

CSA

国家半导体照明工程研发及产业联盟标准

CSA044-2017

道路照明现场动态测量方法

Road lighting scene dynamic measurement method

版本：V01.00

2017-09-12 发布

国家半导体照明工程研发及产业联盟发布

目 录

目录	I
前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 测试项目	2
4.1 光度测量	2
4.2 色度测量	2
4.3 眩光测量	2
4.4 能效测量	2
5 测量条件	2
5.1 环境条件	2
5.2 正常工作电压	3
5.3 稳定状态	3
5.4 路面状态	3
5.5 接收器状态	3
5.6 稳定平台	3
5.7 定位测距装置	3
5.8 测量设备—道路照明现场动态测量设备	3
6 测量方法	4
6.1 测量路段的选择	4
6.2 启动稳定平台	4
6.3 启动定位测距系统	4
6.4 取样	4
6.5 数据处理	5
7 非光度测量	7
7.1 概要	7
7.2 几何数据	7
7.3 供电电压	7
7.4 温度	7
7.5 仪表	7
附录 A（资料性附录）道路照明现场动态测量设备	8

前 言

随着半导体照明的广泛应用，LED 进入道路照明领域，为道路照明的准确配光带来了有力的工具。基于人体工效学的原理，道路照明主要是为驾驶员服务，驾驶员感觉到的是路面亮度，而非路面照度。为引导行业健康有序发展，拟制了本标准，目的是为统一规范道路照明的现场测量方法，现场动态测量可以在不影响交通的情况下，采用车载仪器模仿汽车行驶中驾驶员的观察状态，对道路照明进行测量，具有客观，快速，准确、信息量大，可操作性强，符合人体工效学的机理。

本标准还对测试所采用的测量仪器及测试报告作出了规定。

本标准由国家半导体照明工程研发及产业联盟标准化委员会（CSAS）制定发布，版权归 CSA 所有，未经 CSA 许可不得随意复制；其他机构采用本标准的技术内容制定标准需经 CSA 允许；任何单位或个人引用本标准的内容需指明本标准的标准号。

本标准起草人单位之一，厦门元谷节能环保集团有限公司已向 CSAS 提交《CSA 标准中的专利许可承诺书》，声明持有涉及本标准的技术专利，专利号 ZL200910113093.7，同时并做出承诺，愿意以合理且无歧视的条件与期限，许可使用该 CSA 标准的任何人实施其专利（仅限对于使用其进行以营利为目的的道路照明测量产品制造者收费，其余均免费使用）。该专利持有人的承诺书已在 CSAS 备案。CSAS 不负责对本标准所涉及的专利范围、有效性和验证资料进行验证。

相关信息可通过以下联系方式获得：

单位名称：厦门元谷节能环保集团有限公司

地址：厦门市珍珠湾软件园一期华讯楼 C 区 1F-C1

联系人：叶荣南

联系方式：0592-3782215, yrn1939@yeah.net

除上述已知专利外，CSAS 不负责确认本标准的某些内容是否还存在涉及其他专利的可能性。

本标准主要起草单位：厦门元谷节能环保集团有限公司、杭州浙大三色仪器有限公司、厦门市产品质量监督检验院、厦门市光电子行业协会、常州市武进区半导体照明应用技术研究院、哈尔滨照明检测中心、福建鸿博光电科技有限公司。

本标准主要起草人：叶荣南、牟同升、葛莉菀、叶丹、熊敬康、樊庆伟、胡爱华。

道路照明现场动态测量方法

1 范围

本标准适用于户外道路照明质量的现场动态测量。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后修订版均不适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 5700—2008 照明测量方法

GB/T 24969—2010 公路照明技术条件

CJJ 45—2015 城市道路照明设计标准

CIE 30—1976 道路照明的亮度和照度的计算和测量 (Road lighting brightness and intensity of illumination calculation and measurement)

CIE 31—1976 道路照明装置的眩光和均匀性 (Glare and uniformity in road lighting installations)

CIE 115—2010 机动及人行交通道路照明 (lighting of roads for motor and pedestrian traffic)

CIE 132—1998 道路照明的设计方法 (Design methods for lighting of roads)

