



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104463369 A

(43) 申请公布日 2015. 03. 25

(21) 申请号 201410768955. 1

G06Q 50/06(2012. 01)

(22) 申请日 2014. 12. 12

(71) 申请人 国家电网公司

地址 100031 北京市西城区西长安街 86 号

申请人 国网浙江省电力公司

国网浙江省电力公司绍兴供电公司

国网浙江诸暨市供电公司

(72) 发明人 徐悦 傅振宇 俞键 陈小平

傅卫弟

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

公司 11227

代理人 罗满

(51) Int. Cl.

G06Q 10/04(2012. 01)

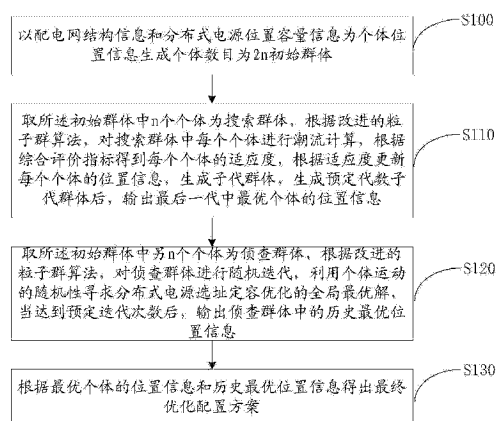
权利要求书2页 说明书10页 附图3页

(54) 发明名称

一种分布式电源选址与定容优化方法及系统

(57) 摘要

本发明实施例提供一种分布式电源选址与定容优化方法及系统,方法包括:以配电网结构信息和分布式电源位置容量信息为个体生成个体数目为 2n 初始群体;取初始群体中 n 个个体为搜索群体,根据改进的粒子群算法,对搜索群体中每个个体进行潮流计算,根据综合评价指标得到每个个体的适应度,更新每个个体的位置信息,生成子代群体,生成预定代数子代群体后,输出最后一代中最优个体的位置信息;取初始群体中另 n 个个体为侦查群体,根据改进的粒子群算法,对侦查群体进行随机迭代,利用个体运动的随机性寻求分布式电源选址定容优化的全局最优解,当达到预定迭代次数后,输出侦查群体中的历史最优位置信息;根据最优个体的位置信息和历史最优位置信息得出最终优化配置方案。



1. 一种分布式电源选址与定容优化方法,其特征在于,包括:

以配电网结构信息和分布式电源位置容量信息为个体位置信息生成个体数目为 $2n$ 初始群体;

取所述初始群体中 n 个个体为搜索群体,根据改进的粒子群算法,对搜索群体中每个个体进行潮流计算,根据综合评价指标得到每个个体的适应度,根据适应度更新每个个体的位置信息,生成子代群体,生成预定代数子代群体后,输出最后一代中最优个体的位置信息;

取所述初始群体中另 n 个个体为侦查群体,根据改进的粒子群算法,对侦查群体进行随机迭代,利用个体运动的随机性寻求分布式电源选址定容优化的全局最优解,当达到预定迭代次数后,输出侦查群体中的历史最优位置信息;

根据最优个体的位置信息和历史最优位置信息得出最终优化配置方案。

2. 根据权利要求 1 所述的分布式电源选址与定容优化方法,其特征在于,所述根据综合评价指标得到每个个体的适应度包括:

建立指标体系;

获取搜索群体中每个个体对应的方案中的网络结构、分布式电源位置及容量信息,并对获取的信息进行潮流计算,得到各项指标数据;

对各项指标数据进行正向化处理和标准化处理后进行主成分分析,得到综合主成分;

根据综合主成分计算每个个体的适应度。

3. 根据权利要求 2 所述的分布式电源选址与定容优化方法,其特征在于,所述指标体系包括:一级指标和二级指标,

所述一级指标包括:安全性、经济性和稳定性;

所述二级指标包括:安全性一级指标中的供电可靠性,经济性一级指标中的营业收入、网络损耗和电网投资,和稳定性一级指标中的电压波动。

4. 根据权利要求 2 所述的分布式电源选址与定容优化方法,其特征在于,所述主成分分析包括:

对正向化处理和标准化处理后数据进行主观赋权;

对主观赋权后数据建立相关矩阵系数。

5. 根据权利要求 1 所述的分布式电源选址与定容优化方法,其特征在于,所述根据适应度更新每个个体的位置信息,生成子代群体包括:

根据适应度值,计算当前群体中每个个体的运行速度;

根据速度更新公式更新个体位置,生成子代群体。

6. 根据权利要求 1 所述的分布式电源选址与定容优化方法,其特征在于,还包括:

判断搜索群体中是否有停滞个体;

若有,则对所述停滞个体进行替换判定,若判定需要替换,则对所述停滞个体进行替换操作。

7. 一种分布式电源选址与定容优化系统,其特征在于,包括:初始模块、搜索模块、侦查模块和输出模块;其中,

所述初始模块,用于以配电网结构信息和分布式电源位置容量信息为个体位置信息生成个体数目为 $2n$ 初始群体;

所述搜索模块,用于取所述初始群体中 n 个个体为搜索群体,根据改进的粒子群算法,对搜索群体中每个个体进行潮流计算,根据综合评价指标得到每个个体的适应度,根据适应度更新每个个体的位置信息,生成子代群体,生成预定代数子代群体后,输出最后一代中最优个体的位置信息;

所述侦查模块,用于取所述初始群体中另 n 个个体为侦查群体,根据改进的粒子群算法,对侦查群体进行随机迭代,利用个体运动的随机性寻求分布式电源选址定容优化的全局最优解,当达到预定迭代次数后,输出侦查群体中的历史最优位置信息;

所述输出模块,用于根据最优个体的位置信息和历史最优位置信息得出最终优化配置方案。

8. 根据权利要求 7 所述的分布式电源选址与定容优化系统,其特征在于,所述搜索模块包括:适应度单元,用于根据综合评价指标得到每个个体的适应度;

