

基于 sollin 算法的含分布式电源的孤岛划分方法

曾令诚¹, 吕林¹, 曾澜钰²

(1. 四川大学 电气信息学院, 四川 成都 610065;

2. 中山市凯能集团有限公司电力技术服务分公司, 广东 中山 528400)

摘要: 将分布式电源(DG)以馈线方式接入的配电网系统简化成含“T”节点的配电网,以母线节点和馈线为树干,将负荷按权值由小到大顺序加入生成树中。以孤岛内功率平衡条件为约束,利用图论分析法中 sollin 算法求解最小树,进而实现孤岛的划分。算例分析结果表明:基于 sollin 的图论分析方法能对含 DG 的配电网进行快速划分,且有效提高了 DG 的利用率。

关键词: 分布式电源; “T”节点; 馈线; 孤岛划分; 最小树; sollin 算法; 模型

中图分类号: TM 732

文献标识码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1006-6047.2013.04.017

0 引言

随着新能源的开发利用不断提高,在配电网侧将出现大量的分布式电源(DG),许多学者对配电网侧的孤岛划分进行了广泛而深入的研究。文献[1]以 DG 的额定容量为半径形成功率圆来进行孤岛的划分,但该方法具有局限性,如只适用于分散分布在配电网的小容量 DG,且一个 DG 形成一个孤岛,开关操作次数较多。文献[2-3]主要是根据孤岛运行时的功率平衡要求进行孤岛划分,采用启发式的搜索策略实现,但其并未区分负荷的重要等级,所有负荷都是按照同一等级处理。文献[4]根据负荷情况分层逐级解列,并进行实时减载以保持功率平衡。文献[5]将配电网简化成具有节点赋权和边赋权的有根树,自上而下采用搜索加校验的方法实现 DG 的孤岛划分,但是该文献并未充分利用配电网的环网设计结构,均采用自上而下的辐射状结构,因此未能保证孤岛运行的最大化。文献[6]是目前较好的划分方法,该文献把对孤岛的划分转化成图论中的求最小生成树的问题,采用 Prim 算法实现,但该方法只适用于 DG 和负荷均接在母线上的配电网,对于 DG 和负荷通过馈线接入配电网和含“T”节点的配电网不再适用。文献[7-8]从微电网的角度对孤岛的运行、控制划分等问题进行了相关研究。文献[9]引入了可控负荷与不可控负荷的孤岛划分方法。

针对上述问题与研究现状,本文将进行以下研究:建模分析,将配电网模型按一定规则简化成树状模型;孤岛搜索与校验阶段,利用 sollin 算法求最小树实现孤岛的划分;对含 DG 的 69 节点配电网和文献[6]算例进行分析,并与文献[6]算例进行比较。

收稿日期:2011-12-13;修回日期:2013-03-01
基金项目:国家自然科学基金资助项目(50977059)
Project supported by the National Natural Science Foundation of China(50977059)

1 含 DG 配电网的生成树模型

1.1 DG 和负荷的接入方式

DG 的接入分为 2 种:一是通过母线并入配电网,如图 1 所示的 DG₁ 通过母线 4 并入配电网;二是通过馈线并入配电网,如图 1 中的 DG₂ 通过连接在母线 4 的馈线并入配电网。

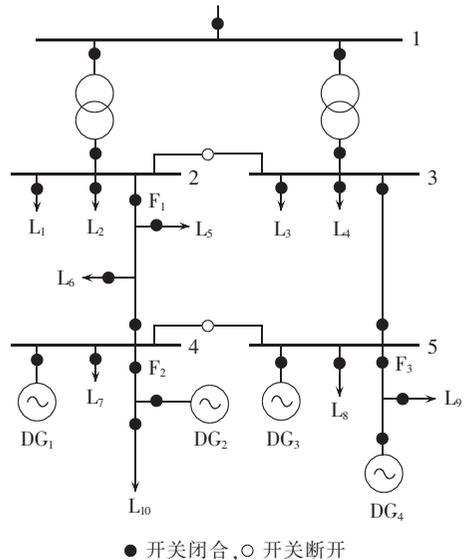


图 1 含 DG 的配电网系统

Fig.1 Distribution system with DGs

在配电网中负荷也有 2 种接入方式:一是直接与母线相连,如图 1 中的负荷 L₁、L₂ 直接与母线 2 相连,负荷 L₃、L₄ 与母线 3 相连;二是与馈线相连,形成“T”节点,如图 1 中的负荷 L₅、L₆、L₉、L₁₀ 接入馈线形成“T”节点。根据文献[9]负荷还可分为可控负荷与不可控负荷。

