

ICS 13.340.99  
CCS C 73



# 中华人民共和国国家标准

GB 38696—2025

代替 GB/T 38696.1—2020, GB/T 38696.2—2020

## 眼面部防护 强光源(非激光)防护具

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

2025-08-29 发布

2026-09-01 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 一般要求 .....	2
6 几何光学性能要求 .....	3
7 物理光学性能要求 .....	5
8 非光学性能要求 .....	7
9 试验方法 .....	10
10 标识 .....	19
11 使用说明书 .....	19
附录 A (规范性) 光谱分布函数 .....	21
附录 B (资料性) 强光源防护具使用指南 .....	26
附录 C (资料性) 强光源的曝辐限值和危险分类 .....	29
附录 D (资料性) 视网膜热危害——评定流程 .....	33
附录 E (资料性) 视网膜热损伤——实例计算 .....	34
附录 F (资料性) 滤光片防护因数 (FPF) .....	37
参考文献 .....	38

## 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》。本文件以GB/T 38696.1—2020为主，整合了GB/T 38696.2—2020的内容，与GB/T 38696.1—2020相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 增加了“不透明的防护具”“球镜度”“自动变光强光源防护具”等术语和定义(见第3章)；
- 增加了一个分类：不透明的防护具(见第4章)；
- 删除了“一般要求”(见2020年版的5.1)；
- 将“材料”“结构”“滤光片的装配”等三个参数，更改为“生物相容性”“结构和调整”两个参数(见5.1、5.2, 2020年版的5.3、5.4、5.5)；
- 更改了“球镜度、散光度”的要求(见6.2.1, 2020年版的5.8.5)；
- 更改了“棱镜度偏差”的要求(见6.2.1, 2020年版的5.8.7)；
- 将“屈光力的局部变化”更改为“空间偏差”，并更改了“空间偏差”的要求(见6.2.2, 2020年版的5.8.6)；
- 更改了“棱镜度互差”的要求(见6.2.3, 2020年版的5.8.8)；
- 增加了“屈光力、柱镜轴位方向偏差和中心点位置(矫正镜片)”的要求(见6.3)；
- 增加了“D类强光源防护具”的透射比要求(见7.1.4)；
- 更改了“透射比均匀性”的要求(见7.2, 2020年版的5.8.4)；
- 增加了“透射比的角度依赖性”的要求(见7.5.3)；
- 增加了“转换时间”的要求(见7.5.4)；
- 更改了“狭角散射”的要求(见7.6, 2020年版的5.8.9)；
- 增加了“防护区域”的要求(见8.1)；
- 将“紫外老化”更改为“耐紫外辐射性能”，并更改了“耐紫外辐射性能”的要求(见8.4, 2020年版的5.10)；
- 将“强度”更改为“基本冲击防护性能”，并更改了“基本冲击防护性能”的要求(见8.6, 2020年版的5.12)；
- 删除了“防护镜的颜色”(见2020年版的6.2)；
- 增加了“通则”(见9.1)；
- 增加了“视野”测试方法(见9.2)；
- 增加了“空间偏差”测试方法(见9.3)；
- 增加了“透射比”测试方法(见9.4)；
- 增加了“转换时间”测试方法(见9.5)；
- 增加了“防护区域”测试方法(见9.6)；
- 更改了“标识”的要求(见第10章，2020年版的第8章)；
- 更改了“使用说明书”的要求(见第11章，2020年版的第9章)。

## **GB 38696—2025**

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；

——本次为第一次修订，并入了GB/T 38696.2—2020的内容。

# 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、一般要求、几何光学性能要求、物理光学性能要求、非光学性能要求、标识、使用说明书、描述了相应的试验方法。

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、眼科仪器部件、日晒和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 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

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 45185—2024 眼视光产品 成品眼镜安全技术规范

## 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，光谱透射比最大值不大于0.01%的介质组成的防护具。

注：这个介质由金属或极深色材料构成。

3.8

**球镜度 spherical power**

镜片两主子午面焦度的算术平均值。

3.9

**散光度 astigmatic power**

镜片两主子午面焦度差值的绝对值。

注：柱镜度的绝对值等于散光度，柱镜度通常用符号C表示。

3.10

**自动变光强光源防护具 intense light source protector with autodarkening filter**

当作业产生强光时，能迅速将特性编号从较低值(明态)转换到较高值(暗态)，并且在有强光时保持暗态的强光源防护具。

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，B类；
- c) 不透明的防护具，D类。

5 一般要求

5.1 生物相容性

强光源防护具应能满足使用目的和使用环境的要求，不应存在影响佩戴者健康或安全的因素。

生产者应确保材料析出不会对佩戴者皮肤造成伤害。生产者可通过索取材料供应商的安全性检测报告确认材料安全性。

在使用防护具过程中，若其金属部件持续与佩戴者皮肤直接接触，则应按GB/T 38009进行镍析出量试验。镍析出量应不大于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。

强光源防护具可调整或移除的部件，按照生产者提供的说明书，应在不使用工具的情况下，易于调整、移除和连接。

采用目视、触摸等方法对产品进行检测。

## 6 几何光学性能要求

### 6.1 视野

按照9.2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°。

D类强光源防护具不适用本条款。

### 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。望远镜法为仲裁法。

D类强光源防护具不适用本条款。

表1 球镜度、散光度和棱镜度

球镜度允差 $m^{-1}$	散光度允差 $m^{-1}$	球镜度互差 (左眼和右眼球镜度差值的绝对值) $m^{-1}$	棱镜度允差 cm/m
$\pm 0.12$	$\leq 0.12$	$\leq 0.18$	$\leq 0.25$

#### 6.2.2 空间偏差

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9.3中规定的方法进行进一步评估，镜片不应出现可能影响视觉的不规则畸变。

D类强光源防护具不适用本条款。

#### 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。

D类强光源防护具不适用本条款。

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中心点位置(矫正镜片)

#### 6.3.1 球镜度和柱镜度

按GB 45185—2024中5.2.1规定的方法进行测试，矫正镜片的球镜度和柱镜度偏差应符合表3的要求。

D 类强光源防护具不适用本条款。

表3 矫正镜片球镜度和柱镜度偏差

单位为每米

顶焦度绝对值最大的子午面上的顶焦度绝对值	每主子午面顶焦度偏差	柱镜度绝对值			
		0.00~0.75	>0.75~4.00	>4.00~6.00	>6.00
		柱镜度偏差			
0.00~3.00	±0.12	±0.09	±0.12	±0.18	±0.25
>3.00~6.00		±0.12			
>6.00~9.00			±0.18	±0.25	
>9.00~12.00	±0.18	±0.25			
>12.00~20.00	±0.25		±0.25	±0.37	
>20.00	±0.37	±0.25			±0.37

6.3.2 柱镜轴位方向偏差

按 GB 45185—2024中5.3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。

D 类强光源防护具不适用本条款。

表4 柱镜轴位方向偏差

柱镜度绝对值 $m^{-1}$	≤0.12	0.12~0.25	>0.25~0.50	>0.50~0.75	>0.75~1.50	>1.50~2.50	>2.50
轴位方向偏差 (°)	—	±16	±9	±6	±4	±3	±2

6.3.3 中心点位置

按GB 45185—2024中5.4.1规定的方法进行测试，中心点水平距离偏差应符合表5的要求，中心点单侧水平距离偏差均不大于表5中心点水平距离偏差的二分之一，中心点垂直互差应符合表6的规定。

D 类强光源防护具不适用本条款。

表5 中心点水平距离偏差

顶焦度绝对值最大的子午面上的顶焦度绝对值 $m^{-1}$	0.00~0.50	>0.50~1.00	>1.00~2.00	>2.00~4.00	>4.00
中心点水平距离偏差	≤0.67 cm/m	±6.0 mm	±4.0 mm	±3.0 mm	±2.0 mm

表6 中心点垂直互差

顶焦度绝对值最大的子午面上的 顶焦度绝对值 $m^{-1}$	0.00~0.50	>0.50~1.00	>1.00~2.50	>2.50
中心点垂直互差	$\leq 0.50$ cm/m	$\leq 3.0$ mm	$\leq 2.0$ mm	$\leq 1.0$ mm

## 7 物理光学性能要求

### 7.1 透射比

#### 7.1.1 一般要求

按照9.4.1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,按照式(2)、式(4)~式(6)分别计算可见光透射比 $T_v$ 、蓝光透射比 $\tau_B$ 、近红外透射比TNIR、平均透射比 $T(450\text{ nm} \sim 650\text{ nm})$ 。

