

(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
2022 年 11 月 17 日 (17.11.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/236704 A1

(51) 国际专利分类号:
B62D 55/265 (2006.01)

林梓栋(LIN, Zidong); 中国广东省广州市越秀区东风东路729号, Guangdong 510090 (CN)。

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/093120

(22) 国际申请日: 2021 年 5 月 11 日 (11.05.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202110501563.9 2021年5月8日 (08.05.2021) CN

(71) 申请人: 广东工业大学 (GUANGDONG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国广东省广州市越秀区东风东路 729 号, Guangdong 510090 (CN)。

(72) 发明人: 朱海飞(ZHU, Haifei); 中国广东省广州市越秀区东风东路729号, Guangdong 510090 (CN)。

(74) 代理人: 广州粤高专利商标代理有限公司(YOGO PATENT AND TRADEMARK AGENCY LIMITED COMPANY); 中国广东省广州市天河区体育西路中石化大厦 B 塔 4416 室, Guangdong 510620 (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,

(54) **Title:** MAGNETICALLY CONTROLLABLE PERMANENT MAGNET CONTINUOUS TRACK WHEEL AND ROBOT PROVIDED WITH SAME

(54) 发明名称: 一种磁力可控的永磁履带轮及具有其的机器人

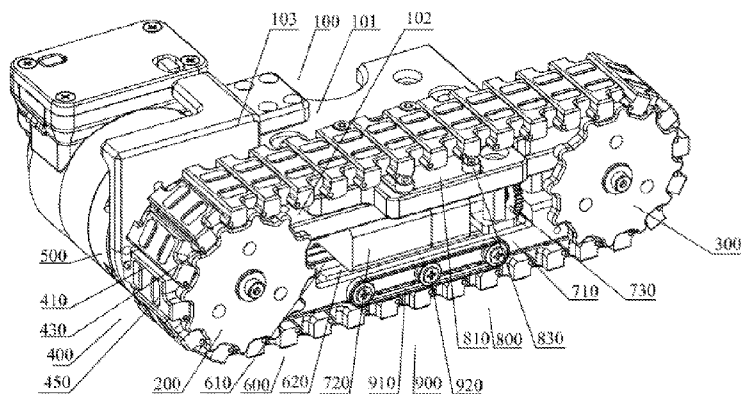


图 1

(57) **Abstract:** A magnetically controllable permanent magnet continuous track wheel and a robot provided with same. The permanent magnet continuous track wheel comprises a second magnet unit (600), and a first continuous track (400) is embedded with a first magnet unit (450), the second magnet unit (600) being disposed near to the first magnet unit (450); when magnetic poles of the first magnet unit (450) and second magnet unit (600) are opposite, a magnetic circuit is formed between the first magnet unit (450) and the second magnet unit (600); when the magnetic poles of the first magnet unit (450) and the second magnet unit (600) are not opposite, a magnetic circuit is formed between the first magnet unit (450), the second magnet unit (600), and an attracted wall surface; and by utilizing the mutual restriction between the first magnet unit (450) and the second magnet unit (600) and by guiding the magnetic circuit, a magnetic force of a permanent magnet continuous track wheel can be controlled and adjusted. In addition, a continuous track-type crawling robot coordinates the magnitude of an attractive magnetic force according to a movement situation, thereby having flexible movements; and for a continuous track-leg combined bipedal climbing robot, efficiency and obstacle-overcoming capabilities are both considered.

(57) 摘要: 一种磁力可控的永磁履带轮及具有其的机器人, 包括第二磁铁单元(600), 第一履带(400)嵌设有第



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))。

一 磁铁单元(450), 第二磁铁单元(600)临近第一磁铁单元(450)设置; 当第一磁铁单元(450)、第二磁铁单元(600)磁极相反时, 第一磁铁单元(450)与第二磁铁单元(600)之间形成磁回路; 当第一磁铁单元(450)、第二磁铁单元(600)磁极不相反时, 第一磁铁单元(450)、第二磁铁单元(600)及被吸附壁面之间形成磁回路; 利用第一磁铁单元(450)、第二磁铁单元(600)的相互限制和对磁路的引导, 使得永磁履带轮的磁力可控可调; 另外, 履带式爬行机器人根据运动情况来协调吸附磁力大小, 运动灵活; 履腿复合双足攀爬机器人, 兼顾效率和越障能力。

一种磁力可控的永磁履带轮及其具有其的机器人

技术领域

本发明涉及磁性构件的技术领域，更具体地，涉及一种磁力可控的永磁履带轮及其具有其的机器人。

背景技术

高空或密闭环境等特种作业，如铁塔/储罐检修、船舱检查和船体焊接等，目前主要依赖人工完成，因而一直是业界面临的一大挑战。这些场景工作条件恶劣，对工人而言存在危险性高、效率低和劳动强度大等问题。攀爬机器人是替代或辅助人工实施上述作业的理想载体。因此，永磁履带攀爬机器人在大型钢结构件相关作业场景中具有良好的应用前景。

中国专利 CN110254541A 公开了一种永磁履带及攀爬机器人，永磁履带包括轮组和缠绕在所述轮组上的履带链条，所述轮组包括依次设置的第一转轮、中间转轮和第二转轮；所述履带链条包括履带板和设置在所述履带板内的永磁体，所述永磁体被配置为能够吸附在作业面上；其中，所述永磁体能够在所述第一转轮处在所述履带板内沿靠近所述作业面的方向移动至所述履带板的底部；所述永磁体能够在所述中间转轮处保持在所述履带板的底部；所述永磁体能够在所述第二转轮处在所述履带板内沿远离所述作业面的方向移动。上述方案虽能实现永磁体与作业面之间的吸附，但磁吸附力不可主动控制或调整。因此，当永磁履带或其攀爬机器人与作业面脱吸附时，只能控制机器人沿非导磁介质逐步爬离；由于不能实现快速低功率的原位脱吸附，上述永磁履带不能充当腿足式攀爬机器人的足部；此外，上述永磁履带或其攀爬机器人也不能实现运动与吸附磁力之间矛盾的协调。

发明内容

本发明的目的在于克服现有技术中的不足，提供一种磁力可控的永磁履带轮及其具有其的机器人，利用磁路的相互限制和对磁路的引导，使永磁履带轮的磁力可控可调，从而为协调永磁履带轮运动与吸附之间的矛盾提供途径；鉴于永磁履带轮与被吸附壁面的吸附力可调整至消除，即脱吸附状态，因此永磁履带轮可作为腿足式攀爬机器人的足部。

为解决上述技术问题，本发明采用的技术方案是：

提供一种磁力可控的永磁履带轮，包括基座、第一带轮、第二带轮及第一履带，所述第一履带套设于第一带轮和第二带轮，所述第一带轮或第二带轮连接有驱动组件，所述驱动组件、第一带轮及第二带轮均安装于基座；还包括第二磁铁单元，所述第一履带嵌设有第一磁铁单元，所述第二磁铁单元临近第一磁铁单元
5 设置且第二磁铁单元与第一磁铁单元相对转动时可改变第一磁铁单元、第二磁铁单元及被吸附壁面之间的磁回路；当所述第一磁铁单元、第二磁铁单元磁极相反时，第一磁铁单元与第二磁铁单元之间形成磁回路；当第一磁铁单元、第二磁铁单元磁极不相反时，第一磁铁单元、第二磁铁单元及被吸附壁面之间形成磁回路。

本发明的磁力可控的永磁履带轮，驱动组件驱动第一带轮或第二带轮转动，
10 在第一带轮、第二带轮的作用下，第一履带绕第一带轮和第二带轮转动；磁力调节组件可调节第二磁铁单元的磁极方向，当第一磁铁单元、第二磁铁单元磁极相反时，第一磁铁单元与第二磁铁单元之间形成磁回路；当第一磁铁单元、第二磁铁单元磁极不相反时，第一磁铁单元、第二磁铁单元及被吸附壁面之间形成磁回路；且永磁履带轮与被吸附壁面之间的作用力的大小随着磁力调节组件的工作而有所改变。本发明利用第一磁铁单元、第二磁铁单元的相互限制和对磁路的引导，
15 使得永磁履带轮的磁力可控可调，控制方便、安全高效；另外，永磁履带轮与被吸附壁面的吸附力可调整至消除，即脱吸附状态。

本发明还提供了一种履带式爬行机器人，包括两组如前所述的磁力可控的永磁履带轮，两组永磁履带轮呈中心对称分布。

20 本发明的履带式爬行机器人，两组永磁履带轮分别采用一个驱动组件进行驱动，当两组永磁履带轮间速度不同时，即可使得履带式爬行机器人实现差速转向。由于永磁履带轮的磁力可控可调，本发明的履带式爬行机器人可根据运动情况来协调吸附磁力大小，使得运动更灵活。

本发明还提供了一种履腿复合双足攀爬机器人，包括如前所述的履带式爬行
25 机器人以及躯干，所述躯干包括转动连接的第一连杆和第二连杆且第一连杆的一端、第二连杆的一端的连接处设有第一躯干电机，所述第一连杆的另一端、第二连杆的另一端分别与两组履带式爬行机器人连接，且第一连杆的另一端与一组履带式爬行机器人的连接处设有第二躯干电机，所述第二连杆的另一端与另一组履带式爬行机器人的连接处设有第三躯干电机。

30 本发明的履腿复合双足攀爬机器人，通过控制永磁履带轮对外磁力的有无，

结合躯干的运动完成攀爬，多自由度躯干赋予机器人较好的运动自由度，使机器人具有更加灵活的运动形式与更高的越障、壁面过渡能力；且本发明的履腿复合双足攀爬机器人的工作模式可在履带模式和双足模式之间自由切换，具有广泛的应用范围。

5 与现有技术相比，本发明的有益效果是：

本发明的磁力可控的永磁履带轮，利用第一磁铁单元、第二磁铁单元的相互限制和对磁路的引导，使得永磁履带轮的磁力可控可调，控制方便、安全高效；另外，还可消除对被吸附壁面的吸附力，实现履带轮便捷脱吸附，可作为足部应用于腿足式攀爬机器人中；

10 本发明的磁力可控的永磁履带轮，利用第一磁铁单元、第三磁铁单元对磁路的引导可实现局部消磁，从而减小永磁履带轮的驱动阻力；使得本发明的永磁履带轮用于履带式爬行机器人或双足机器人时均可节省能耗；

本发明的履带式爬行机器人，两组永磁履带轮分别采用一个驱动组件进行驱动，当两组永磁履带轮间速度不同时，即可使得履带式爬行机器人实现差速转向；

15 由于永磁履带轮的磁力可控可调，本发明的履带式爬行机器人可根据运动情况来协调吸附磁力大小，使得运动更灵活；

本发明的履腿复合双足攀爬机器人，采用多自由度躯干和永磁履带轮足部；通过控制永磁履带轮对外磁力切换履腿复合双足攀爬机器人的工作模式为履带模式或双足模式，可实现以履带模式在被攀爬钢结构表面高效行驶，或结合多自由度躯干以双足模式完成攀爬时的越障、壁面过渡等动作，解决了攀爬机器人领域难以兼顾爬行效率和越障能力的难题。

