建筑工程施工安全管理人工智能应用指南

Guidelines for the application of Artificial Intelligence in Construction Safety Management

（征求意见稿）

XXXXXXXX　　发 布

目　次

前　　言 4
1　范　　围 5
2　规范性引用文件 5
3　术语和定义 6
4　总体原则 7
4.1　准确性 7
4.2　实时性 7
4.3　稳定性 8
4.4　安全合规性 8
4.5　兼容性 8
5　从业人员 8
5.1　一般规定 8
5.2　未戴安全帽 9
5.3　未穿反光衣 9
5.4　周界入侵 10
5.5　高处坠落风险 10
5.6　人员倒地 11
5.7　人员聚集 11
5.8　人员吸烟 12
5.9　玩手机 12
5.10　人员识别与统计 13
6　机械设备 13
6.1　一般规定 13
6.2　塔式起重机 14
6.3　施工升降机 14
6.4　移动式起重机械 14
7　危大工程 15
7.1　一般规定 15
7.2　知识库 15

7.3 案例库 16
7.4 方案审核 17
8 作业环境 20
8.1 一般规定 20
8.2 裸土未覆盖 22
8.3 临边洞口防护缺失 22
8.4 场地积液 23
8.5 烟雾火情 23
8.6 明火火焰 24
8.7 高温环境 24
9 运行环境 26
9.1 适应性要求 26
9.2 网络要求 27
9.3 监控设备配置及部署要求 28
10 信息安全 28
11 信息反馈 29
附录A 摄像头配置要求 30
附录B 安全生产检查记录仪配置要求 41
附录C 移动安全帽配置要求 44
附录D 温湿度监测设备配置要求 45
参考文献 46

前　言

本指南按照 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。

根据武汉建设安全协会会同有关单位结合武汉市的实际情况，广泛调查研究国内有关省市危大工程安全管理应用做法，认真总结武汉市建筑实践经验，在广泛征求意见、反复讨论和修改的基础上，形成本指南。

本指南内容不涉及到任何专利。

本指南共分 11 章和 1 个附录，主要内容包括：1 范围；2 规范性引用文件；3 术语和定义；4 总体原则；5 从业人员；6 机械设备；7 危大工程；8 作业环境；9 运行环境；10 信息安全；11 信息反馈等。

本指南由武汉建设安全协会负责管理，由主编单位负责技术内容的解释。在执行过程中如有需要修改或补充之处，请将意见或有关资料寄送广州粤建三和软件股份有限公司湖北分公司（地址：湖北省武汉市洪山区武珞路街道口未来公馆 B 座 2203）

建筑工程施工安全管理人工智能应用指南

1 范　围

本文件提供了人工智能技术应用于建筑工程施工安全管理的总体应用原则，以及在从业人员、机械设备、危大工程方案、作业环境、运行环境、信息安全、信息反馈等方面的具体智能应用指导。

本文件适用于武汉市各类施工企业以及相关科研机构、技术服务单位和生产企业利用深度学习、机器视觉、大模型、智能体等人工智能技术赋能建筑工程施工安全管理。

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 20271　信息安全技术　信息系统通用安全技术要求

GB/T 35273　信息安全技术　个人信息安全规范

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 43782　人工智能机器学习系统技术要求

GB/T 45958　网络安全技术 人工智能计算平台安全框架

GB/T 45280　人工智能 异构人工智能加速器统一接口

GB/T 45401.1　人工智能计算设备调度与协同第1部分：虚拟化与调度

GB/T 45401.2　人工智能计算设备调度与协同 第2部分：分布式计算框架

GB 2811　头部防护 安全帽

GB 6095　坠落防护 安全带

JGJ 196　建筑施工塔式起重机安装、使用、拆卸安全技术规程

JGJ 215　建筑施工升降机安装、使用、拆卸安全技术规程

JGJ 80　建筑施工高处作业安全技术规范

DB42/T 2270　智慧工地应用技术规程

T/CECS 1598　房屋建筑工程施工现场人工智能安全监管技术标准

《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（住房和城乡建设部令第37号）

《危险性较大的分部分项工程专项施工方案编制指南》（建办质[2021]48号）

《危险性较大的分部分项工程专项施工方案严重缺陷清单（试行）》

《房屋市政工程生产安全重大事故隐患判定标准（2024 版）》

3　术语和定义

下列术语适用于本文件。

3.1　算法响应时间　algorithm response time

指建筑工程施工安全领域人工智能算法根据输入的图像或视频数据从检测到施工现场的违规状态、异常特征或风险目标到输出标准化报警或预警数据的时间间隔。

3.2　高处坠落风险识别　high-altitude fall risk recognition

基于目标检测与人体关键点识别算法，对建筑工程高处作业区域人员进行检测，提取人体关键部位特征并自动识别安全绳、安全带系挂状态，预判并检测高处坠落风险的人工智能检测算法。

3.3　裸土覆盖识别　bare soil coverage recognition

基于图像处理与语义分割算法，对建筑工程施工现场裸土区域进行特征提取与分析，自动判断裸土是否覆盖、覆盖是否完整的人工智能检测算法。

3.4 临边洞口防护识别 edge and opening protection recognition

基于目标检测与图像分割算法，对建筑工程施工现场电梯井口、深基坑周边等临边洞口区域进行检测，判断防护设施设置状态、计算洞口防护覆盖率的人工智能检测算法。

3.5 从业人员 Construction personnel

在建筑工程施工现场从事施工活动的人员。

3.6 施工机械设备 Building construction machinery and equipment

在建筑工程施工中使用的机械和设备。

3.7 危险性较大的分部分项工程 Divisional work and subdivisional work with higher risks

建筑工程在施工过程中，容易导致人员群死群伤或者造成重大经济损失的分部分项工程，简称"危大工程"。

3.8 专项施工方案 Special construction plan for divisional work and subdivisional work with higher risks

施工单位在编制施工组织设计文件的基础上，针对危险性较大的分部分项工程单独编制的安全技术措施文件。

4 总体原则

4.1 准确性

准确识别目标对象（如人员、机械设备、安全防护设施、危险区域等），并正确检测和判别其类别、状态、属性及空间关系。宜通过模型优化、高质量标注数据训练及持续迭代优化，最大限度降低误识别率与漏识别率，确保识别结果具备工程可用性。

4.2 实时性

在满足施工现场实际安全管理需求的时间约束内完成图像、视频等感知数据的处理，并及时输出识别与分析结果。对于动态作业场景（如高处作业、起重吊装、浇筑等），宜具备连续、稳定的数据处理能力，保障预警信息的时效性与决策响应的有效性。

4.3 稳定性

在施工现场多变环境条件下保持识别性能稳定，包括不同光照条件（强光、弱光、逆光、夜间补光）、多种天气状况（晴、雨、雪、雾）以及复杂背景（如钢筋堆场、模板支架、施工围挡、移动机械等）。宜具备对同一类目标因外观、尺寸、姿态、遮挡程度等变化所导致的形态差异的适应能力，确保识别结果具有一致性与可靠性。算法模型具备在线更新与增量学习能力，定期优化以降低工地场景变化带来的性能衰减。

4.4 安全合规性

在采集、传输、存储和处理涉及从业人员图像、视频等可能包含个人信息或敏感信息的数据时，严格遵循国家有关信息安全与隐私保护的法律法规，采取必要的技术与管理措施，防止数据泄露、篡改、丢失或未授权访问。宜优先采用边缘侧脱敏、数据最小化采集、加密传输与权限分级管控等手段，切实保障数据全生命周期的安全性与合规性。宜具备数据本地化存储与处理能力，满足建筑工地网络安全与隐私保护要求。

4.5 兼容性

支持与工地现有视频监控系统、门禁系统、广播系统、智能安全帽等设备进行标准协议对接。

5 从业人员

5.1 一般规定

利用深度学习算法和机器视觉技术，对建筑工程施工现场的指定区域中从业人员安全帽佩戴、反光衣穿戴、周界入侵、高处坠落风险、人员倒地、人员聚集、人员吸烟、玩手机等涉及安全的行为问题自动识别并及时预警，以便发生险情时及时施救。

5.2 未戴安全帽

5.2.1 基于深度学习算法，对建筑工程施工区需佩戴安全帽的指定区域实现人员安全帽佩戴状态的实时检测与自动识别，适配建筑工地常见摄像头视频流输入格式。对于高处作业区域，宜优先选用具备高处俯拍视角的摄像头点位，确保安全帽顶部特征在成像中清晰可辨。

5.2.2 精准提取画面中人员头部区域特征（像素尺寸不宜小于40×40像素），判断安全帽是否佩戴或正确佩戴；佩戴状态识别准确率不宜低于95%。

5.2.3 在检测到未佩戴安全帽时，即时输出标准化报警数据，从算法检测到违规行为到输出报警数据的响应时间不宜超过3s。

5.2.4 降低安全帽佩戴检测的误报率和漏检率，建筑工地静态场景误报率不宜超过3%，人员移动、交叉作业等动态场景误报率不宜超过5%。

5.2.5 在建筑工地强光、逆光、扬尘等复杂环境下，保持头部特征提取的稳定性，避免因环境干扰导致识别失效。对于高处作业区域，需额外考虑高处风力导致的摄像头抖动、日照角度变化剧烈等因素，宜引入视频稳像预处理和自适应光照补偿机制。

5.3 未穿反光衣

5.3.1 基于图像处理与特征提取算法，对建筑工程夜间施工区、高处作业区、大型机械作业区、道路施工接驳区等场景，实现人员反光衣穿戴状态的实时检测与自动识别。

5.3.2 精准提取画面中达到规定像素尺寸（人员身体区域不宜低于80×80像素）的人员身体区域反光特征，判断反光衣穿戴与否，穿戴状态识别准确率不宜低于95%。

5.3.3 在检测到未穿戴反光衣违规行为时，即时输出标准化报警数据，算法响应时间不宜超过3s。

5.3.4 在建筑工地逆光、阴影、雾天、沙尘天、夜间仅有环境光等复杂光线和环境条件下，保持反光特征提取的稳定性，降低误报率和漏检率，确保高处作业区域夜间施工时的识别覆盖率。

