

# 破解生态脆弱地区煤炭开采“水难题”的神东答卷



黄河中游是我国重要的生态屏障和能源走廊,是国家生态安全和能源安全战略交汇点。国家能源集团神东煤炭集团有限公司(以下简称“神东煤炭集团”)所辖神东矿区地处黄土高原丘陵沟壑区与毛乌素沙地过渡地带,位于黄河中游多沙粗沙区,原生生态脆弱,水土流失严重,同时能源资源丰富,是我国重要的能源基地。神东煤炭集团作为黄河流域重要的煤炭能源生产基地和国内煤炭生产标杆企业,拥有大国央企的社会担当和政治使命,从“八五”期间开发建设以来,秉持“创新、协调、绿色、开放、共享”新发展理念,致力于在黄河上中游生态脆弱区打造“煤海绿洲”。在近40年生态保护的实践中,神东煤炭集团坚持打造最适(适宜、适度、适应)生态系统,采取“宜林则林、宜草则草”治理方式,创新形成了“五采五治”生态生产协同模式、“三期三圈”生态环境防治模式、“三级三用三循环”矿井水保护模式、“三叠加三协同”生态协同防治模式、“生态+光伏”产业发展模式、地企民合作共建共赢模式、生态政策协同保障模式、生物多样性及生态平衡模式、生物资产及经济平衡模式和生物碳汇及碳平衡模式,把加强生态保护、发展生态产业、实施生态工程和推进生态科技转化相结合,破解了荒漠化地区大型煤炭基地开发建设中进行生态保护的“世界性难题”,为矿山生态保护和高质量发展提供了重要经验。

2019年,黄河流域生态保护和高质量发展上升为重大国家战略。在习近平生态文明思想指引下,2021年9月18日,神东煤炭集团与黄委黄河上中游管理局联合启动“贯彻落实黄河流域生态保护和高质量发展重大国家战略——神东先行示范区”创建工作,开启了打造黄河流域生态保护和高质量发展示范,黄河“几字弯”区域地企协同发展、煤炭行业高碳产业低碳发展的先行示范,为构筑黄河流域能源走廊绿色生态屏障、助力黄河流域生态保护和高质量发展作出了新的突出贡献。现推出神东煤炭集团探索创新绿色矿山生态保护和高质量发展的路径与模式宣传报道,为黄河流域乃至中国生态保护和高质量发展提供可借鉴的经验与示范。

水是生命之源、生产之要、生态之基。

大西北、黄土高原、毛乌素沙地、黄河中游多沙粗沙区这几个标签同时出现,人们最容易想到的词是——“干旱”“缺水”。神东煤炭集团就地处这样一个地区,是我国首个年产2亿吨煤的特大型煤炭企业,拥有千万吨级连片矿井。大规模开采煤炭极易导致地质环境破坏,水资源保护和利用面临很大的风险和挑战。



“黄河流域一年65亿立方米矿井水,如何处置与利用?”2023年3月,在全国政协十四届一次会议上,全国政协委员、中国工程院院士、中国矿业大学(北京)教授武强通过提案,表达了加强黄河流域矿井水资源化综合利用的紧迫性。“2022年,沿黄河9省(区)煤炭产量35.9亿吨,矿井涌水量约为65亿立方米,接近我国南水北调西线工程一期设计调水量80亿立方米。”武强指出,这些矿井水如果不能得到有效处置与资源化利用,不仅白白浪费宝贵的水资源、污染危害黄河流域生态环境,还会引发矿井突透水事故,带来严重的生产安全风险。那么,开发建设近40年的神东煤炭集团是如何破解“水难题”、做好“水文章”的呢?请跟随记者,一起走进神东矿区神奇的“水世界”。

面对煤炭开采和水资源保护的突出矛盾,神东煤炭集团坚持“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”治水思路,全方位落实“以水定城、以水定地、以水定人、以水定产”和“以水定绿”原则,结合矿区矿井水三水同源、三水同缺的现状和问题,创新应用了“三水保护”“三级处理”“三种利用”“三水管理”“四水四定四统筹”模式,在煤炭富集而水资源短缺地区,大力实施水资源保护和利用工程,满足了十万人生活、百万亩生态、千亿元产值的用水需求,走出了一条水资源可持续利用之路。

## 面临水资源匮乏 三水同源 三水同缺

神东矿区地处山西、陕西、内蒙古3省(区)接壤区,位于黄河中游多沙粗沙区,原生生态脆弱,水土流失严重,气候干旱少雨,呈现“三水同源、三水同缺”的特征。

神东矿区年均降雨量360毫米,仅为年蒸发量的1/6;地下水资源匮乏,是全国平均水平的3.9%;主要河流为乌兰木伦河、牯牛川河和窟野河,属黄河水系,窟野河流域常年断流。大气降水是地表水、地下水的主要补给途径。

