



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109802440 B

(45) 授权公告日 2020.11.06

(21) 申请号 201910198617.1

(22) 申请日 2019.03.15

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109802440 A

(43) 申请公布日 2019.05.24

(73) 专利权人 广东电网有限责任公司电网规划
研究中心

地址 510080 广东省广州市越秀区东风东
路水均岗8号西塔10、11楼

专利权人 广东电网发展研究院有限责任公
司
湖南大学

(72) 发明人 余浩 林勇 张子杰 宫大千
黎灿兵 左郑敏 龚贤夫 王晓辉
刘正超 刘新苗 张辽

(74) 专利代理机构 长沙智德知识产权代理事务
所(普通合伙) 43207

代理人 曾芳琴

(51) Int.Cl.
H02J 3/38 (2006.01)

审查员 曹卫琴

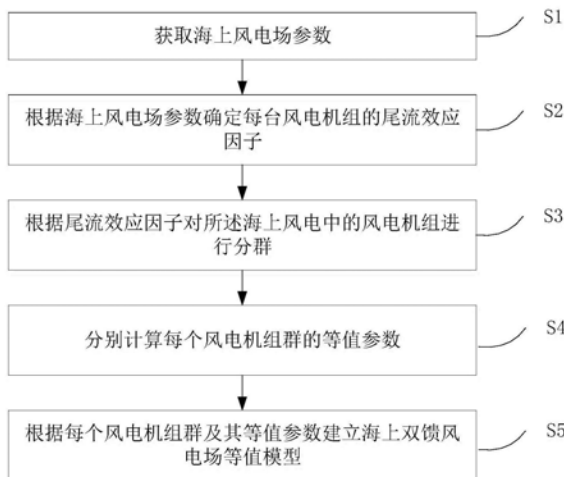
权利要求书3页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

基于尾流效应因子的海上风电场等值方法、
系统和装置

(57) 摘要

本发明公开了一种基于尾流效应因子的海上风电场等值方法、系统和装置,其中,所述方法包括以下步骤:获取海上风电场参数,其中,海上风电场参数包括海上风电场的来流风速、海上风电场中每台风电机组的位置信息、风轮半径、衰减常数和推力系数;根据海上风电场参数确定每台风电机组的尾流效应因子;根据尾流效应因子对所述海上风电中的风电机组进行分群;分别计算每个风电机组群的等值参数;根据每个风电机组群及其等值参数建立海上风电场等值模型。该方法简单易实现,占用内存空间较少且准确度较高,可适用于大规模海上风电的研究。



1. 一种基于尾流效应因子的海上风电场等值方法,其特征在于,包括以下步骤:

获取海上风电场参数,其中,所述海上风电场参数包括海上风电场的来流风速、所述海上风电场中每台风电机组的位置信息、风轮半径、衰减常数和推力系数;

根据所述海上风电场参数确定每台风电机组的尾流效应因子;

根据所述尾流效应因子对所述海上风电中的风电机组进行分群;

分别计算每个风电机组群的等值参数;

根据所述每个风电机组群及其等值参数建立海上风电场等值模型;

所述根据所述海上风电场参数确定每台风电机组的尾流效应因子,包括:

根据所述海上风电场参数计算每台风电机组的尾流效应影响程度;

根据所述尾流效应影响程度确定每台风电机组的尾流效应因子;

通过如下公式计算每台风电机组的尾流效应影响程度:

$$\sigma_i = \frac{v_i}{v_{in}}$$

其中, σ_i 为第*i*台风电机组的尾流效应影响程度, v_{in} 为所述来流风速, v_i 为第*i*台风电机组处的风速, $i=1,2,\dots,n$, n 为所述海上风电场中风电机组的数量;

当尾流效应影响程度大于第一预设值时,确定尾流效应因子为0;

当尾流效应影响程度大于第二预设值且小于或者等于所述第一预设值时,确定尾流效应因子为1;

当尾流效应影响程度大于第三预设值且小于或者等于所述第二预设值时,确定尾流效应因子为2;

当尾流效应影响程度小于或者等于所述第三预设值时,确定尾流效应因子为3。

2. 根据权利要求1所述的基于尾流效应因子的海上风电场等值方法,其特征在于,所述尾流效应因子与所述尾流效应影响程度呈负相关关系。

3. 根据权利要求1所述的基于尾流效应因子的海上风电场等值方法,其特征在于,所述第一预设值为0.95,所述第二预设值为0.7,所述第三预设值为0.4。

4. 根据权利要求1-3中任一项所述的基于尾流效应因子的海上风电场等值方法,其特征在于,所述根据所述尾流效应因子对所述海上风电中的风电机组进行分群,包括:

从*n*个尾流效应因子中随机选择一个作为第一聚类中心 Y_1 ,并计算剩下的*n*-1个尾流效应因子与 Y_1 之间的距离;

选择与 Y_1 距离最大的尾流效应因子作为第二聚类中心 Y_2 ,并分别计算除 Y_1 、 Y_2 之外的*n*-2个尾流效应因子与 Y_1 、 Y_2 之间的距离 $D_1(x_j, Y_1)$ 和 $D_2(x_j, Y_2)$,其中, $j=1,2,\dots,n-2$;

