

(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
2015 年 6 月 11 日 (11.06.2015)



(10) 国际公布号
WO 2015/081660 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06F 17/30 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2014/077109
- (22) 国际申请日: 2014 年 5 月 9 日 (09.05.2014)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
2013106466316 2013 年 12 月 6 日 (06.12.2013) 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 100761 (CN)。江苏省电力公司 (JIANGSU ELECTRIC POWER COMPANY) [CN/CN]; 中国江苏省南京鼓楼北京西路 20 号, Jiangsu 210024 (CN)。江苏省电力公司扬州供电公司 (JIANGSU ELECTRIC POWER COMPANY YANGZHOU POWER COMPANY) [CN/CN]; 中国江苏省扬州邗江维扬路 179 号, Jiangsu 225001 (CN)。江苏方天电力技术有限公司 (JIANGSU FANGTIAN POWER TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国江苏省南京江宁科学园天元中路 19 号, Jiangsu 211102 (CN)。

- (72) 发明人: 刘忠 (LIU, Zhong); 中国江苏省南京鼓楼北京西路 20 号, Jiangsu 210024 (CN)。蒋一泉 (JIANG, Yiquan); 中国江苏省南京鼓楼北京西路 20 号, Jiangsu 210024 (CN)。张春燕 (ZHANG, Chunyan); 中国江苏省南京鼓楼北京西路 20 号, Jiangsu 210024 (CN)。李培培 (LI, Peipei); 中国江苏省南京鼓楼北京西路 20 号, Jiangsu 210024 (CN)。李新家 (LI, Xinjia); 中国江苏省南京鼓楼北京西路 20 号, Jiangsu 210024 (CN)。范一龙 (FAN, Yilong); 中国江苏省南京鼓楼北京西路 20 号, Jiangsu 210024 (CN)。王功芹 (WANG, Gongqin); 中国江苏省南京鼓楼北京西路 20 号, Jiangsu 210024 (CN)。吴钢 (WU, Gang); 中国江苏省南京鼓楼北京西路 20 号, Jiangsu 210024 (CN)。郑飞 (ZHENG, Fei); 中国江苏省南京鼓楼北京西路 20 号, Jiangsu 210024 (CN)。
- (74) 代理人: 南京纵横知识产权代理有限公司 (NANJING ZONGHENG INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD); 中国江苏省南京鼓楼山西路 8 号金山大厦 B 栋 9 楼 D, Jiangsu 210009 (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 FORECASTING RESIDENTIAL QUARTER SHORT-TERM LOAD

(54) 发明名称: 一种居民小区短期负荷预测方法

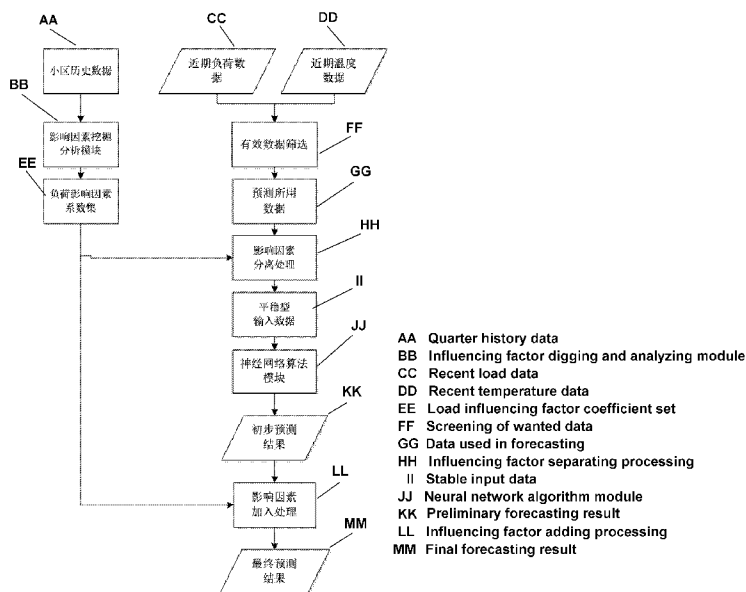


图 1 / FIG. 1

(57) Abstract: Disclosed is a method for forecasting residential quarter short-term load, characterized by comprising: step 1: reading history sample data, and performing data screening on the history sample data; step 2: obtaining a load influencing factor coefficient set; step 3: constructing a training sample set and a forecasting sample set for neural network load forecasting; step 4: performing influencing factor separating processing on the training sample set to obtain a trained neural network; step 5: performing influencing factor separating processing on the forecasting sample set, and using a result obtained after processing as input of the trained neural network, to obtain a corresponding output result; and step 6: performing influencing factor adding processing on the output result to obtain load forecasting data of a week in the future. The present invention solves problems that residential quarter load data is small, has large fluctuation, and has lots of influencing factors, and improves the accuracy and operation speed of residential quarter load forecasting.

