ICS 91.010.01
CCS P 09

T/WEA

团　　体　　标　　准

T/WEA XXXX—2026

建筑工程安全风险智能预警系统数据采集技术规范

Specification for data acquisition technology of intelligent safety risk early warning systems for building engineering

（征求意见稿）

2026－XX－XX 发布　　2026－XX－XX 实施

中国智慧工程研究会　　发 布

全国团体标准信息平台

目　　次

前言 III
引言 V
1　范围 1
2　规范性引用文件 1
3　术语和定义 1
4　总体原则 2
5　采集对象与采集要素要求 3
6　采集设备选型与部署要求 5
7　数据格式与对象编码要求 8
8　数据传输与安全要求 11
9　数据质量控制与异常处置要求 13
10　数据存储与追溯要求 14
11　运行维护要求 17
12　验收评价要求 17

全国团体标准信息平台

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。

本文件由中国智慧工程研究会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

全国团体标准信息平台

引　言

建筑工程具有作业环境开放、工序交叉密集、人员设备流动性强、临边洞口与高处作业多、起重吊装与临时用电风险突出等特征，安全风险呈现“多源并发、动态变化、链式耦合、隐蔽性强”的典型规律。随着智慧工地、数字化施工与安全生产精细化管理的推进，越来越多工程项目部署安全风险智能预警系统，以实现对人员、设备、环境与工序状态的连续感知、实时分析与前置预警，从而提升风险发现的及时性、处置的闭环性以及管理决策的准确性。

数据采集是预警系统有效运行的前提与基础。预警模型是否可信、告警是否准确、处置是否可追溯，根本上依赖于“采什么、怎么采、采得准不准、采得全不全、采得快不快、采后能不能用”。工程实践中普遍存在以下痛点：一是采集对象与指标体系缺乏统一口径，不同项目、不同承建单位对同一风险的采集要素定义不一，导致数据难以对比与复用；二是多源异构采集设备与平台接口不统一，数据格式、时间基准、空间坐标、编码体系不一致，造成数据融合困难、证据链断裂；三是采集质量控制不足，存在缺失、漂移、噪声、误触发、重复上报等问题，进而引发误报、漏报与告警噪声，削弱系统公信力；四是采集与施工组织、安管流程脱节，数据难以支撑“研判—派单—处置—复核—归档”的闭环管理；五是现场网络环境复杂、设备易损与运维力量不足，影响数据连续性与系统可用性。

本文件面向建筑工程安全风险智能预警系统的数据采集环节，围绕“对象编码—采集要素—采集方式—数据质量—时间空间对齐—接口与安全—证据链与追溯”的全流程，规定数据采集技术要求与实施规则，旨在：

a）统一数据采集对象、要素与最小可用数据集，提升预警系统的工程可实施性与跨项目可复用性；

b）规范采集设备选型与部署、采样频率与触发机制、数据格式与元数据要求，支撑多源数据融合与模型推理；

c）建立数据质量控制与异常处置要求，降低误报漏报与告警噪声，提升预警可信度；

d）强化数据与业务流程联动，确保告警证据充分、处置闭环可追溯、复核结果可沉淀；

e）兼顾网络安全与数据安全，保障施工现场系统稳定运行与数据合规使用。

本文件适用于房屋建筑与市政基础设施工程施工阶段安全风险智能预警系统的数据采集设计、部署实施、运行维护与验收评估；对既有工程的系统改造升级或多系统数据接入整合亦可参照执行。后续章节将以典型风险场景为牵引，明确人员、机械设备、临电、深基坑、高支模、起重吊装、临边洞口、脚手架、消防与环境等关键对象的数据采集要求，并对数据编码、接口、质量与安全控制提出可执行条款。

建筑工程安全风险智能预警系统数据采集技术规范

1 范围

本文件规定了建筑工程安全风险智能预警系统数据采集的总体要求、采集对象与采集要素、集设备选型与部署要求、数据格式与对象编码要求、数据传输与安全要求、数据质量控制与异常处置要求、数据存储与追溯要求、运行维护要求及验收评价要求等内容。

本文件适用于房屋建筑工程、市政基础设施工程及其施工现场安全风险智能预警系统的数据采集设计、设备选型与布设、现场实施、系统联调、运行维护与验收评价。对仅用于单一场景的独立监测装置或仅用于统计报表的数据采集，可参照本文件相关条款执行；对涉及特种设备法定检验、职业卫生监测等由专门法规或行业标准另行规定的内容，应同时满足相关法规标准要求。

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 55032—2022 建筑与市政工程施工质量控制通用规范

