



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108454718 B

(45) 授权公告日 2023.06.23

(21) 申请号 201810508770.5

B62D 55/108 (2006.01)

(22) 申请日 2018.05.24

B62D 55/08 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108454718 A

(56) 对比文件

CN 103273817 A, 2013.09.04

CN 201872563 U, 2011.06.22

(43) 申请公布日 2018.08.28

CN 201998761 U, 2011.10.05

(73) 专利权人 河北工业大学

CN 203419192 U, 2014.02.05

地址 300130 天津市红桥区丁字沽光荣道8号河北工业大学东院330#

JP H10181330 A, 1998.07.07

审查员 武晨

(72) 发明人 刘肖雅 孙凌宇 张明路 李志龙 朱丽莉

(74) 专利代理机构 天津翰林知识产权代理事务所(普通合伙) 12210

专利代理师 付长杰

(51) Int. Cl.

B62D 55/065 (2006.01)

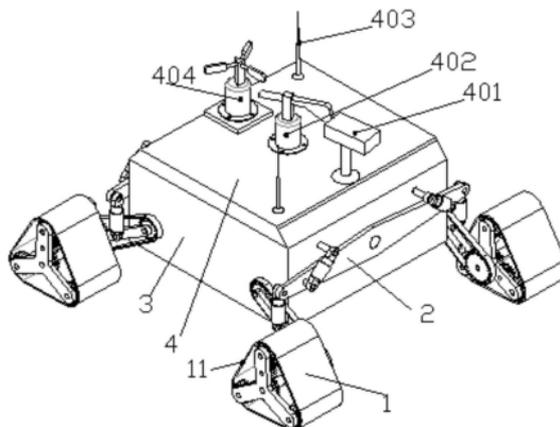
权利要求书2页 说明书6页 附图7页

(54) 发明名称

一种履带式被动自适应机器人

(57) 摘要

本发明涉及一种履带式被动自适应机器人，包括车体模块、安装在车体模块前后的两个减震模块、安装在车体模块上部的信息采集模块及安装在车体模块两侧的两个履带式车轮；一个减震模块的两端连接两个履带式车轮；四个履带式车轮结构完全相同，围绕车体模块呈前后左右对称布置；每个履带式车轮均包括履带、带轮结构和带传动体，所述带传动体一方面与车体模块连接，另一方面与带轮结构连接；在带轮结构外表面安装履带；所述带轮结构包括六个传动齿轮、两个行星支撑架、四个中心轴、两个中心齿轮及两个行星齿轮。该机器人的每个履带式车轮均通过一个电机驱动运动，通过减震模块连接，使得减震臂伸缩变化，摆杆左右摆动，能够越过复杂的地形。



1. 一种履带式被动自适应机器人,包括车体模块、安装在车体模块上部的信息采集模块及安装在车体模块两侧四个履带式车轮;其特征在于该机器人还包括安装在车体模块前后的两个减震模块,一个减震模块的两端连接两个履带式车轮;四个履带式车轮结构完全相同,围绕车体模块呈前后左右对称布置;

每个履带式车轮均包括履带、带轮结构和带传动体,所述带传动体一方面与车体模块连接,另一方面与带轮结构连接;在带轮结构外表面安装履带;

所述带轮结构包括六个传动齿轮、两个行星支撑架、四个中心轴、两个中心齿轮及两个行星齿轮,两个行星支撑架的中心及三个边缘位置分别通过四个中心轴相互连接在一起;位于中心的中心轴上,且靠近行星支撑架的内侧分别安装有一个中心齿轮;位于三个边缘位置的中心轴的两端,且靠近行星支撑架的内侧均安装有一个传动齿轮;每个中心轴上的两个传动齿轮为一组,共三组传动齿轮,其中一组传动齿轮与邻近的两个中心齿轮之间均安装有一个与二者均相互啮合的行星齿轮,每个行星齿轮均通过一个连接轴固定在相应位置的行星支撑架上;

所述带传动体包括传动带、小带轮、传动杆和大带轮,位于中心的中心轴靠近车体模块的一端依次穿出一个中心齿轮、对应的行星支撑架、传动杆与大带轮固定连接;传动杆的另一端连接小带轮的轴心,大带轮和小带轮通过传动杆固定二者之间的距离,在大带轮和小带轮外表面通过传动带连接;所述小带轮同时与车体模块内的一个驱动部分连接;所述大带轮通过位于中心的中心轴带动着中心齿轮运动;

每个减震模块均包括两个大减震臂、两个小减震臂和一个摇杆;所述摇杆的中心设置有用于与车体模块固定的支撑孔,在支撑孔两侧的摇杆上均设有大臂铰接孔和小臂铰接孔,大臂铰接孔位于小臂铰接孔的外侧,且两个大臂铰接孔和两个小臂铰接孔均以支撑孔为对称中心;所述小减震臂一端固定在车体模块上,另一端通过小臂铰接孔与摇杆连接;所述大减震臂一端通过大臂铰接孔与摇杆连接,另一端与相邻的履带式车轮的传动杆的中部连接;

所述大减震臂包括大下臂、大上臂、弹簧和活塞杆,所述大下臂的上部插接大上臂,在大上臂内安装活塞杆,活塞杆的下端穿出大上臂并深入到大下臂中,在大上臂和大下臂之间的空间内安装弹簧,大上臂能在大下臂内上下滑动;所述小减震臂和大减震臂的结构相同;

在平整的地面行走时,履带(11)随着一对驱动的传动齿轮(121)的转动而转动,另两对从动的传动齿轮(121)也跟着转动,由于摩擦力的作用下,使得履带的一面始终与地面接触,履带式车轮不会发生翻转,减少了履带式车轮的损害,保障机器人平稳地运动;

当机器人爬台阶障碍时,该障碍的高度高于最低的传动齿轮(121)的重心,且低于最高的传动齿轮(121)的重心时,由于摩擦力和力矩的作用下,使得履带同时与水平方向的一面和垂直方向的一面同时接触,履带发生翻转,使得前面的履带式车轮(1)越过台阶,减震模块(2)根据履带的受力大小和方向,大减震臂(21)和小减震臂(22)的伸缩变化作用,使得摇杆(23)将发生上下摆动,具有减震的作用,调节了机器人的平衡;

当地面凹凸不平时,悬架结构可以调整整体机器人的平稳状态,由于车体两侧的履带式车轮(1)不在一条水平线上,使得机器人振动,减震模块(2)起作用,根据力的大小和方向发生变化,大减震臂(21)和小减震臂(22)的伸缩变化作用,使得摇杆(23)将发生上下摆动,

