ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

T/CNCA

团　　体　　标　　准

T/CNCAXXXXX—XXXX

基于 AI 煤矿安全风险管控系统技术要求

点击此处添加标准名称的英文译名

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

征求意见稿

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX-XX-XX 发布　　XXXX-XX-XX 实施

中国煤炭工业协会　　发 布

目　　次

前　　言 II
1 范围 3
2 规范性引用文件 3
3 术语和定义 3
3.1 准确率 precision 3
3.2 召回率 recall 3
3.3 人工智能 artificial intelligence 3
4 基本要求 4
5 系统总体架构 4
5.1 架构设计 4
5.2 数据采集和交换要求 6
5.3 指标要求 7
5.4 基础设施 8
5.5 AI 三违识别场景 9
6 系统功能要求 12
6.1 AI 识别内容 12
6.2 设备状态预警 15
6.3 环境监测预警 15
6.4 协同控制 15
6.5 岗位作业风险管控可视化平台 15
6.6 综合防治 16
6.7 安全决策分析 16
6.8 GIS 集成应用 16
6.9 系统用户管理 16
6.10 移动 APP 16
7 系统安全技术和安全管理保障 17
7.1 系统安全技术保障 17
7.2 系统安全管理保障 17
附　录　A　（规范性）　场景建设推荐目录 18

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。

本文件由中国煤炭工业协会提出。

本文件由中国煤炭工业协会科技发展部归口。

本文件起草单位：陕西陕煤黄陵矿业有限公司、中国煤炭经济研究会、中国煤炭工业协会生产力促进中心。

主要起草人：雷贵生、王鹏飞、周志群、毛明仓、李团结、薛国华、张玉良、孙延峰、黄伟、朱庆伟、刘洋、王钢、寇军平、贾志文、韦晓虎、刘永亮、孙飞、李权、朱元军、王飞、丁妮，等。

基于 AI 煤矿安全风险管控系统
技术要求

1 范围

本文件规定了基于AI煤矿安全风险管控系统技术要求（以下简称“系统”）的基本要求、总体架构、功能要求、指标要求、技术要求、安全管理保障。

本文件适用于基于AI煤矿安全风险管控系统技术要求。

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 3836.1-2010 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求

GB/T 22240-2020 信息安全技术网络安全等级保护定级指南

GA/T 922.2-2011 安防人脸识别应用系统 第2部分：人脸图像数据

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 准确率 precision

识别出来的目标中（比如：人、矿车、带式输送机有煤运输等）的准确程度。公式为：识别出正确的目标/图像中的所有目标。

3.2 召回率 recall

正确的目标被识别全的程度。公式为：识别出正确的目标/图像中所有正确的目标。

3.3 人工智能 artificial intelligence

一门交叉学科，通常视为计算机科学的分支，研究表现出与人类智能(如推理和学习)相关的各种功能的模型和系统。

注1：在人工智能领域中，前提是事实或规则

[GB/T 5271.28-2001，定义28.01.01]

4 基本要求

系统应采用标准B/S架构，采用主流、开放的平台应用框架，具有安全、可靠、集成、兼容、可扩展、可维护等性能，符合但不限于以下内容：

a) 功能模块化设计、中台化建设，各模块可单独使用；
b) 集成性，提供开放接口，便于与煤矿现有其他信息系统对接集成；
c) 兼容性，注重融合煤矿现有系统，实现功能互补，数据互联互通；
d) 可扩展性，煤矿根据自身建设要求，可以扩展创新应用和场景；
e) 支持跨平台、跨系统运行，支持电脑端和移动设备；
f) 规范各类信息资源元数据和编码规则，统一数据处理机制；
g) 系统设计、安装、运维中充分考虑系统的安全和可靠。

5 系统总体架构

5.1 架构设计

5.1.1 系统部署

5.1.1.1 系统宜采用云、边模式部署，实现数据分层治理和管控。

5.1.1.2 云端系统宜采用高可靠私有云技术，部署在煤矿上一级单位，提供数据统筹分析和辅助决策服务。

5.1.1.3 边端系统宜采用煤矿本地化部署模式，提供数据采集、数据算法库、模型库、增量学习、权重更新、人工智能推理以及边缘管理等服务。

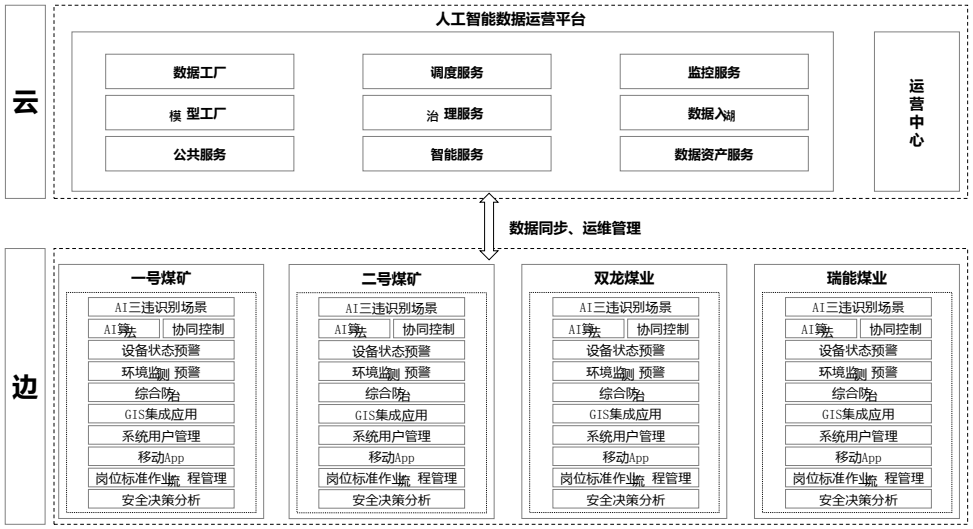

图1 基于AI煤矿安全风险管控系统部署框架

5.1.2 系统应用架构

系统的应用架构共分三层，分别为OT物联层、数据服务层、IT应用层。

图2 煤矿安全风险智能管控系统应用框架

5.1.2.1 IT 应用层

IT应用层包括AI三违识别场景、AI算法、设备状态预警、环境监测预警、协同控制、综合防治、岗位作业风险管控可视化平台、安全决策分析、GIS集成应用、系统用户管理、移动APP、精益管理、业务数据库等功能。

