



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 Opto-electronic
Protective Devices responsive to Diffuse Reflection(AOPDDR)

(IEC 61496-3:2001, IDT)

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

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。

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)。



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

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着来确定的。物体的反射率低于本部分的估量值时,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Eh: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辐射漫反射。

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。

4.1¹⁾ 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4.1.3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、5.4.1~5.4.5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 5 s 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;
- 起动联锁或重新起动联锁的复位(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 4.2.2.4 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 σ 。

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下确定,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 材料的最小向后反射系数为 $330\text{cd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$,其入射角度为 5° ,观测角度为 0.2° ($12'$)。

4.2.14 波长

AOPDDR 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 9.3.9.4 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 电骚扰

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: 供方可为 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。由更高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,包括直角反射器、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,OSSDs 应在 5 s 时间内进入 OFF 状态,并应保持 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 ⁵⁾	0.1 m ⁶⁾	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	向后反射试块(见 4.2.13.4)	×	×	×	×	×	×
4	元件老化	1)				×		
5	元件未被检验出的故障	1)				×		
6	电骚扰(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	1)				×		
9	环境温度变化	50 ℃或最高值 ²⁾						×
10	环境温度变化	0 ℃或最低值,非凝结 ³⁾						×
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 ⁵⁾	0.1 m ⁶⁾	0.5 m	1.0 m	每隔 1.0 m	最大 范围
13	背景干扰	依据设计 ⁴⁾ ,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 ⁵⁾ ; b) 1.8%~5%; c) 在 a) 和 b) 间的其他反射率						× × ×
14	振动和碰撞	5.4.4 适用				×		

1) 元件老化效应、未被检验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;

2) AOPDDR 放进试验室—打开试验室—开始试验,应在 1 min 之内;

3) AOPDDR 放进试验室—打开试验室—试验,不应出现冷凝;

4) 背景应按图 3a) 所示布置;

5) 也见 4.3.7、注 1) 和 5.4.8;

6) 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 AOP-DDR 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 4.2.13.2)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 3f) 所示的试验,该距离是检测区的边界;
- 当按图 3c) 或图 3f) 所示进行试验时,不应使用起动或再起联动锁;
- 当按图 3c) 或图 3f) 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 $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ 和 $(70 \pm 5)\%$;

- 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 : $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- 高温 T_B : $70\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- 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 5.1.2.1 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 Eh 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(5.4.4.4.3 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 5.4.6.6 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黑试块(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预调制。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 μs ~20 μs (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,峰值会远超过平均值。如果在例如箝位、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。