

中国科学院院士李灿： 发展人工光合成产业是“一石三鸟”之举

院士访谈

◎本报记者 张佳星

党的二十大报告指出，推动经济社会发展绿色化、低碳化是实现高质量发展的关键环节。

实现绿色化、低碳化发展，自然界本身就蕴藏着可借鉴的路径。比如，光合作用不仅消耗二氧化碳，还将光能固定，为生命活动提供必需的能量。光合作用与能源利用过程可构成一个完整的生态循环。如果让光合作用规模与能源利用规模实现平衡，则可同时实现碳减排与经济发展。

然而，自然界光合作用在短时间内消耗的二氧化碳数量有限。那么，是否可以用工业化的方法，将光能固定，为生产生活提供能量，同时实现二氧化碳的消化或者利用呢？

答案是肯定的。在“双碳”目标的引领下，我国科研人员正在不断完善人工光合成技术。“它的规模化应用不仅可以充分利用可再生能源，大规模消纳二氧化碳，还能解决能源的多样化问题，以多种方式储存能源便于不同行业产业的利用，实现‘一石三鸟’的创新路径。”近日，中国科学院院士、中国科学院大连化学物理研究所研究员李灿就此接受了科技日报记者专访。

光伏发电能量利用率大幅提升

记者：当前光伏发电技术已经相对成熟并且应用广泛，还需要对太阳能进行更进一步的利用吗？

李灿：光伏发电是大家最熟悉的太阳能利用方式，其能量利用率近年来大幅提升，提升速度是10年前难以想象的。过去晶硅电池的太阳能利用率只有百分之十几，而今，太阳能的工业化利用效率平均可达22%，在实验室能达到26%。理论物理学家估算，太阳能单晶硅电池的太阳能利用率的极限值为31%，因此可以说，以光伏发电的方式利用太阳能，其能量利用率已经非常接近极限值。

如今，能量利用率不再是关键制约问题，并网利用的问题随之凸显。目前在我国新疆、青海、内蒙古、甘肃等西部地区，光伏发电量巨大。受资源分布限制，光伏、风电等的发电量大多来自偏远地区，这些地区很难铺设规模化电网或者特高压电网，发出的电难以并网使用。正因为如此，这些年出现了“弃风弃光”现象。

到2030年，我国光伏发电、风电装机容量要达到12亿千瓦的目标。目前看，这个目标可以超额完成，当前更大的挑战在于如何实现巨量风、光发电的有效利用。

为了解决这些问题，我们提出将太阳能转化为燃料或化学品加以利用(Power-to-X)，从而通过适宜技术高效、



视觉中国供图

便捷地使用大量已经发出来的电。
记者：您提到的适宜技术具体指什么？目前有哪些适宜的技术，应用后可达到怎样的效果？

李灿：这些技术是指在不修建输电电网的基础上，将可再生能源产生的电能转化为其他能源形式，例如可运输的液体燃料。

自然界的光合作用给了我们启发。光合作用的本质是能量固定的过程。以人工方法实现光合作用的研究持续了很多年，有光催化、电催化、热催化、酶催化等技术路线。这些研究正朝着不断提高人工光合作用的效率、实现规模化生产的方向前进。

实现人工光合作用的规模化利用，将给生产生活带来很大变化。比如工信部正在倡导甲醇燃料汽车，以绿色甲醇代替汽油将大大降低污染物排放，并实现碳中和。另外，甲醇、甲醛等是材料合成、生物医药等工业的原材料，通过二氧化碳转化的方式获得这些原料将大大降低相关产业对化石资源的依赖。在人工合成淀粉的研究中，我们团队参与了前端环节。这项研究通过把二氧化碳转化成甲醇，再进一步合成碳水化合物，有望带来人类获取食物模式的变革。

人工光合成产业发展迎新契机

记者：以人工方法实现光合作用的优势是什么？

李灿：发展人工光合成产业，初衷是把取之不尽的太阳能有效利用起来。10年前，中国科学院开启了一个太阳能利用行动计划，由我和褚君浩院士领衔推进。计划启动之初，我们对中国太阳能利用水平、技术路径、产业规模等做过全面的战略分析，认为发展人工光合成产业是极具潜力的方向之一。

随着我国“双碳”目标的确定，人工光合成产业迎来发展契机。光合作用的主要原料是二氧化碳和水，可以把二氧化碳从“废气”变为“资源”。

当前人类已经发展了一些消纳二氧化碳的技术，比如碳捕捉、碳封存，把工业排放的二氧化碳捕捉下来注入到深井里封存起来，但这种方式是净投入的，后续没有产出。人工光合成方法却可以“变废为宝”，在消纳二氧化碳的同时，生产出原料。因此我认为，人工光合成是可持续发展的“碳捕捉”方式。

