

文章编号:1671 - 251X(2010)08 - 0102 - 04

# 高压防爆开关综合保护器设计及抗干扰研究

宋红卫, 陈和权

(煤炭科学研究总院常州自动化研究院, 江苏 常州 213015)

**摘要:**针对早期的高压防爆开关保护器存在难以精确整定保护定值和保护延时、保护实时性较差等问题,设计了一种智能高压防爆开关综合保护器;阐述了该保护器的组成及工作原理,详细介绍了保护器的硬件和软件设计,分析和研究了保护器在应用过程中出现的抗干扰问题,提出了有效的抗干扰措施。实际应用表明,该保护器动作正常,抗干扰性能较好。

**关键词:**矿井; 高压开关; 综合保护器; 防爆; 抗干扰; TMS320LF2407A

**中图分类号:**TD611 **文献标识码:**B

## 0 引言

煤矿井下变电站综合自动化是煤矿井下电力系统的发展趋势,井下高压防爆开关(简称高爆开关)的智能化是井下变电站综合自动化的关键。高爆开关在井下承担着所有井下用电设备的供电任务,高爆开关综合保护器是高爆开关的核心组件之一,它可对高爆开关进行监控和保护,能及时将井下高爆开关所带供电线路的电气参数、运行参数、电量信息、设备工况以及故障信息上传到地面调度中心,同时也能够接收地面调度主站发出的遥控、定值设定和信号复归等命令,实现远程操作功能,从而实现井下变电站的无人值守。早期的高爆开关保护器多是以分立元件组成的继电器保护器,逐渐发展到数码显示的电子式综合保护器,再到以采用单片机为核心的微型综合保护器,而现在采用 DSP + CPLD 为架构的硬件设计是综合保护器比较流行的设计。早期的保护器存在难以精确整定保护定值和保护延时等问题,或受制于处理器速度,保护的实时性较差,不能做比较复杂的运算。为此,笔者设计了一种高爆开关综合保护器,采用 DSP 数字信号处理芯片作为保护器 CPU,很好地解决了上述问题<sup>[1]</sup>。

## 1 综合保护器工作原理

高爆开关综合保护器是保障煤矿井下电力系统安全稳定运行的重要装置之一,它们在煤矿井下

6/10 kV 电力系统中得到了广泛的应用。煤矿井下 6/10 kV 电力系统基本上都是不接地或小电流接地系统,一般相间短路配置为三段过电流保护,接地配置为零序电流保护,还配置有绝缘监视、瓦斯闭锁保护等。在该保护器中配置包括三段过电流保护、反时限过电流保护、两段零序电流(可投功率方向)保护等。综合保护器采用交流采样技术,将来自高压开关互感器的大电压电流模拟信号经 AD 采样后离散成数字信号,采用快速傅里叶算法计算模拟量的有效值后,然后将计算出来的有效值与设定的定值经过保护逻辑判断比较,产生所需要的保护开关量输出信号驱动板上的继电器,带动相应的高爆开关机构动作,从而实现切除线路故障、保护安全供电等功能,同时其具有显示和通信接口,可以就地查看高爆开关所带线路电气参数,投入和退出线路所需保护,以及记录所发生的故障信息等,同时还可以接收来自上位机的控制信息,完成遥控和定值整定等功能<sup>[2]</sup>。

## 2 综合保护器硬件设计

该综合保护器主要由开关电源、I/O 板、CPU 板和液晶板组成,如图 1 所示。液晶板通过一根 5 芯电缆与保护器主体的 DB9 液晶接口相连。

综合保护器硬件平台采用 DSP + CPLD 为核心,CPU 选用 TI 公司生产的 TMS320LF2407A<sup>[3]</sup>,CPLD 选用 ALTERA 公司生产的 EPM7032AETC - 44,另外还有大容量 RAM 存储器、实时时钟、铁电存储器等主要芯片。I/O 板的作用是将来自现场的高电压、大电流交流电气量经辅助变流器隔离并转换成电压信号送入二阶低通滤波单元,滤除高次