GB 55037 建筑施工安全技术通用规范

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

GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB/T 35273 信息安全技术 个人信息安全规范

JGJ 59 建筑施工安全检查标准

JGJ 80 建筑施工高处作业安全技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

安全风险智能预警系统 safety risk intelligent early warning system

面向施工现场安全风险识别、评估与预警的软硬件系统，通过多源数据采集、融合分析与规则/模型推理，输出告警信息并联动处置闭环。

3.2

数据采集 data acquisition

通过传感器、视频监控、定位设备、物联网终端、移动终端、管理系统接口等方式获取人员、设备、环境与工序状态数据，并形成可传输、可存储、可分析的数据记录的过程。

3.3

采集对象 acquisition object

需要被监测与预警的实体或事件对象，包括人员、机械设备、临时设施、环境要素及作业活动等。

3.4

采集要素 acquisition element

用于表征采集对象状态或风险特征的测量项或信息项，如位置、速度、倾角、载荷、温湿度、气体浓度、视频图像、作业许可状态等。

3.5

最小可用数据集 minimum viable dataset

支撑风险识别与告警闭环所必须的数据字段集合，通常包含对象编码、时间戳、空间位置（适用时）、关键状态量/证据、采集设备标识与质量标签等。

3.6

事件触发采集 event-triggered acquisition

由预设条件（如越限、进入禁区、工序开始、设备启停、报警联动等）触发的数据采集或上报机制。

3.7

数据质量标签 data quality tag

对数据完整性、准确性、可用性、时效性等质量状态的标记信息，用于质量控制、诊断降级与审计追溯。

3.8

证据链 evidence chain

支撑告警产生与处置复核的相关数据集合及其关联关系，包括原始数据、处理过程、规则/模型版本与处置记录等。

3.9

对象编码 object coding

对采集对象进行唯一标识的编码规则，用于跨设备、跨系统的数据关联、检索与追溯。

4 总体原则

4.1 风险牵引与场景优先

数据采集应以施工现场高频高后果风险场景为牵引，优先覆盖高处坠落、物体打击、起重伤害、机械伤害、坍塌、触电、火灾与中毒窒息等主要事故类型对应的关键对象与关键要素。采集方案应与施工组织设计、专项施工方案、安全技术交底与作业许可管理相衔接，确保采集数据能够直接服务于风险识别、预警触发与闭环处置。

4.2 多源融合与证据充分

数据采集应支持多源异构融合，包括视频图像、定位、传感器状态量、设备运行参数、门禁/闸机、作业票与工序计划等。对高风险告警应优先配置多证据采集路径，避免单一信号触发高等级预警；采集结果应能够形成证据链，支撑复核、审计与责任界定。

4.3 统一标准、编码先行

应建立统一的对象编码体系、数据字典与事件/告警模型，确保不同承包单位、不同设备厂商与不同子系统之间的数据可互通、可对齐、可复用。编码体系应覆盖人员、设备、区域、工点、楼层/轴线、临设、危险源与工序活动等，并与项目组织结构、WBS与平面布置图建立映射关系。

4.4 质量优先与可用性导向

数据采集应以“可用”为底线，建立入库前校验、入库后质量标记与异常闭环机制。对质量不可用或证据不足的数据，不应输出确定性高等级告警，应按规则降级或触发补采。采集设备与布设应考虑施工现场复杂环境与易损性，确保连续性、稳定性与可维护性。

4.5 安全合规与最小必要

采集涉及视频、定位与人员身份信息时，应遵循最小必要原则，明确采集目的、范围、权限与保留期限，落实访问控制、加密传输与审计追踪，防止数据滥用与泄露。对外部服务或云资源使用，应明确数据出域控制与责任边界，保障工程现场网络与数据安全。

5 采集对象与采集要素要求

5.1 总则

采集对象与采集要素应覆盖施工现场主要事故类型对应的关键风险源，并形成可落地的“最小可用数据集”，保证系统能够完成风险识别、告警触发、处置闭环与复核追溯。采集对象应纳入统一对象编码体系，并与项目组织结构、WBS分解、施工区域（楼栋/楼层/轴线/作业面）、危险源清单和专项方案建立映射关系。为便于工程实施阶段快速确定不同对象类别的采集要素与典型数据来源，对象类别与采集要素总览见表1。

表1　采集对象类别与采集要素总览

对象类别	典型对象	必采要素（最小可用数据集）	选采要素（用于提升准确率/证据链）	典型数据来源
人员	作业人员、班组、访客	身份标识、授权状态、位置/区域、时间戳、违规事件	姿态/跌倒、心率/疲劳（适用时）	门禁/闸机、定位标签、视频AI、移动端
区域与危险源	临边洞口、禁入区、吊装区	区域边界、风险等级、进入/停留事件	动态风险状态（随工序变化）	BIM/GIS、电子围栏、视频AI
起重吊装	塔吊、施工升降机、吊装作业	设备ID、载荷/力矩、运行状态、黑匣子事件	风速、吊钩高度、回转角、碰撞预警	设备传感器、黑匣子、气象站
脚手架/高支模	脚手架、模板支撑体系	架体状态、关键节点位移/倾角（适用时）、验收状态	应力/沉降、视频巡检结果	监测传感器、验收系统、视频
深基坑	基坑支护、周边建筑	位移/沉降、水位、支撑轴力（适用时）、时间戳	雨量、渗压、裂缝识别	监测系统、气象站、视频/巡检
临时用电	配电箱、漏保、电缆	漏电/过载/温升、开关状态、箱门状态	电能质量、热点定位	智能电表、温度传感、门磁
消防与环境	消防水源、烟感、气体	烟雾/可燃气体/氧气、温湿度、报警事件	风速风向、粉尘、噪声	传感器、消防系统、气象站
车辆与机械	挖机、叉车、渣土车	位置、速度、作业状态、禁区进入	盲区碰撞、倒车影像识别	定位、车载终端、视频AI

5.2　人员类对象采集要素

5.2.1　身份与授权

人员应具有唯一身份标识，并与实名制系统、培训与持证信息、班组信息、岗位风险等级、作业许可状态建立关联。必采字段至少包括：人员ID、姓名/工种（可脱敏展示）、所属单位/班组、证件有效性状态、当日入场授权状态与时间戳。

5.2.2　位置与轨迹

人员定位应支持与区域编码（楼栋/楼层/轴线/作业面）关联，至少能判定“是否进入禁入区/危险区、是否在临边附近、是否进入吊装半径范围内”等关键事件。定位数据应包含：人员ID、坐标或区域码、定位精度标识、采集时间、设备ID与质量标签。对高风险区域应提高定位更新频率或采用多技术融合定位以降低误报漏报。

5.2.3　违规行为与 PPE 合规

对未戴安全帽、未系安全带、翻越护栏、进入禁区、吸烟等典型违规，应通过视频AI或现场巡检移动端实现事件采集。违规事件应记录：事件类型、发生位置、时间窗、证据图片/视频片段索引、置信度、复核状态与处置结果。

5.3　区域、危险源与电子围栏采集要素

危险区域应建立空间边界与风险等级，并随施工阶段与工序变化动态更新。区域数据应至少包括：区域编码、边界表达（坐标/多边形/栅格）、风险类型、风险等级、生效时间段、关联工序与责任单位。电子围栏触发事件应包含进入/离开/停留超时等事件类型，并提供与人员或设备的关联ID及证据链索引。

