

# 对湖北电网一次实际故障的分析

湖北省电力中调所 刘江平 邓庆惠 龚序

**摘要** 本文通过对湖北电力系统220kV网络中实际发生的一次故障情况的分析,指出了我们在实际工作中应该加以注意的地方,也希望能给今后的类似故障的分析提供一点参考。

## 1 事故经过

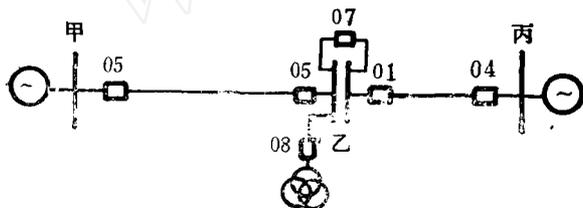


图1 系统示意图

图1是与这次故障有关的系统一次示意图

事故发生后,根据调度记录,当时现场反映:甲05A相故障,由零序第一段A0 I及高闭A0(这两种保护共一个信号)动作,单跳重合不成功,导致三跳。乙站01、07无保护动作;05的A0 I及高闭A0动作,重合闸无信号,三相开关在合闸位置;08开关所带主变由间隙保护动作以0.5

秒延时跳开三侧。丙04由零序第二段A0 II动作,A相单跳后重合成功。

事后的进一步调查了解各有关保护动作情况如下:

甲05:距离I段Z I出口灯亮(实际本段是退出的);高闭距离出口灯亮;零序I段A0 I出口灯亮;高闭零序出口灯亮;重合闸A相选相灯亮;重合闸三跳灯亮;开关处于三跳位置。

乙01:无保护出口,开关处于三合位置。

乙05:高闭零序出口灯亮;零序I段A0 I出口灯亮;重合闸无灯亮但查出A相选相灯坏;开关处于三重位置。

乙07:无保护出口,开关处于三合位置。

乙08:由间隙保护动作(后已查出主要系接线错误导致)。

稳定运行有十分重要的意义。

## 参考文献

- [1] 电力系统母线差动保护及断路器失灵保护。湖南电力中心调度所编印 1988.5.
- [2] 王春生等编著。母线保护。水利电力出版社。书号:15143、6276 1987.9第一版

丙04：零序第二段A0Ⅱ出口灯亮，重合闸A相选相灯亮，重合闸单跳灯亮，重合闸重合灯亮，开关处于三合位置。

各线路保护配置有零序灵敏Ⅰ～Ⅲ段，零序不灵敏Ⅰ段，距离Ⅰ～Ⅲ段，高闭距离零序，单相重合闸。有关的零序保护定值为：

甲05 600/5, A0Ⅰ = 17A / ↑, A0Ⅱ = 6.6A / 0.8s / ↑, A0Ⅲ = 3.5A / 2.3s / 2.8s / ↑ A0Ⅰ' = 17.5A / ↑

乙01 1200/5, A0Ⅰ = 6A / ↑, A0Ⅱ = 1.9A / 2.3s / ↑, A0Ⅲ = 1A / 3.8s / 4.3s / ↑ A0Ⅰ' = 6.89 A / ↑

05 1200/5, A0Ⅰ = 6.53A / ↑, A0Ⅱ = 1.33A / 2.3s / ↑, A0Ⅲ = 1A / 3.8s / 4.3s / ↑, A0Ⅰ' = 6.53A / ↑

