

# 胶接过程对活性炭孔隙结构影响的研究<sup>\*</sup>



高尚愚<sup>1</sup>, 安部郁夫<sup>2</sup>, 周建斌<sup>1</sup>, 左宋林<sup>1</sup>, 胡成文<sup>1</sup>, 刘启明<sup>1</sup>

(1. 南京林业大学化工学院, 江苏 南京 210037; 2. 大阪市立工业研究所 日本)

GAO S. Y.

**摘 要:** 通过胶炭混合物与原料用活性炭孔隙结构的对比研究, 探讨了胶接过程对活性炭孔隙结构的影响。得知用比表面积大、比孔容积大的活性炭以及分子量较大的胶粘剂为原料, 活性炭在胶接过程中的孔隙损失率较少, 并且搞清楚了孔径小的孔隙的损失率较少。

**关键词:** 活性炭; 孔隙; 胶接; 活性炭成型物

中图分类号: TQ 424 文献标识码: A 文章编号: 0253-2417(2000)-03-0060-05

用粉末状活性炭和胶粘剂之类材料所制成的活性炭成型物, 具有各种形状, 便于在多种场合下使用, 并且价格比活性炭纤维便宜, 因此具有广阔的应用前景, 国内外都在进行研究<sup>[1~4]</sup>。但是, 由于胶接过程会导致原料用活性炭吸附能力下降, 从而在某种程度上影响了活性炭成型物的吸附能力和使用价值。因此, 探明胶接过程中胶粘剂对活性炭孔隙结构的影响, 不但是探讨胶接机理的一个重要方面, 而且对制造吸附性能卓越的活性炭成型物, 将提供有力的理论依据。

本文通过 2 种有代表性的粉末状活性炭, 与 2 种分子量大小不同、但种类相同的胶粘剂胶接前后孔隙结构进行对比研究, 现将结果报告如下。

## 1 实验方法

### 1.1 实验用原材料

1.1.1 原料用活性炭 在第一报研究的基础上<sup>[5]</sup>, 选择了 2 种孔径分布差异较大的粉末状活性炭 AG-12 和 AG-21 作为调制活性炭成型物的原料用活性炭, 它们的主要孔隙性质如表 1, 孔径分布如图 1~2 所示。

1.1.2 胶粘剂 选用分子量大小不同、但种类相同的 2 种胶粘剂 M 及 N。其固含量分别为 46% 和 44%, M 的分子量比 N 大。

\* 收稿日期: 1999-12-23

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(39670593)。

作者简介: 高尚愚(1941-), 男, 江苏南京市人, 教授, 博士, 博士生导师, 从事活性炭研究。

## 1.2 胶炭混合物

按照胶粘剂与原料用活性炭的重量比(以下简称胶炭比)为1:1调制成胶炭混合物。固化干燥后粉碎至全部通过200目(0.076mm)筛,调制成4种胶炭混合物AG-12/M、AG-12/N及AG-21/M、AG-21/N,供测试孔隙性质使用。

## 1.3 孔隙性质的解析

按照第一报中解析原料用活性炭孔隙性质的方法<sup>[5]</sup>,以4种胶炭混合物试样的孔隙性质进行了解析。

# 2 结果与讨论

## 2.1 试样的比表面积、比孔容积和平均孔隙半径

胶炭混合物试样及原料用活性炭的比表面积、比孔容积及平均孔隙半径如表1所示。

表1 试样的孔隙性质  
Table 1 Pore property of samples

试样 samples	比表面积( $\text{m}^2/\text{g}$ ) specific surface area	比孔容积( $\text{ml}/\text{g}$ ) specific pore volume	平均孔隙半径(nm) average pore radius
AG-12	1508	1.124	1.49
AG-12/M	702	0.516	1.47
AG-12/N	693	0.505	1.46
AG-21	1139	0.614	1.08
AG-21/M	412	0.215	1.05
AG-21/N	382	0.202	1.06

由表1可见,4种胶炭混合物试样的比表面积、比孔容积及平均孔隙半径,都比相应的原料用活性炭的数值小。说明在胶接过程中,所生成的胶炭混合物的孔隙结构,呈现出孔隙数量减少、孔径变小的特点。即胶炭混合物的孔隙结构已经不同于原料用活性炭。

