



中华人民共和国国家标准

GB/T 38696.1—2020

眼面部防护 强光源(非激光) 防护镜 第1部分:技术要求

Eye and face protection—Intense light sources(non-laser)protector—
Part 1: Technical requirements

(ISO 12609-1:2013, Eyewear for protection against intense light
sources used on humans and animals for cosmetic and
medical applications—Part 1: Specification for products, MOD)

2020-06-02 发布

2020-12-01 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
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 分类	2
5 强光源防护镜通用要求	2
6 颜色识别	6
7 自动变光强光源防护镜	7
8 标识	7
9 使用说明书	7
附录 A (资料性附录) 本部分与 ISO 12609-1:2013 相比的结构变化情况	8
附录 B (资料性附录) 本部分与 ISO 12609-1:2013 的技术性差异及其原因	10
附录 C (资料性附录) 滤光片防护因数(FPF)	12
附录 D (资料性附录) 滤光片防护因数(FPF)的计算——示例 1	14
附录 E (资料性附录) 滤光片防护因数(FPF)的计算——示例 2	16
附录 F (资料性附录) 强光源的曝辐限值和危险分类	18
附录 G (资料性附录) 光谱危害加权函数	21
参考文献	24

前 言

GB/T 38696《眼面部防护 强光源(非激光)防护镜》分为两部分:

——第1部分:技术要求;

——第2部分:使用指南。

本部分为GB/T 38696的第1部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本部分使用重新起草法修改采用ISO 12609-1:2013《人和动物美容医疗用强光源防护镜 第1部分:产品要求》。

本部分与ISO 12609-1:2013相比在结构上有较多调整,附录A中列出了本部分与ISO 12609-1:2013的章条编号对照一览表。

本部分与ISO 12609-1:2013相比存在技术性差异,附录B中给出了相应的技术性差异及其原因的一览表。

本部分还做了下列编辑性修改:

——增加了资料性附录F,提供了强光源的曝辐限值和危险分类;

——增加了参考文献GB/T 20145—2006。

本部分由中华人民共和国应急管理部提出。

本部分由全国个体防护装备标准化技术委员会(SAC/TC 112)归口。

本部分起草单位:上海市安全生产科学研究所、中国标准化研究院、太仓市锐杰实验仪器制造有限公司。

本部分主要起草人:商景林、郭德华、童遂放、龙显森、孙彩英、毛志康。

眼面部防护 强光源(非激光) 防护镜 第1部分:技术要求

1 范围

GB/T 38696 的本部分规定了强光源(非激光)防护镜的分类、技术要求、标识和使用说明书。

本部分适用于防御辐射波长介于 250 nm~3 000 nm 之间强光源危害的眼部护具。

本部分不适用于焊接防护镜、激光防护镜、太阳镜、眼科仪器、日晒或其他医疗美容设备上装配的部件。

注:强光源防护镜广泛应用于工业加工、食品加工、温室种植、医疗美容、水处理、光固化等存在强光源危害的领域。

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 20146—2006 色度学用 CIE 标准照明体(CIE S 005:1999, IDT)

GB/T 20147—2006 CIE 标准色度观测者(CIE 10527:1991, IDT)

GB/T 30042—2013 个体防护装备 眼面部防护 名词术语(ISO 4007:2012, MOD)

GB 30863—2014 个体防护装备 眼面部防护 激光防护镜

GB/T 32166.2—2015 个体防护装备 眼面部防护 职业眼面部防护具 第2部分:测量方法

GB/T 38009 眼镜架 镍析出量的技术要求和测试方法(GB/T 38009—2019, ISO/TS 24348:2014, MOD)

3 术语和定义

GB/T 30042—2013 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

蓝光危害 blue light hazard; BLH

由波长介于 300 nm~700 nm 之间光辐射引起的光化学反应而导致的视网膜损伤。

3.2

滤光片防护因数 filter protection factor; FPF

滤光片衰减光辐射的程度。

注:滤光片防护因数的计算公式参见附录 C,计算示例参见附录 D 和附录 E。

3.3

红外眼球危害 infra-red lens hazard

由波长介于 780 nm~3 000 nm 之间光辐射引起的眼角膜和晶状体热损伤。

3.4

强光源 intense light source; ILS

包含一个或多个且辐射波长介于 250 nm~3 000 nm 之间,能在人和动物身上产生损伤或预期的

生物学效应的非激光光源。

注：强光源能以连续或脉冲方式工作。

3.5

视网膜热危害 retinal thermal hazard

由波长介于 380 nm~1 400 nm 之间光辐射引起的视网膜热损伤。

3.6

紫外危害 ultraviolet hazard

由波长介于 250 nm~400 nm 之间的光辐射所致皮肤和眼睛急慢性损伤。

4 分类

按照用途和透射比特性将强光源防护镜分为以下两类：

- a) F 类, 一般用途强光源防护镜。
- b) B 类, 蓝光强光源防护镜, 主要用于防强光源中对人眼伤害最大的蓝光成分。

5 强光源防护镜通用要求

5.1 一般要求

不应在滤光片或镜架上使用镜面抛光或金属抛光工艺。

注：从防护具镜架或滤光片产生的二次反射, 特别是从凹面产生的二次反射, 可能会增加不可控的暴露风险。

5.2 镜框和侧护板

镜框和侧护板应提供至少与滤光片相同的防护等级, 且应防止光辐射从防护镜的边缘进入眼部。

5.3 材料

目视检查, 与皮肤接触的部件, 不应使用可能会刺激皮肤的材料或对健康不利的材料。

按照产品使用说明书, 其推荐用于清洁、维修或消毒的物质不应防护镜和佩戴者造成不良影响。

在使用防护镜过程中, 如果其金属部件持续与佩戴者直接接触, 这些金属部件可选择按 GB/T 38009 进行镍析出量的试验。镍析出量应小于 $0.5 \mu\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{周})$ 。

注：国家法规可能会强制要求进行金属镍析出量的评估。

与佩戴者接触或可能接触的任何部分不应存在锐边、粗糙、突起或诸如此类可能给佩戴者造成伤害的缺陷。目视检查, 检查者的视力或矫正后的视力应至少为 1.0(6/6 或 20/20), 且检查过程中不应使用放大工具。

5.4 结构

在佩戴者对产品不熟悉的情况下, 防护镜可调节部件的设计和制造应避免佩戴者错误的调节。

目视检查, 应根据产品说明书进行调节/穿佩戴, 然后至少佩戴静坐 5 min。佩戴期间, 头部应每分钟左右和上下活动 3 次。

5.5 滤光片的装配

只有在使用工具的情况下才能从眼镜架上拆除滤光片。

如果滤光片由几个独立的滤光片构成(例如, 混合型滤光片), 其装配方式应避免滤光片之间的

互换。

按 GB/T 32166.2—2015 中 6.2 和 6.3 规定的方法测试后,混合型滤光片的镜片之间不应分离。

5.6 材料和表面质量

按 GB/T 32166.2—2015 中 5.6 规定的方法测试后,滤光片距边缘 5 mm 以内且在参考点周围 30 mm 直径范围内应无有损视力的材料或加工缺陷,例如:气泡、划痕、夹杂物、暗色点状物、凹痕、模痕、切痕、修补、斑点、珠状物、水斑点、麻点、气体杂质、碎片、裂纹、抛光缺陷或者凹凸。