若强光源防护具的透射比有角度依赖性,则应按照9.4.7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 $-30^\circ \sim +30^\circ$ 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 $t(\lambda)/\%$			可见光透射比 $t_v/\%$	近红外透射比 TNIR/%
	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	TV, D65	$43.2 \leq t_v \leq 100$	50
F-2				$17.8 \leq t_v < 43.2$	
F-3				$8.5 \leq t_v < 17.8$	
F-4				$3.2 \leq t_v < 8.5$	
F-5				$1.2 \leq t_v < 3.2$	
F-6				$0.44 \leq t_v < 1.2$	

#### 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 TB/%	近红外透射比 TNIR/%
	250 nm~315 nm	315nm~380 nm	380 nm~450 nm	380 nm~500 nm	780 nm~3000 nm
B-1	0.1	0.4	TB	$43.2 \leq TB \leq 100$	50
B-2				$17.8 \leq TB < 43.2$	
B-3				$8.5 \leq TB < 17.8$	
B-4				$3.2 \leq TB < 8.5$	
B-5				$1.2 \leq TB < 3.2$	
B-6				$TB < 1.2$	

#### 7.1.4 D 类强光源防护具

波长250 nm~3000 nm 范围内，滤光片的光谱透射比最大值应不大于0.01%。

#### 7.2 透射比均匀性

按照9.4.6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：

- a) 参考点周围区域的可见光透射比相对变化率 $\Delta FR$ 和 $\Delta F$ ，不应超过 $\pm 10\%$ ；
- b) 左右眼镜片参考点处可见光透射比的相对变化率 $\Delta P$ ，不应超过 $\pm 15\%$ 。

注：不包括滤光片设计产生厚度变化而导致光透射比发生的变化。

D 类强光源防护具不适用本条款。

#### 7.3 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9.4.1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表7或表8的要求，如为自动变光强光源防护具，则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最暗态下的特性编号在表7或表8中所对应的要求；对于D类强光源防护具，镜框和侧护板的光谱透射比最大值应不大于0.01%。

#### 7.4 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 $T(450\text{ nm} \sim 650\text{ nm})$ 的 $\pm 20\%$ 范围内。

按照9.4.1中规定的方法进行测试。

#### 7.5 自动变光强光源防护具

##### 7.5.1 一般要求

自动变光强光源防护具不应作为D类强光源防护具使用。

##### 7.5.2 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，并应满足在表7或表8中所对应的

可见光透射比或蓝光透射比、光谱透射比(250 nm~450 nm)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(380 nm~780 nm)降低为30%以下,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(250 nm~450 nm)的要求。

### 7.5.3 透射比的角度依赖性

按照9.4.7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	51.75

### 7.5.4 转换时间

按照9.5中规定的方法测试所有暗态,自动变光强光源防护具在受到光照射时达到其标称的暗态所需的时间不应超过1ms。

## 7.6 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  $3.0 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lx}^{-1}$ 。

注:简约光亮度系数的定义见GB/T 30042—2013中4.6。

D类强光源防护具不适用本条款。

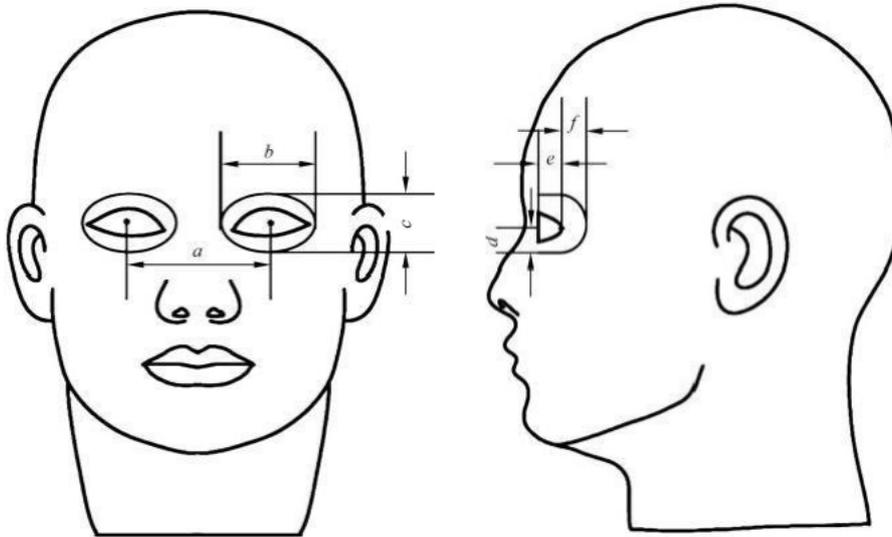
## 8 非光学性能要求

### 8.1 防护区域

强光源防护具防护光学辐射的最小区域应满足表10和图1的要求。

头模尺寸定义见 GB14866—2023 的附录 A。按照9.6中规定的方法测试,强光源防护具应能覆盖以下两个区域:

- 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:

- a——瞳 距；
  - b——眼部防护区域最小宽度；
  - c——眼部防护区域最小高度；
  - d——角膜顶点到眼部防护区域下边缘的垂直距离；
  - e——角膜顶点所在平面到外眦的垂直距离；
  - f——半圆形防护区域到外眦的最小距离。
- a~f 尺寸见表10。

图 1 防护区域

表10 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30 mm 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。

D类强光源防护具不适用本条款。

### 8.3 阻燃性能

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 耐紫外辐射性能

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

- a) 可见光或蓝光透射比的相对变化率  $\frac{\Delta\tau}{\tau}$  不应超过  $\pm 10\%$ ，按公式 (1) 计算：

$$\frac{\Delta\tau}{\tau} = \frac{\tau' - \tau}{\tau} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

T ——紫外老化前的可见光或蓝光透射比；

$\tau'$  ——紫外老化后的可见光或蓝光透射比。

- b) 简约光亮度系数不应超过  $3.0 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lx}^{-1}$ ；

- c) 仍应满足 7.1.2～7.1.4 中的要求。

D类强光源防护具不适用本条款中 a) 和 b)。

### 8.5 耐热性能

按 GB/T 32166.2—2015 中 6.2 规定的方法测试，在温度  $(55 \pm 2)^\circ\text{C}$  的烘箱中保持  $120 \pm 5 \text{ min}$  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

本条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。

防护区域见图1。对于带有侧面保护的防护具，测试位置共有4个，分别是左眼的正面和侧面、右眼的正面和侧面。对于不带有侧面保护的防护具，测试位置共有2个，分别是左眼的正面和右眼的正面。

按 GB/T 32166.2—2015 中 6.1.2 规定的方法进行测试，但试样无需按 GB/T 32166.2—2015 中 6.1.2.2 a) 和 b) 进行预处理。

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) 镜片脱落；
- d) 材料从未受冲击的一面脱落；
- e) 钢球直接穿透防护具；
- f) 镜片与头部模型眼部发生了接触。

当强光源防护具装配矫正镜片时，则冲击之后，矫正镜片不应出现以下情况：

- a) 镜片的裂纹贯穿其全部厚度或者裂成两块或两块以上；
- b) 镜片、钢球或者镜框与头部模型眼部发生了接触。

## 9 试验方法

### 9.1 通则

#### 9.1.1 试验条件

强光源防护具的测试应满足以下要求：

- 除非另有规定，本文件所有试验均应在温度 $(23\pm 5)$ ℃、相对湿度 $(50\pm 20)\%$ 的条件下进行；
- 默认情况下，使用GB 14866—2023附录A中的中号头部模型开展测试，若产品有号型划分，应根据实际情况选择GB14866—2023附录A中合适的头部模型进行测试；
- 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—2015中4.3规定的方法进行确定。

#### 9.1.2 样品的选择和预处理

至少随机抽取9个样品，在测试之前，按照生产者提供的清洁或消毒程序对样品进行一次清洁或消毒，然后将样品在环境温度 $(23\pm 5)$ ℃下至少放置4 h。

F类或B类强光源防护具按照表11所规定的顺序进行测试，D类强光源防护具按照表12所规定的顺序进行测试。

表11 F类或B类强光源防护具的试验安排

序号	测试项目	章条号	测试样品序号									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	生物相容性	5.1	—	-	-	-	-	-	-	-	+	+
2	结构和调整	5.2	+	-	-	-	-	-	-	-	—	-
3	几何光学性能要求	6	+	-	-	-	-	-	-	-	—	-
4	透射比	7.1.2或7.1.3	+	-	-	-	-	-	-	-	—	-
5	透射比均匀性	7.2	+	-	-	-	-	-	-	-	—	-
6	镜框和侧护板	7.3	+	-	-	-	-	-	-	-	—	-
7	中性色	7.4	0	-	-	-	-	-	-	-	—	-
8	自动变光强光源防护具	7.5	+	-	-	-	-	-	-	-	—	-
9	狭角散射	7.6	+	-	-	-	-	-	-	-	—	-
10	防护区域	8.1	+	-	-	-	-	-	-	-	—	-
11	材料和表面质量	8.2	+	-	-	-	-	-	-	-	—	-
12	阻燃性能	8.3	—	+	-	-	-	-	-	-	—	-
13	耐紫外辐射性能	8.4	+	-	-	-	-	-	-	-	—	-
14	耐热性能	8.5	—	-	+	-	-	-	-	-	—	-
15	基本冲击防护性能	8.6	—	-	-	+	+	+	+	+	—	-
16	标识	10	+	-	-	-	-	-	-	-	—	-

