

# 220 kV 变电站站内传统运行方式的弊端及改进措施

李洪卫

(深圳供电局, 广东 深圳 518001)

**摘要:** 以一起 110kV 线路开关拒动引发 220 kV 站 110 kV I、II M 和四个 110 kV 站全站失压的事故为引言, 详细地分析了保护的动作行为, 揭示 220 kV 变电站站内传统运行方式的弊端, 并从调整整定方案和站内运行方式的角度提出缩小事故的反事故措施, 并在文章最后择优推荐了改进措施。

**关键词:** 拒动; 整定方案; 运行方式; 分裂运行; 失灵保护

## Defection of the traditional operation modes and improved measurement of 220 kV substation

LI Hong-wei

(Shenzhen Power Supply Bureau of Guangdong Power Grid Corporation, Shenzhen 518001,China)

**Abstract:** This paper describes a losing voltage stability accident of the 110kV I, II M buses of the 220kV substation and 110kV buses of four 110kV substations, which was caused by the refusing to move of 110kV breaker. Then it analyzes the relay protection operation in detail and reveals the disadvantages of the traditional operation modes of the 220kV substation. It puts forward the prevention accident measures considering improvement of the relay protection setting programs and the substation operation modes. The improved measures are recommended in the last part.

**Key words:** refuse to move; setting program; operation mode; split operation; breaker failure protection

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)23-0178-04

## 0 引言

2008年3月28日07点54分, 110 kV 盘梓 I 线发生 C 相接地故障, 约 868 ms 后发展为 BC 两相接地故障, 因 220 kV 盘古石站盘梓 I 线 1511 开关机构故障, 开关拒动, 致使 220 kV 盘古石站母联 1012 开关、#1 主变变中 1101 开关、#2 主变变中 1102 开关跳闸; 110 kV 坑梓站 110 kV 盘梓 I 线 1511 开关跳闸, 重合不成功; 110 kV 工业区站 110 kV 盘区 I 线 1513 开关跳闸, 重合成功; 110 kV 南布站盘布 I 线 1515 开关跳闸, 重合成功。造成 220 kV 盘古石站 110 kV I M、II M 失压, 110kV 南布站、110 kV 工业区站、110 kV 坑梓站和 110 kV 坪地站全站失压。

## 1 事故分析

### 1.1 事件前运行方式

220 kV 盘古石站两台主变带 110 kV 南布站、110 kV 坑梓站、110 kV 工业区站和 110 kV 坪地站运行, 220 kV 盘古石站#1 主变变高、变中中性点接地运行, 运行方式详见图 1。

## 1.2 相关间隔的保护配置详见表 1

表 1 保护配置列表

Tab.1 List of protection configuration

站端	间隔	保护型号
盘古石站	盘梓 I 线	RCS-943A
盘古石站	#1 主变	RCS-978G2
盘古石站	#2 主变	RCS-978G2
坑梓站	盘梓 I 线	RCS-943A
南布站	盘布 I 线	RCS-941B
工业区站	盘区 I 线	RCS-943A

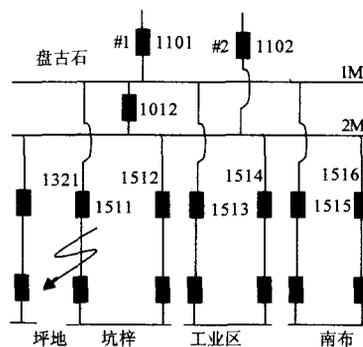


图 1 运行方式图

Fig.1 Graph of operation mode

## 1.3 相关保护动作报文摘要详见表 2

表 2 保护动作报文摘要

Tab.2 Message digest of protection operation

间隔	保护动作报文
坑梓站 盘梓 I 线	19 ms 电流差动; 40 ms 距离 I 段; 1 089 ms 重合闸; 1 146 ms 电流差动; 1 177 ms 距离加速; 1 199 ms 距离 I 段;
盘古石站盘梓 I 线	18 ms 电流差动; 33 ms 距离 I 段; 605 ms 零序 II 段; 611 ms 距离 II 段; 904 ms 零序 III 段; 1 204 ms 零序 IV 段;
盘古石站#2 主变	908 ms II 侧零序 T011; 912 ms II 侧过流 T11; 915 ms II 侧接地阻抗 T11; 1 154 ms II 侧阻抗 T11; 1 208 ms II 侧零序 T012; 1 212 ms II 侧过流 T12; 1 215 ms II 侧接地阻抗 T12;
盘古石站#2 主变	912 ms II 侧过流 T11; 1 154 ms II 侧阻抗 T11; 1 212 ms II 侧过流 T12;
南布站 盘布 I 线	1 249 ms 距离 II 段; 4 274 ms 重合闸;
工业区站盘区 I 线	1 248 ms 距离 II 段; 2 277 ms 重合闸;

