

# 一起 110 kV 同塔双回线因风舞导致跳闸的案例分析

马小军,邵永浩

(国网宁夏电力有限公司检修公司,宁夏 银川 750011)

**摘要:**针对一起 110 kV 同塔双回线因风舞导致永久性故障的线路跳闸事故,从故障现象、录波信息、保护行为等方面进行了分析和总结,并提出指导建议和应对措施,以提高运维、检修人员对于较复杂电网事故的处理效率。

**关键词:**同塔;双回线;风舞;跳闸

**中图分类号:**TM773 **文献标志码:**B **文章编号:**1003-6954(2021)01-0020-04

**DOI:**10.16527/j.issn.1003-6954.20210105

## Analysis on A Tripping Accident of 110 kV Double-circuit Lines on the Same Tower due to Wind Dancing

Ma Xiaojun, Shao Yonghao

(State Grid Ningxia Maintenance Company, Yinchuan 750011, Ningxia, China)

**Abstract:** A tripping accident of 110 kV double-circuit lines with permanent fault caused by wind dancing is analyzed and summarized from the aspects of fault phenomena, recording information and protection behavior, and the corresponding measures are put forward, which will improve the efficiency of accident handling for operation and maintenance personnel.

**Key words:** same tower; double-circuit line; wind dancing; tripping

## 0 引言

近年来,随着电网建设的快速推进,电网结构也越来越复杂,不同电压等级输电线路的跨越现象日趋严重。当出现大风、冰雪等恶劣天气时,线路会因风或覆冰舞动,此时跨越线路之间的垂直距离可能不够,易导致不同电压等级之间的跨越线路相互放电,造成多条线路之间的短路故障,最终跳闸,影响电网的安全稳定运行<sup>[1]</sup>。下面以一起 110 kV 同塔双回线因风舞导致跳闸的事故为例,进行分析,并提出一定的建议和应对措施。

## 1 故障前运行方式

330 kV A 站:110 kV a 线 122 断路器运行于 110 kV II B 母,110 kV b 线 121 断路器运行于 110 kV I B 母,110 kV 母线并列运行。

110 kV B 站:110 kV a 线 111 断路器运行于

110 kV I 母,110 kV b 线 121 断路器运行于 110 kV II 母,母联断路器 100 热备用,110 kV 母线分列运行。

110 kV C 站:110 kV a 线带全站负荷,35 kV d 线、e 线运行于 35 kV II 母,35 kV 母线并列运行,35 kV 消弧线圈运行于 1 号主变压器。

系统运行方式如图 1 所示。

## 2 跳闸事故原始信息

### 2.1 A 站跳闸事故原始信息

某日 06:57:26:214,A 站 110 kV b 线 16 ms 差动保护动作,1082 ms 重合闸动作,重合于故障,1178 ms 差动保护动作,1200 ms 距离加速动作,跳开 b 线 121 断路器,故障测距 28.55 km。

在 06:57:26:225,110 kV a 线 9 ms 差动保护动作,1074 ms 重合闸动作,重合于故障,1166 ms 差动保护再次动作,1189 ms 距离加速保护动作,跳开 a 线 122 断路器,故障测距 21.12 km。

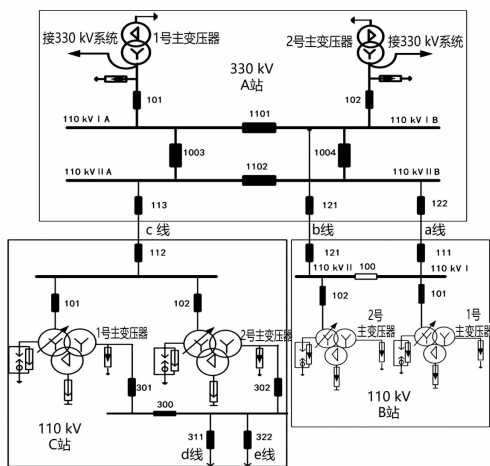


图 1 故障前系统运行方式

### 2.2 B 站跳闸事故原始信息

同日 06:57:26:221, 110 kV b 线 5 ms 差动保护动作, 1005 ms 重合闸动作并重合成功, 故障测距 7.45 km。

在 06:57:26:231, 110 kV a 线 7 ms 差动保护动作, 35 ms 距离 I 段保护动作, 1047 ms 重合闸动作并重合成功, 故障测距 13.82 km。

### 2.3 现场调查及分析

保护人员接到命令后赶往现场进行事故处理, 到达现场后对保护动作信息进行调取分析<sup>[2-3]</sup>。

1) 查看 330 kV A 站 110 kV b 线保护装置故障录波(如图 2), 发现故障时 A、C 相电压有不同程度降低, A 相接地, 故障电流如表 1 所示。

