|  |  |
| --- | --- |
| ICS  | 35.020 |
| CCS | L 09 |

团体标准

T/XAFJ 001—2024

矿山视频智能管控系统技术规范

Technical Specifications for Intelligent Video Surveillance and Control System for Mines

（征求意见稿）

2024 - XX - XX发布

2024 - XX - XX实施

江苏省人工智能协会 发布

目次

[前言 II](#_Toc169621167)

[1 范围 3](#_Toc169621168)

[2 规范性引用文件 3](#_Toc169621169)

[3 术语和定义 3](#_Toc169621170)

[4 系统总体设计 4](#_Toc169621171)

[5 系统功能模块 4](#_Toc169621172)

[6 视频监管分析模型 5](#_Toc169621173)

[7 基础编码规范 6](#_Toc169621174)

[8 主要设备参数 7](#_Toc169621175)

1. 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。

本文件由中国矿业大学提出。

本文件由江苏省人工智能协会归口。

本文件起草单位：中国矿业大学、XXX。

本文件主要起草人：牛强、XXX

矿山视频智能管控系统技术规范

# 范围

本文件提供了矿山视频智能管控系统技术规范。

本文件规定了矿山视频智能管控系统技术规范的技术路线、方案设计和功能要求，可作为矿山视频智能管控系统研究的技术依据。

# 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

# 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

## 矿山视频智能管控（Intelligent Video Surveillance and Control for Mine）

矿山视频智能管控是指利用智能视频技术对矿山进行监控和管理。

## 目标检测（Object Detection）

目标检测是一种计算机视觉技术，能够在图像或视频中识别和定位特定的物体。

## B/S架构（Browser/Server Architecture）

B/S架构，即浏览器/服务器架构，是一种网络架构模式。

## 地理围栏（Geofencing）

地理围栏是一种利用GPS或RFID技术创建虚拟边界的技术。

## 卷积神经网络（Convolutional Neural Network）

卷积神经网络是一种主要用于处理结构化网格数据（如图像）的深度神经网络。

## 深度学习（Deep Learning）

深度学习是机器学习的一个分支，基于人工神经网络，特别是深层神经网络来进行数据分析和模式识别。

## 只需看一次版本5（You Only Look Once version 5）

YOLOv5是一种实时的单步目标检测算法，能够在图像或视频中识别和定位特定的物体。

## 开放网络视频接口论坛（Open Network Video Interface Forum）

ONVIF协议是一种开放的网络视频接口标准协议，旨在实现不同厂商生产的视频产品之间的互联互通，确保网络视频产品的兼容性和互操作性。

## 人工智能（Artificial Intelligence）

人工智能旨在研究和开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统。

# 系统总体设计

## 系统概述

矿山视频智能管控系统在设计时，应实现前、后端分离的功能，并集成2D、3D可视化技术，以信息交互感知技术为核心，全面监控与管理矿山、人及环境。系统应采用改进的目标检测模型进行智能分析，确保监控过程既精准又高效。在设计和实现过程中，不应忽视任何影响系统稳定性和安全性的因素，确保系统能够稳定运行并有效支撑矿山的智能化管理。

## 系统架构

矿山视频智能管控系统由客户端、服务端、数据库及感知层四大核心构成，各部分紧密协同工作，确保数据的实时、准确传输与处理。

## 客户端设计

矿山视频智能管控系统的客户端应采用B/S架构，确保用户通过浏览器即可便捷访问。客户端集成了Vue与Cesium技术，实现2D、3D地理信息模型的可视化，包含监管大屏、二三维场景展示、实时预警、视频监控、地理围栏、人员监管及隐患台账七大功能模块。监管大屏应直观展示数据，便于管理人员快速掌握矿山运行；二三维场景模块支持无缝切换，提供多维度环境展示；实时预警模块基于改进的YOLOv5模型，即时分析视频并预警异常；视频监控模块接入多摄像头，确保全面监控；地理围栏设定虚拟边界，管理特定区域进出；人员监管模块追踪人员位置与轨迹；隐患台账模块则记录并跟踪隐患，实现闭环管理。

## 服务端设计

服务端应提供多功能HTTP工具，以实现高效的服务功能。具体而言，服务端应支持客户端请求的网页快速响应与发布，确保用户访问的流畅性；同时，应确保三维空间数据的实时传输与高效处理，为客户端提供丰富的可视化数据支持；此外，作为客户端与数据库之间的关键桥梁，服务端应确保数据的准确传输与同步，保障系统数据的完整性与一致性。

