



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107128914 B

(45)授权公告日 2019.04.09

(21)申请号 201710538010.4

审查员 王甜甜

(22)申请日 2017.07.04

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107128914 A

(43)申请公布日 2017.09.05

(73)专利权人 陕西师范大学

地址 710062 陕西省西安市长安南路199号

(72)发明人 刘春玲 蒋忠涛 裴健 董文生

赵博文 李芝灵

(74)专利代理机构 西安永生专利代理有限责任

公司 61201

代理人 高雪霞

(51)Int.Cl.

C01B 32/33(2017.01)

C01B 32/336(2017.01)

权利要求书1页 说明书7页

(54)发明名称

石油焦基柱状活性炭的制备方法

(57)摘要

本发明公开了一种石油焦基柱状活性炭的制备方法,该方法采用沥青为基质,在与酚醛进一步缩合下,形成软化点为290~350℃、残炭72%~82%的碳质结合剂,并与辅助粘结剂共同作用,与石油焦粉经混捏、成型、炭化和活化,制备成强度达86%~95%、碘吸附值690~1000mg/g、灰分0.2%~0.35%的优质石油焦基柱状活性炭。本发明避免了采用化学活化法制备活性炭所造成的对设备和环境的污染,也避免了成型活性炭制备中综合性能差等问题,可用于制备优质石油焦基柱状活性炭。

1. 一种石油焦基柱状活性炭的制备方法,其特征在于它由下述步骤组成:

(1) 加压反应

将沥青与酚类化合物、醛类化合物、酸按质量比为1:(0.01~0.2):(0.1~0.3):(0.01~0.09)加入反应釜中,在搅拌状态下加热至50~90 °C,恒温反应1~7小时,压力恒定在0.1~5 MPa;

上述的沥青为石油渣油、脱油沥青、低温煤焦油、中温煤焦油、高温煤焦油中的任意一种或两种以上的混合物,酚类化合物为苯酚、对苯二酚、间苯二酚中的任意一种,醛类化合物为甲醛或聚合度为8~100的多聚甲醛,酸为草酸、醋酸、柠檬酸、马来酸、乙二酸中的任意一种;

(2) 减压缩聚反应

将步骤(1)加压反应后的产物在反应釜中继续升温至350~450 °C,在0~-0.096 MPa下恒温反应10~60分钟,制备成碳质结合剂;

(3) 成型

将石油焦和步骤(2)所得碳质结合剂分别粉碎磨细至200目以下,按照石油焦粉、碳质结合剂、辅助粘结剂、水的质量比为100:(10~80):(5~30):(5~30)混捏均匀,采用挤条成型法挤出成型,晾干;

上述的辅助粘结剂为羧甲基纤维素、藻朊酸钠、骨胶、聚乙烯醇中的任意一种;

(4) 制备石油焦基柱状活性炭

将步骤(3)所得柱型碳置于管式炉中,在N<sub>2</sub>保护下,以1~5 °C/分钟的升温速率升温至700~900 °C,并按0.2~0.6 mL/min的流速通入水蒸气,活化反应60~150分钟,反应结束后,自然降温后取出,即得石油焦基柱状活性炭。

2. 根据权利要求1所述的石油焦基柱状活性炭的制备方法,其特征在于:步骤(1)中,所述沥青与酚类化合物、醛类化合物、酸按质量比为1:(0.10~0.15):(0.1~0.2):(0.04~0.05)。

3. 根据权利要求1所述的石油焦基柱状活性炭的制备方法,其特征在于:步骤(1)中,在搅拌状态下加热至60~75°C,恒温反应3~5小时,压力恒定在3~4MPa。

4. 根据权利要求1所述的石油焦基柱状活性炭的制备方法,其特征在于:步骤(2)中,将步骤(1)加压反应后的产物继续在反应釜中升温至390~410°C,在-0.05~-0.07MPa下恒温反应25~50分钟。

5. 根据权利要求1所述的石油焦基柱状活性炭的制备方法,其特征在于:步骤(3)中,所述石油焦粉、碳质结合剂、辅助粘结剂、水的质量比为100:(30~50):(5~20):(10~20)。

6. 根据权利要求1所述的石油焦基柱状活性炭的制备方法,其特征在于:步骤(4)中,在N<sub>2</sub>保护下,以3~4 °C/分钟的升温速率升温至780~850 °C,并按0.4~0.5 mL/min的流速通入水蒸气,活化反应80~120分钟。

