

山西焦煤推进智能化转型——

夯实能源安全数智化根基

今年前三季度

山西焦煤吨煤综合能耗

▼ 同比下降8%

清洁生产指标持续优化

位于山西省吕梁山麓汾阳市三泉镇的华晋焦煤有限责任公司龙峰煤业矿区，万兆工业环网正无声地传输着井下每一个角落的实时数据；汾西矿业(集团)有限责任公司设备修造厂里的焊接机器人臂影翻飞，焊花在智能操控下绽放出精准的弧光；西山煤电(集团)有限责任公司马兰矿的调度指挥中心内，工作人员轻点屏幕，百米井下的采煤机便应声启动，乌金如浪潮般涌向地面。

作为我国炼焦煤产销量全球领先的能源企业，山西焦煤集团有限责任公司以智能为笔、以科技创新为墨，在三晋大地上书写着传统煤炭产业向新质生产力跨越的时代答卷。2025年，这场深刻的“智”变已渗透企业的各个环节，让“黑煤矿”焕发新活力，为能源安全保供筑牢科技根基。

智能采矿

“以前下井，矿灯照见的是煤尘飞扬，耳边全是机器轰鸣，单班最少需要十几个人盯着工作面。在山西焦煤旗下的西山煤电马兰矿的智能化操控室里，有着10余年井下工作经验的采煤区区长郝以瑞指着屏幕上的实时画面感慨万千。如今，通过智能工作面的3D可视化管控平台，他身着整洁的工装就能掌握关键环节的运行状态，一旦发现问题，只需一个电话便能远程调度解决。

从“躬耕井下”到“地面掌舵”的转变，源于智能综采技术的深度应用。马兰矿引入的智能化采煤机可通过AI算法自动调整割煤速度、截割高度和牵引方向，结合地质精准探测技术，不仅让每班产量较传统模式提升60%以上，还大幅降低了原煤杂质含量。目前，该矿已建成9个智能开采工作面，主斜井智能巡检机器人、智能安全监测系统 etc 等装备已全面覆盖，使单班作业人员减少40%。

在集团旗下的汾西矿业曙光煤矿，智能综采工作面已经实现“无人化”开采。地面人员只需一键启动，井下采煤机、皮带机等设备便会协同运转，整个工作面不见人影却秩序井然。“我们自主研发的煤矿采掘机电运输设备监测平台，就像给设备装了‘智慧大脑’。”汾西矿业机电管理部一级专员程辉说。这个覆盖26个生产矿井、接入882台设备、存储数据超310万条的平台，能实时计算设备开机率、停机次数等指标，通过驾驶舱模式直观呈现运行状态，精准定位生产瓶颈。智能化带来的效益实实在在：2024年曙光煤矿原煤完全成本同比下降16.8%，生产效率同比提升30%。

安全是煤矿生产的“生命线”，智能化为这条生命线筑起坚实屏障。集团旗下西山煤电屯兰矿的AI预警平台堪称井下的“安全哨兵”，由设备AI预警和视频AI预警两大系统构成，实现了对生产全程的全方位监测。

数据协同

在汾西矿业设备修造厂焊接车间，有着20多年经验的焊接师傅张勇正与他的“新同事”——中部槽焊接机器人默契配合。机械臂精准挥动，弧光轨迹稳定流畅，一块块刮板输送机部件在自动化操作中完美呈现。“以前2个人忙活2个小时才能做出一节中部槽。现在我只需操作显示屏，75分钟就能完成一节，产品合格率达到100%。”张勇告诉记者。

这位“新同事”的上岗并非一帆风顺。初期焊接机器人频繁出现断弧问题，张勇带着技术骨干与厂家反复沟通，尝试更换导电嘴、加装地轨等多种方案，最终攻克了技术难关。

如今，26台智能巡检机器人已在汾西矿业各矿井“上岗”，凭借高精度传感器和AI算法解决了人工巡检测量不准、覆盖不全的难题，成为保障生产的重要方式。

如果说智能设备是“手脚”，那么AI大模型就是系统的“大脑”。汾西矿业率先引入DeepSeek大模型，将海量专业数据注入智能决策体系，让技术创新渗透管理末梢。在供电春季检修中，AI通过数据分析精准定位了潜在故障，给出专业诊断建议，大幅缩短了

