



践行深度用云

# 矿山智能化 暨矿山大模型最佳实践白皮书



# 编制委员会

PREPARATION COMMITTEE

**编委主任** 李 伟 邹志磊

**编委顾问** 刘 健 王立才 韩 硕 蒋旺成 郭振兴 刘 维  
尤 鹏 胡玉海 王 飞

**编委会委员** 徐加利 刘 波 曹怀轩 胡立全 项 凌 杨加元  
赵 强 陈文丰 顾兴勇 贡 青

**编写成员** 赵金娥 张 浩 高 桢 张 硕 潘临安 李吉宗  
李 杨 谭 伟 曾祖祥 王 宁 张强豪 刘汝琪  
高 昊 陈 航 陈泽腾 周志获 王 军 贺 帅

**责任编辑** 蒙俊秀 王 瑞

(排名不分先后)



# 序言

P R E A M B L E



**李伟**

**山东能源集团 党委书记 董事长**

**煤**炭行业作为我国重要的传统能源行业，其智能化建设直接关系我国国民经济和社会智能化的进程，将人工智能、工业物联网、云计算等ICT技术与现代煤炭开发利用深度融合，对提升煤矿安全生产水平、保障煤炭稳定供应具有重要意义。但当前煤炭行业智能化建设工作依然存在资金投入不足、技术标准不一、技术装备落后、研发平台不健全、高端人才匮乏等问题，导致智能化建设滞后于其他行业。同时，传统人工智能开发模式局限于特定的行业场景、特定的数据，面临碎片化、定制化、门槛高等问题，导致无法大规模复制的挑战。

近年来，山东能源集团投入200多亿元进行矿井智能化建设，9对国家级智能化示范矿井全部通过验收，在煤矿智能化建设路上走在了全国前列。2022年山东能源集团与华为公司成立联合创新中心，重点围绕煤炭开发利用重大科技需求，叠加双方科学技术、应用场景、行业双跨专家等优势资源，在智能化煤矿建设、煤矿安全管控等领域形成了一批可复制推广的解决方案。山东能源集团引入华为云Stack构建集团总部训练、生产单位边缘推理的云边协同架构，满足“数据不出企”的要求，基于盘古大模型实现人工智能开发模式从“作坊式”到“工业化”的升级迭代，探索出一套可复制的工业化人工智能生产方案，初步实现煤炭行业从人工管理到智能化管理、从被动管理到主动管理的转变。

当前，山东能源集团已在兴隆庄煤矿、李楼煤业、济二煤矿等单位开发和实施首批场景应用，实现实时优化工艺参数、识别故障与异常、审核作业规范，以广播提醒、设备联动等方式实现了自动处置闭环，形成了一批应用成果。未来，我们将在盘古视觉大模型和盘古预测大模型的基础上，采用盘古自然语言和多模态大模型，进一步做深决策智慧、企业管理智能化能力。我们将在矿业智能化的基础之上，辐射能源集团其他五大业务板块，加速全产业智能化建设，坚持开放合作、与“巨人”同行，持续深化与华为在技术、管理、文化等方面的交流合作，基于华为云Stack云边协同方案，将盘古大模型复制推广到其他行业，打造行业领先的AI应用平台，深度用云，让行业客户都拥有自己的专属大模型，加速行业智能升级！



**自** 1956年达特茅斯会议首次提出人工智能概念以来，人工智能一直在业界广泛应用。2022年，生成式人工智能系统为代表的大模型，在多项测试中超越人类平均水平，推动了人工智能领域的新一轮创新浪潮。

2019年，华为立项研发盘古大模型，历时三年，投入大量人力物力。盘古大模型致力于深耕行业，打造多领域行业大模型和能力集，积极开展行业合作，持续提升在行业领域的专业性，助力行业实现智能升级。

2022年，华为与山东能源集团有限公司（以下简称山东能源）及旗下公司云鼎科技股份有限公司（以下简称云鼎科技）达成了战略合作关系，把盘古大模型应用于煤炭行业，在山东能源实现了华为云盘古矿山大模型（以下简称矿山大模型）的落地实践，加速了山东能源的智能化发展。

本白皮书全面总结了矿山大模型在山东能源的实践经验，从趋势、方案、运营、商业等方面阐述了我们的实践思路和方法，同时辅以具体的落地场景，期待为各行各业使用大模型提供参考。

目前，矿山大模型的实践还在持续开展，我们还将探索自然语言处理、多模态等形态大模型在煤炭行业的应用，随着未来实践的深入，我们的认识也将进一步深化，对白皮书存在的不足之处，欢迎大家批评指正。





# 目录

DI  
R  
E  
C  
T  
O  
R  
Y

01 06-09

02 10-13

03 14-23

## 大模型跑步进入展开期 各行业迎来发展新范式

- 1.1 大模型引领人工智能发展方向
- 1.2 大模型深入行业，引发范式变革
- 1.3 面向大模型的配套建设已经起步

## 盘古大模型为行业而生 赋能矿山转型升级

- 2.1 矿山智能化正稳步推进
- 2.2 矿山企业确立智能化发展战略
- 2.3 矿山智能化现状挑战
- 2.4 矿山大模型基于"1+4+N"架构推动矿山智能化升级

## 矿山大模型 最佳建设实践

- 3.1 关键实践措施阐述
- 3.2 矿山典型业务场景的建设实践
- 3.3 数据安全和模型安全实践





# 04 <sup>24-27</sup>



## 矿山大模型 最佳运营实践

- 4.1 目标与挑战
- 4.2 运营组织体系建设实践
- 4.3 专业服务体系建设实践
- 4.4 模型运营管理实践

# 05 <sup>28-31</sup>



## 矿山大模型 最佳商业实践

- 5.1 拓展创新利益联结机制，  
协同共生、合作共赢
- 5.2 面向煤炭行业构建三种  
矿山大模型落地途径
- 5.3 实现战略、组织匹配，  
标准动作推动落地

# 06 <sup>32-33</sup>



## 矿山大模型为 “AI for Industries” 提供最佳实践指导

- 6.1 “大一统”模式构筑企业  
智能化基座
- 6.2 模型与业务适配，大小模  
型协同发展
- 6.3 通过持续运营，释放大模  
型的价值与潜力
- 6.4 开放思维合作共赢，赋能  
伙伴成就客户





# 01

## 大模型跑步进入展开期 各行业迎来发展新范式





## 1.1 大模型引领人工智能发展方向

近年来，人工智能技术发展迅猛，大模型在人工智能发展方向上发挥了重要的引领作用。大模型以其巨大的模型参数规模、大数据预训练和对强大计算能力的需求而著称。通过对大量数据集的预学习，大模型展现出卓越的模型精度和泛化能力，为众多领域提供了革命性的解决方案。

以自然语言大模型为例，大模型在处理自然语言任务时表现出了惊人的能力。当模型参数规模达到600多亿时，大模型在翻译和数学能力方面表现出色。当模型参数增加到1300亿时，大模型具备了上下文学习和处理复杂任务的能力。而当模型参数增加到5300亿时，大模型展示出知识组合和情感感知的能力。

大模型的智能化表现不仅仅局限于特定的任务。它还实现了从感知理解到生成创造、从专用到通用的全面智能化探索，为我们带来了无尽的创新空间，引领了一场方兴未艾的科技革命和产业变革。

## 1.2 大模型深入行业，引发范式变革

国内外多款生成式自然语言大模型的火热出圈，让大众对大模型能进行对话、写诗、作画等任务不再陌生，但这只是大模型应用的冰山一角。大模型只有深入到工业制造、金融科技、生物医药、科学研究等众多行业领域开展应用，才能真正发挥其巨大潜力。面对行业垂直领域的复杂任务，单一形态的大模型显然难以胜任，这就需要多种形态的大模型，来应对行业不同场景。

