

(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
2020 年 7 月 9 日 (09.07.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/140317 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01N 5/04 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/076219
- (22) 国际申请日: 2019 年 2 月 27 日 (27.02.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201910005160.8 2019 年 1 月 3 日 (03.01.2019) CN
- (71) 申请人: 东北大学 (NORTHEASTERN UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷 11 号, Liaoning 110819 (CN)。
- (72) 发明人: 徐青伟(XU, Qingwei); 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷 11 号, Liaoning 110819 (CN)。
许开立(XU, Kaili); 中国辽宁省沈阳市和平区

文化路三巷 11 号, Liaoning 110819 (CN)。 陈守坤 (CHEN, Shoukun); 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷 11 号, Liaoning 110819 (CN)。 葛及 (GE, Ji); 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷 11 号, Liaoning 110819 (CN)。 徐晓虎(XU, Xiaohu); 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷 11 号, Liaoning 110819 (CN)。 姚锡文(YAO, Xiwen); 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷 11 号, Liaoning 110819 (CN)。

- (74) 代理人: 沈阳东大知识产权代理有限公司 (SHENYANG DONGDA INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD); 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷 11 号, Liaoning 110819 (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,

(54) **Title:** METHOD FOR CALCULATING VOLATILE COMPONENT RELEASING CHARACTERISTIC INDICES OF DIFFICULT-TO-PYROLYZE MATERIALS

(54) 发明名称: 难热解材料的挥发分释放特性指数计算方法

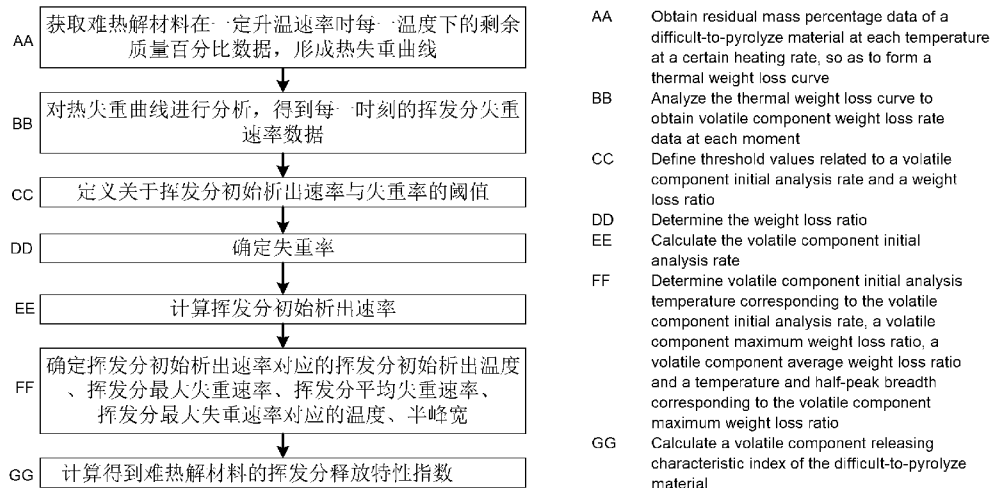


图 1

(57) **Abstract:** A method for calculating volatile component releasing characteristic indices of difficult-to-pyrolyze materials, comprising: first, obtaining residual mass percentage data of a difficult-to-pyrolyze material at each temperature at a certain heating rate, so as to form a thermal weight loss curve; analyzing the thermal weight loss curve to obtain volatile component weight loss rate data at each moment; defining threshold values related to a volatile component initial analysis rate and a weight loss ratio; determining the weight loss ratio and calculating the volatile component initial analysis rate, so as to determine volatile component initial analysis temperature corresponding to the volatile component initial analysis rate, and to determine a volatile component maximum weight loss

BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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)。

根据细则4.17的声明:

- 关于申请人有权申请并被授予专利 (细则4.17(ii))

本国际公布:

- 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

ratio and a volatile component average weight loss ratio of the difficult-to-pyrolyze material as well as temperature and a half-peak breadth corresponding to the volatile component maximum weight loss ratio; and finally, calculating a volatile component releasing characteristic index of the difficult-to-pyrolyze material according to the above data. The present method is capable of calculating the volatile component releasing characteristic indices of materials, in particular difficult-to-pyrolyze materials, and the method has high calculation result correctness and reliability.

