航天、探月工程、北斗导航、超级计算等领域也取得了一系列令国人骄傲的自主创新成就。

从创新基地建设来看，不同层级的创新基地或平台在全国遍地开花，已构成国家创新体系的重要部分。在国家层面，国家实验室加快建设，散裂中子源等科技基础设施建设成功，形成了一批大科学装置，以北京、上海、深圳等为核心的全球性创新中心初步建立，为开展高水平科学研究提供了有力支撑。在国家部委层面，科技部的国家重点实验室、国家技术创新中心和国家工程技术研究中心，中科院的知识

基础研究是原始创新的源泉，是实现科技自立自强的先行基础。近年来，我国十分重视基础研究投入，党的十九大以来，基础研究经费投入年均增速超过15%，2019年基础研究经费投入占比首次突破了6%的大关，2020年达到6.16%。

创新工程基地，教育部的“双一流”建设、工程研究中心和协同创新中心，工信部的制造业创新中心以及自然资源部的工程技术创新中心等平台基地在全国快速部署。省、市级政府部门也分别建设了各类新型研发机构及创新（中心）平台等，每个基地基本上都给予了研发经费配套。

从基础研究来看，基础研究是原始创新的源泉，是实现科技自立自强的先行基础。近年来，我国十分重视基础研究投入，党的十九大以来，基础研究经费投入年均增速超过15%，2019年基础研究经费投入占比首次突破了6%的大关，2020年达到6.16%。同时，“十四五”规划和2035年远景目标纲要明确，基础研究经费投入占研发经费投入比重将提高到8%以上；“制定实施基础研究十年行动方案”被写入2021年政府工作报告，社会各界已经初步形成重视基础研究的氛围。

从科技计划来看，我国初步形成了以中央五大计划为主体的科技计划投入体系。2015年，国务院印

发《关于深化中央财政科技计划（专项、基金等）管理改革的方案》，将近百项科技计划（专项、基金等）优化整合为新五类科技计划，并建成公开统一的国家科技管理平台，在一定程度上缓解了之前分散重复、封闭低效、条块分割和资源配置“碎片化”问题。2019年，国家自然科学基金和国家重点研发计划资助额已达到300亿元左右，国家重点实验室资助额已超过55亿元。

从科技人才来看，聚集效应初步形成。近年来，我国科技人才队伍不断发展壮大。2019年，全社会研发人员总量达到712.93万，是2015年的1.3倍，每1万名就业人中就有研发人员62人。科技人才结构和布局也在不断优化，青年科技人才成为科研主力军和生力军，区域科技人才布局趋向合理，在航空航天、海洋、新能源、农业科技等重点领域，涌现出了一批中青年科技创新领军人才。通过实施一系列科技人才计划与工程，具有国际影响力的高端创新人才开始不断涌现，科技人才聚集效应初步形成。

从基础研究经费投入来看,目前我国还是以政府投入为主,企业投入所占比重较低。企业基础研究经费投入占全社会基础研究经费投入的比例只有3%左右,而美国、法国、英国等国家均高达15%~30%。

从创新主体培育来看,企业创新主体地位进一步增强。截至2019年,企业研发经费投入已占全国总额的76.4%,是科技投入的主体;技术合同及成交额占全国总额的91.5%,是技术输出的主体。我国涌现出一批创新型领军企业,科技型中小企业、高新技术企业均已突破20万家,华为、大疆、海康威视等科技型企业开始在国际上崭露头角。

### 忽略科研效率“为投入而投入”

在研发投入快速增长的同时,也要注意防止忽略科研效率、“为投入而投入”的现象。

首先,政绩化导向下容易产生盲目投入和“伪投入”行为。目前来看,我国31个省(自治区、直辖市)在之前的科技规划中均提出了研发投入强度的目标值。在政绩考核导向下,为了实现规划目标强度,部分地区盲目跟从、脱离实际,不计绩效地认为研发投入强度越高越好,并把研发投入强度水平作为政

府官员的政绩考核标准,使得不少地方政府“大跃进”式盲目增加研发经费,导致大量财政资金浪费、产业结构失衡以及高技术产业同质化问题严重。

同时,为了激发企业等创新主体加大研发投入的积极性,政府设置了大量补贴和税收优惠政策。部分创新主体为了达到获得研发补贴或税收优惠的门槛,在研发经费中“注水”,将本不属于研发投入范围的专利保护费、人员工资、机器耗材和设备折旧摊销等纳入研发投入统计范围,为享受政策临时买入一些并未投入实际运营的先进研发设备“凑”数据,甚至为获得国家经费支持编造研发投入数据。这种情况下产生的“伪投入”不仅无法实现技术创新、有损市场环境,还容易“绑架”政府财政科技投入,导致大量财政资金的流失。

其次,当前政府科研项目资助方式不利于创新。目前,政府研发投入普遍以项目资助方式实现,科研经费管理松绑放权改革也普遍围绕科研项

目本身,而科研项目覆盖面有限,科研人员松绑放权感受不强,不利于激发科研人员整体创造性。

中央五大计划改革虽然在一定程度上扭转了条块分割、多头管理等痼疾,但仍然是延续传统的项目管理方式,部际联席会议未能发挥出应有作用。

同时,近年来,我国不断加强稳定支持力度,2018年中央财政科技预算(民口)中,稳定支持和竞争支持之比已达到4.9:5.1,与美国、德国基本持平,但与日本、法国等国家差异较大。而且,有些虽然表面上是稳定支持,但在实际执行中也并无“稳定”之实:大多数科研机构缺乏整体研究布局,仍然以项目竞争方式安排经费,在选题上相对分散,没有聚焦国家目标,多数项目执行期短,长效性考虑不足,不利于形成实质性创新成果。

最后,企业创新投入尤其是原始创新投入积极性有待激发。我国大中型工业企业研发经费支出占其销售额的比例多年来一直停留在



1%左右,而主要发达国家已达到2.5%~4%。《2020年欧盟工业研发投入记分牌》显示,我国入围制造业企业研发支出强度为4.6%,低于全球制造业企业的平均值5.3%。

从基础研究经费投入来看,目前我国还是以政府投入为主,企业投入所占比重较低。企业基础研究经费投入占全社会基础研究经费投入的比例只有3%左右,而美国、法国、英国等国家均高达15%~30%。

### 多措并举 提升研发投入效率

基于目前存在的忽略科研效率的现象,本文认为需要从以下方面着手,进一步提升研发投入效率。

一是要优化研发投入结构,提升原始创新积极性。提高基础研究和应用基础研究的投入,加强对重大科学问题的研究,完善基础研究

体制机制,增强创新驱动源头供给。加快构建自由探索与目标导向并重的基础研究投入机制,进一步加强中央财政对基础研究的投入和稳定支持,更加重视对基础研究和应用基础研究的系统部署,优化国家科技计划基础研究支持体系,改善基础研究的评价机制,使科研人员能够潜心从事长期基础研究。

二是完善科研组织方式,提高政府研发投入效率。跳出传统五唯评价的模式,尤其对基础性、战略性研究,要改变“短平快”的考核标准,加快建立一种长效科学的评价机制。建立针对不同类别研发投入的绩效考核评估与奖惩机制,叫停那些投入产出效率不高以及“伪投入”的项目,促进从研发投入向实质性创新能力转化。积极构建新型科研组织管理制度体系,推广落实科技攻关项目“揭榜制”、首席

专家“组阁制”、项目经费“包干制”等制度,提高科研经费使用效率。

三是激发企业研发投入积极性,构建多元化研发投入体系。科学运用无偿资助、后补助、奖励、政府采购、税收减免、风险补偿、股权投资等多种直接和间接投入方式激发企业创新投入积极性,建立健全科技创新风险投资体系,鼓励设立科技贷款风险补偿准备金和资金池,加快促进各类创新要素的融合创新,消除科技创新中的“孤岛”现象。建立健全高等院校、科研机构和社会其他力量协同创新投入机制。支持企业围绕前沿引领技术和行业关键共性技术研发与应用,牵头建设高水平研发机构或平台,加快推动以企业为主导的创新联合体。■

(作者系中国财政科学研究院教科文研究中心主任)

(责编:唐琳)



# 优化政府科技投入机制 有效支撑科技强国战略

► 阿儒涵

当今世界正处于百年未有之大变局，受中美贸易摩擦、新冠肺炎疫情等多重冲击，国际政治经济秩序面临深刻调整。科技竞争已成为决定新秩序的核心力量。政府科技投入在提升国家科技水平，特别是在加强基础研究等源头创新、培养高水平科技人才等方面发挥了重要作用。

政府科技投入以直接投入和间接的税费优惠等形式体现。从直接投入的机制来看，稳定的整笔拨款和项目资助是政府科技投入的两种

典型机制。

整笔拨款是指政府为国立科研机构 and 大学等提供的相对长期、稳定的资金支持，通常不需要竞争获取。机构的法律地位和使命定位是机构获得整笔拨款的依据。机构享有资金分配的自主权，常以此自主布局长周期的研发活动、培养科技人才。德国政府对马普研究所的稳定支持、日本政府对独立行政法人国立科研机构的支持等都是稳定的整笔拨款资助的典型代表。

项目资助则是通过竞争择优的方式遴选资助对象，要求资助对象围绕特定目标，在限定的时间范围内开展研究。项目资助机制对资助方来讲，能够对所关心的问题快速做出反应，有助于提升资助效率。但是对受资助方而言，项目资助具有较大的不确定性。各国科学基金会的资助是项目资助的典型代表。

我国在政府科技投入的历史上，基于不同历史时期的战略需求与发展特点，采用了不同的资助机制的



1986年，我国成立了国家自然科学基金，这成为我国政府科技投入历史上的重大改革举措，标志着政府科技投入从“计划分配”向“竞争择优”的历史性转变。此后，项目资助机制成为政府科技投入的主要机制。

组合，不断探索完善我国政府科技投入体系。

## 从“计划分配”到“竞争择优”

新中国成立初期，我国经济力量较为薄弱，政府难以构建完整的科技投入体系。在当时计划经济的体制下，政府对国立科研机构 and 大学的整笔拨款也仅能维持机构的基本运行，可用于自主布局开展研发活动的资金十分有限。

1956年，为满足国防、科技领域的国家战略目标，中央层面制定了《1956—1967年科学技术发展远景规划》，为“两弹一星”、人工合成牛胰岛素等重大科技突破提供了保障，也推动了中科院数学所、物理所、生物物理所等一批基础研究类科研机构的建立。这一时期，我国虽然在科技领域实现了重大突破，但政府科技投入机制在此过程中发挥的作用非常有限。

1985年，中共中央作出《关于科学技术体制改革的决定》，科技体制改革全面启动。政府在维持机构运行投入的基础上，借鉴国际经验引入了项目资助机制。1986年，我国成立了国家自然科学基金，这

成为我国政府科技投入历史上的重大改革举措，标志着政府科技投入从“计划分配”向“竞争择优”的历史性转变。此后，项目资助机制成为政府科技投入的主要机制。

之后，中央层面先后启动了“攀登计划”、973计划、863计划等一系列竞争性项目资助计划。项目资助机制结合课题制的管理方式，极大地激发了科研人员的积极性，我国科技水平快速发展，科研人员逐渐开始融入国际科学共同体，国际科技交流快速发展。

然而，项目资助的快速增加也引发了一系列的问题。例如，研究跟着项目走，“短平快”和易于获得项目资助的研究受到科研人员的青睐，从而难以在特定领域和方向开展长期攻关。获取项目资助的能力成为科技评价的重要指标之一，这偏离了科技评价的本质。

## 从投入端进行“供给侧改革”

20世纪90年代中后期，知识经济兴起，国际科技竞争出现了新的发展状况，各主要国家开始加快建设国家创新体系，以促进国家经济社会的发展，提高科技竞争力。

为了解决项目资助快速增加所引发的“研究跟着项目走”等一系列问题，1998年起，中央政府开始加强对稳定的整笔拨款的资助力度，平衡政府科技投入中稳定与竞争的关系。

我国先后通过启动中国科学院知识创新工程、985工程、设立公益性科研院所基本科研业务费及中央高校基本科研业务费等方式，提升政府科技投入中稳定的整笔拨款的比例，从而有效提高了我国国立科研机构 and 高水平大学的创新能力和水平。例如，在中科院知识创新工程的资助下，远距离量子通信试验研究、铁基超导研究、金属材料、暗物质可能证据的发现等一批国际水平的创新贡献纷纷涌现。

党的十八大召开后，我国对创新驱动发展、深化科技体制改革等方面提出了新的要求。为使科技投入机制更好地满足创新驱动发展的要求，我国对稳定的整笔拨款和项目资助机制都作出了深层次的结构调整。

在整笔拨款方面，优化对重点机构、领域的整笔拨款机制成为这一阶段的重点。例如，统筹原有的985和211工程，提出“双一流大学”的建

设目标，优化对高水平大学的整笔拨款机制。通过国家实验室建设和国家重点实验室重组等一系列举措，提升对国家战略科技力量的资助水平，优化国立科研机构的资助结构。

在项目资助方面，自1985年启动科技体制改革以来，中央政府一直在竞争性项目资助的渠道和体量方面做“加法”，形成了庞大的项目制资助体系，出现了项目资助体系分散、重复、效率低下等一系列问题。针对这一问题，2014年3月，国务院出台了《国务院关于改进加强中央财政科研项目和资金管理的若干意见》。2015年1月，国务院印发《关于深化中央财政科技计划（专项、基金等）管理改革的方案》，将原有中央财政科技计划整合为五大类计划，并于2017年基本完成了新旧科技计划体系的过渡。

政府科技投入机制的不断优化调整，旨在从投入端进行“供给侧改革”，以推动整个科技体制的深层次改革，满足新时期国家对科技发展的需求。

### 优化整笔拨款机制 形成分类有序的项目竞争

经过70余年的实践和不断改革，政府科技投入机制取得了丰硕的成果，有效推动了我国科技水平的快速发展。然而，随着科技在社会经济发展中的作用日益凸显，政府科技投入机制中存在的问题也被迅速放大。从优化政府科技投入机制的角度，本文提出以下两点建议。



一是优化整笔拨款机制，为高水平研究团队和特定领域的研究提供长期稳定的整笔拨款资助。

目前，项目资助仍然是开展科技活动经费的主要来源，争取经费是研究团队的头等大事。从国际经验来看，为高水平的研究团队及服务国家需求的研究提供稳定的整笔拨款是普遍采用的做法。例如，政府对德国马普学会、日本世界顶级国际研究中心计划（WPI）等的稳定支持虽然是以竞争遴选为前提，但对于脱颖而出的学者和研究团队，会给予相对长期稳定的整笔拨款资助，并配合绩效评价等管理措施保障政府科技投入的效果。对美国国家实验室、日本独立行政法人国立科研机构的整笔拨款则以特定领域的研究为前提。

可见，基于特定对象的稳定的整笔拨款，有助于实现政府科技投入的目标。基于此，结合我国国家战略科技力量的建设，可考虑对高

水平研究团队及特定领域的研究团队给予相对稳定的整笔拨款，并完善预算绩效管理等配套机制，提高政府科技投入效率。

二是构建分类分层的项目资助机制，扬长避短，有效发挥项目资助的优势，构建有序的竞争机制。

“全民竞争”是目前政府科技投入中项目资助机制的显著特点之一。“全民竞争”赋予不同类型、不同水平的科研人员最大限度的参与权，但也增加了资助机构的遴选负担，影响了整体的投入效率。

美英等国是项目资助机制的发源地，构建分类有序的竞争机制一直是其项目资助的重要特征。例如，美国联邦政府的项目资助可以分为项目补助、合作协议、竞争合同等多种类型。项目补助是范围最广泛的项目资助形式，向国立科研机构 and 大学开放，且主要由研究型大学参与项目竞争；合作协议和竞争合同等仅面向特定的资助对象开放。又如，英国和日本的竞争性项目资助主要以大学为资助对象，国立科研机构则主要依靠稳定拨款和委托项目资助。

可见，分类分层、有序竞争是有效发挥项目资助优势的重要保障。基于此，可考虑进一步优化我国现有项目资助机制，结合整笔拨款的改革，构建分类有序的竞争性项目资助机制，减少不必要的系统性浪费，提高政府科技投入效率。■

（作者系中国科学院科技战略咨询研究院副研究员）

（责编：唐琳）



## 与科学同行 《梦幻书院之科学小记者》第一季收官

弘扬科学精神、传播科学知识，提升全民科学素质需要社会各方的共同努力。为了进一步激发公众的科学兴趣、创新意识和创新能力，近日，中国科学报社与网易联合制作并推出《梦幻书院之科学小记者》系列公益科普动画短视频，以充满趣味形式向公众科普“硬核”物理知识。第一季物理篇自上线以来得到了社会各界的广泛好评。

《梦幻书院之科学小记者》系列公益科普动画短视频每集时长2分钟左右，用风趣幽默的语言和通俗易懂的内容，向公众解释现象背后的科学知识和科学原理。为了让内容更加准确，《梦幻书院之科学小记者》系列公益科普动画短视频

涉及的所有知识点由科学家进行把关指导。

《梦幻书院之科学小记者》自上线以来，全平台播放量已经过亿，在B站整个系列总播放量突破600万次，平均每集播放数均有数十万，整个动画系列的评分高达9.5分。

本次合作是中国科学报社与网易两个品牌进行联合，共同面向广大青少年群体开展公益科普宣传的一次有益尝试，期望能以广大青少年群体喜闻乐见的形式为他们带去更多科学知识营养，为青少年科学普及工作作出应有的贡献。

与以往不同的是，这次《梦幻书院之科学小记者》系列短视频聚焦物理、天文、数学等基础科学领域。

网易相关负责人指出，《梦幻书院》在主题的选择始终贴合当下社会需求，肩负传播正能量的社会责任。

“在短视频播出期间，我们收到许多网友的暖心评论和鼓励，很多媒体也对我们的动画给予了支持与点赞，这些都更加坚定了我们继续做好这个系列短片的信心。”网易相关负责人说。

据介绍，《梦幻书院》始终秉承科普科教、寓教于乐的目的，未来将延续知识科普的路线，根据社会热点话题调整每一季的方向，并与各大权威机构、组织合作，保证科普内容质量，坚持为公众带来更优秀的作品。■

