



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116054270 A

(43) 申请公布日 2023. 05. 02

(21) 申请号 202211356146.0

G06N 3/006 (2023.01)

(22) 申请日 2022.11.01

(71) 申请人 国网北京市电力公司

地址 100031 北京市西城区前门西大街41号

申请人 国家电网有限公司

(72) 发明人 李子衿 王辰 赵贺 宋一凡

王博 郝良 宣振文 张淼

王存平

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

专利代理师 薛芸

(51) Int. Cl.

H02J 3/46 (2006.01)

H02J 3/28 (2006.01)

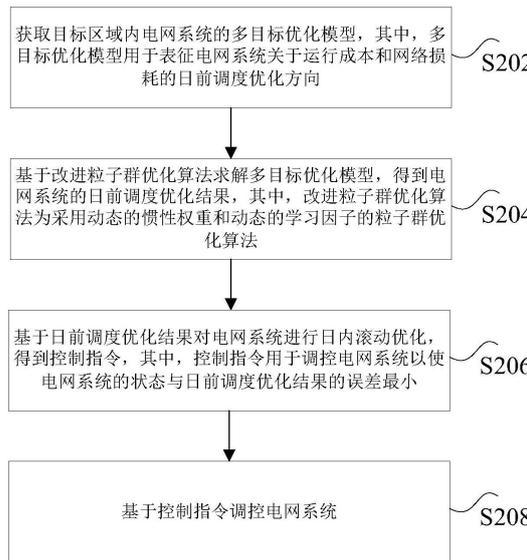
权利要求书3页 说明书13页 附图3页

(54) 发明名称

电网调度优化方法、装置和非易失性存储介质

(57) 摘要

本发明公开了一种电网调度优化方法、装置和非易失性存储介质。其中,该方法包括:获取目标区域内电网系统的多目标优化模型,其中,多目标优化模型用于表征电网系统关于运行成本和网络损耗的日前调度优化方向;基于改进粒子群优化算法求解多目标优化模型,得到电网系统的日前调度优化结果,其中,改进粒子群优化算法为采用动态的惯性权重和动态的学习因子的粒子群优化算法;基于日前调度优化结果对电网系统进行日内滚动优化,得到控制指令,其中,控制指令用于调控电网系统以使电网系统的状态与日前调度优化结果的误差最小;基于控制指令调控电网系统。本发明解决了现有技术中电网功率的优化协调控制策略无法及时响应环境变化的技术问题。



1. 一种电网调度优化方法,其特征在于,包括:

获取目标区域内电网系统的多目标优化模型,其中,所述多目标优化模型用于表征所述电网系统关于运行成本和网络损耗的日前调度优化方向;

基于改进粒子群优化算法求解所述多目标优化模型,得到所述电网系统的日前调度优化结果,其中,所述改进粒子群优化算法为采用动态的惯性权重和动态的学习因子的粒子群优化算法;

基于所述日前调度优化结果对所述电网系统进行日内滚动优化,得到控制指令,其中,所述控制指令用于调控所述电网系统以使所述电网系统的状态与所述日前调度优化结果的误差最小;

基于所述控制指令调控所述电网系统。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述基于改进粒子群优化算法求解所述多目标优化模型,得到所述电网系统的日前调度优化结果,包括:

步骤一,获取所述电网系统的原始数据和所述改进粒子群优化算法的参数,其中,所述改进粒子群优化算法的参数包括惯性权重和学习因子;

步骤二,基于所述原始数据和所述多目标优化模型进行随机初始化,得到所述改进粒子群优化算法中的多个粒子以及多个粒子的适应值;

步骤三,根据多个粒子的适应值更新多个粒子的飞行速度和位置,得到更新后的多个粒子,并计算更新后的多个粒子的适应值;

步骤四,根据更新后的多个粒子的适应值,更新改进粒子群优化算法的参数;

步骤五,重复执行步骤三至步骤四,直至执行步骤三至步骤四的次数达到预定的迭代步数为止,得到所述日前调度优化结果。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述根据更新后的多个粒子的适应值,更新改进粒子群优化算法的参数,包括:

根据更新后的多个粒子各自的适应值,计算更新后的多个粒子的平均适应值和最小适应值;

根据更新后的多个粒子的平均适应值和最小适应值,更新改进粒子群优化算法的参数中的惯性权重,使得更新后的惯性权重满足:当更新后的多个粒子各自的适应值趋于一致或者趋于局部最优时,更新后的惯性权重增大,当更新后的多个粒子各自的适应值趋于分散时,更新后的惯性权重减小。

4. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述更新改进粒子群优化算法的参数,包括基于如下公式更新所述学习因子:

$$\begin{cases} c_1(iter) = c_{1\min} + \left(\frac{iter_{\max} - iter}{iter_{\max}}\right)(c_{1\max} - c_{1\min}) \\ c_2(iter) = c_{2\max} + \left(\frac{iter_{\max} - iter}{iter_{\max}}\right)(c_{2\min} - c_{2\max}) \end{cases}$$

其中,所述学习因子包括个体学习因子和社会学习因子, $c_1(iter)$ 表示第 $iter$ 次迭代过程中的个体学习因子, $iter_{\max}$ 表示最大迭代次数, $c_{1\max}$ 表示个体学习因子设定最大值, $c_{1\min}$ 表示个体学习因子设定最小值, $c_2(iter)$ 表示第 $iter$ 次迭代过程中的社会学习因子, $c_{2\min}$ 表示社会学习因子设定最小值, $c_{2\max}$ 表示社会学习因子设定最大值。

5. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,基于所述原始数据和所述多目标优化模型进行随机初始化,得到所述改进粒子群优化算法中的多个粒子,包括:

获取所述多目标优化模型的约束条件,其中,所述约束条件包括等式约束和不等式约束;

基于所述原始数据进行随机初始化,得到多个原始粒子;

从所述原始粒子中筛选出符合所述等式约束的粒子作为所述改进粒子群优化算法中的多个粒子;

所述根据多个粒子的适应值更新多个粒子的飞行速度和位置,包括:

在多个粒子的更新后的飞行速度和位置中的状态变量超出所述不等式约束的范围时,以所述不等式约束的边界值作为更新后的状态变量。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述基于所述日前调度优化结果对所述电网系统进行日内滚动优化,得到控制指令,包括:

根据所述日前调度优化结果,建立滚动预测模型,其中,所述日前调度优化结果包括所述电网系统的储能充放电功率和外电网交换功率,所述滚动预测模型为如下公式:

$$\begin{cases} P_{st}(k+\Delta t) = P_{st}(k) + \Delta P_{st}(k) \\ P_{grid}(k+\Delta t) = P_{grid}(k) + \Delta P_{st}(k) + \sum_{i=1}^N \Delta P_{Gf,Lf} \end{cases},$$

$P_{st}(k+\Delta t)$ 为预测 $k+\Delta t$ 时刻的储能充放电功率, $P_{grid}(k+\Delta t)$ 为预测 $k+\Delta t$ 时刻的电网交换功率, $P_{st}(k)$ 和 $P_{grid}(k)$ 为 k 时刻储能充放电功率和电网交换功率, $\Delta P_{st}(k)$ 为储能充放电功率增量, $\Delta P_{Gf,Lf}$ 为电网系统内部可再生能源及负荷的超短期预测功率增量;

根据所述滚动预测模型建立日内优化目标函数,其中,所述日内优化目标函数用于表征所述电网系统的预测状态与所述日前调度优化结果的误差;

求解所述日内优化目标函数,得到所述控制指令。

7. 根据权利要求1至6中任意一项所述的方法,其特征在于,所述多目标优化模型包括:所述电力系统内的总运行成本和所述电力系统内的总网损,其中,所述总运行成本包括储能系统运行成本函数、向大电网购电成本函数和可调度负荷成本函数,所述总网损包括线路损耗和换流器功率损耗。

