



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107563564 A

(43)申请公布日 2018.01.09

(21)申请号 201710827618.9

(22)申请日 2017.09.14

(71)申请人 重庆大学

地址 400044 重庆市沙坪坝区沙正街174号

(72)发明人 魏善碧 柴毅 何馨 何昊阳

刘延兴 孙秀玲

(51) Int. Cl.

G06Q 10/04(2012.01)

G06Q 10/06(2012.01)

G06Q 50/06(2012.01)

H02J 3/46(2006.01)

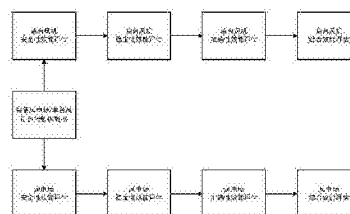
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

## (54)发明名称

一种风电场调度过程的效能评估方法

## (57)摘要

本发明公开了一种关于风电场性能的效能评估方法,风电场24小时运行的数据录入基本数据库,然后进行数据分析剔除无效信息提取有效信息,并根据风电场24小时的数据做出24条不同的风电功率曲线,最后根据不同的曲线做出该风电场发电的效能评估。效能评估主要评估该风电场发电功率的安全性、稳定性以及准确性。根据综合效能指标值计算风电场的能综合评价指标。将风电运行的基本数据计入数据库,能够同时进行风电场与单台风机的效能评估,对风电发电的经济效益具有很高的实用价值。



1. 一种关于风电场和风机性能的效能评估方法,其特征是,包括以下步骤:

步骤一:采集风电场全天候的数据,并按小时分类;

步骤二:分析风电场24小时数据,剔除无效信息,绘制24条风力发电功率曲线,计算超调量 $\sigma\%$ ,峰值时间 $t_p$ ,调整时间 $t_s$ ,峰值 $P_{\max}$ ,峰值与设定值的偏差值 $\Delta$ ,实际总功率与理想总功率之差 $\Delta_p$ ;

步骤三:进行风力发电安全性、稳定性、准确性效能评估。

2. 一种关于风电场和风机的效能评估方法,其特征是:建立安全性、稳定性、准确性效能评估步骤如下指标的等级集:

(1) 步骤一:建立安全性效能评估指标的等级集:将超调量 $\sigma\%$ 作为第一级指标集: $\omega = \{\omega_1, \omega_2, \omega_3, \dots, \omega_{24}\}$ ;将峰值与设定值的偏差值 $\Delta$ 第二级指标集: $\Delta = \{\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \dots, \Delta_{24}\}$ ;

(2) 步骤二:建立效能评估指标的权重集:为了各个指标对于系统的重要性,需要建立一个指标相对应权重。设立超调量指标集的权重向量为 $X_1 = \{x_{1,1}, x_{1,2}, \dots, x_{1,24}\}$ ,峰值与设定值的偏差值 $\Delta$ 指标集的权重向量 $X_2 = \{x_{2,1}, x_{2,2}, \dots, x_{2,24}\}$ ;

(3) 步骤三:建立效能评估指标的备择集:根据专家对该系统进行评价效果,各种评价效果构成了备择集。假设评价结果有 $s$ 个,则备择集 $V_1 = \{v_{11}, v_{12}, \dots, v_{1s}\}$ 。

(4) 步骤四:建立效能评估指标的单因素评判矩阵:用峰值与设定值的偏差值 $\Delta$ 指标集的单因素指标 $\Delta_{2,j}$ 来确定系统相对于备择集单元的隶属度,对不同性质的指标应该用不同方法计算模糊向量。设单因素指标 $\Delta_{2,j}$  ( $j=1, 2, \dots, n$ ) 相对于备择集 $V$ 中元素的模糊隶属度向量 $R_{3j} = (r_{j1}, r_{j2}, \dots, r_{jp})$ ,其中 $\sum r_{jk} = 1, r_{jk} \geq 0$  ( $j=1, 2, \dots, n; k=1, 2, \dots, p$ )。用其他单项指标模糊向量为行构造第二级评价指标集的单因素评判矩阵 $\Delta_2 (n \times p)$ ;

(5) 步骤五:建立效能评估指标的综合评判:第二级指标的权重矩阵 $X_2$ 与单因素评判矩阵 $\Delta_2$ 的乘积作为峰值与设定值的偏差值 $\Delta$ 的综合评判结果 $Y_2$ 。对 $Y_2$ 进行加权, $Z = X_1 \times Y_2$  ( $b_1, b_2, \dots, b_p$ ) 为该系统的模糊综合评判;

(6) 步骤六:根据最大隶属度法则,将备择集的 $v_n$  ( $n$ 为 $b_1, b_2, \dots, b_p$ 中最大值的下标) 作为该系统的综合效能结果。

