

中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

职业眼面部防护—激光防护 第1部分：激光防护镜

Personal eye and face protection —Occupational protection—Laser protection

Part 1: Filters and eye-protectors against laser radiation

(laser eye-protectors)

(征求意见稿)

(本稿完成日期：2012.10.25)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

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
3.1 滤光片和镜架的光谱透射比.....	1
3.2 滤光片的亮度透射比.....	1
3.3 滤光片和镜架抗激光辐射性能.....	1
3.4 滤光片和防护镜的光度.....	2
3.5 滤光片的材料和表面质量.....	2
3.5.1 材料和表面缺陷.....	2
3.5.2 光漫射.....	3
3.6 滤光片和防护镜抗紫外光辐射和耐高温稳定性.....	3
3.6.1 抗紫外光辐射稳定性.....	3
3.6.2 耐高温稳定性.....	3
3.7 滤光片和镜架阻燃性能.....	3
3.8 防护镜视野.....	3
3.9 滤光片和镜架的构造.....	3
3.10 防护镜的机械强度.....	4
3.10.1 基本要求.....	4
3.10.2 可选要求.....	4
3.10.2.1 概述.....	4
3.10.2.2 对无镜架防护镜片的测试.....	4
3.10.2.3 装成眼部防护器及镜架的测试.....	4
4 试验方法.....	5
4.1 概述.....	5
4.2 滤光片和镜架的光谱透射比.....	6
4.3 滤光片的亮度透射比.....	6
4.4 滤光片和镜架抗激光辐射性能.....	6
4.5 滤光片和防护镜的光度.....	7
4.6 滤光片的材料和表面质量.....	7
4.6.1 材料和表面缺陷.....	7
4.6.2 光漫射.....	7
4.7 滤光片和防护镜抗紫外光辐射和耐高温稳定性.....	8
4.7.1 抗紫外光辐射稳定性.....	8
4.7.2 耐高温稳定性.....	8
4.8 滤光片和镜架阻燃性能.....	8

4.9	防护镜视野.....	8
4.10	防护范围的确定.....	8
4.11	镜架.....	9
4.11.1	通过人工观察的方式检查滤光片在镜架上是否可更换。.....	9
4.11.2	测试要按照第4.9节所述方法进行。角 α 和角 β 的零值为测试装置的A、B和C轴相互垂直的状态。.....	9
4.12	机械强度.....	9
5	制造商提供的信息.....	9
6	标识.....	9
6.1	防护镜.....	9
6.2	滤光片.....	11
附录A（资料性附录）	原理.....	11
附录B（资料性附录）	对激光防护镜如何使用的建议.....	15

前 言

- GB/T XXXX-XXXXX 《职业眼面部防护——激光防护》分为两个部分：
- 第 1 部分：激光防护镜；
- 第 2 部分：激光调试防护镜。
- 本部分为 GB/T XXXX-XXXX 《职业眼面部防护——激光防护》的第 1 部分。
- 本标准根据 GB/T1.1 起草，本标准参考了 EN207 标准及 GBXXXX 职业眼面部防护 名词术语。
- 本标准由国家安全生产监督管理总局提出。
- 本标准由全国个体防护装备/眼面部防护标准化分技术委员会（SAC/TC112/SC1）归口。
- 本标准负责起草单位：。
- 本标准参加起草单位： XXX。
- 本标准主要起草人：。
- 本标准代替 GB XXXX-XXXX 《XXXXXXXXXXXX》。

第 1 部分： 激光防护镜

1 范围

本标准规定激光防护的要求、测试方法和标识。附录B给出对激光防护镜的选择和使用的指南。
本标准适用于对意外暴露于激光辐射的人眼防护。防护激光光谱范围为180 nm(0.18 μ m)到1000 μ m。
本标准不适用于直接观察激光光束的防护。

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，仅所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-XXXX《个体眼面部防护-职业防护 工业防护镜 第1部分：基础要求》

GB-XXXX《个体眼面部防护-职业防护 工业防护镜 第2部分：测量方法》

GB-XXXX《个体眼面部防护-职业防护 激光防护 第2部分：激光调试防护镜》

GB-职业眼面部防护 名词术语

EN 166:2001标准 个人眼防护 – 技术指标

EN 167:2001标准 个人眼防护 – 光学测试方法

EN 168:2001标准 个人眼防护 – 非光学测试方法

EN 60825-1:2007标准 激光产品的安全 – 第1部分：设备分类和需求（IEC60825-1:2007）

ISO 11664-1:2007标准 色度比色法 – 第1部分：CIE标准色度观测器

ISO 11664-2:2007标准 色度比色法 – 第2部分：CIE标准照射器

3 术语和定义

GB/T XXX职业眼面部防护 名词术语，确立的以及下列术语和定义适用于本部分

3.1 滤光片和镜架的光谱透射比 **Spectral transmittance of filters and frames**

按4.2规定的方法测试后，对于相应的，在某波长或波长范围内滤光片最大光谱透射比不应超过表1所给定的值。

3.2 滤光片的亮度透射比 **Luminous transmittance of filters**

按4.3规定的方法测试，相对于D65标准光源（见ISO11664-2:2007标准），滤光片的亮度透射比应不低于20%。对于亮度透射比低于20%的滤光片在一定条件下可以接受，但要按照第5章的规定，生产制造商要提供工作场所（增加相应亮度）的信息。

3.3 滤光片和镜架抗激光辐射性能 **Resistance of filters and frames to laser radiation**

按4.4规定的方法测试，滤光片和镜架应满足3.1的要求，且按表1规定的激光辐射功率密度（ E ）或能量密度（ H ）的作用下不失去防护功能，同时没有不符合相应防护标号对应的透射比要求的漏光区域

(即反漂白作用)。当激光辐射时,面对人眼的滤光镜一侧不应产生任何碎片。尽管在激光照射下滤光片融化变形或表面损坏,只要其防护作用仍能保证,可不认为失效。

滤光片和/或防护镜对激光辐射的防护标号

(对激光辐射的最大光谱透射比和抗辐射性能)

