

ICS 13.110

CCS J 83



团 体 标 准

T/CEATEC XXX—2026

物流仓储用机械安全智能防护系统 技术规范

Technical specification for safety intelligent protection system of logistics
storage machinery

2026-X-XX 发布

2026-X-XX 实施

中国欧洲经济技术合作协会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 系统组成与架构	1
4.1 系统组成	1
4.2 系统架构	2
4.3 工作逻辑	2
5 总体技术要求	2
5.1 安全基本要求	2
5.2 环境适应性	2
5.3 电源与电气要求	2
5.4 功能要求	2
6 感知与检测子系统	2
6.1 一般要求	2
6.2 感知配置要求	3
6.3 性能指标	3
7 控制与执行子系统	3
7.1 安全控制器	3
7.2 分级防护与动作要求	3
7.3 制动与联锁要求	3
7.4 声光提示	3
8 平台与通信子系统	4
8.1 平台功能	4
8.2 通信要求	4
9 安装与调试	4
9.1 安装要求	4
9.2 调试内容	4
10 验收与试验验证	4
10.1 验收前提条件	4
10.2 功能验证试验	4
10.3 性能验证试验	5
10.4 电气与环境验证	5
10.5 验收合格判定	5

11 运行与维护	5
11.1 运行要求	5
11.2 维护要求	5

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。

本文件由中国欧洲经济技术合作协会提出并归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

本文件为首次编制。

物流仓储用机械安全智能防护系统技术规范

1 范围

本文件规定了物流仓储用机械安全智能防护系统的系统组成与架构、总体技术要求、感知与检测子系统、控制与执行子系统、平台与通信子系统、安装与调试、验收与试验验证、运行与维护。

本文件适用于物流仓储作业场景内，各类仓储机械装备所配置的安全智能防护系统的设计、研发、生产与应用。

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 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件

GB/T 16855.1 机械安全 安全控制系统 第1部分：设计通则

GB 50168 电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

安全智能防护系统 safety intelligent protection system

由感知检测、控制执行、平台通信、人机交互等单元组成，能够实现危险识别、分级预警、自动制动、安全联锁、状态监控与数据追溯的一体化安全系统。

3.2

系统总响应时间 total system response time

从传感器检测到危险目标并输出有效信号开始，到安全控制器完成逻辑判断并驱动执行机构实现预警、减速或紧急停止动作的全部时间。

3.3

安全联锁 safety interlock

当防护装置未就位、检修门开启、安全部件失效或危险状态未解除时，系统自动禁止设备启动或强制设备进入安全停机状态的控制逻辑。

4 系统组成与架构

4.1 系统组成

安全智能防护系统由以下子系统及辅助单元构成：

a) 感知与检测子系统：激光雷达、视觉传感器、毫米波雷达、超声波传感器、安全光幕、限位/行程开关、急停装置、姿态传感器等；

b) 控制与执行子系统：安全控制器、安全继电器、制动执行器、声光报警装置、联锁机构等；

- c) 平台与通信子系统：边缘计算单元、通信模块、监控平台、人机交互界面HMI；
- d) 辅助单元：电源、备用电源、布线、机柜、支架、标识等。

4.2 系统架构

采用感知层—边缘控制层—平台监控层三级架构：

- a) 感知层：实时采集距离、速度、位置、人员、障碍物、姿态等信息；
- b) 边缘控制层：本地实时决策、分级动作、故障自检、断网安全运行；
- c) 平台监控层：集中监控、报警记录、数据统计、远程管理、历史追溯。

4.3 工作逻辑

持续感知→危险判别→分级响应→声光提示→联锁保护→故障记录→人工复位→恢复运行。

5 总体技术要求

5.1 安全基本要求

系统应满足以下安全控制要求：

- a) 安全相关控制功能应符合GB/T 16855.1，性能等级不低于PL d，类别不低于Cat. 3；
- b) 手动急停为最高优先级，任何工况均可有效触发；
- c) 系统故障或失电时，应自动进入安全停机状态；
- d) 应具备上电自检、周期自检、故障报警与故障记录功能。

