



智慧矿山行业洞察

研究报告

中国联通研究院

2023 年

版权声明

本报告版权属于中国联合网络通信有限公司研究院，并受法律保护。转载、摘编或利用其他方式使用本报告文字或者观点的，应注明“来源：中国联通研究院”。违反上述声明者，本院将追究其相关法律责任。



中国联通研究院

目录

| | |
|--|----|
| 一、 产业摸底：数字化技术向矿山产业链上中下游全面渗透 | 6 |
| 二、 政策趋向：政策供给推动行业向安全、绿色、智能化转型 | 8 |
| （一） 行业面临供给侧结构改革转型压力，规模缩减倒逼降本增效 | 8 |
| （二） 国家对矿山生产安全问题愈加重视，政府补贴力度加大 | 9 |
| （三） 绿色转型战略逐步推进，绿色矿山成为发展主旋律 | 12 |
| （四） 智能化成为破解行业困境关键，政策强劲吹响矿山升级改造号角 | 13 |
| 三、 市场前景：万亿级市场空间有待挖潜，晋陕蒙新成市场集聚高地 | 17 |
| （一） 智能矿山存量市场达万亿级，未来将逐步向增量市场拓展 | 17 |
| （二） 煤矿行业完成起步阶段，千万级非煤矿智能化市场不容小觑 | 20 |
| （三） 晋、陕、蒙、新成为煤矿智能化区域市场的第一梯队 | 21 |
| 四、 需求分析：安全高效、低碳智能痛点凸显，矿山转型需求逐步释放 | 23 |
| （一） 安全提升、减员增效、节能环保成为矿山行业痛点和内驱需求 | 23 |
| （二） 远程操控、无人驾驶、智慧巡检、实时监控成为矿企典型场景 | 26 |
| （三） 煤矿生产运营一体化平台成为智能矿山核心构成 | 28 |
| 五、 技术趋势：新技术驱动矿山全面数字化转型 | 31 |
| （一） 5G 专网重构矿山数据连接方式 | 31 |
| （二） 云计算重构矿山 IT 基础，解决传统架构应用瓶颈 | 34 |
| （三） “矿业大数据”将是业界下一个争相挖掘的金山银山 | 35 |
| （四） 矿山物联网实现井上、井下大批量终端实时互联互通 | 36 |
| （五） 人工智能为矿山发展提供改进决策，加速矿山向少人无人化发展 | 36 |
| （六） 虚拟现实技术让井下作业面清晰可视，保证矿井作业安全 | 37 |
| （七） 数字孪生让矿山实体与模型虚实映射，为智慧矿山建设提供新思路 .. | 37 |
| 六、 竞争格局：各参与方合作打造智慧矿山生态，赋能矿业数字化转型 | 38 |

| | |
|---|----|
| (一) 电信运营商：加速 5G 融合创新，引领矿山新基建 | 38 |
| 1、联通：锻造专网建维、开放平台、场景应用和生态集成四大能力 | 38 |
| 2、移动：依托“5G 智慧矿山联盟”，推动产学研用深度融合 | 39 |
| 3、电信：5G 定制网与应用场景融合，打造 5G+煤矿行业解决方案 | 40 |
| (二) ICT 厂商：以云网服务切入矿山数字化战场 | 41 |
| 1、华为：建设统一体系的矿山工业互联网，实现矿山生产系统的智能化 | 42 |
| 2、中兴：提供“网云端”智能煤矿解决方案，打造“最懂矿的网” | 43 |
| 3、新华三：基于“5 个一”架构，为矿企智能化提供数字化支撑 | 44 |
| 4、BAT：通过云产品赋能矿企，积极布局智能矿山 | 45 |
| (三) 龙头企业：发挥行业资源与技术优势深耕专业市场 | 46 |
| 1、科达自控：打造工业互联网技术体系，为矿山提供自动化服务 | 48 |
| 2、梅安森：以瓦斯监测为核心，打开矿山安全成长空间 | 49 |
| 3、龙软科技：矿山地理信息系统龙头，底层技术优势明显 | 49 |
| 4、北路智控：软硬一体全产品布局，产品体系相对完善 | 49 |
| 5、天地科技：背靠中煤科工，综合竞争力领先 | 50 |
| 6、工大高科：智能矿山信号控制与安全调度领导厂商 | 50 |
| 7、易控智驾：业内领先的矿山无人驾驶企业 | 51 |
| 七、 运营商发展建议 | 51 |
| (一) 以 5G 网络为基础，打造“终端+网络+平台+应用”一体化方案 | 51 |
| (二) 强化与上下游设备商的合作，提供产业集群的解决方案 | 52 |
| (三) 集聚战略人才，优化体制机制，关注重点市场主体 | 52 |
| 附表 1：国家首批智能化示范煤矿建设名单 | 55 |
| 附表 2：14 个大型煤炭基地采矿权区域分布及实际产能 | 58 |

前言

随着科技的不断发展，数字化转型已经成为当今社会中的重要趋势，而智慧矿山作为矿业数字化转型的重要载体，正在引领矿业迈向未来。智慧矿山是指通过 5G、物联网、云计算、大数据、人工智能、数字孪生等技术手段，实现矿山采矿、安全监控、资源优化、生态恢复等过程的数字化、自动化和智能化管理。智慧矿山的建设，将极大地提高矿山的生产效率、降低成本、提升安全水平、保护生态环境，推动矿业可持续发展。

本研究报告从产业摸底、政策趋向、市场前景、需求分析、技术趋势、竞争格局等方面对矿山行业进行了全面综合研判，认为（1）数字化技术正逐步向矿山上中下游全面渗透；（2）产业政策推动行业向安全、绿色、智能转型；（3）万亿级市场空间有待挖潜，晋陕蒙新成市场集聚高地；（4）安全、绿色、高效、智能是核心需求，生产运营一体化平台成为智能矿山核心构成；（5）5G、云计算、大数据、物联网、人工智能、虚拟现实、数字孪生等数字技术融合创新赋能矿山智能化跃升；（6）运营商、ICT 厂商、传统龙头企业是矿山数字化转型产业链重要参与方，各方基于自身优势打造智慧矿山生态，竞争激烈。同时，针对运营商赋能智慧矿山提出发展建议，提出要以 5G 技术为牵引，打造“终端+网络+平台+应用”一体方案，强化生态集聚及人才建设，全面助力矿企数字化转型。

编写组成员（排名不分先后）：

杨锦洲、苑东平、夏璠、杨贝斯、靳锐敏、龙堃、张园、张肖



一、产业摸底：数字化技术向矿山产业链上中下游全面渗透

纵观矿山产业链以矿山为中心，生产的价值链条是由以“矿石流”为核心，贯穿矿石资源的设备制造、勘探规划、资源开发利用等关键业务环节。从产业链的视角看，数字化技术贯穿着整个产业链，如图 1 所示。



图 1 矿山产业链

矿山产业链上游主要矿山机械设备制造，以金属材料、机械元器件、电子元件、各类传感器和仪表、通信设备以及软件系统集成等零部件机械设备制造上为主；随着人工成本、职业健康与安全要求的严格管控，矿山企业对于移动设备自动驾驶、固定设备无人值守的需求越发迫切，急切需要提供具有自我感知、自主决策、自动执行的智能化设备，因此，对设备厂商提出了更高的要求。从而使得宝信软件、国电南瑞、施耐德等头部制造企业向设备智能化转型。

矿山产业链中游主要以矿山建设服务为主，主要聚焦矿山的智慧矿区建设，数字化技术也直接作用于核心生产环节，矿山也从机械化、自动化向智能化转变，逐步过度到透明化矿井和全矿井控制协同化的水平。新一代信息技术作为智慧矿山建设的核心引擎，从感知层泛在连接的智能感知技术到网络层 5G 专网建设，再到平台层“云大物智链”和集散控制系统，最后到应用层为企业提供各类可视化的企业生产系统（如 ERP、MES 等），如图 2 所示，充分利用“5G+工业互联网”在矿山行业的落地实践，新技术赋能产业转型的蓬勃发展态势融合创新发展；使得矿山行业进行数字化、智能化转型，实现“少人、安全、增效”的生产模式。



图 2 智慧矿山产业图谱

通信网络服务产业链处于行业中游，也是智慧矿山核心建设阶段，主要包括智慧生产系统、智慧职业健康与安全系统、智慧技术支持与

后勤保障系统建设；这里既有华为煤矿军团以矿鸿系统为依托，用 ICT 技术支撑煤矿智能化建设，又有偏重硬件设备（天地科技、郑煤机、三一国际等）和偏重系统软件（龙软科技、科达自控、梅安森、精英数智、山东蓝光等）等科技企业，实现安全矿山、高效矿山、清洁矿山。

矿山产业链下游主要以矿产资源开发，包括煤炭开采企业、矿务集团。代表企业包括山东能源、国家能源投资集团、陕西煤业化工集团、晋能控股集团、中国煤炭科工集团等。矿山企业一般可通过建设智慧供应链、智慧仓储管理等数字化平台，在销售渠道管理、销售订单管理、客户管理、库存管理、物流运输协同等方面全面融合数字化技术，通过统一的数字化平台连接物流运输方和客户，实时掌握客户需求、灵活调整排产计划、合理调度并监控物流，打通“计划-生产-销售-运输”各业务壁垒，提升渠道管理能力，提高生产运营效率。

二、政策趋向：政策供给推动行业向安全、绿色、智能化转型

（一）行业面临供给侧结构改革转型压力，规模缩减倒逼降本增效

国内煤矿行业面临发展环境严峻的挑战,行业整体规模逐步缩减至产能稳定，倒逼煤矿行业进行高质量发展，要减人降本增效，实现转型升级。据《煤炭工业“十四五”高质量发展指导意见》目标要求，

到“十四五”末，国内煤炭产量控制在 41 亿吨左右，全国煤矿数量控制在 4000 处以内；且从 14 个大性煤炭基地的功能定位来看，主基调依然为“控规模、保供应”。“十四五”时期，煤炭行业面临的调整结构、生态环保、安全生产和保障能源安全的压力进一步加大，煤矿工业发展面临一系列新问题新挑战。伴随煤炭行业的供给侧结构调整，2016 年以来，全国累计退出煤炭产能 10 亿吨，淘汰关闭了大批煤矿，我国煤矿数量在逐年降低，煤炭单产却稳步提升；且在 3060 双碳战略目标约束下，煤炭消费总量和强度双控政策措施更加严格，煤炭作为一次能源消费结构中的比重还将持续下降，煤炭总量增长空间越来越小。以上压力和挑战将进一步倒逼煤炭行业必须进行转型升级，矿企由粗放式管理向精细化管控变革，提升发展质量，减人增安提效。

（二）国家对矿山生产安全问题愈加重视，政府补贴力度加大

矿业是国民经济发展的基础，其涉及到的安全生产问题显得更为重要，虽然矿山生产中我国死亡率虽有下降，但与发达国家相比死亡率仍偏高。然而随着国家对矿山生产的安全生产问题逐步重视，全国煤矿矿山安全生产形势不断好转，与 2012 年相比，2022 年煤矿死亡人数、煤矿百万吨死亡率分别下降 77.6%和 86%，煤矿连续 6 年、非煤矿山连续 14 年未发生特别重大事故。

对矿山生产安全有高要求。习近平总书记对能源及生产安全特别关注，并多次做出指示，并提出“四个革命、一个合作”能源安全新战略。国家部委陆续出台包括《全国安全生产专项整治三年行动计划》、《关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见》、《“十四五”矿山安全生产规划》等政策从法律法规标准体系、安全生产责任体系、安全预防控制体系、安全监管监察体制、安全科技创新、安全基础设施建设等方面对矿山安全生产提出要求。2023年3月，国家矿山安全监察局在全国部署开展全国矿山安全生产综合整治行动，遏制矿山重特大事故发生。各省政府对煤矿生产安全也尤为重视，出台支持煤矿智能化建设、对煤矿各环节管理措施规定等地方政策来确保煤矿安全生产。

对煤矿安全改造补贴有大力度。为了缓解提升矿山生产安全带来的经济压力，国家出台政策对煤矿安全改造进行专门补贴并且补贴力度较大，其中2022年专项用于煤矿安全改造的中央预算达到26亿元。地方政府积极响应国家号召出台各类奖补措施对煤矿安全生产进行补贴，其中补贴的重点在重大灾害治理和智能化改造上，贵州提出对新实施的智能化采煤工作面，每个工作面奖补400万元；对新实施的智能化掘进工作面，每个工作面奖补300万元。安徽也明确指出每个项目专项资金补助比例原则上不超过项目总投资额的30%，每个项目补助总额不超过300万元，每个煤矿企业年补助总金额不超过1000万元。