防护标号	某激光波长的最大光谱透射比 $\tau(\lambda)$	用于测量在一定波长范围内对激光辐射的防护作用和阻挡强度的功率 (E) 和能量 (H) 密度								
		180 nm 至 315 nm			>315 nm 至 1400 nm			>1400 nm 至 1000 μm		
		激光模式/激光脉冲宽度/ s								
		连续 (D) $\geq 3 \times 10^4$	脉冲/调 Q 脉冲 (I/R) $10^{-9} \sim 3 \times 10^4$	锁模 (M) $< 10^{-9}$	连续 (D) $> 5 \times 10^{-4}$	脉冲/调 Q 脉冲 (I/R) $10^{-9} \sim 5 \times 10^{-4}$	锁模 (M) $< 10 \times 10^{-9}$	连续 (D) > 0.1	脉冲和调 Q 脉冲 (I/R) $10^{-9} \sim 0.1$	锁模 (M) $< 10^{-9}$
E_D W/m^2	$H_{I,R}$ J/m^2	E_M W/m^2	E_D W/m^2	$H_{I,R}$ J/m^2	E_M W/m^2	E_D W/m^2	$H_{I,R}$ J/m^2	E_M W/m^2		
LB1	10^{-1}	0.01	3×10^2	3×10^{11}	10^2	0.05	1.5×10^{-3}	10^4	10^3	10^{12}
LB2	10^{-2}	0.1	3×10^3	3×10^{12}	10^3	0.5	1.5×10^{-2}	10^5	10^4	10^{13}
LB3	10^{-3}	1	3×10^4	3×10^{13}	10^4	5	0.15	10^6	10^5	10^{14}
LB4	10^{-4}	10	3×10^5	3×10^{14}	10^5	50	1.5	10^7	10^6	10^{15}
LB5	10^{-5}	10^2	3×10^6	3×10^{15}	10^6	5×10^2	15	10^8	10^7	10^{16}
LB6	10^{-6}	10^3	3×10^7	3×10^{16}	10^7	5×10^3	1.5×10^2	10^9	10^8	10^{17}
LB7	10^{-7}	10^4	3×10^8	3×10^{17}	10^8	5×10^4	1.5×10^3	10^{10}	10^9	10^{18}
LB8	10^{-8}	10^5	3×10^9	3×10^{18}	10^9	5×10^5	1.5×10^4	10^{11}	10^{10}	10^{19}
LB9	10^{-9}	10^6	3×10^{10}	3×10^{19}	10^{10}	5×10^6	1.5×10^5	10^{12}	10^{11}	10^{20}
LB10	10^{-10}	10^7	3×10^{11}	3×10^{20}	10^{11}	5×10^7	1.5×10^6	10^{13}	10^{12}	10^{21}

符号 D 、 I 、 R 和 M 代表不同的测试条件 (激光模式), 其解释见表4。

3.4 滤光片和防护镜的光度 Refractive values of filters and eye-protectors

按4.5进行评估时,不带矫正作用的滤光片和防护镜最大屈光度见表2。

不带矫正作用的滤光片和防护镜最大光度

球镜度 m^{-1}	散光度 m^{-1}	棱镜度差		
		水平方向		垂直方向
		底朝外 cm/m	底朝内 cm/m	cm/m
± 0.09	0.09	0.75	0.25	0.25

3.5 滤光片的材料和表面质量 Quality of material and surface of filters

3.5.1 材料和表面缺陷 Material and surface defects

滤光片材料和表面的缺陷应根据4.6.1进行评估。

在距滤光片边缘5mm以内的区域里，不应存在任何影响其使用的材料或表面缺陷。例如：气泡、划伤、杂质、暗点、磨具痕迹、划痕或其它原于生产加工过程的缺陷。滤光片的任何区域不能有通孔。

3.5.2 光漫射 Diffusion of light

按照第4.6.2节定义，某一滤光片的漫射光的约化亮度系数 l^* 不应大于：

$$l^* = 0.50 \frac{cd/m^2}{lx} \dots\dots\dots (1)$$

式中： l^* ——约化亮度系数，单位坎德拉每平方米勒克斯[cd/(m²·lx)]
 lx ——勒克斯
 cd ——坎德拉

3.6 滤光片和防护镜抗紫外光辐射和耐高温稳定性 Stability of filters and eye-protectors to ultraviolet radiation and elevated temperature

3.6.1 抗紫外光辐射稳定性 Stability to ultraviolet radiation

按4.7.1规定的方法进行测试，当滤光片和防护镜暴露在紫外光辐射中，其性能指标的变化不能超出3.1、3.2、3.4和3.5的要求，其亮度透射比的相对变化量不应超过10%。

$$\left| \frac{\Delta\tau_v}{\tau_v} \right| \leq 10\% \dots\dots\dots (2)$$

式中： $\Delta\tau_v$ —— τ_v ——可见光透射比

同时，在任何情况下，对于某激光波长的光谱透射比不允许超过其对应防护标号的最大光谱透射比的要求。

3.6.2 耐高温稳定性 Stability at elevated temperature

按第4.7.2规定的方法进行测试，滤光片和防护镜经受升温过程后，仍应满足第3.1、3.2、3.4和3.5节的要求，其亮度透射比的相对变化量要低于不应超过5%：

$$\left| \frac{\Delta\tau_v}{\tau_v} \right| \leq 5\% \dots\dots\dots (3)$$

式中： $\Delta\tau_v$ ——透射比的变化量

3.7 τ_v ——透射比滤光片和镜架阻燃性能 Resistance of filters and frames to ignition by contact with hot surfaces

按4.8规定的方法测试，滤光片和镜架不应燃烧或引燃。

3.8 防护镜视野 Field of vision of eye-protectors

按4.9规定的方法测试，对于每只眼睛，在其垂直和水平方向上，防护镜要有至少40°角的视野（见图1）。

3.9 滤光片和镜架的构造 Construction of filters and frames

按4.4规定的方法进行目视检查时，面对人眼的滤光镜一侧不应产生任何碎片。如果滤光片包含多个独立滤光片，在装配后，独立滤光片不能互换。

滤光片不应在其镜架内互换。除非只有滤光片单独对激光辐射起防护作用，而其镜架完全处于防护区域之外，在这种情况下，防护镜的滤光片上要标记出防护区域，其镜架可不必满足第3.3节提到的阻挡激光辐射的要求。