## 数据库设计

系统应采用PostgreSQL数据库管理系统，以满足其数据库架构的复杂需求。数据源应全面覆盖，包括但不限于2D、3D空间数据（如天地图底图等），用于构建详尽的地图与场景；基于改进后YOLOv5算法生成的目标检测信息，为智能分析与预警提供坚实的数据基础；以及系统检测到的异常情况报警信息，这些信息应及时记录并通知相关人员，确保矿山安全管理的及时响应与有效处置。

## 感知层设计

感知层应依托5G技术，确保数据的安全、瞬时传输。具体而言，应采用先进的加密技术，保障数据传输过程中的安全性，防止数据泄露或被篡改；同时，应优化网络配置，确保数据的实时性，将传输延迟降至最低；此外，感知层还应集成视频智能分析模型，对传输的视频数据进行即时处理与预警，为矿山的安全管理提供有力支持。



图1 矿山视频监管系统总体架构

# 系统功能要求

系统用户应能通过浏览器作为界面，实时监测矿山各重要场景的安全隐患情况，实现远程监控的便捷性。同时，系统应提供丰富的功能，包括浏览矿山的2D、3D空间数据，使用户能够直观地了解矿山地形、设施布局等信息，为矿山的安全管理与决策提供有力支持。

（1）监管大屏模块：模块应作为系统的核心显示界面，位于主显示区域的显著位置。该模块下方应实时展示包括探放水作业、瓦斯抽采作业、冲击地压卸压作业及人员“三违”在内的关键安全数据。同时，界面中心应加载2D、3D场景展示模块中的天地图底图及矿区影像等图层，为用户提供直观、全面的矿山环境视图。界面布局上，左上角应集成安全指标评价模块，左下角展示人员动态曲线，右上角呈现报警统计信息，右下角则实时更新各类关键数据。

（2）3D维场景展示模块：模块应直观、形象地呈现2D与3D空间数据，使用户能够轻松理解地理信息及其背后的深层含义，从而辅助用户进行更为精准的决策分析。该模块应全面加载包括高程、影像、瓦片、倾斜摄影在内的多种数据类型，以及地上、地下三维矿区和装备模型等关键信息，确保展示内容的丰富性与准确性。

（3）视频监控模块：模块应确保视频监控点位的设备编码应遵循基础编码规范，其中采煤工作面的点位需根据风流方向进行排序，而掘进工作面的点位则需按照从里到外的顺序排列。模块通过高效连接矿用本安型无线图像处理摄像仪，实时获取并推送监控视频流至NGINX服务器，确保视频数据的快速传输与存储。同时，后端目标检测模块应具备跨网段实时获取监控视频流的能力，以满足系统对于远程控制与实时性处理的严格要求。

（4）实时预警模块：实时预警模块应首先调用YOLOPredict函数，以加载并激活预先训练好的检测模型。随后，利用multiprocessing.Pool技术并行处理，对关键区域进行高效、全面的安全隐患检测。若模型预测的置信度超过预设的阈值，则系统应立即触发报警机制，及时通知相关人员进行处理，以确保矿山安全。

（5）人员监管模块：模块应实时显示矿区内所有工作人员的具体位置及关键信息，包括但不限于姓名、职务、当前作业区域等，以便管理人员能够迅速掌握人员分布与作业状态，确保矿山运营的安全与高效。

（6）地理围栏模块：模块应实时监控并准确记录闯入者的姓名、所闯入围栏的编号以及具体的闯入时间等关键信息，确保管理人员能够迅速掌握异常事件的全貌，为后续的处置与预防提供有力支持。

（7）隐患台账模块：模块应以清晰、易读的表格形式全面展示隐患台账信息，包括但不限于隐患编号、隐患类型、发现时间、责任部门、处理状态及备注等关键字段，确保管理人员能够一目了然地掌握隐患排查与治理的进展情况。

# 视频监管分析模型

矿山视频智能管控系统宜采用目标检测YOLOv5算法，以确保系统能够高效、准确地检测矿山关键区域的安全隐患，并通过三维可视化手段提供直观、全面的监控与管理支持。具体应遵循以下原则：

（1）为提高检测准确度，应采用目标检测算法。宜引入数据增强方法，通过随机拼接9张图片，有效扩充数据集，丰富小目标样本，并显著提升模型训练速度，从而增强模型的泛化能力和检测精度。