使得车体模块3能够保持大概与地面平行或者成较小角度,预防机器人倾斜而侧翻,平稳地向前运动,地面凹凸不平的高度低于最低的传动齿轮(121)的重心时,履带式车轮(1)以三角的一底平面与地面接触前行,由于履带式车轮(1)的履带(11)呈现的形状具有弧度,对于通过小障碍时,起到缓冲作用。

2. 根据权利要求1所述的履带式被动自适应机器人,其特征在于所述车体模块包括车体和四个驱动部分,每个驱动部分驱动一个履带式车轮动作,驱动部分包括电机、减速器;所述电机的电机轴与减速器连接,且电机和减速器分别通过相应的支撑架安装在车体的内部固定板上,所述减速器的输出轴穿出车体并与带传动体的小带轮通过键连接在一起;所述车体与减速器的输出轴接触处安装有轴承。

3. 根据权利要求2所述的履带式被动自适应机器人,其特征在于所述减速器由大齿轮、小齿轮、输出轴构成,小齿轮固定在电机的电机轴上,且与大齿轮相互啮合,大齿轮的中心连接输出轴,且大齿轮和输出轴之间通过轴承、轴承端盖连接,大齿轮通过相应的支撑架固定在车体内。

4. 根据权利要求1所述的履带式被动自适应机器人,其特征在于所述信息采集模块包括工业摄像头、风速仪、天线和风向传感器,所述工业摄像头、风速仪和风向传感器均与天线连接,天线通过无线与外部控制计算机连接。

## 一种履带式被动自适应机器人

### 技术领域

[0001] 本发明涉及机器人移动平台技术领域,尤其是涉及一种履带式被动自适应机器人。

### 背景技术

[0002] 现如今出现了各种各样的被动自适应机器人,机构类型有:轮式、轮腿式、履带式和履带-轮式。在复杂的地形、危险的环境下,比如海洋深处、核电的维修、灾场搜救、军事侦查、医疗服务、建筑行业等特殊领域,越来越多地机器人代替人类完成任务,与传统机器人相比,要求机器人的结构性能、可靠性以及技术的先进性,克服危险环境的种种困难。在凹凸不平地形复杂的环境中,履带式被动自适应移动平台的适应能力比较强,目前被广泛地采用,但是也存在一些缺点。

[0003] 申请号为2017110092030.3的中国专利公开一种火星越障探测机器人,该机器人的行走结构采用的是三角形的轮式结构,三角形每个角处对应一个轮子,且每个轮子单独驱动,其不足之处在于轮式机器人与地面接触面积小,当爬坡时易出现打滑现象,由于每个轮子均单独控制,控制系统复杂,不易操作,结构复杂,只适合在粗糙、陡峭、微小凹凸不平的地形上运动,但对于复杂的地形无法进行。申请号为201510698094.9的中国专利公开一种移动机器人及其运行方法,行走结构采用的是四个三角履带式带轮,采用行星轮结构带动三角履带式带轮,当遇到障碍时,由于三角履带式带轮会发生转动,冲击力较大,没有减震措施,无法保障结构的使用寿命。

### 发明内容

[0004] 针对现有技术的不足,本发明拟解决的技术问题是,提供一种履带式被动自适应机器人。该机器人采用的是四个三角形的履带式车轮,每个履带式车轮均通过一个电机驱动运动;履带式车轮通过悬架结构的减震模块连接,根据作用力的存在,使得减震臂伸缩变化,摆杆左右摆动,实现减震作用,能够越过复杂的地形,结构的稳定性和可靠性强;同时该机器人上安装信息采集模块,能够在现场采集信息,并通过传感器来获取外界信息。该机器人能在凹凸不平的地面上平稳地前行,可减少机器人在行走过程中产生的振动并且可靠性强。

[0005] 本发明解决所述技术问题采用的技术方案是:提供了一种履带式被动自适应机器人,车体模块、安装在车体模块前后的两个减震模块、安装在车体模块上部的信息采集模块及安装在车体模块两侧的两个履带式车轮;一个减震模块的两端连接两个履带式车轮;四个履带式车轮结构完全相同,围绕车体模块呈前后左右对称布置;

[0006] 每个履带式车轮均包括履带、带轮结构和带传动体,所述带传动体一方面与车体模块连接,另一方面与带轮结构连接;在带轮结构外表面安装履带;

[0007] 所述带轮结构包括六个传动齿轮、两个行星支撑架、四个中心轴、两个中心齿轮及两个行星齿轮,两个行星支撑架的中心及三个边缘位置分别通过四个中心轴相互连接在一

起;位于中心的中心轴上,且靠近行星支撑架的内侧分别安装有一个中心齿轮;位于三个边缘位置的中心轴的两端,且靠近行星支撑架的内侧均安装有一个传动齿轮;每个中心轴上的两个传动齿轮为一组,共三组传动齿轮,其中一组传动齿轮与邻近的两个中心齿轮之间均安装有一个与二者均相互啮合的行星齿轮,每个行星齿轮均通过一个连接轴固定在相应位置的行星支撑架上;

[0008] 所述带传动体包括传动带、小带轮、传动杆和大带轮,位于中心的中心轴靠近车体模块的一端依次穿出一个中心齿轮、对应的行星支撑架、传动杆与大带轮固定连接;传动杆的另一端连接小带轮的轴心,大带轮和小带轮通过传动杆固定二者之间的距离,在大带轮和小带轮外表面通过传动带连接;所述小带轮同时与车体模块内的一个驱动部分连接;所述大带轮通过位于中心的中心轴带动着中心齿轮运动;

[0009] 每个减震模块均包括两个大减震臂、两个小减震臂和一个摇杆;所述摇杆的中心设置有用于与车体模块固定的支撑孔,在支撑孔两侧的摇杆上均设有大臂铰接孔和小臂铰接孔,大臂铰接孔位于小臂铰接孔的外侧,且两个大臂铰接孔和两个小臂铰接孔均以支撑孔为对称中心;所述小减震臂一端固定在车体模块上,另一端通过小臂铰接孔与摇杆连接;所述大减震臂一端通过大臂铰接孔与摇杆连接,另一端与相邻的履带式车轮的传动杆的中部连接;