(57) 摘要:

[见续页]

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, 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。

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)。

(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,

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

本发明公开了一种居民小区短期负荷预测方法, 其特征在于, 包括: 步骤 1: 读取历史样本数据, 对历史样本数据进行数据筛选; 步骤 2: 得到一个负荷影响因素系数集; 步骤 3: 构建神经网络负荷预测的训练样本集和预测样本集; 步骤 4: 对训练样本集进行影响因素分离处理, 得到训练后的神经网络; 步骤 5: 对预测样本集也进行影响因素分离处理, 将处理后得到的结果作为训练后的神经网络的输入, 得到相应的输出结果; 步骤 6: 对输出结果进行影响因素加入处理, 得到未来一周的负荷预测数据。本发明克服了居民小区负荷数据小、波动大、影响因素繁多等难点, 提高了居民小区负荷预测的精度和运算速度。

说明书

一种居民小区短期负荷预测方法

技术领域

本发明涉及一种居民小区短期负荷预测方法，具体涉及一种基于影响因素挖掘的居民小区短期负荷预测方法。本发明属于电力系统负荷预测技术领域。

背景技术

电力负荷一般可以分为工业负荷、商业负荷、居民负荷等，其中工商业负荷在电力负荷中的比重比较高，电网企业历来对这块的负荷预测比较重视，并陆续建成了负荷控制系统和用电信息采集系统以完成对工商业负荷的数据采集和负荷预测；居民小区负荷由于分布比较散、规模偏小的特点，一直采取的都是集中预测的方法，这种方法缺点是精度不高，尤其随着居民家用电器的逐年增多、电动自行车的普及和电动汽车的逐步推广，居民小区用电负荷呈现稳步增长的趋势和明显的季节性波动，而且居民用电负荷数据比较小，影响因素众多，不同小区用电模式不同，并且对不同影响因素的响应也不尽相同，集中的预测方法很难高精度的预测准确。

电力系统短期负荷预测的传统方法主要优点是模型简单、预测速度快，但这些方法多是线性模型，很难描述负荷与影响因素之间非线性关系；而且模型过于僵硬，缺乏灵活性，模型参数难以及时、准确的估计和调整。针对居民小区这种负荷数据小、影响因素多且非线性的特点，传统的方法就限制了预测精度的提高。

智能预测模型的典型代表是神经网络预测模型，神经网络是通过借鉴人脑对信息的处理过程而创立的一种数学方法。由于神经网络良好的学习能力和便于处理负荷及其影响因素之间复杂非线性关系的特点，使得其在短期负荷预测理论与方法的研究中得到了高度关注和广泛应用。

虽然神经网络方法用于短期负荷预测已经取得了大量研究成果，但是该模型在实际应用中仍然存在一些缺陷：

已有的神经网络预测方法仅依据认为的经验非常粗略的选择一批历史样本用于预测模型的构建，这种简单的样本组织方法，经常会引入很多不良样本，对建模预测造成严重的干扰，影响了负荷预测精度的提高。

对于影响负荷变化因素（如温度因素、节假日因素等）的处理，现有神经网络预测模型都是将其作为一种输入变量，这种处理方法由于无法准确描述该因素对于负荷变化的某种线性或者非线性关系，因此难以提高预测精度。

说明书

居民小区负荷数据比较小，波动比较大；而神经网络算法对波动较小的负荷预测样本数据有很好的预测精度，因此针对居民小区负荷预测神经网络算法还有待进一步改进。

发明内容

为解决现有技术的不足，本发明的目的在于提供一种居民小区短期负荷预测方法。

为了实现上述目标，本发明采用如下的技术方案：

一种居民小区短期负荷预测方法，其特征在于，包括：

- 步骤 1：读取历史样本数据，所述历史包括电力部门提供的居民小区待预测日前 1 年的负荷、日期类型及温度数据，对所述历史样本数据进行数据筛选；
- 步骤 2：对步骤 1 处理后得到的数据进行影响因素挖掘分析，得到一个对应的负荷影响因素系数集；
- 步骤 3：构建神经网络负荷预测的训练样本集和预测样本集；
- 步骤 4：利用步骤 2 中形成的负荷影响因素系数集对训练样本集进行影响因素分离处理，将处理后得到的结果作为神经网络的输入，通过训练得到训练后的神经网络；
- 步骤 5：对预测样本集也进行影响因素分离处理，将处理后得到的结果作为训练后的神经网络的输入，得到相应的输出结果；
- 步骤 6：在步骤 5 的基础上对输出结果进行影响因素加入处理，得到未来一周的负荷预测数据。

前述的一种居民小区短期负荷预测方法，其特征在于，所述步骤 1 包括：

步骤 1.1：对历史日负荷数据缺失量大于 20 个点的日负荷数据进行整体删除；并将一天中的 96 个负荷点数据通过计算得到日平均负荷；计算公式如下：

$$P_{\text{avdy}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{96} P_i^2}{96 - z}}, \text{ } P_i \text{ 表示一天 96 个时刻的负荷中第 } i \text{ 个时刻的负荷值；} z \text{ 表示 96 个时刻中缺失}$$

点和坏点的个数； P_{avdy} 表示日平均负荷值；

步骤 1.2：对日最低温度和最高温度求取平均值，得到日平均温度；

步骤 1.3：建立区分工作日和节假日的虚拟变量 D ， $D = (D_1, D_2, \dots, D_n)$ ，当 $D_i=1$ 时，表示第 i 天为工作日，当 $D_i=0$ 时，表示第 i 天为休息日，当 $D_i=2$ 时，表示第 i 天为春节假日，当 $D_i=3$ 时，表示第 i 天为国庆假日， n 为天数；

前述的一种居民小区短期负荷预测方法，其特征在于，所述步骤 2 包括：

步骤 2.1：将步骤 1 处理后得到的的负荷、温度数据按照日期类型不同分为工作日数据集和节假日数据集；

说明书

步骤 2.2: 再分别对工作日数据集和节假日数据集按照 3 个日平均温度段: $-4\sim 8^{\circ}\text{C}$ 、 $9\sim 25^{\circ}\text{C}$ 、 $26\sim 35^{\circ}\text{C}$, 对日平均负荷进行分类分析计算得到相应的温度段的节假日系数;

步骤 2.3: 对工作日的日均负荷数据、温度数据以及日期数据, 进行按月度归并, 形成相应的负荷温度—月度负荷系数;

