
JJF

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF xxxx—xxxx

眩光测量仪校准规范

Calibration Specification for Glare Meter

(征求意见稿)

××××—××—××发布

××××—××—××实施

国家市场监督管理总局发布

眩光测量仪校准规范

Calibration Specification

for Glare Meter

JJF ××××-××××

本规范经国家市场监督管理总局于xxxx年 xx月xx日批准，并自
xxxx年xx月xx日起施行。

归口单位：全国光学计量技术委员会

主要起草单位：陕西省计量科学研究院

中国计量科学研究院

中国测试技术研究院

参加起草单位：苏州市计量测试院

陕西省计量科学研究院

深圳华萤光电技术有限公司

本规范委托全国光学计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

李 奕 （陕西省计量科学研究院）

姜晓梅 （中国计量科学研究院）

苏昌林 （中国测试技术研究院）

参加起草人：

黎 俊 （苏州市计量测试院）

张晓颖 （陕西省计量科学研究院）

刘玉龙 （苏州市计量测试院）

黄艳珊 （深圳华萤光电技术有限公司）

目 录

引 言.....	IV
1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 术语和计量单位.....	1
3.1 眩光源	1
3.2 背景亮度	1
3.3 古斯位置指数	1
3.4 统一眩光值 (UGR)	2
3.5 阈值增量 (TI)	3
3.6 眩光值 (GR)	3
4 概述.....	5
5 计量特性.....	6
6 校准条件.....	6
6.1 环境条件.....	6
6.2 校准用设备.....	6
7 校准项目和校准方法.....	7
7.1 校准项目.....	7
7.1.1 亮度相对示值误差.....	7
7.1.2 统一眩光值示值误差.....	7
7.1.3 阈值增量示值误差.....	7
7.1.4 眩光值示值误差	7
7.2 校准方法.....	7
7.2.1 亮度相对示值误差.....	7
7.2.2 统一眩光值示值误差.....	8
7.2.3 阈值增量示值误差.....	8
7.2.4 眩光值示值误差	9
8 校准结果表述.....	9
9 复校间隔时间.....	10
附录 A.....	11
附录 B.....	13
附录 C.....	15

引 言

JJF 1071—2010 《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001—2011 《通用计量术语及定义》、JJF 1032—2005 《光学辐射计量名词术语及定义》、JJF 1059.1—2012 《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑校准规范制修订工作的基础性系列规范。

本规范为首次制定。

眩光测量仪校准规范

1 范围

本规范适用于测量参数为统一眩光值（Unified Glare Rating，简称 UGR）、阈值增量（Threshold increment，简称 TI）和眩光值（Glare Rating，简称 GR）等眩光测量仪的校准。

2 引用文件

GB 50034 - 2013 《建筑照明设计标准》

GB/T 5700-2008 《照明测量方法》

GB/Z 26212-2010 / CIE 117 - 1995 《室内照明不舒适眩光》 /
《Discomfort glare in interior lighting》

CJJ 45 - 2015 《城市道路照明设计标准》

JGJ 153 - 2016 《体育场馆照明设计及检测标准》

JGJ/T 163 - 2008 《城市夜景照明设计规范》

CIE 140 - 2019 《Road Lighting Calculations, 2nd Edition》

凡注明日期的引用文件，以此日期版本适用于本规范，否则只有其最新版本（包括所有的修改版）适用于本规范。

3 术语和计量单位

3.1 眩光源 glare source

处于视觉环境中的引起人眼不舒适感甚至导致人眼丧失视觉功能的照明装置。

3.2 背景亮度 background luminance

背景亮度是除眩光源外，视野环境内的均匀亮度。

3.3 古斯位置指数 Guth position index

通过对位置指数表的数据进行插值获得，位置指数表的参数 T/R 和 H/R 的定义如图 1 所示，以观察者为基点建立坐标系 (R, T, H) ，假设视线是水平的， R 是投影到视线上的距离， T 是相对视线的水平偏移量， H 是观察者眼睛上方的高度，所有的坐标都是以眩光源为中心的。

