



中华人民共和国国家标准

GB/T 26332.4—2015/ISO 9211-4:2012

光学和光子学 光学薄膜 第4部分:规定的试验方法

Optics and photonics—Optical coatings—
Part 4: Specific test methods

(ISO 9211-4:2012, IDT)

2015-12-10 发布

2016-07-01 实施

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	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 试验要求	1
5 抗摩擦试验(试验方法 01:摩擦)	1
5.1 概述	1
5.2 试验条件	1
5.3 严酷等级(试验方法 01:摩擦)	2
5.4 恢复	2
5.5 评价	2
6 附着力试验(试验方法 02:附着力)	2
6.1 概述	2
6.2 试验条件	2
6.3 严酷等级(试验方法 02:附着力)	3
6.4 恢复	3
6.5 评价	3
7 划格试验(试验方法 03:划格测试)	3
7.1 概述	3
7.2 试验条件	3
7.3 试验	4
7.4 恢复	4
7.5 评价	4
8 溶解性试验(试验方法 04:溶解性)	4
8.1 概述	4
8.2 试验条件	4
8.3 严酷等级(试验方法 04:溶解性)	5
8.4 恢复	5
8.5 评价	5
9 环境试验代码	6
附录 A (规范性附录) 光学膜层摩擦试验的材料	7
附录 B (规范性附录) 光学膜层中度摩擦试验的脱脂棉纱布垫、盖垫及固定装置的准备	9
附录 C (资料性附录) 光学膜层的肉眼检验	11
参考文献	12

前 言

GB/T 26332《光学和光子学 光学薄膜》分为4个部分：

- 第1部分：定义；
- 第2部分：光学特性；
- 第3部分：环境适应性；
- 第4部分：规定的试验方法。

本部分为GB/T 26332的第4部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本部分使用翻译法等同采用ISO 9211-4:2012《光学和光子学 光学薄膜 第4部分：规定的试验方法》(英文版)。

与本部分中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

- GB/T 6031—1998 硫化橡胶或热塑性橡胶硬度的测定(10~100IRHD)(ISO 48:1994, IDT)
- GB/T 26332.1—2010 光学和光学仪器 光学薄膜 第1部分：定义(ISO 9211-1:1994, IDT)

本部分由中国机械工业联合会提出并归口。

本部分起草单位：沈阳仪表科学研究院有限公司、同济大学、浙江大学、大连化学物理研究所、沈阳汇博光学公司、杭州科汀光学技术有限公司、国家仪器仪表元器件质量监督检验中心。

本部分主要起草人：王瑞生、费书国、阴晓俊、王占山、程鑫彬、赵帅锋、马敬、章岳光、顾培夫、孙龙、胡雯雯、邓淦文、王锋、徐秋玲、殷波、高鹏、王忠连。

光学和光子学 光学薄膜

第4部分:规定的试验方法

1 范围

GB/T 26332 规定了在光学元器件及基片表面镀制的光学薄膜的应用功能分类、技术指标的标准表述形式、常规特性及试验测量方法,但不拟用于规定镀制方法。

本部分规定了在 GB/T 26332.3 中提到的光学薄膜环境适应性试验方法,这些方法在 GB/T 12085—2010 标准中没有描述。这些方法通常与 GB/T 26332.3—2015 附录 A 中的测试方法组成试验序列共同使用。

本部分不适用于眼科光学(眼镜)的光学薄膜。

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。

ISO 48 硫化橡胶或热塑性橡胶硬度测定(10 IRHD~100 IRHD)[Rubber, Vulcanized or thermoplastic—Determination of hardness(hardness between 10 IRHD and 100 IRHD)]

ISO 9211-1 光学和光子学 光学薄膜 第1部分:定义(Optics and optical instruments—Optical coatings—Part 1:Definitions)

ISO 29862 自粘胶带-抗剥离粘接力特性的测定(Self adhesive tapes—Determination of peel adhesion properties)

3 术语和定义

ISO 9211-1 界定的术语和定义适用于本文件。

4 试验要求

在对一个镀膜样品(元件或测试样品)进行任何试验或测量的前后,应将样品上的污垢、指印、油污等清洗干净。测试一般建议在样品镀膜后置于大气环境下至少 12 h 后进行,或由供求双方协商确定。