20 由度躯干以双足模式完成攀爬时的越障、壁面过渡等动作，解决了攀爬机器人领域难以兼顾爬行效率和越障能力的难题。

附图说明

图 1 为实施例一中磁力可控的永磁履带轮的结构示意图；

图 2 为实施例一中第一履带的结构示意图；

25 图 3 为实施例一中第一带轮、第二带轮的结构示意图；

图 4 为实施例一中基座的结构示意图；

图 5 为实施例一中第一磁铁单元的结构示意图；

图 6 为实施例一中第二磁铁单元和磁力调节组件的结构示意图；

图 7 为实施例一中松脱状态时永磁履带轮的工作原理图；

30 图 8 为实施例一中吸附状态时永磁履带轮的工作原理图；

图 9 为实施例一中磁力调节的原理示意图；

图 10 为实施例一中第三磁铁单元的结构示意图；

图 11 为实施例一中第三磁铁单元近靠第一磁铁单元时永磁履带轮的工作原理图；

5 图 12 为实施例一中张紧组件的结构示意图；

图 13 为实施例一中永磁履带轮行驶的原理示意图；

图 14 为实施例二中永磁履带轮的第一履带和第二履带的示意图；

图 15 为实施例二中吸附状态时永磁履带轮的工作原理图；

图 16 为实施例二中松脱状态时永磁履带轮的工作原理图；

10 图 17 为实施例三中履带式爬行机器人的结构示意图；

图 18 为实施例四中履腿复合双足攀爬机器人的结构示意图；

图 19 为实施例五中履腿复合双足攀爬机器人的结构示意图；

附图中：100、基座；101、中心板件；102、带轮支架；103、固定架；104、
连接孔；200、第一带轮；210、连接轴；220、第一转轮；230、第二转轮；300、
15 第二带轮；400、第一履带；410、履带板；411、方形槽；412、通孔；413、开
口；420、销孔；430、履带销；440、凹位；450、第一磁铁单元；451、第一磁
铁；452、第一导磁钢块；500、驱动组件；600、第二磁铁单元；610、第二磁铁；
620、第二导磁钢块；630、第一齿轮；700、磁力调节组件；710、固定座；720、
磁力驱动电机；730、第二齿轮；800、张紧组件；810、底板；820、滚针导轨；
20 830、调节件；900、限位组件；910、皮带；920、带轮；110、磁力消除组件；
111、第三磁铁；112、第三导磁钢块；120、第二履带；121、第四磁铁单元；122、
第五磁铁单元；130、躯干；131、第一连杆；132、第二连杆；133、第一躯干电
机；134、第二躯干电机；135、第三躯干电机；136、末端连接架；137、第一回
转电机；138、第二回转电机。

25 具体实施方式

下面结合具体实施方式对本发明作进一步的说明。其中，附图仅用于示例性说明，表示的仅是示意图，而非实物图，不能理解为对本专利的限制；为了更好地说明本发明的实施例，附图某些部件会有省略、放大或缩小，并不代表实际产品的尺寸；对本领域技术人员来说，附图中某些公知结构及其说明可能省略是可以理解的。

30

本发明实施例的附图中相同或相似的标号对应相同或相似的部件；在本发明的描述中，需要理解的是，若有术语“上”、“下”、“左”、“右”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，因此附图中描述位置关系的用语仅用于示例性说明，不能理解为对本专利的限制，对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语的具体含义。

实施例一

如图 1 所示为本发明的磁力可控的永磁履带轮的实施例，包括基座 100、第一带轮 200、第二带轮 300 及第一履带 400，所述第一履带 400 套设于第一带轮 200 和第二带轮 300，所述第一带轮 200 或第二带轮 300 连接有驱动组件 500，所述驱动组件 500、第一带轮 200 及第二带轮 300 均安装于基座 100；还包括第二磁铁单元 600 以及可调节第二磁铁单元 600 磁极方向的磁力调节组件 700，所述第一履带 400 嵌设有第一磁铁单元 450，所述第二磁铁单元 600 临近第一磁铁单元 450 设置；当所述第一磁铁单元 450、第二磁铁单元 600 磁极相反时，第一磁铁单元 450 与第二磁铁单元 600 之间形成磁回路；当第一磁铁单元 450、第二磁铁单元 600 磁极不相反时，第一磁铁单元 450、第二磁铁单元 600 及被吸附壁面之间形成磁回路。

本实施例在实施时，驱动组件 500 驱动第一带轮 200 或第二带轮 300 转动，在第一带轮 200、第二带轮 300 的作用下，第一履带绕第一带轮 200 和第二带轮 300 转动；磁力调节组件 700 可调节第二磁铁单元 600 的磁极方向，当所述第一磁铁单元 450、第二磁铁单元 600 磁极相反时，第一磁铁单元 450 与第二磁铁单元 600 之间形成磁回路；当第一磁铁单元 450、第二磁铁单元 600 磁极不相反时，第一磁铁单元 450、第二磁铁单元 600 及被吸附壁面之间形成磁回路；且永磁履带轮与被吸附壁面之间的作用力的大小随着磁力调节组件 700 的工作而有所改变。本发明利用第一磁铁单元 450、第二磁铁单元 600 的相互限制和对磁路的引导，使得永磁履带轮的磁力可控可调，具有广泛的应用范围。

如图 2 所示，所述第一履带 400 包括若干履带板 410，所述履带板 410 的首尾端均设有销孔 420，若干履带板 410 通过销孔 420 和穿接于销孔 420 内的履带销 430 首尾相接连成第一履带 400，所述第一磁铁单元 450 嵌设于履带板 410，

第一磁铁单元 450 的上下两端面与第一履带 400 的两侧面平齐以保证运动的顺畅性。其中，所述第一带轮 200、第二带轮 300 均采用分体式设计，如图 3 所示，均包括连接轴 210 以及固定连接于连接轴 210 两端的第一转轮 220 和第二转轮 230，所述第一履带 400 的两侧均设有若干与第一转轮 220、第二转轮 230 啮合的凹位 440，当第一带轮 200 作为主动轮、驱动组件 500 为驱动电机时，第一带轮 200 的第一转轮 220 或第二转轮 230 连接于驱动电机的转子端，驱动电机的定子端与基座 100 固定连接。

本发明的基座 100 包括中心板件 101、带轮支架 102 以及固定架 103，所述带轮支架 102 及固定架 103 均固定于中心板件 101；所述连接轴 210 穿接于带轮支架 102 且第一转轮 220、第二转轮 230 分别位于连接轴 210 的两侧，所述驱动组件 500 安装于固定架 103，如图 4 所示。具体地，带轮支架 102 固定于中心板件 101 的外侧，固定架 103 固定于中心板件 101 上且固定架 103 位于中心板件 101 与带轮支架 102 的转角空间内。具体地，带轮支架 102 的两端设置有连接孔 104，该连接孔 104 容连接轴 210 穿过、且连接轴 210 可在该连接孔 104 内转动。

为了使得张紧履带使得履带不松垮变形，本实施例还包括安装于基座 100 的张紧组件 800，所述张紧组件 800 包括底板 810、转动安装于底板 810 的滚针导轨 820、活动连接于底板 810 与基座 100 之间的调节件 830，所述滚针导轨 820 部分突出于底板 810 的表面，所述第一履带 400 内侧面可与滚针导轨 820 接触设置，如图 12 所示。本实施例中，调节件 830 为张紧螺钉，调节张紧螺钉旋进底板 810 的长度，从而调整底板 810 相对基座 100 的高度，从而控制滚针导轨 820 上移，涨紧履带，使得履带绷紧、不松垮变形。为了使得本发明的结构紧凑，本发明在中心板件 101 上设置有方槽，底板 810 至少部分位于方槽内，涨紧螺钉分布在履带两侧避免对履带的行进产生影响。

如图 5 所示，所述第一磁铁单元 450 包括第一磁铁 451 和第一导磁钢块 452，所述第一导磁钢块 452 为两组，两组第一导磁钢块 452 设于第一磁铁 451 的两端，所述第一磁铁 451 的充磁方向垂直于第一导磁钢块 452 与第一磁铁 451 的接触面。其中，所述履带板 410 设有方形槽 411 及位于方形槽 411 一侧的通孔 412，所述第一磁铁单元 450 嵌设于方形槽 411 且所述第一导磁钢块 452 的一端穿过所述通孔 412 至第一导磁钢块 452 的表面与履带板 410 的外表面平齐。具体地，两组第一导磁钢块 452 的一端与第一磁铁 451 的表面平齐，两组第一导磁钢块 452

的另一端突出于第一磁铁 451 的表面，第一导磁钢块 452 的突出部分嵌入通孔 412 至与履带板 410 的外侧面平齐，第一导磁钢块 452 的两侧面及第一磁铁 451 的表面与履带板 410 的内侧面平齐。为便于第一磁铁单元 450 的取放，本实施例在方形槽 411 两侧连通设有开口 413。

5 如图 1 所示，本实施例的所述第二磁铁单元 600 固装于所述基座 100，具体地，是通过固定座 710 安装于基座 100，且所述第二磁铁单元 600 位于第一履带 400 内侧、靠近第一履带 400 近被吸附壁面的内侧面。本实施例中，所述第二磁铁单元 600 包括第二磁铁 610 及第二导磁钢块 620，所述第二磁铁 610 为径向充磁的圆柱状磁铁，所述第二导磁钢块 620 为两组且两组第二导磁钢块 620 之间形
10 成有与第二磁铁 610 配合的圆形通孔 412 且所述第二导磁钢块 620 安装于基座 100，如图 6 所示。其中，第二导磁钢块 620 对称固定于固定座 710 内部的两侧面，第二导磁钢块 620 内侧为内凹圆形，内凹圆形相对构成圆形通孔 412；第二磁铁 610 为中通圆柱状设计，充磁方向为径向，通过支撑轴架设于固定座 710 且与固定座 710 转动连接。

15 所述第二磁铁单元 600 连接有可调节第二磁铁单元 600 磁极方向的磁力调节组件 700，所述磁力调节组件 700 包括安装于基座 100 的固定座 710 和磁力驱动电机 720，所述第二磁铁 610 的两端部与固定座 710 转动连接且所述第二磁铁 610 的中部连接有第一齿轮 630，所述固定座 710 设有容第一齿轮 630 部分穿出的开口，所述磁力驱动电机 720 的输出端连接有与第一齿轮 630 啮合的第二齿轮 730，
20 如图 6 所示。实施时，磁力驱动电机 720 驱动第二齿轮 730 转动，第二齿轮 730 与第一齿轮 630 啮合带动第一齿轮 630 转动，从而第二磁铁 610 随之转动，第二磁铁单元 600 的磁极和磁力大小发生改变。

