

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
B62D 55/00 (2006.01)



## [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510063049.2

[45] 授权公告日 2008年6月4日

[11] 授权公告号 CN 100391778C

[22] 申请日 2005.4.5

[21] 申请号 200510063049.2

[73] 专利权人 北京航空航天大学

地址 100083 北京市海淀区学院路37号

[72] 发明人 梁建宏 王田苗 邹丹 韩广  
王野

[56] 参考文献

CN2552648Y 2003.5.28

CN1456467A 2003.11.19

US20040216931A1 2004.11.4

Modularization of Miniature Tracked Reconnaissance Robot. Zou Dan, Wang Tianmiao, Liang Jianhong, Han Guang. Proceedings of the 2004 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics. 2004

一种有效爬越楼梯的模块化可重组履带结构. 韩广, 王田苗, 梁建宏, 赵建昌. 机器人, 第26卷第5期. 2004

审查员 丁燕

[74] 专利代理机构 北京永创新实专利事务所  
代理人 赵文利

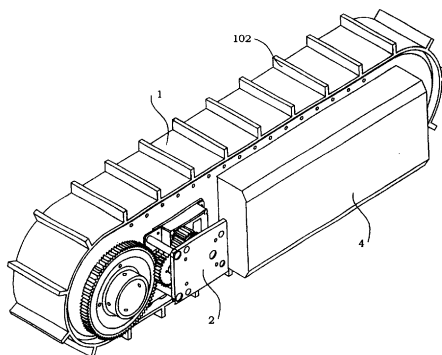
权利要求书2页 说明书5页 附图7页

[54] 发明名称

便携式可重构履带机器人

[57] 摘要

本发明公开了一种便携式可重构履带机器人, 由运动机构和控制模块构成, 控制模块安装于控制箱内, 运动机构由基础运动模块、转动关节模块和连接杆模块组成, 转动关节模块和控制箱安装在基础运动模块的双立式机架同一侧面上; 连接杆模块安装在基础运动模块的从动轮轴的一端上, 连接杆模块用于连接每一个可重构履带机器人与另一个可重构履带机器人的组合。本发明的机器人采用模块化独立设计方案, 各个模块具有标准的连接接口, 方便安装, 更换和调试, 通过各个模块的不同组合形式, 实现了履带机器人构型的可重构。本发明的机器人具有对复杂地形环境更强的适应能力, 并具有多种重构变形能力, 具备良好的运动性能。



1、一种便携式可重构履带机器人，由运动机构和控制模块构成，所述的控制模块安装于控制箱(4)内，所述的运动机构由基础运动模块(1)、转动关节模块(2)和连接杆模块(3)组成，转动关节模块(2)和控制箱(4)安装在基础运动模块(1)的双立式机架(101)同一侧面上；连接杆模块(3)安装在基础运动模块(1)的从动轮轴(110)的一端上，连接杆模块(3)用于连接每一个可重构履带机器人与另一个可重构履带机器人的组合；其特征在于：

所述基础运动模块(1)由双立式机架(101)、履带(102)、导向轮(103)、电机(104)、从动轮(105)、驱动轮(106)、万向节(107)、从动锥形齿轮(108)、主动锥形齿轮(109)、从动轮轴(110)和万向节固定架(111)构成，双立式机架(101)的两端分别安装有驱动轮(106)和从动轮(105)，导向轮(103)、电机(104)、万向节固定架(111)和舵机固定架(201)安装在双立式机架(101)的两内侧机架体上；电机(104)输出轴连接有万向节(107)，万向节(107)安装在万向节固定架(111)上，安装在万向节(107)上的主动锥形齿轮(109)与从动锥形齿轮(108)啮合，从动锥形齿轮(108)安装在驱动轮(106)的轴上；

所述转动关节模块(2)由舵机固定架(201)、舵机(202)、扭转齿轮(203)、第一级传动齿轮(204)、第二级传动齿轮(205)和第三级传动齿轮(206)构成，舵机(202)安装在舵机固定架(201)上，舵机(202)的输出端连接有第一级传动齿轮(204)，第一级传动齿轮(204)与第二级传动齿轮(205)啮合，第二级传动齿轮(205)与第三级传动齿轮(206)固连在一起，并安装在舵机固定架(201)的一轴上，第三级传动齿轮(206)与扭转齿轮(203)啮合，扭转齿轮(203)安装在连接杆模块(3)上，连接杆模块(3)连接在从动轮轴(110)的一端，连接杆模块(3)的另一端可以不与任何机构连接；

所述连接杆模块(3)为圆筒状，其上设有多个用于固紧连接用的螺纹孔。

2、根据权利要求1所述的便携式可重构履带机器人，其特征在于：连接杆模块(3)的另一端可以连接在第二个履带机器人(6)的基础运动模块的从动轮轴上，组合形成带有扭转关节的两节并联模式履带机器人或者两节串联模式机器人。

3、根据权利要求2所述的便携式可重构履带机器人，其特征在于：第二个履带机器人(6)上未安装转动关节模块(2)。

4、根据权利要求1所述的便携式可重构履带机器人，其特征在于：连接杆模块(3)的另一端可以连接在第二个履带机器人(6)的基础运动模块的从动轮轴上，第二个

履带机器人(6)的从动轮轴的另一端连接在第二个连接杆模块(9)的一端上,第二个连接杆模块(9)的另一端连接在第三个履带机器人(7)的基础运动模块的从动轮轴上,组合形成带有两个扭转关节的三节串并模式履带机器人。