5.1.2.2 数据服务层

数据服务层包括数据治理平台、AI算法平台、ACC平台及统一服务平台。

a) 数据治理平台应具有数据梳理、清洗、存储、分析功能，为上层应用提供数据服务；
b) AI 算法平台应具有数据工厂、模型工厂、运营中心。数据工厂应提供数据回流、数据标注、模型开发、数据发布以及数据检索服务；模型工厂应提供在线开发、在线训练、测试发布等功能；运营中心提供实时报警、决策优化、健康诊断服务。AI 算法平台应具有人工智能与大数据分析能力，满足与云端 AI 模型标注训练、开发调试、部署对接要求；
c) ACC 平台应具有智能感知、自主控制、生产管理功能，能为上层应用提供协同控制服务。智能感知应提供感知源（视频、音频、文本）接入、模型场景配置、模型推理、识别结果输出全流程管理等功能；自主控制应具有与井下设备对接、任务命令下发、联动控制等功能；生产管理功能模块应具有计划、任务、资源、工艺等融合管理功能；

5.1.2.3 OT 物联层

统一服务平台应具有数据服务、感知服务、流程服务、控制服务、统一认证、GIS服务、公共开发。应提供统一的用户管理、身份认证、用户授权等功能。

OT物联层具有实时采集感知类数据、设备监测类数据与实时获取业务应用系统数据、外部系统数据的功能，为数据服务层提供数据。

5.2 数据采集和交换要求

5.2.1 系统数据要求

应符合但不限于以下要求：

a) 应具备完善数据标准规范体系，建立应用数据采集标准,具备数据滤波功能，对采集的数据进行有效性判断和过滤，提升数据质量;
b) 系统应具备各种感知类和监测类数据，设备数据处理模型应包括数据波动过大、数据波动过快、数据范围无效等数据异常处理，支持时序数据、结构化数据、半结构化数据、非结构化数据存储;
c) 应统一数据交换共享规则，数据交换接口应选用 XML、JCA、Web Service、XPDL、RESTFUL 等主流技术;
d) 应具有数据挖掘、数据分析、数据融合。

5.2.2 环境数据采集和交换要求

系统应具备环境预警功能，可采集监测监控系统、自然发火监测系统、水害监测预警系统、人员定位监测系统、顶板动态监测系统、微震监测系统等系统数据，并满足以下要求：

a) 支持结构化及非结构化数据；
b) 支持数据交换同步，支持主流操作系统，支持国内外主流数据库；
c) 支持 HTTP、HTTPS、TCP、JMS、SOAP、FTP、MQTT 等多种协议；
d) 应具备数据格式转换、填充、加密、解密、过滤等功能。

5.2.3 设备数据采集和交换要求

系统应具备联动控制功能，可采集采煤机、掘进机、带式输送机等设备控制系统以及供电、排水等系统数据，并满足以下要求：

a) 有以太网接口的，各设备应具备 Modbus TCP 或 Modbus RTU 的通讯接口；
b) 没有以太网接口的，应配置数据采集网关设备用于和系统通信，并统一规划 IP 地址；
c) 应配有专用的网络设备用于与环网联通；
d) 硬件设备性能应满足应对高频率采集带来的压力；
e) 子系统服务器或上位机应配有双网卡、冗余电源。

5.2.4 业务数据库

系统应具备业务数据库，包含GIS数据库、重大危险源信息库、安全生产标准化管理体系信息库、安全知识库、作业标准流程库、风险数据库、法律法规库、事故案例库、职业病危害因素数据库、培训题库等。

5.3 指标要求

5.3.1 技术指标

a) 计算引擎支持批流一体；支持实时流并提供精准实时的结果查询；支持实时数据运算结果秒级查询；具备拓展功能，支持自定义上下游数据源和计算方法等功能；
b) 技术框架支持动态替换上层计算引擎和下层数据存储；
c) 数据存储应支持不低于 3 种格式；
d) 具备中小集群自动扩缩容能力，具备任务智能调度能力，支持不低于集群最大限制数据 2 倍的任务灵活调度；
e) 具备大数据任务的高可用和故障自修复能力。

5.3.2 系统指标

a) 系统应具备多种异构异源数据的入湖工作，且支持不低于 5 种形式异构数据源，满足数据湖内数据可视化展示；
b) 系统应依据国家和地方数据采集标准，设计涵盖井下业务过程的数据域，形成对应数据域下的数据治理标准；

c) 系统应具有数据安全共享能力，通知应支持数据秒级查询；
d) 系统应具有可视化数据处理能力，支持拓展模型、知识图谱等数据服务，通知支持可视化操作功能；
e) 系统应支持集群异常和计算任务异常在 1 分钟内的报警，保证异常在 20 分钟内恢复。
f) 系统支持主流人工智能算法模型，包括目标检测、实例分割、姿态识别、目标追踪、车牌识别、人脸识别、周界防护等常用 AI 识别算法。应满足智能识别服务高并发、本地化的需求；应具有识别模型库、业务模型库及镜像管理功能。
g) 系统应包含 AI 算法平台，具有模型的原始数据管理、数据标注、模型开发、模型训练以及模型的测试发布全流程功能，支持模型一键部署；具备 AI 模型提供完整的生命周期管理、自定义异常配置规则、状态监测监控；具有 AI 模型与矿端视频一键关联功能；具有优秀模型共享推荐功能。

