



# 他们“沉默”10 年，攻克 35 年未解难题

■本报记者 王昊昊

研究成果登上《自然》后的两个月里，远方越来越忙了。除了开展日常研究外，她还继续和相关科研机构深入交流，以期将研究成果应用在更多领域。

这是远方历经 10 年取得的重要成果。这 10 年里，远方团队虽没有特别重磅的成果，但研究在不断深入。“我们在努力推出新东西，只不过越深入难度越大，取得重大成果的周期也越长。”

低渗，即水分增多时，植物细胞内的钙信号会增强。早在 35 年前，科学家就观察到了这一现象，并推测这是由低渗透压感受机制导致的，但始终不知道机制背后的钙信号增强是“谁干的”。

中国工程院院士、湖南农业大学教授邵学才科研团队的教授远方和刘峰课题组研究发现，当水分增多时，植物低渗透感受器 OSCA2.1 和 OSCA2.2 会迅速感知外界丰富的水分，使胞质内钙离子增强，从而作出防御等反应，可以说，它们是植物周围多水环境下钙离子浓度增加的“开关”。

## 35 年未解的“假设”之谜

人之所以能看到东西、感知冷热等，是因为体内有光、温度等的感受器。植物和人类一样，其根、茎等部位也有诸多感受器，在感受外界环境变化并做出相应调节的过程中发挥重要作用。

随着全球气候变暖，缺水对植被和农作物的影响会越来越严重。陆生植物是从水生祖先进化而来的，它成功克服了缺水和水分波动这两个看似难以逾越的障碍，适应了陆地环境。

“动物和植物体内都有感受器，但强度不同。比如小麦有 40 多个感受干旱和多水的基因，而小狗等哺乳动物只有几个类似的基因。”远方说，这是它们的生存环境决定的，动物能跑动，而植物是固定在一处生长的。

高等植物通过阻止脱水和过吸水的作用在陆地缺水和水分波动中生存。早在 35 年前，就有科学家将低渗透压诱导的钙信号增强推测为低渗透压感受机制，但其分子基础未知。

“长期以来，业界一直假设胞质钙离子浓



远方(右)和团队成员观察实验植物生长情况。王昊昊/摄

度的增加是在再水合过程中感知低渗透压的。通俗地说，植物周边水分增多时，其体内的钙离子浓度就会增加。但钙信号为什么增强、是谁干的，业界一直没弄清楚。”远方表示。

钙离子是植物生长发育和逆境响应的核心调控因子。当植物感受到外界环境变化时，会产生钙信号，进而激活下游相应机制。

“钙信号是最上游、反应最快的，它像通信兵一样，向后传递前方‘战况’后撤离，最快的钙信号两秒内起始、3 分钟结束。我们想弄清楚环境变化后最上游发生了什么。上游的一个基因感受到钙信号后可能影响下游几十乃至上百个防御基因，进而增强抗性，这对植物育种等研究来说很关键。”远方说。

## 找到钙离子浓度增加的“开关”

远方的植物钙信号研究，是师从美国杜克大学教授裴真明从事博士后研究时开始的。

与所有生物体一样，陆生植物必须监测其环境中可利用水的多少来调控生长和发育。对植物感受器开展深入研究，不仅能真正了解植物对水分等的需求，还能借助感受器在育种方面取得新突破。

“植物体内原本是有许多感受器的，它自身能很好地应用，但我们不知道其原理，更没法利用它改良作物以提高抗性等。如果发现了这些

植物感受器，就能在植物处于逆境下的关键生命周期对其进行改造，这很有应用前景。”这是远方开展植物感受器研究的重要原因。

在最新研究中，远方等人研究发现了植物多水感受器，阐明了渗透感受器依赖的花粉萌发过程中钙震荡的调控机制。

“我们终于搞清楚植物在多水环境下为什么钙离子浓度会增加了。”远方表示，关键是找到了两个基因，它们能够感受多水环境，是植物周围多水环境下钙离子浓度增加的“开关”。

她解释说，高温、低温、干旱等外界环境就像第一信使，当 OSCA2.1 和 OSCA2.2 感受到外界的多水环境后，会立即将第一信使传递到植物细胞中。这个信号就像第二信使，细胞识别到第二信使后会立即将第一信使的信息传导到细胞下游影响其基因表达，告诉它们“该干活了”。

