(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
2016 年 9 月 15 日 (15.09.2016)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2016/141739 A1

(51) 国际专利分类号:
G06Q 10/04 (2012.01) *G06Q 50/06* (2012.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2015/096188

(22) 国际申请日: 2015 年 12 月 2 日 (02.12.2015)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201510103254.0 2015 年 3 月 10 日 (10.03.2015) CN

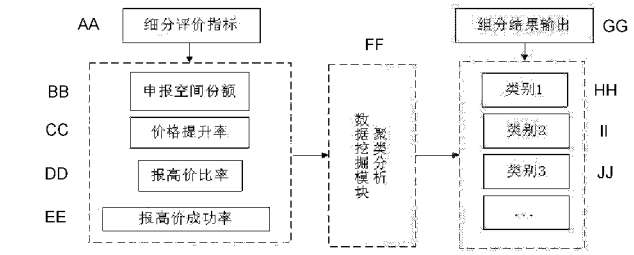
(71) 申请人: **华中电网有限公司 (CENTRAL CHINA GRID COMPANY LIMITED)** [CN/CN]; 中国湖北省武汉市旭东大街 47 号, Hubei 430077 (CN)。 **国家电网公司 (STATE GRID CORPORATION OF CHINA)** [CN/CN]; 中国北京市西城区西长安街 86 号, Beijing 100031 (CN)。 **北京科东电力控制系统有限责任公司 (BEIJING KEDONG POWER CONTROL SYSTEM Co. LTD)** [CN/CN]; 中国北京市海淀区中关村软件园 29 号南瑞科技大厦, Beijing 100193 (CN)。

(72) 发明人: **杨建华 (JIANHUA, Yang)**; 中国北京市海淀区中关村软件园 29 号南瑞科技大厦, Beijing 100193 (CN)。 **白顺明 (SHUNMING, Bai)**; 中国北京市海淀区中关村软件园 29 号南瑞科技大厦, Beijing 100193 (CN)。 **代勇 (YONG, Dai)**; 中国北京市海淀区中关村软件园 29 号南瑞科技大厦, Beijing 100193 (CN)。 **肖达强 (DAQIANG, Xiao)**; 中国北京市海淀区中关村软件园 29 号南瑞科技大厦, Beijing 100193 (CN)。 **刘定宜 (YIDING, Liu)**; 中国北京市海淀区中关村软件园 29 号南瑞科技大厦, Beijing 100193 (CN)。 **高春成 (CHUNCHENG, Gao)**; 中国北京市海淀区中关村软件园 29 号南瑞科技大厦, Beijing 100193 (CN)。 **樊爱军 (AIJUN, Fan)**; 中国北京市海淀区中关村软件园 29 号南瑞科技大厦, Beijing 100193 (CN)。 **方印 (YIN, Fang)**; 中国北京市海淀区中关村软件园 29 号南瑞科技大厦, Beijing 100193 (CN)。 **陶力 (LI, Tao)**; 中国北京市海淀区中关村软件园 29 号南瑞科技大厦, Beijing 100193 (CN)。 **史述红 (SHUHONG, Shi)**; 中国北京市海淀区中关村软件园 29 号南瑞科技大厦, Beijing 100193 (CN)。 **王蕾 (LEI, Wang)**; 中国北京市海淀区中关村软件园 29 号南瑞科技大厦, Beijing 100193 (CN)。 **李守保 (SHOUBAO, Li)**; 中国北京市海淀区中关村软件园 29 号南瑞科技大厦, Beijing 100193 (CN)。

[见续页]

(54) **Title**: DYNAMIC CLUSTERING-BASED METHOD OF ESTABLISHING SUPPLY-AND-DEMAND EARLY WARNING MODEL IN ELECTRICITY MARKET

(54) **发明名称**: 一种基于动态聚类的电力市场供需预警模型的建立方法



AA Subdivision evaluation indications
BB Declared space share
CC Price increase rate
DD High quoted price ratio
EE High quoted price success rate
FF Data discovery module clustering analysis