5.4 周界入侵

5.4.1 基于目标检测与轨迹分析算法，在建筑工程工地围墙、未防护基坑边缘、临边洞口、材料加工区周边、吊装区、大型设备施工区等区域设置虚拟警戒区域，实现人员、车辆等目标非法入侵行为的实时监测。

5.4.2 精准提取画面中达到规定像素尺寸（人员目标不宜低于40×40像素，车辆目标按实际需求设定）、特定移动速度的入侵目标特征，对翻越、闯入、靠近等入侵行为进行识别，算法检测响应时间不宜超过3 s，并输出标准化报警数据。

5.4.3 输出标准化联动触发数据接口，支持与建筑工地安全告警系统、声光报警器、防护设施警示模块、自动升降柱等设备的算法对接，实现检测与告警的联动。

5.4.4 降低周界入侵检测的误报率，避免因工地施工车辆正常通行、人员作业移动、小动物闯入、树叶晃动等引发误判，静态场景误报率不宜超过5%。

5.5 高处坠落风险

5.5.1 基于目标检测与人体关键点识别算法，对建筑工程外墙施工、模板搭设、钢结构安装、脚手架作业等高处作业区域人员进行实时检测，精准获取作业人员位置及人体图像区域特征。

5.5.2 通过提取人体肩部、腰部、胸部等关键特征区域的锚点信息，自动识别安全绳、安全带的系挂状态（包括系挂位置是否正确、挂钩是否闭合），是否为五点式安全带，判断未系挂、系挂不符合要求等违规行为，系挂状态识别准确率不宜低于95%，漏检率不宜超过5% 。

5.5.3 在检测到非五点式安全带，未系挂安全绳/安全带，系挂不符合要求违规行为时，即时输出标准化报警数据，算法响应时间不宜超过3s。

5.5.4 在高处作业人员姿态变化（弯腰、转身、下蹲）、快速移动、工地背景复杂等情况下，采用时序信息（多帧关联）提高关键点特征提取的稳定性，保持人体关键点特征提取的稳定性，降低误报率和漏检率。

5.5.5 高处坠落防范作为施工现场安全管理的重中之重，贯穿于本指南各识别子系统的设计全过程。所有涉及从业人员行为识别的算法模型，均要充分考虑高处作业区域的特殊性，在模型训练数据采集、特征提取策略、预警逻辑判定等环节，将高处作业环境下的光照变化、遮挡干扰、人员姿态多样性和目标尺度差异等复杂因素纳入统一的技术考量框架，确保各识别模块在高处场景下均具备足够的鲁棒性和准确性。

5.6 人员倒地

5.6.1 基于计算机视觉与人体姿态估计算法，对建筑工程全施工区域进行实时检测，分析视频流图像中的人体姿态特征，自动识别人员倒地的异常姿态。

5.6.2 精准提取画面中达到规定像素尺寸（人体目标不宜低于60×120像素）的人员目标特征，区分正常蹲坐、躺卧与意外倒地行为，倒地行为识别准确率不宜低于95%，误报率不宜超过3%/小时/摄像头。

5.6.3 在检测到人员倒地时，即时输出标准化报警数据并提供目标位置信息（摄像头编号、大致坐标或GIS定位），算法响应时间不宜超过3s，保障工地应急救援的及时性。

5.6.4 在建筑工地不同光照、物料遮挡、背景复杂的场景下，融合红外热成像（如有）或采用多视角分析，保持人体姿态特征提取的稳定性，降低误报率和漏检率。

5.6.5 支持倒地后二次判定，减少短暂摔倒（如绊倒后自行站起）引起的无效报警。

5.7 人员聚集

5.7.1 基于人工智能视觉分析与目标计数算法，对建筑工程施工区、材料堆放区、出入口等指定区域进行实时监测，自动统计区域内达到规定像素尺寸的人员数量。

5.7.2 支持根据建筑工地不同场景灵活设置人员聚集阈值，高处作业区域设置比地面更严格的人员聚集阈值（数量阈值与持续时间阈值），当聚集人员数量超过设计承载上限时触发预警，算法预警响应时间不宜超过3s。

5.7.3 控制人员数量统计误差（相对误差），统计误差不宜超过5%，确保聚集行为判断的准确性。

5.7.4 在建筑工地人员快速移动、人群重叠、交叉作业等情况下，采用多目标跟踪与重叠分割技术，保持目标计数的稳定性，避免误判聚集行为。

5.7.5 对聚集区域的密度进行分级预警（黄色预警：阈值70%~90%；红色预警：超过阈值100%），并联动广播系统引导疏散。

5.8 人员吸烟

5.8.1 基于目标检测与行为分析算法（如结合手部区域定位、烟支检测、烟雾动态特征），对建筑工程禁烟区、动火作业区、易燃材料堆放区、配电室等指定区域进行实时检测，识别吸烟者的动作、烟支、烟雾等特征。

5.8.2 精准提取画面中达到规定像素尺寸的人员及吸烟相关目标特征（烟支不宜小于10×30像素），吸烟行为识别准确率不宜低于95%，漏检率不宜超过5%。

5.8.3 在检测到吸烟行为时，即时输出标准化报警数据，算法响应时间不宜超过3s，并联动现场声光报警或喷淋装置，降低建筑工地火灾隐患。

5.8.4 在建筑工地墙角、设备后方、物料堆旁等吸烟死角及复杂光照环境下，采用多角度布点或补充近红外摄像头，保持特征提取的稳定性，降低漏检率。

5.8.5 区分吸烟与手持类似物体（如笔、工具）的行为，可结合姿态时序分析（如手部到嘴边动作）减少误报。

5.9 玩手机

5.9.1 基于目标检测与手部行为分析算法，对建筑工程高处作业平台、机械操作区、交叉作业区、施工电梯驾驶位、塔吊操作室等指定区域人员进行实时检测，识别手机使用行为特征。

5.9.2 精准提取画面中达到规定像素尺寸的人员手部及手机目标特征（手机目标不宜小于15×30像素），判断人员是否存在手持手机或看手机的行为，识别准确率不宜低于95%，误报率不宜超过3%。

5.9.3 在检测到玩手机违规行为时，即时输出标准化报警数据或统计记录数据，算法响应时间不宜超过3s。

5.9.4 在建筑工地人员姿态变化（如侧身、背对）、设备遮挡、物料遮挡等情况下，宜采用多帧检测与人体关键点推断手部位置，保持手部特征提取的稳定性，降低误报率和漏检率。

5.9.5 区分驾驶/操作设备中玩手机与静止状态下玩手机，不同场景可设置不同处置或提醒策略。对管理人员手持手机用于工作沟通（如对讲、记录）可设置白名单或规则豁免。

5.10 人员识别与统计

5.10.1 结合人脸识别、目标重识别与人流统计（跨摄像头跟踪）算法，对建筑工地大门出入口、施工区与生活区分界处、重要设备操作区入口、宿舍区入口等指定区域进行实时检测，适配工地人员密集场景的算法分析需求。

5.10.2 精准提取画面中达到规定像素尺寸的人脸特征（人脸区域不宜小于60×60像素），实现人员身份识别与数量统计，人脸识别准确率不宜低于90%，人员统计误差不宜超过5%。

5.10.3 对未经授权人员的进入行为即时输出标准化报警数据（如访客未登记、非本区域人员闯入），算法响应时间不宜超过3s，同时实现每日进出人数、各区域人员数量的自动统计与数据输出。

5.10.4 在建筑工地人员密集（单画面50人以上）、光线复杂（侧光、背光）、面部轻微遮挡（如安全帽帽檐、口罩、护目镜）等情况下，采用多算法融合（人脸+人体+步态）保持人脸特征提取和计数的稳定性，支持多目标同时识别与统计。

6 机械设备

6.1 一般规定

基于图像处理与图像识别算法，对塔式起重机、施工升降机、移动式起重机械等施工机械设备，实现视野盲区、司机状态、防夹装置、超载保护、行走路线、有效安全距离等关键安全要素进行实时监测、识别与风险预警，确保施工机械设备安全可控。

6.2 塔式起重机

6.2.1 高清摄像头包括吊钩摄像头（枪机）、驾驶室摄像头（枪机）、回转区域监控摄像头（球机），摄像头实时输出视频画面。

6.2.2 塔吊摄像头设置要求

1 在塔吊小车上安装摄像头，基于图像处理与图像识别算法，对司机视野盲区及吊钩垂直下方区域进行实时监测，如在吊运货物垂直上下运输过程中，下方不得有人长时间停留；

2 在塔吊驾驶室内设置摄像头，检查司机是否持证上岗；

3 在塔吊驾驶室内设置摄像头，对司机的疲劳状态及违章行为（如边玩手机边操作）、身体状态异常等情况进行实时监测与识别，增加预警设施，能够提醒司机室内操作人员并反馈至现场管理人员手机；

4 在塔吊回转处设置摄像头，作为高位监控点，辅助其他AI功能进行识别及预警，保持特征提取的稳定性，降低误检率和漏检率。

6.3 施工升降机

6.3.1 施工升降机设置防夹装置、人数控制装置、防碰撞装置、超载保护装置、视频监控装置。

6.3.2 在施工升降机驾驶室内设置摄像头，梯笼进出门两侧配备防夹装置，当梯笼门关闭检测到障碍时，梯笼门能停止关闭并自动开门，保证人员与货物的进出安全具备零速悬停、降压减速等安全功能。

6.3.3 在施工升降机驾驶室内设置摄像头，对梯笼内有乘员人数统计功能，在无遮挡或无故意躲避情况下的吊笼内的乘员人数识别误差不宜超过1人，人数超过设定值时梯笼宜发出警告并停止运行。

6.3.4 在施工升降机驾驶室内设置摄像头，检查司机是否持证上岗。

6.3.5 在施工升降机驾驶室内设置摄像头，对司机的疲劳状态及违章行为（如边玩手机边操作）、身体状态异常等情况进行实时监测与识别，增加预警设施，能够提醒司机室内操作人员并反馈至现场管理人员手机。

