

AI × 煤矿 · 应用场景

人工智能与大模型 在中国煤矿行业的应用场景【2026方案】

以 AI 能力为纲 · 25 个落到各部门各区队的场景 · 减人增安提效测算与实施路径

AI 正在改变煤矿运行：五种能力，看得见的减人增安提效

从“能聊天”到“能干活”——视觉盯井下、模型排接续调系统、大模型答规程写日报，这是本方案 25 个场景的能力基础

- 01

视觉感知与多模态识别

让井下多一双不疲劳的眼睛

安监处 · 机电 / 运输区 · 综采区 · 调度室 · 洗选厂
- 02

逻辑推理与问题解决

让机器会排产、会调度、会算账

调度室 · 机电部 · 通防部 · 洗选 / 运销 · 供应 / 经营
- 03

代码与软件工程

让机器帮信息中心接系统、写工具

信息中心 · 地测部 · 各区队 · 网络安全 · 系统改造
- 04

自然语言理解与知识管理

让规程问得清、报告写得快、经验传得下

安监处 · 调度室 · 培训中心 · 地测 / 通防 · 机电部
- 05

数据建模与预测预警

让煤矿提前知道会出什么事

通防部 · 地测 / 防冲办 · 机电部 · 安监处

效果对比 传统方式 → AI 方式（行业参考区间）		
皮带巡检	每班步行 10 公里	远程识别 98%
卸压钻孔施工审核	3 天	10 分钟
掘进工作面人数	15 人 / 班	5 人 / 班
瓦斯异常发现	超限报警后	提前数小时
调度日报编制	2~3 小时	10 分钟
大型设备故障	坏了才修	提前 3~7 天
规程条款查询	翻纸质规程	秒级带出处
系统数据打通	1~3 个月 / 接口	1~2 周

政策牵引：国家矿山安监局等七部门《关于深入推进矿山智能化建设促进矿山安全发展的指导意见》（2024 年 4 月，2026 年煤矿智能化产能占比 ≥60%、井下人员减少 10% 以上）、八部门《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》（2020 年）、《煤矿安全生产条例》（2024 年 5 月施行）、国务院《关于深入实施“人工智能+”行动的意见》（2025 年 8 月）；可对接智能化示范煤矿与安全生产专项。

国内外应用场景与案例：智能化煤矿已经从示范走向规模化

以下均为公开报道数据，说明的是方向与量级；本方案的场景与路径与这些标杆一致

山东能源 × 华为 · 盘古大模型 山东 煤矿行业首个商用 AI 大模型，从“作坊式”到“工厂式” 2023 年 7 月上线，已在 30 多家煤矿推广，9 个专业 73 个场景、682 个场景实例落地 - 主运皮带异物识别准确率 98%，减少 20% 井下巡检人员；掘进动作规范识别 90% - 卸压钻孔施工审核 3 天 → 10 分钟，人工审核工作量 -80%；重介密度智能控制精煤产率 +0.2% 来源：新华网、科技日报、华为（2024—2025 年）	兴隆庄煤矿 · 512 路 AI 全场景 山东济宁 首个全场景试点矿：摄像仪都是“电子安全员” 13 个业务模块 56 类 512 路 AI 应用场景，覆盖采、掘、机、运、安、洗选、防冲 - 风险识别准确率 ≥95%，安全隐患发现效率 +80%；掘进无人截割效率 +30% - 洗选按灰分自动调重介密度，精煤回收率 +1.5 个百分点；主运 AI 识别异物自动停机 来源：山东能源集团（2025—2026 年）	陕煤 · 曹家滩 / 小保当 陕西榆林 智能化采掘减人提效的标杆矿井 - 曹家滩智能快掘：掘进作业人数 15 → 5 人，成巷周期 10 → 4 个月，最高月进尺 2,020 米 - 小保当智能综采：生产班 15 → 8 人，回采工效 423 → 602 吨/工，单面年产 950 → 1,350 万吨 - 陕煤集团：采掘单班人数 -50%，累计压减井下用工 1.4 万人，全员工效 +44% 来源：西安建筑科技大学、智能矿山网、人民日报（2023—2025 年）
矿山安监局 · 煤炭工业协会 全国 智能化煤矿从示范走向规模化 - 截至 2025 年底全国建成智能化煤矿 1,066 处，智能化产能占比超 65%，在运无人驾驶矿卡超 4,000 台 《煤矿智能化发展蓝皮书》：1,806 个智能化采掘工作面，超 1.6 万个固定岗位无人值守 “十四五”累计投资超 1,071 亿元；2025 年百万吨死亡率降至 0.045，创历史最好水平 来源：国家矿山安监局、中国煤炭工业协会（2025—2026 年）	徐矿 · 张双楼煤矿 江苏徐州 灾害严重矿井“智能防灾优先”的建设模式 “1+3+N”：一个智能调度中心、一张图 + 一张网 + 一朵云、N 个采掘防冲控制系统 - 取消夜班生产，综采工区减人 62 人，深部复杂条件生产班 9 人以内 - 固定岗位、矸石分选岗位减人 96 人，实现井上下全面感知与动态预测 来源：国家矿山安监局《煤矿智能化发展蓝皮书》（2025 年）	澳大利亚 · 力拓皮尔巴拉 澳大利亚 全球最大无人矿卡车队与远程运营中心 360 余台无人矿卡（约 84% 车队）分布 10 个矿区，承担约 80% 日产量 - 累计运行 890 万小时、运输 48 亿吨，设备有效利用率 +15%，1 名调度员管 25 台车 - 自动驾驶重载铁路与近 40 台无人钻机；管理层：自动化后“业务显著更安全” 来源：International Mining、BBC（2024 年）

共同规律：先把数据打通，再从皮带巡检、违章识别、快掘减人等最痛的点切入；AI 识别、人工确认、边用边学，验证达标后再复制到全矿全集团 —— 这也是本方案的路径。

能力一

视觉感知与多模态识别能力

—— 让井下多一双不疲劳的眼睛

本章场景

- 1.1 安监处·井下人员违章行为 AI 识别（安全帽 / 自救器 / 危险区闯入 / 睡岗）
- 1.2 机电部 / 运输区·主运输皮带 AI 巡检（异物 / 大块 / 跑偏 / 撕裂 / 堆煤 / 托辊温度）
- 1.3 生产技术部 / 综采区·采掘工作面视觉识别（煤岩识别 / 支架姿态 / 片帮 / 锚固剂规范）
- 1.4 调度室 / 运输区·辅助运输与关键区域安全识别（无轨胶轮车 / 猴车 / 井口 / 禁入区）
- 1.5 洗选厂 / 地面·洗选、储装运视觉（煤质灰分估算 / 装车防超载撒漏 / 储煤场火点）



1.1 安监处·井下人员违章行为 AI 识别（安全帽 / 自救器 / 危险区闯入 / 睡岗）

不戴自救器、闯禁区、睡岗：**秒级发现、推送到区队**

现状：靠人、靠经验

- 井下几百路摄像头只在出事后回看，安检员一个班走不完全矿
- “三违”靠抓现行，抓到的是少数，处罚靠人情
- 危险区闯入、睡岗没人看见，事故追溯才发现

AI 落地后

- 利旧井下现有摄像仪，视觉模型识别未戴安全帽 / 自救器、闯入危险区、睡岗、违章乘皮带，秒级推送调度室与区队
- 事件自动关联人员定位与班次，形成三违台账，处置结果闭环回传
- 自然语言定义新规则一天上线：如“检修班允许进入运输巷”，减少误报