## 聪明的植物在逆境中出品质

第二信使“拿到”第一信使的“信件”后，具体作何反应？

团队研究发现，很多钙信号往往会在很短的时间内消失。“从外界环境变化到第二信使接收到这一变化信息，最快的仅两秒钟。”远方说。

为什么信使不多待会儿，给下游基因更多反应时间？远方表示，植物里的不同基因各司其职，钙信号将信息传递后就回去“睡觉”了，但这并不是因为它懒惰，而是其生存需要所决定的。如果钙信号传递信息后不返回，会导致细胞质内的钙离子浓度过高而产生毒性，不撤离就是自杀行为。

远方举了一个种子萌发的例子。种子萌发时，温度、水分、地点等因素一定要适宜，这是种子萌发的关键因素。开弓没有回头箭，一旦种子萌发就要活下去，否则没法繁殖下一代。这要求种子首先能感受到外界的温度和水分环境，萌发后根据外界环境的变化调整自身对水分等的需求。

如果持续干旱，植物会调高自身细胞的渗透压，降低对水的需求，同时在细胞质内制造一些多糖、离子等渗透调节物质，加强自身保水能力。

(下转第 2 版)

# 在昆仑山深处寻“宝藏”

■本报记者 沈春蕾

“这不可能，你们肯定做错了！”

10 多年前，来自审稿人的拒稿信让在北京大学攻读博士学位的李诺有点泄气，但她很快就回到秦岭地区，收集更为详实的论证材料，使研究成果最终顺利发表。

如今，李诺已成为中国科学院新疆生态与地理研究所(以下简称新疆生地所)新疆矿产资源研究中心的副研究员，并带领一支青年团队常年跋涉于大山深处，从事造山作用与成矿研究。两个多月前，这支团队获评第二届“中国科学院青年五四奖章集体”。

## “他们的认识可能存在缺陷”

在北京大学读博期间，依托北京大学教授陈衍景负责的“973”计划项目“华北大陆边缘造山过程与成矿”，李诺对秦岭地区斑岩型钼矿开展深入研究，由此发现了独特的多子晶富二氧化碳的包裹体。

“这类包裹体仅见于碰撞体制的斑岩型钼矿，未见于陆缘弧和弧后裂谷型斑岩钼矿。”这一发现让李诺非常兴奋，对斑岩钼矿领域产生了浓厚兴趣。随后，她对碰撞与俯冲体制的斑岩型钼矿开展系统对比研究，发现了不同体制斑岩钼矿在成矿流体、围岩蚀变、成矿岩体等方面的诸多差异。

当李诺满怀欣喜地把论文投到国际矿床知名期刊《矿床地质评论》后，审稿人的回复是“这不可能，你们肯定做错了”。

研究成果受质疑、投出的文章被退回，没有让李诺就此放弃。她反复思考后认为，“这是基于我国碰撞造山带开展的研究，国外基本没有同类造山带，国外的审稿人大多基于自己国家的矿床开展研究，所以他们的认识可能存在缺陷”。

