

PXH—43A/DT屏运行中的一些问题探讨

川南电力调度分局 执笔李昌国

PXH—43A/DT屏在成渝铁路沿线的110kV线路大量使用。几年来发现了一些问题。这种屏在短期内不可能用其他代替。现通过一次典型事故的分析，对该屏的接线，运行和调试方法提出一些看法，供参考。

1989年4月20日，110kV线路上发生了一次单相接地故障，重合后越两级跳闸的事例。一次系统的接线和有关保护的整定值如图1。

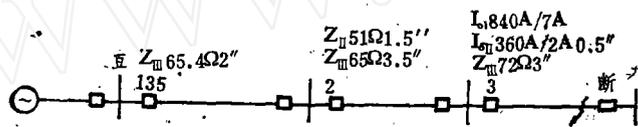


图1 一次接线和有关保护整定值

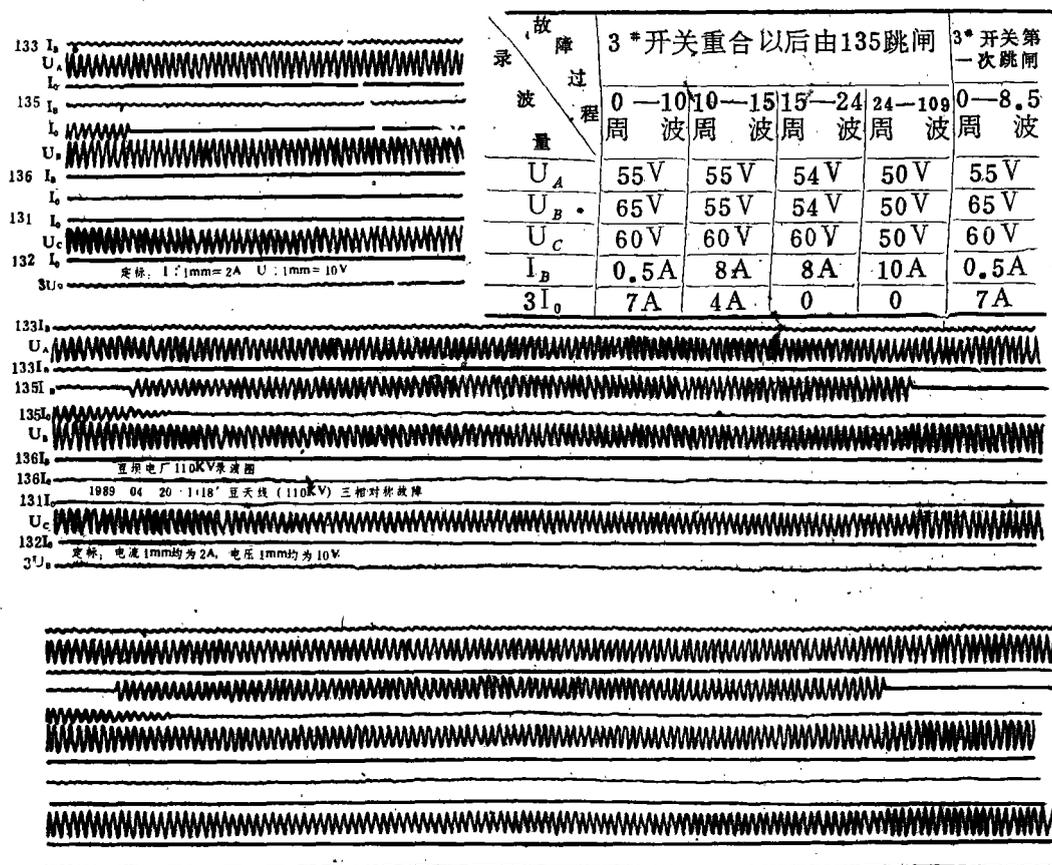


图2 豆厂录波图 表中所列为135的电流和110kV母线电压均为二次值

由豆厂录得的录波图如图2。从录波图看出，故障过程分三个阶段：1. 3*开关 I_{01} 动作跳闸，为单相接地故障，持续时间约0.18s（九个周波）。2. 3*开关重合于故障线路，经约0.2s转为两相接地，经0.3s转为三相故障，由于3*开关未跳，由135距离Ⅲ段经2s跳闸，检无压重合后又由距离Ⅲ段动作跳闸。

