

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G01N 21/55

G01N 33/22

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 94112784.2

[45] 授权公告日 2002 年 3 月 27 日

[11] 授权公告号 CN 1081792C

[22] 申请日 1994.12.9 [24] 颁证日 2002.3.27

[21] 申请号 94112784.2

[30] 优先权

[32] 1993.12.10 [33] FR [31] 9314884

[73] 专利权人 西迪科经济开发参与炼钢公司

地址 法国弗罗伦格

[72] 发明人 J-C·塞莱斯克

审查员 田金涛

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事
务所

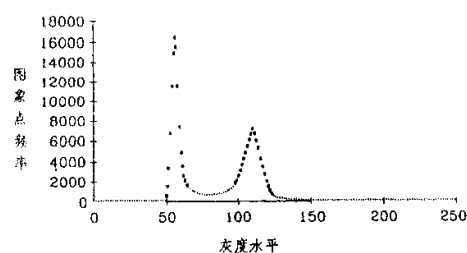
代理人 徐汝巽

权利要求书 2 页 说明书 14 页 附图页数 6 页

[54] 发明名称 用于煤素质分析和测定煤中镜煤素质的
反射率的自动方法

[57] 摘要

本发明公开了一种用于由粉碎煤构成、涂有树脂的样品进行煤的煤素质分析的方法,包括用一台显微镜对该样品的表面进行扫描,以及测量镜煤素质的反射率,其特征在于以下步骤:对于该显微镜的每一个视场形成一幅具有若干灰度水平的数字化图象;通过界定阈值删除具有高树脂含量的视场;对每一个未被删除的视场进行以下步骤:a)测定灰度水平的分布和梯度;b)通过给灰度梯度一个阈值形成的一个二进制图象以便确定镜煤素质区;c)测定所得镜煤素质区的灰度水平的分布或密度。d)计算镜煤素质的反射率。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

知识产权出版社出版

权 利 要 求 书

1. 一种用于测定煤的镜煤素质含量的煤的煤素质分析方法，该方法包括：

使用一种涂有树脂的、由粉碎煤构成的样品；

通过移动该样品以便在显微镜中获得连续的视场，借助于一台显微镜对该样品的表面进行扫描；以及

测量镜煤素质的反射率，

其特征在于以下步骤：

使用一个反射率已知的标准面，以手动方式调节该显微镜的照明，

对于该显微镜的每一个视场产生一幅具有若干灰度水平的数字化图象；

逐点分析图象并通过灰度水平阈值，形成一个二进制图象，对每一个图象进行阈值测量，以便删除包含高于一个给定阈值的量的树脂的视场；

对每一个未删除的视场进行以下分析：

a)测定灰度水平的分布；

b)测定灰度水平梯度；

c)通过给灰度梯度一个阈值产生一幅二进制图象以确定镜煤素质区；

d)测定所得到的镜煤素质的区域的灰度水平的分布或密度；以及

e)通过与灰度水平相关联来计算镜煤素质的反射率。

2. 根据权利要求1所述的煤素质分析方法，其特征在于通过测定该样品的全部镜煤素质区的平均灰度水平来计算镜煤素质的反射率。

3. 根据权利要求1所述的煤素质分析方法，其特征在于通过测定每一个镜煤素质区的平均灰度水平来计算煤素质的反射率。

4. 根据权利要求1所述的煤素质分析方法，其特征在于还包括在测量已确定的镜煤素质区的灰度水平分布的步骤之前进行一个形态学尺寸滤除步骤，以便删除小尺寸的镜煤素质区。

5. 根据权利要求1所述的煤素质分析方法，其特征在于镜煤素质的反射率的值是通过测定样品中所有镜煤素质区的平均灰度水平分布得到的。

6. 根据权利要求1所述的煤素质分析方法，其特征在于镜煤素质的反射率的值是通过测定每一个镜煤素质区的平均灰度水平分布得到的。

7. 根据权利要求1所述的煤素质分析方法，其特征在于对于每个未被删除的视场，利用一幅灰度均匀的在相同工作条件下的参比图象对每一个象点进行一次修正。

8. 根据权利要求1所述的煤素质分析方法，其特征在于还包括在计算镜煤素质反射率之后，计算镜煤素质的含量以及通过分析镜煤素质以外的密度来推测其他成分的含量。

用于煤素质分析和测定煤中镜煤素质的反射率的自动方法

本发明涉及一种表征煤的方法,具体讲该方法是用以测定煤的镜煤素质含量。

调配和预定焦炭质量的模式应用了某些由岩相学分析导出的参数,例如作为煤的主要成分的镜煤素质的反射率和比例或含量,这两个参数的值可以用来评价煤的成焦性能。

可制成焦炭糊的煤其镜煤素质反射率的变化范围为从0.5%至1.7%,其镜煤素质的比例在40%和85%之间。具有高成焦率的煤是用镜煤素质反射率(在1.1%和1.3%之间)和高镜煤素质含量来表征的。

为了检验原材料的质量的一致性和均匀性,以便有助于调配恒定质量的焦炭并更好地估计煤的成本价格,所供应的煤要以系统的方式进行验收和监测。

在当今,煤的质量控制是用人工方式完成的。为此,要使用一种涂有一种树脂的由粉碎的煤构成的样品;这种样品被抛光并放置在一台光学显微镜上,该显微镜的放大倍数例如可以为300。

该显微镜装备有一个反射仪,这个反射仪是利用具有已知的反射率的标准面校正过。

该反射率是通过按照一均匀的格栅对样品进行扫描在一个样

品上测量的。测量精度是所进行测量的次数的函数。

由岩相学定义的标准规定对于一种常规的煤要做200次测定。当需要显示一种染污物或一种混合物时,每次取样必须取300或400个样品。

煤素质分析的要点是根据上文所述原理通过对样品进行扫描测定主要构成成分的比例。操作者分辨确定被置于目镜中十字线中心的煤素质并将它出现的次数加起来。标准规定,为推算不同的煤素质(主要指壳质煤素质、镜煤素质、丝炭煤素质、半丝炭煤素质和惰性煤素质)的比例,需要500个样品。