表 1：主要矿山生产安全政策梳理

| 政策名称 | 涉及的主要内容 |
|--|--|
| 《全国安全生产专项整治三年行动计划》2020.4 | 健全完善煤矿安全生产法律法规标准体系；推进落后产能淘汰退出；持续开展“打非治违”行动；健全完善煤矿安全生产责任体系；加大煤矿重大灾害超前治理力度；推进煤矿安全基础设施建设；推进煤矿安全科技创新和“四化”建设；着力提高监管监察执法效能 |
| 《关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见》2022.3 | 为了防范遏制重特大事故，落实“国家监察、地方监管、企业负责”的矿山安全监管监察体制，通过源头管控、规范条件、严格管理、综合治理和强化监管监察，进一步提升非煤矿山企业（含金属非金属矿山企业、尾矿库企业、地质勘探单位、采掘施工企业，下同）规模化、机械化、信息化和安全管理科学化水平，从根本上消除事故隐患、从根本上解决问题，推动非煤矿山行业安全高质量发展 |
| 《“十四五”矿山安全生产规划》2022.7 | 矿山生产安全事故起数、死亡人数、较大事故和重特大事故起数、煤矿百万吨死亡率实现“五个明显下降”。与 2015 年相比，2020 年煤矿死亡人数、煤矿百万吨死亡率分别下降 61.9%和 63.6%，重特大事故得到有效遏制；非煤矿山事故起数和死亡人数分别下降 28.2%和 39.2%，矿山安全生产形势持续稳定向好 |
| 《煤矿安全改造中央预算内投资专项管理办法》（发改能源规〔2023〕80 号）2023.1 | 为进一步发挥中央预算内投资引领带动作用，夯实煤矿安全生产基础，促进煤炭安全稳定供应，保障国家能源安全，安排用于支持煤矿安全改造和煤炭储备能力建设的中央预算内投资专项，国家部委对原《煤矿安全改造中央预算内投资专项管理办法》（发改能源规〔2020〕23 号）进行了修订，联合印发了《煤矿安全改造中央预算内投资专项管理办法》（发改能源规〔2023〕80 号），明确单个项目煤矿安全改造中央预算内投资专项投资补助比例不超过项目总投资的 25%，补助额度最高不超过 3000 万元。 |
| 《矿山安全标准工作管理办法》2023.2 | 明确国家矿山安全监察局按照法律、行政法规和职责统一领导矿山安全标准工作。要求矿山安全领域生产经营单位必须执行保障矿山安全生产的国家标准、行业标准。矿山安全监管监察部门应当将保障矿山安全生产的国家标准、行业标准作为安全生产行政许可、审批、核准及事中事后监管监察执法的重要依据。 |
| 《关于进一步加强矿山安全生产工作的意见》2023.9 | 明确严格灾害严重煤矿安全准入。停止新建产能低于 90 万吨/年的煤与瓦斯突出、冲击地压、水文地质类型极复杂的煤矿。新建煤与瓦斯突出、冲击地压、水文地质类型极复杂的煤矿原则上应按采煤、掘进智能化设计。 |

| | |
|--|---|
| 《省能源局省财政厅印发关于支持加大煤矿安全生产投入的若干政策措施的通知》贵州 2020.5 | 对新实施的智能化采煤工作面，每个工作面奖补 400 万元；对新实施的智能化掘进工作面，每个工作面奖补 300 万元。对智能煤矿试点建设和煤矿机器人研发应用项目，所需经费按“一事一议”原则确定 |
| 《山西省加强煤矿安全生产工作的特别规定》2020.11 | 指出从矿井设计、生产布局、灾害治理、现场管理、责任追究等方面提出严厉措施，对煤矿严重违规、冒险作业等行为依法从严处置 |

（三）绿色转型战略逐步推进，绿色矿山成为发展主旋律

当前我国正处于工业化城镇化加快发展的关键阶段，资源需求刚性上升，资源环境压力日益增大。需要通过改变矿业发展方式，来推动矿业经济发展向主要依靠提高资源利用效率带动转变。据统计，全球采矿业和金属行业的温室气体排放量约占全球温室气体总排放量的 2%，在国家明确提出“双碳”目标的约束下，建设绿色矿山是践行和实现“双碳”目标的基础与关键。

2007 年，在中国国际矿业大会上，国土资源部部长徐绍史在会上首次提出“发展绿色矿业”的倡议。指出需要从根本上转变矿产资源的发展方式，实现资源合理开发利用与环境保护协调发展。《全国矿产资源规划（2008-2015 年）》指出将绿色矿山建设作为重点任务，部署启动了试点建设。《关于加快建设绿色矿山的实施意见》提出转形象、转方式、促改革的具体目标。自然资源部也陆续在全国开展绿色矿山遴选，在前期试点的基础上，分两批遴选了 1200 余家全国绿色矿山，创建 50 家绿色矿业发展示范区，完成国家“十三五”规划中的“千家绿色矿山示范，50 家示范区”的目标任务。2022 年 10

月，国家能源局发布《能源碳达峰碳中和标准化提升行动计划》，提出到 2025 年，初步建立起较为完善、可有力支撑和引领能源绿色低碳转型的能源标准体系的目标。湖北、湖南、辽宁、浙江、宁夏等地方政府出台了各自的绿色矿山建设行动方案和管理办法，通过确定目标、保障绿色矿业配套设施、推进绿色矿业发展示范区创建等方式加大推进全省绿色矿山建设。

（四）智能化成为破解行业困境关键，政策强劲吹响矿山升级改造号角

智能化矿山建设是深入贯彻落实习近平总书记重要指示精神和能源安全新战略的重要举措，是推动煤炭工业转型升级、高质量发展的核心技术支撑，是实现煤矿减人增效、从根本上消除事故隐患，提高煤矿本质安全水平的有效手段。

国家对智能矿山的重视程度逐步加强。从 2016-2021 年持续供给相应的指导意见与建议，智能化矿山的种类也从煤矿逐步延伸到非煤类矿山。《能源技术革命创新行动计划(2016-2030 年)》确定了煤炭资源的安全高效智能开发战略方向。2020 年 2 月，八部委联合印发《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》，首次于国家层面对煤矿智能化发展提出了具体目标¹。同年发布的《煤炭工业“十四五”

¹ 意见提出了煤矿智能化发展的 3 个阶段性目标：到 2021 年，建成多种类型、不同模式的智能化示范煤矿；到 2025 年，大型煤矿和灾害严重煤矿基本实现智能化，形成煤矿智能化建设技术规范与标准体系，实现开拓设计、地质保障、采掘（剥）、运输、通风、洗选物流等系统的智能化决策和自动化协同运行，井下重点岗位机器人作业，露天煤矿实现智能连续作业和无人化运输；到 2035 年，各类煤矿基本实现智能化，建成智能感知、智能决策、自动执行的煤矿智能化体系。

高质量发展指导意见》，指出到“十四五”末，全国煤矿数量控制在4000处左右，建成智能化煤矿1000处以上。随后，2020年11月，国家能源局、国家煤矿安全监察局在指导意见的要求下，审查确定了71处矿山²，作为国家首批智能化示范建设煤矿；2021年6月，国家能源局、国家煤矿安全监察局印发《煤矿智能化建设指南（2021年版）》成为矿山企业开展智能化建设的实施指南，明确提出要重点突破煤矿智能关键技术与装备，建成一批多种类型、不同模式的智能化煤矿，提升煤矿安全水平的目标。2020年4月，国家又出台了《有色金属行业智能工厂（矿山）建设指南（试行）》，明确矿山企业智能化建设的重点，包括新建矿山直接智能化、在产矿山逐渐改造，推动5G技术与有色矿山的融合创新。2023年1月，国家发布了《煤矿安全改造中央预算内投资专项管理办法》，鼓励引导专项资金更多投向煤矿智能化建设，最高奖励可支持3000万元，在原有政策基础上进一步加大支持力度。2023年4月，国家出台了《关于加快推进能源数字化智能化发展的若干意见》，指出了能源系统数字化智能化发展的目标³。2023年6月，国家出台《关于推动现代煤化工产业健康发展的通知》，从项目管理、规划布局、创新发展、绿色低碳、安全环保等方面进一步明确了产业发展思路和重点工作任务，对推动

² 2020年12月，国家能源局、国家煤矿安全监察局联合印发了《关于开展首批智能化示范煤矿建设的通知》，确定70座煤矿作为国家首批智能化示范建设煤矿（重庆能投渝新能源有限公司打通一矿已关闭退出），其中井工煤矿65处，露天煤矿5处，涵盖内蒙古、陕西、山西等15个产煤省（区、市），中央企业所属煤矿22处，省级所属煤矿42处，地方所属煤矿3处，混合所有制企业2处，民营企业1处，总产能近6亿t/a。

³ 2023年4月，国家能源局印发的《关于加快推进能源数字化智能化发展的若干意见》提出到2030年，能源系统各环节数字化智能化创新应用体系初步构筑、数据要素潜能充分激活，一批制约能源数字化智能化发展的共性关键技术取得突破。

现代煤化工产业实现高质量发展具有重要意义。⁴

各省地方政府积极助力矿山智能化发展。针对国家对于矿山智能化建设的指导意见，山西、内蒙古、山东、河南、陕西等十余个省份也先后出台文件，对智能矿山建设提供政策、资金、项目等支持，鼓励矿企开展智慧矿山建设。在奖补方面，河南省对智能化采煤工作面和装备 TBM 隧道掘进机的智能化掘进工作面奖补资金上限分别为 500 万元、450 万元和 400 万元；其他智能化掘进工作面奖补资金上限分别为 120 万元、100 万元和 80 万元。河北省在争取和分解煤矿安全改造中央预算内投资方面，对智能化建设煤矿采取倾斜支持措施。

表 2：主要矿山智能化政策梳理

| 政策名称 | 涉及的主要内容 |
|----------------------------------|--|
| 《“机械化换人、自动化减人”科技强安专项行动的通知》2015.6 | 重点是以机械化生产替换人工作业、以自化换人、自动化减少人为操作，大力提高企业安全生产科技保障能力 |
| 《关于推进“互联网+”智慧能源发展的指导意见》2016.2 | 健全完善煤矿安全生产法律法规标准体系；推进落后产能淘汰退出；持续开展“打非治违”行动；健全完善煤矿安全生产责任体系；加大煤矿重大灾害超前治理力度；推进煤矿安全基础设施建设；推进煤矿安全科技创新和“四化”建设；着力提高监管监察执法效能 |

