



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106447061 B

(45)授权公告日 2019.09.17

(21)申请号 201510477980.9

G06Q 50/06(2012.01)

(22)申请日 2015.08.06

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106447061 A

CN 103178536 A,2013.06.26,
CN 104810861 A,2015.07.29,
US 8600556 B2,2013.12.03,

(43)申请公布日 2017.02.22

审查员 杨牛

(73)专利权人 北京电研华源电力技术有限公司
地址 100192 北京市海淀区清河小营东路
15号华源楼

(72)发明人 向驰 于伟 石文娟 左高
柳占杰 乔玉静 周建华

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
代理人 贾磊

(51)Int.Cl.

G06Q 10/04(2012.01)

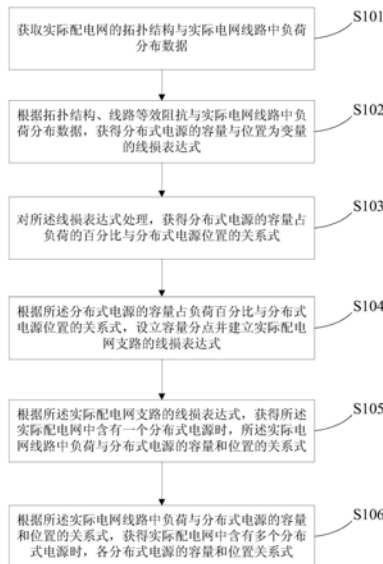
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

分布式电源定容选址的方法

(57)摘要

一种分布式电源定容选址的方法,包含:获取实际配电网的拓扑结构与负荷分布数据;根据拓扑结构、线路等效阻抗与实际电网线路中负荷分布数据,获得分布式电源的容量与位置为变量的线损表达式;对线损表达式处理,获得分布式电源的容量占负荷百分比与分布式电源位置的关系式;根据分布式电源的容量占负荷百分比与分布式电源位置的关系式,设立容量分点并建立实际配电网支路的线损表达式;根据实际配电网支路的线损表达式,获得实际配电网中含有一个分布式电源时,实际电网线路中负荷与分布式电源的容量和位置的关系式;根据实际电网线路中负荷与分布式电源的容量和位置的关系式,获得实际配电网中含有多个分布式电源时,各分布式电源的容量和位置关系式。



1. 一种分布式电源定容选址的方法,其特征在于,所述方法包含:

获取实际配电网的拓扑结构与实际电网线路中负荷分布数据;

根据拓扑结构、线路等效阻抗与实际电网线路中负荷分布数据,获得分布式电源的容量与位置为变量的线损表达式;

对所述线损表达式处理,获得分布式电源的容量占负荷的百分比与分布式电源位置的关系式;

根据所述分布式电源的容量占负荷百分比与分布式电源位置的关系式,设立容量分点并建立实际配电网支路的线损表达式;

根据所述实际配电网支路的线损表达式,获得所述实际配电网中含有一个分布式电源时,所述实际电网线路中负荷与分布式电源的容量和位置的关系式;

根据所述实际电网线路中负荷与分布式电源的容量和位置的关系式,获得实际配电网中含有多个分布式电源时,各分布式电源的容量和位置关系式。

2. 根据权利要求1所述的分布式电源定容选址的方法,其特征在于,对所述线损表达式处理包含:

利用离散函数的极值原理,对所述线损表达式中线损功率求极值,获取线损最小时分布式电源的容量与位置的关系。

3. 根据权利要求2所述的分布式电源定容选址的方法,其特征在于,所述线损表达式包含如下公式:

$$P_{loss} = \left(\left(\sum_{i=1}^N I_i \right) (1-x) \right)^2 R_0 \sum_{i=1}^t L_i + \left(x \sum_{i=1}^N I_i - \sum_{i=t+1}^N I_i \right)^2 \left(R_0 L - R_0 \sum_{i=1}^t L_i \right);$$

上述公式中,实际配电网线路中集中负荷和分布式电源总数为N个节点,其中分布式电源在t节点处并网;线路单位长度的电阻为 R_0 ,负荷节点间的长度分别为 L_i , I_i 为节点电流, P_{loss} 为实际配电网线路损耗功率,x为一函数,L为线路总长,i为节点位置。

4. 根据权利要求2所述的分布式电源定容选址的方法,其特征在于,所述线损最小时分布式电源的容量占负荷的百分比与分布式电源位置的关系式包含如下公式:

$$x = \frac{\left(\sum_{i=1}^N I_i \right)^2 - \left(\sum_{i=t+1}^N I_i \right)^2}{2 \left(\sum_{i=1}^N I_i \right)^2 - 2 \left(\sum_{i=1}^N I_i \right) \left(\sum_{i=t+1}^N I_i \right)};$$

