

配电网合解环操作问题分析及对策

Analysis and Countermeasure for Operation of Closing or Breaking Loop in Distribution Network

周慧忠

(衢州电力局, 浙江 衢州 324000)

摘要: 合解环操作不当, 易引发误操作和停电事故。通过对合解环操作理论依据、必要条件的分析, 结合衢州电网在合解环操作中出现的实际案例, 指出了调度合解环操作过程中容易发生问题的环节, 并根据实际经验, 提出了相应的操作注意事项及应对策略。从而确保操作过程的安全, 保证合解环的成功, 提高对用户的供电可靠性。

关键词: 调度; 合解环; 操作

中图分类号: TM726

文献标识码: B

文章编号: 1007-1881(2008)05-0070-03

110 kV 及以下电网正常为开环运行, 在设备检修或故障时, 需对线路、主变、母线等设备进行大量的合、解环操作, 来实现负荷的转移, 保证用户的连续稳定供电。从衢州电网地区调度近3年的数据统计来看, 电网的合解环操作占了调度日常操作项目的48.1%。

合、解环操作牵涉到电网的并列和负荷转移, 稍有不慎, 极易造成误操作、误调度事故, 如果合环失败还会造成整个变电所、用户全部停电的恶性后果。因此, 有必要对合解环操作进行分析, 弄清容易出错的问题和环节, 采取措施加以防范, 保证调度操作的安全和对用户的连续可靠供电。

1 合解环操作的理论依据及必要条件

合解环操作能否成功的关键是控制好合环时的环流, 若环流在可控范围内, 则合环成功, 否则合环失败。

1.1 合环电流的大小

在合环电流不大于输变电设备的输送限额情况下方可进行合环操作, 否则不能合环。

合环电流理论计算: 如图1所示的电网等值网络中, 甲变电所合环前的母线电压为

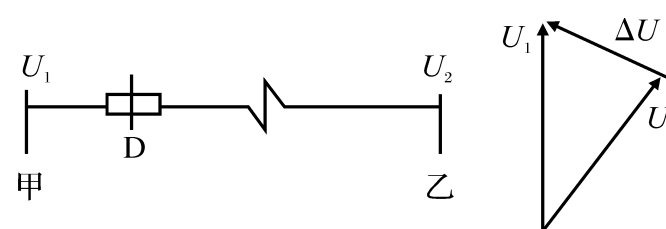


图1 电网等值网络

U_1 , 乙变电所母线电压为 U_2 , 甲、乙变电所合环线路的阻抗为 Z , 开关 DL 正常断开。合环电流 $I = U/Z = (U_1 - U_2)/Z$ 。

可见, 对固定的线路来说, 阻抗 Z 是不变的, 合环电流 I 大小主要受 U_1 、 U_2 的电压大小及相角差大小的影响。电压数值相差越大, 相角差相差越大, 合环电流 I 的有效值也越大。

1.2 必要条件

调度实际操作中, 合环必须满足下述条件:

(1) 合环点两端相位一致。

(2) 合环点两端的最大允许电压差(绝对值)为20%, 特殊情况下, 环状并列最大电压差不应超过30%。

(3) 合环点两端电压相角差不超过20°。

现在调度部门都已建设完成EMS 能量管理

系统，包含实时网络拓扑、状态估计、潮流分析等功能。调度员要进行合解环操作时，事先均可在该系统中进行模拟操作及潮流研究，得到模拟合解环的潮流分布，从而得出能否进行合解环操作的结论。