注:由于供强光源接触者使用的滤光片可不透明,因此对不透明滤光片的材料和表面缺陷不必要求。

5.7 视野

按 GB 30863—2014 中 5.13 规定的方法测试后,强光源设备操作员使用的防护镜在每只眼睛角膜顶点处水平和垂直方向上至少 40°角范围内应清晰。

注:由于供强光源接触者使用的防护镜可不透明,因此对不透明防护镜的视野不必要求。

5.8 光学性能

5.8.1 一般要求

强光源防护镜的透射比和强光源的光谱辐照度是计算滤光片防护因数(FPF)和评估强光源危害的重要参数。强光源的曝辐限值和危险分类参见附录 F。

应明确强光源防护镜在 250 nm~3 000 nm 之间的光谱透射比。

通常应在正入射(0°)条件下测试强光源防护镜的光谱透射比 $\tau(\lambda)$ 。测量时,波长间隔应不大于 10 nm;在 250 nm~800 nm 波段内中心波长的误差不大于 ± 2 nm;800 nm 以上波段的中心波长误差不大于 ± 4 nm。探测器的带宽(半高宽)不大于 5 nm。若强光源防护镜的透射比有角度依赖性,则应至少在 0°~30°入射角范围内测试其光谱透射比。

5.8.2 F 类

F 类为一般用途强光源防护镜,可按表 1 对一般用途强光源防护镜划分为 6 个特性编号。

注 1:表 1 中的特性编号与强光源防护镜的可见光透射比有关,与其红外波段透射比关系不大。

试验按 GB/T 32166.2—2015 中 5.3 进行。可见光透射比按式(1)计算:

$$\tau_v = \frac{\int_{380}^{780} E(\lambda)V(\lambda)\tau(\lambda)d\lambda}{\int_{380}^{780} E(\lambda)V(\lambda)d\lambda} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$E(\lambda)$ ——CIE 标准光源 D65 的相对光谱能量分布(见 GB/T 20146—2006 中表 1);

$V(\lambda)$ ——光谱光视效率(见 GB/T 30042—2013 中表 A.2);

$\Delta\lambda$ ——测量的波长间隔,单位为纳米(nm);

$\tau(\lambda)$ ——波长为 λ 时防护镜的光谱透射比。

注 2:由于供强光源接触者使用的防护镜可不透明,因此对不透明防护镜的可见光透射比不必要求。

表 1 一般用途强光源防护镜的透射比要求

特性编号	紫外波段透射比最大值 $\tau_{UV}(\lambda)/\%$			可见光透射比 $\tau_V/\%$		红外波段平均透射比 最大值 $\tau_{NIR}(\lambda)/\%$
	250 nm~315 nm	>315 nm~380 nm	>380 nm~450 nm	最大值	最小值	780 nm~3 000 nm
F-1	0.1	0.4	τ_V	100	43.2	50
F-2	0.1	0.4	τ_V	43.2	17.8	50
F-3	0.1	0.4	τ_V	17.8	8.5	50
F-4	0.1	0.4	τ_V	8.5	3.2	50
F-5	0.1	0.4	τ_V	3.2	1.2	50
F-6	0.1	0.4	τ_V	1.2	0.44	50

5.8.3 B类

B类为蓝光强光源防护镜。蓝光是很多强光源中危害最大的光谱成分,因此,可按表 2 对蓝光强光源防护镜划分为 6 个特性编号。

蓝光透射比 τ_B 按式(2)计算:

$$\tau_B = \frac{\int_{380}^{550} E(\lambda)B(\lambda)\tau(\lambda)d\lambda}{\int_{380}^{550} E(\lambda)B(\lambda)d\lambda} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

式中:

$E(\lambda)$ ——CIE 标准光源 D65 的相对光谱能量分布(见 GB/T 20146—2006 中表 1);

$B(\lambda)$ ——蓝光危害加权函数(参见附录 G);

$\tau(\lambda)$ ——波长为 λ 时防护镜的光谱透射比;

$\Delta\lambda$ ——测量的波长间隔,单位为纳米(nm)。

表 2 蓝光强光源防护镜的透射比要求

特性编号	紫外波段透射比最大值 $\tau_{UV}(\lambda)/\%$			蓝光透射比 $\tau_B/\%$		红外波段平均透射比最大 值 $\tau_{NIR}(\lambda)/\%$
	250 nm~315 nm	>315 nm~380 nm	>380 nm~450 nm	最大值	最小值	780 nm~3 000 nm
B-1	0.1	0.4	τ_B	100	43.2	50
B-2	0.1	0.4	τ_B	43.2	17.8	50
B-3	0.1	0.4	τ_B	17.8	8.5	50
B-4	0.1	0.4	τ_B	8.5	3.2	50
B-5	0.1	0.4	τ_B	3.2	1.2	50
B-6	0.1	0.4	τ_B	1.2	0.44	50

5.8.4 透射比均匀性

按 GB/T 32166.2—2015 中 5.3 规定的方法测试后,在视觉中心范围内,250 nm~3 000 nm 波段平

均透射比的相对变化量不应超过±10%；可见光透射比的相对变化量不应超过±10%；左右眼之间可见光透射比的相对变化量不应超过±10%。

5.8.5 球镜度和散光度

先按产品说明书清洁镜片，然后按 GB/T 32166.2—2015 中 5.1 规定的方法测试，防护镜的球镜度和散光度不应超过以下数值：

- 球镜度——两主子午面的光度平均值 $[(D_1 + D_2)/2]$ ： $\pm 0.06 \text{ m}^{-1}$ 。
- 散光度——两主子午面光度差值的绝对值 $(|D_1 - D_2|)$ ： 0.06 m^{-1} 。
- 装配成镜、单镜片和面屏的附加要求：左右眼镜片球镜度之间的最大差值： 0.12 m^{-1} 。

5.8.6 屈光力的局部变化

按 GB/T 32166.2—2015 中 5.1.2 规定的方法测试防护镜的球镜度和散光度，目标板的像应无重影和畸变。

5.8.7 未装配滤光片的棱镜度偏差

先按产品说明书清洁镜片，然后按 GB/T 32166.2—2015 中 5.1 规定的方法测试，棱镜度不应超过 0.12 cm/m 。

5.8.8 装配滤光片和单滤光片的棱镜度互差

先按产品说明书清洁镜片，然后按 GB/T 32166.2—2015 中 5.2 规定的方法测试，棱镜度互差不应超过表 3 中的值。

使用 $X = (32.0 \pm 0.2) \text{ mm}$ 的光阑 LB₂，也可选择使用产品规定的光阑。

表 3 装配镜片和单镜片棱镜度互差最大值

单位为厘米每米

水平方向		垂直方向
基底朝外	基底朝内	
0.75	0.25	0.25

5.8.9 狭角散射(光漫射)

先按产品说明书清洁镜片，然后按 GB/T 32166.2—2015 中 5.5 规定的方法测试，防护镜的简约光亮度系数(漫射)不应超过 $1.0 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$ 。

