

我国科学家从头发中提取出一种特殊纤维蛋白

# 你的头发，可能是下一代补牙黑科技

段跃初

当你频繁吃零食、喝含糖饮料时，是否意识到牙齿表面正在经历一场看不见的战争？

作为人体最坚硬的组织，牙釉质的硬度仅次于金刚石。世界卫生组织数据显示，全球约 35 亿人正面临着口腔健康问题。其中，作为最常见的口腔疾病，未治疗的龋齿(蛀牙)影响着 25 亿人，相当于每 3 个人中就有 1 人深受其苦。这些微小的蛀洞不仅带来钻心疼痛，更可能引发牙髓炎、根尖牙周炎等并发症，最终导致牙齿脱落。

## 牙齿修复材料有了更好选择

传统补牙树脂材料 5~10 年就会老化变色，瓷贴面需要磨除大量健康牙体组织，而汞合金填充物因含重金属长期受争议。更棘手的是，牙釉质一旦受损便无法自然再生——这层由 96% 矿物质构成的“生物盔甲”，自恒牙长成之日起就开启了不可逆的消耗倒计时。

在重庆大学的实验室里，科研人员正从普通人的头发中提取一种特殊物质——名为角蛋白的纤维蛋白，它是构成头发、指甲的主要成分。当它以纳米级薄膜的形式出现在显微镜下时，其分子结构中密集的二硫键，恰好能模拟牙釉质矿化所需的三维支架。

这项研究论文近期发表在《先进保健材料》上，研究揭示这种水基角蛋白膜在接触唾液中的钙、磷离子后，会像魔术般引导羟基磷灰石晶体有序生长。就像建筑师搭建脚手架，角蛋白网络先形成纤维状框架，随后矿物质在其孔隙间层层沉积，最终重构出与天然牙釉质完全一致的微米级结构。实验室数据显示，修复后的牙釉质不仅恢复了 98% 的透光率，其显微硬度也达到天然组织的 95%。



视觉中国供图

## 实现“修复—再生”双重功能

新材料的突破性在于实现了“修复—再生”的双重功能。在早期龋齿治疗中，角蛋白膜能快速封闭 0.1~0.3 毫米的微小缺损，阻止细菌进一步侵蚀。而对于更严重的损伤，其独特的矿化引导机制能持续促进牙釉质再生。动物实验显示，经过角蛋白处理的牙齿在 28 天内形成了连续的修复层，新生晶体的排列方向与原组织完全一致。更重要的是，这种从毛发中提取的生物材料具有天然的生物相容性，不会引发免疫排斥反应。

当传统治疗理念还在强调“填充缺损”，角蛋白技术却开启了“生物再生”的

新纪元。通过调控矿化过程，角蛋白膜能修复 0.1~50 微米的全尺寸缺损，这是现有材料无法实现的；这种新材料在口腔环境中可持续发挥作用，当遇到酸性物质时，其表面的负电荷会主动吸附钙离子，形成动态保护屏障；研究显示，每克人类头发可提取约 0.3 克角蛋白，按全球每年产生的 10 万吨废弃毛发计算，足以满足数亿人的治疗需求。

## 应用场景丰富

另外，重庆大学团队的研究更揭示了角蛋白“一材多用”的潜力，未来多种应用场景可以实现。

比如，牙科诊所配备角蛋白修复仪，患者只需在椅子上停留 15 分钟，就能完成从龋洞清理到再生修复的全过程；含角蛋白的牙膏和漱口水成为日常必需品，通过持续释放的纳米纤维，实时修复牙齿表面的微损伤；基于患者基因特征定制的角蛋白材料，能精准调控矿化速度和晶体结构，实现真正意义上的“私人订制”修复。

当然，技术转化仍需跨越重重关卡：材料的长期稳定性、规模化生产工艺、与现有牙科设备的兼容性等都有待解决。但正如《先进保健材料》评论所言：“角蛋白的出现，标志着硬组织再生从实验室走向临床的最后一公里已清晰可见。”

## “一招鲜”让菊花采后叶片实现“冻龄”

近日，南京农业大学菊花遗传与种质创新团队在《植物生物技术杂志》(Plant Biotechnology Journal)期刊在线发表了研究论文。该研究揭示了一个核心转录复合体通过调控硝酸盐感受器的表达，影响叶片衰老的分子机制。