录波图的三个阶段本应是连续的，造成间断的原因是：1~2阶段是3*开关跳闸，其重合闸的时间2.5s，而录波器整组复归时间为2s，在断路器主触头闭合前已复归。重合于故障线路时又重新启动录波。2~3是因为经0.3s以后转为三相故障，负序，零序分量消失，而豆厂距离故障点较远，相电流元件和低压元件都不能动作。经2s复归时135开关尚未合闸。所以第三次又是重新启动录得的。

从图1上各开关的保护配合关系看出，若3*开关正确动作，即由后加速零序Ⅱ段在转换为相间故障之前重新跳闸，便不会引起越级跳闸。又如果在转换为相间故障以后，瞬时加速距离Ⅱ段能正确动作使3*开关跳闸也不会引起越级。至于2*开关，在3*开关第一次跳闸时，振荡闭锁已将Ⅰ、Ⅱ段闭锁，只剩距离Ⅲ段。而135距离Ⅲ段又是与2*开关的距离Ⅱ段配合的。2*开关的距离Ⅲ段为3.5s，3*开关的距离Ⅲ段为3s，所以135距离Ⅲ段动作是与整定方案符合的。（135距离Ⅲ段时限主系统要求不能大于2s。只能与2*开关距离Ⅱ段配合，符合规程的。）

3*开关和2*开关都是用的PXH—43A/DT屏。经现场查看，2*开关的接线不很完善，但与本次动作关系不是很大。现在针对该型屏在3*开关的动作行为简要分析如下。

该屏由LH—15A相间距离，ZLL—2零序和三相一次重合闸组成。LH—15A距离与以前的LH—15距离有两点不同。1. 电压回路断线闭锁取消 $3U_0$ 反闭锁。2. 为了满足电气机车不对称负载使增量元件频繁起动而减少对装置的影响，增设了快速复归回路。下面简要分析这两部份对装置正常工作的影响。

电压回路断线闭锁接线如图3，将需要增设的用虚线标在图上。

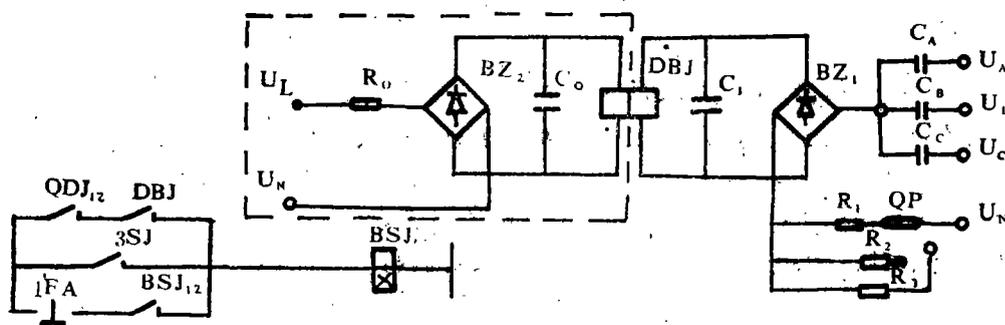


图3 电压回路断线闭锁

原设计的意图是，当系统发生单相接地故障时，负序、零序增量元件一定动作。QDJ₁₂断开，BSJ大约0.1s延时动作。所以对故障线路和有电源的线路，电压回路断线

闭锁是不会引起总闭锁误动作的。但对于无电源的非故障线路，特别是无负荷的带电备用线路，负序零序增量元件可能不动作，QDJ₁₂不断开，当系统因接地故障出现零序电压时，总闭锁继电器可能误动作将距离保护闭锁，使 I、II、III 段都退出工作，直到运行人员手动复归为止。一般需要较长的时间，而在雷雨季节，几条线路同时故障的可能性是很大的。前面所说的 3* 开关正是带电备用的空线路，是否在故障前总闭锁就已经动作了。

快速复归回路的接线如图 4，其原理是 FLJ 动作以后若 I、II、III 段距离元件都不动作，KSJ 使 QDJ、QHJ 重新启动，BZJ 不启动，装置恢复正常，而不按整组复归时间复归。按设计要求约为 0.22~0.26s，这就减少了距离保护退出的时间。快速复归时间的整定原则是：