步骤 2.4: 针对春节和国庆假期下, 居民小区用户用电模式有区别于正常的休息日, 在除去温度—月度负荷系数和正常节假日系数之后得到相应的春节系数 K_{SP} 和国庆系数 K_{ND} 。

前述的一种居民小区短期负荷预测方法, 其特征在于, 所述步骤 2.3 包括:

步骤 2.3.1: 将日均负荷数据按照日平均温度和月份进行查找分类;

步骤 2.3.2: 将月份相同而且日平均温度相同的负荷数据归为一类并求取平均值;

步骤 2.3.3: 取日平均温度为 16°C 下的日均负荷数据求和并取平均值作为基准值;

步骤 2.3.4: 将步骤 2.3.2 中所得数据均除以步骤 2.3.3 中所的基准值形成一个按月度归并的负荷温度—月度负荷系数集 K_{TM} ;

步骤 2.3.5: 针对步骤 2.3.4 中形成的系数集中的空值进行填充和扩展形成完整的系数集。

前述的一种居民小区短期负荷预测方法, 其特征在于, 所述步骤 4 包括:

步骤 4.1: 确定神经网络结构: 神经网络由输入层、隐含层和输出层组成, 输入层由代表输入变量的神经元组成, 隐含层由代表中间变量的神经元组成, 输出层由代表输出结果的神经元组成;

步骤 4.2: 将步骤 3 中的训练样本集中的负荷数据除以对应的温度—月度负荷系数 K_{TM} 、温度段—节假日系数 K_{WN} , 如果是春节或者国庆还要除以对应的春节系数 K_{SP} 或者国庆系数 K_{ND} , 得到的结果作为神经网络的输入;

步骤 4.3: 对相应的训练样本进行训练, 对神经网络中的各参数拟合计算, 得到训练后改进的神经网络。

前述的一种居民小区短期负荷预测方法, 其特征在于, 所述步骤 5 包括:

步骤 5.1: 判断预测样本负荷数据所属的日期类型: 若为正常工作日进行步骤 5.2, 若为正常节假日则进行步骤 5.3, 若为春节或者国庆节节假日则进行步骤 5.4;

步骤 5.2: 将步骤 5 中的预测样本集中的负荷数据除以相应的温度—月度负荷系数 K_{TM} , 作为神经网络输入;

步骤 5.3: 将步骤 5 中的预测样本集中的负荷数据除以相应的温度—月度负荷系数 K_{TM} 和温度段—节假日系数 K_{WN} , 作为神经网络输入;

步骤 5.4: 将步骤 5 中的预测样本集中的负荷数据除以相应的温度—月度负荷系数 K_{TM} 、温度段—节假日系数 K_{WN} 以及相应的春节系数 K_{SP} 或者国庆系数 K_{ND} , 作为神经网络输入。

说明书

前述的一种居民小区短期负荷预测方法，其特征在于，所述步骤 6 包括：

步骤 6.1：判断预测日的日期类型：若为正常工作日进行步骤 6.2，若为正常节假日则进行步骤 6.3，若为春节或者国庆节假日则进行步骤 6.4；

步骤 6.2：将步骤 5 中的得到的神经网络输出结果，乘以相应的温度—月度负荷系数 K_{TM} ，预测完成；

步骤 6.3：则将步骤 5 中的得到的神经网络输出结果，乘以相应的温度—月度负荷系数 K_{TM} 和温度段—节假日系数 K_{WN} ，预测完成；

步骤 6.4：则将步骤 5 中的得到的神经网络输出结果，乘以相应的温度—月度负荷系数 K_{TM} 、温度段—节假日系数 K_{WN} 以及相应的春节系数 K_{SP} 或者国庆系数 K_{ND} ，预测完成。

本发明提出的居民小区负荷短期预测方法克服了居民小区负荷数据小、波动大、影响因素繁多等难点，提高了居民小区负荷预测的精度和运算速度，对居民小区负荷预测的实际操作提供了有效可行的方法。

附图说明

图 1 为本发明的短期负荷预测方法的总体流程图；

图 2 为影响因素挖掘分析模块流程图；

图 3 为神经网络算法流程图。

具体实施方式

以下结合附图和具体实施例对本发明作具体的介绍。

图 1 是本方法的短期电力负荷预测方法的总体流程图。具体包括如下步骤：

步骤 1：读取历史样本数据包括：读取电力部门提供的某小区待预测日前 1 年的负荷、日期类型及温度数据，并做有效数据筛选；

步骤 2：对步骤 1 中形成的数据进行影响因素挖掘分析得到一个对应的负荷影响因素系数集；

步骤 3：构建神经网络负荷预测的训练样本集和预测样本集；

步骤 4：利用步骤 2 中形成的负荷影响因素系数集对训练样本集进行影响因素分离处理得到的结果作为神经网络的输入，通过训练得到训练后的神经网络；

步骤 5：对预测样本集也进行影响因素分离处理作为训练后的神经网络的输入，得到相应的输出结果。

步骤 6：在步骤 5 的基础上对输出结果进行影响因素加入处理得到未来一周的负荷预测数据。

所述的步骤 1 具体为：

步骤 1.1: 对历史日负荷数据缺失量大于 20 个点的日负荷数据进行整体删除; 并将一天 96 个负荷点数据通过计算得到日平均负荷; 计算公式如下:

$$P_{avdy} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{96} P_i^2}{96 - z}}$$

其中:

P_i 表示一天 96 个时刻的负荷中第 i 个时刻的负荷值;

z 表示 96 个时刻中缺失点和坏点的个数;

P_{avdy} 表示日平均负荷值。

步骤 1.2: 对日最低和最高温度求取平均值得到日平均温度;

