

中华人民共和国国家标准

GB 38696—202X

代替 GB/T 38696.1-2020、GB/T38696.2-2020

眼面部防护 强光源（非激光）防护具

Eye and face protection-Intense light sources(non-laser) protector

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(征求意见稿)

(本草案完成时间：2024年11月28日)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	II
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 一般要求	2
6 几何光学性能要求	3
7 物理光学性能要求	4
8 物理和机械性能要求	7
9 标识	9
10 使用说明书	10
附录 A (资料性) 本文件与 GB/T 38696.1-2020、GB/T 38696.2-2020 的技术性差异	11
附录 B (规范性) 测试方法通则	12
附录 C (规范性) 透射比测试方法	13
附录 D (规范性) 防护区域测试方法	19
附录 E (规范性) 视野测试方法	20
附录 F (规范性) 空间偏差测试方法	21
附录 G (规范性) 转换时间测试方法	23
附录 H (资料性) 强光源防护具使用指南	24
附录 I (资料性) 视网膜热危害——评定流程	28
附录 J (资料性) 视网膜热损伤——实例计算	29
附录 K (资料性) 光谱分布函数	33
附录 L (资料性) 滤光片防护因数 (FPF)	38
附录 M (资料性) 强光源的曝辐限值和危险分类	40

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。

本文件代替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》、GB/T 38696.2—2020《眼面部防护 强光源（非激光）防护镜 第2部分：使用指南》，除编辑性修改外，主要的技术性变化详见附录A。

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。

本文件由中华人民共和国应急管理部提出并归口。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——2020年首次发布为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》；

——2020年首次发布为GB/T 38696.2—2020《眼面部防护 强光源（非激光）防护镜 第2部分：使用指南》；

——本次为第一次修订。

眼面部防护 强光源（非激光）防护具

1 范围

本文件规定了强光源（非激光）防护具的分类、技术要求、标识和使用说明书。

本文件适用于防御辐射波长介于250 nm~3000 nm之间强光源危害的眼部护具。

本文件不适用于焊接防护具、激光防护具、太阳镜、日晒、眼科仪器或其他医疗美容设备上装配的部件。

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 10810.1-2005 眼镜镜片 第1部分：单光和多焦点镜片

GB 13511.1-2011 配装眼镜 第1部分 单光和多焦点

GB 14866—2023 眼面防护具通用技术规范

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

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（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。

3.3

红外眼球危害 infra-red lens hazard

由波长介于780 nm~3000 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~3000 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~1400 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。

3.7

不透明的防护具 opaque eye protector

由波长250 nm~3000 nm范围内，光谱透射比不大于0.01%的介质组成的防护具。

注：这个介质可以由金属或极深色材料构成。

3.8

散光度 astigmatic power

柱镜度 cylindrical power

镜片两主子午面上球镜度之差的绝对值。

注：柱镜度的绝对值等于散光度，柱镜度通常用符号C表示。

4 分类

按照用途和透射比特性将强光源防护具分为以下三类：

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

5 一般要求

5.1 生物相容性

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。

应特别注意致敏、致癌、致突变或对生殖有毒的物质。

注：头部过度压迫、化学刺激和过敏可能会引起反应。对一些已知会产生罕见或特殊反应的材料，建议佩戴者避免使用这些类型材料的框架。

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具和佩戴者造成不良影响。

制造商应对强光源防护具中含有的潜在有害物质进行适当的风险分析，以确保当强光源防护具在预期条件下使用时，佩戴者的健康和安全不会受到损害。

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

5.2 结构和调整

在使用过程中，与佩戴者可能接触的任何部分不应存在突起、锐边或其他可能引起不适或伤害的缺陷。

强光源防护具的任何可调整或移除的部件，按照制造商提供的说明书，应在不使用工具的情况下，易于调整、移除和连接。关键部件，如滤光片，佩戴者无法拆卸。

强光源防护具的任何调节系统应在可预知的使用条件下保持预期的适用性。

采用目视方法对产品进行检测。

6 几何光学性能要求

6.1 视野

按照附录E中规定的方法测试，处于佩戴位置的强光源防护具在每只眼睛角膜顶点处水平方向颞侧视野和鼻侧视野均不应小于40°，垂直方向上下视野均不应小于40°。

对不透明的防护具，本条款不作要求。

6.2 屈光力和棱镜度（平光镜片）

6.2.1 球镜度、散光度和棱镜度

按GB/T 32166.2—2015中5.1规定的方法测试，防护具的球镜度、散光度和棱镜度应满足表1的要求。

表1 球镜度、散光度和和棱镜度

球镜度 (两主子午面的光度平均值) m^{-1}	散光度 (两主子午面光度差值的绝对值) m^{-1}	球镜度互差 (左眼和右眼球镜度差值的绝对值) m^{-1}	棱镜度 cm/m
± 0.12	≤ 0.12	≤ 0.18	≤ 0.25

6.2.2 空间偏差

如果按GB/T 32166.2—2015中5.1.2规定的方法测试时，目标板的像出现重影或其他畸变，应按附录F中规定的方法进行进一步评估，平光滤光片不应出现可能影响视觉的不规则扭曲。

对不透明的防护具，本条款不作要求。

6.2.3 棱镜度互差

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2中的值。

表2 棱镜度互差

水平方向		垂直方向 cm/m
基底朝外 cm/m	基底朝内 cm/m	
1.00	0.25	0.25

6.3 屈光力、柱镜轴位方向偏差和光学中心（矫正镜片）

6.3.1 球镜度和柱镜度

按GB 10810.1-2005中6.1规定的方法进行测试，矫正镜片的球镜度和柱镜度允差应符合表3的要求。

注：矫正镜片（corrective lens）是指具有屈光度的眼镜镜片。

表3 矫正镜片球镜度和柱镜度允差

主子午面球镜度绝对值的最大值 m^{-1}	每主子午面球镜度允差 m^{-1}	柱镜度允差 m^{-1}			
		≥ 0.00 和 ≤ 0.75	> 0.75 和 ≤ 4.00	> 4.00 和 ≤ 6.00	> 6.00
≥ 0.25 和 ≤ 3.00	± 0.12	± 0.09	± 0.12	± 0.18	± 0.25
> 3.00 和 ≤ 6.00		± 0.12			
> 6.00 和 ≤ 9.00			± 0.18		
> 9.00 和 ≤ 12.00	± 0.18	± 0.25			
> 12.00 和 ≤ 20.00	± 0.25		± 0.25		
> 20.00	± 0.37	± 0.37		± 0.37	

6.3.2 柱镜轴位方向偏差

按GB 10810.1-2005中6.2规定的方法进行测试，矫正镜片的柱镜轴位方向偏差应符合表4的要求。

表4 柱镜轴位方向偏差

柱镜顶焦度值 m^{-1}	$0.25 \sim \leq 0.50$	$> 0.50 \sim \leq 0.75$	$> 0.75 \sim \leq 1.50$	$> 1.50 \sim \leq 2.50$	> 2.50
轴位允差 °	± 9	± 6	± 4	± 3	± 2

6.3.3 光学中心

按GB 13511.1-2011中6.4规定的方法进行测试，两镜片光学中心水平距离偏差应符合表5的要求，光学中心与眼瞳的水平单侧偏差均不大于表5中光学中心水平距离允差的二分之一，光学中心垂直互差应符合表6的规定。

表5 两镜片光学中心水平距离偏差

主子午面球镜度绝对值的最大值 m^{-1}	$0.25 \sim 1.00$	$1.25 \sim 2.00$	$2.25 \sim 4.00$	≥ 4.25
光学中心水平距离允差 mm	± 6.0	± 4.0	± 3.0	± 2.0

表6 光学中心垂直互差

主子午面球镜度绝对值的最大值 m^{-1}	$0.25 \sim 1.00$	$1.25 \sim 2.50$	> 2.50
光学中心垂直互差 mm	± 0.15	± 0.10	± 0.05

主子午面球镜度绝对值的最大 大值 m^{-1}	0.25~1.00	1.25~2.50	>2.50
光学中心垂直互差 mm	≤ 3.0	≤ 2.0	≤ 1.0

7 物理光学性能要求

7.1 透射性能

7.1.1 一般要求

按照附录C中规定的方法测试强光源防护具在250 nm~3000 nm之间的光谱透射比,按照公式C.2、C.3、C.4分别计算可见光透射比 $\tau_{v, D65}$ 、蓝光透射比 τ_B 、近红外透射比 τ_{NIR} 。

若强光源防护具的透射比有角度依赖性,则应按照附录C.6中规定的方法,至少在 $0^\circ\sim 30^\circ$ 入射角范围内测试其光谱透射比。强光源防护具应在 -30° 到 $+30^\circ$ 范围内,满足7.1.2或者7.1.3规定的透射比要求。

7.1.2 F类强光源防护具

F类强光源防护具按表7中的可见光透射比划分为6个特性编号,F类强光源防护具应满足表7的要求。

表7 F类强光源防护具的透射比要求

特性 编号	光谱透射比最大值 $\tau(\lambda), \%$			可见光透射比 $\tau_{v, D65}, \%$	近红外透射比最大值 $\tau_{NIR}, \%$
	250 nm~315 nm	315 nm~380 nm	380 nm~450 nm	380 nm~780 nm	780 nm~3000 nm
F-1	0.1	0.4	$\tau_{v, D65}$	$100 \geq \tau_v \geq 43.2$	50
F-2				$43.2 > \tau_v \geq 17.8$	
F-3				$17.8 > \tau_v \geq 8.5$	
F-4				$8.5 > \tau_v \geq 3.2$	
F-5				$3.2 > \tau_v \geq 1.2$	
F-6				$1.2 > \tau_v \geq 0.44$	

7.1.3 B类强光源防护具

B类强光源防护具按表8中的蓝光透射比划分为6个特性编号,B类强光源防护具应满足表8的要求。

表8 B类强光源防护具的透射比要求

特性 编号	光谱透射比最大值 $\tau(\lambda), \%$			蓝光透射比 $\tau_B, \%$	近红外透射比最大值 $\tau_{NIR}(\lambda), \%$
	250 nm~315 nm	315 nm~380 nm	380 nm~450 nm	380 nm~500 nm	780 nm~3000 nm

B-1	0.1	0.4	τ_B	$100 \geq \tau_B \geq 43.2$	50
B-2				$43.2 > \tau_B \geq 17.8$	
B-3				$17.8 > \tau_B \geq 8.5$	
B-4				$8.5 > \tau_B \geq 3.2$	
B-5				$3.2 > \tau_B \geq 1.2$	
B-6				$1.2 > \tau_B$	

7.1.4 不透明的防护具

波长250 nm至3000 nm范围内，滤光片的光谱透射比应不大于0.01%。

7.1.5 透射比均匀性

按照附录C.5中规定的方法进行检测，滤光片的透射比均匀性应满足以下要求：

- 参考点周围区域的可见光透射比相对变化 ΔF_R 和 ΔF_L 不应超过 $\pm 10\%$ ；
- 左右眼镜片参考点处可见光透射比的相对变化 ΔP 不应超过 $\pm 15\%$ 。

因滤光片设计造成的厚度变化而导致光透射比发生的变化应忽略不计，可按照附录C.7中的方法进行光透射比的修正。

对不透明的防护具，本条款不作要求。

7.1.6 镜框和侧护板

按8.1描述的最小防护区域，该区域的镜框和侧护板应提供至少与滤光片相同的防护等级。

按照附录C中规定的方法测试，对于F类和B类防护具，镜框和侧护板的可见光透射比或蓝光透射比、光谱透射比以及近红外透射比应满足标称的最大特性编号在表7或表8中所对应的要求；对于不透明的防护具，镜框和侧护板的光谱透射比应不大于0.01%。

注：例如，自动变光滤光片标称的明态遮光号为F-1，暗态遮光号为F-5，则镜框和侧护板的可见光透射比、光谱透射比以及近红外透射比应满足表7中F-5所对应的要求。

7.1.7 中性色

若滤光片的颜色明示为中性色，则滤光片在450 nm~650 nm间的光谱透射比应在平均透射比的 $\pm 20\%$ 范围内。

按照附录C.1中规定的方法进行测试。

7.2 自动变光强光源防护具

7.2.1 一般要求

自动变光强光源防护具不应作为不透明的防护具使用。

7.2.2 透射比

自动变光强光源防护具应分别明示明态和暗态下的特性编号，并应满足表7或表8中特性编号所对应的可见光透射比或蓝光透射比、光谱透射比（250nm~400nm）和近红外（NIR）透射比的要求。

若自动变光强光源防护具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具应能将其可见光透射比（380nm~780nm）降低到最大值的30%，并且至少应满足表7中F-2类或表8中B-2类的近红外透射比和光谱透射比（250nm~400nm）的要求。

7.2.3 透射比的角度依赖性

按照附录C.6中规定的方法测试，F类和B类自动变光滤光片的 V_{15} 和 V_{30} 最大值不应超过表9中给出的值。该要求同时适用于明态和暗态。

表9 透射比的角度依赖性

V_{15} 最大值	V_{30} 最大值
7.20 (对应于2个遮光号)	51.75 (对应于4个遮光号)

7.2.4 转换时间

按照附录G中规定的方法测试，自动变光强光源防护具在受到光照射时达到其标称的最大遮光号(最暗态)所需的时间不得超过1 ms。

7.3 狭角散射

按GB/T 32166.2—2015中5.5规定的方法测试，防护具的简约光亮度系数不应超过 $1.0 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lx}^{-1}$ 。对不透明的防护具，本条款不作要求。

