



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109560552 B

(45)授权公告日 2020.07.24

(21)申请号 201811391360.3

(22)申请日 2018.11.21

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109560552 A

(43)申请公布日 2019.04.02

(73)专利权人 南方电网能源发展研究院有限责
任公司

地址 511458 广东省广州市南沙区丰泽东
路106号(自编1号楼)X1301-G4524(集
群注册)(JM)

(72)发明人 冷媛 辜炜德 陈政 金东亚
黄国日 宋艺航 张翔 杨再敏
荆朝霞 谢文锦

(74)专利代理机构 广州华进联合专利商标代理
有限公司 44224

代理人 周清华

(51)Int.Cl.
H02J 3/06(2006.01)
H02J 3/00(2006.01)

审查员 于淼

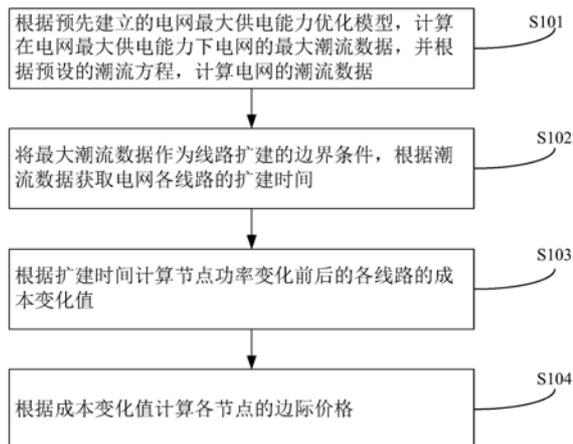
权利要求书2页 说明书12页 附图3页

(54)发明名称

电网配电的定价方法、装置、计算机设备和
存储介质

(57)摘要

本申请涉及一种电网配电的定价方法、装
置、计算机设备和存储介质,计算机设备根据预
先建立的电网最大供电能力优化模型,计算在电
网最大供电能力下电网线路的最大潮流数据,并
根据预设的潮流方程,计算出电网的潮流数据;
然后,将最大潮流数据作为线路扩建的边界条
件,根据潮流数据来获取电网各线路的扩建时
长;根据扩建时长计算节点功率变化前后的各线
路的成本变化值,并根据成本变化值计算各节
点的边际价格。采用上述方法,可以在进行电
网配电定价时,根据节点负荷对电网可靠性成
本的影响来分摊电网成本,使电网成本分摊更
为公平合理,有利于电力市场的公平竞争。



1. 一种电网配电的定价方法,其特征在于,所述方法包括:

根据预先建立的电网最大供电能力优化模型,计算在电网最大供电能力下电网的最大潮流数据;并根据预设的潮流方程,计算电网的潮流数据;

将所述最大潮流数据作为线路扩建的边界条件,根据所述电网的潮流数据获取电网各线路的扩建时长;

根据所述扩建时长计算节点功率变化前后的各线路的成本变化值;

根据所述成本变化值计算各节点的边际价格。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据预设的潮流方程,计算电网的潮流数据,包括:

根据预设的电网线路参数和负荷参数,以及预设的潮流方程,获取电网各个线路的第一潮流数据和第二潮流数据;所述第一潮流数据为当前运行状态下所述各个线路的潮流数据,所述第二潮流数据为电网中其中一个节点增加单位功率负荷后,所述各个线路的潮流数据。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述将所述最大潮流数据作为线路扩建的边界条件,根据所述电网的潮流数据获取电网各线路的扩建时长,包括:

获取所述最大潮流数据与所述第一潮流数据的第一差值,并根据所述第一差值和所述电网预设的负荷增长率,获取电网各线路的第一扩建时长;

获取所述最大潮流数据与所述第二潮流数据的第二差值,并根据所述第二差值和所述电网预设的负荷增长率,获取电网各线路的第二扩建时长。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述将所述最大潮流数据作为线路扩建的边界条件,根据所述电网的潮流数据获取电网各线路的扩建时长,包括:

采用如下公式计算第一扩建时长:

$$T_i = \frac{\log P_{i,best} - \log P_{i,begin}}{\log(1+r)}$$

其中, T_i 为线路*i*的第一扩建时长, $P_{i,best}$ 为线路*i*的最大潮流数据, $P_{i,begin}$ 为线路*i*的第一潮流数据, r 为所述电网预设的负荷增长率;

在第一节点增加单位功率负荷后,采用如下公式计算第二扩建时长:

$$T_{i,new} = \frac{\log P_{i,best} - \log P_{i,new}}{\log(1+r)}$$

其中, $T_{i,new}$ 为线路*i*的第二扩建时长, $P_{i,new}$ 为线路*i*的第二潮流数据。

5. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述根据预先建立的电网最大供电能力优化模型,计算在电网最大供电能力下电网的最大潮流数据,并根据预设的潮流方程,计算电网的潮流数据,包括:

采用Benders分解法求解对所述预先建立的电网最大供电能力优化模型,获取所述电网中各个线路的最大潮流数据;

根据所述预设的电网线路参数和负荷参数,采用牛顿-拉夫逊法求解预设的潮流方程,获取所述第一潮流数据和所述第二潮流数据。

6. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述根据所述扩建时长计算节点功率变化

前后的各线路的成本变化值,包括:

根据所述第一扩建时长、所述第二扩建时长,以及预设的各个线路的投资成本和预设的折现率,获取节点功率变化前后的第一净现值和第二净现值;

获取所述第一净现值和所述第二净现值的差值,确定为所述各线路的成本变化值。

7. 根据权利要求1-6任一项所述的方法,其特征在于,所述根据所述成本变化值计算各节点的边际价格,包括:

对所述各线路的成本变化值进行求和,获取其中一个节点的边际价格。

8. 一种电网配电的定价装置,其特征在于,所述装置包括:

第一计算模块,用于根据预先建立的电网最大供电能力优化模型,计算在电网最大供电能力下电网的最大潮流数据,并根据预设的潮流方程,计算电网的潮流数据;

获取模块,用于将所述最大潮流数据作为线路扩建的边界条件,根据所述电网的潮流数据获取电网各线路的扩建时长;

第二计算模块,用于根据所述扩建时长计算节点功率变化前后的各线路的成本变化值;

第三计算模块,用于根据所述成本变化值计算各节点的边际价格。

9. 一种计算机设备,包括存储器和处理器,所述存储器存储有计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述计算机程序时实现权利要求1至7中任一项所述方法的步骤。

