

中华人民共和国国家标准

GB/T 41997.2—2022

机械电气安全 基于视觉的电敏保护设备 第2部分：采用参考模式的视觉 保护器件特殊要求

Electrical safety of machinery—Vision based electro-sensitive protective
equipment—Part 2: Particular requirements for devices
using passive reference patterns

2022-10-12 发布

2023-05-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义、缩略语	2
3.1 术语和定义	2
3.2 缩略语	2
4 功能、设计和环境要求	2
4.1 功能要求	2
4.2 设计要求	3
4.3 环境要求	7
5 试验	9
5.1 总体要求	9
5.2 功能试验	10
5.3 故障条件下的性能试验	13
5.4 环境试验	13
6 识别标志和安全用标志	20
6.1 总体要求	20
6.2 专用电源供电的 ESPE	20
6.3 内部电源供电的 ESPE	20
6.4 调整	20
6.5 外壳	20
6.6 控制装置	20
6.7 端子标记	20
6.8 标志耐久性	21
7 随附文件	21
附录 A (规范性) ESPE 的选择功能	22
A.1 总体要求	22
A.2 外部装置监控(EDM)	22
A.3 停止性能监控器(SPM)	22
A.4 副开关电器(SSD)	22
A.5 起动联锁	22
A.6 重新起动联锁	22

A.7 抑制	22
A.8 设置检测区和/或其他安全相关参数	22
A.9 选择多个检测区	23
A.10 自动设置检测区	23
附录 B (规范性) 影响 ESPE 的电气设备的单一故障一览表	25
B.1 总体要求	25
B.2 导线和连接器	25
B.3 开关	25
B.4 分立电气元件	25
B.5 固态电气元件	25
B.6 电动机	25
B.7 成像传感器	25
参考文献	27
图 1 间接光测试中光强测试装置	17
图 2 直接光测试中光强测试装置	18
表 1 检测能力的验证要求	11
表 2 光干扰测试概述	14
表 B.1 电动机故障一览表	25
表 B.2 成像传感器故障一览表	25

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。

本文件是 GB/T 41997《机械电气安全 基于视觉的电敏保护设备》的第 2 部分。GB/T 41997 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：通用技术要求；
- 第 2 部分：采用参考模式的视觉保护器件特殊要求；
- 第 3 部分：采用立体视觉保护器件特殊要求。

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。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国工业机械电气系统标准化技术委员会(SAC/TC 231)归口。

本文件起草单位：国家机床质量监督检验中心、厦门三行电子有限公司、安徽飞松机械科技股份有限公司、中国石油大学(北京)、深圳市哈德胜精密科技股份有限公司、山东莱恩光电科技公司、琦星智能科技有限公司、北京联华科技有限公司、广东奥天美数字科技有限公司、安徽省一一通信息科技有限公司、广东南方职业学院、西安凯益金电子科技有限公司、西安新林达数字科技有限公司、义乌市宝能模具科技有限公司。

本文件主要起草人：王金江、薛瑞娟、胡进方、吴文俊、张凤丽、王文浩、张松、谢宏亮、石福军、黄德峪、刘绪方、刘葆林、龚自康、向梅、吴财政、张德银。

引 言

电敏保护设备(ESPE)适用于存在人身伤害风险的机械,在人员处于危险情况之前,它使机械恢复到安全状态以提供保护。作为机械设备的安全防护装置,基于视觉的电敏保护设备关乎工作人员的人身安全和机械设备的稳定运行。本文件提供基于视觉保护装置(VBPD)的电敏保护设备的设计、制造和试验有关信息,对指导我国电敏保护设备产品的设计、生产具有重要意义。GB/T 41997 由三部分构成。

- 第1部分:通用技术要求。目的是确立基于视觉的电敏保护设备的通用技术要求。
- 第2部分:采用参考模式的视觉保护器件特殊要求。目的是确立以被动的参考模式作为背景的电敏保护设备的特殊要求。
- 第3部分:采用立体视觉保护器件特殊要求。目的是确立基于立体视觉技术的电敏保护设备的特殊要求。

GB/T 41997 的三个部分配套,共同作为基于视觉的电敏保护设备的技术要求和试验方法的重要依据,促进我国电敏保护设备产品性能和行业水平的提高。

机械电气安全 基于视觉的电敏保护设备

第2部分：采用参考模式的视觉保护器件特殊要求

1 范围

本文件规定了采用参考模式的视觉保护装置的电敏保护设备(ESPE)的设计、制造和试验要求,描述了敏感功能为使用被动参考模式的电敏保护设备的特殊要求。

本文件仅限于 ESPE 的功能及其与机械连接的方式。基于视觉采用参考模式的电敏保护设备(VBPDPP)由单一的图像敏感装置组成,以被动的参考模式作为背景,检测原理是基于阻塞或部分阻碍模式的视野。检测时不需要有关物体厚度、形状、表面特征或位置的信息。

注：本文件不包含多图像传感器装置。

本文件适用于：

- 基于视觉的自动 ESPEs,不要求人介入检测；
- 基于视觉的自动 ESPEs,检测进入或存在于检测区内物体；
- 检测能力达到 200 mm 的 VBPDPPs。

本文件不适用于：

- 使用辐射波长超出 400 nm~1 500 nm 的 VBPDs。

本文件未涉及：

- 检测区的尺寸或配置及其与任何特定应用的危险部件相关的配置；
- 任何机械的危险状态；
- 对受检测物体的复杂分类或区分的要求；
- 电磁兼容(EMC)发射要求。

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/T 41997.1—2022 机械电气安全 基于视觉的电敏保护设备 第1部分：通用技术要求
- GB/T 4208—2017 外壳防护等级(IP 代码)
- GB 7247.1—2012 激光产品的安全 第1部分：设备分类、要求
- GB/T 15706—2012 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小
- GB/T 16855.1—2018 机械安全 控制系统安全相关部件 第1部分：设计通则
- GB/T 19436.1—2013 机械电气安全 电敏保护设备 第1部分：一般要求和试验
- GB/T 19876—2012 机械安全 与人体部位接近速度相关的安全防护装置的定位
- GB 28526—2012 机械电气安全 安全相关电气、电子和可编程电子控制系统的功能安全
- ISO 20471:2013 高能见度服装 试验方法和要求(High visibility clothing—Test methods and requirements)
- IEC 62471:2006 灯具和灯具系统的光生物学安全性(Photobiological safety of lamps and lamp

systems)

3 术语和定义、缩略语

3.1 术语和定义

GB/T 41997.1—2022 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

被动参考模式 passive reference pattern

在背景上静态(即固定位置且不改变)规则的图案元素的组合,至少覆盖检测区和检测能力受限区——对部分图案的视野遮挡会引起探测。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ESPE:电敏保护设备(Electro-sensitive Protective Equipment)

EMC:电磁兼容性(Electromagnetic Compatibility)

IP:侵入保护(Ingress Protection)

OSSD:输出信号开关电器(Output Signal Switching Devices)

PL:性能等级(Performance Level)

S/N:信噪比

SIL:安全完整性等级(Safety Integrity Level)

VBPDP:采用参考模式的基于视觉的电敏保护设备(Vision Based Electro-sensitive Protective Devices Using Passive Reference Patterns)

4 功能、设计和环境要求

4.1 功能要求

4.1.1 正常工作

按照 GB/T 41997.1—2022 的 4.1.1 的规定。

4.1.2 敏感功能

4.1.2.1 总体要求

检测区应从检测能力受限区的边界开始,以被动模式结束(见 GB/T 41997.1—2022 中图 1)。

注:可能只有部分被动模式用于定义检测区。

检测能力受限区内的物体不应降低检测区内的检测能力。任何检测能力的降低应被检测到,且 VBPDP 应进入锁定状态(见 4.2.2.2)。

4.1.2.2 附加功能要求

敏感功能应在规定的检测区内有效。不使用安全措施(例如钥匙,关键词或工具),应不能调整检测区或检测能力。可选的安全相关功能,其要求见附录 A。

当试件(静止或移动)处于检测区内的任何位置时,VBPDP 的敏感装置应提供适当的输出信号予以响应。

供方应规定检测能力限值。考虑到本文件列出的所有影响因素,供方应考虑最差工况,例如:

