

探访全球装机容量最大的光伏发电园区——

# 青海戈壁荒滩兴起“光伏海”

本报记者 刘乐艺



6月26日，无人机拍摄的青海省海南藏族自治州共和县光伏电站。

新华社记者 张龙摄

## 生态理念融入园区建设

在塔拉滩深处，曾经只有一样东西无处不在，那就是漫天的黄沙。“进了塔拉滩，汽车三点头；出了塔拉滩，汽车把头摇”，这是20多年前过往司机常挂在嘴边的顺口溜，说的是穿越沙化严重的塔拉滩时，车颠得利害，风沙一吹还能把汽车打成“麻子脸”。

改变始于2011年。这一年，国家电投集团黄河上游水电开发有限责任公司（以下简称“黄河水电公司”）来到塔拉滩，开始利用荒漠化土地开发建设光伏发电园区。尽管98.5%的面积都是沙化土地，但塔拉滩地势平坦，且光能资源丰富，年均日照时间近3000小时，适合大面积建设光伏电站。业内专家预测，塔拉滩上蕴藏着2万多兆瓦的发电资源，年均发电量可达329亿千瓦时。

然而，在塔拉滩开工动土，绝非易事。

“当我好不容易来到塔拉滩时，心里真有点发怵。地上全是黄沙，仅有一些零星的麻黄草，一阵大风过来，尘土飞扬，吹得人满嘴都是沙土。”黄河水电公司新能源建设分公司副总经理王伦至今清楚记得，第一次来塔拉滩踏勘时的场景。

除了黄沙蔽日，高海拔的工作环境也令项目人员苦不堪言。“这里平均海拔接近3000米，氧气含量是平原地带的64%。”王伦回忆，项目伊始，由于参建人员只能住在临时搭建的帐篷内，饮食质量、休息条件都比较差，现场调试工作进展缓慢。

虽然困难重重，但项目团队并未退缩，反而创新提出基地式规划、规模化开发、园区式建设的发展思路，树立生态保护优先的建设理念，引领打造世界级生态光伏园。

坚持机械化打桩，避免对地表造成扰动；自主创新攻坚，不断突破电池及组件的转换效率；推进光伏电站

初夏时节，青海省海南藏族自治州共和县塔拉滩，辽阔的原野上是一眼望不到边的“蓝色海洋”，鳞次栉比的光伏板在阳光下泛起层层“涟漪”，形成了一道亮丽的风景线。

茫茫戈壁荒滩、寸草不生，这是昔日塔拉滩给人留下的印象。随着光伏发电的兴起，“借光”聚能的塔拉滩换了模样：如今，这里已建起全球装机容量最

大的光伏发电园区——海南州生态光伏园。据统计，当前园区已入驻企业46家，总装机量为15730兆瓦，年均发电量达到100亿千瓦时，年节约标准煤311万吨，减排二氧化碳780万吨。

这片“光电乐土”蕴藏着多少发展潜力？园区是怎样在荒漠戈壁中完成建设的？创造收益又如何？近日，记者带您走进塔拉滩一探究竟。

系统集约化，打通光伏绿色循环产业链……从设计到施工，每个环节都凝聚着项目团队保护高原生态环境的用心与决心。

在建设光伏电站的同时，塔拉滩还需要一条输送绿电的特高压通道。2018年11月，青豫直流工程正式开工，塔拉滩便是工程的起点，光电正是从这里“打捆”出发，途经青海、甘肃、陕西等省份，抵达河南。

既要科学施工，更要绿色施工，“将绿色电能输送通道建成绿色工程”是施工人员的共同心愿。

“架设电塔时，为了保护植被，我们在地面铺了棕垫，作业也要靠人拉肩扛。”青海送变电工程公司负责青海段第二标段施工的总工程师张彦斌指向一棵不足一人高的树，“施工过程中，这样的故事还有很多。比如，在山顶修建输电塔时，施工人员提前架设索道，几吨重的钢材从空中运上山，要避免山路运输拖拽山上的树木、植被。”我们在施工过程中没有发生一起环境污染和破坏事件。”张彦斌自豪地说。

现如今，已建成345平方公里的光伏园区正为戈壁荒滩披上一件“防晒衣”。园区内，平均风速降低41.2%，20厘米深度土壤增温32%。此外，园区工作人员也有意识地播撒

