

中华人民共和国国家标准

GB/T ×××××—××××

眼面部防护 强光源（非激光）防护镜 第 2 部分：使用指南

Eye and Face Protection — Intense light (non-laser) sources protector — Part 2:
Guidance for use

(ISO 12609-2-2013, Eyewear for protection against intense light sources
used on humans and animals for cosmetic and medical applications -- Part
2: Guidance for use, MOD)

(征求意见稿)

(本稿完成日期：2017-09-13)

×××× - ×× - ××发布

×××× - ×× - ××

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 光辐射伤害	2
5 眼部防护	3
6 使用者舒适度和二次安全	4
附录 A (资料性附录) 光辐射的视觉曝光	5
附录 B (资料性附录) 视网膜热损伤——评定流程图	6
附录 C (资料性附录) 视网膜热损伤——实例计算	7
附录 D (资料性附录) 防护镜核查单	11
附录 E (资料性附录) 滤光片保护因子	12
附录 F (资料性附录) 光透射系数	13
附录 G (资料性附录) ILS 防护镜的颜色感知——举例	15
参考文献	17

前 言

GB/T XXXXX《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 XXXX 的第2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 12609-2:2013《人和动物美容医疗用强光源防护镜 第2部分：使用指南》。

本部分与ISO 12609-2:2013的技术性差异及其原因如下：

——改写了适用范围，同时增加了不适用的范围，以满足我国强光源防护镜的实际使用情况。

——将附录 D和附录 E合并为附录 D 防护镜核查单，以增加适用性。

本部分由国家安全生产监督管理总局提出。

本部分由全国个体防护装备标准化技术委员会（SAC/TC112）归口。

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

本部分主要起草人：郭德华、商景林、童遂放、孙彩英、毛志康。

眼面部防护 强光源（非激光）防护镜 第2部分：使用指南

1 范围

GB/T XXXXX 的本部分规定了强光源(非激光)防护镜的术语和定义、光辐射伤害、眼部防护、使用者舒适度和二次安全等内容。

本部分适用于防御辐射波长介于250 nm ~ 3000 nm之间强光源危害的眼护具。

本部分针对强光源(非激光)防护镜的选择提供指南,对于防止眼部受到来自对强光源(非激光)设备光谱输出的伤害提供了一套更为严格的防护程序,可供强光源(非激光)防护镜的用户、生产商、供应商和安全咨询机构使用。

本部分不适用于:

——焊接防护具;

——激光防护镜;

——日晒、眼科仪器或其他医疗美容设备上装配的部件。

注:强光源防护镜适用于工业加工、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 XXX.1 眼面部防护 强光源(非激光)防护镜 第1部分:技术要求

3 术语和定义

GB/T XXX.1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

衰减 attenuation

光辐射经过吸收或散射介质后,其辐射照度或辐射曝量的减少。

3.2

曝光极限值 exposure limit values; ELVs

不致于对眼睛或皮肤产生副作用的曝光量。

3.3

强光源 intense light source; ILS

包含一个或多个且辐射波长介于250nm~3000nm之间的非激光光源,该光源能在人和动物身上产生损伤或预期的生物效应。

注:强光源能以连续或脉冲方式工作。

3.4

视损伤距离 ocular hazard distance ; OHD

在此距离处，光束的辐射曝光量等于眼睛的曝光极限值。

3.5

脉冲宽度 pulse duration

脉冲半峰值功率（50%）处前后沿间的时间增量。

3.6

脉冲间隔 pulse separation

一个脉冲结束到下一脉冲开始的时间，在前沿和后沿的50%处测量。

3.7

皮肤损伤距离 Skin damage distance

光束的辐射曝光量等于皮肤的曝光极限值的距离。

3.8

滤光片防护系数 filter protection factor; FPF

滤光片衰减入射到眼部光辐射的程度。

4 光辐射伤害

4.1 风险评估

4.1.1 当光辐射超过曝光极限值（ELVs）（见附录A）时，眼睛处于损伤危险之中。通过对预知或测量的曝光量和相应的曝光极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。

4.1.2 风险评估应包括以下内容：

- a) 确定曝光时间内的曝光极限值（ELVs）、损伤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光情境下，确定强光源的可能曝光等级；
- c) 对曝光等级和曝光极限值（ELVs）进行比较。

4.1.3 如果其他方法都不足以控制或不适合控制眼睛在超过曝光极限值（ELVs）曝光量时的危险，则应佩戴防护镜。F-#、B-#和滤光片防护系数 FPF 应在距强光源 ILS 200mm 处确定。如果无法获取这样的眼部防护，则应该利用测得的光谱加权的辐射或辐照来进行计算，以验证特定的眼镜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。

