

内蒙古煤炭保供一线见闻

■本报记者 李玲

立冬一过，北方地区供暖的用电量增速更快。作为我国基础能源，煤炭保供至关重要。

当前，各大能源企业冬季煤炭保供情况如何？近日，《中国能源报》记者前往内蒙古自治区多个煤矿生产现场、热电公司、运煤铁路和港口，感受煤炭产业上下游全力保供的火热场景。

■一座煤矿，夯实区域保供基础

在我国五大露天煤矿之一——内蒙古自治区霍林河煤田生产基地，国家电投内蒙古公司扎哈淖尔露天煤矿采剥作业生产现场，采煤机械有条不紊地运行，一辆辆矿卡来回穿梭……

该矿全年煤炭生产量达1800万吨，保障东北地区10余家发电、供热企业的煤炭供应。随着供暖季到来，煤炭需求不断上升。在保证安全生产的前提下，扎哈淖尔露天煤矿结合区域性、季节性煤炭资源及运力紧张的实际，以协调降本增效“民生煤”和争取保量控价“保供煤”，发挥“双储双仓”机制，煤炭日均库存达15万吨，两台破碎机最高破碎量达到11万吨。

“科技是煤炭保供的强大支撑。”扎哈淖尔煤业公司采剥副总工程师兼生产技术部主任付文林告诉《中国能源报》记者，通过利用绿电转化、智能装车、无人值守等科技应用，实现输煤系统自动控制和列车的精准装车，1小时可外运装车3900吨。“定向开发地煤销售智慧管理系统，煤炭运输车辆由日均200台提升500台，生产效率提升30%。同时大力发展绿电转化，14台电

能矿卡生产煤炭360万吨，与传统矿卡相比生产效率可达90%。”

在白音华泰东煤业公司，一辆辆白色无人驾驶矿卡按照设定路线平稳运行。该公司首批40台百吨级混合动力矿用无人驾驶宽体矿卡已完成5编组自动运行，通过5G网络传输，车辆具有定位导航、自动起步、循迹行驶、自动装载、自动避障绕障、自动卸载、平台调度等功能。该公司总经理、党委副书记贾宏君介绍：“入冬以来，公司充分依托托带智能巡检机器人、车辆防撞辅助系统等智慧化手段，对重点输煤煤带系统、输煤区域附属设施、上煤运输车辆等进行24小时不间断巡视巡检，有效保障公司煤炭保供工作稳定运行。”

■一列火车，打通保供“动脉”

铁路作为煤炭保供最主要的运输方式之一，是连接煤炭生产和消费的能源“动脉”，担负着及时将煤炭送往需求地的重任。

来自国铁集团的消息显示，今年10月11日起，全国铁路实行新的货物列车运行图。此次调图，正值冬季电煤运输关键期，全国铁路进一步增加了煤炭运输能力。

在白音华泰东煤业公司装车站，《中国能源报》记者见到，一列运煤专列正缓缓驶人装车站，通过装车站的自动装车系统自动定位车辆位置，溜槽对位升降、闸板开关、自动喷洒抑尘剂的“5个自动”流程，整列车的智能化装车动作一气呵成。

“自动装车系统的投用，使平均单节装车速度提升至3—5秒，装车能力日均提升1—2列，大幅提升装车效率，该系统成熟

应用后可减少、调整岗位操作人员12人。”白音华泰东煤业公司生产副总经理李存金在现场透露，满载3000余吨煤炭的专列将通过我国“北煤南运”的重要通道——锦华铁路，运往赤峰、辽西以及锦州港等地，保障各地民生保供用煤。

在运煤专列的终点锦州港，《中国能源报》记者远远见到一座“钢铁巨人”——被称为煤炭“下水”重器的装船机。作为渤海湾效率最高的装船设备，它的额定装船能力6000吨/小时，最大装船能力达6900吨/小时，装满一艘5万吨级船仅需10小时。在这里，煤炭将通过船运送往大连、江苏、上海等地，保障电厂及工业用煤。

“为切实保障发电、供热用煤的稳定供应，锦州港口公司自10月底起即启动了特殊工作机制，全力投入到煤炭保供工作中，明确将发电、供热用煤的装船作业和汽运作业置于优先位置，确保这些关键资源能够迅速、高效出港。”锦州港口公司副总经理田长河表示。