5.9 阻燃

按 GB/T 32166.2—2015 中 6.5 规定的方法测试后，防护镜上所有外露部件都不应续燃或阴燃。

5.10 紫外老化

按 GB/T 32166.2—2015 中 6.3 规定的方法测试后，防护镜可见光透射比的相对变化量不应超过±10%，简约亮度系数的相对变化量不应超过 $0.5 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$ 。

5.11 热老化

按 GB/T 32166.2—2015 中 6.2 规定的方法测试后，防护镜不应有明显变形。

5.12 强度

5.12.1 未装配滤光片的最小强度

按 GB/T 32166.2—2015 中 6.1.1 规定的方法测试后,试验后样品不应出现以下状况:

- a) 镜片破损,即镜片完全裂开或者碎成两片或更多片,或落球与镜片接触的位置有多于 5 mg 的材料从镜片表面脱离,或钢球穿透镜片,则可认为该镜片破损;
- b) 镜片变形,即经钢球撞击后,镜片背面的白纸出现斑点,则可认为镜片变形。

5.12.2 装成强光源防护镜的最小强度

按 GB/T 32166.2—2015 中 6.1.2 规定的方法测试后,试验后样品不应出现以下状况:

- a) 镜片破损,即镜片完全裂开或者碎成两片或更多片,或落球与镜片接触的位置有多于 5 mg 的材料从镜片表面脱离,或钢球穿透镜片,则可认为该镜片破损;
- b) 镜片变形,即经钢球撞击后,镜片背面的白纸出现斑点,则可认为镜片变形。
- c) 防护镜框架破损,即经钢球撞击后,其分离成两个部分或两个部分以上,或其不再具有装夹镜片的能力,或侧护板破损,或侧护板变形,则可认为其破损。

6 颜色识别

6.1 一般要求

若防护镜的颜色为中性色,则防护镜在 450 nm~650 nm 间的光谱透射比应在平均透射比的 ±20% 范围内。

6.2 防护镜的颜色

根据国际照明委员会(CIE)的规定,强光源防护镜的色品坐标(x, y)按式(3)和式(4)计算:

$$x = \frac{X}{X + Y + Z} \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$y = \frac{Y}{X + Y + Z} \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

$$X = \int_{380}^{780} \tau(\lambda) E(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda$$

$$Y = \int_{380}^{780} \tau(\lambda) E(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda$$

$$Z = \int_{380}^{780} \tau(\lambda) E(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda$$

\bar{x} 、 \bar{y} 和 \bar{z} ——CIE 色匹配函数(见 GB/T 20147—2006 中表 1);

$E(\lambda)$ ——CIE 标准光源 D65 的相对光谱能量分布(见 GB/T 20146—2006 中表 1);

$\Delta\lambda$ ——测量的波长间隔,单位为纳米(nm);

$\tau(\lambda)$ ——波长为 λ 时防护镜的光谱透射比。

注 1: 防护镜滤光片的色品坐标(x, y)可在 CIE 色品图上标注出来。

注 2: 由于供强光源接触者使用的防护镜可不透明,因此对不透明防护镜的可见光透射比不要求。

7 自动变光强光源防护镜

自动变光强光源防护镜在明态和暗态下应满足表 1 与表 2 中红外(IR)和紫外(UV)波段透射比的规定。

若防护镜的可见光透射比随入射光的变化而变化,则应确定防护镜到达 3 倍最小光透射比(“暗态”)时所需的时间。

若自动变光强光源防护镜的供电电源断开或发生故障,则由总线、电池或光电池供电的自动变光强光源防护镜应能将其可见光透射比(380 nm~780 nm)降低到最大值的 30%。

应确定自动变光强光源防护镜在明态和暗态下可见光透射比的最小值,入射光与自动变光强光源防护镜的法线夹角应至少在 0° ~ 30° 之间。

8 标识

每一个强光源防护镜上应清晰永久地标注以下各项:

- a) 规格型号;
- b) 产品执行的标准编号;
- c) 制造商标识;
- d) 按 5.8.2 和/或 5.8.3 的分类,防护镜应分别标注 F-# 和/或 B-# (# 表示从 1 到 6 的数字);
- e) 瞳距(PD)或瞳距范围(如适用)。

如果信息标注在滤光片上,则不得影响佩戴者的视线或滤光片的防护效果。

9 使用说明书

每一个强光源防护镜都应提供使用说明书,使用说明书应包括以下信息:

- a) 防护镜的型号;
- b) 第 8 章中要求的各项标识,并说明各标识的含义;
- c) 按第 5 章的规定,以图形或表格的形式提供防护镜的光谱透射比,波长间隔为 10 nm;
- d) 按 5.8.2 和/或 5.8.3 的规定,对 F-# 和/或 B-# (# 表示从 1 到 6 的数字)标记进行说明;
- e) 按 5.8.2 中式(1)的规定提供可见光透射比;
- f) 按 6.2 的规定,提供防护镜的 CIE 色品坐标(x, y),也可选择在 CIE 色度图上标出;
- g) 瞳距(PD)或瞳距范围(如适用);
- h) 对于自动变光强光源防护镜,应提供产品在明态和暗态下可见光透射比的最小值;
- i) 对于使用电源、电池或光伏电池供电的自动变光强光源防护镜,应提供电能供应端的设置和允差;
- j) 防护镜使用、维护、储存、清洁和消毒指南;
- k) 关于防护镜何时更换的检查和指导信息;
- l) 防护镜制造商或供应商的名称和地址。

附录 A
(资料性附录)

本部分与 ISO 12609-1:2013 相比的结构变化情况

本部分与 ISO 12609-1:2013 相比在结构上有较多调整,具体章条编号对照情况见表 A.1。

表 A.1 本部分与 ISO 12609-1:2013 的章条编号对照情况

本部分章条编号	对应的 ISO 12609-1:2013 章条编号
4	—
4.1	—
4.2	—
5	7
5.1	7.1
5.2	7.2
5.3	7.3
5.4	7.4
5.5	7.5
5.6	7.6
5.7	7.7
5.8	7.8
5.8.1	4.1
5.8.2	4.2,4.4
5.8.3	4.3
5.8.4	7.8.1
5.8.5	7.8.2
5.8.6	7.8.3
5.8.7	7.8.4
5.8.8	7.8.5
5.8.9	7.8.6
5.9	7.9
5.10	7.10
5.11	7.11
5.12	—
5.12.1	—
5.12.2	—
6	5
7	6

表 A.1 (续)

本部分章条编号	对应的 ISO 12609-1:2013 章条编号
附录 A	—
附录 B	—
附录 C	附录 A
附录 D	附录 B
附录 E	附录 C
附录 F	—
附录 G	附录 D
—	附录 E
—	附录 F
—	附录 G
—	附录 H

附录 B
(资料性附录)

本部分与 ISO 12609-1:2013 的技术性差异及其原因

为了适应国际眼面部防护技术的快速发展,适应国际标准化组织对国际标准的内容和结构进行合理调整、融合的新趋势,新制定的国家标准应具有一定的前瞻性和较长期的适用性。为此,在制定本部分的过程中,对 ISO 12609-1:2013 中光生物安全性的内容和动态以及标准的适用范围进行了充分的了解和考虑。