注：“+”表示应在指定的样品上进行的测试，“0”表示可选测试，“—”表示无测试要求。

自动变光强光源防护具需进行此项测试。

表 12 D 类强光源防护具的试验安排

序号	测试项目	章条号	测试样品序号								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	生物相容性	5.1	—	-	—	—	-	—	—	+	+
2	结构和调整	5.2	+	-	—	—	-	—	—	—	-
3	透射比	7.1.4	+	-	—	—	-	—	—	—	-
4	镜框和侧护板	7.3	+	-	—	—	-	—	—	—	-
5	防护区域	8.1	+	-	—	—	-	—	—	—	-
6	阻燃性能	8.3	—	+	—	—	-	—	—	—	-
7	耐紫外辐射性能	8.4	+	-	—	—	-	—	—	—	-
8	耐热性能	8.5	—	-	+	—	-	—	—	—	-
9	基本冲击防护性能	8.6	—	-	—	+	+	+	+	—	-
10	标识	10	+	-	—	—	-	—	—	—	-

注：“+”表示应在指定的样品上进行的测试，“—”表示无测试要求。

## 9.2 视野

### 9.2.1 试验装置

9.2.1.1 头部模型，符合 GB 14866—2023附录 A 的规定。

9.2.1.2 测角仪，测量不确定度不大于1°。

9.2.1.3 连续激光器，光束直径为(2±1)mm。

9.2.1.4 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互换。

### 9.2.2 试验步骤

试验按以下步骤进行。

- 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。

### 9.3 空间偏差

#### 9.3.1 试验装置

测试网格：黑色线条，线宽 $(0.5 \pm 0.1)$  mm，每一小格为正方形，间隔 $(5.0 \pm 0.5)$  mm，总尺寸应为A4纸张大小(约200 mm×300 mm),参考图2, 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。

#### 9.3.2 试验步骤

试验按以下步骤进行：

- a) 握住试样，距离测试人员一只眼睛300-250 mm，同时闭上另一只眼睛；
- b) 透过试样，将目光聚焦在离眼睛 $(900 \pm 50)$  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畸变。

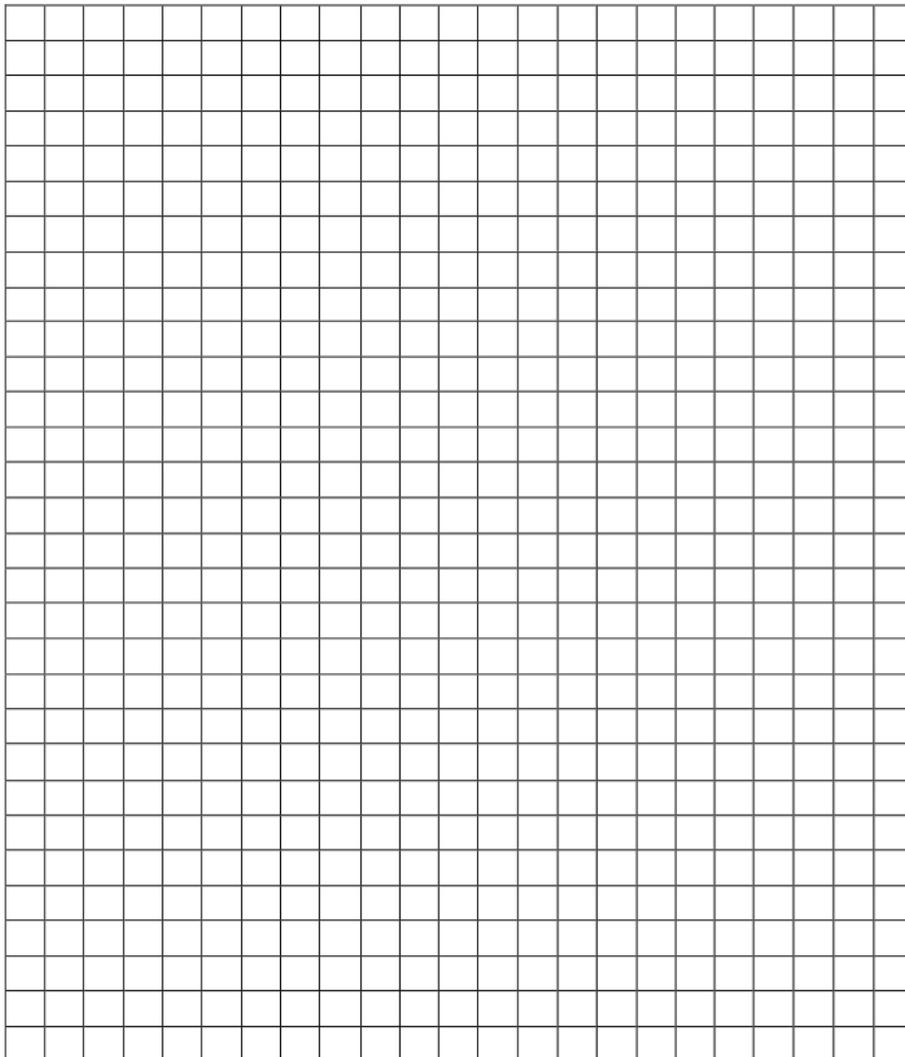


图 2 测试网格

9.4 透射比

9.4.1 透射比试验方法

9.4.1.1 测量误差

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，其测量误差不应超过表13中给出的值。

表 13 光谱透射比的测量误差

光谱透射比范围 %	透射比相对误差 %
17.8 ≤ t < 100	±5
0.44 ≤ t < 17.8	±10
0.023 ≤ t < 0.44	±15
0.0012 ≤ t < 0.023	±20

9.4.1.2 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。

9.4.1.3 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。

9.4.1.4 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式(2)~式(6)进行计算，即为可见光透射比、蓝光透射比、近红外透射比、平均透射比。

9.4.1.5 宽波段法

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 nm~780 nm 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。

9.4.2 可见光透射比

可见光透射比按式(2)~式(3)计算：

$$\tau_{V,D65} = \frac{\sum_{380}^{780} \tau(\lambda) \cdot S_{D65}(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda}{\sum_{380}^{780} S_{D65}(\lambda) \cdot V(\lambda) d\lambda} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\tau_{V,\lambda} = \frac{\sum_{380}^{780} \tau(\lambda) \cdot S_{\lambda}(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda}{\sum_{380}^{780} S_{\lambda}(\lambda) \cdot V(\lambda) d\lambda} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

λ ——波长，单位为纳米(nm)；

- t(λ) —— 光谱透射比;
- T<sub>v,D65</sub> —— 采用CIE 标准照明体D65 时的可见光透射比;
- T<sub>v,A</sub> —— 采用CIE 标准照明体A 时的可见光透射比;
- SD<sub>6</sub> 5(λ)·V(λ)——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, 按附录A 中 A.1;
- SA(λ)·V(λ)——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, 按 A.2。

9.4.3 蓝光透射比

蓝光透射比按式(4)计算:

$$\tau_B = \frac{\sum_{380}^{500} \tau(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda}{\sum_{380}^{500} B(\lambda) \cdot d\lambda} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- λ —— 波长, 单位为纳米(nm);
- t(λ) —— 光谱透射比;
- T<sub>B</sub> —— 蓝光透射比;
- B(λ) —— 蓝光危害加权函数, 按 A.3。

9.4.4 近红外透射比

近红外透射比按式(5)计算:

$$\tau_{NIR} = \frac{\sum_{780}^{3000} \tau(\lambda) \cdot d\lambda}{\sum_{780}^{3000} d\lambda} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

式中:

- λ —— 波长, 单位为纳米(nm);
- t(λ) —— 光谱透射比;
- T<sub>NIR</sub> —— 近红外光透射比。

9.4.5 平均透射比

450 nm~650 nm 间的平均透射比按式(6)计算:

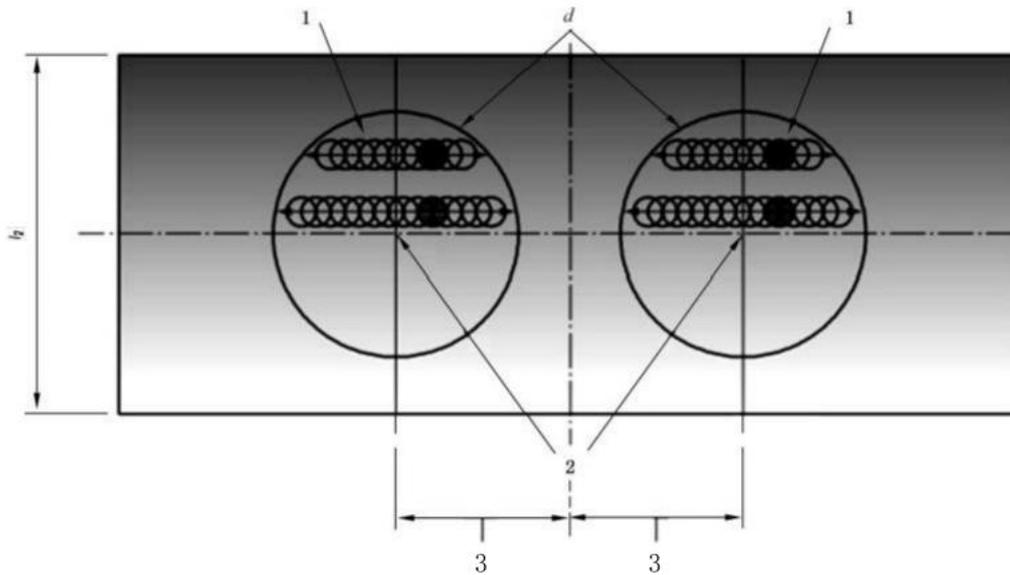
$$\tau_{(450\text{ nm}\sim 650\text{ nm})} = \frac{\sum_{450}^{650} \tau(\lambda) \cdot d\lambda}{\sum_{450}^{650} d\lambda} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

式中:

- λ —— 波长, 单位为纳米(nm);
- t(λ) —— 光谱透射比。

9.4.6 透射比均匀性

推荐使用9.4.1.5中的宽波段法, 光源采用CIE 规定的标准照明体 A。光源应垂直入射到试样上且两次测量点的间隔不应超过 5 mm。均匀性测试的示意图见图3。



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 3 透射比均匀性测试示意图

测试按以下步骤进行。

- a) 按 GB/T 32166.2—2015 中 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,  $d=(40.0\pm 0.5)\text{mm}$ ;
  - 当待测滤光片的高度  $h$  小于 50 mm 时,  $d=[(h-10)\pm 0.5]\text{mm}$ 。
- 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 (7) 分别计算其相对变化率  $\Delta F_R$  和  $\Delta F_L$ :

$$\Delta F = \frac{\tau_{v,\max} - \tau_{v,\min}}{\tau_{v,\max}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

- $\Delta F$  ——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 (8) 计算其相对变化率  $\Delta P$ :

$$\Delta P = \frac{|\tau_{v,R} - \tau_{v,L}|}{\max(\tau_{v,R}, \tau_{v,L})} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (8)$$

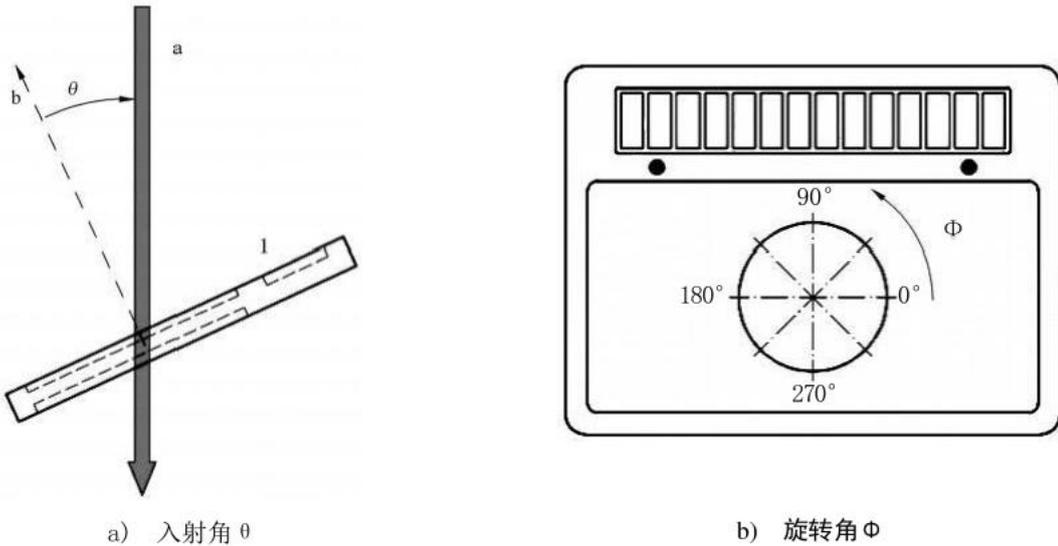
式中:

- $\Delta P$  ——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;

$T_{v, L}$ ——滤光片左眼参考点处可见光透射比。

9.4.7 透射比的角度依赖性

使用11.4.1.5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。用合适的夹具，既能保证光束的入射角在 $0^\circ$  和 $30^\circ$  之间连续变化(见图4. a) 中的 $\theta$  ]，又能保证样品绕垂直于样品表面的轴自由旋转[见图4. b) 中的 $\Phi$  ]。



- 标引序号说明:
- l——待测样品;
- a——入射光;
- b——垂直样品表面的法线;
- $\theta$ ——入射角;
- $\Phi$ ——旋转角。

图 4 样品旋转示意图

测量点应在滤光片的几何中心处，入射角 $\theta$ 的步进间隔为 $2.5^\circ$ ， $\Phi$ 角的旋转间隔见图5和表14。 $V_{15}$  和 $V_{30}$  应分别按式(9)和式(10)计算:

$$V_{15} = \max \left[ \frac{\max(\tau_{\theta, \Phi})}{\tau_{0,0}}, \frac{\tau_{0,0}}{\min(\tau_{\theta, \Phi})} \right] \dots\dots\dots (9)$$

- 式中:
- $V_{15}$  ——角度依赖性系数;
- $T_{\theta, \Phi}$  ——在 $(\theta, \Phi)$ 角度时滤光片的可见光透射比,  $0^\circ < \theta \leq 15^\circ$  ;
- $T_{0,0}$  ——在 $(0^\circ, 0^\circ)$ 角度时滤光片的可见光透射比。

$$V_{30} = \frac{\max(\tau_{\theta, \Phi})}{\tau_{0,0}} \dots\dots\dots (10)$$

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

单位为度

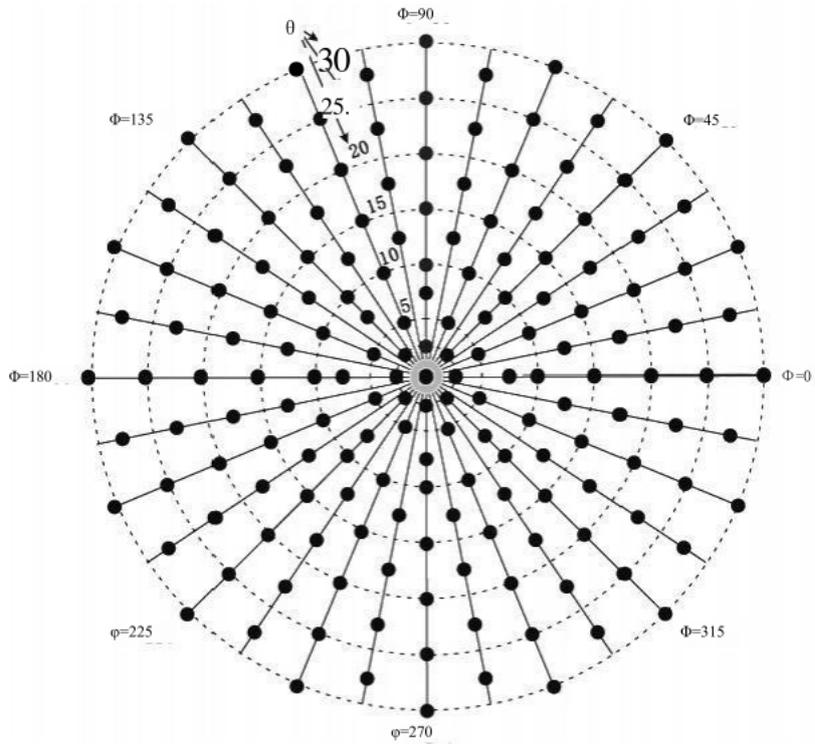


图 5 角度依赖性测试中需要测试的角度

表 14 角度依赖性测试中需要测试的角度

单位为度

旋转角 $\Phi$		入射角 $\theta$												
		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	—	—	—	—	—	+	—	+	—	+	—	+	—
90.0	270.00	—	+	—	+	+	—	+	—	+	—	+	—	+
101.25	281.25	—	—	—	—	—	+	—	+	—	+	—	+	—
112.50	292.50	—	—	+	—	+	—	+	—	+	—	+	—	+
123.75	303.75	—	—	—	—	—	+	—	+	—	+	—	+	—
135.00	315.00	—	+	—	+	+	—	+	—	+	—	+	—	+
146.25	326.25	—	—	—	—	—	+	—	+	—	+	—	+	—

