

## 案例 46 伊敏露天矿 5G+无人驾驶绿色清洁运输新模式

主要完成单位：华能伊敏煤电有限责任公司

### 一、主要建设内容

伊敏露天矿是全国第一家大型煤电联营企业——华能伊敏煤电有限责任公司所属的煤炭生产单位。地处世界著名草原——呼伦贝尔大草原鄂温克族自治旗伊敏河镇境内，产能核增至 3500 万吨/年，实现了煤炭产能的跨越式增长，标志着伊敏露天矿大踏步跻身全国最大煤矿行列。

华能伊敏露天矿自 2016 年起逐步开展了智能化煤矿建设工作的深入探索，始终坚持“一次规划、分步实施、一张蓝图绘到底”的建设原则，并逐渐摸索出“五个一”结合“七个精准发力”的“5+7”智能化煤矿建设模式下有序开展建设工作。“五个一”建设标准，即“基于一套标准体系、建设一条高速数据通道、构建一张数据采集网络、搭建一座大数据中心、打造一个综合业务管理平台”，坚持总体规划、分步实施、前瞻性思考、系统性思维和模块化推进的原则，七个精准发力主要体现为七个方面精准建设：时空演化智慧化、生产管控智能化、运维管理智能化、安环监管智能化、经营决策信息化、矿山无人化、设备再电气化。其中，伊敏露天矿在 5G+矿用卡车无人驾驶、纯电动宽体卡车应用场景中更是深入发力，取得了一定成效，形成了基于 5G+多网络融合技术深入开展无人驾驶、绿色清洁运输生产新模式，主要建设内容建设如下。

#### 1.5G 基础网络建设方面

华能伊敏露天矿积极开展 5G+多网络融合研究工作，目前已投运 14 座 5G 基站、350 个桌面 ONU（无缘光网络总端设备）、铺设光缆 78 余公里，实现了矿山生产区域的 5G 网络覆盖（图 1）。现已承载矿山无人驾驶、设备远程遥控、固定设施无人值守、高清视频回传、无人巡检机器人等多个智能化场景。5G 赋能大幅加速华能伊敏露天矿智能化煤矿建设进程。



图 1 伊敏露天矿 5G 网络建设

## 2. 无人驾驶及电动卡车运输方面

华能伊敏露天矿完成了 4 台 172 吨级自卸卡车、4 台 60 吨级纯电动宽体卡车的无人化改造工作，通过更换、加装车辆底盘电控阀组，实现了车辆油门、制动、转型、灯光控制等横纵向的线控化控制，同时，通过加装激光、毫米波雷达、惯性导航系统、定位设备及车载计算单元，实现了无人驾驶卡车的自主感知和车身控制，并基于 5G 网络结合无人驾驶调度平台实现了车辆的智能调度。同时，完成了三班连续作业能力验证，成为国内首家完成矿用自卸卡车无人驾驶连续作业测试的露天矿山，实现了无人驾驶从技术研发向生产力的转化。

伊敏露天矿组织技术力量对无人驾驶感知技术进行进一步开发、优化，截至目前，实现了安全员下车条件下的坑洼路况识别、障碍物连续自动避障等行业内技术难题的突破，为下一步提升无人驾驶矿卡作业能力筑牢基础。

伊敏露天矿在智能充换一体纯电重卡研究方面也做出了积极探索与实践，目前，伊敏露天矿已投运两座换电站及电动卡车 40 台，其中一期换电站配套 25 台 60 吨级纯电动宽体重卡，二期换电站配套 15 台 80 吨级纯电动宽体重卡，截至目前，年完成剥离量约 417.5 万立方米，累计换电约 0.96 万次，年减少二氧化碳排放 3369 吨，年节约成本约 1053 万元。

## 二、技术特点及先进性

智能化煤矿建设工作紧密围绕安全生产需求，开展矿用卡车无人化关键技术研究等一批系统建设工作，以此为基础先后主编或参编 4 项国家标准、12 项团

体标准、8 项企业标准。

#### （一）采用高中低频组网模式实现 5G 网络全覆盖

5G 网络创新性的采用了 4.9Ghz、2.6Ghz、700Mhz 的高中低频组网模式，构建了一张“重点区域高频精准覆盖、其他区域中低频充分保障”的灵活、高效、安全的 5G 专网。同时，搭建融合 5G+N 种专用网络架构，承载无线网、办公内网、办公外网、英特网、视频监控网、IP 多媒体子系统（IMS）、工业控制网等多种业务，真正意义上实现“一张网”，统一承载多种网络，不同种类业务可以按照实际生产工作需要灵活配置并下发。《5G+智慧矿山项目》在由中国信息通信研究院、中国煤炭工业协会、中国移动通信集团有限公司联合主办的第五届“绽放杯”5G 应用征集大赛智能采矿专题赛中荣获一等奖。

#### （二）构建完成国内首个露天煤矿无人化工作面

无人驾驶系统通过了国家交通运输部科学研究院信息系统测评中心验收评价，整体处于国内先进水平，在技术先进性方面，无人驾驶卡车感知系统能够在软岩、富水、高寒、扬尘、雨雪等恶劣工况条件下通过过滤算法准确识别障碍物，预判障碍物运动趋势并进行自动绕障碍行驶，基于自主研发的底盘控制系统实现车身横、纵向的平稳控制，实现了无人驾驶卡车全工况自动作业，大大提升了该系统在矿区应用的普适性。同时，伊敏露天矿还联合国内首台 20 立远程遥控电铲构建完成国内首个露天煤矿无人化工作面，截至目前，无人驾驶自卸卡车及电动宽体卡车效率分别达到人工效率的 80%、87%以上，作业成功率达到 98.6%，各项指标处于国内领先水平。无人驾驶技术获得国家实用新型专利《一种矿用自卸卡车的数据采集装置》，并将该专利有偿授权给特雷克斯北方采矿机械有限公司使用，实现了技术对外转化的零突破。同时，完成 2 项企业标准发布及 1 项行标、5 项团标立项工作。

### 三、智能化建设成效

在减人提效方面：伊敏露天矿已实现 8 台无人驾驶卡车改造，复杂工况作业效率达到人工效率的 80%以上，已实现从技术研发向生产力的转化。将减少驾驶人员 36 名，直接降低人工成本 1044 万元/年。伊敏露天矿自主完成无人值守加

压泵站系统及完整的水资源集中监控中心，减少疏干加压泵站值守岗位 7 人。

在安全效益方面：完成了全部自营卡车增设主动式防碰撞系统。满足车体正前方 50 米范围内其他矿用设备的准确识别及正前方 40 米范围内的其他矿用卡车、工程机械设备、人员等准确识别。同时实现车辆 360 度实时环视影像及司机防疲劳驾驶功能，有效缩小车辆盲区影响，提高安全驾驶水平。

在绿色环保方面：伊敏露天矿通过智能充换一体纯电重卡核计年度减少二氧化碳排放 2217 吨，按电费 0.4 元/度，油费 6.7 元/升计算，1 纯电动宽体重卡剥离成本较传统燃油宽体卡车剥离能耗成本节约约 462.8 万元。