秒级

违章行为发现（原事后回看）

≥95%

违章识别准确率

-50%

“三违”次数（3个月内）

落地：利旧摄像仪 1~2 个月上线首批规则；与人员定位、安全监控系统对接

1.2 机电部 / 运输区 · 主运输皮带 AI 巡检（异物 / 大块 / 跑偏 / 撕裂 / 堆煤 / 托辊温度）

皮带**异物识别 98%**，巡检工不再每班走 10 公里

98%

皮带异物识别准确率（山东能源实绩）

- 现场痛点
- 主运皮带**几公里长**，巡检工每班步行 10 公里，看不过来
 - 大块煤、锚杆、木料**卡堵撕裂皮带**，一次停产几小时
 - 跑偏、堆煤、托辊发热**靠听靠摸**，隐患看不见

AI 怎么做 —— 三步

- 01

皮带机头、转载点**视觉识别异物 / 大块 / 跑偏 / 撕裂**，异物自动停机联锁
- 02

托辊温度、声纹、堆煤多模态感知，异常提前预警
- 03

巡检工转为**远程集控 + 按需处置**，减少固定岗位

- 20%

井下巡检人员
- 60%

皮带卡堵停机

落地：利旧摄像仪 + 补装少量点位，1~2 个月；与皮带集控系统联锁



1.3 生产技术部 / 综采区 · 采掘工作面视觉识别（煤岩识别 / 支架姿态 / 片帮 / 锚固剂规范）

煤岩、支架、锚固剂：**机器盯工作面**，割煤更准、支护更规范

现场痛点

采煤机 割顶割底 靠司机经验，煤岩识别不准影响煤质与设备	支架 歪斜、压力异常 靠人巡查，片帮冒顶前没人知道	锚固剂用量、搅拌时间 靠自觉 ，支护质量不可控
-------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------

AI 怎么做

- 工作面视频 + **煤岩识别模型**辅助采煤机自动调高，减少割顶割底
- 支架姿态与压力识别**，歪斜、失压、片帮自动提示，联动跟机移架
- 锚固剂**举起示意即开始识别**：用量、搅拌时间自动判定，不规范即提醒（兴隆庄实践）

≥90% 掘进动作规范识别（山东能源实绩）	-30% 割顶割底与含矸率	100% 支护规范自动留痕
---------------------------------	-------------------------	-------------------------

落地：接入工作面视频与电液控数据，2~3 个月；先 1 个综采面试点



1.4 调度室 / 运输区 · 辅助运输与关键区域安全识别（无轨胶轮车 / 猴车 / 井口 / 禁入区）

胶轮车、猴车、井口：人车距离机器算，把运输事故挡在发生前

现状：靠人、靠经验

- 辅助运输事故占比高，胶轮车超速、人车混行靠人管
- 猴车违章乘坐、越位没人盯，摘挂钩靠自觉
- 井口、绞车道禁入区闯入靠警示牌

➔

AI 落地后

- 巷道交叉口、井口摄像仪识别人车距离与车速，超限声光提醒司机并推送调度
- 猴车违章乘坐、越位识别，联动停车与语音提醒
- 禁入区闯入自动报警，关联人员定位到人

秒级

人车冲突预警

-40%

辅助运输违章

100%

禁入区闯入报警覆盖

落地：利旧摄像仪 1~2 个月；与胶轮车管理、猴车控制系统对接



1.5 洗选厂 / 地面·洗选、储装运视觉（煤质灰分估算 / 装车防超载撒漏 / 储煤场火点）

灰分视觉估算、装车防超载撒漏、储煤场火点早发现

分钟级

灰分估算（原化验 4~8 小时）

现场痛点

- 煤质化验滞后 4~8 小时，配煤靠经验
- 装车超载、偏载、撒漏靠人盯，罚款与投诉不断
- 储煤场自燃发现晚，损失煤量又污染

AI 怎么做 —— 三步

01

皮带煤流视觉 + 近红外估算灰分，分钟级反馈洗选与配煤

02

装车站视觉识别装载高度与偏载，自动控制闸门与提醒

03

储煤场热成像 + 视觉火点识别，自动推送喷淋与巡查

-80% 超载偏载与撒漏

小时级 储煤场火点发现（原天级）

落地：补装近红外与热成像，2~3 个月；与装车站控制系统对接



能力二

逻辑推理与问题解决能力

—— 让机器会排产、会调度、会算账

本章场景

- 2.1 调度室 / 生产技术部 · 采掘接续与生产计划智能排程（三量平衡 / 接续预警）
- 2.2 机电部 · 主运输、供电、排水系统协同优化（皮带集控节能 / 排水避峰）
- 2.3 通防部 · 通风网络解算与按需通风优化
- 2.4 洗选厂 / 运销部 · 洗选参数与配煤销售优化（精煤回收率 / 按热值硫分配煤）
- 2.5 供应部 / 经营部 · 备件材料库存优化与吨煤成本管控



2.1 调度室 / 生产技术部 · 采掘接续与生产计划智能排程（三量平衡 / 接续预警）

采掘接续提前 6 个月看见缺口，三量平衡不再靠年底赶工

6 个月

接续缺口提前预警

现场痛点

- 采掘接续靠经验排、Excel 算，接续紧张才知道
- 掘进进尺、地质变化、设备检修互相牵扯，计划月月改
- 三量（开拓 / 准备 / 回采煤量）平衡失调，年底突击掘进

AI 怎么做 —— 三步

01

按地质、进尺、设备与人员约束建接续模型，滚动 12~24 个月推演

02

多方案对比：调整掘进队、增加快掘、调整工作面顺序的产量与成本

03

接续缺口提前 6 个月预警到生产技术部与调度室

-30% 计划调整频次

+5% 年产量稳定性

落地：对接地测、生产、设备数据，2~3 个月；生产技术部主导



2.2 机电部·主运输、供电、排水系统协同优化（皮带集控节能 / 排水避峰）

皮带**按煤流调速**、排水**避峰用电**：主运供电排水协同节能 10%~15%

现场痛点

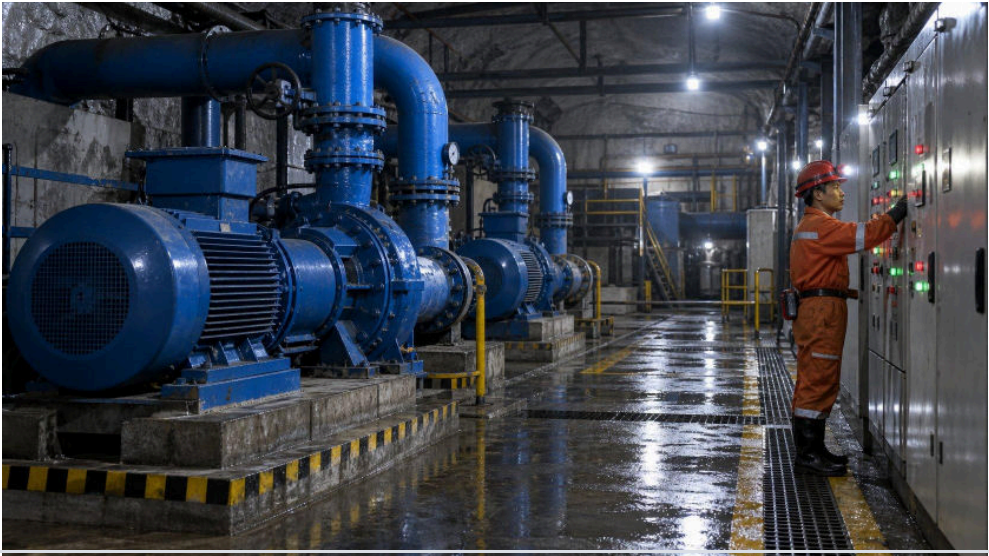
皮带 空载满速运行 ，煤流少时白耗电	主排水 想到就开 ，高峰电价时段排水	供电 峰谷不管 ，需量电费年年超
---------------------------	---------------------------	-------------------------

