



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 1001—2005

机动车近光检测仪校准器

Calibrators for Near Headlamp Tester of Motor Vehicle

2005 - 09 - 05 发布

2005 - 12 - 05 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

机动车近光检测仪校准器 检定规程

**Verification Regulation of Calibrators
for Near Headlamp Tester of Motor Vehicle**

JJG 1001—2005

本规程经国家质量监督检验检疫总局于 2005 年 9 月 5 日批准，并自 2005 年 12 月 5 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：中国测试技术研究院

参加起草单位：河南省计量科学研究院

本规程委托全国光学计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

杨春生 （中国测试技术研究院）

刘美生 （中国测试技术研究院）

参加起草人：

罗发贵 （中国测试技术研究院）

隋 敏 （河南省计量科学研究所）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 概述	(1)
4 计量性能要求	(1)
4.1 发光强度的示值误差	(1)
4.2 发光强度的稳定性	(1)
4.3 明暗截止线转角的零位示值误差	(1)
4.4 明暗截止线转角的示值误差	(1)
5 通用技术要求	(1)
5.1 外观	(1)
5.2 配光性能	(2)
6 计量器具控制	(2)
6.1 检定条件	(2)
6.2 检定项目	(2)
6.3 检定方法	(2)
6.4 检定结果的处理	(5)
6.5 检定周期	(5)
附录 A GB4599—1994《汽车前照灯配光性能》内容节选	(6)
附录 B 明暗截止线转角的定义及推荐采用的转角零位确定方法	(7)
附录 C 近光校准器检测装置	(9)
附录 D 机动车近光检测仪校准器检定原始记录	(10)
附录 E 测量结果不确定度评定	(11)
附录 F 检定证书与检定结果通知书(背面)格式	(17)

机动车近光检测仪校准器检定规程

1 范围

本规程适用于机动车近光检测仪校准器（以下简称近光校准器）的首次检定、后续检定和使用中的检验。定型鉴定、样机试验中主要计量性能的试验，可参照本规程执行。

2 引用文献

GB4599—1994《汽车前照灯配光性能》

使用本规程时，应注意使用上述文献的现行有效版本。

3 概述

近光校准器是装有近光标准光源，带有垂直和水平精密旋转机构的装置，由标准灯泡、角度旋转机构、找正机构、电压稳压调压机构及光强—电压对应表组成。它用来校准机动车近光检测仪明暗截止线转角和发光强度的示值准确性。其工作原理是通过调节电压稳压调压装置和水平、垂直角度旋钮，使校准器发出一束已知发光强度和明暗截止线偏移角的近光光束，用以对近光检测仪进行校准。

4 计量性能要求

4.1 发光强度的示值误差

近光校准器发光强度（在明区最亮处测量）的变化范围为(3 000 ~ 11 000)cd，且发光强度的示值误差不大于 $\pm 4\%$ 。

4.2 发光强度的稳定性

近光校准器发光强度在 20 min 内的变化率不超过 2%。

4.3 明暗截止线转角的零位示值误差

近光校准器明暗截止线转角的零位示值误差不超过 $\pm 5'$ 。

4.4 明暗截止线转角的示值误差

近光校准器明暗截止线转角在左(L) 3° ~ 右(R) 3° ，上(U) 2° ~ 下(D) 3° 范围内的示值误差不超过 $\pm 5'$ 。

5 通用技术要求

5.1 外观

5.1.1 近光校准器应有铭牌，标明仪器名称、型号、制造厂、出厂编号、制造计量器具许可证标志(MC)及编号、制造日期等。

5.1.2 近光校准器的所有光学零部件应清洁，无明显霉点、疵点、气泡、划痕等影响使用的缺陷；各转动手柄、旋钮应转动灵活、平稳、锁定可靠。

5.1.3 近光校准器的旋钮刻线、数字显示应清晰，不应有模糊、断线、笔划短缺等影响读数的缺陷。

5.1.4 近光校准器的水泡应完好。

5.2 配光性能

近光校准器标准光源的配光性能应符合 GB4599—1994 中 7.3（见附录 A）的要求，且明区光照度只有一个最大值。

6 计量器具控制

计量器具控制包括首次检定、后续检定和使用中检验。

6.1 检定条件

6.1.1 检定用设备

6.1.1.1 数字照度计。测量范围(20~500)lx，相对示值误差满足 $\pm 1\%$ 的要求。

6.1.1.2 经纬仪(6"级)。

6.1.1.3 水准仪(S3级)。

6.1.1.4 近光校准器检测装置(详见附录 C)