事实胜于雄辩。李诺第一时间回到野外，寻找可以说服审稿人的论证材料。历经数年的努力，这一成果终于在 2012 年正式发表，并被后续越来越多的研究所证实。

这段让李诺至今难忘的经历，激励了她和团队在斑岩钼矿领域进一步深耕。他们在研究基础上提出了碰撞型斑岩钼矿的新概念，建立了适合我国国情的斑岩钼矿新模型。

加入新疆生地所前，李诺就非常向往在昆仑山区深入开展研究。如今，李诺带领造山作用与成矿研究团队面向国家和新疆维吾尔自治区的重大需求，向着昆仑山区挺进。

“海拔 5400-5700 米的昆仑山，孕育着世界第七大、中国最大的铅锌矿——火烧云铅锌矿，以及大红柳滩这一巨型铀矿田。”李诺告诉《中国科学报》。

战严寒、走险路、耐高反，是造山作用与成矿研究团队日常工作的写照。面对恶劣的环境，这支年轻的团队无惧挑战，在巍巍昆仑奉献青春、建功立业。

## 耐得住寂寞，才能等得到花开

“从北京来到西北边陲乌鲁木齐，心里落差其实蛮大的。”造山作用与成矿研究团队成员、新疆生地所研究员乔庆庆记得 2012 年刚从北京博

士后站出来到新疆生地所时，非常不习惯。

“我迷茫了好长一段时间，不仅工作没有起色，生活也像一潭死水。”乔庆庆告诉《中国科学报》，“投出的文章不是大修就是被拒，申请的基金项目和国家访学项目也没有获批，当时甚至怀疑自己，觉得可能不适合搞科研。”

后来，在新疆生地所和造山作用与成矿研究团队的关怀和支持下，乔庆庆获得中国科学院公派留学项目资助，前往英国利物浦大学古地磁实验室访学交流一年。“国外访学交流的经历让我的心境改变了很多，变得不再浮躁了，开始静下心来搞科研。”乔庆庆说。

如今，乔庆庆已从从事科研工作近 12 年，主要研究磁性地层学、环境磁学，专注于天山山脉新生代构造演化和塔里木盆地古气候环境及相互关系研究。

谈及古地磁学这个专业到底是干什么的，乔庆庆解释说，曾有学者把岩石比作录音机，地磁好比作曲家，岩石在形成的时候就记录下了当时地磁场的相对磁场强度和磁场方向，地磁场就如生物化石一样被保存在岩石当中。“我所要做的就是要把这些美妙的歌声分离出来。这需要耐心，需要长时间的付出，眼前可能没有任何回报，但是只要付出了就一定会有收获。”

乔庆庆的收获终于姗姗到来：2021 年，获得国家优秀青年科学基金项目，入选第十届全国青年科技奖；2022 年，获第十七届中国青年科技奖。

“只有坐得住冷板凳，耐得住寂寞，才能等得到花开。”这是乔庆庆经常自勉的一句话。

## 年轻人为什么选择来新疆

造山作用与成矿研究团队成立于 2011 年，团队成员非常年轻，大多是来自五湖四海的“80 后”和“90 后”。这些年轻人为什么选择来新疆？

李诺告诉《中国科学报》，2011 年，中国科学院党组决定在新疆生地所组建矿产研究单元，中国科学院地质与地球物理研究所研究员肖文交前往新疆生地所，组建了新疆矿产资源研究中心，并召集一批年轻人加入中心。

如今，李诺、乔庆庆这些年轻人不仅成长为团队的中坚力量，还现身说法，激励更多年轻人加入其中。

新疆生地所副研究员谭舟 2020 年 1 月加入造山作用与成矿研究团队，虽然科研工作经历不长，但他感受到这是一支充满温暖和关爱的团队，大家来自不同的研究领域，通过跨学科的合作，不仅能拓宽视野，还能激发新的研究思路。

来自新疆和田的阿卜力米提·艾白博士毕业于北京大学，2021 年加入造山作用与成矿研究团队，他发现团队给予青年人足够的自由探索空间和“试错机会”，鼓励突破瓶颈、开拓创新。

在李诺看来，团队这些年来在基础研究理论方面取得了一定突破，未来希望把基础研究和应用工作结合起来，更好地服务于新疆绿色矿业产业集群建设。



## 看封面



## “视觉导航”无人机

最新一期《科学-机器人》展示了一种能够在森林中进行视觉路线跟踪导航的轻型无人机。荷兰代尔夫特理工大学 Van Dijk 等人受蚂蚁等昆虫的启发，开发了机器人长距离轨迹跟踪策略，使小型无人机无须高计算要求便能实现自主导航。

