

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01N 23/06 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810013229.3

[43] 公开日 2009年1月21日

[11] 公开号 CN 101349658A

[22] 申请日 2008.9.17

[21] 申请号 200810013229.3

[71] 申请人 丹东东方测控技术有限公司

地址 118002 辽宁省丹东市沿江开发区滨江
中路 136 号

[72] 发明人 张 伟 龚亚林 侯朝勤 刘 辉
尚庆敏 尹德有 尹毅强 宋青锋
赵 晶 吴志强 熊 绘 丛浩杰
肖宪东

[74] 专利代理机构 沈阳杰克知识产权代理有限公司

代理人 孙国瑞

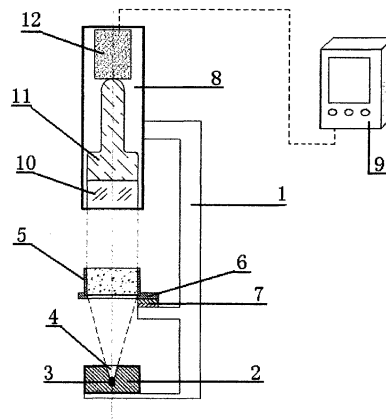
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页

[54] 发明名称

一种对煤炭灰分离线快速分析的方法

[57] 摘要

一种对煤炭灰分离线快速分析的方法，是采用灵敏压力传感器直接称量煤样的总量，使得煤样的厚度可以是满足同位素放射源 ^{241}Pu 最佳测量的厚度，保证高精度测量，并且结构简单、操作简便，处理后可以迅速直接读出结果并对结果进行保存。本发明适用于需要对煤炭进行快速准确分析灰分的场合，可以用于热电厂、港口等需要对矿仓、料堆煤炭进行灰分分析的地方。



1 一种对煤炭灰分离线快速分析的方法，其特征在于：

- 1) 取样：将煤样自然堆积在容积尺寸固定的样品盒内，用刮板沿样品盒上沿刮平；
- 2) 检测装置：在固定支架下层置有同位素放射源装置，在固定支架中层装有压力传感器，压力传感器信号输出端联接主机，在压力传感器上置有托盘，在固定支架上层置有 γ 射线探测器， γ 射线探测器的信号输出端联接主机；
- 3) 检测与计算：检测时，将样品盒置于托盘上，启动放射源、 γ 射线探测器、压力传感器、主机；放射源发出的 γ 射线穿透煤样后，被探测器接收到，探测器将测量到的 γ 射线转变为脉冲信号，传输到主机中；压力传感器将受到的压力转变为电压信号，通过电压/频率变换电路将电压信号转变为脉冲信号；主机根据接收到的信号中分别对应压力传感器所承受压力大小和 γ 射线强度的两路计数率，依据下式计算出煤样的灰分值 H ：

$$H = A \cdot (\ln N_{20} - \ln N_2) / (N_1 - N_{10}) + B \cdot (N_1 - N_{10}) + C$$

其中 N_{10} 为样品盒中无煤样时测量到的对应压力的计数率；

N_1 为样品盒中有煤样时测量到的对应压力的计数率；

N_{20} 为样品盒中无煤样时测量到的对应 γ 射线的计数率；

N_2 为样品盒中有煤样时测量到的对应 γ 射线的计数率；

A 、 B 、 C 则为待定系数，该待定系数通过对已知灰分的煤样进行测量，最小二乘法进行线性回归求得。

一种对煤炭灰分离线快速分析的方法

技术领域

本发明涉及一种灰分检测方法，具体说涉及一种用 γ 射线结合电子称重测量煤炭灰分的方法。

背景技术

离线式测量分析煤炭灰分的方法，最早也最普遍使用的是燃烧测重法，即先取一定重量 g_1 的煤样，然后依照规范的操作规程燃烧煤样，最后称量出最终剩余的灰分物质的重量 g_2 ，就可以根据下面公式计算出灰分值 H ：

$$H = g_2 / g_1 \times 100\%$$

但是这种方法操作过程烦琐，需要时间较长，一般在 40~50 分钟之后才能得到分析结果。

为了能够快速得到煤样的灰分值，现在有一种利用物质对 γ 射线吸收规律来测量静态煤样灰分的检测装置，该装置采用双光子源（镅-241，铯-137）放出两组不同能量的 γ 射线，由于煤和灰分对两组 γ 射线的吸收效率不同，仪器记录无物料时及有物料时的 γ 射线强度，并将其转换成电信号，计算机根据这些数据的变化可以计算出煤灰分含量。这种分析方式能够把测量时间缩短为 3~5 分钟左右。