1.2 生成树模型

配电网都采用环网设计,开环运行。运行时呈辐射状网络,此时相当于一棵以电源为根节点的有根树,整个配电网相当于森林。这样就可以把含有 DG 的配电网简化成一棵节点赋权和边赋权的生成树

$T(V, E, W)^{[10]}$, 其中 T 表示生成树; V 表示树的节点; E 表示树的边, 即节点之间的连接关系; W 表示边的权值。基于上述特点可将故障下游的配电网简化成如下所述的生成树。

a. 对节点负荷的处理: 将节点负荷处理成“T”节点, 把节点负荷上的功率引出一条由一个开关控制的负荷, 该负荷的大小就是该节点负荷功率的大小, 如此形成一个含“T”节点的电路, 如图 2 所示。 P_1 、 P_2 和 P_3 表示节点负荷上的功率。

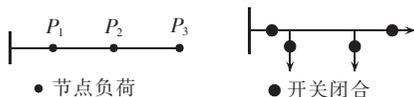
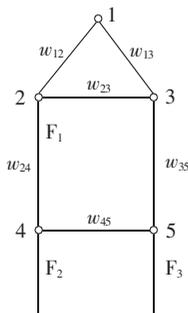


图 2 “T”节点负荷的形成

Fig.2 Formation of “T” node load

b. 把步骤 a 形成的含“T”节点电路转换成如图 3 所示的连通图: 母线等效成母线节点, 负荷等效成树枝(图 3 省略), 馈线等效成树干。如果负荷含有可控负荷和不可控负荷, 则将其划分成两部分负荷, 具体划分参见文献[9]。待孤岛划分结束后将模型恢复到原先状态。图 1 所示的电路经简化后的模型如图 3 所示, 图 3 中的每条边上的开关与负荷均已省略。



○ 母线节点, w_{ij} 连通图边权

图 3 包含 DG 配电网连通图

Fig.3 Connection graph of distribution network with DGs

从图 3 可知, 所有的 DG 和负荷都是接在母线 2、3、4、5 或接在馈线 F_1 、 F_2 、 F_3 上, 因此只要如图 3 所示的电路组成一个可连通的供电路径, 则所有的负荷和 DG 都能够与该路径形成连通图, 而这个供电路径就相当于图论中连通图的生成树。因此该问题就转化为求连通图中的生成树问题。

1.3 连通图边权值的确定

由连通图知识可知, 节点集合 $V=\{v_i | 0 \leq i \leq n-1, n \geq 0\}$, 其中 n 表示节点数, 其包含有 DG 节点、母线节点和负荷节点。 v_i 表示节点 i 的数值: DG 节点的数值是其发出的有功功率, 为非负实数; 负荷节点的数值是其所需的有功功率, 为非负实数; 母线节点无数值。边集合 $E=\{e_{ij} | 0 \leq i, j \leq n-1, i \neq j\}$, 边有以下 3

种形式: 母线(或馈线)与 DG 相连的边; 母线与母线相连的边; 母线(或馈线)与负荷相连的边。权值集合 $W=\{w_{ij} | 0 \leq i, j \leq n-1, i \neq j\}$, w_{ij} 的值表示边 e_{ij} 的权值。权值设置得越小, 说明在孤岛合并过程中越重要, 即优先考虑动作, 而其具体的数值大小没有实质意义, 大小的不同只是区分其在路径选取中的重要程度。具体权值的确定方法如下^[6]。

母线(或馈线)与 DG 相连的边的权值确定为 0, 因为要形成孤岛, 首先在孤岛内必须有电源存在, 因此把母线(或馈线)与 DG 的权值设置为最小值 0, 这样就能够保证在孤岛搜索过程中把所有的 DG 包含在孤岛内。