从大到小依次选择 $\min[D_1(x_j, Y_1), D_2(x_j, Y_2)]$ 中的尾流效应因子作为下一个聚类中心,直至聚类中心的个数达到*m*个;

根据所选择的*m*个聚类中心采用*k*均值算法对*n*个风电机组进行分群。

5. 根据权利要求1所述的基于尾流效应因子的海上风电场等值方法,其特征在于,所述等值参数包括发电机等值参数、变压器等值参数、风速等值参数和控制等值参数,

其中,所述发电机等值参数为:

$$\begin{cases} S_{eq} = mS \\ x_{m_eq} = \frac{x_m}{m} \\ x_{1_eq} = \frac{x_1}{m} \\ x_{2_eq} = \frac{x_2}{m} \\ r_{1_eq} = \frac{r_1}{m} \\ r_{2_eq} = \frac{r_2}{m} \end{cases},$$

其中, S 和 S_{eq} 分别表示等值前后的发电机容量, x_m 和 x_{m_eq} 分别表示等值前后的发电机励磁电抗, x_1 和 x_{1_eq} 分别表示等值前后的发电机定子电抗, x_2 和 x_{2_eq} 分别表示等值前后的发电机转子电抗, r_1 和 r_{1_eq} 分别表示等值前后的发电机定子电阻, r_2 和 r_{2_eq} 分别表示等值前后的发电机转子电阻;

所述变压器等值参数为:

$$\begin{cases} S_{T_eq} = mS_T \\ Z_{T_eq} = \frac{Z_T}{m} \end{cases},$$

其中, S_T 和 S_{T_eq} 分别表示等值前后的变压器容量, Z_T 和 Z_{T_eq} 分别表示等值前后的变压器阻抗;

在计算所述风速等值参数时,先根据每台风电机组处的风速和风速-功率曲线确定每台风电机组的功率,计算所述功率的平均值,再根据所述平均值、所述风速-功率曲线确定所述风速等值参数;

所述控制等值参数中 $S_{eq}=mS$,其他与未等值前的控制参数相同。

6. 一种基于尾流效应因子的海上风电场等值系统,其特征在于,包括:

获取模块,用于获取海上风电场参数,其中,所述海上风电场参数包括海上风电场的来流风速、所述海上风电场中每台风电机组的位置信息、风轮半径、衰减常数和推力系数;

确定模块,用于根据所述海上风电场参数确定每台风电机组的尾流效应因子;

分群模块,用于根据所述尾流效应因子对所述海上风电中的风电机组进行分群;

计算模块,用于分别计算每个风电机组群的等值参数;

建模模块,用于根据所述每个风电机组群及其等值参数建立海上风电场等值模型;

所述根据所述海上风电场参数确定每台风电机组的尾流效应因子,包括:

根据所述海上风电场参数计算每台风电机组的尾流效应影响程度;

根据所述尾流效应影响程度确定每台风电机组的尾流效应因子;

通过如下公式计算每台风电机组的尾流效应影响程度:

$$\sigma_i = \frac{v_i}{v_{in}},$$

其中, σ_i 为第*i*台风电机组的尾流效应影响程度, v_{in} 为所述来流风速, v_i 为第*i*台风电机组处的风速, $i=1,2,\dots,n$, n 为所述海上风电场中风电机组的数量;

当尾流效应影响程度大于第一预设值时,确定尾流效应因子为0;

当尾流效应影响程度大于第二预设值且小于或者等于所述第一预设值时,确定尾流效应因子为1;

当尾流效应影响程度大于第三预设值且小于或者等于所述第二预设值时,确定尾流效应因子为2;

当尾流效应影响程度小于或者等于所述第三预设值时,确定尾流效应因子为3。

7.一种基于尾流效应因子的海上风电场等值装置,包括存储器、处理器以及存储在所述存储器上的计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被所述处理器执行时,实现如权利要求1-5中任一项所述的基于尾流效应因子的海上风电场等值方法。

基于尾流效应因子的海上风电场等值方法、系统和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及风力发电技术领域,尤其涉及一种基于尾流效应因子的海上风电场等值方法、系统和装置。

背景技术

[0002] 相对于陆上风力发电,海上风力发电存在许多明显优势,主要表现在:(1)海上风力机可以减少对陆地土地资源的占用,而且海上具有适合大型风电工程的大片连续空间,非常适合大型风电场的建立;(2)与陆上风电相比,海上风电靠近传统的电力负荷中心,利于电网的消纳和减少长距离输电带来的投资成本和电力损耗;(3)海上风速比陆上风速要高出20%~100%,发电效率也会相应提高,而且大部分情况下,海面平坦风速稳定,有利于风力机更有效更充分利用风能及减少风力机上的疲劳载荷,最终提高风力机的使用周期及产生更多的电能。

