



无人驾驶公交车亮相街头。

『车路云一体化』闯进『未来城市』

□孙永芳 张晓艳 贺炫凯 张旭升 郝振喜



智能网联出租车。



智能网联清扫车。



招手即停,扫码购物,无人购物车深受欢迎。

从康巴什区穿梭于街巷的自动驾驶巴士,到包茂高速上无人驾驶重卡编队的“钢甲列阵”,再到黑岱沟煤矿里24小时作业的“机械驼队”……鄂尔多斯,这座因能源而立的都市正经历着一场隐秘而又深刻的变革。

在鄂尔多斯市,智能交通不是未来想象,而是日渐成为生产、生活的“配套”。当传统重卡司机面临职业倦怠与安全隐患,当露天矿山因粉尘污染与事故风险亟待转型,当区域物流受人力成本高企制约发展,“车路云一体化”技术如同破局的钥匙,已然重构着这座城市的交通基因,并正在改写一座能源型城市的产业逻辑,成为西北地区唯一同时获批交通运输部智能交通先导应用试点与工信部等五部委“车路云一体化”应用试点城市的核心示范区。

公共出行:路云织网的“移动管家”

城市交通恰似精密运转的生命体,公共出行网络如同遍布全身的神经网络。2023年7月,当不少城市还在酝酿智能交通规划时,鄂尔多斯市的“核心区”康巴什区便迈出了实践步伐,推出智能网联巴士,打响了智能交通探索的“第一枪”,开启了先行先试的创新征程。

在602巴士上,驾驶座上的安全员不再操控方向盘,而是专注监控屏幕——车辆搭载的5组激光雷达如“电子眼”般扫描路况,0.3秒内即可完成红绿灯识别与障碍物规避。如今,这条线路每周运营超600公里,接送乘客近200人次。

“招手即停,扫码购物,这小车比便利店还灵活!”在乌兰木伦湖区广场,市民李娜展示无人售货车的购物流程。

这一新场景,同样是康巴什区智能交通创新实践的缩影。

一个个自动驾驶场景的成功落地,源于康巴什区对“车路云一体化”前沿应用场景的

不懈探索。作为“试点”中的“试点”,康巴什区不仅是鄂尔多斯市“车路云一体化”技术落地的试验场,更是全市政策创新的“特区”。从2022年开始探索无人驾驶技术场景应用以来,康巴什区紧密围绕国家智能网联汽车发展战略,借助国家智能网联汽车创新中心的技术支持,精心编制《鄂尔多斯市智能网联汽车“车路云一体化”发展白皮书》《康巴什区智能网联汽车示范应用和产业发展三年行动规划》等纲领性文件,为智能交通发展筑牢政策根基。

经过两年多的“赶超”,康巴什区已构建起一套完整且领先的智能支撑系统——

“聪明的车”:在康巴什区部署了70辆自动驾驶车辆开展常态化示范运营,重点打造智能网联观光巴士、售卖车、清扫车、物流配送车、出租车和安防车等六类场景。

“智慧的路”:康巴什区全域开放测试道路356公里,在重点路口、重点路段布设激光雷达、MEC、RSU等路侧设备2518余台

(套),新建智慧化路口146个,其中涵盖智能化信控路口120个,全息感知路口56个。

“强大的云”:建成总占地面积4400平方米的车路云·未来中心,内设“全市车路云一体化调度展示中心”和“头部企业研发创新中心”,区域云控基础平台功能日趋完善,为实现“全市一朵云”技术架构打下良好基础。已承接华为、路歌智行、行深智能、广汽、金龙等10余家领域内头部企业产品联调联测。

鄂尔多斯市高质量发展投资有限公司董事长张苏表示,公司作为“车路云一体化”示范项目建设方,下一步将强化车辆运行、网络数据、地理信息等安全保障,对接交通、城管等部门推进基础设施复用补盲,赋能智慧城管、交通平台。同时加大无人驾驶车辆投放,开通城区至高铁站、机场智驾专线,上线“暖城智行”小程序,让“车路云一体化”试点建设成果触达C端,以数字化服务提升市民与游客的出行体验感和获得感。

物流破局:车路协同的“数字副驾”

城市公交是“毛细血管”,那么连接能源基地的物流干线便是“主动脉”,鄂尔多斯市让这条动脉有了“数字副驾”。

包茂高速公路上,两辆满载煤炭的重卡正以80公里的时速平稳行驶。驾驶室内,坐在主驾上的老司机李学亮并没有操控方向盘,而是双手平放在膝盖上——车辆的高速行驶、并线、进出收费站、转弯上匝道等操作,全由自动驾驶系统完成。

这是卡尔动力自主研发的自动驾驶新能源重卡测试车辆。为验证复杂路况下自动驾驶技术的可靠性与稳定性,车队每周执行3趟测试任务:从东胜胜利陆港出发,沿G210国道、G65包茂高速及包头南绕城路行驶,全程98公里,最终抵达包头西部陆港。

谈及驾驶体验的变化,李学亮感触颇深,他的手掌轻轻蹭过主控屏,回忆道:“以前跑长途,一到下午就像中了瞌睡咒,方向盘都快握不住了。现在倒好,自动驾驶系统成了正儿八经的‘掌舵人’,我反而成了盯屏的‘监