## 1.4 保护动作分析

3 月 28 日 7 点 54 分, 110 kV 盘梓 I 线发生 C 相接地故障, 后转为 BC 两相接地故障。

110 kV 坑梓站为负荷侧, 部分故障电流经盘梓 II 线流向 110 kV 坑梓站, 再沿盘梓 I 线流向故障点, 因此 110 kV 盘梓 I 线两侧主保护动作, 但由于盘古石侧盘梓 I 线 1511 开关机构故障, 开关拒动, 坑梓侧跳开盘梓 I 线 1511 三相开关后, 重合闸动作, 因故障未消除, 后加速保护动作再次跳开三相开关。

盘古石侧#1 主变提供的故障电流直接流向盘梓 I 线故障点, #2 主变提供的故障电流经母联 1012 开关流向故障点, #1、#2 主变后备保护动作, 延时 0.9 s 跳开 110 kV 母联 1012 开关。

盘古石站 110 kV 母联 1012 开关跳闸后, 110 kV 母线分裂运行, 故障电流重新分布情况详见图 2, #1 主变提供的故障电流路径保持不变, #1 主变后备保护保持动作状态, 延时 1.2 s 跳变中 1101 开关; #2 主变故障电流路径有变化, 由盘布 II 线、盘区 II 线流至南布站的 110 kV 母线、工业区站的 110 kV

母线, 经盘布 I 线、盘区 I 线流回盘古石站 110 kV IM, 再流向盘梓 I 线故障点, #2 主变后备保护保持动作状态, 延时 1.2 s 跳变中 1102 开关; 从图 2 电流分布图可以看出, 盘区 I 线工业区侧、盘布 I 线南布侧开关保护均感受为正方向故障, 距离 II 段保护动作, 延时 0.3 s 跳闸, 这 0.3 s 是从母联 1012 开关跳闸后开始计时, 也就是说#1 主变、#2 主变变中后备保护跳变中开关和工业区站盘区 I 线、南布站盘布 I 线保护动作跳闸几乎是同一时间, 跳闸后故障点切除, 工业区站盘区 I 线、南布站盘布 I 线开关重合成功。

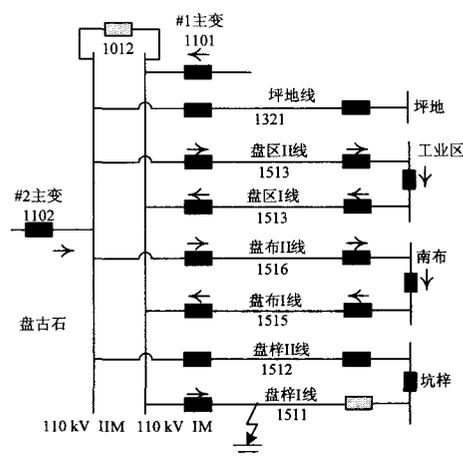


图 2 母联开关跳闸后故障电流分布图

Fig.2 Distribution map of fault current after bus connection switch tripping

盘古石片区整定方案: 主变变中后备保护是作为 110 kV 出线的后备保护, 变中零序 I 段大小、时限与 110 kV 出线零序 II 段大小、时限相配合; 另需考虑双回线间的时限配合, 110 kV 双回线的负荷侧零序 II 段时限要比电源侧零序 II 段时限少一个时间级差, 即: 110 kV 出线电源侧零序 II 段时间为 0.6 s, 负荷侧零序 II 段时间为 0.3 s, 主变变中零序 I 段 0.9 s 跳母联 1012 开关, 1.2 s 跳变中开关。同理, 110 kV 出线电源侧距离 II 段时间为 0.6 s, 负荷侧距离 II 段时间为 0.3 s, 主变变中过流 I 段 0.9 s 跳母联 1012 开关, 1.2 s 跳变中开关。110 kV 出线零序 II 段与主变变中零序 I 段时间配合情况详见图 3。从整定方案的角度分析, 本次事故中所有保护均正确动作。

在本事故中, 因 220 kV 变电站 110 kV 出线断路器拒动, 造成了 220 kV 变电站两条 110 kV 母线和四个 110 kV 变电站失压, 虽然继电保护都正确动作, 但事故扩大范围太大, 停电面积太大。那么问题的根本原因在哪里呢? 传统的运行方式都是将双回线分别安排在不同的母线上运行, 如图 1 所示, 在 220 kV 变电站 110 kV 出线断路器或保护拒动时, 都会造成这种结果, 也就是说, 220 kV 变电站站内

