

让睡眠监测达到“最完美状态”

■本报记者 陈彬

想象一个场景：在一个陌生的房间里，一张小床旁摆放着各种科研仪器，你的全身被贴上 30 多个电极贴片。此时，你需要做的是在这里睡一个晚上，你能做到吗？如果你还是一名睡眠障碍症的患者呢？

这并不是什么“挑战项目”，而是目前对严重睡眠障碍患者作睡眠信息采集与监测的常用手段。在患者睡眠过程中，30 多个电极会全面记录其呼吸、心跳等生物信息，以及不同睡眠阶段的时长，为医疗人员的诊断提供依据。

不过，这一切的前提是你睡得着。“人一生有 1/3 的时间处于睡眠状态，但我们对于睡眠状态的感知却很困难。”南京理工大学电子工程与光电技术学院教授洪弘在接受《中国科学报》采访时表示，传统方式费时、费力，而且由于患者处于陌生环境，其数据也不一定准确。正因如此，非接触式睡眠监测技术成为睡眠监测领域的重要技术研发方向。

不久前，洪弘团队在该研究方向上迈出一大步，他们成功开发出一套非接触式睡眠监测模型及远程管理平台，有望为全球睡眠健康公平性问题的解决提供一条颠覆性的技术路径。近日，相关成果发表于《自然－通讯》。

最完美的状态

当前，睡眠健康问题已经成为全球关注的焦点，在我国也是一个公共性话题。

今年 3 月，中国睡眠研究会发布的《2025 中国居民睡眠健康白皮书》显示，目前我国居民整体睡眠状况不容乐观，超过 65% 的受访者长期存在睡眠困扰，主要表现为夜醒、早醒、入睡困难等，多数人每周都会有 1 到 2 次睡眠困扰。

“睡眠障碍的危害并非‘睡不好觉’这么简单，其最大危害在于‘隐秘性’。”洪弘解释说，很多时候，人们对于轻度睡眠障碍不会太在意，但等到足以影响其日常生活时，往往已到了严重期，而一些诸如“睡眠呼吸障碍”等问题，严重时甚至危及生命。

有睡眠障碍的患者往往会求助于医



实验中，挂在墙壁上的装置正在监测受试者的睡眠状态。研究团队供图

院或睡眠中心。这些机构要做出准确诊断，前提是搜集患者的详细睡眠信息，但要得到这些信息，就需要患者如本文开头那般，经历“难熬”的一晚。

由于地区医疗资源的不均衡，在很多地方，患者即便想要度过这样一晚，当地也不一定有条件支持。

同时，尽管目前市面上很多智能手表、手环等都具有睡眠监测功能，但经过洪弘团队的监测，这些产品的准确率往往难以达到医疗级且功能单一，只能记录使用者的睡眠时长。

“目前的状况是普通公众或轻度睡眠障碍患者往往忽视对睡眠的监测，或用一些‘不靠谱’的消费级产品；严重睡眠障碍患者要么需要耗费大量时间和精力做接触式监测，要么受制于地区医疗资源不足，根本无从监测。”论文共同第一作者、南京理工大学教师薛彪直言，长期以来，睡眠领域研究者一直致力于让睡眠监测更便捷、舒适。

“最完美的状态是患者在家睡上一晚，就能拿到完整的睡眠监测报告。”薛彪说，他们的成果便做到了这一点。

用雷达测呼吸和心跳

洪弘团队的研究成果从外观看就像一个手机大小的盒子，只要将其放在床头两米

范围内，便能在不做任何身体接触的前提下，对患者睡眠时的呼吸、心跳等数据做详细记录。

至于他们如何做到这一点，就要从洪弘团队的老本行——雷达说起。

洪弘介绍，雷达专业属于南京理工大学的老牌专业，而他所在的电子工程与光电技术学院，其前身一便是创建于 20 世纪 60 年代的炮兵雷达工程系。在几十年的发展中，该学院的很多技术慢慢实现了