5.4 起重吊装与垂直运输设备采集要素

起重吊装设备应采集运行状态与关键安全参数，至少包括：设备ID、作业状态、载荷/力矩（适用时）、高度/幅度（适用时）、回转/行走状态、限位状态、报警事件、黑匣子记录索引与时间戳。对塔吊群塔或近邻作业，应采集防碰撞相关数据并与作业计划联动。对施工升降机，应采集门锁状态、超载状态、运行速度与制动相关事件等关键安全要素。

5.5 临时用电采集要素

临时用电采集应围绕触电与电气火灾风险，至少包括：配电箱ID、回路电流/电压、漏电保护动作状态、开关分合状态、箱门开闭状态、箱体温升或热点信息（适用时）、异常事件（过载、短路、漏电、过温）与时间戳。对高风险区域或大功率设备回路，应配置更高频采集与更严格的越限阈值策略。

5.6 深基坑及周边环境监测采集要素

深基坑应按监测方案采集位移、沉降、水位等关键指标，并与监测点位编码、测点坐标、仪器校准信息关联。必采字段至少包括：测点ID、测点坐标/位置描述、监测指标值、采集时间、仪器ID、质量标记与工况说明（降雨、开挖阶段、支撑施作状态等）。当监测值越限或趋势异常时，应联动生成预警事件并触发专项巡检或复测。

5.7 脚手架、高支模与临时结构采集要素

脚手架与模板支撑体系应采集验收状态与关键结构状态信息，至少包括：构件/分区编码、搭设高度与类型、验收记录索引、日常检查记录、异常事件（松动、变形、超载、拆改）。对超高、超重或风险等级高的支撑体系，可选采位移/倾角/应力等在线监测数据，并与荷载变化、浇筑过程等工况信息关联。

5.8 消防、气体与环境要素采集

消防与环境采集应覆盖火灾与中毒窒息风险，至少包括：烟雾、温度、可燃气体浓度、氧气浓度（受限空间适用）、报警事件、设备状态与时间戳。对粉尘、噪声、高温等职业暴露风险，可选采相应环境指标并与作业面和班组信息关联，用于风险提示与现场管理。

6 采集设备选型与部署要求

6.1 总则

采集设备选型与部署应满足施工现场复杂环境条件下的数据可用性要求，兼顾覆盖范围、采集精度、稳定性、可维护性与安全合规性。设备选型应与采集要素、风险等级、施工阶段与现场网络条件匹配，并形成设备台账与点位清单，纳入统一对象编码与资产管理。采集链路应支持端侧采集、边缘网关汇聚与平台入库的协同，典型链路关系见图1。

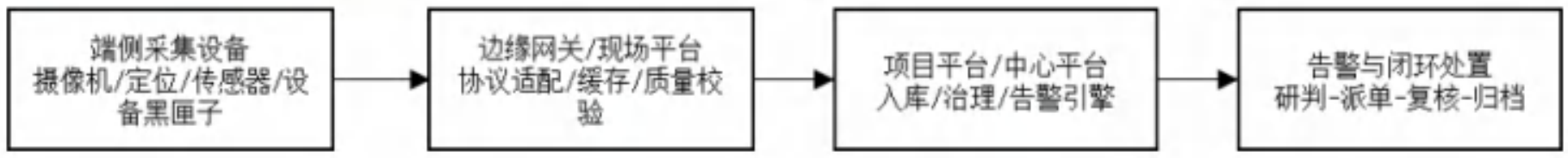

图1　数据采集链路与入库流程

6.2　视频采集设备选型与布设要求

6.2.1　选型要求

视频采集设备应满足目标识别与取证需要，至少应考虑：分辨率、帧率、低照度性能、逆光补偿、宽动态、红外补光（夜间适用）、防护等级、防尘防水、防震与抗电磁干扰能力。对高处坠落、临边洞口、起重吊装、临时用电等重点场景，应优先选用支持AI分析或与AI边缘盒协同的摄像机，并支持事件触发抓拍与视频片段留存。

6.2.2　布点原则

视频布点应满足“覆盖关键区域、覆盖关键动作、覆盖关键证据”的原则：

a）覆盖关键区域：临边洞口、楼层出入口、材料堆放区、塔吊回转半径覆盖区、受限空间出入口、配电箱集中区、消防重点部位等；

b）覆盖关键动作：吊装挂钩、起升、回转、卸载，脚手架搭拆，高支模浇筑过程，临电接线操作等；

c）覆盖关键证据：人员PPE合规、越界进入、违规操作等可复核证据。

布点应避免严重遮挡与强反光，视角应覆盖关键部位并预留冗余视场，必要时采用多机位交叉覆盖。

6.2.3　编码与元数据

每路视频点位应具有唯一点位编码，并与区域编码、楼栋楼层、风险类型、责任单位建立关联。视频数据应记录点位编码、采集时间、事件类型（如触发抓拍）、设备ID、视频片段索引与质量标签。

6.3　人员定位设备选型与部署要求

6.3.1　选型要求

定位技术应结合现场结构与精度需求选择，并明确定位精度、刷新频率、遮挡条件下的可用性、标签续航与佩戴方式。对禁入区、临边附近、吊装危险区等高风险场景，应优先采用高精度定位或多技术融合定位，以降低误报漏报。

6.3.2　基站与标签布设

基站布设应满足覆盖与几何精度要求，并随施工进度动态调整。标签应具备唯一标识并与实名制系统绑定，佩戴方式应不影响作业且不易丢失。定位数据应能够映射到区域码，并支持进入/离开/停留超时等事件触发上报。

