

## 发展“液态阳光”可实现“一箭三雕”

——访中国科学院院士李灿

■本报记者 张胜杰



李灿

“如今,极端天气和灾难越来越频发,已经危及人类的可持续发展。”近日,在“绿色能源与产业未来”新疆绿色产业发展专家学术交流会上,中国科学院院士李灿接受《中国能源报》记者采访时说,“不是危言耸听,这次不是‘狼来了’,而是‘狼真的来了’。在此背景下,我们要更加关注新能源发展。”

李灿表示,氢能是人类未来发展的方向,“液态阳光”作为太阳燃料,主要解决当下氢能的安全问题与可持续发展问题,从源头来解决燃料技术的清洁化。“发展绿色氢能和液态阳光甲醇是发展绿色能源的重要路线之一,对保障国家能源安全、实现碳减排具有重要意义。”

## 绿氢是实现碳中和的重要路径

在李灿看来,全球气候变化的主要原因,就是人类过度开发和利用煤炭、石油、天然气等化石能源,导致生态失衡,从而引起冰川融化加速、厄尔尼诺、海啸、洪水、干旱等极端天气频发,海洋生物灭绝速度加快。因此,气候变化对人类生存造成了严重威胁。

去年,在《联合国气候变化框架公约》第二十八次缔约方大会上,缔约国达成协议,同意“过渡期”化石燃料,逐步退出(转型离开)化石能源,风电、光伏、核电成为发展方向,以避免气候变化的

最坏影响。

随着国际形势恶化和气候危机加剧,我国实现“双碳”目标面临更大挑战。但是,在李灿看来,实施“双碳”目标是我国高质量发展的契机,而新能源的发展则是解决气候变化的最主要手段。

当前,氢能作为一种清洁高效、安全可持续发展的二次能源,其开发利用被认为是能源变革的重要方式之一。在制氢环节,按照生产来源划分,可将氢分为灰氢、蓝氢、绿氢。值得注意的是,绿氢是由风电、光伏等可再生能源分解水制成,制氢过程不产生二氧化碳。

“尤其是绿氢应用,正成为实现碳中和

目标、经济高质量发展的主要路径。它可从工业源头和终端解决二氧化碳排放问题。”李灿强调,氢能是实现“双碳”目标的主要抓手,每个方向可形成上万亿的产业。

在李灿看来,“有了绿氢,从源头上就可以解决一些二氧化碳排放的问题,比如氢燃料电池汽车就可大大减少交通领域的碳排放。”数据显示,目前绿氢在交通领域的应用占12%,化工领域占12%,冶金领域占13%,材料领域占10%。“上述排放都属于刚性排放,总共占到50%左右。”

## 规模化液态阳光项目已有应用

当谈及可再生能源发展的情况,李灿表示,我国是光伏发电及装机量最多的国家,而大规模储能是上网所亟需的技术。同时,我国加大可再生能源的消纳势在必行。据规划,我国可再生能源装机到2030年有望达到17亿千瓦以上,亟需为消纳这些可再生能源做好准备。“而太阳燃料可以合成低碳燃料和化学品,减缓我国液体燃料短缺问题。”李灿说。

据了解,李灿院士团队已突破了可再生能源太阳能电解水制取绿氢和二氧化碳加氢制“液态阳光”燃料的关键技术,利用太阳能、水和二氧化碳合成了液体燃料甲醇,同时实现了可再生能源利用和二氧化碳减排。

值得注意的是,与传统甲醇燃料不

同,这种技术生产的甲醇在整个生产过程中不仅不产生二氧化碳,还会利用空气中的二氧化碳来合成高附加值的甲醇燃料,是助力实现碳中和目标切实可行的技术路径。

如今,这种技术早已从实验室走向了应用。2020年1月,全球首套直接太阳能液态阳光千吨级示范工程在兰州新区试车成功,迈出了将太阳能等可再生能源转化为液体燃料工业化生产的第一步。该工程集成了太阳能发电、电解水制氢和二氧化碳捕获及加氢制甲醇等多项技术,不仅解决了光伏与制氢技术匹配的问题,还解决了夜间和白天加氢连续性的问题(离网体系的连续运行)。此外,中煤集团也在鄂尔多斯筹备建设一个年产10万吨级“液态阳光”工程。“事实证明,这是切实可行的碳中和路径。”李灿说。

## “液态阳光”具有多重优势

在李灿看来,我国可再生能源资源丰富,仅利用沙戈荒地区的光伏发电就可满足我国电力需求。

“尤其是西北地区,如内蒙古、新疆、甘肃、青海、宁夏等省区,可再生能源资源条件得天独厚,非常适宜发展绿色氢能和液态阳光技术。”李灿指出,这些区域可以凭借可再生能源资源禀赋,推进当地的能源转型和产业升级,进而推动地方经济实现