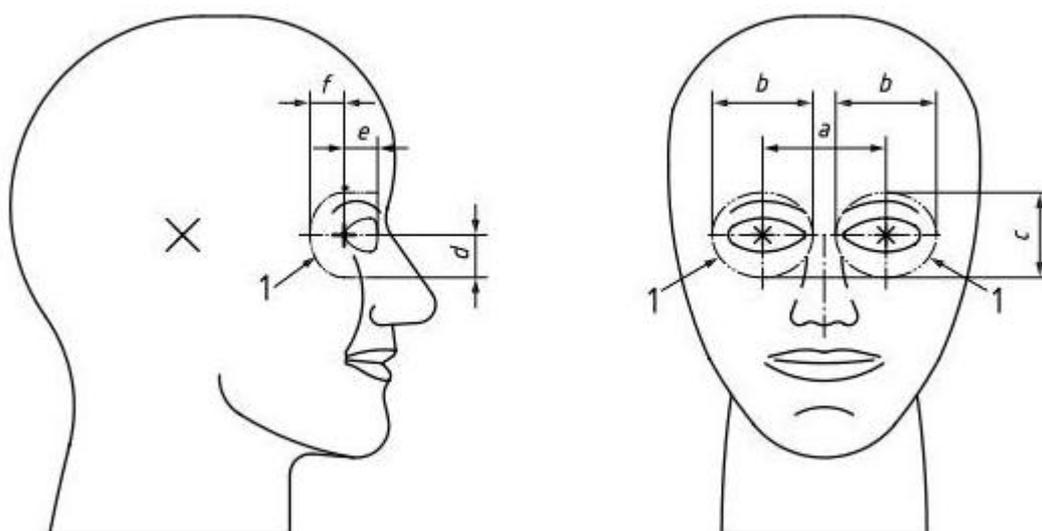
8 非光学性能要求

8.1 防护区域

表10和图1规定了强光源防护具防护光学辐射的最小区域。

头模尺寸定义详见GB 14866-2023附录A。按照附录D中规定的方法测试，强光源防护具应能覆盖以下两个区域(图1中用“1”标记)：

- 正面区域：以角膜顶点为中心，长轴为 b ，短轴为 c 的两个椭圆；
- 侧面区域：以外角点(到角膜顶点的距离为 e)为中心，半径为 f 的半圆以及穿过半圆顶部和底部的水平线界定的区域。



标引序号说明：

- 1——防护区域；
 *——角膜顶点和瞳孔中心；
 +——外角点；
 ⚡——侧面支点；
 a~f——详见表10。

图 1 防护区域

表 10 图 1 中描述的最小防护区域的尺寸

单位为毫米

距离	号型		
	小	中	大
a	61	64	69
b	34	35	39
c	20	22	26
d	10	11	13
e	7	8	9
f	10	10	10

8.2 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30mm直径范围内应无有损视力的明显缺陷，例如：气泡、划痕、夹杂物、暗色点状物、凹痕、模痕、冲洗、颗粒物、麻点、剥落和凹凸。

对不透明的防护具，本条款不作要求。

8.3 阻燃

按GB/T 32166.2—2015中6.5规定的方法测试，在撤去钢棒后，防护具上所有外露部件（不包括头带）都不应续燃或阴燃。

8.4 紫外老化

按GB/T 32166.2—2015中6.3规定的方法测试后，滤光片应满足：

- a) 透射比（可见光或蓝光）的相对变化量不应超过±10%；

$$\text{光透射比的相对变化量} = \frac{\tau' - \tau}{\tau} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

τ ——紫外老化前的光透射比；

τ' ——紫外老化后的光透射比。

- b) 简约光亮度系数不应超过 $1.0 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$ ；

- c) 对于F类和B类防护具，老化后，仍应满足老化前的特性编号在表7或表8中所对应的的光谱透射比和近红外透射比要求；对于不透明的防护具，老化后，波长250 nm至3000 nm范围内的光谱透射比仍应不大于0.01%。

对不透明的防护具，本条款中的a)和b)不作要求。

8.5 热老化

按GB/T 32166.2—2015中6.2规定的方法测试，在温度 (55 ± 2) °C的烘箱中保持 (120_0^{+5}) min后，强光源防护具的任何部件不应有明显的变形。

8.6 基本冲击防护性能

8.6.1 装成强光源防护具

本条款规定的基本冲击防护性能是强光源防护具的最低机械强度要求。

按GB/T 32166.2—2015中6.1.2规定的方法，在钢球直径 $(25.40_0^{+0.05})$ mm，质量 $(66.8_0^{+0.5})$ g，下落高度 $(1.27_0^{+0.03})$ m，环境温度 (23 ± 5) °C的条件下进行测试，试样无需进行GB/T 32166.2—2015中6.1.2规定的预处理。

四个基于头部模型定义的冲击区域如下：

- a) 左眼，正面；
- b) 右眼，正面；
- c) 左眼，侧面；
- d) 右眼，侧面。

正面冲击区域：以左右眼角膜顶点（图1中用*标识）为中心，半径为10mm的圆形区域。

侧面冲击区域（适用时）：以左右眼外角点（图1中用+标识）为中心，半径为10mm圆形侧面区域。

当强光源防护具处于佩戴位置时，将钢球对准冲击区域。头部模型可以沿水平方向和垂直方向移动，以选择位于冲击区域范围的任何单个冲击点。

每次冲击试验均应使用新的试样。

8.6.2 判定准则

试验后样品不应出现以下状况：

- a) 镜片的裂纹贯穿其全部厚度并且裂成两块或两块以上；
- b) 防护具分离成两个或两个部分以上；
- c) 滤光片从正常位置脱落；
- d) 材料从未受冲击的一面脱离；
- e) 钢球直接穿透护具；
- f) 钢球或防护具与头模眼睛发生了接触。

8.6.3 带附加矫正镜片的强光源防护具

带附加矫正镜片的强光源防护具，装配标称厚度2 mm，未镀膜加硬平光镜片（例如：碳酸烯丙基二甘醇酯）进行测试，不应出现以下状况：

- a) 镜片的裂纹贯穿其全部厚度或者物理上分离成两部分或两部分以上；
- b) 附加矫正镜片、钢球、框架、滤光片或者这些碎片的任何部分与头模眼睛发生了接触。

9 标识

9.1 通则

强光源防护具所有标识应清晰持久，以确保在整个使用寿命期间清晰可辨。

当强光源防护具装配完成时，标识应完整可见。标识不得侵占最小视野。如果滤光片和前框组成一个单元，则应在前框或其中一个滤光片上进行完整标识，如果信息标注在滤光片上，不得影响视觉或者防护效果。

9.2 强制性标识

每一个强光源防护具上应清晰永久地标注以下信息：

- a) 规格型号；
- b) 制造商标识；
- c) 执行标准编号（例如：GB 38696）；
- d) 按本文件第4章所进行的分类，若是F类和/或B类，还应按7.1.2和/或7.1.3的分类，分别标注F-#和/或B-#（#表示从1到6的数字）；
- e) 适用头部模型。

10 使用说明书

每一个强光源防护具都应提供使用说明书，使用说明书应包括以下信息：

- a) 制造商名称和地址；
- b) 执行标准编号（例如：GB 38696-202X）；
- c) 规格型号；
- d) 关于保存、使用和维护的说明；
- e) 关于清洁和/或消毒的说明；
- f) 关于使用场景、预期使用的环境范围、防护能力和性能特征的详细信息；

注：关于强光源防护具的使用可参考资料性附录H。

- g) 强光源防护具标识的含义；
- h) 符合GB14866-2023附录A的适用头模，例如“该防护具适用于小号头部模型”；
- i) 按7.1的规定，以图形或表格的形式提供防护具的光谱透射比，波长间隔为10 nm或者更小的波长间隔。如果滤光片透射比有角度依赖性，应提供在入射角0°到至少30°的范围内的光谱透射比最大值；
- j) 按第4章的规定，提供强光源防护具的分类，如果是F类或B类，还应按7.1.2或7.1.3的规定，对表7中的F-#和/或表8中的B-#进行说明；
- k) 按7.1的规定，提供F类特性编号对应的可见光透射比或B类特性编号对应的蓝光透射比；
- l) 对于自动变光强光源防护具，应提供在入射角0°到至少30°的范围内可见光透射比或蓝光透射比的最小值，同时提供转换时间；
- m) 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具，应提供电能供应端的设置和允差；
- n) 关于防护具何时更换的检查和指导信息。

附录 A

(资料性)

本文件与 GB/T 38696.1-2020、GB/T 38696.2-2020 的技术性差异

本文件与GB/T 38696.1-2020相比，除结构调整和编辑性修改外，主要技术变化如下：

- 增加了不透明的防护具等术语和定义（见第3章）；
- 分类中增加了一类：不透明的护目具（见第4章）；
- 删除了一般要求（见2020版的5.1）；
- 材料、结构、滤光片的装配等三个参数，调整为生物相容性、结构和调整两个参数（见5.1、5.2，2020版的5.2、5.4、5.5）；
- 更改了球镜度和散光度的要求（见6.2.1，2020版的5.8.5）；
- 参数名称屈光力的局部变化更改为空间偏差，并增加了空间偏差的要求（见6.2.2，2020版的5.8.6）；
- 更改了棱镜度偏差的要求（见6.2.1，2020版的5.8.7）；
- 更改了棱镜度互差的要求（见6.2.3，2020版的5.8.8）；
- 增加了屈光力、柱镜轴位方向偏差和光学中心（矫正镜片）的要求（见6.3）；
- 增加了不透明的防护具的透射比要求（见7.1.4）；
- 更改了透射比均匀性的要求（见7.1.5，2020版的5.8.4）；
- 增加了透射比的角度依赖性（见7.2.3）；
- 增加了转换时间（见7.2.4）；
- 增加了防护区域的要求（见8.1）；
- 更改了紫外老化的要求（见8.4，2020版的5.10）；
- 增加了测试方法通则（见附录B）；
- 增加了透射比测试方法（见附录C）；
- 增加了防护区域测试方法（见附录D）；
- 增加了视野测试方法（见附录E）；
- 增加了空间偏差测试方法（见附录F）；
- 增加了转换时间测试方法（见附录G）。

因GB/T 38696.2-2020是产品使用指南，本文件将GB/T 38696.2-2020中的内容作为资料性附录，详见附录H。

附 录 B
(规范性)
测试方法通则

强光源防护具的测试应满足以下要求：

- a) 除非另有规定，本文件所有试验均应在温度 (23 ± 5) ℃，相对湿度 (50 ± 20) %的条件下进行；
- b) 根据制造商提供的的清洁和/或消毒程序，强光源防护具应在测试前清洁和/或消毒一次；
- c) 除非制造商规定了与强光源防护具兼容的头部模型（应符合 GB 14866-2023 附录 A 的要求），否则要求头模的试验方法应使用符合 GB 14866-2023 附录 A 中的中号头部模型；
- d) 除非另有规定，所有参数应在测量参考点处测试，测量参考点按照 GB/T 32166.2-2016 中 4.3 规定的方法进行确定。

附 录 C
(规范性)
透射比测试方法

C.1 测试方法总则

C.1.1 测量不确定度

除非另有规定,使用分光光度计法或宽波段法测量的光谱透射比和光密度,其测量不确定度不应超过表C.1中给出的值。

表 C.1 光谱透射比和光密度的测量不确定度

光谱透射比范围 %	相对测量不确定度 %	光密度范围	绝对测量不确定度
$100 > \tau \geq 17.8$	± 5	$0.7 \geq D > 0.0$	± 0.02
$17.8 > \tau \geq 0.44$	± 10	$2.4 \geq D > 0.7$	± 0.05
$0.44 > \tau \geq 0.023$	± 15	$3.6 \geq D > 2.4$	± 0.07
$0.023 > \tau \geq 0.0012$	± 20	$4.9 \geq D > 3.6$	± 0.10
$0.0012 > \tau \geq 0.000023$	± 30	$6.6 \geq D > 4.9$	± 0.15
$0.000023 > \tau \geq 0.0000012$	± 40	$7.9 \geq D > 6.6$	± 0.22
$0.0000012 > \tau$	± 50	$D > 7.9$	± 0.30

C.1.2 波长间隔

紫外波段和可见光波段(250 nm~780 nm)的测量间隔不应大于5 nm,红外波段(780 nm~3000 nm)的测量间隔不应大于10 nm。

C.1.3 测量位置和光束方向

除非滤光片有角度依赖性,透射比的测量应保证光束垂直入射到样品的测量参考点处。

C.1.4 分光光度计法

使用分光光度计测量,将测量得到的光谱透射比按公式(C.1)~(C.4)进行计算,即为可见光透射比、蓝光透射比、近红外透射比。

C.1.5 宽波段法

所谓宽波段法是指,采用CIE规定的标准照明体为光源,光源的光谱至少涵盖380~780nm范围,光电探测器的光谱响应符合CIE 2°标准色度观测者的要求,光源发出的光束应准直到光电探测器上,透过镜片的光通量与入射光通量的比,即为可见光透射比。宽波段法一般只适合测量可见光透射比。

C.2 可见光透射比

可见光透射比按式(C.1)~(C.2)计算:

$$\tau_{V,D65} = \frac{\int_{380}^{780} \tau(\lambda) \cdot S_{D65}(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{380}^{780} S_{D65}(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda} \times 100\% \quad (\text{C. 1})$$

$$\tau_{V,A} = \frac{\int_{380}^{780} \tau(\lambda) \cdot S_A(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{380}^{780} S_A(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda} \times 100\% \quad (\text{C. 2})$$

式中:

λ ——波长, 单位为 nm;

$\tau(\lambda)$ ——光谱透射比;

$\tau_{V,D65}$ ——采用 CIE 标准照明体 D65 时的可见光透射比;

$\tau_{V,A}$ ——采用 CIE 标准照明体 A 时的可见光透射比;

$S_{D65}(\lambda) \cdot V(\lambda)$ ——CIE 标准照明体 D65 的光谱分布函数与明视觉光谱光视效率函数的乘积, 见附录 K.1;

$S_A(\lambda) \cdot V(\lambda)$ ——CIE 标准照明体 A 的光谱分布函数与明视觉光谱光视效率函数的乘积, 见附录 K.2。

C.3 蓝光透射比

蓝光透射比按式 (C.3) 计算:

$$\tau_B = \frac{\int_{380}^{500} \tau(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{380}^{500} B(\lambda) \cdot d\lambda} \times 100\% \quad (\text{C. 3})$$

式中:

λ ——波长, 单位为 nm;

$\tau(\lambda)$ ——光谱透射比;

τ_B ——蓝光透射比;

$B(\lambda)$ ——蓝光危害加权函数, 见附录 K.3。

C.4 近红外透射比

近红外透射比按式 (C.4) 计算:

$$\tau_{NIR} = \frac{\int_{780}^{3000} \tau(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{780}^{3000} d\lambda} \times 100\% \quad (\text{C. 4})$$

式中:

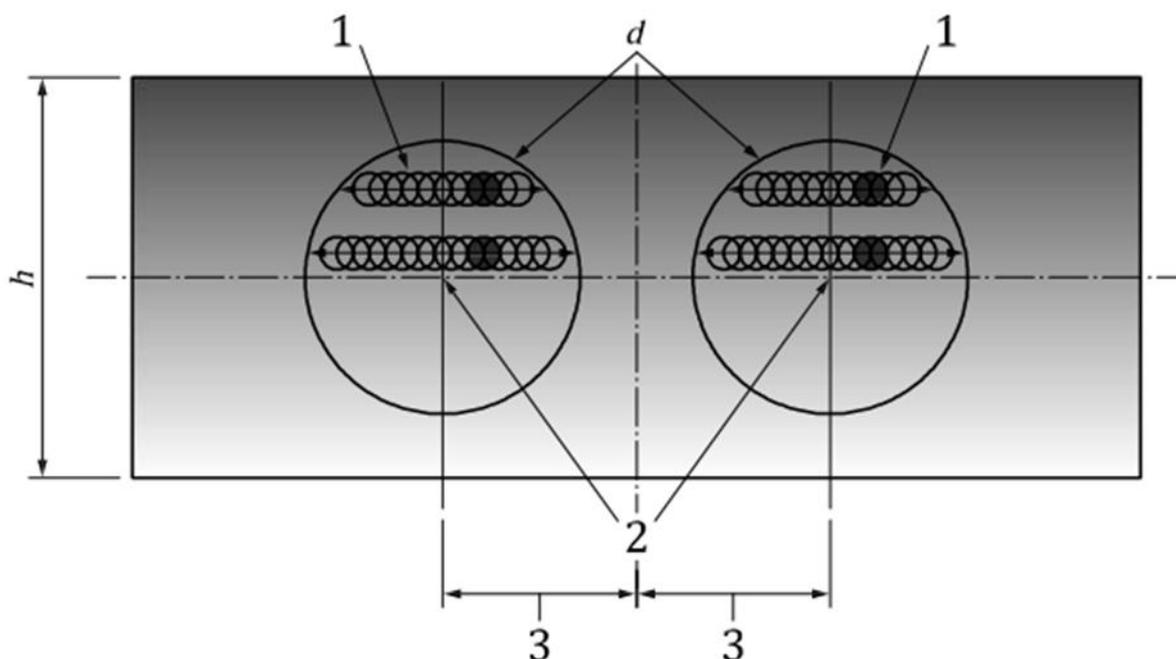
λ ——波长, 单位为 nm;

$\tau(\lambda)$ ——光谱透射比;

τ_{NIR} ——近红外光透射比。

C.5 透射比均匀性

推荐使用C.1.5中的宽波段法，也可将宽波段法中的光源替换为中心波长在 (555 ± 25) nm的窄带光源。光源应垂直入射到试样上且两次测量点的间隔不应超过5mm。均匀性测试的示意图见图2。



标引序号说明：

- 1——测量光束，直径为5 mm；
- 2——测量参考点；
- 3——标称瞳距的一半，默认瞳距为64 mm；
- d ——所测量圆形区域的直径；
- h ——待测滤光片的高度。

图 C.1 透射比均匀性测试

测试按以下步骤进行：

- a) 按 GB/T 32166.2 中的 4.3 定位样品的参考点，然后分别以左右眼参考点为圆心确定需要测量的圆形区域，圆形区域的直径 d 按下述方法计算：
 - 当待测滤光片的高度 h 不小于 50 mm 时， $d = (40.0 \pm 0.5)$ mm；
 - 当待测滤光片的高度 h 小于 50 mm 时， $d = [(h-10) \pm 0.5]$ mm。
- b) 用直径为 5 mm 的光束扫描上述圆形区域 d ，同时测量并记录可见光透射比。不应测量距镜片边缘 5 mm 范围内的区域。
- c) 分别记录左右眼圆形区域可见光透射比的最大值 $\tau_{v,max}$ 和最小值 $\tau_{v,min}$ ，并按式 (C.5) 分别计算其相对变化率 ΔF_R 和 ΔF_L ：

$$\Delta F = \frac{(\tau_{v,max} - \tau_{v,min})}{\tau_{v,max}} \times 100\% \quad \text{..... (C.5)}$$

式中：

- ΔF ——圆形区域可见光透射比的相对变化率；
- $\tau_{v,min}$ ——圆形区域可见光透射比的最小值；
- $\tau_{v,max}$ ——圆形区域可见光透射比的最大值。

d) 分别记录左右眼参考点处的可见光透射比 $\tau_{v,R}$ 和 $\tau_{v,L}$ ，并按式（C.6）计算其相对变化率 ΔP ：

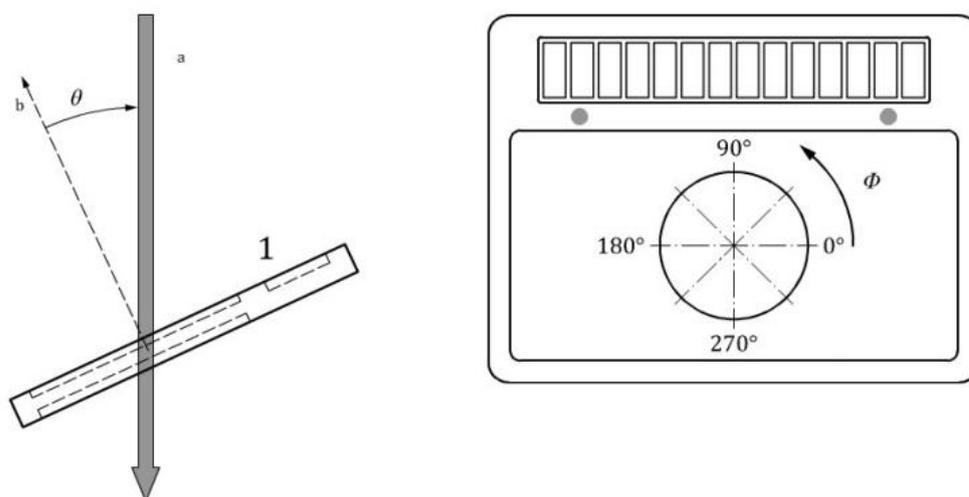
$$\Delta P = \frac{|\tau_{v,R} - \tau_{v,L}|}{\max(\tau_{v,R}, \tau_{v,L})} \times 100\% \dots\dots\dots (C.6)$$

式中：

- ΔP ——滤光片左右参考点处可见光透射比的相对变化率；
- $\tau_{v,R}$ ——滤光片右眼参考点处可见光透射比；
- $\tau_{v,L}$ ——滤光片左眼参考点处可见光透射比。

C.6 透射比的角度依赖性

使用C.1.5中的宽波段法，光源为CIE标准光源A，并注意光束的方向和发散角。有合适的夹具，既能保证光束的入射角在 0° 和 30° 之间连续变化（见图C.2a）中的 θ ），又能保证样品绕垂直于样品表面的轴自由旋转（见图C.2b）中的 ϕ ）。



a) 入射角 θ

b) 旋转角 ϕ

标引序号说明：

- 1——待测样品；
- a——入射光；
- b——垂直样品表面的法线；
- θ ——入射角；
- ϕ ——旋转角。

图 C.2 样品旋转示意图

测量点应在滤光片的几何中心处，入射角 θ 的步进间隔为 2.5° ， ϕ 角的旋转间隔见图4和表7。
 V_{15} 和 V_{30} 应分别按式（C.7）和（C.8）计算：

$$V_{15} = \max \left[\frac{\max(\tau_{\theta,\phi})}{\tau_{0,0}}, \frac{\tau_{0,0}}{\min(\tau_{\theta,\phi})} \right] \dots\dots\dots (C.7)$$

式中：

- V_{15} ——角度依赖性系数；

$\tau_{\theta,\phi}$ ——在 (θ, ϕ) 角度时滤光片的可见光透射比, $0^\circ < \theta \leq 15^\circ$;
 $\tau_{0,0}$ ——在 $(0^\circ, 0^\circ)$ 角度时滤光片的可见光透射比。

$$V_{30} = \frac{\max(\tau_{\theta,\phi})}{\tau_{0,0}} \dots\dots\dots (C. 8)$$

式中:

V_{30} ——角度依赖性系数;
 $\tau_{\theta,\phi}$ ——在 (θ, ϕ) 角度时滤光片的可见光透射比, $0^\circ < \theta \leq 30^\circ$;
 $\tau_{0,0}$ ——在 $(0^\circ, 0^\circ)$ 角度时滤光片的可见光透射比。

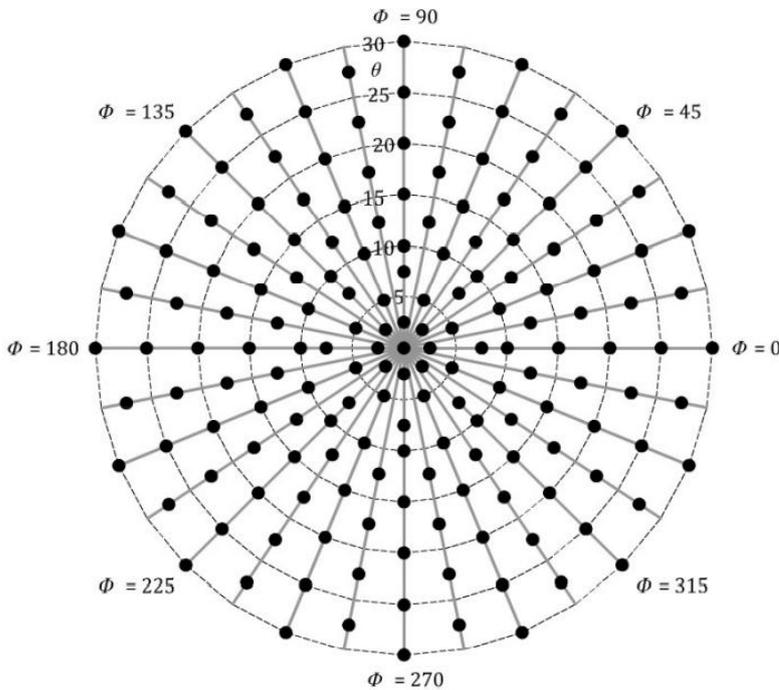


图 C. 3 角度依赖性测试中需要测试的角度

表 C. 2 角度依赖性测试中需要测试的角度

单位为度

旋转角 ϕ		入射角 θ												
		0	2.5	5.0	7.5	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0	27.5	30.0
0	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+
11.25	191.25	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-
22.5	202.50	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
33.75	213.75	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-
45.0	225.00	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+
56.25	236.25	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-
67.50	247.50	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
78.75	258.75	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-

旋转角 ϕ		入射角 θ												
90.0	270.00	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+
101.25	281.25	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-
112.50	292.50	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
123.75	303.75	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-
135.00	315.00	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+
146.25	326.25	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-
157.50	337.50	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
168.75	348.75	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-
180.00	-	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+
注： +——角度依赖性测试中需要测试的角度。														

C.7 因镜片厚度变化而导致光透射比变化的修正方法

如果忽略样品内部的多次反射，则透射比 τ 与厚度 t 之间存在下面的关系：

$$\tau = (1 - \rho_1) \cdot (1 - \rho_2) e^{-kt} \dots\dots\dots (C.9)$$

式中：

ρ_1 ——前表面的反射系数；

ρ_2 ——后表面的反射系数；

t ——厚度；

k ——吸收系数。

吸收系数 k 可以通过基准厚度 t 下的透射比 τ 计算得到：

$$k = \frac{-\log_e \left[\frac{\tau}{(1-\rho_1)(1-\rho_2)} \right]}{t} \dots\dots\dots (C.10)$$

不同厚度下的透射比可以通过公式 (C.9) 计算得到。如果已知材料的折射率 n ，并且在滤光片表面没有做过处理的情况下，反射系数 ρ 可以通过公式 (C.11) 计算得到：

$$\rho = \left(\frac{n-1}{n+1} \right)^2 \dots\dots\dots (C.11)$$

附 录 D
(规范性)
防护区域测试方法

D.1 测试装置

- 头部模型，符合GB 14866附录A的规定；
- 测试钢棒，长 (125 ± 25) mm，直径 (2 ± 0.1) mm，光滑无毛刺。

D.2 测试步骤

- 按照说明书，将试样佩戴到头部模型上，并处于佩戴位置；
- 手持钢棒，保持水平并垂直于两角膜顶点的连线；
- 钢棒沿8.1中规定的防护区域边缘进行刺探，钢棒不应接触头部模型。

附 录 E
(规范性)
视野测试方法

E.1 测试装置

- 头部模型，符合GB 14866附录A的规定；
- 测角仪，测量不确定度不大于1°；
- 连续激光器，光束直径为 (2 ± 1) mm；
- 光电探测器，放置于头部模型角膜顶点处，光电探测器与连续激光器的位置可以互换。

E.2 测试步骤

试验按以下方式进行：

- 按照说明书，将试样佩戴到头部模型上，并处于佩戴位置；
- 将测角仪设定到0°，调整连续激光器，使光束能够垂直照射到头部模型右眼角膜顶点处的光电探测器。绕通过角膜顶点的垂直旋转轴向鼻侧方向旋转头部模型至镜片边缘或框架遮挡一半光束时的角度即为水平方向颞侧的视野；
- 重复上述步骤向颞侧旋转头部模型，测量水平方向鼻侧视野；
- 将测角仪设定到0°，调整连续激光器，使光束能够垂直照射到头部模型右眼角膜顶点处的光电探测器。绕通过两个眼睛角膜顶点连线的水平旋转轴向上和下旋转头部模型，至镜片边缘或框架遮挡一半光束时的角度即为垂直方向上方和下方视野；
- 对左眼重复上述步骤；
- 采用覆盖双眼镜片的产品，右眼颞侧水平视野应在右眼测量，左眼颞侧水平视野应在左眼测量，垂直方向视野应在左右眼分别测量。