5 抗摩擦试验(试验方法 01:摩擦)

5.1 概述

这些试验的目的是评价元件和基片上光学膜层在环境大气环境中,在规定的摩擦条件下,其光学和物理性能所受影响的程度。

5.2 试验条件

5.2.1 概述

摩擦试验应使用满足 5.2 和 5.3 要求的膜层摩擦装置来进行。如果样品大小允许,一次摩擦的长度

应约为 20 mm。一次摩擦的定义:在被测样品表面的一个方向通过一次。一个往复定义:同一部位一个方向的一次摩擦和与它相反方向的一次摩擦。摩擦时应以往复模式操作。摩擦操作时,摩擦器的头应与试验表面近似垂直。被测样品应被紧固,以免在试验中发生滑动。

5.2.2 中度摩擦试验

摩擦头使用符合附录 A 中 A.1 要求的脱脂棉纱布制成的棉纱布垫包裹。棉纱布垫厚约 5 mm,宽约 10 mm。关于棉垫、盖垫和固定装置的说明参见附录 B。

5.2.3 重度摩擦试验

摩擦头应固定一块如附录 A 中 A.2 中所示的标准橡皮。橡皮应插到支撑物上,露出的长度不超过 3 mm。

可用干净的毛巾擦拭橡皮,但是不可使用溶剂。若怀疑橡皮嵌有异物,应将其在一块干净、光滑或磨毛的玻璃表面摩擦,以去掉异物。

5.3 严酷等级(试验方法 01:摩擦)

表 1 给出了摩擦试验方法 01 的严酷等级。

表 1 试验方法 01(摩擦)的严酷等级

严酷等级	01	02	03	04
摩擦头材料	脱脂棉纱布	脱脂棉纱布	橡皮	橡皮
摩擦次数	50(25 个往复)	100(50 个往复)	20(10 个往复)	40(20 个往复)
施于垂直膜层的压力	5 N±1 N	5 N±1 N	10 N±1 N	10 N±1 N

如要求摩擦次数更多,需附加对某一严酷等级摩擦次数倍数的说明。例如,对一个 150 次脱脂棉纱布摩擦的实验,可记为“严酷等级 01×3”;对一个 100 次的橡皮摩擦试验可记为“严酷等级 03×5”。

5.4 恢复

摩擦操作完成后,应按第 4 章中的要求清洁样品。

5.5 评价

应用肉眼在反射和/或透射光下直接检验样品表面膜层的物理损伤痕迹。检验方法参见附录 C 或 ISO 14997 的规定,也可由供求双方协商确定。应明确说明使用的检验方法。膜层不应有任何被破坏的痕迹,如有擦痕或脱膜。如果膜层有可见的微小划痕,并怀疑粗棉布或橡皮内部和(或)膜层内存有异物,应用新的粗棉布垫或橡皮在膜层表面的另一区域重新试验。

6 附着力试验(试验方法 02:附着力)

6.1 概述

该试验的目的是评价在大气环境中,在规定的拉伸应力或切变应力条件下,元件和基片上光学膜层的机械性能所受影响的程度。

6.2 试验条件

6.2.1 用于附着力测试的胶带应颜色透明,宽度为 12 mm~13 mm,当进行 ISO 29862 的试验方法 1,

180°剥离试验时,每 25 mm 长度在钢铁上能产生至少 9.8 N 的附着力。胶带应无变质的迹象,在以正常速率展开时,黏合面不出现偏移、裂纹或变形,胶带背面也没有破损或裂纹。胶带应没有裸点(无胶部位)、异物颗粒或任何影响使用或外观的缺陷。

6.2.2 如果样品的大小允许,把约 25 mm 长的胶带贴到膜层表面,预留足够长的胶带,确保可用拇指和另一个手指将其抓住。

6.2.3 把胶带紧贴在被镀膜表面。用手指沿胶带的非黏合表面平抹,确保胶带与样品充分接触,并挤走可能出现的气泡。

6.2.4 除非相关规范中另行规定,样品边缘 2 mm 内的任何地方不应粘胶带。

6.2.5 一只手固定住样品,另一只手抓住延伸到样品边缘之外的胶带末端。

6.2.6 以垂直于膜层表面的角度拉起胶带,拉起速率如表 2 所示。

6.3 严酷等级(试验方法 02:附着力)