CIE 136—2000 城市照明指南 (Guide to the lighting of urban areas)

CIE 140—2000 道路照明计算方法 (Road lighting calculations)

EN 13201—3 道路照明--第三部分 计算方法 (Road lighting Part 3: Calculation of performance)

EN 13201—4 道路照明—第四部分 测量方法 (Road lighting Part 4: Methods of measuring lighting performance)

3 术语和定义

CJJ 45—2015 确立的及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

标准测量姿态

测量过程中，成像亮度计始终置于距地（ $1.5 \pm 0.05\text{m}$ ）米高、且视轴为指向正前方向下（ $1^\circ \pm 0.05^\circ$ ）的测量姿态。

[依据 CIE140—2000 号出版物规定]

3.2

现场动态测量

依据人体工效学的原理，成像亮度计仿照驾驶员在各车道行驶过程中的标准测量姿态，

在行驶中对路面亮度和眩光等进行连续的测量。

3.3

稳定平台

为成像亮度计提供的用来维持标准测量姿态的工作平台。

3.4

定位测距装置

用来确定被测点的方位的测量装置。

3.5

测量点

动态测量设备-成像亮度计对测量区域的取样点（即亮度计的瞄准、测量点）。

3.6

道路亮度采样图像（亮度图像）

动态测量设备—成像亮度计在每一测量点所获取的道路亮度图像。

4 测试项目

4.1 光度测量

- a) 路面平均亮度 $L_{n, av}$;
- b) 路面亮度总均匀度 U_o ;
- c) 路面亮度纵向均匀度 U_L ;
- d) 路面平均照度 $E_{n, av}$;
- e) 路面照度均匀度 U_e ;
- f) 环境比 SR 。

4.2 色度测量

- a) 照明光源色品坐标 (x,y) ;
- b) 一般显色指数 Ra ;
- c) 相关色温 T_{cp} 。

4.3 眩光测量

失能眩光之阈值增量 TI 。

4.4 能效测量

照明功率密度 LPD 。

5 测量条件

5.1 环境条件

温度： $-35^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$ ；

湿度： $\leq 95\% \text{RH}$ ；

大气压力： $86 \text{ kPa} \sim 106 \text{ kPa}$ 。

5.2 正常工作电压

AC 176V \sim 264V。

5.3 稳定状态

5.3.1 LED 路灯经过 1000 小时燃点后测量光学参数。

5.3.2 测量开始前，应先将灯具燃点 60 分钟。

5.4 路面状态

应在清洁和干燥的路面和场地上进行测量，不宜在明月或测量场地潮湿或有积雪时进行测量。不宜在有树荫遮蔽的路面上进行测量。

测量路段的选择见 6.1 节。

5.5 接收器状态

应排除杂散光射入光接收器，并应防止各类人员或各种障碍物对光接受器造成阴影和挡光。必要时可关闭路灯测量杂散光，并在计算中给予剔除。

5.6 稳定平台

测量亮度时，稳定平台必须处于正常工作状态。

5.7 定位测距装置

测量过程中，定位测距装置必须处于正常工作状态。

5.8 测量设备—道路照明现场动态测量设备

5.8.1. 专用车辆：提供移动平台和仪器安装平台，使成像亮度计出瞳中心距地 1.5m 高，且视场不被阻挡。

5.8.2. 仪器稳定平台：保证在动态测量过程中，测量姿态稳定不变；

平台稳定精度： $\text{RMSE} = 0.05^{\circ}$ 。

5.8.3. 成像亮度计：测量主体，精度一级，亮度测量不确定度 $\leq 3\%$ 。

5.8.4. 照度计：精度一级，照度测量不确定度 $\leq 3\%$ 。

5.8.5. 光谱照度计：精度一级，光谱照度测量不确定度 $\leq 3\%$ 。

5.8.6. 测距定位系统：精度优于 2%。

6 测量方法

6.1 测量路段的选择

选择在灯具的间距、高度、悬挑、仰角及光源之光色等方面具有典型性的平坦路面；在直路的纵向上，测量区域应是同一列的两个灯具之间（图 1），其中第一个灯具在观察者前方约 86m 处开始对亮度测量取值，成像亮度计处于标准测量姿态。在距第一个灯具约 23m 处开始对眩光测量取值；在第一个灯具处开始对照度取值。

