



团 体 标 准

T/SZAF003—2025

三光谱AI防火预警设备技术规范

Three Spectrum AI fire early warning analysis  
equipment Technical Specifications

2025-8-25发布

2025-9-1实施

深圳市安全防范行业协会 发布

## 目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 组成与标识	2
4.1 组成	2
4.2 产品标识	2
5 技术要求	2
5.1 一般要求	2
5.2 功能要求	3
5.3 性能要求	4
5.4 接口要求	4
5.5 可靠性要求	4
5.6 环境适应性要求	4
5.7 电源适应性要求	5
5.8 电磁兼容性要求	5
6 试验方法	5
6.1 试验条件	5
6.2 一般要求检验	5
6.3 功能检验	5
6.4 性能测试	6
6.5 接口（物理与通信）检验	7
6.6 可靠性检验	7
6.7 环境适应性试验	7
6.8 电源适应性试验	7
6.9 电磁兼容性试验	7
7 检验规则	7
7.1 检验分类	7
7.2 检验项目及试验方法	8
8 标志、包装、运输和贮存	9
8.1 标志	9
8.2 包装箱	9
8.3 运输	9
8.4 贮存	9

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第一部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由深圳市安全防范行业协会提出并归口。

本文件主要起草单位：深圳海清智元科技股份有限公司、深圳市安全防范行业协会。

本文件参与起草单位：广东博简建设工程有限公司、深圳市安源达建设工程有限公司、广东省深安消防职业培训学校、广东深安消防安全技术有限公司、深圳中建消防器材工程有限公司、诺威尔（深圳）科技有限公司、深圳市巡鹰安防科技有限公司、深圳市华大大消防科技有限公司、广东攀安智电科技有限公司、上海玄甲安全有限公司、新疆景恒科技信息有限公司、上海鲸倍科技有限公司、宇消安全科技（上海）有限公司、国家超高清视频创新中心、辽宁省安全技术防范行业协会、武汉市安全技术防范行业协会、西安市安全技术防范行业协会、重庆市安全技术防范行业协会、济南市安全技术防范行业协会。

本文件起草人：杨金才、周波、王达、张霞、郭浩、陈庆沅、戴文君、巫莹栋、刘宏卫、廖洪亮、孙栋磊、曾红忠、李林、叶长春、王晨、姚建文、张味、焦月娟、刘金明、卢涛、熊壮志、元帅、陈虎、杨中海。

# 三光谱AI防火预警设备技术规范

## 1 范围

本文件规定了三光谱AI防火预警设备组成、技术要求、试验方法、标识和检验规则，以及包装、运输和贮存。

本文件适用于三光谱AI防火预警设备在新建、扩建、改建工程中的设计、安装、施工与验收。

## 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。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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。

IEEE802.11a/b/g/n/ac/ax 标准

ISO/IEC 7816 智能卡标准

ISO/IEC 23053 使用机器学习（ML）的人工智能（AI）系统框架

GB 4943.1-2022 音视频、信息技术和通信技术设备

GB 12791 点型紫外火焰探测器

GB 16838—2021 消防电子产品环境试验方法及严酷等级

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 3836.1-2021 爆炸性环境 第1部分：设备通用要求

GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP代码）标准

GB/T 9254—2008 信息技术设备的无线骚扰限值和测量方法

GB/T 9969—2008 工业产品说明书 总则

GB/T 15211-2013 安全防范报警设备 环境适应性要求和试验方法的要求

GB/T 17626 系列《电磁兼容 试验和测量技术》

GB/T 19870—2018 工业检测型红外热像仪

GB/T 28181-2016 《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 25724-2017 公共安全视频监控数字视音频编解码技术要求

GB/T 30147—2013 安防监控视频实时智能分析设备技术要求

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**三光谱AI防火预警设备** three spectrum AI fire warning equipment

