

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01N 23/203 (2006.01)

G06F 17/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810020440.8

[43] 公开日 2008年11月12日

[11] 公开号 CN 101303317A

[22] 申请日 2008.3.5

[21] 申请号 200810020440.8

[71] 申请人 中国科学院合肥物质科学研究院
地址 230031 安徽省合肥市西郊董铺 1130 号
信箱智能所

[72] 发明人 康南生 李民强 刘锦淮 路 巍

[74] 专利代理机构 安徽省合肥新安专利代理有限
责任公司
代理人 赵晓薇

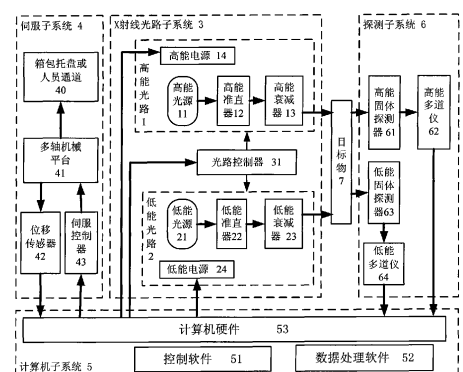
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 4 页

[54] 发明名称

爆炸物检测系统装置及其检测方法

[57] 摘要

本发明公开了一种爆炸物检测系统装置及其检测方法，该装置包括 X 射线光路子系统、探测子系统、伺服子系统和计算机子系统，其中光路子系统包括 75Kev 和 150Kev 能段的白光光源，该子系统和探测子系统都架设在多轴机械平台上，相对于目标物来说处于同侧不同角度位置，构成康谱顿背散几何光路，其检测方法包括计算机软件控制方法和数据处理方法，采用扫描探测加跟踪探测的集成控制方法，通过固体探测器获取目标物的密度信息和康谱顿散射能量差分对信息数据进行数据处理和特征匹配，得出目标物的密度和有效原子序数信息，经模式识别确定目标物是否爆炸物及其所属种类，实现快速、安全和无损检测，适用于箱包或人体携带爆炸物流动性检测。



1、一种爆炸物检测系统装置包括 X 射线光路子系统 (3)、探测子系统 (6)、伺服子系统 (4) 和计算机子系统 (5), 其特征在于:

所述的 X 射线光路子系统 (3) 包括高能光路 (1)、低能光路 (2) 和光路控制器 (31);

所述的高能光路(1)包括 150Kev 能段的 X 射线白光高能光源(11)、高能电源(14)、高能准直器(12)和高能衰减器(13); 所述的低能光路(2)包括 75Kev 能段的 X 射线白光低能光源(21), 低能电源(24)、低能准直器(22)和低能衰减器(23);

所述的探测子系统(6)包括高能固体探测器(15)、高能多道仪(16)、低能固体探测器(25)和低能多道仪(26);

所述的伺服子系统(4)包括多轴机械平台(41)、位移传感器(42)、伺服控制器(43)、箱包托盘或人员通道(40);

所述计算机子系统(5)包括计算机硬件(53)、控制软件(51)和数据处理软件(52);

所述 X 射线光路子系统(3)和探测子系统(6)都架设在受伺服控制器(43)控制的多轴机械平台(41)上, 相对于目标物(7)来说处于同侧不同角度位置, 构成康谱顿背散几何光路;

所述计算机子系统(5)通过控制高能电源(14)和低能电源(24)的电压和电流大小, 实现对高能光源(11)和低能光源(21)的强度控制, 通过光路控制器(31)对高能衰减器(13)和低能衰减器(23)的控制来调节辐射剂量, 保障安全剂量检测;

所述伺服子系统(4)中的位移传感器(42)检测多轴机械平台(41)的运动参数, 反馈至计算机控制软件(51), 形成伺服控制器(43)的闭环运动控制, 分别实现由计算机子系统(5)对目标物(7)的动态扫描探测控制或定位跟踪探测控制;

所述高能固体探测器(61)和低能固体探测器(63)分别接收高能光源(11)和低能光源(21)投射在目标物(7)上的康谱顿散射能量差分数据, 分别经高能多道仪(62)和低能多道仪(64)预处理, 形成双多能探测数据, 输入计算机进行数据清洗、信息融合、特征抽取、特征匹配等数据处理, 得出目标物(7)的密度及有效原子序数信息, 经分类识别处理确定目标物(7)是否爆炸物及其所属种类。