（责编：倪伟波）

# 一门古老学科里的算力角逐

进入 21 世纪，古 DNA 研究成为关注热点，在国内外团队争分夺秒展开科研竞争的背后，还关乎一场算力的角逐。

► 记者 胡珉琦

最近一段时间，关于人类起源问题最引人关注的一则新闻，便是在中国东北地区发现了新的人类物种化石——“龙人”。不过，关于它在人类家谱中的确切位置，学界还存有争议，因为研究团队并未从该化石中获取到生物遗传信息（古 DNA）。

自从古 DNA 技术横空出世，它解决了古人类学、考古学中许多争执不下的难题，为这些学科的研究打开了一个全新的局面。进入 21 世纪，古 DNA 研究成为关注热点，在国内外团队争分夺秒展开科研竞争的背后，还关乎一场算力的角逐。

## 古 DNA 研究的力量

古 DNA 是指从古人类和动植物遗骸以及古生物化石中提取的古生物分子。如果能从古老的化石和考古样本中获取到最原始的古 DNA 信息，与现代人类和动植物的遗传信息进行比较，就可以为人类及动植物起源与迁徙、文明传播与碰撞、历史争议问题给出直接答案。

20 世纪 80 年代，考古学家和分子生物学家把古 DNA 研究引入到传统考古学，形成了国际考古研究中的前沿领域——分子考古学。作为科技考古的重要手段，古 DNA 研究在解决人

类的起源与迁徙、动植物的家养和驯化过程以及农业的起源和早期发展等重大考古学问题上起到了重要作用。

进入 21 世纪，随着二代测序技术的普及，古 DNA 研究迎来了一个黄金发展期。中国科学家们也在分子考古的浪潮里大放异彩。

早在 1998 年，吉林大学考古学系就与生命科学学院合作，成立了国内首个考古 DNA 实验室，开展有关古 DNA 方面的研究工作。如今，考古 DNA 实验室已初步建立了我国边疆地区的古代 DNA 基因库，有超过万例的古人类、古动植物样本，数量位居全国第一。

据吉林大学边疆考古研究中心副主任蔡大伟介绍，正是有了这些强有力的资源支持，近年来，吉林大学考古学院运用古 DNA 优势不断创新和突破，在考古领域驱动了许多重要进展。

例如，对“丝路”沿线不同时期的动物样本开展全基因组分析，重构了家养动物群体交流的时空框架，展现了“丝路”大通道在东西方文化交流中的更多历史细节；测定和分析了首例距今约 3800 年古小麦全基因组序列，探究现存小麦地方品种的栽培起源、扩散和遗传改良；报道了中国北方 55 个古代个体的全基因组数据，探讨了新石器时代农业革命以来中国北方地区的人群互动，为探讨中华文明的起源、形成和发展提供了重要证据。

## 制约古 DNA 研究的难题

尽管古 DNA 研究进展飞速，但困难依旧不小。

蔡大伟解释，古 DNA 研究主要分为两大部分。第一部分是实验手段，从古代生物遗骸中把 DNA 提取出来，并完成扩增过程。在有机体死亡后，其细胞中的遗传物质即刻开始降解，给 DNA 提取和扩增带来了极大的阻力。而且，研究还不可避免地会遇到现代基因的“污染”问题。

第二部分则是测序及数据分析。由于古 DNA 基因序列片段比现代 DNA 更短，导致古 DNA 测序比现代 DNA 更复杂。以人类为例，人类基因组是由 30 亿个碱基对构成的，在得到古人类 DNA 碎片的序列信息后，考古学家需要借助生物信息学的手段将这些

片段进行比对、组装，还原成和现代人 DNA 一样完整的、高质量的全基因组。

“这个过程就像完成一幅巨型拼图，没有强大的计算机软件和硬件支撑，是不可能完成的。”吉林大学生命科学学院副院长、边疆考古研究中心教授崔银秋直言。

蔡大伟指出，早期科研人员通过通用的计算设备，比如通过中央处理器（CPU）去做基因组组装，结果发现这一过程非常漫长，“一般完成一次古人类的全基因组样本分析需要耗时至少两周”。

“我们希望把尽可能多的时间放在科学问题的分析和对成果的解释上，而不是消耗在对基础数据的处理和计算上。”崔银秋表示。这就亟需高性能计算和人工智能（AI）等新一代技术帮助科学家来加速这一分子考古的过程。

## AI 计算为分子考古提速

那么，算力究竟如何才能帮助加速整个基因拼图的重构过程？

浪潮人工智能和高性能产品线总经理刘军以和吉林大学考古 DNA 实验室的合作为例介绍道，浪潮采用了一套定制化芯片加速方案，能加速古生物基因序列的比对和拼装，再用 AI 的方法和手段，帮助科学家找到感兴趣的突变的基因。这套方案可以帮助考古学家在 9.64 小时内完成全基因组分析，48 分钟完成全外显子组分析，相比基于 CPU 的方案，基因数据处理速度提升了 39 倍。

“这就意味着我们的科学家可以用原来四十分之一的时间内完成古人类全基因组的比对和拼接工作。”刘军强调。

由于 DNA 可以被复制，特别是当它从父母遗传到子女的时候，只要突变不会致命，那么这些突变也会被复制然后传递给下一代。因此，突变通过时间而不断积累，这就使得科学家能够找到遗传进化的特定链条，并且还可以通过积累的突变估算时间。

“问题是，这些重要的突变基因在哪里？它们在整个历史长河中发生了什么样的演化？”刘军坦言，从这样的追寻过程中，我们才能真正清晰地回溯人类是如何走过这上百万年的演化历史的。

“然而，完成拼接的基因组序列非常长，利用传统方法在上面寻找特定基因的变异过程，是一件极为困难的事，就如同大海捞针。”刘军表示，只有在 AI 的计算方法和手段的加持下，才能帮助科学家在基因的海洋里，找出他们最感兴趣的基因、重要的突变基因。

刘军认为，“从这个角度来说，我们是在为这门古老学科创造一个实用工具，就像科学史上的显微镜、望远镜一样”。通过 AI 计算，服务科学家细致入微地获取过去得不到的客观证据，从而实现洞察历史的真相。

刘军还特别提到，在 AI 计算与考古学研究结合的过程中，也反过来打开了计算研究的视野。“我们要向远处看、向深处看，科学的未来需要依靠怎样的计算技术去迎接挑战。”■

（责编：唐琳）



# 从区域生态与经济可持续性 谈亚洲象保护特区建设

由亚洲象群北移掀起的野生动物热潮正在慢慢降温，而新的问题又随之显现出来。

► 吴兆录

最近，云南亚洲象群一路北上又南下，历经 17 个月的旅程，终于平安回“家”的消息再度引起国内外广泛关注。

由亚洲象群北移掀起的野生动物热潮正在慢慢降温，而新的问题又随之显现出来：回到西双版纳、普洱的野生亚洲象（以下简称野象）还会四向扩散吗？人类怎样做，才能减缓人象冲突？

基于“绿水青山就是金山银山”的论断，在此谈一下个人的看法。

适宜地段适当设卡  
将野象堵在哀牢山山脉以西

在中国自然地理分区中，云岭—哀牢山山脉将云南省分为东部与西部。该山脉以西的地区为沟壑纵横的横断山区域、以东的地区为山地盆地相

间排列的云贵高原区域，两个区域的自然地理、生物地理都有很大的差异。

在《中国亚洲象研究》专著里早已阐明，约 8000 年前野象曾经分布至中国黄河南岸，随着气温冷热交替变化，人类逐步强大到对天然植被的巨大改造，野象一路向南退缩。在公元 1450 年前后，野象分布的北部边缘已经退缩到今云南德宏

的盈江至普洱的江城一线，再无向北向东扩散的记载或其他迹象。到了 1990 年代初，野象分布在西双版纳州景洪市与勐腊县两地，以及临沧市沧源的几个乡镇。

全球现存野象约 41000 头至 52000 头，分布在西起印度南至印度尼西亚的南亚、东南亚 13 个国家。中国是野象分布区域的最东北边缘，现存野象约 300 头，主要分布在澜沧江流域的西双版纳、普洱一带。

在这个区域，野象会怎样扩散呢？由于没有自然的障碍，野象可以南下、东进而出国至老挝、缅甸。不过，老挝、缅甸接近西双版纳的地方，近些年，适宜野象栖息的自然与人文环境交错混杂，野象“出国”的可能性不大；澜沧江西边，是野象曾经游荡的地方，2008 年澜沧江拦河坝蓄水阻隔野象的“渡江”迁移，滞留澜沧江西岸的 15 头野象成为近 10 年肇事最严重的象群；野象在西双版纳至普洱靠南的县市之间移动，是正常的“游走”。因而，这个区域是最佳的野象生存区。

2021 年 4 月，野象翻越高高的哀牢山东渡到地处云贵高原的红河、玉溪、昆明等滇中腹地，纯属偶然事件，它们在这个新的地区得到了友好待遇。野象有超强的记忆能力，凭其智慧，再次翻越哀牢山东渡滇中，可能性非常大。

所以，在哀牢山山脉，确认一些野象可能“偷渡”的山坳，设置固定哨卡或者以山区居民为主体的流动的网络预警预报野象监测地带，以哨卡和监测地带的形式，开展堵

截，把野象“限制”在澜沧江流域的西双版纳、普洱一带。

重视人象冲突现实  
高度评价保护野象的显著贡献

1950 年代末期，科学家在西双版纳发现莽莽的热带雨林，以及雨林里的野象、野牛、长臂猿、望天树等珍稀动植物。随之，呼吁、推动，促成了当地自然保护区的建设，抢救性地保护了热带雨林及生活其中的动植物。

追赶国际自然保护热潮，保护区效仿联合国教科文组织（UNESCO）的生物圈保护区，努力将科研、保护与发展融为一体，实现区域性可持续发展。在云南大学的鼎力支持下，1993 年，这个保护区被 UNESCO 吸纳为国际生物圈保护区网络成员，西双版纳进入国际舞台，揭开了保护与发展的历史新篇章。

农业生产方式逐步走向种植热带经济作物，自然增长和异地迁入使人口快速增加，保护与发展的冲突矛盾一直存在。曾经分散在广大野地的野象和其他野生动物，逐步进入保护区以获得安全庇护。在当地政府领导下，保护区推进严格保护管理，明显的标志是曾经的次生林、疏林逐渐长成稠密森林。正如《西双版纳国家级自然保护区管理成效评价》概述的那样，从此，西双版纳保护区的管理能力、管理成效和社会影响，日新月异，在自然保护的大舞台上，西双版纳的大名也更加响亮。



随着森林逐渐发育，保护区内可采集食物逐渐减少，野象等野生动物逐步走出保护区。人象冲突日益激烈。与此同时，1997 年开始的大规模高效率的民用枪支收缴活动，明显降低了狩猎习俗对野生动物的威胁。以野象为代表的野生动物有了安全保障，游荡在密林、农田地、农民的房前屋后，野象肇事情况愈发严重。

国土面积是不会增加的，而发展保护都需要更多的土地。于是，



呈现了以土地使用管理权属为限制条件的异向变化：即保护区内，林木越来越稠密，保护区外，人工经营土地越来越多、越复杂。在保护区外，人类生活生产区与野象活动区交错混杂，人象关系向着对抗的方向发展。农民猎杀野生动物是违法的，高效经营自己承包的土地，种植可以多换钱的经济作物，是合法的，而且可以在一定程度上避免野象的糟蹋。因而，野象数量在增长，野象适宜的栖息地却一天比一天减少。

进入新世纪，越来越多的野象，频繁进入和走出保护区，并且向北扩散到普洱的思茅、江城、宁洱，向西渡过澜沧江到了西双版纳的勐海、普洱的澜沧一带。但野象很少向南越过边境，主要是因为境外快速的经济作物种植和薄弱的狩猎管理，形成了不太适宜野象栖息的自然与人文环境。



调查发现，农民乐意拿出承包土地参与生物多样性保护，但对今生和后代生计忧心忡忡

换句话说，在中国野象分布的区域，野象活动与人类生产生活已经交融在一起，出现人象混合区。野象知道可以采食或躲避的地方，却不认识人为规划出来的土地权属边界。仅仅根据土地使用管理权属为界线的野象保护模式，已经不再适用。

### 吸取亚洲象国家公园规划“胎死腹中”的教训

实际上，亚洲象国家公园建设早就被提出来，但并没有得到批准进行试点建设。其原因有二。

其一，规划受限于欧美国家以政府土地为准的框套而忽略中国土地使用管理的现实。亚洲象国家公园规划，已经有过多个版本，基本都是将多种类型的国有土地连接起来，勾画成一个空间连续的国家公园，在其周边适合的一定区域，再

勾画出栖息地管控区。最新规划的亚洲象国家公园，分布在西双版纳、普洱、临沧等地，总面积 5619.25 平方公里，均为国有土地。在其周边，附加了 4969.69 平方公里（国有土地占总面积的 85.91%）的栖息地管控区。还涉及了 8 个县（市区）44 个乡镇 116 个行政村，约 61775 户 485600 人。

中国从 2016 年底开展了 10 个国家级国家公园建设试点，土地所有权差异很大。从北到南、从西到东，总体呈现国有土地逐渐减少，集体土地不断提升的特征。显然，亚洲象国家公园的规划理念已经相当滞后了。

其二，没有明确“生态保护第一”的国家公园建设基本理念。曾经红极一时的西双版纳旅游出现了疲软，国家公园建设的思路，被当作旅游提升的极好时机。“生态保护第一、国家代表性、全民公益性”是中国国家公园必须遵循的三大理念。保护区是禁止旅游等开发活动的，而国家公园却可以适当开发。亚洲象国家公园必须把“生态保护第一”的理念放在至高无上的位置。而把国家公园当作人民公园的意识，显然是变相的开发保护区。

### 亚洲象（野生动物）保护特区构想

中国试点建设的 10 个国家级国家公园，涉及东北虎、东北豹、雪豹、大熊猫等具有一定攻击性的野生动物的国家公园，都有面积大和人口密度低的共性特点，面积达到



在承包土地上种植橡胶以替代粮食作物是合法的农业活动，但破坏环境驱赶野生动物

1.5~12.3 万平方公里。如果存在开矿等破坏性产业，都要求退出。根据具体的资源特征，寻找相应的替代产业，以改善居民生计。

野象有巨大的攻击性，野象分布的地方，人口密度高，已经呈现人象混合区域。生态保护和经济发展的可持续性，都面临着巨大挑战。西双版纳、普洱的当地政府，一直遵循相关政策和法律法规努力发展种植养殖业，改善人民生活，按照相关要求尽力保护生态环境和野生动植物。一手抓发展，一手抓保护，两手难以协调，自然陷入顾此失彼的僵局。而解除僵局的第一步，便是人象分离，实现曾经有过的人与野生动物分区而居的景观格局。也就是说，在相当的空间范围内撤出人或人的活动，给野象留出足够的空间，提高区域生态保护与经济发展的可持续性。

中国已经走在全面保护生态环境、保护生物多样性的道路上，并

将国土空间划分为城镇发展空间、农业发展空间和生态保护空间。站在中国国土空间格局的大尺度上，中国的热带生态系统太少，几乎是稀有。云南南部和西南部，当前残存的热带生态系统十分珍贵，应该定位为中国热带生态系统及其野生动植物生态保护空间。在这里，用“亚洲象（野生动物）保护特区”的术语，来表述这种观点，基本要点有三个。

其一，从差别发展的角度将亚洲象活动涉及地方的区域发展使命定位为生态保护特区。在国家层面上，通过财政补贴方式，降低或减缓西双版纳和普洱的地方经济增长标准，不以 GDP 作为硬性的考核指标。地方政府的工作重心围绕保护野生植物动物及其栖息生态系统的完整性而开展，严格限制大型工程建设、城镇扩展和外地人口常驻化。

其二，在野象活动区域，构建一支跨行政地界的专门机构，全权

负责亚洲象保护。就亚洲象问题，地方政府配合该机构开展管理保护。

其三，现有的保护区，以保护自然森林生态系统为主要目标进行严格保护，无需改造，任其“自然”演变。在保护区以外，将相当一部分橡胶、茶等经济林果土地转化为生物保护廊道。曾经承包这些土地的农民，通过参与保护生物多样性而解决生计，一边种植与保护相适宜的作物，一边服务亚洲象的保护和参与热带雨林的管护。同时，通过教育倾斜和保护性技能培训，逐步走出依靠种植养殖的生计模式。

作为极度珍稀濒危的野生动物，亚洲象的栖息地保护已刻不容缓。相信在不久的将来，随着野生动物保护特区的建立和完善，亚洲象不再“出圈”，不再流浪，人象得以和谐共生。■

（作者系云南大学生态与环境学院教授）

（责编：倪伟波）

# 中国空间站的价值与优势

借助后发优势，由我国自主建造的中国空间站走出了一条符合中国国情的空间站可持续发展道路。

► 沈海军

2020年至今，中国北斗导航系统完成全球组网，重型运载火箭长征五号B全面投入应用，嫦娥五号完成中国首次航天器登月采样和返回，火星探测天问一号一次性成功实施火星“绕”“降”“巡”等三大工程目标，高分卫星工程、科学卫星和商业航天项目如火如荼，呈现出了欣欣向荣的气象。这些成就反映出了中国航天的实力，也标志着中国从世界航天大国迈入航天强国的行列。

不久前，继天舟货运飞船、天和核心舱发射与对接任务完成之后，中国神舟十二号载人飞船再次携3名航天员飞赴太空，意味着中国空间站的时代即将来临。

## 人类空间站史回顾

空间站又称“太空站”或“航天站”，是一种在近地球轨道上长时间运行、可供多名航天员巡访、长期工作和生活的载人航天器。

1971年，苏联礼炮1号空间站成功发射升空，成为人类历史上首个空间站。此后的15年里，苏联又相继发射了礼炮2号至礼炮7号共6个空间站。1973年，美国也成功发射了天空实验室号空间站。这些空间站中，礼炮1号至5号，以及天空实验室号为单模块、单对接口结构，被称为第一代空间站。而礼炮6号和礼炮7号的结构为单模块、双对接口，可同时对接载人飞船与

