

# 解码高海拔新能源科技创新的“华能样本”

■本报记者 杨梓

青海省风光资源丰富、地域辽阔，新能源开发优势显著、潜力巨大。近年来，凭借得天独厚的资源优势，青海积极打造国家清洁能源产业高地。近日，《中国能源报》记者来到青海，探访科技创新在应对新能源开发运行挑战时展现出的关键作用与成效。

## ■“国产‘大脑’”为光伏电站保驾护航

“处理信号不到250毫秒、功率误差±0.15MW、系统全年可靠率达99.9%。”记者从青海共和世能光伏电站了解到，中国华能自主研发的国内首套全国产光伏监控系统——华能睿渥S316正在稳定运行。

光伏电站监控系统是光伏电站中枢神经，是保障光伏电站稳定运行的重要设备。华能睿渥S316就相当于共和世能光伏电站的“大脑”，负责管理整个电站的运行。

“自从国产化系统改造完成后，电站可谓焕然一新。一方面，顺利达成了无人值守的运行状态，设备故障率明显降低，发电量也显著提升。这对于电站收益的增长以及运维人员日常工作的优化，都有着极大的助力。如今我们这套系统已经运用得十分成熟了。”华能共和世能光伏电站副值班史国全说。

史国全进一步举例表示：“在光伏电站

处于限电运行过程中，如果遇到多云天气，会存在发电负荷波动。这需要值班人员及时操作逆变器启停或调整逆变器负荷，以达到跟踪限电指令的目的。但由于当时系统老旧，无法及时响应人工操作指令，在操作过程中当后台指令不执行时，就不得不安排机动人员前往现场手动控制逆变器功率或将逆变器启停。这种情况就会导致响应时间的延迟，难以保障厂网协同的高效性与及时性，对光伏电站的稳定运行和电网的协同配合产生不利影响。”

除了整体性能大幅提升外，华能睿渥S316最大亮点在于其软硬件实现了全国产化，解决光伏监控系统核心软硬件设备依赖进口的问题。据悉，华能睿渥S316监控系统从CPU等核心芯片到基础电子元器件，从操作系统、数据库等基础软件到应用软件全部使用国产自主技术。实现数据采集、逆变器/汇流箱/箱变监控、AGC、AVC、五防/升压站、功率预测等功能模块在睿渥S316平台下一体化监控。

华能西安热工院工程师马西溥介绍：“以往我们一直采用国外的光伏电站监控技术，而S316实现全国产化后，彻底摆脱了被‘卡脖子’的风险。在硬件和软件设计中新增了控制策略，最小计算周期缩短至5毫秒，有效保障了高精度控制。从成本角度考量，过去需要五六套系统，每套系统

还得配备一名工作人员，现在仅需一套一体化全国产监控系统，且仅需一名工作人员远程监控即可。总体算下来，能够节省近百万元的前期成本和运维成本支出。”以前，光伏电站监控的数据采集、控制发电、调整电压、预防误操作等功能需要多套系统分别完成，如今借助华能睿渥S316一套系统就能轻松搞定，极大地提升了工作效率与管理效能。

## ■高海拔地区储能效率再提升

随着青海风光发电装机并网量不断攀升，为保障新型电力系统安全运行，亟需大力发展各类储能以弥补电力系统灵活性调节能力缺口。

记者来到青海省海南州海拔3000多米的海曙储能电站，这里运行着全球海拔最高、规模最大的高压直挂储能系统——华能海南州150兆瓦/600兆瓦时储能项目，该项目是华能青海分公司3个新建新能源项目电网侧共享储能项目，采用华能清能院牵头研发的35千伏高压直挂储能技术，单机容量达25兆瓦/100兆瓦时，单次充电即可储存高达60万千瓦时的电量。

为什么采用高压直挂技术？华能青海公司储能电站项目经理郝卓龙介绍：“一般传统的储能项目都是先将电池并联，随后

借助变压器把电压提升至35千伏。然而，我们电站项目减少了变压器的使用，通过将每一相直接串联，使得电压能够一步到位地达到35千伏，即在源头直接升压，从而显著降低了变压器的损耗。”

相较于平原地区而言，在高海拔地区开展储能项目建设面临一系列更为严苛的挑战与更高标准的要求。“鉴于高海拔地区空气相对稀薄的特殊环境特性，为切实保障电气设备能够安全、稳定、持续运行，必须适当拉大电气设备之间的间隙。此外，无论是机械保养的频次，还是设备运行过程中的油耗等关键指标，相较于低海拔地区都需要进行相应的提高与优化。”郝卓龙表示。

