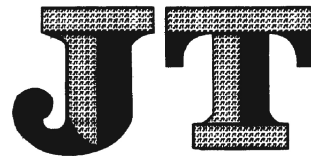


ICS 93.080.01

CCS P 66



# 中华人民共和国交通运输行业标准

JT/T 690—2022

代替 JT/T 689—2007、JT/T 690—2007、JT/T 691—2007

## 逆反射体光度性能测量方法

Test method for photometric characteristics of retroreflectors



2022-09-13 发布

2022-12-13 实施

中华人民共和国交通运输部 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 绝对测量法 .....	2
6 相对测量法 .....	5
附录 A(资料性) 共平面几何逆反射系数测量方法 .....	8
附录 B(资料性) 水平涂层逆反射亮度系数测量方法 .....	12



## 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 JT/T 689—2007《逆反射系数测试方法 共平面几何法》、JT/T 690—2007《逆反射体光度性能测试方法》、JT/T 691—2007《水平涂层逆反射亮度系数测试方法》。本文件以 JT/T 690—2007 为主，整合了 JT/T 689—2007 和 JT/T 691—2007，与 JT/T 690—2007 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 增加了逆反射体光度性能测量方法分类(见第4章)；
  - 更改了测量方法的内容，按测量原理分为绝对测量法和相对测量法(见第5章、第6章，2007年版的第4章、第5章、6.1.3、6.3 和第7章)；
  - 增加了共平面几何逆反射系数测量方法和水平涂层逆反射亮度系数测量方法(见附录A、附录B)。
- 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。

本文件由全国交通工程设施(公路)标准化技术委员会(SAC/TC 223)提出并归口。

本文件起草单位：交通运输部公路科学研究所、中路高科交通检测检验认证有限公司、国家道路与桥梁工程检测设备计量站。

本文件主要起草人：何华阳、苏文英、薛瑛琪、韩晓坤、彭道月、王蕊、郭东华、王玮、冷正威、朱静。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 2007年首次发布为 JT/T 690—2007；
- 本次为第一次修订，并入了 JT/T 689—2007 和 JT/T 691—2007 的内容(JT/T 689—2007 和 JT/T 691—2007 均为 2007 年首次发布)。



# 逆反射体光度性能测量方法

## 1 范围

本文件规定了逆反射体光度性能测量的分类,以及绝对测量法和相对测量法。  
本文件适用于对逆反射体光度性能的测量。

## 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。

JT/T 688 逆反射术语

## 3 术语和定义

JT/T 688 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 逆反射元 **retroreflective element**

产生逆反射的最小光学单元。

[来源:JT/T 688—2022,3.2]

### 3.2

#### 逆反射体 **retroreflector**

具有逆反射性能的反光面或器件。

[来源:JT/T 688—2022,3.4]

### 3.3

#### 圆形孔径 **circular aperture**

圆形孔面的直径或张角。

### 3.4

#### 光源孔径 **source aperture**

从逆反射体中心到光源的出射光阑或光瞳的直径或张角。

### 3.5

#### 接收器孔径 **receiver aperture**

从逆反射体中心到接收器的入射光阑或光瞳的直径或张角。

### 3.6

#### 逆反射元孔径 **retroreflector element aperture**

从接收器中心看到的逆反射元表面的直径或张角。

### 3.7

#### 反射照度 **reflected illuminance**

垂直于观测轴平面上的接收器所测量到的照度。



### 3.8

#### 共平面几何 coplanar geometry

逆反射体轴、照明轴和观测轴位于同一平面的逆反射几何条件。

## 4 分类

### 4.1 分类依据

逆反射体光度性能测量方法按测量原理分为绝对测量法和相对测量法。

### 4.2 绝对测量法

4.2.1 绝对测量法包括直接发光强度法、直接照度法(含比率法)和直接亮度法。

4.2.2 直接发光强度法采用照度计测量逆反射体表面的法向照度( $E_{\perp}$ ),采用发光强度测试仪测量逆反射体的发光强度。

4.2.3 直接照度法采用照度计测量逆反射体表面的法向照度( $E_{\perp}$ ),采用微弱光照度计测量逆反射体的反射照度( $E_r$ )。当使用同一台照度计测量法向照度和反射照度时,又称为比率法。直接照度法在共平面几何条件下逆反射系数的测量方法见附录 A,对于水平涂层逆反射亮度系数的测量方法见附录 B。

4.2.4 直接亮度法采用照度计测量逆反射体表面的法向照度( $E_{\perp}$ ),采用亮度计测量逆反射体的亮度,普遍用于对水平涂层材料的测量。当试样为漫反射体时,可用亮度计测量并计算得出漫反射体的照度,测量几何条件应为 $0^{\circ}/45^{\circ}$ 。

### 4.3 相对测量法

4.3.1 相对测量法主要为替代法,分为逆反射标准器替代法和漫反射标准器替代法。相对测量法是一种比较测量方法,适用于需要对同类试样进行大量测试的情况。便携式逆反射测量仪、车载式逆反射测量仪的测量一般采用相对测量法。