[0003] 大型海上风电场内有大量分散布置的风电机组,在某一风向作用下,坐落于下风向的风电机组的风速往往低于坐落于上风向风电机组的风速,这种现象称之为尾流效应,其是海上风电场中能量损失的主要原因。同时,大型海上风电场的仿真往往有数百台风电机组,如果把每一台风电机组的模型都详细搭建,会对极大地增加仿真的复杂度,导致计算时间长、资源利用率低,甚至导致“维数灾”。

[0004] 为此,相关技术中对风电场进行等值建模,并在风电场等值中考虑了尾流效应,该技术以风速为基准进行分群,最后对整个风电场进行了等值,且其对每台风电机组都计算实时的尾流效应,计算量大与模型的复杂程度高,其也没有考虑尾流效应的影响范围。另外,该技术采取k均值算法进行分群,虽然计算简便易行,但准确性不高,容易陷入局部最优。

发明内容

[0005] 本发明旨在至少在一定程度上解决相关技术中的技术问题之一。为此,本发明的一个目的在于提出一种基于尾流效应因子的海上风电场等值方法,该方法简单易实现,占用内存空间较少且准确度较高,可适用于大规模海上风电的研究。

[0006] 为达到上述目的,本发明第一方面实施例提出了一种基于尾流效应因子的海上风电场等值方法,包括以下步骤:获取海上风电场参数,其中,所述海上风电场参数包括海上风电场的来流风速、所述海上风电场中每台风电机组的位置信息、风轮半径、衰减常数和推力系数;根据所述海上风电场参数确定每台风电机组的尾流效应因子;根据所述尾流效应因子对所述海上风电中的风电机组进行分群;分别计算每个风电机组群的等值参数;根据所述每个风电机组群及其等值参数建立海上风电场等值模型。

[0007] 本发明实施例的基于尾流效应因子的海上风电场等值方法,以尾流效应因子为机组分群原则对风电机组进行分群,进而计算每个机组群的等值参数,并根据分群结果和等值参数建立基于尾流效应因子的海上风电场等值模型,该方法简单易实现,占用内存空间

较少且准确度较高,可适用于大规模海上风电的研究。

[0008] 另外,本发明上述实施例的基于尾流效应因子的海上风电场等值方法还可以具有如下附加的技术特征:

[0009] 可选地,所述根据所述海上风电场参数确定每台风电机组的尾流效应因子,包括:根据所述海上风电场参数计算每台风电机组的尾流效应影响程度;根据所述尾流效应影响程度确定每台风电机组的尾流效应因子。

[0010] 可选地,通过如下公式计算每台风电机组的尾流效应影响程度:

$$[0011] \quad \sigma_i = \frac{v_i}{v_{in}},$$

[0012] 其中, σ_i 为第*i*台风电机组的尾流效应影响程度, v_{in} 为所述来流风速, v_i 为第*i*台风电机组处的风速, $i=1,2,\dots,n$, n 为所述海上风电场中风电机组的数量。

[0013] 可选地,所述尾流效应因子与所述尾流效应影响程度呈负相关关系。

[0014] 可选地,当尾流效应影响程度大于第一预设值时,确定尾流效应因子为0;当尾流效应影响程度大于第二预设值且小于或者等于所述第一预设值时,确定尾流效应因子为1;当尾流效应影响程度大于第三预设值且小于或者等于所述第二预设值时,确定尾流效应因子为2;当尾流效应影响程度小于或者等于所述第三预设值时,确定尾流效应因子为3。

[0015] 可选地,所述第一预设值为0.95,所述第二预设值为0.7,所述第三预设值为0.4。

[0016] 可选地,所述根据所述尾流效应因子对所述海上风电中的风电机组进行分群,包括:从*n*个尾流效应因子中随机选择一个作为第一聚类中心Y1,并计算剩下的*n*-1个尾流效应因子与Y1之间的距离;选择与Y1距离最大的尾流效应因子作为第二聚类中心Y2,并分别计算除Y1、Y2之外的*n*-2个尾流效应因子与Y1、Y2之间的距离D1($x_j, Y1$)和D2($x_j, Y2$),其中, $j=1,2,\dots,n-2$;从大到小依次选择 $\min[D1(x_j, Y1), D2(x_j, Y2)]$ 中的尾流效应因子作为下一个聚类中心,直至聚类中心的个数达到*m*个;根据所选择的*m*个聚类中心采用*k*均值算法对*n*个风电机组进行分群。

[0017] 可选地,所述等值参数包括发电机等值参数、变压器等值参数、风速等值参数和控制等值参数,其中,所述发电机等值参数为:

$$[0018] \quad \begin{cases} S_{eq} = mS \\ x_{m_eq} = \frac{x_m}{m} \\ x_{1_eq} = \frac{x_1}{m} \\ x_{2_eq} = \frac{x_2}{m} \\ r_{1_eq} = \frac{r_1}{m} \\ r_{2_eq} = \frac{r_2}{m} \end{cases},$$

[0019] 其中, S 和 S_{eq} 分别表示等值前后的发电机容量, x_m 和 x_{m_eq} 分别表示等值前后的发电机励磁电抗, x_1 和 x_{1_eq} 分别表示等值前后的发电机定子电抗, x_2 和 x_{2_eq} 分别表示等值前后的发电机转子电抗, r_1 和 r_{1_eq} 分别表示等值前后的发电机定子电阻, r_2 和 r_{2_eq} 分别表示等值前

