

基于 PLC 的智能校园照明系统设计

徐子航¹ 邢战闯¹ 李俊¹ 黄海博^{2*}

1 河南城建学院 河南省平顶山市 467000

2 新疆工程学院 新疆乌鲁木齐市 830032

摘要: 随着科技的发展和校园生活的不断丰富,在校园越来越多地引入照明设备,照明用电在用电量中所占的比例日益增加。其中,路面照明和景观照明的使用强度较大,作业时间较长,需要大量的人工作业,导致了资源的浪费。因此,本文采用可编程控制器对新校区的道路和景观照明系统进行智能控制,从而更好地适应各个校区学生的日常生活。寝室熄灯之前,必须把所有的街灯全部打开;在施工过程中,可适当降低道路用光的需求量,并关闭部分道路灯光;另外,在寒假和暑假期间,我们也采用了分段式的管理方式。经估计计算,该系统每年可节约电能 25% 左右,且灯具寿命较长,运行稳定可靠,可充分满足校园照明需要,达到预期目标。

关键词: 校园照明; 智能控制; PLC; 节能

1 绪论

在数字化时代,照明控制多路开关广泛应用。传统多开关控制灯组模式操作繁琐、效率低,已无法适应现代生活。如今,照明控制多路开关向智能化、集成化发展,单个按钮就能循环控制多组灯组亮灭,提升了使用体验。

可编程逻辑控制器(PLC)是工业自动化核心技术,也是智能照明系统的关键控制设备。例如东软载波将 PLC 电力线载波通信技术与智慧管控平台结合,其工厂智慧照明方案能实现设备高效连接、快速调光响应,提高照明管控效率。

PLC 技术呈现智能化、网络化和集成化发展趋势。智能化方面,融合物联网等技术可自动调节照明;网络化使照明控制器能远程控制,推动与其他系统融合;集成化则朝着模块化、标准化发展,降低安装成本,便于系统升级。

PLC 技术在照明控制领域潜力巨大。深入研究基于 PLC 的照明控制技术,对推动照明行业智能化转型、实现绿色发展意义重大,也为本课题指明了方向。

2 总体设计

2.1 本系统的设计思路及预期结果

下图为教学楼设计的电路原理框图:



图 2-1 教学楼设计电路原理框图

在教学大楼的控制系统中,光敏感元件将声音讯号转

化为电信号,再由放大器进行放大,再经过倍压整流电路转化为直流电压。光敏电阻器的阻值随光照的变化而发生变化,从而使电路的电压讯号发生变化,在电压讯号到达预定值时,关闭,若低于设定的数值,则断开,然后再由 AC 切换来控制。

利用 PLC 对校园内的路灯进行分时控制。当达到设置的时刻,通过 PLC 的输出端的电平改变来控制路灯的开关。由于路灯的功率较大,所以采用了二级汇流排,各回路通过接触器进行控制,通过 PLC 编程来实现接触器的动作。

下图为校园路灯设计的电路原理框图:

