

编者的话 近日，由中国电机工程学会主办的首届全国电力科普讲解大赛，在浙江省海宁市为观众呈现了一场丰富多彩、精彩纷呈的电力科普盛宴。选手们通过现场做实验、场景设计讲解、动画视频等新颖的展现方式为大赛增添了亮点。本报刊发4位一等奖获奖选手的演讲，让读者领略和感受一下“双碳”战略目标下我国电力科技发展的蓬勃力量。

藏在“镜子”里的发电站

□ 林炜炜

科普讲解
——栏目主持人：吴晶平——
广东科学中心与科普时报社合办

平面镜可以帮助我们整理装束和面容，凸面镜让物体看起来变小，凹面镜让物体看起来放大。那么，如果说镜子还有一个不寻常的作用——发电，你能相信吗？

敦煌100兆瓦熔盐塔式光热电站，由35面凹面镜、12000多面定日镜汇聚而成，可以聚集并精准反射太阳光线。这就是我们要探寻的“秘镜基地”。

那么，这些镜子究竟是如何发电的呢？人们是不是联想到小时候拿着镜子反射太阳光线？没错，你已经猜中了一个开头。其实，完成这个过程需要追光、吸热、发电、循环等4个环节。

探寻“秘镜”背后的科学

利用太阳光线，首先要选择一个日照条件好的地方。甘肃敦煌是中国太阳辐射量最高的区域之一，太阳能年辐射量是全国平均水平的1.28倍。

地方选好了，怎样把光照变成电呢？我们需要建一座高耸的吸热塔，塔顶安装热吸收装置，吸热器里储存了大量的熔盐。这种盐可不是我们平日吃的盐，而是一种工业盐，它具有熔点低、储热强、还不贵的特点。接下来，12000多面定日镜以同心圆状围绕着吸热塔，一起将阳光汇



需要发电时，把热盐罐的高温熔盐和水箱中的水打入蒸汽发生器，实现“烧开水”发电。
制图/董旭瑞

聚在塔顶的接收机上，并且每一面定日镜都像一朵巨大的向日葵，可以跟随太阳自动调整镜面角度，使反射光精准射向吸热器。

当光线聚焦到吸热器上时，熔盐会被加热到摄氏600多度，就会融化成液态流入下方的热盐罐中。当需要发电时，我们就把热盐罐中熔盐和水箱中的水一起

打入蒸汽发生器。水在吸收熔盐的热能后变成高温高压的水蒸气，驱动汽轮机发电，也就是我们熟知的“烧开水”发电。

最后，释放热能的熔盐回到冷盐罐，再重新返回顶部的吸热器中，等待下一轮发电。这就是“镜子”发电的全过程，其实它是利用镜子来实现光热发电。

光热发电具有独特优势

光热发电具有清洁、稳定、高效的优点。它完全利用太阳能，不需要消耗煤炭、石油等化石能源，重要的是熔盐和水资源还能重复利用。同样是发一度电，光热发电所产生的二氧化碳几乎是目前所有主流发电方式中最低的，仅为火力发电的1/50，光伏发电的1/6。

像风力发电，产生的电量也会随风力大小波动，而光伏发电，就要看天吃饭，到了夜晚更是无法发电。那么，光热发电如何突破新能源发电的随机性和波动性呢？答案就在可以储热的熔盐储罐中。它就是光热发电的“蓄电池”“充电宝”，在没有太阳光热的时候可以从熔盐罐中提取热盐来“烧开水”，实现24小时可持续发电，即便到了晚上，“秘镜基地”还可以满负荷发电11个小时。