4.1.4 视网膜热损伤评定见附录 B，计算处理举例见附录 C。

4.2 控制措施

4.2.1 处在皮肤和视损伤距离内的任何人都应该对暴露于超过曝光极限值（ELVs）光辐射的眼睛和皮肤进行防护。

4.2.2 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。

4.2.3 应通过自身安全措施来降低曝光量，例如，工程控制。只有当工程控制和管理控制不能实施或不完备时，才采用个体防护装备，见图 1。

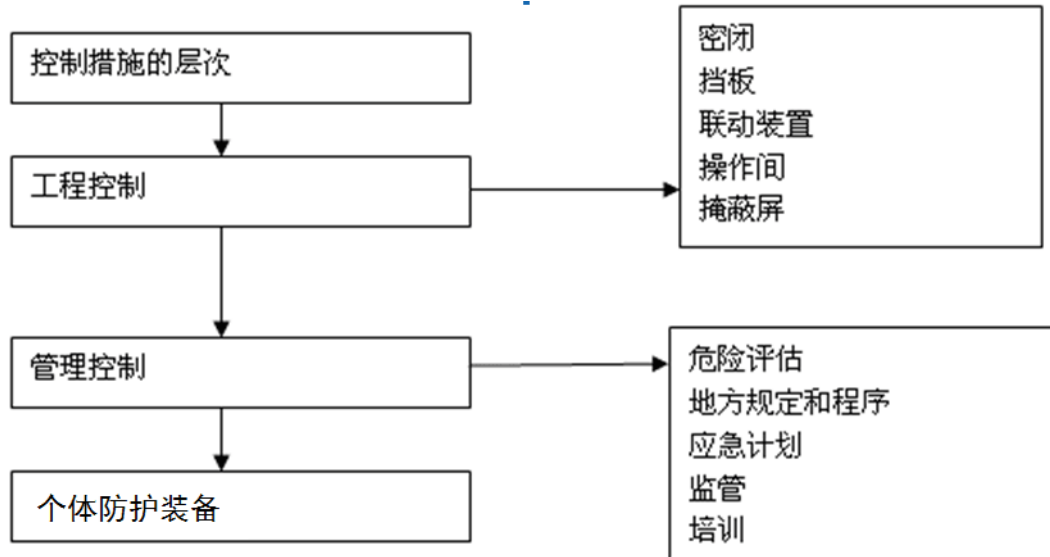


图1 控制措施层次

5 眼部防护

5.1 防护镜

5.1.1 在强光源设备的设计规范中应该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，应可以降低曝光量。

5.1.2 当使用区域离眼睛很近时，由于存在曝光量超过曝光极限值的危险很大，佩戴的防护镜应该认真选择。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。

5.1.3 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。

5.1.4 帮助使用者选择防护镜的核查项目表见附录 D。

5.2 滤光片防护系数 (FPF)

5.2.1 曝光极限值应该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，也就是有效光谱辐射值。

5.2.2 光密度和遮光数不应该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。

5.2.3 滤光片防护系数 FPF 是一个防护滤光片衰减有效视觉曝光的系数。如果危险评估表明超过视觉曝光极限，防护镜的滤光片防护系数 FPF 应该充分确保曝光极限未超值，参见附录 E。该超过量对处于不同使用要求情况下的使用者不同，防护镜滤光片防护系数值可能不同。

5.3 光透射系数和颜色感知

5.3.1 光透射系数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，见附录 F、附录 G。

5.3.2 感知颜色取决于防护滤光片和照明光源的光谱特性。应该在一般光环境下（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。

5.3.3 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。

5.3.4 颜色由 CIE 色坐标 (x, y) 描述，也会出现在 CIE 色度图上，见附录 G。CIE 色坐标 (x, y) 考虑到了滤光片和照明光源的光谱特性。

6 使用者舒适度和二次安全

6.1 外围泄漏

应该考虑到强光源防护镜佩戴要非常合适，以防止光辐射从框架边缘漏射。每次使用前应该用亮光试一下。

6.2 镜框和滤光片的二级反射

来自防护镜框架或滤光片的二级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能使用。

6.3 滤光片的质量和视觉清晰度

6.3.1 防护镜滤光片的质量和视觉清晰度不应该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。

6.3.2 防护镜的滤光片不能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。

6.4 对低于曝光极限值（ELVs）亮闪光的曝光量

6.4.1 在低曝光水平下（低于 ELVs），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 A。

6.4.2 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，应该考虑使用自动变光保护滤光片。

6.4.3 应该警惕由视觉暂时降低所造成的二次安全危害。

6.5 防护镜过热

6.5.1 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。

6.5.2 在使用期间最大温度升高不应超过 5°C 。

6.6 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来改变（利用电压直接或间接）其透过率。应该考虑到有源滤光片的响应时间，以确保其适合于使用中的强光源（ILS）。