步骤 1.3: 建立区分工作日和节假日的虚拟变量 $D = (D_1, D_2, \dots, D_n)$, 当 $D_i=1$ 时, 表示第 i 天为工作日, 当 $D_i=0$ 时, 表示第 i 天为休息日, 当 $D_i=2$ 时, 表示第 i 天为春节假日, 当 $D_i=3$ 时, 表示第 i 天为国庆假日, n 为天数;

图 2 为影响因素挖掘分析模块流程图, 主要阐述步骤 2 具体过程:

步骤 2.1: 将预处理之后的负荷、温度数据按照日期类型不同分为工作日数据集和节假日数据集。

步骤 2.2: 再分别对工作日数据集和节假日数据集按照 3 个日平均温度段: 4~8℃、9~25℃、26~35℃, 将日平均负荷进行分类分析计算得到相应的温度段的节假日系数, 计算过程如下:

$$A_{wd1} = \sum_{i \in [\text{工作日}, 4 \text{到} 8 \text{度}]} P_{avdy}^2(i)$$

$$A_{wd2} = \sum_{i \in [\text{工作日}, 9 \text{到} 25 \text{度}]} P_{avdy}^2(i)$$

$$A_{wd3} = \sum_{i \in [\text{工作日}, 26 \text{到} 35 \text{度}]} P_{avdy}^2(i)$$

$$A_{wn1} = \sum_{i \in [\text{休息日}, 4 \text{到} 8 \text{度}]} P_{avdy}^2(i)$$

$$A_{wn2} = \sum_{i \in [\text{休息日}, 9 \text{到} 25 \text{度}]} P_{avdy}^2(i)$$

$$A_{wn3} = \sum_{i \in [\text{休息日}, 26 \text{到} 35 \text{度}]} P_{avdy}^2(i)$$

其中 $A_{wd1}, A_{wd2}, A_{wd3}$ 和 $A_{wn1}, A_{wn2}, A_{wn3}$ (wd 表示工作日, wn 表示休息日, 1,2,3 表示温度段) 分别表示每个温度段里的负荷值的平方和;

$P_{avdy}(i)$ 表示每个温度段中第 i 个日平均负荷值。

计算各个温度段的负荷的均方根:

说明书

$$P_{wd1} = \sqrt{\frac{A_{wd1}}{N_{wd1}}}$$

其中 $P_{wd1}, P_{wd2}, P_{wd3}$ 和 $P_{wn1}, P_{wn2}, P_{wn3}$ (wd 表示工作日, wn 表示休息日, 1,2,3 表示温度段) 分别表示每个温度段的负荷均方根;

$N_{wd1}, N_{wd2}, N_{wd3}$ 和 $N_{wn1}, N_{wn2}, N_{wn3}$ (wd 表示工作日, wn 表示休息日, 1,2,3 表示温度段) 分别表示每个温度段中负荷非零值的个数。

其他 P_{wd2}, P_{wd3} 和 $P_{wn1}, P_{wn2}, P_{wn3}$ 以上述公式类推。

计算出温度段对应的节假日系数:

$$K_{WN1} = P_{wn1} / P_{wd1}$$

$$K_{WN2} = P_{wn2} / P_{wd2}$$

$$K_{WN3} = P_{wn3} / P_{wd3}$$

其中 $K_{WN1}, K_{WN2}, K_{WN3}$ 分别表示三个温度段—节假日系数。

步骤 2.3: 对工作日的日均负荷数据集、温度数据集以及日期数据, 进行按月度归并形成相应的负荷温度—月度负荷系数; 具体步骤如下:

2.3.1: 将日均负荷数据按照日平均温度和月份进行查找分类;

2.3.2: 将月份相同而且日平均温度相同的负荷数据归为一类并求取平均值;

2.3.3: 取日平均温度为 16℃ 下的日均负荷数据求和并取平均值作为基准值;

2.3.4: 将 2.3.2 中所得数据均除以 2.3.3 中所的基准值形成一个按月度归并的负荷温度—月度负荷系数集 K_{TM} ;

2.3.5: 针对 2.3.4 中形成的系数集中的空值进行填充和扩展形成完整的温度—月度负荷系数集 K_{TM} 。

步骤 2.4: 针对春节和国庆 7 天假期下, 居民小区用户用电模式有区别于正常的休息日, 在除去温度—月度负荷系数和正常节假日系数之后得到相应的春节系数 K_{SP} 和国庆系数 K_{ND} 。

图 3 为神经网络算法流程图。主要阐述步骤 4、5 的具体过程:

步骤 4.1: 确定神经网络结构: 神经网络由输入层、隐含层和输出层组成, 输入层代表输入变量的神经元组成, 隐含层由代表中间变量的神经元组成, 输出层由代表输出结果的神经元组成;

步骤 4.2: 将步骤 3 中的训练样本数据中的负荷数据除以对应的温度—月度负荷系数 K_{TM} 、温度段—节假日系数 K_{WN} , 如果是春节或者国庆还要除以对应的春节系数 K_{SP} 或者国庆系数 K_{ND} , 得到的结果作为神经网络的输入。

步骤 4.3: 对相应的训练样本进行训练, 对神经网络中的各参数拟合计算, 得到训练后改

说明书

进的神经网络。

所述的步骤 5 具体为：

步骤 5.1：判断预测样本负荷数据所属的日期类型：若为正常工作日进行步骤 5.2，若为正常节假日则进行步骤 5.3，若为春节或者国庆节假日则进行步骤 5.4；

步骤 5.2：将步骤 5 中的预测样本负荷数据除以相应温度—月度负荷系数 K_{TM} ，作为神经网络输入；

步骤 5.3：将步骤 5 中的预测样本负荷数据除以相应温度—月度负荷系数 K_{TM} 和温度段—节假日系数 K_{WN} ，作为神经网络输入；

步骤 5.4：将步骤 5 中的预测样本负荷数据除以相应的温度—月度负荷系数 K_{TM} 、温度段—节假日系数 K_{WN} 以及相应的春节系数 K_{SP} 或者国庆系数 K_{ND} ，作为神经网络输入。

