



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115320697 B

(45) 授权公告日 2024. 01. 12

(21) 申请号 202211099463.9

B62B 17/00 (2006.01)

(22) 申请日 2022.09.09

B62B 17/08 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 115320697 A

(56) 对比文件

CN 110052014 A, 2019.07.26

CN 111921182 A, 2020.11.13

CN 114572293 A, 2022.06.03

CN 114655296 A, 2022.06.24

CN 206446652 U, 2017.08.29

DE 102017001556 A1, 2018.08.23

US 2008257627 A1, 2008.10.23

US 2014265178 A1, 2014.09.18

WO 2015120561 A1, 2015.08.20

(43) 申请公布日 2022.11.11

(73) 专利权人 哈尔滨工业大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西  
大直街92号

(72) 发明人 刘刚峰 郭乐凡 罗永晟 李长乐

张学贺 赵杰

审查员 王玉源

(74) 专利代理机构 哈尔滨市阳光惠远知识产权  
代理有限公司 23211

专利代理师 王海婷

(51) Int. Cl.

B62B 13/00 (2006.01)

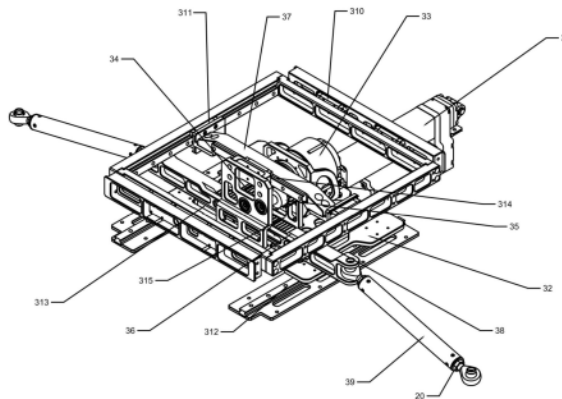
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

一种雪地机器人的多模式姿态操纵机构及  
方法

(57) 摘要

本发明提供了一种雪地机器人的多模式姿  
态操纵机构及方法,属于机器人技术领域。解决  
现有雪地运输设备在雪地中转向时抓地力下降、  
转弯半径较大、难以控制速度问题。它包括机架、  
转向组件和悬架组件,两组悬架组件对称设置  
在机架的左右两侧,转向组件设置在机架内部;  
转向组件包括电动推杆、转向模组安装板、转向  
电机、齿轮一、齿轮二、齿条一、齿条二、上叉  
臂框架和转向连杆;悬架组件包括上叉臂、下叉  
臂、减震器、雪橇立轴和雪橇板;通过转向电机  
运转,带动雪橇立轴运动改变雪地机器人两侧  
雪橇板的方向、角度,实现机器人的压刃转向;  
通过电动推杆伸出,使两雪橇立轴向内侧旋  
转,实现刹车动作。本发明适用于雪地运输设  
备或雪地机器人转向、刹车。



1. 一种雪地机器人的多模式姿态操纵机构,其特征在于:包括机架(1)、转向组件(3)和悬架组件,机架(1)为框型结构,悬架组件(2)设置两组,两组悬架组件(2)对称设置在机架(1)的左右两侧,转向组件(3)设置在机架(1)内部;

转向组件(3)包括电动推杆(31)、转向模组安装板(32)、转向电机(33)、齿轮一(34)、齿轮二(35)、齿条一(36)、齿条二(37)、上叉臂框架(38)和转向连杆(39),电动推杆(31)的固定端与机架(1)连接,自由端和转向模组安装板(32)铰接,转向模组安装板(32)与机架(1)滑动连接;转向模组安装板(32)上固装有转向电机(33),转向电机(33)的输出轴上固连齿轮一(34),齿轮一(34)与齿条一(36)、齿轮二(35)啮合,齿轮二(35)与齿条二(37)啮合,齿条一(36)与转向模组安装板(32)滑动连接,齿条一(36)的两端分别通过一万向节连接有一个转向连杆(39),每个转向连杆(39)通过万向节连接在对应侧的悬架组件(2)上,齿条二(37)与上叉臂框架(38)滑动连接,上叉臂框架(38)能相对于机架(1)做左右滑动;转向模组安装板(32)通过电动推杆(31)实现在机架(1)上的前后滑动;

悬架组件(2)包括上叉臂(23)、下叉臂(21)、减震器(24)、雪橇立轴(22)和雪橇板(25),下叉臂(21)的一端与机架(1)铰接,另一端与雪橇立轴(22)铰接;上叉臂(23)的一端与上叉臂框架(38)铰接,另一端与雪橇立轴(22)铰接;减震器(24)的一端与机架(1)铰接,另一端与下叉臂(21)铰接,雪橇立轴(22)与雪橇板(25)铰接,雪橇立轴(22)能沿其轴线旋转;每个转向连杆(39)各通过一个万向节连接在对应侧的雪橇立轴(22)的延伸段上;