5、根据权利要求4所述的便携式可重构履带机器人,其特征在于:第二个履带机器人(6)上未安装转动关节模块(2)。

6、根据权利要求1所述的便携式可重构履带机器人,其特征在于:连接杆模块(3)的另一端可以连接在第二个履带机器人(6)的基础运动模块的从动轮轴上,第二个履带机器人(6)的从动轮轴的另一端连接在第二个连接杆模块(9)的一端上,第二个连接杆模块(9)的另一端连接在第四个履带机器人(8)的基础运动模块的从动轮轴上,第四个履带机器人(8)的从动轮轴的另一端连接在第三个连接杆模块(10)的一端上,第三个连接杆模块(10)的另一端连接在第三个履带机器人(7)的基础运动模块的从动轮轴上,组合形成带有两个扭转关节的四节串并模式履带机器人。

7、根据权利要求6所述的便携式可重构履带机器人,其特征在于:第二个履带机器人(6)和第四个履带机器人(8)上未安装转动关节模块(2)。

## 便携式可重构履带机器人

### 技 术 领 域

本发明涉及一种便携式可重构履带机器人，该机器人由多个独立模块组成，具有可重构特征以及模块化的特性。

### 背 景 技 术

随着技术的进步和人类社会的需求，机器人被应用到社会生活中的方方面面。在一些人无法进入或对人体有危害的区域进行作业，例如星球探测、核工业中的设备维护与检修、地下管道的检测、消防、军事侦察、矿井维护和采矿等等，在这些结构复杂的环境中，都要求机器人具备良好的适应地形环境的能力；在空间狭小区域，又要求机器人具备较小的体积和灵活实用的结构。传统的机器人由于自身机械结构的限制，决定了其所具有的运动性能和功能的单一化，无法适应复杂多变的工作环境和工作任务。因此，国内外一些著名的研究机构开始研究和发展可重构机器人，探索可重构机器人结构设计上的一些难题。然而现有的研究大多集中于可重构理论的研究，对具有实用价值的可重构机器人的研究则较少。

在2004年8月的“Proceedings of the 2004 IEEE international Conference on Robotics and Biomimetics”中公开了一种“Modularization of Miniature Tracked Reconnaissance Robot”。

### 发 明 内 容

本发明的目的是提供一种便携式可重构履带机器人，该机器人采用模块化独立设计方案，各个模块具有标准的连接接口，方便安装，更换和调试，通过各个模块的不同组合形式，实现了履带机器人构型的可重构。本发明的机器人具有对复杂地形环境更强的适应能力，并具有多种重构变形能力，具备良好的运动性能。

本发明的一种便携式可重构履带机器人，由运动机构和控制模块构成，所述的控制模块安装于控制箱内。所述的运动机构由基础运动模块、转动关节模块和连接杆模块组成，转动关节模块和控制箱安装在基础运动模块的双立式机架同一侧面上；连接杆模块安装在基础运动模块的从动轮轴的一端上，连接杆模块用于连接每一个可重构履带机器人与另一个可重构履带机器人的组合；所述基础运动模块由双立式机架、履带、导向轮、电机、从动轮、驱动轮、万向节、从动锥形齿轮、主动锥形齿轮、从动轮轴和万向节固定架构成，双立式机架的两端分别安装有驱动轮和从动轮，导向轮、电机、万向节固定架和舵机固定架安装在双立式机架的两内侧机架体上；电机输出轴连接有万向节，万向节安装在万向节固定架上，安装在万向节上的主动锥形齿轮与从

动锥形齿轮啮合，从动锥形齿轮安装在驱动轮的轴上；所述转动关节模块由舵机固定架、舵机、扭转齿轮、第一级传动齿轮、第二级传动齿轮和第三级传动齿轮构成，舵机安装在舵机固定架上，舵机的输出端连接有第一级传动齿轮，第一级传动齿轮与第二级传动齿轮啮合，第二级传动齿轮与第三级传动齿轮固连在一起，并安装在舵机固定架的一轴上，第三级传动齿轮与扭转齿轮啮合，扭转齿轮安装在连接杆模块上，连接杆模块连接在从动轮轴的一端，连接杆模块的另一端可以不与任何机构连接；所述连接杆模块为圆筒状，其上设有多个用于固紧连接用的螺纹孔。

所述的便携式可重构履带机器人，其连接杆模块的另一端可以连接在第二个履带机器人的基础运动模块的从动轮轴上，组合形成带有扭转关节的两节并联模式履带机器人或者两节串联模式机器人。此种结构的组合机器人中第二个履带机器人上未安装转动关节模块。

所述的便携式可重构履带机器人，其连接杆模块的另一端可以连接在第二个履带机器人的基础运动模块的从动轮轴上，第二个履带机器人的从动轮轴的另一端连接在第二个连接杆模块的一端上，第二个连接杆模块的另一端连接在第三个履带机器人的基础运动模块的从动轮轴上，组合形成带有两个扭转关节的三节串并模式履带机器人。此种结构的组合机器人中第二个履带机器人上未安装转动关节模块。

