

## (12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2014 年 7 月 3 日 (03.07.2014)



(10) 国际公布号  
WO 2014/101515 A1

- (51) 国际专利分类号:  
H02J 3/38 (2006.01)
- (21) 国际申请号:  
PCT/CN2013/084688
- (22) 国际申请日:  
2013 年 9 月 30 日 (30.09.2013)
- (25) 申请语言:  
中文
- (26) 公布语言:  
中文
- (30) 优先权:  
201210567784.7 2012 年 12 月 24 日 (24.12.2012) CN
- (71) 申请人: 国家电网公司 (STATE GRID CORPORATION OF CHINA) [CN/CN]; 中国北京市西城区西长安街 86 号, Beijing 100031 (CN)。 中国电力科学研究院 (CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE) [CN/CN]; 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。 西北电网有限公司 (NORTHWEST CHINA GRID COMPANY LIMITED) [CN/CN]; 中国陕西省西安市环城东路中段 50 号, Shaanxi 710048 (CN)。
- (72) 发明人: 丁剑 (DING, Jian); 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。 邢田伟

(XING, Tianwei); 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。 申洪 (SEHN, Hong); 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。 宋新立 (SONG, Xinli); 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。 郑超 (ZHENG, Chao); 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。 宋云亭 (SONG, Yunt-ing); 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。 张琳 (ZHANG, Lin); 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。 姜宁 (JIANG, Ning); 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。 魏磊 (WEI, Lei); 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。

- (74) 代理人: 北京安博达知识产权代理有限公司 (AM-BOYNA INTELLECTUAL PROPERTY AGENT CO.,LTD.); 中国北京市海淀区大钟寺 13 号院 1 号楼华杰大厦 B215 号, Beijing 100098 (CN)。

- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,

[见续页]

(54) Title: METHOD FOR DESIGNING AUTOMATIC GENERATION CONTROL MODEL UNDER GRID CONNECTION OF INTERMITTENT ENERGY

(54) 发明名称: 间歇能源并网下的自动发电控制模型的设计方法

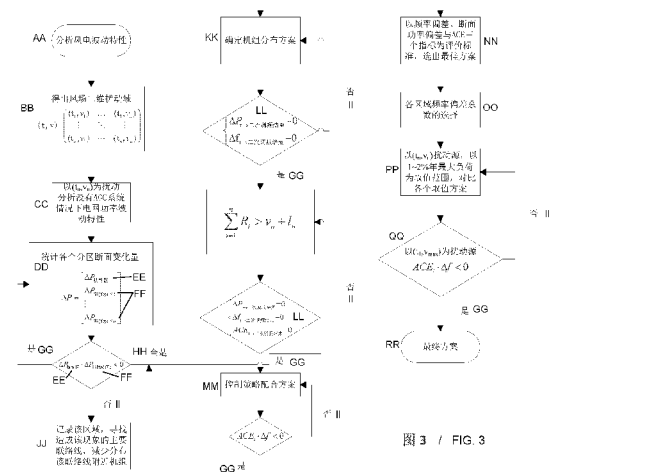


图 3 / FIG. 3

AA ANALYSING FLUCTUATION CHARACTERISTICS OF WIND POWER  
BB OBTAINING A WIND-FIELD TWO-DIMENSIONAL DISTURBANCE DOMAIN  
CC WITH (TN,VN) AS THE DISTURBANCE, ANALYSING THE POWER GRID POWER FLUCTUATION CHARACTERISTICS WITHOUT AN AGC SYSTEM  
DD PERFORMING STATISTICS ON THE VARIATION AMOUNT OF THE CROSS SECTION OF EACH SUB-REGION  
EE DISTURBANCE REGION  
FF NON-DISTURBANCE REGION  
GG YES  
HH ALL YES  
II NO  
JJ RECORDING THE REGION, SEARCHING A MAIN TIE LINE CAUSING THE PHENOMENON AND REDUCING THE SETS DISTRIBUTED NEAR THE TIE LINE

KK DETERMINING A DISTRIBUTION SCHEME OF SETS  
LL END OF SECONDARY FREQUENCY MODULATION  
MM CONTROL POLICY COOPERATION SCHEME  
NN WITH THE THREE INDEXES OF FREQUENCY BIAS, CROSS SECTION POWER BIAS AND ACE AS EVALUATION CRITERIA, SELECTING AN OPTIMAL SCHEME  
OO SELECTION OF THE FREQUENCY BIAS FACTOR OF EACH REGION  
PP WITH (TN,VN) AS A DISTURBANCE SOURCE AND WITH 1-2% OF AN ANNUAL PEAK LOAD AS A VALUE SELECTION RANGE, COMPARING ALL VALUE SELECTION SCHEMES  
QQ WITH (TL,VN) AS A DISTURBANCE SOURCE  
RR FINAL SCHEME

(57) Abstract: The present invention relates to the field of grid-connected operation of renewable energy power generation, and particularly relates to a method for designing an automatic power generation control model in an intermittent energy grid connection, comprising the steps of: A. constructing a time-amplitude two-dimensional disturbance source of a grid-connected intermittent energy disturbance; B. analysing the power grid power fluctuation characteristics; C. determining a distribution scheme of automatic generation control (AGC) system sets; D. determining the standby size of a power supply of an AGC system and the type of power supply; E. making a control policy for the AGC system; F. selecting a frequency bias factor; and G. determining a parameter design scheme of the AGC model. The present invention relates to the influences of large-scale wind power and solar photovoltaic power supply on secondary frequency modulation of a power grid, and can construct an AGC model and parameters on the basis of same, thereby effectively coping with the power disturbance of the intermittent wind power and photovoltaic power supply, improving the secondary frequency modulation effect of the power grid under the fluctuation of the intermittent energy power supplies and improving the ability of the power grid to accept renewable energy resources.

(57) 摘要:

[见续页]

WO 2014/101515 A1



GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,

AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

**本国际公布:**

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

本发明涉及可再生能源发电并网运行领域, 具体涉及一种间歇能源并网下的自动发电控制模型的设计方法, 包括下述步骤: A、构建并网间歇能源扰动的时间-幅值二维扰动源; B、分析电网功率波动特性; C、确定自动发电控制 AGC 系统机组的分布方案; D、确定自动发电控制 AGC 系统电源备用大小以及电源类型; E、制定自动发电控制 AGC 系统控制策略; F、选择频率偏差系数; G、确定自动发电控制模型的参数设计方案。本发明计及对大规模风电、太阳能光伏电源对电网二次调频的影响, 并可构建在此基础上的自动发电控制模型和参数, 有效地应对间歇性风电、光伏电源的功率扰动, 提升电网在间歇性能源电源波动下的二次调频效果, 提高电网对可再生能源的接纳能力。

## 间歇能源并网下的自动发电控制模型的设计方法

### 技术领域

本发明涉及可再生能源发电并网运行领域，具体涉及一种间歇能源并网下的自动发电控制模型的设计方法。

### 背景技术

近年来，随着国家鼓励开发利用清洁能源相关政策的出台，风电和太阳能光伏发电得到了快速发展。以西北电网为例，目前，西北区域风电装机以甘肃最多。截至 2011 年底，甘肃共有 44 座风电场，发电量 71.33 亿千瓦时，同比增长 248.13%。其中：酒泉地区 40 座风电场，发电量 69.03 亿千瓦时；白银市 3 座风电场，发电量 2.3 亿千瓦时。风电最大发电出力（4 月 22 日）266 万千瓦，占当时全网总发电出力的 21%，占当时全网用电负荷的 27%，占当日全网最低用电负荷的 32%。风电最大日发电量（4 月 10 日）5519 万千瓦时，占当日全网发电量的 18.4%，占当日全网用电量的 25%。在部分时段，风电发电量超过水电，成为系统的第二大电源。