表 2 试验方法 02(附着力)的严酷等级

严酷等级	01	02	03
拉起胶带的速率	缓慢($\approx 25 \text{ mm}/2 \text{ s} \sim 3 \text{ s}$)	快($\approx 25 \text{ mm}/\text{s}$)	疾速($\geq 25 \text{ mm}/\text{s}$)
注:“疾速”的拉起速率与手腕和手指的动作有关。			

6.4 恢复

评价之前不要清洗样品。

6.5 评价

应用肉眼在反射和(或)透射光下直接检验样品表面膜层的脱落痕迹。检验方法参见附录 C 或 ISO 14997 的规定,也可由供求双方协商确定。应明确说明所用的检验方法。样品不应有任何脱膜迹象。

除非相关标准另行规定,若样品符合相关规定的光学和其他环境适应性要求,膜层可见的褪色如污点、污迹、条痕、阴暗区可以接受。

7 划格试验(试验方法 03:划格测试)

7.1 概述

本试验的目的是评价元件和基片上的光学膜层被切割后(因应力畸变而影响附着力)其附着力特性所受影响的程度。

7.2 试验条件

7.2.1 使用切割工具[例如:剃刀刀片(适合于软质基片)或者金刚石制划线工具]划六道平行的划痕。如样品尺寸允许,划痕长约 15 mm~20 mm,间隔为 $1.5 \text{ mm} \pm 0.5 \text{ mm}$ 。划痕应完全划透膜层,但不要划入基片太深。旋转样品,以相同的方式再划六条与前述划痕正交的痕迹。检查划过后膜层是否有片状或其他不规则样式的剥落,并记录结果。

7.2.2 使用 6.2.1 中所述的胶带,按 6.2.2~6.2.6 的操作方式对划好格的膜层进行操作。

7.3 试验

按垂直于膜层表面的角度,以疾速速率(≥ 25 mm/s)移动胶带。

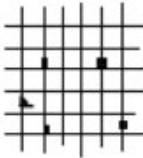
7.4 恢复

评价之前不要清洗样品。

7.5 评价

根据表 3 评价划格试验的结果。

表 3 试验方法 03(划格测试)的评价体系

分类	图片	描述
0	—	划痕的边缘完全没有改变;划痕面没有脱落
1		在交叉点部位出现小片状脱落;受影响的区域小于试验面积的 5%
2		在交叉点部位和顺着划痕的方向出现小片状脱落;受影响的区域为试验面积的 5%~15%
3		划痕块的某些部分脱落;受影响的区域为试验面积的 15%~35%
4		划痕块整体脱落;受影响的区域为试验面积的 35%~65%
5	—	片状脱落,比第 4 类严重

8 溶解性试验(试验方法 04:溶解性)

8.1 概述

本试验的目的是评价元件和基片上的膜层被浸入到蒸馏水或去离子水或盐溶液中时其光学和机械特性所受的影响程度。

8.2 试验条件

8.2.1 试验容器应为不与溶液发生反应的玻璃容器或陶瓷容器,容积应能将试验部分完全浸没。

8.2.2 使用固定装置将样品固定在试验容器中,固定装置应由不与溶液发生反应的物质[如聚四氟乙

烯(PTFE)或乙缩醛聚合物]制成。

8.2.3 用于试验的水应为蒸馏水或去离子水;在 $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度下,电阻率应不小于 $0.2\text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ 。

8.2.4 在 $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度下,水或盐溶液的 pH 应在 6.5 和 7.2 之间。只能用稀释的化学纯盐酸或化学纯氢氧化钠溶液调节 pH。pH 的测量可使用利用玻璃电极的电子测量方法,或用溴百里酚蓝作指示剂的比色法。

8.2.5 盐溶液应为在室温下把氯化钠溶解在水中得到浓度为 45 g/L 的溶液,氯化钠杂质含量不大于 1%。

8.2.6 循环试验包括将样品置于煮沸的蒸馏水或盐水中 2 min,然后立即放在室温温度的蒸馏水中冷却 1 min。

8.3 严酷等级(试验方法 04:溶解性)