生产用途少,无上下游用水产业,仅内部生产用水;生活用水少,无法接受全部退水,水质不符合用水要求;生态用水难,生态用水水质要求高,节水灌溉标准要求高,退水手续审批难。

神东矿区所属神府东胜煤田,是国内最大的千万吨级连片矿井,大规模开采容易导致地质环境破坏,水资源保护和利用难度大、困难多。采煤活动产生的塌陷裂缝,引起水土流失;地下采空区影响水源涵养功能,破坏地表水系;井下开采,破坏地下水系,导致地下水资源流失。

## 做好空间均衡 统筹三水保护

针对矿区地下水、地表水和大气降水“三水同缺”且煤炭开采规模大的现状和问题,神东通过保水采煤、水土保持、水源涵养等措施,实现“三水同源、三水同保、三水同治、三水同用”。

地下水保水采煤。神东矿区干旱缺水,神东人却不缺“从0到1”的创新精神。神东矿区首创了在地下矿井建起35座地下水库,利用采区建造地下坝体形成储水空间,转移、储存岩层渗水和井下开采产生的污水,并利用矸石和长距离流动实现水的自然净化。这是神东人水资源循环利用的一种成功尝试。神东作为最大的煤炭生产基地,井下生产通过实施超大工作面整体沉降减损技术,最大程度减少多次破坏,从而减少对含水层的破坏。

地表水水源涵养。河湖生态复苏,顾名思义就是通过生态补水恢复河道基流。神东矿区地处黄土高原丘陵沟壑区与毛乌素沙地过渡地带,矿区开发建设之前,生活在这里的人们饱受水土流失和土地沙化之苦。近40年来,神东不断更新生态治理理念、创新生态环境防治模式。比如在上湾黑炭沟区域,神东实施了实施谷坊坝、生态湿地等沟道整治,通过种植水源涵养林,恢复河流沟道自然生态基流。神东自开发建设以来,通过采取水源涵养和水土保持措施,合计减少263.36万吨泥沙入河,生态治理面积达497平方千米。



大气降水水土保持。神东在陡坡地、沟道、沙地、塌陷地、排矸场等地采取水保措施,种植樟子松生态林,沙棘、牧

草等经济林,同时安装水保监测设施,监控水保系统成效,实现区域大气降水生态循环。2019年神东矿区生态治理成效监测与评估项目成果显示,神东矿区水土流失面积由2005年的953.36平方千米大幅降低至2018年的587.61平方千米。

神东认真贯彻落实《中华人民共和国黄河保护法》,严格执行取水许可制度,施行水源刚性约束制度和强制性定额管理制度,加强矿区水资源保护,开展疏干水综合利用技术研究,创新智慧水务管理,重点落实乌兰木伦河(神东段)生态治理规划,扎实开展河道治理保护工作,整体提升区域生态环境质量。

## 做好系统治理 统筹三级处理

矿井水,是在采矿过程中形成的水。矿井水与相关地层岩石和矿物接触发生水岩相互作用,诱发一系列的物理、化学和生化反应,因此水中存在一定的污染物,往往pH值特别低,常伴有大量的亚铁离子,增加了处理的难度。

神东统筹井下预处理、地面预处理和地面深度处理系统,通过集中优化组合,最大程度避免矿井水的过度处理、重复处理,最终实现矿井水处理后达地表水Ⅲ类水质标准。

采区沉淀过滤系统。利用采区矸石对水体的过滤净化和自然压差输水特点,将井下所有污水注入采区,经过采区沉淀过滤,将清水收集打入供水系统,实现地下水直接复用,满足井下用水需求,从而减少矿井水外排。目前,神东生产运行的13座矿井均建设有采区过滤净化系统,每天可减少矿井水污水外排量近6万立方米。

高效沉淀过滤系统。神东矿区建矿初期每座煤矿都配套建设有预处理系统,主要处理井下收集的生产污水,通过药剂、混凝、沉淀、过滤将污水中的煤泥等悬浮物转移到污泥中,出水可满足《煤炭工业污染物排放标准》,在回用于井下工作面生产、地面洗煤用水等。



膜法过滤结晶系统。为满足提标要求和灌溉用水水质要求,针对神东矿区矿井水中溶解性总固体、氟化物等偏高的特点,神东共投资7.71亿元,按照地表Ⅲ类水建设矿井水深度处理系统,建设6套专项除氟系统和2套除盐系统,除氟系统采用羟基磷灰石吸附除氟工艺,除盐系统采用三级反渗透+蒸发结晶处理工艺。布尔台区域矿井水提标治理项目是国内首套碳酸钠结晶系统,设计处理规模为每天2万立方米,出水水质优于地表Ⅲ类水。

“矿井水经过膜过滤和蒸发结晶系统后,水中的氯化钠、碳酸盐类物质全部转移到副产品盐中,产水水质也得到了明显改善,产水回用于生产,大大减轻了对设备的腐蚀,副产品盐也全部进行了资源化利用,实现了废水零排放目标。”布尔台深度处理车间工作人员介绍。