[0010] 所述大减震臂包括大下臂、大上臂、弹簧和活塞杆,所述大下臂的上部插接大上臂,在大上臂内安装活塞杆,活塞杆的下端穿出大上臂并深入到大下臂中,在大上臂和大下臂之间的空间内安装弹簧,大上臂能在大下臂内上下滑动;所述小减震臂和大减震臂的结构相同;

[0011] 所述车体模块包括车体和四个驱动部分,每个驱动部分驱动一个履带式车轮动作,驱动部分包括电机、减速器;所述电机的电机轴与减速器连接,且电机和减速器分别通过相应的支撑架安装在车体的内部固定板上,所述减速器的输出轴穿出车体并与带传动体的小带轮通过键连接在一起;所述车体与减速器的输出轴接触处安装有轴承。

[0012] 所述减速器由大齿轮、小齿轮、输出轴构成,小齿轮固定在电机的电机轴上,且与大齿轮相互啮合,大齿轮的中心连接输出轴,且大齿轮和输出轴之间通过轴承、轴承端盖连接,大齿轮通过相应的支撑架固定在车体内。

[0013] 所述信息采集模块包括工业摄像头、风速仪、天线和风向传感器,所述工业摄像头、风速仪和风向传感器均与天线连接,天线通过无线与外部控制计算机连接,通过计算机实现控制机器人;所述信息采集模块位于车体的上盖天线具有接收和发射信号的作用。工业摄像头可以将周围环境和状态记录下来,风速仪和风向传感器可以将风向和大小记录下来,通过天线将信息传送到外界。

[0014] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0015] 1. 本发明的行走结构采用的是四个三角形履带式车轮,特点是:由履带、带轮结构和带传动体组成,带传动体结构采用行星轮传动结构,有三组传动齿轮,其中一组驱动,一组传动齿轮与邻近的两个中心齿轮之间均安装有一个与二者均相互啮合的行星齿轮,另外两组从动;驱动传动齿轮带动着履带转动,从动传动齿轮跟着履带的转动而转动。在平坦的地面上,履带式车轮的一面与地面接触,平坦地前进而不发生翻转;在复杂的地形下,根据受力作用,使得履带式车轮发生相应的翻转而越过障碍,能够更好地适应环境。

[0016] 2. 本发明在复杂地形行走时, 悬架结构的特点是: 由两个大减震臂、两个小减震臂和一个摇杆组成, 减震臂具有弹性, 具有减震作用, 摇杆的中心设置有用于与车体模块固定的支撑孔; 当遇到障碍时, 根据力的大小和方向发生变化, 大减震臂和小减震臂的伸缩变化作用, 使得摇杆将发生上下摆动, 进而使两端的履带式车轮呈一高一低动作, 调节了该机器人的平衡。相对于现有的履带式机器人提高稳定性。

[0017] 3. 当遇到障碍物左右高低不同时, 本发明不易发生侧翻, 特点是: 根据受力作用, 履带式车轮重心改变, 摇杆上下摆动, 减震臂伸缩变化, 调节车体平衡, 车体的倾斜度较低, 不易发生侧翻。

## 附图说明

[0018] 图1为本发明履带式被动自适应机器人一种实施例的整体结构示意图。

[0019] 图2为本发明履带式被动自适应机器人中带轮结构12和带传动体13的连接示意图。

[0020] 图3为本发明履带式被动自适应机器人中减震模块的立体结构示意图。

[0021] 图4为本发明履带式被动自适应机器人中大减震臂21的内部结构示意图。

[0022] 图5为本发明履带式被动自适应机器人中车体模块3的内部俯视结构示意图。

[0023] 图6为本发明履带式被动自适应机器人在地面上的运动示意图。

[0024] 图7为本发明履带式被动自适应机器人在跨越台阶时车轮翻转运动示意图。

[0025] 图8为本发明履带式被动自适应机器人前履带式车轮跨越过台阶运动的正视图示意图。

[0026] 图9为本发明履带式被动自适应机器人前履带式车轮越过台阶运动的立体结构示意图。

[0027] 图10为本发明履带式被动自适应机器人前履带式车轮越过台阶, 且后履带式车轮还未越过台阶时的运动示意图。

[0028] 图11为本发明履带式被动自适应机器人前后履带式车轮均越过台阶时的运动示意图。

[0029] 图12为本发明履带式被动自适应机器人在凹凸不平的地面上运动的主视结构示意图。

[0030] 图13为本发明履带式被动自适应机器人在凹凸不平的地面运动的立体结构示意图。

[0031] 其中: 1-履带式车轮, 2-减震模块, 3-车体模块, 4-信息采集模块, 11-履带, 12-带轮结构, 13-带传动体, 131-传动带, 132-小带轮, 133-传动杆, 134-大带轮, 121-传动齿轮, 122-行星支撑架, 123-中心轴, 124-中心齿轮, 125-行星齿轮, 126-连接轴, 21-大减震臂, 22-小减震臂, 23-摇杆, 210-大下臂, 211-大上臂, 212-弹簧, 213-活塞杆, 230-支撑孔, 231-小臂铰接孔, 232-大臂铰接孔, 301-电机, 302-减速器, 303-小齿轮, 304-大齿轮, 305-输出轴, 401-工业摄像头, 402-风速仪, 403-天线, 404-风向传感器。

## 具体实施方式

[0032] 下面结合实施例及附图对本发明的技术方案作进一步具体的说明, 但并不以此作

为对本申请保护范围的限定。

[0033] 本发明履带式被动自适应机器人(简称机器人,参见图1-5)包括车体模块3、安装在车体模块前后的两个减震模块2、安装在车体模块上部的信息采集模块4及安装在车体模块两侧四个履带式车轮1;一个减震模块的两端连接两个履带式车轮;四个履带式车轮结构完全相同,围绕车体模块呈前后左右对称布置;

[0034] 每个履带式车轮1均包括履带11、带轮结构12和带传动体13,所述带传动体13一方面与车体模块连接,另一方面与带轮结构连接;在带轮结构外表面安装履带11;

[0035] 所述带轮结构12包括六个传动齿轮121、两个行星支撑架122、四个中心轴123、两个中心齿轮124及两个行星齿轮125,两个行星支撑架122的中心及三个边缘位置分别通过四个中心轴相互连接在一起;位于中心的中心轴上,且靠近行星支撑架的内侧分别安装有一个中心齿轮124;位于三个边缘位置的中心轴的两端,且靠近行星支撑架的内侧均安装有一个传动齿轮121;每个中心轴上的两个传动齿轮为一组,共三组传动齿轮,其中一组传动齿轮与邻近的两个中心齿轮之间均安装有一个与二者均相互啮合的行星齿轮125,每个行星齿轮125均通过一个连接轴126固定在相应位置的行星支撑架上;