设备集成可见光、红外线、紫外线传感器，通过AI算法分析多源数据，实现火灾早期预警的智能监测设备。

### 3.2

**检测准确率** detection accuracy rate

设备在火灾场景下触发报警的比例。准确率=（正确报警次数/总报警次数）×100%。

### 3.3

**响应延时** response delay

探测时间（T探测）与响应时间（T响应）之和需小于或等于延迟时间（T延迟），T探测+T响应≤T延迟。

### 3.4

**电弧报警** arc alarm

针对电气线路或设备因故障产生的“故障电弧”进行监测并预警的机制。

### 3.5

**烟火报警** fire alarm

针对电气线路或设备因故障产生的烟雾，电火花，明火，淡火进行监测并预警的机制。

### 3.6

#### 高温报警 high temperature alarm

针对电气线路或设备因故障产生的温度变化进行监测，当监测值超过设定阈值时并预警的机制。

### 3.7

#### 伪彩模式 pseudo-color mode

通过将灰度或单通道图像中的数值映射到预定义的彩色查找表（CLUT），从而生成彩色图像的图像处理模式。

### 3.8

#### 视仰角 field of view

三光谱AI防火预警设备可观测的空间范围在水平和垂直方向的最大张角，也称视场。

### 3.9

#### 探测器像元数 sensor array size

三光谱AI防火预警设备输出的图像尺寸，一般用“水平方向像元数x垂直方向元数”表示。

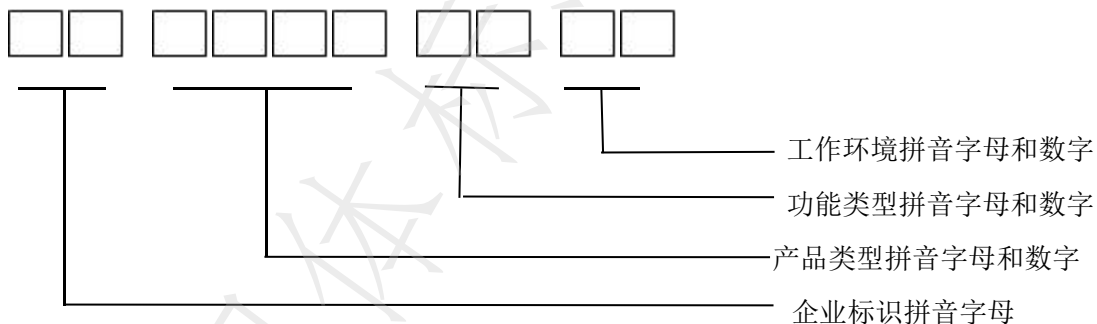
## 4 组成与标识

### 4.1 组成

三光谱AI防火预警设备由红外探测器、红外光学部件、紫外火焰探测器、CMOS图像传感器、光学镜头、电子处理系统和外壳组成；配套设备包括但不限于电源组件、控制组件。

### 4.2 产品标识

产品可按照如下进行标识：



## 5 技术要求

### 5.1 一般要求

#### 5.1.1 设计要求

三光谱AI防火预警设备应符合人机工程的特点，硬件设计遵循系列化、标准化和模块化原则，应进行可靠性、易用性、可维修性、安全性和电磁兼容性设计。三光谱AI防火预警设备基本参数和技术应符合表1中规定。

表1 三光谱AI防火预警设备基本参数和技术要求

序号	名称	参数要求
1	可见光	≥2560×1440像素
2	红外线	≥160×120像素，波长通常为3 μm~5 μm或8 μm~14 μm。
3	紫外线	波段范围180~265nm，符合GB12791中灵敏度等级一要求

### 5.1.2 外观应符合如下要求

产品表面不应有明显的凹痕、划伤、裂缝、变形和污渍；表面应色泽均匀，不应有起泡、龟裂、脱落和磨损现象；金属部件不应有锈蚀；文字标志应清晰、完整。

### 5.1.3 结构可靠性应符合如下要求

产品零部件应装配牢固，连接可靠。

### 5.1.4 外壳防护等级应符合如下要求

- a) 室内产品的防护能力应不低于GB/T4208中IP20等级的要求；
- b) 室外产品的防护能力应不低于GB/T4208中IP66等级的要求；
- c) 防爆型产品的防护能力应符合GB/T3836.1-2021 爆炸性环境 第1部分与GB/T3836.2-2021 爆炸性环境 第2部分要求。

