

# (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  
2012年10月4日 (04.10.2012)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号  
WO 2012/129814 A1

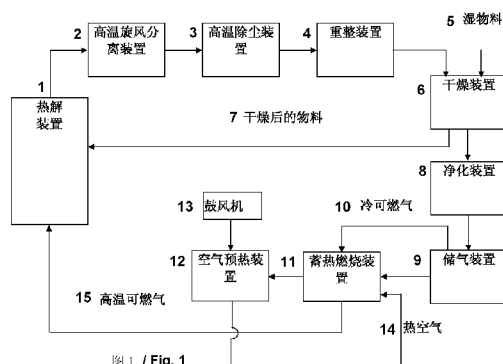
- (51) 国际专利分类号:  
C01B 31/08 (2006.01) C01G 11/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2011/072388
- (22) 国际申请日: 2011年4月1日 (01.04.2011)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): **大连理工大学 (DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY)** [CN/CN]; 中国辽宁省大连市甘井子凌工路2号土木水利学院, Liaoning 116024 (CN)。
- (72) 发明人: 及
- (75) 发明人/申请人 (仅对美国): **李爱民 (LI, Aimin)** [CN/CN]; 中国辽宁省大连市甘井子区凌工路2号大连理工大学环境学院, Liaoning 116024 (CN)。 **高宁博 (GAO, Ningbo)** [CN/CN]; 中国辽宁省大连市甘井子区凌工路2号大连理工大学环境学院, Liaoning 116024 (CN)。 **毛燎原 (MAO, Liaoyuan)** [CN/CN]; 中国辽宁省大连市甘井子凌工路2号大连理工大学环境学院, Liaoning 116024 (CN)。
- (74) 代理人: **大连理工大学专利中心 (PATENT CENTER OF DUT)**; 中国辽宁省大连市甘井子凌工路2号, Liaoning 116024 (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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, 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))。

(54) Title: METHOD FOR PREPARATION OF ACTIVE CARBON BY PYROLYSIS OF ORGANICS

(54) 发明名称: 一种有机物热解制取活性炭方法



- 1 PYROLYSIS UNIT
- 2 HIGH TEMPERATURE CYCLONE SEPARATOR
- 3 HIGH TEMPERATURE DUST SEPARATION UNIT
- 4 REFORMING UNIT
- 5 WET MATERIAL
- 6 DRYING UNIT
- 7 DRIED MATERIAL
- 8 PURIFYING UNIT
- 9 GAS STORAGE UNIT
- 10 COLD COMBUSTIBLE GASES
- 11 COMBUSTION AND HEAT-EXCHANGE UNIT
- 12 AIR PREHEATING UNIT
- 13 AIR BLOWER
- 14 HOT AIR
- 15 HIGH TEMPERATURE COMBUSTIBLE GASES

(57) Abstract: A method for preparation of active carbon by pyrolysis of organics comprises pyrolysis process of organics, reforming process, drying process, purifying process of combustible gases, and combustion and heat-exchange process. In the method, the combustible gases yielded in the pyrolysis process of the organics are used to provide energy for the pyrolysis process.

[见续页]



WO 2012/129814 A1

---

**(57) 摘要:**

一种有机物热解制取活性炭的方法，包括有机物热解过程、重整过程、干燥过程、可燃气体的净化过程和蓄热燃烧换热过程。在该方法中，利用有机物热解反应产生的可燃气体为热解过程提供能量。

