



## 2 事故前后运行方式及有关信息动作情况

### 2.1 当时系统运行方式:如图 1。

固原变 330kV 母线 段 PT 因乙炔含量过高停用换油处理; 1 号所变及 1 号主变保护定期校验停用, 330kV 母线二次电压均由 母 PT 提供, 经二次切换供主变保护及计量用。一次潮流方向大坝电厂为电源侧, 其它均为负荷侧。

### 2.2 有关信息及动作情况

从现场 330kV 母线电压录波图来看, 母线电压在 9 时 33 分 56 秒失压, 经 1080ms 电压恢复, 持续约 120ms 后母线电压又消失, 至 9 时 40 分 16 秒该母线电压恢复正常,  $3U_0$  仅为 3.5V。

在 2# 号主变方向阻抗保护跳闸后, 该变电所又通过另一条 110kV 线路提供电源, 供本地区用电。

## 3 事故后的原因分析思路

3.1 由于主变方向阻抗保护为主变及低压侧线路的后备保护, 从接在故障录波装置的模拟量来看, 9 条 110kV 线路未发生任何短路故障, (录波图上没有电流突变)。主变 1102 开关 CT 二次电流亦没有电流突变。录波装置启动只是由于失压前后起动的信息。另外, 330kV 固大线为电源侧, 从录波装置、固大线微机保护、高频收发讯机等装置没有任何启动信息, 说明系统电压是稳定的。

因此, 固原变 330kV 母线电压从录波图上消失 13min, 是我们查这次保护误动作的出发点。

330kV 母 PT 接线图及切换原理接线图如图 3 所示。

需要说明的是, 主变 330kV 侧计量、保护、录波装置电压回路均接在 母 PT 上, 当时由 母 PT 通过二次切换回路接入。

3.2 从 330kV 侧 PT 二次接线原理图来看, 330kV 母 PT 停用, 保护、计量、故障录波

等电压均经 BK 开关, 中间继电器  $ZJ_1$ 、 $ZJ_2$  动作切换。在系统电压稳定的情况下, 故障录波所反应的 330kV PT 二次电压消失有以下几种情况:

1. 母 PT 一次有操作;
2. 母 PT 二次熔断器三相同同时熔断;
3. 切换开关 BK 人为切至停用位置;
4. 切换中间继电器  $ZJ_1$ 、 $ZJ_2$  线圈电压消失。

由于当时没有任何操作, 所以由 母 PT 一次操作引起 330kV 母线二次电压消失的可能性可以排除。

从保护动作情况、装置原理分析及现场检查, 母 PT 熔断器均好, 且当三相熔断器同时熔断时, 由加在 PT 二次熔断器 C 相上的电容 (4 $\mu$ F, AC450V) 回路均使主变 330kV 方向阻抗继电器可靠闭锁出口, 所以对熔断器熔断情况可以排除。

装在中央信号继电器屏上的 330kV 母、母 PT 二次切换开关 BK 是关在柜门里面的, 值班人员无人操作断开, 这种情况亦可排除。

切换中间继电器  $ZJ$  线圈工作电源是否消失, 这是一个疑点, 从原理图 3 (b) 不难看出该电源采用交流 220V 电源, 经检查图中 RD 熔断器完好, 接线牢固可靠。当时因 1 号所用变停用, 切换回路电源由 0 号所变提供。固原变 0 号所用变电源又另一变电所北郊变 10kV 农用线路 117 中河线提供, 该条线路发生故障时保护跳闸, 完全会使 0 号所用变电源消失。经与北郊变核实, 即 9 时 30 分左右北郊变 117 中河线开关速断保护动作跳闸, 重合不成, 系统方式变化后, 大约 13min 又强送成功。这与固原变 330kV 故障录波装置提供的信息相吻合, 也就是 9 时 33 分 56 秒, 330kV 母线二次电压消失, 说明切换继电器  $ZJ$  返回, 经过 1020ms 电压又恢复, 又经过 120ms 后该电压又消失, 说明 117 开关重合成功后速断又动作跳闸。

