

Microstructure of Soot and Its Analyzing

Feifei Li

Chemistry Teaching and Research Office, Department of Basic Courses, Engineering University of CAPF,
Xi'an Shaanxi

Email: 83243672@qq.com

Received: Aug. 10th, 2018; accepted: Aug. 24th, 2018; published: Aug. 31st, 2018

Abstract

Soot is the main component of atmospheric fine particles, primarily comes from biomass and fossil fuel burning. By the observation of TEM, we analyzed microstructure of cotton straw and saw dust soot and configuration changes, and most of the soot particles are like capsule and sphere. So higher temperature and oxygen level are beneficial to the volatilization of organic carbon and dehydrogenation reaction, which would make soot diameter smaller; the collision and coagulation of finer soot would turn the single particle into chains and nets, so the arrangement would be in order.

Keywords

Soot, TEM, Microstructure

碳烟的微观形貌及分析

李斐斐

武警工程大学基础部化学教研室, 陕西 西安

Email: 83243672@qq.com

收稿日期: 2018年8月10日; 录用日期: 2018年8月24日; 发布日期: 2018年8月31日

摘要

碳烟是大气细颗粒物的主要成分, 主要来源于生物质和化石燃料的燃烧。本文利用透射电镜观察木屑和棉花秸秆在不同条件下燃烧所生成的碳烟的微观形貌, 单个碳烟颗粒的形状多为球状。较高的含氧量和温度有利于燃料的有效燃烧, 并使碳烟中的有机碳充分挥发, 脱氢反应进行的更加完全, 最终使碳烟颗粒的粒径减小。而且碳烟颗粒之间通过相互碰撞会发生凝并, 使单个颗粒变为链状、网状, 排列更加整齐有序。

关键词

碳烟, 透射电镜, 微观形貌

Copyright © 2018 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着人类工业化的快速发展, 人为活动以越来越大的规模和速度破坏着全球生态化学平衡, 对环境以及气候变化也产生着越来越大的影响。其中大气颗粒物起着直接或间接的, 渐渐成为科学研究的热点 [1] [2]。其中大气细颗粒物的主要成分是碳质颗粒物, 主要来自于化石燃料和生物质燃烧过程中产生的碳烟。碳烟是由于燃料不完全燃烧所产生, 它除了降低能源利用率, 增加成本之外, 最主要的就是其不良的环境效应。化石燃料包括煤、石油、天然气等, 主要集中在工业排放以及机动车排放过程, 化石能源燃烧对整个大气的污染的危害程度已经广为人知, 而对生物质燃烧对大气污染的贡献至今却没有引起足够的重视, 相关的研究也比较少 [3] [4]。本文采用美国 FEI 公司的高分辨透射电子显微镜 FEI TecnaiG20 (测试条件为室温 200 KV) 对棉花秸秆和木屑(取自陕西省西安市未央区牛角村)在相同燃烧条件下的六个代表样品做透射电镜检测, 并进行分析。

2. 样品的制备与检测方法

将附着碳烟样品的滤膜放入试管中进行预处理:用纯度为 100%的乙醇(西安天茂化工有限公司)浸泡, 用超声仪振荡 15 分钟, 吸取溶液一滴滴加在碳膜铜网上, 晾干, 待测。检测: 调节透射电子显微镜(FEI TecnaiG20)电压选取 200KV, 将样品分别放大至 20 nm、50 nm、100 nm、200 nm 等标尺级别, 聚焦后拍照。

3. 扫描结果与分析

将木屑和棉花秸秆在相同条件下燃烧, 燃烧后的产物选取六个代表样品用透射电镜进行检测, 并分析。如表 1 所示。

图 1 为不同实验工况下碳烟形貌图。由图 1 可见, 燃烧温度越高, 越有利于化学反应的进行, 反应

Table 1. Samples tested by TEM

表 1. 透射电镜检测样品

燃料	编号	温度, °C	流量, l/min	采样距离, cm	燃料质量, g	样品质量, mg	采样时间, min
棉花 秸秆	1	300	2	30	3.5187	120.9	25
	2	300	3	20	4.2953	26.2	15
	3	500	2	30	3.2704	24.4	10
木屑	4	300	2	30	6.8242	153	22
	5	300	3	20	10.0213	135.6	20
	6	500	2	30	7.867	136.9	20

