

ICS 13.110;29.260.99  
J 09



# 中华人民共和国国家标准

GB 19436.3—2008/IEC 61496-3:2001

## 机械电气安全 电敏防护装置 第3部分:使用有源光电漫反射 防护器件(AOPDDR)设备的特殊要求

Electrical safety of machinery—Electro-sensitive protective equipment—  
Part 3: Particular requirements for Active Onto-electronic  
Protective Devices responsive to (AOPDDR)

(IEC 61496-3)



2008-06-19 发布

2009-06-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会

发布

## 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 .....	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 .....	2
4.3 环境要求 .....	5
5 试验 .....	7
5.1 概述 .....	7
5.2 功能试验 .....	7
5.3 故障条件下的性能试验 .....	10
5.4 环境试验 .....	10
6 标识标志和安全使用标志 .....	18
7 随同文件 .....	18
附录 A(规范性附录) ESPE 的光学功能 .....	25
附录 B(规范性附录) 影响 ESPE 电气装置单一故障的类别 .....	27
附录 C(资料性附录) 参考文献 .....	27
附录 AA(资料性附录) AOPDDR 不同应用的示例 .....	28
附录 BB(资料性附录) 测距精度与检测概率的关系 .....	31

中国标准出版社

## 前 言

GB 19436《机械电气安全 电敏防护装置》共分为四个部分：

- 第1部分：一般要求和试验；
- 第2部分：使用有源光电防护器件(AOPD)设备的特殊要求；
- 第3部分：使用有源光电漫反射防护器件(AOPDDR)设备的特殊要求；
- 第4部分：基于视觉防护器件设备的特殊要求。

本部分为GB 19436的第3部分。本部分等同采用IEC 61496-3:2001《机械安全 电敏防护装置 第3部分：有源光电漫反射防护器件(AOPDDR)的特殊要求》第一版(英文版)。

本部分中所缺条款见GB/T 19436.1—2004《机械电气安全 电敏防护装置 第1部分：一般要求和试验》。

本部分中ESPE为Electro-sensitive protective equipment的缩写，见GB/T 19436.1—2004的3.1。

本部分中OSSD为Output Signal Switching Device的缩写，见GB/T 19436.1—2004的3.19。OSSDs或OSSD(s)的最后一个字母s，表示复数，与IEC标准一致。

为便于使用，本部分做了下列编辑性修改：

- 将适用于国际标准的表述改为适用于我国标准的表述(包括标点符号)；
- 将IEC 61496-3:2001标准名称中的“机械安全”修改为本部分标准名称中的“机械电气安全”。

本部分的附录A和附录B为规范性附录。

本部分的附录C、附录AA和附录BB为资料性附录。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国工业机械电气系统标准化技术委员会(SAC/TC 231)归口。

本部分起草单位：北京机床研究所、北京和利时电机技术有限公司、北京凯恩帝数控技术有限公司、浙江凯达机床集团有限公司。

本部分主要起草人：黄祖广、王健、黄麟、杨洪丽、何宇军。

本部分为首次发布。

中国标准出版社



## 引 言

电敏防护装置(ESPE)适用于对人体存在伤害的机械。它能在人处于危险状态前,使机械回复到安全状态,从而提供保护。

本部分对广泛应用的 ESPE 的一般设计和性能要求作出规定。满足本部分要求的设备最基本特征是具有相当的安全性能水平和为保持此性能水平而规定的内置式周期性的功能检查/自检。

本部分是对 GB/T 19436.1 的相应条款进行补充和修改。

至于第 1 部分中的特殊条款在第 3 部分中并未提到也是合理的。本部分所述的“补充”、“修改”或“替换”是替代第 1 部分的有关内容。

本部分具有产品系列标准的地位,可以用作机械电气安全专用产品引用。

每种类型的机械都有自己特定的危险,本部分的目的不是推荐 ESPE 在任何特定机械上使用的方式。ESPE 的应用是供方、机械用户和实施机构之间应该协商的事,在这方面,注意国内、外的相关指南,例如 GB/T 15706(eqv ISO/TR 12100)。



# 机械电气安全 电敏防护装置

## 第3部分:使用有源光电漫反射防护器件(AOPDDR)设备的特殊要求

### 1 范围

本部分规定了传感功能使用有源光电漫反射防护器件(AOPDDRs),用于机械安全防护的电敏防护装置(ESPE)的设计、制造和试验的附加要求,对那些确保装置达到适宜安全性能的要求给予了特别的关注。ESPE可以包括一些可选的安全功能,选择功能的要求在本部分的附录A和GB/T 19436.1—2004附录A中均给出。

本部分只限于ESPE的功能,不规定检测区的尺寸或结构以及在任何特殊应用中危险部件的布局,也未规定构成任何机械的危险状态。

AOPDDR是具有二维检测区的检测器件,由发送器元件发射近红外线照射检测区,当发射的光线遇到物体(例如人或局部人体)时,一部分射线由漫反射方式反射到接收器,这样就可以检测到区域内的物体。

注:在某些情况下,需要考虑传感器使用的局限性,例如:

- 产生镜面反射(特殊)的物体,如果其漫反射值低于“黑”试块的规定值,该物体可能无法被检测到;
- 检测障碍物的最小反射系数是基于人的衣物来确定的。物体的反射率低于本部分的给定值时,该物体则可能无法被检测到。

本部分不适用于辐射波长在820 nm~946 nm范围以外的AOPDDR,以及不是由自身发射光线的那些AOPDDR。对于使用辐射波长在该范围以外的传感器件,本部分可作为指南使用。另外,对于标称检测能力在50 mm~100 mm范围以外的AOPDDRs也不适用于本部分。

本部分可能与那些非人体保护的应用有关,例如,保护机器或产品免于机械性损坏。在这些应用中,比如:需要由传感功能来检测的物体具有不同于人体和衣物的特性时,可能还需要附加一些要求。

本部分不涉及电磁兼容性(EMC)发射要求。

那些只具有一维、点光源距离测量的光电器件,例如接近开关等,也不在本部分讨论范围之内。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过GB 19436的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 2423.22—2002 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验N:温度变化(IEC 60068-2-14:1984, IDT)

GB/T 2423.55—2006 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Eb:锤击试验(IEC 60068-2-75:1997, IDT)

GB 4208—1993 外壳防护等级(IP代码)(eqv IEC 60529:1989)

GB/T 19436.1—2004 机械电气安全 电敏防护装置 第1部分:一般要求和试验(IEC 61496-1:1997, IDT)



GB/T 7247.1—2001 激光产品的安全 第1部分:设备分类、要求和用户指南(idt IEC 60825-1:1993)

注:GB/T 19436.1—2004 中第2章的引用文件通过上述引用文件补充后适用于本部分。

### 3 术语和定义

GB/T 19436.1—2004 中第3章术语和定义通过如下补充后适用于本部分。

#### 3.301

对漫反射敏感的有源光电防护器件(AOPDDR) active opto-electronic protective device responsive to diffuse reflection(AOPDDR)

由光电发射和接收元件完成传感功能的器件,在该器件范围内检测由在二维空间规定的检测区内出现的物体时产生的光轴射漫反射。

#### 3.302

AOPDDR 检测能力 AOPDDR detection capability

在检测区内检测指定试块(见4.2.13)的能力。

#### 3.303

容差区 tolerance zone

位于检测区外的区域,该区域对在检测区内检测到指定试块(见4.2.13)达到要求的概率是必要的。

### 4 功能、设计和环境要求

GB/T 19436.1—2004 中对应章节的内容通过如下替换和补充后都适用于本部分。

#### 4.1<sup>1)</sup> 功能要求

##### 4.1.3 ESPE 的类型

本部分只考虑了第3种类型的ESPE。设备的供方和/或用户应负责对该类型是否适合特殊应用做出规定。

ESPE 类型3应满足本部分4.2.2.4对故障检测的要求。在正常运行中,当敏感器件被激励或断电时,该类ESPE的至少两个输出信号开关电器(OSSDs)中每个输出电路应变成OFF状态。

注:GB/T 19436.1—2004 中2.1.3的规定由上述内容替换后适用于本部分。

##### 4.1.4 检测能力受限区

在检测平面中,光窗与距其最近的检测区边界间的距离不应大于50 mm。

检测能力受限区是指检测区的起点与光窗之间的区域。在特殊应用中为了确保由于检测区与光窗间这一区域的存在而引起危险,供方应提供该区域的尺寸和适当的信息。

#### 4.2 设计要求

##### 4.2.2 故障检测要求

###### 4.2.2.2 对类型1 ESPE 的特殊要求

GB/T 19436.1—2004 的本条款在这里不适用。

###### 4.2.2.3 对类型2 ESPE 的特殊要求

GB/T 19436.1—2004 的本条款在这里不适用。

###### 4.2.2.4 对类型3 ESPE 的特殊要求

当由于敏感器件的单一故障而导致前文描述的AOPDDR检测能力完全丧失时,应使ESPE在规

1) 缺条,例如4.1.1,4.1.2,4.2.1,4.2.2.1,4.2.2.2,4.2.2.4,4.2.2.5,4.2.3~4.2.11,4.3.1~4.3.4,5.1.1.1,5.1.2.1,5.1.3,5.2.2~5.2.8,5.3.5,5.4.1~5.4.5 见 GB/T 19436.1—2004。

定的响应时间内进入锁定状态。

注1:对采用旋镜扫描检测区的AOPDDR,通过扫描位于检测区和容差区以外的规定参照物就能满足该要求。

当单一故障出现导致上述AOPDDR检测能力降低时,应使ESPE在故障发生之后5s内进入锁定状态。

注2:AOPDDR检测能力降低的例子:

- 可检测的最小物体的尺寸增大;
- 可检测的最小物体的反射能力增大;
- 检测精度的降低。

单一故障导致响应时间增加而超过规定值,或妨碍到至少一个OSSD进入断开状态时,应使ESPE立即进入锁定状态。比如在规定的响应时间内,或在故障检测要求状态改变时,依照下列要求的事件立即进入锁定状态:

- 激活传感功能;
- 断开/接通开关;
- 启动联锁或重新启动联锁的复位(若有,见GB/T 19436.1—2004中A.5和A.6);
- 使用外部测试信号(若有)。

注3:在特殊应用中,如果传感功能被激活的频率较低而且仅在改变状态时OSSD才被监视时,可能需要外部测试信号。

当引发锁定状态的故障仍然存在时,即使通过对主电源中断后再复原或其他手段,应不能使ESPE离开锁定状态而复位。

如果不引起ESPE失效危险的单一故障未被检测到时,出现其他的故障也不应引起失效危险。对此条要求的验证见5.3.4。

注:GB/T 19436.1—2004中4.2.2.1的规定由上述内容替换后适用于本部分。

#### 4.2.2.5 对类型4 ESPE的特殊要求

GB/T 19436.1—2004的本条款不适用于本部分。

### 4.2.12 AOPDDR检测能力的完整性

#### 4.2.12.1 概述

AOPDDR的设计应确保其检测能力不低于供方规定的限值,在本部分中指下列任何一项:

- 元件的老化;
- 元件的公差(例如,接收部件的光谱灵敏度);
- 距离依附灵敏度变化,例如有关光学灵敏度;
- 调整极限;
- AOPDDR内部对光学和机械部件的不可靠安装;
- 环境干扰,特别是:
  - a) 系统噪声;
  - b) 符合GB/T 19436.1—2004中4.3.2规定的电干扰;
  - c) 外壳光窗表面上的污染;
  - d) 外壳光窗表面上的冷凝;
  - e) 环境温度;
  - f) 环境光线;
  - g) 背景(例如:背景与物体间的对比度);
  - h) 振动和冲击;
  - i) 湿度;
  - j) 电源电压变化和中断。

如果在正常运行条件下(见GB/T 19436.1—2004中5.1.2.1)出现的单一故障(在GB/T 19436.1—



2004 附录 B 中规定),不会造成 AOPDDR 检测能力的丧失;但若上述条件组合出现时,会导致检测能力丧失,则应把这个故障连同上述条件的组合一起视为单一故障,并且 AOPDDR 应该对此类单一故障做出如 4.2.2.4 所要求的反应。

注:对基准目标扫描的技术能用以满足有关元件老化的要求,也可使用能够给出保证同一等级的其他技术。

#### 4.2.12.2 检测及容差区

供方应规定容差区。规定容差区时,供方应考虑最坏的条件,例如,应包括考虑到本部分所列的全部影响,以及供方规定的任何附加影响(环境影响,元件故障等)后的信噪比  $S/N$  和标准偏差  $\sigma$ 。

容差区随系统干扰、测量错误、测量值的判定等而定。而且对确保在检测区范围内检测是必要的。图 1a)和图 1b)为检测区的举例。

在整个检测区内,试块(见 4.2.13)以  $1 \sim 2.9 \times 10^{-7}$  的最小检测概率被检测到。为达到该最小检测概率,容差区要附加到检测区上(见附录 BB 中的图 BB.2)。

注 1:本部分用的检测概率是测量精度决定的,与故障概率无关。

注 2:要特别注意,当 AOPDDR 的检测区由一个以上发射和/或接收单元组成时,要确保这些发射和/或接收单元视野区之间的检测区的检测能力不受限制。

检测区与容差区间的边界应是测量数值分布的中点,测量所用的试块其反射率应等于或介于“黑”试块和“白”试块之间。供方应声明所使用的试块的反射率以及计算。本要求可通过检查供方声明来验证。

