



中华人民共和国国家标准

GB/T 34075—2017

普通照明用 LED 产品光辐射 安全测量方法

Measuring methods of optical radiation safety for LED
general lighting service

2017-07-31 发布

2018-02-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 测量条件 1

5 测量方法 3

参考文献 11

图 1 视网膜蓝光危害光谱加权函数 3

图 2 入射孔径位于光学透镜上 4

图 3 孔径光阑位于光学透镜之前 4

图 4 孔径光阑位于光学透镜之后 5

图 5 200 mm 测量距离 5

图 6 LED 光源辐亮度分布示例 6

图 7 测量、评估流程 7

图 8 辐照度测量装置原理图 8

图 9 确定安全距离的示意图 10

表 1 危险类别所对应的视场角 3

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国光辐射安全和激光设备标准化技术委员会(SAC/TC 284)归口。

本标准起草单位：杭州浙大三色仪器有限公司、北京光电技术研究所、中国电子科技集团第十一研究所、浙江三色光电技术有限公司、济宁半导体及显示产品质量监督检验中心、中山市古镇镇生产力促进中心。

本标准主要起草人：乔波、王建平、吴爱平、戚燕、孙殿中、宋鹏、贾丽芳、牟同升、杨国政。

普通照明用 LED 产品光辐射 安全测量方法

1 范围

本标准规定了普通照明用 LED 产品(以下简称 LED 产品)光辐射安全测量方法,包括测量的条件、要求及方法。

本标准适用于主要发射波长为可见光(380 nm~780 nm)的各类普通照明用 LED 产品。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。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。

GB/T 20145—2006 灯和灯系统的光生物安全性
GB/T 30117.2 灯和灯系统的光生物安全 第 2 部分:非激光光辐射安全相关制造要求指南
GB/T 34034 普通照明用 LED 产品光辐射安全要求
SJ/T 11395—2009 半导体照明术语
IEC/TR 62778 应用 IEC 62471 评估光源和灯具的蓝光危害(Application of IEC 62471 for the assessment of blue light hazard to light sources and luminaires)

3 术语和定义

GB/T 20145—2006、GB/T 30117.2、GB/T 34034、SJ/T 11395—2009、IEC/TR 62778 界定的术语和定义适用于本文件。

4 测量条件

4.1 通用要求

4.1.1 环境要求

LED 产品的测量应当在产品规定的条件下进行。如果无规定条件,那么测量条件应当符合如下条件:

- 温度: 25 °C ± 3 °C;
- 相对湿度:不超过 65%;
- 环境光照:照度应小于 0.5 lx;
- 环境表面反射比:应小于 10%。

4.1.2 供电要求

LED 产品应工作在稳定的电流或电压下,并与产品额定值的偏差不大于 0.2%。

GB/T 34075—2017

4.1.3 安全防护

LED 产品可能发射强的蓝光辐射,在测量期间对操作者造成光辐射危害。由于在得到测量结果之前,其真实的光辐射危害程度是未知的。因此,操作者应做好防护措施,避免近距离、长时间直视被测量光源,尤其是避免通过光学系统直接观察测量目标。在测量过程中,操作者应离开暗室的测量区域。

4.2 测量设备要求

4.2.1 光谱测量设备

用于 LED 产品光辐射安全测量的光谱辐射分析仪,光谱响应范围应覆盖光生物危害的作用光谱范围,至少覆盖 300 nm~700 nm。光谱辐射分析仪的杂散光应小于 0.3%。

对于不同危险类别的 LED 产品,其可达发射值可能相差 5 个数量级。因此,光谱辐射分析仪应具有足够宽的动态响应范围,线性度应优于 0.3%。

光谱辐射分析仪的光谱响应函数(狭缝函数)应符合等腰三角形函数。对于每一波长逐步测量方式,采样波长间隔应与光谱辐射分析仪的光谱响应带宽相同,或是它的 1/N(N 为整数)。在 300 nm~600 nm 波长范围,仪器的光谱响应带宽不应大于 5 nm;600 nm~700 nm 范围,不应大于 10 nm。若光谱辐射分析仪的光谱响应函数偏离等腰三角形函数,则应采用更小的带宽和采样间隔。

光谱辐射分析仪的波长精度会明显影响光生物作用的加权有效辐射量,其波长精度:在 380 nm~600 nm 范围应不低于 0.3 nm;其他波长应不低于 0.5 nm。

4.2.2 辐亮度测量设备

辐亮度测量用的光学部件(光学镜头、探测器、光纤等)的光谱透射、响应范围应至少覆盖 300 nm~700 nm。

通常,辐亮度测量采用成像装置将 LED 产品的光辐射成像到探测器上,探测器可以是经过图 1 所示的视网膜危害作用光谱修正的宽带探测器或带漫射接收器的光谱辐射分析仪。若采用未作光谱修正的宽带探测器(或 CCD 成像仪),则辐亮度值需通过其他方法(如采用光谱辐射度法确定相应的光谱校正系数)进行修正。

辐亮度测量设备其他要求:

- 测量设备的测量接收角应该与辐射危险类别相对应的接收角(如表 1)一致,测量接收角偏差
不大于 3%;
- 入射孔径应与 5.1.3 规定一致,偏差应不大于 3%;
- 对于在不同距离测量时,测量设备的接收角和入射孔径应保持不变,最大接收角和入射孔径
的变化不应超过 2%;
- 测量设备的入射孔径位置应该标出,方便确定测量距离,位置精度应不低于 1 mm。

