

文章编号:1001-9944(1999)04-0030-03

930-32

消防自动报警控制系统专用开关电源的设计

TU592
TP277

吴仲城,倪林,申飞

(中国科学院 智能机械研究所传感系统工程研究中心,合肥 230031)

摘要:文章根据火灾报警控制系统系统电源的应用特点和国家安全标准,提出一种符合国家标准的报警控制系统电源的设计方案,文章详细介绍了其工作原理和控制电路。

关键词:火灾报警控制;开关电源;单端反激式

中图分类号:TM919;TP277 **文献标识码:**B

控制系统 设计

1 引言

目前,楼宇自动化控制系统中,消防报警控制系统对保护人民生命财产的安全有着十分重要的作用,而系统的可靠与否在一定程度上取决于系统供电电源。与一般系统电源相比,消防电源有自身特殊的要求:

(1) 效率高、功耗小。由于控制系统一年四季 24 小时处于监控状态,效率高可节约能源。更重要的是功耗小,使得机内温升大大降低,周围元器件不会因为长期工作在高温环境下而失效损坏,有利于提高系统的可靠性和稳定性。

(2) 体积小,重量轻,成本低。开关电源是将电网输入的交流电压直接整流,再通过高频变换器获得各组不同的脉冲电压,这样就可以

省去笨重的工频变压器,使得电源的体积大大缩小,重量减轻。另外开关频率的高频化使得元器件体积进一步缩小,有利于节约系统的空间和降低成本。

(3) 稳压范围宽。当开关稳压电源输入的交流电压变化很大时,都能达到很好的稳压效果。经实验,当外接交流电压在 130V~270V 之间变化时,其直流输出电压的变化在 2% 以下而且能保证稳压电路的高效率。在消防报警控制系统中使用开关电源就能保证系统在不同的地区有广泛的适应性。

(4) 安全可靠。开关控制电路一般具有自动保护功能。当输入电路、稳压电路、负载等出现故障的时候,能自动截断电源,从而起到保护

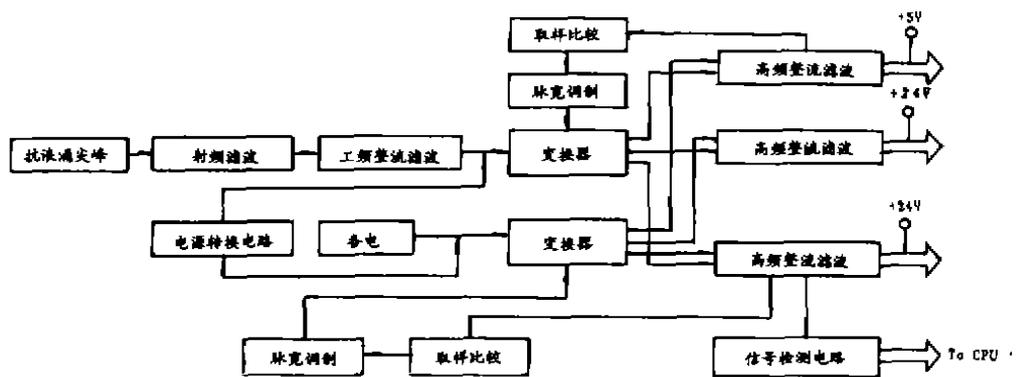


图1 系统原理框图

收稿日期:1999-02-03(磁盘稿)

电源和整个控制系统的作用。

为此,我们考虑各种开关电源的结构特点,结合消防报警控制系统的特点,设计了一种单端反激式消防报警控制系统电源。其系统原理框图如图1所示。

2 工作原理

图2为单端反激式开关电源的主回路。图中功率MOS管T和高压变压器的原边串联在一起,输入电压通过变压器的原边直接加在MOS管的源极和漏极上,高频变压器的副边和整流二极管D、滤波电容器C以及负载电阻R_L接在一起,原副边的匝比 $n=N_1/N_2$ 。