附 录 A
(资料性附录)
光辐射的视觉曝光

A.1 曝光极限值 (ELVs)

ELVs给出了眼睛和皮肤承受的对健康不产生副作用的曝光量上限。ELVs是建立在实验证据基础之上的，并考虑到了证据的不确定性。这些数值与辐射波长、脉冲宽度或曝光时间、机体组织有关，对于380nm~1400nm波长辐射，还与视网膜成像尺寸有关。

曝光极限量需要知道光源的光谱辐射 L_{λ} 和曝光个体眼睛或皮肤位置处测得的总辐照度 E 。因为强光源 (ILS) 设备在宽光谱范围内辐射脉冲序列，损伤的计算就会很复杂。

为了实现这一目标，应引入一个简化的分类体系。

在规定控制面的边界时应该考虑到视损伤距离 (OHD)，在此控制面内，为了防护光辐射，多余的光辐射和人体的活动都应该可控和受监管。

A.2 低于ELVs的曝光

对于低曝光量 (低于ELVs)，由于暂时视觉损害导致的视觉效应可能引起二次安全损伤 (见6.4)。

暴露于紫外/蓝光波长光源下，曝光量低于ELVs (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。CIE117推荐使用“强光常数”作为评判刺眼强光的尺度，150认为以人眼“正好不舒服”的时候来评判。

为了减少不舒服的强光，应该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，应该考虑增加保护措施。

附录 B
(资料性附录)
视网膜热损伤——评定流程图

B.1 当不能提供所需要的F-#和/或B-# 时，可以使用以下流程图：

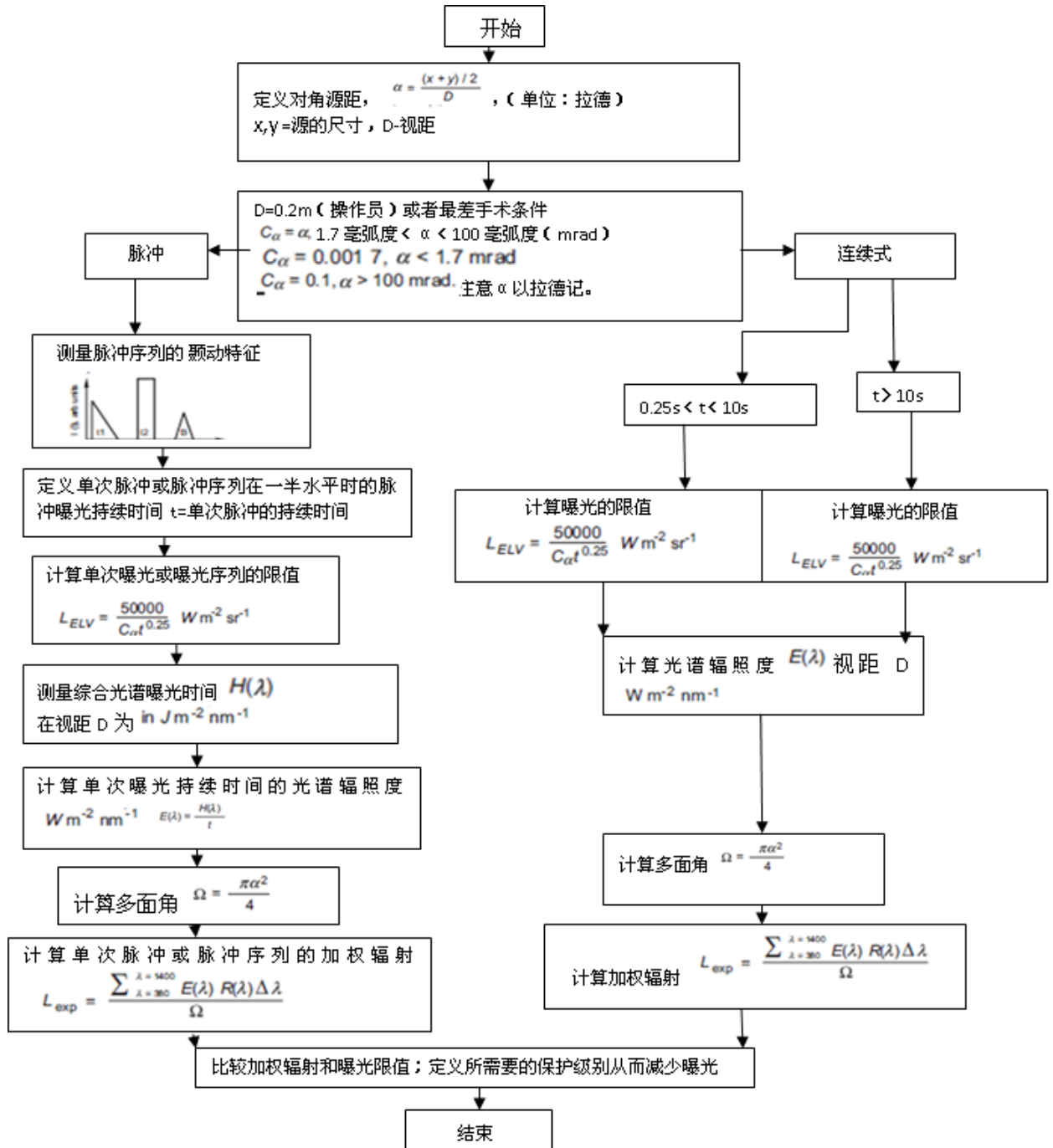
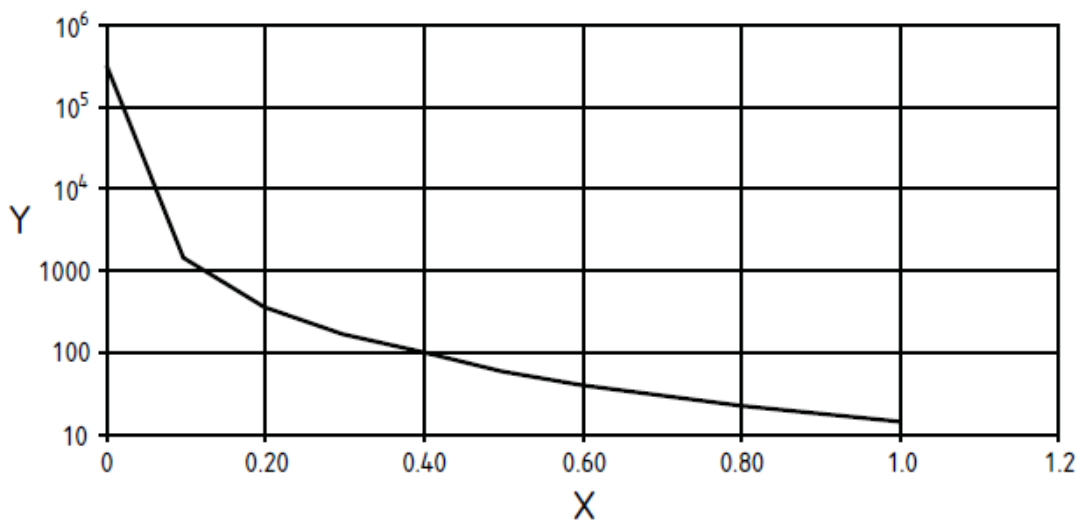


