

基于 MC9S08AW60 剩余电流式电气火灾监控系统

杨洋¹, 汤丽娟²

- (1. 安徽工业大学, 安徽 马鞍山 243000;
2. 江苏大学, 江苏 镇江 212000)

摘要: 阐述了剩余电流检测的基本原理及剩余电流式电气火灾监控系统的工作原理。在工业现场 24 V 恒流源下, 设计了具有检测剩余电流和过流保护功能的 4 路剩余电流式电气火灾监控系统。实际运行结果表明, 该系统能够通过上位机及时可靠地为维护工程师提供准确的信息, 具有检测结果精确、响应迅速、操作方便等特点。

关键词: 剩余电流; 电气火灾; 探测器; 监控系统

中图分类号: TP368

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2013)14-0025-03

Fire monitoring system for residual current based on MC9S08AW60

Yang Yang¹, Tang Lijuan²

- (1. Anhui University of Technology, Maanshan 243000, China;
2. Jiangsu University of Technology, Zhenjiang 212000, China)

Abstract: This paper describes the operation method of residual current detection and the working principle of alarm and control system for electric fire prevention. In the field of industrial 24 V constant current, it designs a fire monitoring system for residual current detection and over-current protection through four channels in this thesis. The practical application shows that the system can provide accurate information to engineers timely through host computer, and it has the advantages of accurate, fast and convenient operation.

Key words: residual current; electrical fire; detector; monitoring system

随着科学技术的高速发展, 工业用电以及人们日常生活用电日益增多, 在造福人类的同时, 电气火灾却给国家经济的发展和公民生命财产安全造成严重的危害。通过电气火灾监控系统可以在第一时间发现电气火灾隐患, 及时报警并且进行保护。本设计探测器终端采用飞思卡尔公司 MC9S08AW60 芯片。飞思卡尔半导体是全球领先的半导体公司, 为汽车、消费、工业、网络和无线市场设计并制造嵌入式半导体产品。其中 MC9S08AW60 是低成本、高性能 8 位微处理器 S08 家族中的成员, 内部自带 10 位高精度 A/D 转换器。上位机采用 PC 机与 LabVIEW 软件组成辅助监控人机界面。

1 电气火灾产生原因分析

电气火灾的诱因很多, 其中接地电弧性短路是最危险且多发的电气火灾隐患。电弧性短路由于故障点接触不良, 未被熔融而迸发出电弧或电火花。发生电弧性短路的故障点阻抗较大, 它的短路电流并不大, 断路器难

以动作, 从而使电弧持续存在。据测, 仅略大于 0.5 A 的电流产生的电弧温度即可高达 2 000℃~3 000℃, 足以引燃任何可燃物, 而且电弧的维持电压低至 20 V 时仍可使电弧连续稳定存在。这种短路电弧常成为电气火灾的点火源。通过剩余电流检测, 能实现此类电气火灾的及时预警, 克服断路器难以动作的缺点^[1]。

2 系统的要求、组成和工作原理

漏电火灾报警系统在我国国家规范中的应用早有规定, 如 GB50054-95《低压配电设计规范》、GB50016-2006《建筑设计防火规范》、GB14287-2005《电气火灾监控系统》等。

2.1 主要技术性能和指标

(1) 剩余电流探测器集实时监测、指示灯报警、过流保护等多功能于一体。

(2) 可编程报警设置, 剩余电流报警值可以设置在 50 mA~1 000 mA 之间, 也可以设置关闭报警, 动作时间可

《微型机与应用》2013 年 第 32 卷 第 14 期

硬件纵横

Hardware Technique

以设置在 0.1 s~60 s。

(3)利用 RS-485 总线构成的分布式数据采集和控制系统,设备简单,价格低廉,可进行较长距离的通信。

2.2 系统的组成

HCT210-LF 型电流互感器与 MC9S08AW60 组成剩余电流探测器终端;PC 机与 LabVIEW 软件组成辅助监控人机界面。通过 RS-485 总线将下位机与上位机二者进行连接,形成剩余电流式电气火灾监控系统,如图 1 所示。

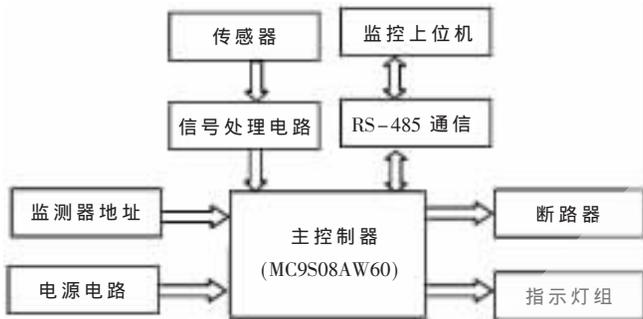


图 1 剩余电流式电气火灾监测系统总体框图

2.3 系统的工作原理

电气火灾监测系统的工作原理如图 2 所示,检测用到的主要部件为零序电流互感器,其工作原理是基于基尔霍夫电流定律。将 A、B、C 三相及 N 4 线穿过零序互感器,在线路与电气设备正常的情况下,各相电流的矢量和等于零,即:

$$I_A + I_B + I_C + I_0 = 0 \quad (1)$$

当发生接地或其他故障时,各相电流的矢量和不为零,故障电流使零序电流互感器的环形铁芯中产生磁通,零序电流互感器的二次侧有电流输出,通过检测输出电流的大小来控制脱扣装置,切换供电网络,防止电气火灾的发生,以达到监测保护的目^[2]。