AI 怎么做

- 煤流视觉 + 电流数据**皮带集控调速**，多级皮带联动启停
- 水仓水位、涌水预测与**电价时段建模**，排水自动避峰
- 全矿电力需量优化**：大功率设备错峰启动，需量电费可控

-10~15% 主运与排水电耗	-20% 需量电费	100% 固定岗位无人值守
---------------------------------------	---------------------------------	-------------------------------------

落地：对接皮带集控、排水自动化与电力监控，1~2 个月



2.3 通防部·通风网络解算与按需通风优化

通风按需供风：解算分钟级，风机电耗降 10%

现状：靠人、靠经验

- 通风网络**解算靠人工建模**，一次几天
- 风机**长期大风量运行**，用风地点变化不调风
- 局部通风机**开停靠人**，停风瓦斯积聚风险

AI 落地后

- 通风网络**自动解算**：传感数据实时校正，分钟级出解
- 按采掘布局与瓦斯涌出**按需调风**，主扇变频与风门联动
- 局扇**风电瓦斯闭锁 + 智能开停**，停风异常即预警

分钟级

通风网络解算（原数天）

-10%

主通风机电耗

100%

用风地点风量达标

落地：对接通风监测与风机控制，2~3 个月；通防部定规则



2.4 洗选厂 / 运销部 · 洗选参数与配煤销售优化（精煤回收率 / 按热值硫分配煤）

重介密度**自动调**、配煤**按合同算**：精煤回收率提 1 个百分点

+1.5

精煤回收率提升（百分点，兴隆庄实绩）

现场痛点

- 重介密度**靠司机手调**，灰分波动大
- 加药量**凭经验**，煤泥水浓度忽高忽低
- 配煤**算不过来**：热值、硫分、价格、库存多目标

AI 怎么做 —— 三步

01

按精煤灰分在线数据**自动调节重介密度**，加药量按浓度预测

02

配煤优化求解：按合同热值硫分与各煤种库存价格，给出最优配比

03

洗选与销售利润看板：每班回收率、吨煤加工成本、配煤收益

-30% 药剂消耗

+3% 配煤销售收益

落地：对接洗选 DCS 与在线灰分仪，2~3 个月



2.5 供应部 / 经营部 · 备件材料库存优化与吨煤成本管控

备件按预测备、成本算到区队：吨煤成本降 5~10 元

现场痛点

备件多备怕缺、少备积压，库
房积压上千万

材料领用靠签字，区队消耗没
人算清

吨煤成本月底才知道，超了找
不到原因

AI 怎么做

- 按设备台账、检修计划与故障预测预测备件需求，自动生成采购建议
- 材料领用扫码到区队到设备，异常消耗自动提示
- 吨煤成本日清：按区队、工序、要素分解，超标自动定位

-30%

备件库存资金占用

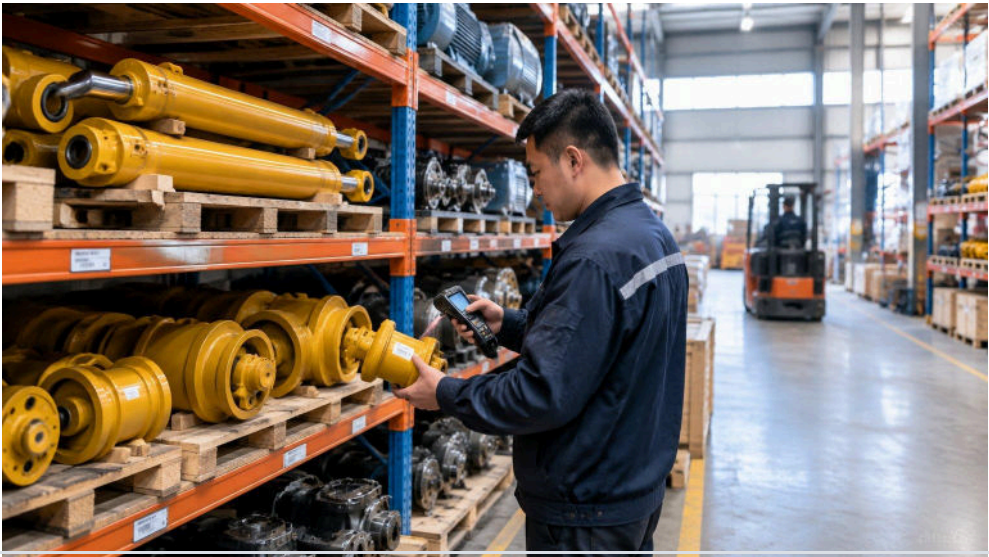
-5~10 元/吨

吨煤材料成本

日清

成本核算（原月底）

落地：对接 ERP 与设备管理系统，2~3 个月



能力三

代码与软件工程能力

—— 让机器帮信息中心接系统、写工具

本章场景

- 3.1 信息中心·安全监控、人员定位、工业视频与自动化系统协议适配（KJ 系统 / OPC / Modbus）
- 3.2 信息中心 / 地测部·矿山数据湖与“一张图”数据治理（地质 / 设备 / 人员 / 生产）
- 3.3 各区队·零代码班组工具（隐患台账 / 交接班 / 设备点检 / 材料领用）
- 3.4 信息中心·矿山工业网络与数据安全（井下环网 / 5G / 边缘节点 / 等保）
- 3.5 信息中心·智能化验收要求下的存量系统改造与 AI 编程助手



3.1 信息中心 · 安全监控、人员定位、工业视频与自动化系统协议适配（KJ 系统 / OPC / Modbus）

监控、定位、视频、自动化几十套系统：**接口周期从 3 个月到 2 周**

现场痛点

井下 几十个 厂商系统（KJ 系统、集控、定位），协议各不同	智能化验收 要求数据融合 ，每次都要补接口	接口文档 过期失真 ，改一次牵一片
---------------------------------------	------------------------------	--------------------------

AI 怎么做

- 大模型读协议文档与点表，**自动识别字段语义**（OPC / Modbus / 私有协议）并生成映射
- 自动生成**融合平台适配脚本与测试用例**，人工复核上线
- 建**统一数据字典与接口规范**（对标《智能化矿山数据融合共享规范》），接口变化自动监测

-60% 接口开发周期	≥95% 字段映射准确率	100% 接口变化自动监测
-----------------------	------------------------	-------------------------