2019年6月，“秘镜基地”已实现满负荷发电，年设计发电量3.9亿度，相当于可以保证我们现在所处的海宁市所有家庭半年的用电量。

这就是我们今天所探寻的“秘镜基地”，也是目前全球聚光规模最大、吸热塔最高、建设周期最短，可24小时连续发电的光热电站——敦煌100兆瓦熔盐塔式光热电站。

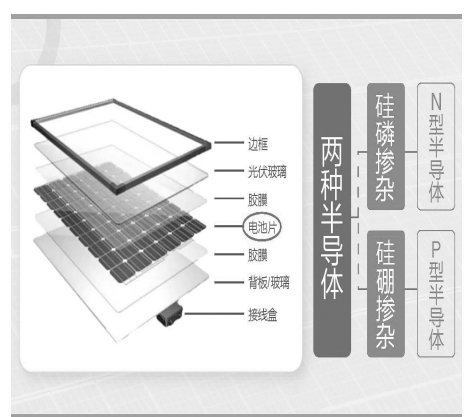
（讲解人系国网温州供电公司客户服务中心稽查管控班副班长）



扫码观看
讲解视频

庭院经济新模式，健康“绿电”从光来

□ 王佩瑶



为了结构稳定的硅原子成为光生电的载体，需要给它掺杂一些“杂质”。光伏板中就夹着两种不同的半导体，一种是硅磷掺杂的N型半导体，一种是硅硼掺杂的P型半导体。

制图/王佩瑶

我是一位国家电网职工，经常跟用电客户面对面打交道。前几天，我去山东省蒙阴县八达裕村文士会家里检查用电情况。他问我一个问题：“我家屋顶光伏板这么多，最近发电量正，会不会发电量越大辐射也就越大？这对人体有害吧？”我连忙向文士会耐心解答，聊起了光伏发电的“前世今生”。

光生电是如何产生的

目前，农户的光伏板基本都是以硅为基底的硅太阳能电池，它的原材料跟我们路边见到的沙子其实是一样的。那么，沙子是怎么变成这样的光伏板呢？

硅原子的结构原本就很稳定，像沙子一样不导电，这时候我们需要给它掺杂一些杂质，在光伏板中间就夹着两种不同的半导体，一种是硅磷掺杂的N型半导体，一种是硅硼掺杂的P型半导体。

N型半导体是个抛球手，在它身边始终多出来一个负价电子“球”；P型半导体是个接球手，随身带着个正价的空网兜。抛接电子球的动作就是电的流动。当光伏板间紧密

贴合在一起时，在贴合处的N型半导体和P型半导体就会愉快地玩起抛接球游戏，玩累了就手拉手形成了一个互为补充的稳定的P-N结构，就像一道天然的屏障，引导其他电子球只能向外部电路抛去。当太阳为N型半导体和P型半导体注入更多的能量时，就让更多电子在外部电路间流动起来。此时，绿色的光生电就在光伏板间产生了。

光伏发电不产生电磁辐射

那么，光伏发电究竟有没有辐射呢？正因为万事万物都由能量组成，所以万事万物都有辐射。辐射就是能量的散发，其中只有高能量的电离辐射，例如X光、核辐射具有累积效应，长时间接触确实会对人体有伤害。除此之外，电气设备产生的辐射叫作电磁辐射，它的能量低，对人体没有伤害。

而这户农家使用的光伏板产生的直流电，只有电场，没有磁场，本身不会产生电磁辐射。经过测量，在这户农家光伏板上的辐射值几乎为零，光伏板无机械转动部件，也不会产生噪声，还需要吸收光

能转换为电能，不会造成光污染。

我告诉文士会，越来越多的人知道八达裕村的“一片桃园一座房，一圈兔舍当院墙，一院光伏晒太阳”的庭院经济新模式，越来越多的人知道了光伏发电的好处，并从中受益。蒙阴县并网总容量42.3万千瓦，在光照丰富的时候，一天的发电量足以供给全县48万人口的日常用电，实现了全域100%的绿色供应。

自从国家能源局实施“千家万户沐光行动”以来，光伏发展就进入“快车道”。截至2022年底，并网容量累计392.61吉瓦（装机容量单位），通过光伏一年就发电4350亿度，相当于节约1.74亿吨的标准煤，能够减少4.337亿吨二氧化碳、1300万吨二氧化硫的排放，真是一件功在当代、惠及千秋的好事。