3 剩余电流探测器终端的设计

3.1 传感器的选择

互感器的功能主要是隔开高电压系统,将高电压或

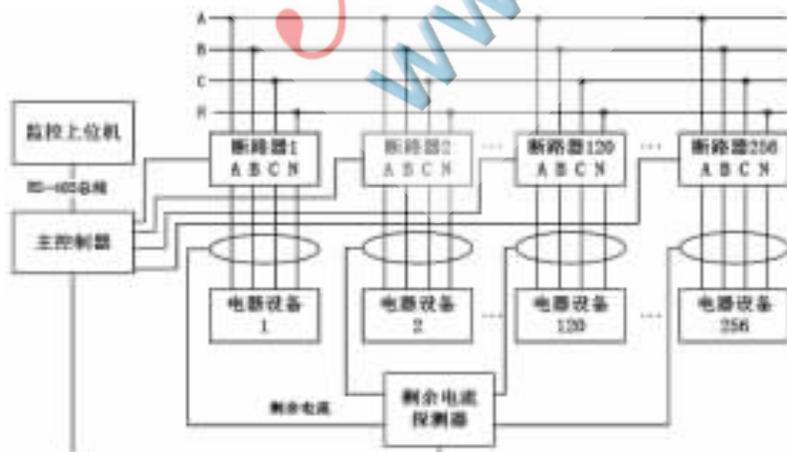


图 2 剩余电流式电气火灾监测系统原理图

大电流按比例变换成小电压或者小电流,实现测量仪表、保护设备及自动控制设备的标准化、小型化。本系统选用的是 HCT210-LF 型零序电流互感器,其输入输出变比为 2 000:1,精度为 0.5%,线性度为 0.5%,且隔离耐压为 3 000 Vac。

3.2 信号处理电路的设计

电流互感器输出为最大值不到 0.5 mA 的微小交流信号,MC9S08AW60 进行电压采样处理,因此在输出端加一个负载电阻,同时叠加一个偏置电压。从实际效果和成本控制方面考虑,电路采用先放大微小信号后加偏置电压的加法器法,电路如图 3 所示。放大倍数设为 20 时实验测得效果最佳,既不会因放大倍数过大产生高出芯片的最大 AD 采样值,也不会因交流信号出现芯片不能处理的负电压值。

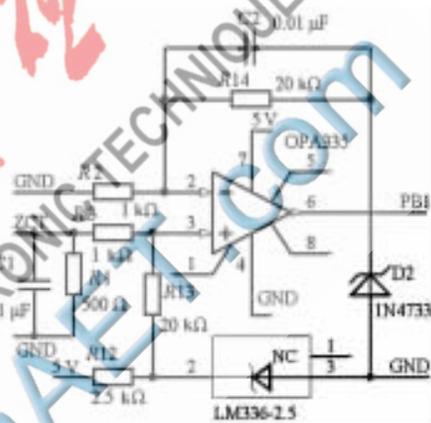


图 3 信号处理电路

3.3 电源电路的设计

电源电路实现 24 V 转 5 V 的 DC/DC 转换功能,电路图如图 4 所示。电源电路设计采用 2 级转换电路。开关稳压芯片优点是转化效率高、不易发热,缺点是纹波大。线性稳压芯片转化效率低,但是纹波较小。本设计采用开关稳压芯片 LM2596 生成第一级的 12 V 电压再接线性稳压芯片 LM2940 的级联方式,在散热最低情况下得到 5 V 直流稳压电源。

3.4 其他模块

继电器控制电路选用常闭继电器,当 MC9S08AW60 测得剩余电流超过设定阈值,继电器断开来切换供电网络。LED 报警灯正常工作时处于熄灭状态,在芯片检测到超过所设阈值的剩余电流时处于发光状态以示报警。为了区分不同的下位机,采用了 8 位拨码开关对探测头进行地址编号。RS-485 总线的最高传输速率为 10 Mb/s,最大的通信距离约为 1 219 m。利用 RS-485 总线构成的分布式数据采集和控制系统,具有设备简单、价格低廉、能进行长距离的通信等优点^[3]。

