

我国煤炭智能开采产能占比首超50%

1.6万余个高危岗位实现无人化替代

■本报记者 杨沐岩

中国煤炭工业协会数据显示，截至今年一季度末，我国煤炭智能开采产能占比历史性突破50%，1.6万余个高危岗位实现无人化替代，煤矿安全高效发展进入新阶段。从全国煤矿总数来看，建成智能化工作面的煤矿数量占比有限，但近年煤炭产能加速向现代化大型煤矿聚集，这些矿山是煤炭供应的中坚力量，资源存量大、地质条件好，利于智能设备铺开，经历多年发展，逐渐成为煤矿智能建设“排头兵”。

但与此同时，智能化发展面临的难题在大型现代化煤矿同样存在。智能设备自分析、自决策和自执行方面投入少、研究进展慢，矿山不同生产环节智能设备的协同也存在不足。当前，一批煤炭企业正加速攻关关键技术，构建完整高效的智能矿山生产作业体系。

智能煤矿如何“以少产多”

截至去年底，全国煤矿总数约为4300处，而到今年4月，建成智能化工作面的煤矿达907处，接近占煤矿总数比例四分之一。那么，为何煤矿智能开采产能占比能够超过50%？近年煤炭产能向大型现代化煤矿转移的趋势可以回答这个问题。

据中国煤炭工业协会统计，2014年全

国煤矿数量约1.5万处，伴随全国资源开发格局优化，煤矿数量大幅减少，单井规模大幅提高，大型现代化煤矿、露天矿产量比重增加。去年底，全国建成年产千万吨级特大型煤矿83处，产能达到13.6亿吨/年；露天矿产量占全国25%左右；大型现代化煤矿产量占全国的85%左右。

大型现代化煤矿的背后往往是大型煤炭企业，这些企业的技术和资金实力雄厚，是煤矿智能化建设的“排头兵”。国能准能集团相关负责人告诉《中国能源报》记者，截至今年7月底，集团两座露天煤矿的103台卡车已具备无人驾驶功能，常态化运行数量约40台。今年以来，无人驾驶矿卡已累计拉运岩石约1000万立方米。此外，集团两矿还各有1台液压铲实现远程操控作业，并引入智能穿爆管理系统和钻机远程操控，实现生产现场“减人增安”。

中煤陕西大海则煤矿相关负责人介绍，近年来该矿提升智能采煤常态化应用能力，建立三维地质模型，利用远程控制软件，自动修正规划截割曲线。采煤机由现场人员操控模式转为“超前巡视规划+地面交互调整+软件智能修正”，单班智能化率保持在89%以上，工作面内单班作业人员减至5人，单班可采煤6至7刀，日产原煤近6万吨，具备双工作面百万吨生

产能力。

现代矿井也有“智能难题”

尽管大型现代化煤矿的智能化程度通常较高，但“现代化”仍不能和“智能化”画等号。

首先，何为智能化？中国矿业大学（北京）能源与矿业学院教授闫少宏解释：“煤矿智能化，涉及煤矿生产中采煤、掘进、运输、排水等七大系统。目的是要让这些系统在运行过程中实现自监测、自识别、自分析、自决策、自执行，真正实现生产过程的无人干预、无人操作。”

闫少宏进一步表示：“现代化矿井是指井型大、机械化程度高、矿井系统简单、生产系统技术先进的矿井，以机械化、自动化为基础。煤矿智能化则是以数据驱动、智能决策为基础。两者有一定的区别，现代化是用机器换人，而智能化是让机器自主思考。也可以理解为，现代化是高级的自动化，智能化是自动化的高级阶段。”

智能化发展面临的难题，在大型现代化煤矿同样存在。例如煤矿回采、掘进设备动态运转，面临的地质条件不断变化，这类系统的智能化是煤矿智能建设的难点和

重点。闫少宏建议，我国大型现代化矿井集中于陕西、内蒙古、山西、新疆这些新兴煤炭基地，这些矿井普遍地质条件好、煤层较为稳定、地质构造简单，因此这些矿井实现智能化相对容易，应首先在这些矿井研发试点重点技术。