所述适应度单元包括:指标体系建立单元、指标数据获取单元、主成分分析单元和计算单元;其中,

所述指标体系建立单元,用于建立指标体系;

所述指标数据获取单元,用于获取搜索群体中每个个体对应的方案中的网络结构、分布式电源位置及容量信息,并对获取的信息进行潮流计算,得到各项指标数据;

所述主成分分析单元,用于对各项指标数据进行正向化处理和标准化处理后进行主成分分析,得到综合主成分;

所述计算单元,用于根据综合主成分计算每个个体的适应度。

9. 根据权利要求 8 所述的分布式电源选址与定容优化系统,其特征在于,所述主成分分析单元包括:第一处理子单元和第二处理子单元;其中

所述第一处理子单元,用于对正向化处理和标准化处理后数据进行主观赋权;

所述第二处理子单元,用于对主观赋权后数据建立相关矩阵系数。

10. 根据权利要求 7 所述的分布式电源选址与定容优化系统,其特征在于,还包括:判断模块,用于判断搜索群体中是否有停滞个体;若有,则对所述停滞个体进行替换判定,若判定需要替换,则对所述停滞个体进行替换操作。

一种分布式电源选址与定容优化方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及电力系统优化设计领域,特别是涉及一种分布式电源选址与定容优化方法及系统。

背景技术

[0002] 分布式电源的选址和定容是指通过设定配电网中分布式电源接入点和接入容量,达到配电网资源优化配置的目的。主要指分布式电源接入电网的可靠性、稳定性和经济性优化,也可以将多个指标采用主成分分析归一化。优化技术涉及含分布式电源的配电网潮流及孤岛划分,优化时还涉及区域负荷的预测和地理环境因素等。通过启发式算法分析分布式电源选址与定容。由于配电网评价体系包含诸多评价指标,以单一指标为评价函数的评价方案难以对含分布式电源的配电网进行有效的综合评价。

发明内容

[0003] 有鉴于此,本发明实施例提供一种分布式电源选址与定容优化方法及系统,以解决现有技术中使用以单一指标为评价函数的评价方案,难以对含分布式电源的配电网进行有效的综合评价的问题。

[0004] 为实现上述目的,本发明实施例提供如下技术方案:

[0005] 一种分布式电源选址与定容优化方法,包括:

[0006] 以配电网结构信息和分布式电源位置容量信息为个体位置信息生成个体数目为 $2n$ 初始群体;

[0007] 取所述初始群体中 n 个个体为搜索群体,根据改进的粒子群算法,对搜索群体中每个个体进行潮流计算,根据综合评价指标得到每个个体的适应度,根据适应度更新每个个体的位置信息,生成子代群体,生成预定代数子代群体后,输出最后一代中最优个体的位置信息;

[0008] 取所述初始群体中另 n 个个体为侦查群体,根据改进的粒子群算法,对侦查群体进行随机迭代,利用个体运动的随机性寻求分布式电源选址定容优化的全局最优解,当达到预定迭代次数后,输出侦查群体中的历史最优位置信息;

[0009] 根据最优个体的位置信息和历史最优位置信息得出最终优化配置方案。

[0010] 其中,所述根据综合评价指标得到每个个体的适应度包括:

[0011] 建立指标体系;

[0012] 获取搜索群体中每个个体对应的方案中的网络结构、分布式电源位置及容量信息,并对获取的信息进行潮流计算,得到各项指标数据;

[0013] 对各项指标数据进行正向化处理和标准化处理后进行主成分分析,得到综合主成分;

[0014] 根据综合主成分计算每个个体的适应度。

[0015] 其中,所述指标体系包括:一级指标和二级指标,

- [0016] 所述一级指标包括：安全性、经济性和稳定性；
- [0017] 所述二级指标包括：安全性一级指标中的供电可靠性，经济性一级指标中的营业收入、网络损耗和电网投资，和稳定性一级指标中的电压波动。
- [0018] 其中，所述主成分析包括：
- [0019] 对正向化处理和标准化处理后数据进行主观赋权；
- [0020] 对主观赋权后数据建立相关矩阵系数。
- [0021] 其中，所述根据适应度更新每个个体的位置信息，生成子代群体包括：
- [0022] 根据适应度值，计算当前群体中每个个体的运行速度；
- [0023] 根据速度更新公式更新个体位置，生成子代群体。
- [0024] 其中，所述分布式电源选址与定容优化方法还包括：
- [0025] 判断搜索群体中是否有停滞个体；
- [0026] 若有，则对所述停滞个体进行替换判定，若判定需要替换，则对所述停滞个体进行替换操作。
- [0027] 一种分布式电源选址与定容优化系统，包括：初始模块、搜索模块、侦查模块和输出模块；其中，
- [0028] 所述初始模块，用于以配电网结构信息和分布式电源位置容量信息为个体位置信息生成个体数目为 $2n$ 初始群体；
- [0029] 所述搜索模块，用于取所述初始群体中 n 个个体为搜索群体，根据改进的粒子群算法，对搜索群体中每个个体进行潮流计算，根据综合评价指标得到每个个体的适应度，根据适应度更新每个个体的位置信息，生成子代群体，生成预定代数子代群体后，输出最后一代中最优个体的位置信息；
- [0030] 所述侦查模块，用于取所述初始群体中另 n 个个体为侦查群体，根据改进的粒子群算法，对侦查群体进行随机迭代，利用个体运动的随机性寻求分布式电源选址定容优化的全局最优解，当达到预定迭代次数后，输出侦查群体中的历史最优位置信息；
- [0031] 所述输出模块，用于根据最优个体的位置信息和历史最优位置信息得出最终优化配置方案。
- [0032] 其中，所述搜索模块包括：适应度单元，用于根据综合评价指标得到每个个体的适应度；
- [0033] 所述适应度单元包括：指标体系建立单元、指标数据获取单元、主成分析单元和计算单元；其中，
- [0034] 所述指标体系建立单元，用于建立指标体系；
- [0035] 所述指标数据获取单元，用于获取搜索群体中每个个体对应的方案中的网络结构、分布式电源位置及容量信息，并对获取的信息进行潮流计算，得到各项指标数据；
- [0036] 所述主成分析单元，用于对各项指标数据进行正向化处理和标准化处理后进行主成分析，得到综合主成分；
- [0037] 所述计算单元，用于根据综合主成分计算每个个体的适应度。
- [0038] 其中，所述主成分析单元包括：第一处理子单元和第二处理子单元；其中
- [0039] 所述第一处理子单元，用于对正向化处理和标准化处理后数据进行主观赋权；
- [0040] 所述第二处理子单元，用于对主观赋权后数据建立相关矩阵系数。

