



长期主义者的回报：五年三个“国际首套”

■本报记者 陈欢欢

2025 年，国家“136 号文”的出台，像一记重磅炸弹投入储能行业。该文件终结了“强制配储”模式，意味着储能行业将从政策驱动转向市场驱动。脱离补贴自己成长，储能行业准备好了吗？业界对这一问题众说纷纭。

而对中国科学院工程热物理研究所（以下简称工程热物理所）压缩空气储能研发团队来说，提前布局、做好技术储备，正是他们擅长的事。

“十四五”的 5 年间，他们研发的 3 个“国际首套”装置相继并网发电，各项指标创下新的世界纪录。这是此前 10 年技术积累的厚积薄发，也是这支坚持长期主义团队的必然回报。

机会留给有准备的人

储能技术，特别是长时大规模电力储能，是解决我国弃风、弃光问题，提高可再生能源消纳水平的关键技术。

被誉为“空气充电宝”的压缩空气储能技术虽然最早起源于欧美，在我国起步较晚，但工程热物理所研究员陈海生带领的储能研发中心团队在国际上率先提出“先进”压缩空气储能的新概念，实现了后来居上。

其先进之处，一是摆脱了对燃料的依赖，真正做到了零污染、零排放；二是摆脱了对地理环境条件的依赖，储能可利用天然地下洞穴，也可以采用人工洞室或压力容器，选址非常灵活；三是攻克了一系列关键技术，系统效率屡创世界纪录。

不过，作为一项新兴技术，压缩空气储能技术在产业初期的发展轨迹同国家政策息息相关。2019 年，国家发展和改革委员会宣布取消对风电、光伏的补贴，储能界一片悲观的声音。

而工程热物理所不为所动，按照自己的时间表，在河北张家口建成国际首套人工洞室 100 兆瓦级先进压缩空气储能示范项目。工程热物理所高级工程师纪律表示：“当时没有政策支持，储能需求也不强烈，压缩空气储



山东肥城 300 兆瓦先进压缩空气储能国家示范项目全景。工程热物理所供图

能技术的经济性并不明确。但我们作为中国科学院的科研团队，就是要关注这些长周期的前沿技术。”

彼时，工程热物理所已成功建成国际首套 1.5 兆瓦和 10 兆瓦系统，但想要大规模推广，必须达到至少 100 兆瓦规模，提高效率、降低成本以符合市场要求。

陈海生表示，建设人工洞室 100 兆瓦系统的最大难点之一是工程属于全球首创，无任何先例可循，在工程论证、规划选址、勘察设计、施工工艺和材料、质量监督等方面均需要开展创造性工作，没有标准可参考。

为了保证项目建设进度，2021 年冬天，虽然气温骤降，团队还是决定破例在冬季施工。张家口口的冬季寒冷漫长，气温常常低至零下三四十摄氏度。工程热物理所高级工程师李文对张家口冬天的印象是“卫生间总没水，全冻住了”。更可怕的是，连仪器设备都被冻得不听使唤，不得不“盖”上棉被。

就这样，在北风和大雪中，大家白天黑夜连轴转，终于在 2022 年 9 月顺利实现兆瓦级系统的并网发电。

机会永远留给有准备的人。对于这支团队来说，前期的所有不确定性都转

化为技术上的先发优势，使兆瓦级压缩空气储能系统从图纸变为实物。

进入“十四五”时期，在国家“双碳”目标的带动下，2022 年储能行业利好政策频出，给压缩空气储能技术带来机遇。

第一个吃螃蟹的人

2021 年 9 月 21 日，李文记忆犹新。

那天是中秋节，大家都在没日没夜加班，迎接正在建设的山东肥城 10 兆瓦先进压缩空气储能电站首次并网。李文去附近镇子上买点节日补给，没想到一不留神把车开到了沟里，第二天找来拖车，车才被拖出来。时至今日，他仍自责没做好后勤工作。

两天之后，该电站向电网输出第一度电，标志着国际首套 10 兆瓦先进压缩空气储能国家示范电站成功并网发电。利用盐穴储气，是团队的新尝试。早期采用密闭罐储气，随着钢材价格持续走高，技术推广有了压力。

为此，团队开始探索天然洞穴储气的技术路径。盐穴是盐矿开采后留下的废弃矿洞，不找不知道，原来我国许多

省份都分布有盐穴，且废弃盐穴有坍塌风险，其后续处理是一大难题，若能用作储气库，可谓一举两得。

2019 年，经过长期调研，团队最终选定利用山东肥城一处废弃盐穴进行工程示范。作为国内第一个盐穴储气库，该工程的成败关系到这条技术路径的可行性，团队成员的压力很大。