## 石油焦基柱状活性炭的制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于活性炭的制备技术领域,特别是涉及一种石油焦基柱状活性炭的制备方法。

### 背景技术

[0002] 石油焦是炼油厂炼油过程中的一种副产品,其产量约为原料油的25%~30%,碳含量和热值很高,灰分和挥发分很低。随着石油需求的不断增加和原油深加工的发展以及世界原油的重质化,石油焦的产量不断增加。因此,石油焦的合理有效利用成为日益关注的课题。目前,硫含量较低且质量较好的石油焦主要应用于水泥和冶金等几大行业,但随着我国进口原油的大量增加,炼油厂石油焦硫含量大大增加,难以制成石墨电极、阳极糊等优质炭素制品,大都作为低价值的燃料,用其生产活性炭具有较大的发展潜力。

[0003] 世界各国对于以石油焦为原料生产活性炭的研究大都集中在化学法,该工艺虽能制得高比表面积活性炭,但存在工艺路线长、成本高、对设备腐蚀严重等缺点。对于水蒸气活化法制备石油焦基柱状活性炭,由于石油焦结构紧密,结晶度高。采用一般的煤基活性炭用粘结剂,如煤沥青、煤焦油或一些辅助成分等,活性炭强度低,比表面积小。以石油焦粉为原料制作活性炭的传统方法是其加入辅助粘结剂(如羧甲基纤维素、藻朊酸钠、骨胶、聚乙烯醇等),通过混捏后挤出成型,经过炭化活化后最大强度为62%,碘吸附值320~400mg/g,灰分0.2%~0.4%。也有采用掺杂耐高温结合剂的报道,虽然强度和比表面有所提高,但引入了大量灰分和杂质,影响制品最终性能和应用。

### 发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题在于克服上述石油焦基柱状活性炭制备过程中存在的问题,提供一种利用高软化点高残炭的碳质结合剂制备强度高、比表面积大、灰分含量低的石油焦基柱状活性炭的方法。

[0005] 解决上述技术问题所采用的方案是由下述步骤组成:

[0006] 1、加压反应

[0007] 将沥青与酚类化合物、醛类化合物、酸按质量比为1:(0.01~0.2):(0.1~0.3):(0.01~0.09)加入反应釜中,在搅拌状态下加热至50~90℃,恒温反应1~7小时,压力恒定在0.1~5Mpa。

[0008] 上述的沥青为石油渣油、脱油沥青、煤焦油、低温煤焦油、中温煤焦油、高温煤焦油中的任意一种或两种以上的混合物,酚类化合物为苯酚、对苯二酚、间苯二酚中的任意一种,醛类化合物为甲醛或聚合度为8~100的多聚甲醛,酸为草酸、醋酸、柠檬酸、马来酸、乙二酸中的任意一种。

[0009] 2、减压缩聚反应

[0010] 将步骤1加压反应后的产物在反应釜中继续升温至350~450℃,在0~-0.096MPa下恒温反应10~60分钟,制备成碳质结合剂。

[0011] 3、成型

[0012] 将石油焦和步骤2所得碳质结合剂分别粉碎磨细至200目以下,按照石油焦粉、碳质结合剂、辅助粘结剂、水的质量比为100:(10~80):(5~30):(5~30)混捏均匀,采用挤条成型法挤出成型,晾干。

[0013] 上述的辅助粘结剂为羧甲基纤维素、藻朊酸钠、骨胶、聚乙烯醇中的任意一种。

[0014] 4、制备石油焦基柱状活性炭

[0015] 将步骤3所得柱型碳置于管式炉中,在N<sub>2</sub>保护下,以1~5℃/分钟的升温速率升温至700~900℃,并按0.2~0.6mL/min的流速通入水蒸气,活化反应60~150分钟,反应结束后,自然降温后取出,即得石油焦基柱状活性炭。