[0041] 其中,所述分布式电源选址与定容优化系统还包括:判断模块,用于判断搜索群体中是否有停滞个体;若有,则对所述停滞个体进行替换判定,若判定需要替换,则对所述停滞个体进行替换操作

[0042] 基于上述技术方案,本发明实施例提供的分布式电源选址与定容优化方法及系统,以配电网结构信息和分布式电源位置容量信息为个体位置信息生成个体数目为 $2n$ 初始群体;取初始群体中 n 个个体为搜索群体,根据改进的粒子群算法,对搜索群体中每个个体进行潮流计算,根据综合评价指标得到每个个体的适应度,根据适应度更新每个个体的位置信息,生成子代群体,生成预定代数子代群体后,输出最后一代中最优个体的位置信息,取初始群体中另 n 个个体为侦查群体,根据改进的粒子群算法,对侦查群体进行随机迭代,利用个体运动的随机性寻求分布式电源选址定容优化的全局最优解,当达到预定迭代次数后,输出侦查群体中的历史最优位置信息,最后根据最优个体的位置信息和历史最优位置信息得出最终优化配置方案,使用以综合评价指标,即安全性指标、经济性指标和稳定性指标为评价的评价方案,提高了配电网运行效率及可靠性,采用改进的粒子群算法获取最优配置方案,可缩小陷入全局最优的可能性,能够对常用的分布式电源进行综合配置,并能根据实际电网负荷分布使方案可行化。

附图说明

[0043] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0044] 图 1 为本发明实施例提供的分布式电源选址与定容优化方法的流程图;

[0045] 图 2 为本发明实施例提供的分布式电源选址与定容优化方法中根据综合评价指标得到每个个体的适应度的方法流程图;

[0046] 图 3 为本发明实施例提供的分布式电源选址与定容优化方法中主成分析的方法流程图;

[0047] 图 4 为本发明实施例提供的分布式电源选址与定容优化方法中根据适应度更新每个个体的位置信息,生成子代群体的方法流程图;

[0048] 图 5 为本发明实施例提供的分布式电源选址与定容优化方法中处理停滞个体的方法流程图;

[0049] 图 6 为本发明实施例提供的分布式电源选址与定容优化系统的系统框图;

[0050] 图 7 为本发明实施例提供的分布式电源选址与定容优化系统中侦查模块 300 的结构框图;

[0051] 图 8 为本发明实施例提供的分布式电源选址与定容优化系统的另一系统框图。

具体实施方式

[0052] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他

实施例,都属于本发明保护的范围。

[0053] 图 1 为本发明实施例提供的分布式电源选址与定容优化方法的流程图,使用以综合评价指标,即安全性指标、经济性指标和稳定性指标为评价的评价方案,提高了配电网运行效率及可靠性,采用改进的粒子群算法获取最优配置方案,可缩小陷入全局最优的可能性,能够对常用的分布式电源进行综合配置,并能根据实际电网负荷分布使方案可行化;参照图 1,该分布式电源选址与定容优化方法可以包括:

[0054] 步骤 S100:以配电网结构信息和分布式电源位置容量信息为个体位置信息生成个体数目为 $2n$ 初始群体;

[0055] 步骤 S110:取所述初始群体中 n 个个体为搜索群体,根据改进的粒子群算法,对搜索群体中每个个体进行潮流计算,根据综合评价指标得到每个个体的适应度,根据适应度更新每个个体的位置信息,生成子代群体,生成预定代数子代群体后,输出最后一代中最优个体的位置信息;

[0056] 可选的,主成分分析可以包括对正向化处理和标准化处理后数据进行主观赋权,和对主观赋权后数据建立相关矩阵系数两个步骤。

[0057] 可选的,可以通过建立指标体系,获取搜索群体中每个个体对应的方案中的网络结构、分布式电源位置及容量信息,并对获取的信息进行潮流计算,得到各项指标数据,然后对各项指标数据进行正向化处理和标准化处理后进行主成分分析,得到综合主成分,根据综合主成分计算每个个体的适应度。

[0058] 可选的,可以根据适应度值,计算当前群体中每个个体的运行速度,然后根据速度更新公式更新个体位置,生成子代群体。

[0059] 可选的,在生成自带群体的过程中,还可以判断搜索群体中是否有停滞个体,若有,则对所述停滞个体进行替换判定,若判定需要替换,则对所述停滞个体进行替换操作。

[0060] 步骤 S120:取所述初始群体中另 n 个个体为侦查群体,根据改进的粒子群算法,对侦查群体进行随机迭代,利用个体运动的随机性寻求分布式电源选址定容优化的全局最优解,当达到预定迭代次数后,输出侦查群体中的历史最优位置信息;