从胶接过程对于不同种类的原料用活性炭的影响来看,AG-12的比表面积比AG-21的大。在胶炭比相同时,用胶粘剂M、N胶接成的胶炭混合物AG-12/M、AG-12/N的比表面积也相应的比AG-21/M、AG-21/N大。比孔容积也有相同的趋势。由此可以作出结论,原料用活性炭的孔隙性质对胶炭混合物的孔隙性质具有很大的影响,孔隙结构发达的活性炭所制成的活性炭成型物的孔隙结构也发达。

在深入分析胶接过程对原料用活性炭孔隙结构的影响时,应该考虑到胶炭混合物中除了含有活性炭以外,还存在没有孔隙结构的胶粘剂的固化产物。为此,根据胶炭比和胶粘剂的固含量,计算了胶炭混合物中活性炭部分的比表面积 $S$ 和比孔容积 $V$ ,并求出它们与相应的原料用活性炭的差值 $S'$ 及 $V'$ ,结果如表2所示。

表2中的 $S'$ 及 $V'$ 定量地反映了胶接过程中,因孔隙的堵塞而导致的原料用活性炭比表面积及比孔容积的减少状况。其数值越小表示孔隙堵塞的越少。由表2可见,经过胶接以后,原料用活性炭AG-12的比表面积减少值 $S'$ 为483~510 $\text{m}^2/\text{g}$ ,占AG-12比表面积1508 $\text{m}^2/\text{g}$ 的32.0%~33.8%;AG-21的比表面积减少值 $S'$ 为537~589 $\text{m}^2/\text{g}$ ,占AG-21比表面积1139 $\text{m}^2/\text{g}$ 的47.1%~51.7%。值得注意的是,在胶接过程中,比表面积较大的原料用活性炭AG-12的减少值,无论是绝对值还是相对的减少率,都比比表面积较小的AG-21小。

比孔容积在胶接过程中也呈现出同样的规律。由此可见,在相同的胶炭比下,孔隙结构越发达的活性炭,在胶接过程中孔隙堵塞的程度就越小。

表2 胶炭混合物中活性炭的比表面积和比孔容积\*

Table 2 Specific surface and pore volume of activated carbon in the composite of adhesive and activated carbon

试样 samples	比表面积 specific surface area( $\text{m}^2/\text{g}$ )		比孔容积 specific pore volume( $\text{mL}/\text{g}$ )	
	S	S'	V	V'
AG-12/M	1025(68.0)	483(32.0)	0.753(67.0)	0.371(33.0)
AG-12/N	998(66.2)	510(33.8)	0.727(64.7)	0.397(35.3)
AG-21/M	602(52.9)	537(47.1)	0.314(51.1)	0.300(48.9)
AG-21/N	550(48.3)	589(51.7)	0.291(47.4)	0.323(52.6)

\* 括号中的数值为占相应的原料用活性炭数值的百分率。

另一方面,对同一种原料用活性炭 AG-12 而言,用分子量较大的胶粘剂 M 所调制成的胶炭混合物 AG-12/M 的比表面积减少值  $483 \text{ m}^2/\text{g}$ ,比分子量较小的胶粘剂 N 所调制成的试样 AG-12/N 的减少值  $510 \text{ m}^2/\text{g}$  要小。对原料用活性炭 AG-21 也呈现同样的状况。并且,这种规律在比孔容积方面也有同样的表现。因此,可以认为,在胶炭比固定不变的条件下,用分子量较大的胶粘剂进行胶接,可以减少活性炭孔隙的堵塞程度。

## 2.2 试样的孔径分布

原料用活性炭 AG-12 和 AG-21,以及测定得到的胶炭混合物试样 AG-12/M、AG-12/N 和 AG-21/M、AG-21/N 的孔径分布如图 1~5 所示。

