



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 120028362 A

(43) 申请公布日 2025. 05. 23

(21) 申请号 202510518025.9

(22) 申请日 2025.04.24

(71) 申请人 天津美腾科技股份有限公司

地址 300450 天津市滨海新区中新生态城  
中滨大道以南生态建设公寓8号楼1层  
137房间

(72) 发明人 李太友 宋晨 张涛

(74) 专利代理机构 北京超凡宏宇知识产权代理  
有限公司 11463

专利代理师 杨萌

(51) Int. Cl.

G01N 23/223 (2006.01)

G01N 23/2202 (2018.01)

G01N 15/0227 (2024.01)

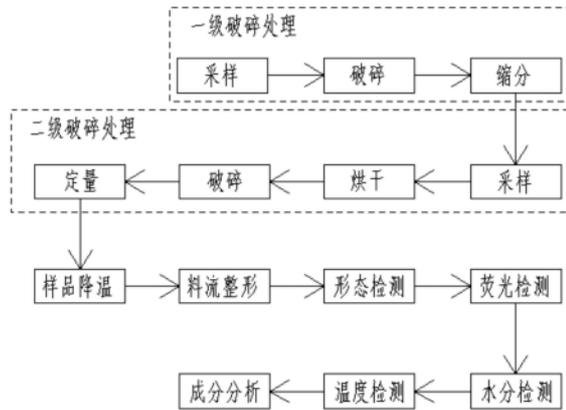
权利要求书2页 说明书15页 附图5页

(54) 发明名称

一种X光灰分贴边检测工艺

(57) 摘要

本发明涉及灰分检测技术领域,尤其涉及一种X光灰分贴边检测工艺。该工艺包括以下步骤:采集样品并将样品破碎至预设粒度;对破碎后的样品进行整形;对整形后的样品进行形态检测,判断整形后的样品是否符合检测标准;将符合检测标准的样品输送至探测器窗口的下方进行荧光检测,其中,探测器窗口平行于样品顶面,且探测器窗口与样品顶面的间距为0~5mm,得到的灰分检测结果的重复误差精度在±0.4%以内。通过对样品进行破碎、整形及形态检测,使样品的粒度及形态得到限制,从而可以将探测器窗口与样品顶面的间距控制在0~5mm之间,使得到的灰分检测结果的重复误差精度控制在±0.4%以内,提升了检测结果的精确度及稳定性。



1. 一种X光灰分贴边检测工艺,其特征在于,包括以下步骤:  
采集样品并将样品破碎至预设粒度;  
对破碎后的样品进行整形;  
对整形后的样品进行形态检测,判断整形后的样品是否符合检测标准;  
将符合检测标准的样品输送至探测器窗口的下方进行荧光检测,获得光谱特征,并根据所述光谱特征计算得到样品的灰分检测结果,其中,探测器窗口平行于样品顶面,探测器窗口与样品顶面的间距为0~5mm,得到的灰分检测结果的重复误差精度在 $\pm 0.4\%$ 以内;  
根据探测器窗口与样品顶面的间距和光谱特征之间的映射关系,建立间距监测模型;  
将获得的样品的光谱特征输入所述间距监测模型,计算得到当前的探测器窗口与样品顶面的间距。
2. 根据权利要求1所述的X光灰分贴边检测工艺,其特征在于,所述预设粒度为小于或等于3mm。
3. 根据权利要求2所述的X光灰分贴边检测工艺,其特征在于,所述探测器窗口与样品顶面的间距为 $2\text{mm} \pm 0.15\text{mm}$ ,以使得重复误差精度在 $\pm 0.25\%$ 以内。
4. 根据权利要求1所述的X光灰分贴边检测工艺,其特征在于,所述对破碎后的样品进行整形的步骤具体包括:  
利用整形装置对样品进行整形,以将所述样品的顶面整形成平面,并且整形后的样品料流的厚度至少为2cm且长度至少为30cm。
5. 根据权利要求4所述的X光灰分贴边检测工艺,其特征在于,所述样品料流的截面为梯形,其上截面宽度为3cm、下截面宽度为7cm。
6. 根据权利要求4所述的X光灰分贴边检测工艺,其特征在于,所述整形装置包括与检测皮带相配合的整形辊,所述利用整形装置对样品进行整形的步骤具体包括:  
将破碎后的样品送至所述检测皮带上,所述检测皮带的移动带速为 $5\text{mm/s} \pm 0.2\text{mm/s}$ ;  
所述检测皮带的上方沿其移动方向设置有至少一个所述整形辊,样品在所述检测皮带的输送下依次经过至少一个所述整形辊。
7. 根据权利要求6所述的X光灰分贴边检测工艺,其特征在于,所述检测皮带与所述整形辊之间围成大致呈梯形或矩形的整形口,所述整形辊的数量为多个,从而在所述检测皮带的上方形成了多个所述整形口,且多个所述整形口的面积沿所述检测皮带的输送方向呈减小趋势;  
和/或,所述整形辊为主动辊,且所述整形辊转速为 $4\text{r/s}$ ;  
和/或,在所述整形辊的上方布置毛刷,所述毛刷在所述整形辊转动的过程中将所述整形辊沾上的样品扫去。
8. 根据权利要求1所述的X光灰分贴边检测工艺,其特征在于,所述对整形后的样品进行形态检测的步骤具体包括:  
所述样品料流按照预设移动带速稳定经过形态检测相机,所述形态检测相机对所述样品的宽度、高度以及顶面孔洞面积中至少一个特征进行检测。
9. 根据权利要求8所述的X光灰分贴边检测工艺,其特征在于,所述形态检测相机对所述样品的宽度、高度以及顶面孔洞面积中至少一个特征进行检测的步骤包括:  
获取样品的图像并对图像进行识别分析和/或检测样品的高度;

不符合检测标准的样品包括:样品的宽度误差大于或等于 $\pm 5\text{mm}$ ;和/或,样品的高度误差大于或等于 $\pm 1\text{mm}$ ;和/或,样品顶面存在直径大于或等于 $2\text{mm}$ 的孔洞;和/或,样品存在缺失部分且缺失部分的面积占比大于或等于3%。

10. 根据权利要求1所述的X光灰分贴边检测工艺,其特征在于,所述将符合检测标准的样品输送至探测器窗口的下方进行检测的步骤具体包括:

利用荧光检测装置对样品进行检测,所述荧光检测装置包括主体结构、支撑臂、X荧光仪以及防护挡板,其中:

所述支撑臂的上端转动连接于外部框架,所述支撑臂的下端转动连接于所述主体结构,并且所述支撑臂的长度可以调节,所述主体结构通过所述支撑臂安装于检测皮带的上方;

所述X荧光仪安装于所述主体结构内,所述主体结构上设有通孔,所述X荧光仪的探测器通过所述通孔对位于所述检测皮带上的样品进行检测;

所述防护挡板呈V型结构,并且安装于所述主体结构位于料流来料的一侧,所述防护挡板的尖端面用于将超过标准层高的样品刮去。

11. 根据权利要求1至10任一项所述的X光灰分贴边检测工艺,其特征在于,所述荧光检测采用滚动判断方式,每间隔预设时间段进行一次判断,每次判断包括以下步骤:

在预设时间段内,控制探测器以设定时间间隔采集一次光谱数据,一共采集 $n$ 条光谱数据,其中, $n$ 大于或等于2;

对每条所述光谱数据进行归一化处理,得到 $n$ 条相对光谱数据;

利用聚类筛选将 $n$ 条所述相对光谱数据分为簇一和簇二;

对簇一和簇二进行计算,获得有煤流光谱特征和/或无煤流光谱特征。

12. 根据权利要求11所述的X光灰分贴边检测工艺,其特征在于,在所述利用聚类筛选将 $n$ 条所述相对光谱数据分为簇一和簇二的步骤之后,每次判断还包括以下步骤:

判断簇一的簇中心和簇二的簇中心的距离是否小于预设中心距,若是,则将簇一和簇二合并为单簇;

和/或,分别判断簇一和簇二的数据个数是否少于预设个数,若簇一和簇二中任意一簇的数据个数少于预设个数,则将簇一和簇二合并为单簇;

和/或,分别剔除簇一和簇二中的强度超出预设范围的光谱数据。

13. 根据权利要求1至10任一项所述的X光灰分贴边检测工艺,其特征在于,还包括:所述光谱特征包括有煤流光谱特征和无煤流光谱特征,计算每次获取的无煤流光谱特征中的设定元素的强度变化幅度,若所述强度变化幅度超过设定阈值,则判定探测器窗口变脏;其中,所述设定元素为样品中所含有的元素。

## 一种X光灰分贴边检测工艺

### 技术领域

[0001] 本发明涉及灰分检测技术领域,尤其是涉及一种X光灰分贴边检测工艺。

### 背景技术

[0002] 在选矿、选煤、火电与煤化工领域,需要对原料或产品的主要成分含量进行检测,传统主要通过化学滴定(选矿)或烧灰(煤炭)方式进行检测,检测周期较长,对生产工艺参数调整指导有较大的延迟,因此实现对主要成分含量在线快速检测技术能够有效指导生产、提高生产质量。

