(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101948109 B
(45)授权公告日 2013.02.20

(21)申请号 200910224814.2

(22)申请日 2009.11.24

(30)优先权数据
102009032810.6 2009.07.10 DE

(73)专利权人 布吕歇尔有限公司
地址 德国埃克拉特迈特马纳街 25 号

(72)发明人 哈索·冯·布吕歇尔
赖克·舍恩菲尔德

(74)专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司 32200
代理人 楼高潮

(51)Int.Cl.
C01B 31/08(2006.01)

(56)对比文件
CN 1762800 A,2006.04.26, 说明书第 1 页倒数第 1、3 段 .

CN 1569622 A,2005.01.26, 说明书第 2 页倒数第 1 段,第 3 页第 1 段,实施例 3.

审查员 孙晓妍

权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 1 页

(54)发明名称

用于制备活性炭的装置和工艺

(57)摘要

本发明提供了一种通过聚合有机磺化原料的碳化和随后的活化来制备活性炭的装置,该装置包括:(i)可选地,用于干燥原料的干燥装置;(ii)可选地,用于之前可选地干燥的原料的磺化和/或胶溶化的磺化装置,其位于可选的干燥装置下游;(iii)用于碳化之前可选地干燥和/或磺化和/或溶胶化的原料的碳化装置,其位于可选的干燥装置和/或可选的磺化装置下游;以及(iv)用于活化之前在碳化装置中碳化的原料的活化装置,其特征在于,该装置还包括至少一个废气处理装置,用于处理在碳化装置和/或活化装置的运行中形成的废气。

CN 101948109 B

1. 用于制备活性炭的装置 (1)，其通过聚合有机的磺化的原料的碳化和随后的活化来制备活性炭，该装置包括：

- 用于干燥原料的干燥装置 (2)，

- 用于之前干燥的原料的磺化或胶溶化的磺化装置 (3)，其位于干燥装置 (2) 的下游，

- 用于碳化之前干燥并随后磺化或溶胶化的原料的碳化装置 (4)，其位于干燥装置 (2) 和磺化装置 (3) 的下游，其中，碳化装置 (4) 的温度可在运行中调整，从而出现至少两个温度区域，该温度区域彼此之间具有不同的温度，并具有在上游方向出现的单独的温度阶段，或者出现一个具有在上游方向升高的温度曲线的温度梯度；

- 用于活化之前在碳化装置 (4) 中碳化的原料的活化装置 (5)，其位于碳化装置 (4) 的下游，

其特征在于，该装置 (1) 包括至少一个用于处理在碳化装置 (4) 的运行中形成的废气的废气处理装置 (4A,4B,4D) 和至少一个用于处理在活化装置 (5) 的运行中形成的废气的废气处理装置 (5C,5D)

碳化装置 (4) 在其下游连接有一个用于处理在碳化装置 (4) 的运行中形成的废气的废气处理装置 (4A,4B,4D)，其中，该废气处理装置 (4A,4B,4D) 包括至少一个热二次燃烧段 (4A)；

活化装置 (5) 在其下游连接有一个用于处理在活化装置 (5) 的运行中形成的废气的废气处理装置 (5C,5D)，其中，该废气处理装置 (5C,5D) 包括至少一个热二次燃烧段 (5C)；

来自于活化装置下游的废气处理装置 (5C,5D) 的废气用于间接加热活化装置 (5) 或通过供应线路 (5E) 加热含有至少一种活化气体的库存容器 (5B)，或用于加热至少一种活化气体或干燥装置。

2. 根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于，碳化装置 (4) 被分成至少两个部分，其中第一部分设置在上游，由加热振动斜槽形成，第二部分设置在第一部分的下游，由旋转管形成，在运行状态时在加工流动方向具有上升的温度曲线或温度梯度。

3. 根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于，干燥装置 (2) 在流化床上运行，并且干燥装置 (2) 通过来自于废气处理装置 (5C,5D) 的废气加热或运行。

4. 根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于，磺化装置 (3) 分批在 25℃到 400℃运行。

5. 用于制备活性炭的工艺，通过聚合有机的磺化的原料的碳化和随后的活化来制备活性炭，该工艺包括下列工艺步骤：

(a) 提供聚合有机原料；然后

(b) 干燥原料；然后

(c) 磺化或胶溶化之前干燥的原料；然后

(d) 碳化之前干燥并随后磺化或胶溶化的原料，其中，碳化装置的温度是封闭或开放环路控制的，从而碳化在至少两个温度区域进行，该温度区域彼此之间具有不同的温度，且单个温度段的温度在上游方向上上升，或者碳化在一个温度梯度进行，该温度梯度在上游方向具有上升的温度曲线；然后

(e) 活化之前碳化的原料；

其特征在于，来自于碳化 (d) 和活化 (e) 的废气都经过废气处理；

碳化之后是处理在碳化中形成的废气，其中废气处理装置包括至少一个热二次燃烧

段；

活化之后是对在活化中形成的废气的处理，其中，废气处理包括至少一个热二次燃烧段；

通过来自于活化的废气的废气处理得到的废气用于间接加热活化装置、用于至少一种活化气体的加热、或用于干燥。

6. 一种用于制备活性炭的方法，其特征在于，该方法是在根据权利要求 1 所述的装置中进行的。

用于制备活性炭的装置和工艺

发明领域

[0001] 本发明涉及制备活性炭的技术领域。

[0002] 更具体地，本发明涉及一种用于制备活性炭的装置和工艺，特别是通过对合适的聚合物原料如磺化聚合物的碳化以及随后的活化。

[0003] 活性炭具有高度非特异性的吸附特性，因此，是应用最广泛的吸附剂。法定要求以及不断增长的环境意识导致对活性炭的需求不断增加。

[0004] 活性炭通常通过对合适的含碳原料的碳化以及随后的活化而制备。通常优选的原料是具有从经济角度考虑可行的产率的，因为由碳化过程中易挥发组分的分离和活化过程中的燃烧导致的失重是相当可观的。关于活性炭制备的更多细节，请参考 H. V. Kienle 和 E. **Bäder**, Activated and their industrialapplication, Enke Publishing Company Stuttgart, 1980。

[0005] 碳化，也被称作热解，描述了含碳原料到炭的转变。碳化上述聚合的（特别是磺化的）有机原料的工艺具有分离易挥发组分如 SO_2 以破坏功能性的化学基团如磺酸基团以形成自由基的效果，所述自由基能产生明显的交联而不会有热解残留物（碳）。

[0006] 碳化之后是活化。活化的基本原则包括在合适的环境下，碳化产生的部分碳可以选择性地且有针对性地被分解。这导致大量的孔、裂纹和裂缝产生，单位质量的表面积显著增长。因此，活化涉及之前碳化材料的针对性的燃烧。由于在活化过程中碳的分解，该操作导致物质损失，在某些情况下该损失是相当可观的，在最佳的条件下该损失等于孔隙度的增加、以及内表面积和孔体积的增加。因此，活化是在可选的 / 可控的通常是氧化的环境下进行。

