



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105460099 B

(45)授权公告日 2017.12.15

(21)申请号 201510968980.9

审查员 李玢

(22)申请日 2015.12.21

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105460099 A

(43)申请公布日 2016.04.06

(73)专利权人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市碑林区咸宁西路28号

(72)发明人 金悦 韩天翼 田飞 许霖

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任公司 61200

代理人 徐文权

(51)Int.Cl.

B62D 57/024(2006.01)

B62D 57/032(2006.01)

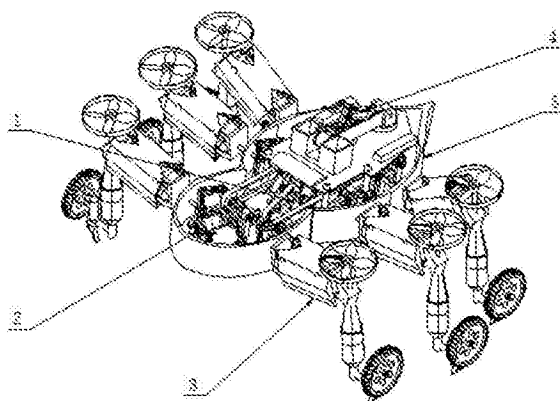
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54)发明名称

一种多功能六足攀爬机器人

(57)摘要

本发明提供一种多功能六足攀爬机器人:包括传动模块、飞爪模块、抓取模块、腿部模块以及壳体模块,所述腿部模块包括六只腿,所述六只腿分布在壳体模块的左右两侧,所述传动模块包括正交槽轮机构以及由正交槽轮机构分时驱动的位于正交槽轮机构左右两侧的齿轮,通过多级传动带动腿摆动,本发明所述机器人的攀爬功能由传动模块、腿部模块统一实现,其拾取物品的功能由抓取模块实现,其辅助攀爬的功能由飞爪模块实现,由于正交槽轮传动机构的设计,只需一个控制电机就可以实现六足以三个为一组的分时传动,控制简单,而且机械结构占主要部分,可靠性高。



1. 一种多功能六足攀爬机器人,其特征在于:包括传动模块(1)、飞爪模块(2)、抓取模块(4)、腿部模块(3)以及壳体模块(5),所述腿部模块(3)包括六只腿,所述六只腿分布在壳体模块(5)的左右两侧,每侧按照前部、中部以及后部位置分布有三只腿,所述六只腿分别与设置于壳体模块(5)上对应位置处的曲柄摇杆机构相连,所述六只腿在各自对应的曲柄摇杆机构带动下前后摆动,所述飞爪模块(2)、抓取模块(4)以及传动模块(1)设置于壳体模块(5)上,传动模块(1)包括正交槽轮机构以及由正交槽轮机构分时驱动的位于正交槽轮机构左右两侧的齿轮,其中,位于正交槽轮机构左侧的齿轮通过多级传动驱动用于带动壳体模块右侧后部、右侧前部以及左侧中部的三只腿摆动的对应曲柄摇杆机构,位于正交槽轮机构右侧的齿轮通过多级传动驱动用于带动壳体模块左侧后部、左侧前部以及右侧中部的三只腿摆动的对应曲柄摇杆机构,正交槽轮机构由设置于壳体模块(5)上的自带减速器的电机(12)驱动。

2. 根据权利要求1所述一种多功能六足攀爬机器人,其特征在于:所述传动模块(1)包括由正交槽轮机构驱动的第一斜齿圆柱齿轮(17)、与第一斜齿圆柱齿轮(17)啮合的第一齿轮轴(18)、设置于第一齿轮轴(18)上的第一直齿圆柱齿轮(19)、与第一直齿圆柱齿轮(19)啮合的第二直齿圆柱齿轮(20)、与第二直齿圆柱齿轮(20)同轴安装的第三直齿圆柱齿轮(21)、与第三直齿圆柱齿轮(21)啮合的第四直齿圆柱齿轮(22)以及与第四直齿圆柱齿轮(22)同轴安装的第五直齿圆柱齿轮(23),第五直齿圆柱齿轮(23)与设置于第一传动轴(25)上的第六直齿圆柱齿轮(24)啮合,第一传动轴(25)与第一曲柄摇杆机构(26)的曲柄部分相连,第二传动轴(29)与第三曲柄摇杆机构(30)的曲柄部分相连,第一V带(28)分别与设置于第一传动轴(25)以及第二传动轴(29)上的带轮相连,第一齿轮轴(18)与第五曲柄摇杆机构(33)的曲柄部分相连。

3. 根据权利要求1所述一种多功能六足攀爬机器人,其特征在于:所述传动模块(1)包括由正交槽轮机构驱动的第二斜齿圆柱齿轮(73)、与第二斜齿圆柱齿轮(73)啮合的第二齿轮轴(74)、与设置于第二齿轮轴(74)以及第三传动轴(77)上的带轮分别相连的第二V带(76)、设置于第三传动轴(77)上的第七直齿圆柱齿轮(78)、与第七直齿圆柱齿轮(78)啮合的第八直齿圆柱齿轮(79)以及与第八直齿圆柱齿轮(79)同轴安装的第九直齿圆柱齿轮(80),第九直齿圆柱齿轮(80)与设置于第四传动轴(82)上的第十直齿圆柱齿轮(81)啮合,第四传动轴(82)与第六曲柄摇杆机构(34)的曲柄部分相连,第五传动轴(84)与第四曲柄摇杆机构(31)的曲柄部分相连,第三V带(83)分别与设置于第四传动轴(82)以及第五传动轴(84)上的带轮相连,第二齿轮轴(74)与第二曲柄摇杆机构(27)的曲柄部分相连。

4. 根据权利要求1所述一种多功能六足攀爬机器人,其特征在于:所述正交槽轮机构包括相对设置且正交的第一双拨销盘(14)和第二双拨销盘(15)、连接第一双拨销盘(14)与第二双拨销盘(15)中心的连接轴(48)、与第一双拨销盘(14)配合的第一槽轮(47)以及与第二双拨销盘(15)配合的第二槽轮(16),第一槽轮(47)以及第二槽轮(16)上分别同轴安装有第二斜齿圆柱齿轮(73)以及第一斜齿圆柱齿轮(17),所述连接轴(48)由所述电机带动。

5. 根据权利要求1所述一种多功能六足攀爬机器人,其特征在于:所述飞爪模块(2)包括绳索(66)、飞爪(60)以及发射管(62),发射管(62)与设置于壳体模块(5)上的发射管支架(64)相连,飞爪(60)嵌套在发射管(62)中,并且飞爪(60)与开设于壳体模块(5)前端上的发射通孔(32)相对,飞爪(60)外侧以及发射管(62)外侧均缠绕有导线,绳索(66)的一端与飞

