

天气因素（3起）

（一）超高压梧州局“6.1”±800kV楚穗直流极Ⅰ闭锁二级事件

1. 事件经过

2015年6月1日18时12分50秒±800kV楚穗直流极Ⅰ线双阀组闭锁，故障重启不成功，18时32分强送成功。

6月2日经带电登塔检查，发现#2059极Ⅰ左侧合成绝缘子伞裙上有明显的放电痕迹。根据现场登检发现结合故障定位行波保护动作测距和雷电定位系统数据分析判断故障塔位为#2059，故障原因判断为雷击故障。

2. 事件定级

依据公司《电力事故事件调查规程》（2014版）“（21）直流输电系统闭锁或被迫降功率运行或换相失败或非计划停运”的“±800kV”的“单极闭锁”，定为二级电力安全事件。

3. 原因分析

（1）直接原因

雷电绕击导线造成楚穗直流线路单极闭锁。

1) 雷电流分析

2015年6月1日18时12分50秒前后1分钟，线路走廊半径4km范围内有6个落雷记录。其中有2个落雷与故障时刻基本一致，范围在#2057～#2061塔区段内。其中一个落雷记录的雷电流为

38.2kA、负极性雷，对应塔号#2057~#2058；另一个雷电流为22.6kA、正极性雷，对应塔号#2060~#2061。

2) 登检排查分析

2015年6月2日经线路带电登塔检查发现，±800kV楚穗直流线#2059塔极 I 导线和左串合成绝缘子串的伞裙上有放电灼伤的痕迹，其它塔位不存在此情况。同时在故障查找过程中根据走访的群众反映：线路故障时段当地有强降雨和强雷电活动现象。

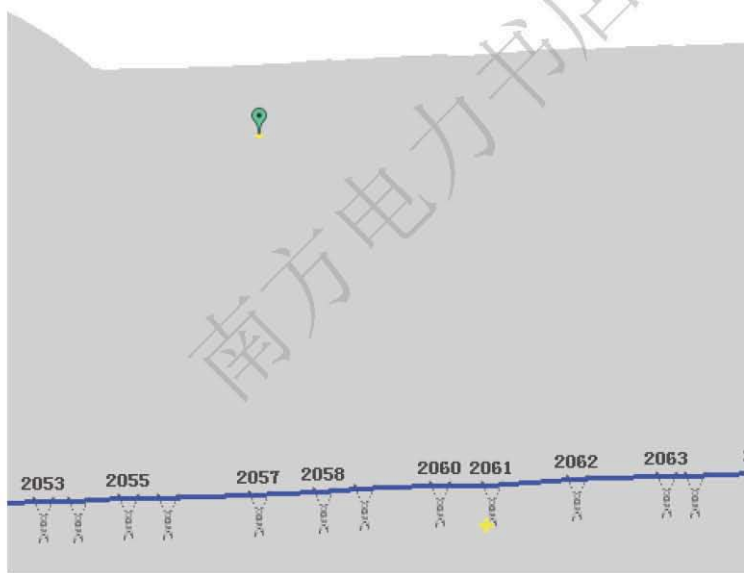


图3-86 2015年6月1日18时12分50秒的雷电定位系统截图

3) 接地电阻分析

故障后经测量楚穗直流线#2058~#2061区段的杆塔接地电阻，结果均符合设计要求，具体测量明细如表3-10：

表3-10

线路接地电阻测量表

线路名称	塔号	塔型	接地电阻形式	设计电阻 (Ω)	R实测 (Ω)	是否满足要求
楚穗直流线	2058#	Z27-21	TS8A	20	15.25	是
楚穗直流线	2059#	Z27-31	TS8A	20	5.8	是
楚穗直流线	2060#	Z27-41	TS8A	20	8.1	是
楚穗直流线	2061#	Z27-31	TS8A	20	5.7	是

4) 绝缘配备及耐雷水平分析

经查阅设计资料及现场核实,故障塔的绝缘配置如表2-11所示:

表3-11

#2059塔绝缘配置

塔号	类型	型号	联数	结构高度 mm	爬距 mm	绝缘子总长度包括金具(mm)	均压环之间绝缘距离(mm)	比距 (cm/kV)	地线保护角
#2059	合成	FXBZ- \pm 800/300A	I	10200	38250	12834	9613	4.64	-13.81°