设备停机时间；集团旗下南关煤业则将大模型融入“五述”安全管理平台，设计出安全管理、设备诊断等六大功能模块，成为全员可用的智能顾问。

“采煤机摇臂不升降是什么原因？”南关煤业综采队司机陈建宏在平台上提交问题后，系统瞬间给出涵盖故障概率分布、安全规程要点、诊断步骤的详细方案。“平台里存着《煤矿安全规程》、设备说明书和所有过往故障案例，比老师傅的经验库还全面。”平台开发者廉玺说。如今，职工用它自测安全知识，班前会效率提升40%；技术人员靠它分析设备故障，维修时间缩短50%；管理人员通过它梳理生产状况，决策科学性显著增强。

智能化转型不仅发生在生产一线，更延伸到资源利用的全链条。集团旗下华晋焦煤龙峰煤业的矿井水处理站里，一根根管网构成了污水净化的“高速路”，预沉调节、锰沙活性炭过滤、超滤模组等工艺环环相扣，将乌黑的矿井水转化为清澈的中水。“井下生产用水全部使用中水，每年可节省15万吨洁净水；地面绿化、洒水全靠它，还能再节省4万吨。”龙峰煤业矿井生态环保部部长吴建杰指着水质监测屏告诉记者，化验室每月对井下涌水点进行专项分析，为工艺优化提供了数据支撑，形成完整的水资源循环“绿色闭环”。这种“智能+绿色”的双轮驱动模式，让这座由9座老矿并整合而成的现代化矿山实现生态达标。

创新体系

前不久，山西焦煤与科达自控、宇树科技等企业共同签署矿山具身智能机器人联合研发项目协议，使企业的智能化建设从应

今年前三季度

山西焦煤智能化矿井产量占比达到

72%

较2024年提升15个百分点

中国式现代化要靠科技现代化作支撑。“十五五”规划建议提出，全面增强自主创新能力。这不仅是实现高水平科技自立自强、建成科技强国的必经之路，也是面向广大企业发出的时代召唤。

自主创新是企业的生命，是企业穿越经济周期、爬坡过坎、发展壮大的根本。原生鸿蒙成为全球第三大移动操作系统，宁德时代在动力电池领域展现出强劲的竞争力，DeepSeek和人形机器人惊艳世界……这些鲜活的案例告诉我们：关键核心技术是要不来、买不来、讨不来的。那些满足于技术引进、沉溺于模仿的企业，或许会赢在一时，却很难在激烈的市场竞争中行稳致远。只有矢志不移自主创新，并将关键核心技术牢牢掌握在自己手中，企业才能在快速迭代的市场中赢得尊严，在全球产业链重构中占据主动。

回望“十四五”，高新技术企业数量突破50万家，全社会研发投入中企业占比超过77%，企业牵头和参与的重点研发计划项目占比近80%……一连串数据，展现了我国企业自主创新的铿锵步履。欣喜于成绩的同时也要看到，与主要创新型国家相比，同建设科技强国的目标相比，我们的企业还存在不少短板弱项，企业科技创新主体地位有待进一步巩固提升。

当前，世界百年变局加速演进，科技创新不仅是应对风险挑战的“关键变量”，也是驱动高质量发展的“最大增量”。面对新形势新挑战，只有进一步增强企业自主创新能力，才能抢抓“科技红利”，不断开辟新领域新赛道。

加强基础研究，筑牢创新根基。科技创新能“跳”多高、“跑”多快多远，基础研究是关键。近年来，随着创新驱动发展战略的实施，我国企业创新能力显著增强，但基础研究短板日益凸显。补齐这块短板，既需要国家层面持续加强政策引导与扶持，更需要企业以“十年磨一剑”的战略定力与长远眼光，深刻认识基础研究对于构筑核心竞争力的重要意义，持续加大研发投入尤其是基础研究投入，努力从源头和底层解决关键技术问题。