 第二磁铁单元 600 的工作原理如图 7 至图 9 所示，在初始情况下，第二磁铁单元 600 与第一磁铁单元 450 间的关系如图 7 所示，此时，第二磁铁 610 的磁极
25 方向与第一磁铁 451 的第一磁铁 451 相反，第一磁铁 451、第二磁铁 610 间通过第一导磁钢块 452、第二导磁钢块 620 形成完整的磁回路，磁回路不通过被吸附壁面，故对被吸附壁面不产生磁吸力，履带轮 920 处于松脱状态；通过控制磁力驱动电机 720 旋转，通过第一齿轮 630、第二齿轮 730 之间的啮合传动，驱动第二磁铁 610 绕轴转动 180° ，如图 8 所示，此时，第一磁铁 451 与第二磁铁 610
30 的磁极方向相同，第一磁铁 451 和第二磁铁 610 间无法形成完整的磁回路，而是

通过第一导磁钢块 452 和第二导磁钢块 620, 与被吸附壁面形成完整的磁回路, 被吸附壁面受到较大的吸力。在第二磁铁 610 转动的过程中, 磁力逐渐非线性增加, 如图 9 所示, 利用这个原理, 可以调节对被吸附壁面的磁吸力大小。当本实施例的永磁履带轮用于双足机器人时, 利用第一磁铁单元和第二磁铁单元之间的磁路引导使得其中一足与被吸附壁面之间消磁, 进而双足机器人即可抬起相应足。为了限制第一磁铁单元 450 和第二磁铁单元 600 之间的距离, 本实施例的永磁履带轮还包括用于限制第一磁铁单元 450 和第二磁铁单元 600 之间距离的限位组件 900。其中, 限位组件 900 固装于固定座 710, 第二磁铁单元 600 位于固定座 710 内侧、第一磁铁单元 450 位于固定座 710 下方, 如此便于通过限位组件 900 作用于第一履带 400 以调整第一磁铁单元 450 和第二磁铁单元 600 之间的距离。具体地, 限位组件 900 包括皮带 910 以及若干并排设置的带轮 920, 带轮 920 均安装于固定座 710, 皮带 910 绕设于带轮 920 外周, 皮带 910 外缘与第一履带 400 的内侧面接触设置, 避免第一履带 400 及第一履带 400 内侧的部件发生摩擦, 如图 1 所示。需要说明的是, 本实施例中的带轮 920 可用带槽轴承替换。

另外, 本实施例还包括两组磁力消除组件 110, 两组所述磁力消除组件 110 分别安装于基座 100 的两端, 且两组所述磁力消除组件 110 位于第二磁铁单元 600 的两侧; 两组所述磁力消除组件 110 具体是安装在带轮支架 102 的两端。所述磁力消除组件 110 为第三磁铁单元, 所述第三磁铁单元包括第三磁铁 111 以及设于第三磁铁 111 两侧的第三导磁钢块 112, 所述第三磁铁 111 的充磁方向垂直于第三磁铁 111 与第三导磁钢块 112 的接触面, 且与第一磁铁 451 的充磁方向相反, 如图 10 所示。磁力消除组件 110 的工作原理与松脱状态的磁力调节组件 700 类似, 第三磁铁单元与其近靠的第一磁铁单元 450 间的关系如图 11 所示, 此时, 第三磁铁 111 磁极方向与第一磁铁 451 磁极方向相反, 第一磁铁 451、第三磁铁 111 通过第一导磁钢块 452、第三导磁钢块 112 形成完整的磁回路, 磁回路不通过被吸附壁面, 故对被吸附壁面不产生磁吸力, 故与第三磁铁单元近靠的第一磁铁单元 450 间不对被吸附钢板产生吸力。

本实施例中, 第一磁铁单元 450、第二磁铁单元 600 及第三磁铁单元的分布如图 13 所示(以永磁履带轮的端面进行说明), 第一履带 400 的端面呈中部为方形、两端为半圆的腰形孔状, 履带以逆时针方向转动, 履带与被吸附壁面吸附面截面的两端点记为 B 点和 C 点, A 点、D 点分别为第一磁铁单元 450 与第三磁

铁单元近靠消磁的点，A 点、D 点分别位于 B 点和 C 点的旁侧。则永磁履带轮的整体工作原理如下：通过控制磁力调节组件 700 控制吸附组件处于常吸状态，始终对被吸附壁面产生一定吸力，通过驱动组件 500 带动第一履带 400 转动，完成在壁面上的行驶，如图 13 所示，第一履带 400 带动第一磁铁单元 450 逆时针转动，此时，第一磁铁单元 450 与第二磁铁单元 600、第三磁铁单元存在相对运动，当第一磁铁单元 450 运动至 A 点时，其与左侧第三磁铁单元近靠，且磁极方向相反，对外不产生吸力；当第一磁铁单元 450 运动到 B 点时，开始脱离第三磁铁单元，与第二磁铁单元 600 近靠，第一磁铁单元 450 与第二磁铁单元 600 方向相同，对外表现出强大吸力；当第一磁铁单元 450 运动到 C 点时，开始脱离第二磁铁单元 600，与右侧第三磁铁单元近靠，第一磁铁单元 450 与第三磁铁单元方向相反，对外不产生吸力，易于磁铁从壁面上抬起。此时，第一履带 400 对外表现为整体向左高效运动；同理，本实施例的永磁履带轮也可整体向另一方向高效运动。本实施例在履带转动的过程中，由于第三磁铁单元和第一磁铁单元对磁路的引导，使得第一磁铁单元 450 与被吸附壁面接触的两端点消磁而易于剥离，从而减小永磁履带轮的驱动阻力，节省能耗。

实施例二

本发明的磁力可控的永磁履带轮的第二实施例，包括基座 100、第一带轮 200、第二带轮 300 及第一履带 400，所述第一履带 400 套设于第一带轮 200 和第二带轮 300，所述第一带轮 200 或第二带轮 300 连接有驱动组件 500，所述驱动组件 500、第一带轮 200 及第二带轮 300 均安装于基座 100；还包括第二磁铁单元 600，所述第一履带 400 嵌设有第一磁铁单元 450，所述第二磁铁单元 600 临近第一磁铁单元 450 设置且第二磁铁单元 600 与第一磁铁单元 450 相对转动时可改变第一磁铁单元 450、第二磁铁单元 600 及被吸附壁面之间的磁回路；当所述第一磁铁单元 450、第二磁铁单元 600 磁极相反时，第一磁铁单元 450 与第二磁铁单元 600 之间形成磁回路；当第一磁铁单元 450、第二磁铁单元 600 磁极不相反时，第一磁铁单元 450、第二磁铁单元 600 及被吸附壁面之间形成磁回路。

本实施例中的磁力可控的永磁履带轮还包括与第一履带 400 结构相似、尺寸不同的第二履带 120，所述第二履带 120 位于第一履带 400 的内侧；所述第二履带 120 也包括若干首尾相接的履带板 410，部分履带板 410 嵌设有第四磁铁单元 121，其余部分履带板 410 嵌设有第五磁铁单元 122，第四磁铁单元 121 与第五

磁铁单元 122 充磁方向相反，第四磁铁单元 121、第五磁铁单元 122 充磁方向与第一磁铁单元 450 充磁方向相同或相反，如图 14 所示。其中，第四磁铁单元 121、第五磁铁单元 122 共同组成第二磁铁单元 600，第二履带 120 的驱动组件 500 则构成磁力调节组件 700，通过第一履带 400 和第二履带 120 之间的相对运动来调整磁场和对外磁力大小。其中，第二履带 120 的作用相当于实施例一中的磁力调节组件 700。

如图 14 所示，所有的第一磁铁单元 450 正向充磁，部分第二磁铁单元 600（即第四磁铁单元 121）为正向充磁，其余部分第二磁铁单元 600（即第五磁铁单元 122）为逆向充磁，第四磁铁单元 121 在履带行进方向上的长度与第一磁铁单元 450 与被吸附壁面接触面在履带行进方向上的长度近似相等。

本实施例的工作原理如图 15、16 所示，具体地：如图 15 所示，在初始状态下，第二履带 120 和第一履带 400 相对旋转至第四磁铁单元 121 转动至近被吸附壁面一侧，第一磁铁单元 450 和第四磁铁单元 121 的磁极方向一致，对被吸附壁面产生巨大吸力，因其余部分第五磁铁单元 122 与第一磁铁单元 450 的磁极方向相反，具有消除磁力的作用；通过旋转第二履带 120 至第五磁铁单元 122 转动至近被吸附壁面一侧，第一磁铁单元 450 和第五磁铁单元 122 的磁极方向相反，对外不产生吸力，如图 16 所示。当第一磁铁单元 450 与第五磁铁单元 122 部分重合时，对被吸附壁面产生的吸附力大小也会发生变化。

需要说明的是，本实施例中第一履带 400 的每个履带板 410 上设置的第一磁铁单元 450 和第二履带 120 的每个履带板 410 上设置的第二磁铁单元 600 的数目可大于一组，以提高永磁履带轮对被吸附壁面的最大吸力，从而提高本发明的负载能力。

实施例三

如图 17 所示为本发明的履带式爬行机器人的实施例，包括如实施例一或实施例二中的磁力可控的永磁履带轮，两组永磁履带轮呈中心对称分布。本实施例两组永磁履带轮的中心板件 101 可为两个板件进行紧固连接得到，也可将两组中心板件 101 设置为一体成型结构。本实施例在实施时，两组永磁履带轮分别采用一个驱动组件 500 进行驱动，当两组永磁履带轮间速度不同时，即可使得履带式爬行机器人实现差速转向；由于永磁履带轮的磁力可控可调，本发明的履带式爬行机器人可根据运动情况来协调吸附磁力大小，使得履带式爬行机器人在壁面上

运动更灵活；两组永磁履带轮呈中心对称分布使得履带式爬行机器人结构紧凑。

实施例四

如图 18 所示为本发明的履腿复合双足攀爬机器人的实施例，包括两组如权利要求 14 所述的履带式爬行机器人以及躯干 130，所述躯干 130 包括转动连接的第一连杆 131 和第二连杆 132 且第一连杆 131 的一端、第二连杆 132 的一端的连接处设有第一躯干电机 133，所述第一连杆 131 的另一端、第二连杆 132 的另一端分别与两组履带式爬行机器人连接，且第一连杆 131 的另一端与一组履带式爬行机器人的连接处设有第二躯干电机 134，所述第二连杆 132 的另一端与另一组履带式爬行机器人的连接处设有第三躯干电机 135。其中，第二躯干电机 134、第三躯干电机 135 分别与两组履带式爬行机器人通过末端连接架 136 连接；双足攀爬机器人的双足记为第一足和第二足。

本实施例在实施时，履带模式与双足模式的爬行及切换方法如下：

在双足模式下，控制永磁履带轮对外磁力的有无，结合躯干 130 的运动完成攀爬，如控制双足中第一足的吸附组件为吸附状态，第二足的吸附组件为松脱状态，以第一足作为机器人运动的支点，随着躯干 130 运动完成越障、壁面过渡等动作，继而控制第二足的吸附组件处于吸附状态，松开第一足的吸附组件，以第二足作为机器人运动的支点，完成下一步的运动，以此类推；双足模式下，在第二磁铁单元 600 与第一磁铁单元 450 的磁极方向相反时，第一磁铁单元 450 与被吸附壁面之间吸附力减小到零，所以双足机器人可直接抬起第一足或第二足。在履带模式下，控制永磁履带轮对被吸附壁面处于常吸状态，始终对被吸附壁面产生一定吸力，驱动第一履带 400 转动，完成在被吸附壁面上的行驶；履带模式下，第三磁铁单元 600 的设置使得第一磁铁单元 450 与被吸附壁面接触的两端点消磁而易于剥离，从而减小永磁履带轮的驱动阻力，节省能耗；行驶过程中永磁履带轮的工作原理如实施例一至实施例三中描述。