所述的便携式可重构履带机器人，其连接杆模块的另一端可以连接在第二个履带机器人的基础运动模块的从动轮轴上，第二个履带机器人的从动轮轴的另一端连接在第二个连接杆模块的一端上，第二个连接杆模块的另一端连接在第四个履带机器人的基础运动模块的从动轮轴上，第四个履带机器人的从动轮轴的另一端连接在第三个连接杆模块的一端上，第三个连接杆模块的另一端连接在第三个履带机器人的基础运动模块的从动轮轴上，组合形成带有两个扭转关节的四节串并模式履带机器人。此种结构的组合机器人中第二个履带机器人和第四个履带机器人上未安装转动关节模块。

本发明便携式可重构履带机器人的优点：(1) 采用模块化独立设计方案，各个模块具有标准的连接接口，方便安装，更换和调试；(2) 行驶机构采用履带式结构，具有地形适应性强，行驶稳定可靠；(3) 对机器人的控制采用分布式控制方案，其控制结构简单、灵活；(4) 模块内部的各个部分都采用单独封装的模式，能够实现即插即用的性能；(5) 硬件结构设计紧凑、合理，使得本发明的可重构履带机器人体积尺寸小。

## 附图说明

图 1 是本发明可重构机器人外观示意图。

图 2 是本发明连接杆模块外观示意图。

图 3 是本发明未安装履带的基础运动模块装配图。

图 4 是本发明转动关节模块装配图。

图 5 是两节并联模式结构机器人。

图 6 是两节串联模式结构机器人。

图 7 是三节串并模式结构机器人。

图 8 是四节串联模式结构机器人。

- 图中：
- |             |            |             |             |         |
|-------------|------------|-------------|-------------|---------|
| 101.双立式机架   | 102.履带     | 103.导向轮     | 104.电机      | 105.从动轮 |
| 106.驱动轮     | 107.万向节    | 108.从动锥形齿轮  |             |         |
| 109.主动锥形齿轮  |            | 110.从动轮轴    | 111.万向节固定架  |         |
| 201.舵机固定架   | 202.舵机     | 203.扭转齿轮    | 204.第一级传动齿轮 |         |
| 205.第二级传动齿轮 |            | 206.第三级传动齿轮 |             |         |
| 5.第一个履带机器人  | 6.第二个履带机器人 | 7.第三个履带机器人  |             |         |
| 8.第四个履带机器人  | 9.第二连接杆模块  | 10.第三连接杆模块  |             |         |

## 具体实施方式

下面将结合附图对本发明作进一步的详细说明。

本发明中的可重构履带机器人是由一套具有各种尺寸和性能特征的可交换模块组成，能够被装配成各种不同构型的机器人，因此具有更强的环境适应能力，具有多变的形态，简单的结构，强壮的本体和低廉的成本等优点。可交换模块是指能够独立的、也可组合实现不同机器人结构变化的基础运动模块 1、转动关节模块 2、连接杆模块 3 和控制模块，经过上述模块的组合就构成了一个如图 1 所示的一个完整的，可执行任务的履带机器人。

在本发明中，控制模块作为可重构履带机器人的控制核心，通过无线数传模块接收控制人员的命令，指挥控制着机器人的具体动作，不仅完成对驱动器的控制，实现机器人的基本运动——前进、后退、左转、右转；还负责接收传感器的信息，并对信息进行处理和返回信息到上位机；同时控制转动关节模块的运动，完成可重构机器人构形的变化。控制模块的相关信息已于 2004 年 8 月在国际会议论文集名称：IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics 2004.（中文译文：机器人学与仿生学国际会议）页码 P456~P460 中公开发表，作者：Zou Dan, Wang Tianmiao, Liang Jianhong, Han Guang.文章题目：Modularization of

Miniature Tracked Reconnaissance Robot (中文译文: 微小型履带式侦察机器人的模块化设计与实验研究)。故在本发明专利申请中不对控制模块进行详细的说明。

请参见图 1~图 4 所示, 本发明是一种便携式可重构履带机器人, 由运动机构和控制模块构成, 所述的控制模块安装于控制箱 4 内, 所述的运动机构由基础运动模块 1、转动关节模块 2 和连接杆模块 3 组成, 转动关节模块 2 和控制箱 4 安装在基础运动模块 1 的双立式机架 101 同一侧面上; 连接杆模块 3 安装在基础运动模块 1 的从动轮轴 110 的一端上, 连接杆模块 3 用于连接每一个可重构履带机器人与另一个可重构履带机器人的组合; 所述基础运动模块 1 由双立式机架 101、履带 102、导向轮 103、电机 104、从动轮 105、驱动轮 106、万向节 107、从动锥形齿轮 108、主动锥形齿轮 109、从动轮轴 110 和万向节固定架 111 构成, 双立式机架 101 的两端分别安装有驱动轮 106 和从动轮 105, 导向轮 103、电机 104、万向节固定架 111 和舵机固定架 201 安装在双立式机架 101 的两内侧机架体上; 电机 104 输出轴连接有万向节 107, 万向节 107 安装在万向节固定架 111 上, 安装在万向节 107 上的主动锥形齿轮 109 与从动锥形齿轮 108 啮合, 从动锥形齿轮 108 安装在驱动轮 106 的轴上; 所述转动关节模块 2 由舵机固定架 201、舵机 202、扭转齿轮 203、第一级传动齿轮 204、第二级传动齿轮 205 和第三级传动齿轮 206 构成, 舵机 202 安装在舵机固定架 201 上, 舵机 202 的输出端连接有第一级传动齿轮 204, 第一级传动齿轮 204 与第二级传动齿轮 205 啮合, 第二级传动齿轮 205 与第三级传动齿轮 206 固连在一起, 并安装在舵机固定架 201 的一轴上, 第三级传动齿轮 206 与扭转齿轮 203 啮合, 扭转齿轮 203 安装在连接杆模块 3 上, 连接杆模块 3 连接在从动轮轴 110 的一端, 连接杆模块 3 的另一端可以不与任何机构连接; 所述连接杆模块 3 为圆筒状, 其上设有多个用于固紧连接用的螺纹孔。