5.3.3 其他指标要求

a) 网络延迟：静态数据传输网络延迟不超过 100ms。视频监控数据传输网络延迟不超过 1s。实时动态数据（传感器感知数据）传输网络延迟不超过 200ms，数据更新频次不高于 2s。
b) 交互类响应时间：平时工作中在系统中进行的业务处理，如录入、修改或删除一条记录、发布一条信息等操作。平均响应时间小于 1s，峰值响应时间：1～3s，视频点播平均响应时间：2～5s；
c) 查询类响应时间：查询业务由于受到查询的复杂程度、数据量大小等因素影响，简单查询平均响应时间小于 1s，复杂查询平均响应时间：1～3s，地理信息查询平均响应时间：1～3s。
d) 事务处理能力响应时间：每秒支持 2000 个事务处理。
e) 安全等级：依据 GB/T 22240-2020 要求，宜按照安全等保 2.0 三级加强安全管理。

5.4 基础设施

5.4.1 总要求

基础设施应包含基础网络、通讯网络、算力设施、场景设备及配套管理系统、应用终端。基础设施中涉及的硬件设备宜采用自主可控技术与装备。井下基础设施必须为矿用防爆型电气设备，除了符合GB 3836.1-2010的规定外，还必须符合专用标准和其他有关标准？的规定。

a) 基础网络应满足数据、文件、视频等实时传输要求；
b) 通讯网络应满足井下人员语音通讯传输要求；
c) 算力设施满足系统及其支撑系统所需计算和存储能力要求。
d) 场景设备及配套管理系统应满足系统 AI 智能识别以及井下提示、预警报警等要求；
e) 应用终端设备性能应能满足 HMI、系统展示等要求。

5.4.2 基础网络要求

网络应高速可靠，满足但不限于以下要求：

a) 采用工业以太网技术，主干网络传输带宽应不低于 10000Mbps；主干网络应具有环网功能，采用冗余环形结构，网络自愈时间小于 50ms；

b) 工业以太环网核心设备应采用三层交换机，具备路由、冗余功能；
c) 具有网络异常监控与报警功能；
d) 具备网络安全防护功能，满足网络安全等级保护二级要求。

5.4.3 通讯网络要求

应采用标准无线通信系统，支持井下语音通话、数据传输和人员位置等信息传输。宜采用4G/5G/Wi-Fi 6传输，鼓励高带宽、多并发应用场景采用5G无线覆盖。

5.4.4 算力设施要求

算力设施包括流媒体服务器、人工智能推理服务器、应用服务器、存储设备，应满足系统及其支撑系统所需计算和存储能力要求。

a) 流媒体服务器应具有视频实时切片、RTMP 和 HLS 协议编解码等功能，支持视频流截取、图像压缩存储、流媒体转发、云边同步等，单台服务器应支持 15 路以上实时视频流逐帧处理；
b) 人工智能推理服务器应支持主流神经网络、深度学习技术框架，支持主流目标检测、实例分割、语义分割等图像识别技术，单台服务器应满足同时 15 路以上视频实时逐帧分析；
c) 应用服务器应满足部署 Web 应用系统、数据库、视频管理平台、消息中间件等要求；
d) 存储设备应支持 IP-SAN、NAS、FC-SAN，支持 RAID 0、1、5、10；存储空间应满足 90 天以上视频数据存储要求。宜采用超融合服务器，支持计算、存储、交换、电源模块化设计。

5.5 AI 三违识别场景

5.5.1 识别技术要求

系统应具备视频AI实时识别功能，满足综采工作面、掘进工作面、主运输系统、辅助运输系统、机电硐室和避难硐室、地面有关场所等的动态识别要求，包括但不限于人员行为状态、设备运行状态、作业环境异常状态。

AI识别技术指标：

a) 召回率不小于 90%；
b) 准确率不小于 90%。
c) AI 识别关键约束条件：
d) 检测目标遮挡率：不高于 20%，图像清晰可见；
e) 检测目标最小像素值：不低于 75×75；
f) 目标的角度:样本采集和实际现场接近的角度；
g) 图片或视频像素：不低于 1280×760；
h) 视频编码标准：H264。

5.5.2 场景设备及配套管理系统要求

5.5.2.1 总要求

场景设备包括但不限于摄像机、语音广播、声光报警装置、井下机器人等；配套管理系统包括但不限于视频管理系统、语音广播管理系统、声光报警管理系统等。

5.5.2.2 摄像机

摄像机使用按场景环境分为高清和热成像摄像机。视线、光照、能见度良好区域应使用高清摄像机；受粉尘、水雾影响，能见度较低区域建议采用热成像摄像机。

摄像机应满足以下要求：

a) 像素应在 400 万像素以上，分辨率不低于 2K；
b) 应具有自动光圈、自动聚焦的变焦镜头，信噪比应大于 50dB；
c) 视频编码应支持 H.264 或 H.265，采样帧率应不少于 25 帧/s；
d) 编码设备硬件输入/输出接口应不少于 2 个 10M/100M/1000M 自适应网络 RJ45 接口，宜支持光纤接口；
e) 宜具有断网续传、音频采集功能；
f) 应具备低照度、宽动态、强光抑制、视频增强等功能，宜具有水雾穿透、自清洁等功能；
g) 摄像机安装位置满足图像采集要求（参见附录 A）。

5.5.2.3 视频管理系统要求

视频管理系统应具有视频播放、快慢速播放、逐帧进退、画面暂停、图像抓拍和回放控制、实时图像画面分割、录像等功能。

5.5.2.4 语音广播

5.5.2.4.1 语音广播装置技术要求

语音广播装置应具备以下要求：

a) 具备紧急呼叫、自由分区广播、远程音源下载及在线播放功能；
b) 支持通过 API 接口等协议与安全监控、自动化控制系统等的底层融合联动播放对接功能；
c) 语音广播音量应不小于 100dB；
d) 备用电池容量保证广播系统及各设备连续运行不低于 2 小时。