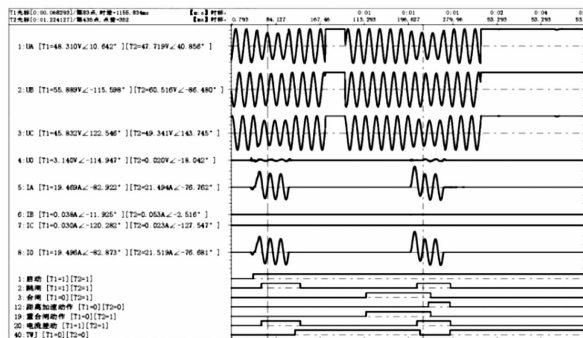


图 2 330 kV A 站 b 线保护装置故障录波

表 1 330 kV A 站 b 线故障电流

故障电流	$I_a/A$	$I_b/A$	$I_c/A$	$3I_0/A$
二次	19.469	0.038	0.030	4.800
一次	3115.04	6.08	4.80	3119.36

注: b 线 TA 变比为 800/5。

2) 查看 110 kV B 站 110 kV b 线保护装置故障录波(如图 3), 发现故障时 A、C 相电压有不同程度

降低, 由于 B 站侧为负荷侧, 且 110 kV 2 号主变压器中性点未接地, 故无电流流过。

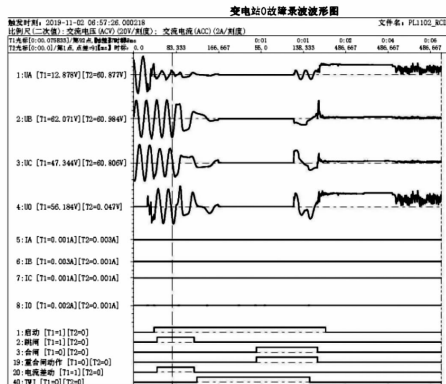


图 3 110 kV B 变电站 b 线保护装置故障录波

3) 查看 110 kV B 站 110 kV a 线保护装置故障录波(如图 4), 发现故障时 A、C 相电压有不同程度降低, 因 110 kV 1 号主变压器中性点直接接地, 因此出现穿越性电流<sup>[4]</sup>。

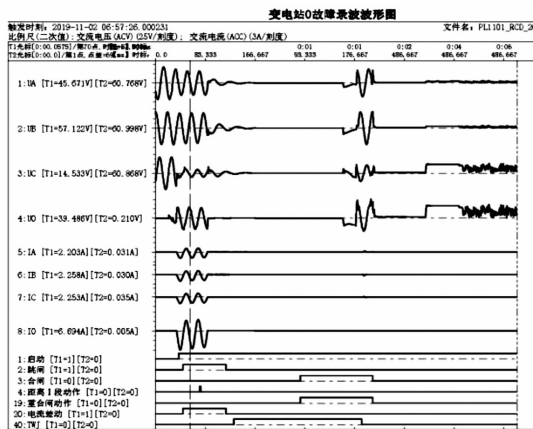


图 4 110 kV B 站 a 线保护装置故障录波

4) 查看 330 kV A 站 110 kV a 线保护装置故障录波(如图 5), 发现故障时 A、C 相电压有不同程度降低, C 相接地, 故障电流如表 2 所示。

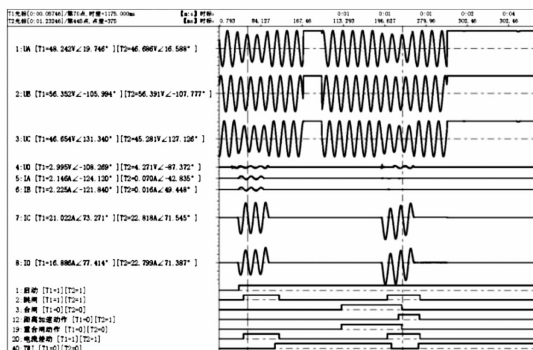


图 5 330 kV A 站 a 线保护装置故障录波

5) 通过查看 330 kV A 站故障器录波报告(如图 6)可知, a 线与 b 线 A、C 相电流等大反相, 且故障

表 2 330 kV A 站 a 线故障电流

故障电流	$I_a/A$	$I_b/A$	$I_c/A$	$3I_0/A$
二次	2.146	2.225	21.022	16.886
一次	343.36	356.00	3 110.36	2 701.76