太阳能是一种取之不尽、用之不竭的自然能源。太阳能资源丰富，对环境无任何污染，是满足可持续发展需求的理想能源之一。开发利用太阳能资源，减少对化石能源的依赖以至达到替代部分化石燃料的目标，这对经济发展、改善环境和满足人民生活用电需求，将会起到越来越重要的作用。西北电网太阳能资源非常丰富，并拥有广阔平坦的荒漠和戈壁，其中青海省太阳能资源更为突出，据测算全省日光辐射在 160~175 大卡 / 平方厘米。青海的柴达木地区，全年日照时数为 3553 小时，是著名的“阳光地带”，具有很高的开发利用价值。海西地区未利用土地面积达 20 万平方公里，开发光伏发电项目潜力巨大。

可再生清洁能源的大容量接入是必然趋势。风能、太阳能等可再生能源具有环保优势，但也存在着发电出力受气象条件影响很大、很难做长期预测和调度控制等缺点。大容量风电和光伏电源接入系统后，可能对系统产生较大的有功扰动。同时电力系统中，负荷预测存在 2%-5%左右的误差；大负荷可能突然波动，机组可能因故障突然停运，这些因素意味着电力系统发电和负荷可能随时发生严重程度不一的功率不平衡。严重功率不平衡会影响到系统频率、电压，甚至脆弱的受端电网可能因严重功率不平衡造成电压失稳。

上述大功率缺额扰动事故在大型电力系统中所经历的时间较长，电压和频率的变化范围

较大，涉及到的电力系统元件较多，一般的机电暂态仿真程序很难进行准确的模拟。因此，对上述问题的研究需要应用全过程仿真技术。全过程动态仿真着重仿真电力系统的整个变化过程，时域宽，现象描述逼真，可以更加真实地模拟电力系统的实际动态过程，可以使电力系统的仿真研究工作更加深入，便于帮助运行人员制定合理的措施和防御策略避免中长期过程潜在的由于功率不平衡造成的相关电网事故。这对避免发生大面积停电事故，以及研究防止事故扩大的有效措施（第三道防线）具有重要意义。

间歇能源并网下的自动发电控制模型与参数设计方法属于可再生能源发电并网运行范畴。但是新能源的快速发展和并网也给电网带来了巨大的挑战，一方面电网无法满足大规模风电和光伏发电的接入和送出问题，另一方面由于风电、太阳能光伏电源从性质上来说属于间歇性能源，具有随机性、波动性以及可调性差等特点，往往需要大量的具有调节性的其他电源配合以抑制其波动性，增加了电网调频和调峰难度，大量的增加了电网旋转备用容量。但是风电、光伏由于其间歇式能源的属性，提供其发电的原动力即是不可控且不可储存的，不能随意增加或者减少，传统发电厂自动发电控制（AGC）的概念无法适用风电、光伏电源有功控制，必须突破现有的有功控制思路，研究能计及间歇性能源特点的自动发电控制（AGC）设计的仿真分析方法。

## 发明内容

针对现有技术的不足，本发明提供一种间歇能源并网下的自动发电控制模型的设计方法，本发明提供的方法保证电网在间歇式能源各种功率扰动下的系统二次调频效果，提高电网对间歇式可再生能源的接纳能力，实现充分利用风能、太阳能光伏电源等清洁能源的目标。

本发明的目的是采用下述技术方案实现的：

一种间歇能源并网下的自动发电控制模型的设计方法，其改进之处在于，所述方法包括下述步骤：

- A、构建并网间歇能源扰动的时间-幅值二维扰动源；
- B、分析电网功率波动特性；
- C、确定自动发电控制 AGC 系统机组的分布方案；
- D、确定自动发电控制 AGC 系统电源备用大小以及电源类型；
- E、制定自动发电控制 AGC 系统控制策略；
- F、选择频率偏差系数；
- G、确定自动发电控制模型的参数设计方案。

其中,所述步骤 A 中,构建并网间歇能源扰动的时间-幅值二维扰动源包括下述步骤:

- a、构建二次调频效果及其影响因素的函数;
- b、判断并网间歇能源电源中是否有风电电源;
- c、判断并网间歇能源电源中是否有光伏电源;
- d、判断并网间歇能源电源中是否同时有风电和光伏电源;
- e、形成间歇性能源电源二维扰动域的源样本空间;
- f、从源样本空间中对角线样本取值;
- g、得到间歇性能源电源时间-幅值二维扰动源。

其中,所述步骤 a 中,二次调频效果及其影响因素的函数用下式表示:

$$\begin{aligned} f_{\text{调频效果}}[(t,v),d,m,c] &= f(\text{二维扰动域, 机组分布, 控制模型, 参数设置}) \\ &= f[(\text{时间因素, 幅值因素}), \text{机组分布, 控制模型, 参数设置}] \end{aligned} \quad (1);$$

其中: t 表示二维扰动域中的时间因素; v 表示二维扰动域中的幅值因素; d 表示自动发电控制 AGC 机组分布的影响; m 表示控制模型的影响; c 表示参数设置的影响。

其中,所述步骤 b 中,若有风电电源,收集风电电源时间-幅值  $(t_n, v_n)$  样本并进行步骤 c; 否则,进行步骤 c。

其中,所述步骤 c 中,若有光伏电源,收集光伏电源时间-幅值  $(t_n, v_n)$  样本并进行步骤 d; 否则进行步骤 d。

其中,所述步骤 d 中,若同时有风电和光伏电源,进行风电和光伏电源  $(t_n, v_n)$  样本叠加效应分析并进行步骤 e; 否则进行步骤 e。

其中,所述步骤 e 中,间歇性能源电源二维扰动域的源样本空间用下式表示:

$$(t, v) = \begin{pmatrix} (t_1, v_1) & \cdots & (t_1, v_n) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ (t_n, v_1) & \cdots & (t_n, v_n) \end{pmatrix} \quad (2);$$

其中:  $(t_n, v_n)$  为一组样本,表示在  $t_n$  时间跨度下,统计所得最大风电波动幅值为  $v_n$ ,  $n=1, 2, 3, \dots$ 。

其中,所述步骤 f 中,从源样本空间中对角线样本取值用下式表示:

$$(t, v)_{\text{工程取值}} = \begin{pmatrix} (t_1, v_1) & & \\ & \ddots & \\ & & (t_n, v_n) \end{pmatrix} \quad (3)。$$

其中,所述步骤 g 中,所述式③即为得到的间歇性能源电源时间-幅值二维扰动源。

其中,所述步骤 B 中,基于交换功率偏差评价准则的分析扰动下电网功率波动特性;将二维扰动域中的  $(t_n, v_n)$  作为扰动量,分析在所述扰动量下没有自动发电控制 AGC 系统时电网功率波动特性。

其中,分析电网功率特性包括下述步骤:

