

1. 一种适用于单母线失压的故障供电恢复方法,其特征是:包括以下几个步骤:

- (1) 查看母联容量;
- (2) 判断失压母线的馈线类型;
- (3) 转移失压母线上有外部联络电源失电馈线负荷;
- (4) 执行故障恢复方案;

所述步骤(3)中,具体方法包括:

(3-1) 有外部联络电源且站外电源备用容量充足的馈线负荷全部转移到站外电源,馈线的负荷转移的方法采用馈线故障时供电恢复问题中的故障恢复法,即采用启发式搜索或智能算法实现供电恢复优化策略自动生成;

(3-2) 有外部联络但备用容量不充足的馈线组进行负荷转移、电源解耦操作;

(3-3) 若仍然不能满足转移负荷要求,则根据负荷的等级,切除低等级负荷。

2. 如权利要求1所述的一种适用于单母线失压的故障供电恢复方法,其特征是:所述步骤(2)中,失压母线的馈线类型包括:

有外部联络电源馈线,即失压母线上有联络开关连接到其他正常工作变电站的馈线上的馈线,相应的联络开关称为有外部联络电源开关,相应的其他变电站的馈线称为站外联络电源;

无外部联络电源馈线:即失压母线上没有联络开关连接到其他正常工作变电站的馈线上的馈线。

3. 如权利要求2所述的一种适用于单母线失压的故障供电恢复方法,其特征是:所述无外部联络电源馈线,包括无联络馈线、同母线环回馈线和相邻母线联络馈线。

4. 如权利要求3所述的一种适用于单母线失压的故障供电恢复方法,其特征是:所述无联络馈线,即失压母线上无联络开关与其他馈线相连的馈线;

所述同母线环回馈线,即失压母线上仅有联络开关连接到同母线的馈线上的馈线,相应的联络开关称为同母线联络开关;

所述相邻母线联络馈线,即失压母线上有联络开关连接到相邻母线的馈线上而无联络开关连接到其他正常工作变电站的馈线上的馈线,相应的联络开关称为相邻母线联络开关。

5. 如权利要求1所述的一种适用于单母线失压的故障供电恢复方法,其特征是:所述步骤(1)中,具体方法为:查看母联容量,若母联容量充足,则直接合上母联开关即可;母联备用容量不足时,则进行接下来的操作。

6. 如权利要求1所述的一种适用于单母线失压的故障供电恢复方法,其特征是:所述步骤(2)中,若失压母线的馈线类型为无外部联络电源馈线,则依靠母联进行供电恢复,保持联络开关分闸,不作处理,然后这些馈线上的失电负荷转移到备用电源;若失压母线的馈线类型为有外部联络电源馈线,进行步骤(3)。

7. 如权利要求1所述的一种适用于单母线失压的故障供电恢复方法,其特征是:所述步骤(3-2)中,具体方法为:将有外部联络电源切外部联络电源容量充足的失电馈线转移出去后,若备用母线的备用容量充足,则直接合上母联即可;若备用母线的备用容量尚存但不充足,则备用母线参与这些馈线的负荷转移,将备用母线解耦成若干个单独电源,参与外部联络电源容量不足的馈线负荷转移。

8. 如权利要求 1 所述的一种适用于单母线失压的故障供电恢复方法,其特征是:所述步骤 (3-2) 中,电源解耦的具体步骤包括:

(a) 确定参与计算的母联、相关失电馈线以及外部联络电源的相关电气量,假设失电馈线数量为 n 条;

(b) 确定每条失电馈线的失电负荷总量 L 以及其所连接外部电源的总备用容量 S ;

(c) 由步骤 a 和 b 知,每条失电馈线单独依靠外部电源进行供电恢复所缺的电气量为 $Q = S - L$,因为所涉及馈线的外部联络电源备用容量不足,所以所计算的所缺电气量 Q 一定为负值;