[0003] 目前,对于煤灰分检测主要采用X射线检测技术,其通过X光灰分仪器发射X射线来检测煤灰分。当前在线成分检测系统大多采用直接检测的方式,即将X光灰分仪器架设在生产入料或出料的皮带上方,对不同粒度、不同成本的物料进行在线标定,但是标定后的检测精度并不理想。

### 发明内容

本发明的目的是提供一种X光灰分贴边检测工艺,以解决现有技术存在的煤灰分的检测精度较低的技术问题。

[0004] 为了实现上述目的,本发明采用以下技术方案:

一种X光灰分贴边检测工艺,包括以下步骤:

采集样品并将样品破碎至预设粒度;

对破碎后的样品进行整形;

对整形后的样品进行形态检测,判断整形后的样品是否符合检测标准;

将符合检测标准的样品输送至探测器窗口的下方进行荧光检测,获得光谱特征,并根据所述光谱特征计算得到样品的灰分检测结果,其中,探测器窗口平行于样品顶面,且探测器窗口与样品顶面的间距为0~5mm,得到的灰分检测结果的重复误差精度在 $\pm 0.4\%$ 以内。

[0005] 进一步地,所述预设粒度为小于或等于3mm。

[0006] 进一步地,所述探测器窗口与样品顶面的间距为 $2\text{mm} \pm 0.15\text{mm}$ ,以使得重复误差精度在 $\pm 0.25\%$ 以内。

[0007] 进一步地,所述对破碎后的样品进行整形的步骤具体包括:

利用整形装置对样品进行整形,以将所述样品的顶面整形成平面,并且整形后的样品料流的厚度至少为2cm且长度至少为30cm。

[0008] 进一步地,所述样品料流的截面为梯形,其上截面宽度为3cm、下截面宽度为7cm。

[0009] 进一步地,所述整形装置包括与检测皮带相配合的整形辊,所述利用整形装置对样品进行整形的步骤具体包括:

将破碎后的样品送至所述检测皮带上,所述检测皮带的移动带速为 $5\text{mm/s} \pm 0.2\text{mm/s}$ ;

所述检测皮带的上方沿其移动方向设置有至少一个所述整形辊,样品在所述检测皮带的输送下依次经过至少一个所述整形辊。

[0010] 进一步地,所述检测皮带与所述整形辊之间围成大致呈梯形或矩形的整形口,所述整形辊的数量为多个,从而在所述检测皮带的上方形成了多个所述整形口,且多个所述整形口的面积沿所述检测皮带的输送方向呈减小趋势;

和/或,所述整形辊为主动辊,且所述整形辊转速为 $4r/s$ ;

和/或,在所述整形辊的上方布置毛刷,所述毛刷在所述整形辊转动的过程中将所述整形辊沾上的样品扫去。

[0011] 进一步地,所述对整形后的样品进行形态检测的步骤具体包括:

所述样品料流按照预设移动带速稳定经过形态检测相机,所述形态检测相机对所述样品的宽度、高度以及顶面孔洞面积中至少一个特征进行检测。

[0012] 进一步地,所述形态检测相机对所述样品的宽度、高度以及顶面孔洞面积中至少一个特征进行检测的步骤包括:

获取样品的图像并对图像进行识别分析和/或检测样品的高度;

不符合检测标准的样品包括:样品的宽度误差大于或等于 $\pm 5mm$ ;和/或,样品的高度误差大于或等于 $\pm 1mm$ ;和/或,样品顶面存在直径大于或等于 $2mm$ 的孔洞;和/或,样品存在缺失部分且缺失部分的面积占比大于或等于 $3\%$ 。

[0013] 进一步地,所述将符合检测标准的样品输送至探测器窗口的下方进行检测的步骤具体包括:

利用荧光检测装置对样品进行检测,所述荧光检测装置包括主体结构、支撑臂、X荧光仪以及防护挡板,其中:

所述支撑臂的上端转动连接于外部框架,所述支撑臂的下端转动连接于所述主体结构,并且所述支撑臂的长度可以调节,所述主体结构通过所述支撑臂安装于检测皮带的上方;

所述X荧光仪安装于所述主体结构内,所述主体结构上设有通孔,所述X荧光仪的探测器通过所述通孔对位于所述检测皮带上的样品进行检测;

所述防护挡板呈V型结构,并且安装于所述主体结构位于料流来料的一侧,所述防护挡板的尖端面用于将超过标准层高的样品刮去。

[0014] 进一步地,还包括:

根据探测器窗口与样品顶面的间距和光谱特征之间的映射关系,建立间距监测模型;

将获得的样品的光谱特征输入所述间距监测模型,计算得到当前的探测器窗口与样品顶面的间距。

[0015] 进一步地,所述荧光检测采用滚动判断方式,每间隔预设时间段进行一次判断,每次判断包括以下步骤:

在预设时间段内,控制探测器以设定时间间隔采集一次光谱数据,一共采集 $n$ 条光谱数据,其中, $n$ 大于或等于 $2$ ;

对每条所述光谱数据进行归一化处理,得到 $n$ 条相对光谱数据;

利用聚类筛选将 $n$ 条所述相对光谱数据分为簇一和簇二;

对簇一和簇二进行计算,获得有煤流光谱特征和/或无煤流光谱特征。

[0016] 进一步地,在所述利用聚类筛选将n条所述相对光谱数据分为簇一和簇二的步骤之后,每次判断还包括以下步骤:

判断簇一的中心和簇二的中心的距离是否小于预设中心距,若是,则将簇一和簇二合并为单簇;

和/或,分别剔除簇一和簇二中的强度超出预设范围的光谱数据。

[0017] 进一步地,还包括:所述光谱特征包括有煤流光谱特征和无煤流光谱特征,比较每次获取的无煤流光谱特征中的设定元素的强度变化幅度,若所述设定元素的强度变化幅度超过设定阈值,则判定探测器窗口变脏,其中,所述设定元素为样品中所含有的元素。

[0018] 本发明的有益效果:

本发明提供的X光灰分贴边检测工艺包括以下步骤:采集样品并将样品破碎至预设粒度;对破碎后的样品进行整形;对整形后的样品进行形态检测,判断整形后的样品是否符合检测标准;将符合检测标准的样品输送至探测器窗口的下方进行荧光检测,其中,探测器窗口平行于样品顶面,且探测器窗口与样品顶面的间距为0~5mm,得到的灰分检测结果的重复误差精度在 $\pm 0.4\%$ 以内。本申请提供的X光灰分贴边检测工艺通过对样品进行破碎、整形及形态检测,使样品的粒度及形态得到限制,从而可以将探测器窗口与样品顶面的间距控制在0~5mm之间,使得到的灰分检测结果的重复误差精度控制在 $\pm 0.4\%$ 以内,有效地提升了检测结果的精准度及稳定性。

## 附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施方式,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0020] 图1为本发明实施例提供的X光灰分贴边检测工艺的流程示意图;

图2为本发明实施例提供的X光灰分贴边检测系统的结构示意图;

图3为本发明实施例提供的整形装置的结构示意图;

图4为本发明实施例提供的整形辊与检测皮带的运动示意图;

图5为本发明实施例提供的形态检测装置的结构示意图;

图6为本发明实施例中的符合检测标准的样品的结构示意图;

图7为本发明实施例中的不符合检测标准的样品的结构示意图一 ;

图8为本发明实施例中的不符合检测标准的样品的结构示意图二 ;

图9为本发明实施例提供的荧光检测装置的结构示意图;

图10为本发明实施例提供的弃料装置的结构示意图。

[0021] 图标:

1-采样破碎装置;11-一级处理模块;111-一级全断面采样头;112-一级破碎机;113-皮带给料机;114-一级自动缩分器;12-二级处理模块;121-二级采样皮带;122-二级全断面采样头;123-二级自动缩分器;124-烘干机;125-二级破碎机;126-振动筛;127-斗提机;2-降温装置;21-定容筒仓;22-布料机构;3-检测皮带;4-整形装置;41-整形辊;42-整

形口;43-毛刷;44-整形辊驱动源;5-形态检测装置;51-相机;52-测距传感器;53-光源;6-弃料装置;61-直线驱动源;62-滚刷;63-废料溜槽;7-荧光检测装置;71-主体结构;72-防护挡板;73-支撑臂;8-水分检测装置;9-温度检测装置。

### 具体实施方式

[0022] 下面将结合实施例对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0023] 需要说明的是,在本发明的描述中,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0024] 如背景技术所提及的,目前在线成分检测系统大多采用直接检测的方式,即将X光灰分仪器架设在生产入料或出料的皮带上方,对不同粒度、不同成本的物料进行在线标定,但是标定后的检测精度并不理想。

[0025] 基于此,本发明提供了一种X光灰分贴边检测工艺,参照图1,该工艺包括以下步骤:

采集样品并将样品破碎至预设粒度;

对破碎后的样品进行整形;

对整形后的样品进行形态检测,判断整形后的样品是否符合检测标准;

将符合检测标准的样品输送至探测器窗口的下方进行荧光检测,获得光谱特征,并根据所述光谱特征计算得到样品的灰分检测结果,其中,探测器窗口平行于样品顶面,且探测器窗口与样品顶面的间距为0~5mm,得到的灰分检测结果的重复误差精度在 $\pm 0.4\%$ 以内。