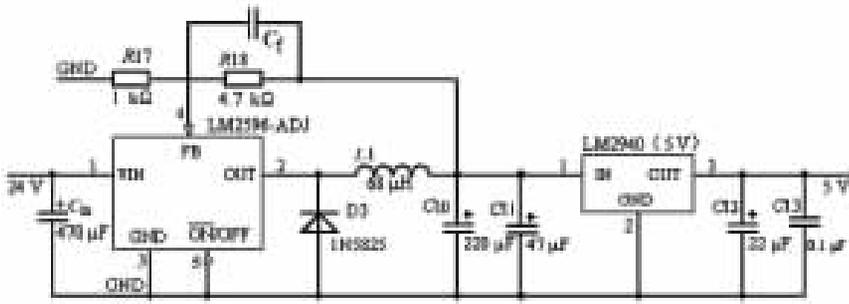


图4 电源电路

4 算法描述

第1步,对微处理器所采集到的瞬时电压值进行中值滤波处理,确保采样数据的有效性。第2步,将中值滤波的数据进行算数平均滤波处理,达到抑制随机干扰的效果。在算数平均滤波中,连续采样次数 N 是不能任意加的,必须满足主采样周期远大于子采样周期的条件^[4]。第3步,将两次滤波后的电压值经过一系列运算还原为电路上的剩余电流的大小。参考图3,设两次滤波处理后的电压值为 V_1 ,R3左侧电压值为 V_2 ,互感器采集的电流值为 I_1 ,被测电路上剩余电流瞬时值为 I_2 ,若干个 I_2 随时间变化形成的连续电流大小函数为 $i(t)$,由加法器基准电压为2.5V,放大倍数为20,可得:

$$V_2 = (V_1 - 2.5) / 20 \text{ (V)} \quad (2)$$

由欧姆定律得:

$$I_1 = (V_1 - 2.5) / 20 / 500 \text{ (A)} \quad (3)$$

由HCT210LF型电流互感器的比例系数为1:2000,得:

$$I_2 = 200 \times (V_1 - 2.5) \text{ (mA)} \quad (4)$$

设被测电路有效值为 I ,周期为 T ,则:

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) dt} \text{ (mA)} \quad (5)$$

市电频率为50Hz,设置周期 T 为0.02s的整数倍,在芯片处理范围内,采用累积放大测微小量方法,取的倍数越多得到的有效值越精确。由经典的牛顿-科特斯公式(梯形准则)可以推导出:

$$\int_0^T i^2(t) dt = T_1 \sum_{i=1}^n I_{2i}^2 \quad (6)$$

其中, T_1 为 I_2 的采样周期, n 为一个周期 T 内 I_2 采样次数, I_{2i} 为采样时的 I_2 大小。在芯片运算范围及系统实时性允许范围内, n 取值越大,测得的电流有效值 I 越精确。由式(5)和式(6)得被测电路有效值:

$$I = \sqrt{\frac{T_1}{T} \sum_{i=1}^n I_{2i}^2} \text{ (mA)} \quad (7)$$

5 上位机设计

上位机实现了微机远程循环监控和日常管理,具有设置灵活、界面友好、操作简单等特点。本设计可以根据需求调节报警阈值,显示多路通道信息,在其中一路或多路超过设定报警阈值时发出光电和声音警报,迅速切

断电路连接并告知相关人员,同时能通过曲线图展示一段时间内的线路剩余电流变化。监控界面和剩余电流曲线波形分别如图5、图6所示,从图中可看出上位机界面简洁明朗,第1、2、4路检测正常,第3路检测剩余电流超出安全阈值,处于报警状态,其对应编码继电器于第一时间切断外部电路,完成保护动作。



图5 4路监控界面



图6 剩余电流曲线图

MC9S08AW60终端探测器可以实时监测配电系统剩余电流,通过RS-485总线组建总线型剩余电流式电气火灾监控系统,能够及时可靠地为工厂运行维护工程师提供准确信息,避免因剩余电流过大而产生的电气火灾的发生。随着剩余电流检测技术的逐渐成熟,将会有越来越多的实际产品运用到实际工程中,为预防电气火灾的发生发挥作用。

参考文献

- [1] 王晓明. 剩余电流式电气火灾监控系统智能算法的研究[J]. 建筑科学, 2009, 25(8): 65-66.
- [2] 林思和. ARCM系列电气火灾监控探测器的设计和应用[J]. 电工电气, 2011(2): 45-58.
- [3] 胡雪彦. 总线型剩余电流式电气火灾监控系统的设计应用[C]. 电气防火学术会议论文集, 2008.
- [4] 周航慈. 嵌入式系统软件设计中的常用算法[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2010.

(收稿日期: 2013-04-25)

作者简介:

杨洋,男,1990年生,在读研究生,主要研究方向:智能仪器仪表与嵌入式系统开发。