

# 一次主变送电的异常跳闸分析

杨继业

(沈阳超高压局, 辽宁 沈阳 110003)

**摘要:** 500 kV 辽阳变电站 2 号主变压器在送电过程中发生两次充电保护动作跳闸, 通过对保护动作情况、故障录波装置的分析及当时系统负荷的调查, 用试验仪重新模拟故障对充电保护进行试验, 通过反复试验和大量计算, 并对事故过程、检验条件、试验方法及试验结果综合分析, 发现充电保护之所以动作是由于主变二次侧合环时系统电流中含有大量直流分量造成的。

**关键词:** 保护; 跳闸; 直流分量

## Causes analysis about the main transformer breaker tripping

YANG Ji-ye

(Shenyang Supertension Bureau, Shenyang 110003, China)

**Abstract:** The charge protection operation of the 2# main transformer of Liaoyang 500 kV substation happened two times during the electricity transmission. Through analysing and investigating the circumstances of protection operation, the stoppage record electric wave insallation and the system of electric charge at that moment. We tried to imitate the effect, which the stoppage brings to the charge protection by using the experiment equipment again. By testing repeatedly, calculating a vast amount of data and analysing comprehensively the course of accident, the method of test and the result of test, it found the reason that all breaker of the main transformer was taking off when the breaker of the main transformer middle side closed. It was because the charge protection electric current contained a large of DC component.

**Key words:** protection; tripping; DC component

中图分类号: TM732 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2010)04-0137-03

## 0 引言

500 kV 辽阳变电站是东北电网枢纽变电站, 有 3 台 750 MVA 主变压器、7 条 500 kV 线路、15 条 220 kV 线路, 2008 年 6 月 21 日进行 2 号主变压器送电操作, 19 时 46 分合环时 2 号主变压器一、二次侧开关跳闸, 2008 年 6 月 22 日 00 时 46 分第二次合环时 2 号主变压器一、二次侧开关再次跳闸, 现将跳闸经过及保护动作情况分析如下。

## 1 跳闸经过及保护配置

2008 年 6 月 21 日, 辽阳变电站 2 号主变一次开关和电流互感器更换工作结束, 进行 2 号主变压器送电操作。运行人员将 500 kV IV 母线倒空, 只留下 2 号主变一次 (开关未合), 由 500 kV III 母线通过 500 kV 母联给 500 kV IV 母线充电, 19 时 28 分, 合上 2 号主变一次 5002 开关, 19 时 46 分, 合上 2 号主变二次 2202 开关环并后, 2 号主变一次 5002 开关、二次 2202 开关跳闸。2008 年 6 月 22 日 00

时 36 分, 合上 2 号主变一次 5002 开关, 00 时 46 分, 合上 2 号主变二次 2202 开关环并后, 2 号主变一次 5002 开关、二次 2202 开关再次跳闸。2 号主变保护为南自厂生产的 WBZ-500H 型微机保护, 送电前在 500 kV 母联加装临时相电流过流保护、一次值 1 650 A、二次值 0.65 A, 时间 0.15 s, 动作后跳开母联开关; 在 2 号主变二次加装临时相电流速断保护、一次值 2 000 A、二次值 0.8 A, 动作后跳开 2 号主变各侧开关。

## 2 原因分析及处理过程

第一次跳闸后检查发现, 一次系统无异常情况, 二次系统无异常信号, 2 号主变两套微机保护未动作, 非电量保护未动作, 500 kV 母联临时相电流过流保护未动作, 只有 2 号主变二次临时相电流速断保护动作, 初步排除了一次系统发生故障引发保护动作跳闸的可能性。500 kV 故障录波器 V 动作录波, 该录波器为比利时生产的 BEN5000 型, 详细录波报告需要下载到笔记本电脑后用专业软件打开。在此期间,

我们换了另一套试验仪对 2 号主变二次临时相电流速断保护的定值进行校验，每一相都试验了五次以上，试验结果表明该速断保护定值是非常准确的；然后对速断保护的动作时间进行了五次以上的重复检测，三相动作时间均在 20~30 ms 范围之内，也就是说只要系统电流值达到保护动作值的时间够一个周波以上，那么该速断保护就会动作。通过对 500 kV 故障录波器 V 的动作录波图（图 1）分析，2 号主变二次侧电流第一个周波的 A 相电流为 1 868 A，B 相电流为 1 713 A，C 相电流为 1 316 A，经过进一步分析计算后发现，各相电流中含有较大的直流分量，详见表 1。

表 1 第一次合环时第一个周波的电流值

Tab.1 The first cycle's current of the first closed loop

| 相别 | 直流分量    | 基波      | 二次谐波   | 五次谐波   | 有效值     |
|----|---------|---------|--------|--------|---------|
| A  | 1 459 A | 1 167 A | 16.6 A | 11.3 A | 1 868 A |
| B  | 1 265 A | 1 155 A | 15.8 A | 10.3 A | 1 713 A |
| C  | 645 A   | 1 147 A | 6.8 A  | 13.9 A | 1 316 A |

