

# 220KV线路“四统一”保护装置运行总结

葛洲坝二江电厂 李毅军

由许昌继电器厂生产的220kV线路“四统一”成套保护装置于1988年7月24日起在葛洲坝二江电厂的220kV出线葛旗线上投入运行。葛旗线为连接葛洲坝至湖北省恩施地区旗峰坝变电站的200kV线路，全长21.3公里，线路的大部分区段架设在地形复杂的山林中，且位于多雷击地区。投运以来已多次发生线路故障，保护装置也动作多次。为了积累经验，促进“四统一”保护在电力系统的推广应用，特将该套保护在我厂的运行情况予以总结，给其它运行部门作参考。

## 一 保护装置的基本情况

葛旗线葛侧所配置的保护装置由PXH—202<sub>x</sub>型线路保护屏（高频相差、高频闭锁屏），PXH—111<sub>x</sub>型线路保护屏（距离、零序、电压切换箱屏）和PXH—116<sub>x</sub>型线路保护屏（综重、分相操作箱、失灵箱屏）三块四统一定型屏组成，并利用ZJL—31<sub>x</sub>型距离保护和ZLF—31<sub>x</sub>型零序电流方向保护中的高频闭锁保护部分与SF—21<sub>x</sub>型收发信机构成了高频闭锁距离和高频闭锁零序保护。从投运之日至1989年3月，出口采用保护动作后即三相跳闸的重合闸停用方式，1989年3月后采用单相重合闸方式。高频相差保护投运至今一直是投信号位置（因高频通道的匹配状况不佳），其它保护均投跳闸。

## 二 保护装置的动作情况

整套保护装置自投运以来，经历了数十次区外和区内故障的考验，区外故障包括了各种类型的远、近端和转换性故障，并经历了二次出口接地短路试验。由故障录波图和保护屏动作信号可以看出，保护装置的动作正确，做到了区内故障时可靠准确地切除故障，而区外故障时则可靠不动。保护装置切除故障的分类统计见表1。

表1 葛旗线保护装置切除故障统计

故障分类	单相接地短路	一相断线接地	转换性故障	三相短路	合计
故障次数	16	1	1	1	19

注：单相接地短路中包括两次单相出口人工接地短路试验。

各类保护的動作次数统计见表2。

表2 区内故障时各类保护的動作统计

保护分类	零序保护				距离保护			高频闭锁	高频闭锁	高频相	合计动作次数
	灵敏I段	不灵敏I段	II段	III段	I段	II段	III段	距离保护	零序保护	差保护	
动作次数	8	8	5	2	5			4	11	7	50
所占比率 (%)	16%	16%	10%	4%	10%			8%	22%	14%	100%

对表2统计结果的几点说明:

1. 由于高频相差保护是投信号,故有时运行人员来将高频相差保护在故障后的动作信号予以记录,所以表2的高频相差保护动作次数统计结果小于实际的动作次数。
2. 统计表中未包括电流速断保护的5次动作。
3. 综合重合闸是于1989年3月投单相重合闸位置的,在投此位置后的两次单相永久性接地短路故障中,重合闸装置均起动,实现了单跳单合而后保护后加速将故障切除,这两次正确动作表明该重合闸装置的可靠性是可以信赖的。
4. 距离I段和高频闭锁距离保护在近距离单相接地故障时多次动作,原因待查。(靠近电源测单相接地故障时,距离保护是有可能动作的审校者注)。

### 三 保护装置的特点

根据我们的运行经验和测试结果,我们觉得“四统一”定型保护与许继厂以往生产的220kV线路成套保护装置相比有如下特点:

1. 在一些主要技术指标上有突破,性能优于目前在电力系统中仍广泛使用的非“四统一”产品。具体说来,有如下一些:

(1) 动作时间下降。动作时间包括两个方面的内容,即单个元件(如继电器)的动作时间和保护装置的整组动作时间。我们将“四统一”保护与非“四统一”保护进行了对比测试,测试结果如下(动作时间测试结果均为三次平均值)。其中阻抗元件的动作时间是在0.7倍动作阻抗下测得,电流继电器的动作时间是在1.2倍动作电流下测得。

表3 交流单元件的动作时间测试结果

被测元件名称	“四统一”产品				非“四统一”产品			
	测量元件	起动元件	选相元件	电流继电器	测量元件	起动元件	选相元件	电流继电器
所属装置型号	ZJL-31x	ZJL-31x	ZZC-31x	ZLF-31x	LH-15	LH-15	ZZC-4	ZLL-2
动作时间 (ms)	21	21.2	21	13	30	30.5	30	29

