(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2021 年 9 月 23 日 (23.09.2021)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2021/185239 A1

(51) 国际专利分类号:
G01N 23/203 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/081036

(22) 国际申请日: 2021 年 3 月 16 日 (16.03.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202010194651.4 2020年3月19日 (19.03.2020) CN

(71) 申请人: 清华大学(TSINGHUA UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国北京市海淀区清华园1号, Beijing 100084 (CN)。 同方威视技术股份有限公司(NUCTECH COMPANY LIMITED) [CN/CN]; 中国北京市海淀区双清路同方大厦A座2层, Beijing 100084 (CN)。

(72) 发明人: 陈志强(CHEN, Zhiqiang); 中国北京市海淀区双清路同方大厦A座2层, Beijing 100084 (CN)。 李元景(LI, Yuanjing); 中国北京市海淀区双清路同方大厦A座2层, Beijing 100084 (CN)。 吴万龙(WU, Wanlong); 中国北京市海淀区双清路同方大厦A座2层, Beijing 100084 (CN)。 丁富华(DING, Fuhua); 中国北京市海淀区双清路同方大厦A座2层, Beijing 100084 (CN)。 唐乐(TANG, Le); 中国北京市海淀区双清路同方大厦A座2层, Beijing 100084 (CN)。 沈宗俊(SHEN, Zongjun); 中国北京市海淀区双清路同方大厦A座2层, Beijing 100084 (CN)。 桑斌(SANG, Bin); 中国北京市海淀区双清路同方大厦A座2层, Beijing 100084 (CN)。 丁光伟

(54) **Title:** BACK-SCATTER SCANNING SYSTEM

(54) 发明名称: 背散射扫描系统

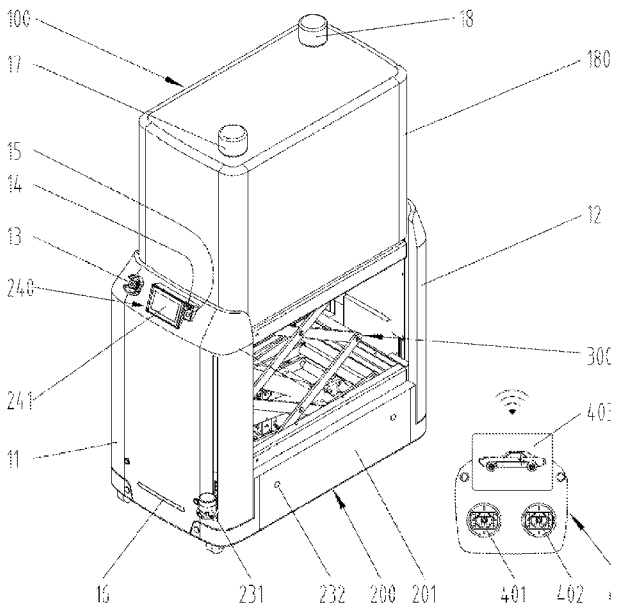

图 1

(57) **Abstract:** A back-scatter scanning system, comprising: a back-scatter imaging device (100), suitable for performing X-ray scanning on the object to be inspected, so as to acquire a back-scatter image of said object. The back-scatter scanning system further comprises an omnidirectional transfer vehicle (200), the back-scatter imaging device (100) being mounted on the omnidirectional transfer vehicle (200); the omnidirectional transfer vehicle (200) has an autonomous navigation driving mode and a remote control driving mode, and thus can autonomously drive according to a predetermined route according to navigation planning or can drive according to a

WO 2021/185239 A1

[见续页]

(DING, Guangwei)；中国北京市海淀区双清路同方大厦A座2层, Beijing 100084 (CN)。

(74) 代理人：中科专利商标代理有限责任公司 (CHINA SCIENCE PATENT & TRADEMARK AGENT LTD.)；中国北京市海淀区西三环北路87号4-1105室, Beijing 100089 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的国家保护)：AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的地区保护)：ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布：
— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

predetermined route according to a remote control instruction. The back-scatter imaging device (100) is mounted on the omnidirectional transfer vehicle (200), and can realize uninterrupted and omnidirectional back-scatter scanning on an object to be inspected, which can be remotely controlled, and also can automatically run, thereby realizing miniaturization, modularization and portability of a back-scatter scanning system.

(57) 摘要：一种背散射扫描系统，包括：背散射成像装置（100），适于通过对被检目标进行X射线扫描来获取被检目标的背散射图像。背散射扫描系统还包括全向移载车（200），背散射成像装置（100）被搭载在全向移载车（200）上；全向移载车（200）具有自主导航行驶模式和远程控制行驶模式，从而可依据导航规划按照预定路线自主行驶或者可根据远程控制指令按照预定路线行驶。背散射成像装置（100）被搭载在全向移载车（200）上，可以对被检目标实现不间断、全方位的背散射扫描，既可以遥控操作，又可以自动运行，实现了背散射扫描系统的小型化、模块化和便携性。

背散射扫描系统

相关申请的交叉引用

本申请要求于2020年3月19日提交的、申请号为202010194651.4的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本发明涉及一种背散射扫描系统。

背景技术

X射线照射到被检物质时，部分X射线会与物质中的原子发生碰撞而朝各个方向发生散射，其中入射X射线方向和散射后X射线方向之间夹角大于90°的散射线称为背散射射线。背散射属于不相干散射，该现象源于康普顿效应。X射线背散射成像技术即以康普顿散射效应为基础，将X射线源与背散射探测器放置于被检物质的同一侧，利用飞点扫描装置将X射线源发出的扇形束调制成笔形束，然后对接收到的散射线信号进行转换传输和数据处理后得到被检物质的图像。该技术辐射量剂量低，对轻质材料敏感，设备布局方便，与传统的X射线透射产品形成有效互补，已被广泛应用于各类安检场所。

为了实现垂直于飞点出束面方向的扫描，背散射成像设备与被检物质之间需要有相对运动。背散射成像技术的原理特点使得其在便携或移动式检查毒品炸药武器等违禁品方面具有独特优势。因为背散射探测器和飞点X射线源可以置于被检目标的同一侧，所以很方便把背散射成像模块集成到一个合适的运动载体上。常见的有汽车底盘改制承载式、人工手推车式和拖车牵引式等。此类产品在马路巡检、车辆检查、墙体检测、场馆设施和环境隐藏等场合需求明显，可以对普通安检设备难以应用或有特殊需求的地方进行非破坏式全面搜索或者非接触式隐蔽检查。

在现有技术中，主要有三种背散射检查设备，分别是车载式背散射检查设备、手推移动式背散射设备和拖车牵引式背散射设备。由轻型载重卡车底盘改制而成的车载式背散射检查设备结构复杂，体重大成本高，对驾驶要求较高，图像信噪比不佳，应用方式受限，适用于较大体量的违禁品检测。手推移动式背散射设备照射能量有限，人工操作不够灵便且会危及人身辐射安全。拖车牵引式背散射设备为前述两者的折中产品，也存在检查方式不够灵活，检测范围有限和图像分辨率不高等问题。

发明内容

本发明的目的旨在解决现有技术中存在的上述问题和缺陷的至少一个方面。

根据本发明的一个方面，提供一种背散射扫描系统，包括：背散射成像装置，适于通过对被检目标进行X射线扫描来获取所述被检目标的背散射图像。所述背散射扫描系统还包括全向移载车，所述背散射成像装置被搭载在所述全向移载车上；所述全向移载车具有自主导航行驶模式和远程控制行驶模式，且被配置为依据导航规划按照预定路线自主行驶或者根据远程控制指令按照预定路线行驶。

