



肠道告诉你，按时吃饭很重要

■本报记者 崔雪芹 通讯员 查蒙

一日三餐，是人体最基本的生理活动，蕴含着机体在营养吸收过程中的奥秘。

小肠作为营养吸收的关键场所，既吸收人体从外界摄取的营养，也吸收肝脏等体内代谢器官产生的系统循环营养。这种“内外源”配合的双向营养供给模式，是小肠生理的显著特征。

研究发现，营养供给失衡与肠道功能异常、免疫屏障受损、系统代谢紊乱等疾病的发生密切相关，而健康、节律的饮食方式对于维持肠道的生理功能至关重要。然而小肠“内外”两种营养供给途径是如何差异性调控肠道生理功能的，目前仍缺少系统性科学研究。

对此，浙江大学医学院教授王迪课题组联合浙江大学爱丁堡大学联合学院研究员刘璐璐课题组，系统性阐明了小肠双向营养供给环境的核心特征和动态规律，可视化了不同营养路径和营养种类在小肠吸收过程中的时空差异及其对机体防御和营养吸收的调控作用，并揭示了营养供给紊乱引发肠道脂质过度吸收，进而加剧心血管疾病发生的作用机制。

10月19日，相关研究成果发表于《细胞》。

肠道细胞也“挑食”

小肠是由肠道组织的各种细胞、微生物菌群以及营养物质共同构成的一个复杂多样的微生态系统。

如果把肠道微生态系统看作一座城池，肠道就像城池外的边界，有黏液屏障构成的“护城河”以及上皮细胞排列形成的“城墙”共同抵御“外敌入侵”。这座城池还有输送各类物质并使其通过的“城门”，负责机体对外界营养物质的吸收。

王迪告诉《中国科学报》，小肠的双向营养供给模式包括两部分，一是从肠内吸收饮食及来自微生物菌群的代谢物，即肠腔内营养供给；二是从肠外吸收经由血管供给系统循环代谢物，即血供内营养供给。

那么，不同营养供给模式对小肠的生理状态分别有怎样的调控作用呢？

联合团队发现，通过肠腔内营养供给，肠道内会富集较多脂质和胆汁酸代谢物，并伴随特

定肠道菌群丰度上调。相比之下，血供内营养供给则偏向于富集碳水化合物及有机酸。

他们又通过转录组富集分析发现，肠腔内营养，也就是通过“吃”的方式获得的营养，能维持小肠上皮屏障的完整性，并产生带来饱腹感的荷尔蒙，后者能向大脑传递“我吃饱了”的信号。而血供内营养主要支持DNA合成、胞外基质构成以及免疫调节。

在进一步探究不同营养供给的机制时，研究人员意外观察到，只有通过“吃”获得的营养才会在小肠吸收过程中呈现出显著的空间差异和细胞偏好性。最具代表性的是，脂质主要集中在小肠绒毛顶端吸收，而一种关键氨基酸“谷氨酰胺”则会在小肠的特定细胞中特异性积累。

沿着这条线索，联合团队发现，这种“挑食”的细胞正是专门负责产生黏液并构成肠道黏膜屏障的杯状细胞。

肠道健康的“守护者”

杯状细胞为什么这么“挑食”？通过空间代谢组等技术，联合团队证实了杯状细胞特异性吸收进食获得的谷氨酰胺，能够调节细胞内的氧化还原平衡，促进黏液分泌，形成肠道免疫中的关键黏液屏障，从而守住抵抗微生物入侵的第一道防线。

既然进食获得的营养能够支持肠道细胞发挥如此重要的作用，研究人员不禁联想到一个临床常见症状——肠外营养并发症。肠外营养是通过静脉注射等方式，辅助短肠综合征、胃肠道梗阻等消化道疾病或手术前后不能进食的患者获得营养和能量的重要手段。但这种通过血液循环实现营养物质供给的方式，往往会导致肠道屏障受损等病变。

为了探究二者的关联，联合团队通过单细胞转录组、代谢组及真菌多样性检测，发现当没有“吃”进来的营养而只有血供营养时，肠道中特定的真菌及其代谢产物——细胞松弛素的含量显著增加。细胞松弛素会破坏上皮细胞间的紧密连接，进而导致肠道通透性升高，出现类似“肠漏”的现象，这可能就是肠道功能受损的

病因之一。

“我们发现，抗真菌药物预处理能够有效缓解肠外营养引起的肠道副作用。”论文第一作者、浙江大学医学院/良渚实验室从事博士后研究工作的童健说，这些发现为临床治疗全肠外营养引起的肠道并发症奠定了新的理论基础、提供了潜在治疗方案。

不吃早餐，肠先“知”

规律的饮食节奏对维持肠道生理功能及系统代谢稳态十分重要。王迪称，正常的肠道双向营养供给模式体现为，进食后营养供给主要来源于肠腔内，而肠腔空后营养主要来源于血供内。