10. 一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求1至7中任一项所述的方法的步骤。

电网配电的定价方法、装置、计算机设备和存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及电力行业输配电定价的技术领域,特别是涉及一种基于电网最大供电能力的电网配电的定价方法、装置、计算机设备和存储介质。

背景技术

[0002] 目前在实际应用中,我国的配电定价主要采用邮票法,在该方法中,各电网用户对电网的可靠性成本进行分摊。

[0003] 但是,上述方法未反映不同的用户对电网的可靠性成本的影响,缺乏合理性。

发明内容

[0004] 基于此,有必要针对上述技术问题,提供一种基于电网最大供电能力的电网配电的定价方法、装置、计算机设备和存储介质。

[0005] 一种电网配电的定价方法,所述方法包括:

[0006] 根据预先建立的电网最大供电能力优化模型,计算在电网最大供电能力下电网的最大潮流数据,并根据预设的潮流方程,计算电网的潮流数据;

[0007] 将所述最大潮流数据作为线路扩建的边界条件,根据所述潮流数据获取电网各线路的扩建时长;

[0008] 根据所述扩建时长计算节点功率变化前后的各线路的成本变化值;

[0009] 根据所述成本变化值计算各节点的边际价格。

[0010] 在其中一个实施例中,所述根据预设的潮流方程,计算电网的潮流数据,包括根据预设的电网线路参数和负荷参数,以及预设的潮流方程,获取电网各个线路的第一潮流数据和第二潮流数据;所述第一潮流数据为当前运行状态下所述各个线路的潮流数据,所述第二潮流数据为电网中其中一个节点增加单位功率负荷后,所述各个线路的潮流数据。

[0011] 在其中一个实施例中,所述将所述最大潮流数据作为线路扩建的边界条件,根据所述潮流数据获取电网各线路的扩建时长,包括获取所述最大潮流数据与所述第一潮流数据的第一差值,并根据所述第一差值和所述电网预设的负荷增长率,获取电网各线路的第一扩建时长;获取所述最大潮流数据与所述第二潮流数据的第二差值,并根据所述第二差值和所述电网预设的负荷增长率,获取电网各线路的第二扩建时长。

[0012] 在其中一个实施例中,所述将所述最大潮流数据作为线路扩建的边界条件,根据所述潮流数据获取电网各线路的扩建时长,包括采用如下公式计算第一扩建时长:

$$[0013] \quad T_i = \frac{\log P_{i,best} - \log P_{i,begin}}{\log(1+r)}$$

[0014] 其中, T_i 为线路*i*的第一扩建时长, $P_{i,best}$ 为线路*i*的最大潮流数据, $P_{i,begin}$ 为线路*i*的第一潮流数据, r 为所述电网的负荷增长率;

[0015] 在第一节点增加单位功率负荷后,采用如下公式计算第二扩建时长:

$$[0016] \quad T_{i,new} = \frac{\log P_{i,best} - \log P_{i,new}}{\log(1+r)}$$

[0017] 其中, $T_{i,new}$ 为线路 i 的第二扩建时长, $P_{i,new}$ 为线路 i 的第二潮流数据。

[0018] 在其中一个实施例中, 所述根据预先建立的电网最大供电能力优化模型, 计算在电网最大供电能力下电网线路的最大潮流数据, 并根据预设的潮流方程, 计算电网的潮流数据, 包括采用Benders分解法求解对所述预先建立的电网最大供电能力优化模型, 获取所述电网中各个线路的最大潮流数据; 根据预设的电网线路参数和负荷参数, 采用牛顿-拉夫逊法求解预设的潮流方程, 获取所述第一潮流数据和所述第二潮流数据。

[0019] 在其中一个实施例中, 所述根据所述扩建时长计算节点功率变化前后的各线路的成本变化值, 包括根据所述第一扩建时长、第二扩建时长、预设的各个线路的投资成本和预设的折现率, 获取节点功率变化前后的第一净现值和第二净现值; 获取所述第一净现值和所述第二净现值的差值, 确定为所述各个线路的成本变化值。

[0020] 在其中一个实施例中, 所述根据所述成本变化值计算各节点的边际价格, 包括对所述各个线路的成本变化值进行求和, 获取所述其中一个节点的边际价格。

[0021] 一种电网配电的定价装置, 所述装置包括:

[0022] 第一计算模块, 用于根据预先建立的电网最大供电能力优化模型, 计算在电网最大供电能力下电网的最大潮流数据, 并根据预设的潮流方程, 计算电网的潮流数据;

[0023] 获取模块, 用于将所述最大潮流数据作为线路扩建的边界条件, 根据所述潮流数据获取电网各线路的扩建时长;

[0024] 第二计算模块, 用于根据所述扩建时长计算第一节点功率变化前后的各线路的成本变化值;

[0025] 第三计算模块, 用于根据所述成本变化值计算各节点的边际价格。

[0026] 一种计算机设备, 包括存储器和处理器, 所述存储器存储有计算机程序, 所述处理器执行所述计算机程序时实现上述电网配电的定价方法的步骤。

[0027] 一种计算机可读存储介质, 其上存储有计算机程序, 所述计算机程序被处理器执行时实现上述电网配电的定价方法的步骤。

[0028] 上述电网配电的定价方法、装置、计算机设备和存储介质, 计算机设备根据预先建立的电网最大供电能力优化模型, 计算在电网最大供电能力下电网的最大潮流数据, 并根据预设的潮流方程, 计算出电网的潮流数据; 然后, 将最大潮流数据作为线路扩建的边界条件, 根据潮流数据来获取电网各线路的扩建时长; 根据扩建时长计算节点功率变化前后的各线路的成本变化值, 并根据成本变化值计算各节点的边际价格。由于计算机设备将最大潮流数据作为边界条件, 获得了电网各线路的扩建时长, 并根据上述扩建时长计算出节点功率变化前后的各线路成本的变化值, 有效地将节点功率的变化转换为电网成本的变化; 因此, 在进行电网配电定价时, 可以根据节点负荷对电网可靠性成本的影响来分摊电网成本, 使电网成本分摊更为公平合理, 有利于电力市场的公平竞争。

附图说明

[0029] 图1为一个实施例中电网配电的定价方法的应用示意图;

[0030] 图2为一个实施例中电网配电的定价方法的流程示意图;