注 3:容差区和测距精度的数值不一定为常数,例如它可以是测量距离的一个函数。

注 4:如果 AOPDDR 有自动设定其检测区的装置,在确定容差区的时候应考虑设定值的测距误差(见 A.11)。

注 5:附录 BB 给出了有关测距精度与检测概率间关系的附加信息。

#### 4.2.12.3 扫描几何形状,扫描频率和响应时间

供方应规定包括范围和扫描角在内的有关检测区的参数。扫描几何形状和/或扫描频率应充分保证规定的最小可检测物体尺寸的直径的试块,在检测区的最大范围能被检测到。供方可在 50 mm~100 mm 的范围内规定 AOPDDR 的最小可检测的物体尺寸数值。该最小可检测物体的尺寸距离视距离而定。

注 1:最小可检测物体尺寸限制在 50 mm~100 mm 范围内,是基于目前的应用情况。对于检测能力超出这一范围的 AOPDDR 可能需要附加要求。

静止或在检测区内以速度不超过 1.6 m/s 运动的最小可检测尺寸的物体,应在规定的响应时间内被 ESPE 检测到。响应时间应由供方考虑最坏的条件确定,特别是对扫描频率和物体的运动。当供方规定 AOPDDR 能被用于检测运动速度大于 1.6 m/s 的物体时,在任何速度下,包括其规定的最大速度,这些要求均应被满足。

注 2:检测能力可由 AOPDDR 的光几何学确定,以便对于特定设计,一整束光照射到处于检测区和容差区最大范围内的试块。如果这样的话,相邻两束发射光中心之间的距离(第一束和最后一束除外)将不会超过试块的半直径。对于其他的设计,将难以实现按 5.2.1.2 和 5.2.11 进行验证,特别是按照上述要求考虑物体的运动。

注 3:附录 AA.5 给出了计算响应时间的例子。

从检测区边界任一点投射到 AOPDDR 接收元件的光线,其轨迹上的所有点应在检测区(见 4.2.12.2)或检测能力受限区(见 4.1.4)内。

#### 4.2.13 型式试验用试块

##### 4.2.13.1 概述

试块是 AOPDDR 的组成部分,因此第 5 章型式试验所使用的试块,应由供方提供。试块应标记型式参照代号和预期一起使用的 AOPDDR 的标识标志。

试块的直径应等于规定的最大检测能力(即最小直径)。依据 AOPDDR 检测能力的不同,也许需要 50 mm~100 mm 范围内其他直径的试块。

注:为方便使用,通常选择试块的最小有效长度。



#### 4.2.13.2 黑试块

黑试块应为最小有效长度为 0.3 m 的圆柱体。试块表面的漫反射数值在正常条件下以发射器波长测试时应在 1.6%~2.0% 范围之内,这个数值包括测量精度在内。该数值应通过测试来校验。当计算中用到这个反射值时应取 1.8% 的标定值。

注:图 2 给出了确定黑试块反射值的一个调查结果。

#### 4.2.13.3 白试块

白试块应为最小有效长度为 0.3 m 的圆柱体。试块表面的漫反射数值对发射器的波长来说应在 80%~90% 范围之内。

#### 4.2.13.4 向后反射试块

向后反射试块应为最小有效长度为 0.3 m 的圆柱体。试块表面应为向后反射材料。反射材料应符合 EN471 类 2 或等效的对后反射材料的要求。

注:EN471 表 5 定义了类 2 材料的最小回后反射系数为  $330 \text{ cd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ ,其入射角度为  $5^\circ$ ,观测角度为  $0.2^\circ$  ( $12'$ )。

#### 4.2.14 波长

AOPDDR<sub>s</sub> 应在 820 nm~946 nm 波长范围内工作。

注:该波长范围是基于当前可利用的元件及研究,研究表明该波长范围适合于衣物所用的材料。

#### 4.2.15 辐射强度

即使在部件出现故障的情况下,由 AOPDDR 产生和发射的辐射强度决不应超过 GB/T 7247.1—2001 中 4.3.9.4 和表 1 规定的 1 类激光的最大功率或能量等级。对 1 类激光的标识应按 GB/T 7247.1—2001 中 5.2 规定执行。

#### 4.2.16 机械结构

如果部件位置的改变会导致检测能力下降并低于供方规定的限值,那么部件的固定就不应只靠摩擦力。

注:使用椭圆安装孔而没有附加装置,例如受到撞击等机械扰动,将导致检测区位置的改变。

#### 4.3 环境要求

注:这些要求也许不满足某些应用的需要(例如,用在车辆中,包括自动导向车辆(AGVs)、铲车、活动机械等)。

##### 4.3.1 环境空气温度范围和湿度

即使遭遇温度和湿度快速变化致使光窗冷凝表面结雾时,ESPE 不应有危险。此项要求通过 5.4.2 的冷凝试验进行检验。

注:GB/T 19436.1—2004 中 4.3.1 的规定由上述内容补充后适用于本部分。

##### 4.3.2 电磁扰

GB/T 19436.1—2004 中 4.3.2 对类型 4 ESPE 所列要求应适用于本部分的类型 3 ESPE。

注:GB/T 19436.1—2004 中 4.3.2 的规定由上述内容补充后适用于本部分。

##### 4.3.3 机械环境

注:GB/T 19436.1—2004 中 4.3.3 的规定由下述内容补充后适用于本部分。

###### 4.3.3.3 温度变化

经 5.4.4.3 试验后,ESPE 应能继续正常工作,不应出现损坏,包括光窗的位移和/或裂缝等。

###### 4.3.3.4 抗冲击性

###### 4.3.3.4.1 正常运行

经 5.4.4.4.2 试验后,ESPE 应能继续正常工作,不应有损坏,包括光窗的位移和/或裂缝等。

###### 4.3.3.4.2 失效危险

经 5.4.4.4.3 试验后,ESPE 不应有失效危险。

###### 4.3.4 外壳

应提供可靠固定外壳的方法。

按照供方的规定安装时,包含光学部件的 AOPDDR 外壳防护等级应至少达到 IP65(见 GB 4208)。

注:GB/T 19436.1—2004 中 4.3.4 的规定由上述内容补充后适用于本部分。

#### 4.3.5 对 AOPDDR 接收元件和其他光学部件的光干扰

当 ESPE 经受下列光干扰时,应继续正常工作:

- 白炽光;
- 用高频电子电源运行的荧光;
- 如果 AOPDDR 的供方没有给出可能发生干扰的安装限制,来自同样设计的 AOPDDR 的辐射。

当遇到下列情况时,ESPE 不应出现失效危险。

- 高强度白炽光(用石英灯模拟的日光);
- 用额定电源和用高频电子电源运行的荧光;
- 频闪光;
- 来自同类设计的 AOPDDR 的辐射。

这些要求应按 5.2.1.2 和 5.4.6 规定的试验进行检验。

#### 4.3.6 污染干扰

供方应规定以发射百分数表示的最大均匀污染级别,该级别将不导致规定的检测能力下降。

当检测系统接收的信号能量被均匀污染削弱达 30% 时,AOPDDR 应继续正常工作。

在发射和/或接收元件与检测区起始位置(包括光学部件)间的污染导致 AOPDDR 规定的检测能力丧失时,应引发 OSSD 进入 OFF 状态。

这些要求应按 5.4.7 规定的试验进行检验。

注:5.4.7 所列的试验可能没有涵盖所有可能的污染形式,例如,油、油脂和工艺材料。

任何为判断规定检测能力的丧失而对污染进行监视的方法,都应符合本部分的有关要求。

#### 4.3.7 背景干扰

规定的容差区不应受背景干扰而增大,此项要求应按 5.4.8 规定的试验进行检验。

注 1: 供方可对 AOPDDR 规定一个最大反射值,该反射值由 AOPDDR 自身监测,若超过规定的最大反射值时使 OSSD 进入 OFF 状态,由更新反射率材料造成的背景干扰除外。

注 2: 影响测量结果的背景干扰,包括垂直反射器、瓷砖、金属片、白纸等。

注 3: 在检测能力和测量精度的试验范围内,向后反射器可被视为立方体反射器背景(5.4.8)。如果背景中的向后反射器导致测量误差,在特定应用中,可使用其他测量方法以取代增加容差区。

#### 4.3.8 人工干扰

通过遮盖 AOPDDR 外罩或其他部件的光窗(如果适用)或把物体置于检测能力受限区内(见 4.1.4)不应降低其规定的检测能力。假如这样,OSSD 应在 5 s 时间内进入 OFF 状态,并保持 OFF 状态直到人工干扰被消除为止。

#### 4.3.9 检测区中的光遮蔽

当小物体出现在检测区时,AOPDDR 的检测能力应保持。此项要求应按 5.4.10 规定的试验和分析进行验证。分析应包括对提供的所有软件滤除算法的检查。

注:软件滤波算法可能为忽略小物体创造条件,例如为了增加工作的可靠性。

#### 4.3.10 元件老化

元件的漂移和老化可能使检测能力低于规定值,但不应导致 ESPE 的失效危险,出现这种情况应在 5 s 时间内被检测到且进入锁定状态。

如果使用基准物来监控元件的老化和漂移,则其性能的变化(例如,反射率)不应导致 ESPE 失效危险。如果基准物被用于监视元件的老化和偏移,则基准物应被视为 AOPDDR 的一部分,并由 AOPDDR 的供方提供。

注:GB/T 19436.1—2004 中 4.3 的规定由上述 4.3.5、4.3.6、4.3.7、4.3.8、4.3.9、4.3.10 内容补充后适用于本部分。



## 5 试验

GB/T 19436.1—2004 中对应章节按下列进行替换和补充后适用于本部分。

### 5.1 概述

#### 5.1.1.2 工作条件

除非本部分另有规定,并且提供了对检测区进行设置的工具,则检测区和容差区应按下列要求进行设置。

——检测区半径方向上长度和宽度值(或等效值)分别为 1.0 m;

——附加容差区。

对于规定的最大检测距离小于 1.0 m 的 AOPDDR,应使用第 5 章规定的 1.0 m。

对于没有配备检测区设置工具的 AOPDDR,这一固定不变的检测区应用于所有试验。

在这些试验期间,被用试验件应与 AOPDDR 检测区平面垂直。

注:GB/T 19436.1—2004 中 5.1.1.2 的规定由上述内容补充后适用于本部分。

### 5.2 功能试验

#### 5.2.1 传感功能和检测能力

注:GB/T 19436.1—2004 中 5.2.1 的规定由下述内容替换后适用于本部分。

##### 5.2.1.1 概述

传感功能和检测能力的完整性应按规定进行试验,并考虑以下方面:

——当试块轴线放置在规定的检测区内时,这些试验应验证该试块被检测到;

——这些试验应验证供方规定的容差区尺寸(例如测距精度);

——单个试验的数量、选择及条件应达到 4.2.12.1 的要求进行验证。

所需最低限度试验的概要如表 1 所示。

表 1 检测能力要求的验证(也见 4.2.12.1)

序号	试 验	条 件	AOPDDR 检测区的原点与试块轴线间的距离					
			试块半径 <sup>a)</sup>	0.1 m <sup>b)</sup>	0.5 m	1.0 m	每隔 1.0 m	最大范围
1	反射系数	黑试块(见 4.2.13.2)	×	×	×	×	×	×
2	反射系数	白试块(见 4.2.13.3)	×	×	×	×	×	×
3	反射系数	同轴反射试块(见 4.2.13.4)	×	×	×	×	×	×
4	元件老化	D				×		
5	元件未被检验出的故障	D				×		
6	电磁扰(电源电压波动和中断除外)	GB/T 19436.1—2004 中 4.3.2, 5.2.3.1 和 5.4.3 适用				×		
7	电源电压波动和中断	黑试块(见 4.2.13.2)						×
8	外罩光窗表面的污染	D				×		
9	环境温度变化	50 ℃或最高值 <sup>d)</sup>						×
10	环境温度变化	0 ℃或最低值,非冷凝 <sup>e)</sup>						×
11	湿度	5.4.2 适用				×		
12	灯光干扰	见表 2				×		

表 1 (续)

序号	试 验	条 件	AOPDDR 检测区的原点与试块轴线间的距离					
			试块 半径 <sup>1)</sup>	0.1 m <sup>2)</sup>	0.5 m	1.0 m	每隔 1.0 m	最大 范围
13	背景干扰	依据设计 <sup>3)</sup> , 黑试块与背景间最恶劣情况下的距离。 背景反射系数: a) 直角反射器 <sup>4)</sup> ; b) 1.8%~5%; c) 在 a) 和 b) 间的其他反射率						× × ×
14	振动和碰撞	5.3.4 适用				×		

<sup>1)</sup> 元件老化效应, 未被检测出的元件故障和机壳光窗室表面的污染情况应通过耐久性试验来说明, 否则也许需要进行附加试验;  
<sup>2)</sup> AOPDDR 放进试验室—打开试验室—开始试验, 应在 1 min 之内;  
<sup>3)</sup> AOPDDR 放进试验室—打开试验室—试验, 不应出现冷凝;  
<sup>4)</sup> 背景应按图 3a) 所示布置;  
<sup>5)</sup> 见 5.3.7, 注 1) 和 5.3.8;  
<sup>6)</sup> 如果因受物理条件限制无法达到规定的距离, 在检测平面中, 应将试块尽可能靠近规定的距离放置。

## 5.2.1.2 检测能力的完整性

### 5.2.1.2.1 概述

应对 ESPE 不致出现失效危险或规定的 AOPDDR 检测能力得以保持进行验证, 验证应通过 AOPDDR 设计的系统分析进行, 在适当和/或要求时采用试验, 并考虑 4.2.12.1 中规定的条件和 5.3.4 中规定的故障的全部组合。系统分析的结果应同第 5 章中要求的试验一致, 还加上响应时间的测量。

确定检测能力为完整性所要求的测量条件和数量应考虑 5.2.1.1 的目标。最起码, 表 1 和表 2 所列的一系列测试均应在检测区内为验证检测能力完整性所需的每个位置上进行。对含有超过 1 个发射和/或接收元件的 AOPDDR, 可能需要对每个元件进行测量。当测量要求用于验证时, 每个试验结果应以在试块的每个位置所进行的至少 1 000 次单独测量值为基础。