6.1.2 检定环境和其他要求

6.1.2.1 相对湿度： $\leq 85\%$

6.1.2.2 温度： $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$

6.1.2.3 电源电压：AC $(220 \pm 10)\text{V}$

6.2 检定项目

检定项目见表 1。

表 1 检定项目一览表

序号	检定项目	首次检定	后续检定	使用中检验
1	外观	+	+	+
2	配光性能	+	-	-
3	发光强度的示值误差	+	+	+
4	发光强度的稳定性	+	+	+
5	明暗截止线转角的零位示值误差	+	+	+
6	明暗截止线转角的示值误差	+	+	+

注：“+”表示应检项目，“-”表示可不检项目。

6.3 检定方法

6.3.1 外观

目视观察和试验，应满足 5.1 的要求。

6.3.2 配光性能

目视观察和数字照度计试验，应满足 5.2 的要求。

6.3.3 明暗截止线转角的零位示值误差

检定在近光校准器检测装置上进行，检测距离 L （近光校准器发光面中心到配光屏的距离）为 10 m。将被检近光校准器置于装置的可调工作台上（见图 1），先把近光校准器的角度调节旋钮调至零位，并使其水泡处于圆环中央，再转动、平移工作台（这些调整需交替、反复地进行），用经纬仪瞄准，直到近光校准器光轴找正机构的两个尖锥顶点与过坐标原点的配光屏垂线处于同一铅垂面内；同时，用水准仪瞄准，使近光校准器的发光面中心与配光屏的坐标原点等高，且近光校准器的水泡处于圆环中心。

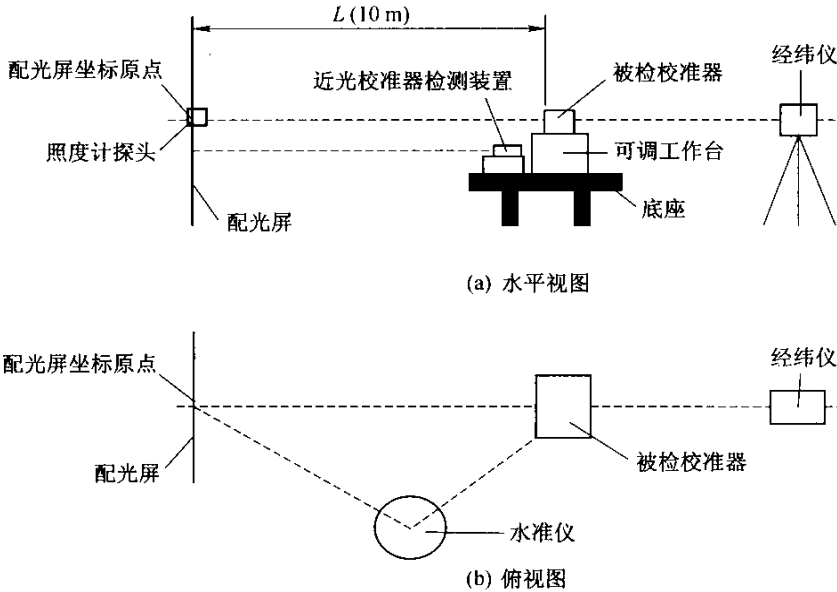


图 1 检测装置示意图

将近光校准器发光强度调到 7 000 cd，对配光屏上的近光图形进行一次图像采集，经分析处理后得出明暗截止线转角的零点位置和零位示值误差，记为 $\Delta H_0/\Delta V_0$ （水平方向/垂直方向），它应符合 4.3 的要求。

6.3.4 明暗截止线转角的示值误差

利用专用夹具将激光器安装到被检近光校准器透镜的顶点附近（见图 2），接通激光器电源，调整可调工作平台，使激光光斑中心与配光屏上标记的坐标原点重合。

转动近光校准器的角度旋钮，使明暗截止线转角分别偏移到表 2 所列的标称值，从配光屏上读出激光光斑中心偏离坐标原点的距离 D ，取顺、逆时针方向的两次平均值 \bar{D} 。激光器到配光屏的距离 L_0 事先测得，按式（1）计算被检近光校准器明暗截止线转角的实际转动角度 α_{0i} ：

