

# 煤/焦反射率自动测定系统与技术方法

姚伯元 许国贤 (华东冶金学院化工系 马鞍山 243002)

**摘要** HY-3型全自动显微光度测定系统为煤、焦、中间相、矿物等反射率提供了自动测定工具。本文介绍了其中采用的技术措施与反射率自动测定过程中采用的技术方法。

**关键词** 显微光度计 反射率 自动检测

**中国图书资料分类法分类号** P585.1

**作者简介** 姚伯元 男 41岁 硕士 副教授 煤化工

## 1 引言

煤岩参数人工测定不仅费时费力,而且由于测点少、误差大、测定结果往往因人而异,测定结果的不统一是其它任何一个学科所没有的。为此,笔者历时5年研制了HY-3型全自动显微光度测定系统,并提供了相应的煤岩参数自动测试方法及与之配套的计算机软件。该系统可根据反射率自动测定结果确定显微煤岩组分,鉴别混煤与确定混煤比例,确定煤中活性组分比例、焦炭光学组织指数、含碳物料热转化过程中的中间相含量及烧结矿组成等。

## 2 国内外自动显微光度测定技术状况

国外于60年代即开始研制煤反射率自动测定

仪器,70年代开始在一些大型焦化企业中装备<sup>[1]</sup>。国内这方面的研究起步较晚。少数研究者曾用价格昂贵的Leitz公司带二维扫描物台的MPV-3型显微光度计进行过煤反射率自动测定尝试<sup>[2]</sup>,也有人曾组装过带二维扫描物台的显微光度计<sup>[3]</sup>。国内外现有的自动显微光度计都没有自动调焦功能,不能彻底解决自动测定过程中显微镜焦距变化问题,也都没有自动旋转物台/偏光镜功能,无法自动测定焦炭、中间相、矿物等有关参数。上述仪器对光电信号的放大倍数都是固定不变的,无法根据测定对象的反射率变化选择合适的放大倍数。加上光电倍增管暗电流信号占用一定量程,使仪器对于不同的测定对象无法始终达到理想的工作状态和分辨率。

4 杨起,潘治贵,翁成敏等. 华北石炭二叠纪煤变质特征与地质因素探讨. 北京:地质出版社,1988

勘探分院文集. 第1集,1987:81~85

5 李涛,高凌蔚,刘天林. 煤岩流变分析,煤炭科学研究院地质

(收稿日期 1996—03—09)

## TECTONIC COAL DYNAMOMETAMORPHISM AND EVOLUTIONARY PROCESS

Cao Yunxin Zhang Yugui Li Kaiqi (Jiaozuo Mining Institute)

Hou Quanlin (Institute of Geology, The Chinese Academy of Sciences)

Guo Deyong (Beijing Graduate School, China University of Mining and Technology)

**Abstract** Dynamic metamorphous features and evolutionary process of tectonic coal have been studied by X-ray diffraction and electron spin resonance(ESR). Tectonic coal is related to the evolutionary history of deformation and coalification of coal seam. Tectonic coal in structure is different with other metamorphous types of coal, their evolutionary process is same, but their developing way is not same.

**Keywords** tectonic coal; dynamic metamorphism; texture of coal; X-ray diffraction analysis; electron paramagnetic resonance

### 3 系统的组成、工作原理与性能指标

HY-3型全自动显微光度测定系统包括国产显微镜、显微光度计、四维自动扫描物台、数据采集系统、控制系统、电源系统、计算机、打印机等。其电路框路见图1、图2。

试样在显微镜下聚焦后,反射光信号由光电倍增管转换成电信号,再经信号调理电路放大、调零,滤波处理后送入模/数转换电路转换成数字信号,由386微机接收并进行数据处理。一个反射率数据测定完成后,自动扫描物台在计算机的控制下按一定的点、行距移动,再测定下一个反射率数据。通常一个试样在20 mm范围内测量数千至数万个点的反射率。移动的点、行间距可由使用者选择,最小为5 μm,即整个试样最多可测量100多万点的反射率。

