

基于 PLC 的城市道路照明节能控制系统设计

卞和营, 曹森鹏, 常英丽, 王化冰, 王雪晴, 张晓强

(平顶山学院 电气与机械工程学院, 河南 平顶山 467099)

摘 要:针对目前我国大多数城市道路照明电能浪费巨大的问题,提出了城市道路照明系统结构和节能控制方案,采用 CPU-226PLC、EM235 和 RY-G 光照传感器等设备设计了硬件电路,并根据路灯在光照度和时间协同作用条件下设计了 PLC 控制程序,实验表明该设计能够很好地实现城市道路照明路灯的节能控制,能够为城市道路照明提供一种可行的节能方案.

关键词:PLC;道路照明;节能;控制系统

中图分类号:TP273

文献标识码:A

文章编号:1673-1670(2018)05-0053-03

0 引言

随着城市现代化的发展,城市路灯照明用电量占城市的总用电量的比例不断增加.国家统计局数据显示,2013年道路照明用电量占全部照明用电量的29%,约占全国总用电量的9%,位居各领域照明用电量之首^[1-2].目前我国大多数城市道路照明灯的控制方式主要有3种:1)时间控制节能方式,值班人员根据开关灯时间表手动开关操作,要求人不离岗;2)季节控制节能方式,以季节的变化为开关依据,不论气象条件如何变化,均只能随季节变化开关灯,人工参与调整开关时间;3)光照度控制节能方式,按光照度的差异来控制路灯开关,造成夜间大量的电能浪费.这些方式的单独采用不仅消耗大量人力资源,还造成了大量电能的浪费^[3-5].笔者根据城市路灯在光照度和时间的协同作用条件下实现对路灯的节能控制,为城市道路照明提供一种可行的节能控制方案.

1 城市道路照明灯布局结构方案设计

为便于研究,笔者设计的城市道路照明系统结构方案为:道路为双向四车道,两侧设有人行道,人行道宽5m,四条机动车道宽15m,总宽度25m,纵向长300m,灯杆高10m,灯杆纵向间距30m,灯具选用截光型,双侧对称布置.人行道一侧安装

功率70W的路灯,机动车道一侧安装两盏分别为70W和150W的路灯.根据上述方案设计的城市道路灯具布局横断面图如图1所示^[6].

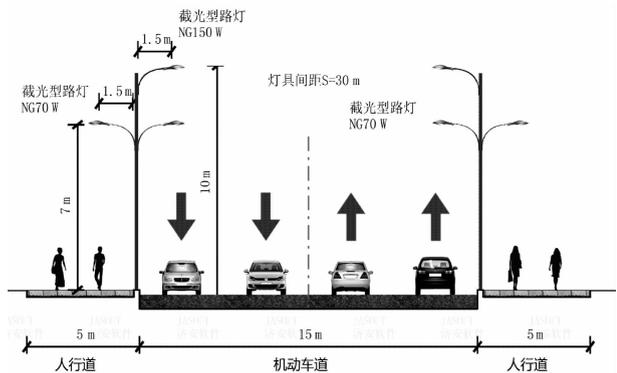


图1 城市道路灯具布局模型横断面图

城市道路灯具布局纵向图如图2所示,该路段呈东西走向,全长300m,双向四车道,相邻路灯间距30m.

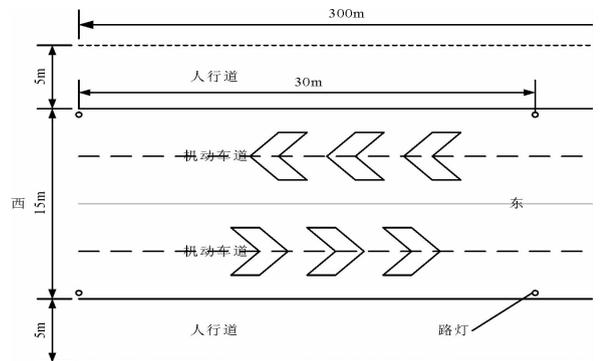


图2 城市道路灯具布局模型纵向图

收稿日期:2018-04-29

基金项目:河南省教育厅高等学校科学技术研究重点项目(18A413009)

作者简介:卞和营(1971—),男,河南省平顶山市人,硕士,平顶山学院电气与机械工程学院教授,主要研究方向:检测与智能控制技术.