(57) 摘要: 一种难热解材料的挥发分释放特性指数计算方法, 首先获取难热解材料在一定升温速率时每一温度下的剩余质量百分比数据, 形成热失重曲线; 然后对热失重曲线进行分析, 得到每一时刻的挥发分失重速率数据; 接着定义关于挥发分初始析出速率与失重率的阈值; 然后确定失重率, 计算挥发分初始析出速率, 从而确定挥发分初始析出速率对应的挥发分初始析出温度, 并确定难热解材料的挥发分最大失重速率、挥发分平均失重速率及挥发分最大失重速率对应的温度、半峰宽; 最后根据上述数据计算得到难热解材料的挥发分释放特性指数。本方法能够对材料尤其是难热解材料的挥发分释放特性指数进行计算, 计算结果准确性及可靠性高。

难热解材料的挥发分释放特性指数计算方法

技术领域

本发明涉及热解技术领域，特别是涉及一种难热解材料的挥发分释放特性指数计算方法。

背景技术

挥发分释放特性指数反应了材料的挥发分析出特性，其值越大，表明材料的挥发分析出特性越好，热解反应越容易进行。

现有的挥发分释放特性指数计算方法中，需要首先确定挥发分初始析出温度，对应的材料失重速率应达到 0.1mg/min；在进行热重分析实验时，实验样品的质量通常为 5mg，从而需要材料的失重速率达到 2wt%/min（wt%表示重量百分比）。对于煤炭、生物质（木材、花生壳、稻壳、玉米芯）、污泥等易热解材料，其挥发分含量高且在高温状态下容易发生热解，例如，生物质等材料的挥发分含量高达 70wt%，其失重速率比较容易达到 2wt%/min，从而能够按照概念对其挥发分释放特性指数进行计算。而对于在升温过程中失重速率小于 2wt%/min 的难热解材料，例如在铸造行业中广泛使用的型砂，其挥发分含量低且在高温状态下很难发生热解，若严格按照概念，将无法计算出其挥发分释放特性指数，从而不能对难热解材料的热解特性进行比较分析。可见，现有的挥发分释放特性指数计算方法不适用于难热解材料，关于难热解材料的挥发分释放特性指数的计算成为一个难题。

发明内容

针对现有技术存在的问题，本发明提供一种难热解材料的挥发分释放特性指数计算方法，能够对材料尤其是难热解材料的挥发分释放特性指数进行计算，计算结果准确性及可靠性高，有利于对材料热解特性的进一步分析。

本发明的技术方案为：

一种难热解材料的挥发分释放特性指数计算方法，其特征在于，包括下述步骤：

步骤 1：获取难热解材料在升温速率为 β 时每一温度下的剩余质量百分比 W ，形成热失重曲线 $W = f(T)$ ；其中， W 为难热解材料的剩余质量百分比， T 为温度， $T = \beta \times t$ ， t 为难热解材料的加热时间； W 、 T 、 β 、 t 的单位分别为 wt%、℃、℃/min、min；

步骤 2：对难热解材料的热失重曲线进行分析，得到每一时刻的挥发分失重速率 dw/dt ；其中， w 为难热解材料的挥发分质量百分比， $w = 1 - W$ ，从而 $dw/dt = -\beta \times dW/dT$ ， w 、 dw/dt 、

dW/dT 的单位分别为 wt%、wt%/min、wt%/°C；

步骤 3：定义阈值 $f = \frac{T_v}{m_{loss}}$ ；其中， T_v 为难热解材料的挥发分初始析出速率， m_{loss} 为难

热解材料的失重率； f 的值为定值，用 2wt%/min 的挥发分初始析出速率与生物质能源的 70% 的失重率来衡量，从而 $f = 2.86\text{wt\%/min}$ ；

