

(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 6 月 12 日 (12.06.2014)



(10) 国际公布号
WO 2014/086226 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06Q 50/06 (2012.01) G06Q 10/04 (2012.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2013/086800
- (22) 国际申请日: 2013 年 11 月 8 日 (08.11.2013)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201210520888.2 2012 年 12 月 6 日 (06.12.2012) 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)。 国网北京市电力公司 (STATE GRID BEIJING ELECTRIC POWER COMPANY) [CN/CN]; 中国北京市西城区前门西大街 41 号, Beijing 100031 (CN)。
- (72) 发明人: 王海云 (WANG, Haiyun); 中国北京市丰台区南三环中路 30 号, 604 室, Beijing 100075 (CN)。 周作春 (ZHOU, Zuochun); 中国北京市丰台区南三环中路 30 号, 604 室, Beijing 100075 (CN)。 袁清芳 (YUAN, Qingfang); 中国北京市丰台区南三环中路

30 号, 604 室, Beijing 100075 (CN)。 孙健 (SUN, Jian); 中国北京市丰台区南三环中路 30 号, 604 室, Beijing 100075 (CN)。 高明伟 (GAO, Mingwei); 中国北京市丰台区南三环中路 30 号, 604 室, Beijing 100075 (CN)。 杨楠 (YANG, Nan); 中国北京市丰台区南三环中路 30 号, 604 室, Beijing 100075 (CN)。 杜晨红 (DU, Chenhong); 中国北京市丰台区南三环中路 30 号, 604 室, Beijing 100075 (CN)。 刘慧珍 (LIU, Huizhen); 中国北京市丰台区南三环中路 30 号, 604 室, Beijing 100075 (CN)。

(74) 代理人: 北京康信知识产权代理有限公司 (KANGXIN PARTNERS, P.C.); 中国北京市海淀区知春路甲 48 号盈都大厦 A 座 16 层, 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, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, 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,

[见续页]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR DETECTING ELECTRIC POWER LOAD FORECASTING ACCURACY

(54) 发明名称: 电力负荷预测精度的检测方法及装置

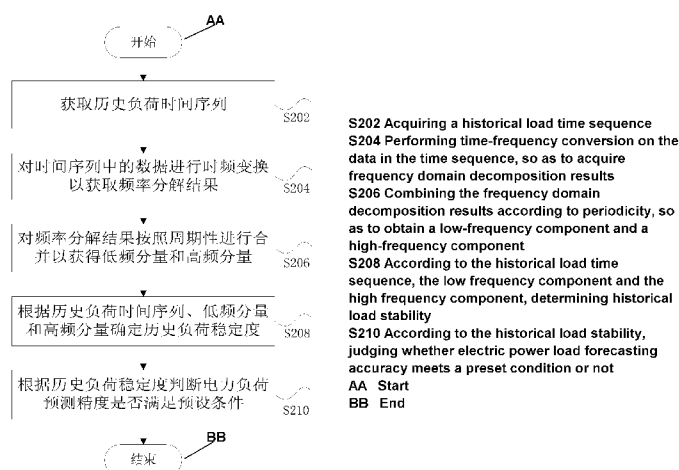


图 2 / FIG. 2

(57) Abstract: Disclosed are a method and device for detecting electric power load forecasting accuracy. The method comprises: acquiring a historical load time sequence; performing time-frequency conversion on the data in the time sequence, so as to acquire frequency domain decomposition results; combining the frequency domain decomposition results according to periodicity, so as to obtain a low-frequency component and a high-frequency component; according to the historical load time sequence, the low-frequency component and the high-frequency component, determining historical load stability; and according to the historical load stability, judging whether the electric power load forecasting accuracy meets a preset condition or not. Because the historical load stability reflects the regularity of the load change of the area to a certain extent, it can be used as an evaluation standard of the electric power load forecasting accuracy, and then the corresponding electric power load forecasting accuracy can be determined according to the conditions of different areas.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2014/086226 A1



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。

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)。

- (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,

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

公开了一种电力负荷预测精度的检测方法及装置, 该方法包括: 获取历史负荷时间序列; 对时间序列中的数据进行时频变换以获取频域分解结果; 对频域分解结果按照周期性进行合并以获得低频分量和高频分量; 根据历史负荷时间序列、低频分量和高频分量确定历史负荷稳定度; 以及根据历史负荷稳定度判断电力负荷预测精度是否满足预设条件。由于历史负荷稳定度一定程度上反映了该地区负荷变化的规律性, 从而可以作为电力负荷预测精度的评估标准, 进而可以根据不同地区的情况确定对应的电力负荷预测精度。