3. 从风电场调度过程的安全性、稳定性、准确性的角度,进行不同角度效能评估。将风电调度的效能评估定位到风机运行,从而能够不同尺度分析运行效能。

## 一种风电场调度过程的效能评估方法

### 技术领域

[0001] 一种关于风电场调度过程的效能评估方法

### 技术背景

[0002] 风力发电是指把风的动能转为电能。风是一种没有公害的能源,利用风力发电非常环保,且能够产生的电能非常巨大,因此越来越多的国家更加重视风力发电。风能作为一种清洁的可再生能源,越来越受到世界各国的重视。其蕴量巨大,全球的风能约为 $2.74 \times 10^9$  MW,其中可利用的风能为 $2 \times 10^7$  MW,比地球上可开发利用的水能总量还要大10倍。

[0003] 风电具有随机性、间歇性、波动性的特点,时有时无、时大时小,难以预测,所以风电场发电的效率不一能够完全贴合标准。该发明在时代背景下因运而生,风电场发电效能评估势在必行。效能评估,指对某种事物或系统执行某一项任务结果或者进程的质量好坏、作用大小、自身状态等效率指标的量化计算或结论性评价,不仅仅能对风电场发电效果进行评估,同时也能单台风机效率进行测试。

### 发明内容

[0004] 为解决现有技术存在的不足,本发明公开了一种风电场调度过程的效能评估方法,将风电运行的基本数据计入数据库,将风电接入的效能指标进行综合,不仅可以对风电场进行效能评估,对单台风机也能达到效能评估的效果,得到涵盖风电的经济效益的综合评价指标体系,具有很高的实用价值。

[0005] 为实现上述目的,本发明的具体方案如下:

[0006] 一种关于风电场调度性能的效能评估方法,其特征是,包括以下步骤:

[0007] 步骤一:采集风电场全天候的数据,并按小时分类;

[0008] 步骤二:分析风电场24小时数据,剔除无效信息,绘制24条风力发电功率曲线,计算超调量 $\sigma\%$ ,峰值时间 $t_p$ ,调整时间 $t_s$ ,峰值 $P_{max}$ ,峰值与设定值的偏差值 $\Delta$ ,实际总功率与理想总功率之差 $\Delta p$ ;

[0009] 步骤三:分别根据安全性、稳定性、准确性,进行风电场调度过程效能评估,计算综合效能指标值。

[0010] 一种关于风电场各台风机调度过程的效能评估方法,其特征是,包括以下步骤:

[0011] 步骤一:采集单台全天候的数据,并按小时分类;

[0012] 步骤二:分析单台24小时数据,剔除无效信息。因为单台风机全天候工作时间不一定为24小时,所以去掉非工作时间T个小时,剩下工作时间 $24-T$ 小时。绘制 $24-T$ 条风力发电功率曲线,计算超调量 $\sigma\%$ ,平均峰值时间 $t_p$ ,调整时间 $t_s$ ,峰值 $P_{max}$ ,峰值与设定值的偏差值 $\Delta$ ,实际总功率与理想总功率之差 $\Delta p$ ;

[0013] 步骤三:进行单台风机安全性、稳定性、稳定性效能评估,根据效能指标计算单台风机综合效能指标值。

## 附图说明

[0014] 图1为本发明所述的一种关于风电场性能的效能评估方法的系统结构图。

[0015] 图2风电场调度过程曲线和指标图

[0016] 图3风电单台风机调度过程曲线和指标图

## 具体实施方式

[0017] 1. 一种关于风电场调度性能的效能评估方法,其特征是,包括以下步骤:

[0018] 步骤一:采集风电场全天候的数据,并按小时分类;

[0019] 步骤二:分析风电场24小时数据,剔除无效信息,绘制24条风力发电功率曲线,计算超调量 $\sigma\%$ ,峰值时间 $t_p$ ,调整时间 $t_s$ ,峰值 $P_{max}$ ,峰值与设定值的偏差值 $\Delta$ ,实际总功率与理想总功率之差 $\Delta p$ ;

[0020] 步骤三:分别根据安全性、稳定性、准确性,进行风电场调度过程效能评估,计算综合效能指标值。

[0021] 2. 一种关于风电场性能的效能评估方法,针对安全性、稳定性、准确性,其特征是:建立效能评估步骤如下指标的等级集:

[0022] (1) 步骤一:建立效能评估指标的等级集:将超调量 $\sigma\%$ 作为第一级指标集: $\omega = \{\omega_1, \omega_2, \omega_3 \dots \omega_{24}\}$ ;将峰值与设定值的偏差值 $\Delta$ 第二级指标集: $\Delta = \{\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3 \dots \Delta_{24}\}$ ;

