

# 我国空间科学发展亟待新规划

■本报记者 倪思洁

“悟空”“实践十号”“墨子”“慧眼”“怀柔一号”“太极一号”“夸父一号”……自2011年中国科学院启动空间科学战略性先导专项(以下简称先导专项)以来,12年里,中国空间科学先后孕育出多颗公众耳熟能详又带着“从无到有”开拓意味的空间科学卫星。

“先导专项一期和二期已经发射运行的卫星持续产出了重大成果,但是,与美欧等世界空间科学强国相比,我国空间科学发展总体还处于起步阶段。”在近日召开的“第35届全国空间探测学术研讨会”上,中国科学院国家空间科学中心主任、中国科学院院士王赤呼吁,我国亟须加大项目实施系列标志性的空间科学任务,取得重大原创科学突破,引领空间科学未来发展方向。

## 未来两三年将再发两颗星

“未来两三年内,我们将在先导专项二期的支持下,发射爱因斯坦探针(EP)和中欧合作的太阳风-磁层相互作用全景成像卫星(SMILE)。”王赤说。

EP首席科学家、中国科学院国家天文台研究员袁为明介绍,EP卫星将在软X射线波段,开展国际上最高灵敏度的高能暂现天体巡天,探索和发现宇宙高能暂现和爆发天体、沉寂黑洞、引力波电磁对应体。

2022年7月27日,作为EP试验星的

“EP-WXT 探路者”发射成功,8月在轨获得并发布首批在轨实测结果。

“目前,‘EP-WXT 探路者’在轨表现基本正常,EP卫星项目也已进入正样最后阶段,在确保质量前提下,力争在今年11月择机发射。”袁为明告诉《中国科学报》。

作为SMILE的首席科学家,王赤介绍,SMILE将首次实现对地球磁层的全景X射线成像和高精度的日侧极光探测,揭示太阳风-磁层相互作用大尺度结构和基本模式。

2022年7月至12月,SMILE完成了初样鉴定星系统集成、环境测试及总结评审。

今年1月16日进行卫星初样研制总结暨正样设计评审,计划在2023年完成任务级初样研制总结暨正样设计评审,转入正样研制,并完成所有载荷正样产品研制。

## 发展离不开顶层规划

王赤说,从国际发展情况看,空间科学已经成为世界重要人才中心和创新高地的重要载体,造就了从诺奖获得者到卓越工程师的人才队伍,也催生出诸多国际顶级的科研机构。

据不完全统计,截至2022年,全球空间科学卫星总数量约为900颗。其中,美国的卫星数量最多,占全球总数量的一半(430颗)。此外,欧洲航天局有144颗,俄罗斯有227颗,日本有50颗,而中国、

印度仅有14颗。

与世界空间科学大国相比,我国空间科学卫星数量较少,整体水平不高,缺乏重大标志性原创科学成果,总体还处于起步阶段。

从1964年至2022年,美国发布了14个空间科学“十年调查”发展规划;从1985年至今,欧洲航天局先后发布了“地平线2000”“地平线2000+”“宇宙憧憬”“远航2050”四版中长期规划。

王赤认为,通过这些规划,欧美实现了空间科学的规模化、持续化发展,同时也对其他国家的航天活动产生了重要影响。他因此呼吁,我国空间科学跻身国际前列任重道远,须尽快出台首个国家空间科学中长期发展规划,瞄准世界空间科学制高点和国家重大战略需求,坚持重大科学问题牵引和重大原创突破导向,支撑我国不断取得具有重大国际影响力的突破性发现和标志性原创成果,带动空间技术创新突破。

## 加快实施标志性空间科学任务

“未来,中国空间科学的发展要与建设中国式现代化强国的国家目标相匹配,空间科学不应该成为短板。”王赤认为,加快建设航天强国,首先需要研判世界空间科学的前沿问题。目前,世界空间科学前沿可以概括为“一黑”“两暗”“三起源”“五表征”。

“一黑”即以黑洞为典型代表的致密天体及其极端条件下的物质运动规律。“两暗”即暗物质、暗能量。“三起源”即宇宙起源、太阳系起源、生命起源。“五表征”即探寻地球系统、地月空间、太阳系和系外世界的特征和运行规律,以及太空环境中的物质运动和生命活动规律。