显微光度计精度满足GB6948-86<sup>[4]</sup>与快速测定要求。自动物台由步进电机控制,可精确定位并具有锁定功能。在X、Y方向按要求移动样品,在Z方向完成自动调节显微镜焦距,在θ方向完成自动旋转物台或偏光镜。测定点数在3 000至60万之间,测定速率为5 000~10 000点/min,仪器增益在400~1 200倍之间,测定点行距在5~1 000 μm之间,均分档可选。数据采集系统分辨率为1/4 096,A/D转换速度为25 μs。本系统除具有自动测定功能外,还可进行半自动测试,即自动移动样品,人工测定10种组分的反射率与百分含量;还可脱离计算机键盘用操作杆进行更方便的操作。

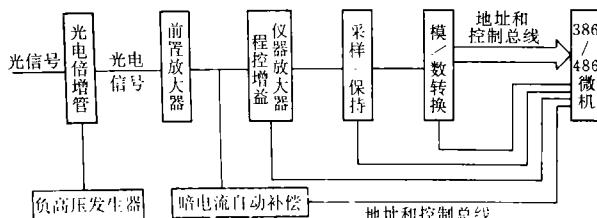


图1 信号处理电路框图

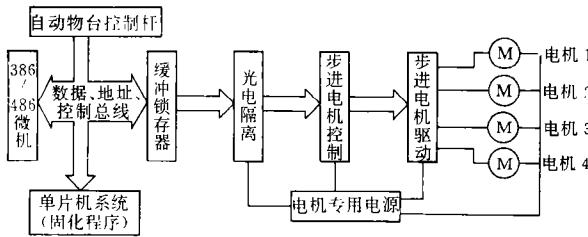


图2 步进电机控制与驱动电路框图

系统软件按美国Microsoft公司产品风格编制,采用标准的立体下拉式菜单操作,各选择项具有完备的在线提示、容错等功能。自动测试与数据处理一次完成,可与常用的各种打印机相连,可显示或打印出有关参数、曲线、图表等。此外还提供了仪器的自检软件,用于测试仪器系统的完好性与故障点。

### 4 自动测定中的技术方法

影响自动测定结果真实可靠的因素很多,为此在自动测定反射率过程中, HY-3型全自动显微光度测定系统采用了以下技术措施:

#### 4.1 严格的抗干扰措施

由于经转换后的光电信号非常微弱,而且输出阻抗高,因此在传输过程中极易受到来自诸如外界磁场、50 Hz交流电源、计算机等各种干扰。这些干扰信号甚至可淹没有用信号。本系统在光电转换器中设置了一个高度稳定的专用前置放大器,使光电转换器最终输出信号为0~1 V,并制成一密封的模块,以保证其能长期稳定地工作。还将光电转换器高阻输出改为低阻输出,输出阻抗小于75 Ω。信号传输过程中还采取了严格的屏蔽技术措施,使干扰信号的波幅由几百 mV降至1 mV左右,相对于本系统光电信号0~10 V的变化范围显得微不足道,使本系统的精度优于GB6948-86的规定要求。

#### 4.2 程控增益

本系统采用程控增益技术,可根据测定对象的光电信号变化范围,由计算机确定合适的增益,确保在任何情况下都能充分利用仪器量程,保持较高的分辨率。

#### 4.3 数字滤波

本系统自动测定时,每个测点的数据都重复测量多次,并采用一阶数字滤波进一步消除干扰信号造成的随机误差。由于采用了高速A/D转换芯片并设计了自动启动采样保持和模数转换电路、快速光电信号转换电路,使采用数字滤波后仍能保持快速测定。

#### 4.4 自动调零

光电倍增管的暗电流会占用一定量程,使显微光度计的分辨率降低。本系统由D/A电路自动产生一个与暗电流大小相等、方向相反的信号将暗电流抵消,使显微光度计在没有光信号进入时输出值始终为零,确保仪器的整个量程都可使用,不致因暗电