电力负荷预测精度的检测方法及装置

技术领域

本发明涉及电力领域，具体而言，涉及一种电力负荷预测精度的检测方法及装置。

背景技术

- 5 在电力系统的短期负荷预测的工作中，负荷预测的准确率的高低，对于电网企业实现电力系统的实时平衡性、节约能源以及提高经济效益等方面具有决定性的作用。但是负荷本身具有一定的随机性，各地区的电网分布情况以及气候状况等因素都会直接影响负荷变化，这样各个地区对于负荷规律性的把握的难易程度是不同的，目前，对负荷预测所能达到的精率考核要求就采用“一刀切”的方式，例如，对北京市的海淀地区
- 10 地区和房山地区要求达到同样的预测精度，但是，往往对海淀地区的负荷预测更容易达到较高的精度。

针对现有技术中无法根据当地负荷规律性条件来判断电力负荷预测精度是否满足预设条件的问题，目前尚未提出有效的解决方案。

发明内容

- 15 本发明提供了一种电力负荷预测精度的检测方法及装置，以至少解决现有技术中无法根据当地负荷规律性条件来判断电力负荷预测精度是否满足预设条件的问题。

为了实现上述目的，根据本发明的一个方面，提供了一种电力负荷预测精度的检测方法。

- 20 根据本发明的电力负荷预测精度的检测方法包括：获取历史负荷时间序列，其中，时间序列为连续时间序列的负荷数据；对时间序列中的数据进行时频变换以获取频域分解结果；对频域分解结果按照周期性进行合并以获得低频分量和高频分量，其中，低频分量与气象因素相关，高频分量由负荷的随机波动性造成；根据历史负荷时间序列、低频分量和高频分量确定历史负荷稳定度；以及根据历史负荷稳定度判断电力负荷预测精度是否满足预设条件。

- 25 进一步地，获取历史负荷时间序列包括获取多个历史负荷时间序列，其中，多个历史负荷时间序列为对应于多个不同地区的历史负荷时间序列，对时间序列中的数据进行时频变换以获取频域分解结果包括：对预设建模时域中的历史负荷时间序列进行

如下傅里叶分解： $P(t) = a_0 + \sum_{i=1}^{N-1} (a_i \cos \omega_i t + b_i \sin \omega_i t)$ ；以及对频域分解结果按照周期性进行合并以获得低频分量和高频分量的步骤包括：对 $P(t)$ 进行组合以获取下式： $P(t) = a_0 + D(t) + W(t) + L(t) + H(t)$ ，其中， $P(t)$ 表示历史负荷时间序列， t 为时间，不同地区的 a_0 、 a_i 和 b_i 不同， $\omega_i = \frac{i}{N} \times 2\pi, (i = 1, 2, \dots, N-1)$ ， $a_0 + D(t)$ 表示以日为周期变化的日周期负荷分量， $W(t)$ 表示以周为周期变化的周周期负荷分量， $L(t)$ 表示低频分量， $H(t)$ 表示高频分量。

进一步地，根据历史负荷时间序列、低频分量和高频分量确定历史负荷稳定度包括：根据历史负荷时间序列和高频分量确定历史负荷稳定度确定历史负荷稳定度的上限；以及根据历史负荷时间序列、低频分量和高频分量确定历史负荷稳定度确定历史负荷稳定度的下限，其中，历史负荷稳定度为上限和下限之间的数值范围。

进一步地，根据历史负荷时间序列和高频分量确定历史负荷稳定度的上限包括：

$$L_{upper} = \left[1 - \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^N (|H(t)| / P(t))^2}{N}} \right] \times 100\%$$

$$L_{lower} = \left[1 - \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^N (|L(t) + H(t)| / P(t))^2}{N}} \right] \times 100\%$$

中， L_{upper} 为历史负荷稳定度的上限， L_{lower} 为历史负荷稳定度的下限。

进一步地，根据历史负荷稳定度判断电力负荷预测精度是否满足预设条件包括：计算电力负荷预测精度；判断电力负荷预测精度是否在上限和下限之间，其中，当电力负荷预测精度在上限和下限之间时，确定电力负荷预测精度满足预设条件，当电力负荷预测精度在下限以下时，确定电力负荷预测精度不满足预设条件。

为了实现上述目的，根据本发明的另一个方面，提供了一种电力负荷预测精度的检测装置，该装置用于执行本发明提供的任何一种电力负荷预测精度的检测方法。

根据本发明的另一方面，提供了一种电力负荷预测精度的检测装置。该电力负荷预测精度的检测装置包括：第一获取单元，用于获取历史负荷时间序列，其中，时间序列中为连续时间序列的负荷数据；第二获取单元，用于对时间序列中的数据进行时频变换以获取频域分解结果；第三获取单元，用于对频域分解结果按照周期性进行合