8. 一种电网优化调度装置,其特征在于,包括:

获取模块,用于获取目标区域内电网系统的多目标优化模型,其中,所述多目标优化模型用于表征所述电网系统关于运行成本和网络损耗的日前调度优化方向;

求解模块,用于基于改进粒子群优化算法求解所述多目标优化模型,得到所述电网系统的日前调度优化结果,其中,所述改进粒子群优化算法为采用动态的惯性权重和动态的学习因子的粒子群优化算法;

优化模块,用于基于所述日前调度优化结果对所述电网系统进行日内滚动优化,得到控制指令,其中,所述控制指令用于调控所述电网系统以使所述电网系统的状态与所述日前调度优化结果的误差最小;

调控模块,用于基于所述控制指令调控所述电网系统。

9. 一种非易失性存储介质,其特征在于,所述非易失性存储介质包括存储的程序,其中,在所述程序运行时控制所述非易失性存储介质所在设备执行权利要求1至7中任意一项所述电网优化调度方法。

10. 一种计算机设备,其特征在于,所述计算机设备包括存储器和处理器,所述存储器用于存储程序,所述处理器用于运行所述存储器存储的程序,其中,所述程序运行时执行权利要求1至7中任意一项所述电网优化调度方法。

电网调度优化方法、装置和非易失性存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及电网调度技术领域,具体而言,涉及一种电网调度优化方法、装置和非易失性存储介质。

背景技术

[0002] 可再生能源高渗透的交直流混合配电网,由于间歇式能源出力依赖于自然条件(如光伏发电受日照强度和温度的影响,风力发电受风速的影响),变化较为频繁,只在长时间尺度下进行优化控制是无法对环境以及负荷的变化做出及时响应的,这样形成的优化协调控制策略实际上往往并不是最优的。

[0003] 针对上述的问题,目前尚未提出有效的解决方案。

发明内容

[0004] 本发明实施例提供了一种电网调度优化方法、装置和非易失性存储介质,在时间尺度上,建立长时间尺度、短时间尺度、实时的协调优化调度机制。以至少解决现有技术中电网功率的优化协调控制策略无法及时响应环境变化的技术问题。

[0005] 根据本发明实施例的一个方面,提供了一种电网调度优化方法,包括:获取目标区域内电网系统的多目标优化模型,其中,多目标优化模型用于表征电网系统关于运行成本和网络损耗的日前调度优化方向;基于改进粒子群优化算法求解多目标优化模型,得到电网系统的日前调度优化结果,其中,改进粒子群优化算法为采用动态的惯性权重和动态的学习因子的粒子群优化算法;基于日前调度优化结果对电网系统进行日内滚动优化,得到控制指令,其中,控制指令用于调控电网系统以使电网系统的状态与日前调度优化结果的误差最小;基于控制指令调控电网系统。

[0006] 可选地,基于改进粒子群优化算法求解多目标优化模型,得到电网系统的日前调度优化结果,包括:步骤一,获取电网系统的原始数据和改进粒子群优化算法的参数,其中,改进粒子群优化算法的参数包括惯性权重和学习因子;步骤二,基于原始数据和多目标优化模型进行随机初始化,得到改进粒子群优化算法中的多个粒子以及多个粒子的适应值;步骤三,根据多个粒子的适应值更新多个粒子的飞行速度和位置,得到更新后的多个粒子,并计算更新后的多个粒子的适应值;步骤四,根据更新后的多个粒子的适应值,更新改进粒子群优化算法的参数;步骤五,重复执行步骤三至步骤四,直至执行步骤三至步骤四的次数达到预定的迭代步数为止,得到日前调度优化结果。

[0007] 可选地,根据更新后的多个粒子的适应值,更新改进粒子群优化算法的参数,包括:根据更新后的多个粒子各自的适应值,计算更新后的多个粒子的平均适应值和最小适应值;根据更新后的多个粒子的平均适应值和最小适应值,更新改进粒子群优化算法的参数中的惯性权重,使得更新后的惯性权重满足:当更新后的多个粒子各自的适应值趋于一致或者趋于局部最优时,更新后的惯性权重增大,当更新后的多个粒子各自的适应值趋于分散时,更新后的惯性权重减小。

[0008] 可选地,所述更新改进粒子群优化算法的参数,包括基于如下公式更新所述学习

$$\text{因子:} \begin{cases} c_1(\text{iter}) = c_{1\min} + \left(\frac{\text{iter}_{\max} - \text{iter}}{\text{iter}_{\max}}\right)(c_{1\max} - c_{1\min}) \\ c_2(\text{iter}) = c_{2\max} + \left(\frac{\text{iter}_{\max} - \text{iter}}{\text{iter}_{\max}}\right)(c_{2\min} - c_{2\max}) \end{cases}, \text{其中,所述学习因子包括个体学习因子}$$

和社会学习因子, $c_1(\text{iter})$ 表示第 iter 次迭代过程中的个体学习因子, iter_{\max} 表示最大迭代次数, $c_{1\max}$ 表示个体学习因子设定最大值, $c_{1\min}$ 表示个体学习因子设定最小值, $c_2(\text{iter})$ 表示第 iter 次迭代过程中的社会学习因子, $c_{2\min}$ 表示社会学习因子设定最小值, $c_{2\max}$ 表示社会学习因子设定最大值。

[0009] 可选地,基于原始数据和多目标优化模型进行随机初始化,得到改进粒子群优化算法中的多个粒子,包括:获取多目标优化模型的约束条件,其中,约束条件包括等式约束和不等式约束;基于原始数据进行随机初始化,得到多个原始粒子;从原始粒子中筛选出符合等式约束的粒子作为改进粒子群优化算法中的多个粒子;根据多个粒子的适应值更新多个粒子的飞行速度和位置,包括:在多个粒子的更新后的飞行速度和位置中的状态变量超出不等式约束的范围时,以不等式约束的边界值作为更新后的状态变量。

[0010] 可选地,基于日前调度优化结果对电网系统进行日内滚动优化,得到控制指令,包括:根据日前调度优化结果,建立滚动预测模型,其中,日前调度优化结果包括电网系统的储能充放电功率和外电网交换功率,滚动预测模型为如下公式:

$$[0011] \begin{cases} P_{st}(k + \Delta t) = P_{st}(k) + \Delta P_{st}(k) \\ P_{grid}(k + \Delta t) = P_{grid}(k) + \Delta P_{st}(k) + \sum_{i=1}^N \Delta P_{Gf,Lf} \end{cases}$$

[0012] $P_{st}(k + \Delta t)$ 为预测 $k + \Delta t$ 时刻的储能充放电功率, $P_{grid}(k + \Delta t)$ 为预测 $k + \Delta t$ 时刻的电网交换功率, $P_{st}(k)$ 和 $P_{grid}(k)$ 为 k 时刻储能充放电功率和电网交换功率, $\Delta P_{st}(k)$ 为储能充放电功率增量, $\Delta P_{Gf,Lf}$ 为电网系统内部可再生能源及负荷的超短期预测功率增量;根据滚动预测模型建立日内优化目标函数,其中,日内优化目标函数用于表征电网系统的预测状态与日前调度优化结果的误差;求解日内优化目标函数,得到控制指令。

[0013] 可选地,多目标优化模型包括:电力系统内的总运行成本和电力系统内的总网损,其中,总运行成本包括储能系统运行成本函数、向大电网购电成本函数和可调度负荷成本函数,总网损包括线路损耗和换流器功率损耗。

