

# 材料界“黑马”让细胞无冻伤“复活”

■本报见习记者 王敏

在低温生物学领域,冰的形成和生长会在低温保存期间对细胞、组织、器官和其他生命资源造成致命伤害。特别是冰损伤,已成为器官移植领域的限制性瓶颈。

近日,中国科学技术大学信息科学技术学院赵刚教授与中国科大附属第一医院刘会兰主任合作,基于二维碳化钛 MXene 纳米片的协同抑冰效应,实现了活细胞的高效深低温冷冻保存。相关研究成果发表于《美国化学会—纳米》。

## 低温保存“大有学问”

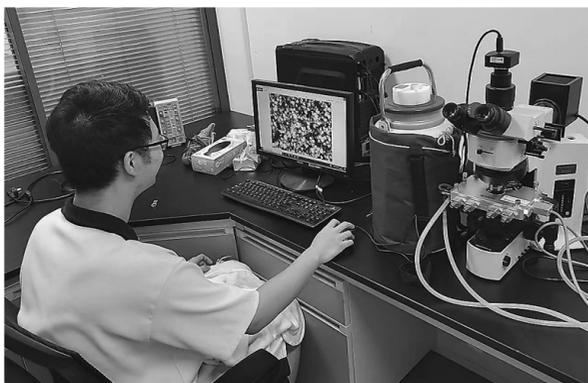
所谓低温保存技术是指将细胞、组织、器官以及其他生命材料置于深低温环境之下(通常为-80℃、-196℃),在此条件下生物体内的各种生化反应延缓甚至暂停,细胞处于“假死”或“休眠”的状态。

为什么需要低温保存活细胞?“这是因为活细胞从获取到最终使用之间存在一个时间差,少则几天,多则几个月甚至几年。为确保使用细胞时,它们是‘活’的,生物学功能仍完好,就需要在它们状态最好时进行冷藏冷冻。”赵刚向《中国科学报》介绍。

因此,低温保存作为众多生命资源必不可少的重要储存方式,在细胞治疗、生物样本库建立、再生医学等领域有不可替代的作用。比如冻存免疫细胞可以用于治疗疾病;冷冻卵细胞可以使女性生育力得以保存。

目前,国际通用的深低温冷冻保存方法主要分为慢速冷冻保存法和玻璃化保存法两大类。然而,这两种方法都面临一个共同的挑战——样品使用前的复温解冻过程需要较快的复温速率。假如复温速率不够快,样品内部可能会出现重结晶或反玻璃化。

“简单来说就是,在复温过程中,小



课题组成员在做低温显微镜实验

冰晶会发生形状、方位的变化,变成大冰晶,玻璃态的水再次形成冰核,最终变成大冰晶。这个过程会对细胞造成致命性损伤,损伤程度甚至比降温过程冰晶形成造成的损伤还要严重。”赵刚进一步解释说,这是目前国际公认的挑战性问题。

因此,实现复温过程中冰晶的协同抑制至关重要。其中,最重要的是找到一种合适的抑冰材料。

## 细胞活力提高到 81%

功能性纳米材料是抑冰材料的研究热点,但现有研究大多关注纳米材料的分子抑冰效应,对其协同抑冰效应(如分子抑冰效应结合光热或磁热效应等)的研究尚不多见。

这项研究中,团队把目光投向了材料界的“黑马”——二维碳化钛 MXene 纳米片。近年来,这种材料展示出优异的物理和化学性能,广泛应用于储能、电磁屏蔽、传感器和生物医学等领域。

令人惊喜的是,团队研究发现这种材料具有协同抑冰效应,即被动抑冰与光热主动抑冰效应相结合。

因此,团队创新性地在低温保护剂溶液中加入适当浓度的二维碳化钛 MXene 纳米片,制备出纳米低温保护剂悬浮液,再将这种悬浮液与待保存的活细胞—水凝胶构建物混合、平衡,完成渗透性低温保护剂的添加,随后将样品收集到塑料试管中,将试管直接置于液氮,快速完成降温冷冻过程。