# 说明书

## 发明名称：一种有机物热解制取活性炭方法

- [1] 技术领域
- [2] 本发明属于有机物热解及活性炭技术领域，涉及一种有机物的热解制取活性炭的方法。特别涉及到利用有机物包括有机固体废物、生物质、煤、城市污泥、油田含油污泥，塑料类、橡胶类、有机垃圾及其衍生物等有机物制取热解及活性炭制取方法。
- [3] 背景技术
- [4] 有机物种类繁多，产量巨大。热解是一种对有机物资源化处理的有效方法。通过热解有机物可得到可燃气体、焦油、焦炭等产物。可燃气体、焦油含有较高热值，焦炭经活化后可形成活性炭。活性炭是一种经济价值较高的产品，广泛用于各类工业过程及日常生活中。
- [5] 热解有机物的过程需要消耗大量的能源。目前大多热解过程以消耗外来能源为热解提供热量，过程能耗较高。对焦炭的活化也多以外来气体如水蒸汽、CO<sub>2</sub>、空气（主要是氧）或它们的混合物为活化介质，这些活化方法多要消耗额外的能源来提供活化过程的热量。
- [6] 有机物热解过程中产生的高温可燃气和可燃气体中蕴含的热值可以为有机物热解过程提供所需的热量。充分利用可燃气体中的显热和燃气热值，可以大大节约外来能量的供给。热解过程中产生的焦油往往裹挟在可燃气中，成为管道堵塞、设备腐蚀等问题的根源。热解焦油具有较高的热值，对热解可燃气体的重整，可以提升可燃气的品位，降低焦油的排放。
- [7] 经检索发现了专利申请号为 200810123383.6、名称为'城市污泥与农业废弃物共热解制备活性炭工艺'的技术方案。该方案中提到了城市污泥与农业废弃物共热解制备活性炭工艺，这种方式将混合物在一定温度下隔绝空气加热，该方法需要外来能源对热解过程加热，能耗较高，物料密闭于反应器中，物料的流化性差。专利申请号为 201010159906.X、名称为'城市污泥低温热解同时制备生物油和活性炭的方法'的技术方案，提到了城市污泥低温流化热解方法，该方法需

要大量的外来能源加热反应器，热解可燃气体中的显热不能得到充分利用，不能解决焦油带来的诸多问题。

[8] 发明内容

[9] 本发明针对有机物热解过程以及活性炭制备过程中需要消耗较高的能量的问题，提供一种利用有机物通过热解反应产生的可燃气体为热解过程和提供能源。通过重整和净化后的可燃气体，经过高温蓄热重整装置后，产生的高温经蓄热换热后对可燃气体加热，以高温可燃气体为热解介质，进行有机物的热解反应。达到有机物热解过程中外来能量的零供给，实现热解活性炭的廉价生产。

[10] 本发明的有机物热解制取活性炭方法，包括有机物热解过程、重整过程、有机物干燥过程、可燃气体的净化过程和蓄热燃烧换热过程。

[11] 热解过程中，有机物作为热解原料在有机物热解装置内进行热解，产生可燃气体、焦油和焦炭。热解后可燃气体经过气固分离装置、高温除尘装置后，进入重整装置中进行部分燃烧蓄热重整，热解气中的焦油成分被分解。重整装置为高温重整反应装置，重整介质为催化剂，对可燃气体中的焦油成分经过重整装置进行催化重整。重整后可燃气体中的焦油组分大幅减低，可燃气体热值经重整后提高。

[12] 从重整装置出来的可燃气体进入干燥装置，通过换热加热干燥装置，可燃气体被冷却。从干燥装置入口处加入的湿物料被干燥，干燥后产生的有机物作为热解原料进入热解装置中参与反应。干燥过程中，可燃气体经重整装置后进入干燥装置，干燥过程用于回收可燃气体中的显热；经过干燥后，有机物的含水率大大降低。

[13] 冷却后的可燃气体经过净化装置后进入储气装置。储气装置中储存的可燃气体在高温蓄热燃烧装置进行燃烧，燃烧产生的高温烟气使蓄热燃烧装置一直保持较高温度水平，排出的尾气经过换热器后排出。

[14] 从储气装置中引出的可燃气体分为两部分，一部分作为燃料在蓄热燃烧装置中燃烧，另一部分在蓄热燃烧装置中被加热。燃烧时产生大量的热量将可燃气体加热成高温可燃气体。

[15] 在蓄热燃烧装置中，蓄热燃烧装置有两个方向的通道，一个方向是燃烧通道，

另外一个方向是换热通道。可燃气体在燃烧通道燃烧的同时，从储气装置引出可燃气体通过换热通道进行换热，在这个过程中可燃气体被快速加热，形成高温可燃气体。与蓄热燃烧装置相连的鼓风机产生冷空气通过空气预热装置回收蓄热燃烧装置排出的烟气余热，从而实现对空气的预热，形成的热空气用于蓄热燃烧装置的燃烧供给。

