

研究简报

竹炭吸湿性能的初步研究

卢克阳¹, 张齐生², 蒋身学²

(1. 中国林科院木材工业研究所, 北京 100091; 2. 南京林业大学, 南京 210037)

摘要: 采用静态法测定竹炭在温度为15℃和25℃、相对湿度为65%、75%、85%、95%时的平衡吸湿量, 研究炭化温度、粒度、比表面积、吸附温度等因子对其平衡吸湿量的影响, 结果表明: 竹炭吸湿解吸过程中存在“滞后”现象。700℃、1000℃条件下烧制的竹炭的吸湿效果优于其他炭化温度下烧制的竹炭; 粒度大小对竹炭吸湿量的影响很小; 比表面积对竹炭的吸湿量有影响; 随着环境温度的升高, 竹炭吸湿能力降低。

关键词: 竹炭; 平衡吸湿量; 滞后

中图分类号: TQ424.1 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654(2006)03-0020-03

A Primary Study of Bamboo Charcoal Moisture Absorption

LU Ke-yang¹, ZHANG Qi-sheng², JIANG Shen-xue²

(1. Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China;

2. Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China)

Abstract: The equilibrium absorption content was measured in different conditions by static method. The relations between the pyrolysis temperature, the size of bamboo charcoal particle, absorption temperature and the surface area were studied. The results showed that two kind of bamboo charcoal whose pyrolysis temperature were 700℃ and 1000℃ had the best absorbing ability. The size of bamboo charcoal particle had little influence on absorption. The ability of absorption could be decreased as the environmental temperature increased. The phenomena of moisture absorption hysteresis were found during moisture desorption and absorption.

Key words: bamboo charcoal; equilibrium moisture absorption content; hysteresis

竹炭是竹材高温热解的固体产物, 具有很强的吸附能力, 是一种机能性的环境保护材料^[1-3]。吸湿特性是其重要性质之一, 利用此性能已开发出多种产品, 如空气净化用炭、空气调湿用炭等, 但对其应用机理尚未有充分的理论研究^[4-8]。吸湿量是评价或选择竹炭作为吸湿剂的主要基本参数^[9]。笔者采用静态法测定竹炭平衡吸湿量, 对竹炭吸湿性能进行探讨, 为开发竹炭吸湿产品提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料

竹材 毛竹(*Phyllostachys heterocycla*), 取自

南京林业大学竹类植物园, 竹龄8~10 a。

竹炭 在300、400、500、600、700、800、900、1000℃温度下烧制所得, 分别制成4~6目颗粒状, 6~20目、30~55目粉状3种竹炭样品。

1.2 装置

恒温恒湿箱、电子天平和标准筛、sorpomatic 1900比表面积测试仪。

1.3 方法

1) 平衡吸湿量的测定 将竹炭样品放入调至一定温、湿度条件的恒温恒湿箱中, 每隔2 h称质量, 至其吸湿质量不再增加时, 即达到吸湿平衡状态。通过测定竹炭吸附空气中水蒸气的质量, 得出竹炭平衡吸湿量指标。

2) 试验参数的设定 考察竹炭的炭化温度、粒度和比表面积, 以及环境温度和相对湿度等因素的影

收稿日期: 2005-04-06; 修改稿: 2006-04-20

作者简介: 卢克阳(1979—), 男, 中国林科院木材工业研究所博士研究生。

通讯作者: 张齐生, 中国工程院院士, 教授, 博士生导师。

万方数据

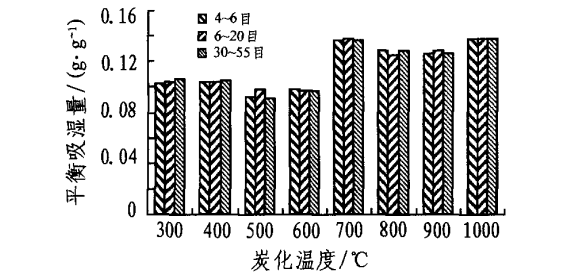
响。其中:环境温度按我国南方常年平均值,设 15、25℃两种水平;湿度根据大于人体最舒适的湿度(60%)而取:65%、75%、85%、95%共 4 种条件^[10]。

3) 竹炭比表面积的测试 竹炭研磨至 100 目左右,采用液氮作为吸附质,在比表面积测试仪上进行测试。

2 结果与分析

2.1 炭化温度的影响

图 1 是 3 种竹炭样品在环境温度为 15℃、相对湿度为 95%时的平衡吸湿量,可以看出,在炭化温度为 300~600℃的区间内,竹炭平衡吸湿量呈下降趋势,在 700℃时达到峰值,之后又略有下降,到 1 000℃达到最大。结果表明:在炭化温度 700、1 000℃条件下烧制的竹炭的平衡吸湿量最高,可达到 0.138 g/g,即每 g 竹炭可以吸收 0.138 g 水蒸气。