(1) 统计分区断面功率的变化量,即统计以下变化量:

$$\Delta P = \begin{bmatrix} \Delta P_{\text{扰动区}} \\ \Delta P_{\text{非扰动区}1} \\ \vdots \\ \Delta P_{\text{非扰动区}n} \end{bmatrix} \quad (4);$$

其中:  $\Delta P_{\text{扰动区}}$  表示扰动区的断面功率变化;  $\Delta P_{\text{非扰动区}i}$  表示非扰动区 i 的断面功率变化,  $i=1,2,\dots,n$ ;

(2) 判断出现扰动区与非扰动区的交换功率偏差是否异符号,即:

$$\Delta P_{\text{扰动区}} \cdot \Delta P_{\text{非扰动区}i} < 0 \quad (5);$$

若出现扰动区与非扰动区的交换功率偏差异符号,进行步骤 C 的确定自动发电控制 AGC 系统机组的分布方案;

否则,出现扰动区与非扰动区的交换功率偏差同符号,即:

$$\Delta P_{\text{扰动区}} \cdot \Delta P_{\text{非扰动区}i} > 0 \quad (6);$$

则记录该区域,并查询造成出现扰动区与非扰动区的交换功率偏差同符号的联络线,减少该联络线的机组。

其中,所述步骤 C 中,自动发电控制 AGC 系统机组的分布方案的目标是断面联络线功率偏差与频率偏差在二次调频阶段归零,即:

$$\begin{cases} \Delta P_{t \rightarrow \text{二次调频结束}} = 0 \\ \Delta f_{t \rightarrow \text{二次调频结束}} = 0 \end{cases} \quad (7)。$$

其中,所述步骤 D 中,将二维扰动域中的  $(t_n, v_n)$  作为扰动量,电力系统总备用容量用下式表示:

$$\sum_{i=1}^n R_i > v_n + l_n \quad (8);$$

其中:  $R_i$  表示控制区域  $i$  的二次备用容量;  $l_n$  为与风电相同时间尺度下负荷的最大波动量;

判别备用容量方案以断面功率交换功率的恢复、频率的恢复以及区域偏差控制 ACE 信号 (ACE 是区域偏差控制, 它代表了特定控制模式下该区域的功率偏差量, AGC 机组根据这个信号调整出力, 最终使其归零) 的归零情况用下式表示:

$$\begin{cases} \Delta P_{t \rightarrow \text{二次调频结束}} = 0 \\ \Delta f_{t \rightarrow \text{二次调频结束}} = 0 \\ ACE_{t \rightarrow \text{二次调频结束}} = 0 \end{cases} \quad (9);$$

式中:  $\Delta P$ 、 $\Delta f$  与 ACE 为在二次调频时间内二次调频效果优劣的判别指标;  $t$  取分钟级单位计算;

根据自动发电控制 AGC 系统机组可调容量和调整速度对调频厂的电源类型进行确定。

其中, 所述步骤 E 中, 自动发电控制 AGC 系统控制区域的机组出力满足下式:

$$ACE_i \cdot \Delta f < 0 \quad (10);$$

其中,  $ACE_i$  表示控制区域  $i$  的区域偏差控制信号;  $\Delta f$  表示电力系统频率偏差;

以联络线交换功率恢复、频率恢复与区域偏差控制 ACE 信号归零三个指标为评价依据, 即  $\Delta P$ 、 $\Delta f$  与 ACE, 以三个指标归零的速度、偏差幅值、控制区域之间机组出力配合为评价标准, 得出自动发电控制 AGC 系统控制策略。

其中, 所述步骤 F 中, 以风电基地二次调频时间范围内最大的波动量 ( $t_n, v_n$ ) 和风电大规模脱网 ( $t_1, v_{\max}$ ) 为扰动源, 以 1~2% 年最大峰值负荷为取值范围 (年最大负荷是指本年内出现的负荷最大值, 这里是指 1~2% 的年度出现最大负荷值), 并且结合  $ACE_i \cdot \Delta f > 0$  的情况, 比较控制区域的区域频率偏差设置, 选择控制区域最优的频率偏差系数。

其中, 所述步骤 G 中, 所述参数设计包括自然频率偏差系数设计。

与现有技术比, 本发明达到的有益效果是:

1、本发明提供的间歇能源并网下的自动发电控制模型的设计方法, 明确提出了间歇能源并网下的自动发电控制模型和参数设计的目标、具体步骤、框架以及方案, 提出了考虑并网间歇能源扰动的时间-幅值二维扰动源构建流程, 自动发电控制模型和参数设计总流程、形成了完整的间歇能源并网下的自动发电控制模型和参数设计方法, 为今后类似的系统模型和参数选择提供了思路和设计方法。

2、本发明提供的间歇能源并网下的自动发电控制模型的设计方法，全面及客观的计及对大规模风电、太阳能光伏电源对电网二次调频的影响，并可构建在此基础上的自动发电控制模型和参数，基于本方法设计的自动发电控制系统模型和参数可以有效地应对间歇性风电、光伏电源的功率扰动，大幅提升系统二次调频的效果，这对于保证间歇性新能源电源大规模接入后系统的正常运行意义重大，也有利于扩大系统对间歇性风电和太阳能光伏电源的接入。

3、本发明提供的间歇能源并网下的自动发电控制模型的设计方法，有效提升电网在间歇性能源电源波动下的二次调频效果，提高电网对可再生能源的接纳能力。

## 附图说明

图 1 是本发明提供的考虑并网间歇能源扰动的时间-幅值二维扰动源构建流程图；

图 2 是本发明提供的典型互联系统的示意图；

图 3 是本发明提供的间歇能源并网下的自动发电控制模型的设计方法的流程图。

## 具体实施方式

下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步的详细说明。

本发明提供的间歇能源并网下的自动发电控制模型的设计方法，提出了自动发电控制仿真研究中考考虑并网间歇能源扰动的时间-幅值二维扰动源构建思路和流程；提出了扰动下评价电网功率波动特性的交换功率偏差准则和自动发电控制 AGC 机组分布定位原则，自动发电控制 AGC 备用电源大小以及电源类型确定准则；建立了自动发电控制 AGC 系统控制策略制定原则和频率偏差系数选择原则，在此基础上建立了的间歇能源并网下的自动发电控制模型与参数设计仿真分析流程，形成了完整的间歇能源并网下的自动发电控制模型的设计方法。

本发明提供的间歇能源并网下的自动发电控制模型的设计方法的流程如图 3 所示，包括下述步骤：

**A、自动发电控制仿真研究中考考虑并网间歇能源扰动的时间-幅值二维扰动源构建，具体流程如图 1 所示，包括下述步骤：**

a、构建二次调频效果及其影响因素的函数；

大规模间歇性能源集中并网后，对于电网来说其看作一个由时间轴与波动幅值轴组成的二维扰动域，并且随着研究的时间级增大，波动幅值也会增大。考虑这种二维扰动域对 AGC 系统设计的影响需要从时间跨度、波动的幅值、波动的陡度、出力变化方向等方面，在扰动域内，不同的取值范围与取值方法都会影响到系统整体的调频效果，所以，设计的 AGC 系统

