

宁夏打造特高压电力外送保供样本

■本报记者 梁沛然

宁夏银川以东,戈壁滩上铁塔一座连着一座,银线从塔间穿过,一路向东延伸至远方。这片西北土地是我国首个国家新能源综合示范区、“西电东送”的重要送端。银东、灵绍、中衡三条直流通道从这里出发,将塞上的风、光与煤转化成电力,分别送往山东、浙江、湖南,总外送容量达2000万千瓦。

截至目前,宁夏已累计向全国输送电量超过9383亿千瓦时。2025年,宁夏年度外送电量首次突破1000亿千瓦时,约占本区发电量一半。今年上半年,外送电量达499.96亿千瓦时,同比增长7.3%。

宁夏,凭借“火电调峰+新能源外送+储能调节”的多元体系,在全国能源安全大局中扮演着越来越关键的角色。

■ ■ ■ 三条通道覆盖“三华”

2010年,国内唯一一条±660千伏直流线路银东直流投运,跨越1330公里将宁夏的电送至山东。这是宁夏第一条跨区域外送通道,宁夏由此正式成为“西电东送”送端之一。

2016年8月,±800千伏灵绍直流投运,起于宁夏灵武的灵州换流站,止于浙江绍兴的绍兴换流站。2025年,我国首条以输送“沙戈荒”新能源为主的特高压直流工程中衡直流投运,将宁夏的电送至湖南,送电范围覆盖华中。至此,三条直流分别送至华北、华东、华中。2025年,宁夏外送电量突破千亿大关,新能源年度外送电量超280亿千瓦时,占总外送规模比例达28%。截至今年4月底,新能源外送电量占比进一步提升至32%。

“银东直流作为宁夏第一条外送通道,开创宁夏‘西电东送’的先河。中衡直流是‘沙戈荒’大基地的配套通道,标志着宁夏外送电从‘送煤电’向‘输绿电’转变。”国网宁夏电力有限公司相关负责人表示。

三条通道中,灵绍直流尤为引人注目。它不仅是宁夏的核心外送通道,更是整个国网系统特高压

直流中利用效率最高的一条。

10年来,灵绍直流累计向浙江输送电量达4593.23亿千瓦时,相当于减排二氧化碳约4.58亿吨。2024年,该直流在夏季持续满功率运行达63天,每日送电超1.5亿千瓦时,最高达1.74亿千瓦时。通过这条通道,宁夏送出的电量占浙江省全社会用电量的近1/10。

与此同时,浙江的用电负荷在持续攀升。数据显示,2024年最大负荷达1.23亿千瓦,年内7次创历史新高;2025年达1.3亿千瓦,度夏期间空调负荷较平时几乎翻倍。灵绍直流成为浙江迎峰度夏中发挥作用最大的外来保障电源之一。

■ ■ ■ 通道“智慧调度”

特高压直流通道容量是固定的,24小时恒定运行。但光伏只在白天发电,且午间出力最大。要把白天的光伏电量尽可能送出,就必须让配套火电在同一时段降低出力。谁让路,谁就损失发电量。宁夏的办法是让火电“压下来”,让新能源“送出去”。而“压下来”这件事,需要硬核的技术能力。通过持续的技术攻关和灵活性改造,宁夏的先进机组已将这一底线大幅压低。

今年8月,国能宁夏鸳鸯湖电厂火电机组耦合熔盐储热深度灵活调峰示范项目通过168小时试运行,标志着我国66万千瓦超临界机组蒸汽加热熔盐热电解耦整套技术从理论研究落地为工程实践。项目依托鸳鸯湖一期2台机组建设,储能能力达258兆瓦时,深调时长最长可达12小时。投运后,66万千瓦机组深度调峰下限从30%额定负荷降至20%,实现20%至100%额定功率宽区间灵活运行,同时保障对外供热稳定。据测算,项目每年可节约标准煤1.86万吨,减排二氧化碳11.8万吨,为全国在役超临界煤电机组灵活性升级改造提供了可复制的工程样板。

但要让火电“自愿让路”,除技术之外,还需要合理的市场机制。“压减出力意味着减少发电量,直接关系到电厂的‘经济账’。”国能宁夏鸳鸯湖电厂相关负责人说。

宁夏的思路是,用政策稳预期,用模式通路径。在政策端,宁夏先后出台储能专项方案,创新推行容量电价保底政策,给予储能电站基本收益保障,以此撬动社会资本投入。该政策的效应很快显现。5月30日,宁夏新型储能装机规模突破1000万千瓦,正式迈入千万千瓦级储能大省区行列。截至目前,宁夏储能并网规模达1013.46万千瓦/2181.26万千瓦时,约为新能源装机规模的16.6%。在调度端,宁夏持续优化源网荷储协同机制。今年1—5月,储能应用直接提升新能源利用率约5个百分点。