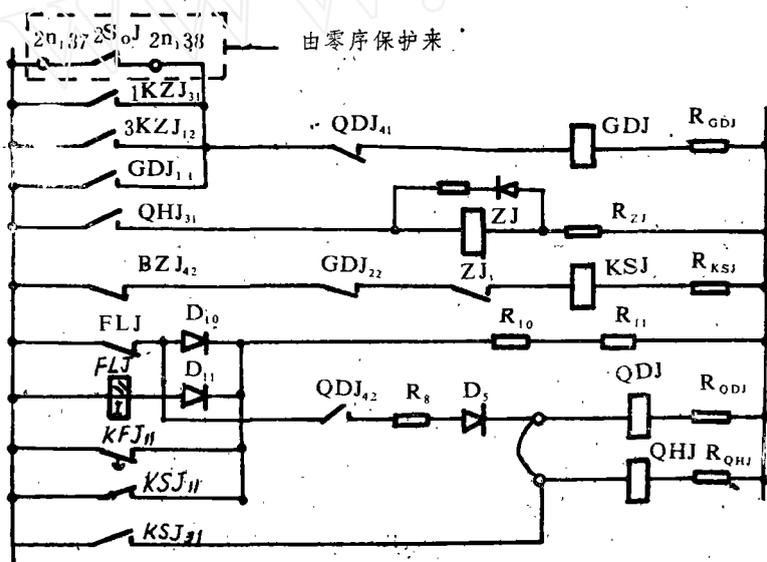


图 4 快速复归回路接线图

1. 保证在第二段范围内故障能可靠跳闸

$$t_{\text{复归}} \geq t_{\text{QHJ 返}} (0.1 \sim 0.14\text{s}) + t_{1.2\text{ZKJ 动}} (0.04\text{s}) + t_{\text{GDJ 动}} (0.04\text{s}) + t_{\text{裕}} (0.04\text{s}) \\ = 0.22 \sim 0.26\text{s}$$

2. 区外故障先于 KSFJ 去复归、FLJ 保证 BZJ 不启动。

$$t_{\text{复归}} \leq t_{\text{QHJ 返}} (0.1 \sim 0.14\text{s}) + t_{\text{KSFJ 返}} - t_{\text{裕}} (0.04\text{s})$$

达到这一要求主要由 KSFJ 的返时间满足：

$$t_{\text{KSFJ}} \geq t_{\text{复归}} (0.22 \sim 0.26\text{s}) - t_{\text{QHJ}} (0.1 \sim 0.14\text{s}) + t_{\text{裕}} (0.04\text{s}) \\ = 0.12 \sim 0.2\text{s}$$

即 KSFJ 线圈短接复归的时间较无快速复归时长一点。

为了证实 3* 开关第一次单相接地故障跳闸时，由于 I、II、III 段距离元件未动作，由快速复归起动的 QDJ、QHJ、BZJ 不动作。简单分析一下按 0° 接线的方向阻抗

继电器在A相单相金属性接地故障时的动作情况。

设故障发生在保护安装点附近，其电流电压向量如图5 a所示。

则 $\dot{U}_A = 0$ ， \dot{U}_B 、 \dot{U}_C 为正常值，且相位不发生大的偏移。

$$Z_{J, AB} = \frac{\dot{U}_A - \dot{U}_B}{\dot{I}_A - \dot{I}_B} = -\frac{\dot{U}_B}{\dot{I}_{d \cdot A}^{(1)}}$$

$$Z_{J, BC} = \frac{\dot{U}_B - \dot{U}_C}{\dot{I}_B - \dot{I}_C} = \infty$$

$$Z_{J, CA} = \frac{\dot{U}_C - \dot{U}_A}{\dot{I}_C - \dot{I}_A} = \frac{\dot{U}_C}{-\dot{I}_A} = \frac{\dot{U}_C}{-\dot{I}_{d \cdot A}^{(1)}}$$

