

李晓强, 兰丽娟, 盖东杰. 盐酸改性椰壳活性炭对甲苯的吸附性能[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(9): 342-344.

# 盐酸改性椰壳活性炭对甲苯的吸附性能

李晓强, 兰丽娟, 盖东杰

(烟台大学环境与材料工程学院, 山东烟台 264005)

**摘要:**研究了改性椰壳活性炭对甲苯的吸附效率, 证明盐酸改性可以有效提高椰壳活性炭对于甲苯的吸附效率, 浸渍溶液的酸性越强则效率越高。硫酸、硝酸和柠檬酸改性的椰壳活性炭的吸附效率也有所增加。经过扫描电子显微镜的分析, 椰壳活性炭具有发达的孔结构, 部分位置具有均匀的孔结构, 孔径约为  $5 \sim 10 \mu\text{m}$ 。

**关键词:**椰壳活性炭; 甲苯; 吸附; 盐酸; 改性; 孔结构

**中图分类号:** X511 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)09-0342-02

椰壳为为棕榈科植物椰子的内果皮, 含木质素 36.51%、纤维素 53.06%、戊聚糖 29.27%, 质地坚硬。将椰壳炭化后再活化, 可得到椰壳活性炭, 是一种具有高附加值的椰壳利用途径<sup>[1-3]</sup>。椰壳活性炭是一种应用非常广泛的多孔吸附材料, 外观为黑色, 呈破碎状, 具有孔隙发达、吸附性能好、强度高、易再生、经济耐用等优点, 主要应用于饮用水、纯净水、制酒、饮料、工业污水的净化、脱色、脱氯、除臭。将多孔材料利用化学物质进行表面和孔结构的改性, 是提高吸附剂性能的重要方法之一<sup>[4-7]</sup>。将活性炭材料用酸性物质改性, 可以改变表面官能团的种类和数量, 从而改变活性炭的表面结构和吸附性能, 是提高活性炭材料利用效率的有效途径<sup>[8]</sup>, 也是活性炭行业的研究重点。近年来室内空气污染越来越严重, 其中甲苯是一种危害较大、存在较为普遍的室内空气污染物。采用活性炭作为吸附剂对甲苯进行处理是常见的室内空气净化手段, 目前在飞利浦、松下、夏普和亚都等领先的空气净化器厂家中得到了应用。利用化学物质对椰壳活性炭进行改性<sup>[9-10]</sup>, 既保留了椰壳活性炭良好的强度和发达的孔结构, 又通过化学物质对活性炭的表面官能团进行了调节, 可以提高活性炭对于甲苯的吸附效率。本试验研究了椰壳活性炭被不同化学物质改性后对甲苯的吸附性能, 结果证明盐酸可以提高椰壳活性炭对于甲苯的吸附效率, 并研究了酸的类型和强度对于活性炭吸附效率的影响, 具有一定的科学意义和应用前景。

## 1 材料与方法

椰壳活性炭来自于唐山天合活性炭有限公司, 未经过进一步处理。活性炭的改性采用浸渍法, 将一定比例的化学物质配成溶液, 加热至  $70^\circ\text{C}$ , 然后将多孔材料浸渍于其中, 1 h 后过滤分离, 固体于  $120^\circ\text{C}$  烘干后备用。

扫描电子显微镜型号为 Hitachi S-4800。椰壳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  $3 \text{ m}^3$  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浓度均匀后, 开启空气净化器, 用甲醛和甲苯气体分析仪每隔 1 min 记录污染物的浓度。

## 2 结果与分析

### 2.1 椰壳活性炭的吸附效率

发达的孔结构是吸附剂具有较高效率的决定性结构因素, 常见作为吸附剂的多孔材料有活性炭、活性氧化铝、沸石分子筛、麦饭石等。椰壳活性炭是常见吸附剂, 对很多气体都有非常好的吸附效果。由图 1 可知, 几种多孔材料中, 椰壳活性炭对甲苯的吸附性能最好, 分子筛对甲苯的吸附效果也较高, 而麦饭石对甲苯的吸附效果很差, 10 min 内甲苯浓度基本不变化。多孔材料对于甲苯的吸附主要取决于其孔结构的多少, 比表面积最高的椰壳炭材料的吸附性能最好。