- [0031] 图3为另一个实施例中电网配电的定价方法的流程示意图；
 [0032] 图4为另一个实施例中电网配电的定价方法的流程示意图；
 [0033] 图5为一个实施例中电网配电的定价装置的结构框图；
 [0034] 图6为一个实施例中计算机设备的内部结构图。

具体实施方式

[0035] 为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本申请进行进一步详细说明。应当理解，此处描述的具体实施例仅仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。

[0036] 本申请提供的电网配电的定价方法，可以应用于对电网的各个节点确定配电价格。如图1所示为一个简单的电网网络，其中BUS1、BUS2和BUS3为电网的3个节点，L1、L2和L3为通过上述三个节点连接的3条电网线路。实际在用的电网，其节点和线路的数量较大，且连接关系复杂，本申请提供的电网配电的定价方法，可以应用于对各种规模的电网进行配电定价。

[0037] 需要说明的是，本发明实施例的执行主体可以是电网配电的定价装置，其可以通过软件、硬件、或者软硬件结合的方式实现成为计算机设备的部分或者全部。下述方法实施例以执行主体是计算机设备为例来进行说明。

[0038] 在一个实施例中，如图2所示，提供了一种电网配电的定价方法，包括以下步骤：

[0039] S101、根据预先建立的电网最大供电能力优化模型，计算在电网最大供电能力下电网的最大潮流数据，并根据预设的潮流方程，计算电网的潮流数据。

[0040] 计算机设备在确定一个电网中的各个节点的配电价格时，可以先根据该电网的线路参数和负荷数据，对该电网的最大供电能力优化模型进行求解，获得该电网在最大供电能力下的最大潮流数据。其中，上述电网的线路参数包括电网的线路阻抗以及线路的额定容量。

[0041] 潮流计算是电力系统的一种基本电气计算，主要是根据给定的运行条件和网络结果确定整个系统的运行状态，可以在给定电网的线路参数和负荷数据的情况下，计算出分布在电网中的各个线路的功率，即为电网的潮流数据；进一步地，最大潮流数据可以是电网达到最大供电能力时的各个线路的功率。

[0042] 其中，电网的最大供电能力优化模型如下：

$$[0043] \quad \max f(x_c) = \sum S_i \cos \varphi_i \quad (1)$$

$$[0044] \quad P_{S_i}^k - V_i^k \sum_{j=1}^n V_j^k (G_{ij}^k \cos \theta_{ij}^k + B_{ij}^k \sin \theta_{ij}^k) = 0 \quad (2)$$

$$[0045] \quad Q_{S_i}^k - V_i^k \sum_{j=1}^n V_j^k (G_{ij}^k \sin \theta_{ij}^k - B_{ij}^k \cos \theta_{ij}^k) = 0 \quad (3)$$

$$[0046] \quad \underline{V}_i \leq V_i^k \leq \overline{V}_i, i = 1, \dots \quad (4)$$

$$[0047] \quad \underline{S}_i \leq S_i^k \leq \overline{S}_i, i \in C \quad (5)$$

$$[0048] \quad \underline{\theta}_{ij} \leq \theta_{ij}^k \leq \overline{\theta}_{ij}, (i, j) \in B \quad (6)$$

$$[0049] \quad |S_{ij}| \leq \overline{S_{ij}}, (i, j) \in B \quad (7)$$

[0050] 其中, n 为电网中的节点数量;上标 $k=0$ 表示电网的当前状态, $k \neq 0$ 时表示 电网在当前状态下断开 k 条线路的状态; (i, j) 表示首末端分别为节点 i, j 的线路; B 为线路集合, C 为节点集合; x_c 为优化模型的决策变量向量, S_i 为节点 i 的视在功率; φ_i 为节点 i 的功率因数角; P_{S_i} 和 Q_{S_i} 表示节点 i 的有功功率和无功功率, $S_i = P_{S_i} + jQ_{S_i}$; $G_{i,j}$ 和 $B_{i,j}$ 分别表示节点导纳矩阵第 i 行第 j 列元素的实部和虚部; $\overline{V_i}$ 、 $\underline{V_i}$ 分别为节点 i 的电压幅值上限和下限值; $\overline{S_i}$ 、 $\underline{S_i}$ 分别为节点 i 视在功率的上限和下限值; $\overline{\theta_{ij}}$ 、 $\underline{\theta_{ij}}$ 分别为支路 (i, j) 两端电压相角差的上限和下限值; S_{ij} 为支路 (i, j) 的视在功率, $\overline{S_{ij}^k}$ 为支路 (i, j) 的视在功率的上限值,即支路 (i, j) 的热稳极限。方程(1)表示上述最大优化模型的优化目标,即 $\sum S_i \cos \varphi_i$ 最大;上述方程(2)和(3)为潮流方程,用于计算电网各节点功率值 P_{S_i} 和 Q_{S_i} ,以及节点电压 V_i ,方程(4)–(7)通过潮流方程计算出的各个潮流数据需要满足的限定条件。

[0051] 计算机设备根据电网的线路参数和负荷数据,可以获取上述模型中的 P_{S_i} 、 Q_{S_i} 的初始值、 $G_{i,j}$ 和 $B_{i,j}$ 的值,根据电网实际情况,设定上述模型中的各个上限值和 下限值,对上述非线性方程组进行求解,可以获得电网中通过各个节点向电网注入的功率值,即为节点功率,然后根据现有的计算工具,可以计算出电网中各个线路的最大潮流数据。可选地,可以采用Benders分解法求解上述优化模型,获取所述电网的最大潮流数据。

[0052] 进一步地,计算机设备可以根据上述模型中的潮流方程,基于电网的当前运行状态,获取潮流数据。上述潮流数据可以包括电网当前运行状态下的潮流数据,还可以包括在当前运行状态下,电网中的节点功率变化后的潮流数据。

[0053] 可选地,上述潮流数据可以包括第一潮流数据和第二潮流数据,其中第一潮流数据为当前运行状态下各个线路的潮流数据;第二潮流数据为电网中其中一个节点增加单位功率负荷后,各个线路的潮流数据。将上述潮流方程中的 P_{S_i} 、 Q_{S_i} 的初始值设置为当前状态下的节点的有功功率和无功功率时,可以得到第一潮流数据;进一步地,调整当前状态下的节点的有功功率和无功功率,例如在当前有功功率的基础上增加1兆瓦,将调整后的有功功率和无功功率设置为潮流方程中的 P_{S_i} 、 Q_{S_i} 的初始值,可以得到第二潮流数据。