通过转向电机(33)运转,带动雪橇立轴(22)运动,改变雪地机器人两侧雪橇板(25)的方向、角度,实现机器人的压刃转向;通过电动推杆(31)伸出,使两雪橇立轴(22)向内侧旋转,实现刹车动作;

上叉臂框架(38)为矩形框架,上叉臂框架(38)的前后两端与机架(1)通过第一导轨滑块(310)连接,齿条二(37)设置在上叉臂框架(38)内部,齿条二(37)的左右两端与上叉臂框架(38)的左右两端通过第二导轨滑块(311)连接,转向模组安装板(32)和机架(1)之间通过第三导轨滑块(312)连接,横向模组安装板能相对机架(1)前后滑动,齿条一(36)与转向模组安装板(32)之间通过第四导轨滑块(313)连接,齿条一(36)能相对转向模组安装板(32)左右滑动,齿条二(37)和固装在转向模组安装板(32)上的支架之间通过第五导轨滑块(314)连接,齿条二(37)能相对支架左右滑动。

2. 根据权利要求1所述的一种雪地机器人的多模式姿态操纵机构,其特征在于:在转向模组安装板(32)上安装支架,在支架上安装齿轮一(34)、齿轮二(35)和齿条二(37)。

3. 根据权利要求2所述的一种雪地机器人的多模式姿态操纵机构,其特征在于:所述齿条一(36)设置在齿轮一(34)的正下方,齿条二(37)设置在齿轮二(35)的正上方。

4. 根据权利要求1所述的一种雪地机器人的多模式姿态操纵机构,其特征在于:齿轮一(34)与齿轮二(35)的传动比与上、下叉臂(21)在竖直方向上的距离有关。

5. 根据权利要求4所述的一种雪地机器人的多模式姿态操纵机构,其特征在于:所述齿轮一(34)与齿轮二(35)的传动比为1:1。

6. 根据权利要求1所述的一种雪地机器人的多模式姿态操纵机构,其特征在于:万向节与转向连杆(39)间还安装有微调转向连杆(39)长度的调节螺母(20)。

7. 根据权利要求1所述的一种雪地机器人的多模式姿态操纵机构,其特征在于:所述转向电机(33)为舵机或关节伺服电机。

8. 一种雪地运输设备,其特征在於:包括根据权利要求1-7中任一项所述的一种雪地机器人的多模式姿态操纵机构,所述多模式姿态操纵机构设置在雪地运输设备的前部。

9. 一种雪地机器人的多模式姿态操纵机构的工作方法,其特征在於:包括根据权利要求1-7中任一项所述的一种雪地机器人的多模式姿态操纵机构,还具体包括:

转向时:电动推杆(31)保持静止,转向电机(33)改变角度,使齿轮一(34)带动齿条一(36)沿左右方向平动,齿条一(36)两侧的转向连杆(39)带动各自的雪橇立轴(22)绕轴线旋转,两侧的雪橇立轴(22)旋转方向一致;同时,与齿轮一(34)啮合的齿轮二(35)向相反方向转动,与齿轮二(35)同时啮合的齿条二(37)沿左右方向平动,齿条二(37)会带动上叉臂框架(38)也沿左右方向平动,上叉臂(23)与上叉臂框架(38)的连接点相对于机架(1)发生改变,由于下叉臂(21)与机架(1)的连接点不变,雪橇立轴(22)与地面在与机器人前进方向垂直的平面上的夹角,即主销内倾角会发生改变;左转时,左右两侧的雪橇板(25)的左侧,都会向下转动,右侧向上转动,实现向左转向的同时压刃;右转时,左右两侧的雪橇板(25)的右侧,都会向下转动,左侧向上转动,实现向右转向的同时压刃;

刹车时:将电动推杆(31)置于伸出状态,转向电机(33)停止,与电动推杆(31)末端相连的转向模组安装板(32)带动转向电机(33)、齿轮一(34)、齿条二(37)整体向前移动,两侧的转向连杆(39)做平面运动,雪橇立轴(22)绕轴线旋转,此时两侧雪橇立轴(22)的旋转方向相反,均为向内侧旋转,使雪橇板(25)呈内八字形,利用增大和雪地的接触面积和接触角度,产生制动力进行减速。

## 一种雪地机器人的多模式姿态操纵机构及方法

### 技术领域

[0001] 本发明创造属于机器人技术领域,尤其是涉及一种雪地机器人的多模式姿态操纵机构及方法。

### 背景技术

[0002] 目前对于雪地机器人的研究并不丰富,现有的滑雪机器人多采用足式结构,采用多自由度多关节的仿生形机械腿,采用双足或多足布置,连接滑雪板,通过改变各个关节的角度模仿人体滑雪动作,进行滑雪。