[0026] 在检测过程中,探测器以设定时间间隔(例如每1秒)采集一次光谱数据,通过对采集到的光谱数据进行处理,获得最终的光谱图;该光谱图中包含了多种光谱特征,例如,煤样中的常见元素特征(Si、Ca、Ti、Fe等)以及光谱背景的散射特征等,通过对各种元素特征进行计算可以得到样品的灰分检测值。为了使检测结果更加准确,本申请提供的荧光检测采用滚动判断方式,每间隔预设时间段(例如2分钟)进行一次判断;在每次判断中,探测器以每秒采集一次光谱数据的频率一共采集120条光谱数据,通过对120条光谱数据进行筛选及求平均,获得更加准确的光谱图。

[0027] 本申请提供的X光灰分贴边检测工艺,通过对破碎后的样品进行整形,将样品整形成预设形态,从而避免了样品表面不规则的问题出现。整形后的样品还需经过形态检测步骤,确保样品的形态满足预设形态的要求。由于样品的粒度及形态得到限制,从而可以将探测器窗口与样品顶面的间距控制在0~5mm之间,使得到的灰分检测结果的重复误差精度控制在 $\pm 0.4\%$ 以内,有效地提升了检测精度。此外,探测距离的减小也使得防护难度相应减小,进而使工作环境更加安全。

[0028] 可选地,探测器窗口与样品顶面的间距可以为0mm、1mm、2mm、3mm、4mm、5mm。

[0029] 进一步地,所述采集样品并将样品破碎至预设粒度的步骤具体包括:从主皮带上采集样品,对采集的样品进行一级破碎处理,将样品破碎至13mm以下并进行缩分,形成初级样品;采集被缩分后的初级样品,对所述初级样品二级破碎处理,并将最终形成的样品的粒度控制在小于或等于3mm。在上述步骤的基础上,对所述初级样品进行二级破碎处理之前还包括对所述初级样品进行烘干。

[0030] 在一个具体的实施例中,所述采集样品并将样品破碎至预设粒度的步骤包括:从主皮带上采集10kg~30kg的样品,对采集的样品进行一级破碎处理,将样品破碎至13mm以下并缩分至 $5\text{kg} \pm 0.4\text{kg}$ ,形成初级样品;采集 $3\text{kg} \pm 0.2\text{kg}$ 的初级样品,对采集的初级样品采用10kw以上微波与热风 $85^{\circ}\text{C}$ 联合烘干180秒;对烘干的初级样品进行二级闭路破碎,二级破碎处理后的物料经过振动筛的筛料,使得最终形成的样品的粒度小于或等于3mm。

[0031] 当样品的粒度大于3mm时,煤样离析严重,难以保证重复精度。因此,本申请所提供的工艺通过两级破碎处理将样品的粒度控制在3mm以内(可以为3mm以内的所有粒级尺寸,如0.5mm、1mm、2mm、2.3mm、3mm),能够确保重复误差精度控制在 $\pm 0.4\%$ 以内。如果预设粒度超过3mm则会导致煤样离析严重,此时即使将探测器窗口与样品顶面的间距为0,灰分检测结果的重复误差精度也是大于 $\pm 0.4\%$ ,最终导致检测精度比较差。另外不同煤质对应的灰分则不同,从而导致若想要重复误差精度始终在 $\pm 0.4\%$ ,则需要经过精密分析才能确定探测器窗口与样品顶面的间距。

[0032] 经过实验验证,当样品的粒度小于或等于3mm时,对于探测器窗口与样品顶面的间距为1mm的情况,X荧光仪的检测灰分标准方差为0.1288,重复误差精度为0.12%;对于探测器窗口与样品顶面的间距为3mm的情况,X荧光仪的检测灰分标准方差为0.2452,重复误差精度为0.18%;对于探测器窗口与样品顶面的间距为5mm的情况,X荧光仪的检测灰分标准方差为0.4852,重复误差精度为0.35%。由此可见,本申请所提供的工艺通过将样品的粒度控制在3mm以内,并将探测器窗口与样品顶面的间距控制在5mm以内,能够确保重复误差精度在 $\pm 0.4\%$ 以内,提高检测结果的准确度及稳定性。

[0033] 优选地,在样品的粒度小于或等于3mm的基础上,探测器窗口与样品顶面的间距为 $2\text{mm} \pm 0.15\text{mm}$ ,以使得重复误差精度在 $\pm 0.25\%$ 以内。

[0034] 进一步地,在所述采集样品并将样品破碎至预设粒度的步骤之后,所述X光灰分贴边检测工艺还包括步骤:对样品进行定量及降温,将样品冷却至 $24^{\circ}\text{C}$ 。

[0035] 具体地,本申请所提供的X光灰分贴边检测工艺利用X光灰分贴边检测系统来实现,参照图2,所述X光灰分贴边检测系统包括采样破碎装置1、检测皮带3、整形装置4、形态检测装置5以及荧光检测装置7,其中:采样破碎装置1用于采集样品并对样品进行破碎;检测皮带3用于承接从采样破碎装置1输出的样品并将样品依次输送至整形装置4、形态检测装置5以及荧光检测装置7;整形装置4用于将样品整形成设定形态;形态检测装置5用于对整形后的样品进行形态检测;荧光检测装置7用于对样品进行荧光检测。采样破碎装置1和检测皮带3之间设置有定容筒仓21,破碎之后的样品被送入定容筒仓21内,超出定容筒仓21最大容量的样品溢出,从而可实现对样品进行定量;进入定容筒仓21内的样品通过定容筒仓21上的散热机构进行快速散热,使样品冷却至 $24^{\circ}\text{C}$ ,避免样品的温度过高而影响到探测器的检测效果;散热后的样品从定容筒仓21底部的出口垂直落入检测皮带3上。

[0036] 上述结构中,定容筒仓21的容量可以根据实际情况进行调整,例如,定容筒仓21的容量可以为2L。定容筒仓21出口的底面与检测皮带3的间距可以为4cm,这个间距可以使样品顺利地落到检测皮带3上,同时还使定容筒仓21出口位置不容易堵料。

[0037] 继续参照图1和图2,所述对破碎后的样品进行整形的步骤具体包括:利用整形装置4对样品进行整形,以将所述样品的顶面整形成平面,并且整形后的样品料流的厚度至少为2cm且长度至少为30cm。

[0038] 参照图2和图3,整形装置4包括与检测皮带3相配合的整形辊41,在此基础上,所述利用整形装置4对样品进行整形的步骤具体包括:

将破碎后的样品送至检测皮带3上,检测皮带3的移动带速为 $5\text{mm/s} \pm 0.2\text{mm/s}$ ;

检测皮带3的上方沿其移动方向设置有至少一个整形辊41,样品在检测皮带3的输送下依次经过至少一个整形辊41,形成厚度至少为2cm且长度至少为30cm的样品料流。

[0039] 可选地,检测皮带3与整形辊41之间围成大致呈梯形或矩形的整形口42,整形辊41的数量为多个,从而在检测皮带3的上方形成了多个整形口42,且多个整形口42的面积沿检测皮带3的输送方向呈减小趋势;

和/或,整形辊41为主动辊,且整形辊41转速为 $4\text{r/s}$ ;

和/或,在整形辊41的上方布置毛刷43,毛刷43在整形辊41转动的过程中将整形辊41沾上的样品扫去。

[0040] 本实施例中,破碎后的样品先进入定容筒仓21内进行定量及降温,冷却后的样品落至检测皮带3上。检测皮带3的上方沿其移动方向依次设置有两个整形辊41,从而在所述检测皮带3的上方形成了两个整形口42。整形辊41大致呈V形辊,由整形辊41和检测皮带3所围成的整形口42大致呈梯形。每个整形辊41由独立的整形辊驱动源44(例如电机)驱动,其转速为 $4\text{r/s}$ 。每个整形辊41上方布置有毛刷43,用于将整形辊41上沾上的物料扫去。

[0041] 上述结构中,由于整形口42大致呈梯形,使得通过整形口42的样品也被整形成截面为梯形的样品料流;相比于矩形的样品料流,梯形的样品料流的结构更加稳定,且不容易塌陷。每个整形辊41由独立的整形辊驱动源44驱动,如图4所示,整形辊41与检测皮带3的接触点的瞬时移动方向与检测皮带3的移动方向相反,从而能够将样品流的表面向后抹,使得样品的表面更加平整;此外,整形辊41在经过毛刷43时,整形辊41上沾染的物料被毛刷43阻挡并刷至样品料流的后侧,避免刷下的物料落到已经整形后的样品料流上,进一步提升样品顶面的平整度。

[0042] 本实施例中,第一个整形辊41的中间直筒长度为6cm且直径为4cm,两侧圆台的长度为3cm,圆台的小端直径为4cm且大端直径为9cm;第二个整形辊41的中间直筒的长度为3cm且其直径为5cm,两侧圆台的长度为2cm,圆台的小端直径为5cm且大端直径为9cm。上述结构使得两个整形口42的面积沿输送方向依次减小。当样品通过第一个整形口42后,样品被整形为截面的厚度为2.5cm、上截面宽度为6cm、下截面宽度为12cm的梯形面。当样品通过第二个整形口42后,样品被整形为截面的厚度为2cm、上截面宽度为3cm、下截面宽度为7cm的梯形面(如图6所示),且样品料流的长度至少为30cm。由于采用了至少两个整形辊41对样品进行整形的方式,使得料流被逐渐整形成预设形态,能够减轻对料流的整形难度,确保整形效果。

