

市政路灯照明电气系统补偿技术研究

李 正

(菏泽城建建筑设计研究院有限公司, 山东 菏泽 274000)

摘 要: 照明系统是人类进行生产活动必备工具,但是,大量的照明消耗了大量的能源,尤其是市政路灯照明系统。市政路灯照明系统高能耗与我国开展节约型社会建设理念不符,因此,市政路灯照明节能化建设势在必行。市政路灯照明电气系统的补偿技术是节能改造的有效手段,采用TSC设计了一款低压无功功率补偿装置,同时对设计的无功功率补偿装置软硬件进行了设计。

关键词: 市政;照明;电气系统;补偿技术

中图分类号: TM923

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)02-0229-04

0 引言

城市道路照明系统可以提高人们生活的便利性,同时可以增强城市美观度,辅助人们在夜间更加安全的出行,避免发生安全事故。因为各城市的经济发展情况是不同的,而各城市对于路灯照明提出了不同的要求。一些中小城市人口数量比较少,再加上经济发展水平相对较低,导致城市道路照明系统发展水平需要进一步提高。因此,在城市道路照明电气设计阶段,需要结合城市发展情况,提出科学的应对措施,根据城市道路照明系统发展现状,解决城市道路照明系统电气节能问题。

城市路灯照明系统中可加入能耗补偿设计,通过补偿技术来降低能耗。电路补偿技术是运用电子器件来实现,通过使用自动无功补偿装置降低能耗,可以提高城市路灯电能供应效率和质量,从而在定功率下可以更好地满足路灯工作要求。无功功率损耗补偿可以维护路灯照明系统在低功率状态下的运行,从而可以显著减少剩余功率输出造成的能源浪费。而且运用电路节能设计方式,可以在路灯电源上进行控制,使输出功率与使用功率相吻合,避免供电线路发热以及损坏路灯灯具等,是重要的路灯照明节能及安全措施。

1 无功补偿系统总体结构设计

无功补偿系统总体结构包括控空气开关、避雷针、双向晶闸管、三相电容器、熔断器、可控开关、触

发装置和串联电抗器等,见图1。

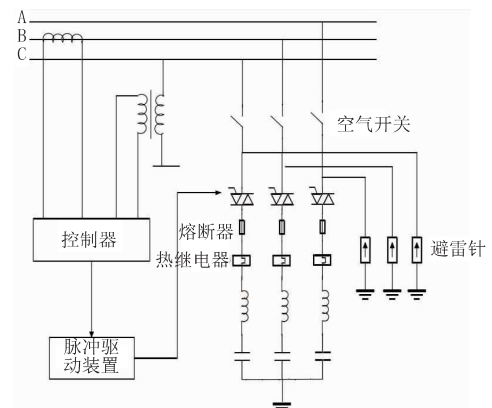


图1 无功补偿系统总体结构

为了确定系统需要的无功功率大小,首先对供电系统的三相电源电流值和电压值进行采样,然后将采集信号输送至控制器中,控制器对信号进行处理分析,从而计算出无功功率。控制器根据计算结果来确定电容器投入数量,将投入数量指令发送至触发晶闸管来执行。