用于测量平均反射率和完成煤素质分析的人工方法需要进行3至6个小时的分析,这取决于所述煤所造成的困难程度。

这一分析时间很长并要求操作者始终在场;此外,该方法是十分严格的。这些测量值的精度低,如以上所涉及的煤素质分析那样。

这就是本发明推荐一种可以测定镜煤素质的反射率值并使煤素质分析提高精度和缩短测量时间的自动方法的原因。

因此,本发明提供了一种用于测定煤的镜煤素质含量的煤的煤素质分析的方法,该方法包括使用一种涂有树脂的由粉碎的煤构成的试样、利用一台显微镜通过移动试样以便在该显微镜中获得连续的视场的方式对该试样的表面进行扫描以及测量镜煤素质的反射率,其特征在于以下步骤:

对该显微镜的每一视场产生一幅具有若干灰度水平的数字化图象;

对于每一幅图象进行一次阈值测量,以删除含有高于给定阈值(80%)的量的树脂的视场;

避免对被删除的视场的测量,因为这些视场含有太多的缺陷(由于抛光和制备)。它们的删除并不会使测量出现偏差。

对于每一个没有删除的视场完成以下分析:

- a) 测定灰度水平的分布;
- b) 测定灰度水平的梯度;
- c) 通过按照这样一种方式给出灰度梯度阈值产生一幅二进制图象以便确定镜煤素区域;
- d) 测定所得到的镜煤素质区的灰度水平分布或密度;以及
- e) 计算镜煤素质的反射率。

根据本发明的另一个特性,通过测定该样品的所有的镜煤素质区的平均灰度水平来计算镜煤素质的反射率。

根据本发明的又一个特性,通过测定每一个镜煤素质区的平均灰度水平来计算镜煤素质的反射率。

本发明的更一步的特性和优点由以下参考附图对本发明的一个实施例所做的说明将更为明显。在这些附图中:

图1是一幅一个煤试样的反射率的一维图;

图2是一幅反射率分布图;

图3是一幅修正了树脂的孔隙度的影响的灰度水平数字化图象的密度测定图;

图4说明对所得到的图象进行的滤除作用;

图5和图6 是对根据本发明的方法的结果和利用已知类型的人工方法所得结果进行比较的分布图;

图7是对根据本发明的方法和已知类型的人工方法进行比较的另一幅图;

图8是一幅分布图，在图中对利用本发明的方法和利用已知类型的人工方法所得到的测量结果已经进行过孔隙度影响的修正；

图9是一幅显示煤的其他成分的分布图；

图10是一幅说明进行本发明的方法的一个装置的示意图；

图11A至11C说明在图10的装置中所完成的处理；

图12是一条校正曲线，它表示已知的标准面的反射率与平均灰度水平之间的关系；

图1中所示的是一幅在一个煤样上测得的反射率的一维图。当在A区反射率大于2时，这涉及的是无烟煤，即一种高等级的不能练焦的煤。

镜煤素质是浅颜色的，显现大片状，其反射率处在B区，即0.5和1.7%之间，属成焦煤，这涉及的是可用于练焦的煤。

下表所示的是根据其反射率所得出的煤的分类。

煤 的 分 类

泥煤	褐煤	长焰煤	成焦煤	无烟煤
镜煤素质的反射率 0.5 1.7 <—————> 极低的平均反射率 极高的平均反射率				

成焦煤是由以下成分(按反射率增高的顺序)构成：壳质煤素质、

镜煤素质、半丝炭煤素质、丝炭煤素质和惰性煤素质。

图2和图4示出了镜煤素质和其他成分的相图(facies)。

在已知的煤的煤素质的手动型的分析方法中,使用的是配备有经过校正的反射计的显微镜。

测定不同的煤素质的比例是根据操作者的经验,该操作者观测目镜十字线中心处该煤素质的属性。该操作者有时进行反射率的点测量以便将半丝炭煤素质与镜煤素质区分开。

这种反射率对壳质煤素质来说最低,壳质煤素质的重量比为0至3%。按照增加的顺序,人们发现镜煤素质的重量比在45 %和85%之间,其次发现半丝炭煤素质和丝炭煤素质的重量比合起来在15%和45%之间。还有一种反射率极高的惰性煤素质,其重量比低于10%。

图2示出了一幅图,显示出作为所得到的反射率的函数的分布或频数。这条曲线可以估量煤的品质并确定镜煤素质的百分含量。

本发明涉及一种煤素质分析的自动方法,这种方法是根据对一个在与已知类型的手动方法相同的条件下制备的样品进行观测。

在这一方法中,也使用一台显微镜并进行初步的校正操作。首先,使用一个其反射率已知的标准面,以手动方式调节该显微镜的照明。

其次,计算数字化图象的每一个点的系数K的值;这一系数K使得能完成对均匀性的自动修正,以便在该标准面上始终获得相同的平均灰度值(密度计量学意义上的)。

计算煤素质组成是按照以下方式:

属于镜煤素质的点数

$$\% \text{ 镜煤素质} = \frac{\text{属于镜煤素质的点数}}{\text{总点数 (500)}}$$

其他的煤素质同上。

实际上,借助摄影机在光学显微镜上得到的图像通常有均匀度缺陷,这种缺陷与照明调节有关,或与摄影机有关。

为了修正这种均匀度,于是使用了在相同的工作条件下在灰度水平均匀标准面上所得到的参比图象。

这个图象综合了不同的均匀度缺陷;利用这些不同的灰度水平值,由以下公式,通过计算每一个象点的修正系数 K ,构成了一个待处理的图象尺寸的矩阵:

$$K_{ij} = \frac{GL_{max}}{GL_{ij}}$$

在其中, GL_{ij} 是点 ij 处的灰度水平,而 GL_{max} 是该象点的最大灰度水平。

这种修正包括根据以下计算方式,按照与其系数 K 的比例修正每一个象点的灰度水平:

$$\text{修正后的图象}_{ij} = \frac{K_{ij} \text{ 图象}_{ij}}{\text{SUP}(K_{ij})}$$

在其中,图象 ij 是待处理图象,而 $\text{SUP}(K_{ij})$ 是系数 K 的最大值。

这一修正在本申请的框架中特别重要,因为一个构成成分的反射率是通过测量并显示该反射率的微小变化来表征的。

均匀性修正的目的在于避免因为在摄影机的视场中的位置不同时于相同的样品区得出不同的反射率值。

在进行了这些初步校正后,操作者将待分析样品放到指定位置并将这个样品的参考数据输入一个数据存贮装置。

其余的分析过程完全是自动的。不同的操作步骤如下:

移动承载样品的板;

自动对焦;

显示图象;

对该图象进行处理;

密度测量。

最后的这步操作仅对不被淘汰的图象才进行。

获取该图象是利用一台配备有一个用于提供灰度水平数字化的图象的摄影机实现的。例如,人们可以利用一个数字化图象,在该图象中,灰度水平的变化范围是由0至255,即它们被按八位位组编码。

图象自动处理的第一步操作是要淘汰相应于其中树脂比例极高(例如高于80%)的显微镜视场的图象。

为此,逐点分析图象并形成二个二进制图象(在该图象中,每一个象素只能设定一个值,0或1),要使用一个阈值限定过程。

这种阈值限定过程是基于这样一个事实,即对应于树脂的灰度水平在每一个视场中和每一个试样上几乎相似;当图象按八位位组编码时,即当灰度水平在0和255之间变化时,对大量过程的观测业已将对应于树脂的灰度水平固定在0和70之间。

在这种情况下,产生了一个二进制图象,在该图象中,对于每一

个象点来说, 如果灰度水平小于或等于 70, 该值等于 1, 如果这一灰度水平高于 70, 则该值等于 0。

而后, 确定涂层树脂的比例, 即全部象点的这种二进制数值之和与这些象点总数之比。如果该比值高于或等于 80%, 则相对应的图就被淘汰, 并且该样品就被移开, 以便显示另一个视场。

对于所有未被删除的视场或图象, 继续完成以下步骤。

所要进行的第一步就是通过为每一个象点提供以上所定义的修正因子 K 。

其次是完成对灰度水平分布的一次测量, 以便获得煤的一次总的密度测定。

所述密度被定义为在一个图象中灰度水平的分布, 更准确地讲, 它表示对应于每一灰度水平的象点的数目。图 3 所示曲线表示在一幅灰度水平数字化的图象上的密度分布。以灰度水平值为横座标, 以具有相应灰度水平的象点的出现频率为纵座标绘制曲线图。

接下去的一个步骤是分析灰度梯度。镜煤素质的确是这样的一种具有最大均匀度的、即具有灰度水平变化极小的最大面积的煤的构成成分。

这就是显微镜煤素质的均匀区要依据对业已进行过均匀度修正的数字化图象的灰度梯度的分析的原因。

一幅数字化图象的灰度梯度是用公式

$$g(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f(x) - f(x_i)$$

来表示, 其中 n 是靠近所研究的象点的点的数目, $f(x)$ 是在所考虑

的象点处的灰度水平,而 $f(x_1)$ 是每一个相邻点的灰度水平值。

一幅新的、其灰度水平对应于每一个象点和它的相邻点之间所测得的变化了的数字化图象构成了通过分析灰度梯度所进行的滤除的结果。

在其中每一个点都具有相同的灰度值(理想的均匀度)的一个区域对于每一个象点将给出一个等于零的梯度值。于是在一个按八位位组编码的图象中存在的最大梯度等于255,这一梯度对应于一个灰度值等于0的象点并且对于这个象点来说,相邻点的灰度值等于255。

在一个正方形画面的情况。每一个象点有八个相邻点。

对不同煤的分析业已测定出表征处于测量条件下的镜煤素质的灰度均匀度的梯度的临界值。对于一个按八位位组编码的数字化图象来说这一值等于20。

而后,通过给灰度水平的梯度值得到一个二进制图象。如果一个象点的梯度值大于20,那么它的二进制值就等于1,而对于其他的象点来说,这个二进制值就等于0。得到了如图4上部所示的一幅二进制图象。这个二进制图象代表了相对应的梯度值在21和255之间的所有的点。可以看到一个面积很大的均匀区1和若干面积很小的区2。

形态学处理(例如腐蚀)是图象分析系统中已知的过程。它们是基于数学形态学原理。

下面一个步骤是完成按照尺寸的形态学滤除,以便只保留大面积的均匀的镜煤素质区。得到图4下部所示的一幅二进制图象。

为了由梯度确定该二进制度图象,例如可以选择梯度值等于18;

如果一个象点的梯度小于或等于这个值,则它的二进制值为1;如果一个象点的梯度高于这个值,它的二进制值就是0。

以下一个阶段是测量业已这样确定了的镜煤素质区的灰度水平的分布。为此,要使用修正均匀度之后的初始数字化图象,这种测量仅在前边所限定的镜煤素质区进行。

为了得到镜煤素质反射率,可以使用两种方法。这第一个方法是测量该样品的所有的镜煤素质区的平均灰度水平;第二个方法是测定每个区的平均灰度水平。

当考虑到混合物或污染时,第二种方法使得能很容易地显示出两种煤的存在。平均灰度水平的测量不包括偏差修正,只是每一个区的测量要用一个与这个区所占据的面积成比例的系数加权。

镜煤素质的反射率的测量和煤素质分析同时进行,分析过程的时间不超过一小时。

镜煤素质的比例是根据煤的总密度分布的积分和镜煤素质的总密度分布的积分来推测的。即:镜煤素质的比例是根据镜煤素质的总密度分布的积分与煤的总密度分布的积分之比计算的。煤的其他成分的比例是通过分析镜煤素质以外的分布来推算的,如图9所说明的那样。

所得到的不同的数据被记录在数据存储单元中,这些数据具体讲可以监测用于生产焦炭的煤的质量。

本申请人业已做过由本发明的方法所得出结果和由已知类型的手动方法所得出的结果之间的比较。在图5至图7中对这两个方法的比较作了说明。

图5和图6是作为反射率的函数的分布曲线,呈直方图形式。黑条对应于已知类型的手工测量,白条对应于根据本发明的自动测量。

可以看出自动完成的测量值与由已知的手工方法完成的测量值之间具有极好的相关性。图5涉及一种低级煤,而图6涉及一种高级煤。

在图7中说明了这一相关性,在该图中,是以一种已知类型的手动方法所获得的镜煤素质的反射率为横座标,以根据本发明的方法获得的测量值为纵座标绘成曲线。

图10 以示意图的形式说明了一个用于完成根据本发明的方法的装置。该装置包括一台装备有一个放大油浸物镜15 的光学反射光显微镜。这个显微镜包括一个可利用马达12、13和14沿三个轴(X、Y和Z)移动的平台11。这可以使样品作编程移动并可以进行自动对焦。将一台利用以 550×740 个象点的分辨率形成的点的电荷转移型摄影机16安装在显微镜10上。