利用南方电网防雷分析软件计算了正、负极性雷电分别绕击极 I 线路时的绕击耐雷水平及最大绕击雷电流,计算结果如表3-12所示。

表3-12 #2059杆塔极 I 耐雷水平及最大绕击雷电流计算结果

雷电流极性	耐雷水平/kA	最大绕击雷电流/kA
负极性	-34.94	>80
正极性	25.43	46.95

5) 地理及地形分析

楚穗直流线#2059塔位处高山山顶,坡度约30°,是较典

型容易受到雷电影响的地形（见图3-87）。



图3-87 楚穗直流线附近地形图

6) 反击或绕击的判断分析

表3-13 反击或绕击的判断分析

比较项目	反击判断依据	绕击判断依据	调查结果	判断结果
雷电流	大，一般100kA以上	小，一般20-30kA	-38.2 kA、+22.6kA	绕击
接地电阻	大	与接地电阻关系不大	实测接地电阻为5.8Ω	绕击
闪络基数与相数	一基多相或多基多相	单基单相或相邻两基同相	极 I（单基单相）	绕击
地形特点	地形因素影响不大	山坡及山顶容易发生	山顶	绕击
接地线线夹	有烧伤痕迹	不一定有痕迹	无	绕击
闪络相别	耐雷水平较低相	一般为边相	边相	绕击
结论	根据分析和判断，2015年6月1日18时12分50秒楚穗直流线雷击跳闸为绕击引起			

结论：2015年6月1日18时12分50秒 ± 800kV楚穗直流极 I 线闭锁，故障重启不成功，18时32分强送成功。现场故障查找结果故障塔位为#2059塔，#2059塔极 I 导线和左串复合绝缘子串的伞裙上存在明显放电灼伤的痕迹，通道内无过高树木和外部隐患。楚穗直流线#2059距楚雄站1084.747km（与实际行波测距相差0.053km），楚穗直流线极 I 为正极性，从表2-13得知#2059塔负极性雷绕击直流正极的耐雷水平为-34.94kA。据雷电定位系统显示，故障时刻#2059附近落雷电流为-38.2 kA，超过线路的绕击耐雷水平。根据上述判断，2015年6月1日18时12分50秒楚穗直流极 I 线跳闸是由雷电绕击造成。

（2）间接原因

± 800kV楚穗直流线#2059塔处于高山大岭，顺线路方向为山顶，横线路方向为山腰，地形坡度约为 30° ，且受2015年厄尔尼诺影响强对流天气近期较频繁，线路杆塔处空旷野外容易受到雷击。

3. 暴露问题

（1）楚穗直流线#2059塔为直线塔，处于高山大岭，顺线路方向为山顶，横线路方向为山腰，坡度约 30° ，属较典型容易受到雷电影响的地形。

（2）#2059塔为直线塔，极 I 在左侧，经计算避雷线保护角为 -15.92755450° ，考虑地面倾角（ 30° ）绕击率为1.16708934%，雷击绕击率相对较大。

(二) 广州供电局“4.20”2个110kV变电站失压三级事件

1.事件经过

2015年4月20日19时24分，110kV街口站110kV街灌线保护动作，跳开110kV街灌线122开关，重合闸不成功；110kV灌村站110kV街灌线保护动作，跳开110kV街灌线121开关，重合闸未动作。事件造成110kV灌村站、桃莲站全站失压，损失负荷15.82MW，占广州总负荷0.16%。从化网110kV片网图见图3-88，电网接线图见图3-89。

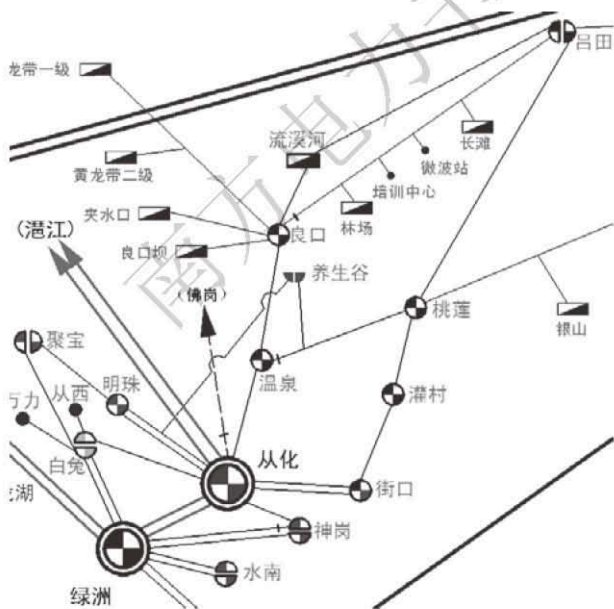


图3-88 从化网110kV片网图

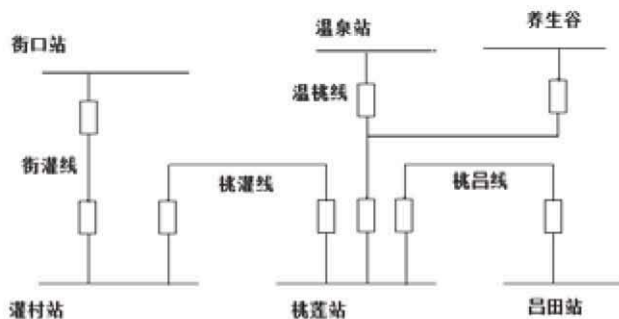


图3-89 电网接线图

4月21日，巡视发现110kV街灌线#15杆A相复合绝缘子、均压环及导线有放电烧伤痕迹，暂不影响线路运行。19时35分，由110kV街口站对110kV街灌线强送成功；19时38分，110kV桃莲站、灌村站10kV母线送电正常；19时45分，110kV吕田站、养生谷站10kV母线恢复分裂运行。