[0007] 制备的活性炭的构成或状况 - 微孔或粗孔，牢固或易碎 - 也依赖于原料。 通常的原料是椰子壳、废木料、泥炭、烟煤、沥青、以及特定的塑料，它们参与了纺织活性碳纤维等的制备。

[0008] 可以使用各种形式的活性炭 :碳粉、暗硬煤、碳粒、成型碳，以及从 20 世纪 70 年代末兴起的球形活性炭 (spherocarbon)。球形活性炭相对其它形式的活性炭如碳粉、暗硬煤、碳粒等具有很多优点，从而其对特定应用是有价值的甚至不可或缺的 :它是自由流动的、高度抗磨的（即无尘的）且非常硬。然而，由于其昂贵的价格，它的应用基本上限于防护服以及用于气流中的 noxiant 的高性能过滤器。

[0009] 球形炭需求极大，这是由于其特定的形状以及在特定领域应用中非常高的耐磨性，例如针对化学有毒物质的防护服的板式过滤器以及用于大体积空气中低 noxiant 浓度的过滤器。例如，当成网状时，大单元的聚氨酯泡沫被活性炭填充，如 DE3813563A1 中所述，如果要泡沫材料的内层和外层达到最佳的覆盖，仅自由流动的碳可以使用。DE3304349C3 中记载的针对化学有毒物质的防护服的制造也同样只能利用高度耐磨的炭，只有球形炭适合该描述。

[0010] 目前，球形炭仍然主要通过非常昂贵且不便利的多级工艺制备。众所周知的工艺包括煤焦沥青以及来自石化工业的合适的柏油残余物制备小球，氧化（使其不熔），碳化并

活化。例如，球形炭可以由沥青通过多级工艺制备。这些多级工艺是非常花费成本的，相应的球形炭的高价阻止了很多球形炭由于其性质而很可能是优选的应用。

[0011] 因此，进行了很多尝试，试图通过其它方法制备高级活性炭。现有技术中描述了制备球形炭的方法，碳化之后用新的或用过的包含磺酸基的离子交换剂进行活化，或在硫酸的存在下碳化离子交换剂前体然后活化，其中，磺酸基和硫酸分别具有交联剂的功能，并且基于有机 / 聚合物原料得到的产量为 30％ -50％，该产量并不依赖于是否使用已制备的阳离子交换剂或未磺化的离子交换剂前体作为原料。类似工艺在 DE4328219A1、DE4304026A1 和 包括德国增补专利申请 DE19625069A1 的 DE19600237A1 中也有描述。但是这些工艺是不利的和有问题的，特别是由于释放的大量的二氧化硫（大约每千克最终产物 1 千克 SO_2），还由于制造设备中（部分）相应的腐蚀问题。当使用用过的离子交换树脂特别是用过的阳离子交换树脂作为原料时，也存在问题，尽管它们已用酸洗过，仍然被阳离子污染，该阳离子随后会积聚到最终产物上，因此很难制备大量的具有一致性质的球形炭。当使用离子交换前体（即不含交换剂基团如磺酸基团的聚合物小球）时，在碳化过程中为了交联，仍然需要使用大量的硫酸和 / 或发烟硫酸。

[0012] WO98/07655A1 描述了一种制备活性炭小球的工艺，其中，包括来自二异氰酸酯制备过程的蒸馏残余物以及含碳加工助剂的混合物，该含碳加工助剂含或不含一个或多个额外添加物，该混合物被加工成自由流动的小球，该小球随后被碳化并活化。该工艺在碳化步骤中同样释放出大量的分解产物，同样会产生上述的问题。

[0013] WO01/83368A1 涉及一种制备活性炭的改进工艺，其中一方面碳化的必要工艺步骤和另一方面的活化彼此独立地进行，其中碳化作为连续的操作来进行，而后碳化和活化作为间歇操作来进行。该工艺主要基于将腐蚀阶段（即与 SO_2 排放有关的前碳化）与高温阶段（活化）分离。这是因为前碳化的原料不再具有腐蚀性，即当温度升高时不再形成腐蚀性的材料 / 气体。

[0014] 而且，在 DE102004036109A1、DE102005036607A1 和 WO2005/016819 的公开文本中公开了用于制备活性炭的装置。

[0015] 然而，现有技术中已知的用于制备活性炭的工艺和装置通常仅涉及改进的部分方面，并且没有提供一个考虑到在活性炭制备中出现的所有问题，特别是高能量要求，成本集中的原料和化合物的使用，废气排放，在单独的加工阶段的能量损失，等等的整体方法。

[0016] 因此，本发明的目的是提供一种新的用于制备活性炭的装置和工艺，其中，至少部分避免或改善了现有技术中存在的前述缺点。

[0017] 该装置和工艺应当使得生产活性炭更方便、成本更低、更生态、更经济且更有效。

[0018] 为了解决上述问题，本发明因此提出了一种如权利要求 1 所述的制备活性炭的装置、如权利要求 9 所述的制备活性炭的工艺、如权利要求 12 所述的本发明的装置的用途，以及进一步地，来自相应的从属权利要求主题的有利改进。

[0019] 很容易理解，这里描述的仅与本发明的一个方面相关的特定改进以及实施方式也可用于本发明的其它方面，这不需要特别叙述。

[0020] 另外，本领域技术人员，为了特定应用或根据一次性的基础，可以对下述的数量、值和范围进行改变，这种改变没有超出本发明的范围。

[0021] 因此，根据本发明的第一方面，本发明提供了一种用于制备活性炭的装置，特别是

通过碳化和随后的聚合有机（优选磺化）原料的活化来制备活性炭。该装置包括：

[0022] - 可选地用于干燥原料的干燥装置，

[0023] - 可选地用于磺化和/或胶溶化之前可选的干燥的原料的磺化装置，特别地，其位于该可选的干燥装置的下游，

[0024] - 用于碳化之前可选的干燥和/或磺化和/或胶溶化的原料的碳化装置，特别地，其位于该可选的干燥装置和/或可选的磺化装置的下游，

[0025] - 在碳化装置的下游，用于活化先前以碳化方式碳化的原料的活化装置，

[0026] 其中，该装置还包括至少一个用于处理废气的废气处理装置，该废气是在碳化装置和/或活化装置的运行中形成的。

[0027] 通常，废气处理装置包括至少一个热二次燃烧（TAB）阶段（即后燃烧阶段）。

[0028] 热二次燃烧（TAB）这里应当理解为这样一种操作，其中在碳化和/或活化形成的废气在高于900℃的温度燃烧。该操作将废气中的气体，特别是烃、一氧化碳和氢元素大体上并基本上完全地转变成水和二氧化碳。剩余的废气 因此可以比较方便并且比较低廉地清洁/纯化，产生的热量可以反馈用于清洁/纯化，产生的热量还可以反馈到碳化和/或活化工艺中，从而节省能量。

[0029] 在本发明的一个优选实施方式中，本发明的装置一方面包括至少一个用于处理在碳化装置的运行中形成的废气的废气处理装置，以及另一方面包括至少一个用于处理在活化装置的运行中形成的废气的废气处理装置。