根据本发明的一个实例性的实施例，所述背散射扫描系统还包括升降装置，所述升降装置搭载在所述全向移载车上，所述背散射成像装置固定在所述升降装置上；所述升降装置能够自动升降，用于改变所述背散射成像装置的高度，以扩大所述背散射成像装置的扫描范围。

根据本发明的另一个实例性的实施例，所述背散射扫描系统还包括升降装置和摇摆装置，所述升降装置搭载在所述全向移载车上，所述摇摆装置固定在所述升降装置上，所述背散射成像装置固定在所述摇摆装置上；所述升降装置能够自动升降，用于改变所述背散射成像装置的高度，以扩大所述背散射成像装置的扫描范围；所述摇摆装置能够自动摇摆，用于改变所述背散射成像装置的角度，以扩大所述背散射成像装置的扫描范围。

根据本发明的另一个实例性的实施例，所述背散射成像装置具有与用户终端无线通信的无线通信模块，从而可通过无线通信网络将获取的背散射图像传输给用户终端。

根据本发明的另一个实例性的实施例，所述背散射扫描系统还包括遥控器，所述遥控器与所述背散射成像装置和所述全向移载车无线通信，用于控制所述全向移载车的行驶模式和所述背散射成像装置的X射线扫描操作。

根据本发明的另一个实例性的实施例，所述全向移载车包括用于驱动所述全向移载车度全向移动的差速驱动装置，所述差速驱动装置包括左侧驱动电机、左侧驱动轮、右侧驱动电机和右侧驱动轮，所述左侧驱动电机和所述右侧驱动电机分别与所述左侧驱动轮和所述右侧驱动轮连接。

根据本发明的另一个实例性的实施例，所述全向移载车还具有两个万向轮，所述两个万向轮分别设置在所述全向移载车的前、后两侧，所述两个万向轮作为从动轮，用于

支撑和导向。

根据本发明的另一个实例性的实施例，所述全向移载车还包括用于感应外部环境信息的感应模块，所述感应模块包括用于感应所述全向移载车的当前位置和方向的激光雷达模块和用于感应障碍物的超声避障模块。

根据本发明的另一个实例性的实施例，所述全向移载车还包括控制器，所述控制器适于根据所述感应模块采集到的感应信号或根据接收到的远程控制指令对所述全向移载车的行驶进行控制。

根据本发明的另一个实例性的实施例，所述升降装置包括底座、剪叉、液压泵、液压缸和平台，所述底座被搭载在所述全向移载车上，所述剪叉的上下两端分别连接到所述底座和所述平台上；所述背散射成像装置被固定在所述平台上，所述液压泵驱动所述液压缸，所述液压缸的伸缩杆被连接到所述剪叉的一个连杆上，用于驱动所述剪叉上升或下降。

根据本发明的另一个实例性的实施例，所述摇摆装置包括固定在所述升降装置上的多个液压杆，所述多个液压杆的伸缩杆连接到所述背散射成像装置的底部上，以通过控制所述多个液压杆的伸缩杆的伸缩量来控制所述背散射成像装置的角度。

根据本发明的另一个实例性的实施例，所述全向移载车还具有减震单元，所述升降装置被支撑在所述减震单元上，以减小凹凸路面对搭载在所述全向移载车上的背散射成像装置的冲击。

根据本发明的另一个实例性的实施例，所述背散射成像装置包括安装支架和固定在所述安装支架上的高压电源、X射线管组件、飞点扫描装置和背散射探测器。

根据本发明的另一个实例性的实施例，所述高压电源通过高压电缆连接至所述X射线管组件，或者所述高压电源和所述X射线管组件被组合为一体式X射线发生器。

根据本发明的另一个实例性的实施例，所述飞点扫描装置包括伺服控制器、伺服电机、转筒、传动轴、轴承底座、第一轴承、第二轴承和支撑座；所述第一轴承和所述第二轴承分别安装在所述传动轴的两端上，所述传动轴嵌装在所述轴承底座中；所述传动轴的一端与所述伺服电机的输出轴连接，所述传动轴的另一端与所述转筒连接，所述伺服电机和所述轴承底座固定到所述支撑座上；所述伺服控制器对所述伺服电机进行控制，所述伺服电机通过所述传动轴驱动所述转筒转动。

根据本发明的另一个实例性的实施例，所述背散射探测器还包括电控单元，所述电

控单元用于实现所述背散射成像装置的电源分配和系统通断电控制；所述电控单元包括可编程逻辑控制器，所述可编程逻辑控制器与所述伺服控制器通信，以对所述飞点扫描装置进行控制。

根据本发明的另一个实例性的实施例，所述背散射探测器包括至少一个光电倍增管、导光晶体和增感屏，所述增感屏外包在所述导光晶体上，所述至少一个光电倍增管通过光学耦合剂与所述导光晶体直接耦合，以将可见光信号转化为电信号。

根据本发明的另一个实例性的实施例，所述背散射探测器还包括安装侧面上的、靠近出束狭缝的侧板所述侧板用于减小无效散射线对探测信号的干扰。

根据本发明的另一个实例性的实施例，所述背散射成像装置还包括数采传输模块和工控机，所述数采传输模块对所述光电倍增管的输出信号进行调理放大和模数转换，并将处理后的采样数据实时上传到所述工控机，所述工控机根据所述采样数据生成被检目标的背散射图像，并将生成的背散射图像以无线方式传输给用户终端。

根据本发明的另一个实例性的实施例，所述遥控器具有左键、右键和显示器，所述左键用于远程控制所述全向移载车的行驶模式，所述右键用于远程控制所述背散射成像装置的X射线扫描操作，所述显示器用于显示被检目标的背散射图像以及所述全向移载车和所述背散射成像装置的工作状态。

在根据本发明的前述各个实例性的实施例中，背散射成像装置被搭载在全向移载车上，可以对被检目标实现不间断、全方位的背散射扫描，既可以遥控操作，又可以自动运行，实现了背散射扫描系统的小型化、模块化和便携性。

此外，在本发明的前述一些实例性的实施例中，可以通过升降装置或摇摆装置来改变背散射成像装置的高度和/或角度，从而能够扩大背散射成像装置的扫描范围。

通过下文中参照附图对本发明所作的描述，本发明的其它目的和优点将显而易见，并可帮助对本发明有全面的理解。

附图说明

图1显示根据本发明的一个实例性的实施例的背散射扫描系统的立体示意图；

图2显示图1所示的背散射扫描系统的背散射成像模块的结构示意图；

图3显示图2所示的背散射成像模块的飞点扫描装置的结构示意图；

图4显示图2所示的背散射成像模块的背散射探测器的结构示意图；

图 5 显示图 1 所示的背散射扫描系统的全向移载车与升降装置的结构示意图；

图 6 显示图 5 所示的全向移载车的差速驱动装置的结构示意图；

图 7 显示根据本发明的另一个实例性的实施例的具有摇摆装置的背散射扫描系统的示意图。

具体实施方式

下面通过实施例，并结合附图，对本发明的技术方案作进一步具体的说明。在说明书中，相同或相似的附图标号指示相同或相似的部件。下述参照附图对本发明实施方式的说明旨在对本发明的总体发明构思进行解释，而不应当理解为对本发明的一种限制。

另外，在下面的详细描述中，为便于解释，阐述了许多具体的细节以提供对本披露实施例的全面理解。然而明显地，一个或多个实施例在没有这些具体细节的情况下也可以被实施。在其他情况下，公知的结构和装置以图示的方式体现以简化附图。

根据本发明的一个总体技术构思，提供一种背散射扫描系统，包括：背散射成像装置，适于通过对被检目标进行 X 射线扫描来获取所述被检目标的背散射图像。所述背散射扫描系统还包括全向移载车，所述背散射成像装置被搭载在所述全向移载车上；所述全向移载车具有自主导航行驶模式和远程控制行驶模式，从而可依据导航规划按照预定路线自主行驶或者可根据远程控制指令按照预定路线行驶。

