

从“黑煤山”到“绿田园”

——中国中煤华昱公司白芦煤业生态转型的实践与蝶变

■ 陈日强 贾鸿燕 吴国明

晋北大地的矿区深处，成片农作物在风中摇曳，曾因采煤留下的沟壑裂缝，如今已蜕变为生机盎然的绿洲。白芦煤业以习近平生态文明思想为指引，深耕“两山”理念，在2025年11月26日顺利通过省级绿色矿山创建名录遴选，用坚守与创新书写着高碳产业与生态保护协同共生的答卷。作为中国中煤华昱公司旗下的骨干企业，这份荣誉不仅是对其绿色转型的肯定，亦勾勒出了煤炭行业高质量发展的新路径。

立根铸魂 向绿而行

“以前下井巡检，一天要走十几公里；现在坐在控制室里看屏幕就行，设备异常会自动报警。”这是白芦煤业老矿工眼中的新变化。这种改变的背后，是企业将绿色发展理念深植生产经营各环节的坚定实践。白芦煤业以“绿色矿山建设评价指标”为标尺，摒弃“先开采后治理”的旧模式，确立“生态优先、边采边治”的新原则，让绿色成为矿山发展的底色。

为切实推动绿色矿山发展理念的全面落实，该煤矿逐步建立起一套系统化、规范化的绿色管理体系，覆盖从顶层设计到基层执行的各个环节。在调度指挥中心，专门开发了环保监测与管理的专项功能模块，实时监控各项环境指标；在一线生产班组，推行详尽的“绿色操作手册”，将环保要求细化到每个岗位和操作流程。同时，该矿明确了每年环保投入的硬性指标，确保资金与资源到位，并配套设立职工环保技术创新激励机制，广泛激发全员参与绿色转型的积极性。如今，绿色发展已不再停留在喊口号层面，而是深度融入煤炭开采、物料运输、生态修



白芦煤业调度指挥中心。■ 图片由受访者提供

复和矿区治理的全流程，成为具体、可执行的生产经营要求。这种以理念引领行动的发展模式，为该矿后续实现全面绿色转型奠定了坚实的制度基础和实践根基。

赋能增效 双轮驱动

在白芦煤业调度指挥中心，巨大屏幕上的数据流实时跳动，“1+8+N”立体化指挥架构正高效运转——以1个调度中心为核心，覆盖采掘、机电等8个业务端，联动N个辅助子系统，实现全领域感知、全链条掌控。这一智慧中枢通过AI异物识别、智能反“三违”电子围栏等技术，让固定岗位无人值守率达到100%，采掘工作面全面实现智能化开采，主排水、通风等七大系统均完成远程控制。4G与5G融合基站构建的“一张网”通信模式，不仅提升了设备利用率，更让矿工

从井下鏖战转向井上运维，工作环境与安全保障大幅提升。

技术创新不仅解放了人力，更破解了资源利用的难题。针对老窑采空区的安全风险，白芦煤业构建起先进的安全复采技术体系，将智能化融合钻探与三维激光扫描结合，精准重构老窑空间分布。通过“注浆加固+顶板预警”工艺和厚煤层预裂切顶减沉技术，2022年以来已加固房采区48个，增加可采储量500万吨；利用预裂切顶技术节约掘进费用125万元，创造经济效益400万元，更规避了近亿元的潜在赔偿损失，让“沉睡资源”变为“绿色产能”。

白芦煤业打造的“产废再生”闭环系统让“三废”变宝。“两水”处理车间里，井下水经沉淀、过滤、消毒后，用于采掘面降尘和设备冷却；生活污水经生化处理后，补给井下用水缺口，还能浇灌绿化、冲洗道路。这

套“分类收集、分级处理、全面回用”的系统，让处理水质达到地表三类水标准，每年节约优质水资源93.66万吨，既缓解了地区水资源紧张的压力，又降低了生产用水成本。

大气污染防治同样成效显著，污染物排放实现100%达标。2023年以来，该企业淘汰高污染燃煤锅炉，推广电锅炉等清洁供暖设备；实施运输车辆新能源化与封闭化改造，从源头遏制了煤炭运输过程中的散落损耗与道路扬尘污染。近3年，企业累计完成28个智能化系统建设，斩获18项专利，用科技为绿色发展护航。