### 1. 视觉大模型

视觉大模型（以下简称CV大模型）基于海量图像、视频数据和独特技术构筑的视觉基础模型，赋能行业客户，利用少量场景数据对模型微调即可实现特定场景任务。

以煤炭行业为例，视觉大模型在出厂前经过上亿视频、图像数据的预训练，提高了模型的泛化性和精度，让矿山碎片化的长尾场景模型从“作坊式”开发，走向基于一个大模型的持续“工业化”生产，极大的降低了长期运营成本。

### 2. 预测大模型

预测大模型是面向结构化类数据，基于基础模型空间，通过模型推荐、融合两步优化策略，构建图网络架构的AI模型，实现生产工艺优化、供应链调度优化等场景的最优参数控制。

仍以煤炭行业为例，预测大模型结合了采集的原煤检验、精煤检验和生产过程数据，实现模型的自动选择和预测方法的自动优化，最终得到重介质洗选方案的最优化参数，下发到生产自控系统，有效保证了产品质量。





### 3. 自然语言处理大模型

自然语言处理大模型（以下简称NLP大模型）利用大数据预训练，结合多源丰富知识，通过持续学习吸收海量文本数据，不断提升模型效果。在实现行业知识检索回答、文案生成、阅读理解等基础功能的同时，具备代码生成、插件调用、模型调用等高阶特性。

以政企场景为例，NLP大模型帮助政企客户脱离“文山会海”的困扰。利用其阅读理解和文案生成能力，实现15种公文规范化生成，公文撰写从原先耗时周级降至天级，同时原先会议流水账被改写成标准会议议程；利用其语义搜索能力，实现最佳文档资料推荐，海量公文查找从天级降至分钟级。

### 4. 多模态大模型

多模态大模型融合语言和视觉跨模态信息，实现图像生成、图像理解、3D生成和视频生成等应用，面向产业智能化转型提供跨模态能力底座。

以金融行业7\*24小时智能自助服务场景为例，多模态大模型结合音视频通话、电话语音、文字交互形式，摆脱单一固定类型的限制，用多模态情感计算替代打分评价，获取客户真实有效的反馈，完善客户的情感分析，实现对客户意图、行为的全方面判断，针对不同客户打造“聊得来”的个性化智能客服，实现精准化、个性化、有温度的金融服务。

### 5. 科学计算大模型

科学计算大模型采用AI数据建模和AI方程求解的方法，从海量的数据中提取出数理规律，使用神经网络编码微分方程更快更准的解决科学计算问题。

以气象领域为例，华为云为行业提供盘古气象大模型，在四十多年的全球天气数据上训练深度神经网络，能够提供全球气象秒级预报，其气象预测结果包括位势、湿度、风速、温度、海平面气压等，由欧洲中期预报中心和中央气象台等实测验证，其在精度和速度方面超越传统数值预测方法。

## 1.3 面向大模型的配套建设已经起步

### 1. 人工智能已上升为国家战略，配套政策逐步完善

人工智能作为驱动第四次工业革命的重要引擎，深刻影响着经济、产业和各技术学科的发展。为此，世界主要国家纷纷把人工智能在社会各领域的创新发展提升到国家战略地位。

2017年，中国发布了《新一代人工智能发展规划》，旨在构筑人工智能发展的先发优势。2023年，中国发布了《生成式人工智能服务管理暂行办法》，《办法》为大模型的产业创新提供了政策导向和法律保障，也为产业监管提供了科学合理和平衡适度的框架。

### 2. 人工智能算力网建设，提供基础的算力底座

大模型时代，算力是重要生产力，在“东数西算”战略的推动下，智算中心、超算中心和一体化大数据中心已成为国家新基建的重要部分。2022年6月，“中国算力网”一期工程“智算网络”正式上线，以“鹏城云脑”为枢纽节点，跨域纳管了20余个异构算力中心，汇聚算力规模超3E Flops，建成全国智能算力互联体系，实现算力与AI开源服务向全国用户开放。



### 3. 数据要素治理探索转向，将促进数据价值释放

《“十四五”大数据产业发展规划》强调，推动行业数据资产化、产品化，数据要素治理的探索逐渐转向规范数据资源的市场化流通。2023年，国务院组建了国家数据局，负责协调推进数据基础制度建设，统筹数据资源整合共享和开发利用。这些举措将为大模型的发展提供必要的生产资料。

### 4. 人工智能进入“百模大战”的新时代

科技部新一代人工智能发展研究中心发布的《中国人工智能大模型地图研究报告》显示，我国研发的大模型数量位居全球第二，目前中国10亿参数规模以上的大模型已发布79个，进入“百模大战”的新时代，充分体现了我国在大模型领域的创新实力和发展潜力。



# 02

## 盘古大模型为行业而生 赋能矿山转型升级





## 2.1 矿山智能化正稳步推进

### 1. 政策推动矿山智能化发展

煤炭行业按照“四个革命、一个合作”能源安全新战略推进高质量发展。2020年2月，中国发布《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》，明确提出到2025年大型煤矿和灾害严重煤矿基本实现智能化，到2035年各类煤矿基本实现智能化，明确要求将人工智能新技术与现代煤炭开发利用深度融合，实现传统煤矿的智能化转型升级。

### 2. 示范案例引导矿山智能化迈向更高水平

2023年6月，为加快煤炭行业创新成果应用，国家能源局组织遴选并发布了《全国煤矿智能化建设典型案例汇编（2023年）》，从信息基础设施、智能掘进、智能采煤、智能露天、智能运输、智能防灾、智能洗选等7个方向提出80项智能化煤矿生产建设典型案例，积极引导煤矿智能化建设迈向更高水平。

## 2.2 矿山企业确立智能化发展战略

以山东能源为例，作为山东省煤炭行业的龙头企业，自2020年9月全国煤矿智能化建设现场会召开以来，为落实“深化机械化换人、自动化减人，建设一批智能化示范煤矿”要求，树牢“少人则安、高效可靠、实用实效”理念，构建了三项机制，即规划标准引领机制、科学分类建设机制、定期考核评价机制；筑牢了四大支撑，即建好平台支撑、强化技术支撑、筑牢装备支撑、夯实人才支撑；坚持了五个着力，即着力打造示范矿井、着力推进少人无人、着力提升生产效率、着力强化信息建设、着力保障生命安全健康，通

过以上举措，持续推动智能化建设提档升级。

## 2.3 矿山智能化现状挑战

煤炭行业推进智能化建设，依赖人工智能技术的支持，但传统单场景小模型方案存在诸多问题，制约了矿山智能化、规模化建设的发展。

以矿山智能应用的业务视角分析单场景小模型方案，存在以下问题：

**模型可移植性差。**传统模式针对一个矿山开发的模型无法直接复用到其它矿山，在一个生产单位训练的模型，转至其它单位应用时准确度明显下降，模型泛化性不足，难以规模化复制。

**工况变化，精度满足度低。**人工智能模型需要响应行业应用的快速变化，工况发生变化时模型的精度、性能、可扩展性等指标无法满足实际生产需求。

**数据安全风险。**传统模式的算法训练需要将煤矿的数据导出到线下开发环境进行训练，过程中数据安全保障困难，存在数据泄露等安全风险。





以矿山智能应用的开发视角分析单场景小模型方案，存在以下问题：

**开发效率低。**当前大部分人工智能开发者是采用传统“作坊式”开发，针对每个碎片化场景独立地完成模型选择、数据处理、模型优化、模型迭代等一系列开发步骤，无法积累通用知识，且不同领域的调试方法不同，导致开发周期长、效率低。

**开发门槛高。**人工智能开发的全生命周期包括问题定义、数据接入、数据处理、特征工程、模型训练、模型评估及发布、模型管理等环节，高度依赖人工智能专家的经验 and 算法能力，且当前人工智能领域开发者专业水平参差不齐，缺乏规范的开发流程和高效的调优技巧，需要专业人员持续支持。

