

东海线1月11日故障继电保护装置动作分析

鞍山电业局 杜泉芳

1984年1月11日11时40分东电送变电公司架设500千伏辽海线，在跨越220千伏东海线90*至91*塔时，不慎将钢丝绳崩落在东海线C相导线上，造成C相短路接地故障，二十余人触电倒下，C相开关瞬时跳闸，避免一次人身伤亡事故。这次事故的幸免，再次说明继电保护在电网安全运行上的作用是不能忽视的。同时由于海一变一次系统接线由T接改为II接后，避免了一次海城地区全停电的事故。

这次事故的瞬时排除，是继电保护装置与开关正确动作的结果。

东海线配置的继电保护装置是许昌继电器厂生产的500千伏线路保护装置。这套装置分为：

主保护——PXH—27型高频闭锁距离。包括保护相间故障的高频闭锁相间距离和保护接地故障的高频闭锁接地距离。

后备保护——保护相间故障的距离一、二、三段和保护接地故障的零序一、二、三、四段（即不灵敏一段、灵敏一段、灵敏二段和三段）。

辅助保护——相电流速断。

自动装置ZZC—4C型综合重合闸。

故障当时投入的保护有：距离一、二、三段，接地不灵敏一段、灵敏二段、三段，综合重合闸。

故障时系统接线及故障电流分布如图所示：

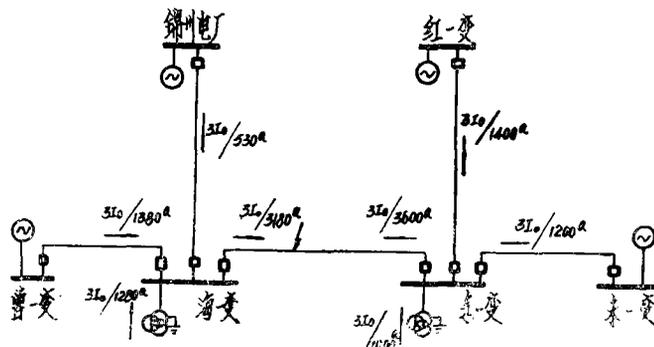
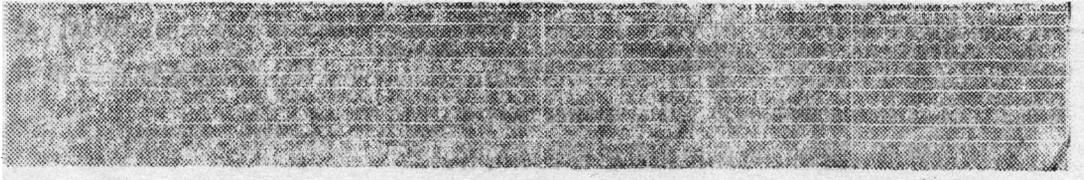
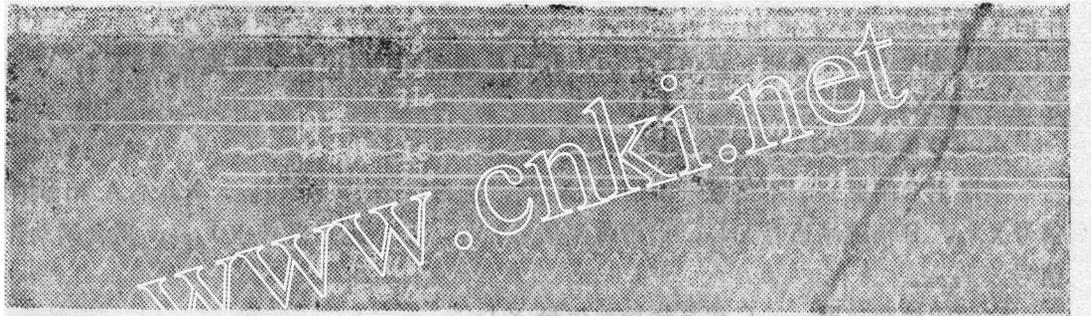