2、一种用于爆炸物检测系统装置的检测方法, 包括计算机软件控制方法和计算机软件数据处理方法, 其特征在于:

a、计算机软件控制方法的流程是:

人工参数设定是箱包检测或是人员检测, 设定相应的 X 射线输出强度及剂量参数; 进行光路及剂量调节, 按照设定的参数, 控制光路控制器(31)调节 X 射线电源中

的高能电源(14)、低能电源(24),同时控制光路控制器(31)调节准直器中的高能准直器(12)、低能准直器(22)及衰减器中的高能衰减器(13)、低能衰减器(23),控制辐射剂量至安全水平;

当目标物(7)运行到目标框架处停止运动,启动检测;

由计算机控制多轴机械平台(41)二维扫描运动,驱动处于多轴机械平台(41)上的X射线光路子系统(3),实现对目标物(7)的扫描探测,检测是否存在可疑物,如发现可疑物,则定位可疑物;

由计算机控制多轴机械平台(41)作目标跟踪运动,驱动处于多轴机械平台(41)上的高能光源(11)和高能固体探测器(61)、低能固体探测器(63)作同步跟踪探测运动,实现对目标物(7)的跟踪探测。

b、计算机软件数据处理方法的流程步骤是:

定义干扰数据模型和干扰模型特征库、爆炸物数据模型和爆炸物特征库;

对扫描探测数据库和跟踪探测数据库中的探测数据,按照干扰数据模型,进行信息融合特征抽取数据处理;

按照干扰模型特征库对处理后的特征数据进行干扰模型特征匹配处理;

对干扰匹配后的数据进行数据清洗处理,剔除箱衣包等物质产生的干扰数据;

按照爆炸物数据模型对清洗后的数据进行特征抽取处理;

按照爆炸物模型特征库对处理后的特征数据进行爆炸物特征匹配分类识别处理;

进行存在爆炸物判别,判别是否为爆炸物及其所属种类。

爆炸物检测系统装置及其检测方法

技术领域 本发明涉及爆炸物检测技术领域，特别涉及一种采用双多能能量色散 X 射线康普顿背散技术的爆炸物检测系统装置及其检测方法。

背景技术 呈粉末状晶体爆炸物，可藏匿于衣包内，易于携带流动运输，成为危害社会的重要违禁品。因此，爆炸物检测技术，特别是能够在保障人体安全的前提下，对流动中的可疑违禁品进行快速无损检测的装置和检测方法，对国家安全和社会安定起着十分重要的作用。

在众多的爆炸物检测技术中，X 射线是使用最多的一种技术，一般都采用物相法或成像法来检测目标物是否爆炸物并进行种类识别。X 射线物相检测法（如实验室中的 X 射线衍射仪等）通过检测目标物中成分的特征峰线，来判别是否爆炸物，传统的 X 射线物相检测法具有精度高的优点，但是需要对目标物进行制备，且检测时间长，不能满足现场快速检测的要求。X 射线成像检测法（车站、机场常用的安检机等）是通过扫描检测目标物的吸收系数和物质密度信息，由计算机还原被测物几何形状图像，进行人工判断，检测的漏报率和误报率较高，并且成像装置的辐射剂量也较大，不能满足安全检测要求。

近年来，在 X 射线成像检测装置的基础上，进一步采用了背散及双能技术，增加了目标物的有效原子序数检测。文献“一种基于双能 X 射线与前向散射的爆炸物检测方法”（核技术，第 27 卷第 10 期），文献“双能量 X 射线安检机的炸药、毒品探测功能”和“智能型 X 射线爆炸物自动探测系统”（警察技术网站）描述了集成双能、前散、成像等技术的检测方法。

专利 US2005/0259781 A1 给出了一种用于从多能 CT 图像计算有效原子序数的系统方法。该专利方法给出了不用计算康普顿系数直接从双能 CT 图像计算有效原子序数并构建 Z 图像的快速算法。该专利的一个实例应用检测装置采用双能旋转扫描 X 射线成像系统结构，可用于行李箱包藏匿违禁品的检测，但不能用于人身藏匿的检测。该专利还给出了从 Z 图像检测两种或两种以上已知有效原子序数物质的检定步骤具体化应用实例。

上述专利和技术方法在理论上解决了爆炸物的检测技术问题，但在实用中需要进一步解决藏匿性爆炸物复杂包装带来的检测干扰问题，人身藏匿检测的安全辐射剂量和人体隐私问题，以及针对便携流动性环境的快速实时检测问题。

