

看无人矿卡如何自由驰骋

编者按:11月12日,国家能源集团党组书记、董事长刘国跃在内蒙古锡林浩特调研时强调,要加快推进煤质快速检测、矿区无人驾驶、氢能矿卡等新技术新装备的研究推广应用,积极探索科技成果产业化路径。作为全球最大煤炭生产企业,国家能源集团拥有15个露天煤矿。这些露天煤矿的智能无人系统与设备,为大型露天采剥作业注入了新质生产力,全力推进露天矿卡无人驾驶技术探索与实践。

本期“科技大观”聚焦国家能源集团相关煤炭企业,从无人驾驶、氢能矿卡、智能采剥等角度,为您进行科普及解读,一同感受国能人在露天矿卡无人驾驶中的智慧与底气。



无人驾驶的神奇 耳眼

日前,在中央广播电视总台《奋进强国路、阔步新征程——共和国巡礼》节目中,准能集团作为能源企业代表,专项展示了5G无人驾驶等一批硬核“黑科技”成果,让观众身临其境地领略特大型露天煤矿科技赋能安全生产的创新成果。

为什么要引进无人驾驶技术?

当前,供给侧改革持续推进,以人工智能、工业互联网为核心的新技术让传统矿山装备急需革新和提升水平,各大矿山企业对安全环保更加重视。矿山开采实现远程遥控化、少人无人开采、智能化乃至智慧化控制,已成为采矿工业发展的必然选择。

通过引入矿用卡车无人驾驶技术,可实现煤矿运输作业少人化或无人化,大幅减少露天煤矿安全生产事故,解决运输车辆司机老龄化、人员难招聘等问题,降低现场人员工作强度,提高企业智能化生产水平,降低企业生产成本。

无人驾驶的神奇“耳眼”

多维度多层次安全保护机制

针对矿山车型众多、车辆规格差异大、路面条件复杂等严峻的安全环境,可实施多维度多层次安全保护机制。

多源信息多层次冗余融合感知技术

该技术融合激光雷达多回波等信息,可对矿区大范围高浓度灰尘进行检测与滤除,实现矿区恶劣环境下的目标稳定检测。

非结构化道路、复杂工况下的轨迹规划技术

基于智能调度的任务路径规划功能,能够动态响应调度系统运输作业请求。

非铺装路面横纵向联合控制技术

针对露天采场道路不平整、宽度不均、坡度变化大、弯道多等情况,引入横纵向联合控制算法,可在路面条件复杂情况下保证车辆跟踪控制精度。

复杂动态环境下高效建图与动态更新技术

针对矿区作业区域频繁变化、矿区道路非结构化的情况,实施该技术可保证矿山数字地图的精确性和完整性。

多车型复杂工况下的协同调度技术

针对矿山工程车辆种类众多、业务复杂的情况,实现生产及辅助设备群组的高效协同作业。

无人驾驶可产生哪些效益?

直接经济效益:实现矿用卡车无人驾驶后,可大幅降低人工成本、通勤成本、食宿成本、管理成本等。冬夏两季,单台矿用卡车每天可减少怠速时间约两小时。无人驾驶系统采用一致且平滑控制方式,减少紧急制动和猛加油门情况,可降低轮胎、发动机、制动系统等车辆部件损耗,减少维保费用。

间接经济效益:采用矿用卡车无人驾驶技术后,可避免疲劳驾驶、带病作业、视觉盲区等因素对矿区运输作业安全造成的影响,大幅提高运营安全性,降低现场工作人员工作强度。可以省去交接班、餐食、点检(无人驾驶情况下点检与加油同时进行)、大夜班休息等过程,车辆使用率将大大提高。可缓解露天煤矿存在的产能高峰期司机人手不足、新司机培训时间长、产能低谷期企业人力成本高等用工难题。

社会效益:有效提升露天煤矿现有装备工作效率,最大限度降低人员参与,减少事故造成的人员伤亡,提高矿山工作人员安全;降低尘肺、噪声聋、坍塌伤害、机械伤害等职业病对工作人员造成的身体伤害。