上述公式中,实际配电网线路中集中负荷和分布式电源总数为N个节点,其中分布式电源在t节点处并网; I_i 为节点电流, I_{DG} 为分布式电源电流,x为一函数,其中 $I_{DG} \approx x \sum_{i=1}^N I_i$,i为节点位置。

5. 根据权利要求1所述的分布式电源定容选址的方法,其特征在于,所述设立容量分点并建立实际配电网支路的线损表达式包含:如下公式:

$$P_{loss} = \left(I_{DG} - \sum_{i=t+1}^N I_i \right)^2 R_0 \sum_{i=k}^t L_i + \left(\sum_{i=t+1}^N I_i \right)^2 R_0 \sum_{i=t+1}^N L_i;$$

上述公式中,实际配电网线路中集中负荷和分布式电源总数为N个节点,其中分布式电源在t节点处并网;线路单位长度的电阻为 R_0 ,负荷节点间的长度分别为 L_i , I_i 为节点电流, I_{DG} 为分布式电源电流,k为实际配电网线路中容量分点位置, P_{loss} 为容量分点后实际配电网线路损耗功率,i为节点位置。

6.根据权利要求5所述的分布式电源定容选址的方法,其特征在于,所述实际配电网中含有一个分布式电源时,所述实际电网线路中负荷与分布式电源的容量和位置的关系式包含:

对所述实际配电网支路的线损表达式做极值处理,获得所述实际电网线路中负荷与分布式电源的容量和位置的关系式,所述关系式如下:

$$I_{DG} = 2 \sum_{i=t+1}^N I_i;$$

上述公式中,实际配电网线路中集中负荷和分布式电源总数为N个节点,其中分布式电源在t节点处并网; I_i 为节点电流, I_{DG} 为分布式电源电流,i为节点位置。

7.根据权利要求6所述的分布式电源定容选址的方法,其特征在于,所述实际配电网中含有多个分布式电源时,各分布式电源的容量和位置关系式包含:

对所述实际电网线路中负荷与分布式电源的容量和位置的关系式进一步处理,获得实际配电网中含有多个分布式电源时,各分布式电源的容量和位置的关系式,所述各分布式电源的容量和位置的关系式如下:

$$I_{DGn} = 2 \left(\sum_{i=t+1}^N I_i - \sum_{j=1}^{n-1} I_{DGj} \right);$$

上述公式中,实际配电网线路中集中负荷和分布式电源总数为N个节点,n为当前已有分布式电源数量;其中分布式电源在t节点处并网,n的取值不同t值也相应不同; I_i 为节点电流, I_{DGn} 为第n个分布式电源电流,i为节点位置, I_{DGj} 为第j个分布式电源电流,j为常数。

分布式电源定容选址的方法

技术领域

[0001] 本发明主要涉及控制技术领域,尤指一种配电网中分布式电源定容选址的方法。

背景技术

[0002] 《国家新型城镇规划》中指出,新型城镇化过程中要坚持“生态文明,绿色低碳”的基本原则,着力推进绿色发展、循环发展、低碳发展,节约集约利用土地、水、能源等资源,推动形成绿色低碳的生产生活方式。新型城镇建设以产业转型升级推动经济发展,以公共服务便利化、城市能源清洁化打造绿色和谐的可持续发展城镇,到2020年,智能配电网体系实现可再生能源消费比升至13%。可再生能源的充分利用,降低了对石化能源消费的依赖,促进了能源结构的低碳化,有力支撑新型城镇“低碳绿色”发展。充分利用太阳能、风能、水能、地热能、生物质能等发电、供热,实现城镇生活用能的清洁化。

[0003] 分布式电源、电动汽车等清洁能源具有节能、减排、安全、灵活等多重优点,可缓解环境、电网调峰压力,保障配电网“绿色友好、安全可靠”运行。分布式电源具有建设周期短、成本低、投资小等优点,解决了偏远地区供电问题,降低电网建设投资;其就近、分散式供电提高了供电可靠性,降低了终端用户费用,减少了系统损耗,同时带来额外的环境效益。在意外灾害发生时,分布式电源可以弥补大电网的安全稳定性不足,为重要用户持续供电。

[0004] 大量分布式电源的接入改变了传统配电网供电方式,给电网的安全可靠运行造成威胁,对配电网的规划设计、安全管理、运行检修等方面的发展提出更多的机遇和挑战。主要在以下几个方面,配电源有原来的单源网络变成多源网络结构,改变了潮流方向;分布式电源的随机、间歇式发电给配电网的负荷预测带来困难;分布式电源的合理布置可以减少线路损耗,降低输配电成本,还可以为系统提供紧急后背能源和辅助服务,提高供电的可靠性和稳定性,合理的分布式电源配置可以推迟或者减少对电网扩展投资。分布式电源的接入位置不同将影响着线路的负载能力或者变电站节点上电源容量。