落地：首期 2~3 个月接入核心系统，是其他场景的前置工程



3.2 信息中心 / 地测部 · 矿山数据湖与 “一张图” 数据治理（地质 / 设备 / 人员 / 生产）

地质、设备、人员、生产**一张图**：矿山数据一致性 $\geq 98\%$

现状：靠人、靠经验

- 同一台设备在 5 个系统 5 个编码，台账对不上
- 地质、测量、通防各画各图，叠不到一起
- 领导要一张全矿运行图要问十几个部门

AI 落地后

- 建矿山主数据与统一编码（设备 / 地点 / 人员），规则 + 机器学习合并重复
- 地质模型、巷道、传感器、人员定位统一到一张图，时空关联
- 大模型自然语言查数出图：“本月各区队三违排名”秒级回答，按角色分权

$\geq 98\%$

核心数据一致性

-80%

取数出图时间

100%

数据访问留痕

落地：与接口打通同步建设，3~4 个月覆盖核心数据



3.3 各区队 · 零代码班组工具（隐患台账 / 交接班 / 设备点检 / 材料领用）

隐患台账、交接班、点检、领用：**一句话生成应用，当天上线**

小时级

应用开发周期（原数周）

现场痛点

- 区队**小需求一堆**（隐患台账、交接班记录、点检表），信息中心排不上队
- 纸质台账、微信群**数据沉不下来**，检查前翻本子
- 外购小系统**几万一个**，改个字段等厂家

AI 怎么做 —— 三步

01

低代码 + 大模型：**一句话描述需求**，自动生成表单、流程、看板、提醒

02

手机端即用，支持**扫码、拍照、语音填报**，数据进数据底座

03

大模型**按周自动汇总**隐患整改率、点检完成率、材料消耗

50~100 个 每年新增区队应用

≥90% 纸质台账电子化率

落地：平台部署 1 个月，每区队 1~2 名种子用户滚动推广



3.4 信息中心 · 矿山工业网络与数据安全（井下环网 / 5G / 边缘节点 / 等保）

井下环网、5G、边缘节点：**先摸清家底**，生产系统不能停

现场痛点

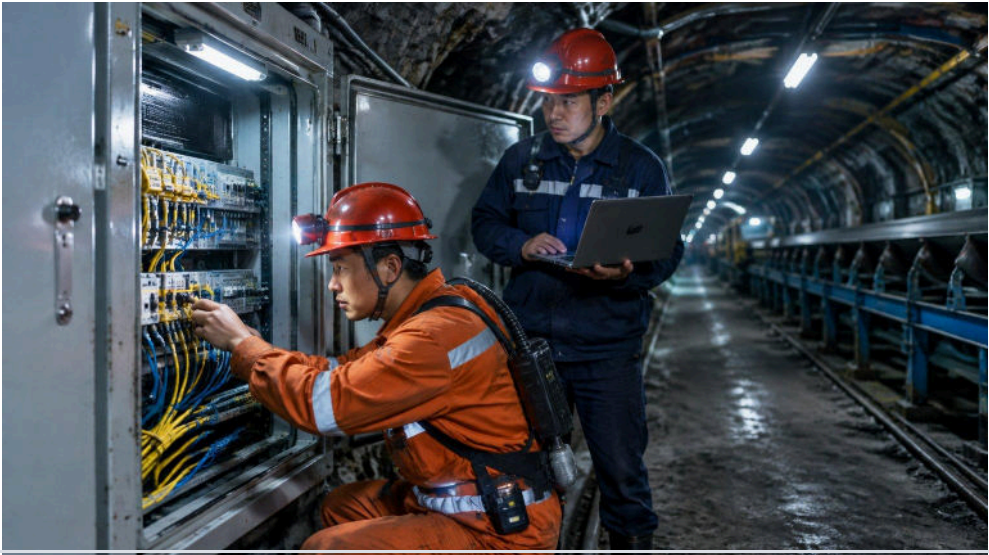
工控设备老旧系统、默认口令、U 盘随插	勒索病毒一次中招监控系统瘫痪，安全监控停就得停产	等保、关基保护、《煤矿安全生产条例》要求趋严
---------------------	--------------------------	------------------------

AI 怎么做

- 被动监听为主的资产发现与漏洞扫描，不影响安全监控与自动化系统
- 大模型生成**整改方案与分区策略**：安全监控网、生产控制网、办公网隔离
- 实时监测异常访问**（非工作时间登录、批量导出）并告警

100% 网络与工控资产可视	≥95% 高危漏洞整改率	小时级 安全事件响应（原天级）
-------------------	-----------------	--------------------

落地：先 2~4 周资产摸底，再分阶段整改；配合等保测评



3.5 信息中心 · 智能化验收要求下的存量系统改造与 AI 编程助手

智能化验收要求下的老系统改造：AI 编程助手让周期缩一半

现状：靠人、靠经验

- 智能化验收上百项指标，老系统改造清单长、厂商响应慢
- 原厂商已消失或不配合，源码文档不全
- 新旧系统并行测试工作量大，生产不敢停

AI 落地后

- 大模型解析验收标准与现有功能，自动生成差距清单与改造方案
- AI 编程助手辅助功能补齐、接口重写、组态迁移，自动生成测试用例与回归脚本
- 改造成果沉淀为组件与规范，多矿复用

-50%

改造周期

-40%

改造成本

100%

接口自动化回归覆盖

落地：先选 3~5 套非安全生产系统试点，3~6 个月；配合验收节奏



能力四

自然语言理解与知识管理能力

—— 让规程问得清、报告写得快、经验传得下

本章场景

- 4.1 安监处 / 各区队 · 《煤矿安全规程》与作业规程智能问答（带出处 / 事故案例）
- 4.2 调度室 · 调度日报、班报与生产总结自动生成（语音填报）
- 4.3 培训中心 / 安监处 · 员工安全培训与考试助手（岗位画像 / 三违分析 / 个性化题库）
- 4.4 地测部 / 通防部 · 隐蔽致灾因素普查报告与灾害治理方案辅助编制
- 4.5 机电部 · 设备故障知识库与维修助手（故障树 / 维修记录 / 说明书问答）



4.1 安监处 / 各区队 · 《煤矿安全规程》与作业规程智能问答（带出处 / 事故案例）

《规程》、作业规程、事故案例一问即答，答案带条款出处

现状：靠人、靠经验

- 《煤矿安全规程》几百页、年年改，一线记不住
- 作业规程编制靠复制粘贴，与现场不符
- 事故案例教育时看看，遇到相似情况想不起

AI 落地后

- 私有化大模型 + RAG：《规程》、作业规程、措施、事故案例，答案带条款出处，可追问
- 作业规程辅助编制与审查：自动比对《规程》条款，缺项矛盾即提示
- 按岗位推送相似事故案例，班前会自动生成安全提示

秒级

规程条款查询响应

-50%

作业规程编审时间

100%

答案带出处可追溯

落地：导入知识库 2 周，上线 1 个月；安监处审核内容



4.2 调度室·调度日报、班报与生产总结自动生成（语音填报）

调度日报、班报、总结：**说话即成文**，2 小时到 10 分钟

10 分钟

调度日报编制（原 2~3 小时）

现场痛点

- 调度员**每班 2~3 小时**填报表写日报，数据靠电话问
- 同一数据**填十几张表**，口径不一
- 生产总结**月底熬夜**，领导要的分析出不来

AI 怎么做—— 三步

01

对接生产、安全、设备数据**自动生成日报班报**，调度员语音补充即成文

02

一数一源：一次填报多表复用，口径自动统一

03

大模型**生成月度生产总结与分析**：异常、原因、建议

-70% 重复填报

2~4 小时/班 调度员释放时间

落地：依赖数据底座，1~2 个月；调度室定模板



4.3 培训中心 / 安监处·员工安全培训与考试助手（岗位画像 / 三违分析 / 个性化题库）

培训按岗位画像推题，三违分析自动找短板，考试不再走过场

现场痛点

安全培训统一课件、统一考试，老工人嫌烦、新工人跟不上	三违记录只处罚不分析，同类问题反复出现	培训档案纸质留痕，检查前补材料
----------------------------	---------------------	-----------------