[0043] 进一步地,继续参照图1和图2,所述对整形后的样品进行形态检测的步骤具体包

括:所述样品料流按照预设移动带速稳定经过形态检测相机,所述形态检测相机对所述样品的宽度、高度以及顶面孔洞面积中至少一个特征进行检测。

[0044] 所述形态检测相机对所述样品的宽度、高度以及顶面孔洞面积中至少一个特征进行检测的步骤包括:

获取样品的图像并对图像进行识别分析和/或检测样品的高度;

不符合检测标准的样品包括:样品的宽度误差大于或等于 $\pm 5\text{mm}$ ;和/或,样品的高度误差大于或等于 $\pm 1\text{mm}$ ;和/或,样品顶面存在直径大于或等于 $2\text{mm}$ 的孔洞;和/或,样品存在缺失部分且缺失部分顶面的面积占比大于或等于 $3\%$ 。

[0045] 本实施例利用形态检测装置5对样品进行形态检测,形态检测装置5包括架设在检测皮带3的上方的相机51。当样品料流在检测皮带3的输送下经过相机51时,相机51能够对样品的宽度、高度以及顶面孔洞面积中至少一个特征进行检测。

[0046] 本实施例中,样品的预设形态为截面的厚度为 $2\text{cm}$ 、上截面宽度为 $3\text{cm}$ 、下截面宽度为 $7\text{cm}$ 的梯形面,且为长度至少为 $30\text{cm}$ 的样品料流。对于满足以下任一要求的样品:样品的宽度误差大于或等于 $\pm 5\text{mm}$ 、样品的高度误差大于或等于 $\pm 1\text{mm}$ 、样品顶面存在直径大于或等于 $2\text{mm}$ 的孔洞(如图7所示)以及样品存在缺失部分且缺失部分的面积占比大于或等于 $3\%$ (如图8所示),均判定为不符合检测标准的样品。

[0047] 在上述步骤的基础上,在所述对整形后的样品进行形态检测的步骤之后,所述X光灰分贴边检测工艺还包括:将不符合检测标准的样品从检测皮带3上横向推落。

[0048] 进一步地,在所述将符合检测标准的样品输送至探测器窗口的下方进行检测的步骤之前或之后,所述X光灰分贴边检测工艺还包括:对符合检测标准的样品进行水分检测和/或温度检测。

[0049] 为实现上述工艺,所述X光灰分贴边检测系统还包括水分检测装置8以及温度检测装置9,符合检测标准的样品在检测皮带3的输送下按带速稳定移动经过荧光检测装置7、水分检测装置8以及温度检测装置9。水分检测装置8可以为电容接触式检测器、或近红外非接触式检测器、或微波式检测器,其用于测量样品料流的水分。温度检测装置9可以为接触式或非接触式温度传感器,其用于测量样品料流的温度。

[0050] 参照图9,本实施例中,荧光检测装置7包括主体结构71、X荧光仪、防护挡板72以及测距传感器;主体结构71安装于检测皮带3的上方,X荧光仪安装于主体结构71内;防护挡板72呈V型结构,并且安装于主体结构71位于料流来料的一侧,防护挡板72的尖端面用于将超过标准层高的样品刮去,防止损伤X荧光仪的检测探头;测距传感器安装在主体结构71的位于料流来料的一侧,用于检测样品料流的厚度,进一步确保样品料流的高度符合要求。主体结构71具有朝向检测皮带3的底面,底面设置有凹陷结构,凹陷结构内开设有通孔,X荧光仪通过通孔对位于检测皮带3上的样品进行检测,以使得X荧光仪与检测皮带3的带面距离为 $2\text{cm}$ ,且X荧光仪的探测器窗口与样品顶面的间距为 $0\sim 5\text{mm}$ ,优选间距为 $2\text{mm}\pm 0.15\text{mm}$ 。另外,荧光检测装置7还包括用于与外部框架连接的支撑臂73,主体结构与支撑臂73转动连接,并且支撑臂73的长度可调,从而使得X荧光仪的检测探头与样品之间的距离始终保证恒定,提升X荧光仪的检测精度。

[0051] 可选地,荧光检测装置7中的测距传感器为超声波测距仪。水分检测装置8为近红外水分检测器,且近红外水分检测器架设于样品料流的正上方,距离料流顶面 $10\text{cm}$ 。温度检

测装置9具体为PT100温度传感器,PT100温度传感器为直径为1cm且长度为10cm棒形,其垂直于料流顶面,从料流的上方中部插入料流内,插入深度为1cm。X荧光仪、超声波测距仪、近红外水分检测器以及温度传感器均为成熟仪器,在此不再赘述原理。

[0052] 最后,对样品进行成分分析。在符合检测标准的样品经过温度检测后,将连续采集的X荧光光谱、水分、温度等数据进行处理,得到各类元素浓度。

[0053] 综上所述,本申请的一个具体的实施例提供的X光灰分贴边检测工艺包括以下步骤:

S1:采集样品并对样品依次进行一级破碎处理、烘干以及二级破碎处理,将样品缩分至 $3\text{kg} \pm 0.2\text{kg}$ ,并将样品的粒度控制在小于或等于3mm;

S2:对破碎后的样品进行定量及降温,将样品冷却至 $24^{\circ}\text{C}$ ;

S3:对冷却后的样品进行整形,将样品形成截面的厚度为2cm、上截面宽度为3cm、下截面宽度为7cm的梯形,且长度至少为30cm的样品料流;

S4:对整形后的样品进行形态检测,判断整形后的样品是否符合检测标准;

对于符合检测标准的样品输送至下一道工序;

对于不符合检测标准的样品从检测皮带3上横向推落;

S5:将符合检测标准的样品输送至X荧光仪的探测器窗口的下方进行荧光检测,其中,探测器窗口平行于样品顶面,且探测器窗口与样品顶面的间距为 $2\text{mm} \pm 0.15\text{mm}$ ,得到的灰分检测结果的重复误差精度在 $\pm 0.25\%$ 以内;

S6:对符合检测标准的样品进行水分检测;

S7:对符合检测标准的样品进行温度检测;

S8:对样品进行成分分析,将连续采集的X荧光光谱、水分、温度等数据进行处理,得到各类元素浓度。

[0054] 进一步地,本申请提供的X光灰分贴边检测工艺还包括以下步骤:根据探测器窗口与样品顶面的间距和光谱特征之间的映射关系,建立间距监测模型;将获得的样品的光谱特征输入所述间距监测模型,计算得到当前的探测器窗口与样品顶面的间距。

[0055] 实际检测中发现,探测器窗口与样品顶面的间距大小主要影响光谱图中的背景特征(背景形状以及背景强度),因此,上述光谱特征具体可以为背景强度。例如,在实际检测之前,根据探测器窗口与样品顶面的间距和背景强度值(即指定光谱通道范围内的积分面积)的衰减关系建立间距监测模型;在实际检测的过程中,通过实时采集的光谱特征中的背景强度反推当前的探测器窗口与煤流样品顶面的间距。

在一个实施例中,所述建立间距监测模型的步骤具体包括:

在探测器窗口与煤流样品顶面的间距为 $0, h_1, h_2, \dots, h_n$ 的状态下,分别试验测量多组(例如5组)煤流样品的背景强度值(例如1000-1500 通道范围的光谱强度总和),并求取5组样品的背景强度值的平均值;其中, $0, h_1, h_2, \dots, h_n$ 依次增加,例如, $h_1=1$ 毫米, $h_2=2$ 毫米,依次类推, $h_n=n$ 毫米;考虑到采集时长和电流的影响,可以对背景强度值做归一化处理;

利用试验测得的数据,拟合探测器窗口与样品顶面的间距和背景强度值的关系式(即间距监测模型),例如,该关系式为: $h=a+b*\text{back}$ ,式中, $h$ 为探测器窗口与样品顶面的间距, $\text{back}$ 为背景强度值, $a, b$ 为根据实验测得的数据所求出的映射系数。

[0056] 在实际检测的过程中,将每次或每隔一段时间测量的背景强度值带入上式,即可

以得到当前探测器窗口与样品顶面的间距,以便于工作人员了解实际检测情况,并及时对探测器窗口与样品顶面的间距进行调整,确保该间距满足检测要求。为了提醒工作人员及时进行调整,可以在当探测器窗口与样品顶面的间距大于预设值(例如1毫米)时,控制X光灰分贴边检测系统发出报警。

[0057] 进一步地,所述荧光检测采用滚动判断方式,每间隔预设时间段进行一次判断,每次判断包括以下步骤:

在预设时间段内,控制探测器以设定时间间隔采集一次光谱数据,一共采集n条光谱数据,其中,n大于或等于2;

为了避免量纲影响聚类效果,对每条所述光谱数据进行归一化处理(例如Z-score 标准化),得到n条相对光谱数据,相对光谱数据 $T'_i$ 的计算公式如下:

$$T'_i = \frac{T_i}{\max(T_i, i = 1, 2, \dots, n)}$$

[0058] 式中: $T_i, i = 1, 2, \dots, n$ 为每次采集的光谱数据;

