

[LED]

LED可控恒流源系统设计与实现

文/华南师范大学软件学院 张作鹏

LED具有节能、环保和寿命长等优点，已经逐渐成为了当前通用照明领域的主流产品，对其可控恒流源系统设计与实现展开研究十分必要。对可控恒流源系统的总体电路结构进行了分析，并详细介绍了系统各部分的电路设计、通信单元的软件设计及控制故障显示界面设计。

随着我国社会经济的快速发展以及城市化建设的不断进步，城市路灯也逐渐向绿色低碳、节能环保方向发展。其中，LED路灯以其驱动性能好、响应快、寿命长、节能、环保和可靠性高等优点，迅速取代日光灯和白炽灯，成为了道路照明的最佳选择。但是，当前LED照明系统中恒流源驱动方式存在着一些不足。对此，设计了一种可靠的LED可控恒流源系统。

设计LED可控恒流源系统电路

1. 设计确定总体方案

恒流源系统整体结构如图1所示，大方框代表整个恒流源电路单元，其功率变换电路以HV9910B恒流控制芯片为基础，内部电源以VIPer22A-E芯片为基础，智能控制系统单元、远程通信系统单元和数据收集系统电路均以Mage16为基础。

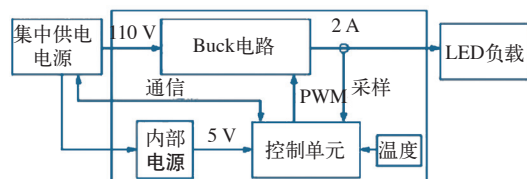


图1 恒流源系统结构

2. 设计功率电路

功率变换系统电路以HV9910B恒流控制芯片为基础，具体结构如图2所示，其中开环电流能够通过控制LED系统并驱动IC，可借助编程的方

式，设定恒定关断时间、恒定频率等2种模式，需要使用到线性型稳压设备，其电压为8~450 V，如果外部低压处于持续供电的条件下，则工作电压将会较宽。HV9910B恒流控制芯片包含线性与PWM两个调光输出，前者可控制LED电流，后者可接受外部的控制信号与占空比变化。

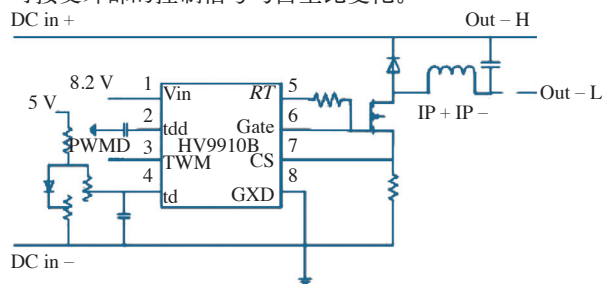


图2 基于HV9910B的Buck恒流源驱动电路

如果占空比大于0.5，HV9910B恒流控制芯片的工作模式为恒定关断时间，反之，则处于恒定频率工作模式。主要探讨占空比大于0.5的情况，输出电流设计如式（1）所示。

$$I_{led} = \frac{0.25V}{1.15 \times R_{cs}} \quad (1)$$

式中， R_{cs} 表示HV9910B恒流控制芯片中检测电阻。

依据系统的关断时间，将电阻 RT 数值设定为MOSFET具体关断时间，如式（2）、式（3）所示。

$$R_T = (T_{off} \times 25) - 22 \quad (2)$$

$$T_{off} = \frac{R_T + 22}{25} \quad (3)$$

3. 设计智能控制系统的电路

外围电路与单片机Mage16构成整体控制单元,电流采集电路主要由电流感应型芯片组成,温度采集电路由热敏电阻构成,通过单片机控制单元实时监控恒流源运行状态,借助供电电源与系统交换数据,使用能够调节的PWM波,科学控制系统中LED灯光的亮度。

4. 设计系统通信电路

对于使用LED灯光集中供电的区域,供电电源能够在一个时间段中同时供应30个以上的路灯,路灯通常分部于公路的两旁,每两个路灯之间的距离可达千米,如果要想实现路灯与供电电源顺利通信,仅依靠传统的通信方式无法满足抗衰减、干扰等方面的要求,针对此种情况,可使用LED供电,通过设计科学的通信电路,连接LED灯光与供电电源,该种方式具备通信跨度大、稳定性高和电路连接简单等多种特点,具体结构如图3所示。其发送节点是上半段,接收节点是下