本实施例的履腿复合双足攀爬机器人采用三自由度躯干，并采用永磁履带轮作为机器人足部；通过控制永磁履带轮对外磁力切换履腿复合双足攀爬机器人的工作模式为履带模式或双足模式，可实现以履带模式在被攀爬钢结构表面高效行驶，或结合多自由度躯干以双足模式完成攀爬时的越障、壁面过渡等动作，解决了攀爬机器人领域难以兼顾爬行效率和越障能力的难题。

实施例五

如图 19 所示为本发明的履腿复合双足攀爬机器人的另一实施例，本实施例与实施例四相似，所不同之处在于，所述第二躯干电机 134 与一组履带式爬行机器人之间连接有第一回转电机 137，所述第三躯干电机 135 与另一组履带式爬行机器人之间连接有第二回转电机 138，第二躯干电机 134 与第一回转电机 137 的旋转轴线、第三躯干电机 135 与第二回转电机 138 的旋转轴线垂直。如此将实施例四中的三自由度躯干 130 改进为本实施例的五自由度躯干 130，从而提升机器人运动的自由度，在兼顾爬行效率的基础上，使其具有更加灵活的运动形式与更高的越障、壁面过渡等能力。

在上述具体实施方式的具体内容中，各技术特征可以进行任意不矛盾的组合，为使描述简洁，未对上述各个技术特征所有可能的组合都进行描述，然而，只要这些技术特征的组合不存在矛盾，都应当认为是本说明书记载的范围。

显然，本发明的上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明所作的举例，而并非是对本发明的实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说，在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明权利要求的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1. 一种磁力可控的永磁履带轮，包括基座(100)、第一带轮(200)、第二带轮(300)及第一履带(400)，所述第一履带(400)套设于第一带轮(200)和第二带轮(300)，所述第一带轮(200)或第二带轮(300)连接有驱动组件(500)，所述驱动组件(500)、第一带轮(200)及第二带轮(300)均安装于基座(100)；其特征在于，还包括第二磁铁单元(600)，所述第一履带(400)嵌设有第一磁铁单元(450)，所述第二磁铁单元(600)临近第一磁铁单元(450)设置且第二磁铁单元(600)与第一磁铁单元(450)相对转动时可改变第一磁铁单元(450)、第二磁铁单元(600)及被吸附壁面之间的磁回路；当所述第一磁铁单元(450)、第二磁铁单元(600)磁极相反时，第一磁铁单元(450)与第二磁铁单元(600)之间形成磁回路；当第一磁铁单元(450)、第二磁铁单元(600)磁极不相反时，第一磁铁单元(450)、第二磁铁单元(600)及被吸附壁面之间形成磁回路。

2. 根据权利要求 1 所述的磁力可控的永磁履带轮，其特征在于，所述第一履带(400)包括若干履带板(410)，所述履带板(410)的首尾端均设有销孔(420)，若干履带板(410)通过销孔(420)和穿接于销孔(420)内的履带销(430)首尾相接连成第一履带(400)，所述第一磁铁单元(450)嵌设于履带板(410)。

3. 根据权利要求 2 所述的磁力可控的永磁履带轮，其特征在于，所述第一带轮(200)、第二带轮(300)均包括连接轴(210)以及连接于连接轴(210)两端的第一转轮(220)和第二转轮(230)，所述第一转轮(220)、第二转轮(230)外缘均匀环绕设有若干齿位，所述第一履带(400)的两侧均设有若干与所述齿位啮合的凹位(440)。

4. 根据权利要求 3 所述的磁力可控的永磁履带轮，其特征在于，所述基座(100)包括中心板件(101)、带轮支架(102)以及固定架(103)，所述带轮支架(102)及固定架(103)均固定于中心板件(101)；所述连接轴(210)穿接于带轮支架(102)且第一转轮(220)、第二转轮(230)分别位于连接轴(210)的两侧，所述驱动组件(500)安装于固定架(103)。

5. 根据权利要求 2 所述的磁力可控的永磁履带轮，其特征在于，所述第一磁铁单元(450)包括第一磁铁(451)和第一导磁钢块(452)，所述第一导磁钢块(452)为两组，两组第一导磁钢块(452)设于第一磁铁(451)的两端，所述第一磁铁(451)的充磁方向垂直于第一导磁钢块(452)与第一磁铁(451)的接触面。

6. 根据权利要求 5 所述的磁力可控的永磁履带轮，其特征在于，所述履带

板(410)设有方形槽(411)及位于方形槽(411)一侧的通孔(412)，所述第一磁铁单元(450)嵌设于方形槽(411)且所述第一导磁钢块(452)的一端穿过所述通孔(412)至第一导磁钢块(452)的表面与履带板(410)的外表面平齐。

7. 根据权利要求 1 所述的磁力可控的永磁履带轮，其特征在于，所述第二磁铁单元(600)固装于所述基座(100)，且所述第二磁铁单元(600)位于第一履带(400)内侧、靠近第一履带(400)近被吸附壁面的内侧面。

8. 根据权利要求 7 所述的磁力可控的永磁履带轮，其特征在于，所述第二磁铁单元(600)包括第二磁铁(610)及第二导磁钢块(620)，所述第二磁铁(610)为径向充磁的圆柱状磁铁，所述第二导磁钢块(620)为两组且两组第二导磁钢块(620)之间形成有与第二磁铁(610)配合的圆形通孔(412)且所述第二导磁钢块(620)安装于基座(100)。

9. 根据权利要求 8 所述的磁力可控的永磁履带轮，其特征在于，所述第二磁铁单元(600)连接有可调节第二磁铁单元(600)磁极方向的磁力调节组件(700)，所述磁力调节组件(700)包括安装于基座(100)的固定座(710)和磁力驱动电机(720)，所述第二磁铁(610)的两端部与固定座(710)转动连接且所述第二磁铁(610)的中部连接有第一齿轮(630)，所述固定座(710)设有容第一齿轮(630)部分穿出的开口，所述磁力驱动电机(720)的输出端连接有与第一齿轮(630)啮合的第二齿轮(730)。

10. 根据权利要求 7 至 9 任一项所述的磁力可控的永磁履带轮，其特征在于，还包括两组磁力消除组件(110)，两组所述磁力消除组件(110)分别安装于基座(100)的两端，且两组所述磁力消除组件(110)位于第二磁铁单元(600)的两侧。

11. 根据权利要求 10 所述的磁力可控的永磁履带轮，其特征在于，所述磁力消除组件(110)为第三磁铁单元，所述第三磁铁单元包括第三磁铁(111)以及设于第三磁铁(111)两侧的第三导磁钢块(112)，所述第三磁铁(111)的充磁方向垂直于第三磁铁(111)与第三导磁钢块(112)的接触面，且与第一磁铁(451)的充磁方向相反。

12. 根据权利要求 1 所述的磁力可控的永磁履带轮，其特征在于，还包括与第一履带(400)结构相似、尺寸不同的第二履带(120)，所述第二履带(120)位于第一履带(400)的内侧；第二磁铁单元(600)包括第四磁铁单元(121)及第五磁铁单元(122)，所述第二履带(120)也包括若干首尾相接的履带板(410)，部分履带板(410)

嵌设有第四磁铁单元(121)，其余部分履带板(410)嵌设有第五磁铁单元(122)，第四磁铁单元(121)与第五磁铁单元(122)充磁方向相反，第四磁铁单元(121)、第五磁铁单元(122)充磁方向与第一磁铁单元(450)充磁方向相同或相反。

13. 根据权利要求 1 所述的磁力可控的永磁履带轮，其特征在于，还包括安
5 装于基座(100)的张紧组件(800)，所述张紧组件(800)包括底板(810)、转动安装于底板(810)的滚针导轨(820)、活动连接于底板(810)与基座(100)之间的调节件(830)，所述滚针导轨(820)部分突出于底板(810)的表面，所述第一履带(400)内侧
面可与滚针导轨(820)接触设置。

14. 根据权利要求 1 所述的磁力可控的永磁履带轮，其特征在于，还包括用
10 于限制第一磁铁单元(450)与第二磁铁单元(600)之间距离的限位组件(900)。

15. 一种履带式爬行机器人，其特征在于，包括两组如权利要求 1 至 14 任一
项所述的磁力可控的永磁履带轮，两组永磁履带轮呈中心对称分布。

16. 一种履腿复合双足攀爬机器人，其特征在于，包括两组如权利要求 15 所
述的履带式爬行机器人以及躯干(130)，所述躯干(130)包括转动连接的第一连杆
15 (131)和第二连杆(132)且第一连杆(131)的一端、第二连杆(132)的一端的连接处设
有第一躯干电机(133)，所述第一连杆(131)的另一端、第二连杆(132)的另一端分
别与两组履带式爬行机器人连接，且第一连杆(131)的另一端与一组履带式爬行
机器人的连接处设有第二躯干电机(134)，所述第二连杆(132)的另一端与另一组
履带式爬行机器人的连接处设有第三躯干电机(135)。

20 17. 根据权利要求 16 所述的履腿复合双足攀爬机器人，其特征在于，所述第
二躯干电机(134)与一组履带式爬行机器人之间连接有第一回转电机(137)，所述
第三躯干电机(135)与另一组履带式爬行机器人之间连接有第二回转电机(138)，
第二躯干电机(134)与第一回转电机(137)的旋转轴线、第三躯干电机(135)与第二
回转电机(138)的旋转轴线垂直。