因此，能针对爆炸物藏匿性、流动性特点，特别是针对人身携带场合的快速、安全和无损检测装置和方法成为急待解决的技术瓶颈。

发明内容 针对现有技术的不足，本发明提供一种能针对爆炸物藏匿性和流动性特点，兼顾快速、安全和无损检测要求，采用双多能能量色散 X 射线康普顿背散技术的爆炸物检测系统装置及其检测方法。

本发明通过以下技术方案实现：

一种爆炸物检测系统装置包括 X 射线光路子系统、探测子系统、伺服子系统和计算机子系统，特别是：

X 射线光路子系统包括高能光路、低能光路、光路控制器；

高能光路包括 150Kev 能段的 X 射线白光高能光源、高能电源、高能准直器和高能衰减器；低能光路包括 75Kev 能段的 X 射线白光低能光源，低能电源、低能准直器和低能衰减器；

探测子系统包括高能固体探测器、高能多道仪、低能固体探测器和低能多道仪；

伺服子系统包括多轴机械平台、位移传感器、伺服控制器、箱包托盘或人员通道；

计算机子系统包括计算机硬件、控制软件和数据处理软件；

X 射线光路子系统和探测子系统都架设在受伺服控制器控制的多轴机械平台上，相对于目标物来说处于同侧不同角度位置，构成康普顿背散几何光路；

计算机子系统通过控制高能电源和低能电源的电压和电流大小，实现对高能光源和低能光源的强度控制，通过光路控制器对高能衰减器和低能衰减器的控制来调节辐射剂量，保障安全剂量检测；

伺服系统中的位移传感器检测多轴机械平台的运动参数，反馈至计算机控制软件，形成伺服控制器的闭环运动控制，分别实现由计算机子系统对目标物的动态扫描探测控制或定位跟踪探测控制；

高能固体探测器和低能固体探测器分别接收高能光源和低能光源投射在目标物上的康普顿散射能量差分对数据，分别经高能多道仪和低能多道仪预处理，形成双多能探测数据，输入计算机进行数据清洗、信息融合、特征抽取、特征匹配等数据处理，得出目标物的密度及有效原子序数信息，经分类识别处理确定目标物是否爆炸物及其所属种类。

一种用于爆炸物检测系统装置的检测方法，包括计算机软件控制方法和计算机软件数据处理方法，其中一种爆炸物检测系统装置的计算机软件控制方法是：

人工参数设定是箱包检测还是人员检测，设定相应的 X 射线输出强度及剂量参数；
进行光路及剂量调节，按照设定的参数，控制光路控制器调节 X 射线电源中的高能电源、低能电源，同时控制光路控制器调节准直器中的高能准直器、低能准直器及衰减器中的高能衰减器、低能衰减器，控制辐射剂量至安全水平；

当目标物运行到目标框架处停止运动，启动检测；

由计算机控制多轴机械平台作二维扫描运动，驱动处于多轴机械平台上的 X 射线光路子系统，实现对目标物的扫描探测，检测是否存在可疑物，如发现可疑物，则定位可疑物；

由计算机控制多轴机械平台作目标跟踪运动，驱动处于多轴机械平台上的高能光源和高能固体探测器、低能固体探测器作同步跟踪探测运动，实现对目标物的跟踪探测。

一种爆炸物检测系统装置的计算机软件数据处理方法是：

先定义干扰数据模型和干扰模型特征库、爆炸物数据模型和爆炸物特征库；

对扫描探测数据库和跟踪探测数据库中的探测数据，按照干扰数据模型，进行信息融合特征抽取数据处理；

按照干扰模型特征库对处理后的特征数据进行干扰模型特征匹配处理；

对干扰匹配后的数据进行数据清洗处理，剔除箱衣包等物质产生的干扰数据；

按照爆炸物数据模型对清洗后的数据进行特征抽取处理；

按照爆炸物模型特征库对处理后的特征数据进行爆炸物特征匹配分类识别处理；

再进行存在爆炸物判别，是否爆炸物及其所属种类。

本发明的有益效果是：

1、本发明采用双能 X 射线白光光源和具有高能量分辨率的固体探测器构成能量色散探测系统装置，能够获取更加丰富的康谱顿背射能量差分对信息，形成双多能探测数据，有利于精确分析和剔除藏匿性爆炸物的复杂包装造成的检测干扰，提高爆炸物探测的精度和可靠性。