因此，煤炭行业需要一种更安全、更高效、泛化强、易维护、泛化强的模型解决方案，以应对煤炭行业复杂多变的业务场景，从而推动煤炭行业的智能化建设。

## 2.4 矿山大模型基于"1+4+N"架构推动矿山智能化升级

针对单场景小模型方案的问题，华为推出矿山大模型解决方案，采用“1+4+N”总体架构，以分层解耦架构为特点，结合数据安全和隐私保护技术，利用无监督或自监督学习方法，从行业数据中提取知识，以满足煤炭行业不同业务场景的智能化需求。具体架构如下图所示：



图1 支持矿山企业业务板块智能生产模式创新



**“1”是矿山一站式AI平台：**华为云面向煤炭行业的智能化推出一站式AI平台，提供全流程的大模型训练与推理服务，具备训练算法管理、作业管理、多开发框架支持、模型统一管理、服务按需部署能力，支持GPU、CPU资源调度与统一管理，帮助用户管理全周期AI workflow，助力应用开发者快速完成模型开发与上线，使能煤炭行业创新AI业务。

**“4”是矿山大模型的核心能力：**L0层大模型由华为已投入大量算力、人力等资源，并基于海量数据预训练而来，包含视觉、预测、自然语言处理、多模态四大基础通用能力，参数已发展到千亿级别，泛化能力强，作为矿山大模型预训练的模型底座，华为拥有完全的知识产权。以L0层大模型为基础，华为面向煤炭行业开展深度合作，把煤炭行业的海量知识，如数百万张矿山图片，结合矿山通用场景，预训练出L1层矿山大模型，包括物体检测、语义分割等开发套件。这些开发套件可以对外授权，开放使用。L1层是煤炭行业的通用模型，能够与矿山具体业务场景结合，训练出L2层场景化模型。

**“N”是一系列应用于矿山具体业务场景的专属模型：**通过遴选、调研矿山业务领域，选择合适类型的L1场景化 workflow（以下简称 workflow）。在获得授权情况下，可以选择合适的L1层开发套件（以下简称开发套件），否则 workflow 只能调用预制的开发套件。 workflow 定义了训练L2层场景化模型的整体流程，实现L2层场景化模型可视化、向导式的训练。L2层场景化模型的生产层面，会根据用户的模型大小需求，从预训练模型中抽取满足需求的模型结构和权重。然后根据数据特点，在抽取后的模型上进行算法调优，生产可分发、部署的推理模型。

矿山大模型的优势在于它不仅能有效提升样本训练效率、降低样本标注的人力成本，还能与矿山业务应用深度融合，通过小样本快速训练出需要的场景化模型。同时，矿山大模型具有高泛化性和移植性，能适应矿山的不同业务场景。此外，矿山大模型实现了全栈自主创新，为煤炭行业智能化建设提供了综合解决方案。



# 03

## 矿山大模型 最佳建设实践



### 3.1 关键实践措施阐述

大型矿业集团在建设矿山大模型的过程中面临诸多挑战。由于下属矿山企业信息化程度不同、基础建设各异、技术团队能力参差不齐、对大模型的认识尚且不足，且矿山大模型作为新生事物，缺少行业内的标杆参照，这些因素都增加了建设过程的难度。在山东能源实践中，为了确保实践成功，我们提出以下关键措施：

#### 1. 做好顶层设计，集团中心统建，矿山边缘应用

通过在（山东能源）集团层面集约化建设统一的矿山大模型，可以统一思想，通过顶层设计明确项目建设的权责，从全局视角拉通业务与技术，明确目标与措施，协同内部资源，实现多元知识的融合，构筑共享的AI能力，支持集团决策和运营，促进集团业务转型和创新发展。具体的规划设计如下图：



图2 客户基于盘古矿山大模型，一站式开发场景模型





云边协同是规划的显著特点，在中心实现统一的人工智能开发、训练和运维，训练获得的推理模型被分发部署到位于生产单位的边缘节点，以支撑业务场景应用。在AI服务推理过程中，在边缘节点完成数据获取、推理识别、告警处置的业务闭环，并可通过接口将异常样本回传到中心云，中心接收、存储异常样本，定期启动再训练，生成新版本的推理模型，并重新分发到边缘，形成飞轮效应，实现AI服务的迭代优化。

## 2. 结合场景技术选型，采用试点先行策略逐步建设

矿山大模型的建设，需要深入了解业务需求和应用场景，分析业务数据特点，规划选用的基模型，适配开发套件，制定可行的技术方案。如防冲卸压场景，通过现场摄像头采集的视频数据开展业务，符合CV大模型能力范畴，经实验证明，钻杆识别准确率高于钻孔识别，适用事件检测开发套件，以此为基础进一步开展场景化模型的训练工作。

矿山大模型的建设不是一蹴而就的过程，首先需

要全面梳理矿山智能化场景，做好场景分类；然后选取具有代表性的业务场景进行应用试点，树立标杆；最后，横向不断推动新类型业务场景试点工作开展，纵向基于试点开发的模型成果，在更多同类型业务场景中推广应用。在山东能源的实践中，梳理的智慧化场景类型超过40个。以配煤为例，作为炼焦的核心工序，对通过大模型实现降本增效需求强烈，被列为先行试点场景，试点单位也选择了源煤类型多样、业务复杂的炼焦厂，以期通过试点发现和解决各种问题和不足，从而验证大模型的成效，为更广泛的推广和应用打下基础。

## 3. 实施标准化的工作流程，有序推进业务场景智能化建设

制定标准化工作流程，涵盖需求分析、设计、开发、测试和试运行等各环节，不仅有利于提高场景智能化建设的效率，也有利于（山东能源）集团评估建设所需资源，厘清工作界面，提前开展资源筹备，合理规划进度，从而保障目标达成。矿山大模型建设实践的工作流程可以参考下图：