工程热物理所高级工程师侯虎带领团队在现场日以继日地进行注气排空气工作，即通过向盐穴内部注入高压空气，将内部卤水置换出来。该工作繁琐复杂，还要保障地质结构的稳定性，更是难上加难。经过近百个日夜的加班加点，他们终于迎来了盐穴储气库的成功空运。那一晚，几个 30 多岁的大爷们像孩子一样欢呼雀跃，喜极而泣。

“那一刻获得的不仅仅是成就感，更是幸福感。”侯虎说。

由于废弃盐穴位于一片农田中，去最近的镇子往返需半小时车程，而镇上“高档”的酒店也没有洗澡的热水。为了省下往返时间，一些年轻小伙有时候干脆住在车里，把精力全留给项目建设。

2021 年 8 月，眼见项目进入最后阶段，肥城却迎来几十年一遇的暴雨。为了保证项目按期验收，每天施工单位下班后，工程热物理所的技术人员依然加班加点赶工期。

“每天晚上都能看见一群博士光着腿在田里干活。”李文笑着说，“我们不管走到哪儿，都没有给中国科学院丢人。山东拥有对储能最友好的电价政策，我们也不能辜负地方的信任。”

2022 年 7 月，肥城 10 兆瓦先进压缩空气储能电站成为国内首个参与电力市场现货交易的压缩空气储能商业电站。未来 5 年，这里还将建设一个储能产业示范园区，带动地方经济高速发展。

（下转第 2 版）



中国工程院党组部署开展 树立和践行正确政绩观学习教育工作

本报讯（记者赵宇彤）2 月 28 日，中国工程院党组召开扩大会议，认真贯彻落实习近平总书记关于树立和践行正确政绩观学习教育的重要讲话和重要指示批示精神，传达学习中央党的建设工作领导小组会议部署、中共中央办公厅《关于在全党开展树立和践行正确政绩观学习教育的通知》精神，研究部署启动中国工程院树立和践行正确政绩观学习教育工作。中国工程院党组书记、院长李晓明主持会议并讲话，院党组和领导班子成员出席会议。

会议指出，在“十四五”开局之年，以习近平同志为核心的党中央决定在全党开展树立和践行正确政绩观学习教育，具有十分重大的意义。党的十八大以来，习近平总书记围绕树立和践行正确政绩观发表了一系列重要论述，立意高远、内涵丰富、思想深刻，近期又在多次重要讲话中特别加以强调，为开展学习教育指明了方向、提供了重要遵循。全体中国工程院院士、机关党员干部要提高政治站位，深刻认识开展树立和践行正确政绩观学习教育是践行党的初心使命的根本要求，是推动工程科技事业高质量发展的现实需要，是锻造优秀院士队伍、过硬干部队伍的有效途径，要更加深刻领悟“两个确立”的决定性意义，坚决做到“两个维护”，切实把思想和行动统一到党中央决策部署上来。

会议强调，要紧紧围绕建设科技强国目标，深刻理解、准确把握、全面落实“立党为公、为民造福、科学决策、真抓实干”的总要求，将其贯穿学习教育全过程各方面。坚持学查改一体推进，在深学、真查、实改上下功夫，高标准高质量落实好学习教育各项任务。要坚持读原著、学原文、悟原理，切实把学习成果转化为促进全院中心工作、加快推进科技强国建设的具体举措。要在查摆问题中深挖根源，全面深入查摆政绩观方面存在的突出问题，着力从党性上找差距、查根源、强修养。要在整改整治中动真碰硬，坚持有什么问题就解决什么问题、什么问题突出就重点整治什么问题，确保改到位、改彻底、不反弹。要在建章立制中固本强基，把学习教育中的好经验好做法固化为刚性制度，健全有效防范和纠正政绩观偏差工作机制。要在开门教育中加强调研，广泛听取群众意见建议，切实让群众参与、受益、可感可及。

会议要求，要层层压实工作责任，院党组切实担负起领导责任，成立工作专班，注重宣传引导，力戒形式主义，以更高标准、更严要求、更实举措扎实开展学习教育各项工作。要通过开展学习教育，引导全体院士和机关党员干部铸牢政治忠诚，树牢正确政绩观，为以中国式现代化全面推进强国建设、民族复兴伟业贡献智慧和力量。

中国工程院各学部临时党支部书记、委员和院士代表、机关各部门及战略咨询中心厅局级干部列席会议。

中国科协全面启动 树立和践行正确政绩观学习教育

本报讯（记者高雅丽）近日，中国科协召开党组会议，传达学习中央关于开展树立和践行正确政绩观学习教育工作的部署要求，研究科协学习教育工作的部署方案；以“全面准确领会中央关于 2026 年工作的系列重大部署和对科协工作的重要指示，提高科学决策水平”为主题，召开年度工作务虚会，全面开启学习教育。

