

文章编号: 1001-3776 (2016) 03-0028-03

竹炭远红外比辐射率测试条件研究

林少波, 郭小华, 毛海波, 翁益明

(浙江省遂昌县林业局, 浙江 遂昌 323300)

摘要: 对不同含水量、不同粒径和不同温度的毛竹 (*Phyllostachys heterocycla* cv. *pubescens*) 竹炭进行远红外比辐射强度测试, 结果表明: 含水量和粒径对竹炭远红外比辐射率强度测试有显著影响, 温度对竹炭远红外比辐射率强度测试无显著影响。在进行竹炭远红外比辐射率强度测试时, 样本含水量控制在 5% 以内, 粒径大于 100 目。

关键词: 竹炭; 远红外; 含水量; 粒径; 温度

中图分类号: S785; TQ351

文献标识码: A

Determination on Far-infrared Radiance of Bamboo Carbon under Different Condition

LIN Shao-bo, GUO Xiao-hua, MAO Hai-bo, WENG Yi-ming

(Suichang Forestry Bureau of Zhejiang, Suichang 323300, China)

Abstract: Determinations were implemented on far-infrared radiance of bamboo (*Phyllostachys heterocycla* cv. *pubescens*) carbon with different water content, grain diameter and temperature. The result demonstrated that water content and grain diameter had evident effect on far-infrared radiance of carbon, but temperature had not. Suggestions were put forwarded for better determination condition, water content <5%, grain diameter >100 meshes.

Key words: bamboo carbon; far-infrared; water content; grain diameter; temperature

现代医学和物理学研究证实, 波长 5.60 ~ 15.00 μm 的红外线的频率与生物细胞中水分子律动频率相同, 极易被人体吸收, 从而由内向外辐射热能, 活化组织细胞, 达到保暖、促进新陈代谢、增加身体免疫力与治愈率, 对于预防和治疗关节炎、失眠等疾病有明显作用, 故又名“生命光线”^[1]。竹炭是竹材高温热解的产物, 竹材在热解过程中形成了特殊的孔隙结构, 形状非常类似并接近于由五元环和六元环所组成的洋葱状富勒烯 (C_{60}) 结构, 且在热解过程中吸收和储备的热能使极性分子激发到更高的能级, 在常温下当它向下跃迁至较低能级时, 就以发射电磁波的方式向外辐射释放多余的能量^[2], 和电气石一同被认为是 2 种远红外比辐射率较高的天然材料^[3]。近年来, 随着民众生活水平的不断提高, 对健康越来越重视, 远红外保健产品将会有广阔的市场前景和应用价值^[4~7]。但竹炭远红外辐射率测试精度和可靠性与很多因素有关, 本文研究不同测试条件下竹炭的远红外比辐射率, 得出合理的测试参数, 确定一种有较好精度和可靠性竹炭远红外比辐射率测试方法, 现总结如下。

1 材料和方法

1.1 试验材料

竹炭样品取自浙江省遂昌县, 选用 5 年生毛竹 (*Phyllostachys heterocycla* cv. *pubescens*) 材, 加工成一定的

收稿日期: 2015-12-25; 修回日期: 2016-03-19

基金项目: 国家级星火计划项目“竹炭生产关键技术集成与产业化(2010GB700155)

作者简介: 林少波 (1968 -), 男, 浙江遂昌人, 从事林业技术与推广。

规格尺寸，放入砖土窑，经过干燥、预炭化、炭化、煅烧（精炼）和冷却 5 个阶段，冷却后出窑加工成一定的规格以备实验用。生产整周期为 15 d。

1.2 试验方法

根据竹炭在运输、贮藏及使用中具有易粹性、粒径不均匀、吸附能力强、因空气中湿度及放置时间不同含水量会发生变化等特性，试验设计不同粒径、不同含水量和不同温度 3 种不同测试条件。

1.2.1 不同粒径竹炭制备 将竹炭样品粉碎，用标准筛过筛分别得到 20 ~ <40、40 ~ <60、60 ~ <80、80 ~ <100、100 ~ <120、120 ~ <160、160 ~ <200、≥200 目的不同粒径竹炭样品。

1.2.2 粒径影响 分别取不同粒径样品 10 g，用恒温干燥箱经 105 ± 2℃烘干至恒重，冷却至常温。然后将样品平铺于 15 cm × 15 cm 铝板上用干净薄玻璃片压实，用 IR-2 双波段红外发射率测试仪进行测定。各样本分别测定 10 次，并计算平均值。