高质量发展。

甲醇作为理想的化学储氢分子,有助于解决氢的制、储、运的成本和安全性问题。记者了解到,目前,绿色甲醇在交通领域及供热领域都有规模化应用。比如,在乘用车、商用车、重卡车辆等交通上都可利用。在航运、航空上,国际海运组织开始要求船运推广使用绿色(甲醇)燃料,全球船运巨头马士基集团等在全球部署船舶绿色甲醇燃料生产、供应体系;国际航运也在倡导使用绿色航煤(SAF)。

在李灿看来,甲醇作为能源储存转化中枢,不仅可长期、稳定、安全储存可再生能源,而且还能解决可再生能源在供给侧和市场端随机变化难题。

“‘液态阳光’可以实现‘一箭三雕’。”李灿告诉记者,首先,它可解决风电、光伏等间歇性能源的规模化储能和调峰问题,规模化消纳可再生能源,解决弃风、弃光问题。例如,10万吨甲醇相当于6亿度电,可长时储存700MW级光伏电。

其次,甲醇作为氢能的载体,解决氢能制备、储存和运输的安全性和成本问题。甲醇水汽重整制氢技术趋于成熟,条件温和,储氢量可达18.75%。

最后,甲醇还可以资源化转化二氧化碳,解决工业刚性排放二氧化碳的问题。规模化生产液态阳光甲醇,可兼顾经济发展,实现变废为宝,并可缓解我国液态燃料短缺的局面。

远景集团高级副总裁田庆军:

## 技术创新破解储能行业“甜蜜的烦恼”

■本报记者 卢奇秀



田庆军

对于当前储能行业的激烈竞争和竞相降价,远景集团高级副总裁田庆军有着不一样的思考。

“放在一定时间和空间维度来看,可能就不会那么纠结和悲观了。一年前储能系统均价在1.3元/wh左右,那时候行业就在讨论价格底线,现在的价格已经跌破了0.7元/wh,站在现在看过去,那时候价格并不低。同样,如果再过一年,站在未来看现在,今天的价格也还有下行空间。跳出储能行业来看,在最近3、4年时间里,风机价格下降了3/4,光伏价格下降了2/3,推动去年中国新增新能源装机超过2亿千瓦。任何商业的本质还是要看成本,如果成本太高,政策再好也推不动。”在田庆军看来,竞相降价恰恰说明储能行业充满活力,有更多资本和人才涌入,未来市场空间巨大。正是受益于价格快速下降,推动了储能装机的翻倍增长,造就了储能行业的繁荣。

## 价格将继续下行

日前,新华社公布2024年度4GWh磷酸铁锂电池系统集中采购项目,项目共吸引71家企业参与竞标,其中95%以上的企业报价在0.5—0.7元/Wh,最低报价为0.558元/Wh,再次刷新储能系统单价新低。去年以来,储能项目招标量数倍增长,而电芯、系统价格却遭遇腰斩。

上游碳酸锂价格持续下滑,是储能价格下跌的重要推动因素。电池级碳酸锂均价从2022年11月60万元/吨的高位,回归到目前的10万元/吨左右。“碳酸锂只是储能成本下降的原因之一,认为储能价格下降就是原材料价格下降导致的,这是不对的。”在田庆军看来,储能成本下行背后的逻辑是技术创新、产品创新使然。产品价格下行又反作用于企业,让企业拼命创新,提升产品竞争力,打开技术上的黑匣子和壁垒。

田庆军以风电行业技术演进为例,前些年风机塔筒高度在70m—80m、重400吨,而现在最高可以达到160m、重280吨。也就是说高度增加了1倍,重量却只有以前的70%。这是技术进步的结果,打开了认知的壁垒。以前大家不知道风机的临界点,冗余太多,用大量的材料、大量的成本,来弥补认知的不足。现在随着技术进步,这些认知的黑匣子都打开了,可以用仿真、预应力定制化去做每节铁塔,其厚度是不一样的,这就把材料成本降下来了。储能技术降本逻辑也是同理。

“以前电芯成本降得很快,说明余量大,未来电芯仍然是降本的主力。”田庆军指出,储能产业降本一定是全产业、各环节的协同。碳酸锂价格稳定在一定水平之后,电芯生产企业和研发人员,面临着更大的降本压力。摆脱对原材料的依赖,不牺牲产品质量,持续把成本降下去是电芯发展的关键。