镜架的设计要保证没有激光辐射可从侧面射入。具体要求是：防护范围的水平视场角 α 的范围为从 -50° （鼻侧）到 $+90^\circ$ （太阳穴侧）内，其垂直方向视场角 β 的范围定义为：

防护范围的垂直角上限 β_u 为：

$$\beta_u = 55 - 0.0013(\alpha - 12)^2 - 1.3 \times 10^{-6}(\alpha - 12)^4 \dots\dots\dots (4)$$

式中： β_u ——防护范围的垂直角上限
 α ——防护范围的水平视场角

垂直角的下限 β_l 为：

$$\beta_l = -70 + 10^{-5}(\alpha - 22)^2 + 2.3 \times 10^{-6}(\alpha - 22)^4 \dots\dots\dots (5)$$

式中： β_l ——防护范围垂直角下限
 α ——防护范围的水平视场角

测试应按4.10规定的方法进行。

3.10 防护镜的机械强度 Mechanical strength of eye-protectors

3.10.1 基本要求 Basic requirement

满足最小强度要求，防护镜应能承受22 mm钢球以（100+/-2）N的力冲击力，测试方法按照GBXXX测试中不能出现下述毛病：

- a) 防护镜破碎：两块或多块裂缝贯穿整个厚度；或防护镜表面经钢球撞击后有5 mg的材料脱落；或钢球砸透整个防护镜。
- b) 防护镜变形：给防护镜加力如果白纸反面上显示出一个痕迹就认为防护镜已经变形。

3.10.2 可选要求 Optional requirements

3.10.2.1 概述

如果对激光防护的滤光片和防护镜的机械强度要求更高的话，则应按照GBXXX

3.10.2.2 对无镜架防护镜片的测试

防护镜应耐受直径22 mm（名义尺寸），最小重量43 g钢球的冲击力，以5.1 m/s的速度撞击防护镜。

3.10.2.3 装成眼部防护器及镜架的测试

整副眼部防护器及镜架应该能耐受一定速度钢球从正面和侧面撞击
 表3中给出钢球直径和冲击速度

整副眼部防护器及镜架的增强强度要求

尺寸, 重量及 钢球速度	眼镜		风镜		面罩	
	正面冲击	侧面冲击	正面冲击	侧面冲击	正面冲击	侧面冲击
名义直径 22mm, 最小重 43克, 速度近 5.1m/s	√	√	√	√	√	√

测试中不能出现下述疵病:

- 防护镜碎裂: 如果镜片整个纵向裂成两块或多块即认为是防护镜碎裂; 或者在被球撞击后有 5 毫克重的材料从防护镜上掉下来; 或者钢球穿透防护镜;
- 防护镜变形: 测试时镜片与施力位置的反面出现压痕, 镜片视为变形。
防护镜架碎裂: 防护镜架裂成两块或多块被认为是损坏; 或不能再按原样夹持防护镜片或并未破损
- 而是镜片与镜架分离; 或者钢球可穿过镜架;
- 侧面保护损坏: 如果有两块或多块裂缝贯穿整个厚度视为损坏, 或者远离撞击点的表面上的零件分离, 或者球可以完全的穿透侧面, 或者侧面部分或整体与保护器分离, 或者它的零件脱落。

4 试验方法

4.1 概述

表4所示测试方法适用于测试滤光片、镜架和整个防护镜。测试步骤1至9、13至16可以变动。需要对至少16个滤光片和8个防护镜进行测试。如果测试的激光模式是在几个波长(或波长区间), 或由第4.4节所示的不同激光模式、或含有多个附加要求, 则有必要对多于16个样品进行测试。

滤光片、镜架和整个防护镜对激光辐射防护的测试方法

测试顺序	要求	条款	滤光片/镜架样品数			
			3	3	10	依靠于指标/要求
1	标识	6	+	+		
2	材料和表面 缺陷	3.5.1	+	+		
3	视野	3.8	1个镜架			
4	滤光片和镜 架结构	3.9	+	+		
5	镜架	3.9	+	+		
6	光漫射	3.5.2	+	+		
7	亮度透射比	3.2	+	+		
8	屈光度	3.4	+	+		
9	棱镜度差	3.4	3个镜架			
10	在波长 λ 的 光谱透射比	3.1	+	+	每个波长 和每个激 光模式要3	每个波长 和每个激 光模式要3

					个滤光片/ 镜架	个滤光片/ 镜架	
11	抗紫外光辐射稳定性	3.6.1	+				
12	耐高温稳定性	3.6.2	+				
13	材料和表面缺陷	3.5.1	+	+			
14	光漫射	3.5.2	+	+			
15	亮度透射比	3.2	+	+			
16	屈光度	3.4	+				
17	光谱透射比	3.1	+	+			
18	机械强度	3.10			+		
19	对激光辐射的阻挡能力和波长 λ 的光谱透射比	3.3			每个波长和每个激光模式要3个滤光片/镜架	每个波长和每个激光模式要3个滤光片/镜架	
20	阻燃性能	3.7			3个滤光片/镜架		
21	由 GBXXX 标准给出的附加要求	根据适用的 GBXXX 标准条款					取决于要求/测试程序
符号注释： +, 有文字说明项：需要进行测试； 空格项：无须测试。							

4.2 滤光片和镜架的光谱透射比

光谱透射比应在正入射条件下测量。对于波长400nm到1400nm的范围，透射比与入射角有关的滤光片（如干涉层）应用偏振辐射光在入射角0°到30°进行测量，并且，其偏振方向应在产生最大光谱透射比的方向上。对于上述以外的波长范围的测量，这类滤光片应用偏振辐射光在入射角0°到90°之间进行测量。在这种情况下，防护标号由测量出的最大光谱透射比值确定。其允许测量误差范围见表5

测量的光谱透射比的允许误差范围

透射比范围		允许相对误差 %
小于%	最大%	
100	17.8	±5
17.8	0.44	±10
0.44	0.023	±15
0.023	0.0012	±20
0.0012	0.000023	±30