利用聚类筛选(例如k-means或者DBSCAN 密度聚类算法)将n条所述相对光谱数据分为簇一和簇二;

对簇一和簇二进行计算,获得有煤流光谱特征和/或无煤流光谱特征。

[0059] 需要说明的是,对于在该预设时间段内探测器检测到的光谱数据部分为无煤流光谱数据、且部分为有煤流光谱数据的情况下,簇一为无煤流光谱数据,簇二为有煤流光谱数据,此时,对簇一计算对应的光谱强度并求平均值便可获取最终的无煤流光谱图,对簇二计算对应的光谱强度并求平均值便可获取最终的有煤流光谱图。对于在该预设时间段内探测器检测到的光谱数据全部为无煤流光谱数据的情况下,簇一和簇二全部为无煤流光谱数据,此时,将簇一和簇二合并为单簇,对该单簇计算对应的光谱强度并求平均值便可获取最终的无煤流光谱图。同理,对于在该预设时间段内探测器检测到的光谱数据全部为有煤流光谱数据的情况下,簇一和簇二全部为有煤流光谱数据,此时,将簇一和簇二合并为单簇,对该单簇中的光谱数据计算对应的光谱强度并求平均值,获取最终的有煤流光谱图。

[0060] 本实施例采用K-means聚类算法(也即K均值聚类算法)将n条所述相对光谱数据分为簇一和簇二。k均值聚类算法是一种迭代求解的聚类分析算法,每分配一个对象,聚类的聚类中心(或称为簇中心)会根据聚类中现有的对象被重新计算,每次迭代后的聚类中心为聚类中现有的对象在各个维度的均值。

[0061] 示例性地,利用K-means聚类筛选将120条相对光谱数据分为簇一和簇二的步骤具体包括:

对 $T'_{i,i=1,2,\dots,120}$ 进行排序,选择最小值最为簇一的初始簇中心 $c_1^0$ ,选择最大值最为簇二的初始簇中心 $c_2^0$ ,计算公式为:

$$c_1^0 = \min(T'_{i,i=1,2,\dots,120}), c_2^0 = \max(T'_{i,i=1,2,\dots,120})$$

每次迭代中,将每个数据点 $T'_i$ 分配到距离最近的簇:

$$\text{簇选择} = \begin{cases} \text{簇一, } |T'_i - c_1^k| < |T'_i - c_2^k| \\ \text{簇二, 其它} \end{cases}$$

[0062] 式中:k为迭代次数; $c_1^k$ 为每次迭代后簇一的簇中心, $c_1^k = \frac{1}{|C_1|} \sum_{t \in C_1} T'_t$ , $|C_1|$ 为簇一中数据的总个数, $\sum_{t \in C_1} T'_t$ 为簇一中所有数据的求和; $c_2^k$ 为每次迭代后簇二的簇中心, $c_2^k = \frac{1}{|C_2|} \sum_{t \in C_2} T'_t$ , $|C_2|$ 为簇二中数据的总个数, $\sum_{t \in C_2} T'_t$ 为簇二中所有数据的求和。

[0063] 作为可选的实施例,在所述利用聚类筛选将n条所述相对光谱数据分为簇一和簇二的步骤之后,每次判断还包括以下步骤:

判断簇一的簇中心和簇二的簇中心的距离是否小于预设中心距,计算公式为:

$$|c_1 - c_2| < \varepsilon$$

[0064] 式中: $c_1$ 为簇一的簇中心; $c_2$ 为簇二的簇中心; $\varepsilon$ 为预设中心距,其取值根据数据情况进行选择,一般为两簇标准差平均值的3倍;

若是,表示在这一时间段内的光谱数据全部为无煤流光谱数据或有煤流光谱数据,则将簇一和簇二合并为单簇。

[0065] 作为可选的实施例,在所述利用聚类筛选将n条所述相对光谱数据分为簇一和簇二的步骤之后,每次判断还包括以下步骤:分别判断簇一和簇二的数据个数是否少于预设个数(例如少于总条数的百分之10),若簇一和簇二中任意一簇的数据个数少于预设个数,则将簇一和簇二合并为单簇。

[0066] 作为可选的实施例,在所述利用聚类筛选将n条所述相对光谱数据分为簇一和簇二的步骤之后,每次判断还包括以下步骤:分别剔除簇一和簇二中的强度超出预设范围的光谱数据。对于簇二(即有煤流光谱数据),将强度过小的光谱数据(可能是由于煤流过小或未贴近设备导致)直接丢弃,不进行后续处理。对于簇一(即无煤流光谱数据),将强度过大的光谱数据(可能是由于空检测存在一些煤流残余)直接丢弃,不进行后续处理。

[0067] 所述分别剔除簇一和簇二中的强度超出预设范围的光谱数据的步骤具体包括:分别计算簇一的标准差 $\sigma_1$ 以及簇二的标准差 $\sigma_2$ ,计算公式为:

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{1}{N_j} \sum_{i=1}^{N_j} (x_{ij} - c_j)^2}$$

[0068] 式中:j=1,2; $N_j$ 为第j个簇样本总数; $x_{ij}$ 为第i个数据值; $c_j$ 为第j个簇的样本均值;

剔除超出 $c_j \pm 1.5\sigma_j$ 的光谱数据作为离群值,在剔除掉离群值之后,获取稳定集中的数据作为最终的簇光谱数据。

[0069] 综上所述,本实施例所提供的荧光检测采用滚动判断方式,每间隔预设时间段进行一次判断,确保不会漏检。在每次判断中,先利用K均值聚类算法将采集到的光谱数据分为两簇;若两簇的簇中心的距离小于预设中心距,表示两簇数据均为无煤流光谱数据或有煤流光谱数据,则将两簇合并为一簇进行计算,获取无煤流光谱图或有煤流光谱图;若两簇

的簇中心的距离大于预设中心距,则两簇数据分别为无煤流光谱数据和有煤流光谱数据,分别对两簇进行计算,从而分别获取无煤流光谱图和有煤流光谱图。此外,在对簇一进行计算前剔除簇一中强度过大的光谱数据,并在对簇二进行计算前剔除簇二中强度过小的光谱数据,以获取稳定集中的数据作为最终的簇光谱数据。

进一步地,本申请提供的X光灰分贴边检测工艺还包括:所述光谱特征包括有煤流光谱特征和无煤流光谱特征,计算每次获取的无煤流光谱特征中的设定元素(例如Si)的强度变化幅度,若所述强度变化幅度超过设定阈值,则判定探测器窗口变脏;其中,所述设定元素为样品中所含有的元素。

[0070] 在生产过程中,设备可能出现各种问题,其中探测器窗口变脏是常见情况之一。探测器窗口变脏的原因主要有两种:一是缓慢变脏,通常生产过程中飞出的煤灰积累造成;二是突然粘煤,这两种情况都会导致无煤流光谱特征中的煤元素特征发生变化。例如,在探测器窗口不沾染一点煤样的情况下,无煤流光谱特征中的硅元素强度为初始强度值;随着探测器窗口上的煤样越来越多,受探测器窗口上的煤样的影响,无煤流光谱特征中的硅元素强度也越来越大,因此可以通过分析无煤流光谱特征中的煤特征来判断破窗是否变脏。具体操作是提取无煤流光谱特征中的硅元素强度,并与历史数据(可以为上述初始强度值)进行对比;如果硅元素的强度变化幅度超过设定阈值,则判定探测器窗口脏到一定程度。一旦检测到破窗判断脏到一定程度,系统会立即发出报警信号,提醒工作人员及时处理。同时,系统还可以自动发出清洗探测器窗口的指令,以便快速恢复设备的正常工作状态,确保后续光谱采集的准确性。

[0071] 综上所述,本申请想要保护的X光灰分贴边检测工艺是我司研发团队通过多年研发后独创的,无论是影响重复误差精度的因素种类,还是对应的参数都不是通过简单试验即可得到的,故该项技术在行业内处于领先地位;因此创新性的X光灰分贴边检测工艺经过以上流程使样品形成指定粒度、形态、湿度以及温度的样品,使得探测器能够对样品进行近距离检测,并在检测过程中通过每次判断获得的样品的光谱特征反推当前的探测器窗口与样品顶面的间距,从而确保探测器窗口与样品顶面的间距满足检测要求,将样品成分含料的检测结果的重复误差精度控制在 $\pm 0.25\%$ 以内,大幅度提高了检测结果的准确度及稳定性。

[0072] 为实现上述工艺,本发明还提供了一种X光灰分贴边检测系统,参照图2,所述X光灰分贴边检测系统包括采样破碎装置1、检测皮带3、整形装置4、形态检测装置5以及荧光检测装置7,其中:采样破碎装置1用于采集样品并对样品进行破碎;检测皮带3用于承接从采样破碎装置1输出的样品并将样品依次输送至整形装置4、形态检测装置5以及荧光检测装置7;整形装置4用于将样品整形成设定形态;形态检测装置5包括架设在检测皮带3上方的相机51和/或测距传感器52;荧光检测装置7用于对样品进行荧光检测。