[16] 从蓄热燃烧装置出来的高温可燃气体作为热解介质进入热解装置为热解反应提供热量，同时也作为活化剂对热解过程中的焦炭进行活化，从而生成活性炭。

[17] 所述的有机物热解装置为流化床、沸腾床、循环流化床或固定床。

[18] 本发明，热解过程中可燃气体组分可以为  $H_2$ 、 $CO$ 、 $CO_2$ 、 $CH_4$ 、 $C_2H_4$ 、 $C_2H_6$ 、 $C_3H_6$ 、 $C_3H_8$ ，热解介质进口温度可以为  $600-800^\circ C$ ，进入热解装置中的有机物含水率可以为  $20-30\%$ ；

[19] 所述的重整装置可以为高温重整反应装置，重整装置的工作温度可以为

[20]  $800-900^\circ C$ ；蓄热燃烧装置的工作温度可以为  $800-900^\circ C$ ；蓄热燃烧烟气尾气预热回收过程中对空气的预热温度为  $150-200^\circ C$ 。

[21] 本发明的有益效果：

[22] （1）有机物的热解与活性炭制备过程可充分利用有机物中蕴含的热值，实现外来能源的零供给，甚至可以对外提供能源。

[23] （2）热解介质为可燃气体，热解介质既为热载体，又作为活化剂活化焦炭，从而使焦炭活化为活性炭。

[24] （3）蓄热燃烧过程可以实现可燃气体的蓄热燃烧，可以对可燃气体进行清洁高效的换热。

[25] （4）干燥过程可以利用可燃气体中的显热，实现有机物的干燥，能量得到充分利用和节约，将有机物从固体废物转化为燃料，提升了有机物品位。

[26] （5）节约能源，整个系统不需要其他外来能源。

[27] （6）有效解决了气化燃气的净化问题。重整过程对热解气中的焦油成分进行重整，可降低热解可燃气体中的焦油成分，同时提升可燃气体热值。

[28] 附图说明

[29] 图 1 是根据本发明装置的结构示意图。

[30] 具体实施方式

[31] 下面结合附图对本发明的技术方案做进一步的说明。

[32] 图 1 所示是根据本发明用于实施有机物热解制取活性炭方法的处理装置的基本系统布置。如图 1 所示，有机物作为热解原料在热解反应装置内进行热解，产生可燃气体和固定炭。可燃气体经过气固分离装置和高温除尘装置后进入重整装置中进行重整反应，可燃气体中的焦油成分被分解，可燃气体热值得到提高。从重整装置出来的热可燃气体经过一个有机物干燥装置，湿有机物通过吸收热可燃气体中的显热完成干燥过程，干燥后的有机物作为热解原料输入热解装置。高温蓄热燃烧装置有两个通道方向，一个是燃烧通道方向，一个是换热通道方向。通过干燥装置后的可燃气体经净化装置后进入储气装置；从储气装置引出两条输气管路，一条与高温蓄热燃烧装置的燃烧通道方向连接，另外一条与高温蓄热燃烧装置的换热通道方向连接。在高温蓄热燃烧装置的燃烧通道方向，可燃气体在高温蓄热燃烧装置内进行高温燃烧，蓄热体温度升高，产生的烟气通过一个空气换热器对冷空气进行预热，预热后的空气进入燃烧蓄热器作为氧化剂参与燃烧反应；于此同时，在高温蓄热燃烧装置的另一个通道方向，从储气装置引出的可燃气体经过高温燃烧装置的换热方向通道，低温可燃气体被加热为高温可燃气体，这些高温可燃气体作为热解介质进入热解装置为热解反应提供热量，同时也作为活化剂对热解过程中的焦炭进行活化，焦炭从而生成活性炭。

## 权利要求书

[权利要求 1]

1、一种有机物热解制取活性炭方法，包括有机物热解过程、重整过程、有机物干燥过程、可燃气体的净化过程和蓄热燃烧换热过程，其特征在于以下步骤，

热解过程中，有机物作为热解原料在有机物热解装置内进行热解，产生可燃气体、焦油和焦炭；热解后可燃气体经过气固分离装置、高温除尘装置后，进入重整装置中进行部分燃烧蓄热重整，热解气中的焦油成分被分解；重整装置为高温重整反应装置，重整介质为催化剂，对可燃气体中的焦油成分经过重整装置进行催化重整；