商业模式探索更值得关注。宁夏率先构建起“容量保底+现货套利+辅助服务+电站租赁”的多元化收益结构。储能电站不仅能靠“存电放点”赚取峰谷价差,还能参与电网调频、调峰等辅助服务获得额外收入,甚至能像资产一样租给发电企业使用。这一套“组合拳”,让储能成为一门算得过账的生意。

■ ■ ■ “一盘棋”精准调度

凸显宁夏在全国保供中不可替代价值的,是一次应急响应的“压力测试”。2022年夏季,四川遭遇极端高温,水电出力骤降。正常情况下,西北省区通过德宝直流消纳四川水电。但当年,德宝直流反向运行,宁夏、甘肃、新疆等西北省区在国调统一指挥下,通过多省接力向四川紧急送电。水电大省在极端天气下依靠西北火电和新能源“反哺”。有电力调度人员回忆:“全国电网是一张网,哪里缺电,哪里就需要顶上去。”

这次应急响应证明,宁夏的外送通道在关键时刻确实能“顶上去”。但同时,仅依靠几条固定通道和协议送电远远不够,必须把临时应急能力转化为

煤炭行业绿色“新”生

■本报记者 苏南 人民日报记者 邓剑洋

自然资源部近日发布《关于新一批国家级绿色矿山名单的公示》,内蒙古、陕西、河北等30个省(区、市)共计238座矿山上榜。其中,内蒙古共有29座矿山入选,湖北和河北分别以27座和14座矿山紧随其后。陕西、浙江、安徽、新疆等省区的人选数量也均在10座以上。

此次入选的绿色矿山分布广泛,折射出各地对绿色矿山建设的高度重视。在“双碳”目标下,煤炭行业“脱黑向绿”,煤炭清洁高效利用体系不仅初步建成,更成为生态文明建设的生动案例。

■ ■ ■ 算大账求长远

最新绿色矿山入选名单中,以煤炭、铁矿为代表的传统能源及金属矿产占据重要席位,国家能源集团、冀中能源等企业旗下多家矿山入选。这些龙头煤企将生态修复融入生产全周期。

煤矿经济效益与环境效益双赢并非易事。煤炭开采时往往伴随地表沉降、矸石堆积与废水排放,面对这些难题,生态环保投入常被视为“无底洞”。但在绿色转型“账本”中,不少现代化矿区已算起“社会效益账”。

站在神东煤炭锦界煤矿矿区入口,几乎看不见煤的影子。“所有煤炭从井下开采后,全部在封闭的煤仓和皮带间流转,直到装上车,实现采煤不见煤。”该煤矿原矿长、国能神东煤炭集团生产管理部经理高登云告诉《中国能源报》记者。

在陕北地区,煤炭含盐量高、碱性强,为实现废水零排放和资源化利用,不少煤矿斥巨资建成深度水处理站。“由于补贴政策滞后,处理后的优质再生水目前只能按极低价格甚至免费供应。算上每年6000多万元的药剂费、设备折旧和人工成本,我们处理1立方米水的成本高达7万元,每年仅水处理一项就要额外支出上亿元。”陕西小保当矿业有限公司(以下简称“小保当矿业”)党委副书记、总经理薛晓强坦言,“算‘经济账’算不过来,但要算‘社会效益

账’,绝对没问题。”

小保当矿业的“硬出血”,换来周边生态的“零伤痕”。同样的逻辑,也体现在煤矿矸石的处理上。

陕北地区矸石产量大,最简单的处理方式是外运填埋,处理1吨成本仅30元。“但我们投资9000多万元,建成全国首套200万吨/年无害化矸石充填系统。”薛晓强介绍,将煤矿矸石打成粉末,不添加任何添加剂,直接通过高压注浆充填到井下采空区。“这样能有效解决矸石外排的污染问题,也能延缓地表沉降。处理1吨矸石的直接成本为66元,是外运费用的2倍多。”

生态零容忍更延伸到开采结束后的土地修复领域。在陕西曹家滩的土地复垦实验基地,采取“自然垮落稳定后+黄土覆盖+平整”的工艺,将原本的耕地恢复成耕地,林地恢复成林地,“再造隔水层”项目入选自然资源部的典型案例。

矿山生态精细化修复之路不易。传统覆土复绿模式手段单一、管控粗放,难以实现矿区生态长效稳定修复。对此,曹家滩煤矿搭建智能化矿山地质环境监测体系,布设全套智能监测设备,对矿区地表沉降、水土环境、植被长势等核心生态指标实行全天候动态监测,以科技手段为生态修复精准赋能。