记者：这样看来，二氧化碳也是一种资源，应如何利用这种资源呢？

李灿：二氧化碳的资源化利用研究由来已久，但由于二氧化碳的强惰性，需要足够的能源来激活，不像氢气、氧气活泼易利用，因此相关研究进展缓慢。

现在情况不同了，我前面说到光伏发电量大且成本降低，但并网困难。人工光合成技术可以将这些能源利用起来，比如一步法电解二氧化碳制备烯烃和含氧化合物等。另一种规模化转化二氧化碳的技术是两步法，即通过光伏发电电解水制氢，然后加入二氧化碳制甲醇、汽油，再制成各种化学品。目前，通过这种方法制备甲醇已经进入工业示范阶段，制备汽油处于中试阶段，其他产品的制备还处于基础研究阶段。据估算，这种方法可为市场提供约1亿吨甲醇，减排空间达3.5亿吨；如制备汽油，减排空间达到6亿吨以上；其他制备路径也可在提供工业原材料的同时，



李灿院士

实现数亿吨的碳减排。

推进技术的工业化落地是系统工程

记者：既然二氧化碳的资源化利用能带来多方面的收益，那为什么它的发展没有我们想象的顺利？

李灿：随着技术的进步，很多以前认为不可能的或艰难的工作，已经具备了条件。比如，制氢曾被定义为一项非常困难、非常耗能的技术，但实际上目前其成本已经非常可控了。当离网电价在每度0.3元时，电解水制氢成本是每公斤18元，比煤化工制氢的每公斤10元贵不少；但当离网电价降到每度0.1元时，制氢成本降到大约每公斤7元，在此基础上制备工业原料甲醇成本仅每吨1700元，比煤化工制甲醇每吨2500元的成本低很多。而光伏国际招标价已经降到每度0.14元。可见，太阳能发电电力成本的大幅降低，为人工光合成过程中的氢气、甲醇制备等问题“松了绑”。

记者：应如何推动人工光合成的产业化发展？

李灿：从最开始的基础研究、催化剂筛选到最终落地、规模化生产，甚至带动产业链的延伸，整个链条非常长，也面临一系列困难。

首先是成本问题。很多研究在实验室表现非常好，发的论文也很漂亮。但能不能转化落地、在市场中生存下来，成本是决定性因素。这就要求研究团队在进行基础研究时就考量生产过程的反应条件、工程造价等问题，在成果转化过程中与企业合作攻关、不断调整优化方案，并与地方政府通力合作，促成项目落地。

其次是协同攻关问题。人工光合成的技术链条很长，一个企业很难在各类技术中都处于最优状态，需要多家企业合作。目前，以我们团队的研发成果为核心，在兰州新区已经建起了液态阳光甲醇合成示范项目。这一项目从零起步，没有任何可借鉴的样板，必须开展协同创新。目前这一项目正在与中煤集团合作推进十万吨级的工业化生产。

当前更多的人工光合成技术路线正在迈向产业化，例如冰岛利用地热能发电的二氧化碳制备甲醇技术已实现中试，智利进行了用空气中捕获的二氧化碳制备绿色汽油的百吨级示范；我国也进行了二氧化碳加氢制甲醇的工业化示范。未来，期待各方力量转变现有的碳减排思路，形成合力，挖掘二氧化碳资源化利用的潜力，从而在解决能源问题的同时实现低碳发展。

热点追踪

围绕“扩、促、兜”综合施策 全力稳就业惠民生

◎实习记者 朱玺

“今年以来，在疫情防控较快平稳转段、稳经济政策效果持续显现的有力支撑下，就业形势逐步恢复，保持总体稳定。”4月底，在国新办举行的“优化调整稳就业政策措施 全力促发展惠民生”国务院政策例行吹风会上，人力资源和社会保障部(以下简称人社部)副部长俞家栋说。

俞家栋介绍，近日国务院办公厅印发《关于优化调整稳就业政策措施全力促发展惠民生的通知》，文件围绕“扩、促、兜”进行综合施策。扩，就是多方位扩大就业容量。聚焦吸纳就业能力强的产业企业扩岗支持，加强政策激励，提振市场信心，培育就业新增增长点。促，就是多渠道促进高校毕业生等青年就业创业。千方百计稳住公共部门岗位规模、拓宽市场化就业渠道。兜，就是多层次兜牢民生底线，聚焦困难群体求职就业面临的问题，分层分类提供就业援助、失业保障和社会救助。

人社部就业促进司司长张莹介绍，一季度，人社部会同十部门举办了春风行动暨就业援助月活动，集中为困难人员送岗位、送服务、送政策、送温暖，同步开展劳务协作、支持引导返乡创业，累计帮助40万城镇困难人员实现就业，推动脱贫人口务工规模达到3074万人。

