我国生态系统固碳“清单”出炉——

寻踪“碳”秘有了中国依据

经济日报·中国经济网记者 郭静原

热点追踪

“以全球变暖为主要特征的气候变化，是当前全人类生存和发展所面临的严峻挑战。作为世界第二大经济体和最大能源消费国，中国已位居全球碳排放首位，节能减排压力愈发明显。因此，一张科学严谨、具有说服力的碳清单，将是我国在应对气候变化国际谈判上赢得主动的重要保障

▲ 科研人员对土壤进行取样。（中国科学院供图）

北京时间4月18日凌晨3时，中国科学院战略性先导科技专项“应对气候变化的碳收支认证及相关问题”（以下简称“碳专项”）之“生态系统固碳”项目群系列研究成果，以专辑形式发表在国际权威学术刊物《美国科学院院刊》上。这一举动不仅是中国首次，在亚洲也尚属首次，在国际上也十分少见。我国生态系统的碳储量和固碳能力究竟几何？研究取得了哪些进展？经济日报记者采访了相关专家学者。

应对形势愈发紧迫

由于能源消耗和温室气体排放量持续增加的趋势难以逆转，我国正面临温室气体减排或限排的巨大压力

人类使用煤炭、石油、天然气等化石燃料所导致的以二氧化碳（CO_2）为主的温室气体排放，被认为是引起全球变暖的主要原因。为此，2016年11月4日正式生效的《巴黎气候变化协定》中明确要求，世界各国要加强对气候变化威胁的全球应对，推动各方以“自主贡献”的方式参与全球应对气候变化行动，以此来降低温室气体排放，减缓全球升温速率。

作为负责任的大国和《巴黎气候变化协定》缔约方，近年来，中国从转变经济发展模式和保护生态环境的需要出发，制定了“调整经济发展模式、促进节能减排技术进步、增强生态系统碳汇功能”的战略思路，并在降低能耗和减少温室气体排放方面，取得了举世瞩目的成绩。

然而，为满足人民对美好生活需求的持续提升，中国能源消耗和温室气体排放量持续增加的趋势难以逆转，势必面临履行《巴黎气候变化协定》中温室气体减排或限排的巨大压力。

值得关注的是，利用陆地生态系统固碳，是减缓大气CO_2浓度升高最为经济可行和环境友好的途径。“随着化石燃料的大量使用，中国的碳排放量仍在不断增长，当前应对气候变化的任务是紧迫的。”碳专项“生态系统固碳”项目群首席科学家之一、中国科学院植物所前所长方精云院士指出，如何提高陆地生态系统碳储量和固碳能力，既是全球气候变化研究的热点领域，也是国际社会广泛关注的焦点。

2011年1月，中国科学院率先启动了碳专项。其中的一个核心内容，就是通过系统调查和观测中国各类生态系统的碳储量和固碳能力，来深入揭示中国陆地生态系统碳收支特征、时空分布规律以及国家政策的固碳效应，从而为我国经济转型发展、气候谈判提供科学支撑。

方精云介绍，此次项目群发表的7篇研究论文全面、系统地报道了中国陆地生态系统结构和功能特征及其对气候变化、人类活动的响应，量化了中国陆地生态系统固碳能力的强度和空间分布，以及生物多样性和大尺度养分条件对生态系统生产力的影响，取得了一系列原创性重大成果。

多个首次实现领跑

该研究首次在国家尺度上直接证明了人类有效干预能提高陆地生态系统的固碳能力，证实了增加生物多样性可以增加土壤的碳储量……

要摸清我国“碳收支”的家底，不仅得管“支出”，从源头做起节能减排；还得看“收入”，增强生态系统固碳。专家指出，我国生态系统的固碳能力往往被低估了。

“事实上，中国陆地生态系统在过去几十年一直扮演着重要的碳汇角色。”方精云介绍，例如在2001年至2010年期间，陆地生态系统年均固碳2.01亿吨，相当于抵消了同期中国化石燃料碳排放量的14.1%。其中，中国森林生态系统是固碳主体，贡献了约80%的固碳量，而农田和灌丛生态系统分别贡献了12%和8%的固碳量，草地生态系统的碳收支基本处于平衡状态。

所谓“碳汇”，是指通过植树造林、森林管理、植被恢复等措施，利用植物光合作用吸收大气中的CO_2，从而减少温室气体在大气中浓度的机制。“生态系统的固碳能力主要依靠植物的光合作用，将大气中的CO_2转化为碳水化合物，并以有机碳的形式固定在植物体内或土壤中。”方精云说。