货运飞船，满足宇航员长期在轨驻留的需要，被称为第二代空间站。

1986年，苏联开启了新一代和平号空间站建设。该空间站历时十年建设，先后对接了5个舱段、模块，后运行到2000年才退役。和平号空间站结构具有多模块、积木式特征。在轨模块化组装，大大降低了每次航天发射的载重，更安全，更适用于太空大型空间站的组建，故被称为第三代空间站。和平号空间站在轨驻人运行4590余天，共接纳了来自12个国家的135名宇航员，完成了78次出舱行走，以及海量的科学实验，这些数据指标远远超越了此前所有载人航天任务的总和。

国际空间站被称为第四代空间

站，由美国主导，由俄、日、加等15个国家参与共同建造、运行和使用。该空间站始建于1998年，各功能模块随后被陆续送入轨道装配，2011年2月组装工作全部结束。国际空间站为多模块、桁架和积木式混合结构，是人类拥有过的规模最大的空间站。国际空间站中科学家们完成了数不清的科学实验，为人类科技进步和航天技术发展做出了卓越贡献。

1992年，中国制定了载人航天工程“三步走”发展战略，开启了建设空间站的序幕。2011年至2016年期间，中国通过天宫一号、天宫二号验证了空间站的一系列关键技术。从2020年始，中国相继成功发

射了天宫空间站天和核心舱、天舟二号货运飞船和神舟十二号载人飞船，完成了飞船与核心舱的对接和在轨测试，中国航天员首次进入中国人自己的空间站。按计划，在未来的一年半内，中国将陆续发射多个舱段和飞船，并于2022年年内完成空间站的建设。

## 中国空间站价值巨大

首先，建设空间站可直接带动整个科技产业链及相关科技的进步，具有重大的战略意义。以天和核心舱为例，该舱段由我国自主建造，产品、部组件、原材料、关键元器件均实现了国产化。这其中带动了

基础研究领域、工业制造领域、数据应用领域等诸方面的长足进步。

以新一代运载火箭为例，研制中许多先进技术经过转化，已成功运用到大型客机、高铁、风力发电等行业的设计研发中，直接服务于国民经济发展，有效提升了我国的基础工业技术水平。

第二，空间站内可以进行空间科学试验以及技术试验。根据任务安排，中国空间站计划于2022年完成在轨建造，具备长期开展近地空间有人参与科学实验、技术试验和综合开发利用太空资源的能力。

作为长期在轨运行的“太空母港”，空间站具有天然的高真空、微重力、超洁净的环境。利用空间

站的特殊环境,可瞄准人工智能、量子信息、集成电路、空天科技、深地深海等前沿领域,开展相关科学技术研究,产出一批具有前瞻性的重大科技成果。

第三,空间站上可开展生命科学和生物技术研究。中国空间站将安装 1000 多套仪器设备,用于支持生命科学与生物技术、微重力流体物理、空间材料科学、微重力基础物理等学科领域。

有数据显示,历来的空间站科学研究中,生命科学和生物技术的占比最高,而中国空间站科学实验第一批入选的 9 个项目中,至少有两项与生命科学直接相关。因此,天宫号空间站的建成将为中国生命科学和生物技术的发展提供新的创新载体,助力中国科学家揭开生命的奥秘。

第四,空间站科技成果的转化。以天宫号航天员尿处理与回收系统为例,该产品可实现航天员日常生活排泄物的可重复利用,使得航天员的生活必需品大大减少。再如,空间站的低重力、真空、超净环境可以冶炼地球上无法冶炼的高性能合金,也可以生产性能更优越的半导体晶体。这些高科技如若未来得到落地转化,必将产生显著的社会经济效益。

第五,空间站建成之后,就相当于在太空为所有航天器建造了一个港口,可为其他航天器提供在轨服务。此外,天宫空间站给中国科研人员的太空研究提供了极大便利,利用空间站的空间资源,进行太空探索和前沿科学研究,可为未来人类移民外太空积累科学基础。

总之,以前的中国科研人员没

有机会进行如此级别和深度的太空探究,而天宫空间站将为中国的科研人员插上“梦想的翅膀”。

#### 中国空间站具备明显的后发优势

从结构上划分,中国空间站属于第三代空间站。作为第四代的国际空间站,现已年久失修,预计 2024 年左右退役,到时中国空间站将成为唯一在轨运行的空间站。中国空间站有如下优势:

一是设计更为合理。由于美俄标准不统一,国际空间站舱室利用上存在大量冗余和浪费,很多地方设计不合理。例如,宁静号对接节点舱、曙光舱和团结舱之间的对接节点舱室都没有用到科学研究上。

国际空间站十几个舱段中真正用于科研实验的只有命运舱、哥伦

布舱和希望号实验舱,这 3 个舱段加起来并不大,实验机柜数约 31 个。相比之下,中国空间站舱室比国际空间站少了很多,但空间站宽阔,实验机柜数量达到了 23 个,仅比国际空间站少 8 个。

中国空间站现有一个核心舱、两个实验舱、一个载人飞船和一个货运飞船。其实载人飞船可以接两艘,进行交接班,空间站中间节点舱还可兼作气闸舱用。按照中国空间站的设想,未来还极有可能再发射一组核心舱、实验舱、货舱及载人飞船,对现有中国空间站进行拼接、“扩容”。因此,中国空间站的舱室和总体设计要优于国际空间站。

二是后发优势,部分技术领先。和国际空间站相比,天宫空间站部分技术已逼近甚至超越前者。

中国空间站的太阳能帆板比国际空间站效率更高。其大型太阳能柔性电池翼采用了先进的砷化镓材料,转化率达到 30%,两部电池翼加上核心舱电池翼发电功率可达 100 千瓦以上。而国际空间站的太阳能电池板效率只有 15%,发电总功率仅为 90 千瓦。

中国空间站具有两个高性能的

2020 年至今,中国北斗导航系统完成全球组网,重型运载火箭长征五号 B 全面投入应用,嫦娥五号完成中国首次航天器登月采样和返回,火星探测天问一号一次性成功实施火星“绕”“降”“巡”等三大工程目标,高分卫星工程、科学卫星和商业航天项目如火如荼,呈现出了欣欣向荣的气象。这些成就反映出中国航天的实力,也标志着中国从世界航天大国迈入航天强国的行列。

机械臂,核心舱一个,未来将发射的实验舱还有一个。这两个机械臂可以在舱体上移动和操作,极大方便了舱段的安装、对接等工作。

而且,中国空间站有一项黑科技——霍尔电推发动机,不同于传统的化学燃料发动机,它只需携带极少的燃料,比冲相当于传统动力的 5 倍,不仅效率高,还能减少推进剂的消耗。

天宫空间站还附带着一个巡天号光学舱——一个口径 2 米的望远镜。它既可以观测遥远深空,也可以对地观测,拥有不亚于哈勃望远镜的性能。该光学舱平时和空间拉开一段距离共轨飞行,如需检修,便可靠过来,和空间站对接,以便宇航员维修。

此外,相比国际空间站,中国空间站在通讯、电子技术和能源管理方面也略胜一筹。

三是性价比高,适合中国国情。国际空间站是目前在轨运行最大的空间平台,规模约有 420 余吨。中国空间站一期工程仅百吨级,在总体规模上远不及国际空间站。作为第四代空间站的国际空间站建造耗时 12 年,至今总投入高达 2000 亿

美元,加上后续的定期任务发射与维护,开销巨大,不是一个国家可以承受得了的,因此,它只是一个多国合作的空间站项目。

从第一代空间站到第四代空间站,如果由一个国家来承担建造,该选择哪一代比较合适呢?总体而言,第四代规模巨大,代价过高,而第一代、第二代又过于陈旧,所以建造一个第三代空间站最为合适,况且第三代空间站完全可以完成绝大多数科学目标,性价比极高。

正是基于国情和实效考虑,中国将天宫空间站建设定位为第三代空间站。值得一提的是,中国空间站完全是由我国自主建造,因此在后续的空间站科研与国际合作中,我国可以按照自己的意愿进行,具有绝对的话语权。

总之,虽然中国空间站比国际空间站建设得晚,且为第三代空间站,但借助后发优势,无论是规模、还是技术应用方面都充分体现了中国特色,走出了一条符合中国国情的空间站可持续发展道路。■

(作者系同济大学航空航天与力学学院教授)

(责编:倪伟波)



# “天坑”专业，不存在的！

任何“热门”专业，都会有不努力的学生“冷就业”；而任何“冷门”专业，都会有努力的学生“热就业”。

►熊丙奇



今年高校招生季，针对社会上形形色色的高考志愿填报“避坑建议”——如生化环材就被认为是“天坑”专业之一——武汉大学教授邓红兵公开发文为所谓的“天坑”专业正名，呼吁“高等教育不是教我们谋生，而是教我们创造生活”。

武汉大学官方微博也转发了邓红兵的这封《致广大考生和家长的一封信》，并点评：“家国情怀、个人兴趣、诚实善良、愈挫愈勇的心态……想必更为重要。因为在热爱与责任面前，所有选择都不应被辜负。”

因为这一封信，邓红兵突然爆火，他进一步回应称：“我一直坚

持一个观点，没有差的专业，只有差的人。什么专业都需要我们不断去努力。”

## 盲目趋“热”不可取

一些网友质疑邓红兵是“站着说话不腰疼”，并说“只有掉进坑里的人才知在坑里的苦”。但在笔者看来，所谓“天坑”专业之争，其实反映出对待学生选择专业的不同态度。

如果按照一些网友的意见，我国大学根本就不该开设这些“天坑”专业，学生也不能选择这些专业，那么，相关的专业人才怎么培养？又怎么理

解这些专业领域也涌现了杰出人才？不得不说，这是以极为功利的视角对待大学专业，也把自己的成才观念灌输了给其他人，这恰恰导致部分考生、家长盲目追逐所谓的热门专业，反而影响自身成才。

去年，在填报高考志愿期间，高考考出676分的湖南留守女孩钟芙蓉选择就读北京大学考古系，曾一度引发网友热议。一些网友劝她不要选考古专业，要选择一些能尽快赚钱的专业。那么，试问什么是赚钱的专业？难道说考上这些专业就等着赚大钱了吗？

在部分网友看来，读经管专业能快速赚钱，所以我国很多高考高

分学生都喜欢报考经管专业。可是，如果在大学期间没有学好，在就业时只能找一份月薪不高的普通工作又该怎么办？从现实的供求关系看，经管专业其实已属于人才培养供给超过社会需求的“冷门”专业。盲目追求所谓的“热门”，反而会掉进“冷门”的坑里。

## 兴趣是选择专业的重要标准

其实，填报志愿和选择专业，首先要看考生的兴趣。以兴趣为出发点选择学校和专业，能促进学生在大学里学好专业。遗憾的是，在我国的基础教育阶段，不少学校并不重视对学生兴趣的培养。因此，在高考填报志愿时，能够明确说出自己的专业兴趣的学生很少。

这时，一些学生和家长就会咨询他人哪些专业好，哪些专业不行。然而，别人认为不行的专业，就真的不行吗？别人认为好的专业，就适合自己吗？没有自我、盲目轻信他人的建议，是我国考生填报志愿时存在的主要问题之一。

我国于2014年启动的新高考改革，采取“3+3”模式或“3+1+2”模式，其出发点正是希望通过扩大

学生的选择权，来促进学生的个性和兴趣发展。

然而，在高一下学期或高二上学期选科时，不少学生还是按高考怎样才能考出更高分数的原则进行选科。在浙江和上海实行新高考方案的前三年，曾出现考生弃考物理现象——选物理被称为是“坑”。随后，浙江和上海对高考方案进行优化，包括设置最低选考人数基数、调整高校专业的选科要求，从而在一定程度上扭转了考生弃考物理的趋势。但据有关调查，在选科时说不出自己学科和专业兴趣的学生，仍然高达80%。



## 不努力学习，所有专业都是“坑”

对待高考志愿填报，我国还存在一种情况，便是考生和家长更在意是否被录取，而不在意上大学后的学习和成长，缺乏长远的学业发展规划，甚至存在“学习到高中毕业就结束了”“玩命中小学、快乐大学”的心理。为此，家长和考生都希望能选择一个“好专业”，认为只要被“好专业”录取，人生就成功了大半。

然而，大学期间的学习尤为重要，不管被哪个专业录取，都必须付出刻苦和努力。任何“热门”专业，都会有不努力的学生“冷就业”；

填报志愿和选择专业，首先要看考生的兴趣。以兴趣为出发点选择学校和专业，能促进学生在大学里学好专业。遗憾的是，在我国的基础教育阶段，不少学校并不重视对学生兴趣的培养。因此，在高考填报志愿时，能够明确说出自己的专业兴趣的学生很少。



而任何“冷门”专业，都会有努力的学生“热就业”。换言之，对于那些上大学后不努力学习的学生，任何专业都是“坑”。

去年，我国推出的“强基计划”首年招生便遇冷，就是因为没有培养学生对基础学科和专业的兴趣，加之部分学生对基础学科和专业的认识是“又累又穷”，担心进入大学之后的学习会很苦。这种认识和现状亟待扭转。

不可否认的是，在过去 20 年间的高校扩招中，为追求办学规模，我国有的高校没有结合办学定位和办学条件，严密论证学校应该开设哪些专业，以及如何保障人才培养质量。这也导致有的专业成为“没有良心”的专业，不能给学生提供高质量的教育。

当然，这并不是说所有高校开设的同一专业，都是“没有良心”的，而是在选择专业时，要认真分析高

校专业的师资、课程、培养模式，不能望文生义。而且，理性对比分析不同学校的专业，也会促进高校办出专业特色，以特色和质量吸引学生报考。

前不久，教育部高等教育司发布了《关于开展 2021 年度普通高等学校本科专业设置工作的通知》。根据《通知》，教育部将组织开展 2021 年度普通高等学校本科专业申报工作，要求各高校主管部门支持高校主动服务国家战略、区域经济社会和产业发展需要，设置符合办学定位和办学特色的专业；支持高校用好学科交叉融合的“催化剂”，推进新工科、新医科、新农科、新文科建设，增设文理、理工、医工等交叉融合的新专业。同时，教育部特别要求从严控制艺术类专业的设置，并要求高校主管部门要加强工作指导、预警和预测，避免同一

区域（领域）大量重复设置“过热”专业，做好专业布局结构宏观调控。

必须清醒地看到，盲目追逐“热门”，也是我国高校设置专业一直存在的问题。要解决这一问题，应该由高校的教授委员会、学术委员会对专业设置进行充分论证。

对待专业学习与就业，也需要学生有理性的态度。在多元化就业时代，学以致用已经不是片面的“专业对口就业”，跨专业就业已成为一股新的潮流。这意味着专业除了能让学生学习到专业知识和技能外，还成为培养学生综合素质和能力的载体，并拓宽就业选择。一些学生抱怨专业“冷”进而不努力学习，这才是给自己挖坑。试问，为何不利用大学资源好好规划自己的学业发展和提升能力呢？■

（作者系 21 世纪教育研究院院长）

（责编：唐琳）



## 保护海洋健康 携手共促海洋可持续发展

今年 4 月，联合国发布了第二次全球海洋综合评估报告，对近年来全球海洋生态恶化表示忧虑，并呼吁世界各国，特别是沿海国家加强协调与合作，推动全球海洋治理。

### ► 孙松

海洋对经济社会发展的重要性

和驱动作用毋庸置疑。人类的生存与发展需要一个健康、可持续的海洋生态系统，但是在人类活动和全球气候变化的共同影响下，海洋生态系统——特别是近海生态系统发生了很大变化，处于动荡之中。一些海洋生物异常生长，导致海洋生态灾害的发生；海洋生物多样性降低，海洋渔业资源

衰退；海水酸化；海水中溶解氧含量降低导致很多区域出现大片的“海底沙漠”，海洋健康状况的日益恶化对沿海工业、旅游、海洋渔业和人类健康产生了严重影响。

今年 4 月，联合国发布了第二次全球海洋综合评估报告，对近年来全球海洋生态恶化表示忧虑。该报告指出，自 2015 年第一次全球海洋评估之后，全球海洋整体状况依

然如故，在很多方面甚至有愈演愈烈的趋势，为此联合国呼吁世界各国，特别是沿海国家加强协调与合作，推动全球海洋治理。

全球有 300 多名科学家参与本次海洋评估，为我们展示了海洋生态系统的现状，初步分析了造成这种现状的自然因素和人为因素，以及如何进行全球合作，以维护海洋健康。

## 人类对海洋仍知之甚少

实际上，我们认识到的海洋的状态大部分是看得见、摸得着的现象。由于海洋的广袤性、海洋观测的困难性、全球海洋合作机制尚未建立起来，我们对海洋状态的认识还很肤浅，一些深层次的问题并未展示出来，因为我们缺少这方面的确切数据。

例如，海底沉积物的状态。海洋中很多生态现象的发生与沉积物状态有很大的关系，大量的营养盐、污染物、很多海洋生物的休眠卵与大量的微生物以及小型生物都储存在海洋沉积物中，在海洋动力环境发生改变的情况下，沉积物中的这些物质和生物就会释放到水体中，很多海洋环境、海洋生物的剧烈变

化与海洋沉积物的状态有很大的关系，但是在进行海洋评估的过程中，这方面的信息比较少。

此外，海洋酸化对海洋食物网、海洋生物地球化学循环的影响，全球海水中溶解氧数量的变动及其对海洋生物的影响等我们也知之甚少。

目前，人类对近岸、近海和陆架边缘海相对了解得多一些，对陆架以外的区域了解得比较少或者很少。然而，全球95%的海洋水深大于200米，90%的区域水深大于1000米，所以加强深海环境的观测与了解，对于海洋健康状态的评估至关重要。

但由于受到观测方法、观测仪器、经费投入和认识程度的影响，人们对深海环境缺乏相关的信息和

数据。

比方说，从海洋生物的角度来看，珊瑚礁、红树林和大型海藻以及海洋鱼类数量的变动，这些生态系统的确对近海生态系统健康极为重要，应该引起全球关注，推动全球共同治理。

实际上，人类目前对珊瑚礁、红树林和鱼类的数量变动了解比较清楚、关注度比较高，这是由于这些生态系统相对容易进行观测，可以通过遥感和相关的海洋活动获取很多数据，但是对于对海洋生态系统变动起到调控作用的浮游动物和底栖生物的种类与数量变动就缺乏相应的了解，因为很难获取关于它们的足够数据。因此，人类对海洋生态系统的观测可谓任重而道远。