该策略将里程计与高度压缩的视觉快照相结合，以最小的内存消耗记录出行路程，然后在回程时使用视觉导航，以尽量减小无人机导航偏离航线的可能性。(徐锐)

图片来源：代尔夫特理工大学

# 新视角解析大脑抗病毒免疫机制

本报讯(见习记者江庆龄)上海交通大学教授蔡宇伽团队与丹麦奥胡斯大学团队合作，利用全基因组 CRISPR 筛选技术，发现了神经元细胞特异表达的 TMEFF1 蛋白，在中枢神经系统中对单纯疱疹病毒(HSV)存在显著的限制作用，首次报道了一种独立于干扰素系统的、神经元独有的抗病毒因子，为大脑抗病毒免疫机制研究提供了全新视角。相关研究近日发表于《自然》。

与人体其他组织和器官一样，大脑同样面临病毒感染风险，且一旦发生后果往往更为严重。然而，目前我们对于大脑中神经元细胞是如何对抗病毒感染的这一基本生物学问题了解有限。

HSV 是一种广泛存在的嗜神经性双链 DNA 病毒。尽管大多数人都是疱疹病毒的携带者，但一般不会表现出明显的疾病症状。为什么在多数携带者中，HSV 不会引起脑部感染？大脑是否存在神秘的“守卫者”？

研究团队在人源干细胞衍生的神经元中发现，TMEFF1 作为神经元特异性的限制因子，在控制 HSV-1 复制和预防脑感染中起关键作用。进一步研究表明，TMEFF1 的表达不受经典的干扰素和炎症细胞因子通路调控，而是通过与病毒和膜受体 Nectin-1 和非肌型肌球蛋白重链 IIA/B 相互作用阻止病毒入膜。这种双重防御机制能够同时干扰病毒结合阶段和病毒融合阶段，从而限制病毒复制，

将 HSV-1 这种极为普遍的病毒阻挡在中枢神经系统外。

研究人员认为，大脑中最佳的抗病毒免疫机制是固有型免疫和干扰素驱动的免疫的结合。前者能即时作出响应，建立并提高感染的阈值；后者的免疫更强大，但可能导致组织损伤。这种结合使它们处于一种平衡状态，能够最大程度减轻病毒感染对中枢神经系统的伤害。

在此基础上，研究人员发现了一种 TM-EFF1 衍生的多肽。该多肽具有高效抵御 HSV 感染的功能，为开发新型抗病毒治疗策略贡献了新靶点，有望助力新型 HSV 药物开发。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41586-024-07670-z>

# 古生物学家请愿拯救哥伦比亚化石博物馆



本报讯 对于研究中新世时期南美洲的古生物学家来说，位于哥伦比亚维多利亚地区的一座不走眼的建筑是他们的“圣殿”。它就是 Tatacoa 自然历史博物馆(以下简称 Tatacoa 博物馆)。

Tatacoa 博物馆于 2014 年开放，馆内收藏了约 4000 具保存完好且较为完整的动物骨骼标本，还有哥伦比亚最大的古代灵长类动物和稀有古代蝙蝠标本。这些都是古生物学家青睐的研究素材。

然而，据《科学》报道，因降水导致道路情况糟糕，当地旅游业和居民收入受到打击，可能迫使 Tatacoa 博物馆关闭。这将殃及每年数十名研究人员与 Tatacoa 博物馆合作并基于藏品开展的研究。

为此，古生物学家请愿，要求负责该镇主要

道路维护的政府对其进行修缮。截至目前，已有 2600 多人在请愿书上签名。

美国史密森热带研究所哥伦比亚著名古生物学家 Carlos Jaramillo 是请愿发起者。“博物馆所在地区是整个哥伦比亚、南美洲和热带地区化石最丰富的地方之一。”Jaramillo 说，“我们必须拯救这个博物馆。”

