

井工煤矿人工智能视觉识别技术要求

Requirements for artificial intelligence visual recognition technology for
underground coal mines

2025 - 06 - 30 发布

2025 - 09 - 30 实施

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 缩略语 2

5 技术架构 2

6 功能要求 2

7 安全要求 6

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由山西省能源局提出、组织实施和监督检查。

山西省市场监督管理局对本文件的组织实施情况进行监督检查。

本文件由山西省能源局标准化技术委员会（SXS/TC42）归口。

本文件起草单位：山西晋云互联科技有限公司、山西省能源发展中心、华为技术有限公司、精英数智科技股份有限公司、联通（山西）产业互联网有限公司。

本文件主要起草人：王学斌、张成银、王辉、张弘、曹帅、于涛、杜婧、阴鹏飞、李娜、马文博、何康、张加科、王先超、刘博、吴喆峰、龚大立、宋景文。

井工煤矿人工智能视觉识别技术要求

1 范围

本文件规定了井工煤矿人工智能视觉识别的技术架构、功能要求和安全要求。
本文件适用于山西省内井工煤矿人工智能视觉识别的设计与建设。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
- GB/T 28181 公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求
- GB/T 30147 安防监控视频实时智能分析设备技术要求
- GB 35114 公共安全视频监控联网信息安全技术要求
- GB/T 39680 信息安全技术 服务器安全技术要求和测评准则
- GB/T 41867 信息技术 人工智能 术语
- GB/T 44271 信息技术 云计算 边缘云通用技术要求
- GB 50174 数据中心设计规范
- MT 287 煤矿信号设备通用技术条件

3 术语和定义

GB/T 41867、GB/T 44271界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

井工煤矿人工智能视觉识别 artificial intelligence visual recognition for underground coal mines
对井工煤矿人、机、环等视频数据进行采集、管理和处理，借助智能识别技术，实现对井工煤矿人、机、环状态的智能识别与分析。

3.2

中心侧 central side
具备算力资源、数据资源及煤矿人工智能视觉识别模型开发能力，能够进行数据治理、模型开发与训练、模型持续优化的平台。

3.3

边侧 edge side
具备煤矿人工智能视觉识别模型推理资源及模型统一管理能力，能够实现模型推理和应用集成编排的平台。

3.4

端侧 device side

具备视频采集及推理结果联动能力的终端设备，包含摄像机、声光报警器、应急广播等设备。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AI：人工智能（Artificial Intelligence）

AGC：自动增益控制（Automatic Gain Control）

5 技术架构

井工煤矿人工智能视觉识别技术架构应按照“中心侧—边侧—端侧”的层级部署，并应考虑与煤矿已建设的相关平台系统和端侧智能设备兼容。井工煤矿人工智能视觉识别技术架构如图1所示，应符合以下要求：

- 中心侧包括 AI 算力基础设施、数据治理平台、人工智能模型开发平台，可实现模型的开发、训练、下发部署及边用边学，具备持续提升模型精度，以及对煤矿视频、图片数据进行存储集成、标注、开发和数据服务等能力；
- 边侧包括 AI 管理平台和应用平台，具备模型推理、应用编排与推理识别结果集成能力；
- 端侧包括摄像机以及具有执行或联动能力的声光报警器、应急广播等设备，具备视频采集与推理应用响应的执行能力；
- 中心侧和边侧通过专线实现网络互通，为中心侧将已训练模型下发部署到边侧、已部署模型的边用边学与持续迭代优化，以及边侧异常样本向中心侧反馈提供网络通道；
- 边侧和端侧通过工业环网实现网络互通，为视频流和模型推理结果的传输提供网络通道。