用于 5.2.1.2.2、5.2.1.2.3 和 5.2.1.2.4 试验的安排应和被测试的 AOPDDR 的特性相匹配。光干扰试验至少应使用黑试块(见 5.2.13.2)在 AOPDDR 和试块间距离为 1.0 m 的位置以及在检测区的最远处进行。光干扰试验顺序应如下:

- 试验前, 试块应按要求距离放置, 对图 3c) 或图 3d) 所示的试验, 该距离是检测区的边界;
- 当按图 3c) 或图 3d) 所示进行试验时, 不应使用启动或再起动联锁;
- 当按图 3c) 或图 3d) 所示进行试验时, AOPDDR 应正常工作, OSSDs 应处于 OFF 状态;
- 然后接通光干扰源;
- 试验持续时间应为 3 min。

注 1: 由于 AOPDDR 的固有设计, 例如, 光学机械结构, 附加距离可能要进行额外的系列测量;

注 2: 随同 AOPDDR 的诊断和配置工具(例如, 软件)可用于这些测量。

### 5.2.1.2.2 白炽光的影响

白炽光对检测能力完整性的影响应按图 3b) 或图 3c) 所示配置进行试验。当按图 3b) 所示试验时, 要求用测量值验证检测能力的完整性。当按图 3c) 所示配置进行试验时, 在试验过程中 ESPE 应处在 OFF 状态。



当进行动作距离 1.0 m 的试验时,光强的测量应在 AOPDDR 光窗处进行。当进行最大动作距离试验时,光强的测量应在试块面向 AOPDDR 方向 1.0 m 处的检测平面上进行。干扰光应沿着一个或多个接收元件的光轴方向照射。白炽光对检测能力(测量精度)完整性影响的试验应按下列进行:

- 在保持 AOPDDR 正常运行的条件下光强应尽可能接近最大值 3 000 lx;
- 如果 AOPDDR 保持正常运行时直接照射光的最高强度低于 1 500 lx,应通过测量 0.5 m × 0.5 m 漫反射面的物体将光线反射到 AOPDDR 上进行附加试验。该物体应被放置在检测区和容差区外,其漫反射系数在 AOPDDR 使用的波长范围内和用于测量光强的范围内均应大于 80%。用于附加试验的光强应尽可能接近最大值 3 000 lx,同时 AOPDDR 应保持正常运行。

注:光干扰源、试块和 AOPDDR 之间的相对位置会影响检测能力。例如,扫描干扰光源[见图 3b)和图 3c)]后,立即扫描试块,由于存在恢复时间,可能会出现检测能力的丧失。

#### 5.2.1.2.3 背景反射白炽光的影响

通过背景反射的白炽光对检测能力完整性的影响,应按图 3d)所示配置进行试验。该试验应在保持 AOPDDR 正常运行的最大光强下进行。光强的最小值应为 1 500 lx。当保持 AOPDDR 正常运行的光强值超出 3 000 lx 时,应按 3 000 lx 试验水平进行。反射光强度的测量应在检测平面沿着试块轴进行。

白炽光对检测能力(测量精度)完整性影响的两个试验应满足下列条件进行:

- 应使用 5.4.6.2 描述的白炽光源产生的光;
- 光源应放置在检测区和容差区之外;
- 光的照射方向应尽可能接近检测平面。

#### 5.2.1.2.4 频闪光的影响

频闪光对检测能力完整性影响的试验应按图 3e)或图 3f)所示的配置进行。当按图 3e)配置进行试验时,要求用测量值对检测能力完整性进行验证。当按图 3f)配置进行试验时,在试验过程中,ESPE 应处在 OFF 状态。应在频率为 50 Hz 时测量光强。进行试验应以频闪光源频率在超过 3 min 时间周期内从 5 Hz 线性增加到 200 Hz。由于使用的频闪光源的闪光持续时间与峰值功率无关,光强值应该和持续时间为 10 μs 的矩形选通脉冲有关。在试验期间,闪光管的位置应固定。

闪光对检测能力完整性影响的试验应满足下列条件:

- 应采用 5.4.6.2 描述的频闪光源产生的光;
- 光强应尽可能接近保持 AOPDDR 正常运行的最大测量值 130 lx,该测量在检测平面内沿试块轴向进行;
- 光源应放置在检测区和容差区之外;
- 光的照射方向应尽可能接近检测平面。

#### 5.2.1.3 检测能力的耐久性试验

应按下列耐久性试验来验证检测能力是否保持。按 5.2.1.2 分析和试验的结果,应被用作本试验确定最恶劣条件和适当试块(见 4.2.13)的依据。

GB/T 19436.1—2004 中 5.2.3.3 规定的限定功能试验 B(B 试验)应在确定的最恶劣条件及 ESPE 连续运行时进行。试块应放在最恶劣的位置并搁置 150 h 的时间周期。

如果有多个最恶劣位置时,试验应在试块的每一个位置进行。应考虑检测能力受限区存在的可能性。

注 1:为模拟最恶劣的条件或许要改变硬件和软件(如果适用);

注 2:图 4a)和图 4b)给出了试验配置示例。

### 5.2.3 限定功能试验

#### 5.2.3.1 概述

除非本部分另有规定,否则限定功能试验应使用符合 4.2.13.2 或 4.2.13.3 要求的试块。

注:GB/T 19436.1—2004 中 5.2.3.1 的规定由上述内容补充后适用于本部分。

### 5.2.9 型式试验用试块

应通过供方声明(基于试验结果)的检查或通过测量对试块的规定反射值进行验证。满足本部分有关要求的其他试块也可采用。

### 5.2.10 测距精度

供方为确定测距精度和容差区所进行的计算应和按照 5.2.1 检测能力的测量结果相比较,以验证其正确性和有效性。

### 5.2.11 扫描几何条件、扫描频率和响应时间

有关扫描几何条件和扫描频率的要求应通过分析和/或测量来验证。响应时间的计算也应通过分析来验证,分析应包括速度、最恶劣情况下的扫描方向和扫描原理。必要时,应进行附加的静态和动态测量。

### 5.2.12 波长

发射的波长应通过检查器件的数据表或测量来验证。

### 5.2.13 辐射强度

辐射强度应通过按 GB/T 7247.1 的测量和检查供方声明来验证。标记为类 1 激光器的应验证其正确性。

### 5.2.14 机械结构

应通过检查 4.2.16 的要求来验证。

注:GB/T 19436.1—2004 中 5.2 的规定由上述 5.2.9、5.2.10、5.2.11、5.2.12、5.2.13、5.2.14 内容补充后适用于本部分。

## 5.3 故障条件下的性能试验

### 5.3.2 类 1 ESPE

GB/T 19436.1—2004 的本章不适用于本部分。

### 5.3.3 类 2 ESPE

GB/T 19436.1—2004 的本章不适用于本部分。

### 5.3.4 类 3 ESPE

对 4.2.2.4 要求的设计基本原理应检查其正确性和完整性。

应进行故障模式和影响分析(FMEA)或等效的分析,必要时按 4.2.2.4 的有关要求,当 ESPE 遇到单一故障,通过 ESPE 进入锁定状态检测出故障,而不出现 ESPE 失效危险。

当单一故障未被检测到,而且无法按照 GB/T 19436.1—2004 中 5.3.1 规定进行分析时,应继续对 ESPE 进入锁定状态和不出现 ESPE 失效危险的试验,试验伴随着最初施加的故障,而其他故障依次增加和去掉。这些试验的进行应针对所有未被检测到的单一故障。

如果出现超过两个故障的概率不高,相互基本独立,并恰好按特定的时间顺序出现,则不必进行超过两个故障的累积试验。

注:例如随机出现的硬件故障就被认为是相互基本独立。

根据 4.3.10,如果由于元件老化和漂移影响检测能力将导致 OSSDs 在 5 s 时间周期内进入 OFF 状态,对此应进行验证。

注:GB/T 19436.1—2004 中 5.3.4 的规定由上述内容替换后适用于本部分。

### 5.3.5 类 4 ESPE

GB/T 19436.1—2004 的本条款不适用于本部分。

## 5.4 环境试验

### 5.4.2 环境温度变化和湿度

ESPE 应经受下列冷凝试验:

——ESPE 应以额定电压供电,并放在温度为 5℃ 的试验室内,存放时间为 1 h;

——环境温度和相对湿度应在 2 min 内分别达到(25±5)℃和(70±5)%;



- 应使用黑试块(见 4.2.13.2)进行持续时间为 10 min 的 C 试验;
- 如果具备再起动联锁,C 试验期间,该联锁不工作;
- C 试验期间,要按下列要求之一对 ESPE 规定的检测能力进行验证:
  - a) ESPE 运行时,应按照 5.1.1.2 设置检测区并且 AOPDDR 与试块轴向间距离为 1.0 m;
  - b) 用测量值进行验证。

注: GB/T 19436.1—2004 中 5.4.2 的规定由上述内容补充后适用于本部分。

#### 5.4.4.1 振动

在试验结束时,应检查 AOPDDR,不存在损坏,包括光窗错位和/或裂缝等。通过试验应验证检测区相对检测平面的方向、尺寸和位置没有变化。

注: GB/T 19436.1—2004 中 5.4.4.1 的规定由上述内容补充后适用于本部分。

#### 5.4.4.2 碰撞

在试验结束时,应检查 AOPDDR,不存在损坏,包括光窗错位和/或裂缝等。通过试验应验证其检测区相对检测平面的方向、尺寸和位置没有变化。

注: GB/T 19436.1—2004 中 5.4.4.2 的规定由上述内容补充后适用于本部分。

#### 5.4.4.3 温度变化

ESPE 应经受依 GB/T 2423.22—2002 的 Na 试验,并应使用下列有关数值和条件:

- 低温  $T_A$ : -25 °C;
- 高温  $T_B$ : 70 °C;
- 4 个循环;
- 在温度循环期间,ESPE 不通电;
- 持续时间  $t_1$ : 60 min;
- 试验后,应检查 AOPDDR,不存在损坏,包括光窗错位和/或裂缝等的损坏;
- 应在按 GB/T 19436.1—2004 中 5.1.3.4 规定的试验环境中进行 B 试验,以检验 ESPE 能继续正常运行。

#### 5.4.4.4 锤击试验

##### 5.4.4.4.1 概述

ESPE 应经受依 GB/T 2423.55—2005 的 Eb 试验,并应使用下列有关数值和条件:

- 冲击 3 次;
- 用正常方式固定在刚性平面上;
- 不进行初始测量;
- 采用直接在检测平面上光窗中心处冲击的姿势;
- 在冲击期间,ESPE 不通电。

5.4.4.4.2 试验应在 5.4.4.3 温度变化试验完成之后,5.4.5 试验之前进行。5.4.4.4.3 试验应在 5.4.5 试验之后进行。

##### 5.4.4.4.2 正常运行

按 GB/T 2423.55—2005 对 ESPE 冲击后,应使用下列数值和条件检验其是否能继续正常运行。

- 冲击能量为 1.0 J;
- 试验后,应检查 AOPDDR 光窗,其不应出现包括光窗错位和/或裂缝的损坏;
- 应当把试块放置在每一个检测能力可能被冲击削弱的位置进行 B 试验。

##### 5.4.4.4.3 失效危险

按 GB/T 2423.55—2005 要求对 ESPE 进行锤击试验后,应按下列试验指标和条件试验其是否失效危险。

- 冲击能量为 2.0 J;
- 试验后,应检查 AOPDDR 光窗的错位和/或裂缝;
- 应当把试块放置在每一个检测能力可能被冲击削弱的位置进行 C 试验。

注: GB/T 19436.1—2004 中 5.4.4 的规定由上述 5.4.4.3 和 5.4.4.4 内容补充后适用于本部分。

#### 5.4.5 外壳

在 5.4.4 试验(5.4.4.3 除外)完成后,应按 GB 4208 对本部分 4.3.4 对防护等级的要求进行试验。其余要求应通过检查来验证。

注: GB/T 19436.1—2004 中 5.4.5 的规定由上述内容替换后适用于本部分。

#### 5.4.6 对 AOPDDR 接收元件以及其他光学部件的光干扰

##### 5.4.6.1 概述

对在 5.4.6.4、5.4.6.5 和 5.4.6.8 描述的 AOPDDR 接收元件以及其他光学部件光干扰的影响试验,除非另有规定,应按下列通用条件进行:

- 光源应放置在检测区和容差区之外;
- 光的照射方向应尽可能接近检测平面;
- 干扰光应沿着一个或多个接收元件的光轴方向照射;
- 干扰光强度的测量应在 AOPDDR 外壳所在的平面进行。

试验的布置应与 AOPDDR 特性相匹配,图 3g) 给出了适合对 AOPDDR 接收元件进行光干扰试验的试验布置。所有的光干扰试验应使用热试块(见 4.2.13.2)进行。在 B 试验和 C 试验期间,试块应以干扰光不被中断的方式引入检测区,然后,应在离开 AOPDDR 一定的距离以大约 0.1 m/s 的速度穿过检测区。

如果 AOPDDR 包含光学部件,这些光学部件不是用于可能受干涉光影响的传感功能或测量距离,则只进行 5.4.6.4.3、5.4.6.4.4、5.4.6.5.4、5.4.6.5.5 和 5.4.6.6.3 描述的试验。这些试验应对比图 3g) 所示的试验布置进行。应对其他光学部件的特性和预期功能进行分析,以便确定是否需要增加或综合其他试验条件来检测 ESPE 可能的失效危险(例如:存在光干扰的情况下通过污染监测方法来验证 ESPE 没有失效危险)。

