

段,如完成电路的时域和频域分析,器件的线性和非线性分析,噪声和失真分析,零极点分析,交流灵敏度分析,蒙特卡罗分析等,还可方便元器件设置各种故障,如开路、短路以及不同程度的漏电等,从而观察电路在不同故障情况下的工作状态。通过实例,可以看到 EWB 在电子技术电路设计中的广阔前景,其方便的更改电路和元件参数的能力,使我们得以更快更好的了解电子电路的各种性质,同时缩短设计电路的时间,节省材料。④

参考文献

- [1] 付植桐. 电子技术 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [2] 吴培明. 电子技术虚拟实验 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1999.
- [3] 钱恭斌, 张基宏. Electronics Workbench——实用通信与电子线路的计算机仿真 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2001.

洗凯仪, 女, 广东南海人, 佛山科学技术学院工作, 高级实验师, 主要研究电子技术实验。

作者声明: 自愿将本文稿酬捐为“仪器仪表用户杂志爱心助学基金”

文章编号: 1671-1041(2006)05-0135-02

## AFM 在煤体微结构研究中的应用

杨红果, 常迎梅, 范丽娟, 赵俊伟

(河南理工大学 精密工程研究所, 河南 焦作 454003)

**摘要:** 介绍了煤表面的微结构特点和煤表面的各种检测方法及其特点。经过比较, 选用原子力显微镜 (AFM) 对煤体表面进行了三维检测, 利用 CSPM-2000 Imager 软件对扫描得到的图像进行了颗粒度分析, 并提出了一种计算煤表面突出颗粒与孔隙所占比例的方法。结论表明 AFM 在煤体微结构检测过程中具有独特的优势。

**关键词:** 原子力显微镜 (AFM); 煤体; 孔隙; 检测

**中图分类号:** TQ597 **文献标识码:** B

### The application of AFM in study on microstructure of coal

YANG Hong-guo, CHANG Ying-mei, FAN Li-juan, ZHAO Jun-wei

(Precision Engineering Institute, Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454003 China)

**Abstract:** The features of coal's microstructure, the each method for detecting coal's microstructure and its characteristics are introduced. After comparing, the surface patterns of coal are scanned. With CSPM-2000 imager software by atomic force microscopy (AFM), the images are analyzed in graininess. A method for calculating the percentage of coal surface's extrusive granules and pore space is proposed. The results demonstrate the AFM has particular advantages in the course of detection on coal's microstructure.

**Key words:** Atomic Force Microscopy (AFM); coal; pore space; detection

#### 1 引言

从岩石学的角度来看, 煤是一种非均质各相异性的可燃有机岩。煤层经历了沉积、成岩、变质及变形等多种地质作用, 每种作用都会在煤层中留下痕迹或标志, 如孔隙、裂隙、显微构造等。煤的孔隙、裂隙均有储气性能, 裂隙是煤层中流体运移和产出的通道; 而且, 长期以来, 瓦斯爆炸一直威胁着煤矿生产的安全, 人们对瓦斯突出煤的研究比较注重宏观分析, 许多研究者根据煤体的破坏程度, 将突出煤分成几种裂隙破坏类型。因此, 全面而系统地研究煤的孔隙、裂隙和煤的表面结构, 意义在于充分揭露煤基质内部机构, 为煤层气生、储、运过程、机理研究和瓦斯突出煤的研究提供直观性资料, 为煤层气资源评价、勘探、开发和煤矿安全问题的解决获取有使用价值的信息 [1]。

#### 2 煤的微结构的检测方法

传统的煤的表面观察方法主要有: 手标本法、光学显微镜法和扫描电子显微镜法 (Scan Electron Microscope, 以下简称 SEM) 和扫描探针显微镜 (Scanning Probe Microscope, 以下简称 SPM) 法。手标本法是宏观地观察煤的表面结构, 受人为因素影响比较