据悉,我国空间科学界已有望取得突破的科学主题聚焦到极端宇宙、时空涟漪、日地全景、宜居行星、太空格物五个方面。

极端宇宙,即探索宇宙的起源与演化,揭示极端宇宙条件下的物理规律;时空涟漪,即探测中低频引力波、原初引力波,揭示引力与时空本质;日地全景,即探索地球、太阳和日球层,揭示日地复杂系统、太阳-太阳系整体联系的物理过程与规律;宜居行星,即探索太阳系天体和系外行星的宜居性,开展地外生命探寻;太空格物,即揭示太空条件下的物质运动和生命活动规律,深化对量子力学与广义相对论等基础物理的认知。

王赤说,“空间科学任务周期长、影响大,具有重大战略意义,要加快规划论证实施系列标志性的空间科学任务,持续产出更多人类知识图谱新发现,使发达的空间科学成为‘加快建设航天强国’和‘集聚力进行原创性引领性科技攻关’的交叉点、切入点和发力点。”

# 汤加火山“崩掉”南极冰舌

本报(记者朱汉斌)近日,中山大学极地环境立体观测与应用教育部重点实验室基于高分辨率的遥感密集观测与海洋观测数据,发现由汤加火山剧烈喷发引发的海啸,在传播了6000多公里之后,造成了位于遥远南极的德里加尔斯冰舌前缘的崩解。相关研究成果近日发表于《科学通报》。

2022年1月15日,位于太平洋汤加的洪阿汤加-洪阿哈阿帕伊火山在海底喷发,这是近代有仪器记录以来规模最大的爆发。火山爆发喷射的羽流高度超过50千米,造成的大气波在不到24小时内传播至全球,并且罕见地引发了波及全球的海啸。

此前,关于该火山喷发的影响研究主要集中在大气扰动方面,然而其影响可能远不止于此。

德里加尔斯冰舌位于东南极罗斯海区域,离我国在建的第五座南极科考站罗斯海新站仅50公里。其冰舌部分长达140千米,自冰盖内部延伸至特拉诺瓦湾南部,厚度在300米到700米之间。虽然其边缘存在较多裂隙,但冰舌整体相对稳定,在此之前的70多年中只发生过两次较大的崩解。

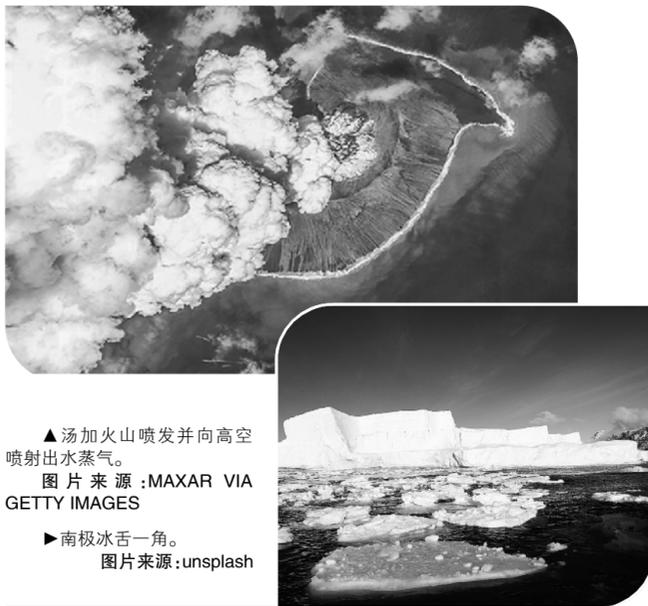
2022年1月15日4时18分,汤加火山剧烈

喷发,同时引发大范围海啸。距德里加尔斯冰舌仅180公里的验潮站观测数据表明,海啸约在14时左右到达特拉诺瓦湾区域。“遥感卫星影像证实,在海啸到达该区域之前,冰舌前端仍未发生崩解(12时35分);但在海啸到达不到两小时后(15时50分),其前端出现了一条横贯冰舌的裂缝。随后17时25分的遥感影像表明,一块约10千米×4.5千米大小的冰山已经明显从冰舌前端断裂下来。在接下来的一个多月内,其在洋流和风的共同作用下沿着海岸带不断漂移,直到3月才离开特拉诺瓦湾。”论文第一作者、中山大学测绘科学与技术学院助理教授梁琦介绍说。