由摄影机16提供的图象被送往一个计算机系统17中,该系统包括一显示装置18并且该系统控制显微镜10的马达。

图11A至11C说明处理煤的一个区域的例子。

在煤的一区域中有用的信息是由与图11A中黑色部分所示涂层树脂互补的整个图象构成的。

这种树脂总是具有处于0和70之间的相同的灰度分布。按照以下的方式消除了孔隙度的影响。

考虑到这种论点,要限定一个与被腐蚀掉 $2.2 \mu\text{m}$ 的树脂的图象互补的分析掩膜。这种腐蚀的目的在于消除在树脂边缘和在孔隙的边缘所观察到的抛光缺陷(凸纹)。这种缺陷产生了与实际不相符的灰度水平,并且采用这些方法后就可以不对其进行计数。

图3示出了这种滤除对煤的灰度水平分布的作用,没有出现与树脂和孔隙相对应的峰。所有这些密度测量(对煤和镜煤素质)都

是通过这个掩膜完成的。

镜煤素质区域是按照以下方式显示的。在图11B中说明了在煤的这一区域所观察到的灰度梯度。已可以预测具有较高均匀度的区域,这些区域由于它们具有很少的梯度面被显示得极暗。

给梯度限定一个大于20的值就能获得一幅二进制图象 BI_G ,该图象等于0的那些部分均匀度最大(图11B)。

在炼焦煤中镜煤素质的反射率的范围是在GL值80和190之间。

因此,只考虑这一范围的GL值就。构成一个二进制掩膜(BI_M)

按照这种方式消除了孔隙度,树脂和惰性煤素质的影响。

镜煤素质的那些区域被显示出来是通过使图象 BI_M 与图象 BI_G 交叉互补,所得到的图象用一个 $25\mu m$ 的组构元件进行腐蚀,而后扩大到尺寸为 $20\mu m$ 。

$$[(\overline{BI_G} \cap BI_M) \theta H_{25}\mu m] H_{20}\mu m$$

这些布尔运算的结果表示在图11C中。

图8和图9说明了测定煤样品组成所依据的方式。

当分析针对整个样品所测定的密度时,不可以在分布中指示出对应于镜煤素质的灰度水平部分。

通过利用灰度水平和形态过滤器将煤与镜煤素质区分开,于是就可以没有偏差地测量镜煤素质的灰度水平的分布。通过由煤的灰度水平的分布推测镜煤素质分布,可以估计其他煤素质部分。

煤的密度的积分表示煤素质的总和。镜煤素质的密度的积分表示镜煤素质部分,而这两个分布的差的积分给出了其他煤素质部分,并且可以由此估计惰性组分的比例。

图12表示校正曲线,即反射率和基准面的灰度水平之间的相关

性。这些手动分析过程所使用的基准面对应于已知的反射率(0.525, 0.892, 1.236和1.688%)。

操作条件业已被优化, 以便得到一种最低的反射率和最高的反射率之间的灰度水平的充分的动态。

测定反射率和基准面的平均灰度水平之间相关性, 以便检验这种关系的线性并且评价动态水平Ld(图5)。

$$Ld = \frac{\text{基准}_{1.688} - \text{基准}_{0.525}}{GL_{1.688} - GL_{0.525}} = \frac{1.688 - 0.525}{183 - 97} = 0.0135$$