4.2.3 辐照度测量设备

当表观光源的对向角小于危险等级分类对应的视场角时,可以采用小光源辐照度方法。

辐照度测量设备通常由辐照度接收器和光谱辐射分析仪组成,辐照度接收器和光谱辐射分析仪的光谱响应范围至少覆盖 300 nm~700 nm;辐照度测量的接收孔径应与 5.1.3 规定一致;辐照度接收器至少在规定的测量视场角范围应具有余弦响应。

4.2.4 校准光源

光辐射安全测量用的校准(辐照度或辐亮度)光源应满足下列要求:

- 光谱范围至少覆盖 300 nm~700 nm,在该范围的光谱分布应该是连续、平滑分布;
- 辐照度或辐亮度值应该与危险类别所对应的发射限值相接近;
- 在测量设备的接收(入射)孔径上,光束的不均匀度应不低于 5%;
- 亮度校准光源的亮度不均匀度应小于 5%,并充满辐射亮度计的测量视场;
- 发光的不稳定度应小于 0.5%。

使用校准光源时,发射光的方向、使用范围应与计量校准时的状态一致。
测量仪器应定期进行定标,当每次测量装置(如镜头、探测器、接收光纤)变动时,应重新定标。

5 测量方法

5.1 测量要求

5.1.1 作用光谱加权函数

LED 产品的光辐射安全的危险类别,是通过测量与相应危害类型光谱函数加权的辐照度和辐亮度来确定的,图 1 所示是视网膜蓝光危害光谱加权函数。

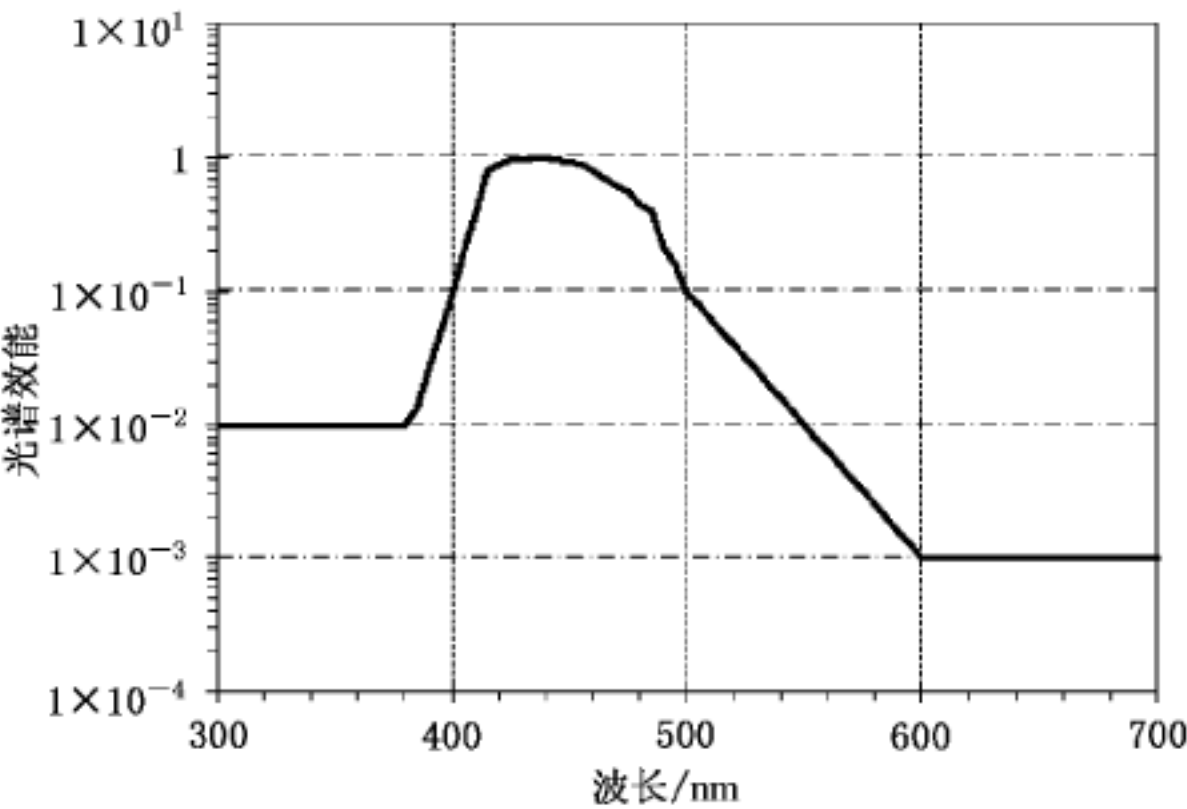


图 1 视网膜蓝光危害光谱加权函数

视网膜蓝光危害光谱加权函数的数据见 GB/T 34034。
辐照度和辐亮度测量设备的光谱响应度应与上述的函数一致。

5.1.2 测量视场

对于发光波长主要在 380 nm~780 nm 之间 LED 产品的光辐射,眼睛视网膜受到的辐照与视场角有关。由于眼睛的运动,在视网膜上成像的最小有效区域与观察光源的时间有关。因此,在 LED 光辐射安全测量中,辐照度和辐亮度是在相应危险类别所对应的视场角下进行测量。仪器的测量接收角应与危险类别分类所对应的视场角一致,如表 1 所示。
对于表面发光不均匀的 LED 产品来说,测量应该在其最大辐射的位置。对 LED 产品在不同距离下进行测量时,测量的视场角应保持恒定不变。