5.2 环境适应性

系统应适应以下环境条件：

- a) 工作温度：-10℃~+50℃，冷链区域为-25℃~+40℃；
- b) 相对湿度：5%~95%（无凝露）；
- c) 防护等级：室内常规不低于IP54，多尘/潮湿区域不低于IP65，关键传感器不低于IP67。

5.3 电源与电气要求

系统应满足以下要求：

- a) 额定工作电压：DC 24V±10%；
- b) 备用电源：断电后至少维持30min报警与数据存储；
- c) 绝缘电阻： $\geq 1\text{M}\Omega$ （DC 500V）；
- d) 工频耐压：AC 1500V/1min无击穿、无闪络。

5.4 功能要求

系统应满足以下要求：

- a) 危险识别：人员闯入、障碍物、超速、超载、超行程、倾翻、夹挤、跑偏等；
- b) 分级响应：预警提示→减速限动→紧急停止；
- c) 安全联锁：防护门未闭合、安全装置失效、区域禁入时禁止启动或自动停机；
- d) 声光报警：预警为黄色声光，急停为红色声光，1 m处声级85dB(A)~110dB(A)；
- e) 数据记录：记录事件时间、位置、类型、参数，存储周期不少于1年。

6 感知与检测子系统

6.1 一般要求

感知与检测子系统应符合下列要求：

- a) 感知设备应与设备类型、运行工况、作业空间匹配，传感器应经过校准；
- b) 关键检测通道宜冗余配置，单一故障不导致安全功能丧失；
- c) 感知数据应实时、连续、稳定。

6.2 感知配置要求

根据设备类型，感知配置应满足：

- 移动机械（叉车、AGV）：宜采用激光雷达、毫米波雷达、视觉传感器中两种及以上融合检测；
- 固定机械（输送机、辊道）：宜采用安全光幕、光电传感器、限位开关组合；
- 堆垛机、提升机：应配置行程限位、速度检测、防倾翻/防坠检测装置；
- 全系统应设置红色蘑菇头急停按钮，直径 $\geq 40\text{mm}$ ，手动复位。

6.3 性能指标

感知与检测子系统主要性能应符合表1要求。

表1 感知与检测性能指标

检测类型	测量/检测范围	允许误差/要求	响应时间上限
距离检测	0.1m~20m	$\pm 30\text{mm}$ 或 $\pm 2\%$ ，取较大值	50ms
速度检测	0~10km/h	$\pm 0.1\text{km/h}$	20ms
姿态/倾角检测	$-30^\circ \sim +30^\circ$	$\pm 0.5^\circ$	50ms
人员/障碍物检测	0.5m~10m	漏检率 $\leq 0.1\%$ ，误检率 $\leq 0.3\%$	100ms
安全光幕	0.1m~3m	光轴间距 $\leq 20\text{mm}$	10ms
急停/限位开关	全行程	动作可靠，无失效	10ms

7 控制与执行子系统

7.1 安全控制器

安全控制器应满足：

- 采用冗余架构，具有独立安全输出通道；
- 输入输出光电隔离，程序固化，防篡改；
- 支持急停、连锁、安全信号优先逻辑。

7.2 分级防护与动作要求

系统应根据危险区域分级执行防护动作，具体要求见表2。

表2 分级防护执行要求

防护等级	触发条件	执行动作	系统总响应时间上限
一级预警	进入预警区域	声光提示，维持当前运行	$\leq 100\text{ms}$
二级减速	进入减速区域	自动限速，平稳减速至安全速度	$\leq 8\text{ms}$
三级急停	进入急停区域	切断动力，强制制动停机	$\leq 50\text{ms}$

7.3 制动与连锁要求

制动与安全连锁应符合下列要求：

- 空载制动距离 $\leq 0.5\text{m}$ ，额定载荷制动距离 $\leq 0.8\text{m}$ ；
- 制动减速度宜为 $0.5\text{m/s}^2 \sim 1.5\text{m/s}^2$ ；
- 防护门/检修门未关闭，应禁止设备启动；
- 安全部件故障应禁止启动或立即停机；
- 急停触发后必须人工复位。