[0014] 根据本发明实施例的另一方面,还提供了一种电网调度优化装置,包括:获取模块,用于获取目标区域内电网系统的多目标优化模型,其中,多目标优化模型用于表征电网系统关于运行成本和网络损耗的日前调度优化方向;求解模块,用于基于改进粒子群优化算法求解多目标优化模型,得到电网系统的日前调度优化结果,其中,改进粒子群优化算法为采用动态的惯性权重和动态的学习因子的粒子群优化算法;优化模块,用于基于日前调度优化结果对电网系统进行日内滚动优化,得到控制指令,其中,控制指令用于调控电网系统以使电网系统的状态与日前调度优化结果的误差最小;调控模块,用于基于控制指令调控电网系统。

[0015] 根据本发明实施例的又一方面,还提供了一种非易失性存储介质,所述非易失性存储介质包括存储的程序,其中,在所述程序运行时控制所述非易失性存储介质所在设备

执行上述任意一项所述电网调度优化方法。

[0016] 根据本发明实施例的再一方面,还提供了一种计算机设备,所述计算机设备包括存储器和处理器,所述存储器用于存储程序,所述处理器用于运行所述存储器存储的程序,其中,所述程序运行时执行上述任意一项所述电网调度优化方法。

[0017] 在本发明实施例中,通过获取目标区域内电网系统的多目标优化模型,其中,多目标优化模型用于表征电网系统关于运行成本和网络损耗的日前调度优化方向;基于改进粒子群优化算法求解多目标优化模型,得到电网系统的日前调度优化结果,其中,改进粒子群优化算法为采用动态的惯性权重和动态的学习因子的粒子群优化算法;基于日前调度优化结果对电网系统进行日内滚动优化,得到控制指令,其中,控制指令用于调控电网系统以使电网系统的状态与日前调度优化结果的误差最小;基于控制指令调控电网系统,实现了在时间尺度上,建立长时间尺度和短时间尺度的协调优化调度机制,达到了将粒子群算法应用在电网功率的优化协调控制策略的目的,从而实现了提高电网功率的优化协调控制策略的响应速度的技术效果,进而解决了现有技术中电网功率的优化协调控制策略无法及时响应环境变化的技术问题。

附图说明

[0018] 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,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0019] 图1示出了一种用于实现电网调度优化方法的计算机终端的硬件结构框图;

[0020] 图2是根据本发明实施例提供的一种电网调度优化方法的流程示意图;

[0021] 图3是根据本发明实施例的一种可选的改进的粒子群算法求解的流程示意图;

[0022] 图4是根据本发明实施例提供的一种电网调度优化装置的结构框图。

具体实施方式

[0023] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案,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的实施例,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,都应当属于本发明保护的范围。

[0024] 需要说明的是,本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的本发明的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外,术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形,意图在于覆盖不排他的包含,例如,包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元,而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

[0025] 根据本发明实施例,提供了一种电网调度优化方法的实施例,需要说明的是,在附图的流程图示出的步骤可以在诸如一组计算机可执行指令的计算机系统中执行,并且,虽然在流程图中示出了逻辑顺序,但是在某些情况下,可以以不同于此处的顺序执行所示出

或描述的步骤。

[0026] 本申请实施例一所提供的方法实施例可以在移动终端、计算机终端或者类似的运算装置中执行。图1示出了一种用于实现电网调度优化方法的计算机终端的硬件结构框图。如图1所示,计算机终端10可以包括一个或多个(图中采用102a、102b,……,102n来示出)处理器(处理器可以包括但不限于微处理器MCU或可编程逻辑器件FPGA等的处理装置)、用于存储数据的存储器104。除此以外,还可以包括:显示器、输入/输出接口(I/O接口)、通用串行总线(USB)端口(可以作为BUS总线的端口中的一个端口被包括)、网络接口、电源和/或相机。本领域普通技术人员可以理解,图1所示的结构仅为示意,其并不对上述电子装置的结构造成限定。例如,计算机终端10还可包括比图1中所示更多或者更少的组件,或者具有与图1所示不同的配置。

[0027] 应当注意到的是上述一个或多个处理器和/或其他数据处理电路在本文中通常可以被称为“数据处理电路”。该数据处理电路可以全部或部分的体现为软件、硬件、固件或其他任意组合。此外,数据处理电路可为单个独立的处理模块,或全部或部分的结合到计算机终端10中的其他元件中的任意一个内。如本申请实施例中所涉及到的,该数据处理电路作为一种处理器控制(例如与接口连接的可变电阻终端路径的选择)。

[0028] 存储器104可用于存储应用软件的软件程序以及模块,如本发明实施例中的电网调度优化方法对应的程序指令/数据存储装置,处理器通过运行存储在存储器104内的软件程序以及模块,从而执行各种功能应用以及数据处理,即实现上述的应用程序的电网调度优化方法。存储器104可包括高速随机存储器,还可包括非易失性存储器,如一个或者多个磁性存储装置、闪存、或者其他非易失性固态存储器。在一些实例中,存储器104可进一步包括相对于处理器远程设置的存储器,这些远程存储器可以通过网络连接至计算机终端10。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

[0029] 显示器可以例如触摸屏式的液晶显示器(LCD),该液晶显示器可使得用户能够与计算机终端10的用户界面进行交互。

[0030] 图2是根据本发明实施例提供的电网调度优化方法的流程示意图,如图2所示,该方法包括如下步骤:

[0031] 步骤S202,获取目标区域内电网系统的多目标优化模型,其中,多目标优化模型用于表征电网系统关于运行成本和网络损耗的日前调度优化方向。

[0032] 本步骤中,实施电网调度优化方法之前,先确定需要实施调度优化的区域为目标区域,需要获得目标区域内电力数据的基本情况,比如负荷情况、可再生资源发电情况和电网连接情况等数据,并根据目标区域内电力数据的基本情况,建立目标区域内电网系统的多目标优化模型。多目标优化模型中包括了优化算法中的优化方向,还有包括了计算优化方向最优解时需要考虑的约束条件。

[0033] 步骤S204,基于改进粒子群优化算法求解多目标优化模型,得到电网系统的日前调度优化结果,其中,改进粒子群优化算法为采用动态的惯性权重和动态的学习因子的粒子群优化算法。

[0034] 本步骤中,粒子群算法是一种不断迭代的智能计算方法,粒子群中的每一个粒子代表了对于多目标优化模型的一个解,根据粒子群算法中的规则,粒子可以在某种程度上向全局最优点附近靠近。本发明中提供的电网调度优化方法改进了基础的粒子群算法,使

得改进的粒子群优化算法采用动态的惯性权重和动态的学习因子帮助粒子更新自己的位置,能更好的使每个粒子的位置靠近全局最优点,并将粒子群优化算法与电网调度规划的场景结合起来,最后得到可以应用在电网调度领域内的改进的粒子群优化算法。

[0035] 步骤S206,基于日前调度优化结果对电网系统进行日内滚动优化,得到控制指令,其中,控制指令用于调控电网系统以使电网系统的状态与日前调度优化结果的误差最小。

[0036] 本步骤中,多时间尺度优化调度首先采集交直流混合配电网的运行量测信息及长时间尺度的可再生能源发电、负荷的预测信息,根据协调优化目标,建立长时间尺度优化调度模型,利用优化工具进行求解,计算长时间尺度的优化调度结果;将长时间尺度优化调度结果下发给短时间尺度优化调度模型,在短时间尺度预测周期中,以对应时间点的长时间尺度协调优化结果作为初始值进行滚动优化,计算短时间尺度的优化调度结果;最后将短时间尺度的优化目标曲线下发给实时控制,完成指令分配,实现交直流混合配电网经济优化调度。日前调度优化结果可以对日内调度优化起到指导作用,控制指令根据电网的实时电力数据,生成相应的控制指令,以实现电网的实时电力数据最接近日前调度优化结果,实现对电网的调度优化。具体地,长时间尺度优化在优化日之前进行调度,时间分辨率为半小时至两小时左右;短时间尺度为日内滚动优化调度,时间分辨率为五分钟至十五分钟左右。