表 1 危险类别所对应的视场角

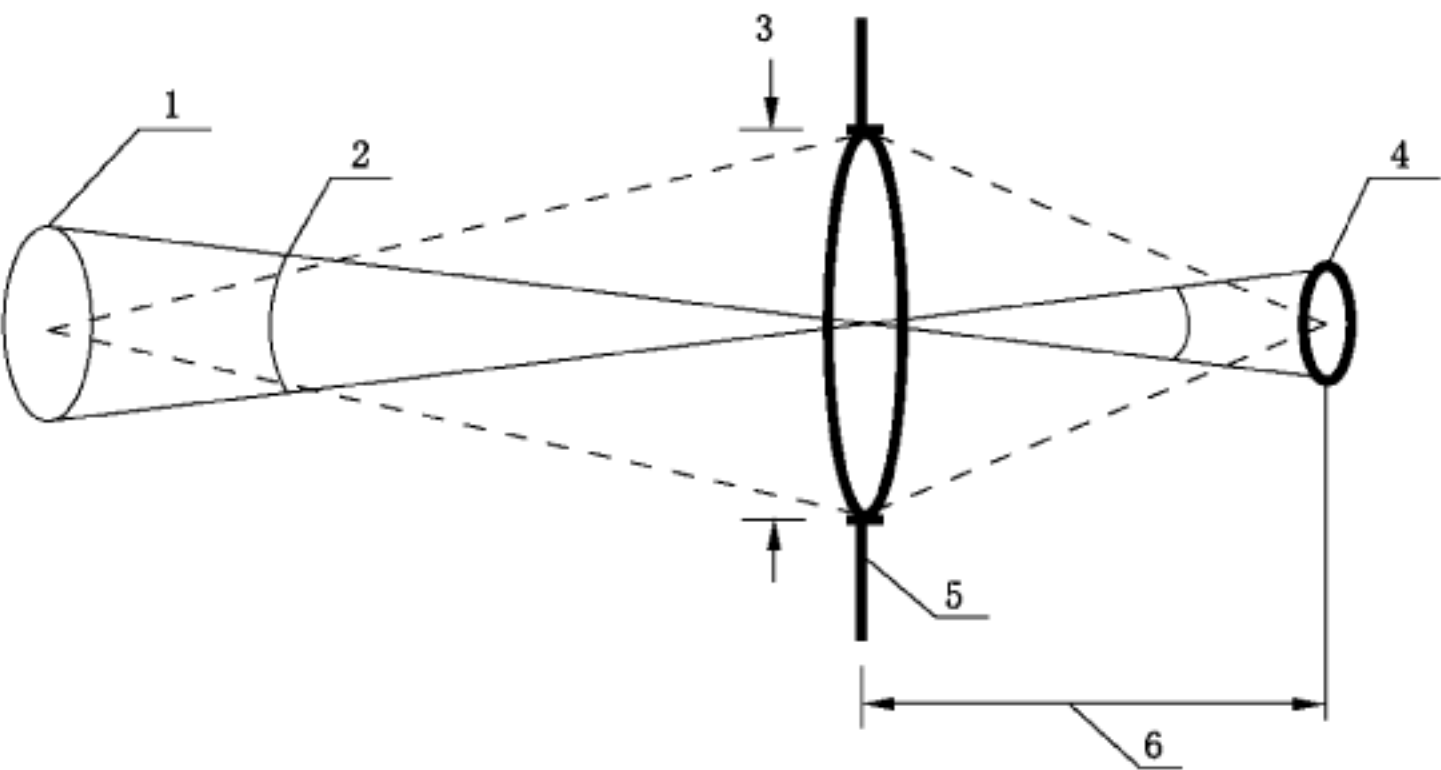
危害类型	0 类 视场角/rad	1 类 视场角/rad	2 类 视场角/rad
视网膜蓝光危害	0.11	0.011	0.011