注:a 线 TA 变比为 800/5。

发生与切除时间相同,因此判断 a 线 122、b 线 121 发生跨线 C、A 相间短路接地故障。

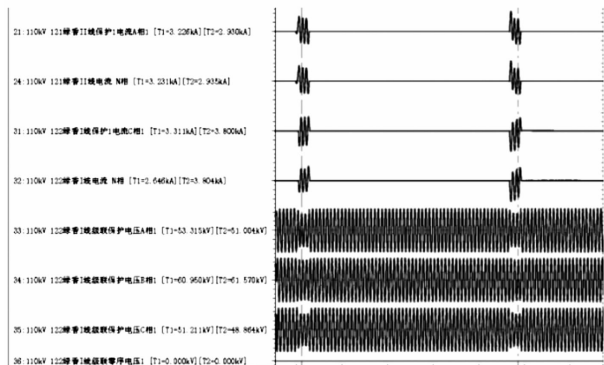


图 6 330 kV A 站 110 kV 故障录波

6)通过查看 C 站保护动作信息,发现该日 06:57:26 时 110 kV C 站 d 线 322 保护过流 I 段动作,调取 d 线故障录波(如图 7),故障电流如表 3 所示。

7)由图 7 和表 3 发现,故障时 B、C 相电压均降低,但只有 C 相有故障电流,为 C 相接地故障。通过进一步对 d 线检查发现,35 kV d 线 C 相避雷器击穿。

由于 35 kV 系统属于不接地系统,单相接地时保护不能跳闸,故还有其他接地点造成 d 线保护装置动作。

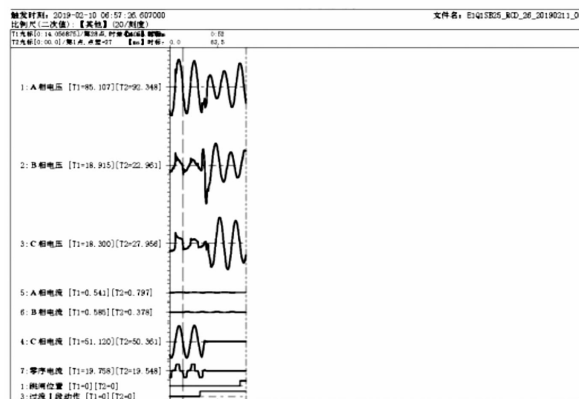


图 7 110 kV C 站 d 线保护装置录波

8)调取 C 站 1 号主变压器中后备保护装置故障录波,如图 8 所示,发现故障时为 BC 相间短路故障,故另一接地点存在于 B 相,故障电流如表 4 所示。

表 3 110 kV C 站 d 线故障电流

故障电流	$I_a/A$	$I_b/A$	$I_c/A$
二次	0.540	0.585	51.120
一次	21.6	23.4	2 044.8

注:d 线 TA 变比为 200/5。

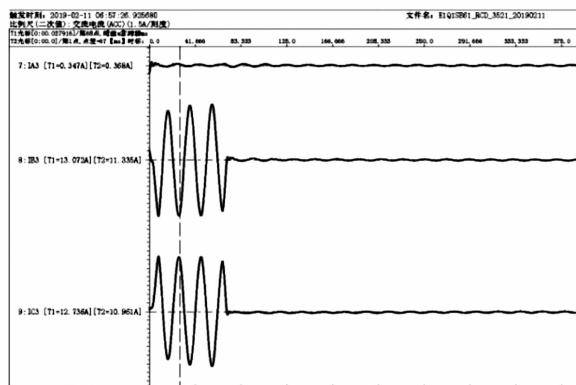


图 8 C 站 1 号主变压器中后备保护装置录波

表 4 110 kV C 站 1 号主变压器中后备故障电流

故障电流	$I_a/A$	$I_b/A$	$I_c/A$
二次	0.347	13.072	12.736
一次	27.76	1 045.76	1 018.88

注:C 站 1 号主变压器中后备 TA 变比为 400/5。

9)调取 C 站 2 号主变压器中后备保护装置故障录波,如图 9 所示,发现故障时为 BC 相间短路故障,进一步证实另一接地点存在于 B 相,故障电流如表 5 所示。