优化创新生态，提升创新效能。参天大树，离不开肥沃的水土；创新活力奔涌，源于优良的生态。当前，我国企业创新仍面临高水平科技人才短缺、产学研合作中企业主导作用发挥不足等问题。对此，要发挥企业作为“出题人”“阅卷人”“答题人”的作用，突出需求牵引，加强企业主导的产学研融通创新；要畅通科技人才在高校、科研院所与企业之间的流动渠道，并大力营造“宽容失败、鼓励创新”的文化氛围；要全面激活各类企业的创新潜能，引导科技领军企业攻坚行业共性难题，鼓励中小企业和民营企业聚焦“专精特新”，在细分领域打造核心竞争力。

惟创新者进，惟创新者强，惟创新者胜。当千千万万中国企业以创新为帆、以实干为桨，必将汇聚成推动经济社会高质量发展的磅礴力量，助力中国号经济巨轮乘风破浪。

沈慧

今年前三季度

山西焦煤吨煤综合能耗

▼ 同比下降8%

清洁生产指标持续优化

位于山西省吕梁山麓汾阳市三泉镇的华晋焦煤有限责任公司龙峰煤业矿区，万兆工业环网正无声地传输着井下每一个角落的实时数据；汾西矿业(集团)有限责任公司设备修造厂里的焊接机器人臂影翻飞，焊花在智能操控下绽放出精准的弧光；西山煤电(集团)有限责任公司马兰矿的调度指挥中心内，工作人员轻点屏幕，百米井下的采煤机便应声启动，乌金如浪潮般涌向地面。

作为我国炼焦煤产销量全球领先的能源企业，山西焦煤集团有限责任公司以智能为笔、以科技创新为墨，在三晋大地上书写着传统煤炭产业向新质生产力跨越的时代答卷。2025年，这场深刻的“智”变已渗透企业的各个环节，让“黑煤矿”焕发新活力，为能源安全保供筑牢科技根基。

智能采矿

“以前下井，矿灯照见的是煤尘飞扬，耳边全是机器轰鸣，单班最少需要十几个人盯着工作面。在山西焦煤旗下的西山煤电马兰矿的智能化操控室里，有着10余年井下工作经验的采煤区区长郝以瑞指着屏幕上的实时画面感慨万千。如今，通过智能工作面的3D可视化管控平台，他身着整洁的工装就能掌握关键环节的运行状态，一旦发现问题，只需一个电话便能远程调度解决。

从“躬耕井下”到“地面掌舵”的转变，源于智能综采技术的深度应用。马兰矿引入的智能化采煤机可通过AI算法自动调整割煤速度、截割高度和牵引方向，结合地质精准探测技术，不仅让每班产量较传统模式提升60%以上，还大幅降低了原煤杂质含量。目前，该矿已建成9个智能开采工作面，主斜井智能巡检机器人、智能安全监测系统 etc 等装备已全面覆盖，使单班作业人员减少40%。

在集团旗下的汾西矿业曙光煤矿，智能综采工作面已经实现“无人化”开采。地面人员只需一键启动，井下采煤机、皮带机等设备便会协同运转，整个工作面不见人影却秩序井然。“我们自主研发的煤矿采掘机电运输设备监测平台，就像给设备装了‘智慧大脑’。”汾西矿业机电管理部一级专员程辉说。这个覆盖26个生产矿井、接入882台设备、存储数据超310万条的平台，能实时计算设备开机率、停机次数等指标，通过驾驶舱模式直观呈现运行状态，精准定位生产瓶颈。智能化带来的效益实实在在：2024年曙光煤矿原煤完全成本同比下降16.8%，生产效率同比提升30%。