5.5.2.4.2 语音广播管理系统要求

a) 系统应对在网络内的任何语音广播进行控制，应实现单台语音广播的单独控制，支持全矿广播、分区广播、点对点广播、应急广播等；
b) 支持对接应急救援、生产调度等业务系统；
c) 系统应设定语音广播任务，进行定时或随机播放，支持多种格式的音频文件。

5.5.2.5 声光报警

5.5.2.5.1 声光报警装置技术要求

声光报警装置应具备以下要求：

a) 报警光信号宜采用断续比为 1:3，交替时间宜 0.8±0.1s 的红色，绿色或黄色光信号；
b) 报警响度应不小于 100dB；
c) 报警光信号强度在黑暗中 20m 处应清晰可见；
d) 应提供 RS-485、I/O、网口等多种接口，支持 Modbus 通讯协议。

5.5.2.5.2 声光报警管理系统要求

a) 系统应对在网络内的任何声光报警装置进行控制，支持单独、组合控制；
b) 系统应具有完善的信息发布库，并提供多种标准数据接口，满足对接要求。

5.5.2.6 井下机器人

井下机器人应满足以下要求：

a) 应实现地面工作站远程自动、手动控制；
b) 搭载摄像机应满足使用环境下视频采集、数据传输功能，宜选用红外热成像功能；
c) 应自主避障功能，当前方有物体或人员自动停车和报警显示；
d) 续航能力应不少 1.5h 不间断运行。

5.5.3 应用终端要求

应用终端包括大屏显示、工作站、矿用移动终端。应满足安全运营、技术管理、现场作业、远程监控多场景下的应用。

5.5.3.1 大屏显示

大屏显示应具备以下要求：

a) 大屏显示面积应不小于 $10m^2$，可利用原有调度大屏；
b) 支持逐点亮色校正，保证色彩亮度统一性；
c) 支持 HDMI、DVI 和 DP 输入。

5.5.3.2 工作站

工作站应具备以下要求：

a) CPU 配置不低于 6 核 12 线程；
b) 内存容量不小于 16GB；

c） 显卡宜采用专业图形卡，支持图形生成加速；
d） 硬盘存储容量不少于 1TB；
e） 显示器分辨率不低于 1920×1080。

5.5.3.3 矿用移动端

矿用移动端设备应具备以下要求：
a） 产品合格证、煤矿矿用产品安全标志齐全；
b） 支持语音通信、视频通话、联网功能，待机时间不少于 12 小时；
c） 具有 Wi-Fi 多点智能漫游技术、支持 4G/5G 网络频段；
d） 具备身份识别、AI 人员健康状况检测、任务接收与反馈、作业指引、数据上传、在线升级功能。

6 系统功能要求

6.1 AI 识别内容

6.1.1 AI 识别内容要求

AI识别包含但不限于以下内容（参见附录A）：

6.1.2 综采工作面典型识别内容

综采工作面识别内容包括但不限于以下情形：
a） 采煤机检修作业前，未断电；
b） 采煤机检修作业过程中，意外送电；
c） 采煤机、刮板输送机、转载机、破碎机发生故障，预警；
d） 刮板输送机拉运大块煤矸；
e） 采煤机割煤时，端头三角区域警戒线（电子围栏）内人员进入；
f） 端头煤壁处人员作业时，刮板输送机未断电闭锁；
g） 超前支架移架时，超前支架警戒线（电子围栏）内人员进入；
h） 刮板输送机运行时，刮板输送机警戒线（电子围栏）内人员进入；
i） 溜煤眼堆煤；
j） 带式输送机运行时，落煤点警戒线（电子围栏）内人员进入；
k） 带式输送机机头警戒线（电子围栏）内人员作业时，未断电闭锁；
l） 带式输送机运行时，人员违规跨越；
m） 带式输送机运行时，卷带装置警戒线（电子围栏）内人员进入；
n） 带式输送机卷带装置警戒线（电子围栏）内人员作业时，未断电闭锁；

o) 带式输送机运行时，带式输送机尾警戒线（电子围栏）内人员进入；
p) 带式输送机机尾警戒线（电子围栏）内人员作业时，未断电闭锁；
q) 转载机运行时，转载机警戒线（电子围栏）内人员进入；
r) 转载机警戒线（电子围栏）内人员作业时，未断电闭锁；
s) 泵站开关检修作业前，上级电源断电闭锁后，未悬挂警示牌；
t) 泵站开关检修作业时，打开防爆接线腔端盖后，未进行验电、放电；
u) 集控室操作台堆放杂物；
v) 集控室人员睡岗、脱岗；
w) 拉移设备列车时，设备列车警戒线（电子围栏）内人员进入；
x) 作业人员未戴安全帽。

6.1.3 掘进工作面典型识别内容

掘进工作面识别内容包括但不限于以下情形：
a) 掘进机割煤时，警戒线（电子围栏）内人员进入；
b) 掘进机未停机闭锁，人员进入附近区域进行支护作业；
c) 掘进机、带式输送机发生故障时，预警；
d) 支护作业时，掘进机突然送电；
e) 支护作业时，掘进机截割部未落地；
f) 可弯曲胶带转载机运行时，人员违规跨越；
g) 桥式转载机运行时，人员违规桥下穿过；
h) 瓦斯抽采、探放水钻孔施工，识别钻杆数量（钻进进尺）；
i) 瓦斯抽采、探放水钻孔施工，钻机后方警戒线（电子围栏）内人员进入；
j) 带式输送机运行时，溜煤眼堆煤；
k) 带式输送机运行时，落煤点警戒线（电子围栏）内人员进入；
l) 带式输送机拉运大块煤矸；
m) 馈电开关检修作业时，上级电源断电闭锁后，未悬挂警示牌；
n) 馈电开关检修作业时，打开防爆接线腔端盖后，未进行验电、放电；
o) 馈电开关检修作业时，特种作业人员身份识别；
p) 拉移设备列车时，设备列车警戒线（电子围栏）内人员进入；
q) 集控室操作台堆放杂物；
r) 集控室人员睡岗、脱岗；
s) 作业人员未戴安全帽。