注:其他光学部件包括随 AOPDDR 一起提供的发射器、接收器、反射器、镜头等。

光干扰试验总览见表 2。

##### 5.4.6.2 光源

试验用的光源如下:

- a) 白炽光源,具有下列特性的线性钨卤素(石英)灯:
  - 色温:3 000 K~3 200 K;
  - 额定输入功率:500 W~1 kW;
  - 额定电压:100 V~250 V 之间的任意值;
  - 电源电压:额定电压 $\pm 2\%$ ,48 Hz~62 Hz 正弦交流;
  - 标称长度:150 mm~250 mm。

灯应安装在抛物面反射器中,反射器的最小尺寸为 150 mm $\times$ 200 mm,有漫反射表面,反射率沿全波长 400 nm~1 500 nm 范围内,一致性误差为 $\pm 5\%$ 。

注:该光源产生的光束强度接近均匀,具有已知的光谱分布特性,并以两倍的电源频率调制。常用来模拟日光和工作场所的白炽光。

- b) 荧光源:具有下列特性的线性荧光灯管:
  - 尺寸:T8 $\times$ 1 200 mm(标称直径 25 mm);



——额定功率:30 W~40 W;

——色温:5 000 K~6 000 K。

与具有下列特性的电子镇流器一起使用:

——工作频率:30 kHz~40 kHz;

——额定功率与灯管相同。

灯管工作于额定电源电压 $\pm 2\%$ 范围内,不需要反射器或者漫反射器。

注:其他荧光源,例如所配电子镇流器的工作频率和规定不符时,可能导致不同的试验结果。因此,使用其他类型的荧光源或模拟不同荧光源效果的光源发生器,应考虑用于试验。

c) 频闪光源:使用氙频闪管的频闪源具有下列特性:

——闪光持续时间, $2\ \mu\text{s}\sim 20\ \mu\text{s}$ (在一半亮度点测量);

——闪光频率:5 Hz~200 Hz;

——色温:5 500 K~6 500 K。

注1:当测量平均照度时应注意,峰值会超过平均值。如果在例如相位、饱和等条件下,使用的测量仪器呈现出非线性特性时,将产生严重误差。如果在距离氙放电管不同处测量,可能会检测到这种效应,且测量结果也不符合平方反比律。

注2:其他的频闪光源,例如闪光持续时间和规定不符时,可能导致不同的试验结果。因此,如使用其他类型的频闪光源或模拟不同频闪光源效果的光源发生器,应考虑用于试验。

#### 5.4.6.3 试验顺序

试验顺序1:

- 1——ESPE 正常运行;
- 2——接通干扰光;
- 3——B 试验;
- 4——切断 ESPE 5 s 后,恢复供电,如果装有起动联锁,复位重新起动;
- 5——B 试验;
- 6——切断干扰光;
- 7——B 试验。

试验顺序2:

- 1——ESPE 正常运行;
- 2——接通干扰光;
- 3——重复 C 试验 1 min;
- 4——切断 AOPDDR 5 s 后,恢复供电,如果装有起动联锁的,复位重新起动;
- 5——重复 C 试验 1 min;
- 6——切断干扰光;
- 7——重复 C 试验 1 min。

试验顺序3:

- 1——ESPE 正常运行;
- 2——接通干扰光;
- 3——重复 C 试验时间 3 min。

表 2 光干扰试验总览

条款	试验相关项	光源	光强度 lx	测量位置	图	试验顺序	备注	
5.2.1.2.2	测量精度	白炽光	$E \leq 3\ 000^{1)}$	见 5.2.1.2.2	3b)或 3c)	—	对 AOPDDR 可按图 3b)提供测量值;可能要求用反射光的附加试验(见 5.2.1.2.2)	
5.2.1.2.3			$1\ 500 \leq E \leq 3\ 000^{1)}$	试块平面	3d)	—	用背景反射光	
5.2.1.2.4		频闪光	$E \leq 130^{1)}$		3e)或 3f)	—	对 AOPDDR 可按图 3e)提供测量值	
5.4.6.4.1	正常运行	白炽光	1 500	在 AOPDDR 接收器前	3g)	1	可能要求 5.4.6.4.1 的附加试验 a)和 b)	
5.4.6.4.2	失效危险		3 000	接收器前	—	2	必要时进行 5.4.6.4.2 的附加试验 a)和 b)	
5.4.6.4.3	正常运行		1 500	在“其他” 接收器前	—	—	1	a)
5.4.6.4.4	失效危险		3 000	接收器前	—	—	2	a)
5.4.6.5.2	正常运行	荧光	—	—	3g)	1	最小检测区,检测区+容差区 $\geq 0.2\text{ m}$	
5.4.6.5.3	失效危险		—	—		2	试块位于检测区的最远处	
5.4.6.5.4	正常运行		—	—	—	1	最小检测区,检测区+容差区 $\geq 0.2\text{ m}$	
5.4.6.5.5	失效危险		—	—	—	2	<sup>2)</sup> 试块位于检测区的最远处	
5.4.6.6.2	失效危险		频闪光	—	在 AOPDDR 接收器前	3g)	3	a)
5.4.6.6.3		—		在“其他” 接收器前	—			
5.4.6.7.2	正常运行	同类 AOPDDR	—	—	3b)	—	如果安装受限制/A 试验没有试块,则不必做	
5.4.6.7.3	失效危险		—	—	—	—	OSSD 没有 ON 状态	

<sup>1)</sup> AOPDDR 保持正常运行的最大强度。  
<sup>2)</sup> 对其他光学部件的干扰试验。

## 5.4.6.4 光干扰——白炽光

## 5.4.6.4.1 正常运行——对 AOPDDR 接收元件的干扰

ESPE 应经受按 5.4.6.3 的试验顺序 1,用 5.4.6.2 规定的能够产生光强度为  $1\ 500\text{ lx} \pm 10\%$  的白炽光源的试验。当试验顺序要求 ESPE 处在 OFF 状态时,其不应转为 ON 状态。如果试验顺序要求 ESPE 处在 ON 状态,但却转为 OFF 状态,则应进行下列附加试验 a)和 b)。

- 按 5.4.6.3 的试验顺序 1,用 5.4.6.2 规定的能够产生光强度为  $1\ 500\text{ lx} \pm 10\%$  的白炽光源进行试验期间,ESPE 应继续正常运行。光源应尽可能靠近检测平面放置而不会被 ESPE 检测到。
- 用 5.4.6.2 规定白炽光源,按 5.4.6.3 的试验顺序 1 进行试验期间,ESPE 应继续正常运行。光源应放置在检测平面上,ESPE 和光源之间的距离应为 ESPE 能够通过 A 试验的最小距离。



如果在 AOPDDR 接收器前测量的光强小于 1 500 lx,则随同文件中应包含关于避免白炽光源干扰的说明(见第 7 章 ppp)项)。

#### 5.4.6.4.2 失效危险——对 AOPDDR 接收元件的干扰

用 5.4.6.2 规定产生强度为  $3\,000 \times (1 \pm 10\%)$  lx 的白炽光源,按 5.4.6.3 的试验顺序 2 进行试验期间,ESPE 不应出现失效危险。如果光源放置在检测区或容差区内进行本试验,应进行下列附加试验 a)和 b)。

- 用 5.4.6.2 规定产生光强度为  $3\,000 \times (1 \pm 10\%)$  lx 的白炽光源,按 5.4.6.3 的试验顺序 2 进行试验期间,ESPE 不应出现失效危险。光源应尽可能靠近检测平面放置而不会被 ESPE 检测到。
- 用 5.4.6.2 规定白炽光源,按 5.4.6.3 的试验顺序 2 进行试验期间,ESPE 不应出现失效危险。光源应放置在检测区或容差区以外的检测平面上,但要靠近容差区的边界。试块沿轴向放置在检测区最远的边界处进行 C 试验。

#### 5.4.6.4.3 正常运行——对其他光学部件的干扰

用 5.4.6.2 规定产生光强度为  $1\,500 \times (1 \pm 10\%)$  lx 的白炽光源,按 5.4.6.3 的试验顺序 1 进行试验期间,ESPE 应继续正常运行。

#### 5.4.6.4.4 失效危险——对其他光学部件的干扰

用 5.4.6.2 规定产生光强度为  $3\,000 \times (1 \pm 10\%)$  lx 的白炽光源,按 5.4.6.3 的试验顺序 2 进行试验期间,ESPE 不应出现失效危险。

#### 5.4.6.5 光干扰——荧光

##### 5.4.6.5.1 概述

试验应随三种变化进行,采用灯管中部和两端(阳极和阴极区)发出的光线。

注:使用荧光光源试验的目的之一是检验 AOPDDR 对高紫外辐射的敏感性。

##### 5.4.6.5.2 正常运行——对 AOPDDR 接收元件的干扰

试验应在可能最小的检测区进行,但检测区加上容差区范围不得小于 0.2 m。用 5.4.6.2 规定的荧光源,按 5.4.6.3 的试验顺序 1 进行试验期间,ESPE 应继续正常运行。荧光源应放置在检测区或容差区以外,但要靠近容差区的边界。

##### 5.4.6.5.3 失效危险——对 AOPDDR 接收元件的干扰

试验应在可能最大的检测区进行。用 5.4.6.2 规定的荧光源,按 5.4.6.3 的试验顺序 2 进行试验期间,ESPE 不应出现失效危险。荧光源应放置在距离 AOPDDR 外壳 0.2 m 远的检测平面上。将试块沿轴向放置在检测区最远的边界处进行 C 试验。

注:在该试验期间,荧光灯可能会作为目标物而被检测到。

##### 5.4.6.5.4 正常运行——对其他光学部件的干扰

试验应在可能最小的检测区进行,但检测区加上容差区范围应不得小于 0.2 m。用 5.4.6.2 规定的荧光源,以及按 5.4.6.3 的试验顺序 1 进行试验期间,ESPE 应继续正常运行。荧光源应放置在距离 AOPDDR 外壳 0.2 m 远的其他光学部件能被干扰光影响的检测平面上。如果该平面与 AOPDDR 的检测平面相一致,荧光源应尽可能靠近 AOPDDR,但不得小于 0.2 m,灯体不被检测到。

##### 5.4.6.5.5 失效危险——对其他光学部件的干扰

试验应在最大的检测区进行。用 5.4.6.2 规定的荧光源,按 5.4.6.3 的试验顺序 2 进行试验期间,ESPE 不应出现失效危险。荧光源应放置在距离 AOPDDR 外壳 0.2 m 远的其他光学部件能被干扰光影响的检测平面上。将试块沿轴向放置在检测区最远的边界处进行 C 试验。

注:在该试验期间,灯体作为目标物可能被检测到。

#### 5.4.6.6 光干扰——频闪光

##### 5.4.6.6.1 概述

进行试验时,频闪源的闪光频率应在 3 min 内从 5 Hz 线性增加到 200 Hz。在该时间段内应连续地重复 C 试验。应在 50 Hz 时测量光强度。由于闪光的峰值功率与使用的频闪光源的闪光持续时间

无关,光强值与持续时间  $10\ \mu\text{s}$  矩形选通脉冲有关。试验期间闪光管的位置应固定。

#### 5.4.6.6.2 失效危险——对 AOPDDR 接收元件的干扰

用 5.4.6.2 规定产生平均强度为  $130 \times (1 \pm 10\%) \text{lx}$  的频闪光源,按 5.4.6.3 的试验顺序 3 进行试验期间,ESPE 不应出现失效危险。

#### 5.4.6.6.3 失效危险——对其他光学部件的干扰

用 5.4.6.2 规定产生平均强度为  $130 \times (1 \pm 10\%) \text{lx}$  的频闪光源,按 5.4.6.3 的试验顺序 3 进行试验期间,ESPE 不应出现失效危险。

#### 5.4.6.7 来自相同设计发射元件的光干扰

##### 5.4.6.7.1 概述

为了试验相同设计的 AOPDDRs 之间的干扰,应将两个器件放置在经过分析确定的反映最恶劣条件的位置和角度。图 3h) 所示为该试验的可能配置。

注 1: 对于 5.4.6.7.3 试验,其最恶劣条件可能包括最大检测区、AOPDDR 相对安装方位以及试块放置在如图 3h) 所示光束中心线的附近等。

注 2: 对于 5.4.6.7.2 和 5.4.6.7.3 试验,应对器件进行精确定位,使一个 AOPDDR 发射器光束准确照射在另一个 AOPDDR 的接收元件上。可用于红外照相机精确定位。

##### 5.4.6.7.2 正常运行

使用信息可包含避免两个或多个相同设计的 AOPDDR 之间干扰的说明指南(例如通过特殊安装)。如果 AOPDDR 的供方没有给出安装限制,应使用两个 ESPE 进行 4 h 的 A 试验。试验时应按图 3h) 所示,将相同设计中的一个 AOPDDR 发射元件发出的光直接照向另一个 AOPDDR 的接收元件,不用试块。

##### 5.4.6.7.3 失效危险

当按图 3h) 要求,将具有相同设计中的一个 AOPDDR 发射元件发出的光直接照向另一个 AOPDDR 的接收元件,ESPE 不应出现失效危险。应对这两个 ESPE 进行 4 h 的试验,试验期间无一器件应转为 ON 状态。

#### 5.4.7 污染干扰

##### 5.4.7.1 概述

阻止污染干扰的抗扰度试验应通过模拟斑点状污染和均匀污染试验来进行。5.4.7.2 和 5.4.7.3 中所列的试验可能不足以包含所有监测污染的方法。在这种情况下,应进行对规定检测能力进行验证的附加试验。例如,可能需要考虑参照物反射率的变化或光学部件发射能力的变化。特别应注意温度对污染监测方法的影响。