## 5.2 功能要求

### 5.2.1 光谱智能分析

- a) 设备至少支持以下2种以上光谱智能分析功能：

烟雾目标检测；

明火目标检测；

低温火苗目标检测；

淡色火苗目标检测；

电火花目标检测；

温度突变目标检测。

- b) 设备应支持可见光和热成像，紫外光等光谱算法融合，满足感烟，感温，感光智能感知功能；

c) 设备应支持光谱图像，可见光视频，火焰空间位置，火焰类型（高温，烟雾，电火花，明火，淡火等），火焰特征（大小，温度高低等）等多维数据的智能分析功能。

### 5.2.2 紫外线探测

设备应具有对紫外线探测功能，能分析出紫外脉冲强度值。

### 5.2.3 温度测量

设备应具有对目标测温点、测温区域温度测量功能，并显示测量温度。

### 5.2.4 红外图像

设备红外图像应至少具有白热、黑热和伪彩显示功能。

### 5.2.5 图像展示

设备应支持对光谱报警进行图像抓拍、视频录像、回放、多画面显示等功能。

### 5.2.6 防火报警

- a) 电弧报警：设备应具有紫外线实时探测的能力，精准识别出电火花或低温火苗，并自动报警；

b) 高温报警：设备应具有红外线实时探测和测量温度变化的能力，能判断温度异常或局部温升，并自动报警；

c) 烟火报警：设备应具有实时探测各类火焰类型，精准识别火焰特征或烟雾特征，并对烟火事件进行自动报警。

### 5.2.7 报警联动

设备应支持以下几种声光语音、事件推送、电话报警等报警信息，推送给消防，应急及该企业的报警系统：

- a) 电弧的报警；

b) 温度的报警；

c) 烟火的报警

d) 设备故障异常报警；

e) 信号量报警。

### 5.2.8 状态指示灯

设备指示灯应支持火警，网络，电源，设备故障等多种状态，火灾状态应为红色指示，设备状态灯亮起时6m处清晰可见。

#### 5.2.9 音视频编码

音视频编码应符合GB/T 25724-2017中规定的编码格式。

#### 5.2.10 智能分析

支持实时智能分析功能的设备应符合GB/T30147—2013中要求。

#### 5.2.11 网络通信

网络通信要求应支持以下三种方式：

- a) 4G 应符合ISO/IEC 7816智能卡标准，兼容FDD-LTE/TD-LTE多模；
- b) 双频Wi-Fi网络符合IEEE802.11a/b/g/n/ac/ax标准，支持2.4GHz和5GHz双频并发；
- c) 以太网网络通信应符合IEEE 802.3标准要求，应满足10/100/1000Mbps速率。

#### 5.2.12 设备日志

设备应支持日志记录功能，如记录最近访问者的用户名、IP地址、访问时间等信息。

### 5.3 性能要求

#### 5.3.1 响应延时

- a) 设备对外界的紫外线变化响应延时 $\leq 3s$ ；
- b) 设备对外界的红外线变化响应延时 $\leq 3s$ 。

#### 5.3.2 图像帧率

设备应满足图像输出帧率 $\geq 25fps/s$ 。

#### 5.3.3 检测准确率

准确率=正确报警次数/总报警次数 $\times 100\%$ ；

- a) 火焰识别 $\geq 92\%$ ；
- b) 烟雾识别 $\geq 92\%$ ；
- c) UV检测 $\geq 98\%$ ；
- d) 高温报警 $\geq 99.8\%$ 。

#### 5.3.4 设备识别距离与角度

设备与目标的角度与识别距离应满足以下要求：

- a) 紫外线探测角度 $\geq 90^\circ$ ，探测识别距离 $\geq 5m$ ；
- b) 红外线识别距离 $\geq 1m$ ，温度误差： $\pm 2^\circ C$ ；
- c) 可见光图像烟火识别应支持逐帧检测，可识别 $\geq 4 \times 4$ 像素大小的火焰、烟雾。

