

# 中国能源报

CHINA ENERGY NEWS

人民日报社 主管、主办 □出版 《中国能源报》社有限公司 □Http://www.cnenergynews.cn www.people.com.cn □第 605 期 □本期 28 版 □周报 □2021 年 6 月 7 日 □国内统一连续出版物号 CN 11-0068 □邮发代号 1-6

建党 100 周年

奋斗百年路 启航新征程

## 特高压：走向世界的能源“金名片”

■本报记者 张子瑞 苏南 韩逸飞

从万米高空俯瞰大地，山中铁塔是云的起点、路的终点，飞架的银线横亘崇山峻岭、蜿蜒大江南北。这是特高压电网将清洁能源源源不断地送向四面八方，为神州大地带去光明与温暖。

从云南的金沙江畔到深圳的珠江口，最快、最忙的“高速”路线是哪一条？既不是飞机航道，也不是高铁线路，而是西电东送工程搭建起的电力高速路——不到 1 秒钟，来自云南的清洁能源，就通过特高压电网抵达广东用户的桌上案头。

截至 2020 年底，我国已建成“14 交 16 直”，在建“2 交 3 直”共 35 个特高压工程，在运在建特高压线路总长度 4.8 万公里，比绕地球赤道一圈还长。

改革开放前，我国电网的最高电压等级仅为 330 千伏，如今，我国已拥有世界上电压等级最高的±1100 千伏直流输电和 1000 千伏特高压交流输电线路。短短十余年，我国特高压技术从“没有路”到“蹚出路”、从“跟随跑”到“领头跑”、从“引进来”到“走出去”，改变了中国的能源版图，也改写了世界的输变电技术格局。

### 从“没有路”到“蹚出路”

在北京，故宫上演的灯光秀，离不开张北的风电光伏；在上海，外滩的流光溢彩，来源于四川大凉山的电力；在广州，“小蛮腰”电视塔的霓虹靠云贵高原的水电点亮……

展开中国的资源地图，可以发现，煤炭、风能、太阳能、水能“深藏”于中国西部，而用电负荷中心远在几千里外的中部和东部。

仅仅在 20 年前，解决发电用电区域不平衡、用电供需紧张最简单、最安全的方式仍是拉闸限电。如今，伴随特高压成为契合我国资源禀赋的“超级快递”，电力的跨区域、大容量、远距离传输成为可能。

目前，仅在国家电网经营区，每年 4500

建成工程(14 交 16 直)	电压等级(千伏)	建成工程(14 交 16 直)	电压等级(千伏)
晋东南-南阳-荆门	1000	宁东-浙江	±800
淮南-浙北-上海	1000	酒泉-湖南	±800
浙江-福州	1000	晋北-江苏	±800
锡盟-山东	1000	锡盟-泰州	±800
淮南-南京-上海	1000	上海庙-山东	±800
蒙西-天津南	1000	扎鲁特-青州	±800
榆横-潍坊	1000	准东-皖南	±1100
锡盟-胜利	1000	青海-河南	±800
苏通 GIL	1000	云南-广东	±800
北京西-石家庄	1000	糯扎渡-广东	±800
山东-河北环网	1000	滇西北-广东	±800
驻马店-南阳	1000	乌东德-广东、广西	±800
张北-雄安	1000	在建工程(2 交 3 直)	电压等级(千伏)
蒙西-晋中	1000	荆门-武汉	1000
向家坝-上海	±800	南昌-长沙	1000
锦屏-苏南	±800	陕北-武汉	±800
哈密南-郑州	±800	雅中-江西	±800
溪洛渡-浙西	±800	白鹤滩-江苏	±800

多亿度电通过 34640 公里的特高压线路，从遥远的大西北、大西南，跨越中国地理三级阶梯，自西向东，源源注入经济中心，支撑着都市里的璀璨灯光、工厂里的飞转马达、千家万户的日常起居。

从能源中心到负荷中心，汨汨流动的电力像新鲜血液为经济发展提供着澎湃动力。正是通过特高压这一动脉，使西电东送更有效率、更加顺畅。

特高压是指直流±800 千伏和交流 1000 千伏以上的电压等级。2006 年国务院印发的《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020 年)》第一次把特高压技术写入国家文件，特高压列为国家重点扶持的 20 项科技发展项目之一。

从 2009 年我国第一条特高压——晋

东南-荆门 1000 千伏交流特高压项目正式投入运行至今，特高压解决了中国能源资源和负荷逆向分布的困局，实现了能源跨区域大范围的调配。

国网数据显示，±800 千伏直流工程输送容量是±500 千伏直流工程的 2-3 倍，经济输送距离提高到 2-2.5 倍。2020 年，在运特高压输电能力达 7340 万千瓦，同比提高 740 万千瓦；利用小时数同比提高 310 小时。

特高压工程不仅传递着光明，还播撒着希望。

四川大凉山曾是全国最贫困的地区之一，从红军长征时的彝海结盟到今天的西电东送，希望的火种薪火相传。正是搭上了电力高速路，促使这里加快走上脱贫致富路。

### 从“跟随跑”到“领头跑”

特高压工程的探索之路，既是一条服务经济的动力之路，更是一条技术自主化的创新之路。在破解中国能源逆向分布困局的同时，也带动了整个输变电设备制造、技术研发产业链的形成，打造出中国标准，获得了全球标准话语权。