由图 2 可知母线与母线相连的边中包含有馈线、无任何电气设备的导线、安装有变压器的导线 3 种连接线, 因此母线与母线相连的边的权值的确定原则有 3 种情况。

a. 在有馈线的情况下, 因为在馈线上接有负荷, 为了保证馈线上的部分负荷供电, 就得使馈线带电, 因此将其设置为 0, 表明其优先权最高, 保证其在孤岛搜索中被优先并入。

b. 在无任何电气设备的导线的情况下, 只相当于两母线间的连接线, 中间没有接负荷, 因此它的重要性不如情况 a, 即其权值要比 a 大, 将其设置为 0.1 (大于 0)。

c. 在安装有变压器的情况下, 由于变压器有损耗, 因此在路径选取过程中与情况 b 相比时, 将优先考虑情况 b, 因此此时的权值应比 b 还要大才符合要求(数值大于 0.1)。但当变压器中含有二绕组变压器和三绕组变压器时, 考虑到三绕组变压器的效率比二绕组的高, 将优先考虑三绕组变压器, 所以含三绕组变压器的权值要比二绕组小, 在此设含二绕组变压器的权值为 0.5, 含三绕组变压器的权值设置为 0.25。

母线(或馈线)与负荷相连的边的权值的确定原则为: 为了减少开关的操作次数, 将采用小负荷优先供电的方式来实现, 同时还需考虑重要负荷优先供电的原则。因此其权值的确定将由负荷功率的大小和重要等级程度 2 个因素共同决定。其具体的权值计算公式如式(1)和式(2)所示^[6]。当按式(1)求出具有 2 个相同权值时, 取重要程度高的负荷优先供电, 此时能保证重要负荷优先供电。

$$w_{ij} = \alpha P_j \beta S_j \quad (1)$$

$$P_j = \frac{10-1}{P_{\max} - P_{\min}} P_j \quad (2)$$

其中, w_{ij} 为母线或馈线与负荷相连边的权值; α 、 β 分别为负荷功率大小和重要等级程度在权值中所占的比重, 本文取 $\alpha = \beta = 1$; S_j 为节点负荷 j 的重要等级指标, 取 $S_j = \{0, 1, 2\}$, 负荷 j 越重要, S_j 的值就越小, 即

一类负荷对应 $S_j=0$, 二类负荷对应 $S_j=1$, 三类负荷对应 $S_j=2$; P_{\max} 为需进行孤岛划分范围内负荷的最大功率; P_{\min} 为需进行孤岛划分范围内负荷的最小功率; P_j 为负荷节点 j 的功率; P_{ij} 为负荷节点 j 的功率经标准化处理为 1~10 之间的数值。

在上述 3 种边的权值的设定中, 把前 2 种边的权值设定为 0~1 之间的数值, 是因为在孤岛搜索过程中, 将其视为树干来处理, 优先级较高; 而把含负荷边的权值设定为 1~10 间的数值, 是因为将其视为叶节点来处理, 因此优先级比前者低。

2 孤岛划分的数学模型

基于上述连通图模型的建立, 本文采用如下孤岛划分的数学模型:

$$\begin{aligned} \min \quad & \sum_{(i,j) \in T^*} w_{ij} \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{i \in T^*} P_{Gi} - \sum_{j \in T^*} P_j \geq 0 \\ & U_{\min} \leq U_j \leq U_{\max} \\ & I_{ij} \leq I_{ij}^{\max} \end{aligned}$$

其中, T^* 为所求得的最小生成树; P_{Gi} 为最小生成树中 DG 的有功功率, P_j 为最小生成树中负荷的有功功率, 由于无功功率不适宜远距离传输, 均采用就地补偿的方式, 因此不考虑; U_j 为节点 j 的正常电压, U_{\min} 、 U_{\max} 分别为节点 j 允许的电压下限、上限; I_{ij} 、 I_{ij}^{\max} 分别为线路 e_{ij} 允许的正常电流和最大允许电流。

目标函数是求最小生成树, 即权值最小。第 1 个约束条件是保证孤岛内的有功功率平衡, 以全网的平衡为目标, 由于无功功率可通过在负荷侧增设电容补偿装置调整, 因此不考虑; 第 2 个约束条件是孤岛内各节点电压不能越限, 将其限制在 0.95~1.05 的额定电压范围之内; 第 3 个约束条件是孤岛内各线路流经的电流不能越限。