AI 怎么做

- 按岗位、三违记录与考试结果生成个性化题库与课程
- 大模型分析三违与隐患数据：高发类型、时段、班组，针对性培训
- 培训档案自动归档，满足监管检查要求

100% 培训按岗位个性化	-30% 同类三违复发	-60% 培训档案整理时间
------------------	----------------	------------------

落地：对接培训与三违系统，1~2 个月



4.4 地测部 / 通防部 · 隐蔽致灾因素普查报告与灾害治理方案辅助编制

隐蔽致灾普查报告、灾害治理方案：起草时间减 60%，数据自动填

现状：靠人、靠经验

- 隐蔽致灾因素普查报告厚、数据多，编制数月
- 瓦斯地质、水文地质报告靠人翻资料，版本混乱
- 治理方案复制上年，与新揭露地质不符

➔

AI 落地后

- 对接地测、通防数据自动填报告数据与图表，大模型生成初稿
- 历史报告与钻孔资料知识库：自然语言检索，引用带出处
- 治理方案辅助编制与审查：对标规范条款，缺项即提示

-60%

报告起草时间

100%

数据引用可追溯

-50%

方案审查返工

落地：导入历史资料 2~4 周，上线 1~2 个月



4.5 机电部·设备故障知识库与维修助手（故障树 / 维修记录 / 说明书问答）

设备故障问机器：故障树、维修记录、说明书秒级调出

-30%

平均修复时间（MTTR）

现场痛点

- 采煤机、掘进机故障靠老师傅，老师傅不在就停
- 维修记录纸质散落，同一故障反复摸索
- 设备说明书几百页，现场翻不了

AI 怎么做 —— 三步

01

设备知识库 + 大模型：说明书、故障树、历史维修记录，现场语音提问秒级回答

02

维修过程语音记录自动结构化，沉淀为案例

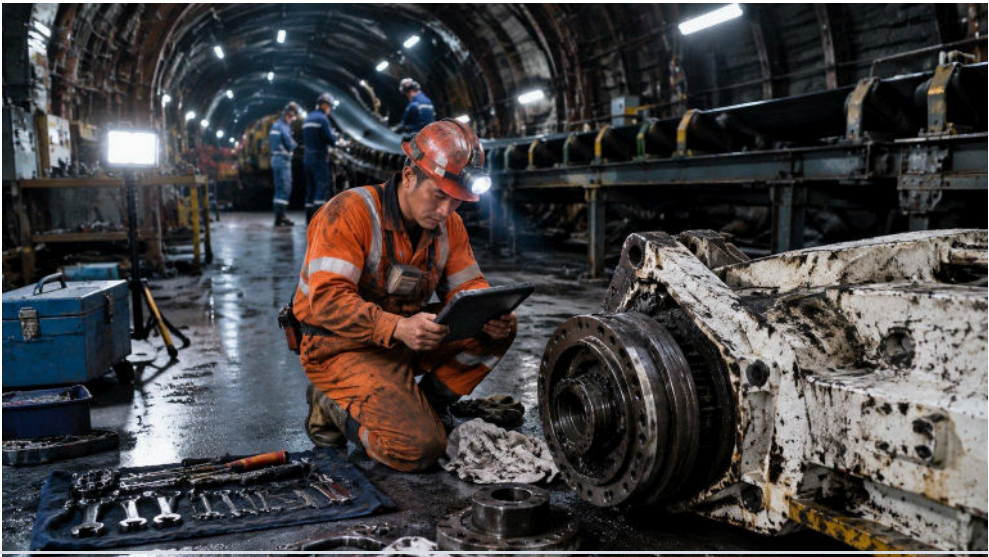
03

故障根因分析与备件建议，联动备件库存

秒级 故障知识调出

100% 维修记录结构化

落地：导入说明书与维修记录 2~4 周，上线 1 个月



能力五

数据建模与预测预警能力

—— 让煤矿提前知道会出什么事

本章场景

- 5.1 通防部·瓦斯涌出与突出预警、火灾（CO 趋势）预警
- 5.2 地测部 / 防冲办·顶板矿压与冲击地压预警（微震 / 应力 / 钻屑）
- 5.3 地测部·水害预警（涌水量 / 水位 / 水质 / 老空水）
- 5.4 机电部·大型固定设备预测性维护（主通风机 / 主排水泵 / 提升机 / 采煤机 / 皮带）
- 5.5 安监处·安全风险动态评估与“三违”趋势预测（班组安全画像）



5.1 通防部·瓦斯涌出与突出预警、火灾（CO 趋势）预警

瓦斯提前数小时预警、CO 趋势早知火情，不等超限报警

数小时

瓦斯异常提前预警（原超限报警）

现场痛点

- 瓦斯监测超限才报警，报警时已需撤人
- 突出预兆靠指标判读，多源数据没人合起来看
- 煤自燃CO 缓慢上升没人注意，发现已成火

AI 怎么做 —— 三步

01

融合瓦斯、风量、产量、地质数据建涌出预测模型，异常趋势提前数小时预警

02

突出多指标综合预警（钻屑、瓦斯解吸、微震），推送通防部与调度

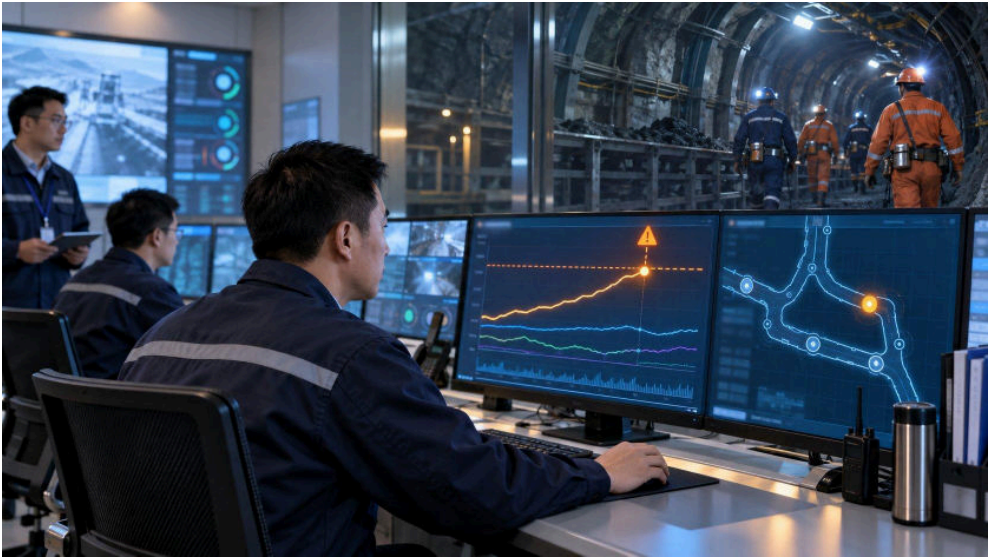
03

CO、温度趋势分析识别自燃早期特征，联动注氮与巡查

-50% 瓦斯超限次数

天级 自燃早期发现（原起火后）

落地：对接安全监控系统数据，2~3 个月；通防部定阈值



5.2 地测部 / 防冲办 · 顶板矿压与冲击地压预警（微震 / 应力 / 钻屑）

微震、应力、钻屑**多源融合**：冲击地压**风险提前预警到区段**

现场痛点

冲击地压 监测系统多、数据孤立 ，各看各的	预警 靠专家判读 ，夜班没人看	卸压钻孔 施工质量靠抽查 ，卸不到位不知道
------------------------------	------------------------	------------------------------