- 信噪比；
- 传感器平面图像中的光强度；
- 传感器平面图像的对比度；
- 图像在传感器平面中的位置。

4.1.2.3 光学性能

VBDPP 的设计和构造应：

- a) 在 400 nm~1 500 nm 范围内,限制暴露于外部辐射时发生故障的可能性；
- b) 限制环境(温度,振动和冲击,粉尘,湿度,环境光线,外部反射,光照变化,阴影,背景反射率)的影响；
- c) 限制正常工作中可能的偏差。

4.1.3 ESPE 的类型

本文件只考虑了 3 型 ESPE。机械供方和/或用户有责任规定此类型是否适用于特定应用。

3 型 ESPE 应满足 4.2.2.2 的故障检测要求。在正常工作中,当敏感装置致动或当电源从装置中移除时,OSSD(至少两个)中的每一个输出电路应处于进入断开状态。

4.1.4 类型和要求的安全性能

ESPE 应符合 GB 28526—2012 和/或 GB/T 16855.1—2018 的安全性能等级。

4.1.5 要求的 PLr 或 SIL 和相应的 ESPE 类型

除了 ESPE 控制系统的电子部件的安全等级不同以外,ESPE 可能提供的风险降低还受到系统能力(例如,环境影响、EMC、光学性能和检测原理)的限制。

4.1.6 检测能力受限区

光学窗口和检测区起始端之间的区域称为检测能力受限区。由于在光学窗口和检测区之间存在检测能力受限区,为了确保在特定应用中不会产生危险,其尺寸和适当的使用信息应由供方提供。

4.2 设计要求

4.2.1 电源

按照 GB/T 41997.1—2022 的 4.2.1 的规定。

4.2.2 故障检测要求

4.2.2.1 总体要求

按照 GB/T 41997.1—2022 的 4.2.2.1 的规定。

4.2.2.2 3 型 ESPE 的特殊要求

敏感装置中,导致所规定的 VBDPP 检测能力完全丧失的单一故障,应使 ESPE 在规定的响应时间内进入锁定状态。

导致规定的 VBDPP 检测能力下降的单一故障,应使 ESPE 在出现故障后的 5 s 时间段内进入锁定状态。

注: VBDPP 检测能力下降的示例包括:

- 最小可检测物体尺寸的增加；
- 最小可检测对比度的增加。

导致响应时间增加至超出规定值或阻碍至少一个 OSSD 进入断开状态的单一故障,应使 ESPE 立即(即在响应时间内)进入锁定状态,或立即发生下列任何一项故障检测需要改变状态的试件:

- 对敏感功能的操动;
- 对开关 off/on;
- 起动联锁或重新起动联锁(见 GB/T 41997.1—2022 中 A.5 和 A.6)。

当引发锁定状态的故障仍然存在时,ESPE 应不能通过从锁定状态复位,例如通过中断和恢复主电源或以任何其他手段从锁定状态复位。

在未检测到不引起 ESPE 危险失效的单一故障的情况下(按附录 B 的相关规定),一个额外的故障不应引起危险失效。

这项要求的验证见 5.3.2。

4.2.3 ESPE 的电气设备

按照 GB/T 41997.1—2022 的 4.2.3 的规定。

4.2.4 输出信号开关电器(OSSD)

按照 GB/T 41997.1—2022 的 4.2.4 的规定。

4.2.5 指示灯和显示器

按照 GB/T 41997.1—2022 的 4.2.5 的规定。

4.2.6 调整方法

按照 GB/T 41997.1—2022 的 4.2.6 的规定。

4.2.7 断开电气组件

按照 GB/T 41997.1—2022 的 4.2.7 的规定。

4.2.8 非电气部件

非电气组件应适合其预期用途。

4.2.9 共因失效

按照 GB/T 41997.1—2022 的 4.2.9 的规定。

4.2.10 集成电路的软件,编程和功能设计

按照 GB/T 41997.1—2022 的 4.2.11 的规定。

4.2.11 VBPDPP 检测能力的完整性

4.2.11.1 总体要求

VBPDPP 的设计应确保检测能力不低于供方和本文件规定的任何限值,但不限于下列项目。

a) 评估图像上物体与参考模式之间的最小对比度。

注:评估图像上的最小对比度可以通过场景中低对比度或高对比度来得到。

b) 物体在检测区内的位置。

- c) 物体数量。
- d) 物体尺寸。
- e) 自动调整,例如以下项目:
 - 1) 自动对焦;
 - 2) 增益控制;
 - 3) 方向;
 - 4) 采样率;
 - 5) 快门时间;
 - 6) 光圈停止;
 - 7) 焦距。
- f) 成像传感器的特性/限制,例如下列项目:
 - 1) 信号噪声(例如固定模式噪声;暗噪声);
 - 2) 动态范围;
 - 3) 灵敏度;
 - 4) 微透镜;
 - 5) 增益设置;
 - 6) 冷和热像素;
 - 7) 暗电流;
 - 8) 特征变化,例如波长与灵敏度、滤波器相关;
 - 9) 照片响应不均匀性。
- g) 图像中物体位置的准确性,校准的精度和稳定性。
- h) 在对准和/或调整的极限处。
- i) 组件老化。
- j) 光学元件的性能和限制。
- k) 组件容差。
- l) 改变内部和外部参考,以保证检测能力。
- m) 4.3 规定的环境条件。

如果在正常工作条件下(见 GB/T 19436.1—2013 中 5.1.2.1)的单一故障(如 GB/T 19436.1 的附录 B 中所规定的)不会导致 VBPDPP 检测能力的损失,但是当出现上述条件的组合将导致这种损失,那么故障连同这些条件的组合(在设计分析期间确定为相关的)应视为单一故障,VBPDPP 应按照 4.2.2.2 的要求对这样的单一故障予以响应。

如果将反射物体(例如反光衣服)放置在检测区内的任何位置,VBPDPP 不应出现危险失效。

最小可检测物体尺寸与背景图案元素尺寸的关系应足以确保检测能力的完整性(例如物体尺寸是图案元素尺寸的三倍或以上)。

4.2.11.2 检测区

供方应规定检测区的尺寸、形状和其他相关参数。供方规定的 VBPDPP 可检测的最小物体尺寸的值应在 200 mm 范围内。最小可检测物体尺寸可能与距离有关。从检测区边界上的任何一点投射到 VBPDPP 图像传感器路径上的所有点应位于检测区或检测能力受限区内(见 4.1.6)。

4.2.11.3 响应时间

在规定的响应时间内,ESPE 应检测到检测区内静止或以最高 1.6 m/s 速度移动的最小可检测尺寸的物体。供方应考虑最坏情况(例如帧速频率、评估时间、试件的最小直径,试件的最大速度和检测区

内的物体数量以及环境影响)来确定响应时间。如果供方声明 VBPDPP 可用于检测速度大于 1.6 m/s 的物体,在任何达到和包括所述最大速度下都应满足要求。

4.2.11.4 公差带

供方应规定公差区。

供方应考虑最坏情况,包括例如信噪比(S/N)。

注:公差带取决于光学性能、系统性干扰、像素尺寸、分辨率、模式元素的几何形状等。

4.2.11.5 被动参考模式和物体辨别

参考模式是 VBPDPP 的一部分。被动参考模式的设计应以可以实现物体与图案区分的方式进行。检测能力不应降至供方规定的限制值以下,但不限于下列影响:

- a) 模式元素之间的对比;
- b) 模式元素内的对比变化;
- c) 用于物体检测的模式元素的尺寸和模式元素的数量;
- d) 用于物体检测的像素大小和像素数量;
- e) 在参考模式前用于物体辨别的算法/例程;
- f) 算法/例程的自动适应;
- g) 与参考模式相比,物体的尺寸、形状、颜色、反射率、位置和质地;
- h) 在图像传感器上形成了物体和模式元素的对比。

