

无人驾驶智驭矿山

中经记者 陈燕南 北京报道

在5000米的高原上,越来越多的无人驾驶矿车组成了多编组车队,不惧高原的极寒、大风环境,在数公里的崎岖山道中穿梭作业。

风沙极寒皆可驭 攻克极端环境“堡垒”

无人驾驶技术的突破已转化为应用成果,规模化运作正在进一步放大社会效益。

露天矿山作为能源供给的核心场景,长期面临作业成本高、安全风险大、生产效率低的行业痛点。

“一直以来,安全是矿山生产底线,作业场景恶劣,健康风险大,生产效率相对低,装备自动化程度低,生产系统碎片化,招工难,用工贵,矿区位置偏远,劳动强度大,司机平均年龄大于40岁。”一位业内人士对记者表示。

在传统生产模式中,运输环节用工占比接近全矿劳动员工的50%,一线人员需在极端环境下承担高强度作业,所以安全管理成为矿山运营的重中之重。

而矿山无人驾驶技术的崛起,不仅破解了传统生产的诸多难题,更在安全保障、效率提升、绿色转型、产业升级等维度释放显著社会效益,为智慧矿山建设注入强劲动力。

据了解,无人驾驶矿车是一种专为矿山运输场景设计、应用的自动驾驶重型卡车,它通过集成先进的传感器,高精度定位系统、智能决策算法以及通信技术,实现了在矿山复杂环境下的自主行驶、自动装载、自动卸载、自动运输等功能。

但是我国露天矿分布广泛,自然环境与生产工艺的差异性,为无人驾驶技术落地设置了多重考验。

从新疆戈壁滩的夏季酷热与沙尘肆虐,到内蒙古东部冬季低于-30℃的极寒天气;从东南深山老林的多雨多雾,到海拔5000米

而这样的智能作业场景,如今已在全国越来越多的露天矿区落地开花。历经10年技术攻坚与市场培育,无人矿卡不仅成长为矿山生产的主力军,更实现了技术储备、应用规模与经济效益

的三重突破。

中国煤炭工业协会信息化分会秘书长王丹识对《中国经营报》记者表示,我国露天矿无人驾驶实际运行车辆已由2020年的88台增长至2025年的4000余台。在政

策、技术和模式三轮驱动下,2025年成为矿山无人驾驶的规模化应用元年。展望2026年及未来一个时期,该领域行业渗透率将进一步提升,并向原生、电动化和全无人化发展。



图为无人矿卡在矿区上作业。

本报资料室/图

以上的高原缺氧环境,这些乘用车智能驾驶极少触及的场景,都是矿山无人驾驶必须攻克的“堡垒”。同时,不同矿种的生产需求也存在显著差异,金属矿的配矿作业需按比例从不同位置调度车辆,对多设备协同能力提出更高要求。

记者在采访中得知,在极端环境、复杂路况与多设备协同的多重挑战下,目前,无人矿卡已经有了显著提升,无人驾驶矿卡整体效率已与人工驾驶基本持平。“从应用场景看,我们的无人驾驶系统已实现常态化运行于各种极端环境:从茫茫戈壁滩,到冬

季-25℃至-35℃的科尔沁草原,再到多雨多雾的东南深山老林,直至海拔5000米以上的高原地区。高海拔环境下,人员有效作业时间通常仅4—6小时,而无人驾驶则能持续稳定运行。”易控智驾副总裁林巧说。

技术突破已转化为规模化应用成果,进一步放大社会效益。据了解,截至2025年12月,易控智驾在运无人矿卡车队规模已突破2300台,覆盖煤矿、金属矿、非金属矿等多矿种,占据中国L4级矿区无人驾驶解决方案市场超50%份额。“2025年,公司车辆数量再次翻番。自2023年接近300台、

2024年超过1000台后,2025年已突破2000台。单矿最高部署规模已突破500台。”林巧对记者表示。目前,易控智驾更设定了整体运输效率达到人工120%的长期目标,保持每年5%—10%的提升节奏。

中国矿业大学(北京)能源与矿业学院、智慧露天矿山研究中心主任赵红泽认为,无人矿卡是智慧矿山建设中智能化进展最快、应用效果最好的方向之一,更是推动露天煤矿智能开采的核心动力。这种技术引领作用,不仅体现在生产效率的提升上,更推动了矿山管理体系发生根本性变革。