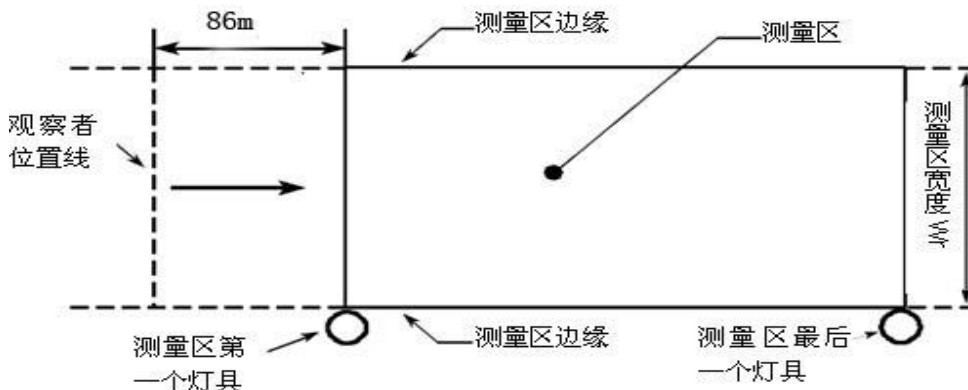


图 1 测量路段的选择

6.2 启动稳定平台

启动稳定平台，使仪器在测量过程中始终保持处于标准测量姿态。

6.3 启动定位测距系统

启动定位测距系统，使仪器在测量过程中，随时给出测量点的方位。

6.4 取样

6.4.1 亮度测量点取样

成像亮度计始终处于标准测量姿态；纵向采用动态连续全路面等间距取样，测量区域内每条车道纵向不少于 10 个取样点；横向取样分别位于各车道中心线。在每个观测点可以获得一幅道路照明亮度图像。对每幅图像进行亮度计算时，测量区域内每条车道纵向不少于 10 个取样点；横向取样三个点，分别位于各车道中心线及距车道线两边各 1/10 车道宽处。在每个计算取样点可以获得一个亮度值。

6.4.2 照度测量点取样（辅助测量）

照度计始终处于水平向上且距地 200mm 以下，纵向等间距取样采用连续扫描记录，测量区域内各车道纵向不少于 10 个取样点；横向取样三个点，分别位于各车道中心线及距车道线两边各 1/10 车道宽处。在每个测量点可以获得一个照度值。

6.4.3 色度测量点取样

在灯下点（或参考轴上地面点取样）方向对灯取样。

6.4.4 眩光测量点取样

在亮度测量时，同时对眩光进行测量，眩光源取值规则为：视场中测量区的眩光源按照对眩光贡献大小依次排列，从最大开始，依次取值，直到所选取之值小于已选之值总和的2%为止。