6.3.3 校准与验证

定位系统上线前应进行现场校准与精度验证，验证应覆盖典型区域与遮挡工况。定位精度不满足风险场景要求时，应调整基站布设或采用辅助定位手段，并形成验证记录。

6.4 传感器与在线监测设备选型与安装要求

6.4.1 临时用电监测

漏电、过载、温升等监测设备应具备适配回路容量的量程与精度，并满足施工现场电气安全与防护要求。安装位置应便于检修与复核，传感器应具备防松脱与防误拆措施。对温升与热点监测，应明确测点位置与安装方式，避免测点偏移导致误判。

6.4.2 深基坑与结构监测

位移、沉降、水位、轴力等监测仪器选型应满足监测方案要求，安装应保证稳定性与防护性，并记录测点坐标、安装日期、校准信息与维护记录。监测设备应具备异常自检与掉线告警能力。

6.4.3 起重设备与黑匣子数据接入

塔吊、升降机等设备应优先通过标准接口接入运行参数与报警事件；对厂商私有协议应通过边缘网关适配。接入应确保数据字段完整、时间戳可靠，并对超载、限位触发、门锁异常等安全事件保证低时延上报。

6.4.4 消防与气体监测

烟感、温感、可燃气体与氧气监测设备应满足量程与报警阈值设置要求，并应考虑粉尘、水汽、油烟等干扰因素。受限空间监测应明确采样点位置与通风工况，避免局部浓度失真。

6.5 供电、网络与现场适应性要求

6.5.1 供电保障

采集设备供电应考虑施工临电波动与断电风险，对关键点位宜配置UPS或备用电源；对电池供电设备应建立续航管理与更换计划。供电线路应满足安全防护与防火要求。

6.5.2 网络与带宽

现场网络应支持有线与无线结合，关键数据链路应优先采用有线或专用无线链路，避免与公众网络混用。视频与大数据量上报应采用带宽评估与分级上传策略（例如事件触发上报、非关键时段批量回传）。边缘网关应具备缓存与断点续传能力，防止弱网导致数据丢失。

6.5.3 防护与耐久

设备外壳与安装件应满足防尘防水、防震、防腐蚀要求，并采取防拆、防盗措施。布设应避开高冲击、高热源、高粉尘直喷等位置，必要时设置防护罩与隔离栏。对随施工进度移动的点位，应建立迁移与复位流程并保持编码连续。

6.6 设备标识、台账与维护要求

6.6.1 标识与台账

所有采集设备应建立设备台账，至少包含：设备ID、点位编码、安装位置、责任单位、维护人员、上线时间、固件版本、校准信息与运行状态。设备应粘贴可识别标识（二维码/RFID等），支持现场快速核对。

6.6.2 运行监测与自检

采集设备与边缘网关应具备在线自检能力，至少监测：在线状态、心跳、数据丢包、异常值比例、存储占用、供电状态等，并在异常时触发维护告警与工单。

6.6.3 维护与更换

应建立例行巡检与维护计划，包括镜头清洁、基站校准、传感器复测、固件升级、标签更换与电池管理。对施工阶段变更导致点位迁移，应同步更新台账与映射关系，并进行复验。

7 数据格式与对象编码要求

7.1 总则

数据格式、元数据与对象编码应满足跨设备、跨厂商、跨系统的互操作性要求，确保采集数据能够与告警、工单与台账形成一致的证据链。所有采集数据应绑定唯一对象编码，并按统一数据字典输出字段与单位。对象编码体系应覆盖人员、设备、区域、点位、危险源与事件，并与项目WBS、平面布置与组织责任体系建立映射关系。为明确各类数据在预警与闭环处置中的最小字段要求，最小可用数据集字段清单见表2。

表2 最小可用数据集字段清单示例

数据类型	字段示例	关键元数据	证据链要求
人员定位	person_id、region_code/coord、timestamp、device_id、quality_tag	定位精度标识、时间源、采集方式	能回放人员在风险区域的进入/停留轨迹

表2 最小可用数据集字段清单示例（续）

数据类型	字段示例	关键元数据	证据链要求
视频事件	camera_point_id、event_type、start_time/end_time、confidence、evidence_uri	视角信息、分辨率、模型版本（如AI识别）	可检索对应截图/片段并定位发生区域
传感器状态量	sensor_id、object_id、value、unit、timestamp、quality_tag	量程/精度、采样率、校准信息	可追溯原始值与处理值，具备对比基线

数据类型	字段示例	关键元数据	证据链要求
设备运行参数	device_id、status、key_param、timestamp、alarm_flag	协议版本、采集周期、网关ID	可关联到设备安全事件与作业计划
电子围栏事件	fence_id、actor_id、event_type、timestamp、location	围栏边界版本、生效时段	可复核围栏规则与触发位置关系
工序/许可数据	work_id、permit_status、area_code、time_window、responsible	数据来源系统、审批记录索引	可回溯许可流程与作业时间一致性
工单与处置	order_id、alarm_id、action、result、close_time	处置人员、复核人员、附件索引	告警—工单—复核—归档链路闭合

7.2 对象编码体系要求

7.2.1 编码原则

对象编码应满足唯一性、稳定性、可扩展性与可读性要求。编码应支持分层结构，通常包含项目标识、对象类别、区域/工点标识、序列号与校验位等。编码规则应版本化管理，变更应确保历史数据可映射与可追溯。

7.2.2 人员编码

人员编码应与实名制系统一致或可映射，至少支持 person_id 唯一标识。人员编码应关联单位、班组、工种、持证状态与授权状态，并支持离场后历史数据保留与脱敏展示。

7.2.3 设备编码

设备编码应覆盖塔吊、升降机、配电箱、监测传感器、摄像机、边缘网关等，至少支持 device_id/sensor_id/camera_point_id 等唯一标识。设备编码应关联安装位置、责任单位、维护人员与固件/协议版本。

7.2.4 区域与点位编码

区域编码应覆盖楼栋、楼层、轴线、作业面、危险区与禁入区，并支持与BIM模型或平面布置图映射。点位编码用于标识摄像机点位、基站点位、传感器测点等，应关联区域编码与风险类型。