2 城市道路照明节能控制系统硬件电路设计

2.1 照明节能控制系统设计思路

以 PLC 为核心控制器,用光照传感器检测天然光照度,并把测量值通过模拟量扩展模块送给 PLC,PLC 将其变换后与设定值比较,根据比较结果和当前时间决定是否开启路灯.照明节能控制系统硬件电路连接结构如图 3 所示.

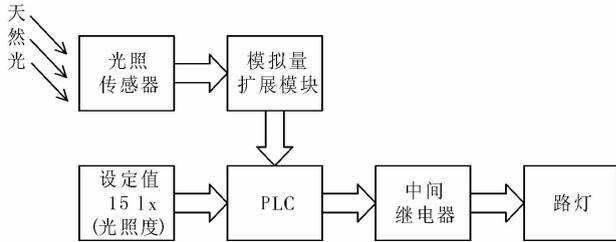


图 3 硬件电路连接结构

2.2 城市道路照明灯启停控制方案

城市道路照明灯启停控制方案如表 1 与表 2 所示.表 1 是在每天傍晚或黎明时,光照度与时间协同作用条件下控制路灯.当天然光照度大于 20 lx 时,不需要开启路灯,此时天然光照度能满足视觉要求;当天然光照度小于 20 lx 时,路灯按照表 1 中在不同光照度与时间两个条件满足时启动不同照度的路灯,具体情况参照表 1.表 2 是当每天 21:00 至次日 4:59 时间段时,只按照时间启动不同照度的路灯.

表 1 路灯启停与光照度和时间的关系

天然光照度/(lx)	时间	启动对象
>20		不启动路灯
>15,且≤20	17:00 至 20:59 5:00 至 7:59	70 W(机动车道路灯)
>10,且≤15	17:00 至 20:59 5:00 至 7:59	150 W(机动车道路灯)
≤10	17:00 至 20:59 5:00 至 7:59	70 W + 150 W (机动车道路灯)

表 2 路灯启停与时间的关系

时间	启动对象
21:00 至 21:59	70 W + 150 W(机动车道路灯)
22:00 至 23:59	150 W(机动车道路灯)
0:00 至 3:59	70 W(机动车道路灯)
4:00 至 4:59	150 W(机动车道路灯)

2.3 照明节能控制系统硬件电路设计

1) 路灯控制电路原理图设计

路灯控制电路原理图设计如图 4 所示,图 4 中 KA1 为人行道路灯中间继电器,KA2 为机动车道 70 W 路灯中间继电器,KA3 为机动车道 150 W 路灯中间继电器,启动指示灯指示控制系统是否处于运行状态,SB1 是启动按钮,SB2 是停止按钮.“70 W(人)”指人行道上的 70 W 路灯,“70 W(机)”指机动车道上 70 W 路灯,“150 W(机)”指机动车道上的 150 W 路灯.

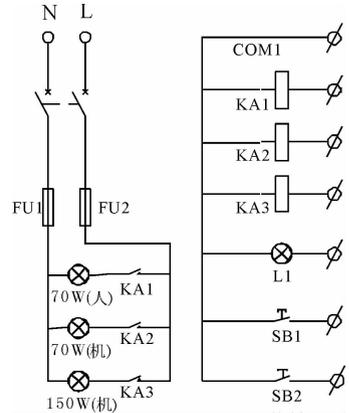


图 4 路灯控制电路原理图

2) PLC 控制路灯 I/O 地址分配

根据城市道路照明灯布局结构方案,每个灯杆上安装 3 盏灯,在 300 m 长的道路上安装 22 个灯杆,可知需安装 70 W(人)路灯、70 W(机)路灯和 150 W(机)路灯各 22 盏,各盏灯的控制原理如图 4 所示.PLC 控制路灯 I/O 地址分配如表 3 所示.