附 录 F
(规范性)
空间偏差测试方法

F.1 测试装置

测试网格：黑色线条，线宽 (0.5 ± 0.1) mm，每一小格为正方形，间隔 (5.0 ± 0.5) mm，总尺寸应为A4纸张大小（约200 mm×300 mm），参考图F.1，网格置于半透明的薄板上，为了获得更好的视觉，推荐使用背景照明的方式。

F.2 测试步骤

试验按以下方式进行：

- 握住试样，距离测试人员一只眼睛 (300_{-25}^0) mm，同时闭上另一只眼睛；
- 透过试样，将目光聚焦在离眼睛 (900 ± 50) mm的测试网格上，同时将试样从一侧移动到另一侧，观察有无出现可能影响视觉的不规则扭曲。

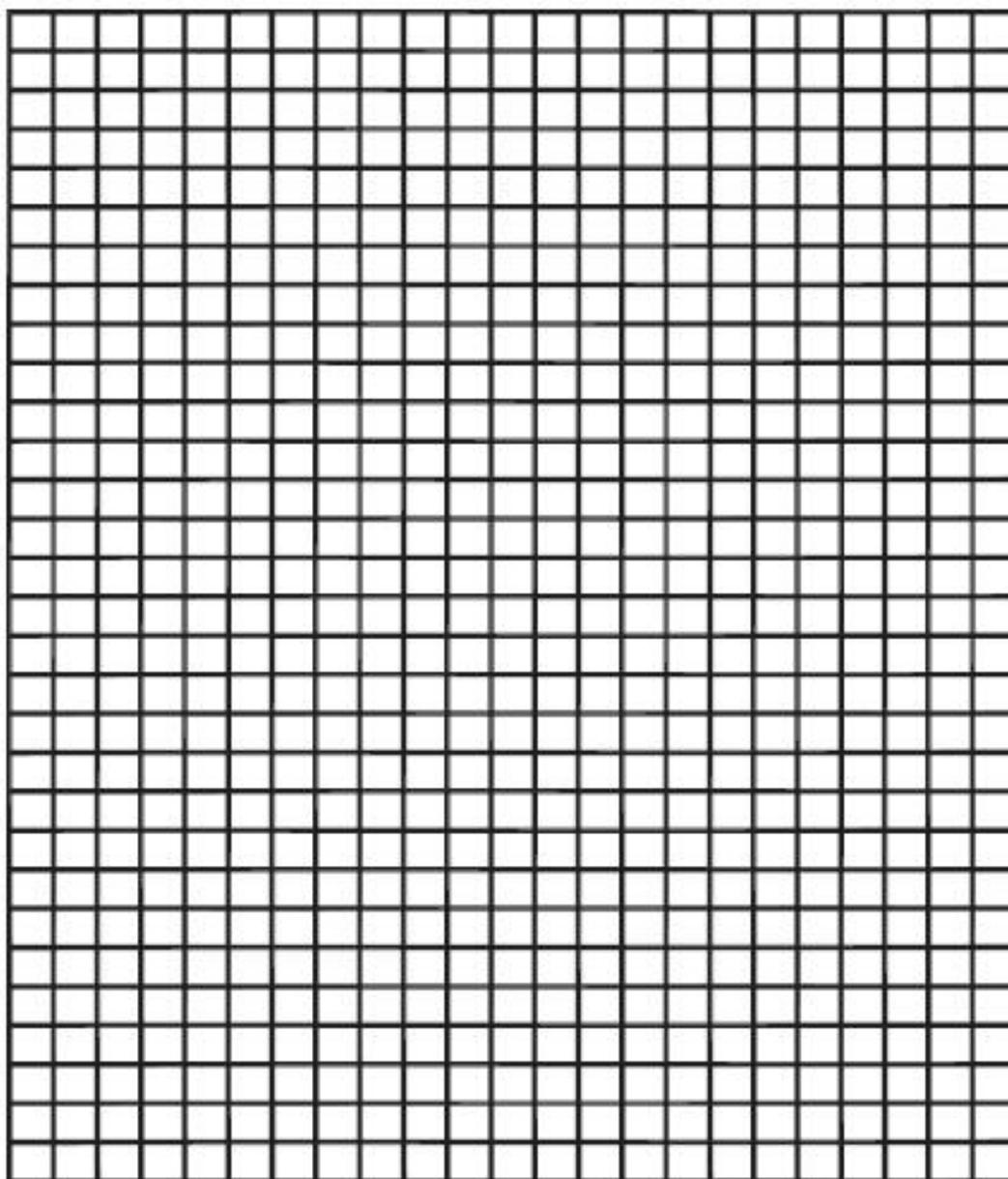


图 F.1 测试网格

附录 G (规范性) 转换时间测试方法

G.1 仪器

为了能够测量自动变光滤光片从明态转换到暗态所需要的时间，应记录其被触发光源照射后，可见光透射比随时间的减少量。因此，仪器应至少包含测量光源、触发光源、探测器和记录装置。测量光源应为CIE标准照明体A；触发光源是用来模拟焊接弧光的，可以是交流驱动的紫外、可见或红外二极管中的一种，但必须能够触发自动变光滤光片从明态转换到暗态，且触发光源的点亮时间或上升时间不能大于转换时间的10%。仪器的分辨率不能大于转换时间的10%，且应能够探测和记录自动变光滤光片可见光透射比的变化情况。

G.2 测试步骤

测试前，样品应在 (23 ± 5) °C 温度条件下保温至少1小时；测试时，样品应仍然保持在相同的温度下。安装样品时，应保证测量光束与样品表面垂直；打开测量光源，待其稳定后再开启触发光源，开启触发光源的同时记录样品可见光透射比的变化，然后根据公式 (G.1) 计算转换时间。

$$t_s = \frac{1}{\tau_{v0}} \int_{t=0}^{t=\{ \tau_v(t)=3\tau_{v1} \}} \tau_v(t) dt \dots\dots\dots (G.1)$$

式中：

- $t=0$ ——开始引弧时间；
- $\tau_v(t)$ ——引弧后在时间 t 时刻的可见光透射比；
- $t=t\{ \tau_v(t)=3\tau_{v1} \}$ ——可见光透射比下降到暗态透射比 τ_{v1} 的 3 倍时对应的的时间；
- τ_{v0} ——明态可见光透射比；
- τ_{v1} ——暗态可见光透射比。

附 录 H
(资料性)
强光源防护具使用指南

H.1 光辐射伤害

H.1.1 风险评估

H.1.1.1 当光辐射超过曝辐限值 (ELV) (参见附录) 时, 眼睛处于损伤危险之中。通过对预知或测量的曝辐射量和相应的曝辐限值进行比较来评定个人工作场所是否暴露于光辐射危险之中。

H.1.1.2 风险评估宜包括以下内容:

- a) 确定曝光时间内的曝辐限值 (ELV)、危害类型和发光装置的构造;
- b) 在考虑诸如预期使用或可预见的故障等曝辐情境下, 确定强光源的可能曝辐等级;
- c) 对曝辐等级和曝辐限值 (ELV) 进行比较。

H.1.1.3 如果其他方法都不足以控制或不适合控制眼睛在超过曝辐限值 (ELV) 曝辐量时的危险, 则宜佩戴防护具。F 类、B 类和滤光片防护因数 FPF 宜在距强光源 ILS200mm 处确定。如果无法获取这样的眼部防护, 则宜利用测得的光谱加权亮度进行计算, 以验证特定的防护具是否适合特定的强光源。

注: 可能处在危险中的个人包括 ILS 的操作者、辅助人员和其他人。

H.1.1.4 视网膜热危害评定参见附录 I, 实例计算参见附录 J。

H.1.2 控制措施

H.1.2.1 处在皮肤和视损伤距离内的任何人对宜对暴露于超过曝辐限值 (ELV) 光辐射的眼睛和皮肤进行防护。

H.1.2.2 皮肤和视损伤距离的范围会随着使用的强光源设备类型和输出光学部件的光学性能而变化。

H.1.2.3 宜通过自身安全措施来降低光辐射辐照, 例如, 工程控制措施。只有当工程控制措施和管理控制措施不能实施或不完备时, 才采用个体防护装备, 见图 H.1。

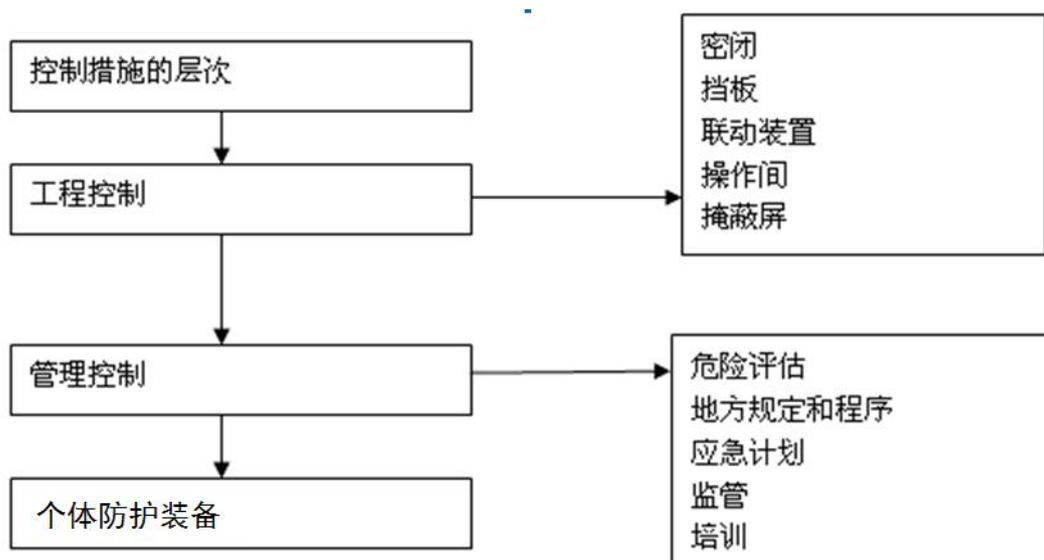


图 H.1 控制措施层次

H.2 眼部防护

H.2.1 防护具

H.2.1.1 在强光源设备的设计规范中宜包含降低非故意的曝光概率。通过自身安全措施，如工程控制，可以降低曝光量。

H.2.1.2 当使用区域距离眼睛很近时，由于存在曝光量超过曝光极限值的危险很大，佩戴的防护镜宜认真选择。仔细考虑选择大小合适的防护镜，以防止光从框架边缘透射。

H.2.1.3 强光源设备的操作者、辅助人员和其他人员可能需要不同类型的防护镜。

H.2.1.4 帮助使用者选择防护镜的核查项目单见图 H.2。

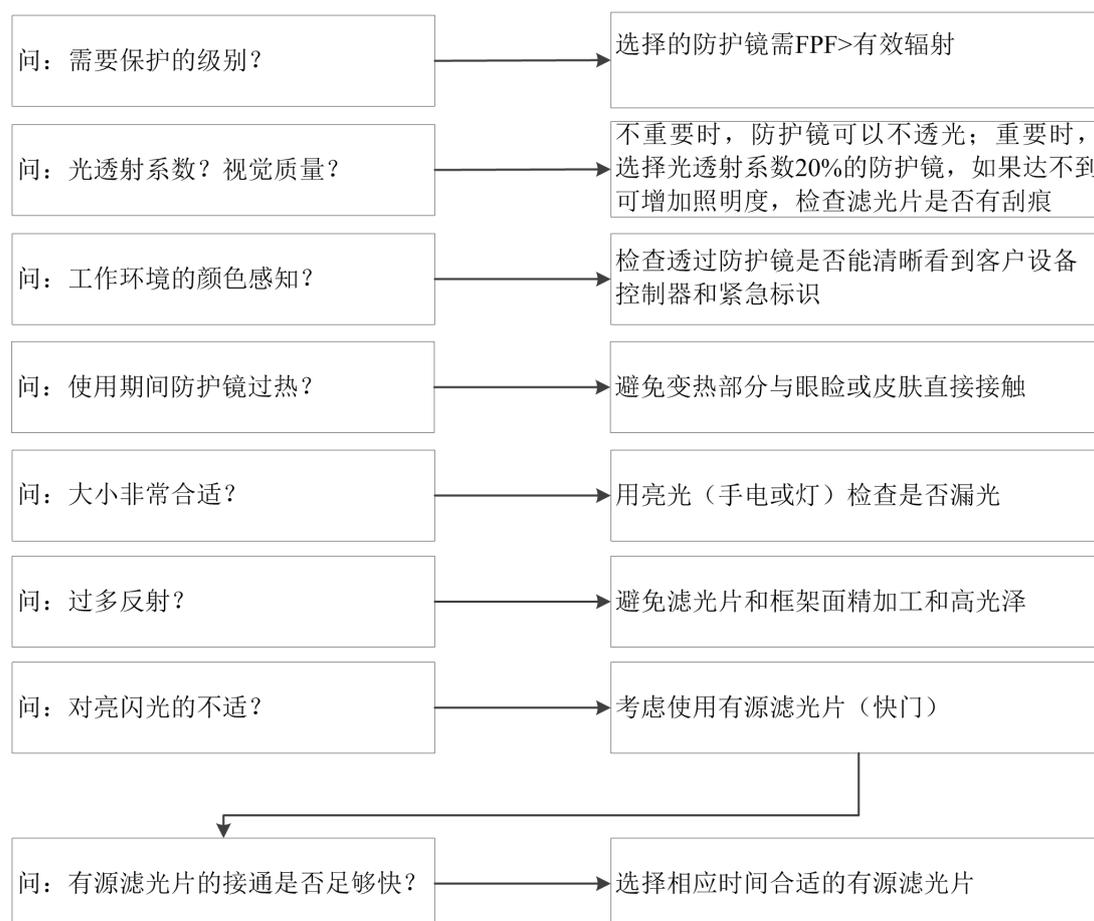


图 H. 2 防护具的选择核查单

H. 2. 2 滤光片防护因数 (FPF)

H. 2. 2. 1 曝光极限值宜用来决定强光源防护滤光片所需要的衰减量，因为其涉及到效率问题，也就是有效光谱加权值。

H. 2. 2. 2 光密度和遮光号不宜用来描述强光源防护滤光片，原因在于没有考虑到不同波长光对眼睛的影响不同。

H. 2. 2. 3 滤光片防护因数 FPF 是一个防护滤光片衰减有效视觉曝光的因数。如果危险评估表明超过眼睛曝辐限值，防护具的滤光片防护因数 FPF 可充分确保未超过曝辐限值，参见附录 L。该超过因数对处于不同使用要求情况下的使用者不同，防护具滤光片防护因数数值可能不同。