7.2.5 事件与告警编码

事件编码应支持统一分类与检索，至少应区分：人员违规类、设备异常类、环境越限类、结构监测异常类、数据质量类与系统运行类。告警应具有唯一 alarm_id，并与事件编码、对象编码、证据链索引与工单ID关联。

7.3 数据字典与字段规范要求

7.3.1 字段命名与单位

系统应建立数据字典，统一字段命名、单位、量纲、取值范围与枚举值。对状态量应明确采样率、统计周期与计算口径，避免同一指标在不同来源下口径不一致。

7.3.2 枚举值与分类口径

对事件类型、告警等级、处置状态、质量标签等枚举值应统一定义，避免“同义不同码”或“不同义同码”。事件类型应与风险场景库一致，便于统计与模型训练。

7.3.3 版本管理

数据字典应具备版本号与生效日期，平台应支持多版本兼容与历史解析。字典变更应经过评审，涉及关键字段变更应同步更新边缘网关适配与采集端配置，并开展联调验证。

7.4 元数据要求

所有数据记录应至少包含以下元数据要素：

a）来源：采集设备ID/系统来源标识、网关ID（如适用）；

b）时间：采集时间戳、接入时间戳（如适用）、时间源与同步状态；

c）空间：区域编码或坐标、坐标系标识（如适用）；

d）质量：质量标签、缺失字段标记、异常值标记、可用性判定；

e）版本：协议版本、数据字典版本、模型版本（对AI识别事件适用）；

f）安全：数据分类级别、权限标签（如适用）。

7.5 时间戳与时间同步要求

数据应采用统一时间基准，端侧、边缘网关与平台应启用时间同步机制，并记录同步状态。对需要跨源关联的告警证据链，应保证时间误差在预警规则允许范围内；超过范围的应触发时间同步告警并进行对齐校正，同时保留校正记录以满足审计。

7.6 空间坐标与区域映射要求

定位与测点数据应明确坐标表达方式，并与区域编码映射：

a）对人员与车辆定位，可采用二维平面坐标或三维坐标，或采用区域码表达；

b）对深基坑监测测点，应记录测点坐标与高程基准；

c）对电子围栏边界，应采用可复现的边界表达（多边形坐标/栅格/拓扑），并记录边界版本与生效时段；

d）当BIM或GIS作为空间底图时，应明确坐标系转换规则并保留转换参数。

7.7 文件命名、目录组织与数据索引要求

视频、图像、点云、报表等批量文件应按“项目—区域—对象—时间—数据类型—序号”规则命名，并建立索引表与证据URI，保证告警与工单可快速定位原始证据。目录组织应支持按项目阶段与区域分层，避免文件散落导致追溯困难。对涉及长期存档的证据文件，应确保校验值、存储位置与访问权限可追踪。

8 数据传输与安全要求

8.1 总则

数据传输与接口应满足“实时可达、完整可验、跨源可融、全程可控”的要求，确保采集数据能够在规定时限内进入预警平台并支撑告警证据链与闭环处置。数据传输应兼顾施工现场弱网、断网、临电波动与设备频繁迁移等特点，采取缓存、重传、限流与分级上报策略，避免数据丢失与平台拥塞。数据安全与网络安全应落实分区分域、最小权限、加密传输与审计追踪要求，防止敏感数据泄露与系统被非法访问。

为说明从端侧采集到平台入库与闭环处置过程中的主要安全控制点与数据通路，安全控制点分布见图2。

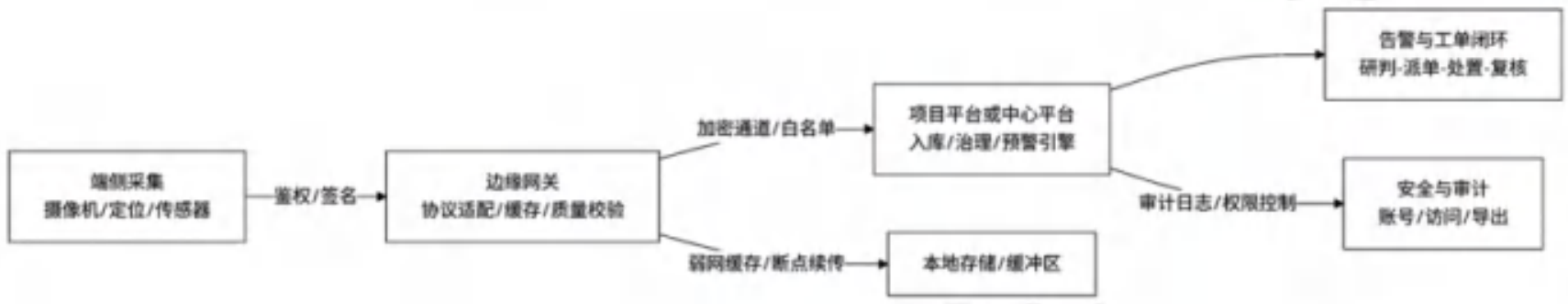

图2 数据传输与安全控制点分布

8.2 数据接入模式要求

8.2.1 接入模式分类

系统应支持以下一种或多种接入模式，并在实施方案中明确不同数据类型的接入路径：

a）实时流式接入：适用于定位、关键传感器越限、设备运行关键参数与告警事件等，要求低时延、可订阅、可回放；

b）事件触发接入：适用于视频AI事件、电子围栏越界、设备报警等，要求触发条件明确、事件字段完整、证据片段可定位；

c）批量文件接入：适用于视频片段、图片抓拍、监测报表与离线巡检记录等，要求断点续传、校验与目录索引一致；

d）混合接入：同一对象可采用“关键摘要实时上报+原始证据批量回传”的组合方式，以平衡带宽与证据完整性。

8.2.2 弱网与断网容错

边缘网关或端侧应具备缓存与重传能力，至少满足：

a）断网缓存：在链路不可用时缓存关键数据，缓存容量与时长应满足现场网络恢复周期；

b）断点续传：对批量文件分片上传，支持续传与片段校验；

c）限流与优先级：对视频等大流量数据实施限流与分级上报，优先保障越限告警、关键事件与工单闭环数据；

d）传输失败告警：当数据长时间无法上报或丢包率超阈值时，应触发链路健康告警并生成维护任务。

8.3 接口规范要求

8.3.1 接口与字段一致性

接口应遵循统一对象编码与数据字典要求，确保采集数据与表2规定的最小可用数据集字段一致。对第三方设备或系统的私有字段，应在边缘网关完成字段映射与标准化，不得将不可解释字段直接作为平台主字段使用。