6.1.4 主运输系统典型识别内容

主运输系统识别内容包括但不限于以下情形：
a) 带式输送机运行时，警戒线（电子围栏）内人员进入；
b) 带式输送机运行时，人员违规跨越；
c) 带式输送机拉运大块煤矸/材料、皮带巷出现烟雾，煤尘浓度过大；
d) 带式输送机运行时，跑偏；

e) 带式输送机运行时，判断煤量轻载、中载、重载状态；
f) 带式输送机运行时，“水煤”判定；
g) 带式输送机机尾警戒线（电子围栏）内人员作业时，未断电闭锁；
h) 带式输送机运行时，搭接点堆煤；
i) 带式输送机运行时，溜煤眼堆煤；
j) 作业人员未戴安全帽。

6.1.5 辅助运输系统输典型识别内容

辅助运输系统识别内容包括但不限于以下情形：
a) 入出井口处，人员违规携带超长、超宽、超高物品；
b) 入出井口处，车辆违规装载超长、超宽、超高货物；
c) 入出井口处，检测车辆空载、重载状态；
d) 罐笼、架空乘人装置、轨道机车、无轨胶轮车上车点，识别人员拥挤；
e) 罐笼、架空乘人装置、轨道机车、无轨胶轮车上车点，清点人员人数；
f) 红绿灯路口处，无轨胶轮车闯红灯；
g) 红绿灯路口处，无轨胶轮车违规超车；
h) 红绿灯路口处，无轨胶轮车车牌检测；
i) 多人在轨道巷行走时，两人及以上并行；
j) 车辆经过时，提示行人避让；
k) 轨道运输线路上，无关车辆或人员长时间逗留；
l) 无轨胶轮车车牌识别；
m) 工作面巷口，清点进入人员人数；
n) 作业人员未戴安全帽。

6.1.6 机电设备硐室和避难硐室典型识别内容

机电设备硐室和避难硐室识别内容包括但不限于以下情形：
a) 中央水泵房、中央变电所、采区变电所等机电设备硐室和避难硐室，进出人员身份识别；
b) 中央水泵房、中央变电所、采区变电所等机电设备硐室和避难硐室巡检次数识别；
c) 中央水泵房、中央变电所、采区变电所等机电设备硐室和避难硐室设备、系统状态感知；
d) 作业人员未戴安全帽。

6.1.7 地面有关场所典型识别内容

地面有关场所识别内容包括但不限于以下情形：
a) 调度室、变电所、提升机房、压风机房、主要通风机房、机修车间、爆炸物品库、油库等地面场所，进出人员身份识别；
b) 调度室、变电所、提升机房、压风机房、主要通风机房、机修车间、爆炸物品库、油库等地面场所，人员脱岗、睡岗；

c) 调度室、变电所、提升机房、压风机房、主要通风机房、机修车间、爆炸物品库、油库等地面场所，人员抽烟；
d) 地面厂区进出车辆车型、车牌；
e) 地面厂区车辆违规装载超长、超宽、超高货物；
f) 作业人员未戴安全帽。

6.2 设备状态预警

系统应具有采煤机、掘进机、带式输送机等设备的数据采集、状态监测、智能诊断、预测预警功能，根据已有的故障知识体系，建立各种设备的故障发生的现象、模式、原因及行动等知识，建立设备技术标准体系。

6.3 环境监测预警

系统应具有环境监测数据分析功能、数据综合展示、预测预警功能。具有AI规则引擎配置功能，应生成决策信息，下发处置任务。

6.4 协同控制

系统应具备协同控制功能，通过协同控制模型将识别的异常情况进行智能分析，并将分析结果的控制命令下发，实现与自动化系统、广播通信系统、单兵装备联动控制，并将事件区域视频自动切换到主控画面。

对于易发生风险区域，通过广播系统播报等措施温馨提示工作人员；当识别风险时，系统应通过声光报警进行预警告警，提示人员注意；当识别隐患时，系统应通过声光报警进行报警，提示人员处置，并通过移动终端下发处置任务，联动采掘运等生产系统停机闭锁。

6.5 岗位作业风险管控可视化平台

系统应具有岗位作业风险管控可视化功能，应用AI识别技术，对现场人员作业情况智能识别、判断、记录，实现岗位作业风险管控可视化；结合矿用移动端，对作业流程中任务的接受、执行，完善岗位作业过程管控。

作业前系统播报当前执行工序、作业标准和风险管控要点；作业中，每道工序智能识别，对识别结果可报警并提示修正；作业后，应自动生成包含作业信息、云签名、影像资料等过程数据，应生成优化报告。

岗位作业风险管控可视化涵盖的作业任务包括但不限于以下内容：

a) 拉移设备列车；
b) 更换采煤机截齿；
c) 检修移动变电站；
d) “四员两长”开工前确认；
e) 瓦斯抽采钻场测气；
f) 瓦斯检查；
g) 检修乳化液泵站。

6.6 综合防治

系统应具有三违管理功能，通过AI和人工的方式，实现AI实时识别、实时上传与警示，形成违规台账，具备培训、宣传和帮教服务完整业务闭环。

系统应具有应急救援管理功能，包括应急预案管理、应急演练、应急资源管理、应急资料查看等内容，支持对应急救援的预防、准备、响应、恢复全链条式闭环管理。

系统应具有培训管理功能，包括培训计划、培训记录、考试计划等内容，满足煤矿随时查询培训内容，组织培训考试等要求。

系统应具有巡检管理功能，实现计划、执行、跟踪闭环管理，支持Web、APP方式应用。应利用AI视频识别对巡检规范化进行监测。

系统应具有瓦斯抽采作业管理功能，具有钻探智能识别功能，具备智能分析、辅助设计、达标预判、评判、抽采巡检、验收等功能。

系统应具有探放水作业管理功能，具有钻探智能识别功能，可感知钻孔数量、角度、深度、速度、时间等参数，具备钻探辅助设计、辅助验收、物探关联验证等功能。

6.7 安全决策分析

系统应对风险点、瓦斯、水、火、粉尘、顶板等灾害、不安全行为和隐患闭环管理、安全标准化达标等分析、辅助决策和立体展示。形成煤矿安全风险评估报告，辅助决策者安全绩效指标分析，识别关键问题和薄弱环节。