步骤 4：对所述步骤 1 和步骤 2 中得到的每一温度下的剩余质量百分比数据及每一时刻的挥发分失重速率数据进行分析，确定难热解材料的失重率 m_{loss} ，计算得到难热解材料的挥发分初始析出速率 $T_v = f \times m_{loss}$ ，从而确定当挥发分失重速率 $dw/dt = T_v$ 时对应的挥发分初始析出温度 T_s ，并确定难热解材料的挥发分最大失重速率 $(dw/dt)_{max}$ 、挥发分平均失重速率 $(dw/dt)_{mean}$ 及挥发分最大失重速率对应的温度 T_{max} 、半峰宽即 $(dw/dt)/(dw/dt)_{max} = 1/2$ 时的温度区间 $\Delta_{1/2}$ ；其中， T_s 、 T_{max} 、 $\Delta_{1/2}$ 的单位均为 °C， $(dw/dt)_{max}$ 、 $(dw/dt)_{mean}$ 的单位均为 wt%/min；

步骤 5：计算得到难热解材料的挥发分释放特性指数 $D = \frac{(dw/dt)_{max} \times (dw/dt)_{mean}}{T_s \times T_{max} \times \Delta_{1/2}}$ ；其中，

D 的单位为 $\text{wt}\%^2/\text{min}^2/\text{C}^3$ 。

本发明的有益效果为：

本发明与现有的挥发分释放特性指数计算方法相比，能够计算出难热解材料的挥发分释放特性指数，也适用于一般材料的挥发分释放特性指数的求解，拓展了挥发分释放特性指数的应用领域。本发明通过计算难热解材料的挥发分释放特性指数，能够为材料热稳定性的研究提供一种思路。

附图说明

图 1 为本发明的难热解材料的挥发分释放特性指数计算方法的流程图；

图 2 为本发明的难热解材料的挥发分释放特性指数计算方法的实施例一、二、三中铸钢件型砂在不同升温速率下的热失重曲线图。

具体实施方式

下面将结合附图和具体实施方式，对本发明作进一步描述。

本发明的目的是提供一种难热解材料的挥发分释放特性指数计算方法，能够对材料尤其是难热解材料的挥发分释放特性指数进行计算，计算结果准确性及可靠性高，有利于对材料

热解特性的进一步分析。

如图 1 所示,为本发明的难热解材料的挥发分释放特性指数计算方法的流程图。如图 2 所示,为本发明的实施例一、二、三中铸钢件型砂在不同升温速率下的热失重曲线图。

实施例一

本发明的难热解材料的挥发分释放特性指数计算方法,包括下述步骤:

步骤 1: 获取难热解材料在升温速率为 β 时每一温度下的剩余质量百分比 W , 形成热失重曲线 $W = f(T)$; 其中, W 为难热解材料的剩余质量百分比, T 为温度, $T = \beta \times t$, t 为难热解材料的加热时间; W 、 T 、 β 、 t 的单位分别为 wt%、 $^{\circ}\text{C}$ 、 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 、min。

本实施例一中,难热解材料为铸钢件型砂,升温速率 $\beta = 20^{\circ}\text{C}/\text{min}$,图 2 中的曲线 a 为铸钢件型砂在氮气氛围下升温速率 $\beta = 20^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 时的热失重曲线。

步骤 2: 对难热解材料的热失重曲线进行分析,得到每一时刻的挥发分失重速率 dw/dt ; 其中, w 为难热解材料的挥发分质量百分比, $w = 1 - W$, 从而 $dw/dt = -\beta \times dW/dT$, w 、 dw/dt 、 dW/dT 的单位分别为 wt%、wt%/min、wt%/ $^{\circ}\text{C}$ 。