后的发电机转子电阻；

[0020] 所述变压器等值参数为：

$$[0021] \quad \begin{cases} S_{T_eq} = mS_T \\ Z_{T_eq} = \frac{Z_T}{m} \end{cases},$$

[0022] 其中， S_T 和 S_{T_eq} 分别表示等值前后的变压器容量， Z_T 和 Z_{T_eq} 分别表示等值前后的变压器阻抗；

[0023] 在计算所述风速等值参数时，先根据每台风电机组处的风速和风速-功率曲线确定每台风电机组的功率，计算所述功率的平均值，再根据所述平均值、所述风速-功率曲线确定所述风速等值参数；

[0024] 所述控制等值参数中 $S_{eq}=mS$ ，其他与未等值前的控制参数相同。

[0025] 为达到上述目的，本发明第二方面实施例提出了一种基于尾流效应因子的海上风电场等值系统，包括：获取模块，用于获取海上风电场参数，其中，所述海上风电场参数包括海上风电场的来流风速、所述海上风电场中每台风电机组的位置信息、风轮半径、衰减常数和推力系数；确定模块，用于根据所述海上风电场参数确定每台风电机组的尾流效应因子；分群模块，用于根据所述尾流效应因子对所述海上风电中的风电机组进行分群；计算模块，用于分别计算每个风电机组群的等值参数；建模模块，用于根据所述每个风电机组群及其等值参数建立海上风电场等值模型。

[0026] 本发明实施例的基于尾流效应因子的海上风电场等值系统，以尾流等效因子为机组分群原则对风电机组进行分群，进而计算每个机组群的等值参数，并根据分群结果和等值参数建立基于尾流效应因子的海上风电场等值模型，该系统简单易实现，占用内存空间较少且准确度较高，可适用于大规模海上风电的研究。

[0027] 为达到上述目的，本发明第三方面实施例提出了一种基于尾流效应因子的海上风电场等值装置，包括存储器、处理器以及存储在所述存储器上的计算机程序，所述计算机程序被所述处理器执行时，实现上述的基于尾流效应因子的海上风电场等值方法。

[0028] 本发明实施例的基于尾流效应因子的海上风电场等值装置，在其存储器上存储的与上述基于尾流效应因子的海上风电场等值方法对应的计算机程序被处理器执行时，得到的等值模型精度高、占用内存少，且简单易实现，可适用于大规模海上风电的研究。

[0029] 本发明附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出，部分将从下面的描述中变得明显，或通过本发明的实践了解到。

附图说明

[0030] 图1是根据本发明实施例的基于尾流效应因子的海上风电场等值方法的流程图；

[0031] 图2是尾流效应Jensen模型的示意图；

[0032] 图3是根据本发明一个示例的风电机组间尾流效应的示意图；

[0033] 图4是根据本发明一个具体实施例的基于尾流效应因子的海上风电场等值方法的流程图；

[0034] 图5是根据本发明实施例的基于尾流效应因子的海上风电场等值系统的结构框图；以及

[0035] 图6是根据本发明实施例的基于尾流效应因子的海上风电场等值装置的结构框图。

具体实施方式

[0036] 下面详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0037] 下面参考附图描述本发明实施例的基于尾流效应因子的海上风电场等值方法、系统和装置。

[0038] 实施例1

[0039] 图1是本发明实施例的基于尾流效应因子的海上风电场等值方法的流程图。

[0040] 如图1所示,基于尾流效应因子的海上风电场等值方法包括以下步骤:

[0041] S1,获取海上风电场参数。

[0042] 其中,海上风电场参数包括海上风电场的来流风速(包括来流风速的大小和方向)、海上风电场中每台风电机组的位置信息、风轮半径、衰减常数和推力系数。

[0043] 在该实施例中,海上风电场中的风电机组优选为双馈式风电机组。

[0044] S2,根据海上风电场参数确定每台风电机组的尾流效应因子。

[0045] 具体地,可先根据海上风电场参数计算每台风电机组的尾流效应影响程度,然后再根据尾流效应影响程度确定每台风电机组的尾流效应因子。

[0046] 其中,可通过如下公式计算每台风电机组的尾流效应影响程度:

$$[0047] \quad \sigma_i = \frac{v_i}{v_{in}},$$

[0048] 其中, σ_i 为尾流效应影响程度, v_{in} 为所述来流风速, v_i 为第*i*台风电机组处的风速, $i=1,2,\dots,n$, n 为所述海上风电场中风电机组的数量。

[0049] 在本发明的一个实施例中,尾流效应因子与尾流效应影响程度可呈负相关关系,例如,尾流效应因子与尾流效应影响程度互为倒数。

[0050] 在本发明的另一个实施例中,当尾流效应影响程度大于第一预设值时,确定尾流效应因子为0;当尾流效应影响程度大于第二预设值且小于或者等于第一预设值时,确定尾流效应因子为1;当尾流效应影响程度大于第三预设值且小于或者等于第二预设值时,确定尾流效应因子为2;当尾流效应影响程度小于或者等于第三预设值时,确定尾流效应因子为3。