⁴ 2023 年 6 月，国家发改委、工信部、自然资源部等六部门联合发布《关于推动现代煤化工产业健康发展的通知》。项目管理方面，强调新建项目要落实要素保障条件，特别突出强调不能与发电供热等民生项目争煤。规划布局方面，强调要进一步强化对现代煤化工产业的规划布局引导，对存量项目要优化升级，对增量项目要集约化发展等要求。创新发展方面，明确鼓励推动关键技术首批（次）材料、首台（套）装备、首版（次）软件产业化应用。绿色低碳方面，明确拟建、在建项目应全面达到能效标杆水平，对节水和减污也提出了严格的要求，还提出了加强与新能源耦合发展等要求。安全环保方面，强调要严把项目安全、环保准入关口，要求在大型煤化工基地和产业集聚区配套建设应急救援力量和环境应急处置队伍等要求。

| | |
|--|--|
| 《能源技术革命创新行动计划（2016-2030年）》 2016.6 | 提出到 2030 年重点煤矿区基本实现工作面无人化的规划目标 |
| 《单班入井超千人矿井科技减人工作方案》2017.2 | 深入推进“机械化换人、自动化减人”，力争到 2018 年底所有千人矿井下井人数减少 30%以上，单班下井人员减少到千人以内，科技支撑作用显著增强，安全生产基础保障能力大幅提升 |
| 《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》2020.2 八部委联合印发，是指导煤矿智能化发展的纲领性文件 | 将人工智能、工业物联网、云计算、大数据、机器人、智能装备等与现代煤炭开发利用深度融合，形成全面感知、实时互联、分析决策、自主学习、动态预测、协同控制的智能系统，实现煤矿开拓、采掘（剥）、运输、通风、洗选、安全保障、经营管理等过程智能化运行。具备条件的生产煤矿加快智能化改造，在供电、供排水、通风、主辅运输等生产经营管理环节，进行智能优化提升，推进固定岗位的无人值守和危险岗位的机器人作业，实现传统煤矿的智能化转型升级 |
| 《有色金属行业智能工厂（矿山）建设指南（试行）》 2020.4 | 充分考虑矿山实际情况，明确企业智能化建设重点，新建矿山直接进行智能化规划与设计，在产矿山有序推进智能化改造坚持整体规划，围绕有色金属智能矿山建设主要环节和重点领域，分步实施。坚持创新引领，数据驱动。推动 5G 新技术与有色矿山的融合创新；应用大数据、人工智能、边缘计算等技术提升信息系统学习与认知的能力，利用 AR / VR 等技术形成人机混合增强智能 |
| 《煤炭工业“十四五”高质量发展指导意见》 2020.11 | 争取在“十四五”末期全国煤矿数量控制在 4000 处以内，大型煤矿产量占 85%以上，大型煤炭基地产量占 97%以上；建成煤矿智能化采掘工作面 1000 处以上 |
| 《智能化示范煤矿建设管理暂行办法》、《煤矿智能化专家库管理暂行办法》 2021.1 | 《智能化示范煤矿管理暂行办法》明确了智能化示范煤矿建设方案、申报程序、煤矿智能化专家库的建立和使用、材料审核等，规定了智能化煤矿建设单位的职责、验收程序、抽查和名单公布、政策支持、经验模式推广等内容。 《煤矿智能化专家库管理暂行办法》规定了专家遴选的原则、范围、条件和程序；专家抽取的要求、专家权利和义务，以及专家库更新等方面内容。 |
| 《煤矿智能化建设指南（2021年版）》 2021.6 | 坚持分类建设和分级达标相结合，建立健全智能化煤矿建设、评价、验收与奖惩机制。重点突破适用于不同条件的智能化技术与装备，培育建设一批智能化示范煤矿，科学制定实施煤矿智能化建设与升级改造方案，加大煤矿智能化技术资金投入、人才投入 |

| | |
|-------------------------------|--|
| | 和政策支持力度，提升成熟度与可靠性。坚持把煤矿减人、增安、提效和提高职工的幸福感和获得感作为智能化煤矿建设的根本目标，通过实施新一代信息技术提高煤矿智能化水平，促进煤矿安全、质量、效率与效益的稳步提升 |
| 《关于加快推进能源数字化智能化发展的若干意见》2023.4 | 提出针对电力、煤炭、油气等行业数字化智能化转型发展需求，通过数字化智能化技术融合应用，急用先行、先易后难，分行业、分环节、分阶段补齐转型发展短板，为能源高质量发展提供有效支撑。到 2030 年，能源系统各环节数字化智能化创新应用体系初步构筑、数据要素潜能充分激活，一批制约能源数字化智能化发展的共性关键技术取得突破。 |
| 《关于推动现代煤化工产业健康发展的通知》2023.6 | 要求严控现代煤化工产能规模，加强煤炭清洁高效利用，推动现代煤化工产业高端化、多元化、低碳化发展。 |

三、市场前景：万亿级市场空间有待挖潜，晋陕蒙新成市场集聚高地

（一）智能矿山存量市场达万亿级，未来将逐步向增量市场拓展

煤矿数量不断下降，矿企集中度持续提升，智能矿山市场需求旺盛且呈现集中化趋势。据煤炭工业协会公布的历年《煤炭行业发展年度报告》显示，2016 到 2020 年，我国煤矿数量由 7866 座下降至 4700 座，其中主要由于国家实行煤矿落后产能淘汰行动措施而导致年产 30 万吨⁵及以下煤矿关闭、重组所致。根据中国煤炭工业协会发布的《煤炭工业“十四五”高质量发展指导意见（征求意见稿）》，

⁵ 根据矿井生产能力的大小，我国把矿井（地下开采）划分为大、中、小三类：

大型矿井：产能在 120 万吨以上的矿井；产能在 300 万吨及其以上矿井又称为特大型矿井；

中型矿井：产能在 45~90 万吨/年的矿井；

小型矿井：产能在 30 万吨/年以下的矿井。

到“十四五末”即 2025 年，全国煤矿数量控制在 4000 处以内，大型煤矿产量占 85%以上，大型煤炭基地产量占 97%以上。未来，煤矿产能将主要集中在大型煤矿和煤矿基地，矿企集中度也将持续提升，年产 120 万吨及以上的大型煤矿数量稳定。综上所述，智能矿山的需求也将集中出现在大型煤矿企业及煤矿基地。

矿山智能化处于示范阶段，伴随技术成熟及市场规模效应特性显现，市场将进入稳定增长期。当前煤炭智能化开采还处于示范阶段⁶，适用于条件较好的工作面，据华经产业研究统计，截至 2021 年底全国煤矿共建成 813 个智能化程度不同的采煤工作面，其中采煤面 477 个，掘进面 336 个，已有 29 种煤矿机器人在 370 余处矿井现场应用，减人增安提效的效果日益显现。同时，煤矿机械化是煤矿智能化的基础，近年来我国大型煤矿机械化程度不断提升，由 1978 年的 32.5%提升至 2020 年的 98.9%，几乎覆盖了我国主要的大型煤矿。因此，一方面随着技术水平的提升，未来 10-20 年内，智能矿山将在更大范围实现应用推广。另一方面政策驱动也为行业释放出巨大的市场空间，2020 年 2 月发布的《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》提出，到 2025 年，建成煤矿智能化采掘工作面 1000 处以上；到 2035 年，各类煤矿基本实现智能化，构建多产业链、多系统集成的煤矿智能化系统，建成智能感知、智能决策、自动执行的煤矿

⁶ 据华经产业研究统计，截至 2021 年底全国煤矿共建成 813 个智能化程度不同的采煤工作面，可以实现少人化开采。

智能化体系。

万亿级存量市场有待开发，增量市场规模显著。目前中国智能矿山建设多以存量矿山智能化改造为主，据测算，目前全国煤矿数量超 5000 处（“十四五”末规划数量 4000 处）、非煤矿超 3 万处，新建的智能化矿山数量较少，鉴于非煤类存量矿山数量庞大且智能化改造需求显著，预计未来十年内中国智能矿山市场将以存量矿山智能化改造为主，而随着存量市场基本实现智能化改造后，增量矿山的建设都将以智能矿山为主，新建矿山可以实现从顶层设计-施工建设-运行维护一体化，从一开始就最大程度解决智慧矿山可能遇到相关问题，较为彻底的实现智能化开采。在存量市场方面，根据智研瞻产业研究院的统计数据，2017-2021 年，我国煤矿智能化行业市场规模由 87.49 亿元增长至 1346.29 亿元，4 年 CAGR 达 98%，按该增速预测，到 2024 年，我国的智能矿山市场规模将超万亿，其中智能设备市场约 8000 亿元，与智能化相关的基础设施、集成平台市场约 2000~3000 亿元（平安证券研报表示）。（另据国家能源局数据，截至 2022 年 2 月份，全国有近 400 座煤矿正在开展智能化建设，总投资规模超过 1000 亿元，因此平均来看，单个煤矿智能化投资规模在 2.5 亿元以上，目前全国煤矿数量超过 5000 处，整体投资规模将达到万亿级；另根据安永（中国）发布的《智慧赋能煤炭产业新万亿市场》报告测算，已有生产型矿井单矿智能化改造升级费用约在

1.49 至 2.63 亿元之间，而新建型矿井单矿改造费用约在 1.95 至 3.85 亿元之间）。在增量市场方面，新建单个千万吨级煤矿智能化投资可达十亿级⁷。比如 2020 年 4 月，天地科技开采设计事业部将与陕西延长石油巴拉素煤业有限公司合作新建智能化示范煤矿（千万吨级矿井），该项目研究、设计及部分系统建设经费近 5000 万元，矿方后期配套智能系统建设总投资 10 亿元。另据安永（中国）发布的《智慧赋能煤炭产业新万亿市场》报告测算，新建型矿井单矿改造费用约在 1.95 至 3.85 亿元之间。

（二）煤矿行业完成起步阶段，千万级非煤矿智能化市场不容小觑

现阶段中国智能矿山已经在煤矿行业完成了起步发展阶段，但在非煤类矿山的应用仍处于探索阶段。矿山的分类方式较多，目前业内较为主流的分类方式是分为煤矿和非煤类矿山，主要原因是煤矿需求量庞大，开采方式特殊。而非煤矿山实际上包含了除煤矿以外所有其余矿山种类，又可被分为金属矿及非金属矿山。煤类矿山智能化因建设难度低、市场空间庞大、政策体系先行和完备等因素已经率先开始了智能化转型，例如五矿集团智能化综采面的成功试车等，而随着煤矿智能化建设的稳步推进，非煤类矿山将有望成为下一阶段智能矿山探索的重点细分领域。

尽管非煤矿山智能化发展也严重依赖政策扶持，但千万级的非煤

⁷ 智研瞻产业研究院数据

矿智能化市场空间却不容小觑。2020年4月，工信部、发改委、自然资源部联合出台《有色金属行业智能工厂(矿山)建设指南(试行)》，目前仅在铁、金、铜等主流金属矿山项目开始了智能化矿山的尝试。且据头豹研究院数据显示，2020年铜矿企业的智能化投入水平在百万级，智能化建设政府补贴在十万级，未来铜矿的智能化投入水平达千万级。总的来看，智能矿山的建设也是非煤矿山智能化转型升级大势所趋，尽管其在现阶段的发展仍缺乏动力，严重依赖于政策扶持，但面向未来，千万级的非煤矿智能化市场空间也不容小觑。

(三) 晋、陕、蒙、新成为煤矿智能化区域市场的第一梯队

从我国煤炭资源分布来看，我国煤炭资源分布不均衡，主要集中在西部和中部地区。据《2020年全国矿产资源储量统计表》，西部地区煤炭储量896.5亿吨，占全国储量的55.2%；中部地区煤炭储量606.23亿吨，占全国储量的37.4%；伴随国家煤炭产业结构调整，坚持淘汰落后产能、释放先进优质产能，中东部资源枯竭和产能退出，传统的东北、京津冀、华东、中南、西南等主要产煤地区，产量大幅下降，全国煤炭生产越来越向晋陕蒙新地区集中，晋陕蒙新四省(区)煤炭产量占全国总产量的比重达80%(2021年数据)，中西部主要产煤区的重要作用 and 战略地位越发凸显。

从大型煤炭开发基地建设来看，根据《全国矿产资源规划

（2016-2020年）》，我国共有14个⁸煤炭能源基地，包含162个国家规划煤矿，其中9个煤炭基地分布在晋陕蒙新地区，主要包括：神东煤炭基地是我国第一个亿吨煤炭生产基地，世界八大煤田之一，是我国已探明储量最大的整装煤矿区，主要生产优质动力煤；陕北基地和黄陇基地位于陕西地区，自然地理条件优秀，具有建设特大型现代化矿区的条件；山西省是我国煤炭产能大省，拥有晋北、晋中、晋东三大煤炭基地，资源储量丰富，富含动力煤、炼焦煤和无烟煤等多种煤种，三基地总产能在10亿吨左右；蒙东基地主要分布在内蒙古东部，探明储量近千亿吨，年产能在3.5亿吨左右；宁东基地是重要的能源化工基地，拥有优质的无烟煤；新疆基地煤炭预测储量高达2.19万亿吨，占全国的39.3%，随着国家政策的倾斜，新疆地区的资源开发不断提速，先后建设了13个重点矿区，将成为我国重要的能源战略储备地区。

从国家首批智能化矿山示范建设来看，2020年11月，国家能源局、国家煤矿安全监察局在《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》的要求下，审查确定了71处矿山，作为国家首批智能化示范建设煤矿。以71座试点矿山所在区位的数量为划分依据，山西15处、内蒙古11处、陕西10处，晋陕蒙三省（区）煤矿试点数占首批全部试点矿山的比重过半，位于第一梯队；其次为山东、新疆、贵州为第