2、本发明采用能量色散技术，直接计算目标物的有效原子序数，避免了一般采用成像机理的双能 X 射线探测装置在人身携带爆炸物检测时，产生的人体隐私问题，同时提升了检测的自动化和智能化程度。

3、本发明采用扫描探测加跟踪探测的集成控制方法，针对箱包检测或人员检测，扫描探测和跟踪探测，控制调节相应的 X 射线辐射强度，有助于实现快速、安全无损检测，有效解决了箱包或人体携带爆炸物的流动性检测难题。

4、本发明装置的计算机软件数据处理方法，依据先验知识，事先定义了干扰数据模型和干扰模型特征库、爆炸物数据模型和爆炸物特征库，对双多能探测数据进行智能清洗、信息融合、特征抽取、特征匹配等数据处理，得出目标物的密度及有效原子序数信息，经分类识别处理确定目标物是否爆炸物及其所属种类，有效解决了对有复杂包装的藏匿性爆炸物检测干扰难题。

附图说明

图1是本发明装置的结构框图。

图2是本发明使用的康谱顿背散几何及扫描路径示意图。

图3是本发明装置的计算机软件控制流程图。

图4是本发明装置的计算机软件数据处理流程图。

其中图1、图2标识如下：

1是高能光路、2是低能光路、3是X射线光路子系统、4是伺服子系统、5是计算机子系统、6是探测子系统、7是目标物；

11是高能光源、12是高能准直器、13是高能衰减器、14是高能电源、17是高能入射光路、18是高能背散光路、19是扫描路径；

21是低能光源、22是低能准直器、23是低能衰减器、24是低能电源；

31是光路控制器；

40是箱包托盘或人员通道、41是多轴机械平台、42是位移传感器、43是伺服控制器；

51是计算机控制软件、52是数据处理软件、53是计算机硬件；

61是高能固体探测器、62是高能多道仪、63是低能固体探测器、64是低能多道仪。

具体实施方式

如图1所示，一种爆炸物检测系统装置由X射线光路子系统3、探测子系统6、伺服子系统4和计算机子系统5组成。

X射线光路子系统3由高能光路1、低能光路2、光路控制器31组成。高能光路1由150Kev能段的X射线白光高能光源11，高能电源14、高能准直器12和高能衰减器13组成。低能光路2由75Kev能段的X射线白光低能光源21，低能电源24、低能准直器22和低能衰减器23组成。

探测子系统6由具有高能量分辨率的高能固体探测器61、高能多道仪62、低能固体探测器63、低能多道仪64组成。

伺服子系统 4 由箱包托盘或人员通道 40、多轴机械平台 41、位移传感器 42 和伺服控制器 43 组成。

计算机子系统 5 由计算机硬件 53, 计算机控制软件 51 和数据处理软件 52 组成。

X 射线光路子系统 3 和探测子系统 6 都架设在受伺服控制器 43 控制的多轴机械平台 41 上, 相对于目标物 7 来说处于同侧不同角度位置, 构成康谱顿背散几何光路。

计算机子系统 5 通过控制高能电源 14 和低能电源 24 的电压和电流大小, 实现对高能光源 11 和低能光源 21 的强度的控制, 通过光路控制器 31 对高能衰减器 13 或低能衰减器 23 的控制来调节辐射剂量, 保障安全剂量检测。

伺服子系统 4 中的位移传感器 42 检测多轴机械平台 41 的运动参数, 反馈至计算机控制软件 51, 形成伺服控制器 43 的闭环运动控制, 分别实现由计算机子系统 5 对目标物 7 的动态扫描探测控制或定位跟踪探测控制。

高能固体探测器 61 和低能固体探测器 63 分别接收高能光源 11 和低能光源 21 投射在目标物 7 上的康谱顿散射能量差分数据, 分别经高能多道仪 62 和低能多道仪 64 预处理, 形成双多能探测数据, 输入计算机进行数据清洗、信息融合、特征抽取、特征匹配等数据处理, 得出目标物 7 的密度及有效原子序数信息, 经分类识别处理确定目标物 7 是否爆炸物及其所属种类。

如图 1、图 2 所示, X 射线光路子系统 3 架设在多轴机械平台 41 上, 受伺服子系统 4 和计算机子系统 5 的控制, 与处于箱包托盘或人员通道 40 中的目标物 7 作相对运动, 形成所需的扫描路径 19 运动或跟踪路径运动。