■一座热电厂，温暖千家万户

一方煤炭，温暖万家。在内蒙古自治区通辽热电公司阿力坦小区换热站内，机器正不停运转，将“温暖”通过管网源源不



图为白音华泰东煤业公司暖心“平价煤”正在装车。国家电投内蒙古公司/供图

断送往周边小区。为确保百姓温暖过冬，通辽城区于10月12日开栓供热，比预定时间提前3天。11月中旬的通辽市，室外最低温度已在零摄氏度以下，室内却暖意融融。

通辽热电公司供热三分公司经理李鑫表示，为进一步提升供热质量和效率，公司对换热站进行了设备升级，安装智能传感器和远程控制系统等智慧化改造。“现在换热站的管理变得更加高效和便捷，调度中心人员可以根据实时监测数据，及时发现潜在的安全隐患，并采取相应的措施进行处理，确保供暖系统安全稳定运行。”据介绍，通辽热电公司辖区内共352座换热站，总上网供热面积2933万平方米，占通辽市主城区总供热面积的72%，为26万热用户、近60万人提供服务。

冬季全国用电量需求增加，发电企业的电力保供力量同样重要。距离煤矿坑口仅约1.5公里的白音华坑口发电公司，是国家能源局贯彻落实国务院《打赢蓝天保卫战

三年计划》，规划建设锡盟—泰州±800kV特高压直流输电通道的配套电源点，在增强电力供应、缓解东部地区大气污染等方面发挥了关键作用。

位于内蒙古赤峰市巴林右旗的大板发电公司，其拥有的两台600MW亚临界空冷燃煤机组是东北电网主力火电机组。为了做好冬季电力保供工作，该电厂积极发挥协同优势，保持煤场高库存，目前电厂每日来煤车次不少于5列，煤场库存可用天数高于22天以上。

中电联近日发布的数据显示，随着各地陆续供暖，供热热量继续快速增长，发电量和电煤耗量环比继续上升。11月7日至15日，纳入电力行业燃料统计的发电集团燃煤电厂日均发电量环比增长9.8%，同比增长2.3%。日均供热热量环比增长21.3%，同比减少4.2%。日均电煤耗量环比增长8.0%，同比减少0.4%。燃煤电厂煤炭库存12710万吨，仍远高于上年同期776万吨。

新矿井 新标杆 新未来

——中煤陕西公司大海则煤矿推进智能化示范标杆建设



煤矿生产控制指挥中心

■雷景鹏

近年来，中国中煤以科技创新推动生产力升级，坚持把科技创新作为保障国家能源安全的重要手段，推动智能化建设融入煤矿生产各个环节。中煤陕西公司大海则煤矿作为智能化示范项目，做到智能化与基建同步规划、同步实施，在融合生产业务场景、保障安全生产方面，逐步成为行业典范，其智能化建设入选2024年度中国煤炭工业协会国有重点企业管理标杆案例。新矿井、新标杆、新气象，更孕育新未来。

■注入智慧基因，高产高效

什么是智能化？智能化矿井又是什么样子？智能化给煤矿安全生产带来哪些效益？

“大海则煤矿智能化建设关键技术及示范工程”作为中国中煤重大科技专项，从设计规划到建设发展，全过程注入智慧因子，推动采掘等核心业务上核心装备、核心技术，实现安全高效产出。

建成井上下万兆工业环网+5G+WiFi的综合网络通信系统，全球首发5G 700MHz+2.6GHz融合组网实现无线网络矿井全覆盖。井下有效通信距离较传统5G单频组网提高4—6倍，组网延时降低65%，多场景广泛应用，为智能装备深度应用采用掘作业构建起可靠“神经网络”。

建成的智能综采业务，融合雷达、槽波、地震波、勘探等数据，精确建立工作面地质模型，运用采煤机惯性导航定位系统，实现“规划割煤+支架自动跟机+远程控制”常态应用，行业内首次取消顺槽集控中心，运用智能化采煤开机率达95%以上，采煤机自适应规划割煤率达95%，创下单日8.09万吨的采煤新纪录。

智能掘进“以自动截割为主、人工干预为辅”，在工作面建成智能掘进集控中心，为掘进装上“大脑核心”，实现“掘、锚、支、运、除尘”一体化高效联动，创造复杂

地质条件下单日掘进43.4米的最优水平。

相较而言，智能化技术进一步增强了生产核心业务的工效，减少了人工干预，提升了煤矿生产的“加速度”。

■研发智能辅助，解放人力

“200米处罐道有一颗螺栓异常，可能是松动导致巡检机器人报警提示，请抓紧处理。”该矿智能提升中心工作人员，通过智能巡检机器人发现一处提升系统运行隐患。“人工+智能辅助”让煤矿运行安全大幅提升。