表 3 PLC 控制路灯 I/O 地址分配

输入			输出		
元件	地址	功能	元件	地址	功能
SB1	I0.0	启动	KA1	Q0.0	70 W(人)路灯
SB2	I0.1	停止	KA2	Q0.1	70 W(机)路灯
			KA3	Q0.2	150 W(机)路灯
			L1	Q0.3	启动指示灯

表 3 中 I0.0 和 I0.1 分别是路灯启动与停止按钮;Q0.0、Q0.1 和 Q0.2 分别控制图 4 中 KA1、KA2 和 KA3,Q0.3 控制指示灯指示控制系统是否处于运行状态.

3) PLC 控制硬件电路设计

根据城市道路照明灯启停控制方案设计的基于 PLC 的照明节能控制系统硬件电路如图 5 所示.



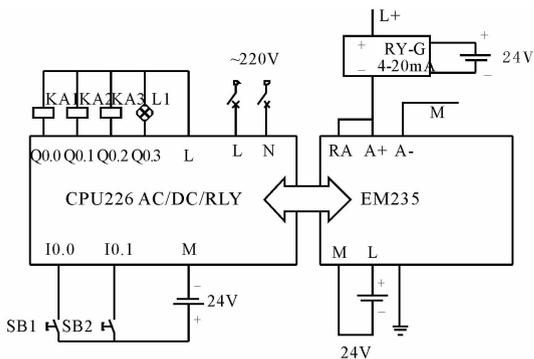


图5 PLC外部电路接线图

3 城市道路照明节能控制系统程序设计

根据城市道路照明灯启停控制方案设计的PLC控制程序如图6所示,部分主控制程序列举如下。

图6中网络1为初始化程序,为控制系统启动做准备。网络2中按下启动按钮后,M0.0保持运行信号,Q0.3输出指示控制系统是否处于运行状态。网络3是一个将A/D转换后的数值换算成光照度的程序。网络4与网络5分别是开灯与关灯控制程序。网络6是读取PLC时钟的功能程序。网络7为行人道路灯控制子程序。网络8为机动车道路灯控制子程序。

4 实验

根据城市道路照明节能控制系统硬件电路设计图4和图5,采用CPU226PLC、EM235模拟量模块、RY-G光照传感器、MY4N-J中间继电器、70W和150W的普通灯泡等电器设备搭建实验平台,根据城市道路照明灯启停控制方案在编程软件STEP 7 MicroWIN V4.0编写相应的控制程序。经过调试,较好地实现了城市道路照明路灯的节能控制。

5 结论

针对城市道路照明电能浪费巨大的问题,设计了基于PLC的城市道路照明节能控制系统,实现了路灯在光照度和时间协同作用条件下的节能控制,该方法能够为城市道路照明提供一种可行的节能方案,具有一定的实际意义。但设计中仍存在深夜城市道路上无行人或无车辆仍有部分路灯亮的现象,把机器视觉技术运用于该系统是今后进一步研究的问题。