半段,MCU发送口为TXD,接收口为RXD,供电电源分为DC_IN-、DC_IN+,信号传输线为VI线,通过供电电源为LED灯光提供输电。

系统强电部分与弱电部分主要借助光耦PC817设备分离,如果系统输送高电平,PNP晶体管的Q3与Q2基极均处于没有电流通过的状态,即电流截止。当VI线输送电压等于零时,高电平由系统RXD接收,而光耦U7二极管侧始终处于未导通的状态;如果系统输送低电平,PNP三极管的Q3处导通,基极电流经过Q2处,即Q2是导通状态,VI线的电压数值介于37~105 V,数值大小由接收节点数量决定,该电压值可导通光耦U7二极管侧,低电平由系统RXD接收。此种通信电路具备以下几个优点。

- 1) 传送信号使用电流的方式。
- 2) 有效抵抗干扰。
- 3) 通信速率高,可达200 Hz。
- 4) 通信节点多,通常超过50个。

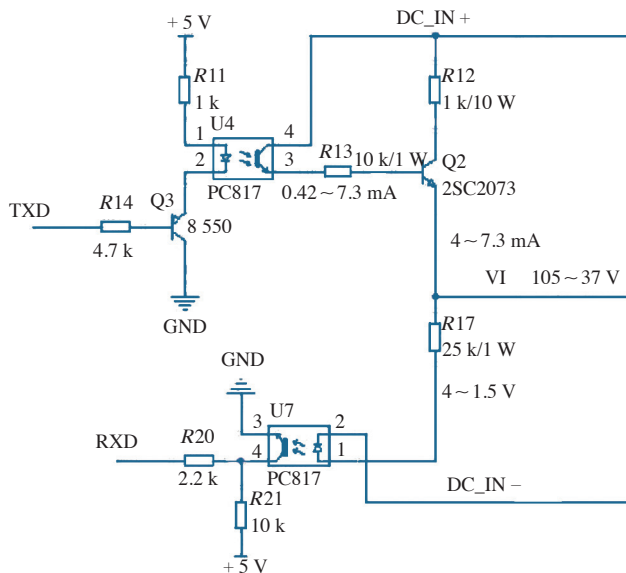


图3 供电设备与LED恒流源系统通信电路

设计供电电源通信软件与LED恒流

LED灯光与集中供电电源的通信方式通常为双向式半工通信,主要控制单元为电源,副方为LED灯光,供电电源控制LED灯光采取巡检、群控2种方式。

供电电源的通信接口为I/O口,系统在运行过程中,须及时设置时间间隔等于10 ms的定时器,到达规定时间后,直接通过发送接口进行系统赋值,10 ms/次,代表一位传送通信字,完成传送工作后,主机的发送信息的过程也结束。在这

之后,供电电源须记录接收端口每个时段的电平值,周期为10 ms,同时,LED灯光单片控制设备的通信接口为I/O口,收发数据的过程与供电电源一致。

当供电电源处于运行状态时,可通过广播通讯方式,向控制范围内的电源输送对应的调光命令字,其格式如图4a所示。

LED灯光与供电电源之间的通信与时钟未同步,为科学控制系统,必须借助同步程序,D0、D1、D2三个命令字可固定成数值110,实现下降

过程中单片控制单元的外部中断,同时,LED灯光也进入对应的中断子程序,定时器在延长5 ms后及时开启,时间间隔设置为10 ms,LED灯光系统收发数据的周期一般为10 ms;D3命令字可设定成调光命令类型,当其数值为1时,代表执行调光命令,当其数值为0时,代表执行巡检命令,处于调光命令的状态下,D4、D5、D6命令字代表不同的LED灯光亮度,具体包括6个等级,即100%、80%、60%、40%、20%、0%;处于巡检命令的状态下,D5、D6、D7命令字均可设置为1,D7作为结束位,传达调光的命令时,LED灯光能够及时接收,并按照不同的等级科学调光,传达巡检的命令时,LED灯光可等待其他指令。