4.3.2 逆反射标准器替代法依赖于带有逆反射量值(逆反射系数、逆反射亮度系数或发光强度系数)的逆反射体。该逆反射体可以是参考标准或工作标准。使用该方法时,一般要求逆反射标准器的测量尺寸、颜色和特性值和待测逆反射体相近。

4.3.3 漫反射标准器替代法依赖于漫反射体提供的准逆反射量值(准逆反射系数、准逆反射亮度系数或准发光强度系数)。

## 5 绝对测量法

### 5.1 基本条件

5.1.1 测量仪器包括照度计、光接收器、投射光源、角度计-试样架和接收器-光源支架等。

5.1.2 测量仪器均应经过校准。但当光接收器同时作为照度计使用时,光接收器无须校准,而应在测量范围内具有良好的线性度,且当光接收器重新通电前后测量结果的重复性小于 $\pm 0.3\%$ 时,在测量过程中光接收器应保持通电。

5.1.3 测量仪器的观测角、标准圆形孔径和单个逆反射元孔径应符合表1的要求。

注:测量仪器的标准圆形孔径包括光源孔径和接收器孔径。

5.1.4 测量区域是测量逆反射体的工作暗区。为减小杂散光的影响,试样后面应为黑色平整背景,光泽度宜小于4%;遮光板应放置在投射光源和试样之间;角度计的各部件及反射杂散光的其他表面(如墙体、地板以及天花板等)均应涂成黑色。

表 1 测量仪器光学元件孔径

单位为度

观测角	0.1	0.2	0.33	$\geq 1.0$
标准圆形孔径	$0.05 \times (1 \pm 8\%)$	$0.1 \times (1 \pm 8\%)$	$0.167 \times (1 \pm 8\%)$	$0.333 \times (1 \pm 8\%)$
单个逆反射元孔径	$\leq 0.01$	$\leq 0.02$	$\leq 0.04$	$\leq 0.08$

5.1.5 观测距离和照明距离的误差应在  $\pm 0.05\%$  范围内。

## 5.2 测量仪器

### 5.2.1 照度计

照度计的相对示值误差不应大于  $\pm 4\%$ ,  $V(\lambda)$  匹配误差 ( $f'_1$ ) 不应大于  $6\%$ , 余弦特性误差不允许大于  $4\%$ , 非线性误差不允许大于  $\pm 1\%$ 。

### 5.2.2 光接收器

光接收器应满足:

- 光接收器装有  $V(\lambda)$  滤光器, 使光接收器的光谱响应度与 CIE 明视觉光谱光视效率相匹配, 其匹配误差 ( $f'_1$ ) 不应大于  $5\%$ 。
- 在测量范围内, 光接收器稳定性和线性误差不大于  $1\%$ 。测量投射光源和逆反射光时读数可分辨工作量程的  $1/50$ 。
- 光接收器装有限制逆反射角向集光能力的装置, 如光阑或物镜和孔径。测量时对视场进行限制, 将杂散光的影响减小到可以忽略的水平。测量水平涂层材料时, 包括整个试样或照射区域的视场被限制在一个最小的孔径内。使用物镜时, 在测量距离处可聚焦。光接收器的孔径角由对试样的张角确定。

### 5.2.3 投射光源

5.2.3.1 光源为均匀照明的投射源, 其光功率的分布应符合 CIE 标准 A 光源的要求。投射光源装有一个可调节的光阑或可替换的通光孔径。在整个测量期间其变化不应大于  $1\%$ 。

5.2.3.2 投射光源的相关色温一般宜为  $2856\text{ K} \pm 50\text{ K}$ 。

5.2.3.3 投射光源的出口孔径和试样照明范围的尺寸和形状应符合相关规定。通过孔径的光辐照强度均匀。

### 5.2.4 角度计-试样架(试样夹)

5.2.4.1 角度计-试样架应能夹持符合规定要求的试样。

5.2.4.2 角度  $\beta_1$  和  $\beta_2$  设定的误差应小于  $0.1^\circ$ , 旋转角度  $\theta$  的误差应小于  $\pm 0.2^\circ$ 。

### 5.2.5 接收器-光源支架

接收器-光源支架用来精确设定投射光源和光接收器的空间位置, 从而确定观测角。接收器-光源支架有时被视为观测角定位器 (OAP)。接收器和光源间的定位误差应控制在接收器孔径角的  $1\%$  以内。在  $10\text{ m}$  处, 标准孔径为  $0.1^\circ$  时的定位误差应为  $\pm 0.001^\circ$  或  $0.17\text{ mm}$ 。

