



TCL中环宁夏产业园屋顶分布式光伏发电项目。 视觉中国供图

我国现已成为全球最大的光伏组件生产国和光伏发电应用国。光伏板使用年限在25年左右,从2025年开始将有大批量的光伏组件“退役”,如何不让“退役”组件回收成为阻碍光伏产业绿色发展的“拦路虎”,是摆在全行业面前的一道必答题。在江西、河北、河南、江苏、宁夏等地,已有企业、高校及科研院所行动起来,抢滩布局这一新兴市场。



深瞳工作室出品

采写:本报记者 王迎霞
策划:赵英淑 林莉君 滕继濮

宁夏大学材料与新能源学院研一学生马润第一次目睹“大龄”光伏板的现状,深感震撼。“李进老师带我们考察了不少光伏电站,光伏板经过多年风吹日晒,表面不同程度地出现了热斑、蜗牛纹等现象。”6月23日,马润和科技日报记者聊起考察的情况时说,“如果热斑过多,能量向外散发时会把板子击穿。”

经过20多年发展,我国现已成为全球最大的光伏组件生产国和光伏发电应用国。然而,当我们尽情享受太阳能这一清洁能源时,是否想过光伏板的寿命只有25年左右?

随着光伏市场不断扩大,国际可再生能源机构预测,待到第一批光伏板“寿终正寝”时,中国从2025年开始光伏组件将大批量“退役”。

然而,现实是,废弃光伏组件的回收产业尚处于起步阶段,国内开展该业务的企业寥寥。该何去何从,这是个问题。

“这项工作再不能耽搁了”

在无垠的沙漠,或在浩渺的湖面,或在连绵的山峦,从高空俯瞰,一块块光伏板横竖排布形成方阵,如同一片蓝色海洋,在阳光下熠熠生辉,蔚为壮观。

四月的西北,乍暖还寒。谷雨前夕,宁夏大学博士生导师、材料与新能源学院教授李进带着由十二三名学生组成的研究团队,对宁夏回族自治区内建成15年左右的光伏电站进行了考察。

作为宁夏光伏材料重点实验室首任主任,李进近年来一直从事太阳能电池晶硅材料研究,积极推动宁夏新能源、新能源材料及低碳能源技术等方面政策的实施。

研究团队带着太阳能光伏组件功率IV曲线测试仪、红外光谱仪、热成像仪、光泽度仪、分光光度计等设备,足迹由北到南,打算出一份高质量调研报告。

“这项工作再不能耽搁了。”李进神情严肃地说。

2030年,全球报废光伏组件预计约为800万吨,2050年将达8000万吨。其中,我国2030年需要回收的光伏组件达150万吨,2050年约为2000万吨。

李进告诉记者,光伏组件是光伏发电系统的核心,主要由玻璃、背板、电池、铝边框、铜焊带和接线盒等组成。各组成部分的多数材质如玻璃、铜、铝、硅、银、镍、锡等可以回收利用,像含氟背板等却存在回收难、污染环境的隐患。

废弃的光伏电站可能造成土地浪费,并对周围生态系统造成严重影响。而随着分布式光伏在国内扩展应用,可能导致部分光伏组件产品使用年限不到25年。即便是大型光伏电站,频繁更换未到25年寿命的光伏组件,也将产生大批废弃物。

据测算,我国光伏废弃物至2027年预计将达到35万—155万吨,至2050年达到3350万

2030年我国需回收的光伏组件将达150万吨

光伏组件“退役”后,何去何从

吨。它们将分布在7500万亩的土地上,成为名副其实的“城市矿山”。以往通过掩埋、焚烧等方式处理废弃组件,自然降解耗时长,对环境危害大。

宁夏作为我国第一批大规模实施光伏电站的省区,如何妥善处理退役后的光伏组件,已经迫在眉睫。

这个地处西北内陆的省份,拥有丰富的风光资源。大部分地区年太阳总辐射高于5800兆焦/平方米,年平均日照时数在2256.6—3073.7小时,日照百分率在52%—70%。

2022年12月31日,随着国能宁东第三十四光伏电站成功并网,宁夏电网新能源装机规模超过3000万千瓦,达到3040万千瓦,装机占比突破50%,新能源已超越煤电成为宁夏电网第一大电源。宁夏电网也成为继青海、河北、甘肃电网后,全国第四个新能源装机占比突破50%的省级电网。

起步于2002年的宁夏光伏产业,按照光伏组件的使用寿命25年来估算,光伏废弃物预计2027年达到第一波报废高峰。

考察时,马润和团队成员先用热成像系统对光伏板进行检测,看是否有斑点聚焦,随后测背板材料到底是聚氟乙烯还是聚氯乙烯,测其功率较出厂时是否衰减严重,还测了光伏板的颜色变化以及分散度。

团队发现,这些光伏板最突出的问题是蜗牛纹,在每个电站的四角位置和每块光伏板的中间位置,最为明显。

“蜗牛纹在电池和组件的生产及应用过程中产生的机理,现在不是特别清楚。”马润告诉记者,“但如果它布满整个屏幕,我们检测出光伏板的性能不是很好,那么这块板子必须要换。”