步骤 3: 定义阈值 $f = \frac{T_v}{m_{loss}}$; 其中, T_v 为难热解材料的挥发分初始析出速率, m_{loss} 为难热解材料的失重率; f 的值为定值,用 2wt%/min 的挥发分初始析出速率与生物质能源的 70% 的失重率来衡量,从而 $f = 2.86\text{wt\%/min}$ 。

步骤 4: 对所述步骤 1 和步骤 2 中得到的每一温度下的剩余质量百分比数据及每一时刻的挥发分失重速率数据进行分析,确定难热解材料的失重率 $m_{loss} = 0.83\%$, 计算得到难热解材料的挥发分初始析出速率 $T_v = f \times m_{loss} = 2.37 \times 10^{-2}\text{wt\%/min}$, 从而确定当挥发分失重速率 $dw/dt = T_v$ 时对应的挥发分初始析出温度 $T_s = 152^{\circ}\text{C}$, 并确定难热解材料的挥发分最大失重速率 $(dw/dt)_{\max} = 4.54 \times 10^{-2}\text{wt\%/min}$ 、挥发分平均失重速率 $(dw/dt)_{\text{mean}} = 1.56 \times 10^{-2}\text{wt\%/min}$ 及挥发分最大失重速率对应的温度 $T_{\max} = 464^{\circ}\text{C}$ 、半峰宽即 $(dw/dt)/(dw/dt)_{\max} = 1/2$ 时的温度区间 $\Delta_{1/2} = 450^{\circ}\text{C}$ 。

步骤 5: 计算得到难热解材料的挥发分释放特性指数

$$D = \frac{(dw/dt)_{\max} \times (dw/dt)_{\text{mean}}}{T_s \times T_{\max} \times \Delta_{1/2}} = 2.23 \times 10^{-11} \text{wt}\%^2/\text{min}^2/\text{C}^3。$$

实施例二

本实施例二与上述实施例一的区别在于，升温速率 $\beta=30^\circ\text{C}/\text{min}$ ，图 2 中的曲线 b 为铸钢件型砂在氮气氛围下升温速率 $\beta=30^\circ\text{C}/\text{min}$ 时的热失重曲线。

本实施例二中，难热解材料的失重率 $m_{\text{loss}}=0.98\%$ ，计算得到难热解材料的挥发分初始析出速率 $T_v = f \times m_{\text{loss}} = 2.80 \times 10^{-2} \text{wt}\%/\text{min}$ ，从而确定当挥发分失重速率 $dw/dt = T_v$ 时对应的挥发分初始析出温度 $T_s=115^\circ\text{C}$ 、难热解材料的挥发分最大失重速率 $(dw/dt)_{\max}=6.58 \times 10^{-2} \text{wt}\%/\text{min}$ 、挥发分平均失重速率 $(dw/dt)_{\text{mean}}=2.76 \times 10^{-2} \text{wt}\%/\text{min}$ 及挥发分最大失重速率对应的温度 $T_{\max}=473^\circ\text{C}$ 、半峰宽即 $(dw/dt)/(dw/dt)_{\max}=1/2$ 时的温度区间 $\Delta_{1/2}=483^\circ\text{C}$ 。计算得到难热解材料的挥发分释放特性指数 $D = \frac{(dw/dt)_{\max} \times (dw/dt)_{\text{mean}}}{T_s \times T_{\max} \times \Delta_{1/2}} = 6.91 \times 10^{-11} \text{wt}\%^2/\text{min}^2/\text{C}^3。$

实施例三

本实施例三与上述实施例一的区别在于，升温速率 $\beta=40^\circ\text{C}/\text{min}$ ，图 2 中的曲线 c 为铸钢件型砂在氮气氛围下升温速率 $\beta=40^\circ\text{C}/\text{min}$ 时的热失重曲线。