图 B.1 视网膜热损伤评定流程图

附录 C
(资料性附录)
视网膜热损伤——实例计算

C.1 如果没有提供所要求的F-#和(或)B-#, 可以使用实例计算。

C.2 IPLS装置A用于美容整形。在该装置不同距离上测量的ILS A的能量密度如图C.1所示:



X 距离, m
Y, 能量密度, J/m²

图 C.1 辐射曝露随着与 IPLS A 的距离的增加而减小

C.3 利用以下公式计算视网膜热损伤的ELVs:

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

这里需要知道曝光时间 t 和 C_α。

C_α 与光源对向角 α 的关系如下:

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

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

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

注： 单位为 rad。

C.4 测量 ILS 出光孔径的最长和最短尺寸 (x, y) 与观看距离 D 来计算 α 。 ILS 的出光孔径尺寸为 10mm × 30mm (0.01m × 0.03m)。

注：对于需要进行操作的佩戴者，预测的曝光事故的最坏情况为 D=0.2m (手臂的长度)。

$$\text{光源对向角 } \alpha \text{ 计算为: } \alpha = \frac{(x+y)/2}{D} \quad (2)$$

计算的光源不同距离上的对向角值列入表 C.1 中。

表 C.1 计算的 IPLS 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
角横距 α , rad	0.1	0.067	0.05	0.04	0.033	0.025	0.02