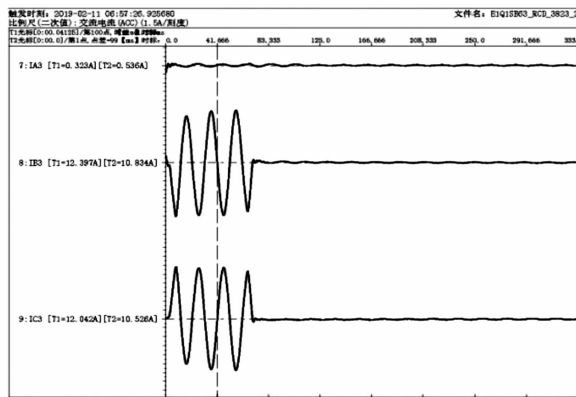


图 9 C 站 2 号主变压器中后备保护装置录波

表 5 110 kV C 站 2 号主变压器中后备故障电流

故障电流	$I_a/A$	$I_b/A$	$I_c/A$
二次	0.323	12.397	12.042
一次	25.84	991.76	963.36

注:C 站 2 号主变压器中后备 TA 变比为 400/5。

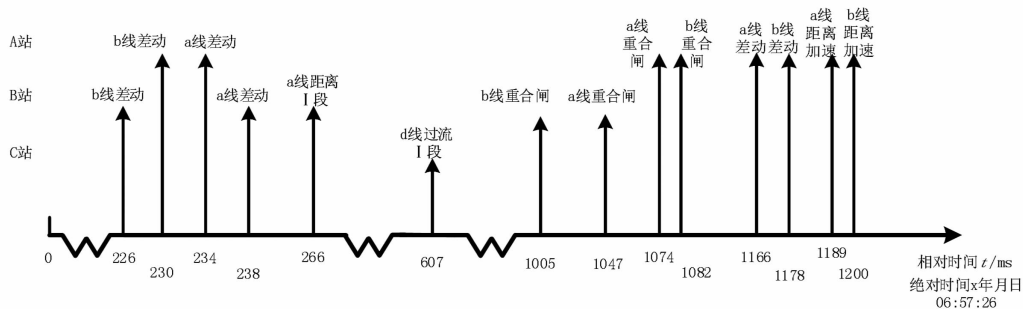


图 10 事故经过时间轴

由 C 站 1 号主变压器、2 号主变压器中后备保护装置故障录波可知,故障时 B 相故障电流一次值约为 2 037.52 A,C 相故障电流一次值约为 1 982.24 A,故障电流如表 6 所示,达到 d 线保护过流 I 段保护定值一次值(1300 A,0.05 s),未达到 e 线保护过流 I 段保护定值一次值(2300 A,0.05 s),所以 C 站 d 线保护动作、e 线保护不动作行为正确。

整个事故经过先后时间顺序的坐标图如图 10 所示。



图 11 a、b、e 线放电示意图

### 3 故障过程与保护动作行为分析

对本次多条线路故障及保护动作过程分析如下:

1) 根据气象预警与现场工作人员的描述得知,短路时该地区存在 10 级西北风,据此环境条件和故障滤波的动作顺序以及现场事故检查结果,可以推测、分析出整个事故的经过:大风造成 e 线大幅度摆动,首先摆向 110 kV b 线 96 号杆塔,由于杆塔弧垂较高,未造成短路,当 e 线摆至 95 号杆塔方向时,造成 110 kV b 线、e 线相互放电,并且 e 线距离 b 线较近,对在故障初期前 10 ms,110 kV b 线 A 相与 35 kV e 线 B 相短路,造成 b 线 A 相接地后,故障发展为 110 kV a 线 C 相与 e 线 B 相短路,最终造成 b 线 A 相、a 线 C 相经 e 线 B 相跨线接地短路,现场 a 线、b 线、e 线线路布置如图 11 所示。

2) 故障持续 3 个周波,此时,b 线、a 线两侧保护装置光差保护动作,切除故障,因对两条线而言均为单相故障,断路器经重合闸延时重合(重合闸整定为单相重合闸方式)。B 站侧 111、121 断路器重合闸延时较 A 站侧 122、121 断路器短,故 B 站侧断路器重合后无故障电流,重合成功;而 A 站侧 122、121 断路器合闸时 b 线 C 相、a 线 A 相与 e 线 B 相依然短路,故重合闸失败,跳开 b 线、a 线断路器,切除故障。

3) e 线 B 相与 a 线 C 相、b 线 A 相短路,加之 d 线 C 相线路避雷器被击穿,造成两相短路,故 d 线保护动作,切除故障。

### 4 整改及建议

1) 加强线路运维管理,核实 35 kV e 线与 110 kV a 线、b 线线路交跨距离。另外在线路设计阶段也应充分考虑或适当增大线路的交跨距离。

2) 加强保护人员技术培训,提高对电网故障分析处理能力,尤其对于涉及多条线路、多个变电站的复杂故障,应优先从分析故障录波图入手。

3) 设备跳闸后应对相应的避雷器进行特殊巡视、测温或试验,及早排除较隐蔽的故障点。

4) 加强电网复杂故障的事故预想与事故演习,增强工作人员在复杂事故发生时的应变能力。

### 5 结语

上面通过对一起 110 kV 同塔双回线因风舞导致永久性故障的线路跳闸事故,从故障现象、录波信息、保护行为等方面进行分析,并对运维管理、技术

(下转第 34 页)