[0005] 目前,关于分布式电源接入配电网的位置与容量对配电网的规划与运行的影响有了很多的研究。分布式电源定容选址问题是一个复杂的多目标、多约束、非线性、非连续的规划问题,寻找最优解较为困难。目前在用的方法主要有经典数学优化算法、启发式优化算法、智能优化算法。经典数学优化算法主要用户求解证书规划和混合证书规划问题,理论上可以保证解得最优性,但是随着求解问题的规模不断增大,经典数学优化算法的收敛性会出现问题。启发式优化算法以直观的分析为依据,结合规划人员的经验,能够准确的模拟实际中的问题,此种方法可以得到每个节点最优安装容量但不能保证是整个电网的全局最优解。智能优化算法包括人工神经网络、模拟退火算法、遗传算法、粒子群算法等,是一种以解决组合优化问题的智能技术,比传统算法具有更好的全局优化性,已成功应用于电网规划领域。遗传算法是整个种群向最优区移动,而粒子群算法是追随单个粒子的单向信息流动,整个搜寻过程是跟随当前最优解的过程。与遗传算法相比,粒子群算法能更快速的收敛于最优解,尤其是对于高维度的模型,遗传算法收敛较慢甚至很难收敛。而且大部分只能优化算法是在没有确定分布式电源数量、容量、和位置的情况下,给定优化目标和电网约束条

件,通过算法实现分布式电源的定容选址,而对电网的潮流分布及特征并没有研究,这些方法在已知分布式电源容量或者位置的前提下,适用性有一定的局限性。

发明内容

[0006] 本发明目的在于通过实际环境数据,获得最优分布式电源并网位置与容量,实现配电网中线损消耗最小。

[0007] 为达上述目的,本发明具体提供一种分布式电源定容选址的方法,所述方法具体包含:获取实际配电网的拓扑结构与实际电网线路中负荷分布数据;根据拓扑结构、线路等效阻抗与实际电网线路中负荷分布数据,获得分布式电源的容量与位置为变量的线损表达式;对线损表达式处理,获得分布式电源的容量占负荷百分比与分布式电源位置的关系式;根据分布式电源的容量占负荷百分比与分布式电源位置的关系式,设立容量分点并建立实际配电网支路的线损表达式;根据实际配电网支路的线损表达式,获得实际配电网中含有一个分布式电源时,实际电网线路中负荷与分布式电源的容量和位置的关系式;根据实际电网线路中负荷与分布式电源的容量和位置的关系式,获得实际配电网中含有多个分布式电源时,各分布式电源的容量和位置关系式。

[0008] 在上述分布式电源定容选址的方法中,优选的,对所述线损表达式处理包含:利用离散函数的极值原理,对所述线损表达式中线损功率求极值,获取线损最小时分布式电源的容量与位置的关系。

[0009] 在上述分布式电源定容选址的方法中,优选的,所述线损表达式包含如下公式:

$$[0010] \quad P_{loss} = \left(\left(\sum_{i=1}^N I_i \right) (1-x) \right)^2 R_0 \sum_{i=1}^t L_i + \left(x \sum_{i=1}^N I_i - \sum_{i=t+1}^N I_i \right)^2 \left(R_0 L - R_0 \sum_{i=1}^t L_i \right);$$

[0011] 上述公式中,实际配电网线路中集中负荷和分布式电源总数为N个节点,其中分布式电源在t节点处并网;线路单位长度的电阻为 R_0 ,负荷节点间的长度分别为 L_i , I_i 为节点电流, I_{DG} 为分布式电源电流, P_{loss} 为实际配电网线路的损耗功率。

[0012] 在上述分布式电源定容选址的方法中,优选的,所述线损最小时分布式电源的容量与位置的关系包含如下公式:

$$[0013] \quad x = \frac{\left(\sum_{i=1}^N I_i \right)^2 - \left(\sum_{i=t+1}^N I_i \right)^2}{2 \left(\sum_{i=1}^N I_i \right)^2 - 2 \left(\sum_{i=1}^N I_i \right) \left(\sum_{i=t+1}^N I_i \right)};$$

[0014] 上述公式中,实际配电网线路中集中负荷和分布式电源总数为N个节点,其中分布式电源在t节点处并网; I_i 为节点电流, I_{DG} 为分布式电源电流,x为一函数,其中

$$I_{DG} \approx x \sum_{i=1}^N I_i。$$

[0015] 在上述分布式电源定容选址的方法中,优选的,所述实际配电网支路的线损表达式如下公式:

$$[0016] \quad P_{loss} = \left(I_{DG} - \sum_{i=t+1}^N I_i \right)^2 R_0 \sum_{i=k}^t L_i + \left(\sum_{i=t+1}^N I_i \right)^2 R_0 \sum_{i=t+1}^N L_i ;$$