2 控制电路设计

2.1 人机交换模块

本文设计的人机交换模块的显示电路见图2,其中液晶显示器采用1602型,显示器主要可以显示系统检测到的电压、电流及功率因数等参数。

1602与点偏激的连接见图3。

图3显示的电路图中,其中LCDRS端是表示数据/命令选择端,LCDEN是表示原始信号。接脚3是与可调电位器连接,主要是实现显示器字体灰度调节。接脚5接地。

图4显示的是键盘电路图。

收稿日期: 2021-08-02

作者简介: 李正(1977—),男,学士,高级工程师,从事电气设计工作。



图2 1602 液晶初始化显示

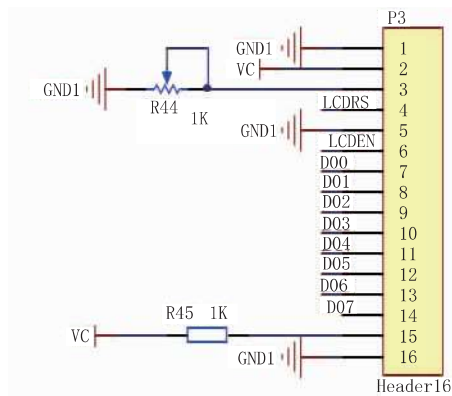


图3 1062 液晶接线原理图

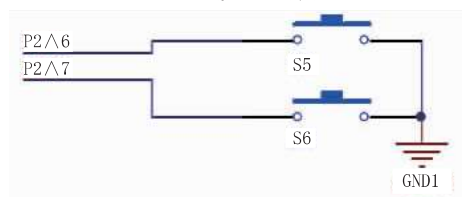


图4 键盘电路接线原理图

2.2 通信电路设计

本论文中采用美信公司的 MAX232 芯片以及 9 芯 RS-232 插座,其原理图见图 5。

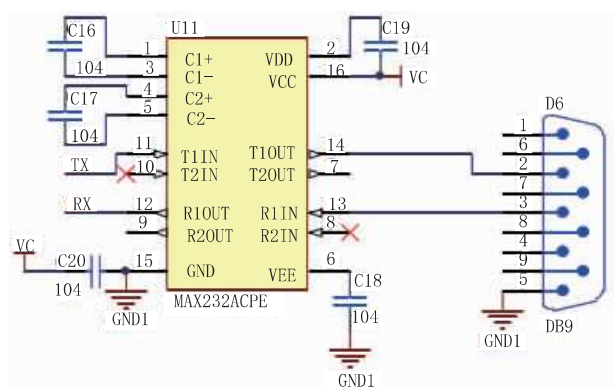


图5 RS-232 串口通信接线原理图

2.3 投切控制电路

控制器是整个无功补偿系统的核心装置,主要是实现对采样信息进行分析处理,计算出无功功率,然后确定投切电容器数量,同时发出投切指令。最终指令执行装置为触发晶闸管,如何确保电容器在投切时不会受到电流冲击是 TSC 型无功补偿系统设计的关键问题。为了解决上述问题,采用的晶闸管触发电

路是相互独立的,这样导通或切断时,互不干扰,有效地解决了电流冲击问题。城市道路照明系统可以提高人们生活的便利性,同时可以增强城市美观度,辅助人们在夜间更加安全的出行,避免发生安全事故。因为各城市的经济发展情况是不同的,而各城市对于路灯照明提出了不同的要求。一些中小城市人口数量比较少,再加上经济发展水平相对较低,导致城市道路照明系统发展水平需要进一步提高。因此在城市道路照明电气设计阶段,需要结合城市发展情况,提出科学的应对措施,根据城市道路照明系统发展现状,解决城市道路照明系统电气节能问题。城市路灯照明系统中可加入能耗补偿设计,通过补偿技术来降低能耗。电路补偿技术是运用电子器件来实现,通过使用自动无功补偿装置降低能耗,可以提高城市路灯电能供应效率和质量,从而在定功率下可以更好地满足路灯工作要求。无功功率损耗补偿可以维护路灯照明系统在低功率状态下的运行,从而可以显著减少剩余功率输出造成的能源浪费。而且运用电路节能设计方式,可以在路灯电源上进行控制,使输出功率与使用功率相吻合,避免供电线路发热以及损坏路灯灯具等,是重要的路灯照明节能及安全措施。

本设计投切控制电路中采用 MOC3061 型芯片,该芯片是一款过零触发的光耦合芯片,其输出输出额定电压为 600V,重复涌流电流不大于 1A。

其内部结构见图 6。

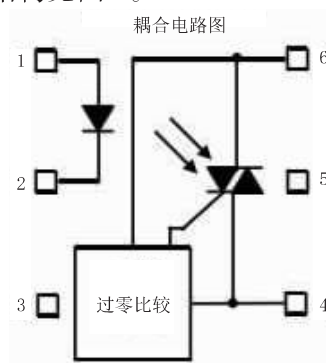


图6 MOC3061 内部结构

触发晶闸管的控制是通过控制器发出的脉冲信号实现,控制器产生的脉冲信号由 MOC3061 芯片输出至晶闸管模块,然后投切控制电路执行电容器投切指令,具体投切控制电路见图 7。

图 7 中输入电阻 R_{in} 是限制发光管的电流大小,其值为:

$$R_{in} = (V_{cc} - V_F) / I_{FT} \quad (1)$$

式中: V_F 为红外线发光二极管的正向电压,一般取

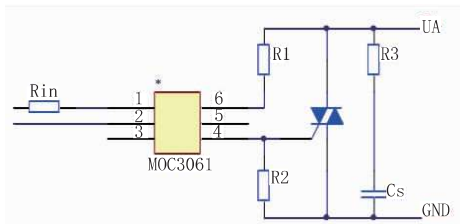


图7 双向晶闸管控制电路原理图

1.2~1.4V; I_F 为红外发光二极管触发电流,15 mA。
电阻 R_1 用来限制通过触发器的电流大小,其由系统电压峰值和除法器输出端允许的重复冲击电流峰值来决定。电阻 R_2 是晶闸管的门极电阻,可以提高抗干扰能力。电阻 R_3 和电容 C_S 组成的浪涌吸收电路防止涌流电压损坏晶闸管。