[0016] 上述步骤1中,优选沥青与酚类化合物、醛类化合物、酸按质量比为1:(0.10~0.15):(0.1~0.2):(0.04~0.05)。

[0017] 上述步骤1中,进一步优选在搅拌状态下加热至60~75℃,恒温反应3~5小时,压力恒定在3~4MPa。

[0018] 上述步骤2中,优选将步骤1加压反应后的产物继续在反应釜中升温至390~410℃,在-0.05~-0.07MPa下恒温反应25~50分钟。

[0019] 上述步骤3中,优选石油焦粉、碳质结合剂、辅助粘结剂、水的质量比为100:(30~50):(5~20):(10~20)。

[0020] 上述步骤4中,优选在N<sub>2</sub>保护下,以3~4℃/分钟的升温速率升温至780~850℃,并按0.4~0.5mL/min的流速通入水蒸气,活化反应80~120分钟。

[0021] 本发明采用沥青为基质,在与酚醛进一步缩合下,形成软化点为290~350℃、残炭72%~82%的碳质结合剂,并与辅助粘结剂共同作用,与石油焦粉经混捏、成型、炭化和活化,制备成强度达86%~95%、碘吸附值690~1000mg/g、灰分0.2%~0.35%的优质石油焦基柱状活性炭。本发明避免了采用化学活化法制备活性炭所造成的对设备和环境的污染,也避免了成型活性炭制备中综合性能差等问题,可用于制备优质石油焦基柱状活性炭。

## 具体实施方式

[0022] 下面结合实施例对本发明进一步详细说明,但本发明的保护范围不仅限于这些实施例。

[0023] 下面实施例中活性炭强度采用GB/T7702.3-2008煤质颗粒活性炭试验方法中强度的测定方法,根据GBT12496.8-1999《木质活性炭试验方法碘吸附值的测定》测定碘吸附值,根据GBT 603-2002《化学试剂试验方法中所用制剂及制品的制备》配制所需标准溶液,并标定。

[0024] 实施例1

[0025] 1、加压反应

[0026] 将100g脱油沥青、10g对苯二酚、20g甲醛、5g柠檬酸加入反应釜中,并开启磁力搅拌器,升温至80℃时调节压力为2MPa,保持4小时,然后将压力调至0MPa。

[0027] 2、减压缩聚反应

[0028] 将步骤1加压反应后的产物在反应釜中继续升温至370℃,调节压力为-0.07MPa,恒温反应30分钟,反应结束后出料,得到软化点为253℃、残炭为67.8%的碳质结合剂。

[0029] 3、成型

[0030] 将石油焦与步骤2所得碳质结合剂分别粉碎磨细至200目以下,然后将300g焦粉、120g碳质结合剂、30g羧甲基纤维素、60g水装入混捏挤出一体机中,混捏均匀,再采用挤条成型法挤出成型,晾干。

[0031] 4、制备石油焦基柱状活性炭

[0032] 将步骤3所得柱型碳置于管式炉中,在N<sub>2</sub>保护下,以3℃/分钟的升温速率升温至800℃,并按0.5mL/min的流速通入水蒸气,活化反应100分钟,反应结束后,自然降温后取出,即得到强度84%、碘吸附值672mg/g、灰分0.385%的石油焦基柱状活性炭。

[0033] 实施例2

[0034] 1、加压反应

[0035] 将100g石油渣油、10g间苯二酚、20g甲醛、8g醋酸加入反应釜中,并开启磁力搅拌器,升温至65℃时调节压力为4MPa,保持3小时,然后将压力调至0MPa。

[0036] 2、减压缩聚反应

[0037] 将步骤1加压反应后的产物在反应釜中继续升温至380℃,调节压力为-0.08MPa,恒温反应25分钟,反应结束后出料,得到软化点为273℃、残炭为69.4%的碳质结合剂。

[0038] 3、成型

[0039] 将石油焦与步骤2所得碳质结合剂分别粉碎磨细至200目以下,然后将300g焦粉、120g碳质结合剂、60g羧甲基纤维素、60g水装入混捏挤出一体机中,混捏均匀,再采用挤条成型法挤出成型,晾干。

[0040] 4、制备石油焦基柱状活性炭

[0041] 将步骤3所得柱型碳置于管式炉中,在N<sub>2</sub>保护下,以3℃/分钟的升温速率升温至780℃,并按0.4mL/min的流速通入水蒸气,活化反应120分钟,反应结束后,自然降温后取出,即得到强度87%、碘吸附值697mg/g、灰分0.369%的石油焦基柱状活性炭。