4.2.12 型式试验的试件

4.2.12.1 总体要求

试件是 VBPDPP 的一部分,因此供方应提供试件用于第 5 章型式试验。它们应标明预期使用的 VBPDPP 的型号和标识。

试件应不透明。

试件的直径应等于规定最大的检测能力(最小直径)。

试验程序的不同阶段可能要求不同的试件。

应考虑试件特性是:

- 尺寸;
- 形状;
- 颜色;
- 反射率;
- 与背景对比;
- 质地。

在确定试件的特性时,应考虑防止伪装参考模式(即模拟背景外观)。应选择试件的反射率以便为参考模式鉴别创建最差情况。至少应考虑下列表面:

- 处于 VBPDPP 的工作波长,漫反射率值低于 5%的黑色表面;
- 处于 VBPDPP 的工作波长,具有漫反射率值在 80%~90%范围内的白色表面;
- 逆反射表面,符合 ISO 20471:2013 或同等标准的单独性能逆反射材料的要求。

当设计的分析结果表明其他表面特性至关重要,这些特性应适用于试件。不同反射率的试件可能是必要的。

4.2.12.2 球形试件

如果 VBPDPP 预期用于全身检测,试件应是最大直径为 200 mm 的球体,并连接到最大直径为 50 mm 的圆柱体上,选择的长度要便于使用。

注:直径 200 mm 的球形试件旨在表示身体的厚度。

4.2.12.3 圆柱形试件

检测能力在 40 mm 以内时,试件应为圆柱形。试件的直径应等于最大规定的检测能力(最小直径)和为便于使用而选择的长度。

注:圆柱形试样的直径而定,它可以代表手指,手或手腕。

4.2.12.4 锥形试件

如果 VBPDPP 预期用于手臂检测,试件应是和圆柱体组合的截锥体。试件从直径 40 mm 开始增加到 55 mm,长度为 180 mm,圆柱直径为 55 mm,总长度 440 mm。

如果 VBPDPP 预期用于腿部检测,试件应为截锥体。试件从直径 50 mm 开始增加到 117 mm,其长度超过 1 000 mm。

如果 VBPDPP 预期用于检测身体的不同部位,最合适的试件的选择应取决于设计和预期应用的分析。在某些情况下,可能要求测试所有试件。

4.2.13 波长

VBPDPP 应在 400 nm~1 500 nm 的波长范围内工作。

4.2.14 辐射强度

如果 VBPDPP 是发光类型,且发光装置采用 LED 技术,则 VBPDPP 产生和发射的辐射强度应符合 IEC 62471:2006 豁免组的要求。

注:豁免组等于零风险组(IEC 62471:2006)。

如果 VBPDPP 是发光类型,并且发射装置使用激光技术,VBPDPP 产生和发射的辐射强度在任何时候都不应超过 GB 7247.1—2012 中 8.2 规定的 1M 级器件的最大功率或能量水平。

4.2.15 机械结构

当检测能力由于其部件位置的变化而降低至低于供方所陈述的限值时,这些部件的固定不应仅依靠摩擦力。

注:使用不带附加装置的长方形安装孔可能会导致检测区在受到例如碰撞等机械干扰的情况下的位置变化。

4.3 环境要求

4.3.1 环境空气温度范围和湿度

除应满足 GB/T 41997.1—2022 的 4.3.1 的要求外,还应满足下列要求:

当经受温度和湿度快速变化导致光学玻璃冷凝时,ESPE 不应危险失效。

这项要求通过 5.4.2 的冷凝试验验证。

4.3.2 电骚扰

按照 GB/T 41997.1—2022 的 4.3.2 的规定。

4.3.3 机械环境

按照 GB/T 41997.1—2022 的 4.3.3 的规定。

4.3.4 外壳

按照 GB/T 41997.1—2022 的 4.3.4 的规定。

4.3.5 环境光强度

如果 VBPDPP 的正常工作需要环境光,在被动模式的照度在 100 lx~1 500 lx 范围内,VBPDPP 应持续正常工作。如果供方规定具有低限值的背景特性,其试验应在这些限值下进行。超出这一范围或这些限值时,VBPDPP 不应危险失效。

4.3.6 光干扰

遇到下列情况,VBPDPP 应继续正常工作:

- 白炽灯;
- 闪烁的灯标;
- 采用高频电子和线路电源的荧光灯。

VBPDPP 经受下列情况,不应危险失效:

- 白炽灯;
- 频闪灯;
- 采用高频电子和线路电源的高强度荧光灯;
- 激光束;
- 相同设计的 VBPDPP。

这些要求通过 5.4.6 的试验进行验证。

供方应告知用户本文件未覆盖的潜在问题。

基于所使用的技术和算法以及 5.2.9 的分析,可能需要附加试验。

4.3.7 污染干扰

4.3.7.1 光学窗口的污染

光学窗口的污染不应导致危险失效。

导致 VBPDPP 规定的检测能力完全丧失的污染应使 ESPE 在规定的响应时间内进入锁定状态。

导致 VBPDPP 规定的检测能力下降的污染应使 ESPE 在出现污染干扰后的 5 s 内进入锁定状态。

4.3.7.2 检测区内的污染

检测区或检测能力受限区域内的污染不应导致危险失效。

导致 VBPDPP 规定的检测能力完全丧失的污染应使 ESPE 在规定的响应时间内进入锁定状态。

导致 VBPDPP 规定的检测能力下降的污染应使 ESPE 在出现污染干扰后的 5 s 内进入锁定状态。

4.3.8 被动参考模式的变化

被动参考模式变化(例如褪色、老化、机械效应或污染)不应导致危险失效。

4.3.9 手动干扰

下列条件不应导致危险失效：

- 覆盖 VBPDPP 外壳或其他部分(如适用)的光窗；
- 在检测能力受限区内放置物体；
- 以任何方向移动被动模式(除非模式被要求永久固定)。

在此情况下,VBPDPP 应通过给出(一个)适当的输出信号予以响应,直到手动干扰消除。

4.3.10 光学遮挡(被小物体遮挡)

当位于检测区或检测能力受限区的移动或静止的物体或机械部件(物体或机械部件的尺寸小于检测能力),可能遮挡被探测物体的视野时,应保持 VBPDPP 的检测能力。如果 VBPDPP 的检测能力无法保持,OSSD 应进入断开状态,如果物体被移开,应保持断开状态。这应通过分析和依照 5.4.9 的试验来验证。

注：为了提高工作的可靠性,例如有时提供软件过滤算法以忽略细小物体。

4.3.11 组件的漂移或老化

使检测能力降低到规定值以下的组件的漂移或老化不应使 ESPE 危险失效,应在 5 s 内被检测到并应导致 OSSD 的断开状态。

如果参考物体用于监测组件的老化和漂移,参考物体的性质(例如反射)的变化应不引起 ESPE 的危险失效。如果参考物体用于监测组件的老化和漂移,应将其视为 VBPDPP 的一部分,并由 VBPDPP 的供方提供。

5 试验

5.1 总体要求

5.1.1 试验要求

除应满足 GB/T 41997.1—2022 的 5.1 的要求外,还应满足下列要求：

- 基于 VBPDPP 设计和光学性能分析的结果,应根据本文件中陈述的试验条件和参数制定试验计划。
- 在本章所述试验中应验证当 OSSD 处于断开状态,试件出现在检测区时,OSSD 应保持断开状态。

5.1.2 型式试验

5.1.2.1 试验样品

按照 GB/T 41997.1—2022 的 5.1.2.1 的规定。

5.1.2.2 工作条件

按照 GB/T 41997.1—2022 的 5.1.2.2 的规定。

5.1.2.3 模拟入侵检测区

按照 GB/T 41997.1—2022 的 5.1.2.3 的规定。

5.1.3 试验条件

5.1.3.1 试验环境

除应满足 GB/T 41997.1—2022 的 5.1.3.1 的要求外,还应满足下列要求:
——VBDPP 应设置在背景的环境光强度为 50 lx~300 lx 之间进行试验。
——环境光源应尽可能提供均匀分布的照明。