1.2.3 含水量影响 取 6 份 10 g 100 目样品烘干，冷却后分别加入蒸馏水 0.00、0.50、0.80、1.20、1.50、2.00 mL，用研钵充分混合并研磨，经测试样品含水量分别为 0.00%、4.37%、7.66%、11.22%、15.49%、18.90%。按 1.2.2 方法进行制样测定。

1.2.4 温度影响 将 3 份 10 g 100 目竹炭样品烘干后，分别冷却至 18℃（常温）、50℃、75℃后，按 1.2.2 方法进行制样测定。

2 结果与分析

2.1 竹炭粒径对远红外比辐射率的影响

试验所得 20 ~ 200 目的 8 种不同粒径的竹炭远红外比辐射率见表 1。

表 1 不同粒径的竹炭远红外比辐射率
Table 1 Far-infrared radiance of carbon with different grain diameter

重复	粒径/目							
	20 ~ <40	40 ~ <60	60 ~ <80	80 ~ <100	100 ~ <120	120 ~ <160	160 ~ <200	≥ 200
1	0.975	0.970	0.967	0.958	0.947	0.948	0.954	0.951
2	0.971	0.967	0.966	0.960	0.951	0.951	0.948	0.951
3	0.972	0.971	0.963	0.960	0.947	0.952	0.945	0.951
4	0.974	0.968	0.963	0.956	0.948	0.950	0.949	0.954
5	0.973	0.962	0.966	0.960	0.951	0.948	0.948	0.946
6	0.972	0.968	0.963	0.959	0.953	0.949	0.951	0.949
7	0.974	0.970	0.967	0.960	0.951	0.952	0.949	0.949
8	0.973	0.967	0.965	0.957	0.950	0.954	0.953	0.953
9	0.976	0.971	0.966	0.956	0.947	0.953	0.949	0.953
10	0.972	0.968	0.963	0.956	0.949	0.954	0.950	0.953
平均	0.973	0.968	0.965	0.958	0.949	0.951	0.950	0.951

从表 1 可以看出，竹炭远红外比辐射率开始是随着粒径的变小而减少，但粒径到 100 目以上后，竹炭远红外比辐射率趋于稳定。方差分析结果显示，20 ~ <100 目各粒径竹炭组间 F 值（211.56）> F_{0.01}(4, 45)(3.77)，而 100 ~ 200 目组间 F 值（1.44）< F_{0.05}(3, 36)(2.87)，说明 100 目以下不同粒径的竹炭比辐射率差异极其显著，但粒径达到 100 目以上后，没明显差异。这是因为粒径不同的样品总辐射表面积不同，颗粒大的样品，总辐射表面积大，辐射能力强^[8-9]。

2.2 竹炭含水量对远红外比辐射率的影响

国家标准规定合格竹炭的含水率为 12%^[10]。6 个水平的竹炭远红外比辐射率如表 2。

从表 2 可以看出，竹炭含水量在 7.66% 以下时，竹炭的远红外比辐射率较为稳定，但随着含水量继续上升，

表 2 不同含水量竹炭的远红外比辐射率
Table 2 Far-infrared radiance of carbon with different water content

重复	竹炭含水量					
	0.00%	4.37%	7.66%	11.22%	15.49%	18.90%
1	0.951	0.949	0.948	0.964	0.970	0.978
2	0.950	0.949	0.952	0.961	0.971	0.980
3	0.949	0.950	0.949	0.960	0.969	0.979
4	0.948	0.948	0.950	0.964	0.970	0.978
5	0.950	0.951	0.952	0.964	0.973	0.980
6	0.949	0.949	0.952	0.963	0.969	0.980
7	0.950	0.951	0.951	0.960	0.973	0.981
8	0.949	0.950	0.948	0.962	0.969	0.979
9	0.949	0.947	0.950	0.963	0.973	0.981
10	0.947	0.949	0.948	0.963	0.971	0.977
平均	0.949	0.949	0.950	0.962	0.971	0.979