为提升劳动者就业创业能力，人社部组织实施了职业技能提升行动。人社部职业能力建设司负责人王晓君介绍，为适应社会发展新形势，职业技能培训要适应数字中国、健康中国、制造强国建设需要，深入实施制造业技能根基工程和高技能领军人才培养计划，加大先进制造业和托育、护理、家政等领域高素质技能人才培养。紧跟数字经济等新业态发展，加快新职业标准开发，推进新职业培训，促进更多劳动者在新职业领域自主创业、灵活就业。

2023年高校毕业生规模再创新高。俞家栋强调，此次文件将促进高校毕业生等青年就业作为重要内容，提出政策举措和工作安排，在激励企业吸纳、稳定公共岗位的同时，也鼓励毕业生基层择业、促进自主创业和灵活就业以及扩大见习规模。

国务院国有资产监督管理委员会(以下简称国资委)社会责任局局长李军介绍，2022年，全国国企招录高校毕业生超过76万人，同比增长23.4%，其中，中央企业招录36.8万人，同比增长23.9%。

他介绍，为做好2023届高校毕业生就业工作，国资委督促指导国资央企稳定高校毕业生招聘规模，提早部署、精心组织、完善机制，与有关部门组织开展招聘活动。“截至目前，共举办110条线上线下双选会，累计3.2万余家用人单位参与，提供岗位70万个，接收简历840万份。”李军说，“未来，国资委将按照部署，持续推动国有企业做好稳就业相关工作，提供更多见习、就业机会，努力实现企业发展与人才成长相互匹配，以高质量招聘促进企业高质量发展。”

在保障高校毕业生自主创业和灵活就业方面，俞家栋表示：“我们将支持毕业生从事创意经济等特色经营。对创业毕业生，按规定落实创业贷款及贴息政策，简化担保手续，对符合条件的落实免除反担保的要求。同时，对灵活就业毕业生，落实新就业形态劳动者劳动保障措施，推进职业伤害保障试点，并给予社会保险补贴支持。”

推动智慧农业技术落地 助力棉花产业优化升级

◎本报记者 张晔 实习生 李宁宁

“面对国际市场上的激烈竞争，品质低、成本高已经成为我国棉花生产的软肋，推动棉花产业优化升级迫在眉睫。”4月28日，在江苏大学举行的2023年耒耜国际会议上，中国工程院院士陈学庚指出，数字科技的不断发展为无人农场建设奠定基础，让相关技术落地将有助于我国棉花生产实现智慧管理、规模效益。

2022年，全国棉花播种面积为4441万亩。其中，新疆地区植棉面积3896万亩，占全国总面积的87.7%。但是在其他省市，棉花种植面积持续下降。

陈学庚认为，新疆棉花发展到目前状态，两项关键技术起到核心作用：一是膜下滴灌，二是膜下滴灌，并在此基础上实现棉花生产全程机械化。2022年，新疆棉花机耕率99.86%，机播率99%，机采率81%，棉花耕种收综合机械化率为94.5%。新疆皮棉亩产也从1979年的22公斤，增长到2021年136.4公斤。

尽管新疆棉花生产取得长足进步，但是我国棉花生产仍存在不可忽视的问题，比如三丝含量超标，棉花品质达不到棉纺企业对高端配棉的质量要求；种植品种太多，棉花一致性差，仅新疆地区种植面积在万亩以上的品种就达45个，同一区域棉花混种、混收、混合加工，导致在高端棉花比拼上，产品竞争力不足。

“近年来，我国智慧农业技术取得长足进步。”陈学庚表示，在信息化技术的辅助下，传统农业正一步步迈向精准、智能，比如农业环境传感器、农业遥感技术、农业无人机、精准水肥药施用等得到广泛应用，为无人农场建设奠定了基础。

“要全面推进乡村振兴，加快建设农业强国，强化农业技术和装备支撑，解决新时代谁来种地，谁来管田的问题。”陈学庚说，无人农场生产模式利于统一棉花品种，对于提高机采棉效率、提高棉花产量和品质、促进棉农增产增收有重要意义。同时，还可实现生产过程数据采集标准化，实现棉田智慧管理和规模效益。

“让技术落地才是硬道理。”陈学庚说，无人农场建设投入成本大，标准化生产程度高，必须实现模块化、可复制化，通过现代化管理手段和规模化生产降低生产成本，获得比传统生产方式更好的效益，才能最终大面积推广应用。

强化两方管理和一个服务 让电动自行车充电更安全

◎实习记者 沈唯

经济快捷的电动自行车为日常出行带来了便利，深受人们青睐。数据显示，截至2022年底，我国电动自行车社会保有量已达3.5亿辆，年产量超过3500万辆，均位居世界第一。然而，因电动自行车不规范充电引发火灾的现象屡屡出现，如何规范电动自行车充电管理成为亟待解决的公共安全课题。