5.1.3 入射(接收)孔径

在 LED 产品的光辐射安全测量中,必须使用合适的孔径光阑来限制接收的光束。测量设备的入射孔径应该是一个圆形,辐照度和辐亮度都在这个圆形区域内取平均值。

对于与眼睛光辐射危害有关的测量中,测量系统的入射孔径应与入眼瞳孔大小相匹配,入射孔径的直径应该是 7 mm。如果测量光束均匀,则可以用较大的孔径。

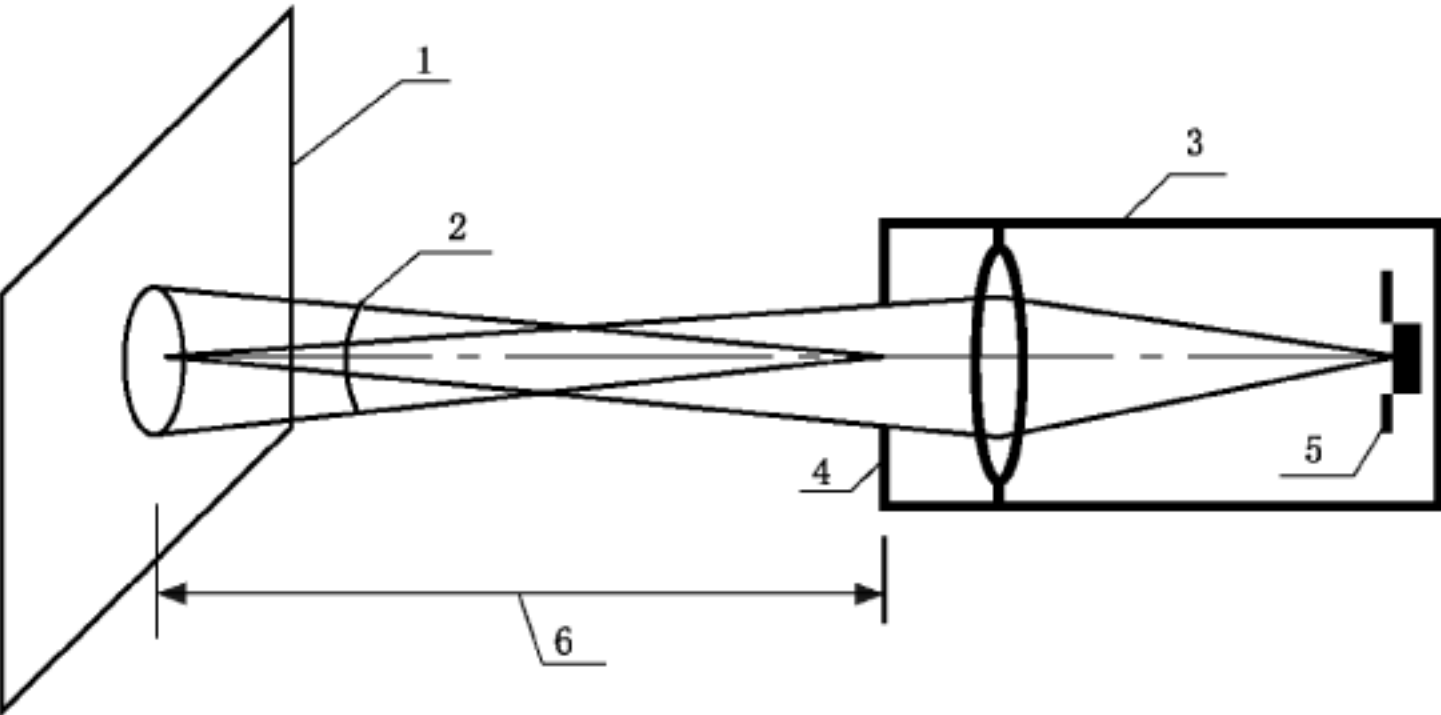
在亮度测量系统中,对于孔径光阑与单透镜重合的情况,入射孔径则为光学透镜的通光孔,如图 2 所示;位于光学透镜之前的孔径光阑即为入射孔径,如图 3 所示;位于光学透镜之后或透镜组中间的孔径光阑,入射孔径则为该孔径光阑经过其前方透镜所成的像,如图 4 所示。



- 说明:

 - 1——被测样品;
 - 2——测量视场角;
 - 3——透镜通光孔径;
- 4——探测器视场光阑 d ;
 - 5——入瞳与出瞳(孔径光阑);
 - 6——透镜与探测器之间的距离。