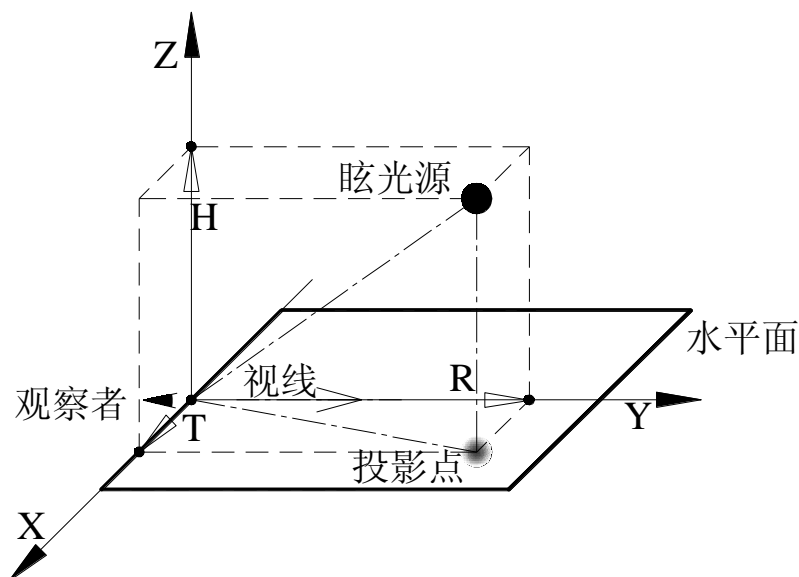


图 1 以观察者为基点的位置指数坐标系 (R, T, H) ，
比率 T/R 和 H/R 是以眩光源为中心确定的

3.4 统一眩光值 (UGR) unified glare rating (UGR)

度量处于视觉环境中照明装置发出的光对人眼引起不舒适感主观反应的心理参量，其值可按照 CIE 统一眩光值公式计算。统一眩光值 (UGR) 应按下式进行计算：

$$UGR = 8 \lg \frac{0.25}{L_b} \sum \frac{L_a^2 \cdot \omega}{P^2} \quad (1)$$

$$\omega = \frac{A_p}{r^2} \quad (2)$$

式中：

L_b —— 背景亮度 (cd/m^2)；

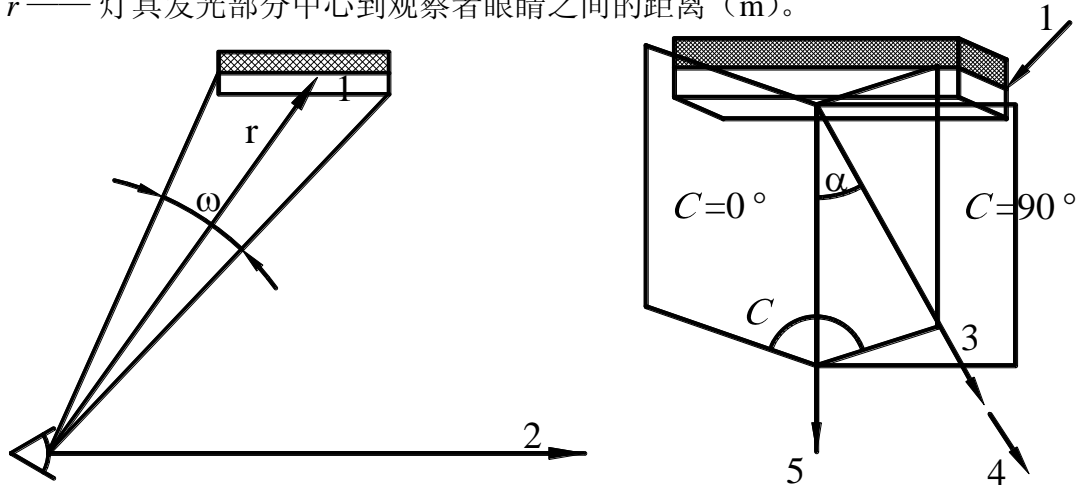
ω —— 每个灯具发光部分对观察者眼睛所形成的立体角 (sr) (图 2- a);

L_a —— 灯具在观察者眼睛方向的亮度 (cd/m^2) (图 2- b);

P —— 每个单独灯具的位置指数。

A_p —— 灯具发光部分在观察者眼睛方向的表观面积 (m^2);

r —— 灯具发光部分中心到观察者眼睛之间的距离 (m)。



(a) 灯具与观察者关系示意图 (b) 灯具发光中心与观察者眼睛连线方向示意图

图 2 统一眩光值计算参数示意图

1 —— 灯具发光部分; 2 —— 观察者眼睛方向; 3 —— 灯具发光中心与观察者眼睛连线; 4 —— 观察者; 5 —— 灯具发光表面法线

3.5 阈值增量 (TI) Threshold increment (TI)