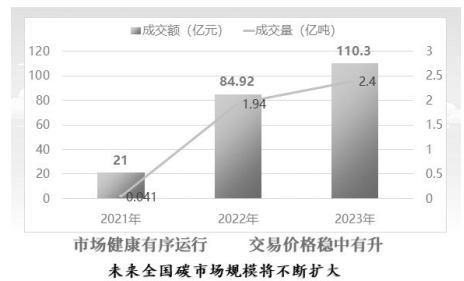
（讲解人系国网山东省电力公司蒙阴县供电公司中压配电运检及不停电管理）



扫码观看
讲解视频

碳交易是怎样进行的

□ 顾晨琪



市场健康有序运行 交易价格稳中有升
未来全国碳市场规模将不断扩大

我国从2011年开始探索并建设碳交易市场，2021年7月16日正式启动，上线两周成交量达2.4亿吨，成交额达111亿元。
制图/周池

本栏文章由中国电机工程学会提供
稿件统筹：闫文丽

欢迎各位企业代表光顾碳排放交易所。我是这里的业务员，今天由我带领大家参观并了解碳是如何在这里进行交易的。

人类社会活动让地球变暖，带来了温室效应，这个效应引发许多环境和社会问题。1997年《京都议定书》提出引入市场机制来解决全球气候问题，二氧化碳是要求减排的6种温室气体中最主要的一种。因此，为了控制二氧化碳排放，政府设立了碳交易市场。

碳交易，又称碳排放权交易，就是政府给一些企业、机构设定了一个碳排放量的指标额度，在这个指标之内可以排放，超出这个指标就需要到市场上花钱购买。

现在，我就用事例为大家说明。甲企业今年获得指标可以排放1万吨二氧化

碳，那么这就是它的碳排放权。甲企业假设在年底结算时，实际排放了12000吨，那么就需要在市场上购买2000吨二氧化碳，否则就要按照规定缴纳罚款。而乙企业当年指标也是1万吨，通过节能减排措施，实际只排放了8000吨，就可把多出来的2000吨拿到市场上交易。

甲、乙企业之间的碳交易要经过企业碳排放数据申报、政府确定碳排放总额、及配额分配、买卖交易、履约清算这些程序来完成。

甲、乙企业每年在特定的时间申报企业碳排放数据。政府根据自己管辖范围内碳排放总量，确定甲、乙企业的配额。双方企业通过碳排放权交易机构完成交易。交易规则、交易时间与股市基本一致，可以买进卖出，同时价格随市场波动。在约定的周期结束时，双方企业向政府主管部

门清缴碳排放配额。

当然，甲企业也可通过自愿减排市场交易抵消部分配额，避免高额罚款，通过碳交易可将减排责任压实到企业，并提供经济激励机制，降低全社会的减排成本。

2011年以来，我国探索并建设碳交易市场，2021年7月16日正式启动，上线两周成交量2.4亿吨，成交额达111亿元，交易价格稳中有升，未来全国碳市场规模将不断扩大。

碳交易将成为企业低碳转型、社会绿色发展的重要途径，在实现企业与社会双赢的同时，也可践行美丽中国建设，助力“双碳”目标实现。

（讲解人系国网海宁市供电公司宣讲员）



扫码观看
讲解视频

刷新纪录！16兆瓦海上风机“化风为宝”有绝技

□ 科普时报记者 何亮



图为16兆瓦海上风机。（三峡集团供图）

近日，受台风“苏拉”和“海葵”影响，福建沿海连日来狂风不止。三峡福建海上风电场9月1日最大风速每秒达23.56米，安装在此的全球首台16兆瓦海上风机非但没有“宕机”，反而实现24小时满功率运行，单日发电量达38.41万千瓦时，刷新世界纪录！

面对台风肆虐，这个轮毂高度达152米、扫风面积约7个标准足球场的“巨无霸”，是如何做到既不惧风浪，又御风而行、化风为宝的？平潭海峡发电有限公司电力运行部经理王建波告诉记者，面对台风来袭，16兆瓦海上风机具备“硬件”与“软件”两方面的抗风实力。

“硬件方面，在设计之初，研发团队便对16兆瓦海上风机超长叶片进行了强度、形状、受力三方面的抗风定制化设计。”王建波介绍说，采用后掠设计的风机叶片，以纤细的叶片形状降低承受风载，再利用超长柔性叶片的弯扭耦合效应，有效卸载叶片的风力。此外，16兆瓦海上风机叶片的主梁采用碳纤维材料，强度是钢的10倍，在增加叶片

强度的基础上能使重量减轻20%。因此，16兆瓦海上风电机组可以承受最大瞬时风速为每秒75米，远超16级超强台风每秒51米的风速。

“软件上，运维团队专门制定了海上风力发电机组抗台风策略。”王建波说，在收到监控系统发出的台风控制模式指令后，机组便自动进入台风模式。此时，若10分钟平均风速每秒小于25米，机组正常运行发电；若10分钟平均风速每秒大于25米，机组便降容运行发电；而当10分钟平均风速每秒大于30米或瞬时风速每秒大于35米，机组立即切出停机。也正是在这样的组合策略下，16兆瓦海上风机才能将过境台风源源不断变为绿色电能。