不久前，北京市市场监督管理局正式发布《电动自行车充电设施运营管理规范》。新规对电动自行车充电设施运营的一般要求、运营与服务管理要求、评价改进等方面进行规范，着力提升充电设施在选址、验收、运营、维护各环节的安全水平。新规实施后，将为北京近500万辆电动自行车提供安全可靠的充电服务。该规范将于今年7月1日起施行。

充电设施的规范运营能否解决电动自行车充电安全问题？保障充电安全还需要哪些方面的努力？4月下旬，北京市产品质量监督检验研究院汽车检测所新能源实验室主任吴志芹在接受科技日报记者采访时对上述问题作出回应。

充电设施规模化建设仍待推进

电动自行车充电设施是专门为电动自

行车或电动自行车用蓄电池组提供充电、换电服务的设施，包括智能充电插座、交流充电桩、充电桩、换电柜及其配套的供电系统、计量设备等。长期以来，电动自行车存在着“充电难、充电慢、充电不安全”等问题，如果充电设施能够规范化、规模化建设，这些问题都将得到有效解决。

充电设施规模化建设也应当以保障安全为前提，如不应设置在高温、易燃易爆场所，不应与火灾危险性为甲、乙类的厂房、仓库及设有可燃易燃外保温建筑贴邻设置；不应设置在地势低洼或建筑物雨水管口、河道等附近，应与污水、自来水、燃气、电力等地下设施管道、井盖保持1米以上安全距离；不应占用人行通道、疏散通道、消防车道等。

“充电设施属于近几年的新兴产业，许多老旧小区都存在建设选址难、电源接入难等问题，因此充电设施目前尚未形成网络化效应。”吴志芹说。

此外，在充电费用方面，许多民众因充电价格较高而不愿选择充电设施。而从充电设施自身的角度来看，由于相关标准刚刚发布，暂未进入正式实施阶段，产品质量还不能得到保证。

吴志芹指出，充电设施有待改进的地方还有很多，例如不具备短路保护、漏电保护功能，容易导致人员触电等。“充电设施重建设、轻管理，还容易导致坏桩、‘僵尸桩’的产生，这些都不利于用电安全和大众使用。”

据不完全统计，2022年至今，北京市已新增充电设施接口超过34万个，现有充电接口超过75万个，充电设施运营企业100余家。

吴志芹告诉科技日报记者，充电设施数量多、分布广，建设运营难度大，为此北京市制定了相关的补贴政策，有利于促进企业运营。“但北京市的电动自行车充电设施建设运营也面临选址难、接电难的问题，特别是老旧小区、城乡接合部和农村地区，难以实现规模化运营。”吴志芹说。

保障充电安全还需多方合力

吴志芹介绍，此次北京市发布的《电动自行车充电设施运营管理规范》，从运营企业、场地管理方、充电设施及其运营服务四大方面提出要求，重点强调了两方管理和一个服务。

“两方”分别是指充电设施运营企业和场地管理方，新规明确了充电设施运营企业要建立健全管理制度、加强作业人员管理和充电设施维护，强化了场地管理方对电动自行车停放充电场所的日常管理具体要求，提升充电设施设备及周围充电环境安全管理水平。

“一个服务”就是充电设施的运营管理服务，通过设备硬件和企业运营平台、App客户端等配套软件提升充电设施服务品质和用户使用满意度。新规还提出，充电设施应具备接入北

京市电动自行车集中充电设施监管平台的功能。“标准的实施将逐步推动北京市电动自行车充电设施管理统一接入市级管理平台，对充电设施进行运行监管、动态监测、安全预警及服务评价，大幅提升安全管理水平。”吴志芹说。

新规要求充电设施运营单位公示收费项目、收费标准、结算方式，并明确了收费明细的内容。充电收费采取“电费+服务费”模式，两者分别计价、收取，充电电费执行政府规定的电价政策，确保居民愿意用、用得起。对于退出市场的运营企业，新规要求企业做好充电设施的转让或拆除，以及客户档案注销或信息变更工作，确保市场平稳过渡、企业有序退出、个人信息安全。

吴志芹认为，要进一步保障电动自行车充电安全，还需管理部门和行业内部等形成监管合力。“首先要推动老旧充电设施的更新迭代，随着充换电设施技术标准和新规的落地实施，要逐步淘汰不符合标准要求、安全要求的老旧产品，形成安全稳定的充电格局。”

此外要强化充电设施安全检查力度，确保设施安全运营。同时加强充电设施收费监管，提高居民使用意愿，让居民主动养成电动自行车不上楼的安全充电习惯。

“还要落实企业安全主体责任，提升企业运营管理水平和管理能力。场地方安全管理意识也需强化，要形成企业与场地方协调一致的全面管理格局。”吴志芹表示。