闫少宏补充道：“当然，条件好并不等于完全实现了智能化，这些矿井依然有许多技术需要攻关。技术装备研发应以提高效率、提高安全、减人为目标。注重应用性、关键技术与装备的研发，也要注重装备与工艺、岩层控制智能化结合的研发。只有真正为企业带来效益的智能化，才能为其在小型矿井的推广起到促进作用。”

“智能协同”成为新方向

“从国际角度看，澳大利亚、美国的煤矿智能化发展更注重重点技术、难点技术，如传感器、安全、健康、系统协同等技术研发。通常是先攻关难点问题，再集成推广。”闫少宏表示，和国外相比，我国在研发总体布局、思路与重点上有所不同，采取全方位研发、全方位推广，注重通信系统搭建，目前在状态监测、信息传输与展现方面已有很大进展。

在闫少宏看来，尽管我国智能化全面

铺开，但仍属初级阶段。主要是因为我们在生产系统的自监测、自认识方面的投入与工作做得多，而在自分析、自决策和自执行方面投入少、进展慢。另外，我们在不同生产系统协同方面的研究进展也较慢，这是智能化矿井建设的难点。

对煤炭企业来说，进一步推进装备智能化改造升级，提升不同系统的智能设备协同水平，成为布局智能化下一步发展的关键。上述准能集团相关负责人表示，集团计划未来全面推进无人作业模式，打通智能爆破、智能采剥、无人驾驶、智能辅助等工艺链，建立完整的智能露天煤矿生产作业体系。还将通过优化电铲装车作业模式，提升无人驾驶识别功能，构建卸载区中控调度平台，提升采、运、排等多个生产环节的效率。

而对大海则煤矿来说，“复杂条件煤矿巷道快速智能掘进”是当前重点攻关的课题。当前该矿通过改进掘进施工工艺和工序流程，利用智能装备替代人工作业降低了事故风险，缓解了采掘接续紧张局面。接下来，该矿还将重点研发升级智能快掘装备群组姿态感知技术、锚杆和锚索自动支护技术，提升复杂地质条件下掘进效率与安全管控水平，构建“感知—决策—执行—运维”全链条智能掘进体系。

上接1版

命运与共，构建全球能源治理体系

近年来，国际形势趋于复杂，各种形式的绿色壁垒增多，维护全球能源产业链供应链稳定和开放条件下的能源安全困难增大。面对新情况新变化，中国同世界各国共同完善清洁能源产业链供应链，共享知识和经验，携手推进能源绿色低碳转型，为全球能源可持续发展和共建清洁美丽世界作出了不懈努力。

上合组织天津峰会期间，《上海合作组织成员国元首理事会关于能源可持续发展的声明》发布，重申致力于落实联合国2030年可持续发展议程目标，即确保人人获得可负担、可靠、可持续的现代能源。为实现能源可持续发展，成员国呼吁进一步扩大以下方面的合作：一是促进务实合作。按照互利条件提出并实施能源领域联合项目，包括新建能源基础设施及升级现有能源基础设施的项目。

根据各方优先发展方向促进投资合作。二是推动科技创新合作。开发和运用先进能源技术，吸引上合组织成员国科研机构开展研究。具体合作内容包括能源资源的勘探、开发、利用和维护，能源资源贸易，项目投资、建设和运营，设备供应，技术交流和能力建设。三是开展能力建设。加强专业人才培养的合作，为交流能源领域的经验、知识、最佳实践和科技成就创造有利条件。

国际舆论普遍认为，上合组织地区高效的能源合作将有助于解决全球能源议程框架下的问题，推动形成公平和可持续的能源发展模式。

推动全球能源可持续发展，中国做行动派、当实干家，在多边合作中主动作为，打造高水平全球能源治理平台。

近年来，中国持续擦亮“一带一路”能源合作金色名片，与“一带一路”能源合作伙伴关系国家，共同制定更具雄心的绿色能源发展目标，加强能源发展规划和政策的交流协作，提升绿色能源安全保障能力，切实提升