2 号主变二次侧电流第二个周波的 A 相电流为 1 751 A，B 相电流为 1 623 A，C 相电流为 1 275 A，详细内容见表 2。

表 2 第一次合环时第二个周波的电流值

Tab.2 The second cycle's current of the first closed loop

| 相别 | 直流分量    | 基波      | 二次谐波   | 五次谐波   | 有效值     |
|----|---------|---------|--------|--------|---------|
| A  | 1 391 A | 1 161 A | 15.6 A | 10.3 A | 1 751 A |
| B  | 1 143 A | 1 153 A | 10.7 A | 11.2 A | 1 623 A |
| C  | 603 A   | 1 125 A | 4.5 A  | 6.3 A  | 1 275 A |

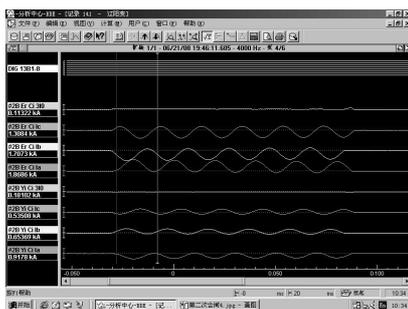


图 1 第一次合环时的录波图

Fig.1 DFR wave of the first closed loop

图中的名称条#2B Er Ci Ia 为 2 号主变二次 A 相电流有效值，虽然 A 相电流有效值未达到 2 000 A，但由于存在较大的直流分量，会对电流继电器产生异常影响。在对 2 号主变二次临时相电流速断保护进行谐波叠加试验后发现，当基波为 1 161 A、二次谐波为 15.6 A、五次谐波为 10.3 A 时，直流分量达到 1 378 A 以上，该相电流速断保护就会动作。通过以

上试验数据可以看出，在合环时刻，2 号主变二次侧 A 相电流值达到临时相电流速断保护动作值的时间至少在两个周波以上。进一步检查后发现，该临时相电流速断保护所用电流回路是 2 号主变二次开关的外附 CT，而 500 kV 故障录波器 V 所用电流回路是 2 号主变二次套管 CT，但这两个 CT 二次卷的准确级均为 5P20，也就是说它们的动作特性是相同的，因此，录波器所录的电流特性是该临时相电流速断保护电流特性的真实反映。综上所述，在这种情况下该临时相电流速断保护动作是正确的。

我们将试验数据和分析结果上报东北公司调度通信中心后，调度处、继电处等相关部门也认可了我们的跳闸原因说明，安排第二次送电。2008 年 6 月 22 日 00 时 46 分，2 号主变二次 2202 开关环并后，2 号主变一次 5002 开关、二次 2202 开关再次跳闸。在对一、二次系统及相关保护检查后发现，仍然只有 2 号主变二次临时相电流速断保护动作。通过对 500 kV 故障录波器 V 的动作录波图（图 2）分析，第二次合环时 2 号主变二次侧电流第一个周波的 A 相电流为 1 277 A，B 相电流为 1 423 A，C 相电流为 2 011 A，详细内容见表 3。

表 3 第二次合环时第一个周波的电流值

Tab.3 The first cycle's current of the second closed loop

| 相别 | 直流分量    | 基波      | 二次谐波  | 五次谐波  | 有效值     |
|----|---------|---------|-------|-------|---------|
| A  | 339 A   | 1 231 A | 4.9 A | 6.2 A | 1 277 A |
| B  | 733 A   | 1 233 A | 7.9 A | 9.8 A | 1 423 A |
| C  | 1 595 A | 1 225 A | 25 A  | 3.7 A | 2 011 A |

2 号主变二次侧电流第二个周波的 A 相电流为 1 262 A，B 相电流为 1 381 A，C 相电流为 1 891 A，详细内容见表 4。

表 4 第二次合环时第二个周波的电流值

Tab.4 The second cycle's current of the second closed loop

| 相别 | 直流分量    | 基波      | 二次谐波   | 五次谐波  | 有效值     |
|----|---------|---------|--------|-------|---------|
| A  | 305 A   | 1 225 A | 6.1 A  | 4.9 A | 1 262 A |
| B  | 675 A   | 1 205 A | 9.1 A  | 4.1 A | 1 381 A |
| C  | 1 448 A | 1 216 A | 19.8 A | 2.1 A | 1 891 A |