草籽，种植乌柳、小叶白杨、云杉等易存活还能防风治沙的绿植，减少荒漠化土地面积达100平方公里。

## “水光互补”创造良好收益

光伏发电虽好，但存在间歇性、波动性和随机性较大的问题。“光伏发电只在白天有效，晚上出力为零。万一遇上阴雨天，它也无法保证达到用电高峰期的用电功率。”黄河水电公司海南分公司生产技术部副主任宦兴胜坦言。

为此，黄河水电公司联手相关科研院所，研发出“水光互补”协调运行控制系统，将塔拉滩的光伏发电转换为安全稳定的优质电源。

距离塔拉滩36公里外，便是黄河穿越其间的龙羊峡。只见峡谷两岸层岩嶙峋，巨大的河流落差下，蕴藏着丰富的水能资源，黄河上游第一座大型梯级电站——龙羊峡水电站就坐落于此。

2015年，装机容量850兆瓦的“水光互补”光伏电站在塔拉滩建成。一条330千伏电压等级的输电线路连接着塔拉滩的“光”与龙羊峡的“水”，由此促成了全球规模最大的“水光互补”发电工程。

记者了解到，光伏发电的“软肋”是晚上不能发电，而水电的“短

腿”是存在丰枯水期变化。“水光互补”技术恰恰能帮助这两种清洁能源实现优势互补，取得“一加一大于二”的效果。

究竟什么是“水光互补”技术呢？

简单讲，当太阳光照强烈时，用光伏发电，水电停用或少发。当天气变化或夜晚来临时，用水力多发电，以减少天气变化对光伏发电的影响，从而获得稳定可靠的电源。宦兴胜解释，这种方式将原本间歇、随机、功率不稳定的锯齿形光伏电源，调整为均衡、优质、安全的平滑稳定电源。

水电的确可以弥补光伏发电的夜间缺失，但白天光伏多出力，是否又会挤占水电的效益？

从近几年运行情况看，水电站送出线路的年利用小时数反而从原来的4621小时提高到5019小时，也就是说，水光“打捆”后，“蛋糕”做得更大了。即便真的出现水电出力下降，若算综合效益，仍然划算。“例如，龙羊峡水库目前发电的重要性只排第四位，排在前三位的是防洪、防凌和供水。少发电就意味着多蓄水，这对于缺水的西北地区尤为重要。”黄河水电公司龙羊峡发电分公司总经理黄青刚说。

电站运行效率的提高，除了依托“水光互补”技术，还借助运行维护。据了解，龙羊峡“水光互补”光伏电

站的一个子阵，就有4000多块光伏组件，如果出现故障，仅通过人力核查，很难在短时间内确定故障点。如今电站通过“集中监控、大数据分析、远程诊断、实时维护”的智能管理，可实现快速故障定位、缺陷智能处理等，年平均故障次数减少了30%。

“水光互补”技术实现了水力发电和光伏发电快速补偿，解决了光伏发电的弃光难题和安全并网问题，填补了国际大规模“水光互补”关键技术的发展。”黄河水电公司董事长姚小彦说，“水光互补”光伏电站一年可发电14.95亿千瓦时，相当于一年节约标准煤46.46万吨，创造了良好的社会生态环境收益。

## 实证基地提供技术支持

近年来，中国光伏电站开发建设速度较快，但相关的技术研究仍显不足，设备研发、标准制定均滞后于光伏电站建设。

具体而言，一方面，对于快速发展的新型设备，大多采用实验室分析评估，缺乏户外实证测试分析手段；另一方面，太阳能光伏电站关键设备在线运行检测、测量所需的仪器、方法、精度等与国际先进水平差距较大。

“尤其是受设计理念及设备制造水平的限制，我们的数据对比分析、实际运行性能的评估方法都很单一，很难对已建成的光伏电站进行有效评估。”在接受记者采访时，国家电投光伏产业创新中心光储数字信息中心主任崇锋介绍说。

考虑到中国光伏产业发展的现实需要，经过反复调研论证，2016年，海南州生态光伏园建起了全球品种最全、方案最多、样本分析最权威的光伏发电户外检测实证平台——百兆瓦太阳能发电实证基地。