传统鲜切花保鲜液的主要成分包括碳水化合物(如蔗糖、葡萄糖)、杀菌剂(如次氯酸钠、8-羟基喹啉盐)、植物生长调节剂(如植物激素或其抑制剂)，以及 pH 调节剂等。众所周知，人体通过摄入或外敷适量胶原蛋白和氨基酸可延缓衰老、保持年轻状态。那么，是否可以通过补充蛋白质或其合成原料来延长切花保鲜期呢？

针对这一问题，研究团队以易衰老切花菊品种“粉丹特”为研究对象，通过分析成熟和衰老叶片转录组数据，鉴定出一个潜在关键调控因子 CmbHLH63。该基因在衰老过程中被抑制表达，而超表达该基因则促进叶片衰老，说明 CmbHLH63 在叶片衰老过程中起到“刹车”作用。

研究证实，CmbHLH63 本身不具备转录调控活性，但其过表达植株中多数基因表达受抑制，其中包括硝酸盐感受器 CnNLP6/7L。研究人员猜测，CmbHLH63 可能通过与其他具有抑制功能的蛋白互作形成复合体，进而发挥抑制作用。

基于上述机制，研究人员推测在保鲜液中补充适量氮源可能有助于促进“植物胶原蛋白”的合成，从而实现菊花叶片的“冻龄”效果。研究团队在瓶插液中添加适量硝酸钾作为氮源供应，结果显示该处理显著延缓了切花菊的叶片衰老，有效提升了其观赏价值。

该研究揭示了以 CmbHLH63 为核心的动态调控复合体通过调控硝酸盐感受器 CnNLP6/7L 的表达，精确影响叶片衰老的分子机制。该成果丰富了植物叶片衰老调控理论，为花卉耐衰老遗传改良提供候选基因。

李晨



瓶插液中添加硝酸钾可显著延长切花寿命。左为添加硝酸钾处理，右为对照

南京农业大学

## 翼龙“食谱”新发现：空中霸主也吃素

翼龙曾经是空中霸主——它是最早具备主动飞行能力的脊椎动物类群，起源于晚三叠世，并于白垩纪末期与非鸟恐龙一同灭绝。翼龙究竟吃什么？长久以来，古生物学家们提出了各种假说：捕鱼、吃虫、食腐、滤食、食植……但除了食鱼有确凿的证据，翼龙的其他“食谱”只能间接推测，学界一直没能达成共识。

主要问题是，缺少直接的化石证据。目前已经报道的保留有胃容物的翼龙仅有 6 件，除了一件三叠纪的真双型齿翼龙之外，其他都是来自晚侏罗世德国索伦霍芬的喙嘴龙类，胃容物也主要以鱼类残留在主，有些还有一些小的可能是无脊椎动物的碎片，有的则是完全无法辨识的物质了。

最近，中国科学院古脊椎动物与古人类研究所研究团队与沈阳师范大学、巴西国家博物馆合作，在翼龙的食谱研究上取得了新进展：首次在翼龙胃容物中发现植硅体，为翼龙植食性提供了直接的化石证据。

之前的研究发现了几类翼龙食鱼的证据。我们研究团队在晚侏罗世燕辽生物群中一大一小两件鲲鹏翼龙标本上都保存有食团，在其中发现了与翼龙生活于同一时期的一种未命名的古鳕鱼类的鳞片，这不仅是翼龙中首次发现有吐出的食团，同时也确认了鲲鹏翼龙从幼年到成年都是以这种古鳕鱼类为食。在一件早白垩世热河生物群的猎手鬼龙的标本上发现了粪便化石，它由很多鱼类骨骼碎片组成。这些发现都支持了翼龙吃鱼的结论，而翼龙的牙齿形态等其他研究也支持这一论断。

这次，合作团队在一件热河生物群的中国翼龙标本上发现了一个长



中国翼龙食植生态复原图  
毛里奥·奥利维拉绘

约 7.7 厘米，宽约 2.9 厘米的近椭圆形胃容物。在这个胃容物的一小片区域中，提取出了超过 300 个植硅体个体，这是首次将植硅体的发现扩展到翼龙这一飞行爬行动物中。

什么是植硅体？植硅体是在植物生长过程中形成的显微结构，不同的植物或者同一种植物的不同器官都可以产生各种不同形态的植硅体，它们较为稳定，可以在很长的地质历史中与化石一起保存下来。