从重整装置出来的可燃气体进入干燥装置，通过换热加热干燥装置，可燃气体被冷却；从干燥装置入口处加入的湿物料被干燥，干燥后产生的有机物作为热解原料进入热解装置中参与反应；干燥过程中，可燃气体经重整装置后进入干燥装置，干燥过程用于回收可燃气体中的显热；

冷却后的可燃气体经过净化装置后进入储气装置；储气装置中储存的可燃气体在高温蓄热燃烧装置进行燃烧，燃烧产生的高温烟气使蓄热燃烧装置一直保持较高温度水平，排出的尾气经过换热器后排出；

从储气装置中引出的可燃气体分为两部分，一部分作为燃料在蓄热燃烧装置中燃烧，另一部分在蓄热燃烧装置中被加热；燃烧时产生大量的热量将可燃气体加热成高温可燃气体；

从蓄热燃烧装置出来的高温可燃气体作为热解介质进入热解装置为热解反应提供热量，同时也作为活化剂对热解过程中的焦炭进行活化，从而生成活性炭。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于：所述的有机物热解装置为流化床、沸腾床、循环流化床或固定床。

3、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于：所述的重整装置为

高温重整反应装置。

4、根据权利要求1所述的方法，其特征在于：进入干燥装置的湿物料含水率为60-80%。

5、根据权利要求1所述的方法，其特征在于：重整装置的工作温度为800-900°C。

6、根据权利要求1所述的方法，其特征在于：蓄热燃烧烟气尾气预热回收过程中对空气的预热温度为150-200°C。

7、根据权利要求3所述的方法，其特征在于：蓄热燃烧装置的工作温度为800-900 °C。

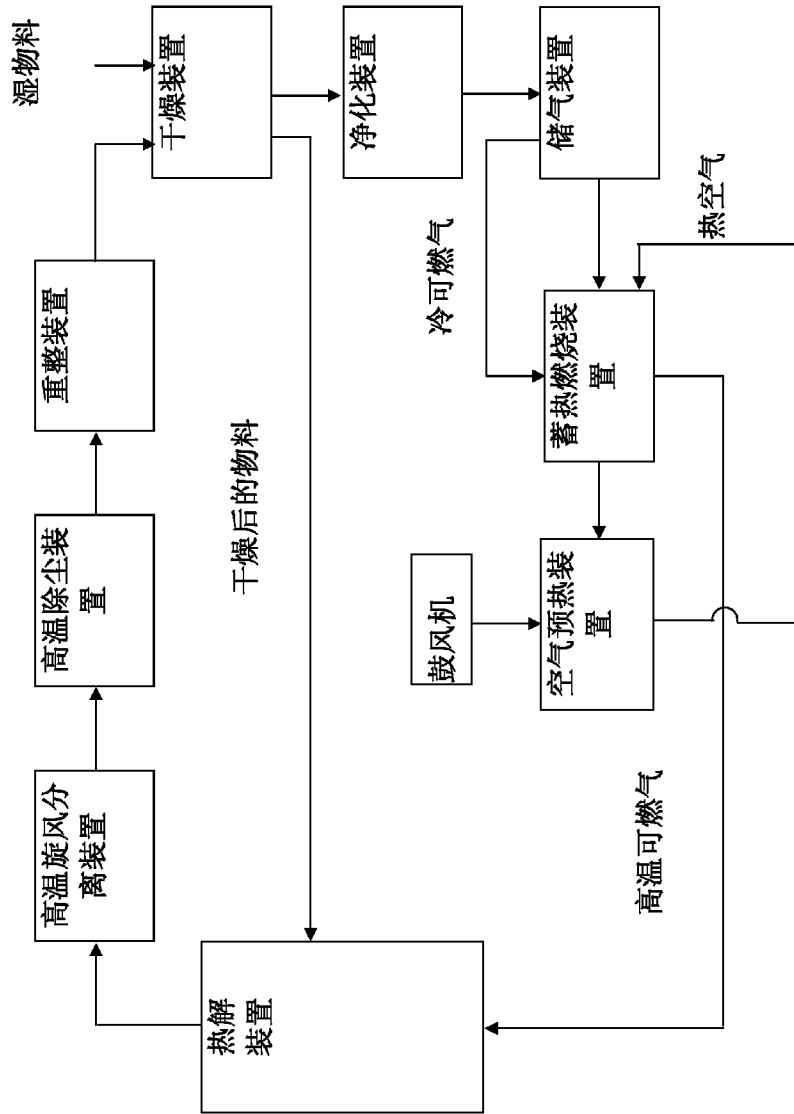


图 1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/072388

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See 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: C01B31/-, C10G11/-, 70/-, B01J32/-, 35/-, 20/-, C10J3/-, C10K1/-, C10B53/-, 49/-, C02F11/-