（2）在处理海量三维空间数据时，应采用CESIUMLOD策略和基于八叉树的加载调度算法。这些策略应能有效降低CESIUM在处理大规模三维数据时的加载与渲染压力，确保系统运行的流畅性和稳定性。

（3）系统开发应采用前后端分离架构，后端应基于改进后的YOLOv5检测模型，负责安全隐患的实时检测与数据处理；前端则应构建为B/S架构的可视化平台，利用Vue与CESIUM集成技术，实现丰富的三维可视化功能。同时，系统服务端应基于Node.js的Express框架进行开发，以高效发布和管理数据；数据库则应选择PostgreSQL，以确保数据的稳定性和安全性。

# 系统性能要求

## 系统响应时间

在矿山视频智能管控系统中，为确保高效与及时响应，视频数据的传输延迟应低于1秒，以保障画面流畅无卡顿；对于异常情况，智能分析系统应迅速在0.5秒内完成识别并立即触发报警机制；同时，从系统检测到异常至通过声光、短信、邮件等方式向相关人员发出通知的时间不应超过2秒，以确保安全隐患得到即时处理。

## 数据处理能力

矿山视频智能管控系统应能支持至少64路（根据矿井规模可调）高清视频流的同时处理，确保每路视频分辨率不低于1080P且帧率不低于25fps，从而保障视频画面的清晰与流畅。智能分析算法对安全隐患和异常情况的识别准确率应不低于95%，同时误报率应严格控制在5%以下，以减少不必要的干扰。系统还应具备TB级以上的存储容量，足以保存至少30天的视频数据和报警记录，并提供快速的数据检索功能，确保用户能在几秒内轻松找到所需的历史视频或报警记录。

## 系统稳定性和可靠性

矿山视频智能管控系统应采用冗余设计，确保关键设备和模块在单点故障发生时，不影响系统整体运行。系统故障时，系统应能在5分钟内自动恢复或无缝切换到备用状态，以保障连续监控不受影响。此外，系统应能连续稳定运行至少一年无重大故障，展现其高可靠性和稳定性。同时，系统应设定合理的定期维护周期（如每季度一次），通过及时的维护确保设备性能持续稳定，为矿山安全提供坚实保障。

## 可扩展性和灵活性

矿山视频智能管控系统应设计为高度模块化，以便灵活应对实际要求，轻松实现功能扩展和升级。同时，系统应全面支持ONVIF、GB28181等标准协议，确保与其他系统的无缝集成。此外，系统还应提供多样化的自定义配置选项，包括但不限于视频分辨率、帧率、报警阈值等，以精准匹配不同应用场景和要求的变化，提升整体系统的适应性和灵活性。

## 用户界面和交互性

矿山视频智能管控系统的用户界面设计应追求简洁明了，确保操作逻辑清晰直观，使用户无需专业培训即可轻松上手。系统应广泛兼容Windows、Linux等主流操作系统，并支持Chrome、Firefox、Edge等主流浏览器，以便用户在不同平台上均能顺畅访问。此外，系统还应集成地图导航功能，助力用户迅速定位关键区域；同时，支持视频缩放、旋转、全屏播放等丰富操作功能，提升用户体验。对于报警处理，系统应提供便捷的确认与处理机制，确保用户能够及时响应并有效处理各类异常情况。

# 安全技术要求

## 数据安全要求

### 数据加密

应使用业界公认的强加密算法，如AES-256，对传输和存储的数据进行加密，确保数据在传输过程中和存储时均不被非法获取或篡改。

建立完善的密钥管理体系，包括密钥的生成、存储、分发、使用和销毁等环节，确保密钥的安全性和可用性。密钥的存储应使用安全的硬件或软件保护措施，防止被非法获取。

### 访问控制

采用多因素认证机制对访问电子围栏系统的用户进行身份验证，确保只有合法用户才能访问系统。多因素认证通常包括用户密码、手机验证码、指纹识别等多种验证方式。

根据用户的角色和职责，分配不同的权限级别，确保用户只能访问其权限范围内的数据。同时，对敏感数据的访问应进行更加严格的控制，如设置访问审批流程等。

### 数据备份与恢复

制定定期的数据备份计划，将重要数据备份到安全的存储介质中，以防止数据丢失或损坏。备份数据应存储在物理上与主系统隔离的位置，以防止单点故障导致的数据损失。

建立数据恢复机制，确保在数据丢失或损坏时能够迅速恢复数据，减少业务中断时间。恢复过程应经过严格测试，确保恢复后的数据完整性和可用性。

### 安全审计与监控

对系统操作、数据访问等关键事件进行日志记录，以便在发生安全事件时进行追溯和调查。日志记录应详细、准确，并满足相关法律法规的要求。部署安全监控工具和系统，对电子围栏系统的运行状态、网络流量、用户行为等进行实时监控，及时发现并处理潜在的安全威胁。