(d) 设母联所连接电源的额定容量为 S_{MN} ,现有负荷量为 S_{ML} ,那么,母联所连接电源的备用容量为:

$$S_{MB} = S_{MN} - S_{ML},$$

负载率为:

$$\bar{S}_M = S_{ML} / S_{MN};$$

(e) 每条馈线按照其所缺电气量的比例分配母联电源,即某条失电馈线获得的母联等效电源的额定容量为:

$$S_{IN} = S_{MN} \times \frac{Q}{\sum_{i=1}^n Q_i},$$

负载率:

$$\bar{S}_i = \bar{S}_M = S_{ML} / S_{MN},$$

式中, Q 为这条失电馈线只依靠外部联络电源进行供电恢复是所缺的电气量, $\sum_{i=1}^n Q_i$ 为各失电馈线所缺容量之和;

(f) 解耦完成后,每条失电馈线即可按照馈线供电恢复算法进行计算。

一种适用于单母线失压的故障供电恢复方法

技术领域

[0001] 本发明涉及馈线自动化领域,尤其涉及一种适用于单母线失压的故障供电恢复方法。

背景技术

[0002] 由于种种原因,配电网中往往会出现电源侧故障,造成相应的母线失压。所谓单母线失压,是指同一时间只有一段母线失压的母线失压故障。为了提高供电可靠性,避免停电造成的损失,需要将失压母线上的负荷转移至正常工作的电源上,由于涉及的负荷较多、范围较大,又称为大范围负荷安全转移。

[0003] 现有的负荷转移技术主要是依靠备用电源自动投入装置实现。当备用电源自动投入装置检测到母线失压时,跳开失压母线与电源间的断路器,闭合失压母线与相邻母线的母联开关,将失压母线上的负荷转移至相邻母线上。若相邻母线的容量不足,则切除一些负荷。这种方法会造成一些负荷停电,无法体现智能配电网具有高供电可靠性的优势。

[0004] 所以,仅仅依靠备用电源自动投入装置已无法满足当前智能配电网对供电可靠性的要求,也不能发挥网架结构的高供电能力优势。因此,需要馈线上通过联络开关相连的外部电源参与负荷转移,急需专门研究具有高供电能力网架的配电网发生电源侧故障时的大范围负荷安全转移方法。

发明内容

[0005] 本发明的目的就是为了解决上述问题,提供一种适用于单母线失压的故障供电恢复方法,该方法充分利用外部联络电源,采用一种母联和外部联络配合进行单母线失压故障恢复的自动生成技术,能够最大量的恢复失电负荷,并简化故障恢复,提高计算速度,保证负荷均衡原则。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0007] 一种适用于单母线失压的故障供电恢复方法,包括以下几个步骤:

[0008] (1) 查看母联容量;

[0009] (2) 判断失压母线的馈线类型;

[0010] (3) 转移失压母线上有外部联络电源失电馈线负荷;

[0011] (4) 执行故障恢复方案。

[0012] 所述步骤(2)中,失压母线的馈线类型包括:

[0013] 有外部联络电源馈线,即失压母线上有联络开关连接到其他正常工作变电站的馈线上的馈线,相应的联络开关称为有外部联络电源开关,相应的其他变电站的馈线称为站外联络电源;

[0014] 无外部联络电源馈线:即失压母线上没有联络开关连接到其他正常工作变电站的馈线上的馈线。

[0015] 所述无外部联络电源馈线,包括无联络馈线、同母线环回馈线和相邻母线联络馈

线。

[0016] 所述无联络馈线,即失压母线上无联络开关与其他馈线相连的馈线;

[0017] 所述同母线环回馈线,即失压母线上仅有联络开关连接到同母线的馈线上的馈线,相应的联络开关称为同母线联络开关;

[0018] 所述相邻母线联络馈线,即失压母线上有联络开关连接到相邻母线的馈线上而无联络开关连接到其他正常工作变电站的馈线上的馈线,相应的联络开关称为相邻母线联络开关。