“军转民”。

在此背景下，2013 年前后，洪弘团队和国外研究团队合作，共同推出了一个新概念——生物雷达。

“雷达的重要用途是监测物体的运动，这种运动既可以是单向的，也可以是周期性的反复运动，而后者在生物体中有很多体现。”论文第一作者、团队博士生庄中旭举例说，人体胸腔随呼吸进行的扩张与收缩便是如此。此外，心脏的跳动也能在体表产生亚毫米级的振动。只要有足够的技术支撑，这些运动完全可以被雷达精准监测。

经过团队不懈努力，2018 年左右，相关技术的研发已经基本成熟，并得到了业内普遍认可。此时，一个重要问题摆在了洪弘团队面前——这些技术在什么场景下才能发挥最大价值？

对此，他们进行了很长一段时间思考，最终找到答案。

“这项技术的理想使用状态是人体相对静止，不做快速运动，同时呼吸、心跳相对均匀。显然，睡眠状态符合上述所有要求。”庄中旭说。

但新问题接踵而来——通过生物雷达获得的信息，能否准确反映睡眠状态的变化？

想要回答这个问题，需要一份人体睡眠状态的“标准答案”。这份“答案”就藏在

各大医院的睡眠科以及睡眠中心。

此后几年，研究团队构建了包含全球多种族人群、总时长超 12.6 万小时的超大规模睡眠数据库，并以此为基础，成功构建出一套高精准的睡眠监测模型。

研究发现，该模型能准确实现睡眠分期和呼吸暂停低通气指数的估计。在测试集中，该模型对四阶段睡眠——入睡阶段、浅睡阶段、熟睡阶段、深睡阶段分期准确率达到了 82.13%，对睡眠呼吸暂停低通气指数的估计也表现出极高的稳定性和通用性。

“优势互补，彼此成就”

2024 年，洪弘团队与其他学者共同提出了一个“促进全球睡眠健康公平”的概念。在薛彪看来，这种公平的具体表现形式，就是“我们不需要去医院或睡眠中心，只需要把一个设备放在床头就能实现对睡眠的监测”。

要实现该目标，相关科研成果就不能只放在实验室里。目前，该团队已经与华为公司正式签订协议，将部分研究成果应用于后者研发的全屋智能解决方案中。除华为外，他们也正在与其他企业进行相关合作。

不过在洪弘看来，相较于将成熟技术整体转移的合作模式，他更倾向于和企业间相互促进。

“我们希望能和企业有一些互补。”洪弘表示，他们目前仍在不断更新迭代相关设备的软硬件系统，力求实现算法的轻量化和硬件设备的小型化，而要实现这些目标，不能单靠一个团队的努力。

“未来，可能一块硬币大小的芯片，就能实现数据的采集、存储、发送以及结果的生成，并与智能家居深度绑定。在这方面，企业有着我们所不具备的优势。”洪弘说，“产业合作的最优状态就是优势互补、彼此成就，这也是我们未来希望达到的效果。”

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41467-025-64340-y>

集装箱

中国同辐碳同位素产品发布

本报讯（记者王敏）10 月 31 日，中国同辐碳同位素产品发布暨稳定同位素基地二期项目建设启动大会在安徽桐城举办。此次大会以“核护健康 碳索未来”为主题，正式发布高丰度 ¹³C 气体及尿素产品，标志着我国打破了尿素呼气诊断原料 ¹³C 气体长期依赖进口的局面，在医用稳定同位素碳领域实现了从关键原料到终端产品全产业链的全面自主可控。

大会期间，深圳市中核海得威生物科技有限公司与桐城市人民政府签署《稳定同位素药物项目》合作协议，并与新产品使用单位进行销售“首单”签约。

大会同期启动中国同辐稳定同位素基地二期项目建设，持续

深化与科研院所合作，将进一步延伸稳定同位素产业链条，扩大产业规模。项目建成后预计形成年产 2000 公斤高丰度 ¹³CO 气体、4000 公斤 ¹³C 尿素原料药，以及其他覆盖胃肠道疾病治疗药物的原料药生产线。