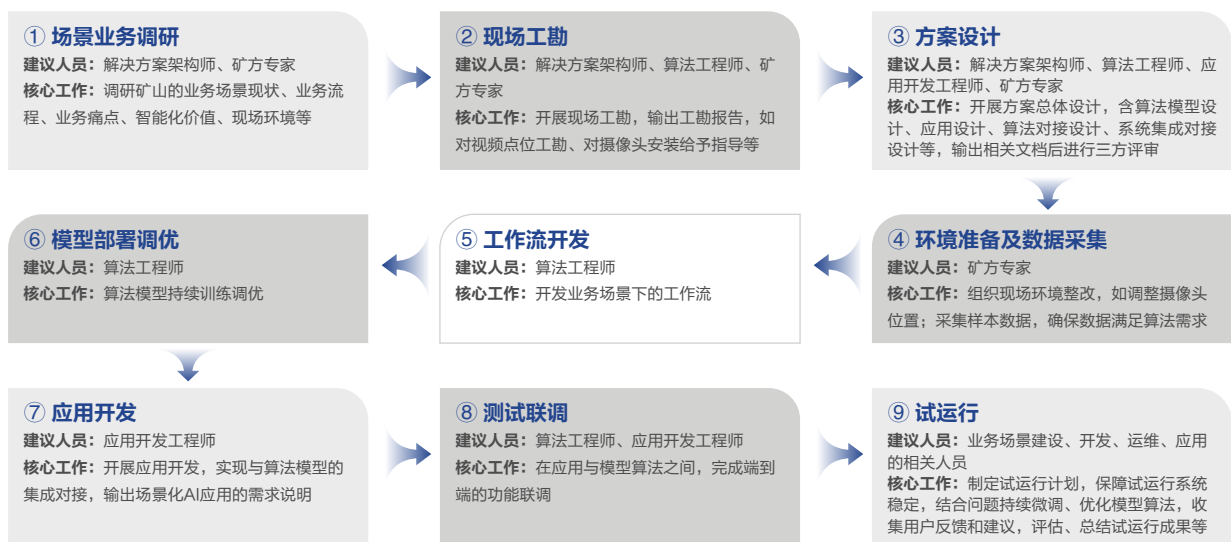


图3 矿山大模型建设实践的工作流程





图4 煤矿工业互联网架构

#### 4. 智能矿山工业互联网“三个统一”架构是确保大模型建设取得实效的关键保障

近年来，华为矿山军团和大型煤炭生产企业、行业伙伴在矿山智能化建设实践中，探索出“统一标准、统一架构”的智能矿山工业互联网作为煤矿智能化的必经之路，通过“统一数据规范”充分发挥数据作为核心生产要素的价值已经成为行业普遍诉求。

华为矿山军团以“少人无人、安全、高效”采矿的愿景驱动，把握工业互联网的特点，与行业共同努力，基于“三个统一”落实“七大转变”推进智能矿山工业互联网建设，将数字技术深度融合到矿山生产流程中。为此，矿山军团不仅将持续投入技术创新，也将以更开放的平台，广泛联合生态伙伴和科研院所，共同服务于矿山智能化建设。同时，华为矿山军团还将分享自身技术，与行业优秀伙伴一道积极参与标准的完善，切实

将“统一标准、统一架构、统一数据规范”落到实处，进一步释放智能矿山工业互联网在行业的价值，最终实现“煤矿工人穿西装打领带采煤”。

总之，大型矿业集团建设矿山大模型是实现智能化转型升级的必然选择，有助于实现安全生产和降本增效的目标。

我们将通过介绍矿山大模型在煤炭开采、煤炭洗选、煤炭加工三个关键工序中典型场景的应用，详细阐述我们的具体实践。

### 3.2 矿山典型业务场景的建设实践

#### 1. 防冲卸压

煤炭生产过程中的井下作业是煤炭开采中最具挑



战性和危险性的环节，尤其是采掘施工作业。这项作业环境艰苦，且工人流动性较大，因此安全问题尤为重要。在采掘施工过程中，预防冲击地压是重中之重，钻孔卸压是一种有效的防治方法，它能显著改善煤（岩）体的应力状态，降低冲击地压的风险。在钻孔施工中，钻孔深度是防冲卸压工程最关键参数，是人工核验的重点，通过矿山大模型，对钻孔施工情况进行实时监测，对钻孔深度自动核验，对孔深不足及时告警，避免漏检、迟检，可以显著提升矿山安全生产目标。

### 挑战

传统的防冲卸压施工监管方式，采用井下录制视

频、井上对视频逐个进行人工核验。这种方式无法实时查看井下施工过程，针对突发情况难以做出反应。同时，人工鉴别视频，不仅审核工作量大，效率低，还会导致漏检或误检。此外，面对大量视频资料，监管人员也难以查询和统计钻孔卸压的施工质量。这都影响了防冲卸压施工监管的效率和准确性。

### 方案

针对防冲卸压场景，我们提出了一种基于矿山大模型和矿企应用协同、云边协同的智能化解决方案，方案设计如下图：

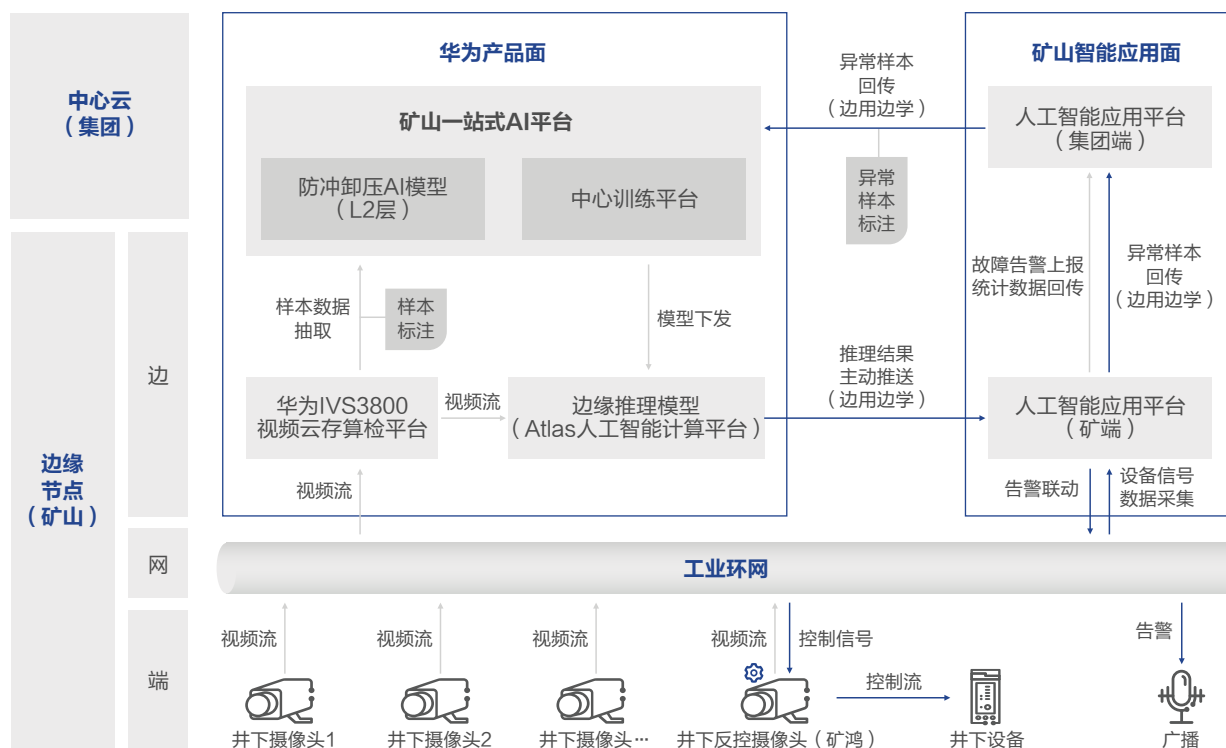


图5 矿山大模型和矿企应用协同、云边协同的智能化解决方案



方案中，首先从井下摄像头的视频流中抽取训练样本，这些样本包含钻机、钻杆、施工人员取杆动作等信息，并对其进行标注。接着，在中心训练平台完成防冲卸压场景化模型的训练。训练好的推理模型被下发到矿山边缘节点，以实现卸压孔施工质量的智能化核验，同时对卸压钻孔进行工程统计。推理结果将通过服务接口推送（云鼎科技）已建的人工智能应用平台，由其进行业务处理。

对于不合格的卸压工程，例如孔深不足等问题，人工智能应用平台将及时对现场进行声光数字化告警，甚至直接下发控制指令，以使物联网设备自动停机。在日常运行过程中，如果出现误报或未未知异常等样本数据，这些数据将经过标注处理后，推送回中心训练平台，定期对模型迭代训练，并重新下发，实现边用边学。整个过程中，仅需少量人工参与。

## 成效

矿山大模型在防冲卸压场景实践中，实现了显著的效果。首先，它减少了审核工作量，降低了约80%的人工审核工作量。其次，它实现了从隔天核验变为退杆结束后实时出结果，打钻深度不足时系统会发送告警，井上冲击地压监控中心可以实时查看井下工程作业情况。最后，它的使用也十分方便，可以对所有卸压工程进行100%审核，并自动记录和跟踪识别结果，方便按照卸压工程地点和时间进行快速查找和统计。