## 系统安全管理

### 管理制度

管理制度包括：

1. 应制定工作的总体方案和策略，说明工作的总体目标、范围、原则和框架等；
2. 应对活动中重要的管理内容建立管理制度；
3. 应对运行维护人员执行的重要管理操作建立操作规程；
4. 管理制度的制定和发布应由专门的部门或人员负责；
5. 应组织相关人员对制定的管理制度进行论证和审定；
6. 应将管理制度以某种形式发布到相关人员手中；
7. 应制定应急管理制度；
8. 应定期对管理制度进行评审，对存在不足或需要改进的管理制度进行修订。

### 管理检查

管理检查包括：

1. 应定期检查数据是否定期备份，并能够恢复；
2. 应定期检查系统漏洞是否按照安全要求制定补漏方案并实施整改；
3. 应定期检查各版本软件是否备份 配套文档是否完整；
4. 应跟进各类安全报告所描述的异常告警信息，并移交岗位负责人处理。

## 用户权限管理

### 权限分级与细化

1. 系统应实施严格的权限分级管理，确保不同用户根据其职责和角色拥有不同的访问权限。权限可以细分为多个层级，如系统管理员、监控人员、维护人员等，每个层级拥有不同的操作权限，如视频浏览、控制、配置修改、数据导出等。
2. 对于跨区域调用，应设立级联权限，并详细区分为图像浏览、控制、语音等具体权限。这样可以确保只有具备相应权限的用户才能访问指定区域的监控资源。

### 权限分配与审核

1. 用户权限的分配应经过严格的审核流程，确保权限的分配合理且符合安全要求。系统应记录权限分配的详细日志，以便后续审计和追溯。
2. 定期对用户权限进行复核和调整，确保权限与用户的实际职责保持一致，防止权限滥用。

### 密码策略与认证机制

系统应采用强密码策略，要求用户密码包含大小写字母、数字和特殊字符，并设置密码长度和更换周期。实施多因素认证机制，如短信验证码、指纹识别等，提高账户的安全性。

# 基础编码规范

基础编码表如1所示，摄像头编码表如2所示，分析类型编码表如3所示。

表 1 基础编码表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 字段 | 命名规则 |
| 1 | 矿山企业编码 | 12位，江苏省矿山安全风险监测预警系统编码一致。 |
| 2 | 摄像头编码 | 地点类型/场景编码+具体位置编码+测点编码 |
| 3 | 分析类型编码 | 分析类型编码+分析结果编码 |
| 4 | 当前时间 | 14位，格式为yyyyMMddHHmmss。 |

表 2 摄像头编码表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 安装地点 | 地点类型编码 | 具体位置 | 位置编码 | 通道 | 通道编码 |
| 架空乘人装置（猴车）乘车点 | 061 | 例如： | 01 | 通道1 | 01 |
| \*\*\*\*\* | 02 | 通道2 | 02 |
| …… | …… | …… | …… |
| 煤仓口 | 062 | 位置1 | 00 | 通道1 | 00 |
| 皮带运输机旋转部位 | 063 | 位置1 | 00 | 通道1 | 00 |
| 运输斜巷 | 064 | 位置1 | 00 | 通道1 | 00 |
| 皮带巷 | 065 | 位置1 | 00 | 通道1 | 00 |
| 矿仓 | 066 | 矿仓上口 | 01 | 通道1 | 00 |
| 矿仓下口 | 02 | 通道1 | 00 |
| 井底车场 | 067 | 位置1 | 00 | 通道1 | 00 |
| 罐笼入口 | 068 | 位置1 | 00 | 通道1 | 00 |
| 备注：若位置唯一、通道唯一则编码为00，否则为01、02…… |