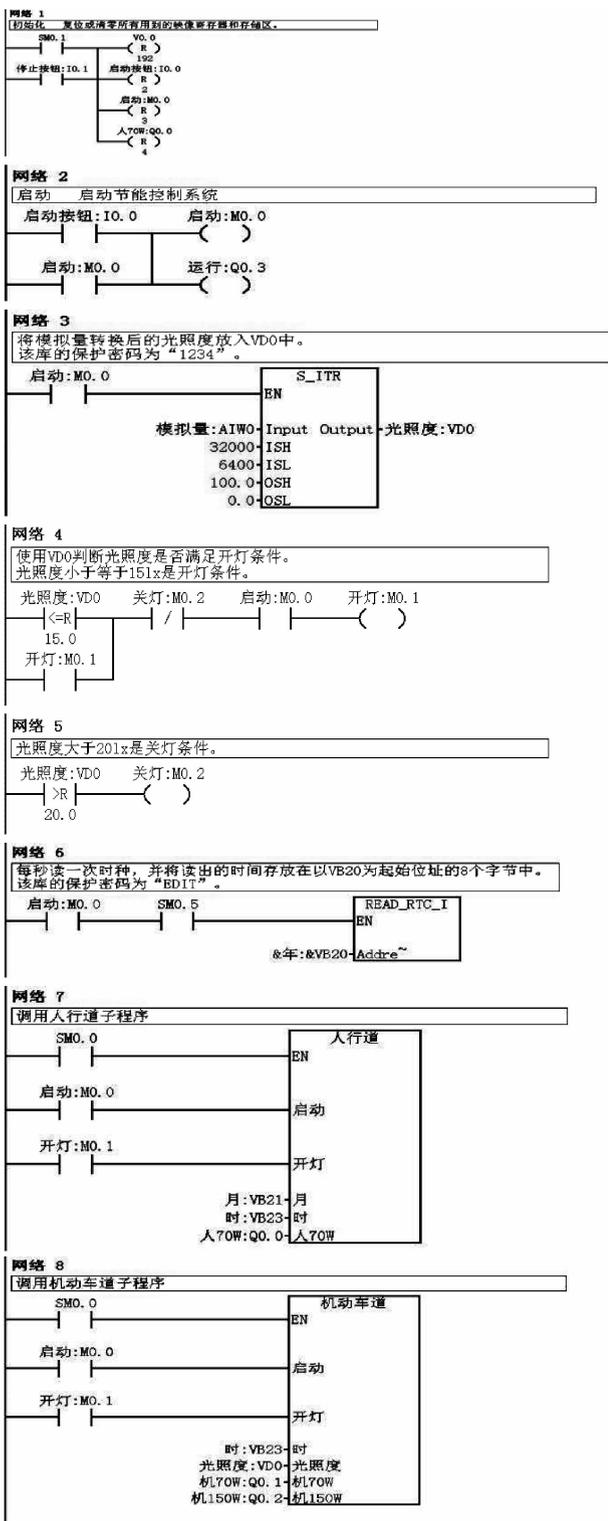


图6 PLC控制程序

参考文献:

[1] 葛兴伟. 节能技术在城市照明中的应用[J]. 电子技术与软件工程, 2017(12): 97.

(上接第 55 页)

[2] 英航. 探究城市道路照明的节能设计[J]. 电子世界, 2017(7):100.

[3] 张荣良. 城市路灯照明节能技术现状分析及其发展前景[J]. 建设科技, 2017(19): 100 - 101.

[4] 罗铁洲. 城市道路照明与节能问题初探[J]. 技术与市

场, 2014, 21(12): 147 - 148.

[5] 管庆磊. 城市道路照明节能控制系统的设计[J]. 电子世界, 2014(13): 142.

[6] 袁峰, 瞿才鑫. 某市政道路照明设计[J]. 工程建设与设计, 2016(4): 79 - 81.

(责任编辑:王彦江)

A Design of Energy – Saving Control System for Urban Road Lighting Based on PLC

BIAN Heying, CAO Senpeng, CHANG Yingli, WANG Huabing, WANG Xueqing, ZHANG Xiaoqiang

(School of Electrical and Mechanical Engineering, Pingdingshan University, Pingdingshan, Henan 467099, China)

Abstract: Aiming at the problem that there exists the huge waste of electric energy in most urban road lighting in China at present, the structure of urban road lighting system and the energy saving control scheme are put forward, and the hardware circuit is designed by using CPU – 226PLCU, EM235 and RY – G illumination sensor, etc. The PLC control program is designed according to the illumination and time synergism of the street lamp. The experiment shows that the design can realize the energy – saving control of urban road lighting and provide a feasible energy saving scheme for urban road lighting.

Key words: PLC, road lighting, energy – saving, control system