## 5.3 测量试样

5.3.1 测量时试样应包括整个逆反射体。

5.3.2 大的逆反射体的测量可以通过平均其各个部分的测量值来实现。

#### 5.4 测量方法

5.4.1 选择适合的最小孔径,满足从光接收器中可观测到整个逆反射体,也可从逆反射体观测到光源。

5.4.2 将照度计的入射孔径放置在试样位置,用照度计取代试样来测量试样表面的法向照度,记为  $m_2$  (即  $E_{\perp}$ )。

5.4.3 将照度计和试样放回到原来的位置,用光接收器(微弱光照度计或发光强度测试仪、亮度计)测量试样的反射照度(或发光强度、亮度),记为  $m_1$  (或  $I_1, L_1$ )。

5.4.4 用一个形状和面积与试样相同、其表面光泽度不会影响读数的黑色表面来取代试样,测量杂散光的大小。黑色表面的光泽度宜小于4%。从读数  $m_1$  (或  $I_1, L_1$ ) 中减去杂散光读数  $m_0$  (或  $I_0, L_0$ ),得到  $m'_1$  (或  $I, L$ )。

5.4.5 直接发光强度法采用式(1)计算发光强度系数,采用式(2)计算逆反射系数,采用式(3)和式(4)计算逆反射亮度系数。

$$R_1 = \frac{I}{E_{\perp}} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- $R_1$  ——发光强度系数,单位为坎德拉每勒克斯(cd/lx);
- $I$  ——在光接收器位置测量的试样的发光强度,单位为坎德拉(cd);
- $E_{\perp}$  ——垂直于入射光方向的平面上的光照度,单位为勒克斯(lx)。

$$R_{\lambda} = \frac{I}{AE_{\perp}} \dots\dots\dots(2)$$

式中:

- $R_{\lambda}$  ——逆反射系数,单位为坎德拉每勒克斯平方米[cd/(lx·m<sup>2</sup>)];
- $A$  ——试样的面积,单位为平方米(m<sup>2</sup>)。

$$R_L = \frac{I}{AE_{\perp} \cos v} \dots\dots\dots(3)$$

式中:

- $R_L$  ——逆反射亮度系数,单位为坎德拉每平方米勒克斯[cd/(m<sup>2</sup>·lx)];
- $v$  ——视角。

$$\cos v = \cos(\beta_1 - \alpha) \cos \beta_2 \dots\dots\dots(4)$$

式中:

- $\beta_1$  ——垂直入射角,单位为度(°);
- $\alpha$  ——观测角,单位为度(°);
- $\beta_2$  ——水平入射角,单位为度(°)。

5.4.6 直接照度法采用式(5)计算发光强度系数,采用式(6)计算逆反射系数,采用式(7)计算逆反射亮度系数,采用式(8)计算线逆反射系数,采用式(9)计算逆反射因数,采用式(10)计算每单位立体角的光通量系数。

$$R_1 = \frac{m'_1 d^2}{m'_2} \dots\dots\dots(5)$$

式中:

- $m'_1$  ——光接收器位置的反射照度(减去散光),单位为勒克斯(lx);
- $d$  ——观测距离,单位为米(m);

$m'_2$ ——试样垂直于入射光方向的平面上的光照度(减去散光),单位为勒克斯(lx)。

$$R_A = \frac{m'_1 d^2}{m'_2 A} \quad \dots\dots\dots(6)$$

$$R_L = \frac{m'_1 d^2}{m'_2 A \cos v} \quad \dots\dots\dots(7)$$

$$R_M = \frac{m'_1 d^2}{m'_2 l} \quad \dots\dots\dots(8)$$

式中:

$R_M$ ——线逆反射系数,单位为坎德拉每勒克斯米[cd/(lx·m)];

$l$ ——线性测量器的长度,单位为米(m)。

$$R_F = \frac{\pi m'_1 d^2}{m'_2 A \cos \beta \cos v} \quad \dots\dots\dots(9)$$

式中:

$R_F$ ——逆反射因数;

$\beta$ ——入射角,单位为度(°)。

$$R_\Phi = \frac{m'_1 d^2}{m'_2 A \cos \beta} \quad \dots\dots\dots(10)$$

式中:

$R_\Phi$ ——每单位立体角的光通量系数,单位为坎德拉每流明(cd/lm)。

5.4.7 直接亮度法采用式(11)或式(12)计算逆反射亮度系数。

$$R_L = \frac{L}{E_1} \quad \dots\dots\dots(11)$$

式中:

$L$ ——在光接收器位置测量的试样的亮度,单位为坎德拉每平方米(cd/m<sup>2</sup>)。

$$R = \frac{\beta L}{\pi L_s} \quad \dots\dots\dots(12)$$

式中:

$\beta$ ——亮度因数;

$L_s$ ——光源直射时,45°视角的完全漫反射体的亮度,单位为坎德拉每平方米(cd/m<sup>2</sup>)。

## 6 相对测量法

### 6.1 测量仪器

6.1.1 测量仪器一般为便携式逆反射测量仪或车载式逆反射测量仪,一般由光源、光接收器、光学系统、数据处理单元、电源和机壳等部分组成。

6.1.2 光源可以采用卤素灯、激光、氙灯、LED等。当仅使用白色逆反射标准器或漫反射标准器测量不同颜色的试样时,应使用标准A光源,相关色温应为2856 K ± 50 K。

