

从“中国创造”到“中国引领”

——中国西电集团公司特高压技术重点突破纪实

业界有这样一种说法：“特高压是破解电网瓶颈的钥匙。”对此，中国工程院院士、国家电网电力科学院名誉院长薛禹胜曾评价指出：“特高压技术是世界能源输送方式的重大变革，将对人类高效、绿色、安全使用能源产生深远影响，同航天技术、高铁技术一样，是中国‘十一五’期间对世界工业发展做出的重大贡献。”



2008年—2009年研发成功世界一流特高压大容量交流直流试验技术

本报记者 孙颖

过去5年，我国全面掌握了特高压输电核心技术和全套设备制造能力，相继建成投运3条可实现大规模、远距离送电的特高压交直流输电线路。依托一系列重大工程，我国输变电设备制造用短短几年

时间，走过了发达国家15至20年的道路，并实现了全面超越，在世界电网科技领域实现了“中国创造”和“中国引领”。

骄人的成绩背后，是国家电网公司和一大批输变电设备制造制造企业紧贴国家电力发展矢志创新的结果。当记者对我国的特高压电

网建设进行采访报道时，惊喜地发现，在我国古城西安，有这样一家企业，它是国内一次设备最完整的成套供应商，它是国务院国资委直接监管的输变电成套装备研发制造企业集团，它不仅在特高压建设方面已经进行了大量的研发和投入，填补了国内外

的诸多空白，而且已经在目前实现的特高压交流和直流领域，有许多设备投入运行，有的正在特高压示范工程扩建工程和青藏直流工程现场安装调试，即将投入运行。它就是连续6年位居中国电气百强之首的中国西电集团公司。

挺起中国输变电装备的脊梁

中国经济正在高速发展，电力负荷快速增长，目前500千伏电网已经开始出现输电能力不足、输电走廊紧张等问题。现有的超高压输电技术难以满足未来电力增长的需要。来自国家电网的预测数据显示，今后20年，我国电力需求将持续增长，新增电量将达6.2亿千瓦时，新增负荷将达10.7亿千瓦。

面对这一现状，我国电力界人士给出了答案：“特高压是破解电网瓶颈的钥匙。”随着我国能源战略的西移，对新疆、西藏等西部地区能源资源的开发力度将进一步加大，这些大型能源基地距离中东部负荷

中心超过2400公里，迫切需要开发应用特高压直流输电技术。±1100千伏特高压直流输电技术是世界输电技术的最高点，是电工技术、装备制造技术的极限挑战。

据介绍，特高压是指交流1000千伏及以上和直流±800千伏及以上电压等级的远距离输电技术。由于技术和经济的因素，目前世界范围内仅有日本和俄罗斯铺设了特高压线路，且始终未能成功转入商业化运行。

中国的特高压建设已经是箭在弦上不得不发。早在2009年1月6日，我国首条特高压输电线路国家



西电自主研发的1100kV棒形支柱绝缘子在荆门变电站运行

电网“晋东南—南阳—荆门”特高压交流试验示范工程就正式投运。该工程作为目前全世界运行电压最高的输电工程，开发了全套具有自主知识产权的特高压交流输电工程技术，实现了科研攻关、工程设计、设备研制、成套设计、运输安装、调试试验和调度运行的全面自主化。目前，我国已相继建成投运3条可实现大规模、远距离送电的特高压交直流输电线路。对此，两院院士潘家铮高度评价说，建设特高压电网就是“建设中国电力的脊梁”。

已是世界上电压等级最高、规模最大的中国电网对成绩并未沾沾自喜，止步不前。“发展特高压

央企勇于担当

作为我国特高压建设的重要参与者，中国西电集团公司党委书记陈元魁在接受《中国企业家》记者采访时表示，电能是目前使用最便利、最清洁的能源，电力需求是国民经济发展的晴雨表，我国的自然资源禀赋和多年以来形成的发展格局，大容量远距离输电是必然的，国民经济和人民生活对电的依赖越来越强，让应该用电的都能用上电，满足用电总量的要求，是所有电力工作者的责任和使命。“正在实施的特高压扩建工程、青藏电网联网工程这两大工程，既是电网公司的重点工程，也是我国‘十二五’时期的重要工程。作为西电集团，我们积极参与并且高度重视。通过参与这两个工程建设，充分展示了西电集团以及所属各个企业，勇于创新、勇于担当、不断创新的能力和作风风貌，体现了西电人高度的政治责任和社会责任感，也增强了西电人的集团意识和集团化运作的实力。特高压示范工程的建设投运，为我国电力建设积累了经验，更为‘十二五’期间我国电力发展奠定了非常重要的基础。我们将珍惜特高压电网建设这个难得的参与机会，高度重视特高压和