3 sollin 算法求最小生成树

由第 2 节的目标函数可知, 其目的是要在连通图中寻找一棵权值和最小的生成树, 即最小树。因此本文将采用 sollin 算法^[1]求解其最小树, 具体步骤如下。

a. 对 N 中任意一个节点 $i \in N$, N 表示所有节点的集合, 定义 $N_i = \{i \mid i=0, 1, \dots, n-1\}$, $T^* = \emptyset$ 。

b. 如果 T^* 中已经有 $n-1$ 条弧, 则 T^* 为 T 的最小生成树; 否则对 T^* 中的所有子树节点集合 $N_k (k \in N)$, 计算边割 $[N_k, /N_k]$ 中的最小弧, 即计算 $w(e_k^*) = \{\min w(e) \mid e \in [N_k, /N_k]\}$ 。其中 $/N_k$ 表示 N_k 补集, $e_k^* = (i_k, j_k)$, $i_k \in N_k, j_k \in /N_k$ 。

c. 对 T^* 中的所有子树节点集合 N_k 及最小弧 $e_k^* = (i_k, j_k)$, 将该子树与 j_k 所在的子树合并成一棵子树, 如

果有相同的最小弧则取 $i_k + j_k$ 小的边。并令 $T^* = T^* \cup \{(i_k, j_k)\}$, 然后转至步骤 **b**。

具体流程图如图 4 所示。

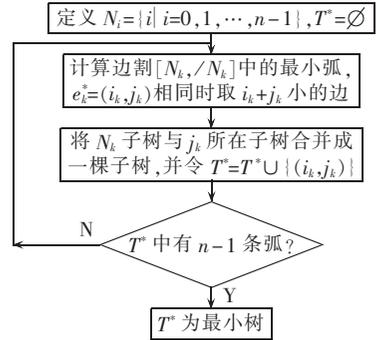


图 4 sollin 算法流程图

Fig.4 Flowchart of sollin algorithm

4 孤岛划分策略

由第 1 节所介绍的含 DG 配电网的简化模型可知: 母线节点始终是树状模型的内点, 负荷作为生成树的末梢节点, 馈线作为树枝。由图论知识可知: 任意删除两内点相连的边将使整棵树拆分成 2 棵子树, 从而有可能导致部分子树失电; 删除一条树枝, 将影响与该树枝相连的所有叶节点的供电。末梢节点(叶节点)的删除只影响该末梢节点, 不会影响到其他节点的供电。因此可以先以内点(母线节点)作为节点和馈线作为树枝求解出一棵最小生成树, 然后再把 DG 合并到所求出的最小生成树上, 最后以负荷作为叶节点, 在满足功率平衡的条件下按权值由小到大的顺序并入该最小树。

具体过程如下。

a. 以母线作为树的节点, 利用 sollin 算法求出最小树 $T^*(V^*, E^*)$, 并把未加入的馈线放入边集合 E^* 中, 因为由图 2 可知: 馈线连接在两母线之间, 由于权值为 0, 所以加入了该树中; 馈线只连接在一条母线上, 对此本文将其直接加入该树中。此时所求得的最小树中 V^* 均表示母线节点, E^* 表示母线与母线相连的边和馈线。

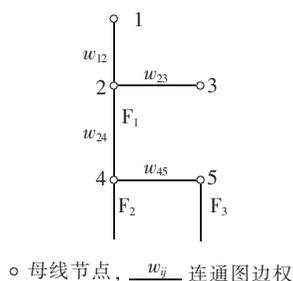
b. 把需进行孤岛划分区域的 DG 全部并入最小树 $T^*(V^*, E^*)$, 并计算 $P = \sum_{i \in T^*} P_{Gi}$, 即把孤岛内所有 DG 功率相加。此时 V^* 包括母线节点和 DG 节点, E^* 包含母线与母线相连的边、馈线和母线与 DG 或馈线相连的边。

c. 负荷按权值由小到大的顺序排列, 若有相同权值的负荷, 重要程度等级高的排在前面。从权值最小的负荷开始, 将负荷依次并入树 $T^*(V^*, E^*)$ 中, 每次并入一个负荷, 并计算 $P = P - P_{Li}$, 其中 P_{Li} 表示刚并入树 $T^*(V^*, E^*)$ 中负荷 L_i 的功率。并且判断 P