爪(60)相连,另一端缠绕并设置在壳体模块(5)上。

6. 根据权利要求1所述一种多功能六足攀爬机器人,其特征在于:所述抓取模块(4)包括夹持手、与所述夹持手相连的可屈伸的机械臂以及设置于壳体模块(5)上的机械手保护架(49),所述机械臂设置于所述机械手保护架(49)上,夹持手包括可开合的手指(55)。

7. 根据权利要求1所述一种多功能六足攀爬机器人,其特征在于:每只腿包括大腿、小腿、脚趾部以及螺旋桨(40),大腿与小腿相连,并且大腿与对应的曲柄摇杆机构相连,大腿采用平行四边形机构,小腿内部安装有弹簧减震装置(42),脚趾部包括设置于小腿下端的可转动的脚趾(46)以及设置于脚趾上的脚趾轮(44),螺旋桨(40)设置于小腿的上端。

8. 根据权利要求1所述一种多功能六足攀爬机器人,其特征在于:所述壳体模块(5)包括上壳体(70)以及与上壳体(70)相连的下壳体(72),上壳体(70)采用双曲面设计,上壳体(70)上安装有CCD视觉传感器(71),下壳体(72)的设计基于上壳体(70)的俯视投影图,保证上、下壳体互相匹配。

## 一种多功能六足攀爬机器人

### 技术领域

[0001] 本发明属于机器人技术领域,具体涉及一种多功能六足攀爬机器人。

### 背景技术

[0002] 随着现代社会经济的不断发展,人们越来越希望可以利用机器人代替人类从事危险性工作以及重复性的劳动。在制造业领域,无论是汽车等产品的生产线,还是齿轮等零部件的生产线,机器人使用的越来越广;在食品行业,各种食品生产线,包括包装、注塑等,对机器人的需求量也越来越大。目前在抗震救灾以及山道清洁中机器人的使用率很低,主要还是依靠人力来进行这些危险的工作。

[0003] 中国发明专利CN102774445公开了一种仿生攀爬机器人,该机器人具有躯干、尾部、外壳三部分,躯干上对称设置六条腿部。但是它有以下缺点:(1)六条腿部分别控制,每条腿部都装有两个舵机驱动、零位弹簧限制位置,这样导致驱动复杂、控制复杂,而且驱动由电子器件实现,可靠性不高;(2)虽然有两种攀爬模式,但是一种攀爬钢铁、一种攀爬粗糙墙壁,对于其他表面,比如说山体道路等无法攀爬,限制了其应用。

[0004] 中国发明专利CN103056882公开了一种仿尺蠖步态式攀爬机器人,该机器人由躬曲部分、转弯部分、前爪部分及后爪部分组成。它也存在以下不足:(1)该机器人需要躬曲电机、转弯电机等实现相应功能,控制复杂;(2)仅能攀爬直线杆状物体,而不能实现在具有多种表面形貌的结构上攀爬。

[0005] 中国发明专利CN203806033公开了一种仿生单马达驱动的四足攀爬机器人,该机器人之所以采用了一个动力源,是因为它设计了一种凸轮传动机构,但是凸轮机构存在以下不足:凸轮容易磨损,精度不高,制造加工困难。

### 发明内容

[0006] 针对现有攀爬机器人存在的不足,本发明的目的在于提供一种多功能六足攀爬机器人。

[0007] 为达到上述目的,本发明采用了以下技术方案:

[0008] 包括传动模块、飞爪模块、抓取模块、腿部模块以及壳体模块,所述腿部模块包括六只腿,所述六只腿分布在壳体模块的左右两侧,每侧按照前部、中部以及后部位置分布有三只腿,所述六只腿分别与设置于壳体模块上对应位置处的曲柄摇杆机构相连,所述六只腿在各自对应的曲柄摇杆机构带动下前后摆动,所述飞爪模块、抓取模块以及传动模块设置于壳体模块上,传动模块包括正交槽轮机构以及由正交槽轮机构分时驱动的位于正交槽轮机构左右两侧的齿轮,其中,位于正交槽轮机构左侧的齿轮通过多级传动驱动用于带动壳体模块右侧后部、右侧前部以及左侧中部的三只腿摆动的对应曲柄摇杆机构,位于正交槽轮机构右侧的齿轮通过多级传动驱动用于带动壳体模块左侧后部、左侧前部以及右侧中部的三只腿摆动的对应曲柄摇杆机构,正交槽轮机构由设置于壳体模块上的自带减速器的电机驱动。

[0009] 所述传动模块包括由正交槽轮机构驱动的第一斜齿圆柱齿轮、与第一斜齿圆柱齿轮啮合的第一齿轮轴、设置于第一齿轮轴上的第一直齿圆柱齿轮、与第一直齿圆柱齿轮啮合的第二直齿圆柱齿轮、与第二直齿圆柱齿轮同轴安装的第三直齿圆柱齿轮、与第三直齿圆柱齿轮啮合的第四直齿圆柱齿轮以及第四直齿圆柱齿轮同轴安装的第五直齿圆柱齿轮,第五直齿圆柱齿轮与设置于第一传动轴上的第六直齿圆柱齿轮啮合,第一传动轴与第一曲柄摇杆机构的曲柄部分相连,第二传动轴与第三曲柄摇杆机构的曲柄部分相连,第一V带分别与设置于第一传动轴以及第二传动轴上的带轮相连,第一齿轮轴与第五曲柄摇杆机构的曲柄部分相连。

[0010] 所述传动模块包括由正交槽轮机构驱动的第二斜齿圆柱齿轮、与第二斜齿圆柱齿轮啮合的第二齿轮轴、与设置于第二齿轮轴以及第三传动轴上的带轮分别相连的第二V带、设置于第三传动轴上的第七直齿圆柱齿轮、与第七直齿圆柱齿轮啮合的第八直齿圆柱齿轮以及与第八直齿圆柱齿轮同轴安装的第九直齿圆柱齿轮,第九直齿圆柱齿轮与设置于第四传动轴上的第十直齿圆柱齿轮啮合,第四传动轴与第六曲柄摇杆机构的曲柄部分相连,第五传动轴与第四曲柄摇杆机构的曲柄部分相连,第三V带分别与设置于第四传动轴以及第五传动轴上的带轮相连,第二齿轮轴与第二曲柄摇杆机构的曲柄部分相连。