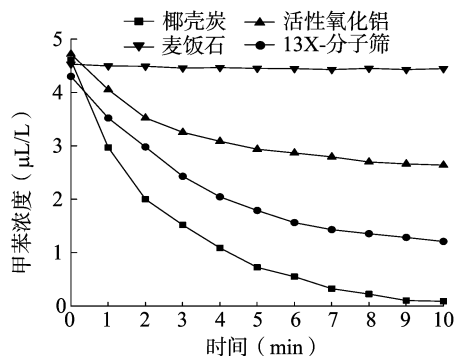


图1 椰壳活性炭及其他多孔材料对于甲苯的吸附性能

### 2.2 椰壳炭改性后的吸附效率

通过化学物质浸渍, 可以改变多孔材料的孔结构和表面结构。对于椰壳活性炭, 一些具有一定腐蚀性的化学物质如盐酸、氢氧化钠、双氧水等可以腐蚀其孔结构, 进而产生更多的孔, 有效提高其吸附性能; 另外, 这些化学物质可以改变椰壳活性炭表面官能团的类型和数量, 进而影响椰壳活性炭对于甲苯的吸附性能。但是, 化学物质通过浸渍后会留在椰壳活性炭的孔结构或者表面, 则有可能堵塞活性炭本来的孔结构, 反而造成吸附能力的下降。由图 2 可知, 氢氧化钠改性后

收稿日期: 2013-06-06

基金项目: 山东省科技发展计划 (编号: 2010G0020216)。

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。

椰壳活性炭的吸附性能下降,可能是由于氢氧化钠在烘干后留在活性炭材料的孔和表面,堵塞了一部分孔结构。双氧水和盐酸改性后的椰壳活性炭的吸附性能都有一定程度提高,其中盐酸改性的椰壳活性炭吸附效果更好,说明酸性物质可以改变椰壳活性炭表面官能团的种类和数量,进而改变活性炭的吸附性能。

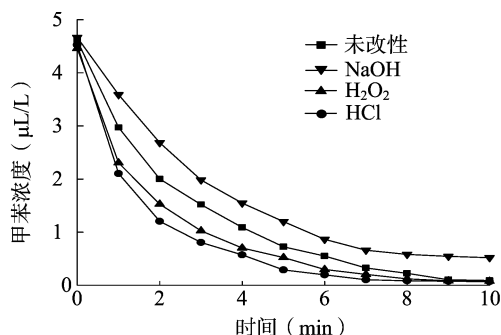


图2 化学物质改性的椰壳活性炭对于甲苯的吸附性能

从图3可以看出,柠檬酸处理的活性炭的吸附性能最差,可能是由于柠檬酸的酸性较弱,不能有效改变活性炭的孔结构和表面官能团。几种强酸中,盐酸改性的活性炭对于甲苯的吸附效果最好,硫酸和硝酸较为接近,具体原因可能是硫酸和硝酸的腐蚀性和氧化性较强,而活性炭具有较强的还原性,二者在浸渍的过程中发生了反应,酸性物质反应后难以有效改变活性炭表面的官能团种类和数量,效果比盐酸差。

从图4可以看出,活性炭对于甲苯的吸附效率随着盐酸浓度的增大而上升。未改性椰壳活性炭对于甲苯的去除效率为68%,而15%盐酸处理的椰壳活性炭的吸附效率为87%,证明盐酸的改性有效提高了椰壳活性炭的吸附效率。