8.3.2 鉴权与授权

接口应具备身份鉴别与授权控制能力，至少包含：

a）设备级身份：端侧设备、网关与平台间采用唯一设备ID与密钥/证书；

b）系统级身份：第三方系统对接采用应用ID与令牌机制；

c）人员账号：按角色（安管、机管、班组长、监理、运维等）分配权限，并按区域/对象范围实施最小权限控制；

d）权限变更审计：账号创建、权限变更、密钥更换应留痕可审计。

8.3.3 数据完整性与防重放

传输数据应支持完整性校验，并具备防重放机制。对事件类数据应保证事件ID唯一，避免重复上报导致告警重复与工单碎片化；对重复事件应支持平台侧去重并保留原始记录与去重依据。

8.3.4 接口可用性与降级

接口应具备监测与告警机制，至少监测调用失败率、超时率、平均时延、队列堆积等指标。当平台或链路异常时，应支持边缘侧降级运行（例如仅输出本地提示/本地记录，待链路恢复后补传），并确保数据可追溯。

8.4 网络安全与分区分域要求

8.4.1 分区分域

施工现场网络宜划分为：采集接入区（端侧与网关）、边缘处理区（现场平台/网关汇聚）、业务应用区（预警平台/工单系统）、管理运维区（运维与审计）等。不同区域之间应通过访问控制策略隔离，禁止跨区直连与横向渗透。涉及外网访问或云服务时，应通过安全出口统一管理。

8.4.2 加密传输

跨网段、跨区域传输的定位、视频事件、人员身份、告警与工单等数据，应采用加密通道传输，并对敏感数据实施额外加密或脱敏处理。加密策略应与数据分类分级结果一致。

8.4.3 安全审计

系统应对登录、访问、导出、配置变更、接口调用、告警确认与工单关闭等关键操作进行审计记录，审计日志应具备防篡改机制并按规定期限保存。对敏感数据导出应进行审批与留痕。

8.5 数据安全与合规要求

8.5.1 数据分类分级与最小必要

人员身份、定位轨迹、视频图像等数据应按数据分类分级进行管理，仅采集与预警目标直接相关的最小必要信息。对展示端应支持脱敏显示（如隐藏姓名、仅显示班组或编号），对不参与预警计算的敏感字段应限制采集或限制存储。

8.5.2 数据出域与第三方接入

如涉及第三方算法服务、云存储或外部监管平台对接，应明确数据范围、用途、保留期限、责任边界与安全要求，实施出域审批、脱敏与加密措施，并确保审计可追溯。

8.5.3 数据保留与销毁

数据保留期限应满足事故追溯、争议处置与管理复盘需要，同时符合最小必要原则。超过保留期限的数据应按制度归档或销毁，销毁应可审计。

9 数据质量控制与异常处置要求

9.1 总则

数据质量控制应贯穿采集、传输、入库、处理与应用全过程，确保预警模型与规则在“证据充分”的前提下输出告警。对质量不可用、证据不足或时间空间对齐失败的数据，应执行降级策略：限制输出高等级告警，优先触发补采、复核或维护工单，避免误报漏报与告警噪声。

为便于工程实施建立统一的质量指标与处置动作体系，质量控制指标与处置要求见表3。

表3 数据质量指标与异常处置动作

数据类别	质量指标	判定规则示例	自动处置动作	闭环要求
定位数据	完整性、精度标识	缺person_id/region_code或精度标识异常	标记不可用、触发补采/检查标签	超阈持续触发维护工单
视频事件	证据可用性	关键部位不可辨/无证据片段索引	降级为提示并触发补采抓拍	人工复核后决定是否转正式告警

数据类别	质量指标	判定规则示例	自动处置动作	闭环要求
传感器状态量	越界与漂移	连续超量程/突变与工况不符	标记异常、触发复测或校准	复测记录回写并沉淀到设备台账
事件/工序数据	一致性	作业许可未生效却出现作业事件	触发一致性告警与流程复核	由责任人确认并修正流程数据
链路与接口	时延与丢包	时延/丢包超阈或连续失败	切换重传、启动缓存、链路告警	排障复盘并更新网络策略

9.2 入库前校验要求

入库前应至少执行：对象编码校验、字段完整性校验、数据格式与单位校验、时间戳合法性校验与重复数据识别。未通过校验的数据应进入隔离区或拒绝入库，并生成质量告警与整改任务；隔离区数据不得直接参与高等级告警判定。

9.3 入库后清洗与标记要求

入库后应进行异常值识别、重复数据去重、时间对齐与质量标签标记。对任何自动修正（例如单位换算、字段映射补全、时间对齐校正）应保留原始值、修正值与修正规则，形成可追溯记录；对无法自动修正的异常应触发人工复核并记录复核结论。

9.4 异常处置与闭环要求

9.4.1 数据源异常闭环

当识别为数据源异常（传感器漂移、摄像机遮挡、定位基站掉线、网关故障等）时，应优先生成维护工单并与设备台账关联，避免将数据源问题误判为安全风险事件。

9.4.2 证据不足降级

当告警触发但证据链不完整（缺视频片段、缺工况、缺定位精度等）时，应按规则降级为“需补采/需复核”，并生成补采任务或复核任务；补采失败或复核确认后再决定是否升级。

9.4.3 质量指标运营

平台应提供质量指标看板与周期报表，至少输出：完整率、不可用率、异常值比例、接口失败率、时延分布与重复率，并支持按区域、点位、设备类型与承包单位维度统计，用于运维考核与持续改进。