也正因采用高压直挂技术，该项目在转换效率方面相较于传统储能实现了质的飞跃。一般而言，传统储能的转换效率通常仅能维持在85%左右，而华曙储能项目的转换效率则可高达91%。同时，系统可实现10毫秒内的快速响应。

## ■创新工艺攻克安装难题

同在青海海南州的300万千瓦基地光伏华能50万千瓦建设项目，属于第一批国家大型风电光伏基地项目，也是华能在青海一次性建设最大的单体光伏项目。在大

基地项目开发建设中，应用了无线网络覆盖、智慧基建管理系统，全面提升新能源管理水平，提高基建人员管理效能，携手并进向智能化管理迈进，为大基地项目数字化转型做出重要探索。

不过，在该项目建设过程中，除了需要应对高海拔因素影响，在铺设光伏组件过程中还面临砂砾层厚、桩基础成孔难、易坍塌等问题以及特殊地质状况与更高安装要求等，给项目建设提出层层挑战。以成孔为例，在粉砂层和圆砾层，若直接采用微螺旋钻孔，孔内容易坍塌或孔深不足，浇筑后易产生断桩或钢筋外漏。

为有效解决该问题，郝卓龙表示，项目部联合施工单位提出采用杆钻挤扩成孔工艺，取代了原来“微螺旋钻孔+人工清孔”的成孔工艺，在确保桩基础承载力满足设计要求的同时，提高了成孔效率和质量。据悉，项目通过减少人工和混凝土损耗，有效降低了施工成本，总计节省超400万元。

此外，由于项目属于牧光互补，组件离地间隙要求在1.5米以上，使得安装面临重重挑战。较高的离地高度不仅带来了显著的安全隐患，还严重拖慢了安装的速度。为解决这一棘手问题，项目团队提出“利用支架本身搭建稳定三角支撑平台”的方案，通过构建三角支撑平台，有效稳固了组件安装结构，保障项目建设安全。

# 探矿权交易为山西煤炭市场注入新活力

■本报记者 杨沐岩

山西作为我国最重要的煤炭产地之一，近年不断释放优质产能。2023年产煤达13.78亿吨，同比增长5743万吨。2021年和2022年，山西煤炭连续每年增产约1亿吨。而2024年以来，煤价回归理性，叠加上半年安监从严，煤炭产业的波动牵连着山西的经济表现。

一座煤矿从早期规划到实际出煤需要数年时间，产能无法在短期内顶上。因此，推进煤炭探矿权交易，促进市场现有存量资源流动，成为山西近年探索煤炭资源接续的重要一步。今年以来，山西省自然资源厅已通过网络挂牌的方式实现6宗煤炭探矿权出让，成交价共计799亿元。山西省以网上挂牌的方式出让探矿权，让沉寂多年的探矿权交易市场火热，百亿级交易频频，有力支持了山西煤炭开发集约化。

## ■资源接续压力增大

今年上半年，煤价总体下行，山西原煤产量63386.6万吨，同比下降13.5%。2024年上半年，山西省GDP总量相较2023年同期下降501.71亿元，成为全国仅有的两个GDP增量为负的省份之一。上半年山西全省规模以上工业增加值同比下降1.0%，煤炭工业下降0.7%。大同市、朔州市和忻州市等主要煤炭产地上半年GDP增速放缓。

分析人士指出，尽管近年来山西省规模以上工业企业原煤产量持续增长，但今年山西煤炭预计约减产8700万吨。近年来，山西原煤产量增速也先升

后降，2021年的增速突破10%，随后增速放缓，2023年增速降至3.78%。

从可采资源来看，山西煤炭储量约494亿吨，占全国总储量近24%，开采潜力依然巨大。规划方面，《山西省矿产资源总体规划（2021—2025年）》要求，到2025年，山西煤炭产能稳定在15.6亿吨/年以内，煤炭产量保持在14亿吨/年，煤矿数量900座左右。截至2023年底，山西省共有煤矿890座，产能13.82亿吨/年，较规划目标仍有一定差距。同时，据山西省自然资源厅估计，未来十年内，山西省将有约221座煤矿资源枯竭，影响年产能2亿多吨。因此，推进资源接续配置，促进优质产能释放，是山西煤炭开采实现可持续发展的当务之急。

## ■资源配置政策转向

2022年山西提出有序出让煤炭矿业权，以缓解市场供需矛盾、稳定煤炭价格，并保障省财政收入稳定高效增长。《2024年山西省煤炭稳产稳供工作方案》进一步要求，加快接续煤矿项目核准和加快煤炭资源配置。保障新增产能煤矿资源，加快推进探采项目、资源枯竭矿井相邻煤炭资源接替项目、基金项目和白空资源项目出让。