6.1.3 光接收器具有满足测量要求的灵敏度和量程, $V(\lambda)$ 匹配误差( $f'_1$ )不应大于8%。

**注1:**光学控制:该方法中经常使用准直光路,光源和光接收器都位于光度元件的焦距上,减小测量距离并保证孔径角不变。



注2:角度控制:可使用高质量的反射镜或透镜等光学器件。如未使用准直光路而将光程缩短,可给出每个光学元件的最大孔径角的限制。对于准直光路,当光学元件处于无穷远处时,其孔径大小可不受限制。

注3:光谱控制:由于工作标准应和试样颜色相似或相同,所以系统的光谱要求不是特别重要。但可对工作标准进行阶段性再校准,以补偿其老化损失。

## 6.2 测量方法

6.2.1 根据绝对测量法或者用一个校准过的参考标准确定标准器的特性值。

6.2.2 将标准器放在平台上,用测量仪器读取  $m_1(\text{std})$ ,再将试样放在平台上,用测量仪器读取  $m_1(\text{test})$ 。

6.2.3 采用式(13)计算发光强度系数。

$$R_1 = \left[ \frac{m_1(\text{test})}{m_1(\text{std})} \right] \times R_1(\text{std}) \quad \dots\dots\dots(13)$$

式中:

$m_1(\text{test})$ ——使用试样得到的光接收器的读数(未经校准的),以相应的单位表示;

$m_1(\text{std})$ ——使用工作标准或参考标准得到的光接收器的读数(未经校准的),以相应的单位表示;

$R_1(\text{std})$ ——工作标准或参考标准的发光强度系数(和固定的测量条件相关),单位为坎德拉每勒克斯(cd/lx)。

6.2.4 采用式(14)计算逆反射系数。

$$R_A = \left[ \frac{A(\text{std})m_1(\text{test})}{A(\text{test})m_1(\text{std})} \right] \times R_A(\text{std}) \quad \dots\dots\dots(14)$$

式中:

$A(\text{std})$ ——工作标准或参考标准的逆反射面积,单位为平方米( $\text{m}^2$ );

$A(\text{test})$ ——试样的逆反射面积,单位为平方米( $\text{m}^2$ );

$R_A(\text{std})$ ——工作标准或参考标准的逆反射系数(和固定的测量条件相关),单位为坎德拉每勒克斯平方米[ $\text{cd}/(\text{lx} \cdot \text{m}^2)$ ]。

6.2.5 采用式(15)计算逆反射亮度系数。

$$R_L = \left[ \frac{A(\text{std})m_1(\text{test})}{A(\text{test})m_1(\text{std})} \right] \times R_L(\text{std}) \quad \dots\dots\dots(15)$$

式中:

$R_L(\text{std})$ ——工作标准或参考标准的逆反射亮度系数(和固定的测量条件相关),单位为坎德拉每平方米勒克斯[ $\text{cd}/(\text{m}^2 \cdot \text{lx})$ ]。

6.2.6 采用式(16)计算线逆反射系数。

$$R_M = \left[ \frac{l(\text{std})m_1(\text{test})}{l(\text{test})m_1(\text{std})} \right] \times R_M(\text{std}) \quad \dots\dots\dots(16)$$

式中:

$l(\text{std})$ ——工作标准或参考标准的长度,单位为米(m);

$l(\text{test})$ ——试样的长度,单位为米(m);

$R_M(\text{std})$ ——工作标准或参考标准的线逆反射系数(和固定的测量条件相关),单位为坎德拉每勒克斯米[ $\text{cd}/(\text{lx} \cdot \text{m})$ ]。

6.2.7 采用式(17)计算逆反射因数。

$$R_F = \left[ \frac{A(\text{std})m_1(\text{test})}{A(\text{test})m_1(\text{std})} \right] \times R_F(\text{std}) \quad \dots\dots\dots(17)$$

式中:

$R_F(\text{std})$ ——工作标准或参考标准的逆反射因数(和固定的测量条件相关)。

6.2.8 采用式(18)计算每单位立体角的光通量系数。

$$R_{\Phi} = \left[ \frac{A(\text{std}) m_1(\text{test})}{A(\text{test}) m_1(\text{std})} \right] \times R(\text{std}) \quad \dots\dots\dots(18)$$

式中:

$R(\text{std})$ ——工作标准或参考标准的每单位立体角的光通量系数(和固定的测量条件相关),单位为坎德拉每流明(cd/lm)。



## 附录 A

(资料性)

## 共平面几何逆反射系数测量方法

## A.1 仪器

## A.1.1 组成

测量仪器包括:投射光源、接收器、角度计-试样架和接收器-光源支架等。

## A.1.2 投射光源

光源为投射型,其条件为:

- 试样表面的法向照度一般宜为 10 lx;
- 光源为非偏振光,相关色温为  $2\,856\text{ K} \pm 50\text{ K}$ ,其光谱功率分布与 CIE 标准 A 光源相符;
- 出射光孔为标准的圆形孔,出射光均匀,当观测角( $\alpha$ )的范围为  $0.2^\circ \leq \alpha \leq 2.0^\circ$  时,出射光直径为  $26\text{ mm} \pm 2\text{ mm}$  或  $52\text{ mm} \pm 2\text{ mm}$ ,等效于 15 m 或 30 m 的测量距离处  $0.1^\circ$  的视场角;当观测角范围为  $0.1^\circ \leq \alpha \leq 0.2^\circ$  时,出射光直径为  $13\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$  或  $26\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ ,等效于 15 m 或 30 m 的测量距离处的视场角为  $0.05^\circ$ ;
- 光源稳定性:测量期间,测量表面的照度的变化不大于  $\pm 1\%$ ;
- 照射均匀性:垂直于光源,试样表面照度的均匀性不大于  $\pm 5\%$ 。

## A.1.3 接收器

接收器应满足:

- 响应度:能分辨工作量程的  $1/50$ ,光谱响应度与 CIE 1931 明视觉标准观察者相匹配,对偏振光不敏感。
- 稳定性:测量期间,在光源稳定条件下,接收器的信号波动不大于  $\pm 1\%$ 。
- 线性:不大于  $\pm 1\%$ 。可使用修正因子,保证线性响应。
- 视域:不大于测量样品上的投射面积。
- 接收器入射孔为标准的圆形孔,当观测角范围在  $0.2^\circ \leq \alpha \leq 2.0^\circ$  时,入射光直径为  $26\text{ mm} \pm 2\text{ mm}$  或  $52\text{ mm} \pm 2\text{ mm}$  时,等效于 15 m 或 30 m 的测量距离处的入射角为  $0.1^\circ$ ;当观测角范围在  $0.1^\circ \leq \alpha \leq 0.2^\circ$ ,入射光直径为  $13\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$  或  $26\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$  时,等效于 15 m 或 30 m 的测量距离处的入射角为  $0.05^\circ$ 。
- 使用挡板限制视场范围,使整个试样完全置于视场内,同时要减少杂散光,使背景光小于能接收到的最小读数的 5%。

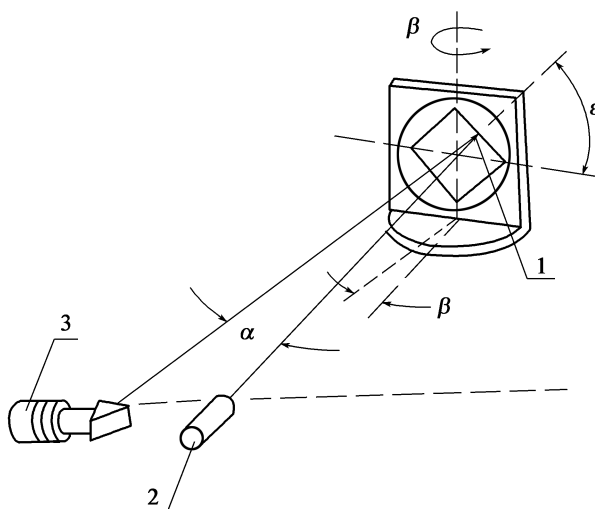
注:用 10 lx 的入射照度,从一个测量面积为  $200\text{ mm}^2$ 、逆反射系数为  $1\text{ cd}/(\text{lx} \cdot \text{m}^2)$  的逆反射体上反射到接收器上的垂直照度约为  $1.8 \times 10^{-3}\text{ lx}$ 。

## A.1.4 角度计-试样架

角度计-试样架(图 A.1)应满足:

- 如无特别指定,设定入射角分量  $\beta_1$ ;
- 样品定位时,调整样品表面入射角,入射角的精度控制在其余角的 0.5% 内(例如,入射角为  $30^\circ$  时,精度为  $\pm 0.005 \times 60^\circ = \pm 0.3^\circ$ );

- c) 能固定 200 mm<sup>2</sup>的试样;
- d) 支架及试样边缘不产生反射;
- e) 试样架上有替代样品安装光度探测器的装置。



标引序号和符号说明:

- $\alpha$ ——观测角;    1——基准标记;
- $\beta$ ——入射角;    2——接收器;
- $\epsilon$ ——旋转角;    3——投射光源。

图 A.1 角度计-试样架示意图

#### A.1.5 接收器-光源支架

支架应满足:

- a) 能支撑接收器和光源。在观测位置上,接收器相对于光源的位置在 0.2°到 2.0°范围可调;
- b) 光源出射孔径与接收器入射孔径之间距离的精度为  $\pm 0.1$  mm。

#### A.1.6 测量区域

测量区域应满足:

- a) 投射光源和试样之间距离为 15 m 或 30 m,测量精确到  $\pm 0.01$  m;
- b) 使用无光泽的黑色涂料、黑色幕布、黑色纸带或其他方法消除杂散光。

