(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106018193 A
(43)申请公布日 2016.10.12

(21)申请号 201610334706.0

(22)申请日 2016.05.18

(71)申请人 中兴仪器(深圳)有限公司
地址 518101 广东省深圳市宝安68区留仙大道1号安通达工业园4栋4楼

(72)发明人 宾泽明 刘燕林 文新江 邱致刚

(74)专利代理机构 深圳市舜立知识产权代理事务所(普通合伙) 44335
代理人 李亚萍

(51)Int.Cl.
G01N 15/00(2006.01)
G01N 15/02(2006.01)
G01N 15/06(2006.01)

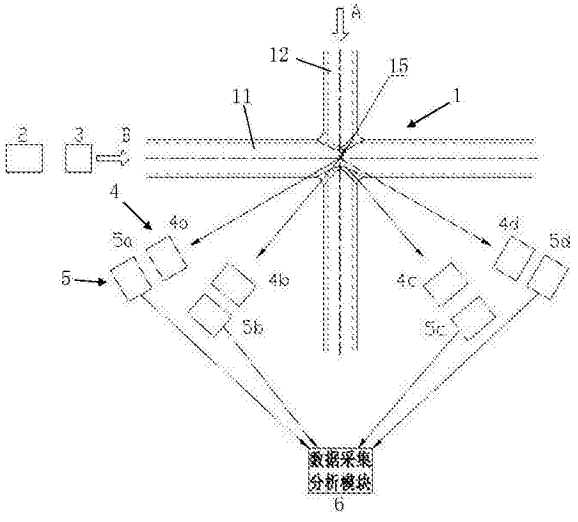
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

颗粒物光散射测量系统及方法

(57)摘要

一种颗粒物光散射测量系统，包括散射测量室、光源、散射光探测器、数据采集分析模块、光源起偏装置及多个散射光检偏装置。所述散射测量室包括光通道及颗粒物进样通道，所述光通道的中心线和所述颗粒物进样通道的中心线相交于一交汇点。所述光源安装于所述散射测量室一侧。所述光源起偏装置位于所述散射测量室及所述光源之间。所述多个散射光检偏装置位于以所述交汇点为起点与所述光通道的中心线成不同角度位置上，所述散射光探测器对应所述多个散射光检偏装置设置，用于接收来自所述多个散射光检偏装置的光线。本发明还提供一种颗粒物光散射测量方法。本发明是基于颗粒物多角度散射法对颗粒物测量，可测定颗粒物的粒径及属性。



CN 106018193 A

1.一种颗粒物光散射测量系统，包括：

散射测量室；

光源；安装于所述散射测量室一侧，用于提供向所述散射测量室提供光线；

散射光探测器，用于接收来自散射测量室的散射光；

数据采集分析模块，用于采集分析来自所述散射光探测器的光电转换信号；

其特征在于：

所述散射测量室包括光通道及颗粒物进样通道，所述光通道的中心线和所述颗粒物进样通道的中心线相交于一交汇点；

所述颗粒物光散射测量系统还包括：

光源起偏装置，位于所述散射测量室及所述光源之间；及

多个散射光检偏装置，位于以所述交汇点为起点与所述光通道的中心线成不同角度位置上，所述散射光探测器对应所述多个散射光检偏装置设置，用于接收来自所述多个散射光检偏装置的光线。

2.如权利要求1所述的颗粒物光散射测量系统，其特征在于：所述散射光探测器为多个散射光探测器，所述多个散射光探测器与所述多个散射光检偏装置一一对应设置，用于分别接收来自所述多个散射光检偏装置的光线。

3.如权利要求2所述的颗粒物光散射测量系统，其特征在于：所述多个散射光检偏装置为四个散射光检偏装置，所述多个散射光探测器为四个散射光探测器。

4.如权利要求3所述的颗粒物光散射测量系统，其特征在于：所述四个散射光检偏装置分别位于以所述交汇点为起点与所述光通道的中心线成30度角、50度角、130度角及150度角的位置上。

