

(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
2023 年 11 月 9 日 (09.11.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/212974 A1

(51) 国际专利分类号:
B62D 55/065 (2006.01) **F16L 55/32** (2006.01)
B25J 19/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2022/092373

(22) 国际申请日: 2022 年 5 月 12 日 (12.05.2022)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202210479071.9 2022年5月5日 (05.05.2022) CN

(71) 申请人: 东南大学 (SOUTHEAST UNIVERSITY)
[CN/CN]; 中国江苏省南京市玄武区四牌楼2号, Jiangsu 210096 (CN)。

(72) 发明人: 宋爱国 (SONG, Aiguo); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼2号, Jiangsu 210096 (CN)。 王少虎

(WANG, Shaohu); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼2号, Jiangsu 210096 (CN)。 李会军 (LI, Huijun); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼2号, Jiangsu 210096 (CN)。 缪天缘 (MIAO, Tianyuan); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼2号, Jiangsu 210096 (CN)。 季钦杰 (JI, Qinjie); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼2号, Jiangsu 210096 (CN)。 徐越锋 (XU, Yuefeng); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼2号, Jiangsu 210096 (CN)。 徐波 (XU, Bo); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼2号, Jiangsu 210096 (CN)。

(74) 代理人: 南京众联专利代理有限公司 (NANJING ZHONGLIAN PATENT AGENCY CO., LTD.); 中国江苏省南京市建邺区福园街129号万达广场7层, Jiangsu 210017 (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,

(54) Title: PIPELINE INSPECTION ROBOT HAVING CROSS VARIABLE-STRUCTURE CRAWLER BELT AND CONTROL METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 一种十字交叉变构履带的管道巡检机器人及其控制方法

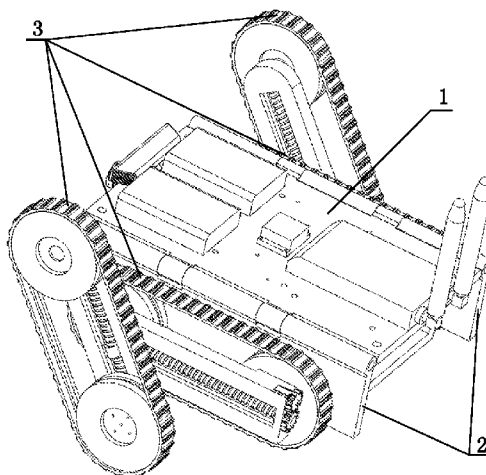


图 1

(57) Abstract: Disclosed in the present invention are a pipeline inspection robot having a cross variable-structure crawler belt and a control method therefor. The pipeline inspection robot comprises a robot body, crawler belt inclination angle adjustment mechanisms symmetrically arranged on the left and right sides of the robot body, and cross variable-structure crawler belt assemblies arranged on the crawler belt inclination angle adjustment mechanisms; the robot body is connected to the cross variable-structure crawler belt assemblies on the left side and the right side of the robot body by means of the crawler belt inclination angle adjustment mechanisms, and the crawler belt inclination angle adjustment mechanisms perform adjustment by means of support slide blocks at the bottom of the robot body; each cross variable-structure crawler belt assembly comprises a main advancing crawler belt, an auxiliary advancing crawler belt, and a cross variable-structure slide block; and the main advancing crawler belt and the auxiliary advancing crawler belt are connected by means of the cross variable-structure slide block. According to the present invention, the crawler belt structures can



WO 2023/212974 A1

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, IQ, IR, IS, IT, JM, 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, SC, 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))。

be changed, and each group of variable-structure crawler belt structures are independent, so that the robot has good flexibility to climb a slope and climb over obstacles to adapt to a complex environment in a pipeline.

(57) 摘要: 本发明公开一种十字交叉变构履带的管道巡检机器人及其控制方法, 所述的管道巡检机器人, 包括机器人主体、对称设置在机器人主体左右两侧的履带倾角调节机构、设置在履带倾角调节机构上的十字交叉变构履带组件; 所述机器人主体与其左右两侧的十字交叉变构履带组件之间通过履带倾角调节机构连接, 所述履带倾角调节机构通过机器人主体底部的支撑滑块调节; 所述十字交叉变构履带组件包含主行进履带、辅助行进履带和十字交叉变构滑块, 主行进履带和辅助行进履带之间通过十字交叉变构滑块连接。本发明可实现对履带结构的改变, 每组变构履带结构独立, 具有很好的灵活性以爬坡、翻越障碍物来适应管道内的复杂环境。

一种十字交叉变构履带的管道巡检机器人及其控制方法

技术领域

本发明属于机器人技术领域，具体涉及一种十字交叉变构履带的管道巡检机器人及其控制方法。

背景技术

管道输送具有成本低、输送方便、输送量大等优点，在众多领域都发挥着重要作用。而化学腐蚀、环境变化、自然灾害和管道自身缺陷等都有可能导致物质泄漏、环境污染等事故的发生，因此管道必须进行持续巡检工作。而对于管道的巡检尤为不便，目前巡检方法多为人工巡检，对于恶劣环境下的管道巡检该方法具有巡检成本高、检出率低、巡检劳动强度大等缺点。管道巡检机器人常采用的行走机构有履带式、腿足式及轮式三种。其中履带式管道机器人与壁面接触面积大、适应能力强，相较于腿足式管道机器人运动速度慢、运动机构复杂，轮式管道机器人越障能力差、稳定性差的缺点，履带管道机器人是最佳的行走机构。但需要履带倾角的调节和辅助履带的加持才能使履带管道机器人适应不同类型的管道。

中国专利申请号为：CN202111613153.X，公布日为2022年2月18日的专利文献，公开了一种辅助式越障机器人及其工作方法，通过采用在中间车体的两端设置第一侧车体和第二侧车体，并运用电动缸拉伸的方式越障，但这种机构受地面环境的影响大，抓地能力弱，针对复杂障碍物环境自适应能力差。

中国专利申请号为：CN201911234990.4，授权日为2021年2月5日的专利文献，公开了一种海洋工程用全自动海底管道巡检机器人，通过采用轮式和履带式相结合的结构在海底管道内巡检，但这种结构无法结合管道内部情况适当调节履带和行走轮与管壁的接触位置，可导致履带和行走轮的磨损。

目前，如何让管道巡检机器人翻越复杂障碍物，自适应管道环境是亟需解决的问题。

发明内容

本发明的目的是针对管道巡检机器人在管道的狭窄环境下不能够适配多种类型的管道以及不能够灵活翻越障碍物的问题，提出了一种十字交叉变构履带的管道巡检机器人及其控制方法，用于解决管道内部含有杂质以使路况不够规则和管道内部杂质堆积管道巡检机器人不能够灵活翻越的问题，并提出了履带倾角调节控制方法和越障控制方法。

为达到上述目的，本发明的技术方案如下：

一种十字交叉变构履带的管道巡检机器人，包括机器人主体、对称设置在机器人主体左右两侧的履带倾角调节机构、设置在履带倾角调节机构上的十字交叉变构履带组件；所述机器人主体与其左右两侧的十字交叉变构履带组件通过履带倾角调节机构连接；所述履带倾角调节机构包括与所述机器人主体连接的带有旋转轴面板和调节履带倾角的支撑滑轨，所述支撑滑轨上安装推杆电机，所述推杆电机的动

力输出轴驱动一个能在支撑滑轨上往复运动的支撑滑块，所述支撑滑块上安装一个支撑杆，所述支撑杆的一端连接支撑滑块，另一端与带有旋转轴面板上的支撑底座连接；所述十字交叉变构履带组件包括主行进履带、辅助行进履带和十字交叉变构滑块，所述主行进履带和辅助行进履带包括履带支撑板、驱动轮、从动轮、驱动电机和履带，所述履带支撑板的中间装有滑轨和丝杆，丝杆通过与安装在履带支撑板上步进电机的齿轮咬合驱动丝杆的转动；所述十字交叉变构滑块由两个小滑块和一个大扭矩电机组成。

所述的十字交叉变构履带的管道巡检机器人，所述调节履带倾角的支撑滑轨有两组，中心对称安装于机器人主体的底部；所述带有旋转轴面板上有两个履带组件支撑杆，用于十字交叉变构履带组件的安装。

所述的十字交叉变构履带的管道巡检机器人，所述十字交叉变构履带组件有两组，对称安装在机器人主体两边履带倾角调节机构的带有旋转轴面板上；所述主行进履带包含的驱动轮和从动轮中心内部安装有轴承，通过轴承与带有旋转轴面板上的两个履带组件支撑杆安装固定。

