跨越山海送绿电：5万亿元投资擘画新型电网新图景

■中国城市报记者 康克佳

风从戈壁吹来，光照进西部荒漠。根据国家能源局数据，截至今年9月底，我国风光累计装机容量已突破20亿千瓦。电发出来了，怎么送得远、存得下、用得好，成为电网必须回答的问题。

截至9月底，全国电网企业固定资产投资超过6000亿元，完成全年预计投资的三分之二；“十五五”时期，全国电网固定资产投资将超过5万亿元。从云端铁塔到城市配电，一场电网升级正在展开。

云端上的变电站

在四川省阿坝藏族羌族自治州理县米亚罗镇，一条12公里长的盘山公路从山脚一路向上，扎进海拔3620米的云雾中，海拔高差达850米。公路的终点，是世界海拔最高的特高压变电站，阿坝1000千伏特高压变电站。眼下，这座变电站正进入投运前的收尾。

阿坝至成都东1000千伏特高压交流工程，2024年7月开工建设，总投资约145亿元，线路全长734.8公里，需架设铁塔1400多基；沿线近三分之一区域海拔超过3000米，186基铁塔矗立在高寒地带。这条高海拔能源大动脉，要把川西的水、风、光清洁电力，送往环成都城市群。

在路的尽头，站内6台主变压器已全部安装就位。这些主变压器被分解为14个单元，分别运输至站内后再合体组装——沿着那条盘山公路，一点一点慢慢运上去。

设备难运，塔材更甚。全线最重的一基铁塔706吨、塔高180米，相当于60层楼；川1标段平均塔重346吨。施工项目负责人介绍，从材料运输到现场组装，都需要投入大量精力。塔材怎么上山？要借助直升机。据现场负责人介绍，单次吊运可达2吨，一座100多吨的铁塔，5个小时左右就能完成运输。塔立起来了，线也要架起来。针对高海拔覆冰、大风的环境特点，线路选用等级最高的十分裂导线。“如果把特高压工程线路比作高速公路，十分裂导线就是在高速公路上修了十个车道，让电流‘车道’更宽，传输效率更高。”该项目的安全员说。

高海拔的考验，不止于运输和施工。空气稀薄，空气绝缘性能下降，试验回路容易放电。调试项目经理廖文龙介绍，团队创新研制了国内首台三层圆环型均压环，补齐了高原试验的装备短板。

这项工程预计今年年底前投运。国网四川电力发展策划部主网处处长袁川介绍，阿坝地区可开发的风光新能源资源量超过7000万千瓦，线路建成后，阿坝的送出能力将翻番，输送的清洁电量将超过150亿千瓦时。

截至9月底，西南地区累计建成12回特高压直流工程，输电能力接近8500万千瓦；按照规划，“十五五”时期还将核准开工3回，新增输电能力超过2500万千瓦。

届时，以阿坝特高压变电站为核心枢纽，双江口、金川等大型水电站的清洁水电，与高原风电、光伏等绿电将在这里“打捆”整合、统一外送，把高原的清洁电力送往环成都城市群。

跨越三级阶梯的绿电通道

阿坝工程，是把川西的电送下山。藏东南至粤港澳大湾区±800千伏特高压直流输电工程，要做的事更远——把西藏的电，一直送到广东海边。

这条线全长2681公里，输送容量1000万千瓦，从青藏高原落到云贵高原，再钻进华南丘陵，跨过三级地理阶梯，途经西藏、云南、广西、广东。输送的全是水电、风电、光伏等清洁能源，不烧一吨煤。

这条“绿电天路”是全球输电能力最强、柔性直流技术最先进、投资规模最大的特高压柔性直流工程。沿线要翻越雪山、穿过峡谷、跨越江河，地质条件复杂，施工难度极大。昌都换流站建在海拔4280米的高原上，是全球海拔最高的特高压换流站。工程2025年9月开工，计划2029年底投运。今年，建设节奏明显加快：4月10日，云南段在怒江州贡山独龙族怒族自治县开工；7月9日，昌都换流站在左贡县美玉乡开工；10月16日，广西段首基铁塔在南宁浇筑，线路建设全面加速推进。

不只是藏东南。在日前召开的国家能源局新闻发布会上，电力司副司长谭洪江介绍，全国累计建成在运25条特高压直流通道，输电能力超过3.4亿千瓦。

在这25条通道中，陕北—安徽工程写下了“十五五”开年的第一笔：6月30日全面建成投运。这条“陕皖通道”起于陕西延安宝塔山换流站，止于安徽合肥合州换流站，途经陕西、河南、安徽三省，全长1055公里，额定容量800万千瓦。投运后，每年可向安徽输送电量超360亿千瓦时，其中新能源电量超过一半。

向北，内蒙古沙漠边缘，蒙西—京津冀±800千伏特高压直流进入全线铁塔组立关键节点。这条线输送的主要是库布其1200万千瓦沙戈荒基地的绿电，明年投产后，点对点直送河北。