研究表明,在降温冷冻过程中,二维碳化钛 MXene 纳米对冰晶的形成及其生长具有显著的抑制作用,让活细胞安全“假死”。

在复温过程,二维碳化钛 MXene 纳米片又充分发挥其自身的光热效应,也就是将吸收近红外激光的能量转化为热量,充当高效的空间热源,极大提升了样品内部复温的均匀性,同时也提高了整个样品的平均复温速率。

赵刚说,“实验结果表明,只要复温过程达到足够高的复温速率,复温均匀

度,可以在一定程度上降低乃至消除降温过程出现的危险因素和在复温阶段可能产生的危害,让活细胞顺利存活。”

数据表明,在活细胞—水凝胶构建物的冷却和融解过程中,二维碳化钛 MXene 纳米片均能减少冰损伤诱导的干细胞冷冻损伤,最终使细胞活力从 38.4%提高到 80.9%。

## 从仿生学角度发展新保存策略

事实上,低温保存技术是长期保存的一种策略,通常是因为常温条件下无法实现某些样品的长期保存而被迫采取的一种降低温度的方法。

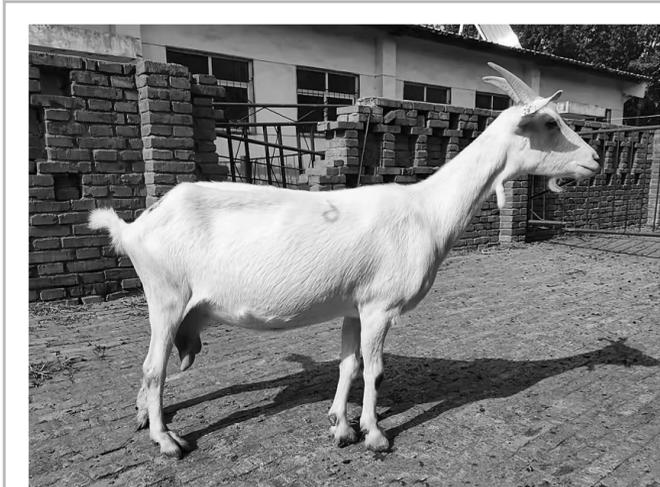
最理想的长期保存方式,实际上是常温下在生物样品体系内引入尽可能少的外源性物质从而实现保存。但目前,常温下还做不到这一点,因此就需要在降低温度方面再做一些努力,这就是低温保存的缘故。

赵刚认为,最理想的低温保存方式其实是综合慢速冷冻保存和玻璃化保存的优点,并消除其所有缺点的保存方式,即使用超低浓度、超低毒性的低温保护剂,实现超快速降温玻璃化保存。

但这种理想的低温保存方式还面临诸多挑战,包括寻找或者合成低毒/无毒、高效的低温保护剂;有效提高样品的复温速率和复温过程中其内部温度的均匀性。

赵刚表示,下一步,团队将探索自然界的一些天然抗冻生命现象,借鉴其背后的物理机制,从仿生学角度发展新的保存策略,这也是未来的一个重要研究方向。同时,用物理学和工程学方法,突破现有低温保存体系中温度变化率、温度均匀性的限制,进一步提升玻璃化转变的效率,也是一个重要的努力方向。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1021/acsnano.1c10221>



畜牧教学试验基地的 SCD1 基因编辑奶山羊

田慧彬摄

## 基因编辑让山羊奶营养更丰富

本报讯(记者冯丽妃)西北农林科技大学动物科技学院教授罗军团队与动物医学院研究员华进团队合作,利用 CRISPR/Cas9 基因编辑技术,制备了硬脂酰辅酶 A 去饱和酶 1(SCD1)基因编辑的西农萨能奶山羊,改变了羊奶中饱和脂肪酸与不饱和脂肪酸的组成,在优质奶山羊育种与羊奶品质调控方面具有重要意义。相关研究近日发表于《农业与食品化学杂志》。