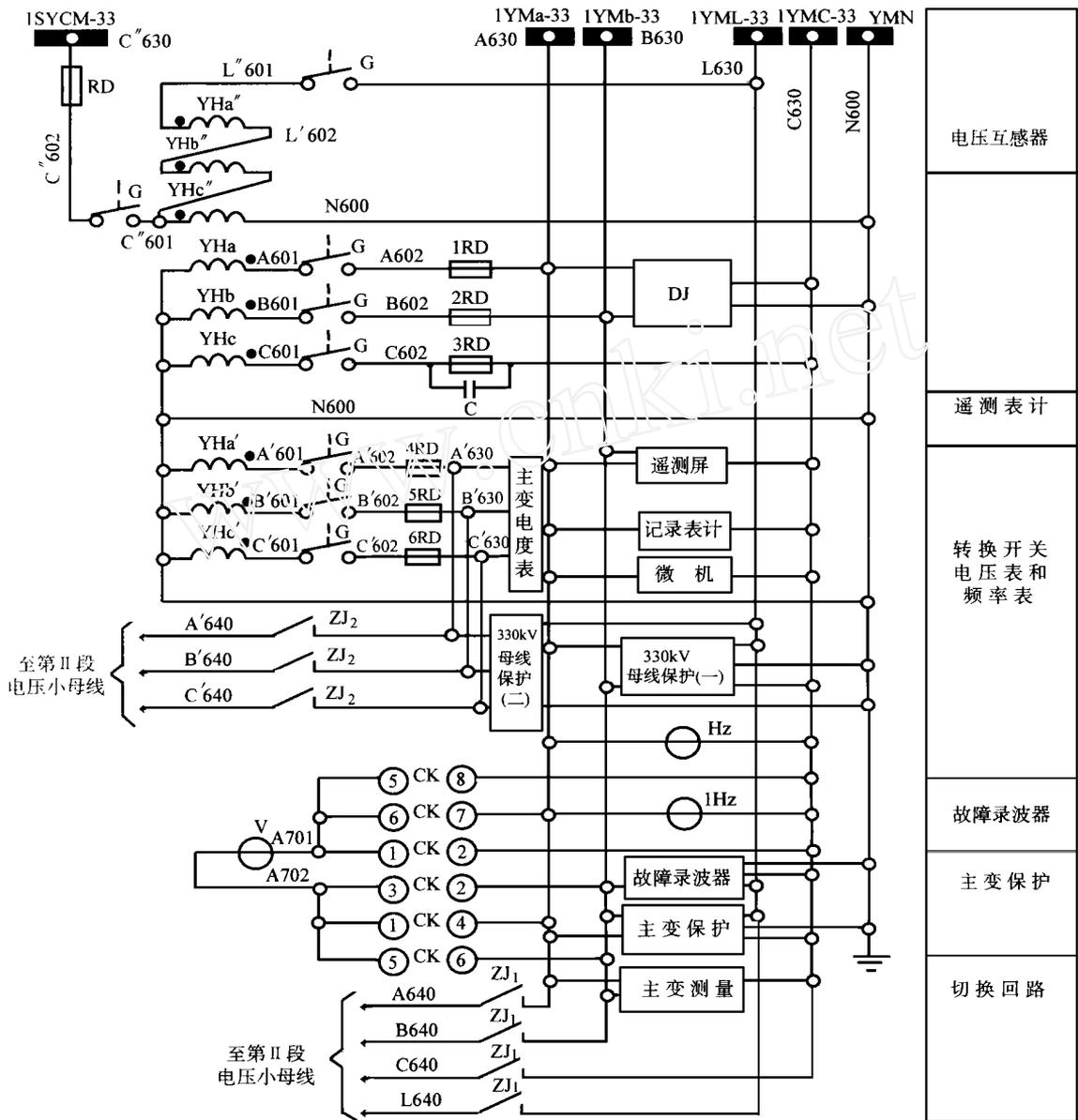
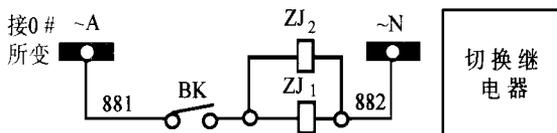


