

井下高压电网防越级跳闸研究

李慧东（西山煤电集团有限责任公司马兰矿，山西 太原 030053）

摘要：通过对马兰矿井下高压电网特点的分析，找出失压保护零时延，速断过流保护定值无法整定，保护器功能不全及通信能力差，供电系统发生“越级跳闸”的问题的主要原因，并针对性设计了井下高压电网防越级跳闸的解决方案。该方案大幅提高矿井供电系统的安全稳定性，减少因越级跳闸造成矿井停电故障发生。

关键词：煤矿井下；高压电网；越级跳闸；继电保护

0 引言

矿井供电系统的安全稳定运行不仅关系着煤矿社会与经济效益，还影响矿井下职工的人生安全。受各种因素影响，矿井高压供电系统在实际运行工况下经常会出现因下级变电所馈线故障导致上级变电所开关跳闸从而扩大了井下停电范围的现象，即“越级跳闸”，为保证矿井的供电安全。本文基于 S3C2440AL 芯片对供电系统进行优化设计，有效解决了越级跳闸频发等问题，为矿井安全生产提供参考。

1 矿井供电系统数字光纤电流纵联差动技术

1.1 系统组成

目前矿井已经设计建成一座 35kV 变电站，站内设计容量为 10000kVA 的变压器 2 台，系统采用分段单母线接线方式，I、II 回路分别距工业场地 14km 和 11km，正常通电状态下变电设备一台运行一台备用，避免出现一台主变压设备发生故障而影响矿井正常生产。原有的供电系统配电级数多，供电距离的较短，抗阻小使得供电系统各点的供电电流相差很小，对于电气设备的保护及电气设备灵敏性的保障难以实现。

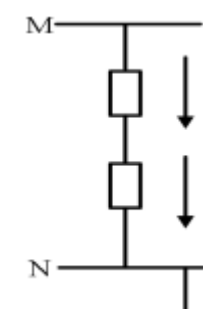
在矿井供电系统设计时，供电设备由于距离较近，使得其过路电流较小，一旦线路出现短路问题时，整个系统会出现跳闸现象，同时由于供电系统较为复杂，使得无法满足所以设备的供电需求，也会造成跳闸现象，因此防越级跳闸保护对于系统的设计十分重要，本文在对比分析电气闭锁防越级跳闸技术、分站集中控制防越级跳闸技术、数字变电站防越级跳闸技术、数字式光纤电流纵联差动等技术后发现数字式光纤电流纵联差动防越级跳闸技术可以很好的避开系统干扰、提升传输效率，因此本文选定数字式光纤电流纵联差动防越级跳闸技术。

1.2 工作原理

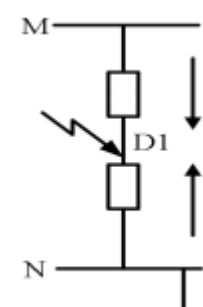
数字式光纤电流纵联差动保护技术是对井下的数据进行采集并传输至地表的主机，通过上位机逻辑语言进行判断和识别，根据识别逻辑计算后得出的命令进行保护指令的下发，从而实现断路器的控制。系统的故障简图如图 1 所示。

如图 1 可以看出，D1 和 D2 分别为系统内部和外部故障的节点，在图 1（a）正常运行状态和图 1（c）外部故障发生时，此时的配套的保护装置不发生作用，二

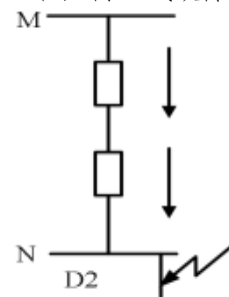
当系统出现图 1（b）内部故障发生时，系统会立刻发出保护指令，做出相应的保护动作。



(a) 正常运行状态



(b) 内区域故障



(c) 外区域故障

图 1 系统的故障简图

2 防越级跳闸保护系统的设计

2.1 系统的硬件选型

基于数字式光纤电流纵联差动保护技术对煤矿供电系统防越级跳闸保护进行设计，首先选定 32 位 S3C2440AL-40 的 ARM9 芯片为保护系统的核心硬件，系统的功能模块划分为数据采集、电源模块、通讯模块等如图 2 所示。

如图 2 所示，防越级跳闸保护系统的核心为 S3C2440AL-40 芯片，芯片首先对数据采集装置采集到

的电压值和电流值进行逻辑分析,同时分析后给出相应的指令,此时指令通过通讯模块传输至开入开出模块,从而实现防越级保护,同时 S3C2440AL-40 与矿井监控模块通过以太网进行连接,对矿井电力系统进行监控。

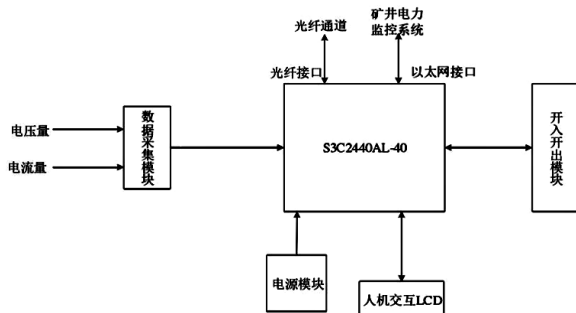


图2 防越级跳闸保护装置结构图

对系统的控制核心 S3C2440AL-40 进行布置,采用总线构架,同时布置两片 32MB 的 K4S561632N 芯片用于满足系统得内存需要,同时外扩 FLASH 电路,避免检查数据的丢失及运行功率参数较低的情况。系统运行采用直流整流方案,基本电压为 12V、5V、3.3V,选定 AMS1117 实现电压的变化目标。

