

对一起 35kV 单相接地故障处理的思考

何一成

(常州供电公司, 江苏 常州 213003)

摘 要: 我们知道, 在处理变电所 35kV 单相接地故障时, 在寻找故障点的过程中, 是允许 35kV 系统短时合解环以及主变联络运行的。本文通过一起事故分析, 阐述 35kV 系统发生单相接地故障后, 进行短时主变联络操作后发生相继事故, 扩大故障范围, 引起严重后果。因此, 我们建议, 在处理 35kV 单相接地故障时, 应尽量避免出现合解环以及主变联络。

关键词: 35kV 单相接地; 主变联络; 主变差动保护; 相继故障。

0 引言

随着城市化建设的发展, 市区 35kV 电网电缆化趋势越发明显, 受限于目前电缆绝缘工艺的不足, 调度员在处理相关变电所 35kV 单相接地故障时相继事故频繁发生, 严重扰乱了调度事故处理进度, 扩大了事故影响范围, 对市区供电造成了一定程度的损害。本文针对一起调度处理 35kV 单相接地故障中普遍采用的短时主变联络调整负荷而导致发生相继事故, 引出调度员处理相关故障类型时可能存在的隐患, 并提出几点建议和修改, 希望能够对调度员们有所帮助。

1 故障情况

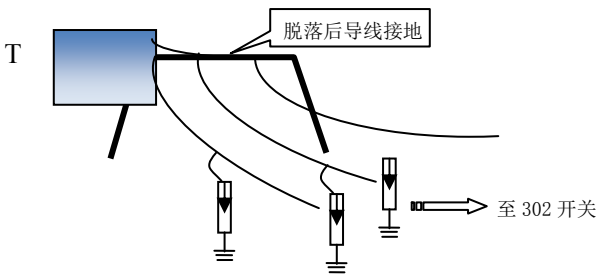


图 1 2 号主变故障示意图

2007 年 4 月 12 日某变电所发现 35kV 副母线 B 相单相接地, 值班员检查后发现 2 号主变 35kV 侧构架上的 B 相悬垂瓷瓶的支架断裂, 35kV 侧 B 相导线下垂发生接地 (见图 1), 为保 35kV 副母线上用户供电, 调度发令合上 35kV 母联 310 开关, 随即 2 号主变 A、B 屏比率差动保护动作跳开主变三侧 2502 开关、702 开关、302 开关, 同时运行在 35kV

正母线的后六 319 开关过流 I 保护动作, 开关跳闸, 重合不成。

2 简要处理过程

- 1) 通知输电工区对后六线带电巡线;
- 2) 发布事故口令: 合上 110kV 母联 710 开关, 恢复 110kV 副母线的供电;
- 3) 恢复变电所 110kV 正常运行方式;
- 4) 将 2 号主变改为冷备用, 发布抢修令;
- 5) 对主变进行相关试验、分析。

3 事故现象分析

表 1 全过程 SOE 信息表

SOE 发生时间	事件内容
19: 41	35kV 副母线单相接地
19: 42: 12: 490	35kV 母联 310 开关合闸
19: 42: 16: 930	2 号主变 B 屏差动保护动作 (差流 1.896A)
19: 42: 16: 948	2 号主变 A 屏差动保护动作 (差流 1.896A)
19: 42: 17: 006	2 号主变 302 开关分闸
19: 42: 17: 723	319 开关过流 I 段动作 (AC 相、75.11A)
19: 42: 17: 811	319 开关 TWJ 动作
19: 42: 18: 910	319 开关分闸
19: 42: 18: 827	319 开关重合闸动作
19: 42: 20: 987	319 开关过流 I 段动作 (AC 相、56.31A)
19: 42: 25: 125	319 开关 TWJ 动作

通过表 1 SOE 信息分析得知:

- 1) 35kV 副母线发生 B 相单相接地, 2 号主变保护区内仅有接地电容电流产生的不平衡电流, 该值不大, 不会引起差动保护动作。
- 2) 因 35kV 系统 B 相接地, A、C 相母线电压升高, 发生了后六 319 线路 A、C 相短路接地 (故障点后来在该电缆线路的电缆头上找到)。此时

35kV 系统演变成三相短路接地，其中 B 相故障点在 2 号主变 35kV 侧，AC 相故障点在后六 319 线路上。

3) 随后，1 号主变向以上三个故障点提供故障电流，其中 2 号主变 B 相的故障电流是 1 号主变经 301 开关送往副母线，再由副母线流向 2 号主变（如图 2，图中的绿色线条为故障电流方向），同时，1、2 号主变通过 35kV 正母线同时向后六 319 线路 A、C 相提供故障电流。

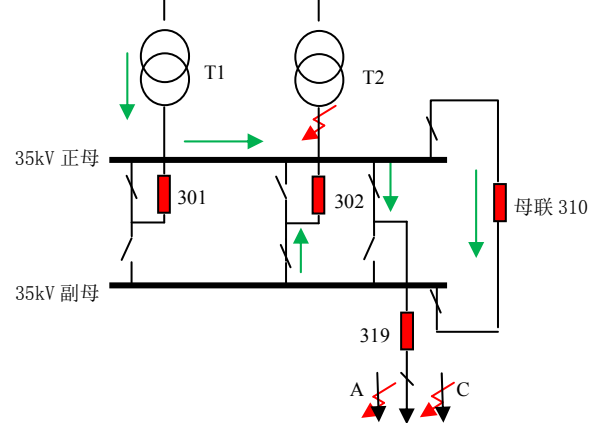


图 2 模拟 2 号主变故障电流方向

4) 此时 2 号主变高压侧 A、C 相电流与低压侧 A、C 相电流在相位是相反的，即 AC 相是穿越性故障电流，而高压侧 B 相电流与低压侧 B 相电流为同方向的，所以差动保护满足条件动作，2 号主变差动保护动作，三侧开关跳开，通过故障录波器得到了当时的主变高压侧三相差流和制动电流见表 2。