图 1

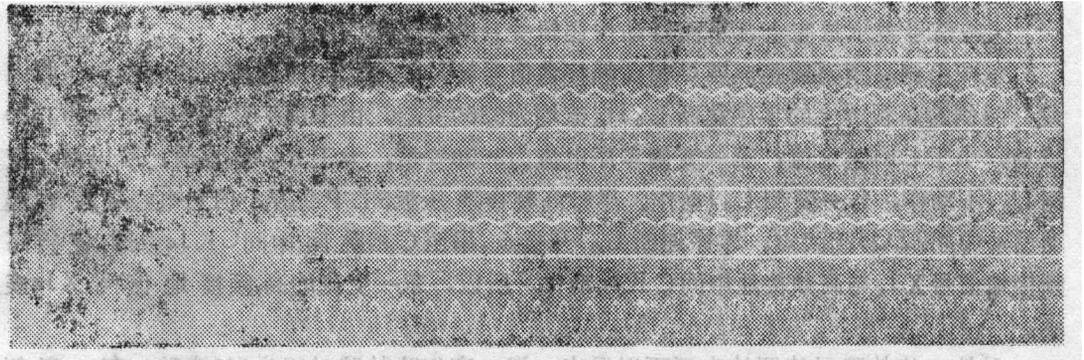
从故障录波照片可以看出，海一变侧220千伏母线电压C、A相下降到99千伏，零序电流为3180安培，从故障开始100毫秒秒后C相开关跳开，此时零序电流为960安培，尚维持40毫秒。东一变侧220千伏母线电压B、C相下降到160千伏，零序电流为3600安培。从故障开始100毫秒，即海一变侧C相开关跳开后，东一变侧零序电流为3500安培，



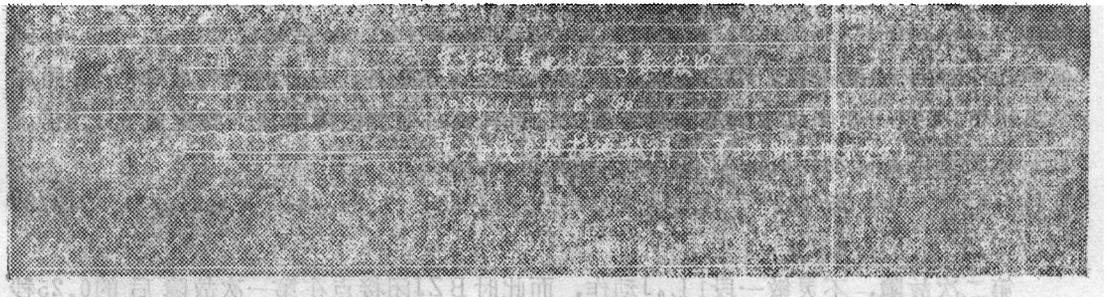
海一变侧第一次故障录波照片：



东一变侧第一次故障录波照片：



海一变侧第二次故障录波照片：



东一变侧第二次故障录波照片：

维持40毫秒C相开关跳开，故障消除。1.0秒后海一变侧C相开关重合成功。1.5秒后东

一变侧C相开关重合成功（见两侧的第一次故障录波照片）。

几秒钟后（重合闸周期内），C相又出现故障。海一变侧零序电流为3180安培，经90毫秒后三相开关跳开，不重合。东一变侧零序电流为3600安培，经140毫秒后三相开关跳开，不重合（见两侧的第二次故障录波照片）。

这次故障海一变侧继电保护装置信号表示的有：

零序重合闸屏——不灵敏一段信号 $1X_0J'$ ，选相元件信号 XJ_{BC} 、 XJ_{CA} ，A相跳闸信号 XJ_A ，B相跳闸信号 XJ_B ，C相跳闸信号 XJ_C ，三相跳闸信号 XJ_{ABC} ，重合闸的動作信号 XJ_{ZCH} 。

辅助操作屏——A相总跳信号 $1XJ$ ，B相总跳信号 $2XJ$ ，C相总跳信号 $3XJ$ ，C相总合信号 $6XJ$ 。

东一变侧继电保护装置信号表示的有：

零序重合闸屏——不灵敏一段信号 $1X_0J'$ ，选相元件信号 XJ_{BC} 、 XJ_{CA} ，A相跳闸信号 XJ_A ，B相跳闸信号 XJ_B ，C相跳闸信号 XJ_C ，三相跳闸信号 XJ_{ABC} ，重合闸動作信号 XJ_{ZCH} 。