会议指出，在“十四五”开局起步之年，党中央决定开展树立和践行正确政绩观学习教育，是贯彻落实党的二十届四中全会战略部署的现实需要，是巩固拓展党内集中学习教育成果、持之以恒推进全面从严治党的重要途径，是激励广大党员干部投身强国建设、民族复兴的重要安排。科协系统各级党组织和全体党员干部要深刻领会此次学习教育的战略考量，以高度的政治自觉推进学习教育走深走实、见行见效。

会议强调，要深入学习习近平总书记关于树立和践行正确政绩观的重要论述，以学习教育为抓手，坚持不懈强“三性”，去“四化”。各级党组

织要把开展学习教育作为今年党的建设的重要任务，以领导班子和领导干部特别是“一把手”为重点，深刻理解、准确把握、全面落实“立党为公、为民造福、科学决策、真抓实干”的总要求，坚持学查改一体推进，在深学、真查、实改上下功夫见成效。要坚持聚焦主题、简约务实，统筹安排学习研讨、查摆问题、整改整治、建章立制、开门教育等各项工作。要始终把科技工作者是否满意作为开展工作的出发点和落脚点，坚决抵制不作为、乱作为，坚决反对不思进取、大而化之、不求实效的工作作风，坚决克服机关化、行政化倾向，团结引领广大科技工作者奋进高水平科技自立自强，着力推动高质量发展。

会议强调，要切实履行对业务主管全国学会的领导职责，发挥好领导和机关干部联系学会工作机制的作用，深入学会加强督促指导。各全国学会要认真学习领会学习教育要求，扎实开展学习教育，求真务实、真抓实干，用实实在在的业绩确保“十五五”开好局、起好步。



2 月 28 日，由上海科技馆和中国科学院古脊椎动物与古人类研究所共同主办的“龙吟九州·中国恐龙大展”圆满画上句号。从 2025 年 5 月 31 日启幕以来，这场集顶级化石、硬核科研、沉浸式体验、全龄段科普于一体的展览，累计接待观众 223 万人次，其中青少年近百万。

本次大展汇聚全国 12 家顶尖科研机构与博物馆馆藏，共呈现 118 件代表性恐龙标本和重要模型。其中，国家一级重点保护古生物化石 80 件，包含命名恐龙新种的模式标本 42 件。

图为观众参观大展。本报见习记者江庆龄报道 上海科技馆供图

从“有没有”转向“优不优” 我国推动到 2030 年实现高校科普工作全覆盖

本报讯（记者高雅丽）日前，中国科协、教育部联合印发《关于进一步推进高等学校科普工作的意见》（以下简称《意见》）。《意见》提出，到 2030 年实现高校科普工作全覆盖，高校科普工作体系更加完善，高校科普地位作用更加凸显，科学素质和能力培养导向更加鲜明，高校社会化科普服务效能更加彰显，服务国家创新驱动发展的贡献度进一步提升。

中国科协青少年科技中心负责人表示，这一目标旨在推动高校科普从“有没有”向“优不优”转变，使其真正成为国家科普体系的重要力量。

《意见》提出四大重点任务，即大力组织开展面向大学生的科普工作，大力组织开展面向公众的社会科普活动，着力提升高校科普服务能力和加

强科普工作保障体系建设。

《意见》还对高校内外两类群体作出了清晰的功能定位和路径设计。该负责人表示，大学生群体核心定位是“受教育者”和“潜在实践者”，通过思想引领、课程教学和实践活动，使其在求学期间奠定扎实的科学技术文化基础，并具备参与科普实践的初步能力；社会公众核心定位是“服务对象”，要求高校主动开放资源、输出服务，将前沿科技创新成果转化为优质科普产品，服务全民科学素质提升。

《意见》在组织管理机制、考核评价与激励机制、社会化协同机制等方面实现了突破和创新。《意见》明确提出，要将科技人员和教师的科普工作及成果纳入业绩考核范畴；将指导学生科普实践等工作纳入教学工作

量；学生可认定科普实践学分，计入志愿服务时长。《意见》还鼓励高校走出“象牙塔”，主动与各级科协、学会、科普场馆、企业等深度合作，共建科普实验室、开发科普展品，共享资源平台。

上述负责人提到，高校教师和科技工作者既是科研创新的主体，也应是科普工作的主力。《意见》主要通过“赋责、赋能、赋誉”相结合的方式调动积极性。

为了推动《意见》落地见效，中国科协、教育部将协同发力，建立定期会商机制，共同研究解决落实过程中的新情况、新问题。同时，积极推动高校与学会、场馆、企业等建立稳固的合作关系，形成高校科普赋能的社会合力。

百年“蔗”谜破解：基因三维地图护航“糖罐子”