[0073] 进一步地,采样破碎装置1包括用于对样品进行一级破碎处理的一级处理模块11和用于对样品进行二级破碎处理的二级处理模块12,其中:

一级处理模块11包括依次设置的一级全断面采样头111、一级破碎机112、皮带给料机113以及一级自动缩分器114;

和/或,二级处理模块12依次设置的二级采样皮带121、二级全断面采样头122、二级自动缩分器123、烘干机124、二级破碎机125以及振动筛126。

[0074] 上述一级处理模块11的工作过程为:采样开始时,一级全断面采样头111从主皮带上按物料流全断面采集样品,采集的样品沿溜槽进入一级破碎机112中,一级破碎机112将样品破碎至13mm以下;样品从一级破碎机112排出后落入皮带给料机113,皮带给料机113将样品送入一级自动缩分器114中,将样品缩分至 $5\text{kg} \pm 0.4\text{kg}$ ,形成初级样品。

[0075] 本实施例中,二级处理模块12还包括设置在二级破碎机125和振动筛126之间的斗提机127。上述二级处理模块12的工作过程为:经过一级自动缩分器114缩分后的初级样品进入二级采样皮带121上,二级全断面采样头122从二级采样皮带121上按物料流全断面采集样品,样品进入二级自动缩分器123被缩分为 $3\text{kg} \pm 0.2\text{kg}$ 的物料,再进入烘干机124经过烘干后,给入二级破碎机125,破碎后物料落入振动筛126,按粒度为3mm的标准筛分;振动筛126筛下细颗粒样品粒落入下一道工序,振动筛126上的粗颗粒样品落入斗提机127中,返回二级破碎机125再次破碎。

[0076] 可选地,一级破碎机112和二级破碎机125的数量可以分别为一个或多个,具体数量的设置以能够达到出料粒度的要求为依据。上述破碎机可以为圆锥破碎机、双辊式破碎机、鄂式破碎机、双辊式破碎机或其他类型破碎机,可采用单台或多类型组合的方式,以达成出料粒度的要求。

[0077] 可选地,烘干机124可以为微波热风烘干机,通过微波干燥和热风干燥相结合对样品进行烘干,确保物料保持干燥。此外,烘干机124还可以为真空冷冻设备。

[0078] 进一步地,所述X光灰分贴边检测系统还包括清洁机构。在二级处理模块12每次开始采样前,先通过清洁机构利用高压风对二级处理模块12进行吹扫。具体地,清洁机构包括直线气缸和高压气管,直线气缸带动高压气管往复运动,以对烘干机124、二级破碎机125、振动筛126以及斗提机127的内部进行喷吹,将沾染的物料粉末吹散,同时启动除尘风机将粉尘排出,保持二级处理模块12不被上一批次物料污染。在一个具体的实施例中,吹扫压力为0.5~1MPa,喷吹时间为40秒。

[0079] 进一步地,所述X光灰分贴边检测系统还包括设置在采样破碎装置1和检测皮带3之间的降温装置2,降温装置2包括定容筒仓21、散热机构、温度传感器以及料位计,其中:定容筒仓21用于承接从采样破碎装置1输出的样品并将样品输送至检测皮带3上;散热机构用于对定容筒仓21的内部进行散热;温度传感器用于检测定容筒仓21的内部温度;料位计用于检测定容筒仓21的料位。

[0080] 具体地,散热机构包括至少一个散热管和散热风扇,其中:散热管横向插入定容筒仓21内;散热风扇能够向定容筒仓21内吹风散热。以散热管的数量为八个为例,每四根散热管为一层,每层的四根散热管沿定容筒仓21的中心呈 $90^\circ$ 分布,上下两层散热管的间距为5cm。散热管的外周设置有鳍片,以增加与冷风的接触面积,提升散热效果。定容筒仓21的仓壁外圆周均匀布置有多个(例如三个)温度传感器,定容筒仓21的仓筒中心的上下两侧分别布置有至少一个温度传感器。料位计安装于定容筒仓21的顶部,用于检测定容筒仓21是否满料。

[0081] 进一步地,降温装置2还包括布料机构22,布料机构22位于定容筒仓21的下方,包括电控闸板、柔性溜槽以及至少一对挤压辊,其中:

电控闸板设置于定容筒仓21的出口;

柔性溜槽由定容筒仓21的出口向检测皮带3延伸;

每对挤压辊包括两个分别设置在柔性溜槽两侧的挤压辊。

[0082] 布料机构22的工作原理为:电控闸板在定容筒仓21满仓后开启放料,物料由定容筒仓21的出口垂直落入柔性溜槽内;放料过程中,挤压辊沿柔性溜槽的上下运动并挤压柔性溜槽内的物料,通过柔性溜槽的形变防止其内部物料堵塞。

[0083] 在其他实施例中,柔性溜槽和挤压辊的组合结构还可以代替为刚性溜槽和振动电机的组合结构,同样可以防止溜槽内部的物料堵塞。

[0084] 参照图2和图3,整形装置4包括至少一个设置在检测皮带3的上方的整形辊41。当整形辊41的数量为多个时,多个整形辊41沿检测皮带3的移动方向依次排布。样品在检测皮带3的输送下依次经过至少一个所述整形辊41,形成厚度至少为2cm且长度至少为30cm的样品料流。

[0085] 在上述结构的基础上,检测皮带3与整形辊41之间围成大致呈梯形或矩形的整形口42;整形辊41的数量为多个,从而在检测皮带3的上方形成了多个整形口42,且多个整形口42的面积沿检测皮带3的输送方向呈减小趋势;

和/或,整形装置4还包括用于驱动整形辊41旋转的整形辊驱动源44;

和/或,整形装置4还包括设置在整形辊41上方的毛刷43。

[0086] 本实施例中,检测皮带3的上方沿其移动方向依次设置有两个整形辊41,从而在所述检测皮带3的上方形成了两个整形口42。整形辊41大致呈V形辊,由整形辊41和检测皮带3所围成的整形口42大致呈梯形。每个整形辊41由独立的整形辊驱动源44(例如电机)驱动;且每个整形辊41上方布置有毛刷43,用于将整形辊41上沾上的物料扫去。

[0087] 在其他实施例中,整形辊41也可以为从动辊,或者,整形辊41也可以替换为抹平板。

[0088] 参照图5,形态检测装置5包括相机51、测距传感器52以及光源53,其中:相机51和测距传感器52垂直架设在检测皮带3的上方,二者距离整形后样品料流大致为30cm;光源53的数量可以为三个,分别布置在检测皮带3的顶部及两侧,以对样品料流的顶部及两侧进行打光。可选地,两侧的光源53与水分面夹角为 $45^{\circ}$ 。需要说明的是,相机51、测距传感器52以及光源53不局限于上述设置。例如,相机51也可以斜向拍摄检测皮带3上的样品料流的图像;光源53的数量也可以为一个或多个。

[0089] 参照图9,荧光检测装置7包括主体结构71、X荧光仪以及防护挡板72,其中:主体结构71安装于检测皮带3的上方;X荧光仪安装于主体结构71内,主体结构71上设有通孔,X荧光仪的探测器通过该通孔对位于检测皮带3上的样品进行检测;防护挡板72呈V型结构,并且安装于主体结构71位于料流来料的一侧,防护挡板72的尖端面用于将超过标准层高的样品刮去,防止损伤X荧光仪的检测探头。

[0090] 为了进一步对经过主体结构71的样品料流的厚度进行管控,荧光检测装置7还可以包括测距传感器,测距传感器安装在主体结构71的位于料流来料的一侧,用于检测样品料流的厚度。

[0091] 在上述结构的基础上,主体结构71的底面设置有凹陷结构,凹陷结构内开设有通孔,X荧光仪通过凹陷结构内的通孔对位于检测皮带3上的样品进行检测。

[0092] 上述荧光检测装置7在使用时,当样品在检测皮带3的输送下经过主体结构71时,防护挡板72能够将检测皮带3上超过标准层高的样品推开;由于经过X荧光仪的样品的高度

得到严格控制,可以缩短X荧光仪的探测器窗口与检测皮带3上的样品之间的距离。并且,主体结构71的底面还能够将检测皮带3上的样品进一步抹平,如此,能够进一步提高检测精度。主体结构71的底面上设有凹陷结构,凹陷结构内开设有通孔,如此,凹陷结构与样品的表面之间产生间隙,从而避免样品通过凹陷结构上的通孔进入到主体结构71中而损坏探测器。

[0093] 进一步地,荧光检测装置7还包括支撑臂73,支撑臂73的上端转动连接于外部框架,支撑臂73的下端转动连接于主体结构71,主体结构71通过支撑臂73安装于检测皮带3的上方。由于支撑臂73与外部框架及主体结构71均为转动连接,能够在检测皮带3经过时起到一定的缓冲作用,避免主体结构71内部的X荧光仪损坏。并且,支撑臂73的长度可调,从而可以调节X荧光仪的检测探头与样品之间的距离并使该距离始终保证恒定,提升X荧光仪的检测精度。

[0094] 继续参照图2,所述X光灰分检测还包括设置在形态检测装置5和荧光检测装置7之间的弃料装置6,弃料装置6用于将不符合检测标准的样品从检测皮带3上横向推落。