### 2.3 椰壳活性炭的表面形貌

从图5-a可以看出,椰壳活性炭的表面存在很多孔结构,较大的孔直径和形状并不规整。在部分椰子壳有缺陷的

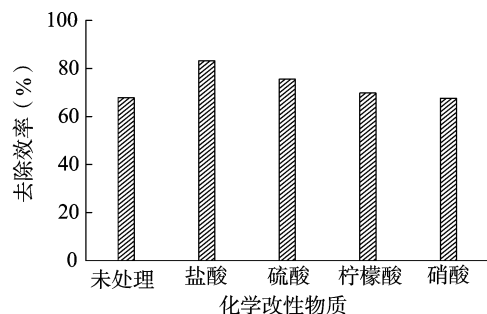


图3 不同类型酸改性的椰壳炭对甲苯的吸附性能

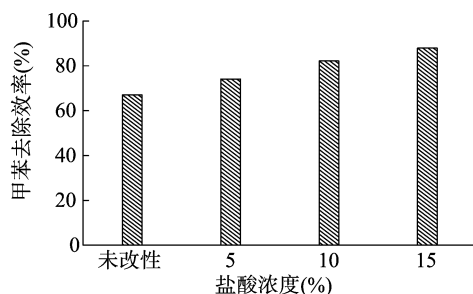


图4 不同浓度盐酸改性的椰壳活性炭对甲苯的吸附效率

部位,在缺陷的断面处可以看见较多的小孔,孔结构比表面更多,说明在活化过程中,缺陷位置更容易活化,在缺陷的孔道和活性炭颗粒的交界地带,孔结构尤其发达,可以清楚地观测到一些活化过程中过度腐蚀形成的骨架结构(图5-b)。活性炭结构的孔分布较宽,微孔、中孔和大孔都较为发达,一般大孔的孔壁都有小孔存在,即“大孔套小孔的结构”,由图5-c、d可以清晰地观察到大孔的孔壁上有更小的孔存在,而且大孔和小孔的孔径分布都比较窄。图5-e可以看到活性炭材料的部分位置存在发达的孔结构,孔径也很均匀,从孔壁上可以看出活性炭骨架结构基本排布成网状,横向和纵向的孔都比较多,直径约为5~10 μm。

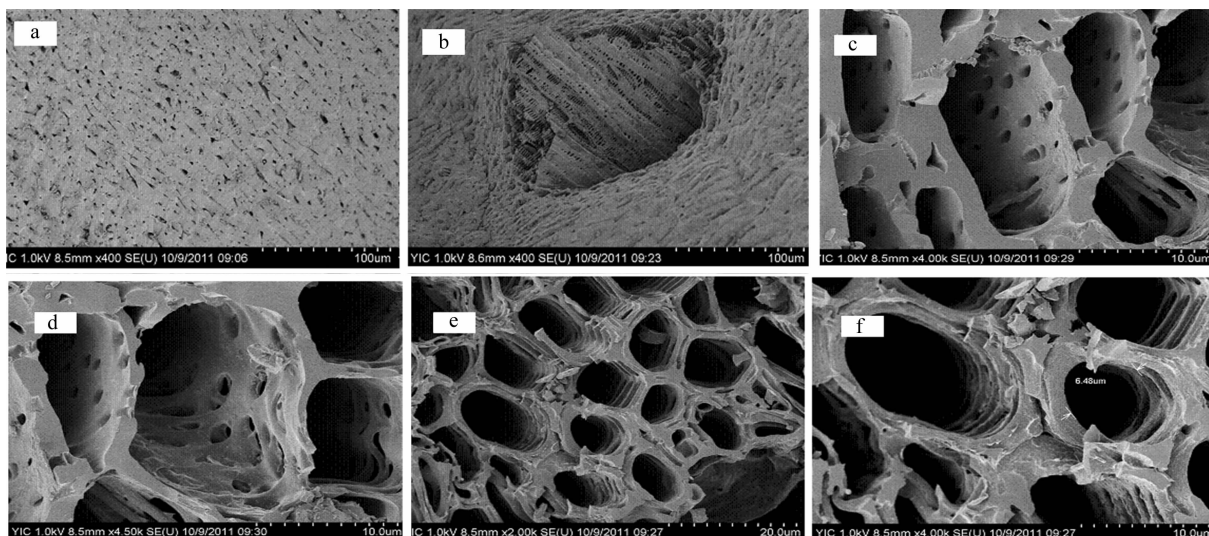


图5 椰壳活性炭的表面形貌

## 3 结论

对比活性氧化铝、分子筛和麦饭石等多孔材料,椰壳活性

炭对于甲苯具有更好的吸附效果,在3 m<sup>3</sup> 测试舱内10 min的净化效率大于95%。椰壳活性炭经过盐酸改性后对甲苯的吸附性能提高较大,而经过氢氧化钠改性后吸附能力则有所

秦贤宏. 基于经济-生态-农业导向的建设用地空间配置研究——以江苏省泰州市为例[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(9): 344-348.

# 基于经济-生态-农业导向的建设用地空间配置研究 ——以江苏省泰州市为例

秦贤宏<sup>1,2,3</sup>

(1. 中国科学院大学, 北京 100039; 2. 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 江苏南京 210008;

3. 江苏省工程咨询中心, 江苏南京 210003)

**摘要:**本研究提出了一种基于比较优势原理, 综合考虑经济发展适宜性、农业空间约束性、生态空间约束性的建设用地空间配置思路, 并以江苏省泰州市为例进行了实证演示。首先, 分别进行经济、农业、生态空间适宜性评价, 然后根据这 3 个适宜性指数计算出每个空间单元的建设用地扩展比较优势度, 再根据建设用地扩展比较优势度进行建设用地开发强度配置。结果表明: 这种方法能够协调经济发展与生态保护和粮食安全之间的矛盾, 有助于获得“建设”和“吃饭”的双赢, 实现区域土地利用总福利的最大化。