4.3 滤光片的亮度透射比

滤光片的亮度透射比要在正入射条件下采用D₆₅标准光源进行测量计算。

4.4 滤光片和镜架抗激光辐射性能

测试应按照表1给定的激光辐射波长范围、功率和能量密度进行。光谱透射比应在激光辐射照射下对每一个波长进行测量。

对脉冲激光器（*I*、*R*、*M*）激光辐射阻挡能力的测量，表1给出的能量密度值（*H*）要乘以系数 $N^{-1/4}$ ，其中*N*为5秒钟内的脉冲数。

镜架的测量应分别对所使用的每种材料（除头带外）的最簿区域进行激光辐射阻挡能力的测试。

测试时，激光光束直径 d_{63} 应为 (1 ± 0.1) mm。

对于脉宽小于1 ns的激光，激光光束直径 d_{63} 应 ≥ 0.5 mm。

对于矩形光束，上述光束尺寸对应矩形光束的短边尺寸。

测量时间应按表6所述。

滤光片和防护镜抗激光辐射的测量时间

对激光器种类测试条件	典型激光器种类	脉冲长度 s	测量脉冲数量最小值
<i>D</i>	连续激光器	5	1
<i>I</i>	脉冲激光器	$>10^{-6}$ 至 0.25	50
<i>R</i>	调Q脉冲激光器	$>10^{-9}$ 至 10^{-6}	50
<i>M</i>	锁模脉冲激光器	$<10^{-9}$	50

对于测试条件（激光模式）*I*和*R*的脉宽不用按顺序进行测量，也不是测试条件（激光模式）*D*测量时间的延续。表中的脉宽为激光器的特征参数。建议最好使用具有这一脉宽范围的激光器。

测试时间应不少于5秒钟，而对于脉冲激光器应不少于50个脉冲。

对于脉冲激光器，测试应在低重复频率（ ≤ 25 Hz）下进行，如果超出这一重复频率范围，测试用的激光能量密度应注明，并且其结果应按6.1 d)的规定在产品上注明。

所有激光防护的滤光片和镜架都应进行激光模式*D*的测试。如果有相应激光器商品，激光模式*D*的测试应用一台实际连续激光器进行。如果没有这样的激光器，则应采用一重复频率 $\nu \geq 25$ Hz的脉冲激光系统中的最小重复频率值进行测试。如果没有重复频率高于25Hz的脉冲激光器，则应使用重复频率 $\nu \geq 5$ Hz的激光器中的最小重复频率值进行激光模式*D*的测试。

如果对脉冲激光器有附加防护要求，滤光片和激光防护镜则应按照激光模式*I*、*R*或*M*进行一次或多次测试。

使用的激光器应该在开始发射时不会有尖峰形成，对于激光模式*M*不要求提供光束的时间轮廓文件，其它激光模式均要求提供光束的空间、时间轮廓文件。

4.5 滤光片和防护镜的光度

按照GBXXXX条款进行。

4.6 滤光片的材料和表面质量

4.6.1 材料和表面缺陷

按照《GB/T1185-2006? 条款光学元件表面疵病》进行测量

对于薄膜类的滤光片应特别注意检查其缺陷（划痕和针孔），因为镀制膜层上的缺损可影响对激光辐射的防护。

4.6.2 光漫射

按照GBXXXX

4.7 滤光片和防护镜抗紫外光辐射和耐高温稳定性

4.7.1 抗紫外光辐射稳定性

这一测试应按照GBXXXX进行。使用功率在400 W至500 W之间的熔石英高压氙灯，在 $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ 温度条件下，持续点燃时间不应少于 (50 ± 0.2) h。CSA Z94.3

4.7.2 耐高温稳定性

滤光片和防护镜要处置于温度 $(55 \pm 2)^\circ\text{C}$ 和相对湿度 $>60\%$ 的控制箱内至少7小时，之后再处置于室温下至少2小时。

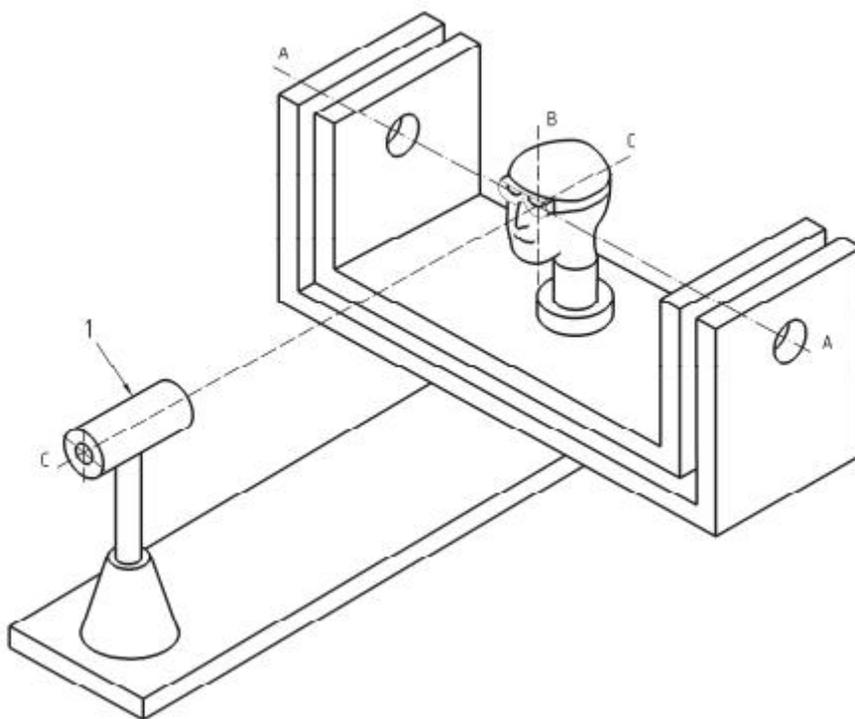
4.8 滤光片和镜架阻燃性能

这一测试应按照GBXXXX（一定）进行。

4.9 防护镜视野

对视场的测量，测试头应按图1所示佩戴没有滤光片的防护镜架，同时，要使旋转轴A、B和光轴C的交点位于眼睛前表面中间。激光光束以最大光束直径 (1 ± 0.5) mm沿光轴C入射。当绕轴A旋转时，光束不再照射到眼睛时的角度位置差为垂直视场角。同样，绕轴B旋转时，光束不再照射到眼睛的角度位置与平行于光轴C的测试头视线的角度差为水平视场半角。