需要适应整个二维扰动域内所有的样本取值，本发明中构建了二次调频效果及其决定性影响因素的函数：

$$\begin{aligned} f_{\text{调控效果}}[(t, v), d, m, c] &= f(\text{二维扰动域, 机组分布, 控制模型, 参数设置}) \\ &= f[(\text{时间因素, 幅值因素}), \text{机组分布, 控制模型, 参数设置}] \end{aligned} \quad (1);$$

式中：t 表示二维扰动域中的时间因素；v 表示二维扰动域中的幅值因素；d 表示 AGC 机组分布的影响；m 表示控制模型的影响；c 表示参数设置的影响。整体自动发电控制 AGC 系统的调控效果是由式中 4 个因素确定的。

b、判断并网间歇能源电源中是否有风电电源；若有风电电源，收集风电电源时间-幅值  $(t_n, v_n)$  样本并进行步骤 c；否则，进行步骤 c。

c、判断并网间歇能源电源中是否有光伏电源；若有光伏电源，收集光伏电源时间-幅值  $(t_n, v_n)$  样本并进行步骤 d；否则进行步骤 d。

d、判断并网间歇能源电源中是否同时有风电和光伏电源；若同时有风电和光伏电源，进行风电和光伏电源  $(t_n, v_n)$  样本叠加效应分析并进行步骤 e；否则进行步骤 e。

e、形成间歇性能源电源二维扰动域的源样本空间：

具体到风电和光伏电源，由于其单机规模小，整体风电基地和光伏基地的出力时间-幅值特性影响非常显著，相比较而言，风电及太阳能光伏电源的分布，控制模型和参数情况影响甚微，在实际工程仿真中予以忽略。对其中影响最明显的二维扰动域用下式表示：

$$(t, v) = \begin{pmatrix} (t_1, v_1) & \cdots & (t_1, v_n) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ (t_n, v_1) & \cdots & (t_n, v_n) \end{pmatrix} \quad (2);$$

其中： $(t_n, v_n)$  为一组样本，表示在  $t_n$  时间跨度下，统计所得最大风电波动幅值为  $v_n$ ， $n=1, 2, 3, \dots$ 。

f、从源样本空间中对角线样本取值；

在式②中所示的样本空间中，对角线以上的样本取值在实际系统中发生的概率小，对角线以下的样本取值无法反应特定时间跨度下风电对系统带来最大的影响，所以实际工程中可以考虑取二维扰动域对角线上的取值样本，即：

$$(t, v)_{\text{工程取值}} = \begin{pmatrix} (t_1, v_1) & & \\ & \ddots & \\ & & (t_n, v_n) \end{pmatrix} \quad (3);$$

在实际电网 AGC 系统的构建过程中,需要以二次调频时间范围内风电最大的波动情况为扰动值,在这种扰动下研究最佳的控制模式与参数设置,在 AGC 系统调控效果校验过程中,需要考虑所有的波动情况,即在构建过程中,取二维扰动域中的样本  $(t_n, v_n)$ ,在校验过程中要考虑  $(t, v)_{\text{工程取值}}$  的所有取值。对于仅有风电或仅有太阳能光伏电源的情况,分别考虑即可,对于两种间歇性能源电源同时并网的系统还需要考虑两者的叠加效应。

g、得到间歇性能源电源时间-幅值二维扰动源:式③即为得到的间歇性能源电源时间-幅值二维扰动源。

**B、基于交换功率偏差评价准则的扰动下电网功率波动特性分析,包括下述步骤:**

(1) 统计分区断面功率的变化量:

在没有自动发电控制 AGC 系统的情况下,电力系统中发生功率扰动后,由于一次调频的作用,各个地区之间的功率输送情况必然会改变,可以分析得到扰动下电网中各个区域之间断面功率整体的变化趋势。根据经典的两区域系统,如图 2 所示,其中功率由系统 A 向系统 B 输送,在系统 A 发生缺额,则系统 B 受入功率将减少,此系统 B 的 ACE 信号中的断面功率偏差计算如下式:

$$\Delta P_{AB} = P_{\text{初始B}} - P_{\text{扰动后B}} < 0;$$

当系统 B 的频率偏差系数选择合适的情况下,系统 B 的区域控制偏差 ACE=0,不参与频率调整。在实际电网中,由于电网结构的复杂性,发生扰动后各个区域的断面功率变化不一定是上述典型系统的情况,分析没有 AGC 系统的电网,需要以风电基地的二维扰动域中的  $(t_n, v_n)$  为扰动量,分析各个分区在此扰动下,断面功率的变化情况,统计出断面功率变化的趋势是否与典型系统相符,即统计以下变化量:

$$\Delta P = \begin{bmatrix} \Delta P_{\text{扰动区}} \\ \Delta P_{\text{非扰动区1}} \\ \vdots \\ \Delta P_{\text{非扰动区n}} \end{bmatrix} \quad (4);$$

其中:  $\Delta P_{\text{扰动区}}$  表示扰动区的断面功率变化;  $\Delta P_{\text{非扰动区i}}$  表示非扰动区 i 的断面功率变化,  $i=1,2,\dots,n$ ;

(2) 判断出现扰动区与非扰动区的交换功率偏差是否异符号,即:

$$\Delta P_{\text{扰动区}} \cdot \Delta P_{\text{非扰动区i}} < 0 \quad (5);$$

正常情况下，扰动区的符号应与非扰动区的符号相反，即：

$$\Delta P = \begin{bmatrix} \Delta P_{\text{扰动区}} \\ \Delta P_{\text{非扰动区1}} \\ \vdots \\ \Delta P_{\text{非扰动区n}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} > 0 \\ < 0 \\ \vdots \\ < 0 \end{bmatrix} \text{ 或 } \begin{bmatrix} < 0 \\ > 0 \\ \vdots \\ > 0 \end{bmatrix};$$

若出现扰动区与非扰动区的交换功率偏差符号，进行步骤 C 的确定自动发电控制 AGC 系统机组的分布方案；

否则，出现扰动区与非扰动区的交换功率偏差同符号，即：

$$\Delta P_{\text{扰动区}} \cdot \Delta P_{\text{非扰动区i}} > 0 \quad (6);$$

则记录该区域，并查询造成出现扰动区与非扰动区的交换功率偏差同符号的联络线，减少该联络线的机组。

此时非扰动区 i 与扰动区交换功率偏差相同，这是由于扰动区、非扰动区 i、非扰动区 i-1 与非扰动区 i+1 之间一次调频相互影响所造成的，这时需要具体分析扰动发生后这几个分区断面上每一条线路的功率变化情况，寻找出造成这一现象的主要联络线，为下一步安排机组分布做好分析基础。

### C、确定自动发电控制 AGC 机组分布方案：

当系统发生功率扰动后，AGC 机组根据 ACE 信号来调整当前出力，区域控制偏差 ACE 信号的符号方向表示 AGC 机组的出力方向，其大小代表系统整体的功率缺额；AGC 机组出力的改变会改变系统当前频率与断面交换功率，最终使区域控制偏差 ACE 信号归零，所以 AGC 机组的出力与 ACE 信号是交互影响的。计算校验过程中，依然要以风电二维扰动域中的  $(t_n, v_n)$  为扰动量。