[0030] 在本发明的装置中的碳化装置通常具有下列构造：

[0031] 一般，碳化装置包括至少一个旋转管，特别是至少一个旋转管式炉。

[0032] 有利地，碳化装置形成一个封闭系统和/或在惰性环境下运行。

[0033] 具体地，用于本发明目的的密封系统是这样一个系统，其与环境之间交换的能量非常少。类似地，与环境之间的物质交换，除了供应的处理气体（例如水蒸气、二氧化碳等）和移除的废气，都应当理想地避免或至少最小化；因此，物质交换只在严格限定和管制的条件下进行。

[0034] 这里“惰性环境”特别表示，本发明的装置在惰性气氛中运行，本发明的工艺在惰性气氛下进行，所述惰性气氛优选包括惰性气体和/或氮气，优选为氮气。惰性气氛可以防止任意不需要的过量氧化或所用的材料的燃烧。

[0035] 根据本发明，碳化装置可以连续或类似连续地运行。而且，碳化装置的温度在运行中可以连续或逐步变化。

[0036] 在本发明的一个优选实施方式中，碳化装置的温度可在运行中调整，这样可以出现两个或多个，特别地至少两个，优选四到八个温度区域，该温度区域彼此之间具有不同的温度，优选具有在上游方向出现的单独的温度阶段的温度。然而，可替代地，也可以具有一个温度梯度，优选其具有在上游方向升高的温度曲线。

[0037] 用于本发明的目的的温度区域是一个加热区域或至少一个基本恒定温度的区域。在加工流动方向通过两个或多个温度区域的温度上升会使得待碳化的原料相对稳定地排放硫氧化物SO_X。更具体地，在硫氧化物尤其是二氧化硫的排放中，不会出现尖峰，从而用于捕获和处理废气的装置可以做到在 硫氧化物的排放中出现尖峰的情况下更小。此外，只有硫氧化物尤其是二氧化硫连续稳定释放，才可以进行下文的硫氧化物的循环操作，否则是

不可能进行的。

[0038] 在本发明的范围内，碳化装置运行时的温度可以在很大的范围内变化。碳化装置温度变化的范围通常为从20℃到1200℃，优选从30℃到1100℃，更优选从50℃到1000℃。特别有利地，第一温度区域在运行时可在50℃到150℃，优选200℃到450℃的范围内进行调节，该第一温度区域优选位于入口或碳化装置的上游端。可预期地，位于出口或碳化装置的下游端的另一温度区域，运行时可在800℃到1200℃，优选850℃到950℃的范围内进行调节。然而，对于特定应用或在一次性基础上，可以偏离上述的值，这并没有超出本发明的范围。做出这样的决定在本领域技术人员的能力或判断力之内。

[0039] 在本发明的一个特别优选的实施方式中，碳化装置被分成至少两部分。第一部分，优选设置在上游，由可加热的振动斜槽形成，第二部分，优选设置在第一部分的下游，由旋转管，优选旋转管式炉形成，优选在运行状态时在加工流动方向具有一个上升的温度曲线或温度梯度。

[0040] 这里的振动斜槽应当被理解为表示一个斜槽或其它的传送装置，例如传送带，其能通过系统振动而确保待碳化材料的良好混合和均匀加热。

[0041] 在本发明的一个具体实施方式中，碳化装置的第一部分可以构造成可设定为一个恒定温度，或构造成可调节为在加工流动方向上的上升的温度曲线或温度梯度，第二部分构造成可调节为在加工流动方向上的上升的温度曲线或温度梯度。在本发明的领域特别有利的是，碳化装置第一区域在加工流动方向上的温度是连续或逐步可调的。

[0042] 在加工流动方向的碳化装置第一区域的温度可以在很大的范围内变化。碳化装置的第一区域在加工流动方向上的范围通常为从50℃到500℃，优选从200℃到450℃。不管怎样，对于特定应用或在一次性基础上，可以偏离 上述的值，这并没有超出本发明的范围。做出这样的决定在本领域技术人员的能力或判断力之内。

[0043] 在根据本发明的一个优选实施方式中，在加工流动方向的碳化装置第二区域的温度可以在加工流动方向上逐步地或连续地调节增加。更具体地，在加工流动方向的碳化装置第二区域的温度可以在两个或多个温度区域内调节增加，或在加工流动方向上具有一个温度梯度。在加工流动方向的碳化装置第二区域的温度可以在很大的范围内变化。通常，碳化装置的第二区域在加工流动方向上的温度可以设定为在加工流动方向上在300℃到1200℃的范围内上升，优选从350℃到950℃。不管怎样，对于特定应用或在一次性基础上，可以偏离上述的值，这并没有超出本发明的范围。做出这样的决定在本领域技术人员的能力或判断力之内。

[0044] 在本发明的又一特别优选实施方式中，碳化装置包括，优选在入口或在流动方向上在碳化装置的上游端，特别是在入口或在流动方向上在碳化装置第二部分的上游端，一个注射喷洒或喷射装置，用于水蒸气、特别是水蒸气－惰性气体混合物的注射喷洒或喷射。在水蒸气－惰性气体混合物中的水蒸气的比例可以在很大的范围内变化。通常，在水蒸气－惰性气体混合物中的水蒸气的比例可以在1％到30％体积比的范围内变化，优选2％到20％体积比，更有选5％到15％体积比。不管怎样，对于特定应用或在一次性基础上，可以偏离上述的值，这并没有超出本发明的范围。做出这样的决定在本领域技术人员的能力或判断力之内。在本发明的范围内，用于水蒸气、特别是水蒸气－惰性气体混合物形式的注射喷洒或喷射的注射喷洒或喷射装置，优选位于碳化装置的前三分之一，特别优选位于前四

分之一。

[0045] 在本发明的范围内，更加有利的是，碳化装置包括，优选在出口或在流动方向上在碳化装置的下游端，一个注射喷射装置，用于引入氧气，特别是具有至少一种其它气体的氧气混合物如空气。通常，进入碳化装置的引入的氧气的体积流率可以在很大的范围内变化。通常，氧气、特别是具有至少一 种其它气体的氧气混合物优选空气的喷射体积流率可以在从 10-500L/min 的范围，优选在 25-250L/min，更优选 25-100L/min。不管怎样，对于特定应用或在一次性基础上，可以偏离上述的值，这并没有超出本发明的范围。做出这样的决定在本领域技术人员的能力或判断力之内。特别有利的是，用于引入氧气的注射喷洒装置位于碳化装置的反应部分的后三分之一，优选后四分之一。

[0046] 水蒸气和 / 或氧气的注射喷射或喷洒装置，通过氧化 / 燃烧裂解气，基本上防止了在形成的活性炭的基础孔系统中的裂解气的凝结 ；第二，释放的热可用于加热碳化装置，节省了相应数量的热能。然而，当加入氧气或氧气混合物时，必须注意要确保其只与裂解气接触，而不会与碳化材料接触，从而防止其燃烧。