大量人群队列研究表明，长期不规律饮食，尤其是不吃早餐，会显著增加心血管疾病的发生风险。在这一过程中，肠道又扮演着怎样的角色呢？为揭开其中的奥秘，联合团队开发了一套自动化远程控制的饲养装置，对小鼠进食时间窗口实现精准控制，模拟多种不规律的饮食模式。他们发现，间隔16小时后再进食，小鼠肠道会“报复性”吸收脂质。而16小时的禁食区间，与生活中不吃早餐的生活方式存在着很高的相似性。

这是否为不吃早餐诱发心血管疾病的原因之一呢？

联合团队通过进一步实验，揭示了一个关键因素——不吃早餐会引起肠道关键胆固醇转运蛋白表达升高，导致肠道过度吸收胆固醇，加剧动脉粥样硬化，继而带来心脑血管疾病发生的风险。

王迪表示，这些结果为肠道营养吸收异常参与不规律饮食介导的系统代谢紊乱，提供了新的临床观点和潜在的干预靶点。

“我们团队长期围绕免疫代谢领域的关键科学和临床问题开展研究，这个研究是从更高维度的系统营养供给，思考进食对机体生理适应的底层逻辑，更深入探究了不同营养摄取方式对免疫和代谢稳态的整体性影响，具有更广泛的科学意义。”王迪说。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1016/j.cell.2024.08.012>

J粒子发现50周年研讨会在京举行

本报讯10月20日，J粒子发现50周年研讨会在中国科学院高能物理研究所举行。中国科学院院长、学部主席团执行主席侯建国出席会议并致辞。

研讨会前，侯建国会见了中国科学院外籍院士、诺贝尔物理学奖得主丁肇中，中国科学院爱因斯坦讲席教授、诺贝尔物理学奖得主谢尔登·格拉肖，中国科学院外籍院士、诺贝尔物理学奖得主戴维·格罗斯，欧洲核子研究中心前所长卢西娅诺·马亚尼等国际知名物理学家。他们对丁肇中先生为中国高能物理研究起步和发展作出的重要贡献，为中国科学院融入国际科技合作网络、培养优秀科技人才所给予的大力指导和帮助表示敬意，对外籍专家们对中国科学院的关心和支持表示感谢，希望他们继

续关注和支持中国科学院相关学科领域的发展，推动建立更多国际友好对话桥梁，增强相互信任，加强国际科学合作。

侯建国在研讨会致辞中表示，J粒子开创性的发现，为物理学乃至经济社会发展带来一系列重大影响。他希望各国科学家携起手来，共同攻克世界科学难题，持续拓展科学认知新边界；共同依托重大科技基础设施合作，不断产出新成果；共同开发应用新技术新方法，为科学发现提供新手段；共同加强青年人才交流培养，为科学研究不断注入新动力，为人类科学事业发展作出新贡献。

1974年，丁肇中领导的研究小组发现了第4种夸克的束缚态——J粒子，并因此获得了1976年诺贝尔物理学奖。（柯讯）

摩擦纳米发电机入选2024年十大新兴化学技术

本报讯(记者张双虎)近日，国际纯粹与应用化学联合会(IUPAC)公布了2024年十大新兴化学技术。中国科学院北京纳米能源与系统研究所王中林院士及其团队发明的摩擦纳米发电机(TENG)技术入选。

关于今年的十大新兴化学技术，英国科学家、科普作家费尔南多·戈莫隆-贝尔在10月号的《化学国际》撰文指出，TENG技术充分利用了材料特点，将微小运动和低频振动产生的电能，广泛应用于传感器、能量收集、可穿戴设备和医疗保健等领域。过去10年，TENG的研究已从早期的概念验证向商业化和产业技术转变。TENG在能量收集和存储方面具有广泛用途，而最令人兴奋的应用出现在传感领域——可延伸到机器人、执行器、可穿戴设备以及医疗设备等。以TENG为基础的传感方式可以从微小振动中获取能量，实现自供电，并能以前所未有的精度和灵敏度检测生命体征和病原体。

“TENG是利用高分子材料的接触起电效

应，把机械能转换为电力的一项技术。”王中林告诉《中国科学报》，“TENG属于能源和传感领域的原创发明，虽然和化学领域有些关系，但主要应用领域是能源和传感。TENG被评为化学领域十大新兴技术，足见它对高分子材料的应用及基础化学作出的贡献。”

据王中林介绍，TENG的应用包括但不限于穿戴式电子产品、医疗健康、机器人、人机界面、环境保护，以及从安防到海洋蓝色能源收集等领域。目前，90个国家和地区的1.6万名科学家正在从事TENG的研究和应用。TENG已经成为最前沿领域之一。