3 无功功率补偿的软件设计

3.1 有效值采样程序设计

首先系统会对分别对电源的A相、B相、C相电流和电压信号进行采集,然后采用互感器将采集信号转换成小信号,再经过滤波处理后,采用信号转换对应有效值的直流信号,经A/D转换电路,采集信号将会输入至控制器中进行处理分析,具体程序见图8。

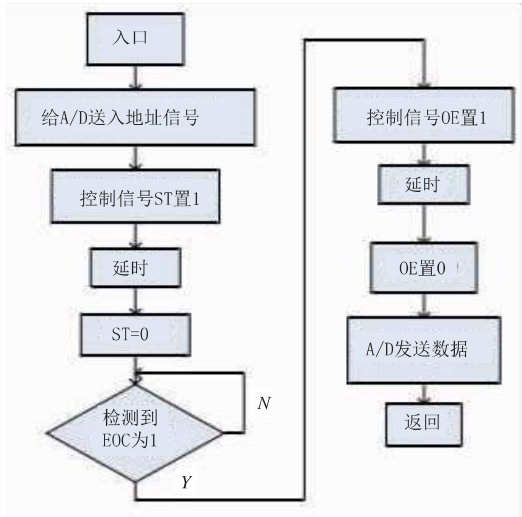


图8 有效值采样程序流程图

3.2 功率因数采样程序设计

本文选择的单片机晶振频率是 $f_c=11.059\ 2\text{ MHz}$,因此运行周期是 $12/f_c$,也即运行周期为 $0.02\ \mu\text{s}$ 。单片机通过定时器和中断系统即可检测出正弦波信号的脉宽差 τ ,从而可以计算得到电流和电压值,最终得到检测功率因数 φ ,其计算公式为:

$$\varphi = \frac{12 \times N \times 360}{f_c \times 0.02} \tag{2}$$

电路信号采集过程中,会存在一些噪声,会对结

果造成较大的影响。为了使得检测更加准确,需要对采样信号进行滤波处理。算术平均滤波法只能减小噪声的影响,而无法将其消除。为了提升采样检测结果准确性,本文选择去极平均滤波法,其是将采集的6组脉宽计数值信号中最大值和最小值去除,然后将剩下4组进行平均化处理。由此可以看出,此滤波方法可以将较为明显的噪声去除,使采集获得的信号值更加接近真实值。图9为功率因数的采样程序图。

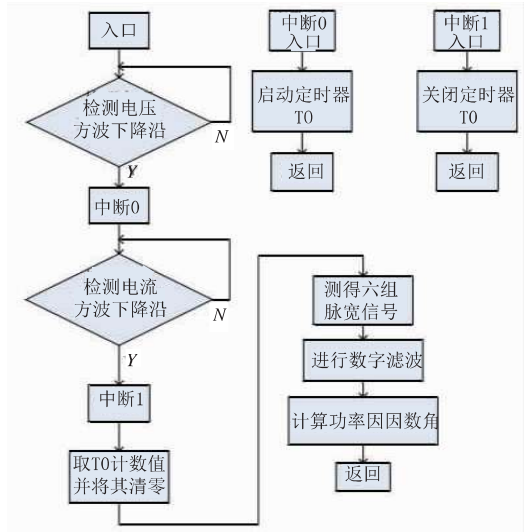


图9 功率因数的采样程序图

3.3 电容器投切程序设计

设 Q 为无功功率,若系统欠补偿,则 Q 为正;若过补偿, Q 为负。检测到的无功为 Q_m , I 为电容器的组合数, Q_i 为对应组合的投切容量。如果此时没有电容器投入运行,则搜索电容器容量组合,找出满足 $Q_m-Q_i \geq 0$ 差值最小的组合,并投入对应的电容器;若此时已经有电容器投入运行,其电容容量为 Q_i ,此时系统值缺的总无功功率为 $Q_z=Q_i+Q_m$,搜索电容器容量组合,找出满足 $Q_m-Q_i \geq 0$ 时差值最小组合。

TSC投切原则为:首先计算需要投切的电容器数量,如果需要投入的电容器组合已投入运行,则正常运行即可;而无需投入的电容器组合则退出运行。在电容器投切过程中,著需要根据上述过程选择相应的电容器组合进行投切即可。图10为电容器投切程序流程图。

4 结 语

市政路灯照明系统是保障人们生产活动的重要保障,市政路灯照明系统普遍存在于广场、道路等基础设施,每年消耗的能源数量巨大。为了建设节约型社会,目前普遍采用无功补偿技术进行改善。从我国电