本部分与 ISO 12609-1:2013 的技术性差异及其原因见表 B.1。

表 B.1 本部分与 ISO 12609-1:2013 的技术性差异及其原因

本部分章条编号	技术性差异	原因
1	改写了本部分的适用范围和不适用范围,同时增加了注	由于强光源不仅用于医疗美容行业而且也广泛应用于工业加工、食品加工、温室种植、水处理、光固化等存在强光源危害的领域,因此根据我国采用国际标准的需要,扩大适用性
2	关于规范性引用文件,本部分做了具有技术性差异的调整,调整的情况集中反映在第 2 章“规范性引用文件”中,具体调整如下: ——增加引用了 GB/T 20146—2006(见 5.8.2、5.8.3 和 6.2); ——增加引用了 GB/T 20147—2006(见 6.2); ——增加引用了 GB/T 30042—2013(见第 3 章和 5.8.2); ——增加引用了 GB 30863—2014(见 5.7); ——用参考国际标准制定的 GB/T 32166.2—2015,代替了 ISO 12311:2013(见第 5 章); ——增加引用了 GB/T 38009(见 5.3)	便于标准使用者使用
3	增加引用了 GB/T 30042—2013	与新发布的名词术语保持一致
3.4	增加了对强光源的注	与新发布的名词术语保持一致
4	增加了对强光源防护镜的分类	符合国家标准编制要求和中文的表述习惯
5.3	GB/T 38009 替换 ISO/TS 24348	用参考国际标准制定的 GB/T 38009,代替了 ISO/TS 24348
5.3	删掉“应核查产品无害性声明的信息,以下是应提交审查的文件示例: ——原材料技术规范; ——关于原材料的安全数据表单; ——关于原材料用于食品、医疗设备或其他相关应用的适用性的信息; ——关于原材料的毒性、过敏性、致癌性、生殖毒性,或者致突变性调查信息。”	不符合国内相关产品的实际生产情况

表 B.1 (续)

本部分章节编号	技术性差异	原因
5.4	删除 5.4 的第一段	5.4 的第一段与 5.5 的第一段矛盾
5.8.1	增加了第一段,概述了强光源防护镜透射比和强光源的光谱辐照度是计算滤光片防护因数(FPF)和评估强光源危害的重要参数以及进一步了解强光源的危害、强光源的曝辐限值和危险分类可参见附录 F	增加标准的可读性,便于标准使用者更好的理解与强光源有关的概念以及使用我国相关文件
5.8.6	删掉引用的屈光力局部变化的测试方法,引用 GB/T 32166.2—2015 中 5.1.2 望远镜法	原文所引用的规范性文件(屈光力局部变化的测试方法)我国没有与其对应的文件,且市场上也没有满足该测试方法的检测设备
5.12	增加关于强度的要求	适应我国眼面部防护标准体系及产品本身应具备最小强度的要求
6.1	删掉“防护镜的颜色不必为中性色”	符合国家标准编制要求和中文的表述习惯
8	增加列项“b)产品执行的标准编号”	符合国家相关法律法规的要求
9	删掉前置段中的“用户手册使用的语言应为防护镜销售地国家的官方语言”	该内容是从国际角度叙述的,且考虑到多种官方语言国家采用国际标准的情况,我国仅用中文出版
9 d)	删掉“以图形或表格的形式(波长间隔为 10 nm)”	很明显的编辑错误
	删除 ISO 12609-1:2013 的规范性附录 E、附录 F、附录 G 和附录 H	规范性附录 E、附录 F、附录 G 和附录 H 所规定的测试方法已包含于规范性引用文件 GB/T 32166.2—2015 中

附录 C
(资料性附录)
滤光片防护因数(FPF)

C.1 光密度和遮光号均不适用于描述 ILS 滤光片的特性,因为光密度和遮光号没有考虑不同波长对眼睛产生的影响,而眼睛的曝辐限值(ELV)(来自参考文献[11])是指有效值。例如在计算接触限值时,需要用到不同光谱的加权函数,这样计算得到的曝辐限值才是有效值。

C.2 FPF 的计算公式:

蓝光危害:

$$FPF_{BL} = \frac{\int_{300}^{700} E(\lambda) B(\lambda) d\lambda}{\int_{300}^{700} E(\lambda) B(\lambda) \tau(\lambda) d\lambda} \dots\dots\dots (C.1)$$

视网膜热危害:

$$FPF_{RTh} = \frac{\int_{380}^{1400} E(\lambda) R(\lambda) d\lambda}{\int_{380}^{1400} E(\lambda) R(\lambda) \tau(\lambda) d\lambda} \dots\dots\dots (C.2)$$

光化学紫外危害:

$$FPF_{UV} = \frac{\int_{180}^{400} E(\lambda) S(\lambda) d\lambda}{\int_{180}^{400} E(\lambda) S(\lambda) \tau(\lambda) d\lambda} \dots\dots\dots (C.3)$$

红外眼球危害:

$$FPF_{IR, lens} = \frac{\int_{780}^{3000} E(\lambda) d\lambda}{\int_{780}^{3000} E(\lambda) \tau(\lambda) d\lambda} \dots\dots\dots (C.4)$$

式中:

- $E(\lambda)$ —— ILS 装置的光谱辐照度,单位为瓦每平方米纳米($W m^{-2} nm^{-1}$);
- $B(\lambda), R(\lambda)$ 和 $S(\lambda)$ ——分别为蓝光、视网膜热和光化学紫外危害的加权函数(参见附录 G);
- $\Delta\lambda$ ——测试的波长间隔,单位为纳米(nm);
- $\tau(\lambda)$ ——波长为 λ 时防护镜材料的光谱透射比。

C.3 FPF 量化了生物学上有效眼部暴露量的减少程度,并考虑了不同波长对眼睛的影响。计算特定 ILS 装置的 FPF 需要 ILS 设备的发射光谱和滤光片的透射光谱。

C.4 FPF 直接与各种危害的风险评估相关,该评估的关键阶段有:

- a) 使用 ILS 设备制造商提供的 ILS 设备光谱辐照度计算加权辐亮度、加权辐照度或加权曝辐剂量(若未提供数据,可测量实际光谱辐照度);