拿到的录波图如图2所示：

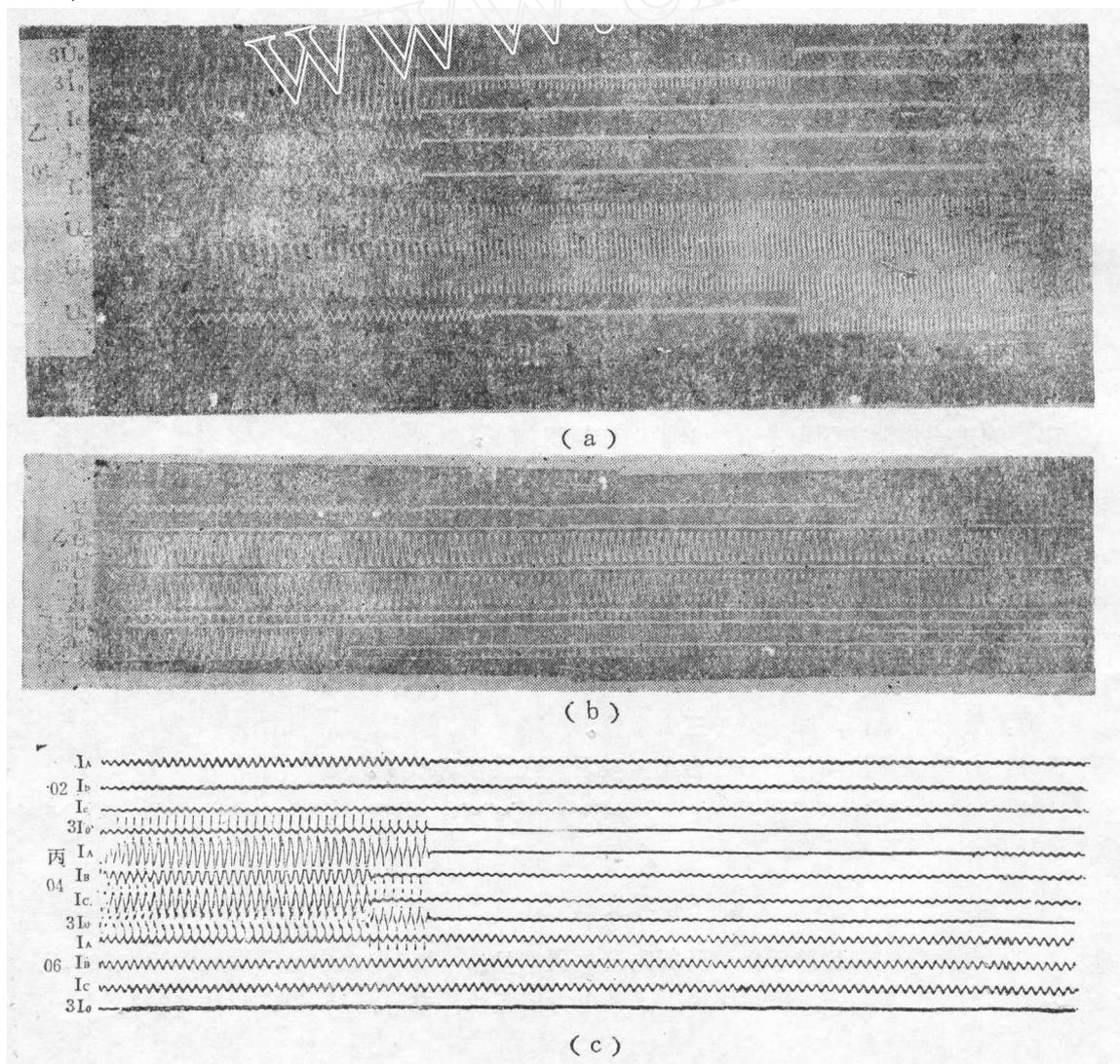


图2 有关录波图

其中图 2 a 为乙 01 的, 图 2 b 为乙 05 的, 图 2 c 为丙 04 的: 图中第二组量为丙 04 的  $I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$ 、 $3I_0$ 。

## 2 事故分析

### 2.1 故障类型及故障点的确定

从保护动作情况对照图 1, 虽然甲 05 开关三跳, 但其对侧的开关均未三跳, 且又有零序电流, 所以故障应为单相接地故障。又因为后丙 04 开关单跳成功, 说明故障是瞬时性的。

