

# 自主研发的硅异质结电池转换效率再创纪录 世界纪录背后的“隆基密码”

■本报记者 姚金楠

破纪录、创新高——对于隆基绿能科技股份有限公司(以下简称“隆基绿能”)而言,这似乎已经不是新鲜事。自2021年4月至今,该公司已经连续14次打破电池效率世界纪录,尤其是最近1个多月连续三次刷新硅太阳能电池效率世界纪录。屡破纪录的背后,隆基绿能掌握了怎样的科技密码?

近日,德国哈梅林太阳能研究所最新认证报告显示,隆基绿能自主研发的硅异质结电池转换效率达到26.81%,打破硅太阳能电池效率世界纪录。

“26.81%的世界纪录是什么概念?就好比百米赛跑,以前我们可能是在特定组别里,比如40岁以上年龄组、大学生组,我们都打破过世界纪录。但这一次,相当于全世界所有愿意参加百米赛跑的人集合在一起比赛,结果是隆基绿能跑得最快。”隆基绿能创始人、总裁李振国这样评价隆基绿能的新突破。

## ■力争3年内实现量产

“26.81%的电池效率是目前全球硅太阳能电池效率的最高纪录,不分技术路线。”新南威尔士大学教授马丁·格林表

示。这是继2017年日本公司创造单晶硅电池效率纪录26.7%以来,时隔五年诞生的最新世界纪录,也是光伏史上第一次由中国太阳能科技企业创造的硅电池效率世界纪录。

26.7%到26.81%的效率提升,意味着什么呢?“同样的面积,吸收同样的光,能发出的电当然越多越好。”李振国介绍,以电池片为例,在20%转换效率的基础上,每提高一个百分点的转换效率,可以为下游电站节约5%以上的成本。“2007-2008年,光伏发电的主流转换效率多在13%-14%左右。如今,主流量产效率提升至23%-24%左右,即便是在相同供应链的前提下,电站的占地面积就可以减少近一半,发挥保护作用的光伏玻璃等辅料辅材用量也会大幅减少,对成本降低的贡献不言而喻。因此,哪怕电池转换效率只提高0.01个百分点,意义也很大。”

此外,李振国表示,在特殊环境下,电池转换效率的提升对于光伏发展的战略布局也有着深远影响。“比如在我国东部的能源消纳区,适宜安装光伏电站的土地资源相当宝贵,所以才会大力发展屋顶光伏。通过电池转换效率的提高,在有限的土地资源上可以产生更高的能源效率,对于我国

能源的转型布局也多有助力。”

当然,李振国也深知,在深耕研发的基础上,如何实现高效率的量产同样重要。“在技术研发的同时,我们的团队已经在同步考虑可量产性,跟许多装备公司也有互动。把水烧开有很多种办法,但我们要探索的是更稳定、更可靠、更经济、更便利的途径。我们希望在2-3年内,实现转换效率26.81%左右的量产。”

“单晶硅电池的理论转换效率在29.4%左右。十几年来,单晶硅电池的量产效率从16%-17%一直进步到如今PERC技术下的23.5%左右,我们认为这个技术路线大概率会在24%左右止步。”在李振国看来,下一代光伏技术会在未来3年实现26%-27%的量产效率。

## ■HPBC不是“终极产品”

考量研发与量产,权衡高效与安全,隆基绿能的科技创新从来不是单纯地提升实验室数据。

11月2日,隆基绿能正式发布组件新品Hi-MO6,同时公布了该组件所搭载的HPBC电池细节。李振国告诉记者,HPBC电池结合了多种技术类型,“有PERC、有

TOPCon,也有IBC,技术融合的最直接意义就是给用户带来了额外价值。”

李振国口中的“额外价值”,不仅仅是组件转换效率的提升。“我们可以从数据上看到转换效率确实比单纯的TOPCon组件略高一些,但HPBC最大的好处是与自然和建筑美学的融合,应用在建筑光伏一体化项目上,这就是最亮眼的特点。”

此外,由于HPBC产品面向的是分布式应用场景。“毕竟分布式光伏是安装在工厂厂房、居民家庭房屋上的,所以产品设计上更加注重安全性、可靠性,这也是HPBC必须考虑的问题。”李振国说。

据记者了解,目前HPBC电池的量产效率已经突破25%,叠加氢钝化技术的PRO版本,效率可达25.3%。“只能说,在现阶段,这是一款领先和优秀的产品。单晶硅电池的终极产品量产效率要在26%-27%之间,甚至将来要向27%以上靠拢。换言之,HPBC不是‘终极产品’,只是现阶段‘最优解’。”李振国告诉记者。