## “伤痕累累”的海洋生态系统

海洋健康受到威胁，一方面来自全球气候变化，更重要的是来自人类活动。

如何改变这种现状，反映出人类与自然、人类与海洋的关系。深层次问题在于，人类向海洋索取得太多，对海洋生态系统的健康持续造成严重影响，但是人类对这一切常常处于敷衍和做表面文章的状态。

而更为严重的问题是人类从海洋获得的利益正在受到威胁，正在付出惨痛的代价，但是人类浑然不觉，并没有真正认识到这些问题的严重性。

对鱼类的掠夺性开发、湿地的破坏、大量污染物的排放，海洋石油开发、海洋矿物开发、有毒物质的排放、海洋温度持续上升、海水中的含氧量不断减少、海洋酸化不断加剧……这些可怕的行为有些至今仍在继续。

在对待海洋治理的问题上，有些人依然抱着“先污染后治理”的错误观念。由于人类对海洋影响的累积效应和长远效应认识不足，目前在海洋的局部区域已经出现“积重难返”的情况，海洋承载力出现问题，所以出现了海洋生态系统崩溃的迹象，海洋生态系统的服务功能和产出功能都受到了可怕的破坏。

更为严重的是其对经济发展、食品安全、人类福祉和社会稳定造成了严重而深远的影响，特别是对“蓝色经济”的制约变得更为明显。

平衡、取舍、停止对海洋无休止的破坏，减轻人类活动对海洋的影响和压力，充分认识维持海洋生态系统的重要性和必要性是可持续发展的必由之路。

因此从这个意义上来说，受到海洋健康状态影响的不仅仅是未来的事情，如果不加以重视和治理，将会直接影响到人类目前从海洋中获得的利益。

## 推动海洋可持续发展

面对日益严重的海洋健康问题，我们应该怎么做？

平衡、取舍、停止对海洋无休止的破坏，减轻人类活动对海洋的影响和压力，充分认识维持海洋生态系统的重要性和必要性是可持续发展的必由之路。

海洋是连在一起的，我们要充分理解建立海洋命运共同体、参与全球海洋治理的重要性、必要性和面临的挑战，强化全球海洋合作，依赖科学技术的进步。更加重要的是，努力推动认识上的提高、观念上的改变，政策上的优化、法律上的进步，真正将全球海洋治理、海洋命运共同体建设、爱护海洋、保护海洋落到实处。而做到这一切，离不开沿海各个区域、政府各个相关部门以及沿海各个国家和全球范围内的共同努力。

以渔业资源开发利用为例，我们经常提到为了渔民的生计，要开发利用渔业资源。但现实情况是，

渔业资源的开发利用已经摧毁了大自然母体，海洋渔业资源的减少不仅仅涉及经济问题，还导致整个海洋生态系统的结构与功能发生改变，导致海洋生态灾害的发生、海水性质的改变，这对沿海经济、人类健康产生很大影响。与此同时，渔民的生计也受到严重威胁。

海洋采油事故、污染物的排放、沿海湿地的破坏等事件的频繁发生，正是人类只看到眼前的经济利益而造成的严重后果，但由此引发的海洋健康状态的改变，以及由其引起的不良后果是长久的，甚至是灾难性的，也许人类花费几倍、几十倍甚至几百倍的金钱和努力都难以恢复。令人不可思议的是，人类对这一切仍然熟视无睹，任其发展。

是时候行动起来，阻止这种行为的继续发生，至少不能再进一步发生。

今年全球海洋日的主题是——海洋：生命与生计。如果我们不能保护海洋中的生命，我们的生计就会受到影响，这是一个深刻的主题，需要我们进行认真领会、思考并采取积极行动。■

（作者系中国科学院海洋研究所研究员）

（责编：倪伟波）



# 从研究生到人才： 培一程、陪一程、送一程

学生在每个阶段的特点不同、面临的问题不同，烦恼也不同。因此，导师需要针对性地解决相关问题。

## ► 刘青松

培养研究生，十年育人。

这个过程可以分为三个阶段：研究生（硕士生和博士生）、博士后以及初始教职岗位阶段。学生在每个阶段的特点不同、面临的问题不同，烦恼也不同。因此，导师需要针对性地解决相关问题。

### 研究生阶段“培一程”

在研究生阶段，学生的科研经历几乎为零，对自己的科研前景可能会充满茫然。此时，导师的主要任务是“培一程”。

和本科生教育不同，研究生教

育的重点在于培养学生的科研系统性、创新性以及独立性。难点在于每个学生的性格、成长与教育背景都不尽相同，无法用统一的模式来培养。树木要想正常生长，需要一个庞大的地下根系来支撑，研究生的科研成长也需要系统的知识架构



导师不仅需要在科研上给予学生指导，还需要做好思想工作。读研期间，学生会遇到包括家庭和个人感情在内的各种思想难题，导师不要责备他们面对思想困境时的低落情绪，而是要耐心劝导，等待他们走出“洼地”。

来支撑。这一知识体系包含多个层面，核心层是方法论，也就是需要让研究生掌握自己获取知识的能力，下面一层才是各种专业知识。

科研的主要目的就是知识创新，关键在于知识增量及其与众不同。学到的知识再多，没有增量，就等同于没有产生知识创新。在知识创新过程中，如果学生对基本原理的掌握不扎实，在迈向未知世界的过程中就会不自信，每走一步都会心存胆怯。

关于科研的独立性，导师需要避免学生变成“啃老族”。每每遇到问题，未经深入思考就询问导师，轻易获得解决方案；面对设备齐全的实验室，学生有可能变成实用主义者，只要仪器有人管，觉得能用就行，不关心仪器的原理，不懂基本维修，更加不关心实验室的发展规划。这些都是缺乏科研独立性的惰性“啃老”现象。习惯于“啃老”的学生，短期内也可以有学术发表，但科研发展前景并不乐观。

在初始科研阶段，学生如果不能尽快找到科研方向，压力感和挫折感就会与日俱增。此时，导师要

协助和引导学生找到最匹配的科研方向。在这一阶段，主要训练学生掌握科研的方法论，熟悉思路和流程，让学生尽快步入科研正轨。

导师不仅需要在科研上给予学生指导，还需要做好思想工作。读研期间，学生会遇到包括家庭和个人感情在内的各种思想难题，导师不要责备他们面对思想困境时的低落情绪，而是要耐心劝导，等待他们走出“洼地”。解决好学生的思想问题，能让他们更加体会到科研的魅力，找到科研的乐趣，及时获得科研的成就感。

好的科研团队文化建设也有助于解决学生的思想问题。在一种竞争与促进的环境下成长，对学生群体来讲通常会事半功倍。如何让学生在竞争环境中保持自己的心态稳定与独立？独立的科研体系和系统培养是保障。导师应尽量让每一位研究生拥有较为独立的科研方向，同时还要确保学生的研究方向不出大偏差，而且导师要能够和学生一起在新领域耕耘。同时，由于科研方向和进展的差别，学生之间可以通过交流和分享拓宽知识面。在这

种团队环境下，学生们都可以拥有较为平和的心情，增强自信，避免内卷竞争。

在系统性方面，导师要注重因材施教，根据学生的行为反馈及时调整思路。总的说来，这种培养模式注重的是过程管理与培养。经过多年培养，如果学生在临毕业时还没有科研成果，那导师就有不可推卸的责任。我最钟情“一个也不能少”的教育理念，按照不同学生的背景、能力和性格，进行分类培养，避免用同一种“严格培养”模式对待所有学生。

### 博士后阶段“陪一程”

博士后阶段是一个重要的学术转折期，研究人员已经体验到了较为完整的科研培训流程，此阶段需要进一步明确科研方向、拓宽人脉、积累成果。

即使到了博士后阶段，年轻人依旧会迷茫。比如，在国内继续提升还是出国深造，是延续以往的研究还是在新的课题组拓宽。不同课题组的团队文化和研究方向不同，



双重调整，尽量避免冲突，这在博士生培养阶段就需要开始注意。

在这一阶段，如果年轻学者过于封闭，又或自以为是、听不进年长学者的建议，他们就有可能走入误区。在“送一程”阶段，导师可以和学生们保持良好的交流关系，用更平等的方式予以指导和建议。比如，探讨如何建立良好的同事关系、设计一门优质课程、找到新的科研契合点、进一步拓宽科研方向、着手建立自己的科研领域、讨论培养学生的心得等等。对于新入职的科研工作者来说，这些是共性问题，通过积极探讨，可以让他们少走弯路。

这一程送好了，会将学生从学生转变为学术伙伴，共同扩大研究领域，达到双赢。而这种师生关系需要长期培养与磨合，作为导师，要了解他们在不同阶段的需求，切中其痛点，有针对性地逐渐改变他们不正确的科研思维和习惯。能够用这种长跑的思维培养学生，就不会太在意一时的得失，会更有耐心。

通过多年的研究生培养经历，真正体验到“人类灵魂工程师”的含义，对每个学生都要精雕细琢，按照不同的方案，在循环迭代中逐渐提高，达到师生共赢。总结一下，对待学生的态度要“一个也不能少”，其原理就是“天生我才必有用”。

培一程、陪一程，教育无捷径。陪一程、送一程，共谱师生情。■

（作者系南方科技大学海洋科学与工程系讲席教授）

（责编：唐琳）

作为导师，要分析博士后的科研背景，争取达到最佳的融合方案。如果博士后没处理好和之前课题组的关系，就要鼓励他起到桥梁作用，让两个课题组加强交流；如果博士后还有之前未完成的课题和文章，可积极加强讨论，加入新的思路、数据和观点。

要鼓励新加入课题组的年轻学者拓宽思路，进行学科交叉。作为导师，其开阔的学术视野和高尚的学术品格是博士后的最佳输入。积极调动博士后的能动性，让他们参与课题组的研究生和本科生培养，逐渐成为课题组的科研中坚力量；训练他们将来自己建立课题组所需掌握的多方面技能；鼓励博士后加强高水平产出，为日后建立学术体系打好基础。此外，导师要鼓励博士后积极参加学术会议、做科研报告、参与项目申报，逐步构建起自

己的学术人脉圈。总的说来，在博士后阶段，合作导师的主要作用是陪伴其成长，但要注意尽量让他们独立解决问题。

### 初始教职阶段“送一程”

到了初始教职阶段，无论是从讲师还是从教授起步，研究人员又到了一个的起跑线，我们通常称他们为“青椒”。在这一阶段，导师们还能继续“送一程”。

在博士和博士后阶段，学生们没有正式工作，还处于学习提升阶段，学术圈对他们相对更宽容。可是，一旦拥有正规教职身份，大家成了同事，处理方式就要相应地变化，因为导师与毕业后有教职的学生之间，除了合作关系，还具有某种微妙的学术竞争关系。作为导师，我们要从自身和他们的学术方向发展进行

## 洪朝生：低温世界拓荒人

当学生问洪朝生如果当年没有回国会是怎样的结果时，洪朝生摇摇头说“没有如果”，因为他从未动摇和后悔当初回国的决定。

### ► 秦金哲 朱世慧

1999年，《人民日报》发表张劲夫的文章《请历史记住他们——关于中国科学院与“两弹一星”的回忆》，文中高度评价了低温实验室在液氧、液氢制造方面作出的历史贡献。这个实验室的负责人，就是中国低温物理与低温技术研究的开创者、中国科学院院士洪朝生。

### “没有如果”

洪朝生于1920年出生在北京。父亲洪观涛早年曾加入同盟会，后赴法国、比利时留学8年，专习铁路工程，回国后任陇海铁路潼关至西安段工程局局长兼总工程师、铁道部路政司技正等职。

洪朝生的中学阶段是在北京育英学校和汇文中学度过的。在汇文读高中期间，他在物理名师张佩瑚等人的引导下，对物理学产生了浓厚的兴趣，立志成为一名物理学家。在此期间，洪朝生参加了“一二·九”爱国学生运动，在全校师生大会上发表了慷慨激昂的演说，并参加了“一二·一六”学生大游行。

1936年，洪朝生考上清华大学。

1937年抗日战争全面爆发后，清华大学南迁至长沙。洪朝生曾和同学商议好要奔赴延安，但因交通封锁等原因未能成行。1938年，学校再度南迁，他随学校“湘黔滇旅行团”步行3000余里至昆明，就读于西南联大。

1944年，洪朝生同时通过庚款留英和留美考试，于1945年赴美国麻省理工学院学习电子物理学，并于1948年获博士学位，之后进入普

渡大学做研究。

1950年，洪朝生在半导体锗单晶输运现象的实验中发现了杂质能级上的导电现象，提出半导体禁带中杂质导电的概念。这一工作后被半导体物理界称之为“洪朝生效应”，成为无序系统电子输运现象实验研究的开端，引发了国际上对无序电子输运机制的探索，发表的论文引用寿命长达60余年。

在美期间，洪朝生积极参加“北



洪朝生在工作中

美中国学生会”和“留美科协”的进步学生活动。新中国成立时，在普渡大学留学的洪朝生心潮澎湃，他按照《华侨日报》转载的五星红旗图样和制法说明，在坐标纸上精心绘制了五星红旗，以表达对伟大祖国的炽烈情感。

在普渡大学期间，洪朝生与清华大学取得联系，了解回国后从事哪方面的研究工作为宜。钱三强、彭桓武两位先生回复说，低温物理很重要，我国也应开展这方面的基础研究，并建议洪朝生再去西欧一年，以增长低温物理方面的见识。于是，洪朝生进入以著名物理学家昂内斯命名的荷兰莱顿大学低温实验室，从事超流氦实验研究。

洪朝生在普渡大学所取得的成就得到系主任哈洛维兹的高度认可，他多次挽留洪朝生继续从事该项研

究。与此同时，洪朝生的才华也得到著名物理学家莫特的赏识，他热情邀请洪朝生到他所在的英国利物浦大学开展位错理论研究。这对于对物理理论研究情有独钟的洪朝生而言，自然有着相当大的吸引力。但洪朝生回国志向坚定，遂婉拒了他们的盛意，毅然于1952年初回国，投身于新中国低温事业的创建与发展。

数十年后，洪朝生的学生张殿琳问他，如果您当年不回国会是什么样的结果、会不会有更大的学术成就时，洪朝生摇摇头说：“没有如果。”因为他从未动摇和后悔当初回国的决定。

### 开拓国内低温事业

回国前，洪朝生了解了西欧一

些氢、氦液化设备的设计原理、机器配置情况和少部分实验仪器的规格，并向厂家询价。当时，西欧厂家与我国尚无贸易往来，而东欧厂家则不与个人联系。

1951年夏，我国派出科学仪器采购团来到前东德，钱临照先生召洪朝生到东柏林洽商。他们用了一周时间，向厂家订购了小型液化空气机、氢与氦压缩机等机械设备和有关仪表。就是这些设备、仪表和材料，构成了低温物理实验室筹建时的全部家当，新中国的低温事业也正是在如此薄弱的基础上起步的。

刚回国时，吴有训曾问洪朝生：“你是不是要买一个液氦机？你在国外不是也用现成的液氦机吗？”而现实情况是，欧美具备氦液化机生产能力的国家对华禁售，中国人根本不可能买到。在别无选择的情

况下，洪朝生下定决心：这个得自力更生、自己来干。

当时我国工业基础十分薄弱，要从零开始研制氢、氦液化系统，所遇到的困难、挫折可想而知。

1953年，洪朝生领导创建了国内第一个低温物理实验室。从前东德订货的设备陆续到位后，洪朝生带领几名高级技工、新毕业的大学生和见习员从头做起，自行设计和加工，反复试验，于1954年利用购入的空气液化设备生产出液体空气。在此基础上，1956年，由他们自行设计、加工的我国第一台液化器调试成功，在国内首先获得了液氢。1959年，在经历试验—结果分析—改进—再试验的多次反复之后，他们又在国内率先实现氦的液化。1964年，周远等人又成功研制出长活塞膨胀机预冷的新型氦液化器，使液氦技术在国内得到一定程度的普及。氢、氦液化技术的成功实现和在国内推广应用，为我国科技事业的发展特别是“两弹一星”的成功研制作出了贡献。

1958年，洪朝生在中国科学院物理研究所低温实验室内组建了国内第一个超导研究组，率先提出了在国内开展获得超导转变温度80K以上的超导体（金属与合金）研究，并组织开展了超导体薄膜及电子计算机元件研究，开启了我国超导物理研究的先河。

20世纪60年代初，洪朝生参与创办了我国第一个高等院校低温物理专业——中国科学技术大学低温物理专业，并担任低温物理研究

1958年，洪朝生在物理所低温实验室内组建了国内第一个超导研究组，率先提出了在国内开展获得超导转变温度80K以上的超导体（金属与合金）研究，并组织开展了超导体薄膜及电子计算机元件研究，开启了我国超导物理研究的先河。

室主任，承担了低温技术、低温物理实验技术等专业课的授课任务，为我国低温物理、低温技术和超导研究培育了大批优秀科技人才。

20世纪70年代，洪朝生领导低温科研队伍，完成了大型空间环境模拟系统KM3和KM4低温氦制冷系统的研制任务，为卫星上天提供了空间环境模拟试验条件，为我国航天事业的发展作出了贡献。1985年，“KM4大型航天环模设备的研制”获得国家科技进步奖一等奖。

### 组建低温技术实验中心

20世纪80年代初，随着超导研究和航天技术的发展，国内对低温技术的需求不断增加，中科院决定将物理所低温技术研究部分与中科院气体厂合并，组建一个综合性低温技术研究发展机构——中科院低温技术实验中心，开展氦制冷技术、低温实验技术和低温技术的应用基础研究，并任命洪朝生为中心主任。

1983年，中科院根据洪朝生等人的建议，决定将超导技术列为中

科院“六五”科技攻关项目。时任中科院学部主任钱三强任命洪朝生为攻关组组长，将高温超导列入研究内容。后来这个项目取得了非常好的结果，培养了大量超导人才，为1986年高温超导发现及中国及时介入高温超导研究前列起到重要作用。

1999年，根据中科院的部署，以中科院低温技术实验中心与感光化学所为主体组建中科院理化技术研究所，洪朝生担任理化所科技委员会名誉主任。他关心研究所的发展，为理化所的发展建言献策，倾注满腔心血。