根据开始现场报来的情况看, 似乎是甲乙线上 A 相发生了瞬时故障, 甲 05 由 A 0 I 或高闭零序保护动作将 A 相单跳, 而乙 05 开关拒动, 越级到丙 04 由 A 0 II 将故障切除。甲 05 单重不成功的原因是由于装置实际整定时间的正负误差导致甲 05 先合丙 04 后跳。当我们拿到有关的录波图后, 从图 2 a 中我们可以看到: 当经过 8.5 个周波 170 毫秒 (因所有录波器均不带记忆, 录波都丢失了 1~2 个周波, 为了统一起见, 以下均按 1.5 个周波即 30 毫秒考虑) 流过乙 05 A 相的电流为零后, (相当于乙 05 A 相跳开), 流过乙 01 的  $3I_0$  并没有消失, 只是有所减小 (从  $15 \times 1.25 \times 600 / 5 = 2250 \text{ A}$  下降到  $9.5 \times 1.25 \times 600 / 5 = 1425 \text{ A}$ ), 这在图 2 c 中也可以看到。乙母线的 A 相电压也未能恢复, 这就说明是位于乙 05 的反方向, 即故障并不是发生在甲乙线上。间隙保护能在延时约 0.5 秒后动作也可证明这点。

究竟故障点是位于乙站母线上, 还是在乙丙线路上呢? 这对于分析有关保护的动作为至至关重要的。对此, 我们可以作一简单分析:

如图 3 是一个单电源供电系统示意图。

图中馈电变压器中性点直接接地。当发生单相接地故障时, 若故障点在  $K_1$  点, 一旦馈电变压器被切除, 中性点消失, 流过 N 点的零序电流应为零。而若故障点位于  $K_2$  点, 即使馈电变压器被切除, 当 M 侧

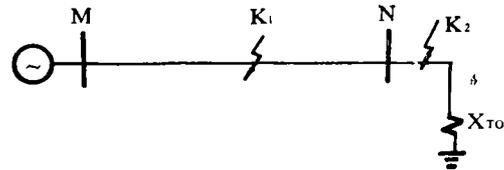


图 3 一端供电的馈电系统示意图

电源提供的零序电流仍将从 N 点流过, 即流过 N 点的零序电流不会为零。

将图 1 与图 3 对比, 不难看出, 当甲侧电源被切除后, 二者是一样的。再从图 2 a 中可以看到, 当经 32.5 个周波 630 毫秒乙站主变被切除的同时, 流过乙 01 的  $3I_0$  也变为零。由此可见, 故障是发生在乙丙线上。

进一步的分析, 按照当时的运行方式, 当甲侧电源消失后, 等值系统与图 3 中发生  $K_1$  点故障时同。当  $K_1$  位于乙 01 的出口处时, 可以计算出这时流过乙 01 的  $3I_0 = 1452 \text{ A}$ , 流过丙 04 的  $3I_0 = 1331 \text{ A}$ 。而从录波图图 2 a 可量出这时的  $3I_0 = 11 \times 1 \times 600 / 5 = 1320 \text{ A}$ 。可见计算值与实际测量值是基本相吻合的。由此可以确定故障就发生在乙 01 的出口处。

### 2.2 乙 01 动作状况分析

当在乙 01 出口发生单相接地故障时, 应该由 A 0 I 和高闭零序将故障切除。但两套保护均未动作, 我们怀疑是零序功率方向接反了, 后经检查证实的确如此。这是造成丙 04 延时动作及乙主变误动作的一个主要原因。

### 2.3 丙 04 动作状况分析

因为是在本线, 应该由高闭零序快速切除。但由于对侧的乙 01 的零序功率方向接反了, 乙 01 的高闭零序保护误认为是区外故障, 发出闭锁讯号, 将两侧高闭零序保护均闭锁。丙 04