业内普遍关注储能产品价格何时能触底反弹?田庆军判断,储能产品价格还将持续下行。技术在不断进步,技术、工艺、设计、管理

上的创新还有非常大的优化空间。未来储能度电成本一定会到0.1元以下,不稳定性、波动性的新能源+储能的度电成本能够做到0.3元以下,这将真正推动能源革命进程。

“风电、光伏这些可以直接带来价值创造的资产,都对产品价格诉求那么高,更何况还不能带来直接价值创造的储能,所以,投资方对储能降本诉求还会非常高。”田庆军说,如果储能不能持续降本,投资方就没有动力把储能产业做大。

## 前景可期,但要警惕安全问题

面向未来,田庆军对储能产业前景表示乐观。宏观层面,一方面,全球都要解决气候变化问题,要应对减碳问题,全世界对新能源发展寄予巨大期望;另一方面,未来人工智能的发展将带来海量的用电需求。立足现实,目前国内31个省份全部要求新建的风电和光伏配储,今年储能装机量将在去年的基础上只增不减。与此同时,煤炭、钢铁、建筑等行业也在自建储能,以求降低用电成本、减少碳排放,工商储能将蓬勃发展。随着储能产品越做越好,工艺越来越漂亮,安全性越来越高,度电成本越来越低,还会走进家庭。乡村能源革命,储能也不会缺席。

“我们希望未来每个家庭,都有一个能量密度很高、体积很小、极致安全的储能盒子,最好能像笔记本电脑一样,可以移动,像充电宝一样,可以放在家里使用,解决家庭用电问题,价格也可以接受。其电力来自于屋顶上的光伏,不需要再向电网买电,这样的话人类才能真正从‘能源使用者’变成‘能源生产者’,实现能源自给自足。就像家家在阳台上种菜,不用到超市买菜了一样,这在未来一定可以实现。”田庆军指出,现在户用储能度电成本在1元多,当循环次数增加到1万次以上的话,度电成本可以做到0.2元以内,这对家庭是非常有吸引力的,会成为家庭标配。

海外市场要关注两个方向:一是东南亚、中东、南非等新兴市场,中国现在输出的不仅是产品和技术,更多输出的是能源转型的经验。这些区域电网相对薄弱,对储能的需求非常高;另一方面是欧美高端市场,也是高风险市场,如果在生命周期内达不到合同约定的性

能指标,将面临巨额罚款,这对储能企业的综合实力和技术能力是极大考验。

“未来几年,储能产业发展仍将处于快速上升通道,但这要以产品创新、成本下降、质量提升为前提。”田庆军指出,关注价格不如关注产品质量。过去几年风电光伏行业大规模降本,出现较多的质量事故。相比风电光伏,储能行业刚刚起步,抗风险能力很弱。如果控制不好质量,批量的质量事故,可能终止储能行业良好的发展势头。

## 技术创新要学会“走远路”

储能行业正经历“冰火两重天”,一边是市场持续繁荣,上万家储能企业汇聚,资本青睐有加;一边是产品同质化、竞争激烈,企业整合与淘汰赛序幕开启。

“实事求是地讲,没有哪家企业能保证自己一定能够存活下来。但是远景储能一定是行业里面最努力的。”田庆军坦言,储能产品和技术创新是最基础的创新,这也很难避免同质化。远景储能的核心能力是“全栈技术能力”——即从电芯、BMS、PCS、EMS等储能系统主要的零部件都实现自研自制,这可以掌控核心部件的生产和技术性能边界,设计系统的最优运行工况,从源头保证设计的一致性,提升最终产品的性能表现。

田庆军认为,未来储能行业技术发展方向非常明确——大容量、高密度、超安全、长循环、智能化。大容量和高密度,意味着可以节约投资,减少土地成本,尤其在海外市场,土地资源极为宝贵;极致安全是行业发展底线;循环次数越高,意味着同等情况下,度电成本越低;大容量的电芯也有助于降低成本;智能化让储能自动参与市场交易。

“一浪一浪的技术创新,将推动储能产品更新迭代。”田庆军介绍,远景储能构网型技术上两类解决方案:一种是微网方向,以构网型储能技术作为支撑点,把电网建立起来,同时把发电的新能源和客户的负荷连接起来,自己成为一个能运营的微电网;第二种是大电网的支撑方向,在大电网并网。电网一旦产生波动,构网技术可对电网进行电压、频率支撑或振荡抑制。