5.如权利要求2所述的颗粒物光散射测量系统，其特征在于：所述光通道与所述颗粒物进样通道垂直相交。

6.如权利按要求2所述的颗粒物光散射测量系统，其特征在于：所述数据采集分析模块电连接或无线连接所述散射光探测器。

7.一种颗粒物光散射测量方法，其特征在于，使用如权利要求1-6任一项所述的颗粒物光散射测量系统，所述颗粒物光散射测量方法包括：

所述光源及所述光源起偏装置工作，提供进入所述散射测量室的光通道的偏振光束；

颗粒物沿着所述散射测量室的颗粒物进样通道进入所述散射测量室；

所述颗粒物进入偏振光束的照射区域时发生散射，散射光传输到不同角度位置上的所述散射光检偏装置；

经过检偏后的偏振散射光传输到对应的所述散射光探测器；

所述数据采集分析模块同步采集分析来自所述散射光探测器的光信号，从而得到颗粒物的粒径、属性。

8.如权利要求7所述的颗粒物光散射测量方法，其特征在于：所述数据采集分析模块进一步统计计算颗粒物的浓度。

9.如权利要求7所述的颗粒物光散射测量方法，其特征在于：所述偏振光束沿所述光通道的中心线方向进入所述光通道。

10.如权利要求7所述的颗粒物光散射测量方法，其特征在于：所述颗粒物沿着所述颗

粒物进样通道的中心线方向进入所述颗粒物进样通道。

颗粒物光散射测量系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及颗粒物量测领域，特别涉及一种颗粒物光散射测量系统及方法。

背景技术

[0002] 近年来，倍受社会瞩目的大气“灰霾”问题引起了国际社会以及我国政府的高度重视，国务院紧急出台的“大气污染防治行动计划”明确指出地方政府要对空气质量负总责，要求空气污染较重的城市要率先开展大气颗粒物来源解析工作，为大气污染防治和管理提供技术支撑。

[0003] 传统的颗粒物来源解析的方法主要有质谱、离子色谱(IC)、X射线、热光等方法，其中以质谱和离子色谱分析方法得到的颗粒物成份信息最为全面，但它们多采用离线的方式，前期处理工作较麻烦，还导致某些成分失活、测量精度降低，同时也存在仪器复杂、维护困难、价格昂贵等问题，难以大规模推广应用。

[0004] 随着光学技术的日益发展，光散射技术已成为一种颗粒物的非接触快速在线测量技术，目前，在颗粒物的在线监测方面，通常使用单角度光散射技术实现颗粒物粒径测量，还存在难以实现测量颗粒物属性的问题。

发明内容

[0005] 有鉴于此，本发明实有必要提供一种能测量颗粒物粒径和属性的颗粒物光散射测量系统及方法。

[0006] 本发明涉及一种颗粒物光散射测量系统，包括：

[0007] 散射测量室，包括光通道及颗粒物进样通道，所述光通道的中心线和所述颗粒物进样通道的中心线相交于一交汇点；

[0008] 光源；安装于所述散射测量室一侧，用于提供向所述散射测量室提供光线；

[0009] 散射光探测器，用于接收来自散射测量室的散射光；

[0010] 数据采集分析模块，用于采集分析来自所述散射光探测器的光电转换信号；

[0011] 光源起偏装置，位于所述散射测量室及所述光源之间；及

[0012] 多个散射光检偏装置，位于以所述交汇点为起点与所述光通道的中心线成不同角度位置上，所述散射光探测器对应所述多个散射光检偏装置设置，用于接收来自所述多个散射光检偏装置的光线。

[0013] 进一步地，所述光通道与所述颗粒物进样通道垂直相交。

[0014] 进一步地，所述散射光探测器为多个散射光探测器，所述多个散射光探测器与所述多个散射光检偏装置一一对应设置，用于分别接收来自所述多个散射光检偏装置的光线。