$$\alpha_{0i} = \arctan (\bar{D}/L_0) \quad (1)$$

按式（2）计算近光校准器明暗截止线转角的示值误差 $\Delta\alpha_{0i}$ ，它应满足 4.4 的要求。

$$\Delta\alpha_i = \alpha_i - \alpha_{0i} \quad (2)$$

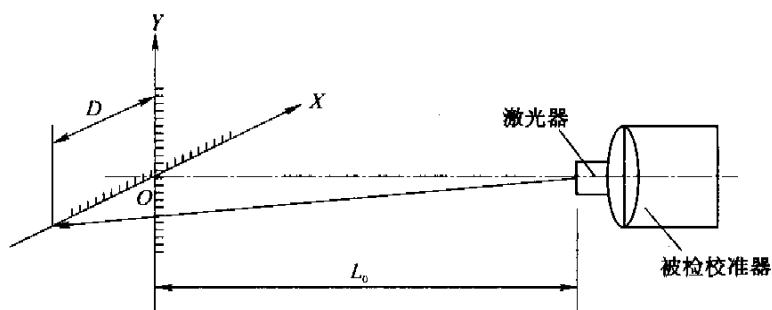


图2 明暗截止线转角示值误差检定示意图

式中： α_i ——第*i*个明暗截止线转角的标称值。

表2 明暗截止线转角示值误差的检定点序列

序号 (<i>i</i>)	角度偏移标称值 (水平/垂直)
1	0°00′/0°00′
2	R1°00′/0°00′
3	R2°00′/0°00′
4	R3°00′/0°00′
5	L1°00′/0°00′
6	L2°00′/0°00′
7	L3°00′/0°00′
8	0°00′/U1°00′
9	0°00′/U2°00′
10	0°00′/D1°00′
11	0°00′/D2°00′
12	0°00′/D3°00′

注：L表示左，R表示右，U表示上，D表示下。

6.3.5 发光强度的示值误差

把照度计的光电探头固定在配光屏上的坐标原点，交替缓慢旋转近光校准器的明暗截止线转角左右与上下旋钮，同时观察照度计的读数变化，直到照度计出现最大读数为止。

调节近光校准器的电压旋钮，在其发光强度（标称值）依次为 4 000，6 000，7 000，8 000，9 000 cd 时，分别读取照度的示值 E_i ，取上升、下降两次的平均值 \bar{E}_i ，按式 (3) 计算发光强度的实际值 I_{0i} ：

$$I_{0i} = \bar{E}_i \times L^2 \quad (3)$$

按式(4)计算发光强度的示值误差 ΔI_i ，它应满足 4.1 的要求。

$$\Delta I_i = \frac{I_i - I_{0i}}{I_{0i}} \times 100\% \quad (4)$$

式中： \bar{E}_i ——第 i 个发光强度下照度计的两次读数平均值；

L ——检测距离， $L = 10 \text{ m}$ ；

I_i ——第 i 个发光强度的标称值。

6.3.6 发光强度的稳定性

将被检近光校准器的发光强度调为 7 000 cd，自照度计的光电探头受光照开始，每隔 4 min 读取 1 次照度计的示值，共测量 6 次，按式(5)计算被检近光校准器的变化率 u 应符合 4.2 的要求。

$$u = \left(1 - \frac{E_{\min}}{E_{\max}} \right) \times 100\% \quad (5)$$

式中： E_{\min} ——照度计的最小读数；

E_{\max} ——照度计的最大读数。

6.4 检定结果的处理

按本规程要求经检定合格的近光校准器发给检定证书；不合格的发给检定结果通知书，并列出不合格项及数据。

6.5 检定周期

近光校准器的检定周期一般不超过 1 年。

附录 A

GB4599—1994《汽车前照灯配光性能》内容节选

A.1 近光的配光要求

A.1.1 在配光屏上，近光应产生明显的明暗截止线，其水平部分在 $v-v$ 线的左侧，右侧为与水平线向上 15° 的斜线，或向上成 45° 斜线至水平线垂直距 25 cm 转向水平的折线。

A.1.2 在配光屏上的照度限值，应符合表 A.1 的规定。

表 A.1 照度限值表

lx

测试点或测试区域	白炽前照灯		卤钨前照灯	
	最大值	最小值	最大值	最小值
B50L	0.3	—	0.3, 0.4 ¹⁾	—
75R	—	6	—	12
75L	—	—	12	—
50R	—	6	—	12
50L	—	—	15	—
50U	—	—	—	6
25L	—	1.5	—	2
25R	—	1.5	—	2
Ⅲ区任何点	0.7	—	0.7	—
Ⅳ区任何点	—	2	—	3
Ⅰ区任何点	20	—	$2E_{50R}$ ²⁾	—