结合图 1，所述的步骤 6 具体为：

步骤 6.1：判断预测日的日期类型：若为正常工作日进行步骤 6.2，若为正常节假日则进行步骤 6.3，若为春节或者国庆节假日则进行步骤 6.4；

步骤 6.2：将步骤 5 中的得到的输出结果，乘以相应的温度—月度负荷系数 K_{TM} ，预测完成；

步骤 6.3：则将步骤 5 中的得到的输出结果，乘以相应的温度—月度负荷系数 K_{TM} 和温度段—节假日系数 K_{WN} ，预测完成；

步骤 6.4：则将步骤 5 中的得到的输出结果，乘以相应的温度—月度负荷系数 K_{TM} 、温度段—节假日系数 K_{WN} 以及相应的春节系数 K_{SP} 或者国庆系数 K_{ND} ，预测完成。

本发明提出了的居民小区负荷短期预测方法考虑了温度、普通节假日、国庆、春节这些明显复杂因素的影响，而其他模糊影响因素影响则是通过有自学习能力神经网络算法加以考虑；这样综合考虑了影响居民负荷的明显影响因素和模糊影响因素，提高预测的精度。

本发明提出将预测样本数据的负荷数据做影响因素分离处理，这样将负荷的明显影响因素的影响效果分离所得结果数据作为神经网络的输入，这样保证神经网络输入样本数据波动较小，减小了训练次数加快了运算速度。在神经网络的输出结果中乘以相应的系数，则是加入明显影响因素的影响效果，这样即简单又准确。即加快了运算速度又提高了负荷预测的精度。

本发明提出的电力系统负荷短期预测方法，在综合以上两方面因素的基础上，克服了居民小区负荷数据小、波动大、影响因素繁多等难点，提高了居民小区负荷预测的精度和运算速度，对居民小区负荷预测的实际操作提供了有效可行的方法。

以上显示和描述了本发明的基本原理、主要特征和优点。本行业的技术人员应该了解，

说 明 书

上述实施例不以任何形式限制本发明，凡采用等同替换或等效变换的方式所获得的技术方案，均落在本发明的保护范围内。

权 利 要 求 书

1. 一种居民小区短期负荷预测方法，其特征在于，包括：

步骤 1：读取历史样本数据，所述历史包括电力部门提供的居民小区待预测日前 1 年的负荷、日期类型及温度数据，对所述历史样本数据进行数据筛选；

步骤 2：对步骤 1 处理后得到的数据进行影响因素挖掘分析，得到一个对应的负荷影响因素系数集；

步骤 3：构建神经网络负荷预测的训练样本集和预测样本集；

步骤 4：利用步骤 2 中形成的负荷影响因素系数集对训练样本集进行影响因素分离处理，将处理后得到的结果作为神经网络的输入，通过训练得到训练后的神经网络；

步骤 5：对预测样本集也进行影响因素分离处理，将处理后得到的结果作为训练后的神经网络的输入，得到相应的输出结果；

步骤 6：在步骤 5 的基础上对输出结果进行影响因素加入处理，得到未来一周的负荷预测数据。

2. 根据权利要求 1 所述的一种居民小区短期负荷预测方法，其特征在于，所述步骤 1 包括：

步骤 1.1：对历史日负荷数据缺失量大于 20 个点的日负荷数据进行整体删除；并将一天中的 96 个负荷点数据通过计算得到日平均负荷；计算公式如下：

$$P_{\text{avdy}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{96} P_i^2}{96 - z}}, \text{ } P_i \text{ 表示一天 96 个时刻的负荷中第 } i \text{ 个时刻的负荷值；} z \text{ 表示 96 个时刻中缺失}$$

点和坏点的个数； P_{avdy} 表示日平均负荷值；

步骤 1.2：对日最低温度和最高温度求取平均值，得到日平均温度；

步骤 1.3：建立区分工作日和节假日的虚拟变量 D ， $D = (D_1, D_2, \dots, D_n)$ ，当 $D_i=1$ 时，表示第 i 天为工作日，当 $D_i=0$ 时，表示第 i 天为休息日，当 $D_i=2$ 时，表示第 i 天为春节假日，当 $D_i=3$ 时，表示第 i 天为国庆假日， n 为天数；

3. 根据权利要求 2 所述的一种居民小区短期负荷预测方法，其特征在于，所述步骤 2 包括：

步骤 2.1：将步骤 1 处理后得到的的负荷、温度数据按照日期类型不同分为工作日数据集和节假日数据集；

步骤 2.2：再分别对工作日数据集和节假日数据集按照 3 个日平均温度段：-4~8℃、9~25℃、26~35℃，对日平均负荷进行分类分析计算得到相应的温度段的节假日系数；

步骤 2.3：对工作日的日均负荷数据、温度数据以及日期数据，进行按月度归并，形成相应的负荷温度—月度负荷系数；

权 利 要 求 书

步骤 2.4: 针对春节和国庆假期下, 居民小区用户用电模式有区别于正常的休息日, 在除去温度—月度负荷系数和正常节假日系数之后得到相应的春节系数 K_{SP} 和国庆系数 K_{ND} 。

4. 根据权利要求 3 所述的一种居民小区短期负荷预测方法, 其特征在于, 所述步骤 2.3 包括:

步骤 2.3.1: 将日均负荷数据按照日平均温度和月份进行查找分类;