6. 4 移动式起重机械

6.4.1 移动式起重机械通过高位摄像机辅助，重点关注移动式起重机械行走路线和吊装安全距离。

6.4.2 精准核验移动式起重机械行走路线及吊装站位点的地基基础承载状况，设置预警模型，识别准确率不宜低于95%。

6.4.3 基于图像处理与图像识别算法，核验移动式起重机械与周边建筑结构、架空线路的有效安全距离，防止发生碰撞或触电事故。

7 危大工程

7.1 一般规定

利用文档解析算法、多粒度知识切片算法、多模态大模型技术、向量嵌入与检索技术，构建相关的安全管理知识库与案例库，对危大工程专项施工方案进行智能化的合规性审查和风险识别，最后输出包括问题清单和审核结论的审核报告，供专家及相关人员参考。

7.2 知识库

7.2.1 安全管理知识库是人工智能审核的基础支撑，包含下列内容：

1 危大工程安全管理相关的法律、行政法规、部门规章，包括《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（住房和城乡建设部令第37号）等；

2 国家、行业、地方相关技术标准，包括施工安全、质量验收、技术规程等类别，涵盖GB、JGJ、CJJ、DB等系列标准；

3 《危险性较大的分部分项工程专项施工方案严重缺陷清单》明确的常见缺陷，建立缺陷分类体系和缺陷库；

4 《房屋市政工程生产安全重大事故隐患判定标准》全部条款，建立隐患判定规则库和推理引擎，支持隐患的自动判定和风险分级。

7.2.2 文档解析宜基于OCR识别技术与视觉语言模型的文档解析管线，实现对文字内容、复杂表格、数学公式、图像等非结构化内容的识别与提取。

7.2.3 知识切片宜基于文档层级目录的多粒度切片算法，对标准规范、工程方案、校核要点等文档内容进行分块切片，满足适配各类任务场景下对分块内容的完整性要求。

7.2.4 分块额外信息宜在分块中加入文档信息与章节等元信息，实现对召回内容的精确定位，并补充进大模型上下文中增加模型的文档理解能力。

7.2.5 知识库存储宜基于预训练的嵌入向量模型，将分块内容以嵌入向量入库，保留原始数据的语义或结构信息。

7.2.6 知识引擎层在基础知识库之上构建独立的知识引擎层，作为方案审核与智能研判的核心驱动中枢。知识引擎层动态集成并实时更新下列核心规则基底：

1 最新国家、行业标准规范中的强制性条文；

2 住房和城乡建设部发布的《危险性较大的分部分项工程专项施工方案严重缺陷清单》全部条款；

3 项目所在地省级、市级建设行政主管部门发布的危大工程安全管理补充规定及实施细则。

7.3 案例库

7.3.1 案例库是人工智能审核的重要参考，宜包含下列内容：

1 建筑工程生产安全事故典型案例，包括事故经过、原因分析、及整改措施；

2 经专家论证的超过一定规模的危大工程优秀专项方案，包括专家论证意见、亮点做法、最终方案全文；

3 审核中发现的存在典型问题的方案，包括问题描述、判定依据、整改措施；

7.3.2 案例库建设过程宜包括案例采集、标注、更新及质量评估，并符合下列要求：

1 通过评审资料、审核记录等多渠道采集案例。审核记录包含企业内部审核意见、多方沟通纪要；对于超过一定规模的危大工程，还包含专家论证意见书；

2 对案例进行结构化标注，包括工程信息、问题类型、涉及条款、审核阶段、审核结论等。审核阶段根据工程类别区分：一般危大工程标注为内部审查/多方沟通”，超过一定规模的危大工程标注为“内部审查/多方沟通/专家论证”；

3 定期更新案例库，每年新增案例数量不少于100个；

4 建立案例质量评估机制，确保案例的真实性、代表性和教育意义。

7.3.3 案例应用宜包括相似案例推荐、审核辅助及培训学习，并符合下列要求：

1 基于方案内容的相似度计算，自动推荐相似案例供审核参考；

2 基于优秀案例的经验，提供审核要点和最佳实践参考；

3 支持基于案例的在线学习和培训，提升方案编制人员能力。

7.4 方案审核

7.4.1 方案审核基于知识库、案例库与知识引擎层的规则基底，对专项方案进行人工智能审核。审核流程先进行危大工程属性判定，再进行方案内容审核，并符合下列要求：

1 基于知识引擎层中的危大工程范围判定规则库，对拟建工程的施工内容进行危大工程属性自动判定；

2 根据判定结果，将工程分类为“非危大工程”“危大工程”或“超过一定规模的危大工程”，并确定相应的审核流程与论证要求；

3 对判定为危大工程或超过一定规模的危大工程的，转入方案内容审核流程；对判定为非危大工程的，提示无需编制危大工程专项施工方案；

4 单次方案审核响应时间不宜超过60s，复杂方案审核时间不宜超过180s。

7.4.2 危大工程属性判定包括判定依据、判定规则、判定规则库，并符合下列要求：

1 判定依据包括《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（住房和城乡建设部令第37号）、《住房城乡建设部办公厅关于实施〈危险性较大的分部分项工程安全管理规定〉有关问题的通知》，以及项目所在地省级住房城乡建设主管部门发布的危大工程范围补充规定；

2 判定规则库包含建办质〔2018〕31号附件1所列“危险性较大的分部分项工程范围”全部类别及其量化阈值，包括基坑工程（开挖深度超过3m（含3m））、模板工程及支撑体系（搭设高度5m及以上等）、起重吊装及起重机械安装拆卸工程（单件起吊重量在10kN及以上等）、脚手架工程（搭设高度24m及以上等）、拆除工程、暗挖工程等；

3 判定规则库应包含建办质〔2018〕31号附件2所列“超过一定规模的危大工程范围”全部类别及其量化阈值，包括深基坑工程（开挖深度超过5m（含5m））、模板工程及支撑体系（搭设高度8m及以上等）、起重吊装及起重机械安装拆卸工程（起重量300kN及以上等）、脚手架工程（搭设高度50m及以上等）、暗挖工程等；

4 判定规则库应支持加载项目所在地省级住房城乡建设主管部门发布的危大工程范围补充规定，包括各省、自治区、直辖市的相关实施细则，确保判定规则与项目所在地要求一致。

7.4.3 完整性审核宜包括内容完整性、内容深度、格式规范及完整性识别准确率，并符合下列要求：

1 根据《危险性较大的分部分项工程专项施工方案编制指南》的要求，检测专项施工方案内容的完整性，包括工程概况、编制依据、施工计划、施工工艺技术、施工保证措施、施工管理及作业人员配备和分工、验收要求、应急处置措施、计算书及相关施工图纸等必备章节；

2 审核各章节内容的充实程度，识别内容空洞、泛泛而谈、缺乏针对性的章节；

3 审核方案格式是否符合《危险性较大的分部分项工程专项施工方案编制指南》要求；

4 完整性识别准确率不宜低于95%，章节缺失识别率应达到99%。

7.4.4 方案严重缺陷识别宜包括常见缺陷识别、分类、定位、预警及识别准确率，并符合下列要求：

1 基于方案严重缺陷清单知识库，识别专项方案编制中的常见缺陷，包括无工程及周边环境情况描述、无施工风险辨识、风险分级及相应的风险管控措施、

无施工现场布置图和资源配置计划表、施工工艺技术不满足设计和现场实际情况、无施工安全保证措施等；

2 对方案严重缺陷按危大工程类型进行分类；

3 精确定位缺陷所在位置，包括章节、条款、页码、段落；

4 识别存在严重缺陷的方案，宜立即进行红灯预警。对于超过一定规模的危大工程，论证结论判定为不通过；对于一般危大工程，判定审核不通过，退回修改；

5 缺陷识别准确率不宜低于 85%，关键缺陷识别率不低于 95%。

7.4.5 技术要点审核宜包括工程概况、编制依据、风险辨识与分级、施工计划、施工现场布置、施工工艺技术、施工保证措施、监测监控措施、验收要求、应急处置措施、计算书及相关施工图纸、危大工程范围判定、技术参数、一致性、逻辑性和强制性条文审核，并符合下列要求：

1 审核工程概况章节中对工程及周边环境条件的描述是否全面、清晰、真实；

2 审核编制依据的时效性、适用性和完整性，识别废止、过期或不适用的规范标准；

3 审核风险辨识及分级是否全面、准确，风险管控措施是否具有针对性和可操作性；

4 审核施工计划（部署）是否合理；

5 审核施工现场布置和资源配置是否合理；

6 审核施工工艺流程、技术参数等是否满足设计工况和现场实际情况；

7 审核施工保证措施是否具有针对性和可操作性；

8 审核监测方案是否合理；

9 审核危大工程验收要求是否符合相关规定及标准；

10 审核应急处置措施是否具有针对性和有效性；

11 审核计算书及相关施工图纸是否符合有关标准；

12 审核工程是否属于危大工程清单范围，超规模危大工程是否进行专家论证；

13 审核技术参数的合规性，如基坑深度、模板荷载、起重重量、脚手架高度等关键参数，与规范要求的最低限值进行比对，识别不达标项；

14 实现“文-图-算”一致性校验，即核对文字描述的施工参数、图纸标注的尺寸与计算书输入的参数是否一致，对比与项目施工实际参数是否一致；

15 审查施工流程的逻辑顺序，防止出现工序倒置（如：未支撑先开挖）等逻辑错误；

16 审核是否违反强制性标准，强制性条文符合性审核准确率不低于 95%。

7.4.6
重大事故隐患判定宜包括隐患识别、隐患分析、隐患预警及重大隐患判定准确率，并符合下列要求：

1 基于重大事故隐患判定标准，识别方案中存在的重大事故隐患，包括基坑工程、模板工程、起重吊装、脚手架工程、拆除工程等各类危大工程的重大事故隐患；

2 结合方案文本、计算书、图纸等多源信息进行综合分析，判定隐患的性质和等级；

3 对判定为重大事故隐患的方案内容，立即预警并阻止审核通过；

4 重大事故隐患判定准确率不宜低于 90%，漏判率控制在 5%以内。

7.4.7 结果输出宜包括审核结论、问题清单、审核报告及报告生成时效性，并符合下列要求：

1 给出明确的审核结论（通过/不通过/修改后通过）；

2 列出完整的问题清单，包括问题分类、问题定位、问题描述、判定依据、整改建议、严重程度；

3 生成结构化的 JSON 数据和可视化的 PDF 报告，支持图表展示和系统对接；

4 结构化数据输出时间不宜超过 3s，可视化报告生成时间不宜超过 10s。

8 作业环境

8.1 一般规定

依托图像处理、目标检测、语义分割等机器视觉算法，对施工现场划定监测区域开展实时智能研判，自动识别裸土覆盖缺失、临边洞口防护缺失、场地积水、火情烟雾、明火等作业环境及现场文明施工类隐患，同步触发分级即时预警。系统需配套标准化告警数据规范、音视频证据留存、多设备联动处置、昼夜及极端环境适配等配套能力，通过前置风险识别，有效遏制扬尘污染、高处坠落、机具基础侵蚀、建材受潮、火灾等安全与环保事故，全方位筑牢施工现场环境管控与安全生产防线。