供电电源输送单灯巡检命令的具体结构如图4b所示,D0,D1前两个命令字可固定为0、1,并当成起始位,D3-D7作为编号位,编号以00001开始,可同时供应31个LED路灯,结束位为D8,固定为1,30个路灯都可以动态接收巡检指令,并读出编号,如果编号相符,路灯会给出相应的回应,反之,则继续等待指令。

间隔10 min会发送一次巡检的命令字,完成一次完整的巡检,在进行巡检的过程中,集中供电电源设备须向LED路灯输送对应的巡检命令,保持与时钟的一致性,实现一致后,供电电源设备再输送对应的巡检命令。

系统处于单灯回应条件下指令的结构具体如图4c所示,D0,D1前两个命令字可固定为1、0,并当成起始位,D3~D7作为编号位,均固定为0,结束位为D8,固定为1。

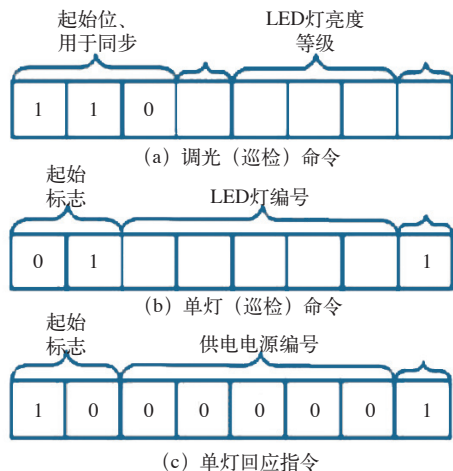


图4 LED恒流源系统控制指令

系统供电电源设备接收到对应的单灯回应命令后,可对其进行编号,并再次发送巡检命令

令,直到编号数值变为30,从而完成一次巡检。如果电源未接收到系统的单灯命令,须延时约30 s后重新发送,在连续五次后仍没有接收到指令,工作人员就应检查LED灯,查看其是否出现故障,如实记录好故障信息,并上传到上位机。

系统供电电源设备温度只有在超过预定温度的范围时,才能够实时发送LED的调光命令字,温度未达到时,则属于不能控制的状态,其中亮度等级为100%时,温度不大于30℃;亮度等级为80%时,温度介于30~33℃;亮度等级为60%时,温度介于33~36℃;亮度等级为40%时,温度介于36~39℃;亮度等级为20%时,温度介于39~45℃;亮度等级为0时,温度不小于45℃,具体通信程序如图5所示。

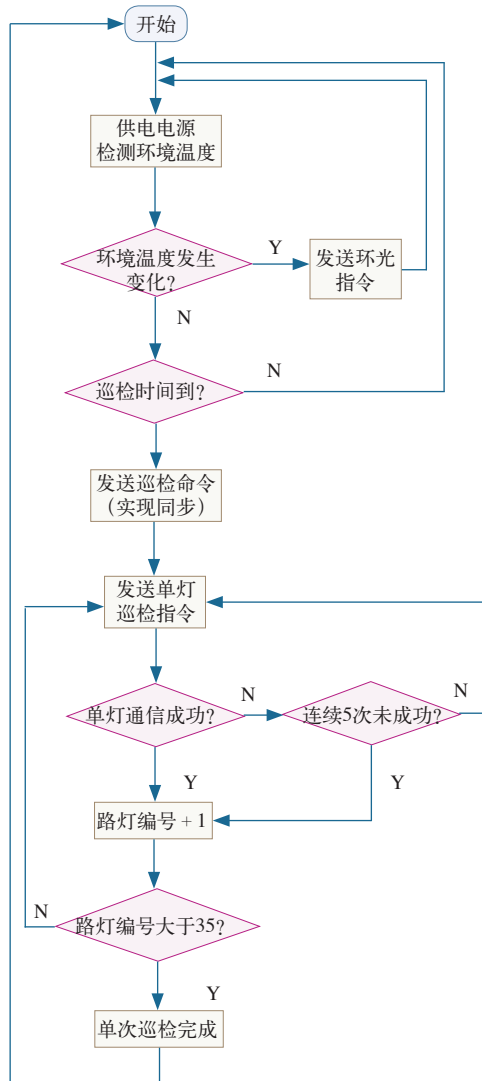


图5 通信程序

结果分析

图6代表恒流源系统的驱动型波形，电压波形处于开关管DS级，即通道1，驱动波形为开关管，即通道2，从图中可知，恒流源系统波形变化情况较为稳定，整个系统的开关管工作是关断时间模式。