[0036] 所述带传动体13包括传动带131、小带轮132、传动杆133和大带轮134,位于中心的中心轴靠近车体模块的一端依次穿出一个中心齿轮、对应的行星支撑架、传动杆133与大带轮134固定连接;传动杆的另一端连接小带轮的轴心,大带轮和小带轮通过传动杆固定二者之间的距离,在大带轮和小带轮外表面通过传动带连接,并传递动力;所述小带轮同时与车体模块内的一个驱动部分连接;所述大带轮134通过位于中心的中心轴带动着中心齿轮124运动;

[0037] 每个减震模块2均包括两个大减震臂21、两个小减震臂22和一个摇杆23;所述摇杆23的中心设置有用于与车体模块固定的支撑孔230,在支撑孔两侧的摇杆上均设有大臂铰接孔232和小臂铰接孔231,大臂铰接孔位于小臂铰接孔的外侧,且两个大臂铰接孔和两个小臂铰接孔均以支撑孔为对称中心;所述小减震臂22一端固定在车体模块上,另一端通过小臂铰接孔与摇杆连接;所述大减震臂22一端通过大臂铰接孔与摇杆连接,另一端与相邻的履带式车轮的传动杆133的中部连接;

[0038] 支撑孔230上安装有轴承,能够实现被动转动在凹凸不平的地面上,当遇到障碍时,根据力的大小和方向发生变化,大减震臂21和小减震臂22的伸缩变化作用,使得摇杆23将发生上下摆动,进而使两端的履带式车轮1呈一高一低动作,车体模块3能够保持大概与地面平行和平稳状态,防止移动机器人倾斜而侧翻,平稳地向前运动;

[0039] 所述大减震臂21包括大下臂210、大上臂211、弹簧212和活塞杆213,所述大下臂210的上部插接大上臂211,在大上臂内安装活塞杆213,活塞杆的下端穿出大上臂并深入到大下臂中,在大上臂和大下臂之间的空间内安装弹簧,大上臂211能在大下臂210内上下滑动,具有储存能量和减震的作用;所述大减震臂和小减震臂的结构相同;

[0040] 所述车体模块3包括车体和四个驱动部分,每个驱动部分驱动一个履带式车轮1动作,驱动部分包括电机301、减速器302;所述电机301的电机轴与减速器302连接,且电机和减速器分别通过相应的支撑架安装在车体的内部固定板上,所述减速器302的输出轴穿出车体并与带传动体的小带轮132通过键连接在一起;所述车体与减速器302的输出轴接触处安装有轴承。

[0041] 所述减速器302由小齿轮303、大齿轮304、输出轴305构成,小齿轮303固定在电机的电机轴上,且与大齿轮相互啮合,大齿轮的中心连接输出轴,且大齿轮和输出轴之间通过轴承、轴承端盖连接,具有良好的润滑作用,使输出轴305在电机301的带动下正常运行,大齿轮通过相应的支撑架固定在车体内。

[0042] 所述信息采集模块4包括工业摄像头401、风速仪402、天线403和风向传感器404,所述工业摄像头401、风速仪402和风向传感器404均与天线403连接,天线403通过无线与外部控制计算机连接,通过计算机实现控制机器人;所述信息采集模块4位于车体模块的上盖,天线403具有接收和发射信号的作用。工业摄像头401可以将周围环境和状态记录下来,风速仪402和风向传感器404可以将风向和大小记录下来,通过天线403将信息传送到外界。

[0043] 本发明机器人能适用于障碍物的高度为不超过最高位置处传动齿轮的重心的所有复杂地面,可跨越的障碍物高度更高,越障能力更强。

[0044] 本发明一种履带式被动自适应机器人在复杂地形和恶劣环境下运动的工作原理及工作过程:所述四个履带式车轮1分别在四个电机301驱动的作用下,可以增强机器人的驱动强度,越障能力增强。当机器人前行时,通过控制两个前面的履带式车轮1速度的不同,实现机器人的转弯;若控制两个前面的履带式车轮1速度相同时,可实现机器人做直线运动;若改变电机301的正反转,该机器人可以实现前进和倒退。电机301通过减速器302和带传动体13带动中心齿轮124转动,中心齿轮124与行星齿轮125啮合,行星齿轮125与一对传动齿轮121啮合,其余两对传动齿轮121处于从动状态。在平整的地面行走时,履带11随着一对驱动的传动齿轮121的转动而转动,另两对从动的传动齿轮121也跟着转动,由于摩擦力的作用下,使得履带的一面始终与地面接触,履带式车轮不会发生翻转,减少了履带式车轮的损害,保障机器人平稳地运动。

[0045] 请参阅图6-11,当机器人爬台阶障碍时,该障碍的高度高于最低的传动齿轮121的重心,且低于最高的传动齿轮121的重心时,由于摩擦力和力矩的作用下,使得履带同时与水平方向的一面和垂直方向的一面同时接触(图7),履带发生翻转,使得前面的履带式车轮1越过台阶,减震模块2根据履带的受力大小和方向,大减震臂21和小减震臂22的伸缩变化作用,使得摇杆23将发生上下摆动,具有减震的作用,调节了机器人的平衡(图8-10)。在电机301的驱动下前面和后面的履带式车轮1越障方法是相同的,机器人能平稳地越过台阶(图11)。

[0046] 请参阅图12-13,当地面凹凸不平时,悬架结构可以调整整体机器人的平稳状态,由于车体两侧的履带式车轮1不在一条水平线上,使得机器人振动,减震模块2起作用,根据力的大小和方向发生变化,大减震臂21和小减震臂22的伸缩变化作用,使得摇杆23将发生上下摆动,使得车体模块3能够保持大概与地面平行或者成较小角度,预防机器人倾斜而侧翻,平稳地向前运动。地面凹凸不平的高度低于最低的传动齿轮121的重心时,履带式车轮1以三角的一底平面与地面接触前行,由于履带式车轮1的履带11呈现的形状具有弧度,对于通过小障碍时,起到缓冲作用(图12-13)。机器人越障能力较强和延长了使用寿命。

[0047] 本发明中以机器人行走时的方向定义前后方位,即机器人正在行进的方向为前,反方向为后。

[0048] 本发明所述的实施例是说明性,而不是限定性的,因此本发明包括并不限于具体实施方式中所述的实施例,凡是有本领域技术人员根据本发明的技术方案得出的其他实施