即便如此，在中生代化石中的植硅体报道还是很少的。在非鸟恐龙中有两件植硅体的报道，一件来自印度中部的晚白垩世巨龙类的粪便化石，另一件是来自中国西北部的早白垩世基干鸭嘴龙类马鬃龙的牙结石。中生代鸟类中植硅体的唯一报道，来自与这件翼龙相同的热河生物群——在热河鸟的胃容物中发现了属于被子植物的植硅体，这是首次通过植硅

体确认了热河鸟的食物类型。

此次发现的 300 多个植硅体，表现出了多种不同的形态，有些多面体结构，可能属于阔叶植物；有些呈棱形，类似现代的本木植物；还有一些近似于哑铃型的植硅体，可能属于被子植物。虽然目前还很难确认中国翼龙吃的究竟是哪一类植物，但这也可能意味着它食植的食物来源比较广泛。

除了植硅体，研究人员还在胃容物中发现了大量的胃石。一般认为，胃石是来帮助消化植物纤维的。为了证明中国翼龙的植食性，研究团队进一步研究，排除了植硅体和胃石来源的其他潜在可能性。——植硅体会不会在埋藏过程或挖掘过程中被污染了？研究团队对围岩进行了同样的植硅体提取，并没有任何发现，排除了这种可能性。

——这些植物会不会是翼龙捕食的小动物吃的？翼龙有类似于鸟类的快速代谢，如果它与其他脊椎动物为食，会在胃容物中留下骨骼或者鳞片；如果以外骨骼较厚的昆虫为食，也会留下昆虫外骨骼的碎片，但是在胃容物中都没有被发现。中国翼龙不会是以外骨骼较薄的无脊椎动物为食，例如吃很多植食性的幼虫？但这又与胃容物后部发现的大量小颗粒胃石产生了矛盾。因为食虫类生物的胃石通常是被认为用来研磨无脊椎动物的外骨骼，而外骨骼较薄的无脊椎动物显然不需要这么多胃石来帮助消化。所以，这种可能性也被基本排除了。

研究团队得出结论：这些植硅体就是中国翼龙食植物的直接证据，而胃石则是帮助其研磨这些食物的。看来，中国翼龙爱吃素！

汪筱林



科普中国APP

华中科技大学等

## 发明新型“双模态”激光雷达

华中科技大学智能微系统团队联合清华大学、北京信息科技大学的研究人员，成功研发出一种全新的“双模态”激光雷达系统，将进一步提升自动驾驶汽车、机器人、无人机等设备的三维感知能力。相关研究成果近日发表于《光·科学与应用》。

激光雷达作为各种新型智能无人设备的“眼睛”，其性能至关重要。传统的激光雷达主要分为扫描式和闪光式两种，前者精度高但速度慢，后者速度快但精度有限，如何兼顾二者优势是一个研究难点。

为了破解这一难题，华中科技大学等团队提出了“双模态”激光雷达方案。该方案的核心在于一种名为“混合级联平动超表面”的器件，由两层经过特殊设计的纳米镜片组成。通过改变入射激光的偏振态，系统可以在高精度扫描模式和闪光模式之间自由切换。在扫描模式下，系统能够精确捕捉远处目标的细节；而在闪光模式下，则能一次性均匀照亮整个视野，瞬间完成三维成像。

这种硬件方案使得该系统能够根据实际需求自动切换工作模式。它可以用闪光模式快速获取环境信息，然后自动判断哪些区域需要精细扫描，并切换到扫描模式进行重点探测。两层超表面的微小相对平移可由基于各种致动原理的微型执行器件来完成，使得整个光束调控器件轻巧灵活，易于集成。研究团队已经成功构建了基于此器件的双模态激光雷达系统原型。

李思辉 高翔

辽宁沈阳

## 农机穿梭秋收忙



近日，辽宁省沈阳市沈北新区兴隆台街道稻田里，现代化收割机往来穿梭，一派繁忙。

仲雁铭

湖北荆门

## 科技唤醒文物魂



近日，湖北省荆门市博物馆内，小朋友正通过点击触摸屏查看馆藏文物，可清晰查看文物纹饰与铸造痕迹。

赵平

山西太原

## 跑步机器人引围观



9 月 20 日，山西省太原市晋阳湖公园，儿童围观参加欢乐跑比赛的人形机器人。

周博浩