

5月30日是全国科技工作者日。习近平总书记指出：“科技工作者是推进中国式现代化的骨干，要拿出‘人生能有几回搏’的劲头，放手脚创新创造，为建设科技强国奉献才智、写下精彩篇章。”

科技工作者都是在什么环境下创新创造呢？有这样一批科技工作者，他们跋涉险远，寻获新知，把论文写在大地上。严寒极地、建

站科考，行走高原、监测冰川，潜入深海、探秘生物，极深地下、聆听宇宙，大漠深处、守护石窟……他们在极端环境中锚定“科研坐标”，拓展着人类认知的边界。在全国科技工作者日到来之际，本版推出特别报道，跟着勇闯“无人区”的科技工作者，聆听来自极端环境科研一线的声音。

——编者

零下40多摄氏度，南极秦岭站

严寒极地，填补观测空白

本报记者 刘诗瑶

南极冰原，白雪皑皑。罗斯海区域恩克斯堡岛，秦岭站如同一艘灰色的极地“方舟”，把极地科考的支点扎在了这里，填补太平洋扇区长期观测的空白。

罗斯海区域是南极海洋科学研究的关键区域，是支撑深远海、极地多圈层研究的前沿。秦岭站选址于此，海洋科学是一大考量。站区主楼东翼一层，500多平方米的实验区直连海湾，海水可以通过专用管道“直达”实验室，供开展海洋化学、海洋微生物研究等实时分析。

“站内配备现代化的海水取样系统与专业实验室，构建起从原位取样、实时分析到数据处理的完整海洋观测能力。”中国第四十二次南极考察秦岭站站长王焘说，依托科研设施，海洋动力过程、南极底层水形成等研究将陆续展开。

高空物理、大气、地球物理观测栋分布于站区高地。目前，秦岭站基本具备综合利用电、磁、光等多重手段对南极高空大气进行全方位“诊断”能力，将为空间物理科学研究、空间环境监测及事件灾害预警等服务提供支撑。

把南极站运维好，战风斗雪必不可少。这里平均气温在零下20摄氏度，极端低温可达零下40多摄氏度，每年大风天数超过100天。“我

们时常能感到南极的‘威力’。”王焘举例，“今年3月，秦岭站室外管路突发故障，需要外出抢修。那时风速超过30米/秒，体感温度接近零下50摄氏度，我和队员在外面工作半个小时左右就要回到室内，暖和一会儿再出去，如此往复。”

越冬是所有南极常年考察站都必须经受的考验，除了低温，还有大风、暴风雪、极夜等大自然出的难题。王焘介绍，在冬季，科研人员要在极端环境中完成每天对科学观测设施设备的检查和维护，确保气象、生态、高空物理等观测设备正常工作，同时还要定期对采集到的数据进行汇总和处理。“需要科研人员身体素质和意志品质都过硬。”王焘说。

越冬时，秦岭站的微电网系统展现出环境适应性和可靠性。“风、光、氢、储、柴”多能互补的微电网系统，清洁能源通常占比达60%。冬季极夜期间，光伏不具备工作条件，以风机发电为主，清洁能源占比仍能达50%以上。

现在，站里这支平均年龄30岁出头的青年团队，以建设好、运行好、管理好我国极地考察站为目标，在冰天雪地留下奋斗的青春身影。

“南极很冷，越冬很苦，但是大家拼搏的劲头，很燃！”王焘说。

地下2400米，锦屏地下实验室

极深地下，搜寻宇宙暗物质

本报记者 吴月

垂直岩石覆盖厚度达2400米，宇宙射线通量仅为地表的一亿分之一——雅砻江畔，四川凉山彝族自治州锦屏山隧道中部的中国锦屏地下实验室，是世界最深、最大的极深地下实验室。极深地下极低辐射本底前物理实验设施（以下简称“锦屏大设施”）坐落于此。

最近，锦屏大设施科学部副主任、清华大学工程物理系副教授马豪来到这里，为锦屏大设施的工艺设备验收做准备。

2009年博士毕业后，马豪就一头扎进锦屏地下实验室的建设和相关研究。“过去，我们开展暗物质实验研究只能借用国外的地下实验室，在不到2平方米的角落里工作。”马豪回忆，锦屏地下实验室一期建成投运后，中国科学家有了自己的场地。如今，经过二期扩建，实验室可用空间由4000立方米扩展到30多万立方米，具备极低环境氡析出、极低环境辐射、超低宇宙射线通量、超洁净空间等优势。

来到地下2400米，科技工作者在这里做什么？

由清华大学牵头的中国暗物质实验合作组，利用高纯锗探测器开展暗物质直接探测。暗物质看不见、摸不着，却是宇宙的重要构成。由于暗物质与普通物质发生作用的概率极

低，再加上宇宙射线干扰，直接探测暗物质很困难。“就像在演唱会上听一根针落地的声音。”马豪说，锦屏地下实验室上方的极厚岩层减少了宇宙射线的影响，能更好捕捉宇宙中的微弱声音。