所述的十字交叉变构履带的管道巡检机器人，所述十字交叉变构滑块包含的两个小滑块分别安装在主行进履带和辅助行进履带中间的丝杆上，这两个小滑块通过大扭矩电机连接；所述十字交叉变构滑块可以分别在主行进履带和辅助行进履带内部安装的步进电机动力驱动下，在主行进履带和辅助行进履带内的丝杆上滑动。

所述的十字交叉变构履带的管道巡检机器人,所述机器人主体包括机器人主体面板、深度相机、电池组件、电源组件、主控组件、电台组件、IMU 传感器、单线激光雷达;所述单线激光雷达安装于机器人主体面板底面正前方;所述深度相机安装于机器人主体面板上面正前方;所述电池组件安装于机器人主体面板底面,调节履带支撑滑轨的两侧;所述电源组件、主控组件、电台组件和 IMU 安装于机器人主体上面,IMU 传感器安装于机器人主体中心。

上述十字交叉变构履带的管道巡检机器人的履带倾角调节控制方法,该方法包括如下步骤:

步骤 1, 采样单线激光雷达输出的点云信息,根据点云信息计算与两侧履带接触的道路剖面曲率半径方向与机器人 x 轴方向的夹角 θ_L, θ_R ;

步骤 2, 计算调节左侧履带倾角的支撑滑轨需要移动的距离 Δl ;

$$\Delta l = \begin{cases} l_{init} - \left(\sqrt{l_1^2 - \left(l_2 \cos \left(\frac{\pi}{2} - \theta_L \right) \right)^2} - l_2 \sin \left(\frac{\pi}{2} - \theta_L \right) \right) & \theta_L < \frac{\pi}{2} \\ l_{init} - \left(\sqrt{l_1^2 - \left(l_2 \cos \left(\theta_L - \frac{\pi}{2} \right) \right)^2} - l_2 \sin \left(\theta_L - \frac{\pi}{2} \right) \right) & \theta_L > \frac{\pi}{2} \end{cases} \quad (1)$$

其中, l_{init} 为带有旋转轴面板与机器人主体面板相垂直时, 即 $\theta_L = \pi/2$ 时到左侧带有旋转轴面板的距离, l_1 为支撑底座到旋转轴的距离, l_2 为支撑杆的长度;

步骤 3, 计算调节左侧履带倾角的推杆电机旋转圈数 Δk ;

根据 Δl 以及推杆电机旋转一周支撑滑块能够行进的距离 l_o , 计算推杆电机旋转的圈数 Δk ;

$$\Delta k = \frac{\Delta l}{l_o} \quad (2)$$

当 $\theta_L > \pi/2$ 时，表示左侧履带接触的道路剖面曲率半径方向向右下，此时 $\Delta l < 0$ ，支撑滑块向右移动 $|\Delta l|$ ，推杆电机顺时针旋转 Δk 圈，履带向内收缩；当 $\theta_L < \pi/2$ 时，表示左侧履带接触的道路剖面曲率半径方向向右上，此时 $\Delta l > 0$ ，支撑滑块向左移动 $|\Delta l|$ ，推杆电机逆时针旋转 Δk 圈，履带向外张开；

步骤 4，经过步骤 1-3 计算得到推杆电需要转动的圈数 Δk ，并根据 θ_L 与 $\pi/2$ 的大小关系判定顺时针还是逆时针，选用合理的控制算法驱动推杆电机旋转指定圈数；右侧履带也需经过步骤 1-3 计算右侧支撑滑块移动距离 Δl 和右侧推杆电机转动圈数 Δk ，并驱动右侧推杆电机旋转相应的圈数；针对左右侧履带接触的道路剖面曲率半径不同，左右侧的推杆电机旋转圈数也会不同，进而巡检机器人可适应同一路不同曲率半径的地形。

上述十字交叉变构履带的管道巡检机器人的越障控制方法，该方法包括如下步骤：

步骤 1，采样 IMU 传感器输出的 y 轴方向角度 ϕ 、采样频率为 100hz。采集深度相机数据并计算前方障碍物距离 l 、障碍物高度 h ；

步骤 2，巡检机器人到达障碍物前，当 $l > l_s$ 时，计算十字交叉变构滑块在主行进履带和辅助行进履带中滑轨上需要移动的距离，分别为 Δl_f 和 Δl_s ；以及计算大扭矩电机旋转的角度 φ ；当 $l < l_s$ 时，需向后退，直至 $l > l_s$ ；

$$\varphi = \left(\arccos\left(\frac{h}{l_s}\right) + \frac{\pi}{2} \right) - \varphi_c, \Delta l_f = -l_{fc}, \Delta l_s = -l_{sc} \quad (3)$$

其中主行进履带长度为 l_f ，辅助行进履带长度为 l_s ，并且 $l_f = l_s$ ；

步骤 3，巡检机器人的左右主行进履带向前行进直至左右辅助行进履带接触障碍物；计算左右主行进履带向前移动的距离 ΔL_f ；

$$\Delta L_f = l_s - l_f \cos \left(\arcsin \frac{h}{l_f} \right) \quad (4)$$

步骤 4，巡检机器人主体向上爬升，计算十字交叉变构滑块在辅助行进履带的滑轨上需要移动的距离 Δl_s ，大扭矩电机旋转的角度 φ ，巡检机器人的左右主行进履带向前行进距离 ΔL_f ；

$$\varphi = \frac{\pi}{2} - \arccos \left(\frac{h}{l_s} \right), \Delta l_s = l_s, \Delta L_f = l_s \quad (5)$$

步骤 5，巡检机器人的左右辅助行进履带向下滑动到巡检机器人主体的底部，计算十字交叉变构滑块在主行进履带的滑轨上需要移动的距离 Δl_f ，大扭矩电机旋转的角度 φ ；

$$\varphi = \frac{\pi}{2} - \arccos \left(\frac{h}{l_s} \right), \Delta l_f = l_f \quad (6)$$

步骤 6，巡检机器人的左右辅助行进履带向下支撑机器人主体至与障碍物上方同一水平线；此时要求 $h < (l_s - l_f \tan \phi) \cos \phi$ ；计算十字交叉变构滑块在辅助行进履带的滑轨上需要移动的距离 Δl_s ，大扭矩电机旋转的角度 φ ，巡检机器人的左右辅助行进履带向前行进距离 ΔL_s ；

$$\begin{aligned} \varphi &= \pi - \arccos \left(\frac{h}{l_s} \right), \\ \Delta l_s &= l_f \tan \phi + \frac{h}{\cos \phi} - l_s, \\ \Delta L_s &= \sqrt{l_f^2 - h^2} - h \tan \phi + l_s - \frac{l_f}{\cos \phi} \end{aligned} \quad (7)$$

步骤 7：巡检机器人的左右主行进履带和辅助行进履带向前行进，直至左右辅助行进履带的底部到达障碍物的底部后停止，分别计算左右主行进履带和辅助行进履带的行进距离 ΔL_f 和 ΔL_s ，十字交叉变构滑

块在辅助行进履带的滑轨上需要移动的距离 Δl_s ；

$$\Delta L_f = l_f, \Delta L_s = \frac{l_f}{\cos \phi}, \Delta l_s = \frac{h}{\cos \phi} - \left(l_f \tan \phi + \frac{h}{\cos \phi} \right) \quad (8)$$

步骤 8：收回辅助行进履带，计算十字交叉变构滑块在主行进履带的滑轨上需要移动的距离 Δl_f ，大扭矩电机旋转的角度 φ ；

$$\Delta l_f = l_f, \varphi = \frac{\pi}{2} \quad (9)$$

步骤 9：将上述步骤 1-8 计算得到的大扭矩电机旋转的角度 φ ，十字交叉变构滑块在辅助行进履带的滑轨上需要移动的距离 Δl_s 等距离量全部在规定的状态选择合适的控制算法执行。

本发明的有益效果：

1、本发明采用带有旋转轴面板与机器人主体面板相连接，在机器人主体面板底部安装两组调节履带倾角的支撑滑轨，并在支撑滑轨上安装与带有旋转轴面板通过支撑杆相连接的支撑滑块，通过支撑滑块的往复运动实现履带倾角调节；每组履带倾角调节机构独立控制，可适应同一道路不同剖面曲率半径的地形。

2、本发明采用在机器人主体面板的底面正前方安装有单线激光雷达，根据单线激光雷达输出的点云信息计算与两侧履带接触的道路剖面曲率半径，并结合履带倾角调节控制方法，可实现履带倾角的自适应调节。