图 1 显示根据本发明的一个实例性的实施例的背散射扫描系统的立体示意图；

如图 1 所示，在图示的实施例中，该背散射全向扫描系统，结构如图 1 所示，主要包含背散射成像装置 100、全向移载车 200、升降装置 300 和遥控器 400 等。其中背散射成像装置 100 是一个独立模块，固定在升降装置 300 上，二者一起搭载于全向移载车 200。辅以必要的电气控制，全向移载车 200 可以依据导航规划自主地按照设定的间隔距离沿着预期路线自动直线或者转弯行驶，也可以通过遥控器 400 控制其行进路线，并可以自动避障防止误照射或者损坏设备。升降装置 300 可以自动升降，改变扫描高度，扩大扫描范围。背散射成像装置 100 向被检目标发射出笔形 X 射线束，由高性能背散射探测器对背散射信号进行收集调理、转换传输和数据处理，随着全向移载车 200 的移动实现对被检目标的全面扫描，并通过无线网络（WIFI）将高质量背散射图像呈现给用户。

根据上述技术方案，如图 1 所示，背散射成像装置 100 包含独立外罩 180，全向移载车 200 包含两个侧面板 201，如图 1 所示。此外，整机还装配有前罩板 11 和后罩板 12。

如图 1 所示，在本发明的一个实例性的实施例中，前罩板 11 和后罩板 12 采用整体成型结构。特别地，为了减轻重量和满足户外使用条件，优选玻璃钢或者碳纤维等轻型材质。

如图 1 所示，在本发明的一个实例性的实施例中，前罩板 11 上布局不同元器件以实现相应的辅助功能。其中，急停开关 13 用于紧急情况下断掉系统电源，包括背散射成像装置 100 和全向移载车 200 的动力输入；钥匙开关 14 用于上电使能和常规断电，并能区分控制系统电源和动力系统电源；上电指示灯 15 用于指示系统供电状态；车前灯 16 用于向外部提示装置的位置。

如图 1 所示，在本发明的一个实例性的实施例中，后罩板 12 上布局紧急开关 13 和车后灯。

如图 1 所示，在本发明的一个实例性的实施例中，背散射成像装置 100 上配置有电源灯 17 和警示灯 18。

图 2 显示图 1 所示的背散射扫描系统的背散射成像模块的结构示意图。

根据上述技术方案，如图 1 和图 2 所示，背散射成像装置 100 具有小型化、模块式和通用性的特点，其结构如图 2 所示。其核心部件为高压电源 110、X 射线管组件 120、飞点扫描装置 130 和背散射探测器 140，通过安装支架 101 固定在一起。

如图 1 和图 2 所示，在本发明的一个实例性的实施例中，高压电源 110 施加于 X 射线管组件 120 的两端会产生 X 射线，两者可以通过高压电缆连接，也可以组合为一体式 X 射线发生器。X 射线管组件 120 在出束口设有初级准直器 121，将 X 射线束约束为扇形形状。

图 3 显示图 2 所示的背散射成像模块的飞点扫描装置的结构示意图；

如图 1 至图 3 所示，在本发明的一个实例性的实施例中，飞点扫描装置 130 采用伺服电机直驱和圆筒旋转结构，如图 3 所示。轴承 136 和轴承 137 隔开一定距离放置，传动轴 134 嵌装在两个轴承的内圈，然后整体嵌装进轴承底座 135 的内圈。传动轴 134 的一端与伺服电机 132 的轴直连，另一端通过法兰盘方式与转筒 133 连接。前述装配完成后，整体固定到支撑座 138 上。如此减少机械传动环节，通过伺服控制器 131 驱动伺服电机 132，将电动力直接传送到执行机构，提高运行效率，所产生的 X 射线笔形束也会更为稳定一致，并能提高探测信号的质量。

如图 1 至图 3 所示，在本发明的一个实例性的实施例中，转筒 133 上开有一个或者

更多数量沿圆周均布的小孔（未图示），孔径可以为 0.5mm 或者更大，小孔可以为规则通孔，也可以为不规则形状。转筒 133 与初级准直器 121 的材质必须对 X 射线有很好的屏蔽效果，此处优选钨镍铁合金或者铅锑合金。且二者之间要有迷宫结构，将漏射线衰减到辐射安全范围。

如图 1 至图 3 所示，在本发明的一个实例性的实施例中，两套背散射探测器 140 分布在飞点扫描装置 130 笔形束扫描所形成的扇形面的两侧，中间留出适当间隙。

图 4 显示图 2 所示的背散射成像模块的背散射探测器的结构示意图。

如图 1 至图 4 所示，在本发明的一个实例性的实施例中，为了满足小型化的要求，背散射探测器 140 在保证接收面积的基础上要尽量薄而轻。有效背散射信号本身比透射信号要弱小很多，再加上本底噪声的干扰，其信噪比一般比较高，并且随着穿透深度的增加会更加难以检测，因此必须设法增强背散射探测器 140 的信号强度，提高接收效率。此外，为了满足系统高速扫描的需求，背散射探测器 140 还需要有较高的响应速度。综合考虑，本发明采用导光晶体 142 外包增感屏 143 的结构，如图 4 所示，并通过光学耦合剂与一个或者多个光电倍增管 141 直接耦合，将可见光信号转化为电信号。本发明的背散射探测器 140 输出信号的空间分布均匀性好，离散程度小。

如图 1 至图 4 所示，在本发明的一个实例性的实施例中，在背散射探测器 140 靠近出束狭缝的一侧安装侧板 144，如图 1 所示，减小无效散射线对探测信号的干扰。

如图 1 至图 4 所示，在本发明的一个实例性的实施例中，电控单元 150 实现背散射成像装置 100 的电源分配和系统通断电控制，可编程逻辑控制器（PLC）151 与伺服控制器 131 远程通信控制飞点扫描装置 130 的运行状态，并检测飞点触发信号。

如图 1 至图 4 所示，在本发明的一个实例性的实施例中，锂电池组件 160 优选安全性更好的磷酸铁锂类型，为背散射成像装置 100 供电，具备电量显示与远程通信功能，通过充电接口 163 和充电器 162 为锂电池组 161 进行充电，如图 1 所示。

如图 1 至图 4 所示，在本发明的一个实例性的实施例中，数采传输模块 102 对光电倍增管 141 的输出信号进行调理放大和模数转换，并利用现场可编程门阵列（FPGA）高速传输电路通过千兆以太网口将采样数据实时上传到工控机 103 进行算法处理，并将被检目标的背散射图像数据通过 WIFI 传送给用户予以显示和判断。

如图 1 至图 4 所示，在本发明的一个实例性的实施例中，背散射成像装置 100 的外罩 180 整体结构呈五面封闭形状，如图 1 所示。靠近背散射探测器 140 接收面的前面板

采用 X 射线衰减小的材料，优选碳纤维材料。其余的侧面板为轻质户外材料，优选玻璃钢材料。前面板和侧面板采用一体式加工嵌装工艺。

图 5 显示图 1 所示的背散射扫描系统的全向移载车与升降装置的结构示意图。

如图 1 至图 5 所示，根据上述技术方案，全向移载车 200 的差速驱动装置 210、锂电池模组 220、感应模块 230 和控制器 240 等核心部件设置在车底盘 250 上。特别地，为了灵活调节 X 射线背散射扫描高度，车底盘 250 上还集成了升降装置 300，如图 5 所示。本发明的带升降功能全向移载装置结构紧凑、拆装便捷、光学导航、运动灵活，且具备一定的爬坡和过坎能力。