并以获得低频分量和高频分量，其中，低频分量与气象因素相关，高频分量由负荷的随机波动性造成；确定单元，用于根据历史负荷时间序列、低频分量和高频分量确定历史负荷稳定度；以及判断单元，用于根据历史负荷稳定度判断电力负荷预测精度是否满足预设条件。

- 5 进一步地，获取历史负荷时间序列包括获取多个历史负荷时间序列，其中，多个历史负荷时间序列为对应于多个不同地区的历史负荷时间序列，第二获取单元包括：分解子单元，用于对预设建模时域中的历史负荷时间序列进行如下傅里叶分解：

$$P(t) = a_0 + \sum_{i=1}^{N-1} (a_i \cos \omega_i t + b_i \sin \omega_i t); \text{ 以及第三获取单元包括: 获取子单元, 用于对 } P(t)$$

进行组合以获取下式: $P(t) = a_0 + D(t) + W(t) + L(t) + H(t)$, 其中, $P(t)$ 表示历史负荷

- 10 时间序列, t 为时间, 不同地区的 a_0 、 a_i 和 b_i 不同, $\omega_i = \frac{i}{N} \times 2\pi, (i=1, 2, \dots, N-1)$, $a_0 + D(t)$ 表示以日为周期变化的日周期负荷分量, $W(t)$ 表示以周为周期变化的周周期负荷分量, $L(t)$ 表示低频分量, $H(t)$ 表示高频分量。

- 进一步地，确定单元包括：第一确定子单元，用于根据历史负荷时间序列和高频分量确定历史负荷稳定度的上限；以及第二确定子单元，用于根据历史负荷时间序列、
15 低频分量和高频分量确定历史负荷稳定度的下限，其中，历史负荷稳定度为上限和下限之间的数值范围。

进一步地，第一确定子单元还用于根据以下公式确定历史负荷稳定度的上限：

$$L_{upper} = \left[1 - \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^N (|H(t)| / P(t))^2}{N}} \right] \times 100\%, \text{ 第二确定子单元还用于根据以下公式确定历}$$

$$\text{史负荷稳定度的下限包括: } L_{lower} = \left[1 - \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^N (|L(t) + H(t)| / P(t))^2}{N}} \right] \times 100\%, \text{ 其中, } L_{upper}$$

- 20 为历史负荷稳定度的上限, L_{lower} 为历史负荷稳定度的下限。

进一步地，判断单元包括：计算子单元，用于计算电力负荷预测精度；判断子单元，用于判断电力负荷预测精度是否在上限和下限之间，其中，当电力负荷预测精度在上限和下限之间时，确定电力负荷预测精度满足预设条件，当电力负荷预测精度在下限之下时，确定电力负荷预测精度不满足预设条件。

通过本发明，对历史数据进行时频变换，得到了低频分量和高频分量，并进一步得到历史负荷稳定度，由于历史负荷稳定度一定程度上反映了该地区负荷变化的规律性，从而可以作为电力负荷预测精度的评估标准，因此解决了现有技术中无法根据当地负荷规律性条件来判断电力负荷预测精度是否满足预设条件的问题，进而可以根据不同地区的情况确定对应的电力负荷预测精度。

附图说明

构成本申请的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解，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：

图 1 是根据本发明实施例的电力负荷预测精度的检测装置的结构框图；以及

图 2 是根据本发明实施例的电力负荷预测精度的检测方法的流程图。

具体实施方式

需要说明的是，在不冲突的情况下，本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

本发明实施例提供了一种电力负荷预测精度的检测装置，以下对本发明实施例所提供的电力负荷预测精度的检测装置进行介绍。

图 1 是根据本发明实施例的电力负荷预测精度的检测装置的结构框图。

如图 1 所示，该电力负荷预测精度的检测装置包括第一获取单元 11、第二获取单元 12、第三获取单元 13、确定单元 14 和判断单元 15。

第一获取单元 11 用于获取历史负荷时间序列，其中，时间序列中为连续时间序列的负荷数据。

第二获取单元 12 用于对时间序列中的数据进行时频变换以获取频域分解结果。

第三获取单元 13 用于对频域分解结果按照周期性进行合并以获得低频分量和高频分量，其中，低频分量与气象因素相关，即温度和湿度等气象因素均会对低频分量产生影像，高频分量由负荷的随机波动性造成。

确定单元 14 用于根据历史负荷时间序列、低频分量和高频分量确定历史负荷稳定度。

判断单元 15 用于根据历史负荷稳定度判断电力负荷预测精度是否满足预设条件。

在本实施例中，对历史数据进行时频变换，得到了高频分量和低频分量，并进一步得到历史负荷稳定度，由于历史负荷稳定度具有比较可靠的规律性，从而可以作为电力负荷预测精度的评估标准，因此解决了现有技术中无法根据地区负荷规律性条件
5 来判断电力负荷预测精度是否满足预设条件的问题，进而可以根据不同地区的情况确定对应的电力负荷预测精度。