对数据采集模块进行设计,为了得到准确的电气运行数据,调节系统的运行效果,在设计中,由于矿井采用模拟量指标来源于保护线路配套的 TA,所以构成的模拟量信号重点为这两侧电流,通过采集电气数据,得到相应的矢量差,从而调节系统运行。A/D 转化是将采集的信号进行转化,从而形成 CPU 可识别的信号,由于本文 S3C2440AL-40 芯片的选择,所以 A/D 转化较为简单,多使用 ADC 控制寄存器,如下表所示。

寄存器名称	位	功能描述	状态初始值
PRSCEN	14	A/D 转换器分频器使能	0
ECFLG	15	转换结束	0
SEL-MUX	5:3	模拟输入通道选择	0
PRSCVL	13:6	A/D 转换器分频预分频值	0xFF
READ-START	1	启动 A/D 转换	0
STDBM	2	待机模式选择	1
ENABLE-START	0	使用 A/D 转换	0

对通讯模块进行设计,通讯模块有以太网和光纤通讯两部分,其中光纤通讯是稳定系统运行的关键,cpu S3C2440AL-40 需要按照帧结构进行组帧,然后对信息进行编码,将编码完成信息经过处理后传输至光纤通讯模块,光纤模块选定 AFBR-5803ATZ。以太网布置中芯片通过变压器与端口进行部分连接,在变压器中采用电平耦合进行强化信号,用于增大传输的距离。开入开出模块设计中,共布置 9 路开入量,其中包含断路器分位、断路器合位等,模块芯片对继电器的工作进行分步管理,当继电器出现故障时能够对外进行报警信号的输出。人机交互界面是整个系统对外显示的核心,进行人机交互界面设计时需要重点对 LPC1758 处理器、指示灯、显示屏等进行选型,通过显示器对电网的工作模式、故障、操作、运行参数等进行显示,同时保护装置的参数也能够通过显示器进行显示,同时能够抵抗矿井生产较为复

杂的环境,本文选定大采公司生产的 LCD 显示器。

2.2 系统的软件设计

对系统的保护程序进行设计,其程序运行步骤如图 3 所示。

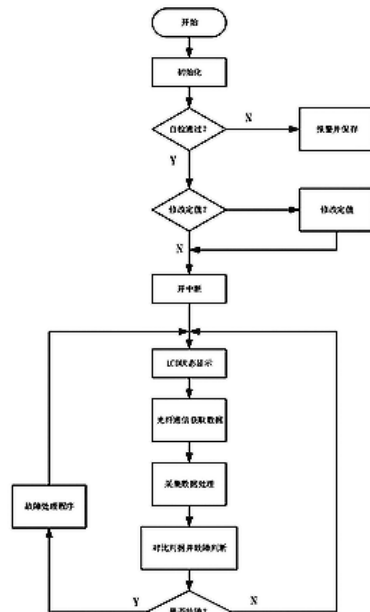


图3 故障处理流程示意图

如图 3 所示,系统开始运行后首先进行初始化,完成初始化后进行自我检测,检测未通过直接报警,检测通过后确定是否对设定值进行修改,需要修改则进行修改,无需修改时开启中断保护装置,通过 LCD 显示器对系统运行进行显示和数据的采集,当采集到故障信息后,系统立即进行故障处理,故障处理后继续重复类似过程,完成系统的保护。

系统数据的采集程序开始运行后首先进行 A/D 值的转换,检测数据读取是否完成,未完成继续读取,完成后向对侧进行信号传输,检测采样是否同步,未同步重新修正,通过则发送至 ARM9,完成数据采集。

3 结论

本文在原有供电系统的基础上,针对易发生越级跳闸的问题,对供电系统进行优化研究,基于数字式光纤电流纵联差动保护技术对煤矿供电系统防越级跳闸保护进行设计,分别对系统的数据采集、电源模块、通讯模块等进行阐述,并给出了故障处理及数据采集程序的工作原理,通过现场应用发现,优化后的供电系统在应用过程中无越级跳闸事故发生,与原系统相比有效的降低了越级事故的发生,有效的保证了供电系统的安全,优化方案可行。

参考文献:

- [1] 马星河,王永胜,闫炳耀.基于 GOOSE 的煤矿井下防越级跳闸方案研究[J].工矿自动化,2013(1):47-51.
- [2] 史丽萍,赵万云,蒋朝明,等.煤矿井下防越级跳闸方案[J].煤矿安全,2012,43(08):115-117.
- [3] 张豪,苗书运,王燕丽.煤矿井下高压电网防越级跳闸的探索与研究[J].山东煤炭科技,2015(04):134-136.