[0003] 现有的雪地运输设备,多采用履带式或雪橇式结构,采用陆地汽车改造,或按照汽车结构改进而成。对其转向机构的设计,多采用原有的汽车转向结构,未对雪地的特性进行改良。刹车系统设计也多沿用汽车的刹车设计,采用安装在驱动轮上的盘式、鼓式刹车。

[0004] 但现有的雪地机器人或雪地运输设备,在雪地中转向机构存在抓地力下降、转弯半径较大、难以控制速度的问题,因此有必要设计一种全新的多模式姿态操纵机构来解决上述问题。

### 发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明创造旨在提出一种雪地机器人的多模式姿态操纵机构,以解决现有雪地机器人或雪地运输设备,在雪地中转向时抓地力下降、转弯半径较大、难以控制速度问题。

[0006] 为达到上述目的,本发明创造的技术方案是这样实现的:

[0007] 一种雪地机器人的多模式姿态操纵机构,包括机架、转向组件和悬架组件,机架为框型结构,悬架组件设置两组,两组悬架组件对称设置在机架的左右两侧,转向组件设置在机架内部;

[0008] 转向组件包括电动推杆、转向模组安装板、转向电机、齿轮一、齿轮二、齿条一、齿条二、上叉臂框架和转向连杆,电动推杆的固定端与机架连接,自由端和转向模组安装板铰接,转向模组安装板与机架滑动连接;转向模组安装板上固装有转向电机,转向电机的输出轴上固连齿轮一,齿轮一与齿条一、齿轮二啮合,齿轮二与齿条二啮合,齿条一与转向模组安装板滑动连接,齿条一的两端分别通过一方向节连接有一个转向连杆,每个转向连杆通过万向节连接在对应侧的悬架组件上,齿条二与上叉臂框架滑动连接,上叉臂框架能相对于机架做左右滑动;转向模组安装板通过电动推杆实现在机架上的前后滑动;

[0009] 悬架组件包括上叉臂、下叉臂、减震器、雪橇立轴和雪橇板,下叉臂的一端与机架铰接,另一端与雪橇立轴铰接;上叉臂的一端与上叉臂框架铰接,另一端与雪橇立轴铰接;减震器的一端与机架铰接,另一端与下叉臂铰接,雪橇立轴与雪橇板铰接,雪橇立轴能沿其轴线旋转;每个转向连杆各通过一个万向节连接在对应侧的雪橇立轴的延伸段上;

[0010] 通过转向电机运转,带动雪橇立轴运动,改变雪地机器人两侧雪橇板的方向、角度,实现机器人的压刃转向;通过电动推杆伸出,使两雪橇立轴向内侧旋转,实现刹车动作。

[0011] 更进一步的,在转向模组安装板上安装支架,在支架上安装齿轮一、齿轮二和齿条二。

[0012] 更进一步的,所述齿条一设置在齿轮一的正下方,齿条二设置在齿轮二的正上方。

[0013] 更进一步的,上叉臂框架为矩形框架,上叉臂框架的前后两端与机架通过第一导轨滑块连接,齿条二设置在上叉臂框架内部,齿条二的左右两端与上叉臂框架的左右两端通过第二导轨滑块连接,转向模组安装板和机架之间通过第三导轨滑块连接,横向模组安装板能相对机架前后滑动,齿条一与转向模组安装板之间通过第四导轨滑块连接,齿条一能相对转向模组安装板左右滑动,齿条二和固装在转向模组安装板上的支架之间通过第五导轨滑块连接,齿条二能相对支架左右滑动。

[0014] 更进一步的,齿轮一与齿轮二的传动比与上、下叉臂在竖直方向上的距离有关。

[0015] 更进一步的,所述齿轮一与齿轮二的传动比为1:1。

[0016] 更进一步的,万向节与转向连杆间还安装有微调转向连杆长度的调节螺母。

[0017] 更进一步的,所述转向电机为舵机或关节伺服电机。

[0018] 本发明创造的另一目的在于提出一种雪地运输设备,包括上述的多模式姿态操纵机构,所述多模式姿态操纵机构设置在雪地运输设备的前部。

[0019] 本发明创造的另一目的在于提出一种雪地机器人的多模式姿态操纵机构的工作方法,具体包括:

[0020] 转向时:电动推杆保持静止,转向电机改变角度,使齿轮一带动齿条一沿左右方向平动,齿条一两侧的转向连杆带动各自的雪橇立轴绕轴线旋转,两侧的雪橇立轴旋转方向一致;同时,与齿轮一啮合的齿轮二向相反方向转动,与齿轮二同时啮合的齿条二沿左右方向平动,齿条二会带动上叉臂框架也沿左右方向平动;这样,上叉臂与上叉臂框架的连接点相对于机架就会发生改变,由于下叉臂与机架的连接点不变,雪橇立轴与地面在与机器人前进方向垂直的平面上的夹角,即主销内倾角会发生改变;左转时,左右两侧的雪橇板的左侧,都会向下转动,右侧向上转动,实现向左转向的同时压刃;右转时,左右两侧的雪橇板的右侧,都会向下转动,左侧向上转动,实现向右转向的同时压刃;