[0017] 上述公式中,实际配电网线路中集中负荷和分布式电源总数为N个节点,其中分布式电源在t节点处并网;线路单位长度的电阻为R₀,负荷节点间的长度分别为L_i,I_i为节点电流,I_{DG}为分布式电源电流,k为实际配电网线路中容量分点位置,P_{loss}为容量分点后实际配电网线路损耗功率。

[0018] 在上述分布式电源定容选址的方法中,优选的,所述实际配电网中含有一个分布式电源时,所述实际电网线路中负荷与分布式电源的容量和位置的关系式包含:对所述实际配电网支路的线损表达式做极值处理,获得所述实际电网线路中负荷与分布式电源的容量和位置的关系式:

$$[0019] \quad I_{DG} = 2 \sum_{i=t+1}^N I_i ;$$

[0020] 上述公式中,实际配电网线路中集中负荷和分布式电源总数为N个节点,其中分布式电源在t节点处并网;I_i为节点电流,I_{DG}为分布式电源电流。

[0021] 在上述分布式电源定容选址的方法中,优选的,所述实际配电网中含有多个分布式电源时,各分布式电源的容量和位置关系式包含:对所述实际电网线路中负荷与分布式电源的容量和位置的关系式进一步处理,获得实际配电网中含有多个分布式电源时,各分布式电源的容量和位置关系式:

$$[0022] \quad I_{DGn} = 2 \left(\sum_{i=t+1}^N I_i - \sum_{j=1}^{n-1} I_{DGj} \right);$$

[0023] 上述公式中,实际配电网线路中集中负荷和分布式电源总数为N个节点,n为当前已有分布式电源数量;其中分布式电源在t节点处并网,n的取值不同t值也相应不同;I_i为节点电流,I_{DGn}为第n个分布式电源电流。

[0024] 本发明的有益技术效果在于:根据实际配电网的拓扑结构建模,并通过理论推导出总线损最小时分布式电源的容量和位置的关系,验证了分布式电源减小配电网线损的理论,对分布式电源并网具有指导意义。

附图说明

[0025] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本申请的一部分,并不构成对本发明的限定。在附图中:

[0026] 图1为负荷离散分布配电网示意图;

[0027] 图2为含DG的配电网潮流放射图;

[0028] 图3为DG并网后的等效电路图;

[0029] 图4为容量分点后的线路等效示意图;

[0030] 图5为含多个DG的离散负荷配电网示意图;

[0031] 图6为本发明所提供的分布式电源定容选址的方法流程示意图。

具体实施方式

[0032] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚明白，下面结合实施例和附图，对本发明做进一步详细说明。在此，本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明，但并不作为对本发明的限定。

[0033] 本发明具体提供一种分布式电源定容选址的方法，请参考图6所示，所述方法具体包含：S101获取实际配电网的拓扑结构与实际电网线路中负荷分布数据；S102根据拓扑结构、线路等效阻抗与实际电网线路中负荷分布数据，获得分布式电源的容量与位置为变量的线损表达式；S103对线损表达式处理，获得分布式电源的容量占负荷百分比与分布式电源位置的关系式；S104根据分布式电源的容量占负荷百分比与分布式电源位置的关系式，设立容量分点并建立实际配电网支路的线损表达式；S105根据实际配电网支路的线损表达式，获得实际配电网中含有一个分布式电源时，实际电网线路中负荷与分布式电源的容量和位置的关系式；S106根据实际电网线路中负荷与分布式电源的容量和位置的关系式，获得实际配电网中含有多个分布式电源时，各分布式电源的容量和位置关系式。

[0034] 在上述步骤S102中，对所述线损表达式处理包含：利用离散函数的极值原理，对所述线损表达式中线损功率求极值，获取线损最小时分布式电源的容量与位置的关系。其中，所述线损表达式包含如下公式：

$$[0035] \quad P_{loss} = \left(\left(\sum_{i=1}^N I_i \right) (1-x) \right)^2 R_0 \sum_{i=1}^t L_i + \left(x \sum_{i=1}^N I_i - \sum_{i=t+1}^N I_i \right)^2 \left(R_0 L - R_0 \sum_{i=1}^t L_i \right);$$

[0036] 上述公式中，实际配电网线路中集中负荷和分布式电源总数为N个节点，其中分布式电源在t节点处并网；线路单位长度的电阻为R₀，负荷节点间的长度分别为L_i，I_i为节点电流，I_{DG}为分布式电源电流，P_{loss}为实际配电网线路损耗功率。