**关键词:**建设用地; 优化配置; 比较优势; 泰州

**中图分类号:** F301 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)09-0344-05

我国是一个土地资源极度稀缺的国家, 当前随着城镇人口的增长与经济建设事业的迅速发展, 人地矛盾日益突出。一方面城镇各部门、各行业对建设用地增量的需求不断增加<sup>[1-3]</sup>; 另一方面却是建设用地的无序扩张, 导致大量优质农田被占用, 甚至一些重要生态空间也被蚕食, 严重威胁着区域的粮食安全和生态安全<sup>[4-5]</sup>。在“十分珍惜、合理利用每一寸土地”已成共识的时代背景下, 建设用地在我国特别是沿海快速城市化地区实际上已成了一种稀缺资源。因此, 对有限的建设用地增量指标进行空间优化配置研究, 使其发挥更大的空间利用效益具有重要的理论和实践意义。不少学者从土

地利用效益的角度构建土地资源优化配置模型<sup>[6-8]</sup>, 以减轻不断紧缩的土地政策对经济发展的制约作用。但是这种完全以土地集约利用为目标的优化方式忽视了建设用地扩张对生态环境和粮食安全的实质影响<sup>[9-11]</sup>, 因为某些建设用地效率较高的地区也有可能同时是自然生态约束性和粮食保护适宜性很高的地区, 因此完全按照建设用地效率高低进行配置也不合理。笔者以江苏省泰州市为例, 在经济适宜性、生态约束性、农业适宜性为目标的土地开发适宜性评价的基础上, 根据比较优势原理, 进行区域土地资源优化配置研究, 力求实现区域经济、生态、粮食三者综合效益的最大化。

收稿日期: 2013-02-17

基金项目: 国家自然科学基金(编号: 40671077); 中国科学院知识创新工程重要方向项目(编号: kzcx2-yw-321)。

作者简介: 秦贤宏(1982—), 男, 湖北十堰人, 博士, 主要研究方向是区域发展与城市规划。E-mail: qinxh-1982@163.com。

下降。在酸性物质中, 盐酸改性后椰壳活性炭对于甲苯的吸附效率提高较多, 而硫酸、硝酸和柠檬酸的改性效率较盐酸差。椰壳活性炭具有发达的孔结构, 孔壁上有较多更小的孔存在, 部分位置有大小非常均匀的孔, 直径约为 5~10 μm。

## 参考文献:

- [1] 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.
- [2] 杜亚平, 毛清龙, 张德祥, 等. 石油焦基活性炭制备工艺对其吸附性能及孔结构的影响[J]. 新型炭材料, 2003, 18(3): 225-230.
- [3] Tay J H, Chen X G, Jeyaseelan S, et al. Optimising the preparation of activated carbon from digested sewage sludge and coconut husk[J]. Chemosphere, 2001, 44(1): 45-51.
- [4] Gratuioa M B, Panyathanmapornb T, Chumnanklang R A, et al. Production of activated carbon from coconut shell: Optimization using

## 1 建设用地指标优化配置原理

### 1.1 比较优势理论

李嘉图认为, 不同国家生产不同产品存在着比较成本差异, 各个国家应专门生产并出口比较成本相对较低的产品, 进

- response surface methodology[J]. Bioresource Technology, 2008, 99(11): 4887-4895.
- [5] 陈女, 吴倩, 李佟茗, 等. 几种椰壳活性炭材料的孔结构分析[J]. 上海化工, 2006, 31(11): 13-16.
- [6] Daud W M, Ali W S. Comparison on pore development of activated carbon produced from palm shell and coconut shell[J]. Bioresource Technology, 2004, 93(1): 63-69.
- [7] 闻人勤, 苗毓恩, 张晓敏, 等. 酸预处理对活性炭吸附有机物的影响[J]. 工业水处理, 2007, 27(3): 19-20.
- [8] 刘振宇, 郑经堂, 王茂章, 等. PAN 基活性炭纤维的表面及其孔隙结构解析[J]. 化学物理学报, 2000, 13(4): 473-480.
- [9] 单晓梅, 朱书全, 张文辉, 等. 氧化法改性煤基活性炭和椰壳活性炭的研究[J]. 中国矿业大学学报, 2003, 32(6): 729-733.
- [10] Babel S, Kumiawan T A. Cr(VI) removal from synthetic wastewater using coconut shell charcoal and commercial activated carbon modified with oxidizing agents and/or chitosan[J]. Chemosphere, 2004, 54(7): 951-967.