10月18日至20日，以“翼展低空 领航未来”为主题的第二届全国低空经济(苏州)产业创新博览会在苏州举行。博览会同步举办了青少年无人机大赛、无人机驾驶职业技能竞赛、“畅想低空”主题成果展等。

图为“畅想低空”主题成果展现场。该展览涵盖了低空制造、低空运营、低空保障、综合服务等多个领域，吸引了大批市民前来观看。图片来源：视觉中国

新型器件结构大幅提升钙钛矿太阳能电池效率

本报讯(记者刁雯蕙)近日，香港城市大学(以下简称港城大)成功研发出新型器件结构，可大幅提升钙钛矿太阳能电池的稳定性和效率，并简化生产工序，降低成本。相关研究发表于《科学》。

“这项技术使生产钙钛矿太阳能电池的过程变得更容易且成本更低，同时延长了电池的使用寿命，进一步推动太阳能技术发展。”港城大化学系教授朱宗光说。

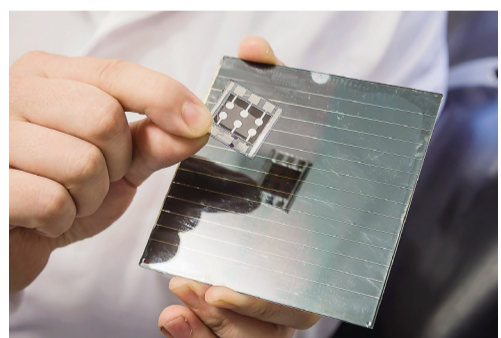
钙钛矿可以将阳光高效转化为电能，并在多个领域展现出巨大应用潜力。为研发出一种更长寿、转化效率更高的新型太阳能电池，研发团队开发出两项新技术。一是将电池结构原有的空穴选择层与钙钛矿层合二为一，精简了生产工序；二是电子传输层改用耐热性极佳的无机物质二氧化锡，代替了传统的富勒烯及溶剂灵敏等有机物质，大大提升器件运作的稳定性。

在港城大从事博士后研究工作的高丹鹏

表示，研究提出的器件结构是当前钙钛矿太阳能电池中最简单的设计，对推动这类电池的产业化有极大优势。团队提出的创新技术无需惯用的有机物质传输层，不仅能有效降低生产过程的物料成本，还可大幅简化生产步骤。

研究显示，团队在改善二氧化锡层的氧空位缺陷后，器件的能源转化效率已超25%。同时，器件在严格测试状态下连续运作2000小时仍能维持超95%的效率。这一表现超越了传统钙钛矿太阳能电池，并符合业界所定的关于器件寿命的多个基准。

“我们研发的技术有可能在5年内应用于太阳能发电系统。”朱宗光表示，这项关于太阳能电池的研究将对全球能源市场造成深远影响，并有助于加快市场向可再生能源转型。下一步，团队将专注于研究如何将这种创新结构应用于更大的钙钛矿太阳能模组，进一步提升相



用于促进钙钛矿太阳能电池工业生产的简化结构。港城大供图

关技术的效率和可扩展性。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1126/science.adq8385>

“天籁”实验正式成为“SKA探路者”

本报讯(记者甘晓)10月21日，记者从中国科学院国家天文台(以下简称国家天文台)获悉，近日，平方公里阵列(SKA)大射电天文台组织官方认证我国中性氢强度映射巡天实验“天籁”项目(以下简称天籁实验)为“SKA探路者”项目。

SKA目前正在建设的下一代巨型射电望远镜阵列，也是一个政府间合作的望远镜项目，目前正式成员国包括中国、南非、英国、澳大利亚等10个国家。SKA探路者项目与先驱项目包含了来自世界各地的多个与SKA科学技术相关的大型科学装置。尽管SKA望远镜已经开工建设，但探路者项目的相关最新研究成果依然可以为SKA提供新的科学探索机遇、检验新的探测技术。此外，这些技术也可以应用到人类未来更大的天文望远镜项目中。

“天籁”射电干涉阵列位于新南威尔士州巴里坤县大红柳峡乡，由国家天文台主持建设，其目的是检验暗能量射电探测的各项关键技术。

根据目前的天文学观测，宇宙有大约70%是神秘的暗能量，它引起了宇宙的加速膨胀。暗能量无法直接观测，但其含量和特性可以通过观测宇宙随时间的膨胀速率进行研究。宇宙大爆炸产生的余波在早期宇宙的物质分布上留下了印记，最终成长为如今的大尺度结构。通过研究宇宙的大尺度结构物质分布，天文学家可以得知宇宙尺寸声波振荡，从而确定宇宙随时间的膨胀速率。