8.1.1 告警分级推送规则

作业环境安全风险宜依据隐患风险严重程度划分为一般安全风险、较大安全风险、重大安全风险三级，差异化配置推送渠道：

1 一般安全风险包括局部少量裸土、小范围浅积水、零星轻度烟雾，告警推送至现场班组管理员移动端、项目管控平台消息栏；

2 较大安全风险包括大面积裸土未覆盖、基坑局部防护缺失、大范围积水、持续性烟雾，告警同步推送至安全员、现场负责人移动端及平台弹窗提醒；

3 重大安全风险包括电梯井 / 卸料平台完全无防护、可见明火、大面积浓烈火情烟雾，告警触发平台弹窗+声光提示、短信双重推送至项目经理、安全总监，同步推送至属地监管平台。

8.1.2 告警数据与音视频留存

1 统一标准化告警数据字段，包含摄像头编号、监测区域、隐患类型、风险等级、识别时间、像素面积、置信度、告警处置状态，统一接口协议，实现多厂商设备互联互通；

2 每次触发告警自动留存抓拍截图、告警前后不少于 10s 录像片段，告警影像、告警日志存储期限不低于 90 天，支持回放、下载、溯源取证，满足隐患整改复查、事故追溯需求。

8.1.3 多设备联动处置逻辑

支持视觉识别信号联动现场自动化设施：识别明火、高浓度火情烟雾时，联动对应区域声光报警器、消防喷淋装置；识别大面积裸土、场地积水重大隐患，联动区域扬尘喷淋、排水提示装置；告警记录同步联动整改销号台账。

8.1.4 昼夜及极端环境性能

1 昼夜识别指标区分管控：白天常规光照环境执行本章节基础准确率、误检率指标；夜间低光照、补光照明场景下，各类隐患识别准确率允许下调5个百分点，烟雾、明火静态误检率上限提升至8%，动态误检率上限提升至15%；

2 雨雪、大雾、沙尘极端天气容错标准：能见度下降导致模型识别性能下降时，系统自动标注环境状态，不产生无效高频告警；识别准确率降幅超15%时主动推送设备工况异常提醒，仅保留明火、洞口无防护两类重大隐患优先识别。

8.2 裸土未覆盖

8.2.1 采用图像处理结合语义分割算法，对项目待开挖地块、临时堆土场区、基坑及边坡周边、场内施工道路两侧、闲置裸土场地等扬尘重点区域持续实时监测，提取裸土区域视觉特征，判定裸土覆盖落实情况。

8.2.2 精准识别画面内达到规定像素阈值的裸露土体区域，自动判别裸土是否全覆盖、有无局部裸露缺口，并宜满足下列要求：

1 日间常规工况：裸土覆盖状态综合识别准确率不宜低于 90%；

2 夜间低光照工况：识别准确率不宜低于 85%。

8.2.3 监测发现裸土未覆盖、防尘网破损覆盖不全等问题时，依据裸露面积判定隐患等级，立即生成标准化告警报文推送至对应管控渠道，算法端到端响应时长不大于3s，支撑现场扬尘常态化管控。

8.2.4 适配晴、阴、雨、雾及昼夜不同光照环境，稳定提取裸土特征，可精准区分裸土、硬化地坪、防尘网、砂石建材等不同地面介质；雨雪大雾低能见度场景下，小幅裸露裸土放宽识别阈值，仅对大面积裸土重点告警，降低环境干扰造成的识别偏差。

8.3 临边洞口防护缺失

8.3.1 融合目标检测与像素级图像分割算法，对电梯井口、楼梯临边、阳台边缘、基坑围挡区域、卸料平台侧边等高坠风险点位不间断巡检，自动定位各类洞口、临边危险区域。

8.3.2 采用U-Net++ 高精度分割模型区分洞口本体与防护栏杆、硬质盖板，自动测算洞口防护覆盖占比，并宜满足下列要求：

1 日间常规工况：临边、洞口防护状态识别准确率不宜低于 95%；

2 夜间低光照工况：临边、洞口防护状态识别准确率不宜低于 90%。

8.3.3 识别出防护设施缺失、局部围挡破损、盖板移位等隐患后，依据防护缺失范围划分隐患等级，实时输出标准化告警数据推送对应管理人员，算法响应时长不大于 3s；识别洞口完全无防护重大隐患时，同步联动区域声光报警。

8.3.4 对达到设定像素阈值的洞口、临边危险区域实施不间断特征跟踪，及时捕捉防护构件被拆除、挪动、损毁等动态变化；极端大雾、降雨模糊画面时，优先保障电梯井、卸料平台高危点位识别，杜绝高坠风险漏判。

8.4 场地积液

8.4.1 基于图像处理与目标检测算法，针对场内道路低洼段、塔吊基础周边、大型施工机械基座、地下室及车库作业面、水泥、钢材等主材堆放区地面开展实时监测，识别地表积水特征。

8.4.2 精准提取画面中满足像素阈值的积水区域轮廓，自动判断积水存在与否及积水范围大小，并宜满足下列要求：

1 日间常规工况：场地积水识别准确率不宜低于 95%；

2 夜间低光照工况：场地积水识别准确率不宜低于 90%。

8.4.3 检测到积水隐患后按积水面积划分隐患等级，即刻推送标准化告警信息，算法响应时长不大于3s，提前防范人员滑倒摔伤、设备基础泡水侵蚀、钢筋水泥受潮变质等安全及质量隐患；大面积积水可联动现场排水提醒装置。

8.4.4 针对地面水渍反光、建材杂物遮挡、物料堆载遮挡、雨天水面反光等场景优化算法特征提取逻辑；大雾、暴雨环境下过滤细碎积水误报，重点识别威胁设备基础、主材堆放区的大范围积水，有效控制积水识别漏检、误检概率。

8.5 烟雾火情

8.5.1 基于深度学习搭建专用烟雾识别模型，对易燃材料堆场、动火作业面、电缆线路敷设区域、油漆及防水施工区等火灾高风险区域进行7×24h实时监测，自动捕捉烟雾视觉特征。

8.5.2 提取画面内达到像素阈值烟雾的形态、色度、扩散动态等多维特征进行综合研判，并宜满足下列要求：

1 日间常规工况：烟雾火情识别准确率不宜低于 95%，静态场景误检率≤5%，动态场景误检率≤10%；

2 夜间低光照工况：烟雾火情识别准确率不低于 90%，静态场景误检率≤8%，动态场景误检率≤15%。

8.5.3 系统捕捉有效烟雾特征后，依据烟雾浓度、扩散范围划分隐患等级，立即输出标准化告警数据推送对应管理人员，从特征识别至告警推送全流程响应时长不大于3s；判定为重大火情烟雾时，结合现场实际情况，联动区域声光报警、消防喷淋，压缩火情预警滞后时间，为初期处置预留充足窗口期。

8.5.4 优化特征区分逻辑，可有效甄别电焊烟尘、施工扬尘、水雾等非火灾类烟雾干扰；雨雪大雾天气下，弱化稀薄水雾类信号，仅对持续扩散浓烟雾触发告警，避免无效告警造成监管疲劳。

8.6 明火火焰

8.6.1 依托深度学习构建火焰专属识别模型，覆盖施工现场全部作业区域，实时提取明火火焰形态、色彩、燃烧动态特征，适配多路视频流同步解析需求。

8.6.2 精准识别画面内达到像素阈值的明火区域，实现初期小火源精准捕捉，并宜满足下列要求：

1 日间常规工况：明火识别综合准确率不宜低于 95%；

2 夜间低光照工况：明火识别综合准确率不宜低于 90%。

8.6.3 识别到明火直接判定为重大隐患，立即生成标准化告警数据多渠道推送管控端，算法响应时长不宜大于3s，同步联动现场声光报警、消防喷淋设施，抢抓火灾黄金扑救时段。

8.6.4 针对强光直射、逆光拍摄、烟雾遮挡、构件物料遮挡、夜间补光、雨雪大雾低能见度等复杂成像条件优化模型鲁棒性；极端恶劣天气下优先保障明火特征提取优先级，稳定捕捉火焰核心特征，最大限度减少火情漏检、误检问题。

8.7 高温环境

8.7.1 依托现场布设的施工温度监测设备（环境测温终端、构件温度传感器），结合视频 AI 视觉感知算法、环境特征识别及深度学习模型，对施工现场露天作业面、密闭室内作业区、钢结构施工区域、临建办公及住宿区域、大型设备操作

区域等高温高发区域开展7×24小时实时监测。 通过测温设备采集现场实际环境温度、构件表面温度数据，联动摄像头全方位采集现场画面，结合画面光影特征、人员作业状态、作业行为、人员体征状态联动分析，精准捕捉施工现场高温环境参数与人员现场作业实况，综合判定高温作业风险及防暑管控措施合规落实情况。监测范围覆盖作业环境温度采集、构件高温状态采集、作业人员行为及身体状态视频识别、现场防暑设施配置状态识别。

8.7.2 系统融合测温设备采集的实测环境温度阈值、构件温度数据、作业时段特征、作业场景特征、摄像头采集的人员视频信息，对照施工现场高温管控规范（日最高气温40℃以上停止室外露天作业；37℃～40℃室外露天作业累计不超过6小时，11时至15时禁止室外露天作业；连续3天35-37℃采取轮岗轮休，禁止加班），自动研判现场高温作业风险等级，精准识别高温超时作业、高温超温违规施工、高温无防护作业等隐患，并宜满足下列要求：