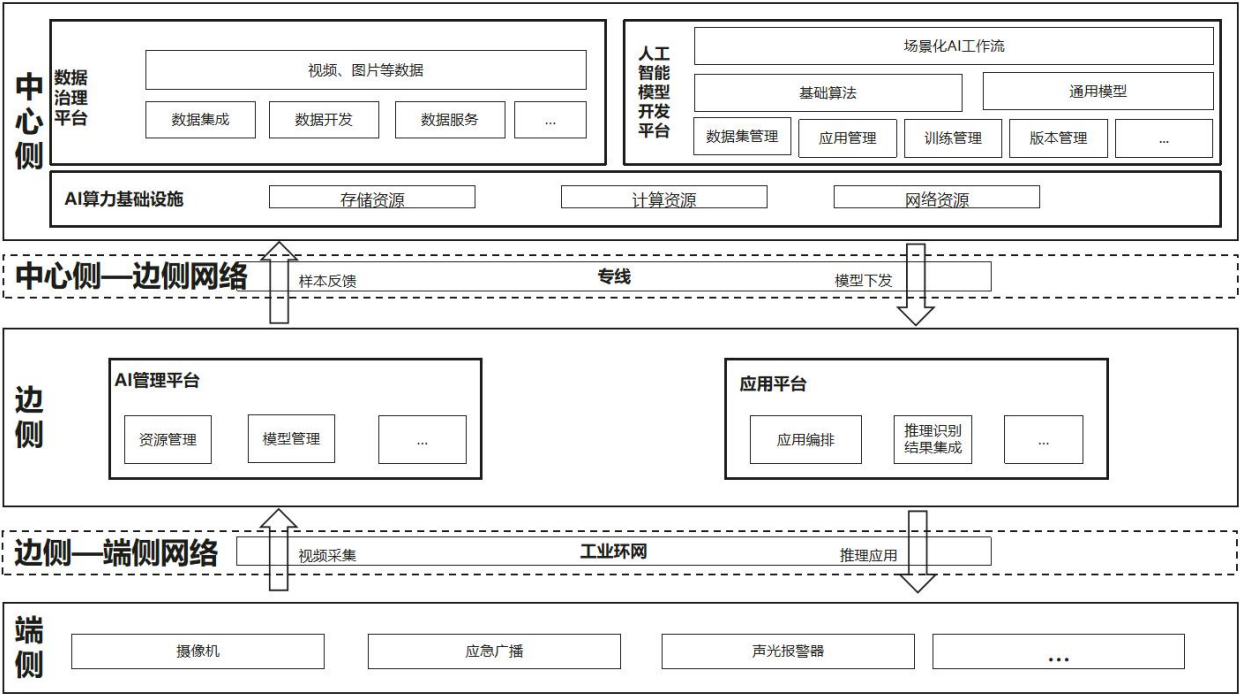


图 1 人工智能视觉识别技术架构图

6 功能要求

6.1 中心侧功能要求

6.1.1 总体要求

中心侧应具备煤矿数据治理、AI 模型开发能力，以及人工智能算力基础设施，实现视觉识别模型的训练、下发部署、边用边学及持续提升模型精度和使用效果等功能，并具备煤矿视频、图片数据的集成、存储、标注、开发、服务等功能。若不具备建设条件，可依托其他符合本标准要求的中心实现相关功能，鼓励采用集约统建的 AI 算力基础设施以节省建设成本。宜优先选用自主可控的软硬件。

6.1.2 中心侧数据治理技术要求

中心侧数据治理技术，应符合以下要求：

- 满足数据安全要求，支持根据数据的敏感性和重要性进行分类与分级，实施差异化保护策略；具备敏感数据脱敏处理能力，在数据应用中严格遵守数据安全与隐私保护政策；具备严格的访问控制机制，确保只有授权用户可访问相关数据；制定数据备份与恢复策略，确保数据的可靠性和可恢复性；具备数据安全审计能力，及时发现并解决潜在的安全隐患；
- 满足数据质量要求，可见光摄像机的人工智能训练图片分辨率不应低于 1024*720 像素，热成像摄像机的图片分辨率不低于 256*192 像素，其中目标检测的标注内容不小于 100*100 像素，标注内容不应出现画面粉尘、烟雾、曝光严重、背光、亮度不足情况；
- 具备数据存储与计算能力，支持结构化数据、半结构化数据、非结构化数据、二进制数据的采集、存储功能；具备弹性扩展能力，根据业务需求动态调整存储资源；支持多种计算模式，如批处理、流处理等，满足不同场景下的数据处理需求；支持在数据存储与计算过程中，采取有效的安全措施，确保数据的隔离性与安全性；
- 具备数据全生命周期管理能力，提供数据集成、数据存储、数据开发、数据治理、数据标注、数据服务等能力；
- 具备数据治理监测能力和应急响应能力；
- 具备数据集成工具，实现数据的快速整合与共享；具备数据质量管理工具，对数据质量进行持续监控与优化；具备数据加密、访问控制等安全工具，保障数据安全。