王伦告诉记者，实证基地让148种光伏主流技术及产品同台对比，共

分为6个试验对比区，选用展示26种组件、21种逆变器、17种支架等，囊括了国内外知名光伏制造商生产的产品，将诸多光伏设计理念、设计方案进行对比分析。

“哪个逆变器功效好？什么类型的光伏板更适合？”这些问题，在实证基地全都有据可循，给后续大规模光伏电站建设提供了丰富的数据实例，充分释放出光伏发电潜能。”崇锋对记者说，实证基地给出了上百种光伏技术和产品的对比数据，为我国光伏产业发展提供技术支撑和坚强保障。

实证基地还设有2个主气象站及气象子站，为大容量光伏电站气象设计提供了基础数据和便利的实验条件。同时，实证基地又与西北工业大学联合建立“西北旱区生态水利国家重点实验室青海分实验室”，对高原生态系统重建的影响机制进行研究。

谈及未来，崇锋信心满满：“我们将进一步集成创新资源，充分利用已有的实证基地能力条件，发挥综合评测与实证研究的功能，将产学研用相结合，让实证基地成为光伏产业的‘百科全书’。”

## “光伏羊信”见证能源惠民

曾经，漫漫黄沙，阻隔了希望，如今，悠悠“蓝海”，带来了小康。在一个个光伏板的“庇护”下，昔日荒滩变成了草原牧场，如珍珠般散落的羊儿在园区内游弋觅食，成为当地独特一景。

“原来这里土地沙化严重，自从光伏板一排排搭起来，风沙不仅小了，草长起来也可以养羊了。”49岁的多苟杰，家在距离塔拉滩十多公里的铁盖乡，和大多数村民一样，他平时基本靠放牧维持生计。

诚如多苟杰所言，有了光伏板的覆盖，地表蒸发量大幅度减少，水分留住了，牧草也得以恢复生长。“数据表明，光伏板的铺设，减少了风对植被的影响，而且清洗光伏板的废水会下渗至地表，这对草地有一定滋养作用。”黄河水电公司海南分公司总经理朱明成说。

在光伏板的遮蔽下，草长起来了，但麻烦也随之而来——草杂乱无章的生长，遮挡住了光伏板，降低了光伏板发电的转化率，并且冬天还存在火灾隐患。

“与其花钱雇人割草，还不如让牧民来放羊。”朱明成告诉记者，为此，园区邀请周边村民进入光伏园养起“光伏羊”，形成良好的生态产业。“我们免费修建了4座羊圈，让‘光伏羊信’零成本干起‘老本行’。”

2015年，铁盖乡与黄河水电公司签订协议，将哈汗土亥村、上合乐寺村和下合乐寺村共16户养殖户的羊群放进了光伏园。

为了让羊儿能够畅通无阻地食草，园区工作人员开展了光伏支架型式的研究，将光伏组件的离地间隙从原来的50厘米抬升至120厘米，拓宽了羊群的“绿色通道”，实现了“板上发电、板下牧羊”。

“生态好了，日子也就越来越好，我们家还买了辆小汽车呢！”说起如今放羊最大的不同，多苟杰说：“羊吃得好，成活率也更高了，现在我的羊群数量比之前翻了一倍，年收入增加了五六万元。”

事实上，周边村民除了在园区当“光伏羊信”，还能通过清洗光伏组件、割草、货物搬运等方式拓宽收入渠道。

“我们在生态光伏园干一天能挣200块钱，工资日结，从不拖欠，一个月差不多能到手四五千元钱！”下合乐寺村村民程忠义从2014年就领着乡亲们在光伏园打工。长期与光伏电站打交道，他对各处安排布置都是一清二楚，就连汇流箱、逆变器、升压站这些专业词汇，说起来也是头头是道。

海南藏族自治州能源局局长张振飞说，塔拉滩新能源产业发展过程中，探索出“光伏+牧场”方式，既减少了光伏企业成本，也助力农牧民增收，实现了经济、环境效益的双赢。“园区里现在有近2万只羊，一年差不多能卖200多万元，‘光伏羊’已经成为我们这里的新名片。”



6月26日，大唐青海能源开发有限公司工作人员在青海省海南藏族自治州共和县塔拉滩光伏电站巡检。  
新华社记者 张龙摄



6月26日，在青海省海南藏族自治州共和县拍摄的风力发电机。  
新华社记者 张龙摄



6月8日在海西蒙古族藏族自治州德令哈市光伏（光热）产业园拍摄青海中控德令哈50兆瓦光热电站。  
新华社记者 范培坤摄