图 6 显示图 5 所示的全向移载车的差速驱动装置的结构示意图。

如图 1 至图 6 所示，在本发明的一个实例性的实施例中，差速驱动装置 210 处于靠近车底盘 250 的中间位置，采用双电机独立驱动两个承载车轮的方式，通过双轮差速自适应调节原理实现全向移载车 200 的 360° 全向移动，既能原地全向旋转，又能朝着任意方向前进行驶。如图 6 所示,其核心部分包括左侧驱动电机 211、左侧驱动轮 212、右侧驱动电机 214、右侧驱动轮 215、万向轮 217 和减震单元 218。

如图 1 至图 6 所示，在本发明的一个实例性的实施例中，左侧驱动电机 211 通过转接支架 213 与左侧驱动轮 212 连接，右侧驱动电机 214 通过转接支架 216 与右侧驱动轮 215 连接，转接支架 213 和转接支架 216 分别固定在底盘悬架 251 的内框两侧。通过自适应独立调节左侧驱动电机 211 和右侧驱动电机 214 的电流参数，分别调节左侧驱动轮 212 和右侧驱动轮 215 的速度差值大小和方向，从而可以任意改变全向移载车 200 的旋转半径，实现灵活的转弯行驶。特别地，可以实现全向移载车 200 稳定直线行驶，或者沿双驱动轮连线的中点做自身环绕运动。

如图 1 至图 6 所示，在本发明的一个实例性的实施例中，全向移载车 200 的前方和后方分别布置两个万向轮 217 作为从动轮，兼起支撑和自由导向的作用。

如图 1 至图 6 所示，在本发明的一个实例性的实施例中，全向移载车 200 还具有减震单元 218，升降装置 300 被支撑在减震单元 218 上，以减小凹凸路面对搭载在全向移载车 200 上的背散射成像装置 100 的冲击。减震单元 218 可以由一个或者多个缓冲弹簧组成,也可以是其他缓冲方式,使得全向移载车 200 能够正常通过一定程度的凹凸路面。

如图 1 至图 6 所示，在本发明的一个实例性的实施例中，锂电池模组 220 为全向移载车 200 独立供电,为各种驱动装置和控制模块提供电源,输出电压范围一般为 12V~72V。

该模组具有电量显示和远程通信功能，并适配充电器。

如图 1 至图 6 所示，在本发明的一个实例性的实施例中，感应模块 230 是全向移载车 200 准确、稳定运行的基础。通过激光雷达模块 231 和超声避障模块 232 感应外部环境信息。激光雷达模块 231 发射激光束，同时采集四周反射回来的激光束，通过计算可以确定全向移载车 200 的当前位置和方向。优选地，检测扇角 0~180°，检测距离 0~3m，避障距离 0.2~0.5m。

如图 1 至图 6 所示，在本发明的一个实例性的实施例中，激光雷达模块 231 可以通过电动直线模组 233 自由升降，以适应被检目标的高度。其数量可以为一组或者更多。

如图 1 至图 6 所示，在本发明的一个实例性的实施例中，识别并绕过障碍物是全向移载车 200 安全运行的前提。参考图 1，本发明在前罩板 11、后罩板 12 和两个侧面板 201 的合适位置分别装配两个超声避障模块 232，根据超声波发射和接收的往返时间判断障碍物的距离，实现非接触式避障。当然，也可以根据不同的需求在不同位置布局不同数量的超声避障模块 232。

如图 1 至图 6 所示，在本发明的一个实例性的实施例中，控制器 240 将控制电路和显示屏集成为一体式结构，采集差速驱动装置 210、锂电池模组 220、感应模块 230、升降装置 300 和电气按钮等信号，内置算法程序，负责全向移载车 200 的外部指令响应、路径选择、行进调整和信息上传。显示屏 241 用于参数设置和状态显示，实现与用户交互。

如图 1 至图 6 所示，在本发明的一个实例性的实施例中，控制器 240 与外部采用无线数字通信模式。

如图 1 至图 6 所示，在本发明的一个实例性的实施例中，针对某些固定检测场所，控制器 240 也可以在先期模拟现场的基础上通过软件算法自动规划行驶路线路径，实现 X 射线背散射设备的自动巡检功能。

如图 1 至图 6 所示，在本发明的一个实例性的实施例中，升降装置 300 包括底座 305、剪叉 303、液压泵 301、液压缸 302 和平台 304，底座 305 被搭载在全向移载车 200 上，剪叉 303 的上下两端分别连接到底座 305 和平台 304 上。背散射成像装置 100 被固定在平台 304 上，液压泵 301 驱动液压缸 302，液压缸 302 的伸缩杆被连接到剪叉 303 的一个连杆上，用于驱动剪叉 303 上升或下降。

如图 1 至图 6 所示，在本发明的一个实例性的实施例中，升降装置 300 通过电动液

压泵 301 驱动液压缸 302 调节剪叉 303 的升降高度，平台 304 用以固定背散射成像装置 100，如图 1 所示。如此可以将背散射成像装置 100 调整到合适的空间位置，以适应不同扫描高度的需求。此外，升降装置 300 也可以采用多电机驱动或者其他样式的升降台结构，并且需要具备必要的载重能力。

如图 1 至图 6 所示，根据上述技术方案，参考图 1，遥控器 400 的左键 401 远程控制全向移载车 200 的行驶模式；右键 402 远程控制背散射成像装置 100 的 X 射线飞点扫描操作；外挂显示器 403 通过 WIFI 实时显示被检目标的 X 射线背散射图像与整机状态。遥控操作既保证了操作灵活性，又保证了 X 射线辐射安全。

如图 1 至图 6 所示，在本发明的一个实例性的实施例中，遥控器 400 还可远程控制升降装置 300 的升降操作，以便可远程控制背散射成像装置 100 的扫描范围。

如图 1 至图 6 所示，在本发明的一个实例性的实施例中，本发明的背散射全向扫描成像装置既可以人工遥控操作，也可以自动运行。

如图 1 至图 6 所示，在本发明的一个实例性的实施例中，本发明的遥控器 400 也可以用便携式电脑等替代。

如图 1 至图 6 所示，在本发明的一个实例性的实施例中，本发明可以配置语音互动和摄像功能。

图 7 显示根据本发明的另一个实例性的实施例的具有摇摆装置的背散射扫描系统的示意图。

如图 7 所示，为本发明的另一种实现方式。在前述背散射成像装置 100、全向移载车 200 和升降装置 300 的基础上，主体结构增加一个电动多向摇摆装置 500，可以在水平面全向扫描的基础上增加一个仰角多向摆动，实现垂直于地面方向的大范围扫描，增强设备功能，扩大应用范围。

如 7 所示，在本发明的一个实例性的实施例中，摇摆装置 500 包括固定在升降装置 300 上的多个液压杆 501，多个液压杆 501 的伸缩杆连接到背散射成像装置 100 的底部上，从而可通过控制多个液压杆 501 的伸缩杆的伸缩量来控制背散射成像装置 100 的角度。

如图 1 至图 7 所示，在本发明的一个实例性的实施例中，遥控器 400 还可远程控制摇摆装置 500 的摇摆操作，以便可远程控制背散射成像装置 100 的扫描范围。

根据上述技术方案，如图 1 至图 7 所示，本发明适用于小汽车、货车、集装箱、墙体、马路巡检、广场搜查、运动场馆和大型室内设施等场合。

本发明将X射线背散射成像装置和全向移载车巧妙地集成为一体，辅以升降和摇摆功能，可以对被检目标实现不间断、全方位的背散射扫描，既可以遥控操作，又可以自动运行，很好地实现了X射线背散射成像设备的小型化、模块化和便携性。结构设计简洁，使用方式灵活，成像质量高，辐射安全性好，应用范围广，体重小，成本低，具有很好的应用前景和经济效益。