3、本发明采用在机器人主体的两端通过履带倾角调节机构连接安装的十字交叉变构履带，每组十字交叉变构履带包含的主行进履带和辅助行进履带内部均安装有滑轨和丝杆，主行进履带和辅助行进履带通过十字交叉变构滑块相连接；十字变构滑块内包含的大扭矩电机可实现在主行进履带与履带倾角调节机构固定的情况下，辅助行进履带 360° 旋转。辅助行进履带的旋转可用于支撑机器人主体翻越障碍

物。

4、本发明采用在机器人前方安装深度相机可实现对前方障碍物的距离和高度信息的获取，在机器人主体中心安装的 IMU 可实现对道路坡度信息的获取，并结合越障控制方法，可实现对在具有不同坡度的地面上的障碍物的翻越。

5、本发明采用将驱动轮分别安装在主行进履带和辅助行进履带上，可保证结构变动的情况下仍然保证履带的驱动能力。

附图说明

图 1 是本发明的一种十字交叉变构履带的管道巡检机器人机构侧视图；

图 2 是本发明的一种十字交叉变构履带的管道巡检机器人底部机构示意图；

图 3 是机器人主体机构示意图；

图 4 是履带倾角调节机构示意图；

图 5 是十字交叉变构履带组件机构示意图；

图 6 是十字交叉变构履带组件内部爆炸视图；

图 7 是履带倾角调节前巡检机器人在管道内的状态示意图；

图 8 是履带倾角调节后巡检机器人在管道内的状态示意图；

图 9 是巡检机器人的主行进履带、辅助行进履带、主行进履带前端与障碍物的距离、双目相机测量的障碍物的高度、巡检机器人行进路面的坡角及主行进履带与辅助行进履带的夹角；

图 10 是巡检机器人的左右辅助行进履带接触障碍物时的示意图；

图 11 是巡检机器人主体向上爬升至主行进履带接触到障碍物时的示意图；

图 12 是巡检机器人的左右辅助行进履带向下滑动到机器人主体底部的示意图；

图 13 是巡检机器人的左右辅助行进履带向下支撑机器人主体至与障碍物上方同一水平线时的示意图；

图 14 是巡检机器人的左右主行进履带和辅助行进履带向前行进，直至左右辅助行进履带的底部到达障碍物的底部后停止时的示意图；

图 15 是巡检机器人爬升到障碍物上方后收回辅助行进履带时的示意图；

图 16 是巡检机器人完整翻越障碍物时的示意图。

附图标识列表：

1：机器人主体；11：机器人主体面板；12：深度相机；13：电源组件；14：主控组件；15：IMU 传感器；16：电台组件；17：单线激光雷达；18：电池组件；2：履带倾角调节机构；21：带有旋转轴面板；22：支撑杆；23：支撑滑块；24：支撑滑轨；25：推杆电机；211：支撑底座；212：履带组件支撑杆；3：十字交叉变构履带组件；31：主行进履带；32：辅助行进履带；33：十字交叉变构滑块；311：驱动轮；312：从动轮；313：履带支撑板；314：履带；315：驱动电机；331：大扭矩电机；332：小滑块；3131：步进电机；3132：丝杆。

具体实施方式

下面结合附图和具体实施方式，进一步阐明本发明，应理解下述具体实施方式仅用于说明本发明而不适用于限制本发明的范围。

如图 1 和图 2 所示，一种十字交叉变构履带巡检机器人，包括机器人主体 1、对称设置在机器人主体左右两侧的履带倾角调节机构 2、设置在履带倾角调节机构上的十字交叉变构履带组件 3；所述机器人主体与其左右两侧的十字交叉变构履带组件通过履带倾角调节机构连接；所述履带倾角调节机构包括与所述机器人主体连接的带有旋转轴面板 21 和调节履带倾角的支撑滑轨 24，所述支撑滑轨上安装推杆电机 25，所述推杆电机的动力输出轴驱动一个能在支撑滑轨上往复运动的支撑滑块 23，所述支撑滑块上安装一个支撑杆 22，所述支撑杆的一端连接支撑滑块，另一端与带有旋转轴面板上的支撑底座 211 连接；所述十字交叉变构履带组件包括主行进履带 31、辅助行进履带 32 和十字交叉变构滑块 33，所述主行进履带和辅助行进履带包括履带支撑板 313、驱动轮 311、从动轮 312、驱动电机 315 和履带 314，所述履带支撑板的中间装有滑轨和丝杆 3132，丝杆通过与安装在履带支撑板上步进电机 3131 的齿轮咬合驱动丝杆的转动；所述十字交叉变构滑块由两个小滑块 332 和一个大扭矩电机 331 组成。

所述调节履带倾角的支撑滑轨 24 有两组，中心对称安装于机器人主体的底部；所述带有旋转轴面板 21 上有两个履带组件支撑杆 212，用于十字交叉变构履带组件的安装。

所述十字交叉变构履带 3 组件有两组，对称安装在机器人主体两边履带倾角调节机构的带有旋转轴面板 21 上；所述主行进履带 31 包含的驱动轮和从动轮中心内部安装有轴承，通过轴承与带有旋转轴面板上的两个履带组件支撑杆安装固定。

所述十字交叉变构滑块包含的两个小滑块 332 分别安装在主行

进履带和辅助行进履带中间的丝杆 3132 上，这两个小滑块 332 通过大扭矩电机 331 连接；所述十字交叉变构滑块 33 可以分别在主行进履带 31 和辅助行进履带 32 内部安装的步进电机动力驱动下，在主行进履带和辅助行进履带内的丝杆 3132 上滑动。

所述机器人主体包括机器人主体面板 11、深度相机 12、电池组件 18、电源组件 13、主控组件 14、电台组件 16、IMU 传感器 15、单线激光雷达 17；所述单线激光雷达安装于机器人主体面板底面正前方；所述深度相机安装于机器人主体面板上面正前方；所述电池组件安装于机器人主体面板底面，调节履带支撑滑轨的两侧；所述电源组件、主控组件、电台组件和 IMU 安装于机器人主体上面，IMU 传感器安装于机器人主体中心。

一种十字交叉变构履带的管道巡检机器人的履带倾角调节控制方法，该方法包括如下步骤：

步骤 1，采样单线激光雷达输出的点云信息，根据点云信息计算与两侧履带接触的道路剖面曲率半径方向与机器人 x 轴方向的夹角 θ_L, θ_R ；

步骤 2，计算调节左侧履带倾角的支撑滑轨需要移动的距离 Δl ；

$$\Delta l = \begin{cases} l_{init} - \left(\sqrt{l_1^2 - \left(l_2 \cos \left(\frac{\pi}{2} - \theta_L \right) \right)^2} - l_2 \sin \left(\frac{\pi}{2} - \theta_L \right) \right) & \theta_L < \frac{\pi}{2} \\ l_{init} - \left(\sqrt{l_1^2 - \left(l_2 \cos \left(\theta_L - \frac{\pi}{2} \right) \right)^2} - l_2 \sin \left(\theta_L - \frac{\pi}{2} \right) \right) & \theta_L > \frac{\pi}{2} \end{cases} \quad (1)$$

其中， l_{init} 为带有旋转轴面板与机器人主体面板相垂直时，即 $\theta_L = \pi/2$ 时到左侧带有旋转轴面板的距离， l_1 为支撑底座到旋转轴的距离， l_2 为支撑杆的长度；

步骤 3，计算调节左侧履带倾角的推杆电机旋转圈数 Δk ；

根据 Δl 以及推杆电机旋转一周支撑滑块能够行进的距离 l_o ，计算推杆电机旋转的圈数 Δk ；

$$\Delta k = \frac{\Delta l}{l_o} \quad (2)$$

当 $\theta_L > \pi/2$ 时，表示左侧履带接触的道路剖面曲率半径方向向右下，此时 $\Delta l < 0$ ，支撑滑块向右移动 $|\Delta l|$ ，推杆电机顺时针旋转 Δk 圈，履带向内收缩；当 $\theta_L < \pi/2$ 时，表示左侧履带接触的道路剖面曲率半径方向向右上，此时 $\Delta l > 0$ ，支撑滑块向左移动 $|\Delta l|$ ，推杆电机逆时针旋转 Δk 圈，履带向外张开；

步骤 4，经过步骤 1-3 计算得到推杆电需要转动的圈数 Δk ，并根据 θ_L 与 $\pi/2$ 的大小关系判定顺时针还是逆时针，选用合理的控制算法驱动推杆电机旋转指定圈数；右侧履带也需经过步骤 1-3 计算右侧支撑滑块移动距离 Δl 和右侧推杆电机转动圈数 Δk ，并驱动右侧推杆电机旋转相应的圈数；针对左右侧履带接触的道路剖面曲率半径不同，左右侧的推杆电机旋转圈数也会不同，进而巡检机器人可适应同一道路不同剖面曲率半径的地形。