本实施例三中，难热解材料的失重率 $m_{\text{loss}}=1.36\%$ ，计算得到难热解材料的挥发分初始析出速率 $T_v = f \times m_{\text{loss}} = 3.89 \times 10^{-2} \text{wt}\%/\text{min}$ ，从而确定当挥发分失重速率 $dw/dt = T_v$ 时对应的挥发分初始析出温度 $T_s=126^\circ\text{C}$ 、难热解材料的挥发分最大失重速率 $(dw/dt)_{\max}=1.20 \times 10^{-1} \text{wt}\%/\text{min}$ 、挥发分平均失重速率 $(dw/dt)_{\text{mean}}=5.11 \times 10^{-2} \text{wt}\%/\text{min}$ 及挥发分最大失重速率对应的温度 $T_{\max}=492^\circ\text{C}$ 、半峰宽即 $(dw/dt)/(dw/dt)_{\max}=1/2$ 时的温度区间 $\Delta_{1/2}=469^\circ\text{C}$ 。计算得到难热解材料的挥发分释放特性指数 $D = \frac{(dw/dt)_{\max} \times (dw/dt)_{\text{mean}}}{T_s \times T_{\max} \times \Delta_{1/2}} = 2.11 \times 10^{-10} \text{wt}\%^2/\text{min}^2/\text{C}^3。$

由上述三个实施例可以看出，随着升温速率的增大，铸钢件型砂的挥发分最大失重速率对应的温度 $T_{\max}$ 与挥发分释放特性指数 D 均逐渐增大，反应了材料的热解规律。

显然，上述实施例仅仅是本发明的一部分实施例，而不是全部的实施例。上述实施例仅用于解释本发明，并不构成对本发明保护范围的限定。基于上述实施例，本领域技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例，也即凡在本申请的精神和原理之内所作的所有修改、等同替换和改进等，均落在本发明要求的保护范围内。

权利要求书

1.一种难热解材料的挥发分释放特性指数计算方法，其特征在于，包括下述步骤：

步骤 1：获取难热解材料在升温速率为 β 时每一温度下的剩余质量百分比 W ，形成热失重曲线 $W = f(T)$ ；其中， W 为难热解材料的剩余质量百分比， T 为温度， $T = \beta \times t$ ， t 为难热解材料的加热时间； W 、 T 、 β 、 t 的单位分别为 wt%、℃、℃/min、min；

步骤 2：对难热解材料的热失重曲线进行分析，得到每一时刻的挥发分失重速率 dw/dt ；其中， w 为难热解材料的挥发分质量百分比， $w = 1 - W$ ，从而 $dw/dt = -\beta \times dW/dT$ ， w 、 dw/dt 、 dW/dT 的单位分别为 wt%、wt%/min、wt%/℃；

步骤 3：定义阈值 $f = \frac{T_v}{m_{loss}}$ ；其中， T_v 为难热解材料的挥发分初始析出速率， m_{loss} 为难热解材料的失重率； f 的值为定值，用 2wt%/min 的挥发分初始析出速率与生物质能源的 70% 的失重率来衡量，从而 $f = 2.86 \text{ wt\%/min}$ ；

步骤 4：对所述步骤 1 和步骤 2 中得到的每一温度下的剩余质量百分比数据及每一时刻的挥发分失重速率数据进行分析，确定难热解材料的失重率 m_{loss} ，计算得到难热解材料的挥发分初始析出速率 $T_v = f \times m_{loss}$ ，从而确定当挥发分失重速率 $dw/dt = T_v$ 时对应的挥发分初始析出温度 T_s ，并确定难热解材料的挥发分最大失重速率 $(dw/dt)_{\max}$ 、挥发分平均失重速率 $(dw/dt)_{\text{mean}}$ 及挥发分最大失重速率对应的温度 $T_{\max}$ 、半峰宽即 $(dw/dt)/(dw/dt)_{\max} = 1/2$ 时的温度区间 $\Delta_{1/2}$ ；其中， T_s 、 $T_{\max}$ 、 $\Delta_{1/2}$ 的单位均为℃， $(dw/dt)_{\max}$ 、 $(dw/dt)_{\text{mean}}$ 的单位均为 wt%/min；

