

城市道路照明设置与节能探讨

张惠玲, 王晓雯

(重庆交通大学 交通运输学院, 重庆 400074)

摘要:通过对交通事故统计数据进行分析, 陈述了道路照明设置的必要性, 介绍了道路照明中照度等参数的计算方法及道路照明设置的指标. 针对目前提出的建设节约型社会, 阐述了几种可行的道路照明节能方法.

关键词:交通工程; 道路照明; 设置指标; 节能

中图分类号:U491.5+3 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-0696(2007)S-0106-04

Discussion on Setting and Energy-Saving of the Urban Road Lighting

ZHANG Hui-ling, WANG Xiao-wen

(School of Traffic Transportation, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China)

Abstract: The necessary of setting the road lighting is stated through quoting the related data. The calculating methods of the lighting parameters and the setting target of the road lighting are introduced. Some doable ways to save the lighting power are given according to our policy of building a conservation-minded society.

Key words: traffic engineering; road lighting; setting target; energy-saving

道路照明质量的好坏是影响道路交通安全的关键因素之一. 随着我国经济的发展, 城市建设已进入高速发展的阶段, 城市化促进了城市交通的迅速发展, 各种类型的道路越来越长, 夜间交通流量也越来越大. 城区交通的发展和变化对道路照明质量也提出了越来越高的要求.

道路照明的首要目的是在夜间提供快速、安全和舒适的可见度, 达到提高交通安全, 提升交通运输效率的目的. 国际照明委员会(CIE)调查报告表明: 夜间良好的道路照明至少会降低城市道路交通事故率30%, 高速公路交通事故率降低30%, 乡村道路交通事故率降低45%. 我国公安部交通管理局统计表明: 2004年10月份, 全国道路交通事故43 982起, 死亡9 555人, 其中18:00—21:00发生道路交通事故造成1 998人死亡, 占总死亡人数20.9%, 死亡人数平均500人/h; 而在除18:00—21:00以外的时间段平均死亡378人/h, 仅约18:00—21:00死亡人数的3/4, 所以18:00—21:00是一天之中道路交

通事故死亡人数集中的高峰时段^[1]. 因此, 道路照明的控制应该按照交通量和事故统计状况实行灵活控制的方式.

1 道路照明设置

1.1 道路照明的要求及参数计算

城市道路尤其城市快速路必须设置道路照明. 道路照明既要满足功能性的要求, 即保障道路交通安全、畅通等, 又要满足美化城市环境, 使道路成为一道亮丽的风景线. 为保证道路照明质量, 达到辨认可靠和视觉舒适的基本要求, 道路照明应满足路面亮度(或照度)、亮度(或照度)均匀度和眩光限制. 道路照明设施应有良好的诱导性, 还应安全可靠、维修方便、技术先进和有效节能^[2].

1.1.1 路面任一点的照度计算

路面上设置的灯具*i*对路面任一点*P*的照度可按式(1)计算:

$$E_{Pi} = I_{\gamma p} \cos^3 \gamma / H^2 \quad (1)$$

式中, E_{Pi} 为灯具*i*对路面上*P*点的照度值; $I_{\gamma p}$ 为对

P 点的垂直角 γ 和水平角 β 在灯具样本的配光曲线或光强中对应得值; γ 为灯具 i 的光轴与 P 点光线的夹角; β 为 P 点与光源在水平面对应的夹角; H 为灯具 i 的安装高度; 照度计算如图 1.

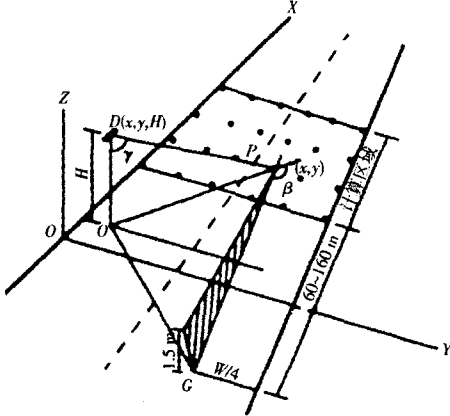


图 1 照度计算

一般在道路中, 对应于一个点, 同时有若干个光源在该点投有光通量, 而在道路设计照明计算时, 一般只要求计算该点附近 3~4 盏灯具的光照叠加值, 将叠加后的照度值作为该点的亮度值, 如式 (2).