5.1.3.2 测量精度

按照 GB/T 41997.1—2022 的 5.1.3.2 的规定。

5.1.3.3 ESPE 与安全相关通信接口一起测试的环境条件

按照 GB/T 41997.1—2022 的 5.1.3.3 的规定。

5.1.4 试验结果

本章所列试验和分析的结果,应形成文件。试验结果应采用表格展示各项单独试验及其效果的详情。任何特殊试验过程的详情,都应包括在测试报告中。

5.2 功能试验

5.2.1 敏感功能

5.2.1.1 总体要求

应验证所要求的敏感功能以及检测能力完整性,需考虑下列情况。

——试验应在接近参考模式,接近检测能力受限区域和接近容差区的试件上进行。根据设计分析和最坏情况考虑,试验可能要求在其他位置进行。

——所有试验应在试件轴线平行于参考模式的情况下进行。根据设计分析和最坏情况考虑,试验可能要求其他倾角。

——在测试过程中,夹持测试片的夹具不宜被传感器检测到。

应验证敏感装置可被持续触发,在合适时,下列描述情况下 OSSD 进入断开状态,同时考虑 VBDPP 的工作原理,以及尤其是用于环境干扰耐受的技术。

表 1 显示了验证检测能力所需的最低试验要求。

5.2.1.2 VBDPP 检测能力的完整性

应通过对 VBDPP 设计的系统分析来验证 VBDPP 的检测能力能连续地保持或 ESPE 不会出现危险失效,适当时参考 4.2.11.1 和 4.2.11.5 进行测试。

5.2.1.3 检测能力的耐久性试验

通过进行如下耐久性试验来验证检测能力。依据 5.2.1.2 分析和试验的结果用于确定本试验使用的条件和适用的试件(见 4.2.12)。

限定功能试验 B(B 试验,依据 GB/T 41997.1 的 5.2.3.3)应在 ESPE 在连续运行的条件下进行。试件应放置在参考模式和试件之间的评估图像对比度最小的位置,在此位置放置 96 h。

表 1 检测能力的验证要求

章条	相关试验	条件 ^a	从敏感装置到参考模式的 最大工作距离 ^b		从敏感装置到参考模式的 最小工作距离 ^b	
			试件在最 小检测距 离 ^c	测试件在 参考模式 上 ^c	试件在最 小检测距 离 ^c	测试件在 参考模式 上 ^c
5.2.1	敏感功能	适用试件速度在 0 m/s~1.6 m/s 之间	×	×	×	×
5.2.1.3	组件老化	^d	见 5.2.1.3	见 5.2.1.3	—	—
5.4.2	环境温度变化	50 °C 或最大值 ^e GB/T 41997.1—2022 的 5.4.2 适用	—	—	—	×
		0° 或最小值, 不冷凝 ^f GB/T 41997.1—2022 的 5.4.2 适用	—	—	—	×
5.4.2	湿度	5.4.2 适用	—	—	—	×
5.4.3	电骚扰	GB/T 41997.1—2022 的 4.3.2、5.2.3.1 和 5.4.3 适用	—	—	—	×
5.4.4.1	振动	5.4.4.1 适用	—	—	—	×
5.4.4.2	冲击	5.4.4.2 适用	—	—	—	×
5.4.6	光干扰	见表 2	—	—	—	—
5.4.7	光学窗口的污染	—	见 5.4.7	见 5.4.7	见 5.4.7	见 5.4.7
5.4.7	检测区内的污染	—	见 5.4.7	见 5.4.7	见 5.4.7	见 5.4.7
5.4.8	被动参考 模式的变化	老化的均匀变化 损害的局部效应	见 5.4.8	见 5.4.8	见 5.4.8	见 5.4.8
5.4.9	手动干扰	基于 VBPDP 的具体分析	见 5.4.9	见 5.4.9	见 5.4.9	见 5.4.9
5.4.10	光学遮挡	见 5.4.10	×(试件位置 5.4.10)	×(试件位置 5.4.10)	—	—

注：×——需进行的检测能力要求的验证试验。

^a 根据对设计的分析,可能要求进行特定的试验。

^b 如果供方陈述的最小工作距离小于该距离,为了便于使用,应在 0.5 m 处进行测试,基于分析可能要求进行其他操作距离的附加试验。

^c 确定试件在检测区内的位置可能要求对系统进行分析以确保执行最坏情况的试验(例如,当传感器轴不垂直于参考模式时)。

^d 组件老化、未检测到的组件故障以及外壳光学窗口表面污染的影响宜在耐久性试验中说明,否则可能要求进行额外的试验。

^e 试验箱(室)中的 VBPDP—打开试验箱(室)—在 1 min 内开始试验。

^f 试验箱(室)中的 VBPDP—打开试验箱(室)—试验无冷凝。

5.2.2 响应时间

按照 GB/T 41997.1—2022 的 5.2.2 的规定。

5.2.3 限定功能试验

按照 GB/T 41997.1—2022 的 5.2.3 的规定。

注：以下章节中限定功能试验 A 简称 A 试验，限定功能试验 B 简称 B 试验，限定功能试验 C 简称 C 试验。

5.2.4 周期检测

按照 GB/T 41997.1—2022 的 5.2.4 的规定。

5.2.5 指示灯和显示器

按照 GB/T 41997.1—2022 的 5.2.5 的规定。

5.2.6 调整方法

按照 GB/T 41997.1—2022 的 5.2.6 的规定。

5.2.7 元件的额定值

按照 GB/T 41997.1—2022 的 5.2.7 的规定。

5.2.8 输出信号开关电器(OSSD)

按照 GB/T 41997.1—2022 的 5.2.8 的规定。

5.2.9 光学性能的验证

应进行电子光学子系统的系统分析以确定：

- a) 确认使用的任何滤波技术(特别是软件滤波算法)及其特征；
- b) 确定用于判断所述试件是否处于检测区内被检测到的准则；
- c) 按照 4.2.11.5,在参考模式前面物体的区别；
- d) 按照 4.2.2,未检测到的故障对电光特性的影响；
- e) 最差工况下的响应时间；
- f) 环境影响的作用。

这个分析结果应用于确定是否可以满足 4.1.2 的要求。

5.2.10 波长

VBPDPP 中使用的波长数据表或通过测量来验证。

5.2.11 辐射强度

如果发射装置使用 LED 技术,辐射强度应按照 IEC 62471:2006 进行测量和检查由供方提供的技术文件进行验证。

如果发射装置使用激光技术,辐射强度应按照 GB 7247.1—2012 进行测量和检查供方提供的技术文件进行验证。作为 1 级或 1M 级激光器的标志应进行正确性验证。

5.3 故障条件下的性能试验

5.3.1 总体要求

按照 GB/T 41997.1—2022 的 5.3.1 的规定。

5.3.2 3 型 ESPE 的附加要求

除应满足 GB/T 41997.1—2022 的 5.3.4 的要求外,还应满足下列要求:

应验证影响检测能力的组件的漂移或老化将在 5 s(按照 4.3.11)的时段内被检测到,并应导致锁定状态。

实际上,通过实际试验不可能将单一故障与 4.2.11.1 所列的所有工作条件和/或影响组合。下列一个或多个组合足以验证是否依 4.2.2.2 所要求的将单个故障与工作条件/影响组合:

- 分析;
- 模拟;
- 在出现单一故障的情况下进行相关试验。

5.4 环境试验

5.4.1 额定电源电压

按照 GB/T 41997.1—2022 的 5.4.1 的规定。

5.4.2 环境温度变化和湿度

按照 GB/T 41997.1—2022 的 5.4.2 的规定。

5.4.3 电骚扰的影响

按照 GB/T 41997.1—2022 的 5.4.3 的规定。

5.4.4 机械影响

5.4.4.1 振动

除应满足 GB/T 41997.1—2022 的 5.4.4.1 的要求外,还应满足下列要求:

- 如果 VBPDPP 的敏感装置不准备安装在机械上(即不准备使其承受大的振动),根据预期的应用,A 试验的振幅和频率水平可以降低。这种情况下,可以用 C 试验代替 B 试验。
- 试验结束时,应检查 VBPDPP 的损坏情况,包括光学部件和安装支架的位置变动。应通过试验验证检测区的方向、尺寸或位置没有变化。

5.4.4.2 冲击

除应满足 GB/T 41997.1—2022 的 5.4.4.2 的要求外,还应满足下列要求:

- 如果 VBPDPP 的敏感装置不准备安装在机械上(即不准备使其承受强烈的碰撞),依据预期的应用,A 试验的试验条件可以降低。这种情况下,可以用 C 试验代替 B 试验。
- 在试验结束时,应检查 VBPDPP 是否有损坏,包括光学部件和安装支架的位置变动。应通过试验验证检测区的方向、尺寸或位置没有变化。

5.4.5 外壳

4.3.4 对防护等级的要求应在 5.4.4 的试验完成后按照 GB/T 4208—2017 进行试验。其余的要求

应通过检查予以核实。

5.4.6 光干扰

5.4.6.1 总体要求

每项试验应按表 2 规定的工作距离进行,陈述的条件作为最低要求。应根据不同的工作距离和环境条件的组合进行附加试验,当:

- 供方声明较高的抗扰度等级,应通过采用适当光源在这些等级上进行试验来验证;
- 分析表明此类试验是必要的。

环境光应通过使用白炽光源或自然光照实现。除非另有说明,否则干扰光试验期间环境光强度应在 50 lx~300 lx 的范围内。

注:在之后试验程序中,除非另有说明,否则光强度限值由干扰光源确定。

环境光值宜在光强度测量时添加。

表 2 给出了光干扰试验的概述。其中包括相关试验光源/试验顺序、光强度、试件最小检测距离。

表 2 光干扰测试概述

试验号	章节号	相关试验 ^a	光源/ 试验 顺序 ^a	光强度	从敏感装置到参考模式的 最大工作距离 ^b		从敏感装置到参考模式的 最大工作距离 ^b	
					试件在最小 检测距离 ^c	试件在参考 图案上 ^c	试件在最小 检测距离 ^c	试件在参考 图案上 ^c
1	5.4.6.4	正常工作—— 对参考模 式干扰	白炽灯/试 验顺序 1	超过环境光 1 500 lx	×	×	×	×
2	5.4.6.4	正常工作—— 对参考模 式干扰	白炽灯/试 验顺序 1	≤100 lx 包括环境光	×	×	×	×
3	5.4.6.4	正常工作—— 对参考模 式干扰	闪烁标灯/试 验顺序 1	安装距离至 光轴 3 m 和 距地 2 m	×	×	—	—
4	5.4.6.4	正常工作—— 对参考模 式干扰	带阴影的 白炽灯/ 试验顺序 1	1 500 lx 明亮 区域— ≤750 lx 阴影区域	×	×	—	—
5	5.4.6.5	危险失效—— 对参考模 式干扰	白炽灯/试 验顺序 2	超过环境光 3 000 lx	×	×	×	×
6	5.4.6.5	危险失效—— 对参考模 式干扰	白炽灯/试 验顺序 2	≤50 lx 包 括环境光	×	×	×	×
7	5.4.6.5	危险失效—— 对参考模 式干扰	频闪/试 验顺序 2	安装距离至 光轴 3 m 和距地 2 m	×	×	—	—
8	5.4.6.6	正常工作—— 对敏感装 置的干扰	白炽灯/试 验顺序 1	超过环境光 1 500 lx	—	×	—	—

表 2 光干扰测试概述 (续)

试验号	章节号	相关试验 ^a	光源/ 试验 顺序 ^a	光强度	从敏感装置到参考模式的 最大工作距离 ^b		从敏感装置到参考模式的 最大工作距离 ^b	
					试件在最小 检测距离 ^c	试件在参考 图案上 ^c	试件在最小 检测距离 ^c	试件在参考 图案上 ^c
9	5.4.6.6	正常工作—— 对敏感装 置的干扰	线频荧光/试 验顺序 1	超过环境光 750 lx	—	×	—	—
10	5.4.6.6	正常工作—— 对敏感装 置的干扰	高频荧光/试 验顺序 1	超过环境光 750 lx	—	×	—	—
11	5.4.6.7	危险失效—— 对敏感装 置的干扰	白炽灯/ 试验顺序 2	超过环境光 3 000 lx	—	×	—	—
12	5.4.6.7	危险失效—— 对敏感装 置的干扰	线频荧光/ 试验顺序 2	超过环境光 1 500 lx	—	×	—	—
13	5.4.6.7	危险失效—— 对敏感装 置的干扰	高频荧光/ 试验顺序 2	超过环境光 1 500 lx	—	×	—	—
14	5.4.6.7	危险失效—— 对敏感装 置的干扰	激光束/ 试验顺序 3	在 0.7 mW~ 1 mW 之间	—	×	—	—
15	5.4.6.7	危险失效—— 对敏感装 置的干扰	相同设计的 VBPDP/PP/ 试验顺序 3	在 0.7 mW~ 1 mW 之间	—	×	—	—
16	5.4.6.7	危险失效—— 对敏感装 置的干扰	白炽灯/试 验顺序 3	3 000 lx 降 至 0 lx(相对 于环境光)	—	×	—	—

注：×——需进行的光干扰验证试验。

^a 根据对设计的分析,可能要求进行特定试验。
^b 为便于使用,如果供方陈述的最小工作距离低于此距离,可以在 0.5 m 处进行试验。基于分析,可能要求在其他和/或附加工作距离上进行试验。
^c 确定试件在检测区内的位置可能要求系统分析以确保进行最坏情况试验(例如当传感器轴不垂直于参考模式时)。

5.4.6.2 光源

光源应满足下列要求:

- a) 白炽光源: 具有下列特性的线性钨卤素(石英)灯:
 - 1) 色温: 3 000 K~3 200 K;
 - 2) 输入功率: 额定功率 500 W~1 kW;
 - 3) 额定电压: 100 V~250 V 范围内的任意值;

- 4) 电源电压:额定电压 $\pm 5\%$,正弦交流(50 Hz/60 Hz);
- 5) 标称长度:150 mm~250 mm。
- b) 工频荧光光源:具有下列特性的直线型荧光灯管(无反射器或漫射器):
 - 1) 尺寸:T8 \times 600 mm(标称直径 25 mm);
 - 2) 额定功率:18 W~20 W;
 - 3) 色温:5 000 K~6 000 K;
 - 4) 在额定电源电压下工作: $\pm 5\%$ 正弦交流(50 Hz/60 Hz)。
- c) 高频荧光光源:具有下列特性的直线型荧光灯管(无反射器或漫散器):
 - 1) 尺寸:T8 \times 600 mm(标称直径 25 mm);
 - 2) 额定功率:18 W~20 W;
 - 3) 色温:5 000 K~6 000 K;
 - 4) 在额定电源电压下工作: $\pm 5\%$,正弦交流(50 Hz/60 Hz)或与工作频率在 30 kHz~40 kHz范围内的电子镇流器结合使用。
- d) 闪烁信标光源:具有下列特性的氙闪光管(无外壳、反光罩或滤光片):
 - 1) 闪光持续时间:从 40 μ s~120 μ s(测量到半强度点);
 - 2) 闪光频率:0.5 Hz~2 Hz;
 - 3) 每次闪光输入能量:3 J~5 J。
- e) 频闪光源:具有下列特性的氙闪光管(无外壳、反射器或滤光片):
 - 1) 闪光持续时间:从 5 μ s~30 μ s(测量到半强度点);
 - 2) 闪光频率:5 Hz~200 Hz(范围可调);
 - 3) 每次闪光输入能量:0.05 J(在 200 Hz)~0.5 J(在 5 Hz)。
- f) 激光束指针:具有下列特性的准直激光束:
 - 1) 闪光持续时间:连续波模式;
 - 2) 波长:550 nm~670 nm;
 - 3) 光束形状:直径小于 5 mm;
 - 4) 光强度:0.7 mW~1 mW;
 - 5) 激光类别:2。

安全使用 2 类激光设备的程序和措施应按照 GB 7247.1—2012 的要求。

5.4.6.3 试验顺序

5.4.6.3.1 试验顺序 1。

- a) 接通状态下 ESPE 的 OSSD。
- b) 接通干扰光(OSSD 应保持接通状态)。
- c) B 试验。
- d) 断开 ESPE 5 s。恢复供电。复位起动联锁(如有)。
- e) B 试验。
- f) 断开干扰光。
- g) B 试验。