[0054] 在对潮流方程进行求解时,可以采取不同的方式,可选地,计算机设备可以采用牛顿-拉夫逊法求解上述潮流方程,获取第一潮流数据和第二潮流数据。

[0055] S102、将最大潮流数据作为线路扩建的边界条件,根据潮流数据获取电网各线路的扩建时长。

[0056] 其中,在对各个线路进行扩建时,线路的功率不能超过最大潮流数据,因此,可以将最大潮流数据作为线路扩建的边界条件。上述扩建时长是指电网中的各个线路的功率增长到最大潮流数据时所需要的时长。

[0057] 具体地,电网的扩建时长与上述电网的负荷增长方式有关,例如,对于某一电网,电网的负荷可以按照每年增加一定的负荷功率值的方式增长,可以按照上述增长加的负荷功率值,来确定电网中线路的视在功率达到最大潮流数据的时长;也可以是在上一年负

荷的基础上以等比例的方式增长,可以按照上述比例,来确定电网中线路的视在功率达到最大潮流数据的时长;对于不同负荷增长方式,上述扩建时长的获取方式不同,在此不做限定。

[0058] S103、根据扩建时长计算节点功率变化前后的各线路的成本变化值。

[0059] 具体地,根据投资成本净现值的理论,计算机设备可以根据电网线路的扩建时长来获得上述线路的投资成本净现值。其中,净现值是指用一个预定的折现率,分别把整个计算期间内各年所发生的净现金流量都折现到扩建实施时的现值之和,考虑了线路投资成本的时间价值,也就是说,该线路扩建时长越长,对应的净现值越低。计算机设备可以根据节点功率变化前后各个线路的扩建时长,计算出节点功率变化前后各个线路的净现值变化,获得各个线路的成本变化值,从而将节点功率对线路扩建时长的影响转换为成本的影响。

[0060] 进一步地,计算机设备在获取各个线路的净现值时,可以根据线路总投资成本与折现率来计算,也可以综合考虑投资风险、通货膨胀等因素来确定,对于净现值的获取方式在此不做限定。计算机设备获取了节点功率变化前后的净现值,即可计算出节点功率变化前后的各线路的成本变化值。

[0061] S104、根据成本变化值计算各节点的边际价格。

[0062] 其中,节点的边际价格是指该节点功率变化后引起整个电网的总成本的变化,可以将节点的边际价格确定为该节点的配电价格。

[0063] 根据节点功率变化前后的净现值,获得了各个线路的成本变化值之后,可以获得整个电网的总成本变化值,即为节点的边际价格。

[0064] 上述电网配电的定价方法,计算机设备根据预先建立的电网最大供电能力优化模型,计算在电网最大供电能力下电网线路的最大潮流数据,并根据预设的潮流方程,计算出电网的潮流数据;然后,将最大潮流数据作为线路扩建的边界条件,根据潮流数据来获取电网各线路的扩建时长;根据扩建时长计算节点功率变化前后的各线路的成本变化值,并根据成本变化值计算各节点的边际价格。由于计算机设备将最大潮流数据作为边界条件,获得了电网各线路的扩建时长,并根据上述扩建时长计算出节点功率变化前后的各线路成本的变化值,有效地将节点功率的变化转换为电网成本的变化;因此,在进行电网配电定价时,可以根据节点负荷对电网可靠性成本的影响来分摊电网成本,使电网成本分摊更为公平合理,有利于电力市场的公平竞争。

[0065] 图3为另一个实施例中电网配电的定价方法的流程示意图。本实施例涉及计算机设备根据潮流数据获取电网各线路的扩建时长的一种方式,如图3所示,上述S102包括:

[0066] S201、获取最大潮流数据与第一潮流数据的第一差值,并根据第一差值和电网预设的负荷增长率,获取电网各线路的第一扩建时长。

[0067] 具体地,计算机设备可以获取当前状态下,电网线路的第一潮流数据与最大潮流数据的差值,然后根据预设的负荷增长率,获得该线路的第一扩建时长。其中,上述负荷增长率是指电网线路的负荷在单位时间内增长的比例。

[0068] 可选地,若电网线路的负荷以等比例方式增长,计算机设备可以采用如下公式计算第一扩建时长:

$$[0069] \quad T_i = \frac{\log P_{i,best} - \log P_{i,begin}}{\log(1+r)}$$

[0070] 其中, T_i 线路 i 的第一扩建时长, $P_{i,best}$ 为线路 i 的最大潮流数据, $P_{i,begin}$ 为线路 i 的第一潮流数据, r 为所述电网的负荷增长率。

[0071] 具体地, 线路 i 的负荷以等比例方式增长时, 该线路的最大潮流数据与第一潮流数据关系如下:

$$[0072] \quad P_{i,best} = P_{i,begin} (1+r)^{T_i}$$

[0073] 根据上述等比例增长关系式, 可以得到上述第一扩建时间的计算公式。

[0074] S202、获取最大潮流数据与第二潮流数据的第二差值, 并根据第二差值和电网预设的负荷增长率, 获取电网各线路的第二扩建时长。

[0075] 具体地, 计算机设备可以获取当前状态下节点功率增加单位负荷时, 电网线路的第二潮流数据与最大潮流数据的差值, 然后根据预设的负荷增长率, 获得该线路的第二扩建时长。

[0076] 与上述S201中的过程类似, 若电网线路的负荷以等比例方式增长, 计算机设备可以采用如下公式计算第二扩建时长:

$$[0077] \quad T_{i,new} = \frac{\log P_{i,best} - \log P_{i,new}}{\log(1+r)}$$

[0078] 其中, $T_{i,new}$ 线路 i 的第二扩建时长, $P_{i,new}$ 为线路 i 的第二潮流数据。

[0079] 上述电网配电的定价方法, 计算机设备可以根据最大潮流数据、第一潮流数据、第二潮流数据以及负荷增长率, 来计算出节点功率变化前后电网线路的第一扩建时间和第二扩建时间, 为计算节点功率变化前后电网线路的成本变化值提供了数据基础。

[0080] 图4为另一个实施例中电网配电的定价方法的流程示意图。本实施例涉及计算机设备根据扩建时长计算节点功率变化前后的各线路的成本变化值的一种方式, 如图4所示, 上述S103包括:

[0081] S301、根据第一扩建时长、第二扩建时长、预设的各个线路的投资成本和预设的折现率, 获取节点功率变化前后的第一净现值和第二净现值。

[0082] S302、获取第一净现值和所述第二净现值的差值, 确定为各个线路的成本变化值。

[0083] 具体地, 可以采用如下公式计算上述第一净现值和第二净现值:

$$[0084] \quad M_i^j = \frac{M_i}{(1+d)^{T_i}}$$

$$[0085] \quad M_{i,new}^j = \frac{M_i}{(1+d)^{T_{i,new}}}$$

[0086] 其中, M_i^j 、 $M_{i,new}^j$ 分别为节点 j 功率变化前后线路 i 的净现值, d 为电网线路的折现率, 然后根据公式 $\Delta M_i^j = M_{i,new}^j - M_i^j$ 计算出各个线路的成本变化值, 其中 ΔM_i^j 表示节点 j 功率变化引起的线路 i 的成本的变化。

[0087] 进一步地, 计算机设备可以对各个线路的成本变化值进行求和, 获取节点的边际

价格。可以根据公式 $MC_i = \sum_{j=1}^n \Delta M_i^j$ 来计算出节点的边际价格。

[0088] 上述电网配电的定价方法,计算机设备根据节点功率变化前后线路扩建时长的变化,计算线路净现值的变化,有效地将节点功率的变化转化为电网成本的变化,使电网配电定价时可以评估节点对电网的成本的影响,使配电价格更加合理和公平,为市场主体提供有效的经济信号。

[0089] 本实施例为上述实施例的具体应用场景,以图1中的电网模型为例提供一种电网配电的定价方法。

[0090] 上述图1中的电网线路参数和负荷数据如下表所示:

| 线路编号 | 电抗 (p. u.) | 额定容量 (MW) |
|------|------------|--------------|
| L1 | 0.3 | 45 |
| L2 | 0.3 | 45 |
| L3 | 0.3 | 45 |

| 节点编号 | 功率 (MW) | 发电 (MW) |
|------|---------|---------|
| Bus1 | - | 平衡节点 |
| Bus2 | 15 | 0 |
| Bus3 | 20 | 0 |

[0093] 将表中的数据代入上述S101中的最大供电能力优化模型中,不考虑无功功率,将节点功率 $S_1=15\text{MW}$, $S_2=20\text{MW}$ 按照基准值 $S_B=100\text{MVA}$ 进行归一化,节点电压按照基准电压 $V_B=110\text{kV}$ 进行归一化,根据Benders求解法求解上述优化模型,得到线路L1、L2、L3的最大潮流值数据为23.60MW、21.90MW和1.67MW。进一步地,根据潮流方程计算得到L1、L2、L3的第一潮流数据分别为18.50MW、16.81MW和1.43MW。

[0094] 假设电网负荷以等比例的方式增长,本实施例中取负荷增长系数 $r=0.3$,根据公式:

$$T_i = \frac{\log P_{i,best} - \log P_{i,begin}}{\log(1+r)}$$

[0096] 求解得到线路L1、L2、L3的第一扩建时间分别为0.93年、1.01年和0.59年。

[0097] 在节点Bus2的功率增加1MW时,计算节点Bus2增加功率前后各线路扩建时间的变化。与上述过程类似,线路L1、L2、L3的第二扩建时间分别为:0.86年、0.86年和0.87年。各

线路投资成本均为160万元,折现率为0.02,按照公 式:

$$[0098] \quad M_i^j = \frac{M_i}{(1+d)^{T_i}}$$

$$[0099] \quad M_{i,new}^j = \frac{M_i}{(1+d)^{T_{i,new}}}$$

$$[0100] \quad \Delta M_i^j = M_{i,new}^j - M_i^j$$

[0101] 计算出节点BUS2功率变化前后,各线路L1、L2、L3的成本变化值分别为 0.22万元、0.47万元和-0.36万元。进一步地,根据公式 $MC_i = \sum_{i=1}^n \Delta M_i^j$ 可以计算出节点BUS2功率变

化前后,电网总成本变化,即为节点Bus2的边际价格为: $0.22+0.47-0.36=0.34$ 万元。

[0102] 上述电网配电的定价方法,计算机设备可以在进行电网配电定价时,根据节点负荷对电网可靠性成本的影响来分摊电网成本,使电网成本分摊更为公平合理,有利于电力市场的公平竞争。

[0103] 应该理解的是,虽然图2-4的流程图中的各个步骤按照箭头的指示,依次显示,但是这些步骤并不是必然按照箭头指示的顺序依次执行。除非本文中有明确的说明,这些步骤的执行并没有严格的顺序限制,这些步骤可以以其它的顺序执行。而且,图2-4中的至少一部分步骤可以包括多个子步骤或者多个阶段,这些子步骤或者阶段并不必然是在同一时刻执行完成,而是可以在不同的时刻执行,这些子步骤或者阶段的执行顺序也不必然是依次进行,而是可以与其它步骤或者其它步骤的子步骤或者阶段的至少一部分轮流或者交替地执行。

[0104] 在一个实施例中,如图5所示,提供了一种电网配电的定价装置,包括:第一计算模块10、获取模块20、第二计算模块30和第三计算模块40,其中:

[0105] 第一计算模块10,用于根据预先建立的电网最大供电能力优化模型,计算在电网最大供电能力下电网线路的最大潮流数据,并根据预设的潮流方程,计算电网的潮流数据;

[0106] 获取模块20,用于将最大潮流数据作为线路扩建的边界条件,根据潮流数据获取电网各线路的扩建时长;

[0107] 第二计算模块30,用于根据扩建时长计算第一节点功率变化前后的各线路的成本变化值;

[0108] 第三计算模块40,用于根据成本变化值计算各节点的边际价格。

[0109] 本发明实施例提供的发电机的容量确定装置,可以执行上述方法实施例,其实现原理和技术效果类似,在此不再赘述。

[0110] 在一个实施例中,第一计算模块10具体用于:根据预设的电网线路参数和负荷参数,以及预设的潮流方程,获取电网各个线路的第一潮流数据和第二潮流数据。

[0111] 在一个实施例中,获取模块20具体用于:获取最大潮流数据与第一潮流数据的第一差值,并根据第一差值和电网预设的负荷增长率,获取电网各线路的第一扩建时长;获取最大潮流数据与第二潮流数据的第二差值,并根据第二差值和电网预设的负荷增长率,获取电网各线路的第二扩建时长。