如今，理化所拥有国内唯一的综合性低温研究团队，在液氢、液氦到超流氦温区大型低温制冷系统研制中不断突破，打破发达国家技术垄断，打造出拥有我国自主知识产权技术的世界低温产业第三极。

为继承和弘扬洪朝生等老一辈科学家精神，理化所成立了“洪朝生青年突击队”。科学家精神薪火相传，点燃了一代代低温人的激情岁月。■

（作者单位：中科院理化所）

（责编：唐琳）



洪朝生（右一）在实验室

# 见证北极

北极地区不仅是进行科学研究的圣地，也是 21 世纪海洋资源争夺的重要区域。

## ► 高登义



高登义在北极

由于我国科学研究和科学普及的需要，自 1991 年以来，我先后 19 次赴北极从事科学考察，其中两次到达北极点。在亲近北极的科学探索中，我逐渐认识那遥远而神秘的北极，认识到北极的天气气候规律和自然环境特征，认识到北极科学探索与人类的密切关系。

### 国际科考圣地

和南极一样，北极也是国际科学考察研究的圣地。诸如北极气候环境变化与全球气候环境关系、北极高空大气物理、北极古气候和古环境、北极自然环境特征和北极资源等，都是科学家关注的研究内容。

北极气候环境变化与全球气候环境的关系一直是我国科学家关注的重点，例如北极地区浮冰面积和厚度变化对全球气候的影响。大气科学研究表明，如果冬季北极浮冰面积增加或减少 200 万平方千米（历史上曾经出现过），同时，厚度为 10 厘米的浮冰面积相应增加或减少 10%，那么，在二者共同作用下，北极地区与大气之间的热量交换可减少或增加 1.3 亿千瓦（接近雅鲁藏布江水能蕴藏量的 12500 倍），从而使得全球近地面（海拔 1000 米以下）大气降温或升温 0.15 摄氏度。

研究表明，近 100 年来，全球平均地面气温已经升高了 1 摄氏度左右，这与近百年来北极地区气温升高 2~3 摄氏度密切相关。

又如，冬季北极巴伦支海和喀拉海浮冰面积变化，与当年夏季西太平洋副热带高压强度的关系非常密切，在年代际（10 年尺度）变化上呈现正相关关系。也就是说，当冬季北极巴伦支海和喀拉海浮冰面积增加时，当年夏季西太平洋副热带高压强大；反之，西太平洋副热带高压弱。研究表明，夏季西太平洋副热带高压的强大与否，直接影响我国降雨带分布。

由此可见，北极地区冬季浮冰面积及其厚度变化不仅在相当程度上会影响全球气温变化，影响未来东亚大气环流变化，也影响我国夏季降雨带的分布，与我国国民经济直接相关。

太阳辐射能的太阳风和其他高层空间中的带电能量粒子易于进入北极地区上空，并通过电离层向中低层大气输送，形成一系列重要的物理现象，如极光、哨声、粒子沉降和地磁脉动等。这些现象往往影响人类的通信活动，甚至影响人类活动的安全。

由于北极大陆的冰盖厚度深达几百至几千米，且气候极其寒冷，成冰过程中无融化现象，因而，从这里钻取的冰岩芯样品能更为准确地反映历史气候的真实状况；同时，在降雪堆积并挤压成冰层的过程中总会有空穴，将当时的空气保存下来，科学家通过分析冰芯中滞留气泡的大气化学成分，即可测得历史上二氧化碳和氮等气体的含量。因此，北极地区是保存全球古气候和古环境的天然档案室，为人类研究全球气候环境变化提供了重要的科学依据。

随着北极地区气候变暖和北极浮冰逐渐减少，北冰洋通道的战略

意义日益凸显。一旦该地区连接大西洋和太平洋的东北航道和西北航道实现商业通航，将大大缩短欧亚之间的航程，且可避开索马里和印度洋等海域的海盗威胁。另外，其也必将成为美俄两国间直线距离最近的航线。过去，双方的洲际导弹都可经过北冰洋的北极上空；北冰洋上的浮冰和海底复杂的地形为潜艇活动提供了有利条件，因而早年间这里是大国潜艇活动的重要场所。

### 中国北极科考路

21 世纪以来，争夺北极资源已经成为重要的国际问题之一。2007 年 8 月 2 日，俄罗斯在北极点海洋底插上国旗，向世界表明，北极点是俄罗斯领域的一部分。其后，又有一些国家在北极地区的海底插上国旗，纷纷显示出觊觎北极地区资源的企图。

2013 年，北极理事会在瑞典基律纳召开第八次部长级会议，来自 5 个北欧国家以及美国、加拿大及俄罗斯的部长级官员一致同意，批准和接受中国等 5 个国家成为该组织的正式观察员国，中国北极科学考察研究由此走上国际化道路。

中国虽然不是北冰洋沿岸国，在北极地区也不存在领土主张和海洋划界问题，但对于一个近北极的北半球发展中大国而言，北极地区的气候环境变化、地缘政治影响和航道开通利用等事件，对中国的气候、环境、农业和经济等方面均具明显的现实意义，对社会发展有着深远的影响。

1991 年以来，中国科学院积极组织多途径的北极科学考察，加强国际合作，努力促进北极科学探索，为人类可持续发展作出了贡献。

1991 年，笔者应邀参加了挪威、苏联、中国与冰岛四国的北极国际科学考察，并在此期间发现了北极《斯瓦尔巴条约》原文，得知中国于 1925 年已经成为北极《斯瓦尔巴条约》成员国，享受《斯瓦尔巴条约》规定的一切权利。诸如，可以在北极斯瓦尔巴群岛建立科学考察站，可以开矿、办学、经商、出入自由等等。笔者将该条约的原文带回祖国，为我国享受《斯瓦尔巴条约》权利提供了法律依据。

1991~1994 年，中科院先后与挪威卑尔根大学、美国阿拉斯加北坡自治区签订了北极科学考察研究的合作协议。之后，高登义、张青松、

北极地区冬季浮冰面积及其厚度变化不仅在相当程度上会影响全球气温变化，影响未来东亚大气环流变化，也影响我国夏季降雨带的分布，与我国国民经济直接相关。



1991年7月，高登义和挪威卑尔根大学教授Y.叶新在北极浮冰上观测

竺菁等科学家先后多次在北极斯瓦尔巴群岛和阿拉斯加地区参与北极国际合作科学考察，促进了北极探索的可持续发展。

中国北极科考的着眼点在于探索北极变化与中国气候环境变化之间的关系，维护北极的可持续发展和促进北极的和平利用。1995年12月，以秦大河为团长的中科院代表团（团员有高登义、张青松、刘小汉、刘健、赵进平）参加了国际北极科学委员会关于北极科学研究计划的讨论。该计划以“北极与全球变化”为主题，计划对4个优先领域和10个优先项目开展研究，包括全球变化对北极地区及其居民的影响、与全球

系统有关的北极过程等等。

可以说，中国北极科学考察研究一直以“北极与全球气候环境变化”为主题，以促进北极的可持续发展、为人类谋福利为己任。

2018年，中国出版《中国的北极政策》白皮书，明确了两个问题。第一，中国是《斯瓦尔巴条约》的缔约国，有权自由进出北极特定区域，并依法在该地区区域内平等享有开展科研以及从事生产和商业活动等权利。第二，依据《联合国海洋法公约》等国际公约，中国在北极、北冰洋公海等海域，享有资源勘探和开发的权利。

另外，北极地区相对纯洁的自然环境也为净化人们的心灵提供了

一个很好的自然平台。近10年来，我们在组织北京及其他一些城市的中小学生北极科学普及考察中，不仅要求学生要学习建立课题、实习野外采样，还要在实验室分析样品，在教授指导下学习撰写论文，取得了较好的环境教育效果。

总之，北极地区不仅是进行科学研究的圣地，探索北极不仅与人类生存密切相关、与我国和平利用北极资源休戚相关，而且，北极地区也是21世纪海洋资源争夺的重要区域，更是净化人们心灵的土地。■

（作者系中国科学院大气物理研究所研究员、中国科学探险协会名誉主席）

（责编：唐琳）

## 寻找火星远古水世界的潜在生命线索——耶泽罗探测记（上）

截至2021年8月18日，毅力号和它携带的“机智号”直升机已经在火星表面度过了176个火星日。在登陆火星后的日子里，毅力号表现如何，做了什么，要去往哪里？这篇文章将为你一一揭晓。

► 赵宇鵑

美国火星2020任务“毅力号”（Perseverance）火星车于2021年2月18日着陆火星。截至2021年8月18日，毅力号和它携带的“机智号”（Ingenuity）直升机已经在火星表面度过了176个火星日。

毅力号火星车有什么特别？它与之前的火星车任务有什么不同之处？为什么要着陆在耶泽罗撞击坑（Jezero Crater）？在登陆火星后的日子里，毅力号表现如何，做了什么，要去往哪里？这篇文章（上下两部分）将为你一一揭晓。

毅力号——会采样的机器人版火星地质学家

毫无疑问，火星2020任务的毅力号火星车是截至目前美国送往火星最先进、最复杂的无人探测器。

毅力号重1025千克，大小类似于一辆家用SUV。毅力号沿用了好奇号火星车的设计，所以毅力号看上去整体与好奇号相似，但也做了一系列的升级改良。例如，毅力号的相机增至23台，可以从车身的不同位置以不同分辨率拍摄图像，更

好地协助毅力号感知环境。

汲取了好奇号车轮出现严重破损的经验，毅力号改良了车轮设计，一方面把车轮变得更厚实、更耐用，另一方面在车轮上采用了温和波纹设计的弧形钛辐条，比好奇号车轮上的V型弯折能更好地减少车轮破损。毅力号沿用了核能电源，使用寿命长达14年，使毅力号可以在夜间、沙尘暴或冬季这样的火星极端环境下保持良好工作状态。毅力号还首次配置了两个麦克风用于记录火星环境里的声音。

毅力号携带了七项科学仪器和实验（图1），主要包括（1）用于环境感知与成像的桅杆主相机（Mastcam-Z），

可以像双筒望远镜一样变焦并拍摄全景和立体图像；（2）用于岩石化学组成分析的X射线岩石化学行星仪（PIXL），可以对毫米级的目标进行元素分布分析；（3）用于微区物质成分远程分析的超级相机（SuperCam），可以从几米远的距离对亚毫米级的岩石或土壤等目标进行成像、化学成分和矿物学分析；（4）用于亚毫米级有机物成像和分析的拉曼荧光光谱仪（SHERLOC），并搭配了可以在精细尺度（约10微米）成像的相机（WASTON），组成了“夏洛克”与“华生”一对好搭档；（5）用于次表层结构分析的探地雷达成像

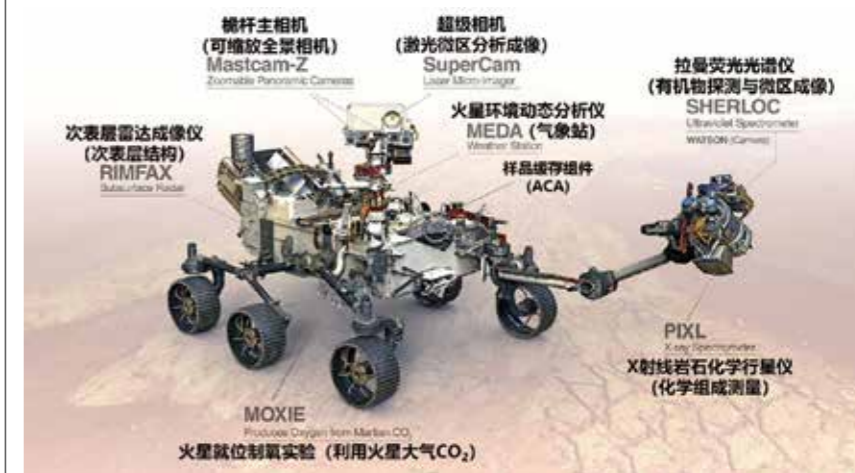


图1 毅力号携带的科学探测仪器和实验（NASA/JPL）

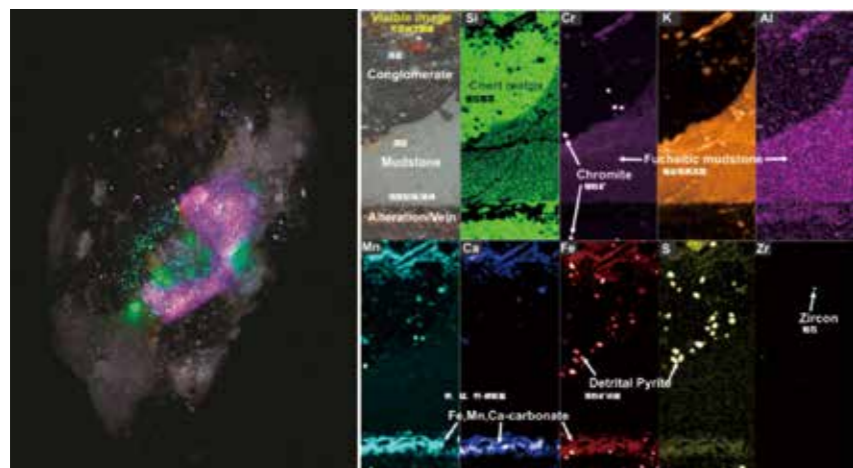


图2 地球实验室测试毅力号搭载的成分仪器对岩石样品的微区扫描。(左) SHERLOC可识别一个岩石样品中不同的矿物(不同颜色显示);(右) PIXL在一块地球的古太古宙蚀变砾岩(视域长2厘米,宽1厘米),识别出不同的矿物及其中的元素组成(NASA/JPL)

仪(RIMFAX),可以对地下约10米深度内的结构层、埋藏的岩石、冰或盐水等进行成像分析;(6)用于火星环境动态分析的气象站(MEDA),可测量温度、风速、风向、压力、相对湿度、辐射以及尘埃颗粒大小和形状;(7)火星氧气就位制取实验(MOXIE),尝试从火星的稀薄大气(仅有地球大气1%大气压)中提取二氧化碳制取氧气。

毅力号的最重要使命是寻找生命痕迹和采集最优选的岩石土壤样品,等待后续的任务去返回地球。为此,毅力号在科学装备上也做了重要升级。

从好奇号和之前的任务中,科学家们逐渐意识到,要寻找火星有机物,必须去掉表面的氧化层(即钻取岩石表面以下部分),要采用不会破坏有机物的分析方法(利用光谱手段原位分析),要能分析毫米甚至微米精细尺度下的有机物和化学成分信息(选用具有微区扫描、

成像和分析能力的仪器)。这就不难理解为什么毅力号在物质组成分析的仪器几乎全部采用了无损的光谱分析方法,并配套了微区分析或扫描成像功能(图2)。

另外,毅力号没有像好奇号一样携带质谱仪。因为这次考察的重要样品还有机会被采集和返回地球实验室,所以更多进一步的精细分析(如同位素分析)就将留给地球实验室里的科学家们来完成了。



图3 毅力号携带的机智号直升机示意图(NASA/JPL)

毅力号还携带了几项与未来探测有关的技术验证实验。第一个是“机智号”(Ingenuity)直升机(图3)。截至2021年8月18日,“机智号”已经成功完成了12次试飞。“机智号”不但在火星表面寒冷严苛的环境中独自存活了下来,还实现了人类在火星稀薄大气下释放航天器的设想。目前“机智号”已经开始辅助毅力号进行科学探测,通过飞越一些毅力号难以行驶的区域和连续拍照,机智号帮助科学家们更好地确定毅力号的考察目标。

第二个是火星大气就位制氧实验(MOXIE)。通过电化学分解法将火星大气的二氧化碳分解成一氧化碳和氧气。2021年4月20日,MOXIE首次成功从火星大气中制取了5.37克氧气。随着任务的推进,MOXIE还将尝试在不同大气压下,一天中不同时间,甚至尘暴发生时开展制氧实验。如果方案可行,未来美国宇航局可能计划发射一台大小为现有MOXIE 200倍的制氧仪。就位制取的氧气不但可供未来宇航



图4 跟随毅力号抵达火星的宇航服测试材料。左图标注了各种材料在宇航服上的用途,色标对应着右图中SHERLOC定标版上的材料位置(NASA/JPL)

员任务使用,还可作为火箭燃料和支持样品返回任务等。

第三个实验是对未来宇航服材料的测试(图4)。位于毅力号前端的SHERLOC定标板上除了上面一排岩石标样外,还增加了下面一排几种宇航服材料,用于评估火星严苛环境和强烈辐照对宇航服可能造成的影响。

### 耶泽罗撞击坑——可能存在生命的火星古湖泊

火星表面的面积相当于整个地球的陆地面积。要在这么大的范围里选择去哪里采样返回,实在是太难啦!经过激烈角逐,2018年耶泽罗撞击坑从众多候选着陆点中脱颖而出,成为毅力号任务的探测目标。

那为什么是耶泽罗?