一种十字交叉变构履带的管道巡检机器人的越障控制方法，该方法包括如下步骤：

步骤 1，采样 IMU 传感器输出的 y 轴方向角度 ϕ 、采样频率为 100hz。采集深度相机数据并计算前方障碍物距离 l 、障碍物高度 h 。

步骤 2，巡检机器人到达障碍物前，当 $l > l_s$ 时，计算十字交叉变构滑块在主行进履带和辅助行进履带中滑轨上需要移动的距离，分别为 Δl_f 和 Δl_s 。以及计算大扭矩电机旋转的角度 φ ；当 $l < l_s$ 时，需向后退，直至 $l > l_s$ 。

$$\varphi = \left(\arccos\left(\frac{h}{l_s}\right) + \frac{\pi}{2} \right) - \varphi_c, \Delta l_f = -l_{fc}, \Delta l_s = -l_{sc} \quad (3)$$

其中主行进履带长度为 l_f ，辅助行进履带长度为 l_s ，并且 $l_f = l_s$ ； $\Delta l_f > 0$ 时，十字交叉变构滑块在主行进履带的滑轨上沿着远离主行进履带上的从动轮的方向滑动； $\Delta l_f < 0$ 时，十字交叉变构滑块在主行进履带的滑轨上沿着接近主行进履带上的从动轮的方向滑动； $\Delta l_s > 0$ 时，十字交叉变构滑块在辅助行进履带的滑轨上沿着远离辅助行进履带上的驱动轮的方向滑动； $\Delta l_s < 0$ 时，十字交叉变构滑块在辅助行进履带的滑轨上沿着接近辅助行进履带上的驱动轮的方向滑动； l_{fc} 表示十字交叉变构滑块在主行进履带的滑轨上的当前位置到主行进履带上的从动轮的距离。 l_{sc} 表示十字交叉变构滑块在辅助行进履带的滑轨上的当前位置到辅助行进履带上的驱动轮的距离。

步骤3，巡检机器人的左右主行进履带向前行进直至左右辅助行进履带接触障碍物；计算左右主行进履带向前移动的距离 ΔL_f ：

$$\Delta L_f = l_s - l_f \cos\left(\arcsin\frac{h}{l_f}\right) \quad (4)$$

步骤4，巡检机器人主体向上爬升，计算十字交叉变构滑块在辅助行进履带的滑轨上需要移动的距离 Δl_s ，大扭矩电机旋转的角度 φ ，巡检机器人的左右主行进履带向前行进距离 ΔL_f 。

$$\varphi = \frac{\pi}{2} - \arccos\left(\frac{h}{l_s}\right), \Delta l_s = l_s, \Delta L_f = l_s \quad (5)$$

步骤5，巡检机器人的左右辅助行进履带向下滑动到巡检机器人主体的底部，计算十字交叉变构滑块在主行进履带的滑轨上需要移动的距离 Δl_f ，大扭矩电机旋转的角度 φ 。

$$\varphi = \frac{\pi}{2} - \arccos\left(\frac{h}{l_s}\right), \Delta l_f = l_f \quad (6)$$

步骤 6: 巡检机器人的左右辅助行进履带向下支撑机器人主体至与障碍物上方同一水平线; 此时要求 $h < (l_s - l_f \tan \phi) \cos \phi$; 计算十字交叉变构滑块在辅助行进履带的滑轨上需要移动的距离 Δl_s , 大扭矩电机旋转的角度 φ , 巡检机器人的左右辅助行进履带向前行进距离 ΔL_s 。

$$\begin{aligned} \varphi &= \pi - \arccos\left(\frac{h}{l_s}\right), \\ \Delta l_s &= l_f \tan \phi + \frac{h}{\cos \phi} - l_s, \\ \Delta L_s &= \sqrt{l_f^2 - h^2} - h \tan \phi + l_s - \frac{l_f}{\cos \phi} \end{aligned} \quad (7)$$

步骤 7: 巡检机器人的左右主行进履带和辅助行进履带向前行进, 直至左右辅助行进履带的底部到达障碍物的底部后停止, 分别计算左右主行进履带和辅助行进履带的行进距离 ΔL_f 和 ΔL_s , 十字交叉变构滑块在辅助行进履带的滑轨上需要移动的距离 Δl_s :

$$\Delta L_f = l_f, \Delta L_s = \frac{l_f}{\cos \phi}, \Delta l_s = \frac{h}{\cos \phi} - \left(l_f \tan \phi + \frac{h}{\cos \phi} \right) \quad (8)$$

步骤 8: 收回辅助行进履带, 计算十字交叉变构滑块在主行进履带的滑轨上需要移动的距离 Δl_f , 大扭矩电机旋转的角度 φ 。

$$\Delta l_f = l_f, \varphi = \frac{\pi}{2} \quad (9)$$

步骤 9: 上述步骤 1-8 为机器人在地面坡度为 $\tan(\phi)$ 的地面上翻越障碍物的全部步骤, 将每一步骤计算得到的大扭矩电机旋转的角度 φ , 以及距离量全部在规定的状态选择合适的控制算法执行。

采用履带倾角调节控制方法和越障控制方法, 可使管道巡检机器人适应不同管道类型, 翻越管道内堆积的杂物, 使管道巡检的效率有

效提高。

需要说明的是，以上内容仅仅说明了本发明的技术思想，不能以此限定本发明的保护范围，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰均落入本发明权利要求书的保护范围之内。

权 利 要 求

1、一种十字交叉变构履带的管道巡检机器人，包括机器人主体、对称设置在机器人主体左右两侧的履带倾角调节机构、设置在履带倾角调节机构上的十字交叉变构履带组件；其特征在于，所述机器人主体与其左右两侧的十字交叉变构履带组件通过履带倾角调节机构连接；所述履带倾角调节机构包括与所述机器人主体连接的带有旋转轴面板和调节履带倾角的支撑滑轨，所述支撑滑轨上安装推杆电机，所述推杆电机的动力输出轴驱动一个能在支撑滑轨上往复运动的支撑滑块，所述支撑滑块上安装一个支撑杆，所述支撑杆的一端连接支撑滑块，另一端与带有旋转轴面板上的支撑底座连接；所述十字交叉变构履带组件包括主行进履带、辅助行进履带和十字交叉变构滑块，所述主行进履带和辅助行进履带包括履带支撑板、驱动轮、从动轮、驱动电机和履带，所述履带支撑板的中间装有滑轨和滑丝杆，丝杆通过与安装在履带支撑板上步进电机的齿轮咬合驱动丝杆的转动；所述十字交叉变构滑块由两个小滑块和一个大扭矩电机组成。

2、根据权利要求 1 所述的十字交叉变构履带的管道巡检机器人，其特征在于，所述调节履带倾角的支撑滑轨有两组，中心对称安装于机器人主体的底部；所述带有旋转轴面板上有两个履带组件支撑杆，用于十字交叉变构履带组件的安装。

3、根据权利要求 1 所述的十字交叉变构履带的管道巡检机器人，其特征在于，所述十字交叉变构履带组件有两组，对称安装在机器人主体两边履带倾角调节机构的带有旋转轴面板上；所述主行进履带包含

的驱动轮和从动轮中心内部安装有轴承，通过轴承与带有旋转轴面板上的两个履带组件支撑杆安装固定。

4、根据权利要求 2 所述的十字交叉变构履带的管道巡检机器人，其特征在于，所述十字交叉变构滑块包含的两个小滑块分别安装在主行进履带和辅助行进履带中间的丝杆上，这两个小滑块通过大扭矩电机连接；所述十字交叉变构滑块可以分别在主行进履带和辅助行进履带内部安装的步进电机动力驱动下，在主行进履带和辅助行进履带内的丝杆上滑动。

5、根据权利要求 1 所述的十字交叉变构履带的管道巡检机器人，其特征在于，所述机器人主体包括机器人主体面板、深度相机、电池组件、电源组件、主控组件、电台组件、IMU 传感器、单线激光雷达；所述单线激光雷达安装于机器人主体面板底面正前方；所述深度相机安装于机器人主体面板上面正前方；所述电池组件安装于机器人主体面板底面，调节履带支撑滑轨的两侧；所述电源组件、主控组件、电台组件和 IMU 安装于机器人主体上面，IMU 传感器安装于机器人主体中心。