注：1) 单光束为 0.3，双光束为 0.4。
2) E_{50R} 为 50R 实测照度。

A.1.3 在Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ和Ⅳ区域内，其水平方向相邻间的照度应无明显的陡变，不致影响良好的可见度。

附录 B

明暗截止线转角的定义及推荐采用的转角零位确定方法

B.1 明暗截止线转角的定义

一般近光灯在配光屏上投射的光斑图形如图 B.1 所示，把它的水平明暗分界线 $a-a$ 与倾斜明暗分界线 $b-b$ 的交点 O ，称为明暗截止线转角。

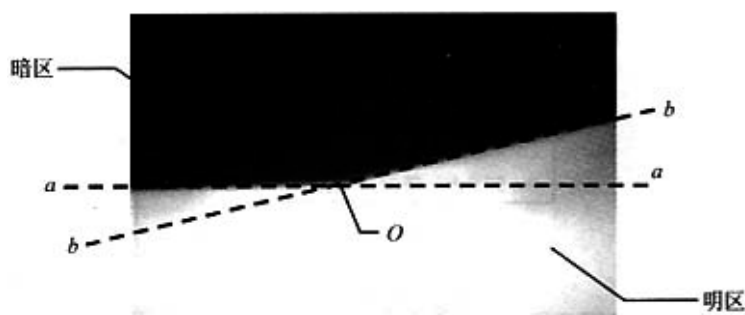


图 B.1 明暗截止线转角示意图

B.2 推荐采用的明暗截止线转角零位确定方法

通常，近光灯在配光屏上投射的光斑明暗分界线并非理想的直线，而是如图 B.2 所示的明暗过渡光带，因此，推荐按以下方法确定明暗截止线转角的零位。

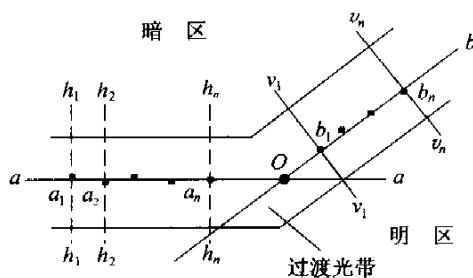


图 B.2 明暗截止线转角零位确定方法示意图

- 1) 在过渡光带的水平部分等距离选取 n ($n \geq 10$) 条截线， $h_1 - h_1$ ， $h_2 - h_2$ ， \dots ， $h_n - h_n$ ；
- 2) 在 $h_1 - h_1$ 上由暗区到明区，按等距间隔进行照度测试，找出照度变化最大的点 a_1 ；
- 3) 按 2) 中所述方法依次找出 $h_2 - h_2$ ， \dots ， $h_n - h_n$ 截线上，照度变化最大的点 a_2 ， \dots ， a_n ；
- 4) 将 a_1 ， a_2 ， \dots ， a_n 按最小二乘法进行拟合，得到直线 $a-a$ ；

- 5) 在过渡光带的倾斜部分,按步骤 1) - 4) 中所述方法,确定出直线 $b - b$;
- 6) 直线 $a - a$ 与 $b - b$ 的交点即为明暗截止线转角零位。

附录 C

近光校准器检测装置

- C.1 明暗截止线转角测量范围：上 2° ，下 3° ，左 3° ，右 3° 。
- C.2 明暗截止线转角测量允差： $1.5'$ 。
- C.3 配光屏坐标分辨力不大于 1 mm 。
- C.4 近光校准器检测装置主要由对二维图像进行采集的光学系统组成，辅以相应软件便可以测量明暗截止线转角的角偏移量，其量值溯源关系如图 C.1 所示。