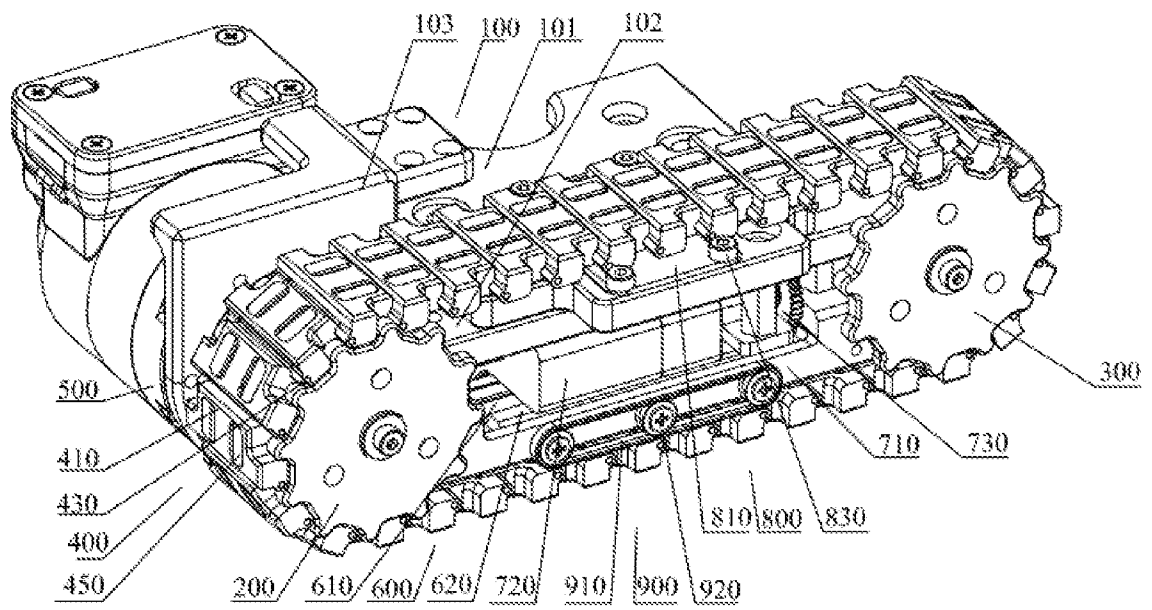


图 1

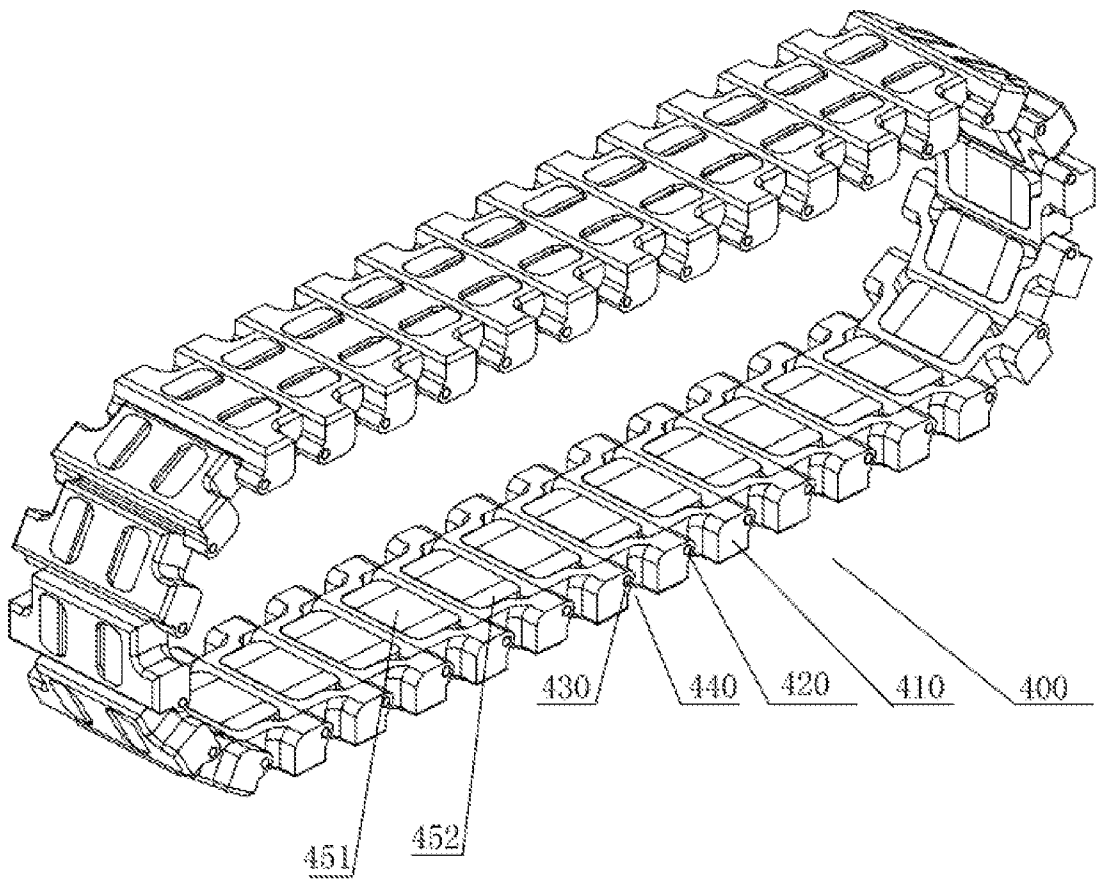


图 2

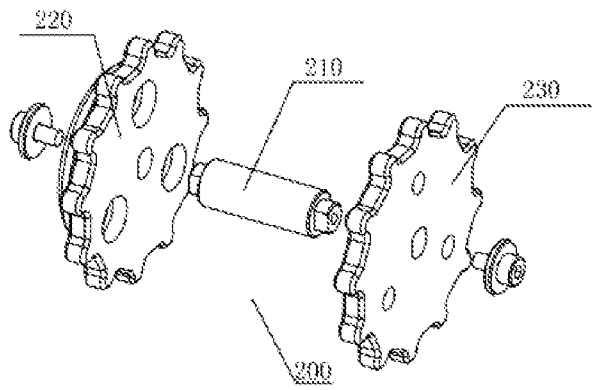


图 3

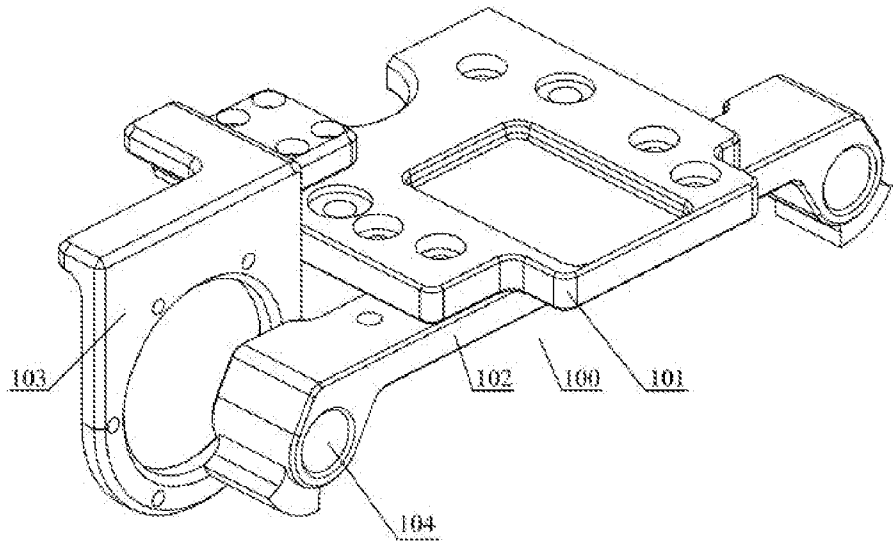


图 4

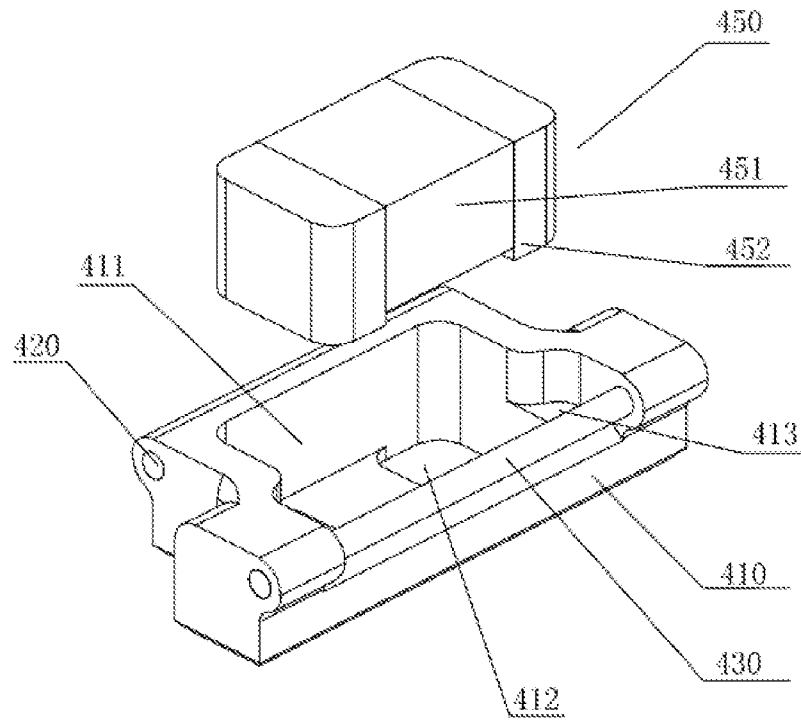


图 5

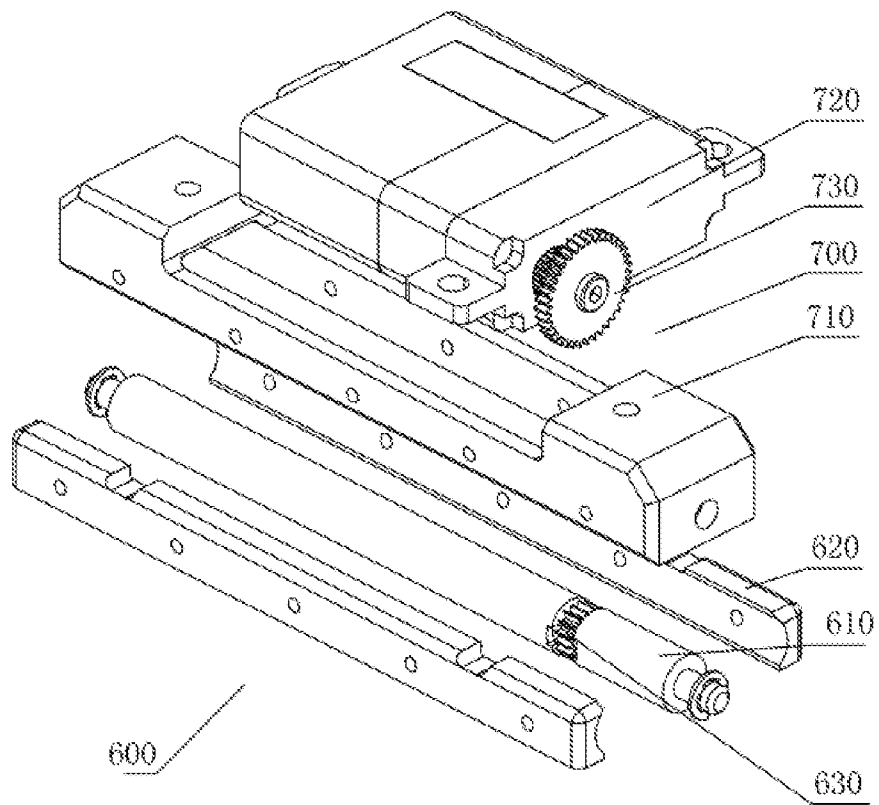


图 6

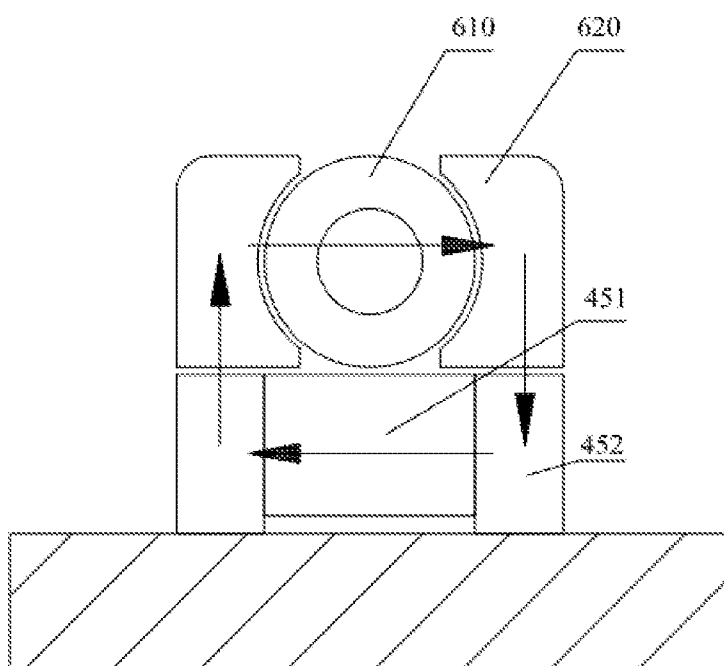


图 7

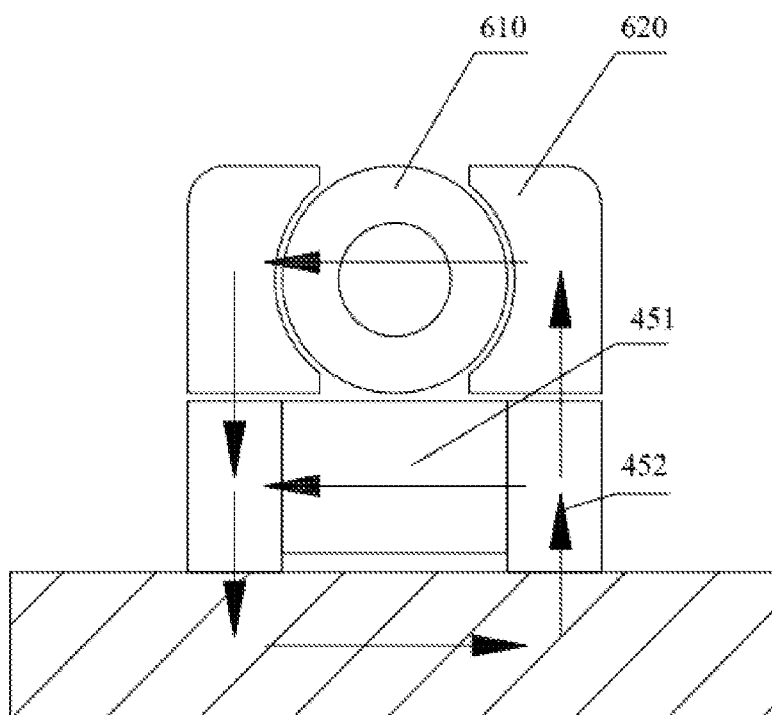


图 8

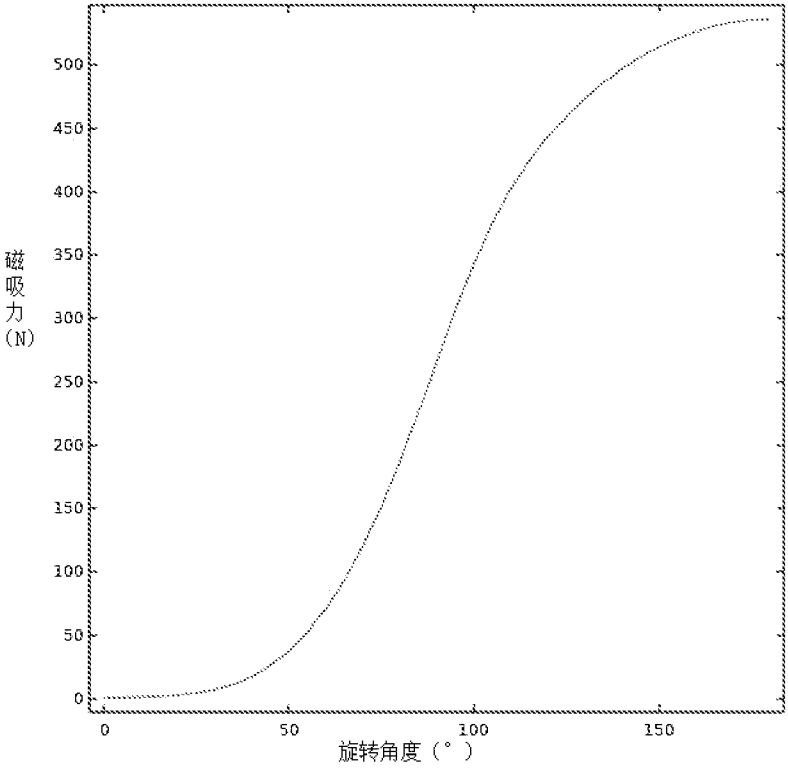


图 9

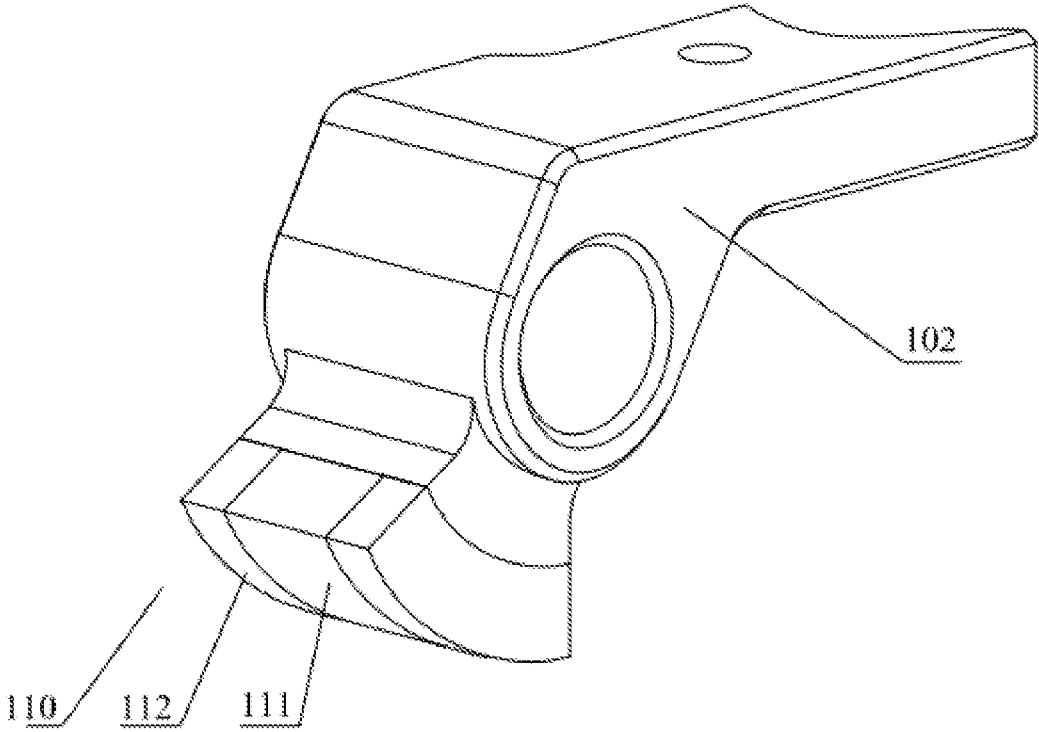


图 10

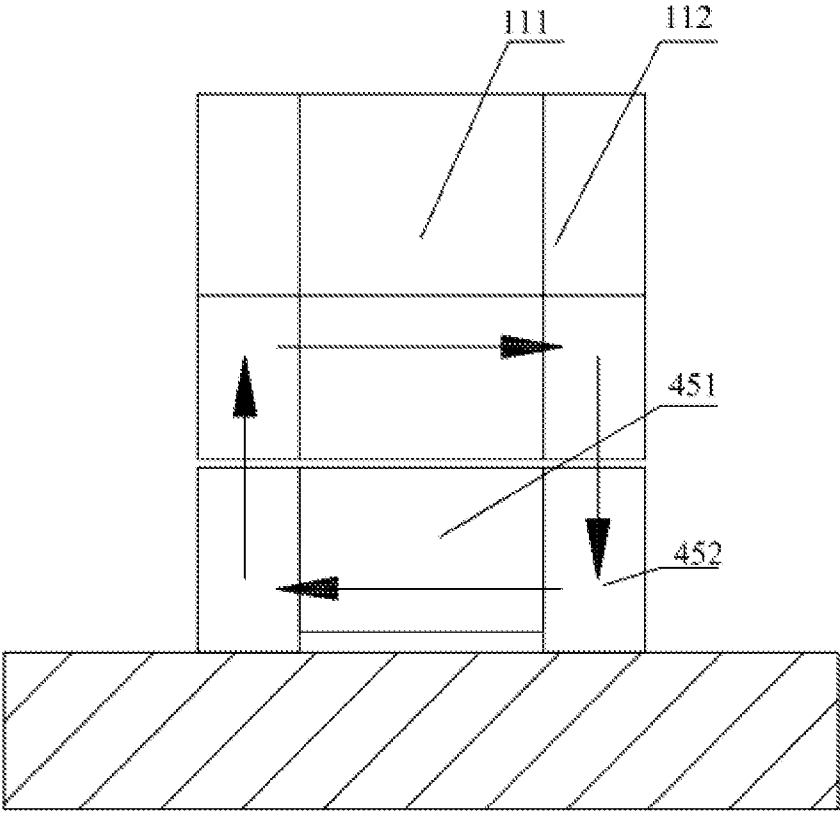


图 11

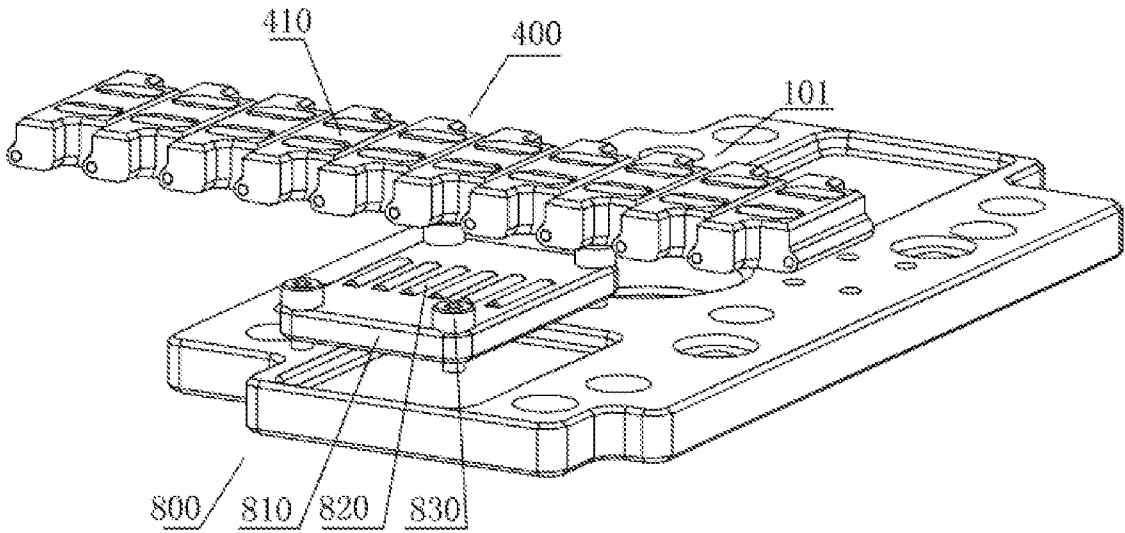


图 12

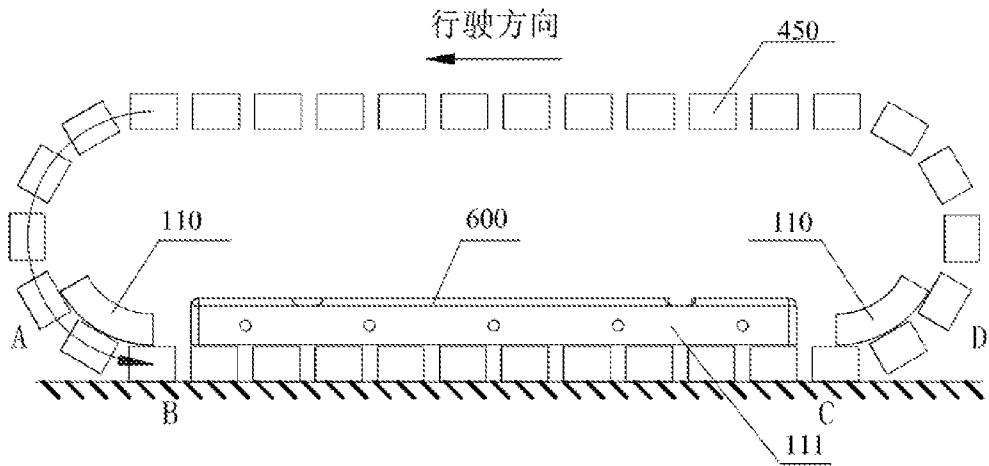


图 13

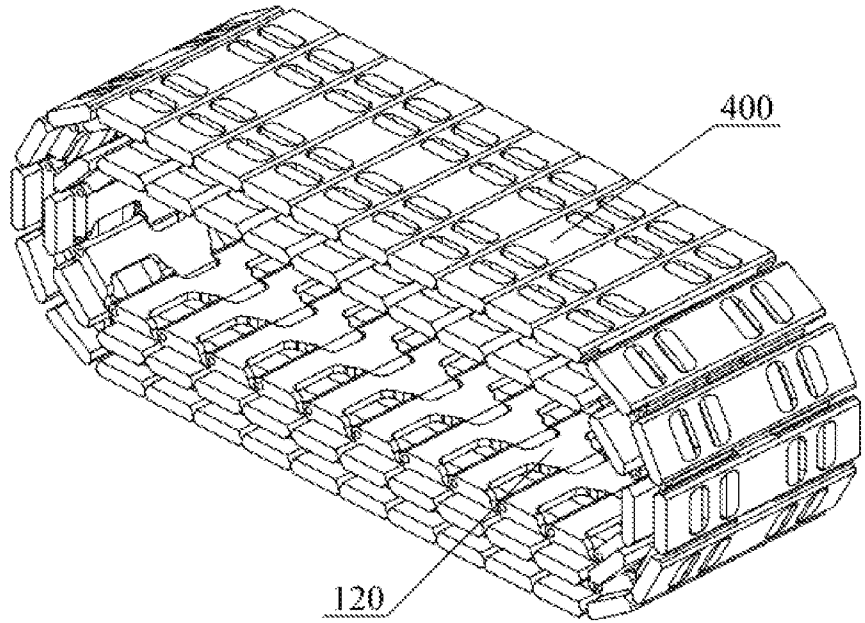


图 14

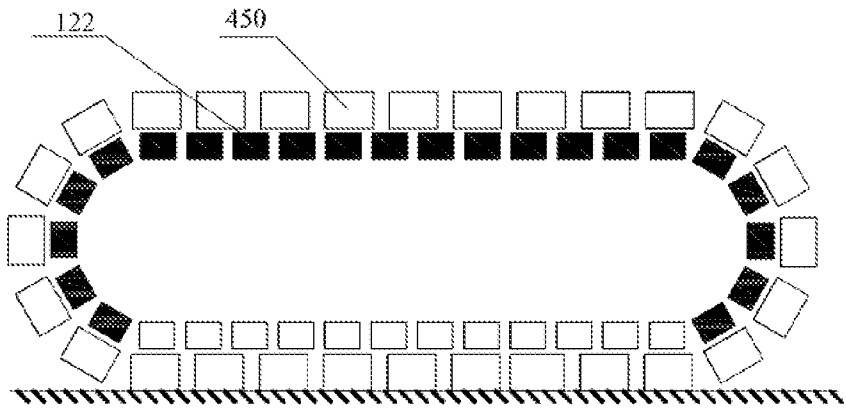


图 15

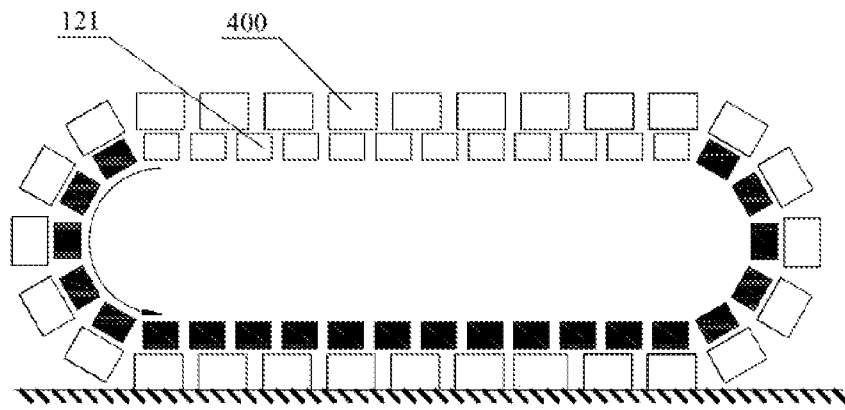


图 16

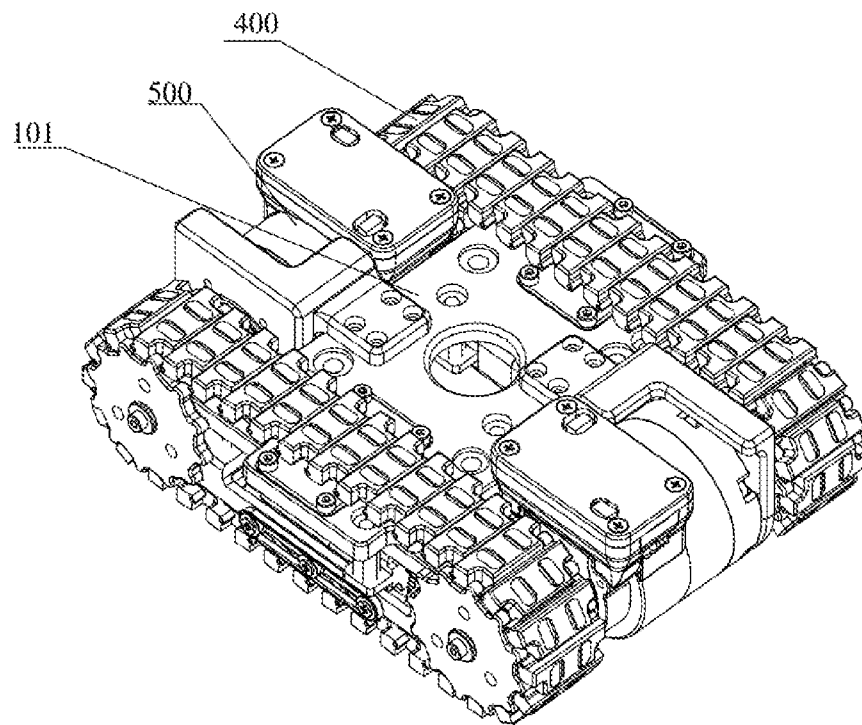


图 17

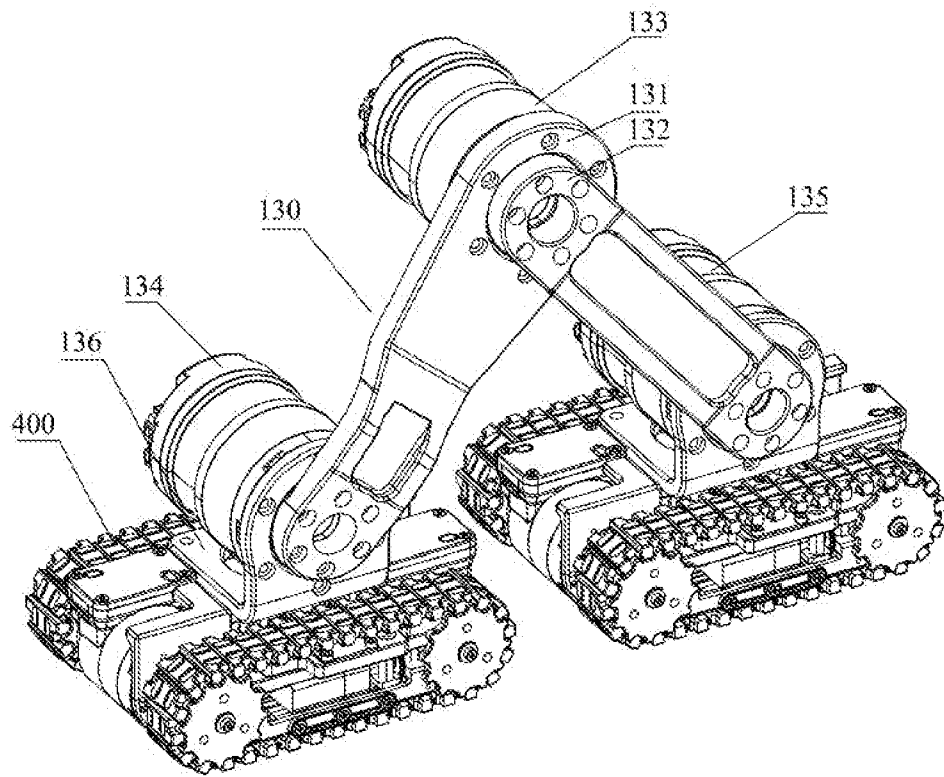


图 18

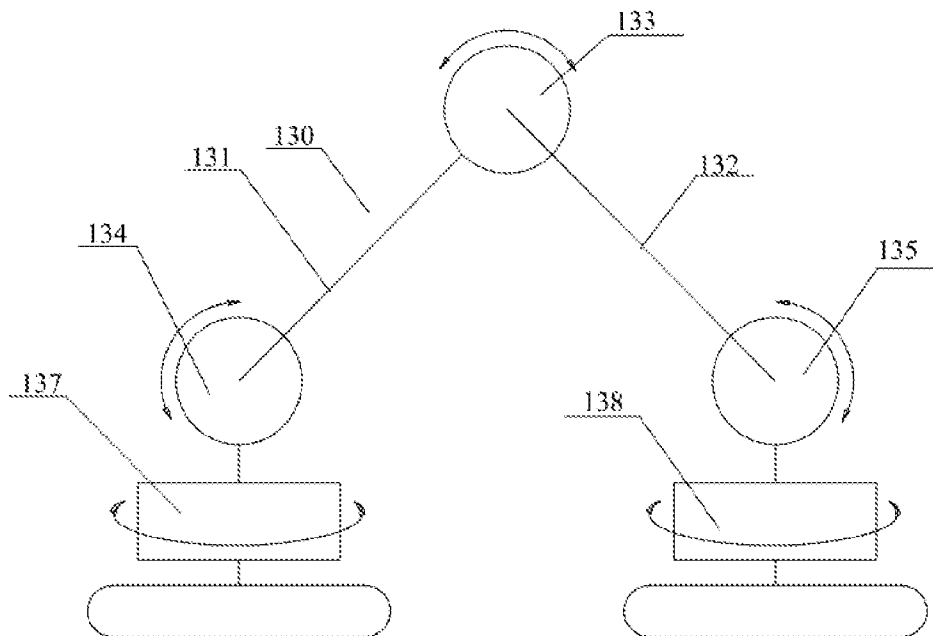


图 19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/093120

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B62D 55/265(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)

B62D55; B62D57; B25J

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)

CNABS; CNTXT; VEN; EPTXT; USTXT; WOTXT: 履带, 机器人, 攀, 爬, 墙, 壁, 磁, 吸, 附, 调节, 调整, 改变, 磁性, 磁极, 磁力, 回路, 导磁, 消磁, 去磁, 退磁, track, robot, climb, creep, crawl, wall, magnet, absorption, attach, adjust, change, magnetic, loop, magnetic permeability, degauss, demagnetization

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 106995014 A (HUNAN YUNYAOZHONGCHUANG TECHNOLOGY CO., LTD.) 01 August 2017 (2017-08-01) description, paragraphs 0010-0034, and figures 1-6	1-8, 10-15
Y	CN 106995014 A (HUNAN YUNYAOZHONGCHUANG TECHNOLOGY CO., LTD.) 01 August 2017 (2017-08-01) description, paragraphs 0010-0034, and figures 1-6	9-11, 16-17
Y	CN 112026950 A (GUANGDONG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 04 December 2020 (2020-12-04) description, paragraphs 0036-0049, and figures 1-14	9-11, 16-17
X	CN 207089479 U (HUNAN YUNYAOZHONGCHUANG TECHNOLOGY CO., LTD.) 13 March 2018 (2018-03-13) description, paragraphs 0010-0040, and figures 1-6	1-8, 10-15