C.5 要决定曝光时间 t, 需要测量脉冲序列的时域特性。 ILS A 的测量结果为单脉冲为 5ms (0.005 s)。

注：信号的谱图或角度信息不是必需的：可以在发射光的立体角内和/或某部分来测量脉冲强度图。重要的是探测器响应时间要比脉冲时间特性快，探测器的线性也很重要。

C.6 计算的 ELV LELV 为：

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

注：对本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。

C.7 计算的视网膜热损伤 ELVs 列入表 C.2。

表 C.2 计算的 IPLS A 在不同距离上的视网膜热损伤 ELV

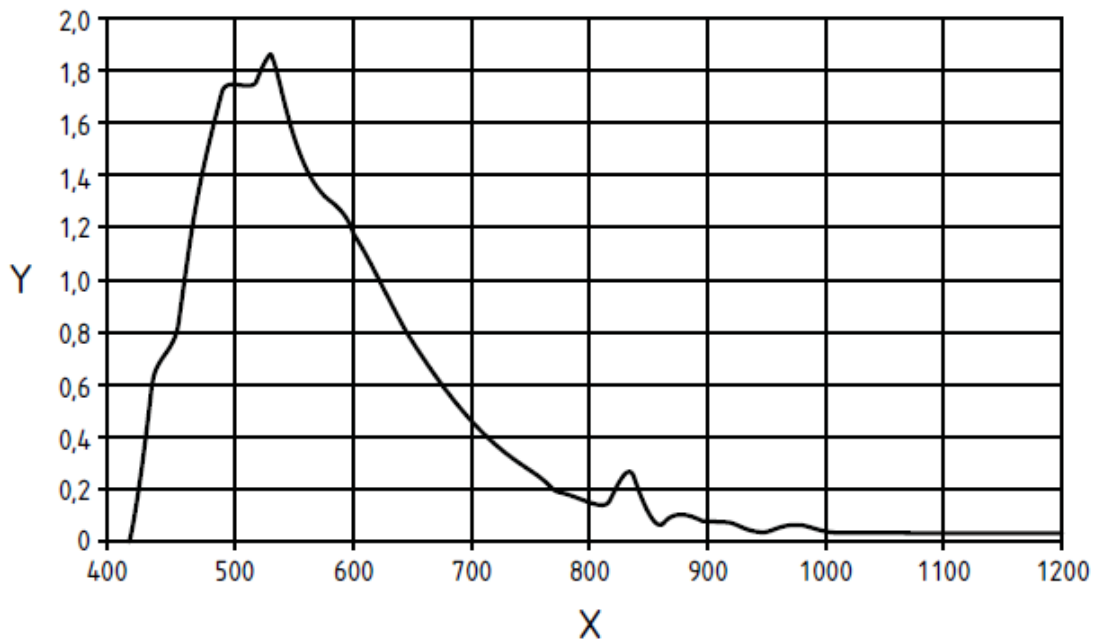
距离 m	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0
ELV $\text{Wm}^{-2} \text{ nm}^{-1}$	1880000	2806000	3761000	4701000	5698000	7521000	9402000

C.8 利用分光光谱辐照计在距离装置 0.2 m 处测量时间积分的辐射能量 H (λ)，单位为 $\text{Jm}^{-2} \text{ nm}^{-1}$ 。设置采样时间应大于脉冲宽度，也就是大于 5ms。

注1：对于脉冲发射，测量光谱辐射能要比光谱辐照度更可行。

注2：发射数据一般由ILS设备生产商提供，如果没有，需要测量。

C.9 光谱辐射能的测量结果见图C.3.



X 波长 nm

Y 光谱辐射能 $J/mm^2 \text{ nm}$

图 C.2 距 ILS A 装置 0.2 m 处测量的光谱辐射能

C.10 由测量的光谱数据 $H(\lambda)$ (见图C.3) 和曝光时间 t (5ms), 计算光谱辐照度 $E(\lambda)$, 单位 $Wm^{-2}nm^{-1}$ 。

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

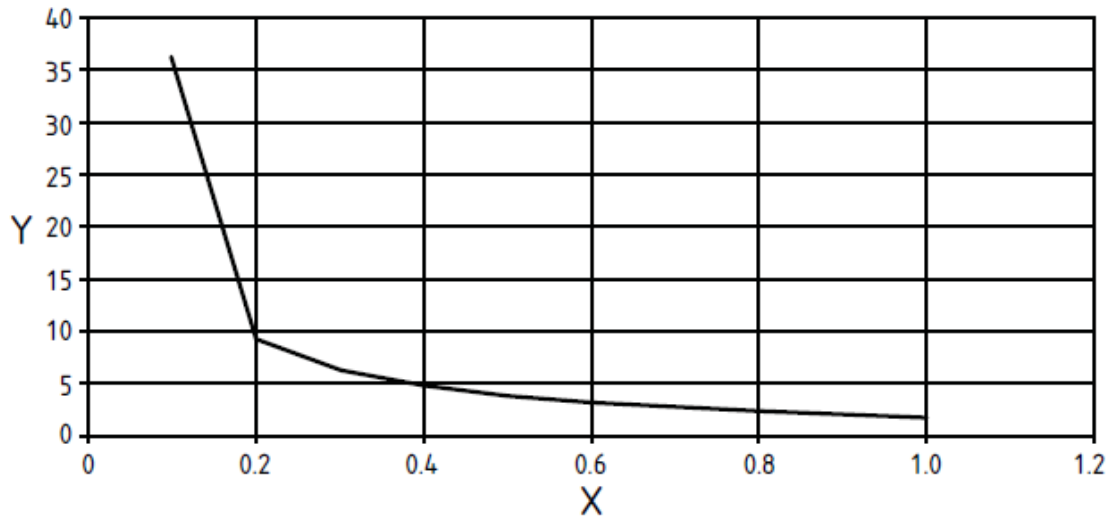
注：此光谱辐照度是未加权的在整个立体角内积分的。

利用表 C.1 中的对向角计算立体角： $\Omega = \frac{\pi\alpha^2}{4}$ 。 (5)