试验方法 04 的严酷等级在表 4 中给定。

表 4 试验方法 04(溶解性)的严酷等级

严酷等级	浸泡时间	溶液
01	6 h	蒸馏水或去离子水
02	24 h	蒸馏水或去离子水
03	96 h	蒸馏水或去离子水
04	6 h	盐水
05	24 h	盐水
06	96 h	盐水
07	5 min	沸腾的蒸馏水或去离子水
08	15 min	沸腾的蒸馏水或去离子水
09	5 min	沸腾的盐水
10	15 min	沸腾的盐水
11	60 min	沸腾的盐水
12	2 min + 1 min	先在沸腾的蒸馏水或盐水 ^a 中浸泡,然后直接放入室温温度的蒸馏水
^a 操作者应注明所用的是蒸馏水还是盐水,以及所用的循环次数。		

8.4 恢复

浸泡操作完成后,对于浸泡在水溶液中取出的样品,应用一块洁净的软布擦干。对于浸泡在盐溶液中取出的样品,应先用温度不高于 $38\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的蒸馏水或去离子水轻轻洗净吸附的盐粒,然后再用一块洁净的软布擦干或用经过过滤的干燥氮气吹干。

8.5 评价

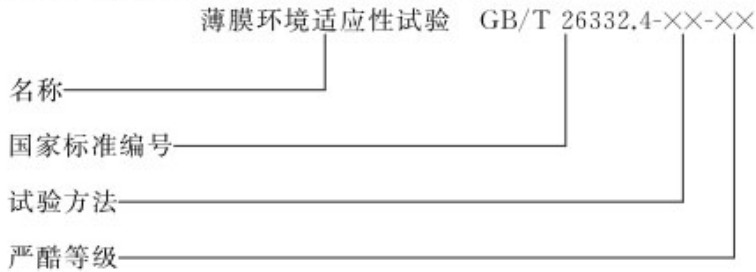
应用肉眼在反射和(或)透射光下直接检验样品表面的膜层,观察膜层是否有剥离、起皮、裂纹、起泡等缺陷的迹象。检验方法参见附录 C 或 ISO 14997 的规定,也可由供求双方协商确定。应明确说明所用的检验方法。膜层不应出现任何物理损伤迹象。

除非相关的规定中有其他要求,如果样品符合相关规定的光学和其他环境稳定性要求,膜层可见的

褪色如污点、污迹、条痕、阴暗区应可以接受。

9 环境试验代码

膜层环境适应性试验代码应以如下形式产生：



示例：附着力试验，严酷等级 03，可标记为：薄膜环境适应性试验 GB/T 26332.4-附着力-03

附录 A

(规范性附录)

光学膜层摩擦试验的材料

A.1 脱脂棉纱布材料

A.1.1 纱线

纱线应由棉花制成,不能是废料和填充料,原料应经过梳理、拉伸然后纺织成单纱。

A.1.2 经纱

纱布的经纱每 25 mm 应有 41~47 条纱线,纬纱每 25 mm 应有 33~39 条纱线。在 25 mm 见方的区域内共有 76~84 条纱线。质量应为每平方米 45 g~54 g。

A.1.3 类型

脱脂棉纱布应经过漂白。在使用之前,必须通过洗涤来完全去除胶粘剂,并进行干燥。

A.2 橡皮(橡胶-浮石)材料

A.2.1 概述

橡皮应为橡胶和研磨剂的均匀混合物,通过挤压制成。浮石的比重应不少于 15%。研磨剂应为细小颗粒,能 100%通过孔径为 45 μm 的筛子。配方中应不含任何能在样品表面残留的物质成分,以防止残留成分在接下来的摩擦试验中起到润滑作用。

A.2.2 硬度

成品橡皮两端的国际橡胶硬度标度(IRHD)都为 75 ± 5 ——与 ISO 48 一致。

A.2.3 加速老化

橡皮置于温度为 $70\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中 7 天后,硬度的变化不应超过 10IRHD。