如图 2 所示, 以 X 射线高能光路 1 为例说明本发明装置使用的康谱顿背散几何光路, 低能光路 2 具有同样的康谱顿背散几何光路。

高能光源 11 和高能固体探测器 61 相对于探测目标物 7 来说, 处于同侧的不同角度位置。高能光源 11 产生的 150Kev 能段的 X 射线白光高能光源经过高能准直器 12 和高能衰减器 13 调节后形成高能入射光路 17, 辐射在目标物 7 上产生的反射 X 射线形成高能背散光路 18, X 射线高能固体探测器 61 处于高能背散光路 18 上, 接收目标物 7 上的反射信号, 送入高能多道仪 62 进行能量分辨, 细分为高能频段内的离散能段信号强度值, 形成高能检测数据, 再输入计算机子系统 5, 由数据处理软件 52 进行信息处理。

如图 2 所示, 本发明检测系统装置的计算机控制软件 51 采用的控制方法是先扫描探测, 即按照扫描路径 19 对目标物 7 进行快速扫描探测, 检测是否存在可疑物, 如发现可疑物, 则定位可疑物, 再进行可疑物跟踪探测, 否则停止探测。

如图 3 所示, 本发明检测系统装置的计算机控制软件 51 的控制流程如下:

- a、人工参数设定501是箱包检测还是人员检测，设定相应的X射线输出强度及剂量参数；
- b、进行光路及剂量调节 502，按照设定的参数，控制光路控制器调节 X 射线电源、准直器和衰减器，控制辐射剂量至安全水平；
- c、目标物7运行到目标框架处停止运动，启动检测503；
- d、由计算机控制多轴机械平台作二维扫描运动，驱动处于多轴机械平台上的X射线光路子系统3，实现对目标物7的扫描探测504；
- e、将扫描探测504获取的双多能信号实时存入扫描探测数据库505；
- f、进行扫描探测结束506判别，若扫描结束，执行步骤g，否则返回步骤d；
- g、进行扫描探测数据处理507；
- h、判别是否存在可疑物508，若发现有可疑物，则执行步骤i跟踪探测控制，否则执行步骤n，报告分类识别结果514；
- i、由计算机控制多轴机械平台作目标跟踪运动，驱动处于多轴机械平台上的X射线光源和探测器作同步跟踪探测运动，实现对目标物7的跟踪探测509；
- j、将跟踪探测信号实时存入跟踪探测数据库510；
- k、进行跟踪探测结束511判别，若探测结束，执行步骤l跟踪探测数据处理512，否则返回步骤i；
- l、进行跟踪探测数据处理512，分类识别可疑物是否爆炸物及其种类；
- m、将探测结果存入爆炸物数据库513；
- n、探测结束，报告分类识别结果514。

如图 3 和图 4 所示，本发明检测系统装置的计算机数据处理软件 52 采用的分类识别数据处理方法是：按照先验定义的干扰数据模型 522、干扰模型特征库 524、爆炸物数据模型 526 和爆炸物特征库 528，对双多能探测数据进行清洗、信息融合、特征抽取、特征匹配等数据处理，得出目标物 7 的密度及有效原子序数信息，经分类识别处理确定目标物 7 是否爆炸物及其所属种类。

本发明装置的计算机软件数据处理步骤如下：

- a、对扫描探测数据库 505 和跟踪探测数据库 510 中的探测数据，按照干扰数据模型 522，进行信息融合特征抽取 521 数据处理；
- b、按照干扰模型特征库 524 对处理后的特征数据进行干扰模型特征匹配 523 处理；
- c、对干扰匹配后的数据进行数据清洗 525 处理，剔除箱衣包等物质产生的干扰数据；
- d、按照爆炸物数据模型 526 对清洗后的数据进行特征抽取 527 处理；

-
- e、按照爆炸物模型特征库 528 对处理后的特征数据进行爆炸物特征匹配分类识别 529 处理;
 - f、进行存在爆炸物判别 530, 若分类识别结果发现存在爆炸物, 则执行步骤 g, 否则执行步骤 h;
 - g、将目标物 7 的分类识别结果存入爆炸物数据库 513;
 - h、报告分类识别结果 514, 结束当前探测。