[0095] 具体地,参照图10,弃料装置6包括直线驱动源61、滚刷62以及废料溜槽63,其中:直线驱动源61用于驱动滚刷62在检测皮带3的上方横向移动;废料溜槽63设置在检测皮带3的一侧的下方,以使滚刷62在横向移动的过程中将检测皮带3上的样品推入废料溜槽63中。可选地,直线驱动源61具体为气缸。气缸的缸体固定在检测皮带3的一侧,废料溜槽63位于检测皮带3远离气缸的缸体的一侧。滚刷62通过连接架连接在气缸的活塞杆端部。

[0096] 在上述结构的基础上,弃料装置6还包括旋转驱动源(图中未示出),旋转驱动源可以为电机,旋转驱动源的机体固定安装在连接架上,旋转驱动源的输出轴连接于滚刷62,用于驱动滚刷62在横向移动的过程中旋转。如图9所示,滚刷62在横向移动的过程中,旋转驱动源驱动滚刷62顺时针旋转,以对检测皮带3上的样品进行清扫。在一个具体的实施例中,滚刷62转速为20r/s,弃料装置6设置在形态检测装置5下游的30cm处。

[0097] 当料流检测不合格,滚刷62和挡料板被直线驱动源61推出并在检测皮带3的上方横向移动,同时滚刷62旋转以对物料进行清扫,挡料板将废料引导至废料溜槽63排走。可以往复多次,滚刷62旋转将残余物料清扫至废料溜槽63。

[0098] 综上所述,本实施例提供的用于实现X光灰分贴边检测工艺的系统包括采样破碎装置1、降温装置2、检测皮带3、整形装置4、形态检测装置5、弃料装置6、荧光检测装置7、水分检测装置8以及温度检测装置9,其中:采样破碎装置1用于采集样品并对样品进行破碎;采样破碎装置1的出料口位于降温装置2的入料口的上方,降温装置2的出料口位于检测皮带3的上方;沿检测皮带3的输送方向,降温装置2、整形装置4、形态检测装置5、弃料装置6、荧光检测装置7、水分检测装置8以及温度检测装置9依次设置。其中,整形装置4、形态检测装置5以及弃料装置6能够确保输送至荧光检测装置7处的样品满足粒度、形态、湿度以及温度的要求,使得探测器能够对样品进行近距离(0~5mm)检测,将样品成分含料的检测结果的重复误差精度控制在 $\pm 0.4\%$ 以内,大幅度提高了检测结果的准确度及稳定性。