$Z_{J, AB}$ 、 $Z_{J, BC}$ 为 AB 和 BC 相阻抗继电器的测量阻抗，

$\dot{I}_{d \cdot A}^{(1)}$ 故障相 A 的全电流。

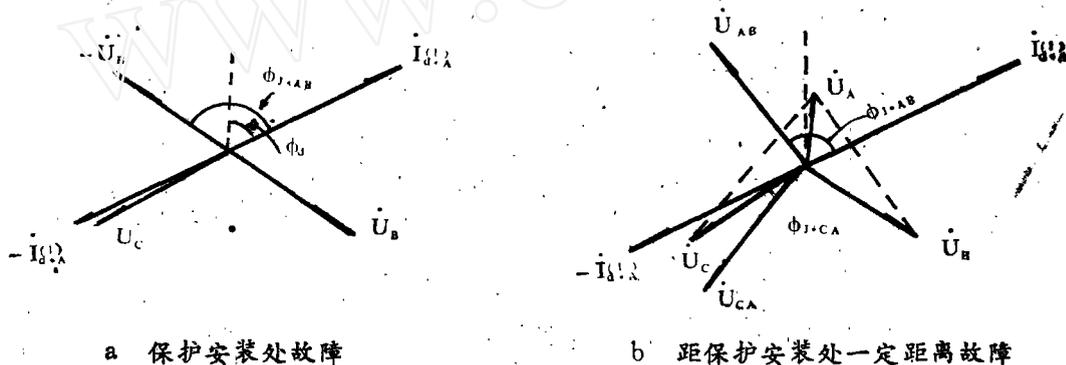


图5 单相接地时电流电压向量图

$\phi_{J, AB}$ 、 $\phi_{J, CA}$ 为 AB 相和 CA 相的测量阻抗角。

不难证明出口故障时，

$$Z_{J, AB} = \frac{2Z_{1\Sigma} + Z_{0\Sigma} e^{j(60^\circ + \phi_d)}}{3}$$

$$Z_{J, CA} = \frac{2Z_{1\Sigma} + Z_{0\Sigma} e^{j(-60^\circ + \phi_d)}}{3}$$

ϕ_d 为综合阻抗角，110kV 线路约为 $60^\circ \sim 70^\circ$

从以上分析表明，CA 相处于动作区，当对故障点的综合阻抗绝对值很小时，动作的可能性大一些。根据录得的电流值计算 3* 开关 III 段距离元件也不可能动作。

网理当 3* 开关重合以后，开始重复上述过程。存在着两种可能性。一是仍由快速复归先使装置复归、同时启动了总闭锁。二是复归以后转换为相间故障时增量元件没有再次动作。

分析表明，单相接地故障转两相接地故障，当 $X_{1\Sigma} = X_{2\Sigma}$ 时， I_2 和 I_0 的变化有以下关系：

$$\frac{I_2^{(1)}}{I_2^{(1,1)}} = \frac{2K_{0\Sigma} + 1}{2k_{0\Sigma} + k^2_{0\Sigma}} \quad (1)$$

$$\frac{I_0^{(1)}}{I_0^{(1,1)}} = \frac{k^2 X_{0\Sigma} + 2}{2 + k X_{0\Sigma}} \quad (2)$$

$I_0^{(1)}$ 、 $I_2^{(1)}$ —单相接地故障时的零序和负序电流

$I_0^{(1,1)}$ 、 $I_2^{(1,1)}$ —两相接地故障时的零序和负序电流

$$k_{02} = \frac{X_{0\Sigma}}{X_{1\Sigma}}$$

$X_{0\Sigma}$ $X_{1\Sigma}$ —系统对故障点综合零序和正序阻抗。

根据(1)和(2)式和实录的 $3I_0$ 值计算, 3^号开关 ΔI_2 约为1.4A, 整定值为 $\Delta I_2 = 0.5A$, 按理是可以重新启动, 实现恢复I、II段运行不会造成越级跳闸。

重合闸后加速回路的接线如图6, 距离后加速继电器ZJSJ和零序后加速继电器2JSJ都是经SZCH的出口继电器ZJ启动, 由距离BZJ₃₂实现自保持。从前面分析, 在单相接地故障时要进行快速复归, BZJ₃₂不闭合。当重合于故障线路时, 增量元件重新启动, 若是由快速复归恢复, BZJ仍不动作, 否则经开放时间(约0.3s) BZJ动作, 才能构成ZJSJ和2JSJ的自保持回路。经现场检验2JSJ的断电延时约0.1s。零序后加速出口回路如图7。零序II段动作以后启动1ZJ, 1ZJ经0.1s 1ZJ₂₁闭合后才能出口。要求:

$$t_{\text{返} \cdot 2JSJ} \geq t_{01\text{动}} + t_{1ZJ\text{动}} + t_{HCKJ\text{动}} + t_{\text{裕}} \geq 0.19 \sim 0.24s$$

(0.03s) (0.1~0.15s) (0.02s) (0.04s)