[0037] 在上述步骤S103中，所述线损最小时分布式电源的容量占负荷百分比与分布式电源位置的关系式如下：

$$[0038] \quad x = \frac{\left(\sum_{i=1}^N I_i \right)^2 - \left(\sum_{i=t+1}^N I_i \right)^2}{2 \left(\sum_{i=1}^N I_i \right)^2 - 2 \left(\sum_{i=1}^N I_i \right) \left(\sum_{i=t+1}^N I_i \right)};$$

[0039] 上述公式中，实际配电网线路中集中负荷和分布式电源总数为N个节点，其中分布式电源在t节点处并网；I_i为节点电流，I_{DG}为分布式电源电流，x为一函数，其中

$$I_{DG} \approx x \sum_{i=1}^N I_i。$$

[0040] 在上述分布式电源定容选址的方法中，优选的，所述实际配电网支路的线损表达式如下公式：

$$[0041] \quad P_{loss} = \left(I_{DG} - \sum_{i=t+1}^N I_i \right)^2 R_0 \sum_{i=k}^t L_i + \left(\sum_{i=t+1}^N I_i \right)^2 R_0 \sum_{i=t+1}^N L_i;$$

[0042] 上述公式中，实际配电网线路中集中负荷和分布式电源总数为N个节点，其中分布式电源在t节点处并网；线路单位长度的电阻为R₀，负荷节点间的长度分别为L_i，I_i为节点

电流, I_{DG} 为分布式电源电流, k 为实际配电网线路中容量分点位置, P_{loss} 为实际配电网线路总功率。

[0043] 在上述步骤S105中, 实际配电网中只含有一个分布式电源时, 对所述实际配电网支路的线损表达式做极值处理, 获得所述实际电网线路中负荷与分布式电源的容量和位置的关系式, 其中所述关系式如下所示:

$$[0044] \quad I_{DG} = 2 \sum_{i=t+1}^N I_i ;$$

[0045] 上述公式中, 实际配电网线路中集中负荷和分布式电源总数为 N 个节点, 其中分布式电源在 t 节点处并网; I_i 为节点电流, I_{DG} 为分布式电源电流。

[0046] 在上上述步骤S106中, 所述实际配电网中含有多个分布式电源时, 对所述实际电网线路中负荷与分布式电源的容量和位置的关系式进一步处理, 获得实际配电网中含有多个分布式电源时, 各分布式电源的容量和位置关系式, 其中所述关系式如下所示:

$$[0047] \quad I_{DGn} = 2 \left(\sum_{i=t+1}^N I_i - \sum_{j=1}^{n-1} I_{DGj} \right);$$

[0048] 上述公式中, n 为当前已有分布式电源数量; 其中分布式电源在 t 节点处并网; I_i 为节点电流, I_{DGn} 为第 n 个分布式电源电流。

[0049] 本发明所提供的分布式电源定容选址方法, 根据实际配电网的拓扑结构建模, 并通过理论推导得出总线损最小时分布式电源的容量和位置的关系, 验证了分布式电源减小配电网线损的理论, 对分布式电源并网具有指导意义。以下以一整体实施例做进一步解释说明, 本领域相关技术人员当可知, 以下内容仅为更清楚的解释本发明在实际工作中的具体应用流程, 本发明并不限制于其中提及的各项参数或流程步骤。

[0050] 在实际工作中, 本发明所提供的分布式电源定容选址方法可简单分为以下五个步骤完成, 为解释方便, 以下以 DG 代表分布式电源。

[0051] 一、将配电网中集中负荷作为节点, 建立了含有 DG 的配电网拓扑结构图。设线路共有 N 个节点, 其中 DG 一个, 在 t 节点处并网; 线路总长为 L , 线路单位长度的电阻为 R_0 , 负荷节点间的长度分别为 L_i , 节点间的电阻和电抗分别为 R_i 和 X_i , I_i 为节点电流, I_{DG} 为分布式电源电流, 1 个分布式电源在 t 节点处并网, 如图1所示。

[0052] 二、根据理论研究和实践证明, DG 并网后主要影响并网点前的潮流分布和线损, 含分布式电源的线路总损耗的精确计算公式如式 (1) 所示。每个节点的线损为此节点处的电流平方与电阻的乘积。当 t 节点位于线路中间时, 线路损耗将以 DG 并网节点 t 分为前后两部分。当 t 节点位于线路末端时, 线路损耗为 DG 并网节点前部分。

$$[0053] \quad P_{loss} = \begin{cases} \sum_{n=1}^t \left(\sum_{i=n}^N I_i - I_{DG} \right)^2 R_0 L_i + \sum_{n=t+1}^N \left(\sum_{i=t+1}^N I_i \right)^2 R_0 L_i & (1 < t < N) \\ \sum_{n=1}^N \left(\sum_{i=n}^N I_i - I_{DG} \right)^2 R_0 L_i & (t = N) \end{cases} \quad (1)$$