是否大于等于 0,若是,继续并入下一个负荷按该步骤依次进行下去,直到 $P \leq 0$ 或所有的负荷都搜索完毕时停止。

d. 优化孤岛。对上述所求得的最小树 $T^*(V^*, E^*)$ 进行优化,去除没有与负荷相连的母线节点或馈线,并对其进行潮流分析计算,检测是否满足约束条件。若线路过载,则充分利用环网结构,投入一条支路分流过载线路;若母线电压越限,则在母线投切电容器进行调节。

按孤岛划分策略,图 1 的最小生成树如图 5 所示,具体的流程图如图 6 所示。



○ 母线节点, w_{ij} 连通图边权

图 5 最小生成树图

Fig.5 Chart of minimum spanning tree

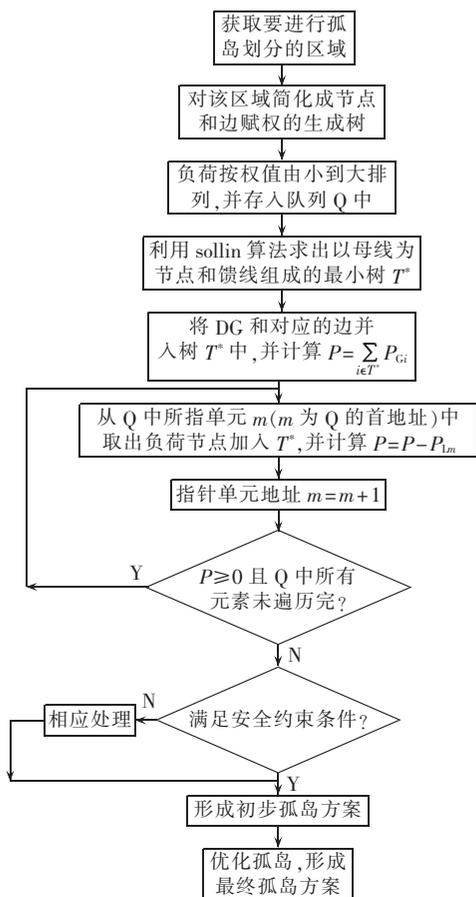


图 6 孤岛划分算法流程

Fig.6 Flowchart of islanding algorithm

e. 执行完上述步骤后,最终形成的树 $T^*(V^*, E^*)$ 就是配电网故障后的孤岛方案,闭合树 $T^*(V^*, E^*)$ 内

的所有开关和断路器,跳开树 $T^*(V^*, E^*)$ 以外的所有开关和断路器,此时孤岛已经形成。同时利用孤岛检测技术^[12-14]对其进行检测,看是否成功形成孤岛,并将信息反馈至调度中心。

5 算例分析

如图 7 所示 69 节点配电系统,其中节点 49 和节点 50 含有 40% 的可控负荷,其余各参数与文献[6]相同。经该文献的划分可得一个最大的孤岛,即断开节点 61 的全部负荷,节点 49 和节点 50 可控负荷部分恢复供电,其优点是只有一个孤岛,开关操作次数最小,只需断开一个负荷。经潮流检验,图 7 所示为最终孤岛^[15-16]。

图 8 为文献[6]所示的某一含 DG 的典型配电系统利用本文孤岛划分方案所得的最优孤岛划分方案,图中 DG 与负荷功率单位均为 MW。其中开关 6、7、23、44、59、65、72 所接的负荷为一类负荷;开关 5、21、33、70 所连负荷为三类负荷;其余为二类负荷。开关 21 所接负荷中有 1/3 的可控负荷;开关 80 所接负荷中可控负荷占 1/8。经潮流检验得最终的孤岛运行如图 8 所示,切除了开关 5、16、52、70 所接负荷;开关 21、80 所接可控负荷全部恢复供电(分别为 0.37 MW、0.4 MW)。