C.11 计算了光谱辐照度 $E(\lambda)$ 和立体角，利用视网膜热损伤加权函数 $R(\lambda)$ ，计算距装置不同距离处的有效辐射 L_{exp} ：

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

C.12 测量的有效辐射量 L_{exp} 与计算的ELV L_{ELV} 的比较：（见图C.3）。



X 距离 m

Y ELV 的超出量

图 C.3 超过 IPLS A 的视网膜热损伤 ELV 的有效光辐射量

C.13 评定结果表明IPLS装置A的需要操作的佩戴者佩戴的防护镜FPF值需要大于10。在0.2 m处超过ELV9.2因子，这被认为是预测的曝光事故距离。在距装置1 m处超过视网膜热损伤ELV 1.84，因此不需操作的其他人在1m附近就应该对过量光辐射进行防护。

附录 D
(资料性附录)
防护镜核查单

根据ILS设备规格或风险评估, 如果曝光超过ELVs, 没有提供所要求的F-#和(或)B-#, 可以使用如下核查单, 见图D. 1:

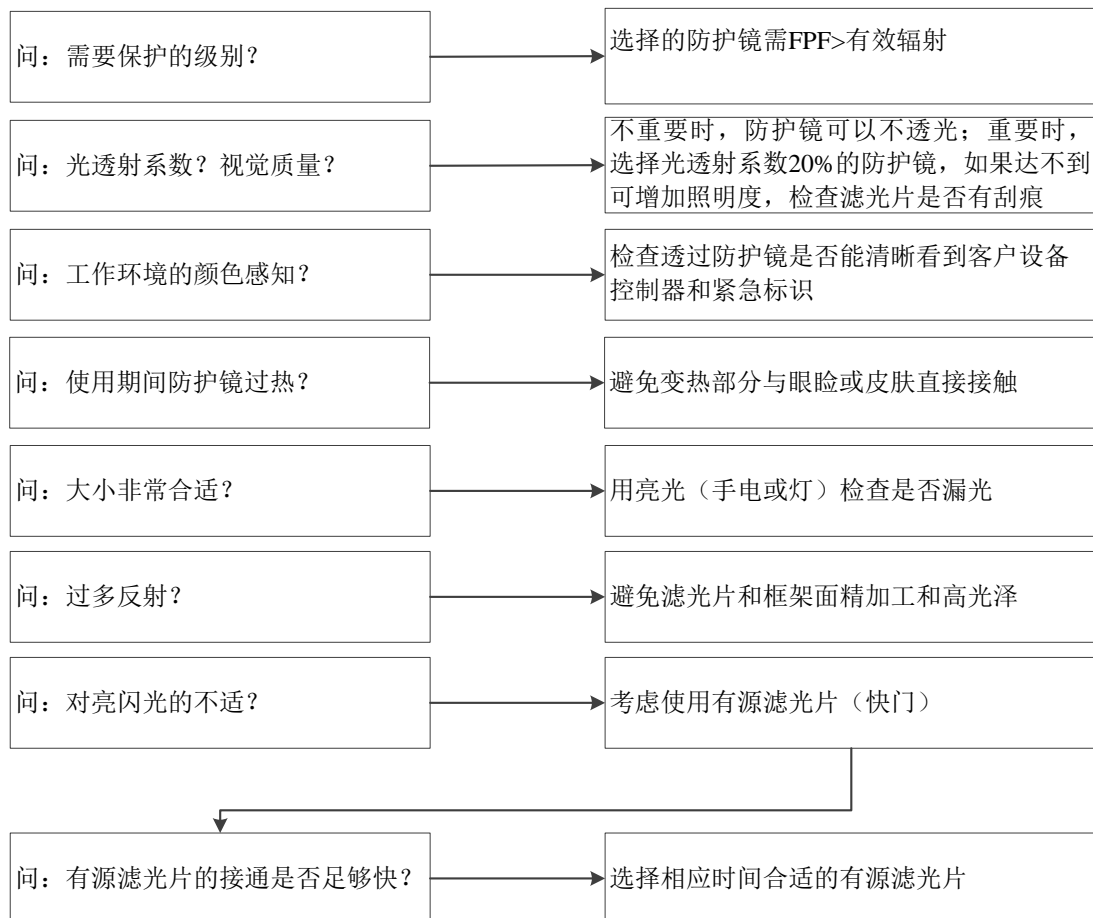


图 D. 1 防护镜的选择核查单

附 录 E
(资料性附录)
滤光片防护系数

E.1 ILS防护镜的滤光片防护系数 (FPF) 是一个系数, 滤光片衰减有效的视觉曝光通过FPF来确定。

E.2 防护镜要防护的ILS设备发射谱范围内的FPF的计算公式如下:

a) 对于蓝光损伤

$$FPF_{BL} = \frac{\sum_{\lambda=300}^{\lambda=700} E(\lambda)B(\lambda)\Delta\lambda}{\sum_{\lambda=300}^{\lambda=700} E(\lambda)T(\lambda)B(\lambda)\Delta\lambda} \quad (1)$$

b) 对于视网膜热损伤

$$FPF_{RTh} = \frac{\sum_{\lambda=380}^{\lambda=1400} E(\lambda)R(\lambda)\Delta\lambda}{\sum_{\lambda=380}^{\lambda=1400} E(\lambda)T(\lambda)R(\lambda)\Delta\lambda} \quad (2)$$

c) 对于光化学紫外损伤

$$FPF_{UV} = \frac{\sum_{\lambda=180}^{\lambda=400} E(\lambda)S(\lambda)\Delta\lambda}{\sum_{\lambda=180}^{\lambda=400} E(\lambda)T(\lambda)S(\lambda)\Delta\lambda} \quad (3)$$

d) 对红外晶状体损伤

$$FPF_{IR,lens} = \frac{\sum_{\lambda=780}^{\lambda=3000} E(\lambda)\Delta\lambda}{\sum_{\lambda=780}^{\lambda=3000} E(\lambda)T(\lambda)\Delta\lambda} \quad (4)$$

其中, $E(\lambda)$ 为 ILS 设备的光谱辐照度, 单位 $WEI\text{Wm}^{-2}\text{nm}^{-1}$;

$B(\lambda)$ 、 $R(\lambda)$ 和 $S(\lambda)$ 分别是蓝光损伤、视网膜热损伤和紫外光化学损伤的加权函数;

$\Delta\lambda$ 是测量的波长间隔, 单位 nm;

$T(\lambda)$ 是眼防护材料在波长 λ 处的光谱透射率。

E.3 FPF对眼睛曝光生理效应的降低进行了量化, 考虑到了不同波长对眼睛的影响。对于特定的ILS装置计算FPF, 需要ILS设备的发射光谱和防护滤光片的衰减光谱。

E.4 防护镜的FPF最小值应该高于或至少等于需要的曝光衰减量，如图E.1所示。

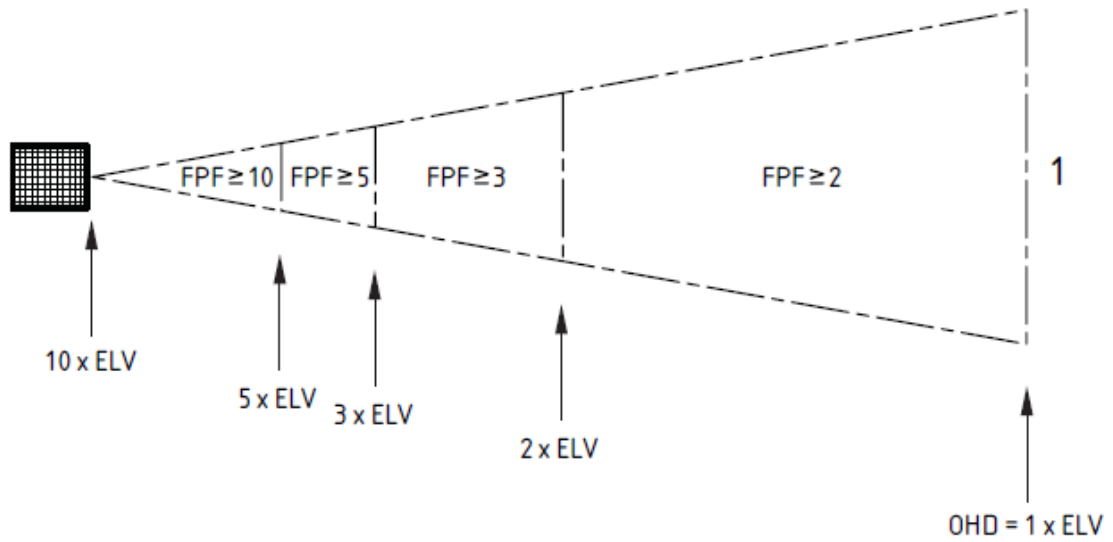


图 E.1 超过 ELV 10 个 FPF 的 ILS 设备需要的防护水平

附 录 F
(资料性附录)
光透射系数

F.1 防护滤光片的光透射系数 (T_V) 计算公式为:

$$T_V = \frac{\sum_{\lambda=380}^{\lambda=780} V(\lambda)T(\lambda)E(\lambda)\Delta\lambda}{\sum_{\lambda=380}^{\lambda=780} V(\lambda)E(\lambda)\Delta\lambda} \quad (1)$$