由于对不同地区的电力负荷预测精度的要求不同，因此对不同区域分别进行检测，因此，获取到的历史负荷时间序列包括获取多个历史负荷时间序列，其中，多个历史负荷时间序列为对应于多个不同地区的历史负荷时间序列，优选地，第二获取单元包
10 括分解子单元和获取子单元，其中，分解子单元用于对预设建模时域中的历史负荷时间序列进行如下傅里叶分解：

$$P(t) = a_0 + \sum_{i=1}^{N-1} (a_i \cos \omega_i t + b_i \sin \omega_i t)。$$

第三获取单元包括：获取子单元用于对 $P(t)$ 进行组合以获取下式：

$$P(t) = a_0 + D(t) + W(t) + L(t) + H(t)。$$

15 其中， $P(t)$ 表示历史负荷时间序列， t 为时间，不同地区的 a_0 、 a_i 和 b_i 不同， $\omega_i = \frac{i}{N} \times 2\pi, (i = 1, 2, \dots, N-1)$ ， $a_0 + D(t)$ 表示以日为周期变化的日周期负荷分量， $W(t)$ 表示以周为周期变化的周周期负荷分量， $L(t)$ 表示低频分量， $H(t)$ 表示高频分量。

作为一种优选实施例，本实施例中通过高频分量和低频分量来确定历史负荷稳定度，并根据该稳定度判断电力负荷精度是否合格，优选地，确定单元包括第一确定子
20 单元和第二确定子单元，其中，第一确定子单元用于根据历史负荷时间序列和高频分量确定历史负荷稳定度的上限。第二确定子单元用于根据历史负荷时间序列、低频分量和高频分量确定历史负荷稳定度的下限，其中，历史负荷稳定度为上限和下限之间的数值范围。通过高频分量和低频分量来确定历史负荷稳定度不仅方便快捷，而且科学合理。

25 具体地，在本实施例中，第一确定子单元还用于根据以下公式确定历史负荷稳定度的上限：

$$L_{upper} = \left[1 - \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^N (|H(t)|/P(t))^2}{N}} \right] \times 100\%,$$

第二确定子单元还用于根据以下公式确定历史负荷稳定度的下限包括：

$$L_{lower} = \left[1 - \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^N (|L(t) + H(t)|/P(t))^2}{N}} \right] \times 100\%,$$

其中， L_{upper} 为历史负荷稳定度的上限， L_{lower} 为历史负荷稳定度的下限。

- 5 在获取计算出的电力负荷预测精度后，通过判断该精度是否处于稳定度区间内，即可确定该精度的计算是否合格，优选地，判断单元包括计算子单元和判断子单元，其中，计算子单元用于计算电力负荷预测精度。判断子单元用于判断电力负荷预测精度是否在上限和下限之间，其中，当电力负荷预测精度在上限和下限之间时，确定电力负荷预测精度满足预设条件，也可以说是合格的，当电力负荷预测精度在下限以下
- 10 时，确定电力负荷预测精度不满足预设条件，即不合格。现有技术中包括多种方式进行电力负荷预测精度的计算，本实施例不再赘述。

本发明实施例还提供了一种电力负荷预测精度的检测方法，该方法可以基于上述的装置来执行。

图 2 是根据本发明实施例的电力负荷预测精度的检测方法的流程图。

- 15 如图 2 所示，该电力负荷预测精度的检测方法包括如下的步骤 S202 至步骤 S210。

步骤 S202，获取历史负荷时间序列，其中，时间序列中为连续时间序列的负荷数据。

- 该时间序列为连续时间序列，例如，按 15 分钟采集一下负荷数据计算，一天的历史负荷时间序列可以是由 96 个负荷数据按照时间先后排列成的连续历史负荷时间序列。
- 20 列。

步骤 S204，对所述时间序列中的数据进行时频变换以获取频域分解结果。

在计算电力负荷预测精度时，可以对不同地区分别计算，因此，获取的历史负荷时间序列包括获取多个历史负荷时间序列，其中，多个历史负荷时间序列为对应于多个不同地区的历史负荷时间序列，因此，在本步骤中，可以对预设建模时域中的历史负荷时间序列进行分解，预设建模时域是选择一段时间长度的历史负荷数据，比如两周的、三周的或四周的历史负荷数据等等，即，确定 N，时频变换是针对一个地区进行的，一个地区进行一次时频变换，包括频域分解和重构，然后计算一个稳定度，对时间序列可以进行如下傅里叶分解：

$$P(t) = a_0 + \sum_{i=1}^{N-1} (a_i \cos \omega_i t + b_i \sin \omega_i t),$$

其中，N 为历史负荷时间序列的长度， $\omega_i = \frac{i}{N} \times 2\pi, (i=1, 2, \dots, N-1)$ ，P(t)表示历史负荷时间序列，t 为时间，不同地区的 a_0 、 a_i 和 b_i 不同。