[0011] 所述正交槽轮机构包括相对设置且正交的第一双拨销盘和第二双拨销盘、连接第一双拨销盘与第二双拨销盘中心的连接轴、与第一双拨销盘配合的第一槽轮以及与第二双拨销盘配合的第二槽轮,第一槽轮以及第二槽轮上分别同轴安装有第二斜齿圆柱齿轮以及第一斜齿圆柱齿轮,所述连接轴由所述电机带动。

[0012] 所述飞爪模块包括绳索、飞爪以及发射管,发射管与设置于壳体模块上的发射管支架相连,飞爪嵌套在发射管中,并且飞爪与开设于壳体模块前端上的发射通孔相对,飞爪外侧以及发射管外侧均缠绕有导线,绳索的一端与飞爪相连,另一端缠绕并设置在壳体模块上。

[0013] 所述抓取模块包括夹持手、与所述夹持手相连的可屈伸的机械臂以及设置于壳体模块上的机械手保护架,所述机械臂设置于所述机械手保护架上,夹持手包括可开合的手指。

[0014] 每只腿包括大腿、小腿、脚趾部以及螺旋桨,大腿与小腿相连,并且大腿与对应的曲柄摇杆机构相连,大腿采用平行四边形机构,小腿内部安装有弹簧减震装置,脚趾部包括设置于小腿下端的可转动的脚趾以及设置于脚趾上的脚趾轮,螺旋桨设置于小腿的上端。

[0015] 所述壳体模块包括上壳体以及与上壳体相连的下壳体,上壳体采用双曲面设计,上壳体上安装有CCD视觉传感器,下壳体的设计基于上壳体的俯视投影图,保证上、下壳体互相匹配。

[0016] 本发明的有益效果体现在:

[0017] 本发明针对现有攀爬机器人存在的不足,提供了一种多功能六足攀爬机器人。机器人的攀爬功能由传动模块、腿部模块统一实现,其拾取物品的功能由抓取模块实现,其钩住岩石辅助攀爬的功能由飞爪模块实现。三大功能相互配合,实现了这款多功能六足攀爬机器人。由于正交槽轮传动机构的巧妙设计,只需一个控制电机就可以实现六足以三个为一组的分时传动,控制简单,而且机械结构占主要部分,可靠性高。

[0018] 进一步的,该机器人攀爬功能有两种方式,一种是脚趾钩攀爬粗糙路面,一种是脚

趾轮攀爬光滑路面,另外,飞爪模块作为补充,可以辅助机器人越过障碍物,实现垂直升降,实现了多种表面的攀爬,用途广泛。

[0019] 进一步的,小腿内部安装有弹簧减震装置,防止冲击对腿部造成伤害;脚趾部为双功能脚趾,既可以通过脚趾插入地面,也可以通过脚趾轮在地面滚动,这样,在崎岖路面保证攀爬安全,在平坦路面保证攀爬高效;螺旋桨用于提供负压,使机器人紧密贴合在路面上。

## 附图说明

[0020] 图1为本发明所述多功能六足攀爬机器人隐去上壳体的示意图;

[0021] 图2为本发明所述多功能六足攀爬机器人壳体模块的上壳体示意图;

[0022] 图3为本发明所述多功能六足攀爬机器人隐去上壳体、飞爪模块以及抓取模块的示意图;

[0023] 图4为本发明所述多功能六足攀爬机器人的传动模块示意图;

[0024] 图5a、图5b为本发明所述多功能六足攀爬机器人的传动模块俯视图;

[0025] 图6为本发明所述多功能六足攀爬机器人传动模块的正交槽轮机构示意图;

[0026] 图7为本发明所述多功能六足攀爬机器人的腿部模块示意图;

[0027] 图8为本发明所述多功能六足攀爬机器人的飞爪模块示意图;

[0028] 图9为本发明所述多功能六足攀爬机器人的抓取模块示意图;

[0029] 图10为本发明所述多功能六足攀爬机器人抓取模块的夹持手示意图;

[0030] 图中:1为传动模块,2为飞爪模块,3为腿部模块,4为抓取模块,5为壳体模块,6为右前腿,7为右中腿,8为右后腿,9为左后腿,10为左中腿,11为左前腿,12为自带减速器的电机,13为带轮,14为第一双拨销盘,15为第二双拨销盘,16为第二槽轮,17为第一斜齿圆柱齿轮,18为第一齿轮轴,19为第一直齿圆柱齿轮,20为第二直齿圆柱齿轮,21为第三直齿圆柱齿轮,22为第四直齿圆柱齿轮,23为第五直齿圆柱齿轮,24为第六直齿圆柱齿轮,25为第一传动轴,26为第一曲柄摇杆机构,27为第二曲柄摇杆机构,28为第一V带,29为第二传动轴,30为第三曲柄摇杆机构,31为第四曲柄摇杆机构,32为发射通孔,33为第五曲柄摇杆机构,34为第六曲柄摇杆机构,35为大腿连接件,36为交流伺服电机,37三角形连接件,38为大腿连杆,39为工字型连接件,40为螺旋桨,41为小腿上部,42为弹簧减震装置,43为小腿下部,44为脚趾轮,45为脚趾小型电机,46为脚趾,47为第一槽轮,48为连接轴,49为机械手保护架,50为第一连杆、51第二连杆、52第三连杆、53为第四连杆,54T形支撑架,55为手指,56为转盘曲柄,57为滑块连杆,58为滑块,59为加持手连杆,60为飞爪,61为线圈,62为发射管,63为外圈导线,64为发射管支架,65为锂电池,66为绳索,67为滑轮,68为滑轮支架,69为抓取窗口,70为上壳体,71为CCD视觉传感器,72为下壳体,73为第二斜齿圆柱齿轮,74为第二齿轮轴,75为带轮,76为第二V带,77为第三传动轴,78为第七直齿圆柱齿轮,79为第八直齿圆柱齿轮,80为第九直齿圆柱齿轮,81为第十直齿圆柱齿轮,82为第四传动轴,83为第三V带,84为第五传动轴,85为第四V带。

## 具体实施方式

[0031] 下面结合附图和实施例对本发明做详细说明。

[0032] 参见图1,本发明所述多功能六足攀爬机器人,包括传动模块1、飞爪模块2、腿部模块3、抓取模块4、壳体模块5共五个部分。

[0033] 参见图2以及图3,壳体模块5分为上壳体70、下壳体72两部分。上壳体70采用双曲面设计,上壳体70后半部分采用六块双曲面结构组成,棱角美观,曲面流畅并可减小空气阻力;上壳体70前半部分同样采用双曲面设计,顶部安装有CCD视觉传感器71。下壳体72的设计基于上壳体70的俯视投影图,保证上下壳体互相匹配,下壳体72上设置有抓取窗口69。腿部模块3由六只腿组成,分布在下壳体72的左右两侧,每侧有三只腿,每侧三只腿从前向后布置,故六只腿分别命名为左前腿11、左中腿10以及左后腿9,和右前腿6、右中腿7以及右后腿8。