$$E_p = \sum E_{pi} \quad (2)$$

1.1.2 平均照度和均匀度

按灯杆宽度和路面宽度选择若干个有代表性的点, 求出其中的照度值. 其中必然会出现极大、极小值. 利用式 (3)~式 (5) 可计算平均照度 E_{av} 、均匀度 E_0 和纵向均匀度 E_1

$$E_{av} = (\sum E_p) / n \quad (3)$$

$$E_0 = E_{min} / E_{av} \quad (4)$$

$$E_1 = E_{min} / E_{max} \quad (5)$$

式中, n 为所取采样点的个数; E_{min} 为所取得采样点中照度最小的值; E_{max} 为所取得采样点中照度最大的值. 采样点取得越多, 计算值精度就越高.

1.1.3 亮度指标的计算

由亮度系数 Q_0 和照度换算系数 P_0 的公式:

$$Q_0 = L/E; P_0 = E/L = 1/Q_0 \quad (6)$$

式中, Q_0 为路面的亮度系数; P_0 为路面照度换算系数; L 为路面某单元的亮度值; E 为路面某单元的照度值.

由式 (6) 可得路面亮度的计算式 (7):

$$L = Q_0 E = E/P_0 \quad (7)$$

亮度系数决定于路面的材料性质、光源、光环境和观察者相对于观察单元的位置. 我国公路行业对

水泥砼和沥青路面的 P_0 值取为 15 和 21; 在隧道内则改取为 13 和 22.

1.2 道路照明设置

1.2.1 照度标准

确定道路照明标准时, 要考虑道路的使用性质、等级、交通量大小, 以及路面反射性等. 现行《城市道路照明设计标准》^[2] (CJJ 45—91) 是 1991 年发布的, 其中设计照度标准与目前国内经济发展水平与深圳特区的水平相比偏低. 所以深圳地区常规做法是将设计照度标准比现行城市道路照明标准高一至两个等级要求进行设计.

1.2.2 主车道照明设置

照明器通过杆柱安装在车道上空, 杆柱按一定间隔沿车道线形布设. 合理选择杆柱结构、照明器型号和布设排列方式, 路面将获得良好照明.

杆柱式照明器有单边和双边两种, 单边安装在硬路肩外, 双边型安装在中央分割带凸台上. 结构的特征尺寸有杆柱高度、悬臂长度和悬臂仰角.

增加杆高可以加大照明区域, 相对减少照明器数量, 均匀度可适当改善, 眩光也可得到一定抑制, 提高了照明舒适感. 但过高的杆柱会使平均照度减少, 逸散路肩外的光通量增加, 同时也会增加成本. 目前, 常用的杆柱高度约 10~15 m.

加大悬臂长度可使照明器深入车道的长度增加, 车道接受的光通量加大, 提高路面平均亮度, 而路肩或紧急停车带的光通量下降, 并且过长的悬臂须加大结构强度. 因此, 悬臂长度需要优化. CIE 建议悬臂长度不超过杆高的 1/4. 目前, 常用数值为 1.5~3.0 m 的范围内.

悬臂仰角增加照明器在某一安装高度对路面横向照射范围, 过多地加大仰角并不能使路面亮度相适应的升高, 在弯道还比较容易产生眩光. 我国规定仰角不超过 15°, CIE 建议仰角控制在 5° 以内^[3].

1.2.3 照明器安装尺寸

杆柱式灯具的在安装时, 其安装高度见表 1 的推荐值.

表 1 照明器最低安装高度推荐值^[3]

照明器光通量/lm	4 500	12 500	25 000	45 000	95 000
最低安装高度/m	> 5	> 8	> 10	> 12	> 15

日本对安装高度和间距等参数所作的相关规定见表 2.