[0021] 刹车时:将电动推杆置于伸出状态,转向电机停止,与电动推杆末端相连的转向模组安装板带动转向电机、齿轮一、齿条二整体向前移动,两侧的转向连杆做平面运动,雪橇立轴绕轴线旋转,此时两侧雪橇立轴的旋转方向相反,均为向内侧旋转,使雪橇板呈内八字形,利用增大和雪地的接触面积和接触角度,产生制动力进行减速。

[0022] 与现有技术相比,本发明创造所述的一种雪地机器人的多模式姿态操纵机构的有益效果是:

[0023] (1) 区别于常规的汽车转向机构,只改变车轮/雪橇与前进方向的夹角,雪橇只做平面运动,本发明创造所述的一种雪地机器人的多模式姿态操纵机构,可以在改变雪橇与前进方向夹角的同时,改变主销内倾角,实现压刃的动作;该动作可以将雪橇的刃插入雪中,通过与雪的相互作用,在转向过程中提供更大的抓地力,实现更小的转弯半径。

[0024] (2) 本发明创造所述的一种雪地机器人的多模式姿态操纵机构,还集成了犁式刹车的功能。通过增加雪橇与地面的阻力,实现减速;有利于减小刹车距离。相比于履带式驱动,该机构可利用雪橇板实现制动,在无需制动时阻力更小。

[0025] (3) 相较于足式滑雪机器人,多采用串联机构,采用多个关节电机控制雪橇的角

度,本发明创造所述的一种雪地机器人的多模式姿态操纵机构,采用连杆机构,其稳定性更好,所需原动机更少,控制更加简单。

### 附图说明

[0026] 构成本发明创造的一部分的附图用来提供对本发明创造的进一步理解,本发明创造的示意性实施例及其说明用于解释本发明创造,并不构成对本发明创造的不当限定。在附图中:

[0027] 图1为本发明创造实施例所述的一种雪地机器人的多模式姿态操纵机构的结构示意图;

[0028] 图2为本发明创造实施例所述的一种雪地机器人的多模式姿态操纵机构的转向组件的结构示意图;

[0029] 图3为本发明创造实施例所述的一种雪地机器人的多模式姿态操纵机构的双叉臂悬架的结构示意图;

[0030] 图4为本发明创造实施例所述的一种雪地机器人的多模式姿态操纵机构的转向和压刃运动简图,其中a)为直线行驶状态简图,b)为右转状态简图,c)为左转状态简图;

[0031] 图5为本发明创造实施例所述的一种雪地机器人的多模式姿态操纵机构的刹车动作的运动简图,其中a)为前进状态简图,b)为刹车状态简图;c)为转向状态简图。

[0032] 附图标记说明:

[0033] 1、机架;2、悬架组件;20、调节螺母;21、下叉臂;22、雪橇立轴;23、上叉臂;24、减震器;25、雪橇板;3、转向组件;31、电动推杆;32、转向模组安装板;33、转向电机;34、齿轮一;35、齿轮二;36、齿条一;37、齿条二;38、上叉臂框架;39、转向连杆;310、第一导轨滑块;311、第二导轨滑块;312、第三导轨滑块;313、第四导轨滑块;314、第五导轨滑块;315、支架。

### 具体实施方式

[0034] 下面将结合附图对本发明创造的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明创造一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明创造中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明创造保护的范围。

[0035] 在本发明创造的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明创造和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明创造的限制。此外,术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0036] 在本发明创造的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以具体情况理解上述术语在本发明创造中的具体含义。

[0037] 此外,下面所描述的本发明创造不同实施方式中所涉及的技术特征只要彼此之间

未构成冲突就可以相互结合。

[0038] 如图1-图5所示,一种雪地机器人的多模式姿态操纵机构,包括机架1、转向组件3和悬架组件2,机架1为框型结构,悬架组件2设置两组,两组悬架组件2对称设置在机架1的左右两侧,转向组件3设置在机架1内部;

[0039] 转向组件3包括电动推杆31、转向模组安装板32、转向电机33、齿轮一34、齿轮二35、齿条一36、齿条二37、上叉臂框架38和转向连杆39,电动推杆31的固定端与机架1连接,自由端和转向模组安装板32铰接,转向模组安装板32与机架1滑动连接;转向模组安装板32上固装有转向电机33,转向电机33的输出轴上固连齿轮一34,齿轮一34与齿条一36、齿轮二35啮合,齿轮二35与齿条二37啮合,齿条一36与转向模组安装板32滑动连接,齿条一36的两端分别通过一万向节连接有一个转向连杆39,每个转向连杆39通过万向节连接在对应侧的悬架组件2上,齿条二37与上叉臂框架38滑动连接,上叉臂框架38能相对于机架1做左右滑动;转向模组安装板32通过电动推杆31实现在机架1上的前后滑动;