采取传统运行方式存在弊端。那么我们应该如何使事故扩大范围尽量缩小，使停电范围尽量缩小呢？

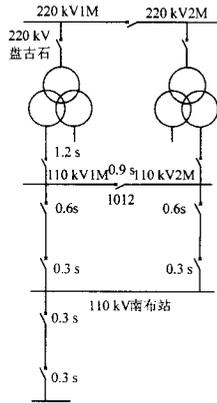


图3 现行的后备时间配合图

Fig.3 Coordinate diagram of the present reserve time

## 2 反事故措施

我们可以从整定方案、运行方式、保护配置等方面考虑，尽量使事故扩大范围缩小、停电范围缩小。

**方案一：**将变中后备 I 段 II 时限调整到 1.5 s。

在运行方式维持不变的情况下，如果将主变变中后备 I 段 II 时限（跳变中开关）由现在的 1.2 s 调整到 1.5 s，时间配合情况详见图 4。

110 kV 出线对侧（即坑梓侧、工业区侧、南布侧）后备 II 段时间保持 0.3 s，虽然盘区 I 线工业区侧、盘布 I 线南布侧距离 II 段保护仍然会动作跳闸，但重合后开关会再次跳开，#2 主变变中后备保护不会跳变中 1102 开关，坑梓站、工业区站和南布站不会失压，减少了停电范围。这种整定方案存在的弊端是：220 kV 主变隔离 110 kV 电网故障的时间增加了 0.3 s，这不满足省中调的相关要求。

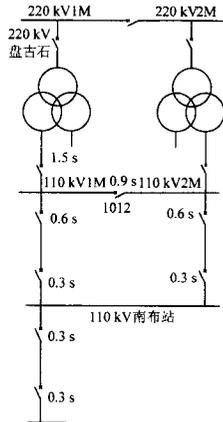


图4 预调整的后备时间配合图

Fig.4 Coordinate diagram of the calculative adjust reserve time

为防止 220 kV 变电站 110 kV 出线保护或断路器拒动，造成 220 kV 线路越级动作，使事故范围扩大，影响主网供电可靠性，广东省电力调度中心下发了广电调继[2007]22 号文，明确了 220 kV 变压器 110 kV 侧后备保护定值的时间要求：“变压器 110 kV 侧能作用于 110 kV 线路的、可以反应接地故障和相间故障的后备保护应分别配置两段，第一段动作延时不大于 1.2 s，第二段动作延时不大于 2.7 s，动作出口要求能有效隔离 110 kV 电网故障”。本着局部电网服从整个电网，下一级电网服从上一级电网，局部问题自行消化的原则，主变后备保护跳变中的后备 I 段 II 时限只能保持现行的 1.2 s。

**方案二：**将变中的后备 I 段 I 时限调整到 0.6 s。在运行方式维持不变的情况下，如果将主变后备保护 I 段 I 时限（跳母联开关）由现在的 0.9 s 调整到 0.6 s，为了保证主变与 110 kV 出线之间的选择性，110 kV 出线后备 II 段时限必须由现在的 0.6 s 调整到 0.3 s。在此整定方案有两个弊端：双回线间失配置；220 kV 变电站 110 kV 第一级出线和第二级、第三级出线后备保护失配。

因此，地区电网整定方案只能采取现行的整定方案，试图从调整整定方案的角度来缩小停电范围是行不通的。

**方案三：**110 kV 变电站 110 kV 母线分裂运行，并加装 110 kV 分段备自投装置。

由双回线路供电的 110 kV 变电站，将其 110 kV 母线分裂运行，并加装 110 kV 分段备自投。这种运行方式可以使事故扩大范围大大缩小，不会出现任何一个 110 kV 变电站全站失压，仅会使 110 kV 坑梓站一段母线（一台主变）失压，这一点还可以利用 110 kV 分段备自投进行补救。

早在 2005 年，110 kV 进线备自投在深圳电网试点运行，目前已全面进入推广阶段，在功能也较由最初的进线备投增加了分段备投的功能，所以此方案是切实可行的。

**方案四：**将双回线路安排在 220 kV 站的同一条 110 kV 母线上运行。

由双回线路供电的 110 kV 变电站，将双回供电线路安排在 220 kV 站的同一条 110 kV 母线上运行。这种运行方式同样可以使事故扩大范围大大缩小。只是当母线故障时，会造成相应 110 kV 变电站全站失压。

近些年，随着变电站建设用地日益紧张，变电站从室外敞开布置已经逐步发展为室内站或室内 GIS 站，220 kV 站的 110 kV 母线故障几率大大降低，而因保护直流消失、电源异常、采样异常、开关机构故障造成 110 kV 保护拒动、开关拒动的概率逐年上升，因此，将双回线路安排在 220 kV 站的同一条 110 kV 母线上运行，有利于提高供电可靠性。