在本发明, 便携式可重构履带机器人中, 由于是模块化设计方案, 各个模块具有独立的标准接口, 故连接杆模块 3 的另一端可以连接在第二个履带机器人 6 的基础运动模块的从动轮轴上, 组合形成带有扭转关节的两节并联模式履带机器人或者两节串联模式机器人。两节并联模式机器人如图 5 所示, 将两个可重构履带机器人通过连接杆模块 3 组合, 第一个可重构履带机器人 5 的从动轮轴 110 端连接有连接杆模块 3, 连接杆模块 3 的一端连接有转动关节模块 2 的扭转齿轮 203, 连接杆模块 3 的另一端连接在第二个可重构履带机器人 6 的从动轮轴上形成并联模式的机器人。由于翻转关节的驱动模式, 在第二个可重构履带机器人 6 上可以省略转动关节模块 2, 以达到节约资源和减少机器人重量的目的。

在本发明中的两节串联模式机器人如图 6 所示, 此种串联模式的机器人是由并联模式机器人通过扭转关节模块 2 的转动构成的。

在本发便携式可重构履带机器人中，连接杆模块 3 的另一端可以连接在第二个履带机器人 6 的基础运动模块的从动轮轴上，第二个履带机器人 6 的从动轮轴的另一端连接在第二个连接杆模块 9 的一端上，第二个连接杆模块 9 的另一端连接在第三个履带机器人 7 的基础运动模块的从动轮轴上，组合形成带有两个扭转关节的三节串并模式履带机器人。由于翻转关节的驱动模式，在第二个可重构履带机器人 6 上可以省略转动关节模块 2，以达到节约资源和减少机器人重量的目的。三节串并模式机器人如图 7 所示，此种模式机器人由三个可重构履带机器人组成，其中两个可重构履带机器人并列放置（含有转动关节模块 2），另一个可重构履带机器人（无转动关节模块 2）通过其从动轮轴 110 的两端分别连接在两个可重构履带机器人的中间构成的。

在本发明便携式可重构履带机器人中，连接杆模块 3 的另一端可以连接在第二个履带机器人 6 的基础运动模块的从动轮轴上，第二个履带机器人 6 的从动轮轴的另一端连接在第二个连接杆模块 9 的一端上，第二个连接杆模块 9 的另一端连接在第四个履带机器人 8 的基础运动模块的从动轮轴上，第四个履带机器人 8 的从动轮轴的另一端连接在第三个连接杆模块 10 的一端上，第三个连接杆模块 10 的另一端连接在第三个履带机器人 7 的基础运动模块的从动轮轴上，组合形成带有两个扭转关节的四节串并模式履带机器人。第二个履带机器人 6 和第四个履带机器人 8 上未安装转动关节模块 2，以达到节约资源和减少机器人重量的目的。四节串并模式机器人如图 8 所示，此种模式机器人由四个可重构履带机器人组成，其中两个可重构履带机器人并列放置（含有转动关节模块 2），另两个可重构履带机器人（无转动关节模块 2）通过其从动轮轴 110 的两端分别连接在两个可重构履带机器人的中间构成的，其中不含有转动关节模块 2 的可重构履带机器人之间安装有一连接杆模块 3。

本发明的便携式可重构履带机器人，开发了用于完成复杂地形侦察作业的可重构履带机器人。从可重构机器人的特点出发，研究了模块化的机械电气结构和控制方法实现。履带机器人由四个基础运动模块，三个连接杆模块和两个转动关节模块组成，通过各个模块的不同组合形式，实现了履带机器人构型的可重构。履带机器人采用分布式控制结构，研究实现了机械构型发生改变时控制系统的可重构。通过真实模拟楼宇内房间侦察作业，验证了可重构履带机器人具备了复杂地形环境适应能力和简单方便的可重构性能。