[0040] 悬架组件2包括上叉臂23、下叉臂21、减震器24、雪橇立轴22和雪橇板25,下叉臂21的一端与机架1铰接,另一端与雪橇立轴22铰接;上叉臂23的一端与上叉臂框架38铰接,另一端与雪橇立轴22铰接;减震器24的一端与机架1铰接,另一端与下叉臂21铰接,雪橇立轴22与雪橇板25铰接,雪橇立轴22能沿其轴线旋转,以改变前进方向;每个转向连杆39各通过一个万向节连接在对应侧的雪橇立轴22的延伸段上;

[0041] 通过转向电机33运转,带动雪橇立轴22运动,改变雪地机器人两侧雪橇板25的方向、角度,实现机器人的压刃转向;通过电动推杆31伸出,使两雪橇立轴22向内侧旋转,实现刹车动作。

[0042] 在转向模组安装板32上安装支架315,在支架315上安装齿轮一34、齿轮二35和齿条二37;所述齿条一36设置在齿轮一34的正下方,齿轮二35设置在齿轮一34的斜上方,齿条二37设置在齿轮二35的正上方。

[0043] 上叉臂框架38为矩形框架,上叉臂框架38的前后两端与机架1通过第一导轨滑块310连接,齿条二37设置在上叉臂框架38内部,齿条二37的左右两端与上叉臂框架38的左右两端通过第二导轨滑块311连接,转向模组安装板32和机架1之间通过第三导轨滑块312连接,转向模组安装板能相对机架1前后滑动,齿条一36与转向模组安装板32之间通过第四导轨滑块313连接,齿条一36能相对转向模组安装板32左右滑动,齿条二37和固装在转向模组安装板32上的支架315之间通过第五导轨滑块314连接,齿条二37能相对支架左右滑动。

[0044] 齿轮一34与齿轮二35的传动比与上、下叉臂21在垂直方向上的距离有关。所述齿轮一34与齿轮二35的传动比为1:1;如此设置让压刃和转向的动作尽可能模仿人类滑雪时的压刃动作,按照这种旋转角度比例,可以更好的提供侧向抓地力。

[0045] 万向节与转向连杆39间还安装有微调转向连杆39长度的调节螺母20。所述转向电机33为舵机或关节伺服电机。

[0046] 一种雪地运输设备,包括上述的一种雪地机器人的多模式姿态操纵机构,所述多模式姿态操纵机构设置在雪地运输设备的前部;具体为:可以安装在履带式、轮式、雪橇式雪地运输设备的前部,也可以单独作为双足式滑雪机器人使用。

[0047] 一种雪地机器人的多模式姿态操纵机构的工作方法,具体包括:

[0048] 多模式姿态操纵机构可以实现压刃转向、犁式刹车的动作。“CARVING”是滑雪中的

技术动作,中文译名“卡宾”,指滑雪者在转弯时通过立刃使板刃刻进雪里、在雪面上留下深而细的雪辙的转弯技术动作。该动作可以在雪地中转向时,提供更好的侧向抓地力。该机构可以模拟滑雪的CARVING动作,实现压刃转向。这是通过改变悬架上叉臂与上叉臂框架38的连接点相对于机架的位置,进而改变主销内倾角实现。

[0049] 转向时:电动推杆31保持静止,转向电机33改变角度,使齿轮一34带动齿条一36沿左右方向平动,齿条一36两侧的转向连杆39带动各自的雪橇立轴22绕轴线旋转,两侧的雪橇立轴22旋转方向一致;同时,与齿轮一34啮合的齿轮二35向相反方向转动,与齿轮二35同时啮合的齿条二37沿左右方向平动,齿条二37会带动上叉臂框架38也沿左右方向平动,上叉臂23与上叉臂框架38的连接点相对于机架1发生改变,由于下叉臂21与机架1的连接点不变,雪橇立轴22与地面在与机器人前进方向垂直的平面上的夹角,即主销内倾角会发生改变;左转时,左右两侧的雪橇板25的左侧,都会向下转动,右侧向上转动,实现向左转向的同时压刃;右转时,左右两侧的雪橇板25的右侧,都会向下转动,左侧向上转动,实现向右转向的同时压刃;

[0050] 刹车时:将电动推杆31置于伸出状态,转向电机33停止,与电动推杆31末端相连的转向模组安装板32带动转向电机33、齿轮一34、齿条二37整体向前移动,两侧的转向连杆39做平面运动,雪橇立轴22绕轴线旋转,此时两侧雪橇立轴22的旋转方向相反,均为向内侧旋转,使雪橇板25呈内八字形,利用增大和雪地的接触面积和接触角度,产生制动力进行减速;通过控制电动推杆伸出的长度可以控制制动力的大小。