据了解，高丰度 ¹³CO 气体是尿素呼气试验中用于检测幽门螺杆菌感染的关键原材料。此前，我国在该领域长期依赖进口。中国同辐股份有限公司作为中国核工业集团有限公司核技术应用产业平台，深化与中国原子能科学研究院等科研院所合作，突破多项技术壁垒，填补国内空白，使我国成为具备高丰度 ¹³CO 气体和 ¹³C 尿素原料药及终端全产业链生产能力的国家。

全球首例远程机器人视网膜下注射手术成功实施

本报讯（记者朱汉斌 通讯员邵梦云）11 月 2 日，一条跨越 4200 公里的“光明之线”精准连通——中山大学中山眼科中心教授林浩添团队牵头，成功实施了全球首例远程机器人视网膜下注射手术。该手术以完全自主研发的国产 5G 眼科手术机器人为核心平台，实时连接广州主控端与乌鲁木齐手术端，完成了微米级远程精准眼底操作。

“历经两年多学科验证，此次在乌鲁木齐成功实施全球首例临床手术，标志着我国在远程高精度眼科手术领域实现了从‘可行性’到‘实用性’的关键跨越，是我国在远程高精度智能医疗领域的一次重大突破。”林浩添说道。

第 32 届杨凌农高会展示 9600 多项科技新成果

本报讯（见习记者李媛）近日，第 32 届中国杨凌农业高新科技成果博览会（以下简称杨凌农高会）在陕西杨凌举行。据悉，杨凌农高会吸引 161 万人次参观，合同签约额 258 亿元，会期现场交易额 2.73 亿元，展会收入比去年增长 20% 以上。

杨凌农高会全景式展示了国内外 1800 多家企业的 9600 多项最新科技成果和先进适用技术。同期举行的第二届睿抗（杨凌）全球农业机器人应用赛汇聚全国 40 多家高校、科研院所和企业，集中比拼创新设备、智能感知、机器视觉、无人驾驶、智能采收与控制决策等农业生产应用领域的最新成果，有效推动了农业机器人技术从实验室走向田间地头，加快了智慧农业技术的产业

化进程。本届杨凌农高会期间还举办了 2025 年上合组织农业博览会，27 个上合组织国家全员亮相，包括 13 名外国副部级官员在内的共 274 名重要外宾出席相关活动。2025 上合组织现代农业发展圆桌会议发布基地建设成果清单及技术成果，上合组织农业基地培训学院揭牌成立，进一步深化了农业领域贸易合作。

杨凌农高会面向全球进行发布推介，无人化植物工厂、玉米新品种“申科甜 811”等 230 余项新品种、新技术、新模式、新产品首发首秀，并对优质小麦品种“西农 1155”、高产油菜品种“秦优 797”等 50 项农业“四新”成果进行了权威发布和路演推广。

盐碱地大豆新品实现大面积高产

本报讯（记者李晨）近日，中国农业科学院作物科学研究所（以下简称作物所）在山东东营组织召开盐碱地大豆新品系“中黄 357”大面积高产创建现场观摩测产会。测产结果显示，在土壤盐分含量 2.4‰至 4.4‰的盐碱地条件下，“中黄 357”示范种植 500 亩，实收 20.25 亩，折合 13%标准含水量，平均亩产达 287.13 公斤。

该品种由作物所利用生物育种技术聚合耐盐基因与高产基因选育而成，具有株型紧凑、宜机化程度高、抗根腐病和花叶病毒病等特性。该品种目前已经完成国家黄淮海滨海盐碱组生产试验，两年区试平均亩产 237.1 公斤，较对照“齐黄 34”增产 9.7%。