[0099] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术

方案的范围。

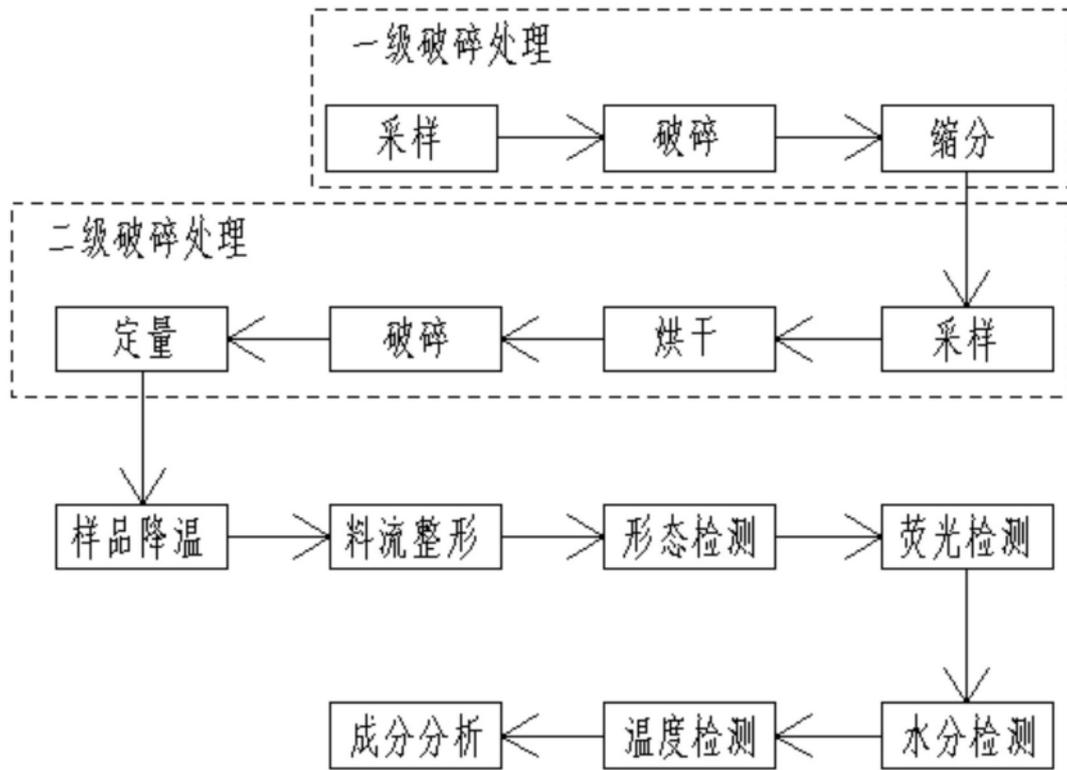


图1

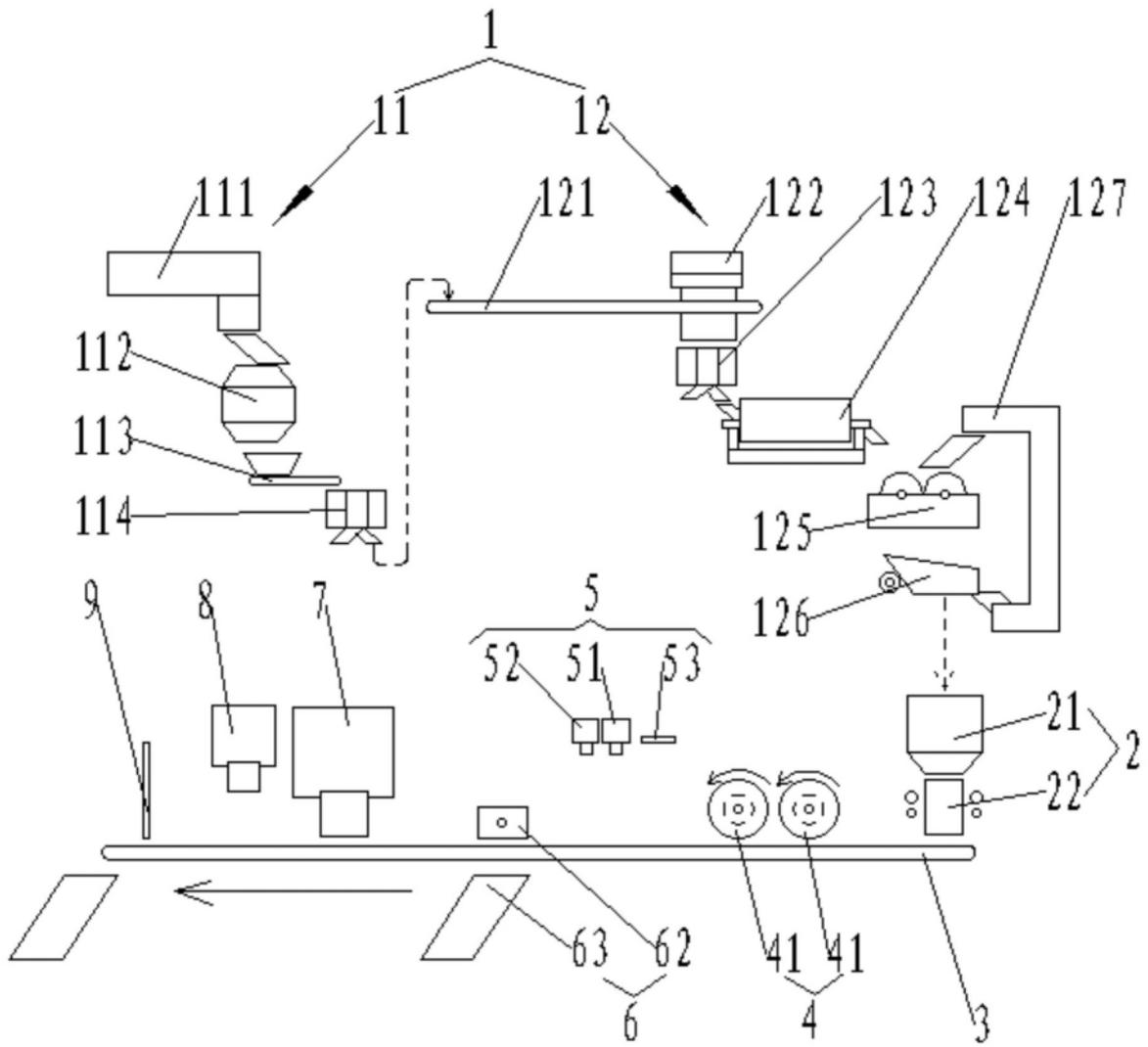


图2

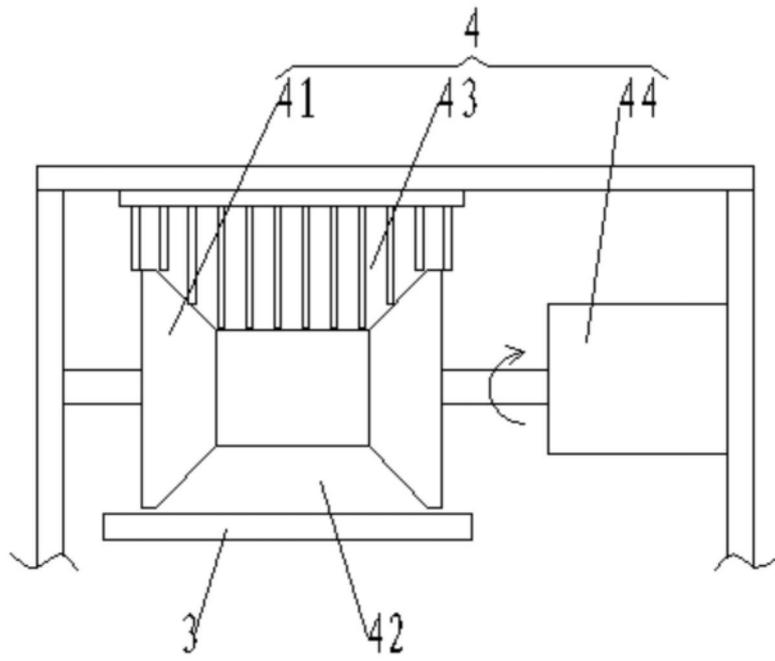


图3

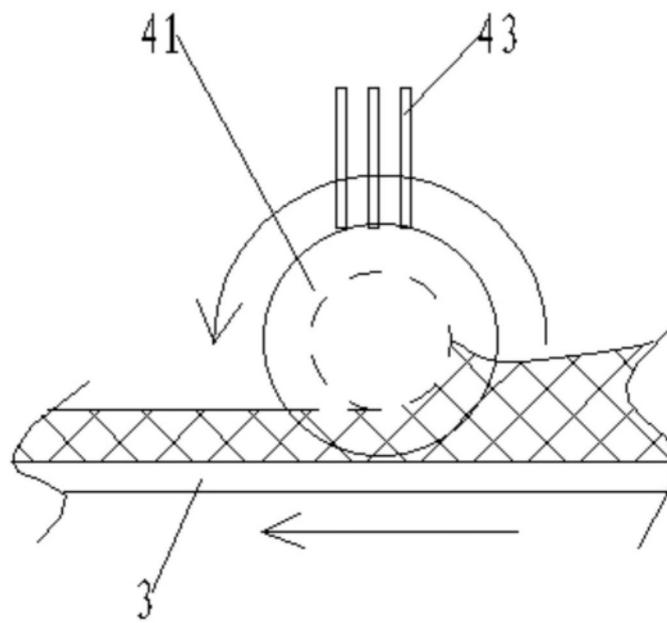


图4

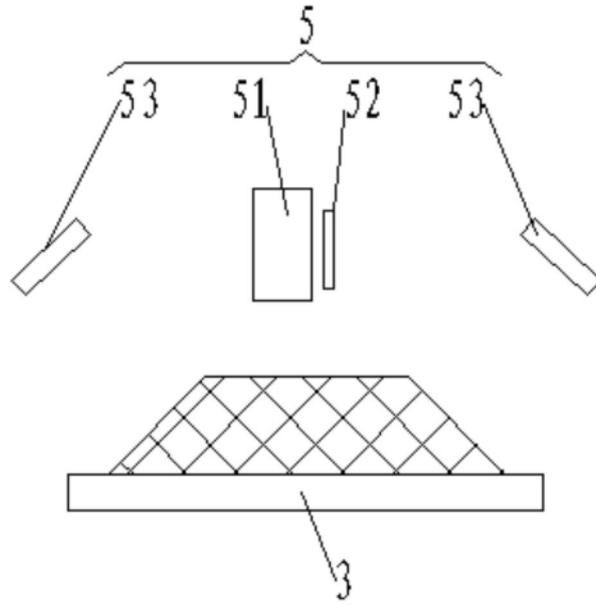


图5

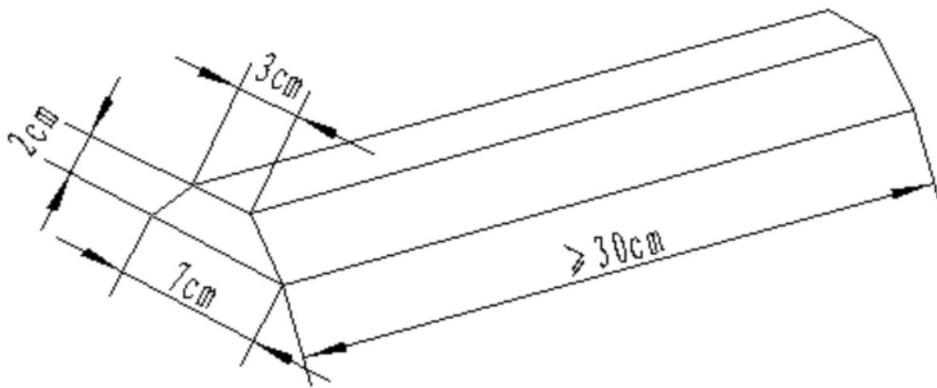


图6

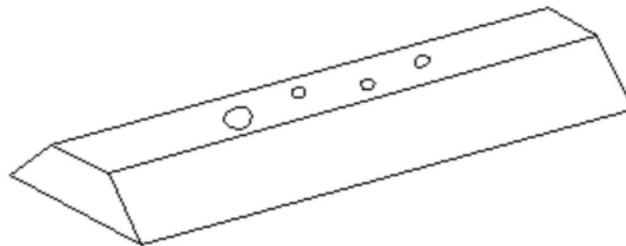


图7

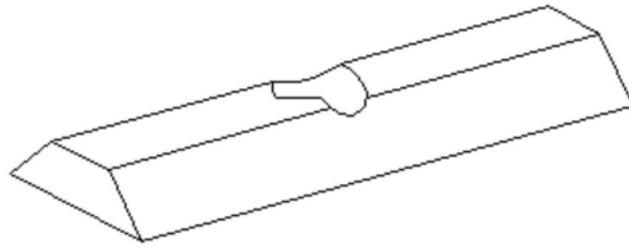


图8

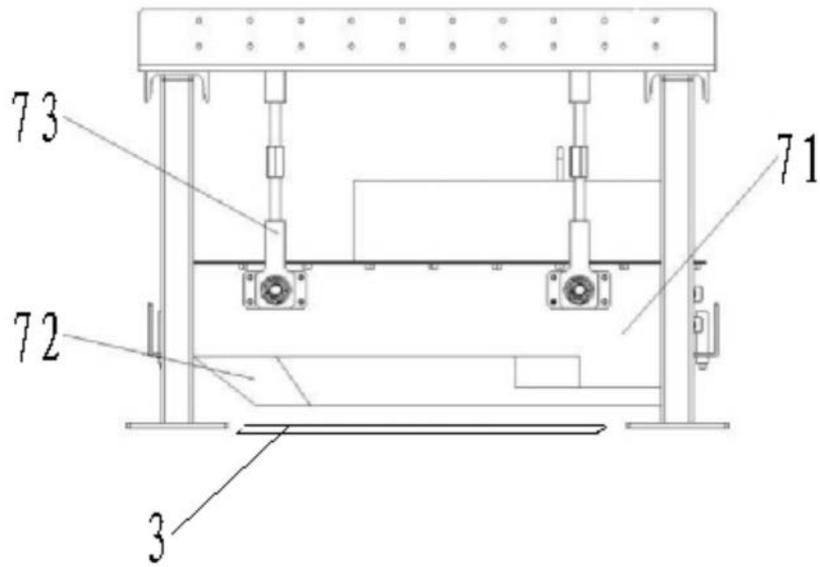


图9

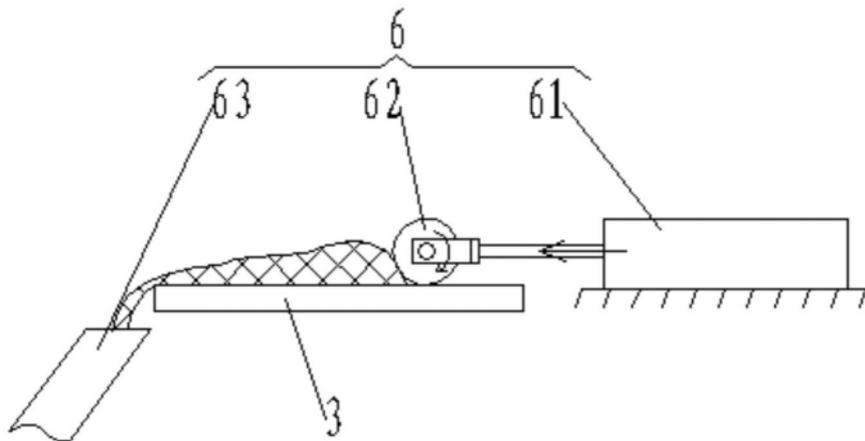


图10