[0054] 假设配电网线路的单位长度的电阻恒定, 线路输送电流 (功率) 成阶跃式递减, 在 DG 并网点 t 处, 电流呈上升趋势, 以满足后续负荷的需求, 如图2所示。

[0055] 三、根据潮流分析知,含DG的配网线路中线损最小时的前提条件是DG的注入容量大于并网点后续总负荷,线损主要受有功潮流影响。以并网点为界,将配网支路等效为两部分,(如图3所示)建立线损等效表达式,利用函数极值原理,得到线损最小时,DG的注入容量与位置的关系。根据离散函数极值原理,对收敛区域内各项进行逐项求导,

[0056] 设: $I_{DG} \approx x \sum_{i=1}^N I_i$, DG在节点t接入配电网,线损如式(3)所示。

$$[0057] \quad P_{loss} = \left(\left(\sum_{i=1}^N I_i \right) (1-x) \right)^2 R_0 \sum_{i=1}^t L_i + \left(x \sum_{i=1}^N I_i - \sum_{i=t+1}^N I_i \right)^2 \left(R_0 L - R_0 \sum_{i=1}^t L_i \right) \quad (3)$$

[0058] 把功率损耗看成是 I_i 和 L_i 的表达式,即 $P_{loss}(I_i, L_i)$,令 $\frac{\partial P_{loss}}{\partial L_i} = 0$,在此极值处, $P_{loss}(I_i, L_i)$ 最小,得:

$$[0059] \quad x = \frac{\left(\sum_{i=1}^N I_i \right)^2 - \left(\sum_{i=t+1}^N I_i \right)^2}{2 \left(\sum_{i=1}^N I_i \right)^2 - 2 \left(\sum_{i=1}^N I_i \right) \left(\sum_{i=t+1}^N I_i \right)} \quad (4)$$

[0060] 因此,DG并网后影响线损的关键因素为DG的位置及容量(电流)。当取得线损最小时,DG的 I_i 和 L_i 两个变量满足式(4)。

[0061] 四、如果某节点处负荷由分布式电源和大电网共同供电,此处成为容量分点。容量分点前回路的负荷不变,电源输出容量不变,总线损变化取决于“容量分点”后的回路负荷,设k为容量分点,如图4所示。

[0062] 容量分点后的线损为:

$$[0063] \quad P_{loss} = \left(I_{DG} - \sum_{i=t+1}^N I_i \right)^2 R_0 \sum_{i=k}^t L_i + \left(\sum_{i=t+1}^N I_i \right)^2 R_0 \sum_{i=t+1}^N L_i \quad (5)$$

[0064] 令 $\frac{\partial P_{loss}}{\partial L_i} = 0$,解得:

$$[0065] \quad I_{DG} = 2 \sum_{i=t+1}^N I_i \quad (6)$$

[0066] 由此可知,已知分布式电源容量,其接入点位于实际配电网支路的 $I_{DG}/2$ 处。

[0067] 五、目前配电网支路的分布式电源并网数量较多,在已知分布式电源容量的前提下,分布式电源并网应在接近线路末端开始,第一个DG的位置位于实际配电网支路为 $I_{DG1}/2$,第二个DG的位置位于实际配电网支路为 $I_{DG1} + I_{DG2}/2$ 。设共有N个负荷节点,T个分布式电源,第n个分布式电源接入位置t处应该满足下面的条件:

$$[0068] \quad I_{DGn} = \left(\sum_{j=1}^n I_{DGj} - \sum_{i=1}^t I_i \right) / 2 \quad (7)$$

[0069] 通过上述步骤,即可获得多个分布式电源的对应接入位置;根据所述接入位置接入分布式电源后,配电网支路的潮流分布图如图5所示。

[0070] 综上所述,本发明的具体实施过程如下:在不考虑电压约束的前提下,以配电网辐射状的线路结构为模型,以集中负荷和分布式电源为节点并进行编号;节点间的线路等效为均匀分布的阻抗,其等效电阻与线路的长短成正比;根据负荷的离散分布,建立了以DG容量和位置为变量的线损表达式;利用离散函数的极值原理推导得出线损最小时,DG容量与位置的关系;设立容量分点并建立其实际配电网支路的线损表达式,以线损最小为目标,得出存在一个DG时,负荷与DG容量、位置的关系;在此基础上推导得出,配电网回路中存在多个DG时,根据线路负荷的分布,合理选择DG的并网容量和位置,实现配电网线损最小,提高了线路的负载能力,实现了配电网的安全经济运行。

[0071] 以上所述的具体实施例,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限定本发明的保护范围,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