流的存在而降低系统的分辨率。

#### 4.5 高性能高压模块

本系统采用了获国家科技进步奖的激光器用高压模块为核心部件,自制了显微光度计用高压电源,不需另外的专用高压稳压电源。实际使用表明其在稳定性、抗干扰等方面均优于以往的高压稳压电源。

#### 4.6 小测定微区

自动测定时无法选择测定对象,在一个测定微区中,不能排除同时存在各种组分的情况。显然测定微区越小,测得的单组分越多,混合组分越少。该系统测定微区直径为  $4 \mu\text{m}$ ,优于 GB6948-86 规定的微区直径应小于等于  $10 \mu\text{m}$  的要求。

#### 4.7 自动调焦

在自动测定中,显微镜焦距都会发生变化,使得测定对象影像模糊,数据失真。以往采用“跟踪调焦法”、“物镜压片法”<sup>[2]</sup>及笔者早期采用的“分区域扫描法”均未能使调焦问题彻底解决。本系统配备了自动调焦装置,彻底解决了这一难题,完全避免了测定中的人工干预。由于以图像和声响两种方式指示测定完成程度,测完后响长声并等待进一步处理,因此测定过程中人甚至可以离开。

#### 4.8 分时测定

自动测定不但数据量大而且要求速度快。然而要使测定的数据稳定可靠,必须有充分时间保证样品的移动、停稳、光电转换、信号放大与 A/D 转换等;测得数据的统计处理又要占用时间;这都可能使自动测定速度慢得令人难以容忍。本系统的软件采用分时技术,利用停稳样品的等待时间与步进电机走动的延时时间进行数据统计处理。这样既保证了测定数据稳定可靠,数据处理又不独占时间。

#### 4.9 对点扫描

在自动测定过程中,将每个测定点的反射率与上一个测定点的反射率比较,若一致,则视该测点反射率为有效数据,予以保留。由于在一个测定微区中,不同组分所形成的反射率是这些组分反射率的平均值,与单组分的反射率不一致,故只要测定点、行间距小于单组分颗粒,就可以在自动测定结果中消除混合组分的影响。如图 3 中,B 点为有效数据,C 点为无效数据。

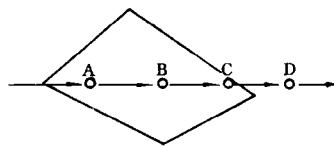


图 3 对点扫描消除混合组分示意图

#### 4.10 4 万以上测定点数

按通常的煤岩粉光片制样方法,在自动测定结果中消除混合组分与粘结剂后,单组分有效测点仅占测点总数的 1/3 左右。笔者采用“多点提取”等数据处理技术根据反射率测定结果确定其它煤岩参数,能利用的有效测点则更少。自动测定为采用比人工测定更密集的测网,更多的测点提供了可能。根据国外经验,1 g 粒度小于  $0.2 \text{ mm}$  的煤样,约有 1 万多个颗粒,故要使煤岩测定精度达到化学分析指标的精度,有效测点须大于 1 万个。据此推算自动测定总点数应大于 4 万个。本系统自动测定点数在 3 000 ~ 640 000 之间;半自动测定点数在 300~1 000 之间,均分档可选。

#### 4.11 合适的点、行间距

按样品  $\varphi 20 \text{ mm}$  计,内接正方形边长约  $14 \text{ mm}$ 。在保证测点均匀布满整个样品条件下,测点数 =  $[1 000 \times 14 \div \text{点距}(\mu\text{m})]^2$ 。要在一个样品上测定 10 万点,点、行间距应为  $40 \mu\text{m}$  左右;测定 20 万点,点、行间距应为  $30 \mu\text{m}$  左右。本系统最小测定点、行距为  $5 \mu\text{m}$ ,理论上每个样品可测定 100 万点。一般测定 4 万点左右。

#### 4.12 旋转物台/偏光镜

正交偏光镜下,自动测定煤粒、焦炭光学性质过程中,对每一测点不断旋转物台或偏光镜,记录反射率的最大值与最小值,这不但可将各向异性组织区分开,而且反映了测定物的光学各向异性程度。用这一技术可自动测定焦炭光学指数、沥青炭化过程中的中间相含量及不同的矿物组成。