[0034] 参见图4、图5a以及图5b,传动模块1固定在下壳体72上,主要由正交槽轮机构以及齿轮、齿轮轴、带轮和V带等零件组成,通过曲柄摇杆机构与各只腿相连,通过正交槽轮机构与自带减速器的电机12相连。自带减速器的电机12固定在下壳体72上中间偏左上的位置,正交槽轮机构位于下壳体72上中间,传动模块1的零件可划分为功能上对称的左右两组,其中一组包括第二双拨销盘15、第一斜齿圆柱齿轮17、与第一斜齿圆柱齿轮17啮合的第一齿轮轴18、设置于第一齿轮轴18上的第一直齿圆柱齿轮19、与第一直齿圆柱齿轮19啮合的第二直齿圆柱齿轮20、与第二直齿圆柱齿轮同轴安装的第三直齿圆柱齿轮21、与第三直齿圆柱齿轮21啮合的第四直齿圆柱齿轮22、与第四直齿圆柱齿轮22同轴安装的第五直齿圆柱齿轮23、第一传动轴25、第二传动轴29以及第一V带28,第一V带28分别与设置于第一传动轴25以及第二传动轴29上的带轮相连,第五直齿圆柱齿轮23与设置于第一传动轴25上的第六直齿圆柱齿轮24啮合,第一传动轴25与第一曲柄摇杆机构26的曲柄部分相连,第二传动轴29与第三曲柄摇杆机构30的曲柄部分相连,第一齿轮轴18与第五曲柄摇杆机构33的曲柄部分相连。另一组包括第二斜齿圆柱齿轮73、与第二斜齿圆柱齿轮73啮合的第二齿轮轴74、第三传动轴77、与设置于第二齿轮轴74以及第三传动轴77的带轮分别相连的第二V带76、设置于第三传动轴77上的第七直齿圆柱齿轮78、与第七直齿圆柱齿轮78啮合的第八直齿圆柱齿轮79、与第八直齿圆柱齿轮79同轴安装的第九直齿圆柱齿轮80、第四传动轴82、第五传动轴84以及第三V带83,第九直齿圆柱齿轮80与设置于第四传动轴82的第十直齿圆柱齿轮81啮合,第四传动轴82与第六曲柄摇杆机构34的曲柄部分相连,第五传动轴84与第四曲柄摇杆机构31的曲柄部分相连,第二齿轮轴74与第二曲柄摇杆机构27的曲柄部分相连。参见图6,传动模块1的正交槽轮机构包括相对设置且正交的第一双拨销盘14以及第二双拨销盘15、连接第一双拨销盘14与第二双拨销盘15中心的连接轴48、与双拨销盘14配合的第一槽轮47以及与第二双拨销盘15配合的第二槽轮16,第二槽轮16与第一斜齿圆柱齿轮17同轴安装,第一槽轮47与第二斜齿圆柱齿轮73同轴安装,连接轴48上设置有带轮,自带减速器的电机12的输出轴上设置有带轮,连接轴48上的带轮与所述电机输出轴上的带轮通过第四V带85连接,两个双拨销盘转动时,使两个槽轮也先后转动,故该机构可以实现腿部模块3以三腿为一组的分时传动。

[0035] 传动模块1具体传动方式是:自带减速器的电机12通过对应带轮以及V带(即连接轴上的带轮、所述电机输出轴上的带轮以及第四V带85)带动两个双拨销盘转动,双拨销盘转动通过各自拨销分时驱动两个槽轮转动,将动力传递给左右两侧的第一以及第二斜齿圆柱齿轮(两个双拨销盘的拨销垂直设计,当连接轴转动时,两个双拨销盘实现了分时传动,

由此仅通过一个自由度的控制就实现了六条腿的分时传动控制)；右侧第一斜齿圆柱齿轮17通过齿轮啮合传动带动第一齿轮轴18转动，第一齿轮轴18将动力通过第一直齿圆柱齿轮19、第二直齿圆柱齿轮20、第三直齿圆柱齿轮21、第四直齿圆柱齿轮22、第五直齿圆柱齿轮23以及第六直齿圆柱齿轮24的多级齿轮传动传递给第一传动轴25，第一传动轴25通过带传动将动力传递给第二传动轴29，第一传动轴25、第二传动轴29以及第一齿轮轴18将动力分别经过第一曲柄摇杆机构26、第三曲柄摇杆机构30以及第五曲柄摇杆机构33传递给左后腿9、左前腿11以及右中腿7，从而实现了三腿为一组的传动；另外一组三腿的传动由左侧第二斜齿圆柱齿轮73按照相似方式传递，第二斜齿圆柱齿轮73通过齿轮啮合传动带动第二齿轮轴74转动，第二齿轮轴74通过带传动将动力传递给第三传动轴77，第三传动轴77将动力通过第七直齿圆柱齿轮78、第八直齿圆柱齿轮79、第九直齿圆柱齿轮80以及第十直齿圆柱齿轮81的多级齿轮传动传递给第四传动轴82，第四传动轴82通过带传动将动力传递给第五传动轴84，第四传动轴82、第五传动轴84以及第二齿轮轴74将动力分别经过第六曲柄摇杆机构34、第四曲柄摇杆机构31以及第二曲柄摇杆机构27传递给到右后腿8、右前腿6以及左中腿10。

[0036] 参见图7，腿部模块3中，每只腿都包括大腿、小腿、螺旋桨40、脚趾部四部分，可以在竖直平面内随相应曲柄摇杆机构的摇杆部分摆动。大腿连接件35为四叉戟状，上侧与大腿连杆38通过铰链连接，下侧与交流伺服电机36通过铰链连接；交流伺服电机36与三角形连接件37固定连接，以保证二者同步；工字型连接件39为工字型结构，左侧上侧与大腿连杆38通过铰链连接，左侧下侧与三角形连接件37通过铰链连接；大腿连接件35、大腿连杆38、交流伺服电机36、三角形连接件37与工字型连接件39组成平行四边形机构，从而保证工字型连接件39与大腿连接件35平行运动，进而实现小腿垂直运动。三角形连接件37的作用是弥补交流伺服电机36与大腿连杆38之间的尺寸差异，保证可以组成平行四边形机构；小腿包括小腿上部41、小腿下部43，小腿上部41与小腿下部43之间装有弹簧减震装置42；脚趾部包括脚趾46以及脚趾轮44，脚趾46下端可以插入地面，脚趾46上端连接脚趾轮44，脚趾轮44适用于在平坦路面滚动前进，脚趾小型电机45驱动脚趾46旋转运动，设置于小腿下部43，完成脚趾轮和脚趾的切换；螺旋桨40通过连杆与小腿上部41连接，提供负压，保证脚趾部紧密贴合壁面。脚趾46经过表面织构化处理，增强了机器人吸附壁面能力。