### A.2 试样

A.2.1 试样尺寸为  $(200 \text{ mm} \pm 100 \text{ mm}) \times (200 \text{ mm} \pm 100 \text{ mm})$ ,当单个测量试样的面积较小时,宜由几块相同方位的试样组合成 200 mm  $\times$  200 mm 大小。

A.2.2 单卷反光膜进行测量时,应在反光膜对角线的左、中、右抽取三块试样,并在试样上做好基准标记。

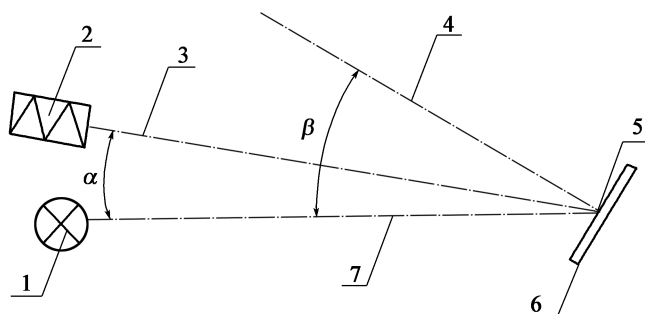
A.2.3 测量时试样应平直,将试样置于一测量平板上,或采用胶带纸、喷雾状黏结剂、机械方法和真空方法等,使试样平直地黏附在角度计-试样架上。

A.2.4 当实验室之间进行比对试验时,试样上标注逆反射体的基准标记,以保证实验室测量时采用相同的方位,即在试样背面作出指向中心的箭头。基准标记标示出 0°旋转角。

### A.3 测量方法

A.3.1 按图 A.2 布置测量仪器。试样置于试样架上,使试样的中心位置与光源出射孔之间的距离为

15 m ± 0.2 m 或 30 m ± 0.5 m, 测量距离精确到 ± 0.01 m, 记录此读数  $d$ 。调整试样支架至零位, 使测量表面垂直于光源(即  $0^\circ$  入射角)。由光源出射孔、接收器入射孔和试样中心所确定的平面垂直于试样表面。



标引序号和符号说明:

- |                 |           |            |
|-----------------|-----------|------------|
| $\alpha$ ——观测角; | 2——接收器;   | 5——逆反射体中心; |
| $\beta$ ——入射角;  | 3——观测轴;   | 6——逆反射体;   |
| 1——投射光源;        | 4——逆反射体轴; | 7——照明轴。    |

图 A.2 共平面测量结构示意图

A.3.2 光源应校准到与 CIE 标准 A 光源的光谱分布相匹配, 记录使用的电流或电压值并使其在整个测量过程保持恒定。

A.3.3 用接收器代替试样, 在四个有代表性的占总面积四分之一的等面积上, 即从 200 mm 试样中心位置向左或向右 75 mm, 向上或向下 75 mm, 进行入射照度的测量。在测量时, 光源出射孔在接收器视场中心, 接收器入射孔通过试样中心位置并垂直于光源。记录四个读数的平均值作为初始的入射照度  $m_2$ 。各个读数对平均值的变化不大于 ± 5%。

A.3.4 接收器放回观测位置, 调整入射孔与光源出射孔之间的距离, 得到所需观测角。

A.3.5 试样支架置于所需入射角的位置上。入射角分为分量  $\beta_1$  和  $\beta_2$ , 本文件中涉及的入射角  $\beta_2 = 0^\circ$ 。

A.3.6 当试样装在支架上时, 试样将处于接收器中心位置并完全置于接收器的视场内, 用黑色平面代替试样, 测量背景光  $m_b$ 。

A.3.7 用试样取代黑色平面, 记录第一次逆反射读数, 根据要求作线性修正, 并记录为  $m_1$ 。

A.3.8 测量  $m_1$  时旋转角的规定如下:

- a) 如指定了旋转角, 在此旋转角下进行测量, 测量结果记录为  $m_1$ ;

注: 一个指定的旋转角, 通常意味着逆反射材料在某一特定方位上使用。

- b) 如未指定旋转角, 测量时旋转角取  $0^\circ$  和  $90^\circ$ , 测量结果的平均值记录为  $m_1$ ;

- c) 如未指定旋转角, 且无基准标记, 则需以  $15^\circ$  的间隔在  $0^\circ \sim 345^\circ$  的范围上进行测量 ( $m_1$  测量 24 次), 按用户要求记录其平均值  $m_1$  或者最小值  $m_1$ ;

- d) 进行实验室间比对时, 在有基准标记的试样上, 取  $0^\circ$  和  $90^\circ$  旋转角进行测量, 两个测量值的平均值记录为  $m_1$ 。

A.3.9 调整入射角, 重复 A.3.6 ~ A.3.8 的操作。

A.3.10 若要求改变观测角, 将接收器移到另一个预定的位置, 并重复 A.3.6 ~ A.3.9 的操作, 得到一系列的  $m_b$  和  $m_1$  读数。