[0015] 进一步地，所述多个散射光检偏装置为四个散射光检偏装置，所述多个散射光探测器为四个散射光探测器。

[0016] 进一步地，所述四个散射光检偏装置分别位于以所述交汇点为起点与所述光通道

的中心线成30度角、50度角、130度角及150度角的位置上。

[0017] 进一步地，所述数据采集分析模块电连接或无线连接所述散射光探测器。

[0018] 本发明还涉及一种颗粒物光散射测量方法，使用所述的颗粒物光散射测量系统，所述颗粒物光散射测量方法包括：

[0019] 所述光源及所述光源起偏装置工作，提供进入所述散射测量室的光通道的偏振光束；

[0020] 颗粒物沿着所述散射测量室的颗粒物进样通道进入所述散射测量室；

[0021] 所述颗粒物进入偏振光束的照射区域时发生散射，散射光传输到不同角度位置上的所述散射光检偏装置；

[0022] 经过检偏后的偏振散射光传输到对应的所述散射光探测器；

[0023] 所述数据采集分析模块同步采集分析来自所述散射光探测器的光信号，从而得到颗粒物的粒径、属性。

[0024] 进一步地，所述颗粒物沿着所述颗粒物进样通道的中心线方向进入所述颗粒物进样通道。

[0025] 进一步地，所述偏振光束沿所述光通道的中心线方向进入所述光通道。

[0026] 进一步地，所述数据采集分析模块进一步统计计算颗粒物的浓度。

[0027] 相对于现有技术，本发明是基于颗粒物多角度散射法对颗粒物测量，可测定颗粒物的粒径及属性。

附图说明

[0028] 图1为本发明实施例的一种颗粒物光散射测量系统的结构示意图。

[0029] 图2为本发明实施例的一种颗粒物光散射测量方法的流程示意图。

[0030] 元件标号说明：

[0031]	散射测量室	1
[0032]	光通道	11
[0033]	颗粒物进样通道	13
[0034]	光源	2
[0035]	光源起偏装置	3
[0036]	散射光检偏装置	4
[0037]	第一散射光检偏装置	4a
[0038]	第二散射光检偏装置	4b
[0039]	第三散射光检偏装置	4c
[0040]	第四散射光检偏装置	4d
[0041]	散射光探测器	5
[0042]	第一散射光探测器	5a
[0043]	第二散射光探测器	5b
[0044]	第三散射光探测器	5c
[0045]	第四散射光探测器	5d
[0046]	数据采集分析模块	6

[0047] 如下具体实施方式将结合上述附图进一步说明本发明。以下将通过实施例来解释本发明内容，本发明的实施例并非用于限制本发明须在如实施例所述的任何特定的环境、应用或特殊方式方能实施。因此，关于实施例的说明仅为阐释本发明的目的，而非用于限制本发明。需要说明的是，以下实施例及图示中，与本发明非直接相关的组件已省略而未绘示；且图式中各组件间的尺寸关系仅为求容易了解，非用于限制实际比例。

具体实施方式

[0048] 请参阅图1，本发明实施例的颗粒物光散射测量系统用于测定气体中颗粒物浓度、粒径及属性。所述颗粒物光散射测量系统包括散射测量室1、安装于所述散射测量室1一侧的光源2、光源起偏装置3、位于不同散射角度上的散射光检偏装置4、散射光探测器5及数据采集分析模块6。

[0049] 所述散射测量室1包括光通道11和与所述光通道11相交的颗粒物进样通道13。一实施方式中，所述光通道11与所述颗粒物进样通道13垂直相交。

[0050] 一实施方式中，所述散射测量室1呈长条形。

[0051] 一实施方式中，所述光通道11水平设置，所述颗粒物进样通道13竖直设置，以供颗粒物利用自身重量通过所述颗粒物进样通道13。一实施方式中，颗粒物可沿着图1所示的箭头A方向进入所述颗粒物进样通道13。

[0052] 一实施方式中，所述光通道11的中心线与所述颗粒物进样通道13的中心线相交于一交汇点15。

[0053] 所述光源2位于所述散射量测室1的光通道11的一端。所述光源2可根据不同的应用场景选择不同的光源类型，例如激光、发光二极管光源、日光灯等。所述光源2的波长、功率也可根据不同的应用场景选择。

[0054] 所述光源起偏装置3设置于所述光源2与所述散射量测室1的光通道11之间。所述光源起偏装置3可位于所述光源2的光线进入所述光通道11的光路上。所述光源起偏装置3可为偏振片，尼科耳棱镜等。所述光源起偏装置3对所述光源2发出的光进行偏振，偏振角度可根据不同场景或所述光源2、所述光源起偏装置3与所述光通道11的位置关系而定。

[0055] 一实施方式中，所述光源2发出的光经过所述光源起偏装置3偏振后的偏振光束沿图1所示的箭头B方向进入所述光通道11。一实施方式中，所述光源2发出的光经过所述光源起偏装置3偏振后的偏振光束沿所述光通道11中心线的方向进入所述光通道11。

[0056] 所述散射光检偏装置4位于以所述交汇点15为起点与所述光通道11的中心线成不同角度的位置上，用于对经过颗粒物进行不同角度散射的偏振光进行检偏。所述不同角度可根据不同场景或需要进行设置。所述散射光检偏装置4的数量可根据实际需要设置为多个。