山西省自然资源厅副厅长、新闻发言人武耀文在今年10月召开的新闻发布会上表示，山西省自然资源厅通过矿产资源市场化配置，形成了公平竞争新机制，促进了矿业发展可持续，支持了矿产开发集约化。

## ■多起探矿权百亿交易

今年山西省自然资源厅完成煤炭矿业权竞拍中，吕梁市兴县区块煤炭及共生铝土矿探矿权以247.05亿元的高价，由山西焦煤能源集团股份有限公司（以下简称“山西焦煤”）购得。山西焦煤是国内知名炼焦煤生产加工企业，产销量居于世界前列。本次拍下区块的煤炭储量约9.53亿吨，铝土矿资源储量5561.23万吨，铁矿资源储量3431.28吨，煤种主要为1/3焦煤、气煤，规划产能800万吨/年。

今年焦化行业盈利压力增大，探矿权的获得或将增强山西焦煤的炼焦煤产业集中度、市场话语权和行业影响力。中国矿业大学（北京）教授许德平在接受《中国能源报》记者采访时表示：“焦化企业的配煤成本占运行成本很大的比重，没有稳定的配煤资源，会造成煤质的波动，继而造成产品质量的波动和成本的升高。收购煤矿资产可以从源头上解决配煤资源，有利于企业稳步发展。”

作为山西较有影响力的焦煤企业，山西沁新能源集团股份有限公司（以下简称“沁新集团”）今年则选择出售煤炭资产，通过“甩包袱”推进公司上市。目前，沁新集团旗下平安圆和煤业、沁邦煤业100%股权拟进行转让，转让底价合计高达100亿元。沁新集团指出，此举旨在完善公司治理结构，提高资金利用效率，全面实施战略重组，加速推进上市进程，全方位推动企业高质量发展，更好地服务地方经济建设。

本报讯 12月17日从首都电力交易中心传来消息，西藏送北京首笔绿色电力交易已顺利达成，待电力调度机构安全校核后，自2025年起，西藏市场化绿电将源源不断送入北京。这将是北京市场化用户首次使用西藏绿电。

此次绿电交易由北京电力交易中心统一组织，首都电力交易中心与西藏电力交易中心积极拓展绿电进京渠道，通过交易平台代理集中竞价方式，共有56家市场主体经营主体参与申报。其中，来自北京市的4家售电公司，购得西藏拉萨、山南、日喀则、那曲地区13家新能源发电企业的绿电，预成交电量约1500万千瓦时。

据首都电力交易中心交易师张辰达介绍：“本次交易拓宽了绿电进京渠道，增加了北京区域外的绿电供给，为国家大剧院、首都博物馆、首都图书馆等电力市场化用户提供了外购绿电，更好地满足北京市的电力用户绿色用能需求，也有效促进了西藏的新能源消纳，助力当地经济社会发展。”

北京市不断加快能源绿色低碳转型步伐，探索建立“域外资源开发、绿电定向输送”的绿电进京新模式，积极推进市场化交易，促进绿电消费。北京自2021年正式开展市场化绿电交易以来，相继实现了山西、内蒙古、甘肃、新疆、青海等地的绿电进京，外调绿电规模持续扩大，绿电市场化交易量实现大幅增长，绿电供应更加充足，企业购买更加便利。数据显示，2024年，北京共实现绿电交易77万张，市场化绿电交易50.5亿千瓦时，减少二氧化碳排放约403万吨。

（程伟 关首峰 王萌）

## 西藏市场化绿电首次进京

# 技术创新、场景融合、生态共融，华为助力新疆构筑新能源产业创新高地



■仲新源

在“双碳”目标下，能源产业正加速绿色低碳转型。风能、太阳能资源丰富，被纳入国家“十四五”规划纲要明确的大型清洁能源基地，新能源装机规模位居全国前列，产业快步迈向规模化、集约化，受到了越来越多的关注与重视。值得关注的是，华为数字能源已扎根新疆30余年，为新疆实现“双碳”目标注入源源不断的新动能。

12月6日，以“碳路中国 大道有为”为主题的2024华为中国数字能源旗舰峰会在新疆乌鲁木齐成功举办，吸引了众多来自政府、企业、行业伙伴的广泛参与，共同探讨数字能源产业的新趋势、新技术和新机遇。现场，华为还与多家企业签署合作协议及落成项目仪式，共同推进新疆新能源产业高质量发展。