2 合解环不当操作案例分析

合解环操作时若不按规范进行，易发生各种事故，现就衢州电网近几年发生的几起合解环事故分析如下。

2.1 未关注电压相角差的变化

某日，某县调在横山变龙横3100 开关处合环，准备将35 kV 横山变负荷倒至龙游变，该开关以前有过多次数合环操作，均正常。电网接线如图2 所示。

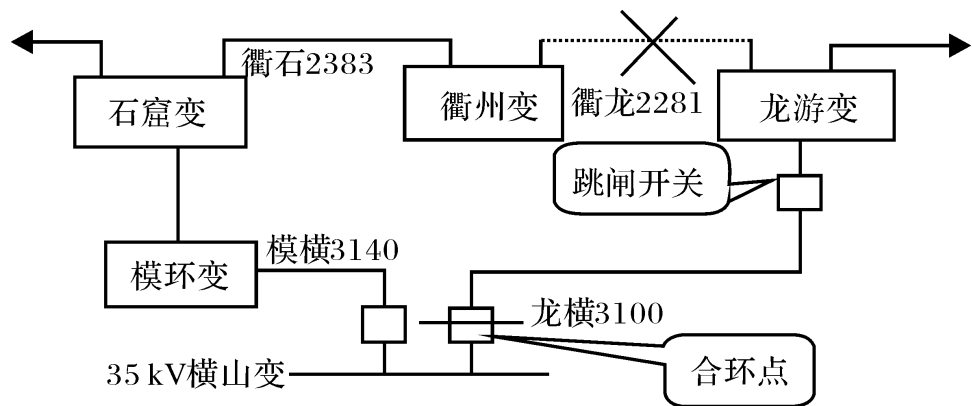


图2 电网接线示意

在进行横山变龙横3100 开关合环时，龙游变侧龙横3100 线路方向过流保护动作，开关跳闸，重合失败。

后经分析及潮流计算，发现龙横3100 线与模横3140 线不具备合环条件。龙游变原来经衢龙2281 线与衢州变连成1 个系统。后因220 kV 石窟变投产，将衢龙2281 线开断。龙游变单独由500 kV 瓶窑变经新安江、建德变运行，与衢州电网的其他变电所已全部脱开电网连接。由于经过多重电压变换及长距离输电，龙游变系统与石窟变系统存在较大的相角差，不符合合环条件。当时是衢龙2281 线开断后，这两个系统初次合环，未对相角差的问题引起重视。龙横3100 开关合环后，由于环网潮流过大，达到龙游变龙横3100 过流保护定值，致使保护出口动作。

2.2 合环时未核对开关潮流

某日110 kV 城南变10 kV 段母线停

役，城南变为单主变接线。停役方式安排为由安居8016 线送10 kV 段母线，如图3 所示。

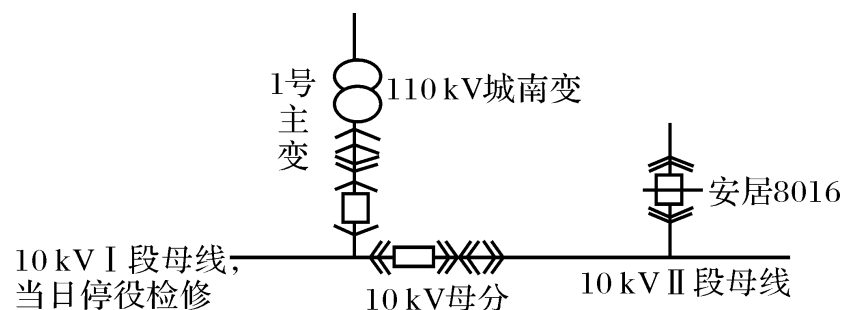


图3 城南变10 kV 接线

22 00，调度发令城南变安居8016 线路由热备用改运行(合环)，实际开关在冷备用状态。22 24，调度令城南变10 kV 母分开关由运行改冷备用(解环)。10 kV 母分开关拉开后，10 kV 段母线即失压。

事故原因非常清楚，由于安居8016 开关状态出错，实际上合环未成功。调度员事先未核对开关状态，合环后又未核对开关有无潮流，即轻率的解环，最终导致了母线失压。

2.3 解环后未控制好负荷

某日航埠变110 kV 母线停役，杜泽、云溪、上方等变电所小方式运行，由沈家变沈杜3561 线负责送电。电网接线如图4 所示。

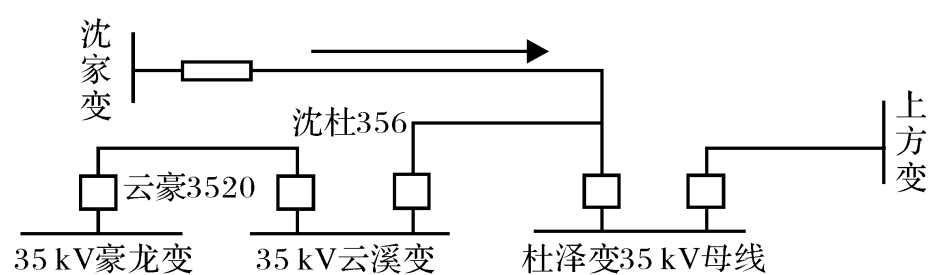


图4 沈杜片35 kV 电网接线示意

沈家变沈杜3561 线过流 段保护动作，开关跳闸，重合失败。后发现沈杜3561 线29 -30 号杆之间A、C 相导线对下方一条方家村低压线有放电痕迹。

潮流未控制到位，是引起该起事故的重要原因。查询SCADA 系统，发现事故前3561 线电流值达到279 A。而该线的设备限额仅为240 A。负荷超设备输送限额，运行监视部门未能及时发现，调度部门也未能及时采取相应的措施，最终故障跳闸。