表 4 保护装置整组动作时间测试结果

保护装置名称	“四统一”产品					非“四统一”产品				
	零序 I 段	距离 I 段	高频相差	高频闭锁零序	高频闭锁距离	零序 I 段	距离 I 段	高频相差	高频闭锁零序	高频闭锁距离
型号	ZLF-31x	ZJL-31x	ZCG-21x			ZLL-2	LH-15	ZCG-1A		
动作时间 (ms)	22.6	23	39	35	36	40	45	61	57	60

从表 3 和表 4 可以看出，“四统一”保护的单元件动作时间和整组动作时均小于原来的非“四统一”保护。究其原因，主要有如下几点，其一为直流回路的重动及出口继电器采用了动作时间小于 3 毫秒的干簧继电器，其二为零序保护的电流继电器由原来的电磁型改为整流型，使交流电流继电器的固有动作时间大幅度降低，其三为阻抗元件采用按相灵敏接线方式构成的整流型相位比较式阻抗继电器，灵敏度提高。

(2) 暂态超越减小

根据实测，该套“四统一”保护中阻抗元件和交流电流元件的暂态超越均小于 5%，好于非“四统一”保护，且阻抗元件的时限特性为一反时限特性，这对于减小暂态超越也是有利的。

(3) 保护装置的整组功率消耗下降。

(4) 测量元件的记忆时间有所加长。

2. 采用新型的电流继电器，从根本上消除了一些造成保护装置不正确动作的因素。

在“四统一”保护中采用了新型的整流型电流继电器，这种继电器除具有灵敏度高、速度快、功耗小、返回系数高等特点外，另一个突出的优点就是从根本上消除了一些因使用电磁型电流继电器而造成的保护装置不正确动作的因素。根据以往的运行经验由于保护装置中使用电磁型电流继电器，已因下述原因造成了保护装置误动：(1) PXH-13A 屏上的相电流继电器触点是朝上安装的，触点架在下面，运行中触点金属粉末落在触点桥上，将常开与常闭触点短接，造成了多次误动。此外 PXH-13 屏的相电流继电器之常开与常闭触点的间隙太小，当负荷电流变化频繁且幅度较大时，触点不断抖动，使常开与常闭触点瞬时接通，造成保护误动。(2) 当采用零序 III 段启信、零序 II 段停信的方式构成高频闭锁零序保护时，由于零序 II 段电流继电器  $2L_0J_2$  的常开触点  $2L_0J_{2,1}$  之静触点与  $2L_0J_{3,1}$  的动触头在继电器失磁状态下的距离过小，极易造成因  $2L_0J_{3,1}$  动触点桥回靠  $2L_0J_{2,1}$  的两个静触头而使  $2L_0J_{2,1}$  常开触点在正常运行时被短接。这样即使当故障发生在零序 II 段的保护范围之外，由于  $2L_0J_{2,1}$  触点已接通，因而只要零序功率方向元件一动作，该侧保护即停信，此时若对侧保护因某种原因不能送来闭锁信号，就会造成高频闭锁零序保护误动。这种误动也曾多次发生过。当然，这两种误动通过执行反事故措施均已得到消除，但毕竟造成了不应有的损失，且执行反事故措施后也影响了保护装置原具有的一部分功能。而在“四统一”保护中由于使用了整流型电流继

电器,从而在根本上解决了问题。此外,整流型电流继电器还有一个突出优点就是采用插孔整定动作值,且刻度比较精确,极大地方便了用户在运行中更改零序电流保护定值,因而很受现场工作人员的欢迎。

3. 高频闭锁距离保护采用距离Ⅲ段阻抗元件停信,提高了距离保护的使用性能。

以往的高频闭锁距离保护一般是采用距离Ⅲ段阻抗元件启信而距离Ⅱ段阻抗元件停信。这种方式当仍保留距离Ⅰ段保护使用时,则因距离Ⅱ段阻抗元件的测量回路须经QHJ失磁其闭触点接通后才能投入,因而增加了高频闭锁保护的出口时间(增加部分为切换继电器QHJ的切换时间),使出口时间达0.1秒以上。另一种方法是正常时即使QHJ处于失磁状态使距离Ⅱ段测量元件的测量回路投入,以提高高频闭锁距离的出口速度,但这又是以牺牲距离Ⅰ段而获得的。显然,这两种方法都有不足之处。而在“四统一”高频闭锁距离保护中因采用距离Ⅲ段阻抗元件停信,(距离Ⅲ段为方向阻抗)从而克服了这一不足之处。