[0057] 一实施方式中，所述散射光检偏装置4为四个，包括第一散射光检偏装置4a、第二散射光检偏装置4b、第三散射光检偏装置4c及第四散射光检偏装置4d。所述第一散射光检偏装置4a位于以所述交汇点15为起点与所述光通道11的中心线成约30度角的位置上。所述第二散射光检偏装置4b位于以所述交汇点15为起点与所述光通道11的中心线成约50度角的位置上。所述第三散射光检偏装置4c位于以所述交汇点15为起点与所述光通道11的中心线成约130度角的位置上。所述第四散射光检偏装置4d位于以所述交汇点15为起点与所述

光通道11的中心线成约150度角的位置上。

[0058] 所述散射光探测器5位于以所述交汇点15为起点与所述光通道11的中心线成不同角度的位置上，用于接收经过所述散射光检偏装置4的光线(光信号)。一实施方式中，所述散射光探测器5可进一步把接收到的光线的各种光信号转化为对应的电信号。所述散射光探测器5的数量可根据所述散射光检偏装置4的数量对应设置为多个。

[0059] 一实施方式中，所述散射光探测器5位于对应所述散射光检偏装置4的位置上。

[0060] 一实施方式中，所述散射光探测器5为四个，包括第一散射光探测器5a、第二散射光探测器5b、第三散射光探测器5c及第四散射光探测器5d。所述第一散射光探测器5a、第二散射光探测器5b、第三散射光探测器5c、第四散射光探测器5d分别位于对应所述第一散射光检偏装置4a、第二散射光检偏装置4b、第三散射光检偏装置4c、第四散射光检偏装置4d的位置处，且分别接收通过所述第一散射光检偏装置4a、第二散射光检偏装置4b、第三散射光检偏装置4c及、第四散射光检偏装置4d的光线(光信号)。

[0061] 一实施方式中，所述第一散射光探测器5a位于以所述交汇点15为起点与所述光通道11的中心线成约30度角的位置上。所述第二散射光探测器5b位于以所述交汇点15为起点与所述光通道11的中心线成约50度角的位置上。所述第三散射光探测器5c位于以所述交汇点15为起点与所述光通道11的中心线成约130度角的位置上。所述第四散射光探测器5d位于以所述交汇点15为起点与所述光通道11的中心线成约150度角的位置上。

[0062] 所述数据采集分析模块6电连接或无线连接位于不同角度位置上的所述散射光探测器5，用于同步采集分析所述散射光探测器5接收到散射光强及散射光偏振度、散射光椭偏的取向角和长短轴比等偏振参量，从而得到颗粒物的粒径、属性，并通过一段时间内的统计计算而得到颗粒物的浓度。

[0063] 一实施方式中，所述数据采集分析模块6包括数据采集装置和数据分析软件。所述数据采集装置同步采集所述散射光探测器5接收到散射光强及散射光偏振度、散射光椭偏的取向角和长短轴比等偏振参量。所述数据分析软件根据所述数据采集装置采集到的光信号数据进行计算分析，得到到颗粒物的粒径、属性，并通过一段时间内的统计计算而得到颗粒物的浓度。

[0064] 请参阅图2，本发明实施例还提供一种颗粒物光散射测量方法，所述颗粒物光散射测量方法使用所述颗粒物光散射测量系统，用于测量气体中颗粒物的浓度、粒径及属性，所述方法包括如下步骤。

[0065] 所述光源2及所述光源起偏装置3工作，提供进入所述散射测量室1的光通道11的偏振光束。一实施方式中，所述偏振光束沿所述光通道11的中心线方向(箭头B方向)进入所述光通道11。

[0066] 颗粒物沿着所述散射测量室1的颗粒物进样通道13进入所述散射测量室1。一实施方式中，所述颗粒物沿所述颗粒物进样通道13的中心线方向(箭头A方向)进入所述颗粒物进样通道13。

[0067] 在所述散射测量室1内，所述颗粒物进入偏振光束的照射区域时发生散射，散射光传输到不同角度位置上的所述散射光检偏装置4(4a、4b、4c、4d)。

[0068] 经过检偏后的偏振散射光传输到对应角度位置上的所述散射光探测器5(5a、5b、5c、5d)。

[0069] 所述数据采集分析模块6通过同步采集分析所述散射光探测器5接收到光信号，从而得到颗粒物的粒径、属性，并通过一段时间内的统计计算得到颗粒物的浓度。

[0070] 综上所述，与现有技术相比，本发明是基于颗粒物多角度散射法对气体的颗粒物连续测量，可测定颗粒物的浓度、粒径及属性。本发明通过同时测定颗粒物在多个角度上的散射光强，多维提取颗粒物的光学散射特性，可通过不同角度的散射光强等光信号数据确定颗粒物的浓度、粒径及属性。利用光学散射的实时响应特性，可实现颗粒物实时在线分析。