近年来，中国农业科学院启动“大豆油料产能提升”等科技攻关行动。其中，“中黄 357”的大面积高产充分体现了全产业链协同攻关的成效，在“大豆品种跃升”“大豆油菜轻简高效栽培技术”和“大豆机械化作业装备”等任务协同推进下，配套“覆秸抑盐”技术实现抑盐保苗，结合高地隙履带收获机与柔性脱粒系统实现低损高效收获，发挥了品种的产量潜力。

与会专家认为，尽管在大豆生长后期遭遇持续阴雨等不利天气影响，但通过良种、良法、良机的深度融合，最终推动该品种在盐碱地条件下的大面积高产，为区域盐碱地资源高效利用和大豆产能提升提供了重要路径。

深圳先进院多项海洋科技成果亮相大鹏湾

本报讯（记者刁雯蕙）近日，2025 中国海洋经济博览会大鹏分会场暨大鹏湾开放式海域（南澳）海测推介活动在深圳举办。其中，中国科学院深圳先进技术研究院（以下简称深圳先进院）带来的多项海洋科技仪器展现了其在海洋环境监测与智能感知领域的前沿成果。

由深圳先进院团队牵头集成的水生态环境多模态监测系统可通过集成自主研发的浮游生物成像仪，以及与合作团队研发的水下高清摄像机与多参数水质传感器，具备“多源融合－边云协同－智能分析－可视化交互”等功能，可实时获取浮游生物种类、数量及关键水质的数据，为海洋生态研究与赤潮预警提供全天候技

术支撑。

深圳先进院团队牵头提出的流过式环境监测系统，搭载了自主研发的高分辨率光谱仪，以及厦门大学团队研发的酸碱度传感器，可实现对化学需氧量、生物需氧量、硝酸盐等水质指标的连续、原位监测，适用于河口、排污口等高动态水域，显著提升水质突变预警能力。

这些系统的实际应用不仅展现了深圳先进院在海洋传感、数据融合与智能分析方面的技术积累，也有望推动海洋观测从“离散采样”向“连续感知”转型。目前，通过系统搭载的多项海洋仪器已在实际海域中稳定运行，为海洋牧场、生态修复、应急监测等场景提供了可靠的数据支持。

按图索技

全链条机器人育种家“小海”在合肥启动

本报讯（记者王敏 通讯员吴银亭）11 月 2 日，中国科学院合肥物质科学研究院、中科合肥智能育种加速器创新研究院联合发布两项重要成果——全链条机器人育种家“小海”与“海霸设施”小麦快速育种商业化服务平台同步启动，标志着我国在智能育种装备与工程化应用上取得关键突破。

面对育种效率低、周期长的行业难题，2022 年起，中国科学院合肥物质科学研究院智能机械研究所智能育种团队创新提出“生物育种工程化”理念，推进“合肥智能育种加速器”（海霸设施）大科学装置建设，旨在通过技术装备驱动育种全链条的机械化、自动化、数字化、智能化和标准化。

机器人育种家“小海”涵盖“种质创制－种质鉴定－种质稳定”育种全链条关键环节，是“海霸设施”大科学装置关键技术试验示范和概念验证的“微缩版”。据了解，“小海”的核心优势在于三大加速能力：在加速种质创新方面，利用载能离子诱变育种技术进行人工智能赋能，开辟非基因编辑的高效发掘基因资

源新路径，基因挖掘效率提高 10 倍以上；在加速种质鉴定方面，重点建设常规条件难以实现的逆境筛选平台，如极端天气条件、极端土壤条件、生物逆境，通过作物生境精准智能控制，融合高效、精准的逆境表型鉴定体系，实现抗逆种质的定向通量筛选鉴定，满足市场急需的稳产品种培育的种质需求；在加速种质稳定方面，构建面向多作物多品种的一年多代快速育种体系。