[0037] 参见图8，飞爪模块2固定在下壳体72前端，由飞爪60、发射管62、线圈61、外圈导线63、锂电池65、发射管支架64、绳索66、滑轮67、滑轮支架68等组成。飞爪60外包裹线圈61，并嵌套在发射管62中，飞爪60由发射通孔32伸出壳体模块5，发射管62通过发射管支架64固定在下壳体72前端；绳索66一端与飞爪60相连，另一端缠绕在滑轮67上，滑轮67通过滑轮支架68固定在下壳体前端。飞爪模块2利用电磁感应原理实现飞爪功能，具体实现方式如下：首先给线圈61通电，当发射管上的外圈导线63通电后会产生磁场，磁场作用在通电的线圈61上，使通电的线圈61受到洛伦兹力，从而带动飞爪60发射出去，钩住地面，辅助攀爬。

[0038] 参见图9以及图10，抓取模块4位于在下壳体72后端，固定在机械手保护架49上(机械手保护架49通过支撑柱安装在下壳体72上)，由夹持手、机械臂两部分组成。

[0039] 夹持手包括转盘曲柄56(该零件主体为转盘，但是它的作用是作为曲柄滑块机构的曲柄，所以命名为转盘曲柄)、滑块连杆57、滑块58、夹持手连杆59、柔性手指55等，利用步进电机通过带动转盘曲柄56旋转，将动力通过曲柄滑块机构(该机构由转盘曲柄56、滑块连



杆57、滑块58以及T形支撑架54组成)传递给滑块58,之后经过滑块摇杆机构(该机构由滑块58、夹持手连杆59、手指以及T形支撑架54组成。夹持手连杆59一端与手指连接,另一端与滑块连接,手指连接于T形支撑架,T形支撑架54的作用有以下几点:一是作为两个机构的机架,二是其自身带有导槽,保证滑块做直线运动)将动力传递给手指55,实现夹持。机械臂部分由平面连杆机构组成,包括第一连杆50、第二连杆51、第三连杆52、第四连杆53,第二连杆51与机械手保护架49之间、第一连杆50与第二连杆51之间、第三连杆52与第一连杆50之间、第四连杆53与第三连杆52之间、T形支撑架54与第四连杆53之间全部安装有步进电机,实现机械臂屈伸,需要使用时由抓取窗口69伸出壳体模块5,不要使用或者夹持样品后则收回壳体模块5内。

[0040] 本发明提供的多功能六足攀爬机器人所占空间体积为690(总长)×300(总宽)×270(总高) $\text{mm}^3$ ,总重量为7kg。两个工作参数如下:飞爪射程2600mm,抓取距离422mm。

[0041] 本发明提供的多功能六足攀爬机器人拥有攀爬功能、拾取物品功能、钩住岩石辅助攀爬功能、负压吸附功能四大功能。攀爬功能由传动模块1和腿部模块3统一实现,拾取物品功能由抓取模块4实现,钩住岩石辅助攀爬功能由飞爪模块2实现,负压吸附功能由腿部模块3的螺旋桨40实现。该机器人可以解决现在生活领域中危险性劳动的代替者问题,最终使得机器人可以代替人类从事以下危险性劳动:代替人类进行抗震救灾中环境样本的采集,代替人类进行山体道路的清洁工作,该机器人拥有的四大功能,能够充分保证安全可靠的从事上述危险性劳动。