[0051] 该机构可以通过改变雪地机器人两侧雪橇板的方向、角度,实现机器人的压刃转向、刹车动作。该机构结构简单高效,稳定性强,行驶性能好。

[0052] 以上公开的本发明创造实施例只是用于帮助阐述本发明创造。实施例并没有详尽叙述所有的细节,也不限制该发明创造仅为所述的具体实施方式。根据本说明书的内容,可作很多的修改和变化。本说明书选取并具体描述这些实施例,是为了更好地解释本发明创造的原理和实际应用,从而使所属技术领域技术人员能很好地理解和利用本发明创造。

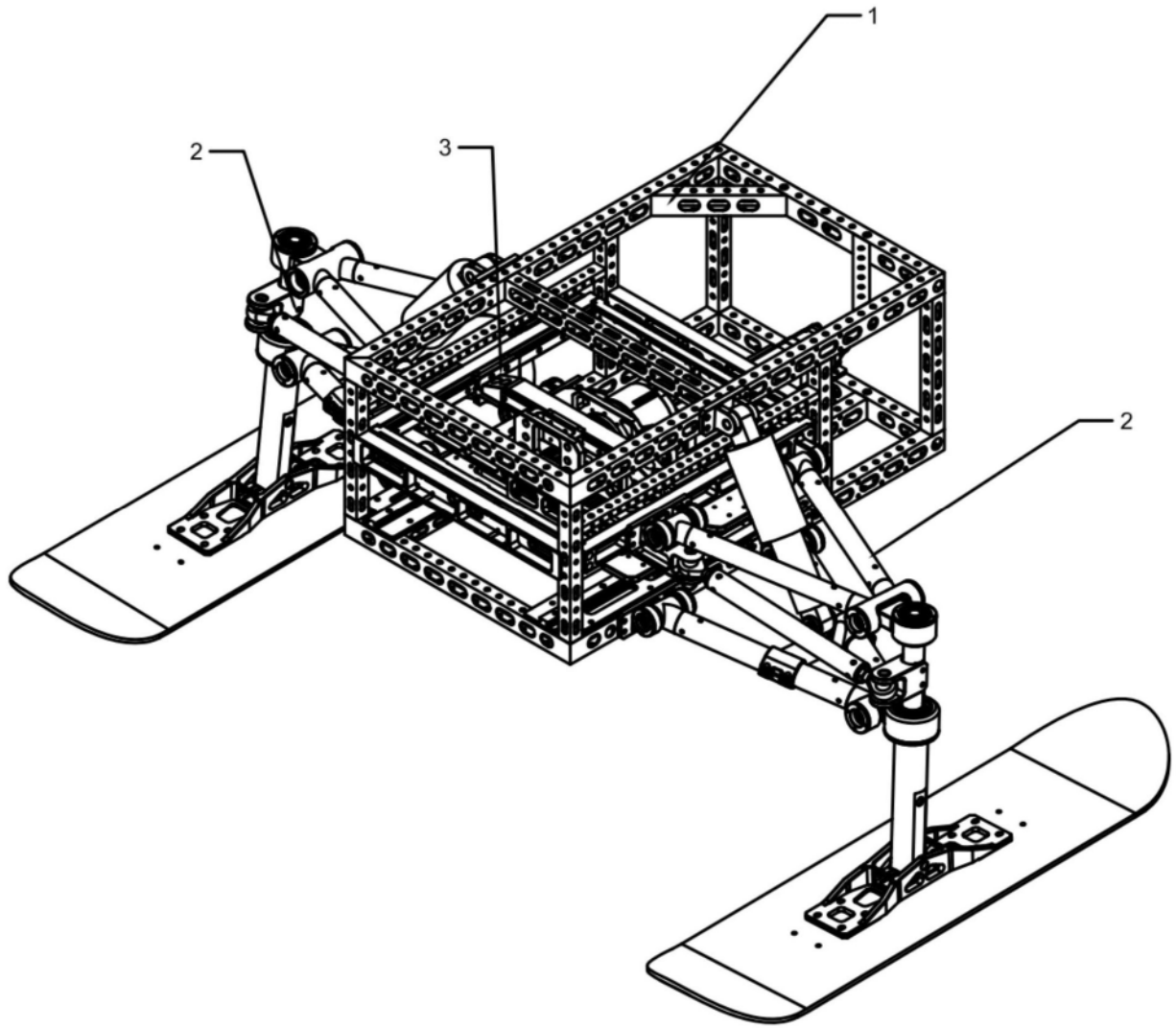


图1

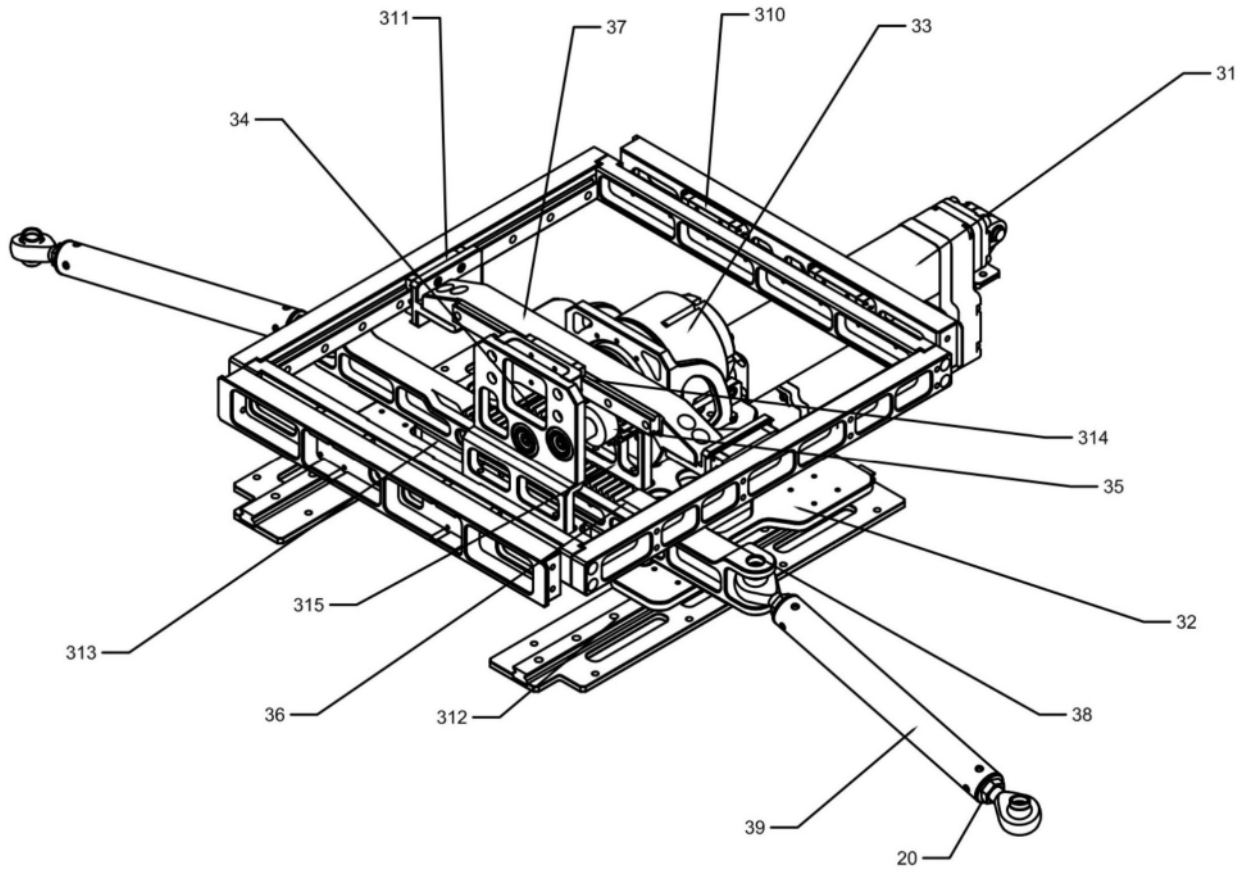


图2

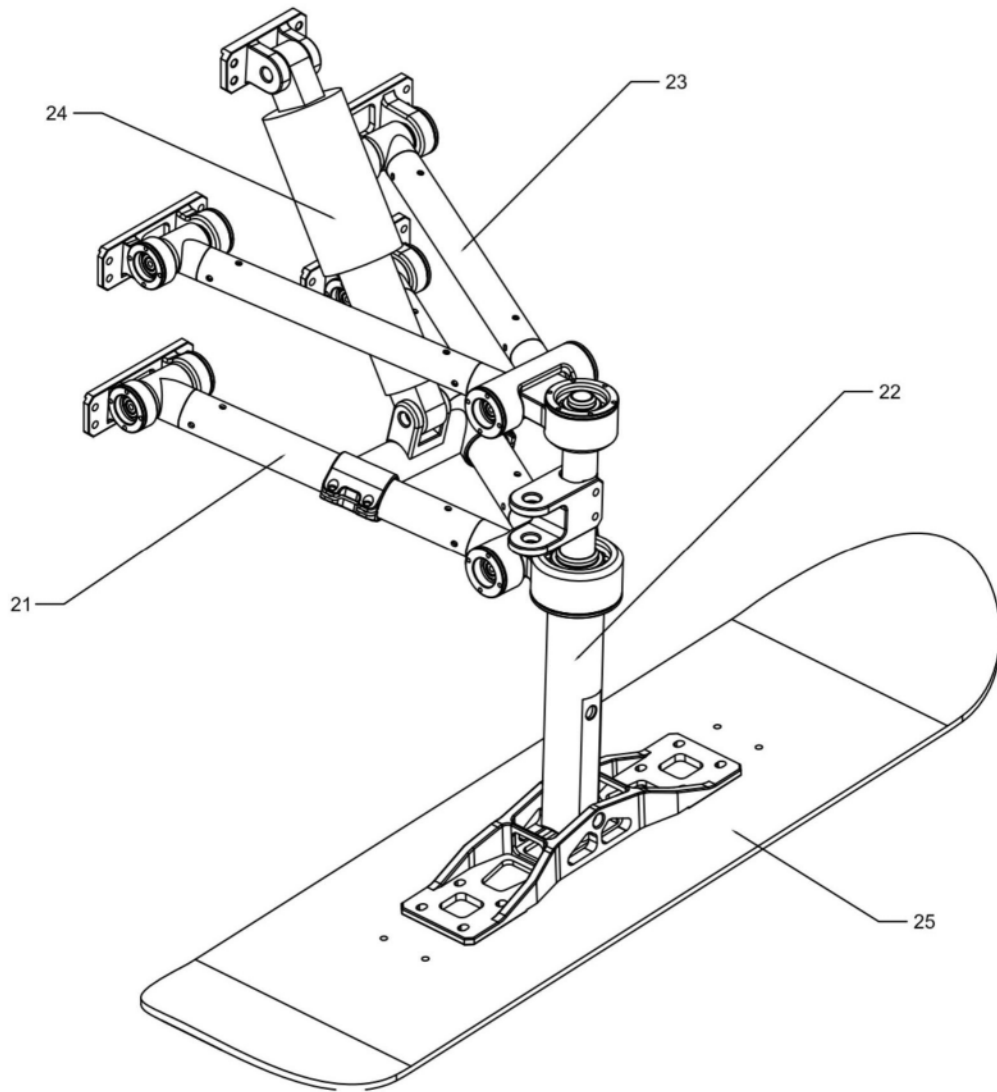


图3