[0051] 其中,第一预设值可为0.95,第二预设值可为0.7,第三预设值可为0.4。

[0052] 为便于理解上述尾流效应影响程度和尾流效应因子,下面参照图2、图3进行说明:

[0053] 如图2所示,对于一台风电机组, r 为其风轮半径(即风力涡轮机的转子半径), x 为沿风向的水平距离, v_{in} 为海上风电场的来流风速, v_x 为来流风速在尾流效应下的实际风速,

$$k \text{ 为衰减常量, } C_T \text{ 为推力系数, 则有 } v_x = v_{in} \left\{ 1 - \left[1 - (1 - C_T)^{1/2} \right] \left(\frac{r}{r + kx} \right)^2 \right\}, \sigma = \frac{v_x}{v_{in}} \text{ 为}$$

该风电机组的为尾流效应影响程度。

[0054] 在海上风电场中,每台风电机组都可能受到上游风电机组的影响,单台风电机组可能受到多台机组的尾流效应的影响。根据来流风速和各个风电机组的位置即可确定下游机组受上游机组的影响情况,如图3所示,机组W3仅受到机组W1的影响,其尾流效应因子仅包含机组W1;机组W4受到机组W1和W2的共同影响,其尾流效应因子为机组W1和W2单独作用下的影响之和。

[0055] S3,根据尾流效应因子对海上风电中的风电机组进行分群。

[0056] 具体地,从n个尾流效应因子中随机选择一个作为第一聚类中心Y1,并计算剩下的n-1个尾流效应因子与Y1之间的距离;选择与Y1距离最大的尾流效应因子作为第二聚类中心Y2,并分别计算除Y1、Y2之外的n-2个尾流效应因子与Y1、Y2之间的距离D1(x_j,Y1)和D2(x_j,Y2),其中,j=1,2,...,n-2;从大到小依次选择min[D1(x_j,Y1),D2(x_j,Y2)]中的尾流效应因子作为下一个聚类中心,直至聚类中心的个数达到m个;根据所选择的m个聚类中心采用k均值算法对n个风电机组进行分群。

[0057] 需要说明的是,传统的k均值算法的初始化是随机的,可能会导致最后分群不是很准确,针对这一点,本发明采取最大最小距离法对分群数据进行初始化。最大最小距离初始化方法是一种试探性的算法,该算法的思想是尽可能取数据集中距离其他对象较远的对象作为初始点,从而可以避免随机性初始化中出现初始点过于靠近的情况,通过这种思想的指导,能够有效提高初始化数据集的效率和质量。也就是说,相比于传统的k均值算法,在有了一个较好的初始解的情况下,能够有效地克服对于初始中心点的依赖,从而有效地提高算法的收敛速度和准确性。

[0058] S4,分别计算每个风电机组群的等值参数。

[0059] 具体地,在得到分群结果之后,对每个风电机组群进行等值,即将整个海上风电场等值为m个风电机组,在计算等值参数时可采用容量加权的方法,因为在同一个海上风电场中,各风电机组一般都具有相同型号和容量,且结构和运行工况类似。

[0060] 其中,等值参数可包括发电机等值参数、变压器等值参数、风速等值参数和控制等值参数,具体的等值关系如下:

[0061] 发电机等值参数:

$$[0062] \begin{cases} S_{eq} = mS \\ x_{m_eq} = \frac{x_m}{m} \\ x_{1_eq} = \frac{x_1}{m} \\ x_{2_eq} = \frac{x_2}{m} \\ r_{1_eq} = \frac{r_1}{m} \\ r_{2_eq} = \frac{r_2}{m} \end{cases},$$

[0063] 其中,S和S_{eq}分别表示等值前后的发电机容量,x_m和x_{m_eq}分别表示等值前后的发电机励磁电抗,x₁和x_{1_eq}分别表示等值前后的发电机定子电抗,x₂和x_{2_eq}分别表示等值前后的发电机转子电抗,r₁和r_{1_eq}分别表示等值前后的发电机定子电阻,r₂和r_{2_eq}分别表示等值前后的发电机转子电阻,即S、x_m、x₁、x₂分别为单台发电机的容量、励磁电抗、定子电抗和转子

电抗, S_{eq} 、 X_{m_eq} 、 X_{1_eq} 、 X_{2_eq} 分别为等值容量、等值励磁电抗、等值定子电抗和等值转子电抗。。可见, 发电机容量在等值后为原来的m倍, 发电机的电阻电抗参数在等值后为原来的1/m,

[0064] 变压器等值参数:

$$[0065] \quad \begin{cases} S_{T_eq} = mS_T \\ Z_{T_eq} = \frac{Z_T}{m} \end{cases},$$

[0066] 其中, S_T 和 S_{T_eq} 分别表示等值前后的变压器容量, Z_T 和 Z_{T_eq} 分别表示等值前后的变压器阻抗。可见, 类似发电机参数的等值, 变压器的容量在等值后为原来的m倍, 变压器的阻抗在等值后为原来的1/m。