6.4.5 能效测量取样

测量配电箱中所供的一段路灯（不少于10盏）之总消耗功率，并计算它所照射的路面面积。

6.5 数据处理

6.5.1 亮度

6.5.1.1 平均亮度的计算

按下式计算亮度图像的路面平均亮度。

$$L_{n, av} = \sum L_i / n$$

式中： $L_{n, av}$ —平均亮度，单位： cd/m^2 ；

L_i —各测量点的亮度；

n —测点数。

将各测量点测得的亮度图像按照 CJJ 45-2015 计算该亮度图像之路面平均亮度值。

将所有亮度图像的路面平均亮度取均值即为该路面平均亮度。

6.5.1.2 亮度总均匀度的计算

按下式计算亮度图像的路面亮度总均匀度。

$$U_o = L_{\min} / L_{n, av}$$

式中： U_o —亮度总均匀度；

L_{\min} —最小亮度；

$L_{n, av}$ —平均亮度。

以所有亮度图像的路面亮度总均匀度中的最小值做为该道路的路面亮度总均匀度。

6.5.1.3 亮度纵向均匀度

按下式计算各车道的路面亮度纵向均匀度。

$$U_L = L'_{\min} / L'_{\max}$$

式中： U_L —亮度纵向均匀度；

L'_{\min} —每条车道的最小亮度；单位： cd/m^2 ；

L'_{\max} —每条车道的最大亮度；单位： cd/m^2 。

将各车道的路面亮度纵向均匀度取最小者代表该道路路面亮度纵向均匀度。

6.5.2 照度

人行道上两种形式的照度需要考虑。分别为：

水平面照度：通常是指路面，以水平面为参考；

半柱面照度：在高于路面 1.5m 处沿着车道纵向等间距取样（不少于 10 个点）。（鉴于 CJJ 45—2015 标准无此项要求，故半柱面照度测量只作参考。）

测量区域横向为人行道上紧邻路面 5m 宽的范围内，纵向为两个测量灯具之间。

6.5.2.1 路面平均照度 $E_{h, av}$ 的计算

$$E_{h, av} = \sum E_i / n$$

式中： $E_{h, av}$ — 平均照度，单位：lx；

E_i — 各测量点的照度；

n — 测点数。

6.5.2.2 路面照度均匀度 U_e 的计算

$$U_e = E_{\min} / E_{n, av}$$

式中： U_e —照度均匀度；

E_{\min} —各测点之最小照度，单位：lx；

$E_{n, av}$ —平均照度，单位：lx。

6.5.3 环境比 SR 计算：

机动车道路沿石外侧带状区域内的平均水平亮度与路沿石内侧等宽度机动车道上的平均水平亮度之比。带状区域的宽度取机动车道路半宽度与机动车道路沿石外侧带状区域宽度二者之间的较小者，但不超过 5m。

6.5.4 眩光

6.5.4.1 失能眩光

从获取的亮度图像中，测出视线垂面上的照度 E_e 、路面平均亮度 $L_{n, av}$ 和视线与灯光射入光线的夹角 θ ；失能眩光通过阈值增量 TI 值来考核。

$$TI = K \times E_e / (L_{n, av}^{0.8} \times \theta^2) \quad (\times 100\%)$$

其中： K 随观察者年龄变化的常数。取 $K=650$ （按观察者年龄为 23 岁计算）。如有特殊要求可以通过以下公式进行计算。

$$K = 641 \times [1 + (A/66.4)^4]$$

A — 观察者年龄（岁）。

E_e — 测量设备处于标准测量姿态下，灯具在观察者眼瞳处垂直于视线方向的平面上产生的总照度。

$L_{n, av}$ — 路面平均亮度。

θ — 视线与产生眩光的灯具中心的夹角，单位为度。

此公式在 $0.05 \text{ cd/m}^2 < L_{h, av} < 5 \text{ cd/m}^2$ 并且 $1.5^\circ < \theta < 60^\circ$ 时成立。