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, CNKI, CPRS: pyroly+, thermal?, tar?, reform+, acticarbon?, active w carbon?, activated w carbon?, active w char?, activated w char?, active w charcoal?, activated w charcoal?, thermal w storage?

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN101289184A(LU, Yuanjian) 22 Oct. 2008(22.10.2008), see pages 1~2 of the description, claims 1~3 and fig. 1	1-7
A	CN101328423A(UNIV DALIAN SCI & ENG) 24 Dec. 2008(24.12.2008), see pages 1~5 of the description, claims 1~4 and fig. 1	1-7
A	CN101611123A(IHI CORP) 23 Dec. 2009(23.12.2009), see whole document	1-7
A	CN1313834A(KATZ R et al.) 19 Sep. 2001(19.09.2001), see whole document	1-7
A	CN101585535A(UNIV QINGDAO) 25 Nov. 2009(25.11.2009), see whole document	1-7

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

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>
--	---

<p>Date of the actual completion of the international search</p> <p style="text-align: center;">19 July 2011 (19.07.2011)</p>	<p>Date of mailing of the international search report</p> <p style="text-align: center;"><b>19 Jan. 2012 (19.01.2012)</b></p>
<p>Name and mailing address of the ISA/CN</p> <p>The State Intellectual Property Office, the P.R.China 6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China 100088 Facsimile No. 86-10-62019451</p>	<p>Authorized officer</p> <p style="text-align: center;"><b>ZHOU Quan</b></p> <p>Telephone No. (86-10)62084698</p>

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

International application No.  
PCT/CN2011/072388

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN101289184A	2008-10-22	CN101289184B	2010-09-22
CN101328423A	2008-12-24	none	
CN101611123A	2009-12-23	WO2008102414A	2008-08-28
		AU2007347600A	2008-08-28
		AU2007347600B	2010-08-26
		AR065427A	2009-06-10
		DE112007003336T	2009-12-24
		US2010050516A1	2010-03-04
CN1313834A	2001-09-19	WO0000429A	2000-01-06
		CA2336777 A	2000-01-06
		AU4643899 A	2000-01-17
		EP1091906 A	2001-04-18
		IL125137 A	2001-07-24
		JP2002519280A	2002-07-02
		AU757483B	2003-02-20
		US6558644 B	2003-05-06
		AT319655T	2006-03-15
		DE69930261T	2006-11-30
CN101585535 A	2009-11-25	CN101585535B	2011-04-06

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/072388

Continuation of second sheet:

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C01B 31/08 (2006.01)i

C10G 11/00 (2006.01)i

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



国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号  
**PCT/CN2011/072388**

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN101289184A	2008-10-22	CN101289184B	2010-09-22
CN101328423A	2008-12-24	无	
CN101611123A	2009-12-23	WO2008102414A	2008-08-28
		AU2007347600A	2008-08-28
		AU2007347600B	2010-08-26
		AR065427A	2009-06-10
		DE112007003336T	2009-12-24
		US2010050516A1	2010-03-04
CN1313834A	2001-09-19	WO0000429A	2000-01-06
		CA2336777 A	2000-01-06
		AU4643899 A	2000-01-17
		EP1091906 A	2001-04-18
		IL125137 A	2001-07-24
		JP2002519280A	2002-07-02
		AU757483B	2003-02-20
		US6558644 B	2003-05-06
		AT319655T	2006-03-15
		DE69930261T	2006-11-30
CN101585535 A	2009-11-25	CN101585535B	2011-04-06

续第 2 页：A. 主题的分类

C01B 31/08 (2006.01)i

C10G 11/00 (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