表2 各类配光灯具的安装方式、高度和灯杆间距的关系

灯具种类 安装方式	$\gamma_{\max} < 65^\circ$		$\gamma_{\max} < 75^\circ$		$\gamma_{\max} < 90^\circ$	
	安装高度 h/m	间距 s/m	安装高度 h/m	间距 s/m	安装高度 h/m	间距 s/m
单侧排列	$\geq 1w$	$\leq 3h$	$\geq 1w$	$3.5h$	$\geq 1.4w$	$\leq 4h$
双侧对称排列	$\geq 0.5w$	$\leq 3h$	$\geq 0.5w$	$3.5h$	$\geq 0.7w$	$\leq 4h$
双侧交错排列	$\geq 0.7w$	$\leq 3h$	$\geq 0.7w$	$3.5h$	$\geq 0.9w$	$\leq 4h$

注: w 为路面宽度。

2 城市道路照明节能措施

据试验统计,钠灯的耗能比高压汞灯低近一倍,双边型灯具分割带安装方式明显优于单边安装.路灯照明目前均由城市电网供电,因而其电压随电网电压升降而波动.特别到后半夜,用电负荷减少,低压电网电压升高,使得路灯异常明亮、眩目,造成了过度照明,不仅大大增加耗电,同时也导致光源、电器实际使用寿命迅速下降,大量增加了维护量和维护费用.为了让城市亮得更科学,亮得更节约,采用路灯智能控制是目前比较适用的技术之一^[4].其具体可行的节能措施分述如下:

2.1 确定合理的照明标准

在道路照明标准制定时,首先要确定道路照明等级,按照主干道、次干道、住宅小区等不同的照明场所进行合理设计,以便最大限度地利用光能.通常可做出几种方案进行分析比较,从中选取既经济合理又节能的方案.

2.2 选用性能好的光源

在适当考虑灯泡显色性的基础上,使用高效光源是照明节能的重要环节.通常以白炽灯作为第一代光源.20世纪30年代发明的荧光灯和高压汞灯作为第二代光源.20世纪60年代中期,半透明氧化铝陶瓷及其与封接工艺突破之后,高压钠灯的出现被誉为第三代光源.高压钠灯是高强度气体放电.灯中光效最高的一种可达到 140 lm/W ,是高压汞灯的2.2倍、白炽灯的8~10倍.用高压钠灯取代白炽灯可节电80%以上,代替高压汞灯可节电60%左右,而且高压钠灯的特性稳定,光通维持性最好,维护系数较高,寿命较长,且具有不锈蚀,透光性能强等优点,高压钠灯已成为用途广泛又节能的光源,得到能源部门和照明设计者的重视^[5].

2.3 科学控制开关时间

公共照明启闭时间准确与否也是照明节能的一个主要方面.以道路为例,某市装灯容量1997年底统计值700 kW,如果启闭时间控制精确,以每天少亮5 min计算,则每年节约约21 280 kW·h^[6].因此,合理的控制路灯的启闭时间能够有效的节约能

源.如采用人工控制、时钟控制、光电控制、微机控制等方法对照明时间进行控制.另外,照明的控制方式上也可采取节能的措施,如实行半夜灯,即当夜深人静时,道路上车辆行人稀少,可自动熄灭一部分灯,如有数排时,熄灭其中的几排或者隔盏熄灯,适当降低照明度,减少耗电量,而这就要求设计人员在设计时,将半夜灯的控制、线路的敷设等各种因素进行综合考虑.

2.4 降低无功损耗缩小供电半径

现在随着供电质量不断提高,电网电压日趋稳定正常,而到下半夜当用电明显减少时,供电电压升高较多,则照明用电量的功耗也随之上升.这样不但缩短了光源的寿命,也增加了不必要的能量消耗.现在有关单位研制了一种节能器,安装在照明线路内,能按照用户设置的电压值自动投入运行,当电网电压低于设置电压时,负载电压直接由电网供电,节能器不参加工作,当电网电压高于设置电压时,节能器自动投入工作,电网电压经节能器降压供给负载,使照明设备始终在额定电压下运行.而且,节能器本身功率损耗极小,这也节省了照明设备的电能消耗.另外,路灯管线中导线截面积选择时,应考虑线路长度对电压的损失,同时选好合理的供电点,供电半径不超过500~800 m,减少线路的功率损耗^[7].