[0037] 步骤S208,基于控制指令调控电网系统。

[0038] 本步骤中,基于上一个步骤中生成的控制指令,可以实现有序调度电网中的设备的接入和切除,保证了电网运行的稳定的同时,可以在多个目标处都达到较好的效果,实现最优的电网调度方法。当然,可以设置实时控制周期,可以将短时间尺度的优化目标曲线下发给实时控制,实时控制周期可以以秒为单位,读取实时功率,执行指令分配,控制电网中的功率平衡和电压稳定,实现交直流混合配电网经济优化调度。

[0039] 通过上述步骤,可以实现在时间尺度上,建立长时间尺度和短时间尺度的协调优化调度机制,达到将粒子群算法应用在电网功率的优化协调控制策略的目的,从而实现了提高电网功率的优化协调控制策略的响应速度的技术效果,进而解决了现有技术中电网功率的优化协调控制策略无法及时响应环境变化的技术问题。

[0040] 作为一种可选的实施例,基于改进粒子群优化算法求解多目标优化模型,得到电网系统的日前调度优化结果,包括:步骤一,获取电网系统的原始数据和改进粒子群优化算法的参数,其中,改进粒子群优化算法的参数包括惯性权重和学习因子;步骤二,基于原始数据和多目标优化模型进行随机初始化,得到改进粒子群优化算法中的多个粒子以及多个粒子的适应值;步骤三,根据多个粒子的适应值更新多个粒子的飞行速度和位置,得到更新后的多个粒子,并计算更新后的多个粒子的适应值;步骤四,根据更新后的多个粒子的适应值,更新改进粒子群优化算法的参数;步骤五,重复执行步骤三至步骤四,直至执行步骤三至步骤四的次数达到预定的迭代步数为止,得到日前调度优化结果。

[0041] 可选地,基本粒子群优化算法是一种模拟鸟类群体行为的智能计算方法,利用了生物群体模型。它采用鸟类生活中使用的三条简单规则(飞离最近的个体、飞向目标和飞向群体的中心)来确定自己的飞行方向和飞行速度,并建立模型。后来对基本的模型进行了修正,引入了人类个体学习和整体文化的形成模式,一方面个体向周围优秀者的行为学习,另一方面个体不断总结个人经验形成本体知识库。单一个体能够通过一定的规则估计自身位置的适应值并记住自己当前所找到的最好位置,称为“局部最优值 P_{ibest} ”;同时记住周围群

体的最好位置,称为“全局最优值 P_{gbest} ”。这两个最优值使得粒子在某种程度上朝全局最优值附近靠近。

[0042] 粒子群优化算法采用“速度-位移”搜索模型,该模型的运算单位为“粒子”,每个粒子代表解空间的一个潜在解,解的优劣程度由适应度函数决定。在初始状态中,可以根据电网系统的原始数据随机生成每个粒子的位置和速度,多目标优化模型也影响每个粒子初始的位置和速度。然后,粒子根据全局最优值和局部最优值来不断调整自己的下一步位置和飞行速度从而达到全局最优解位置。例如,粒子 $z_i = (z_{i1}, z_{i2}, \dots, z_{iD})$ 为第 i 个粒子($i=1, 2, \dots, m$)的 D 维位置矢量,根据设定的适应度函数 $F(p_{ibest})$ 计算粒子当前的适应值,从而衡量位置的优劣; $v_i = (v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{iD})$ 为粒子 i 的 D 维速度矢量。即粒子的移动距离; $p_{ibest} = (p_{i1}, p_{i2}, \dots, p_{iD})$ 为粒子当前搜索到的最优位置; $p_{gbest} = (p_{g1}, p_{g2}, \dots, p_{gD})$ 为整个群体当前搜索到的最优位置。当第 k 次迭代(飞行)后,粒子 i 将本次的适应度函数值 $F(i, k)$ 与 $F(p_{besti})$ 进行比较更新该粒子位置。 $F(p_{gbest})$ 记录所有最优位置的适应度函数值,从而不断更新结果。

[0043] 在算法的每一次迭代过程中,粒子通过前一时刻速度,与目前个体最优位置(p_{ibest}^k)和群体最优位置(p_{gbest}^k)之间的距离更新自己。每个粒子根据如下公式在搜索空间确定相应的位置与速度:

$$[0044] \quad v_{if}^{k+1} = \omega v_{if}^k + c_1 r_1 (p_{ibest}^k - x_{if}^k) + c_2 r_2 (p_{gbest}^k - x_{if}^k)$$

$$[0045] \quad x_{if}^{k+1} = x_{if}^k + \omega v_{if}^k + v_{if}^{k+1}$$

[0046] 上式中, c_1 和 c_2 为学习因子,也称加速因子,它使粒子具有自我总结和向群体中优秀个体学习能力,从而向个体及群体最优位置靠近,调整这两个参数,可加快收敛速度并减少陷入局部最优值的困扰; r_1 和 r_2 为 $[0, 1]$ 之间的随机数,可用来保持群体多样性。由于粒子群算法中没有相关机制对粒子速度进行控制,所以有必要限制速度的最大值,设置速度阈值为 v_{max} ,当速度超过该阈值时取为 v_{max} ,这个值太大会导致粒子跳过最优解,太小又会导致非全局充分搜索。

[0047] 若为二进制粒子群优化算法,则其粒子位置的更新公式为:

$$[0048] \quad x_{if}^{k+1} = \left| \text{Sign}(S(v_{if}^{k+1}) - r) \right| \quad (4-20)$$

[0049] 式中, $S(v_{if}^{k+1}) = 1 / (1 + \exp(-v_{if}^{k+1}))$, r 为服从均匀分布的随机数,Sign为符号函数。其中 ω 为惯性权重, k 为迭代次数, $x_{if}^{(k+1)}$ 为第 i 个粒子在 $(k+1)$ 时刻下的位置向量的第 f 个分量, $v_{if}^{(k+1)}$ 为第 i 个粒子在 $(k+1)$ 时刻下的速度向量的第 f 个分量。

[0050] 粒子群优化算法控制参数主要包括:惯性权重、学习因子、最大速度以及终止条件等。其中惯性参数与学习因子的影响较大,改进粒子群优化算法也就是在基本的粒子群优化算法的基础上添加自适应调节惯性权重和学习因子的步骤,以使粒子群算法更适合进行电网优化调度求解。

[0051] 图3是根据本发明实施例的一种可选的改进的粒子群算法求解的流程示意图,如图3所示, k 为计数参数,可以设定一个计数值,作为更新粒子的总次数。初始时,参数 k 记为

0;其次,输入系统原始数据及算法的相关参数,比如输入多目标优化模型中包括的参数;其次,算法将根据输入的电网系统的原始数据和输入的约束条件等,随机生成负荷约束条件的粒子;其次,算法将根据本身的计算逻辑得到多个粒子的适应值,得到多个粒子中每个粒子的个体最优值 P_{ibest} 和群体最优值 P_{gbest} ;其次,判断计数参数 k 是否大于设置值,也就是判断粒子从初始化开始的更新次数是否大于设置值,如果更新次数没有超过设置值,那么进行一次更新:根据算法的计算逻辑更新满足各类约束条件的每个粒子的飞行速度和位置,再计算每个粒子的适应值,得到更新后的每个粒子的个体最优值 P_{ibest} 和群体最优值 P_{gbest} ,将计数参数加一,并更新惯性权重 ω 与学习因子 c ,学习因子 c 包括 c_1 和 c_2 ;当计数参数 k 大于设置值时,认为粒子群算法已经求解得到合适的优化调度的解,输出优化结果,即可结束求解过程,得到日前调度优化结果。