阈值增量 (TI) 是国际照明委员会 (CIE) 推荐使用的户外道路照明眩光评价指标, 其计算公式如下式所示:

$$\begin{aligned}
 TI &= 65 \cdot \frac{L_v}{L_{av}^{0.8}} \quad (L_{av} \leq 5 \text{cd}/\text{m}^2) \\
 TI &= 95 \cdot \frac{L_v}{L_{av}^{1.05}} \quad (L_{av} > 5 \text{cd}/\text{m}^2)
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

其中

$$L_v = \sum_{k=1}^n L_{v,k}
 \tag{4}$$

式中:

TI —— 阈值增量;

- L_{av} —— 可看到的路面的平均亮度 (cd/m^2);
- L_v —— 初始等效光幕亮度 (cd/m^2);
- $L_{v,k}$ —— 第 k 个眩光源产生的初始等效光幕亮度 (cd/m^2);
- k —— 第 k 个眩光源;
- n —— 眩光源总数量 (个)。

第 k 个眩光源对初始等效光幕亮度 $L_{v,k}$ 的贡献可通过公式 8 或 9 计算:

$$L_{v,k} = 9.86 \cdot \left[1 + \left(\frac{A}{66.4} \right)^4 \right] \frac{E_k}{\theta_k^2} \quad (1.5^\circ \leq \theta_k \leq 60^\circ) \quad (5)$$

$$L_{v,k} = 5 \cdot \left[1 + \left(\frac{A}{62.5} \right)^4 \right] \cdot \frac{E_k}{\theta_k^2} + 10 \cdot \frac{E_k}{\theta_k^3} \quad (0.1^\circ < \theta_k \leq 1.5^\circ) \quad (6)$$

式中:

- $L_{v,k}$ —— 第 k 个眩光源产生的初始等效光幕亮度 (cd/m^2);
- E_k —— 第 k 个眩光源处于初始状态下在观察者眼睛中心的照度 (lx);
- K —— 视线与观察者眼睛和第 k 个眩光源的中心之间连线的角度 ($^\circ$);
- A —— 观察者的年龄 (岁)。

3.6 眩光值 (GR) Glare Rating (GR)

度量室外体育场和其他室外场地照明装置对人眼引起不舒适感主观反应的心理参量, 其值可按 CIE 眩光值公式计算。

$$GR = 27 + 24 \lg \left(\frac{L_{vl}}{L_{ve}^{0.9}} \right) \quad (7)$$

$$L_{vl} = 10 \sum_{i=1}^n \frac{E_{eyei}}{\theta_i^2} \quad (8)$$

$$L_{ve} = 0.035 L_{av} \quad (9)$$

$$L_{av} = E_{horav} \cdot \frac{\rho}{\pi \Omega_0} \quad (10)$$

式中:

- L_{vl} —— 由灯具发出的光直接射向眼睛所产生的光幕亮度 (cd/m^2);

- L_{ve} —— 由环境引起直接入射到眼睛的光所产生的光幕亮度 (cd/m^2);
- E_{eyei} —— 观察者眼睛上的照度, 该照度是在视线的垂直面上, 由第 i 个光源所产生的照度 (lx);
- θ_i —— 观察者视线与第 i 个光源入射在眼上方所形成的角度 ($^\circ$);
- n —— 光源总数;
- L_{av} —— 可看到的路面的平均亮度 (cd/m^2);
- E_{horav} —— 照射场地的平均水平照度 (lx);
- ρ —— 漫反射时区域反射比;
- Ω_0 —— 1 个单位立体角 (sr).

4 概述

眩光测量仪通常由经过畸变修正的鱼镜头或具备空间扫描拼接功能的图像亮度计和图像分析软件组成, 可以测量环境中的亮度分布和空间角度位置关系。通过对视觉环境中的亮度分布、灯具与视线夹角和古斯位置指数对应关系的分析, 得到照明环境的眩光量值 (UGR、TI 和 GR)。

眩光校准装置是校准眩光测量仪的标准器, 通过一个确定亮度值的规则面板提供均匀亮度背景, 并且保证均匀亮度背景充满被测仪器视场, 在其上面按一定规律布置多个可调亮度值的眩光源, 如图 3 所示, 通过改变眩光源亮度实现不同的眩光量值 (UGR、TI 和 GR)。