[0019] 所述步骤(1)中,具体方法为:查看母联容量,若母联容量充足,则直接合上母联开关即可;母联备用容量不足时,则进行接下来的操作。

[0020] 所述步骤(2)中,若失压母线的馈线类型为无外部联络电源馈线,则依靠母联进行供电恢复,保持联络开关分闸,不作处理,然后这些馈线上的失电负荷转移到备用电源;若失压母线的馈线类型为有外部联络电源馈线,进行步骤(3)。

[0021] 所述步骤(3)中,具体方法包括:

[0022] (3-1)有外部联络电源且站外电源备用容量充足的馈线负荷全部转移到站外电源,馈线的负荷转移的方法采用馈线故障时供电恢复问题中的故障恢复法,即采用启发式搜索或智能算法实现供电恢复优化策略自动生成;

[0023] (3-2)有外部联络但备用容量不充足的馈线组进行负荷转移、电源解耦操作;

[0024] (3-3)若仍然不能满足转移负荷要求,则根据负荷的等级,切除低等级负荷。

[0025] 所述步骤(3-2)中,具体方法为:将有外部联络电源切外部联络电源容量充足的失电馈线转移出去后,若备用母线的备用容量充足,则直接合上母联即可;若备用母线的备用容量尚存但不充足,则备用母线参与这些馈线的负荷转移,将备用母线解耦成若干个单独电源,参与外部联络电源容量不足的馈线负荷转移。

[0026] 所述步骤(3-2)中,电源解耦的具体步骤包括:

[0027] (a)确定参与计算的母联、相关失电馈线以及外部联络电源的相关电气量,假设失电馈线数量为 n 条;

[0028] (b)确定每条失电馈线的失电负荷总量 L 以及其所连接外部电源的总备用容量 S ;

[0029] (c)由步骤 a 和 b 知,每条失电馈线单独依靠外部电源进行供电恢复所缺的电气量为 $Q=S-L$,因为所涉及馈线的外部联络电源备用容量不足,所以所计算的所缺电气量 Q 一定为负值;

[0030] (d)设母联所连接电源的额定容量为 S_{MN} ,现有负荷量为 S_{ML} ,那么,母联所连接电源的备用容量为:

$$[0031] \quad S_{M.B} = S_{MN} - S_{ML},$$

[0032] 负载率为:

$$[0033] \quad \bar{S}_M = \frac{S_{ML}}{S_{MN}};$$

[0034] (e)每条馈线按照其所缺电气量的比例分配母联电源,即某条失电馈线获得的母联等效电源的额定容量为:

$$[0035] \quad S_{iN} = S_{MN} \times \frac{Q}{\sum_{i=1}^n Q_i},$$

[0036] 负载率：

$$[0037] \quad \bar{S}_i = \bar{S}_M = S_{ML} / S_{MN},$$

[0038] 式中，Q 为这条失电馈线只依靠外部联络电源进行供电恢复是所缺的电气量， $\sum_{i=1}^n Q_i$ 为各失电馈线所缺容量之和；

[0039] (f) 解耦完成后，每条失电馈线即可按照馈线供电恢复算法进行计算。

[0040] 本发明的有益效果为：

[0041] 1、最大量的恢复失电负荷，简化故障恢复，提高计算速度，保证负荷均衡原则；

[0042] 2、充分利用了供电恢复线路，优化了供电恢复结果；

[0043] 3、提高了供电恢复效率，有利于供电恢复的实时性。

附图说明

[0044] 图 1 为三台变压器单母四分段接线示意图；

[0045] 图 2 为本发明的故障处理流程示意图。

具体实施方式：

[0046] 下面结合附图与实施例对本发明作进一步说明。

[0047] 如图 1 所示，一种典型的三台变压器单母线四分段接线方式，这种方式是针对三台变压器单母线三分段的接线方式的缺点提出一种接线方式，可以减轻失压母线上负荷向相邻母线转移时的超负荷运行状态。