此前，利用实验室一期设备，实验组在轻质量暗物质搜寻中取得突破性进展。目前，在实验室二期，容积1725立方米的液氮低温屏蔽装置已完成液氮灌注，新一批高纯锗探测器正在其中进行测试。探测器中的锗原子核，就像捕捉暗物质的“猎人”，更大质量的探测器正在建设，将提高暗物质的探测概率。

现在，锦屏地下实验室内，中国原子能科学研究院在开展核天体物理实验，北京量子信息科学研究院在开展深地量子计算机研究……

2025年底，锦屏深地科学中心成立，致力于将锦屏地下实验室打造成世界领先的综合交叉深地科学平台。中心主任曾志介绍，目前，10余个实验团队已入驻锦屏地下实验室，从事暗物质、核天体物理、集成电路、引力波、深地医学、量子计算等前沿基础科学研究。

越来越多人来到这里，追逐科研梦想。代文翰就是其中之一，他不仅参与暗物质实验，还参与超导量子器件交叉学科研究，“在锦屏，我们能做的研究特别多。”

水下4200米，“深海勇士”号

潜入深海，探寻微生物奥秘

本报记者 董泽扬

“一号，勇士报告。舱内氧气流量正常……”水声通信已建立，请示注水下潜。”潜航员汇报。“勇士，一号收到，祝下潜一切顺利。”

科考母船甲板上，操作手简短有力的回应，拉开了又一潜次的序幕。同潜航员一道，中国科学院深海科学与工程研究所研究员张维佳搭乘“深海勇士”号载人深潜器，向南海深处进发，探寻深海微生物的生存机制。

大多数微生物看不见、摸不着，对很多人来说都很陌生。在张维佳看来，读懂这些微观生命的“语言”，需要主动拉近距离。“只有身临其境，才能对微生物同其他生物、周围环境的关系有更清楚的把握。”张维佳说，“这种直观感受是任何实验室模拟都无法替代的。”

下潜200米后，光线逐渐减弱；1000米处，光线彻底消失，只有自发光浮游生物带来微弱亮光；4200米，深潜器外无光无声，这里的极端压力，可以轻易地将普通金属结构压扁。“深海勇士”号上由钛合金打造的载人球舱，能承受深海极端压力，保障科研工作顺利开展。

“第一次深潜，是搭乘‘蛟龙’号到马里亚纳海沟探访。”张维佳回忆，如今她已经下潜了20多次，但每次透过观察窗看到深海的奇异生物，依然十分激动。“现在设备更完善，潜航员也

有更丰富的经验，能够更好地沉浸于科研。”张维佳说，科研人员彼此交流，共同绘出深海生态系统的图谱。

观察生命群落、采集沉积物，再返回实验室进行分析，张维佳和团队同事时常在这一连接深海与陆地的链条上穿行。一次次深潜，跨机构协作，把一个个科研的问号渐次拉直。

当样本从深海提取上岸时，温度、压力的剧烈变化会让微生物状态发生改变，如何让研究更“保真”？科学家与工程技术人员沟通协作，研发高压原位模拟培养和分析装置，在微生物原来的位置做实验，研究成果更加“自然”。

深海环境极端，生物密度远不及浅海，如何从少量样本中提取高精度的生物信息？攻克关键技术方法、形成完备的研究体系，在深海科学家的共同努力下，近年来我国在海洋微生物领域产出数据占全球总量的比例大幅提升。

5月10日，“探索一号”科考船搭载“奋斗者”号载人潜水器顺利抵达广东广州，圆满完成“全球深渊探索计划”太平洋穿越科考航次。科研团队首次发现南半球最深化能生态系统，记录到丰富的深渊生物类群。“期待新的发现能让深海微生物的知识拼图更加完整，我们也能从它们适应极端环境的生命潜能中得到启发。”张维佳说。



▲位于西藏昌都的来古冰川。本报记者徐驭尧摄，AI修饰生成水彩效果

海拔4000米，青藏高原

全国科技工作者日特别报道

攀高峰 探险远 觅新知

科研“无人区”，监测冰川变化

本报记者 徐驭尧

在位于拉萨的青藏高原大气环境科学研究所，高级工程师拉巴卓玛正坐在电脑前，认真观察、比对4幅冰川卫星影像。这些来自“云端”的图像，是拉巴卓玛和团队为青藏高原冰川拍的“CT片”。

青藏高原海拔高、气温低，每一次“拍CT”，背后都是团队付出的艰苦努力。

一次，团队到羌塘草原科考，尽管当时气温达到零下20多摄氏度，但团队成员架设机器、启动设备、采集数据，动作一气呵成。守在机器旁边，等待图像采集的过程中，大家冻得直打寒战。突然，仪器失去了读数，“海拔高、气温太低，设备失灵了。”团队成员说。