4. 采用壳体分层结构,使得单个继电器和整个插件均能直接插拔,方便了检修调试和故障处理。

## 四 保护装置中存在的一些问题和改进建议

通过这一年多的运行、检修调试和维护,我们发现“四统一”保护中仍存在一些尚待解决的问题,现简述如下:

### 1. 元器件质量方面

(1) 保护装置中所用的两次掉牌,机械保持的信号继电器其可靠性还有待于进一步提高。我们在调试和运行中均发现这种信号继电器有时保护动作后不能掉牌或一次动作掉两次牌的现象。(现在两次掉牌信号已修改设计,更改了零件,可靠性大大提高。审校者注)

(2) 有的电子元器件运行时间不长就发生损坏,如高频相差保护和高频闭锁保护用收发信机上的GNWY-2型开关稳压电源内18伏输出回路滤波电容 $C_{24}$ 和 $C_{25}$ 多次发生击穿损坏,可能是由于元件参数选择不当的原因。我们将 $C_{24}$ 和 $C_{25}$ 的额定电压值由50伏换为100伏,再未发生击穿损坏现象。

### 2. 设计中存在的问题

(1) 由于葛旗线施工时,保护与收发信机分别装有正负保险,当取掉PXH-111屏上的负极熔断器-1RD时,由于隔离刀闸辅助触点1G或2G处于接通位置,使正电经切换继电器线圈窜至负极回路,去起动高频闭锁零序保护的起信继电器QFJ和停信继电器TXJ,造成高频闭锁零序保护误动(参见参考文献1)。

(2) ZFZ-31x型分相操作继电器箱内的跳闸压力监视继电器1YJJ为线圈不带短路环的中间继电器,而重合闸压力监视继电器2YJJ的线圈则带短路环,使得2YJJ的返回时间比1YJJ长0.5秒左右。这样当断路器因操作发生瞬间气压降低时,1YJJ将先于2YJJ发出气压异常信号(由于重合闸气压闭锁值高于跳闸气压锁值,因此应该

是重合闸气压监视继电器 2 YJJ 先于跳闸气压监视继电器 1 YJJ 动作), 这样将给运行和检修人员造成一个气压表定值不准的假象, 造成不必要的误会。

(3) SF—21x型收发信机内的发信信号指示电路在高频保护快速切除故障时发信指示灯 3 DX<sub>2</sub>不能点亮, 经检查是由于收发信机内发信信号继电器 FXXJ 的起动时间过长所致。由原理图可以看出, FXXJ 的动作量是由收发信机发信后的功放管集电极电流经整流滤波后再给电容 3 C<sub>3</sub> 充电至稳压管 3 DWY<sub>1</sub> 击穿后获得, 整个回路的时间常数较大, 而保护动作后使收发信机由起信到停信的时间极短, 这样当收发信机起信后, FXXJ 还未动作就因收发信机停信使动作量消失而不能动作, 故 3 DX<sub>2</sub> 不能点亮。据实测, 由收发信机起信到 FXXJ 触点接通的时间为 26 毫秒, 而由起信继电器到停信继电器动作的时间间隔仅为 6 毫秒, 由此可见该回路的设计是不太合理的。

(4) 在高频保护投运初期, 在两侧收发信机交换高频信号时每次均发出“通道异常告警”信号, 而收发信机和高频通道均是正常的。经分析和检查确认是由于收发信机控制部分内由 11R<sub>18</sub> 和 11C<sub>6</sub> 组成的充电延时回路 T<sub>1</sub>' 的时间常数过小所致。该回路元件设计参数为 11R<sub>18</sub> = 82kΩ、11C<sub>6</sub> = 4.7μf, 则该回路的时间常数为  $\tau = 11R_{18} \times 11C_6 = 82 \times 10^3 \times 4.7 \times 10^{-6} = 385.4$  毫秒, 该回路充电至 11DWY<sub>5</sub> 击穿电压值 (5.6V) 的时间为  $t_{wY} = -\tau \ln(1 - \frac{5.6}{18}) = 143.6$  毫秒。由通道异常告警部分的方框图(见图 1)可见, 当按

