

# 煤矿井下供电监控及防越级跳闸系统的设计

郝建军

榆林市榆神煤炭榆树湾煤矿有限公司 陕西 榆林 719000

**摘要:** 现如今,随着中国当前的矿井工程开发十分迅速,一直存在的影响煤矿井下供电线路安全的问题也普遍存在,如高速断越流的定值电压不能整定、失压保护器的零时延、漏电防护不能实现,以及防护装置功能不全和管理能力的差弱,所以特别针对“越级跳闸”的问题,专门建立了煤矿井上井下的管理规程和防止越级跳闸的控制系统。技术经过实际应用,达到了很高的目标,大大提高了矿井供电系统的安全性,避免了“越级跳闸”问题的出现。

**关键词:** 供电系统; 供电监控; 越级跳闸; 测控装置

引言:煤炭是目前使用得最普遍的一种能源,在国民经济建设中占有着非常关键的作用,而随着煤炭井底综采设备自动化程度的日益提高,以采煤机、刮板物料输送、液压支撑等智能化水平较高、安全性强的综采机械设备的投入,在机械设备的启动、停机的过程中将带来巨大的压力电流,由于在使用过程中所耗费的电能很大,对井下的供电系统的供电安全性造成很大的风险,从而非常容易发生供电故障的异常,也因为多数井下供电系统线路的中短距离布置结构,导致系统间很难有效地对短路事故加以隔离,从而造成大量连续性的越级重合闸发生,从而导致事故规模急剧增加,同时由于大面积的网络故障,使得系统在排除问题和检修上都必须花费巨大的时间和资金,从而严重威胁着煤炭井下的煤矿综合机械化采掘的安全。

## 1 防越级跳闸原理

对于煤矿供电状况进行监测期间,所采取的解决方案是与供电系统的日常状况相结合,再经过一定的数据分析和调研而得出的更加具体的方法。矿井作业期间,在中央变压器地区,还是其采煤变压器地区,如果为了提高在矿井内使用直接电源的可靠性,突然出现某些状况。亦或是在进行长期使用,在正常工作时,突然产生了带有一定冲击功率的高负荷现象,导致了整个矿井供电系统的牵引继电器可以正常运行,其牵引继电器中除具有简单的输入和输出环节以外,尚其他的辅助输入环节。

## 2 系统总体方案

供电系统一般由地下控制模块、网络通讯和地上控制软件系统构成。在检测单元和检测单位间,检测单元通过rs四百八十五访问方式获取实时数据,监测单元通过检测单元和磨碎系统间的以太网连接,磨碎装备检测软件由金景完成。控制模块主要采用了单片机控制器,同

时配备有rs四百八十五端口和以太网端口,实现信息采集并与以太网通信。lcd电路可以实时显示电源的信息,同时配备了要害接口电路,工作人员也能够很简单的进行lcd界面工作;接口中指定供电参数,包括电压、流量、电力线功率、电源断路器类型、运行上限值,甚至还有安全保护器参数。通过装备软件根据传输数据绘制实时波形,或通过数据库实现历史数据检索功能等。可即时监测用电情况<sup>[1]</sup>。

## 3 煤矿供电越级跳闸监控系统结构

系统结构组成如下:

(1) 该矿井系统大部分使用为KJ第六百九十八供电的越级重合气闸式监控单元,该系统同样也是矿山供电系统中独立存在的一种子系统,主要由DSI5111K地面保护装置、DSI5711保护控制台、KJ698-F通讯分站、IDA9000监视系统主从工作站和以太网等部分组成。

(2) 本控制系统最重要的部分是保护装置与安全继电器,在线路出现问题时主要是利用安全保护器来防止干扰主线;安全保护器也可以把供电系统的选择性漏电锁定在某段,该设备可以对所收集的数据进行分类后实施安全操作。安全保护器内部的横向数据传输和安全保护器与后端的纵向数据传输都采用环网的媒介。

(3) 通讯分站能够安装备用的供电系统和环网交换机,能够通过接收井下环网的五路光信号机产生三十的电信号进行发送,同时还能够设置3路RS口来实现高低压的光信号传输,同时信息还能够通过网络接口进行上传。

(4) 监控主点,主要包括地面变电站、井底变电站、各掘进配电系统站、综采皮带头、避难硐房以及全矿系统。监控主站一般由集控中的服务器和监控分站所构成,另外通过无人值守系统也可以减少监控分站,集控中心的服务器设置在调度机房里,并通过多台计算机实现管理,同时通过环网和矿井中的自动化控制系统进

