

李晓强, 兰丽娟. 椰壳活性炭和煤基活性炭的表面形貌及吸附性能比较[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(6): 288–290.

椰壳活性炭和煤基活性炭的表面形貌及吸附性能比较

李晓强, 兰丽娟

(烟台大学环境与材料工程学院, 山东烟台 264005)

摘要:椰壳活性炭和煤基活性炭是应用最为广泛的 2 种活性炭材料, 本研究通过扫描电子显微镜对其进行了表面形貌的表征。结果证明, 椰壳活性炭表面存在较为均匀的孔结构, 且大孔的孔壁上布满更小的孔, 具有缺陷的位置孔结构更为发达; 而煤基活性炭表面的孔结构较少, 二次堆积孔比较多, 二次孔的孔壁也可以看到更小的孔存在。通过对于甲醛和甲苯的气体吸附性能测试, 发现椰壳活性炭和煤基活性炭的吸附性能大体相当, 要好于活性氧化铝和麦饭石等其他多孔材料。

关键词:活性炭; 椰壳炭; 煤基炭; 吸附; 表面形貌

中图分类号: TQ424.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002–1302(2013)06–0288–03

活性炭是一种应用最为广泛的多孔吸附材料, 广泛地应用在水污染处理、变压吸附、黄金冶炼、白酒和糖类等多种行业, 具有优异的吸附性能和低廉的成本^[1–3]。近年来, 科学家还开发了活性炭很多新用途, 如血液净化、药物缓释和烟气脱硫脱硝等^[4–6]。活性炭可以广泛地应用在多种行业, 主要是因为其具有发达的孔结构, 进而对物质产生强大的吸附能力, 所以, 吸附剂表面的孔结构是决定该种材料吸附性能的关键因素^[7–9]。

活性炭材料可以有多种原料来源, 如煤、果壳、木屑、兽骨和煤焦油等, 其中应用最广泛的是煤基活性炭和椰壳活性炭。在两者中, 煤基活性炭的成本较低, 用量更大, 而椰壳活性炭由于重金属等污染物的含量较低, 所以可以应用在食品、药物、生物和饮用水等行业^[10]。

虽然活性炭的应用非常广泛, 但目前对于不同原料来源活性炭的孔结构进行表征并且将其与吸附性能直接对比的研究还比较缺乏^[11]。本研究采用扫描电子显微镜对煤基活性炭和椰壳活性炭的表面形貌进行了表征, 并将二者的气体吸附性能进行了对比。通过试验, 发现椰壳炭表面的孔结构更加丰富和均匀, 孔结构的直径约为 5~10 μm。通过对比 2 种不同原料活性炭和其他多孔材料对于甲醛和甲苯的吸附性能, 发现 2 种不同来源的活性炭吸附能力大致相当, 要好于活性氧化铝和麦饭石等其他多孔材料。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

煤基活性炭来自于山西新华化工有限公司, 椰壳活性炭来自于唐山天合活性炭有限公司, 均未经过进一步处理。扫描电子显微镜型号为 Hitachi s–4800。

1.2 测试方法

活性炭及其他多孔材料的测试过程如下: 将活性炭或其他多孔材料装载在过滤器中, 然后将过滤器安装在空气净化机上, 将空气净化机置于 3 m³ 的玻璃密封舱内, 将净化机连接在电源上; 然后, 在玻璃舱内发生定量的污染物, 开启舱内的均风装置, 待密封舱内的污染物分布均匀后, 开启空气净化机, 用甲醛和甲苯气体分析仪每隔 1 min 记录污染物的浓度。

2 结果和分析

2.1 电子显微镜扫描结果

2.1.1 椰壳活性炭的表面形貌 图 1 为椰壳活性炭的电子显微镜扫描照片。活性炭的制备原理是使用水蒸气或者其他活化物质将炭化料腐蚀出较多的孔结构。从图 1 中可以看出, 在椰壳活性炭的表面, 有很多比较均匀的小孔存在。由于椰子壳在炭化后要进行破碎, 所以椰壳活性炭会有一些断面。图 1–b 显示在断面的各个方向上都可可见活化过程中出现的小孔, 而且在有缺陷存在的表面(图 1–c), 同样可见较多小孔存在, 甚至在缺陷与表面交接的位置孔结构更为丰富。在部分表面可以看出部分植物纤维未完全炭化的痕迹(图 1–d), 而在相应的位置, 虽然存在一定数量的孔结构, 但其数量比正常表面略少。