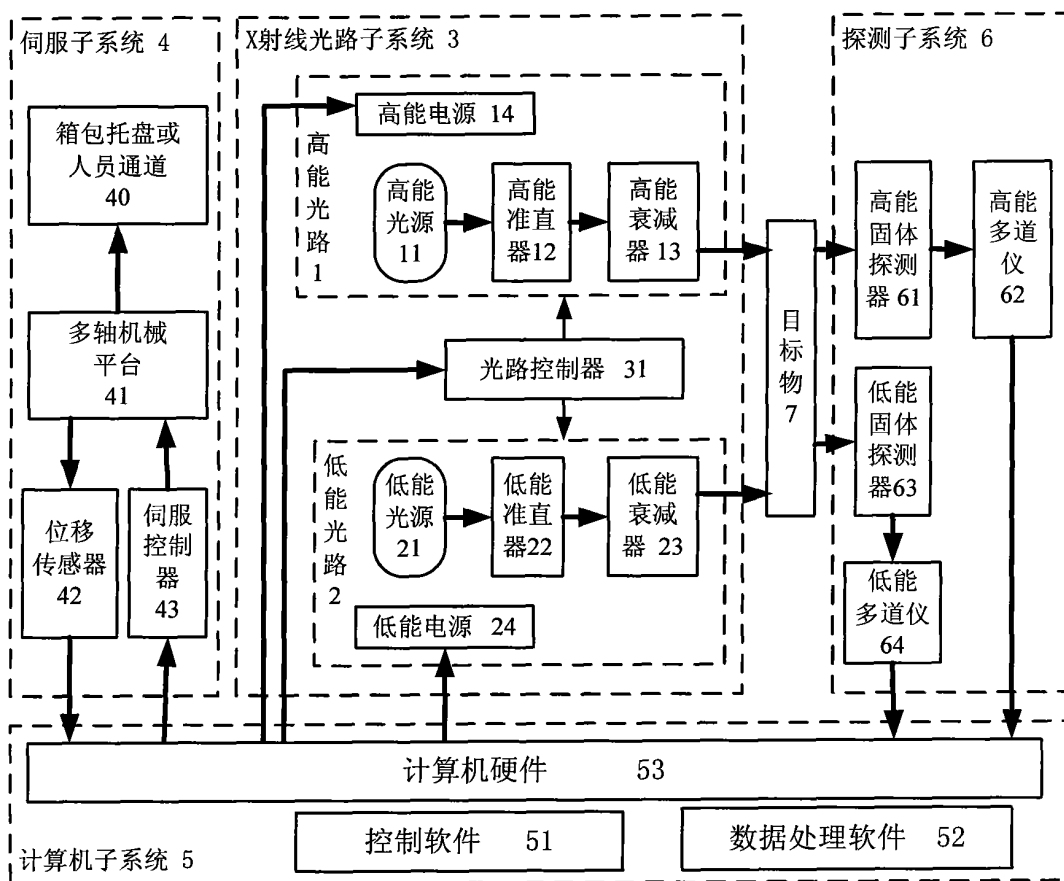


图 1