表14 角度依赖性测试中需要测试的角度(续)

单位为度

旋转角 重		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
157.50	337.50	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
168.75	348.75	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-
180.00	-	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+

注：“+”表示角度依赖性测试中需要测试的角度，“-”表示无测试要求。

9.5 转换时间

9.5.1 仪器

仪器至少包含测量光源、触发光源、探测器和记录装置。

测量光源为CIE 标准照明体 A; 触发光源是用来模拟作业强光的, 可以是交流驱动的紫外、可见或红外二极管中的一种, 但应能触发自动变光强光源防护具从明态转换到暗态, 且触发光源的点亮时间或上升时间不大于转换时间的10%。仪器的分辨率不应大于转换时间的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。

9.5.2 测试步骤

测试前, 样品应在(23±5)℃温度条件下保温至少1 h; 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, 然后根据式(11)计算转换时间。

$$t_s = \frac{1}{\tau_{V0}} \int_{t=0}^{t=t\{\tau_V(t)=3\tau_{V1}\}} \tau_V(t) dt \dots\dots\dots (11)$$

式中:

- t=0 ——开始引弧时间;
- Tv(t) ——引弧后在时间t 时刻的可见光透射比;
- t=t{ty(t)=3τv1} —— 可见光透射比下降到暗态透射比 Tv1的3倍时对应的的时间;
- Tvo ——明态可见光透射比;
- Tv1 ——暗态可见光透射比。

9.6 防护区域

9.6.1 测试装置

9.6.1.1 头部模型, 符合 GB14866—2023 附录 A 的规定。

9.6.1.2 测试钢棒, 长(125±25)mm, 直径(2±0.1)mm, 光滑无毛刺。

9.6.2 测试步骤

试验按以下步骤进行:

- 按照说明书, 将试样佩戴到头部模型上, 并处于佩戴位置;

- 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。

## 10 标识

### 10.1 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。标识不应侵占最小视野。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，不应影响视觉或者防护效果。

### 10.2 强制性标识

强光源防护具上应清晰永久地标注以下信息：

- a) 执行标准编号；
- b) 按第4章所进行的分类，若是F类或B类，还应按7.1.2或7.1.3的分类，分别标注F-#或B-#（#表示从1到6的数字）；
- c) 适用的头部模型：小号(S)、中号(M)或大号(L)，如未标注，默认情况下为中号(M)；
- d) 自动变光强光源防护具，应标注自动或Auto。

**示例1:** GB 38696—2025 F-6, 该标识的含义如下：

- GB 38696—2025为产品所适用的标准编号；
- 未标注适用的头部模型，默认为中号(M)；
- 该产品为F类强光源防护具，特性编号为6。

**示例2:** GB 38696—2025 L B-3, 该标识的含义如下：

- GB 38696—2025为产品所适用的标准编号；
- 适用的头部模型为大号(L)；
- 该产品为B类强光源防护具，特性编号为3。

**示例3:** GB 38696—2025 SD, 该标识的含义如下：

- GB 38696—2025为产品所适用的标准编号；
- 适用的头部模型为小号(S)；
- 该产品为D类强光源防护具。

**示例4:** GB 38696—2025 F-1/4~6 Auto, 该标识的含义如下：

- GB 38696—2025为产品所适用的标准编号；
- 未标注适用的头部模型，默认为中号(M)；
- 该产品为F类自动变光强光源防护具，1/4~6为明态特性编号/暗态特性编号范围。

## 11 使用说明书

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) 生产者名称和地址。
- b) 执行标准编号。
- c) 规格型号。
- d) 关于保存、使用和维护的说明。
- e) 产品材料的生物相容性说明。

注：关于强光源防护具的使用见附录B。

- f) 关于清洁和/或消毒的说明。
- 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 $0^{\circ}$ ~至少 $30^{\circ}$  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 F-# 或 B-#(# 表示从1到6的数字) 标记进行说明。
- 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，应分别提供在入射角 $0^{\circ}$ ~至少 $30^{\circ}$  的范围内，明态和暗态下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**  
**(规范性)**  
**光谱分布函数**

**A.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列于表 A.1。

**表 A.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 $\lambda$ /nm	SD65( $\lambda$ ) · V( $\lambda$ )	波长 $\lambda$ /nm	SD5( $\lambda$ ) · V( $\lambda$ )	波长 $\lambda$ /nm	SD6s( $\lambda$ ) · V( $\lambda$ )
380	0.0000	515	1.9519	650	0.8183
385	0.0000	520	2.3853	655	0.6372
390	0.0001	525	2.7859	660	0.4861
395	0.0001	530	3.1610	665	0.3623
400	0.0003	535	3.4984	670	0.2651
405	0.0005	540	3.7997	675	0.1958
410	0.0010	545	4.0619	680	0.1461
415	0.0019	550	4.2839	685	0.1042
420	0.0039	555	4.4693	690	0.0730
425	0.0077	560	4.6110	695	0.0517
430	0.0133	565	4.6974	700	0.0377
435	0.0208	570	4.7286	705	0.0273
440	0.0306	575	4.7004	710	0.0198
445	0.0426	580	4.6137	715	0.0143
450	0.0583	585	4.4668	720	0.0102
455	0.0788	590	4.2704	725	0.0073
460	0.1051	595	4.0377	730	0.0052
465	0.1380	600	3.7734	735	0.0037
470	0.1807	605	3.4854	740	0.0026
475	0.2375	610	3.1782	745	0.0018
480	0.3108	615	2.8622	750	0.0013
485	0.4005	620	2.5357	755	0.0009
490	0.5197	625	2.1902	760	0.0006
495	0.6813	630	1.8523	765	0.0005
500	0.8960	635	1.5528	770	0.0003
505	1.1878	640	1.2812	775	0.0002
510	1.5399	645	1.0344	780	0.0002
累计					100.0000

A.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列于表 A.2。

表 A.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 $\lambda$ /nm	$SA(\lambda) \cdot V(\lambda)$	波长 $\lambda$ /nm	$SA(\lambda) \cdot V(\lambda)$	波长 $\lambda$ /nm	$SA(\lambda) \cdot V(\lambda)$
380	0.0000	515	1.9519	650	0.8183
385	0.0000	520	2.3853	655	0.6372
390	0.0001	525	2.7859	660	0.4861
395	0.0001	530	3.1610	665	0.3623
400	0.0003	535	3.4984	670	0.2651
405	0.0005	540	3.7997	675	0.1958
410	0.0010	545	4.0619	680	0.1461
415	0.0019	550	4.2839	685	0.1042
420	0.0039	555	4.4693	690	0.0730
425	0.0077	560	4.6110	695	0.0517
430	0.0133	565	4.6974	700	0.0377
435	0.0208	570	4.7286	705	0.0273
440	0.0306	575	4.7004	710	0.0198
445	0.0426	580	4.6137	715	0.0143
450	0.0583	585	4.4668	720	0.0102
455	0.0788	590	4.2704	725	0.0073
460	0.1051	595	4.0377	730	0.0052
465	0.1380	600	3.7734	735	0.0037
470	0.1807	605	3.4854	740	0.0026
475	0.2375	610	3.1782	745	0.0018
480	0.3108	615	2.8622	750	0.0013
485	0.4005	620	2.5357	755	0.0009
490	0.5197	625	2.1902	760	0.0006
495	0.6813	630	1.8523	765	0.0005
500	0.8960	635	1.5528	770	0.0003
505	1.1878	640	1.2812	775	0.0002
510	1.5399	645	1.0344	780	0.0002
累计					100.0000