所以零序后加速拒动是完全可以肯定的。

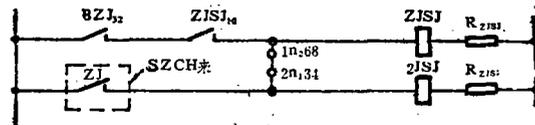


图6 后加速继电器接线

结论和几点建议

1. A、C相(B相故障LJ动作)单相接地故障时, 快速复归中的K SJ先于KFJ使FLJ复归, 起动QHJ和QDJ, BZJ不启动。若由单相接地转为两相接地或三相故障且转换时间大于0.2~0.3s时, 当 $X_{0\Sigma} > X_{1\Sigma}$ FLJ可能再动作。当 $X_{0\Sigma} \leq X_{1\Sigma}$ FLJ不会再动作。此时距离I、II、III段都退出运行。若在重合闸以后发生上述情况, 由于BZJ先未动作, 距离和零序后加速继电器不能实现自保持(图6), 而零序后加速回路为躲三相触头不同时合闸, 出口回路中串有动作延时约0.1s的重动继电器1ZJ。为了在上述情况下仍能可靠加速(为防止转换相间故障是很必要的) ZJSJ和2JSJ的断电复归时间最好调为0.3s左右(原LH-11中的规定, 现编调试规程无要求)。

2. 快速复归中的各继电器要按要求仔细调整。KFJ短接复归时间要适当延长调为0.14~0.2s。ZJ断电复归时间调为0.08至0.1s。为了实现瞬时后加速距离II段, 快速复归中加了固定继电器GDJ。由距离保护跳闸时闭锁快速复归, QDJ、QHJ不起动、

(下转80页)

• 改进继电保护中的远方通讯带来的效果

• 重合闸研究

现有下述工作组

WG 01 数字继电保护技术和综合变电站系统导则(几乎完成)

WG 02 电力系统继电保护中数字技术及相联系的功能需求和可能(几乎完成)

WG 03 继电保护和控制功能接口分类和构造

WG 04 复杂结构送电网的继电保护

WG 05 宽带通讯电路应用于继电保护——前景和优点

WG 06 继电保护系统的维护和管理

SC34于近期组成了四个顾问小组,其由SC的正式成员组成,如下述:

• 继电器、继电保护和控制系统配合顾问小组

• 主要电厂和线路的继电保护和监视顾问小组

• 综合电力系统继电保护顾问小组

• 继电保护、控制的维护和教育顾问小组

顾问小组不断关心其所负责领域内将来需要的活动,他们将对建立新工作组提出建议,并监督其进程。

报告来自CIGRE SC34 90-03-07。

附件7

41A(米兰/瑞典)5

瑞典国家委员会关于IEC255

3月1990

标准体系结构的介绍建议见图示

(上接52页) BZJ动作。为了使由零序保护跳闸具有同样功能,建议在图4中增加虚线框内的 $2S_0J$ 瞬动开触点。增加以后和没有快速复归的LH-15A的性能完全一样。

3. 根据110kV电网中的实际运行情况, LH-15A(特别是有快速复归的)中的电压回路断线闭锁应按图3中的虚线部份加装反闭锁回路。主要是防止无电源特别是无负荷的线路在其他线路接地故障时总闭锁误动作。处理这种故障所花的时间较长。再发生相间故障时距离保护将拒动。在雷雨季节几条线路同时故障是完全可能的。

4. 增量起动元件起动量的选择:当保护安装点离电源较远时,一般 $X_{1\Sigma} < X_{0\Sigma}$, ΔI_2 为正, $\Delta 3I_0$ 为负。而 $3I_0^{(1)} > 3I_0^{(1\cdot 1)}$ 初始值很大,如果同时用 ΔI_2 和 $\Delta 3I_0$ 在快复归后转换为两相或三相故障增量元件不再启动而造成拒动。当 $K_{0\Sigma} < 1$ 时同时用 ΔI_2 和 $\Delta 3I_0$ 较为有利。

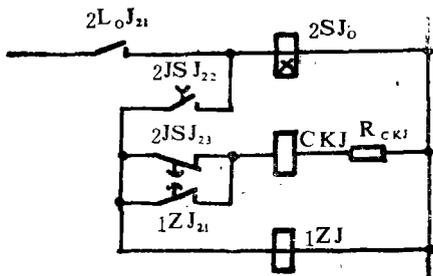


图7 零序后加速出口回路

4. 对于那些完全没有振荡可能的线路,可以不用振荡闭锁。可以将 $1n_28$ 和 $1n_267$ 连接起来。振荡闭锁只闭锁I段。或两段都不闭锁,再把 BZJ_{11} 短接。

注:快速复归有关资料取自说明书