[0047] 通常，碳化装置具有一个废气处理装置，用于处理在碳化装置的运行中形成的废气，其连接到碳化装置或位于碳化装置的下游。

[0048] 可预期地，废气处理装置包括至少一个热二次燃烧段。

[0049] 在本发明的一个特别优选的实施方式中，废气处理装置在热二次燃烧段上游包括至少一个用于冷却来自热二次燃烧的废气的热交换器。

[0050] 释放的热可用于加热碳化装置和 / 或加热下文所述的用于硫氧化物的氧化装置。

[0051] 可选地，用于干燥冷却的废气的干燥装置位于热二次燃烧段和热交换器的下游。依次地，该干燥装置具有一个可选地位于其下游的用于加热干燥的废气的加热装置。冷却废气的干燥可以是物理作用的，例如通过吸附，或化学作用的，例如通过与浓硫酸或五氧化二磷的反应，在本发明的范围内优选通过化学作用干燥废气。

[0052] 在本发明的范围内，特别有利的是，废气处理装置包括一个用于优选地催化氧化在碳化装置的运行中形成的废气中的硫氧化物、特别是二氧化硫以形成三氧化硫的氧化装置，其优选位于热二次燃烧段、可选的热交换器、干 燥装置和 / 或加热装置的下游。可预期地，氧化装置包括至少一种氧化催化剂，优选以钒或铂为主的。还可预期地，氧化装置包括一个返回装置，用于将三氧化硫返回到硫化装置。可选地，三氧化硫返回到硫化装置是通过插入的用于磺化剂的制备装置而实现的。

[0053] 因此，形成的三氧化硫可以直接或间接地返回到磺化装置。“直接”这里应当被理解为，气态的三氧化硫直接返回到磺化装置中，而不经过中间的空间或时间。关于将三氧化硫返回到磺化装置中的方式，“间接”这里应当被理解为，三氧化硫首先从气流中洗出，优选在插入装置中通过水或浓硫酸而洗出，然后三氧化硫以生成的浓硫酸或发烟硫酸的形式回到磺化装置中。

[0054] 在本发明的一个特别实施方式中，氧化装置包括一个用于将三氧化硫和废气的其它组分、特别是二氧化碳和 / 或水蒸气和 / 或氮气分离的分离装置。

[0055] 可预期地，在用于将三氧化硫和废气的其它组分分离的分离装置的下游可选地配备有一个清洗器，用于清洗分离的废气的其它组分。

[0056] 在碳化装置下游的活化装置通常可如下构造 ：

[0057] 通常，活化装置可分批运行。

[0058] 在本发明的一个优选实施方式中，活化装置形成一个封闭系统；更具体地，活化装置在惰性环境下运行，特别是在活化的开始和／或加热阶段的开始。关于术语“封闭系统”和“惰性环境”，可参照上文的描述。

[0059] 活化装置运行时的温度可以在很大的范围内变化。通常，活化装置的温度在运行时在300℃到1800℃的范围内变化，特别是400℃到1500℃，优选500℃到1250℃。不管怎样，对于特定应用或在一次性基础上，可以偏离上述的值，这并没有超出本发明的范围。做出这样的决定在本领域技术人员的能力或判断力之内。

[0060] 更具体地，活化装置运行时的温度是连续地或逐步地变化。可以预期地，活化装置包括至少一个加热装置，特别是一个电动加热系统。

[0061] 通常，活化装置包括至少一个进料装置，特别地用于通过喷射和／或鼓 风引入至少一种活化气体，特别是水蒸气和／或二氧化碳和／或氧气和／或氨气。在本发明的上下文中可以预期的是，进料装置包括至少一个温度控制装置，用于调整待引入到活化装置中的活化气体（例如水蒸气）。

[0062] 在本发明的一个优选实施方式中，进料装置包括至少一个通过喷射、喷洒和／或鼓风而引入水蒸气、特别是水蒸气和惰性气体混合物的进料装置。水蒸气和惰性气体混合物中的水蒸气的比例可以在很大范围内变化。通常，水蒸气和惰性气体混合物中的水蒸气的体积比为5％-70％，特别是10％-50％，优选15％-40％。为了本发明的目的，惰性气体包括气体或气体混合物，其在活化步骤的环境下没有反应活性或反应活性很低，和／或其反应对对在活性炭制备中发生的过程没有影响或至少没有不良影响。用于本发明目的的惰性气体包括氮和／或稀有气体（例如氩），优选氮。不管怎样，对于特定应用或在一次性基础上，可以偏离上述的值，这并没有超出本发明的范围。做出这样的决定在本领域技术人员的能力或判断力之内。可预期的是，水蒸气可在500℃的温度通过喷射、喷洒和／或鼓风引入。

[0063] 在本发明的一个特别优选的实施方式中，进料装置包括至少一个通过喷射、喷洒和／或鼓风而引入二氧化碳、特别是二氧化碳和惰性气体混合物的进料装置。关于所用的混合气体，可以参照上面的描述。可预期的是，在这种情况下，二氧化碳可在800℃的温度通过喷射、喷洒和／或鼓风引入。

[0064] 粗活性炭的燃烧行为以及之后的孔隙度主要受活化步骤的温度、以及活化步骤中活化装置内的CO_2的含量的影响。

[0065] 在本发明的另一个特别优选的实施方式中，用于引入活化气体的进料装置由至少一个包含至少一种活化气体的库存容器供应或与其连接。

[0066] 通常，活化装置在其下游具有一个与其连接的废气处理装置，其用于处理运行时在活化装置中形成的废气。特别有利的是，废气处理装置包括至少一个热二次燃烧段。来自活化装置的废气随着使用的活化气体而改变，一般基本至少包括氢和碳的氧化物，特别是一氧化碳。

[0067] 根据本发明，废气处理装置在热二次燃烧段的上游具有至少一个用于清洗来自于热二次燃烧段的废气的清洗器。

[0068] 在通过可选的清洗器后，由于热二次燃烧，排放出主要由二氧化碳和水蒸气组成

的废气。然而，过量的废气也供应到清洗器，即在运行中不能进一步利用的废气。如下文所述，来自于活化步骤的废气的主要组分被用于活性炭制造的单个的操作阶段。

[0069] 在本发明的一个非常优选的实施方式中，来自于活化装置下游的废气处理装置特别是热二次燃烧段的废气，可用于间接加热活化装置或通过供应线路加热含有至少一种活化气体的库存容器，或至少一种活化气体和/或用于加热干燥装置，特别用于形成流化床。

[0070] 为此，该装置特别设计成将1000℃的热废气沿着活化装置的外侧引导并间接加热活化装置，该热废气来自于活化装置的废气的热二次燃烧(TAB)，这样至少10％到20％的活化能量需求可以通过这种方式满足。之后仍然有800℃的热废气可用于加热活化气体、特别是水蒸气。可替代地，热二次燃烧段的废气可直接用于加热活化气体，即不需要之前的沿着活化装置传送。根据本发明，特别优选的是，废气在可选地通过库存容器以用于活化气体和/或活化气体的加热后，用于干燥活性炭制备所需的原料，特别用于形成流化床，特别是在它们通过空气的稀释而冷却到150℃左右时。冷却的废气之后可通过清洗器排放，在这种情况下，如上所述，任何时间都可以将过量的未使用的废气通过清洗器移除并排放。