高频闭锁距离屏——C相高频接地信号 XJ_c 。

辅助操作屏——A相总跳信号 $1XJ$ ，B相总跳信号 $2XJ$ ，C相总跳信号 $3XJ$ ，C相总合信号 $6XJ$ 。

这些信号表示是完全合乎回路動作逻辑关系的。

东鞍山侧高频闭锁距离屏C相高频接地信号 XJ_c 表示，而海城侧则没有表示。原因是，两侧的高频屏上的零序速断 L_0J 整定值均为3360安培，由于海一变侧零序电流为3120安培，小于 L_0J 整定值，东一变侧零序电流为3600安培，大于 L_0J 整定值，所以海一变侧 L_0J 不动作，东一变侧 L_0J 动作。尽管高频接地压板5LP断开，但负电经重合闸起动作中间ZZQJ闭接点，零序速断 L_0J 开接点，串至C相跳闸中间CKJc线圈，使得高频接地信号 XJ_c 与高频接地中间CKJc动作。所以，东一变侧的高频接地信号 XJ_c 表示。

另外，从故障录波照片中还可以看出，海一变切除故障时间为100毫秒，东一变切除故障时间为140毫秒。我们知道，切除故障时间分为两部分：一部分是保护動作时间，另一部分是开关動作时间（这是包括开关固有動作时间和熄弧时间）。开关固有動作时间按40至45毫秒计算，熄弧时间按0至10毫秒计算，从试验记录得知，东一变侧保护動作时间为100毫秒，海一变侧保护動作时间为45毫秒，总计时间与故障录波照片结果相符。（东一变侧故障电流为整定值的1.1倍，海一变侧故障电流为整定值的1.3倍。此种电流继电器的動作时间与動作电流倍数的关系为

$$KI_D^A/t_D^{ms} \quad 1 \cdot 05/162 \quad 1.1I_D/101 \quad 1.2I_D/58 \quad 1.3I_D/45 \quad 1.5I_D/31 \quad 2I_D/20 \\ 3I_D/12.5 \quad 5I_D/9.7)$$

第二次故障，不灵敏一段 $1L_0J$ 动作，而此时BZJ闭接点在第一次故障后的0.25秒内就已返回使三相跳闸信号 XJ_{ABC} 及三相跳闸中间 $1TJ_{ABC}$ 、 $2TJ_{ABC}$ 励磁输出三相跳闸。第二次故障距第一次故障的间隔时间小于重合闸的一个周期及电容C充电时间，所以第

二次故障三相开关跳开后不再进行重合。

综合重合闸装置中的选相元件，采用的是相电流差突变量。这种选相元件是利用每两相电流之差构成的。即每个元件的一次输入量分别为 $I_a - I_b$ 、 $I_b - I_c$ 及 $I_c - I_a$ ，它们分别经过电抗变压器转换为电压量后输入到微分桥。微分桥只输出电流差的突变量即 $d(I_a - I_b)$ 、 $d(I_b - I_c)$ 、 $d(I_c - I_a)$ 而对电流差的稳态量输出为零。

这种选相元件具有选相性能好，动作灵敏，只反应电流量，没有电压回路，接线简单，易于维护等优点。

在线路发生各种类型故障时，选相元件动作情况如下表所示：

故障类型	故障相别	$d(I_a - I_b)$	$d(I_b - I_c)$	$d(I_c - I_a)$
单相接地	A	动	不动	动
	B	动	动	不动
	C	不动	动	动
两相短路或 两相短路 接地	A B	动	动	动
	B C	动	动	动
	C A	动	动	动
三相短路	A B C	动	动	动

从表中可见，在单相接地时，无故障电流分量的一个元件不动作，由此选择出故障相别。这次C相接地故障，就是由 $d(I_b - I_c)$ 和 $d(I_c - I_a)$ 组成的与门回路选择出来的。

综上所述，在这次故障中继电保护装置的逻辑完全符合设计要求，选相元件动作正确。这套装置特性是好的。