■本报记者 李晨

白糖是日常生活中普通的调味品，它背后的甘蔗却拥有复杂得犹如迷宫的基因组。时隔 100 年，甘蔗领域科研人员在《科学》发表第二篇长论文。

近日，广西大学教授张积森团队联合福建农林大学科研团队在《科学》发表最新研究成果。该研究首次构建了覆盖现代甘蔗主栽品种及其野生祖先物种的多尺度图泛基因组。在此基础上系统解析了甘蔗复杂混合倍体基因组结构，提出了适用于高倍体作物的剂量感知联合分析（Dosage-GWAS）新方法，成功锁定一批与分蘖数、产量、含糖量和叶片角度等重要农艺性状相关的关键基因，并验证了 SaTB1 基因显著促进分蘖、成倍提高甘蔗产量的功能。

论文评审人认为，这是一项极具趣味性且令人瞩目的创新性研究。

为了“种甘蔗”

甘蔗是全球最重要的糖料和能源作物之一，提供了世界约 80% 的食糖和 40% 的燃料乙醇。我国是世界上最早用甘蔗制糖的国家之一，已有 2000 多年的历史。食糖是关系国计民生的重要战略物资，除日常消费外，2000 多种工业产品需要用糖作为原材料。

“然而，甘蔗基因组是植物科学领域公认的难题，国际上许多基因组学的权威科学家研究过，都认为这是基因组最复杂的物种之一。”论文通讯作者张积森告诉《中国科学报》，现代栽培甘蔗的遗传结构特别复杂，“像一团乱麻”；其多为 8 倍体、10 倍体甚至具有更高倍性，染色体数目在 100-130 条之间；同源多倍体与异源多倍体成分并存；染色体断裂、融合和非整倍体现象普遍；重复序列和转座子高度富集。



盛花期的甘蔗。受访者供图

“这些特征使得传统的单一线性参考基因组难以同时容纳不同倍性、不同染色体数和不同遗传背景，等位基因剂量难以准确区分，测序数据在比对过程中出现大量多重比对和信息丢失等问题。”张积森说，传统方法根本理不清，单一线性基因组范式在甘蔗等复杂多倍体作物中已接近失效，急需新的基因组参考体系。

甘蔗基因组研究的挑战不仅在于其科学复杂性，更在于其产业重要性。我国每年消费食糖约 1500 万吨，其中自产约 1000 万吨。广西作为我国最大的蔗糖生产基地，糖料蔗种植面积稳定在 1100 万亩以上，蔗糖产量稳定在 600 万吨以上，占全国 60% 以上。突破甘蔗基因组研究瓶颈，对保障国家食糖安全具有战略意义。

然而，现代甘蔗育种高度依赖有限的亲本材料，遗传基础狭窄，种质资源利用不足，制约了产量和抗逆性进一步提升。“研究的初衷是破解多倍体遗传密码，利用挖掘的关键基因来进行生物技术育种。”张积森说，这份初心支撑着团队在困难面前不退缩。“如果只做基因组研究，我们的工作就失去了应用价值。”

2021 年，张积森团队开始为这项研

究做准备，最初想系统解析甘蔗属基因组的演化规律。2022 年，他从福建农林大学调任广西大学，项目正式启动。“我就是为了种甘蔗，所以来了广西大学。”他说，因为广西是我国最大的甘蔗产区，要搞甘蔗育种，必须亲自种甘蔗；甘蔗产业是广西发展的重点产业，不到广西，就搞不清楚产业真正的需求。

这一年，在初步研究的基础上，他们发现，要想真正实现“在多倍体里找基因”，必须先为甘蔗的复杂基因组打造一个更精准的“新地图”，即图泛基因组，而不是继续在存在严重偏差的“旧地图”——线性参考基因组中摸索。

张积森解释，线性参考基因组收集的基因变异信息太少，对甘蔗这种复杂基因组而言，可能会遗漏绝大部分有价值的遗传变异信息。而图泛基因组最大的创新和价值在于，可以建立一个统一的坐标系，有利于准确定位基因组变异。

由此，该团队开始了在甘蔗基因组这一“世纪难题”上的持续攻坚。

从“二维”到“三维”

甘蔗基因组的复杂性超乎常人想象。“我们的工作，简单而言，就是把原来的二维基因组变成了三维基因组。”张积森说。

可以把甘蔗基因组想象成一个拥有 100 多本不同“书籍”（染色体）且“书籍”内容高度重复的图书馆。这些“书籍”来自不同的祖先（不同物种）、版本各异（倍性不同），但许多章节内容相似。传统的阅读方式——线性参考基因组，就像试图为每一本书单独编制目录，但由于内容交叉重复，很难厘清头绪并进行跨书比较。

（下转第 2 版）