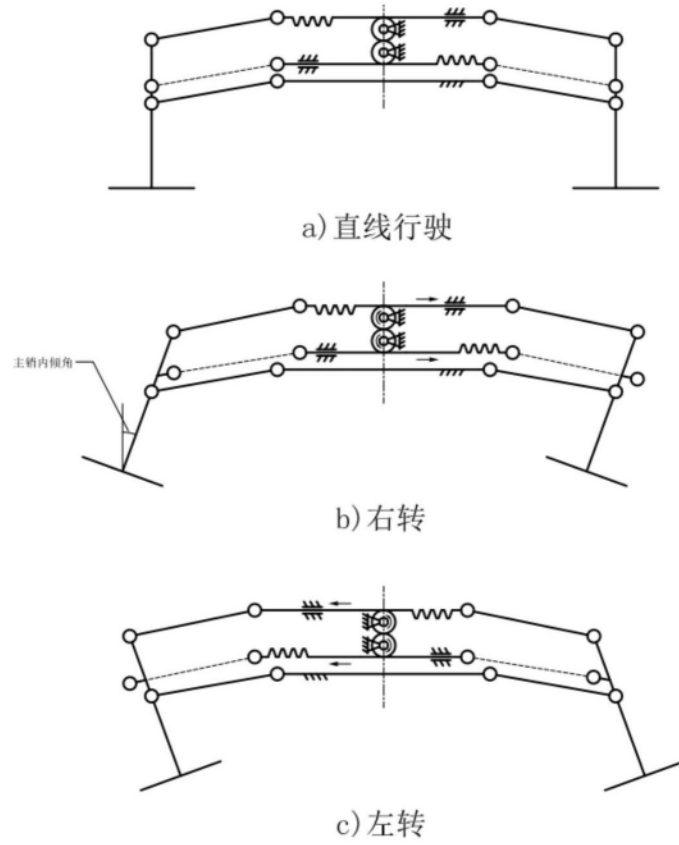
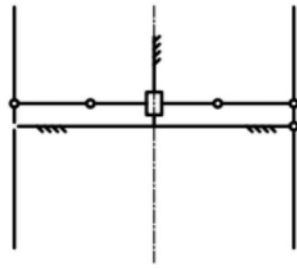
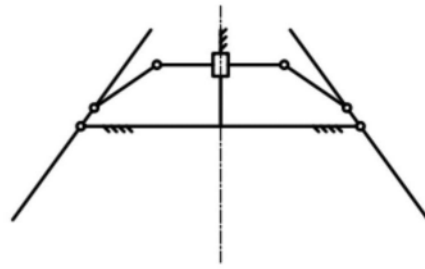


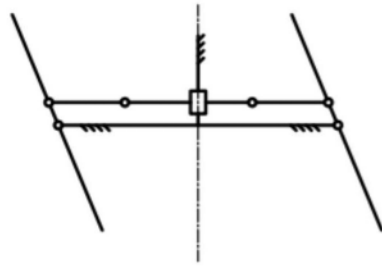
图4



a) 前进状态



b) 刹车状态



c) 转向状态

图5