

矸石变宝 荒坡披绿

——中煤平朔集团双路径破解煤矸石治理难题

李全宏 高志文

春日的黄土高原，中煤平朔集团(以下简称“平朔集团”)安太堡西排复垦区满目苍翠，樟子松、沙棘迎风挺立，平整的田野上农机穿梭，人工湖畔白天鹅悠然游弋。谁能想到，这片生机盎然的“矿山绿洲”，曾是煤矸石堆积、扬尘漫天的“生态伤疤”。作为国家主要动力煤基地和亿吨级煤炭生产基地，平朔集团以煤矸石综合治理为突破口，将生态修复贯穿煤炭生产全流程，通过“生态回填+资源转化”双路径破解煤矸石治理难题，以科学修复构建健康生态系统，以产业融合实现生态价值转化，走出了一条煤炭开发与生态保护协同发展的绿色之路。其模式以首位入选全国首批生产矿山生态修复典型案例，为全国矿山生态治理提供了宝贵经验。

科技破题 矸石治理实现“废”转“宝”

4月1日，平朔集团矿联公司风选煤加工厂内机器轰鸣，经过气流风选，原本与煤矸石混合的劣质杂煤被精准分离，成为符合工业锅炉标准的燃料；一旁的加工车间里，煤矸石伴生的高岭岩经研磨加工，化身高端涂料原料。“过去煤矸石就是‘烫手山芋’，堆存不仅占用土地，还存在自然、滑坡的安全风险，如今通过技术创新，矸石成了实实在在的宝贝。”矿联公司闫志平指着生产线介绍，这正是平朔集团煤矸石综合治理的生动缩影。

平朔集团矿区年产生煤矸石约1000万吨，加之承接周边煤矿委托处理的400万吨，如何科学处置这一庞大体量的固废，曾是企业发展的一大难题。平朔集团跳出“单一填埋”的传统思路，创新构建“生态回填+资源转化”系统化治理模式，让煤矸石实现多重价值利用。

在安太堡露天矿排土场，工作人员将煤矸石定向填入沟壑区域，以“填沟造地”实现矿坑土地的生态修复与再利用，同步铺设熟土、配套灌溉设施，让固废填埋场逐步蜕变为绿色生态区；在矸石返井下填充系统现场，运输车辆将煤矸石运往已采空矿坑，既减少了地面堆存的土地占用，又有效降低了采空区塌陷风险。

针对煤矸石资源化利用，平朔集团与科研单位联合攻关，利用煤与矸石的密度差异研发风选煤加工技术，建成2座风选煤加工厂，年加工能力达350万吨，让劣质杂煤成功“变废为宝”。同时从煤矸石中提取高岭岩，未来年回收量可达40万吨，填补了区域高岭岩资源化利用的空白。

目前，平朔集团年处置煤矸石、粉煤灰等固废超1400万吨，通过“处置+利用”的闭环管理，彻底改变了过去“分散处置、风险高企”的局面，实现了“治理即创收”的良性循环。曾经的安太堡排矸场，经过灭火防复燃、山体整形、生态绿化三步科学治理，边坡坡度从45度降至30度，植被覆盖率达95%以上，成为山西省矸石山治理的样板工程。其技术模式也被推广至周边省份多个矿区。



经过系统治理的露天矿排土场已成为牧草种植基地。■高志文摄

系统修复 荒坡戈壁孕育“生态绿”

站在平朔集团生态园区观礼台极目远眺，万亩复垦区里，乔灌草立体种植带层层叠叠，田成方、林成网、路相通的高标准农田错落有致，鸟儿在林间穿梭嬉戏，处处生机盎然。很难想象，这里曾是地表扰动严重、植被覆盖率不足10%的干旱半干旱地区，年均降水量仅400毫米，蒸发量却高达1900毫米，生态修复难度极大。