### 5.4 接口要求

设备应具以下物理有接口：SD、SIM、音频输出/输入、报警输入/输出、复位按钮。

设备应具有以下通信接口：以太网RJ45网口、RS-232、RS-485。

设备应具有PoE供电接口，并符合IEEE 802.3at/af标准要求；

### 5.5 可靠性要求

设备可靠性应满足以下要求：

- a) 耐久性：按键/接口插拔 $\geq 5000$ 次且无失效；
- b) MTBF：50000h。

### 5.6 环境适应性要求

#### 5.6.1 高温运行要求

高温运应符合GB 16838—2021中5.1章节要求。

#### 5.6.2 低温运行要求

低温运行应符合GB 16838—2021中5.3章节要求。

#### 5.6.3 恒定湿热（运行）要求

恒定湿热应符合GB 16838—2021中5.5章节要求。

#### 5.6.4 交变湿热（运行）要求

交变湿热应符合GB 16838—2021中5.7章节要求。

#### 5.6.5 盐雾要求

盐雾要求应符合GB 16838—2021中5.16章节要求。

### 5.7 电源适应性要求

应能在额定电源工作电压±10%条件下正常工作。

### 5.8 电磁兼容性要求

#### 5.8.1 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度要求

使用交流电网电源供电的设备应符合GB 16838—2021中5.20章节要求。

#### 5.8.2 静电放电抗扰度要求

静电放电抗扰度限值应符合GB 16838—2021中5.21章节要求。

#### 5.8.3 射频电磁场辐射抗扰度要求

射频电磁场辐射抗扰度限值应符合GB 16838—2021中5.22章节要求。

#### 5.8.4 电快速瞬变脉冲群抗扰度要求

使用交流电网电源供电的设备电快速瞬变脉冲群抗扰度限值应符合GB 16838—2021 中5.23的章节要求。

#### 5.8.5 浪涌（冲击）抗扰度要求

使用交流电网电源供电的设备，浪涌（冲击）抗扰度限值应符合GB 16838—2021中5.24章节要求。

#### 5.8.6 射频场感应传导骚扰抗扰度要求

射频场感应传导骚扰抗扰度限值应符合GB 16838—2021 中5.25的章节要求。

#### 5.8.7 工频磁场抗扰度要求

设备工频磁场抗扰度限值应符合GB 16838—2021中5.26章节的要求。

#### 5.8.8 交流电源端口谐波、谐间波及电网信号的低频抗扰度要求

应符合GB 16838—2021中5.27章节的要求。

## 6 试验方法

### 6.1 试验条件

#### 6.1.1 环境适用性要求

应符合GB 16838-2021 消防电子产品环境试验方法和GB/T 15211-2013安全防范报警设备环境适应性要求和试验方法的要求。

#### 6.1.2 被测试设备试验状态

被测设备按产品说明书调至正常工作状态，测试试验期间及试验间隔期间，被测设备的设置或配置应保持不变。

### 6.2 一般要求检验

#### 6.2.1 外观检验

应符合5.1.2要求。

#### 6.2.2 结构检验

应符合5.1.3要求。

#### 6.2.3 外壳防护能力检验

按GB/T4208—2017的对应等级试验方法进行，应符合5.1.4要求。

### 6.3 功能检验

#### 6.3.1 AI火源检测算法检验

a) 火焰/烟雾检测：使用标准烟雾发生器和火焰模拟装置（波长185~260nm紫外线源），验证事件检测及准确率；

b) 紫外线/红外线数据融合：通过脉冲电弧、低温火苗、明火等复合光源测试交叉验证能力，验证事件检测与准确率。

#### 6.3.2 紫外线探测检验

使用UVC波段（100~280nm）光源模拟火焰紫外线辐射，验证探测器响应时间≤3s。

#### 6.3.3 温度测量检验

使用黑体炉标定测试：在2m距离测量30℃~300℃标准源，误差 $\leq\pm 2^\circ\text{C}$ ，或 $\leq\pm 2\%$ （取大值）。

#### 6.3.4 伪彩模式检验

三光谱AI防火预警设备应支持伪彩色显示模式；应支持自动或手动调节伪彩色色标，切换热成像伪彩显示，验证不同温度区间（-20℃~150℃，0℃~550℃）的色彩映射准确性。