图 1

GG Component result output
HH Category 1
II Category 2
JJ Category 3

(57) **Abstract**: A dynamic clustering-based method of establishing a supply-and-demand early warning model in an electricity market. The method comprises: 1.1 selecting early warning indications before an electricity market transaction including: (1) declared space share; (2) price increase rate; (3) high quoted price ratio; (4) high quoted price success rate; 1.2 performing k-means method clustering according to capacity indicators capable of reflecting a market bidding position and strength and influencing market price, comprising the declared space share, the price increase rate, the high quoted price ratio, and the high quoted price success rate as determined in step 1.1, wherein an initial center is determined by an SPSS itself; 1.3 utilizing the k-means method to obtain a final category center difference and category center degree of deviation between each category, so as to establish a supply-and-demand early warning model in an electricity market.

(57) **摘要**:

[见续页]

WO 2016/141739 A1

王清波 (QINGBO, Wang); 中国北京市海淀区中关村软件园 29 号南瑞科技大厦, Beijing 100193 (CN)。 **丁鹏 (PENG, Ding)**; 中国北京市海淀区中关村软件园 29 号南瑞科技大厦, Beijing 100193 (CN)。 **袁明珠 (MINGZHU, Yuan)**; 中国北京市海淀区中关村软件园 29 号南瑞科技大厦, Beijing 100193 (CN)。 **任东明 (DONGMING, Ren)**; 中国北京市海淀区中关村软件园 29 号南瑞科技大厦, Beijing 100193 (CN)。 **刘杰 (JIE, Liu)**; 中国北京市海淀区中关村软件园 29 号南瑞科技大厦, Beijing 100193 (CN)。 **赵显 (XIAN, Zhao)**; 中国北京市海淀区中关村软件园 29 号南瑞科技大厦, Beijing 100193 (CN)。 **谭翔 (XIANG, Tan)**; 中国北京市海淀区中关村软件园 29 号南瑞科技大厦, Beijing 100193 (CN)。 **汪涛 (TAO, Wang)**; 中国北京市海淀区中关村软件园 29 号南瑞科技大厦, Beijing 100193 (CN)。 **袁晓鹏 (XIAOPENG, Yuan)**; 中国北京市海淀区中关村软件园 29 号南瑞科技大厦, Beijing 100193 (CN)。 **张雪 (XUE, Zhang)**; 中国北京市海淀区中关村软件园 29 号南瑞科技大厦, Beijing 100193 (CN)。

(74) **代理人**: **北京中济纬天专利代理有限公司 (BEIJING ZHONGJI WITAL INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY LTD.)**; 中国北京市朝阳区东三环北路甲 2 号京信大厦 0549, Beijing 100027 (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, 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, ST, 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))。

一种基于动态聚类的电力市场供需预警模型的建立方法，步骤如下：1.1 选取电力市场交易前预警指标，包括以下指标：（1）申报空间份额；（2）价格提升率；（3）报高价比率；（4）报高价成功率；1.2 根据步骤 1.1 确定的能够反映市场竞标地位、竞标实力和左右市场价格的能力指标，包括申报空间份额、价格提升率、报高价比例、报高价成功率，采用 K 均值法聚类，初始中心由 SPSS 自行确定；1.3 利用 K 均值方法得到各个类别之间的最终类中心差距以及类中心偏移程度，建立电力市场供需预警模型。

说 明 书

一种基于动态聚类的电力市场供需预警模型的建立方法

技术领域

本发明涉及一种电力市场预警技术，尤其是一种基于动态聚类的电力市场供需预警模型的建立方法。

背景技术

在实际工作中，电力市场交易供需的研究实际上已经有一些雏形。这些建立的评价指标体系对电力市场交易的研究是可喜的，但其实际应用效果还有待进一步的检验和完善，特别是各种指标交叉影响。因此本专利结合电力市场影响因素指标，基于聚类分析，以庞大的客户行为数据为基础，通过识别不同客户群体的行为特征，建立电力市场交易前供需预警模型，获取电力交易参与者数据信息与行为特征的内在联系，以更好地为电力行业的监管和协调工作提供理论依据和实践指导。

发明内容

本发明的目的在于定量分析建立电力市场供需预测模型，辨别电力市场交易行为，为市场运营、监管部门提供决策。为实现上述目的，本发明提出的一种基于层次聚类的电力市场供需预警模型方法的实施步骤如下：