1 日间常规高温工况：高温作业场景识别综合准确率不宜低于 90%；

2 午后极端高温、强光暴晒工况：高温隐患识别准确率不宜低于 95%。

温度判定规则： ①测温设备实测环境温度≥40℃，判定为极端高温工况，触发全面禁止室外露天作业判定逻辑； ②测温设备实测环境温度介于37℃（含）-40℃，判定为重高温工况，触发限时作业、禁止11:00-15:00露天作业判定逻辑；③测温设备实测环境温度介于35℃（含）-37℃，判定为一般高温工况，触发轮岗轮休、禁止露天作业人员加班判定逻辑。 同时通过摄像头全方位识别工人作业状态，包含人员是否出现头晕、步态异常、精神萎靡等中暑先兆行为，人员是否佩戴防暑防护用品，人员连续作业时长、作业人数等信息，和测温设备温度数据做交叉核验，避免单一数据源误判。

8.7.3 测温设备监测环境温度超标，或摄像头识别到现场高温作业隐患、超温时段违规施工、人员高温作业无防暑防护、工人出现中暑先兆异常状态等问题时，结合测温设备实测环境温度、构件温度、现场作业人数、人员连续作业时长、工人视频状态综合判定隐患风险等级，立即生成标准化告警报文推送至对应管控渠道，算法端到端响应时长不宜大于3s。及时预警高温中暑、人员疲劳作业、设备高温过载、建材高温形变、钢结构构件超温等风险；当摄像头识别到工人出现疑

似中暑身体异常状态时同步推送人员健康预警，支撑施工现场高温天气常态化安全管控。

8.7.4 系统适配夏季强光暴晒、正午极端高温、闷热无风密闭空间、钢结构吸热高温、遮阳设施遮挡等复杂工况。以测温设备实测温度作为环境判定基准，配合摄像头视频识别，精准区分常规温度环境、一般高温环境、极端高温环境；有效规避树荫阴影、设备反光、云层遮挡带来的视觉识别干扰，不以画面光影替代实际测温数据。针对昼夜温差大、午后温度骤升等场景优化算法判定逻辑，弱化瞬时温度波动干扰，对测温设备持续采集高温读数的作业区域，联动摄像头重点监测现场人员作业行为、工人身体状态，重点开展监测预警，有效降低高温隐患漏检、误检概率。

8.7.5 系统以施工测温设备温度数据为基础，结合摄像头全方位视频智能识别各类高温违规作业行为及环境隐患，主要包含：测温设备温度达到停工阈值仍开展室外露天作业（高温极端时段未停工）、作业人员未佩戴防暑防护用品、摄像头识别工人出现步态不稳/精神萎靡等中暑前兆状态、现场未设置防暑降温点位、密闭空间测温超阈值仍开展闷热作业、大型机械设备高温超时作业、施工现场堆放建材高温暴晒、临时生活区测温超标且通风不足等各类高温管控隐患，全方位覆盖施工现场高温安全管控场景。

9 运行环境

9.1 适应性要求

9.1.1 人工智能应用及配套的软硬件设备和系统宜具备良好的物理环境适应性，可在规定的光照强度、风速、大气压力、工作温度、存储温度、工作湿度、存储湿度、恶劣天气等气候条件下保持稳定、准确、可靠运行。

9.1.2 人工智能应用及配套的软硬件设备和系统宜具备良好的网络适应性，能够在规定的网络条件下正常运行，抵抗带宽波动、延迟和丢包错误，包括但不限于：

1 带宽适应性：在规定的带宽波动范围内正常工作，不出现性能下降或不可用；

2 延迟适应性：在规定的网络延迟范围内正常工作，不出现性能下降或不可用；

3 传输适应性：在规定的数据传输丢包率范围内正常工作，不出现性能下降或不可用。

9.1.3 人工智能应用及配套的软硬件设备和系统宜具备良好的运动适应性，能够在规定的运动条件下正常运行，抵抗外界物理碰撞、重力和摇摆，包括但不限于：

1 摇摆适应性：在规定的摇摆频率和加速度范围内正常工作，不出现性能下降或损坏；

2 碰撞适应性：能抵抗规定的碰撞冲击加速度，不出现性能下降或损坏；

3 跌降适应性：对于可移动或便携式的智能目标检测与识别系统，能在规定的跌降高度和方向下保持正常工作（如需适用）。

4 刚度适应性：对于可移动或便携式的智能目标检测与识别系统，能在自身重力或外力下保持正常工作（如需适用）。

9.1.4 人工智能应用及配套的软硬件设备和系统宜具备良好的磁场强度抗干扰性，能在规定的磁场环境下保持正常工作。

9.1.5 人工智能应用及配套的软硬件设备和系统宜具备良好的抗噪声性，在设定的环境噪声范围内，音频采集设备的语音识别准确率尽可能高。

9.2 网络要求

1 核心传输网络：办公区、施工主楼区域需采用 "光纤 ＋5G" 双备份网络，光纤带≥500Mbps（支持 50 路以上高清视频同时传输），5G 网络在施工主楼内覆盖率≥98%（避免楼层遮挡导致信号弱）；

2 设备接入网络：视频监控设备需支持PoE 供电（供电距离≤100 米）或 DC24V 直流供电，网络接口为千兆以太网口；无线传输设备（如塔吊摄像机）需支持 5G NSA/SA 双模，下载速率≥100Mbps，上传速率≥20Mbps；

3 延迟与稳定性：视频数据传输延迟≤300ms（确保预警实时性），网络丢包率≤1%（避免视频卡顿、预警漏发）；支持断网缓存功能（断网后本地存储≥24 小时视频，联网后自动补传）。

9.3 监控设备配置及部署要求

9.3.1 监控设备包括摄像头、安全生产检查记录仪、移动安全帽，摄像头配置满足附录 A 的相关规定，安全生产检查记录仪配置满足附录 B 的相关规定，移动安全帽配置满足附录 C 的相关规定，温湿度监测设备配置满足附录 D 的相关规定。

9.3.2 监控设备部署满足以下要求：

1 楼层作业面部署：AI 摄像机需安装于楼层内承重墙体或专用支架，高度距地面2.5-3米，避免被脚手架、施工材料遮挡；针对高层建筑，需采用 PoE供电（避免高处布线触电风险），传输线缆需穿管保护（防施工损坏）。

2 高处环境适配：高处作业专用摄像机需具备抗风等级≥10 级、防护等级IP67（防雨水、灰尘），支持 -30℃~60℃极端温度工作（适应武汉夏季高温、冬季低温）；吊篮摄像机需带防震功能（应对吊篮晃动导致的画面模糊）。

3 隐蔽区域覆盖：电梯井口、管道井等狭小区域，需采用微型 AI 摄像机（直径≤10cm），通过磁吸或支架固定，确保镜头无遮挡；深基坑周边摄像机需安装于基坑护栏外侧，避免被土方作业设备碰撞。

4 数据传输保障：楼层内摄像机采用 “光纤 + WiFi6”混合传输，每5层设置1个WiFi6中继器（确保信号覆盖无盲区）；塔吊、施工电梯等移动设备摄像机采用 4G/5G 无线传输（支持双卡双待，避免信号中断），上传带宽≥2Mbps（保障高清视频流畅传输）。

10 信息安全

10.0.1 符合国家标准《信息安全技术 - 信息系统通用安全技术要求》 GB/T 20271、《信息安全技术 个人信息安全规范》 GB/T 35273、《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 28181、《人工智能 机器学习系统技术要求》GB/T 43782 等标准以及国家和行业相关政策法规的有关规定。

10.0.2 支持系统内置算法或用户自定义规则，通过规则匹配等方式精准识别敏感数据，敏感数据识别准确率不宜低于 95%，敏感数据加密保存。

10.0.3 支持丰富的脱敏算法，确保脱敏结果能适用于开发、测试和分析场景。

10.0.4 支持国产算法以及部分国际通用密码算法，满足用户对数据、文件的加密需求。

10.0.5 支持按照数据分级分类进行风险规则配置，并基于规则实现数据风险的识别及告警。

11 信息反馈

11.0.1 预警信息宜在3s内向相应安全人员进行反馈。

11.0.2 信息反馈宜采用APP、短信、邮件等方式。

11.0.3 预警反馈宜遵循“分级管理、逐级上报”分级反馈。

11.0.4 当安全隐患处理达到消警条件时，及时调整预警信息为正常状态。

11.0.5 当安全隐患出现“误报”状态时，管理人员可一键将误报事件流转为“误报”并关闭；同时建立“智能初筛预警+人工复核判定”的双重校验机制，由现场安全员对AI预警进行二次确认，误报直接标注并归档存入负样本库。

附录 A　摄像头配置要求

算法类型	摄像头部署位置	摄像头参数规格	额外技术要求
一、AI 常规服务算法			
安全帽识别	1.施工电梯 / 塔吊出入口：便于捕捉所有进出人员头部状态，确保人员进入危险作业区域前已佩戴安全帽 2.钢筋加工区 / 模板支设区：该区域机械操作多、构件搬运频繁，是人员头部易受伤害的关键区域 3.高处作业平台：高处作业人员坠落时，安全帽能有效降低伤亡风险，需实时监控佩戴情况 4.基坑/洞口临边区域：临边作业存在坠落隐患，需确保人员防护到位	1.分辨率：≥200 万像素（1080P），保证清晰识别人员头部细节 2.帧率：≥25fps，避免因画面卡顿导致漏判、误判 3.视场角：水平视场角≥90°，垂直视场角≥60°，确保覆盖出入口、作业区等关键区域的人员活动范围 4.低光性能：最低照度≤0.01Lux（彩色模式）、≤0.001Lux（黑白模式），适应早晚及夜间施工场景 5.对焦方式：自动对焦，保证不同距离人员头部图像清晰	1.抗干扰能力：能过滤强光、阴影、雨雾等环境干扰，避免因光线变化导致误识别，误判率≤1% 2.联动功能：与现场声光报警器联动，立即触发本地警报；同时推送预警信息至管理人员手机APP 3.设备防护：摄像头具备 IP66 及以上防护等级，适应工地粉尘、雨水环境 4.存储功能：支持对违规画面自动抓拍并存储，存储时间≥90 天，便于后续追溯与管理
反光衣识别	1.交通工地道路两侧：监测过往作业人员反光衣穿戴情况，避免因车辆通行造成碰撞事故 2.夜间施工作业区（如桥梁亮化施工区、道路维修夜间作业段）：夜间光线不足，反光衣能提升人员可见性，需重点监控	1.分辨率：≥200 万像素（1080P），清晰识别反光衣反光条特征 2.帧率：≥25fps，确保动态捕捉人员移动时的反光衣状态 3.光谱响应：支持可见光与近红外双光谱，夜间可通过红外补光识别反光衣，最低照度≤0.001Lux（红外模式）	1.联动功能：与现场声光报警器联动，立即触发本地警报；同时推送预警信息至管理人员手机APP 2.设备防护：摄像头具备 IP66 及以上防护等级，适应工地粉尘、雨水环境 3.存储功能：支持对违规画面自动抓拍并存储，存储时间≥90 天，便于后续追溯与管理