行数据交换<sup>[2]</sup>。

#### 4 电力监控系统

##### 4.1 电力监控通信网络

用电系统独立局域网的措施,在板桥风机变电所和西彭风井变电站之间各设置了一个内联网交换机,由二个变电站所在系统的风机井下配电中心控制分站使用以太网设备连通该交换机,再联系配电控制中心的核心交换机。系统控制分台首先将利用CanBus技术从现场总线上获取的各种保护装置的系统信息、控制信息和系统操作信号转发至以太网上,并将监测的整个系统信号转发给保护装置。

##### 4.2 上位机设计

上位机选用了由中国装备软件金景规划公司设计的。该软件可以通过帐号登陆系统,并对不同的用户设定了不同的使用权限。系统的控制页面上集中展示了地下各监测点的工作状况,如电压、流量、功率等运行数据、线路情况、保护装置交付情况等,并在用电装置出现异常情况后迅速定位毛病处,迅速消除问题。削减了停电时间,并通过金景数据的实时曲线与历时曲线操控将数据变量直接关联起来,从而便于观察数据的动态变化,对家庭用电设备运行的变化进行了直观评估。与系统的规划和散布等数据直接关联,方便人员检索,提高了办理工作效率<sup>[3]</sup>。

##### 4.3 硬件设计

硬件结构设计中使用的STM三十二作为内核处理器。主要包括八路模拟量输入和五路开关量输出,通过沟通程序可以将高压互感器二次侧的大电流、小流量数据,转换成适用于测控设备使用情况下的的小流量数据。开关量传感器的主要功能通过对开关中的控制数据和其他的试验数据进行检测,一般包括风电闭锁信息和瓦斯闭锁信号等。如在日本保护器的开关测量信号,通常包括:瓦斯闭锁信号输入、过流试验数据导入、柜门的复位按钮进入、备用位置、塑料壳式断路器和方位按钮进入。在主控制器的外围电路上,还添加了一个数字时钟电路,在嵌入式应用中通常要保留部分数据包括选项和设置等,以便于在设备突然关机或掉电等保护的情况下不损失数据,或将数据直接存储到EEPROM里,而如果在STM三十二芯片中的装置自身并不是EEPROM,就只能通过对存储器中的FLASH模拟产生EEPROM,完成了对电气数据的存储。测控装置的开关量输入与输出,可分为保护动作输出和信号输入输出。

#### 5 监控系统功能

① 可进行远程监测、遥控、遥调、遥信,并真正

做到了变电站的无人值守。可组织人员完成对一个交换机、1个变压器、1个系统的遥控操作外,还可进行应急操作等。按组图,当系统出风时,就可切断系统的电源,以便进行系统风闸。

② 后台控制主机,具备电源系统工作情况和数据曲线指示、事故警示预报、设备控制,以及远程动作锁定等。外勤人员还能够便捷的查看系统状态和信息数据,以及时发现并处理问题。另外,现场管理人员还能够按照现场的要求管理禁令系统并允许远程运行,以保证对现场工作人员的安全性。

③ 具有运行数据分析、时间统计分析、故障数据分析、操作统计、分析数据处理等的特殊功能。还能够输出最大值、最小值、平均数和累积平均值等,并具有随时提供的历史数据、曲线和图表的能力。具有多种电气管理性能。具备数字在线指示控制功能,根据井下电源的报警发生时间,电流的变化,即便保护器本身受损,在地面仍可准确指示并报警<sup>[4]</sup>。

#### 6 煤矿供电系统越级跳闸保护控制技术

##### 6.1 分站集中控制技术

当系统中发生短路现象时,首先分站的防越级重合闸开关会进行检测,随后再把相关的检查信号传送给分站,然后分站根据检测信号做出分析并提出控制指令后,对短路高电压现象附近的防越级重合闸开关实施监控。该控制技术要求分站和防越级重合闸开关间应该存在着高度的相关性,一旦在这二者之间出现了通信问题,将会造成分站分析判断的出错,从而影响到防越级重合闸开关的有效发挥作用,最后造成了煤矿供电系统越级重合闸事件的出现,所以通信信号传递的稳定性如何得以提高将是分站集中管理技术的关键问题。

##### 6.2 电气闭锁式防越级技术

对每一供电区域的保护装置都设有相应的延迟启动时限,并要保证上一级比下一级更迟启动。在一个配电区域内出现了短路大电流事件之后,由于已经侦测到事故电压区域的短接式安全保护器,将向上级保护装置发出信号指示,并命令上级供电价格的安全保护装置进行闭合,这也防止了越级重合闸的出现。不过由于在井下各种线路区域,通常都会有许多个安全保护装置,同时也由于所有的配电区域间相距都非常远,当这些安全保护器在发生事故后,也就会很难确定并检测到具体的事故情况,同时又由于的级数都比较高,对第一级的安全保护器而言,相应的延时也就会较大,所以在出现故障情况时的保护响应也就会很慢,因此造成了这种电气闭锁电气闭锁型防越级重合闸技术无法实现较好的效应<sup>[5]</sup>。

