

锁定石胆酸，他们找到抗衰老新可能

■本报实习生 葛家诺 记者 倪思洁

从秦始皇派人前往蓬莱仙山寻求长生不老药，到李白在诗歌中幻想“仙人抚我顶，结发受长生”，可以说，长生不老从古至今都是人类的永恒追求。抗衰老也因此成为生命科学领域的重要研究方向。

当前，卡路里限制，也就是大众所说的“节食”，一直是生物衰老研究领域的热门话题。然而，对于许多人尤其是老年人来说，长期的饮食控制不仅难以坚持，而且可能带来营养不良和肌肉萎缩等风险。

中国科学院院士、厦门大学教授林圣彩课题组近日在《自然》发表两篇论文，为一难題带来了全新的解决思路。他们发现，石胆酸或能模拟卡路里限制的效果，为延年益寿提供新可能。

石胆酸与“长生不老”

卡路里限制这一科学节食的理念，常被人们形象地称为“七分饱”——通过适度减少每日的热量摄入，让饮食更加节制，达到健康长寿的目的。

人们采用各种方法实践这一理念，如“16+8”间歇性禁食法、“5+2”轻断食法，还有提供饱腹感而不含热量的代餐。这些方法虽各不相同，但核心目的都是控制热量摄入，让身体更加轻盈、健康。

卡路里限制被证实能够延长多种生物体的寿命，因此得到了广泛认可。目前，已有大量能够模拟卡路里限制的药物，如二甲双胍、白藜芦醇和雷帕霉素等。

然而，机体在卡路里限制中具体发生了什么改变，这些改变产生了什么信号、如何发挥抗衰老的作用，尚未得到完整解释。

研究团队从饥饿小鼠的血清中找到突破口，通过代谢组学鉴定和逐个排查，最终锁定了卡路里限制的模拟物——石胆酸，并在线虫、果蝇和小鼠中分别验证了石胆酸延缓衰老、延长寿命的作用。

石胆酸是一种存在于胆汁的次级胆酸，经过肝脏和肠道细菌的两道“加工”后产生，并被

肝脏重新吸收，分泌到胆汁中。它就像肝脏里的小小魔术师，将胆固醇转化为一种对身体有益的物质，不仅可以促进脂肪消化和吸收，还能降低胆固醇、调节胆汁酸代谢、促进胆汁分泌。

在此基础上，研究团队进一步探索，找到了石胆酸的分子靶点——桶状样蛋白 3(TULP3)。TULP3 在结合石胆酸后，又激活了长寿蛋白家族(SIRT)，最终通过汇入该团队 2017 年发表于《自然》的感知葡萄糖溶酶体通路，激活在延缓衰老中起关键作用的单磷酸腺苷活化蛋白激酶(AMPK)，从而延缓衰老。

8 年半长跑，数千次筛选

这项研究经历了 8 年半的时间。

林圣彩回忆，团队在筛选上花费了大量时间和精力。在筛选石胆酸时，团队总共筛选了 300 多种化合物，每种化合物都有不同的性质。团队在查阅大量材料后，确定了每个受试物的浓度范围，经过大量实验、逐个筛选，最终找到了石胆酸。至于石胆酸的靶点，团队更是筛选了 1600 多个潜在蛋白质，才最后找到 TULP3。

“我特别感谢两篇论文的共同第一作者瞿琦、陈艳和王钰。”林圣彩说，“我也特别佩服他们，有年轻人的拼劲，同时又淡定从容、富有韧性，克服了一系列困难，完成了这个工作。”

瞿琦 2014 年进入厦门大学读本科，2016 年通过厦门大学“大学生创新训练计划”进入林圣彩实验室学习。从那时起，他就参与了石胆酸及其靶点和机制的研究。

当在细胞外实验中发现石胆酸不能直接激活 SIRT，还需要重新寻找其靶点时，瞿琦并未气馁，而是心无旁骛，又花了 3 年半时间，最终完成了整个机制的发现工作。

陈艳和王钰则分别鉴定出石胆酸及其通路在果蝇、小鼠和线虫中的功能，如激活 AMPK 蛋白、促进小鼠肌肉再生、增强运动能力，并延长果蝇和线虫的寿命。他们和团队成员一起，揭示了石胆酸作为卡路里限制模拟物的潜力，为研究作出了不可替代的贡献。