[0112] 在一个实施例中,获取模块20具体用于:

[0113] 采用如下公式计算第一扩建时长:

$$[0114] \quad T_i = \frac{\log P_{i,best} - \log P_{i,begin}}{\log(1+r)}$$

[0115] 其中, T_i 线路i的第一扩建时长, $P_{i,best}$ 为线路i的最大潮流数据, $P_{i,begin}$ 为线路 i的第一潮流数据, r 为电网的负荷增长率;

[0116] 在第一节点增加单位功率负荷后,采用如下公式计算第二扩建时长:

$$[0117] \quad T_{i,new} = \frac{\log P_{i,best} - \log P_{i,new}}{\log(1+r)}$$

[0118] 其中, $T_{i,new}$ 线路i的第二扩建时长, $P_{i,new}$ 为线路i的第二潮流数据。

[0119] 在一个实施例中,第一计算模块10具体用于:采用Benders分解法求解对预先建立的电网最大供电能力优化模型,获取电网中各个线路的最大潮流数据;根据预设的电网线路参数和负荷参数,采用牛顿-拉夫逊法求解预设的潮流方程,获取第一潮流数据和第二潮流数据。

[0120] 在一个实施例中,第二计算模块30具体用于根据第一扩建时长、第二扩建时长、预设的各个线路的投资成本和预设的折现率,获取节点功率变化前后的第一净现值和第二净现值;获取第一净现值和第二净现值的差值,确定为各个线路的成本变化值。

[0121] 在一个实施例中,第三计算模块40具体用于对各个线路的成本变化值进行求和,获取其中一个节点的边际价格。

[0122] 关于电网配电的定价装置的具体限定可以参见上文中对于电网配电的定价方法的限定,在此不再赘述。上述电网配电的定价装置中的各个模块可全部或部分通过软件、硬件及其组合来实现。上述各模块可以硬件形式内嵌于或独立于计算机设备中的处理器中,也可以以软件形式存储于计算机设备中的存储器中,以便于处理器调用执行以上各个模块对应的操作。

[0123] 在一个实施例中,提供了一种计算机设备,该计算机设备可以是服务器,其内部结构图可以如图6所示。该计算机设备包括通过系统总线连接的处理器、存储器、网络接口和数据库。其中,该计算机设备的处理器用于提供计算和控制能力。该计算机设备的存储器包括非易失性存储介质、内存储器。该非易失性存储介质存储有操作系统、计算机程序和数据库。该内存储器为非易失性存储介质中的操作系统和计算机程序的运行提供环境。该计算机设备的数据库用于存储电网配电的定价数据。该计算机设备的网络接口用于与外部的终端通过网络连接通信。该计算机程序被处理器执行时以实现一种电网配电的定价方法。

[0124] 本领域技术人员可以理解,图6中示出的结构,仅仅是与本申请方案相关的部分结构的框图,并不构成对本申请方案所应用于其上的计算机设备的限定,具体的计算机设备可以包括比图中所示更多或更少的部件,或者组合某些部件,或者具有不同的部件布置。

[0125] 在一个实施例中,提供了一种计算机设备,包括存储器和处理器,存储器中存储有计算机程序,该处理器执行计算机程序时实现以下步骤:

[0126] 根据预先建立的电网最大供电能力优化模型,计算在电网最大供电能力下电网

的最大潮流数据,并根据预设的潮流方程,计算电网的潮流数据;

[0127] 将最大潮流数据作为线路扩建的边界条件,根据潮流数据获取电网各线路的扩建时长;

[0128] 根据扩建时长计算节点功率变化前后的各线路的成本变化值;

[0129] 根据成本变化值计算各节点的边际价格。

[0130] 在一个实施例中,处理器执行计算机程序时还实现以下步骤:根据预设的电网线路参数和负荷参数,以及预设的潮流方程,获取电网各个线路的第一潮流数据和第二潮流数据。

[0131] 在一个实施例中,处理器执行计算机程序时还实现以下步骤:获取最大潮流数据与第一潮流数据的第一差值,并根据第一差值和电网预设的负荷增长率,获取电网各线路的第一扩建时长;获取最大潮流数据与第二潮流数据的第二差值,并根据第二差值和电网预设的负荷增长率,获取电网各线路的第二扩建时长。

[0132] 在一个实施例中,处理器执行计算机程序时还实现以下步骤:采用如下公式计算第一扩建时长:

$$[0133] \quad T_i = \frac{\log P_{i,best} - \log P_{i,begin}}{\log(1+r)}$$

[0134] 其中, T_i 为线路*i*的第一扩建时长, $P_{i,best}$ 为线路*i*的最大潮流数据, $P_{i,begin}$ 为线路*i*的第一潮流数据, r 为所述电网的负荷增长率;

[0135] 在第一节点增加单位功率负荷后,采用如下公式计算第二扩建时长:

$$[0136] \quad T_{i,new} = \frac{\log P_{i,best} - \log P_{i,new}}{\log(1+r)}$$

[0137] 其中, $T_{i,new}$ 为线路*i*的第二扩建时长, $P_{i,new}$ 为线路*i*的第二潮流数据。

[0138] 在一个实施例中,处理器执行计算机程序时还实现以下步骤:采用Benders分解法求解对预先建立的电网最大供电能力优化模型,获取电网中各个线路的最大潮流数据;根据预设的电网线路参数和负荷参数,采用牛顿-拉夫逊法求解预设的潮流方程,获取第一潮流数据和第二潮流数据。

[0139] 在一个实施例中,处理器执行计算机程序时还实现以下步骤:根据第一扩建时长、第二扩建时长、预设的各个线路的投资成本和预设的折现率,获取节点功率变化前后的第一净现值和第二净现值;获取第一净现值和第二净现值的差值,确定为各个线路的成本变化值。

[0140] 在一个实施例中,处理器执行计算机程序时还实现以下步骤:对各个线路的成本变化值进行求和,获取其中一个节点的边际价格。

[0141] 在一个实施例中,提供了一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,计算机程序被处理器执行时实现以下步骤:

[0142] 根据预先建立的电网最大供电能力优化模型,计算在电网最大供电能力下电网的最大潮流数据,并根据预设的潮流方程,计算电网的潮流数据;