如能给出同样结果的其它测试方法也可使用。图按1.1要求



说明:

- 1——激光
- 2——A、B、C 轴（见文字部分）

测量视野的测试装置样例

4.10 防护范围的确定

采用第4.9节所示装置，防护镜至少要覆盖极限 β_o 和 β_i 定义的范围。

4.11 镜架

4.11.1 通过人工观察的方式检查滤光片在镜架上是否可更换。

4.11.2 测试要按照第4.9节所述方法进行。角 α 和角 β 的零值为测试装置的A、B和C轴相互垂直的状态。

4.12 机械强度

该测试应按照GBXXXX

5 制造商提供的信息

防护镜选择要求和使用说明应含有如下信息:

- a) 透射比;
- b) 如果防护镜的亮度透射比低于20%，要明确写出并建议用户增强工作区域的亮度强度;
- c) 对于有色滤光片，要提示用户其警示灯或警示信号可能被减弱;
- d) 要注明该类防护镜只用于意外激光辐射的防护，测试的光强极限值和阻挡能力是基于最长测试时间5秒;
- e) 要提示不能使用已被激光辐射损坏、镜片带有划痕或颜色变化的防护镜和滤光片;
- f) 要有标识符号的解释;
- g) 要有可适用的清洁方法;
- h) 如果滤光片具有随角度变化的透射比，要注明防护范围仅在入射角30°内。

说明内要包含如下激光辐射的风险警示条款：由于反射元件的反射（包括防护镜）产生的激光辐射风险、由于光学元件的倾斜或错位等造成的激光辐射风险。

说明内要建议所有处于激光辐射风险区域的工作人员要佩戴防护镜。

另外，生产制造商要提供透射比曲线的附加信息。

6 标识

6.1 防护镜

如下信息要在滤光片或镜架上永久标注出来:

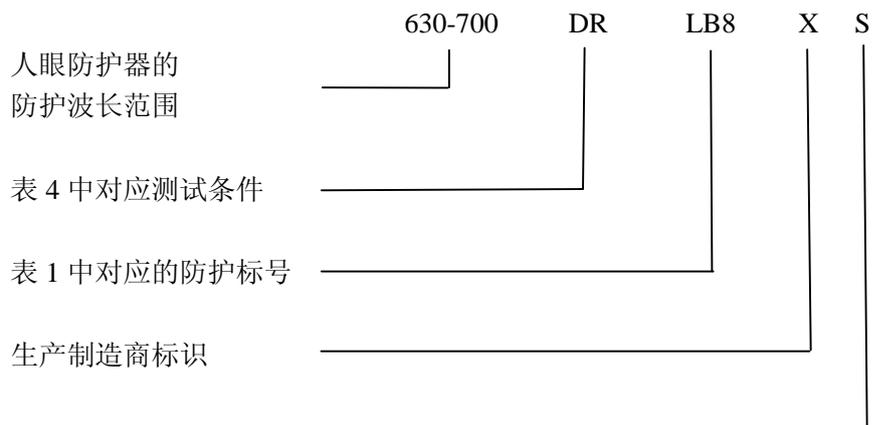
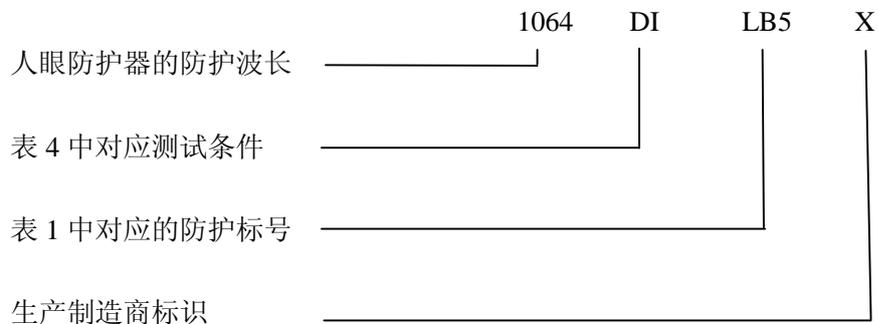
- a) 滤光片防护波长或波长范围，以nm为单位;
- b) 测试条件（激光模式）符号（见表4）;
- c) 防护标号;

如果滤光片可对一个或多个光谱范围起到防护作用，应使用适应各个光谱范围的最小防护标

号:

- d) 如果防护镜没有进行低重复频率 (≤ 25 Hz) 的测试, 字母 Y 应加在防护标号的后面, 例如: RLB5Y;
- e) 生产制造商的标识: 用英文字母表示。
为避免重复使用此标识, 只能使用该产品的检验认证机构准予使用的标识;
- f) 如果防护镜满足第 3.10.2 节所要求的机械强度, 还要添加 EN166:2001 标准中第 9 条款确定的标识。(如果《个体眼面部防护-职业防护 工业防护镜 第 1 部分: 基本要求》中没有相应条款, 建议删除此条款。)

如果所述标识标注在滤光片上, 要即不影响视觉, 也不影响防护作用:



机械强度标识

如果一个激光防护镜有多个标识，所有这些标识都要标出，或对于制造商标识、证书标识和机械强度标识可以只标注一次；而其它标识要以“+”分开。

如果一个滤光片或框可以防护多个波长，防护标识会比较长，在这种情况下可以如下标出：

10600 D LB3 + IR LB4

1064 DI LB8 + R LB9

633 D LB4 + IR LB5

X S

所列符号的意义均为如前面示例所述。

6.2 滤光片

由于对激光防护镜中的滤光片不允许互换，如果整个防护镜已有标识，单个滤光片不需再分别标识。用于器具设备中可视窗的滤光片要根据第6.1节要求标识。

附录 A (资料性附录) 原理

A.1 极限值和时间基数

极限值是指人眼角膜对激光辐射可承受的**最大允许照射量**（MPE）。极限值与时间和波长有复杂的关系，本标准采用较简化的极限值表示，其结果部分与MPE一致，部分更为保守。在波长180nm至315 nm范围内，许可极限值采用30000s内累积辐射的值，其他波段则是5秒的累积辐射值。简化后的数值列于表A.1。