“设备都‘冻’着了，更别说了。”拉巴卓玛说。高原的极低气温，给科研带来很大挑战。

前往海拔4000米的来古冰川，团队深入科研“无人区”；考察隐于深山的东噶冰川，大家骑马前行。“到现场至关重要。”拉巴卓玛说，“遥感是从‘星’上看，地面观测是从‘地’上看，遥感大面积识别，地面精准校正，二者缺一不可。”

西藏晴空天数多，利于光学卫星观测，但数

据处理仍是一个难题。“冰川形成，经年累月。在山区落差大的地方，冰川表面往往容易覆盖碎石、沙土，形成杂质层。从遥感光谱上很难区分杂质和旁边的裸岩。”拉巴卓玛说，这也是国际冰川遥感识别公认的技术难点。

为了精准描绘近半个世纪以来青藏高原冰川与冰湖的变化轨迹，科研团队梳理了气象卫星44年的影像数据，往往除了冰川跋涉，就是在电脑前坐几个小时，一点点勾勒精准的冰川边界。

历时近3年，这场“数据长跑”凝结为《1976—2020年青藏高原典型冰川及冰湖遥感监测数据集》。这份还在不断更新、完善的数据集，为区域内冰川建立了相对完整的档案。

拉巴卓玛告诉记者，她正在参与构建下一代青藏高原生态模拟与预警的“智慧大脑”，计划深度融合人工智能、大数据与多源遥感技术，加强冰川动力学模拟与灾害风险预警模型研发。

几十年里，这支高原科研团队把论文写在雪域上，也把守护传承下去。“用所学守护好高原冰川，是我们这代科技工作者的使命。”拉巴卓玛说。

大漠深处，敦煌莫高窟

修复壁画，科技与时间赛跑

本报记者 曾亦辰

河西走廊西部尽头，甘肃敦煌，莫高窟洞窟内，修复师正小心翼翼地将修复材料注入起甲壁画缝隙。这种专门为壁画修复而研发的材料，能确保壁画颜料层老化后仍能保持稳定。

“我们对壁画的修复已经从靠经验走向科学化和标准化。”敦煌研究院保护研究所所长于宗仁说。

走进大漠，游人眼中的壮美景象，是千年瑰宝与风沙、盐碱、雨雪日夜博弈的结果。这里昼夜温差大，风沙活动频繁，鸣沙山的沙尘经年月进入洞窟，对壁画造成一定影响。

在于宗仁看来，壁画保护不仅是一场与自然的技术对抗，更是一门平衡时间的学问。“追求短期成果，有可能因认识不足使得壁画损失关键信息。要像‘绣花’一样把每一步工作做得细致。”于宗仁说。

如何在保证质量的前提下与时间赛跑，是大漠给文物保护出的难题。“壁画所在的地方一般较为偏远。从病害调查到微观劣化迹象捕捉，我们必须第一时间直面自然的‘出招’。”于宗仁说。要想“接招”，首先要了解壁画材料和工艺。

敦煌研究院文物保护团队开始探索原位无损分析技术，应用便携式科研设备，在无接触干预的前提下，快速获取壁画材质、结构、病害特征等关键信息。但手持便携设备在灵敏度、定位精度等方面存在不足。此外，由于长时间的风沙侵蚀，敦煌壁画表面存在大面积的粗糙、不规则结构，给持续精准捕捉壁画数据出了难题。

团队探索出了独特的解题方式：原本被用于眼科检查的OCT（光学相干断层扫描）技术，被改造后用于分析壁画不同区域的材料特征等，判断绘画材质和工艺技巧；骨科诊疗中的X射线透视，可以用来调查壁画内部结构的损伤；近红外光谱仪、高光谱扫描系统、数码显微镜……科技力量持续注入大漠深处，先进设备与算法协同构建起能够应对复杂壁画场景的原位无损分析体系。

不只是在敦煌，团队的足迹已遍布400余项重点文物保护单位。四川阿坝藏族羌族自治州，甲扎尔甲山洞窟坐落在海拔2500米左右的山腰，仅有一条小路可供攀爬。团队往返数十次，运用原位无损分析体系完成了病害调查勘测，设计壁画迁移保护方案。

“文物不会主动开口，我们要学会读懂它。”于宗仁说，大漠深处，总有人在守望洞窟，“喜欢一件事，就会舍不得离开。”



▲科技工作者在南极进行冬季湖泊环境监测。自然资源部中国极地研究中心供图，AI修饰生成水彩效果

▲锦屏大设施A1实验厅。锦屏深地科学中心供图

▲科技工作者在敦煌莫高窟开展壁画保护修复。受访者供图，AI修饰生成水彩效果

▶“探索一号”科考船搭载“深海勇士”号载人潜水器。中国科学院深海科学与工程研究所供图，AI修饰生成水彩效果