##### 5.4.7.2 用不透光试验点的污染试验

抗斑点状污染的抗扰度应按下列要求试验:

——斑点状污染应采用三个不同直径的不透光圆试验点来模拟:

- 在外壳平面内发射器光束直径(平均)的一半;
- 在外壳平面内接收器光束直径(平均)的一半;
- 10 mm。

——试验点在发射器光束波长内的漫反射系数应在 18%~20% 范围内。

——试验期间,试验点应放置在 AOPDDR 检测能力范围内的任意位置。

——试验模拟的斑点污染是否会导致 OSSD 在 5 s 内转为 OFF 状态,或者是否没有降低规定的检测能力。

——当模拟的污染导致 OSSD 进入 OFF 状态时,应通过试验验证,触发再启动联锁(若适用)或重新通电也不会引发 OSSD 重新进入 ON 状态。如果装有再启动联锁,当除去模拟的污染时,



OSSD 应停留在 OFF 状态。

注 1: 适用于本部分的目的是高斯激光束的直径用  $1/e^2$  光强值来定义。

注 2: 适用于本部分的目的是接收器光束的直径定义为在光轴平面中接收器镜片的口径。

#### 5.4.7.3 发射器和接收器光束区的模拟污染试验

抗均匀污染的抗扰度应按下列要求试验:

- 均匀污染可使用灰色的网目箔板来模拟,其网线密度大于每毫米 4 条线。这种箔板产生的反射不至于影响试验结果。
- 对有曲线光窗的 AOPDDR,箔板应覆盖外壳光窗的发射器和接收器光束区的  $45^\circ$  弧形区。对于有平面特性光窗的 AOPDDR,箔板应覆盖外壳光窗的发射器和接收器光束区的 25%,但在外壳平面中至少应覆盖接收器光束的大小。
- 试验期间,箔板应放置在与 AOPDDR 检测能力有关的发射器和接收器光束区内的任意位置,详见图 5。
- 试验超过供方规定限值的均匀污染是否会导致 OSSD 在 5 s 内转为 OFF 状态。
- 当 AOPDDR 检测系统接收的信号能量被模拟的均匀污染削弱达 30% 时,是否能继续正常工作。
- 当模拟的污染导致 OSSD 的 OFF 状态时,应通过试验以验证触发再起动联锁(若适用)或重新通电也不会导致 OSSD 的 ON 状态。如果装有再起动联锁,当除去模拟的污染时,OSSD 应停留在 OFF 状态。

注 1: 可采用等效材料来模拟均匀污染。

注 2: 在某些应用中,例如在灰尘环境中,AOPDDR 的安装位置和方向可影响其光窗上灰尘的积累速度。

#### 5.4.8 背景干扰

如果背景影响在检测区内的测量,供方应标识有关背景影响最恶劣的状况。

包含背景对检测能力影响的试验应按 5.2.1.2 和表 1 的要求进行,并采用下列背景:

- a) 反射系数  $\geq 3\ 300\ \text{cd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$  的直角反射器;
- b) 反射系数为 1.8%~5% 的漫反射器;
- c) 反射率在 a) 和 b) 之间的其他相关背景材料,如果预计该背景对检测能力有更大影响的话,应该通过测量确定最恶劣条件时试块与背景之间的距离。

如果供方规定由 AOPDDR 监测最大反射率,应通过试验以验证背景反射率超出规定的最大反射率时,将在规定的响应时间内引发 OSSD 的 OFF 状态。在这种情况下,应进行按照上述 a) 的背景干扰试验并以规定的最大反射率进行。当检测区未被贯穿时, OSSD 应保持 ON 状态,用直角反射器代替试验。

#### 5.4.9 人工干扰

##### 5.4.9.1 采用不透光试验点的试验

抗人工干扰的抗扰度试验应按下列要求进行:

- 斑点状人工干扰应采用两个不透光的直径为 15 mm 的试验圆点来模拟。第一个圆点针对发射器光束波长的漫反射系数为 18%~22%。第二个应该是直角反射器,其反射系数应  $\geq 3\ 300\ \text{cd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 。
- 试验期间,圆点应放置在 AOPDDR 检测能力受限区内的任意位置(见 4.1.4)。
- 应进行试验以验证模拟的人工干扰在 5 s 内引发 OSSDs 的 OFF 状态,或没有降低检测能力。
- 当模拟的人工干扰导致 OSSDs 的 OFF 状态时,应通过试验以验证触发再起动联锁(若适用)或重新通电也不会引发 OSSDs 的 ON 状态。如果装有再起动联锁,当除去模拟的人工干扰时,OSSDs 应停留在 OFF 状态。

如果装置按 5.4.8 最后一段所描述的设计,第二个试验应采用低反射率的试验点进行。试验点应

有能保持 AOPDDR 正常运行的最大反射率。

注 1: 这些试验用一些小物体,如胶带或香烟打火机,来模拟人工干扰。

注 2: 按 5.4.7.2 要求的用不透光的试验点进行的污染干扰试验也适合于抗人工干扰的抗干扰度试验。

#### 5.4.9.2 AOPDDR 被遮挡的人工干扰试验

抗遮挡抗扰度试验应按下列要求进行:

——遮挡用材料的反射系数应如黑试块、白试块和向后反射试块的定义(见 4.2.13)。

——应采用如上定义的材料在检测能力受限区(见 4.1.4)内进行试验,用下列一项遮挡:

- 有弧形光窗的 AOPDDR,外壳光窗呈 90°弧形;
- 有光平特性光窗的 AOPDDR,外壳光窗的 50%,至少将一个接收器光束覆盖住。

——如果使用的遮盖材料在响应时间内未被检测到,OSSDs 应在 5 s 内转为 OFF 状态,并保持到遮盖物被移走。

——当模拟的人工干扰导致 OSSDs 的 OFF 状态时,应通过试验以验证触发再起联动锁(如果有的话)或重新通电也不会引发 OSSD 重新进入 ON 状态。如果装有重新起动联锁,当除去模拟的人工干扰时,OSSD 应停留在 OFF 状态。

——如果这种遮盖未被检测到,遮盖比上述规定更大的角度或面积应进行附加试验。

#### 5.4.10 在检测区内的光遮蔽

检测区内抗光遮蔽的抗扰度试验应按下列要求进行:

——模拟光遮蔽的物体应为有效长度至少是 0.3 m 的圆柱体。试块表面的漫反射系数对发射器光束波长是 18%~22%。

——试验期间,应使光遮蔽物体垂直于 AOPDDR 检测区平面。

——除非按 4.3.9 分析后另行确定,否则光遮蔽物体的直径应为 5 mm。

——适当时,检测区应设置为最大。

——在检测区内,光遮蔽物体应尽可能放置在 AOPDDR 附近,同时 OSSD 处在 ON 状态。

——进行 B 试验时应使用黑试块(见 4.2.13.2)。

——应进行 B 试验来以检验存在光遮蔽时,仍保持规定的检测能力。黑试块在穿过光遮蔽物体的光阴影移动时应尽可能靠近光遮蔽物体,并保持规定的最大检测距离。

——当 4.3.9 分析表明下列因素能够影响对光遮蔽的抗扰度时,应进行附加试验:

- 光遮蔽物体与 AOPDDR 之间的距离,除上文规定外;
- 检测区的尺寸,除最大值外;
- 光遮蔽物体与试块之间的其他距离;
- 在距离 AOPDDR 不同处,遮蔽物体的直径不同;
- 在 AOPDDR 前方光遮蔽物体的不同检测(例如不同的角度)和/或
- 光遮蔽物体的数量超过 1 个。

注: GB/T 19436.1—2004 中 5.4 的规定由上述 5.4.6、5.4.7、5.4.8、5.4.9 和 5.4.10 内容补充后适用于本部分。

## 6 标识标志和安全使用标志

### 6.1 概述

注: GB/T 19436.1—2004 中 6.1 的规定由下述内容补充后适用于本部分。

k) 检测平面的指示。

GB/T 19436.1—2004 中 6.1 的 b)、c) 和 d) 要求的标志可有选择性地随同文件中给出。

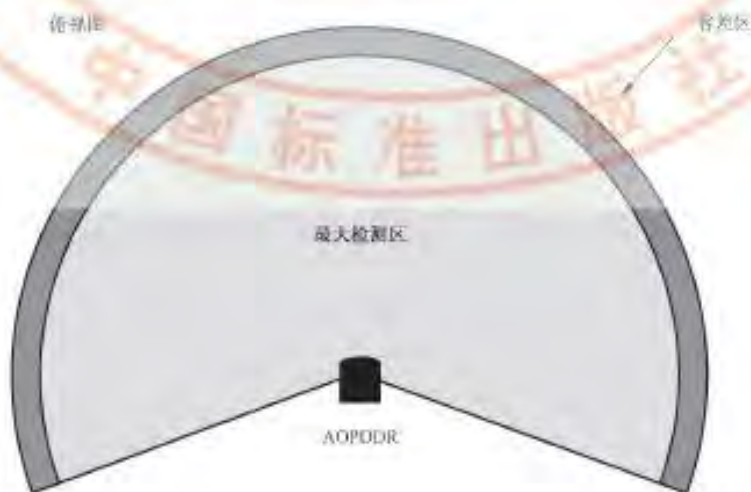
## 7 随同文件

GB/T 19436.1—2004 中第 7 章按下列补充后适用于本部分:



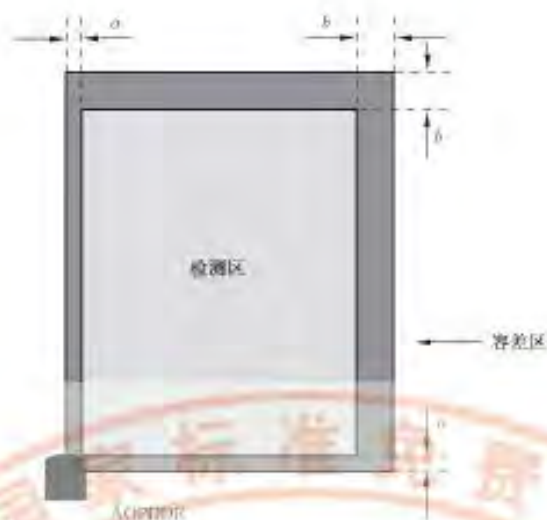
随同文件应包含下列信息(适用时):

- aaa) 容差区的应用示例。
- bbb) 最大和最小检测区的尺寸和容差区,以及确定检测范围起点的有关信息。
- ccc) 检测区边界和周围非检测环境之间所需最小距离的有关信息,例如,为了保证可靠运行与墙或机械部件的距离。
- ddd) 检测区设置的说明和 AOPDDR 其他可选功能的详情,如果这些选择功能适用,在本部分的附录 A 中描述。
- eee) 如果没有参考边界功能,按本部分附录 A 的要求,应说明 AOPDDR 不能做为整体行程器件使用。
- fff) 有关 AOPDDR 在烟尘和镜面反射中性能的信息。
- ggg) 如果 AOPDDR 附加的机壳中使用时,检测能力如何受到影响的有关信息。例如,附加的机壳可能影响检测能力和检测区。
- hhh) 如果应用适当,建议在地面上标识检测区。
- iii) 如何在文档中记录检测区的设置连同数据,AOPDDR 的编号和责任人的标识。
- jjj) 如果 AOPDDR 在正常运行期间,会受等同设计的其他 AOPDDR 的影响,则按 4.3.5 和 5.4.6.7.2 的安装限制。
- kkk) 关于本部分未包含的,以及受外部影响会降低规定检测能力的有关信息。例如,可以包括焊接飞溅,红外线遥控设备、不同的荧光和频闪源,雪、雨、污染和热对流。
- lll) 需要定时检查视窗损坏的有关信息(依应用)。
- mmm) 需要定时检查 AOPDDR 安装是否正确的有关信息(依应用)。
- nnn) 如适用,关于为避免激光辐射的影响而采取措施的信息。
- ooo) 如果 AOPDDR 有检测能力受限区,则按 4.1.4 要求的信息。
- ppp) 当按 5.4.6.4.1b) 的要求时,提供有关避免白炽光源干扰的信息。该信息应包含可能会影响 AOPDDR 的光源的例子,以及 AOPDDR 和这些光源之间的适当距离。
- qqq) 在 AOPDDR 的检测区内具有最小可检测尺寸的物体(见 1.2.12.3),沿最恶劣情况的方向以最大速度的有关信息。



注:为了 AOPDDR 的应用,也许需要考虑与容差区可能有关的部件尺寸,例如试块和光束位置(见图 1b)“a”)。

图 1a) AOPDDR 最大检测区的示例



注1: 试块的直径和光斑位置的示例对应于“a”值;

注2: 距离测量精度的示例对应“b”值。

图 1b) AOPDDR 检测区示例

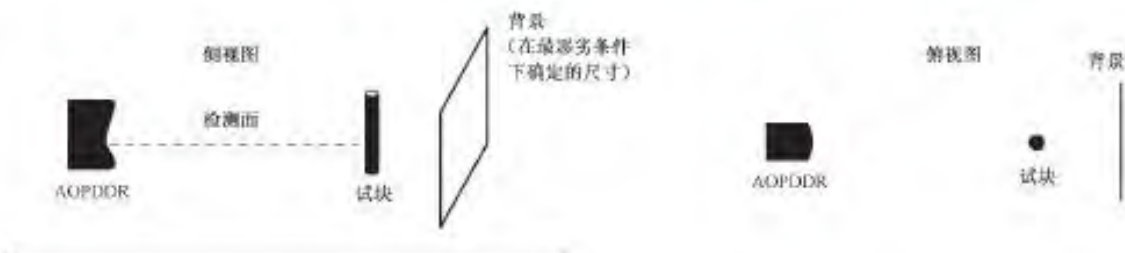


注1: 本图表示用于确定黑试块反射率的调查结果;