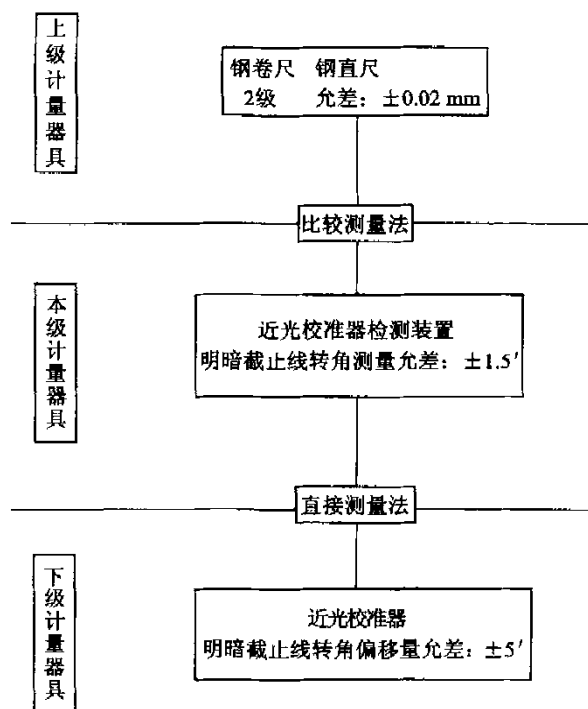


图 C.1 量值溯源关系

附录 D

机动车近光检测仪校准器检定原始记录

送检编号：

仪器名称				生产厂商					
型号规格				出厂编号					
送检单位				温度	℃	湿度	%RH		
检测依据									
1	外观								
2	配光性能								
3	发光强度的示值误差	检定点 I/cd	照度计读数 E_i /lx		照度平均值 \bar{E}_i /lx	检测距离 L/m	光强实际 值 I_{0i} /cd	光强标称 值 I_i /cd	示值误差/%
		4 000							
		6 000							
		7 000							
		8 000							
4	发光强度的稳定性	时间 /min	0	4	8	12	16	20	变化率 /%
		光照度 /lx							
5	明暗截止线转角零位示值误差			左右		上下			
6	明暗截止线转角的示值误差	标称值	准确值	示值误差	标称值	准确值	示值误差		
		0°00'/0°00'			L3°00'/0°00'				
		R1°00'/0°00'			0°00'/U1°00'				
		R2°00'/0°00'			0°00'/U2°00'				
		R3°00'/0°00'			0°00'/D1°00'				
		L1°00'/0°00'			0°00'/D2°00'				
			0°00'/D3°00'						
结论									

检定员：

核验员：

日期：

附录 E

测量结果不确定度评定

E.1 近光校准器发光强度的不确定度评定

E.1.1 发光强度的检定方法

检定近光校准器的发光强度时, 固定被检校准器与照度计之间的距离 L , 改变被检校准器的显示电压 U_i , 得到不同的照度 E , 被检校准器的发光强度 I , 按式 (E.1) 计算。

E.1.2 数学模型

$$I = E \times L^2 \quad (\text{E.1})$$

式中: I ——被检近光校准器的发光强度, cd;

L ——照度计与校准器间的距离, m;

E ——照度计的示值, lx。

由式 (E.1) 可知:

发光强度示值 I 的合成标准不确定度为:

$$u_c(I) = \sqrt{\left(\frac{\partial I}{\partial E}u(E)\right)^2 + \left(\frac{\partial I}{\partial L}u(L)\right)^2} \quad (\text{E.2})$$

发光强度示值 I 的合成相对标准不确定度为:

$$u_{\text{crel}} = \sqrt{(u_{E\text{rel}})^2 + (2u_{L\text{rel}})^2} \quad (\text{E.3})$$

E.1.3 计算相对标准不确定度分量

E.1.3.1 照度 E 引入的相对标准不确定度

(1) 照度计示值误差 ΔE 引入的相对标准不确定度

照度计的相对示值误差为 1%, 由此引入的标准不确定度为 $u_{\Delta E\text{rel}} = \frac{0.01}{\sqrt{3}} = 0.58\%$,

该相对标准不确定度的可信度估计为 25%, 则自由度

$$\nu_{\Delta E\text{rel}} = \frac{1}{2} \times (25\%)^{-2} \approx 8$$

(2) 照度计 v_λ 匹配引入的相对标准不确定度

照度计 v_λ 匹配引入的相对标准不确定度 $u_{E\text{vrel}} = \frac{0.0012}{\sqrt{3}} = 0.69\%$, 该相对标准不确

定度的可信度估计为 25%, 则自由度

$$\nu_{E\text{vrel}} = \frac{1}{2} \times (25\%)^{-2} \approx 8$$

因此, 照度 E 引入的相对标准不确定度为:

$$u_{E\text{rel}} = \sqrt{u_{\Delta E\text{rel}}^2 + u_{E\text{vrel}}^2} = \sqrt{0.58^2 + 0.69^2} \% = 0.9\%$$

