

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01N 23/22 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810013224.0

[43] 公开日 2009年1月21日

[11] 公开号 CN 101349661A

[22] 申请日 2008.9.17

[21] 申请号 200810013224.0

[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 尚庆敏
刘 辉 尹德有 尹毅强 李岩峰
赵 晶 宋青锋 张 建 唐 伟
林春强

[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

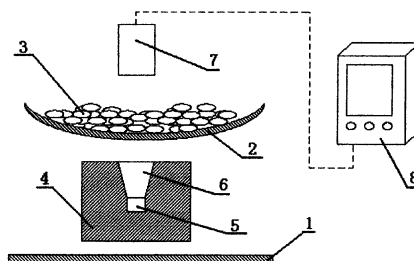
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页

[54] 发明名称

一种在线检测皮带上煤炭灰分的方法

[57] 摘要

一种在线检测皮带上煤炭灰分的方法，在下皮带和上皮带之间安装有放射源，在上皮带和煤炭的上方安装有探测器，探测器将接收到的透射光子和湮没辐射光子转换为电脉冲信号传输给智能主机，根据得到的透射光子计数 $N1$ 和湮没辐射光子计数 $N2$ ，依据 $H = A \cdot K^2 + B \cdot K + C \cdot (\ln N1_0 - \ln N1) + D$ 计算出煤炭的灰分值 H 。由于放射源和探测器分别安装在检测物煤炭的上、下两侧，这样避免了煤炭中接近放射源和探测器的部分与入射射线发生的相互作用，在测量中处于更大的权重，因此当煤炭的灰分分布不均匀的时候，就会使测量结果与整体煤炭的真实灰分值有较大的差距的缺陷，使测量结果更准确。本发明所采用的检测装置结构简单、安装使用方便。



1 一种在线检测皮带上煤炭灰分的方法，其特征在于：

1) 检测装置的安装：在下皮带(1)和上皮带(2)之间的位置，安装有屏蔽输出器(4)，在屏蔽输出器(4)中安装有放射源(5)，屏蔽输出器(4)朝上开有准直孔(6)，在上皮带(2)和煤炭(3)的上方安装有探测器(7)，探测器(7)与智能主机(8)相联接；

2) 检测结果计算：当放射源发出的射线照射煤炭后，一部分被阻挡，还有一部分则穿过煤炭，而被探测器接收到，探测器将接收到的透射光子和湮没辐射光子转换为电脉冲信号传输给智能主机，智能主机根据得到的透射光子计数 $N1$ 和湮没辐射光子计数 $N2$ ，依据下式即可计算出煤炭的灰分值 H ：

$$H = A \cdot K^2 + B \cdot K + C \cdot (\ln N1_0 - \ln N1) + D$$

式中： $K = (10 \times N2 / N1)$ ； $N1_0$ 为皮带上没有煤炭时探测器测量到的透射光子计数，可以在仪表使用前通过实际测量获得； A 、 B 、 C 、 D 为待定系数，可以通过对已知灰分值的煤炭进行测量，根据测量结果利用线性回归处理得到。

一种在线检测皮带上煤炭灰分的方法

技术领域

本发明涉及一种在线检测煤炭灰分的方法，具体说涉及一种利用 γ 射线快速在线分析煤炭灰分的方法。

背景技术

目前在线检测皮带上煤炭灰分的仪表，应用最广泛的就是双能量 γ 射线透射吸收法。其实现方式是采用两个同位素放射源 ^{241}Am 和 ^{137}Cs 分别发出的低能和中能 γ 射线照射皮带上的煤炭，然后在皮带的另一侧，接收透射煤炭后的射线。由于煤炭中的不同物质对这两种能量的射线的吸收效率不同，特别是煤炭中的重金属元素对 ^{241}Am 发出的低能 γ 射线的吸收效率要远大于煤炭中的其它元素，因此可以根据比较两种射线透射煤炭前、后的强度变化，就可以分析得到煤炭的灰分值了。

但是这种仪表只能适用于皮带上煤炭料层厚度适中并且变化不大的条件下，因为当皮带上煤炭较多时， ^{241}Am 所发出的低能 γ 射线能够穿透煤炭而被探测器接收到的光子数量较少，接近于本底程度，受本底和涨落效应的影响较大，给测量带来较大误差；而如果皮带上煤炭较少时，对 ^{137}Cs 所发出的高能 γ 射线的阻挡效率不够，导致射线穿透煤炭前、后的强度变化不明显，影响测量精度。

而国外有文献介绍，有利用电子对效应和康普顿散射效应相结合的在线煤炭灰分分析仪表。其实现方式是将放射源与探测器放置于煤炭的同一侧，放射源发出的能量高于 1.022MeV 的 γ 射线照射到煤炭后，与煤炭相互作用。一部分 γ 射线发生康普顿散射效应，产生散射光子，而其效率与煤炭的总体密度成一定关系；一部分 γ 射线发生电子对效应，最终产生湮没辐射光子，而煤炭中的重金属元素发生该效应的几率要远大于煤炭中的其它元素。因此可以通过比较探测器接收到的散射光子和湮没辐射光子的数量，就能够推算出煤炭的灰分值来。