回溯 1989 年，中国投运的第一条±500 千伏直流输电线路——葛洲坝至上海的葛沪直流线路的装备和技术全套购买自外资企业。那时，我国 500 千伏交流电网的设备制造磕磕绊绊，从变压器、高压开关、避雷器、充电电缆到绝缘器材、电缆接头，与输变电有关的设备制造技术都需引进。超

高压设备尚且如此，特高压技术装备更是想都不敢想的禁区。

“特高压设备是国际电工设备制造领域的珠穆朗玛峰。”业内人士感慨地说。经验表明，特高压设备大都达到了设计和制造的极限，常规设备的制造、运行经验不能确保对特高压设备特性的精确把握，存在风险。

上世纪 60 至 90 年代，前苏联和日本等国先后开展了相关前期试验研究，建设了试验站和试验工程，具有一定技术储备，但由于没有在运行的特高压工程，没有形成特高压设备的商业化供货能力，也没有特高压技术标准规范。

在这种情况下，以特高压工程建设为依托，我国企业全面主导设备研制全过程，充分调用各种资源和力量，组成由专家委员会和科研、设计、制造、试验、建设、运行单位以及高校组成的常态设备研制工作体系，打破业主与厂家、厂家与厂家之间的技术壁垒，集中力量进行开放式创新。如今，与特高压相关的变压器、开关、绝缘等关键设备均实行了国产化率 100%。

柔性直流换流阀被称为特高压直流工程的“心脏”，研发难度极高，目前这颗国产“心脏”已在昆柳龙直流特高压工程龙门换流站稳定“跳动”。

“在西电东送工程和特高压项目的带动下，中国输变电产业链蓬勃发展。特变电工从一家濒临倒闭的街道小厂，发展成为输变电制造行业的龙头企业。”特变电工股份有限公司相关负责人说。

下转 2 版

## Comments 评论

### 新中国史上浓墨重彩的一笔

■本报评论员

在没有成功经验借鉴的背景下，中国特高压历经 20 年的探索、实践，在没有路的地方硬是蹚出路来，实现了输变电技术和装备的“逆袭”。特高压在中国的落地，靠什么？

特高压在中国能落地，离不开统筹各种资源的体制优势和敢为天下先的创新精神。

从世界电网的发展历程看，输电网已经有 100 多年历史。输电技术从低电压到高压等级提升的过程中，发达国家一直处于领先地位。我国自主设计、建造首个 330 千伏输电工程比发达国家晚了 20 年，而在 750 千伏输电技术方面我们则晚了 40 年。

之前一直处于“跟跑”状态的中国电网曾一度沿着“引进—消化—吸收—再创新”的路径摸索前进，但到了特高压这一等级，原来的模式行不通了。

发达国家虽然尝试过特高压，但没有成型的技术。在这样的背景下，无论是研发成套工程装备，还是关键技术参数与特性获取，都只能立足于自主创新。

而当特高压成为国家中长期科技重点扶持的项目之一，各种要素和资源向项目聚集，也推动了特高压在自主创新和研发的道路上实现尽快突破。

可以说，特高压给了中国输变电领域一次

跨越式发展与自主创新的历史性机会，而我们成功抓住了这一机会，实现了“弯道超车”。

特高压在中国的落地，离不开重大国家工程的依托。

正是有了“西电东送”这一重大工程，特高压在中国的落地运营才成为可能。同时，依托特高压项目，反过来又带动了我国输变电技术装备产业链的整体突破。

“西电东送”把煤炭、水能资源丰富的西部省区的能源转化成为电力资源，输送到电力紧缺的东部沿海地区，帮助西部把能源资源优势转化为经济优势的同时，也推动了东部的能源结构优化。这客观上要求全国电网互联，在更大范围内进行资源优化配置，实现电力更大规模、更远距离、更高效的传输。可以说，特高压在中国的商业化应用应用生逢其时。

特高压既是工程建设，更是自主技术攻关。能源科技装备事关国家能源安全可持续发展，核心技术既买不来，也用市场换不来，自古只有华山一条路；推进重大技术装备国产化。

政策作引导，政府来协调、工程为依托、国产化装备“首台套”为突破口，通过凝聚起政府、企业、工程的强大合力，我国在 1100 千伏特高压 GIS 出线套管空心复合绝缘子、±800 千伏棒形支柱瓷芯复合绝缘子、棒形悬式复合绝缘子等输

变电装备领域实现了系列化、批量化突破。

复盘中国能源装备的发展史，无论是核电、燃气轮机、天然气长输管道，还是液化天然气船，每一个重点领域的突破，无不是依托重大工程，以点带面。特高压输变电技术的突破再次印证了这一点。

“大水养大鱼。”中国经济是一片大海，而不是一个小池塘。正是受益于中国市场庞大需求、能源生产和消费的巨大活力，特高压技术才真正有了用武之地，开启了商业化征程。

改革开放之初，我国电力缺口高达上千万千瓦，不少工厂被迫“停三开四”，居民用电无法全部保证，“停电”成为一代人的记忆。

改革开放 40 多年来，从拉闸限电到村村通电，从可再生能源无人问津到“风光”无限，我国的能源发展实现了前所未有的巨大变化，能源生产和消费总量跃居世界首位，能源保障能力不断增强，能源结构不断优化。在这一基础上，电力大范围的传输才有了现实需要。正是在此大背景下，特高压改变了中国的能源版图，推动了中国输变电技术装备的跃升。

2020 年，特高压作为新基建七大领域之一再扛重任。正值建党百年的历史关口，特高压将为支撑中国经济的持续腾飞和民族的伟大复兴担当起更重大的使命。

□主编：贾科华 □版式：侯进雷