[0052] 作为一种可选的实施例,根据更新后的多个粒子的适应值,更新改进粒子群优化算法的参数,包括:根据更新后的多个粒子各自的适应值,计算更新后的多个粒子的平均适应值和最小适应值;根据更新后的多个粒子的平均适应值和最小适应值,更新改进粒子群优化算法的参数中的惯性权重,使得更新后的惯性权重满足:当更新后的多个粒子各自的适应值趋于一致或者趋于局部最优时,更新后的惯性权重增大,当更新后的多个粒子各自的适应值趋于分散时,更新后的惯性权重减小。

[0053] 可选地,粒子群优化算法控制参数主要包括:惯性权重、学习因子、最大速度以及终止条件等。其中惯性参数与学习因子的影响较大,自适应调节惯性权重改进方法如下:

[0054] 为了平衡粒子群优化算法的全局搜索能力和局部改良能力,可采用非线性的动态惯性权重系数公式。由于惯性权重取值较大有利于全局寻优,较小利于局部寻优,则需合理确定惯性权重随粒子迭代过程的变化快慢,表达式为:

$$[0055] \quad \omega = \begin{cases} \omega_{\min} + \exp(-1 + \frac{f_i - f_{\min}}{f_{av} - f_{\min}})(\omega_{\max} - \omega_{\min}) & f_i \leq f_{av} \\ \omega_{\max} & f_i > f_{av} \end{cases}$$

[0056] 式中, ω_{\max} 与 ω_{\min} 分别为 ω 的最大值与最小值, f_i 表示粒子当前的目标函数值, f_{av} 与 f_{\min} 分别表示当前所有微粒的平均目标函数值和最小目标值。在上式中,惯性权重随着微粒的目标函数值而自动改变,因此成为自适应权重。

[0057] 当各微粒的目标值区域一致或者趋于局部最优时,上式将使得惯性权重增加,二各微粒的目标值比较分散时,将使得惯性权重减小,同时对于目标函数值由于平均目标值的微粒,其对应的惯性权重因子较小,从而保护了该微粒,反之对于目标函数值差于平均目标值的微粒,其对应的惯性权重因子较大,使得该微粒向较好的搜索区域靠拢。

[0058] 作为一种可选的实施例,更新改进粒子群优化算法的参数,包括基于如下公式更

$$\text{新学习因子:} \begin{cases} c_1(\text{iter}) = c_{1\min} + (\frac{\text{iter}_{\max} - \text{iter}}{\text{iter}_{\max}})(c_{1\max} - c_{1\min}) \\ c_2(\text{iter}) = c_{2\max} + (\frac{\text{iter}_{\max} - \text{iter}}{\text{iter}_{\max}})(c_{2\min} - c_{2\max}) \end{cases}, \text{其中,学习因子包括个体学习因}$$

子和社会学习因子, $c_1(\text{iter})$ 表示第 iter 次迭代过程中的个体学习因子, iter_{\max} 表示最大迭代次数, $c_{1\max}$ 表示个体学习因子设定最大值, $c_{1\min}$ 表示个体学习因子设定最小值, $c_2(\text{iter})$ 表示第 iter 次迭代过程中的社会学习因子, $c_{2\min}$ 表示社会学习因子设定最小值, $c_{2\max}$

表示社会学习因子设定最大值。

[0059] 粒子群学习因子的设置原则为:迭代循环的起始阶段主要保持自我认知能力,较少受社会认知的影响;迭代的结束阶段主要受社会认知的影响,而较少受自我认知的影响,如表1所示。因此,在每一次迭代过程中均会修正个体学习因子和社会学习因子,在迭代初期会更看重个体学习因子的影响,在迭代后期会更看重社会学习因子的影响。这样有利于加强全局搜索能力,并快速收敛到全局最优解。

[0060] 表1粒子群算法学习因子的变化

控制参数	早期阶段	后期阶段
自我认知	较大	较小
社会认知	较小	较大

[0062] 作为一种可选的实施例,基于原始数据和多目标优化模型进行随机初始化,得到改进粒子群优化算法中的多个粒子,包括:获取多目标优化模型的约束条件,其中,约束条件包括等式约束和不等式约束;基于原始数据进行随机初始化,得到多个原始粒子;从原始粒子中筛选出符合等式约束的粒子作为改进粒子群优化算法中的多个粒子;根据多个粒子的适应值更新多个粒子的飞行速度和位置,包括:在多个粒子的更新后的飞行速度和位置中的状态变量超出不等式约束的范围时,以不等式约束的边界值作为更新后的状态变量。

[0063] 可选地,交直流混合配电网经济优化调度模型是一个典型的有约束非线性优化问题。粒子群算法属于无约束优化算法,用其求解配网优化调度模型的关键环节在于如何处理约束条件。其中,约束条件分为等式约束条件和不等式约束条件。

[0064] 等式约束条处理可以为:t时段粒子调度方案用 $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iD})$ 表示,处理优化调度模型中的功率平衡约束可先在搜索空间中随机初始化D维变量中的前D-1维变量,再由等式约束来确定剩余1维变量,若剩余1维变量的值不满足该维上下限约束,则放弃该粒子,重新生成粒子,其公式如下:

$$[0065] \quad x_{iD} = P_{Lt} - (x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{iD-1})$$

[0066] 若 x_{iD} 不满足第D维容量约束条件,则重新生成粒子。

[0067] 不等式约束处理可以为如下公式:在算法迭代过程中,若某一状态变量超过其上下限值,则将该越界变量限制在其边界上,则可满足其容量约束。

$$[0068] \quad x_{if}^{(k+1)} = \begin{cases} x_{f \max} & x_{if}^{(k)} + v_{if}^{(k)} \geq x_{f \max} \\ x_{if}^{(k)} + v_{if}^{(k)} & x_{f \min} \leq x_{if}^{(k)} + v_{if}^{(k)} \leq x_{f \max} \\ x_{f \min} & x_{if}^{(k)} + v_{if}^{(k)} \leq x_{f \min} \end{cases}$$

[0069] 式中, $x_{f \max}$ 、 $x_{f \min}$ 分别为t时段各维变量的上下限。

[0070] 作为一种可选的实施例,基于日前调度优化结果对电网系统进行日内滚动优化,得到控制指令,包括:根据日前调度优化结果,建立滚动预测模型,其中,日前调度优化结果包括电网系统的储能充放电功率和外电网交换功率,滚动预测模型为如下公式:

$$[0071] \quad \begin{cases} P_{st}(k + \Delta t) = P_{st}(k) + \Delta P_{st}(k) \\ P_{grid}(k + \Delta t) = P_{grid}(k) + \Delta P_{st}(k) + \sum_{i=1}^N \Delta P_{Gf, Lf} \end{cases}$$

[0072] $P_{st}(k + \Delta t)$ 为预测 $k + \Delta t$ 时刻的储能充放电功率, $P_{grid}(k + \Delta t)$ 为预测 $k + \Delta t$ 时刻的

电网交换功率, $P_{st}(k)$ 和 $P_{grid}(k)$ 为 k 时刻储能充放电功率和电网交换功率, $\Delta P_{st}(k)$ 为储能充放电功率增量, $\Delta P_{Gf,Lf}$ 为电网系统内部可再生能源及负荷的超短期预测功率增量; 根据滚动预测模型建立日内优化目标函数, 其中, 日内优化目标函数用于表征电网系统的预测状态与日前调度优化结果的误差; 求解日内优化目标函数, 得到控制指令。