[0061] 步骤 S130:根据最优个体的位置信息和历史最优位置信息得出最终优化配置方案。

[0062] 基于上述技术方案,本发明实施例提供的分布式电源选址与定容优化方法及系统,以配电网结构信息和分布式电源位置容量信息为个体位置信息生成个体数目为 $2n$ 初始群体;取初始群体中 n 个个体为搜索群体,根据改进的粒子群算法,对搜索群体中每个个体进行潮流计算,根据综合评价指标得到每个个体的适应度,根据适应度更新每个个体的位置信息,生成子代群体,生成预定代数子代群体后,输出最后一代中最优个体的位置信息,取初始群体中另 n 个个体为侦查群体,根据改进的粒子群算法,对侦查群体进行随机迭代,利用个体运动的随机性寻求分布式电源选址定容优化的全局最优解,当达到预定迭代次数后,输出侦查群体中的历史最优位置信息,最后根据最优个体的位置信息和历史最优位置信息得出最终优化配置方案,使用以综合评价指标,即安全性指标、经济性指标和稳定性指标为评价的评价方案,提高了配电网运行效率及可靠性,采用改进的粒子群算法获取最优配置方案,可缩小陷入全局最优的可能性,能够对常用的分布式电源进行综合配置,并能根据实际电网负荷分布使方案可行化。

[0063] 可选的,图 2 示出了本发明实施例提供的分布式电源选址与定容优化方法中根据综合评价指标得到每个个体的适应度的方法流程图,参照图 2,该根据综合评价指标得到每个个体的适应度的方法可以包括:

[0064] 步骤 S200:建立指标体系;

[0065] 可选的,指标体系可以包括:一级指标和二级指标,其中,一级指标包括:安全性、经济性和稳定性;二级指标包括:安全性一级指标中的供电可靠性,经济性一级指标中的营业收入、网络损耗和电网投资,和稳定性一级指标中的电压波动。

[0066] 步骤 S210:获取搜索群体中每个个体对应的方案中的网络结构、分布式电源位置及容量信息,并对获取的信息进行潮流计算,得到各项指标数据;

[0067] 步骤 S220:对各项指标数据进行正向化处理和标准化处理后进行主成分分析,得到综合主成分;

[0068] 由于粒子群优化算法中的适应值函数越大越好,因此需要对指标中成本型数值的指标进行正向化处理,如电压波动指标等。

[0069] 可选的,可以按照下式进行正向化处理:

$$[0070] \quad y_i = \frac{M_i - x_i}{M_i - m_i},$$

[0071] 其中, y_i 表示正向化后的数据, x_i 表示原始数据, M_i 和 m_i 分别是各指标中原始数据的最大值和最小值。

[0072] 因为正向化处理后的数据有多个量纲,进行数据间的运算前需对其进行标准化处理。

[0073] 可选的,可以按下式进行数据标准化:

$$[0074] \quad y_i' = \frac{y_i - \mu}{\sigma}, i = 1, 2, \dots, n,$$

[0075] 式中, y_i' 表示标准化后的数据, μ 和 σ^2 分别是原始数据的均值和方差。

[0076] 对标准化后的数据进行主成分分析,首先分析二级指标体系的主成分,即经济性指标中的电网维护费用、分布式电源安装及运行费用、网络损耗、延缓网络更新的年收益、向常规电源购电费的变化。然后分析一级指标体系的主成分,即供电可靠性指标、经济性指标、电压波动指标。

[0077] 可选的,主成分分析可以包括对于标准化后的数据进行主观赋权,和根据主观赋权后的数据构建相关系数矩阵两个步骤。

[0078] 步骤 S230:根据综合主成分计算每个个体的适应度。

[0079] 以综合主成分作为最后输出的主成分,包含其中 n 个主成分的大部分信息,且综合后的主成分降低了优化算法中适应度计算的难度。

[0080] 可选的,分布式电源选址与定容优化方法中的指标体系可以包括安全性、经济性和稳定性这三个一级指标,在这三个一级指标下,还可以包括安全性一级指标中的供电可靠性,经济性一级指标中的营业收入、网络损耗和电网投资,和稳定性一级指标中的电压波动这几个二级指标。

[0081] 可选的,若负荷点在孤岛范围内,可靠性的指标可按式下式计算:

$$[0082] \quad \begin{cases} \lambda_k = DP_i \sum_{n=1}^l \lambda_n + (1 - DP_i) \sum_{n=1}^m \lambda_m \\ U_k = DP_i \sum_{n=1}^l \lambda_n r_n + (1 - DP_i) \sum_{n=1}^m \lambda_m r_m \\ r_k = U_k / \lambda_k \end{cases}$$

[0083] 可选的,若负荷点不在孤岛范围内,可靠性的指标可按式下计算:

$$[0084] \quad \begin{cases} \lambda_k = \sum_{n=1}^l \lambda_n \\ U_k = \sum_{n=1}^l \lambda_n r_n \\ r_k = U_k / \lambda_k \end{cases}$$

[0085] 其中, λ_k 为负荷的平均故障率; U_k 为负荷的年平均停运时间; r_k 为负荷的平均停运持续时间; λ_n 为同时处在负荷到平衡节点和分布式电源的最小路上的节点及组件的平均故障率,节点故障率等于接在该节点处的所有非最小路上的分段开关的故障率之和; r_n 表示对应节点或组件的年平均故障时间,节点故障时间等于 $\max(T, S)$,其中 T 为孤岛形成需要的倒闸操作时间; S 为分段装置的操作时间; λ_m 表示负荷点到平衡节点的最小路上的节点和组件的平均故障率; DP_i 表示负荷点对应的分布式电源形成孤岛的概率,取值范围为 $0 < DP_i < 1$,该值取决于分布式电源的输出特性曲线。