[0071] 具体地，在可选的磺化装置上游的干燥段可以如下实现：

[0072] 通常，干燥装置在流化床上运行。特别地，干燥装置，尤其是其流化床，可通过来自于废气处理装置、特别是热二次燃烧段的废气，特别是可通过来自于用于活化装置的废气处理装置的废气而运行或加热。

[0073] 可预期的是，在本发明的范围内，干燥装置是可分批运行的。

[0074] 干燥装置运行的温度可以在很大的范围内变化。通常，干燥装置在100 ℃到400℃，优选100℃到200℃的温度运行。不管怎样，对于特定应用或在一次性基础上，可以偏离上述的值，这并没有超出本发明的范围。做出这样的决定在本领域技术人员的能力或判断力之内。

[0075] 放置在可选的干燥装置下游的磺化装置可以具体地按照下面构造：

[0076] 可预期的是，在本发明的范围内，可选的磺化装置可分批运行。

[0077] 磺化装置运行的温度可以在很大的范围内变化。通常，磺化装置在25℃到400℃，优选50℃到300℃的温度运行。不管怎样，对于特定应用或在一次性基础上，可以偏离上述的值，这并没有超出本发明的范围。做出这样的决定在本领域技术人员的能力或判断力之内。

[0078] 可以证明，在本发明的范围内，特别有利的是，用于分类来自于碳化装置的碳化材料的分类装置设置在碳化装置和活化装置之间，从而可以根据颗粒尺寸以及使用性质对得到的活性炭进行分类。之后，有目的的单类混合可以使得到的活性炭符合具体的需要的标准。这确保了只有满足颗粒尺寸要求的碳化材料可以进入到活化步骤。

[0079] 根据本发明的第二方面，本发明还提供了一种制备活性炭的工艺，特别是通过碳化和随后的聚合有机（优选磺化）原料的活化来制备活性炭。该方法包括下列工艺步骤：

[0080] (a)提供聚合有机原料；然后

[0081] (b)如果合适的话，干燥原料（即当原料是潮湿的未干燥的情况下）；然后

[0082] (c)如果合适的话，磺化和/或胶溶化之前适当干燥的原料（即当原料是未磺化的情况下才进行）；然后

[0083] (d)碳化之前干燥的和/或磺化的和/或溶胶化的原料；然后

[0084] (e) 活化之前碳化的原料；

[0085] 其特征在于，来自于碳化 (d) 和 / 或活化 (e) 的废气经过废气处理装置的处理。

[0086] 可以发现，在本发明的领域内，有利的是，待用的有机聚合材料特别地是离子交换树脂及其前体，例如磺化的离子交换树脂及其未磺化的前体和 / 或二乙烯基苯交联聚苯乙烯，例如苯乙烯 - 二乙烯基苯共聚物，该共聚物为磺化和未磺化形式，优选二乙烯基苯在共聚物中的重量比为 1％ -10％。

[0087] 废气处理通常包括至少一个热二次燃烧段。

[0088] 可以发现，在本发明的领域内，有利的是，来自于碳化和活化的废气都经过废气处理装置的处理。

[0089] 来自于碳化和活化的废气优选分别经过废气处理装置的处理，这是因为它们具有不同的组成，因此它们处理的要求也是不同的；例如，来自于碳化的废气必须出去硫氧化物。

[0090] 通常，碳化在至少一个旋转管中进行，特别在至少一个旋转管式炉中进行。在本发明的范围内，更有利的是，碳化在闭合系统进行和 / 或碳化在惰性环境下进行。根据本发明，碳化装置可以连续或类似连续运行，和 / 或碳化装置的温度是可以连续或逐步封闭和 / 或开放环路控制的。在本发明的一个优选实施方式中，碳化装置的温度是封闭和 / 或开放环路控制的，这样碳化在两个或多个、特别是至少两个、优选四到八个温度区域进行，该温度区域彼此之间具有不同的温度，优选单个温度段的温度在上游方向上上升。可替代地，在本发明的范围内，碳化的可以一个温度梯度进行，该温度梯度优选在上游方向具有上升的温度曲线。

[0091] 碳化中的温度可以在很大的范围内变化。通常，碳化中的温度是封闭和 / 或开放环路控制的，如在 20℃到 1200℃的范围内，特别是在 30℃到 100℃的范围内，优选在 50℃到 1000℃的范围内。不管怎样，对于特定应用或在一次性基础上，可以偏离上述的值，这并没有超出本发明的范围。做出这样的决定在本领域技术人员的能力或判断力之内。在本发明的范围内，可以预期的是，第一温度区域，优选位于加工流动方向的入口或在加工流动方向上位于碳化（装置）的上游，其可以在 50℃到 500℃，特别是 200℃到 450℃ 的范围内调节。还可以预期的是，另一温度区域，优选位于出口或碳化（装置）的下游，其可以在 800℃到 1200℃，特别是 850℃到 950℃的范围内调节。在这些情况下，所述值只表示一个这里优选的常用的范围。然而，对于特定应用或在一次性的基础上，可以很容易地偏离上述值，这并没有超出本发明的范围。做出这样的决定在本领域技术人员的能力或判断力之内。

[0092] 碳化通常被分成至少两个部分的步骤。可以预期的是，优选在上游，在加热振动斜槽进行第一部分的步骤，优选在第一部分的下游，在旋转管，优选旋转管式炉中进行第二部分的步骤，其特别地在加工流动方向具有一个上升的温度曲线或温度梯度。

[0093] 根据本发明，第一部分的步骤可以在恒温、或在加工流动方向上升的温度曲线或温度梯度下进行，和 / 或第二部分的步骤可以在加工流动方向上升的温度曲线或温度梯度下进行。而且，在本发明的范围内，在加工流动方向上在第一碳化部分的步骤的温度可以是连续或逐步地封闭环路控制的。在加工流动方向上在第一碳化部分的步骤的温度可以在很大范围内变化。通常，在加工流动方向上在第一碳化部分的步骤的温度是连续或逐步地封闭环路控制的，如在 50℃到 500℃，优选 200℃到 450℃的范围内变化。不管怎样，对于特定

应用或在一次性基础上，可以偏离上述的值，这并没有超出本发明的范围。做出这样的决定在本领域技术人员的能力或判断力之内。

[0094] 而且，在本发明的范围内，第二碳化部分的步骤中在加工流动方向上的温度可以是封闭环路控制的连续或逐步地上升，特别是在加工流动方向上在两个或多个温度区域内或具有一定温度梯度地上升。在第二碳化部分的步骤中在加工流动方向上的温度可以在很大范围内变化。通常，在加工流动方向上在第二碳化部分的步骤中的温度是封闭环路控制的，从而在加工流动方向上在 300℃到 1200℃，优选 350℃到 950℃的范围内上升。不管怎样，对于特定应用或在一次性基础上，可以偏离上述的值，这并没有超出本发明的范围。做出这样的决定在本领域技术人员的能力或判断力之内。