其中:

$E(\lambda)$ 是光源的光谱辐射通量;

$V(\lambda)$ 是光谱发光效率;

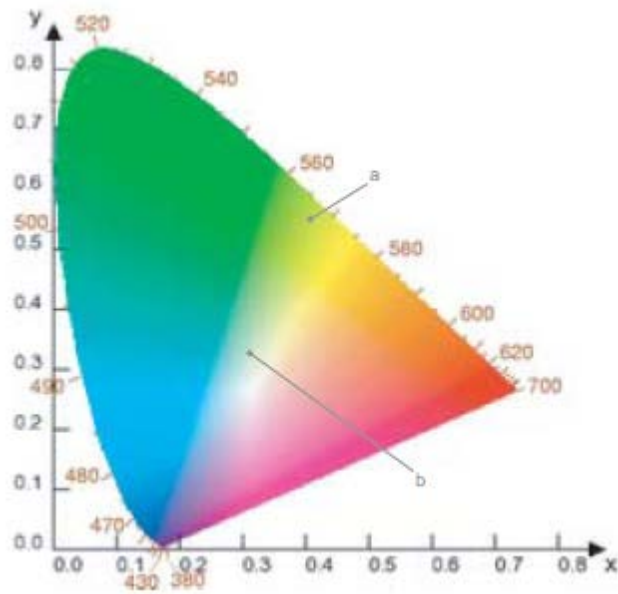
$\Delta\lambda$ 是测量的波长间隔, 单位 nm;

$T(\lambda)$ 是滤光片材料在波长处的光谱透过率。

F.2 光透射系数应该规定应以D65 标准光源照明。如果 ILS设备的操作者需要观察其他人或ILS设备滤波光谱的照明环境, 那么应该规定对此ILS发射光谱的光透射系数。

附 录 G
 (资料性附录)
 ILS 防护镜的颜色感知——举例

图G.1给出了D65照明光源的色坐标 ($x = 0.3127$; $y = 0.3290$) 和白光 (D65光源) 照射下防护滤光片的色坐标 ($x = 0.40$; $y = 0.53$)。



- a D65 照明光源的防护滤光片的色坐标
- b D65 白光照明光源的色坐标

图 G.1 白光透过防护滤光片的感知颜色

参考文献

- [1] EN 165, Glossary of terms for personal eye-protection
 - [2] EN 166, Personal eye-protection – Specifications
 - [3] EN 175, Personal protection – Equipment for eye and face protection during welding and allied processes
 - [4] EN 14255(all parts), Measurement and assessment of personal exposures to incoherent optical radiation
 - [5] ISO 4007, Personal protective equipment – Eye and face protection – vocabulary
 - [6] ISO 11664-1:2007, Colorimetry – Part 1: CIE standard colorimetric observers
 - [7] ISO 11664-2:2007, Colorimetry – Part 1: CIE standard illuminants
 - [8] ISO 17166, Erythema reference action spectrum and standard erythema dose
 - [9] ISO 12311, Personal protective equipment – Test methods for sunglasses and related eyewear
 - [10] IEC 60601-2-57: 2011, Part 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
 - [11] ICNIRP. Guidelines on limits of exposure to broad-band incoherent optical radiation(0.38 to 3 μ m). Health phys. 1997, 73(3)pp.539-554
 - [12] ICNIRP. Guidance on limits of exposure to ultraviolet radiation of wavelength between 180 nm and 400 nm(incoherent optical radiation). Health Phys. 2004, 87(2)pp.171-186
 - [13] CIE S 009/E:2002, Photobiological safety of lamps and lamp systems
 - [14] CIE x016-1998, Measurements of optical radiation hazards
 - [15] CIE 86-1990, Spectral luminous efficiency function for photopic vision
 - [16] CIE 15.2-1986, Colorimetry, 2nd edition
 - [17] CIE 55-1983, Discomfort glare in the interior working environment
 - [18] CIE 117-1995, Discomfort glare in interior lighting
 - [19] CIE 147-2002, Glare from small, large and complex sources
 - [20] CIE 109-1994, A method of predicting corresponding colours under different chromatic and illuminance adaptations
 - [21] HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE. Lighting at work. HSE Books, London, 1997
-