万台级时代将至 规模之后拼效益

效率提升逻辑已从“跨越式增长”转向“精细化打磨”。

随着技术的不断迭代,矿山无人驾驶赛道正从研发攻坚迈入规模化应用阶段,商业模式的成熟更进一步释放了产业价值。

“2025年可以看作‘矿山无人驾驶规模化应用元年’。”王丹识预测说,“2026—2027年,全国无人驾驶矿卡保有量预计将迈向万台级别,应用场景将覆盖各类露天矿山,新能源与矿山生产的深度融合已成必然趋势。”

目前,行业进入“规模化复制与效率深耕”的关键期。但是当规模化不断提升,商业化难题也正在到来,效率提升也在遭遇瓶颈。

成立于2016年的踏歌智行,用近10年时间成为国内露天矿无人驾驶领域的“开荒者”。那么企业正在遇到什么样的商业阶段呢?对此,踏歌智行副总裁兼董事长助理赵斌在接受记者采访时坦言:“当行业跨过实验阶段,客户首要关注的便是实际经济效益。既然已经完成从0到1的技术验证,就必须开始算经济账——0到1阶段可以不计成本投入,但进入规模化应用后,效益评估成为核心。”

一方面,需将成熟场景的成功经验快速复制到更多露天矿区;另一方面,效率提升逻辑已从“跨越式增长”转向“精细化打磨”。当头部企业效率普遍已接近人工驾驶水平,进一步提升需从细节突破。

“只能通过车端智能化升级、云端调度优化、大模型算法迭代等关键技术的不断优化,逐个环节‘抠’效率。例如在装载环节优化车辆等待路径、通过大模型预判设备故障,将行驶时速从30公里提升至32公里等,每个细微改进积累起来,才能实现从90%到100%甚至110%的突破。”赵斌表示。

而易控智驾则在商业模式上选择了从重资产运营转向轻资产服务的方式。例如在2024—2025年易控智驾完成不持车的轻资产模式转型,2025年前三季度,不持车模式贡献的营收占比提升至50%,同比增长267%,现金流的可

见性得到稳定提升。

谈及转型初衷,林巧表示,2021年公司战略研讨时就预判:一旦市场做起来、标杆立起来,行业必然走向分工细化。“早期我们采用‘运营’模式,把大部分环节都纳入进来——包括车辆配置、维护保养、车队管理,甚至生产运输相关环节。我们还曾持有挖掘机,更早些还组建过有人驾驶工程队。因为新技术初期极不成熟,下游合作伙伴多为风险规避型,他们需要我们先证明没有风险,才愿意采用。其次,技术迭代需要数据,而数据获取需要便捷的测试环境。早期我们靠研发工程师跟车采集数据,效率很低。如果是自有车队,管理和测试就更方便,数据迭代也更快。”

2023年成为转型的关键节点:易控智驾200多台车实现数月常态化无人运行,生产稳定的表现获得行业与学术界认可,客户开始愿意为技术付费。“这时,产业分工开始深化,我们也回归到最擅长的领域——易控智驾约70%—80%的员工是研发人员,重资产本就不是我们的专长。因此2024年我们大力转向轻资产,2025年收入已接近各占一半。”林巧说。这种分工细化,推动产业链各环节聚焦核心优势,实现资源优化配置,提升整个行业的创新效率。

面向未来,林巧表示,公司将更聚焦于技术服务,将自己定义为“AI司机”:“就像为客户提供司机服务一样:客户买车,我们提供驾驶能力,并让这个‘司机’从新手成长为老手。2026年,我们重点之一就是提升至‘老司机’水平。矿山领域目前新手司机较多,因为老一辈逐渐退出,年轻人不太熟悉手动挡或驾驶不够平稳。无人驾驶能体现老司机的经验,带来额外收益。”

王丹识表示,在政策、技术和模式三轮驱动下,2025年成为矿山无人驾驶的规模化应用元年。展望2026年及未来一个时期,该领域行业渗透率将进一步提升,并向原生、电动化和全无人化发展。

城市NOA“向下走”

中经记者 尹丽梅 张硕 北京报道

近日,单颗128 TOPS芯片跑通城市NOA(Navigate On Auto-pilot,导航辅助驾驶)的智驾方案已宣布落地,基于该方案的城市NOA在理想L系列智能焕新版上通过OTA推送上车,这在业内引起广泛关注。此前,业内的共识是实现城市NOA,智驾芯片的算力至少要在200 TOPS以上。“更