### 5 结论

由于采用了程控增益、自动调零、自动调焦、数字滤波等技术,使 HY-3 型显微光度测定系统测定精度高、重现性好、测定结果真实可靠。多测点、小测距、小测定微区等技术的采用为自动确定煤岩参数提供了硬件基础。自动旋转物台/偏光镜技术为自动测定各向异性程度提供了可能。



# 煤层瓦斯含量测定方法的改进意见

王涛 黄文涛 (江西煤田地质局 南昌 330001)

**摘要** 现今将解吸法测定煤层瓦斯含量的方法作为地勘工作中测定煤层瓦斯含量的标准方法,但此方法仍存在一些问题,因此提出了利用现场解吸资料采用回归分析计算煤层自然瓦斯含量的方法。通过与实际测定值对比,效果较好。

**关键词** 煤层瓦斯含量 解吸法 回归分析

**中国图书资料分类法分类号** TD712.3

**作者简介** 王涛 男 54岁 高级工程师 煤田地质

## 1 引言

我局从 1983 年起,将解吸法测定煤层瓦斯含量 (MT/T77-84、MT/T77-94)<sup>[1]</sup> 作为在煤炭资源地质勘探阶段测定煤层瓦斯含量的方法。通过 10 余年的工作实践,大量的瓦斯解吸资料表明,解吸法测定煤层瓦斯含量的方法,尚存在下述一些问题。

a. 关于损失瓦斯量的计算。解吸法计算损失瓦斯量的理论基础是,煤样中的瓦斯开始解吸的一段时间内,解吸瓦斯量  $Q$  与  $\sqrt{\theta+t}$  呈直线关系。实际解吸资料中,  $Q$  与  $\sqrt{\theta+t}$  呈曲线关系(图 1)。计算时直线段区间的选择实难掌握。从事现场解吸的同志普遍反映,常因直线段区间的选择不同,损失量的计算值有相当大的差异。

b. 随着煤层甲烷资源勘探与开发工作的展

开,在进行煤层甲烷资源评价和为了使测得的瓦斯含量与矿井相对瓦斯涌出量便于对比,迫切需要分别测出可抽出的(或可利用的)自然瓦斯含量与残存

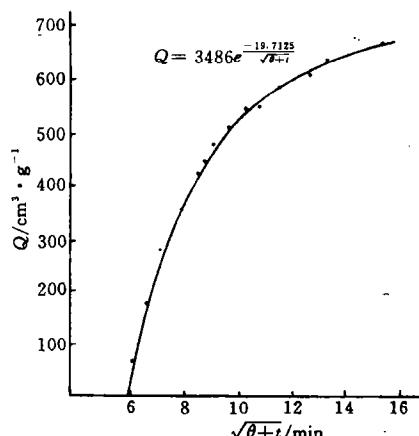


图 1 青山矿区 6710 孔大槽煤  $Q$  与  $\sqrt{\theta+t}$  关系图

## 参考文献

- 1 周师庸. 应用煤岩学. 北京:冶金工业出版社, 1985: 77~85
- 2 郑雨寿. 镜质组反射率自动测试技术若干问题探讨. 燃料与化工, 1992;23(3)

- 3 林治穆等. 煤自动扫描反射率显微光度计试制安装和调试的研究. 燃料与化工, 1991;22(2)
- 4 煤镜质组反射率测定方法. GB6948-86
- 5 杨起. 煤地质学进展. 北京:科学出版社, 1987:66~71

(收稿日期 1996-04-29)

## THE TOOL AND TECHNICAL METHOD FOR MEASURING COAL/COKE REFLECTANCE

Yao Boyuan Xu Guoxian (East China Metallurgical Institute)

**Abstract** The HY-3 Model Automatic Microphotometer provides an automatic tool for measuring coal/coke reflectance. This paper describes the technical method in the HY-3 model automatic microphotometer and in during to measure coal/coke reflectance.

**Keywords** microphotometers;reflectance;automatic detection