



图为世界单体容量最大“盐光互补”项目——天津海晶100万千瓦“盐光互补”光伏项目。隆基绿能为其提供定制化产品。隆基绿能/供图

下海,已经成为我国光伏产业应用场景的新选择。今年以来,江苏、福建、浙江、天津等沿海省市陆续公布发展海上光伏发电项目规划。此外,山东已经启动相关示范项目建设工作。光伏产业正在构筑“电从海上来”的发展新格局。

不过,截至目前,我国海上光伏项目建设施工还处于技术探索期。“单体规模较大的集中式海上光伏发电站多为近海滩涂电站,而已建成的桩基固定式海上光伏发电站为规模较小的实证电站。”中国电建集团西北勘测设计研究院工程建设公司副总经理张艳日前在第二届海上新能源发展论坛上表示,“海上光伏项目涉及因素较多,潮汐、波浪、海流等都会对项目产生影响。因此,方案的技术可靠性十分重要。”

### ■ 组件性能要求大大提升

中国光伏行业协会副秘书长刘译阳指出:“与陆地项目相比,海上项目条件更加严苛,高盐雾、高湿环境对设备影响很大,设备安全性确实面临很多挑战。产业只有解决了设备可靠性的问题才能迎来蓝海发展态势。”

“安装场景转换到海上,就面临桩基和发电防腐的问题。海洋环境对设备抗风、抗冰、耐湿润、耐盐雾腐蚀都提出了更高要求。”中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司海工室副主任张宝峰说,“从电机系统运行稳定性出发,我们必须探索新的安全标准,提升系统和设备的可靠性。”

为此,产业内企业正在研发对海洋环

境耐受度更高的材料。据天合光能股份有限公司组件研发负责人王乐介绍,光伏组件零部件优化非常关键。比如,组件会选用双镀膜玻璃,相对于单镀膜玻璃,组件的透射率会更高,同时可以防止高温环境下组件受到腐蚀,出现“彩虹斑”的情况。

王乐补充说:“和陆上不同的是,海上大风天气频繁,在风浪综合作用下,光伏电站的锚固和系泊考验大大增加。此前,组件很少有承受强风作用的性能,而在海洋环境下,抗风能力对组件来说必不可少。为此,我们引入了风洞测试,希望在前期不断优化组件性能。”

### ■ 施工设备便捷性待增强

山东省是我国海上光伏项目开发的先

组件应用场景、施工和运维环境均发生改变

# 海上光伏设备升级要入乡随俗

■本报记者 董梓童

行者。截至目前,山东省已经完成首批海上光伏项目竞争性配置工作,各家企业开展项目前期工作,对不同规格的组件、支架、桩基等进行实证试验。同期进行的还有项目工程类实践。

光伏入海,需要改变的不仅是发电设备,工程设备也有待进化。山东海上光伏项目选址主要在潮间带以外的海域,水深6至8米,甚至更深。施工的便捷性将成为海上光伏项目今后能否长远发展的关键因素之一。

张艳列举了海上光伏项目工程作业的三大难题:一是潮汐对施工的影响。海上施工船机设备稳定性差,施工精度控制难度大。二是施工组织难度大。海上装机较密集,施工船机和运输机移位空间有限,对施工空间组织精度要求较高。三是施工人员管理难度大。海上光伏体量大、施工人员多,监督管理较为困难,需要数字化、全方位的管理。

基于上述难题,张艳提出,海上光伏项目施工首先要最大限度减少海上工作量,以陆地拼装、海上模块化整体吊装为思路,形成梯队式流水作业。可尝试采取整体吊装思路,陆上拼装、海上整体吊装。

不过,值得注意的是,这种施工方法经验不多,对结构稳定性要求高。随着海上光伏项目逐渐启动,越来越多的企业已经推出了模块化产品,同时通过目前掌握的情况改造打桩船等施工设备,助推相关技术进步。

### ■ 运维还需智能设备支撑

在张宝峰看来,受海洋环境影响,海上光伏项目对设备的高要求不仅体现在发电设备和工程施工上,还不能忽视运维。“海上光伏项目运维难度很大,除了组件发生故障需要更换以外,海鸟粪便等也会产生大量组件清洗需求。”

张艳表示:“产业期待海上智能设备的创新。截至目前,我们还没有专门用于海上光伏项目运维的设备。现在大多数用的是内河湖泊施工设备,体积小,不适合海上施工。针对海上光伏项目,这些设备经济适用性不足。我们研发了专门用于海上光伏项目的打桩船和相关新产品。”