[0143] 将最大潮流数据作为线路扩建的边界条件,根据潮流数据获取电网各线路的扩建时长;

[0144] 根据扩建时长计算节点功率变化前后的各线路的成本变化值;

[0145] 根据成本变化值计算各节点的边际价格。

[0146] 在一个实施例中, 计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤: 根据预设的电网线路参数和负荷参数, 以及预设的潮流方程, 获取电网各个线路的第一潮流数据和第二潮流数据。

[0147] 在一个实施例中, 计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤: 获取最大潮流数据与第一潮流数据的第一差值, 并根据第一差值和电网预设的负荷增长率, 获取电网各线路的第一扩建时长; 获取最大潮流数据与第二潮流数据的第二差值, 并根据第二差值和电网预设的负荷增长率, 获取电网各线路的第二扩建时长。

[0148] 在一个实施例中, 计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤: 采用如下公式计算第一扩建时长:

$$[0149] \quad T_i = \frac{\log P_{i,best} - \log P_{i,begin}}{\log(1+r)}$$

[0150] 其中, T_i 为线路 i 的第一扩建时长, $P_{i,best}$ 为线路 i 的最大潮流数据, $P_{i,begin}$ 为线路 i 的第一潮流数据, r 为所述电网的负荷增长率;

[0151] 在第一节点增加单位功率负荷后, 采用如下公式计算第二扩建时长:

$$[0152] \quad T_{i,new} = \frac{\log P_{i,best} - \log P_{i,new}}{\log(1+r)}$$

[0153] 其中, $T_{i,new}$ 为线路 i 的第二扩建时长, $P_{i,new}$ 为线路 i 的第二潮流数据。

[0154] 在一个实施例中, 计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤: 采用Benders分解法求解对预先建立的电网最大供电能力优化模型, 获取电网中各个线路的最大潮流数据; 根据预设的电网线路参数和负荷参数, 采用牛顿-拉夫逊法求解预设的潮流方程, 获取第一潮流数据和第二潮流数据。

[0155] 在一个实施例中, 计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤: 根据第一扩建时长、第二扩建时长、预设的各个线路的投资成本和预设的折现率, 获取节点功率变化前后的第一净现值和第二净现值; 获取第一净现值和第二净现值的差值, 确定为各个线路的成本变化值。

[0156] 在一个实施例中, 计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤: 对各个线路的成本变化值进行求和, 获取其中一个节点的边际价格。

[0157] 本实施例提供的计算机可读存储介质, 其实现原理和技术效果与上述方法实施例类似, 在此不再赘述。

[0158] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程, 是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成, 所述的计算机程序可存储于一非易失性计算机可读存储介质中, 该计算机程序在执行时, 可包括如上述各方法的实施例的流程。其中, 本申请所提供的各实施例中使用的对存储器、存储、数据库或其它介质的任何引用, 均可包括非易失性和/或易失性存储器。非易失性存储器可包括只读存储器 (ROM)、可编程ROM (PROM)、电可编程ROM (EPROM)、电可擦除可编程ROM (EEPROM) 或闪存。易失性存储器可包括随机存取存储器 (RAM) 或者外部高速缓冲存储器。作为说明而非局限, RAM以多种形式可得, 诸如静态RAM (SRAM)、动态RAM (DRAM)、同步DRAM (SDRAM)、双数据率SDRAM (DDRSDRAM)、增强型SDRAM (ESDRAM)、同步链路 (Synchlink) DRAM (SLDRAM)、存储器总线

(Rambus) 直接RAM (RDRAM)、直接存储器总线动态RAM (DRDRAM)、以及存储器 总线动态RAM (RDRAM) 等。

[0159] 以上实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述 实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特 征的组合不存在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0160] 以上所述实施例仅表达了本申请的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不 能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的 普通技术人员来说,在不脱离本申请构思的前提下,还可以做出若干变形和改 进,这些都属于本申请的保护范围。因此,本申请专利的保护范围应以所附权 利要求为准。