S1. 电力市场交易前预警指标选取

电力市场中存在着参与者违背市场规则的行为，也存在着一些虽不违背市场规则，在交易前，可以横向比较基本信息，对各个电力市场参与者竞标地位进行评价，找出谁能主导交易市场行为，从而进行监视和管制。

竞标地位通过分析供应者基本信息得到，供应者地位类指标是用于研究各市场供应者在市场中的地位、竞标实力和左右市场价格的能力，包括以下指标：

1）申报空间份额

单个供应者申报空间占所有供应者申报空间的比例。表示为：申

报空间份额= $q_i / \sum q_i$ ，

q_i 可以为电厂的申报容量。

2）价格提升率

价格提升率=（P-C）/ C

其中，P 为平均申报价格，C 为平均发电成本。价格提升率反映了电厂报价相对于自身成本的提高程度，该指标越大，反映电厂在努力申报高价。

价格提升率不仅考虑了电厂的申报价格，还与其自身成本信息进行比较，可以很好的反映电厂的主观报价策略。有时候某个电厂的平均申报价格高于其它电厂，并不一定意味着该电厂在恶意抬高市场价格，很可能是由于其自身发电成本较高而不得不报高价，因此将电厂平均申报价格与价格提升率对比分析，才能全面了解电厂的报价意图。

3） 报高价比率

报高价比率为一定时期内市场供应者报接近最高价的次数的比例。高报价比率越大，表明供应者愿意冒更大的竞标风险来获取更高的收益。

4）报高价成功率

这一类指标通过对供应者的成交情况与申报情况的比较，来反映供应者的竞标策略与自身实力的配合情况，评价供应者的策略成功率和所具有的市场力。

报高价成功率=采用高价策略并申报成功的次数/一段时期内采用高价策略的次数

其中，“高价”指申报价格接近价格上限；“申报成功”指成交电量接近成交电量。

报高价成功率是综合指标，它反映了电厂既有意抬高申报价格，又能获得接近申报电量的情况。报高价成功率越高，表明该供应者控制市场价格的能力越强，具有的市场力越大。实际中，除少数处于市场领导地位的供应者外，其他供应者此项指标几乎为 0。这类供应者多，表明市场供需紧张或有垄断现象。

S2. 根据上文确定能够反映市场竞标地位、竞标实力和左右市场价格的能力指标，包括申报空间份额、价格提升率、报高价比例、报

高价成功率。采用 K 均值法聚类，初始中心由统计产品与服务解决方案及 SPSS（Statistical Product and Service Solutions）软件自行确定；

S3.利用 K 均值方法得到各个类别之间的最终类中心差距以及类中心偏移程度，建立电力市场供需预警模型。

本发明的有益效果在于：

1、本发明选取申报空间份额、价格提升率、报高价比例、报高价成功率四个供应者地位类指标，用于研究各市场供应者在市场中的地位、竞标实力和左右市场价格的能力。从而在交易前，可以横向比较基本信息，对各个电力市场参与者竞标地位进行评价，找出谁能主导交易市场行为，从而进行监视和管制。

2、本发明采用动态聚类方法，定量分析潜在的市场运营规律，对于市场运营、监管部门，在每次竞价前应计算市场容量供需比和各竞价电厂市场份额指标。利用动态聚类结果得到的具体数值，判断市场参与者是否可能整体申报高价，左右市场价格。

3、本发明建立的电力市场供需预警模型，可以从各个电力市场参与者找到市场的兴风作浪者，可供相关部门预测价格走势，强化交易的合规管理，保证交易的合理执行，降低实际执行产生的偏差。

附图说明

图 1 是本发明一种基于动态聚类的电力市场供需预警模型的建立方法流程图。

具体实施方式

如图 1 所示，本发明提出的一种基于动态聚类的电力市场供需预警模型的实施案例具体步骤如下：

(1) 本例选取某区域电力市场份额相对较大和相对较小的两类电厂用户，并选自某年的年度报价和分月报价数据，根据上文确定能够反映市场竞标地位、竞标实力和左右市场价格的能力指标，包括申报空间份额、价格提升率、报高价比例、报高价成功率，各指标相互关系如下：