27%+以后还有空间吗?李振国把希望寄托于双结电池的开发。“底层硅电池、上层结合薄膜,理论转换效率可能接近40%

的,30%-35%的量产效率是能够实现的,不过难度确实比较高。”

## ■黑科技和组织管理挑战变弱

隆基绿能未来面临的最大的挑战会是什么?李振国也在不断思考着这个问题。几年前,他的答案是黑科技和组织管理。

李振国坦陈,彼时,隆基绿能的危机感的确实来自于这两方面。“一方面怕有超出我们认知的黑科技出现,另一方面,从几个人的初创到几百人、几千人,几个人甚至更大的公司团队,我们没经历过这个过程,怕组织管理上会有问题。”

“不过现在,这两方面好像都变弱了。”李振国表示,近年来,隆基绿能的研发体系不断夯实。“目前,隆基绿能几乎在光伏产业的所有技术路线上都有所布局,而且还在氢能领域有所延伸。自己变得越来越强,这方面的压力自然没那么大了。”

与此同时,过去两年,隆基绿能也在组织管理上下足了工夫。“我们越来越希望,公司能够形成一个高效率的组织体系,不断向前推进。在这一过程中,应该说还是卓有成效的,而且我也越来越有信心,它已经不是风险因素了。”李振国说。

## ■关注

### 中国制造全球单机容量最大海上风机下线

本报讯 11月23日,由三峡集团与金风科技联合研制的16兆瓦海上风电机组在福建三峡海上风电国际产业园下线。该机组是目前全球范围内单机容量最大、叶轮直径最大、单位兆瓦重量最轻的风电机组,标志着我国海上风电大容量机组在高端装备制造能力上实现重要突破,达到国际领先水平。

据三峡集团介绍,此次下线的单机容量16兆瓦海上风电机组叶轮直径252米,叶轮扫风面积约5万平方米,约相当于7个标准足球场大;轮毂高度达146米,约相当于一座50层大楼的高度。在额定工况下,单台机组每转动一圈可发电34.2千瓦时。根据多年平均发电量设计值,单台机组每年可输出超过6600万千瓦时的清洁电能,能够满足3.6万户三口之家一年的生活用电,可节约标煤约2.2万吨,减排二氧化碳约5.4万吨。

(宗和)

### 世界首个县域级100%新能源新型电力系统送电

本报讯 日前,全球首个县域级100%新能源新型电力系统在湖北广水市启动送电程序,供电区域内超过20万人全年都将使用清洁能源。

新型电力系统位于广水市应山街道、十里街道,紧邻英寨寨、牛脊山、莲花村3座风电场,及宝林风光一体电站。项目建成后,将成为世界上首个长期独立运行,全年实现100%新能源独立供电的示范工程。

“像这种县域规模以100%风光作为电源的真实电力系统还没有先例。”国网湖北电科院新型电力系统研究中心主任工程师柳丹介绍,作为国家电网公司十大科技示范项目之一,湖北电科院团队克服目前100%新能源电力系统建设领域基础理论尚不成熟、系统集成经验不足、试验方法尚不明确的困难,成功研发了自同步电压源、高压大容量能量路由器等8项核心技术和关键装备。

“新型电力系统可实现源、网、荷、储灵活互动,实时协同控制系统相当于‘大脑’,即使新能源发电出现剧烈波动,也能迅速反应,保障电网安全稳定。”柳丹介绍,该系统是一个具有“未来电网”特征的开放实验平台,也是一个保障能源供应的实用物理网络,供电面积覆盖达418平方公里。

(张国晨 陈春莲 卢辉)

### 中国石化首个兆瓦级“绿电制绿氢”示范项目移交

本报讯 记者吴莉报道 11月23日从中国石化获悉,中国石化首个兆瓦级可再生能源电解水制氢示范项目在中原油田顺利移交。至此,该项目由施工阶段进入开车准备阶段。项目投产后,将日产高纯度绿氢1.12吨,预计年消耗可再生能源电量2520万千瓦时,相当于减排二氧化碳14000余吨,有效助力我国氢能产业发展。

据介绍,该项目运用质子膜电解水制氢工艺,全过程没有任何污染物排放。电解水制氢是目前最主要的制取绿氢的方法,与目前主流的碱性电解制氢技术相比,质子膜电解水制氢工艺的“适应能力”更强,对电的波动与否没有过多要求,制氢系统可以随时关停,这也便于就地消纳风力发电、光伏发电等波动性较强的可再生能源“绿电”。