AI 怎么做

- 微震、应力、钻屑、支架压力**多源融合建模**，风险分区分级每班更新
- 高风险区段**自动推送防冲办与区队**，附卸压措施建议
- 卸压钻孔**视频 AI 审核**：孔数、孔深、孔距自动判定（山东能源实践）

班级 风险评估更新（原周级）	10 分钟 卸压钻孔审核（原 3 天）	-80% 人工审核工作量
--------------------------	-------------------------------	------------------------

落地：对接微震与应力监测系统，2~3 个月



5.3 地测部·水害预警（涌水量 / 水位 / 水质 / 老空水）

涌水量、水位、水质**联动分析**：老空水、断层水**提前预警**

现状：靠人、靠经验

- 水害**突水前兆分散**：涌水量、水位、水温各自看
- 老空区、断层**资料不全**，探放水靠经验
- 水仓、排水**能力够不够**没人算

➔

AI 落地后

- 涌水量、水位、水质、降雨**多源建模**，突水前兆自动预警
- 老空区、断层、钻孔资料**一张图叠加**，掘进临近自动提示探放水
- 排水能力与水仓容量**动态评估**，极端情况提前预案

提前数小时

突水前兆预警

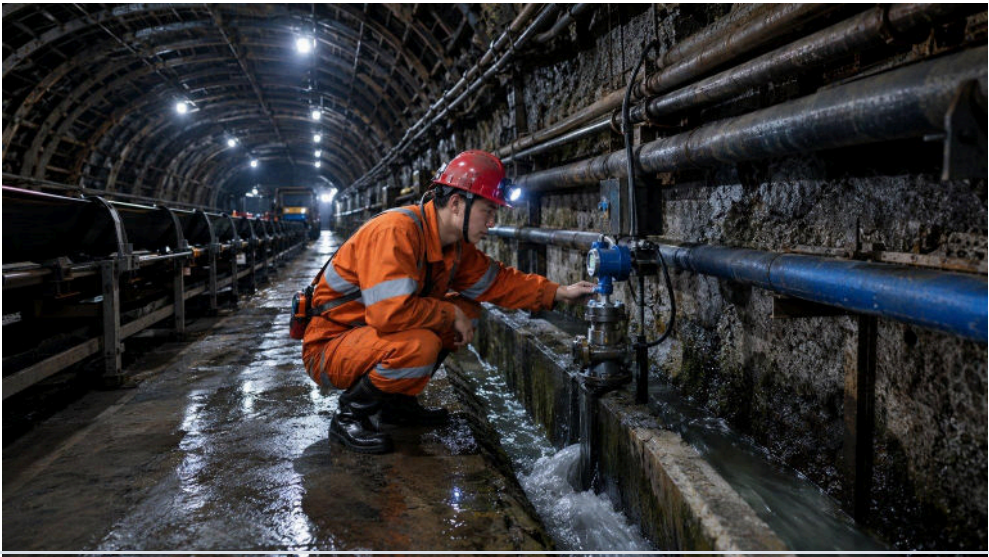
100%

掘进临近老空自动提示

-50%

探放水盲目工程量

落地：对接水文监测与地测资料，2~3 个月



5.4 机电部·大型固定设备预测性维护（主通风机 / 主排水泵 / 提升机 / 采煤机 / 皮带）

主扇、主排水、提升机、采煤机：**故障提前 3~7 天预警**，停机减 30%



现场痛点

- 大型固定设备坏了才修，主扇停一小时全矿撤人
- 定期检修该修的没修、不该修的修了
- 采煤机、刮板机关键部件寿命靠经验

AI 怎么做 —— 三步

01

接入振动、温度、电流、油液数据建健康评估与故障预测模型

02

预测性维护计划替代定期检修，联动备件与检修班

03

采煤机、刮板机关键部件寿命预测，检修窗口自动建议

-30% 非计划停机

-20% 维修费用

落地：补装少量传感器，对接设备监控，2~3 个月



5.5 安监处·安全风险动态评估与“三违”趋势预测（班组安全画像）

班组安全**动态画像**：风险高的班组、时段、岗位**提前干预**

现场痛点

安全风险**评估靠年度报告**，一年一次

三违、隐患、事故**数据分散**，趋势看不出

安全奖惩**凭印象**，班组不服

AI 怎么做

- 三违、隐患、培训、设备、地质数据**融合建班组风险画像**，每班更新
- 风险趋势预测**：高发时段、岗位、班组提前推送安监处干预
- 安全考核自动计算**，口径统一，大模型生成分析报告

班级

风险评估更新（原年度）

-30%

高风险班组三违

-70%

安全考核统计时间

落地：依赖数据底座，2~3 个月；安监处定指标



技术方案：智能化煤矿 AI 2.0 · 总体架构

一个矿山数据底座、五类模型、25 个场景应用；标准接口松耦合对接，不替换现有安全监控、人员定位与自动化系统



安全与合规

- ▶ 私有化部署，数据不出矿区，等保达标
- ▶ 井下设备满足防爆与《煤矿安全规程》要求
- ▶ 安全监控系统独立运行，AI 旁路不干预联锁
- ▶ 个人信息最小化、人员定位数据分级授权