6、一种十字交叉变构履带的管道巡检机器人的履带倾角调节控制方法，其特征在于，该方法包括如下步骤：

步骤 1，采样单线激光雷达输出的点云信息，根据点云信息计算与两侧履带接触的道路剖面曲率半径方向与机器人 x 轴方向的夹角 θ_L, θ_R ；

步骤 2，计算调节左侧履带倾角的支撑滑轨需要移动的距离 Δl ；

$$\Delta l = \begin{cases} l_{init} - \left(\sqrt{l_1^2 - \left(l_2 \cos \left(\frac{\pi}{2} - \theta_L \right) \right)^2} - l_2 \sin \left(\frac{\pi}{2} - \theta_L \right) \right) & \theta_L < \frac{\pi}{2} \\ l_{init} - \left(\sqrt{l_1^2 - \left(l_2 \cos \left(\theta_L - \frac{\pi}{2} \right) \right)^2} - l_2 \sin \left(\theta_L - \frac{\pi}{2} \right) \right) & \theta_L > \frac{\pi}{2} \end{cases} \quad (1)$$

其中， l_{init} 为带有旋转轴面板与机器人主体面板相垂直时，即 $\theta_L = \pi/2$ 时到左侧带有旋转轴面板的距离， l_1 为支撑底座到旋转轴的距离， l_2 为支撑杆的长度；

步骤3，计算调节左侧履带倾角的推杆电机旋转圈数 Δk ；

根据 Δl 以及推杆电机旋转一周支撑滑块能够行进的距离 l_o ，计算推杆电机旋转的圈数 Δk ；

$$\Delta k = \frac{\Delta l}{l_o} \quad (2)$$

当 $\theta_L > \pi/2$ 时，表示左侧履带接触的道路剖面曲率半径方向向右下，此时 $\Delta l < 0$ ，支撑滑块向右移动 $|\Delta l|$ ，推杆电机顺时针旋转 Δk 圈，履带向内收缩；当 $\theta_L < \pi/2$ 时，表示左侧履带接触的道路剖面曲率半径方向向右上，此时 $\Delta l > 0$ ，支撑滑块向左移动 $|\Delta l|$ ，推杆电机逆时针旋转 Δk 圈，履带向外张开；

步骤4，经过步骤1-3计算得到推杆电机需要转动的圈数 Δk ，并根据 θ_L 与 $\pi/2$ 的大小关系判定顺时针还是逆时针，选用合理的控制算法驱动推杆电机旋转指定圈数；右侧履带也需经过步骤1-3计算右侧支撑滑块移动距离 Δl 和右侧推杆电机转动圈数 Δk ，并驱动右侧推杆电机旋转相应的圈数；针对左右侧履带接触的道路剖面曲率半径不同，左右侧的推杆电机旋转圈数也会不同，进而巡检机器人可适应同一道路不同曲率半径的地形。

7、一种十字交叉变构履带的管道巡检机器人的越障控制方法，其特

征在于，该方法包括如下步骤：

步骤 1，采样 IMU 传感器输出的 y 轴方向角度 ϕ 、采样频率为 100hz；采集深度相机数据并计算前方障碍物距离 l 、障碍物高度 h ；

步骤 2，巡检机器人到达障碍物前，当 $l > l_s$ 时，计算十字交叉变构滑块在主行进履带和辅助行进履带中滑轨上需要移动的距离，分别为 Δl_f 和 Δl_s ；以及计算大扭矩电机旋转的角度 φ ；当 $l < l_s$ 时，需向后退，直至 $l > l_s$ ；

$$\varphi = \left(\arccos\left(\frac{h}{l_s}\right) + \frac{\pi}{2} \right) - \varphi_c, \Delta l_f = -l_{fc}, \Delta l_s = -l_{sc} \quad (3)$$

其中主行进履带长度为 l_f ，辅助行进履带长度为 l_s ，并且 $l_f = l_s$ ；

步骤 3，巡检机器人的左右主行进履带向前行进直至左右辅助行进履带接触障碍物；计算左右主行进履带向前移动的距离 ΔL_f ；

$$\Delta L_f = l_s - l_f \cos\left(\arcsin\frac{h}{l_f}\right) \quad (4)$$

步骤 4，巡检机器人主体向上爬升，计算十字交叉变构滑块在辅助行进履带的滑轨上需要移动的距离 Δl_s ，大扭矩电机旋转的角度 φ ，巡检机器人的左右主行进履带向前行进距离 ΔL_f ；

$$\varphi = \frac{\pi}{2} - \arccos\left(\frac{h}{l_s}\right), \Delta l_s = l_s, \Delta L_f = l_s \quad (5)$$

步骤 5，巡检机器人的左右辅助行进履带向下滑动到巡检机器人主体的底部，计算十字交叉变构滑块在主行进履带的滑轨上需要移动的距离 Δl_f ，大扭矩电机旋转的角度 φ ；

$$\varphi = \frac{\pi}{2} - \arccos\left(\frac{h}{l_s}\right), \Delta l_f = l_f \quad (6)$$

步骤 6，巡检机器人的左右辅助行进履带向下支撑机器人主体至

与障碍物上方同一水平线；此时要求 $h < (l_s - l_f \tan \phi) \cos \phi$ ；计算十字交叉变构滑块在辅助行进履带的滑轨上需要移动的距离 Δl_s ，大扭矩电机旋转的角度 ϕ ，巡检机器人的左右辅助行进履带向前行进距离 ΔL_s ；

$$\begin{aligned}\phi &= \pi - \arccos\left(\frac{h}{l_s}\right), \\ \Delta l_s &= l_f \tan \phi + \frac{h}{\cos \phi} - l_s, \\ \Delta L_s &= \sqrt{l_f^2 - h^2} - h \tan \phi + l_s - \frac{l_f}{\cos \phi}\end{aligned}\quad (7)$$

步骤7：巡检机器人的左右主行进履带和辅助行进履带向前行进，直至左右辅助行进履带的底部到达障碍物的底部后停止，分别计算左右主行进履带和辅助行进履带的行进距离 ΔL_f 和 ΔL_s ，十字交叉变构滑块在辅助行进履带的滑轨上需要移动的距离 Δl_s ；

$$\Delta L_f = l_f, \Delta L_s = \frac{l_f}{\cos \phi}, \Delta l_s = \frac{h}{\cos \phi} - \left(l_f \tan \phi + \frac{h}{\cos \phi}\right) \quad (8)$$

步骤8：收回辅助行进履带，计算十字交叉变构滑块在主行进履带的滑轨上需要移动的距离 Δl_f ，大扭矩电机旋转的角度 ϕ ；

$$\Delta l_f = l_f, \phi = \frac{\pi}{2} \quad (9)$$

步骤9：将每一步骤计算得到的大扭矩电机旋转的角度 ϕ ，十字交叉变构滑块在辅助行进履带的滑轨上需要移动的距离 Δl_s 等距离量全部在规定的状态选择合适的控制算法执行。