方式,同样属于本发明保护范围。

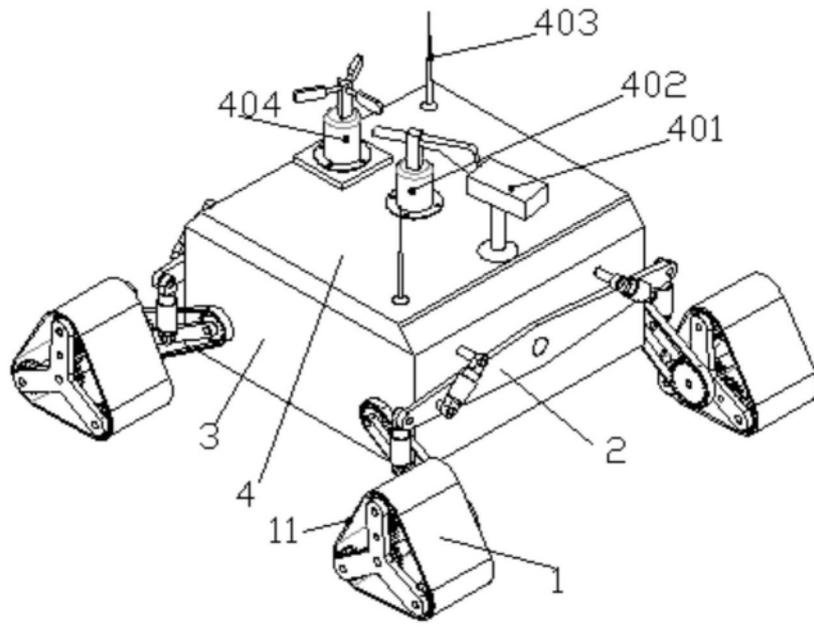


图1

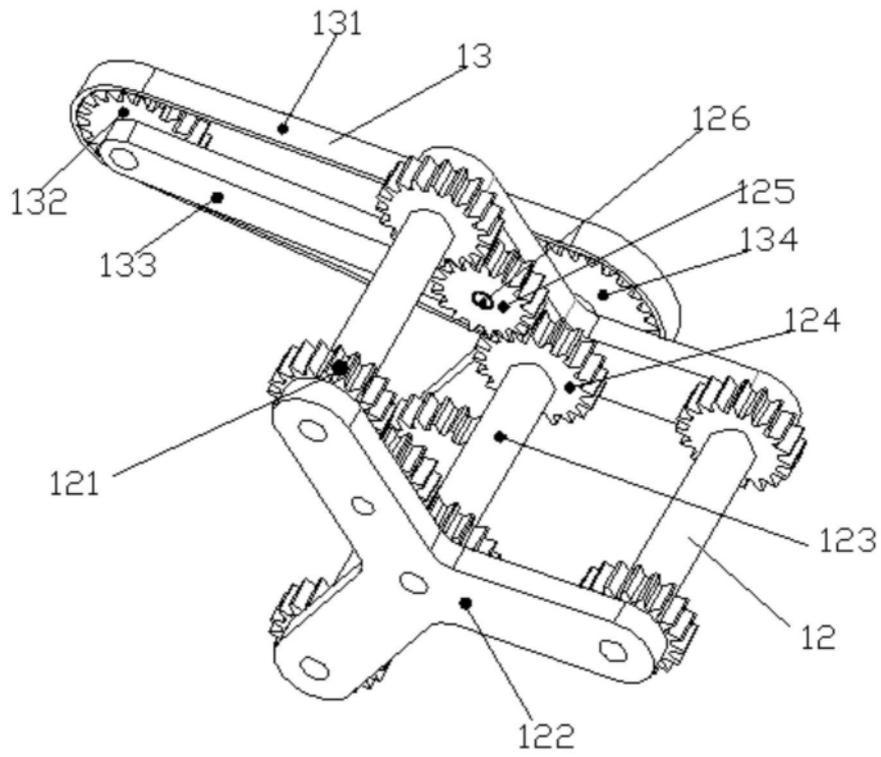


图2

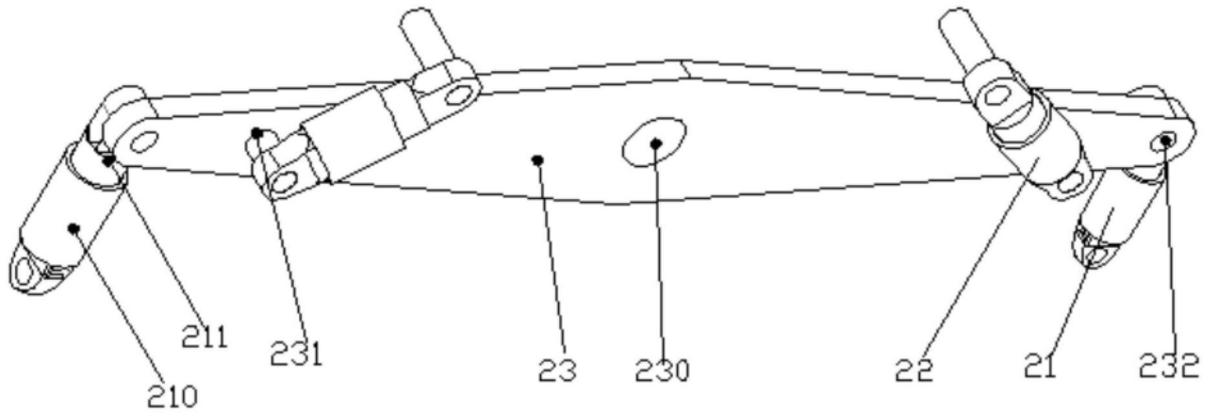


图3