[0067] 风速等值参数:

[0068] 为了使得等值的风速能最大程度上代表群体风速, 在计算风速等值参数时, 先根据每台风电机组处的风速和风速-功率曲线确定每台风电机组的功率, 计算功率的平均值, 再根据平均值、风速-功率曲线确定风速等值参数。

[0069] 控制等值参数:

[0070] 控制参数里除了功率测试部分的基准容量改为原来的m倍即 $S_{eq} = mS$ 之外, 其他参数不变, 即与未等值前的控制参数相同。

[0071] S6, 根据每个风电机组群及其等值参数建立海上风电场等值模型。

[0072] 其中, 海上风电场等值模型, 是指在保证风电场对研究系统动态影响不变的条件下, 对风电场进行简化后得到的模型。

[0073] 具体而言, 如图4所示, 首先选定适合大规模海上风电的尾流效应模型—Jensen模型, 获取海上风电场参数, 然后对该模型进行分析, 得出尾流效应的影响范围以及可对其影响范围内的影响程度进行分级, 得出每台机组的尾流效应影响因子。然后根据尾流效应因子, 采用改进的k均值算法对风电场进行分群, 之后根据分群结果采用容量加权法建立风电场等值模型。

[0074] 由此, 上述等值模型不仅能体现海上风电场中各机组运行状态的差异性, 且在模型精度、占用内存和计算时间方面都得到了提高, 可适用于大规模海上风电的研究。

[0075] 实施例2

[0076] 图5是根据本发明实施例的基于尾流效应因子的海上风电场等值系统的结构框图。

[0077] 如图5所示, 基于尾流效应因子的海上风电场等值系统10包括: 获取模块11、确定模块12、分群模块13、计算模块14和建模模块15。

[0078] 其中, 获取模块11用于获取海上风电场参数, 其中, 海上风电场参数包括海上风电场的来流风速、海上风电场中每台风电机组的位置信息、风轮半径、衰减常数和推力系数; 确定模块12用于根据海上风电场参数确定每台风电机组的尾流效应因子; 分群模块13用于根据尾流效应因子对海上风电中的风电机组进行分群; 计算模块14用于分别计算每个风电机组群的等值参数; 建模模块15用于根据每个风电机组群及其等值参数建立海上风电场等值模型。

[0079] 需要说明的是, 前述对基于尾流效应因子的海上风电场等值方法具体实施方式的描述同样适用于本发明实施例的基于尾流效应因子的海上风电场等值系统的具体实施方

式,此处不再赘述。

[0080] 本发明实施例的基于尾流效应因子的海上风电场等值系统,以尾流效应因子为机组分群原则对风电机组进行分群,进而计算每个机组群的等值参数,并根据分群结果和等值参数建立基于尾流效应因子的海上风电场等值模型,得到的等值模型精度高、占用内存少,计算复杂度低,适用于大规模海上风电的研究。

[0081] 实施例3

[0082] 图6是根据本发明实施例的基于尾流效应因子的海上风电场等值装置的机构框图。

[0083] 如图6所示,基于尾流效应因子的海上风电场等值装置20包括存储器21、处理器22以及存储在存储器21上的计算机程序23。

[0084] 在该实施例中,计算机程序23被处理器22执行时,实现上述的基于尾流效应因子的海上风电场等值方法。

[0085] 本发明实施例的基于尾流效应因子的海上风电场等值装置,在其存储器上存储的与上述基于尾流效应因子的海上风电场等值方法对应的计算机程序被处理器执行时,可建立海上风电场等值模型,该模型精度高、占用内存少,计算复杂度低,适用于大规模海上风电的研究。

[0086] 尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例,可以理解的是,上述实施例是示例性的,不能理解为对本发明的限制,本领域的普通技术人员在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