“羊奶含有丰富的饱和与不饱和脂肪酸,可降低血液胆固醇沉积,对高血脂、营养缺乏症等疾病具有一定保健作用,也是羊奶营养价值和羊奶品质的重要体现。”该研究第一作者、罗军团队博士后田慧彬向《中国科学报》介绍,调控羊奶不饱

和脂肪酸合成的关键基因是 SCD1 基因,可影响羊奶中饱和与不饱和脂肪酸的组成与比例,而这些脂肪酸是羊奶品质的重要组成部分。因此,通过遗传改良手段进行奶山羊新品种、新品系的培育,可生产出营养价值丰富的优质羊奶。

“利用 CRISPR/Cas9 技术结合受精卵显微注射、胚胎移植获得的 SCD1 基因编辑奶山羊,羊奶中的饱和脂肪酸含量上升,不饱和脂肪酸含量下降,实现了通过遗传手段对羊奶营养成分的调控,大大缩短了奶山羊的育种周期,同时达到了对羊奶品质调控的目的。”该研究共同通讯作者华进介绍。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.2c00642>

# “双控”之下,碳减排动力何来?

■本报记者 陈欢欢

全国碳市场启动碳排放权交易一年来,碳排放配额累计成交量约 1.94 亿吨,累计成交额 84.92 亿元。总体来看,全国碳市场基本框架初步建立。

对于这样的一份成绩单,中国石化原董事长、党组书记傅成玉在近日举行的第四届未来能源大会上表示,目前成交量较小,企业主动性不足。

中国工程院院士、生态环境部环境规划院院长王金南则表示,要建立基于碳排放总量控制的碳市场,以提高其效能和水平。

## 新政抑制“攀高峰”

王金南透露,今年以来,国家有关部门多次在会议上提出加快建立碳排放双控制度,即碳排放强度和总量双控,并且政策需求“越来越紧迫”。

碳排放强度是指每单位国内生产总值的增长所带来的二氧化碳排放量。2005 到 2020 年,我国单位 GDP 二氧化碳碳排放强度下降 48.4%,超过了向国际社会承诺的 40%-45%。

但是,我国要在 2035 年基本实现社会主义现代化,还需要保持经济中高速增长,相比以欧盟碳达峰至中和约 70 年的时间跨度,我国实现碳达峰碳中和时间紧、任务重。

“实施总量控制是克服碳排放‘攀

高峰’的有效机制。”王金南表示,相比于强度控制,碳总量控制具有更强的约束力和调控作用,尤其是可以设定明确的“天花板”,有效避免部分地区和行业出现“攀高峰”现象。

他认为,碳达峰碳中和“不可能齐步走”,首先必须对电力、交通、建筑等重点行业提出总量控制目标。

中国工程院院士、国家能源专家咨询委员会副主任杜祥琬表示,从地区上说,可再生能源丰富的地区尽早达峰;从行业上看,钢铁、水泥等行业应率先达峰。

“实现双碳目标是一个长达几十年的科学转型过程,政策性极强,既要防止‘一刀切’,简单化,又要防止转型不力,带来落后和无效投资。”杜祥琬说,通过加快推动技术进步和发展转型,我国可以实现高质量的碳达峰和如期的碳中和。

## 技术创新破解悖论

国际能源署首席能源经济学家 Tim Gould 在大会发言中表示,在巴黎协定缔结之后的 5 年里,全球清洁能源投资每年仅增长 2%左右,但 2020 年以来这一比例上升到每年 12%。增长的主要原因,是中国在可再生能源和电动汽车领域发挥了主导作用。

数据显示,在 2021 年全球电动汽车销量构成中,中国车市约占一半。在

出口销量方面,2021 年中国市场对外出口近 50 万台电动车,领先于全球其他国家。

“2021 年一年我国电动汽车的销量几乎达到了前 10 年的总和。”傅成玉认为,未来中国将成为世界第一大汽车出口国,从根本上说是由于我国坚持了生态优先、绿色低碳的发展道路,促使电动汽车行业实现高速发展。

