

从“试验”到“示范”

——世界首座66万千瓦超临界循环流化床电厂实现年内“双投”

■特约通讯员 李晶 徐毓婷 洪嘉伟
尚小丽 韦帅

山西朔州,雁门关外乌金翻滚的煤海,华北大地灯火辉煌的电城。10月1日,由中国能建华北院总承包、西南院设计、安徽电建一公司和山西电建参建、西北电力研究院调试的平朔2台66万千瓦超临界循环流化床电厂(以下简称“平朔项目”)2号机组完成168小时试运行,标志着目前世界单机容量最大、首座66万千瓦超临界循环流化床电厂实现年内“双投”,完成了35万千瓦超临界循环流化床机组与66万千瓦超临界煤粉炉机组技术整合优化的“试验”到“示范”,开辟了“黑色”产业“绿色”发展的新路径。

实现“煤、电、水、汽、化”一体化利用

平朔项目位于朔州市平鲁区循环经济园区,紧邻中煤平朔集团井工三矿和大型洗煤厂,属于大型坑口煤矸石综合利用发电项目,是国家第一批煤电联营重点推进项目,也是大气污染防治行动计划“特高压电网四交四直工程”山西晋北—江苏南京±800千伏特高压直流输电工程配套的支撑电源点之一。

项目所在的矿区每年洗选煤炭都会产生大量煤矸石、洗中煤等劣质煤,如何合理处理一直是个难题。“循环流化床锅炉燃烧技术环保性能良好、燃料适应性强、燃烧效率高、负荷调节能力强,是目前商业化程度较好的劣质煤洁净燃烧发电技术,备受世界能源行业青睐。”据西南院平朔项目设计总工程师周明清介绍,项目可使劣质煤与中煤混合后达到煤矸石电厂的发电热量,就地高效转化为发电资源,每年消纳劣质煤510万吨,发电66亿千瓦时。

作为热电联产机组,平朔项目还是平鲁区集中供热的配套热节点,可在每小时提供320吨高温高压蒸汽的同时,提供700万平方米的冬季采暖负荷,年供热量达1000万吉焦。

为实现超低能耗及超低排放,平朔项目采用了低背压小机直排空冷岛、同轴汽动给水泵、双塔双循环脱硫、炉内选择性催化还原、预留选择性非催化还原、废水处理复用等技术,实现了夏季耗水0.090立方米/吉瓦秒和厂内工业废水零排放。

“平朔项目实现了煤、电、水、汽、化的一体化整合发展,充分体现了循环经济‘减量、再利用、资源化’的原则,也促进了煤矸石、煤泥低质燃料循环流化床机组向大型化、高参数方向发展。”周明清表示。

融入创新设计成果与精细化设计理念

多年来,西南院坚持产学研相结合,在国内外投产大型循环流化床锅炉发电机组49台,获得专利18项、专有技术9项、软件著作权1项等科技创新成果,长期保持着世界循环流化床锅炉发电机组勘察设计容量最大、投产台数最多的引领地位。此次,为将平朔项目建成节能环保、技术领先、精干高效、世界一流的数字化循环流化床示范电站,公司将创新设计成果和精细化设计理念融入现场服务、成本控制、系统优化的各个环节,实现了资源的优化配置和共享。

以往建设热电联产项目,一般会设置单独的供热首站系统,而平朔项目的供热首站设备却布置于汽机房内,既可以减少管材的消耗和土地的占用,又可以避免热量的损失。“本来,超临界机组的汽水系统管道布置就繁杂且紧凑,供热首站系统也具有管道管径大、系统复



平朔项目全景图。西南院/供图

杂的特点,所以这是一项非常困难的设计。”周明清表示,通过多次优化研讨和设计方案比较,设计团队终于“梦想成真”。同时,为减少公路运煤产生的污染,平朔项目所用的燃料全部通过输煤皮带,直接运输至电厂贮煤缓冲筒仓;为解决场地紧张问题,避免电气设备暴露,采用了主厂房内500千伏气体绝缘变电站;采用的“新型石灰石粉气力运输系统”等新专利技术节约了投资约70万元、年运行费约80万元,采用的“一种无紧急补水系统的循环流化床锅炉紧急补水系统”发明专利,相较传统紧急补水系统单独设置系统节省投资90万元。

挑战大容量、高参数循环流化床电厂

较之中、小型循环流化床锅炉和常规煤粉炉,平朔项目的循环流化床锅炉容量大、参数高,设备结构、系统更为复杂,安装、调试都要摸索。

一方面,分布在锅炉左右两侧的旋风分离器和外置床尺寸大、管屏长度不一、布置紧凑,焊口多为高合金钢,安装时易产生误差,另一方面,为提高二次风穿透能力,炉膛下部采用分体炉膛,产生了两个等压风室的风量调衡问题。