安全是煤矿生产的“生命线”，智能化为这条生命线筑起坚实屏障。集团旗下西山煤电屯兰矿的AI预警平台堪称井下的“安全哨兵”，由设备AI预警和视频AI预警两大系统构成，实现了对生产全程的全方位监测。

数据协同

在汾西矿业设备修造厂焊接车间，有着20多年经验的焊接师傅张勇正与他的“新同事”——中部槽焊接机器人默契配合。机械臂精准挥动，弧光轨迹稳定流畅，一块块刮板输送机部件在自动化操作中完美呈现。“以前2个人忙活2个小时才能做出一节中部槽。现在我只需操作显示屏，75分钟就能完成一节，产品合格率达到100%。”张勇告诉记者。

这位“新同事”的上岗并非一帆风顺。初期焊接机器人频繁出现断弧问题，张勇带着技术骨干与厂家反复沟通，尝试更换导电嘴、加装地轨等多种方案，最终攻克了技术难关。

如今，26台智能巡检机器人已在汾西矿业各矿井“上岗”，凭借高精度传感器和AI算法解决了人工巡检测量不准、覆盖不全的难题，成为保障生产的重要方式。

如果说智能设备是“手脚”，那么AI大模型就是系统的“大脑”。汾西矿业率先引入DeepSeek大模型，将海量专业数据注入智能决策体系，让技术创新渗透管理末梢。在供电春季检修中，AI通过数据分析精准定位了潜在故障，给出专业诊断建议，大幅缩短了

设备停机时间；集团旗下南关煤业则将大模型融入“五述”安全管理平台，设计出安全管理、设备诊断等六大功能模块，成为全员可用的智能顾问。

“采煤机摇臂不升降是什么原因？”南关煤业综采队司机陈建宏在平台上提交问题后，系统瞬间给出涵盖故障概率分布、安全规程要点、诊断步骤的详细方案。“平台里存着《煤矿安全规程》、设备说明书和所有过往故障案例，比老师傅的经验库还全面。”平台开发者廉玺说。如今，职工用它自测安全知识，班前会效率提升40%；技术人员靠它分析设备故障，维修时间缩短50%；管理人员通过它梳理生产状况，决策科学性显著增强。

智能化转型不仅发生在生产一线，更延伸到资源利用的全链条。集团旗下华晋焦煤龙峰煤业的矿井水处理站里，一根根管网构成了污水净化的“高速路”，预沉调节、锰沙活性炭过滤、超滤模组等工艺环环相扣，将乌黑的矿井水转化为清澈的中水。“井下生产用水全部使用中水，每年可节省15万吨洁净水；地面绿化、洒水全靠它，还能再节省4万吨。”龙峰煤业矿井生态环保部部长吴建杰指着水质监测屏告诉记者，化验室每月对井下涌水点进行专项分析，为工艺优化提供了数据支撑，形成完整的水资源循环“绿色闭环”。这种“智能+绿色”的双轮驱动模式，让这座由9座老矿并整合而成的现代化矿山实现生态达标。

创新体系

前不久，山西焦煤与科达自控、宇树科技等企业共同签署矿山具身智能机器人联合研发项目协议，使企业的智能化建设从应

今年前三季度

山西焦煤智能化矿井产量占比达到

72%

较2024年提升15个百分点

中国式现代化要靠科技现代化作支撑。“十五五”规划建议提出，全面增强自主创新能力。这不仅是实现高水平科技自立自强、建成科技强国的必经之路，也是面向广大企业发出的时代召唤。

自主创新是企业的生命，是企业穿越经济周期、爬坡过坎、发展壮大的根本。原生鸿蒙成为全球第三大移动操作系统，宁德时代在动力电池领域展现出强劲的竞争力，DeepSeek和人形机器人惊艳世界……这些鲜活的案例告诉我们：关键核心技术是要不来、买不来、讨不来的。那些满足于技术引进、沉溺于模仿的企业，或许会赢在一时，却很难在激烈的市场竞争中行稳致远。只有矢志不移自主创新，并将关键核心技术牢牢掌握在自己手中，企业才能在快速迭代的市场中赢得尊严，在全球产业链重构中占据主动。