[0071] 另外，本发明采用所述光源起偏装置3、及位于不同散射角度上的散射光检偏装置4，利用偏振散射光对颗粒物的粒径和属性进行分析，比单纯使用自然散射光能获取更多的颗粒物的信息。因为偏振光的数学表达式是使用Stokes-Mueller体系表示，任何光都可以使用Stokes矢量(I,Q,U,V)表达，其中I表示光强，而Q,U和V则是表示光的偏振信息，如果只使用自然散射光测量颗粒物，则Q、U、V是零，只能获取I值，即散射强度，而使用偏振散射光测量颗粒物，不仅可以获取散射强度I的信息，Q、U、V则会对颗粒物的属性进行表达，而且通过简单运算，还可以获得偏振度、椭偏的取向角和长短轴比等偏振参量，比单纯的光强度一维信息增加至少三维信息，便于挑选对颗粒物属性的不同的表征量。

[0072] 上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明创造所作的举例，而并非对本发明创造具体实施方式的限定。为了清楚地说明各部件的组合关系，上面对各种说明性的部件及其连接关系围绕其功能进行了一般地描述，至于这种部件的组合是实现哪种功能，取决于特定的应用和对整个装置所施加的设计约束条件。对于所属领域的普通技术人员来说，在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。凡在本发明的精神和原则之内所引伸出的任何显而易见的变化或变动仍处于本发明创造权利要求的保护范围之中。