E.1.3.2 检测距离 L 引入的相对标准不确定度

1) 检测距离标称值为 10 m, 误差约 0.03 m, 这种误差的不确定度满足矩形分布, 由此引入的相对标准不确定度为:

$$u_{L1rel} = \frac{0.03/10}{\sqrt{3}} = 0.18\%$$

该相对标准不确定度的可信度估计为 25%，则自由度

$$\nu_{L1rel} = \frac{1}{2} \times (25\%)^{-2} \approx 8$$

2) 照度计探头与校准器光轴中心的偏移引入的相对标准不确定度

照度计探头与校准器光轴中心最大偏移 0.05m，检测距离为 10m，构成的夹角 $\alpha = \arctan \frac{0.05}{10}$ ，此夹角反映在距离 L 上的误差为： $\Delta L = 10 \times (1 - \cos \alpha) = 0.01\% \text{ m}$ ，引入的相对标准不确定度为：

$$u_{L2rel} = \frac{0.01}{10 \times \sqrt{3}} \% = 0.0006\% \text{，此值较小，可以忽略。}$$

因此，检测距离 L 引入的相对标准不确定度为：

$$u_{Lrel} = \sqrt{u_{L1rel}^2 + u_{L2rel}^2} = 0.18\%$$

E.1.4 相对标准不确定度一览表

相对标准不确定度分量	不确定度来源	相对标准不确定度	自由度
u_{Erel}	照度计	0.9%	8
u_{Lrel}	检测距离	0.18%	8

E.1.5 合成相对标准不确定度

$$u_{crel} = \sqrt{(u_{Erel})^2 + (2u_{Lrel})^2} \% = \sqrt{0.9^2 + (2 \times 0.18)^2} \% = \sqrt{0.9396} \% = 0.97\%$$

$$\text{有效自由度: } \nu_{eff} = \frac{u_{crel}^4}{\frac{u_{Erel}^4}{\nu_{Erel}} + \frac{u_{Lrel}^4}{\nu_{Lrel}}} = \frac{0.97^4}{\frac{0.9^4}{8} + \frac{(2 \times 0.18)^4}{8}} \approx 11$$

E.1.6 扩展相对不确定度

由 $\nu_{eff} = 11$ ，查表得： $t_{0.99}(11) = 3.11$ ，故发光强度的扩展相对不确定度为：

$$U = t_{0.99}(11) \times u_{crel} = 3.11 \times 0.97\% \approx 3\%$$

E.2 明暗截止线转角零位的不确定度评定

E.2.1 明暗截止线转角零位的检定方法

首先利用经纬仪、水准仪和可调工作台调节校准器的初始安放位置，确保校准器的几何中心对正屏幕上的坐标零位标记点。再按附录 B 推荐的方法确定出明暗截止线转角的零位值。

E.2.2 数学模型

$$\alpha_0 = \arctan \frac{x_0}{L} \tag{E.4}$$

式中： α_0 ——明暗截止线转角零位值，rad；

x_0 ——明暗截止线转角零位时在配光屏上的线位移, m;

L ——被检校准器与配光屏间的距离, m。

由式 (E.4) 知: 明暗截止线转角的零位角度 α_0 的合成标准不确定度为:

$$u_c = \sqrt{\left(\frac{\partial \alpha_0}{\partial x_0} u(x_0)\right)^2 + \left(\frac{\partial \alpha_0}{\partial L} u(L)\right)^2} \quad (\text{E.5})$$

其中灵敏系数: $\frac{\partial \alpha_0}{\partial x_0} = \frac{L}{x_0^2 + L^2}$

$$\frac{\partial \alpha_0}{\partial L} = -\frac{x_0}{x_0^2 + L^2}$$

因为: $x_0 \rightarrow 0$, $L = 10$ m, 所以:

$$\frac{\partial \alpha_0}{\partial x_0} = \frac{L}{x_0^2 + L^2} = 0.1; \quad \frac{\partial \alpha_0}{\partial L} = -\frac{x_0}{x_0^2 + L^2} = 0$$

$$u_c = \sqrt{\left(\frac{\partial \alpha_0}{\partial x_0} u(x_0)\right)^2 + \left(\frac{\partial \alpha_0}{\partial L} u(L)\right)^2} = \sqrt{(0.1 \times u(x_0))^2}$$