6.8 GIS 集成应用

系统应具备GIS集成应用与可视化展示能力。

系统应具备二三维一体化展示能力，能够根据煤矿空间数据变化，动态修正三维地质模型；应具备隐蔽致灾因素分析能力，能够根据生产接替进程，动态判断地质灾害因素，并及时预警；应具备基于地质的四维时空推演能力，能够随着时间变化，展示不同时间段的三维场景切片。

6.9 系统用户管理

系统用户管理包含角色管理、权限管理等，应支持不同用户，权限不同。

6.10 移动 APP

移动APP应包含实时动态监测、预警信息推送、岗位风险作业可视化管控等功能。工作人员通过移动APP可随时查看矿井的环境监测数据、设备运行数据、人员位置数据；“四员两长”可通过移动APP接收预警信息并处理，同时应支持处置结果上传；移动APP应支持作业流程标准化指引，规范人员作业流程，提示并指导作业人员标准化操作，协助管理者对人员岗位实现风险分级管控管理。

7 系统安全技术和安全管理保障

7.1 系统安全技术保障

安全技术保障包括但不限于物理环境安全、网络和通信安全、边界安全、终端安全、云安全、应用系统安全、数据安全、装置及设备安全、处置恢复安全等重点安全防护对象及场景，提供安全保障软硬件配套设施及服务。

应采取包括但不限于固件安全增强、漏洞修复加固、补丁升级管理、安全监测审计、加强认证授权、部署分布式拒绝服务（DDoS）防御体系、工业应用程序安全、主机入侵监测防护、漏洞扫描、资源访问控制、信息完整性保护的安全措施，保障核心数据的安全流转和平台的正常运行。

清晰划分网络安全区域边界，建立健全隔离措施，采用深度解析工控通讯协议的异常监测、网络审计等手段，实现工控系统通讯网络安全。

7.2 系统安全管理保障

建立权限分级管理制度，对网络设备和安全专用设备以及操作系统和数据库系统进行安全配置，对网络层和系统层进行访问控制。

建立访问权限，对数据库用户与系统管理用户的权限进行分离；系统管理员应及时关闭和删除不必要的默认账户及测试账户；账户不得公用，新建账户必须修改默认登录密码。系统登录密码应不少于16位，且应包含数字、字母及特殊字符。

附 录 A

（规范性）

场景建设推荐目录

本文件对AI识别场景建设共推荐148个，综采工作面场景推荐39个，掘进工作面场景推荐27个，主运输系统场景推荐9个，辅助运输系统场景推荐28个，机电硐室和避难硐室场景推荐11个，地面有关场所场景推荐34个。

表A.1 综采工作面场景建设推荐表

序号	摄像机安装位置、类别及数量			语音广播装置安装位置及数量		声光报警装置安装位置及数量		识别内容	协同联动方式
	位置	高清摄像机	热成像摄像机	位置	数量	位置	数量		
1	采煤工作面	每隔 6 架安装 1 台	0	采煤机停机区域	1	采煤机停机区域	1	采煤机检修作业时，未断电	声光报警
2								采煤机检修作业时，意外送电	声光报警
3								预测采煤机发生故障时，人员靠近	语音提醒
4								采煤机检修作业时，设备故障类型提示与检修标准化流程指引	语音提醒
5				刮板输送机机头	1	刮板输送机机头	1	刮板输送机运行时，发现大块煤矸	声光报警、停机
6								预测采煤机发生故障时，人员靠近	语音提醒
7								采煤机检修作业时，设备故障类型提示与检修标准化流程指引	语音提醒
8	进风端头	2	0	进风端头	1	进风端头	1	刮板输送机运行时，煤壁警戒线（电子围栏）内人员进入	声光报警、停机
9								采煤机割煤时，端头三角警戒线（电子围栏）内人员进入	声光报警、停机
10								端头煤壁处人员作业时，刮板输送机未断电闭锁	声光报警

11	进风顺槽超前支架	1	0	进风超前支架	1	/	/	超前支架移架时，超前支架警戒线（电子围栏）内人员进入	语音提醒
12	回风端头	0	2	回风端头	1	回风端头	1	刮板输送机运行时，刮板输送机警戒线（电子围栏）内人员进入	声光报警、停机
13								采煤机端头割煤时，采煤机端头三角警戒线（电子围栏）内人员进入	声光报警、停机
14								端头煤壁处有人作业时，刮板输送机未断电闭锁	声光报警
15	回风顺槽超前支架	0	1	回风超前支架	1	/	/	超前支架移架时，超前支架警戒线（电子围栏）内人员进入	语音提醒
16	带式输送机机头	2	0	带式输送机机头	1	带式输送机机头	1	带式输送机机头，溜煤眼上口堆煤	声光报警
17								带式输送机运行时，机头警戒线（电子围栏）内人员进入	声光报警、停机
18								带式输送机机头警戒线（电子围栏）内人员作业时，未断电闭锁	声光报警
19								带式输送机运行时，人员违规跨越	声光报警、停机
20	带式输送机卷带装置处	1	0	带式输送机卷带装置处	1	带式输送机卷带装置处	1	带式输送机运行时，卷带装置警戒线（电子围栏）内人员进入	声光报警、停机
21								卷带装置警戒线（电子围栏）内人员作业时，带式输送机未断电闭锁	声光报警
22	带式输送机机尾	0	1	带式输送机机尾	1	带式输送机机尾	1	带式输送机运行时，带式输送机尾警戒线（电子围栏）内人员进入	声光报警、停机
23								带式输送机机尾警戒线（电子围栏）内人员作业时，带式输送机未断电闭锁	声光报警
24								带式输送机运行时，人员违规跨越	声光报警、停机
25	转载机	0	1	转载机	1	转载机	1	转载机运行时，转载机警戒线（电子围栏）内人员进入	声光报警、停机
26								转载机警戒线（电子围栏）内人员作业时，转载机未断电	声光报警
27								预测转载机发生故障时，人员靠近	语音提醒