A.2.4 形状和尺寸

橡皮的直径应为 6.5 mm~7 mm,以便于它能够牢固地安装在摩擦试验固定装置上,并能很好地承受摩擦力,如图 A.1 所示。插入摩擦试验固定装置内的长度要足够长,使其固定牢靠。橡皮露在外面的长度不应大于 3 mm。

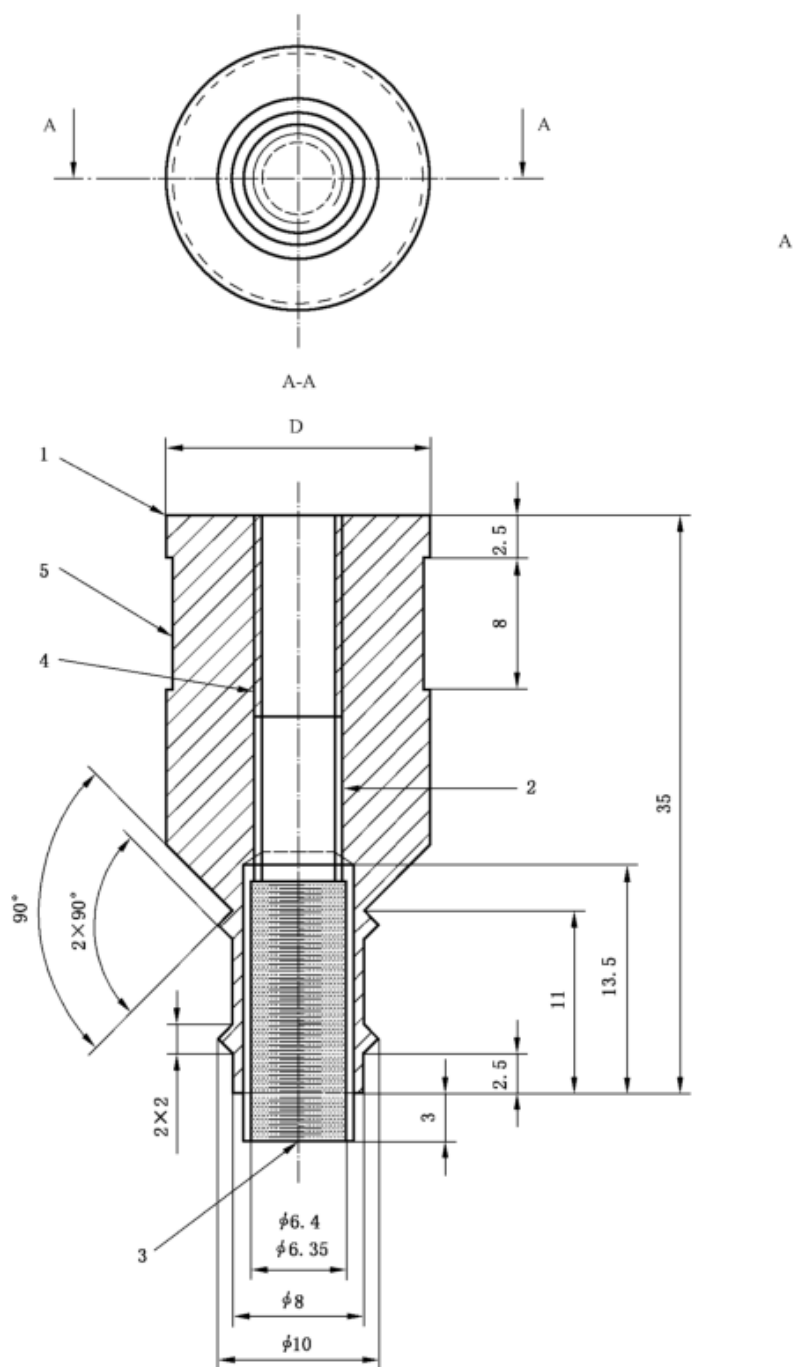
A.2.5 加工质量

橡皮应没有针孔、裂纹、裂口或异物,它们在使用中会影响摩擦效果。

A.2.6 储存

建议将橡皮保存在黑暗而干燥的环境中(相对湿度 $<60\%$),温度 $2\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