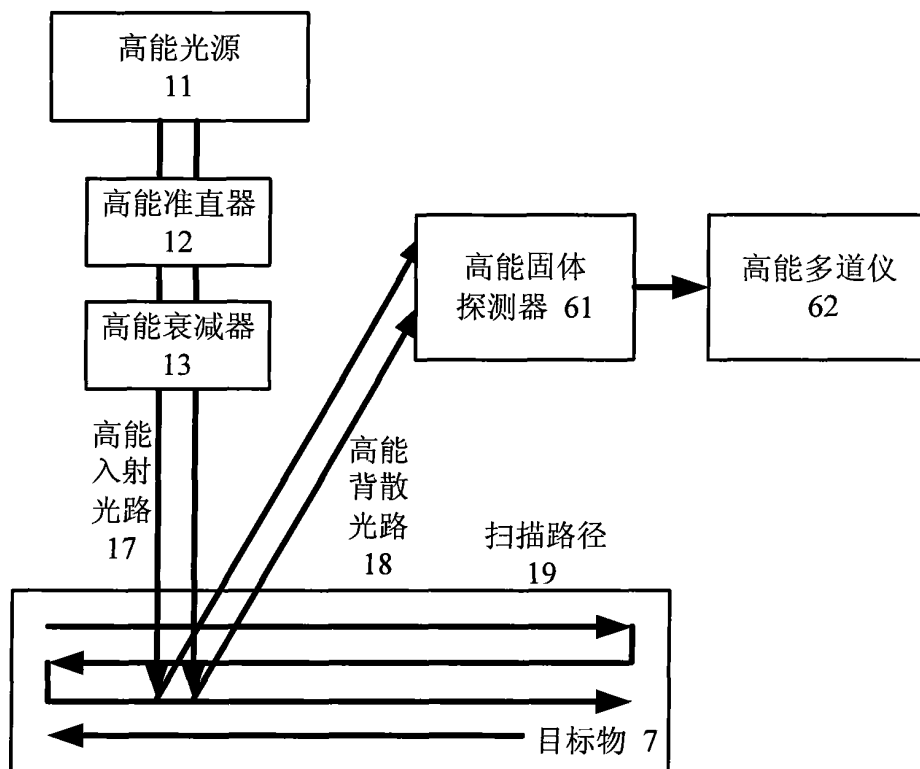


图 2

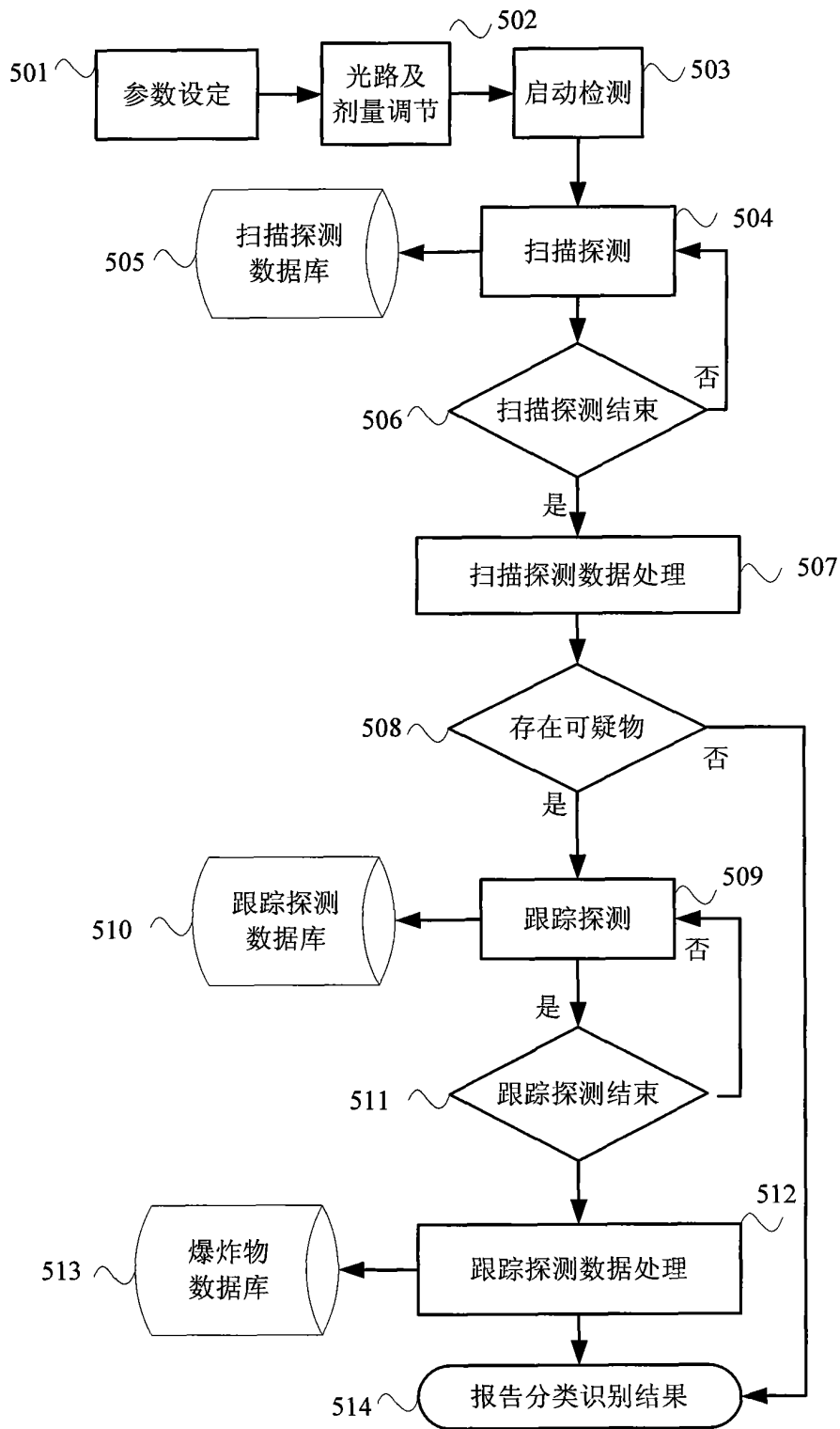