步骤 S206，对频域分解结果按照周期性进行合并以获得低频分量和高频分量，其中，低频分量与气象因素相关，高频分量由负荷的随机波动性造成。

上述步骤包括：对 P(t)进行组合以获取下式：

$$P(t) = a_0 + D(t) + W(t) + L(t) + H(t),$$

其中，P(t)表示历史负荷时间序列，t 为时间，依据负荷周期性变化的特点，将明显的周期分量进行组合后，实现对该 P(t)时间序列的重构， $a_0 + D(t)$ 表示以日为周期变化的日周期负荷分量， $W(t)$ 表示以周为周期变化的周周期负荷分量，L(t)表示低频分量，H(t)表示高频分量。

日周期分量 $a_0 + D(t)$ 和周周期分量 $W(t)$ 是按固定周期变化的负荷分量，比较容易进行预测。因此，关键问题是如何对剩余分量建立预测模型。低频分量 $L(t)$ 的各分量的周期大于 24 小时，实践表明对 $L(t)$ 的建模会改善负荷预测的精度。高频分量 $H(t)$ 反映了电力负荷的随机波动，无法建立模型进行预测，属于不可预测分量。

在将负荷时间序列通过分解和重构得到其具有周期性的日周期分量、周周期分量，以及与气象等因素相关的低频分量和随机性很强的高频分量后，本实施例引入了历史负荷规律性的判别指标，即，稳定度，稳定度是历史负荷中变化规律易于把握的部分占总负荷的比例，一般用一个百分比数值来表示。

步骤 S208, 根据历史负荷时间序列、低频分量和高频分量确定历史负荷稳定度。

具体地, 可以根据历史负荷时间序列和高频分量确定历史负荷稳定度确定历史负荷稳定度的上限, 并根据历史负荷时间序列、低频分量和高频分量确定历史负荷稳定度确定历史负荷稳定度的下限, 其中, 历史负荷稳定度为上限和下限之间的数值范围。

5 进一步地, 可以根据以下公式确定历史负荷稳定度的上限:

$$L_{upper} = \left[1 - \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^N (|H(t)| / P(t))^2}{N}} \right] \times 100\%,$$

$P(t)$ 为历史负荷序列, $H(t)$ 为分离出来的高频负荷序列, 由于电力负荷中高频分量比重的大小就决定了其稳定度, 因此, 我们可以分离时间序列中的高频分量, 来估计历史负荷稳定度的上限。

10 根据以下公式确定历史负荷稳定度的下限:

$$L_{lower} = \left[1 - \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^N (|L(t) + H(t)| / P(t))^2}{N}} \right] \times 100\%,$$

其中, L_{upper} 为历史负荷稳定度的上限, L_{lower} 为历史负荷稳定度的下限。

步骤 S210, 根据历史负荷稳定度判断电力负荷预测精度是否满足预设条件。

15 历史负荷稳定度体现了历史负荷规律性部分所占比例的波动范围, 根据对历史负荷规律性的分析可以大致判断出当前预测的电力负荷预测精度是否合格, 具体地, 可以包括以下步骤: 首先, 计算电力负荷预测精度; 然后, 判断电力负荷预测精度是否在上限和下限之间, 其中, 当电力负荷预测精度在上限和下限之间时, 确定电力负荷预测精度满足预设条件, 当电力负荷预测精度低于下限时, 确定电力负荷预测精度不满足预设条件。

20 通过分析计算历史负荷的规律性成分所占比例, 即稳定度上/下限的计算, 预评估短期负荷预测可能达到的精度水平。

从以上的描述中，可以看出，本发明实施例通过计算预评估短期负荷预测的稳定度，以此为基础建立科学合理的短期负荷预测精度考核标准体系，为公平合理的调度考核工作管理体系提供理论基础。

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
5 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。

显然，本领域的技术人员应该明白，上述的本发明的各模块或各步骤可以用通用的计算装置来实现，它们可以集中在单个的计算装置上，或者分布在多个计算装置所组成的网络上，可选地，它们可以用计算装置可执行的程序代码来实现，从而，可以
10 将它们存储在存储装置中由计算装置来执行，或者将它们分别制作成各个集成电路模块，或者将它们中的多个模块或步骤制作成单个集成电路模块来实现。这样，本发明不限制于任何特定的硬件和软件结合。

以上所述仅为本发明的优选实施例而已，并不用于限制本发明，对于本领域的技术人员来说，本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内，所作的
15 任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1. 一种电力负荷预测精度的检测方法，其特征在于，包括：