单位为毫米



说明:

- 1——摩擦试验固定装置;
2——橡皮定位螺钉;
3——符合附录 A 的橡皮;
4——定位螺钉的螺纹;
5——摩擦装置夹持部位。

注:除了橡皮的插孔外,其他所有尺寸符合自由公差。

图 A.1 摩擦试验固定装置和安装的橡皮

附录 B

(规范性附录)

光学膜层中度摩擦试验的脱脂棉纱布垫、盖垫及固定装置的准备

B.1 准备脱脂棉纱布垫

- B.1.1 戴上指套或由橡胶、乙烯基、腈等制成的手套。
- B.1.2 在工作台面上放一条洁净的棉线毛巾或洁净的棉纸。
- B.1.3 在使用前用异丙醇(IPA)清洗所有工具(剪刀、圆规和直径 11 mm 的打孔机)。
- B.1.4 将符合 A.1 要求的脱脂棉纱布裁剪并叠成 32 层。叠层的长度和宽度应足够在其上打出直径为 11 mm 的所需衬垫。当施加压力后,叠层大约 6 mm 厚。
- B.1.5 将一张洁净的纸对折。
- B.1.6 将叠好的脱脂棉纱布放入对折的纸上。
- B.1.7 在脱脂棉纱布的 4 个角上用订书器将纸和脱脂棉纱布叠层订牢,防止在打孔机运行中它们的运行不同步。
- B.1.8 将纸层覆盖的脱脂棉纱布叠层放在一块聚四氟乙烯或类似的物质上,然后将聚四氟乙烯放在打孔机的工作台上。
- B.1.9 将直径 11 mm 的空心冲头放在纸层覆盖的脱脂棉纱布叠层上。
- B.1.10 对叠层打孔。
- B.1.11 从脱脂棉纱布叠层上小心移走空心冲头。
- B.1.12 用木钉或类似设备从空心冲头内顶出脱脂棉纱布衬垫,该衬垫即制备完成。
- B.1.13 将完成的脱脂棉纱布衬垫小心放入洁净的容器中。
- B.1.14 重复 B.1.9~B.1.13 的步骤,制备所需的 脂棉纱布衬垫。

B.2 准备脱脂棉纱布盖垫及固定装置

- B.2.1 剪五块 50 mm×50 mm 见方的脱脂棉纱布。其中两块用于固定的盖垫,其余 3 块用作可更换的盖垫。
- B.2.2 拿掉直径 11 mm 脱脂棉纱布衬垫上的纸片,将衬垫放在用作固定盖垫的两块方形脱脂棉纱布中心。
- B.2.3 将 A.2 中指明的橡皮插入摩擦试验固定装置的顶端,留下 3 mm 的橡皮顶端外露。参见图 A.1。
- B.2.4 将衬垫和盖垫一起放在橡皮外露在摩擦试验固定装置部分的下方。
- B.2.5 将脱脂棉纱布盖垫围着摩擦测试固定装置的轴紧紧固定,固定方式为:将一个小皮套和一个直径为 11 mm 的 O 型皮圈套在轴上的两个隆起部位之间。
- B.2.6 均匀拉紧衬垫外围的盖垫 4 角,以使衬垫保持在橡皮下端的中心部位。
- B.2.7 绕着轴在两个隆起部位之间系一段牙线,用来固定衬垫的位置。
- B.2.8 裁去盖垫上位于定位设备以外,贴紧轴的多余部分。
- B.2.9 将 3 个可替换盖垫层置于原盖垫之上。
- B.2.10 将盖在原盖垫之上的 3 层盖垫固定好,固定方式为:使用一个小皮套置于轴的两个隆起部位之间。
- B.2.11 摩擦装置的粗棉布总外径约为 12 mm。橡皮接触部分直径约为 10 mm。