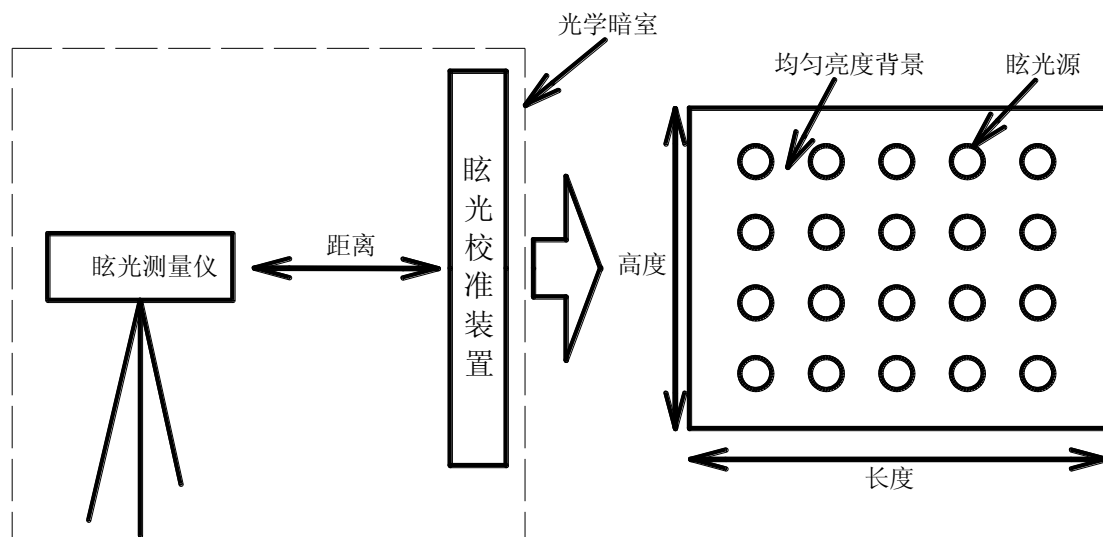


图 3 眩光校准装置示意图

5 计量特性

眩光测量仪的计量特性包括：亮度相对示值误差、统一眩光值（UGR）示值误差、阈值增量（TI）示值误差、眩光值（GR）示值误差。详见表 1。

表 1 眩光测量仪校准项目

序号	校准项目	计量特性	校准范围
1	亮度相对示值误差	$\pm 2.5\%$	$\leq 5000 \text{ cd/m}^2$
2	统一眩光值（UGR）示值误差	± 1	≤ 30
3	阈值增量（TI）示值误差	$\pm 1\%$	$\leq 25\%$
4	眩光值（GR）示值误差	± 2	≤ 60

注：以上指标不适用于合格性判别，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度： $(23 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$ ；湿度： $\leq 80\% \text{ RH}$ 。

6.1.2 实验室应为光学暗室，且无其他杂散光影响。

6.1.3 校准现场不应有影响测量的振动干扰。

6.2 校准用设备

校准用测量设备应经计量技术机构检定或校准，具有有效的检定证书或校准证书。

6.2.1 眩光校准装置

- a. 亮度范围： $(5 \sim 5000) \text{ cd/m}^2$ ；
- b. 亮度相对扩展不确定度： $U_{\text{rel}} = 3\% \text{ (} k=2\text{)}$ ；
- c. 眩光源亮度均匀度： $\geq 95\%$ ；
- d. 统一眩光值 UGR 调整范围： $10 \sim 30$ ；
- e. 统一眩光值 UGR 扩展不确定度： $U = 1.0 \text{ (} k=2\text{)}$ ；

- f. 阈值增量 TI 调整范围：5 %～25 %；
- g. 阈值增量 TI 扩展不确定度： $U = 1.0\%$ ($k=2$)；
- h. 眩光值 GR 调整范围：20～60；
- i. 眩光值 GR 扩展不确定度： $U = 2.0$ ($k=2$)；

6.2.2 辅助调整装置

三脚架或者调整台，用于眩光测量仪的安装和调整。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

7.1.1 亮度相对示值误差

7.1.2 统一眩光值（UGR）示值误差

7.1.3 阈值增量（TI）示值误差

7.1.4 眩光值（GR）示值误差

注：校准项目根据被校仪器类型及客户需要校准。

7.2 校准方法

校准前检查仪器应有如下标记：仪器名称、型号、编号、制造厂、生产日期；仪器不应有影响仪器正常使用的缺陷；仪器的光、机、电等零部件应接触良好、牢固可靠，显示字符清晰完整；光学镜头表面无污染、无擦伤、无划痕。

