

# “以氢换煤”助力煤化工脱碳

■本报记者 朱妍



视觉中国图

日前，中国石化内蒙古鄂尔多斯市风光融合绿氢示范项目启动开工，作为目前全球最大的绿氢耦合煤化工项目，该工程主要利用当地风、光资源发电直接制绿氢，年制绿氢3万吨、绿氧24万吨，就近用于当地煤炭深加工示范项目降碳减碳。

在“双碳”目标下，绿氢被视为助力煤化工产业深度脱碳的利器。除了上述工程，国能包头煤化工绿氢绿氧项目、中煤鄂能化二氧化碳加绿氢制甲醇技术示范项目等也在内蒙古提上日程。记者还注意到，在宁夏宁东、陕西榆林等现代煤化工产业示范区，绿氢耦合思路纷纷由规划加速走向项目实践。力破高碳紧箍咒，用好绿氢正当时。

## ■从源头解决高碳排放

绿氢注入背后，源于煤化工产业自带的高碳属性。据中国石油和化工工业联合会测算，从吨产品来看，煤

直接液化、间接液化以及煤制烯烃、煤制乙二醇的碳排放量，分别为5.8吨、6.5吨、11.1吨和5.6吨，远高于以油、气为原料的排放水平。对标低碳发展要求，减排迫在眉睫。

中国科学院院士李灿向记者举例，以煤为原料生产甲醇，1份产品需要由煤炭提供2-3份碳原子，主要作用是制取工艺反应所需的氢元素。“但其实，这些碳原子的实际利用率并不高，最多只有一半通过转化进入终端产品，其他都变成二氧化碳排掉了。如果想办法替代这一步骤，碳排放就有希望得到控制。”

为此，李灿提出了利用风、光等可再生能源分解水制绿氢，后者再注入甲醇生产的思路。反应所需的氢不再是由煤而来，从源头真正减少排放，这也是目前绿氢耦合煤化工项目的经典代表之一。按照我国年产甲醇约9000万吨计算，若全部采用该路线，减碳量有望超过1.2亿吨。

“以煤气化为龙头的煤化工项目，正是推广绿氢耦合应用的重点领域。”中国科学院大连化学物理研究所专家靳国忠进一步称，大部分煤化工项目，必须经过水煤气变换工序、调整碳氢比，才能产出满足工艺要求的合成气，该步骤是碳排放的最主要工段。利用补入绿氢来调节碳氢比，则可以省略水煤气变换工序，大幅节约煤炭资源，从而减少碳排放。

在宁东基地，上述思路也有实践。“根据基地煤化工项目生产实际，使用1吨绿氢替代煤制氢，平均就能节约煤炭消费量11-12吨标准煤，可减排二氧化碳28-30吨。”宁东基地管委会相关负责人介绍，以氢换煤、绿色消碳，现已成为当地煤炭消费升级的重要途径。

## ■进一步提效降本

随着项目加速落地，业内对绿氢耦合思路有了更深认识，一些难题也暴露出来。

上述基地负责人坦言，宁东发展光伏制氢的条件优越，但因光伏发电时间受限，即使给予理论上足够量的装机量，相关企业也很难实现绿氢连续生产，进而造成电解槽产能浪费、生产成本增加。“煤化工项目对连续生产有着严格要求，采用绿氢耦合路线，必须解决连续供应问题，满足煤化工用氢的稳定性需求。”

“风、光伏发电受季节、天气等变化影响，在客观上造成制氢输出的不稳定性，也影响了煤化工项目连续生产。”靳国忠表示，为解决间歇性、波动性问题，一方面可考虑风、光之间多能融合，形成供电相对稳定的风光互补发电系统；另一方面，配置适当容量的储能系统，平抑、消纳、平滑新能源发电的输出，通过“风光氢储”一体化匹配煤化工项目用氢需求。

此外还有经济性问题。记者了解到，煤化工项目是以生产大宗产品居多，一旦失去了成本优势，产品竞争力将大打折扣。但目前，绿氢制备成本仍是煤制氢的2倍甚至更高，其大规模使用无形中加剧了煤化工项目成本控制压力。

“可再生能源电价低于0.15元/千瓦时，可再生能源制氢的经济性才能得到保障。”靳国忠认为，对此还需适度加大风光发电的建设规模，通过规模效应降低发电的成本，并加快先进制氢技术的研发和迭代。“比