“天籁”一词来源于庄子的《齐物论》，意为宇宙万物自然之声，天籁实验探测的是宇宙重力声波，故由此得名。天籁实验直接观测的信号是源于中性氢原子的21厘米射电信号。中性氢是宇宙中含量最高的元素。在宇宙膨胀过程中，其21厘米射电信号已经红移到了更长的波长范围。天籁实验能够在比较宽的波长范围内观测21厘米射电信号及其红移信号，从而得到宇宙的三维物质分布情况。

天籁实验现已建成两种构型的阵列望远镜。一种名为“柱形射电阵列”，有3个柱面反射面天线，安装有96个馈源。另一种名为“碟形射电阵列”，有16个口径6米的抛物面天线。这些阵列可以用于检验中性氢巡天实验的

相关探测技术，从而应用到SKA项目中。

天籁实验研究团队的成员由国家天文台和多所国内高校的相关学者、研究生组成，此外还有来自美国、法国等国外研究机构的专家学者。天籁实验的开展为我国射电天文学领域提供了重要的科研平台，也为我国的射电探测技术培养了优秀的技术人才。

据天籁实验首席科学家陈学雷介绍，天籁实验的射电阵列可以检验各种数据处理方法，从而提取出微弱的21厘米中性氢信号，这些技术都可以应用到SKA项目中。

“通过开展实际的观测工作，对真实数据进行分析，我们可以发现一些实际存在的问题，而这些问题仅通过理论分析工作是无论如何也无法全面考虑到的。”陈学雷表示。

“探路者实验项目为SKA大射电天文台铺平了道路。即使现在已经进入初步运行阶段，现有的射电天线与实验项目仍能够为我们的科学计划和基础研究提供见解。”SKA大射电天文台科学总监罗伯特·布劳恩介绍。

据了解，为实现星空的快速巡天观测，天籁实验阵列采用了大视场设计，这也符合SKA其他相关科学目标，如快速射电暴搜寻。快速射电暴是来自银河系以外宇宙深处的快速电磁脉冲现象。在东北大学的支持下，天籁实验近期在原有阵列附近扩建了3个新阵列，可以实现对快速射电暴的精确定位，探测能力得到进一步提高。



天籁阵列。国家天文台供图

钙钛矿太阳能电池独特降解机制获揭示

本报讯(记者温才妃 通讯员姚臻)苏州大学材料与化学化工学部教授李耀文团队及其合作者，揭示了钙钛矿太阳能电池在昼夜循环工作模式下独特的降解机制，并强调了稳定晶格以延长电池实际使用寿命的必要性。近日，相关研究成果发表于《自然》。

在这项研究中，研究人员将基于苯基氯化碲制备的钙钛矿太阳能电池认证效率提高到26.32%。同时，在昼夜循环模式下，器件的T80寿命延长了10倍。T80寿命即器件效率衰减至初始效率80%所需的时间。

金属卤化物钙钛矿作为一种新兴的半导体材料在光伏领域得到了快速发展，已报道的光电转换效率与单晶硅太阳能电池基本持平，但受载流子迁移率影响，提升其稳定性成为能否商业化的关键科学问题。

目前，关于钙钛矿太阳能电池稳定性的评估

多采用ISOS协议，通常只涉及一个或两个特定环境变量。然而，在实际应用中，钙钛矿太阳能电池历经昼夜循环，该模式涉及多种外界环境变化，如周期性的光照、温度波动等，使得钙钛矿的降解过程更加复杂。迄今为止，相关机制尚不清楚。

李耀文告诉《中国科学报》，团队首先研究了钙钛矿太阳能电池在连续光照和昼夜循环工作模式下的降解行为，发现电池在昼夜循环模式下性能衰减更为迅速。通过对软晶格钙钛矿的原位演变分析和载流子动力学研究，团队发现循环模式下的温度波动会诱导钙钛矿晶格膨胀收缩，从而产生周期性的晶格应力变化。在连续光照模式下，晶格则呈现应力逐渐释放的状态。相比较而言，应力的周期性变化会产生更多深能级缺陷，这些缺陷在暗态下不能“自修复”。此外，积累的深能级缺陷加速了钙钛矿的离子迁移，是昼夜循环模式下电池性能快速衰减的

主要原因。

“基于上述研究，我们设计合成了一系列配体材料消除晶格应力变化、稳定钙钛矿晶格。其中，苯基氯化碲展现了独特的作用。”李耀文解释称，苯基氯化碲在热退火过程中和有机阳离子盐反应形成易挥发物质，优化了钙钛矿的晶体生长动力学，获得了对称性更高、室温稳定的钙钛矿晶格。此外，苯基氯化碲和碘化铅反应生成含碲酸盐并锚定在晶界处，进一步抑制了光热诱导的晶格膨胀收缩，消除了晶格应力变化。最终，基于其他ISOS协议测试的器件稳定性均得到大幅提升。

该研究还指出，针对具有软晶格特性的钙钛矿太阳能电池在实际应用中建立寿命评估方法，将加速其商业化进程。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41586-024-08161-x>