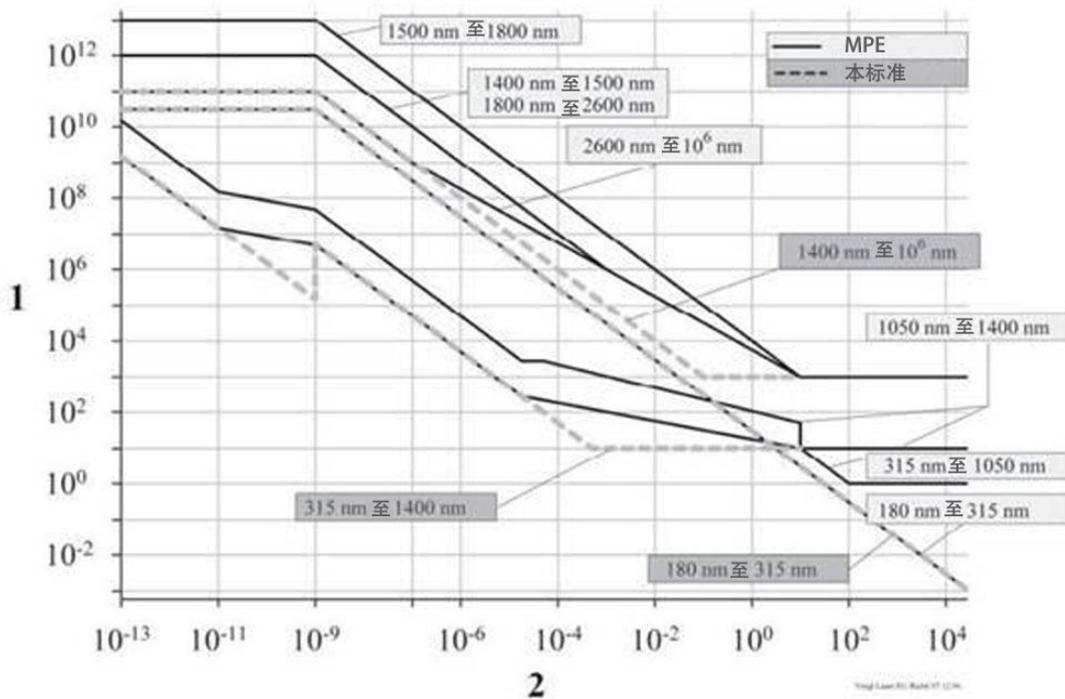
图A.1显示在人工辐射照射的情况下表A.1中数值与欧盟指标2006/25/EC的比较，可以看出，表A.1中的数值比欧盟指标保守。

表A.1 对人眼角膜简化后的最大允许照射量（MPE）

波长范围	光照度 E				辐射度 H			
	D		M		M		I, R	
nm	脉冲宽度 s	可透过? 功率密度 W/m^2	脉冲宽度 s	可透过? 功率密度 W/m^2	脉冲宽度 s	能量密度 J/m^2	脉冲宽度 s	能量密度 J/m^2
180 至 315	30000	0.001	$<10^{-9}$	3×10^{10}	-	--	$>10^{-9}$ 至 3×10^4	30

>315 至 1400	>5×10 ⁻⁴ 至 10	10	-	-	<10 ⁻⁹	1.5×10 ⁻⁴	>10 ⁻⁹ 至 5×10 ⁻⁴	0.005
>1400 至 10 ⁶	>0.1 至 10	1000	<10 ⁻⁹	10 ¹¹	-	-	>10 ⁻⁹ 至 0.1	100

对于重复脉冲激光器，见EN60825-1和B.3.3。



发光强度 (W/m²)
照射时间 (s)

图A.1 MPE 值与本标准的简化极限值的比较

(MPE 值是欧洲标准认可的安全的累积照射量)

A.2 光束面积

EN60825-1标准明确的直径为平均值,用于计算能量密度和功率密度。在波长400nm至1400nm范围内,该直径为7mm,其对应面积为38.5mm²。由于在此波长范围内的多个典型激光器(如:氩离子激光器,氦氖激光器和Nd-YAG激光器)一般光束直径约为1mm,激光光束的功率或能量密度将会高于采用截面积38.5mm²来计算平均值。滤光片的性能不但受其吸收的限制,而且也受其阻止激光辐射能力的限制,在该标准中,当计算功率或能量密度时,光束面积(A)是采用基于实际光束直径所计算的面积。

一般来说,采用最小可接受的光束直径进行计算。

对于发散激光辐射(如:从光学光纤或二极管激光器的输出),采用在发散点处光束直径10cm来计算功率密度和能量密度。

A.3 角度关系

对于覆盖波长400nm至1400nm范围内的滤光片，其光谱透射比与角度关系的测量只限于在0°至30°范围内。这一角度限制是因为人眼对物体定睛时最大角度一般为15°。对于处于更大角度的物体，人的头部将参与转动。

A.4 测试报告范例

对于激光辐射阻止能力的测试报告至少要包含以下信息。

表A.2 测试报告

激光器指标	激光参数		符号	单位	数值
	波长		λ		
	平均功率范围		P_m		
	脉冲频率范围		F		
	脉冲能量		Q_{pulse}		
	峰值功率		P_{peak}		
	光学脉冲时间		T_{pulse}		
	出口处光束直径		$D_{86.5}$		
	光束质量		M^2		
	光束发散角（全角）		θ		
	光束偏振态		-		
激光光束检测设备	测量仪器		种类		生产制造商
	功率测量仪				
	能量测量仪				
	光束分析仪				
透射比测量仪					
报告号			日期		
样品号			操作人		
测试条件			观察内容		
防护标号	D LB		-	在照射时：	
要求功率密度	E		W/m^2		
样品表面的光束直径	d_{63}		mm	激光器一侧：	
照射面积	A_{63}		m^2		
脉冲时间宽度	cw	-	-	人眼一侧：	
外部测量平均功率	P		W		
测量防护标号	-		*D LB	透射比：	
测量时间	T_{test}		s		
防护标号	IRMLB		-	在照射时：	
要求能量密度	H		J/m^2		
样品表面的光束直径	D_{63}		mm	激光器一侧：	