氢能矿卡的 零碳里程

走进位于锡林郭勒盟的胜利一号露天煤矿,两台套编组的重型无人驾驶矿卡正在采场道路上稳健行驶,驾驶室上空无一人。在不远处的露天矿厂调度室内,矿卡运行的实时监控设备运营的实时状态,在无人驾驶调度平台屏幕上清晰呈现。

从无人到“零碳”的华丽转身

在矿山绿色化、智能化融合发展浪潮中,矿用卡车电动化转型成为新趋势。由于具有“零碳”排放特点,氢燃料电池行业前景广阔,氢能矿卡成为各方悄然发力的着眼点。胜利能源通过将无人驾驶系统与防碰撞系统、胎压胎压监测系统等进行融合,增设安全防护措施,使无人驾驶的安全性得到进一步提升。多车排土、作业区预停靠、排土场局部更新、车速自调节等十余项突破性技术通过有效赋能生产作业流程,将推动实现矿卡有效运行时长提升、单班拉运车数增加、排土作业卸载效率提升和无效等待时间缩短等目标。

技术创新点有哪些?

燃料电池系统

氢能矿卡的核心是燃料电池系统。燃料电池通过电化学反应将氢气的化学能直接转化为电能。这个过程中,氢气在阳极被氧化,失去电子,产生氢离子和电子。电子通过外部电路流向阴极,形成电流。氢离子则通过电解质膜向阴极移动,在阴极与氧气结合,生成水。整个反应过程中只产生水,没有污染物排放。

动力传动系统

燃料电池产生的电能驱动电动机,电动机将电能转化为机械能,为矿卡提供动力。与传统燃油发动机相比,电动机具有更高的效率和更低的噪音。

此外,氢能矿卡通常配备能量回收系统。在制动或下坡时,电动机可以作为发电机工作,将车辆的动能转化为电能,并存储在电池或超级电容器中,提高能源利用效率。

控制系统

控制系统负责监测和控制氢能矿卡各个系统,包括燃料电池系统、电动机驱动系统、氢气供应系统等。控制系统可以根据车辆行驶状态和需求调整燃料电池输出功率、电动机转速和扭矩等参数,实现最佳性能和效率。

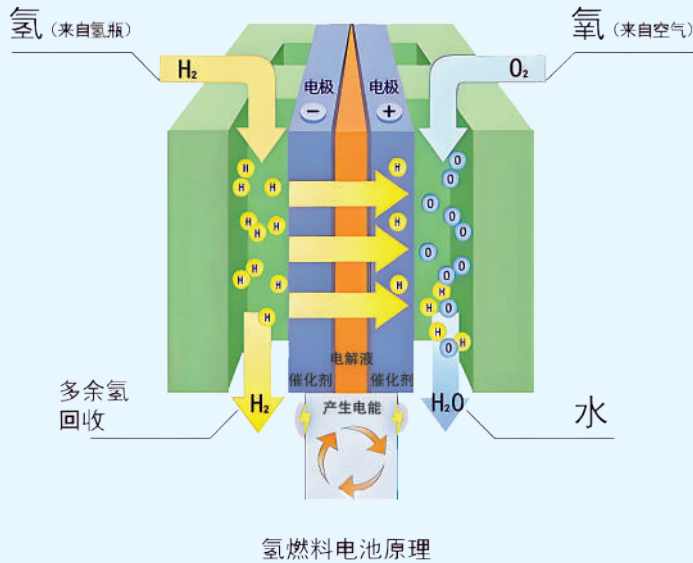
控制系统还具有安全保护功能,包括氢气泄漏检测、故障诊断、紧急停机等。如果检测到氢气泄漏或其他安全问题,控制系统会立即采取相应措施,确保车辆和人员安全。

开启无人“零碳”运输新征程

据了解,氢能矿卡具备载重能力强、使用寿命长、安全性高的优势,能够满足在复杂气候和路况下作业的需求,符合矿山装备零碳化发展趋势。当前,项目研发的氢能矿卡已实现满载试运行,标志着我国矿用大型无人驾驶自卸卡车已从传统能源驱动向绿色清洁能源,成功实现矿用卡车的“零碳排放”。