## 2. 重介密控

煤炭洗选是煤炭生产过程中的重要环节，对于清洁生产、节能减排以及提高煤炭价值具有关键作用。重介质分选法因其高效分选、强适应性和低密度分选等优点在煤炭洗选生产现场广泛应用。

然而，重介分选密度控制一直是难点，过去依赖人工经验，且缺乏可靠的数据分析系统，容易导致分选指标异常、精煤回收损失，影响到选煤的经济效益。现在，通过矿山大模型实现密度控制智能化，利用预测模型推送设定密度值，能够保证产品质量并提高精煤产率。

## 挑战

重介分选系统通过对各个洗选模块的参数进行精细化控制，确保洗选质量的稳定性和可靠性。然而，选煤厂在控制参数调整方面仍面临三大挑战：一是选煤厂多，入选煤种齐全，产线结构多样，工艺基本涵盖了国内所有主导选煤工艺，因此参数调整依赖于个人经验，这导致集团整体上缺乏一致性，洗选质量参差不齐，难以统一标准；二是参数的调优过程需要大量反复迭代，导致调优效率低、成本高，三是人工经验只能提供粗略调整，无法寻找到最优的经济效益控制参数。

近年来，智能化选煤厂建设在自动化、信息化方面取得了较大地提高，但在智能化方面可借鉴的成熟技术相对较少。特别是在重介分选密度控制系统利用智能化技术实现产品质量精准控制和增产提效方面，业界虽有探索，目前尚无成功案例，缺少相关经验参考。

## 方案

重介分选密度控制系统智能化的关键是构建重介密控算法模型，利用算法模型的预测能力，对生产数据实时分析，预测出最优的工艺参数组合。同时，算法模型要具备自学习能力，不断进化，在保证产品质量的前提下，实现增产提效的目标。我们的解决方案如下图所示：







图6 构建重介密控算法模型

重介密控模型被分为训练态和推理态两部分。训练态主要负责数据收集、样本构建、模型训练和部署等任务。推理态则负责数据预处理、算法推理、优化求解和最优参数下发等任务。在训练阶段，我们以生产机理和生产数据为基础，通过对煤质、生产工艺和生产数据的深入分析，构建出适应选煤厂需求的重介密控算法模型。在推理阶段，我们以实时生产数据为输入，包括灰分和煤量、介质入料压力、重介悬浮液密度、磁性物含量、精煤的灰分和煤量等数据，利用模型的分析预测能力，提供最优的工艺参数组合。这些参数组合再与矿端智能应用系统整合，通过生产控制系统将结果应用于生产过程中。

重介密控算法模型是L2层场景化模型，它是通过L1层结构化数据预测开发套件训练生成，其底层依赖于预测大模型能力。预测大模型由两部分构成：基模型选择和图网络融合。首先，通过基本算法，产生一组候选算法和搜索空间。然后，使用超参数搜索算法来找到最佳的超参数，并将基

模型输入到层次网络中进行训练。层次网络的输出会被再次用作下一次基模型选择和超参数搜索的输入。这个过程会重复多次，以便从多个基模型中得到层次网络的输出。最后，通过图神经网络对这些输出进行聚合，以得到最终的预测结果。同时，如果需要，也可以通过添加基础算法算子的方式，将其它训练好的基模型加入到预测大模型中，进行图神经网络的汇聚，而不需要修改其它的基模型和层次网络，以及图神经网络的结构。得益于此，重介密控算法模型具备强大的自学习能力。它可以吸收各种结构化生产数据，持续自我更新，迭代出新的算法模型，以适应生产条件的改变，并能够在众多选煤厂开展推广。

### 成效

重介密控场景的实践，是盘古预测大模型技术首次用于选煤生产，对重介密控参数的预测为行业首创，效果达到了国家《智能化选煤厂验收办法》智能分选的要求。该技术的应用有效保证了产品质量，提高了精煤产率。



### 3. 焦化配煤

焦炭是焦化行业炼焦的产物，炼焦是煤炭加工产业的重要部分。近年来，由于上游炼焦煤资源稀缺和价格上涨，以及下游钢厂对焦炭高质量和稳定性的要求提高，给焦化厂带来了巨大的成本压力。焦化厂的成本中，配煤成本占80%以上，传统配煤技术依赖人工经验，只有几个固定函数关系，实现成本和质量兼顾，具有挑战性。为了解决这些问题，我们通过矿山大模型构建人工智能配煤系统，实现了智能配煤，提高了配煤的准确性和稳定性，达到了降本增效的目标。

#### 挑战

炼焦生产的炼焦煤煤种多杂，其中焦煤和肥煤品质较好，但稀缺且价格较高，占炼焦煤比重仅约1/3。实际生产中需要通过配煤，将多煤种按适当比例配合，这直接影响到炼焦主要产品焦炭的

质量。然而，焦炭质量的预测目前主要依赖于人工经验或小焦炉试验。人工经验配煤易导致质量波动，难以沉淀配煤经验。小焦炉试验时间长达1-2天，且只能做定性分析。同时，人工配煤在成本和质量之间往往难以实现最优平衡，为保证质量达标，原料煤配比趋于保守，从而增加炼焦原料成本。此外，国内煤炭资源虽丰富但地域差异明显，仅凭人工经验难以及时调整配煤结构，这限制了用煤范围的扩大。

#### 方案

焦化配煤智能化核心要解决三个目标，即焦炭质量预测、配煤比例优化和自动配比，我们提出的方案与重介密控场景类似，基于预测大模型能力训练出焦炭质量预测模型，但为了快速获得配煤的最优解，还需要构建求解模型来计算，解决方案如下图所示：