	3.材料运输通道：运输车辆往来频繁，作业人员穿戴反光衣可降低被车辆碰撞的风险	4.视场角：水平视场角≥120°，覆盖较宽的作业通道与施工区域	
烟雾识别	1.材料堆放区（如木材、油漆、易燃建材堆放处）：这些材料易引发火灾，需及时发现烟雾隐患 2.焊接作业区：焊接过程中会产生火花，可能引燃周边可燃物，需实时监测烟雾产生情况 3.配电室 / 发电机房：电气设备故障易产生烟雾，若不及时处理可能引发火灾，需重点监控 4.工地宿舍区：人员密集且存在用电、用火行为，烟雾识别可提前预警火灾风险	1.分辨率：≥400 万像素（2K），清晰捕捉烟雾的形态、颜色细节，便于算法精准识别 2.帧率：≥30fps，快速捕捉烟雾扩散的动态过程，避免漏判早期烟雾 3.光谱范围：支持可见光与热成像融合，热成像分辨率≥384×288，可在浓烟遮挡可见光时，通过热辐射检测烟雾 4.视场角：水平视场角≥100°，垂直视场角≥70°，覆盖大面积的材料堆放区、作业区	1.抗误判能力：能区分烟雾与蒸汽、扬尘、雾霾等类似物质，误判率≤0.5% 2.联动控制：与工地消防系统联动，发现烟雾时自动启动附近的喷淋装置、排烟设备；同时推送预警信息至消防管理人员
明火识别	1.焊接 / 切割作业点：作业过程中直接产生明火，需监控明火是否在指定区域内，避免引燃周边可燃物 2.易燃材料存储库（如油漆库、乙炔瓶存放区）：严禁明火进入，需实时监测是否有违规明火产生 3.垃圾堆放区：工地垃圾易堆积发酵，可能引发自燃，需监测明火隐患 4.电气设备密集区（如配电箱集群、大型机械设备电控柜）：电气故障	1.分辨率：≥400 万像素（2K），清晰捕捉明火的火焰形态、颜色特征 2.帧率：≥30fps，快速捕捉明火点燃、扩散的动态过程，确保早期明火不被遗漏 3.热成像功能：热成像分辨率≥384×288，测温范围 - 20℃~1500℃，能在遮挡物后或浓烟环境下检测明火的高温特征 4.最低照度：≤0.001Lux（黑白模式）	1.设备耐高温性：摄像头外壳耐高温≥80℃，镜头耐高温≥60℃，避免因靠近明火导致设备损坏 2.抗干扰能力：能过滤强光、阴影、雨雾等环境干扰，避免因光线变化导致误识别，误判率≤1% 3.联动功能：与现场声光报警器联动，立即触发本地警报；同时推送预警信息至管理人员手机APP 4.设备防护：摄像头具备 IP66 及以上防护等

	可能引发电弧火，需及时发现明火	，夜间无补光情况下也能准确识别明火	级，适应工地粉尘、雨水环境 5.存储功能：支持对违规画面自动抓拍并存储，存储时间≥90 天，便于后续追溯与管理
周界入侵	1.工地围墙 / 围栏外侧：监测是否有外部人员翻越围墙进入工地，防止无关人员闯入引发安全事故 2.未防护的边缘区域（如基坑边缘、悬崖边）：监测内部人员是否靠近危险边缘，避免坠落事故 3.重要设备存放区（如塔吊控制室、大型机械设备停放区）：防止无关人员进入操作设备，引发设备损坏或安全事故 4.临时禁区（如爆破作业区、有毒材料处理区）：在特定作业期间，需严格禁止人员进入，需实时监控	1.分辨率：≥200 万像素（1080P），清晰识别入侵人员或物体的轮廓、动作 2.帧率：≥25fps，确保捕捉到入侵行为的连续动作 3.视场角：水平视场角≥110°，垂直视场角≥65°，覆盖周界的长距离区域 4.夜视距离：红外夜视距离≥50 米，满足夜间周界监控需求 5.移动侦测灵敏度：支持多级可调，能精准识别人员、车辆等移动目标，避免因风吹草动引发误报警	1.抗干扰能力：能过滤强光、阴影、雨雾等环境干扰，避免因光线变化导致误识别，误判率≤1% 2.联动功能：与现场声光报警器联动，立即触发本地警报；同时推送预警信息至管理人员手机APP 3.设备防护：摄像头具备 IP66 及以上防护等级，适应工地粉尘、雨水环境 4.存储功能：支持对违规画面自动抓拍并存储，存储时间≥90 天，便于后续追溯与管理
高处防坠落 - 安全绳 / 安全带识别	1.高处作业平台（如脚手架作业平台、吊篮）：直接监控高处作业人员的安全绳系挂状态 2.塔吊起重臂/电梯井道作业区：人员在高处设备上作业时，安全绳是重要防护措施，需实时监测 3.高层建筑外墙施工区：外墙作业人员无地面防护，安全绳系挂是否规范直接影响生命安全	1.分辨率：≥400 万像素（2K），清晰识别人员肩部、腰部的安全绳系挂细节 2.帧率：≥25fps，捕捉人员在高处移动时安全绳的动态变化 3.变焦功能：支持 10 倍及以上光学变焦，能近距离观察高处作业人员的安全绳状态，避免因距离过远导致识别不清	1.抗干扰能力：能过滤强光、阴影、雨雾等环境干扰，避免因光线变化导致误识别，误判率≤1% 2.联动功能：与现场声光报警器联动，立即触发本地警报；同时推送预警信息至管理人员手机APP 3.设备防护：摄像头具备 IP66 及以上防护等级，适应工地粉尘、雨水环境 4.存储功能：支持对违规画面自动抓拍并存

		4.视场角：垂直视场角≥80°，适应高处作业人员上下移动的监控范围5. 防抖性能：具备电子防抖或光学防抖功能，避免因风力、设备振动导致画面模糊	储，存储时间≥90 天，便于后续追溯与管理
高处防坠落 - 临边洞口防护识别	1.基坑周边：监测基坑边缘是否设置防护栏杆，防护栏杆是否符合规范 2.电梯井口/楼梯井口：这些洞口是人员坠落的高风险点，需监测防护设施是否到位 3.楼板预留洞口（如管道预留洞、设备安装预留洞）：临时未封闭的预留洞口需监测是否有防护盖板或防护栏杆 4.阳台/挑檐临边：高层建筑阳台、挑檐施工时，临边防护至关重要，需实时监控	1.分辨率：≥400 万像素（2K），清晰识别洞口周边的防护栏杆、防护盖板细节 2.帧率：≥20fps，确保捕捉到防护设施的状态变化（如防护栏杆被移除、防护盖板移位） 3.视场角：水平视场角≥120°，垂直视场角≥75°，覆盖洞口及周边 1-2 米范围的防护区域4.畸变率：≤1%，避免因画面畸变导致防护设施尺寸、位置判断错误 5.对焦范围：0.5 米～无限远，既能清晰拍摄洞口近处的防护细节，也能覆盖洞口周边的整体防护情况	1.抗干扰能力：能过滤强光、阴影、雨雾等环境干扰，避免因光线变化导致误识别，误判率≤1% 2.联动功能：与现场声光报警器联动，立即触发本地警报；同时推送预警信息至管理人员手机APP 3.设备防护：摄像头具备 IP66 及以上防护等级，适应工地粉尘、雨水环境 4.存储功能：支持对违规画面自动抓拍并存储，存储时间≥90 天，便于后续追溯与管理
二、AI 进阶服务算法			
人员倒地识别	1.深基坑 / 脚手架下方：若上方人员坠落倒地，能及时发现并救援 2.临时休息区：人员可能因疲劳、突发疾病倒地，需及时监测 3.危险设备操作区（如起重机械操作	1.分辨率：≥200 万像素（1080P），清晰识别人员倒地后的身体姿态 2.帧率：≥25fps，捕捉人员从站立到倒地的完整动作过程，避免漏判 3.视场角：水平视场角≥100°，垂直视	1.抗干扰能力：能过滤强光、阴影、雨雾等环境干扰，避免因光线变化导致误识别，误判率≤1% 2.联动功能：与现场声光报警器联动，立即触发本地警报；同时推送预警信息至管理人