28								转载机检修作业时，设备故障类型提示与检修标准化流程指引	语音提醒
29	破碎机	1	0	破碎机	1	破碎机	1	预测破碎机发生故障时，人员靠近	语音提醒
30								破碎机检修作业时，设备故障类型提示与检修标准化流程指引	语音提醒
31	乳化液泵	1	0	乳化液泵	1	/	/	检修泵站开关时，上级电源断电闭锁后，未悬挂警示牌	语音提醒
32								预测乳化液泵发生故障时，人员靠近	语音提醒
33								乳化液泵检修作业时，设备故障类型提示与检修标准化流程指引	语音提醒
34				泵站开关	1	泵站开关	1	检修泵站开关时，打开防爆接线腔端盖后，未进行验电、放电	声光报警
35	集控中心	2	0	集控中心	1	/	/	操作台钥匙、安全帽、文件夹等异物	语音提醒
36								人员睡岗	语音提醒
37								人员脱岗	语音提醒
38	设备列车机头、机尾	2	0	设备列车机头、机尾	2	设备列车机头、机尾	2	拉移设备列车时，设备列车警戒线（电子围栏）内人员进入	语音提醒
39								拉移设备列车时，作业标准化流程指引	语音提醒

注1：所有点位均可对作业人员未佩戴安全帽识别。2.摄像机安装数量、类型、位置可根据需求调整。

表A.2 掘进工作面场景建设推荐表

序号	摄像机安装位置、类别及数量			语音广播装置安装位置及数量		光报警装置安装位置及数量		识别内容	协同联动方式
	位置	高清摄像机	热成像摄像机	位置	数量	位置	数量		
1	掘进机头左右两侧、掘进机机尾	1	2	掘进机附近，随掘进机移动	1	掘进机附近，随掘进机移动	1	综掘机割煤时，综掘机警戒线（电子围栏）内人员进入	声光报警、停机
2								综掘机未停机闭锁时，人员进入附近区域进行支护作业	声光报警
3								预测综掘机发生故障时，人员靠近	语音提醒

4								综掘机检修作业时，设备故障类型提示与检修标准化流程指引	语音提醒
5								支护作业时，综掘机突然送电	声光报警、停机
6								临时支护时，前掘进机炮头落地	语音提醒
7	二运转载机组	1	0	可弯曲胶带转载机	1	可弯曲带式输送机	1	可弯曲胶带转载机运行时，人员横跨皮带	声光报警
8		1	0	桥式转载机	1	桥式转载机	1	桥式转载机运行时，人员违规桥下穿过	声光报警
9	探放水钻场	1	0	钻场附近	1	/	/	瓦斯钻探识别深度	/
10								钻机后方警戒线（电子围栏）内人员进入	语音提醒
11	瓦斯钻场	1	0	钻场附近	/	/	/	探放水钻探识别深度	/
12								钻机后方警戒线（电子围栏）内人员进入	语音提醒
13	带式输送机机头	2	0	带式输送机机头	1	带式输送机机头	1	带式输送机机头溜煤眼上口堆煤	声光报警
14								带式输送机机头溜煤眼警戒线（电子围栏）内人员进入	声光报警、停机
15								带式输送机机头大块煤矸	声光报警
16								带式输送机机头人员睡岗	语音提醒
17								预测带式输送机发生故障时，人员靠近	语音提醒
18								带式输送机检修作业时，设备故障类型提示与检修标准化流程指引	语音提醒
19	配电点	2	0	配电点	1	配电点	1	检修馈电开关时，上级电源断电闭锁后，未悬挂警示牌	语音提醒
20								检修馈电开关时，打开防爆接线腔端盖后，未进行验电、放电	声光报警
21								检修馈电开关时，身份识别	语音提醒
22								馈电开关检修时，作业标准化流程指引	语音提醒
23	设备列车附近	1	0	设备列车	1	设备列车附近	1	拉移设备列车时，设备列车警戒线（电子围栏）内	语音提醒

								人员进入	
24								拉移设备列车时，作业标准化流程指引	语音提醒
25	集控室	1	0	集控室	1	\	0	操作台钥匙、安全帽、文件夹等异物	语音提醒
26								人员睡岗	语音提醒
27								人员脱岗	语音提醒

注2：所有点位均可对作业人员未佩戴安全帽识别。2.摄像机安装数量、类型、位置可根据需求调整。

表A.3 主运输系统场景建设推荐表

序号	摄像机安装位置、类别及数量			语音广播装置安装位置及数量		光报警装置安装位置及数量		识别内容	协同联动方式
	位置	高清摄像机	热成像摄像机	位置	数量	位置	数量		
1	带式输送机机头顶板	2	0	带式输送机机头附近顶板	1	带式输送机机头顶板	1	带式输送机运行时，带式输送机警戒线（电子围栏）内人员进入	声光报警、停机
2								带式输送机运行时，人员跨越、坐立带式输送机等违章行为	语音提醒
3	带式输送机中部顶板	1	0	带式输送机中部顶板	1	/	/	带式输送机运行时，发现大块煤矸	语音提醒
4								带式输送机运行时，发现皮带跑偏	语音提醒
5								带式输送机运行时，煤量轻载、中载、重载状态	语音提醒
6								带式输送机运行时，水煤判定	语音提醒
7	带式输送机机尾顶板	1	1	带式输送机机尾顶板	1	带式输送机机尾顶板	1	带式输送机机尾警戒线（电子围栏）内人员作业时，带式输送机突然送电	声光报警、停机
8							/	带式输送机搭接点堆煤	语音提醒
9		1	1		1			带式输送机溜煤眼处堆煤	语音提醒