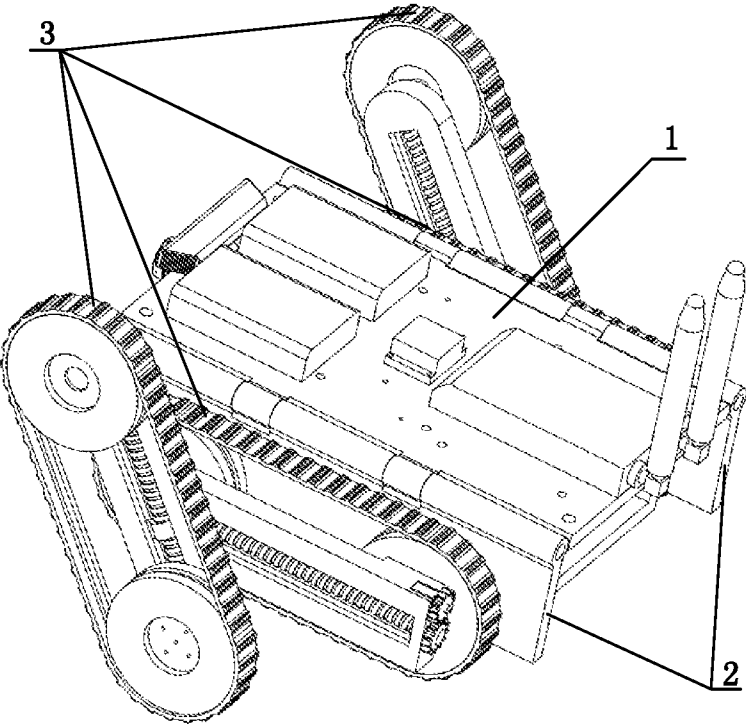


图 1

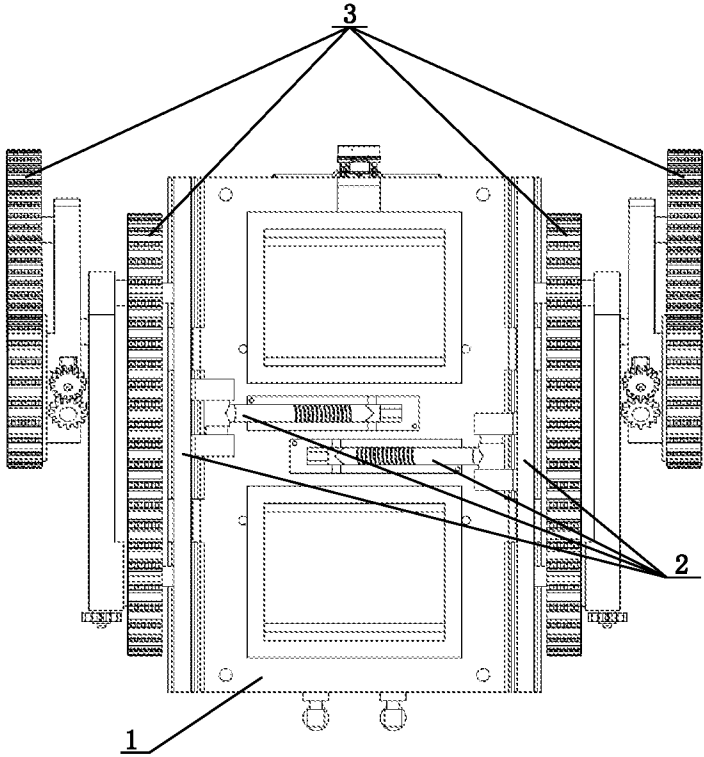


图 2

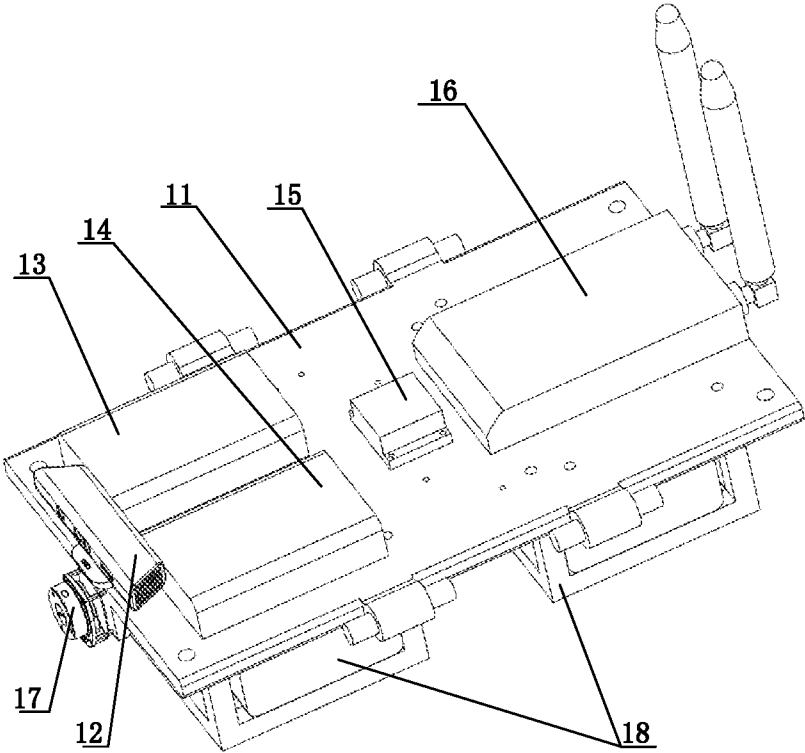


图 3

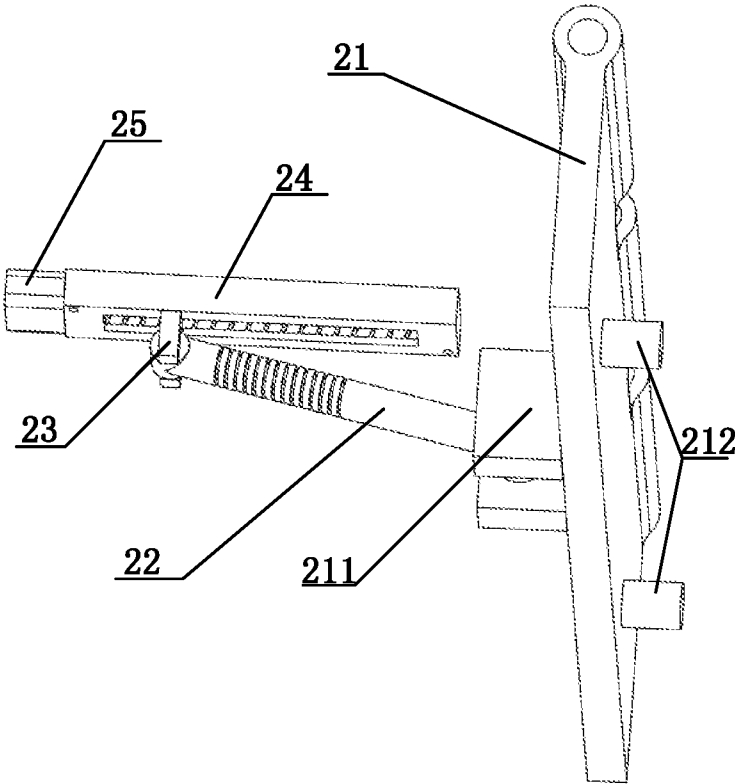


图 4

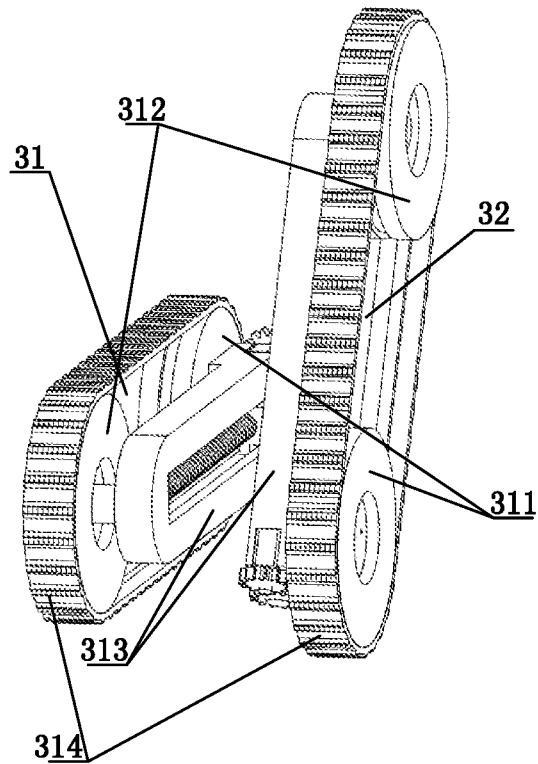


图 5

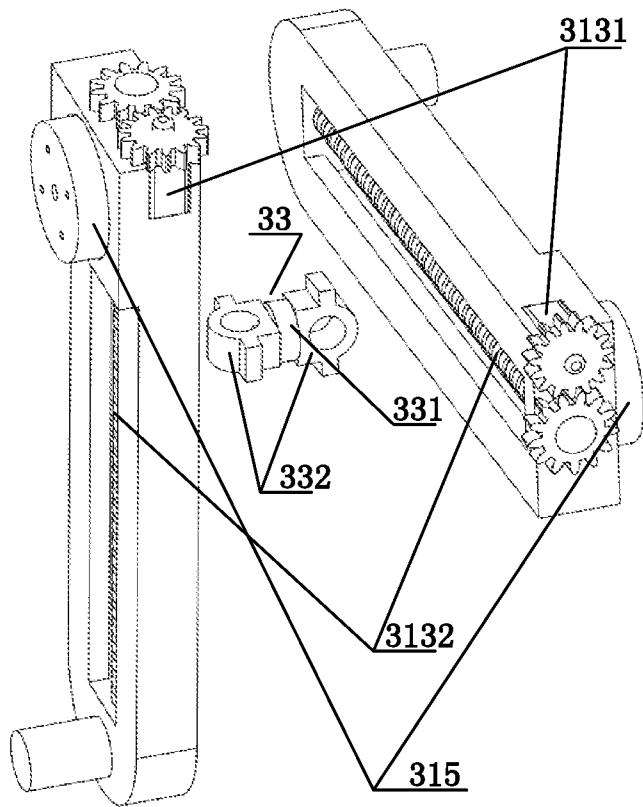


图 6

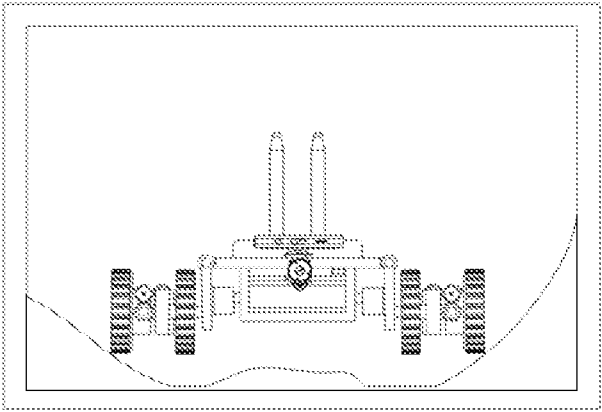


图 7

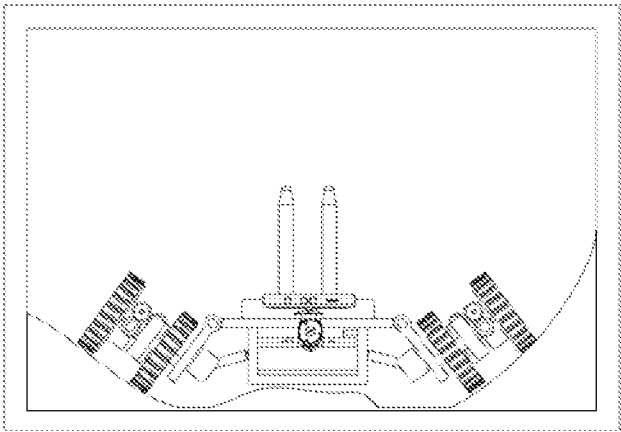


图 8

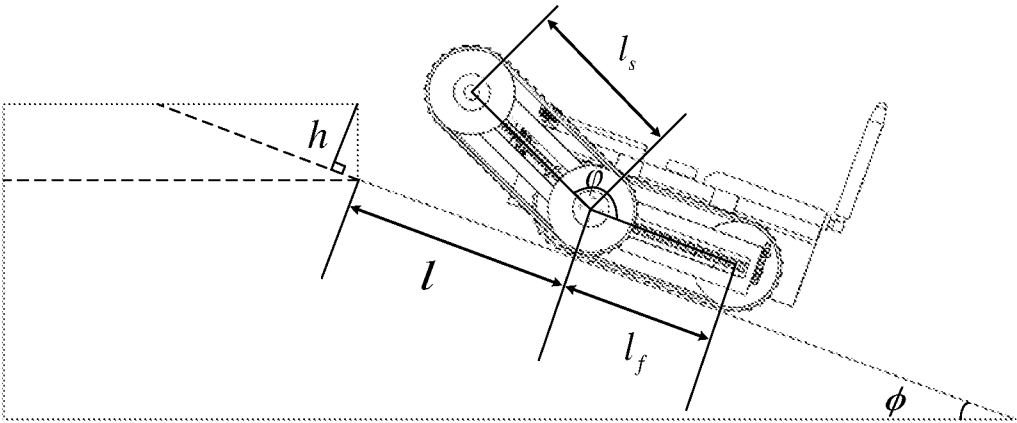


图 9

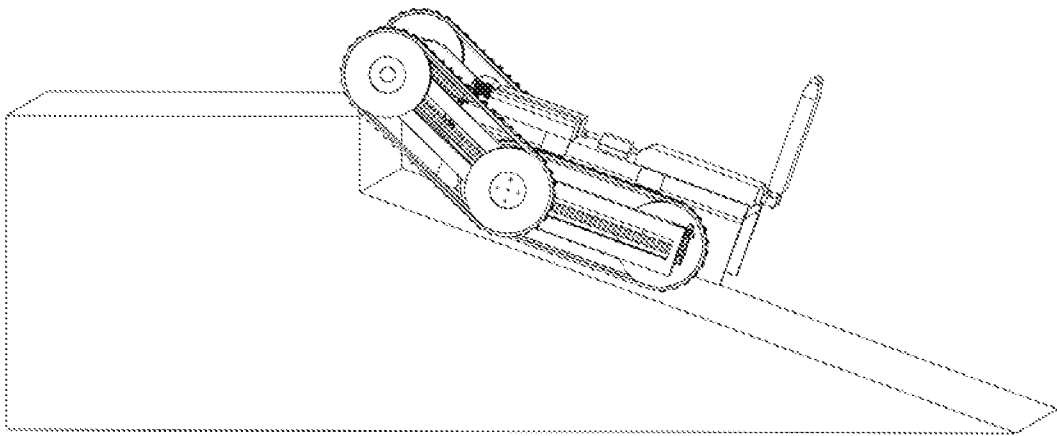


图 10

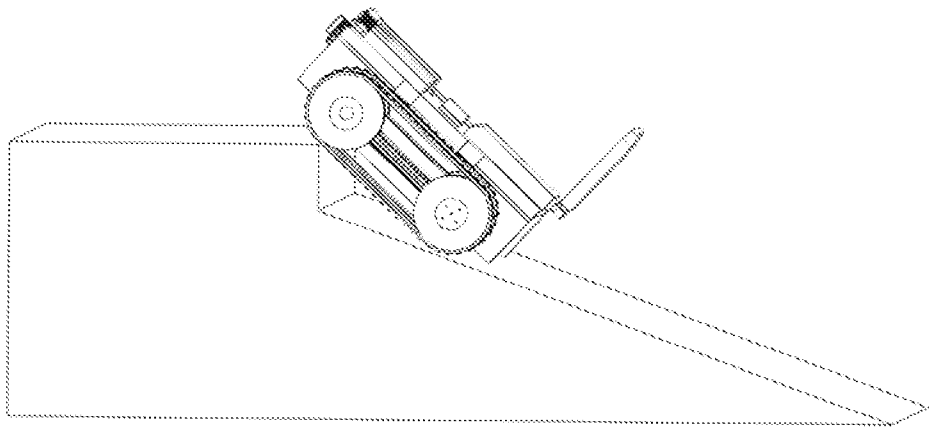


图 11

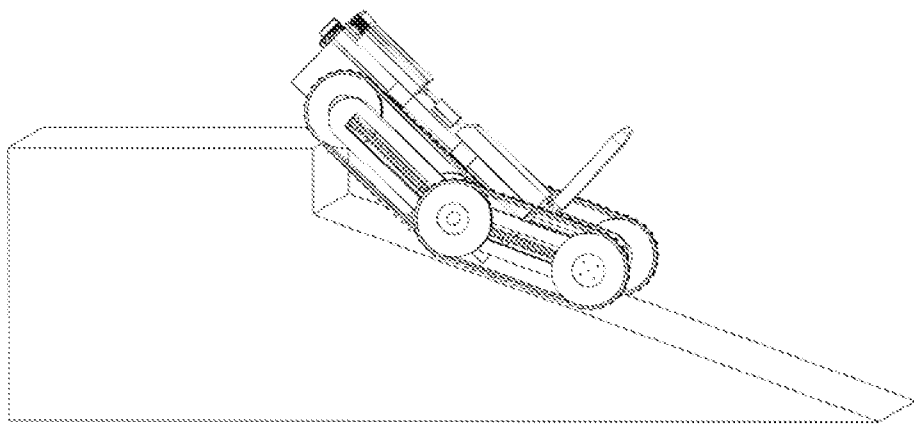


图 12

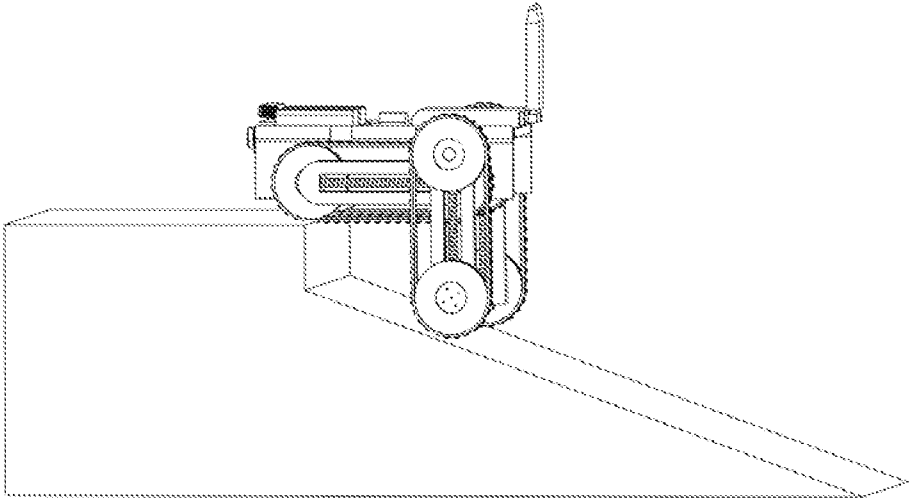


图 13

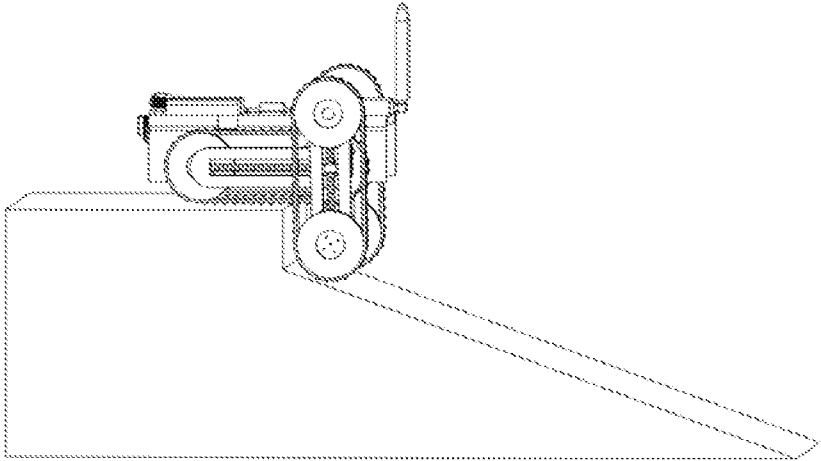


图 14

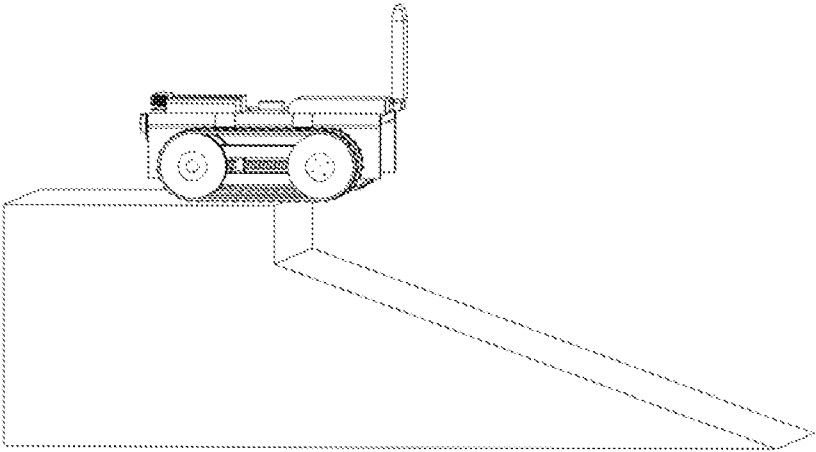


图 15

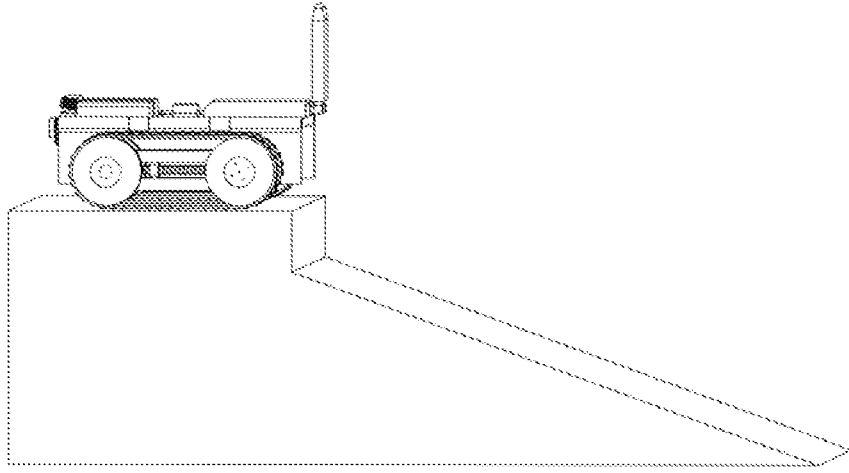


图 16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/092373

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B62D 55/065(2006.01)i; B25J 19/00(2006.01)i; F16L 55/32(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)

B62D, B25J, F16L

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)

WPI; EPODOC; CNPAT; CNKI: 机器人, 机械臂, 履带, 管, 底盘, 支撑板, 支撑架, 角度, 转动, 旋转, 调整, 可调, 越障, 丝杠, 丝杆, 滑块, 滑动, 滑轨, 叉, 十字, 主动, 从动, 被动, 轮, 电机, 驱动, 监测, 巡检, robot, arm, manipulator, pipe, rail, pedrail, belt, screw, block, cross, support, inspect+, detect+, crawl+, rotat+, adjust+, avoid+, wheel?, motor?, driv+.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 113002644 A (SOUTHEAST UNIVERSITY) 22 June 2021 (2021-06-22) description, paragraphs 0046-0072, and figures 1-6	1-