近年来,该实验室利用卫星遥感技术,持续对南极冰架前缘崩解进行监测。本次研究提供了迄今为止最详细的观测证据,证实海啸和冰架崩解之间的联系。论文通讯作者、中山大学测绘科学与技术学院院长程晓教授认为:“本次崩解事件表明,南极冰架的稳定性同样可能受到极地区域以外的极端事件影响,这为全球变暖背景下极地环境快速变化研究带来了新的思考。”

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1016/j.scib.2023.02.022>



▲汤加火山喷发并向高空喷射出水蒸气。  
图片来源:MAXAR VIA GETTY IMAGES

▶南极冰舌一角。  
图片来源:unsplash

# 青藏高原人类5100年演化史揭秘

■本报见习记者 徐可莹 记者 胡珉琦

演化的故事,往往不止一个版本。古DNA研究,可以帮助我们找到那个更接近标准答案的版本。

近日,中科院古脊椎动物与古人类研究所研究员付巧妹团队联合西藏自治区文物保护研究所、四川大学考古科学中心、西北大学文化遗产学院等机构的研究人员,在《科学进展》和《遗传学报》上发布了有关我国青藏高原古人类演化的重要研究成果。

这是青藏高原迄今为时最久、规模最大、地理覆盖最广的古DNA研究,系统还原了5000年以来青藏高原人群的遗传演化与交流互动的历史故事。

研究发现,青藏高原人群特有的遗传成分早在5100年前就已经形成。现代人类“征服”青藏高原的历史,比我们想象的久远。

## 跨越10年的取样之旅

青藏高原一直被视作“人类生命禁区”。高原上最早的现代人群是从哪里来的?他们经历了怎样的迁徙之路?又何以能够适应极端恶劣的生存环境?一连串的问题,在考古学家的脑海中翻腾。

西藏自治区文物保护研究所研究员夏格旺堆告诉《中国科学报》,传统考古学主要通过古代人类的“物质遗存”进行研究,比如器物组合、墓葬、岩画等。

然而,“罐子”终究只是“罐子”,不是它的主人。

“比如有两个地方的人使用相似的陶器,我们就可以推断他们有文化上的‘亲缘’关系,但这并不意味着他们彼此之间有相似的遗传关系。”四川大学考古科学中心、考古文博学院教授吕红亮解释说,也许他们只是存在贸易往来而已。

古DNA研究则要直接得多,它能为不同人群在不同区域间的互动及演化关系补上重要的遗传学证据,让考古学不再满足于“睹物思人”。

由于高原考古的困难性,能够被用于古DNA研究的青藏高原古人类样本非常稀



在青藏高原西南部日喀则地区顶琼遗址的一处墓室中,研究人员在进行考古发掘。  
受访团队供图

少。无论是夏格旺堆还是吕红亮,都盼望能尽快遇到一位理想的合作者。

2014年2月,付巧妹第一次踏足青藏高原。高原人群的来源、不同时间和区域人群的遗传特征及长时间尺度下的演化过程等问题,都列在了她的研究清单上,但揭开谜底的前提是有足够的古代人类样本。

付巧妹辗转拉萨、成都、西安,找到了夏格旺堆和吕红亮,以及西北大学文化遗产学院教授陈洪海,几人一拍即合。

过去十余年,付巧妹团队从青藏高原不同区域的30多个遗址中,陆续收获了100多份古代人类样本。最终,他们成功测序了其中97例人类基因组和128例线粒体基因组,并基于此展开系统性研究。

## 为演化故事勾勒“细节”

团队得到的第一个惊喜,是在距今5100年青藏高原东北部共和盆地的宗日遗址人群中,找到了现代西藏人群特有的遗传成分。

更有趣的是,现代西藏人群携带的可能来自丹尼索瓦人的EPAS1基因也出现在宗日遗址人群中。这一基因是人类适应低氧环境的关键基因。只不过在早期,它在青藏高原人群中基因频率并不高。

但付巧妹团队发现,尤其是700年来,

EPAS1基因在青藏高原人群中的基因频率迅速升高。他们进一步研究发现,青藏高原人群特有的遗传成分由两股不同的遗传成分以大约4:1的比例混合而成,其中约80%的遗传成分与中国北方9500至4000年前的人群相关,剩下约20%的遗传成分来源于一个未知的古代人群。