陕煤集团曹家滩煤矿董事长李增林告诉《中国能源报》记者:“生态修复不能只做表面功夫,我们坚持科技赋能、精准施策,以智能化监测护航精细化治理,全力实现矿区生态原貌复原、长效稳固,真正做到开发一处、修复一处、绿水青山常驻一处。”

■ ■ ■ 筑牢“绿屏障”

绿色矿山建设并非简单的成本投入,而是企业可持续发展的核心驱动力。国能准能生态示范区、神东布尔台矿区等入选“绿水青山就是金山银山”实践创新基地,开滦南湖、徐州潘安湖等矿区修复治理模式入选全国典型生态修复案例,开滦煤矿、中兴煤矿等一批工业遗产入选中国工业遗产保护名录……



图为国家能源集团神东煤炭上湾煤矿。

锦界煤矿地处晋陕蒙交界,上世纪90年代,风一吹黄沙蔽日,三米外难见人影。为此,神东人创新提出“三期三圈、五采五治”治理恶劣的生态环境。截至目前,神东累计生态治理面积达581平方公里,植被覆盖率从开发初期的3%—11%提至64%以上。

目前,神东矿区已实现“边开采、边治理,边恢复”。这种煤矿生态治理的成效,正在全国开花结果。据不完全统计,2025年全国原煤入选率达到68%,大型矿区煤矿矸石综合利用率、矿井水综合利用率、土地复垦率分别达到75%、74.3%、57.06%。煤矿正向着生态美、产业兴迈进。

为巩固这一态势,近日发布的《煤炭工业发展“十五五”规划》(以下简称《规划》)为煤炭行业绿色低碳转型指明方向——要深入推进生态文明建设,健全煤炭绿色勘查、设计、建设及生产标准规范,完善绿色开发长效机制。《规划》尤其对空间布局的约束条件更清晰,绿色关口前移。国家能源集团技术经济研究院总经理王文捷认为,今后煤炭项目布局将不再单纯依赖资源和成本因素,必须严格接受生态承载力、水资源条件和环境质量的约束。

■ ■ ■ 布局“新能极”

筑牢生态屏障的同时,煤炭行业并未止步传统“挖煤—卖煤”模式,而是积极拥抱新能源浪潮,构建多能互补的新格局,推动产业向高端化、多元化、低碳化发展。“十五五”时期,煤炭消费将进入峰值

平台期,煤炭发展将从增产保供进入控量提质的新阶段,煤炭利用将由燃料向原料与燃料并重转变。

煤炭工业规划设计研究院党委书记、董事长汪有刚解读《规划》时表示,《规划》跳出煤炭看煤炭,首次完整明确煤炭的基础保障和系统调节新定位。一方面,坚守能源保供使命,稳定保障工业用电、民生采暖、顶峰应急刚性用能;另一方面,释放煤炭原料化潜力,依托煤制油气、煤基新材料、精细化工补齐国内高端化工原料,战略油气供给短板,推动煤炭从燃料向燃料和原料并重转变。

煤矿矿区正与“风光”等多能源品种互补融合。在锦界煤矿,火电的兜底调峰与新能源的绿色间歇,形成优势互补。2.8万亩百万千瓦光伏基地铺展荒漠,目前新能源板块总装机达182万千瓦,年发绿电26亿千瓦时,成为陕西省最大的新能源企业。

煤炭矿区正走向绿色“新”生。一方面,矿区广阔的闲置土地资源,如采煤沉陷区、排土场等正和光伏、风电深度融合,“负资产”正转为发电站。另一方面,依托矿区已有电网送出通道和火电调峰优势,解决新能源发电的不稳定性。风、光、煤深度融合,加速盘活矿区资源。

据了解,部分矿区还开始挖掘产业资源、山水资源与 cultural 资源,因地制宜打造红色文化教育基地、工业遗址公园和国家矿山公园。开滦煤矿、中兴煤矿等一批工业遗产入选中国工业遗产保护名录,变美丽风景为“美丽经济”。

发电量约230万千瓦时,可满足80万家庭的用电需求。今年初,埃及规模最大光伏储能一体化电站“方尖碑”投入运营,装机1.1吉瓦配备100兆瓦/200兆瓦时电池储能系统,可满足约160万户家庭的用电需求。

当前,愈来愈多中国能源企业落户苏伊士运河经济区,建设电池片、组件及储能系统制造基地,助力埃及装备本地化制造。未来,中埃将立足现有成果,多维度深化拓展合作,构建“技术共研、产业共建、标准共享、金融共通”的深度协同格局。