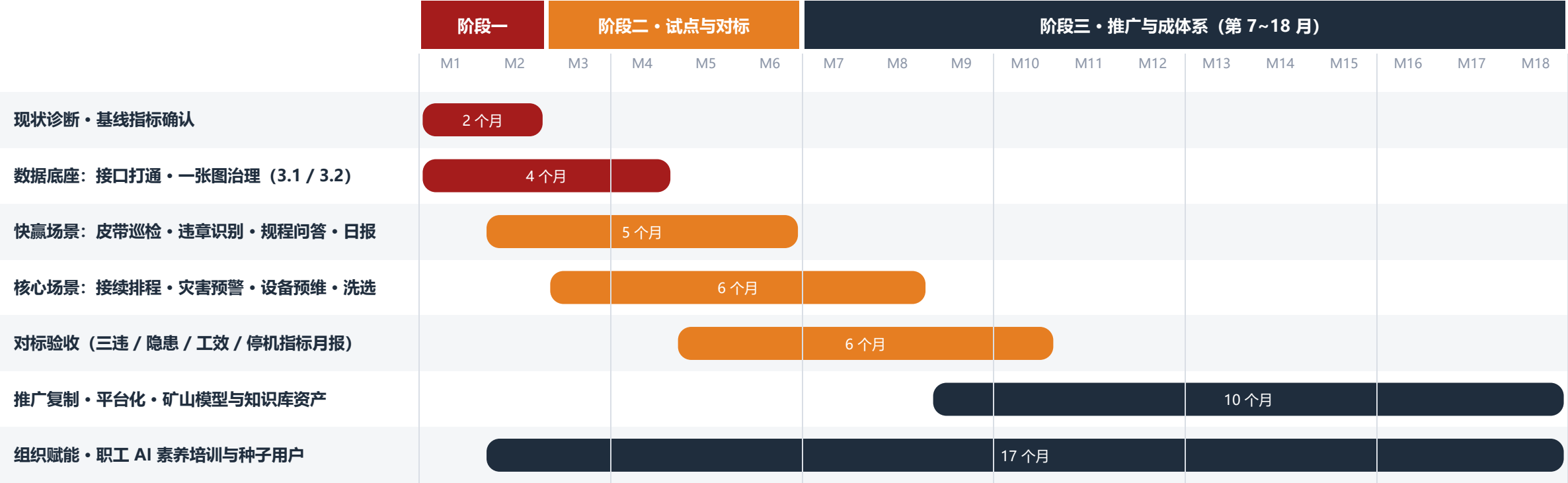
运行方式

- ▶ AI 只给建议 → 调度员 / 区队确认 → 成熟后再自动化
- ▶ 任何时候一键切回人工
- ▶ 每条预警可解释：数据、规则、规程依据
- ▶ 安监 / 生产 / 机电 / 通防骨干参与规则与验收

数据自下而上汇聚、应用自上而下赋能：现有系统不改动，接入层做翻译，数据底座做统一，模型层出结果，应用层给建议、调度员和区队做决定。

方案常规周期：推进步骤与时间

先打底座、先做快赢、再攻核心场景、最后成体系；每一步都用三违次数、隐患发现、工效与设备停机数据说话



我方提供 算法与矿山大模型能力、防爆视觉与感知设备生态、数据平台、实施与运维团队、职工培训、行业最佳实践与模型资产	矿方提供 安监 / 生产 / 机电 / 通防 / 信息骨干参与、数据接口与权限、试点区队与工作面、井下施工与停电配合、基线数据与验收配合	成果测算 启动前共同确认基线（三违次数、隐患发现、工效、设备停机、电耗、吨煤成本等近 1 年实绩）与测算方法；达到约定指标后结算或按效果付费；不达标不进入推广
---	--	---

预期效果评估（一）：安全与灾害防治类

“典型现状”为井工煤矿常见情况，需以本矿近 1 年实绩为基线校准；“AI 应用后”为试点达标后的参考区间，不构成承诺。

场景	关键指标	行业典型现状	AI 应用后（目标区间）	效益量级 / 备注
安监处·井下违章行为识别	发现时效 / 三违次数	事后回看，抓现行	秒级发现，准确率 ≥95%	三违 -50%（3 个月内）
调度 / 运输区·辅助运输安全	人车冲突 / 违章	靠警示牌与自觉	秒级预警，违章 -40%	禁入区报警 100%
通防部·瓦斯与火灾预警	预警提前期 / 超限	超限才报警	提前数小时，超限 -50%	自燃天级发现
地测 / 防冲办·冲击地压预警	评估频次 / 钻孔审核	周级评估，审核 3 天	班级更新，审核 10 分钟	人工审核 -80%（山东能源）
地测部·水害预警	前兆预警 / 探放水	各自看数据，靠经验	提前数小时，临近老空 100% 提示	盲目探放水 -50%
安监处·安全风险动态评估	评估频次 / 三违	年度评估，凭印象考核	班级更新，高风险班组三违 -30%	考核统计 -70%
安监处 / 区队·规程智能问答	查询响应 / 规程编审	翻纸质规程	秒级带出处，编审 -50%	答案 100% 可追溯
培训中心·安全培训与考试	个性化 / 复发	统一课件走过场	100% 按岗位，复发 -30%	档案整理 -60%
地测 / 通防·隐蔽致灾报告	起草时间 / 引用	编制数月，版本混乱	起草 -60%，引用 100% 可追溯	方案返工 -50%

预期效果评估（二）：生产与运营效率类

“典型现状”为井工煤矿常见情况，需以本矿近 1 年实绩为基线校准；“AI 应用后”为试点达标后的参考区间，不构成承诺。

场景	关键指标	行业典型现状	AI 应用后（目标区间）	效益量级 / 备注
机电 / 运输区 · 皮带 AI 巡检	识别准确率 / 巡检人员	每班步行 10 公里	异物识别 98%，巡检人员 -20%	卡堵停机 -60%
综采区 · 工作面视觉识别	规范识别 / 含矸	靠司机经验与自觉	动作规范识别 ≥90%，含矸 -30%	支护规范 100% 留痕
洗选 / 地面 · 储装运视觉	灰分反馈 / 超载	化验 4~8 小时	分钟级估算，超载撒漏 -80%	火点小时级发现
调度 / 生产技术 · 采掘接续排程	预警提前期 / 计划调整	接续紧张才知道	提前 6 个月，调整 -30%	年产量稳定性 +5%
机电部 · 主运供电排水协同	电耗 / 需量电费	空载满速，随时排水	电耗 -10~15%，需量 -20%	固定岗位 100% 无人值守
通防部 · 按需通风	解算时效 / 风机电耗	人工解算数天	分钟级，电耗 -10%	用风地点 100% 达标
洗选 / 运销 · 洗选与配煤优化	精煤回收率 / 药剂	手调密度，凭经验	回收率 +1~1.5 个百分点	配煤收益 +3%（兴隆庄实绩）
供应 / 经营 · 库存与吨煤成本	库存占用 / 成本核算	积压上千万，月底核算	库存 -30%，成本日清	吨煤材料成本 -5~10 元
机电部 · 大型设备预测性维护	预警提前期 / 停机	坏了才修	提前 3~7 天，停机 -30%	维修费用 -20%