矿山田园 生态焕新

沿着矿区道路前行，昔日的沉陷区已变身梯田，玉米、土豆等农作物长势喜人。为修复采矿留下的生态创伤，白芦煤业已完成26.7万平方米土地治理，预计总治理面积将达81.96万平方米。针对地表裂缝，采取回填、平整、夯实等措施防止地质灾害；实施土壤改良、植被恢复工程，打造优质农田。岩移观测站和水文在线监测系统24小时运转，实时追踪地表沉降速率与地下水变化，为治理提供精准数据支撑。“以前这地方全是裂缝，种啥都不长，现在企业把地修好了，我们不仅能拿到补偿，还能回来种地。”村民王大爷的话道出了周边群众的心声。这种治理一片、复绿一片、受益一片的模式，让资源开采与生态保护实现了协同发展。

如今的白芦煤业，从昔日的“黑煤山”逐步蜕变为“绿田园”，从智能开采到循环利用，从沉陷治理到蓝天保卫，不仅是白芦煤业的转型实践，也是中国中煤华昱公司践行“两山”理念的生动缩影。



循环再利用

12月14日，原平中润循环再利用有限公司生产车间，工人正在组装风电机组。近年来，该公司依托原平绿电园区一体化生态体系，建起智能化大型风电机组及循环再利用风电机组智能组装线。■ 褚震摄

科学导报讯 11时15分，空气温度78.4%，PM_{2.5}为0.34微克/立方米……在山西建邦集团超低排放智能化管控平台上，实时显示着厂区综合原料场的空气质量。“只需通过这个数据平台，便可追溯厂区每个排放点的排放情况。”山西建邦集团副总裁田琰介绍。

在500万吨封闭式综合原料场，矿石堆积如山，卸料车往来穿梭。“以前，料场卸料时烟尘飞扬，很不环保。”料场工段长许林全介绍，现在，料场经过智能化改造后，可实现自动化清洁作业，场内的鹰眼能自动捕捉、监测产尘点，一旦颗粒物超过设定值，雾炮就会自动启动，瞄准产尘点喷出细密的水雾，吸附粉尘及颗粒物，净化空气。

“物料存储、装卸所产生的排放，是钢铁企业里典型的无组织排放，其源头分散、数量众多、排放随机，除了矿料装卸、炼铁、炼钢、轧钢等一系列工序均有不同程度的无组织排放情况，有的环节排放源多达上百个。要真正实现超低排放，离不开智能化、系统化的治理方式。”田琰说。

2016年以来，山西建邦集团先后投资35亿元开展超低排放改造等治理工作。建设物料输送全密闭廊桥；对炼钢车间进行全封闭改造，采用高效覆膜袋式工艺除尘；对烧结机机尾、转炉、轧机等高温产尘点进行“全密闭+收尘+除尘”技术升级改造……经过一系列改造，这家民营钢铁企业已实现“用矿不见矿、运料不见料、出铁不见铁”。

推动绿色转型，能改善环境，还能带来经济效益。节能减排等“标准动作”之外，山西建邦集团把目光投向循环经济，多维度挖潜绿色空间。

筛分、棒磨、磁选……在山西建邦集团钢渣处理厂，一块块钢渣经过一道道工序，变成了黑亮细膩的钢珠、磁选粉。

钢渣，即转炉炼钢剩下的渣子，其中有氧化铁等含铁物料，一般还剩下15%~20%的铁元素。不过，钢渣成分不稳定，资源化利用难度大，很长一段时间只能掩埋处理。

2017年，为进一步实现绿色转型，山西建邦集团将超低排放改造与固废资源循环利用统筹考虑，引入新一代钢渣处理技术，持续建设、升级钢渣处理厂。今年初，“第三代”钢渣处理厂投用。升级后的钢渣厂，含铁料回收品位提升至2/3以上，可最大程度回收利用钢渣中的铁元素。“别小瞧这一比例，产生的效益可不小。”田琰说，生产1吨钢约产生120公斤钢渣，处理厂升级后，能回用其中的80公斤。

吃干榨净废弃资源，不止于钢渣。高炉炼铁剩下的水渣经过处理用于制作水泥；转炉渣经过处理制作微粉和建材；生产废水经沉淀、过滤后送生产系统回用；对铁、钢、轧等进行改造，提高煤气回收率……山西建邦集团将各工序产生的废弃物均进行加工处理、回用生产，大大降低了生产成本。

2022年，山西建邦集团获评国家级“绿色工厂”，如今的厂区满眼都是绿色。“我们要坚持发展绿色工艺技术，打造绿色工厂，持之以恒固碳降碳，助力实现‘双碳’目标。”山西建邦集团董事长吴晓年说。■ 王云彬

多维度挖潜绿色空间

山西建邦集团聚焦发展循环经济

从“生态包袱”到“绿色财富”