A.3 蓝光危害加权函数  $B(\lambda)$  和视网膜热危害函数  $R(\lambda)$  列于表 A.3。

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

波长 $\lambda$ /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
>500~600	$100.02 \times (450 - \lambda)$	1
>600~700	0.001	1
>700~1050	—	$100.002 \times (700 - \lambda)$
>1050~1150	—	0.2
>1150~1200	—	$0.2 \times 100.02 \times (1150 - \lambda)$
>1200~1400	—	0.02

A.4 光化学紫外危害加权函数  $S(\lambda)$  列于表 A.4。

表 A.4 光化学紫外危害加权函数 $S(\lambda)$ 

波长 $\lambda$ nm	$S(\lambda)$	波长 $\lambda$ nm	$S(\lambda)$	波长 $\lambda$ nm	$S(\lambda)$	波长 $\lambda$ nm	$S(\lambda)$	波长 $\lambda$ nm	$S(\lambda)$
180	0.0120	213	0.0864	246	0.3730	279	0.8954	312	0.0081
181	0.0126	214	0.0906	247	0.3865	280	0.8800	313	0.0060
182	0.0132	215	0.0950	248	0.4005	281	0.8568	314	0.0042
183	0.0138	216	0.0995	249	0.4150	282	0.8342	315	0.0030
184	0.0144	217	0.1043	250	0.4300	283	0.8122	316	0.0024
185	0.0151	218	0.1093	251	0.4465	284	0.7908	317	0.0020
186	0.0158	219	0.1145	252	0.4637	285	0.7700	318	0.0016
187	0.0166	220	0.1200	253	0.4815	286	0.7420	319	0.0012
188	0.0173	221	0.1257	254	0.5000	287	0.7151	320	0.0010
189	0.0181	222	0.1316	255	0.5200	288	0.6891	321	0.000819
190	0.0190	223	0.1378	256	0.5437	289	0.6641	322	0.000670
191	0.0199	224	0.1444	257	0.5685	290	0.6400	323	0.000540
192	0.0208	225	0.1500	258	0.5945	291	0.6186	324	0.000520
193	0.0218	226	0.1583	259	0.6216	292	0.5980	325	0.000500
194	0.0228	227	0.1658	260	0.6500	293	0.5780	326	0.000479
195	0.0239	228	0.1737	261	0.6792	294	0.5587	327	0.000459
196	0.0250	229	0.1819	262	0.7098	295	0.5400	328	0.000440
197	0.0262	230	0.1900	263	0.7417	296	0.4984	329	0.000425
198	0.0274	231	0.1995	264	0.7751	297	0.4600	330	0.000410
199	0.0287	232	0.2089	265	0.8100	298	0.3989	331	0.000396
200	0.0300	233	0.2188	266	0.8449	299	0.3459	332	0.000383
201	0.0334	234	0.2292	267	0.8812	300	0.3000	333	0.000370
202	0.0371	235	0.2400	268	0.9192	301	0.2210	334	0.000355
203	0.0412	236	0.2510	269	0.9587	302	0.1629	335	0.000340
204	0.0459	237	0.2624	270	1.0000	303	0.1200	336	0.000327
205	0.0510	238	0.2744	271	0.9919	304	0.0849	337	0.000315
206	0.0551	239	0.2869	272	0.9838	305	0.0600	338	0.000303
207	0.0595	240	0.3000	273	0.9758	306	0.0454	339	0.000291
208	0.0643	241	0.3111	274	0.9679	307	0.0344	340	0.000280
209	0.0694	242	0.3227	275	0.9600	308	0.0260	341	0.000271
210	0.0750	243	0.3347	276	0.9434	309	0.0197	342	0.000263
211	0.0786	244	0.3471	277	0.9272	310	0.0150	343	0.000255
212	0.0824	245	0.3600	278	0.9112	311	0.0111	344	0.000248

表 A.4 光化学紫外危害加权函数 $S(\lambda)$  (续)

波长 $\lambda$ nm	$S(\lambda)$								
345	0.000240	357	0.000147	369	0.000096	381	0.000062	393	0.000039
346	0.000231	358	0.000141	370	0.000093	382	0.000059	394	0.000037
347	0.000223	359	0.000136	371	0.000090	383	0.000057	395	0.000036
348	0.000215	360	0.000130	372	0.000086	384	0.000055	396	0.000035
349	0.000207	361	0.000126	373	0.000083	385	0.000053	397	0.000033
350	0.000200	362	0.000122	374	0.000080	386	0.000051	398	0.000032
351	0.000191	363	0.000118	375	0.000077	387	0.000049	399	0.000031
352	0.000183	364	0.000114	376	0.000074	388	0.000047	400	0.000030
353	0.000175	365	0.000110	377	0.000072	389	0.000046	—	—
354	0.000167	366	0.000106	378	0.000069	390	0.000044	—	—
355	0.000160	367	0.000103	379	0.000066	391	0.000042	—	—
356	0.000153	368	0.000099	380	0.000064	392	0.000041	—	—

附录 B  
(资料性)  
强光源防护具使用指南

B.1 光辐射伤害

B.1.1 风险评估

B.1.1.1 当光辐射超过曝辐限值(ELV) (见附录C)时,眼睛处于损伤危险之中。通过对预知或测量的曝辐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。

B.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。

B.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200 mm 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。

B.1.1.4 视网膜热危害评定见附录D,实例计算见附录E。

B.1.2 控制措施

B.1.2.1 处在皮肤和视损伤距离内的任何人都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。

B.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。

B.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B.1。

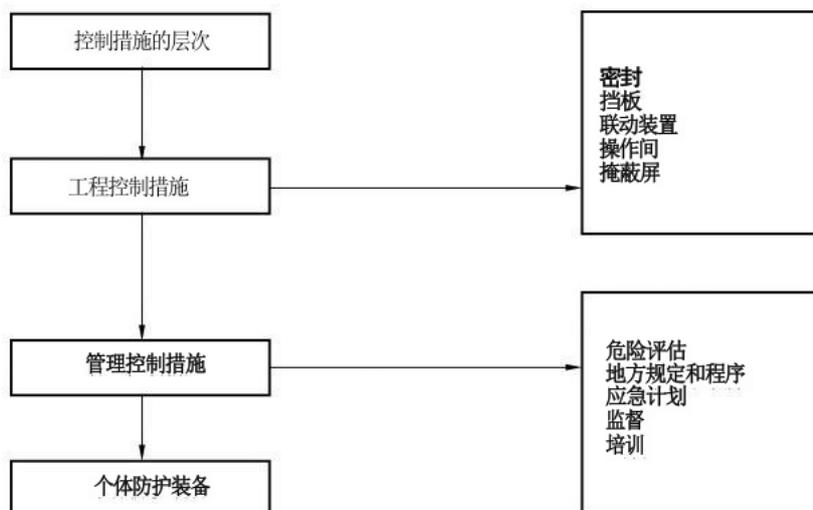


图 B.1 控制措施层次

## B.2 眼部防护

### B.2.1 防护具

B.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，可降低曝光量。

B.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。

B.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。

B.2.1.4 帮助使用者选择防护镜的核查项目单见图B.2。



图 B.2 防护具的选择核查单

### B.2.2 滤光片防护因数 (FPF)

B.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，因为其涉及效率问题，也就是有效光谱加权值。

B.2.2.2 光密度和特性编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。

B.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，见附录 F。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可能不同。

### B.2.3 可见光透射比和颜色感知

B.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。

B.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。

B.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。

B.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。

## B.3 使用者舒适性和二次安全

### B.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。

### B.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。

### B.3.3 滤光片的质量和视觉清晰度

B.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，此种情况下可佩戴不透光的防护镜。

B.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。

### B.3.4 对低于曝辐限值(ELV) 亮闪光的曝辐

B.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)，见附录C。

B.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。

B.3.4.3 宜警惕由视觉暂时降低所造成的二次安全危害。

### B.3.5 防护镜过热

B.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。

B.3.5.2 在使用期间最大温度升高不宜超过5℃。

### B.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 C

### (资料性)

#### 强光源的曝辐限值和危险分类

##### C.1 概述

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，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。

##### C.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~3000 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。

##### C.3 曝辐限值

###### C.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。总体而言，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。一般情况下，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。