地质复杂、高危环境、受限空间，限制了人工作用发挥，也给生产作业安全带来挑战，迫切需要智能化装备和技术解放人力，实现高效替代。煤矿智能辅助机器人的研发和探索，完美解决这一难题。

大海则煤矿积极探索智能辅助装备在井下高危环境实践应用，研发的井筒智能巡检、无人驾驶、辅助接管、智能喷浆作业四项机器人，解决传统巡检难、作业效率低、安全系数不高等问题，保障生产连续顺利进行。

研发的自充电井筒巡检机器人，通过基于视频、音频、红外图像等AI识别算法的工况环境监测技术，实现井筒罐道变形、罐耳磨损、螺栓松动、尾绳摇摆等异常情况监测，以及人员无法进入危险区域的环境探测，识别井筒异常及故障精度大于95%，检测时延小于100毫秒，相当于提升系统运行时，出现故障能在第一时间响应、第一时间报警、第一时间处理。

研发的井下辅助运输无人驾驶，通过5G、UWB、GNSS高精度定位技术，融合智能云控无人运输管理平台，车辆在划定的道路中自主导航行驶，具备自主感知、路径规划、紧急制动、自动会车错车功能，对于提高煤矿井下复杂环境辅助运输安全性具有重要意义。

研发的无脉冲泵送湿喷机和6自由度机械臂组合的喷浆机器人，浆料输送距

离达到273米，喷射回弹率为10.68%。研发自动化辅助接管机器人，实现管路目标自主识别与自动对接，识别准确率大于90%，完美替代高危环境下的人力操作机器作业，实现减人提效增效。

2024年，大海则煤矿4项机器人应用入选国家矿山领域机器人典型应用场景，为探索煤矿智能化装备升级应用，先行先试，初见成效。

■致力推广应用，前景广阔

“大海则煤矿致力于智能化关键技术研究和应用，以自身发展经验和成果，不断树立新标准、适应新形势，力争为推动行业转型升级贡献‘中煤陕西方案’。”该矿主要负责人马冠超说。

在中国中煤举办的第五届国企开放日活动上，这个拥有多个先进技术的智能化矿井将“看家宝”集中亮相，多家中央及地方媒体慕名而来，争相报道。行业主管部门、煤炭协会、兄弟单位多次来调研交流，这座新型智能化矿井向社会展示了其最新成果。

目前，该矿多个技术成果在国能蒙西煤业股份有限公司、中天合创门克庆煤矿、陕西陕煤韩城矿业有限公司、准格尔旗聚祥煤焦化有限责任公司山不拉煤矿等10个煤矿实现推广应用，创造了巨大的经济效益。

该矿研发的以集中控制系统为核心，三维地质系统、采煤系统、惯导系统、上穿下滑监测系统等多系统联动的成套化透明开采技术，提出了融合群锚组合效应、层间锁定效应、掘支速度效应的深埋大断面厚顶煤巷道高效掘支协同控制对策及技术体系，研发了可通过5G融入工业互联网平台的煤矿智能巡检和接管、喷浆的辅助作业机器人，在弥补我国智能化煤矿装备制造能力短板方面做出有益探索。

10月14日，中国煤炭工业协会发布“2024年煤炭行业标杆煤矿、标杆案例名单”，大海则煤矿荣膺在榜，这不仅是行业的认可，更表明该矿逐步走向成熟化、标准化、体系化发展之路。

“中煤陕西公司正走在高质量发展的快车道上，我们要以打造安全、高效、绿色、智能的行业一流企业为目标，把智能化建设作为重点工程抓实抓好抓出成效，要立足实践求创新，面向未来发展，为保障国家能源安全和引领行业高质量发展贡献中煤陕西力量。”陕西公司党委书记、董事长梁云峰对公司发展，提出长远规划，矢志不渝追求智能化突破、管理突破、效益突破，为一流能源企业建设深谋远虑。

未来，中煤陕西公司大海则煤矿将持续强化实践创新，积极培养煤矿智能化专业人才，努力深化智能化系统应用，推动作业少人化、无人化，打造本质安全型矿井新模式，将智能化示范矿井的标杆守牢、树好。

近日，中国煤炭工业协会发布《露天煤矿无人驾驶技术应用发展报告》指出，无人驾驶技术在露天煤矿的推广应用，具有提升安全保障、降低运营成本、提升运营效率等优势，正在快速覆盖应用到全国各主要露天矿区。5年间，矿山无人驾驶实现了年均倍速增长和实际商用落地，实际生产效率在部分矿区已接近有人驾驶水平。