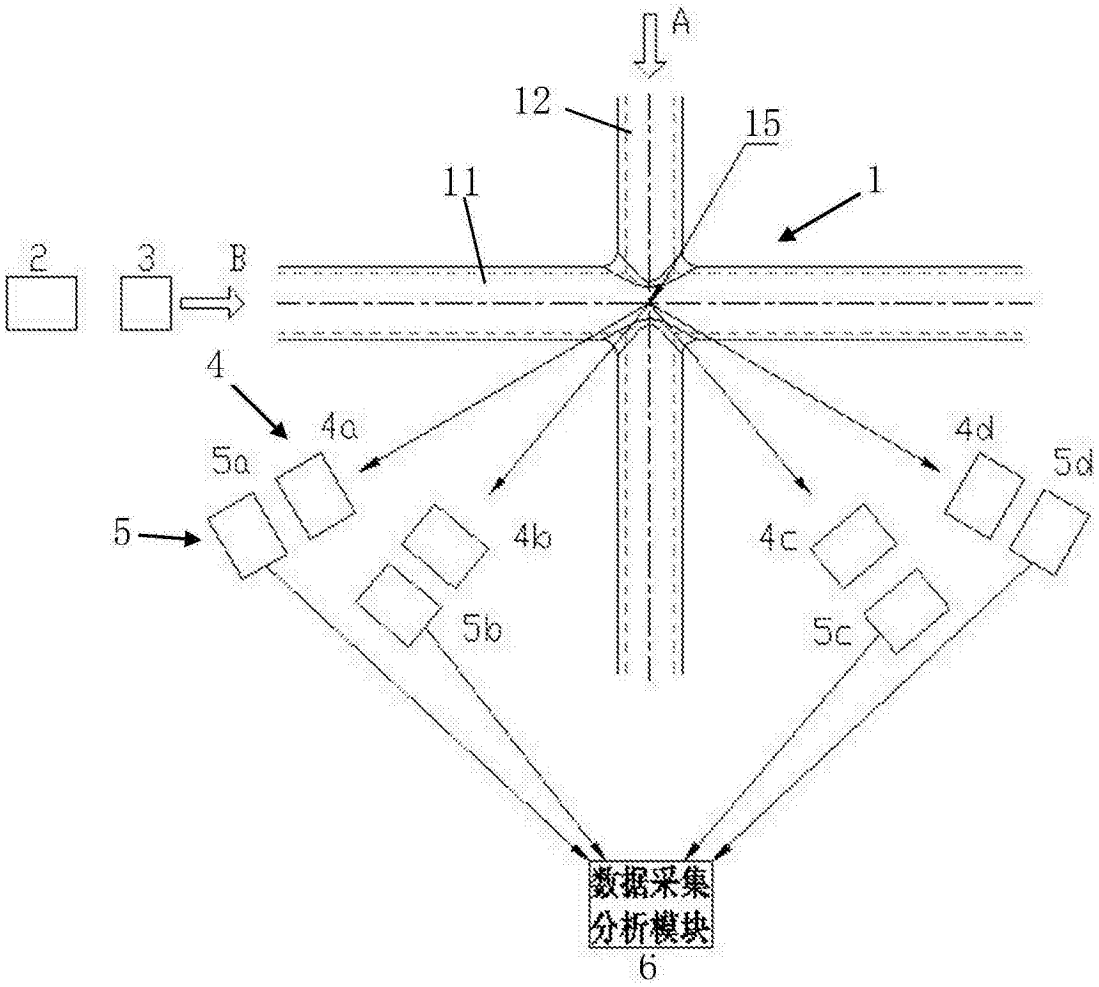


图1

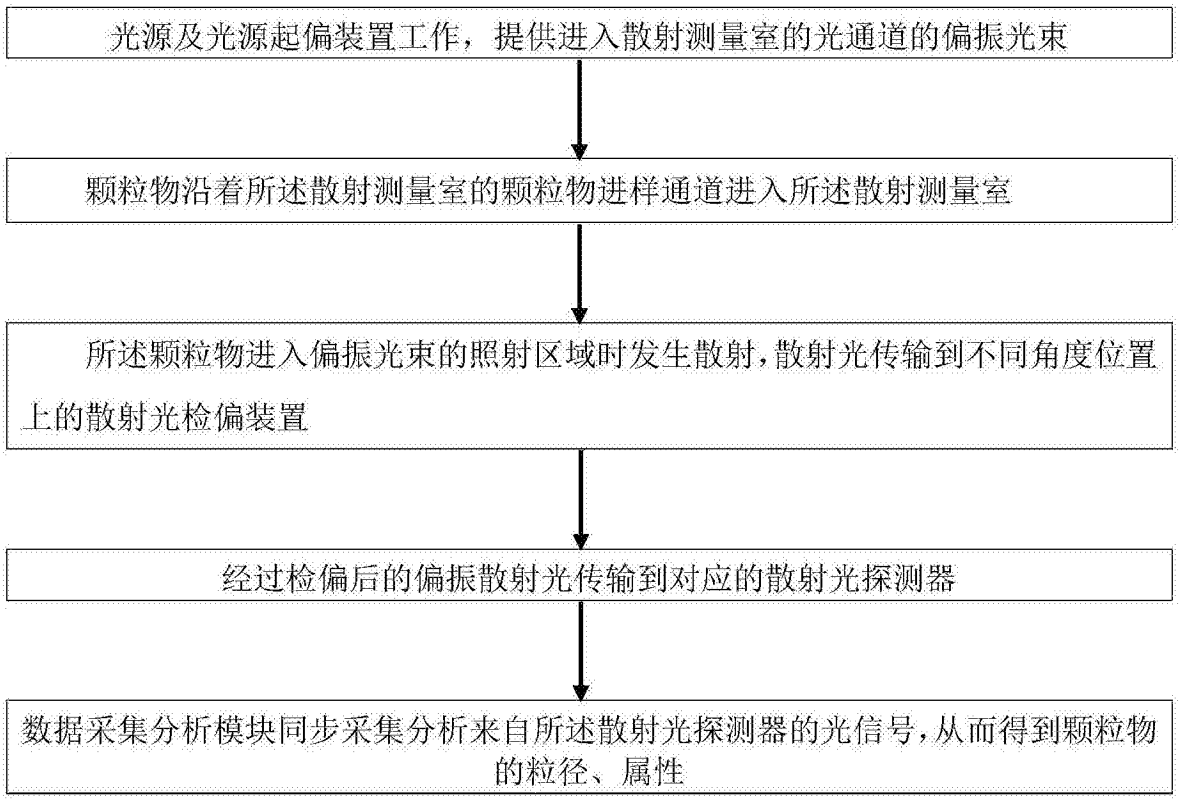

光源及光源起偏装置工作，提供进入散射测量室的光通道的偏振光束
颗粒物沿着所述散射测量室的颗粒物进样通道进入所述散射测量室
所述颗粒物进入偏振光束的照射区域时发生散射，散射光传输到不同角度位置上的散射光检偏装置
经过检偏后的偏振散射光传输到对应的散射光探测器
数据采集分析模块同步采集分析来自所述散射光探测器的光信号，从而得到颗粒物的粒径、属性

图2