注3：所有点位均可对作业人员未佩戴安全帽识别。2.摄像机安装数量、类型、位置可根据需求调整。

表A.4 辅助运输系统场景建设推荐表

序号	摄像机安装位置、类别及数量			语音广播装置安装位置及数量		光报警装置安装位置及数量		识别内容	协同联动方式
	位置	高清摄像机	热成像摄像机	位置	数量	位置	数量		
1	入出井口	1	0	入出井口	1	/	/	人员违规携带超长、超宽、超高物品	语音提醒
2								车辆违规装载超长、超宽、超高货物	语音提醒
3				/	/			车辆空载、重载状态	/
4	井口乘车点	1	0	井口乘车点	1	/	/	井口罐笼上车点人员拥挤	语音提醒
5		1			1			井口架空乘人装置上车点人员拥挤	语音提醒
6		1			1			井口轨道机车上车点人员拥挤	语音提醒
7		1			1			井口无轨胶轮车上车点人员拥挤	语音提醒
8		1			1			井口罐笼上车点清点人员人数	语音提醒
9		1			1			井口架空乘人装置上车点清点人员人数	语音提醒
10		1			1			井口轨道机车上车点清点人员人数	语音提醒
11		1			1			井口无轨胶轮车上车点清点人员人数	语音提醒
12	红绿灯路口	1	0	红绿灯路口	1	/	/	无轨胶轮车闯红灯抓拍	语音提醒
13								无轨胶轮车违规超车	语音提醒
14								无轨胶轮车车牌检测	/
15	井下乘车点	1	0	井下乘车点	1	/	/	井下罐笼上车点人员拥挤	语音提醒
16								井下架空乘人装置上车点人员拥挤	语音提醒
17								井下轨道机车上车点人员拥挤	语音提醒

18								井下无轨胶轮车上车点人员拥挤	语音提醒
19								井下罐笼上车点清点人员人数	语音提醒
20								井下架空乘人装置上车点清点人员人数	语音提醒
21								井下轨道机车上车点清点人员人数	语音提醒
22								井下无轨胶轮车上车点清点人员人数	语音提醒
23	轨道巷	1	0	轨道巷	1	/	/	轨道巷人员两人及以上并行	语音提醒
24								车辆经过时，提示行人避让	语音提醒
25								轨道上，车辆长时间逗留	语音提醒
26								轨道上，人员长时间逗留	语音提醒
27	工作面巷口	1	0	工作面巷口	1	/	/	无轨胶轮车车牌检测	/
28								清点进入工作面人员人数	语音提醒

注4：所有点位均可对作业人员未佩戴安全帽识别。2.摄像机安装数量、类型、位置可根据需求调整。

表A.5 机电硐室和避难硐室场景建设推荐表

序号	摄像机安装位置、类别及数量			语音广播装置安装位置及数量		光报警装置安装位置及数量		识别内容	协同联动方式
	位置	高清摄像机	热成像摄像机	位置	数量	位置	数量		
1	避难硐室	1	0	/	/	/	/	检测人员进入情况	/
2								检测设备表征状态	/
3	中央水泵房	1	0	/	/	/	/	检测巡检人员进入情况	/
4								检测非巡检人员进入情况	/
5								检测设备表征状态	/
6	中央变电所	1	0	/	/	/	/	检测巡检人员进入情况	/
7								检测非巡检人员进入情况	/

8								检测设备表征状态	/
9	采区变电所	1	0	/	/	/	/	检测巡检人员进入情况	/
10								检测非巡检人员进入情况	/
11								检测设备表征状态	/

注5：所有点位均可对作业人员未佩戴安全帽识别。2.摄像机安装数量、类型、位置可根据需求调整。

表A.6 地面有关场所场景建设推荐表

序号	摄像机安装位置、类别及数量			语音广播装置安装位置及数量		光报警装置安装位置及数量		识别内容	协同联动方式
	位置	高清摄像机	热成像摄像机	位置	数量	位置	数量		
1	调度室	1	0	/	/	/	/	工作人员睡岗	/
2								工作人员脱岗	
3								工作人员抽烟	
4								人脸／身份与工作卡信息比对	
5	变电所	1	0	/	/	/	/	工作人员睡岗	/
6								工作人员脱岗	
7								工作人员抽烟	
8								人脸／身份与工作卡信息比对	
9	提升机房	1	0	/	/	/	/	工作人员睡岗	/
10								工作人员脱岗	
11								工作人员抽烟	
12								人脸／身份与工作卡信息比对	
13	压风机房	1	0	/	/	/	/	工作人员睡岗	/
14								工作人员脱岗	
15								工作人员抽烟	
16								人脸／身份与工作卡信息比对	

17	主要 通风机房	1	0	/	/	/	/	工作人员睡岗	/
18								工作人员脱岗	
19								工作人员抽烟	
20								人脸 / 身份与工作卡信息比对	
21	机修车间	1	0	/	/	/	/	工作人员睡岗	/
22								工作人员脱岗	
23								工作人员抽烟	
24								人脸 / 身份与工作卡信息比对	
25	爆炸物品库	1	0	/	/	/	/	工作人员睡岗	/
26								工作人员脱岗	
27								工作人员抽烟	
28								人脸 / 身份与工作卡信息比对	
29	油库	1	0	/	/	/	/	工作人员睡岗	/
30								工作人员脱岗	
31								工作人员抽烟	
32								人脸 / 身份与工作卡信息比对	
33	厂区卡口	1	0	厂区卡口	1	/	/	车辆车型、车牌	/
34								车辆违规装载超长、超宽、超高货物	语音广播提醒

注6：所有点位均可对作业人员未佩戴安全帽识别。2.摄像机安装数量、类型、位置可根据需求调整。