首先,耶泽罗撞击坑及其周边的岩石和沉积物涵盖了古老的火星历史(图5)。耶泽罗位于火星的古老高地(赛伯伊地体; Terra Sabaea)与撞击盆地(伊西底斯平

原; Isidis Planitia)之间。赛伯伊地体存在着距今41~37亿年的古老岩石,而伊西底斯平原也形成于约39亿年前的火星早期,平原里堆积着37~30亿年的堆积物。与耶泽罗

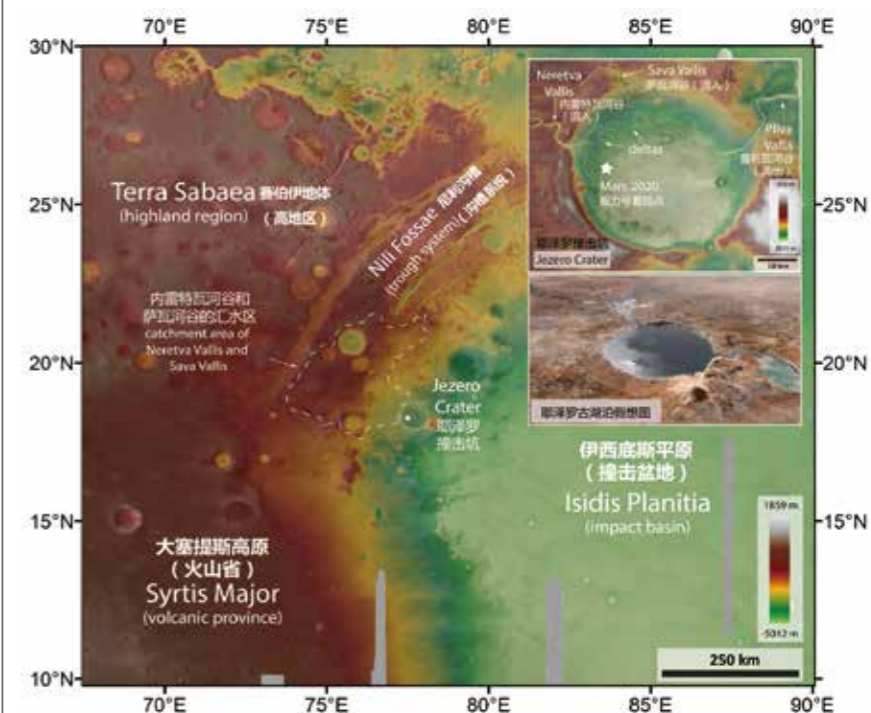


图5 耶泽罗撞击坑所处位置和古湖泊水系的流域特征。从高地(红色和棕色)到伊西底斯平原(绿色),这片150万平方千米的区域高差超过6800米。小插图(上)标注了耶泽罗撞击坑的进水和出水古河道和汇水区,汇水区物质主要来源于尼利沟槽周边。小插图(下)是耶泽罗古湖泊的假想图。(ESA/DLR/FU Berlin, CC BY-SA 3.0 IGO)

紧邻的尼利沟槽区(Nili Fossae)是火星上著名的碳酸盐和粘土富集区,这些“沟槽”属于地堑系统(一种断裂构造),形状与伊西底斯盆地边缘的弯曲相符,应与形成伊西底斯盆地的撞击事件有关。在耶泽罗西南方向的大塞提斯火山省,距今37~30亿年存在火山熔岩流活动。因此耶泽罗及其周边的地质体跨越了火星诺亚纪和西方纪与水与生命最为相关的地质时期。

其次,耶泽罗撞击坑是一个开放盆地型的古湖泊。耶泽罗撞击坑直径大约45千米,推测距今39~35亿年前这里曾经存在过一个深250米的古湖泊。撞击坑坑壁被三条河谷切割,其中两条是流入河谷(内雷特瓦河谷和萨瓦河谷),向撞击坑里输送水



和沉积物，并在坑缘的西部和西北部形成了两个河流三角洲。其中内雷特瓦河三角洲更大一些，是毅力号此次任务的主要考察对象。另一条河谷普利瓦河谷则是流出通道。有进有出使得耶泽罗成为一个“开放盆地型古湖泊”，这类古湖泊相比“封闭盆地型古湖泊”（只进不出）更可能拥有稳定水位从而保持淡水湖环境，在孕育生命和保存生物遗迹上更有希望。

另外，耶泽罗撞击坑内的分布着多种“宜居环境指示矿物”，在地球上这些矿物通常与有机物和生命共存，也能够很好的保存生命遗迹。着陆前，科学家们已经通过遥感光谱手段，在三角洲和坑内坑外的其他区域识别出了碳酸盐、粘土、水合硅酸盐等多种矿物类型。有些矿物可能还指示着潜在的蛇纹石化过程，在地球上这类过程也与生命密切相关。这些岩石和矿物不论是由火山活动、水活动还是在撞击事件引起的变化中形成，都将为理解火星早期的历史和演化提供重要的新线索。

但是“古老”也几乎同时预示着“复杂”。

通过遥感手段对撞击坑内的地质

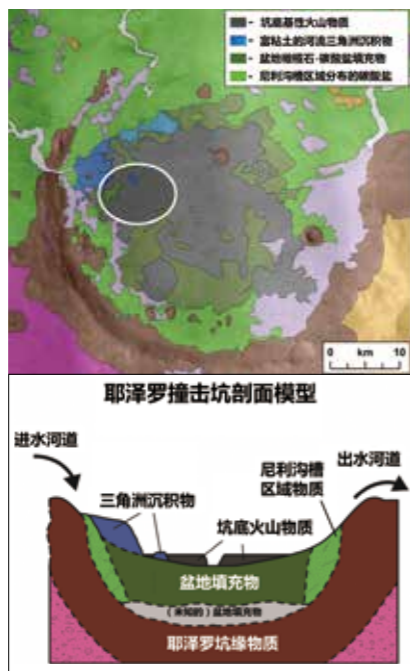


图6 耶泽罗撞击坑的主要地质单元(上)和剖面模型(下)。毅力号火星车有望探测到几乎所有的地质单元(Gough et al., 2015, 2017)

单元、地形地貌和物质组成的研究，可以大致将耶泽罗从底往上划分为几个地质单元(图6)：(1)坑缘物质层(耶泽罗撞击坑形成时的外缘)；(2)未知的盆地填充物(从遥感上看不到但推测应该存在的物质层)；(3)盆地填充物与与尼利沟槽区域类似的物质层(具有不同特征，但推层可能是同时期填充盆地的物质)；(4)三角洲

沉积物(河流输送的沉积物)；(5)坑底的火山物质(目前来源不明)。

但这仅仅是粗略划分，事实上科学家们对耶泽罗的形成和曾经发生在这里的重要事件还没有清晰认识。撞击坑里的火山物质从何而来，什么时候通过什么方式进入盆地，在之后又发生了什么变化？古湖何时出现又何时消亡，进出盆地的河道何时活动，三角洲用了多长时间形成？盆地沉积物的粘土、含水硅酸盐和碳酸盐中有没有保存生命信息？富含橄榄石—碳酸盐的沉积物到底指示了怎样的火星早期气候和环境？科学家们有太多的模型和假说需要验证，希望都寄托在毅力号的就位探测和采样返回。

虽然目前毅力号距离内雷特瓦三角洲的底部还有一段距离，但火星车已经可以从远处看到三角洲，并且拍摄到三角洲断崖的截面特征(图7)。这远望已经足够令科学家们欣喜不已。那毅力号在着陆后都做了什么，又要去往何处？请见下篇。■

(作者系中国科学院地球化学研究所月球与行星科学研究中心研究员)  
(责编：倪伟波)

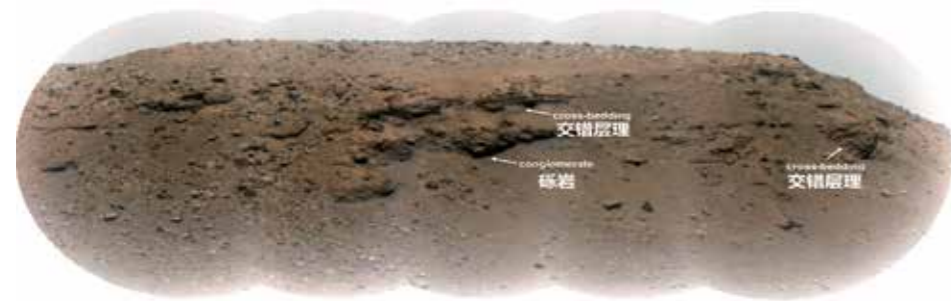


图7 毅力号超级相机配置的远程显微成像仪(RMI)从2.25千米外拍摄到了内雷特瓦三角洲的断崖截面特征。左：由五张RMI图像拼接而成，宽115米的陡崖内出露着砾岩和交错层理。右：毅力号拍摄时所处位置和断崖在三角洲上的位置



## 极端降雨敲响气候变化警钟

当前，如何科学、理性地应对气候变化趋势下的极端天气事件，成为人们日益关注的问题。

► 王彬

2021年，全球多地遭受罕见的极端天气事件影响，人民生命财产安全受到严重威胁。

据我国应急管理部统计数据，我国自2021年7月以来共发生11次强降雨过程。7月17日至22日，“千年一遇”的持续性强降雨过程突袭河南，20个国家气象站日降雨量数据均突破了建站以来的历史极值。

其中，郑州气象观测站测得的

最大一小时降雨量高达201.9mm，24小时累积降雨量为696.9mm(郑州多年平均降雨量为641mm)，突破了中国大陆小时降雨量的历史极值。换言之，一个小时内，郑州降雨量约等于100个西湖的水量，一天内降完了约一年的雨量，影响之大可想而知。随后，湖北省柳林镇、北京市海淀区等地也分别遭遇局地大暴雨甚至特大暴雨影响。

### 极端降雨的成因

究竟是什么原因导致了近年强降雨等极端天气事件频发？多国专家认为，极端天气事件的频发与全球气候变化存在密切关系。

以郑州极端降雨事件为例。东亚大气环流异常协同作用是造成河南多地遭受极端强降雨影响的直接原因。加之台风、地形、大气环流



等多因素叠加作用影响，致使此次强降雨过程具有持续时间长、累积降雨量大、短历时降雨强和极端特性明显等特征。

具体成因表现为：从极端降雨发生位置来说，河南省位于偏北的西北太平洋副热带高压区和偏西北的大陆高压地区，具备了不稳定强对流和能量充足的条件；从极端降雨发生的强度来说，由于正值台风活动频发期，西北太平洋副热带高压与台风“烟花”之间形成了巨大的气压梯度，加强了来自西太平洋、南海和孟加拉湾的水汽输送，为此次降水过程提供了丰沛的水汽条件；从极端降雨增强特性来看，由于郑州、新乡等地处于太行山、伏牛山等山前平原区，含有充沛水汽的偏东气流遇到山脉抬升辐合，进一步增强了降水强度。同时，全球变暖引起的温暖空气中水汽增加和大气环流变化，是促发极端降雨事件发生必不可

少的条件。可以说，郑州极端降雨事件是由自然变率和全球变暖共同导致的。

那么，这种极端降雨事件的频发是气候变化的必然结果吗？中国气象局近期发布的《中国气候变化蓝皮书（2021）》指出，中国是全球气候变化的敏感区和影响显著区。基于现有的综合观测和关键指标数据分析，我国气候系统变暖仍在持续，极端气候事件风险将进一步加剧。

据统计，1951~2020年，我国地表年均气温呈显著上升趋势，升温率为0.26℃/10a；而对应的年均降水量同样呈现明显的增加趋势，增加率为5.1mm/10a，江南东部、青藏高原中北部、新疆北部和西部的降水增加幅度尤为显著。

已有研究表明，大气水汽含量与气温存在线性增加关系，即平均气温每上升1℃，大气水汽便会增加约7%。伴随全球变暖，大气层

水汽含量增加，必然会带来降水增加，加剧暴雨、暴雪等极端天气的发生频次、强度和不确定性。

### 敲响气候变化警钟

研究表明，极端天气事件的时空变异性表现出明显差异。强降水的频次、强度以及总降水量在陆地上越来越多的地区呈现增加趋势；而在低纬度以及中低纬度地区的夏季，极端干旱事件则表现出加重倾向。总降水量增加的地区，极端强降水事件往往以更大的比例增加。

1961~2020年，我国年平均降水量呈不显著增加趋势，年均降雨日数呈显著减少趋势，而极端降水事件明显增多；降水的空间变化趋势差异明显，青藏高原地区降水量显著增加，西北、东北和华北地区年均降水量呈波动上升趋势，而西南地区降水量减少。联合国政府间



气候变化专门委员会（IPCC）的模式模拟结果也表明，全球气候变暖加剧了气候系统的不稳定，未来极端气候事件发生的频率更高、强度更强将成为“新常态”。

8月9日，IPCC最新发布的第六次评估报告《气候变化2021：自然科学基础》指出，人类活动正以前所未有甚至是不可逆转的方式改变着全球气候。“冷穹顶”带来的欧洲暴雨、“热穹顶”导致的北美高温热浪，都再一次证明了全球气候变化正在重塑地球的气温模式。

随着人类向大气排放的温室气体总量不断增加，气候系统中蓄积的过剩“能量”也不断增加，最终将会通过极端天气事件等方式释放。近期频发的极端天气事件已向人们敲响了全球气候变化的警钟：如果人类再不采取措施，未来几十年内，全球大部分地区的气候变化会不断加剧，极端干旱、强降雨事件将变得更加频繁。

### 科学应对极端天气事件

伴随着极端天气事件的频发，如何科学、理性地应对气候变化趋势下的强降雨、雷暴、大风、冰雨等极端天气事件，成为人们日益关注的问题。针对此问题，笔者认为应分别从预警预防能力提升以及低碳减排绿色高质量发展两个方面予以应对。

首先，要做到未雨绸缪、科学规划，提升城镇“韧性”；预报预警、科普宣传，提高安全意识。一方面，进一步研究和揭示极端天气发生机制和演变特征，针对性优化和完善防灾减灾措施，在城镇规划中适度增强城镇“韧性”，充分考虑“山水林田湖草城”生命共同体的协调统一，进一步健全跨区域、跨部门的紧急协调联动机制，做到未雨绸缪、科学规划。另一方面，要进一步提升对

于极端天气事件的预报预警能力，实现精准预报和分类分级，在保障实现有效预报和预警的基础上，大力开展面向公众的科普宣传工作，提升全民安全意识。实现预报预警、“韧性”调整、应急防护、协调联动的防灾减灾应急机制，最大限度减少人民生命财产损失。

其次，要针对气候变化这一根本问题，实现低碳减排绿色高质量发展。加强各国政府间合作，通过研发替代新能源、加强生态环境保护、完善生态补偿机制、倡导低碳生活等多种行动，加快实现“碳达峰”和“碳中和”。此外，应加强面向公众的科学普及，使大众了解极端天气频发背后的气候变化原因，全面增强绿色低碳的节能环保意识，全方位减缓全球气候变暖。■

（作者系北京林业大学水土保持学院副教授）

（责编：唐琳）





## 科学·职业

51 新实验室, 全新的冒险:  
将实验室搬到另一个国家

您已经接受了这份工作, 签署了合同, 并将在另一个国家的某个机构接受一份新工作。当您为有机会在新文化中开始新生活感到兴奋时, 您突然意识到您也必须将自己的实验室搬过去。

## 科学·生命



56 当机器人睡觉时, 他们会梦到算法吗?

随着人工智能成为标准的实验室工具, 科学家们正迅速发现算法驱动研究的前景和风险。



## 科学·职场生涯

- 60 从患者到合作伙伴
- 61 学习障碍的经验教训
- 62 我不是你妈妈
- 63 为梦想而战

Science  
AAAS

本栏目由美国《科学》杂志特供  
A Science / AAAS Custom Publishing Office Feature

## 新实验室, 全新的冒险: 将实验室搬到另一个国家

您已经接受了这份工作, 签署了合同, 并将在另一个国家的某个机构接受一份新工作。当您为有机会在新文化中开始新生活感到兴奋时, 您突然意识到您也必须将自己的实验室搬过去。

► Alaina G. Levine / 文 张红安 / 译

假设您是一位昆虫学家。您的实验室有一个巨大的步入式生长室, 从地板到天花板都塞满了装满数万只昆虫的笼子。您还需要喂养这些虫子, 因此您还必须种植数百种植物。如今您在另一个国家找到一份

工作。您怎么处理这些东西呢?

这正是从加州大学河滨分校被招到加拿大萨斯喀彻温大学的 Sean Prager 要解决的问题。2017 年, 他加入了植物科学系, 担任助理教授, 但在把皮大衣从仓库里拿出来之前,

他必须弄清楚如何把他的虫子们带过边境。

起初, 转移他的实验室很简单。设备不是问题——他不需要运输任何设备, 因为他所在的新机构将为其提供设备, 作为他谈判的招聘方



案的一部分。但他说，如果需要带一样专业设备，他可以很容易地带它穿越陆地边界。

但是转移昆虫则更为复杂。正如 Prager 描述的，他的实验室样本中含有一种在加拿大没有发现的病原体，这种病原体有可能感染关键作物。如果想从美国携带活的昆虫，加拿大联邦官员只会向您已经建立了一个设施来保管标本而不会爆发疫情的情况下才会颁发许可证。“我们没有这样的设施，” Prager 说。“所以在我接受这些昆虫（进入自己的新实验室）之前，我必须获得拨款，制定工程计划，并建造一个设施。‘条条大路通设施’，没有这些设施，我就没法把这些昆虫运送过来。

可能要过几年我才能得到它们。我正在做这件事情。”

Prager 很幸运，他从导师那里学到了一些跨越国际边界搬实验室的细节，而大部分是在隔离设施里从事博士后研究时学到的。但这仍然没有使他遇到的任何许可问题变得更为容易。在等待昆虫的同时，他开始了针对不同物种的新项目。这种灵活性当然是他鼓励其他研究人员接受的东西，特别是当他们努力将实验室迁往全球时。“例如，作为一名生物学家，您可以在新的地方研究一种新的植物或一种新的昆虫，”他说。“我们已经转向使用不同的昆虫来提出相同的生物学问题，或者在这里解决更多的本地

问题。”

将您的研究型企业迁到任何机构都有令人兴奋潜力，而且如果将其迁到其他国家，这种潜力可能更大。如果您是一名选择在国际间从事一份新工作的科学家，那么您就有机会开始新的项目，从事新的研究领域，与新同事合作，并让自己沉浸在一个新的文化中。但是在开始工作之前，有一些挑战是您必须应对的。

#### 计划、谈判和运输

计划您的国际搬迁的一个关键因素是确定您将如何搬迁您的研究对象。这一系列关键决定的一个好



将您的研究型企业迁到任何机构都有令人兴奋的潜力，而且如果将其迁到其他国家，这种潜力可能更大。如果您是一名选择在国际间从事一份新工作的科学家，那么您就有机会开始新的项目，从事新的研究领域，与新同事合作，并让自己沉浸在一个新的文化中。但是在开始工作之前，有一些挑战是您必须应对的。

的起点是在与您的新工作地点谈判期间。当新加坡科学技术研究局（A\*STAR）的自主研究机构——分子与细胞生物学研究所（IMCB）转化免疫学项目主任 John Connolly 就他的薪酬待遇进行谈判时，他特别要求为运输和已经到位的人员提供资金，以接收并可能加速他的新实验室的启动。