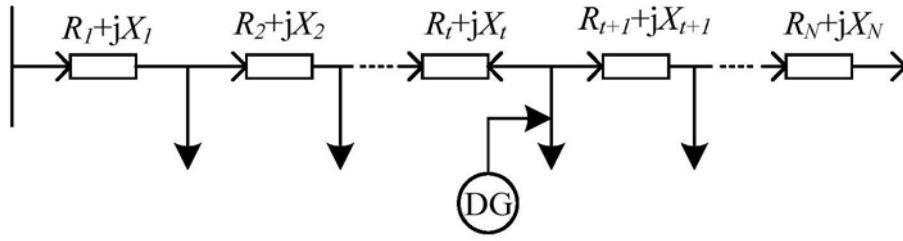


图1

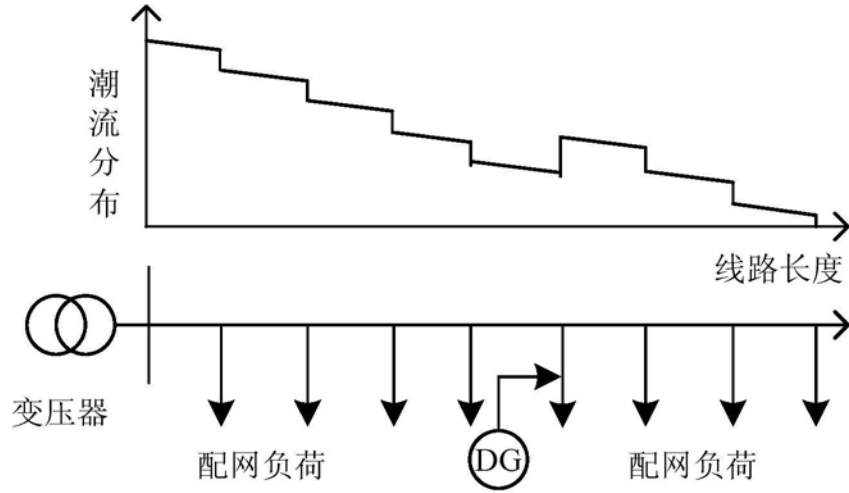


图2

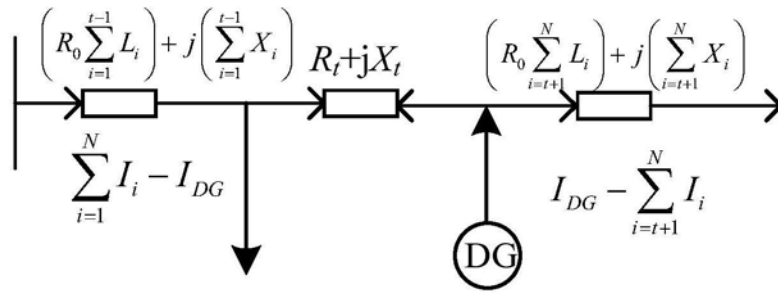


图3