闫世刚认为,中埃可再生能源合作重点将围绕三个维度提质升级:装备制造本地化、技术标准互通、能源金融。“通过合作,推动埃及从设备进口国向区域制造中心转型,并协助埃及完善新能源质量认证制度,打通储能产品出口通道。同时,扩大本币互换与熊猫债发行,互换规模扩大至300亿元人民币,为项目落地提供资金保障。”

孟鑫补充称,新能源装备制造方面,依托苏伊士运河经济区产业基地,扩大光伏、储能、风电核心组件本土化产能,打造北非新能源装备制造枢纽。技术标准互通互认方面,依托联合实验室开展沙漠绿电、智能储能技术联合攻关,输出适配北非气候的新能源技术标准。能源金融与全链条合作方面,依托双边经贸机制,创新新能源项目投融资模式,落地长期信贷、绿色基金合作,降低项目建设融资成本。



上接1版

哈通社援引哈萨克斯坦外交部对外政策研究所副所长马纳尔别克·卡巴济耶夫的话称,上合组织是当前国际关系体系中“具有重要影响力的多边合作机制之一”,成立25周年是一个重要节点,意味着该组织正在迈向更加注重质量提升和实际成果的新阶段。

中吉能源合作多维提质升级

“唇齿相依的好邻居、命运与共的好伙伴、相互成就的好朋友”“最亲密的朋友和最可靠的伙伴”,中吉两国元首对两国关系予以积极评价。此次访问期间,两国共同签署两份重磅成果文件,达成20余份合作文件。

中吉建交30多年来,本着同舟共济、互利共赢精神结为新时代全面战略伙伴,务实合作驶入“快车道”。中国是吉尔吉斯斯坦最重要的贸易和投资伙伴之一,2025年中吉贸易额达272亿美元,同比增长19.8%。

当前,中吉能源合作已形成传统能源与新能源协同发展的务实格局。在传统能源领域,中吉能源合作标杆项目——中大石油炼化项目是吉尔吉斯斯坦最

大工业项目,成品油供应量占据该国市场30%份额,有效缓解其燃油进口依赖,对其能源安全和工业发展具有重要意义。

在新能源领域,中吉合作正从传统水电向光伏、垃圾发电和风电等多元绿色能源拓展。

阳光洒在天山山脉,中吉两国紧密合作下建设投运的吉尔吉斯斯坦首座大型光伏电站——詹泰光伏电站19.3万块光伏板在阳光下熠熠生辉。电站设计年发电量达2亿千瓦时,彻底结束当地“拉闸限电”历史。中亚首个垃圾科技处置发电项目——比什凯克垃圾焚烧发电项目利用中国成熟垃圾焚烧发电技术,规划垃圾处理总规模3000吨/日,全面投产后预计年供绿电约4.8亿千瓦时,让比什凯克的“生态痛点”化作“发展亮点”。

展望未来,中吉两国能源合作将实现多维提质升级,通过技术、资本与标准的深度融合,构建更加安全、低碳、可持续的现代能源体系。外交学院经济学院教授闫世刚接受《中国能源报》记者采访时表示,一方面,深化传统能源绿色化改造;另一方面,依托共建“一带一路”清洁能源与储能联合实验室等平台,聚焦太阳能、氢能、智能储能等前沿领域开展联合研发与人才培养,推动绿色能源技术本地化应用。

“双方应抢抓人工智能发展机遇,围绕‘人工智

能+能源’创新赛道,依托中吉数字算力合作基础,落地智能电网调度、绿色算力等场景,以数字智能赋能能源降本增效、安全管控,构建‘传统能源稳底盘、新能源拓增量、人工智能提效能’的全新合作格局,推动双边能源合作向绿色化、智能化、高端化升级。”清华大学能源互联网创新研究院副研究员孟鑫表示。

能源务实合作是中埃活力增长极

站在中埃建交70周年历史节点,两国元首高度评价中埃关系。此次访问期间,双方发表关于进一步深化全面战略合作伙伴关系的联合声明,签署20余份合作文件,同意进一步深化共建“一带一路”倡议同埃及“2030愿景”对接。

埃及是中国在阿拉伯世界和非洲的重要贸易和投资伙伴,也是最早参与共建“一带一路”的国家之一。经贸往来方面,中国连续10多年成为埃及第一大贸易伙伴国,2025年双边贸易额达到207.9亿美元。

从基础设施建设、新能源开发到数字经济、人工智能等新兴领域合作,能源合作是中埃务实合作中最具活力的增长极之一。

红海沿岸,苏伊士湾畔77台中国制造的风机御风而动,这是已投运的非洲单机容量最大、总装机容量最大风电项目——埃及Amunet 500兆瓦风电项目,年