5.4.6.3.2 试验顺序 2。

- a) 接通状态下 ESPE 的 OSSD。
- b) 接通干扰光。
- c) 重复 C 试验 1 min。
- d) 断开 ESPE 5 s。恢复供电。复位起动联锁(如有)。

- e) 重复 C 试验 1 min。
- f) 断开干扰光。
- g) 重复 C 试验 1 min。

5.4.6.3.3 试验顺序 3:

- a) 接通状态下 ESPE 的 OSSD;
- b) 接通干扰光;
- c) 重复 C 试验 3 min。

5.4.6.4 正常工作——对参考模式的干扰

在 5.4.6.3 的试验顺序 1 中,在敏感区外使用下列每一种干扰光,ESPE 应持续正常工作。

——5.4.6.2 的白炽光源产生超过环境光 1 500 lx 的光强。

——在没有任何附加的环境光的情况下,5.4.6.2 的白炽光源产生 100 lx 的光强。

——5.4.6.2 的闪烁标灯光源应放置在敏感区的外部界限处,但至少与传感器光轴相距 3 m,距敏感区底面 2 m 高。

——5.4.6.2 中产生超过环境光 1 500 lx 的单个白炽光源,与放置光源前方和容差区外的圆柱形物体在被动模式上产生阴影。阴影大小应在检测能力的 1 倍至 10 倍的范围内。阴影区域的光强应低于光亮区域的 50%。

——照度计应位于背景上并垂直于光轴。

试验应按表 2 所示的距离进行。

光强测量应按照图 1 所示进行。

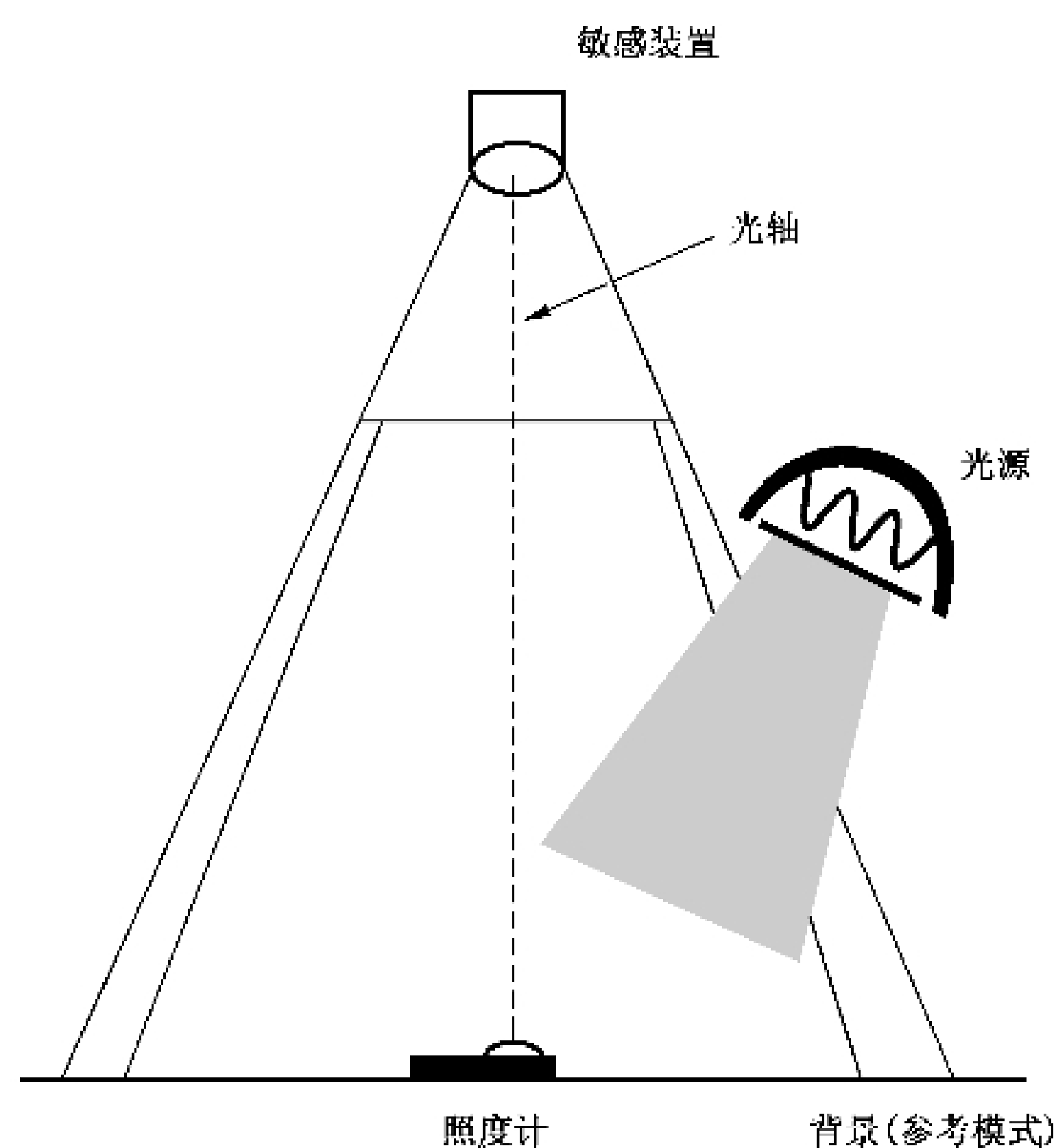


图 1 间接光测试中光强测试装置

5.4.6.5 危险失效——对参考模式的干扰

在 5.4.6.3 的整个试验顺序 2 中,在敏感区外使用下列每一种干扰光,ESPE 应持续正常工作:

——5.4.6.2 的白炽光源产生超过环境光 3 000 lx 的光强;

——在没有任何附加的环境光的情况下,5.4.6.2 的白炽光源产生 50 lx 的光强度;

——5.4.6.2 的频闪光源应放置在敏感区外的界限处,但至少与传感器光轴相距 3 m,距敏感区底面 2 m 高。

试验应以表 2 所示的距离进行。

光强测量应按照图 1 进行。

注:光强度值基于 EN 12464-1 给出的值。光强度计的位置和方向受限于实现可再现的光强度值。

5.4.6.6 正常工作——对敏感装置的干扰

在 5.4.6.3 的整个试验顺序 1 中,在敏感区外且邻近公差区使用下列每一种干扰光,ESPE 应持续正常工作:

- 5.4.6.2 的白炽光源产生超过环境光 1 500 lx 的光强;
- 5.4.6.2 的工频荧光光源产生超过环境光 750 lx 的光强;
- 5.4.6.2 的高频荧光光源产生超过环境光 750 lx 的光强;
- 照度计应放置在敏感装置上并垂直于光轴;
- 光源应位于邻近公差区。