7.2.1 亮度相对示值误差

将被校眩光测量仪安装在测量工位，调整使仪器镜头的几何中心至空间基准点位置，使仪器测量画面的中心对准眩光校准装置中指示位置。设置各个眩光源（ i 个眩光源）亮度至各自标准亮度值 L_i ，使用被校仪器测量各个眩光源亮度示值，作为被校示值 L'_i ，则亮度相对示值误差由公式（14）计算得到：

$$\Delta L_{i\max} = \frac{L'_i - L_i}{L_i} \times 100\% \quad (11)$$

式中：

L_i —— 各眩光源亮度标准值 (cd/m^2);

L'_i —— 各眩光源亮度被校示值 (cd/m^2);

$\Delta L_{i\max}$ —— 亮度相对示值误差最大值。

设置不同的亮度标准值 L_i ，需要覆盖眩光校准装置亮度的主要量程。

7.2.2 统一眩光值 (UGR) 示值误差

在统一眩光值 (10~30) 的校准范围内, 选取不少于 6 个点作为统一眩光值校准点, 各个校准点 j 应均匀间隔分布。在每个校准点标准值 UGR_i ($i=1,2,3$) 分别设置 3 个不同亮度组合的眩光标准场, 每个标准场测量 1 次, 得同一校准点的 3 个实测值 UGR'_i 。取最大值作为此校准点 j 的示值误差 $\Delta UGR_{j\max}$, 由公式 (12) 表示。

$$\Delta UGR_{j\max} = UGR'_i - UGR_i \quad (i=1,2,3) \quad (12)$$

式中:

UGR_i —— 第 j 个校准点在第 i 个标准场统一眩光值标准值;

UGR'_i —— 第 j 个校准点在第 i 个标准场中统一眩光值实测值;

$\Delta UGR_{j\max}$ —— 第 j 个校准点统一眩光值示值误差。

7.2.3 阈值增量 (TI) 示值误差

在阈值增量 (5%~25%) 的校准范围内, 选取不少于 5 个点作为阈值增量校准点, 各个校准点 j 应均匀间隔分布。在每个校准点标准值 TI_i ($i=1,2,3$) 分别设置 3 个不同亮度组合的阈值增量标准场, 每个标准场测量 1 次, 得同一校准点的 3 个实测值 TI'_i 。取最大值作为此校准点 j 的示值误差 $\Delta TI_{j\max}$, 由公式 (13) 表示。

$$\Delta TI_{j\max} = TI'_i - TI_i \quad (i=1,2,3) \quad (13)$$

式中:

TI_i —— 第 j 个校准点在第 i 个标准场阈值增量标准值;

TI'_i ——第 j 个校准点在第 i 个标准场中阈值增量实测值；

$\Delta TI_{j\max}$ ——第 j 个校准点阈值增量示值误差。

7.2.4 眩光值 (GR) 示值误差

为了覆盖眩光校准装置的校准范围，同时参考各照明质量评价标准中对眩光值的限值要求，最终选择 30、40 和 55 作为眩光值校准点。

在眩光值 (20~60) 的校准范围内，选取不少于 6 个点作为眩光值校准点，各个校准点 j 应均匀间隔分布。在每个校准点标准值 GR_i ($i=1,2,3$) 分别设置 3 个不同亮度组合的眩光值标准场，每个标准场测量 1 次，得同一校准点的 3 个实测值 GR'_i 。取最大值作为此校准点 j 的示值误差 $\Delta GR_{j\max}$ ，由公式 (14) 表示。

$$\Delta GR_{j\max} = GR'_i - GR_j \quad (i=1,2,3) \quad (14)$$

式中：

GR_j ——第 j 个校准点在第 i 个标准场眩光值标准值；

GR'_i ——第 j 个校准点在第 i 个标准场中眩光值实测值；

$\Delta GR_{j\max}$ ——第 j 个校准点眩光值示值误差。

8 校准结果表述

校准结果应在校准证书或校准报告上反映，校准证书校准原始记录格式见附录 A，校准证书内页推荐格式见附录 B。校准证书应至少包括以下信息：

- a) 标题，如“校准证书”或“校准报告”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点(如果与实验室的地址不同)；
- d) 证书或报告的唯一性标识(如编号)，每页及总页数的标识；
- e) 送校单位的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校