说 明 书

表 1 市场份额、发电成本与报高价比率、报高价成功率的关系

	市场份额	价格提升率 MI	报高价比例	报高价成功率
市场份额	1	.595	.299	.799
价格提升率	.595	1	.836	.783
报高价比例	.299	.836	1	.389
报高价成功率	.799	.783	.389	1

由此可见

1）市场报高价比例与电厂自身的市场份额具有较大的相关关系：电厂自身市场份额越大，越倾向于申报高价；

2）电厂的高价中标率与自身市场份额密切相关。可以预见，市场份额大的电厂比较倾向于报高价，高价中标率相关系数也大，价格提升率大。

（2）根据上文确定的各指标，采用 K 均值法聚类，初始中心由 SPSS 自行确定，聚类结果如下：

表 2 聚类中心点

	分类		
	1	2	3
无约束平均成交价	232.14	272.19	189.66
市场份额	.07	.19	.03
价格提升率	.25	.33	.15
报高价比例	.75	1.00	.29
报高价成功率	.52	.96	.00

(3) 根据动态聚类算法，以电厂报高价成功率从低到高的顺序，可以将样本分为如表 3 所示的三类，结果如下：

表 3 指标动态分类结果

指标	优	中	差
市场份额	3%	7%	17%
价格提升率	.15	.25	.33

说 明 书

报高价比例	.29	.75	1.00
报高价成功率	.00	.52	.96

由此可见：

1）市场价格提升率低于 0.15，市场竞争性良好，若为 0.33 以上则很有可能引起价格的飞升；

2）供应者的市场份额小于 3%时基本不会报高价，即使报高价也很难中标，而那些市场份额大于 17%的大电厂，则会更倾向于申报高价。

综上，以上分析结果揭示了潜在的市场运营规律，对于市场运营、监管部门，在每次竞价前应计算市场容量供需比和各竞价电厂市场份额指标。若市场价格提升率为 0.33 以上，则市场参与者有可能整体申报高价；若某些电厂的市场份额大于 17%，则应引起特别注意，这些电厂将有能力左右市场价格。

权 利 要 求 书

1、一种基于动态聚类的电力市场供需预警模型的建立方法，步骤如下：

1.1 选取电力市场交易前预警指标，包括以下指标：

（1）申报空间份额

即单个供应者申报空间占所有供应者申报空间的比例，表示为：申报空间份额= $q_i / \sum q_i$ ， q_i 可以为电厂的申报容量；

（2）价格提升率

价格提升率=（P-C）/ C

其中，P 为平均申报价格，C 为平均发电成本；

（3） 报高价比率

即一定时期内市场供应者报接近最高价的次数的比例；

（4）报高价成功率

报高价成功率=采用高价策略并申报成功的次数/一段时期内采用高价策略的次数；

其中，“高价”指申报价格接近价格上限；“申报成功”指成交电量接近成交电量；

1.2 根据步骤 1.1 确定的能够反映市场竞标地位、竞标实力和左右市场价格的能力指标，包括申报空间份额、价格提升率、报高价比例、报高价成功率，采用 K 均值法聚类，初始中心由统计产品与服务解决方案及 SPSS（Statistical Product and Service Solutions）软件自行确定；