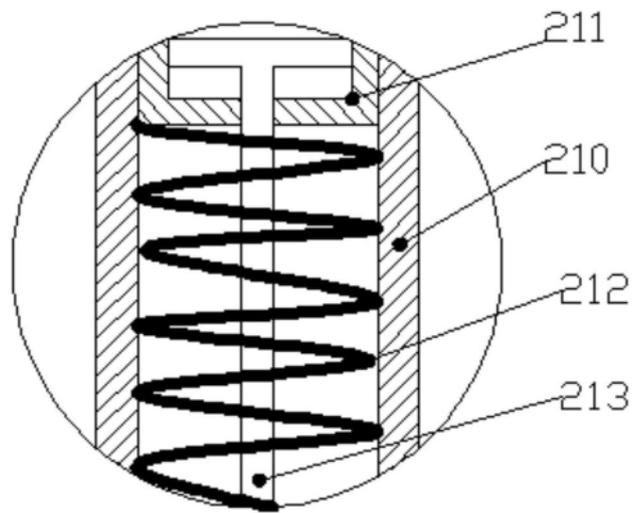


图4

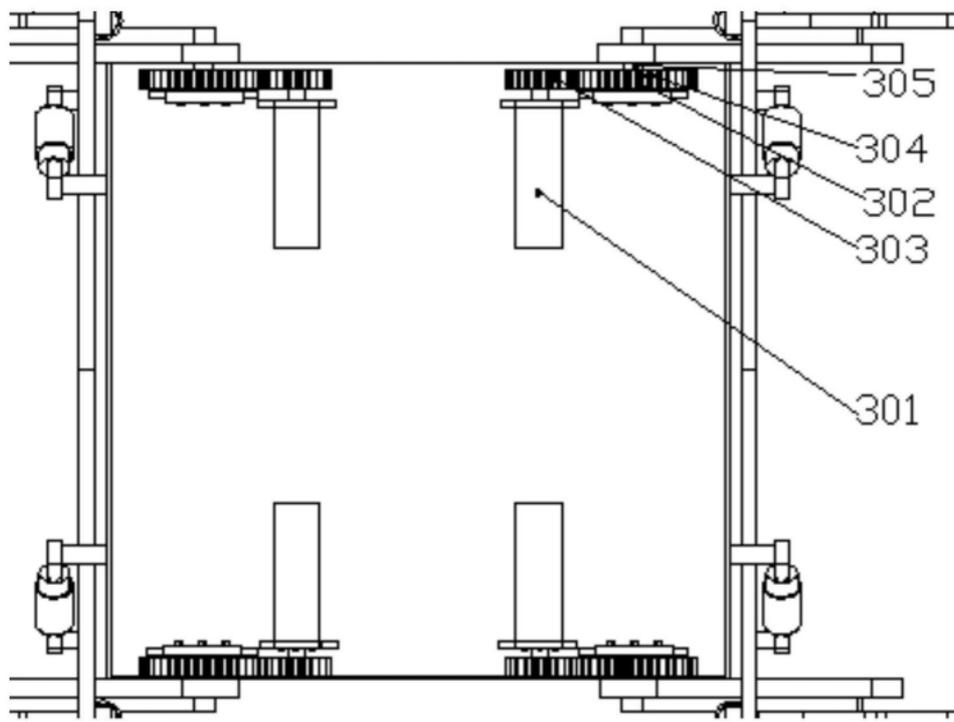


图5

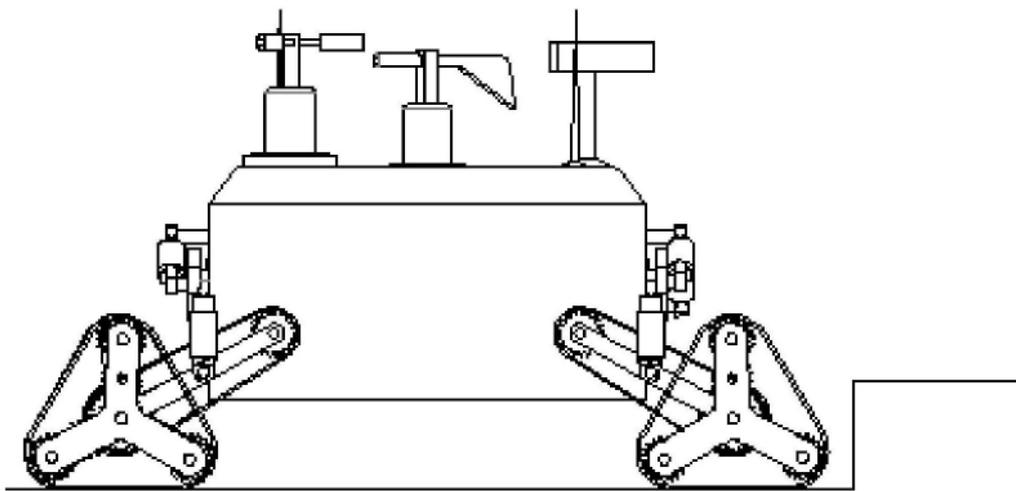


图6