试验应按表 2 所示的距离进行。

光强测量应按照图 2 进行。

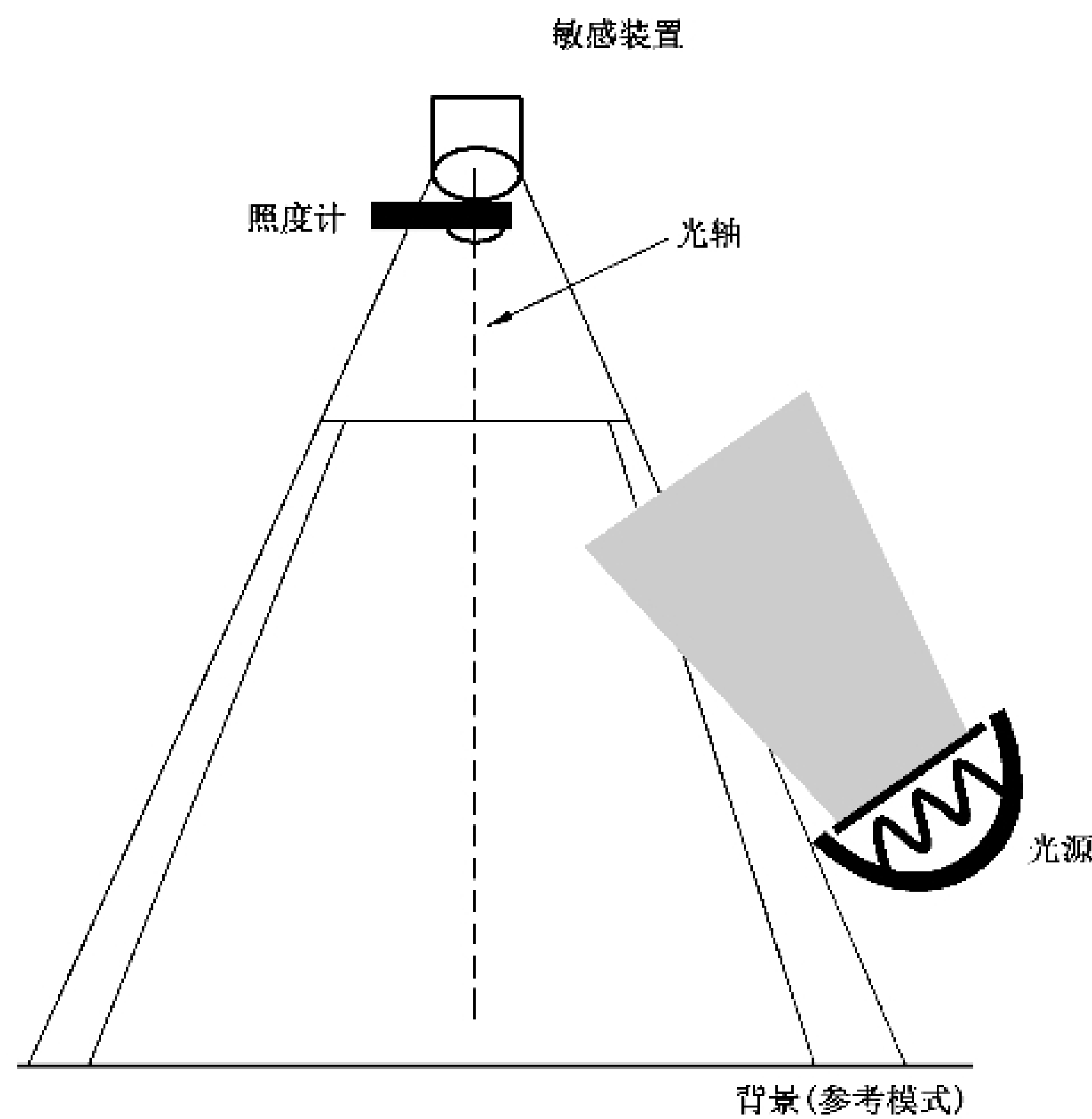


图 2 直接光测试中光强测试装置

5.4.6.7 危险失效——对敏感装置的干扰

干扰光源应位于敏感区外但邻近公差区。试验应按表 2 所示的距离进行。光强测量应按图 2 进行。

在 5.4.6.3 中试验顺序 2 中,使用以下每种干扰光,ESPE 不应出现危险:

- 5.4.6.2 的白炽光源产生超出环境光 3 000 lx 的均匀光强;
- 5.4.6.2 的工频光源产生超出环境光 1 500 lx 的光强;
- 5.4.6.2 的高频光源产生超出环境光 1 500 lx 的光强。

在 5.4.6.3 中的试验顺序 3 中,使用以下每种干扰光,ESPE 不应出现危险:

- 5.4.6.2 的激光束源,激光束位于敏感装置物镜的光圈内;
- 相同设计的 VBPDPP,如果分析表明 VBPDPP 对这种干扰是敏感的;
- 5.4.6.2 的白炽光源以 1 000 lx 的步长从 3 000 lx 降至 0 lx,试验顺序 3 应在亮度降低的每个步骤中重复进行。

5.4.7 污染干扰

应进行基于 VBPDPP 设计的系统分析,以确定哪些试验、试验方法和试验条件适合于满足 4.3.7 的要求。这些试验应验证无危险失效。

基于污染的变化导致对受检测物体区分能力的下降应予以考虑。

试验设置宜包括受监测的被动模式整个视野。宜开发专门的测试程序。

5.4.8 被动参考模式的变化

应进行基于 VBPDPP 设计的系统分析,以确定哪些试验、试验方法和试验条件适合于满足 4.3.8 的要求。这些试验应验证无危险失效。

被动参考模式的老化应视为整个模式的均匀变化。

被动参考模式的损害应视为对模式的局部影响。

应考虑导致对受检测物体区分降低的参考模式的变化。

5.4.9 手动干扰

应进行基于 VBPDPP 设计的系统分析,以确定哪些试验、试验方法和试验条件适合于满足 4.3.9 的要求。这些试验应验证无危险失效。

5.4.10 光学遮挡

对检测区或检测能力受限区内光学遮挡的抗扰度应进行下列试验。

- a) 用于模拟光学遮挡的物体应为其最小有效长度为 0.3 m 的圆柱体。在工作波长中试件表面的漫反射率值应低于 20%。
- b) 除非 4.3.10 的分析另有规定,否则遮挡物的直径应为 5 mm。
- c) 在试验期间,遮挡物体应平行于 VBPDPP 的参考模式平面使用。
- d) 检测区应设置为最大值(适用时)。
- e) 试验应在检测区或检测能力受限区内,尽可能靠近 VBPDPP 处放置遮挡物且 OSSD 处于接通状态下进行。
- f) 进行 C 试验应按照 4.2.12 使用试件。
- g) 应进行 C 试验,以验证存在光学遮挡的情况下保持规定的检测能力。试件应在遮挡物和参考模式之间移动,尽可能靠近遮挡物和规定的最大检测距离处放置。
- h) 当 4.3.10 的分析显示下列情况会影响光学遮挡的抗扰度时,应进行附加试验:
 - 1) VBPDPP 与遮挡物之间的距离,上述规定除外;
 - 2) 检测区的尺寸,最大值除外;
 - 3) 遮挡物与试件之间的其他距离;
 - 4) 与 VBPDPP 不同距离处遮挡物的不同直径;
 - 5) 在 VBPDPP 前面的遮挡物的不同位置(例如不同的角度);
 - 6) 和/或多于一个遮挡物。

6 识别标志和安全用标志

6.1 总体要求

依据 GB/T 15706—2012 中 6.4.4, ESPE 的所有部件应有下列必要的信息:

- 为其明确地识别;
- 为其安全使用和补充信息(适用时);
- 永久在 ESPE 上;
- 随附文件中,如说明书;
- 包装上。

ESPE 最适合部分的外壳应带有以下永久性标志:

- a) 产品标识,包括供方名称和地址、系列或类型名称、序列号和制造年份;
- b) 检测区参数,例如尺寸;
- c) 检测能力;
- d) 响应时间;
- e) 额定电压包括相数和频率;
- f) 额定输入功率(若大于 25 W)或额定电流;
- g) IP 代码;
- h) 仅用于 II 类设备,电击防护的分类符号;
- i) 危险电压引起危险的警告标志;
- j) 符合 4.1.3 规定的 ESPE 类型;
- k) PL 和/或 SIL(符合 GB/T 16855.1—2018 和/或 GB 28526—2012);
- l) 检测区的指示。