E.2.3 计算标准不确定度分量

E.2.3.1 校准器的初始零位安置误差引入的不确定度

用经纬仪安置校准器时, 要使校准器上两准星 (间距 17 mm) 同时处于经纬仪望远镜十字架垂直线上。实际上, 它在配光屏上带来的线位移误差不超过 6 mm, 将这种误差视为矩形分布, 则引入的不确定度为:

$$u(x_1) = \frac{0.006}{\sqrt{3}} = 0.0035 \text{ m}$$

该标准不确定度的可信度估计为 25%, 则自由度:

$$\nu_{x1} = \frac{1}{2} \times (25\%)^{-2} \approx 8$$

E.2.3.2 刻度坐标尺引入的不确定度

配光屏上刻度坐标尺最小分辨率为 1 mm, 若视为矩形分布, 则引入的标准不确定度为:

$$u(x_2) = \frac{0.001}{\sqrt{3}} = 0.0006 \text{ m}$$

该标准不确定度的可信度估计为 25%, 则自由度:

$$\nu_{x2} = \frac{1}{2} \times (25\%)^{-2} \approx 8$$

E.2.3.3 人眼视觉误差引入的不确定度

人眼视觉估读带来的误差为 3 mm, 视为矩形分布, 则引入的不确定度为:

$$u(x_3) = \frac{0.003}{\sqrt{3}} = 0.0017 \text{ m}$$

该标准不确定度的可信度估计为 25%, 则自由度:

$$\nu_{x3} = \frac{1}{2} \times (25\%)^{-2} \approx 8$$

E.2.3.4 照度变化引入的不确定度

照度变化引起的明暗截止线转角偏移为 3 mm，视为矩形分布，则引入的不确定度为：

$$u(x_4) = \frac{0.003}{\sqrt{3}} = 0.0017 \text{ m}$$

该标准不确定度的可信度估计为 25%，则自由度：

$$\nu_{x4} = \frac{1}{2} \times (25\%)^{-2} \approx 8$$

E.2.4 标准不确定度一览表

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度	自由度
$u(x_1)$	初始零位安置	0.0035	8
$u(x_2)$	刻度坐标尺	0.0006	8
$u(x_3)$	人眼估读	0.0017	8
$u(x_4)$	照度变化	0.0017	8

E.2.5 合成标准不确定度

$$\begin{aligned} u_c &= \sqrt{(0.1 \times u(x_0))^2} \\ &= \sqrt{(0.1 \times 0.0035)^2 + (0.1 \times 0.0006)^2 + (0.1 \times 0.0017)^2 + (0.1 \times 0.0017)^2} \\ &= 0.0004 \text{ (rad)} \approx 1.38' \end{aligned}$$

有效自由度：

$$\begin{aligned} \nu_{\text{eff}} &= \frac{u_c^4}{\frac{(0.1 \times u(x_1))^4}{\nu_{x1}} + \frac{(0.1 \times u(x_2))^4}{\nu_{x2}} + \frac{(0.1 \times u(x_3))^4}{\nu_{x3}} + \frac{(0.1 \times u(x_4))^4}{\nu_{x4}}} \\ &= \frac{(0.00035^2 + 0.00006^2 + 0.00017^2 + 0.00017^2)^2}{\frac{0.00035^4}{8} + \frac{0.00006^4}{8} + \frac{0.00017^4}{8} + \frac{0.00017^4}{8}} \approx 16 \end{aligned}$$

E.2.6 扩展不确定度

由 $\nu_{\text{eff}} = 16$ ，查表得： $t_{0.99}(16) = 2.92$ ，所以明暗截止线转角零位的扩展不确定度为：

$$U = t_{0.99}(16) \times u_c = 2.92 \times 1.38 \approx 4'$$

E.3 明暗截止线转角的不确定度评定

E.3.1 明暗截止线转角的检定方法

首先利用经纬仪、水准仪和可调工作台调节校准器的初始安放位置，确保校准器的几何中心对正屏幕上的坐标零位标记点。再将半导体激光光斑投射到配光屏上，测量激光光斑的偏移量，按式 (E.6) 计算明暗截止线转角。

E.3.2 数学模型

$$\alpha = \arctan \frac{x}{L} \tag{E.6}$$

式中： α ——明暗截止线转角值，rad；
 x ——激光光斑在配光屏上的线位移，m；
 L ——激光器与配光屏间的距离，m。

由式 (E.6) 知：

光轴角 α 的合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{\left(\frac{\partial \alpha}{\partial x} u(x)\right)^2 + \left(\frac{\partial \alpha}{\partial L} u(L)\right)^2} \quad (\text{E.7})$$

其中传递系数： $\frac{\partial \alpha}{\partial x} = \frac{L}{x^2 + L^2}$ ； $\frac{\partial \alpha}{\partial L} = -\frac{x}{x^2 + L^2}$