步骤 5：计算得到难热解材料的挥发分释放特性指数 $D = \frac{(dw/dt)_{\max} \times (dw/dt)_{\text{mean}}}{T_s \times T_{\max} \times \Delta_{1/2}}$ ；其中，

D 的单位为 $\text{wt}\%^2/\text{min}^2/\text{℃}^3$ 。

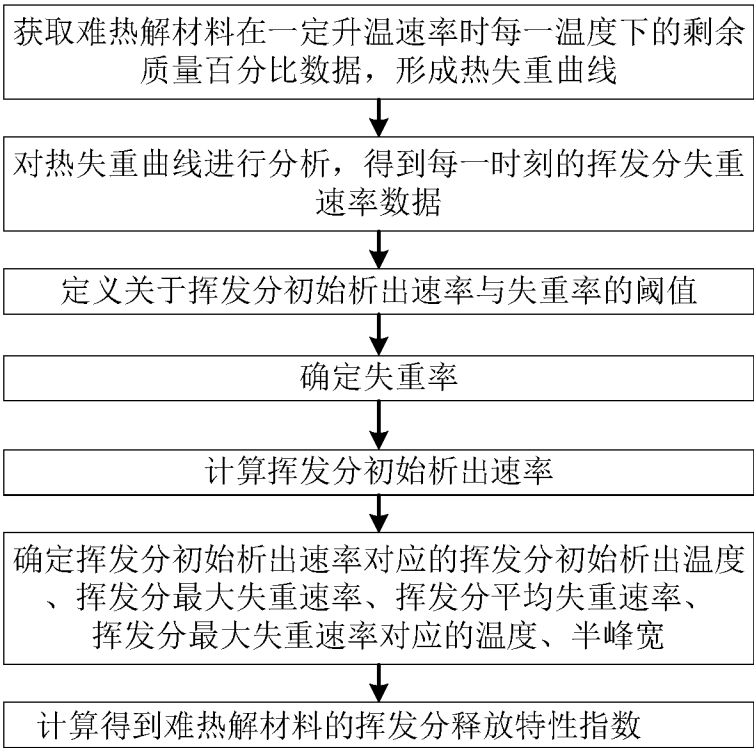


图 1

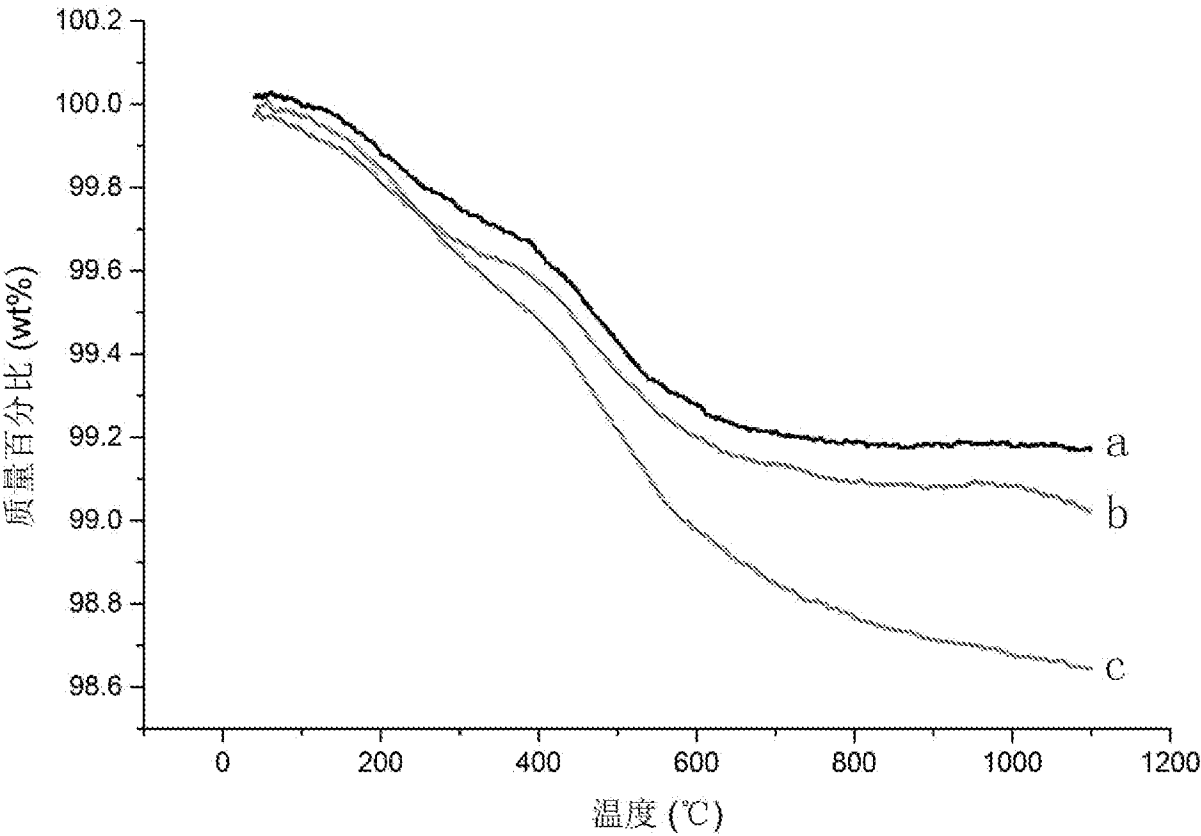


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/076219

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01N 5/04(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) G01N 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) WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI, GOOGLE: 热解, 挥发分, 升温速率, 热重分析, 热失重曲线, 质量变化量曲线, pyrolysis, volatile, heating rate, thermogravimetric analysis, TG														
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>陈晓平等 (CHEN, Xiaoping et al.). "污泥及其与煤混合物的热解特性和灰熔融特性 (Pyrolysis Characteristics and Ash Fusion Property of Sludge and Blended Fuel of Sludge and Coal)" 东南大学学报(自然科学版) (<i>Journal of Southeast University (Natural Science Edition)</i>), Vol. 38, No. (06), 30 November 2008 (2008-11-30), pp. 1038-1041</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>曾武勇等 (ZENG, Wuyong et al.). "两种典型污泥热解特性及动力学机理 (Pyrolysis Characteristics and Kinetics Mechanism of Two Typical Sludge)" 燃烧科学与技术 (<i>Journal of Combustion Science and Technology</i>), Vol. 19, No. (06), 31 December 2013 (2013-12-31), pp. 544-547</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>姚锡文等 (YAO, Xiwen et al.). "不同农业生物质废弃物的热解特性及动力学对比 (Comparative Study on Pyrolysis Characteristics and Dynamics Characteristics of Different Agriculture Biomass Wastes)" 东南大学学报(自然科学版) (<i>Journal of Southeast University (Natural Science Edition)</i>), Vol. 37, No. (11), 30 November 2016 (2016-11-30), pp. 1593-1597</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	陈晓平等 (CHEN, Xiaoping et al.). "污泥及其与煤混合物的热解特性和灰熔融特性 (Pyrolysis Characteristics and Ash Fusion Property of Sludge and Blended Fuel of Sludge and Coal)" 