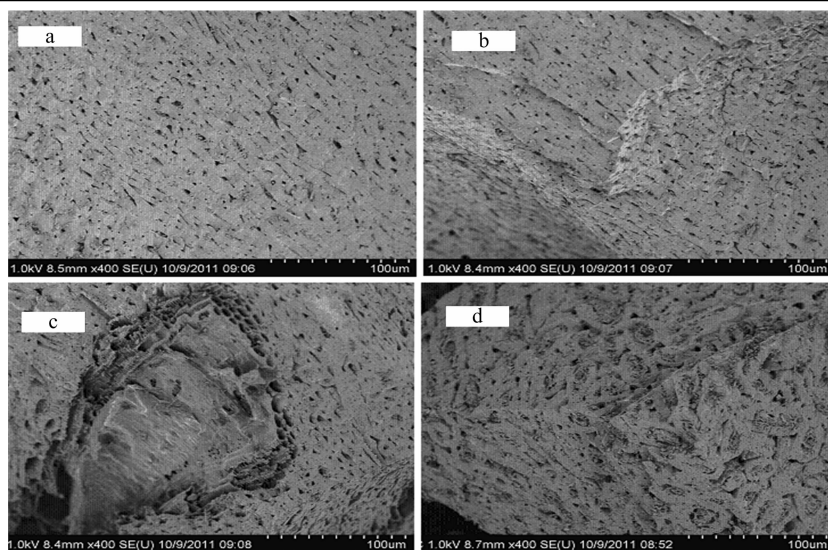
2.1.2 煤基活性炭的表面形貌 图 2 为煤基活性炭的表面形貌。对比椰壳活性炭的电子显微镜照片可以看出, 煤基炭的表面难以观察到均匀的孔结构, 只有不规则的二次堆积孔出现, 其表面也不如椰壳炭的表面均匀, 有较多的大小不一的较小颗粒附着, 这也是煤基炭比椰壳炭更容易粉化的微观证据。经过放大 2 万倍的照片观察, 能够观测到煤基炭的表面存在一些小孔。如果观察二次堆积孔, 可以看见二次孔的孔壁内有很多更小的孔存在, 说明煤基活性炭也具有发达的孔结构, 但煤基炭表面的孔结构比椰壳活性炭更加难以观测。

图 3 为椰壳炭的电子显微镜扫描照片, 可以更清楚地观察到椰壳炭的孔结构。从图 3 可以看出, 椰壳活性炭的孔结构较为发达, 孔的大小也比较均匀。在大孔的孔壁上, 可以清楚地观测到有较小的孔存在(图 3–a), 小孔的大小也比较均匀, 而且在孔结构比较多的部分位置, 孔壁甚至以网状结构出现(图 3–b)。椰壳活性炭表面比较均匀的孔直径约为 5~

收稿日期: 2013–02–27

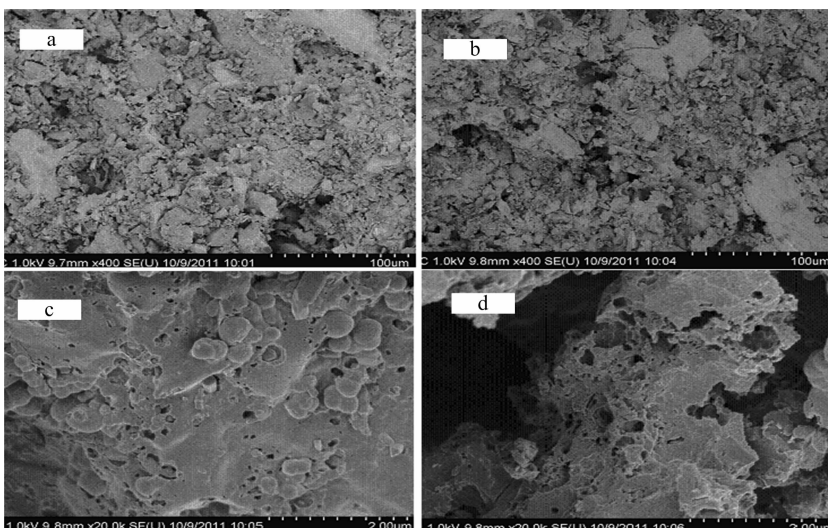
基金项目: 山东省科技发展计划(编号: 2012G0020216)。

作者简介: 李晓强(1979—), 男, 河北迁安人, 博士, 讲师, 从事吸附材料方面的研究。Tel: (0535) 6706038; E-mail: lixiaoqiang79@sohu.com。