获取历史负荷时间序列，其中，所述时间序列为连续时间序列的负荷数据；

对所述时间序列中的数据进行时频变换以获取频域分解结果；

对所述频域分解结果按照周期性进行合并以获得低频分量和高频分量，其中，所述低频分量与气象因素相关，所述高频分量由负荷的随机波动性造成；

根据所述历史负荷时间序列、所述低频分量和所述高频分量确定历史负荷稳定度；以及

根据所述历史负荷稳定度判断电力负荷预测精度是否满足预设条件。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，

获取历史负荷时间序列包括获取多个历史负荷时间序列，其中，所述多个历史负荷时间序列为对应于多个不同地区的历史负荷时间序列，

对所述时间序列中的数据进行时频变换以获取频域分解结果包括：

对预设建模时域中的所述历史负荷时间序列进行如下傅里叶分解：

$$P(t) = a_0 + \sum_{i=1}^{N-1} (a_i \cos \omega_i t + b_i \sin \omega_i t); \text{ 以及}$$

对所述频域分解结果按照周期性进行合并以获得低频分量和高频分量的步骤包括：对 $P(t)$ 进行组合以获取下式：

$$P(t) = a_0 + D(t) + W(t) + L(t) + H(t), \text{ 其中,}$$

所述 $P(t)$ 表示所述历史负荷时间序列， t 为时间，不同地区的 a_0 、 a_i 和 b_i 不同， $\omega_i = \frac{i}{N} \times 2\pi, (i=1, 2, \dots, N-1)$ ， $a_0 + D(t)$ 表示以日为周期变化的日周期负荷分量，所述 $W(t)$ 表示以周为周期变化的周周期负荷分量，所述 $L(t)$ 表示所述低频分量，所述 $H(t)$ 表示所述高频分量。

3. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，根据所述历史负荷时间序列、所述低频分量和所述高频分量确定历史负荷稳定度包括：

根据所述历史负荷时间序列和所述高频分量确定历史负荷稳定度确定历史负荷稳定度的上限；以及

根据所述历史负荷时间序列、所述低频分量和所述高频分量确定历史负荷稳定度确定历史负荷稳定度的下限，其中，所述历史负荷稳定度为所述上限和所述下限之间的数值范围。

4. 根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，

根据所述历史负荷时间序列和所述高频分量确定历史负荷稳定度的上限包括：

$$L_{upper} = \left[1 - \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^N (|H(t)| / P(t))^2}{N}} \right] \times 100\%,$$

根据所述历史负荷时间序列、所述低频分量和所述高频分量确定历史负荷稳定度的下限包括：

$$L_{lower} = \left[1 - \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^N (|L(t) + H(t)| / P(t))^2}{N}} \right] \times 100\%,$$

其中，所述 L_{upper} 为所述历史负荷稳定度的上限，所述 L_{lower} 为所述历史负荷稳定度的下限。

5. 根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，根据所述历史负荷稳定度判断电力负荷预测精度是否满足预设条件包括：

计算所述电力负荷预测精度；

判断所述电力负荷预测精度是否在所述上限和所述下限之间，

其中，当所述电力负荷预测精度在所述上限和所述下限之间时，确定所述电力负荷预测精度满足所述预设条件，当所述电力负荷预测精度在所述下限以下时，确定所述电力负荷预测精度不满足所述预设条件。

6. 一种电力负荷预测精度的检测装置，其特征在于，包括：

第一获取单元，用于获取历史负荷时间序列，其中，所述时间序列中为连续时间序列的负荷数据；

第二获取单元，用于对所述时间序列中的数据进行时频变换以获取频域分解结果；

第三获取单元，用于对所述频域分解结果按照周期性进行合并以获得低频分量和高频分量，其中，所述低频分量与气象因素相关，所述高频分量由负荷的随机波动性造成；

确定单元，用于根据所述历史负荷时间序列、所述低频分量和所述高频分量确定历史负荷稳定度；以及

判断单元，用于根据所述历史负荷稳定度判断电力负荷预测精度是否满足预设条件。

7. 根据权利要求6所述的装置，其特征在于，

获取历史负荷时间序列包括获取多个历史负荷时间序列，其中，所述多个历史负荷时间序列为对应于多个不同地区的历史负荷时间序列，

所述第二获取单元包括：

分解子单元，用于对预设建模时域中的所述历史负荷时间序列进行如下傅里叶分解：

$$P(t) = a_0 + \sum_{i=1}^{N-1} (a_i \cos \omega_i t + b_i \sin \omega_i t); \text{ 以及}$$