[0048] 假如母线 I 出现故障，备自投装置检测到母线失压、无流，且相邻母线有压时，将失压母线的进线开关跳开，同时联跳母线 III 与变压器 T_2 之间的断路器，当备自投检测以上两个开关可靠跳开后，闭合母线 I 和母线 II 之间的母联开关。同时，另一台备自投装置检测到母线 III 无压、无流，且母线 IV 有压时，跳开母线 III 与变压器 T_3 的断路器，闭合母线 III 和母线 IV 之间的断路器。如果三台变压器均分负荷，母线 II 和母线 III 也均分负荷。若每台变压器的负载率为 70%，则负荷转移后 T_2 和 T_3 的负载率均为 105%，可以继续运行很长一段时间，而无需切除负荷，提高了配电网的供电可靠性。但是如果负载率过高，则需要甩负荷，造成不必要的失电。而本发明正式针对这种情况，充分利用外部联络来实现最大化的供电恢复。

[0049] 如图 1，其馈线类型包含以下五种：

[0050] (1) 无联络馈线：失压母线上无联络开关与其他馈线相连的馈线，如图 1 中的 L4；

[0051] (2) 同母线环回馈线：失压母线上仅有联络开关连接到同母线的馈线上的馈线，如图 1 中的 L3、L5；

[0052] (3) 相邻母线联络馈线：失压母线上有联络开关连接到相邻母线的馈线上而无联络开关连接到其他正常工作变电站的馈线上的馈线，如图 1 中的 L6；

[0053] (4) 有外部联络电源失电馈线 : 失压母线上有联络开关连接到其他正常工作变电站的馈线上的馈线, 如图 1 中的 L1、L2 ;

[0054] (5) 无外部联络电源失电馈线 : 失压母线上没有联络开关连接到其他正常工作变电站的馈线上的馈线, 具体如图 1 中的 L3、L4、L5、L6。

[0055] 假设母线 I 失压, 如果母联容量充足, 按照传统方法即可进行故障恢复。如果不足, 则其中母线 I 上无外部联络电源失电馈线只能由母联转供, 如果母联容量不足, 优先转移重要负荷 ; 然后判断有外部联络电源失电馈线 L1、L2 外部电源容量是否充足 : 如果充足, 则这些馈线全部有外部联络电源转供 ; 如果不充足, 则由母联和外部联络电源共同实现其供电恢复。有可能存在这种情况, 馈线 L1、L2 外部电源都不充足时, 这两条馈线的供电恢复都需要用到母联电源, 那么在这种情况下就需要对母联电源解耦, 等效成两个独立电源, 一个给 L1 供电恢复, 一个给 L2 供电恢复。

[0056] 由此可见, 本发明在母联电源的基础上, 充分利用了外部联络电源, 能够最大量的恢复失电负荷 ; 利用公共电源解耦方法, 极大的简化了计算量, 提高计算效率。

[0057] 如图 2 所示, 一种适用于单母线失压的故障供电恢复方法的故障恢复, 具体步骤包括 :

[0058] 1. 判断母联备用容量是否充足 : 如果母联容量充足, 则按传统方式直接合上母联开关即可 ; 母联备用容量不足时, 则进行接下来的恢复操作。

[0059] 2. 识别并标记各馈线类型 : 无站外联络电源, 有站外联络电源且备用容量充足, 有站外联络电源但备用容量不足。

[0060] 3. 连接备用母线的馈线与失压母线的馈线的这种联络开关保持分闸状态, 并忽略其存在。

[0061] 4. 备用母线通过母联开关转移所有失压母线上无外部联络电源馈线上的负荷, 并优先转移重要负荷。

[0062] 5. 有外部联络电源且站外电源备用容量充足的馈线负荷全部转移到站外电源, 馈线的负荷转移的方法采用馈线故障时供电恢复问题中的故障恢复法, 即采用启发式搜索或智能算法实现供电恢复优化策略自动生成。