图 3

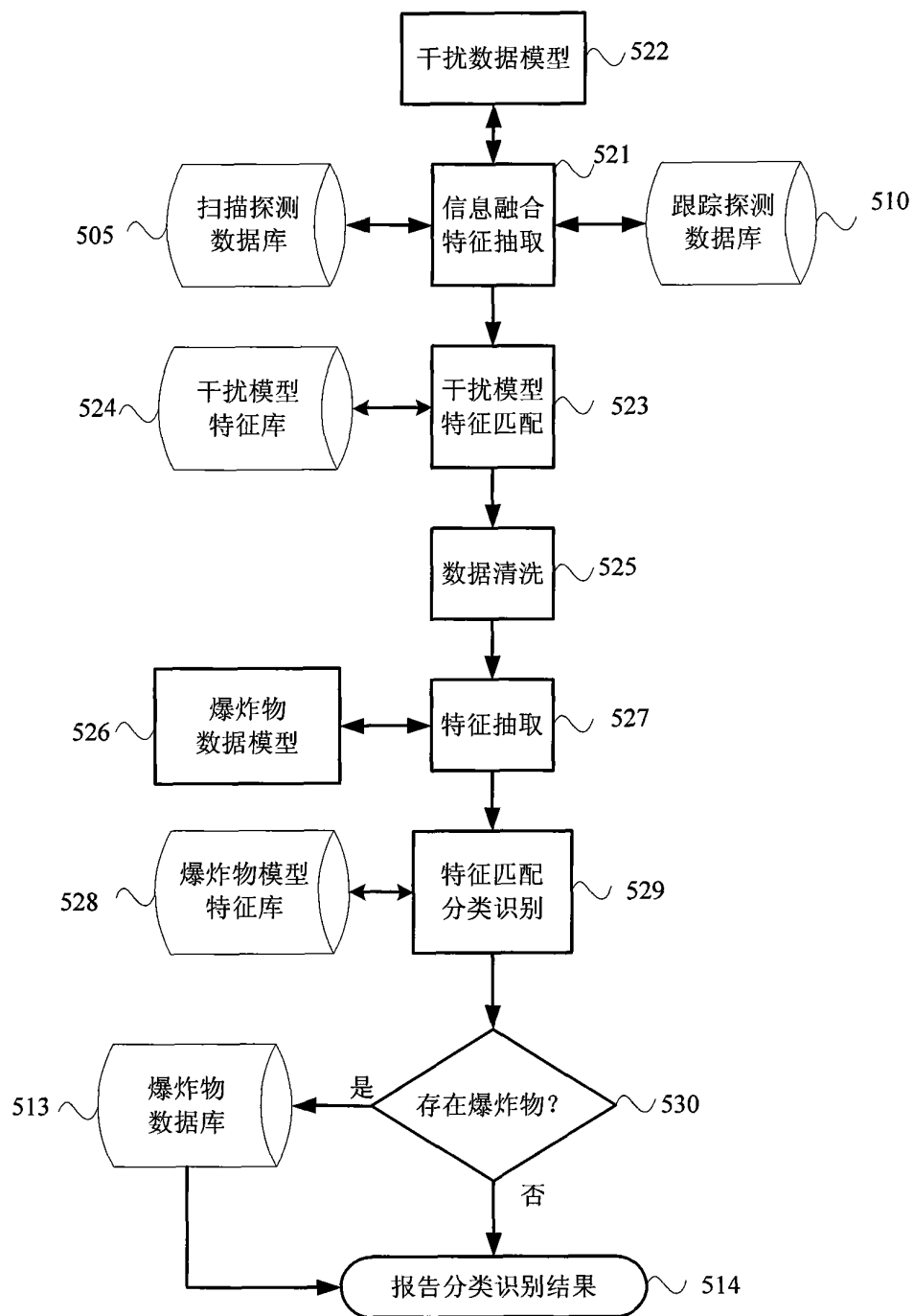


图 4