本领域的技术人员可以理解，上面所描述的实施例都是示例性的，并且本领域的技术人员可以对其进行改进，各种实施例中所描述的结构在不发生结构或者原理方面的冲突的情况下可以进行自由组合。

虽然结合附图对本发明进行了说明，但是附图中公开的实施例旨在对本发明优选实施方式进行示例性说明，而不能理解为对本发明的一种限制。

虽然本总体发明构思的一些实施例已被显示和说明，本领域普通技术人员将理解，在不背离本总体发明构思的原则和精神的情况下，可对这些实施例做出改变，本发明的范围以权利要求和它们的等同物限定。

应注意，措词“包括”不排除其它元件或步骤，措词“一”或“一个”不排除多个。另外，权利要求的任何元件标号不应理解为限制本发明的范围。

权 利 要 求

1. 一种背散射扫描系统，包括：

背散射成像装置（100），适于通过对被检目标进行 X 射线扫描来获取所述被检目标的背散射图像；以及

全向移载车（200），所述背散射成像装置（100）被搭载在所述全向移载车（200）上；其中，

所述全向移载车（200）具有自主导航行驶模式和远程控制行驶模式，且被配置为依据导航规划按照预定路线自主行驶或者根据远程控制指令按照预定路线行驶；

所述背散射成像装置（100）具有与用户终端无线通信的无线通信模块，以通过无线通信网络将获取的背散射图像传输给用户终端。

2. 根据权利要求 1 所述的背散射扫描系统，还包括：

升降装置（300），所述升降装置（300）搭载在所述全向移载车（200）上，所述背散射成像装置（100）固定在所述升降装置（300）上；

所述升降装置（300）能够自动升降，用于改变所述背散射成像装置（100）的高度，以扩大所述背散射成像装置（100）的扫描范围。

3. 根据权利要求 1 所述的背散射扫描系统，还包括：

升降装置（300）和摇摆装置（500），所述升降装置（300）搭载在所述全向移载车（200）上，所述摇摆装置（500）固定在所述升降装置（300）上，所述背散射成像装置（100）固定在所述摇摆装置（500）上；

所述升降装置（300）能够自动升降，用于改变所述背散射成像装置（100）的高度，以扩大所述背散射成像装置（100）的扫描范围；

所述摇摆装置（500）能够自动摇摆，用于改变所述背散射成像装置（100）的角度，以扩大所述背散射成像装置（100）的扫描范围。

4. 根据权利要求 1 所述的背散射扫描系统，还包括：

遥控器（400），所述遥控器（400）与所述背散射成像装置（100）和所述全向移载车（200）无线通信，用于控制所述全向移载车（200）的行驶模式和所述背散射成像装置（100）的 X 射线扫描操作；

所述遥控器（400）具有左键（401）、右键（402）和显示器（403），所述左键（401）

用于远程控制所述全向移载车（200）的行驶模式，所述右键（402）用于远程控制所述背散射成像装置（100）的 X 射线扫描操作，所述显示器（403）用于显示被检目标的背散射图像以及所述全向移载车（200）和所述背散射成像装置（100）的工作状态。

5. 根据权利要求 1 所述的背散射扫描系统，其中：

所述全向移载车（200）包括用于驱动所述全向移载车（200）360 度全向移动的差速驱动装置（210），所述差速驱动装置（210）包括左侧驱动电机（211）、左侧驱动轮（212）、右侧驱动电机（214）和右侧驱动轮（215），所述左侧驱动电机（211）和所述右侧驱动电机（214）分别与所述左侧驱动轮（212）和所述右侧驱动轮（215）连接；并且

所述全向移载车（200）还具有两个万向轮（217），所述两个万向轮（217）分别设置在所述全向移载车（200）的前、后两侧，所述两个万向轮（217）作为从动轮，用于支撑和导向。

6. 根据权利要求 5 所述的背散射扫描系统，其中：

所述全向移载车（200）还包括用于感应外部环境信息的感应模块（230），所述感应模块（230）包括用于感应所述全向移载车（200）的当前位置和方向的激光雷达模块（231）和用于感应障碍物的超声避障模块（232）；并且

所述全向移载车（200）还包括控制器（240），所述控制器（240）适于根据所述感应模块（230）采集到的感应信号或根据接收到的远程控制指令对所述全向移载车（200）的行驶进行控制。

7. 根据权利要求 2 所述的背散射扫描系统，其中：

所述升降装置（300）包括底座（305）、剪叉（303）、液压泵（301）、液压缸（302）和平台（304），所述底座（305）被搭载在所述全向移载车（200）上，所述剪叉（303）的上下两端分别连接到所述底座（305）和所述平台（304）上；

所述背散射成像装置（100）被固定在所述平台（304）上，所述液压泵（301）驱动所述液压缸（302），所述液压缸（302）的伸缩杆被连接到所述剪叉（303）的一个连杆上，用于驱动所述剪叉（303）上升或下降。

8. 根据权利要求 3 所述的背散射扫描系统，其中：

所述摇摆装置（500）包括固定在所述升降装置（300）上的多个液压杆（501），所述多个液压杆（501）的伸缩杆连接到所述背散射成像装置（100）的底部上，以通过

控制所述多个液压杆（501）的伸缩杆的伸缩量来控制所述背散射成像装置（100）的角度。

9. 根据权利要求 7 或 8 所述的背散射扫描系统，其中：

所述全向移载车（200）还具有减震单元（218），所述升降装置（300）被支撑在所述减震单元（218）上，以减小凹凸路面对搭载在所述全向移载车（200）上的背散射成像装置（100）的冲击。

10. 根据权利要求 1 所述的背散射扫描系统，其中：

所述背散射成像装置（100）包括安装支架（101）和固定在所述安装支架（101）上的高压电源(110)、X 射线管组件(120)、飞点扫描装置(130)和背散射探测器(140)。

11. 根据权利要求 10 所述的背散射扫描系统，其中：

所述飞点扫描装置（130）包括伺服控制器（131）、伺服电机（132）、转筒（133）、传动轴（134）、轴承底座（135）、第一轴承（136）、第二轴承（137）和支撑座（138）；

所述第一轴承（136）和所述第二轴承（137）分别安装在所述传动轴（134）的两端上，所述传动轴（134）嵌装在所述轴承底座（135）中；

所述传动轴(134)的一端与所述伺服电机(132)的输出轴连接，所述传动轴(134)的另一端与所述转筒（133）连接，所述伺服电机（132）和所述轴承底座（135）固定到所述支撑座（138）上；

所述伺服控制器（131）对所述伺服电机（132）进行控制，所述伺服电机（132）通过所述传动轴（134）驱动所述转筒（133）转动。

12. 根据权利要求 10 所述的背散射扫描系统，其中：

所述高压电源（110）通过高压电缆连接至所述 X 射线管组件（120），或者所述高压电源（110）和所述 X 射线管组件（120）被组合为一体式 X 射线发生器；

所述背散射探测器（140）还包括电控单元（150），所述电控单元（150）用于实现所述背散射成像装置（100）的电源分配和系统通断电控制；

所述电控单元(150)包括可编程逻辑控制器(151)，所述可编程逻辑控制器(151)与所述伺服控制器（131）通信，以对所述飞点扫描装置（130）进行控制。

13. 根据权利要求 10 所述的背散射扫描系统，其中：

所述背散射探测器（140）包括至少一个光电倍增管（141）、导光晶体（142）和增感屏（143），所述增感屏（143）外包在所述导光晶体（142）上，所述至少一个光电倍