“远景储能天天讲‘储能的本质是交易’,可以给客户创造价值。如果我们自己都不投资做项目,怎么去说服客户?”田庆军介绍,远景储能基于丰富的新能源电站开发技术经验,可以提供从前端规划设计、施工建设、测试并网到后期运维的全生命周期服务。目前,远景储能已在山东滨州、安徽定远、浙江宁波、广西钦州等地已建成多应用场景的储能电站。

随着浙江、安徽等地持续完善分时电价政策,通过合理的时段划分和拉大的峰谷价差,为储能项目拓展收益。在田庆军看来,分时电价是局部的、短期的权宜之计,未来一定会走向市场化。“在越开放的电力市场,储能的价值创造就越大。通过更好的交易策略可以实现盈利。我们对此很有信心。”

“目前,土地正成为影响新能源产业发展的关键因素。”4月18日,在第二届新能源电力发展论坛暨第八届新能源电站设计与设备选型研讨会上,电力设计规划院新能源处处长岳功昌做出如上判断。他同时表示,从发展的角度出发,新能源将在电力系统中发挥越来越重要作用,为推进“双碳”目标作出更大贡献,但需要注意的是,随着新能源规模化发展,土地制约因素愈发明显。

国家可再生能源信息管理中心常务副主任、水电水利规划设计院副总工程师郭雁珩表示,未来大规模开发新能源发电项目的用地问题亟需得到重视。“从前,新能源发电装机容量不大,开发空间较大。但随着新能源发电装机容量的不断提升,土地利用难度也随之提升,用地约束问题不断显现。”

新能源发电项目,特别是光伏发电项目占地面积大。一般100兆瓦光伏发电项目用地面积约在2000亩以上。近年来,我国新能源建设突飞猛进。截至今年2月底,我国风电光伏发电累计装机规模已接近11亿千瓦,占全国总发电装机容量的35%,仅次于火电。由于新能源发电装机呈现较为明显的地域特征,随着部分地区可开发空间逐渐缩小,未来新能源装机分布还可迎来新变化。

岳功昌表示:“新能源装机较为集中在山东、河北、内蒙古等省区。由于用地问题开始凸显,未来在拥有广阔土地和丰富风光资源的西部地区是大规模开发新能源发电项目的重要方向,而东部地区新能源装机规模较大,土地限制可能导致该地未来新能源发电装机潜力有限。”

中国电力企业联合会风力发电分会副会长、华能集团新能源事业部二级咨询张晓明指出:“风光资源无限,但土地资源有限,开发一点就少一点。探索高效利用土地资源的方式,合理安排规划新能源发电项目开发空间显得尤为重要。”

为提升土地利用效率,“光伏+”项目开发模式兴起,光伏和农业、林业、渔业等其他产业结合发展,一时成为热点,被市场认可。

阳光时代律师事务所公司与投融资业务部合伙人寿方亮表示:“西部地区土地资源丰富,一般没有上述需求,而是和沙漠地貌相结合,多为生态修复。而在东部地区没有那么多的建设用地可以使用,‘光伏+’成为越来越多企业的首选。不过,光伏和其他产业相结合的开发方式,涉及土地性质问题同样需要注意,并提前规划布局。”

根据《自然资源部办公厅国家林业和草原局办公室国家能源局综合司关于支持光伏发电产业发展规范用地管理有关工作的通知》(自然资办发[2023]12号)规定,光伏方阵用地不得占用耕地。在该通知发布日2023年3月20日前立项的,可作为历史问题,按照《国土资源部国务院扶贫办国家能源局关于支持光伏扶贫和规范光伏发电产业用地的意见》(国土资规划[2017]8号)执行,即光伏方阵使用永久基本农田以外的农用地的,在不破坏农业生产服务的前提下,可不改变原用地性质。

寿方亮表示,目前可用光伏建设用地类别为农用地、建设用地及未利用地。农用地中包含部分园林用地调整为林地,即需按照林地要求管理,不可破坏林地改造后架设光伏板。在部分草地管理规范中,《中华人民共和国草原法》未明确具体用地规范,需要按照当地特殊管理要求实施。“总体来说,光伏发电项目开发过程中,一定要做好土地的排查和梳理工作。”

目前,国家层面出台了一系列政策文件或法律,对项目用地提出了非常严格的要求。未来在大规模开发新能源发电项目时,一定要严守生态红线,严格遵循土地性质,同时和国家及地方规划做好衔接。

岳功昌进一步表示,在规划集中式风光发电项目时,首先要考虑到资源与场址。后续新能源发电项目将对土地的要求越来越高,加之生态保护等要求,一定要提前做好规划建设,以及资源与场景的要素保障工作,避免相关问题产生。

## 新能源开发要守好「用地红线」

■本报记者 董梓童