

露天煤矿走入“智采”新阶段

■本报记者 杨沐岩

当前正值迎峰度冬关键期,北方冷空气频繁,居民取暖、企业生产用能用电负荷持续攀高。作为保暖保供的“压舱石”,煤炭产能正有序释放。

近年来,随着煤炭生产重心加快向中西部转移,我国露天煤矿的数量与产能进一步增加,成为煤炭保供不可或缺的力量。但与此同时,露天煤矿也正站在开采工艺变革的“交叉口”,传统工艺效率低、能耗高,用地用人问题逐渐显现,少人化、无人化开采成为矿山发展的必由之路。

当前,矿山无人驾驶应用已趋于成熟,相关技术、商业模式跨过验证期,走进发展新阶段。同时,智能矿山系统让多设备互联互通,智能技术正加速向矿山生产全环节拓展。未来几年,我国有望探索形成一批真正的“无人矿山”,让露天煤矿开采真正实现“减人增效”。

■露天开采工艺向新

目前,全国生产露天煤矿共计超350座,约占全国煤矿总数的8%。占比虽低,但露天煤矿年产量却达到约11.8亿吨,占全国煤矿总产量的25%。未来,伴随煤炭生产重心进一步向中西部转移,我国露天煤矿的数量和产能将持续增加,在能源供应体系中的地位也将越来越重要。

在产能有力释放的同时,露天煤矿发展也面临着挑战。开采规模越来越大,用地、采剥关系愈发紧张;单矿设备量上升,作业人数增加,招工难、生产安全问题随之浮现;开采工艺存在间断,导致工效低、能耗高……

如何解决这些问题?变革开采工艺是关键。应急管理部、国家矿山安监局等七部委《关于深入推进矿山智能化建设促进矿山安全发展的指导意见》提出,到2026年煤矿危险繁重岗位无人机器人替代率分别不低于30%,推进矿山凿岩台车、铲运机、矿用卡车等无人化装备联合作业,通过智能化技术推动矿山传统开采工艺变革,实现少人化、无人化开采。

“多种智能技术中,矿卡无人驾驶是目前发展得最快、应用得最好的技术之一,也是推动露天煤矿智能开采的主要牵引力。”中国矿业大学(北京)能源与矿业学院副教授赵红泽表示。



截至2025年底,全国在运行无人驾驶矿卡已突破4000台。在应用无人驾驶的矿山中,有66.9%是露天煤矿,应用总数占运行车辆总数的87.7%。中国煤炭工业协会信息化分会秘书长王丹识表示:“在新疆、内蒙古等地,已有一批露天煤矿无人驾驶常态化高效运行超过一年,且年度综合效率已接近人工甚至超越人工。”

在天池能源将二矿,无人电车实现24小时不间断作业,借助精准行驶控制与智能调度,单趟运输时间缩短35%,无人驾驶矿卡效率达到人工效率107%;霍林河南露天煤矿无人驾驶矿卡效率达到人工效率98%,节油率可达到20%至30%,每年单车可减少百吨碳排放。无人矿卡的应用正让露天煤矿实现安全与效益“双提升”。

■无人矿卡“增安、减排”

如今,无人驾驶已经不再是新概念,

智能辅助驾驶正成为越来越多新车型的“标配”,安全可靠成为无人驾驶发展面对的重要课题。而在矿山领域,安全可靠更为重要。

“在新疆地区,夏季酷热,戈壁滩常刮大风、扬起大量沙尘。而在内蒙古东部地区,冬季气温可低至零下30多度。这些极端环境,乘用车智能驾驶很少会遇到,但这却是矿山无人驾驶必须克服的。”易控智驾科技股份有限公司副总裁林巧表示,不同矿种的生产工艺也有差异,比如金属矿需要进行配矿作业,从不同位置按比例调度车辆,这对车辆协同作业提出了更高要求。

2025年,一批矿山无人驾驶新车型、新系统发布、新能源、分布式驱动、“车联网”一体化系统……一系列技术突破让无人驾驶矿卡的场景更丰富,运行更可靠,带领更多无人矿卡驶向“大江南北”。

“从准噶尔盆地的戈壁,到科尔沁草原腹地,再到5000米海拔的青藏雪域高

原……我们的无人驾驶系统已常态化运行于各种极端环境。”林巧说,2025年,易控智驾在运行无人矿卡车队规模同比翻番,已突破2300台,驾驶总里程超9000万公里。

与此同时,无人驾驶有效推动了矿卡电动化,矿山减碳效果显著。林巧表示,在矿山场景中,无人驾驶与电动化结合紧密。“在我们合作方中,约60%的电动车辆是无人驾驶的。而在我们当前运行车辆中,98%以上为电动化车型。仅我们一家公司,累计减碳量就已接近1.1万吨。”

王丹识指出:“2025年是矿山无人驾驶发展的关键之年。行业现已跨越技术验证期,进入以规模化应用、商业闭环、产业协同为特征的快速发展新阶段。”在政策支持、技术突破的同时,矿山无人驾驶也探索形成了成熟的商业模式。“当前,技术服务模式成为主流,显著提速无人驾驶技术的规模化普及进程。技术提供方与运营企业深度合作,有效保障无人运输系统长期稳

定、持续高效运行。产业生态也已从国内分工协同升级为全球化布局。”

■“无人化”向全环节拓展

运输只是矿山生产的其中一个环节,要实现真正的智能矿山,高新技术仍需向更多环节渗透。

赵红泽介绍,在澳大利亚,力拓公司“全无人矿山”项目已经启动,机器人、无人驾驶卡车、无人钻机和无人运货火车织成一张“智能设备网”,生产系统统一调度下,生产效率可达传统矿山10倍以上。而在美国,伴随露天采矿信息化、智慧化的发展,2021年露天煤矿生产效率已达每工时10.32吨,“减人增效”成果显著。

赵红泽进一步表示,近年来,国内智能露天矿山建设也取得丰富成果,电铲动态称重、钻机岩性识别误差不断缩小,卡车调度系统覆盖率超60%,“矿鸿系统”让多设备互联成为可能。但另一方面,复杂环境感知、多系统数据融合的技术瓶颈依然存在,中小型矿山智能化投入不足、回报周期长,标准缺失也让跨平台通信协议、数据全规范难以统一。

将不同矿山设备“拧成一股绳”,统一的平台系统必不可少。对此,矿山企业开展积极探索,中煤平朔露天矿引入“矿鸿系统”,实现推土机与矿卡、电铲设备互联互通;国能宝日希勒露天矿搭建智能化建设总体架构,通过集中控制、统一调度,实现供电、排水、选煤、装车无人化运行。

易控智驾、踏歌智行、中科慧拓等矿山无人驾驶企业也拿出了各自的解决方案。林巧说:“运输无人化后,设备间的交互方式发生变化。为提升与其他设备的高效协同能力,需要智慧矿山数字化解决方案,让无人化设备在体系内运转更高效。”

王丹识预计,未来几年间,全国无人矿卡保有量将向万台规模迈进,部署点位将从大型央企向地方国企、优质民企扩展。在少数领先矿区,“无人化”将从运输环节向钻机、电铲、推土机等全流程拓展,探索真正意义上的“无人矿山”。

坚持走生态优先、绿色发展之路, 积极稳妥推进碳达峰碳中和, 加快发展方式绿色转型