Tatacoa 博物馆附近干燥的 Tatacoa 沙漠，在 1200 万年前还是一片潮湿的热带森林，林中树木高大、生物多样性丰富，尤其是哺乳动物。古生物学家 Edwin Cadena Rueda 指出，该地区淡水中二氧化碳含量高，因此骨骼化石保存完好，就连细胞等微观结构都能观察到。

瑞士弗里堡大学古生物学家 Juan Carrillo 说，这些化石为研究气候和环境变化如何影响动物进化提供了绝佳的机会。古生物学家发表了 200 多篇描述该地区化石的论文。这些论文中提及的最近收集的化石标本都存放在 Tatacoa 博物馆。

事实上，Tatacoa 博物馆是由当地社区创建、

运行和维护的。当地居民、业余古生物学家 Andrés Vanegas 和他的兄弟 Rubén 同 Jaramillo 合作，从国家和国际机构处筹集到就地保护化石的捐款。兄弟俩把祖父的房子变成了博物馆。如今，许多研究人员更喜欢将在当地采集到的化石存放到 Tatacoa 博物馆，而非带回研究机构。

Tatacoa 博物馆的存在使整个社区受益。在博物馆建成前，这里甚至没有药房或自动取款机。由于博物馆吸引了大量游客，如今这座城镇已经发展壮大。但是由于通往小镇的道路老化等问题，游客减少，Vanegas 兄弟如今不得不靠贷款维持 Tatacoa 博物馆的运营，这样最多也只能再维持 6 个月。因此，Jaramillo 发起请愿，要求政府铺设进入该镇的 20 公里的道路，并强调了博物馆作为 Tatacoa 沙漠最完整化石收藏库的重要性。近期，Tatacoa 沙漠被联合国教科文组织提名为世界遗产。

据悉，政府目前尚未对此作出回应。Jaramillo 说，如果 Tatacoa 博物馆关闭，这些化石的未来将充满不确定性。(徐锐)

# 蜗牛壳体定量重建 陆地天气尺度极端降水事件

本报讯(记者严涛)中国科学院地球环境研究所气候变化集成-模拟-同化-预测团队，在“7·20”特大暴雨中心之一的郑州-荥阳地区采集了 4 只现代蜗牛，利用包埋制片和二次离子质谱结合的方法，突破传统古气候研究分辨率上限，获得了 2021 年 6 月至 9 月天分辨率蜗牛壳体碳同位素记录。相关研究成果近日发表于《科学通报》。

2021 年 7 月 20 日，郑州遭遇了极为罕见的特大暴雨，这场暴雨 3 日内降水量达到了当地以往一年的水平，在气象统计中被称为“千年一遇”。然而，所谓的“千年一遇”是基于过去不足百年的器测资料计算获得的。随着全球快速变暖，极端天气事件的气候背景也在迅速变化。因此，“7·20”特大暴雨究竟是一次“千年一遇”的偶然灾害，还是全球变暖后的“新常态”，仍是一个亟待厘清的关键科学问题。鉴于这种不确定性，全面了解不同气候条件下的极端降水事件变异

性，可以极大增进对极端降水事件机制和动力学的了解。然而，由于现代器测资料的持续时间一般不超过 200 年，跨度过短，且传统古气候研究时间分辨率仅为年到千年，分辨率较低，无法准确重建天-小时尺度极端天气事件，目前对过去极端降水长期演变规律及其与气候背景态之间联系的认识几乎是空白。

该研究首次指出，蜗牛壳体可以定量重建陆地天气尺度极端降水事件。将当前研究应用于蜗牛化石，则有潜力重建过去不同气候背景下极端降水事件的发生频率和强度。相关研究有望为重建地质历史时期超级暴雨事件的特征与变率奠定基础，推动古气候研究的发展，进而为理解极端天气气候态演变、评估气候模式和预测未来变暖背景下极端天气事件发展趋势提供科学依据。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1016/j.scib.2024.04.037>