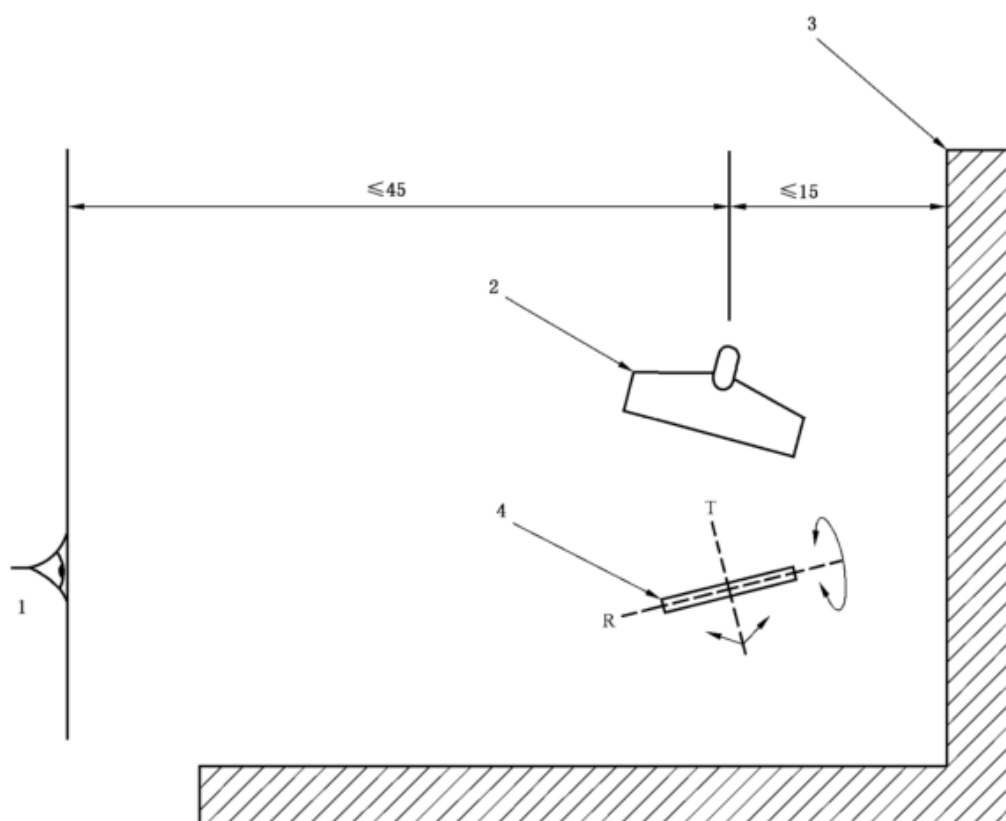
B.2.12 当外部的可替换盖垫层磨坏、变脏、或受到污染,将 3 层可替换盖垫层全部替换。固定盖垫和衬垫也可根据需要更换,但一般很少更换。

B.2.13 在每次使用之前,使用胶带粘一下橡皮头,去除松动的纤维和(或)污染物。

附 录 C
(资料性附录)
光学膜层的肉眼检验

肉眼检验光学膜层应采用两个冷白色 15 W 荧光灯泡作为光源。从膜层表面到眼睛的距离应不超过 45 cm。应在黑色无光背景下观察膜层表面。检查区除用于检验的光源外无其他光源。检验方法如图 C.1 所示。

单位为厘米



说明：

- 1 —— 观察者；
- 2 —— 商品化的固定装置，其上安装两个冷白色 15 W 荧光灯泡；
- 3 —— 黑色无光背景；
- 4 —— 样品；
- R —— 反射检查；
- T —— 透射检查。

注：箭头表示样品可以移动、倾斜和旋转，以便于观察到膜层表面的损伤情况。

图 C.1 检验方法

参 考 文 献

- [1] GB/T 26332.3 光学和光子学 光学薄膜 第3部分:环境适应性
 - [2] GB/T 12085.1—2010 光学和光学仪器 环境试验方法 第1部分:术语、试验范围
 - [3] ISO 14997 光学和光子学 光学零件表面缺陷的试验方法
-

中 华 人 民 共 和 国

国 家 标 准

光学和光子学 光学薄膜

第4部分:规定的试验方法

GB/T 26332.4—2015/ISO 9211-4:2012

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址:www.gbl68.cn

服务热线:400-168-0010

010-68522006

2015年11月第一版

*

书号:155066·1-52616

版权专有 侵权必究



GB/T 26332.4-2015