对比文献[6]可得如下结论。

a. 本文方法能够适应 DG 和负荷通过馈线接入的配电网系统,并且对于不同电压等级和只含同一电压等级配电网系统均可划分。而在算例图 7 中文献[6]就不适用。

b. sollin 算法的核心思想是开始把所有的点处理成独立的树,形成一个森林,根据边割最优条件,把各子树(森林)逐渐地合并成一棵树。由于这是子树与子树间的合并,因此搜寻速度将成倍递增,极大地缩短了搜索时间;而文献[6]所采用 Prim 算法求最小树时,其思想是首先选择一棵树,然后根据边割最优条件,逐个节点和逐个边加入该树中,这样慢慢地扩大这棵树。显然,对于多节点的大配电网系统而言,采用本文所提出的 sollin 算法将能节省大量的计算时间。

c. 文献[6]在进行最小树的搜寻时要进行 3 次 Prim 算法计算,而在本文中由于只是寻找一棵关于母线节点的最小树,因此只要运行 1 次 sollin 算法即可实现,进一步缩短了时间。

d. 文献[6]可恢复的负荷功率为 18.38 MW,由于引入了可控负荷和不可控负荷,因此本文算法可恢复 18.42 MW 的负荷功率,与文献[6]相比,提高了 DG 的利用率。

