

行道树对道路照明效果影响研究

城市道路照明的主要目的是为了提高交通效率和减少夜间的交通事故，为了研究随季节的更替，路旁的行道树的荣枯变化对道路照明效果的影响程度，本文分别在早春和夏天连个季节，对某市中心区一条主干路照明情况进行现场调研和测量，并参照我国CJJ45-2006《城市道路照明设计标准》中平均照度、照度均匀度、平均亮度、亮度均匀度、环境比和眩光阈值等指标对照明效果进行了评价和分析，同时结合道路周边的环境，对此段主干路的照明现状提出了改善建议，以期达到满足使用者视觉功效的目标。

卢茜¹ 韩帅² 丁屹峰² 迟忠君² 冯义² 刘江¹ / 1. 华北电力大学电气与电子工程学院 2. 国网北京市电力公司

0 引言

为衡量不同季节的行道树对道路照明效果的影响，在夏天和早春两个季节，对某市中心区一条采用高压钠灯的主干路的照明效果进行实地测量。参照国家标准CJJ45-2006《城市道路照明设计标准》和GB/T 5700-2008《室外照明测量方法》，分别测量和计算了照度和亮度等一系列相关指标，通过对比不同季节的测量结果，发现照明效果受行道树影响显著。本文的测量结果对今后道路的照明、绿化设计和运维都有重要的参考价值。



卢茜/硕士研究生

关键词/Keywords

机动车交通道路 ·
照明效果 ·
行道树遮蔽 ·
现场测量 ·

1 道路测量

本次测量的主干路为沥青路面，有三条车道，每条车道有效车道宽度为4 m，使用灯具为单光源高压钠灯，呈对称分布，灯杆间距为36 m。道路两旁种有槐树，是北方地区行道树的常用树种^[3]。通过实地考察道路两旁路灯灯杆的间距、高度、悬挑、仰角和光源一致性，并考虑安全、减少环境光影响等因素，最终选定道路中段为实际测量区域。

照度用于指示物体表面被照明程度的强弱，是衡量道路照明效果的基本指标。季节的变换时，树叶对光源遮蔽情况不同，这将直接影响局部路面的照度值。本文采用中心布点法，即把同一侧两路灯灯柱间的待测量路段划分成若干个大小相等的矩形网格，把测点设在网格中心。当两灯柱的间距 $S \leq 50$ m时，沿道路纵向把间距 S 十等分，在道路的横方向把每条车道三等分^[2]。

亮度是表征发光体发光强弱或物体反光强弱的物理量。按照GB/T 5700-2008的规定，亮度测量采用亮度计直接测量，亮度测量的高度应距路面1.5 m。亮度计观测点的纵向位置，应距第一排测点60 m，纵向测量长度为100 m，采用中心布点法，如图1所示。

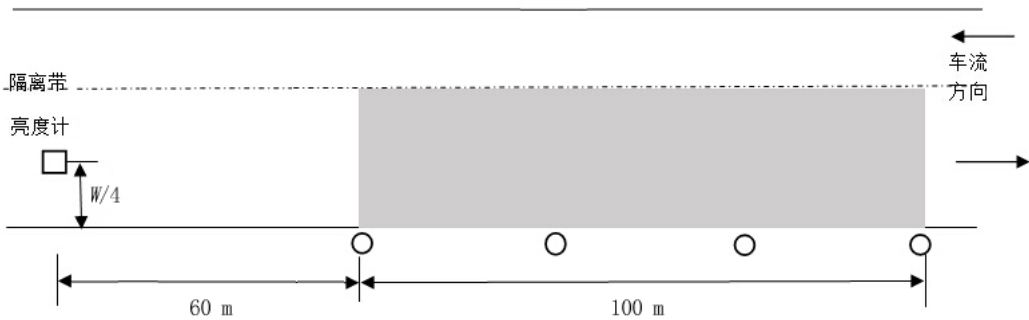


图1 亮度测量范围

表1 检测设备

设备名称	规格范围
分光测色仪	反射率: 0~175%
照度计	照度: 0.01~100 klx
亮度计	亮度: 0.1~100 kcd/m2
	照度:0.01~100 klx
光谱彩色照度计	色温:1 000~100 000 K
	显色指数: Ra; Ri (i=1~14)

在本文测试道路条件下，环境比即为非机动车道与机动车道平均水平照度比，见表1。

色温是度量光线颜色的值。显色指数则用来表示光源显色性优劣。显色指数和色温可通过分光测色仪直接测出。

眩光阈值I：为了弥补由于眩光源造成的观察者视觉分辨能力的降低，应当相应地提高多少百分比的亮度水平。

2 现场实际测量数据及分析

图2所示为主干道A，所用灯具是高压钠灯，高压钠灯是目前应用在城市道路照明中最主要的光源^[1]。每两个灯杆之间有三棵槐树，两棵树的间隔约9 m，株高约8 m，枝下高约3 m，冠径（乔木冠部投影最大与最小直径的平均值）约7 m。夏季检测的时间为2014年6月13日0:00~2:30，环境温度是25℃，相对湿度是60%RH，道路实际状况如图4所示。早春季节的检测时间为2015年3月26日0:00~3:00，环境温度是18℃，相对湿度是20%RH。无天然光影响。