城市NOA功能下探

据盖世汽车研究院数据,2024年,国内汽车市场NOA的前装搭载率为7.3%,其中,城市NOA渗透率为1.52%。

仅一年时间,城市NOA渗透率大幅提升。根据《报告》,从乘用车上险量来看,2025年1—11月,每100辆乘用车中就有15辆车搭载了城市NOA功能。

“城市NOA功能开始从高端车型走向主流市场。”中国汽车工业经济技术信息研究所有限公司副总经理朱孔源博士指出,城市NOA迎来了快速规模化发展阶段。

前几年,业内重点发力的是高速NOA,如今已经进入城市NOA贴身肉搏的阶段。

就智驾发展而言,高速NOA被视为高阶智驾的必备要素,城市NOA的实现难度则远大于高速NOA。目前,高速NOA技术已进入成熟期,相关功能在主流车型中普及率快速提升,其中2025年超四成以上主流乘用车品牌拥有搭载高速NOA功能的车型。眼下,行业差异化竞争与战略布局的重点已转向城市NOA。

低算力高阶智驾方案”的落地,进一步印证了城市NOA正在走向主流大众市场。

智驾趋势的变化从行业报告中也可窥见一二。由中国汽车工业经济技术信息研究所有限公司编制的《2025城市NOA汽车辅助驾驶研究报告》(以下简称《报告》)在近期发布。《报告》显示,2025年1—11月,我国搭载城市NOA功能的乘用车累计销量

达到312.9万辆,渗透率占乘用车上险量的15.1%,较2024年全年占比提升5.6个百分点,市场销量快速提升。

其中,起售价在30万元以下的主流乘用车搭载城市NOA车型的销量达到215.5万辆,占比超过68.9%。这表明,城市NOA正逐步由高端车向主流乘用车普及,搭载城市NOA功能的车型价格持续下降。

记者注意到,当前主流车企纷纷发力,推动智驾加速普及。以造车新势力为主流的跨界造车企业,凭借自身软件算法自研能力、生态构建能力,开展全栈自研模式推动NOA研发与应用,成为城市NOA市场的核心力量。

2025年1—11月,我国搭载城市NOA功能的乘用车累计销量达312.9万辆。其中,车企自研城市NOA车型销量约245.1万辆,占城市NOA总销量的78.3%,主导市场格局。

特斯拉、蔚来、小鹏、理想、小米、鸿蒙智行等跨界和造车新势力企业是车企自研城市NOA的代表性品牌。具体来看,小鹏汽车打造XNGP全栈自研辅助驾驶系统,实现全国范围内无图城市领航落地;理想汽车聚焦家庭用户需求,自主研发ADMAX辅助驾驶系统,落地“车位到车位”全场景辅助驾驶功能;小米汽车以“AI汽车公司”为战略定位,高阶辅助驾驶功能快速迭代;蔚来汽车凭借自研NWM世界模型,在复杂场景中展现出优秀的决策能力,共同构成自研阵营的核心竞

争力。

除部分车企自研城市NOA外,多数车企选择与第三方智能网联供应商合作落地城市NOA。2025年1—11月,搭载城市NOA功能的乘用车销量中,与第三方合作的销量约67.9万辆,占比约21.7%。与第三方供应商合作城市NOA的品牌约29个,以传统汽车品牌为主,占搭载NOA功能品牌的64.4%,成为车企平衡技术门槛、研发成本、提升产品竞争力的重要选择。

第三方城市NOA供应商市场呈现“双强主导”格局,Momenta和华为的市场份额显著领先,合计占第三方供应商比例约八成。其中,2025年1—11月,Momenta城市NOA搭载量为41.44万辆,占第三方供应商比例约61.06%,处于领先地位,覆盖国内主流乘用车企业,且全球排名前10大车企中,有8家与Momenta开展合作;华为HI模式通过与企业强强绑定,搭载量约13.41万辆,占第三方供应商比例约19.76%。