中国电建华东院新能源工程院数字能源事业部副总经理何正旭则认为,海上光伏项目运维还需要智能化、数字化产品来支撑。“海上光伏项目通常规模较大,组件数量高达数百万个,考虑到出海作业难度大、成本高,安全监管难度非常大。远程监控需求也十分迫切。运用数字智能设备后,不管是监控组件,还是监管工作人员,都可以实现有效监管。我们融合5G、卫星通信等技术,搭建了覆盖全场的通信网络,结合人员定位、无人机、无人船、AI视频监控等智能装备,打造了天眼、海眼、人眼三位一体的智能实景感知系统,从而构建出光伏电站数字孪生体,为海上光伏安全监管奠定了坚实基础。”

## 装机规模持续快速增长

# 光伏利用模式创新势在必行

■本报记者 李丽旻

“我国光伏装机规模持续快速增长,今年上半年新增装机达到7842万千瓦,累计装机规模超过4.7亿千瓦,光伏正式成为我国装机规模第二大电源。”在近日举行的“一流光伏产业高质量发展论坛”上,国家能源局新能源和可再生能源司司长李创军表示,“同期内,光伏发电量不断增加,消纳利用总体保持较高水平,上半年全国光伏发电量超过2600亿千瓦时,同比增长约30%,平均利用率达到98%。”

随着技术、应用端不断突破,我国光伏产业已率先步入“无人区”,但高比例光伏接入势必带来新考验。多位业界专家表示,积极探索光伏利用新模式将是光伏未来发展的重中之重。

### ◆ 未来大有可为

中国光伏行业协会秘书长王世江表示:“经过几十年发展,光伏行业已成为我国少有的具有国际竞争优势、实现端到端自主可控、有望率先成为高质量发展典范的战略性新兴产业,也是推动我国能源变革的重要引擎。从产业来看,2023年上半年,我国多晶硅、硅片、电池片、组件4个主要环节产量增速均超过60%;从进出口看,2022年,我国包括硅片、电池片、组件在内的光伏产品出口额超过500亿美元,今年上半年光伏产品出口总额达到290亿美元,同比增长13%,位列出口‘新三样’;从应用看,2022年我国新增光伏装机连续10年位居全球首位,今年上半年,新增光伏装机超过7800万千瓦,同比增长154%。”

光伏产业硕果累累,在业界看来,面向未来,尤其在“双碳”目标引领下,我国光伏产业大有可为。国家电力投资集团有限公司党组书记、董事长钱智民指出,根据中国气象局数据,全国光伏资源总量约为1300亿千瓦,技术可开发量也超过400亿千瓦,为能源本质安全提供了基础保障。加大新能源开发利

用,提升各行业新能源使用比例,提高新能源对油气的替代,是我国保障能源安全的必由之路。

王世江进一步表示:“一方面,近期中央文件多次明确要加快构建清洁低碳的新型电力系统,光伏发电在其中将起到至关重要的作用。另一方面,光伏发电成本持续下降,将为其在全球更大范围内大规模替代化石能源奠定基础。特别是在‘高温、缺电’频发的当下,光伏无疑是最佳、最快、最有效的解决手段。预计今年我国光伏装机有望达到1.5亿千瓦,全球光伏装机量有望超过3亿千瓦。”

### ◆ 高比例带来新挑战

光伏产业发展如火如荼,但前所未有的高比例新能源接入也给电力系统带来新挑战。中国科学院院士、西安交通大学国家储能技术产教融合创新平台首席科学家管晓宏坦言,传统能源电力系统结构下,一次能源均转化成电能接入电网,由于尚无直接的大规模、经济储能技术,电力系统必须满足实时供需平衡,给高不确定性可再生能源的利用带来根本性挑战。

管晓宏表示,储能技术的充分应用将是可再生能源利用的关键。“储能技术能够实现能源系统供需的实时平衡,解决可再生能源不确定性造成的弃风、弃光、弃水问题,实现可再生能源充分利用。”

中国工程院院士、电力系统配电网技术专家王成山则认为,以新能源为主体的新型电力系统的提出为我国电力系统发展带来了新方向,作为其中一环的配电网关乎居民用户,更是将电能安全输送到千家万户的重大基础设施。不过,在新形势下,配电网的角色却在发生很大的变化。“未来配电网发展肩负着更多使命,它既是可再生能源消纳的支撑平台,接入分布式可再生能源;也是多元海量信息集成的数据平台,需接入数亿

的电表计量数据;同时,也是多利益主体的参与平台和电气化交通的服务平台。为此,要满足未来配电网系统发展所需,提高配电网支撑能力,就需要在当前基础上做出改进,满足低碳化、分布式、去中心化、数字化这四大特征。”

### ◆ 利用模式亟待创新

面向未来,多位行业内专家都提出,应加快科技创新引领步伐,利用模式创新进一步推动光伏产业高质量发展。

王世江表示,未来,要进一步推动光伏产业的智能化、绿色化、高端化转型,充分利用新能源优势,打造绿色低碳光伏产品,大力推动行业的绿色可持续发展。除此之外,还应通过技术创新推动产业高端化,加速异质结、叠层等电池产业化步伐,并积极促进光伏与其他行业深度融合,将光伏广泛应用于建筑、交通、农业、牧业、沙漠治理等多个领域,实现多元化应用场景的发展。