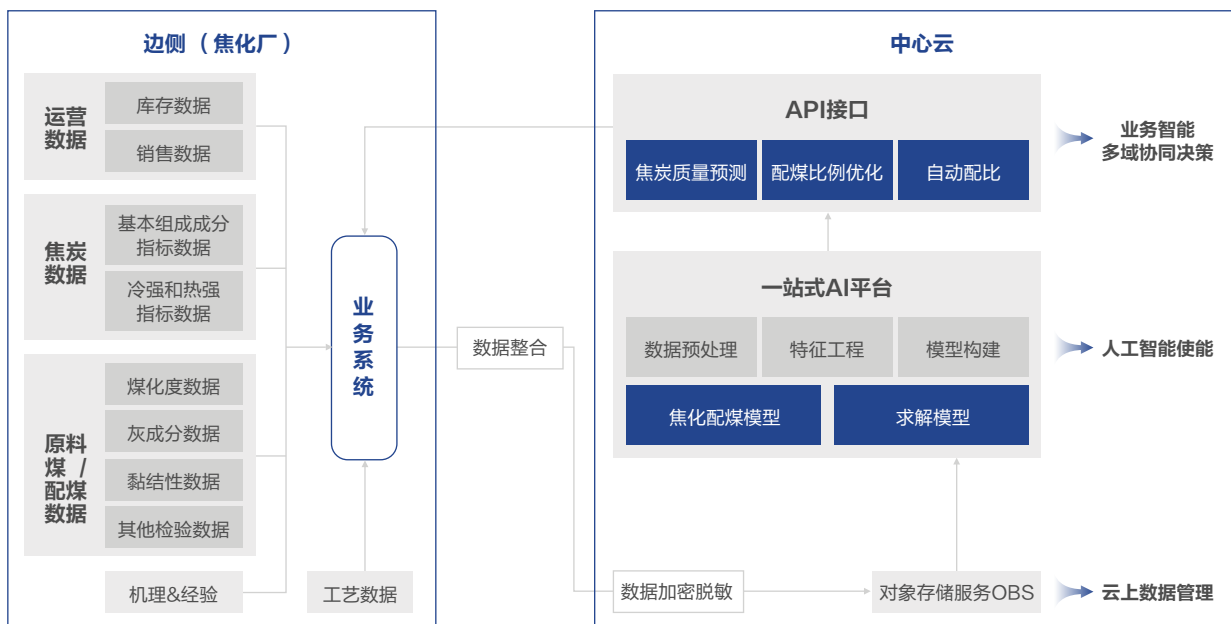


图7 焦化配煤智能化方案



部署到焦化厂边缘节点的焦化配煤业务系统，首先将运营数据、焦炭数据、原料煤、配合煤及工艺参数等结构化采集、处理、整合，然后以脱敏加密的方式上传到中心云的对象存储中，用于训练焦化配煤模型和预测焦炭质量使用，业务系统在生产过程中调用中心的API接口，实时获取焦炭质量预测、配煤比例优化和自动配比结果，以实现配煤的智能化。

为获得质量和成本平衡的最优解，要考虑所有配煤场景的制约因素和动态变量的交叉及融合，非常复杂。求解模型将运筹学和AI相结合，可以根据上传数据结合配煤师配比方案高效计算出优化配比，并结合焦化配煤预测模型，生成优化前后两个方案产出焦炭的质量指标，由配煤师确认结果，并决定最终下发生产的配煤方案。

## 成效

以矿山大模型为基础建设的智能焦化配煤系统，应用于炼焦厂后，切实达到了降本增效目标，炼焦配比验证时间从1至2天缩短至1至2分钟，平均每吨配合煤成本可节约数元。同时，通过端到端的数据的打通、采集、存储，为焦化厂提供了可追溯、可分析的数据，为原料煤采购、煤种选择和煤质评估提供了数据支撑。此外，该系统还辅助了新配煤师快速上岗，扩展了老配煤师的思路，提升了煤种选择的广度。

## 3.3 数据安全和模型安全实践

矿山大模型涉及大量的训练数据，同时也会累积众多场景化模型，这些数据和模型都是矿山企业的重要资产，围绕数据和模型的全生命周期，我们构建了安全保障方案，包括以下方面：

**数据采集：**数据生产和采集环节的数据体量大、种类多、来源杂，需要建立数据分级分类管理制度进行管理，对敏感数据进行识别和脱敏处理。同时对数据中可能存在的含偏样本、伪造样本、对抗样本实现过滤，从而保障数据生产安全。

**数据传输：**数据传输过程，需要采用安全传输协议，并对数据进行加密处理，保障数据传输安全。

**数据存储：**运用高效的加密算法对数据进行加密存储，防止未经授权访问、修改或破坏数据等安全问题。部署密钥管理服务，实现密匙全生命周期安全管理。同时通过集群容灾、数据备份和硬盘保护等多种策略保障数据存储安全。

**数据访问：**采用多因子认证机制，对用户身份进行验证和授权，防止因为数据的恶意非法访问，而导致数据泄露、窃取、滥用等严重后果。

**数据使用：**针对数据使用的安全问题，可采用数据匿名化、数据脱敏等技术，保障数据在授权范围内被访问、处理，防止数据窃取、隐私泄露、损毁等安全问题发生。

**数据销毁：**采用数据关联销毁、软销毁与硬销毁结合的方式，彻底销毁或删除数据，防止数据销毁不彻底、数据内容被恶意恢复等情况。

**模型加密防窃取：**使用对称加密算法对参数文件或推理模型进行加密，使用时直接加载密文模型完成推理和训练。

**模型动态混淆技术防窃取：**使用控制流混淆算法对模型的结构进行改造混淆，使得混淆后的模型





即使被窃取，也不会泄露真实的结构和权重。在模型使用时，只要传入正确的密码或者自定义函数，就能正常使用模型进行推理，且推理结果精度无损。

**模型防攻击：**通过对抗样本监测和对抗训练，提升模型安全性。同时，通过差分隐私训练、抑制隐私保护机制，减少模型隐私泄露的风险。





# 04

矿山大模型  
最佳运营实践



## 4.1 目标与挑战

矿山大模型具备巨大潜力，需要通过持续迭代和不断进化去挖掘。这就要求矿山企业必须重视对矿山大模型的持续运营，构建起常态化运营体系。日常，能够根据业务需求，快速生成满足要求的算法模型，促进矿山企业降本增效和安全生产。同时通过智能化管理，实现从事后被动管理向事前主动管理的转型，并不断扩展在众多领域的应用，以提升企业的科技影响力，促进企业数字化转型。

矿山大模型在矿山开展运营实践，面临着一系列的挑战。首先，推动矿山大模型在集团（山东能源）下属众多厂矿应用，并与各领域生产经营业务深入结合，需要新建立强有力的运营组织进行保障。其次，矿山企业缺少AI专业人才，伴随矿山大模型深入应用，这需要做好运营规划，评估人才缺口，建立起有效培训机制，同时，也要注重引入外部优秀资源，帮助企业完善智能化能力。然后，随着矿山大模型不断在新场景中应用，

为更多业务应用赋能，仍需要厂商（华为）的专业支持，从技术、产品、方案方面给予专家指导。最后，矿山大模型在建设和运营期间，会沉淀、积累大量数据和模型，底层L1层大模型会不定期升级，L2层众多场景化模型需要持续构建、迭代训练和对外提供服务，需要建立起模型运营机制，以有效运营管理这些资产。

## 4.2 运营组织体系建设实践

为保障矿山大模型运营工作的开展，我们建立了运营组织，由集团公司（山东能源）、运营公司（云鼎科技）、华为共同组成。集团公司负责运营的总体统筹和决策，提供智能化场景支持、业务专家指导和集团政策支持；运营公司作为运营主体，负责运营的日常管理、工作开展、运营场景模型的开发和交付；华为提供辅助运营支撑，参与到运营管理中，为运营公司持续赋能，提供技术专家支撑。组织构成和责任分工如下图：