⁸14个大型煤炭基地基本情况见附表2

二梯队。

四、需求分析：安全高效、低碳智能痛点凸显，矿山转型需求逐步释放

矿山结构庞杂，可分为煤类矿山与非煤类矿山，而非煤矿山又可分为金属矿山与非金属矿山。矿山类型复杂多样，但由于煤矿和非煤矿在开采、排岩、运输等多个关键环节相似较高，因此智能化改造方式存在一致性，且煤矿由于建设难度低且市场需求量大，其率先进行了智能化转型，因此本报告以煤矿分析为主。

（一）安全提升、减员增效、节能环保成为矿山行业痛点和内驱需求

行业痛点一：矿山行业条件差危险高，存在巨大安全隐患。 矿山行业容易发生瓦斯爆炸、煤尘爆炸、水患火灾、顶板冒落等灾害，一旦发生将造成严重的人身和财产损失。此外，巷道狭窄、平路少拔坡多的工作环境存在很多盲区，工作危险系数较高。2022年，全国矿山行业共发生事故367起、死亡518人，其中，煤矿事故168起、死亡245人，非煤矿山事故199起、死亡273人。矿山生产，安全责任重于泰山。

行业痛点二：一线操作人员后继不足，劳动力数量和技能双重缺口持续扩大。 一方面矿山行业工作环境艰苦、劳动强度高，同时薪资水平以及社会地位受限，很多大学生不愿意从事煤矿工作，人员老龄

化严重，矿场用工青黄不接，传统矿山井下的一个采煤工作面至少需要 17 人，人员补位不足。另一方面行业技术人员极度紧缺，传统矿山作业对作业人员的经验技术依赖较高，遇到极端天气等特殊情况，需要作业人员经验判断是否需暂停作业，效率低、决策慢。劳动力数量和技能双重缺口持续扩大的趋势下，煤矿智能化发展需求迫在眉睫，“少人化”、“无人化”成为煤矿发展的痛点之一。

目前矿山行业“少人化”“无人化”的需求场景可以归纳为两个方面。一是减少一线作业人员数量。这包括在煤（岩）巷掘进、煤矿综采、煤矿井下运输等环节推进自动化、无人化，降低一线操作工人数量，减少安全风险。二是减少值班监控人员数量。在矿井安全、电力监控以及人员、水文监测上，通过设备远程监控和控制，降低值守工作人员需求量。

行业痛点三：智慧矿山系统复杂，各子系统兼容效果差，协同效率低。智慧矿山需要建设基础应用平台、掘进系统、开采系统等近百个子系统，是一个复杂的巨系统，不同系统之间存在数据格式未统一、网络通信协议无法兼容、业务系统以及系统间协同控制兼容性差等问题，难以实现系统间智能协同作业。

目前矿山行业“协同增效”的场景可以归纳为两大类。第一类是作业装备协同作业。在精准地质探测、矿岩识别、透明地质、设备精准定位、复杂条件智能综采和快速掘进、辅助运输环节无人驾驶、固

定场所少人化或无人化值守等重要场景，提升智能装备的协同作业水平。第二类是跨系统协同联动。这个需求场景下，需要建设智能化生产、安全保障、经营管理等多系统、多功能融合的一体化平台，通过建立智能决策模型进行自动决策，保障矿井采、掘、机、运、通、水、电的自动高效运行，并通过反馈信息主动进行决策再优化，进一步实现煤矿产运销业务协同、决策管控、一体化运营等智能化应用。

行业痛点四：高耗能、强污染制约矿山行业绿色化发展。受安全环保监管约束性进一步增强，过去十年，我国煤炭消费占一次能源消费比重由 68.5% 下降至 56%，叠加新增的双碳发展战略目标硬约束，煤炭行业作为八大耗能行业，承担着推动我国能源转型的重要责任。传统矿山资源采用单纯消耗矿产资源、牺牲生态环境为代价的开发利用方式，模式粗放、耗能高，造成水污染、大气污染、地质灾害等诸多矿山环境问题，不符合我国双碳战略。实现矿山安全、绿色、高效开采，构建清洁低碳、安全高效的能源供应工业体系，建设绿色矿山已经成为矿山领域发展的主旋律。

目前矿山行业“低碳环保”的场景需求可以归纳为三大类。第一类是能耗监测。监测矿山生产过程中水、电、热能、油、煤、燃气等能源的消耗情况，一是实现用能异常或能耗越限的实时告警；二可以积累数据并生成能耗报表，方便进行用能分析，辅助企业及时制定能耗优化方案。第二类是污染及环境在线监测。砂石骨料生产线的开采、

破碎、筛分、制砂等过程中会产生一系列污染物质，如尾矿、粉尘、噪音等，生产过程中的污染源会渗透到周围环境中，造成大气、水、土壤、生态、核与辐射等多种环境污染。通过对污染物质及周边环境进行监测，获取数据并进行平台可视化呈现，实现数据异常预警。第三类是矿山污染自动治理。通过引入智能装备和系统，防止污染物质扩散并对已经产生的污染进行智能化综合治理，如喷淋抑尘系统、智能污水处理系统、噪音治理系统等。

（二）远程操控、无人驾驶、智慧巡检、实时监控成为矿企典型场景

远程操控包括综采面、掘进机的远程控制。目前采煤机远程操控多采用现场总线、工业以太网或区域无线模式，尤其是在工作面进行有线敷设比较困难且维护工作量大，难以满足地面远程操控对时延及传输可靠性的要求。为了更好地实现远程操控，从前端数据采集到传输网络再到顺槽控制中心及地面调度控制中心，可采用全 5G 传输技术，利用其大带宽、低时延、高可靠、硬隔离的特性，搭建起稳定可靠的端到端综采工作方式。掘进工作面生产设备移动频繁、电缆（光缆）铺设困难且易受损伤，致使掘进机至顺槽监控中心有线通信信道无法长期稳定通信。在掘进工作面部署矿用 5G 网元设备实现掘进巷道和掘进迎头等生产工作区域 5G 网络稳定覆盖，在掘进机电控箱内或机身安装 5G CPE，利用 5G 网络可实现掘进机（综掘机、

连采机、掘锚一体机) 运行状态数据、机载传感器数据、机载工业视频数据等信息可靠传输至掘进工作面监控中心及地面调度信息中心。工作人员使用 5G 终端, 通过 5G 网络实现对综采工作面采煤机和掘进工作面工业控制主机、工控网终端设备、5G 入网设备等进行数据通信和查询等多种操作。

无人驾驶是依靠无人驾驶机械设备助力矿区构建“采区卡车无人驾驶+地面系统无人值守”的采煤新模式, 充分利用 5G 技术, 通过混合组网实现煤矿采坑区 5G 网络全覆盖, 助力煤矿矿卡无人驾驶、电铲无人驾驶等应用, 助力煤矿实现机械化换人、自动化减人, 提升煤矿生产效率, 降低运行安全风险。同时, 在对无人驾驶车辆进行改造升级时充分考虑用清洁能源取代传统的石化能源, 降低碳消耗, 实现智能化转型升级的同时兼顾绿色低碳环保。

智慧巡检面向煤矿井下场地狭窄、环境较差, 井下设备的巡检、维修工作量大的需求痛点, 针对煤矿井下故障维护效率低下、巡检流程标准化难度高等问题, 搭建 5G+AR 巡检与远程诊断系统, 要具备实时巡检、实时采集、实时定位、实时互联、远程诊断、近感探测、语音视频通话、人机交互等功能, 并实现人岗匹配的生物特征识别, 对边缘死角单岗作业人员进行定位监控与预报警联动, 同时具备日常巡检、爆破时期爆破区域人、动物、矿车自动识别智能化警戒等功能。

实时监控以设备监控信息和视频监控系统为核心, 通过构建多网

合一的矿山井下高速信息传输通道，采用先进的工业物联网技术，在矿井综合自动化系统的基础上，将井下机车、人员、矿车、物料等移动对象的目标身份识别、移动轨迹跟踪、联锁协同控制、运行状态监测、设备信息交互等功能综合集成，实现统一技术平台下的矿井移动目标综合安全监控与信息管理的。通过井上井下设备、环境数据采集，实时感知采煤机及掘进机设备健康情况、采煤支架承压情况、机电室设备运行数据、瓦斯抽采系统数据等设备运行状态、环境状态实时情况等。另外，井下危险区域和井上重点区域需部署高清摄像头实现综采面高清图像实时监控回传，利用 AI 算法对各种异常情况进行分析处理并实时向相应人员提醒、报警。

（三）煤矿生产运营一体化平台成为智能矿山核心构成

智能矿山将以工业物联网为核心、包括人工智能、大数据、数据孪生等在内的新一代信息技术与矿山开发技术、装备进行深度融合，以泛在互联操作系统为基础，形成全面自主感知、实时高效互联、自主学习、智能分析决策、动态预测预警、精准协同控制的矿山智能系统，从而实现矿山生产的全流程智能化运行，最终实现矿山生产的安全提升、减员增效、节能降耗。其作为煤矿安全生产运营全过程的支撑平台，是两化深度融合的产物，承载着可靠远程控制、安全生产精细化管控、穿透式全息可视化查询等日常安全生产运营调度业务。



图 3：煤矿生产运营一体化平台架构

智能矿山整体架构可包含三层，即终端层、网络层、应用层。终端层主要由现场大量传感器、执行器、工业视频前端摄像机、智能手持终端设备、定位装置、工业网关、生产设备等设备构成，实现作业现场环境安全、生产工况的全面感知，依托井下各传感装置、控制装置、定位装置的物联规则，实现各传感器、控制器之间的自动智能识别与就地控制；网络层主要完成终端层各节点的组网控制，并通过各种通信网络和工业以太网主干网完成矿山物联感知层设备配置信息、传感器实时数据、控制命令、视频、定位位置等数据信息的高效可靠传输；平台层主要包括云平台、矿山工业互联网平台、综合管控平台、安全监管平台、数字孪生系统、融合通信系统等各业务平台；应用层

主要包括安全管理、生产保障、业务场景及管控中心，能够实现矿井全面监控、数据存储运用、矿山智能业务应用及决策分析等功能。

工业互联网作为新一代信息技术与工业经济深度融合的新型基础设施、应用模式和工业生态，将成为智能煤矿信息交互的关键基础。煤矿工业互联网是覆盖煤炭生产、洗选加工、运输、销售、使用以及安全监管、企业决策、生态影响等全煤流、全生产要素、全产业链的互联体系。煤矿工业互联网是煤矿智能化系统的神经网络，负责煤炭工业系统信息感知汇聚、数据融合共享、资源优化配置与产业价值发掘，属于煤炭行业更高层级、更大范围的信息化与工业化紧密融合应用的概念。

煤矿泛在互联操作系统是煤矿智能化系统的中枢，为各种行业应用中间件和 APP 等提供生态支撑。它应该包括两层架构，第一层是面向装备的单机操作系统，对下提供设备层数据流和控制流的标准通信架构与驱动开发管理框架，对上为应用层提供数据通信服务、资源管理调度、应用程序开发框架等系统服务；第二层是行业应用操作系统，面向煤矿工业互联网应用提供完整的中间件服务，例如业务数据管理、行业知识模型库、AI 计算框架、可视化引擎、物理仿真引擎等。

煤矿数字孪生系统是以煤矿工业互联网为基础，在煤矿泛在互联操作系统平台上构建的煤炭“产、运、销、储、用”全流程透明化系

统，通过虚实交互反馈、数据融合分析、决策迭代优化等手段，实现煤矿生产条件先知先觉、生产过程可视可控、生产安全可防可测、生产要素可调可配，是在更高层次上构建煤矿智能化系统的大脑。

总体来说，构建煤炭生产运营一体化平台，是适应现代工业技术革命发展趋势、保家能源安全、实现煤炭工业高质量发展的本质支撑。

五、技术趋势：新技术驱动矿山全面数字化转型

（一）5G 专网重构矿山数据连接方式

5G 推动产业模式变革，由运营公众网络到客户侧专网转变，行业客户由关注业务可用性向关注网络能力对行业应用适配性、多级算力的灵活调度及行业专网一体化服务能力转变；整体从关注网络服务质量向关注网络定制化、网业协同及运维运营服务转变。为满足垂直行业 5G 专网需求，运营商专为行业客户提供专属的 toB 网络规划建设、网业协同一体化解决方案及专属的专网一体化服务。根据网络定制化程度，分为虚拟 5G 专网、混合 5G 专网、独享 5G 专网三种基础产品，为客户提供特定区域覆盖、数据可靠传输、业务安全隔离、设备可管可控的基础连接网络，满足客户在组织、指挥、管理、生产、调度等环节的通信服务需求。