发展中国家在全球能源治理中的话语权和影响力。

打造更加务实的区域能源合作平台，推动中国—东盟、中国—东盟、中国—非盟、中国—中东欧、中国—中亚和亚太经济合作组织（APEC）可持续能源中心等6大区域能源合作平台落地见效。

深度参与能源国际组织和多边平台建设，聚焦能源安全、能源转型、能源可及和能源可持续发展议题，充分证明不同国家之间完全可以相互尊重、相互信任、互利共赢，为完善全球治理作出表率。

大道不孤，众行致远。从深度参与国际能源治理，推动建立公平公正、均衡普惠的全球能源治理体系，可以感知中国践行全球治理倡议的决心和能力。展望未来，中国将继续与国际社会一道，共商能源合作大计，共同提升全球能源可及性和气候变化应对能力，共建清洁美丽家园，共享全球可持续发展未来。



图为巴沙大坝是巴基斯坦在建规模最大的碾压混凝土重力坝水利枢纽工程。大坝由中国电建牵头承建，总装机容量4500兆瓦，年发电量180亿度。

山西谋划煤炭资源地区转型新路——

让存量工人与增量产业在绿色跑道上精准对接

■本报记者 梁沛然

转型深水区的真挑战

山西在2024年政府工作报告中也首次提及公正转型，注重在推动发展方式绿色低碳转型过程中，正确处理相关问题，包括对就业和弱势群体生活造成的负面影响，确保公平公正。

尽管政策方向明确，但实际转型中仍面临严峻挑战。

一方面，“增产不增效”困局难破，这一结构性矛盾反映出资源依赖型经济的转型困境，“以量换速”的传统模式已不可持续，区域经济韧性取决于结构调整深度。然而，受阶段性煤价波动与能源安全任务所带来的“回流煤炭”效应，以及新兴产业基础薄弱、成长起来尚待时日等因素影响，煤炭主产区的经济多元化进程呈现出明显的波动性特征。

另一方面，就业安置成为最大社会挑战。《“双碳”目标下山西省煤炭行业公正转型路径研究—就业专题（二期）》研究报告（以下简称《报告》）显示，到2030年，山西省受碳达峰影响的就业人口或达167万—268万人，这不仅包括矿工，还包括运输业、钢铁厂甚至矿区周边小吃店、商店的从业者。

以往的转移就业手段可能不适应新的情况。比如，在2016—2019年煤炭“去产能”时期，山西省80%煤矿工人通过国企内部渠道安置到其他岗位，仅11%转向绿色职业。这种以内部消化为主的模式在未来深度去煤过程中将难以为继。《报告》显示，煤炭行业员工优先选择的转型行业是农业和新能源行业，在转型中主要面临年

龄、体力和技能方面的挑战，对于政策和技能培训需求呈现多样化。

“我们对山西煤炭就业的职工进行了画像，他们的年龄相对偏大，学历不高，技能也单一；更重要的是，我们在调研中发现，他们并没有觉得这是风险，没有意识到的风险才是最大的风险。”山西科城能源环境创新研究院特聘研究员吉红洁坦言。

目前，山西还面临转型资金的巨大缺口。记者从会上了解到，中国高碳行业转型成本可能高达1.35万亿至1.84万亿元，而现有资金覆盖不足0.5%。“社会资本因缺乏有效激励，参与意愿较低”成为多位与会专家反复强调的“痛点”。

从“单点突破”到“系统推进”

博众智合能源转型中国区总裁涂建军表示，能源转型是目标路径，公正转型是社会稳定器。两者共同构成“双碳”目标下可持续发展的双轨系统，缺一不可。

该如何破局？山西给出的答案是“协同治理”。

面对现实挑战，山西正在政府、企业、研究机构与国际组织等多方合力下，探索一条具有本地特色的转型路径。

会上，山西科城能源环境创新研究院联合山西大学绿色发展研究中心、北京大学国家发展研究院宏观与绿色金融实验室等机构组织发起了煤炭公正转型交流合作平台（以下简称“平台”），将聚焦经济发展、生态环境、就业保障等重点领域，帮助政府和相关部门作出更加科学有效的决策，把分散的资金、技术、人才拧成一股绳。