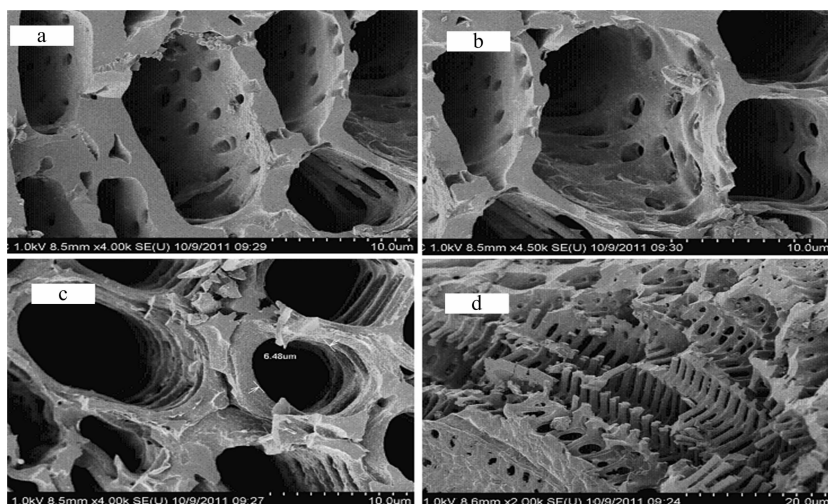
a—表面孔结构；b—断面表面结构；c—缺陷处微观结构；d—未完全炭化处微观结构

图1 椰壳活性炭的表面形貌



a—表面结构；b—少量孔结构；c—颗粒结构；d—二次堆积孔结构

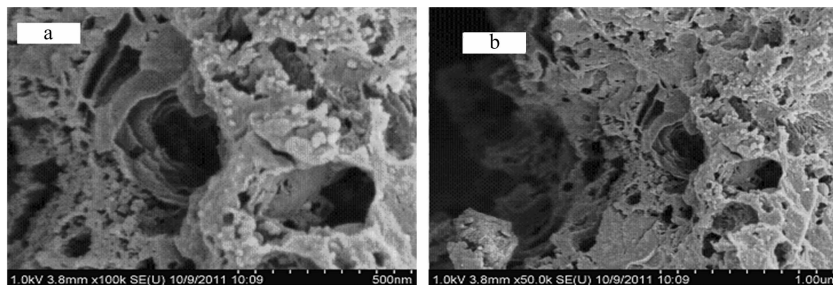
图2 煤基活性炭的表面形貌



a—孔结构；b—孔壁；c—孔径；d—过度炭化形成的孔

图3 椰壳活性炭的孔结构

10 μm (图 3-c)。在部分活化过度的位置(图 3-d),可以清楚地看出即使椰壳活性炭的表面看起来的孔较少,但是内部仍然具有非常发达的孔结构。图 4 为煤基炭的电子显微镜扫描



a—孔结构; b—堆积孔

图4 煤基活性炭的孔结构

2.2 气体吸附性能

2.2.1 甲醛吸附性能 图 5 为 2 种不同原料来源活性炭以及其他一些多孔材料对于甲醛的吸附性能比较。数据显示,煤基活性炭对于甲醛的吸附能力最强。椰壳活性炭对于甲醛的吸附能力与活性氧化铝类似,比椰壳活性炭稍差。麦饭石对于甲醛的吸附性能很差。