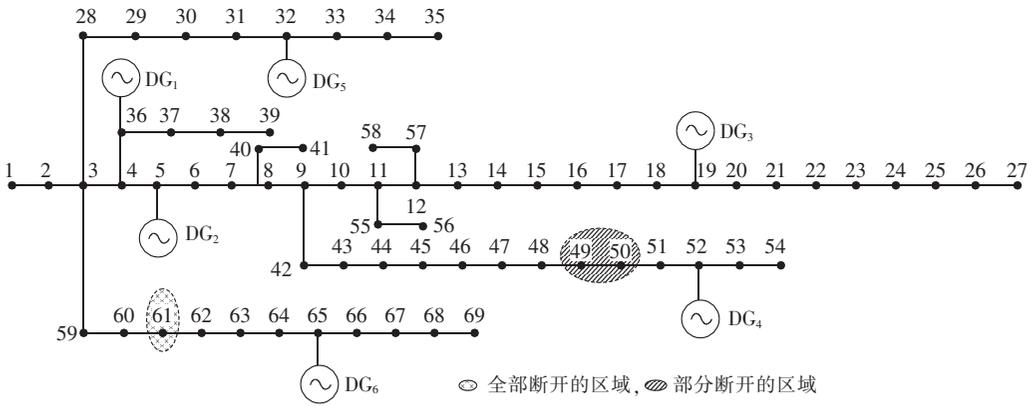


图 7 含 DG 的 69 节点配电系统
Fig.7 69-bus distribution system with DGs

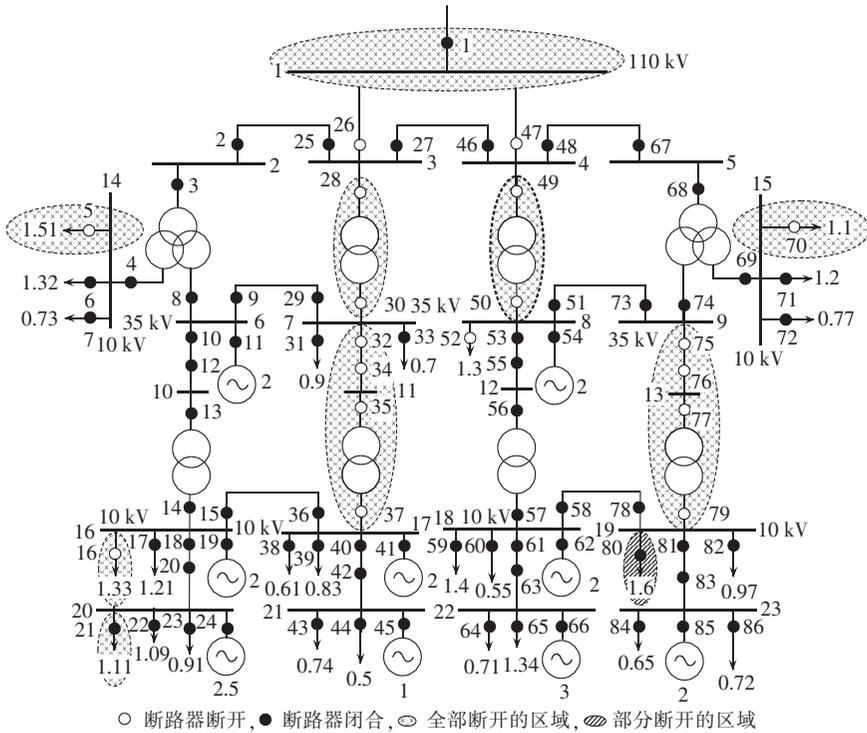


图 8 文献[6]含 DG 配电网的孤岛划分方案
Fig.8 Islanding scheme of distribution system with DGs in reference[6]

6 结论

孤岛的划分是为了实现当配电网发生故障时,充分利用故障下游的 DG,按一定规则继续给故障下游负荷供电,以提高用户的可供电持续率。因此本文结合现阶段方法的优点,在考虑负荷重要等级和可控负荷与不可控负荷的情况下,忽略无功(无功采用就地补偿),以有功功率平衡为约束条件将配电网划分成求最小生成树模型,实现孤岛的划分,并与已有划分方法进行比较分析。通过算例分析表明:

- a. 该算法不仅能够适用于不同电压等级的配电网,及同一电压等级的含馈线的配电网,同时还适用于负荷和 DG 通过不同方式接入的配电网;
- b. 通过引进可控负荷与不可控负荷,一定程度上提高了 DG 的利用率;

c. 利用 sollin 算法的快速收敛性,有效地提高了计算速度;

d. 采用全网求最小树所得的孤岛是一个最大的孤岛,开关操作次数少。

本文也存在一定的缺陷,因在某些情况下配电网的边际条件会发生改变,如重要负荷的变化等,而文中只利用负荷平衡作为唯一的约束条件,显然在这些配电网中不够合理,后续的研究将予以解决。

参考文献:

[1] 赵晶晶,杨秀,符杨. 考虑分布式发电孤岛运行方式的智能配电网供电恢复策略研究[J]. 电力系统保护与控制,2011,39(17): 45-49.
ZHAO Jingjing,YANG Xiu,FU Yang. Smart distribution system service restoration using distributed generation islanding tech-