就像发动机是汽车的核心部件一样,质子交换膜电解水制氢系统是项目的核心设备。项目拥有我国最大的质子交换膜电解水制氢装置,其利用纯水作为电解液,在电解过程中不添加任何化学药品,具有较高的电流密度和安全性。项目核心装置的电解功率为2.5兆瓦,作为国内单套最大的质子交换膜电解水制氢装置,其制氢的效率更高。

为了实现“绿电”制“绿氢”,全过程不排放二氧化碳,该项目配套建设3.66兆瓦的光伏电站以及9兆瓦风电工程。两个制氢配套工程年发电量约2500余万千瓦时。目前,光伏配套工程建设已接近尾声。

该项目由中国石化中原油田牵头,大连石油化工研究院、广州工程有限公司、青岛安全工程研究院共同建设。中原油田成立项目运行工作组,强化标准化施工,科学统筹,在确保安全环保情况下,有序推进项目开工,并派专业技术专家驻守现场办公,确保项目高质量推进。

近年来,中国石化加快推进能源转型、产业升级,全面推进氢能全产业链建设,已在加氢站、制氢技术、氢燃料电池、储氢材料等多个领域取得突破。目前,公司已累计建成加氢站83座,成为全球建设和运营加氢站最多的企业;启动建设全球最大光伏绿氢项目——新疆库车2万吨/年绿电制氢示范工程,并加快推进内蒙古鄂尔多斯、乌兰察布、包头,以及福建漳州等一批绿氢炼化重大项目,打造中国第一氢能公司。

## 光伏融入建筑后,懂光伏的不懂建筑,懂建筑的不懂光伏 光伏建筑一体化离不开系统性设计

■本报记者 董梓童

“要积极稳妥推进碳达峰碳中和,深入推进能源革命,就要发展分布式建筑光伏系统。”日前,在中国(无锡)国际新能源大会暨展览会2022中国光伏建筑一体化(BIPV)论坛上,无锡市住房与建设局党委副书记、副局长李先光表示,通过利用可再生能源提升建筑发电能力,是建筑领域实现“双碳”目标的重要途径。

作为碳排放的主要来源之一,建筑领域的节能降碳是光伏行业近年的重点研究课题。在国家层面发布一系列鼓励和引导政策的背景下,业界一致认为,BIPV有望迎来更广阔的发展空间,但其不仅是建筑,还是一个发电系统,只有将二者巧妙融合,让产品兼具建筑和光伏的特性,才能真正推动BIPV技术和功能全面提升。

## ■新建筑应安装光伏系统

无锡极光电能科技有限公司产品经理包旭翔表示,目前,解决建筑能耗与碳排放问题主要分为三个阶段,第一个阶段是降低建筑物的能耗;第二个阶段是在节能的同时,让建筑物自发电产能,打造零能耗建筑物;第三个阶段是实现建筑物的增能,建设正能量的建筑物。

包旭翔认为,光伏组件有一定的建材基因,是众多可再生能源技术路线中可以建筑相融共生的技术,组件的建筑语言具备多元化影响建筑师创作理念的能力。“另外,从我国建筑的经济性和产能效率来看,屋面光伏技术应用是最佳选择。”

早在2019年,国家发改委在《产业结构调整指导目录》中就将太阳能建筑一体化组件设计与制造、BIPV部品部件列入鼓励类产业。2021年9月,住建部发布《建筑节能与可再生能源利用通用规范》(以下简称《规范》),对建筑领域碳排放指标提出明确要求,同时要求新建建筑应安装太阳能系统,太阳能系统应做到全年综合利用,根据使用地的气候特征、实际需求和适用条件,为建筑物供

电、供生活热水、供暖(及)供冷。据悉,《规范》已于今年4月正式实施。

“上海、浙江等地随后也发布了相关鼓励和指导文件。浙江提出力争到2025年,省内新建公共机构建筑、新建厂房屋顶光伏覆盖率达到30%。目前,上海新报建的建筑图纸要附带光伏。”江苏天合智慧分布式能源有限公司BIPV技术负责人程强介绍。

## ■产品建筑功能尚待提升

在上述背景下,券商对未来BIPV市场做出了积极预测——到2025年,BIPV装机规模将突破1000万千瓦。而多位光伏企业高管认为,这一预测过于保守。“另有预测显示,到2030年,BIPV装机规模有望达到6150万千瓦,BIPV在分布式光伏市场的渗透率将会达到87.3%。”包旭翔称。

“BIPV发展前景极为广阔,建筑与光伏两个行业的融合,对光伏建筑一体化发展至关重要。从业者不仅要从建筑看光伏,还要从光伏看建筑,从设计院和施工单位的角度看待光伏建筑一体化,重视防腐、防风、防水、抗老化等问题,真正推动BIPV全面提升。”李先光表示。