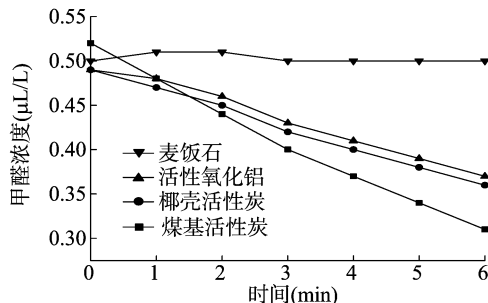


图5 不同材料来源活性炭及其他多孔材料对于甲醛的吸附性能比较

图 6 为 2 种不同来源活性炭及其他多孔材料对于甲苯的吸附性能比较。试验表明,无论是煤基活性炭还是椰壳活性炭,对于甲苯的吸附能力都要明显强于其他多孔材料。2 种不同来源的活性炭对于甲苯的吸附能力接近,并无明显区别。相对于其他几种多孔材料,活性炭具有更高的比表面积,更发达的孔结构,所以吸附性能更好。比较图 5 和图 6 可以发现,活性炭对于甲醛的吸附能力较差,说明活性炭对于小分子和低沸点的物质吸附量较小。

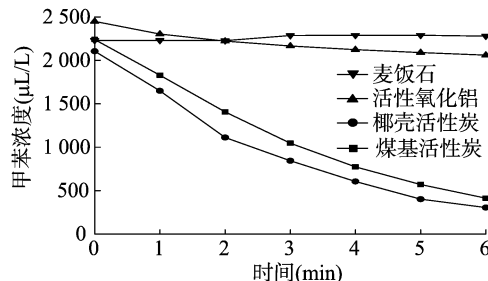


图6 不同材料来源活性炭及其他多孔材料对甲苯的吸附性能比较

3 结论

椰壳活性炭的表面存在较多均匀的孔结构,孔径大小为

5~10 μm 。有缺陷的位置活化过程更为彻底,孔结构更为发达。部分未完全炭化的位置活化不完全,孔结构较少。

煤基活性炭表面孔结构不均匀,且二次堆积孔较多。在二次堆积孔的孔壁,可以观察到更小的孔插入到孔壁上。

活性炭对于气体的吸附性能要强于活性氧化铝和麦饭石,将椰壳炭和煤基炭 2 种活性炭材料作比较,其吸附性能未见明显差异。

参考文献:

- [1] Park J J, Ryu S K. Effect of modification with HNO_3 and NaOH on metal adsorption by pitch-based activated Carbon fibers[J]. Carbon, 2001, 39(11): 1635-1642.
- [2] Moreno-Castilla C, Ferro-Garcia M A, Joly J P, et al. Thermal desorption of chlorophenols from activated carbons with different porosity[J]. Langmuir, 1995, 11(7): 2648-2651.
- [3] Pelekani Y C, Snoeyink V L. Competitive adsorption in natural water: role of activated carbon pore size[J]. Water Research, 1999, 33(5): 1209-1219.
- [4] Williams P T, Anton R R. Development of activated Carbon pore structure via physical and chemical activation of biomass fibre waste[J]. Biomass and Bioenergy, 2006, 30(2): 144-152.
- [5] Laine J, Yunes S. Effect of the preparation method on the pore size distribution of activated Carbon from coconut shell[J]. Carbon, 1992, 30(5): 601-604.
- [6] Nian Y, Teng H. Capacitance and pore-size distribution in aqueous and nonaqueous electrolytes using various activated carbon electrodes[J]. J Elect Soc, 2002, 149(12): 1008-1013.
- [7] 黄艳芳, 马正飞, 姚虎卿. 活性炭吸附 CO_2 与其微孔体积的关系[J]. 燃料化学学报, 2008, 36(3): 343-348.
- [8] Quinlivan L A, Knappe D. Effects of activated Carbon surface chemistry and pore structure on the adsorption of organic contaminants from aqueous solution[J]. Carbon, 2002, 40(12): 2085-2100.
- [9] Chiang Y P, Huang C P. Effects of pore structure and temperature on VOC adsorption on activated carbon[J]. Carbon, 2001, 39(4): 523-534.
- [10] 解强, 张香兰, 李兰廷, 等. 活性炭孔结构调节: 理论、方法与实践[J]. 新型炭材料, 2005, 20(2): 183-190.
- [11] 张巍, 应维琪, 常启刚, 等. 水处理活性炭吸附性能指标的表征与应用[J]. 中国环境科学, 2007, 27(3): 289-294.