- nique[J]. Power System Protection and Control, 2011, 39(17): 45-49.
- [2] 李俊良, 蒋怡康, 刘奇, 等. 基于CSP的复杂配电网孤岛划分方案研究[J]. 陕西电力, 2012, 40(10): 44-47.
LI Junliang, JIANG Yikang, LIU Qi, et al. Research of islanding scheme for complex distribution network based on CSP algorithm[J]. Shaanxi Electric Power, 2012, 40(10): 44-47.
- [3] 易新, 陆于平. 分布式发电条件下的配电网孤岛划分算法[J]. 电网技术, 2006, 30(7): 50-54.
YI Xin, LU Yuping. Islanding algorithm of distribution networks with distributed generators[J]. Power System Technology, 2006, 30(7): 50-54.
- [4] 丁磊, 潘贞存, 苏永智, 等. 并网分散电源的解列与孤岛运行[J]. 电力自动化设备, 2007, 27(7): 25-29.
DING Lei, PAN Zhencun, SU Yongzhi, et al. Splitting and islanding of networked dispersed generators[J]. Electric Power Automation Equipment, 2007, 27(7): 25-29.
- [5] 丁磊, 潘贞存, 丛伟. 基于有根树的分布式发电孤岛搜索[J]. 中国电机工程学报, 2008, 28(25): 62-67.
DING Lei, PAN Zhencun, CONG Wei. Searching for intentional islanding strategies of distributed generation based on rooted tree[J]. Proceedings of the CSEE, 2008, 28(25): 62-67.
- [6] 董晓峰, 陆于平. 基于改进Prim算法的分布式发电孤岛划分方法[J]. 电网技术, 2010, 34(9): 195-201.
DONG Xiaofeng, LU Yuping. Islanding algorithm for distributed generators based on improved Prim algorithm[J]. Power System Technology, 2010, 34(9): 195-201.
- [7] 苏玲, 张建华, 王利, 等. 微电网相关问题及技术研究[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(19): 235-239.
SU Ling, ZHANG Jianhua, WANG Li, et al. Study on some key problems and technique related to microgrid[J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(19): 235-239.
- [8] 鲁鸿毅, 应鑫龙, 何奔腾. 微型电网联网和孤岛运行控制方式初探[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(11): 28-31.
LU Hongyi, YING Xinlong, HE Benteng. Control strategy for microgrid in net-connected and islanded operation[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37(11): 28-31.
- [9] 王旭东, 林济铿. 基于分支定界的含分布式发电配电网孤岛划分[J]. 中国电机工程学报, 2011, 31(7): 16-20.
WANG Xudong, LIN Jikeng. Island partition of the distribution system with distributed generation based on branch and bound algorithm[J]. Proceedings of the CSEE, 2011, 31(7): 16-20.
- [10] 胡运权. 运筹学基础及运用[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2006: 121-123.
- [11] 谢金星, 邢文训, 王振波. 网络优化[M]. 北京: 清华大学出版社, 2009: 48-49.
- [12] 侯梅毅, 高厚磊, 刘炳旭, 等. 基于相位偏移的孤岛检测新方法[J]. 电力自动化设备, 2009, 29(11): 22-26.
HOU Meiyi, GAO Houlei, LIU Bingxu, et al. Islanding detection method based on phase shift[J]. Electric Power Automation Equipment, 2009, 29(11): 22-26.
- [13] 任碧莹, 钟彦儒, 孙向东, 等. 基于周期交替电流扰动的孤岛检测方法[J]. 电力系统自动化, 2008, 32(19): 81-84.
REN Biying, ZHONG Yanru, SUN Xiangdong, et al. Islanding detection method based on the alternate current disturbances[J]. Automation of Electric Power Systems, 2008, 32(19): 81-84.
- [14] 李军, 黄学良, 陈小虎, 等. 基于双重判据的微电网快速孤岛检测技术[J]. 电力自动化设备, 2012, 32(5): 38-42, 56.
LI Jun, HUANG Xueliang, CHEN Xiaohu, et al. Detection of islanded microgrid based on double criterions[J]. Electric Power Automation Equipment, 2012, 32(5): 38-42, 56.
- [15] 刘传铨, 张焰. 计及分布式电源的配电网供电可靠性[J]. 电力系统自动化, 2007, 31(22): 46-49.
LIU Chuanquan, ZHANG Yan. Distribution network reliability considering distribution generation[J]. Automation of Electric Power Systems, 2007, 31(22): 46-49.
- [16] 王旭东, 林济铿. 基于网络化简的含分布式电源的配电网可靠性分析[J]. 电力系统自动化, 2010, 34(4): 38-43.
WANG Xudong, LIN Jikeng. Reliability evaluation based on network simplification for the distribution system with distributed generation[J]. Automation of Electric Power Systems, 2010, 34(4): 38-43.

作者简介:

曾令诚(1986-), 男, 江西吉安人, 硕士研究生, 从事配电网自动化方面的研究(E-mail: zenglingcheng126@126.com);

吕林(1963-), 男, 四川成都人, 教授, 主要从事配电网自动化方面的研究(E-mail: lvlin@scu.edu.cn);

曾澜钰(1986-), 女, 江西吉安人, 助理工程师, 主要从事配电网自动化方面的研究。

Islanding method based on sollin algorithm for grid with distributed generations

ZENG Lingcheng¹, LÜ Lin¹, ZENG Lanyu²

(1. School of Electrical Engineering and Information, Sichuan University, Chengdu 610065, China;

2. Power Technology Service Branch Company of Kaineng Group Limited Company
in Zhongshan, Zhongshan 528400, China)

Abstract: The distribution network, to which the DGs (Distribution Generations) are connected as feeders, is simplified as the distribution network consisting of “T” nodes and, with the bus nodes and feeders as the stems, the loads are added into the minimum spanning tree in ascending order according to the weight. With the conditions of power balance in island as the constraints, the minimum spanning tree is solved by the sollin algorithm in graph theory analysis and the islands are then divided. Case analysis shows that, the distribution network with DGs is quickly divided by the sollin-based graph theory analysis and the utilization of DG is effectively improved.

Key words: distributed power generation; “T” node; feeder; islanding; minimum spanning tree; sollin algorithm; models