10 数据存储与追溯要求

10.1 总则

数据存储与证据链管理应保证告警从产生到关闭全过程“可回放、可复核、可追溯、可审计”，满足事故调查、争议处置与持续改进需要。数据应按“原始数据—标准化数据—特征与结果数据—闭环处置数据”的分层结构存储，并通过对象编码、事件编码与告警ID实现跨层关联。最小可用数据集字段要求见表2，数据传输与安全控制点分布见图2。

10.2 存储分层与数据类型管理

10.2.1 原始数据层

原始数据层应保留未经处理的采集数据或原始文件，包括视频片段、抓拍图片、定位原始记录、传感器原始采样、设备黑匣子原始事件等。原始数据应具备校验值（如哈希）与不可篡改标记（适用时），并记录采集设备ID、采集时间戳与来源链路信息，确保取证有效性。

10.2.2 标准化数据层

标准化数据层应存储经字段映射、单位统一、对象编码绑定、质量标签标记后的数据，用于规则判据、融合分析与模型推理。标准化处理过程应可追溯：对每条记录应保留处理规则版本、映射关系与处理时间，并与原始记录建立血缘关系。

10.2.3 征与结果层

特征与结果层应存储用于预警分析的特征值、规则触发信息、模型输出（含置信度）、告警分级结果与处置建议。对AI识别类结果，应记录模型版本、阈值策略版本、输入证据索引与输出解释字段，保证可复核。

10.2.4 闭环处置层

闭环处置层应存储研判记录、派单记录、现场处置记录、复核结论与关闭原因，并与告警ID、工单ID和对象编码关联，确保告警—工单—复核链路闭合。

10.3 证据链结构化要求

10.3.1 证据链组成

每条告警应形成结构化证据链，至少包含：

a）告警基本信息：alarm_id、事件编码、对象编码、发生时间窗、告警等级；

b）触发依据：规则ID/模型ID、阈值策略版本、置信度与触发字段；

c）原始证据索引：视频/图片URI、定位轨迹索引、传感器曲线片段索引、工序/许可记录索引；

d）质量信息：关键字段完整性、质量标签、时间同步状态；

e）处置与复核信息：处置动作、处置人、复核人、复核结论与附件索引；

f）归档信息：关闭时间、关闭原因、是否转入跟踪、复盘结论引用。

10.3.2 证据链索引与检索

平台应提供按对象编码、区域编码、告警等级、事件类型、时间窗等维度的检索能力，并支持一键回放证据链。证据链中引用的原始文件应确保访问路径稳定可用，避免因文件迁移导致断链。

10.3.3 证据链不可篡改与完整性校验

对A、B级告警及事故关联告警，证据链应增强完整性保护措施，如：原始文件校验值固化、关键日志防篡改、权限隔离与审计强化。证据链中任何修改、补录或更正应保留变更前后内容、变更原因与操作者信息。

10.4 数据保留期限、归档与销毁

10.4.1 保留期限原则

数据保留期限应同时满足事故追溯、质量争议处置与管理复盘需要，并遵循最小必要原则。不同数据类型可采用差异化保留期限：

a）告警记录、工单与复核结论：不应短于项目安全管理规定的最短追溯周期；

b）原始视频/图片证据：与风险等级、告警等级和争议处置周期匹配；

c）人员定位轨迹：在满足预警与追溯要求的前提下，应优先采用短周期保留或摘要化保留，并加强脱敏与访问控制；

d）传感器原始高频数据：可按“短期原始+长期聚合”策略保存，即原始高频数据保留较短周期，长期保留统计聚合与异常片段索引。

10.4.2 归档要求

归档应保持证据链闭合：归档包应包含告警记录、证据索引、处置与复核记录、关键日志摘要与校验信息。归档文件应具备唯一归档编号并可检索，归档位置与访问权限应明确。

10.4.3 销毁要求

超过保留期限的数据应按制度销毁或匿名化处理。销毁过程应可审计，记录销毁范围、时间、操作者与审批信息，避免“未经控制的删除”导致证据缺失风险。

10.5 日志审计与追溯要求

系统应对以下关键行为进行日志记录并可追溯：

a）数据接入、传输失败、重传与丢包；

b）数据清洗、字段映射、质量标签变更与人工修正；

c）规则阈值变更、模型版本变更、告警合并/抑制策略变更；

d）告警确认、派单、处置、复核、关闭与归档；

e）账号登录、权限变更、敏感数据访问与导出。

日志应具备防篡改措施，关键操作应可追溯到操作者、对象范围、时间与结果。

11 运行维护要求

11.1 总则

运行维护应以保障数据连续性、降低不可用率、保持告警可信度为目标，建立“设备运维—链路运维—数据质量运维—规则/模型运维”的一体化机制。运行维护应与第6章设备台账、第8章链路安全控制、第9章质量控制与第10章证据链管理联动，形成可量化的运维指标与闭环改进。

11.2 设备运维要求

应建立采集设备与网关的例行巡检计划，至少包括：摄像机镜头清洁与遮挡检查、定位基站在线状态与精度校验、传感器校准与复测、固件升级与配置备份、供电与防护检查。对施工阶段迁移的点位，应执行迁移复验并更新台账与映射关系。

11.3 链路与接口运维要求

应持续监测接口可用性、时延、丢包与队列堆积，并对超阈情况触发维护告警。对弱网场景应检查缓存与断点续传机制有效性，定期演练断网恢复后的补传流程。对第三方接口变更应进行联调验证并保留变更记录，避免字段变更导致数据断流。