[0023] (2) 步骤二:建立安全性效能评估指标的权重集:为了各个指标对于系统的重要性,需要建立个指标相对应权重。设立超调量指标集的权重向量为 $X_1 = \{x_{1,1}, x_{1,2}, \dots x_{1,24}\}$ ,峰值与设定值的偏差值 $\Delta$ 指标集的权重向量 $X_2 = \{x_{2,1}, x_{2,2}, \dots x_{2,24}\}$ ;

[0024] (3) 步骤三:建立安全性效能评估指标的备择集:根据专家对该系统进行评价效果,各种评价效果构成了备择集。假设评价结果有 $s$ 个,则备择集 $V_1 = \{v_{11}, v_{12}, \dots v_{1s}\}$ 。

[0025] (4) 步骤四:建立安全性效能评估指标的单因素评判矩阵:用峰值与设定值的偏差值 $\Delta$ 指标集的单因素指标 $\Delta_{2,j}$ 来确定系统相对于备择集单元的隶属度,对不同性质的指标应该用不同方法计算模糊向量。设单因素指标 $\Delta_{2j}$ ( $j=1, 2 \dots n$ )相对于备择集 $V_1$ 中元素的模糊隶属度向量 $R_{2j} = (r_{j1}, r_{j2}, \dots, r_{jp})$ ,其中 $\sum r_{jk} = 1, r_{jk} \geq 0$ ( $j=1, 2, \dots, n; k=1, 2, \dots, p$ )。用其他单项指标模糊向量为行构造第二级评价指标集的单因素评判矩阵 $\Delta_{2(n \times p)}$ ;

[0026] (5) 步骤五:建立安全性效能评估指标的综合评判:第二级指标的权重矩阵 $X_2$ 与单因素评判矩阵 $\Delta_{2j}$ 的乘积作为峰值与设定值的偏差值 $\Delta$ 的综合评判结果 $Y_2$ 。对 $Y_2$ 进行加权, $Z = X_1 \times Y_2$ ( $b_{11}, b_{12}, \dots b_{1p}$ )为该系统的模糊综合评判;

[0027] (6) 步骤六:根据最大隶属度法则,将备择集的 $v_{n1}$ ( $n_1$ 为 $b_{11}, b_{12}, \dots b_{1p}$ 中最大值的下标)作为该系统的综合效能结果。

[0028] 3. 一种关于风电场各台风机调度过程的效能评估方法,其特征是,包括以下步骤:

[0029] 步骤一:采集单台全天候的数据,并按小时分类;

[0030] 步骤二:分析单台24小时数据,剔除无效信息。因为单台风机全天候工作时间不一定为24小时,所以去掉非工作时间 $T$ 个小时,剩下工作时间 $24-T$ 小时。绘制 $24-T$ 条风力发电功率曲线,计算超调量 $\sigma\%$ ,平均峰值时间 $t_p$ ,调整时间 $t_s$ ,峰值 $P_{max}$ ,峰值与设定值的偏差值

$\Delta$ , 实际总功率与理想总功率之差  $\Delta p$ ;

[0031] 步骤三: 进行单台风机安全性、稳定性、稳定性效能评估, 根据效能指标计算单台风机综合效能指标值。

[0032] 4. 一种关于风电场各台风机调度过程的效能评估方法, 其特征是: 建立安全性、稳定性、准确性效能评估步骤如下指标的等级集:

[0033] (1) 步骤一: 建立安全性效能评估指标的等级集: 将超调量  $\sigma\%$  作为第一级指标集:  $\omega = \{\omega_1, \omega_2, \omega_3 \dots \omega_{24-T}\}$ ; 将峰值与设定值的偏差值  $\Delta$  第二级指标集:  $\Delta = \{\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3 \dots \Delta_{24-T}\}$ ;

[0034] (2) 步骤二: 建立安全性效能评估指标的权重集: 为了各个指标对于系统的重要性, 需要建立个指标相对应权重。设立超调量指标集的权重向量为  $X_1 = \{X_{1,1}, X_{1,2}, \dots X_{1,(24-T)}\}$ , 峰值与设定值的偏差值  $\Delta$  指标集的权重向量  $X_2 = \{X_{2,1}, X_{2,2}, \dots X_{2,(24-T)}\}$ ;

[0035] (3) 步骤三: 建立安全性效能评估指标的备择集: 根据专家对该系统进行评价效果, 各种评价效果构成了备择集。假设评价结果有  $s'$  个, 则备择集  $V_1 = \{v_{11}, v_{12}, \dots v_{1s'}\}$ 。