据悉，该研究首次在国家尺度上通过直接证据证明了人类有效干预能提高陆地生态系统的固碳能力。例如，我国重大生态工程（如天然林保护工程、退耕还林工程、退耕还草工程以及长江和珠江防护林工程等）和秸秆还田农田管理措施的实施，分别贡献了中国陆地生态系统固碳总量的36.8%（7.4千万吨）和9.9%（2.0千万吨）。

不仅如此，该研究还首次在国家尺度上开展了群落层次的植物化学计量学研究，验证了生态系统生产力与植物养分储量间的正相关关系，揭示了植物氮磷元素的生产效率；首次揭示了生物多样性与生态系统生产力和土壤碳储量之间的关系，证实了增加生物多样性不仅能提高生态系统的生产力，还可以增加土壤的碳储量。

◀ 中国陆地生态系统碳收支系列重要成果发布会现场。本报记者 郭静原摄

“这些研究成果证明，中国这么多年来为生态环境所做的努力，的确使生态环境向好的方向演化。”方精云表示，该成果的发表彰显了中国科学家在碳循环、全球变化、生态学等领域的国际地位，体现了我国科学家在该领域的研究从国际跟踪和并行到领跑的飞跃。

翔实数据破解难题

在这一当今世界调查范围最大的野外调查项目中，科研人员系统调查了中国陆地生态系统碳储量及其分布，提供了大量野外实测本底数据

调查样方1.7万多个、累计采集各类植物和土壤样品超过60万份……在为期5年的项目执行中，来自中科院及高校、部委所属35个研究院所的350多名科研人员，按照项目统一的实验设计和调查方法，系统调查了中国陆地生态系统（森林、草地、灌丛、农田）碳储量及其分布。

“可以说，这是当今世界调查范围最大的野外调查项目，为研究中国植被生产力、碳收支以及生物多样性的宏观格局提供了大量野外实测数据，也为我国国土资源规划、保护与利用，以及生态文明建设和‘美丽中国’愿景的实现提供了重要本底数据。”方精云说。

为充分挖掘这些得来不易的数据，自2015年1月开始，科研人员创新科研组织模式、打破课题间壁垒、实现数据完全共享，在凝练出若干个重大科学问题的基础上，对所有采集数据统一汇交整理、统一控制数据质量、统一进行数据挖掘，从多个层面系统深入地分析了中国陆地生态系统碳源汇特征、驱动因素以及相应的生态系统功能。

“在中国这样辽阔的土地上，它的固碳潜力究竟还有多大？”“通过人工办法实施生态造林工程等来增加碳汇，缓解气候变化，到底可行吗？”“几千年的农耕文明导致土壤中有机质快速下降、碳储量减少，我们当前在农业生产中对于应对气候变化还能做些什么？”中科院地理资源所副所长于贵瑞表示，“风风雨雨这么多年，该项目群研究成果厘清了我国在应对气候变化中付出的努力，使我们能够理直气壮地展示出中国政府和人民对于缓解气候变化所作出的巨大贡献”。

美国科学院院士Inder M. Verma认为，该论文为证实生态恢复工程对于中国碳汇的影响方面作出了重要贡献。论文的两位国际评审专家也认为，该研究提供了翔实、独特的数据库，将有助于地理学家、生物地球化学家、植物生态学家等在大尺度范围上，验证一些以往在小尺度上得到的假说。

此外，这项成果的发表也为人类干预促进生态系统碳吸收提供了新的见解，为正在经历类似经济和社会变革的其他国家提供了有益的经验和启示。

国家消化道肿瘤筛查计划启动

百姓将告别消化道早癌“筛查难”

本报记者 李治国

日前，“国家消化道肿瘤筛查及早诊早治计划”正式启动。中国工程院院士、中国消化系疾病研究中心主任李兆申教授指出：“消化道癌症是最大的杀手。”数据证实：中国人食道癌、胃癌、结直肠癌三大恶性肿瘤占据了全部肿瘤比例的50%，仅胃癌就造成每年50万人死亡。李兆申疾呼：消化道肿瘤发病形势严峻，早癌筛查刻不容缓。