林圣彩表示，此次同期刊发的两篇论文是基于同一个主题开展的一系列工作，都是为了弄清卡路里限制有益效果的原因和机制。前一篇报道了石胆酸的发现过程及生理作用，后一篇则研究了石胆酸作用的分子机制。

从模式动物到人类应用

目前的研究实验主要聚焦于小鼠、果蝇和线虫这些模式动物，探索石胆酸的潜在益处。那么，石胆酸对高等动物是否同样有效？这一问题仍待实验验证。

“目前，我们正紧锣密鼓地研究石胆酸对非人灵长类动物食蟹猴的作用，以更快推向人体临床试验。”林圣彩说。他表示，将石胆酸转化为实际可用的抗衰老或治疗药物面临诸多挑战。如何维持石胆酸在体内的有效浓度成为首要难题。直接服用石胆酸会被迅速排出体外，因此需研发一种特殊剂型，确保其持续在体内发挥作用。

俗话说“是药三分毒”，石胆酸的副作用也是不容忽视的问题。尽管已在初步研究中观察到石胆酸有益，“但它的毒性范围在哪儿、有没有禁忌人群、在灵长类中的实际抗衰老效果有多强，都需要开展进一步研究”。林圣彩说。

“我们认为石胆酸的应用前景十分广阔，可以作为抗衰老的潜在药物开发。”林圣彩表示，“但是作为科研工作者，我们必须以严谨的心态，全面仔细地了解石胆酸的生理作用和特性，才能最终加快转化。”

对于此次研究成果，论文评审人 David Sinclair 破例不匿名，将其评价为一部“杰作”。研究 DNA 复制的 Joe Kates 也说：“林圣彩的葡萄糖感知之路将是代谢学史上的丰碑。”

面向未来，林圣彩心怀期待。“人们将来不用每天节食，很可能只需要吃一点石胆酸，便能起到良好的促健康效果。”

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-024-08348-2>
<https://doi.org/10.1038/s41586-024-08329-5>

科学家提出低能耗电化学碳捕集新策略

本报讯(记者刁蔓蕙、陈欢欢)中国工程院院士、深圳大学深地科学与绿色能源研究院院长谢和平团队提出了低能耗电化学反应新策略。相关研究成果近日发表于《自然-通讯》。

近年来，作为一种前景广阔的替代方案，电化学反应技术因能够利用可再生清洁电力、无须升降温操作而备受关注。然而，该技术在实际应用中存在过程不稳定、难以大规模推广等一系列挑战，特别是在含氧气流如空气或烟气中，电化学反应的稳定性往往难以保证，反应过程中的氧副反应和电极退化等限制了长期有效运行。

研究团队提出了一种全新的低能耗电化学反应新策略。其核心在于将传统的单步电化学反应转化为电化学反应与化学耦合的“双步反应”过程，通过在阴极和阳极上分别进行氢气析出反应和有机还原载体的氧化反应，巧妙调节电解液的酸碱性，从而实现低能耗、高效的二氧化碳捕集过程。

这种“双步反应”策略避免了氧气对系统的干扰，显著提升了系统的稳定性和持续性。实验结果表明，该技术能够在 200 小时内稳定运行，且捕集每吨二氧化碳的能耗仅为 1.12 千兆焦耳，展示出在低能耗、高效碳捕集方面的巨大潜力。

此外，研究团队还成功研制出全球首套日处理烟气 1500 升的电化学碳捕集原理样机，并进行了放大演示。样机实现了每日生成高纯二氧化碳 0.4 千克、稳定运行超 72 小时的技术突破，进一步验证了该方法在大规模减碳应用中的可行性。



电化学反应原理样机。 研究团队供图

这一研究成果为全球减碳目标提供了全新技术支撑。随着这项技术的不断优化和进一步发展，有望推动低能耗、高稳定的碳捕集技术商业化应用，助力产业升级，迈向负碳未来。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41467-024-55334-3>