上述 b)、c)、d)有关标志的要求可以有选择地在随附文件中给出。

6.2 专用电源供电的 ESPE

按照 GB/T 41997.1—2022 的 6.2 的规定。

6.3 内部电源供电的 ESPE

按照 GB/T 41997.1—2022 的 6.3 的规定。

6.4 调整

按照 GB/T 41997.1—2022 的 6.4 的规定。

6.5 外壳

按照 GB/T 41997.1—2022 的 6.5 的规定。

6.6 控制装置

按照 GB/T 41997.1—2022 的 6.6 的规定。

6.7 端子标记

按照 GB/T 41997.1—2022 的 6.7 的规定。

6.8 标志耐久性

按照 GB/T 41997.1—2022 的 6.8 的规定。

7 随附文件

除应满足 GB/T 41997.1—2022 中第 7 章的要求外,还应满足下列要求。

- a) 说明应验证检测区和公差区内的被动模式视野不被机械或其他物体遮挡。
- b) 说明检测能力尺寸应附加到 GB/T 19876—2012 的安全距离计算中。这是因为响应时间规范假定物体在被检测到之前能够完全位于检测区内。
- c) 制造商应告知用户本文件要求未涵盖的潜在问题。
- d) 制造商应描述永久固定被动模式的程序和进一步的措施(例如防止作业者轻易进入附加的被动模式)。
- e) 如果 VBPDPP 含检测能力受限区,制造商应提供 4.1.6 要求的信息。
- f) 显示公差区的应用示例(如适用)。
- g) 最大和最小检测区和公差带的尺寸。
- h) 关于检测区边界与不检测的周围环境之间要求的最小距离的信息,例如墙壁或机械部件以确保工作的可靠性。
- i) 如果这些选项可用,用于设置检测区域,包括考虑公差带和关于 VBPDPP 其他选择功能的详细信息,见附录 A。当描述检测区时,应给出明确的说明,其描述是否与 GB/T 41997.1—2022 的 3.1 中定义的检测区或检测区和公差带的组合有关。

附 录 A
(规范性)
ESPE 的选择功能

A.1 总体要求

按照 GB/T 41997.1—2022 的 A.1 的规定。

A.2 外部装置监控(EDM)

按照 GB/T 41997.1—2022 的 A.2 的规定。

A.3 停止性能监控器(SPM)

按照 GB/T 41997.1—2022 的 A.3 的规定。

A.4 副开关电器(SSD)

按照 GB/T 41997.1—2022 的 A.4 的规定。

A.5 起动联锁

按照 GB/T 41997.1—2022 的 A.5 的规定。

A.6 重新起动联锁

按照 GB/T 41997.1—2022 的 A.6 的规定。

A.7 抑制

按照 GB/T 41997.1—2022 的 A.7 的规定。

A.8 设置检测区和/或其他安全相关参数

A.8.1 功能要求

不使用钥匙、关键词或工具,应不能设置检测区和/或其他安全相关参数。例如工具能够是受密码保护的软件配置程序。

如果使用配有未经测试的专用硬件和/或软件的个人计算机或类似设备进行设置,应使用特定程序设置检测区。该程序应符合 GB/T 19436.1—2013 的 4.2.11 的相关规定。如果工具是软件,只应使用由供方授权的软件。

软件程序应包括向 ESPE 输入参数的确认,方法是将这些输入参数重新传送到配置单元(例如个人计算机)并随后由用户确认。

这个配置程序应用于所有安全相关的设置,例如响应时间的设置。

安全相关参数的设置宜由合格人员执行。

A.8.2 验证

检测区或其他安全相关参数的设置应按下列方式进行验证:

- a) 验证每个配置参数的正确设置功能(最小值、最大值和代表值);

- b) 验证配置参数的合理性,例如通过使用无效值等;
- c) 验证由用户配置的访问和方法符合 GB/T 19436.1—2013 的 4.2.11 或其他相关标准的相关要求;
- d) 工作期间检测区的尺寸可能改变的情况下的验证,确定检测区的尺寸数据/信号产生和处理的方式使单一故障不应导致安全功能的丢失。验证此类单一故障被检测到并会在 ESPE 的响应时间内导致 OSSD 断开状态或进入断开状态。

A.9 选择多个检测区

A.9.1 功能要求

如果 ESPE 有多个安全相关检测区,单一故障不应导致从一个选择区到另一个区的意外改变。没有导致 ESPE 危险失效的单一故障未被检测到的情况下,ESPE 内部的进一步故障不应导致危险失效。

如果输入信号来自 ESPE 外部的装置,该装置应符合 GB/T 16855.1—2018、GB 28526—2012 和 GB/T 20438(所有部分)的相关要求。

当要求激活另一区或激活附加区时,防止有意从一个选择区改变到另一个区或防止激活附加的安全相关检测区的单一故障应导致 ESPE 进入锁定状态。这种情况下应保持规定的响应时间。

注 1: 每个检测区可能有制造商规定的不同的响应时间。

如果在线改变检测区的尺寸例如通过外部输入,相同的要求适用。

ESPE 应监控检测区的激活。用户应可以配置由 ESPE 监控的检测区域的激活顺序。如果检测到激活检测区的顺序不正确,ESPE 应进入锁定状态予以响应。

在不同检测区之间切换时,有可能人员已经处于检测区内,应予以考虑。

注 2: 安全相关检测区的自动选择不是抑制功能(如 GB/T 41997.1—2022 中 A.7 所述)。

A.9.2 验证

选择多检测区的功能要求应按下列项目进行验证。

- a) 验证单一故障不会导致从选择的一个区到另一个区的意外改变。验证单一故障不会阻止从选择的一个区到另一个区的预期改变,或阻止激活附加的安全相关检测区。进一步的故障不会导致危险失效,应按照 5.3.2 进行验证。
- b) 验证共模故障不能导致检测区的失灵或变化。
- c) 验证 ESPE 的规定响应时间在不同检测区之间切换的情况下保持不变。
- d) 验证用户有可能配置由 ESPE 监控的检测区的激活程序。
- e) 当激活程序与用户配置的程序不同时,验证 ESPE 进入锁定状态。

A.10 自动设置检测区

A.10.1 功能要求

如果 ESPE 有可能自动设置检测区,检测区的设置应在参考模式平面中沿检测区的边界至少一次在最大宽度为 0.75 m 的通道中穿过检测区的所有区段进行验证后才有效,通道应在检测区内。

如果 ESPE 有可能自动设置检测区,检测区的设置应在穿透检测区的所有区段进行验证后才有效,在此过程中,在参考模式平面中沿着检测区的边界在最大宽度 0.75 m 的通道中至少有一次穿过检测区的所有区段。通道应在检测区内。

不使用工具,应不能自动设置检测区。例如工具可以是受密码保护的软件配置程序。

当确定自动设置检测区的测距精度时,宜考虑本文件列出的所有条件,特别是环境干扰。

A.10.2 验证

自动设置检测区的功能要求应通过下列试验进行验证：

- a) 按照 A.8.2 a)、b)和 c)进行试验；
- b) 沿着检测区的边界在最大宽度 0.75 m 的通道中至少一次穿过检测区的所有区段，试验检测区是否正确设置；
- c) 验证工具(例如密码保护的软件配置程序)是否需要在参考模式的平面中自动设置检测区域。

附录 B

(规范性)

影响 ESPE 的电气设备的单一故障一览表

B.1 总体要求

本附录所列故障不是排他性的,必要时应考虑附加故障。对于附录 B 中未提及的新部件,应进行故障模式和效果分析,以确定这些部件应考虑故障。

B.2 导线和连接器

按照 GB/T 16855.2—2015 的 D.2 的规定。

B.3 开关

按照 GB/T 16855.2—2015 的 D.2 的规定。

B.4 分立电气元件

按照 GB/T 16855.2—2015 的 D.2 的规定。

B.5 固态电气元件

按照 GB/T 16855.2—2015 的 D.2 的规定。

B.6 电动机

电动机故障见表 B.1。

表 B.1 电动机故障一览表

序号	考虑到的故障
1	电动机停止
2	速度高于额定值
3	速度低于额定值

B.7 成像传感器

成像传感器故障见表 B.2。

表 B.2 成像传感器故障一览表

序号	考虑到的故障
1	错误的行寻址
2	错误的列寻址
3	在行、列和像素之间的串扰

表 B.2 成像传感器故障一览表 (续)

序号	考虑到的故障
4	静态图像(无新图像)
5	陷入高像素
6	陷入低像素
7	改变寄存器设置(如适用)
8	模数转换器失效(如适用)
9	数据预处理失效(如适用)

参 考 文 献

- [1] GB/T 5226.1—2019 机械电气安全 机械电气设备 第1部分:通用技术条件
 - [2] GB/T 19436(所有部分) 机械电气安全 电敏保护设备
 - [3] GB/T 20438(所有部分) 电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全
 - [4] EN 12464-1 Light and lighting—Lighting of work places—Part 1: Indoor work places
-