1.3 利用 K 均值方法得到各个类别之间的最终类中心差距以及类中心偏移程度，建立电力市场供需预警模型。

说 明 书 附 图

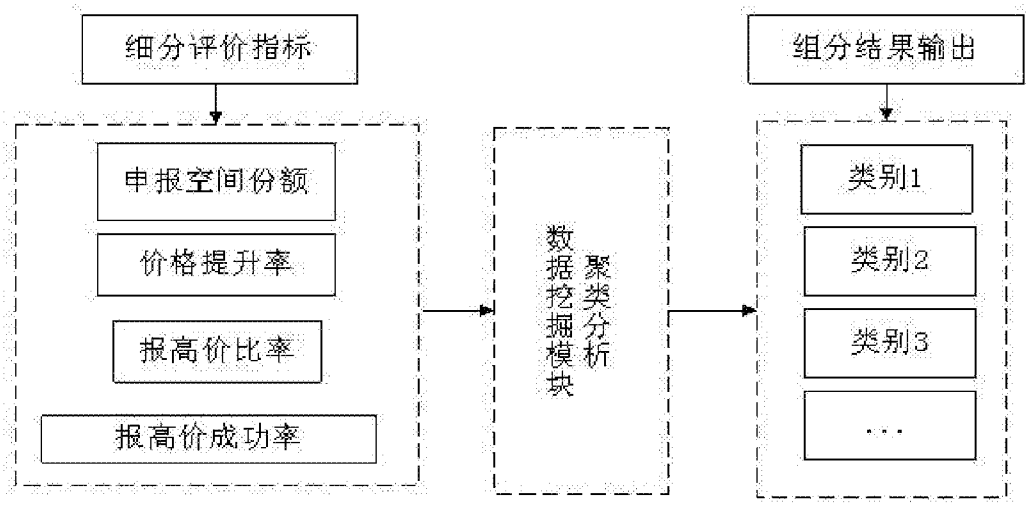

细分评价指标
申报空间份额
价格提升率
报高价比率
报高价成功率
数据挖掘模块
聚类分析
组分结果输出
类别1
类别2
类别3
...

图 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2015/096188

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06Q 10/04 (2012. 01) i; G06Q 50/06 (2012. 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)

G06Q

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)

CNPAT; WPI; EPODOC; CNKI; GOOGLE SCHOLAR: electric+, market, supply, demand, model+, cluster+, K w means, index

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 104820862 A (STATE GRID CORPORATION OF CHINA et al.) 05 August 2015 (05.08.2015) claims 1	1
A	LI, Caihua et al. SHORT-TERM MARGINAL PRICE FORECASTING WITH HYBRID MODEL, Automation of Electric Power Systems, vol.26, no.21,10 November 2002 (10.11.2002), pages 29-33	1
A	ZHOU, Hao et al. SHORT-TERM MARGINAL PRICE FORECASTING WITH HYBRID MODEL, Automation of Electric Power Systems, no. 04, 31 August 2004 (31.08.2004), pages 1-5	1
A	PENG, Yuanfang et al. Dominant factors mining in power system based on clustering analysis, Electric Power, vol. 39, no. 12, 31 December 2006 (31.12.2006), pages 16-19	1
A	CN 104331840 A (SOUTHEAST UNIVERSITY) 04 February 2015 (04.02.2015) the whole document	1

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

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&"document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
27 January 2016	26 February 2016
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 JIN, Xia Telephone No. (86-10) 62414438

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2015/096188

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 104820862	05 August 2015	None	
CN 104331840	04 February 2015	None	

国际检索报告

国际申请号 PCT/CN2015/096188

A. 主题的分类

G06Q 10/04(2012.01)i; G06Q 50/06(2012.01)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)

G06Q

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）)

CNPAT;WPI;EPODOC;CNKI;GOOGLE SCHOLAR;IEEE: 电力市场，供需，模型，聚类，K均值，指标，electric+，market，supply，demand，model+，cluster+，K w means，index

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 104820862 A (国家电网公司 等) 2015年 8月 5日 (2015-08-05) 权利要求1	1
A	李彩华 等. "混合式短期边际电价预测模型" 电力系统自动化，第26卷，第21期，2002年 11月 10日 (2002-11-10)， 第29-33页	1
A	周浩 等. "电力市场中发电商报价的聚类分析研究" 电力系统及其自动化学报，第4期，2004年 8月 31日 (2004-08-31)， 第1-5页	1
A	彭远芳 等. "电力系统中基于聚类分析的主导因素挖掘方法" 中国电力，第39卷，第12期，2006年 12月 31日 (2006-12-31)， 第16-19页	1
A	CN 104331840 A (东南大学) 2015年 2月 4日 (2015-02-04) 全文	1

☐ 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
2016年 1月 27日	2016年 2月 26日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	金霞
传真号 (86-10)62019451	电话号码 (86-10)62414438

表 PCT/ISA/210 (第2页) (2009年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2015/096188

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 104820862 A	2015年 8月 5日	无	
CN 104331840 A	2015年 2月 4日	无	