#### 6.3.5 图像功能检验

通过本机菜单或客户端软件调用设备图像抓拍、录像功能，检查是否符合5.2.4的要求。

#### 6.3.6 防火报警检验

a) 电弧报警：参考5.2.7要求模拟紫外线脉冲参数超过阈值，设备能正常亮起报警指示灯与启动联动报警功能；

b) 高温报警：参考5.2.7要求模拟温度参数超过阈值，设备能正常亮起报警指示灯与启动联动报警功能；

c) 烟火报警：参考5.2.7要求模拟火焰烟雾参数超过阈值，设备能正常亮起报警指示灯与启动联动报警功能。

#### 6.3.7 报警联动检验

通过设备本机菜单、浏览器或客户端软件调用高温\紫外\烟火功能，设置相关智能规则，对目标进行识别、检测、分类的结果及分析后是否触发报警，判定结果是否符合5.2.8的要求。

#### 6.3.8 状态指示灯检验

报警\网络\电源\故障LED指示应符合5.2.9要求。

#### 6.3.9 音视频编码检验

试验方法应符合GB/T 25724-2017中的要求。

#### 6.3.10 智能分析检验

观察对目标进行识别、检测、分类的结果及对目标行为分析后是否触发报警，应符合GB/T 30147—2013的要求。

### 6.4 性能测试

#### 6.4.1 延时检验

设备计时工具采用秒表对探测电弧\火焰\烟火出现到报警事件应满足输出 $\leq 3\text{s}$ 。

#### 6.4.2 准确率检验

设备准确率检验采用红\紫外探测器实验装置进行检验，具体如下：

a) 算法准确率；

b) 在复杂背景（如强光、雾气）下UV误报率；

c) 测试场景按表2的进行。

表 2 测试场景

测试项	火源类型	环境干扰	验收指标
低温火苗	酒精灯	水蒸气干扰	准确率 $\geq 98\%$
电弧检测	电缆放电	日光灯频闪	准确率 $\geq 98\%$
抗干扰能力	焊接火花	强电磁场（10v/m）	无虚警
三光谱干扰测试	无焰燃烧	高温物体（如暖气片）与阳光直射	准确率 $\geq 98\%$

#### 6.4.3 设备识别距离与角度检验

a) 紫外线探测性能测试

将紫外线光源置于待测设备正前方，选取最小5m，最大15m作为识别距离；旋转设备水平及垂直方向，记录其能稳定触发报警的最大角度范围。验证探测距离是否满足 $\geq 5\text{m}$ ，且角度覆盖 $\geq 90^\circ$ （以设备中心为基准）；

b) 红外线识别性能测试

将黑体辐射源置于待测设备正前方，选取最小1m，最大8m作为识别距离；设定辐射源温度为25℃、50℃、80℃、150℃、300℃，记录设备识别的温度值与实际值的偏差。重复测试3次，计算平均误差 $\leq \pm 2^\circ\text{C}$ 。

## 6.5 接口（物理与通信）检验

目视检验设备接口（物理与通信）应符合5.2要求。

## 6.6 可靠性检验

设备可靠性应满足以下情况下功能稳定：

设备接口耐久性检验：RJ45/RS-485等接口插拔应满足不少于5000次的稳定性要求。

## 6.7 环境适应性试验

### 6.7.1 高温运行试验

试验方法按GB 16838—2021中5.1章节要求进行。

### 6.7.2 低温运行试验

试验方法按GB 16838—2021中5.3章节要求进行。

### 6.7.3 恒定湿热（运行）试验

试验方法按GB 16838—2021中5.5章节要求进行。

### 6.7.4 交变湿热（运行）试验

试验方法按GB 16838—2021中5.7章节要求进行。

### 6.7.5 盐雾试验

试验方法按GB 16838—2021中5.16章节要求进行。

## 6.8 电源适应性试验

电源适应性应符合GB/T17626.5-2019的要求

## 6.9 电磁兼容性试验

6.9.1 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度要求  
应符合GB 16838—2021中5.20章节试验要求进行。