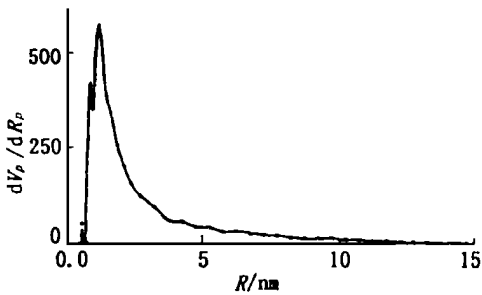


图1 试样 AG-12 的孔径分布

Fig. 1 Pore size distribution of sample AG-12

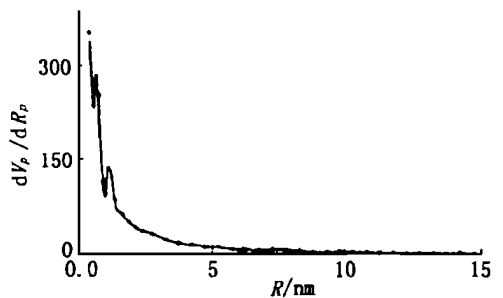


图2 试样 AG-21 的孔径分布

Fig. 2 Pore size distribution of sample AG-21

从图 3、图 4 与图 1 的对比,以及图 4 与图 2 的对比可见,胶炭混合物 AG-12/M、AG-12/N 或 AG-21/M 的孔径分布曲线,总体上都仍然保持着各自的原料活性炭 AG-12 或 AG-21 的孔径分布特征。即 AG-12 及 AG-12/M、AG-12/N 3 个试样半径  $0.5 \sim 3 \text{ nm}$  附近的孔隙结构发达,而 AG-21 及 AG-21/M 两个试样的半径小于  $1.5 \text{ nm}$  的孔隙结构发达。但是,3 个胶炭混合物试样的孔径分布曲线的峰值,都比相应的 2 种原料用活性炭的峰值小得多。

5 个试样孔径分布的共同特点是在半径  $0.55$ 、 $0.8$  及  $1.2 \text{ nm}$  附近,都分别形成了三个孔容积分布峰。不同的是随着半径增大,试样 AG-12、AG-12/M 及 AG-12/N 的三个峰强度逐渐增强,而 AG-21 及 AG-21/M 的三个峰强度却逐渐减弱。

表 3 中列出了图 1~5 中各试样在半径  $0.55$ 、 $0.8$  及  $1.2 \text{ nm}$  附近的三个峰强度数值。由

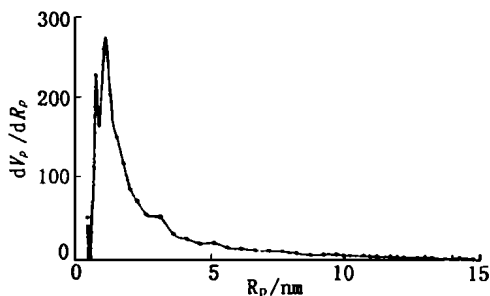


图 3 试样 AG-12/M 的孔径分布

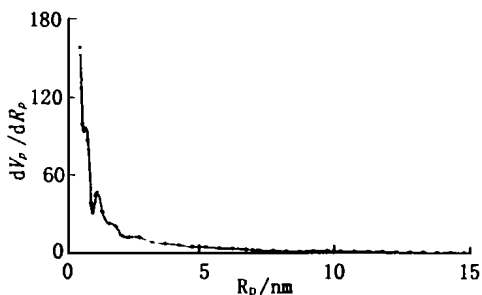


图 4 试样 AG-21/M 的孔径分布

Fig. 1 Pore size distribution of sample AG-12/M

Fig. 4 Pore size distribution of sample AG-21/M

表 3 可知, 与原料用活性炭 AG-12 相比, 胶炭混合物 AG-12/M、AG-12/N 的峰强度, 除了在半径 0.55 nm 附近略有增加以外, 在半径 0.8 nm 及 1.2 nm 附近均显著下降, 其损失率分别为 45% ~ 47% 和 53% ~ 54%, 表现出半径越大的孔隙在胶接过程中损失率也越大的特点。胶炭混合物 AG-21/M 与 AG-21 相比较, 也有同样的特点。不同的是半径在 0.55 nm 附近的孔隙, 在胶接过程中也损失了 50%, 并且半径在 0.8 nm 及 1.2 nm 附近的孔隙, 损失率达到 61% ~ 63%, 比试样 AG-12/M、AG-12/N 的损失率大。由此可以作出结论, 在胶接过程中, 原料用活性炭中孔径越大的孔隙, 堵塞率也越大。