照射面积	A_{63}		m^2	人眼一侧：
脉冲时间宽度	t_{pulse}	-	-	
重复频率	F		Hz	
外部测量平均功率	P_m		W	透射比：
测量防护标号	-		*I R M LB	
测量时间	t_{test}		s	

测试装置示意图	
评语	

附 录 B
(资料性附录)
对激光防护镜如何使用的建议

B.1 概述

该附件给出对激光辐射防护镜的选择建议，这一建议与激光器种类和操作条件有关。

在选择激光防护镜之前，首先要进行风险评估，要采用技术和管理手段对风险进行控制，使其降至最低。

用于可视窗口滤光片的选择，要考虑对可能发生的最长激光照射时间产生的激光辐射的保护功能。

表B.1中的信息与第3.1节表1的信息一样，在这里重复是为了方便对标准的应用。

B.2 激光器的激光模式

根据激光器的照射时间和脉冲宽度可建立不同激光模式。符号D、I、R、和M的定义在表4给出。

图B.1 使用对激光辐射滤光片和人眼防护器的建议的防护标号

防护标号	某激光波长的最大光谱透射比 $\tau(\lambda)$	对某一波长范围的最大功率 (E) 和或能量 (H) 密度								
		180nm 至 315nm			>315nm 至 1400nm			>1400nm 至 1000um		
		激光模式/激光照射时间 (秒)								
		D	I, R	M	D	I, R	M	D	I, R	M
		$\geq 3 \times 10^4$	$10^{-9} \sim 3 \times 10^4$	$< 10^{-9}$	$> 5 \times 10^{-4}$	$10^{-9} \sim 5 \times 10^{-4}$	$< 10 \times 10^{-9}$	> 0.1	$10^{-9} \sim 0.1$	$< 10^{-9}$
	E_D W/m^2	$H_{I,R}$ J/m^2	E_M W/m^2	E_D W/m^2	$H_{I,R}$ J/m^2	E_M W/m^2	E_D W/m^2	$H_{I,R}$ J/m^2	E_M W/m^2	
LB1	10^{-1}	0.01	3×10^2	3×10^{11}	10^2	0.05	1.5×10^{-3}	10^4	10^3	10^{12}
LB2	10^{-2}	0.1	3×10^3	3×10^{12}	10^3	0.5	1.5×10^{-2}	10^5	10^4	10^{13}
LB3	10^{-3}	1	3×10^4	3×10^{13}	10^4	5	0.15	10^6	10^5	10^{14}
LB4	10^{-4}	10	3×10^5	3×10^{14}	10^5	50	1.5	10^7	10^6	10^{15}
LB5	10^{-5}	10^2	3×10^6	3×10^{15}	10^6	5×10^2	15	10^8	10^7	10^{16}
LB6	10^{-6}	10^3	3×10^7	3×10^{16}	10^7	5×10^3	1.5×10^2	10^9	10^8	10^{17}
LB7	10^{-7}	10^4	3×10^8	3×10^{17}	10^8	5×10^4	1.5×10^3	10^{10}	10^9	10^{18}
LB8	10^{-8}	10^5	3×10^9	3×10^{18}	10^9	5×10^5	1.5×10^4	10^{11}	10^{10}	10^{19}
LB9	10^{-9}	10^6	3×10^{10}	3×10^{19}	10^{10}	5×10^6	1.5×10^5	10^{12}	10^{11}	10^{20}
LB10	10^{-10}	10^7	3×10^{11}	3×10^{20}	10^{11}	5×10^7	1.5×10^6	10^{13}	10^{12}	10^{21}

B.3 滤光片特殊编码的确定

B.3.1 概述

在如下功率密度或能量密度的计算中，将使用实际光束面积（即为包含63%的激光功率和能量所对应的最小圆面积）。对于非圆形光斑，将使用类似形式，即为包含63%的激光功率和能量所对应的最小矩形面积。

防护标号将对不同激光模式D、I、R和M进行确定。脉冲激光模式I、R和M所对应的防护标号可以分别推导出来，模式D对应的防护标号也同样。对于两种激光模式的防护可分别使用对应的防护标号，或使用其中最大的防护标号。

如果采用光束直径不为1mm（测试激光辐射阻挡能力的直径）来确定相应滤光片的防护标号，根据防护滤光片的基底材质，表B. 1中的功率和能量密度要乘以如下函数（ d 为以mm为单位的光束直径）：

$$\text{玻璃} \quad F(d) = d^{1.1693} \dots\dots\dots (B. 1)$$

式中： F ——滤光片
 d ——以mm为单位的光束直径

$$\text{塑料} \quad {}_2 F(d) = d^{1.2233} \dots\dots\dots (B. 3)$$

式中： F ——滤光片
 d ——以mm为单位的光束直径由于散热能力，对激光辐射的阻挡能力不仅与功率和能量密度有关，还与出光面的直径有关。

B. 3. 2 连续激光模式（D）

这一类激光器的光束功率密度 E 用其光束功率 P 和光束面积 A 给出如下：

$$E = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (B. 4)$$

式中： E ——光束功率密度
 P ——光束功率
 A ——光束面积

根据表B. 1中的D列可以导出对应激光波长所需的防护标号。此类激光模式的符号为D。

B. 3. 3 脉冲激光模式，脉冲宽度 $\geq 10^{-9}$ s

B. 3. 3. 1 概述

确定相应的防护标号基本采用两个判断方式：脉冲方式和平均功率方式。具体由下面给出。用脉冲方式导出对应激光模式I或R的防护标号（与激光模式的脉冲宽度有关），再用平均功率方式导出激光模式D对应的防护标号，在对脉冲激光模式进行安全要求分析时，也要导出相应的激光模式D对应的防护标号。