收稿日期:2010 - 04 - 10

作者简介:宋红卫(1971 - ),男,安徽旌德人,工程师,硕士,现主要从事继电保护方面的研究工作。E-mail:shv\_2000@163.com

谐波后形成符合输入要求的电压信号送入 CPU 板的 AD 转换电路;开入和开出部分均采用光电耦合,完成保护开出与遥控开出。

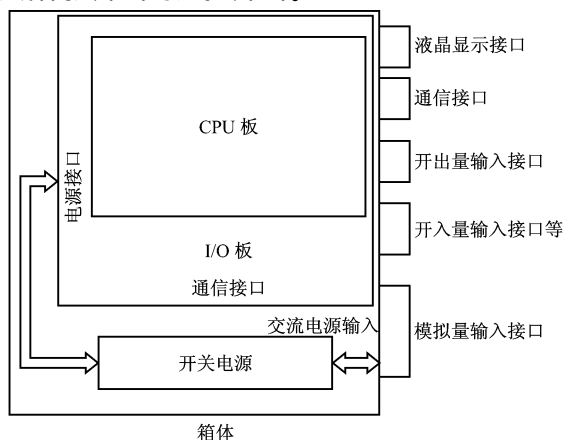


图 1 保护器硬件组成

保护器主体有以下几个接口:模拟量输入接口、开入量输入接口、开出量输入接口、液晶显示接口、通信接口,分别对应保护器所要具备的相应功能。液晶显示器硬件采用 C8051F 系列高速单片机为 CPU,上有通信接口和按键接口,显示器通过 CAN 总线与保护器主体交换信息,主要完成保护器的参数显示和整定功能。

### 3 综合保护器软件设计

软件开发环境为 TI 公司开发的 CCStudio3.1,采用 C 语言编程及模块化设计,具备很强的可移植性和继承性。软件采用 1+3 模式,即 1 个中断加 3 个任务,保护采样计算及保护判断在中断级完成。3 个任务:下位机侦听处理任务(串口通信任务)、人机界面处理任务(显示器 CAN 总线通信任务)、测量计算任务。每个任务对应一个模块文件,这样使得程序结构清晰,各模块之间分工明确。

**测量计算任务:**主要完成对测量值的计算,包括计算测量电压、电流、有功功率、无功功率、功率因数、频率、零序电流等;测量值更新周期为 20 ms。  
**串口通信任务:**接收处理外部通信传来的信息,如上位机周期下传的信息,包括遥信、查询和校时命令;上位机的菜单命令信息,包括取事件、取定值、取测量值、取装置信息、遥控命令、取遥信状态以及取全遥测量等。显示器 CAN 总线通信任务:根据当前的键值决定液晶显示,人机界面主要分为定值信息、实时数据、手动操作、故障查询、系统信息、累计数据等一级菜单,能够完成对整定值的设置、启动密码的设置、时间日期的设置、手动合闸、手动分闸、查看事

件记录、查看开入端子状态以及查看当前测量值的信息等。采样中断模块程序流程如图 2 所示,测量计算任务程序流程如图 3 所示,串口通信任务程序流程如图 4 所示,显示器 CAN 总线通信任务程序流程如图 5 所示。

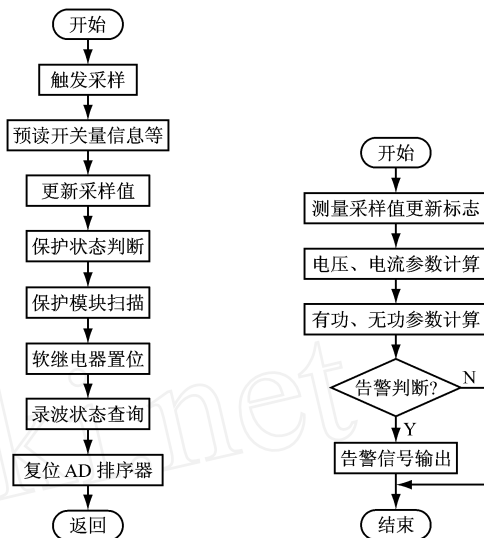


图 2 采样中断模块程序流程 图 3 测量计算任务程序流程

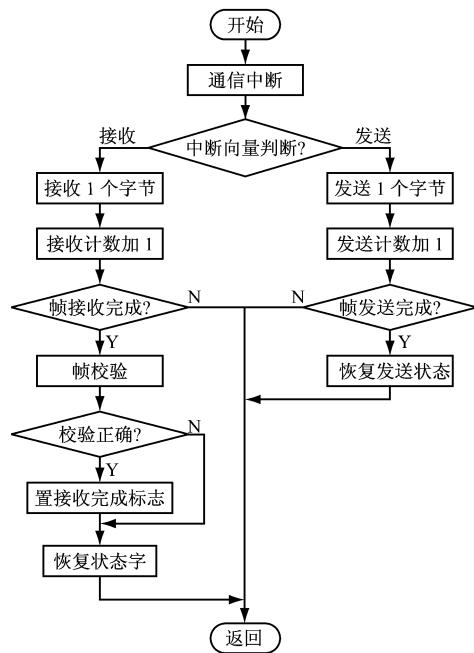


图 4 串口通信任务程序流程

### 4 综合保护器抗干扰对策

由于煤矿行业的特殊性,煤矿电气设备的电磁兼容标准一直没有强制实施,煤矿的许多技术都是由地面应用成熟的技术发展而来,造成了煤矿行业装备的技术面貌相对比较落后。地面继电保护装置一般都执行国家强制性电磁兼容标准,但煤矿井下设备由于历史及现实的原因造成电磁兼容标准还没