竹炭的远红外比辐射率随之上升。方差分析结果显示,不同含水量之间 F 值 (770.23) $> F_{0.01}(5, 54)(3.38)$, 说明不同含水量的竹炭比辐射率差异极其显著。原因是水分子在空间有 n 个运动自由度, 因而有 $3n - 5$ 个振动自由度, 每个自由度都有一种基本振动方式, 当分子按这种方式振动时, 所有的原子都同位相且有相同的振动频率, 即简正振动, 每个红外活性的简正振动都有一个特征频率, 即能够发射红外光谱。水分子发射红外光谱的特性, 使含水量高的样本红外线比辐射率增加^[11]。

2.3 竹炭温度对远红外比辐射率的影响

3 种不同温度的竹炭远红外比辐射率见表 3。

表 3 不同温度的竹炭远红外比辐射率
Table 3 Far-infrared radiance of carbon with different temperature

温度	重复										平均
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
18℃	0.951	0.950	0.954	0.950	0.952	0.949	0.952	0.951	0.951	0.953	0.951
50℃	0.952	0.951	0.949	0.953	0.953	0.950	0.952	0.950	0.953	0.954	0.952
75℃	0.951	0.954	0.953	0.951	0.952	0.950	0.949	0.951	0.949	0.953	0.951

物质的远红外比辐射率与温度关系较为复杂, 随温度升高, 多数物质远红外比辐射率会降低^[12]。但从表 3 可以看出, 3 种不同温度竹炭样本的远红外比辐射率变化极小。方差分析结果显示, 不同温度之间 F 值 (0.20) $< F_{0.05}(2, 27)(3.35)$, 无明显差异, 这表明 $18 \sim 75^\circ\text{C}$ 温度对竹炭样本的远红外比辐射率没有影响, 这可能与选择的试验温度有关。在更大范围内, 温度可能会对样本远红外比辐射率有关。因 $18 \sim 75^\circ\text{C}$ 范围已满足竹炭远红外比辐射率检测要求, 故本试验不作进一步进行研究。

3 结论与建议

对不同粒径、不同含水量、不同温度竹炭的远红外比辐射率进行研究, 结果表明, 样本的含水量和粒径对竹炭远红外比辐射率有显著影响, 而温度对竹炭远红外比辐射率测试基本没影响。

为保证检测精度, 建议制定统一的、符合实际使用的竹炭远红外比辐射率检测环境条件, 将测试误差控制在最小范围内。

根据试验结果, 建议在检测竹炭远红外比辐射率强度时, 将样本烘干并粉碎、过筛, 含水量控制在 5% 以内, 粒径大于 100 目。

致谢: 遂昌县产品质量监督检验所承担竹炭样本检测和提供测试数据, 谨表示感谢!

参考文献:

- [1] 陈衡. 红外物理学[M]. 北京: 国防工业出版社, 1985.1-28.
- [2] 张文标, 李文珠, 曾凡地. 竹炭的红外辐射特性[J]. 浙江林学院学报, 2008, 25(5): 573-577.
- [3] 李文珠, 章敏, 闫国祺, 等. 竹炭远红外性能研究及发展趋势[J]. 世界竹藤通讯, 2010, 8(6): 1-3.
- [4] 闫国祺, 王树东, 张文标. 竹炭远红外功效的测试与分析[J]. 浙江林业科技, 2012, 32(5): 33-36.
- [5] 何登良, 董发勤, 刘家琴, 等. 远红外功能材料的发展与应用[J]. 功能材料, 2008, 5(39): 709-712.
- [6] 杨如增, 杨满珍, 廖宗廷, 等. 天然黑色电气石红外辐射特性研究[J]. 同济大学学报, 2002, 2(30): 183-187.
- [7] 张文标, 王伟龙, 邵千钧, 等. 竹炭生产工艺的现状与建议[J]. 竹子研究汇刊, 2003, 22(1): 82-21.
- [8] 刘健, 张才根. 粒度对样品辐射特性影响的实验研究[J]. 红外与毫米波学报, 1994, 13(6): 431-435.
- [9] 肖青, 柳钦火, 李小文, 等. 热红外发射率光谱的野外测量方法与土壤热红外发射率特性研究[J]. 红外与毫米波学报, 2003, 22(5): 373-378.
- [10] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 竹炭 GB/T 26913-2011[S]. 北京: 中国标准出版社, 2011. 1-7.
- [11] 张建奇, 方小平. 红外物理[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2004. 71-72.
- [12] 邹南智, 朱又迈, 赵广福. 关于红外半球全发射率与温度关系的讨论 [J]. 红外技术, 1997, 19(3): 1-4.