$GL_{1.688}$ = 对基准1.688测得的平均灰度水平

$GL_{0.525}$ = 对基准0.525测得的平均灰度水平

平均动态水平等于0.0135 % 的反射率并且被定义为一个单位的灰度水平的反射率的平均值。

Ld值决定了测量的灵敏度水平。由岩相学确立的基准允许大约0.05%的反射率的反射率绝对偏差, 这个值对应于三个灰度水平, 这是非常令人满意的。

对于处于0.892%和1.688%之间的反射率值来说, 线性度不是特别好, 镜煤素质的反射率的这一范围对应于所使用的煤的最大部分。

考虑到这一论点, 通过加一个针对每一个反射区间所计算出的相关系数, 就更精确地得到这两个方法之间的关系。

允许获得这一结果的运算条件是最佳的,并且被施加给每一次煤分析。

所进行的试验业已显示出,根据本发明的煤的煤素质分析的自动过程使得能显著地节省分析时间,平均来说将分析时间由4 小时减少为1小时。

此外,以上所有与煤素质分析有关的分析,精度都得到显著的改善。

因此,本发明可以改善对产品的控制,目的在于有利于生产恒定质量的焦炭以及有利于煤的成本价格。因此,产生了显著的经济效益。

最后,本发明还涉及一种对操作者并无苛求的方法,尤其是该方法阐明了对精度的改进。

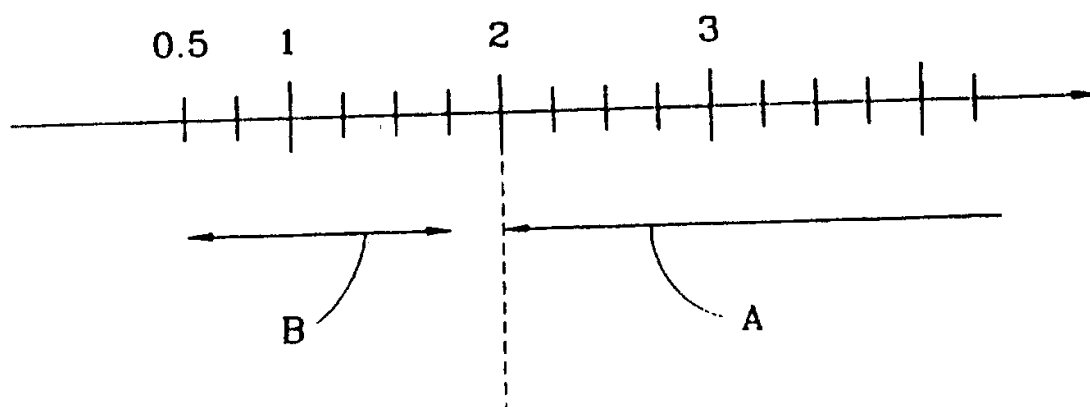


图1

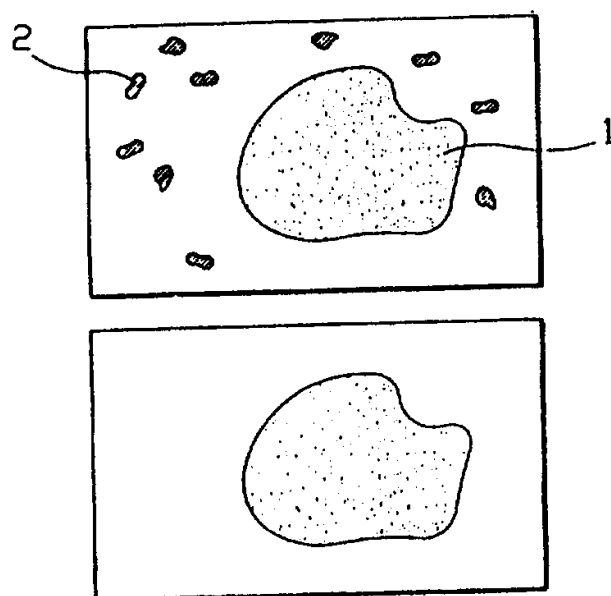


图4