	区、高压电作业区）：人员可能因设备故障、触电等原因倒地，需快速响应 4.工地通道拐角处：人员可能因碰撞、滑倒倒地，拐角处易形成监控盲区，需重点部署	场角≥60°，覆盖休息区、通道、作业区等人员活动区域 4.低光性能：最低照度≤0.01Lux（彩色模式）、≤0.001Lux（黑白模式），适应夜间休息区、作业区的监控需求 5.宽动态范围：≥120dB，避免因强光直射或逆光导致画面明暗反差过大，影响倒地人员识别	员手机APP 3.设备防护：摄像头具备 IP66 及以上防护等级，适应工地粉尘、雨水环境 4.存储功能：支持对违规画面自动抓拍并存储，存储时间≥90 天，便于后续追溯与管理
人员聚集识别	1.施工电梯出入口：人员集中等待电梯时易发生拥挤、踩踏事故，需监测聚集人数 2.材料发放区：工人集中领取材料时可能形成聚集，需实时监控 3.工地食堂/生活区活动广场：用餐、休息时段人员易聚集，需防止踩踏、疫情传播等风险 4.事故现场周边：事故发生后人员易围观聚集，影响救援工作开展，需及时驱散	1.分辨率：≥400 万像素（2K），清晰识别区域内的人员数量，避免漏数、多数 2.帧率：≥20fps，准确统计动态变化的人员数量3.视场角：水平视场角≥130°，垂直视场角≥80°，覆盖食堂、广场、出入口等大面积人员活动区域 4.测距精度：支持基于 AI 算法的人员间距测量，测量误差≤0.5 米，便于判断是否形成密集聚集 5.镜头焦距：支持广角镜头（焦距≤4mm），覆盖大面积聚集区域	1.抗干扰能力：能过滤强光、阴影、雨雾等环境干扰，避免因光线变化导致误识别，误判率≤1% 2.联动功能：与现场声光报警器联动，立即触发本地警报；同时推送预警信息至管理人员手机APP 3.设备防护：摄像头具备 IP66 及以上防护等级，适应工地粉尘、雨水环境 4.存储功能：支持对违规画面自动抓拍并存储，存储时间≥90 天，便于后续追溯与管理
吸烟识别	1. 施工现场禁烟区（如油漆作业区、木材堆放区、配电室）：这些区域易燃，严禁吸烟，需重点监控 2. 临时休息区吸烟死角（如墙角、设备后方）：工人可能在隐蔽角落	1. 分辨率：≥400 万像素（2K），清晰识别人员手部是否持有香烟、是否有烟雾产生 2. 帧率：≥25fps，捕捉吸烟动作（如抬手吸烟、烟雾飘散）的动态过程	1.抗干扰能力：能过滤强光、阴影、雨雾等环境干扰，避免因光线变化导致误识别，误判率≤1% 2.联动功能：与现场声光报警器联动，立即触发本地警报；同时推送预警信息至管理人

	吸烟，需部署摄像头覆盖盲区 3. 施工通道两侧：避免工人在通行过程中吸烟，防止烟头引燃周边可燃物 4. 高处作业平台：高处吸烟时烟头坠落可能引发地面火灾，需实时监测	3. 光谱响应：支持可见光与近红外，夜间可通过红外补光识别吸烟动作，最低照度≤0.001Lux（红外模式） 4. 特写功能：支持局部画面放大（放大倍数≥8 倍），清晰观察人员手部细节、烟雾形态 5. 抗干扰能力：镜头具备防雾、防尘功能，避免因工地粉尘、雾气导致画面模糊，影响吸烟识别	员手机APP 3.设备防护：摄像头具备 IP66 及以上防护等级，适应工地粉尘、雨水环境 4.存储功能：支持对违规画面自动抓拍并存储，存储时间≥90 天，便于后续追溯与管理
人员玩手机识别	1.高处作业平台：高处作业时玩手机易分散注意力，导致坠落事故，需重点监控 2.机械操作区（如塔吊操作室、挖掘机驾驶位）：操作机械时玩手机易引发设备操作失误，造成安全事故 3.交叉作业区（如土建、安装工程交叉施工区域）：人员需关注周边环境，玩手机易忽视危险，需实时监测 4.施工电梯驾驶位：电梯驾驶员玩手机易导致电梯运行不平稳、停靠不准确，引发人员受伤	1.分辨率：≥400 万像素（2K），清晰识别人员手部是否持有手机、是否在操作手机（如低头看屏、点击屏幕） 2.帧率：≥25fps，捕捉玩手机的动态动作，避免漏判 3.视场角：针对操作位（如驾驶位、高处作业平台），水平视场角≥60°，垂直视场角≥45°，精准覆盖人员手部活动范围；针对交叉作业区，水平视场角≥100°，覆盖人员作业区域 4.变焦功能：支持 12 倍及以上光学变焦，能清晰观察远距离作业人员的手部状态 5.低光性能：最低照度≤0.01Lux（彩色模式），适应室内机械操作室、夜	1.抗干扰能力：能过滤强光、阴影、雨雾等环境干扰，避免因光线变化导致误识别，误判率≤1% 2.联动功能：与现场声光报警器联动，立即触发本地警报；同时推送预警信息至管理人员手机APP 3.设备防护：摄像头具备 IP66 及以上防护等级，适应工地粉尘、雨水环境 4.存储功能：支持对违规画面自动抓拍并存储，存储时间≥90 天，便于后续追溯与管理

		间作业区的监控需求	
人脸识别人流统计	1. 工地大门出入口：统计每日进出工地的总人数、人员身份，防止未经授权人员进入 2. 施工区与生活区分界处：统计进入施工区的作业人员数量，确保与施工计划人数匹配 3. 重要设备操作区入口（如塔吊控制室、配电室入口）：统计进入操作区的授权人员数量，防止无关人员进入 4. 工地宿舍区入口：统计返回宿舍的人员数量，确保夜间人员安全	1. 分辨率：≥500 万像素（5MP），清晰捕捉人脸细节（如五官、面部特征），便于准确识别身份 2. 帧率：≥30fps，快速捕捉动态进出人员的人脸，避免漏识 3. 人脸识别距离：支持 1-5 米范围内的人脸准确识别，识别距离可根据入口宽度调整 4. 人脸角度：支持 ±30° 侧脸识别，±15° 上下仰俯角识别，适应人员进出时的不同姿态 5. 补光功能：具备智能红外补光（补光距离≥5 米），夜间或光线不足时自动补光，确保人脸清晰	1.抗干扰能力：能过滤强光、阴影、雨雾等环境干扰，避免因光线变化导致误识别，误判率≤1% 2.联动功能：与现场声光报警器联动，立即触发本地警报；同时推送预警信息至管理人员手机APP 3.设备防护：摄像头具备 IP66 及以上防护等级，适应工地粉尘、雨水环境 4.存储功能：支持对违规画面自动抓拍并存储，存储时间≥90 天，便于后续追溯与管理
裸土覆盖识别	1.未施工的裸露土地区域（如待开挖的空地、未回填的基坑）：监测裸土是否覆盖防尘网 2.临时堆土区（如土方开挖临时堆放处）：监测堆土是否覆盖、覆盖是否完整 3.边坡/基坑周边裸土区：监测边坡底部、基坑边缘的裸土是否覆盖，防止扬尘污染 4.工地道路两侧裸土区：监测道路旁	1.分辨率：≥400 万像素（2K），清晰识别裸土区域与覆盖区域的边界、覆盖材料（如防尘网）的完整性 2.帧率：≥15fps，准确捕捉裸土覆盖状态的变化（如防尘网被风吹走、人为掀开） 3.视场角：水平视场角≥120°，垂直视场角≥75°，覆盖大面积裸土区域 4.光谱响应：支持可见光与近红外，能区分裸土、防尘网、植被等不同地	1.抗干扰能力：能过滤强光、阴影、雨雾等环境干扰，避免因光线变化导致误识别，误判率≤1% 2.联动功能：与现场声光报警器联动，立即触发本地警报；同时推送预警信息至管理人员手机APP 3.设备防护：摄像头具备 IP66 及以上防护等级，适应工地粉尘、雨水环境 4.存储功能：支持对违规画面自动抓拍并存储，存储时间≥90 天，便于后续追溯与管理

	未硬化的裸土是否覆盖，避免车辆通行扬起扬尘	表覆盖物，避免误判 5.镜头类型：支持广角镜头（焦距≤3.6mm），覆盖大面积裸土区域；同时支持变焦，观察局部覆盖细节	
积液识别	1.施工道路低洼处：监测雨后或洒水后道路是否有积水，防止车辆打滑、人员滑倒 2.设备基础周边（如塔吊基础、大型机械底座周边）：监测是否有积水，避免积水侵蚀设备基础，导致设备倾斜、坍塌 3.地下室/地下车库施工区：监测是否有地下水渗漏、雨水倒灌形成的积液，防止影响施工安全 4.材料存储区地面（如水泥存储库、钢材堆放区）：监测是否有积液，避免材料受潮变质、锈蚀	1. 分辨率：≥200 万像素（1080P），清晰识别地面积液的形态、面积，避免漏判少量积液 2. 帧率：≥20fps，捕捉积液形成、扩散的动态过程 3. 视场角：水平视场角≥100°，垂直视场角≥60°，覆盖道路、设备基础、存储区等地面区域 4. 反光识别：支持基于 AI 算法的积液反光特征识别，能区分积液与潮湿地面、深色地面，避免误判，识别准确率≥95% 5. 镜头角度：支持俯视安装（镜头与地面夹角≥60°），便于观察地面积液情况，减少遮挡	1.设备防护：摄像头具备 IP66 防护等级，镜头具备防眩光功能，避免因积液反光导致画面过亮，影响积液识别
机械设备驾驶员识别	1.塔吊操作室内部：安装摄像头对准驾驶员座位，识别驾驶员身份、资质 2.挖掘机/装载机驾驶舱内部：监控驾驶舱内驾驶员的面部特征，确认是否为授权人员	1.分辨率：≥200 万像素（1080P），清晰捕捉驾驶舱内驾驶员的面部细节，便于人脸识别 2.帧率：≥25fps，快速捕捉驾驶员的面部特征，避免因驾驶员头部移动导致漏识	1. 抗干扰能力：能过滤强光、阴影、雨雾等环境干扰，避免因光线变化导致误识别，误判率≤1% 2. 联动功能：与现场声光报警器联动，立即触发本地警报；同时推送预警信息至管理人员手机APP