[0042] 实施例3

[0043] 1、加压反应

[0044] 将100g脱油沥青、5g苯酚、10g聚合度为8的多聚甲醛、3g醋酸加入反应釜中,并开启磁力搅拌器,升温至65℃时调节压力为3MPa,保持2小时,然后将压力调至0MPa。

[0045] 2、减压缩聚反应

[0046] 将步骤1加压反应后的产物在反应釜中继续升温至380℃,调节压力为-0.03MPa,恒温反应25分钟,反应结束后出料,得到软化点为225℃、残炭为64.2%的碳质结合剂。

[0047] 3、成型

[0048] 将石油焦与步骤2所得碳质结合剂分别粉碎磨细至200目以下,然后将300g焦粉、90g碳质结合剂、60g羧甲基纤维素、60g水装入混捏挤出一体机中,混捏均匀,再采用挤条成型法挤出成型,晾干。

[0049] 4、制备石油焦基柱状活性炭

[0050] 将步骤3所得柱型碳置于管式炉中,在N<sub>2</sub>保护下,以3℃/分钟的升温速率升温至750℃,并按0.3mL/min的流速通入水蒸气,活化反应130分钟,反应结束后,自然降温后取出,即得到强度80%、碘吸附值600mg/g、灰分0.5%的石油焦基柱状活性炭。

[0051] 实施例4

[0052] 1、加压反应

[0053] 将100g高温煤焦油、15g对苯二酚、20g甲醛、5g草酸加入反应釜中,并开启磁力搅拌器,升温至60℃时调节压力为3MPa,保持3小时,然后将压力调至0MPa。

[0054] 2、减压缩聚反应

[0055] 将步骤1加压反应后的产物在反应釜中继续升温至390℃,调节压力为-0.05MPa,恒温反应40分钟,反应结束后出料,得到软化点为302℃、残炭为73.7%的碳质结合剂。

[0056] 3、成型

[0057] 将石油焦与步骤2所得碳质结合剂分别粉碎磨细至200目以下,然后将300g焦粉、120g碳质结合剂、30g羧甲基纤维素、60g水装入混捏挤出一体机中,混捏均匀,再采用挤条成型法挤出成型,晾干。

[0058] 4、制备石油焦基柱状活性炭

[0059] 将步骤3所得柱型碳置于管式炉中,在N<sub>2</sub>保护下,以3℃/分钟的升温速率升温至810℃,并按0.5mL/min的流速通入水蒸气,活化反应100分钟,反应结束后,自然降温后取出,即得到强度89%、碘吸附值838mg/g、灰分0.296%的石油焦基柱状活性炭。

[0060] 实施例5

[0061] 1、加压反应

[0062] 将100g石油渣油、15g苯酚、15g聚合度为100的多聚甲醛、5g醋酸加入反应釜中,并开启磁力搅拌器,升温至70℃时调节压力为3MPa,保持4小时,然后将压力调至0MPa。

[0063] 2、减压缩聚反应

[0064] 将步骤1加压反应后的产物在反应釜中继续升温至390℃,调节压力为-0.05MPa,恒温反应50分钟,反应结束后出料,得到软化点为308℃、残炭为74.5%的碳质结合剂。

[0065] 3、成型

[0066] 将石油焦与步骤2所得碳质结合剂分别粉碎磨细至200目以下,然后将200g焦粉、100g碳质结合剂、20g羧甲基纤维素、40g水装入混捏挤出一体机中,混捏均匀,再采用挤条成型法挤出成型,晾干。

[0067] 4、制备石油焦基柱状活性炭

[0068] 将步骤3所得柱型碳置于管式炉中,在N<sub>2</sub>保护下,以3℃/分钟的升温速率升温至820℃,并按0.4mL/min的流速通入水蒸气,活化反应120分钟,反应结束后,自然降温后取出,即得到强度90%、碘吸附值840mg/g、灰分0.302%的石油焦基柱状活性炭。

[0069] 实施例6

[0070] 1、加压反应

[0071] 将100g脱油沥青、10g苯酚、20g甲醛、5g醋酸加入反应釜中,并开启磁力搅拌器,升温至70℃时调节压力为3MPa,保持3小时,然后将压力调至0MPa。

[0072] 2、减压缩聚反应

[0073] 将步骤1加压反应后的产物在反应釜中继续升温至400℃,调节压力为-0.06MPa,恒温反应35分钟,反应结束后出料,得到软化点为335℃、残炭为80.4%的碳质结合剂。