回望“十四五”，高新技术企业数量突破50万家，全社会研发投入中企业占比超过77%，企业牵头和参与的重点研发计划项目占比近80%……一连串数据，展现了我国企业自主创新的铿锵步履。欣喜于成绩的同时也要看到，与主要创新型国家相比，同建设科技强国的目标相比，我们的企业还存在不少短板弱项，企业科技创新主体地位有待进一步巩固提升。

当前，世界百年变局加速演进，科技创新不仅是应对风险挑战的“关键变量”，也是驱动高质量发展的“最大增量”。面对新形势新挑战，只有进一步增强企业自主创新能力，才能抢抓“科技红利”，不断开辟新领域新赛道。

加强基础研究，筑牢创新根基。科技创新能“跳”多高、“跑”多快多远，基础研究是关键。近年来，随着创新驱动发展战略的实施，我国企业创新能力显著增强，但基础研究短板日益凸显。补齐这块短板，既需要国家层面持续加强政策引导与扶持，更需要企业以“十年磨一剑”的战略定力与长远眼光，深刻认识基础研究对于构筑核心竞争力的重要意义，持续加大研发投入尤其是基础研究投入，努力从源头和底层解决关键技术问题。

优化创新生态，提升创新效能。参天大树，离不开肥沃的水土；创新活力奔涌，源于优良的生态。当前，我国企业创新仍面临高水平科技人才短缺、产学研合作中企业主导作用发挥不足等问题。对此，要发挥企业作为“出题人”“阅卷人”“答题人”的作用，突出需求牵引，加强企业主导的产学研融通创新；要畅通科技人才在高校、科研院所与企业之间的流动渠道，并大力营造“宽容失败、鼓励创新”的文化氛围；要全面激活各类企业的创新潜能，引导科技领军企业攻坚行业共性难题，鼓励中小企业和民营企业聚焦“专精特新”，在细分领域打造核心竞争力。

惟创新者进，惟创新者强，惟创新者胜。当千千万万中国企业以创新为帆、以实干为桨，必将汇聚成推动经济社会高质量发展的磅礴力量，助力中国号经济巨轮乘风破浪。

沈慧

走民企说创新

做精密制造的“解题专家”——宁波博可机械专注科研拓蓝海

□ 本报记者 郁进东

如电动牙刷内部的高速转动轴、机器人灵巧臂中需兼具超强刚性与轻量化的关节部件，甚至飞行器上耐受极端环境的精密构件等。

技术难题，往往在极限要求下会取得突破。3年前，一份来自德国知名轨道交通企业的订单摆在公司面前：研发一款火车推杆连接销，不但要能承受住巨大压力，并能在零下40摄氏度的严寒中保持韧性。当时，市场上没有产品能满足如此严苛的标准。

没有先例可循，只能自主攻关。公司迅速组建起技术小组，从材料遴选、热处理工艺到结构设计与表面涂层，每一项工序都反复测试推演。在尝试了10多种材料、调整了数十次工艺方案后，团队不仅成功研发出达标产品，部分性能甚至超过了客户预期。这款“高强度、耐严寒、高延伸率”的连接销，赢得了国际市场的认可。

在一款具备高精密度的机器人身上，一个微小零件往往会决定整机性能。前不久，博可机械遇到另一项挑战：某智能机器人的关键运动部件——一款组合焊接传动件，因笨重且动平衡不佳

在宁波博可机械有限公司的测试实验室内，一块手掌大小的金属正经历严苛的考验——精密切割、镶嵌、抛光，最终被送入一台硬度检测仪。“可别小看它，这是高端装备的关键部件。客户寻遍市场，也找不到能满足硬度要求的标准件，这才找到了我们。”宁波博可机械有限公司总经理陈长风介绍。