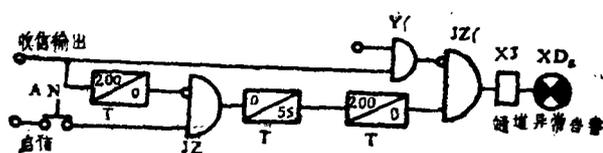


图 1 通道异常告警部分方框图

下 AN 手动启信进行通道交换信号时, 由于自按下 AN 起至收到对侧送过来的信号有一段时间, 这段时间包括本侧装置的起信时间、信号至对侧装置的传输时间、对侧收发信机的收信起动时间、对侧信号传输至本侧装置的传输

时间及本侧装置的收信输出时间。若 T<sub>1</sub>' 的延时小于这段时间, 则因 Y<sub>1</sub> 不能及时输出闭锁信号, AN 按下后的启信信号脉冲将通过 JZ<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>1</sub>' 和 JZ<sub>1</sub> 启动 XJ<sub>1</sub> 并点亮 XD<sub>2</sub> 发出通道异常告警信号。通过上述分析可以看出, 为使正常交换信号时不发通道异常告警信号, 则须使 T<sub>1</sub>' 的延时时间大于本侧 AN 按下后至输出对侧收信信号的这段时间。为此, 我们将 T<sub>1</sub>' 的延时适当加长, 解决了这个问题。现在高频通道正常时交换信号不再发通道异常告警信号, 而模拟通道故障则能可靠发出信号。

(5) ZCG—21x型高频相差保护和 SF—21x型收发信机的原理接线过于复杂(由于要求功能太多), 调试和检修的难度及工作量均比原来普遍使用的 ZCG—1A 型高频相差保护装置和 SF—5B 型收发信机大多了。由于装置复杂程度增加, 也相应增大了装置的故障几率。

(6) 插件之间的连接及保护装置与引出端子牌的连接经过中转端子牌, 一则使屏后线显得繁多, 二则降低了二次回路的可靠性。(根据用户意见现已取消了屏后的过渡端子, 审校者注)

# 自动监视保护出口回路断线的接线

平顶山供电局 郑士杰 汪文庆

我们在对变电站继电保护装置进行定期(部分)检查时,曾多次发现保护出口继电器线圈断线,而又无法确定断线发生时间。这对电力系统的安全可靠运行极为不利。为了防止因保护出口回路断线,在被保护设备发生故障时使断路器不能动作,造成扩大事故。现提出自动监视保护出口回路断线的接线如下:

## 一 自动监视保护出口回路断线的接线

图1 a、b图所示为现行继电保护装置常用的两种出口回路原理接线。图中出口继电器BCJ为DZB-259型中间继电器,线圈内阻为 $10\text{k}\Omega$ ,额定电压为220伏,额定电流为0.5安。图1 a代号为2JY309.026.3,其线圈内阻为 $6.3\text{k}\Omega$ ,动作电流为 $0.17\sim 0.23\text{mA}$ ,返回电流为 $0.08\sim 0.15\text{mA}$ ,电阻 $R_1=R_2=270\text{k}\Omega$ , $R_3=25\text{k}\Omega$ , $R_4=12\text{k}\Omega$ 。断线信号继电器XJ,采用DX-31B/0.015A型手动复归信号继电器。复归按钮FA采用具有两对常闭触点按钮。

图2 b图中,极化继电器J采用HY-13型,规格代号为2JY·309·026·52。其线圈内阻 $1.2\text{k}\Omega$ ,动作电流为 $0.083\sim 0.33\text{mA}$ ,电阻 $R_1=R_2=6.7\text{k}\Omega$ , $R_3$ 为 $0\sim 5\text{k}\Omega$ 可调电阻用于调整电桥平衡, $R_7$ 限流电阻为 $2\text{k}\Omega$ , $R_5=47\text{k}\Omega$ , $R_6=R_7=42\text{k}\Omega$ ,其余元件参数同图2 a。

## 五 对“四统一”保护装置的评价

1. 装置的技术原理较原有的非“四统一”保护装置先进,逻辑回路的设计有一些独到的优点。经过运行考验表明具有动作速度快、可靠性高等特点,在一些主要技术指标上有突破。
2. 采用了一些新型的元器件,从而彻底消除了一些事故隐患。
3. 保护装置的相互配合和使用性能有改善,配合方式增加。
4. 在设计方面尚存在一些不足之处,还需在工艺、元器件质量和设计上继续改进和完善。

### 参考文献:

1. 拔负电源时“四统一”高频闭锁保护误动的分析与对策《继电器》李毅军  
1988年。4