据安徽电建一公司平朔项目常务副经理程军介绍,项目部成立了QC专项小组,探索出从炉两侧吊装、安装与吊装同

步推进、两侧外置床管排逐台吊装等方法,提升了施工效率和质量,降低了成本,获得2018年安徽省工程建设质量管理小组成果二等奖。

平朔项目还建有国内最大、最高的空冷岛,顶标高达64.5米,空冷柱采用定型钢模板施工工艺,施工难度大、标准要求高。“主排汽管道又大又重,但因设备到货滞后,空冷设备和结构安装均已就位,管道吊装区变得十分狭小,于是我们快速重新编排了吊装计划,最终圆满赶上进度。”安徽电建一公司平朔项目总工覃素志回忆说。

挑战越大,成果越丰富。山西电建也在平朔项目建设期间大胆创新,谋求突破。针对机组外置式锅炉换热器结构安装要求高、检修难度大的特点,一改传统施工方案,采用固定数量分部进行焊接和检测,实现了施工质量与进度的“双领跑”,一揽子解决了机组投产进度与运行隐患等问题,“循环流化床锅炉外置式换热器施工技术”也获得全国电力建设科学技术进步三等奖、山西省省级工法。此外,应用的“提高预埋电缆管利用率”和“提高主厂房内墙抹灰一次合格率”两项QC成果获全国电力建设优秀质量管理三等奖,空冷岛垂直敷设工法等32项技术创新成果和优化施工方案,累计为项目节约成本及创造效益400余万元。



拉林铁路冷达1号桥铺轨完成。徐达/摄

雪域高原铸造“钢铁彩虹”

位于西藏自治区山南市加查辖区内,线路全长26.7千米,工期77个月,预计2021年竣工通车。

据葛洲坝集团拉林铁路工作小组副组长肖刚介绍,加查县海拔超过3200米,高原缺氧、地质条件复杂,资源组织困难,而且铁路施工与水电路工大有不同,战线长、环节多、施工点多、可调整性低,生态脆弱,整体协同性要求高,施工难度巨大。

肖刚曾获得过全国铁路系统火车头奖章,带队参与建设的拉日铁路获“中国土木工程詹天佑奖”,经验十分丰富。他说,拉林铁路全线跨越雅江的桥梁共有16座,其中6座在第7标段,再加上隧洞,整个项目的桥隧比高达86.6%。同时,高原低温和雅鲁藏布江汛期,对施工影响很大。

在加查1号特大桥桩基施工中,因桩基位于水电站导流渠下游,水流冲击大,安全风险高。为改善不利状况,指挥部调整施工组织,将原先的冲击钻施工,改为人岩能力强、国内同类设备施工效率最高的超大超深桩基础的大型旋挖机施工,在最短时间内高效完成了施工

任务。

在隧洞施工中,指挥部遇到了软弱围岩大变形的地质灾害,管理人员几乎每天驻扎在隧洞内指导施工作业,严格超前支护工艺、合理布局、采用信息化监控手段,最终使在该隧道的在所有标段隧道中实现安全贯通。

此外,在控制性工程安拉隧道施工中,指挥部推广采用了水压致裂爆破作业的方式,提高了安全性和爆破效率,减小了粉尘污染,使该隧道的水压致裂光面爆破获评全线样板工程。

强党建就是强发展。建设期间,在遇到各类困难时,指挥部党员率先垂范,克难攻坚。在全线1000米以上中长隧道施工中,承建的1707米拍拉隧道率先贯通,在今年冲刺铺轨目标之际,党员干部充分发挥先锋模范作用,形成大干快上的全员战斗状态,如期完成无砟道床施工,保障了铺轨顺利进行,获得了业主嘉奖。

10月4日,葛洲坝集团承建标段内轨道铺设工作完成。回首5年多的征程,指挥部员工们感慨万千:“当困难被一一克服,节点目标一步步按计划实现,剩下的,就只有深深的自豪感。”

新闻聚焦

■ 本报 10月11日,由中国能建西南院、新疆院参与设计的阿勒泰—准北750千伏输电线路工程送电投运。该工程实现了750千伏电网全疆联网,可提高阿勒泰地区的供电能力和供电可靠性。(周德才 郭志成)

■ 本报 9月30日,由中国能建西南院设计、广东火电承建、华南电力研究院调试的广州增城燃气冷热电三联供项目实现“双投”。该工程总装机容量130万千瓦,是我国目前最大的燃气—蒸汽联合循环项目、首个双套H级燃机项目。(杨柠志 吴苏珊)

■ 本报 9月29日,由中国能建西南院、华北院、山西院、江苏院参与设计的蒙西—晋中1000千伏特高压交流线路投运。该工程是华北地区特高压电网成环成网的关键组成部分,对缓解华北地区电力供需矛盾,提高供电可靠性和资源优化配置能力具有重要意义。(莫礼曦)