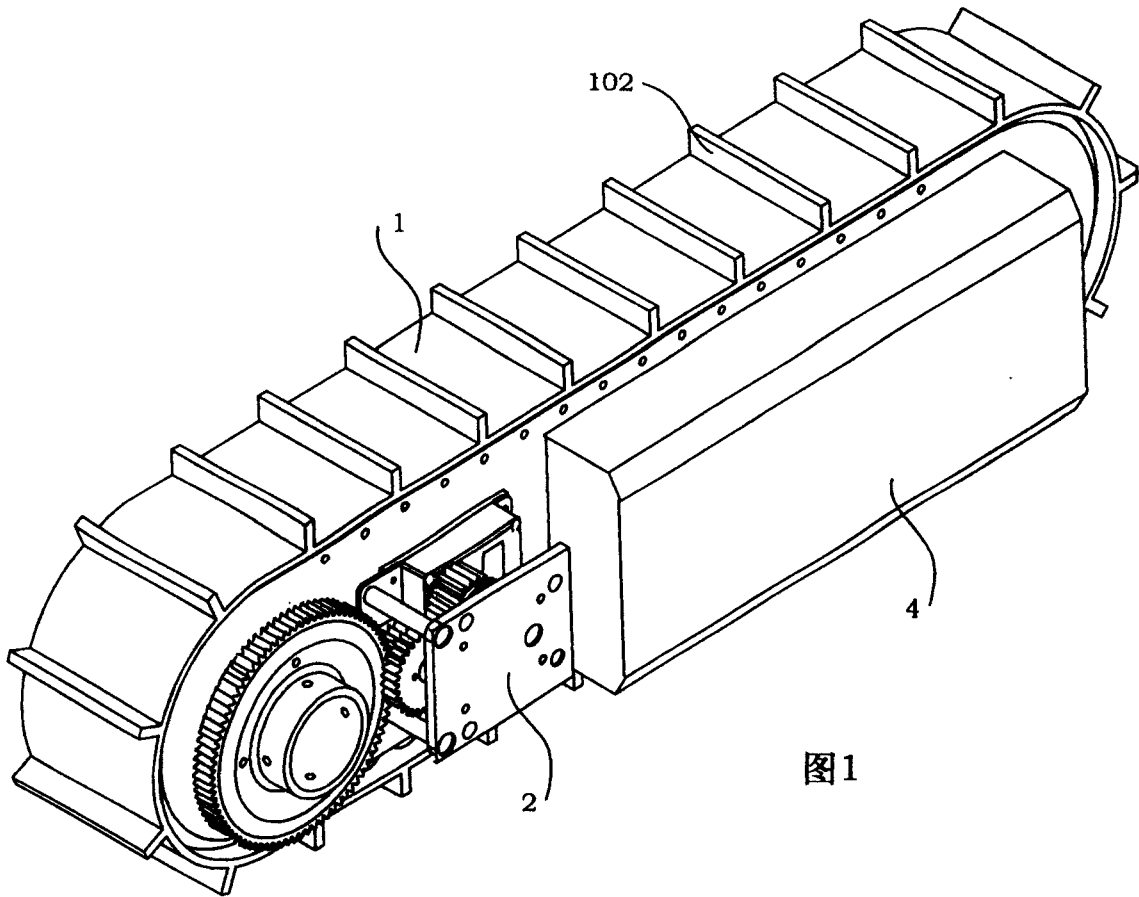


图1

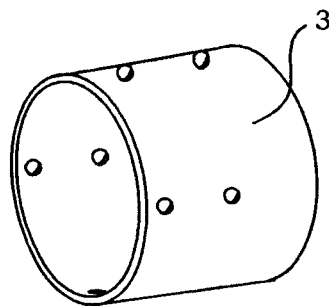


图2