[0036] (4) 步骤四: 建立安全性效能评估指标的单因素评判矩阵: 用峰值与设定值的偏差值  $\Delta$  指标集的单因素指标  $\Delta_{2,j}$  来确定系统相对于备择集单元的隶属度, 对不同性质的指标应该用不同方法计算模糊向量。设单因素指标  $\Delta_{2j}$  ( $j=1, 2 \dots n$ ) 相对于备择集  $V_1$  中元素的模糊隶属度向量  $R_{2j} = (r_{j1}, r_{j2}, \dots, r_{jp})$ , 其中  $\sum r_{jk} = 1, r_{jk} \geq 0$  ( $j=1, 2, \dots, n; k=1, 2, \dots, p$ )。用其他单项指标模糊向量为行构造第二级评价指标集的单因素评判矩阵  $\Delta_{2(n \times p)}$ ;

[0037] (5) 步骤五: 建立安全性效能评估指标的综合评判: 第二级指标的权重矩阵  $X_2$  与单因素评判矩阵  $\Delta_{2(n \times p)}$  的乘积作为峰值与设定值的偏差值  $\Delta$  的综合评判结果  $Y_2$ 。对  $Y_2$  进行加权,  $Z = X_1 \times Y_2$  ( $b_{11}, b_{12}, \dots b_{1p}$ ) 为该系统的模糊综合评判;

[0038] (6) 步骤六: 根据最大隶属度法则, 将备择集的  $v_{n1}$  ( $n_1$  为  $b_{11}, b_{12}, \dots b_{1p}$  中最大值的下标) 作为该系统的综合效能结果。

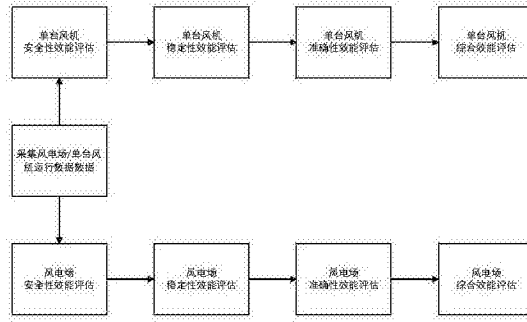


图1

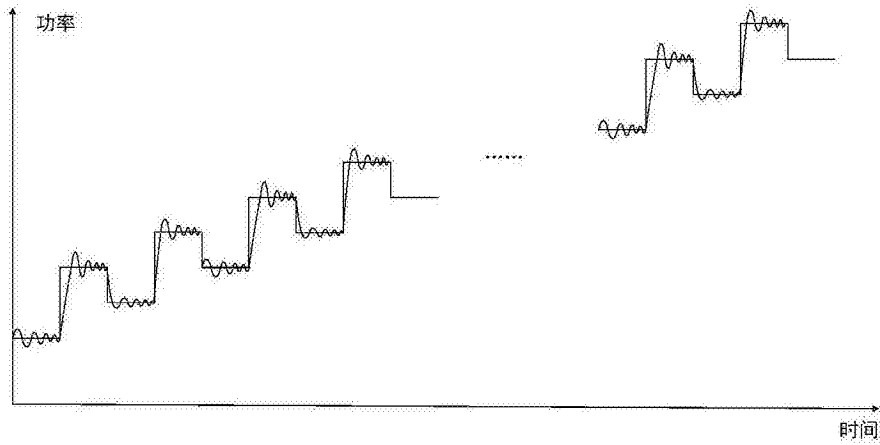


图2

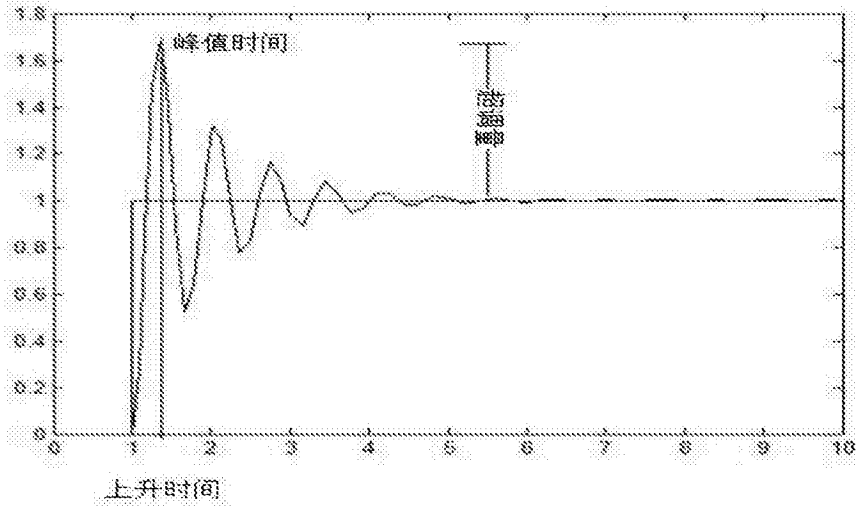


图3