步骤 2.3.2: 将月份相同而且日平均温度相同的负荷数据归为一类并求取平均值;

步骤 2.3.3: 取日平均温度为 16°C 下的日均负荷数据求和并取平均值作为基准值;

步骤 2.3.4: 将步骤 2.3.2 中所得数据均除以步骤 2.3.3 中所的基准值形成一个按月度归并的负荷温度—月度负荷系数集 K_{TM} ;

步骤 2.3.5: 针对步骤 2.3.4 中形成的系数集中的空值进行填充和扩展形成完整的系数集。

5. 根据权利要求 4 所述的一种居民小区短期负荷预测方法, 其特征在于, 所述步骤 4 包括:

步骤 4.1: 确定神经网络结构: 神经网络由输入层、隐含层和输出层组成, 输入层由代表输入变量的神经元组成, 隐含层由代表中间变量的神经元组成, 输出层由代表输出结果的神经元组成;

步骤 4.2: 将步骤 3 中的训练样本集中的负荷数据除以对应的温度—月度负荷系数 K_{TM} 、温度段—节假日系数 K_{WN} , 如果是春节或者国庆还要除以对应的春节系数 K_{SP} 或者国庆系数 K_{ND} , 得到的结果作为神经网络的输入;

步骤 4.3: 对相应的训练样本进行训练, 对神经网络中的各参数拟合计算, 得到训练后改进的神经网络。

6. 根据权利要求 5 所述的一种居民小区短期负荷预测方法, 其特征在于, 所述步骤 5 包括:

步骤 5.1: 判断预测样本负荷数据所属的日期类型: 若为正常工作日进行步骤 5.2, 若为正常节假日则进行步骤 5.3, 若为春节或者国庆节节假日则进行步骤 5.4;

步骤 5.2: 将步骤 5 中的预测样本集中的负荷数据除以相应的温度—月度负荷系数 K_{TM} , 作为神经网络输入;

步骤 5.3: 将步骤 5 中的预测样本集中的负荷数据除以相应的温度—月度负荷系数 K_{TM} 和温度段—节假日系数 K_{WN} , 作为神经网络输入;

步骤 5.4: 将步骤 5 中的预测样本集中的负荷数据除以相应的温度—月度负荷系数 K_{TM} 、温度段—节假日系数 K_{WN} 以及相应的春节系数 K_{SP} 或者国庆系数 K_{ND} , 作为神经网络输入。

7. 根据权利要求 6 所述的一种居民小区短期负荷预测方法, 其特征在于, 所述步骤 6 包括:

步骤 6.1: 判断预测日的日期类型: 若为正常工作日进行步骤 6.2, 若为正常节假日则进行步骤 6.3, 若为春节或者国庆节节假日则进行步骤 6.4;

权 利 要 求 书

步骤 6.2: 将步骤 5 中的得到的神经网络输出结果, 乘以相应的温度一月度负荷系数 K_{TM} , 预测完成;

步骤 6.3: 则将步骤 5 中的得到的神经网络输出结果, 乘以相应的温度一月度负荷系数 K_{TM} 和温度段一节假日系数 K_{WN} , 预测完成;

步骤 6.4: 则将步骤 5 中的得到的神经网络输出结果, 乘以相应的温度一月度负荷系数 K_{TM} 、温度段一节假日系数 K_{WN} 以及相应的春节系数 K_{SP} 或者国庆系数 K_{ND} , 预测完成。