注: ILS 设备的操作员和客户受到的光谱辐照度可能会有所不同。

- b) 根据 ELV 确定暴露持续时间和危害类型；
- c) 将测量值与 ELV 进行比较。

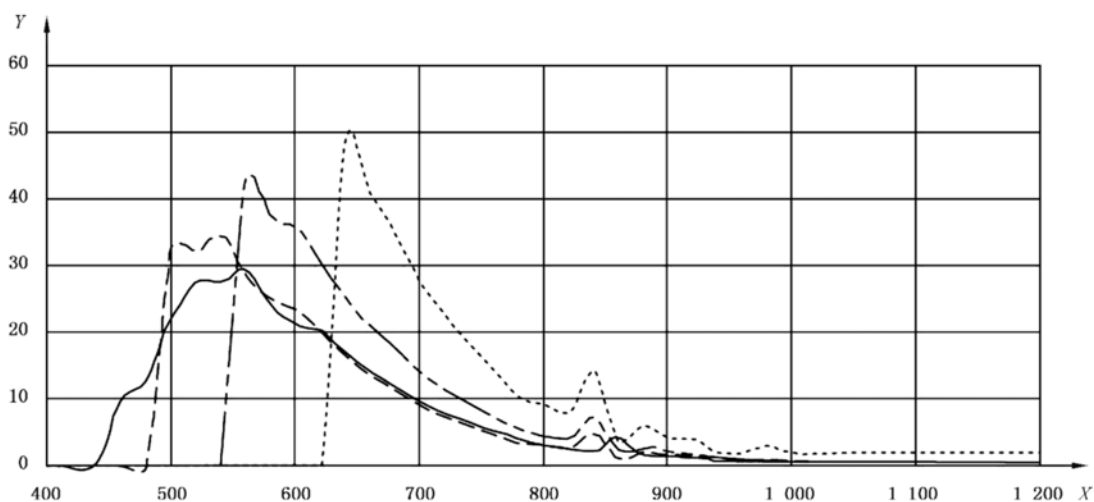
C.5 如果风险评估表明辐射水平超过了视网膜的曝辐限值,则应佩戴防护眼镜。防护眼镜的最小 FPF 值应至少等于或高于要求的暴露减少量。对于客户和操作员而言,要求的暴露减少量可能会有所不同,因此,客户和操作员防护眼镜的 FPF 值也会不同。

附录 D
(资料性附录)

滤光片防护因数(FPF)的计算——示例 1

D.1 ILS 制造商宜明确所需强光源防护镜的特性编号(F-#和/或 B-#)。本示例旨在指导那些没有标明特性编号的情况。

D.2 某 ILS 装置 A 配备了四种不同的滤光附件,这四种滤光附件在 440 nm、500 nm、560 nm 和 640 nm 的发射光谱见图 D.1。



说明:

X ——横坐标轴,波长,单位为纳米(nm);

Y ——纵坐标轴,光谱辐照度,任意单位;

----- 500 nm 滤光附件;

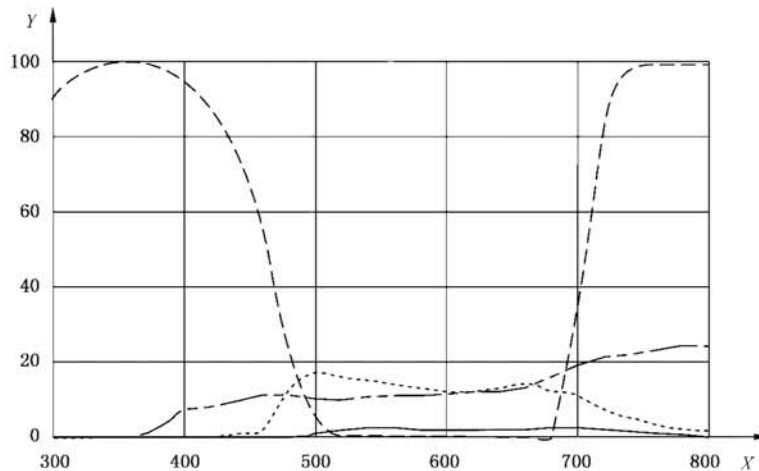
- · - · - · - 560 nm 滤光附件;

····· 640 nm 滤光附件;

————— 440 nm 滤光附件。

图 D.1 不同滤光附件下 ILS 装置的光谱辐照度

D.3 强光源防护镜 1、2、3 和 4 的透射光谱见图 D.2,强光源防护镜的透射比和 ILS 装置光谱辐照度的光谱测量间隔均为 2 nm。



说明：

X —— 横坐标轴，波长，单位为纳米(nm)；

Y —— 纵坐标轴，透射比，%；

-----强光源防护镜 1；

-----强光源防护镜 2；

-----强光源防护镜 3；

———强光源防护镜 4。

图 D.2 强光源防护镜 1、2、3 和 4 的透射比

D.4 使用式(C.1)和式(C.2)分别计算蓝光和视网膜热危害的 FPF 值，其中：

$E(\lambda)$ 数据见图 D.1；

$B(\lambda)$ 和 $R(\lambda)$ 为危害加权函数，参见附录 G；

$\Delta\lambda$ 为测量的波长间隔(该例中波长间隔为 2 nm)；

$\tau(\lambda)$ 为强光源防护镜 1、2、3 和 4 的光谱透射比，见图 D.2。

D.5 在本示例中，由于 ILS 装置 A 在紫外和红外光谱区的光谱辐照度非常低，且不存在过量紫外或红外辐射的风险，因此紫外和红外眼球危害的 FPFs 不适用于 ILS 装置 A。

D.6 强光源防护镜 1、2、3 和 4 对配置不同滤光附件的 ILS 装置 A 的防护效果见表 D.1。

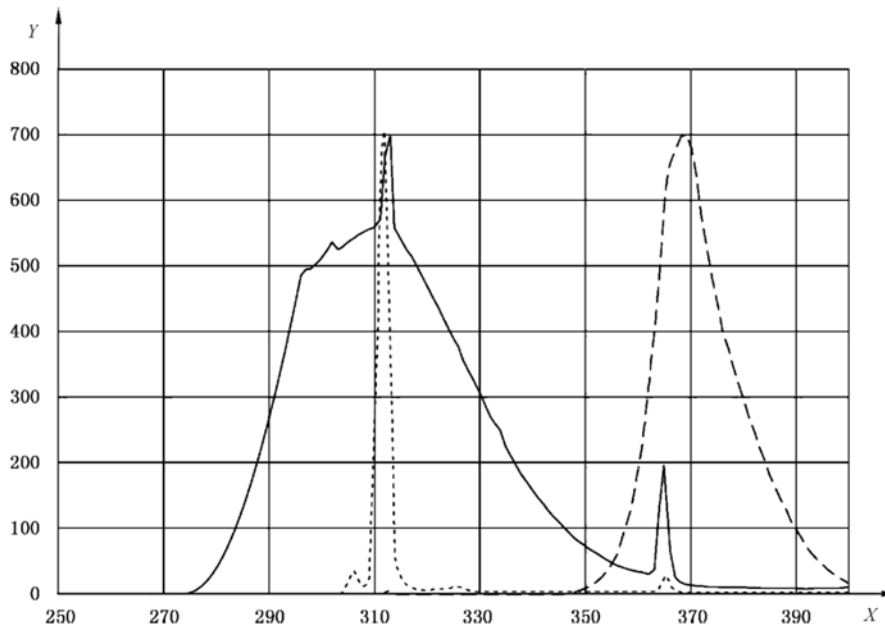
表 D.1 强光源防护镜 1、2、3 和 4 对配置不同滤光附件的 ILS 装置 A 的 FPF

类型	ILS 装置 A			
	440 nm	500 nm	560 nm	640 nm
蓝光危害 FPF				
强光源防护镜 1	15	6	7	8
强光源防护镜 2	10	10	9	7
强光源防护镜 3	2	37	90	15
强光源防护镜 4	300	46	49	44
视网膜热危害 FPF				
强光源防护镜 1	11	7	8	10
强光源防护镜 2	9	8	7	6
强光源防护镜 3	3	10	7	3
强光源防护镜 4	95	48	52	55