[0074] 3、成型

[0075] 将石油焦与步骤2所得碳质结合剂分别粉碎磨细至200目以下,然后将300g焦粉、120g碳质结合剂、30g羧甲基纤维素、60g水装入混捏挤出一体机中,混捏均匀,再采用挤条

成型法挤出成型,晾干。

[0076] 4、制备石油焦基柱状活性炭

[0077] 将步骤3所得柱型碳置于管式炉中,在N<sub>2</sub>保护下,以3℃/分钟的升温速率升温至800℃,并按0.5mL/min的流速通入水蒸气,活化反应120分钟,反应结束后,自然降温后取出,即得到强度95%、碘吸附值1000mg/g、灰分0.2%的石油焦基柱状活性炭。

[0078] 实施例7

[0079] 1、加压反应

[0080] 将100g中温煤焦油、10g间苯二酚、20g甲醛、4g草酸加入反应釜中,并开启磁力搅拌器,升温至75℃时调节压力为3MPa,保持3小时,然后将压力调至0MPa。

[0081] 2、减压缩聚反应

[0082] 将步骤1加压反应后的产物在反应釜中继续升温至400℃,调节压力为-0.06MPa,恒温反应30分钟,反应结束后出料,得到软化点为324℃、残炭为78.5%的碳质结合剂。

[0083] 3、成型

[0084] 将石油焦与步骤2所得碳质结合剂分别粉碎磨细至200目以下,然后将300g焦粉、120g碳质结合剂、60g藻朊酸钠、60g水装入混捏挤出一体机中,混捏均匀,再采用挤条成型法挤出成型,晾干。

[0085] 4、制备石油焦基柱状活性炭

[0086] 将步骤3所得柱型碳置于管式炉中,在N<sub>2</sub>保护下,以4℃/分钟的升温速率升温至800℃,并按0.6mL/min的流速通入水蒸气,活化反应120分钟,反应结束后,自然降温后取出,即得到强度93%、碘吸附值918mg/g、灰分0.277%的石油焦基柱状活性炭。

[0087] 实施例8

[0088] 1、加压反应

[0089] 将100g脱油沥青、10g苯酚、15g甲醛、5g马来酸加入反应釜中,并开启磁力搅拌器,升温至70℃时调节压力为3MPa,保持3小时,然后将压力调至0MPa。

[0090] 2、减压缩聚反应

[0091] 将步骤1加压反应后的产物在反应釜中继续升温至400℃,调节压力为-0.03MPa,恒温反应25分钟,反应结束后出料,得到软化点为295℃、残炭为71.9%的碳质结合剂。

[0092] 3、成型

[0093] 将石油焦与步骤2所得碳质结合剂分别粉碎磨细至200目以下,然后将300g焦粉、90g碳质结合剂、15g骨胶、30g水装入混捏挤出一体机中,混捏均匀,再采用挤条成型法挤出成型,晾干。

[0094] 4、制备石油焦基柱状活性炭

[0095] 将步骤3所得柱型碳置于管式炉中,在N<sub>2</sub>保护下,以4℃/分钟的升温速率升温至850℃,并按0.5mL/min的流速通入水蒸气,活化反应80分钟,反应结束后,自然降温后取出,即得到强度86%、碘吸附值786mg/g、灰分0.307%的石油焦基柱状活性炭。

[0096] 实施例9

[0097] 1、加压反应

[0098] 将100g石油渣油、15g对苯二酚、10g聚合度为8的多聚甲醛、5g乙二酸加入反应釜中,并开启磁力搅拌器,升温至70℃时调节压力为4MPa,保持4小时,然后将压力调至0MPa。

[0099] 2、减压缩聚反应

[0100] 将步骤1加压反应后的产物在反应釜中继续升温至400℃,调节压力为-0.07MPa,恒温反应30分钟,反应结束后出料,得到软化点为346℃、残炭为82.2%的碳质结合剂。

[0101] 3、成型

[0102] 将石油焦与步骤2所得碳质结合剂分别粉碎磨细至200目以下,然后将300g焦粉、120g碳质结合剂、30g羧甲基纤维素、30g水装入混捏挤出一体机中,混捏均匀,再采用挤条成型法挤出成型,晾干。