机组的分布在电网中不能过度集中，并且需要首先考虑调频性能好的水电机组，再选择中压的火电机组。根据上一步的分析，当出现  $\Delta P_{\text{扰动区}} \cdot \Delta P_{\text{非扰动区i}} > 0$  情况时，需要注意非扰动区域 i 与其他临近区域附近的机组分布问题，如果分布不合理，ACE 信号中断面功率偏差信号会受到 AGC 机组出力的影响，可能会出现偏差量增大，最终导致频率无法恢复到初始状态的情况，即：

$$\begin{cases} \Delta P_t - \Delta P_{t-1} < 0 \\ \Delta f_{t \rightarrow \text{二次调频结束}} \neq 0 \end{cases};$$

式中：t 可以取分钟级单位计算。在调节的过程中，非扰动区 i 附近区域的断面功率偏差

逐步扩大，并且频率偏差在二次调频结束时，没有恢复到初始情况，可以认为由于电网的一次调频特性与机组分布造成的二次调频无法完成。这时需要排除步骤二中寻找到的主要联络线附近的机组，使 AGC 机组的出力不会影响到 ACE 信号判别的正确性。机组分布最终的目标即使断面联络线功率偏差与频率偏差在二次调频阶段归零，即：

$$\begin{cases} \Delta P_{t \rightarrow \text{二次调频结束}} = 0 \\ \Delta f_{t \rightarrow \text{二次调频结束}} = 0 \end{cases} \quad (7);$$

在这种策略下，可以确定每个分区合理的二次调频机组分布区域，在此区域能选择 AGC 机组，便可以避免由于电网特性以及各区域一次调频相互影响所带来的问题，为选择机组的类型以及确定二次调频备用做好基础工作。

#### D、确定自动发电控制 AGC 备用电源大小以及电源类型：

风电大规模并网后，功率需要在更广的范围内消纳，其功率波动也需要联合多地区共同消纳，所以，各个地区要具备一定的二次调频容量，在校验过程中以  $(t_n, v_n)$  为扰动量，系统总备用容量可用下式表述：

$$\sum_{i=1}^n R_i > v_n + l_n \quad (8);$$

其中： $R_i$  表示控制区域  $i$  的二次备用容量； $l_n$  为与风电相同时间尺度下负荷的最大波动量；

判别备用容量方案以断面功率交换功率的恢复、频率的恢复以及 ACE 信号的归零情况为依准，如下式所示：

$$\begin{cases} \Delta P_{t \rightarrow \text{二次调频结束}} = 0 \\ \Delta f_{t \rightarrow \text{二次调频结束}} = 0 \\ ACE_{t \rightarrow \text{二次调频结束}} = 0 \end{cases} \quad (9);$$

式中： $\Delta P$ 、 $\Delta f$  与 ACE 为二次调频效果优劣的判别指标，式中表述为在二次调频时间内，在给定的二次备用配备下可以完成误差调节的作用。

水电机组出力变化速度上、下限值为每分钟额定装机的 20~150%，火电机组出力变化速度上、下限值为每分钟额定装机的 1~5%，从可调容量和调整速度这两个对调频厂的基本要求出发，系统中有水电厂时，一般应选水电厂作调频厂，没有水电厂或水电厂不宜承担调频任务时，例如洪水季节则选中温中压火电厂作调频厂。

#### E、制定自动发电控制 AGC 系统控制策略：

互联电力系统进行负荷频率控制的基本原则是在给定的联络线交换功率条件下，各个控制区域负责处理本区域发生的负荷扰动。只有在紧急情况下，才给予相邻系统以临时性的事故支援，并在控制过程中得到最佳的动态性能。根据这一概念，互联电力系统进行负荷频率控制的策略要充分考虑以下因素：一是每个控制区域只能采用一种负荷频率控制策略；二是互联电力系统中，最多只能有一个控制区采用定频率控制模式；三是在两个互联控制系统中，不能同时采用定交换功率控制模式。

当大规模风电并网后，AGC 需要平抑负荷与风电的波动，根据调研可知，风电分钟级波动比例要远大于负荷的波动比例，当风电的渗透率大时，系统整体功率波动中风电的比重大于负荷，并且需要连同其他区域共同消纳，所以在制定考虑大规模风电并网的自动发电控制 AGC 系统时，在上述因素的基础上，还应该考虑一下因素：一是需要充分调用水电资源丰富的区域，充分发挥水电在调频中的优势；二是联合消纳模式下需要放宽对断面的严格约束；三是在制定实际电网的控制策略以及划分控制区域时，需要考虑无自动发电控制 AGC 系统情况下电网功率波动特性，避免出现各区域之间机组配合不合理的情况，各个控制区域的机组出力符合以下公式：

$$ACE_i \cdot \Delta f < 0 \quad (10);$$

式中： $ACE_i$  表示控制区域  $i$  的区域偏差控制信号； $\Delta f$  表示电力系统频率偏差；公式的意思为：当系统频率下降时，各区域应以保障系统频率为首要任务，使 AGC 机组增加出力，反之亦然。

在对各个控制策略配合方案进行比较时，以频率恢复、联络线交换功率恢复与 ACE 信号归零三个指标为评价依据，即  $\Delta P$ 、 $\Delta f$  与 ACE，以这三个指标归零的速度、偏差幅值、各区域之间机组出力配合为评价标准，选出最佳方案。

#### F、选择频率偏差系数：

现行的 AGC 系统中的频率偏差系数是以本年最大负荷时期数据采样、运算、平均所得，为了保证控制的稳定性，通常要求电网的自然频率响应  $\beta$  在实际电网一年中各负荷运行水平下变化不能过大，北美电力可靠性协会（NERC）要求最大的  $B$  不应大于两倍的最小  $\beta$  值。 $B$  的经验值通常约为 1~2% 年最大峰值负荷/0.1Hz。

在确定了 AGC 控制模型后，需要确定各个区域  $B$  系数的大小，此时需要考虑风电基地在二次调频时间范围内最大的波动量，即  $(t_n, v_n)$ ，同时也需要考虑极端情况下，如风电大范

围脱网，及 $(t_1, v_{\max})$ 。在这两种扰动下，比较各个区域频率偏差设置情况。

在风电大规模脱网的情况下，ACE 可能会由于断面功率偏差量过大而出现  $ACE_i \cdot \Delta f > 0$  的情况，此时，在 1~2%年最大峰值负荷的范围内可以适当增大 B 系数，减少机组出现反调现象的可能性。

**G、确定自动发电控制模型的参数设计方案：**参数设计包括自然频率偏差系数的设计。

通过上述的七个步骤，可以建立适应大规模间歇式风电和太阳能并网自动发电控制 AGC 系统模型和参数。

本发明提供的间歇能源并网下的自动发电控制模型的设计方法，保证电网在间歇式能源各种功率扰动下的系统二次调频效果，提高电网对间歇式可再生能源的接纳能力，实现充分利用风能、太阳能光伏电源等清洁能源的目标。

最后应当说明的是：以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制，尽管参照上述实施例对本发明进行了详细的说明，所属领域的普通技术人员应当理解：依然可以对本发明的具体实施方式进行修改或者等同替换，而未脱离本发明精神和范围的任何修改或者等同替换，其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

## 权 利 要 求

1、一种间歇能源并网下的自动发电控制模型的设计方法，其特征在于，所述方法包括下述步骤：

- A、构建并网间歇能源扰动的时间-幅值二维扰动源；
- B、分析电网功率波动特性；
- C、确定自动发电控制 AGC 系统机组的分布方案；
- D、确定自动发电控制 AGC 系统电源备用大小以及电源类型；
- E、制定自动发电控制 AGC 系统控制策略；
- F、选择频率偏差系数；
- G、确定自动发电控制模型参数设计方案。