H. 2. 3 可见光透射比和颜色感知

H. 2. 3. 1 可见光透射比和通过强光源防护滤光片看到的环境颜色（感知颜色）是防护镜的重要特性，它能使佩戴者在未危及非光辐射安全的情况下进行操作。

H. 2. 3. 2 感知颜色取决于防护滤光片和照明光源的光谱特性。宜在一般光环境下（白光）实施，或操作过程中需要佩戴者观察其他佩戴者并控制强光源设备中的辐射照明装置。

H. 2. 3. 3 在这两种情况下，透过相同的防护镜所看到的环境颜色（例如设备控制器和血液）可能会不

同。

H. 2. 3. 4 颜色由 CIE 色坐标 (x, y) 描述, 也会出现在 CIE 色度图上。CIE 色坐标 (x, y) 考虑到了滤光片和照明光源的光谱特性。

H. 3 使用者舒适性和二次安全

H. 3. 1 外围泄漏

宜考虑到需要非常合适地佩戴强光源防护, 以防止光辐射从框架边缘漏射。每次使用前宜用亮光试一下。

H. 3. 2 镜框和滤光片的二次反射

来自防护镜框架或滤光片的二次反射可能会增加佩戴能者或其他人不可控曝光的危险, 因此, 高光泽或镜面精加工的框架和滤光片不宜使用。

H. 3. 3 滤光片的质量和视觉清晰度

H. 3. 3. 1 防护镜滤光片的质量和视觉清晰度不宜限制强光源设备的预期使用, 因此, 这些特性对于佩戴防护镜后需要进行操作的佩戴者来说是基本要求, 而对于佩戴防护镜后不需要进行任何操作的佩戴者来说这些特性就不太重要, 此种情况下可以佩戴不透光的防护镜。

H. 3. 3. 2 防护镜的滤光片不宜有任何材质上或表面的缺陷, 例如起泡、刮痕、夹杂、暗点、蚀洞、染色过度或其他缺陷, 这会影响预期使用。

H. 3. 4 对低于曝辐限值 (ELV) 亮闪光的曝辐

H. 3. 4. 1 在低曝光水平下 (低于 ELV), 由于暂时视觉损伤引起的视觉效应可能会造成二次安全危险。瞬时视觉效应包括不能看 (眼花或模糊)、眩光、刺眼的闪光、震惊 (涣散) 和残留图像 (闪光造成的视觉缺失), 参见附录 M。

H. 3. 4. 2 亮闪曝光不能用无源衰减滤光片来纠正, 因为无源滤光片对闪光灯和周围环境同时衰减。为了减少这一曝光, 宜考虑使用自动变光保护滤光片。

H. 3. 4. 3 宜警惕由视觉暂时降低所造成的二次安全危害。

H. 3. 5 防护镜过热

H. 3. 5. 1 镜框和滤光片由于吸收辐射产生过多热量, 可能会引起佩戴者眼睛或接触皮肤的热损伤。

H. 3. 5. 2 在使用期间最大温度升高不宜超过 5℃。

H. 3. 6 自动变光滤光片的其他注意事项

防护镜的自动变光滤光片随曝光量而改变 (利用电压直接或间接) 其透射比。宜考虑到有源滤光片的响应时间, 以确保其适合于运行中的强光源 (ILS)。

附录 I
(资料性)
视网膜热危害——评定流程

当不能提供所需要的F类、B类强光源防护镜时，可以使用以下流程图：

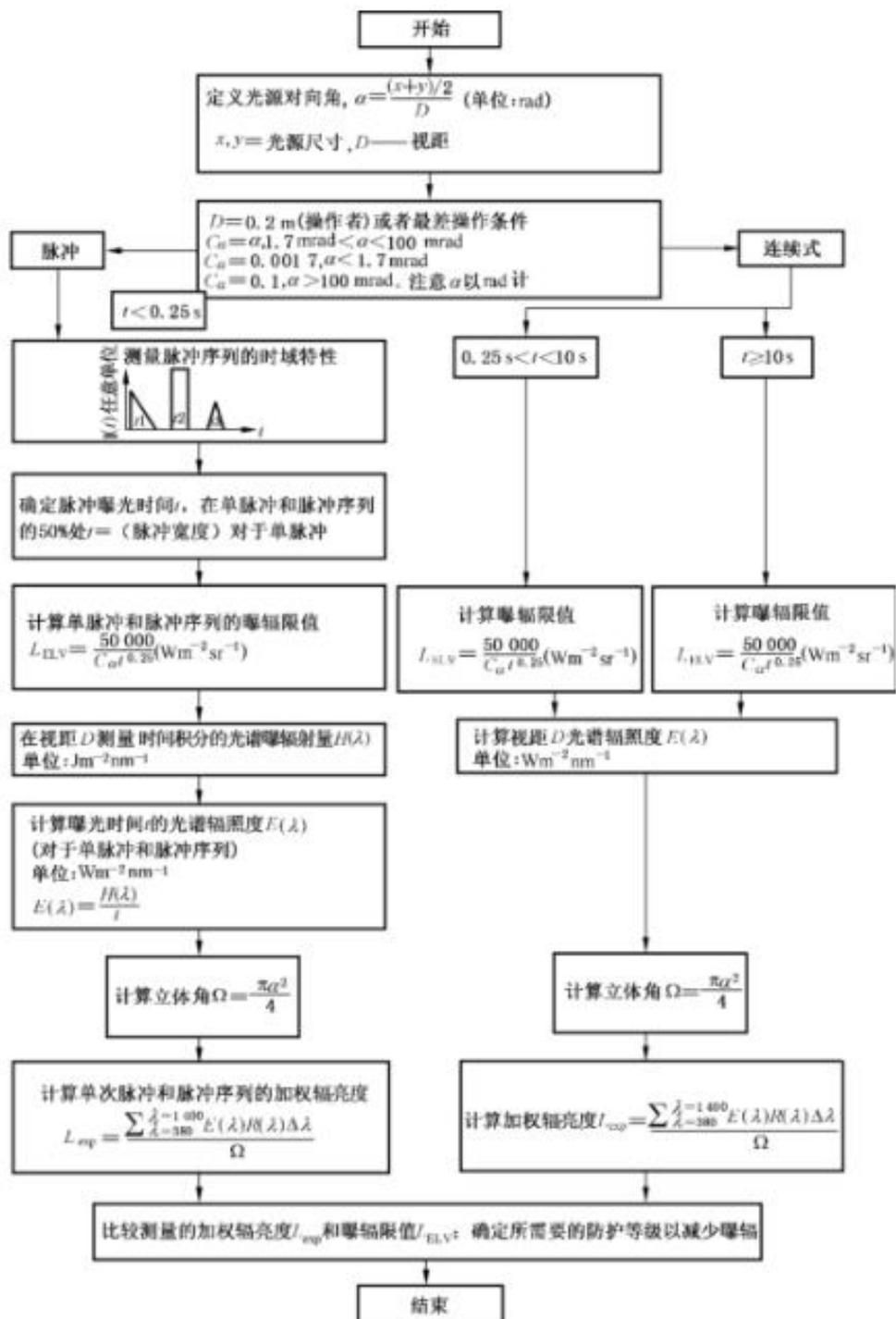
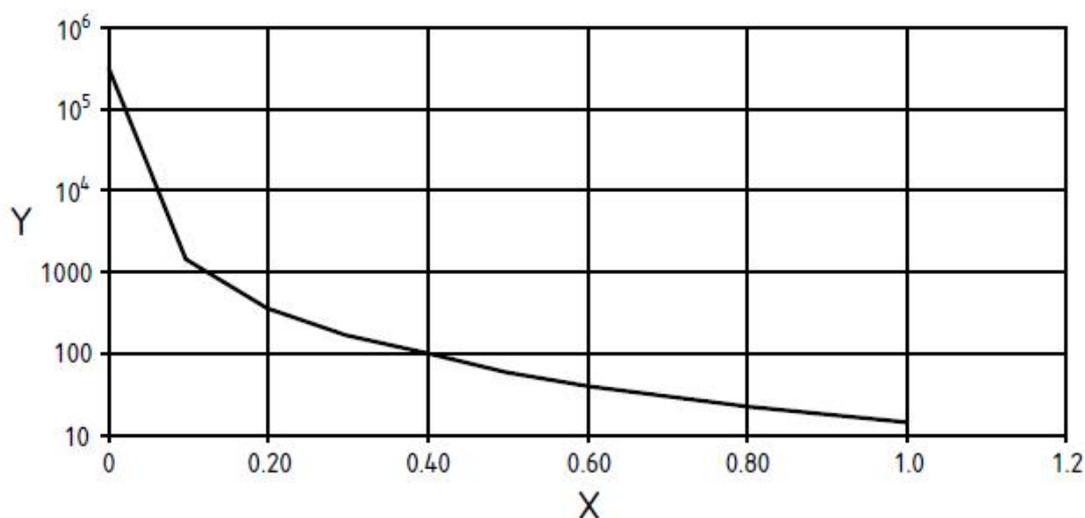


图 I.1 视网膜热损伤评定流程图

附 录 J
(资料性)
视网膜热损伤——实例计算

注：当不能提供所需要的F类、B类强光源防护镜时，可以采用实例计算。

J.1 ILS 装置 A 用于美容整形。在距该装置不同距离处测量的 ILS 装置 A 的曝辐射量如图 J.1 所示：



标引序号说明：

X —— 距离，单位为米 (m) ；

Y —— 曝辐射量, 单位为焦每平方米 (Jm⁻²)。

图 J.1 曝辐射量随着与强脉冲光源 (IPLS) 装置 A 距离的增加而减小

J.2 利用公式 (J.1) 计算视网膜热危害的 ELV：

$$L_{ELV} = \frac{50000}{C_{\alpha} t^{0.25}} \text{ Wm}^{-2} \text{ sr}^{-1} \dots \dots \dots (J.1)$$

需获取曝光时间 t 和 C_{α} 的信息。

C_{α} 与光源对向角 α 的关系如下：

$$C_{\alpha} = \alpha, 1.7 \text{ mrad} < \alpha < 100 \text{ mrad};$$

$$C_{\alpha} = 0.0017, \alpha < 1.7 \text{ mrad};$$

$$C_{\alpha} = 0.100, \alpha > 100 \text{ mrad}.$$

注： α 的单位为 rad。

J.3 通过测量 ILS 出光孔径的最长和最短尺寸 (x , y)、视距 D 来计算 α 。ILS 的出光孔径尺寸为 $10\text{mm} \times 30\text{mm}$ ($0.01\text{m} \times 0.03\text{m}$)。

注：对于需要进行操作的佩戴者，预测发生最严重曝光事故的状况是 $D=0.2\text{m}$ (手臂的长度)。

J.4 光源对向角 α 的计算为：

$$\alpha = \frac{(x+y)/2}{D} \dots \dots \dots (J.2)$$

根据距光源不同距离计算得出的对向角 α 值如表 J.1 所示。

表 J.1 计算的 IPLS 装置 A 在不同距离上的对向角

距离/m	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0
对象角 α /rad	0.1	0.067	0.05	0.04	0.033	0.025	0.02

J.5 通过测量脉冲序列的时域特性来确定曝光时间 t 。ILS 装置 A 的测量结果为单脉冲 5 ms (0.005 s)。

注：不需要信号的光谱或角度信息：脉冲强度的测量结果可以是任意单位，且测量是在发射光谱的局部或在角锥内进行。重要的是探测器响应时间快于脉冲时间参数，探测器的线性也很重要。

J.6 计算 ELV 的 L_{ELV} 的公式为：

$$L_{ELV} = \frac{50000}{C_{\alpha} t^{0.25}} \text{ Wm}^{-2} \text{ sr}^{-1} \dots \dots \dots (J.3)$$

注：对本实例中所有的测量距离， $1.7 \text{ mrad} < \alpha < 100 \text{ mrad}$ ；因此 $C_{\alpha} = \alpha$ ，ELV 以辐射率表示。