[0063] 6. 有外部联络但备用容量不充足的馈线组 : 将部分馈线转移出去后, 若备用母线的备用容量充足, 则直接合上母联即可 ; 若备用母线的备用容量尚存但不充足, 则备用母线参与这些馈线的负荷转移, 将备用母线解耦成若干个单独电源, 参与外部联络电源容量不足的馈线负荷转移。

[0064] 7. 汇总方案集。

[0065] 其中, 解耦具体步骤如下 :

[0066] 1. 确定参与计算的母联、相关失电馈线(假设 n 条)以及外部联络电源的相关电气量, 如负载电流、额定电流等 ;

[0067] 2. 确定每条失电馈线的失电负荷总量 L 以及其所连接外部电源的总备用容量 S ;

[0068] 3. 由步骤 1 和 2 知, 每条失电馈线单独依靠外部电源进行供电恢复所缺的电气量为 $Q=S-L$, 因为所涉及馈线的外部联络电源备用容量不足, 因此所计算的所缺电气量 Q 一定为负值 ;

[0069] 4. 设母联所连接电源的额定容量为 S_{ML} , 现有负荷量为 S_{ML} (增加无外部联络电源馈

线后的负荷), 那么, 母联所连接电源的备用容量为 $S_{MB} = S_{MN} - S_{ML}$, 负载率为 $\bar{S}_M = S_{ML} / S_{MN}$;

[0070] 5. 那么每条馈线按照其所缺电气量的比例分配母联电源, 即某条失电馈线获得的

母联等效电源的额定容量为 $S_{iM} = S_{MN} \times \frac{Q}{\sum_{i=1}^n Q}$, 负载率 $\bar{S}_i = \bar{S}_M = S_{ML} / S_{MN}$, 式中, Q 为这条失电馈

线只依靠外部联络电源进行供电恢复是所缺的电气量, $\sum_{i=1}^n Q$ 为各失电馈线所缺容量之和;

[0071] 6. 解耦完成后, 每条失电馈线即可按照馈线供电恢复算法进行计算。

[0072] 上述虽然结合附图对本发明的具体实施方式进行了描述, 但并非对本发明保护范围的限制, 所属领域技术人员应该明白, 在本发明的技术方案的基础上, 本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可做出的各种修改或变形仍在本发明的保护范围以内。