我国首个千万吨级煤矸石示范工程陶粒中试线投运

冬日的大同市云冈区塔山工业园区，寒风凛冽却挡不住生产一线的火热干劲。近日，在我国首个千万吨级煤矸石示范工程陶粒中试线投运项目现场，只见伴随着机器的轰鸣声，曾被视为“生态包袱”的煤矸石，经破碎、分选、焙烧等精细化处理，变身为色泽均匀、轻质高强的陶粒产品，实现了从固废到高价值建材的华丽转身。

据了解，煤矸石作为煤炭开采和洗选过程中的伴生固体废弃物，长期以来都是制约产煤地区绿色发展的“老大难”。有关数据显示，当前全国煤矸石累计堆存量已超70亿吨，不仅占用大量土地资源，还存在生态环境风险，如何实现其大规模、高值化、产业化利用，成为资源型地区转型和循环经济发展的关键课题。

念念不忘，必有回响。破解生态难题，科技赋能是关键。由中能建装配式建筑产业发展有限公司投资建设运营的山西大同千万吨级煤矸石综合利用项目总投资约70亿元，规划年处置煤矸石1000万吨。项目采用

“总体规划、分期实施、分区建设”的投建营一体化模式稳步推进，其中一期工程投资约12亿元，将率先实现年处置煤矸石200万吨的目标，覆盖从陶粒中试、高岭土加工到余热发电及装配式建筑模块等完整产业链。其首创的“装配式+煤矸石固废利用”综合解决方案，以“1267”工艺路线和“12678”科技创新体系为核心，成功开辟了“煤矸石固废—建筑新材料—新型部品部件—绿色装配式建筑产品—绿色建筑”的全新路径，实现了“能源+环保+建材+建筑”四大产业的深度跨界融合。

“这条全新产业链的‘心脏’，是一套自主创新研制的‘带余热利用的煤矸石陶粒带式焙烧机及成套设备’，具有‘三个百分之百’的显著特点，即技术装备国产化率100%、自主知识产权100%、固废综合利用率100%。”中能建科锐技术(大同)有限公司副总经理曾令东介绍道，作为全国首创的首台套带式焙烧系统中试装备，它的成功运行，标志着大规模、高值化处置煤矸石的技

术瓶颈被成功突破，其背后凝聚着项目自主研发的“六大核心亮点”。即国际领先的规模化制备技术：通过“静料层焙烧+精准控温”工艺，将可利用煤矸石热值范围提升至1000kCal/kg，单线年产能跃升至百万吨级；全国首创的核心装备：将冶金领域技术创造性引入固废领域，打破了传统回转窑的技术局限；国内最大的试验平台：5万吨/年的中试线，可兼容多种大宗固废试验，打破原料局限；效率最高的热循环系统：余热利用效率达75%以上，创行业新纪录；能耗最低的焙烧工艺：吨产品天然气消耗可低至17.6Nm³，较传统工艺降低75%以上，树立低碳标杆；品类最全的定制化产品：具备“一机多出”能力，可灵活生产全系列高性能定制化产品。

不仅如此，此次投运的陶粒中试线生产的产品，重量仅为同等体积天然石子的三分之一，却兼具强度高、保温好、隔热优等优势，被誉为“会呼吸的建筑材料”，应用场景十分广泛。在建筑工程领域，可用于陶粒混

凝土结构、装配式建筑、桥梁道路、海绵城市建设等；在水处理领域，适用于市政污水净化、工业废水处理及中水回用等环节；在生态环境治理方面，能助力土壤改良、河湖修复、园林绿化等工作，真正实现了煤矸石的全价值链利用。

“项目整体建成后，可以实现年销售收入约25亿元，税收约2亿元，增加直接就业人员1500余人，间接就业3500余人，同时将有效减少煤矸石堆存占地约3000亩。余热发电系统年发电量约28500万千瓦时，年节约标煤约35000吨。”中能建科锐技术(大同)有限公司党支部书记、董事长王纯博表示，通过技术创新与模式创新的深度融合，该项目不仅破解了煤矸石资源化利用的行业痛点，更为资源型城市转型提供了可复制、可推广的实践样本，对推进“无废城市”建设、推动传统产业转型升级、实现绿色循环低碳发展具有重要意义。

闫昌

欢迎订阅 2026年度 科学导报

全国优秀科技报 全国优秀科普报 山西省十强报纸 第二、三届山西出版奖提名奖

《生态山西》周刊每周三出版

邮发代号：21-462 年价：396元

全国各地邮局均可订阅 投稿邮箱：kxdbstsx@163.com

新闻热线：18636996118