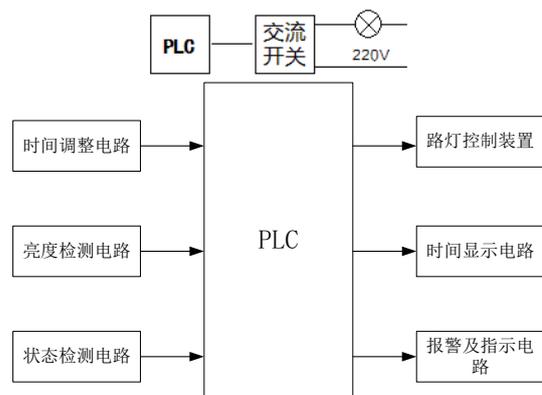


图 2-2 校园路灯设计的电路原理框图

设计了一种可编程控制器对校园内的路灯进行分时控制,在达到预定的定时后,PLC 的输出端从高电平变为高电平。在正常情况下,打开灯光关闭,在低时,打开灯光关闭。

考虑到路灯的体积大，采取二级母线供电的方式，各母线为各部分路灯供电。二级母线制更灵活，这种方法开关容量小，安装维修较为方便。

2.2 分时控制方案构想

在设计之前，我们对大学生的活动规律、道路照明的亮度进行了统计与计算，得到了第一手信息。绝大部分同学都是在晚上9点钟回到宿舍的，在晚9点到11点这段时间里，仅少许的学生在室外活动，在十一点以后，学校就会进入一片寂静之中。根据这一情况，我们可以将控制分成三个阶段：第一个阶段是在晚9点以前，将全部的灯都开启；第2个时间段是9点到11点之间，人数不多，可以关闭一半的灯具；而到23点之后为第3时段，在保证1/4的灯工作的情况下，路面的亮度可以达到3 lx，超过了公路的最低标准。为达到最大的节约能源，在设计中也考虑了季节因素在内：夏天晚上短，白天长，晚上开灯晚，关灯早；冬天的时候，灯光会比较早，关灯的时间会比较晚。园林及公众绿地的照明采用第一、第二时段全开，第三时段完全熄灭的控制方法。这样做的目的是为了能够更好地实现节能。节假日多也是学校的一个特点，寒暑假加在一起有3个月左右。制定的控制方案是：寒暑假期间景观灯手动控制，根据需要临时或少量开启；并且一天仅开1/4的路灯，满足最小的照明需求即可。

为确保 PLC 意外状况下的路面灯光，本系统还采用了人工与自动两种工作模式，在人工操作时，可人工打开或关闭任意一条灯，以确保校园的照明安全。

3 系统的硬件设计

3.1 灯具布置方案

校校园的道路是以行人为主伴随少量车辆通过，可以说是人车混杂。在设计时应采用了高于一般居住区的标准，正常情况满足路面照明需求。为了便于分时控制，在灯具布置时采用了双侧交错布置，杆距应该略小于标准杆距，此方法可以减少灯光死角。根据获得数据可以计算相关参数还有光通量了，光通量计算可根据(1)式进行

$$S=ekbd/lu \quad (1)$$

其中：e 表示道路照度，取合理值，

n 代表双侧交错布置系数，

u 为利用系数，

k 表示路面材质修正系数，

b 表示路面宽度

d 为表示电杆间距。

通过代入实际参数，最终得出所需光通量，并以此确定光源功率。

3.2 供电系统及控制原理图

路灯双侧交错布置，每侧由2个单独回路间隔控制。第2时段每侧关闭1个回路，1/2灯具熄灭；第3时段4个回路中3个分断，仅1/4灯具点亮，能满足校园道路最低照度要求。

采用二级母线供电，每段小母线为部分路灯供电，这种方式灵活且降低了母线和开关容量，便于安装维护。全校照明共8段小母线，30个回路。系统具备手动和自动两种工作制，保障校区安全。

下图3-1为供电系统及控制原理设计图。

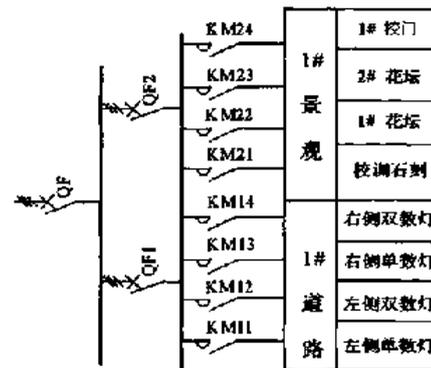


图 3-1 控制系统及控制原理设计图

3.3 I/O 分配表

表 3-1 输入输出分配表

类别	元件	端子号	作用
输入	SB1	X0	启动按钮
输出	KM11	Y0	左侧单数灯输出
	KM12	Y1	左侧双数灯输出
	KM13	Y2	右侧双数灯输出
	KM14	Y3	右侧单数灯输出
	KM21	Y4	校训石刻灯输出
	KM22	Y5	花坛灯输出
	KM23	Y6	花坛灯输出
	KM24	Y7	拱桥灯输出