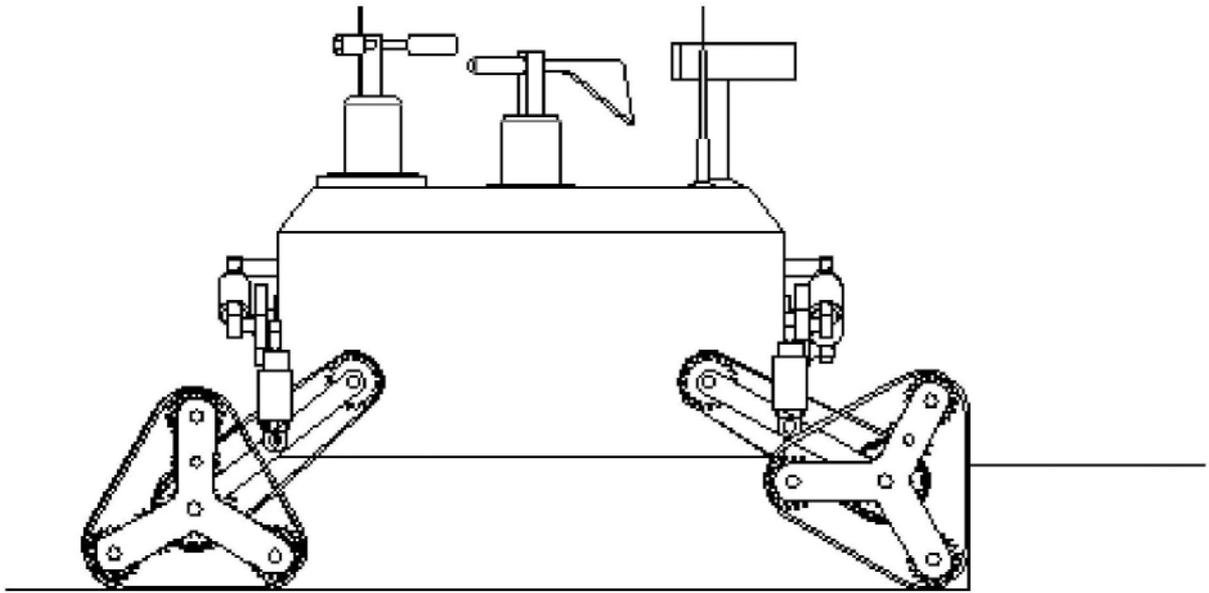


图7

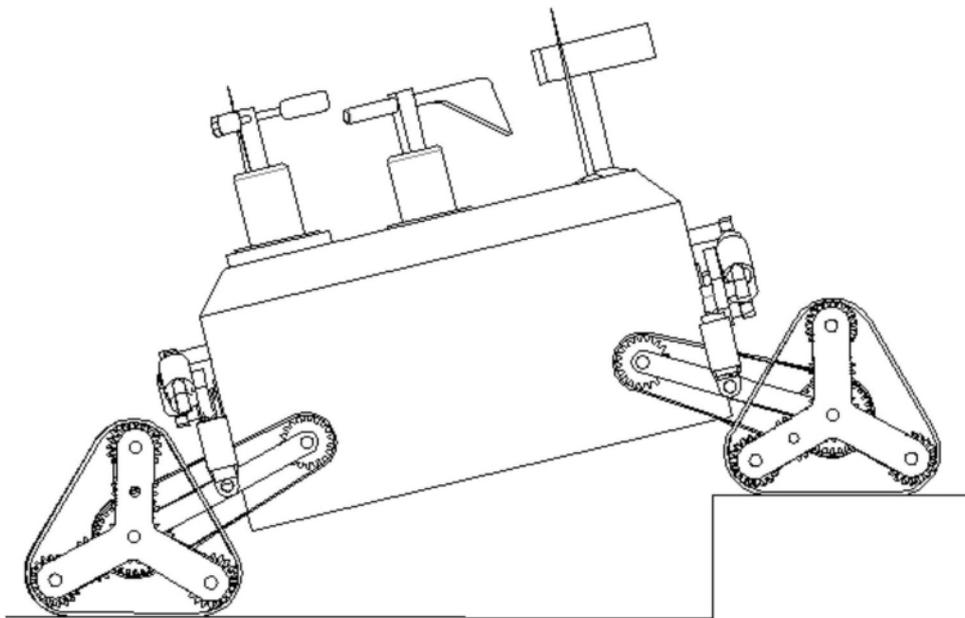


图8

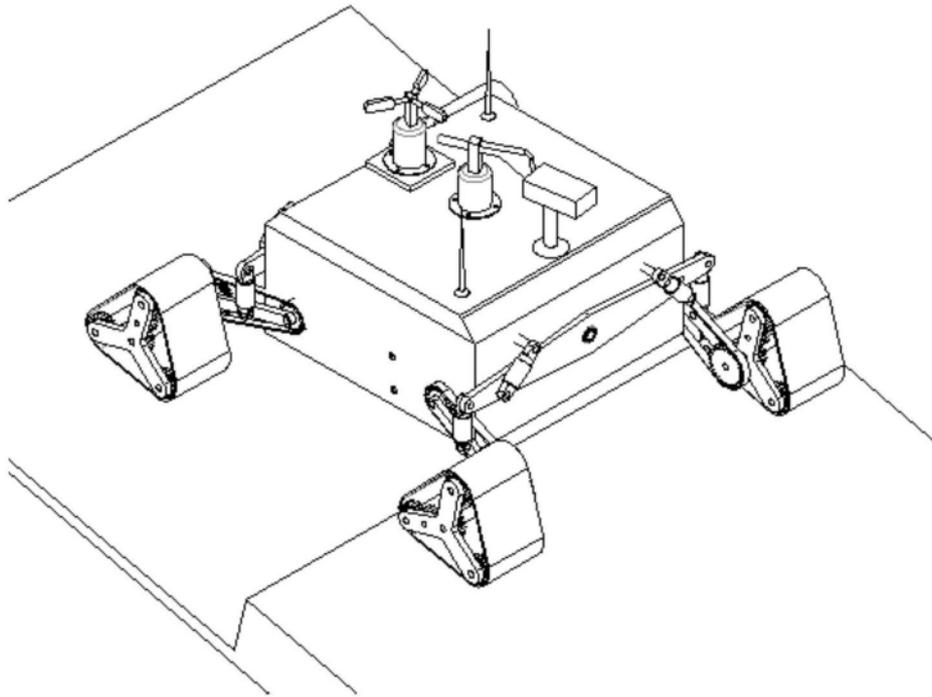


图9

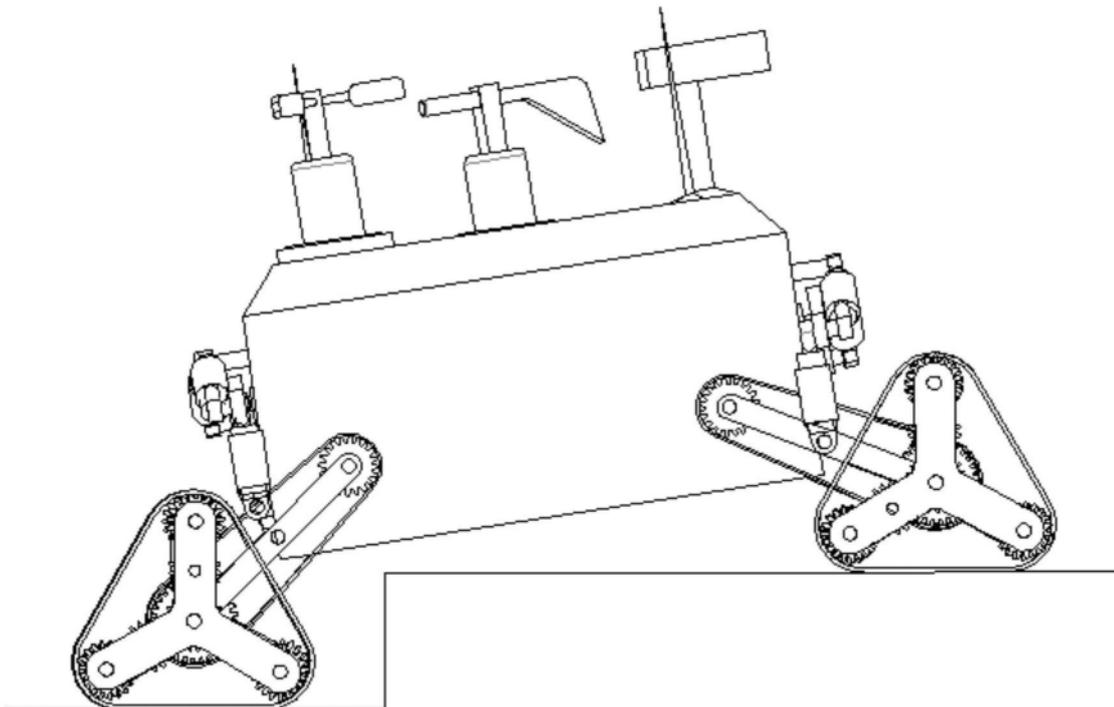