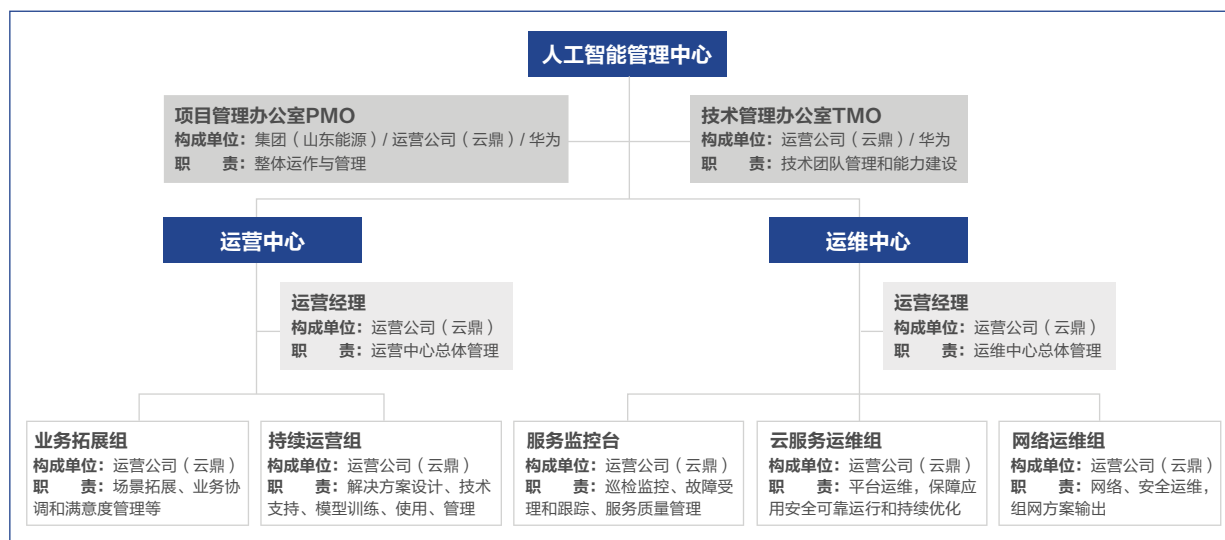


图8 矿山大模型运营组织构成和责任分工





### 4.3 专业服务体系建设实践

在运营实践中，华为打造了一套矿山大模型专业服务体系，开展辅助运营，帮助集团（山东能源）和运营公司（云鼎科技）构建起矿山大模型的持续运营能力。具体如下图所示：



图9 矿山大模型专业服务体系

专业服务具体被划分为五个类别：基础运营、产业赋能、人才培养、生态发展和运维。基础运营是矿山大模型运营的基本内容；产业赋能为矿山企业提供专项技术支持，以促进企业利用大模型的能力；人才培养包括认证体系和培训班，旨在培养和识别人才，并赋能集团和运营公司的各层人员；生态发展则是与外部建立连接，以获取外部运营支持，扩大行业视野，实现跨领域合作；运维服务可以由华为提供驻场支持，为矿山大模型的正常运行保驾护航。

### 4.4 模型运营管理实践

矿山大模型并非一成不变，而是持续在进化。首先，L1层大模型是经过华为预训练而来，在系统中体现为开发套件，是训练L2层场景化模型的基础。L1层大模型会不定期迭代升级版本，以持续提升矿山大模型的能力。L1层大模型迭代更新后，需要使用新版开发套件，对已有L2层场景化模型重新训练，并下发使用，因此影响范围较大。然后，L2层场景化模型，不仅受开发套件迭



代影响，为了实现边学边用，降低误识别和误告警率，并提高模型精准率，同样需要定期迭代升级。因此各层模型都需要不断迭代更新，这是运

营工作的重点，需要建立工作机制进行规范。经过实践，我们建议的工作机制如下表：

阶段	建议工作
迭代流程发起	知会相关生产单位，反馈本周期内新场景样本、难例样本等数据
样本收集	各相关生产单位，将数据反馈给运营公司（云鼎），运营公司做好数据收集，版本归档
样本标注	运营公司（云鼎）将收集的样本数据，按AI场景类别，进行数据标注
新增样本收集到训练数据集	运营公司（云鼎）需将标注好的数据集，分类汇总，及时归纳到训练数据集
启动训练	运营公司（云鼎）协调好中心云训练资源后，启动训练，如果是L1大模型迭代，还需要利用新版本的开发套件全部重新训练L2层场景化模型
模型评估	运营公司（云鼎）需对新版本大模型进行技术评估，如果是L1大模型迭代，需验证基于此版本训练的L2模型是否能覆盖新场景、新难例数据
版本归档	运营公司（云鼎）对当前大模型版本修复情况进行说明，并做好归档
推广使用	运营公司（云鼎）应在后续L2层场景化模型训练时，据实按需选择最新版本的开发套件进行训练

图10 矿山大模型工作机制规范





# 05

矿山大模型  
最佳商业实践





## 5.1 拓展创新利益联结机制，协同共生、合作共赢

矿山大模型帮助企业智能化转型升级是一个系统工程，在商业模式上，需要符合参与各方的诉求，建立长效合作模式。以在山东能源的实践为例，山东能源、云鼎科技、华为作为实践过程中的主要参与方，梳理了各自核心诉求，清晰了各自定位，明确了各自角色职责，制定建设规划与预算，分阶段建设，对内持续拓深、拓宽智能化场景，加速智能化建设，对外形成合力，通过能力外溢，形成行业影响力，助力行业开展矿山大模型实践。

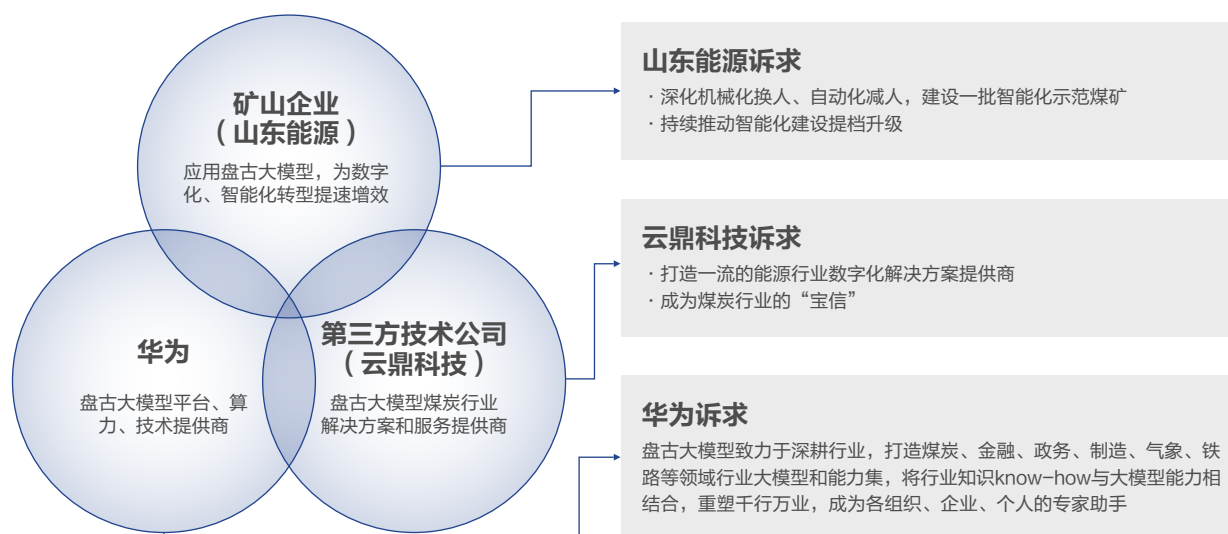


图11 拓展创新利益联结机制

### 矿山企业 (山东能源) 的定位

山东能源是矿山大模型方案的投资方，其对煤炭行业的需求和痛点是实践开展的前提，同时也是实践成功的受益者。山东能源高层领导全力支持

了矿山大模型的实践，关注矿山大模型的价值、商业模式和风险控制，明确将矿山大模型作为企业智能化升级转型重点建设方向；各级领导积极推动，实地考察大模型成功案例，论证技术大方



向可持续，梳理痛点需求，选取典型落地场景；山东能源积极的态度和合作精神，为实践的成功提供了有力保障，通过实践也为煤炭行业提供新的解决方案和发展方向。

### 华为的定位

华为是矿山大模型平台的提供商，提供超大规模人工智能模型训练平台和先进的基础设施，专注矿山大模型的产品研发、升级，提供大规模算力，完成海量数据的预训练，持续开展前沿技术探索和研究，保持大模型平台的先进性。

华为提供算力平台、云服务、开发套件和专业服务等完整的AI生产链，积极寻求与深耕行业的服务商合作，将行业知识know-how与大模型能力相结合，通过合作共赢，为行业客户创造价值，携手做大、做强行业市场。

### 第三方技术公司（云鼎科技）的定位

云鼎科技是矿山大模型实践的服务提供商，在实践中，云鼎科技充分发挥自己对行业深刻理解的优势，帮助华为开发矿山定制化的解决方案，并提供了专业的技术支持，使山东能源能够有效地应用矿山大模型。