J.7 视网膜热危害 ELV 的计算如表 J.2 所示。

表 J.2 在距 IPLS 装置 A 不同距离上计算的视网膜热危害 ELV

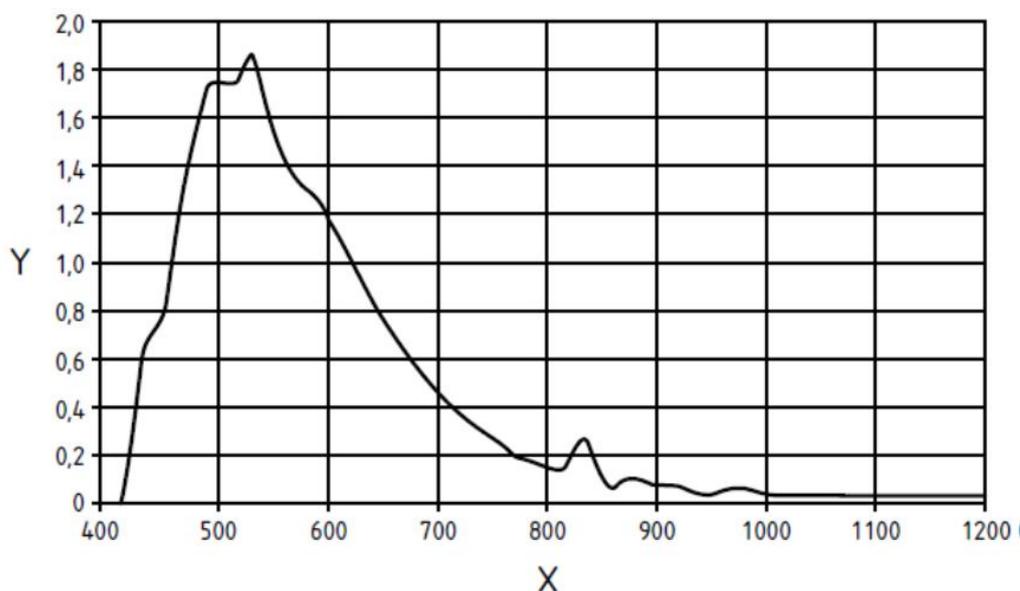
距离/m	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0
ELV/ $\text{Wm}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	1880000	2806000	3761000	4701000	5698000	7521000	9402000

J.8 利用光谱辐射计在距离装置 0.2 m 处测量时间积分的光谱曝辐射量 $H(\lambda)$ ，单位为 $\text{Jm}^{-2} \text{ nm}^{-1}$ 。设置采样时间大于脉冲宽度，即大于 5 ms。

注1：对于脉冲发射，测量光谱曝辐（射）量比光谱辐照度可行。

注2：发射数据一般由 ILS 设备生产商提供，如果没有，则需要测量。

J.9 光谱曝辐射量的测量结果如图 J.2 所示。



标引序号说明:

X —— 波长,单位为纳米 (nm);

Y —— 光谱曝辐量,单位为焦每平方米纳米 (Jm⁻².nm⁻¹)。

图 J.2 距 ILS 装置 A0.2 m 处测量的光谱曝辐量

J.10 光谱辐照度 $E(\lambda)$ 用如图 J.3 所示测得的光谱数据 $H(\lambda)$ 和曝光时间 t (5 ms) 计算, 单位: $Wm^{-2} nm^{-1}$ 。

$$E(\lambda) = \frac{H(\lambda)}{t} \dots\dots\dots (J.4)$$

注: 光谱辐照度在整个测量过程中经过积分但未经加权。

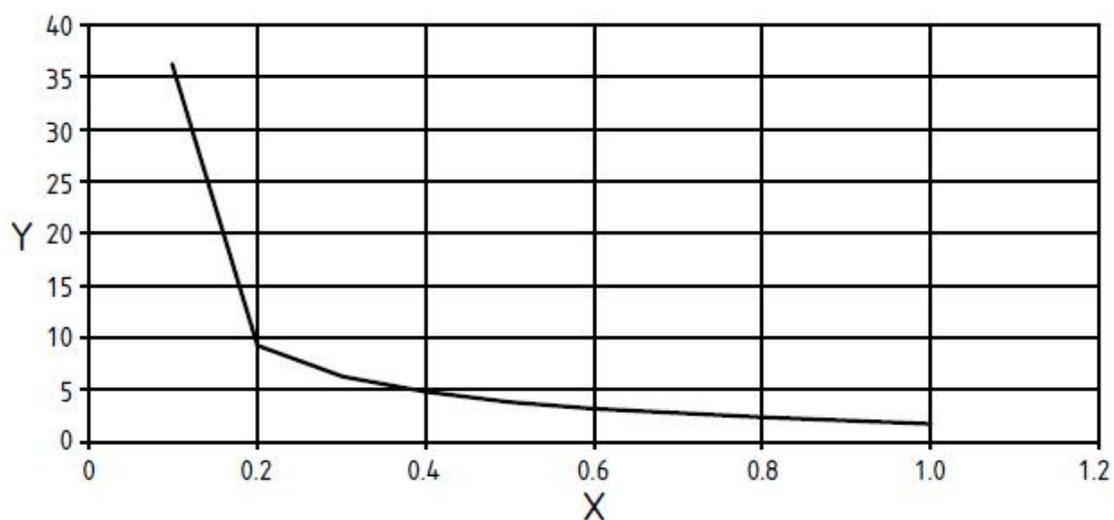
J.11 利用表 L.1 中的对向角 α 计算立体角 Ω :

$$\Omega = \frac{\pi\alpha^2}{4} \dots\dots\dots (J.5)$$

J.12 计算了光谱辐照度 $E(\lambda)$ 和立体角 Ω , 利用视网膜热危害加权函数 $R(\lambda)$, 计算距装置不同距离处的加权辐射 L_{exp} :

$$L_{exp} = \frac{\sum_{\lambda=380}^{\lambda=1400} E(\lambda)R\Delta\lambda}{\Omega} \dots\dots\dots (J.6)$$

J.13 测量的加权辐射 L_{exp} 与计算的 ELV L_{ELV} 的比较如图 J.3 所示。



标引序号说明:

X —— 距离, 单位为米 (m);

Y —— ELV 的超出量。

图 J.3 测量的 IPLS A 的加权辐亮度相较视网膜热危害 ELV 的超出量

J.14 评估结果表明, 针对 IPLS 装置 A, 需要进行操作的佩戴者所佩戴的防护镜 FPF 值宜大于 10。在 0.2 m 处 ELV 超过因数值 9.2, 这一距离被认为是可预测的曝光事故距离。在距装置 1 m 处, 视网膜热损伤 ELV 超过因数值 1.84, 因此不需进行操作的人员在 1m 附近宜采取措施来防护过量光辐射。

附 录 K
(资料性)
光谱分布函数

K.1 CIE 标准照明体 D65 的光谱分布函数与明视觉光谱光视效率函数的乘积

表 K.1 CIE 标准照明体 D65 的光谱分布函数与明视觉光谱光视效率函数的乘积

波长, λ (nm)	$S_{D65}(\lambda) \cdot V(\lambda)$	波长, λ (nm)	$S_{D65}(\lambda) \cdot V(\lambda)$	波长, λ (nm)	$S_{D65}(\lambda) \cdot V(\lambda)$
380	0,000 0	515	1,951 9	650	0,818 3
385	0,000 0	520	2,385 3	655	0,637 2
390	0,000 1	525	2,785 9	660	0,486 1
395	0,000 1	530	3,161 0	665	0,362 3
400	0,000 3	535	3,498 4	670	0,265 1
405	0,000 5	540	3,799 7	675	0,195 8
410	0,001 0	545	4,061 9	680	0,146 1
415	0,001 9	550	4,283 9	685	0,104 2
420	0,003 9	555	4,469 3	690	0,073 0
425	0,007 7	560	4,611 0	695	0,051 7
430	0,013 3	565	4,697 4	700	0,037 7
435	0,020 8	570	4,728 6	705	0,027 3
440	0,030 6	575	4,700 4	710	0,019 8
445	0,042 6	580	4,613 7	715	0,014 3
450	0,058 3	585	4,466 8	720	0,010 2
455	0,078 8	590	4,270 4	725	0,007 3
460	0,105 1	595	4,037 7	730	0,005 2
465	0,138 0	600	3,773 4	735	0,003 7
470	0,180 7	605	3,485 4	740	0,002 6
475	0,237 5	610	3,178 2	745	0,001 8
480	0,310 8	615	2,862 2	750	0,001 3
485	0,400 5	620	2,535 7	755	0,000 9
490	0,519 7	625	2,190 2	760	0,000 6
495	0,681 3	630	1,852 3	765	0,000 5
500	0,896 0	635	1,552 8	770	0,000 3
505	1,187 8	640	1,281 2	775	0,000 2
510	1,539 9	645	1,034 4	780	0,000 2
				累计	100,000 0

K.2 CIE 标准照明体 A 的光谱分布函数与明视觉光谱光视效率函数的乘积

表 K.2 CIE 标准照明体 A 的光谱分布函数与明视觉光谱光视效率函数的乘积

波长, λ (nm)	$S_A(\lambda) \cdot V(\lambda)$	波长, λ (nm)	$S_A(\lambda) \cdot V(\lambda)$	波长, λ (nm)	$S_A(\lambda) \cdot V(\lambda)$
380	0,000 0	515	1,951 9	650	0,818 3
385	0,000 0	520	2,385 3	655	0,637 2
390	0,000 1	525	2,785 9	660	0,486 1
395	0,000 1	530	3,161 0	665	0,362 3
400	0,000 3	535	3,498 4	670	0,265 1
405	0,000 5	540	3,799 7	675	0,195 8
410	0,001 0	545	4,061 9	680	0,146 1
415	0,001 9	550	4,283 9	685	0,104 2
420	0,003 9	555	4,469 3	690	0,073 0
425	0,007 7	560	4,611 0	695	0,051 7
430	0,013 3	565	4,697 4	700	0,037 7
435	0,020 8	570	4,728 6	705	0,027 3
440	0,030 6	575	4,700 4	710	0,019 8
445	0,042 6	580	4,613 7	715	0,014 3
450	0,058 3	585	4,466 8	720	0,010 2
455	0,078 8	590	4,270 4	725	0,007 3
460	0,105 1	595	4,037 7	730	0,005 2
465	0,138 0	600	3,773 4	735	0,003 7
470	0,180 7	605	3,485 4	740	0,002 6
475	0,237 5	610	3,178 2	745	0,001 8
480	0,310 8	615	2,862 2	750	0,001 3
485	0,400 5	620	2,535 7	755	0,000 9
490	0,519 7	625	2,190 2	760	0,000 6
495	0,681 3	630	1,852 3	765	0,000 5
500	0,896 0	635	1,552 8	770	0,000 3
505	1,187 8	640	1,281 2	775	0,000 2
510	1,539 9	645	1,034 4	780	0,000 2
				累计	100,000 0

K.3 蓝光危害加权函数 $B(\lambda)$ 和视网膜热危害函数 $R(\lambda)$ 表 K.3 蓝光危害加权函数 $B(\lambda)$ 和视网膜热危害函数 $R(\lambda)$

波长, 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, 10	1
405	0, 20	2
410	0, 40	4
415	0, 80	8
420	0, 90	9
425	0, 95	9, 5
430	0, 98	9, 8
435	1, 00	10
440	1, 00	10
445	0, 97	9, 7
450	0, 94	9, 4
455	0, 90	9
460	0, 80	8
465	0, 70	7
470	0, 62	6, 2
475	0, 55	5, 5
480	0, 45	4, 5
485	0, 40	3, 2
490	0, 22	2, 2
495	0, 16	1, 6
500	0, 10	1
> 500 - \leq 600	$100, 02 \cdot (450 - \lambda)$	1
> 600 - \leq 700	0, 001	1
> 700 - \leq 1 050	—	$100, 002 \cdot (700 - \lambda)$
> 1 050 - \leq 1 150	—	0, 2
> 1 150 - \leq 1	—	$0, 2 \cdot 100, 02 \cdot (1\ 150 - \lambda)$

波长, λ (nm)	$B(\lambda)$	$R(\lambda)$
200		
> 1 200 - 1 400	—	0, 02

K. 4 光化学紫外危害加权函数

表 K. 4 光化学紫外危害加权函数 $S(\lambda)$

λ (nm)	$S(\lambda)$	λ (nm)	$S(\lambda)$	λ (nm)	$S(\lambda)$	λ (nm)	$S(\lambda)$	λ (nm)	$S(\lambda)$
180	0, 012 0	228	0, 173 7	276	0, 943 4	324	0, 000 520	372	0, 000 086
181	0, 012 6	229	0, 181 9	277	0, 927 2	325	0, 000 500	373	0, 000 083
182	0, 013 2	230	0, 190 0	278	0, 911 2	326	0, 000 479	374	0, 000 080
183	0, 013 8	231	0, 199 5	279	0, 895 4	327	0, 000 459	375	0, 000 077
184	0, 014 4	232	0, 208 9	280	0, 880 0	328	0, 000 440	376	0, 000 074
185	0, 015 1	233	0, 218 8	281	0, 856 8	329	0, 000 425	377	0, 000 072
186	0, 015 8	234	0, 229 2	282	0, 834 2	330	0, 000 410	378	0, 000 069
187	0, 016 6	235	0, 240 0	283	0, 812 2	331	0, 000 396	379	0, 000 066
188	0, 017 3	236	0, 251 0	284	0, 790 8	332	0, 000 383	380	0, 000 064
189	0, 018 1	237	0, 262 4	285	0, 770 0	333	0, 000 370	381	0, 000 062
190	0, 019 0	238	0, 274 4	286	0, 742 0	334	0, 000 355	382	0, 000 059
191	0, 019 9	239	0, 286 9	287	0, 715 1	335	0, 000 340	383	0, 000 057
192	0, 020 8	240	0, 300 0	288	0, 689 1	336	0, 000 327	384	0, 000 055
193	0, 021 8	241	0, 311 1	289	0, 664 1	337	0, 000 315	385	0, 000 053
194	0, 022 8	242	0, 322 7	290	0, 640 0	338	0, 000 303	386	0, 000 051
195	0, 023 9	243	0, 334 7	291	0, 618 6	339	0, 000 291	387	0, 000 049
196	0, 025 0	244	0, 347 1	292	0, 598 0	340	0, 000 280	388	0, 000 047
197	0, 026 2	245	0, 360 0	293	0, 578 0	341	0, 000 271	389	0, 000 046
198	0, 027 4	246	0, 373 0	294	0, 558 7	342	0, 000 263	390	0, 000 044
199	0, 028 7	247	0, 386 5	295	0, 540 0	343	0, 000 255	391	0, 000 042
200	0, 030 0	248	0, 400 5	296	0, 498 4	344	0, 000 248	392	0, 000 041
201	0, 033 4	249	0, 415 0	297	0, 460 0	345	0, 000 240	393	0, 000 039
202	0, 037 1	250	0, 430 0	298	0, 398 9	346	0, 000 231	394	0, 000 037
203	0, 041 2	251	0, 446 5	299	0, 345 9	347	0, 000 223	395	0, 000 036
204	0, 045 9	252	0, 463 7	300	0, 300 0	348	0, 000 215	396	0, 000 035
205	0, 051 0	253	0, 481 5	301	0, 221 0	349	0, 000 207	397	0, 000 033
206	0, 055 1	254	0, 500 0	302	0, 162 9	350	0, 000 200	398	0, 000 032
207	0, 059 5	255	0, 520 0	303	0, 120 0	351	0, 000 191	399	0, 000 031