如在现有绿氢工艺中，碱水制氢成本较低、应用最广，但因为电解槽启动时间长，无法快速调节制氢速度，与可再生能源的适配性比较差。质子交换膜制氢技术的安全性和效率更高，运行更加灵活，系统造价却也更高。绿氢在煤化工领域推广应用，降本是关键，技术是支撑。”

## ■在部分地区率先规模化

在多位业内人士看来，绿氢耦合煤化工项目整体技术可行、经济性可期，但目前还处于产业示范阶段，真正走向工业化仍有不小距离。

例如，规模应用的前提，是打通耦合发展全流程的参数设计、技术工艺、装备设施等，实现能效提升、设备利用、降耗减碳水平的最优化。然而，目前理论研究居多，由于缺乏足够的项目实践及相关数据验证，各系统如何实现最优匹配，既无标准，也没有成熟参考经验。除了新建工程，大批存量项目的改造投资大、技术要求高，还可能对已有装置的生产效益造成影响，这也是现实难题。

“因此，我们鼓励在有条件的地区率先推广。”靳国忠举例，内蒙古、宁夏、榆林等地，煤炭与可再生能源资源均很丰富，现代煤化工产业基础深厚，通过建立离网风、光项目电解水制氢，可率先打造绿氢耦合煤化工跨能源、跨产业的多能互补综合示范区，发展独具特色的西北绿色能源基地。绿氢就地利用，反过来还能降低储运及使用成本。

石油和化学工业规划院副总工程师韩红梅认为，煤化工是氢用量最大的领域，但也非所有地区，所有项目都适用。结合实际，宜优先选择具有良好风光资源和化工园区组合条件的地区，从技术示范起步，研究产业特征，做好工程方案循序渐进。

“煤化工企业可以自主投资，也可以跟专门做绿氢的企业合作。”韩红梅提醒，在项目选择上，煤制油气并不适合引入绿氢。“这些项目属于能源转化类，从煤炭初级能源转化为油气初级能源，使用时还是把它们烧掉，产品所含的碳全部转化为二氧化碳排放，不具备留碳功能。这样一来，绿氢即便作为中间原料引入，整体能效最终依然打了折扣。”