“氢燃料电池无人驾驶重型矿用自卸卡车的电堆功率密度、携氢量、输出功率均处于国内领先水平,已经获得6项发明专利,发表5篇核心期刊论文。”技术人员王兆飞说,氢能矿卡首次实现了大功率氢堆集成、氢-电混动控制和无人驾驶的高度融合,运行全过程“纯水”排放,相比燃油矿卡每年可减少碳排放1000吨以上,是公司实现矿山低碳转型,向零碳化、无人化、智能化方向发展的重要举措。

(陈明辉 刘虎威)



智能采剥的 双向奔赴

作为曾经在科普作品里出现的技术,无人驾驶曾是“黑科技”。如今,平庄煤业元露天矿研发出“露天煤矿智能采运装备安全高效协同作业关键技术研究与应用”(以下简称“智能采剥”),成功将这一技术得以运用。

智能采剥的奥妙

智能采剥是指利用5G网络进行电铲远程控制与无人矿卡之间协同作业,取代传统现场人工操作来完成露天煤矿煤炭生产环节的挖掘、装载、运输等工作,能有效减少人力需求,提升运输作业智能化水平。

那么,远控电铲和无人矿卡是怎样进行协同作业的?

电铲远控操作主要依赖网络传输,电铲铲斗和无人矿卡上都有一套协同辅助系统,这两个系统相互对应。当在操作台上设置装载点时,无人矿卡就会接收到指令,根据电铲斗上的协同辅助系统自动停到铲斗正下方进行装载作业。同时,通过在电铲上加装卫星定位系统、倾角传感器、位移传感器,用来感知电铲工作状态等提升方案,实现铲斗精准定位、铲臂路径自动规划、车铲自动对位等功能。

如何实现“双向奔赴”

智能采剥为企业带来的便利是显而易见的,其主要具备“四防一忆”体系,既防倾翻、防断网、防碰撞、防误人和记忆装车等功能。

防倾翻——基于陀螺仪角度实时监测技术

通过利用陀螺仪倾角传感器获取电铲在地理位置坐标系中的绝对位置,角度监测器实时监测电铲回转平台与地面的角度,及时提示驾驶员当前电铲实际状态,并在发生危险时自动警告。

防断网——基于信号到达时间差的网络延迟判别技术

通过多个网络节点接收信号的时间差判断信号传输路径和传输时间,通过比较不同节点接收的信号信息计算信号到达各个节点的时间差。利用网络信号时间差测量、异常判断以及制动操作等技术,当视频网络延迟超过150毫秒或指令网络延迟超过250毫秒以上,可自动触发制动器紧急制动机制,设备停止作业,确保设备安全。

防碰撞——电铲作业空间障碍物识别和预警技术

通过电铲尾部安装雷达探测装置,利用毫米波雷达实时测量和扫描周围环境距离及障碍物位置,基于AI识别技术对获取的信息进行分析和处理进行预警。

防误入——基于计算机视觉和毫米波雷达的防误入技术

利用毫米波雷达,结合AI算法,以每秒超过10次(探测频率<100毫秒)实时捕捉周边行人及设备,并以色框标注及文字形式提醒远程操作人员,降低远控操作潜在安全隐患。

记忆装车——基于北斗和概率路线图相结合的电铲自动控制技术

通过在设备活动关节加装惯导传感器,获得作业臂相对位置信息,实现设备精准控制,记录下当前铲斗、大臂、回转平台的角速度。运动到任意其他位置后,可以使用“复位”键,实现“一键复位”功能,进一步提高工作效率。

智能采剥对比传统采剥方法有哪些优势?

如今,智能采剥作业只需在调度中心安排3人,便能完成指挥5台无人驾驶矿卡的全部操作。实现对坑下自卸卡车操作司机减员12人,在人力效率上实现质的飞跃。智能采剥的优势远不止于此。通过对算法进行深度优化,无人矿卡与远控电铲的配合操作效率已经可以达到全部有人操作的71%,而与有人电铲配合时,其操作效率逼近90%,这无疑彰显了智能采剥在提升生产效率方面的巨大潜力。

更为重要的是,智能采剥作业项目的实施,为企业作业人员的安全提供了坚实保障。在采剥工作面实现无人作业场景下,安全生产事故发生率降为零。

(赵鹏飞)