从具体实践来看，平台建设，未来应明

确煤炭行业转型时间表和路线图，结合“双碳”目标，实现全国一盘棋和地区能源供需结构特征的先决条件，兼顾低碳和发展、安全和效率，中央与地方政府加快出台有序的化石能源退出时间表，明确煤炭消费的达峰时间、退出路径、分阶段规划、动态调整措施等，使将受到能源转型冲击的行业、人群和地区对煤炭前景“心中有数”，加速形成退煤共识，激发相关主体转型意识。

同时，配套出台支持煤炭地区和行业转型政策和资金，为煤炭公正转型提供有力保障。“希望能够通过行业转型规划的落地，通过经济多样性的方案以及就业安置和财政金融联合支持转型的方案，系统化地在山西各地区落地，甚至是推广到相关省份，共同推动煤炭的公正转型。”能源基金会低碳转型项目主任杜贇说。

在人员安置和技术赋能方面，多位与会专家表示，可建立“技能银行”，对煤矿工人技能认证并映射至新岗位，缩短培训周期。同时，实现从“棕色锁定”到“绿色共生”转变，培育非煤产业体系，延伸煤炭下游产业链，发展新能源与文旅融合，激活数字经济与现代农业。

“刀削面老板”和“跑滴滴的矿工”，他们的生计水平体现着转型的成色，山西的转型探索正试图将宏观政策与微观个体紧密相连。转型不仅是能源结构的调整，更是一次深刻的社会重构。

正如与会专家形成的共识，唯有坚持以人民为中心，在保障民生底线、提升产业韧性、修复生态环境之间取得平衡，才能真正实现公正转型，为全国资源型地区绿色低碳发展提供“山西样本”。

要以人民为中心

“公正转型”的概念最初聚焦因环境政策导致失业劳动者的权益保障。随着全球加速推进碳中和，其内涵不断扩展，涵盖经济结构、就业保障、生态修复等多重维度。

当前，部分国际组织和国家已经对公正转型进行了相对明确的界定，我国尚未形成公正转型的统一定义，但公正转型中“以人民为中心”的价值理念已经反映在政策话语体系之中。

从地方和产业层面来看，煤炭生产地区在能源低碳转型过程中需要承担更大的经济、环境、社会成本，因此是我国实践公正转型的前沿阵地。

为何中国煤炭行业，尤其是山西必须推进公正转型？比如，晋陕蒙新四省（区）的矿井昼夜不息，难掩“增产不增效”的尴尬。2019—2023年，山西等地税收对煤炭及下游行业的依赖不降反升，实际经济增长与煤炭产量出现罕见的负相关。“当绿色岗位需求在2018—2024年爆发式增长时，山西化石燃料企业这类‘棕色’行业岗位却也在增长，这就意味着‘棕色’锁定与绿色增长并存。这一结构性矛盾，让山西必须在‘双碳’硬约束下率先求解公正转型的中国答案。”山西大学经济与管理学院教授李建辉说。

此外，在全球去煤化进程的趋势下，煤矿工人何去何从？煤矿工人现有技能是否匹配未来新的岗位技能需求？

即将转岗的矿工，矿区周边开餐馆、商店的小业主，去产能后跑滴滴、送外卖的前煤矿职工，依赖煤矿收入的家庭……煤炭资源地区转型影响着众多个体的命运。而在公正转型过程中存在技能错配的问题，现有教育培训体系对绿色技能的响应仍显滞后，相关课程多以选修课形式存在，缺乏系统性和强制性。

多位与会专家表示，公正转型要求在全面加快绿色低碳转型中，公平有序地逐步摆脱对煤炭等化石能源的依赖，减少对社会经济的负面影响，特别是数百万煤基能源产业的关联人口。“一个都不能落下，每个人都不能掉队。”中国社会科学院可持续发展研究中心副主任陈迎说。