我国建成世界最大规模现代化综合气象观测系统

本报讯(记者高雅丽)近日，中国气象局召开 2025 年 1 月新闻发布会，中国气象局党组成员、副局长朱善允介绍，我国已建成世界最大规模的现代化综合气象观测系统，全国气象灾害监测率达到 80%。气象监测国土覆盖率达 29%提升至 44%，冰雹、龙卷风和雷暴大风识别率分别达到 84%、80%和 85%。我国成为全球唯一同时运行黎明、上午、下午、倾斜等近地轨道民用气象卫星的国家。

同时，气象预报核心技术向自主可控迈进，“无缝隙、全覆盖”智能数字预报更加精准。我国建立拥有自主知识产权的全球数值预报模式体系，成为全球拥有完整体系技术研发能力并实现业务应用的 4 个国家之一；积极拥抱新技术，“风雷”“风清”“风顺”“盘古”“风鸟”“伏羲”等一批自主研发的人工智能气象大模型相继涌现，部分指标性能与国际主流大模型水平并驾齐驱；构建全球智能预报业务体系，实现提前 1 天预报逐小时天气，提前 3 至 7 天预报区域性暴雨、高温、寒潮过程，提前 15 天预测全国性重大天气过程。

发布会介绍了推进全国气象高质量发展评估情况。从整体上看，2023 年气象高质量发展总体水平 80.3 分，较 2019 年提升 21.1%，年均增长 4.9%。气象科技创新能力 77.0 分，较 2019 年提升 15.6%，年均增长 3.7%。我国气象预报预测更加精准，24 小时暴雨预报准确率(TS 评分)0.213，较 5 年前提高 4.9%。

根据最新发布的评估报告，与 2019 年相比，我国的气象预报预测水平在多个关键领域取得了显著进展。一是数值预报模式持续优化。全球天气数值预报系统 4.0 业务运行，北半球可用预报天数由 7.5 天提升至 8.1 天；模式分辨率由 25 公里缩小至 12.5 公里。气候模式分辨率由 2019 年的 100 公里提升至 45 公里。中尺度天气数值预报模式分辨率向 1 公里逐小时尺度迈进。

二是气象预报预测更加精准。国家级智能网格预报全国空间分辨率达到 5 公里，重点区域 1 公里，预报时效达到 10 天，24 小时内预报实现逐小时更新。强对流天气预警提前量 43 分钟，较 5 年前提高 13.2%。

三是人工智能应用加快布局。临近预报大模型系统“风雷”的降水预报评分较现业务提升 10%以上；全球短中期预报大模型系统“风清”的全球可用预报天数达到 10.5 天，超过欧美主流气象预报大模型；全球首个次季节-季节尺度气候预测大模型系统“风顺”，对热带关键系统的可用预测天数达到 32 天。

韩国最惨烈空难，“鸟灾”还是“人祸”？

■沈海军

2025 年来临之际，民航界事故不断、噩耗频传。最惨烈的空难发生在 2024 年 12 月 29 日韩国保安国际机场，济州航空一架波音 737-800 客机上的 179 人遇难。这是韩国国内发生的伤亡最严重的一起空难。此前的 12 月 25 日，哈萨克斯坦阿克套近郊的空难，造成 38 名乘客和机组人员死亡。

这些事故不仅夺走了许多无辜生命，也引发了全球对航空安全的深刻反思。

12·29 空难原因剖析

济州航空 12·29 空难的发生令人痛心，人们迫切想知道，到底是什么导致了这场空难？笔者综合各方信息，对空难原因进行了如下分析。

其一，鸟类撞击。根据目击者证言和初步调查，飞机在着陆前右翼发动机上方出现火花，并有鸟群。因此，鸟类撞击极可能是导致事故的重要原因。

务安机场离海边不远，初冬时节雁鸭类水鸟聚集。网上流传的视频显示，这架飞机在机场上空数百米高度飞行时，右侧发动机突然喷出火焰，这与发动机遭鸟撞受损的状况吻合。另外，据韩国《朝鲜日报》报道，一名乘客在飞机失事前，曾用手机和家人通话说“鸟卡住机翼，飞机无法着陆”。这与视频中飞机着火前“跑道滑行中机翼襟翼、扰流板始终未能正常打开”的情况相符。

其二，制动失效。客机的减速制动装置主要包括起落架刹车、襟翼和扰流板，以及发动机反推装置。从视频中可以看到，起落架没有正常放下，襟翼和扰流板也没有打开。

同时，右发动机(反推装置)因鸟撞受损，致使飞机只能依靠机身腹部和发动机直接接触跑道滑行。这种方式显然无法产生很好的减速制动效果，最终飞机冲出跑道，撞击了跑道尽头的障碍物，发生解体、燃烧和爆炸。