A.3.11 当一组逆反射光的读数完成后, 按 A.3.3 取得四个另外的入射照度读数, 当四个最后读数与四个初始的读数比较时, 其差值不能大于 1%。取八个照度读数的平均读数。若要求做线性修正, 则修正后记为  $m_2$ 。

A.3.12 测定试样表面实际有效的逆反射面积( $A$ ),单位为平方米( $m^2$ ),精确到 $\pm 0.5\%$ 。

#### A.4 计算

A.4.1 在每个试样和每组入射角和观测角的测量条件下,反光膜的逆反射系数按式(A.1)计算:

$$R_A = \frac{(m_1 - m_b)d^2}{(m_2 - m_b)A} \dots\dots\dots(A.1)$$

式中:

$R_A$ ——逆反射系数,单位为坎德拉每勒克斯平方米[ $cd/(lx \cdot m^2)$ ];

$m_1$ ——在观测位置上逆反射试样的读数,单位为勒克斯( $lx$ );

$m_b$ ——背景读数,单位为勒克斯( $lx$ );

$d$ ——测量距离,单位为米( $m$ );

$m_2$ ——试样上垂直于光源的平均照度读数,单位为勒克斯( $lx$ );

$A$ ——试样面积,单位为平方米( $m^2$ )。

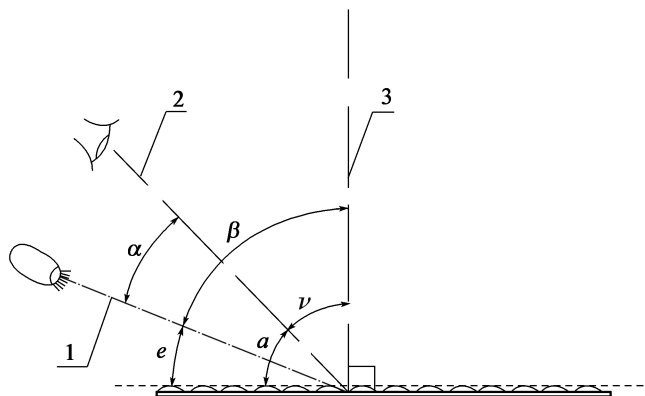
A.4.2 取试样的平均值为最终测量结果。



附录 B  
(资料性)  
水平涂层逆反射亮度系数测量方法

### B.1 测量几何关系

水平涂层样品测量几何关系见图 B.1。



标引序号和符号说明：

$\alpha$ ——观测角；  $a$ ——余视角； 2——观测轴；  
 $\beta$ ——入射角；  $e$ ——余入射角； 3——逆反射体轴。  
 $\nu$ ——视角； 1——照明轴；

注：逆反射体轴、照明轴和观测轴位于同一平面上。

图 B.1 水平涂层样品测量几何关系

### B.2 测量仪器

#### B.2.1 组成

测量仪器包括：投射光源、光接收器、角度计-试样架和接收器-光源支架等。

#### B.2.2 投射光源

光源为投射型,其条件为：

- a) 色温为  $2856\text{ K} \pm 50\text{ K}$ ,其光谱功率的分布符合 CIE 标准 A 光源的要求；
- b) 光源入射角接近  $90^\circ$ ；
- c) 出射光孔:15 m 的测量距离光孔直径不大于 43 mm,30 m 的测量距离光孔直径不大于 86 mm；
- d) 照射面积:投射仪在样品上的照射能够仅使测量样品和极少的背景受到照射；
- e) 光源稳定性:测量期间,测量表面的照度的改变不大于  $\pm 1\%$ ；
- f) 照射均匀性:测量距离下,垂直于光源,样品表面获得的照度的变化不大于  $\pm 5\%$ 。

#### B.2.3 光接收器

光接收器应满足：

- a) 响应度:计数刻度的分辨率至少为 1/50；
- b) 光谱反应度:与 CIE 标准明视觉观测器的响应相对应；

- c) 稳定性:测量期间,接收器的信号波动不大于  $\pm 1\%$ ;
- d) 线性度:读数范围内的光度刻度的线性度不大于  $\pm 1\%$ ;
- e) 视域:不大于测量样品上的投射面积;
- f) 接收器相对于光源的位置在  $0.2^\circ \sim 2.0^\circ$  范围内可调。