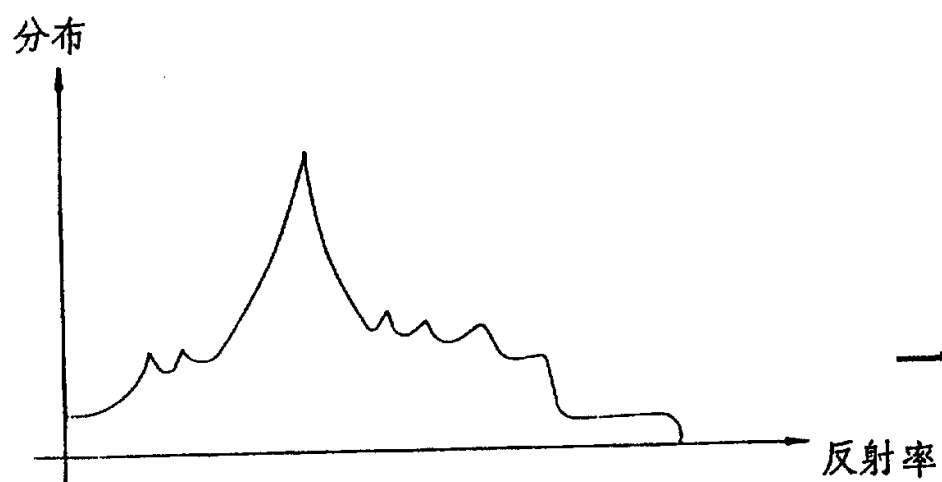


图2

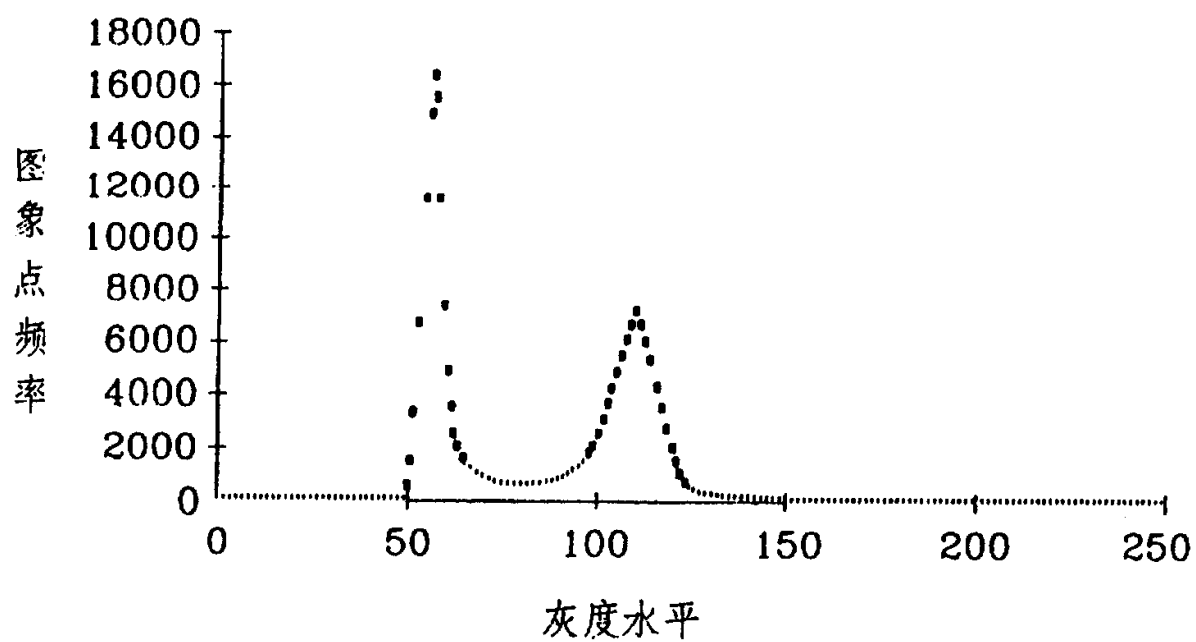


图 3

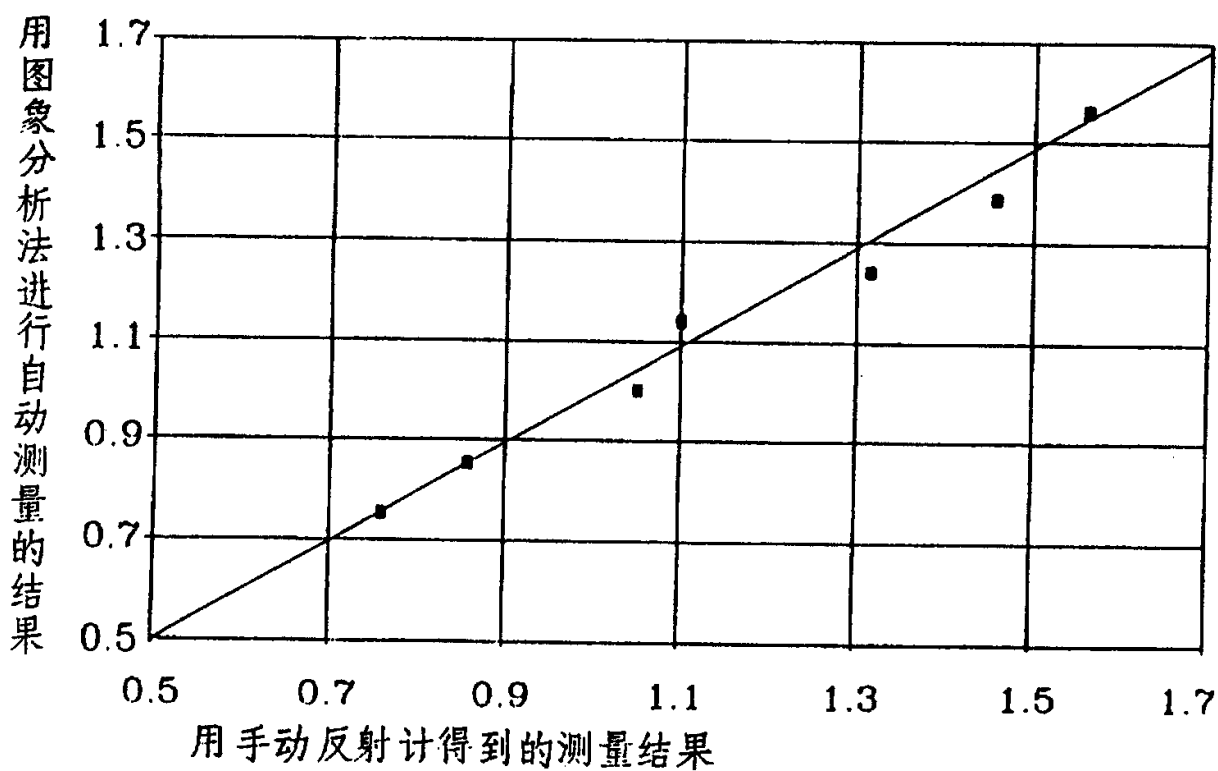


图 7

美国 BAILLY 煤中镜煤素质的反射图

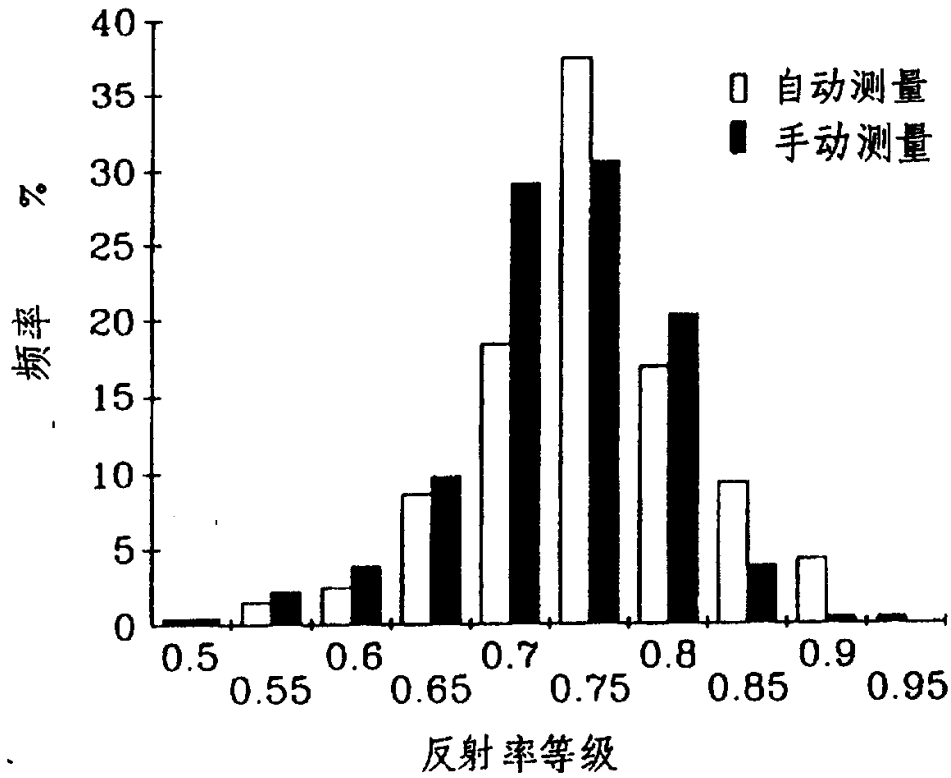


图.5

美国 BAILLY 煤中镜煤素质的反射图

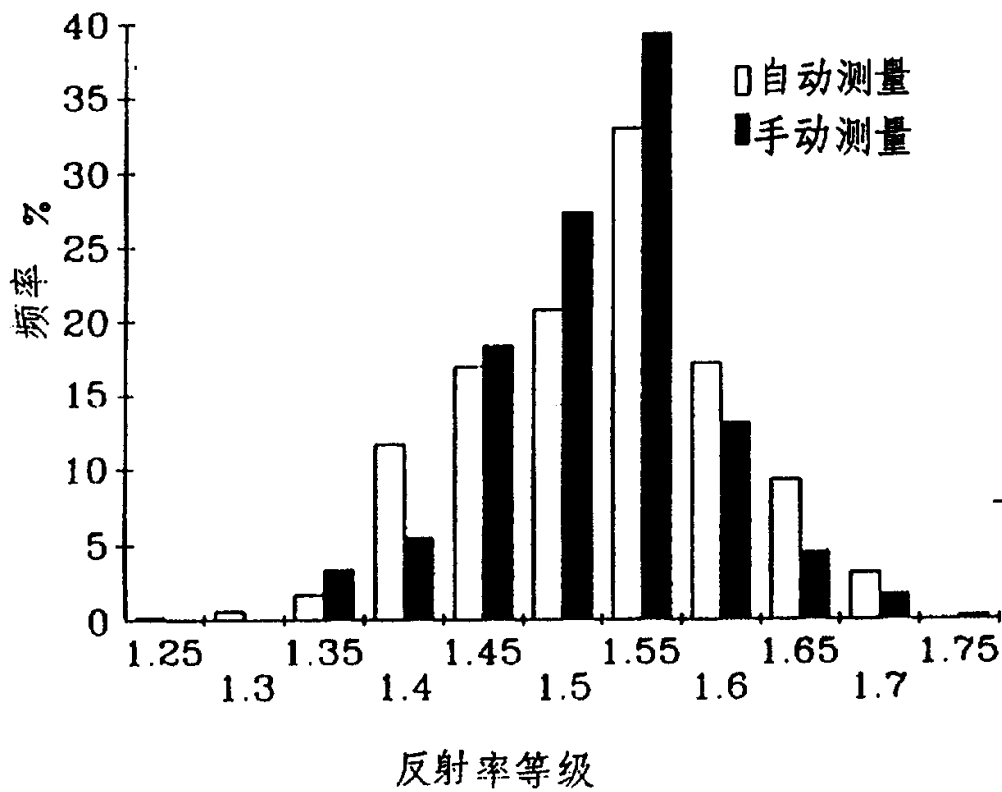


图6

美国 Bailey 煤反射图的比较

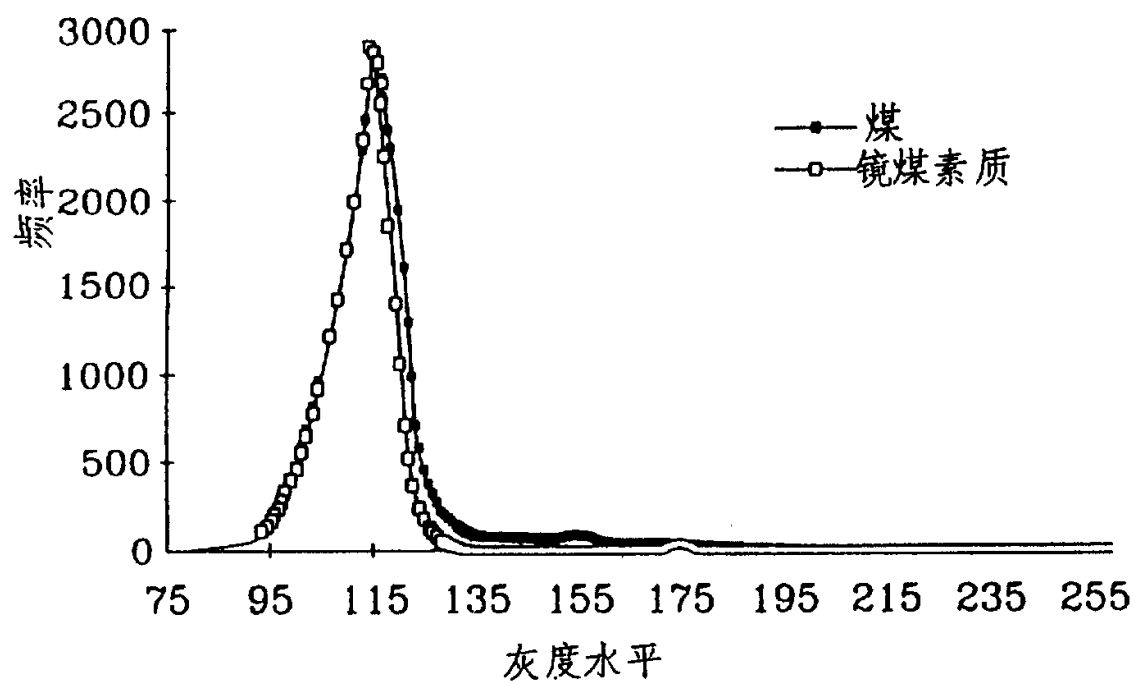