[0073] 可选地, 模型预测控制 (MPC) 算法核心思想是: ①在当前时刻 k 和当前状态 $x(k)$, 基于一定的预测模型, 预测系统未来的状态, 同时考虑当前和未来的约束条件, 通过解决优化问题, 得到未来 $k+1, k+2, \dots, k+M$ 时刻的控制指令序列; ②将控制指令序列的第一个值应用于控制系统; ③在 $k+1$ 时刻, 更新状态为 $x(k+1)$, 重复上述操作步骤。

[0074] 交直流混合配电网日内优化调度以日前优化结果即储能充放电功率及外电网交换功率为基准值, 建立滚动预测模型, 求解控制变量, 作为下一周期时段的测量信息, 继续优化。滚动预测模型如下:

$$[0075] \quad \begin{cases} P_{st}(k + \Delta t) = P_{st}(k) + \Delta P_{st}(k) \\ P_{grid}(k + \Delta t) = P_{grid}(k) + \Delta P_{st}(k) + \sum_{i=1}^N \Delta P_{Gf,Lf} \end{cases}$$

[0076] 式中, $P_{st}(k + \Delta t)$ 、 $P_{grid}(k + \Delta t)$ 为预测 $k + \Delta t$ 时刻储能充放电功率和电网交换功率, $P_{st}(k)$ 、 $P_{grid}(k)$ 为 k 时刻储能充放电功率和电网交换功率, $\Delta P_{st}(k)$ 为储能充放电功率增量, $\Delta P_{Gf,Lf}$ 为电网内部可再生能源及负荷的超短期预测功率增量。

[0077] 日内滚动优化调度的目标是以联络线交换功率 (即电网交换功率) 和储能出力的预测输出值与日前计划值的误差最小, 日内滚动优化目标函数为:

$$[0078] \quad \min R_{day} = (P_{st}^{pre} - P_{st}^{ref})^T Q (P_{st}^{pre} - P_{st}^{ref}) + (P_{grid}^{pre} - P_{grid}^{ref})^T W (P_{grid}^{pre} - P_{grid}^{ref})$$

[0079] 式中, Q 为储能充放电功率跟踪误差权重系数矩阵, W 为联络线交换功率跟踪误差权重系统矩阵。

[0080] P_{st}^{pre} 、 P_{grid}^{pre} 为在 $M \Delta t$ 预测时长内基于可再生能源和负荷的超短期功率预测数据通过滚动预测模型计算得出的预估输出值, 分别表示如下:

$$[0081] \quad P_{st}^{pre} = (P_{st}^f(k + \Delta t), P_{st}^f(k + 2\Delta t), \dots, P_{st}^f(k + M\Delta t))^T$$

$$[0082] \quad P_{grid}^{pre} = (P_{grid}^f(k + \Delta t), P_{grid}^f(k + 2\Delta t), \dots, P_{grid}^f(k + M\Delta t))^T$$

[0083] P_{st}^{ref} 、 P_{grid}^{ref} 分别为储能充放电功率和联络线交换功率的日前计划值。

$$[0084] \quad P_{st}^{ref} = (P_{st}^{re}(k + \Delta t), P_{st}^{re}(k + 2\Delta t), \dots, P_{st}^{re}(k + M\Delta t))^T$$

$$[0085] \quad P_{grid}^{ref} = (P_{grid}^{re}(k + \Delta t), P_{grid}^{re}(k + 2\Delta t), \dots, P_{grid}^{re}(k + M\Delta t))^T$$

[0086] 该目标函数求解之后便可得到控制时域 $M \Delta t$ 内所有储能出力及联络线交换功率调整量构成的优化控制序列, 在该调度时刻仅下发当前时刻向后的第一个调度周期的控制序列。等待下一个调度周期到来时, 重复上述滚动优化过程。

[0087] 每次执行滚动优化时均采样实时系统状态, 并更新超短期预测功率值, 因此这里相当于起到了一定的反馈修正作用, 可确保滚动优化策略具有更好的稳定性。

[0088] 作为一种可选的实施例, 多目标优化模型包括: 电力系统内的总运行成本和电力系统内的总网损, 其中, 总运行成本包括储能系统运行成本函数、向大电网购电成本函数和

可调度负荷成本函数,总网损包括线路损耗和换流器功率损耗。

[0089] 可选地,在进行优化调度时,可再生能源最大化发电,且不考虑可再生能源发电成本,只考虑交直流混合配电网中储能运行成本、向大电网购电成本、需求侧可控负荷的调度成本。

[0090] 储能系统运行成本主要考虑储能充放电次数对使用寿命的影响,将投资成本折算到每一次充放电的损耗成本中。储能系统投资回收系数为:

$$[0091] \quad k(r, n) = \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1}$$

[0092] 式中, r 表示储能设备折旧率, n 表示储能设备的使用寿命。储能系统的年运行小时数用 T_B 表示,总投资成本折现值为 C_{cap} ,每小时投资成本折现值为 C_p :

$$[0093] \quad C_p = C_{cap} k(r, n) / T_B$$

[0094] 则储能系统运行成本函数为:

$$[0095] \quad C_B(P_{Bt}) = \sum_{t=1}^M C_p |P_{Bt}| \Delta T$$

[0096] 其中 M 为调控的时段总数; P_{Bt} 为储能在时段 t 的出力,其值为正时,表示储能充电,其值为负时,表示储能放电; ΔT 为单位调度时长。

[0097] 向大电网购电成本函数:

$$[0098] \quad C_{Grid}(P_{Buy}, P_{Lt}) = \sum_{t=1}^M (C_{buy} P_{Buy} - C_{sell} P_{Lt})$$

[0099] 式中, C_{buy} 、 C_{sell} 为 t 时段购电电价和售电电价; P_{Buy} 、 P_{Lt} 为 t 时段的购电电量和总负荷。

[0100] 可调度负荷成本函数:

$$[0101] \quad C_{Lt}(P_{Lt}) = \sum_{j=1}^N \rho_j P_{Ljt}$$

[0102] 式中, N 为配电网内负荷数; ρ_j 为第 j 个负荷的补偿或激励系数; P_{Ljt} 为第 j 个负荷的负荷调整量。

[0103] 目标函数为配网内总运行成本最小:

$$[0104] \quad \min C_{DA} = C_B(P_{Bt}) + C_{Grid}(P_{Buy}, P_{Lt}) + C_{Lt}(P_{Lt})$$

[0105] 必须指明的是,如果交直流混合配电网中不存在可调控的负荷,则负荷调度成本为0。

[0106] 全网系统网损除了线路损耗外需考虑换流器的功率损耗。线路损耗为:

$$[0107] \quad P_{Loss} = \sum_{l=1}^L R_l \frac{P_{lt}^2 + Q_{lt}^2}{U_{lt}^2}$$

[0108] 式中, L 为交直流混合配电网线路总数, R_l 为线路电阻, P_{lt} 、 Q_{lt} 、 U_{lt} 分别为 t 时刻的有功、无功、电压。

[0109] 换流器是连接交直流区的重要设备,同时也是造成交直流混合配电网功率损耗的重要原因,因此在建立优化模型之前需要明确换流器的功率传输效率。

[0110] 单向AC/DC、DC/AC变换器(统称为变换器A)工作效率相等,可由如下公式计算:

$$[0111] \quad \eta^A = \frac{100u}{0.004 + 1.002u + 0.018u^2}$$

[0112] 单、双向DC/DC变换器(统称为变换器B)工作效率相等,可由下式计算:

$$[0113] \quad \eta^B = \frac{100u}{0.004 + 1.007u + 0.007u^2}$$

[0114] 式中, η^A 和 η^B 分别为变换器A和变换器B的功率变换效率; u 为输入功率与额定容量的比率。则交直流混合配电网中的换流器功率损耗为:

$$[0115] \quad P_{ILCloss} = \sum_i^Z (1 - \eta_{ILCi}^y) |P_{ILCi,t}^y|$$

[0116] 式中, Z 为换流器总数; y 为换流器类型, 分为A类或B类; $P_{ILCi,t}^y$ 为换流器 t 时刻的功率, η_{ILCi}^y 为换流器 t 时刻的工作效率。