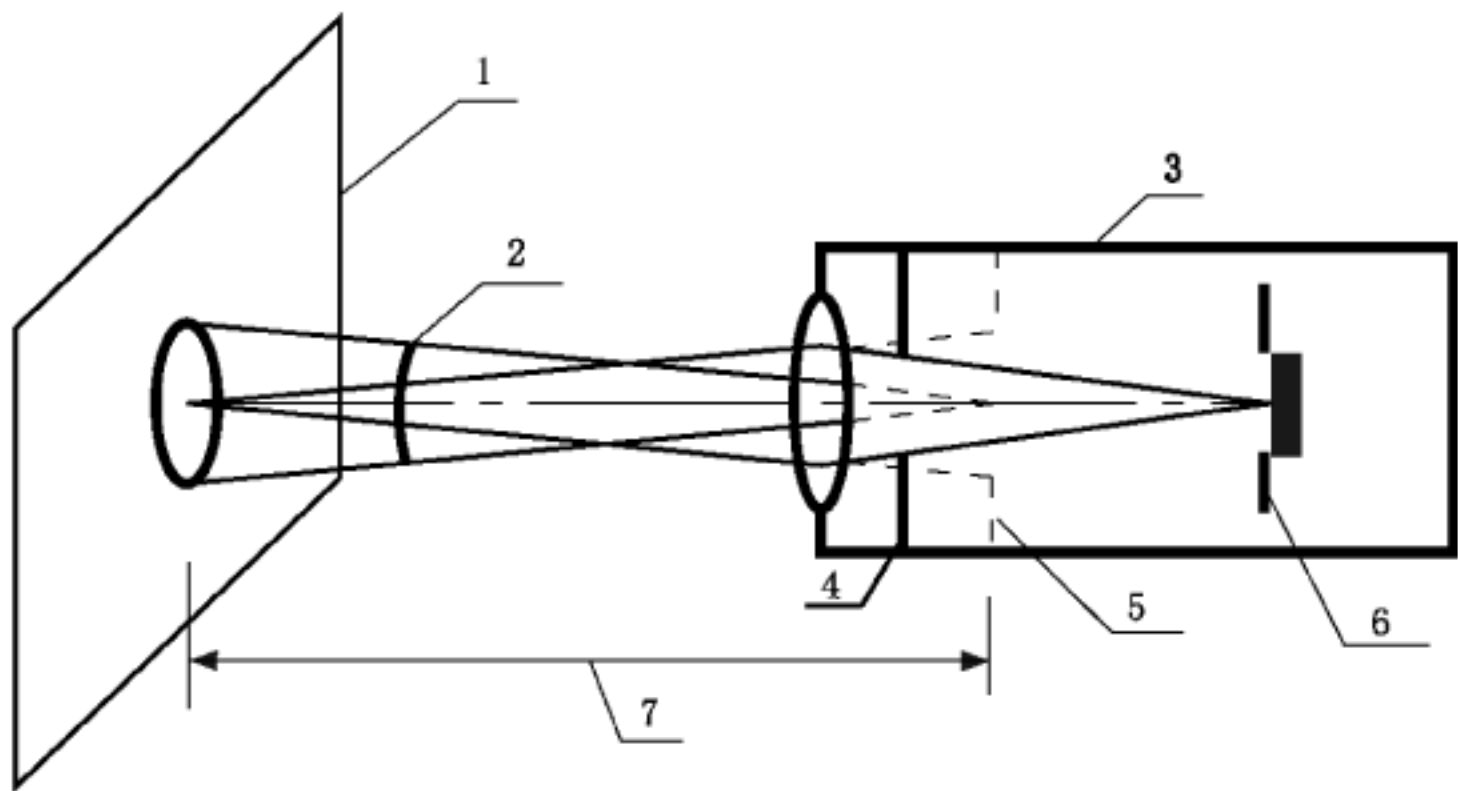
图 2 入射孔径位于光学透镜上



- 说明:

 - 1——被测样品;
 - 2——测量视场角;
 - 3——测量系统;
- 4——孔径光阑;
 - 5——探测器视场光阑;
 - 6——测量距离。

图 3 孔径光阑位于光学透镜之前



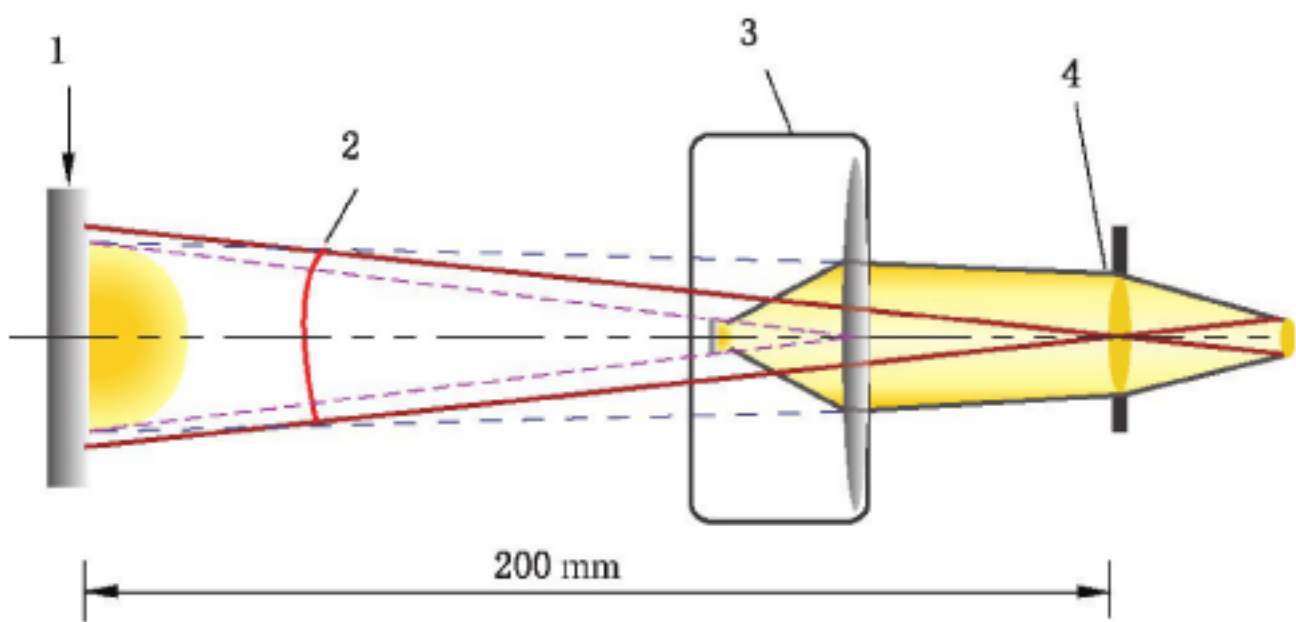
- 说明：
- 1——被测样品；
 - 2——测量视场角；
 - 3——测量系统；
 - 4——孔径光阑；
 - 5——入射孔径；
 - 6——探测器视场光阑；
 - 7——测量距离。

图 4 孔径光阑位于光学透镜之后

5.1.4 测量距离

测量距离是从 LED 产品的表观光源到测量系统的入射孔径之间的距离。

表观光源可能是实际的光源,也可能是内部发光体所成的像,包括实像或虚像。如图 5 所示为 200 mm 测量距离的示意图,对于带透镜等光学元件的 LED 产品,表观光源是内部 LED 经透镜所成的虚像。



- 说明：
- 1——表观光源；
 - 2——测量视场角；
 - 3——LED 产品；
 - 4——测量仪器的接收孔径。

图 5 200 mm 测量距离

5.1.5 可达发射值

在光辐射安全测量中,需判别 LED 产品表观光源上最大的光辐射的区域,从而测量对应可达发射的辐照度或辐亮度。对于不同的危险类别进行分类,最大辐射可能对应于光源的不同区域。如图 6 所示的 LED 光源辐射亮度分布示例,应根据危险类别对应的测量视场角,从表观光源的辐亮度分布中获得最大辐亮度。