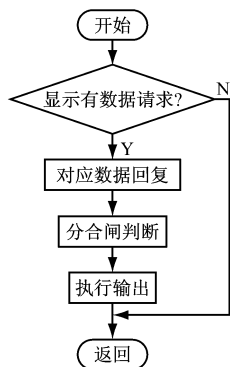


图 5 显示器 CAN 总线通信任务程序流程

有强制执行。设计的第一代高爆开关综合保护器在现场使用过程中,保护装置液晶屏有时会出现花屏、错屏问题,经过电磁兼容性测试,发现是综合保护器抗干扰性能指标低造成的。为了检验保护器抗干扰性能,用保护器测量变频器输出到电动机的电流,在电动机启动到稳定运行过程中,发现保护器测量电流值跳动较大,上下偏差约为 40 %。

为了找出综合保护器抗干扰最薄弱之处,对保护器做了大量的电快速瞬变脉冲群抗扰度实验,实验条件为对保护器电源端口加 5 kHz 重复频率、持续时间为 1 min、不同等级幅值的正、负脉冲群。当脉冲群幅值为 500 V 时,保护器正常;将脉冲群幅值加到 600 V 时,保护器出现了液晶屏闪烁和继电器乱跳现象;将脉冲群幅值设为 1 000 V 时,保护器死机,不能正常复位。在同样的实验条件下,对保护器的模拟量输入接口和开入量输入接口施加脉冲群干扰信号,发现从模拟量输入接口加脉冲群干扰信号时,保护器的抗干扰能力比加在电源端口还要差,这时脉冲群幅值为 500 V 时,保护器就已经开始表现出不正常,还会不时发生复位现象;脉冲群干扰加在开入量输入接口时,保护器的抗干扰能力要强得多,只有当脉冲群幅值达到 3 000 V 以上时,保护器才会偶尔出现复位现象。上述实验说明,保护器抗干扰薄弱环节在电源端口和模拟量输入接口上。

为了找到切实有效的措施来提高保护器抗干扰能力,重复上述实验并在保护器上加一定的抗干扰措施。实验结果:在电源端口输入线套上了磁环,再用 1 000 V 脉冲群试机,发现这次保护器恢复正常,没有出现死机现象,套 1 个磁环情况下,脉冲群幅值在 1 400 V 时保护器才会发生液晶屏闪烁现象,在电源端口上再增加 1 个磁环后,保护器在 2 400 V 脉冲群干扰下也能正常运行。除了电源端口外,对模拟量输入接口和开入量输入接口做同样的实验,发

现保护器的抗干扰能力明显增强。这说明保护器抗干扰薄弱环节还是在电源端口和模拟量输入接口上,充分说明了磁珠类器件运用得当即可有效降低电磁干扰。在实验中,将互感器的屏蔽端子用粗线焊接并可靠连接到地,这时再对模拟量输入接口施加干扰,保护器抗干扰性能大为改善。同样的实验条件,屏蔽端子没接地且脉冲群幅值为 500 V 时,保护器就开始表现异常,而屏蔽端子接地后脉冲群幅值加到 1 200 V 时,保护器才开始出现异常。

通过充分实验及反复摸索,找到了提高保护器抗干扰性能的办法:(1) 首先在结构上将原先的综合保护器采用 26 芯航空插头,所有信号线从一个端子出线改为将模拟信号、开入信号、开出信号分为不同的接口出线,解决它们之间的串扰问题;(2) 在实验中发现是否将互感器的屏蔽端子可靠接地,对保护器抗干扰能力的提高影响较大,良好可靠的接地可显著提高保护器的抗干扰水平;(3) 在开入量输入接口和电源端口上分别加装磁珠,将模拟部分供电和数字部分供电彻底分开,最后在主板上一点连接,对外端口不但用光耦隔离,还加装了 TVS 管等抗干扰元件;(4) 在软件上不但采用了指令冗余、软件陷阱、看门狗等常见手段,还采取数据有效性分析、多次重复计算、自动校核等软件措施,使综合保护器能自动纠错,自动识别和排除干扰,防止干扰引起保护器误动作<sup>[5-6]</sup>。