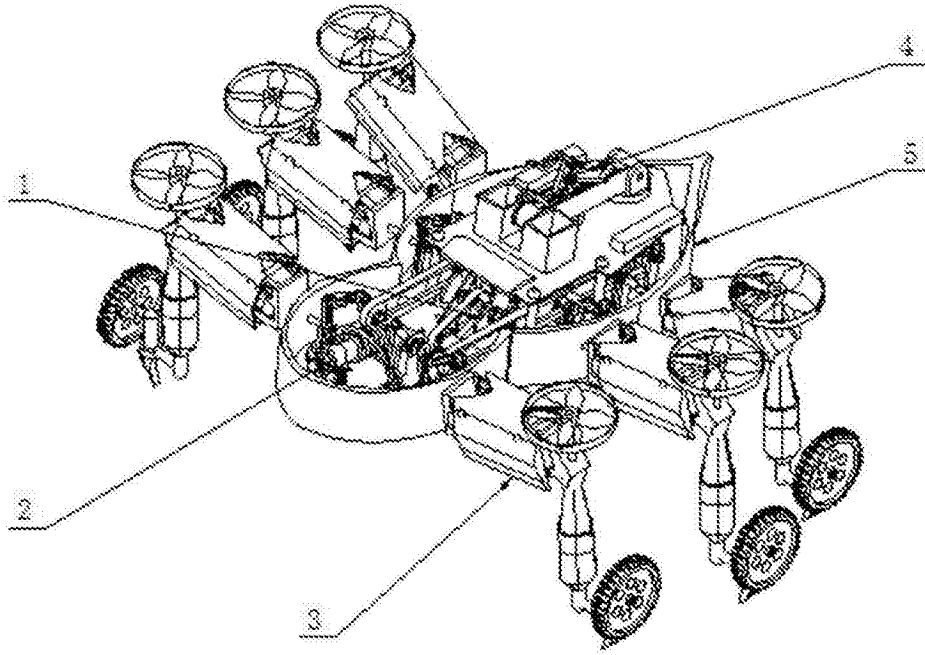


图1

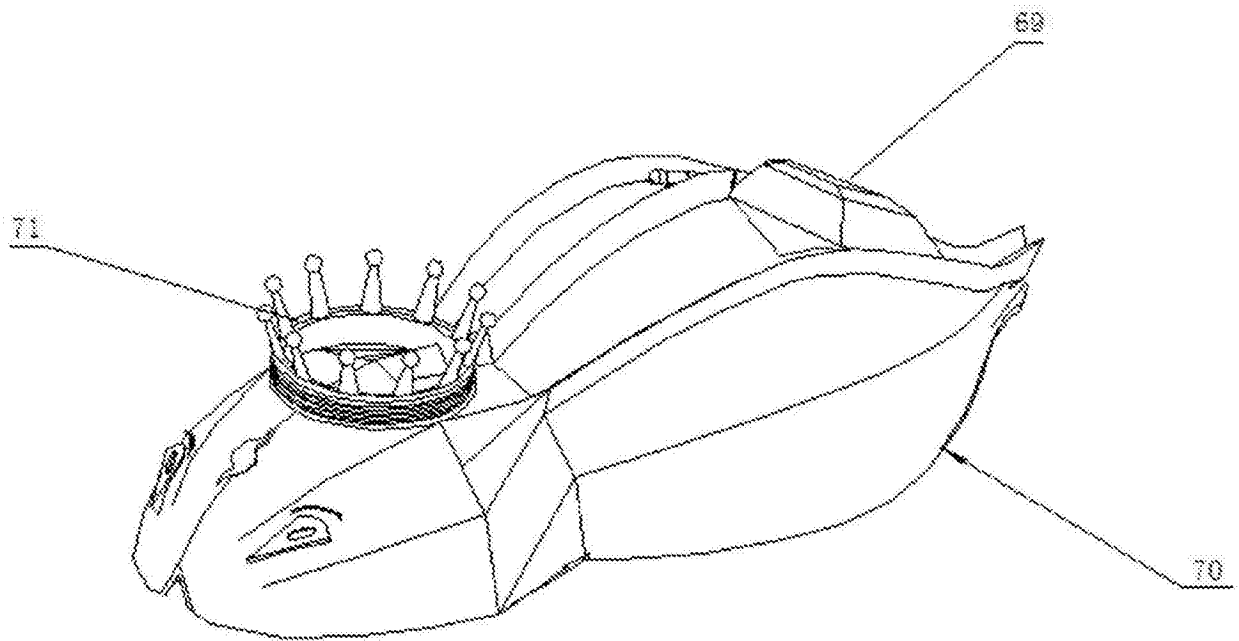


图2

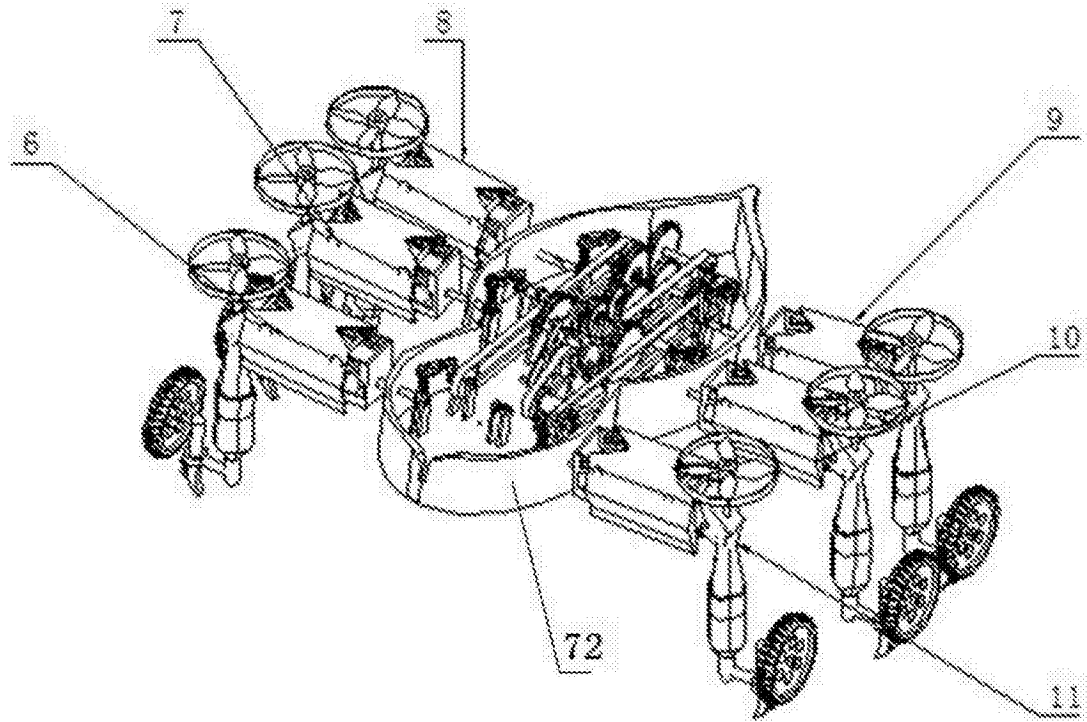


图3