对于某些 LED 产品,空间光束分布比较复杂,需要确定空间最大的光辐射方向。

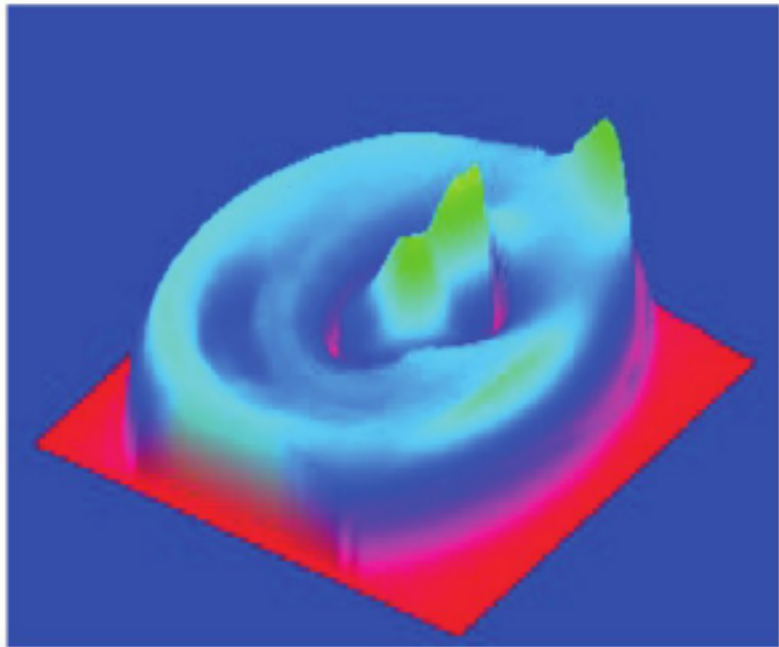


图 6 LED 光源辐亮度分布示例

5.2 测量方法

5.2.1 测量步骤

根据 GB/T 34034 对于 LED 产品需测量其视网膜蓝光危害的辐亮度或辐照度,确定其危险类别和相应的安全距离。

对于无法确定空间最大光辐射方向的 LED 产品,需采用分布光度计测量其空间光束分布,确定其最大光辐射方向。然后,将该 LED 产品定位在该方向进行测量。

预判断:采用适当的方法进行预判断。在视场角不大于 0.11 rad(200 mm 的测量距离下为 2.2 mm)的条件下,若最大亮度值 L_v 小于 10 000 cd/m²,则无需进行进一步的测量,该产品的危险类别归属于 0 类。