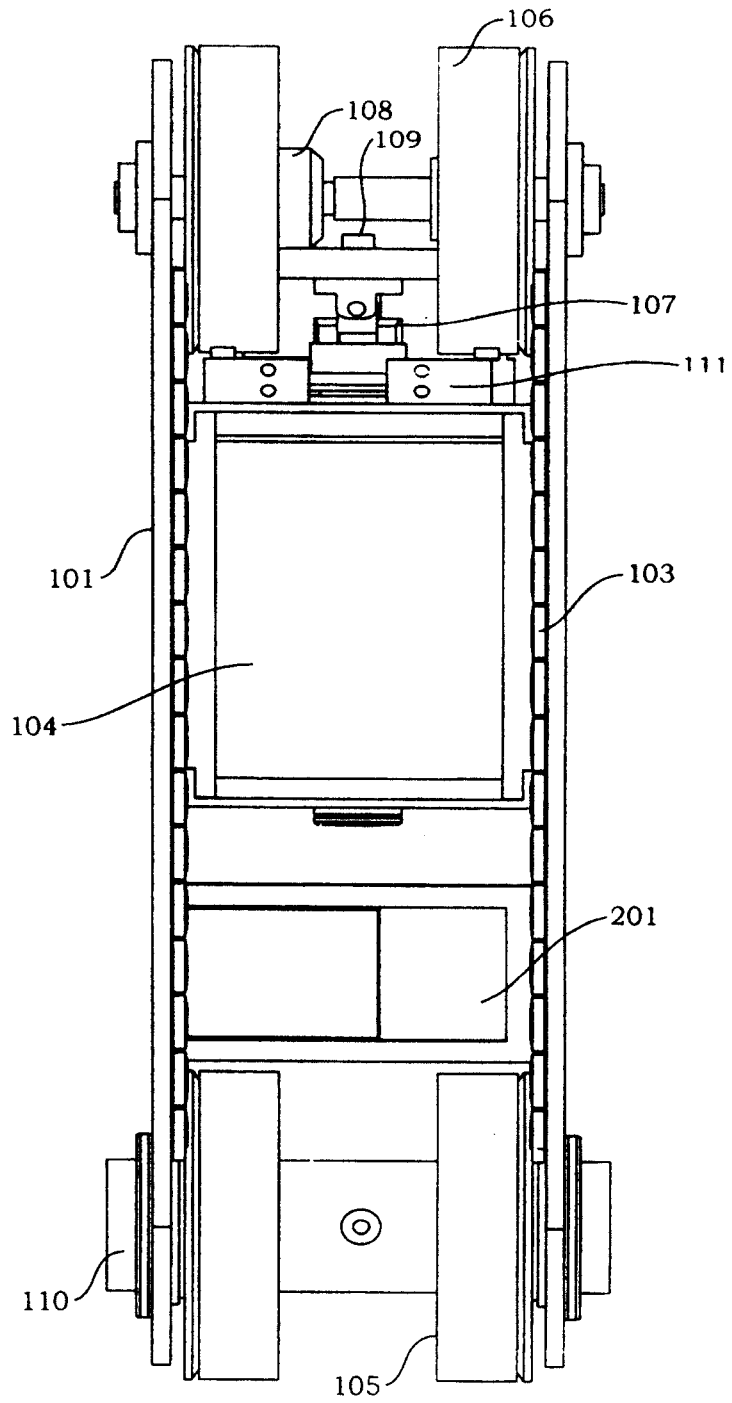


图3

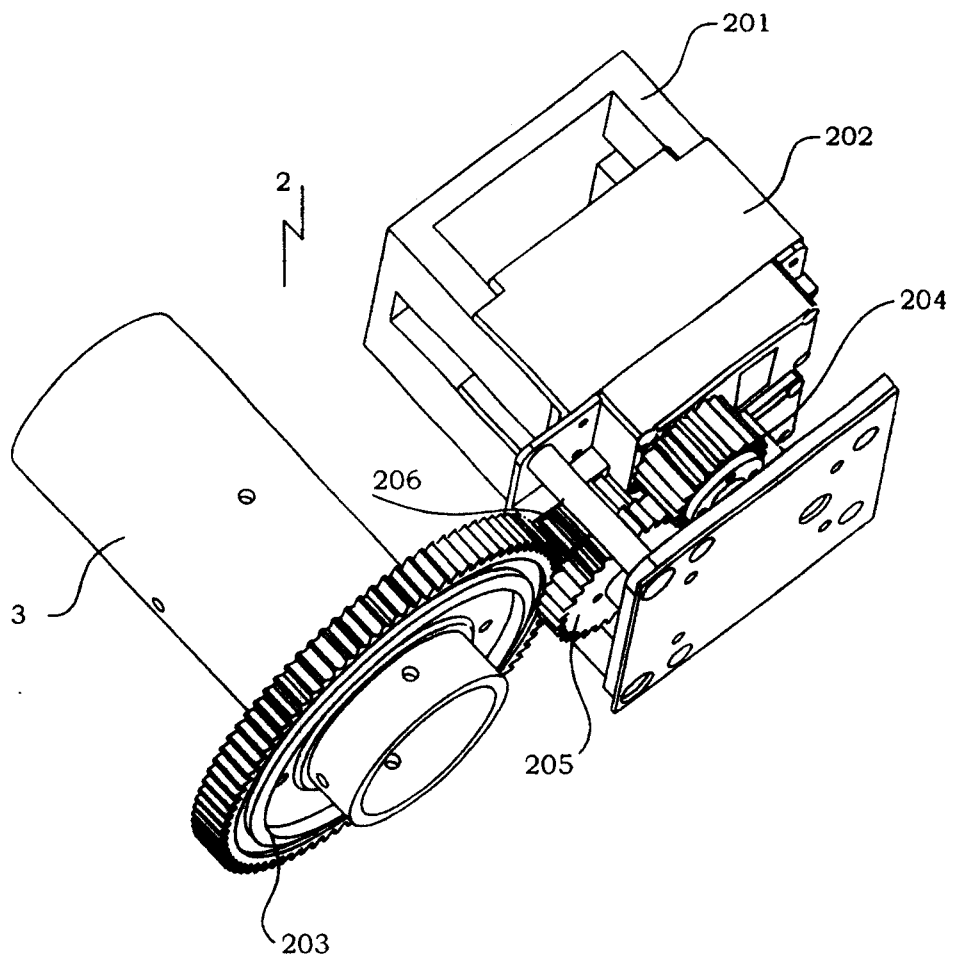


图4