注:环境温度 15℃,相对湿度 95%
图 1 不同炭化温度下烧制竹炭的平衡吸湿量
Fig. 1 Equilibrium moisture absorption content of bamboo charcoals made from different carbonizing temperatures

2.2 竹炭粒度的影响

图 2 是炭化温度 700℃下烧制的 3 种竹炭样品在 15℃时的平衡吸湿量曲线。可以看出,不同目数的竹炭在不同的相对湿度条件下,其平衡吸湿量的差别不明显,几乎可以忽略,说明竹炭目数的大小对其吸湿量的影响很小。

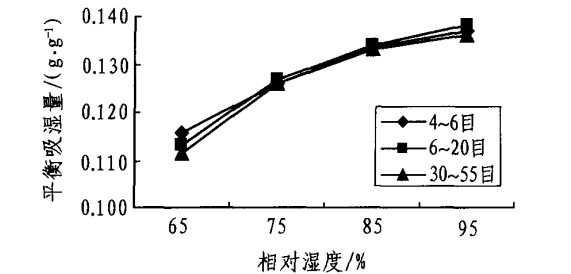
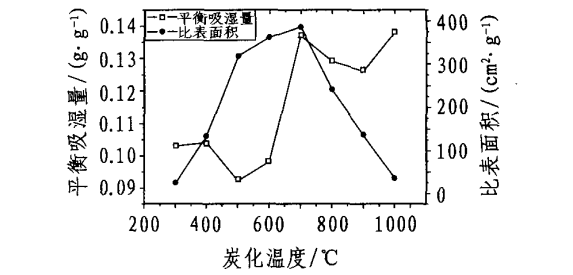


图 2 3 种不同目数的竹炭在 15℃时的吸湿平衡吸湿量曲线
Fig. 2 Equilibrium moisture absorption content of three bamboo charcoals of different meshes(at 15℃)
万方数据

2.3 竹炭比表面积的影响

由图 3 可知,随着炭化温度从 300℃升高至 1 000℃,所烧制竹炭的比表面积呈近似倒抛物线形变化趋势:竹炭比表面积在炭化温度 300~700℃区间内递增,由 23 m²/g 增加到 385 m²/g;在炭化温度 700~1 000℃区间内递减,最低减至 35 m²/g。其原因可能是当炭化温度低于 500℃时,竹材炭化不完全,导致其比表面积较小;而当炭化温度高于 800℃时,由于石墨化或孔被烧塌,产生皱褶而损失了表面积^[11],所以 1 000℃下制得的竹炭的比表面积较小。在本试验条件下,700℃炭化温度下烧制的竹炭的比表面积最大,达 385 m²/g。



相对湿度 95%、温度 15℃;竹炭目数(4~6 目)
图 3 竹炭比表面积与炭化温度、平衡吸湿量的关系
Fig. 3 Surface area of bamboo charcoal vs. carbonized temperature and equilibrium moisture absorption content

从图 3 中还可看出,在炭化温度 500~900℃区间内,以 700℃为转折点,随着炭化温度的升高,竹炭的平衡吸湿量与其比表面积呈现同样先升后降的变化趋势,说明在此温度区间内,竹炭的吸湿量与其比表面积呈正比关系;在炭化温度 300~500℃和 900~1 000℃区间内,竹炭的平衡吸湿量随其比表面积的增大而降低,两者呈反比关系;在炭化温度为 700、1 000℃条件下烧制竹炭的平衡吸湿量最大,说明竹炭的吸湿量与其比表面积相关,但并非简单线性关系,吸湿量与其他因素的关系有待于进一步研究。

2.4 环境温度的影响

由表 1 所示 6~20 目的竹炭在 15℃和 25℃下

表 1 不同环境温度下竹炭的平衡吸湿量							
Tab. 1 Equilibrium moisture absorption content vs. environmental temperatures							
炭化温度 /℃		平衡吸湿量/(g·g ⁻¹)		炭化温度 /℃		平衡吸湿量/(g·g ⁻¹)	
		15℃	25℃			15℃	25℃
300		0.104	0.104	700		0.138	0.137
400		0.104	0.104	800		0.125	0.124
500		0.098	0.095	900		0.128	0.126
600		0.097	0.095	1 000		0.138	0.135