[0086] 电网运行总费用的评价指标主要有电网维护费用 C_N 、分布式电源安装及运行费用 C_{DG} 和网络损耗 C_L ,此外还有公司运营收入 C_E 的变化,各指标计算公式如下:

$$[0087] \quad C_N = n_{DG} \sum_{i=1} C_{mi},$$

$$C_{DG} = \sum_{i=1} \left\{ \eta_i S_{DGi} \left[\frac{C_{DGi} r (r+1)^{n_{DG}}}{r(r+1)^{n_{DG}} - 1} \right] + C_{DMi} \right\},$$

$$[0088] \quad C_L = \sum_{i=1} C_e \tau_{imax} R_i \frac{P_i^2}{(U_N \lambda_i)^2},$$

$$C_E = n_{DG} \sum_{i=1} S_{DGi} C_e,$$

[0089] 其中, C_{mi} 为每条支路维护费用; S_{DGi} 为分布式电源的额定功率; n_{DG} 为分布式电源的成本回收期; η_i 为分布式电源功率因数; C_{DGi} 为分布式电源的建设成本; C_{DMi} 为分布式电源的维护费用; R_i 为支路电阻; P_i 为支路传输的有功功率; λ_i 为支路上的功率因数; U_N 为线路额定电压; C_e 为一般电价; τ_{imax} 为最大负荷损耗小时数; U 和 I 分别是支路额定电压和额定电流; I_m 和 I_n 分别是优化配置前与优化配置后的支路电流。

[0090] 规定 i 端为潮流正方向,其中 P_{ij} 和 Q_{ij} 为送端有功、无功功率; P_{ji} 和 Q_{ji} 分别是受端有功、无功功率; R_{ij} 、 X_{ij} 分别为支路电阻、电抗; \dot{V}_i 、 \dot{V}_j 分别为支路两端电压。在潮流解

存在的前提下有：

$$[0091] \quad L_{ij} = \frac{4}{V_i^4} \left[(P_{ji}X_{ij} - Q_{ji}R_{ij})^2 + (P_{ji}R_{ij} + Q_{ji}X_{ij})V_i^2 \right],$$

[0092] 其中, L_{ij} 为系统支路 ij 的电压稳定指标值, V_i 、 V_j 分别表示 i 端与 j 端电压幅值。 L_{ij} 越小, 表明该支路越稳定; L_{ij} 越大, 表明该支路稳定性越差。配电系统的电压稳定指标 L 为系统所有支路中电压稳定指标最大值, 即: $L = \text{Max}(L_{ij})$ 。 L_{ij} 最大的支路代表的是网络中最容易崩溃的支路, 也就代表了整个配电网系统的电压稳定水平。

[0093] 可选的, 图 3 示出了本发明实施例提供的分布式电源选址与定容优化方法中主成分分析的方法流程图, 参照图 3, 该主成分分析的方法可以包括:

[0094] 步骤 S300: 对正向化处理和标准化处理后数据进行主观赋权;

[0095] 主观赋权是基于专家意见和客观条件进行的, 专家意见指专家结合其个人经验对数据进行赋权; 客观条件指客观上各个指标重要性不同, 可适当的对其进行赋权, 主观赋权可按下式进行:

$$[0096] \quad \begin{cases} y_{ij}' = \omega_j y_{ij} \\ \sum_{j=1}^n \omega_j = 1 \end{cases},$$

[0097] 其中, y_{ij} 表示第 j 个指标的第 i 组原始数据; y_{ij}' 表示主观赋权后的数据; ω_j 表示第 j 个指标的主观赋权值。

[0098] 步骤 S310: 对主观赋权后数据建立相关矩阵系数。

[0099] 可选的, 相关系数矩阵的计算可按下式进行:

[0100]

$$R = \begin{pmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & \cdots & r_{mm} \end{pmatrix},$$

$$[0101] \quad r_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n (x_{ki} - \bar{x}_i)(x_{kj} - \bar{x}_j)}{\sqrt{(x_{ki} - \bar{x}_i)^2 \sum_{k=1}^n (x_{kj} - \bar{x}_j)^2}},$$

[0102] 其中, x_i 表示第 i 项指标, r_{ij} 为指标 x_i 和 x_j 的相关系数, x_{ki} 是指标 x_i 的第 k 组值, \bar{x}_i 表示第 i 个指标的平均值。

[0103] 求相关系数矩阵 R 的特征值, 将特征值按从大到小的顺序排列, 并求出相应的特征向量。将每个指标称作主成分, 计算每个主成分的贡献率, 贡献率计算公式如下:

$$[0104] \quad \tau_k = \frac{\lambda_k}{\sum_{i=1}^n \lambda_i},$$

[0105] 式中, λ_k 表示第 k 个特征值, τ_k 表示第 k 个特征值的贡献率。

[0106] 求得贡献率后按下式计算累计贡献率:

$$[0107] \quad \tau_p = \frac{\sum_{k=1}^p \lambda_k}{\sum_{i=1}^p \lambda_i},$$

[0108] τ_p 表示前 p 个特征值的累计贡献率,取 $\tau_p \geq 0.85p_{\min}$,则主成分可按下式表示:

$$[0109] \quad \begin{cases} Y_1 = u_{11}X_1 + u_{12}X_2 + \cdots + u_{1n}X_n \\ Y_2 = u_{21}X_1 + u_{22}X_2 + \cdots + u_{2n}X_n \\ \vdots \\ Y_p = u_{p1}X_1 + u_{p2}X_2 + \cdots + u_{pn}X_n \end{cases},$$

$$[0110] \quad Y = \sum_{k=1}^p \tau_k Y_k,$$

[0111] 式中, Y_i 为第 i 个主成分, u_{ij} 为第 i 个特征值对应特征向量中维数为 j 的数值, X_i 表示第 i 个指标数据, Y 为综合主成分。

[0112] 可选的,图 4 示出了本发明实施例提供的分布式电源选址与定容优化方法中根据适应度更新每个个体的位置信息,生成子代群体的方法流程图,参照图 4,该根据适应度更新每个个体的位置信息,生成子代群体的方法可以包括:

[0113] 步骤 S400:根据适应度值,计算当前群体中每个个体的运行速度;

[0114] 步骤 S410:根据速度更新公式更新个体位置,生成子代群体。

[0115] 可选的,粒子群算法中每个粒子更新后的速度如下:

$$[0116] \quad v_{id}^{k+1} = \omega v_{id}^k + c_1 r_1 (p_{id} - z_{id}^k) + c_2 r_2 (p_{gd} - z_{id}^k),$$