通过这一系列措施,重新改进的综合保护器的抗干扰性能得到了大幅提高,通过了电快速瞬变脉冲群四级测试。用保护器测量变频器输出到电动机的电流,在电动机启动到稳定运行过程中,测量电流值跳动稳定在 2 % 左右。

## 5 结语

综合保护器是煤矿井下高爆开关一个非常关键的组件,它集保护、测量、控制和通信于一体,不但能及时切除线路发生的故障,还可以将开关工作状态传送到监控主机。本文介绍了高爆综合保护器的组成及工作原理、硬件设计、软件设计,并对应用过程中保护器出现的抗干扰问题进行了细致的分析和研究,针对保护器抗干扰薄弱环节提出了有效的措施。实际应用表明,该保护器接线方便,动作正常,没有出现拒动误动现象,抗干扰性能也有了明显的改善,没有再出现原来保护器所表现的抗干扰问题,达到了预定的设计目标。

文章编号:1671-251X(2010)08-0105-02

# OPC Server 在 KJ95N 型煤矿综合 监控系统中的应用

王 勇, 宁 玮

(煤炭科学研究总院常州自动化研究院, 江苏 常州 213015)

**摘要:**针对 KJ95N 型煤矿综合监控系统采用文件方式为不同系统集成厂家提供数据所存在的实时性差、开发性差、稳定性差、冗余数据多等问题,提出了采用 OPC Server 方式为异构系统提供数据的方案;介绍了 OPC Server 的基本原理及其在 KJ95N 型煤矿综合监控系统中的具体实现,并给出了应用中需要注意的事项。实际应用表明,KJ95N 型煤矿综合监控系统在增加 OPC Server 功能后,为其接入到矿井综合自动化系统提供了统一的接口,也为其融入煤矿信息系统提供了更好的解决方案。

**关键词:**煤矿;安全;监控系统;OPC Server;KJ95N

**中图分类号:**TD76 **文献标识码:**B

## 0 引言

随着国家和煤矿企业对煤矿安全生产的要求越来越高,煤矿综合自动化系统在煤矿得到了进一步的推广和应用,而不同生产厂家的自动化子系统的接入就成了必须要解决的问题,其中最关键的是要统一数据的接入方式。

煤炭科学研究总院常州自动化研究院研制的 KJ95N 型煤矿综合监控系统(以下简称 KJ95N 系统)为了给第三方集成厂家提供数据,之前需要根据厂家的不同要求提供不同的数据格式,不但额外增加开发人员的工作量,应用效果也不是很好。目前,主要采用文件方式为不同系统集成厂家提供数据,但存在以下几个问题:

### (1) 实时性差

文件方式需要经过产生数据文件、通过 FTP 上传数据文件、数据集成软件读取数据文件几个环节。由于每个环节都会产生时间上的累加,造成最终数据的实时性降低。

### (2) 开发性差

各系统集成厂家做上层数据集成应用时,一般都会提出各自的数据格式要求,这就要针对不同厂家的要求编写不同的应用程序,大大增加了工作量。

### (3) 稳定性差

实际应用中,由于网络的不稳定,会出现 FTP 上传程序崩溃等导致数据不上传的情况。另外,如果文本文件较大,还会出现数据上传不完整的现象。

### (4) 冗余数据多

目前文本文件多是定时生成,不管数据有没有变化,都会生成一遍数据,然后传输一次,接着其它系统再解析数据,而这中间实际上传输和处理了很多重复的数据,浪费了宝贵的系统资源。

收稿日期:2010-04-09

**作者简介:**王 勇(1979-),男,江苏武进人,工程师,2002年毕业于扬州大学电子与信息科学系自动化专业,现主要从事软件研发工作。E-mail:ayong@live.com

## 参考文献:

- [1] 单亚娟,郑建勇,曹晓华. TMS320F240 DSP 处理器在电动机微机保护装置设计中的应用[J]. 电力系统及其自动化学报,2003,15(1):67-69.
- [2] 贺家李,宋从矩. 电力系统继电保护原理[M]. 北京:水利电力出版社,1994.
- [3] 刘和平,严利平,张学锋. TMS320LF240X DSP 结构、原理及应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2002.
- [4] 程利军,邓慧琼. 微机保护抗电快速瞬变脉冲群干扰研究[J]. 电力自动化设备,2002,22(6):6-9.
- [5] 侯慧,游大海,尹项根. 基于 DSP 的微型继电保护抗干扰研究[J]. 电力自动化设备,2006,26(4):4-6.
- [6] 黄国方,徐石明. 新型变电站综合测控装置优化设计[J]. 电力系统自动化,2009(19):77-79.