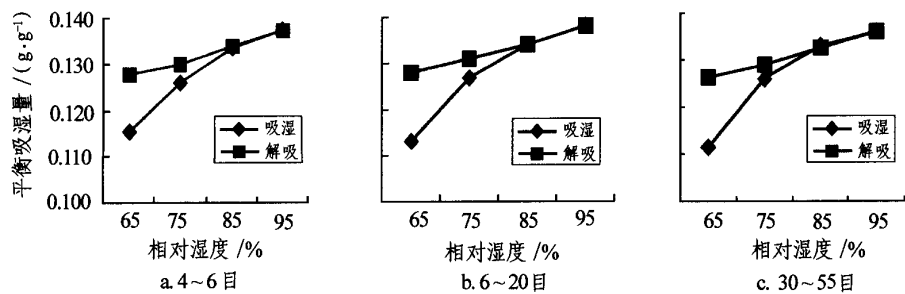


图 4 竹炭在 15 °C 时的等温线
Fig. 4 Isothermal line of bamboo charcoal(at 15 °C)

的平衡吸湿量可以看出,当竹炭一定量时,环境温度越高,吸湿量越低,说明随着温度的增加,竹炭的吸湿能力逐渐降低。

2.5 相对湿度的影响

等温线是描述物料在一定温度下平衡吸湿量随相对湿度变化的曲线^[9]。图 4 为 3 种不同目数的竹炭(炭化温度为 700 °C)在 15 °C 时的等温线。可以看出,同一条件下,竹炭的平衡解吸量比平衡吸湿量稍大,存在滞后现象,滞后程度随着相对湿度的增大而减小,且在相对湿度 65%~85%范围内的变化最大。这是因为竹炭属多孔性固体,由微孔、中孔和大孔等孔隙组成,产生滞后的原因是被吸附蒸汽在中孔内发生了凝聚。

3 结论

- 1) 炭化温度 700、1 000 °C 条件下烧制的竹炭,在相对湿度为 95%时的平衡吸湿量最大,达 0.138 g/g,其吸湿效果优于其他炭化温度下烧制的竹炭。
- 2) 竹炭的粒度大小对其吸湿量的影响很小;比表面积对吸湿量有影响,但两者并非简单线性关系,吸湿量还与其他因素有关。
- 3) 随着环境温度的增加,竹炭吸湿能力逐渐降低;在相同条件下竹炭吸湿解吸过程中解吸平衡水分质量比吸湿平衡水分质量大,存在“滞后”现象,且在相对湿度 65%~85%范围内的变化最大。

致谢:本试验在南京林业大学完成,同时感谢中国林科院傅峰研究员在论文的撰写过程中给予指导。



更正启事 本刊 2006 年第 2 期第 27 页出现错误,现更正如下:

- 1) 1.3 节 贸易量 应为:2005 年胶合板……,出口货值增加 16 亿美元。
- 2) 表 3 中 2005 年我国胶合板的进出口数量及价值,应为:

年份	数量/万 m ³				价值/ 万美元			
	进口	同比/%	出口	同比/%	进口	同比/%	出口	同比/%
2005	58.91	-24.47	559.00	+30.28	27668.00	-20.37	188 000.00	+51.03

参考文献:

[1] 张齐生. 重视竹材化学利用,开发竹炭应用技术[J]. 竹子研究汇刊,2001,20(3):34-36.

[2] 张文标,叶良明,张宏,等. 竹炭生产和应用[J]. 竹子研究汇刊,2001,20(2):49-54.

[3] Kannji Nagata. The Practice of smoke heat treatment in the bamboo charcoal production[C]. Symposium of International Academic Discussion on Bamboo Charcoal & Bamboo Vinegar, 2001:189-192.

[4] Takashi Asada, Shigehisa Ishihara, Takeshi Yamane, et al. Science of bamboo charcoal; Study on carbonizing temperature of bamboo charcoal and removal capability of harmful gases[J]. Journal of Health Science, 2002, 48(6): 473-479.

[5] Takaya Nomura. Moisture absorbing function of bamboo charcoal[C]. Symposium of international academic discussion on bamboo charcoal & bamboo vinegar, 2001:201-212.

[6] Takaya Nomura. On standardization of bamboo charcoal and bamboo vinegar [C]. Symposium of international academic discussion on bamboo charcoal & bamboo vinegar, 2001:136-154.

[7] 姜树海. 竹炭的吸附特性及其对水净化机理的研究[R]. 南京: 南京林业大学竹材工程研究中心, 2002:16-32.

[8] 孝善,松永一彦. 竹炭导电物理性能和电磁波屏蔽的研究[R]. 日本科学技术文献速报:J00024559.

[9] 冯孝庭. 吸附分离技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2000:19-23.

[10] 姜树海. 竹炭·竹醋液[C]. 南京:南京林业大学竹材工程研究中心, 2001:38-44.

[11] 江泽慧,张东升,费本华,等. 炭化温度对竹炭微观结构及电性能的影响[J]. 新型炭材, 2004, 19(4):249-253.

(责任编辑 向 琴)