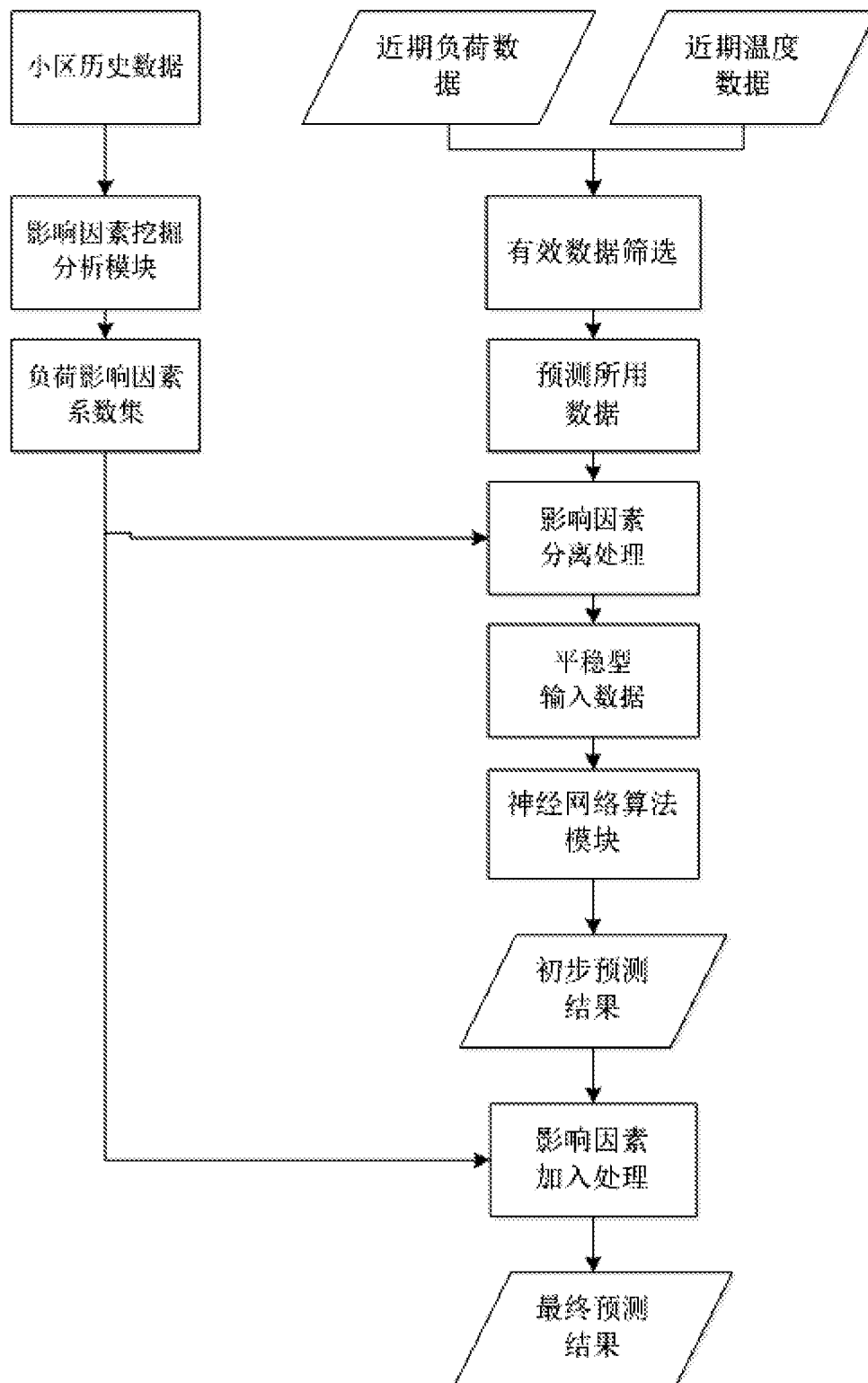


图 1

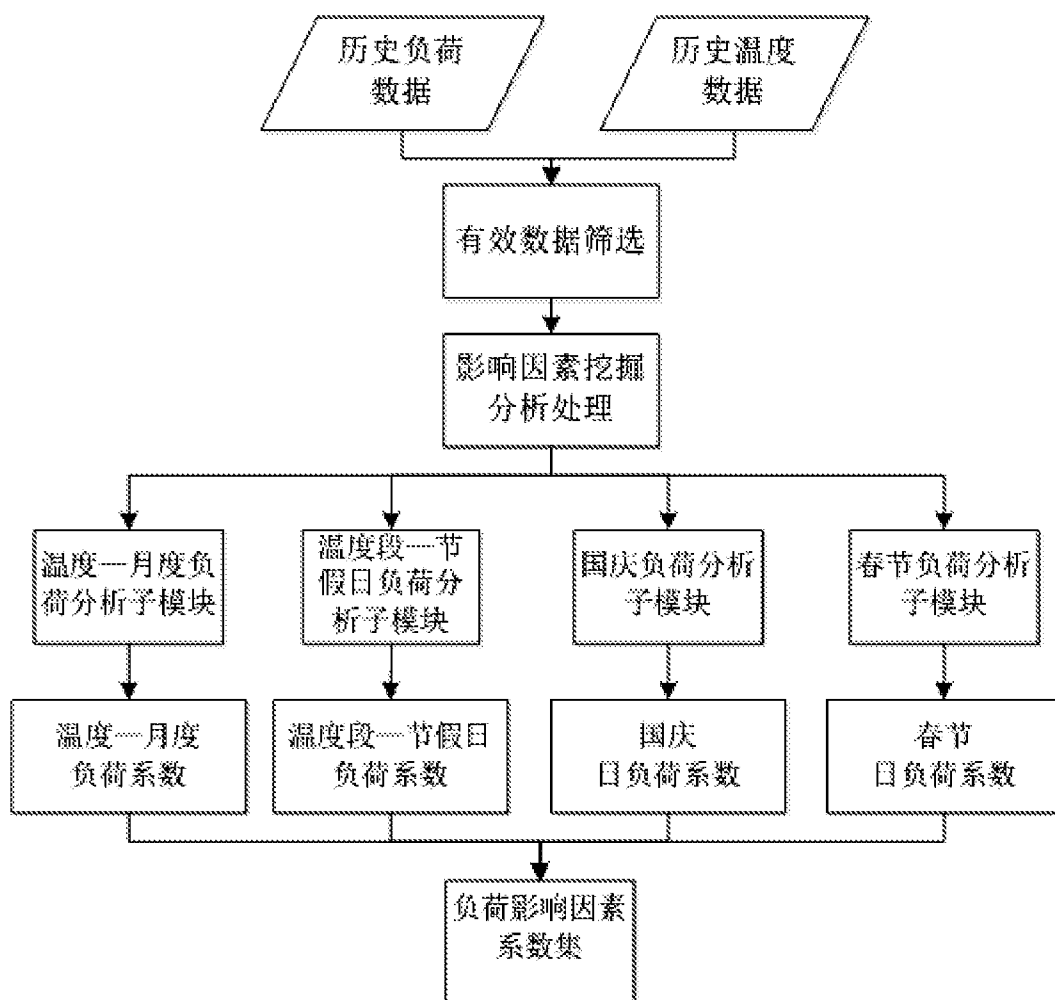


图 2

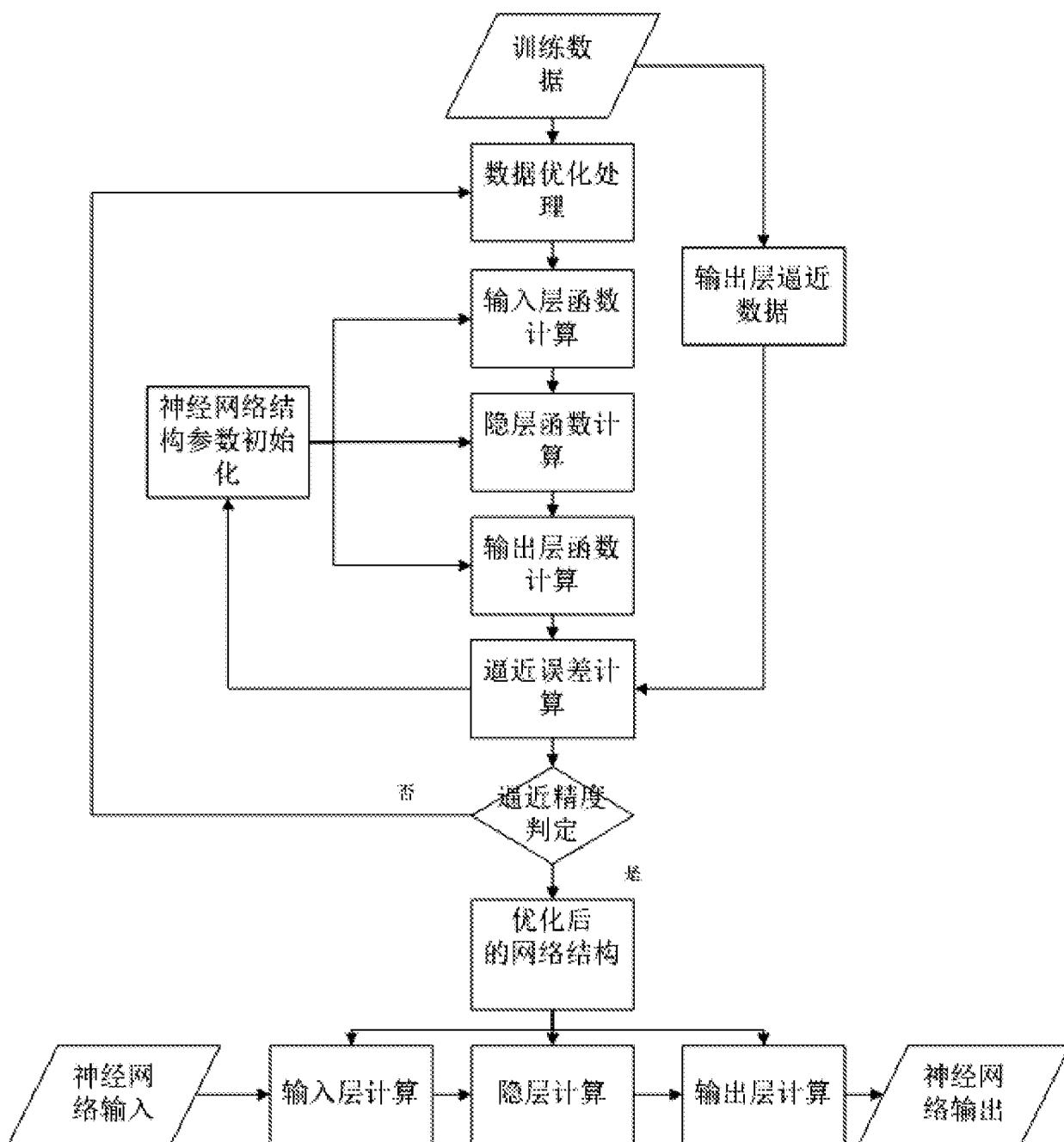


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2014/077109

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F 17/30 (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)

G06F17; G06Q50; G06T10; G06N3

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; VEN: power, load, short, term, neural, network, forecast+, predict+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 103854068 A (STATE GRID CORP CHINA et al.) 11 June 2014 (11.06.2014) claims 1-6	1-7
A	CN 101383023 A (UNIV XI AN JIAOTONG) 11 March 2009 (11.03.2009) the whole document	1-7
A	CN 101288089 A (SIEMENS POWER TRANSM & DISTRIB) 15 October 2008 (15.10.2008) the whole document	1-7

☐ 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 04 August 2014	Date of mailing of the international search report 19 September 2014
Name and mailing address of the ISA 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 LIU, Lin Telephone No. (86-10)62411953

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2014/077109

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103854068 A	11 June 2014	None	