对于经济发展和节能减排之间存在矛盾的看法,傅成玉认为,“这是典型的二元论思维”,破解这一悖论,还是要将科技创新和技术进步作为切入点。

对于减排最为困难的制造业和传统能源行业,傅成玉提出两条建议:提高能效,采用二氧化碳捕集、利用与封存(CCS)技术。

他指出,我国一些行业还在采用二三十年前的技术标准,因此节能潜力很大,并且简单可行,“我们实践过,通过投入让企业的能耗在 3 年内降低接近 20%”;此外,二氧化碳捕集、利用与封存技术也开始成熟。

“这个领域的技术研发和科技创新,无论投入多大都值得,都会比我们关键煤、关电厂成本低。”傅成玉说。

## 碳核算终结“猫捉老鼠”

对于如何引导企业把功夫下在技

术进步上,傅成玉呼吁加强碳排放的统计核算,考核要求,为碳市场提供清晰稳定的市场信号。

实际上,国务院在《2030 年前碳达峰行动方案》中已经提出要建立全国统一的碳统计核算方法。但傅成玉指出,各行各业、各个企业甚至每条生产线的排放都不相同,应由企业率先开展工作,开发相应的算法和统计方法。

“实现‘双碳’目标,不是别人让我们做,而是我们自己必须做。我们为什么要做?因为这样才能推动科技创新、技术升级、产业转型,实现高质量发展,提升中国未来经济竞争力。我建议企业先立足这个高度开展‘双碳’工作。”傅成玉说。

## 发现·进展

中科院成都生物研究所等

## 植物新种旱谷蛇藤现身横断山

本报讯(记者杨晨)近日,中科院成都生物研究所(以下简称成都生物所)与江西农业大学科研人员在《生态系统健康与可持续》上发表了一个鼠李科植物新种。研究人员为该新种拟定中文名“旱谷蛇藤”,以表示该物种分布在横断山区基部的金沙江干热河谷区域,同时又拟定拉丁名“*Colubrina zhaoguanlii*”,以此纪念和致敬已故植物学家、生态学家刘昭光。

2021 年 8 月,成都生物所博士胡君带领考察队在四川省甘孜州得荣县金沙江干热河谷进行第二次青藏高原科学考察。其间采集到 1 个鼠李科植物,无法对应到现有的鼠李科植物类群,经请教江西农业大学博士阳亿,并通过查阅文献和标本,对比国内外的鼠李科植物,确认其为鼠李科蛇藤属植物新种。研究人员根据花果形态特征和分子遗传证据讨论了旱谷蛇藤与近缘种的亲缘关系,并根据旱谷蛇藤的分布范围、植株数量和受干扰程度评估了该物种的受威胁情况。

蛇藤属植物全球共有约 38 个物

种,分布于亚洲南部、大洋洲、太平洋岛屿、非洲、美国南部及拉丁美洲热带和亚热带沿海地区。我国分布有两个种,分别为蛇藤和毛蛇藤,前者分布于广东、广西和台湾等省区的沿海地带,后者分布于云南南部的澜沧江、红河等流域。在横断山区基部金沙江流域干热河谷中出现的旱谷蛇藤是中国分布的第三个蛇藤属物种。

与蛇藤和毛蛇藤相比,旱谷蛇藤呈矮小的灌木状态,枝条顶端常特化成刺状,叶片小型,顶端凹缺,易于识别。在形态上,旱谷蛇藤与马达加斯加特有的马达加斯加蛇藤和墨西哥西北部的绿蛇藤非常相似,但旱谷蛇藤的叶片上具有微小的白色泡状鳞片,与两个近缘种明显不同。

此外,研究人员根据旱谷蛇藤的分布范围、植株数量和受干扰程度,结合世界自然保护联盟(IUCN)濒危物种红色名录的评估标准,建议将旱谷蛇藤评估为易危物种。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1080/20964129.2022.2105750>