增管（141）通过光学耦合剂与所述导光晶体（142）直接耦合，以将可见光信号转化为电信号。

14. 根据权利要求 13 所述的背散射扫描系统，其中：

所述背散射探测器（140）还包括安装侧面上的、靠近出束狭缝的侧板（144），所述侧板（144）用于减小无效散射线对探测信号的干扰。

15. 根据权利要求 13 所述的背散射扫描系统，其中：

所述背散射成像装置（100）还包括数采传输模块（102）和工控机（103），所述数采传输模块（102）对所述光电倍增管（141）的输出信号进行调理放大和模数转换，并将处理后的采样数据实时上传到所述工控机（103），所述工控机（103）根据所述采样数据生成被检目标的背散射图像，并将生成的背散射图像以无线方式传输给用户终端。

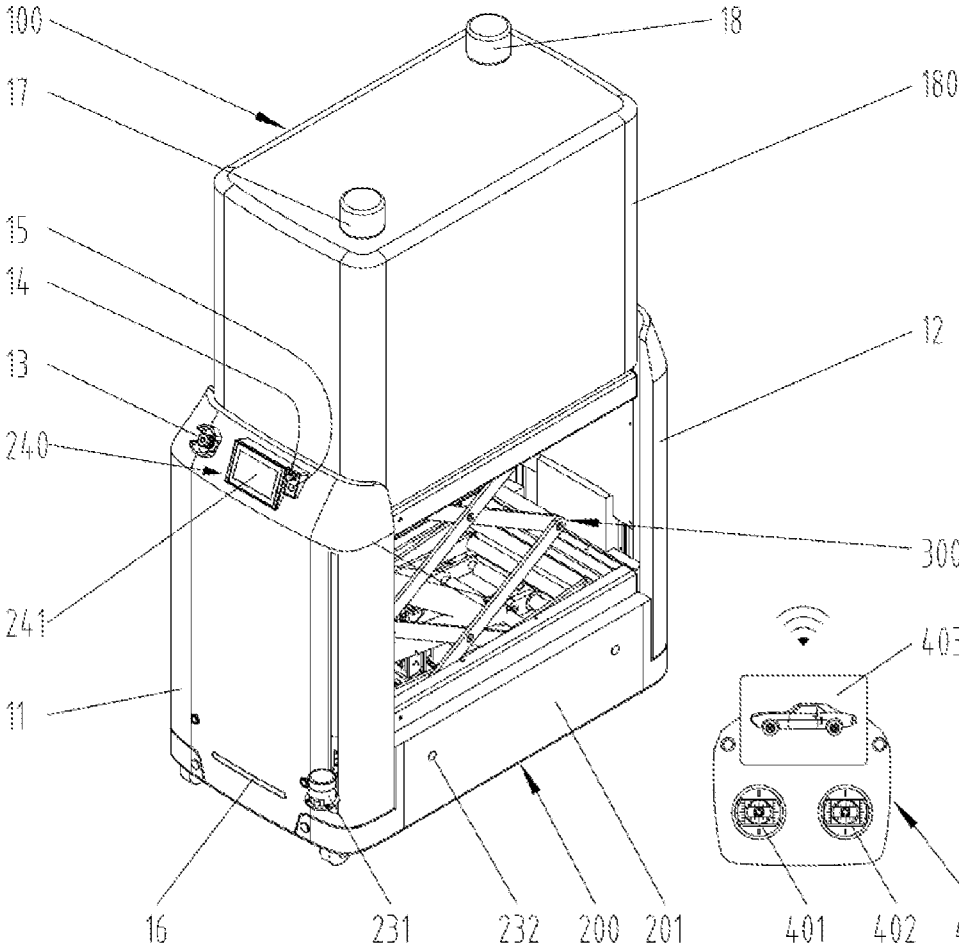
100
18
17
180
15
14
12
13
240
300
241
40E
11
16
231
232
200
201
401
402