收稿日期: 2006-04-21

大, 而且所得到的信息量非常小; 光学显微镜法识别组分方便, 准确性高, 并可作定量分析, 但其放大倍数至多达到几千倍, 识别物质能力有限, 可获得的信息量少; SEM 与光学镜相比, 有识别某些组分困难, 准确性低, 不能定量分析等不足之处, 但因其放大倍数为 15 ~ 200000 倍, 分辨率可达到 6nm, 在观察煤的孔隙、裂隙、矿物质和显微构造等方面明显优于光学显微镜, 从而补充了光学显微镜的许多不足, 然而, 对扫描电镜来讲, 煤具有导电性差、组成复杂、分离困难、结构多边、内容丰富等特点, 因此需对煤样品喷镀导电层, 这样就会造成测得的结果失真, 导致所观察到的某些地方是镀层的表面结构, 而非煤的表面结构 [1-4]; 在 SEM 的基础上, Binning 等人于 80 年代研制成功了新型表面分析仪器: 扫描隧道显微镜 (STM) 和原子力显微镜 (AFM), 随后, 出现了一系列的 SPM。与其它表面分析技术相比, SPM 所具有的高分辨率 (水平方向: 0.1nm, 垂直方向: 0.01nm)、设备相对简单、体积小、价格便宜、对安装环境要求较低、对样品无特殊要求、制样容易、检测快捷、操作简便等特点 [5-6]。

#### 3 实验

本实验所采用的仪器是本原纳米仪器有限公司的 CSPM-2000 型扫描探针显微镜, 该机集成了 STM、AFM 和 LFM (横向力显微镜)。

##### 3.1 样品制作

该实验样品为未经加工的天然煤。在一大块煤样上敲下煤碎片 (或用手掰裂), 然后选取表面比较光滑的煤样, 打磨样品下表面和周边使其厚度一致, 并且大小与样品台基本相当, 然后用无水酒精清洗样品上表面以去除灰尘等杂质 [3-4]。

##### 3.2 实验参数设置

该实验使用 AFM, 横向分辨率为 0.13 nm, 垂直分辨率为 0.01 nm, 扫描方式选择接触方式, 选择最大扫描范围为 15um × 15um 的扫描器。图像像素选为 512 × 512, 扫描速度为 1 行 /s。

##### 3.3 实验步骤

在设置好探针参数后, 首先选择最大范围为 15000nm 进行最大范围扫描, 扫描期间不断调整亮度、增益及对比度, 使得到的扫描图像比较满意为止, 在全范围扫描结束后, 逐次减小扫描范围, 重复进行扫描, 得到由大范围到小范围的扫描图像。

#### 4 结果与分析

扫描结果如图 1 所示, 其中 (a)、(b) 扫描范围分别为 15um × 15um、8.59um × 8.59um。图 (b) 为图 (a) 中虚线所包括范围的扫描图。

扫描完成后, 利用 CSPM-2000 Imager 软件对图像进行三维观察, 可观察到看似光滑的煤表面其实凹凸不平, 如图 2, 亮色部分是突起部分, 暗色为凹下部分。而且还可以测得煤块的相对高度和绝

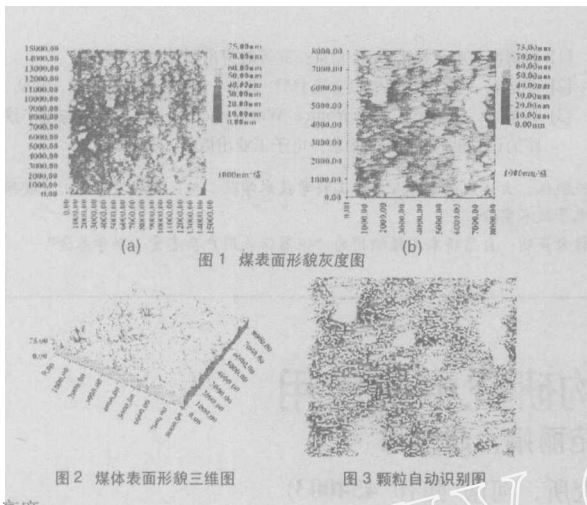


图1 煤表面形貌灰度图



图2 煤体表面形貌三维图



图3 颗粒自动识别图

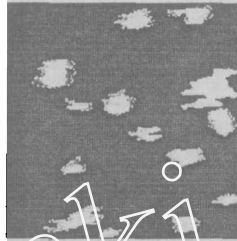


图5 突出颗粒选择处理图

表1 颗粒占煤体总面积的百分比

颗粒编号	面积(mm <sup>2</sup> )	占总面积百分比
0	157573.80	0.262232975
1	171718.22	0.265976723
2	215640.36	0.331496772
3	258321.78	0.397109302
4	395299.31	0.607680515
5	396540.06	0.609587879
6	328802.81	0.512911017
7	354610.13	0.552583754
8	375454.36	0.584627205
9	609930.81	0.93688512
10	748117.13	1.211565319
11	194817.11	1.221846006
12	1361942.13	2.091977461
所选颗粒面积	6507188.23	10.05446464
煤体总面积	65050515.85	