同时，面向产业需求的“海霸设施”小麦快速育种商业化服务平台也正式投入运营。该平台通过智能环境控制，可实现春小麦年繁 6 到 7 代、冬小麦 4 到 5 代，将传统 8 到 10 年的育种周期大幅压缩为 2 到 3 年。平台建立了基于中国小麦微核心种质、不同生态区代表性品种的春化模型、加代环境智能控制模型、花期调控模型等智能加代技术，并研发了适合不同应用场景的加代舱装备，当前年服务能力已达 20 万株。待在建中试基地落成后，其年服务能力将增至 300 万株，已具备规模化和服务能力，将直接赋能种业企业与科研机构。



全链条机器人育种家“小海”。吴银亭 / 摄

干眼治疗有望从“被动补水”迈向“主动生水”

■本报记者 张思玮

“干眼绝对不是单纯缺水那么简单，重度干眼可导致角膜溃疡甚至穿孔，严重影响患者的生活质量。”近日，在由海峡两岸医药卫生交流协会眼科专业委员会主办的“关爱干眼患者，启迎原生泪液时代——2025 干眼诊疗新进展与眼表健康生态构建大会”上，中山大学中山眼科中心教授王智崇接受《中国科学报》采访时表示。

现实中，很多人对干眼存在一定的误解。有些患者错误地认为，干眼仅仅是缺水，于是随便用一些人工泪液眼药水，甚至误用抗生素眼药水，这样就陷入了“补水易干眼，干眼仍进展”的窘境。

此外，还有一部分患者过度重视干眼，甚至因此伴有焦虑症等自主神经功能紊乱，而焦虑和治疗焦虑的药物则会导致泪液分泌减少，加重干眼。

“虽然我国没有干眼患者的全国多中心大样本的流行病学调查数据，但是通过各地局部的流行病学调查发现，干眼患者约占全国人口的 30%，且随着老年人口增加及视频终端技术的普及，干眼患者的数

量仍在不断增长。”华中科技大学同济医学院附属协和医院眼科教授张明昌表示。

轻度干眼可以治愈

泪液是保护眼球表面的重要液体，其主要成分包括水、电解质、蛋白质、脂质及其他有机物质。这些成分共同维持着眼球的湿润、清洁和营养供给，在预防眼部感染、促进角膜伤口愈合等方面发挥着至关重要的作用。

干眼是指由多因素诱导泪液质和量异常，引起泪膜稳定性下降所导致的眼表慢性疾病。患者临床表现为患眼干涩感、异物感、刺痛感、烧灼感等。

“现有的证据表明，干眼与遗传因素关系不大，是由于分泌泪液的组织、细胞受损，最终泪液分泌功能失代偿的结果。”王智崇表示，若能及时、有效地进行治疗，轻度干眼是可以治愈的。

目前，人工泪液是干眼症的基础治疗手段，通过补充泪液成分缓解眼表干燥。此外，还有抗炎症的药物治理、物理治

疗以及中医药治疗等方法。

“但很多人工泪液的成分比较单一，无法复刻我们自身的原生泪液。并且，有时候患者滴入过多的人工泪液，不仅起不到缓解作用，还可能把原生泪液相关因子冲走，导致越滴越干。”张明昌说，目前尚未有一种治疗方式涉及泪液分泌的神经调控，而神经调控恰恰是维持、调整、纠正生命活动的更高级生理功能。

神经调控让眼睛“生水”

近日，远大医药推出的酒石酸伐尼克兰鼻喷雾剂改变了干眼的治疗理念——从“被动补水”迈向“主动生水”。

据介绍，患者通过鼻喷给药，激活三叉神经通路，直接“唤醒”泪腺，促进其分泌泪液，每日使用两次。

“我们的鼻腔里有一个‘开关’，这个喷雾能够精准地打开它，通过神经反射向泪腺发出‘开始工作’的信号，从而‘唤醒’它自身分泌泪液的能力。”张明昌说。