[0103] 4、制备石油焦基柱状活性炭

[0104] 将步骤3所得柱型碳置于管式炉中,在N<sub>2</sub>保护下,以3℃/分钟的升温速率升温至800℃,并按0.5mL/min的流速通入水蒸气,活化反应90分钟,反应结束后,自然降温后取出,即得到强度92%、碘吸附值879mg/g、灰分0.238%的石油焦基柱状活性炭。

[0105] 实施例10

[0106] 1、加压反应

[0107] 将100g石油渣油、10g苯酚、20g聚合度为100的多聚甲醛、5g醋酸加入反应釜中,并开启磁力搅拌器,升温至75℃时调节压力为3MPa,保持5小时,然后将压力调至0MPa。

[0108] 2、减压缩聚反应

[0109] 将步骤1加压反应后的产物在反应釜中继续升温至410℃,调节压力为-0.055MPa,恒温反应25分钟,反应结束后出料,得到软化点为292℃、残炭为72.3%的碳质结合剂。

[0110] 3、成型

[0111] 将石油焦与步骤2所得碳质结合剂分别粉碎磨细至200目以下,然后将200g焦粉、100g碳质结合剂、40g聚乙烯醇(聚合度1750)、20g水装入混捏挤出一体机中,混捏均匀,再采用挤条成型法挤出成型,晾干。

[0112] 4、制备石油焦基柱状活性炭

[0113] 将步骤3所得柱型碳置于管式炉中,在N<sub>2</sub>保护下,以4℃/分钟的升温速率升温至780℃,并按0.4mL/min的流速通入水蒸气,活化反应110分钟,反应结束后,自然降温后取出,即得到强度91%、碘吸附值804mg/g、灰分0.336%的石油焦基柱状活性炭。

[0114] 实施例11

[0115] 1、加压反应

[0116] 将100g脱油沥青、5g苯酚、10g甲醛、6g柠檬酸加入反应釜中,并开启磁力搅拌器,升温至70℃时调节压力为1MPa,保持4小时,然后将压力调至0MPa。

[0117] 2、减压缩聚反应

[0118] 将步骤1加压反应后的产物在反应釜中继续升温至410℃,调节压力为-0.05MPa,恒温反应30分钟,反应结束后出料,得到软化点为278℃、残炭为70.2%的碳质结合剂。

[0119] 3、成型

[0120] 将石油焦与步骤2所得碳质结合剂分别粉碎磨细至200目以下,然后将300g焦粉、60g碳质结合剂、30g羧甲基纤维素、30g水装入混捏挤出一体机中,混捏均匀,再采用挤条成型法挤出成型,晾干。

[0121] 4、制备石油焦基柱状活性炭

[0122] 将步骤3所得柱型碳置于管式炉中,在N<sub>2</sub>保护下,以3℃/分钟的升温速率升温至



810℃,并按0.5mL/min的流速通入水蒸气,活化反应120分钟,反应结束后,自然降温后取出,即得到强度86%、碘吸附值689mg/g、灰分0.368%的石油焦基柱状活性炭。

[0123] 实施例12

[0124] 1、加压反应

[0125] 将100g高温煤焦油、10g间苯二酚、30g甲醛、5g马来酸加入反应釜中,并开启磁力搅拌器,升温至70℃时调节压力为3MPa,保持3小时,然后将压力调至0MPa。

[0126] 2、减压缩聚反应

[0127] 将步骤1加压反应后的产物在反应釜中继续升温至430℃,调节压力为-0.045MPa,恒温反应20分钟,反应结束后出料,得到软化点为248℃、残炭为73.3%的碳质结合剂。

[0128] 3、成型

[0129] 将石油焦与步骤2所得碳质结合剂分别粉碎磨细至200目以下,然后将200g焦粉、120g碳质结合剂、20g羧甲基纤维素、30g水装入混捏挤出一体机中,混捏均匀,再采用挤条成型法挤出成型,晾干。

[0130] 4、制备石油焦基柱状活性炭

[0131] 将步骤3所得柱型碳置于管式炉中,在N<sub>2</sub>保护下,以2℃/分钟的升温速率升温至800℃,并按0.5mL/min的流速通入水蒸气,活化反应100分钟,反应结束后,自然降温后取出,即得到强度82%、碘吸附值657mg/g、灰分0.412%的石油焦基柱状活性炭。