中山大学

## 揭示格陵兰活跃冰下湖长期蓄排水现象

本报讯(记者朱汉斌)中山大学测绘科学与技术学院极地海洋遥感团队基于多源遥感数据监测了格陵兰活跃冰下湖历时 10 年的活动,揭示了冰下湖的长期蓄排水现象及其影响,为研究格陵兰冰下融水对冰盖物质损耗的促进作用提供了重要理论基础。相关研究近日发表于《冰冻圈》。

在全球变暖的背景下,格陵兰冰盖正经历着强烈的表面融化,融水在冰面大量形成。这些融水会经由表面裂隙或冰川竖井等结构流入冰盖内部,当抵达冰盖底部的时候,其会润滑冰岩界面,加速冰流的运动,进而影响冰盖动力过程。因此,理解融水在冰盖底部的流动、汇聚和排放过程对于冰盖动力学研究至关重要。

格陵兰冰盖底部存在大量融水,最新研究确认了 64 个冰下湖的位置。但是不同于南极冰盖底部的冰下湖,在这些被发现的格陵兰冰盖冰下湖中只有少数几个为活跃的冰下湖。然而,学界对于这些活跃冰下湖的长期蓄水和排水现象的研究较少,特别是对导致冰下湖体积变化的蓄排水过程发生的原因认识较浅。

相关论文信息: <https://doi.org/10.5194/tc-16-2671-2022>

中科院亚热带农业生态研究所等

## 发现新型厌氧甲烷氧化细菌



山洞内顶部形成的大量生物被膜 受访者供图

本报讯(记者王昊昊)中科院亚热带农业生态研究所研究员朱宝利和德国及瑞士的科研人员合作,在前期发现的基础上,基于微生物组学分析和代谢通路重建,从富含碘元素的山洞内生物被膜宏基因组中,组装了一株新型厌氧甲烷氧化细菌——*Candidatus Methyloirabibila iodofontis* 的基因组,并发现该菌具有利用碘酸盐驱动厌氧甲烷氧化的潜力。相关研究近日在线发表于《微生物》。

甲烷是重要的温室气体,以 20 年为尺度,其温室效应潜能约是二氧化碳的 85 倍,微生物厌氧甲烷氧化(AOM)是重要的甲烷汇。10 多年前,首个利用亚硝酸盐驱动 AOM 的 *Methyloirabibila* 细菌——*Methyloirabibila oxyfera* 被报道。虽然 *M. oxyfera* 是厌氧细菌,但是它通过“产氧反硝化”过程产生氧气,并利用产生的氧气完成好氧甲烷氧化。目前,人们对 *Methyloirabibila* 甲烷氧化菌代谢多样性的了解还非常有限。

该团队发现一个富含碘元素的山洞,其空气甲烷浓度高达

3000ppm,在山洞顶部、侧壁以及水面下侧壁形成了大量的生物被膜。16S rRNA 扩增子测序显示,生物被膜中含有多种好氧甲烷氧化菌,而在水面下侧壁生物被膜中还有较高丰度的 *Methyloirabibila* 细菌存在。

同时,透射电镜照片显示,水面下生物被膜中存在“星型”细胞,与 *M. oxyfera* 细胞形态相似。该团队对水下生物被膜进行了宏基因组测序,成功组装了一个完整度大于 70% 的 *Methyloirabibila* 细菌基因组草图(bin48)。

研究人员发现,虽然山洞空气中甲烷浓度很高,但泉水中检测不到亚硝酸盐,并且亚硝酸盐浓度也很低,因此该团队对 *M. iodofontis* 主要代谢途径进行了分析,发现 *M. iodofontis* 菌可能同时具有甲烷氧化、产氧反硝化和碘酸盐还原的潜力。但是,其利用碘酸盐驱动 AOM 的活性和功能还需要进一步验证。

相关论文信息: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/mlf2.12033>