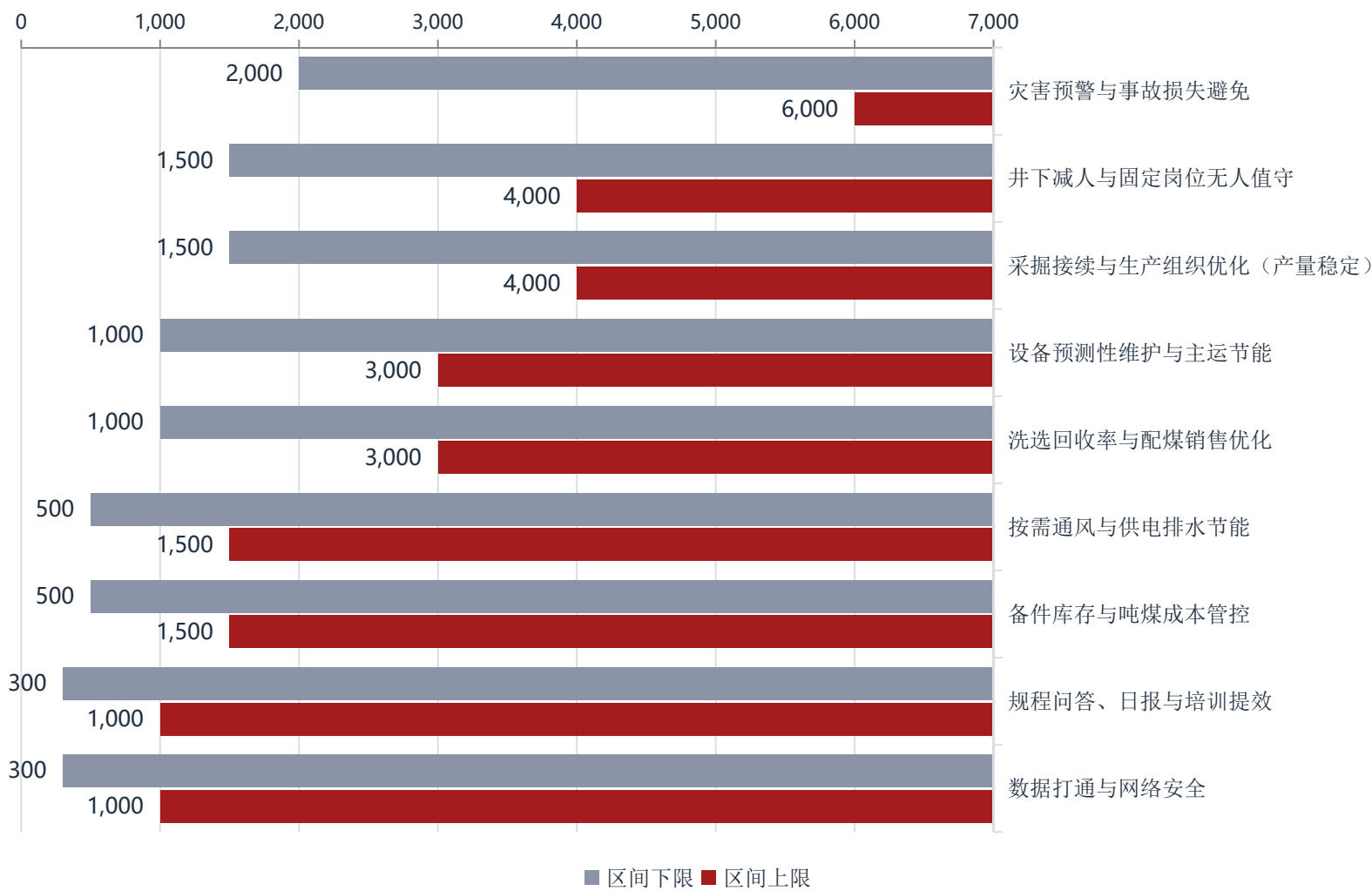
预期效果评估（三）：机关效能与数字底座类

“典型现状”为井工煤矿常见情况，需以本矿近 1 年实绩为基线校准；“AI 应用后”为试点达标后的参考区间，不构成承诺。

场景	关键指标	行业典型现状	AI 应用后（目标区间）	效益量级 / 备注
调度室·调度日报自动生成	编制时间 / 重复填报	每班 2~3 小时	10 分钟，重复填报 -70%	每班释放 2~4 小时
机电部·设备维修知识助手	MTTR / 知识调出	靠老师傅，纸质记录	MTTR -30%，秒级调出	维修记录 100% 结构化
信息中心·系统协议适配	接口周期 / 映射准确率	1~3 个月，接一次谈一次	周期 -60%，映射 ≥95%	接口变化 100% 自动监测
信息 / 地测·数据湖与一张图	数据一致性 / 取数时间	5 个系统 5 个编码	一致性 ≥98%，取数 -80%	数据访问留痕 100%
各区队·零代码班组工具	应用开发周期	数周 + 外购费用	小时级，每年 50~100 个应用	纸质台账电子化 ≥90%
信息中心·矿山网络与数据安全	资产可视 / 漏洞整改	资产不清，默认口令	资产 100% 可视，整改 ≥95%	事件响应小时级（原天级）
信息中心·存量系统改造	改造周期 / 成本	清单长、厂商响应慢	周期 -50%，成本 -40%	接口回归自动化 100%

预期效果评估（四）：年综合效益量级对比

以年产 500 万吨的井工煤矿为例，万元/年，含事故损失避免、人力释放折算、产量稳定与成本节约；区间为行业参考值，以基线对标为准



合计潜在综合效益（年产 500 万吨井工矿）
0.9~2.5 亿元/年

井下作业人员（2026 年政策目标 -10% 以上）
-10%~-20%

首年试点可实现比例
20%~30%

力拓皮尔巴拉：360 余台无人矿卡承担约 80% 日产量，设备有效利用率 +15%。首年建议：2~3 个快赢场景 + 1~2 个核心场景，先把 20%~30% 做实，再复制推广。

方案术语与数据来源

数据来源

- 01

矿山企业与主管部门公开成果

国家矿山安监局、中国煤炭工业协会及山东能源、陕煤集团、徐矿集团等在官方渠道与主流媒体公开发布的数据
- 02

国际标杆公开资料

力拓（Rio Tinto）与小松 AHS 无人矿卡公开数据、BBC 与 International Mining 报道
- 03

我方工程经验与技术文献

智能化煤矿项目实施经验、行业技术文献与标准（《煤矿智能化建设指南》、《智能化矿山数据融合共享规范》、等保 2.0、防爆认证等）

使用说明 本方案所有效果指标均为行业参考区间，不是对本矿的承诺值；具体项目以双方共同确认的基线数据（近 1 年实绩）、测算方法与验收标准为准，试点达标后再进入推广与结算。

政策依据

- 国家矿山安监局等七部门《关于深入推进矿山智能化建设促进矿山安全发展的指导意见》（2024 年 4 月）；八部门《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》（发改能源〔2020〕283 号）
- 《煤矿安全生产条例》（国务院令第 774 号，2024 年 5 月施行）；《煤矿安全规程》（2022 年修订）；国家矿山安监局《煤矿智能化建设指南（2021 年版）》
- 国务院《关于深入实施“人工智能+”行动的意见》（国发〔2025〕11 号，2025 年 8 月）；《智能化矿山数据融合共享规范》；网络安全等级保护与关键信息基础设施保护要求

方案术语

- 大模型（LLM）**

以海量文本训练的大规模语言模型，能理解生成自然语言与代码；规程问答、日报生成、知识库的基础
- 多模态大模型 / 视觉识别**

同时理解视频、声纹、热成像与文字，可用自然语言定义井下识别规则，小样本快速训练
- RAG 检索增强生成**

大模型先在规程、案例、说明书库中检索再回答，答案带出处、不“胡说”
- 矿山数据湖 / 一张图**

汇聚地质、设备、人员、生产、安全数据并统一编码，在同一时空坐标下叠加展示
- 采掘接续 / 三量平衡**

开拓、准备、回采煤量的平衡关系；接续排程保证工作面按时形成、产量稳定
- 预测性维护（PdM）**

基于振动、温度、电流等数据预测设备故障与寿命，按状态检修替代定期检修
- 私有化部署 / 等保**

系统与模型部署在矿区机房或集团私有云，数据不出矿；满足网络安全等级保护要求
- 智能化示范煤矿 / 分类分级验收**

国家矿山安监局与能源局组织的智能化煤矿建设与验收体系，按矿井条件分类分级
- 冲击地压 / 隐蔽致灾因素**

煤岩体突然破坏释放能量的动力灾害；隐蔽致灾因素普查是灾害治理的法定前置工作
- 人机协同 / 旁路建议**

AI 只给建议、不替调度员做决定，不干预安全监控联锁，由人确认后执行；矿山 AI 落地的安全起步方式

感谢聆听

期待与您携手，把人工智能真正落到每一个区队、每一个工作面

联系作者
richard



人工智能与大模型在煤矿行业的应用场景 | 2026 年 9 月 | 编制人: richard