注2: 测量几何形状,例如,“0/5”表示 $0^\circ$ 入射角和 $5^\circ$ 观测角。入射角表征与人射光方向有关的试验材料的倾角位置。观测角是试验材料的观测方向不同于入射光的方向的角度。

图 2 材料的最小漫反射率





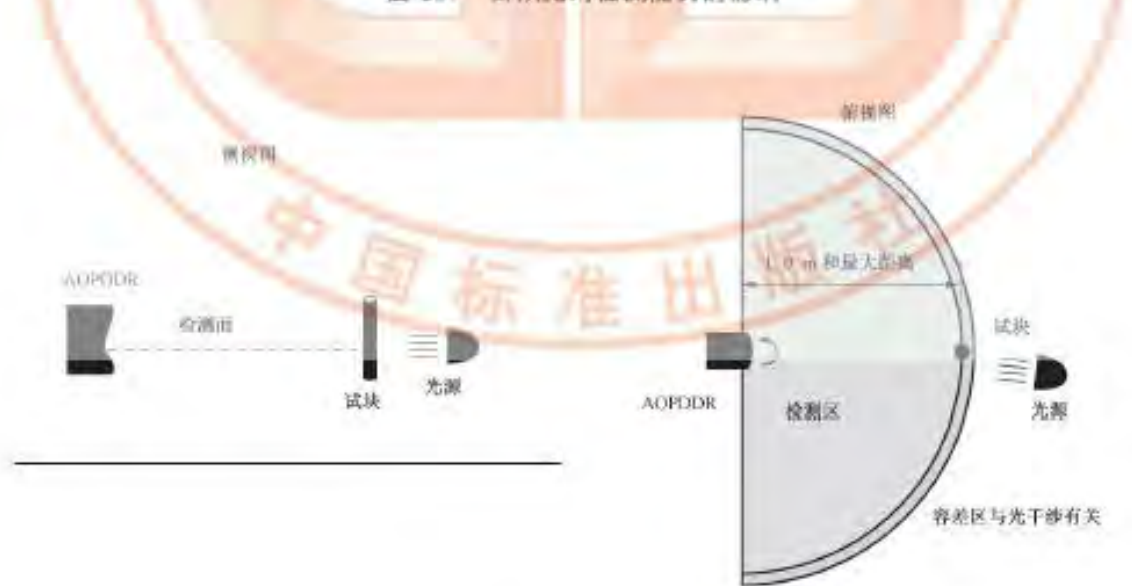
注：图 3a) 表示适用于 5.4.8 试验可能的配置。

图 3a) 背景对检测能力的影响——例 1



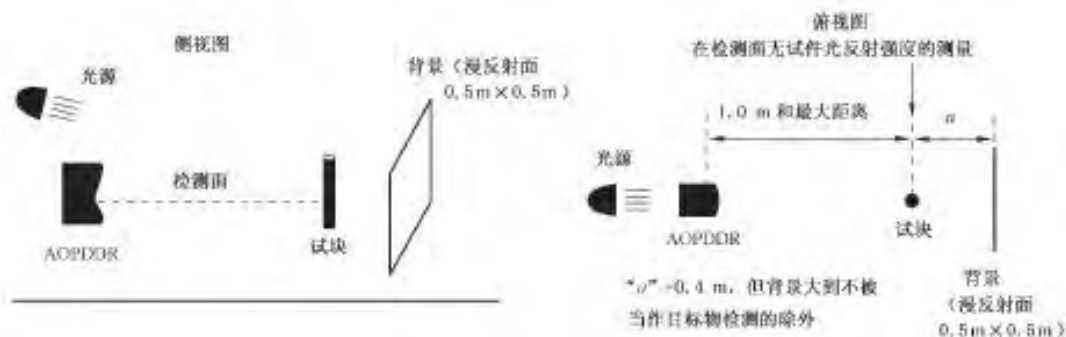
注：图 3b) 表示适用于 5.2.1.2.2 试验可能的配置。

图 3b) 白炽光对检测能力的影响



注：图 3c) 表示适用于 5.2.1.2.2 试验可能的配置。

图 3c) 白炽光对检测能力的影响——例 2



注1: 图 3d) 表示适用于 5.2.1.2.3 试验可能的配置。

注2: 图 3d) 没有表示检测区, 因为本例是对正在试验的测量精度的影响。

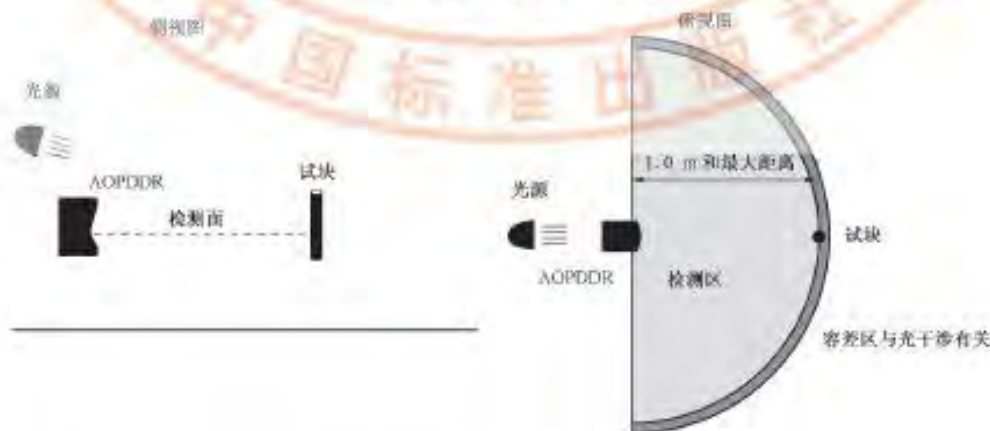
注3: 用于本试验的背景反射系数在 AOPDDR 自身使用的波长范围内不应变化。

图 3d) 背景反射光对检测能力的影响



注: 图 3e) 表示适用于 5.2.1.2.4 试验可能的配置。

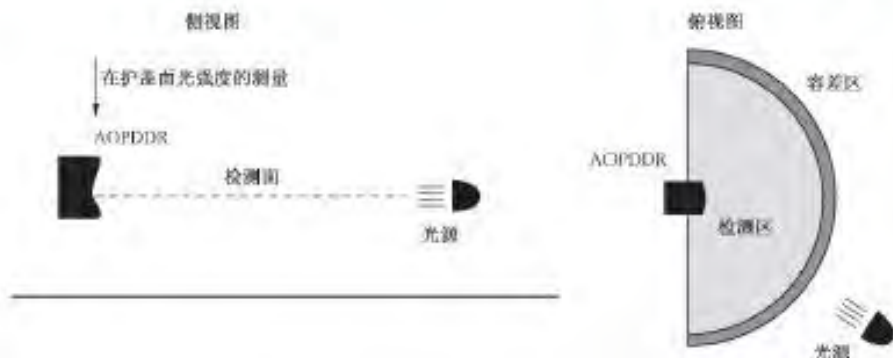
图 3e) 频闪光对检测能力的影响——例 1



注: 图 3f) 表示适用于 5.2.1.2.4 试验可能的配置。

图 3f) 频闪光对检测能力的影响——例 2





注：图 3g) 表示适用于 5.4.6.4.1, 5.4.6.4.2, 5.4.6.5.2, 5.4.6.5.3 和 5.4.6.6.2 试验可能的配置。

图 3g) 光干涉试验

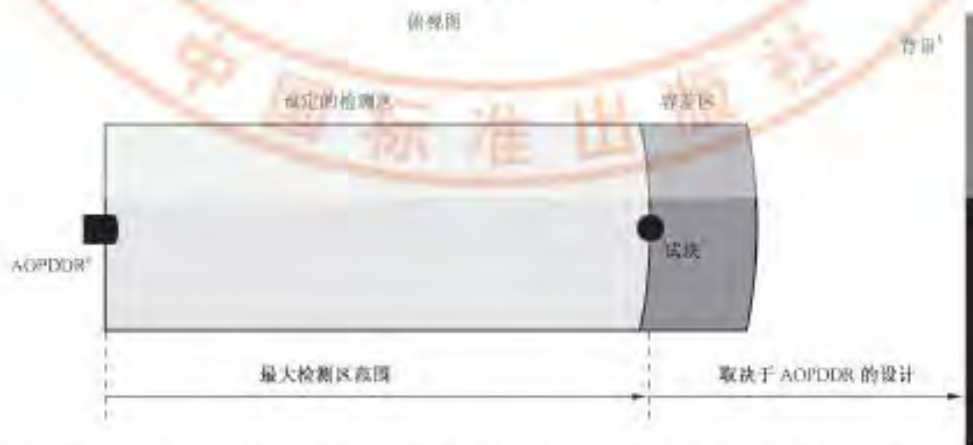


注：图 3h) 表示适用于 5.4.6.7.2 (没有试块) 和 5.4.6.7.3 试验可能的配置。

<sup>a</sup> 本试验的容差区应符合试验环境；

<sup>b</sup> 试块是在两个 AOPDDR 的检测区内。

图 3h) 等同设计的两个 AOPDDRs 间的干涉

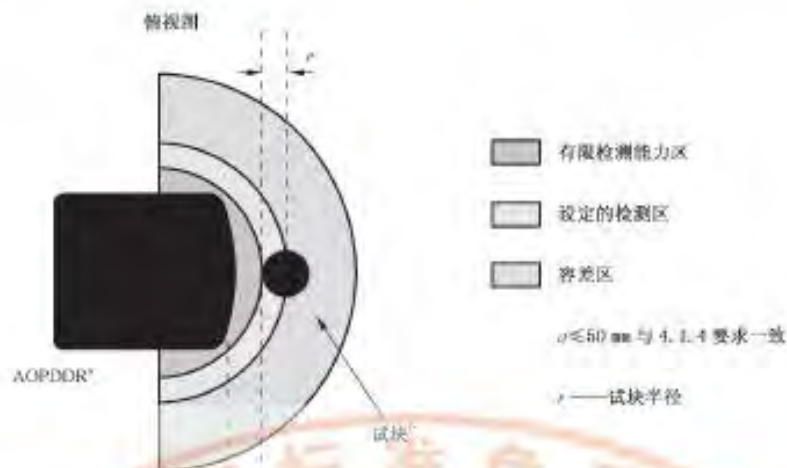


<sup>a</sup> AOPDDR 伴有，例如在光窗上有最大的未检测出的均匀和斑点状污染和元件老化引起的退化等。

<sup>b</sup> 有最恶劣情况反射率的背景(如果背景干扰测量值)。

<sup>c</sup> 黑试块将比白试块导致较低的信噪比(S/N)。

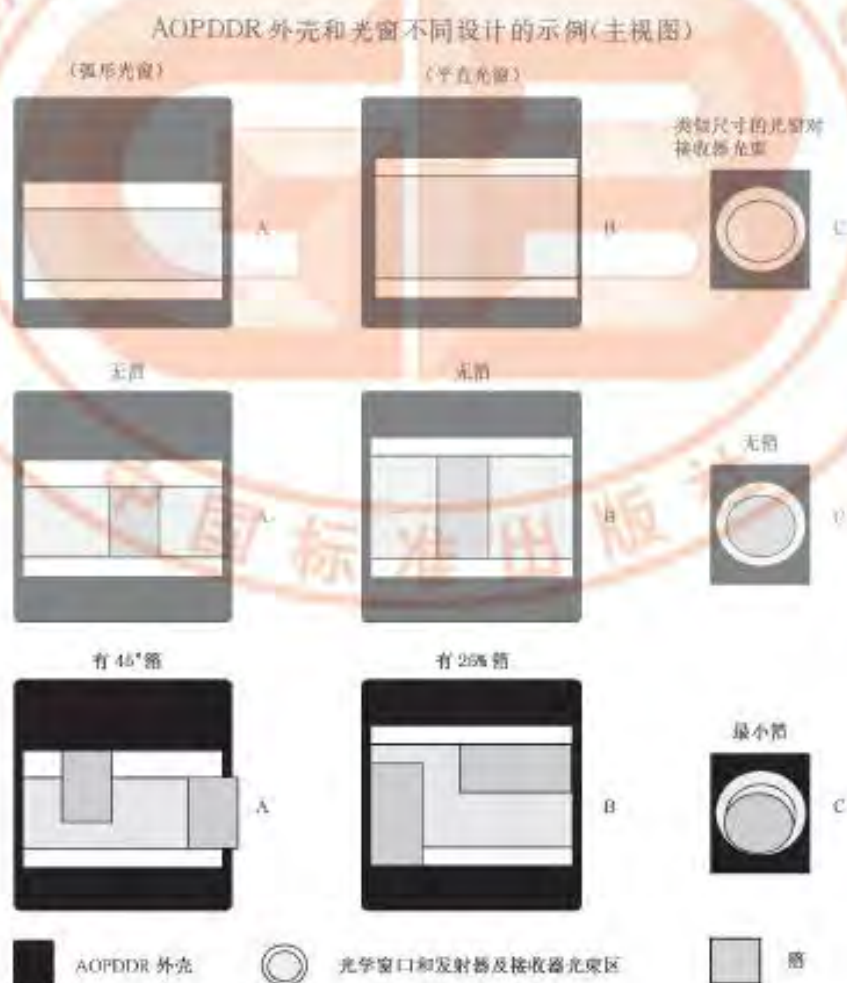
图 4a) 耐用度试验配置——例 1



\* AOPDDR 伴有，例如在光窗上有最大的未检测出的均匀和斑点状污染和元件老化引起的退化等。

<sup>b</sup> 黑试块将比白试块导致较低的信噪比(S/N)。

图 4b) 耐用度试验配置——例 2



注：图 5 表示用去模拟均匀污染的位置。

图 5 均匀污染试验



## 附录 A

### (规范性附录)

### ESPE 的光学功能

GB/T 19436.1—2004 的附录 A 按下列修改后都适用于本部分:

注 1: GB/T 19436.1—2004 中 A.8 章、图 A.1 和图 A.2 不适用本部分。

注 2: GB/T 19436.1—2004 中的附录通过如下内容补充后适用于本部分。

#### A.9 检测区和/或其他有关安全参数的设置

##### A.9.1 功能要求

检测区和/或其他有关安全参数的设置应使用工具进行,该工具能被用作例如保护软件结构程序的口令。

如果用个人计算机或等效的配备未经试验的专用硬件和/或软件,应使用专用程序设置检测区。该程序应遵照相关计算机标准(也见 GB/T 19436.1—2004 中 4.2.11)。AOPDDR 供方提供的使用软件程序应仅可能用于设定检测区。

程序应包括输入参数到 AOPDDR 并转发到配置单元(例如,个人计算机)的确认和用户后续的确认为。

该配置程序应被用在所有相关安全的设置,例如响应时间的设置。

注:有关安全参数的设定仅应由有资格的人员进行。

##### A.9.2 校验

检测区或其他有关安全参数的设置应按如下要求进行验证:

a) 各配置参数(最大、最小和典型值)功能设置正确性的校验。

注:应考虑配置工具(例如,个人计算机)屏幕显示的检测区和 AOPDDR 的实际检测区之间可能存在差异。

b) 检查似乎可信的配置参数的校验,例如使用无效数值等。

c) 校验符合相关标准(见 GB/T 19436.1—2004 中 4.2.11 或其他相关标准)要求的由用户进行设置的利用和方法。

d) 就检测区的校验而言,是指:

——运行期间检测区尺寸会变化;

——用于确定检测区尺寸的数据或信号,其产生和处理的方式是单一故障不应导致安全功能的丧失;

——这类被检测的单一故障,并引发 OSSDs 在 AOPDDR 的响应时间内保持或转入 OFF 状态。

#### A.10 多检测区的选择

##### A.10.1 功能要求

如果 AOPDDR 有多个相关安全检测区,单一故障不应导致非预期地从一个选择的检测区变到另一个检测区。命令要求触发另一个检测区或附加的检测区时,防止预期的从一个选择检测区变到另一个检测区或防止附加的相关安全检测区将引发 OSSDs 转为 OFF 状态的单一故障。在这种情况下应保持规定的响应时间。如果检测区的尺寸在线变化,这些要求同样适用,例如由于外部的输入,检测区的激活应受 AOPDDR 的监控,用户应在受 AOPDDR 监控下设置的检测区的激活顺序。如果检测到不正确的激活检测区顺序,AOPDDR 应通过进入锁住的状态下响应。

注:自动选择的相关安全检测区不是抑制功能(见 GB/T 19436.1—2004 中 A.7 章)。

## A. 10.2 校验

多检测区选择功能的要求应按下列校验：

- 确认选择的有源检测区不会导致在单一故障情况下丧失安全功能。确认单一故障被检测到，并引发 OSSDs 在 ESPE 的响应时间内保持 OFF 状态或转为 OFF 状态。
- 确认公共模式的故障不会导致检测区钝化或变化。
- 确认不同检测区之间转换的情况下，保持 ESPE 规定的响应时间。
- 确认在受 AOPDDR 监控下用户设置的检测区的激活顺序。
- 确认当与用户设置激活不一致的检测区顺序，AOPDDR 转为锁住状态。

注：需要考虑在不同检测区之间的转换瞬间，人们可能已在检测区内。

## A. 11 检测区的自动设置

### A. 11.1 功能要求

如果 AOPDDR 有自动设置检测区的可能性，只在通道内，沿着检测区边界，最大宽度为 0.75 m，至少一次贯穿检测区的所有部分，确认后，检测区的设置应有效。通道应在检测区内。

自动设置的检测区并非不能使用工具。这种工具可能是软件配置程序的保护密码。

当确定自动设置检测区的精度范围内时，本部分所列的所有条件应考虑，特别是环境参数。

### A. 11.2 校验

自动设置检测区功能要求应按下列检测：

- 按 A.9.2 的 a)、b) 和 c) 进行检测。
- 检测是否满足自动设置检测区的要求，只在通道内，沿着检测区边界，最大宽度为 0.75 m，至少一次贯穿检测区的所有部分。
- 确认工具（例如：软件配置程序的保护密码）能自动设置检测区是必要的。

## A. 12 AOPDDR 用作整体行程装置

### A. 12.1 功能要求

在应用中，如果 AOPDDR 用于对检测平面的近似角度超过  $\pm 30^\circ$  时，AOPDDR 应采用参考边界监视。如果 AOPDDR 与参考边界之间的最大距离大于 4.0 m，那么大于 100 mm 检测区的位移应被检测到。

注：每个目标宽度被限制所形成的参考边界（见图 AA-3 尺寸“a”）允许达到  $\leq 200$  mm。

如果检测区被贯穿或测量值超过参考边界和容差区宽度之和，OSSDs 应转为 OFF 状态。

如果容差区值  $> 200$  mm，AOPDDR 不应用作整体行程装置。

AOPDDR 的响应时间应足够短，以确保当人穿过检测区时能被检测到。

### A. 12.2 检验

检验内容如下：

- 随同文件所包含使装置符合 A.12.1 要求的必要信息。
- 如果检测区被贯穿或测量值超过参考边界和容差区宽度之和，OSSDs 应转为 OFF 状态。
- 容差区  $\leq 200$  mm。
- AOPDDR 的响应时间应足够短，以确保当人穿过检测区时能被检测到。



附录 B

(规范性附录)

影响 ESPE 电气装置单一故障的类别

GB/T 19436.1—2004 的本附录适用于本部分。

附录 C

(资料性附录)

参考文献

GB/T 19436.1—2004 的附录 C 按下列补充后适用于本部分:

IEC 61508-1:1998 电工、电子和电子可编程控制器相关安全系统的功能安全 第 1 部分:一般要求

ISO/TR 12100-1:1992 机械安全 基本概念与设计通则 第 1 部分:基本术语、方法学

ISO 14121:1999 机械安全 风险评价的原则

EN 999:1998 机械安全 有关人体部位接近速度的保护装置的定位

EN 1525:1997 工业车辆的安全 无人驾驶车辆及其系统



中国标准出版社

## 附录 AA

(资料性附录)

## AOPDDR 不同应用的示例

## AA.1 概述

当使用 AOPDDR 时,应考虑下列几点:

- 1) 应进行危险识别和风险评价(见 ISO/TR 12100-1 和 ISO 14121)。
- 2) 应对是否合理使用 AOPDDR 保护装置进行检查,并考虑现行的机械标准。本部分 AOPDDR 的定义不适用于手和手指的保护。
- 3) 应对 AOPDDR 随同文件是否满足应用要求进行检查,应给出下列注意事项:
  - 环境条件(室内/室外使用、烟、雨、雪、温度等);
  - 目标物的反射率(例如,无法确保产生镜似反射的物体检测);
  - 背景干扰;
  - 物体或人的运动速度;
  - 阴影区(阴影区出现在固定物体后面,人在阴影区内不能被 AOPDDR 检测到)。
- 4) 应按本附录的示例和 AOPDDR 的随同文件计算出最小安全距离。
- 5) 应检查最后的安装以确定进入危险区 AOPDDR 能检测到。

## AA.2 AOPDDR 在机械使用的示例(见图 AA.1)

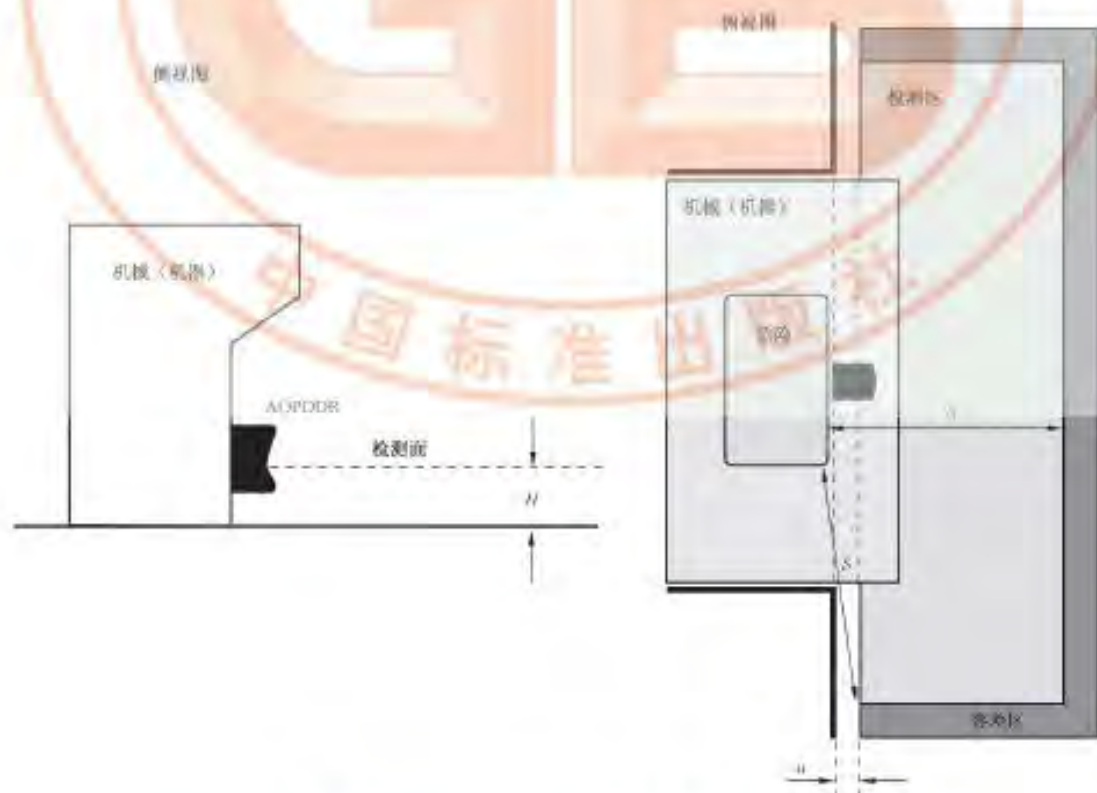


图 AA.1 AOPDDR 在机械(机器)上使用的示例



最小安全距离  $S$  按下列公式进行计算, 并应符合 EN 999:1998 中的 6.2 的要求。

$$S = (K \times T) + C$$

$$C_{\text{obj}} = 850 \text{ mm}$$

$$S = (1\,600 \text{ mm/s}) \times T + (1\,200 \text{ mm} - 0.4H)$$

$$H_{\text{obj}} = 15(d - 50 \text{ mm})$$

$$T = T_{\text{AOPDDR}} + T_{\text{MACHINE}}$$

当设置检测区时, 容差区数值应加上安全距离  $S$ 。

$\alpha$  值应足够小, 以确保试块的检测距离为  $S$  与容差区之和。试块的直径按  $d = H/15 + 50 \text{ mm}$  (见 EN 999:1998 中的 6.2 公式(8)) 进行确定。

#### AA.3 AOPDDR 在自动导向车辆 (AGV) 上使用的示例 (见图 AA.2)



图 AA.2 AOPDDR 在 AGV 上使用的示例

确定最小安全距离  $S$  应考虑: 例如 AGV 的最大速度、AOPDDR 的响应时间和 AGV 的刹车距离。

使用 AOPDDR 作为 AGV 的保护装置可要求有附加的检测区。附加检测区数值的确定应考虑: 例如前面没有自由空间的 AGV、人的移动速度或刹车效率降低。当设置检测区时, 容差区和要求附加检测区的数值应加上安全距离  $S$ 。

检测平面高度  $H$  应尽可能靠近地面且不应超过 200 mm 的高度 (见 EN 1525:1997 和图 AA.2 中的  $H$ )。

当 AGV 静止时, 人可能站在 AGV 前面与检测区之间, 当 AGV 启动时那么应提供其他安全措施以防止对人造成伤害。

#### AA.4 AOPDDR 作为符合 A.12 整体行程装置使用的示例 (见图 AA.3)

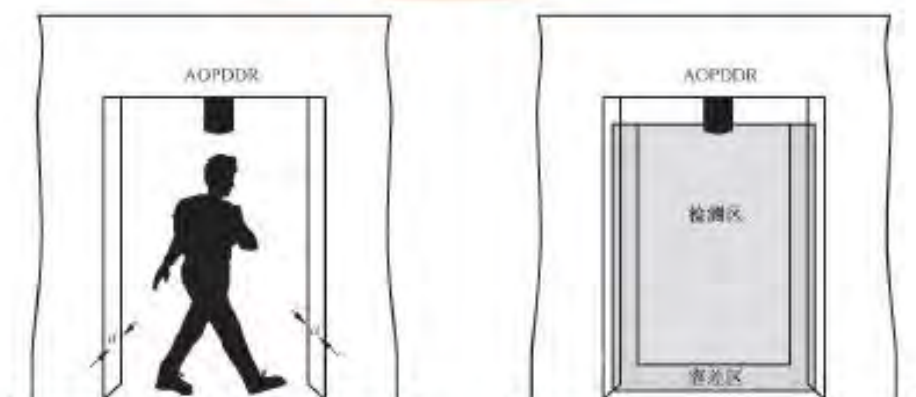


图 AA.3 AOPDDR 作为整体行程装置使用的示例

### AA.5 AOPDDR 响应时间计算的示例

装置示例:

- 带旋转镜扫描的 AOPDDR;
- 镜旋转频率为 20 Hz ( $T=50$  ms), 容差 $\pm 4\%$ ;
- 检测标准: 检测在两个连续的  $180^\circ$  扫描。