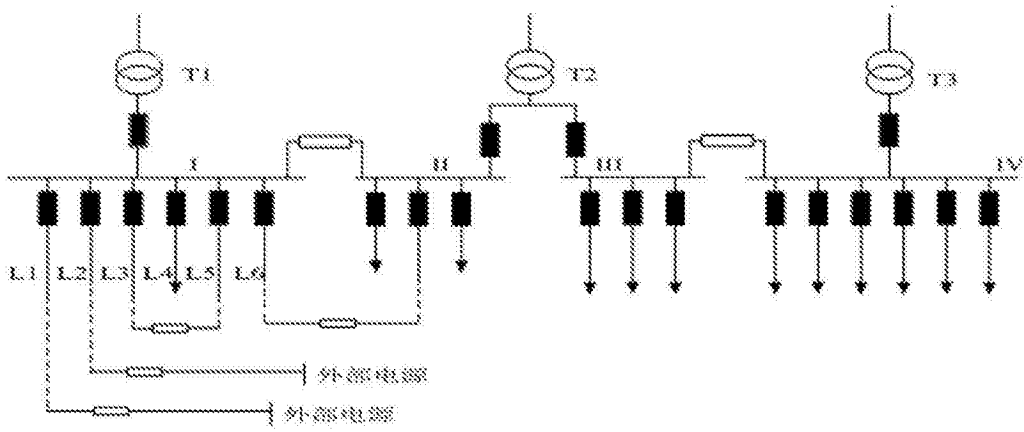


图 1

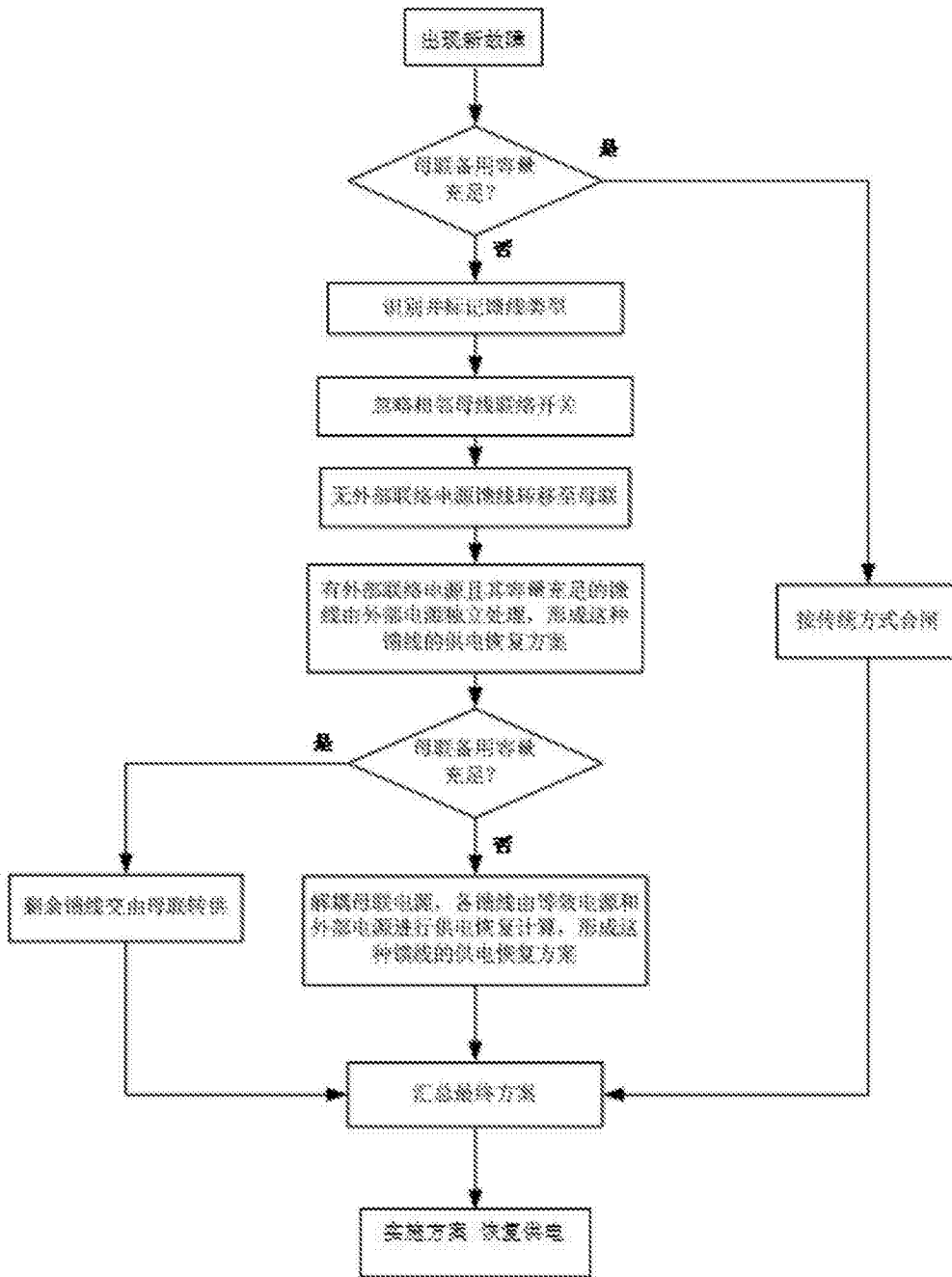


图 2