东南大学学报(自然科学版) (<i>Journal of Southeast University (Natural Science Edition)</i>), Vol. 38, No. (06), 30 November 2008 (2008-11-30), pp. 1038-1041	1	X	曾武勇等 (ZENG, Wuyong et al.). "两种典型污泥热解特性及动力学机理 (Pyrolysis Characteristics and Kinetics Mechanism of Two Typical Sludge)" 燃烧科学与技术 (<i>Journal of Combustion Science and Technology</i>), Vol. 19, No. (06), 31 December 2013 (2013-12-31), pp. 544-547	1	X	姚锡文等 (YAO, Xiwen et al.). "不同农业生物质废弃物的热解特性及动力学对比 (Comparative Study on Pyrolysis Characteristics and Dynamics Characteristics of Different Agriculture Biomass Wastes)" 东南大学学报(自然科学版) (<i>Journal of Southeast University (Natural Science Edition)</i>), Vol. 37, No. (11), 30 November 2016 (2016-11-30), pp. 1593-1597	1
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
X	陈晓平等 (CHEN, Xiaoping et al.). "污泥及其与煤混合物的热解特性和灰熔融特性 (Pyrolysis Characteristics and Ash Fusion Property of Sludge and Blended Fuel of Sludge and Coal)" 东南大学学报(自然科学版) (<i>Journal of Southeast University (Natural Science Edition)</i>), Vol. 38, No. (06), 30 November 2008 (2008-11-30), pp. 1038-1041	1												
X	曾武勇等 (ZENG, Wuyong et al.). "两种典型污泥热解特性及动力学机理 (Pyrolysis Characteristics and Kinetics Mechanism of Two Typical Sludge)" 燃烧科学与技术 (<i>Journal of Combustion Science and Technology</i>), Vol. 19, No. (06), 31 December 2013 (2013-12-31), pp. 544-547	1												
X	姚锡文等 (YAO, Xiwen et al.). "不同农业生物质废弃物的热解特性及动力学对比 (Comparative Study on Pyrolysis Characteristics and Dynamics Characteristics of Different Agriculture Biomass Wastes)" 东南大学学报(自然科学版) (<i>Journal of Southeast University (Natural Science Edition)</i>), Vol. 37, No. (11), 30 November 2016 (2016-11-30), pp. 1593-1597	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 13 June 2019		Date of mailing of the international search report 04 July 2019												
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088 China Facsimile No. (86-10)62019451		Authorized officer Telephone No.												