###### C.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 C.1 和表 C.2。

表 C.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 $Wm^{-2}$
光化学UV 皮肤和眼睛	$E_s = \sum E_a \cdot S(\lambda) \cdot \Delta \lambda$	200~400	$\leq 30000$	1.4(80)	30/t
眼睛UV	$E_{uA} = E_a \cdot \Delta \lambda$	315~400	$\leq 1000$ $> 1000$	1.4(80)	10000/t 10
蓝光小光源	$E_B = \sum E_a \cdot B(\lambda) \cdot \Delta \lambda$	300~700	$\leq 100$ $> 100$	$< 0.011$	100/t 1.0
眼睛红外	$E_R = \sum E_a \cdot \Delta \lambda$	780~3000	$\leq 1000$ $> 1000$	1.4(80)	18000/t <sup>0.75</sup> 100
皮肤热	$E_H = \sum E_a \cdot \Delta \lambda$	380~3000	$< 10$	$2\pi$ sr	2000/t <sup>0.75</sup>

表 C.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 $Wm^{-2} sr^{-1}$
蓝光	$L_s = \sum L_a \cdot B(\lambda) \cdot \Delta \lambda$	300~700	0.25~10 10~100 100~10000 $\geq 10000$	$0.011 \cdot \sqrt{t}/10$ 0.011 $0.0011 \cdot \sqrt{i}$ 0.1	$10^6/t$ $10^6/t$ $10^6/t$ 100
视网膜热	$L_R = \sum L_a \cdot R(\lambda) \cdot \Delta \lambda$	380~1400	$< 0.25$ 0.25~10	0.0017 $0.011 \cdot \sqrt{t}/10$	50000/(a · 10.25) 50000/(a · t0.25)
视网膜热 (微弱视刺激)	$L_{IR} = \sum L_a \cdot R(\lambda) \cdot \Delta \lambda$	780~1400	$> 10$	0.011	6000/a

#### C.4 低于 ELV 的曝辐

对于低曝辐量(低于ELV)，由于暂时视觉损害导致的视觉效应可能引起二次安全危害(见B.3.4)。

暴露于紫外/蓝光波长光源下，曝辐量低于ELV (依照现有指南)也能够引起眼晶状体强烈荧光闪烁，使视觉性能降低，在正常室内光线下视力减弱。

人们长时间暴露在高亮光源下，工作环境中产生刺眼的强光，会导致视觉效果降低。刺眼强光取决于光源亮度和观察者对亮光场的适应控制水平。CIE 117 推荐使用“强光常数”作为评判刺眼强光的尺度，150被认为是人眼“刚好不舒服”的评判值。

为了减少不舒服的强光，宜考虑使用自动变光滤光片。

工作区和邻近区的照明关系也很重要。工作区和邻近区的照明亮度差别很大会导致视觉不舒服或危及安全。推荐的工作区和邻近区的照明亮度最大比率为10:1。如果比率超过10:1,宜考虑增加保护措施。

## C.5 危险分类

### C.5.1 连续光源

从表 C.1 和表 C.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 C.3 总结了C.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、无限制地使用。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C.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	$S_{uv}(\lambda)$	Es	0.001	0.003	0.03	$Wm^{-2}$
近紫外	—	EuvA	10	33	100	$Wm^{-2}$
蓝光	$B(\lambda)$	LB	100	10000	4000000	$Wm^{-2} sr^{-1}$
蓝光小光源	$B(\lambda)$	EB	1.0	1.0	400	$Wm^{-2}$
视网膜的热危险	$R(\lambda)$	LR	28000/a	28000/a	71000/a	$Wm^{-2} sr^{-1}$
视网膜的热的、微弱的、视觉的刺激	$R(\lambda)$	LIR	6000/a	6000/a	6000/a	$Wm^{-2} sr^{-1}$
红外辐射眼睛	—	EiR	100	570	3200	$Wm^{-2}$

### C.5.2 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。

脉冲光源应在生产者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C.1 和表C.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 C.5.1 讨论的连续辐射光源的标准进行评价。

附录 D  
(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类强光源防护具时，可使用图D.1进行评定。

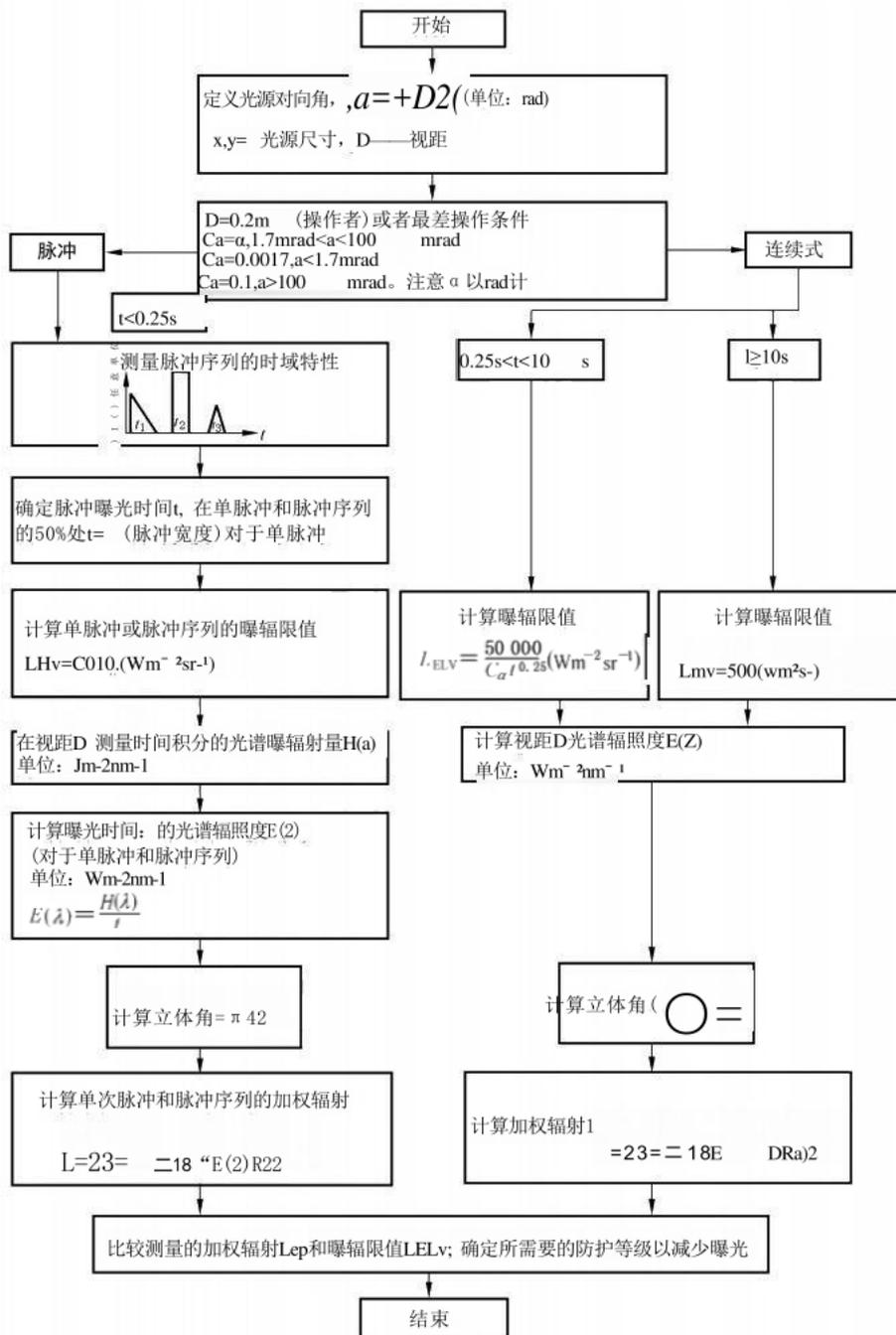
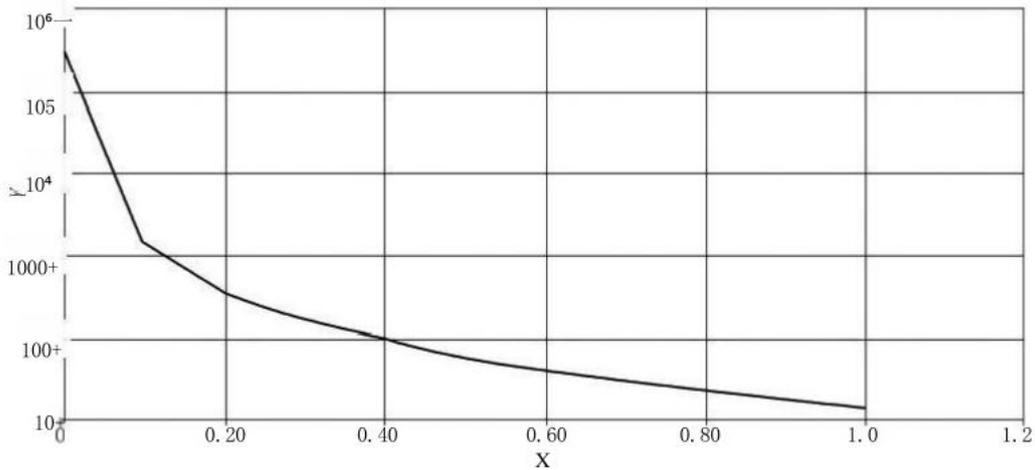