E.3.3 计算标准不确定度分量

E.3.3.1 校准器的初始零位安置误差引入的不确定度

用经纬仪安置校准器时，要使校准器上两准星（间距 17 mm）同时处于经纬仪望远镜十字架垂直线上。实际上，它在配光屏上带来的线位移误差不超过 6 mm，将这种误差视为矩形分布，则引入的不确定度为：

$$u(x_0) = \frac{0.006}{\sqrt{3}} = 0.0035 \text{ m}$$

该标准不确定度的可信度估计为 25%，则自由度

$$\nu_{x_0} = \frac{1}{2} \times (25\%)^{-2} \approx 8$$

E.3.3.2 刻度坐标尺引入的不确定度

激光光斑在配光屏上的线位移偏移量，通过分辨率为 1 mm 的刻度坐标尺测量，加上人眼的视觉误差，整个线位移误差可控制在 3 mm 以内。若视为矩形分布，则引入的标准不确定度为：

$$u(x) = \frac{0.003}{\sqrt{3}} = 0.0017 \text{ m}$$

该标准不确定度的可信度估计为 25%，则自由度：

$$\nu_x = \frac{1}{2} \times (25\%)^{-2} \approx 8$$

E.3.3.3 校准器与配光屏间的距离 L 引入的不确定度

距离 L 的误差为 0.03 m，视为矩形分布，则引入的不确定度为：

$$u(L) = \frac{0.03}{\sqrt{3}} = 0.0017 \text{ m}$$

该标准不确定度的可信度估计为 25%，则自由度：

$$\nu_L = \frac{1}{2} \times (25\%)^{-2} \approx 8$$

E.3.4 标准不确定度一览表

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度	自由度
$u(x_0)$	初始零位安置	0.003 5	8
$u(x)$	刻度坐标尺	0.001 7	8
$u(L)$	检测距离	0.017	8

E.3.5 合成标准不确定度

在测量范围的最大值点计算传递系数值。

即在 $\alpha = 3^\circ$, $x = 0.524$ m, $L = 10$ m 处, 计算传递系数。

$$\frac{\partial \alpha}{\partial x} = \frac{L}{x^2 + L^2} = \frac{10}{0.524^2 + 10^2} \approx 0.1$$

$$\frac{\partial \alpha}{\partial L} = -\frac{x}{x^2 + L^2} = -\frac{0.524}{0.524^2 + 10^2} = -0.005$$

$$\begin{aligned} u_c &= \sqrt{\left(\frac{\partial \alpha}{\partial x} u(x)\right)^2 + \left(\frac{\partial \alpha}{\partial L} u(L)\right)^2} \\ &= \sqrt{(0.1 \times 0.003\ 5)^2 + (0.1 \times 0.001\ 7)^2 + (-0.005 \times 0.017)^2} \\ &= 0.000\ 4\ (\text{rad}) \approx 1.38' \end{aligned}$$

有效自由度:

$$\begin{aligned} \nu_{\text{eff}} &= \frac{u_c^4}{\frac{u(x_0)^4}{\nu_{x_0}} + \frac{u(x)^4}{\nu_x} + \frac{u(L)^4}{\nu_L}} \\ &= \frac{[0.000\ 35^2 + 0.000\ 17^2 + (0.005 \times 0.017)^2]^2}{\frac{0.000\ 35^4}{8} + \frac{0.000\ 17^4}{8} + \frac{(0.005 \times 0.017)^4}{8}} \approx 13 \end{aligned}$$

E.3.6 扩展不确定度

由 $\nu_{\text{eff}} = 13$, 查表得: $t_{0.99}(13) = 3.01$, 所以明暗截止线转角的扩展不确定度为:

$$U = t_{0.99}(13) \times u_c = 3.01 \times 1.38 \approx 4.2'$$

E.4 结论

通过上述分析可知近光校准器光强和明暗截止线转角的扩展不确定度完全能够满足相应的精度要求, 因此, 可以按本规程提供的检定设备与方法对近光校准器进行检定。

附录 F

检定证书与检定结果通知书（背面）格式

F.1 检定证书（背面）格式

检 定 结 果	
1 外观	_____
2 配光性能	_____
3 发光强度	_____
示值误差	_____
稳定性	_____
4 明暗截止线转角	_____
零位示值误差	_____
示值误差	_____

F.2 检定结果通知书（背面）格式

检 定 结 果	
1 外观	_____
2 配光性能	_____
3 发光强度	_____
示值误差	_____
稳定性	_____
4 明暗截止线转角	_____
零位示值误差	_____
示值误差	_____
注：不合格项目	_____