“生态修复绝不是简单的复绿，而是要构建起健康稳定的生态系统。”平朔集团生态产业公司总经理尹文珠蹲在复垦田里，拨开土壤介绍。为破解黄土高原生态修复难题，平朔集团与山西农业大学(山西省农业科学院)、中国地质大学(北京)等深度合作，提出“地貌重塑、土壤重构、植被重建、景观重现、生物多样性重组”五方面理论，创新打破国外“先草、后灌、再乔”的传统模式，构建起“樟子松+沙棘+紫花苜蓿”的乔灌草立体植被恢复模式。尹文珠介绍，在复垦现场，工人们采用独特的“插筷子”种树法，将筷子粗细的树苗带着泥浆栽种在38度的斜坡上；为提高苗木存活率，大家跪着挖坑、顶着大风种植，同时运用鱼鳞坑集雨、秸秆覆盖保墒等技术，让苗木3年存活率从60%大幅提升至99%。

平朔集团将生态修复作为露天采矿的“最后一道工序”，实施“剥—运—排—造—复”一体化工艺，把土地复垦全面纳入采矿生产计划，真正做到“边开采、边修复”。从冬季的设计规划，到春季的平整种树，再到雨季的补种养护，形成了一套精细化、标准化的复垦流程。在安家岭复垦区，施工团队先对排土场进行地貌重塑，铺设30厘米~50厘米厚的熟土，配套建设排水设施和田间

道路；在植被选择上，优先选用樟子松、新疆杨等耐旱乔木，搭配沙棘、丁香等固坡灌木，充分利用夏季降雨集中的特点，在阶梯平面种植草本植物，形成多层次、立体化的生态防护体系。

如今，平朔集团累计投入生态修复资金50多亿元，完成复垦土地7.3万余亩，排土场植被覆盖率从不足10%跃升至95%以上。矿区建成了采矿生态修复永久性固定样地，持续跟踪监测生态演变过程，区域内植物种类从180种增至274种，陆栖脊椎动物从72种增至128种。2022年，矿区更是首次发现豹猫活动痕迹，这一标志性发现，印证着矿区生态系统已形成稳定的生物链，昔日的煤海戈壁，真正蜕变成了“矿在林中，林在矿中”的生态绿洲。

产业融合 “绿水青山”转化为“金山银山”

在平朔矿区的智能温室里，上万株蝴蝶兰竞相绽放，工作人员正忙着将鲜花打包，准备运往大同机场，发往北京、广州等城市；隔壁的日光温室里，新鲜的蔬菜青翠欲滴，即将送往矿区食堂和周边商超。“复垦改良后的土壤富含矿物质，处理后的矿井水水质纯净，种出来的蔬菜和花卉品质格外好。”生态产业公司设施农业队负责人袁祥介绍，平朔集团现已建成300个日光温室、1.6万平方米智能温室，年产蔬菜300万公斤、蝴蝶兰30余万株，不仅丰富了矿区职工和周边群众的“菜篮子”“花园子”，更实现年产值1800余万元。

生态修复从来不是企业的成本负担，而是高质量发展的重要机遇。中煤平朔集团以生态治理为基础，积极探索“生态+产业”融合发展模式，让“绿水青山”源源不断转化为

“金山银山”。在复垦区，平朔集团规模化种植紫花苜蓿等优质牧草，发展牧草经济，既实现了土地熟化，又为养殖业提供了优质原料；建成920亩苗圃，培育新疆杨、油松等适合当地生长的树苗，自用之余推向市场，既降低了企业绿化成本，又实现了可观的经济效益。而在露天矿复垦区建成的山西省首个100MW光伏+储能项目，采用“板上发电、板下种植”的农光互补模式，年均发电1.8亿千瓦时，年减排二氧化碳16万吨，板下种植的牧草、中药材还能实现年增收200万元，真正实现了生态效益与经济效益的双赢。

平朔集团的生态治理成果，更让周边群众共享发展红利。多年来，累计投入20多亿元用于村民搬迁补偿和安置，建成的各类生态产业项目为100余名劳动力提供稳定就业岗位。在安太堡西排复垦区，平朔集团通过技术帮扶，向周边村民传授土壤改良和节水灌溉技术，提供优质种苗，让复垦后的农田成为村民的“致富田”，玉米、马铃薯亩产实现大幅提升。同时，建成的黄土高原矿区土地复垦野外科学观测站，成为多所高校的教学实践基地，累计接待5000余名学生实习，培养200余名硕博研究生，为全国矿山生态治理培育了大批专业人才。

