

文章编号: 1000-5692(2003)02-0215-04

机制炭理化性能的研究

张文标¹, 王伟龙², 赵丽华³, 张 宏¹, 翁益民², 李建春²

(1. 浙江林学院 工程学院, 浙江 临安 311300; 2. 浙江省遂昌县林业局, 浙江 遂昌 323300
3. 浙江林学院 理学院, 浙江 临安 311300)

摘要: 测试了机制炭(竹木材加工剩余物经粉碎、干燥、挤压、成型和热解而制得的产品)的理化性能, 并同竹炭理化性能进行比较。通过扫描电子显微镜和X射线衍射仪对它们的微观结构和表面化学结构进行分析研究。结果表明: 机制炭和竹炭的精炼度、固定碳和热值等理化性能各不相同。在扫描电镜下可以观察到机制炭的微观结构完全不同于竹炭和木炭。从X射线衍射图谱中可以明显知道, 机制炭和竹炭都未出现明显的石墨化结构的特征峰。
图2 表1 参7

关键词: 机制炭; 理化性能; 扫描电子显微镜; X射线衍射仪; 石墨化
中图分类号: TQ127.1; S789 **文献标识码:** A

木炭根据原料树种、炭窑结构和烧炭工艺等的不同可以分为白炭和乌炭, 它们一直是烧烤、茶道、熏蒸鱼和肉的好材料^[1]。随着国家天然林保护工程的实施, 人们环境意识的增强, 木炭的生产受到限制。21世纪, 薪材和木炭仍将是发展中国家农村的主要生活能源, 其消费量随着人口的增加将越来越大, 供需矛盾将越来越突出。另据联合国粮农组织(FAO)预测, 到2025和2050年世界木炭消费量分别将增长到31.3亿m³和39.3亿m³^[2]。面对这一形势, 利用竹材和竹(木)材加工剩余物生产机制炭应运而生。机制炭是木炭的一种替代品, 它充分合理利用森林资源, 变废为宝, 充分挖掘资源潜力, 为竹木资源的高效加工利用, 制造高附加值的工业产品开辟新的途径。作者测试了机制炭的热值和灰分等理化性能, 为开发应用提供理论依据。

1 材料与设备

1.1 试验材料

竹炭和竹质机制炭产自浙江省遂昌县, 木质机制炭产自浙江省淳安县, 木炭产自湖南省, 市售。

1.2 仪器设备

AG204型密度测定仪, HG53型卤素水分快速测定仪, SX2-5-12型箱式电炉, KYKY-1000型扫描电子显微镜, FA56型本炭精炼计, X射线衍射仪, 等。

2 试验方法

2.1 扫描电子显微镜观察

参照文献[3]的取样方法, 将竹炭、竹质机制炭、木炭和木质机制炭等4种样品制成长宽厚为

收稿日期: 2002-09-27; 修回日期: 2002-12-26

基金项目: 浙江省科学技术厅资助项目(021102091)

作者简介: 张文标(1967—), 男, 浙江遂昌人, 讲师, 博士, 从事人造板生产和工艺及竹材化学利用研究。

4.0 mm×4.0 mm×2.0 mm 的试件, 用 KYKY-1000 型扫描电子显微镜, 在倍增电压 20 kV 的条件下, 观察其横断面的微观结构。

2.2 X 射线衍射

用 X 射线衍射仪来分析试样 (按要求制成 200 目的粉状物质) 表面化学结构特征。在测试过程中, 采用 10 mA 射线管电源, 30 kV 倍增电压的 Cu-kα 辐射。进样速度为 5 °.min⁻¹。

2.3 理化性能测定

2.3.1 含水率测定 木质机制炭、竹质机制炭及竹炭的含水率参照 GB/T17664-1999 木炭和木炭试验方法。每组测试 10 个平行试件, 结果取平均值。

2.3.2 灰分和挥发分含量测定 木质机制炭、竹质机制炭及竹炭的灰分和挥发分含量参照 GB/T17664-1999 木炭和木炭试验方法。每组测定 10 个平行试件, 结果取平均值。

2.3.3 固定碳含量测定 固定碳系指在高温下有效的碳元素的百分含量, 参照木炭固定碳的计算方法。以木质机制炭、竹质机制炭及竹炭绝干后的质量减去其灰分含量和挥发分含量来计算。公式为:

$$C = 100 - (A + V)。$$

其中 C 为固定碳含量, %; A 为挥发分含量, %; V 为灰分含量, %。

2.3.4 密度测定 由于试样无规则的几何尺寸, 不便于准确测量其长宽厚尺寸并计算体积, 故采用 AG-204 型带输出打印的排液法密度测定仪。考虑到试验材料是多孔性物质, 易吸水, 根据初步试验结果, 选用 95% 的乙醇 (分析纯) 为测验用液体。每组平均测定 10 个试件, 结果取平均值。