对象的接收日期；

- h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对抽样程序进行说明；
- i) 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- k) 校准环境的描述；
- l) 被校仪器工作的波长范围；
- m) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识，以及签发日期；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书或报告的声明。

9 复校间隔时间

眩光测量仪的复校时间间隔建议为 1 年。由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的，因此送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。如果对仪器的检测数据有怀疑或仪器更换主要部件及修理后应对仪器重新校准。

附录 A

眩光测量仪校准原始记录推荐格式

原始记录编号		证书编号	
仪器名称		型号/规格	
制造厂		出厂编号	
送校单位		电话	
地址		联系人	
校准依据		收样日期	年 月 日
校准地点		校准日期	年 月 日
校准使用的器具		编号	
标准器具证书号		标准器具有效期至	年 月 日
实验室环境条件	温度: °C	湿度: %RH	

1. 使用前检查:
2. 亮度相对示值误差:

亮度标准值(cd/m ²)	亮度测量值(cd/m ²)	亮度相对示值误差

3. UGR 示值误差:

UGR 标准值	UGR 测量值	UGR 示值误差

4. TI 示值误差:

TI 标准值	TI 测量值	TI 示值误差

5. GR 示值误差:

GR 标准值	GR 测量值	GR 示值误差

校准员:

核验员:

附录 B

眩光测量仪校准证书内页推荐格式

校准结果

1. 亮度示值误差:

亮度标准值(cd/m ²)	亮度测量值(cd/m ²)	亮度相对示值误差 (%)

2. UGR 示值误差:

UGR 标准值	UGR 测量值	UGR 示值误差

3. TI 示值误差:

TI 标准值	TI 测量值	TI 示值误差

4. GR 示值误差:

GR 标准值	GR 测量值	GR 示值误差

以下空白

附录 C

眩光测量仪的测量不确定度评定示例

E.0 概述:

依据《眩光测量仪校准规范》中的校准方法,用眩光校准装置,对 1 台眩光测量仪在某个校准点校准结果的不确定度进行评定。眩光测量仪的不确定度来源主要有:测量亮度的标准器上级溯源不确定度、光学测量设备的安装(距离和角度),几何量的测量,背景光和眩光源的亮度均匀性及稳定性、眩光源与测量点之间的相对位置、环境杂散光以及测量重复性。以阈值增量的限值 15% 为例,分析其测量不确定度。

E.1 测量方法:

调节眩光测量仪,测量待校准的眩光测量仪与眩光校准装置之间的相对位置和角度。打开眩光校准装置,预热 30 分钟。启动眩光测量仪测量眩光校准装置产生的眩光,读取并记录仪器示值,重复测量 3 次,用公式(E1)计算出每一个校准点的能见度相对示值误差。

E.2 测量模型:

示值误差表示为

$$\Delta TI = \overline{TI} - TI_s$$

$$\overline{TI} = \frac{\sum_{i=1}^3 TI_i}{3} \quad (E1)$$

式中: ΔTI ——某校准点的阈值增量(TI)示值误差;

\overline{TI} ——某校准点 3 次测量的阈值增量(TI)平均值,

TI_s ——某校准点的阈值增量(TI)标准值。

灵敏系数:

对(E1)式求偏导数 有 $\partial TI = \partial \overline{TI} - \partial TI_s$

即 $c_1 = 1, c_2 = -1$

E.3 输入量的标准不确定度评定:

E.3.1 $u_{(\overline{TI})}$ 的来源主要是被校仪器的测量重复性,它反映了各种随机因素的综合影响。因此采用 A 类方法评定。

校准装置按要求调整后，连续测量被校仪器 10 次，读取被校仪器的显示值，测量结果列于表 1。

表 C1 测量结果

测量次数	15 % 校准点
1	15.1 %
2	14.6 %
3	15.7 %
4	15.9 %
5	15.5 %
6	15.2 %
7	15.3 %
8	14.9 %
9	15.1 %
10	15.5 %
\bar{E}	15.3 %
$\sum(\bar{Tl} - Tl_i)^2$	1.3 %
$s(Tl) = \sqrt{\frac{\sum(\bar{Tl} - Tl_i)^2}{n-1}}$	0.38 %