云鼎科技依靠华为在人工智能、大模型上的平台赋能、技术赋能，专注于打造大模型L2层场景化方案，不断挖掘煤炭行业需求，帮助山东能源用好、用深大模型，帮助华为识别实践中有价值的需求，促进盘古大模型持续的技术创新。同时在矿山大模型的实践过程中，云鼎科技以盘古大模型作为自身产品智能化的基座，孵化行业通用解决方案，深化与华为的伙伴关系，共同推进行业市场的拓展，努力向打造一流的能源行业数字化解决方案提供商迈进。

## 5.2 面向煤炭行业构建三种矿山大模型落地途径

大模型的大参数、大数据、大算力特性，注定矿山大模型高投入的特性，针对行业客户特点，华为提供了三种矿山大模型落地途径：

### 途径一：大型矿业集团企业“自己做大厨”

大型矿业集团企业（山东能源）拥有庞大的数据资源，面临各类严格的行业监管，对数据安全有着较高的要求，建设私有化部署的矿山大模型可以充分利用企业数据，沉淀行业经验，提升自身智能化能力，从而在市场竞争中占据优势地位。

矿山大模型在山东能源的实践过程中，山东能源在中心全套投建了华为云Stack云底座、矿山一站式AI平台，本地化部署了L1层矿山大模型，由第三方技术公司（云鼎科技）、华为共同面向业务领域建设L1场景 workflow 和定制行业开发套件，并训练生成L2层场景化模型，分发、部署推理模型到矿山端侧，辅助实际生产。

### 途径二：大型矿业集团企业自加工“预制菜”

不同于途径一，不支持矿山企业自主开发L1场景 workflow，第三方技术公司采用华为预制的L1场景 workflow 和通用开发套件，帮助矿山企业完成L2层场景化模型的训练、开发，帮助矿山企业完成L2层场景化模型的训练、开发，部署推理模型到矿山端侧，辅助实际生产。

### 途径三：中小型矿山企业“下饭馆”

考虑中小型矿山企业难以承担途径一、途径二的高投入，华为构建了基于公有云运营的矿山大模型商业模式，构建煤炭行业AI算法“1+N统一大市场”，在华为公有云部署大模型基座版本，中



小型矿山企业根据自身需求，在公有云上购买训练、推理服务，订阅模型，集成到自身的智能化应用中去，完成企业智能化建设。

### 5.3 实现战略、组织匹配，标准动作推动落地

矿山大模型的成功实践，需要矿山企业从战略、组织上做好转型准备，通过三步标准动作完成商业落地。

#### 1. 组织洞察

矿山大模型的商业实践是为了实现煤炭行业的数字化和智能化转型，这需要矿山企业在战略层面同样以此为目标，把智能化转型作为提高生产效率、降低成本、提升安全性的途径。以山东能源为例，山东能源构建的“三项机制、四大支撑、五个着力”是矿山大模型成功实践的基本保障。

矿山大模型的实践，因为其创新性，以及对企业工作方式的深刻改变，势必面临众多挑战，需要客户高层充分理解和支持，与华为达成战略合作

意愿或签署战略合作协议，做好中长期规划、预算，高层参与推动，这是实践成功的重要保障。

#### 2. 专项调研、公有云PoC验证

大模型全面建设前，企业可以选择拨出预算开启PoC验证，验证方式可以选择在公有云开展，期间全面梳理企业人工智能建设的现状、诉求、痛点及需求，内部达成共识，明确PoC的范围、验收标准。矿山大模型在山东能源的实践中，联合团队做了充分的调研，确定了联合创新课题方向，通过PoC验证了矿山大模型小样本能力、泛化能力、样本筛选能力和新场景算法精度等。

#### 3. 规划设计、集团统建大模型

项目落地前，企业要通盘考虑大模型在企业中的落地、布局，做好规划预算。矿山大模型在山东能源的实践中，确认了大模型的价值后，确立了集团统建，混合云部署，二级公司、矿山边缘推理应用，云边协同的建设方向。联合华为、云鼎，完成了战略对齐，梳理了大模型的业务架构、信息系统架构、技术架构及演进思路，然后根据需求给出详细部署方案，通过了三年的预算规划。





# 06

## 矿山大模型为 “AI for Industries” 提供最佳实践指导



## 6.1 “大一统”模式构筑企业智能化基座

大模型具备的泛化性能力，使其具备在不同场景下的通用性。矿山大模型通过实践，证明基于一套大模型底层框架，可以帮助集团企业实现经验、模型在内部的共享、共用。同时，通过在中心平台为二级公司开设“租户”账号，二级公司可以自行开展模型训练，通过推理模型下发，实现二级公司边端推理，这又保持了二级公司的自治性。

大模型初始建设投入大，其中训练成本的占比最大，而训练平台十分适合中心化建设。集团建设统一的大模型底层框架，在中心部署大模型训练的算力平台，二级公司及产线仅需在边端部署推理机，无需独立承担数据、算法、算力的高门槛，专注于场景的智能化建设，从而实现企业智慧化建设的集约化。

## 6.2 模型与业务适配，大小模型协同发展

大模型有多种形态，包括自然语言、视觉、预测、科学计算和多模态等基础大模型，每种形态适应不同业务领域，矿山大模型实践证明，根据业务适配不同的基础大模型十分重要，需要充分考虑业务场景特点、训练数据特性、模型扩展需求等多方面因素。

矿山大模型实践过程中发现，企业在AI建设方面已经累积了众多成果，这些小模型的AI成果在大模型出现后，并非是要被全面替代，而是可以继续发挥自己的价值，一是可以由一站式AI开发平

台统一纳管，填补大模型的空白领域；二是可以与大模型融合，如预测大模型在模型融合阶段，可以加入已有的小模型算法；三是可以通过大模型训练小模型，提升小模型的能力。

## 6.3 通过持续运营，释放大模型的价值与潜力

矿山大模型实践表明，虽然建设阶段投入了大量资源，但是建成后，仍需要通过持续运营，不断发现和解决模型存在的问题，不断优化和改进模型，推进“边用边学”，持续沉淀集团经验知识。同时，只有通过持续运营，才能将大模型与企业的各业务板块进行深度融合，实现大模型在各业务板块广泛应用。只有在广泛应用的基础上，才能充分发挥大模型的价值和潜力，才能推动企业的数字化、智能化转型的加速实现。

## 6.4 开放思维合作共赢，赋能伙伴成就客户

华为云打造的盘古大模型，是为行业而生，这里的行业是千行万业，这决定了华为在深耕行业过程中，重心是为行业提供大模型的平台、算力、技术，寻求与深谙行业的伙伴合作，通过对伙伴进行平台、技术赋能，帮助伙伴构筑基于盘古大模型的方案能力、产品能力、运营能力，借助伙伴的力量，实现在行业场景下的精耕细作，为行业客户提供专业服务，助力达成企业智能化战略目标。





扫码了解更多



扫码获取电子版

#### 商标声明

、HUAWEI、华为、 是华为技术有限公司商标或者注册商标。

在本手册中以及本手册描述的产品中，出现的其它商标，产品名称，服务名称以及公司名称，由其各自的所有人拥有。

#### 免责声明

本文档可能含有预测信息，包括但不限于有关未来的财务、运营、产品系列、新技术等信息。由于实践中存在很多不确定因素，可能导致实际结果与预测信息有很大的差别。因此，本文档信息仅供参考，不构成任何要约或承诺，华为不对您在本文档基础上做出的任何行为承担责任。华为可能不经通知修改上述信息，恕不另行通知。

**版权所有** © 华为技术有限公司2023。保留一切权利。

非经华为技术有限公司书面同意，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本手册内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