但是由于两组不同能量的 γ 射线的穿透能力相差悬殊，导致如果煤样厚度满足镅-241 的低能 γ 射线的有效透射的话，则无法使铯-137 的中能 γ 射线的强度在透射前、后有足够明显的变化，导致测量精度不高。而如果要保证铯-137 的中能 γ 射线的强度在透射前、后有足够明显的变化，就必须增加煤样的厚度，但是这样一来，会将镅-241 的低能 γ 射线吸收过多，探测到的透射后的低能 γ 射线强度过低，受本底和涨落效应的影响过大，导致较大的测量误差。而为了保

证检测精度，则需要延长测量时间以降低涨落效应的影响，无法将测量时间缩减到最小。

发明内容

针对前述检测方法存在的缺陷，提出一种用 γ 射线与压力传感器直接测量煤样，对静态煤样灰分进行快速分析的方法。

本发明采用的具体技术方案是：

1) 取样：将煤样自然堆积在容积尺寸固定的样品盒内，用刮板沿样品盒上沿刮平；

2) 检测装置：在固定支架下层置有同位素放射源装置，在固定支架中层装有压力传感器，压力传感器信号输出端联接主机，在压力传感器上置有托盘，在固定支架上层置有 γ 射线探测器， γ 射线探测器的信号输出端联接主机；

3) 检测与计算：检测时，将样品盒置于托盘上，启动放射源、 γ 射线探测器、压力传感器主机；放射源发出的 γ 射线穿透煤样后，被探测器接收到，探测器将测量到的 γ 射线转变为脉冲信号，传输到主机中；压力传感器将受到的压力转变为电压信号，再通过电压/频率变换电路将电压信号转变为脉冲信号；主机根据接收到的信号中分别对应压力传感器所承受压力大小和 γ 射线强度的两路计数率，依据下式计算出煤样的灰分值 H ：

$$H = A \cdot (\ln N_{20} - \ln N_2) / (N_1 - N_{10}) + B \cdot (N_1 - N_{10}) + C$$

其中 N_{10} 为样品盒中无煤样时测量到的对应压力的计数率；

N_1 为样品盒中有煤样时测量到的对应压力的计数率；

N_{20} 为样品盒中无煤样时测量到的对应 γ 射线的计数率；

N_2 为样品盒中有煤样时测量到的对应 γ 射线的计数率；

A 、 B 、 C 则为待定系数，该待定系数通过对已知灰分的煤样进行测量，然后用最小二乘法进行线性回归求得。

本发明的特点是采用灵敏压力传感器直接称量煤样的总量，使得煤样的厚度可以是满足同位素放射源镭-241最佳测量的厚度，保证高精度测量，并且结构简单、操作简便，处理后可以迅速直接读出结果并对结果进行保存。

本发明适用于需要对煤炭进行快速准确分析灰分的场合，可以用于热电厂、港口等需要对矿仓、料堆煤炭进行灰分分析的地方。

附图说明

图 1 为具体实施方式中检测装置安装结构示意图

图中：1 固定支架，2 屏蔽输出器，3 放射源，4 准直孔，5 样品盒，6 托盘，7 压力传感器，8 探测器，9 主机，10 闪烁晶体，11 光电倍增管，12 电路板。

具体实施方式

结合附图具体说明本发明的检测方法。

屏蔽输出器 2 被安装在支架 1 的下层，屏蔽输出器 2 内装有放射源 3，放射源 3 为 ^{241}Am 同位素源。为了对放射源进行防护，使用屏蔽输出器 2 对放射源所辐射的射线进行屏蔽防护，屏蔽输出器 2 开有圆锥形准直孔 4，使得放射源 3 发出的 γ 射线只能在准直孔 4 所束缚的空间中传播，并且当射线辐照到样品盒 5 底部时，辐照面积刚好与煤样相符。