### 6.3 电流纵联差动保护方案

这种方法的基础是额定电流纵联差动机构系统，以基尔霍夫电压理论为基础，对线路二端进行安全保护器的纵联，计算二个额定值，以便确定事故是出现在二个安全保护器内部还是外部，并确定是外部事故还是内部事件。如果是内部故障，则把这段线路切断；如果是外围问题，则从外围继续检查。用这个方法判断系统内环境状态的基本原理，如图一所示。当系统出现外围问题时，如果测得线路的A、B两端的最大额定值 $I_A$ 和 $I_B$ 均相同，则系统马上不启动，并继续找到了外围问题点 $K_1$ ；当系统出现内部问题时，如果最大 $I_A$ 值和 $I_B$ 也一样，而找到了内部故障点 $K_2$ ，则系统立即对这段线路内部的所有开关实施了跳闸操作。利用对内部故障的快速判断，可以避免越级跳闸的情况发生。

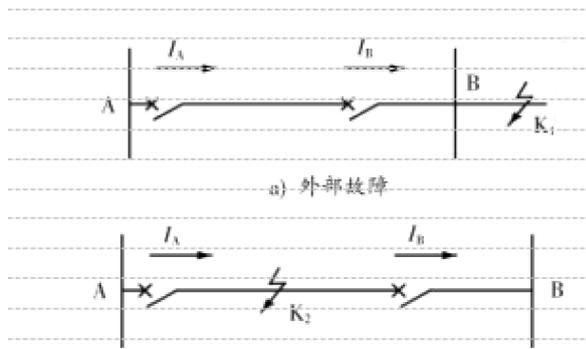


图1 电流纵联差动保护防越级跳闸原理图

### 6.4 电网故障主动定位技术

为对电网故障时的故障区域进行精确定位，提高对矿井中供电故障的数据处理效率，并实现井下综采作业的顺利进行，本文还提供了一个根据工作电压相位突变的供电故障主动定位技术，该技术的原理如图2所示。

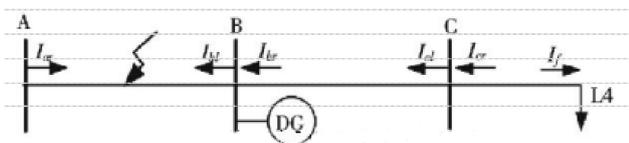


图2 电网故障主动定位技术原理示意图

从图二可以得知，当在线路AB段发生故障或异常时，线路开始端的电流 $I_{ar}$ 与 $I_f$ 线路内的负电荷电流的方向一致，但在线路AB段终止端的电流 $I_{bl}$ 则与 $I_f$ 线路内的负电荷电流的方向相反，在正常段BC内在电路的开始端和终止端的电流方向都与负电荷电流 $I_f$ 的方向相反。这些现象都说明了在事故线路内，两端事故电流与通过正常线路内的负荷电流都不能同时地达到超前和落后之后，这样在防越级跳闸系统内就可以运用该原理进行对故障区域的主动定位和告警，从而进行了对电源异常问题的迅速解决，通过现场使用表明实现该技术后可以使电力网络故障的风险减少百分之七十三，使事故处理费用减少百分之九十以上，大幅度的提高了煤矿井下的电力稳定性和可靠性<sup>[6]</sup>。

### 结语

通过对设备参数的实时，煤矿井下电源监测和防止越级重合闸控制系统在韩城县桑树坪矿井使用后，有效缩短了该矿山的供电系统工作中断时限，从而避免了因人为误操作所引起电气故障，也避免了进而发生的越级重合闸、大面积停电、影响产量等现象，同时进行了井下设备的远程管理，大大提高了效率。

### 参考文献

- [1]孟惠霞, 胡满红.煤矿井下短路越级跳闸的故障分析[J].煤矿机械, 2009, 30(2): 223-224.
- [2]高会生, 王慧芳.基于安全性的继电保护光纤迂回通路径选择[J].电力系统保护与控制, 2014, 42(14): 25-31.
- [3]蔡振军.煤矿供电系统防越级跳闸技术应用探讨[J].百科论坛电子杂志, 2019(1): 282.
- [4]陈伟雄.煤矿供电系统防越级跳闸技术应用研究[J].山东工业技术, 2019(16): 65-65.
- [5]杨蕾.煤矿供电系统防越级跳闸技术应用研究[J].产城(上半月), 2019(2): 1-1.
- [6]贾若凡.煤矿井下高压供电系统防越级跳闸实验及应用[J].石化技术, 2019, 26(11): 368+372.