响应时间的计算:

- 双全镜像循环检测: 100 ms;
- 完成  $180^\circ$  扫描(半个循环)的最大时间: 25 ms;
- $180^\circ$  扫描后的计算时间: 15 ms;
- 旋转镜容差 (125 ms 的 4%), 5 ms;
- ESPE 继电器脱离时间: 15 ms。

ESPE 总的响应时间: 160 ms。

注: 故障导致未被发现的继电器脱离时间的增加不在计算考虑之列, 可能出现的未被发现的增加取决于设计。





## 附录 BB

(资料性附录)

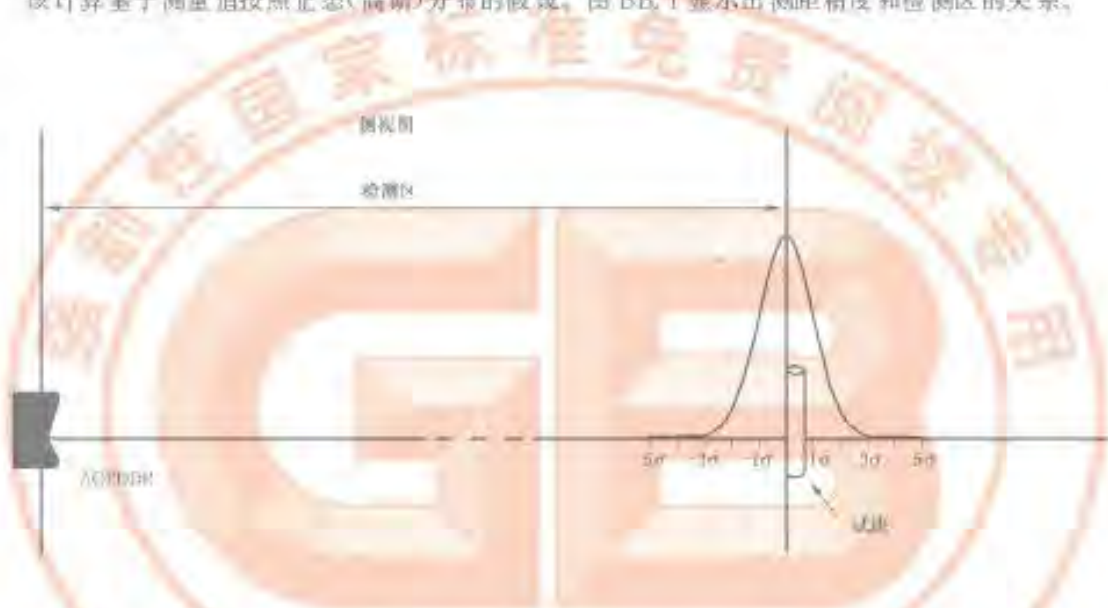
## 测距精度与检测概率的关系

本部分使用的检测概率(POD)是由测量精度来确定,与故障概率无关。放在检测区边界的试块作为在检测区内测量的概率可以用如下标准分布函数进行计算:

$$F(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-\frac{z^2}{2}} dz$$

$$F = 0.5$$

该计算基于测量值按照正态(高斯)分布的假设。图 BB.1 显示出测距精度和检测区的关系。



• 测量值的标准正态分布。

图 BB.1 测距精度与检测概率的关系

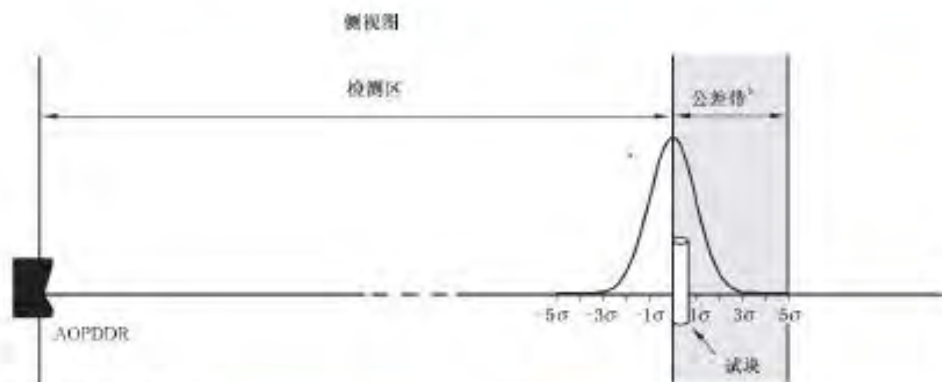
如果不对检测区做任何补充的话,检测概率会低到让人无法接受的程度。本部分要求供方对此明示,称为误差带。图 BB.2、图 BB.3 和图 BB.4 显示通过这种补充是如何达到所需的检测概率的。正如本部分的规定,若干个不同的因素会影响容差区。图 BB.3 和图 BB.4 显示了完整的容差区。图 BB.2 仅显示了和检测概率有关的部分,图 BB.3 和图 BB.4 中容差区剩余部分考虑了系统干扰等。

放置在检测区边界的试块被检测为在检测区内或者在  $5\sigma$  的补充范围(见图 BB.2 中的容差区)内的概率可以用如下的标准分布函数来计算:

$$F(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-\frac{z^2}{2}} dz$$

$$F = 1 - 2.9 \times 10^{-7}$$

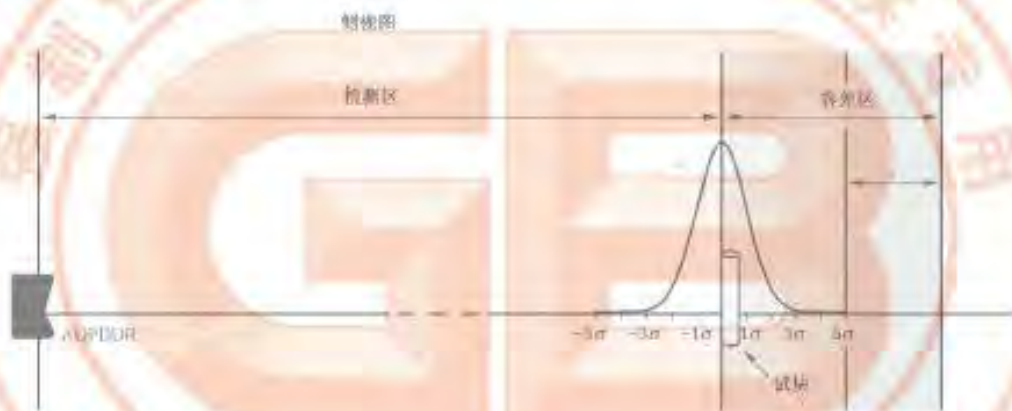
该计算基于测量值按照正态(高斯)分布的假设。图 BB.2 显示测距精度、检测区以及容差区中与概率有关部分这一区域的关系。



- <sup>a</sup> 测量值的标准正态分布。
- <sup>b</sup> 与该部分容差区有关的概率。

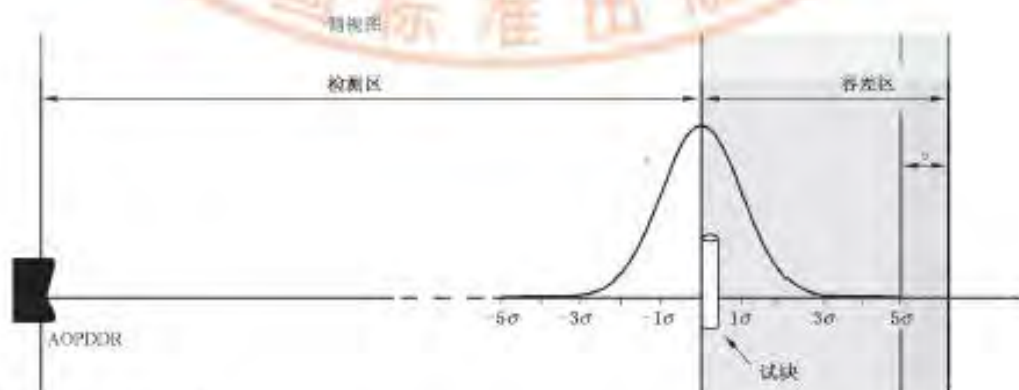
图 BB.2 测距精度、检测概率和容差区中概率部分的关系

容差区也受到一些非概率性因素的影响,比如背景干扰。图 BB.3 和图 BB.4 显示了完整的容差区以及容差区中概率部分的不同数值。



- <sup>a</sup> 测量值的标准正态分布。
- <sup>b</sup> 与该部分容差区有关的系统干扰和测量结果。

图 BB.3 测距精度、检测区和容差区的关系——示例 1



- <sup>a</sup> 测量值的标准正态分布。
- <sup>b</sup> 与该部分容差区有关的系统干扰和测量结果。

图 BB.4 测距精度、检测区和容差区的关系——示例 2



确定检测概率的方法可参见 IEC 61508-1 的表 3 安全完整性等级中“在高要求或连续运行模式下对安全功能运行的目标失效测量(SIL2)”的规定。假设穿越检测区的频率是每小时 3 次,那么在检测区内对指定的试块未检测到的概率的上限值是  $2.9 \times 10^{-7}$ 。如上所示,这将导致容差区计算出来的补充范围是  $5\sigma$ 。

图 BB.1~图 BB.4 显示了针对单次测量的情形。如果 ESPE 使用了  $M > 1$  的 MooM 评价(比如,3 选 3)或者  $N < M$ (比如,3 选 2)的 NooM 评价作为检测算法,需要满足检测概率的给定值。在使用了  $M > 1$  的 MooM 评价的情况下,单次检测所需的检测概率值应该大于  $\log(1 \text{ 选 } 1)$  的情况。图 BB.5 显示了  $M$  的数值和单次检测概率 POD 的  $\log$  值之间的关系。图 BB.6 则显示了单次检测概率值 POD 和  $\sigma$  值随  $M$  值变化的情况,仍然假设测量值遵从正态(高斯)分布。

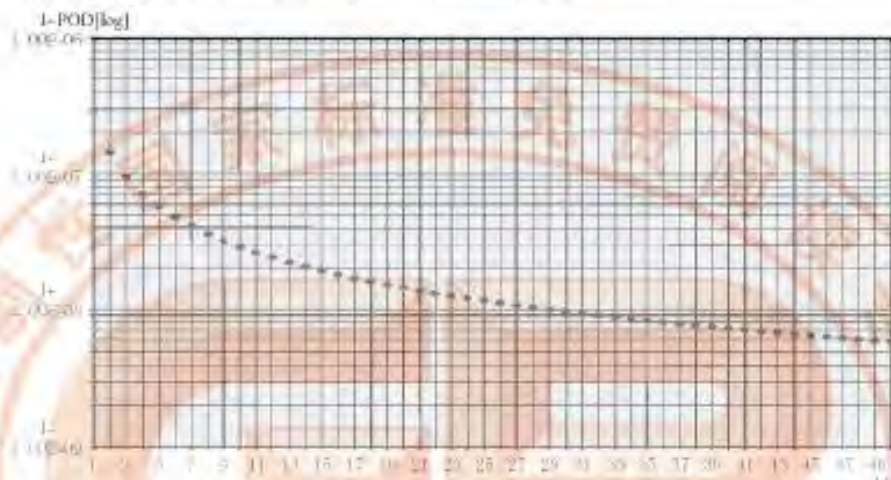


图 BB.5 采用 MooM 评价,  $1 \leq M \leq 50$  范围内, 单次检测概率 POD 的  $\log$  值

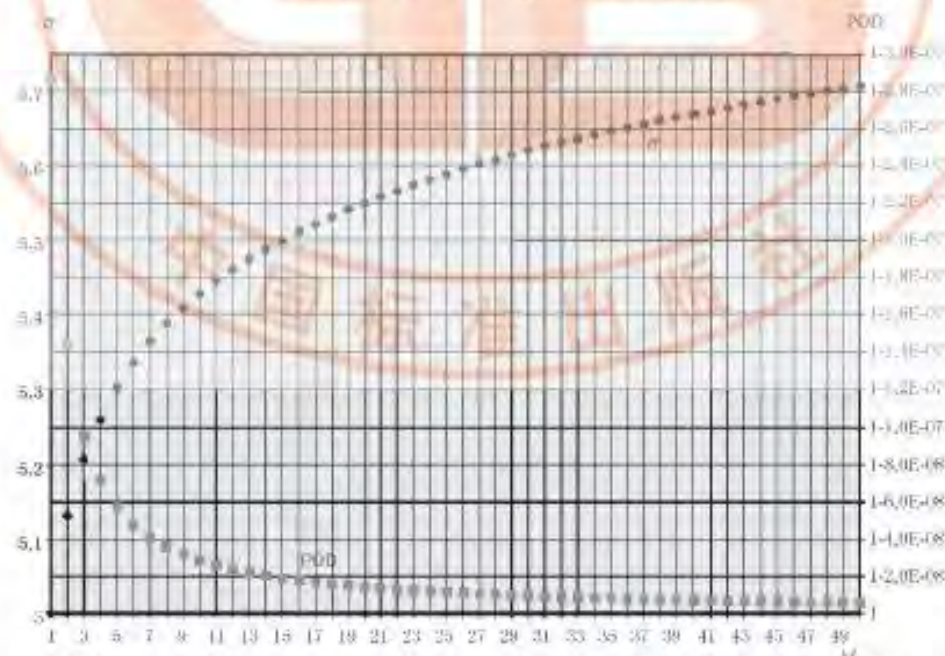


图 BB.6 采用 MooM 评价,  $1 \leq M \leq 50$  范围内, 正态分布下, 单次检测概率 POD 值和  $\sigma$  值的关系