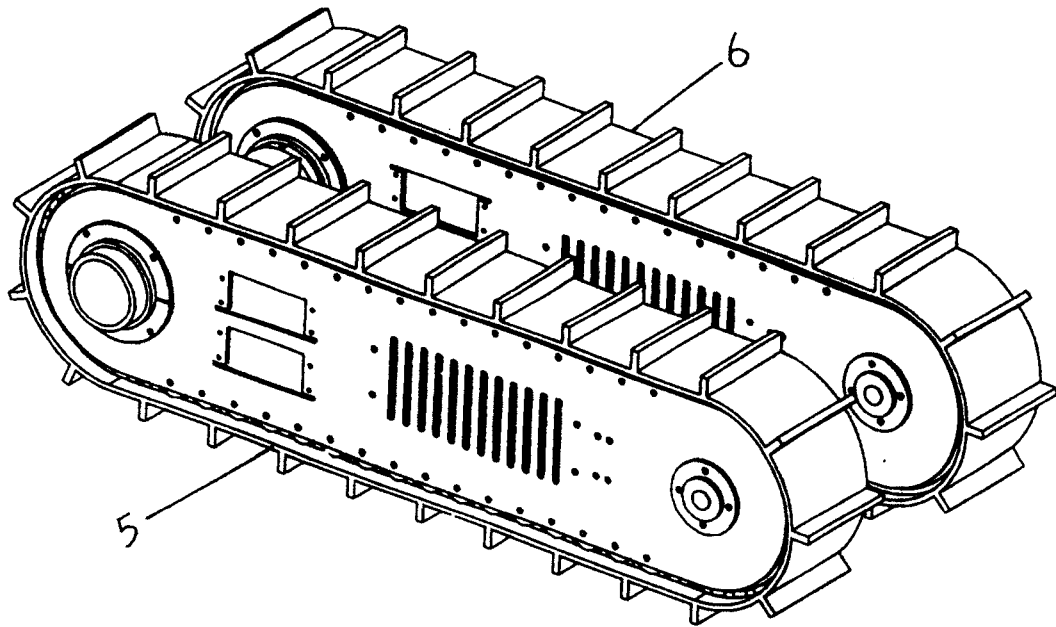


图5

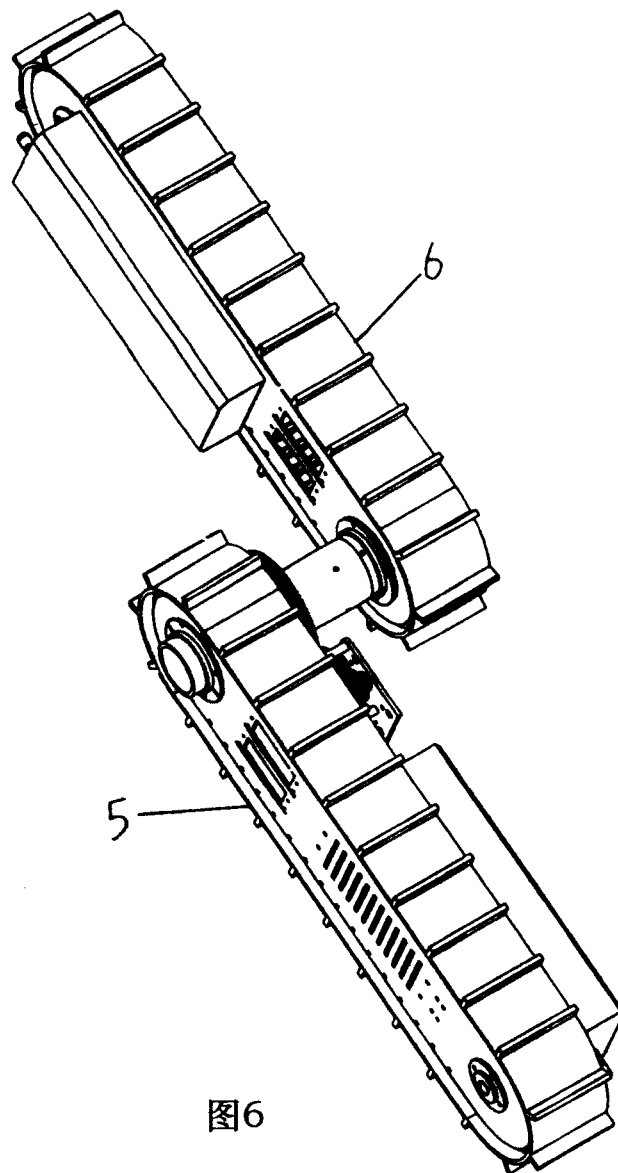


图6