3 合解环操作问题及对策

从以上合解环操作不当案例的分析看，合

解环操作在某些环节容易出现问題，因此，必须对存在的薄弱环节采取措施加以防范，才能确保合解环操作的安全，避免事故的发生。应重点注意以下几个方面。

3.1 对合环操作“三条件”的确认

进行合解环操作前，应严格对合环操作的三条件进行确认，具体操作中可以进行如下进行。

(1) 确认相位一致。在新设备投产初次合环前，必须安排合环点二侧电压的核相，然后进行合环试验。

(2) 两端电压差在 20% 以内。操作前查询、记录合环点二侧电压绝对值并比较。对于经变压器变压的，则按照变压器的变比对电压换算后比较。

(3) 电压相角差不超过 20°。实际运行中因无法取到各侧电压相角值，难以正常比对。经验操作是，确认 220 kV 电网合环运行，则下级的低压电网可以进行合环操作。对于复杂网络及 220 kV 开环运行的，一般都需事先进行潮流计算，方可进行合环操作。

3.2 确保合环成功的核查

对合环成功的确认是合解环操作成功的关键。因此，在进行合环操作时，应注意以下几个问题，确保合环操作的成功。

(1) 合环、解环的操作应分开进行。不论合、解环点是否在同一个变电所，调度员均不得同时下达合环、解环指令。而应单独下达合环指令，在接到合环操作完成后的汇报，确认合环成功后，方可下达解环指令。这是一条强制性的规定，目的在于使调度员切实承担起合、解环操作的安全责任。

(2) 确认合环点确有潮流。在接到合环操作完毕的汇报后，应对合环点的潮流进行检查、记录，以确认合环成功。如合环点无潮流或数值极小时，应暂停操作并进行分析。首先应要求变电所值班员对合环点的设备状态进行确认，排除设备未操作到位的可能。其次，应尝试改变合环点一端的电压或有功、无功负荷，查看合环点的潮流是否有相应变化。如在线路的杆上开关合环，则无法监控到该点的潮流，此时可通过合环线路的潮流变化来判断是否合环成功。合环前先记录 1 次，合环后再记

录 1 次，若有明显变化，可确认合环成功。值得注意的是，正常合环操作应尽量避免在杆上开关合环，特别是合环后需带变电所母线负荷的。

3.3 解环后负荷的控制

解环后的关键点是要控制好负荷。确认合环成功后，调度员方可继续发布解环指令。此时，调度员应执行的一点是：要求变电所值班人员(监控人员)对解环后负责送电的线路(主变)按照设备限额进行监视，限额一般以电流为控制数。需要指出的是，由于合环前已对当前负荷按照设备限额进行了比对，因此在解环后的当时，负荷一般不会超过设备限额。但随着时间的推移，负荷也不断变化，加之一般情况下备用方式的输送容量较小，随时存在负荷超过设备限额的情况。这就要求监控人员要有高度的责任心，密切监视送电设备的负荷情况，并及时向调度员汇报。

4 结论

从以上的分析可以看出，调度合解环操作在合环条件的验证、合环成功的核查、解环后的负荷控制三个环节容易发生问題。因此，必须在合环操作前对合环条件认真逐一验证，合环时对设备状态及合环点的潮流仔细检查，解环后对重要线路负荷严格控制和密切监视。这样，才能确保合解环操作过程的安全，保证合解环的成功，防止误调度事故的发生，提高供电可靠性。

参考文献：

- [1] 国家电力调度通信中心. 电网调度运行实用技术问答 [M]. 北京：中国电力出版社.
- [2] 王世祯. 电网调度运行技术 [M]. 沈阳：东北大学出版社.

收稿日期：2008 -05 -15

作者简介：周慧忠(1975 -)，男，浙江江山人，工程师，从事电网调度生产工作。

(本文编辑：杨 勇)