2、如权利要求 1 所述的间歇能源并网下的自动发电控制模型的设计方法，其特征在于，所述步骤 A 中，构建并网间歇能源扰动的时间-幅值二维扰动源包括下述步骤：

- a、构建二次调频效果及其影响因素的函数；
- b、判断并网间歇能源电源中是否有风电电源；
- c、判断并网间歇能源电源中是否有光伏电源；
- d、判断并网间歇能源电源中是否同时有风电和光伏电源；
- e、形成间歇性能源电源二维扰动域的源样本空间；
- f、从源样本空间中对角线样本取值；
- g、得到间歇性能源电源时间-幅值二维扰动源。

3、如权利要求 2 所述的间歇能源并网下的自动发电控制模型的设计方法，其特征在于，所述步骤 a 中，二次调频效果及其影响因素的函数用下式表示：

$$f_{\text{调频效果}}[(t, v), d, m, c] = f(\text{二维扰动域, 机组分布, 控制模型, 参数设置}) \quad \text{①};$$

$$= f[(\text{时间因素, 幅值因素}), \text{机组分布, 控制模型, 参数设置}]$$

其中：t 表示二维扰动域中的时间因素；v 表示二维扰动域中的幅值因素；d 表示自动发电控制 AGC 机组分布的影响；m 表示控制模型的影响；c 表示参数设置的影响。

4、如权利要求 2 所述的间歇能源并网下的自动发电控制模型的设计方法，其特征在于，所述步骤 b 中，若有风电电源，收集风电电源时间-幅值  $(t_n, v_n)$  样本并进行步骤 c；否则，进行步骤 c。

5、如权利要求 2 所述的间歇能源并网下的自动发电控制模型的设计方法，其特征在于，所述步骤 c 中，若有光伏电源，收集光伏电源时间-幅值  $(t_n, v_n)$  样本并进行步骤 d；否则进行步骤 d。

6、如权利要求 2 所述的间歇能源并网下的自动发电控制模型的设计方法，其特征在于，所述步骤 d 中，若同时有风电和光伏电源，进行风电和光伏电源  $(t_n, v_n)$  样本叠加效应分析并进行步骤 e；否则进行步骤 e。

7、如权利要求 2 所述的间歇能源并网下的自动发电控制模型的设计方法，其特征在于，所述步骤 e 中，间歇性能源电源二维扰动域的源样本空间用下式表示：

$$(t, v) = \begin{pmatrix} (t_1, v_1) & \cdots & (t_1, v_n) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ (t_n, v_1) & \cdots & (t_n, v_n) \end{pmatrix} \quad (2);$$

其中:  $(t_n, v_n)$  为一组样本, 表示在  $t_n$  时间跨度下, 统计所得最大风电波动幅值为  $v_n$ ,  $n=1, 2, 3, \dots$ 。

8、如权利要求 2 所述的间歇能源并网下的自动发电控制模型的设计方法, 其特征在于, 所述步骤 f 中, 从源样本空间中对角线样本取值用下式表示:

$$(t, v)_{\text{工程取值}} = \begin{pmatrix} (t_1, v_1) & & \\ & \ddots & \\ & & (t_n, v_n) \end{pmatrix} \quad (3)。$$

9、如权利要求 2 所述的间歇能源并网下的自动发电控制模型的设计方法, 其特征在于, 所述步骤 g 中, 所述式③即为得到的间歇性能源电源时间-幅值二维扰动源。

10、如权利要求 1 所述的间歇能源并网下的自动发电控制模型的设计方法, 其特征在于, 所述步骤 B 中, 基于交换功率偏差评价准则的分析扰动下电网功率波动特性; 将二维扰动域中的  $(t_n, v_n)$  作为扰动量, 分析在所述扰动量下没有自动发电控制 AGC 系统时电网功率波动特性。

11、如权利要求 10 所述的间歇能源并网下的自动发电控制模型的设计方法, 其特征在于, 分析电网功率特性包括下述步骤:

(1) 统计分区断面功率的变化量, 即统计以下变化量:

$$\Delta P = \begin{bmatrix} \Delta P_{\text{扰动区}} \\ \Delta P_{\text{非扰动区}1} \\ \vdots \\ \Delta P_{\text{非扰动区}n} \end{bmatrix} \quad (4);$$

其中:  $\Delta P_{\text{扰动区}}$  表示扰动区的断面功率变化;  $\Delta P_{\text{非扰动区}i}$  表示非扰动区 i 的断面功率变化,  $i=1, 2, \dots, n$ ;

(2) 判断出现扰动区与非扰动区的交换功率偏差是否异符号, 即:

$$\Delta P_{\text{扰动区}} \cdot \Delta P_{\text{非扰动区}i} < 0 \quad (5);$$

若出现扰动区与非扰动区的交换功率偏差异符号, 进行步骤 C 的确定自动发电控制 AGC 系统机组的分布方案;

否则, 出现扰动区与非扰动区的交换功率偏差同符号, 即:

$$\Delta P_{\text{扰动区}} \cdot \Delta P_{\text{非扰动区}i} > 0 \quad (6);$$

则记录该区域, 并查询造成出现扰动区与非扰动区的交换功率偏差同符号的联络线, 减少该联络线的机组。

12、如权利要求 1 所述的间歇能源并网下的自动发电控制模型的设计方法, 其特征在于, 所述步骤 C 中, 自动发电控制 AGC 系统机组的分布方案的目标是断面联络线功率偏差与频率偏差在二次调频阶段归零, 即:

$$\begin{cases} \Delta P_{t \rightarrow \text{二次调频结束}} = 0 \\ \Delta f_{t \rightarrow \text{二次调频结束}} = 0 \end{cases} \quad (7)。$$

13、如权利要求 1 所述的间歇能源并网下的自动发电控制模型的设计方法，其特征在于，所述步骤 D 中，将二维扰动域中的  $(t_n, v_n)$  作为扰动量，电力系统总备用容量用下式表示：

$$\sum_{i=1}^n R_i > v_n + l_n \quad (8)；$$

其中： $R_i$  表示控制区域  $i$  的二次备用容量； $l_n$  为与风电相同时间尺度下负荷的最大波动量；

判别备用容量方案以断面功率交换功率的恢复、频率的恢复以及区域偏差控制 ACE 信号的归零情况用下式表示：

$$\begin{cases} \Delta P_{t \rightarrow \text{二次调频结束}} = 0 \\ \Delta f_{t \rightarrow \text{二次调频结束}} = 0 \\ ACE_{t \rightarrow \text{二次调频结束}} = 0 \end{cases} \quad (9)；$$

式中： $\Delta P$ 、 $\Delta f$  与 ACE 为在二次调频时间内二次调频效果优劣的判别指标； $t$  取分钟级单位计算；

根据自动发电控制 AGC 系统机组可调容量和调整速度对调频厂的电源类型进行确定。

14、如权利要求 1 所述的间歇能源并网下的自动发电控制模型的设计方法，其特征在于，所述步骤 E 中，自动发电控制 AGC 系统控制区域的机组出力满足下式：

$$ACE_i \cdot \Delta f < 0 \quad (10)；$$

其中， $ACE_i$  表示控制区域  $i$  的区域偏差控制信号； $\Delta f$  表示电力系统频率偏差；

以联络线交换功率恢复、频率恢复与区域偏差控制 ACE 信号归零三个指标为评价依据，即  $\Delta P$ 、 $\Delta f$  与 ACE，以三个指标归零的速度、偏差幅值、控制区域之间机组出力配合为评价标准，得出自动发电控制 AGC 系统控制策略。