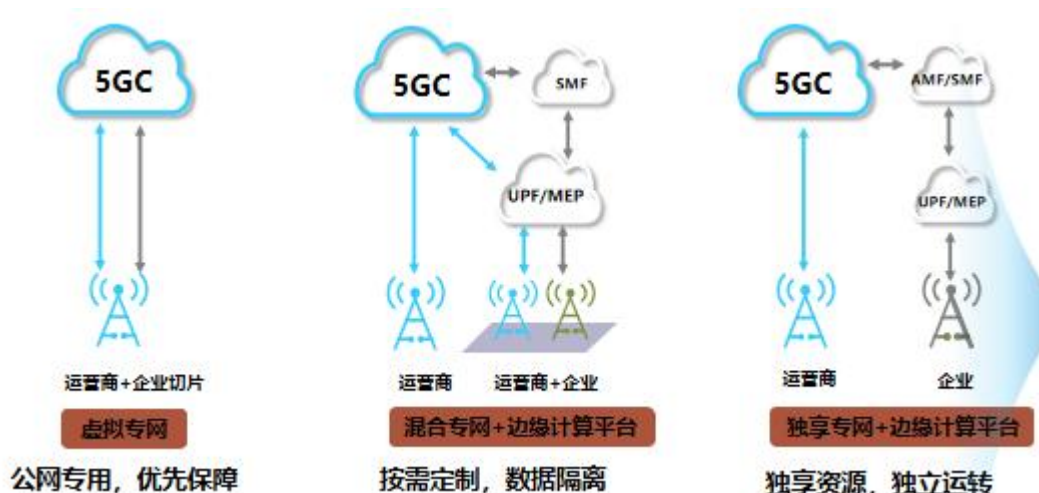


图 4：5G 专网产品

“5G+工业互联网”在矿山行业的应用主要有四个方面。一是 5G 技术高效支撑地下矿井采矿设备的远程操控，实现“机进人退”；二是 5G 新技术可以支撑井下工作面的远程监控，助力井下自然灾害防治和人员管理；三是 5G 技术助力实现井下作业的少人无人化，有效缓解招工难问题；四是 5G 技术助力矿山设备数字化、网络化、智能化，大幅提升井下采掘效率。5G 不仅是数字化转型升级的“刚需”，而且是切实解决矿山企业当前发展痛点和难点不可或缺的“基本工具”，同时从根本上改变传统矿业的开采、运营、管理模式。“5G+工业互联网”在矿山行业应用蕴含着巨大的发展潜力。

大带宽助力井下看得“更清楚更全面”，满足井下海量人员、环境和生产安全监控的需求。随着煤矿智能化建设的不断深入，视频监控越来越广泛应用于煤矿井下工作场所。包括：皮带机、落煤点、受煤点、泵房、瓦斯抽采钻场、车场、采掘工作面的架载视频、采煤机

机载视频、机器人等巡检设备的机载视频场景智能识别。未来，随着4K、8K、3D等高清多视角应用逐步引入，5G 超大上行、大容量等优势将进一步发挥。

5G URLLC 技术助力地下各类远程控制和无人驾驶业务“更精准更敏捷”，保障矿山核心生产业务的高效、安全。地下各种工业设备，如割煤机、液压支架、掘进机等当前采取有线控制的设备，通过远程人工控制或基于 AI 的智能控制实现减少现场作业人数的目的，实现现场少人化甚至无人化。对生产数据安全性、网络可靠性有高 SLA 要求的行业，通过在企业园区部署 MEC，实现生产数据不出园区；通过在 MEC 上部署 5GC 应急控制面，实现园区 5G 网络与大网容灾协同，保障了企业关键生产业务高稳可靠。让作业人员远离矿下的较危险的环境，可以坐在舒适的控制室远程操控，既大大提升工作环境，又提升安全生产。

安全生产，助力矿山高精定位能力，安全监管是煤矿的核心诉求，安全区域管控、资产管理、动态行程监测，甚至应急救援等业务均需要高精定位能力的支持。另一方面，基于高精度定位的无人驾驶、井下资产和人员的精准调度对于提高生产作业效率都具有重要意义。通过 5G 蜂窝定位技术或 5G+UWB 等融合定位技术，实现井下人员、车辆、设备的位置检测与精准定位感知。

针对于矿山行业和企业特性，可以提供以下衍生能力服务：

利用 5G 切片技术，定制网络切片能力，针对不同行业场景的差异化诉求，提供定制网络切片分舱服务，具备“敏捷部署、功能可定、灵活计费、智慧运营”四大优势，实现业务需求到网络模板的匹配和资源的快速部署。

矿山 5G 智能化改造能力。主要包括综采、掘进、运输、无人值守等矿用机械设备的 5G 化升级改造，矿山各应用子系统从自动化向智能化升级改造、洗选煤厂 5G 智能化改造。实现不同厂家数据统一采集到中台，打通信息孤岛。多类型矿山和地面 5G 智能化改造能力。主要是不仅可以提供煤矿从基础网络、智能化、5G 化改造升级、智能管控平台定制和建设交付支撑，同时，还可以针对非煤企业、洗选煤厂、煤化工的不同生产工艺提供以上能力。

基础网络设施设计建设能力。主要包括井下 4G/5G/NB 通信网络设计建设、IPRAN 城域网环网设计建设、工业环网升级建设、精准人员定位网络建设、数据中心建设、私有云（混合云）建设，通过项目的不断沉淀，可通过外勘快速提供设计方案。

（二）云计算重构矿山 IT 基础，解决传统架构应用瓶颈

在全面云化的时代，矿山企业采用云服务来加速数字化转型是必然的方向，且已经成为大多数矿山企业的共识。在 IaaS 云应用方面，云计算数据处理技术具有高容量服务器和高级自助化管理功能，实现矿山数据资源池化、服务设施虚拟化和存储过程虚拟化上作用明显。

在 PaaS 云应用方面,通过容器平台、作业平台等共性中台组件服务,为矿山生产运营各环节的业务应用提供统一的运行环境、编程语言框架,实现应用的研发部署运维运营等全生命周期的管理。在 SaaS 云应用方面,将 OA、财务、人力等内部管理信息化系统,以及供应链、矿山设备管理、三维矿山设计等业务信息化系统进行上云改造,方便快捷地在有网络的环境通过访问相关 SaaS 应用服务开展日常工作。边缘计算提供近场侧计算能力,通过云边协同满足矿山云端调度、边缘作业的需求,随着矿山的规模越来越大,矿区网络越来越复杂,因此现在对于矿山环境控制系统的低时延、高安全性的需求越来越高,单纯的云计算系统已经不能满足当前的需求。边缘计算技术能够解决上述问题,充分保证服务的实时性和高健壮性,更好地保证矿区的工作效率和安全系数。边缘计算的大多数计算和存储任务都在数据源附近的 MEC 服务器中进行,只需要与云服务器互相传输很少的控制信息,带宽更高、响应更快、实时性更好。而且在互联网无法使用的情况下,也能利用边缘环境中 MEC 服务器的计算和存储资源执行任务和操作,相比云计算来说,边缘环境下的系统健壮性也得到了很好的保证。

(三) “矿业大数据”将是业界下一个争相挖掘的金山银山

构建矿山大数据仓库,整合多源异构数据资源,国内矿山企业对降本提效的重视程度不断提高,对矿山数据的需求呈井喷式涌现。解

决矿业行业部分市场不足、阶段性产能过剩、供应链波动等问题，只有通过全球视野的大数据的生成、积累和分析，才能优化全球各矿种的产业链，创造新的财富和价值。通过大数据整合多源异构数据资源，构建矿业数据词典和数据仓库。实现基于大数据的矿山灾害预警、重大关键设备故障诊断、矿山系统优化、市场分析预测、企业资源管理等数据增值服务。矿业领域将要迎来矿山全维数据采集以及大数据应用系统建设等两方面的爆发式发展，“矿业大数据”将是矿业界下一个争相挖掘的金山银山。

（四）矿山物联网实现井上、井下大批量终端实时互联互通

矿山物联网主要应用于井下，在地下矿山井下有线通信网络覆盖范围有限的实际情况下，构建井下分布式无线物联网络，以光纤有线网络为骨干，以无线通信基站为延伸，基站之间以单跳或多跳构建无线自组网，有线传感器与基站连接，无线感知设备可以按照协议加入自组网络。通过搭建矿山物联网平台，可以提升网络的布局布点与覆盖范围，实现地面与井下的无障碍通讯，满足大批量人员与移动设备精确定位、设备实时控制、大批量实时工业数据的采集与传输等要求。

（五）人工智能为矿山发展提供改进决策，加速矿山向少人无人化发展

人工智能与设备工具结合，通过控制系统来模拟人的智能行为，在一定程度上进行延伸与拓展，进而达到代替人类进行工作的目的。

众所周知，冶金矿山普遍存在地形地貌和矿体赋存条件复杂、矿体分布不均匀、矿岩结构变化大、开采环境恶劣等特点，因此，将人工智能技术应用于勘探装备、采掘设备及检验检测环节中，逐步取代特殊环境条件下人工作业，赋能冶金矿山向深井开采的进一步拓展。

（六）虚拟现实技术让井下作业面清晰可视，保证矿井作业安全

矿井深处通常情况下环境恶劣，易塌方，不确定风险极大，如果施工人员贸然进入很可能出现重大伤员事故。通过获取矿井、设备和人员的实际三维数据，完成虚拟环境的三维建模，在虚拟现实系统中模拟开采环节中的各个复杂场景，根据系统生成的立体图形完成开采方案的确认。施工人员还可携带便携式 VR 设备进入矿井，配合系统侧人员完成矿山实时测量、GPS 实时导航和遥控、GIS 管理与辅助决策。

（七）数字孪生让矿山实体与模型虚实映射，为智慧矿山建设提供新思路

通过研究矿山精准探测与数字矿山精确建模技术，构建矿山可视化物理模型、可验证的仿真模型、可表示的逻辑模型、可计算的数据模型，促进现代矿山开发技术与数字孪生新型信息技术融合，形成感知分析、交互反馈、智能控制、智能决策的智能系统，实现物理矿山实体与数字矿山孪生体之间的虚实映射、实时交互，以及矿山少人无

人化开采全息感知、全过程智能化运行、拟人化作业与虚拟场景展现。利用矿山运维数据的多源融合、深度学习、迭代优化和自主决策，实现矿山运维服务全生命周期的智能化，以及矿山安全、应急处置、绿色开采的智慧化管控。

六、竞争格局：各参与方合作打造智慧矿山生态，赋能矿业数字化转型

（一）电信运营商：加速 5G 融合创新，引领矿山新基建

从矿山自动化到数字矿山，再到如今的智能矿山，数字经济时代，运营商借助 5G 网络不断为传统矿业数字化转型赋能，加速推进“5G+智能采煤”“5G+智能掘进”“5G+辅助运输”“5G+智能巡检”等各类“5G+”矿用智能系统，以“5G+”技术为牵引，推进智能煤矿建设，打造无人矿山。

1、联通：锻造专网建维、开放平台、场景应用和生态集成四大能力

近年来，中国联通打造了井下 5G 专网、5G 远程控制、5G 智慧矿卡、5G 智能巡检、5G 辅助运输、5G 电机车等 20 余款应用，实现井下采矿的远程操控以及少人化、无人化的采矿作业，最大程度地保障安全生产。

中国联通在 2022 年 5 月 17 日成立智慧矿山军团，军团以建设“安全、高效、绿色、智能”矿山为使命，厚植矿用网络建设运营能

力、矿用设备智能化改造能力、智能综合管控平台定制能力三大能力，充分整合联通科创攻关资源和“专精特新”研发能力，联合科研院所和龙头企业，在业内实现矿用 5G 本安基站、定制 5G 智能 BBU、5G 智能煤机网关、5G 煤机交换机“四个首创”。在煤矿、黑色金属矿、有色金属矿、油气田等细分矿产领域培育自主能力，得到了行业市场的高度认可。

在山西霍煤庞庞塔煤矿，中国联通基于 5G 高可靠矿山专网，对单轨吊、齿轨车、智能综采等煤矿核心生产控制应用进行了 5G 化改造，年度持续工作时间提升 3.6%，煤炭产出增加 10 万吨，综采工作面单班工作人员降低 25%，促进矿井向“少人化、无人化”迈进。在宝武湛江钢铁，中国联通提出智慧制造“四个一律”要求，即操作室一律集中、操作岗位一律机器人、运维一律远程、服务环节一律上线，基于 5G 混合专网和切片技术，部署了 5G 大型鼓风机在线监测、5G 一级高危监测、5G 远程集中操作室、5G 智能巡检等应用。中国联通智慧矿山军团申报的“山东能源 5G 智慧矿山应用”获得了世界 5G 大会“5G 融合应用揭榜赛一等奖”，实现了经济价值和社会效益的双提升。