附录 E
(资料性附录)

滤光片防护因数(FPF)的计算——示例 2

E.1 某 ILS 装置 B 配备了 3 种可切换的灯具:灯具 1、灯具 2 和灯具 3,这些灯具的光谱辐照度见图 E.1。



说明:

X ——横坐标轴,波长,单位为纳米(nm);

Y ——纵坐标轴,光谱辐照度,任意单位;

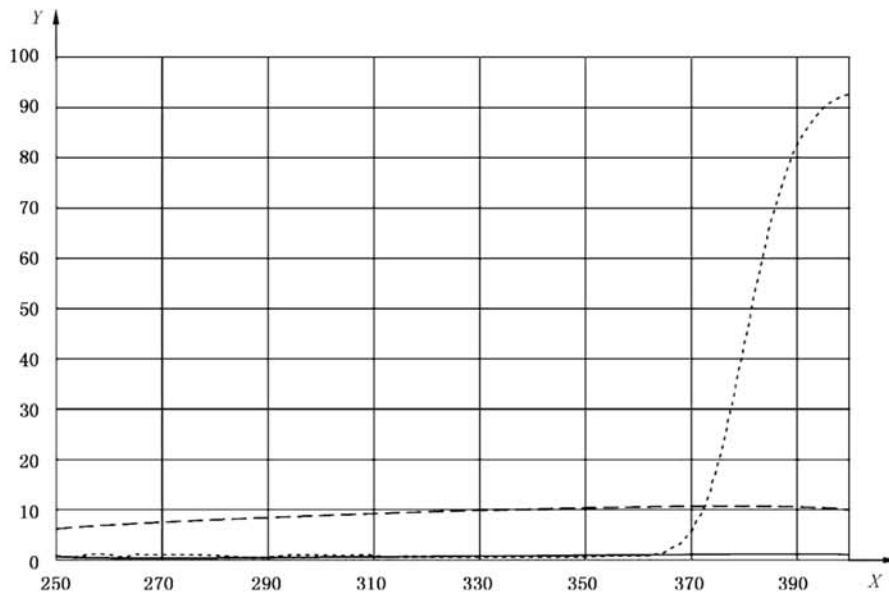
——灯具 1;

-----灯具 2;

.....灯具 3。

图 E.1 ILS 装置 B 中灯具 1、灯具 2 和灯具 3 的光谱辐照度

E.2 强光源防护镜 5、6 和 7 的透射光谱见图 E.2。强光源防护镜的透射比和 ILS 装置的光谱辐照度的光谱测量间隔均为 2 nm。



说明：

- X —— 横坐标轴, 波长, 单位为纳米(nm);
- Y —— 纵坐标轴, 透射比, %;
- 强光源防护镜 5;
- 强光源防护镜 6;
- 强光源防护镜 7。

图 E.2 强光源防护镜 5、6 和 7 的光谱透射比

E.3 使用式(C.1)和式(C.3)分别计算相应的蓝光和紫外光危害 FPF, 其中:

- $E(\lambda)$ 数据见图 E.1;
- $B(\lambda)$ 和 $S(\lambda)$ 为危害加权函数, 参见附录 G;
- $\Delta\lambda$ 为测量的波长间隔(该例中波长间隔为 2 nm);
- $\tau(\lambda)$ 为图 E.2 中强光源防护镜 5、6 和 7 的光谱透射比。

E.4 在本示例中, 由于 ILS 装置 B 在视网膜热危害和红外眼球危害区的光谱辐照度非常低, 且不存在过量红外辐射的风险, 因此视网膜热危害和红外眼球危害的 FPFs 不适用于 ILS 装置 B。

E.5 强光源防护镜 5、6 和 7 对配置不同灯具 ILS 装置 B 的防护效果见表 E.1。

表 E.1 强光源防护镜 5、6 和 7 对配置不同灯具 ILS 装置 B 的 FPF 值

类型	ILS 装置 B		
	灯具 1	灯具 2	灯具 3
紫外危害 FPF 值			
强光源防护镜 5	140	95	122
强光源防护镜 6	12	10	10
强光源防护镜 7	175	8	194
蓝光危害 FPF 值			
强光源防护镜 5	110	93	115
强光源防护镜 6	10	10	10
强光源防护镜 7	36	3	30

附录 F

(资料性附录)

强光源的曝辐限值和危险分类

F.1 引言

在工业安全标准还未普及的时代,人类就已经发明和使用了大量的光源。与单一波长的激光光源相比,对宽波段光源的光学辐射危害的评估和控制更为复杂。因此,为了评估宽波段光源的辐射危害并对其光生物安全性给予指导,国家标准 GB/T 20145—2006 中第 4 章和第 6 章对所有非相干宽带光源(包括 LED 但不包括激光)的曝辐限值和危险分类进行了明确规定。

本附录即根据 GB/T 20145—2006 对光生物安全性的规定,将强光源的定义、强光源的曝辐限值和强光源的危险分类简要概述如下。

F.2 强光源

强光源是指包含一个或多个且辐射波长介于 250 nm~3 000 nm 之间的非激光光源,且该光源能在人和动物身上产生生物学效应。生物学效应包括红外线引起的白内障、光致角膜炎、光致视网膜炎、视网膜热损伤、紫外线引起的白内障、紫外线引起的红斑等。强光源能够以连续或脉冲的方式工作;连续强光源如:电影放映、日晒、工业加工、医疗、美容和探照灯等方面的灯;脉冲强光源如:照相闪光灯、复印机中的闪光灯、脉冲调制 LED、频闪闪光灯和以脉冲方式工作的氙弧灯等。但强光源并不包括用于办公室、学校、家庭、工厂、道路或汽车等方面的普通照明用灯或光源。

F.3 曝辐限值

F.3.1 概述

人在强光源附近受到的辐射不应超过下面所讲述的曝辐限值(ELV)。曝辐限值的具体值来自不同的国际非电离辐射防护委员会(ICNIRP)导则,这些导则是根据试验研究中所得到的最有用的信息制定的。

曝辐限值表明了这样一种条件,在该条件下,在一般人群中,几乎所有人可以被反复照射而没有任何对身体健康不利的影 响。然而,这并不包括一些对光特别敏感的人,也没有包括整天和光敏剂打交道的人,因为光敏剂会使人变得对光十分敏感,以致受到光辐射后容易产生对健康不利的影 响。总体来说,这些人比不感光的人或者是没有整天与光敏剂打交道的人更容易在光辐射中受到对健康不利的影 响。光敏感度因人而异,变化很大,因此不可能对一部分人建立曝辐限值。

在宽波段的可见光或 IR-A 辐射下,眼睛所允许的曝辐限值以光源的光谱辐亮度和总辐射照度为基础,这两个值在观察者眼睛所在位置测量得到。一般来说,只有当光源的亮度超过 $10^4 \text{ cd} \cdot \text{m}^2$ 时,才需要详细的精确的光谱数据。如果光源亮度小于这个值,则不会超出曝辐限值。

F.3.2 曝辐限值

曝辐限值(exposure limit value;ELV)是不会导致不利的生物作用的眼睛或皮肤所能承受的辐照水平,有时也称发射极限和接触限值。根据不同波段光谱光源的辐射时间、辐照度或辐亮度、光生物危