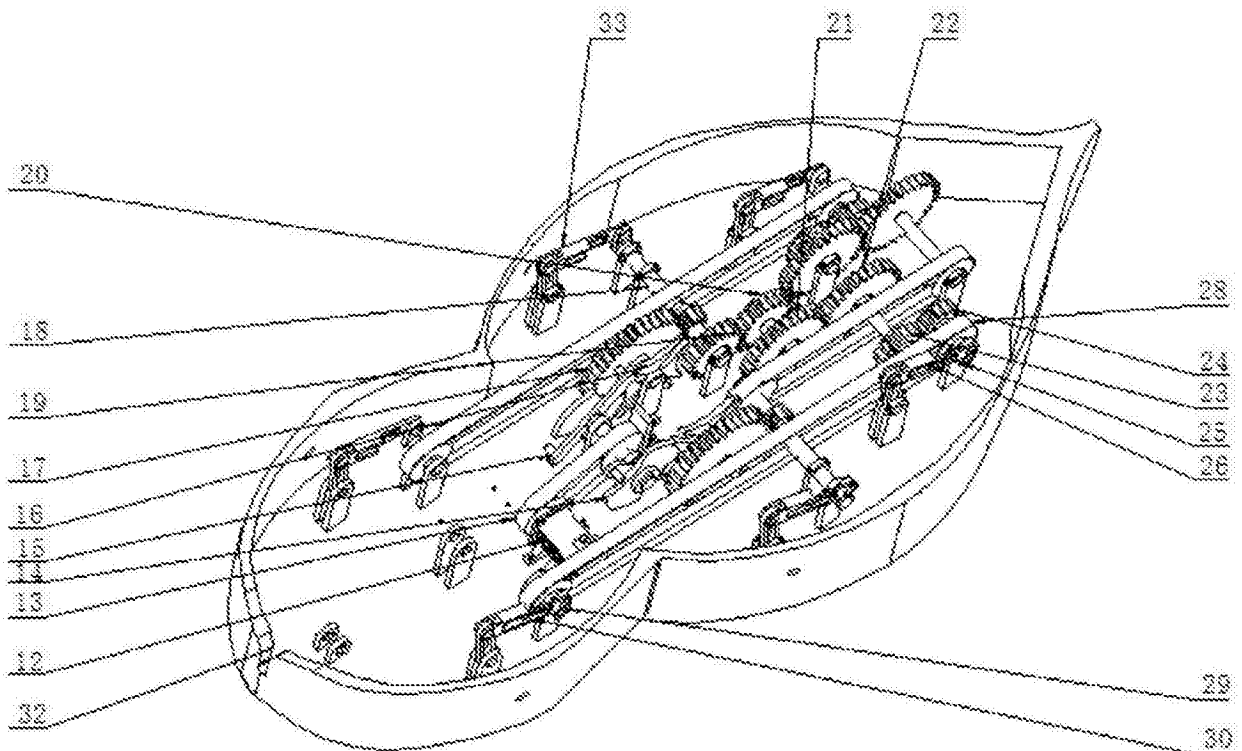


图4

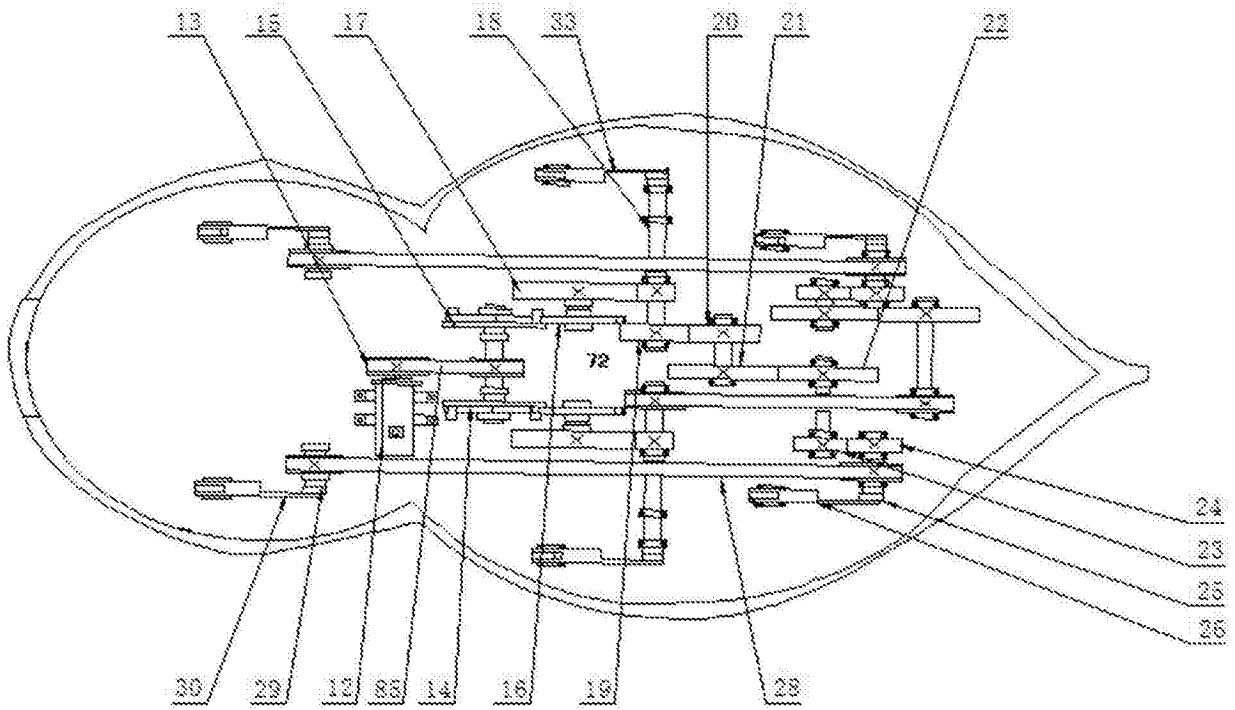


图5a

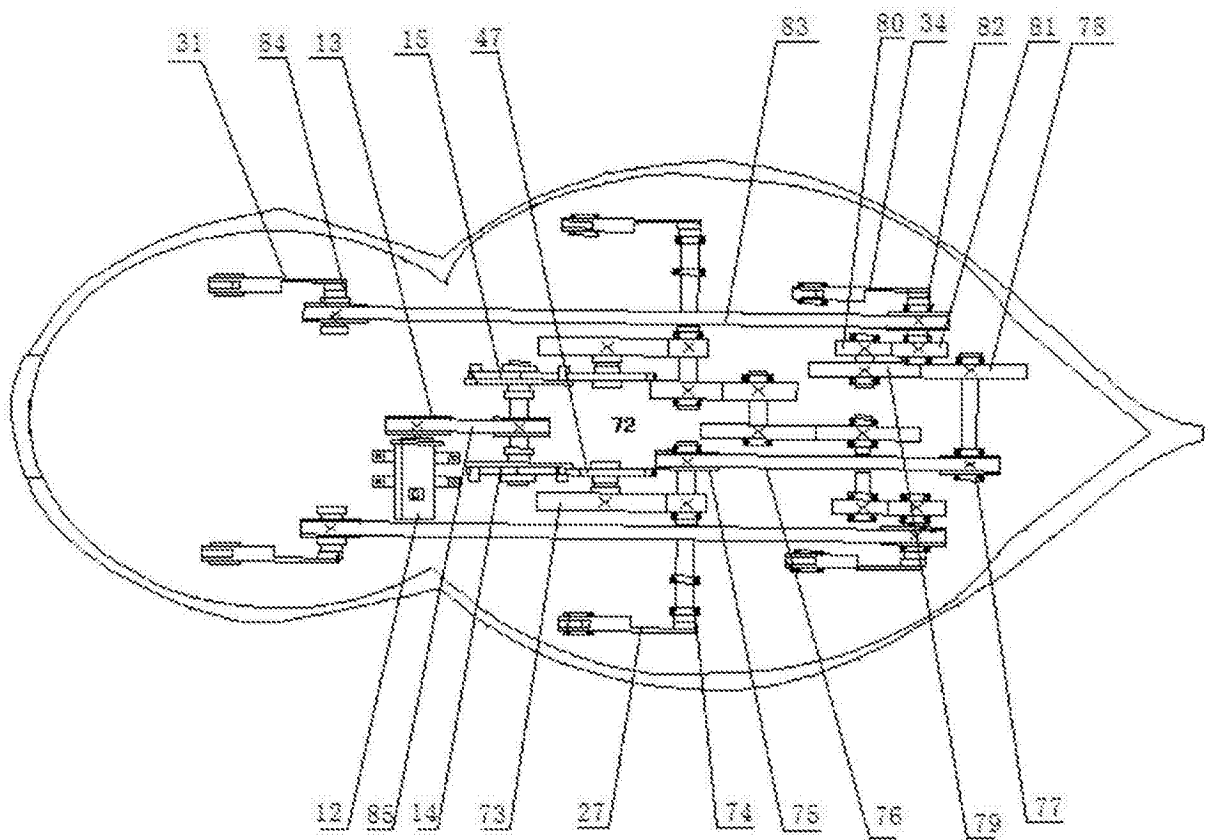


图5b