台风过境，风速在不断变化，机组运行的方式也需要及时调整。王建波介绍说，在台风来临前，运维人员会提前进行远程抗台风、机组备用电源切换等一系列测试，为迎战台风做好充足准备。在台风过境时，运维人员会借助北斗通信技术，从陆上集控中心发出信号，智能切换运行模式，调整16兆瓦海上风机的供电方式及机组组航系统，规避台

风过境对机组产生的风险。

此外，16兆瓦海上风机要想向好风借力，需精准预测风云变幻。“当台风横扫三峡集团福建区域海上风电场时，新研发的气象智慧应用综合平台派上了用场。”王建波表示，借助这一平台，气象团队对台风生成、移动、强度等气象要素进行多时空尺度精细化模拟、预警、预测，从而优化发电网效率，提升海上风电场站在极端天气状况下的气象资源利用效率。



轻松扫码 科普一下

在这里，所有供电全部靠「风光」

□ 黄珊

新型电力系统“新”在电网形态上，更多的分布式电源和微电网加入了大电网。
制图/汪林

生活中，你是否用行动在倡导这样的行为：随手关灯、通勤多步行、尽量不使用一次性用品……如果有，恭喜你正在为国家实现“双碳”目标作贡献。在“双碳”愿景下，新型电力系统应运而生了，接下来就与你一起来了解这个开启“双碳”之门的金钥匙。

新型电力系统“新”在哪儿

首先新在发电结构上。新型电力系统是指从传统的以煤为主的发电转向以新能源为主的发电，通俗来说，就是少用甚至不用煤炭、石油，能用电的都用电。

其次，新在稳定运行上。随着高比例的新能源接入电网、高比例电气化设备大量使用，这种“双高”情况会导致电力系统安全稳定运行面临很大的风险挑战。因为新能源具有间歇性、随机性、波动性的特点；太阳能，白天发电晚上不发电，晴天发电多阴天发电少；风电，风大就发电多，风小就发电少。这些电受季节影响，每时每刻都在发生变化。新能源就像一个调皮的孩子，而建成后的新型电力系统，就有着非常强的调节和消纳能力，能让这个“调皮的孩子”乖乖听话。

第三，新在电网形态上。新型电力系统引入了分布式电源和微电网的概念，这就好像把电力生产和消费的权利交给了每个人，你可以在自家的屋顶装上太阳能板，自己发电，还可以将多余的电力分享给其他的朋友。

这项工程为何落户广水市

在有着“鄂北门户”之称的湖北省广水市，有一个100%使用风、光、光新能源供电的新型电力系统。像这种县域规模以100%风、光作为电源的真实电力系统，在全国乃至全世界还没有先例。

为什么这项工程落户在湖北省广水市呢？因为北方的风长驱直入，同时日照时间充足，属于湖北省太阳能资源一级可利用区。

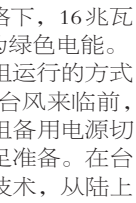
广水100%新能源新型电力系统利用本地资源就地消纳、就地平衡，实现广水县域100%新能源独立供电，供区面积418平方公里，供区人口超过20万，规模为世界最大。

这套系统可以独立运行，但是它和大电网的关系真的就是“一别两宽”吗？并不是。它和大电网之间有一个开关，叫作能量路由器，类似家里使用的Wi-Fi路由器，打开路由器，与大电网“牵手”，关闭时则与大电网“分手”。

新型电力系统与传统电网有什么不一样吗？传统电网只能从输电—变电—配电—进入千家万户，单向运行，但是广水100%新能源系统更像一场双向奔赴的爱情：风电和光电不够本地供电时，从大电网上取电；本地风电和光电有富余时，也可以反向向大电网送电。

新型电力系统的终极目标是实现电力系统的脱碳，广水100%新能源系统只是其中的一个案例。可以想象，未来在新型电力系统下，天更蓝、水更清、山更绿，我们的生活环境将会更加美好。

（讲解人系湖北卓越文化传媒有限公司职员）



扫码观看
讲解视频