

城市道路照明环境比的测量方法

陈锋锋¹, 秦大为²

(1. 上海市城市综合管理事务中心, 上海 200023;
2. 盐城师范学院电光源检测技术研究所, 江苏 盐城 224002)

摘要: 环境比作为城市道路照明质量的主要因素之一, 直接影响着夜间行驶人员及行人的安全性、舒适性、视觉刺激等道路照明技术指标。本文主要参考国家标准 CJJ 45—2015《城市道路照明设计标准》及《LED 道路照明验收规范》, 阐述了城市道路照明环境比的测量方法, 同时提供了一种利用道路照明照度检测机器人的新型测量方法。

关键词: 环境比; 照度测量; 机器人测量

中图分类号: TU113.666

文献标识码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1002-6150.2025.03.008

Measurement Method of Lighting Surround Ratio of Urban Road

CHEN Fengfeng¹, QIN Dawei²

(1. Shanghai City Comprehensive Management Affairs Center, Shanghai 200023, China;
2. Research Institute of Electric Light Source Detection Technology of Yancheng Teachers University, Yancheng 224002, China)

Abstract: As one of the main factors of urban road lighting quality, surround ratio directly affects the road lighting technical indexes such as safety, comfort, and visual stimulation of drivers and pedestrians at night. This paper mainly refers to the national standard CJJ 45—2015 Standard for Lighting Design of Urban Road and LED Road Lighting Acceptance Specification, expounds the measurement method of surround ratio in urban road lighting, and provides a new measurement method of surround ratio by road lighting illuminance detection robot.

Key words: surround ratio; illuminance measurement; robot measurement

0 引言

随着改革开放以来, 我国城市建设的高速发展, 城市道路照明也在飞速进步。为了保证机动车道道路照明效果, 依据 CJJ 45—2015《城市道路照明设计标准》及《LED 道路照明验收规范》等相关标准规定内容, 需要对被测道路照明的环境比做定期测量。环境比是城市道路照明质量中的主要因素之一, 它不仅直接影响城市的舒适性和美观性, 也间接影响了夜间行驶人员及行人的安全性、可见性、视觉刺激等。

1 道路照明中环境比的定义

在 CJJ 45—2015《城市道路照明设计标准》中, 环境比被定义为机动车行道石外侧带状区域与行道石内侧及其他宽度机动车道上平均水平照度的比值, 它的符号为 SR。

在《LED 道路照明验收规范》标准当中列举出了一张“机动车道照明标准值”一览表, 如图 1 所示, 其中就明确规定了各种道路类型的环境比最小值。

如果小于了对应道路类型的环境比最小值, 则代

作者简介: 陈锋锋, 高级工程师。长期从事城市道路照明技术与管理工作。

通讯作者: 秦大为, 教授。主要从事道路照明研究。

表该路段环境过于昏暗,无法保证夜间行驶人员和行人的安全性、可见性,更加无法体现出城市道路的美观性、舒适性,需要及时作出相应整改。

级别	道路类型	路面亮度			路面照度		眩光限制 阈值增量 TI (%) 最大 初始值	环境比 SR 最小值
		平均亮度 L_{av} (cd/m ²) 维持值	总均匀度 U_0 最小值	纵向均匀度 U_L 最小值	平均照度 $E_{h,av}$ (lx) 维持值	均匀度 U_E 最小值		
I	快速路、主干路	1.50/2.00	0.4	0.7	20/30	0.4	10	0.5
II	次干路	1.00/1.50	0.4	0.5	15/20	0.4	10	0.5
III	支路	0.50/0.75	0.4	—	8/10	0.3	15	—

图1 机动车道照明标准值

Fig.1 Lighting standard for motor traffic road

2 环境比的计算方法

根据CJJ 45—2015《城市道路照明设计标准》及《LED道路照明验收规范》中的相关标准内容得知,环境比是机动车道路缘石外侧带状区域内的平均水平照度与路缘石内侧等宽度机动车道上的平均水平照度之比。

其公式如下:

$$SR = \frac{E_{h,av1}}{E_{h,av2}}$$

式中:SR为环境比; $E_{h,av1}$ 为机动车道路缘石外侧带状区域内的平均水平照度; $E_{h,av2}$ 为路缘石内侧等宽度机动车道上的平均水平照度。

根据规定可知,测量的面积越广、密度越密集则最终的测量结果也就越准确。因此我们推荐使用车载式道路照明检测系统对机动车道路缘石外侧带状区域内和路缘石内侧等宽度机动车道上的平均水平照度进行测量。

测量路段较短时,我们可以采用手持式照度计并按照国家标准GB/T 5700—2008《照明测量方法》中规定的中心布点法或四角布点法对每两个路灯之间的路段计算一次平均水平照度,最后将所有路段的平均水平照度再取一个平均值,这样测得的被测路段平均水平照度才较准确。

中心布点法的平均照度公式如下:

$$E_{av} = \frac{1}{M \cdot N} \sum E_i$$

式中: E_{av} 为平均照度,单位为勒克斯(lx); E_i 为在第*i*个测量点上的照度; M 为纵向测点数; N 为横向测点数。

四角布点法的平均照度公式如下:

$$E_{av} = \frac{1}{4MN} (\sum E_{\theta} + 2 \sum E_0 + 4 \sum E)$$

式中: E_{av} 为平均照度,单位为勒克斯(lx); M 为纵向网格数; N 为横向网格数; E_{θ} 为测量区域四个角处的测点照度,单位为勒克斯(lx); E_0 为除 E_{θ} 外,四条外边上的测点照度,单位为勒克斯(lx); E 为四条外边以内的测点照度,单位为勒克斯(lx)。