2.3.5 pH 值测定 试样的 pH 值参照 GB/T17664-1999 木炭和木炭试验方法。每组测定 10 个平行试件, 结果取平均值。

2.3.6 精炼度测定 精炼度的原理是根据木炭电阻测定其炭化度, 测定范围是 10⁰ ~ 10⁸, 其指数 0 ~ 8 称为精炼度, 10⁹ 以上称精炼度为 9。炭化度越高, 电阻值越小, 精炼度值越小, 常用精炼计来测定^[4]。试样的精炼度是根据木炭精炼值确定的, 用以间接反映竹炭的炭化程度。每组测定 10 个平行试件, 结果取平均值。

2.3.7 竹炭热值测定 物质的热值指单位质量的燃料完全燃烧后冷却到原来的温度所放出的热量。其测定参照 GB14402-1993 建筑材料燃烧热值试验方法。每组测定 3 个平行试件, 结果取平均值。

3 试验结果与讨论

3.1 试样的结果与分析

各试样理化性能的测试结果如表 1 所示。

表 1 各试样的理化性能

Table 1 The physico-chemical properties of samples

试样	含水率/ %	灰分/ %	挥发分/ %	固定碳/ %	密度 (g·cm ⁻³)	pH 值	热值/ (J·g ⁻¹)	精炼度
木质炭	5.3	2.38	5.30	92.32	1.205 6	9.45	30615	1~3
竹质炭	6.8	3.62	13.50	82.88	1.198 5	9.74	29684	1~2
竹炭	5.9	2.94	8.51	88.55	1.099 6	10.16	30377	0~1

由表 1 可知, 本质机制炭、竹质机制炭和竹炭的含水率、灰分、挥发分、固定炭、密度、pH 值、热值和精炼度理化性能各不相同, 除了本身的材料有关, 还与热解生产设备和工艺等有关, 尤其是炭化最高温度^[9]。根据烧烤食物用木炭的技术指标要求: 水分≤5.0%, 灰分≤2.5%, 挥发分≤10.0%, 单位体积发热量大, 要求密度大, 燃烧时不爆跳, 不发生臭气^[9]。竹炭和木质机制炭比竹质机制炭要好, 但水分 (即含水率) 都偏高, 由于竹炭和机制炭的空隙率较大, 在空气中具有很强的吸附能力, 因此对成品应密封保存。竹质机制炭的挥发分含量偏高, 应提高炭化最高温度。

3.2 试样的微观结构

木质机制炭、竹质机制炭、竹炭和木炭横切面的电子扫描结果见图 1。由图 1 可知, 这 4 种试样

的横切面是不同的。机制炭的结构明显没有木炭和竹炭的那种结构，这是由于机制炭是竹木屑（碎料）在高温高压条件下挤压成木（竹）屑棒，炭化后制得木（竹）屑棒炭。竹（木）炭表面变得光滑，主要是由于炭化过程中发生热降解及分解作用，使细胞壁中挥发分物质挥发之故。