B. 3. 3. 2 脉冲方式的计算

激光光束的能量密度 H 由脉冲能量 Q 和光束面积 A 给出如下

$$H = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots (B. 5)$$

式中： H ——光束能量密度

Q ——脉冲能量
 A ——光束面积

对于波长范围400 nm至 10^6 nm的激光器，脉冲宽度 <0.25 s，脉冲重复频率 $\nu > 1$ Hz，其能量密度要乘以修正系数 k 。

$$H' = H \times k \dots\dots\dots (B. 6)$$

式中： H' ——波长范围400 nm至 10^6 nm的激光器光束能量密度
 H ——光束能量密度
 k ——修正系数

k 根据照射时间 $T=5$ s内激光脉冲数 N 计算如下：

$$k = N^{1/4} \dots\dots\dots (B. 7)$$

式中： k ——修正系数
 N ——激光脉冲数

用 H 和 H' 二者中的最大值，从表B. 1的I或R列中对应激光波长则可找出对应的防护标号。对于激光脉冲宽度低于 10^{-6} s时，采用符号R表示，其它情况则用符号I表示。如果脉冲宽度长于表B. 1中标示的范围时，不能使用I对应的防护标号，只能使用根据第B. 3. 3. 3算出的激光模式D对应的防护标号。

计算修正系数 k ：

如果 ν 为激光器的重复频率，则对于照射时间所对应的总脉冲数计算如下：

$$N = \nu \times 5 \text{ s} \dots\dots\dots (B. 8)$$

式中： N ——激光脉冲数
 ν ——激光器的重复频率

而修正系数 k 则由公式(B. 4)算出。

连续的两个脉冲的时间间隔 $\delta T = 1/\nu$ ，如果 δT 大于由表B. 2给出的波长对应的单个脉冲的时间周期 T_i 时，只能使用公式(B. 5)计算。如果脉冲时间间隔低于 T_i 时，在 T_i 时间内所有的单个脉冲能量都要考虑，最大重复频率 ν_{max} 为 T_i 的倒数。在此情况下，单个激光脉冲的能量的修正系数分别使用 k 和附加系数 k_{Ti} ， k_{Ti} 要计算时间周期 T_i 内的所有脉冲数。

表B. 1 低于时间周期 T_i 内的所有单个脉冲能量都要计算，利用公式

(B.4) 计算最大重复频率 $\nu_{max}=1/T_i$

	T_i /[s]	ν_{max} /[Hz]
$400 \leq \lambda/\text{nm} < 1050$	18×10^{-6}	55.56×10^3
$1050 \leq \lambda/\text{nm} < 1400$	50×10^{-6}	20×10^3
$1400 \leq \lambda/\text{nm} < 1500$	10^{-3}	10^3
$1500 \leq \lambda/\text{nm} < 1800$	10	0.1
$1800 \leq \lambda/\text{nm} < 2600$	10^{-3}	10^3
$2600 \leq \lambda/\text{nm} < 10$	10^{-7}	10^7

B.3.3.3 平均功率方式的计算

激光光束的平均功率密度 E_m 由激光功率 P_m 和光束面积 A 导出如下:

$$E_m = \frac{P_m}{A} \dots\dots\dots (B.9)$$

式中: E_m ——功率密度
 P_m ——激光功率
 A ——光束面积

或者, 如果仅知道单个脉冲能量, 则为:

$$E_m = \frac{Q \times N / 5s}{A} \dots\dots\dots (B.10)$$

式中: E_m ——功率密度
 Q ——脉冲能量
 N ——激光脉冲数
 A ——光束面积

其中, N 为照射时间内的脉冲数, Q 为单个脉冲能量。对于规则脉冲的激光器, $N/5s$ 则是根据(B.5)得出的激光重复频率。

根据激光器波长, 所需的防护标号则可以从表B.1中D列导出。激光模式符号为D。

B.3.4 锁模脉冲激光模式 (M), 脉冲宽度 $<10^{-9}s$

B.3.4.1 概述

为确定防护标号主要采用两种判断方式: 脉冲方式和平均功率方式, 具体由下面给出。用脉冲方式导出对应激光模式M的防护标号, 再用平均功率方式导出激光模式D对应的防护标号, 在对脉冲激光模式进行安全要求分析时, 也要导出相应的激光模式D对应的防护标号。

B.3.4.2 脉冲方式的计算

B.3.4.2.1 波长范围: 从400nm至1400nm

本规程类似于第B.3.3.2节的描述。对于值 H 和 H' 中的最大数, 其相应波长对应的防护标号可由表B.1中M列得出。激光模式符号为M。

B.3.4.2.2 波长范围: 小于400nm, 大于1400nm

峰值功率密度是由单个脉冲的峰值功率 P_p 算出:

$$E_p = \frac{P_p}{A} \dots\dots\dots (B.11)$$

式中: E_p ——峰值功率密度
 P_p ——脉冲峰值功率
 A ——光束面积

对应相应激光器波长, 则可根据表B.1中M列得出所对应的防护标号。激光模式符号为M。

B.3.4.3 平均功率方式的计算

本规程类似于第B.3.3.3节的描述。

对应相应激光器波长，则可根据表B.1中D列导出所对应的防护标号。激光模式符号为D。

B.4 时间基数

表B.1所列的激光辐射防护不适用于被激光光束连续照射情况的防护。对于波长大于315nm的范围，对人眼的保护是通过控制防护镜的透过率使激光光强衰减到适当的范围，在5秒时间内的累积透射量不超过安全极限值（MPE）。小于315nm的其他波长则要按照30000秒内的累积透射量不超过安全极限值（MPE）。

本标准对所有激光波长的辐射阻挡能力的测试要求都是按5秒时间进行的。

在特殊情况下，对波长大于315nm激光辐射，如果用户可能出现长于5秒时间的激光照射，则根据EN60825-1:2007标准中相应的MPE值，要选择更高的防护标号。

B.5 设备中的滤光片

激光辐射防护滤光片可用于防护帘和激光设备中的观察窗。根据采用的时间基数（见第B.4节）和激光模式（见第4.4节），该类滤光片应主要用于意外辐射照射时的防护。

如果要求滤光片将激光辐射降低到对应于连续辐射的极限值以下（如图A.1所示），根据EN60825-1标准，滤光片的防护标号要选择适用防护标号中最高标号再大一个的防护标号进行防护。设备制造商应考虑保证对整个操作时间内对激光辐射的阻挡能力。