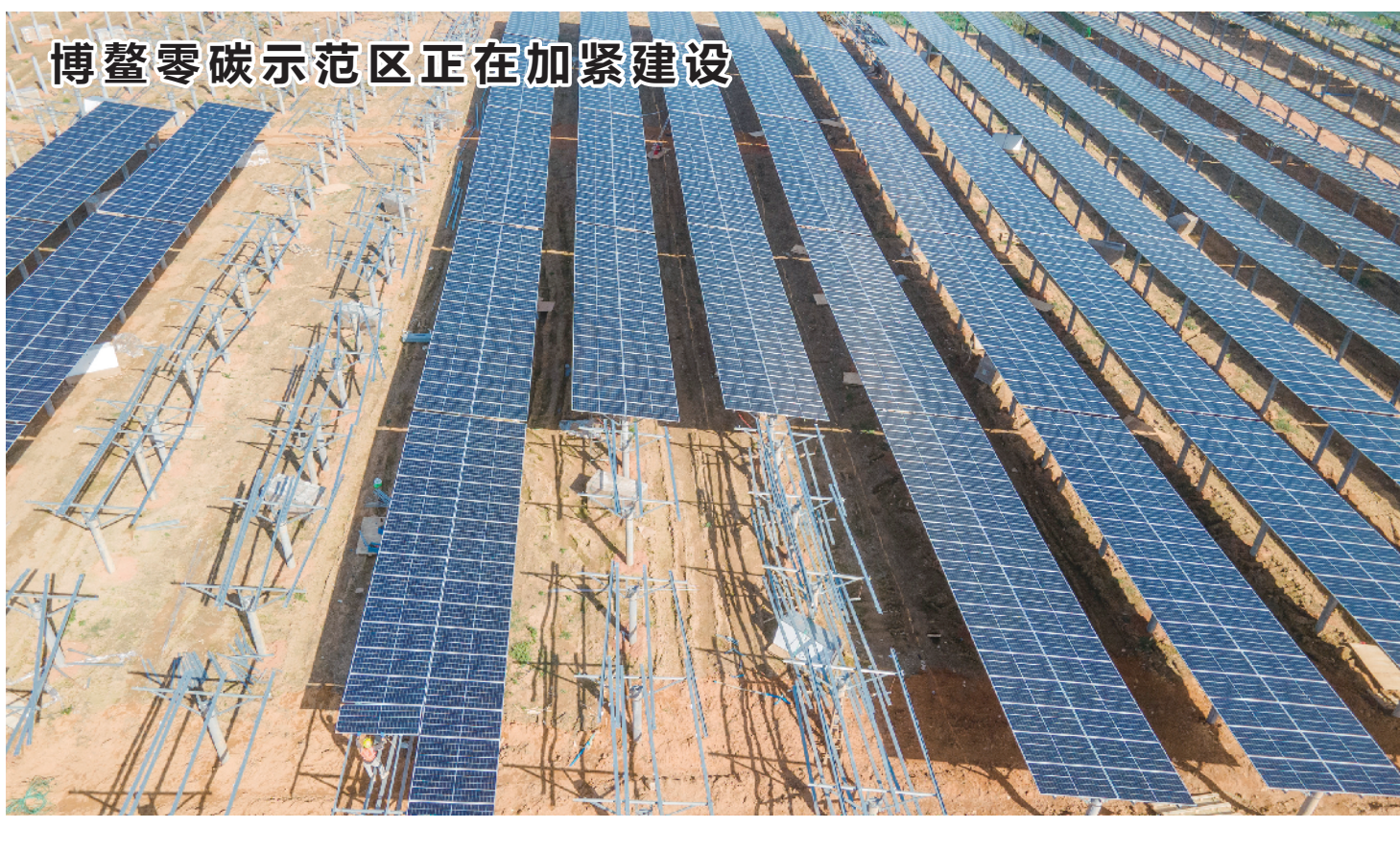
## ●关注

### 央行等五部门： 完善绿色金融服务体系 推动绿色金融标准互认

本报讯 2月23日，人民银行会同银保监会、证监会、外汇局、广东省人民政府联合发布《关于金融支持前海深港现代服务业合作区全面深化改革开放的意见》，涵盖民生金融、金融市场互联互通、现代金融产业发展、促进跨境贸易和投融资便利化、加强金融监管合作等方面，为横琴、前海两地建设粤港澳大湾区重大合作平台提供坚实的金融支撑。

《意见》要求合作区完善绿色金融服务体系，推动绿色金融标准与港澳互认，加强粤港澳大湾区绿色金融合作，鼓励合作区内企业利用港澳平台为绿色企业、绿色项目进行认证及融资。强化对金融机构的绿色金融业绩评价。支持广州期货交易所建设电力期货市场，服务合作区绿色金融发展。

《意见》指出服务实体，多元发展。坚持深化金融供给侧结构性改革，创新发展资产管理、债券市场、融资租赁、绿色金融等现代金融产业；制度创新，引领示范，发挥澳门独特优势，建立与国际接轨的金融规则体系，为粤港澳大湾区建设探索金融支持新路径；完善监管，防范风险。完善开放条件下的金融监管机制，创新基于电子围网系统的跨境金融管理体系，实现跨境资金“管得住、放得开”。（林中源）



### 博鳌零碳示范区正在加紧建设

### ●图片新闻

博鳌零碳示范区是海南省和住建部共同创建打造的全国首个国际论坛零碳园区和具有国际影响力的绿色发展标杆项目。其中，位于博鳌镇坡门村附近占地总面积330亩的博鳌零碳示范区岛外农光互补光伏发电项目，光伏装机总容量19.998兆瓦，工程分两期建设，目前正在加紧安装。人民图片

## 与集中式光伏、户用光伏三分市场 我国工商业光伏加速升级换代

■本报记者 董梓童

工商业光伏已经成为光伏应用市场的重要组成部分。中国光伏行业协会数据显示，2022年，我国光伏新增装机87.41吉瓦，同比增长59.3%。其中，分布式光伏新增装机51.1吉瓦，同比增长74.5%。工商业光伏新增装机达25.86吉瓦，同比增长236.7%，形成与集中式光伏、户用光伏三足鼎立的市场格局。

阳光新能源总裁张许指出，光伏产业发展迅猛，工商业光伏新增势头强劲。预计未来5年，工商业光伏新增装机年均增速有望达到30%。随着市场成熟度越来越高，空间越来越大，工商业光伏也正面临升级换代的新需求。