研究人员认为,青藏高原人群的主要遗传成分很可能与新石器时代东亚北方人群的扩张,以及由此驱动的人群迁徙和混合相关。

大约从2500年前起,高原人群开始“拜山头”。他们在青藏高原的不同地区演化出明显区别于彼此的群体结构,主要分为“东北部”“东南部”和“西南部”三大人群。那时青藏高原人群流动在不同地区之间,与不同群体结构的人“通婚”,留下自己的遗传基因。

其中,“西南部”高原人群的遗传成分空间跨度最大,主沿雅鲁藏布江河谷排开,从西藏西南部的阿里地区一路延伸至藏南的林芝地区,在三大人群中影响范围最大。研究人员因此认为,雅鲁藏布江河谷在公元前第一千纪应该是一条重要的人群迁徙廊道。

夏格旺堆介绍说,线粒体和核基因组研究都显示,高原西部的阿里地区与中亚地区人群的互动非常明显;而距今2800至2000

年的昌都和林芝古人群,则与东亚南部人群存在遗传联系。

## 版本一致的狂喜

考古学家常扮演“侦探”的角色,结合物证对事实进行合理推论。而运用古DNA技术寻找遗传学证据的科学家,更像是“法医”。两种证据一旦指向相同的方向,就意味着我们距离尘封千万年的历史真相又近了一步。

“雅鲁藏布江河谷除了人群的遗传成分接近以外,早年考古学研究发现,雅鲁藏布江流域在早期金属时代的一些器物文化方面存在趋同现象。”夏格旺堆表示,两种证据得到了相互印证。

意外的是,此前有针对宗日遗址5500至4000年前人群的考古学研究推测,那里的人群主要是通过贸易的方式与黄河上游地区的粟作农业人群产生联系,但在文化交流层面,并未发生显著的人口迁移。而这一次的遗传学证据却指出,青藏高原东北部共和盆地宗日遗址的人群,至少在4700年前就受到了来自黄河流域的东亚古北方人群的遗传影响。他们之间的互动,远比过去考古学家所认为的更加深入。

“古DNA技术能提供超越器物的一些信息,它相当于把比较模糊、宽泛的文化影响,推进到人与人之间的血缘关系上,把故事说得更加精准。”吕红亮说。

十几年前,古DNA技术走红伊始,曾有考古学家公开质疑,甚至对此感到畏惧。“我不担心古DNA研究会把我们考古学的命给‘革’了!”吕红亮笑言,考古学与古DNA研究是互为补充的合作关系,缺一不可。古DNA研究提供的遗传学证据能为考古学的故事增补关键细节;但考古学所能回答的历史文化问题,远比血缘和遗传关系丰富得多。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1126/sciadv.add5582>  
<https://doi.org/10.1016/j.jgg.2023.03.007>

## 发现·进展

广东省农业科学院动物科学研究所

# 菊花废弃物也有用



盛开的菊花。  
计红梅/摄

本报(记者朱汉斌)近日,广东省农业科学院动物科学研究所生态养殖与环境控制研究团队在菊花废弃物利用研究方面取得新进展。相关研究发表于《环境管理杂志》。

菊花在采收、干燥、保存时产生大量脱落、零散的花瓣,部分菊花因存放时间过长,品质变差。菊花产品深加工后余下大量的废弃物。此外,大量菊花在展览、观花期结束后,被当作废弃物处置。

该研究通过正交试验筛选出菊花废弃物发酵的最佳条件。在最佳条件下,研究人员分析了发酵后菊花废弃物的营养成分含量;对皂苷、黄酮、风味氨基酸及蛋白质结合氨基酸的变化进行了分析;利用扫描电镜对发酵菊花废弃物进行结构观察,可明显观察到其表面粗糙,带有絮状组织并且含有孢子、酵母或乳酸菌等微生物。

为了评估发酵菊花废弃物作为动物饲料的潜在用途,研究人员比较了发酵菊花废弃物与粮食型饲料原料的营养价值。该研究为菊花废弃物资源化利用开发动物饲料提供了科学依据,减少了菊花废弃物处理相关的潜在污染问题。