为何鲜有企业抢占这片“蓝海”

光伏组件退役潮即将来临,已成为行业共识。但在当前,国内企业对退役光伏组件拆解、回收利用的热情并不高。

5月中旬,某光伏头部企业在社交平台表示,公司在美国合资建设5GW组件工厂,预计今年年底或明年年初投产。而对于光伏组件回收业务,该公司一位业务主管向记者透露,“公司提了很久,但到现在都没有开展此业务”。据他了解,国内其他几家知名光伏企业,也都未开展这项业务。

在李进看来,这背后其实是有利可图的。以200万千瓦规模的电站为例,约有500万块、10万吨重量的光伏组件,目前收购一块报废组件成本约30元。若将光伏组件有效拆解,分离得到玻璃、铝、高分子背板、硅以及银、铜、镍等稀有金属原材料,仅按原材料价格出售就能卖200元以上。

“由此可知,回收这批光伏组件的市场价值约有10亿元,而且这些原材料经过二次加工,还能形成更有价值的产品。”李进指出。

为什么鲜有企业抢占这片“蓝海”?

“在技术上,他们还没有非常好的储备。”上海交通大学材料科学与工程学院研究员、中国材料研究学会凝固科学与技术分会理事、宁夏大学材料与新能源学院院长夏明许一语中的。

早在五六年前,夏明许就开始关注首批光伏组件即将“退役”这一问题。

他认为,国内虽然有部分企业在从事光伏组件回收工作,但延续的多为家电领域处理方式,仅仅集中运回、简单拆解拆分,把废料作为建筑材料和填充材料来用。而且由于拆解装置较大,工作时噪声也大、粉尘污染比较严重。

在夏明许看来,这是回收领域的低值利用,“作为初级材料使用,方法比较原始落后”。

光伏组件拆解难度大,正是企业驻足观望的原因。

“大家之所以不做,是因为国内还没有成熟的拆解工艺。”宁夏亿能固废废弃物资源化开发有限公司财务总监袁志武直言不讳。

目前,国内组件回收技术尚不够成熟——热解化学方法会引起环境污染,常规破碎、深冷物理法得到的混合颗粒需经过筛分过程,导致回收材料纯度不高,尤其对最有价值的硅材料,很难提纯并高值利用。

“由于生产加工时用了很胶和膜,把单晶硅、多晶硅粘在一起,分解的时候就很难。”袁志武说,因此需要研究新的组件完整拆解工艺,避免难分离、难提纯等技术问题。

难的是,光伏组件没有明确的判废标准。尽管2022年1月工信部等八部门联合发布了《关于加快推动工业资源综合利用的实施方案》,但目前并无专门针对废弃光伏组件回收处理的专项管理政策。没有合规的处理流程,就很难交由第三方处理。

更难的是,组件回收在源头没有强制性政策。

“政府还没有出台一部有关生产者或运营者责任的法规,这个环节完全是缺失的。”夏明许指出,由此导致的后果是,大部分废弃光伏板要么堆积在电站,要么作为简单废料作一般处理。

高运输成本也是光伏组件回收的一个门槛。有业内人士鼓励这项工作在本地域进行,既有地理先决条件,又能避免产生大量运输费用,然而国内鲜有应者。究其原因,很大一部分是因为光伏组件建在西北地区或者屋顶,废弃组件处理虽然从经济上可行,但如果考虑回收和运输,不具备可操作性。

这成了一个死循环。

“道路千万条,技术第一条”

如何不让组件回收成为阻碍光伏产业绿色发展的“拦路虎”,是摆在全行业面前的一道必答题。

当前,我国废弃光伏组件回收产业尚处于起步阶段,面临政策法规不完善、回收成本高昂、企业鱼龙混杂等问题,国内没有形成与之相匹配的回收及处置产业规模。

针对多重难题,专家呼吁尽快完善废弃光伏组件回收“1+N”政策体系,成立专门的回收机构,构建回收体系。

2022年9月20日,工业和信息化部在“新时代工业和信息化发展”系列主题第九场新闻发布会上表示,要加快修订完善光伏标准体系,推进光伏组件回收利用、碳足迹核查等公共服务平台建设。下一步,工信部将加强行业统筹规划,加快推动光伏产业高质量发展。

实际上,这并非相关部门首次提及光伏组件的回收利用。

为贯彻落实国务院印发的《关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》,工信部等部门发布了《智能光伏产业创新发展行动计划(2021—2025)》,发改委发布《“十四五”循环经济发展规划》《关于“十四五”大宗固体废弃物综合利用的指导意见》《关于构建市场导向的绿色技术创新体系的指导意见》等政策。

夏明许认为,当务之急是国家出台相关政策,明确生产者或运营者责任。“就是说,不管你生产还是运营,必须强制性要求对报废的光伏板进行回收,而不是随意搁置在田野里。”他说。