表 2 2 号主变高压侧三相差动电流和制动电流

相别	A 相	B 相	C 相
差动电流/A	1.847	1.896	0.074
制动电流/A	1.699	1.488	1.416
动作电流/A		1.896	

根据主变差动保护原理可知，其制动门槛为高压侧额定电流，此时整定单中差动动作值 0.8A，高压侧额定电流为 1.31A，见图 3、4。

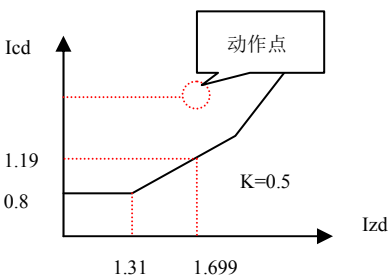


图 3 A 相比率差动动作曲线

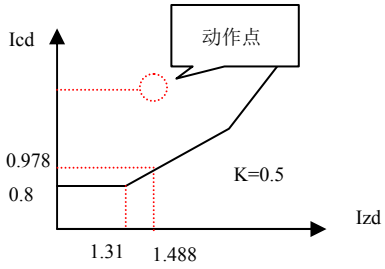


图 4 B 相比率差动动作曲线

我们知道，主变差动保护的比率制动元件是为了在变压器区外故障时差动保护有可靠的制动作用，同时在区内故障时有较高的灵敏度。

对于两侧差动保护： $I_{cdd} = |I_1 + I_2|$ ； $I_{zdd} = \max(|I_1|, |I_2|)$

其动作判据为： $I_{cdd} \geq I_{cd}$ 且 $I_{zdd} \leq I_{zd}$

其中 I_1 为 I 侧电流， I_2 为 II 侧电流， I_{cd} 为差动保护电流定值， I_{cdd} 为变压器差动电流， I_{zd} 为差动保护比率制动拐点电流， I_{zdd} 为差动保护制动电流。

分析得知，A、B 相差动保护满足比率制动曲线动作条件，所以差动保护出口跳闸。考虑到主变为 Yd11n 接线组别，低压侧 B 相差动区内故障，保护一般对应主变高压侧 AB 相动作，且 A 相制动量会略大，完全符合主变差动保护的動作特性，因此，主变差动保护是正确动作。

5) 由故障录波器得知后六 319 线路故障二次电流为 75.11A，超过了整定值(过流 I 段整定 20A)，因此后六 319 开关过流 I 段保护动作，开关跳闸，重合于永久性故障，此时后六 319 线路故障二次电流为 56.31A，重合闸后加速动作跳开后六 319 开关，保护动作正确。

4 建议和措施

1) 对于调度员来说，操作过程中发生事故，特别是在涉及合解环、主变联络操作的过程中发生异常情况的概率是比较小的，但是一旦发生以上事故，引起的后果也是最为严重的，因此，在操作前应做好相关的预警措施，发生事故后必须立即采取措施隔离故障，制止事故的发展，排查系统存在的隐患，以免发生后续事故。

2) 经过分析，我们发现上述事故主变差动保护是动作正确的，事实上，35kV 系统发生单相接地故障以后，在拉停电容器和空载旁路开关，试拉空载

线路以后，应迅速分割系统或启用备用主变使母线分开，缩小接地故障范围。试想，如果当时调度员直接令现场人员拉开 2 号主变 302 开关进行停电调整负荷，或者规避主变联络而选择外围调电的话，2 号主变差动保护就不会动作，可以极大的缩小此次事故的故障范围，这对我们将来处理类似事故起到了很好的启发作用。

3) 常州地调规程明确规定：处理 35kV 单相接地故障时，在寻找故障点的过程中，允许短时合解环以及主变联络。通过上述事故，我们发现，进行短时合解环以及主变联络，在目前 35kV 电缆线路绝缘工艺远远不够的情况下，很容易出现相继事故，扩大故障范围，引起严重后果。因此，我们建议，在处理 35kV 单相接地故障时，应尽量避免出现合解环以及主变联络，并以此对常州地调规程进行修订补充。

参考文献：

- [1] 江苏省电力公司.电力系统继电保护原理与实用技术[M].北京:中国电力出版社,2006.
- [2] 许建安.电力系统微机继电保护（第二版）[M].中国水利水电出版社,2008.
- [3] 国家电力调度中心.电网调度运行实用技术问答[M].北京:中国电力出版社,2008.
- [4] 常州供电公司电力调度控制中心.常州地区电网 2012 年度继电保护整定方案及调度运行说明[Z],2012.
- [5] 常州供电公司.电力调度规程[Z],2006.

作者简介：

何一成（1982-），男，江苏常州人，助理工程师，从事调度工作。