[0117] 其中, v_{id} 为第 i 个个体的 d 维运动速度, ω 为速度更新权重因子, c_1 为学习因子, r_1 为随机数, p_{id} 为第 i 个个体自身的历史最佳位置, p_{gd} 为群体历史最佳位置。

[0118] 采用自适应权重法,降低收敛速度,避免陷入局部最优。

[0119] 可选的,速度更新权重因子可按下式计算:

$$[0120] \quad \omega = \begin{cases} \omega_{\min} + \frac{(\omega_{\max} - \omega_{\min})(f - f_{\min})}{f_{ave} - f_{\min}} (f < f_{ave}) \\ \omega_{\max} (f > f_{ave}) \end{cases},$$

[0121] 式中, f 表示当前个体的适应度函数值, ω_{\min} 表示当前群体最小权重值, f_{\min} 表示当前群体最小适应度值, f_{ave} 表示当前群体平均适应度值,个体的适应度值可用上述综合主成分公式计算。

[0122] 根据速度更新公式更新粒子位置,生成子代群体,更新群体最优位置,并继续进行迭代。

[0123] 可选的,图 5 示出了本发明实施例提供的分布式电源选址与定容优化方法中处理停滞个体的方法流程图,参照图 5,该处理停滞个体的方法可以包括:

[0124] 步骤 S500:判断搜索群体中是否有停滞个体;

[0125] 迭代过程中,若有粒子陷入停滞且其适应度值低于侦查群体历史最优适应度值,

则在下一次迭代过程中进行替换操作。

[0126] 可选的,判定停滞与否可按下式进行:

$$[0127] \quad |v_i| \leq \varepsilon,$$

[0128] 其中, ε 为大于零的常数,可依据要求的收敛速度自行设定, ε 越大收敛速度越快,反之越慢。

[0129] 连续 n 次以上符合上述计算式则判定为停滞。

[0130] 步骤 S510:若有,则对所述停滞个体进行替换判定,若判定需要替换,则对所述停滞隔绝进行替换操作。

[0131] 停滞的粒子的位置信息更新可按下述公式进行:

$$[0132] \quad x_{ji} = x_{\min i} + \lambda (x_{\max i} - x_{\min i}),$$

[0133] 其中, x_{ji} 表示第 j 个个体的第 i 维位置参数, $x_{\max i}$ 表示侦查群体历史最优位置的第 i 维参数, λ 为 0 到 1 的随机数。

[0134] 本发明实施例提供的分布式电源选址与定容优化方法,使用以综合评价指标,即安全性指标、经济性指标和稳定性指标为评价的评价方案,提高了配电网运行效率及可靠性,采用改进的粒子群算法获取最优配置方案,可缩小陷入全局最优的可能性,能够对常用的分布式电源进行综合配置,并能根据实际电网负荷分布使方案可行化。

[0135] 下面对本发明实施例提供的分布式电源选址与定容优化系统进行介绍,下文描述的分布式电源选址与定容优化系统与上文描述的分布式电源选址与定容优化方法可相互对应参照。

[0136] 图 6 为本发明实施例提供的分布式电源选址与定容优化系统的系统框图,参照图 6,该分布式电源选址与定容优化系统可以包括:初始模块 100、搜索模块 200、侦查模块 300 和输出模块 400;其中,

[0137] 初始模块 100,用于以配电网结构信息和分布式电源位置容量信息为个体位置信息生成个体数目为 $2n$ 初始群体;

[0138] 搜索模块 200,用于取所述初始群体中 n 个个体为搜索群体,根据改进的粒子群算法,对搜索群体中每个个体进行潮流计算,根据综合评价指标得到每个个体的适应度,根据适应度更新每个个体的位置信息,生成子代群体,生成预定代数子代群体后,输出最后一代中最优个体的位置信息;

[0139] 侦查模块 300,用于取所述初始群体中另 n 个个体为侦查群体,根据改进的粒子群算法,对侦查群体进行随机迭代,利用个体运动的随机性寻求分布式电源选址定容优化的全局最优解,当达到预定迭代次数后,输出侦查群体中的历史最优位置信息;

[0140] 输出模块 400,用于根据最优个体的位置信息和历史最优位置信息得出最终优化配置方案。

[0141] 可选的,图 7 示出了本发明实施例提供的分布式电源选址与定容优化系统中侦查模块 300 的结构框图,参照图 7,该侦查模块 300 可以包括:适应度单元 310,用于根据综合评价指标得到每个个体的适应度;

[0142] 适应度单元 310 包括:指标体系建立单元 311、指标数据获取单元 312、主成分分析单元 313 和计算单元 134;其中,

[0143] 指标体系建立单元 311,用于建立指标体系;

- [0144] 指标数据获取单元 312,用于获取搜索群体中每个个体对应的方案中的网络结构、分布式电源位置及容量信息,并对获取的信息进行潮流计算,得到各项指标数据;
- [0145] 主成分分析单元 313,用于对各项指标数据进行正向化处理和标准化处理后进行主成分分析,得到综合主成分;
- [0146] 计算单元 314,用于根据综合主成分计算每个个体的适应度。
- [0147] 可选的,本发明实施例提供的分布式电源选址与定容优化系统中主成分分析单元 313 可以包括:第一处理子单元和第二处理子单元;其中
- [0148] 第一处理子单元,用于对正向化处理和标准化处理后数据进行主观赋权;
- [0149] 第二处理子单元,用于对主观赋权后数据建立相关矩阵系数。
- [0150] 可选的,图 8 示出了本发明实施例提供的分布式电源选址与定容优化系统的另一系统框图,参照图 8,该分布式电源选址与定容优化系统还可以包括:判断模块 500,
- [0151] 判断模块 500,用于判断搜索群体中是否有停滞个体;若有,则对所述停滞个体进行替换判定,若判定需要替换,则对所述停滞个体进行替换操作。
- [0152] 本发明实施例提供的分布式电源选址与定容优化方法,使用以综合评价指标,即安全性指标、经济性指标和稳定性指标为评价的评价方案,提高了配电网运行效率及可靠性,采用改进的粒子群算法获取最优配置方案,可缩小陷入全局最优的可能性,能够对常用的分布式电源进行综合配置,并能根据实际电网负荷分布使方案可行化。
- [0153] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的装置而言,由于其与实施例公开的方法相对应,所以描述的比较简单,相关之处参见方法部分说明即可。
- [0154] 专业人员还可以进一步意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、计算机软件或者二者的结合来实现,为了清楚地说明硬件和软件的可互换性,在上述说明中已经按照功能一般性地描述了各示例的组成及步骤。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本发明的范围。
- [0155] 结合本文中所公开的实施例描述的方法或算法的步骤可以直接用硬件、处理器执行的软件模块,或者二者的结合来实施。软件模块可以置于随机存储器 (RAM)、内存、只读存储器 (ROM)、电可编程 ROM、电可擦除可编程 ROM、寄存器、硬盘、可移动磁盘、CD-ROM、或技术领域内所公知的任意其它形式的存储介质中。
- [0156] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