■ 本报 9月29日,由中国能建浙江院总承包建设的杭州市萧山区戴村镇东风村美丽乡村建设工程通过验收。该项目以保护传统文化、突出地方特色为重点,以山水文化为核心,重点打造了核心河道、古树名木、铜埠码头、武传庐故里及沿线自然景观。(王雯霞)

■ 本报 近日,中国能建江苏院中标南通电厂2台745兆瓦燃气轮机创新发展示范项目勘察设计标段。该项目名列国家能源局第一批24个燃气轮机创新发展示范项目首位,是目前国内单机容量最大、效率最高的H级创新示范化重型燃机。(杨清波)

■ 本报 近日,由中国能建镇江设备公司自主研发的国内首台“纯电力驱动的移动式高真空吸引装置”通过出厂验收。该装置是治理粉尘污染的新型环保设备,可广泛应用于火电、钢铁、水泥、矿山、码头等工业企业。(巨兴)

■ 特约通讯员 王建锋

被誉为“天路”工程的青藏铁路,结束了西藏没有铁路的历史,而川藏铁路的建设,则将进一步丰富西藏铁路网,彻底改善西藏东部交通、经济落后的现状。

2015年6月,一群中国能建葛洲坝集团(以下简称“葛洲坝集团”)的建设者来到新建川藏铁路拉萨至林芝铁路(以下简称“拉林铁路”)第7标段的工地上,开启了在雪域高原铸造“钢铁彩虹”的征程。

拉林铁路全长403.144公里,分为12个标段,葛洲坝集团承担施工的第7标段

服务国家战略 融入区域发展

■ 特约通讯员 刘艳华 本报记者 慕悦

“山上把家定,水远石头近,想口米汤喝,只等生瘟病。”

这是曾经流传在云南省宣威市普立乡攀枝嘎村的一句俗语。宣威市,地处云南省东北部,素有“入滇锁钥”、“滇东门户”的美称,地理位置优越,文化底蕴深厚,发展潜力巨大。然而,由于交通闭塞,这里成了云南省27个深度贫困县之一,直至今年5月,才正式退出贫困县序列。

10月4日,随着由中国能建葛洲坝集团(以下简称“葛洲坝集团”)投资建设的宣威至杨柳高速公路(以下简称“宣杨高速”)全面进入路面基层施工阶段,沿途几代人距离实现走出深山的梦想越来越近,也有了新的目标——跑步奔小康。

实现区域大联通

“以前去宣威都是走省道,山高路远,费时费力,来回折腾特别麻烦,所以,没有特别紧急的事,几个月不会去一趟。但是,以后等路修好了,进城方便了,就可以经常出门了。”提起宣杨高速,家住杨柳的蔡先生喜悦的劲头别提多足了。

宣杨高速是云南省道网规划(2014年—2030年)威信—镇雄—威宁—宣威高速公路(S11线)中的杨柳至宣威段,属于滇、

护住青山赢金山

“只要思想不滑坡,办法总比困难多。”这是宣杨高速项目部党支部书记刘波常挂在嘴边的一句话。他表示,今年是决战通车目标的关键之年,高效优质履约是当地政府和百姓的殷殷期盼,更是葛洲坝集团建设者孜孜不倦的追求。

项目部谨遵葛洲坝集团的“安全一票否决制”和“质量终身责任制”,制定了安

全生产“四个责任体系”、质量管理“四个责任体系”,采取严格的安全质量奖惩、考核工作机制,狠抓安全管理。

9月8日,宣杨高速茂宗隧道右线贯通,这是工程首条贯通的长隧道。该隧道为分离式隧道,右线全长1335米,左线全长1265米,所处区域地形复杂,穿越偏压、浅埋、断层破碎带,其中V级围岩占91%以上,属于较高风险隧道,施工难度极大。项目部组建起党员突击队和青年突击队,以“短进尺、弱爆破、勤支护、快循环”的方式进行作业,运用了国内最先进的预测预报手段探明地质情况,细化了工序管理安全质量标准,优化了各工序间的衔接,保证了安全质量和施工进度可控。

守护绿水青山,换来金山银山。宣杨高速沿线红土较多,质底疏松,地质条件差,建设中极易出现滑坡、塌方等情况。为取得项目建设与生态保护“双赢”,项目部深入调研,优化了设计方案,减少了土地和林地的占用,又与各参建单位共同制定了科学的环保举措,最大限度降低对生态环境的影响。“宣杨高速将成为一条镶嵌在绿水青山中的致富之路。”刘波表示。