[0095] 在本发明的一个特别优选地实施方式中，水蒸气，特别是以水蒸气 - 惰性气体混合物形式存在的，通过碳化中的喷洒或喷射而注入，注入优选在入口或加工流动方向上碳化（装置）的上游，特别是在入口或在加工流动方向上碳化装置的第二部分的上游端。在水蒸气 - 惰性气体混合物中的水蒸气的比例可以在很大的范围内变化。通常，在水蒸气 - 惰性气体混合物中的水蒸气的体积比例可在 1％ -30％的范围内调节，特别是在 2％ -20％体积比的范围内，优选在 5％ -15％体积比的范围内。不管怎样，对于特定应用或在一次性基础上，可以偏离上述的值，这并没有超出本发明的范围。做出这样的决定在本领域技术人员的能力或判断力之内。

[0096] 还有利的是，在本发明的范围内，氧气，特别是以具有至少一种其它气体的氧气混合物形式，在碳化中引入或注入，优选在出口或在加工流动方向上在碳化（装置）的下游。氧气或氧气混合物的注入或引入的体积流率可以在很大的范围内变化。通常，氧气、特别是以具有至少一种其它气体的氧气混合物优选空气的形式存在，其引入或注入的体积速率可在 10-500L/min，特别是在 25-250L/min，优选在 50-100L/min。不管怎样，对于特定应用或在一次性基础上，可以偏离上述的值，这并没有超出本发明的范围。做出这样的决定在本领域技术人员的能力或判断力之内。

[0097] 通常，碳化之后是处理在碳化中形成的废气。这里可预期的是，废气处理装置包括至少一个热二次燃烧段。在本发明的一个特别优选的实施方式中，废气处理之后是，在热二次燃烧段的上游点，通过热交换器冷却热二次燃烧段得到的废气。可选地，废弃的冷却之后是冷却气体的干燥。依次地，冷却气体的干燥之后是干燥气体的加热。

[0098] 在本发明的一个特别优选的实施方式中，废气处理包括在碳化形成的废气中的硫氧化物、特别是二氧化硫的氧化，优选是催化氧化，从而优选在热二次燃烧段和可选的冷却、干燥和 / 或加热下游形成三氧化硫。可以预期的是，氧化通过和 / 或在至少一个氧化催化剂的存在下进行，氧化催化剂优选 以钒和 / 或铂为主。还可以预期的是，在氧化中形成的三氧化硫返回到磺化和 / 或胶溶化。可选地，在氧化中形成的三氧化硫在插入的用于制备磺化剂的工艺步骤之后返回到磺化和 / 或胶溶化。

[0099] 可以证明，在本发明的范围内，更加有利的是，在氧化中产生的三氧化硫与废气的其它成分特别是碳氧化物和 / 或水蒸气和 / 或氮氧化物分离。这里可预期的是，分离之后是可选的废气的分离的其它组分的清洗。

[0100] 碳化之后，经过可选的插入的碳化材料的分类步骤，紧接着就是活化之前制备的碳化材料。通常，活化可以分批进行。

[0101] 根据本发明，更有利的是，活化是在封闭系统和 / 或惰性环境下进行的，特别是在活化的开始和 / 或加热阶段的开始时。

[0102] 活化的温度可以在很大的范围内变化。通常，活化温度设定在 300℃到 1800℃，特别是 400℃到 1500℃，优选在 500℃到 1250℃。不管怎样，对于特定应用或在一次性基础上，可以偏离上述的值，这并没有超出本发明的范围。做出这样的决定在本领域技术人员的能力或判断力之内。

[0103] 在该联系中可以预期的是，活化温度可以连续或逐步设定，优选通过加热装置，特别是电动加热系统来设定。

[0104] 在本发明的一个特别优选的实施方式中，活化包括通过喷射和 / 或鼓风引入至少一种活化气体，特别是水蒸气和 / 或二氧化碳和 / 或氧气和 / 或氨气。

[0105] 在本发明的范围内，可以预期的是，引入到活化步骤中的活化气体被加热到一限定温度。

[0106] 当使用两个或更多的活化气体时，它们可以同时或不同时地引入到活化步骤中，其中在本发明的范围内优选不同时地引入。类似地，活化气体可以在相同或不同的温度下引入。

[0107] 根据本发明，活化包括引入特别是以水蒸气和惰性气体混合物形式存在的水蒸气以作为活化气体，该引入可通过喷射、喷洒或鼓风。

[0108] 在水蒸气 - 惰性气体混合物中的水蒸气的比例可以在很大的范围内变 化。通常，在水蒸气 - 惰性气体混合物中的水蒸气的体积比在 5％ -70％，特别是 10％ -50％，优选在 15％ -40％。不管怎样，对于特定应用或在一次性基础上，可以偏离上述的值，这并没有超出本发明的范围。做出这样的决定在本领域技术人员的能力或判断力之内。在该联系中可预期的是，在活化中通过喷射、喷洒和 / 或鼓风在 500℃以上的温度引入水蒸气。

[0109] 在本发明的范围内，同样可以证明特别有利的是，除了作为活性气体的水蒸气外，活化包括引入特别是以二氧化碳 - 惰性气体混合物形式存在的二氧化碳，以作为活化气体，优选通过喷射、喷洒和 / 或鼓风。可以预期的是，通过喷射、喷洒和 / 或鼓风在 800℃以上的温度引入二氧化碳。

[0110] 在关于本发明的装置的评论中已经提到过，活化中的温度和二氧化碳含量影响待活化材料的燃烧行为，从而影响得到的活性炭的材料性能。

[0111] 在本发明的一个特别的实施方式中，至少一种活化气体通过加料装置从库存容器加入到活化步骤中。

[0112] 通常，活化之后紧接的是对在活化中形成的气体进行处理。在该联系中可预期的是，废气处理包括至少一个热二次燃烧段。

[0113] 根据本发明，热二次燃烧之后紧接的是对来自热二次燃烧段的废气进行清洗。在通过清洗器后，由于热二次燃烧而主要由二氧化碳和水蒸气组成的废气被排出。然而，只有过量的废气直接来到清洗，大部分的废气已作为能源供应到活性炭制备的各种操作中。

[0114] 在本发明的一个特别优选的实施方式中，来自于废气处理的废气（即，来自于活化的废气的废气处理），特别是来自于热二次燃烧段的废气，用于活化（装置）的间接加热，和 / 或用于至少一种活化气体的加热，和 / 或用于干燥，特别用于形成流化床。关于使用来自于活化、特别是在通过热二次燃烧之后的废气，更多细节可以参考上面关于本发明的装

置的说明。

[0115] 如上所讨论，干燥步骤 (a) 是在活性炭实际的制备之前，在未干燥 / 潮湿原料的情况下进行的。根据本发明，干燥可以在流化床进行；优选地，干 燥，特别是流化床的干燥，可以利用来自于废气处理（即来自于活化的废气的废气处理），特别是来自于热二次燃烧段的废气而进行。特别地，在本发明的范围内，干燥可以分批进行。关于干燥步骤的温度可以在很大的范围内变化。通常，干燥时的温度在 100℃到 400℃的范围内，特别是在 100℃到 200℃的范围内。不管怎样，对于特定应用或在一次性基础上，可以偏离上述的值，这并没有超出本发明的范围。做出这样的决定在本领域技术人员的能力或判断力之内。