#### B.2.4 角度计-试样架

角度计-试样架应保证入射角的精度为其余角的  $0.5\%$ 。

#### B.2.5 接收器-光源支架

能支撑光接收器和光源,并能将光接收器和光源分开。光源出射孔与光接收器入射孔的分离准确度为  $\pm 1\text{ mm}$ 。

#### B.2.6 测量区域

B.2.6.1 测量区域足够黑,以便杂散光不会影响测量结果。

B.2.6.2 角度计-试样架和接收器-光源支架的距离一般为  $15\text{ m}$  或  $30\text{ m}$ 。

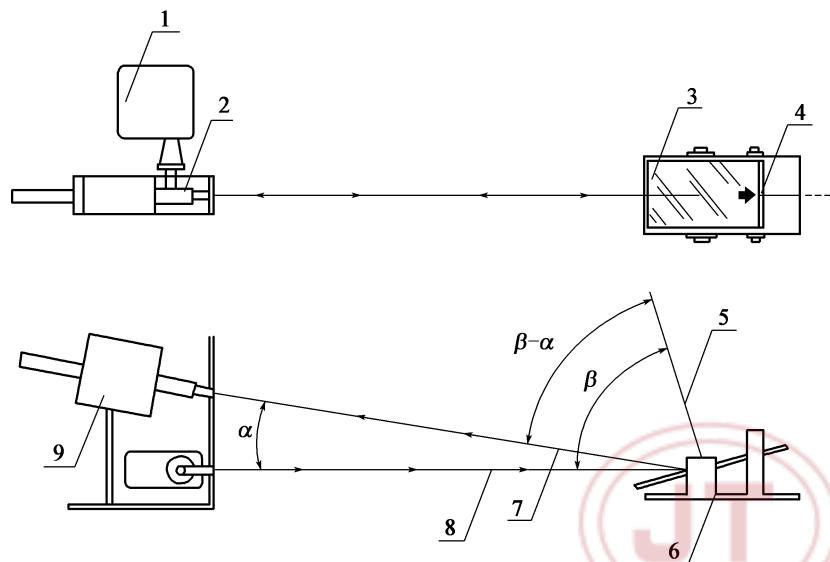
#### B.3 试样的制备

B.3.1 试样的面积通常为  $100\text{ mm} \times 500\text{ mm}$  或约为  $0.05\text{ m}^2$ 。

B.3.2 将试样涂覆或粘接到铝板或其他合适的基材上,使试样平整,便于测量。

#### B.4 测量方法

B.4.1 按图 B.2 布置测量仪器。试样置于角度计-试样架上,使试样的中心与光源出射光孔的距离为  $15\text{ m}$  或  $30\text{ m}$ ,测量距离精确到  $\pm 10\text{ mm}$ 。



标引序号说明:

- |                        |            |           |          |
|------------------------|------------|-----------|----------|
| $\alpha$ ——观测角;        | 1——投射光源;   | 4——基准点;   | 7——观测轴;  |
| $\beta$ ——入射角;         | 2——光源直角棱镜; | 5——逆反射体轴; | 8——照明轴;  |
| $\beta - \alpha$ ——视角; | 3——测量样品;   | 6——样品架;   | 9——光接收器。 |

图 B.2 测量仪器的布设



- B.4.2 调整角度计-试样架到零点位置,使测量表面对光源成掠射角,即入射角为 90°。测量表面的法线在光源和接收器的同侧。
- B.4.3 用光接收器取代样品,使接收器光孔在垂直于光源的平面上,该平面通过测量样品的中心,且光源出射光孔在光接收器视野的中心。
- B.4.4 测定并记录五个等间距处(样品放回时测相同点)的照度测量值,将五个读数的平均值作为入射光照度测量值  $m_2$ 。每次读数不能大于平均值的  $\pm 5\%$ 。投射器出射光孔方向以外的背景光小于  $m_2$  的 0.1%。
- B.4.5 将光接收器放回零点位置,调节接收器的入射孔和光源出射光孔的距离以获得所需的观测角。
- B.4.6 设置角度计-试样架使测量表面获得所需的入射角。
- B.4.7 调节光接收器测量背景光  $m_b$ 。
- B.4.8 将试样安放到角度计-试样架上,记录逆反射光读数  $m_1$ 。
- B.4.9 当将样品以其他任意位置放置来测量时,在样品上设置一个箭头。箭头远离光源,认为旋转角为 0°,箭头指向光源,旋转角为 180°。当沿逆反射体轴到逆反射体中心观察样品时,逆时针旋转方向为正(见图 B.2)。
- B.4.10 测定测量表面实际有效的逆反射面积( $A$ ),单位为平方米( $m^2$ ),精确到  $\pm 0.5\%$ 。

**B.5 计算**

按式(B.1)计算逆反射表面的逆反射亮度系数( $R_L$ ):

$$R_L = \frac{(m_1 - m_b) d^2}{(m_2 - m_b) A \cos(\beta - \alpha)} \times 1000 \quad \dots\dots\dots(B.1)$$

式中:

- $R_L$ ——逆反射亮度系数,单位为毫坎德拉每平方米勒克斯[ mcd/( $m^2 \cdot lx$ )];
- $m_b$ ——背景读数,单位为勒克斯(lx);
- $m_1$ ——观测位置测得的逆反射测量表面的读数,单位为勒克斯(lx);
- $m_2$ ——测量表面垂直于光源的平均读数,单位为勒克斯(lx);
- $d$ ——测量距离(15 m 或 30 m),单位为米(m);
- $A$ ——测量面积,单位为平方米( $m^2$ );
- $\beta$ ——入射角,单位为度( $^\circ$ );
- $\alpha$ ——观测角,单位为度( $^\circ$ )。