害函数以及光辐射的测量,辐射危害的曝辐限值分为皮肤和眼睛的光化学紫外危害曝辐限值、眼睛的近紫外危害曝辐限值、视网膜蓝光危害曝辐限值(包括小光源)、视网膜热危害曝辐限值(包括微弱视觉刺激)、眼睛的红外辐射危害曝辐限值、皮肤热危害曝辐限值。

为了更好地对 GB/T 20145—2006 中描述的不同曝辐限值,包括视场效应进行比较和应用,将 GB/T 20145—2006 中的表 3(皮肤表面或角膜曝辐限值一览表)和表 4(视网膜曝辐限值一览表)列于表 F.1 和表 F.2。

表 F.1 皮肤表面或角膜曝辐限值(辐照度基值)一览表

危害名称	相应公式	波长范围 nm	曝辐时间 s	限制孔径弧度 (°)	恒辐照曝辐限值 $W \cdot m^{-2}$
光化学 UV 皮肤和眼睛	$E_S = \sum E_\lambda \cdot S(\lambda) \cdot \Delta\lambda$	200~400	<30 000	1.4(80)	30/t
眼睛 UV	$E_{UVA} = \sum E_\lambda \cdot \Delta\lambda$	315~400	$\leq 1\ 000$ >1 000	1.4(80)	10 000/t 10
蓝光小光源	$E_B = \sum E_\lambda \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$	300~700	≤ 100 >100	<0.011	100/t 1.0
眼睛红外	$E_{IR} = \sum E_\lambda \cdot \Delta\lambda$	780~3 000	$\leq 1\ 000$ >1 000	1.4(80)	18 000/t ^{0.75} 100
皮肤热	$E_H = \sum E_\lambda \cdot \Delta\lambda$	380~3 000	<10	2πsr	2 000/t ^{0.75}

表 F.2 视网膜曝辐限值(辐亮度基值)一览表

危害名称	相应公式	波长范围 nm	曝辐时间 s	视场弧度	恒亮度曝辐限值 $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
蓝光	$L_B = \sum L_\lambda \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$	300~700	0.25~10 10~100 100~10 000 $\geq 10\ 000$	$0.011 \cdot \sqrt{(t/10)}$ 0.011 $0.001\ 1\sqrt{t}$ 0.1	$10^5/t$ $10^5/t$ $10^5/t$ 100
视网膜热	$L_R = \sum L_\lambda \cdot R(\lambda) \cdot \Delta\lambda$	380~1 400	<0.25 0.25~10	0.001 7 $0.011 \cdot \sqrt{(t/10)}$	$50\ 000/(\alpha \cdot t^{0.25})$ $50\ 000/(\alpha \cdot t^{0.25})$
视网膜热 (微弱视刺激)	$L_{IR} = \sum L_\lambda \cdot R(\lambda) \cdot \Delta\lambda$	780~1 400	>10	0.011	6 000/α

F.4 危险分类

F.4.1 连续光源

从表 F.1 和表 F.2 列出的各种辐射危害的曝辐限值看,强光源在几个方面都可能存在危害,因此需要有个分级方案。要明确的是,本附录的危险分类是基于数十年使用灯的经验和相关辐射的意外损伤分析制定的,且强光源(包括脉冲强光源)的危害值都是在 200 mm 的距离上给出的。本附录的危险等级仅表示其潜在的危险,是否能变成真正的危害,取决于利用率、曝光时间和光源的效果。表 F.3 总结了 F.3 中讨论的每个危险分类所对应的不同辐照度和辐亮度发射限。

GB/T 20145—2006 将连续辐射光源分为无危险类(豁免级)、1 类危险(低危险)、2 类危险(中度危

险)和 3 类危险(高危险)共四种基本危险等级:

- 无危险类(豁免级):在合理、可预见的条件下,没有光危害;甚至可连续、无限制的使用。最典型的例子为家用磨砂白炽灯和荧光灯;
- 1 类危险(低危险):产品在大部分的应用情况下是安全的;除非长时间辐照,而眼睛可能直接受到辐照,如:家用手电筒;
- 2 类危险(中度危险):如果灰光反应限制了辐照的持续时间或实质上不会存在长时间辐照时,该等级产品通常不构成实质性的光危害;
- 3 类危险(高危险):该等级产品即使短暂的辐照也会有潜在的危害,且一般必需有系统安全要求。

发射限超过无危险类且引起了热或光化学等生物学效应的非激光宽带光源即可视为强光源。

表 F.3 连续辐射光源各危险类的发射限

危险	光化光谱	符号	发射限			单位
			无危险	低危险	中度危险	
光化紫外	$S_{UV}(\lambda)$	E_S	0.001	0.003	0.03	$W \cdot m^{-2}$
近紫外		E_{UVA}	10	33	100	$W \cdot m^{-2}$
蓝光	$B(\lambda)$	L_B	100	10 000	4 000 000	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
蓝光小光源	$B(\lambda)$	E_B	1.0	1.0	400	$W \cdot m^{-2}$
视网膜的热危险	$R(\lambda)$	L_R	$28\ 000/\alpha$	$28\ 000/\alpha$	$71\ 000/\alpha$	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
视网膜的热的、微弱的、视觉的刺激	$R(\lambda)$	L_{IR}	$6\ 000/\alpha$	$6\ 000/\alpha$	$6\ 000/\alpha$	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
红外辐射眼睛		E_{IR}	100	570	3 200	$W \cdot m^{-2}$

F.4.2 脉冲光源

脉冲光源的分级适用于单脉冲和 0.25 s 内任何类型的脉冲。

脉冲光源应在制造商指定的最高负载下进行评价。

对每一个脉冲,相对加权曝辐量(H 或 $E \cdot t$),或者时间积分加权辐亮度剂量($L \cdot t$),应是对加权辐照度或加权辐亮度覆盖整个脉冲进行积分取得,积分时间的上限为 0.25 s。对每类生物危害的评价,加权曝辐量要同表 F.1 和表 F.2 列出的曝辐限值进行比较。

被测光源的危险类别的确定方法如下:

- 超过曝辐限值的光源归入了 3 类危险(高危险);
- 对于单脉冲光源,加权曝辐量或加权辐亮度剂量低于 ELV 时,采用脉冲发射的时间平均值,以 F.4.1 讨论的连续辐射光源的标准进行评价。

附 录 G
(资料性附录)
光谱危害加权函数

为了便于应用,光谱危害加权函数 $S(\lambda)$ 、 $B(\lambda)$ 和 $R(\lambda)$ (相关信息参见文献 10)在表 G.1 和表 G.2 中列出。