《报告》指出,随着城市NOA渗透率的提升,2030年城市NOA

“在堵车或在隧道中行驶时,开启城市NOA功能体验挺好的,不仅能解放双脚,在保持车距的同时做到轻松跟随,在电动车比较多的路口行驶时,它也做到了拟人驾驶,能够从容应对,它甚至知道在红灯(圆灯)右转弯不用等红灯自动右转。”一位多次体验城市NOA的“老司机”向《中国经营报》记者分享了他对于城市NOA功能的感受。

将成为辅助驾驶和自动驾驶主流功能。同时,在供应商技术平民化与消费者付费意愿增强的双重推动下,城市NOA功能正从高端车型下探至15万—20万元的主流价格带,预计未来将进一步覆盖10万—15万元市场,实现规模化普及。

“即将落地的《智能网联汽车组合驾驶辅助系统安全要求》强制性国家标准(征求意见稿),为行业划定了清晰的安全底线,也将进一步推动相关技术和产品的市场化普及。”中汽协副秘书长杨忠平认为,NOA技术是当前量产车型中提升用户出行体验、推动辅助驾驶发展的重要核心技术之一。NOA技术正在朝多个维度加速推进:从高速场景的成熟应用到城市范围的快速推广;从依赖高精地图到“重感知、轻地图”的范式转变;从分模块架构到端到端(单模型)方案的迭代更新。NOA技术的全方位突破正在推动辅助驾驶系统体验从“可用”迈向“好用”,也成为整车企业实现差异化竞争的重要关注点,为汽车产业发展带来新的机遇。

端到端大模型的助力

业内主流观点认为,真正的智能驾驶必须依赖大模型,真正实现数十万、百万台规模的高阶智能辅助驾驶,一定是以大模型为核心的新一代技术。

在这一背景下,端到端大模型已成为NOA辅助驾驶技术迭代的核心引擎,不仅推动行业从分模块架构向感知规划端到端一体化转型,还推动了智能驾驶的安全体验升级。

例如,华为乾崮智驾采用的全新一代架构WEWA(WorldEngine+WorldActionModel)就是典型的生成式端到端,通过“云端世界引擎+车端世界行为模型”的协同模式,可高效输出车控轨迹并有效提升长尾场景的适配能力。

当前,各车企与供应商纷纷加大端到端技术布局,形成多元化竞争格局。造车新势力通过全栈自研构建技术壁垒,特斯拉、理想等企业已实现一段式端到端量产,依托海量真实道路数据训练,持续优化系统决策的拟人化水平;传统车企则通过与第三方供应商合作快速补能,加速技术落地。例如,Momenta已与上汽、广汽、比亚迪、奔驰、宝马、奥迪、丰田等众多主流车企达成合作,Momenta R6强化学习大模型在行业中率先实现量产落地,已于2025年第三季度正式量产上车。

随着多模态模型与端到端技术的融合,以及算力平台的持续提升,基于强化学习的端到端大模型能够进一步突破长尾场景处理瓶颈,推动城市NOA技术在驾驶安全体验上再升级,提供更加

安全安心的智驾体验。

在技术层面,城市NOA通过“端到端”大模型架构演进和去高精度地图感知功能,能显著提升系统的场景泛化与复杂路口通行能力,为L3级及以上自动驾驶奠定了坚实基础。

在政策层面,“车路云一体化”应用试点和智能网联汽车准入管理、强制性安全标准等法规体系的完善,共同构建了车路协同的基础设施与规范化发展的制度环境,2025年已有两款L3级有条件自动驾驶车型通过工业和信息化部许可。技术与政策的双重驱动,正系统性加速搭载城市NOA功能的高阶自动驾驶技术从研发验证走向规模化商业应用。

展望“十五五”,工业和信息化部预计,到2030年,组合驾驶辅助、网联协同功能基本普及,高级别自动驾驶功能规模化进入市场,智能化网联化发展将为汽车产业创造万亿级产值增量。

“我国L3级及以上高阶自动驾驶技术正迎来突破。在技术升级与政策支持的双重利好下,上个月首批L3级自动驾驶准人和上路通行试点车企名单已正式公布,L3级自动驾驶车型的落地标志着自动驾驶商业化进程按下‘加速键’。”杨忠平指出,在Robotaxi(自动驾驶出租车)、无人物流车等前沿应用场景中,相关技术与模式也正在走出国内示范与有限运行的范畴,向更广阔的国际市场加速拓展。随着AI大模型技术持续深化与创新,智能驾驶的未来发展值得期待。