6.5.5 色度测量

取路灯正下方点，使用光谱照度计，测量 LED 路灯的色坐标 (x, y)、相关色温 T_{cp} 及显色指数 Ra。

6.5.6 能效测量

取配电箱供电的一个路段（不少于 10 盏灯），用该路段路灯所消耗的总功率 (W) 除以它所照射的路面面积 (A) 即为该路段的照明功率密度 LPD。

$$LPD = W / A$$

单位：W/m²。

7 非光度测量

7.1 概要

非光学测量的项目应该根据测量的用途来选择。若测量的数据要与计算的数值相比较，则非光学测量应详细。如果是用于监测路灯的使用状态，可测量较少的非光学量。

7.2 几何数据

现场照明装置的地理状况，包括装置的平面图、灯杆高度、灯杆间距。此外，与测量目的有关情况下，路灯光源的仰角、朝向以及旋转状态都应当测量。

7.3 供电电压

测试开始时，灯具输入电压需要测量。测量过程中，电气装置关键节点的电压应当连续测量和观察。

7.4 温度

测量地面上 1.0m 高处的温度，每 30 分钟记录一次。

7.5 仪表

所有仪表应校准。

附录 A
(资料性附录)
道路照明现场动态测量设备

A.1 道路照明现场动态测量设备

道路照明现场动态测量设备如图 A.1 所示。



图 A.1 道路照明现场动态测量设备

A.1 道路照明现场动态测量系统

A.1.1 道路照明现场动态测量系统示意图

道路照明现场动态测量系统应能同时收集所需采样点上相应的亮度和照度数据。考虑标准位置要求，该系统应安装在副驾驶座上。系统组成如图 A.2 所示。



图 A.2 道路照明现场动态测量系统示意图

A.1.2 道路照明现场动态测量系统组成

系统的组成含有以下几部分：

- a) 陀螺稳定平台；
- b) 亮度测量系统；
- c) 定位测距系统（DMI）；
- d) 控制处理平台：（含计算机、软件系统等）；

A. 1. 3 道路照明现场动态测量系统记录信息

计算机和软件系统同时记录光探测器和距离探测系统的信息，具体记录如下说明：

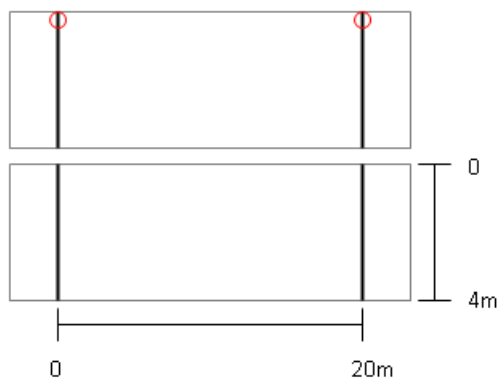
- a) 计算机和软件系统记录车辆的位置及速度信息决定对亮度计和照度计的采样间隔要求；
- b) 亮度计位置及光轴满足第 6 章中要求，测量点在测量区前 86m 处开始记录数据，直至覆盖整个测量区；
- c) 照度计从系统驶进测量区开始记录数据，直至系统经过整个测量区；则测量结束。测量视场如图 A.3 所示。



图 A. 3 测量视场（虚线框内为测量区域）

测量报告如图 A.4、A.5 和图 A.6 所示。（示意图）

测量结果



道路等级：快速路/主干路(低档)

路面材质：水泥混凝土路面

评估区域：20m × 4m

亮度判定

	平均亮度 L_{av} (cd/m ²)	亮度总均匀度 U_0	亮度纵向均匀度 U_1	阈值增量 TI (%)	亮度环境比
标准要求：	≥ 1.50	≥ 0.40	≥ 0.70	≤ 10.00	≥ 0.50
测量值：	2.58	0.78	0.58	2.01	0.47
满足/未满足：	✓	✓	✗	✓	✗

照度判定

	平均照度 (lx)	照度均匀度
标准要求：	≥ 14.00	≥ 0.40
测量值：	0.00	1.00
满足/未满足：	✗	✓

色度判定

	相关色温 CCT (K)	色容差 (标准光源 6500K)	显色指数 (Ra)	显色指数 (CQS)
标准要求：	NA	NA	NA	NA
测量值：	6162.0 K	7.1086	73.8363	68.9697
满足/未满足：	NA	NA	NA	NA

—

检测时间：

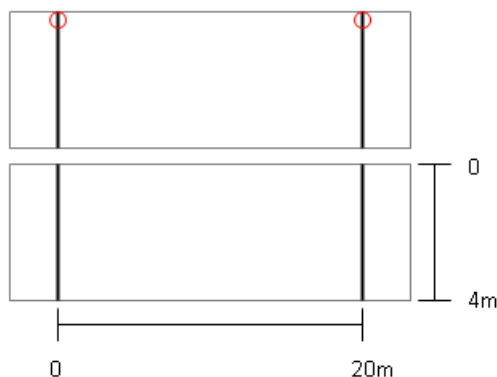
检测员：

审核：

批准：

图 A.4 测量报告之一

测量结果一：亮度



道路等级：快速路/主干路(低档)