	3.施工电梯驾驶位：识别电梯驾驶员身份，防止无证人员操作 4.压路机/摊铺机驾驶舱：确保驾驶人员具备相应资质，避免违规操作	3.视场角：水平视场角≥60°，垂直视场角≥45°，精准覆盖驾驶员座位区域，确保驾驶员面部在监控范围内 4.低光性能：最低照度≤0.01Lux（彩色模式），适应驾驶舱内光线较暗的环境（如夜间操作、阴天） 5.镜头类型：支持短焦距镜头（焦距≤6mm），适应驾驶舱内狭小空间的监控需求	3.设备防护：摄像头具备 IP66 及以上防护等级，适应工地粉尘、雨水环境 4. 存储功能：支持对违规画面自动抓拍并存储，存储时间≥90 天，便于后续追溯与管理
机械设备驾驶疲劳检测	1. 塔吊操作室：对准驾驶员面部，监测眼部状态、头部动作，判断是否疲劳2. 挖掘机 / 装载机驾驶舱：监控驾驶员的面部表情、身体姿态，识别疲劳状态3. 长途渣土车驾驶舱（工地内部及往返料场的渣土车）：长途驾驶易疲劳，需实时监测4. 施工电梯驾驶位：电梯运行需高度专注，疲劳驾驶易导致停靠失误，需监测	1. 分辨率：≥400 万像素（2K），清晰识别驾驶员的眼部（如眼睑闭合度、瞳孔状态）、面部表情（如打哈欠）、头部动作（如点头、低头）2. 帧率：≥30fps，准确捕捉驾驶员的动态疲劳特征，避免漏判3. 视场角：水平视场角≥50°，垂直视场角≥40°，精准覆盖驾驶员面部区域4. 红外补光：具备 850nm 红外补光（补光距离 1-2 米），夜间或驾驶舱光线不足时，不影响驾驶员视觉的同时，确保面部特征清晰5. 宽动态范围：≥110dB，避免因驾驶舱内强光直射（如阳光透过窗户）导致画面明暗不均，影响疲劳特征识别	1. 抗干扰能力：能过滤强光、阴影、雨雾等环境干扰，避免因光线变化导致误识别，误判率≤1% 2. 联动功能：与现场声光报警器联动，立即触发本地警报；同时推送预警信息至管理人员手机APP 3.设备防护：摄像头具备 IP66 及以上防护等级，适应工地粉尘、雨水环境 4.存储功能：支持对违规画面自动抓拍并存储，存储时间≥90 天，便于后续追溯与管
车辆	1.工地大门出入口（进、出口各1台	1. 分辨率：≥400万像素（2K），清	1.抗干扰能力：能过滤强光、阴影、雨雾等

识别	）：识别进出车辆的车牌、车辆类型、车轮清洁度，便于车辆管理 2.材料运输通道入口：监测运输材料的车辆类型是否符合要求（如是否为指定的渣土车、混凝土罐车），车轮是否清洁 3.工地内部主干道交叉口：识别车辆行驶方向、车牌，便于追踪车辆行驶轨迹，处理交通事故 4.泥头车装卸区：识别泥头车的车翻盖是否关闭，防止运输过程中渣土洒落	晰识别车牌（字符、颜色）、车轮污渍、车翻盖状态，车牌识别距离 1-15 米 2. 帧率：≥25fps，快速捕捉移动车辆的特征，避免因车辆行驶过快导致漏识、误识 3. 视场角：水平视场角≥90°，垂直视场角≥50°，覆盖出入口、通道的车辆行驶区域 4. 车牌识别率：白天车牌识别准确率≥99%，夜间≥98%，支持蓝牌、黄牌、新能源车牌等多种车牌类型识别 5. 镜头焦距：支持6-12mm 变焦镜头，适应不同宽度出入口、通道的车辆识别需求	环境干扰，避免因光线变化导致误识别，误判率≤1% 2.联动功能：与现场声光报警器联动，立即触发本地警报；同时推送预警信息至管理人员手机APP 3.设备防护：摄像头具备IP66 及以上防护等级，适应工地粉尘、雨水环境 4.存储功能：支持对违规画面自动抓拍并存储，存储时间≥90 天，便于后续追溯与管理
施工状态识别	1. 主要施工区域（如土建施工区、安装施工区）：监测区域内是否有人员作业、机械运行，判断是否开工 2. 混凝土浇筑作业区：监测是否有混凝土罐车、浇筑设备，判断浇筑作业是否进行 3. 钢筋绑扎作业区：监测是否有钢筋、绑扎工具，人员是否在进行绑扎作业	1. 分辨率：≥200 万像素（1080P），清晰识别施工区域内的人员、机械、材料状态，判断是否有施工动作 2. 帧率：≥20fps，捕捉施工过程中的动态变化（如人员移动、机械运转），避免漏判施工状态 3. 视场角：水平视场角≥120°，垂直视场角≥70°，覆盖大面积施工区域 4. 低光性能：最低照度≤0.001Lux（红外模式），适应夜间施工监测需求	1.抗干扰能力：能过滤强光、阴影、雨雾等环境干扰，避免因光线变化导致误识别，误判率≤1% 2.联动功能：与现场声光报警器联动，立即触发本地警报；同时推送预警信息至管理人员手机APP 3.设备防护：摄像头具备 IP66 及以上防护等级，适应工地粉尘、雨水环境 4.存储功能：支持对违规画面自动抓拍并存储，存储时间≥90 天，便于后续追溯与管理

	4. 夜间施工区域：监测夜间是否有违规施工（如未获批夜间施工却开工），或获批施工区域是否正常作业	5. 宽动态范围：≥120dB，避免因施工区域强光（如焊接强光、照明灯光）导致画面过亮，影响施工状态识别	
注：同点位监测摄像头可叠加搭载多种人工智能算法类型，避免重复设置监控点位。			

表**A** 摄像头配置要求

附录 B　安全生产检查记录仪配置要求

分类	参数	参数详情
成像系统	传感器类型	1/3" CMOS
	镜头焦距	2.4mm
	镜头光圈	F2.2
	水平视场角	120°
	日夜切换模式	自动红外夜视灯开/关，滤光片自动切换（5米看清人脸）
	数字变倍	4倍
	补光方式	红外+白光灯双支持
显示屏	屏幕尺寸	2.4英寸TFT LCD
	屏幕分辨率	240*320
	触摸类型	电容屏
视频采集	码流类型	主码流;子码流
	视频压缩标准	H.264;H.265
	录像分辨率	最高2K/25FPS，可选1080P/25FPS、1280×720、720x576
图像采集	图片分辨率	5M,16M,30M,40M
	图片格式	JPEG
音频模块	音频采样率	16 kHz
	音频压缩标准	PCM;G.722.1
	音频压缩码率	8K,16K
	扬声器	支持
	MIC	支持
网络通信	移动网络	4G/5G全网通
	5G频段	NR-FDD：n1、n28；NR-TDD：n41、n78、n79
	4G频段	LTE-FDD：B1、B3、B5、B8；LTE-TDD

		：B38、B39、B40、B41
	3G频段	WCDMA：B1、B5、B8
	Wi-Fi工作模式	AP;STATION
	Wi-Fi频率范围	2.412-2.472 GHz
	蓝牙	5.0
	定位	北斗
	NFC	不支持（可选配）
	SIM卡槽	Nano SIM
平台对接	接口协议	Ehome2.0;GB28181-2022;SDK
硬件性能	CPU	8核64位处理器
	操作系统	Android 9.0
	运行内存	4GB
	内置存储	32GB;64GB;128GB;256GB
	激光定位	不支持（可选配）
操控与指示	指示灯	充电指示灯;工作指示灯
	实体按键	侧边实体键：开关机、拍照、录像、录音、SOS、PTT
防护防爆	防护等级	IP68,2米防摔
	防爆等级	Ex ic IIC T6 Gc
物理规格	产品重量	约195g（不含背夹）
	产品尺寸	92.8mm×59.7mm×28.5mm
供电系统	供电方式	电池供电
	电池规格	可拆卸3300mAh锂电池
	充电接口	Type-C
	录像续航	1080P录像不低于13小时；720P录像不低于15小时
环境适应性	工作温度	-20℃至55℃
	工作湿度	湿度小于90%

表**B** 安全生产检查记录仪配置要求

附录 C　移动安全帽配置要求

分类	参数详情
定位模块	GPS & 北斗双模，集成网络辅助定位
结构设计	模块化可替换；壳体损坏可复用内部视频模组，更换成本低
录像像素	标准1080P，最高 400 万像素（需定制）
抓拍图片像素	4000 万像素
电池安全	强化散热 + 多重电池保护机制，严控热量积累
防护等级	IP67 防水防尘
整机重量	560g
供电方式	电池供电
补光	白光灯支持
内置存储	32GB
充电接口	Type-C
扬声器	支持
拾音 MIC	支持
SIM 卡槽	支持
1080P 录像续航	纯录像不低于 12 小时

表 C 移动安全帽配置要求

附录 D　温湿度监测设备配置要求

通讯模式	4G/WIFI	
直流供电（默认）	DC 10-30V	
最大功耗	0.1W（DC24V）	
A准精度	湿度	±2%RH(60%RH,25℃)
	温度	±0.4℃（25℃）
B准精度（默认）	湿度	±3%RH(60%RH,25℃)
	温度	±0.5℃（25℃）
变送器元件耐温及湿度	-40℃~+80℃，0%RH~95%RH（非结露）	
探头工作温度	-40℃~+120℃ 默认：-40℃~+80℃	
探头工作湿度	0%RH-100%RH	
温度显示分辨率	0.1℃	
湿度显示分辨率	0.1%RH	
温湿度刷新时间	1s	
长期稳定性	湿度	≤1%RH/y
	温度	≤0.1℃/y
响应时间	湿度	≤8s(1m/s风速)
	温度	≤25s(1m/s风速)
数据上传时间	默认300s/次，1s~65535s 可设	
数据采集时间	2s/次	

表 **D**　温湿度监测设备配置要求

参考文献

[1] 《信息安全技术 - 信息系统通用安全技术要求》 GB/T 20271

[2] 《信息安全技术 个人信息安全规范》 GB/T 35273

[3] 《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 28181

[4] 《人工智能 机器学习系统技术要求》GB/T 43782

[5] 《网络安全技术人工智能计算平台安全框架》GB/T 45958

[6] 《人工智能 异构人工智能加速器统一接口》GB/T 45280

[7] 《人工智能计算设备调度与协同第1部分：虚拟化与调度》GB/T 45401.1

[8] 《人工智能 计算设备调度与协同 第2部分：分布式计算框架》GB/T 45401.2

[9] 《头部防护 安全帽》GB 2811

[10] 《坠落防护 安全带》GB 6095

[11] 《建筑施工塔式起重机安装、使用、拆卸安全技术规程》JGJ 196

[12] 《建筑施工升降机安装、使用、拆卸安全技术规程》JGJ 215

[13] 《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80

[14] 《智慧工地应用技术规程》DB42/T 2270

[15] 《房屋建筑工程施工现场人工智能安全监管技术标准》T/CECS 1598

[16] 《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（住房和城乡建设部令第37号）

[17] 《危险性较大的分部分项工程专项施工方案编制指南》（建办质[2021]48号）