λ (nm)	$S(\lambda)$								
208	0,064 3	256	0,543 7	304	0,084 9	352	0,000 183	400	0,000 030
209	0,069 4	257	0,568 5	305	0,060 0	353	0,000 175		
210	0,075 0	258	0,594 5	306	0,045 4	354	0,000 167		
211	0,078 6	259	0,621 6	307	0,034 4	355	0,000 160		
212	0,082 4	260	0,650 0	308	0,026 0	356	0,000 153		
213	0,086 4	261	0,679 2	309	0,019 7	357	0,000 147		
214	0,090 6	262	0,709 8	310	0,015 0	358	0,000 141		
215	0,095 0	263	0,741 7	311	0,011 1	359	0,000 136		
216	0,099 5	264	0,775 1	312	0,008 1	360	0,000 130		
217	0,104 3	265	0,810 0	313	0,006 0	361	0,000 126		
218	0,109 3	266	0,844 9	314	0,004 2	362	0,000 122		
219	0,114 5	267	0,881 2	315	0,003 0	363	0,000 118		
220	0,120 0	268	0,919 2	316	0,002 4	364	0,000 114		
221	0,125 7	269	0,958 7	317	0,002 0	365	0,000 110		
222	0,131 6	270	1,000 0	318	0,001 6	366	0,000 106		
223	0,137 8	271	0,991 9	319	0,001 2	367	0,000 103		
224	0,144 4	272	0,983 8	320	0,001 0	368	0,000 099		
225	0,150 0	273	0,975 8	321	0,000 819	369	0,000 096		
226	0,158 3	274	0,967 9	322	0,000 670	370	0,000 093		
227	0,165 8	275	0,960 0	323	0,000 540	371	0,000 090		

附 录 L
(资料性)
滤光片防护因数 (FPF)

L.1 光密度和特性编号均不适用于描述 ILS 滤光片的特性, 因为光密度和特性编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 (ELVs) (来自参考文献[10]) 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。

L.2 FPF 的计算公式:

a) 对于蓝光危害

$$FPF_{BL} = \frac{\sum_{300}^{700} E(\lambda) \cdot B(\lambda) \Delta\lambda}{\sum_{300}^{700} \tau(\lambda) \cdot E(\lambda) \cdot B(\lambda) \Delta\lambda} \dots\dots\dots (L. 1)$$

b) 对于视网膜热危害

$$FPF_{RTh} = \frac{\sum_{300}^{1400} E(\lambda) \cdot R(\lambda) \Delta\lambda}{\sum_{300}^{1400} \tau(\lambda) \cdot E(\lambda) \cdot R(\lambda) \Delta\lambda} \dots\dots\dots (L. 2)$$

c) 对于光化学紫外危害

$$FPF_{UV} = \frac{\sum_{180}^{400} E(\lambda) \cdot S(\lambda) \Delta\lambda}{\sum_{180}^{400} \tau(\lambda) \cdot E(\lambda) \cdot S(\lambda) \Delta\lambda} \dots\dots\dots (L. 3)$$

d) 对红外眼球危害

$$FPF_{IR,lens} = \frac{\sum_{780}^{3000} E(\lambda) \Delta\lambda}{\sum_{780}^{3000} \tau(\lambda) \cdot E(\lambda) \Delta\lambda} \dots\dots\dots (L. 4)$$

式中:

$E(\lambda)$ —— ILS 装置的光谱辐照度, 单位为 $Wm^{-2}nm^{-1}$;

$B(\lambda)$, $R(\lambda)$ 和 $S(\lambda)$ —— 分别为蓝光危害、视网膜热危害和光化学紫外危害的加权函数, (参见附录 K);

$\Delta\lambda$ —— 测试的波长间隔, 单位为 nm;

$\tau(\lambda)$ —— 波长为 λ 时防护具的光谱透射比。

L.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。

L.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 ELVs 确定暴露持续时间和危害类型;

c) 将测量值与 ELVs 进行比较。

L.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 M

(资料性)

强光源的曝辐限值和危险分类

M.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。

M.2 强光源

强光源是指包含一个或多个且辐射波长介于250nm~3000nm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。

M.3 曝辐限值

M.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。总体上来说，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。

M.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G.1和表G.2。

表 M.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	<30000	1.4(80)	30/t
眼睛UV	$E_{UVA} = \sum E_\lambda \cdot \Delta \lambda$	315~400	≤ 1000 >1000	1.4(80)	10000/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	$E_{IR} = \sum E_\lambda \cdot \Delta \lambda$	780~3000	≤ 1000 >1000	1.4(80)	18000/t ^{0.75} 100
皮肤热	$E_H = \sum E_\lambda \cdot \Delta \lambda$	380~3000	<10	2 π sr	2000/t ^{0.75}

表 M.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	限制孔径弧度 (°)	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	$0.011 \cdot \sqrt{(t/10)}$	$10^6/t$
			10~100	0.011	$10^6/t$
			100~10000	$0.0011 \cdot \sqrt{t}$	$10^6/t$
			≥ 10000	0.1	100
视网膜热	$L_R = \sum L_\lambda \cdot R(\lambda) \cdot \Delta \lambda$	380~1400	<0.25	0.0017	$50000/(\alpha \cdot t^{0.25})$
			0.25~10	$0.011 \cdot \sqrt{(t/10)}$	$50000/(\alpha \cdot t^{0.25})$
视网膜热 (微弱视刺激)	$L_{IR} = \sum L_\lambda \cdot R(\lambda) \cdot \Delta \lambda$	780~1400	>10	0.011	6000/ α

M.4 危险分类

M.4.1 连续光源

从表M.1和M.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，因此有个分级方案便是需要的。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G.3总结了M.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 M.3 连续辐射光源各危险类的发射限

危险	光化学谱	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	10000	4000000	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
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	$28000/\alpha$	$28000/\alpha$	$71000/\alpha$	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
视网膜的热的、微弱的、视觉的刺激	$R(\lambda)$	L_{IR}	$6000/\alpha$	$6000/\alpha$	$6000/\alpha$	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
红外辐射眼睛		E_{IR}	100	570	3200	$W \cdot m^{-2}$

M.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M.1和M.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M.4.1讨论的连续辐射光源的标准进行评价。

参 考 文 献

**《眼面部防护 强光源(非激光)
防护具》
(征求意见稿)
编制说明**

标准编制组

一、工作简况

（一）任务来源

根据应急管理部政法司和全国个体防护装备标准化技术委员会的要求，眼面部防护分技术委员会（以下简称“分委会”）按照应急管理部关于印发的《安全生产标准优化评估工作方案》，于 2023 年 9 月 13 日在北京召开了“眼面部防护标准化分技术委员会标准优化评估工作会议”。会上对分委会现行标准及在研标准逐项讨论，结合眼面部防护标准体系对所有标准进行了优化评估。委员一至通过，将 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》、GB/T 38696.2-2020《眼面部防护 强光源（非激光）防护镜 第 2 部分：使用指南》合并为一个标准，并转化为强制性标准，并建议起草组按照强制性标准的要求对标准草案进行修改、补充、完善，尽快完成转化。

2024 年 04 月 15 日，标准起草组根据眼面部防护分技术委员会的通知要求，正式提交了 GB 38696《眼面部防护 强光源（非激光）防护具》的立项申请材料。

2024 年 7 月 19 日，标准起草组按照国家市场监督管理总局国家标准技术审评中心的通知要求，对《眼面部防护 强光源（非激光）防护具》国家标准立项的必要性、可行性，标准内容的通用性以及协调性又做了一次全面的汇报。

2024 年 10 月 09 日，国家标准化管理委员会下达了本标准项目的计划通知。根据国标委发〔2024〕46 号《国家标准化管理委员会关于下达安全生产领域强制性国家标准制修订专项计划的通知》要求，由丹阳市检验检测中心作为主要起草单位承担《眼面部防护 强光源（非激光）防护具》项目的起草工作。该项目的计划编号为：20242815-Q-450，项目下达日期为：2024 年 10 月 09 日，项目周期为 12 个月，代替推荐性国家标准 GB/T 38696.1—2020、GB/T 38696.2—2020。本文件由中华人民共和国应急管理部提出并归口。

（二）协作单位

上海市安全生产科学研究所、宁波吉欧光电科技有限公司、安捷伦科技（中国）有限公司、中国标准化研究院、台州市国泰安全防护用品有限公司、常州迅安科技股份有限公司。

（三）主要工作过程

2024年01月，根据全国个体防护装备标准化技术委员会的通知，丹阳市检验检测中心对GB 38696《眼面部防护 强光源（非激光）防护具》的立项在年会上做了情况汇报。

2024年04月15日，标准起草组根据眼面部防护分技术委员会的通知要求，正式提交了GB 38696《眼面部防护 强光源（非激光）防护具》的立项申请材料。

2024年07月，标准起草工作组在北京召开了标准编写工作启动会暨第一次标准研讨会，来自上海市安全生产科学研究所、宁波吉欧光电科技有限公司、台州市国泰安全防护用品有限公司、常州迅安科技股份有限公司等40多位参会代表。在会上主要讨论了GB 38696标准框架结构、检测方法等技术问题。会后成立了标准起草组，确定了制定原则，明确分工，并按照要求制定了工作计划。

2024年9月，标准起草组在线上召开了第二次工作组会议，会上，项目组成员对标准草案逐条进行了研讨，并重点讨论标准结构、头模、视力矫正镜片等技术问题，会后起草组在充分考虑到各方提出的意见和建议，于2024年11月形成了标准征求意见稿。

（四）起草人、起草人所在单位及其所做工作

序号	起草人	所在单位	起草过程中的主要工作
1	林眉德	丹阳市检验检测中心	负责标准的起草工作，负责总体策划、项目调研、方案确定及相关合作方的协调
2	商景林	上海市安全生产科学研究所	参与标准的起草、调研，负责提供试验样品和部分项目的试验验证
3	杨兆林	宁波吉欧光电科技有限公司	参与项目的起草，国内相关产品的调研、比对和试验验证
4	王晶晶	安捷伦科技（中国）有限公司	参与标准的起草工作，国内相关产品的调研、比对和试验验证
5	郭娅	中国标准化研究院	参与标准的起草、修改及研讨，参与项目的调研、负责各项资料的整理、归纳
6	陈福泰	台州市国泰安全防护用品有限公司	参与标准的起草，标准的翻译和国外专家的沟通
7	高为人	常州迅安科技股份有限公司	参与标准试验方法的起草和讨论
8	蔡建奇	中国标准化研究院	参与标准的修改、研讨和试验验证

二、标准编制原则和主要内容论据

（一）标准编制原则

1. 先进性

本标准在预研阶段，参考了现有国家标准、最新 ISO 标准、澳大利亚、欧盟相关标准的基础上提出了本标准的框架、技术要求和参数。

2. 适用性

在对我国强光源（非激光）防护具使用环境、用户需求、行业研发和制造能力、检测机构检测能力等进行充分调研的情况下，开展标准的修订工作。本标准虽然参考了最新 ISO 标准，但是本标准所有条款均基于我国国情和各大中小生产企业实际产品情况制定，并结合我国强光源（非激光）防护具在美容、强光源生产线、实验室等领域的使用及防护需求等实际情况完成本标准的制定工作。

3. 规范性

本部分从起草阶段到随后的所有阶段均遵守 GB/T 1.1 的规则。

4. 重要性

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，特别是在医疗美容行业，在上世纪九十年代初，出现利用强光源加短波滤光片，获得 250nm-3000nm 多组综合波长的强脉冲光，进行美容治疗的技术，又称光子美容技术，光子美容技术在 1996 年美国 FDA 认证以后，在美容行业迅速得到应用，例如光子美容用于治疗老年斑、毛细血管扩张、凹洞疤痕等，如图 1。

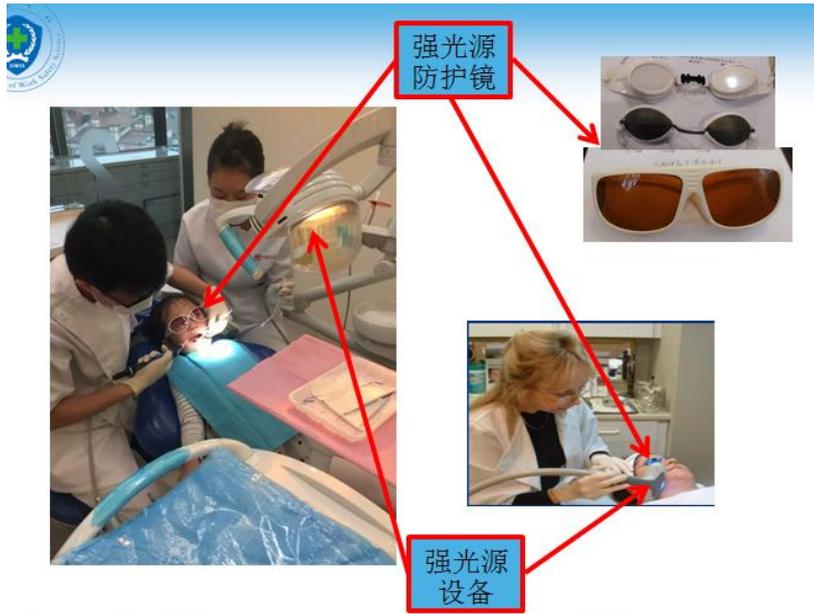


图 1、光子美容与强光源防护镜的应用

由此强光源带来的伤害事故也日益增多，事故案例：图 1a) 是一名 21 月大小的男孩，由于右侧脸颊有先天性的红斑，在用强光源进行脸部治疗后，右眼瞳孔发生了扭曲变形。图 2b) 是一名 36 岁的女性，在用强脉冲光源做脸部治疗，整个过程一直佩戴着眼罩，但是为了能够照射到眼睑，眼罩移开了一下，1 个小时照射后，就感觉眼睛疼了。这两个案例都是在用强光源进行脸部治疗时引发的眼部损伤。强光源（非激光）防护具可以有效防护紫外光、蓝光、可见光、红外光等强光源对眼面部的伤害，对在强光源下安全作业具有重大意义。