[0117] 针对多端口电力电子换流器设备模型, 可视为多个换流器的组合, 其功率输入及输出平衡, 则有:

$$[0118] \quad \sum_i^Z (1 - \eta_{ILCi}^y) P_{ILCi,t}^y + P_{ILCi,t}^y = 0$$

[0119] 则交直流混合配电网系统总网损最小:

$$[0120] \quad \min P_{Loss} = P_{Lloss} + P_{ILCloss}$$

[0121] 为权衡运行成本与网损最小的目标, 获得综合最优的方案, 赋予各目标权重系数, 则多目标优化模型建立如下:

$$[0122] \quad \min S = \alpha \rho_1 C_{DA} + \beta \rho_2 P_{Loss}$$

[0123] 式中, α 、 β 为运行成本与网损目标的权重系数, 有 $\alpha + \beta = 1$ 。 ρ_1 、 ρ_2 为运行成本与网损的量纲归一化系数。

[0124] 约束条件可以为功率平衡约束、储能运行约束、换流器运行约束或负荷约束。

[0125] 需要说明的是, 对于前述的各方法实施例, 为了简单描述, 故将其都表述为一系列的动作组合, 但是本领域技术人员应该知悉, 本发明并不受所描述的动作顺序的限制, 因为依据本发明, 某些步骤可以采用其他顺序或者同时进行。其次, 本领域技术人员也应该知悉, 说明书中所描述的实施例均属于优选实施例, 所涉及的动作和模块并不一定是本发明所必须的。

[0126] 通过以上的实施方式的描述, 本领域的技术人员可以清楚地了解到根据上述实施例的电网调度优化方法可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现, 当然也可以通过硬件, 但很多情况下前者是更佳的实施方式。基于这样的理解, 本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来, 该计算机软件产品存储在一个存储介质(如ROM/RAM、磁碟、光盘)中, 包括若干指令用以使得一台终端设备(可以是手机, 计算机, 服务器, 或者网络设备等)执行本发明各个实施例所述的方法。

[0127] 根据本发明实施例, 还提供了一种用于实施上述电网调度优化方法的装置, 图4是根据本发明实施例提供的电网调度优化装置的结构框图, 如图4所示, 该电网调度优化装置包括: 获取模块42、求解模块44、优化模块46和调控模块48, 下面对该电网调度优化装置进行说明。

[0128] 获取模块42, 用于获取目标区域内电网系统的多目标优化模型, 其中, 多目标优化模型用于表征电网系统关于运行成本和网络损耗的日前调度优化方向;

[0129] 求解模块44, 与获取模块42连接, 用于基于改进粒子群优化算法求解多目标优化模型, 得到电网系统的日前调度优化结果, 其中, 改进粒子群优化算法为采用动态的惯性权

重和动态的学习因子的粒子群优化算法；

[0130] 优化模块46,与求解模块44连接,用于基于日前调度优化结果对电网系统进行日内滚动优化,得到控制指令,其中,控制指令用于调控电网系统以使电网系统的状态与日前调度优化结果的误差最小；

[0131] 调控模块48,与优化模块46连接,用于基于控制指令调控电网系统。

[0132] 此处需要说明的是,上述获取模块42、求解模块44、优化模块46和调控模块48对应于实施例中的步骤S202至步骤S208,多个模块与对应的步骤所实现的实例和应用场景相同,但不限于上述实施例所公开的内容。需要说明的是,上述模块作为装置的一部分可以运行在实施例提供的计算机终端10中。

[0133] 本发明的实施例可以提供一种计算机设备,可选地,在本实施例中,上述计算机设备可以位于计算机网络的多个网络设备中的至少一个网络设备。该计算机设备包括存储器和处理器。

[0134] 其中,存储器可用于存储软件程序以及模块,如本发明实施例中的电网调度优化方法和装置对应的程序指令/模块,处理器通过运行存储在存储器内的软件程序以及模块,从而执行各种功能应用以及数据处理,即实现上述的电网调度优化方法。存储器可包括高速随机存储器,还可以包括非易失性存储器,如一个或者多个磁性存储装置、闪存、或者其他非易失性固态存储器。在一些实例中,存储器可进一步包括相对于处理器远程设置的存储器,这些远程存储器可以通过网络连接至计算机终端。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

[0135] 处理器可以通过传输装置调用存储器存储的信息及应用程序,以执行下述步骤:获取目标区域内电网系统的多目标优化模型,其中,多目标优化模型用于表征电网系统关于运行成本和网络损耗的日前调度优化方向;基于改进粒子群优化算法求解多目标优化模型,得到电网系统的日前调度优化结果,其中,改进粒子群优化算法为采用动态的惯性权重和动态的学习因子的粒子群优化算法;基于日前调度优化结果对电网系统进行日内滚动优化,得到控制指令,其中,控制指令用于调控电网系统以使电网系统的状态与日前调度优化结果的误差最小;基于控制指令调控电网系统。

[0136] 采用本发明实施例,提供了一种电网调度优化的方案。通过获取目标区域内电网系统的多目标优化模型,其中,多目标优化模型用于表征电网系统关于运行成本和网络损耗的日前调度优化方向;基于改进粒子群优化算法求解多目标优化模型,得到电网系统的日前调度优化结果,其中,改进粒子群优化算法为采用动态的惯性权重和动态的学习因子的粒子群优化算法;基于日前调度优化结果对电网系统进行日内滚动优化,得到控制指令,其中,控制指令用于调控电网系统以使电网系统的状态与日前调度优化结果的误差最小;基于控制指令调控电网系统,实现了在时间尺度上,建立长时间尺度、短时间尺度、实时的协调优化调度机制,达到了将粒子群算法应用在电网功率的优化协调控制策略的目的,从而实现了提高电网功率的优化协调控制策略的响应速度的技术效果,进而解决了现有技术中电网功率的优化协调控制策略无法及时响应环境变化的技术问题。

[0137] 本领域普通技术人员可以理解上述实施例的各种方法中的全部或部分步骤是可以通程序来指令终端设备相关的硬件来完成,该程序可以存储于一非易失性存储介质中,存储介质可以包括:闪存盘、只读存储器(Read-Only Memory,ROM)、随机存取器(Random

Access Memory, RAM)、磁盘或光盘等。

[0138] 本发明的实施例还提供了一种非易失性存储介质。可选地,在本实施例中,上述非易失性存储介质可以用于保存上述实施例所提供的电网调度优化方法所执行的程序代码。

[0139] 可选地,在本实施例中,上述非易失性存储介质可以位于计算机网络中计算机终端群中的任意一个计算机终端中,或者位于移动终端群中的任意一个移动终端中。

[0140] 可选地,在本实施例中,非易失性存储介质被设置为存储用于执行以下步骤的程序代码:获取目标区域内电网系统的多目标优化模型,其中,多目标优化模型用于表征电网系统关于运行成本和网络损耗的日前调度优化方向;基于改进粒子群优化算法求解多目标优化模型,得到电网系统的日前调度优化结果,其中,改进粒子群优化算法为采用动态的惯性权重和动态的学习因子的粒子群优化算法;基于日前调度优化结果对电网系统进行日内滚动优化,得到控制指令,其中,控制指令用于调控电网系统以使电网系统的状态与日前调度优化结果的误差最小;基于控制指令调控电网系统。