表 G.1 紫外危害加权函数 $S(\lambda)$

λ/nm	$S(\lambda)$	λ/nm	$S(\lambda)$	λ/nm	$S(\lambda)$	λ/nm	$S(\lambda)$	λ/nm	$S(\lambda)$
180	0.012 0	207	0.059 5	234	0.229 2	261	0.679 2	288	0.689 1
181	0.012 6	208	0.064 3	235	0.240 0	262	0.709 8	289	0.664 1
182	0.013 2	209	0.069 4	236	0.251 0	263	0.741 7	290	0.640 0
183	0.013 8	210	0.075 0	237	0.262 4	264	0.775 1	291	0.618 6
184	0.014 4	211	0.078 6	238	0.274 4	265	0.810 0	292	0.598 0
185	0.015 1	212	0.082 4	239	0.286 9	266	0.844 9	293	0.578 0
186	0.015 8	213	0.086 4	240	0.300 0	267	0.881 2	294	0.558 7
187	0.016 6	214	0.090 6	241	0.311 1	268	0.919 2	295	0.540 0
188	0.017 3	215	0.095 0	242	0.322 7	269	0.958 7	296	0.498 4
189	0.018 1	216	0.099 5	243	0.334 7	270	1.000 0	297	0.460 0
190	0.019 0	217	0.104 3	244	0.347 1	271	0.991 9	298	0.398 9
191	0.019 9	218	0.109 3	245	0.360 0	272	0.983 8	299	0.345 9
192	0.020 8	219	0.114 5	246	0.373 0	273	0.975 8	300	0.300 0
193	0.021 8	220	0.120 0	247	0.386 5	274	0.967 9	301	0.221 0
194	0.022 8	221	0.125 7	248	0.400 5	275	0.960 0	302	0.162 9
195	0.023 9	222	0.131 6	249	0.415 0	276	0.943 4	303	0.120 0
196	0.025 0	223	0.137 8	250	0.430 0	277	0.927 2	304	0.084 9
197	0.026 2	224	0.144 4	251	0.446 5	278	0.911 2	305	0.060 0
198	0.027 4	225	0.150 0	252	0.463 7	279	0.895 4	306	0.045 4
199	0.028 7	226	0.158 3	253	0.481 5	280	0.880 0	307	0.034 4
200	0.030 0	227	0.165 8	254	0.500 0	281	0.856 8	308	0.026 0
201	0.033 4	228	0.173 7	255	0.520 0	282	0.834 2	309	0.019 7
202	0.037 1	229	0.181 9	256	0.543 7	283	0.812 2	310	0.015 0
203	0.041 2	230	0.190 0	257	0.568 5	284	0.790 8	311	0.011 1
204	0.045 9	231	0.199 5	258	0.594 5	285	0.770 0	312	0.008 1
205	0.051 0	232	0.208 9	259	0.621 6	286	0.742 0	313	0.006 0
206	0.055 1	233	0.218 8	260	0.650 0	287	0.715 1	314	0.004 2

表 G.1 (续)

λ/nm	$S(\lambda)$	λ/nm	$S(\lambda)$	λ/nm	$S(\lambda)$	λ/nm	$S(\lambda)$	λ/nm	$S(\lambda)$
315	0.003 0	333	0.000 370	351	0.000 191	369	0.000 096	387	0.000 049
316	0.002 4	334	0.000 355	352	0.000 183	370	0.000 093	388	0.000 047
317	0.002 0	335	0.000 340	353	0.000 175	371	0.000 090	389	0.000 046
318	0.001 6	336	0.000 327	354	0.000 167	372	0.000 086	390	0.000 044
319	0.001 2	337	0.000 315	355	0.000 160	373	0.000 083	391	0.000 042
320	0.001 0	338	0.000 303	356	0.000 153	374	0.000 080	392	0.000 041
321	0.000 819	339	0.000 291	357	0.000 147	375	0.000 077	393	0.000 039
322	0.000 670	340	0.000 280	358	0.000 141	376	0.000 074	394	0.000 037
323	0.000 540	341	0.000 271	359	0.000 136	377	0.000 072	395	0.000 036
324	0.000 520	342	0.000 263	360	0.000 130	378	0.000 069	396	0.000 035
325	0.000 500	343	0.000 255	361	0.000 126	379	0.000 066	397	0.000 033
326	0.000 479	344	0.000 248	362	0.000 122	380	0.000 064	398	0.000 032
327	0.000 459	345	0.000 240	363	0.000 118	381	0.000 062	399	0.000 031
328	0.000 440	346	0.000 231	364	0.000 114	382	0.000 059	400	0.000 030
329	0.000 425	347	0.000 223	365	0.000 110	383	0.000 057		
330	0.000 410	348	0.000 215	366	0.000 106	384	0.000 055		
331	0.000 396	349	0.000 207	367	0.000 103	385	0.000 053		
332	0.000 383	350	0.000 200	368	0.000 099	386	0.000 051		

表 G.2 蓝光危害函数 $B(\lambda)$ 和视网膜热危害函数 $R(\lambda)$

λ/nm	$B(\lambda)$	$R(\lambda)$
300~<380	0.01	—
380	0.01	0.1
385	0.013	0.13
390	0.025	0.25
395	0.05	0.5
400	0.1	1
405	0.2	2
410	0.4	4
415	0.8	8
420	0.9	9
425	0.95	9.5
430	0.98	9.8

表 G.2 (续)

λ / nm	$B(\lambda)$	$R(\lambda)$
435	1	10
440	1	10
445	0.97	9.7
450	0.94	9.4
455	0.9	9
460	0.8	8
465	0.7	7
470	0.62	6.2
475	0.55	5.5
480	0.45	4.5
485	0.32	3.2
490	0.22	2.2
495	0.16	1.6
500	0.1	1
$>500 \sim \leq 600$	$10^{0.02 \times (450 - \lambda)}$	1
$>600 \sim \leq 700$	0.001	1
$>700 \sim \leq 1\ 050$	—	$10^{0.002 \times (700 - \lambda)}$
$>1\ 050 \sim \leq 1\ 150$	—	0.2
$>1\ 150 \sim \leq 1\ 200$	—	$0.2 \times 10^{0.02 \times (1\ 150 - \lambda)}$
$>1\ 200 \sim 1\ 400$	—	0.02

参 考 文 献

- [1] GB/T 20145—2006 灯和灯系统的光生物安全性(CIE S 009/E;2002, IDT)
 - [2] ISO 4007-2012 Personal protective equipment—Eye and face protection—Vocabulary
 - [3] ISO 11664-1:2007 Colorimetry—Part 1: CIE standard colorimetric observers
 - [4] ISO 11664-2:2007 Colorimetry—Part 2: CIE standard illuminants
 - [5] IEC/TR 62471-3:2015 Photobiological safety of lamps and lamp systems—Part 3: Guidelines for the safe use of intense pulsed light source equipment on humans
 - [6] IEC 60601-2-57: 2011 Medical electrical equipment—Part 2-57: Particular requirements for the basic safety and essential performance of non-laser light source equipment intended for therapeutic, diagnostic, monitoring and cosmetic/aesthetic use
 - [7] IEC/TR 62471-2:2009 Photobiological safety of lamps and lamp systems—Part 2: Guidance on manufacturing requirements relating to non-laser optical radiation safety
 - [8] EN 165:2005 Personal eye-protection—Vocabulary
 - [9] EN 166:2001 Personal eye-protection—Specifications
 - [10] ICNIRP. Guidelines on UV radiation exposure limits. Health Phys. 2004, 87 (2):171-186
 - [11] ICNIRP Guidelines on limits of exposure to broad-band incoherent optical radiation (0.38 to 3 μm). Health Physics, 105(1):74-96 (2013).
-