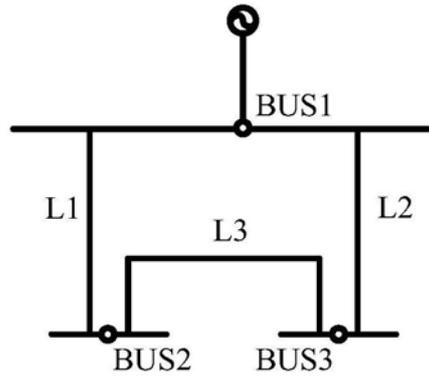


图1

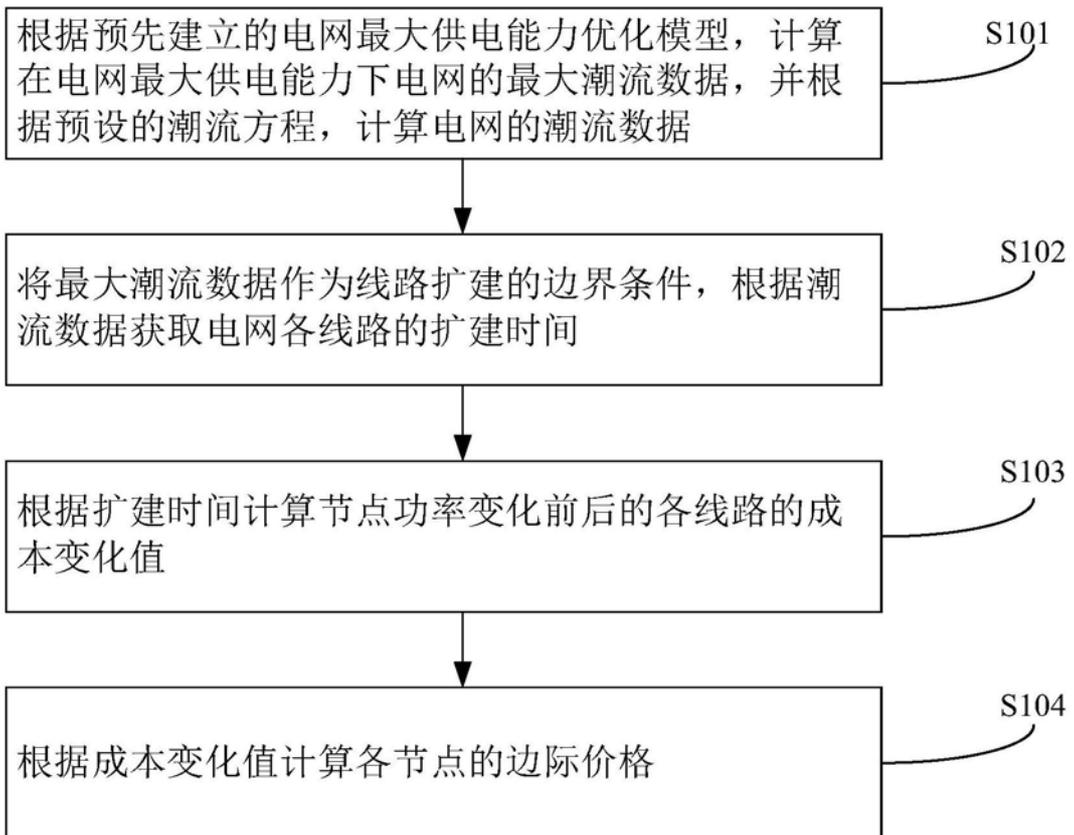


图2

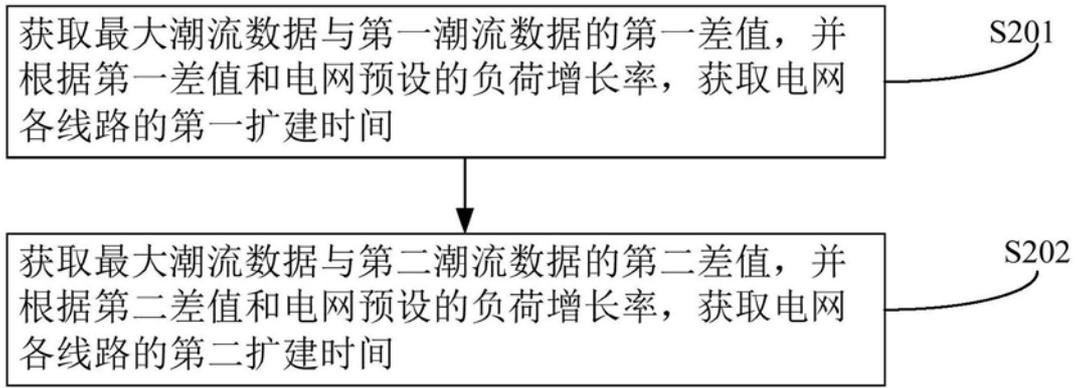


图3

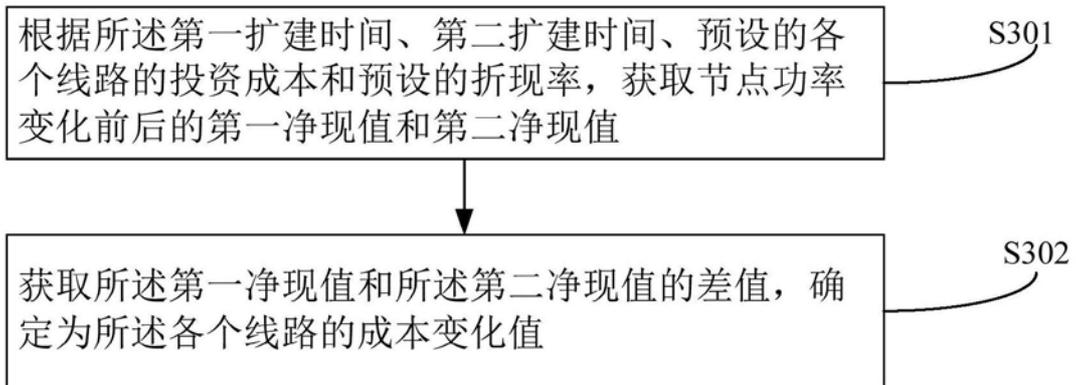


图4

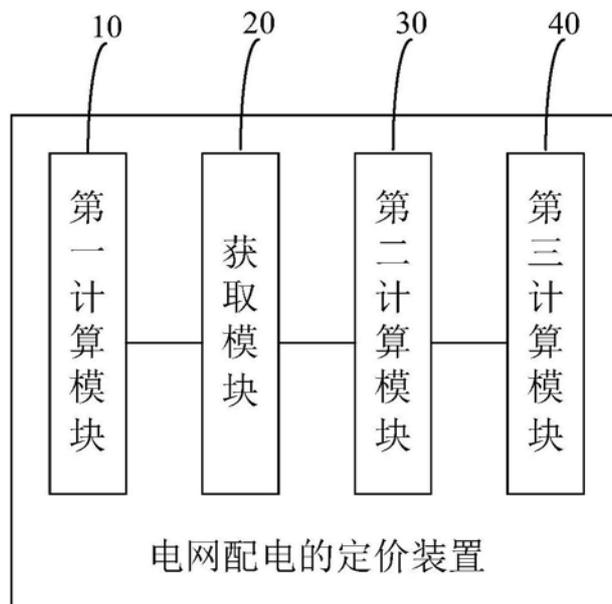


图5

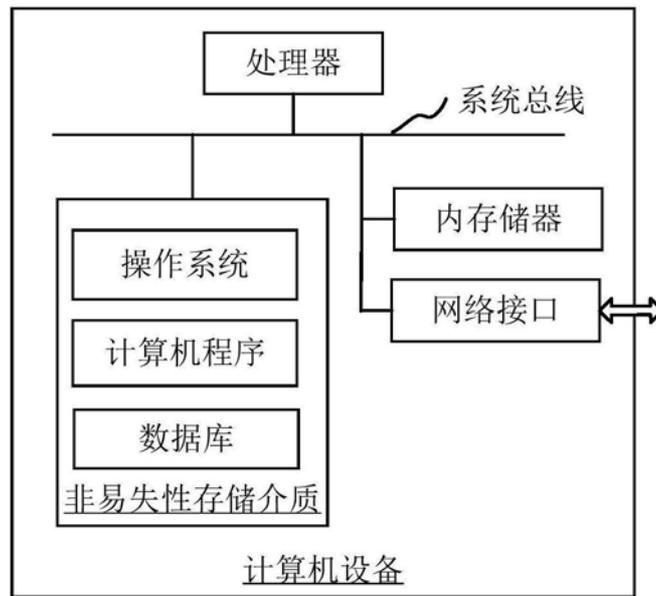


图6