15、如权利要求 1 所述的间歇能源并网下的自动发电控制模型的设计方法，其特征在于，所述步骤 F 中，以风电基地二次调频时间范围内最大的波动量  $(t_n, v_n)$  和风电大规模脱网  $(t_1, v_{\max})$

为扰动源，以 1~2% 年最大峰值负荷为取值范围，并且结合  $ACE_i \cdot \Delta f > 0$  的情况，比较控制区域的区域频率偏差设置，选择控制区域最优的频率偏差系数。

16、如权利要求 1 所述的间歇能源并网下的自动发电控制模型的设计方法，其特征在于，所述步骤 G 中，所述参数设计包括自然频率偏差系数设计。

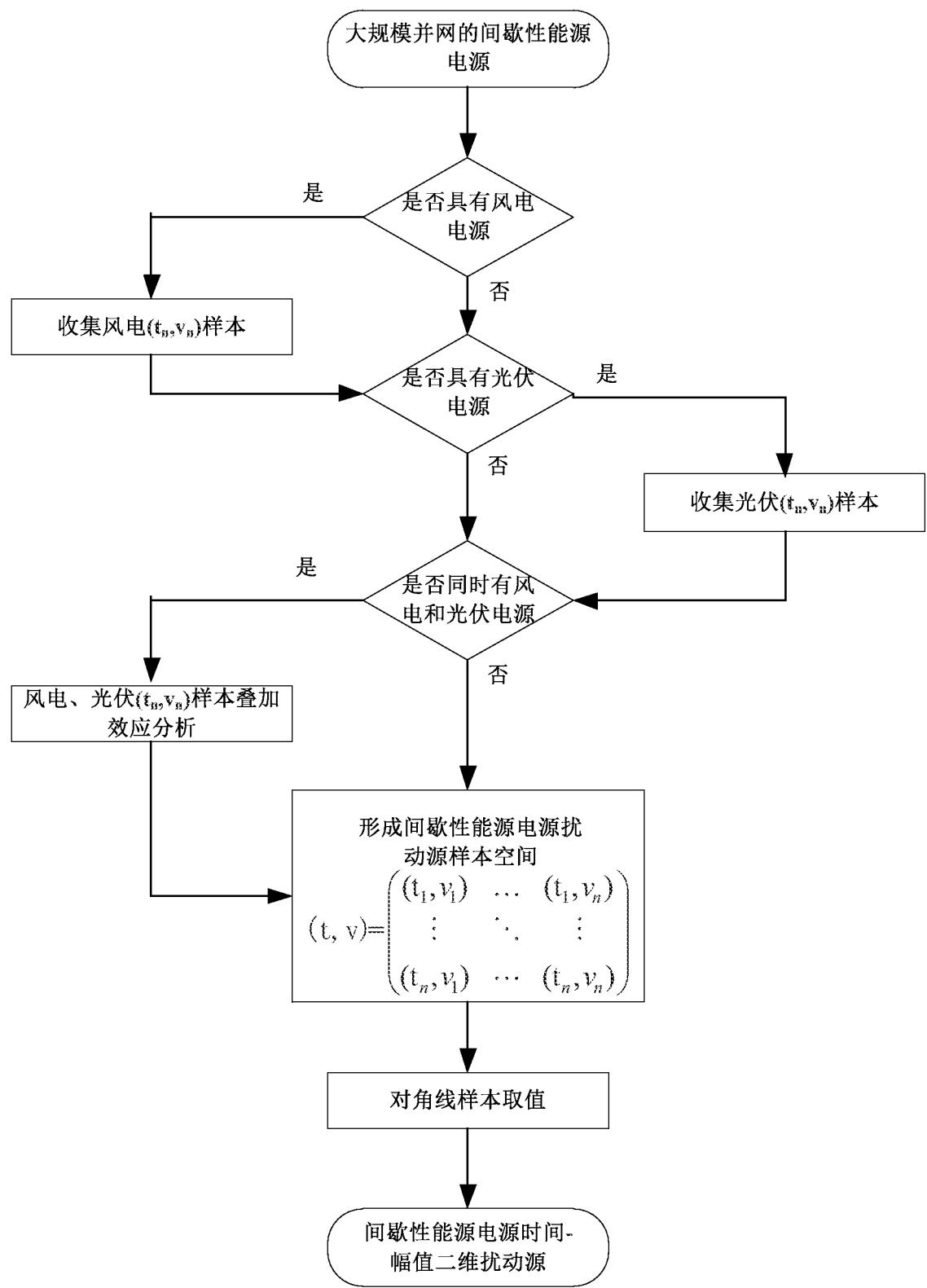


图 1

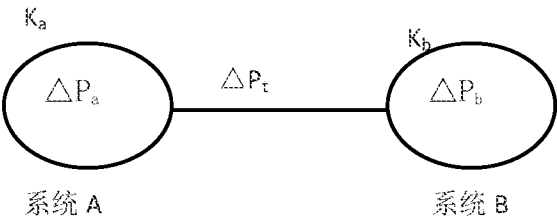


图 2

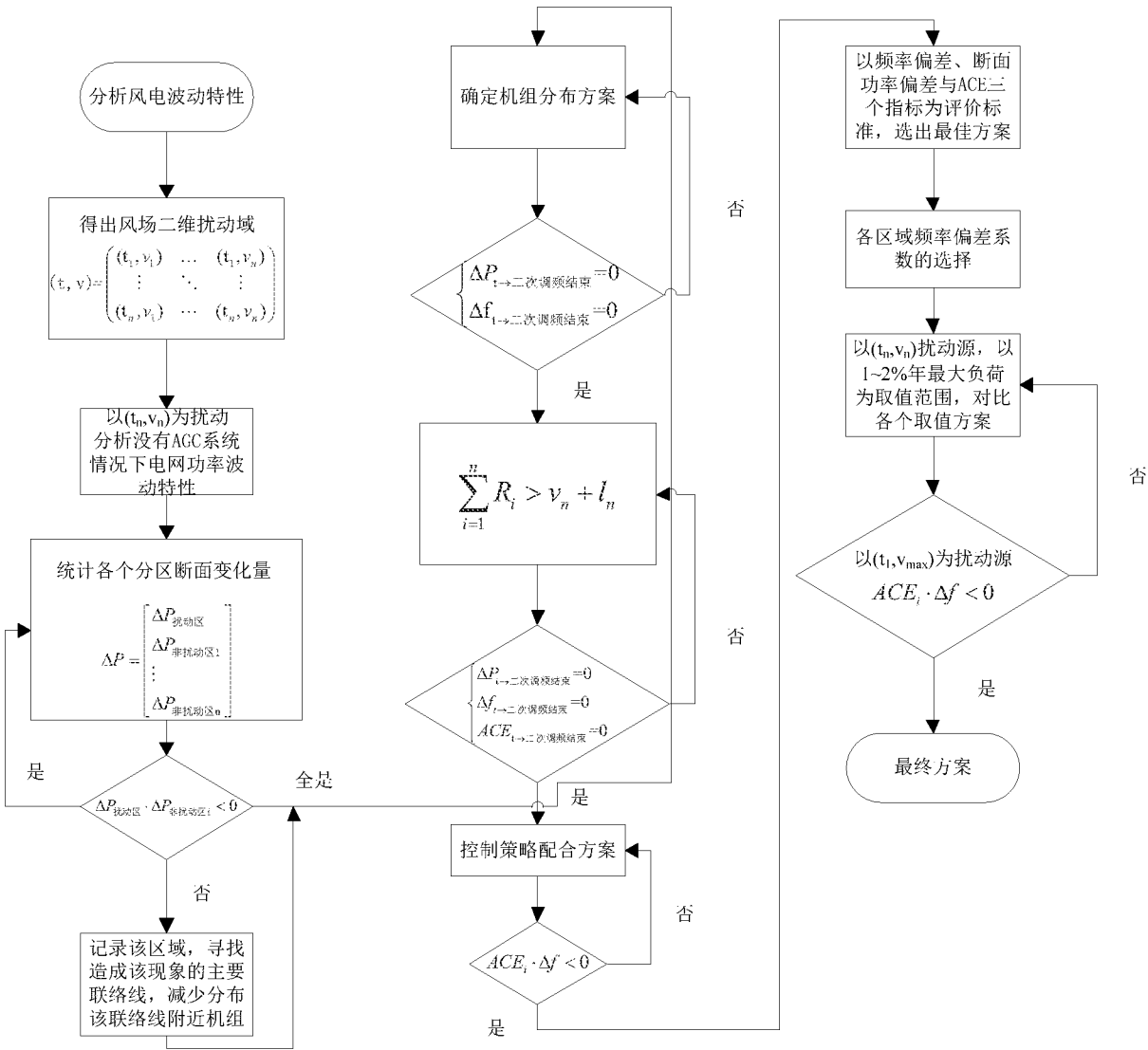


图 3

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/CN2013/084688****A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

H02J 3/38 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: H02J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNKI, EPODOC, WPI: AGC, modelling, intermittence, wind power, wind power generation, solar energy, photovoltaic, grid connection, AUTOMATIC 1W GENERATION 1W CONTROL, WIND, SOLAR, PHOTOVOLT+, INTERMITTENT, MODEL, SIMULAT+, DESIGN

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| P, X      | CN 103066620 A (CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE et al.), 24 April 2013 (24.04.2013), claims 1-16                          | 1-16                  |
| A         | CN 102522781 A (NARI TECHNOLOGY DEVELOPMENT LIMITED COMPANY et al.), 27 June 2012 (27.06.2012), description, paragraphs 0013-0025 | 1-16                  |
| A         | CN 102003337 A (NORTHWEST CHINA GRID CO., LTD. et al.), 06 April 2011 (06.04.2011), the whole document                            | 1-16                  |
| A         | CN 102751737 A (CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE et al.), 24 October 2012 (24.10.2012), the whole document                 | 1-16                  |
| A         | US 2009218819 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY), 03 September 2009 (03.09.2009), the whole document                                   | 1-16                  |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

|                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| * Special categories of cited documents:                                                                                                                                | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention                                              |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance                                                                | "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone                                                                     |
| "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date                                                                               | "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | "&" document member of the same patent family                                                                                                                                                                                                    |
| "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Date of the actual completion of the international search<br>13 December 2013 (13.12.2013)                                                                                                                         | Date of mailing of the international search report<br><b>02 January 2014 (02.01.2014)</b> |
| Name and mailing address of the ISA/CN:<br>State Intellectual Property Office of the P. R. China<br>No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao<br>Haidian District, Beijing 100088, China<br>Facsimile No.: (86-10) 62019451 | Authorized officer<br><b>YAN, Ligang</b><br>Telephone No.: (86-10) <b>62413953</b>        |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
