

对于某城镇道路照明工程设计的总结

毛欢

上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司青岛分公司

摘要: 本文针对常规道路照明工程设计进行了简单总结。按照设计流程进行了列举,总结了道路照明设计所应考虑的道路等级、城市定位、布灯方案、负荷等级等方面。列举出了照度、功率密度、线路压降的计算方式。最后,结合以上各条,对一条城市次干道进行了照明设计列举,给出了具体的计算、模拟数据。

关键词: 道路照明; 功率密度; 线路压降; 布灯方式

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2021.20.136

一、引言

随着城镇化的不断发展,配套道路建设也持续着,虽然近年来,智慧路灯的趋势愈加明显,但限于经济、科技发展的现状,传统的照明工程依然是主要的建设方向,智慧路灯并不具备全面布局的条件;我国的城市道路照明电气设计已十分成熟,但也有许多从业人员对于道路照明了解的不够全面,本文针对常规道路照明工程设计进行了简单总结。按照设计流程进行了列举,总结了道路照明设计所应考虑的道路等级、城市定位、布灯方案、负荷等级等方面。

二、工程概况

本工程为城市次干道,长度约3.0km,双向6车道,车行道宽16m,分隔带宽1.5m,非机动车道宽3.5m,人行道宽2m。

三、设计标准及原则

(一)照明设计需满足《城市道路照明设计标准》(CJJ45-2015)要求,本工程位于沿海较发达城市,依照城市定位及工程所处位置,采用高标准:

机动车道照明标准取值:

1) 路面亮度

平均亮度: $1.50 \text{ Lav} (\text{cd}/\text{m}^2)$, 总均匀度: $U_0 \geq 0.4$, 纵向均匀度 $U_L \geq 0.5$ 。

2) 路面照度

平均照度 E_{av} : $20 (lx)$, 均匀度 $U_e \geq 0.4$ 。

3) 眩光限制阈值增量 $TI (\%)$ 最大初始值 ≤ 10 ; $LPD \leq 0.5 (W/\text{m}^2)$ 。

非机动车道和人行道照明标准取值:

$E_{h.av} \geq 10 (lx)$, $E_{h.min} \geq 2 (lx)$, $E_{v.min} \geq 3 (lx)$, $E_{s.min} \geq 2 (lx)$ 。

(二)采用高标准灯具,营造良好的光环境,为工程整体功能服务。

(三)注重景观视觉效果,使照明设施与环境协调,提升照明的城市观赏功能。

(四)积极使用新技术,综合考虑经济效应。

四、设计方案

(一)布灯方案

根据道路宽度,路灯布置在机非分隔带内,双侧对称布置。拟采用10m等高双挑路灯,布灯间距35m,采用LED光源,灯具功率为50+160W,横臂均为1.0m。

照度计算如下:

布灯间距 S : 35m

排列: 双侧对称布灯, $N=2$

路面宽度 W : 16m

每盏路灯中的光源数 n : 1

光源离地10m

综合系数 $U=0.35$

光源: 160W, 总光通量 F : 22400 (lm)

平均路面照度: $E = (n \times N \times U \times F) / (W \times S) = (1 \times 2 \times 0.35 \times 22400) / (16 \times 35) = 28 (lx)$

平均亮度: $L = E/r = 28/15 = 1.87 (\text{cd}/\text{m}^2)$

功率密度: $LPD = NP/WS = 2 \times 160 \times 1.1 / 16 \times 35 = 0.63 (W/\text{m}^2) > 0.8 (W/\text{m}^2)$

也可利用DIALux软件进行模拟,模拟结果如下:

机动车道:

1) 路面亮度

平均亮度: $1.78 \text{ Lav} (\text{cd}/\text{m}^2)$, 总均匀度 U_0 : 0.77, 纵向均匀度 U_L : 0.66。

2) 路面照度

平均照度 E_{av} : $27.7 (lx)$, 均匀度 U_e : 0.60。

3) 眩光限制阈值增量 $TI (\%)$ 最大初始值: 10; LPD : 0.63。

非机动车道和人行道:

$E_{h.av}$: $11.92 (lx)$, $E_{h.min}$: $7.86 (lx)$, $E_{v.min}$: $3.83 (lx)$, $E_{s.min}$: $4.18 (lx)$ 。

(二)电源设计

本工程总长约3.0km,拟在0.75km及2.25km处各设置一台箱式变电站。用电负荷为三级负荷,电能计量方式为高供低量。

户外箱变包括高压环网进出线配电装置、变压器、低压配电装置、电能计量装置、照明控制器等。箱变设在本工程沿线道路外侧的绿化设施带内,供电半径约750m。箱变可进行外部修饰,使之与周围环境谐调一

致。低压配电系统采用TN-S系统。

(三) 电缆的选择、敷设及接地

1) 照明电缆采用交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套电缆, 穿 $\Phi 90$ PVC管敷设, 过路段穿SC100敷设。电缆截面按满足照明负荷起动压降和起动电流的要求选择, 将电压偏差控制在+5%~-10%。