推进消化道肿瘤早筛

我国消化道疾病长期陷于发现率低而死亡率高的困境。据统计，全球约50%的消化道癌症发生在中国，其中近85%的患者在确诊时为中晚期。李兆申认为，解决这一问题的关键——是在全国范围内推行消化道肿瘤筛查，实现早诊早治。以同为消化道疾病大国的日本、韩国为例，在全面推行胃镜筛查之后，他们的消化道早期肿瘤诊断率已达到70%以上，而我国目前仅为15%。仅胃癌一项，如果将早期发现率提高到日本、韩国的平均水平，保守估计每年能为全国居民节约家庭支出、为国家节省医疗费用达几千亿元。

“早期癌症患者的治疗费用约为2万到3万元，不需要开刀，不需要化疗，只要在内镜下切除病灶即可，治疗效果好，5年生存率可达80%至90%；相比之下，晚期癌症动辄就是几十万元的开销，生存率仅为30%至40%，病人和家庭要承受巨大痛苦。因此，推行消化道肿瘤筛查就是造福于民。”李兆申说。

新技术应用是关键

李兆申认为，真正把消化道肿瘤早筛及早诊早治国家计划的推行落到实处，必须要解决“三大难题”：一是“不想查不去查”；二是“不知道去哪里查”；三是“不知道该不该查”。

击破这3个问题需要“对症下药”。其中，高科技医疗手段是解决前两个问题的关键。胃镜是消化道疾病的最佳检查手段，但由于检测过程痛苦，很多患者心存畏惧。现在，“患者可以选择舒适的安翰磁控胶囊胃镜进行检查，无痛苦，准确度一致。更重要的是，各地普及开展胶囊胃镜检查没有难度。”李兆申所言的是由我国自主研发的全球首款可精准操控的胶囊胃镜——安翰磁控胶囊胃镜机器人，“利用磁控胶囊胃镜对高危人群进行早期筛查，对遏制中国消化道癌症发展意义重大。”李兆申说。

规范化推进医联体建设

《国家消化道肿瘤筛查计划》开展后，如何在筛查更方便的同时保证诊断结果的权威性？李兆申表示，肿瘤筛查也有严格的“质量控制体系”，以保证筛查网络中的每个网点、每例检查都操作规范、高度准确，确保百姓在任何地方都接受高质量的肿瘤筛查。

例如，在应用安翰磁控胶囊胃镜筛查胃癌时，严格的质控体系从产品质量控制开始，到生产管理、检验、物流、规范化操作、检查数据分配、专家阅片诊断、规范化报告、重大阳性病例绿色就诊通道等，全部在严格的质量控制体系下展开；此外，全部胶囊胃镜操作医师必须经过中国内镜医师培训学院专业培训，并经考核后持证上岗。

针对“不知道去哪里查”的问题，李兆申强调，“消化道肿瘤筛查不能仅依靠三甲医院，我们要基于质控体系建立从社区到医院的紧密型医联体，扩展更多更广的筛查渠道”。目前，山东、天津等多地已建立起以胶囊胃镜为纽带，连接三甲医院、二甲医院和基层体检机构的医联体。在医联体内，三甲医院主任专家、二甲医院医生、民营公立体检中心医生，可以在云端就筛查中的操作问题、图片诊断、典型病例等沟通交流。“互联网+”思维下大数据的流动，让医学专家“触屏可及”，真正实现医疗资源的合理分配。

未来，在质控体系和医联体构成的这张筛查大网络下，百姓筛查消化道癌症的场景将是这样的：在家门口的医疗机构，接受规范的检查，然后将检查数据上传至云端，由三甲医院专家远程阅片出报告，一旦发现病变，将被及时转至上级医院就诊，将消化道癌症扼杀在初期状态。

对于“不知道该不该查”的问题，李兆申表示将带头做科普：“专家应该站出来为百姓做好科普，提高国民良好生活习惯，做到少生癌、不生癌。”

人民健康是民族昌盛和国家富强的重要标志，“健康中国”新蓝图凝聚着政府、社会和人民群众的共同理想，将消化道肿瘤筛查纳入国家计划则是实现这一目标的重要举措。未来，胃肠癌筛查将被列为一项国民保健国策，在政府支持下建立相应惠民工程，让百姓在身边的医疗机构即可方便接受消化道肿瘤筛查。

科技万象

南开大学发展精准治疗新策略

“可激活”纳米药物问世

本报讯 记者牛瑾报道：光动力治疗以其创伤小、操作简单等优点，正在成为肿瘤治疗的重要手段之一，通常用于癌前期皮肤病和皮肤恶性肿瘤的治疗当中。近日，南开大学化学学院郭东升团队、生命科学学院丁丹团队联合研究合成“可激活”纳米药物，克服了传统光敏剂缺乏肿瘤靶向性、对正常组织具有光毒性等不足，在提高治疗效果的同时实现诊疗一体化。该策略已经成功应用于活体动物实验，为肿瘤等疾病的临床精准治疗提供新方法，相关成果已发表于《美国化学会志》。