对高度。  
利用 CSPM-2000 Imager 软件可对扫描结果进行高度分析、层次分析、面粗糙度分析、颗粒尺度分析、功率谱分析、自相关分析、互相关分析和栅格分析。进行颗粒度分析时，可以人工选择颗粒查看颗粒大小，从而测得煤孔及表面突出的面积，也可以自动生成颗粒度分析报告，从而得到：

- 总颗粒数：1169
- 平均面积：53418.41 nm<sup>2</sup>
- 平均高度：55.70 nm
- 平均直径：130.40 nm
- 最大面积：1279697.75 nm<sup>2</sup>
- 最小面积：992.59 nm<sup>2</sup>

报告中并附有一表列出每一个颗粒的面积。

对图 1(b) 进行颗粒尺度分析，首先对颗粒自动识别，结果如图 3 所示，然后剔除边缘颗粒以及不理想颗粒，最后通过合并比较突出的颗粒，结果如图 4 所示，最后生成颗粒度分析报告，对报告进行分析并计算可得所选颗粒占煤体总面积的百分比(表 1)。依此方法可求得任何所需的孔或突出颗粒的大小及孔隙率等。

## 5 结论与展望

目前，原子力显微镜 (AFM) 已经发展成为一种功能强大的表面分析仪器，它具有分辨率高、对样品无特殊要求和能提供量化的三维信息的特点。AFM 与系统配套软件结合可以检测到大量煤体微结构的信息。因此，AFM 对煤体微结构的研究具有重大意义，并且对煤矿安全的研究也有进一步的推进。

### 参考文献

- [1] 张慧, 李小彦等. 中国煤的扫描电子显微镜研究 [M]. 北京: 地质出版社, 2003.
- [2] 张慧, 王小刚等. 煤中显微裂隙的成因类型及其研究意义. 岩石矿物学杂志, 2002,21(3):278-284.
- [3] 聂继红, 孙进步. 瓦斯突出煤的显微结构研究. 东北煤炭技术, 1996,(6):40-42.
- [4] 陈丽华等. 扫描电镜在地质上的应用 [M]. 科学出版社, 1986.
- [5] 白春礼. 原子力显微镜的研制及应用. 中国科学院院刊, 1990, (4):340-343.
- [6] BING G, ROHRER H, GERBER C, et al. Surface studies by scanning tunneling microscopy. Phys Rev Lett, 1982,40(1):178-181.

作者简介: 杨红果 (1980-), 女, 河南沁阳人, 硕士研究生, 主要从事精密测量方面的研究。

作者声明: 自愿将本文稿酬捐为“仪器仪表用户杂志爱心助学基金”

文章编号: 1671-1041(2006)05-0136-03

# 自适配通讯环境 (ACE) 下的内存管理

张 晗, 韩其睿

(天津工业大学 计算机与自动化学院, 天津 300160)

(Tianjin polytechnic university, tianjin 300160)

摘要: 本文旨在探讨在自适配通信环境模式下的内存管理问题。首先介绍了 ACE 编程环境下基于不同模板类的两种内存管理策略, 进而提出了对两种管理策略进行了比较和分析, 讨论了性能和灵活性的问题。最后具体的说明了两种内存管理方法工作中的运行机制。

关键词: 自适配通讯环境; 动态绑定; 外部多态性; 内存管理策略  
中图分类号: TP315 文献标识码: B

Abstract: The paper illustrates the way of memory management in Adaptive Communication Environment(ACE) mode. First by introducing the two template class of ACE, it explains the two strategies of memory management. Then analyzing the two strategies in the two factors of performance and flexibility, and describes the working mechanism of them both in detail.

Key words: Adaptive Communication Environment; dynamic binding; peripheral polymorphic; strategy of memory management

## The method of memory management in adaptive communication environment

ZHANG Han, HAN Qi-rui

收稿日期: 2006-04-19

### 1 引言

自适配通信环境 (Adaptive Communication Environment) 是面向对象的构架和工具包, 它为通信软件实现了核心的并发和分布式模式。ACE 包含的多种组件可以帮助通信软件的开发获得更好的灵活性、效率、可靠性和可移植性。ACE 中的组件可用于并发