2、移动：依托“5G 智慧矿山联盟”，推动产学研用深度融合

中国移动联合清华大学、中国矿业大学（北京）、阳煤集团、中

煤科工、华为公司等 70 多家单位成立“5G 智慧矿山联盟”，实现了全国 5G 智慧煤矿率先在山西“开花结果”。中国移动全面实施“5G+”计划，充分发挥 5G 智慧矿山联盟作用，构建资源共享、生态共生、互利共赢、融通发展的 5G 新生态，共同推动产学研用深度融合，努力将一流技术、优质资源、创新产品快速落地并规模推广，不断催生智慧矿山新模式、新业态、新场景，加快矿山行业转型升级。

陕西移动联合中煤大海则打造的全国首个 700M&2.6G 双频组网 5G 智慧矿山，荣获了巴塞罗那世界移动通信大会 5G 能源挑战奖。中国移动内蒙分公司在伊敏露天矿，基于‘5G+多网络融合技术’建成的 5G 综合业务管控平台，涵盖了无人驾驶、泵站及水泵远程集控等功能，平台的建成使矿区减员增效方面有一定突破，固定设施基本实现无人值守，全矿整体实现远程调度、集中管控。陕西移动在延长石油巴拉素煤矿的矿井深度达 590 米开通了 5G 网络，在延长石油巴拉素煤矿及神延西湾露天煤矿 5G 智慧矿山项目双双荣获大赛一等奖。

3、电信：5G 定制网与应用场景融合，打造 5G+煤矿行业解决方案

中国电信以“应用场景+平台+5G 定制网+N 个终端”为架构，采用中国电信“比邻”“如翼”两种 5G 定制网模式，从通信定位、物联感知、视频监控、智能巡检、远程控制等行业应用场景出发，打

造中国电信 5G+煤矿行业解决方案，助力煤矿行业真正实现数字化、智能化转型升级。应用场景包括 5G 通信定位、井下设备实时数采监控、5G AI 井下智慧监控、矿井救援、5G 无人机巡检测绘、井下远程操控、露天矿卡自动驾驶、5G AR 远程指导等。

中国电信与国家能源集团签订战略合作协议，连续中标准能集团、神东煤炭集团等多个 5G 智慧矿山商用项目，通过先进技术连续打造多个标杆案例，并已在矿山行业规模复制上百个项目。中国电信采用比邻模式 5G 定制网方案，建设陕西与内蒙 12 个煤矿独立站点，实现了 5G 井下人员车辆精确定位、高速回传、实时安全监测及数据回传、5G 巡检机器人生产规范监控、5G 远程井下管理和指挥调度、智能矿山 AR 应用及管理。榆林电信联合华为推出的基于风筝方案的 5G 一号通专网，在位于榆林市府谷县的国家能源集团国神公司三道沟煤矿完成部署，进入商用阶段。

中国电信 5G+智慧煤矿行业解决方案通过将海量接入、高度灵活、安全可靠、极低时延的 5G+MEC 定制网络与智慧化场景应用场景融合，真正满足煤矿行业作业少人化、生产安全提升的核心诉求，使能煤矿行业智能化发展提速增效。

（二）ICT 厂商：以云网服务切入矿山数字化战场

华为等传统 ICT 服务商基于自身基础设施及平台建设的技术储备，为矿山企业提供从云网安融合一体化的数字化解决方案，侧重点

则在矿山数字化基础设施服务提供上。BAT 企业纷纷入局智能矿山，主要是通过云产品服务方式参与到矿山企业的数字化转型中。

表 3：BAT 企业产品

| 公司 | 终端 | 网络 | 云服务 | 平台 | 应用 | 安全 |
|-----|-------|----|-----|----|----|----|
| 华为 | 矿鸿 OS | √ | √ | √ | √ | √ |
| 中兴 | | √ | √ | √ | √ | √ |
| 新华三 | | √ | √ | √ | √ | √ |
| 百度 | | | √ | | | |
| 阿里 | | | √ | √ | | |
| 腾讯 | | | √ | | | |

1、华为：建设统一体系的矿山工业互联网，实现矿山生产系统的智能化

华为利用 5G、AI、鲲鹏云、数字平台等先进的 ICT 技术与矿业生产融合，通过以矿鸿、工业承载网、云基础设施、数字平台和智能应用为核心的工业互联网架构智能矿山，帮助矿业企业加速走向智能化，最终实现少人化、无人化的愿景目标。矿鸿是面向矿山设备的新一代工业物联网操作系统，为不同设备的智能化、互联与协同提供了统一语言，实现了人机互联、机机互联。

华为帮助中天合创搭建了统一云平台，将生产、管理、安全、自动化控制等众多“烟囱”系统打通，实现了煤矿智能化。和晋能控股

集团合作共建的智能矿山创新实验室，主要承担课题研究、创新成果孵化，目前实验室共发布了 7 项创新应用、3 项创新研究阶段性成果。在山东黄金集团将 ICT 技术融合到采矿技术和经营管理中，助力企业实现生产工具智能化和管理决策智慧化。



图 5：华为统一云平台

2、中兴：提供“网云端”智能煤矿解决方案，打造“最懂矿的网”

中兴通讯通过矿用 5G 行业专网、矿用切片工业环网和赋能数字平台，实现井上/井下，有线/无线、宽带/窄带一张网。推出的数字工场云数平台，支持多源异构数据融合，消除数据烟囱，推动全局智能控制，快速打造场景化方案。

中兴通过提供核心的网络技术产品和平台解决方案，为新疆天池能源、山西晋能控股、山西富家凹煤矿、山东山能集团、陕煤集团、

安徽马钢、陕西中煤、陕西延长石油、河南平煤神马集团、安徽淮河能源等企业实现煤矿的智能化。

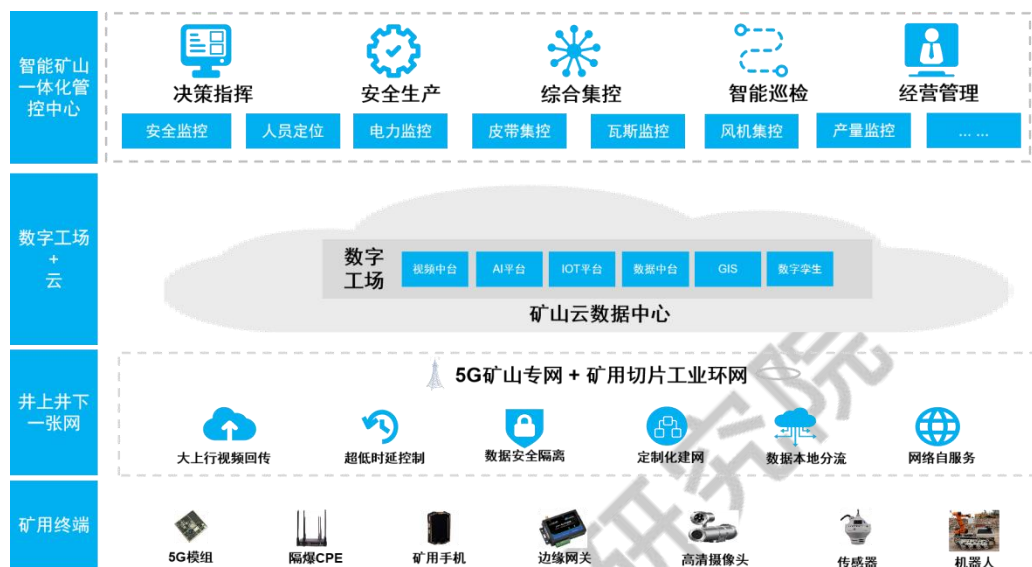


图 6：中兴智能矿山解决方案

3、新华三：基于“5个一”架构，为矿企智能化提供数字化支撑

新华三的“5个一”架构，包括“一套全面感知系统”“一张融合通信网络”“一个云化支撑平台”“一个矿山数据中枢”和“一个智能算力中心”五个维度。全面感知基础设施是构建基于矿山地理信息系统为基础的，矿山工业传感器、视频监控、设备状态检测、人员行为监测、环境隐患监测的工业物联感知系统。融合通讯网络是构建高可靠、融合部署、高上行带宽、统一管控、便捷维护的矿山网络通信架构，满足矿山恶劣生产环境及移动生产通信需求。云化支撑平台将矿山业务系统云化部署，实现云边协同、混合云部署

等多种矿山云支撑形式。矿山数据中枢基于工业大数据技术，打通矿山智能化业务数据壁垒，实现以数据驱动的矿山企业数字化转型，形成整体矿山数据治理、数据服务和运营标准。智能算力中心在大数据和云化支撑平台基础之上融合矿山设备机理模型、地质模型和数据模型，并与先进的 AI、AR 技术进行结合，实现矿山全面可视化。

新华三依据自身的矿山解决方案能力为黄陵矿业集团、云锡华联锌铟、陕煤集团柠条塔煤矿提供数字化转型方案和规划咨询，助力企业实现矿山数字化转型。

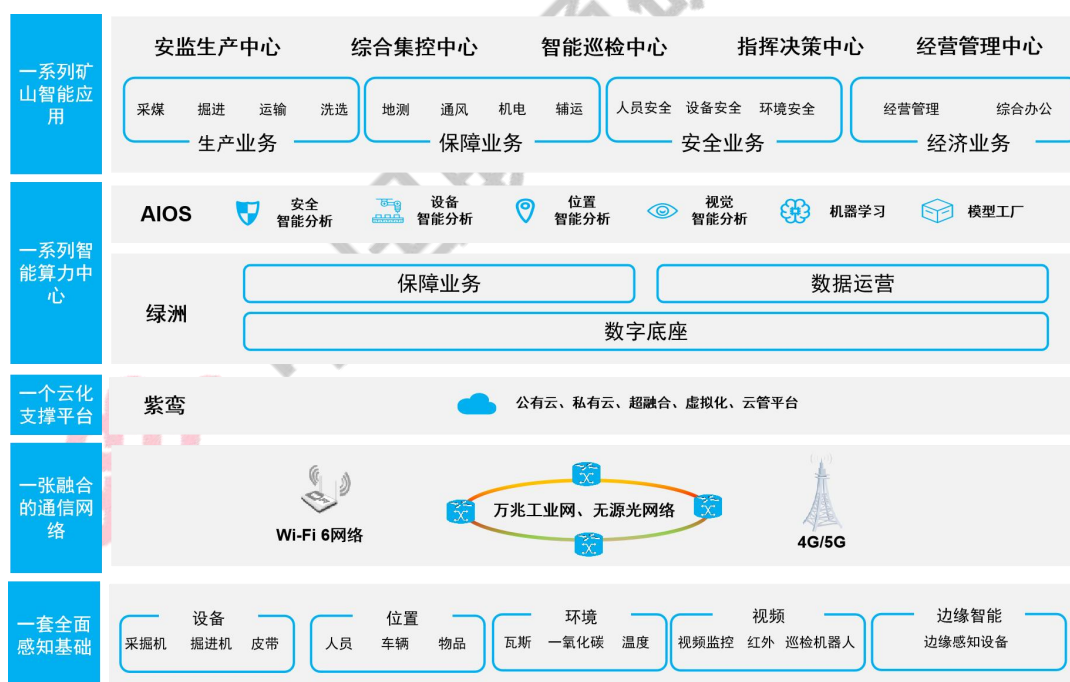


图 7：新华三智能矿山解决方案

4、BAT：通过云产品赋能矿企，积极布局智能矿山

BAT 主要通过两种方式参与到矿山数字化中：一是通过云产品

赋能矿山企业,提供部分解决方案。百度智能云携手中国移动,在“智慧矿山”建设中全面推进 5G 智能边缘计算的本地化部署,为矿山车辆的无人驾驶和采矿设备的无人操作,以及矿山生产运营、调度的自动化管理提供支撑。腾讯云与三一智矿联合发布的“腾讯云无界”5G 远程实时操控产品及解决方案,是利用 5G 技术和腾讯实时音视频 (TRTC) 的融合帮助三一智矿提升无人驾驶运输效率。二是通过和矿山企业开展项目合作,助力其进行数字化转型。阿里云与铜陵有色合作,将云计算、大数据、人工智能、区块链技术与矿山技术结合,推进铜陵有色在智能制造、数据工厂、产品溯源、供应链金融等方面的数字化转型,建设铜陵有色数据平台,实施智能矿山、智能工厂、智慧物流、供应链智能协同等合作项目。