留下人气振底气

“以前,一直想出门打工补贴家用,但因为没什么文化,也不敢走得远。后来,

果林乘风记

■ 特约通讯员 姜昊 赵博

10月11日,在渤海之畔的果林间,由中国能建东电二公司(以下简称“东电二公司”)承建的辽宁复州城镇海100兆瓦网源友好型风电场示范项目工程(以下简称“镇海风电项目”),第42号风机吊装完毕,为工程年底投产打下了基础。

复州城是辽宁远近闻名的水果之乡,有果树13.6万株,年产水果万吨以上。辖区陆地为温带大陆性季风气候,风力资源丰富。镇海风电项目本期拟建设40台单机容量2.2兆瓦、6台单机容量2兆瓦的风力发电机组,年上网电量约27.13兆千瓦时。同时,作为网源友好型风电场示范项目,同期建设全钒液流储能电池,总容量为10兆瓦/40兆瓦小时,其中0.25兆瓦钒电池用于一机一储的示范配置,剩余9.75兆瓦用于35千伏集中式全钒液流电池储能站。该电站建成后,将成为辽宁规模最大的储能站建设试点工程。

2019年12月,镇海风电项目正式开工。由于现场温度极低,无法满足混凝土浇筑对温度及湿度的要求,风机基础施工便成了开工之初的最大困难。项目团队连夜开会讨论,细化工作目标,同时,东电二公司派出专家组,与项目部技术人员一同成立了冬季施工技术专项小组。经过周密计算和多次实地考察论证,项目部决定搭设暖棚进行混凝土浇筑及后期基础养护。

浇筑当日,天空飘起了雪花,棚外山风凛冽呼啸,棚内却施工热情高涨。为防止混凝土受冻,施工人员24小时值守现场。顺利经过养护期,拆除模板后,露出的风机基础表面光滑,标志着项目部按时、高标准完成了施工计划,现场响起一片掌声。

“镇海风电项目是公司承建的第一个储能电站工程,没有太多经验可循,而且,又地处密林山地,施工难度很大。”对建设初期的困境,项目经理金莹记忆犹新:“做风机和架线基础时,设备、水泥、沙、石子等材料都要运进现场,但山林间果树茂密,汽车开不进去,只能靠拖拉机、手推车、独轮运输车,像蚂蚁搬家一样一点点挪进去。许多小路经过蓄水池和沼泽地,地形复杂,危险性高,我们租用了当地农民的马车,然而,马车装了多,稍不小心还是会陷到泥里。”经过反复勘测现场地形,项目团队终于想出办法——利用河床临时架设一架宽5米的桥,顺利将物资材料运进施工现场。

进场时,他们又遇到了难题——大型吊车进不去,汽车频频陷入淤泥,项目地又属农业种植区,整个场区内都找不到石料,怎么办?通过“头脑风暴”,项目团队找到了“新点子”——利用专门的石灰石,按一定比例搅拌至淤泥中,这样,晴天晒干后,路面既可以变得结实,又不容易被雨水化掉,解决了大型机械进场难题。

风电系统入网稳定性、电能质量、电能调度经济性相对较差,为此,技术团队彻夜攻关,一方面改进了当前的发电系统控制措施,另一方面调整提升了系统的低电压穿越能力。同时,通过为整个风电系统配置相应的储能系统的控制措施,利用多种单位组合的储能单元共同构成储能系统,有效抑制了风电功率的波动,以最小的储能容量实现了储能技术的最大化,降低了发电成本,提升了运行可靠性。

现在,不仅在家门口就有活干,而且还有师傅手把手传授技术。”

王传肖是项目部从宣威当地招聘的一位农民工。据他介绍,宣威山高谷深,土地贫瘠,经济社会发展严重受制,居民大都“走出”谋生,随着2018年宣杨高速开工,离家近、收入高、能学技术的项目部成为大家择业的热门,“现在,我媳妇也在这里工作,两个人挣的钱是以前的几倍,我们非常开心。”

开门修路促就业。项目部坚持把高速建设作为促进当地发展、缓解就业压力、带动群众增收的“引擎”,截至目前已直接为当地提供了1000余人的就业岗位,间接就业的人员更是不计其数。“要不是有了这些建设者的到来,我的小店可能早就关门了。”宣威高速沿线一位理发店的老板说,“人流”的涌入拯救了许多濒临倒闭的商家,重新激活了这片土地的生机与活力。

除了做好公路建设,项目部还把沿线居民生活的“苦”看在眼里,记在心上。建设期间,项目部为沿线村庄无偿修建和改造了50余公里的便民道路,3座桥梁,10余座水窖,自发为贫困地区捐款30余万元,为偏远贫困山区的农村学校捐赠了277件校服,组织了“关心关爱独居孤寡老人”、“道路清扫”等志愿服务活动,获得当地政府和百姓的广泛好评。