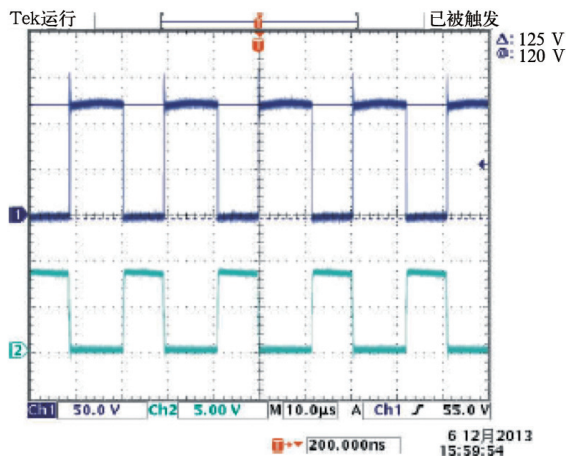


图6 恒流源系统驱动波形

图7代表恒流源系统的PWM型调光波形，输出电压为通道1，开关管驱动波形为通道2，系统中占空比数值达80%左右，如果是高电平的PWM信号，HV9910B恒流控制芯片传输驱动信号，并控制好开关，输出系统的恒定电流；如果是低电平的PWM信号，HV9910B恒流控制芯片则不传输驱动信号，具体的输出电流数值为0，处于此种工作状态，输出电压数值也无法降到0，主要的影响因素为LED灯光本身的负载，多个LED灯光以串联的方式组成LED灯光负载，而每一个LED灯光本身存在导通电压，因此，一旦供电电压的数值低于系统本身电压值，LED灯光的电流将变为0。

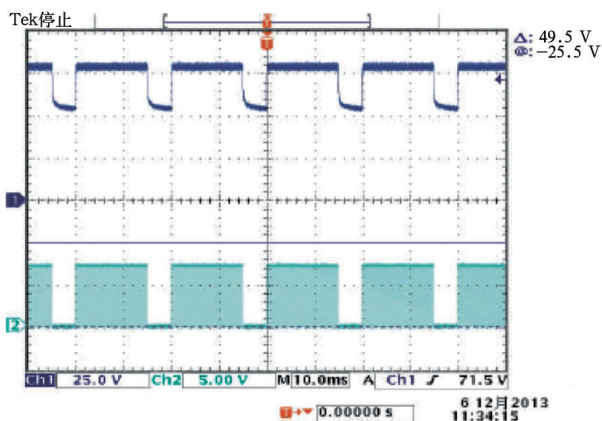


图7 恒流源系统PWM调光波形

RS232式接口连接PC与供电电源，以此种方式实现串口通信，上位机本身的远程管理控制软件，能够监督电源进行关机与开机，并处理分析供上位机。

图8代表系统上位机设备在运行过程中的供电电源软件管理页面，具体构成模块包括开机与关机按钮、数据记录区域、LED显示区域等，数据记录区能够实时显示供电电源在运行过程中传输的口令；LED显示区域共有指示灯32个，每个指示灯都表明LED灯光的运行情况，其中红色代表故障、绿色代表正常、灰色代表关闭。



图8 供电电源软件管理界面

当系统中上位机设备接收到供电电源的运行信息后，会进行对应的处理、整合，并在页面上展现处理结构，以便领导人员管理，如图9所示，1和3的显示灯代表正常，而2代表故障。



图9 LED路灯故障显示界面

结束语

总之，LED系统与传统照明系统相比，具备环保节能、低能耗和故障少等多种优势，能够较好地满足当前我国城市建设需求，因此，可将LED系统广泛的应用在路灯中，随着科学技术的飞速发展，LED可控制恒流源照明系统开始出现，不仅能够有效提升能源的利用效率，且可减少故障出现次数，降低电路整体成本，具备良好的市场前景，可合理运用在其他系统设计中。EA

(收稿日期: 2016.09.26)

(编辑: 刘群立)