2. 事件定级

依据公司《电力事故事件调查规程》（2014版）“（19）变电站、配电母线失压或发电厂全停”中“2个110kV变电站失压”，定为三级电力安全事件。

3. 原因分析

本次线路跳闸的原因是雷击110kV街灌线#15杆线路，造成线路跳闸。

通过查询雷电定位系统，线路跳闸时刻前后5分钟范围内，110kV街灌线附近总共落雷46次，其中有9次发生在110kV街灌线#14～#18段线路附近，最大雷电流幅值达-69.9kA。巡线

人员登塔检查发现110kV街灌线#15杆A相复合绝缘子、均压环及导线有放电烧伤痕迹（见图3-90），暂不影响线路运行。

4. 暴露问题

广州市从化地区电网结构薄弱，受制于多级串供的链式接线形式，存在110kV街灌线故障跳闸导致110kV灌村站、桃莲站2个110kV变电站失压的三级事件基准运行风险。



(a) #15杆周边环境

(b) #15杆A相复合绝缘子、均压环及导线有放电烧伤痕迹

图3-90

（三）云南文山供电局“8.19”2个110kV变电站失压三级事件

1. 事件经过

事件前运行方式：110kV老兴线运行供110kV兴街站，

110kV兴洒线运行供110kV西洒站，110kV小兴九线由110kV兴街站送电保空线，110kV南兴线由110kV兴街站送电保空线，九股水冶炼厂停产，110kV兴街站自备投退出。

南汀河电站110kV南兴线161断路器冷备用、小河沟电站110kV小兴九线176断路器冷备用、九股水冶炼厂（停产）110kV小兴九线131断路器冷备用、110kV西洒站110kV听洒Ⅱ回线161断路器冷备用、110kV西洒站110kV听洒星线166断路器冷备用。

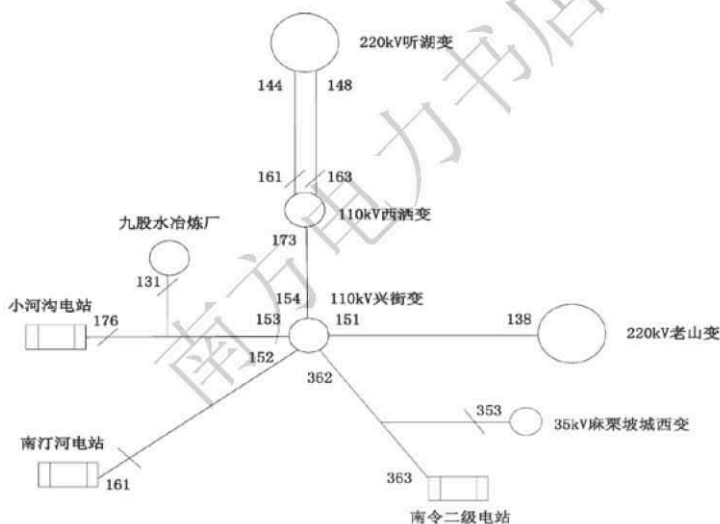


图3-91 事件前运行方式图

11时18分，220kV老山站110kV老兴线138断路器零序Ⅱ段保护动作故障跳闸，重合闸动作成功。

11时18分，110kV兴街站110kV老兴线151断路器零序过流Ⅰ段、距离Ⅰ段保护动作跳闸，重合闸未动作，110kV西洒

3. 原因分析

(1) 直接原因

110kV老兴线#39塔A相第1片绝缘子受雷击，线路跳闸。

(2) 间接原因

1) 110kV老兴线受雷击跳闸后，由于独立网（小网）电压、频率、相间差波动较大，检同期条件无法满足要求，保护装置检测不到同期点，故110kV兴街站110kV老兴线151断路器重合闸启动未出口，造成110kV西洒站、110kV兴街站独立网运行。

2) 110kV西洒站、110kV兴街站独立网运行后，由于35kV令麻兴线（独立网主要电源点）受雷击故障跳闸，南令二站#1、#2、#3机组失磁保护动作跳闸，因35kV令麻兴线南令二站侧363断路器重合闸未投，导致110kV西洒站、110kV兴街站独立网瓦解、全站失压。

4. 暴露问题

电厂机组设备老旧、稳定性差，影响电网安全稳定运行。