若最大亮度值 L_v 大于 10 000 cd/m² 时,则采用辐亮度方法进行危害类别的评定与判断。

注:若是小光源,则可以采用辐照度方法进行测量。

具体的测量流程如图 7 所示。

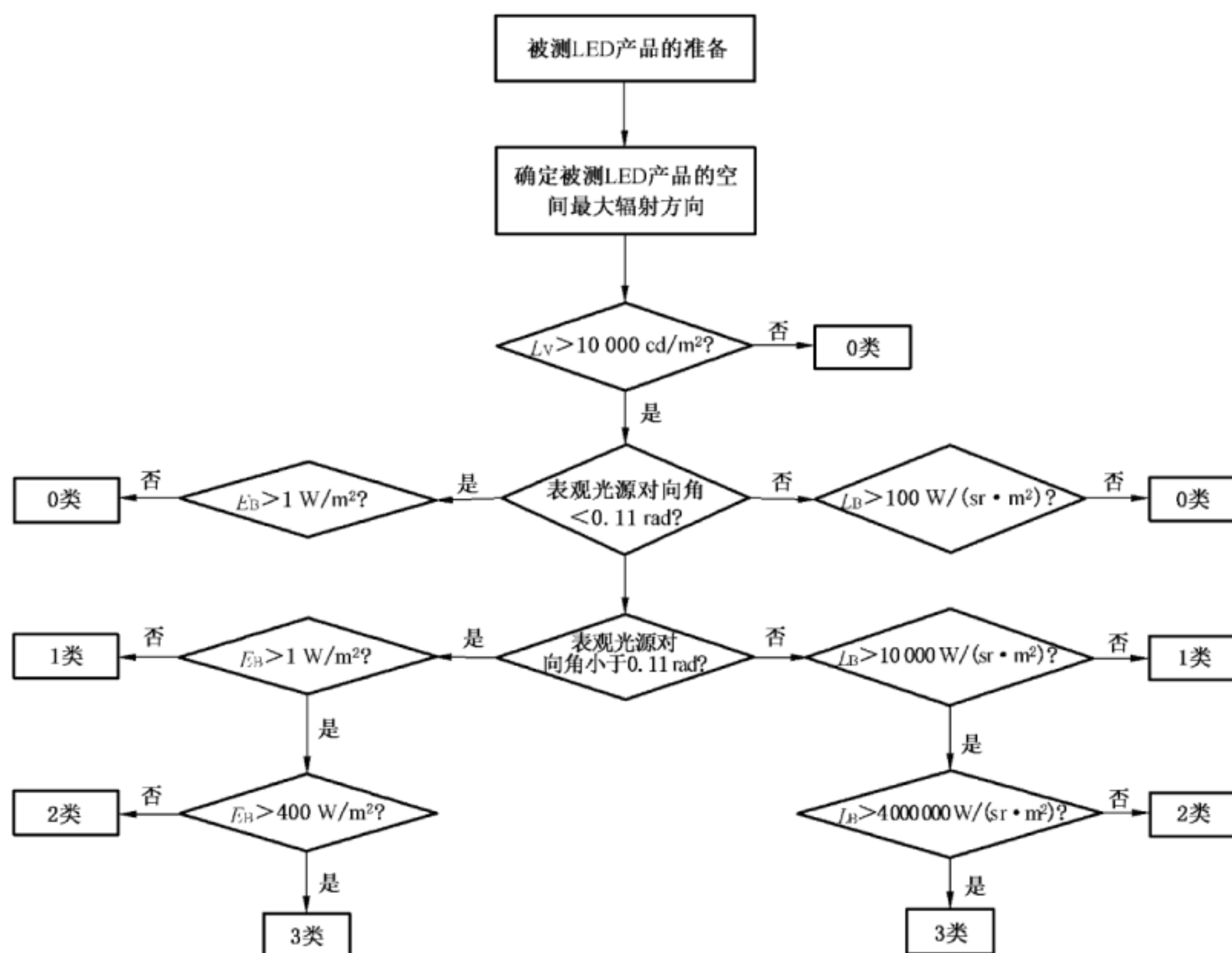


图 7 测量、评估流程

5.2.2 小光源视网膜蓝光危害辐照度测量

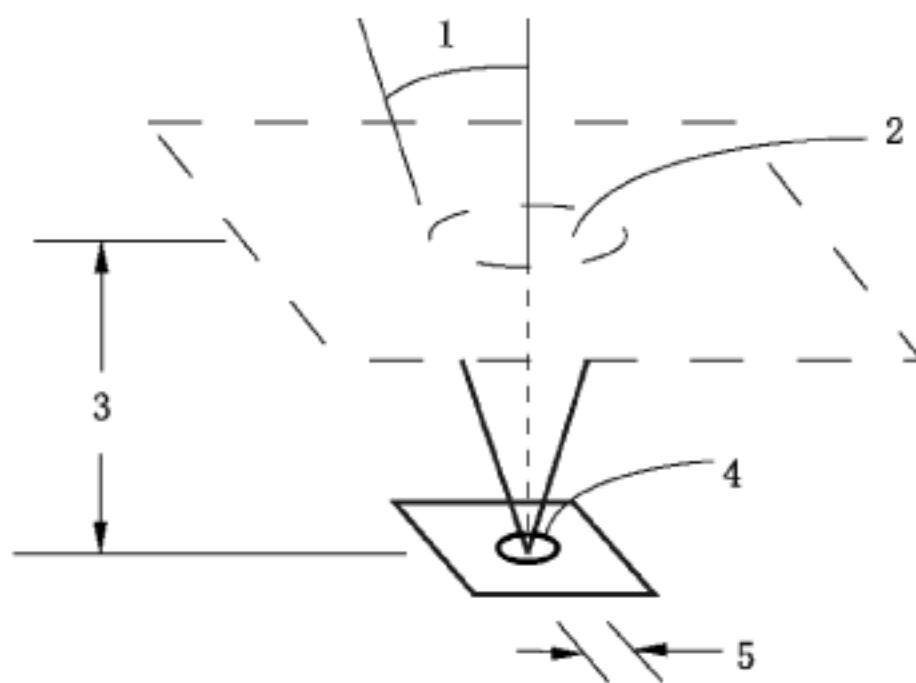
5.2.2.1 测量目的

对于小光源情况,可以采用辐照度测量方法测量 LED 产品的视网膜蓝光危害可达发射的辐照度。

5.2.2.2 测量装置

辐照度的测量通常采用图 8 所示的测量装置,除应符合 5.1 所述的要求外,还应符合:

- 在一个圆锥角内接受光辐射,圆锥角的中轴线垂直于探测器平面,并处于接收 LED 产品的最大光辐射位置;
- 在该测量视场、入射孔径范围,被测 LED 产品应处于最大的光辐射工作状态。



- 说明：
- 1——测量视场角；
 - 2——限制视场的孔径；
 - 3——探测器到限制光阑的距离；
 - 4——探测器；
 - 5——探测器直径。

图 8 辐照度测量装置原理图

5.2.2.3 测量步骤

小光源视网膜蓝光危害辐照度测量步骤如下：

- a) 采用辐照度校准光源标定测量装置；
- b) 将被测 LED 产品固定在相应的测试台上,按照产品实际使用中的最大辐射状态下供电。对于有调光控制的 LED 产品,应调节到最大光辐射输出状态；
- c) 调整测量设备接收孔径,及与 LED 产品发光的表观光源之间的距离；
- d) 使用光谱辐射分析仪测量 300 nm~700 nm 的光谱辐照度 E_λ , 然后按照 5.2.4.1 计算视网膜蓝光危害辐照度 E_B 。

5.2.3 视网膜蓝光危害辐亮度测量

5.2.3.1 测量目的

测量 LED 产品的视网膜蓝光危害可达发射的辐亮度。

5.2.3.2 测量装置

辐亮度的测量通常采用图 2、图 3、图 4 所示的测量装置,除应符合 5.1 所述的要求外,还应符合：

- a) LED 产品的光辐射通过光学镜头成像到探测器接收面上；
- b) 被测 LED 产品处于最大的光辐射状态。

可以采用成像仪等辅助装置,使探测系统接受到最大辐射亮度。

5.2.3.3 测量步骤

视网膜蓝光危害辐亮度测量步骤如下：

- a) 采用辐亮度校准光源标定测量装置；
- b) 将被测 LED 产品固定在相应的测试台上,并按照产品实际使用中的最大辐射状态下供电；对于有调光控制的 LED 产品,应调节到最大光辐射输出状态；
- c) 调整测量设备入射孔径,及与 LED 产品发光的表观光源之间的距离；

- d) 选择与危险类别评估相对应的测量视场角；
- e) 测量 300 nm~700 nm 的光谱辐亮度 L_λ ，然后按照 5.2.4.2 计算视网膜蓝光危害辐亮度 L_B 。

5.2.4 数据处理

5.2.4.1 小光源视网膜蓝光危害辐照度

对于小光源 LED 产品，视网膜蓝光危害辐照度 E_B 由式(1)计算，波长范围 300 nm~700 nm。

$$E_B = \sum_{300}^{700} E_\lambda \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