按本规程规定，每个校准点重复测量 3 次，取平均值作为测量结果，则可得到：（被校仪器分辨力为满量程的 0.1 %或 0.01 %，其引入的不确定度分量约为 0.029 %或 0.0029 %，小于重复性所引入的不确定度分量，故不考虑仪器分辨力所引入的不确定度分量）

$$u_{(\bar{Tl})} = \frac{s(Tl)}{\sqrt{3}}$$

即眩光测量仪重复性测量引入的标准不确定度： $u_{(\bar{Tl})} = 0.22\%$

其自由度为： $\nu = n - 1 = 10 - 1 = 9$

E.3.2 输入量的标准不确定度 $u_{(Tl)}$ 的评定

$u_{(Tl)}$ 的不确定度主要来源于上级检定部门检定证书，用 B 类方法评定。

E.3.2.1 上级量传值的不确定度

由亮度计上级溯源证书得到，亮度测量的扩展不确定度 $U_{rel} = 0.6\%$, $k = 2$ 。则眩光校

准装置的标准不确定度为： $u_{(Tl)} = 0.3\%$

$$\text{估计 } \frac{\Delta u_{(T1_1)}}{u_{(T1_1)}} = 0.2, \text{ 则自由度为: } \nu(T1_1) = \frac{1}{2} \left[\frac{\Delta u_{(T1_1)}}{u_{(T1_1)}} \right]^{-2} = 12$$

E.3.2.2 眩光源均匀性带来的不确定度

由眩光校准装置眩光源均匀性引入的标准不确定度 $u_{(T12)}$, 估计其最大可达 0.2%, 此项服从均匀分布, 则此标准不确定度为:

$$u_{(T12)} = \frac{0.2\%}{\sqrt{3}} = 0.12\%$$

由于此项目不确定度是按眩光源均匀性的最大变化量计算的, 则认为:

$$\nu_{(T12)} \rightarrow \infty$$

E.3.2.3 眩光源稳定性引入的标准不确定度

由眩光校准装置眩光源稳定性引入的标准不确定度 $u_{(T13)}$, 估计其最大变化量之绝对值为 0.4%, 此项服从三角分布, 则此标准不确定度为:

$$u_{(T13)} = \frac{0.4\%}{\sqrt{6}} = 0.16\%$$

由于此项目不确定度是按眩光源稳定性的最大变化量计算的, 则认为:

$$\nu_{(T13)} \rightarrow \infty$$

E.3.2.4 背景亮度均匀性引入的标准不确定度

由眩光校准装置背景亮度均匀性引入的标准不确定度 $u_{(T14)}$, 估计其最大变化量之绝对值为: 0.2%, 此项服从均匀分布, 则此标准不确定度为:

$$u_{(T14)} = \frac{0.2\%}{\sqrt{3}} = 0.12\%$$

此项目不确定度是按背景亮度均匀性的最大变化量计算的, 则认为:

$$\nu_{(T14)} \rightarrow \infty$$

E.3.2.5 背景亮度稳定性引入的标准不确定度

由眩光校准装置背景亮度稳定性引入的标准不确定度 $u_{(T15)}$, 估计其最大变化量之绝对值为 0.2%, 此项服从三角分布, 则此标准不确定度为:

$$u_{(T15)} = \frac{0.2\%}{\sqrt{6}} = 0.082\%$$

此项目不确定度是按背景亮度稳定性的最大变化量计算的, 则认为:

$$\nu_{(T15)} \rightarrow \infty$$

E.3.2.6 环境杂散光引入的标准不确定度

环境杂散光对背景亮度和眩光源亮度的测量都会有影响，由于背景亮度较低，杂散光对它的影响较大，但是眩光源亮度整体较高，杂散光对它的影响不显著。因此，只考虑杂散光对背景亮度的影响。由环境杂散光引入的标准不确定度 $u_{(T16)}$ ，估计其最大变化量之绝对值为 0.1%，此项服从均匀分布，则此标准不确定度为：