向西，新疆戈壁风区，哈密1500兆瓦光热储一体化项目土建已完成约95%。项目采用“光伏+光热+储热”模式，太阳下山后，储热罐里的热量还能接着发电。

向南，广东三山岛海上风电柔直输电工程完成建设，正在海上换流站联调联试。这个被称为“海上电力心脏”的换流站，汇集4个海上风电场的电，通过上百公里海底电缆输送至陆地。投产后，每年可向粤港澳大湾区输送清洁电能约60亿千瓦时，满足200万户家庭全年用电需求。

国家电网的目标是，“十五五”跨省区输电能力达到5亿千瓦，跨区互济能力比“十四五”末扩大两倍以上。

城市里看不见的电网

特高压铁塔是看得见的。城市里还有一张看不见的网。

10月底，浙江虚拟电厂完成新一轮与大电网互动。依托人工智能大模型预判用电需求，它把写字楼空调、工厂可中断负荷、充电站可调负荷聚合起来：用电紧张时，提醒企业压一压负荷；绿电富余时，给储能充上电。

虚拟电厂不是真的电厂，而是一个“资源聚合平台”。它把分散在城市各处的分布式光伏、储能、可调负荷聚合起来，像一座看不见的电厂一样参与电网调节。

目前，全国已建成虚拟电厂超530个。按照《新型电力系统建设“十五五”规划》，到2030年，全国虚拟电厂最大调节能力将突破5000万千瓦。

同样的柔性调节，也从楼宇延伸到了车轮。谭洪江介绍，全国已建成超过2400万个充电设施，服务超过5100万辆新能源汽车，形成了全球规模最大的充电网络。国新办此前披露的目标是，到2030年支撑超过1.1亿辆新能源汽车出行，同时推动车网互动、大功率充电设施和电动重卡充换电设施建设。

配电网同样在变。国家发展改革委政策研究室副主任、新闻发言人李超此前表示，要实施城市配电网提质更新、薄弱县域电网改造，加快形成双向灵活交互的配电网络新形态，提升配电网分布式新能源接纳能力。

中国工程院院士舒印彪预测，到2030年，县域联系薄弱等网架结构突出短板将全面消除，高层小区单电源等民生供电保障薄弱环节基本消除，全国城市用户平均供电可靠率达到99.99%，配电网综合承载能力实现倍增。

国网能源研究院有限公司管理咨询研究所专家汤广瑞认为，新型电网本质上是一种适配电力需求刚性增长、新能源供给比重提升的现代化电网新形态，加快建设将筑牢国家能源安全屏障。

变化背后是真金白银的投入。中电联数据显示，前三季度全国电网完成投资4594亿元，同比增长4.9%；南方电网2026年预计完成固定资产投资1800亿元，“十五五”投资规模向万亿元迈进，预计带动上下游产业链投资2万亿元。

眼下正值迎峰度冬，谭洪江说，电网企业在加快建设的同时，将扎实做好今冬明春电力保供，加强电网运行调度，优化电力资源配置，确保群众温暖度冬和经济社会稳定运行。

新型电网的“新”，最终要落到一个个具体的用电场景里。年底前，阿坝—成都东就要通电；明年，蒙西—京津冀的绿电将进入河北；2029年，藏粤直流贯通。工程有时间表，城市的变化却藏在细节里，下一次新能源汽车插上充电枪，电表上绿电的比例会悄然涨一些，这张新电网带来的改变，就发生在这些日常里。



近日，在内蒙古呼和浩特托克托县，安徽送变电工程有限公司施工人员在蒙西至京津冀±800千伏特高压直流输电线路工程（蒙3标）建设工地进行组塔施工。 人民图片

城讯

国家能源局：迎峰度冬煤炭库存总体有保障

本报讯（记者康克佳）据国家能源局消息，2026年三季度，我国煤电发电量及占比同比下降，能源低碳转型取得新进展。随着近期煤炭增产保供举措加快实施，煤炭供应稳步恢复，与之同时，煤炭消费相对平稳，供需差进一步收窄，叠加电煤库存保持安全合理区间，为迎峰度冬保供提供坚实基础。

煤电发电量及占比同比下降。7、8、9三个月，全国煤电发电量同比分别下降4.0%、4.6%、1.9%，电煤用量相应降低。继今年上半年国内煤电发电量占比首次低于50%以下，9月底进一步降至49.1%。煤电年新增发电量占全社会新增用电量的比例持续下降，9月底降至4.4%。

煤炭库存处于安全合理区间。截至10月25日，环渤海港口存煤2692万吨，同比增加215万吨，其中秦皇岛港存煤595万吨，同比增加42万吨。全国统调电厂存煤保持较高水平，10月25日为2.1亿吨，平均可用35天，与近三年平均水平相当。