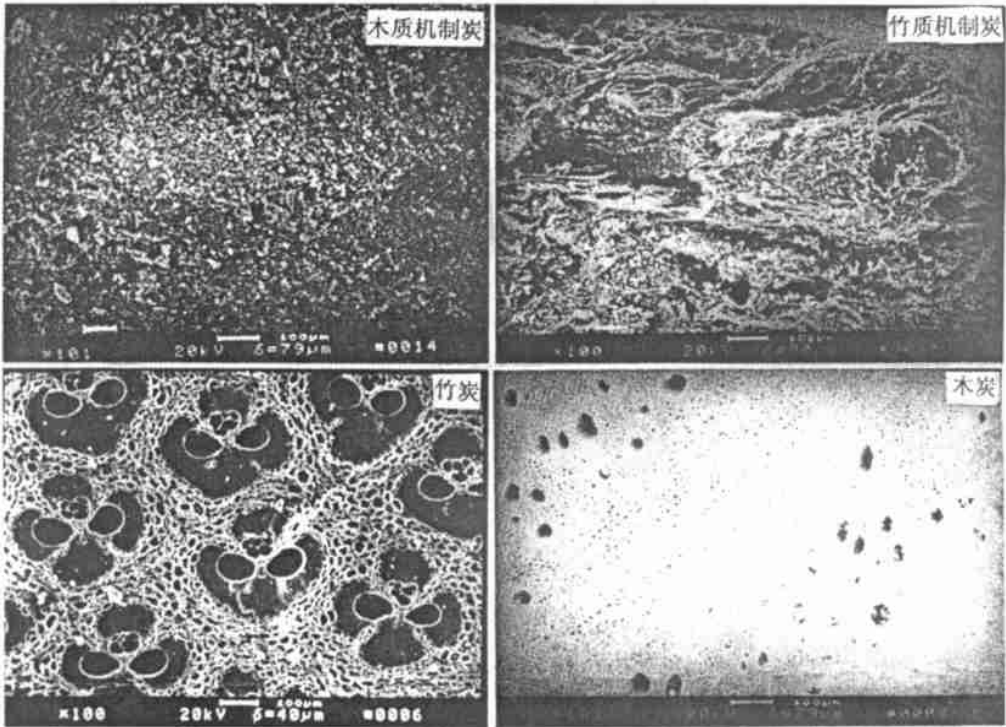


图 1 样品的扫描电子显微图

Figure 1 Electronic scanning micrographs of cross-sections of different samples

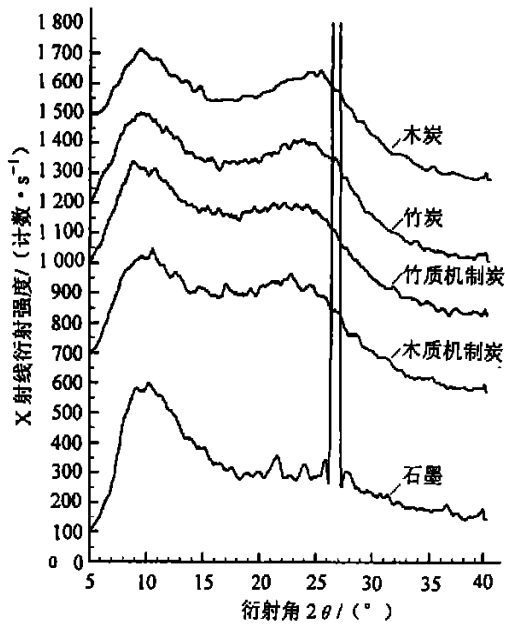


图 2 不同样品的 X 射线衍射图

Figure 2 The X-ray diffratograms of different samples

3 3 试样的 X 射线衍射

木质机制炭、竹质机制炭、竹炭和木炭的 X 射线衍射试验结果见图 2。选取石墨作为参考试样。为了更好比较，将曲线图在纵坐标方向进行了平移。由图 2 可知，本质机制炭，竹质机制炭、竹炭和木炭的曲线没有多大差异，在 5°~40° 范围内没有出现明显的峰，没有石墨化结构发生。根据木炭的 X 射线衍射结果可知，在炭化终点温度 1 400 ℃ 以上有明显的峰，形成易石墨化结构。由此可知试验材料的温度肯定低于 1 400 ℃^[7]，同时也说明它们导电不是由于形成石墨化结构。

4 结论

通过机制炭和竹炭一些理化性能测试结果分析，我们得出如下结论。① 机制炭和竹炭的精炼度、热值和固定碳等理化性能各不相同的。从烧烤用炭的技术指标来看，木质机制炭略优于竹质机制炭。② 从扫描电子显微镜可以观察到机制炭的微观结构完全不同于竹炭和木炭。③ 从 X 射线衍射图谱中可以明显知道，机制炭和竹炭都未出现明显的石墨化结构的特征峰。

致谢：陈贤海、张明忠、胡江等同志做了大量的实验工作，在此表示感谢。

参考文献：

[1] 吴新华. 炭窑烧炭技术的新发展 [J]. 林产化工通讯, 1994, (2): 30—32
[2] 关百钧. 世界森林能源现状与发展趋势 [J]. 世界林业研究 2000, 13 (6): 1—6
[3] Sakuno T, Gonzales V E, Kasada H, *et al.* Some properties of charcoal made from sawdust composite [A]. The Commonwealth Government of Australia and the Australian Forest and Wood Products Intustry. *5th pacific Rim Bio-based Composites Symposium* [C]. Canberra: Center of Science & Engineering of Materials, 2000.
[4] 贾明勋, 马玉文, 王玉山, 等. 木炭的精炼度 [J]. 吉林林业科技, 1992, 98 (3): 43—45.
[5] 张文标. 竹炭·竹醋液的研究 [D]. 南京: 南京林业大学, 2002
[6] 贾铭勋, 马玉文, 王绍玉, 等. 烧烤食物用木炭的技术要求与制造 [J]. 吉林林业科技, 1991, 90 (1): 42—44.
[7] 张文标, 华毓坤, 叶良明. 竹炭导电机理的研究 [J]. 南京林业大学学报, 2002, 26 (4): 65—69.

Properties of charcoal made from sawdust composite

ZHANG Wen-biao¹, WANG Wei-long², ZHAO Li-hua³, ZHANG Hong¹, WEN Yi-ming², LI Jian-chun²

(1. School of Engineering, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 2. Forestry Enterprise of Shuichang County, Shuichang 323300, Zhejiang, China; 3. School of Science, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

Abstract: The physico-chemical properties of sawdust composite charcoal carbonized with special method are tested and compared with properties of bamboo charcoal. The microstructures and the surface chemical structures of sawdust composite charcoal and bamboo charcoa are analyzed with scanning electron microscopy (SEM) and X-ray diffratometer. The findings show that the physico-chemical properties such as purified degree, fixed carbon and heat value of the sawdust composite charcoal and bomboo charcola are different. Under SEM, it is observed that the microsturcture of the sawdust composite charcoal is totally different from that of solid wood charcoal and bamboo charcoal. Seen from X-ray diffraction diagram, the sawdust composite charcoal, the bamboo charcoal and the wood charcoal have no distinct graphitization structure. [Ch, 2 fig. 1 tab. 7 ref.]

Key words: charcoal; bamboo charcoal; charcoal made from sawedust composite; physico-chemical properties; scanning electron microscopes; X-ray diffractomter; graphitization