青藏直流联网工程设备的制造、安装和调试，为把这两个工程建设成为最好的世纪工程添砖加瓦。”

历史选择了西电，西电也正在创造新的历史。在采访中，陈元魁书记自豪地告诉记者，中国的特高压建设已经走在了世界的前列，目前国内特高压工程所用设备几乎全部是国内企业提供的。西电的特高压设备自主化率达到100%，国产化率达到了91%左右。所以，美国能源部长朱棣文把中国的特高压创新视为对美国科技领导地位的挑战。

谈到未来，陈元魁书记表示，虽然在企业发展历史的长河中西电集团的体制机制并不占优势，但西电作为中央企业，有着优良的创新传统、雄厚的创新实力，勇于承担历史重任，西电集团所定的目标不仅仅是在特高压领域，而是在整个输变电制造行业成为有能力引领发展的领军企业。今后，西电集团将沿着“调整转型、创新升级”的发展主线，坚持自主创新，实现核心技术突破，实施创新领先战略和创新国际化战略。“这既是企业发展的需要，更是国家的需要，我们深感责任重大，使命光荣。”

从追赶领跑

特高压对于中国电网技术而言，无异于一次科技革命。而历史的发展规律证明，一次科技革命必将引领一次产业革命，一次产业革命定会带来一次绝好的发展机遇。

据了解，特高压输电设备主要包括变压器、开关断路器、电力电容器、绝缘子避雷器等一次设备和自动化控制保护等二次设备，西电是唯一涵盖几乎所有一次设备和部分二次设备的企业。

近几年，西电集团抓住我国建设特高压工程的大好机遇，不断自主开发成功国内首台特高压输电成套装备，在有力支持国家特高压电网建设的同时，也进一步提高了自身的核心技术，通过特高压等众多核心与关键技术的创新，西电已发展成为我国最具规模的高压交直流输电成套装备的科研、开发、生产、试验、贸易为一体的重要基地，是目前我国研发与制造0.4kV—1100kV交流输电设备、输配电装备和±10kV—±800kV高压直流输电换流站装备企业中产品等级最高、产品品种最多、工程成套能力最强的企业集团，代表着国内输配电装备的成套能力和水平。

在采访中，西电集团副总工程师宓传龙告诉记者，多年来西电集团始终把“创新图强、至精至诚、和谐共赢”作为企业发展的宗旨和理念，把“制造精品、装备电力、服务社会”作为神圣的使命，依靠国家历次电网升级和改造的契机，不断适应新的要求，研发生产了大量能够满足国家电力需求的输变电装备。曾先后为我国第一个330kV、550kV超高压交流输电工程，第一个750kV特高压交流输电工程，第一个1100kV特高压交流输电工程，第一个±1000kV直流输电工程，第一个±500kV超高压直流输电工程，第一个±800kV特高压直流输电工程，第一个西北至华北联网背靠背直流输电工程以及“三峡工程”、“西电东送”等国家重点工程项目提供了成套输配电设备和服务，设备全部成功投入运行。

说起西电集团旗下较具代表性的企业，同时担任西电集团所属西安变压器有限责任公司(以下简称西电西变)副总经理的宓传龙表示，西电西变当仁不让。作为我国研制大中型高压、超高压、特高压交直流变压器和电抗器的国家重点骨干企业，无论是核心领导力量、科技精英团队，还是现代企业管理制度，西电西变都是出色的。

据宓传龙介绍，我国的特高压交流输电工程代表着国际上最先进的技术水平。上世纪70年代苏联开始特高压线路建设并建成了一条特高压线路，但是由于苏联解体并未投入使用。日本也于上世纪80年代开始进行特高压线路实验建设。

上世纪六七十年代，西电西变率先自主研发成功国内首台220千伏、330千伏级产品，并在特种变压器领域获得了发展。今年7月20日，由西电西变自主设计研发的第四台1000kV 1000MVA双柱结构、单柱容量500MVA特高压自耦变压器，在西电常州生产基地一次性通过全部例行试验和型式试验。这标志着西电集团拥有的国际最尖端的双百万双柱变压器生产稳定、技术成熟，巩固了我国装备制造自主创新成果，在我国变压器发展史上具有里程碑的意义。