### ●●期待更优质服务

中国光伏行业协会副秘书长江华称，光伏是我国构建新型电力系统、推进碳达峰碳中和目标达成的重要战场。工商业是国民经济的强大主体和增长的强劲引擎，也是实现光伏综合开发利用，加快发展方式绿色转型、加速“双碳”目标实现的重要平台。

管理咨询机构科尔尼上海企业咨询有限公司全球合伙人王泽恺表示，工商业光伏将成为光伏市场的主力之一。工商业企业越来越意识到增强自身绿色供电能力的重要性。面对极为广阔的市场，光伏企业要注意到项目全价值链条，从设计、开发、施工到并网，要严格把控市场质量。

在张许看来，未来工商业光伏项目的发展方向可以概括为“更友好”。“消费者希望光伏电站多发电、发好电，就要求降低供电成本，创造更大价值。要满足

市场需求，就要关注到此前产业忽略的领域，比如根据不同的建设环境，设计个性化排列方案，将服务延伸至金融服务和运维服务。”

“工商业是城市用能大户，占我国整体用能的70%左右。要实现能源转型，就不能忽视工商业市场。从前，分布式光伏市场上产品鱼龙混杂，主要企业主要以技术攻关、提升产品性能为发展主要方向。经过近几年的发展，工商业光伏市场已经从兴起走向勃发，既要提升技术和产品性能，又要完善解决方案，实现服务的升级换代。”阳光新能源副总裁张彦虎说。

### ●●技术+平台双轮驱动

阳光新能源分布式能源总裁李世贵认为，提升技术和平台优势是助力光伏企业开发工商业光伏项目的关键。经过几轮的行业洗牌，目前主要光伏企业都有打得响的产品和品牌，也在研发新技术产品，做好储备技术。要促进工商业光伏的发展，除了技术外，还要关注到平台。

“项目建设评估体系越完善，金融、供应链、信息化管理等平台能力越强，公司可持续发展能力越强，企业活力越高。工商业光伏项目首先是一个项目，我们不能简单地理解消费者只追求更高性能的组件，实际上他们追求整个项目系统性地改善。”张彦虎解释，“比如，软性评估体系的建立可以让我们在阶段就预知到施工期的难点和痛点，并提前解决。”

“包含金融、供应链、信息等在内的平台则分别对应前期投资融资、产品售价和投运后运维管理阶段。

有了平台的支撑，就等同于建立了一个生态圈，这个圈子可以助力企业应对更复杂的工商业企业需求，在精准测算、快速设计、建设运营等环节全生命周期实现快速运转、高效落地，也将进一步推升工商业光伏项目。”李世贵说。

张许成表示：“工商业光伏将从技术驱动走向技术和平台双轮驱动，这是工商业光伏渠道生态的创新模式，有望带动整个工商业光伏市场的拓展升级。”

### ●●提升对电网友好性

江华认为，绿色能源发展趋势明显，我国工商业光伏迎来高速发展态势，新技术、新产品、新模式不断涌现，企业安装光伏的主动性和积极性快速提升。预计未来工商业市场发展势头将更加迅猛。

张彦虎认为，工商业光伏的价值逐渐被社会认可，市场投资开始从第三方向工商业转移。随着分布

式光伏装机规模越来越大，其绿色能量供给规模和占比也将不断提升，渗透率也将逐渐走高。不过，由于光伏具有波动性和随机性，在规模持续增加的背景下，将影响企业用电负荷和电网可靠性。

要达成绿色转型目标，就要更好地发挥分布式光伏效用，解决分布式光伏电力供需之间的剧烈波动和错配问题。为此，张彦虎认为，下一阶段，分布式光伏将呈现光储融合的发展趋势。搭配储能后，在提升电站增发能力的同时，还可以进一步提升项目的投资收益率。

“展望未来，我们还需要不断提升分布式光伏对电网的友好性。大规模分布式光伏储能需要海量设备，大量分散的发电电源和调节电源都单独连接电网，将给电网调度带来巨大的挑战。要减少调度压力，就需要利用虚拟电厂技术，在一定区域内进行网源联合部署，这种互动连接将助力新型电力系统的安全稳定运行。”张彦虎说。