有时您可以带着自己的设备去新大学。当澳大利亚伍伦贡大学分子生物物理学家、特聘教授兼分子视界研究中心主任 Antoine van Oijen 在准备从荷兰搬家时，发现保留他为实验室购买的显微镜工具和光学平台是被允许的。“它们是由私人购买的，而不是机构或政府拨款，”他指出。“该机构指出，我有权拿走这些设备，这表明他们是多么支持我的举动。”而且，因为他移居时和大家关系和睦，所以他倾向于留下一些设备，让他的研究生和博士后继续从事正在进行的项目，这有助于为那些没有和他一起搬到澳大利亚的学生创造一个平

稳的过渡。

宾夕法尼亚大学佩雷尔曼医学院细胞与发育生物学及生理学助理教授 Melike Lakadamyali 也做了同样的事情——她与她的前雇主，位于巴塞罗那郊外的光子科学研究所（ICFO）进行了战略性的谈判，在宽限期内她的旧实验室可供留在西班牙的研究生和博士后使用。她继续监督自己谈来的条件，在来到美国的第一年，她多次回到 ICFO。她的研究在两个地方都很出色，得到了两个雇主的祝福。

Lakadamyali 说，她的经历是与两家机构“反复谈判”的一部分。尤其值得一提的是，她确保自己在宾夕法尼亚大学的创业计划中包括她以折旧价从 ICFO 购买设备的资金。这比她到美国后购买新设备要便宜。ICFO 对此有具体的指导方针，包括关于她的物品折旧价的规则。她建议其他科学家在计划搬迁实验室时，调查这是否是一个可行且有利的解决方案。

同样，建议您尽早和新同事就

搬迁计划进行沟通。位于圣安东尼奥的德克萨斯大学健康科学中心的研究助理教授 Eloise Dray 进行过多次跨国搬迁。她从位于美国康涅狄格州纽黑文的耶鲁医学院的一名博士后，到澳大利亚昆士兰大学担任研究员并最终成为助理教授。2018 年，她搬回美国。在考虑自己最初搬到澳大利亚的时候，Dray 强调，与您在新机构的同事讨论自己的搬迁策略是至关重要的。“学校通常会有首选的运营商或服务提供商，”她说。此外，与两所大学进行交流也至关重要，这样您就不会因为官僚主义问题而陷入困境，比如，您要携带的样本必须在两国获得许可证。“如果没有许可证，有些化学品和试剂是不允许使用的，”她说。

#### 选择合适的人

的确，承运人很重要，但这只是等式的一部分。一旦您打包好自己的设备和植物、动物或真菌样本，就必须有人接收它们。这就是聘请一个



有才华的实验室管理人员或技术人员可以发挥巨大作用的地方。当清华大学医学院院长、免疫学研究所所长董晨（音译）将他以前位于德克萨斯州休斯顿的 MD Anderson 癌症中心岗位上使用的品系小鼠运送到亚洲时，他确保为自己的新实验室聘请了一名技术人员。为了保护自己的事业，他确保员工知道接收和管理货物的规则，当地海关执法和法规，以及大学的程序。在中国拥有一名经验丰富的团队成员尤其重要，因为他所处理的是活体动物。但除了雇佣新同事之外，董晨（音译）在搬家前还做了一些特别有战略意义的准备：他将同一品种货物发了两次，以防第一批货出问题。“我知道要这样做是因为我们一直在向合作者运送老鼠。多次运送所有货物，至少两次，”他敦促道。

和 Connolly 一样，董晨（音译）在去中国之前通过谈判获得了启动

资金，以加速自己研究活动的启动。“让一个实验室起步需要很长时间，而您希望在这段时间里是富有成效的，” Connolly 回应道。“因此，有研究人员或采购经理经验的人是很重要的，这样您就可以立即使用启动资金。如果您能找到一位拥有多年实验室管理经验的优秀技术人员，那么他们是很有价值的。花点时间寻找合适的人。”

### 优雅地离开

搬迁的所有细节都经过精心策划和执行，还有一个重要方面是您不能忽视的：尽可能优雅地离开您现在的机构。保持您在即将成为前雇主的公司里精心打造的人际关系，这应该是您搬迁策略中一个具体而坚定的步骤。

此外，您希望确保自己目前通过原来机构获得的任何资助得到妥善管理和最终确定，并且您的学生

得到照顾。Van Oijen 得知自己可以随身携带一些资金。他帮助设计了一个方案，让陪伴他去伍伦贡大学的研究生能够获得两个学位，一个来自他即将离开的荷兰机构，另一个来自他即将前往的澳大利亚大学。“您真的必须与资助机构和大学研究生院的项目工作人员进行交谈，因为在这些非正式的对话中，才能产生创造性的解决方案，”他说。“拨款指南似乎是一个复杂的方向，但如果您与拨款工作人员交谈，他们会提出合理的解决方案。他们希望看到您和您的学生取得成功……他们会与您合作，让参与其中的每个人都尽可能轻松地完成这项工作。”

当然，首先要确保自己了解学校的政策。“我的建议是遵循原来机构的标准程序，因为您不想造成双方都不满意的局面，”董晨（音译）说。“对我来说，幸运的是，我以前的主席非常支持我，一切都很顺利。”

灵活、开放、沟通、愉快、专注、亲切和有礼貌。期待意外。预计实验室需要花时间才能完全投入使用并制定应急计划，以便在这段脆弱的时期保持高效。您可能需要与其他专业人员合作来把您的实验室搬迁到您尚未计划的地方。例如，正如 Dray 解释的那样，“您不能随意把干细胞运到您想去的地方。”

如果您能尽快通知您的部门主管自己打算离开的消息，这将会有所帮助。“我很感激那些要离开我团队的人能尽早来找我，这样我们就可以讨论这个问题，” Connolly 说。“去跟您的老板谈谈，告诉他自己是认真的……您会发现老板会和您合作的。”

另一个关键提示：不要贪心。“放弃其中一些合作，而不是坚持所有合作，这是至关重要的……当需要继续前进时，尽你所能帮助他们，” Connolly 说。“如果您能优雅地做到这一点，那就是前进的最好方式，而不是过河拆桥。这很艰难，因为您已经投入到工作中，您在心里拥有了所有权，但一两年后，您会回顾过去，并且发现人际关系更重要。”

就 Connolly 的情况而言，他觉得自己最终不需要带走很多项目。“如果离开美国，开始新的生活，真正重要的是您面前的东西，而不

是后面的东西，”他说。“一旦您和新人一起建立一个新实验室，您就开始了新的项目。所以要愿意放手。关闭研究。现实点，在接下来的6个月里，您将开始做一些非常新的事情，因此保留旧样本是没有意义的。”

### 继续前进

灵活、开放、沟通、愉快、专注、亲切和有礼貌。期待意外。预计实验室需要花时间才能完全投入使用并制定应急计划，以便在这段脆弱的时期保持高效。您可能需要与其他专业人员合作来把您的实验

室搬迁到您尚未计划的地方。例如，正如 Dray 解释的那样，“您不能随意把干细胞运到您想去的地方。您必须通过大学里的某些伦理委员会。您可以与他们同步，以帮助您了解如何包装它们，以及您的试剂和病毒……并且在您进行打包和国际搬迁之前了解检疫法规和限制进口的规定。”

伴随着这些挑战、复杂性和惊喜而来的是前往新地方从事科学研究的乐趣和特权。“如果想创造新的东西，您就必须打破自己的舒适区，尝试新的领域，” Connolly 说。“国际搬迁将让您做到这一点。” ■

（责编：倪伟波）

Alaina G. Levine 是一名 STEM 职业顾问，专业演说家以及《书呆子的社交网络（Networking for Nerds）》（Wiley, 2015）一书的作者。

鸣谢：“原文由美国科学促进会（www.aaas.org）发布于2019年9月13日《科学》杂志”。官方英文版请见 <https://www.sciencemag.org/features/2019/09/new-lab-new-adventure-moving-your-lab-another-country>。

Science  
AAAS

本栏目由美国《科学》杂志特供  
A Science / AAAS Custom Publishing Office Feature

# 当机器人睡觉时，他们会梦到算法吗？

随着人工智能成为标准的实验室工具，科学家们正迅速发现算法驱动研究的前景和风险。

► Alan Dove / 文 张红安 / 译



据主要新闻来源称，人工智能（AI）在当今世界随处可见，其本身越来越多地受到计算机算法的驱动。营销人员利用人工智能来定位广告，工程师利用它来预测设备故障，

而人工智能驱动的社交媒体平台对从时尚到政治的方方面面都产生了巨大的影响。

尽管所有类型的人工智能（也被称为机器学习）都需要编程让计

算机从案例中学习并做出推断，但业内人士可以区分不同形式的人工智能。在更广泛的人工智能领域中，有一部分策略采用了人工神经网络。它们模仿生物大脑，程序元素

像神经元一样相互连接。在神经网络上运行的机器学习算法通常被称为深度学习系统，以将它们与其他方法（例如统计相关性）区分开来。

如今，科学家们部署了各种类型的人工智能来挖掘海量数据，这些数据的来源从高通量 DNA 和 RNA 测序到大量电子病历。这些努力的样本揭示了广泛的策略和应用，并强调了在研究中使用人工智能的潜力和挑战。

## 遗传学的新面孔

一些将机器学习应用于科学问题的软件开发者最初是为社交媒体公司工作的。例如，现在支持 Facebook 自动照片标记功能的算法的创造者在过去几年里一直专注于一个略有不同的图像处理问题：从面部特征识别罕见的遗传疾病。

“实际上，大约一半的遗传疾病都有非常独特的面部特征，”位于马萨诸塞州波士顿的表型应用公司 FDNA 的首席执行官 Dekel Gelbman 说。虽然大多数人可以识别唐氏综合症患者的独特特征，但经过专门训练的人类遗传学家也能从面部特征中找出数千种其他不太常见的情况。这种类型的诊断依赖于丰富的经验，但由于许多遗传疾病的罕见性，很难获得经验。“少数非常有经验的遗传学家（有时也称自己为畸形学家）能够非常快速地观察患者并说，‘我以前见过类似的事情，’” Gelbman 说。

Gelbman 和他的同事们利用精

心整理的照片集，训练了一种机器学习算法，根据诊断特征对人脸进行分组。该技术的当前迭代使用了深度学习系统，FDNA 已经在同一个框架上为不同的用户构建了多个智能手机应用程序。医生可以将一款应用程序带进诊所，在那里他们可以用手机的摄像头给患者拍照，并立即从应用程序中获得诊断建议。论坛应用程序允许他们与专家讨论这些诊断，而图书馆应用程序则提供相关文献。其他应用程序允许医学教育者和研究人员访问相同的算法。

虽然大多数个体遗传疾病很罕见，但它们的集体影响很大：估计有 10% 的儿童出生时就患有一种罕见的遗传疾病，严重到足以影响他们的生活质量。“平均而言，一名罕见病患者要等待 7 年半才能得到诊断，这……简直难以想象，” Gelbman 坦言。他希望将畸形学家的工作自动化，以便加快诊断速度。

然而，要做到这一点，FDNA 必须克服两个相关的障碍：（1）医生不愿依赖他们不了解的技术；（2）政府监管机构对医疗诊断的严格标准。两者都在努力克服当前机器学习系统的不可渗透性。“真的很难去相信人工智能系统，（因为）即使是程序员也很难理解结果的逻辑，” Gelbman 说道。开发人员对算法进行训练和测试，直到得到正确的答案，但这些答案背后的原因常常令人费解。

为了解决这个问题，Gelbman

主张提高算法训练和测试的透明度。他说：“在未来，组织将更加主动地提供数据来源以及用于管理和验证数据、验证并为审计提供基准的政策。”就其本身而言，美国食品和药物管理局（FDA）一直在钻研人工智能，Gelbman 表示，过去一年他们对这项技术的理解有了显著提高。尽管如此，FDNA 迄今仍将其应用程序排除在监管机构的管辖范围之外，因为它清楚地将其标记为提供建议和参考，而不是明确的诊断。

## 如果达尔文是计算机科学家

需要更高透明度的不仅仅是医疗诊断工具。“机器学习中的很多方法都是黑箱方法，当你与真正想了解系统是如何工作的生物学家合作时，这就是一个问题，而不仅仅是得到正确的答案；对他们来说，问题变成了‘为什么这个模型会选择这种特定的解决方案？’”加州圣地亚哥人工智能咨询公司 Natural Selection 的首席执行官 Gary Fogel 表示。

Fogel 的公司使用一种至少在原则上应该对生物学家有吸引力的机器学习来构建人工智能系统：进化算法。在这种方法中，问题的候选解决方案被当作群体中的个体一样对待，适应度函数决定了它们的质量。该系统有选择地放大较高质量的解决方案，并抑制或消除低质量的解决方案，直到出现最佳解决方案。Natural Selection 已经将这

种方法应用于从分析基因组数据、筛选候选药物分子到优化工业流程的方方面面。然而，正如前面提到的，每个解决方案的内在逻辑可能就像一个复杂的有机体一样难以理解。

该公司通过构建识别系统中显著特征的算法来弥补这一点。“（我们试图找到）哪些特征对疾病或结果很重要，并……尝试着把这些特征简化成一些有意义的东西，以便生物学家……理解该系统的生物学，” Fogel 说。

不过，对于某些研究应用程序来说，不透明的算法不是问题。当研究人员将人工智能作为一种工具来识别有前途的线索时，这一点尤其正确，然后他们会用实验室实验来检查这些线索。“如果你只是想了解基因组学，也许需要的不是一个打开的盒子，” Fogel 说道，“如果它仍然准确地预测了 microRNA 基因的位置，你真的不关心为什么它能正确地预测，只要它正确就行。”

尽管如此，即便是希望将人工智能仅仅作为实验室工具的研究人员，也需要谨慎选择他们的算法。“很多人是这个领域的新手，他们正在尽可能地使用开源工具，” Fogel 说，“他们并不一定知道如何针对手头的问题调整这些算法，而且他们没有意识到你如何表达问题本身很重要。”他敦促处于这种处境的科学家向计算机科学家寻求帮助，其中许多计算机科学家急于将他们的算法设计技能应用到其他领域。

如今，科学家们部署了各种类型的人工智能来挖掘海量数据，这些数据的来源从高通量 DNA 和 RNA 测序到大量电子病历。这些努力的样本揭示了广泛的策略和应用，并强调了在研究中使用人工智能的潜力和挑战。

### 矢量微积分

这种合作可以简单地通过与同事讨论自己的工作而产生。这促使苏格兰格拉斯哥大学高级研究员 Daniel Streicker 将机器学习应用于流行病学中最古老的问题之一：识别病毒载体和储存宿主。

世界上许多最致命的人类病毒都是人畜共患的，大多数情况下在动物宿主体内复制而未被发现，只是偶尔会传染给人类。当这些传染病通过节肢动物媒介在宿主之间传播时，流行病学家可能要花数十年时间来确定相关的非人类宿主和媒介。然而，近年来，研究人员发现，RNA 病毒——最适合在宿主之间跳跃的一类病毒——针对它们主要感染的宿主优化了其基因组的各种特征，包括它们的氨基酸、密码子和二核苷酸的使用。这意味着在病毒的基因组序列中应该有线索可以暗示其宿主和载体的身份。

作为一名生物学家，Streicker 发现这个想法很令人好奇，但不知道该如何继续下去。“我的同事 Simon Babayan 在我们研究所举办了一场非正式的研讨会，讨论了

他正在应用机器学习方法的各种项目，我突然意识到，这可能是应对这一挑战的完美方式，” Streicker 说。他们与医学研究委员会—格拉斯哥大学病毒研究中心的生物信息学专家 Richard Orton 合作，开始构建算法来搜索病毒宿主和载体。

该团队利用来自具有明确特征生命周期的病毒的基因组序列训练其机器学习系统，让它识别出不同序列特征与特定宿主和载体物种之间的相关性。“你只是想找到这些特征的加权组合，以便你能有效地将基因组的特征映射到其来自的宿主。” Streicker 表示。

训练阶段结束后，他们在另一组已知宿主的病毒上对其进行测试，以验证其可靠性。最后，他们为该系统提供了一组对病因学知之甚少的病毒的基因组，并让它预测病毒的传播模式。

许多结果证实了现有的理论，但该系统还揭示了一些惊喜。例如，病毒学家认为克里米亚—刚果出血热病毒主要通过蜱媒传播，但计算机预测，牲畜之间的直接传播也可能是主要的感染途径。该算法还预测，除蝙蝠外，非人灵长类动物可

能是埃博拉病毒的重要宿主（1）。

为了优先考虑他们的研究，Streicker 的团队现在希望将同样的方法应用于宏基因组学项目中涌现的大量新的病毒基因组序列。“我们正在考虑如何使用类似的方法来尝试预测人类是否会被病毒感染，” Streicker 说，“这显然是一个与监测和公共卫生非常相关的问题，因为现在有太多的病毒正在被发现。”虽然他们最初的工作只专注于单链 RNA 病毒，但他们也希望将该项目扩展到包括其他类型的病毒基因组。

### 做所有的研究

虽然基因组序列已经成为算法驱动研究的主要焦点之一，但其他海量数据集也已成熟，适用于机器学习。例如，在过去的几年里，纽约市哥伦比亚大学欧文医学中心（CUIMC）的研究人员一直在使用各种计算方法来分析海量的电子病历，同时也在研究生物医学文献本身。

后者的努力使许多人称之为“可重复性危机”的问题引起了人们的关注，即看似有效的不同研究，却得出相反的结论。观察性研究尤其成问题，研究人员利用现有的医疗记录，并追溯性地将患者分为对照组和实验组。近年来，此类研究的结果显示，例如，抗抑郁药会增加或减少自杀的风险，这取决于人们相信哪项研究。CUIMC 生物医学信息学主席 George Hripacsak 指

出，“没有两组人选择相同的变量进行校正，然后他们坚持要求你必须选择完全正确的变量。”

一个相关的问题是，期刊青睐显示积极结果的论文，通常基于一个任意的统计标准。Hripacsak 自己对文献的分析表现出了显著的偏差，已发布的 p（概率）值（统计显著性的衡量标准）的临界值为 0.05。因此，研究人员面临着选择变量和统计技术的巨大压力，这些变量和统计技术将产生可发布的 p 值，这可能会使他们的分析产生偏差。

为了解决这个问题，Hripacsak 和他的同事们把研究设计的工作交给了计算机。在最近的一个项目中，他们利用了包含数以亿计个体患者医疗记录的多个数据库，并使用一种算法来设计，同时对数据进行所有合理的观察性研究。针对抑郁症，该算法确定了 6000 个潜在的研究假设和超过 55000 个控制假设，包括 17 种治疗、272 对联合治疗和 22 种结果。该算法在一台功能强大的计算机上运行了大约一个月，并对不同治疗方法的影响进行了 5984 次估计。每一项结果都符合在顶级同行评审期刊上发表论文的当前方法标准。然而，该团队看到了令人欣慰的阳性和阴性结果

的分布，这表明他们避免了通常的发表偏见（2）。

不过，消除人类偏见并不能自动解决问题。“当我们在这个新领域做研究时，我们不想……对我们试图阻止的同样事情感到内疚，因此这就是我们正在研究人工智能可能带来的导致偏见的特殊因素，” Hripacsak 说。和该领域的其他人一样，他担心许多机器学习算法的不透明性可能会掩盖令人不安的错误。例如，“经济因素或其他因素（可能）使某些种族群体在治疗中表现不佳，然后系统建议不给予他们这种治疗，而实际上这与他们的种族无关，” Hripacsak 说。

尽管存在这些障碍，但他和该领域的其他人对人工智能研究的未来持乐观态度。“我看到一场革命正在发生，这很棒，” Fogel 说。■

（责编：倪伟波）

### 参考文献

- S. A. Babayan, R. J. Orton, D. G. Streicker, *Science* 362, 577–580 (2018), <https://doi.org/10.1126/science.aap9072>.  
M. J. Schuemie, P. B. Ryan, G. Hripacsak, D. Madigan, M. A. Suchard, *Philos. Trans. Royal Soc. A* 376, 20170356 (2018), <https://doi.org/10.1098/rsta.2017.0356>.