Y	CN 207089479 U (HUNAN YUNYAOZHONGCHUANG TECHNOLOGY CO., LTD.) 13 March 2018 (2018-03-13) description, paragraphs 0010-0040, and figures 1-6	9-11, 16-17



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

20 January 2022

Date of mailing of the international search report

28 January 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/CN2021/093120

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 111547152 A (GUANGDONG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 18 August 2020 (2020-08-18) description, paragraphs 0033-0049, and figures 1-11	9-11, 16-17
A	CN 211869533 U (ZHEJIANG UNIVERSITY; HANGZHOU BAIZE XINNENG TECHNOLOGY CO., LTD.; ECONOMIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH INSTITUTE OF STATE GRID ZHEJIANG ELECTRIC POWER CO., LTD.) 06 November 2020 (2020-11-06) entire document	1-17
A	CN 210132511 U (NINGBO INSTITUTE OF MATERIAL TECHNOLOGY AND ENGINEERING, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 10 March 2020 (2020-03-10) entire document	1-17
A	CN 110871856 A (NINGBO INSTITUTE OF MATERIAL TECHNOLOGY AND ENGINEERING, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 10 March 2020 (2020-03-10) entire document	1-17
A	CN 105923061 A (SHAO MENG) 07 September 2016 (2016-09-07) entire document	1-17
A	US 8567536 B1 (CANFIELD, S. L. et al.) 29 October 2013 (2013-10-29) entire document	1-17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/093120

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	106995014	A	01 August 2017	None			
CN	112026950	A	04 December 2020	CN	212580021	U	23 February 2021
CN	207089479	U	13 March 2018	None			
CN	111547152	A	18 August 2020	CN	212797138	U	26 March 2021
CN	211869533	U	06 November 2020	CN	111216815	A	02 June 2020
CN	210132511	U	10 March 2020	None			
CN	110871856	A	10 March 2020	CN	208698923	U	05 April 2019
CN	105923061	A	07 September 2016	None			
US	8567536	B1	29 October 2013	US	2020398911	A1	24 December 2020
				US	2014048344	A1	20 February 2014
				US	10232896	B2	19 March 2019