广东省农业科学院动物科学研究所助理研究员崔艺燕和硕士研究生彭亦为该文第一作者,研究员马现永 and 高级畜牧师马新燕为通讯作者。

相关论文信息:<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.117060>

中科院沈阳自动化研究所

# 设计出柔性手部外骨骼机器人

本报(记者沈春雷)近日,中科院沈阳自动化研究所科研人员面向手部康复,设计了一种具有灵巧操作能力的柔性手部外骨骼机器人,可提升脑卒中患者手部的灵活性。他们还面向下肢助力,提出了一种新的非时间域助力控制方法。相关研究成果发表于《美国电气与电子工程师协会机器人汇刊》。

手部康复是卒中患者康复急需的也是最难的阶段。目前的柔性手部外骨骼机器人只能实现简单的抓握辅助,通常无法恢复人体手部运动的灵巧性。

科研人员在对人体骨骼肌肉驱动机理分析的基础上,优化混合驱动配置,以最少的驱动器数量实现了人手拇指三维运动,辅助中风患者完成拇指环、抓、握、松、写等各种训练任务,改善了运动姿态,极大提升了指尖力水平,为患者实现正常生活提供了可能。

站立行走功能是人生活自理的必要条件。针对目前柔性下肢外骨骼机器人无法适应不同人体步态、步速、步频等问题,科研人员提出了一种可持续融合小腿摆角与足压信息的状态域助力控制方法。

该方法利用高斯模型在线拟合人体站立时的小腿摆角与足压数据,生成与穿戴者运动状态连续对应的助力曲线,保证机器人对急停、急变速等人体运动任务的高适应性及顺应性。实验表明,该方法缩短了穿戴者对外骨骼机器人的适应时间,降低了人体能量消耗,实现了穿戴者对机器人助力模式的自主、连续、随意控制。

相关论文信息:<https://doi.org/10.1109/TRO.2022.3148909>

<https://doi.org/10.1109/TRO.2022.3226365>

# 弘扬科学家精神 「银发使者」在路上

本报(记者韩扬眉)近日,一群“银发使者”聚集在中科院院机关会议室,最小的53岁,最大的89岁。他们就是中国科学院科学家精神宣讲团的成员,此次召开总结交流会是“如何更好地弘扬科学家精神”建言献策。

2021年2月,中科院院的建设工作领导小组决定成立中国科学院科学家精神宣讲团,由德技双馨的科学家及老科学家子女、亲属、学生组成宣讲团队,传承老科学家精神,弘扬新时代科学家精神。宣讲团首批聘请14位优秀老科学家任宣讲专家,同时5位离退休老同志组成工作组负责日常相关工作。

会上,89岁的中科院老科协顾问、中科院人事局原局长张志林正式卸任宣讲团工作组组长,并将“接力棒”交到了中科院老科协副理事长、中科院原院士工作局局长马扬手中。

张志林介绍过去一年的工作时表示:“我们的宣讲面和成员有了新拓展,传播途径有了新形式,启动科学家精神系列报告新模式,增添了新内容,实施了制作视频课件等新举措。”

过去一年的30场报告中,宣讲团成员以亲身经历的科学家大师事迹,或亲自为报国奉献的成果,以“科学家的榜样形象宣讲科学家精神”,高度重视宣讲内容,严谨负责。宣讲前,宣讲团成员预讲交流,切磋完善;宣讲后,他们几易讲稿,以适应受众构成的变化,强化针对性,让科学家的榜样形象深入人心。

宣讲团的报告内容尽可能让每一位听众都深深感受到老一辈科学家爱国奋斗、无私奉献的家国情怀。“科学家精神宣讲团以对党和祖国的忠诚、对科学的挚爱和对老一辈科学家的敬仰,努力奉献自己,传播和弘扬科学家精神。”张志林说,他们力求把“我想讲的”变成“你想听的”,不断提升宣讲的针对性和实效性。

总结交流会上,宣讲团成员表示,下一步,要在弘扬服务中科院科学家精神的基础上,兼顾社会责任,拓展宣传对象,增加个人体会和生动性,在弘扬科学家精神过程中有所侧重,尤其是增加爱国精神、奉献精神和创新精神的典型事例,助力营造爱国报国、尊重科学、崇尚创新的社会氛围。