Alan Dove 是马萨诸塞州的科学作者和编辑。

鸣谢：“原文由美国科学促进会 (www.aaas.org) 发布在 2019 年 9 月 20 日《科学》杂志”。官方英文版请见 <https://www.sciencemag.org/features/2019/09/when-robots-sleep-do-they-dream-algorithms>。

## 从患者到合作伙伴

► Peter DelNero, Alexandra McGregor / 文 倪伟波 / 译

当 5 年前开始读研究生时，我们决心尽可能地学习有关癌症的一切知识。我们把所有的时间都花在实验室里开发一系列实验技术。然而，在使用培养皿和显微镜的日常工作中，我们觉得少了一些什么。我们了解了所有关于肿瘤生物学的知识，但对癌症的人类层面知之甚少。尽管我们的研究离临床还很远，但我们相信，与患者和幸存者的互动将提高我们对癌症的理解和我们的科研质量。

在导师的同意下，我们联系了当地一家癌症中心的负责人，看看他是否有兴趣与我们合作。他热衷于将正在接受培训的科学家与癌症界联系起来；事实上，他已经在和我们大学的另一个小组讨论过这个想法了。我们一起开始每月举办研讨会，让研究人员和患者相互交流，相互学习。有几个月，一名研究生就癌症研究的一个重要方面进行通俗演讲。其他几个月，社区成员描述他们与癌症抗争的经历。我们还组织了促进患者和研究人员对话的非正式活动，比如参观实验室、读书俱乐部和参加癌症支持小组。一位肺癌幸存者甚至用一整个夏天和我们一起做实验。我们与癌症中心的关系创造了源源不断的新机会。

与患者社区的伙伴关系深刻地影响了我们作为科学家的形成。我们的对话揭示了我们的知识差距，暴露了偏见和假设，甚至开辟了新的探究途径。我们了解了癌症的隐性成本，以及患者在工作、医疗保险、家庭生活和未来计划方面面临的日常障碍。通过与癌症患者交谈，我们也学会了开放、感同身受和反思式倾听。随着时间的推移，我们与患者及其家庭成员建立了特殊的关系，许多人已经成为我们最亲密的朋友。有时，我们会面对这样一个毁灭性的现实：即目

前的治疗方法还不够好。

患者和研究人员的合作关系将我们的研究从一种智力练习转变为一种深刻的个人努力。它提醒我们，癌症患者不仅仅是细胞或分子路径。他们是邻居、同事、朋友和亲戚。他们是抗击癌症的重要合作伙伴。正如我们的一位同事解释的那样，“我过去关心的是成就和伟大的出版物，但现在我只想生成对改进癌症治疗最可靠和最重要的数据。”



在这个过程中早期，我们对从实验室工作中抽出时间和精力来开发这个项目感到紧张。我们觉得自己“违反了”研究生行为准则。但我们决定无视这种恼人的焦虑，并允许自己继续下去。在一组教师的帮助下，这一伙伴关系发展成为公众参与癌症研究的正式课程。这方面的工作成为我们研究生经历的一个亮点。

通过我们的合作，我们发现，研究并不是科学家在对抗癌症中发挥积极作用的唯一途径。在实验室之外，我们可以培养与患者、幸存者和家庭的个人关系。研究人员可以很好地传播信息，消除常见的误解，并与癌症界分享科学过程。最重要的是，我们可以成为优秀的、支持性的倾听者。随着我们研究事业的下一

个阶段的推进，我们知道我们的患者将继续参与。对我们而言，这已经成为癌症科学家的一个重要组成部分。■

(责编：泉琳)

Peter DelNero 和 Alexandra McGregor 是康奈尔大学的博士生。他们对 Bob Riter、Robert Weiss 以及所有参与合作的社区成员和学生表示感谢。

DOI: 10.1126/science.358.6361.414

鸣谢：“原文由美国科学促进会 (www.aaas.org) 发布在 2017 年 10 月 20 日《科学》杂志”。官方英文版请见 <https://science.sciencemag.org/content/358/6361/414>。

## 学习障碍的经验教训

► Collin R. Diedrich / 文 倪伟波 / 译

“你想过上商学院而不是成为一名科学家吗？”我刚刚在分子病毒学和微生物学博士课程的第一次综合考试中失败，大学残疾人资源办公室的一位顾问就问了这个问题。她接着说，科学需要大量的阅读，她认为考虑到我的学习障碍，这可能是个问题，学习障碍的存在，使阅读和处理语言对我来说是一个挑战。我告诉她，如果我想从商，我会去读商学院，而她低估了我的能力。尽管她本能地有所保留，而且在一定程度上多亏了她最终的支持，我还是在 3 个月后通过了第二次考试，获得了博士学位，并在生物医学研究领域开始了令人满意的职业生涯。

走到这一步充满了障碍。我的阅读能力很差，而且我处理口语的速度很慢。开车的时候，我很难看清路牌，也很难从没有图片的菜单上点菜。我避免看书。也没有记住多少常识。我很难记住名字。甚至很难记住微小但重要的细节，包括我妻子的生日。在我的一生中，像这

样的日常挑战让我觉得自己很愚蠢。

在我的学术生涯中，我对家庭作业感到恐慌，并且一直被在课堂上大声朗读的恐惧所困扰。当我的 GRE 语言部分成绩排名在倒数 30% 时，我的自我怀疑更加强了。

当申请的研究生院除了一所外都拒绝我的申请时，我更坚定了这种信念。当综合考试不及格时，我的自尊心受到了极大的打击。无数次，我都觉得自己不够聪明，无法成为一名科学家。

当这些感觉悄悄逼近我时，我学会了提醒自己，我在某些领域很出色，而在不擅长的领域，我可以寻求帮助。尽管寻求帮助可能很困难，但对有学习障碍的人来说，这是非常重要的——他们的社区提供帮助同样重要。如果没有家人和朋友的不断支持，我永远也克服不了失败；多亏了《美国残疾人法》，我在学校得到了合理的安排；老师和教授们对我的信心，他们把我当成一名普



通的学生，只是碰巧需要录讲座和在考试中花额外的时间；还有我的研究生导师和优秀的同事，他们推动我成为最好的科学家。

在某些方面，我的学习障碍实际上为我从事研究工作做好了准备。我的学习障碍使常识难以理解，这迫使我不断地提出问题，并调整我的批判性思维技能。我学会了质疑一切，包括散布在科学文献中的教条观念。提出这些问题后，我发表了几篇文章。学习障碍也迫使我非常熟悉失败——为研究的常规失败做好准备。实验失败直到放弃为止。假设在最终定稿和发表之前要经历无数次的失败。编辑们经常拒绝稿件。但我从失败中幸存下来，因为学习障碍教会了我在每次失败后都要站起来继续前进。

说实话，学习障碍让我成为了如今的科学家。学习

障碍限定了我——现在这让我感到自豪。拥有独特思维的人在过去提出了新奇的问题，并解决了重大问题，他们将来还会继续这样做——但前提是我们帮助他们超越。如果我们让那些有学习障碍的人满足于“愚蠢”，我们就是在浪费这个机会。这并不明智。■

(责编：泉琳)

Collin R. Diedrich是宾夕法尼亚州匹兹堡大学的博士后，也是一名专业演讲家和学习障碍学生的倡导者。请将您的职场生涯故事发送至 [SciCareerEditor@aaas.org](mailto:SciCareerEditor@aaas.org)。

DOI: 10.1126/science.358.6362.558

鸣谢：“原文由美国科学促进会（[www.aaas.org](http://www.aaas.org)）发布在2017年10月27日《科学》杂志”。官方英文版请见 <https://science.sciencemag.org/content/358/6362/558>。



的性别期望一直在阻碍着我。

作为地球与环境科学领域的一位女性教员——该领域的女性比例非常低——我经常被视为系里的“妈妈”。学生们希望我照顾他们，当我提供建议或建设性的批评时，他们往往会产生抵触情绪，而这是学生们对男同事

## 我不是你妈妈

► Larisa R. G. DeSantis / 文 倪伟波 / 译

我喜欢做一个妈妈，喜欢在足球比赛和女童子军之间平衡终身教职带来的快乐和混乱。然而，我是两个了不起的女孩（不是无数的研究生和本科生）的妈妈。我喜欢在学生身边，指导他们在专业会议上的第一次演讲，或者看到他们以第一作者身份写的论文经过数月或数年的努力后最终发表时的表情。但我只能作为他们的导师——而不是他们的妈妈，帮助他们充分发挥潜力。

在我读研究生的时候，我的导师明确表示他不是我的父亲。我得到了三个拥抱：当他参加我的婚礼时，当我通过资格考试时以及我在毕业前几个月生下第一个孩子时。他非常专业，并确保我们的关系仅限于此。（这是为了我好，因为在他那个年代，并不是所有的男性导师都对女研究生很专业。）他的专业精神和建设性的批评真正让我为竞争激烈的学术环境做好了准备。这大概是我想为我的学生遵循的模式，但我的性别和我们社会

不会表现出来的。那么，当你不同意你妈妈的意见时，你会怎么做？你会去找你的爸爸或其他父母。在这种情况下，这个爸爸的形象就是系主任。当我的学生对我有意见时，他们经常穿过大厅跑到他的办公室。

我试着问我的研究生，他们希望我做些什么不同的事情，但我还没有得到任何明确的答案。很明显，我的高期望与自己的性别不一致。不管在什么情况下，我都被期望去培养和宽容——包括当学生没有达到教学或研究的预期，或者期望在会议纪要或资助截止前几小时进行编辑（因为已经错过了之前的截止日期）。

当学生们不叛逆的时候，有时他们会走向另一个极端，来找我讨论个人问题——这也带来了挑战。我很高兴那些处于困境的学生能很自在地与我交谈，这样我就可以向他们指出可用的资源，并在适当的时候，在讨论他们的工作和进展时要考虑他们的情况。但是，每当他们做了一个糟糕的决定，或者因为在工作日晚上外出喝酒到很晚而没能按时完成任务时，我就不喜欢听到他们谈论个人关系问题，也不喜欢表扬他们。我的专长是古生物学，而不是心理学。

我从其他女教师和助教那里也看到和听到了这一点：无论男女学生，都希望我们成为辅导员。女教师更常被问到影响课堂工作的个人问题，这使得师生关系更

加复杂。如果女性不温柔、不富有同情心，不在学生生日时烤布朗尼蛋糕，我们就会受到惩罚。

我喜欢做学术顾问。我通过与家人共进晚餐、安排实验室活动（包括在洞穴里举办蓝草音乐会和去野生动物园旅行），从而在我们研究小组中培养友情。在我的学生毕业后很长一段时间，我都与他们保持联系，提供职业建议，在他们的家乡与他们会面，共进午餐，并继续与他们中的许多人在研究项目上合作。

但我也对我的学生们，无论是过去的，现在的，还是未来的学生提出请求：请不要让我提醒你洗实验室的盘子，备份你的数据，或者带着你的铅笔和笔记本参加我们的会议。还有，请不要告诉我你最近和你的另一半发生了什么争执。我不是你妈妈！■

(责编：泉琳)

Larisa R. G. DeSantis是位于纳什维尔的范德比尔特大学的助理教授。请将您的职场生涯故事发送至 [SciCareerEditor@aaas.org](mailto:SciCareerEditor@aaas.org)。

DOI: 10.1126/science.358.6363.690

鸣谢：“原文由美国科学促进会（[www.aaas.org](http://www.aaas.org)）发布在2017年11月3日《科学》杂志”。官方英文版请见 <https://science.sciencemag.org/content/358/6363/690>。

## 为梦想而战

► Evelyn Valdez-Ward / 文 倪伟波 / 译

我站在自己的研究海报前，焦急地等待着最后一位评委的到来。研究生院申请季即将来临。这是我给评委留下深刻印象并找到一个接受我的博士项目的最后机会。“只要你准备好了，”评委说。这就是我的闪耀时刻。在我说话的时候，评委似乎不为所动，在她的包里翻找，似乎没有注意到我。我介绍完后，她说了声谢谢就匆匆走开了。我强忍着眼泪，确信自己已经失去了继续接受科学训练的机会。当我开始把海



报拿下来时，她走回来递给我一张名片，背面写着三个名字。我内心充满希望，但我还有一件事要告诉她：“我是无证移民。”

我是美国的一名科学家，拥有“幼年入境暂缓递解”（DACA）身份，这一身份保护我不被驱逐出境，并允许我在符合某些条件的情况下合法工作——但我不是美国公民。我经常遭到拒绝，但我也看到了DACA提供的巨大机遇。特朗普政府2017年秋天撤销DACA的决定给我和其他数百名正在科学领域构筑生活的“梦想家”带来了新的不确定性。

DACA给了我们选择。大学一年级后的那个夏天，我想我将不得不拒绝一个很好的研究机会，因为这个职位是由国家科学基金会资助的，和所有联邦机构一样，该基金会对资助非公民有限制。但是，由于DACA允许我合法工作，我的本科研究导师能够安排备用资金，我们继续在一起工作了两年。这些只有DACA才有可能实现的研究经历，让我对生态学产生了热爱。

在我寻找研究生课程的过程中，我遭遇了很多失望。基于我的研究质量和在会议上交流自己的发现的热情，他们强烈鼓励我申请几个项目。然而，一旦我向未来的项目透露了自己的非法身份，我们的利益就

“不再一致”了。一次又一次地为自己辩护却被拒绝，这让我心力交瘁。

但当我告诉SACNAS（或墨西哥裔/西班牙裔和美国原住民科学进步协会）会议评委自己的情况时，她并没有退缩。相反，她鼓励我去联系卡片上的名字，这让我找到了自己现在的博士导师。令我惊讶的是，当得知我是非法移民时，他立即开始寻找资助我的途径，使我成为他研究团队的一员。我终于被科学界接受了。

进入研究生院后，我急切地开始计划自己的研究项目，并试图确保我自己的资金。我花了无数时间寻找助学金和奖学金，最终对“必须是美国公民”这句话变得麻木。我努力完善我的申请，争取为数不多的有资格获得资助的机会，最后我获得了福特基金会的博士预科奖学金。我开始相信，我的身份不会妨碍自己的研究或未来的职业生涯。我有生以来第一次感到强大。

当DACA计划在9月被废除时，一切都改变了。恐惧和不确定性又回来了。我一直在问我的导师、其他教员和我的筹资渠道，这对我意味着什么，但我总是得到同样的回答：“我不知道。”

所以，我在尽我所能确保自己的未来。DACA计划被废除的那天，我带领部门参加了一次集会，敦促国会议员推动立法，为无证移民提供永久解决方案。我希望科学界的其他人能和我一起为“梦想家”呐喊。我们有丰富的知识可以提供，当科学的队伍中包含了不同的从业者时，科学就会得到加强。DACA是一个科学问题。■

（责编：泉琳）

Evelyn Valdez-Ward 是加州大学欧文分校的研究生。请将您的职场生涯故事发送至 [SciCareerEditor@aaas.org](mailto:SciCareerEditor@aaas.org)。DOI: 10.1126/science.358.6364.830  
 鸣谢：“原文由美国科学促进会（[www.aaas.org](http://www.aaas.org)）发表在2017年11月10日《科学》杂志”。官方英文版请见 <https://science.sciencemag.org/content/358/6364/830>。



**科学网**  
构建全球华人科学社区

ScienceNet.cn

科学网微信二维码

新闻部: [snnews@stimes.cn](mailto:snnews@stimes.cn)  
 博客互动: [blog@stimes.cn](mailto:blog@stimes.cn)  
 市场部: [market@stimes.cn](mailto:market@stimes.cn)  
 广告部: [sales@stimes.cn](mailto:sales@stimes.cn) | +86-10-62580810  
 编辑部电话: +86-10-62580783  
 编辑部传真: +86-10-62580899  
 通讯地址: 北京市海淀区中关村南一条乙三号中国科学报社4层科学网编辑部  
 邮编 | 100190

联系方式 CONTACT

### 科学网博客账号注册流程

- 1 **注册**  
在科学网官网首页 [www.sciencenet.cn](http://www.sciencenet.cn) 顶部点击“注册”按钮
- 2 **填写用户名、密码、邮箱**  
请填写您常用的邮箱，使用机构邮箱注册能更快的被审核通过
- 3 **填写个人信息**  
填写姓名、研究领域、教育经历和工作情况等信息，然后提交、等待审核
- 4 **激活邮箱**  
登录邮箱，查收激活邮件，点击激活链接
- 5 **编辑部审核**  
博客申请将在3个工作日内由管理员进行审核，审核结果将会发送到您的注册邮箱

有任何注册问题请联系科学网编辑部（[blog@stimes.cn](mailto:blog@stimes.cn)）