图 D.1 视网膜热损伤评定流程图

附录 E  
(资料性)

视网膜热损伤——实例计算

E.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 E.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<sup>-2</sup>)。

图 E.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

E.2 利用公式(E.1) 计算视网膜热危害 ELV 的 LELV,以 Wm<sup>-2</sup>sr<sup>-1</sup> 表示：

$$L_{ELV} = \frac{50\,000}{C_a t^{0.25}} \dots\dots\dots(E.1)$$

需获取曝光时间t 和 C<sub>a</sub> 的信息。

C<sub>a</sub> 与光源对向角 α 的关系如下：

C<sub>a</sub>=α, 1.7 mrad<α<100 mrad;

C<sub>a</sub>=0.0017, α<1.7 mrad;

C<sub>a</sub>=0.100, α>100 mrad。

注：α 的单位为rad。

E.3 通过测量 ILS 出光孔径的最长和最短尺寸(x,y)、视距(D) 计算 α。ILS 的出光孔径尺寸为 10 mm×30 mm(0.01 m×0.03 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=0.2m (手臂的长度)。

E.4 利用公式(E.2) 计算光源对向角 α：

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

根据距光源不同距离计算得出的对向角 α 值如表 E.1 所示。

表 E.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

E.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(0.005s)。

注：不需要信号的光谱或角度信息：脉冲强度的测量结果为任意单位，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。

E.6 利用公式(E.3) 计算 ELV 的LELV,以  $Wm^{-2}sr^{-1}$  表示：

$$L_{ELV} = \frac{50\ 000}{C_{\alpha} t^{0.25}} \dots\dots\dots(E.3)$$

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

E.7 视网膜热危害 ELV 的计算如表E.2 所示。

表 E.2 在距 IPLS 装置 A 不同距离上计算的视网膜热危害ELV

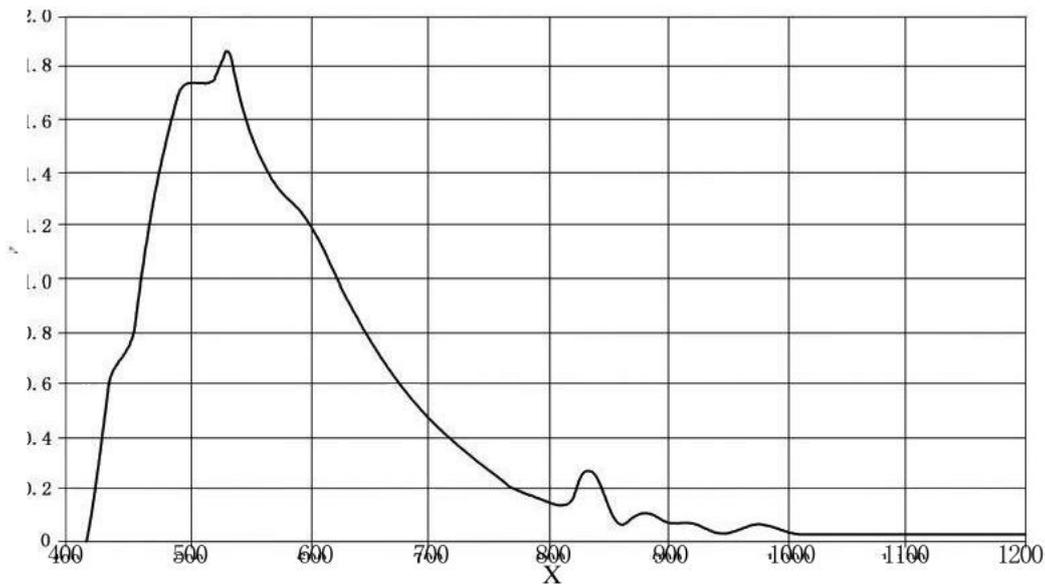
距离/m	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0
ELV/ $Wm^{-2}sr^{-1}$	1880000	2806000	3761000	4701000	5698000	7521000	9402000

E.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  $H(\lambda)$ ，单位为焦每平方米纳米( $Jm^{-2}nm^{-1}$ )。 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。

E.9 光谱曝辐射量的测量结果如图 E.2 所示。



标引序号说明：

X——波长，单位为纳米(nm)；

Y——光谱曝辐射量，单位为焦每平方米纳米( $Jm^{-2}nm^{-1}$ )。

图 E.2 距 ILS 装置 A 0.2m 处测量的光谱曝辐射量

E.10 利用图 E.3 所示测得的光谱数据  $H(\lambda)$  和曝光时间  $t(5ms)$ ，按公式(E.4) 计算光谱辐照度  $E(\lambda)$ ，单位为瓦每平方米纳米( $Wm^{-2}nm^{-1}$ )。

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

注：光谱辐照度在整个测量过程中经过积分但未经加权。

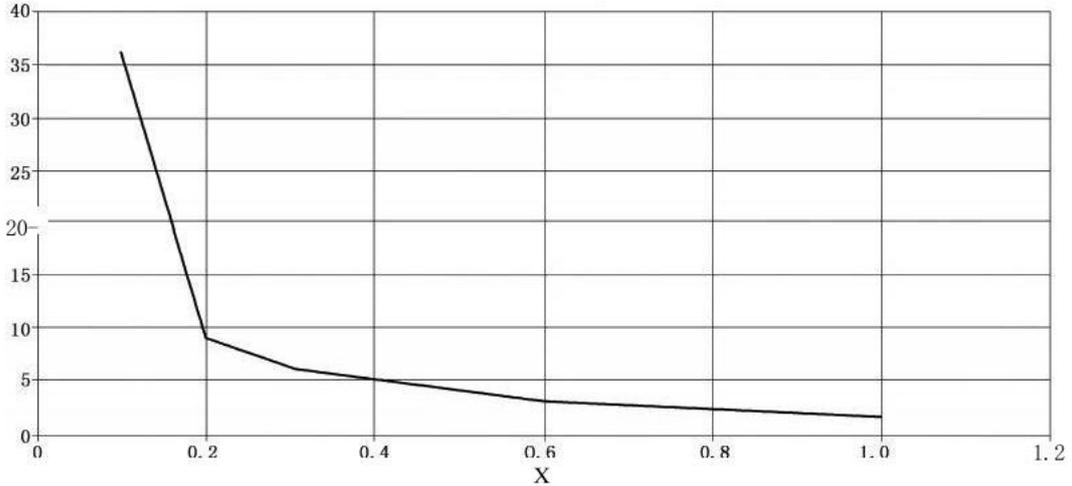
E.11 利用表 E.1 中的对向角  $\alpha$ ，按公式(E.5) 计算立体角  $\Omega$ ：

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

E.12 利用视网膜热危害加权函数 $R(\lambda)$ ，按公式(E.6) 计算距装置不同距离处的加权辐射 $L_{exp}$ :

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

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



标引序号说明：  
 X—— 距离，单位为米(m);  
 Y——ELV 的超出量。

图 E.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

E.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1m 处，视网膜热损伤ELV 超过因数数值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 F  
(资料性)  
滤光片防护因数 (FPF)

F.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(ELV) (来自参考文献[4])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。

F.2 按公式(F.1)~ 公式(F.4) 计算 FPF。

a) 对于蓝光危害

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

b) 对于视网膜热危害

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

c) 对于光化学紫外危害

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

d) 对红外眼球危害

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

式中:

- E(λ) —— ILS 装置的光谱辐照度，单位为瓦每平方米纳米(Wm<sup>-2</sup>nm<sup>-1</sup>);
- B(λ)、R(λ) 和 S(λ) —— 蓝光危害、视网膜热危害和光化学紫外危害的加权函数(按附录A);
- Δλ —— 测试的波长间隔，单位为纳米(nm);
- τ(λ) —— 波长为 λ 时防护具的光谱透射比。

F.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。

F.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 设备生产者提供的 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。

F.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。

参 考 文 献

- [1] GB/T 20145—2006 灯和灯系统的光生物安全性
  - [2] 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
  - [3] ISO 12609-2:2013 Eye and face protection against intense light sources used on humans and animals for cosmetic and medical applications—Part 2:Guidance for use
  - [4] CIE 117 Discomfort glare in interior lighting
  - [5] ICNIRP.Guidelines on UV radiation exposure limits.Health Phys.2004,87(2):171-186.
-