所述第三获取单元包括：获取子单元，用于对 $P(t)$ 进行组合以获取下式：

$$P(t) = a_0 + D(t) + W(t) + L(t) + H(t),$$

其中，所述 $P(t)$ 表示所述历史负荷时间序列， t 为时间，不同地区的 a_0 、 a_i 和 b_i 不同， $\omega_i = \frac{i}{N} \times 2\pi, (i=1, 2, \dots, N-1)$ ， $a_0 + D(t)$ 表示以日为周期变化的日周期负荷分量，所述 $W(t)$ 表示以周为周期变化的周周期负荷分量，所述 $L(t)$ 表示所述低频分量，所述 $H(t)$ 表示所述高频分量。

8. 根据权利要求6所述的装置，其特征在于，所述确定单元包括：

第一确定子单元，用于根据所述历史负荷时间序列和所述高频分量确定历史负荷稳定度的上限；以及

第二确定子单元，用于根据所述历史负荷时间序列、所述低频分量和所述高频分量确定历史负荷稳定度的下限，其中，所述历史负荷稳定度为所述上限和所述下限之间的数值范围。

9. 根据权利要求 8 所述的装置，其特征在于，

所述第一确定子单元还用于根据以下公式确定所述历史负荷稳定度的上限：

$$L_{upper} = \left[1 - \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^N (|H(t)| / P(t))^2}{N}} \right] \times 100\% ,$$

所述第二确定子单元还用于根据以下公式确定所述历史负荷稳定度的下限包括：

$$L_{lower} = \left[1 - \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^N (|L(t) + H(t)| / P(t))^2}{N}} \right] \times 100\% ,$$

其中，所述 L_{upper} 为所述历史负荷稳定度的上限，所述 L_{lower} 为所述历史负荷稳定度的下限。

10. 根据权利要求 9 所述的装置，其特征在于，所述判断单元包括：

计算子单元，用于计算所述电力负荷预测精度；

判断子单元，用于判断所述电力负荷预测精度是否在所述上限和所述下限之间，

其中，当所述电力负荷预测精度在所述上限和所述下限之间时，确定所述电力负荷预测精度满足所述预设条件，当所述电力负荷预测精度在所述下限之下时，确定所述电力负荷预测精度不满足所述预设条件。

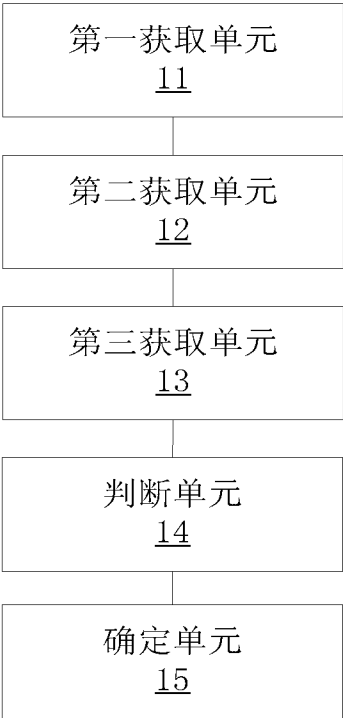
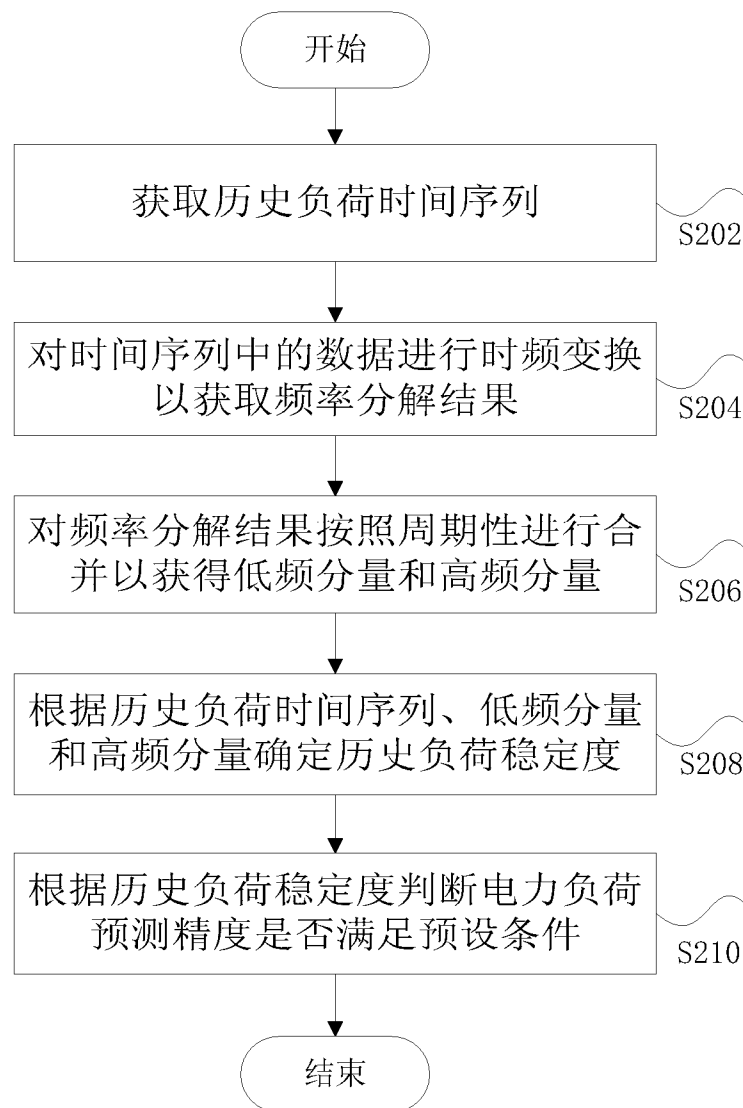