[0116] 如上所述，当原料未磺化时，可在碳化之前进行磺化和 / 或胶溶化的工艺步骤。磺化和 / 或胶溶化的工艺步骤包括实际磺化（磺酸基团的引入）以及可选的胶溶化（即保留在原料中的单体、二聚或低聚物单元的溶出，以及所述单元在原料颗粒外表面的沉淀）。特别地，在本发明的范围内，磺化和 / 或胶溶化可以分批进行。

[0117] 磺化和 / 或胶溶化温度可以在很大的范围内改变。通常，磺化和 / 或胶溶化可以在 25℃到 400℃范围的温度进行，特别是在 50℃到 300℃。不管怎样，对于特定应用或在一次性基础上，可以偏离上述的值，这并没有超出本发明的范围。做出这样的决定在本领域技术人员的能力或判断力之内。

[0118] 在本发明的一个特别优选的实施方式中，可以在碳化步骤和活化步骤之间进行对来自于碳化的碳化材料进行分类的工艺步骤。

[0119] 关于本发明的工艺的更多细节，可以参照上面对本发明的装置的描述，其与本发明的工艺原则上是对应的。

[0120] 本发明的装置和工艺相对于现有技术具有很多优点：

[0121] 含硫化合物到三氧化硫的氧化以及三氧化硫返回到磺化，基本上避免了含硫废气的排放，否则会需要净化 / 纯化，而这不仅不方便而且消费巨大。

[0122] 大部分使用的磺化剂可以回收，从而实际上只有一小部分的磺化剂消耗了并需要更换。

[0123] 回收磺化剂也会显著地减少产生的所有废气的总量，特别是腐蚀酸废 气。

[0124] 在碳化 / 活化所形成的废气的热二次燃烧可以确保，在除去含硫化合物后，废气主要由无害的燃烧残留物二氧化碳和水蒸汽组成。

[0125] 二次燃烧产生热量，从而可以显著降低活性炭制备工艺的能量需求；例如，通过形成的废气的热二次燃烧，活化步骤的能量需求可降低至少 10％到 20％。

[0126] 而且，来自于热二次燃烧的热废气也可用于加热活化气体和 / 或干燥用于活性炭制备的原料。

[0127] 在活化前对粗糙活性炭的分类可以分离或特别混合单一类别，从而得到的活性炭可以最优地符合预期的最终用途。

[0128] 本发明的装置和工艺可以将碳化时的 SO_2 的排放维持在一定的水平，从而可以进行三氧化硫制备工艺，以及回收磺化剂。

附图说明

[0129] 图 1 是一个示意图，示例性地示出了具有创造性的装置 1 的典型的优选的实施方

式，其具有创造性的工艺顺序：

[0130] 具体实施方式

[0131] 如图所示，当使用未干燥的/潮湿的原料时，可选地开始在2进行优选在流化床的干燥操作，当原料未磺化时，接下来的是可选地在3的磺化和/或胶溶化。干燥并磺化和/或胶溶化的原料，例如基于磺化的苯乙烯-二乙烯基苯聚合物的原料，例如所谓的凝胶型或大孔型磺化离子交换树脂，随后在4受到碳化，之后在该步骤得到的碳化材料在5受到活化，从而得到需要的最终产物（即活性炭）。如图进一步所示，来自碳化4的酸性废气最初在4A受到热二次燃烧(TAB)，之后经过可选地对这些气体的冷却、干燥、再次加热后，在4B受到特别是以钒和铂作为氧化催化剂的催化氧化，从而废气中的二氧化硫SO_2转化成三氧化硫SO_3，三氧化硫可以通过4C回收到浓硫酸/发烟硫酸形式的磺化3中。然而，来自催化氧化4B的剩余的废气可选地在进一步的下游清洗4D后排出，这些废气主要包含二氧化碳CO_2、水蒸气H_2O，以及非常少量的氮氧化物NO_X和硫氧化物SO_X。

[0132] 来自活化5的废气，特别是氢气H_2和一氧化碳CO，同样受到热二次燃烧(TAB)5C的作用，来自热二次燃烧的仍然热的废气首先用于共加热活化装置5，其次用于加热在5B的活化气体或活化气体的相关容器，活化气体优选为水蒸气，在这种情况下，被加热的废气，特别是水蒸气，通过5A被供应到活化步骤，最后也用于供应干燥阶段2的流化床和所需热量。来自热二次燃烧(TAB)5的任何未使用的废气可以排出，可选地经过清洗器5D，此时废气主要由二氧化碳CO_2和水蒸气H_2O等组成。

[0133] 在本发明的一个典型实施方式中，本发明的装置或工艺可以如下进行：

[0134] 原料，例如苯乙烯-二乙烯基苯共聚物，特别是凝胶型或大孔型的离子交换剂，如果为干燥/潮湿形式，则在第一段受到干燥，所述原料的干燥优选在流化床上生效，优选通过利用来自活化步骤的排出热量。干燥可以典型地分批/非连续进行（例如每批$1m^3$的原料）。

[0135] 未磺化的原料在干燥段下游的第二段受到磺化/胶溶化。为此，原料聚合物，或者更简单的说就是离子交换剂，与适当的磺化剂接触，磺化剂优选为浓硫酸/发烟硫酸（例如15％发烟硫酸），特别地接触温度在100℃到400℃之间，优选在150℃到250℃之间。根据所要的孔系统，可以使用不同数量比率的磺化剂，本领域技术人员可以选择使其根据一个温度特性进行反应直到原料磺化并表现为自由流动的形式。该段不仅提供了磺化，而且一般还有所谓的胶溶化，即单体、二聚物和低聚物残留物从原料中溶解出来，随后在颗粒表面再沉淀，该再沉淀导致随后的在一个在颗粒表面形成的非常坚硬并且抗腐蚀的伪石墨层上的碳化过程。

[0136] 随后的工艺的第三段涉及对干燥和磺化的原料的碳化/热解，优选特别在封闭系统中连续或类似连续地进行。碳化典型地是在惰性反应环境下进行的。典型地，材料通常在惰性气氛下被排放到加热振动斜槽上，在这种情况，材料可以在60分的过程中被加热到350℃。该振动斜槽然后可以注入到同样连续或类似连续运行的在其入口侧具有400℃的温度的旋转管式炉中。在 旋转管的传送过程中，材料一般通过六到八个加热区域被加热到900℃。优选从炉入口侧同时加入水蒸气，特别是相应的氮气-水蒸气混合物（例如水蒸气体积比为10％到30％），以及从炉出口侧加入空气/氧气（例如50到100L/min），从而使反应管中得到的热解气体的燃烧成为可能。这可用于达成几个有利效果。首先，基本上防

止了分解气体在原料的基孔系统的冷凝，其次可利用反应管中的燃烧来利用热量，并且，可以最小化输入到炉－加热系统的电能。在碳化／热解终止后，可获得材料，其具有的内部表面积（BET）为 400 到 800m^2/g。优选的是，颗粒形状为球形，与原料符合。