图8

美国 Bailey 煤和镜煤素质反射图中间的差别

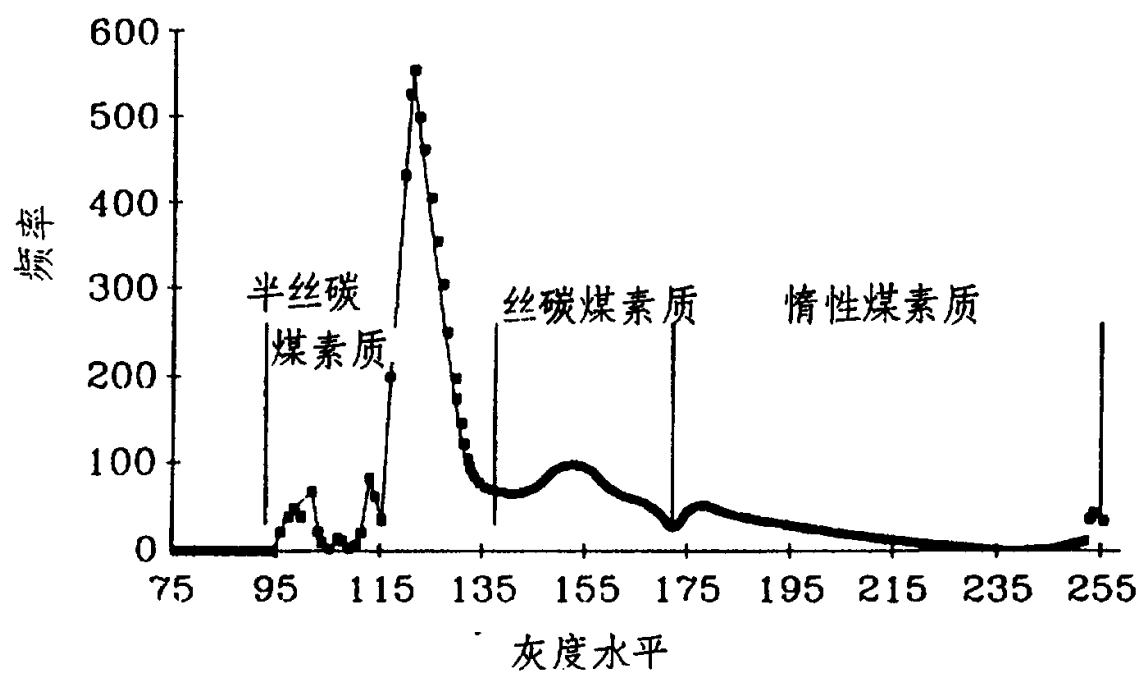


图9

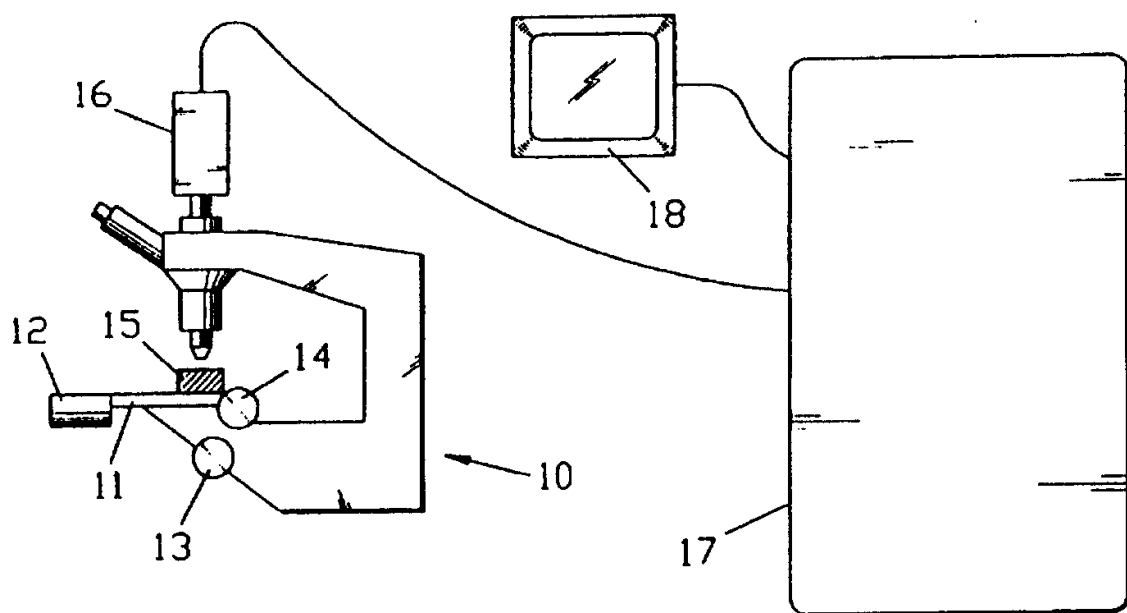
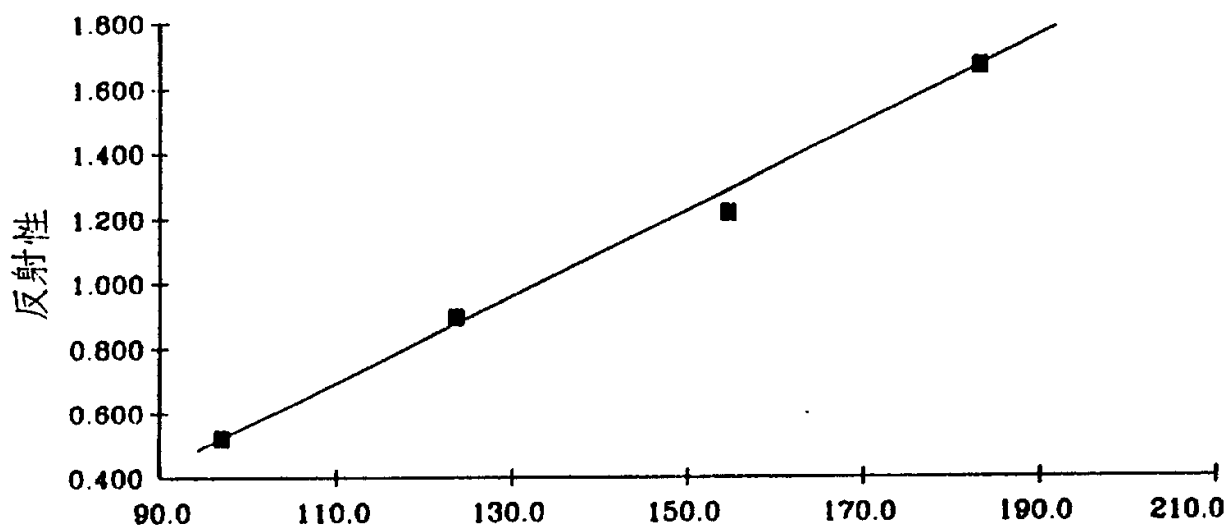


图10

反射性和标准面的灰度水平之间的相关性



由图象分析法测得的灰度水平

图.12

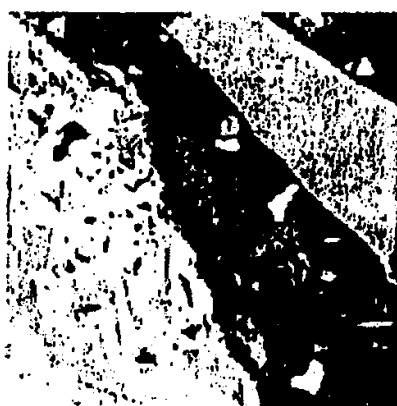


图11A



图11B

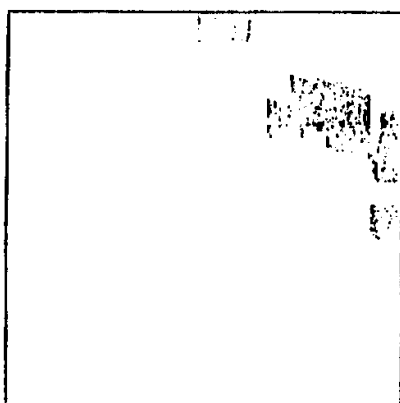


图11C