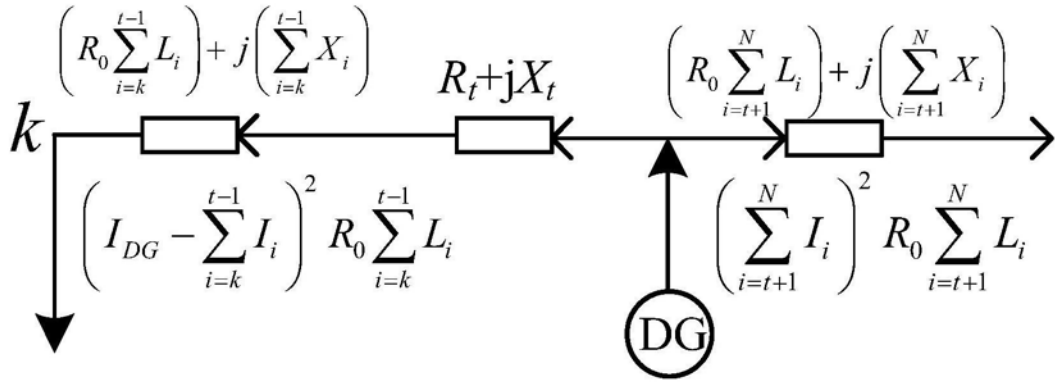


图4

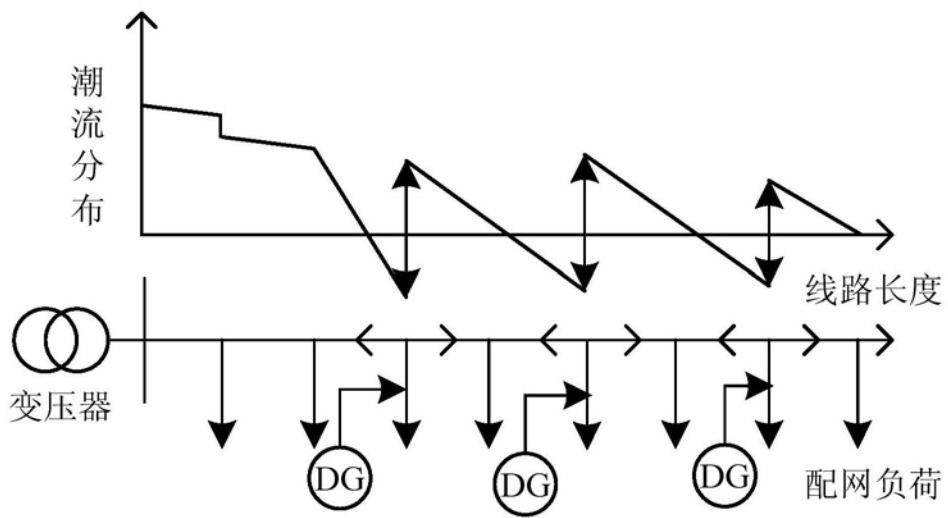


图5

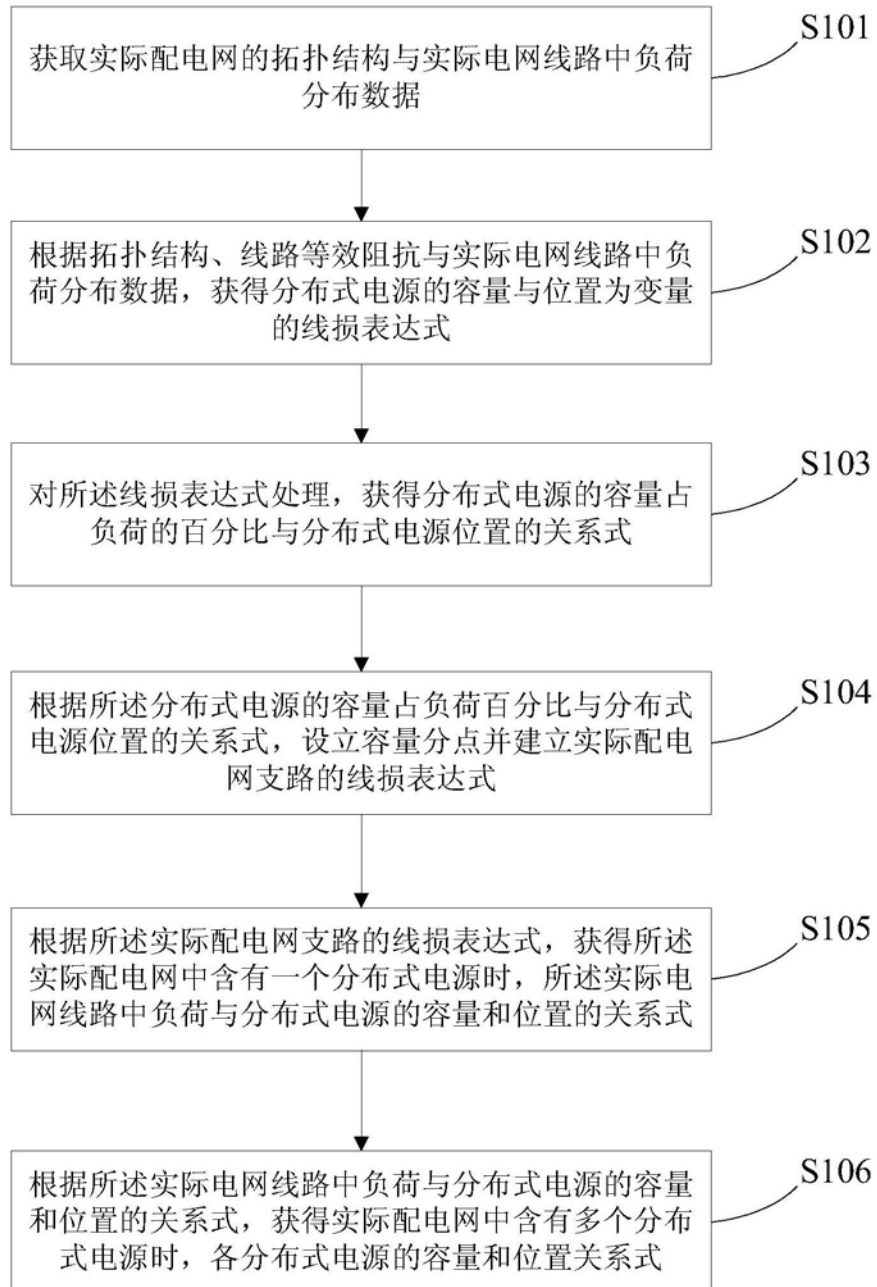


图6