2.5 合理选择灯具定期维护保养

灯具的主要作用是把光源的光通量分配到需要的方向,以提高光的利用率,避免引起眩光.灯具的效率是指其对光源光通量的利用率.任何材料制成的灯具对于光源辐射的光通量在经过反射和透射时,其效率总是 <1 .假设同一功率的光源,一只配用效率较高的灯具,其光通量的70%~80%得到利用,另一只配用效率较低的灯具,光通量只有40%~50%得到利用.两者比较,效率低的灯具其光源所消耗的功率将近30%被浪费,这一点往往容易被忽视.因此,在选择灯具时,应尽量选择配光曲线好、效率较高的灯具.一般效率较高的灯具都采用高反射率的材料和先进工艺,如使用电化抛光的高纯铝板,透光性能好的防护罩等;灯具的密封性能要好,能防

水防尘,尽可能减少光的损失。

灯具在使用过程中不可避免地受到污染,如反光器的铝氧化,防护罩里外积尘生垢等,这些情况势必造成光的损失,如果不定期维护保养,则和上述道理相同,即光源所消耗的功率大部分就浪费掉了。灯具的清扫擦拭至少2次/a,并要求彻底擦洗干净,保证其透光度,有效提高光源光通量的利用率,减少光的损耗,提高照明度。

3 结 语

一个好的照明系统和一个好的照明灯具及其布置方式息息相关;一个高效节能的照明系统和好的照明设计息息相关,好的照明设计和精确的照明计算又息息相关。在进行道路照明设计时,设计人员应在保证道路照明效果达到相应的标准的前提下,最大限度的降低道路照明的能耗,做到“点着灯节电”,使我国的能源得到有效的利用,同时保障城市

道路行车的安全性和畅通性。

参考文献:

- [1] 翁季,陈仲林,刘波,等.城区道路照明可见度研究[J].照明工程学报,2005,16(1):20-22.
- [2] CJJ 45—91,城市道路照明设计标准[S].
- [3] 翁小雄.高速公路机电系统[M].北京:人民交通出版社,2004.
- [4] 陈湘闽.浅谈南坪快速路道路照明设计[J].有色冶金设计与研究,2006,24(2):17-20.
- [5] 江苏省建委.江苏省建设委员会城市道路照明工程文件汇编[M].南京:江苏科学出版社,1999.
- [6] 朱捷.路灯建设中照明节能的思考[J].泰州职业技术学院学报,2006,6(1):17-19.
- [7] 胡培生,高纪昌.道路照明与供电[M].北京:原子能出版社,1997.

(上接第101页)

K0 + 170 与竖曲线起点的桩号差 $x = 170 - 110.0809 = 59.9191(\text{m})$

$$\text{纵距 } y = \frac{x^2}{2R} = \frac{59.9191^2}{2 \times 3000} = 0.5984(\text{m})$$

K0 + 170 处的设计高程 $H = H_1 - y = 206.80 - 0.5984 = 206.2016(\text{m})$

由以上计算可知,用三种方法得出 K0 + 170 处的设计高程分别为 206.2006 m、206.20 m 和 206.2016 m。这里只是为了看清差别,采用保留4位小数进行计算,实际设计时保留2位,采用不同方法得到的数值均为 206.20 m。另外,对比圆曲线和抛物线的参数可以看出,它们的 E 值、 T 值以及曲线的起止点桩号都相差很小。这就说明,在施工过程中,完全可以直接用 $y = x^2/(2R)$ 来计算竖曲线上任意点距离切线的纵距(式中, y 为竖曲线上计算点距离切线的纵距, x 为计算点桩号与竖曲线起点的桩号差, R 为竖曲线半径),从而计算出所需点的高程值,而不用去追究竖曲线到底是圆曲线还是抛物线。

3 结 语

利用 AutoCAD 设计道路纵断面,虽然不能象路线设计软件那样自动生成数据表格和标注,但比先手工计算再作图的传统设计方法要容易得多,并且不会降低设计质量。在没有路线设计软件可用的情况下,只要熟练运用这种方法,同样能够达到快速设计道路纵断面的目的。

参考文献:

- [1] CJJ 37—90,城市道路设计规范[S].
- [2] JTJ 011—94,公路路线设计规范[S].
- [3] JTG B 01—2003,公路工程技术标准[S].
- [4] GB 50162—92,道路工程制图标准[S].
- [5] 张维全,周亦唐,李松青,等.道路勘测设计[M].重庆:重庆大学出版社,2002.
- [6] 吴瑞麟,沈建武.城市道路设计[M].北京:人民交通出版社,2003.