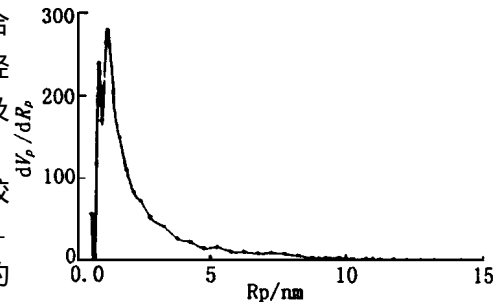


图 5 试样 AG-12/N 的孔径分布

Fig. 5 Pore size distribution of sample AG-12/N

表 3 试样的孔径分布峰高度

Table 3 Pore size distribution peak height of samples

试样 samples	峰高度 peak height (nm)		
	0.55	0.8	1.2
AG-12	50(100)	430(100)	590(100)
AG-12/M	52(104)	227(53)	273(46)
AG-12/N	56(112)	236(55)	278(47)
AG-21	320(100)	262(100)	124(100)
AG-21/M	160(50)	96(37)	48(39)

\* 括号内的数值为占原料用活性炭的相应峰高度的百分率。

### 3 结论

- 3.1 胶接作用导致原料用活性炭的比表面积、比孔容积及平均孔隙半径减少, 但孔径分布仍保持着原料用活性炭的主要特征。
- 3.2 孔隙结构越发达的活性炭, 胶接过程中孔隙的堵塞程度越小。
- 3.3 原料活性炭中孔径越大的孔隙, 胶接过程中的堵塞率也越大。
- 3.4 分子量较大的胶粘剂, 导致的孔隙堵塞率较小。

致谢:衷心感谢江西省怀玉山活性炭集团有限公司、福建省浦城林产化工总厂为本研究提供了活性炭试样。

### 参考文献:

- [1] 日本专利. 活性炭布的制法[P]. 特开昭 56-114343; 活性炭板的制造法[P]. 特开平 3-228814 等.
- [2] 欧洲专利. 薄壁蜂窝结构活性炭的制造[P]. EP 49208; 碱性锌炭化活性炭脱臭剂[P]. EP 734733 等.
- [3] 周建斌. 气相吸附用活性炭成型物的研究[D]. 南京林业大学研究生硕士学位论文, 1995.
- [4] 左宋林. 活性炭成型物的胶接机理——活性炭对活性炭成型物的影响[D]. 南京林业大学研究生硕士学位论文, 1998.
- [5] 高尚愚, 安部郁夫, 等. 几种活性炭的常规性质及孔隙性质的研究[J]. 林产化学与工业, 1999, 19(1): 17.

## STUDY ON THE EFFECT OF GLUEBOND PROCESS UPON THE PORE STRUCTURE OF ACTIVATED CARBON

GAO Shang-yu<sup>1</sup>, IKUO Abe<sup>2</sup>, ZHOU Jian-bin<sup>1</sup>, ZOU Song-lin<sup>1</sup>,  
HU Cheng-wen<sup>1</sup>, LIU Qi-ming<sup>1</sup>

(1. College of Chemical Engineering, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China;

2. Osaka Municipal Technical Research Institute, Osaka 536-8553, Japan)

**Abstract:** The effect of gluebond process upon the pore structure of activated carbon have been investigated by comparing the pore structure of raw activated carbon with that of the compound of adhesive and activated carbon. The results show that the pore loss rate of activated carbon in the course of gluebond is lower while the compound of adhesive and activated carbon were made from activated carbon with higher specific surface area and specific pore volume and adhesive with higher molecular weight, as well as lower pore loss rate with the smaller pore diameter in activated carbon.

**Key words:** activated carbon; pore; gluebond; forming material of activated carbon

## 欢迎订阅《造纸信息》

《造纸信息》由中国造纸协会、中国造纸学会、中国制浆造纸工业研究所主办, 中国造纸杂志社编辑出版。全面报道中国造纸工业、国外造纸工业以及相关行业的信息, 是我国造纸行业的权威性信息类刊物。主要栏目: 政策法规、行业发展、行业热点、焦点论坛、市场行情动态、新建扩建、企业管理、新产品、新技术、新设备、外企动态、学术交流、污染治理、化工市场等。月刊, 每月10日出版。大16开, 正文32页, 另附彩色、单色广告; 定价: 6元/册(境外6美元/册), 全年72元。全国各地邮局均可订阅(如错过邮局订阅时间, 可向本刊发行部补订)。邮发代号: 82-881; 地址: 北京朝阳区光华路12号; 邮政编码: 100020; 联系电话: (010) 65810022-3106, 2107; 发行电话: (010) 65810022-3211, 2120