6.9.2 静电放电抗扰度要求  
应符合GB 16838—2021中5.21章节试验要求进行。

6.9.3 射频电磁场辐射抗扰度要求  
应符合GB 16838—2021中5.22章节试验要求进行。

6.9.4 电快速瞬变脉冲群抗扰度要求  
应符合GB 16838—2021中5.23章节要求进行。

6.9.5 浪涌（冲击）抗扰度要求  
应符合GB 16838—2021中5.24章节试验要求进行。

6.9.6 射频场感应传导骚扰抗扰度要求  
应符合GB 16838—2021中5.25章节试验要求进行。

6.9.7 工频磁场抗扰度要求  
应符合GB 16838—2021中5.26章节试验要求进行。

6.9.8 交流电源端口谐波、谐振波及电网信号的低频抗扰度要求  
应符合GB 16838—2021中5.27章节试验要求进行。

## 7 检验规则

### 7.1 检验分类

由质量检验部门按本文件检验合格后方可出厂。产品检验分出厂检验和型式检验。

#### 7.1.1 出厂检验

a) 出厂检验是对生产线上的已完成待入库的产品进行抽样检验，按照表3中的检测项及规定执行；

b) 各检测项目均符合要求时，则判定出厂检验合格；当出现不合格项目时，应查明原因，整批返工处理。故障排除后，重新检验；

c) 若某项经过第二次检验仍不合格，则判定出厂检验不合格，应停止检验，生产线做停线处理。查明原因，改进质量后，重新检验。

### 7.1.2 型式检验

产品有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 产品新设计试生产；
- b) 结构、材料或工艺有较大改变；
- c) 停产后恢复生产时；
- d) 国家有关产品质量监督机构提出要求；
- e) 合同规定等；
- f) 产品进行安全认证时。

## 7.2 检验项目及试验方法

检验项目、技术要求及试验方法根据GB 4943.1-2022中规定，必要时可根据技术规格书要求增加检验和试验项目，具体检验项目参考表3。

表3 检验项目、试验方法

序号	检验项目	试验方法	出厂检验	型式检验
1	外观	6.2.1	●	—
2	结构	6.2.2	●	—
3	外壳防护能力	6.2.3	●	●
4	AI火源算法功能检验	6.3.1	●	●
5	紫外线探测检验	6.3.2	●	●
6	温度测量检验	6.3.3	●	●
7	伪彩模式检验	6.3.4	—	—
8	图像功能检验	6.3.5	●	—
9	防火报警检验	6.3.6	●	—
10	报警联动检验	6.3.7	—	●
11	状态指示灯检验	6.3.8	●	—
12	音视频编码检验	6.3.9	—	—
13	智能分析检验	6.3.10	—	—
14	延时检验	6.4.1	—	—
15	帧率检验	6.4.2	—	—
16	检测准确率检验	6.4.3	—	●
17	设备识别距离与角度	6.4.4	—	●
18	接口（物理与通信）检验	6.5	●	—
19	可靠性检验	6.6	—	●
20	环境适应性试验	6.7	—	●
21	电源适应性试验	6.8	—	●
22	电磁兼容性试验	6.9	—	●
说明：“●”为检查项目，“—”为不需检验项目；				

## 8 标志、包装、运输和贮存

### 8.1 标志

运输标志应符合GB/T 191的规定。

### 8.2 包装箱

包装箱应符合GB/T 191中规定。

### 8.3 运输

运输应符合GB/T 191规定。

### 8.4 贮存

存放产品的仓库应符合GB/T 191规定。

全国团体标准信息平台

## 参考文献

- [1] 《中华人民共和国消防法》
  - [2] 中华人民共和国公安部《关于全面推进智慧消防建设的指导意见》（公消〔2017〕297号）
  - [3] 《国务院安全生产委员会关于开展电气火灾综合治理工作的通知》安委〔2017〕4号
  - [4] 《国务院安委会办公室关于印发电气火灾综合治理自查检查要点及检查表的通知》安委办函〔2017〕22号
  - [5] 《教育部办公厅关于开展教育系统电气火灾综合治理自查检查的通知》教发厅函〔2017〕76号
-