E_B ——视网膜蓝光危害辐照度， $W \cdot m^{-2}$ ；

E_λ ——光谱辐照度， $W \cdot m^{-2} \cdot nm^{-1}$ ；

$B(\lambda)$ ——蓝光危害光谱加权函数；

$\Delta\lambda$ ——波长带宽，nm。

5.2.4.2 视网膜蓝光危害辐亮度

通常，LED 产品的视网膜蓝光危害辐亮度 L_B 为光谱辐亮度 L_λ 与蓝光危害光谱加权函数 $B(\lambda)$ 的积分所得的值，由式(2)计算，波长范围 300 nm~700 nm。

$$L_B = \sum_{300}^{700} L_\lambda \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

L_B ——视网膜蓝光危害辐亮度， $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$ ；

L_λ ——光谱辐亮度， $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot nm^{-1}$ ；

$B(\lambda)$ ——蓝光危害光谱加权函数；

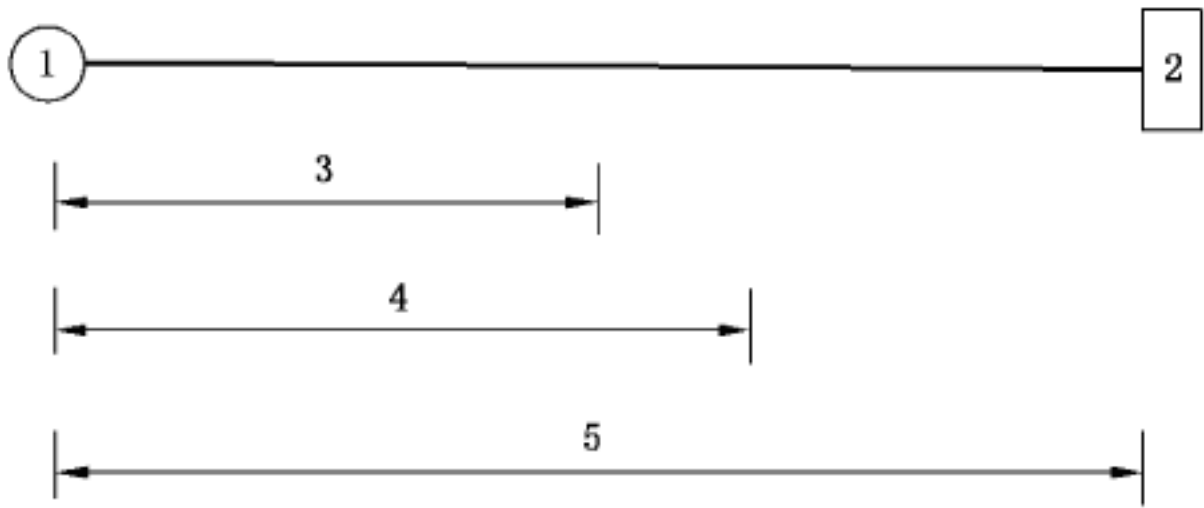
$\Delta\lambda$ ——波长带宽，nm。

5.2.5 安全距离的测量

测量方法如下：

- a) 对于在 200 mm 测量距离下基本危险类别评估为 0 类的 LED 产品，不需要进一步测量；
- b) 当基本危险类别为 1 类时，选择测量视场角为 0.11 rad，并选定合适的测量距离，按照 4.2.2 或 4.2.3 的方法，测量 LED 产品在这种评估条件下视网膜蓝光危害辐照度 E_B （符合小光源条件）或视网膜蓝光危害辐亮度 L_B ，通过延长距离确定被测 LED 产品的可达发射值为 0 类的发射限值时的位置，然后测量此时 LED 产品与探测器入射孔径之间的距离。该距离即为安全距离；
- c) 当基本危害等级为 2 类时，选择测量视场角为 0.011 rad，并选定合适的测量距离，按照 4.2.2 或 4.2.3 的方法，测量 LED 产品在这种评估条件下视网膜蓝光危害辐照度 E_B （符合小光源条件）或视网膜蓝光危害辐亮度 L_B ，通过延长距离确定被测 LED 产品的可达发射值为 1 类的发射限值时的位置，然后测量此时 LED 产品与探测器入射孔径之间的距离。该距离即为低危险的距离。再根据 b) 所述方法，继续延长测量距离，确定被测 LED 产品的可达发射值为 0 类发射限值时的位置，然后测量此时 LED 产品与探测器入射孔径之间的距离，该距离即为安全距离。安全距离测量示意图如图 8 所示。

注：对于表观光源小于测量视场的情况，可以采用距离平方定律直接进行计算。



说明：
1——被测样品；
2——测量设备；
3——中度危险距离；
4——低危险距离；
5——安全距离。

图 9 确定安全距离的示意图

参 考 文 献

- [1] SJ/T 11394—2009 半导体发光二极管测试方法
 - [2] IEC 62471 灯和灯系统的光生物安全(Photobiological Safety of Lamps and Lamp Systems)
 - [3] IEC 62471-2 灯和灯系统的光生物安全 第2部分:非激光光辐射安全相关制造要求指南(Photobiological safety of lamps and lamp systems—Part 2:Guidance on manufacturing requirements relating to non-laser optical radiation safety)
 - [4] CIE 127—2007 LED测量(Measurement of LEDs)
 - [5] ISO 15004-2 眼科手术器械 基本要求和试验方法 第2部分:光危害防护(Ophthalmic instruments—Fundamental requirements and test methods—Part 2:Light hazard protection)
-