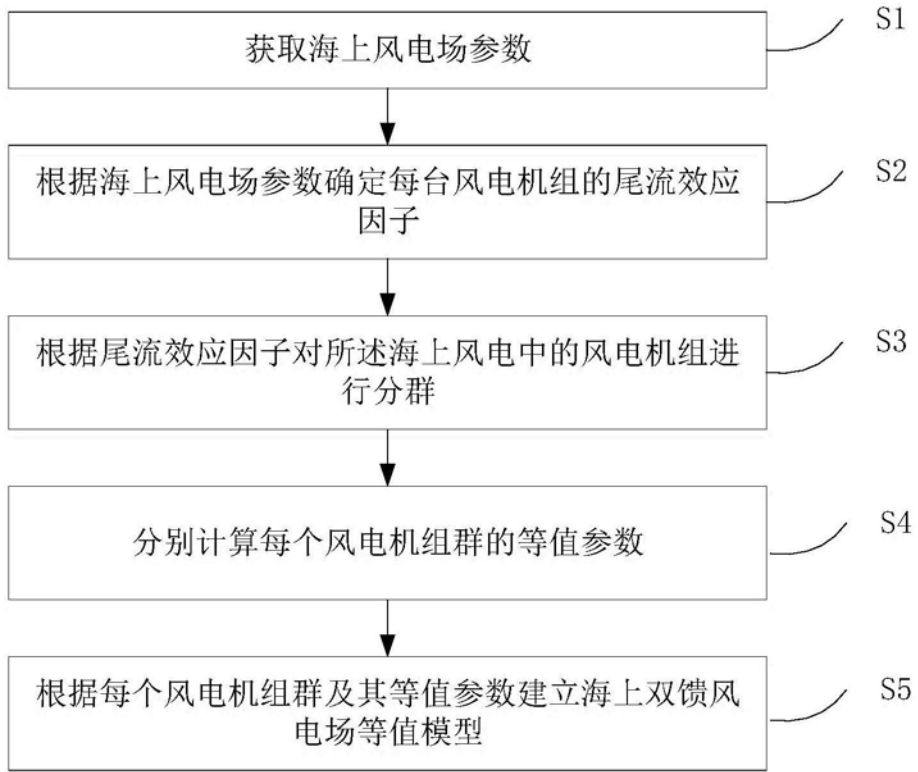


图1

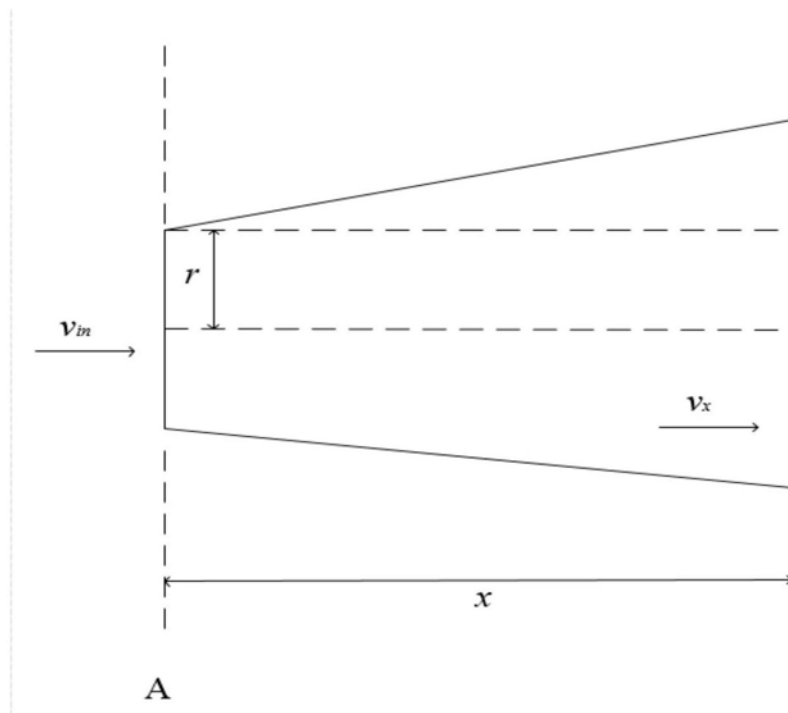


图2

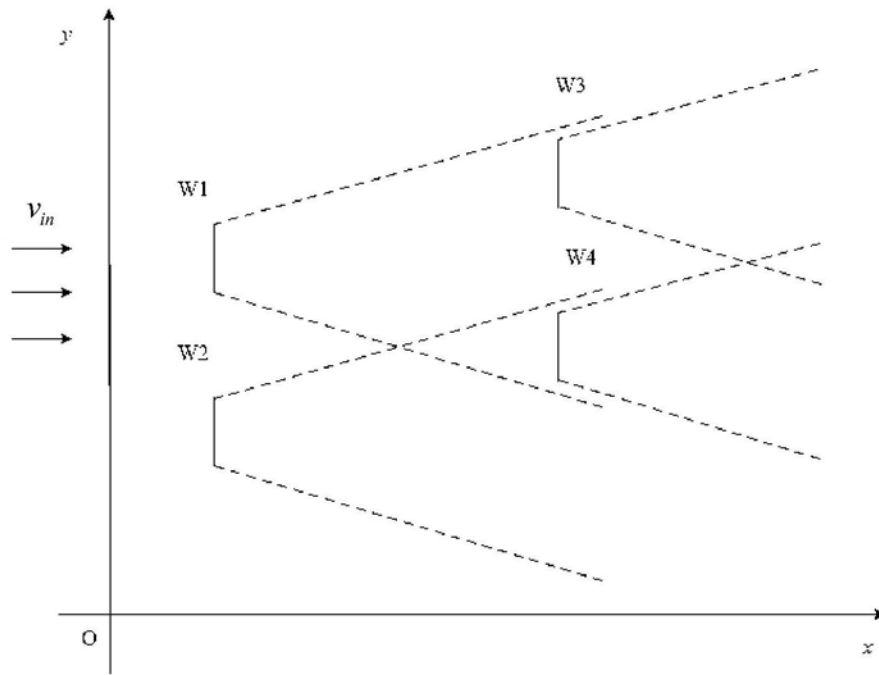


图3