图3 (a) 330kV 母线 PT 切换图



注:  $ZJ_1$ 、 $ZJ_2$  中间继电器 DJI - 52/400 AC: 220V

图3 (b) 330kV PT 切换回路图

3.3 主变采用 JZ - 11 型集成电路全阻抗保护, 作为反映变压器后备阻抗保护的起动和延

时元件, 装置由电压形成组件 ( $I/V$  及  $V/V$  变换 NXC - 117), 逻辑触发组件 (NBJ - 11) 与延时出口组件 (NCK - 103) 构成, 当三相全电压消失时, 由于有负荷电流的存在, 全阻抗保护将误动作。所以经  $t_1 = 6s$  跳 352 开关,  $t_2 = 6.5s$  跳 1102 开关甩掉全部负荷后, 主变 330kV 侧方向阻抗继电器立即退回。

由以上分析及试验, 造成方向阻抗保护误

动作的主要原因是切换继电器失磁返回, 330kV 母线二次电压消失。

#### 4 关于电压回路断线闭锁装置的一点说明

JBS-12 型电压回路断线闭锁装置, 采用零序电压闭锁的单个电压互感器断相闭锁原理, 在系统正常运行或发生相间接地故障时, 装置可靠不动作, 只有当 PT 二次侧一相或两相熔断器熔断的情况下, 满足动作条件, 装置可靠动作, 但当三相熔断器都熔断时, 闭锁继电器不起作用。

针对这种情况, 在 330kV 母线 PT 二次熔断器 C 相加装了电容器 (4 $\mu$ F, AC450V), 能有效地使 PT 二次三相断线时使装置闭锁, 但未考虑到切换继电器电源消失时装置误动的可能。

#### 5 主要方向阻抗保护误动的防范措施

5.1 在 JZ-11 型集成电路方向阻抗保护出口回路中加装了电流起动元件, 只有在故障电流达到使该保护装置故障启动电流定值时, 开放方向阻抗保护跳闸回路, 防止因失压电流潜动。如图 4 所示。

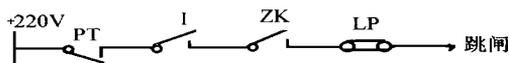


图 4 阻抗出口闭锁回路图

5.2 变更 PT 二次切换回路电源。因为交流电源属接地系统, 易发生接地短路, 而直流电源为绝缘系统, 任何一极发生接地时, 不会造

成短路, 不致使熔断器熔断, 该直流电源应由公用信号电流提供, 从而提高其可靠性。如图 5 所示。

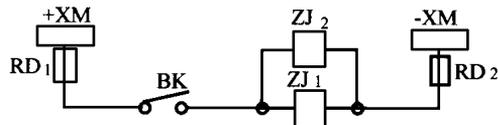


图 5 变更后 PT 切换回路

5.3 更换切换中间继电器, 将原来交流中间继电器 (DZJ-52/400 AC 220V) 更换为直流中间继电器 (DZY-208 DC 220V)。

5.4 完善了所用变低压部分备自投装置。因为主变采用强油风冷、SF<sub>6</sub> 开关电机打压用电源等都由所用变提供, 一旦发生事故时, 一定要可靠地自动投切。

#### 6 结论

通过以上措施, 经过反复试验, 证明本文分析是正确的, 采取的措施是有效的。

6.1 变电所主变压器不宜采用方向阻抗保护, 即使有该保护, 一定要综合考虑其误动的可能, 有较完善的闭锁措施。

6.2 PT 二次切换回路不宜采用交流电源作为切换中间继电器的工作电源, 应采用专用直流信号电源作为切换继电器的工作电源。

#### 参考文献

- 1 王维俭. 电气主设备继电保护原理与应用. 中国电力出版社, 1996, 1.

吕凯, 男, 1968 年生, 从事继电保护及自动装置的设计工作。

### CAUSE ANALYSIS AND COUNTERMEASURE ON THE MALOPERATION OF DIRECTIONAL IMPEDANCE PROTECTION FOR 330kV MAIN TRANSFORMER IN GUYUAN

L ü Kai (Guyuan Power Supply Bureau of Ningxia Autonomous Region, 756000, Guyuan, China)

**Abstract** The maloperation cause of directional impedance protection for 330kV main transformer in Guyuan is analyzed and the questions existing in the main transformer protection and secondary circuit design of the substation are presented. Some corresponding measures are made to effectively prevent the directional impedance protection of main transformer from maloperation.

**Key words** Main transformer Impedance protection Secondary circuit Maloperation analysis