关于这点,其他国家生产者责任延伸制度可提供很好的借鉴。

这是一种将循环经济落实到微观主体的制度设计,更是一种环境保护战略,主要通过将生产者的责任延伸至产品生命周期各个环节,特别是产品消费后阶段的回收、再循环和最终处理处置,以促进环境保护。

“在国内,家电领域早已推行这一制度,但光伏领域还没有走到这一步。”2018年,夏明许从上海来到宁夏工作,看着漫山遍野的光伏板,紧迫感顿时涌上心头,他与李进下决心进行探索性研究。

认识有了,行动还要跟上。

袁志武等来自企业的代表坚信,“道路千万条,技术第一条”,在光伏组件回收的“最后一公里”,亟待打通的堵点是技术应用。而当前几种主流回收处置方式均有利弊,技术提升刻不容缓。

然而,技术革新谈何容易。不但离不开政策的引导,更离不开相关部门的支持。

彼时,宁夏科技厅正在围绕自治区重点行业发展情况深入调研,也注意到了光伏产业升级产生的退役组件资源化利用问题,决定开展有组织的科研活动,找到破题“命门”。

作为中央财政用于支持和引导地方政府落

实国家创新驱动发展战略和科技改革发展政策的共同财政事权转移支付资金,中央引导地方科技发展资金项目的使命,便在于此。

“技术不明朗的情况下,企业一般不会投入过多财力和人力搞研发,我们从支持高校开始破冰。”宁夏科技厅资源配置与监督处副处长成蕾坦言。

2021年,李进团队成功获批中央引导地方科技发展资金项目。“希望通过这笔资金的引导带动作用,依托东西部科技合作机制,组织区内外优秀科研团队展开合作,有所收获。”成蕾说。

在这一背景下,由李进领衔的退役光伏组件拆解项目应运而生。

向拆解和再利用难题发起进攻

面向创新的星辰大海,总有人带头搏击风浪。

6月20日下午,安徽滁州,中国光伏行业协会光伏组件回收工作组正式成立。来自行业主管部门、行业组织、光伏企业、光伏组件回收企业代表200余人参加了会议,共同探讨光伏组件回收行业发展新思路。

在江西、河北、河南、江苏、宁夏等地,已有企业、高校及科研院所行动起来,抢滩布局光伏组件回收和拆解这一新兴市场。

晶科能源控股有限公司是国内最早一批进行光伏组件回收技术开发的企业。其在2021年年报中表示,公司2019年开始搭建和试运行光伏组件回收示范线,并承接“十三五”国家重点研发计划“晶硅光伏组件回收处理成套技术和装备”项目,2022年示范线验收成功。

2021年12月底,国家电投集团黄河上游水电开发有限责任公司自主开展的“晶硅光伏组件回收产业化及设备国产化研究”科技项目顺利通过专家组验收,由此宣告我国首条组件回收中试线建成,闭环形成垂直一体化光伏全产业链。

依托“十三五”国家重点研发计划项目,英利能源发展有限公司成功研制我国首条基于物理法的晶硅光伏组件回收处理成套装备生产示范线,打破了关键技术长期被国外“卡脖子”的局面,并在河北保定蠡县智慧光伏产业园调试使用。

2022年,江苏常州瑞赛环保科技有限公司与常州大学、常州工学院等高校合作,针对退役光伏组件拆解利用诸多问题,成功研发出成套拆解智能装备与提取工艺技术。目前,首条装备与全自动物料分选示范线已投用。

既然勇立潮头,就要有弄潮儿的胆识和身手。

在宁夏大学国家大学科技园中试基地,李进正和学生们进行光伏组件拆解研究。

“拆下来是很容易的,但就像汽车和电视一样,拆出来一堆一堆的东西,怎么对它进行高附加值利用,这是我想做的。”李进今年已经59岁了,却还跟着年轻人一起跑前跑后。

偌大的实验室里摆着多台设备,李进指着其中的两台,言语中流露出自豪:“这就是我们自己设计的拆解装置,去年申请了4项专利。”

这两台设备,一种用类似铲的方法,把光伏组件一层一层剥离;一种用类似热刀的方法,拆解后发现组件局部存在问题,随即进行优化。

目前,两台设备都可运行。下一步,李进打算做一台标准组件大小的自动化设备,能直接对所有材料就地拆解,分开运输。

“它就像一台联合收割机,底下有不同的袋子,玻璃剥离到玻璃袋里,铝剥离到铝袋里。把每一块材料自动分拣,方便后续加工,让它们发挥最大价值。”李进说着,像个孩子一样笑起来。

纵览国内,还有另一种来自大连理工大学的技术路线——把光伏材料全部粉碎后根据材料不同熔点进行分离。

两所高校其实属于同一个研发团队,在东西部科技合作项目的支持下,与上海交通大学一起向光伏组件拆解发起进攻。

“您觉得哪种方法好?”

“都在研究阶段,哪种好,将来要看经济效益。”站在满是机器和材料的实验室,面对记者的提问,李进思忖道:“高校的任务就是超前部署基础科学研究,目前还不是比较成本、一争高下的时候,联手把事情干成最重要。”



银川市第四光伏电站光伏发电板方阵。 袁宏彦摄