根据照度测量标准，两灯柱的间距S=36 m，沿道路纵向把间距S十等分，在道路的横方向把每条车道三等分，这样每条车道有3×10个测量点。其中第一车道为最接近路灯和行道树的车道。现分别取每条车道中线测点的照度值，来比较一下在“夏季”和“早春”情况下的照度值，见表2。



图2 有叶遮蔽待测路段白天实景

表2 主干道A测点照度值

第三车道		第二车道		第一车道	
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	5.6	19.6	3.8	12.2
17.0	23.2	5.3	16.2	3.6	11.2
14.3	21.7	5.8	14.8	3.7	9.2
26.2	22.9	7.0	14.2	4.5	9.1
33.6	28.0	9.9	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

由表2可知，大多测点夏季时的照度值比早春时的低，具体来讲，夏季时，A路段的照度下降幅度低至10.1%，高约68.9%。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，行道树随季节的荣枯变化对一、二、三车道的影响程度是逐个减小的。尤其在第三车道，有少量测点早春遮蔽时的照度值更低，可能的原因是，这些测点没有被树叶直接遮蔽，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。

对于亮度测量，在每条车道中线上取10个点

作为测点，测点的测量值见表3。

表3 主干路A测点照度值

第三车道		第二车道		第一车道	
夏季	早春	夏季	早春	夏季	早春
1.5	3.5	1.5	1.5	0.5	1.1
1.5	4.0	2.3	1.5	1.5	1.0
1.7	1.7	2.2	1.7	2.2	1.0
1.6	2.0	2.6	1.7	1.9	1.0
1.4	2.6	0.7	1.6	0.3	1.0
1.4	2.4	0.8	1.8	0.3	1.0
1.6	3.4	1.6	1.6	0.7	1.1
1.9	0.6	1.8	1.1	0.3	0.9
1.3	1.0	0.5	1.0	0.3	0.9
1.5	1.2	1.2	1.2	0.3	0.9

由表3可见，多数测点“早春遮蔽”时亮度更高，这与照度测试结果相似。第一车道中有五个测点，早春时与夏季时亮度的比值高达3。第一车道受行道树遮蔽的影响最大。

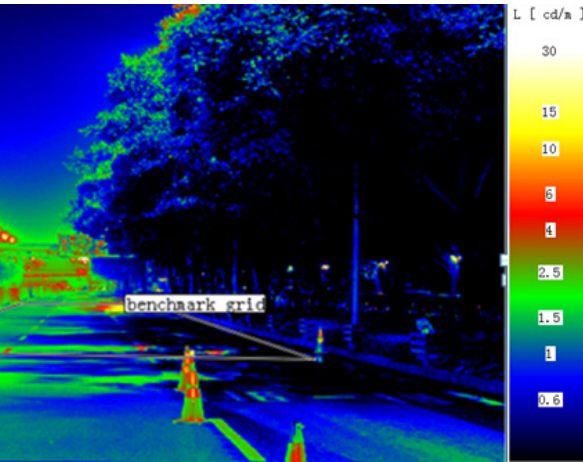
图3分别是主干路A的路面亮度分布伪色图，使用颜色黑蓝绿红黄白来表示亮度的高低，黑色代表最暗，白色代表最亮。由图3可见，最靠近行道树的第一车道颜色最深，可以看出路面基本全部被树冠阴影所覆盖，第二车道路面被阴影遮住一部分，第三车道路面是最亮的基本没有阴影，因为由两侧路灯直射来的光基本不受树冠的遮挡而到达路面，并且有少量周围树叶所反射或折来射的光。由图3早春遮蔽时的伪色图可见，整个路面三条车道的颜色差别不大，基本呈蓝绿色，说明此时路面的亮度分布与图3相比是比较均匀的。