只得靠零序二段以0.8秒的延时将故障切除。

#### 2.4 乙05动作状况分析

本来故障点是位于本开关的反方向，乙05的保护不应动作。但乙05的A0 I 和高闭零序保护的出口灯亮了（两者共一个出口，实际未到A0 I的定值），说明零序保护出口了。经分析，我们认为乙05的零序功率方向也接反了，检查证明这一判断也是正确的。仔细想来这也不奇怪，乙变电站是一新投站，基建时由同一组人员来安装调试，采用同一方法，出现同样失误，这是完全可能的。至于乙05开关究竟跳否则两种可能都有。因为事故后检查乙05开关在合闸位置，若曾单跳，重合灯应亮（事后检查灯是好的），若未跳，虽保护已出口，但因为甲05也快速切除，本开关无故障电流流过，开关未跳也是有可能的。

#### 2.5 甲05动作状况分析

从录波图上可见，甲05是以8.5个周波170毫秒跳A相，以16.5个周波330毫秒跳三相的。

甲05的高闭零序保护动作（A0 I因定值未到，实际应未动），是由于故障点位于其正方向，而对侧的乙05又未发出闭锁讯号，误认为是区内故障选跳A相，从这套保护装置本身来说无问题。

出现Z I和高闭距离出口灯亮的原因如图4所示。

由于图中二极管D<sub>1</sub>已被击穿损坏，导致正电源经035由零序送来到8T3，一路直接到重合闸回路，同时使出口继电器1CKJ励磁，发出高闭距离保护动作信号；另一路由1XJ、QHJ电流线圈到负电源，发出距离I段Z I动作信号。可见，D<sub>1</sub>管损坏是高闭距离与Z I误出口误发信号的原因。

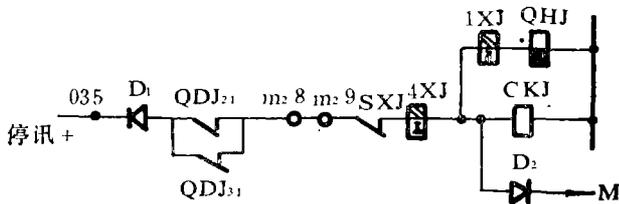


图4 距离保护有关回路

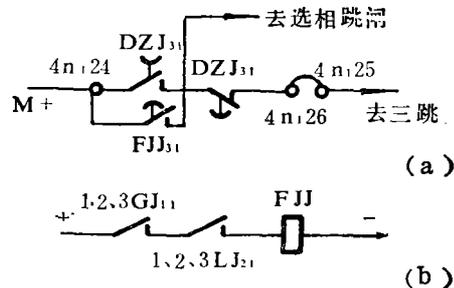


图5 重合闸有关回路

由于不论是A0 I或高闭零序，不论是Z I或高闭距离，出口均接到重合闸的M端子。而重合闸又是投的单重方式，因此，当发生A相接地短路故障时，应该只选择跳A相。那为何在单跳后又跳三相呢？事后的检查发现，在图5 a中，接点DZJ<sub>3,1</sub>的延时时间只约160毫秒，按厂家要求应是280~320毫秒，在跨线4N25与4N26联上，模拟单相故障时，有时出现三跳现象，而断开此跨线就无此现象了。由图可见，导致误跳三相的只有二个回路：一条是经DZJ<sub>3,1</sub>的延时打开瞬时闭合的动合触点 - DZJ<sub>3,1</sub>的延时闭合瞬时打开的动断触点一去三跳（实际上DZJ<sub>3,1</sub>是同一付触点）。要造成误动的条件是：当DZJ<sub>3,1</sub>经短延时闭合时，其动合触点还未完全打开，由于动断触点闭合得太快，保护装置还未能复归，造成三跳。另一条路是经FJJ的瞬时打开延时闭合触点 - DZJ<sub>3,1</sub>的动断触点一去三跳。如图5 b所示，本来当A相切除故障后，1LJ应快速返回，但因1LJ返回速度过慢，使FJJ经0.1秒延时合上，正好DZJ<sub>3,1</sub>的动断触点又合得过快，造成三跳。究竟是哪一回路所致，还有待进一步检查，但现DZJ<sub>3,1</sub>的延