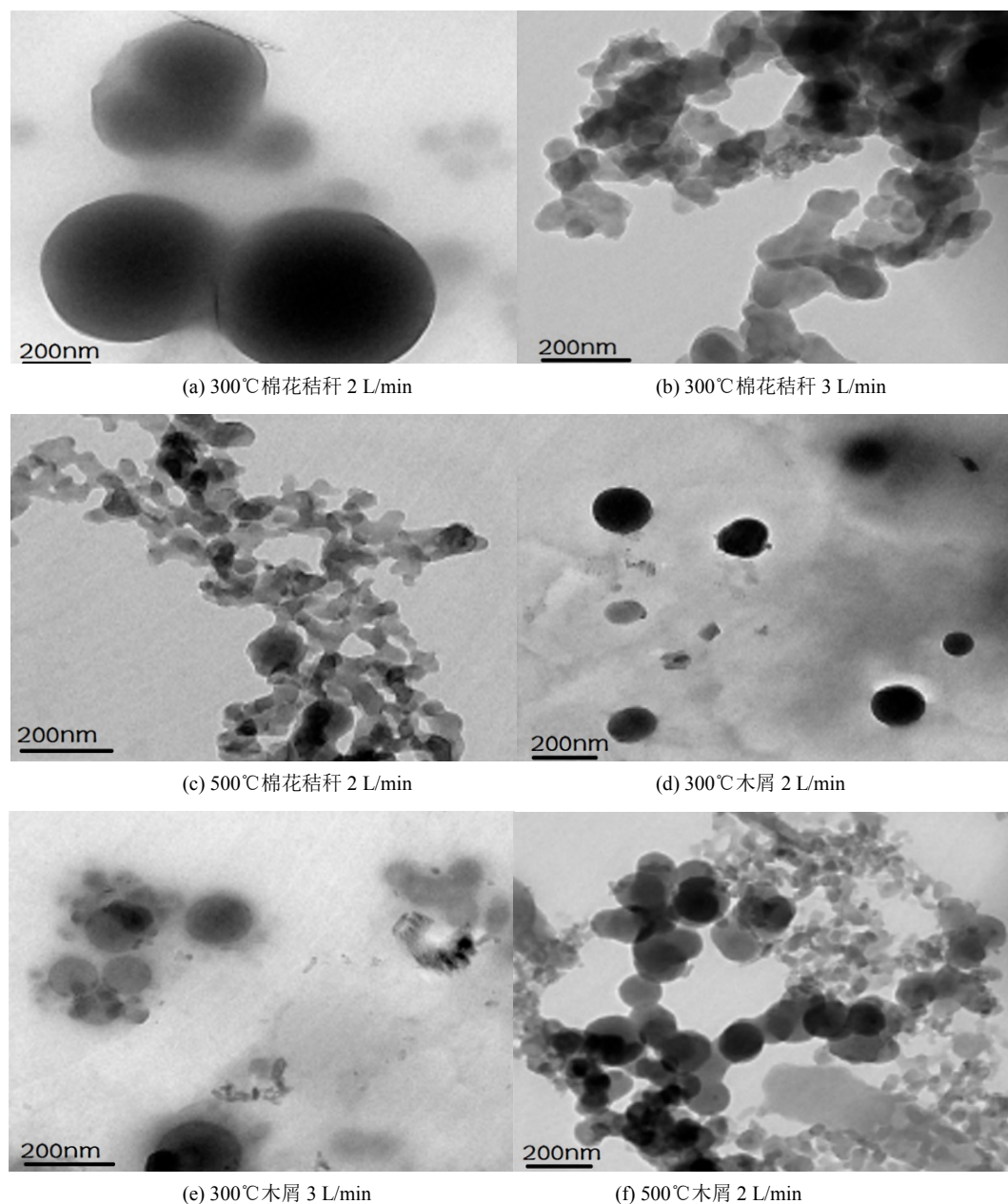


Figure 1. Microstructure of soot under different burning conditions

图 1. 不同燃烧工况下的碳烟微观形貌

生成的碳烟粒径较小，粒子呈现球状，总体为块状或链状，形貌较为复杂，500℃的碳烟粒子平均直径比300℃下粒子平均直径小。其中，500℃条件下碳烟颗粒链的粘结程度更强，整体排列更加紧密。增大采样流量，氧含量高会促进燃烧，并且减少碳烟的形成。据此可以推论：较高的含氧量和温度有利于燃料的有效燃烧，并使碳烟中的有机碳充分挥发，脱氢反应进行的更加完全，最终使碳烟颗粒的粒径减小。而且碳烟颗粒之间通过相互碰撞会发生凝并，使单个颗粒变为链状、网状，排列更加整齐有序。

4. 结论

利用透射电镜对本实验采集的样品进行观察，单个生物质碳烟颗粒呈现球状，500℃条件下碳烟颗粒

链的粘结程度更强，整体排列更加紧密。增大采样流量，氧含量高会促进燃烧，并且减少碳烟的形成。较高的含氧量和温度使碳烟颗粒的粒径减小。而且碳烟颗粒之间通过相互碰撞会发生凝并，使单个颗粒变为链状、网状，排列更加整齐有序。研究不同参数下碳烟微粒的微观形貌的变化规律，可深入了解颗粒物生成与氧化过程，对减少颗粒物排放量具有重要意义。

参考文献

- [1] 邓从蕊. 中国大气气溶胶中生物质燃烧的源追踪及灰霾的形成机制[D]: [博士学位论文]. 上海: 复旦大学, 2011: 1-140.
- [2] 吕建焱, 李定凯. 可吸入颗粒物研究现状及发展综述[J]. 环境保护科学, 2009(2): 5-8.
- [3] 彭喜英. 透射电镜数字化及图像处理分析[D]: [博士学位论文]. 武汉: 华中科技大学, 2010: 1-74.
- [4] 曹念菀. 电子显微分析在材料科学上的应用[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 华中科技大学, 2011: 1-50.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2161-8844, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hjctet@hanspub.org