[0137] 下游的第四段涉及最初制备的碳化材料的活化。在活化步骤，材料，其优选经过之前的分类，以小颗粒尺寸组分填充到具有空隙的旋转管式炉，并在惰性环境下被加热到960℃，该环境添加有水蒸气（例如体积比为 20％ -30％），优选添加有高于 600℃的氮气／水蒸气混合物形式的水蒸气。根据需要活化的程度以及需要得到的孔系统，该环境可混合有温度高于 900℃的二氧化碳 CO_2 以影响燃烧行为，该温度可以变化。在活化步骤形成的气体，特别是氢气和一氧化碳，可有利的用于间接加热活化管。结果，该装置总能量需求的约20％的可以从该工艺中省去。

[0138] 关于废气处理，来自于碳化／热解的废气最开始就可在热二次燃烧段（TAB）二次燃烧，特别是通过过量空气，从而氧化所有的有机组分；随后，富含 SO_2 的废气有利的引入到热交换器中并被冷却，从而其可以通过硫酸在气体干燥段除湿，在随后加热例如到大约 480℃后，气体可以通过多个段引入到氧化催化剂（例如基于钒的氧化催化剂，如五氧化钒）直到二氧化硫 SO_2 被氧化成三氧化硫 SO_3。在所有的二氧化硫 SO_2 被氧化成三氧化硫 SO_3 后，含三氧化硫 SO_3 的废气一般再次冷却，SO_3 通过浓硫酸而清洗掉，从而 SO_3 可以回到磺化步骤。从而，提供了磺化剂的完整的循环回路，而不需要昂贵且不便的处理。为了设计的经济和生态可实现，优选的是产生的废气量相对稳定，这可以通过连续或类似连续的 SO_2 的相关工艺步骤来实现，特别 是碳化／热解，并且 SO_2 的排放基本维持稳定，即不会出现突变。

[0139] 来自于活化步骤的废气的处理可以通过先前所述的方式（即，热二次燃烧和利用来自于热二次燃烧的废气加热活化气体、特别是水蒸气，和／或间接加热活化管，和／或用于流化床干燥）。

[0140] 根据本发明的第三方面，本发明最后还提供了本发明的装置的用途，如前所述，用于制备活性炭。如前所述，在根据本发明的应用的过程中的活性炭的制备，其达成是通过聚合有机优选磺化的原料的碳化和随后的活化。更多关于本发明应用的细节，可以参考上面关于本发明的装置和工艺的评论，其原则上适用于根据本发明的应用。

[0141] 在本领域技术人员阅读了说明书之后，不需要脱离本发明的范围，就可以对实现本发明的其它改良、改进、改变，本发明的优点对其也是显而易见的。

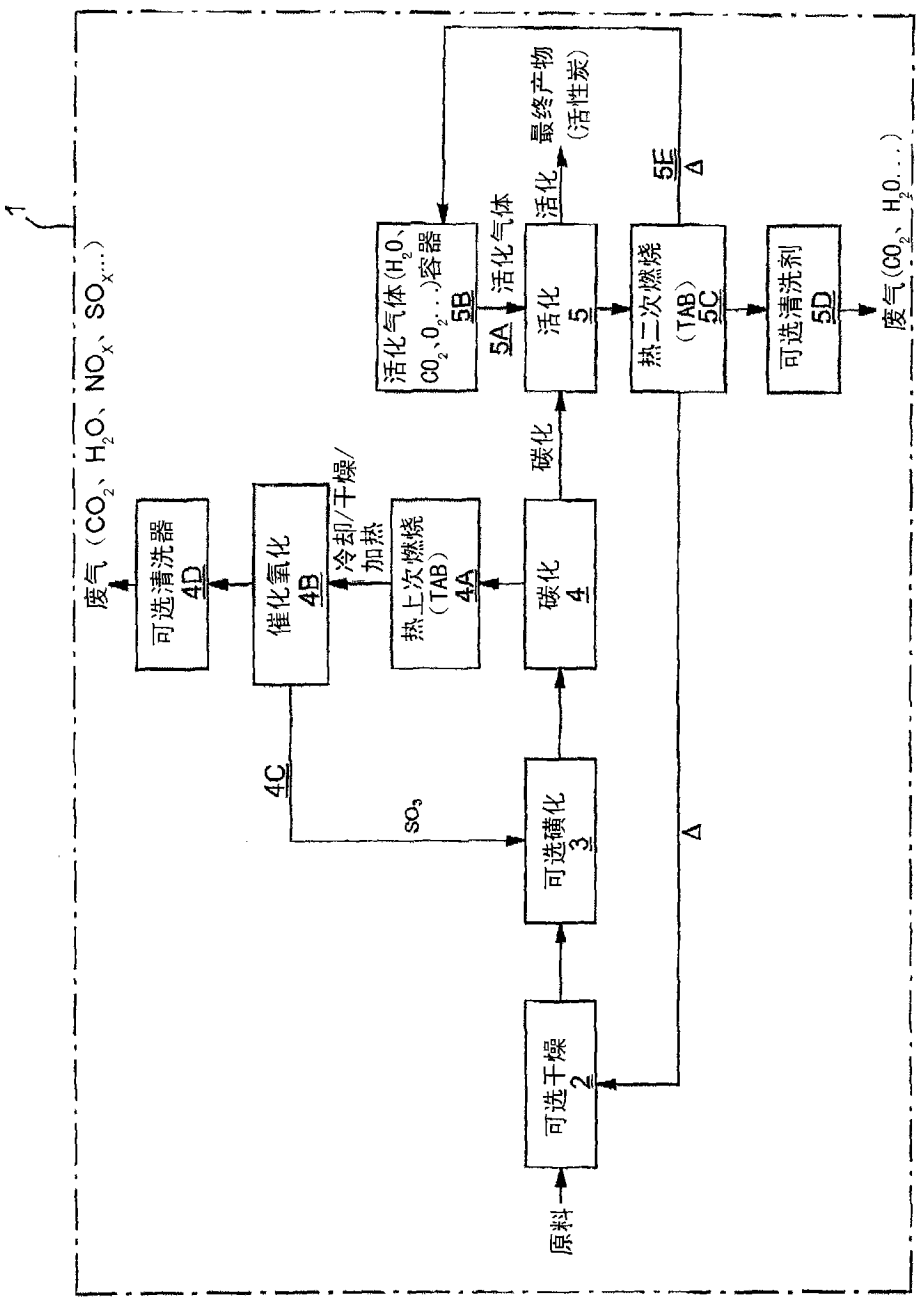

1
废气（CO_2、H_2O、NO_x、SO_x...）
可选清洗器 4D
催化氧化 4B
冷却/干燥/加热
热上次燃烧（TAB）4A
碳化 4
碳化
活化气体（H_2O、CO_2、O_2...）容器 5B
5A 活化气体
活化 5
活化 最终产物（活性炭）
热二次燃烧（TAB）5C
5E
Δ
可选清洗剂 5D
废气（CO_2、H_2O...）
4C
SO_3
可选横化 3
Δ
可选干燥 2
原料

图 1