6.1.3 中心侧模型要求

中心侧模型，应符合以下要求：

- 具备煤炭行业基础模型及基于基础模型的场景模型开发工具；具备模型预训练、微调、部署、迭代能力；具备中心侧-边侧协同、边用边学、模型持续优化能力；
- 支持在线下发部署模型到边侧推理设备；
- 具备样本反馈接口功能，供边侧 AI 管理平台调用，反馈异常样本到中心侧进行模型迭代和场景的优化训练，接口具备安全验证能力；
- 具备运营管理功能，支持数据集管理、应用管理、应用优化、服务管理、中心侧-边侧协同和模型管理；
- 具备图像分类、物体检测、异常识别、目标跟踪、视频分类基本技术开发功能，宜具备语义分割、实例分割、姿态估计等相关技术开发功能；
- 具备训练作业管理、作业参数管理和模型管理等功能；
- 支持对煤炭行业基础模型进行抽取、剪枝、蒸馏等轻量化操作，训练不同规格的场景模型；

——具备泛化能力，所训练的场景模型精准率和召回率均不低于 90 %。

6.1.4 中心侧 AI 算力要求

中心侧AI算力，应符合以下要求：

- 支持分布式训练和存储；
- 计算芯片支持高速网口直出互联；
- 支持业内主流的 Pytorch、TensorFlow 和 MindSpore 等计算框架；
- 所在机房应满足 GB 50174 所规定的 B 级及以上标准，宜采用模块化方式建设，满足 GB/T 22239 标准第三级安全等级保护要求。

6.2 边侧功能要求

6.2.1 总体要求

边侧应具备AI推理、应用编排与推理识别结果集成能力。宜优先采用自主可控的软硬件。视频数据的采集、存储应配备流媒体服务器。

6.2.2 边侧 AI 推理要求

边侧AI推理，应符合以下要求：

- 具备与中心侧煤矿人工智能模型开发平台联动的能力；
- 应建设 AI 管理系统，配备模型推理服务器；
- 已部署的模型应在矿端保持常态化运行，识别准确率、召回率均应不低于 90 %。

6.2.3 边侧 AI 管理系统要求

边侧AI管理系统，应符合以下要求：

- 具备自动纳管由中心侧煤矿人工智能模型开发平台下发场景模型的功能；
- 支持矿端现有模型信息手动导入、删除、查询和修改等操作，可对来自不同厂商、不同类型的模型的统一管理、统一配置、统一监控；
- 具备 AI 资源管理、模型管理、模型部署等可视化管理功能，支持模型绑定指定摄像机，以及监控驾驶舱、实时报警等展示功能；
- 具备样本反馈机制，可将 AI 误报和新增场景样本图片反馈至中心侧进行统一训练、模型优化、迭代升级；
- 支持模型容器状态信息、心跳存活信息上报；支持模型推理任务状态信息上报；支持模型容器服务节点的内存、硬盘、CPU 等信息上报；支持对视频源质量和状态的检测分析；
- 支持模型和应用解耦，支持推理结果分发到不同系统或应用进行融合分析；
- 支持对端侧摄像头的纳管和掉线检测，支持向端侧声光报警器或者应急广播类设备发送指令。

6.2.4 边侧 AI 推理服务器要求

边侧AI推理服务器，应符合以下要求：

- 单个推理服务器不低于 2 个 CPU 核心，单个 CPU 不少于 24 核；
- 单个推理卡支持算力切分，内置 CPU 核应不少于 8 核；支持 H.264、H.265 视频编解码和 JPEG 图片编解码，单卡显存不少于 24 GB；
- 支持主流的 AI 计算框架，包括 Pytorch、TensorFlow 和 MindSpore 等。

6.2.5 边侧其他要求

边侧应支持AI推理结果和业务应用的编排和自动化执行，业务应用和AI推理高效融合和集成，能够实现业务闭环。

6.3 端侧功能要求

6.3.1 总体要求

端侧应部署具备视频数据采集能力的摄像机，宜配备具备 AI 推理结果响应能力的执行设备，如声光报警器、应急广播等。

6.3.2 声光报警器要求

支持红绿双色显示，宜采用多色（如红、黄、蓝、绿）频闪以提升辨识度；光信号强度应满足在黑暗中 20 米处可见，且符合 MT 287 或最新标准要求。

6.3.3 应急广播要求

应急广播终端声压不小于85 dB（1 m处），频率范围500 Hz～2000 Hz，具备抗干扰能力，适应瓦斯、粉尘环境，防护等级不低于IP65，且符合 MT 287 或最新标准要求。