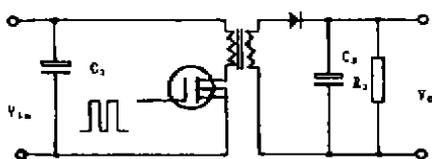


图2 单端反激式原理图

当开关管导通时,高频变压器原边电压等于输入电源电压减去MOS管的饱和导通压降,若忽略MOS管的饱和管压降,其值可认为是输入原边电压 U ,其极性为上正下负。与之相对应,副边为上负下正,此时整流二极管承受反向电压不导通,负载上的电流靠输出电容 C_2 上的电流来提供。

当MOS管截止时,高频变压器的电压极性发生改变。整流二极管D1由反偏转为正偏,高频变压器就将原先储存的磁能变为电流,通过二极管整流向负载供电和向输出电容 C_2 充电。其等效电路如图3所示。在稳态时,MOS管

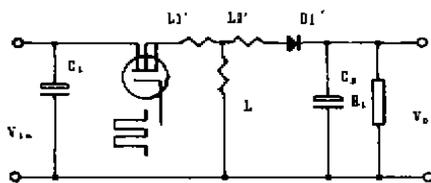


图3 单端反激式的等效图

导通期间储能电感中电流的增加量和MOS管截止期间储能电感中电流的减少量应相等。即:

$$U_1 T_{on} / (L + L_1) = U_2 T_{off} / (L + L_2) \quad (1)$$

输出与输入电压的关系为:

$$nU_2 = U_1 q / (1 - q) \quad (2)$$

式中 n ——为线圈匝比

q ——为控制脉冲占空比

从上面的分析我们不难看出:

(1) 反激型开关电源可利用高频变压器的原副边绕组相互隔离的特点,方便的实现交流电网和开关输出端机架之间的隔离,从而充分保证用电设备及人身安全。

(2) 方便实现多路输出,在高频变压器的副边多绕几组绕组及多提供几组整流二极管和滤波电容就可以获得我们所需要的+5V、+24V和充电电压+27.5V。

(3) 保持占空比 q 在最佳范围内的情况下,可通过改变高频变压器的原副边绕组的匝比 n ,使电源满足稳压范围的要求。

3 电源的控制电路

从控制理论的角度来说,传统的电压控制型开关电源是一种单环控制系统。一般来说,电压控制型开关电源是一个二阶系统,它有两个状态变量,包括输出滤波电容的电压和输出电感的电流。因为二阶系统是一个有条件的稳定系统只有对电路经过充分的计算和准确的设计,才能保证闭环系统稳定可靠地工作。80年代末及90年代初发展起来的电流控制型DC/DC开关变换器是在传统的PWM电压控制的基础上,增加电流负反馈环,使其成为双环控制系统,让电感电流不再是一个独立变量,从而使开关变换器的二阶系统变为一阶系统。同时其还具备许多其它的优点:

(1) 由于输入电压的前馈控制,使开关电源有很好的开环线性调整能力。其采取了电流控制及斜坡补偿的方法,从而使得在外环电压开路的情况下均可得到很好的电压调整率,这样也就大大减少了外环所需的电压放大倍数。当系统受到任何外来的扰动影响时,如输入阶跃大信号、尖峰、交流扰动等导致开关管和电感电流发生变化时立即反映到电流控制电路中而

被抑制。这保证了输入电压可在较大的范围内变化,发生火灾报警负载加重时,输出电压都有非常好的稳定性。

(2) 具有过流保护功能。在电流控制型的 DC/DC 变换器中,内环采用了电流峰值检测技术,可以及时、灵敏和准确地检测输出或开关管或变压器所通过的瞬态电流值,自然形成了逐个电流脉冲的检测电路。只要给定或限制参考电流信号,就可以限制流过开关管和变压器的最大电流,从而在发生意外导致输出过载或短路时保证开关管和变压器不被损坏。