理’。记得第一次松手时,手心全是汗,紧张得不行。但后来发现,这‘铁疙瘩’比人还懂规矩,过弯道时方向盘稳得像焊死在轴上,比我这老把式还靠谱。”

作为国家重要的能源基地,鄂尔多斯市的货物运输需求巨大。2024年,卡尔动力总部落地鄂尔多斯市,针对大宗货运业务的特点,创新性地提出了L4级混合智能编队方案:L2级领航车由驾驶员操控,而跟车则实现L4级无人驾驶。这样的编队模式,既充分发挥了驾驶员在复杂情况下的应急处理能力,又利用了无人驾驶技术的高效性和精准性,实现了运输需求与运力资源的精准匹配,使得整体运输效率平均提升10%,能源费用平均降低20%,管理成本平均减少50%。

我们不禁要问,无人何以能行?原来全车拥有5个激光雷达,13个摄像头和6个毫米波雷达,传感器针对货运场景布局,实现360度冗余覆盖,车前路况尽收“眼底”;感知信息传至控制器后,“大脑”0.7至0.9秒内

即可完成决策——相比人类驾驶员1至2.5秒的反应时间,这套系统已突破行业安全基准。

“身手”敏捷的背后,是大量复杂场景的针对性训练。李学亮回忆,最初的人机磨合如同“摸着石头过河”:发现系统失效,就在关键节点加强监控和降级;遇到功能不足,就通过泛化测试找到边界并优化……一步步让自动驾驶系统变得更加可靠。

截至目前,鄂尔多斯市已有300辆智能网联重卡,是现阶段全球规模最大的智能网联重卡运输车队。这些重卡如同智能物流网络中的“钢铁巨兽”,在“车路云一体化”的协同作用下,安全、高效地完成着货物运输任务。

鄂尔多斯市又将目光投向更广阔的天地,携手行业巨头开启新征程。康巴什区探索与上港集团开展“场景互换”合作模式,未来鄂尔多斯市的无人驾驶重卡将驶出能源基地,而上海的无人驾驶AGV也将深入鄂尔多斯市的矿区,在复杂地形中拓展应用边界。

矿卡智变:云端智控的“机械驼队”

从公路到矿山,“车路云”技术正在啃最硬的“骨头”——让传统矿卡变成听从云端指挥的“机械驼队”。

炎炎夏日中走进准格尔旗,在国能准能集团黑岱沟露天煤矿生产作业区,一辆辆无人驾驶矿卡,与有人驾驶矿卡混编成组,沿着固定路线,精准地完成前进、后退、装卸等操作,一派现代化生产场景。

作为智慧矿山建设的核心载体,无人驾驶矿卡以其高效、安全、绿色的特性,正逐渐成为矿山智能化转型的新质生产力。“无人驾驶技术的到来,不仅让我们的矿山生产更加安全,也让我们的司机师傅们从繁重的体力劳动中解放出来,提升了本质安全水平。”矿区老员工的感慨,道破了技术革新的本质。

回溯往昔,露天煤矿主要通过人工管理构建作业流水线:挖机师傅人工操作摆动铲斗召唤矿车,再长按喇叭提醒司机装满。然而,矿山运输场景向来充满挑战,运输量大、

线路漫长,作业环境复杂多变。在这样的条件下,车辆碰撞、倾覆、坠落等事故时有发生,还经常伴随物料洒落、设备损坏等问题。尤其是遭遇恶劣环境和极端天气时,安全隐患更是成倍增加。

而无人驾驶技术的应用,通过“机器替人”,有效规避了疲劳驾驶与人为操作失误,使事故率显著下降。同时,无人驾驶矿卡打破了人工驾驶的生理局限,能够实现24小时不间断作业,大幅提升运输效率的同时,降低了人工成本与管理成本。更值得一提的是,当下的无人驾驶矿卡大多采用新能源车型,这一改变极大减少了传统燃油矿卡的尾气排放,对改善矿山生态环境、降低污染意义重大。

目前,准能集团两座露天煤矿已完成36台无人驾驶矿卡的部署,通过科学划分为6个作业编组,彻底打破“人不离车”的传统作业模式。这些智能矿卡正活跃于采煤、剥离等核心作业场景,以精准高效的运行表现,重

塑露天矿开采作业范式。

智慧矿山建设正推动传统矿业向智能化转型。鄂尔多斯市参与制定的《露天矿无人驾驶运输系统技术规范》已成行业标准,该模式已从内蒙古推广至新疆等地,成为全国智慧矿山建设的典范。

更多的无人驾驶矿卡还在路上,其应用已从“星星之火”发展为“燎原之势”。今年,鄂尔多斯市计划应用智能网联矿卡的露天煤矿达到30座,总体实现210辆智能网联矿卡常态化运行,实现特定区域的无人化运行,稳步提升智能网联矿卡与有人驾驶车辆混行能力,推动智能网联矿卡与矿区环境相互适应,提升运行效率。

当“车路云一体化”的协同算力穿透矿区的粉尘,当智能网联的数据流激活物流的动脉,我们看到的不仅是交通方式的迭代,更是一座城市以科技破局的勇气——鄂尔多斯市正以“车路云一体化”为新赛道,开足马力闯进“未来城市”。

(本版图片均由鄂尔多斯市融媒体中心提供)

黑岱沟露天煤矿正在工作的无人驾驶矿卡。