CN 101383023 A	11 March 2009	CN 101383023 B	06 April 2011
CN 101288089 A	15 October 2008	EP 1907996 A1	09 April 2008
		IN 200800195 P1	27 June 2008
		WO 2007014383 A1	01 February 2007

A. 主题的分类		
G06F 17/30 (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)		
G06F17, G06Q50, G06T10, G06N3		
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;VEN:电力, 电网, 负荷, 预测, 短期, 神经网络, power, load, short, term, neural, network, forecast+, predict+		
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
PX	CN 103854068 A (国家电网公司等) 2014年 6月 11日 (2014 - 06 - 11) 权利要求1-6	1-7
A	CN 101383023 A (西安交通大学) 2009年 3月 11日 (2009 - 03 - 11) 全文	1-7
A	CN 101288089 A (西门子电力输送及配电有限公司) 2008年 10月 15日 (2008 - 10 - 15) 全文	1-7
☐ 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		国际检索报告邮寄日期
2014年 8月 04日		2014年 9月 19日
ISA/CN的名称和邮寄地址		授权官员
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国		刘琳
传真号 (86-10)62019451		电话号码 (86-10)62411953

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2014/077109

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	103854068	A	2014年 6月 11日	无	
CN	101383023	A	2009年 3月 11日	CN	101383023 B 2011年 4月 06日
CN	101288089	A	2008年 10月 15日	EP	1907996 A1 2008年 4月 09日
				IN	200800195 P1 2008年 6月 27日
				EP	1907996 B1 2014年 6月 04日
				WO	2007014383 A1 2007年 2月 01日