时时间已按要求调整。

### 3 结论

综上所述,这次的故障实际上就是发生在乙丙线A相上的一次瞬时性单相接地短路故障。本来如果所有保护能正确动作,仅乙01,丙04以A0I或高闭零序保护动作单跳,速动将故障切除,然后再单重,整个系统就可恢复正常。但由于乙01零序功率方向接反,使得乙01本身拒动,丙04延时跳闸进而导致乙主变得以误动。乙05的零序功率方向接反,造成乙05,甲05在区外故障时误动。而对于甲05由于距离保护中一个二极管 $D_1$ 被击穿,导致距离保护误动,重合闸中一个 $DZJ_{31}$ 的延时过短,成为单相故障跳三相的主要原因。由此看来,造成这次事故扩大的最主要因素是乙01,乙05二个开关的零序功率方向元件接反。而二极管被击穿, $DZJ_{31}$ 延时过短也都是重要原因。总结起来,这次故障给我们的教训是:

- (1) 一定要严把质量关。这样诸如零序功率方向元件接反,间隙保护接线错误, $DZJ_{31}$ 延时过短等问题都应在基建投产前就已解决了。
- (2) 加强装置的维护。这样做就有可能防患于未然,在事故前就发现甲05的二极管 $D_1$ 被击穿,乙05 A相选相灯不亮等问题。
- (3) 加强反措。针对装置存在的一些薄弱环节及可能出现问题的地方应采取一些相应的防范措施,例如已考虑将 $D_1$ 改成由二个高反压二极管串联等。

本文得到湖北省电力中心调度所何志远总工,杨志刚科长等同志大力指导,以及现场有关同志的有力协助,特此致谢!

~~~~~  
(上接53页)

的差别,所供负荷的多寡而在并列时引起过大环流,在环流允许的情况下,可以考虑先合后断(两台主变并列时间约为0.1秒),使用户用电连续无断电间隔时间。为此,仅需将图2和图3的外部接线改成图4接线即可。

孰优孰劣,应综合利弊各因素以考虑用何种方式。

为保持每套装置产品的一致性,因此定型产品原有的编号和符号都不改动。但在实施安装设计和安装施工时,应作如下处理: I套和II套BZT装置与一次接线的对应关系为:

#### I套BZT装置

|           |                    |
|-----------|--------------------|
| 1 YH—1 YH | } 一<br>次<br>接<br>线 |
| 2 YH—2 YH |                    |
| 2 DL—1 DL |                    |
| 2 DL—2 DL |                    |
| DL—5 DL   |                    |

#### II套BZT装置

|           |                    |
|-----------|--------------------|
| 1 YH—4 YH | } 一<br>次<br>接<br>线 |
| 2 YH—3 YH |                    |
| 2 DL—4 DL |                    |
| 2 DL—3 DL |                    |
| DL—6 DL   |                    |

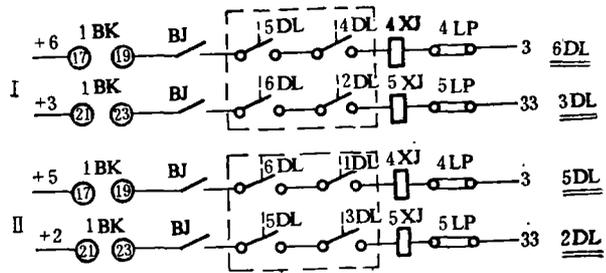


图4

为保证BZT装置正确可靠地满足自投动作的要求,上述对应关系在检验及运行时都不应掉以轻心。