但是由于这种仪表的测量方式,导致煤炭中接近放射源和探测器一边的部分与入射射线所发生的相互作用,在测量中处于更大的权重,因此当煤炭的灰分分布不均匀的时候,就会使测量结果不具备代表性,与整体煤炭的真实灰分值有较大的差距。

另外还可以利用中子活化方法来对皮带上煤炭进行在线灰分检测,但是结构复杂,造价昂贵,单纯用来测量煤炭灰分没有实用意义。

发明内容

针对目前在线煤炭灰分测量方法存在的缺陷,本发明提出一种测量结果准确、测量装置结构简单、操作方便的在线煤炭灰分测量方法。

解决上述问题本发明所采用的具体技术方案是:一种在线检测皮带上煤炭灰分的方法:

1) 检测装置的安装:在下皮带(1)和上皮带(2)之间的位置,安装有屏蔽输出器(4),在屏蔽输出器(4)中安装有放射源(5),屏蔽输出器(4)朝上开有准直孔(6),在上皮带(2)和煤炭(3)的上方安装有探测器(7),探测器(7)与智能主机(8)相联接;

2) 检测结果计算:当放射源发出的射线照射煤炭后,一部分被阻挡,还有一部分则穿过煤炭被探测器接收到。而 γ 射线透射煤炭前、后的强度变化,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 为煤炭对该能量的 γ 射线吸收系数, d 为煤炭的质量厚度。

当能量高于1.022MeV的 γ 射线照射到煤炭后,一部分会发生电子对效应,产生一对正、负电子,而正电子很不稳定,会和一个负电子碰撞产生湮没辐射,生成两个能量为511KeV的 γ 光子,而煤炭中的灰分元素所发生电子对效应的几率远远高于煤炭中的其它元素,因此所产生的湮没辐射光子的强度与总的灰分元素含量有关。

探测器将接收到的透射光子和湮没辐射光子转换为电脉冲信号传输给智能主机,智能主机根据得到的透射光子计数 $N1$ 和湮没辐射光子计数 $N2$,依据下式

即可计算出煤炭的灰分值 H :

$$H = A \cdot K^2 + B \cdot K + C \cdot (\ln N_{10} - \ln N_1) + D$$

式中: $K = (10 \times N_2 / N_1)$; N_{10} 为皮带上没有煤炭时探测器测量到的透射光子计数, 可以在仪表使用前通过实际测量获得; A 、 B 、 C 、 D 为待定系数, 可以通过对已知灰分值的煤炭进行测量, 根据测量结果利用线性回归处理得到。

本发明的有益效果: 由于本发明检测装置的放射源和探测器分别安装在被检测物煤炭的上、下两侧, 这样避免了由于煤炭中接近放射源和探测器一边的部分与入射射线所发生的相互作用, 在测量中处于更大的权重, 因此当煤炭的灰分分布不均匀的时候, 就会使测量结果不具备代表性, 与整体煤炭的真实灰分值有较大差距的缺陷, 使测量结果更准确。

本发明所采用的检测装置结构简单、安装使用方便。

附图说明

图 1 为检测装置安装位置结构示意图

图中: 1 下皮带, 2 上皮带, 3 煤炭, 4 屏蔽输出器, 5 放射源, 6 准直孔, 7 探测器, 8 智能主机。

具体实施方式

结合附图具体说明本发明的方法。

1) 检测装置的安装: 在下皮带 1 和上皮带 2 之间的位置, 安装有屏蔽输出器 4, 在屏蔽输出器 4 中安装有放射源 5, 屏蔽输出器 4 朝上开有准直孔 6, 使得放射源 5 所发出的射线只能向上照射, 与上皮带 2 上面的煤炭 3 发生相互作用。在上皮带 2 和煤炭 3 的上方安装有探测器 7, 探测器 7 与智能主机 8 相联接。

放射源 5 为能够发出 γ 射线能量高于 1.022MeV 的同位素放射源, 例如 ^{60}Co 或者 ^{226}Ra , 活度范围为 $1.85 \sim 18.5 \times 10^9 \text{Bq}$ 。探测器 7 为具有较高能量分辨率和探测效率的闪烁体探测器, 由闪烁晶体、光电倍增管、高压电源、前置放大电路、脉冲整形电路、脉冲幅度甄别电路组成, 闪烁晶体可以选用 NaI(Tl) 或者 BGO 晶体, 尺寸范围是 $\Phi 100 \times 100 \sim \Phi 200 \times 200 \text{mm}$ 。

2) 检测结果的计算: 当放射源 5 发出的射线照射煤炭 3 后, 一部分被阻挡, 还有一部分则穿过煤炭被探测器 7 接收到。而 γ 射线透射煤炭前、后的强度变

化，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 为煤炭对该能量的 γ 射线吸收系数， d 为煤炭的质量厚度。