2 号主变二次侧电流第三个周波的 A 相电流为 1 248 A，B 相电流为 1 350 A，C 相电流为 1 805 A，详细内容见表 5。

表 5 第二次合环时第三个周波的电流值

Tab.5 The third cycle's current of the second closed loop

| 相别 | 直流分量    | 基波      | 二次谐波   | 五次谐波  | 有效值     |
|----|---------|---------|--------|-------|---------|
| A  | 276 A   | 1 217 A | 6.1 A  | 3.7 A | 1 248 A |
| B  | 616 A   | 1 201 A | 8.1 A  | 6.7 A | 1 350 A |
| C  | 1 381 A | 1 207 A | 14.8 A | 5.8 A | 1 805 A |

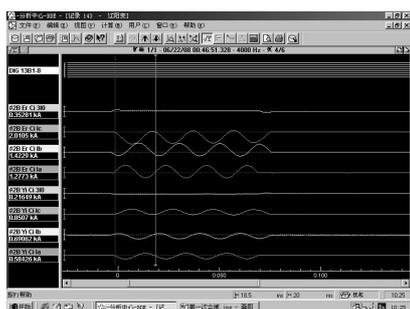


图 2 第二次合环时的录波图

Fig.2 DFR wave of the second closed loop

图 2 中的名称条#2B Er Ci Ic 为 2 号主变二次 C 相电流有效值, 也就是说在第二次合环时刻, 2 号主变二次侧 C 相电流值达到临时相电流速断保护动作值的时间至少在三个周波以上, 所以该临时相电流速断保护再次动作。

我们将第二次跳闸的分析结果上报东北公司调度通信中心, 调通中心领导决定将 2 号主变二次临时相电流速断保护退出, 在 2008 年 6 月 22 日 22 时 26 分, 2 号主变二次 2202 开关环并, 2 号主变送电成功。但通过我们对第三次合环时刻的动作录波图 (图 3) 分析, 第三次合环时 2 号主变二次侧电流第一个周波的 A 相电流为 1 664 A, B 相电流为 1 252 A, C 相电流为 2 077 A, 详见表 6。

表 6 第三次合环时第一个周波的电流值

Tab.6 The first cycle's current of the third closed loop

| 相别 | 直流分量    | 基波      | 二次谐波   | 五次谐波   | 有效值     |
|----|---------|---------|--------|--------|---------|
| A  | 1 080 A | 1 266 A | 15.2 A | 8.8 A  | 1 664 A |
| B  | 155 A   | 1 242 A | 18.6 A | 22.4 A | 1 252 A |
| C  | 1 666 A | 1 239 A | 18.4 A | 8.9 A  | 2 077 A |

图 3 中的名称条#2B Er Ci Ic 为 2 号主变二次 C 相电流有效值, 通过上述数据可以看出, 2 号主变二次侧 C 相电流值已达到临时相电流速断保护动作

值, 且衰减速度非常缓慢, 如果该临时相电流速断保护不退出, 那么在第三次合环时该保护仍会动作。

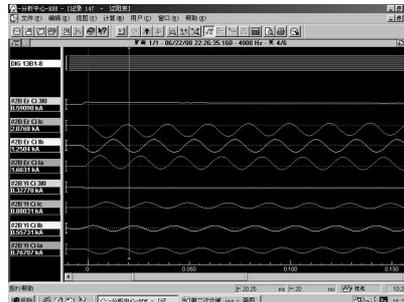


图 3 第三次合环时的录波图

Fig.3 DFR wave of the third closed loop

### 3 结束语

随着电网规模日益扩大, 电力系统的复杂程度越来越高。这次主变送电过程中产生如此大的直流分量是所有人没有想到的, 所以才会三次送电, 对系统造成了不必要的冲击。对系统中出现的新现象、新问题, 我们基层继电保护人员要勤思考、多研究, 才能适应新时期电力工作的要求, 更好地完成本职工作。

### 参考文献

[1] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护实用技术问答 (第二版) [M]. 北京: 中国电力出版社, 2000. National Power Dispatch and Communication Center. Relay Protection Practical Technique Question and Answer of the Power System[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2000.

收稿日期: 2009-10-28

作者简介:

杨继业 (1974-), 男, 工学学士, 研究方向为继电保护管理与控制。E-mail: yiy-cmy@163.com

(上接第 136 页 continued from page 136)

### 参考文献

[1] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护典型故障分析[M]. 北京: 中国电力出版社, 2000.  
 [2] 王梅义. 电网继电保护应用[M]. 北京: 中国电力出版社, 1999.  
 [3] 朱声石. 高压电网继电保护原理与技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 1995.  
 [4] 贺家李. 电力系统继电保护原理 (增订版) [M]. 北京: 中国电力出版社, 2004.

收稿日期: 2009-05-09;

修回日期: 2009-06-24

作者简介:

王光中 (1971-), 男, 本科, 讲师, 从事电工电子、电力系统等专业教学工作; E-mail:wgz5653@126.com

郝建宏 (1971-), 女, 本科, 工程师, 从事电力系统继电保护产品设计和调试工作;

王淑君 (1985-), 男, 本科, 助理工程师, 从事电力系统继电保护产品设计和调试工作。