根据供电系统图所示，写出输入输出分配表，其中启动开关为 X0，虽然 PLC 为智能控制，但是还是会需要一个启动按钮，来开启整个系统的运行。一个输入端，八个输出端。路灯采用双侧交错布置，每一侧的路灯由2个单独的控制回路进行间隔控制，故 Y0 为左侧单数灯输出，Y1 为左侧双数灯输出 Y2 为右侧单数灯输出 Y3 为右侧双数灯输出。当然校园内除了路灯照明，还包括了景观灯照明，所以在画

系统图时也要考虑到景观灯的照明，所以 Y4 为校园内校训石刻灯输出，因为考虑到校园内花坛景观占大多数，所以把花坛的景观灯分为两个两个回路，故 Y5 为花坛灯输出，Y6 为另一个花坛灯的输出，Y7 为拱桥灯输出。

3.4 PLC 接线图

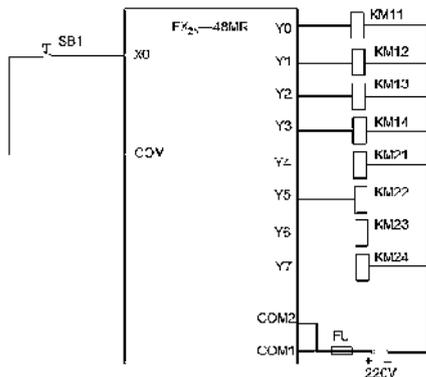


图 3-2 PLC 接线图

结论

通过对校园灯光的智能化控制，达到了显著的节能效果。使用 PLC 作为控制部件，与市面上销售的智能控制器相比，它具有投入少、故障率低、基本不需要维修的特点。在使用了智能控制之后，这套系统的设计和施工都很容易，可以作为学校或者是其它机构的技术改造或者是新建工程的参考。

参考文献：

[1] 郭英芳. 校园智能路灯监控系统的实现 [J]. 自动化与仪器仪表, 2016,03:158-160.

[2] 季媛媛, 文小玲, 张阐娟, 张双华, 唐四维. 智能路灯监控与管理系统的的设计 [J]. 武汉工程大学学报, 2016,04:404-409.

[3] 王宁, 陈磊. 基于 ZigBee 的校园路灯智能照明系统设计 [J]. 数字技术与应用, 2016,07:147-148.

[4] 刘紫燕, 罗超, 杨扬, 杨通杰, 罗厚德, 胡红博. 智能路灯控制系统设计实现 [J]. 微型机与应用, 2015,06:19-22.

[5] 王少林, 刘公明, 陶亮. 智能路灯监控管理系统的设计与应用 [J]. 智能建筑电气技术, 2015,02:71-74.

[6] 李威, 张红山, 梁轶, 汪佩佩. 基于 ZigBee 的智能校园路灯调控系统的设计 [J]. 信息通信, 2015,10:50-51.

[7] 张旭东, 刘善伟, 刘馨泽, 刘天尧, 万剑华. 基于 ArcGIS Server 和 Flex 的校园能源监管地理信息系统 [J]. 测绘与空间地理信息, 2013,02:19-21+26.

[8] 钱宏, 张华. 一种多功能智能路灯控制系统方案设计 [J]. 数字技术与应用, 2013,05:15-16.

[9] 蔡泽育, 何小龙. 基于 ZigBee 的无线路灯智能控制管理系统设计 [J]. 移动通信, 2011,18:61-65.

[10] 李扬. 高校路灯智能监控系统 [J]. 科技传播, 2013,24:212-213.

[11] 马涵辰. 校园智能路灯管理系统的设计与开发 [D]. 山东大学, 2014.

作者简介: 徐子航 出生年月: 2004/06/20 性别: 男 民族: 汉 籍贯: 河南省安阳市 学历: 本科 职称: 学生 从事的研究方向或工作领域: 电气工程及其自动化