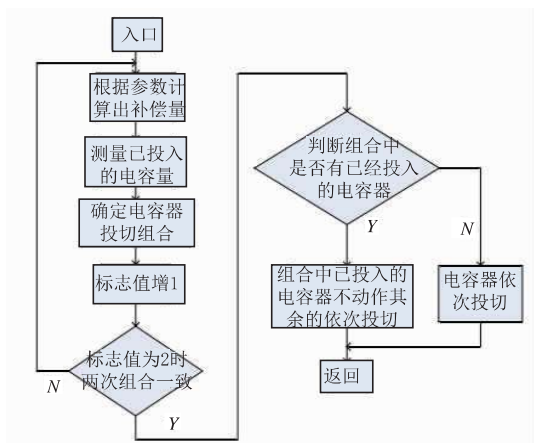


图 10 电容器投切程序流程图

网功率因数和补偿深度来看,我国与世界发达国家有不小差距。因此,在市政路灯照明系统中大力推广无功补偿技术是非常必要的。

参考文献:

- [1] 马兴旺.无功补偿技术在电气自动化中的应用及其研究[J].当代化工研究,2019(5):145-146.
- [2] 张筱璐,杨雨佳.新时期无功补偿技术在电气自动化中的应用研

究[J].内燃机与配件,2018(7):210-212.

- [3] 崔小亮.试析无功补偿技术在输配电网电气自动化中的应用[J].科学技术创新,2020(15):195-196.
- [4] 张筱璐,杨雨佳.新时期无功补偿技术在电气自动化中的应用研究[J].内燃机与配件,2018(7):210-212.
- [5] 李伟梅.市政工程中路灯照明电气系统无功补偿技术探析[J].江西建材,2018(2):174-178.
- [6] 吴娟.智能无功补偿技术在电气工程自动化中应用[J].通讯世界,2020,27(1):257-258.
- [7] 李以则.探讨市政路灯照明电气系统无功补偿技术[J].科技与创新,2018(7):150-151.
- [8] 何军.分析市政工程中路灯照明电气系统补偿技术[J].建筑工程技术与设计,2019(17):31-60.
- [9] 崔萌.市政路灯照明电气系统补偿技术[J].通信电源技术,2019,36(8):42-43.
- [10] 李以则.探讨市政路灯照明电气系统补偿技术[J].科技与创新,2018(7):150-151.
- [11] 田守安.市政路灯照明电气系统无功补偿技术探析[J].商品与质量,2019(17):110-111.
- [12] 刘莹,唐超群.市政路灯照明电气系统无功补偿技术[J].建材与装饰,2019(23):71-72.

(上接第 225 页)

及深度范围内的溶洞进行预处理后方可开挖。

(5)紧邻地铁的超大深基坑施工时,应采用分区分片开挖,避免基坑暴露时间;临近地铁基坑施工过程中不允许采用冲孔、挤土工艺以及爆破工艺;在基坑开挖前应提前做好基坑的回灌、注浆措施及应急预案。

参考文献:

- [1] 杨光华.广东深基坑支护工程的发展及新挑战[J].岩石力学与工程学报,2012,31(11):2276-2285.
- [2] 张玉成,杨光华,胡海英,等.多种支护型式在超大深基坑工程设计中的组合应用[J].岩土工程学报,2014(11):198-204.
- [3] 王卫东,沈健,翁其平,等.基坑工程对邻近地铁隧道影响的分析与对策[J].岩土工程学报,2006,28(增刊):1340-1345.

- [4] 左殿军,史林,李铭铭,等.深基坑开挖对邻近地铁隧道影响数值计算分析[J].岩土工程学报,2014,36(增刊2):391-395.
- [5] 贾夫子,王立峰,逯武全,等.基坑开挖对邻近地铁车站和隧道的影响[J].岩土力学,2016,37(增刊2):673-678.
- [6] 郭典塔,周翠英.基坑开挖对近接地铁车站的影响规律研究[J].现代隧道技术,2015(1):156-162.
- [7] 王立峰,庞晋,徐云福,等.基坑开挖对近邻运营地铁隧道影响规律研究[J].岩土力学,2016,37(7):2004-2010.
- [8] 魏纲,赵城丽.基坑开挖引起邻近地铁隧道的附加荷载计算方法[J].岩石力学与工程学报,2016,35(增刊1):3408-3417.
- [9] 丁智,张霄,金杰克,等.基坑全过程开挖及邻近地铁隧道变形实测分析[J].岩土力学,2019,40(增刊1):415-423.
- [10] 许四法,周奇辉,郑文豪,等.基坑施工对邻近运营隧道变形影响全过程实测分析[J].岩土工程学报,2021,43(5):804-812.