从“地下乌金”到“绿水青山”，再从“绿水青山”到“金山银山”，中煤平朔集团用40年的坚守与耕耘，书写了矿山生态治理的精彩答卷。如今的平朔矿区，已形成煤炭、电力、新能源、生态等七大产业协同发展的循环产业格局，先后获得“中国最美矿山”“生态矿山——土地复垦与生态修复先锋”等多项荣誉。站在新的起点，中煤平朔集团将继续深化生态治理与产业融合，不断拓展煤矸石等固废治理的深度和广度，为全国煤炭企业绿色转型提供更多可复制、可推广的经验。



清洁能源“绿”潮涌动

4月3日，夜幕下，位于大宁县的山西信亿达新能源LNG工厂灯火璀璨。该项目作为临汾市煤层气液化及应急调峰项目，将新一代信息技术和能源产业深度融合，使天然气资源利用最大化，推动能源产业绿色低碳创新发展。■闫锐鹏摄

科学导报讯 培育新质生产力，赋能高质量发展。山西浩诺新能源科技有限公司通过深耕新能源赛道，不仅让“绿色甲醇”驱动起百吨级矿车，更跑出了高质量发展的“加速度”，让“朔州造”新能源矿用车辆驶向全国。

在该公司的总装车间，工人师傅们正在组装的是公司最新一批150吨无人驾驶甲醇增程宽体车。而它们的目的地是千里之外的新疆矿区。该公司质量管理部经理王志甫介绍，目前，正在生产的是给新疆石头梅煤矿制造的30台无人驾驶车辆，车辆总价值6000多万元，专门针对新疆复杂的矿山环境去使用。一季度接到了100多台生产订单。

走进生产车间，机器轰鸣，焊花闪烁，工人们配合默契，一件件零部件被精准装配成整车的“躯干”与“心脏”。而150吨无人驾驶甲醇增程宽体车，正是公司针对矿区重载上坡、连续作业的痛点，自主研发的“拳头产品”。该公司生产经理郭宇介绍，150吨无人驾驶甲醇增程宽体车起步平装就能达到50立方米的容积，承载能力在行业内处于领先水平。相比传统燃油车，运输速度能够提升15%左右。并且在整个运输周期中，能源费用比柴油车节约20%到40%。对于矿区用户来说，这就是实实在在的降本增效。

过硬的产品源自对技术细节的极致追求。依托多矿区实际运行数据，公司不仅对货箱容积和承载结构进行了精准优化，还自主研发了浩诺“连山”SAAS安全服务平台，能够实时监控电池、电机、电控的运行状态。同时，通过搭载功率跟随算法，车辆实现了“用更少醇跑更远路”的能效突破，单趟运输量较同级车型提升20%。

矿区工况复杂，对车辆的要求极为严苛。这套醇电系统装上了“智慧的大脑”，可以实时监控车辆运行状态，在出厂前仅对动力系统就模拟了500小时重载爬坡测试，确保交付给客户的每一台车，一下线就能满负荷作业。

据了解，从2015年进军新能源装备领域至今，该公司已成功研发纯电动矿用皮卡、纯电动宽体自卸车、甲醇增程式宽体车等多个系列产品。如今，公司自主研发的150吨无人驾驶甲醇增程宽体车型已实现批量生产，成为拉动增长的新引擎。接下来，公司将加速技术迭代，在现有甲醇增程技术基础上，推进智能醇电系统升级，并探索醇氢混合动力技术，目标是在能效上实现再突破。同时扩大产能规模，通过投入新型智能化生产设备，进一步提升生产能力和产品品质，为矿山高质量发展注入更强劲动能。

任振国 叶兴茂 赵媛 韩雨思

让“朔州造”新能源矿用车辆驶向全国

山西浩诺新能源科技有限公司



如果天天一次性……
--The Earth is my home,
afforestation will depend on all.