不过,提升BIPV产品的建筑功能是目前光伏企业面临的挑战。

“BIPV的概念与BAPV相对,BAPV是指在现有建筑上安装光伏。两者区别很大,虽然组件的寿命都是在25-30年左右,但每半年或一年就需要检测BAPV系统的连接器,在全生命周期可能还需要更换相关部件。而在BIPV系统中,发电器件在幕墙里面,要及时做好接头的检测和更换比较困难。”龙焱能源科技(杭州)有限公司太阳能设计研究院院长邹积凯表示。

“从目前BIPV施工图审查及竣工验收情况看,节能和消防是重点。虽然组件原材料为不燃材料,但其作为发电器件有连接线,电缆为可燃材

料。在降低消防风险上还需要光伏企业不断探索。”协佳电力工程设计有限公司设计部主任徐亮说,“此外,BIPV产品构造较复杂,多以机械连接的方式,风振作用或温度作用下,导水槽容易产生机械错位及偏位,造成渗水和漏水情况。”

## ■融合亟待系统性设计

中国BIPV联盟副秘书长卞水明指出,建筑设计过程对光伏产业提出了新的要求。此前光伏企业更关注产品转换效率、发电量的提升,而BIPV产品是光伏和建筑的融合,只有兼顾和平衡两者之间的关系,才能让其发展得更快更好。

上述《规范》也特别明确,太阳能建筑一体化应用系统的设计应与建筑设计同步完成。在既有建筑上增设或改造太阳能系统,必须满足建筑结构的安全性要求。

“BIPV并非分布式能源系统中锦上添花的存在,而要发挥雪中送炭的作用。”隆基绿能产品管理中心BIPV研发总监张松强强调,BIPV首先必须是一个合格的建筑产品,发电只是附加属性。“这就需要从建筑属性出发拓展和延伸相关技术,只有参考建筑的标准和规范,才能提升产品可靠性。”

对此,光伏企业提出,要从源头出发统筹好设计工作。邹积凯表示,在传统建筑设计过程中,各部分割裂情况较明显,往往是设计师提出方案后,幕墙设计院、电气设计院、景观设计院再进行调整优化。“光伏融入建筑后,懂光伏的不懂建筑,懂建筑的不懂光伏,所以一开始就需要各部门联合起来,做好系统性设计工作。”

张松强表示,BIPV产业的发展,不能仅依靠一家公司或几家公司,而需要全产业链、供应链,以及光伏、建筑企业形成合力,共同推进技术发展和迭代,让潜在市场真正成为可以开发的市场。

## 全球首台大坡度螺旋隧道掘进机“北山一号”投用

# 我国重大核环保科学研究工程获关键进展

本报讯 11月18日,国家“十三五”规划的重点工程之一、国家重大核环保科学研究工程——中国北山地下实验室主体工程建设取得重大阶段性进展。当天,在甘肃省肃北县北山现场,中核集团核工业北京地质研究院(以下简称“核地研院”)举行全球首台大坡度螺旋隧道硬岩掘进机——“北山一号”步进启动仪式,正式向洞内进发,标志着国际上首条采用连续小转弯、大坡度的全断面硬岩隧道掘进机(TBM)施工的螺旋斜坡道进入施工阶段,为高质量建成国际先进、世界一流地下实验室提供了技术装备解决方案。

“北山一号”由中国铁建重工集团和中铁十八局集团联合为中国北山地下实验室工程量身打造,整机长约100米,直径为7.03米,生产下线后便分装自湖南长沙陆续起运。历时1个多月,项目团队成功克服超长距离运输等系列挑战,顺利将“北山一号”TBM部件全部运至施工现场,完成3000公里的长途运输及北山现场组装。

据中核集团介绍,“北山一号”能够实现水平200米转弯半径、同时竖向380米曲线半径螺旋式掘进,首创锥面刀盘、短主梁设计、大直径小间距滚刀+辅助破岩技术等特别设计和技术突破了连续完整硬岩破岩技术难题,为地下实验室主体工程建设提供了先进可靠的新一代施工装备。公开信息显示,中国北山地下实验室工程是



全球首台大坡度螺旋隧道硬岩掘进机——“北山一号”整机。中核集团/供图

我国核燃料闭式循环科技创新体系的重要组成部分。2019年,项目经国家原子能机构批复立项,由核地研院作为业主单位组织开展建设,于2021年6月正式开工。工程全面建成后,将成为世界上规

模最大、功能最全、参与范围最广的地下实验室,填补我国在高放废物处置技术地下现场研发平台及设备的空白,为保障核工业健康可持续发展提供重要科研平台和技术保障。(朱学蕊)