**方案五：**配置 110 kV 断路器失灵保护。

在《电力系统继电保护实用技术问答》中提到：

“线路保护采用远后备，如果由其他线路或变压器的后备保护切除故障将扩大停电范围（例如采用多角形接线，双母线或分段单母线等时），并引起严重后果时，可以装设断路器失灵保护。”如果必须保持目前的运行方式，在 220 kV 变电站配置 110 kV 断路器失灵保护，可以使停电范围大大缩小，弊端在于增加了保护装置、电缆等投资，回路较复杂，增加了运行维护工作量。

### 3 结束语

目前，深圳供电局正在创建国际一流供电企业，供电可靠率有待进一步提高，为此，根据各片网的实际情况，因地制宜，为各片网安排最可靠的运行方式、设计最优的整定方案，这是提高供电可靠率的基石，也是强有力的保障。为此，对于双回线供电的 110 kV 变电站，我们推荐方案三，将 110 kV 变电站 110 kV 母线分裂运行，并以 110 kV 分段备自投装置作为补救措施，此方案比较容易实现，方案四次之，方案五再次之。

（上接第 177 页 continued from page 177）

1) 装置本身软件设计有缺陷，CST200 系列数字式变压器保护装置的零序过压保护  $3U_0$  采用的是装置自产零序电压，并且不经保护启动判据控制，这是造成事故的主要原因。

2) PT 二次侧采用单相空开，运行值班人员不可能同时操作三相合闸，也就造成短时间内自产零序电压超过保护定值而误动。

3) PT 二次侧保护、计量装置共用同一绕组，既影响计量精度，又造成保护回路存在“寄生现象”。

4) 对特殊运行方式下的保护装置操作步骤考虑不够优化，即在单母接线方式下安排主变不停电检修 PT 时，恢复 PT 二次负荷时应先合上总的 PT 二次单相空开，检查三相电压正常后，再给上各保护装置电压小空开，若操作顺序相反，则可能造成保护误动。

针对以上原因，为防止同类事故发生，可采取以下措施应对：

1) 变压器零序过压保护应采用 PT 开口  $3U_0$ ，同时增加保护启动判据，这些已在 CSC200 系列数字式变压器保护装置中得到更正，目前仍采用自产  $3U_0$  的变压器零序过压保护装置，应尽快安排装置升级改造。

2) PT 二次侧采用三相小空开，避免人为三相不同时合闸。

3) 在新建变电站中 PT 二次侧保护、计量装置分别采用不同绕组。

4) 加强对变电运行人员优化操作步骤的培训，对特殊运行方式下 CST200 系列变压器保护装置采

### 参考文献

- [1] DL/T 559—1994, 220~500 kV 电网继电保护装置运行整定规程[S].  
DL/T 559—1994, The Regulations of Relay Protection Device Running and Setting About 220~500 kV Power Network[S].
- [2] DL/T 584—1995, 3~110 kV 电网继电保护装置运行整定规程[S].  
DL/T 584—1995, The Regulations of Relay Protection Device Running and Setting About 3~110 kV Power Network[S].
- [3] 朱景富. 双回线并列运行方式对系统及保护定值的要求[J]. 继电器, 2007, 36(10):69-70, 80.  
ZHU Jing-fu. Condition of System and Protection Setting Coordination by Adopting Double Power Lines Parallel Operation[J]. Relay, 2007, 36(10):69-70, 80.

收稿日期：2008-12-16； 修回日期：2009-01-19

作者简介：

李洪卫（1974-）男，本科，工程师，从事继电保护整定和继电保护运行管理工作。E-mail:lihongwei111@126.com

用优化操作步骤。

以上四点措施中，建议优先采用第 2 项，同时有计划地安排装置升级改造工作。

### 4 结论

事故发生后，我局对 6 个主变采用相同型号的变电站进行了隐患排查，及时对 PT 二次侧单相空开进行了更换，消除了潜在事故隐患，从此再未发生过类似故障。

### 参考文献

- [1] 韩佩雯. 太原地区 110kV 网中变压器中性点保护[J]. 山西电力, 2006, (2):19-22.  
HAN Pei-wen. Protect of Transformer Neutral Point in 110kV Network of Taiyuan Area[J]. Shanxi Power, 2006, (2):19-22.
- [2] 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.  
Jiangsu Electrical Power Company. Relay Protection Theory and Practical Technology in Power System[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2006.

收稿日期：2009-01-03； 修回日期：2009-02-27

作者简介：

李剑峰（1983-），男，本科，助理工程师，现从事继电保护现场调试与检修工作；

李国友（1979-），男，工学硕士，现从事调度管理工作；E-mail:sdsglgy@126.com

孙建华（1963-），男，工程师，现从事继电保护技术监督与运行管理工作。