在工业制造领域，标准件虽应用广泛，但随着智能制造浪潮席卷而来，市场对高精度、高复杂性、小批量定制零件的需求正以前所未有的速度增长。从航空航天、医疗设备到智能机器人、低空经济等新兴领域，都离不开定制化零件的支撑。

“我们专攻的，就是这些精密零件的‘私人定制’。目前，我们已为客户开发超过2万种非标准零件。”陈长风说，“可以说，我们是一家‘解题公司’，专解那些‘解不了的难题’。”

走进博可机械的产品展厅，满墙陈列着形态各异的精密零件，无论是一枚看似普通的螺丝，还是拇指大小的金属环，应有尽有。“这些零件虽然小，但应用场景却超乎想象。”陈长风如数家珍，比

如电动牙刷内部的高速转动轴、机器人灵巧臂中需兼具超强刚性与轻量化的关节部件，甚至飞行器上耐受极端环境的精密构件等。

技术难题，往往在极限要求下会取得突破。3年前，一份来自德国知名轨道交通企业的订单摆在公司面前：研发一款火车推杆连接销，不但要能承受住巨大压力，并能在零下40摄氏度的严寒中保持韧性。当时，市场上没有产品能满足如此严苛的标准。

没有先例可循，只能自主攻关。公司迅速组建起技术小组，从材料遴选、热处理工艺到结构设计与表面涂层，每一项工序都反复测试推演。在尝试了10多种材料、调整了数十次工艺方案后，团队不仅成功研发出达标产品，部分性能甚至超过了客户预期。这款“高强度、耐严寒、高延伸率”的连接销，赢得了国际市场的认可。

在一款具备高精密度的机器人身上，一个微小零件往往会决定整机性能。前不久，博可机械遇到另一项挑战：某智能机器人的关键运动部件——一款组合焊接传动件，因笨重且动平衡不佳

而陷入瓶颈。“我们凭借对多种材料的熟悉与工艺经验的积累，设计出一款高性能新型材料，采用一次成形结构，不仅攻克了原有力学噪声难题，还为客户降低了成本。”陈长风说。

“我意识到，技术门槛不高的产品，很难拥有长期的竞争优势。”20世纪90年代末，陈长风敏锐洞察到标准件的局限性，毅然转向拥有高技术含量的精密零件定制领域。

“零件虽小，但技术含量不低。”他说，客户的定制需求多源于特殊应用场景，对硬度、延伸率等指标有严苛要求，背后涉及材料科学、机械工程、热处理及表面技术等多学科。正因如此，博可机械自创立之初便将研发置于重要位置。

走进博可机械的测试实验室，这里不像传统工厂，更像一个“技术极客的工作室”——百余平方米空间内，密集排列着20多台进口设备，从精密切割、热加工处理，到硬度测试、涂层测厚与三维测量，一应俱全。

“公司最核心的资产，还是人才。”陈长风算过一笔账，目前企业研发人员占

比超20%，拥有多位深耕材料与精密加工领域10余年的资深工程师。公司每年将营业收入的10%以上投入研发，并建立完善的创新激励体系，让人才共享创新成果。

精锐的团队加上高端检测设备，共同构成了企业的科研底气。“我们擅长的，就是将客户的理论构想转化为实物，解答那些看似解不了的难题。”陈长风说。

此前，博可机械的合作客户大多是海外制造企业，但近两年，国内客户数量增长迅速，占比已超10%。“我们定制产品的经验，能帮助客户摆脱关键部件的外部依赖。”陈长风透露，公司今年总产值预计将突破1.25亿元。

拥有25年精密零件定制经验的博可机械，曾与超过300家欧美企业长期合作，年产值连续多年保持20%以上的增长。陈长风说：“早年我们主攻海外市场。如今，中国制造业升级步伐迅猛，精密定制不再是欧美企业的专属需求。我们过去积累的宝贵经验，如今有了更广阔的应用空间，也正为中国智造注入新的动力。”

宁波博可机械的生产车间内，工人在测量零件尺寸。

芦灵波摄(中经视觉)