(三) 龙头企业：发挥行业资源与技术优势深耕专业市场

煤矿智能化行业竞争充分,主要参与企业包括科达自控、梅安森、龙软科技、北路智控、天地科技以及工大高科等公司,每个公司的优势略有不同。从产品布局来看,北路智控的产品覆盖通信、监控、集控以及智能装备配套,是国内少数产品能够覆盖全部层级的智能矿山领先企业,且能够提供软硬一体化的产品;梅安森科技专注矿山安全领域,易控智驾专注矿山无人驾驶领域。从资本构成来看,天地科技为中煤科工控股上市公司,承袭了煤炭科学研究总院的先进技术及丰富经验,并且具备矿山领域的渠道优势。从主要客户上看,多数企业

聚焦于服务大中型煤炭企业；天地科技服务大中小各煤炭企业；易控智驾聚焦露天煤矿领域。

表 4：龙头企业产品

| 公司 | 特点 | 主营业务 | 主要产品 | 主要客户 |
|-------|------------|---|---|-------------------------------|
| 科达自控 | 硬件产品+解决方案 | 矿山与市政，主要收入来源于矿山数据监测与自动控制系统 | 矿山数据监测与自动控制系统、市政数据远程监测系统、矿用防爆产品和其他自动控制相关产品 | 国家能源集团等大型煤炭企业 |
| 梅安森科技 | 矿山安全 | 专业从事煤矿安全生产监测监控设备及成套安全保障系统研发、设计、生产、销售 | 煤矿安全监控系统、煤矿人员定位管理系统、煤矿瓦斯抽放及综合利用自动控制系统、煤与瓦斯突出实时诊断系统、各类监控设备及零部件 | 矿山、公共事业、智慧城市及污水处理行业客户 |
| 龙软科技 | 矿山地理信息系统龙头 | 专业地理信息系统平台为基础，提供工业应用软件及全业务流程信息化整体解决方案、现代信息技术与安全生产深度融合的智能应急、智慧安监整体解决方案 | LongRuanGIS、LongRuanGIS“一张图”、LongRuan安全云三大基础技术平台及其基础上开发的系列专业应用软件 | 神华神东煤炭公司、阳煤集团等大中型煤炭生产企业 |
| 北路智控 | 软硬一体全产品连布局 | 聚焦煤矿信息化、智能化建设，从事智能矿山相关信息系统的开发、生产与销售 | 智能矿山通信、监控、集控及装备配套四大类系统产品，具体包括煤矿井下一体化通信系统、全矿井图像监控系统、矿用煤流智能集控系统、采煤工作面智能化配套等 | 国家能源集团、陕煤集团等国内大型煤矿企业和知名煤矿装备企业 |
| 天地科技 | 中煤科工控 | 煤炭行业全产业链， | 电液控制系统、采煤 | 全国大中小各 |

| | | | | |
|------|-------------------|--|---|--------------------------|
| | 股上市公司 | 包括勘探、设计、煤机装备、安全技术与装备、煤矿建设、煤矿运营、生态治理、清洁能源高效利用等技术产品为一体的集成式服务 | 机、刮板输送机转载机、掘进机、液压支架、监控系统、人员定位、大数据平台等 | 煤炭企业 |
| 工大高科 | 智能矿山信号控制与安全调度领导厂商 | 以控制与智能调度为核心形成具有地面及地下的矿山运输信息化解决方案。 | 矿井井下窄轨信号控制与智能调度产品、地面工业铁路信号控制与智能调度产品、系统集成及服务 | 中煤集团、晋能控股等全国主要煤产区的大型煤矿企业 |
| 易控智驾 | 专注矿山无人驾驶 | 提供矿山无人驾驶解决方案 | 调度指挥平台及配套调度中心、单车无人驾驶系统、网络通信系统、协同作业系统四位一体的矿用自动驾驶运输运营整体解决方案 | 国内外各露天矿企及工程公司 |

1、科达自控：打造工业互联网技术体系，为矿山提供自动化服务

公司的主营业务是应用工业互联网技术体系，解决客户对于生产过程中的智能化改造和自动化控制的需求，主要应用领域为矿山、市政等领域。在矿山领域，公司致力于推动智慧矿山建设实现无人值守，凭借强大的研发实力与完善的服务体系，产品已覆盖矿山生产领域的采、掘、运、提、排、通、选等各个关键环节，重点服务 120 万吨及以上的大型煤矿。公司的营收主要来源于矿山数据监测与自动控制系统，2022 年上半年，该产品收入占公司营业收入比重约 78%。

2、梅安森：以瓦斯监测为核心，打开矿山安全成长空间

梅安森于物联网及安全领域出发，面向矿山、环保及城市管理三大板块。矿山业务为公司主营业务，为用户提供包括物联网软件平台、采集端智能传感器、传输控制设备及网络、运维服务等内容的安全及生产整体解决方案；同时通过云计算和大数据分析技术应用，为客户提供安全生 产智能化应用与增值服务。公司拥有从信息采集、网络传输、自动控制、平台软件应用、大数据分析 & 可视化展示应用的完整技术体系，具备完善的技术控制能力；其次公司销售服务一体化通过区域办事处的设立，形成“销售人员+售前技术支持工程师+售后工程交付运维工程师”构成区域营销管理的“铁三角”，在及时响应客户的相关需求同时，加强产品销售推广力度并及时收集客户的技术反馈意见，为后续技术改进，产品优化提供正向闭环。

3、龙软科技：矿山地理信息系统龙头，底层技术优势明显

公司采取“技术引领式”的营销模式，利用自身的技术优势带动产品及服务持续更新与完善。公司打造了具有自主知识产权的LongRuanGIS、LongRuanTGIS、LongRuan 移动 GIS、LongRuan 云服务等基础技术平台，并逐步向各应用领域拓展贯穿式软件开发及服务模式，建立了较强的技术优势和领先的市场地位。

4、北路智控：软硬一体全产品布局，产品体系相对完善

北路智控成立于 2007 年，成立以来便聚焦煤矿信息化、智能化

建设领域，拥有智能矿山通信、监控、集控及装备配套四大类产品体系，覆盖感知层、传输层、执行层及应用层四大层级。从公司业务收入来看，智能矿山通信与监控系统是公司收入的主要来源，2021年二者的占比达到了67%；智能矿山装备配套业务快速增长。

5、天地科技：背靠中煤科工，综合竞争力领先

天地科技隶属中国煤炭科工集团有限公司，是2000年3月由煤炭科学研究总院作为主发起人设立的股份有限公司。公司集科学研究、设计、产品制造销售、工程承包、生产运营、煤炭生产销售、技术服务、金融工具支持为一体，为煤炭行业客户解决安全高效绿色智能化开采与清洁高效低碳集约化利用技术问题。现有产业板块基本覆盖了煤炭行业全产业链，包括勘探、设计、煤机装备、安全技术与装备、煤矿建设、煤矿运营、生态治理、清洁能源高效利用等技术与产品为一体的集成式服务，是世界范围内煤炭行业产业链布局最为完整的企业之一，部分产品（服务）达到了国内外一流水平。

6、工大高科：智能矿山信号控制与安全调度领导厂商

以控制与智能调度为核心形成具有地面及地下的矿山运输信息化解决方案商。公司的主营业务包括：矿井井下窄轨信号控制与智能调度产品、地面工业铁路信号控制与智能调度产品、系统集成及服务，发展出地面为工业铁路、地下为井下窄轨的双线路。行业天然高壁垒叠加完善的铁路及矿井产品线，形成双线齐头并进之势。公司目前通

过多项城轨与国铁市场的主要技术资质认证，并构建了多网合一的矿山高速信息传输平台，实现对矿井移动目标的全面综合管理，品牌获得众多主流客户认可，不断扩大行业影响力。

7、易控智驾：业内领先的矿山无人驾驶企业

公司突破传统矿山行业 and 科技之间的壁垒，采用“技术+运营”双轮驱动，将精尖的无人驾驶技术与雄厚的现场运营实力相结合，为矿区提供无人驾驶全栈技术与运输运营服务。易控智驾是业内唯一兼顾多编组无人驾驶常态化运营和露天矿山工程项目管理实施的高科技企业，单车智能与多编组运营调度等技术持续领跑行业，通过无人驾驶常态化运营获取海量真实数据，实现数据闭环。目前提供调度指挥平台及配套调度中心、单车无人驾驶系统、网络通信系统、协同作业系统四位一体的矿用自动驾驶运输运营整体解决方案。

七、运营商发展建议

（一）以 5G 网络为基础，打造“终端+网络+平台+应用”一体化方案

建议运营商要充分利用 5G 专网高速、高可靠、低延迟的特点，结合云计算、大数据、人工智能、数字孪生等技术，帮助矿企实现生产线的自动化、信息化和智能化改造或新建，通过 5G 切片技术为企业的具体需求进行个性化定制，为矿企提供更安全、更灵活、更高效的网络服务。基于 5G 网络，打造矿山生产、运营、监控一体化平台，

为矿企提供辅助决策、调度指挥、即时控制、安全监测、危险预警等典型场景应用，同时可延伸提供终端产品，实现信息采集、实时控制、远程管理等功能。

（二）强化与上下游设备商的合作，提供产业集群的解决方案

加强定制网络服务，为矿山提供个性化服务，但网络只是智能化的一个连接点，所以为达到客户的需求，还需要与设备厂商进行合作，调试设备，以期达到设备的最佳链接状态，提高设备的效能。矿山军团需要联合业内生态圈伙伴统一标准、统一架构、分层解耦、一次部署、不断迭代，提出通用解决方案，使煤矿企业走出信息化时代重复建设的泥潭。通过军团引领，与设备厂商、IT厂商、自动化厂商、研究院所等产业链上游合作伙伴建立良好的战略合作关系，建立产品生态体系，使得行业生态伙伴们必将源源不断推出各种创新性应用、工业智能 APP，并在平台的支撑下不断的演进和迭代，以丰富的智能化应用，更好地满足客户智能矿山建设和转型升级需求。通过绑定上游合作商，根据矿山实际情况选择性的为客户提供针对性的解决方案，解决当前矿山面临的数字化、网络化、智能化等问题，也与业内生态伙伴达到互利共赢的效果，提升业内生态伙伴的水平。

（三）集聚战略人才，优化体制机制，关注重点市场主体

完善统一的矿山数字化转型市场，构建覆盖全面、标准统一、资

源共享的管理平台体系，加快全国智慧矿山转型步伐。打造高水平技术队伍，为智慧矿山数字化转型提供人才支撑。组建研究院所支撑、业务部门或分子公司牵头、市场主体密切协同的科技成果转化联合体，构建产学研协同和成果转化模式。大力推广“揭榜挂帅”、“赛马制”、“军令状”等任务组织方式，积极开展有组织的攻关活动。

头部能源企业和大型煤炭基地为智能矿山的市场主体，应重点关注。“十三五”期间，全国煤矿数量大幅减少，大型现代化煤矿已成为全国煤炭生产的主体。如山能、晋能、国家能源集团、中煤集团。