A	JP 2016055663 A (IHI AEROSPACE CO., LTD.) 21 April 2016 (2016-04-21) entire document	1-7
A	CN 104881027 A (STATE GRID CORPORATION OF CHINA et al.) 02 September 2015 (2015-09-02) entire document	1-7
A	CN 109571404 A (HANGZHOU SHENHAO TECHNOLOGY CO., LTD.) 05 April 2019 (2019-04-05) entire document	1-7
A	CN 109515538 A (SHENYANG INSTITUTE OF AUTOMATION, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 26 March 2019 (2019-03-26) entire document	1-7
A	JP 2011105029 A (IHI AEROSPACE CO., LTD.) 02 June 2011 (2011-06-02) entire document	1-7



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

10 December 2022

Date of mailing of the international search report

19 December 2022

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

International application No.

PCT/CN2022/092373

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103672296 A (WANG JUN et al.) 26 March 2014 (2014-03-26) entire document	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2022/092373

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	113002644	A	22 June 2021	None			
JP	2016055663	A	21 April 2016	None			
CN	104881027	A	02 September 2015	None			
CN	109571404	A	05 April 2019	None			
CN	109515538	A	26 March 2019	US	2021039726	A1	11 February 2021
				WO	2020133546	A1	02 July 2020
				CN	209305715	U	27 August 2019
				US	11235821	B2	01 February 2022
JP	2011105029	A	02 June 2011	JP	5666119	B2	12 February 2015
CN	103672296	A	26 March 2014	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2022/092373

A. 主题的分类

B62D 55/065(2006.01)i; B25J 19/00(2006.01)i; F16L 55/32(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)