$$u_{(T16)} = \frac{0.1\%}{\sqrt{3}} = 0.06\%$$

此项目不确定度是按环境杂散光的最大变化量计算的，则认为：

$$v_{(T16)} \rightarrow \infty$$

E.3.2.7 眩光源面积引入的标准不确定度

由眩光校准装置眩光源面积引入的标准不确定度 $u_{(T17)}$ ，估计其最大变化量之绝对值为 0.3%，此项服从均匀分布，则此标准不确定度为：

$$u_{(T17)} = \frac{0.25\%}{\sqrt{3}} = 0.17\%$$

此项目不确定度是按眩光源面积的最大变化量计算的，则认为：

$$v_{(T17)} \rightarrow \infty$$

E.3.2.8 眩光源与测量点之间的相对位置分量 R 引入的标准不确定度

由眩光源与测量点之间的相对位置分量 R 引入的标准不确定度 $u_{(T18)}$ ，估计其最大变化量之绝对值为 0.3%，此项服从三角分布，则此标准不确定度为：

$$u_{(T18)} = \frac{0.3\%}{\sqrt{6}} = 0.12\%$$

此项目不确定度是按背景亮度稳定性的最大变化量计算的，则认为：

$$v_{(T18)} \rightarrow \infty$$

E.3.2.9 眩光源与测量点之间的相对位置分量 T 引入的标准不确定度

由眩光源与测量点之间的相对位置分量 T 引入的标准不确定度 $u_{(T19)}$ ，估计其最大变化量之绝对值为 0.1%，此项服从三角分布，则此标准不确定度为：

$$u_{(T19)} = \frac{0.1\%}{\sqrt{6}} = 0.04\%$$

此项目不确定度是按背景亮度稳定性的最大变化量计算的，则认为：

$$v_{(T19)} \rightarrow \infty$$

E.3.2.10 眩光源与测量点之间的相对位置分量 H 引入的标准不确定度

由眩光源与测量点之间的相对位置分量 H 引入的标准不确定度 $u_{(TH10)}$ ，估计其最大变化量之绝对值为 0.1%，此项服从三角分布，则此标准不确定度为：

$$u_{(TH10)} = \frac{0.1\%}{\sqrt{6}} = 0.04\%$$

此项目不确定度是按背景亮度稳定性的最大变化量计算的，则认为：

$$\nu_{(TH10)} \rightarrow \infty$$

E.4 不确定度分量的评定

眩光测量仪标准不确定度分量，及相关信息列于表 C2。

表 C2 眩光测量仪标准不确定度分量及相关信息

不确定度来源	输入量的标准不确定度 $u(x_i)$	灵敏系数 c_i	标准不确定度分量 $u_i = c_i u(x_i)$	自由度 ν_i	类别
重复性测量	0.22 %	1	0.22 %	9	A
上级量传值	0.3 %	1	0.3 %	12	B
眩光源均匀性	0.12 %	1	0.12 %	∞	B
眩光源稳定性	0.16 %	1	0.16 %	∞	B
背景亮度均匀性	0.12 %	1	0.12 %	∞	B
背景亮度稳定性	0.082 %	1	0.082 %	∞	B
环境杂散光	0.06 %	1	0.06 %	∞	B
眩光源面积	0.17 %	1	0.17 %	∞	B
R	0.12 %	1	0.12 %	∞	B
T	0.04 %	1	0.04 %	∞	B
H	0.04 %	1	0.04 %	∞	B

E.5 合成标准不确定度评定

各标准不确定度分量彼此不相关，则被校能见度仪合成不确定度为：

$$u_c(\Delta TI) = \sqrt{u_{(\overline{TI})}^2 + \sum_{i=1}^{10} u_{(TI_i)}^2} = 0.5\%$$

有效自由度为：

$$\nu_{eff} = \frac{u_c^4(\Delta TI)}{\sum \frac{u_{TI_i}^4}{\nu_i}} = \frac{(0.5\%)^4}{\frac{(0.22\%)^4}{9} + \frac{(0.3\%)^4}{12} + \sum_{i=2}^{10} \frac{(u_{TI_i})^4}{\infty}} \approx 66$$

扩展不确定度的评定：

取置信概率 $p = 95\%$ ，查 t 分布表得： $t_{95}(20) = 2.086$ 。

眩光测量仪测量结果的扩展不确定度为：

$$U_{95} = t_{95}(20)u_c(\Delta TI) = 1.02\% , \nu_{eff} = 66$$

对于被测量 TI 的估计是一系列具有接近正态分布的输入量，被估计的标准不确定度来源于 A 类或 B 类评定，它们均对测量结果有一定贡献，传播率决定的输入输出关系为线性，有效自由度较大。因此，测量结果可取为正态分布标准差的估计：

即， $U_{rel} = 1.0\%$ ($k = 2$)。