6.3.4 摄像机要求

6.3.4.1 可见光摄像机要求

可见光摄像机，应符合以下要求：

- 粉尘较大区域，摄像机宜具有自清洁功能；
- 宜采用星光、超微光、全彩等相关技术以及相关图像算法；
- 彩色摄像机最低照度宜采用小于或等于 0.005 Lux (F1.2, AGC ON, 1/30 快门)，黑白摄像机最低照度宜采用 0.0005 Lux (F1.2, AGC 打开, 1/30 快门)；宜采用具备红外摄像仪或白光补光的摄像机，如采用红外补光摄像机，输出图像尺寸不低于 1024*720 像素，如采用白光补光摄像机，输出图像尺寸不低于 1920*1080 像素；光线比较复杂的场景，配备合适的宽动态范围摄像机，井下宜选择支持强光抑制、透雾、逆光补偿功能的摄像机；
- 摄像机具有自动光圈功能和防抖动功能，实现光圈自动调节，保障光照度变化的场合正确曝光成像；
- 采掘工作面选择具备变焦和自动聚焦功能的摄像机；
- 视频帧率达到 15 fps 以上；用于皮带监测的视频达到 25 fps 以上；
- 设备防护等级不低于 IP65；
- 摄像机支持全双工 TCP/IP 传输协议，视频流传输协议符合 GB/T 28181，提供 RTSP 格式视频分发，宜支持双向语音对讲；
- 移动摄像机能快速部署、快速拆卸及方便携带，配置分离或一体式电源，连续摄录时间不少于 8 h，支持 wifi6/4G/5G 等多种无线通信方式，分辨率不低于 1080 P，帧率不低于 25 帧/s；
- 摄像机支持本地存储，可单独配置存储卡扩展，存储卡容量宜在 256 GB 以上，支持断网续传功能；
- 摄像机俯角范围建议为：40°～70°，确保画面覆盖目标区域（如皮带居中、人员头肩特征完整等），定期清理镜头灰尘、校准角度，避免画面模糊或成像偏差。

6.3.4.2 热成像摄像机要求

热成像摄像机，应符合以下要求：

- 摄像机宜含热成像和可见光双目镜头，热成像分辨率不低于 256*192 像素；
- 摄像机支持设备、线缆等目标物体测温，测温范围：-20 ℃ ~ 150 ℃或 0 ℃ ~ 550 ℃可选，测温精度：±2 ℃或者量程的±2 %；
- 摄像机应包含报警输入输出接口、RS485 等接口，方便系统联动；
- 视频帧率不低于 25 帧/s；
- 摄像机防护等级不低于 IP66。

6.4 中心侧-边侧网络要求

带宽需满足模型的部署、管理及边用边学等要求，具备按业务量弹性扩展的功能，宜不小于 100 Mbps。

6.5 边侧-端侧网络要求

边侧-端侧网络，应符合以下要求：

- 传输网络相关设备的防护等级应符合应用场景需求；
- 工业视频系统传输网络严禁与安全监控系统共用同一芯光纤（物理层切片网络除外），从经济、合理的角度选择有线或无线传输方式，有线如光纤，无线如 wifi、5G/4G、无线网桥等；
- 骨干网络带宽应能够满足传输要求，并至少留有 25%余量：骨干网络兼顾其他数据传输的，全部传输数据的峰值不能超过总带宽的 70 %；
- 单台摄像机网络带宽不小于 2 Mbps；
- 对于人员行为安全类场景视频延时不大于 1 s，设备状态异常识别类场景，如皮带异物、大块煤识别、绞车超挂识别等视频延时不大于 2 s，其他场景时延要求可根据实际煤矿业务要求确定但被调用视频延时不大于 4 s。

7 安全要求

7.1 系统安全要求

中心侧、边侧以及端侧系统安全满足GB/T 22239相关要求。

7.2 端侧摄像机安全要求

端侧摄像机安全满足GB/T 28181、GB/T 30147、GB 35114相关要求。

7.3 中心侧服务器安全要求

中心侧服务器安全满足GB/T 22239、GB/T 39680相关要求。

7.4 数据安全要求

数据安全满足本标准中6.1.2所列的数据安全要求。

7.5 网络安全要求

中心侧与边侧应具备网络安全防护功能，实现外网与内网的安全互联；边侧的设备控制网络应与管理网隔离，满足GB/T 22239相关要求。