A. 主题的分类 B62D 55/265 (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) B62D55; B62D57; B25J 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)) CNABS; CNTXT; VEN; EPTXT; USTXT; WOTXT: 履带, 机器人, 攀, 爬, 墙, 壁, 磁, 吸, 附, 调节, 调整, 改变, 磁性, 磁极, 磁力, 回路, 导磁, 消磁, 去磁, 退磁, track, robot, climb, creep, crawl, wall, magnet, absorption, attach, adjust, change, magnetic, loop, magnetic permeability, degauss, demagnetization																										
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 106995014 A (湖南云耀中创科技有限公司) 2017年8月1日 (2017 - 08 - 01) 说明书第0010-0034段, 附图1-6</td> <td>1-8, 10-15</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 106995014 A (湖南云耀中创科技有限公司) 2017年8月1日 (2017 - 08 - 01) 说明书第0010-0034段, 附图1-6</td> <td>9-11, 16-17</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 112026950 A (广东工业大学) 2020年12月4日 (2020 - 12 - 04) 说明书第0036-0049段, 附图1-14</td> <td>9-11, 16-17</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 207089479 U (湖南云耀中创科技有限公司) 2018年3月13日 (2018 - 03 - 13) 说明书第0010-0040段, 附图1-6</td> <td>1-8, 10-15</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 207089479 U (湖南云耀中创科技有限公司) 2018年3月13日 (2018 - 03 - 13) 说明书第0010-0040段, 附图1-6</td> <td>9-11, 16-17</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 111547152 A (广东工业大学) 2020年8月18日 (2020 - 08 - 18) 说明书第0033-0049段, 附图1-11</td> <td>9-11, 16-17</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 211869533 U (浙江大学 杭州白泽新能科技有限公司 国网浙江省电力有限公司经济技术研究院) 2020年11月6日 (2020 - 11 - 06) 全文</td> <td>1-17</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN 106995014 A (湖南云耀中创科技有限公司) 2017年8月1日 (2017 - 08 - 01) 说明书第0010-0034段, 附图1-6	1-8, 10-15	Y	CN 106995014 A (湖南云耀中创科技有限公司) 2017年8月1日 (2017 - 08 - 01) 说明书第0010-0034段, 附图1-6	9-11, 16-17	Y	CN 112026950 A (广东工业大学) 2020年12月4日 (2020 - 12 - 04) 说明书第0036-0049段, 附图1-14	9-11, 16-17	X	CN 207089479 U (湖南云耀中创科技有限公司) 2018年3月13日 (2018 - 03 - 13) 说明书第0010-0040段, 附图1-6	1-8, 10-15	Y	CN 207089479 U (湖南云耀中创科技有限公司) 2018年3月13日 (2018 - 03 - 13) 说明书第0010-0040段, 附图1-6	9-11, 16-17	Y	CN 111547152 A (广东工业大学) 2020年8月18日 (2020 - 08 - 18) 说明书第0033-0049段, 附图1-11	9-11, 16-17	A	CN 211869533 U (浙江大学 杭州白泽新能科技有限公司 国网浙江省电力有限公司经济技术研究院) 2020年11月6日 (2020 - 11 - 06) 全文	1-17
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
X	CN 106995014 A (湖南云耀中创科技有限公司) 2017年8月1日 (2017 - 08 - 01) 说明书第0010-0034段, 附图1-6	1-8, 10-15																								