图 1

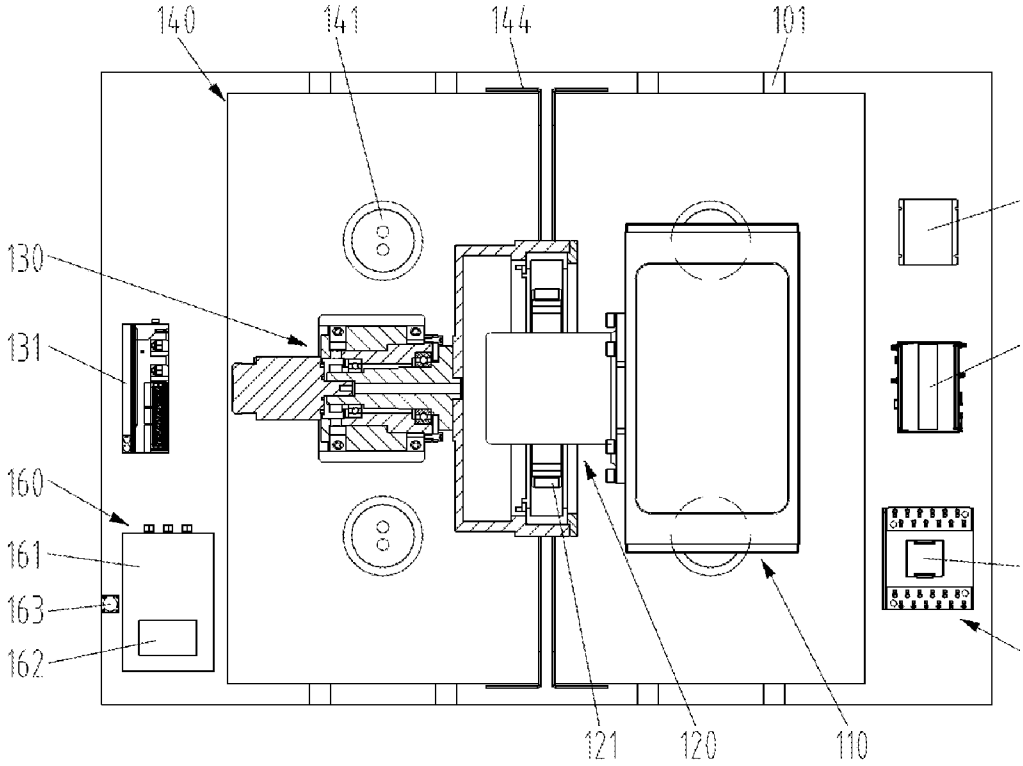

图 2

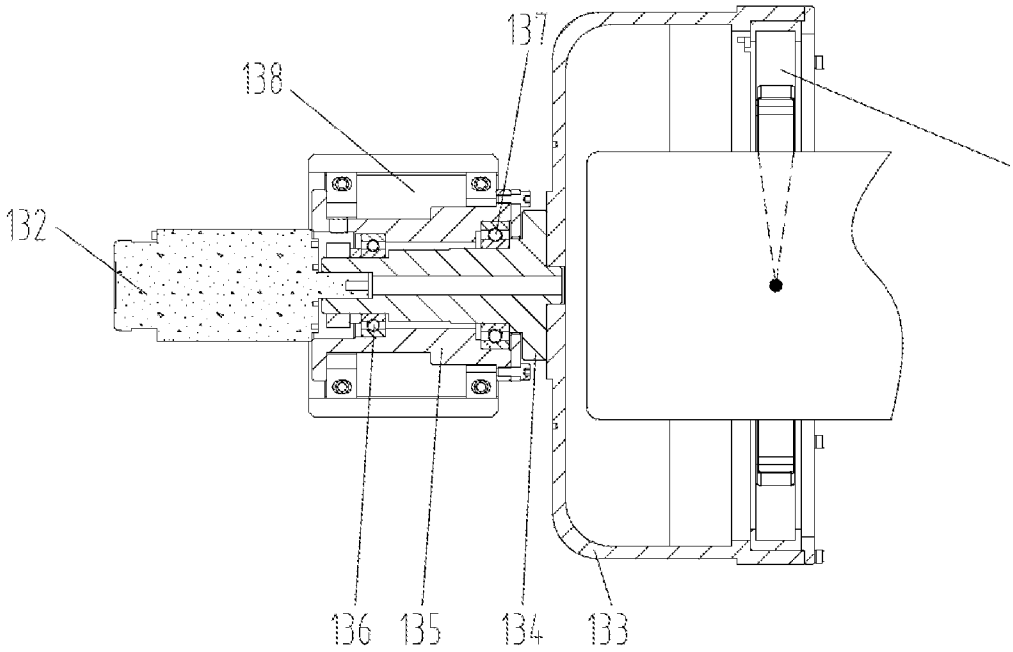

图 3

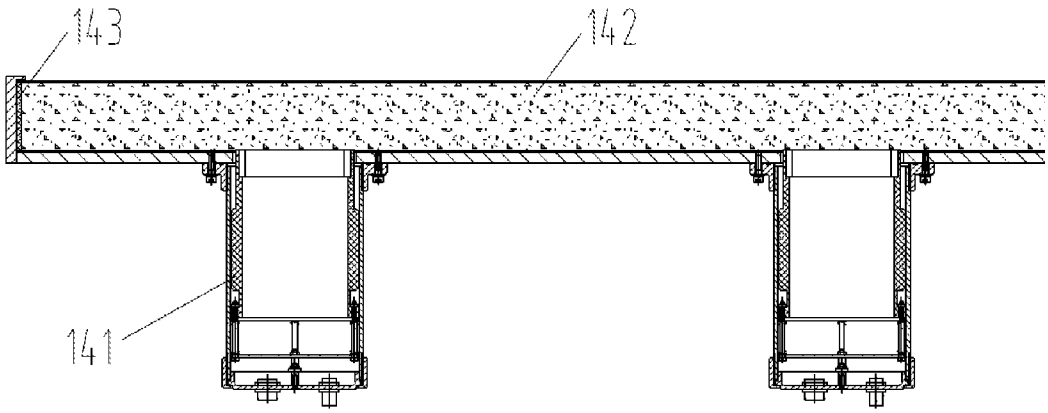

图 4

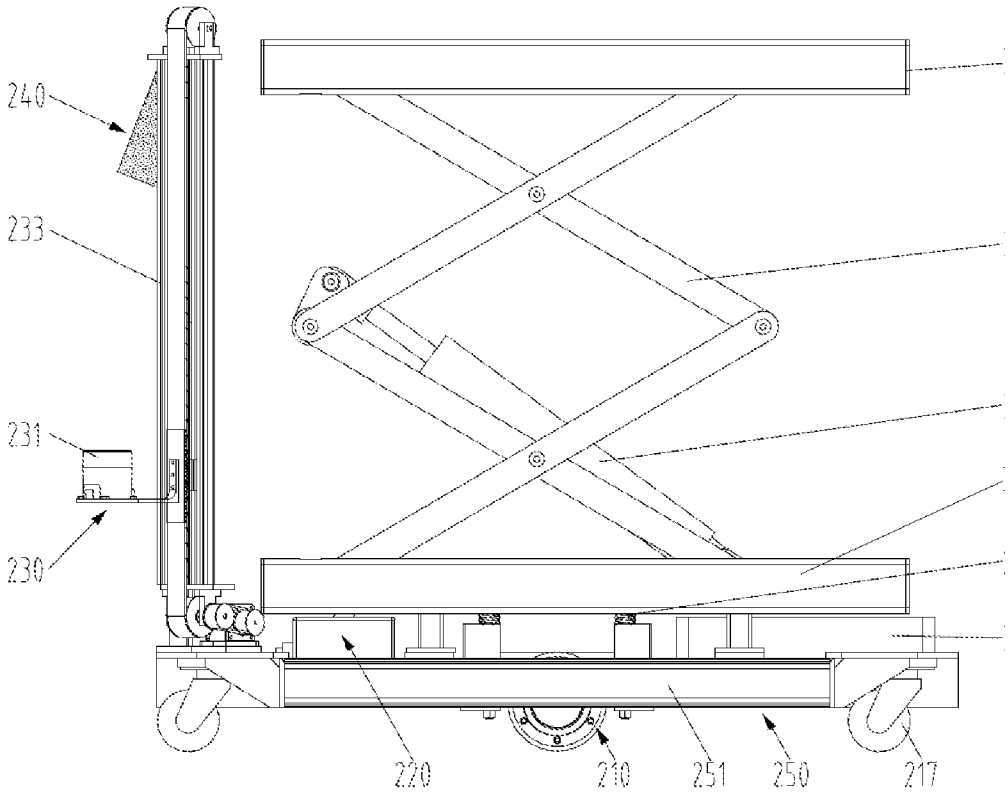

图 5

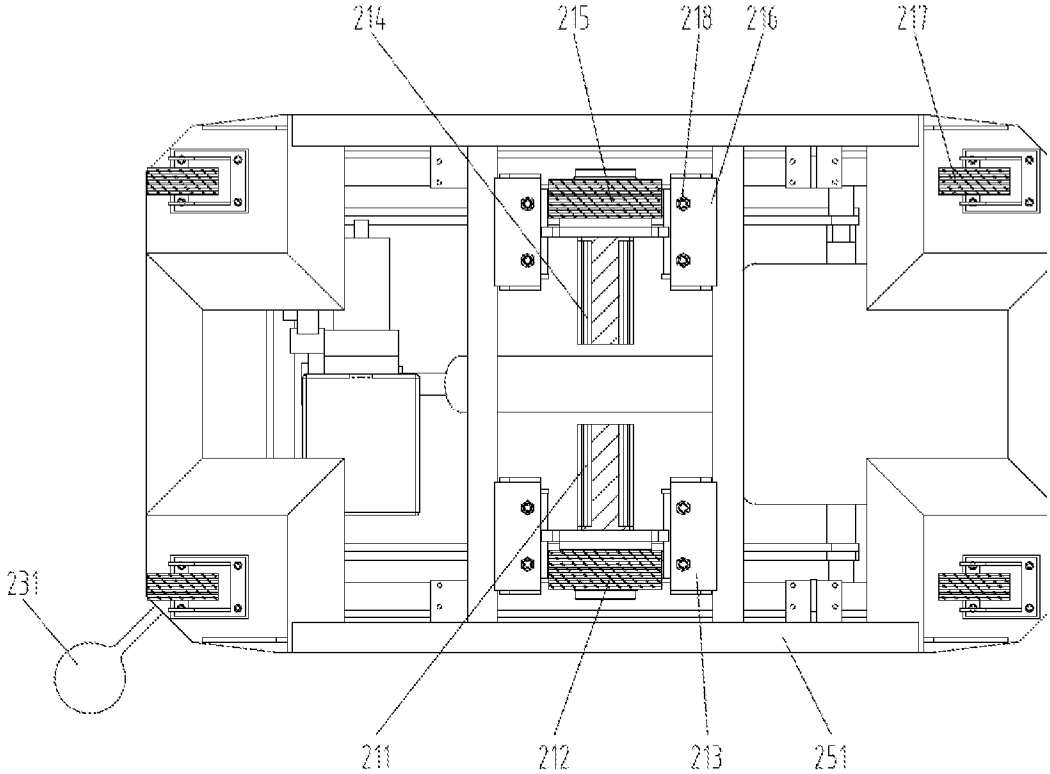

图 6

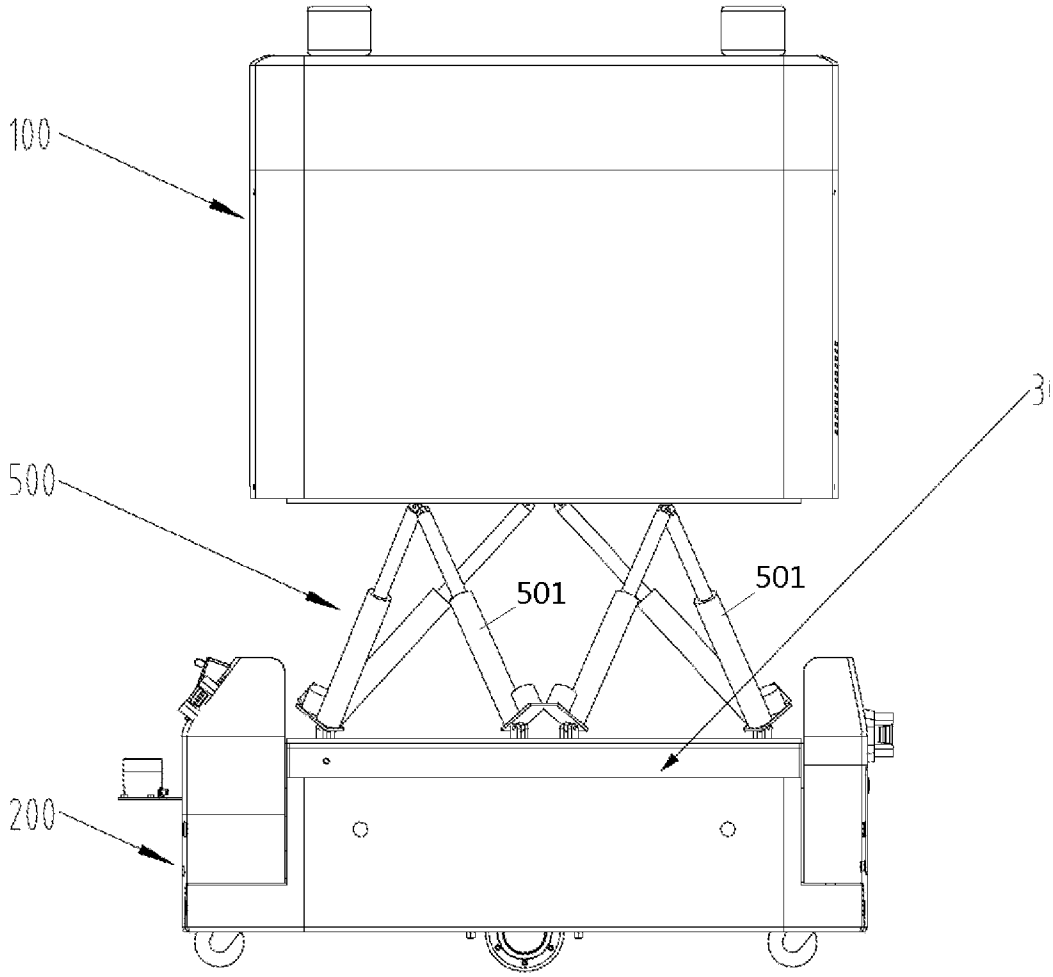

图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2021/081036

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N 23/203(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N; G01V

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI: 康普顿, 背散射, X射线, 车, 机器人, 扫描, 全向, 全方位, 遥控, 导航, 无线, 通讯, 通信, back, scatter+, robot, movable, X-ray, scan+, vehicle, direction, remote, control, communicat+, wireless, navigation

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 208444021 U (NUCTECH CO., LTD.) 29 January 2019 (2019-01-29) description, paragraphs [0004]-[0023], figure 1	1-15
A	CN 105403926 A (PURPLE SQUARE TECHNOLOGY CO., LTD.) 16 March 2016 (2016-03-16) entire document	1-15
A	CN 102901988 A (SHENZHEN XINYUANTONG ELECTRONICS CO., LTD.) 30 January 2013 (2013-01-30) entire document	1-15
A	WO 9810310 A1 (UNDERGROUND IMAGING INC.) 12 March 1998 (1998-03-12) entire document	1-15
A	CN 108227027 A (NUCTECH CO., LTD. et al.) 29 June 2018 (2018-06-29) entire document	1-15
A	CN 106312997 A (GUILIN UNIVERSITY OF ELECTRONIC TECHNOLOGY) 11 January 2017 (2017-01-11) entire document	1-15
A	CN 205898713 U (NUCTECH CO., LTD.) 18 January 2017 (2017-01-18) entire document	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
27 April 2021	**26 May 2021**
Name and mailing address of the ISA/CN **China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)** **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088** **China** Facsimile No. **(86-10)62019451**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2021/081036

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	208444021	U	29 January 2019	None			
CN	105403926	A	16 March 2016	CN	105403926	B	10 July 2018
CN	102901988	A	30 January 2013	CN	102901988	B	09 March 2016
WO	9810310	A1	12 March 1998	AU	4243597	A	26 March 1998
				GB	2332799	A	30 June 1999
				US	6094157	A	25 July 2000
CN	108227027	A	29 June 2018	EP	3505974	A1	03 July 2019