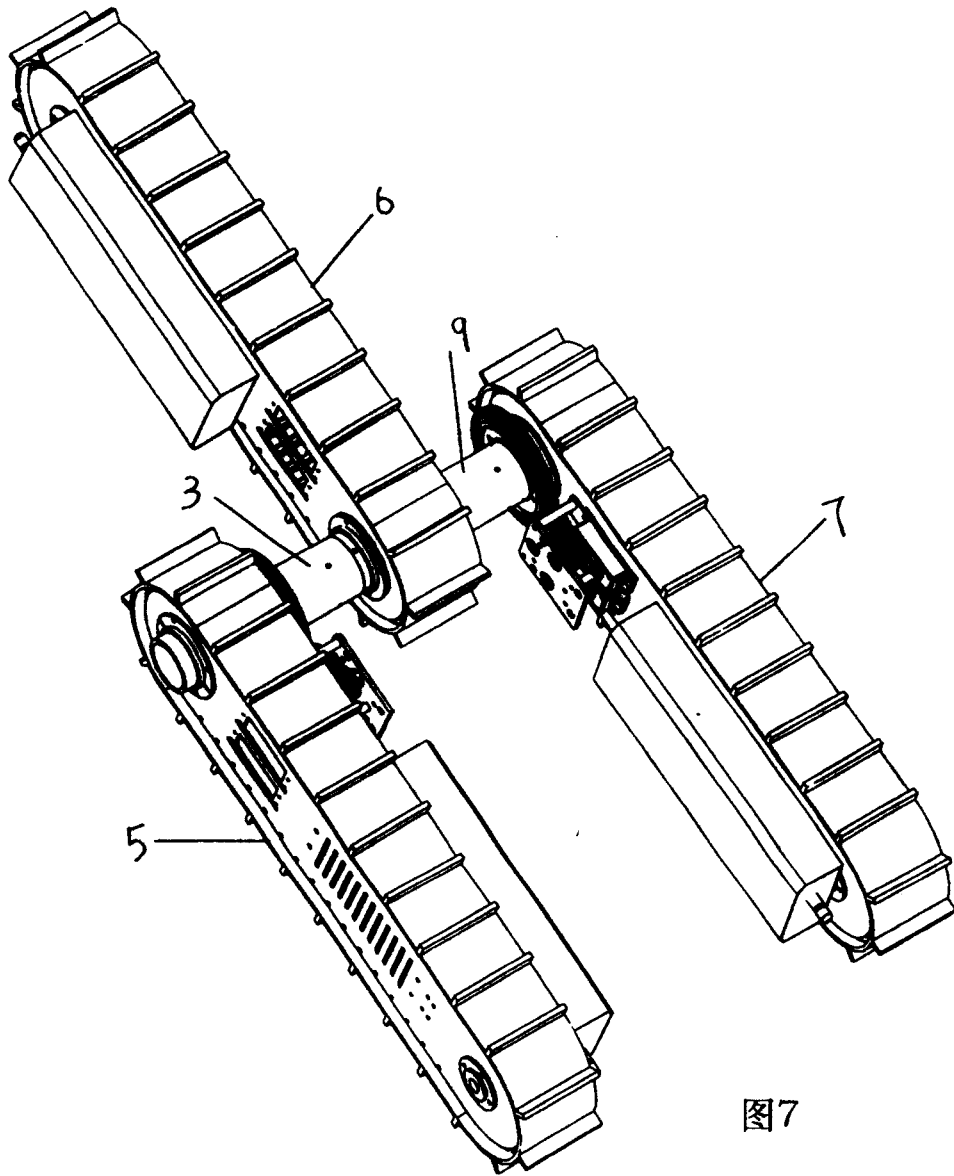


图7

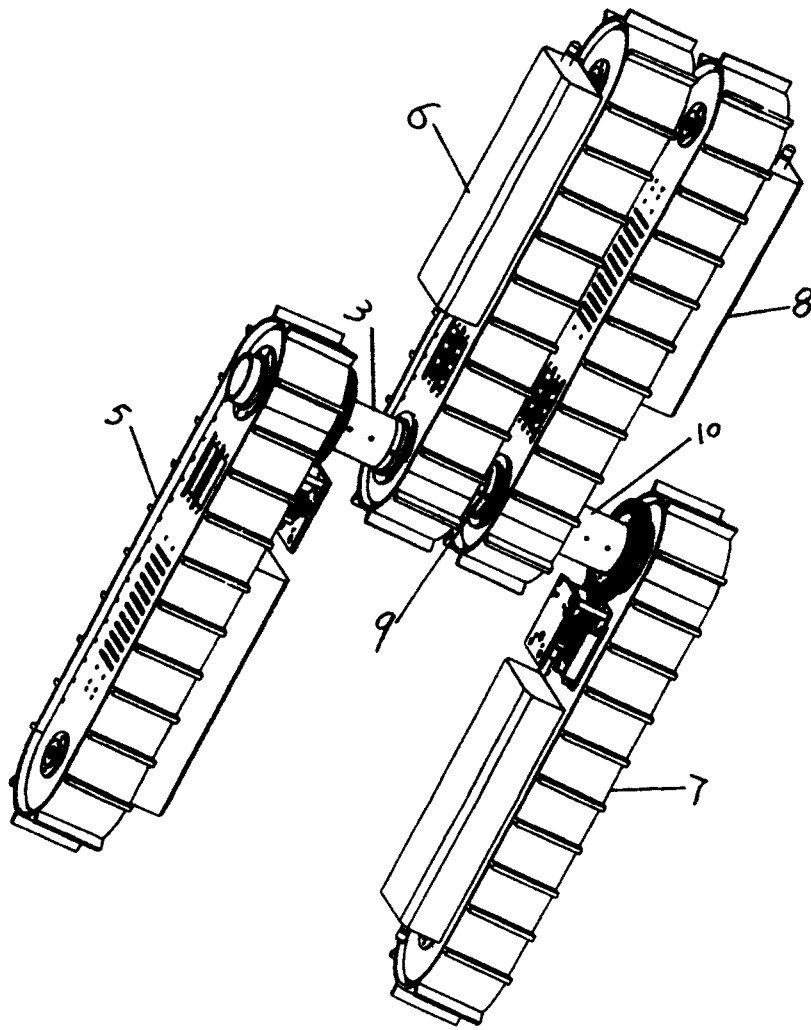


图8