在管晓宏看来,能源电力系统绿色化势在必行,而经济储能技术是利用可再生能源的关键,也是为未来算力系统和通信系统提供经济绿色能源的基础。“以氢能可再生能源,能够通过储能、转换、互补的控制优化实现局域能量平衡,保证绿色能源的经济性,构建市场可复制的分布式零碳能源系统。以氢能分布式零碳智慧能源系统,将深度改变能源结构,为未来分布式数据中心、高速通信站点提供零碳能源,实现以绿色、分布、市场为标志的能源革命。”

王成山指出,微电网是未来可再生能源利用的重要手段。微电网能够把电源、负荷、储能高度集成在一起,实现源网荷储的灵活控制,最终尽可能追求源和荷的就地平衡,是提升分布式电源灵活利用的一种重大技术创新。从目前实践来看,微电网对无电地区实现可靠供电、提高城市能源综合利用效率等都有较高的应用价值。

蕴藏丰富铜锂镍锌银

商业化开采尚待时日

## 火山成『绿色挖矿』新选项



图为冰岛西南部法格拉达尔火山喷发情景。资料图

随着全球绿色转型推进,创新型零碳技术需求也随之水涨船高。目前,科学界正在将目光投向此前从未涉及的领域——火山。科研团队经研究发现,作为炽热地心的“窗口”,火山除了能提供地热能,还蕴藏着绿色转型所需的核心金属,如铜、镍等,火山似乎正成为矿业新的绿色选择。

### ■ 绿色转型金属品种多

随着绿色转型加速,可再生能源、储能、电动汽车等行业迅猛发展,带动相关金属矿产需求激增,供应缺口频现,这促使业内不断改进定位高品位矿床的方法。

日前,剑桥大学地球科学系博士生奥利维亚·霍格领导的研究小组发现,火山岩浆的含水量将给火山周围矿床的形成带来积极影响。该小组在《地球与行星科学通讯》发表研究结果称,含有更多水的岩浆可以形成经济可行的金属矿床。

“传统上,我们主要将氯放在从岩浆中制造富金属矿床的原料清单首位,但水的重要性可能更为突出。”奥利维亚·霍格表示,“我们的研究支持了这一发现,即富含水的岩浆产生的液体含有更多金属,这一结果进一步帮助我们了解矿石是如何形成的,从而更好地预测和定位那些品质高、好开采的矿床。”

无独有偶,牛津大学地球科学系教授乔恩·布伦迪早前也对“火山蕴藏丰富金属”给出肯定答案。他在《地球科学家杂志》上发表文章称,火山地下多孔岩石中的盐水蕴藏着丰富铜、金、锂、锌、银等金属。

“无论哪座活火山,都蕴藏着地热能的副产品,许多金属以液态形式埋藏在热岩中,在这些岩石样本中发现含有不同浓度的铜以及其他有价值金属,包括锂、锌、金和银。”乔恩·布伦迪表示,“通过这种‘绿色挖矿’方式开发金属,不仅可以填补金属矿产供应缺口,还能够大幅减少开采对环境的影响。”

### ■ 商业化开采有待提速

不过,截至目前,开采“火山金属”仍然停留在调研阶段,对金属矿产的极度“渴求”促使该研究加速朝着商业化迈进。

英国《卫报》援引数据指出,全球对铜、镍、锌等金属的需求持续激增,预计到2050年,锂产量将增加10倍、钴产量将增长6倍、银产量将再增长50%。“即使是最有效的回收系统也很难满足金属需求,而传统的能源密集型采矿方式将给环境带来巨大负担,可持续的‘绿色挖矿’方案被赋予极高期待。”

《经济学人》指出,要想全面且充分发挥火山的“能量”,需要进行深度研究和投资,了解地质情况的同时开发提取“火山金属”的商业化技术,从而最终实现“像开采油气一样钻取铜”。

据了解,乔恩·布伦迪领导的团队通过5年时间寻找到钻探测试井的最佳位置,预计可能需要5至15年时间才能打出首个有效的火山卤水矿坑。乔恩·布伦迪表示:“事实上,从流体溶液中提取金属比处理固体矿石更便宜、所需能耗与成本也更少。”

油价网指出,全球大约有2000座火山有望成为“金属矿”,直接开采这些火山可能成为获得金属资源的更环保的方法。

不过,开采过程仍伴随挑战与危险。火山卤水具有腐蚀性,温度高达450摄氏度,而且容易在钻井内壁沉积出一层层的“附着物”,需要全新涂层技术和工具,甚至存在引发火山爆发的可能性,这些都对技术提出了更高要求。



资料图