7.4 声光提示

声光提示应满足：

- 预警：黄色灯闪烁，间歇声响；
- 紧急状态：红色灯快闪，连续声响；
- 1m处声压级：85dB(A)~110dB(A)。

8 平台与通信子系统

8.1 平台功能

监控平台应具备以下功能：

- a) 实时监控设备状态、位置、速度、报警信息；
- b) 事件记录、存储、查询与导出；
- c) 报警统计、故障分析、报表生成；
- d) 操作员、管理员、运维人员三级权限管理。

8.2 通信要求

通信系统应满足：

- a) 现场控制层通信延迟 $\leq 100\text{ms}$ ；
- b) 通信中断时，本地安全控制应独立正常运行；
- c) 宜采用以太网或工业无线通信。

9 安装与调试

9.1 安装要求

系统安装应符合下列要求：

- a) 感知设备安装无遮挡、无强振动、无强电磁干扰；
- b) 布线符合GB 50168，强弱电分离，屏蔽可靠；
- c) 急停装置应安装在操作人员易触及位置；
- d) 系统接地电阻 $\leq 4\Omega$ 。

9.2 调试内容

系统调试应按下列内容依次进行：

- a) 安装质量与接线检查；
- b) 绝缘与电气安全测试；
- c) 上电自检与故障排查；
- d) 传感器标定与防护区域设定；
- e) 分级预警、减速、急停动作调试；
- f) 安全联锁逻辑调试；
- g) 断网安全运行测试；
- h) 连续试运行 $\geq 72\text{h}$ 。

10 验收与试验验证

10.1 验收前提条件

验收应同时满足以下条件：

- a) 设计文件、配置清单、调试记录完整齐全；
- b) 安装、布线、接地、屏蔽符合本文件要求；
- c) 连续试运行合格，功能动作正常。

10.2 功能验证试验

功能验证应通过模拟实际危险工况进行，主要包括：

- a) 人员/模拟目标依次进入预警区、减速区、急停区，检验分级响应动作；
- b) 模拟超速、超程、倾翻等异常状态，检验防护动作；
- c) 开启防护门/检修门，检验联锁停机或禁止启动功能；
- d) 触发急停按钮，检验紧急制动响应与效果；

- e) 模拟传感器失效、通信中断，检验故障报警与断网安全运行能力。

10.3 性能验证试验

性能指标应通过仪器实测验证，主要包括：

- a) 系统总响应时间：采用示波器或高速采集设备测试；
- b) 制动距离：空载与额定载荷下各重复测试不少于10次，取平均值；
- c) 检测精度：采用标准测距、测速、测角仪器与系统数据比对；
- d) 防护范围：采用标尺或定位工具核验，确保无防护盲区。

10.4 电气与环境验证

电气安全与环境适应性应按下列要求验证：

- a) 绝缘电阻、工频耐压按GB/T 5226.1的规定进行测试；
- b) 外壳防护等级按GB/T 4208的规定进行检查；
- c) 在实际使用环境下连续运行，检验工作稳定性。

10.5 验收合格判定

关键项目的检验结果均应符合本文件要求；一般项目不合格项数不超过5%，且可整改后复检合格：

- a) 关键项目：安全基本要求、功能要求、性能指标、分级防护与动作要求、制动与联锁要求；
- b) 一般项目：环境适应性、电源与电气要求、感知配置要求、安全控制器、声光提示、平台功能、通信要求、安装与调试。

11 运行与维护

11.1 运行要求

系统运行应遵守下列要求：

- a) 每次开机自动自检，自检不通过禁止投入运行；
- b) 报警触发后应先排除危险，再人工复位；
- c) 严禁擅自屏蔽、短接、拆除任何安全部件。

11.2 维护要求

系统维护应按下列要求执行：

- a) 日常维护：每日检查急停、声光提示、传感器外观与固定；
 - b) 定期维护：每月功能校验，每季度全面检测，每年系统性评估；
 - c) 维护记录：应真实完整，保存期限不少于3年。
-