**PCT/CN2013/084688**

| Patent Documents referred<br>in the Report | Publication Date | Patent Family  | Publication Date |
|--------------------------------------------|------------------|----------------|------------------|
| CN 103066620 A                             | 24.04.2013       | None           |                  |
| CN 102522781 A                             | 27.06.2012       | None           |                  |
| CN 102003337 A                             | 06.04.2011       | CN 102003337 B | 15.08.2012       |
| CN 102751737 A                             | 24.10.2012       | None           |                  |
| US 2009218819 A1                           | 03.09.2009       | EP 2096299 A2  | 02.09.2009       |
|                                            |                  | US 7941246 B2  | 10.05.2011       |
|                                            |                  | CN 101521380 A | 02.09.2009       |

## 国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2013/084688

## A. 主题的分类

H02J 3/38 (2006.01) i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

## B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: H02J

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS, CNKI, EPODOC, WPI: 自动发电控制, AGC, 模型, 仿真, 建模, 模拟, 间歇, 风电, 风力发电, 太阳能, 光伏, 并网, 设计, AUTOMATIC 1W GENERATION 1W CONTROL, WIND, SOLAR, PHOTOVOLT+, INTERMITTENT, MODEL, SIMULAT+, DESIGN

## C. 相关文件

| 类 型* | 引用文件, 必要时, 指明相关段落                                                                | 相关的权利要求 |
|------|----------------------------------------------------------------------------------|---------|
| P, X | CN 103066620 A (中国电力科学研究院 等) 24.4 月 2013 (24.04.2013)<br>权利要求 1-16               | 1-16    |
| A    | CN 102522781 A (国电南瑞科技股份有限公司 等) 27.6 月 2012<br>(27.06.2012) 说明书第 0013 段-第 0025 段 | 1-16    |
| A    | CN 102003337 A (西北电网有限公司 等) 06.4 月 2011 (06.04.2011) 全文                          | 1-16    |
| A    | CN 102751737 A (中国电力科学研究院 等) 24.10 月 2012 (24.10.2012)<br>全文                     | 1-16    |
| A    | US 2009218819 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 03.9 月 2009<br>(03.09.2009) 全文       | 1-16    |

☐ 其余文件在 C 栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

\* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇  
引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引  
用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了  
理解发明之理论或原理的在后文件“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的  
发明不是新颖的或不具有创造性“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件  
结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时,  
要求保护的发明不具有创造性

“&amp;” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

13.12 月 2013 (13.12.2013)

国际检索报告邮寄日期

02.1 月 2014 (02.01.2014)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:

中华人民共和国国家知识产权局  
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

受权官员

闫立刚

电话号码: (86-10) 62413953

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号  
**PCT/CN2013/084688**

| 检索报告中引用的<br>专利文件 | 公布日期       | 同族专利           | 公布日期       |
|------------------|------------|----------------|------------|
| CN 103066620 A   | 24.04.2013 | 无              |            |
| CN 102522781 A   | 27.06.2012 | 无              |            |
| CN 102003337 A   | 06.04.2011 | CN 102003337 B | 15.08.2012 |
| CN 102751737 A   | 24.10.2012 | 无              |            |
| US 2009218819 A1 | 03.09.2009 | EP 2096299 A2  | 02.09.2009 |
|                  |            | US 7941246 B2  | 10.05.2011 |
|                  |            | CN 101521380 A | 02.09.2009 |