所测路段的整体照明测量数据见表4。对于主干路A，由“夏季遮蔽”列可知，晴天时，此路段

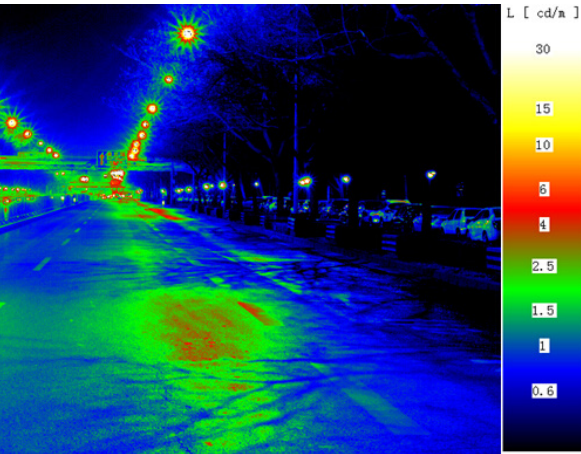
各项指标都没有达到标准值。其中平均照度、平均亮度和环境比都略低于标准值，照度均匀度距标准值差距较大，亮度总均匀度和亮度纵向均匀度都远远达不到标准要求。由图4a可见，被测路段A的行道树排列整齐，挺拔均匀，枝多叶密，冠径大约7 m，对最靠近路边的第一车道造成很好的遮蔽，中间第二条车道有多半路面被树的阴影遮住，最靠近路中间隔离栏的第三车道上只有很少的树影。测量路段的诸多照明参数不符合国家标准与行道树的遮蔽有很大因素。

表4 测量结果

检测项	标准值	测量值	
		夏季	早春
平均照度Eav (lx)	>20	17.4	23.5
照度均匀度UE	≥0.40	0.20	0.13
环境比SR	≥0.50	0.36	0.60
平均亮度Lav (cd/m2)	>1.50	1.15	1.30
亮度总均匀度U0	≥0.40	0.17	0.30
亮度纵向均匀度UL	≥0.70	0.03	0.14
眩光限制阈值T1	≤10.00	8.23	6.80
色温k	—	2 233	2 078
显色指数Ra	—	36.8	28.2
47.0	41.0	11.2	35.3



(a) 夏季遮蔽时



(b) 早春遮蔽时
图4 主干道A路面亮度分布伪色图

由表4“早春遮蔽”可见，平均照度、环境比、平均亮度、亮度总均匀度和纵向均匀度较枝叶繁茂的夏天都升高了。其中，早春遮蔽时的平均照度和环境比更是达到了标准值。充分说明了在早春遮蔽的情况下，道路照明效果更好。但照度均匀度下降，照度均匀度是最小照度和平均照度值的比。在夏季遮蔽的夏季，照度均匀度为：

$$U_E = E_{\min} / E_{\text{av}} = 3.5 / 17.4 = 0.20 \tag{1}$$

在早春遮蔽的早春，照度均匀度为：

$$U_E = E_{\min} / E_{\text{av}} = 3.0 / 23.5 = 0.13 \tag{2}$$

比较式（1）和式（2）可知，两种情况下的最小照度差别不太大，冬季略小一点，但早春遮蔽时平均照度值比夏季遮蔽时大了约1.66倍，观察每个测点的照度检测结果就会发现各测点的照度普遍高于枝繁叶茂的夏天，以至早春遮蔽时的照度均匀度更小。其他各项参数值虽有提高，但平均亮度、亮度总均匀度和亮度纵向均匀度三项指标仍然较标准值小一些，可能是灯具老化或灯杆间距过大等一些因素，在此不做重点研究。

针对测试中发现的由于行道树的遮蔽造成的照度、亮度不达标的问题，在此提出以下几点建

议：对于光线被树木遮挡而严重影响道路照明的区域，可采用修剪枝叶或适当调整灯杆高度及灯具横向安装的方法加以解决；增大树的间距，比如两个灯杆间由原来的三棵树减为两棵树；适当减少灯杆间距，避免由于灯杆间距过大导致照度和亮度不均匀的问题。

3 结束语

通过对这段主干路的照明效果的实地测试及分析，发现行道树树冠的遮蔽对道路的照明有着非常明显的影响。早春遮蔽时，同一测点的照度值和亮度值大多有提高；对于整个路段，道路的平均照度、环境比和亮度总均匀度都有升高更接近了标准值。虽然行道树对道路夜间照明有着明显的影响，但它也有净化空气、消除噪声等作用，针对具体的道路环境在不同的季节，可以通过适当调节路灯的功率和及时修剪树冠等措施使其有更好的照明效果。

参考文献

[1] 孔祥能.槐树育苗造林技术[J].安徽林业科技, 2015, (4):34-36.
[2] 翁奕华.高压钠灯与LED在城市道路照明中的应用分析及前景展望[J].中国照明电器.2012, 4: 1-5.
[3] Weng Yihua. Application analysis and prospects of the high sodium lamp and LED in the urban road lighting[J]. China Light &Lighting.2012,4:1-5.
[4] 翁季.机动车交通道路照明设计标准研究[D].重庆: 重庆大学, 2006.

作者简介

卢茜（1989-），女,硕士研究生，主要从事通信相关工作。

(收稿日期：2015-11-20) **EA**
(编辑：朱历)