图 1

**图 2**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/086800

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See the extra sheet

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: G06Q 50/-; G06Q 10/-

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)

CPRS, CNABS, CNTXT, CNKI, DWPI: electric power, time-frequency, high frequency, low frequency, history, history, frequency domain, model, upper limit, lower limit; WANG, Haiyun; ZHOU, Zuochun, YUAN, Qingfang; SUN, Jian; GAO, Mingwei; YANG, Nan; DU, Chenhong; LIU, Huizhen; short w term, load, forecast, stability w degree, precision, accuracy, time w sequence, frequency w domain w decomposition

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CHEN, Guiyuan et al.; A new method for short-term forecast evaluation based on stability degree. SOUTHERN POWER SYSTEM TECHNOLOGY, December 2010, vol. 4, no. 6, pages 94-97, ISSN 1674-0629	1-10
Y	CHAI, Yi et al.; Research on method of short load term forecasting under smart grid client environment, LOW VOLTAGE APPARATUS, September 2012, no. 17, pages 8-12, ISSN 1001-5531	1-10
Y	MU, Gang et al.; Studies on load regularity evaluating method for load forecasting, PROCEEDINGS OF THE CSEE, October 2001, vol. 21, no. 10, pages 96-101, ISSN 0258-8013	1-10
Y	MU, Gang et al.; Load forecasting method based on intrinsic error evaluation, AUTOMATION OF ELECTRIC POWER SYSTEMS, 25 November 2001, no. 22, pages 37-40, ISSN 1000-1026	1-10
Y	JIANG, Yushan et al.; Short-term load forecasting based on frequency analysis of regression, POWER DEMAND SIDE MANAGEMENT, September 2011, vol. 13, no. 5, pages 12-16, ISSN 1009-1831	1-10

☐ 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 10 January 2014 (10.01.2014)	Date of mailing of the international search report 23 January 2014 (23.01.2014)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer SUN, Zehong Telephone No.: (86-10) 62412082

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/086800

CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER:

G06Q 50/06 (2012.01) i

G06Q 10/04 (2012.01) i

A. 主题的分类

参见附加页

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:G06Q50/-;G06Q10/-

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))

CPRS,CNABS,CNTXT,CNKI,DWPI:电力,负荷,预测,预估,时频,高频,低频,历史,时间序列,傅立叶,傅里叶,频域,分解,短期,模型,精度,稳定度,上限,下限,王海云,周作春,袁清芳,孙健,高明伟,杨楠,杜晨红,刘慧珍,short w term, load, forecast, stability w degree, precision, accuracy, time w sequence, frequency w domain w decomposition

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
X	陈桂远等 基于稳定度的短期负荷预测结果评价新方法 南方电网技术 12月 2010, 第 4 卷, 第 6 期, 第 94-97 页, ISSN 1674-0629	1-10
Y	柴熠等 智能电网用户端环境下短期负荷预测方法的研究 低压电器 9月 2012, 第 17 期, 第 8-12 页, ISSN 1001-5531	1-10
Y	穆钢等 负荷预报中负荷规律性评价方法的研究 中国电机工程学报 10月 2001, 第 21 卷, 第 10 期, 第 96-101 页, ISSN 0258-8013	1-10
Y	穆钢等 一种内蕴误差评价的负荷预报方法 电力系统自动化 25.11 月 2001, 第 22 期, 第 37-40 页, ISSN 1000-1026	1-10
Y	姜玉山等 基于回归分析的频域分解短期负荷预测方法 电力需求侧管理 9月 2011, 第 13 卷, 第 5 期, 第 12-16 页, ISSN 1009-1831	1-10



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

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

10.1 月 2014 (10.01.2014)

国际检索报告邮寄日期

23.1 月 2014 (23.01.2014)

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

孙泽站

电话号码: (86-10) 62412082

主题的分类:

G06Q50/06 (2012.01) i

G06Q10/04 (2012.01) i