近年来，“可激活”光敏剂用于光动力治疗备受关注。郭东升课题组在基于杯芳烃的超分子诊疗学方面进行了大量研究。“杯芳烃的分子结构就像一个口袋，可有效包载染料分子并调控其光物理性质，对肿瘤标志物进行特异性响应。更为重要的是，两亲性杯芳烃可以方便地自组装形成纳米药物载体。”郭东升说，他们一直在思考如何将杯芳烃作为纳米药物的智能模块，实现肿瘤选择性成像和靶向治疗。

为解决这个关键问题，郭东升课题组提出了“生物标志物置换激活”的新策略。他们从已经成熟的商业化光敏剂出发，采用两亲性杯芳烃与光敏剂结合，构筑纳米超分子药物——被杯芳烃“口袋”包结包封的光敏剂。在化学理论上得到验证后，丁丹课题组成功将该策略应用于活体肿瘤成像和治疗。据丁丹介绍，光敏剂在药物递送过程中处于一种“静默”状态，当纳米药物被运送到肿瘤组织区域时，光敏剂被置换出空腔，重新激活其原有光物理性质，从而实现肿瘤选择性成像和靶向治疗。根据活体成像结果，相对于单独的商用光敏剂，这种可激活的智能纳米药物具有准确的靶向性和优越的抗肿瘤效果。这一开创性工作为实现精准医疗提供了新方法，发展了新材料。

我国科学家发现诱导多能干细胞新方法

诱导效率从1%提升到4%

本报讯 记者沈慧从中国科学院获悉：中国科学院广州生物医药与健康研究院裴端卿研究员领衔的研究团队经过5年攻关，揭示了化学方法制备干细胞的科学原理，开发了简单、高效、标准化制备干细胞的方法，为诱导多能干细胞的研究和优化制备途径提供了全新的科学视角和解决方案。相关成果已于近日在线发表在国际干细胞权威杂志《细胞·干细胞》上。

多能干细胞可以用于再生新的组织和器官，为疾病治疗和再生医学提供了“种子”细胞来源。为将体细胞诱导为多能干细胞，帮助人类了解细胞“变身”的奥秘，各国科学家都在努力开辟新方法。其中，科学家们利用化学小分子替代“山中伸弥因子”诱导出了多能干细胞，但存在步骤多、时间长、效率低、机理不清楚等缺点。

裴端卿科研团队经过5年努力，开发出一套高效、简单的化学小分子诱导多能干细胞的方法，即化合物诱导干细胞多能性。该方案仅需给细胞采用两种不同的“药水”依次“洗澡”，便可以将体细胞“返老还童”到干细胞的状态。这一方法比之前的方案简单、高效，将多能干细胞诱导效率从1%提升到4%，且所需的初始细胞量少；更重要的是，可以实现多种体细胞类型“返老还童”，包括在体外极难培养的肝细胞。

国家新药筛选中心副主任谢欣表示，这一方法与常规的诱导方法区别显著，有望成为诱导干细胞的常规方法，并为以后设计其他化合物小分子诱导干细胞提供了技术范本。

那么，这些神奇的“魔法药水”是如何将成体细胞诱导到胚胎发育早期的多能干细胞状态的？裴端卿解释，在个体中，所有细胞都拥有同样的染色质，但为何会形成形态各异、功能不同的各种细胞？原来，细胞在发生可识别的形态变化之前，就因受到约束而向特定方向分化，确定了其未来的发育命运。团队研究发现，细胞的命运受到细胞核内部的“信息中枢”染色质的状态控制。细胞染色质的开放与关闭状态总和，构成了决定细胞命运的状态机制，这种情况就犹如计算机二进制的“密码串”，进而将细胞“锁”在了特定状态。

裴端卿表示，由于没有引入外源基因，该方法操作简便、诱导过程条件均匀、所有成分明确、标准化，将为干细胞应用提供安全、高效的制备方法，具有广阔的市场应用前景；与此同时，为开辟药物诱导细胞命运转变提供了新方向，将极大推动干细胞及再生医学的发展，服务于我国的医疗与卫生事业。

裴端卿研究员在实验室工作中。（资料图片）

本版编辑 郎 冰
联系邮箱 jjrbxzh@163.com