压力传感器 7 固定在支架 1 的中层，在压力传感器 7 上，装有托盘 6，托盘 6 的中间开有一个圆形孔，孔的直径与样品盒 5 的内直径相符；并在圆形孔边加工有台，台边的宽度与样品盒 5 的壁厚相符。

探测器 8 固定在支架 1 的上层。探测器 8 为常规的闪烁体探测器，其内部由下至上依次装有闪烁晶体 10、光电倍增管 11、电路板 12，闪烁晶体 10 的直径与样品盒 5 的内直径相符。

整台装置的安装，保证闪烁晶体 10 的中轴、托盘 6 中间圆形孔的中心以及放射源 3 处于同一条竖直的垂线上。

当样品盒 5 被放置于托盘 6 上时，刚好可以卡在托盘 6 的圆形孔台边中。并且放射源 3 沿准直孔 4 辐射出的 γ 射线照射到样品盒 5 时，射线刚好穿过托盘 6 的圆形孔，覆盖面为圆形，其圆心及直径分别与样品盒 5 的圆心及内径相符。样品盒 5 为铝质的圆桶状，可以从托盘 6 上取走。

使用时，在样品盒 5 中自然堆积煤样，然后用刮板沿样品盒 5 上沿刮平，使煤样的总体积刚好等于样品盒 5 的容积。然后将样品盒 5 连同煤样一并放置于托盘 6 上。

压力传感器 7 能够将受到的压力转变为电压信号，并且电压的伏值与所受到压力的大小成正比。电压信号被发送到主机 9 后，通过电压/频率变换电路将电

压信号转变为脉冲信号，其中脉冲信号的频率与电压的伏值成正比例关系，主机 9 通过计数器记录脉冲数率。

放射源 3 发出的 γ 射线照射到煤样后，一部分与煤样发生相互作用，还有一部分穿透煤样而被探测器 8 接收到。而射线穿透煤样前、后的强度，符合物质对 γ 射线的吸收规律：

$$I = I_0 \cdot e^{-\mu \cdot d}$$

其中 I 为透射后的射线强度， I_0 为透射前的射线强度， μ 为煤样对 γ 射线的吸收系数， d 为煤样的质量厚度。而 μ 的数值与煤样的灰分相关， d 与煤样的密度相关。

探测器 8 将测量到的 γ 射线转变为脉冲信号，传输给主机 9。

仪表主机 9 根据接收到的分别对应压力传感器 7 所承受压力大小和探测器 8 接收到 γ 射线强度的两路计数率，依据下式计算出煤样的灰分值 H ：

$$H = A \cdot (\ln N_{20} - \ln N_2) / (N_1 - N_{10}) + B \cdot (N_1 - N_{10}) + C$$

其中 N_{10} 为样品盒中无煤样时测量到的对应压力的计数率， N_1 为样品盒中有煤样时测量到的对应压力的计数率， N_{20} 为样品盒中无煤样时测量到的对应 γ 射线的计数率， N_2 为样品盒中有煤样时测量到的对应 γ 射线的计数率； A 、 B 、 C 则为待定系数，可以通过对已知灰分的煤样进行测量，然后用最小二乘法进行线性回归求得。

主机由脉冲信号整形电路、信号接口电路、CPLD 逻辑处理电路、32 位的 ARM7 内核嵌入式控制系统电路、电源电路、PC104 工控板电路、触摸工业液晶显示屏等组成，实现汉字菜单窗口操作。主机获取信号，进行数据处理，得到煤样灰分值；可手动输入煤样编号、名称，与测量结果共同保存；可查询或外接打印设备打印历史记录。

应用实例

样品盒采用铝制，呈圆桶状，下有底，上敞口。其内容积为 $\Phi 10 \times 5\text{cm}$ 。壁厚为 3mm，下底厚度为 1mm。

放射源为 ^{241}Am 同位素源，活度为 $1.85 \times 10^9 \text{Bq}$ 。

探测器为闪烁体探测器，闪烁晶体选用 NaI(Tl) 晶体，晶体尺寸为 $\Phi 10 \times 2\text{cm}$ 。

主机采用高性能 PC104 工控板，宽温彩色液晶触摸显示屏，实现汉字菜单窗口操作。主机获取信号，进行数据处理，得到煤样灰分值；可手动输入煤样编号、名称，与测量结果共同保存；可查询或外接打印设备打印历史记录。