图 2a) 强光源损伤案例 1

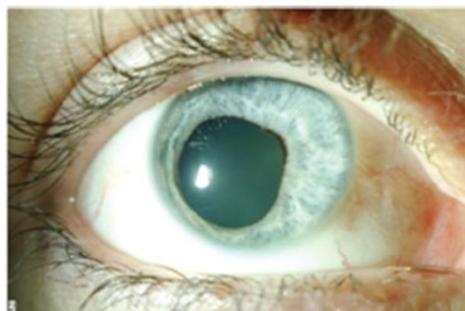


图 2b) 强光源损伤案例 2

5. 必要性

(1) 促进产业发展

为了更好地使该类产品占领国内、外市场，构建国内国际双循环，促进我国在该领域技术水平的不断发展，需要将这一国家标准重新进行修订。现在国际市场对该产品的需求平均每年较快增长，国内市场目前也在快速发展，预计 2 年到 3 年内会有一个较大量的增长，同时也将带来较好的经济效益。

(2) 促进技术进步

目前，标准的技术要求明显滞后于产品的现状。比如:a)产品上有视力矫正功能，但标准中没有相关规定； b) 自动变光强光源防护具缺少透射比的角度依赖性、转换时间等技术指标，不利于区分产品的优劣； c) 增加了防护区域的要求对产品性能的规定更加明确； d) 对紫外老化的要求进行了更正。

6. 全国强光源（非激光）防护具产业现状

目前我国的防护镜企业规模较小，地域分布比较分散，产业集中度较低。大多数的企业仍停留在分散的，手工作坊式的陈旧生产方式上，具体呈现出生产规模小，管理水平低，与我国经济高速发展不相适应。在我国加入 WTO 之后，国际上一些大型劳动保护用品生产企业如 3M、霍尼维尔、UVex 等已进入我国市场，参与我国防护镜市场的竞争，占领了国内的高端市场，以武汉世纪威和、广州邦士度眼镜有限公司、台州市国泰安全防护用品有限公司、常州迅安科技股份有限公司等为中坚力量的中国制造逐渐赶超。尤其在以江苏丹阳、浙江台州、广东东莞等地区，生产的防护眼镜产品，无论在款式、功能、质量、价格上都具有一定的优势。国内防护镜市场在学习国外先进品牌技术与经验的同时，也在向规模化，集团化发展。通过集团化模式加强品控、拓展销售渠道，增加品牌力影响力。

(二) 确定标准主要技术内容的论据

1. 标准引用情况说明

表 1 标准引用情况

序号	第一次出现的条款号或附录号	类型	主要内容	引用文件号/标准号	引用文件/标准名称	引用的主要内容

序号	第一次出现的条款号或附录号	类型	主要内容	引用文件号/标准号	引用文件/标准名称	引用的主要内容
1	3	术语和定义	个体防护装备配备规范（总则）确立的术语和定义适用于本文件。	GB/T 30042—2013	个体防护装备 眼部防护 面部防护 名词术语	全文
2	5	一般要求	生物相容性、结构和调整	GB/T 38009—2019	眼镜架 镍析出量的技术要求和测量方法	测量方法
3	6.2.1	几何光学要求	球镜度、散光度和棱镜度	GB/T 32166.2—2015	个体防护装备 眼部防护 职业眼面部防护具 第2部分：测量方法	测量方法
4	6.2.2	几何光学要求	空间偏差	GB/T 32166.2—2015	个体防护装备 眼部防护 职业眼面部防护具 第2部分：测量方法	测量方法

序号	第一次出现的条款号或附录号	类型	主要内容	引用文件号/标准号	引用文件/标准名称	引用的主要内容
5	6.2.3	几何光学要求	棱镜度互差	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	测量方法
6	6.3.1、 6.3.2	几何光学要求	球镜度和柱镜度、柱镜轴位方向偏差	GB 10810. 1— 2005	眼镜镜片 第1部分：单光和多焦点镜片	技术要求
7	6.3.3	几何光学要求	光学中心	GB 13511. 1-2011	配装眼镜 第1部分：单光和多焦点	技术要求
8	7.3	物理光学要求	狭角散射	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	测量方法

序号	第一次出现的条款号或附录号	类型	主要内容	引用文件号/标准号	引用文件/标准名称	引用的主要内容
					方法	
9	8.1	非光学性能要求	防护区域	GB 14866-2023	眼面防护具通用技术规范	相关配套标准
10	8.2	非光学要求	材料和表面质量	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	测量方法
11	8.3	非光学要求	阻燃	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	测量方法

序号	第一次出现的条款号或附录号	类型	主要内容	引用文件号/标准号	引用文件/标准名称	引用的主要内容
					方法	
12	8.4	非光学要求	紫外老化	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	测量方法
13	8.5	非光学要求	热老化	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	测量方法

序号	第一次出现的条款号或附录号	类型	主要内容	引用文件号/标准号	引用文件/标准名称	引用的主要内容
14	8.6	非光学要求	基本冲击防护性能	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	测量方法

2. 主要技术要求的依据及理由

GB 38696《眼面部防护 强光源（非激光）防护具》规定了强光源（非激光）防护具的分类、技术要求、测试方法和标识。

为了更好地使强光源（非激光）防护具产品占领国内、外市场，构建国内国际双循环，促进我国在该领域技术水平的不断发展，本标准主要参考了以下标准：

[1]ISO 18526-2:2020 Eye and face protection - Test methods - Part 2:Physical optical properties.

[2]ISO 18526-3:2020 Eye and face protection - Test methods - Part 3:Physical and mechanical properties.

[3]ISO 16321-1:2021 Eye and face protection for occupational use - Part 1: General requirements.

[4]ISO 12609-1:2021 Eye and face protection against intense light sources used on humans and animals for cosmetic and medical applications-Part 1:Specification for products.

（三）新旧标准技术内容变化的依据和理由

为了更好的规范强光源（非激光）防护产品设计和制造、适应新技术的发展、新功能的增减，本次修订中，修改或新增了一些技术要求，具体如下：

本文件与GB/T 38696.1-2020相比，除结构调整和编辑性修改外，主要技术变化如下：

- 增加了不透明的防护具等术语和定义（见第3章）；
- 分类中增加了一类：不透明的护目具（见第4章）；
- 删除了一般要求（见2020版的5.1）；
- 材料、结构、滤光片的装配等三个参数，调整为生物相容性、结构和调整两个参数（见5.1、5.2，2020版的5.2、5.4、5.5）；
- 更改了球镜度和散光度的要求（见6.2.1，2020版的5.8.5）；
- 参数名称屈光力的局部变化更改为空间偏差，并增加了空间偏差的要求（见6.2.2，2020版的5.8.6）；
- 更改了棱镜度偏差的要求（见6.2.1，2020版的5.8.7）；
- 更改了棱镜度互差的要求（见6.2.3，2020版的5.8.8）；
- 增加了屈光力、柱镜轴位方向偏差和光学中心（矫正镜片）的要求（见6.3）；
- 增加了不透明的防护具的透射比要求（见7.1.4）；
- 更改了透射比均匀性的要求（见7.1.5，2020版的5.8.4）；
- 增加了透射比的角度依赖性（见7.2.3）；
- 增加了转换时间（见7.2.4）；
- 增加了防护区域的要求（见8.1）；
- 更改了紫外老化的要求（见8.4，2020版的5.10）；
- 增加了测试方法通则（见附录B）；
- 增加了透射比测试方法（见附录C）；
- 增加了防护区域测试方法（见附录D）；
- 增加了视野测试方法（见附录E）；
- 增加了空间偏差测试方法（见附录F）；
- 增加了转换时间测试方法（见附录G）；

因GB/T 38696.2-2020是产品使用指南，本文件将GB/T 38696.2-2020中的内容作为资料性附录，详见附录H。

三、与有关法律、行政法规和其他强制性标准的关系， 配套推荐性标准的制定情况

（一）有关法律、行政法规和其他强制性标准的关系

《中华人民共和国安全生产法》第四十二条明确规定：“生产经营单位必须为从业人员提供符合国家标准或者行业标准的个体防护装备，并监督、教育从业人员按照使用规则佩戴、使用”。在《中华人民共和国劳动法》第五十四条明确规定：“用人单位必须为劳动者提供符合国家规定的劳动安全卫生条件和必要的个体防护装备，对从事有职业危害作业的劳动者应当定期进行健康检查”。在《中华人民共和国职业病防治法》第二十三条明确规定：“用人单位必须采用有效的

职业病防护设施，并为劳动者提供个人使用的职业病防护用品”。本标准主要依据我国上述法律法规的要求进行制定的，是上述法律法规的有益补充，也是强制性国家标准 GB 39800《个体防护装备配备规范》系列标准的重要组成部分。

本标准与现行法律、法规和强制性国家标准无冲突。

（二）配套推荐性标准的制定情况

配套推荐性国家标准有 3 项：其中，名词术语基础标准 2 项，测量方法标准 1 项。详见下表：

防护部类	序号	标准号	标准名称	标准级别	标准属性
基础标准	1	GB/T 12903-2008	个体防护装备术语	国标	推荐
	2	GB/T 30042-2013	个体防护装备 眼面部防护 名词术语	国标	推荐
方法标准	3	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	国标	推荐

四、与国际标准化组织、其他国家或者地区有关法律法规和标准的比对分析

（一）采标情况

本标准未采标，在修订过程中参考了 ISO 12609-1:2021、ISO 12609-2:2013、ISO 16321-1:2021、ISO 18526-2: 2020、AS/NZS ISO 12609-1: 2024、AS/NZS ISO 12609-2: 2024、EN ISO 12609-1 等标准。

（二）与国际、国外同类标准水平的对比情况

本标准的技术要求主要依据最新国际标准 ISO 16321-1: 2021 和 ISO 12609-1:2021，测量方法主要依据 ISO 18526-2:2020、ISO 18526-3:2020。

本标准技术指标主要参考了 ISO 12609-1:2021，所有技术指标均不低于 ISO 12609-1:2021，并在标准中增加了视力矫正的要求；在结构上，本标准进行了按一般要求，几何光学要求、物理光学要求和非光学要求进行了调整，更加易于理解、阅读。

五、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

六、强制性国家标准自发布日期至实施日期之间的过渡期的建议及理由

（一）过渡期建议及理由（实施标准需要的技术改造、成本投入、老旧产品退出市场时间等）

过渡期建议为 18 个月，为强光源防护产品生产企业产品的研发和技术更新、检测机构试验装置调试、市场库存消化等留出时间。

（二）实施标准可能产生的社会影响等

促进我国强光源防护产品标准与国际接轨，提升我国强光源防护产品的技术水平，有利于扩大出口和构建国内国际双循环的经济格局。

七、实施强制性行业标准有关政策措施（包括实施监督管理部门以及对违反强制性国家标准的行为进行处理的有关法律、行政法规、部门规章依据等）

（一）实施监督管理部门

本标准的实施监督管理部门为县级及以上应急管理部门。

（二）对违反强制性国家标准的行为进行处理的有关法律、行政法规、部门规章依据等

与实施和处罚违反本标准有关的法律法规及部门规章主要有《中华人民共和国安全生产法》《市场监管总局办公厅 住房和城乡建设部办公厅 应急管理部办公厅 关于进一步加强安全帽等特种劳动防护用品监督管理工作的通知》。

《中华人民共和国安全生产法》

第九十九条 生产经营单位有下列行为之一的，责令限期改正，处五万元以下的罚款；逾期未改正的，处五万元以上二十万元以下的罚款，对其直接负责的主管人员和其他直接责任人员处一万元以上二万元以下的罚款；情节严重的，责

令停产停业整顿；构成犯罪的，依照刑法有关规定追究刑事责任：（五）未为从业人员提供符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品的。

《市场监管总局办公厅 住房和城乡建设部办公厅 应急管理部办公厅 关于进一步加强安全帽等特种劳动防护用品监督管理工作的通知》的保障措施中规定“（四）严格追责问责。对未使用符合国家或行业标准的特种劳动防护用品，特种劳动防护用品进入现场前未经查验或查验不合格即投入使用，因特种劳动防护用品管理混乱给作业人员带来事故伤害及职业危害的责任单位和责任人，依法追究相关责任。”

八、是否需要对外通报的建议及理由（通报与否均应说明理由）

本标准需要对外通报。

一方面本标准为强制性国家标准，规定了强光源（非激光）防护具的分类、技术要求、标识和使用说明书。适用于防御辐射波长介于 250nm~3000nm 之间强光源危害的眼部护具；不适用于焊接防护具、激光防护具、太阳镜、日晒、眼科仪器或其他医疗美容设备上装配的部件。作为技术性法规发布后，需要强制执行。而我国是世界贸易组织（WTO）的成员国，需要根据 TBT 协定进行通报。

另一方面，对外通报，将有助于我国与其他国家或地区在强光源防护方面的技术交流与合作，优化营商环境，促进相关产品的出口。

九、废止现行有关标准的建议

本标准发布后，将代替 GB/T 38696.1-2020 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》、GB/T 38696.2-2020《眼面部防护 强光源（非激光）防护镜 第2部分：使用指南》。

十、涉及专利的有关说明

无。

十一、强制性国家标准所涉及的产品、过程和服务目录
个体防护装备、眼面部防护装备、强光源防护具。

十二、其他应予以说明的事项

无。