襟翼和扰流板操纵机构遭鸟撞受损，这种可能性是存在的。至于起落架未能正常放下的原因，有人将其归因为鸟撞导致的起落

架收放机构故障，但可能性并不大。因为即便起落架收放机构受损，飞行员仍然可以通过其他方式尝试放下起落架，如使用备用系统或手动操作等。因此，起落架未能正常放下可能涉及其他更为复杂的原因。

其三，人为因素。根据韩媒报道，飞机在空难发生前曾经历过一次复飞，原因是机长接到了地面塔台的鸟撞警告。然而，不幸的是，在机长拉起飞机复飞的过程中，与鸟群撞了个正着。也就是说，飞机在最后一次降落时已经处于鸟撞受损状态。在这种情况下，飞行员需要面对更复杂的飞行环境和更大的心理压力。

飞机第二次降落前，机长没有选择在空中盘旋耗油以降低着陆后爆燃的风险，地面人员没有跑到跑道上铺满防火泡沫以减缓撞击后的火势蔓延，救护车和救援人员也都没有准备就位。这些情况均说明，当时飞机受损较为严重，情况紧急，各种警报齐鸣，机长已经焦头烂额，无法从容操控飞机了。因此，飞行员在紧急情况下极可能对飞机状态作出了误判，如未能及时进行放下起落架等关键操作，进而导致了事故发生。当然，目前尚无足够的证据表明飞行员存在操作失误，但人为因素在事故中的影响不容忽视。

其四，告警系统加剧判断难度。现代飞机告警系统非常复杂，在紧急情况下，同时出现多个告警信息可能会使驾驶员难以判断问题的优先级和根源。在这次空难中，飞行员可能面临多个告警信息的困扰，难以作出正确的判断和决策。因此，“误报”是一个重要的可能性。

其五，跑道及尽头的那面“墙”。飞机沿跑道高速滑行并最终在跑道尽头撞墙起火、爆炸，一些人归因于机场跑道不够长以及尽头的这堵墙。

事实上，事发机场跑道 2800 米，足够长，所以跑道长度并不是导致高速滑行的主要原因。至于那面“墙”，一种说法是机场围墙/围栏，另一种说法是高出地面的导航设备基座。不管是围墙还是设备基座，都为刚性障碍物，并不合规。(下转第 2 版)

干旱威胁津巴布韦史前岩画



项目参与者、津巴布韦大学考古学教授 Ancila Nhamo 表示，保护这些艺术品对于理解创造它的古代社会至关重要。“艺术品是思想和文化的产物。通过艺术品，我们可以进入古人的思想世界，真正了解当时的社会。”

与以往由外部主导的努力不同，该项目旨在激发当地社区对岩画遗址的主人翁意识和责任感。AIHC 项目主管 Allington Ndlovu 表示：“当地居民应该在保存、记录和保护文化遗产方面发挥应有的作用。”

项目组织者与当地社区负责人合作，培训了来自 7 个村庄的 35 名女性学习绘画技巧。她们用铅笔、画笔和颜料复制了 35 幅艺术作品，现已在社区展出。此外，14 幅最大、最清晰的岩画被复制到画布和花岗石板上，未来将在国家画廊中展出。

与此同时，一个名为 MATOBART 的法国-津巴布韦联合研究项目正在尝试测定马托博山岩画的年代。该项目负责人、法国图卢兹第二大学的 Camille Bourdier 表示，岩画颜料是无机材料，因此无法进行放射性碳测定。研究人员转而对石器工具进行定年，包括可能用于创作



岩画的调色板以及掉落到地上的颜料碎片。

初步发现证实了 20 世纪 80 年代考古学家的早期推测，即岩画创作时间始于 1.3 万年前。Nhamo 指出，更精确的年代测定将帮助研究者更准确地解读这些艺术品。Bourdier 说：“揭示艺术品背后的生活方式，可能会为我们提供一些线索，帮助人类找到可以回归的行为模式或关系。”(杜珊妮)



图片来源:STEVE O. TAYLOR