2) 电缆埋深不小于0.7米, 过路局部埋深至1.0米。

3) 电缆进入灯杆基础改用穿金属软管敷设, 在进入灯杆保护电器后将电缆改为导线BVV-450/750V-3x2.5敷设, 每回路灯具供电按ABC相序跳接。

4) 电缆过路处均设置电缆井。

5) 照明主电缆电压降计算如下:

标称线电压: $U_n=0.38\text{kV}$

单灯计算负荷的有功功率: $P=0.05+0.16=0.21\text{kW}$

功率因数: $\cos\Phi=0.85$, 求得 $\text{tg}\Phi=0.6197$

布灯间距: $l=0.035\text{km}$

最长回路灯具个数: $n=22$

采用YJV-0.6/1kV-4x25电力电缆, 查《工业与民用配电设计手册(第四版)》表9.4-19, 得: $R_0=0.87$; $X_0=0.082$ 。

$$\Delta u\% = 1/10U_n^2 \times \sum [(R_0 + X_0 \times \text{tg}\Phi) P_{js} \times L] = 1/ (10 \times 0.38^2) \times [(0.87 + 0.082 \times 0.6197) \times 0.21] \times 22 \times 23 \times 0.035 \times (1/2) = 1.19\%$$

计算结果表明, 采用交联聚氯乙烯绝缘护套电缆YJV-0.6/1kV-4x25电力电缆时, $\Delta u\%=1.19\% > 10.0\%$, 满足要求。

五、照明的控制

(一) 道路照明采用单灯控制模式, 在箱式变电站中设置集中控制器, 通过单灯控制器和集中控制器, 实现LED路灯的调光、故障检测、漏电检测等等一系列智能运营功能。集中控制器带有通信功能, 与下级终端之间通过电力载波实现通信, 与上级通信应能满足路灯管理部门的要求, 集中控制器利用现状。

(二) 采用多级调光控制方式调光过程中, LED道路照明灯具的色温不应发生变化, 调光级数与相应LED道路照明灯具的功率宜呈线性正比; 集中器可以按照预设模式自动运行, 或根据上级控制指令运行。同时在调光时, LED道路照明灯具的亮度应缓慢过渡。

六、照明灯杆灯具选型

照明灯杆灯具选型, 必须满足相关国家、行业标准规范, 且需结合当下的技术发展做出相应调整。

七、接地措施

(一) 箱变低压系统采用TN-S制, 箱变设总接地网, 接地电阻不大于4欧姆。所有正常时不带电的电气设备及其他辅助设备均需有效的接地。接地极根据实测

情况, 按需增加。重复接地的人工接地极采用壁厚等于3.5mm的 $\Phi 50$ 不锈钢钢管, 长2.5米, 接地线采用-40x4不锈钢扁钢。接地极垂直埋设, 顶端距地面1米, 间距为5米。

(二) 路灯接地采用TT系统, 系统接地、重复接地和灯杆防雷统一考虑, 灯杆采用自然接地体和人工接地相结合的方式。

(三) 利用钢筋混凝土基础作为自然接地体, 灯杆基础内主筋、预埋螺栓、箍筋等可靠焊接, 金属灯杆、PE线与接地系统做可靠电气连接。

(四) 在路灯基础中心附近预埋一根-40x4的不锈钢扁钢, 在基础底以下预埋一根接地极, 不锈钢扁钢上端与路灯法兰盘螺栓焊接, 下端与接地极焊接。接地后的接地电阻不大于4欧姆, 不满足要求时补打接地极。

八、节能措施

(一) 照明配电变压器必须选用符合现行国家标准《三相配电变压器能效限定值及能效等级》GB 20052规定的节能产品, 减少空载损耗及负载损耗, 同时变压器的负载运行在高效区附近, 以达到减小损耗, 经济运行的目的。

(二) 采用单灯无功补偿和箱变集中补偿相结合的方式, 单灯补偿后的功率因数不低于0.85, 箱变集中补偿后功率因数不低于0.92, 达到减小系统无功损耗、降低供配电设备容量的目的。

(三) 照明系统采用智能控制器进行控制, 根据设备使用地的经度、纬度, 准确地自动预知每天日升日落时间, 控制线路的开闭时间达到节能的目的。

九、结语

道路照明, 作为国家基建、城镇建设的基本组成单元, 是智慧城市中智慧路灯的重要基点, 只有合理、经济的规划建设道路照明, 才能为以后的科技升级预留伏笔; 随着我国智慧路灯的不断推进, 布设规范的照明工程, 会为其带来极大的便利性与创造空间。

参考文献

- [1] 中国航空规划设计研究有限公司. 工业与民用配电设计手册(第四版). 北京: 中国电力出版社, 2016.
- [2] CJJ 45-2015 城市道路照明设计标准.
- [3] GB 50217-2018 电力工程电缆设计标准.
- [4] GB 50052-2009 供配电系统设计规范.
- [5] 李竟诚. 城市道路照明电气设计常见问题及优化策略. 中交第一公路勘察设计研究院有限公司, 2021.
- [6] 郭燕萍、陈元桂. 道路照明系统的接地型式及低压配电保护. 福州市规划设计研究院. 2020.

作者简介:

毛欢(1986-), 男, 陕西西安人, 工程师, 从事电气自控工程设计与研究。