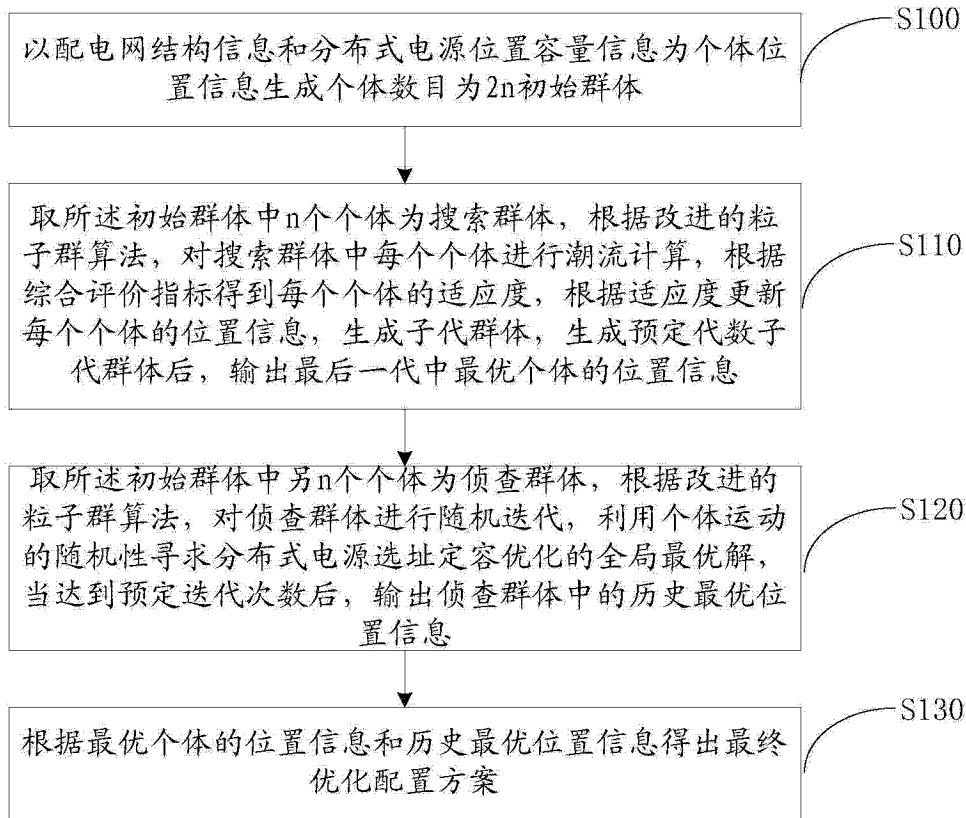


图 1

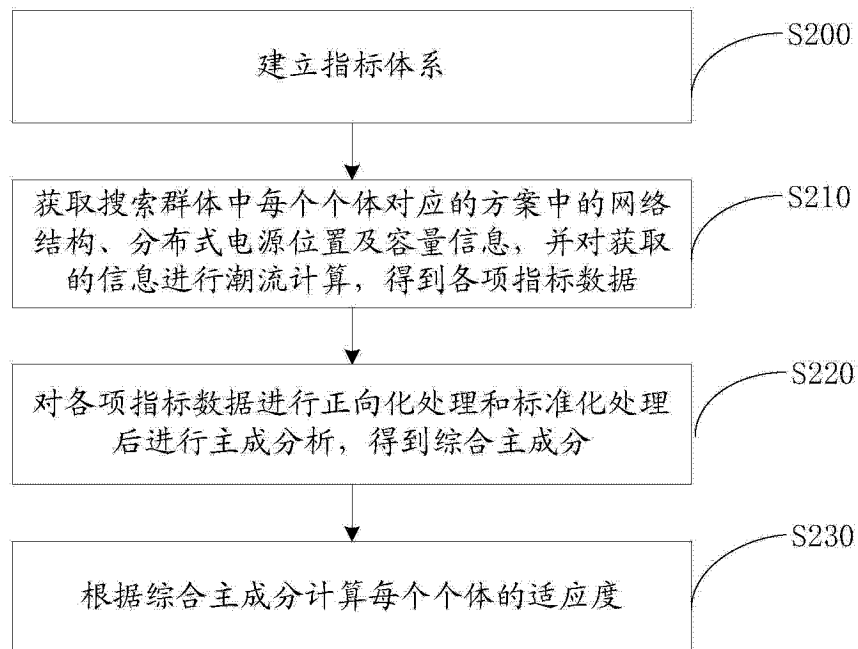


图 2

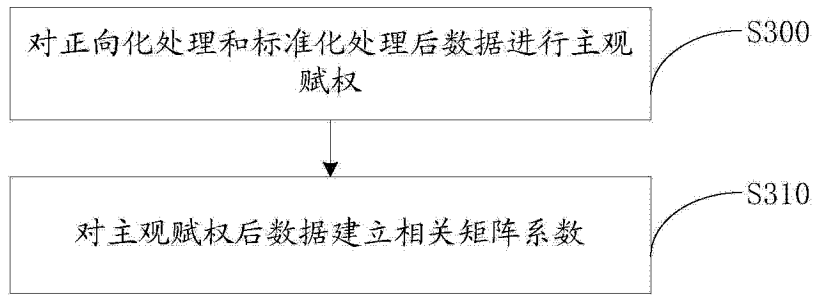


图 3

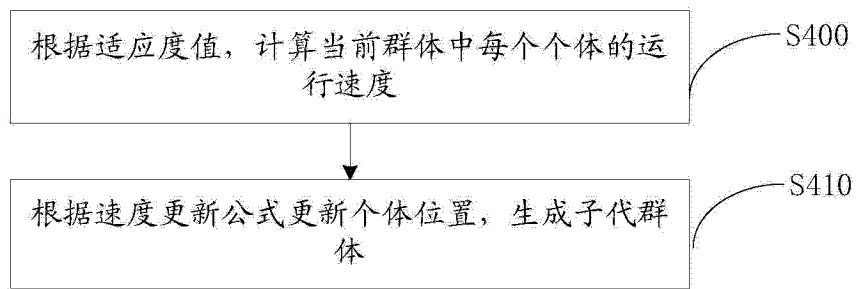


图 4