露天煤矿的智能化转型不可能一蹴而就，需要结合煤矿自身特点和情况，综合考量基础设施建设、运维模式构建、先进技术应用等，才能发挥智能化“减人、增安、提效”支撑保障作用。矿山企业需要持续探索，如何基于现有的智能化成果，将包括无人驾驶在内的一系列智能设备串联，实现“单机装备智能控制、多机装备智能协同、区域无人化作业”。

■瞄准矿山减人、降本、提效需求

露天煤矿的开采涉及爆破、采装和运输多个步骤。其中，运输的基本建设投资约占矿山基建总投资的60%，运输成本和劳动量分别占总成本和总劳动量的一半以上，可见运输在露天煤矿开采中的重要地位。

由于工作位置偏远、劳动强度高等一系列因素，“招人难、留人难”成为露天煤矿运输环节普遍面临的问题。因此，无人驾驶系统的优势逐渐显现。《报告》显示，截至2024年9月，我国已有超50个露天煤矿完成无人驾驶矿卡部署，无人驾驶矿卡数量达到1510辆。

《报告》估算，矿企采用无人驾驶方案每年可减少司机成本10—15万元/人，百台无人驾驶车辆，至少可节省司机成本4000万元/年。同时，无人驾驶技术也可减少人为操作失误，降低机械磨损，减少设备维护成本。据相关厂商运营数据，露天矿应用无人驾驶技术后运输成本可降低15%、轮胎寿命可提高40%。

新疆天池能源南露天矿部署的无人矿卡单日单车运行时间平均可达22小时，相较于传统有人驾驶矿卡，其单日单车运行时长多出1小时。该矿内无人驾驶矿卡单日单车运输量为有人驾驶矿卡的1.17倍。

白音华泰东煤业公司相关负责人告诉《中国能源报》记者，公司首批40台百吨级混合动力矿用无人驾驶宽体矿卡已完成5编组自动运行。通过5G网络传输，车辆具有定位导航、自动起步、循迹行驶、自动装载、自动避障绕障、自动卸载、平台调度等功能。车辆根据既定路线行驶，采用高精度激光雷达，自主、精准地识别障碍物、行人、有人驾驶设备、无人驾驶设备等根据具体情形作出相应的行驶决策。整车采用的是油电混合动力技术，节油率最高可达30%，每台荷载约为100吨，日车数可达1200车，日剥离量可达6万立方米，综合效率可达人工效率的90%。

■实际应用和理想仍有差距

目前，矿山无人驾驶的实际应用和理论设想仍有一定距离。以国能准能岱沟露天煤矿为例，当前该矿51台卡车无人化改造完成，并计划在2025年10月实现超75台无人驾驶卡车规模化应用，运行超6个月且效率达到人工的110%。准能集团向《中国能源报》记者透露，要实现计划目标，仍要克服诸多挑战。首先，依照国家能源集团相关要求，准能集团计划将下属两矿使用年限接近或达到15年以上的设备逐步更新。这一背景下，很多老旧矿卡即将被淘汰，进行无人驾驶改造得不偿失。已完成改造的矿卡也面临硬件适应性和可靠性相对较低、缺少适配无人驾驶生产组织模式等一系列问题。

年产能千万吨以下的中小型煤矿占露天煤矿总数比例超90%，无人驾驶在这类矿山的推广也存在挑战。“无人驾驶能否在某个矿落地应用，与矿山原有的环境条件及运营效益密切相关。”易控智驾战略副总裁林巧在接受采访时表示：“往往是矿越小、标准化投入就越少，工况复杂度就会偏高，对无人驾驶技术的挑战也就越高。其次是经济账，无人驾驶技术的落地需要对多项关联的基础设施进行升级改造，矿越小，每辆无人驾驶矿卡均摊的成本也就越高。有些矿就会出现‘算不过来账’的情况。”

“无人驾驶矿卡正式运营前夕，矿方会对5G基站等基础设施进行新增或升级改造，这在满足无人驾驶矿卡运营的同时，也为矿山后续的智能化改造创造了坚实基础。”林巧指出，同时，无人驾驶矿卡也仅是车辆运行从有人驾驶到无人驾驶的改变，而不是以矿卡为核心的全链条升级。如何利用矿山无人驾驶等上一阶段智能化建设的重点，牵引矿山智慧化建设是矿山企业需要思考的问题。

无人驾驶技术引领露天煤矿智能化

■本报记者 杨沐岩