B62D, B25J, F16L

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))

WPI; EPDOC; CNPAT; CNKI: 机器人, 机械臂, 履带, 管, 底盘, 支撑板, 支撑架, 角度, 转动, 旋转, 调整, 可调, 越障, 丝杠, 丝杆, 滑块, 滑动, 滑轨, 叉, 十字, 主动, 从动, 被动, 轮, 电机, 驱动, 监测, 巡检, robot, arm, manipulator, pipe, rail, pedrail, belt, screw, block, cross, support, inspect+, detect+, crawl+, rotat+, adjust+, avoid+, wheel?, motor?, driv+.

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
A	CN 113002644 A (东南大学) 2021年6月22日 (2021 - 06 - 22) 说明书0046段-0072段, 图1-6	1-7
A	JP 2016055663 A (IHI AEROSPACE CO., LTD.) 2016年4月21日 (2016 - 04 - 21) 全文	1-7
A	CN 104881027 A (国家电网公司等) 2015年9月2日 (2015 - 09 - 02) 全文	1-7
A	CN 109571404 A (杭州申昊科技股份有限公司) 2019年4月5日 (2019 - 04 - 05) 全文	1-7
A	CN 109515538 A (中国科学院沈阳自动化研究所) 2019年3月26日 (2019 - 03 - 26) 全文	1-7
A	JP 2011105029 A (IHI AEROSPACE CO., LTD.) 2011年6月2日 (2011 - 06 - 02) 全文	1-7
A	CN 103672296 A (王军等) 2014年3月26日 (2014 - 03 - 26) 全文	1-7

☐ 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

2022年12月10日

国际检索报告邮寄日期

2022年12月19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

张倩茹

电话号码 86-10-53960901

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/092373

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	113002644	A	2021年6月22日	无	
JP	2016055663	A	2016年4月21日	无	
CN	104881027	A	2015年9月2日	无	
CN	109571404	A	2019年4月5日	无	
CN	109515538	A	2019年3月26日	US 2021039726 A1	2021年2月11日
				WO 2020133546 A1	2020年7月2日
				CN 209305715 U	2019年8月27日
				US 11235821 B2	2022年2月1日
JP	2011105029	A	2011年6月2日	JP 5666119 B2	2015年2月12日
CN	103672296	A	2014年3月26日	无	