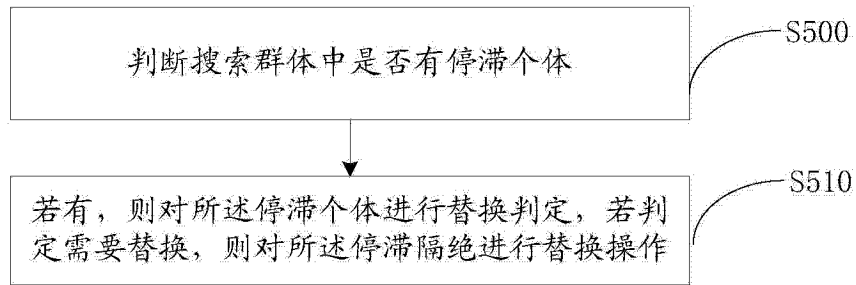


图 5

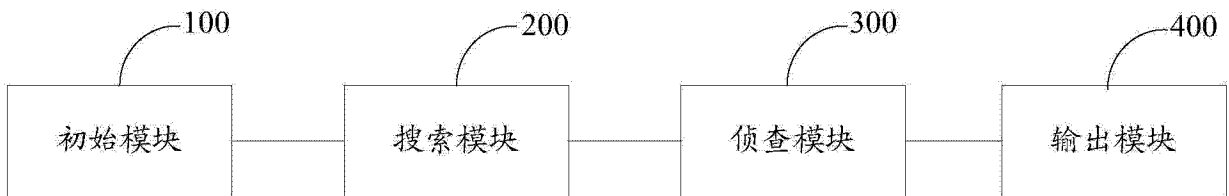


图 6

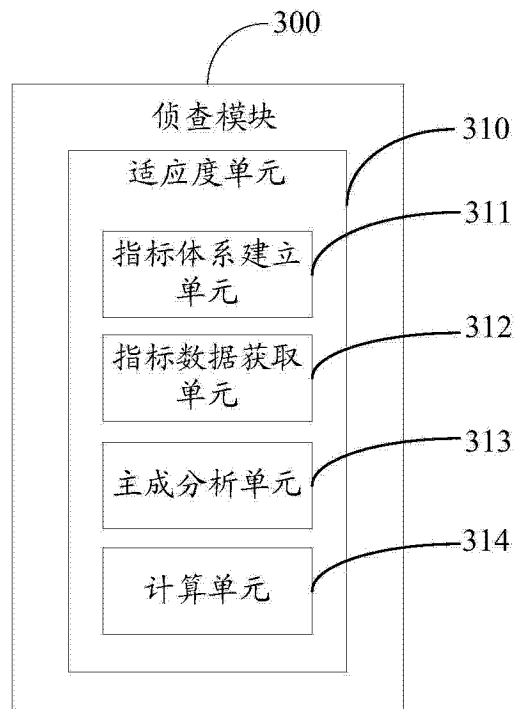


图 7

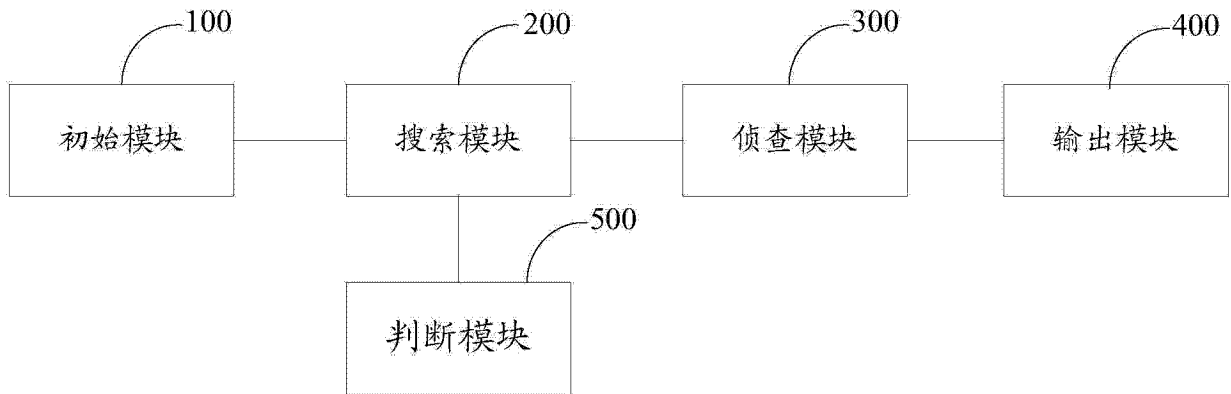


图 8