## 做好节水优先 统筹三种利用

矿井水处理达标后主要通过生产复用、生活杂用、生态利用实现综合利用。目前,神东自有12座矿井水全部实现了废水零排放。

生产复用。神东井下生产、洗煤补水、黄泥灌浆、厂区消防洒水、厂区绿化等生产用水全部使用矿井水,优水优用、劣水劣用,生产复用率占矿井水产生量的46.3%;神东生产矿井原煤生产用水耗0.058立方米每吨,优于《清洁生产煤炭标准

煤炭采选业》国际清洁生产先进水平0.1立方米每吨的要求。

生活杂用。按照分级分质、多级循环利用的原则,用于矿井生活杂用和锅炉用水环节。生活杂用量占矿井水产生量的5.2%。

生态回用。主要用于沉陷区生态治理,根据沉陷区生态复垦时空分布进行分区、分级、分类利用,生态用水量占矿井水产生量的48.5%。

一直以来,神东注重深入普及节水知识,通过微信平台、宣传海报、宣传画册等载体,向广大员工群众宣传水资源相关法律法规和节水知识,增强大家爱水、节水、护水的意识,矿区保护水资源的行为蔚然成风。

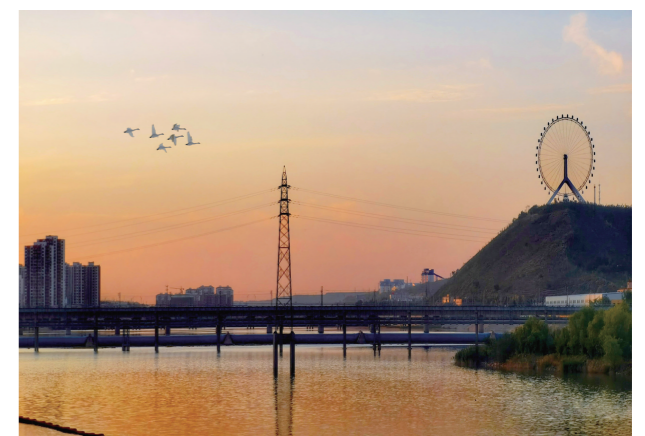
## 做好两手发力 统筹三水管理

神东统筹“水资源、水环境、水生态”协同管理,将矿井水资源反哺水生态、水环境,实现水资源节约利用、水环境全面达标、水生态稳步修复。

水资源机制。神东创建水资源合规体系,从“合规管理、合规建设、合规运行”三方面开展水资源管理工作,在黄委的指导与帮助下,神东13矿14井已全部完成取水许可手续的办理,全面实现取水依法合规。

一是通过加强组织建设、制度建设、宣传活动和专项活动,确保水资源管理合规;二是通过完善三级计量设施,建设智慧水务管理系统、水处理及利用设施等,确保设施合规;三是通过制订用水计划、分解用水指标,施行用水定额管理,不断完善统计、监测、考核三大体系,完善用水档案和水资源税管理,确保运行合规。

水环境制度。针对清污分流、雨污分流、均衡排水、限值入厂、合规排口、核算处理、稳定运行、三区收集、三级处理、三类循环、三种利用、科学管理等12项制定了管理规范,明确了管控内容和作用,确保矿井水水质处理稳定达标。



水生态系统。遵循人水和谐理念,以实现水资源可持续利用、保障生态系统良性循环为主题,通过修复植物水生态、地表水生态,保障沟道河流生态基流,畅通地表植物大气水循环,促进水体自然演替让水资源流动而不流失。

如今的神东不仅扭转了原生环境缺水状况,而且大大改善了矿区的水生态环境。开展生态修复前,矿区鲜见鸟类,如今站在乌兰木伦河两岸,可见水草丰茂,水鸟翱翔。大天鹅、绿头鸭等鸟类数量逐年增加,摄影爱好者还拍到过对栖息环境和水质要求很高的、被称为“鸟中大熊猫”的黑鹳,越来越多的珍稀候鸟选择在神东“安家”,处处可见人与自然和谐的美好画卷。

神东在黄河流域水土流失严重、水资源匮乏地区,创新应用的水资源保护和利用四项统筹模式,是深入贯彻“四水四定”原则和“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”治水思路的具体体现,坚持山水林田湖草沙一体化保护和系统治理,立足黄河流域水资源禀赋,以水土保持、水源涵养和水资源保护作为生态要素,以井下、地面和深度三级处理为依托,实现水资源在生产、生活、生态上的节约集约利用,体现了系统保护有标准有红线、有特色有创新、可复制可推广等特点,为更多的能源企业提供水资源保护利用的神东样板,为黄河流域生态保护和高质量发展贡献神东力量。

(刘岚 雷鸣哲)