				WO	2019128694	A1	04 July 2019
				US	10895660	B2	19 January 2021
				RU	2710518	C1	26 December 2019
				US	2019204244	A1	04 July 2019
				EP	3505974	B1	24 February 2021
				CN	108227027	B	01 December 2020
				CN	207817229	U	04 September 2018
CN	106312997	A	11 January 2017	None			
CN	205898713	U	18 January 2017	None			

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2021/081036

A. 主题的分类

G01N 23/203(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G01N; G01V

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用））

CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI：康普顿，背散射，X射线，车，机器人，扫描，全向，全方位，遥控，导航，无线，通讯，通信，back, scatter+, robot, movable, X-ray, scan+, vehicle, direction, remote, control, communicat+, wireless, navigation

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 208444021 U (同方威视技术股份有限公司) 2019年 1月 29日 (2019-01-29) 说明书第[0004]-[0023]段，图1	1-15
A	CN 105403926 A (北京紫方启研科技有限公司) 2016年 3月 16日 (2016-03-16) 全文	1-15
A	CN 102901988 A (深圳市鑫源通电子有限公司) 2013年 1月 30日 (2013-01-30) 全文	1-15
A	WO 9810310 A1 (UNDERGROUND IMAGING INC.) 1998年 3月 12日 (1998-03-12) 全文	1-15
A	CN 108227027 A (同方威视技术股份有限公司 等) 2018年 6月 29日 (2018-06-29) 全文	1-15
A	CN 106312997 A (桂林电子科技大学) 2017年 1月 11日 (2017-01-11) 全文	1-15
A	CN 205898713 U (同方威视技术股份有限公司) 2017年 1月 18日 (2017-01-18) 全文	1-15

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2021年 4月 27日	2021年 5月 26日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451	受权官员 邓晓蓓 电话号码 86-(10)-53962606

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2021/081036

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	208444021	U	2019年 1月 29日	无			
CN	105403926	A	2016年 3月 16日	CN	105403926	B	2018年 7月 10日
CN	102901988	A	2013年 1月 30日	CN	102901988	B	2016年 3月 9日
WO	9810310	A1	1998年 3月 12日	AU	4243597	A	1998年 3月 26日
				GB	2332799	A	1999年 6月 30日
				US	6094157	A	2000年 7月 25日
CN	108227027	A	2018年 6月 29日	EP	3505974	A1	2019年 7月 3日
				WO	2019128694	A1	2019年 7月 4日
				US	10895660	B2	2021年 1月 19日
				RU	2710518	C1	2019年 12月 26日
				US	2019204244	A1	2019年 7月 4日
				EP	3505974	B1	2021年 2月 24日
				CN	108227027	B	2020年 12月 1日
				CN	207817229	U	2018年 9月 4日
CN	106312997	A	2017年 1月 11日	无			
CN	205898713	U	2017年 1月 18日	无			