电流型的 PWM 控制的 IC 很多,实际中应用于单端电路的 UC3844 和 UC3842 是应用最为普遍的两种,其外围电路简单,性能价格比

高,驱动电平适合于功率场效应管且驱动电流大,封装形式为 DIP8,所占空间小。在这里我们选用 UC3844 控制芯片,其电路如图 4 所示。

图中,高频变压器实现了电隔离,电流内环由 R_2 、 R_1 、 C_{11} 、UC3844 的 3 脚、 R_3 和 M_1 等组成,对 MOS 管及变压器实现保护;而外环由取样电阻 R_{12} 、 R_{10} 、基准电压 Z_1 、光藕 PHOTO1、UC3844 的 1 脚、反馈电阻 R_{11} 、UC3844 的 2 脚共同实现,完成对输出电压的稳定。同时,辅助绕组的输出经过整流二极管 D5 滤波后提供给 3844。

图 4 中所表示的是交流工作部分。因为消防报警控制系统的特殊性,国家标准规定火灾报警控制器应具有电源转换装置。当主电源断

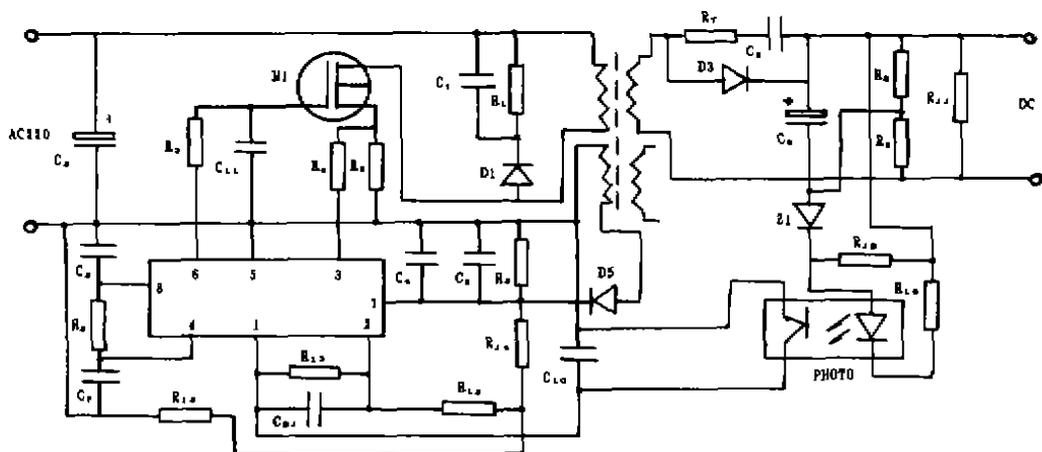


图4 电源的工作原理图

电时,能自动转换到备用电源;当主电源恢复时,能自动转换到主电源;主、备电源的工作状态应有指示,主电源应有过流保护措施。主备电源转换时应不使火灾报警控制器发出火灾报警信号。因此备用蓄电池工作时应有相应的电压转换电路,本设计中,其原理结构同上,并且整流滤波后稳压电路部分相同。同时,交流变换部分,有一路 27.3V 输出 100mA 提供给蓄电池充电。

为了满足标准规定要求,判断电源的工作状态,我们特别设计了一种全新的检测电路,只要求占用两个端口:一个交流,一个直流,当它们为高电平时表示正常,相反则表示不正常,所

对应的故障信号通过发光二极管表示。为满足单片机的接口,设计时保证输出信号正常为 +5V,不正常为 0V,其基准电压由 3844 的 8 脚输出的 +5V 提供。检测的实现是通过一放电回路完成,每秒钟发一 15ms 的脉冲放电以监测蓄电池的状态,其他故障是实时监控。(由于篇幅的关系,具体电路另外撰文叙述)。

4 安全保护及抗干扰设计

按国标要求,对试样的 AC 电源线施加 2000V+10%、频率 2.5kHz+20% 的正负极性瞬脉冲电压,每 5 分钟加瞬变脉冲电压 15ms,

(下转第 36 页)