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/076219

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	姚锡文 等 (YAO, Xiwen et al.). "稻壳和稻草的热重-质谱分析及其反应动力学 (Thermogravimetric-Mass Spectrometry Analysis and Pyrolysis Kinetic of Rice Husk and Rice Straw)" 东南大学学报(自然科学版) (<i>Journal of Southeast University (Natural Science Edition)</i>), Vol. 37, No. (3), 31 March 2016 (2016-03-31), pp. 426-430	1
A	CN 106124558 A (UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY BEIJING) 16 November 2016 (2016-11-16) entire document	1

International application No.
PCT/CN2019/076219

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	106124558	A	16 November 2016	CN	106124558	B	08 January 2019

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/076219

A. 主题的分类

G01N 5/04 (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)

G01N

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))

WPI, EPDOC, CNPAT, CNKI, GOOGLE: 热解, 挥发分, 升温速率, 热重分析, 热失重曲线, 质量变化量曲线, pyrolysis, volatile, heating rate, thermogravimetric analysis, TG

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	陈晓平 等. “污泥及其与煤混合物的热解特性和灰熔融特性” 东南大学学报 (自然科学版), 第38卷, 第06期, 2008年 11月 30日 (2008 - 11 - 30), 第1038-1041页	1
X	曾武勇 等. “两种典型污泥热解特性及动力学机理” 燃烧科学与技术, 第19卷, 第06期, 2013年 12月 31日 (2013 - 12 - 31), 第544-547页	1
X	姚锡文 等. “不同农业生物质废弃物的热解特性及动力学对比” 东北大学学报 (自然科学版), 第37卷, 第11期, 2016年 11月 30日 (2016 - 11 - 30), 第1593-1597页	1
X	姚锡文 等. “稻壳和稻草的热重-质谱分析及其反应动力学” 东北大学学报 (自然科学版), 第37卷, 第03期, 2016年 3月 31日 (2016 - 03 - 31), 第426-430页	1
A	CN 106124558 A (北京科技大学) 2016年 11月 16日 (2016 - 11 - 16) 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

2019年 6月 13日

国际检索报告邮寄日期

2019年 7月 4日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

苏菲

电话号码 86-(10)-53961392

国际申请号
PCT/CN2019/076219

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 106124558 A	2016年 11月 16日	CN 106124558 B	2019年 1月 8日