表 3 分析类型编码表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 分析类型 | 分析类型编码 | 分析结果 | 分析结果编码 |
| 携带长大件行为 | 021 |  | 0000 |
| 蹬勾头行为 | 022 |  | 0000 |
| 区域入侵 | 023 |  | 0000 |
| 矿车超载 | 024 |  | 0000 |
| 行车行人 | 025 |  | 0000 |
| 挡车栏未复位 | 026 |  | 0000 |
| 皮带异物 | 027 |  | 0000 |
| 皮带卡堵 | 028 |  | 0000 |
| 矿仓卡堵 | 029 |  | 0000 |
| 行人识别 | 030 |  | 0000 |
| 罐笼超员识别 | 031 |  | 0000 |
| 摄像头遮挡 | 004 |  | 0000 |
| 摄像头挪动角度 | 005 |  | 0000 |
| 备注：若分析结果唯一则编码为0000，否则为0001、0002…… |

# 主要设备参数

## 矿山视频智能管控服务器

### 系统参数

浏览器：支持IE8+,Chrome31-44,Firefox30-51,Safari8.0+浏览器；

最大web访问：64路；

操作系统：Linux。

### 主要功能

AI设备接入：支持图像处理摄像仪、视频智能识别分析主机、人脸比对服务器等AI设备接入；

报警存储：存储AI设备上报的报警信息、报警图片以及报警录像；

Web：支持web访问浏览视频、查看报警信息、管理设备等；

客户端对接：支持客户端对接；

录像设备接入：支持NVR、DVR等录像存储设备接入；

摄像仪视频流转发：支持摄像仪媒体流转发，支持实时流协议、实时消息传输协议等协议。

### 视音频输入输出接口

视频输出：1路HDMI，1路VGA；

音频输出：1路，RCA接口（线性电平，阻抗：1kΩ）；

语音对讲输入：1个，RCA接口（电平：2.0Vp-p，阻抗：1kΩ）。

### 外部接口

网络接口：2个；

USB接口：2个USB3.0。

### 其他

电源供应：AC100V～240V；

功耗：≤140W；

尺寸：482×390×133（mm）。

## 矿山视频智能分析主机

### 系统参数

IP通道接入：16路、32路（选配）；

操作系统：Linux；

AI芯片：内置国产NPU芯片；

AI算力：8路（17 TOPS INT8 峰值计算能力）、16路(34 TOPS INT8 峰值计算能力)、32路（68 TOPS INT8 峰值计算能力）。

### 功能

支持人员检测、区域入侵、安全帽检测、人数统计、人员脱岗检测、人员巡检、堆煤检测、皮带跑偏检测、护帮支护检测、吸烟检测、烟火检测、积水检测。

### 外部接口

网络接口：1个，RJ45 10M/100M/1000M自适应以太网口；

电源供应：AC100V~240V。

### 其他

功耗：≤100W；

尺寸：482×414×89（mm）。

## 矿用本安型无线图像处理摄像仪KBA12C

### 供电电源

额定工作电压：DC12V；

最大工作电流：≤1.4A。

### 主要功能

最大支持划分四个区域入侵；

支持双向语音对讲；

本地报警语音输出；

具备四路干结点输出报警，四路输入；具备通信接口，支持Modbus通信协议。

### 视频参数

2.7-8mm自动变焦；

帧率：25fps；

像素：400万。

### 网络参数

支持2路百兆电口；

支持2路百兆光口。

### 其他

功耗：12W；

防护高于IP67防水等级；

具有人员识别、电子围栏、人员脱岗、限宽限高、人员间距等多AI智能识别功能；

具有4个DI输入接口；

具备语音播放功能，响度≮85dB。

## 矿用隔爆兼本安型控制箱KXJ660

### 供电电源

额定供电电压：AC 127V；

输入视在功率：≤150VA；

DC24V本安直流电源输出，输出电压范围：DC22V～24.5V，额定输出电流0.3A，过流保护动作值≤0.49A，短路电流≤100mA。

### 开关量信号输入输出

多路无源接点型开关量信号输入（本安），≤300Ω对应逻辑“1”，≥90kΩ对应逻辑“0”；

多路无源继电器信号输出（本安），接点容量DC24V/1A（阻性负载），接触电阻≤0.5Ω；

多路无源继电器信号输出（非安），接点容量AC127V/1A（阻性负载）。

### 模拟量输出

多路电流型模拟量信号输入（本安），输入范围DC（4～20）mA；

模拟量输出处理误差：±1%（F.S）。

### 网络

百兆以太网电信号接口（本安）；

接口数量：2路；

传输方式：TCP/IP 以太网电信号传输；

传输速率：10/100Mbps自适应。