通过对一组已知煤样按常规方法标定测量，得到相应的参数如下：

$$A = 18.7821 \quad B = 0.8372 \quad C = -33.3466$$

利用本方法对煤样进行灰分测量，测量时间为 1 分钟，测量结果与燃烧失重法获得结果对比，均方误差小于 0.5%。

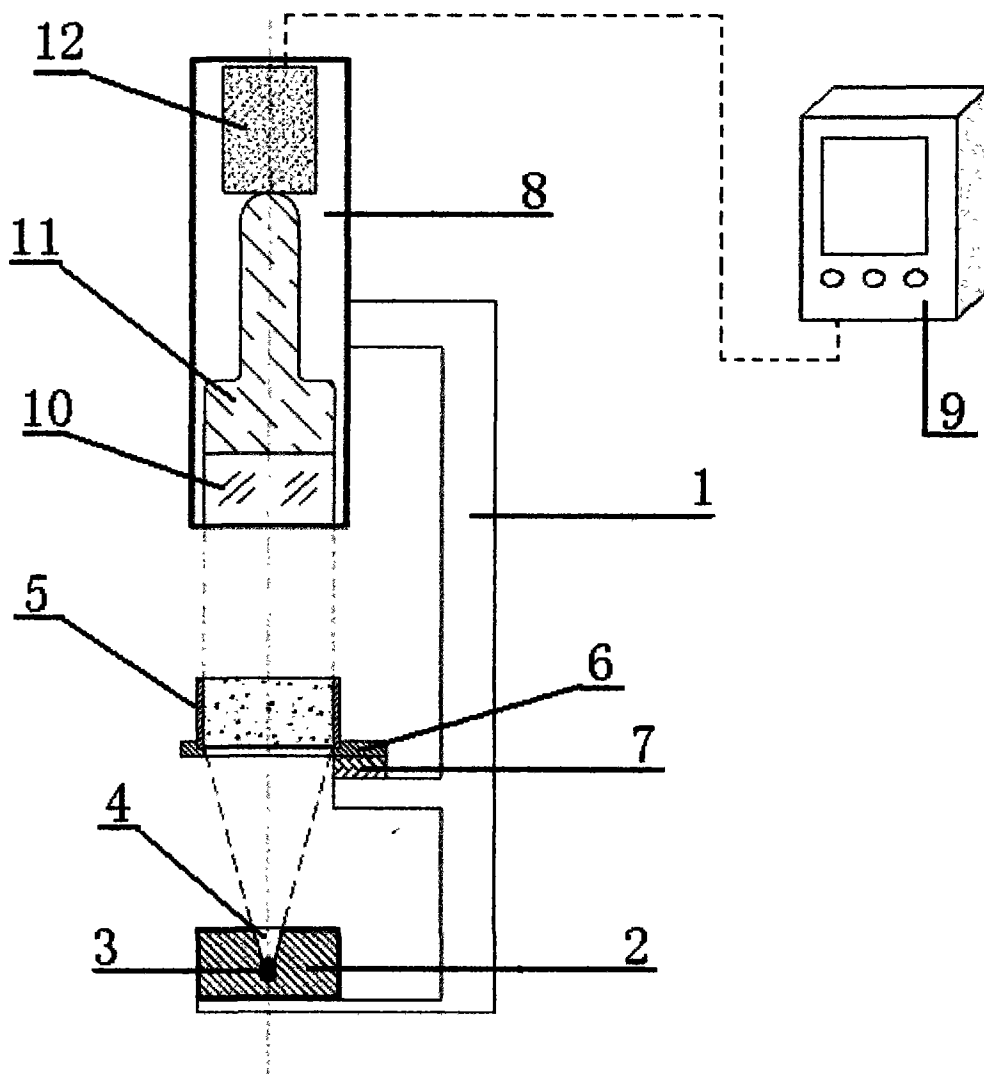


图1