11.4 数据质量运维要求

应定期输出数据质量报表并进行问题闭环：对高频缺失字段、重复上报、时间对齐失败、视频不可用率高等问题应开展根因分析并形成整改措施。质量规则与阈值应版本化管理，调整应经过评审并留存审计记录。

11.5 规则与模型运维要求

对采用AI识别与模型推理的场景，应监测误报率、漏报率与置信度分布变化，并进行模型漂移评估。模型上线、灰度、回滚与再训练应形成制度化流程，保证模型变更可控且结论可追溯。对规则阈值调整应结合季节性、施工阶段变化与现场反馈进行优化，并通过复盘验证有效性。

12 验收评价要求

12.1 总则

验收评价应覆盖“采集覆盖—数据可用—接口连通—预警可用—闭环可追溯—安全合规”六类能力。验收应分为联调验收、试运行验收与正式运行验收三个阶段，并以现场抽检与日志审计相结合的方式开展。验收阶段划分与关键输出关系见图3。

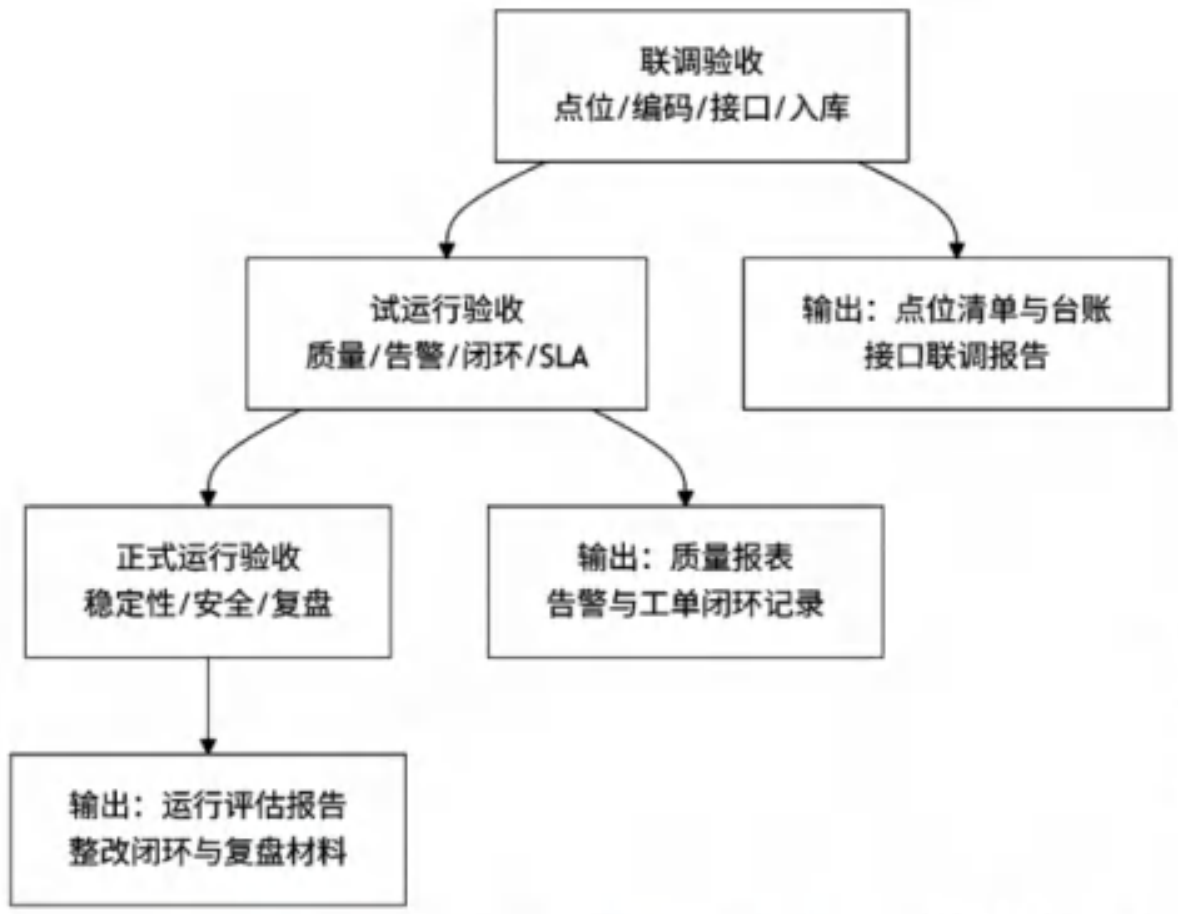

图3　验收阶段划分与关键输出

12.2　联调验收要求

联调验收应至少验证：

a）点位与对象编码映射正确，人员、设备、区域编码可用；

b）接口连通与鉴权有效，数据可进入平台并满足表2最小字段要求；

c）视频、定位、传感器等关键数据类型可回放与检索，证据URI可用；

d）时间同步与空间映射可用，关键场景下数据可对齐。

12.3　试运行验收要求

试运行应覆盖典型风险场景，至少验证：

a）数据可用率、完整率、时延、重复率满足项目设定阈值；

b）典型告警能够形成证据链并完成研判—派单—处置—复核—归档闭环；

c）告警噪声可控，去重与抑制策略有效；

d）运维告警（设备掉线、接口失败）能够触发维护闭环。

12.4　正式运行验收要求

正式运行验收应验证系统在稳定运行周期内满足：

a）关键点位在线率与数据连续性满足要求；

b）安全与审计策略有效，权限与日志满足合规；

c）数据保留、归档与销毁机制可执行且可审计；

d）形成阶段性复盘与持续改进机制，质量问题与误报漏报能闭环整改。

12.5 验收结论与整改闭环

验收应形成结论与整改清单。对影响证据链完整性、数据可用性或安全合规的关键缺陷，应判为不通过并要求整改后复验；对一般缺陷可限期整改并纳入试运行考核。整改应形成闭环记录并回写台账与知识库。

全国团体标准信息平台