表 5：全国最大的 20 个煤矿集团

| 全国最大的 20 个煤矿集团 | | | |
|----------------|----------------|-------|-------|
| 序号 | 隶属集团 | 总部所在省 | 城市 |
| 1 | 国家能源集团 | 北京 | 北京 |
| 2 | 华电煤业集团公司 | 北京 | 北京 |
| 3 | 国家电力投资集团有限公司 | 北京 | 北京 |
| 4 | 中国华能集团有限公司 | 北京 | 北京 |
| 5 | 神华新疆能源有限责任公司 | 新疆 | 乌鲁木齐市 |
| 6 | 新疆能源（集团）有限责任公司 | 新疆 | 乌鲁木齐市 |
| 7 | 中煤平朔集团有限公司 | 陕西省 | 朔州市 |
| 8 | 山西焦煤集团有限公司 | 山西省 | 太原市 |
| 9 | 晋能控股山西煤业股份有限公司 | 山西省 | 大同市 |
| 10 | 山西阳煤集团 | 山西省 | 太原市 |
| 11 | 内蒙古汇能煤电集团有限公司 | 内蒙古 | 鄂尔多斯 |
| 12 | 内蒙古伊泰集团有限公司 | 内蒙古 | 鄂尔多斯 |
| 13 | 内蒙古蒙泰煤电集团有限公司 | 内蒙古 | 鄂尔多斯 |
| 14 | 中电投蒙东能源集团公司 | 内蒙古 | 通辽市 |
| 15 | 陕西榆林能源集团有限公司 | 陕西省 | 榆林市 |
| 16 | 陕西煤业化工集团有限责任公司 | 陕西省 | 西安市 |

| | | | |
|----|--------------|-----|-----|
| 17 | 山东能源集团有限公司 | 山东省 | 济宁 |
| 18 | 皖北煤电集团 | 安徽省 | 宿州市 |
| 19 | 冀中能源集团有限责任公司 | 河北省 | 邢台市 |
| 20 | 河南能源化工集团有限公司 | 河南省 | 郑州市 |



附表 1：国家首批智能化示范煤矿建设名单

国家首批智能化示范煤矿建设名单

一、智能化升级改造煤矿

| 序号 | 所在地区或 央企 | 煤矿名称 | 矿井 类型 |
|----|-------------|------------------------|----------|
| 1 | 内蒙古 | 内蒙古双欣矿业有限公司杨家村煤矿 | 井工 |
| 2 | | 内蒙古鄂尔多斯永煤矿业投资有限公司马泰壕煤矿 | 井工 |
| 3 | | 鄂尔多斯市中北煤化工有限公司色连二号煤矿 | 井工 |
| 4 | | 鄂尔多斯市转龙湾煤炭有限公司转龙湾煤矿 | 井工 |
| 5 | 山西 | 同煤大唐塔山煤矿有限公司塔山煤矿 | 井工 |
| 6 | | 同煤国电同忻煤矿有限公司同忻煤矿 | 井工 |
| 7 | | 阳泉煤业（集团）股份有限公司一矿 | 井工 |
| 8 | | 山西高河能源有限公司高河煤矿 | 井工 |
| 9 | | 山西新元煤炭有限责任公司新元煤矿 | 井工 |
| 10 | 陕西 | 陕煤集团神木柠条塔矿业有限公司柠条塔煤矿 | 井工 |
| 11 | | 陕西未来能源化工有限公司金鸡滩煤矿 | 井工 |
| 12 | | 陕煤集团神木红柳林矿业有限公司红柳林煤矿 | 井工 |
| 13 | | 陕煤集团神木张家峁矿业有限公司张家峁煤矿 | 井工 |
| 14 | | 陕西黄陵二号煤矿有限公司黄陵二号煤矿 | 井工 |
| 15 | | 神木汇森凉水井矿业有限责任公司凉水井煤矿 | 井工 |
| 16 | | 陕西陕煤黄陵矿业有限公司一号煤矿 | 井工 |
| 17 | | 陕西小保当矿业有限公司一号煤矿 | 井工 |

| | | | |
|----|-----|-------------------------|----|
| 18 | | 陕西陕煤曹家滩矿业有限公司曹家滩煤矿 | 井工 |
| 19 | 新疆 | 新疆天池能源有限责任公司南露天煤矿 | 露天 |
| 20 | | 徐州矿务（集团）新疆天山矿业公司俄霍布拉克煤矿 | 井工 |
| 21 | 贵州 | 贵州盘江精煤股份有限公司山脚树煤矿 | 井工 |
| 22 | | 贵州发耳煤业有限公司发耳煤矿 | 井工 |
| 23 | | 贵州黔西能源开发有限公司青龙煤矿 | 井工 |
| 24 | | 永贵能源开发有限责任公司新田煤矿 | 井工 |
| 25 | 山东 | 兖州煤业股份有限公司东滩煤矿 | 井工 |
| 26 | | 兖州煤业股份有限公司鲍店煤矿 | 井工 |
| 27 | | 山东唐口煤业有限公司唐口煤矿 | 井工 |
| 28 | | 兖煤菏泽能化有限公司赵楼煤矿 | 井工 |
| 29 | | 枣庄矿业（集团）付村煤业有限公司付村煤矿 | 井工 |
| 30 | | 临沂矿业集团菏泽煤电有限公司郭屯煤矿 | 井工 |
| 31 | | 济宁矿业集团有限公司安居煤矿 | 井工 |
| 32 | 河南 | 河南平宝煤业有限公司平宝煤矿 | 井工 |
| 33 | | 永煤集团股份有限公司新桥煤矿 | 井工 |
| 34 | | 焦作（煤业）集团新乡能源有限公司赵固二矿 | 井工 |
| 35 | 安徽 | 淮河能源控股集团有限责任公司顾桥煤矿 | 井工 |
| 36 | | 淮北矿业（集团）有限责任公司杨柳煤矿 | 井工 |
| 37 | 宁夏 | 国家能源集团宁夏煤业有限责任公司枣泉煤矿 | 井工 |
| 38 | | 国家能源集团宁夏煤业有限责任公司红柳煤矿 | 井工 |
| 39 | 黑龙江 | 龙煤双鸭山矿业公司东保卫煤矿 | 井工 |
| 40 | | 沈阳焦煤鸡西盛隆矿业有限责任公司碱场煤矿一井 | 井工 |

| | | | |
|----|----------|---------------------------|----|
| 41 | 四川 | 四川华蓥山龙滩煤电有限责任公司龙滩煤矿 | 井工 |
| 42 | 河北 | 开滦（集团）有限责任公司钱家营矿业分公司钱家营煤矿 | 井工 |
| 43 | 甘肃 | 甘肃靖远煤电股份有限公司大水头煤矿 | 井工 |
| 44 | 辽宁 | 铁法煤业（集团）有限责任公司晓南矿 | 井工 |
| 45 | 重庆 | 重庆能投渝新能源有限公司打通一煤矿 | 井工 |
| 46 | 江苏 | 江苏徐矿能源股份有限公司张双楼煤矿 | 井工 |
| 47 | 国家能源投资集团 | 神华准能集团有限责任公司黑岱沟露天煤矿 | 露天 |
| 48 | | 中国神华能源股份有限公司神东煤炭分公司大柳塔煤矿 | 井工 |
| 49 | | 神华新疆能源有限责任公司乌东煤矿 | 井工 |
| 50 | | 国家能源集团宁夏煤业有限责任公司金凤煤矿 | 井工 |
| 51 | | 国家能源集团乌海能源有限责任公司黄白茨煤矿 | 井工 |
| 52 | 中国中煤能源集团 | 中国中煤能源股份有限公司平朔东露天煤矿 | 露天 |
| 53 | | 中煤新集刘庄矿业有限公司刘庄煤矿 | 井工 |
| 54 | | 中煤华晋集团有限公司王家岭煤矿 | 井工 |
| 55 | | 上海大屯能源股份有限公司姚桥煤矿 | 井工 |
| 56 | | 中天合创能源有限责任公司门克庆煤矿 | 井工 |
| 57 | 中国华能集团 | 华能伊敏煤电有限责任公司伊敏露天煤矿 | 露天 |
| 58 | | 甘肃华亭煤电股份有限公司砚北煤矿 | 井工 |
| 59 | 中国华电集团 | 内蒙古蒙泰不连沟煤业有限责任公司不连沟煤矿 | 井工 |
| 60 | | 陕西华电榆横煤电有限责任公司小纪汗煤矿 | 井工 |
| 61 | | 神木县隆德矿业有限公司隆德煤矿 | 井工 |
| 62 | 中国大唐集团 | 鄂尔多斯市国源矿业开发有限责任公司龙王沟煤矿 | 井工 |

| | | | |
|----|----------|------------------|----|
| 63 | 中国煤炭科工集团 | 山西天地王坡煤业有限公司王坡煤矿 | 井工 |
|----|----------|------------------|----|

二、新（改扩）建智能化煤矿

| 序号 | 所在地区或央企 | 煤矿名称 | 矿井类型 |
|----|----------|----------------------------|------|
| 1 | 内蒙古 | 内蒙古智能煤炭有限责任公司麻地梁煤矿 | 井工 |
| 2 | 山西 | 吕梁东义集团煤气化有限公司鑫岩煤矿 | 井工 |
| 3 | | 山西西山晋兴能源有限责任公司斜沟煤矿 | 井工 |
| 4 | 陕西 | 陕西延长石油巴拉素煤业有限公司巴拉素煤矿 | 井工 |
| 5 | 国家能源投资集团 | 神华国能（神东电力）集团公司准东煤田大井矿区二号煤矿 | 井工 |
| 6 | | 陕西神延煤炭有限责任公司西湾露天煤矿 | 露天 |
| 7 | 中国中煤能源集团 | 中煤陕西榆林能源化工有限公司大海则煤矿 | 井工 |
| 8 | 中国华能集团 | 华能庆阳煤电有限责任公司核桃峪煤矿 | 井工 |

附表 2: 14 个大型煤炭基地采矿权区域分布及实际产能

| 序号 | 基地名称 | 采矿权/个 | 占比/% | 在产煤矿/座 | 占比/% | 实际产能/万 t | 实际产能占比/% |
|----|--------|-------|-------|--------|------|----------|----------|
| 1 | 神东 | 421 | 8.20 | 305 | 9.66 | 47198.58 | 15.85 |
| 2 | 晋北 | 198 | 3.86 | 127 | 4.02 | 26585.49 | 8.93 |
| 3 | 晋中 | 394 | 7.67 | 274 | 8.68 | 25576.34 | 8.59 |
| 4 | 晋东 | 270 | 5.26 | 204 | 6.46 | 22283.41 | 7.48 |
| 5 | 蒙东(东北) | 615 | 11.98 | 315 | 9.98 | 32573.55 | 10.94 |

| | | | | | | | |
|----|------|------|-------|------|-------|-----------|-------|
| 6 | 云贵 | 1536 | 29.92 | 562 | 17.80 | 15497.20 | 5.21 |
| 7 | 河南 | 219 | 4.27 | 147 | 4.66 | 8395.18 | 2.82 |
| 8 | 鲁西 | 97 | 1.89 | 91 | 2.88 | 13149.94 | 4.42 |
| 9 | 两淮 | 47 | 0.92 | 42 | 1.33 | 10684.13 | 3.59 |
| 10 | 黄陇 | 165 | 3.21 | 111 | 3.52 | 13698.68 | 4.60 |
| 11 | 冀中 | 48 | 0.93 | 30 | 0.95 | 5798.21 | 1.95 |
| 12 | 宁东 | 35 | 0.68 | 18 | 0.57 | 4301.53 | 1.44 |
| 13 | 陕北 | 158 | 3.08 | 123 | 3.90 | 32706.65 | 10.99 |
| 14 | 新疆 | 144 | 2.80 | 60 | 1.90 | 6796.13 | 2.28 |
| | 基地总计 | 4347 | 84.67 | 2409 | 76.31 | 265245.06 | 89.09 |
| | 全国总计 | 5134 | 100 | 3157 | 100 | 297716.07 | 100 |

注：数据来源于《全国矿产资源规划(2016-2020年)》

中国联通研究院是根植于联通集团（中国联通直属二级机构），服务于国家战略、行业发展、企业生产的战略决策参谋者、技术发展引领者、产业发展助推者，是原创技术策源地主力军和数字技术融合创新排头兵。联通研究院以做深大联接、做强大计算、做活大数据、做优大应用、做精大安全为己任，按照4+1+X研发布局，开展面向CUBE-Net 3.0新一代网络、大数据赋能运营、端网边业协同创新、网络与信息安全等方向的前沿技术研发，承担高质量决策报告研究和专精特新核心技术攻关，致力于成为服务国家发展的高端智库、代表行业产业的发言人、助推数字化转型的参谋部，多方位参与网络强国、数字中国、智慧社会建设。联通研究院现有员工近700人，平均年龄36岁，85%以上为硕士、博士研究生，以“三度三有”企业文化为根基，发展成为一支高素质、高活力、专业化、具有行业影响力的人才队伍。

战略决策的参谋者 技术发展的引领者 产业发展的助推者

态度、速度、气度

有情怀、有格局、有担当

中国联合网络通信有限公司研究院

地址：北京市亦庄经济技术开发区北环东路1号

电话：010-87926100

邮编：100176



中国联通研究院



中国联通泛终端技术