西电集团旗下另一王牌子公司当属西安西电开关电气有限公司(以下简称西电开关)。开关也是在特高压建设工程中的关键设备，它在特高压设备中是一个很重要的装备，高压开关在电路上起到了保护和控制的作用。

2008年，西电开关为国家首条特高压交流试验示范工程荆门变成功研制1100kV VHGIS开关设备。在此基础上，西电开关再攀科研高峰，于2010年8月自主研发了世界首台“ZF17A-1100(L)/Y6300-63”气体绝缘金属封闭开关设备，不仅为国家特高压后续工程提供了坚实的保障，并在我国乃至世界特高压开关设备制造领域树立了新的里程碑。

西电旗下的西安西电高压电瓷有限责任公司(以下简称西电西瓷)是我国绝缘子行业最具品牌影响力的企业。2007年在国内率先研制成功1100kV 16kN户外棒形支柱绝缘子。该产品填补了国内空白，达到了国际领先水平，已成功应用于荆门特高压交流试验示范工程。

2010年又研制成功国内首只800kV无机粘接开关出线瓷套，该产品的研制成功不仅填补了国内空白，同时也彻底打破了国外同类企业长期垄断制约的不利局面，实现了我国800kV SF6断路器、GIS用瓷套管全部国产化。

在今年中建普瑞扩建工程中西电西瓷承担了串补平台上所用的±800千伏直流棒形绝缘子的研制任务。由于强度高、形位公差要求严，研发生产难度相当大，为了保证万无一失，连续3次在国网公司的专家组见证下，在中国电科院进行抽查试验，在西电西瓷召开各种研讨会、检查会就有7次。在不到一个月的时间里由有关专家参与二次试验，西瓷就把形位公差合格率首批试制的30%提高到了100%，瓷检合格率则由早期的50%稳步攀升，个别批次达到100%。整柱产品的抗弯能力要求达到16千牛，通过检验最小值达到24.9千牛，最大值达到25.25千牛。试验结果表明：产品强度高、分散性小，在场的专家及国网公司的有关领导给予了高度评价，认为“产品技术性能在行业是绝对的世界领先水平”。

圆梦自主创新

特高压的背后萌动着西电集团的超越之梦。每一次努力，每一回探索，都将烙上历史的印记。从追赶领跑，在世界电网的发展进程中，西电集团用自主创新理念全面构建并伴随着国家电网“努力超越、追求卓越”的强国之梦。

据介绍，“十一五”期间，西电集团共完成重大技术开发412项，其中国际领先42项、国际先进184项、国内领先87项；特别是经过以特高压输配电重大成套装备为代表的自主研发，取得了重大创新突破，掌握了特高压输变电关键技术和核心技术，成功开发了较具影响力的高压开关、变压器、换流阀、电力电容器、避雷器、套管、互感器、绝缘子等30多种特高压技术重点装备。

2010年新增专利申请242件，首次年度申请超过200件，占全年计划指标105.2%，同比增长36%；新增授权专利224件，同比增长65.6%，其中授权发明专利25件，占全年计划指标161.2%，同比增长80.6%，年有效专利突破500件，全面超额完成年度计划指标。随着知识产权管理的不断完善，西电知识产权在2010年国资委公布的中央企业排名中继续上升；有效专利数排序为47位，同比上升3位；申请专利数排序为44位，同比上升5位；授权专利排序为38位。取得专利金奖产品4个。荣获国家第二批全国企业知识产权示范创建单位(企业)资格。

即将迎来的第二轮特高压建设高峰让人期待，这对我国输变电设备制造而言，是机遇也是挑战。只有适应新的市场需求，占领核心技术的制高点，企业才有可持续发展的未来，也才能真正推动我国实现由装备“制造大国”向“制造强国”的转变。

在采访中，陈元魁书记颇有信心地说，“十二五”是企业发展的关键转型期，也是重要的战略机遇期，西电集团一定会在国务院国资委的正确领导下，创新管理，扎实认真工作，以科学发展为主题，以“调整转型、创新升级”为主线，以实现重大技术突破、抢占科技发展制高点为方向，以领先技术驱动企业发展为目标，继续紧密追随国家电力建设新的需求，扎实做好各项工作，为把西电打造成为拥有自主知识产权和世界知名品牌、具有国际竞争力的世界一流电气企业集团而不懈奋斗！



西电依靠自有技术研制成功的世界首台800kV双断口罐式断路器在国家首条750千伏输电工程运行



西电研制的1100kV VHGIS断路器在特高压示范工程荆门站运行