当能量高于 1.022MeV 的 γ 射线照射到煤炭后，一部分会发生电子对效应，产生一对正、负电子，而正电子很不稳定，会和一个负电子碰撞产生湮没辐射，生成两个能量为 511KeV 的 γ 光子，而煤炭中的灰分元素发生电子对效应的几率远远高于煤炭中的其它元素，因此所产生的湮没辐射光子的强度与总的灰分元素含量有关。

探测器 7 将接收到的透射光子和湮没辐射光子转换为电脉冲信号传输给仪表的智能主机 8，仪表智能主机 8 根据得到的透射光子计数 $N1$ 和湮没辐射光子计数 $N2$ ，依据下式即可计算出煤炭的灰分值 H ：

$$H = A \cdot K^2 + B \cdot K + C \cdot (\ln N1_0 - \ln N1) + D$$

式中： $K = (10 \times N2 / N1)$ ； $N1_0$ 为皮带上没有煤炭时探测器测量到的透射光子计数，可以在仪表使用前通过实际测量获得； A 、 B 、 C 、 D 为待定系数，可以通过对已知灰分值的煤炭进行测量，根据测量结果利用线性回归处理得到。

应用实例

放射源与 γ 射线探测器分别放置于皮带及煤炭的两侧。放射源所发出的 γ 射线能量高于 1.022MeV，探测器为具有较高能量分辨率和探测效率的闪烁体探测器。

放射源选用活度为 3.7×10^9 Bq 的 ^{226}Ra 同位素源。

探测器选用尺寸为 $\Phi 100 \times 100$ mm 的 NaI(Tl) 晶体。

智能主机采用高性能 PC104 工控板，宽温彩色液晶触摸显示屏，汉字菜单窗口操作。主机获取信号，进行数据处理，得到煤炭灰分值。可显示各种参数和测量结果，对分析结果进行处理，输出和品位值相关的控制信号；可显示测量结果的动态曲线；可打印各种参数和数据；每整 10 分钟存储一组测量数据，可查询和外接打印设备打印任一天的历史记录。

利用该方法,对不同厚度和不同灰分配比的煤样进行标定测量,可以得到相应的参数如下:

$$A = -1.4733 \quad B = 12.732 \quad C = -0.13743 \quad D = 13.413$$

利用标定后的仪表,对配比的煤样进行测量,并与双能 γ 法、反散射电子对法的测量结果进行比较。煤样的配制方法为,采用碳粉及铁粉、铝粉配制出灰分值分别为 12.30 和 25.61 的两种密度相同的煤样 1 和煤样 2,先均匀在皮带上铺置 15cm 厚的煤样 1,然后依次在其上铺置不同厚度的煤样 2,每次煤样 2 的厚度增加量为 2cm。对比数据如下:

煤样 1 厚度	煤样 2 厚度	总平均灰分	双能 γ 法 测量结果	反散射电子对 法测量结果	本方法 测量结果
15cm	0 cm	12.30	12.01	12.05	12.48
15cm	2 cm	13.87	13.46	14.03	13.51
15cm	4 cm	15.10	15.57	14.88	15.42
15cm	6 cm	16.10	15.83	15.76	16.44
15cm	8 cm	16.93	16.22	16.43	16.78
15cm	10 cm	17.62	17.01	16.73	17.37
均方误差:			0.53	0.51	0.30

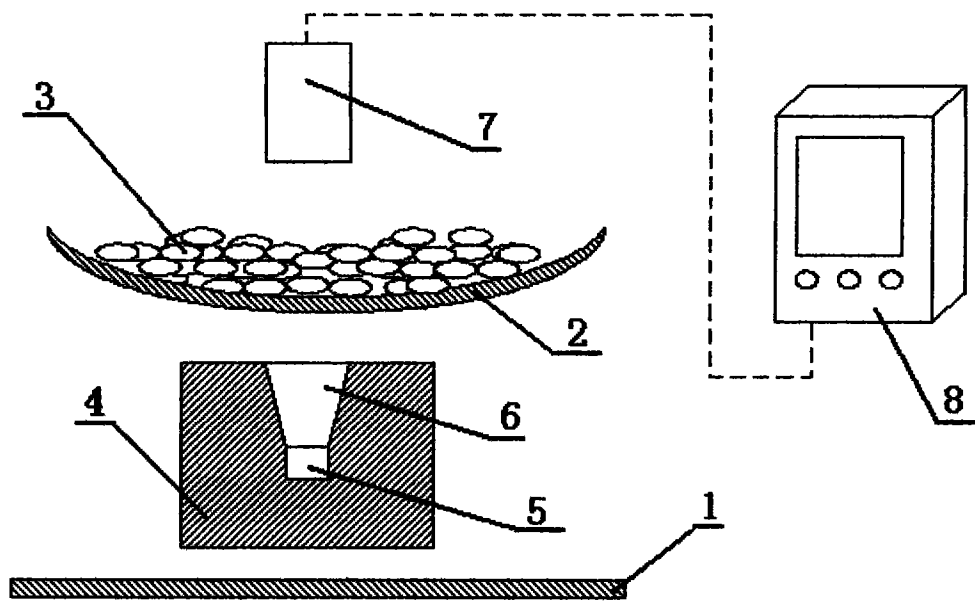


图1