图10

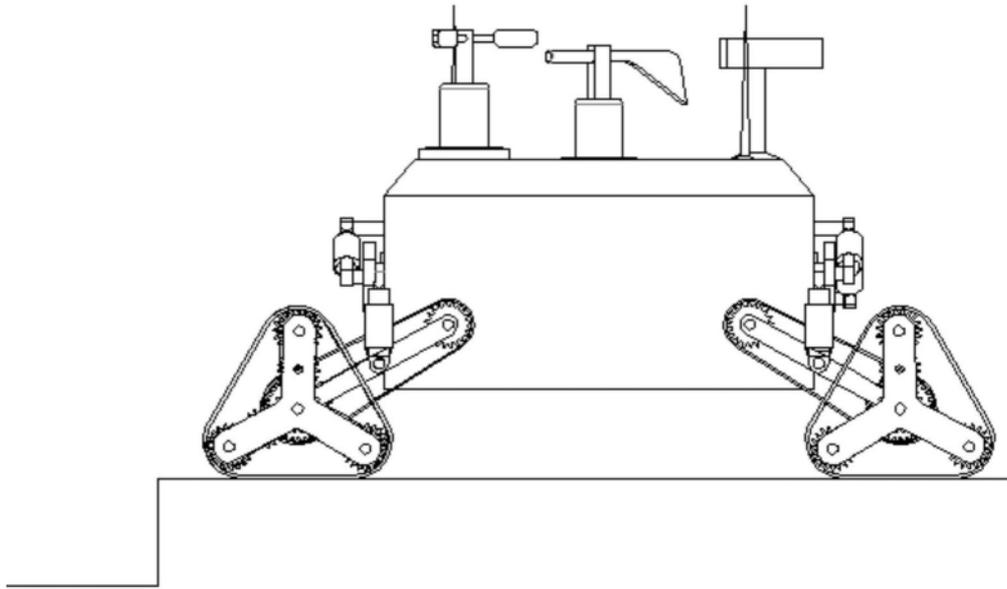


图11

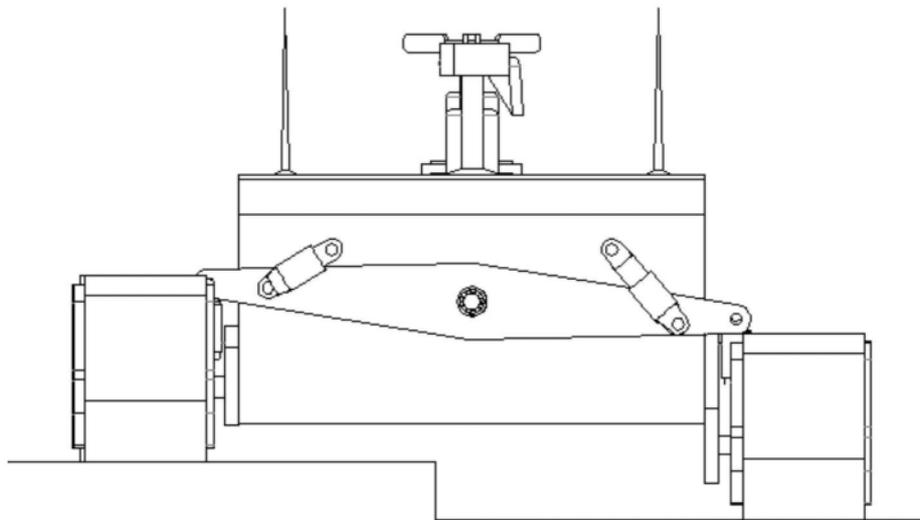


图12

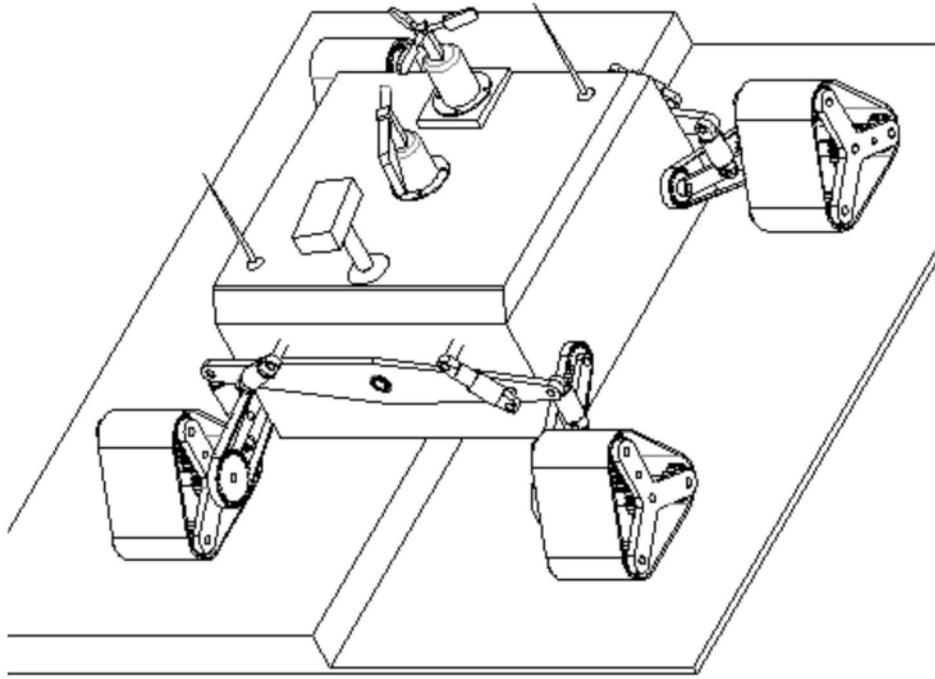


图13