路面材质：水泥混凝土路面

评估区域：20m × 4m

	平均亮度 L_{av} (cd/m^2)	亮度总均匀度 U_0	亮度纵向均匀度 U_1	阈值增量 TI (%)	亮度环境比
标准要求:	≥ 1.50	≥ 0.40	≥ 0.70	≤ 10.00	≥ 0.50
测量值 (观察位置: 车道①)	2.58	0.78	0.58	2.01	0.47
满足/未满足:	✓	✓	✗	✓	✗
测量值 (观察位置: 车道②)	NA	NA	NA	NA	NA
满足/未满足:	NA	NA	NA	NA	NA
测量值 (观察位置: 车道③)	NA	NA	NA	NA	NA
满足/未满足:	NA	NA	NA	NA	NA
测量值 (观察位置: 车道④)	NA	NA	NA	NA	NA
满足/未满足:	NA	NA	NA	NA	NA
测量值 (观察位置: 车道⑤)	NA	NA	NA	NA	NA
满足/未满足:	NA	NA	NA	NA	NA

检测时间:

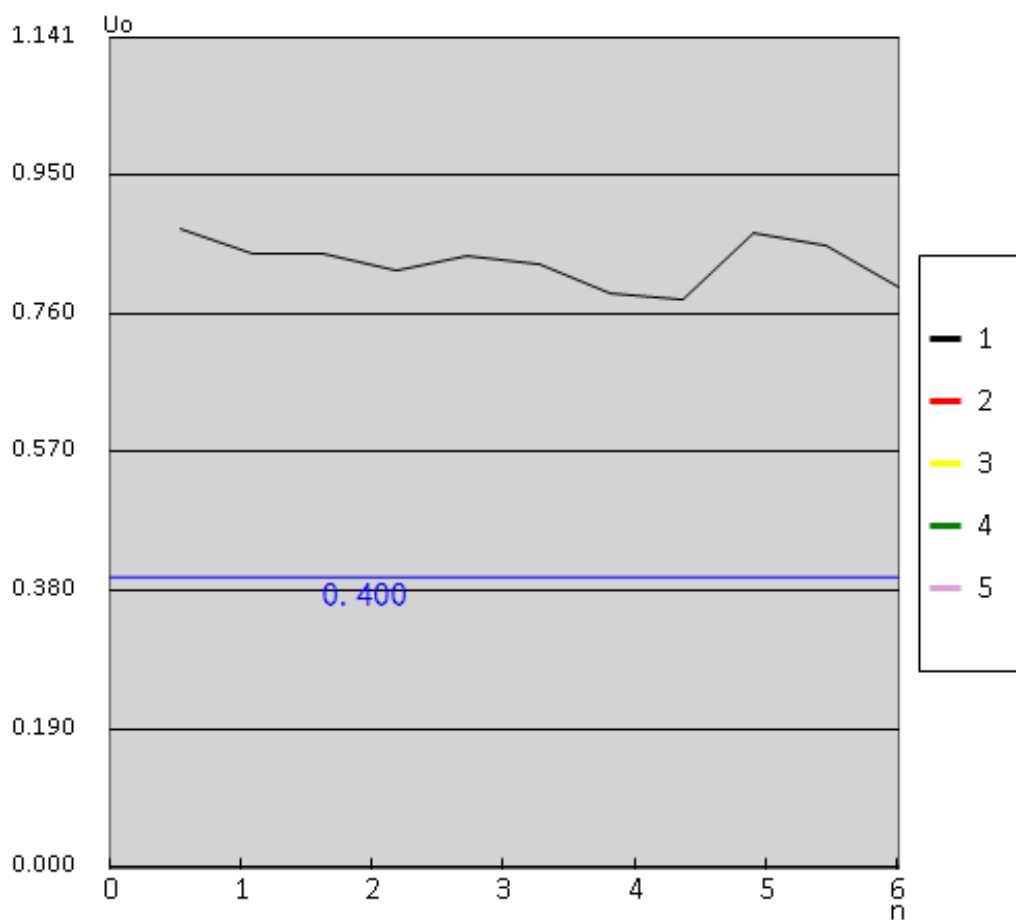
检测员:

审核:

批准:

图 A.5 测量报告之二

动态测量结果二：亮度总均匀度



最大值：0.88

最小值：0.78

检测时间：

检测员：

审核：

批准：

图 A. 6 测量报告之三