如果测量路段较长时,中心布点法或四角布点法的测量速度慢、无法保证测试人员安全以及需要处理的数据量巨大等弊端就显现了出来。这时我们就建议使用车载式道路照明检测系统对被测路段进行测量,测量方式很简单,只需要将仪器设备按要求安装后,测量人员坐在车内尽可能匀速地在被测道路上行驶,即可安全、准确、快捷地测量出被测路段的平均水平照度。该系统每秒能够测量15个点以上,测量路段越长测量点就越多,最终的测量结果也就越准确。最后只需要将外侧区域内的平均水平照度比上内侧等宽机动车道上的平均水平照度即可轻松得出该条道路的环境比^[1]。

3 不同环境下的环境比

由于道路照明的照度值会随着不同的季节而变化,因此,环境比是一个实时动态的技术参数。我们以“夏季(6月)”和“早春(3月)”在同一条道路上测量的道路照明照度为例,展示各车道的照度变化情况,见表1。

表1 不同季节下同条道路照度值 单位:lx

第一车道		第二车道		第三车道	
夏季	早春	夏季	早春	夏季	早春
40.2	44.7	33.2	44.2	8.0	24.8
35.1	41.0	27.7	38.5	19.7	22.9
26.9	33.2	20.0	25.1	13.8	17.4
20.3	26.5	5.60	19.6	3.8	12.2
17.0	23.2	5.30	16.2	3.6	11.2
14.3	21.7	5.80	14.8	3.7	9.2
26.2	22.9	7.00	14.2	4.5	9.1
33.6	28.0	9.90	22.6	5.6	12.2
41.9	34.8	21.6	31.8	7.0	18.5
47.0	41.0	11.2	35.3	7.4	22.6

从表1中可以得知,夏季时大多数的测量点比早春季时测量点照度值低。原因可能有以下几点:

(1) 车道原因,第一车道夏季和早春的差别最大,第三车道的差别则最小。因为第一车道距离行道树最近,第三车道最远,受到树荫的影响最小。

(2) 四季树木变化的原因,季节的荣枯变化对一、二、三车道的的影响程度是逐个减小的。有少量测点早春遮蔽时的照度值更低。

(3) 灯具光源的折射,且附近的树叶将部分路灯光反射和折射至这块路面从而导致了最终照度值比没有遮蔽的情况更高^[2]。

4 一种新型的道路照明照度测量方案

按照 GB/T 5700—2008《照明测量方法》和 CJJ 45—2015《城市道路照明设计标准》、CJJ 89—2012《城市道路照明工程验收规程》等标准和规程进行道路照明的平均照度、照度均匀度的测量,一般需要现场检测技术人员利用手持式照度计(如 TES-1333 型)对被测路面的照度进行逐点测量,势必导致现场检测技术人员的人身安全受到影响,而且其测量点数多,测量记录计算工作量巨大。同时容易受到来往车辆前大灯和路边广告牌和边路等等干扰光的影响。针对上述情况我们研发成功一种新型道路照明检测机器人,以解决上述问题,不仅实现测量速度快、数据自动记录和存储,同时有效地保证了测量人员的人身安全。经实践证明是切实可行的。

新型照度测量机器人采用经改装后的履带式大型玩具装甲车为运载工具,车上安装具有记忆和储存功能的 TES-1333 型照度计(以下简称检测车),其系统原理图如图 2 所示。

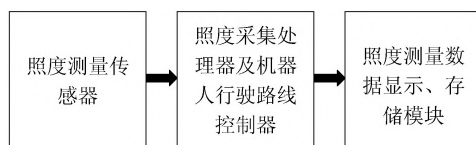


图 2 照度机器人系统原理图

Fig. 2 Illuminance robot system schematic diagram

当检测车的预置路线设置好之后,就可以启动测量模式了,检测车将按照图 3 所设置的测量路线采用

中心法在每个矩形网格的中心处自动完成路面照度的测量与数据记录,并将处理后的测量数据进行存储任务。通过与人工逐点测量法进行对比,全自动逐点测量法不仅安全性强、劳动强度低,而且还有测量效率高、数据处理方便的优点,相比于传统的人工测量模式,检测车自动测量排除了测量人员在测试现场所引起的反光、挡光等干扰,有效地提高了测试精度和数据采集的准确性。所以这应该是一种具有推广价值的新型光照度测试方法^[3]。

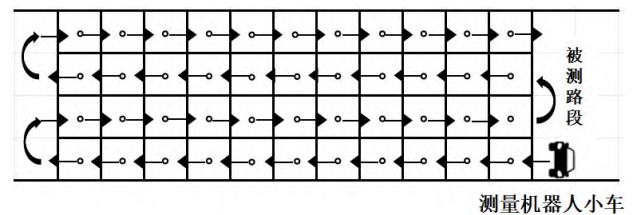


图 3 照度机器人测量路线

Fig. 3 Illuminance robot measurement route

5 结束语

环境比是评价道路照明质量的重要技术参数之一,大多数城市建设部门还保持着采用手持式照度计测量的方式对路面平均照度测量并计算其环境比,但随着城市建设的不断发展和环境比相关的国家标准的日益完善,想要实时测量环境比这一动态参数,显然用手持式照度计已经不能满足日常工程需要了,为此我们推荐采用照度测量机器人对道路环境比进行检测,既提高了现场人员的安全性,又能快捷、准确地计算出被测道路的环境比,大大提高了测量效率。

参 考 文 献

- [1] 秦大为. 道路照明测量技术[M]. 南京:南京大学出版社,2021.
- [2] 李昊,秦大为. 适于 LED 路灯的车载式道路照明检测系统设计[J]. 灯与照明,2015,39(1):42-44.
- [3] 秦大为,杨善庚,张涛. 道路照明的照度测量方法[J]. 电工技术,2005(7):1-3.