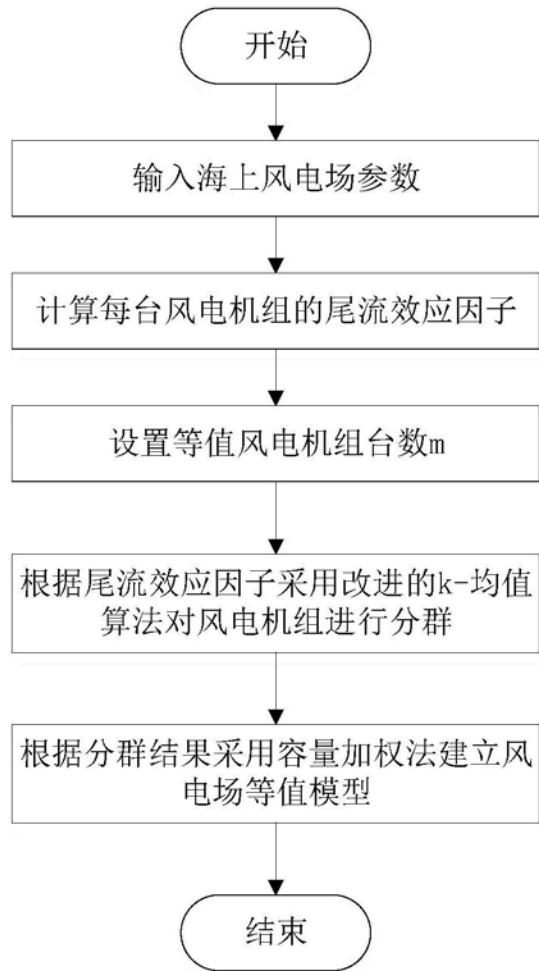


图4

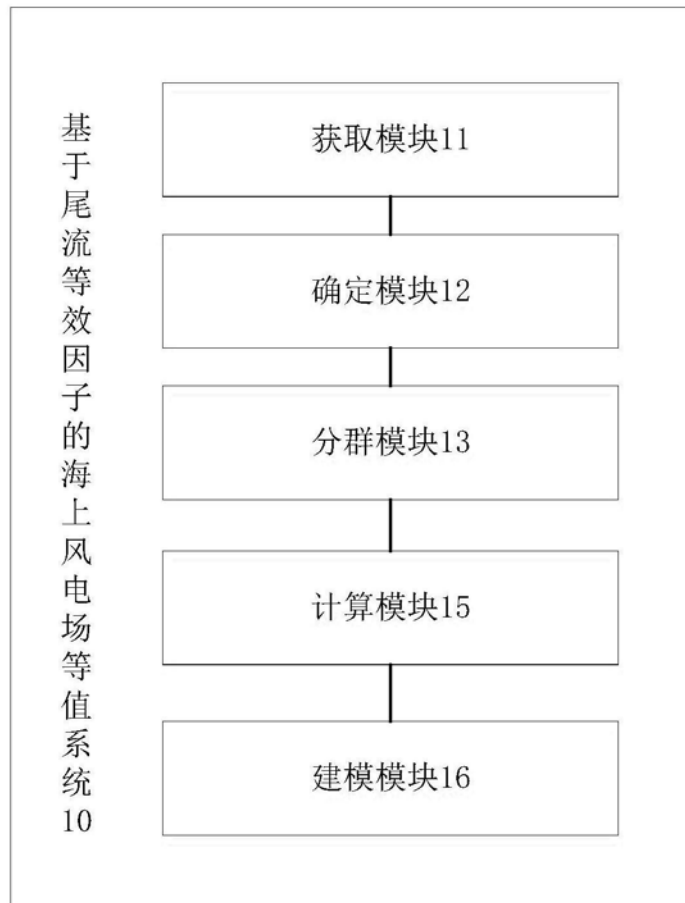


图5

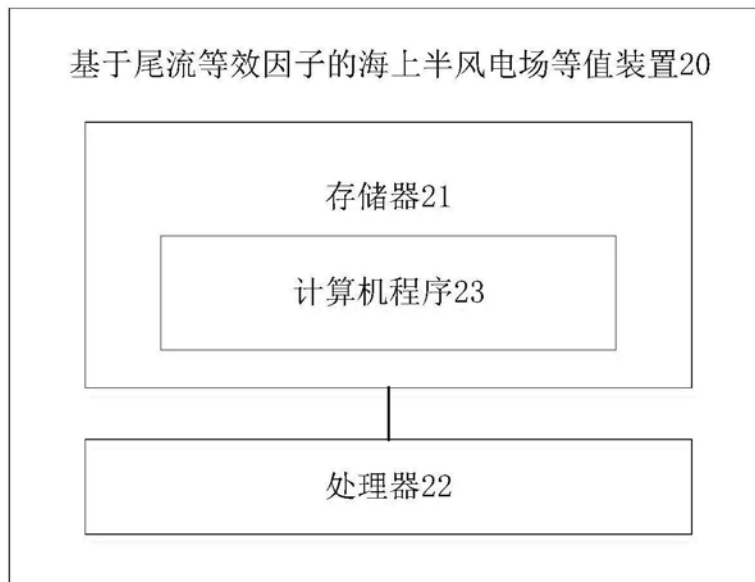


图6