华为数字能源中国区总裁周建军在峰会致辞中表示，华为数字能源将坚持技术创新、场景融合、生态

共融，全面支撑新疆构网储能、电站数字化、电算融合、矿区开发、电动重卡、交融融合等产业发展。

## ■技术创新助力新疆新能源产业迈向高质量发展

在能源生产和消费的结构化变革时代，新能源在我国西部地区正在发挥重要作用，产业发展也迎来新变化、新需求。作为我国最重要的能源高地之一，新疆凭借丰富的可再生能源资源、独特的地形地貌及自然条件、不断壮大的特色产业优势，以及在全国能源发展大局中重要的战略地位，正在加快布局风电、光伏发电、新能源汽车等产业项目，致力于构建高质量新能源产业创新高地。

向“新”逐“绿”机遇无限，其间也面临着一些现实挑战。高比例新能源高渗透率下电网稳定性问题，基地化新能源电站的高质量开发、建设、运维问题，疆煤外送等物流绿色转型和可持续发展等问题，在备受关

注的同时亟待破解。以技术创新紧抓机遇、应对挑战，这是华为助力新疆清洁能源蓬勃发展的关键与核心。在新疆，华为业务已遍及14个地州，在10个地州设立城市办公室，有超过1000人的本地化团队。尤其是在数字能源领域，光伏电站智能组串式逆变器累计安装近10万套，发电量较同类产品高1%。

华为以技术创新为引领，应对清洁能源大基地在建设及运维过程中面临的诸多问题与挑战，华为提供了可靠的解决方案。例如，华为围绕“光储用网云”推出智能风光储发电解决方案，通过构网算法重构电压、频率、功率三大稳定，主动缓解频率和电压波动，解决电网稳定与高比例新能源消纳问题，可以做到发得多、送得完、控得稳。

新疆哈密华润抽水蓄能电站25MW/100MWh构网型储能项目就是应用典范。该项目通过“单元级、整站级、系统级”三级测试，完成了全球首个百兆瓦时级智能组串式构网型储能系统高低电压扰动、相角跳变、低频振荡、阻尼性能、跟/构网模式切换等测试，有效验证了全球首个电站级规模化构网型储能稳定运行及暂稳态支撑能力。

## ■场景融合推动新型电力系统基础设施高质量共建

在新疆，为新疆。为了充分发挥新疆新能源产业的多场景优势，并真正解决当地新能源产业发展的痛点，华为针对光伏大基地推出“规一建一维一营全生命周期数字化”解决方案，华为聚焦智能化核心算法，提供百万设备接入、全面诊断分析和AI数据处理三大能力，为全生命周期的数字化提供坚实的底座，赋能生态伙伴开发包含保障建、施工进度管理、工程质量管理等，电站运行保障、电站智能控制、多能协同等多方面应用，由此实现“少人无人”、高PR、高收益、高安全四大价值。基于此，华为已与国能新疆公司、国电投新疆公司、大唐新疆公司、新疆新华水电公司等签订战略合作协议，全面建设高质量光伏电站。

## ■全液冷超充技术 实现充电基础设施高质量布局

值得关注的是，随着新能源产业愈发受到关注，新能源汽车发展的底气更足，正在成为出行主体。为满足用户需求，实现电动汽车充电基础设施的高质量建设迫在眉睫。

在新疆，需求明显，但挑战也很突出。例如，随着疆煤外运的快速增加，以燃油重卡为主的运输模式正快速电动化转型。考虑到新疆地域广阔、环境条件严苛，如何提供坚实的补能保障，支持车辆全场景、全天候稳定运行成为一大难题。再如，夏季高发高温天气、冬季出行极寒天气，器件性能往往限制较大，传统解决方案效果不佳。采用全液冷方案，核心器件不直接接触外界环境，通过全液冷的方式散热，将设备内部产生的热量通过液体循环带走，既实现设备的高效散热，又有效控制了温度，受极寒环境的影响相对较小。

目前，在乌鲁木齐、吐鲁番等多地，采用华为全液冷超充的充电站已有布局。例如，新疆首批液冷超充重卡充电站（玉涵宾馆站），证明了华为液冷超充在重卡领域能够适配新疆高温、大风沙的免维护特性，为疆煤外运、跨城市物流运输场景打下基础。而在夏季最高温度超过80度的吐鲁番，测试期间，华为超充设备主机满功率输出600kW，充电表现稳定，极端高温极限功率考验下，主机输出无降额。华为助力新疆充电网络高质量发展，未来值得更多期待。