Y	CN 106995014 A (湖南云耀中创科技有限公司) 2017年8月1日 (2017 - 08 - 01) 说明书第0010-0034段, 附图1-6	9-11, 16-17																								
Y	CN 112026950 A (广东工业大学) 2020年12月4日 (2020 - 12 - 04) 说明书第0036-0049段, 附图1-14	9-11, 16-17																								
X	CN 207089479 U (湖南云耀中创科技有限公司) 2018年3月13日 (2018 - 03 - 13) 说明书第0010-0040段, 附图1-6	1-8, 10-15																								
Y	CN 207089479 U (湖南云耀中创科技有限公司) 2018年3月13日 (2018 - 03 - 13) 说明书第0010-0040段, 附图1-6	9-11, 16-17																								
Y	CN 111547152 A (广东工业大学) 2020年8月18日 (2020 - 08 - 18) 说明书第0033-0049段, 附图1-11	9-11, 16-17																								
A	CN 211869533 U (浙江大学 杭州白泽新能科技有限公司 国网浙江省电力有限公司经济技术研究院) 2020年11月6日 (2020 - 11 - 06) 全文	1-17																								
☒ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																										
<table border="0"> <tr> <td> * 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 </td> <td> “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 </td> </tr> </table>			* 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																						
* 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1月20日		国际检索报告邮寄日期 2022年1月28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		授权官员 李嫣然 电话号码 (86-10) 62085785																								

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 210132511 U (中国科学院宁波材料技术与工程研究所) 2020年3月10日 (2020 - 03 - 10) 全文	1-17
A	CN 110871856 A (中国科学院宁波材料技术与工程研究所) 2020年3月10日 (2020 - 03 - 10) 全文	1-17
A	CN 105923061 A (邵萌) 2016年9月7日 (2016 - 09 - 07) 全文	1-17
A	US 8567536 B1 (CANFIELD STEPHEN LEE等) 2013年10月29日 (2013 - 10 - 29) 全文	1-17

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/093120

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	106995014	A	2017年8月1日	无	
CN	112026950	A	2020年12月4日	CN 212580021 U	2021年2月23日
CN	207089479	U	2018年3月13日	无	
CN	111547152	A	2020年8月18日	CN 212797138 U	2021年3月26日
CN	211869533	U	2020年11月6日	CN 111216815 A	2020年6月2日
CN	210132511	U	2020年3月10日	无	
CN	110871856	A	2020年3月10日	CN 208698923 U	2019年4月5日
CN	105923061	A	2016年9月7日	无	
US	8567536	B1	2013年10月29日	US 2020398911 A1	2020年12月24日
				US 2014048344 A1	2014年2月20日
				US 10232896 B2	2019年3月19日