[0141] 上述本发明实施例序号仅仅为了描述,不代表实施例的优劣。

[0142] 在本发明的上述实施例中,对各个实施例的描述都各有侧重,某个实施例中沒有详述的部分,可以参见其他实施例的相关描述。

[0143] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的技术内容,可通过其它的方式实现。其中,以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如所述单元的划分,可以为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口,单元或模块的间接耦合或通信连接,可以是电性或其它的形式。

[0144] 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

[0145] 另外,在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能单元的形式实现。

[0146] 所述集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用时,可以存储在一个非易失性取存储介质中。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可为个人计算机、服务器或者网络设备)执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、只读存储器(ROM, Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM, Random Access Memory)、移动硬盘、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0147] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

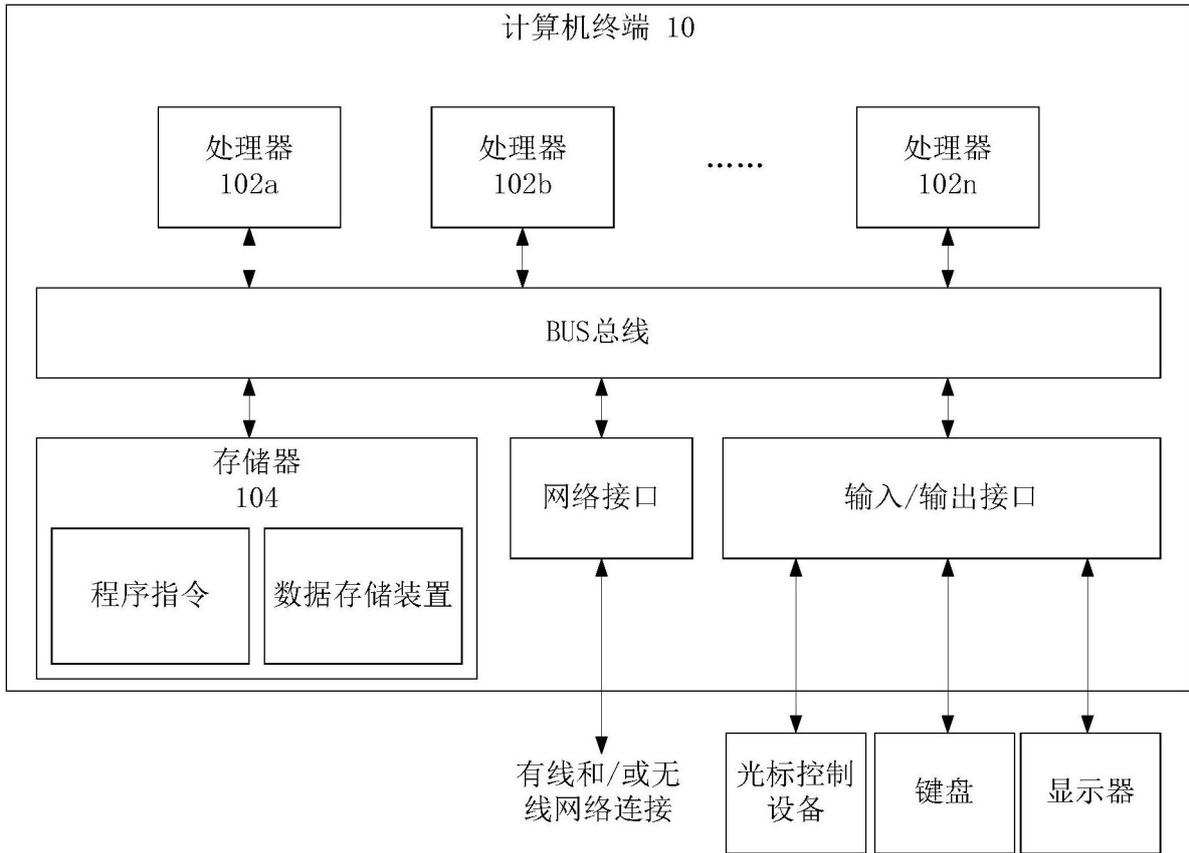


图1

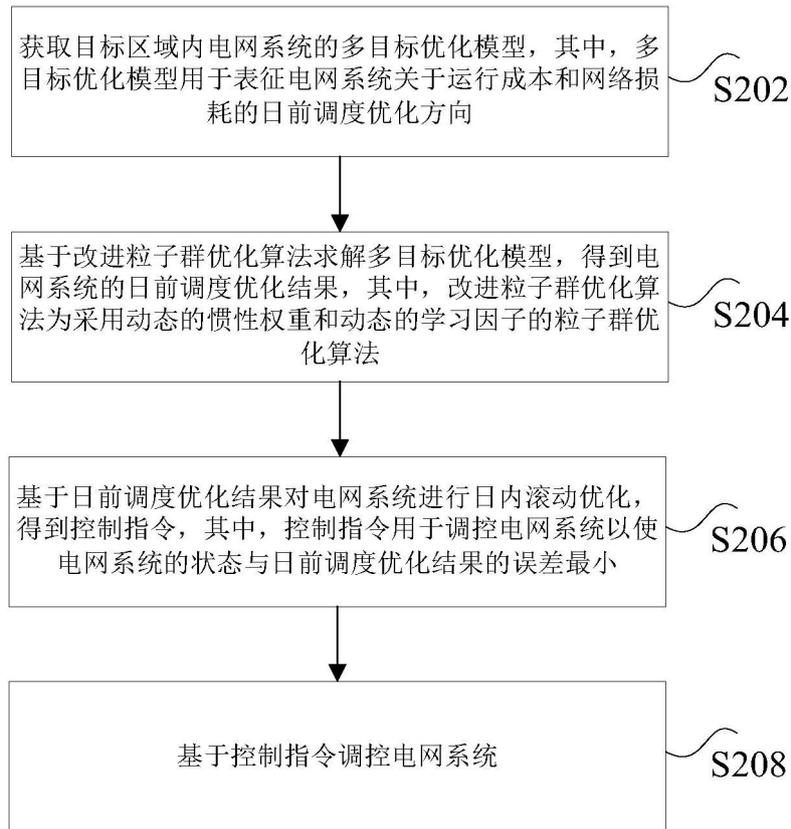


图2

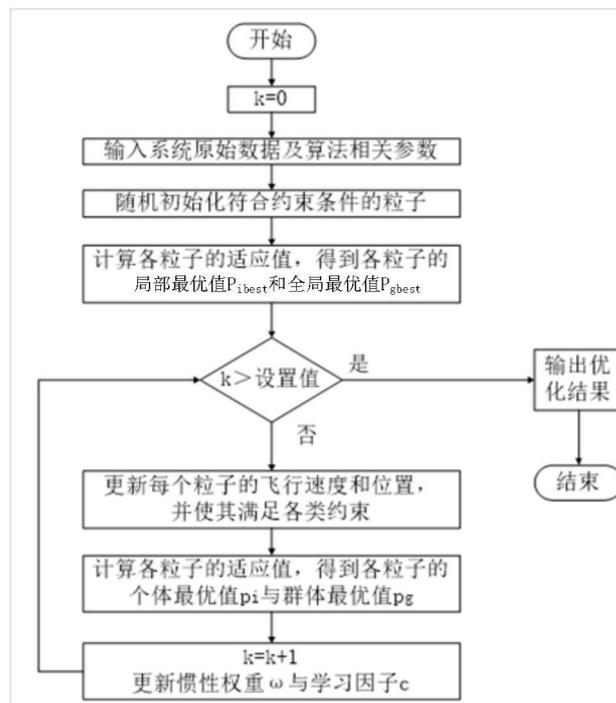


图3



图4