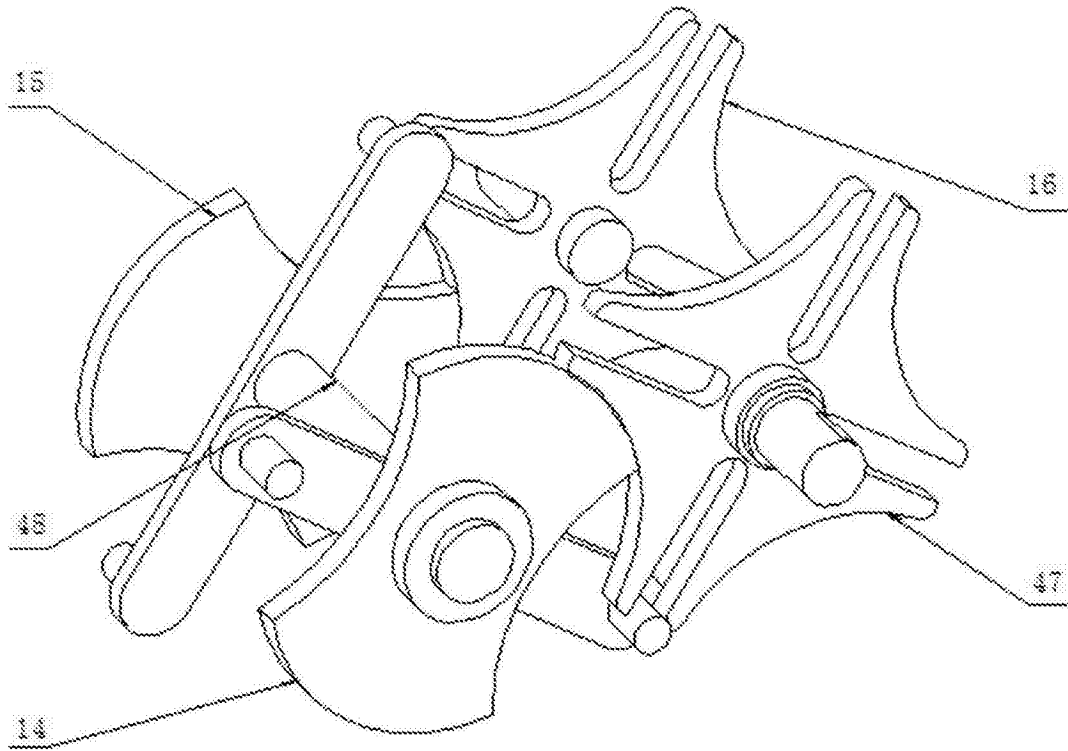


图6

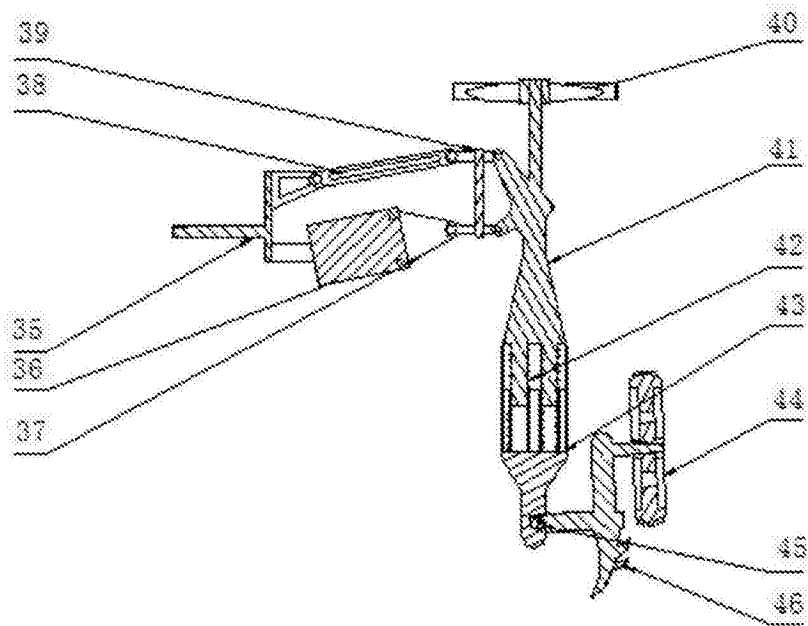


图7

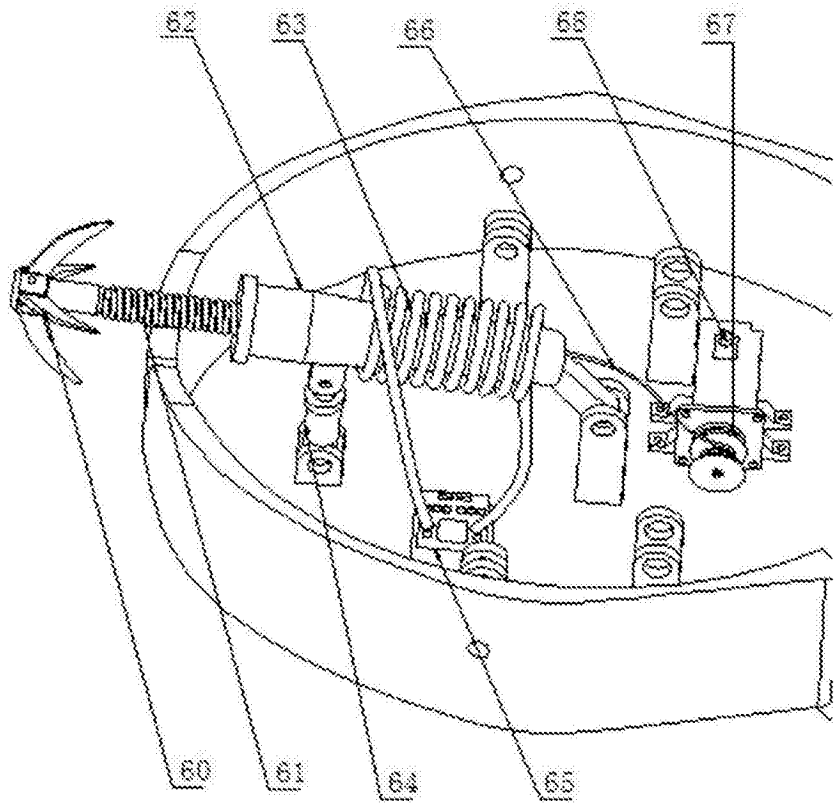


图8

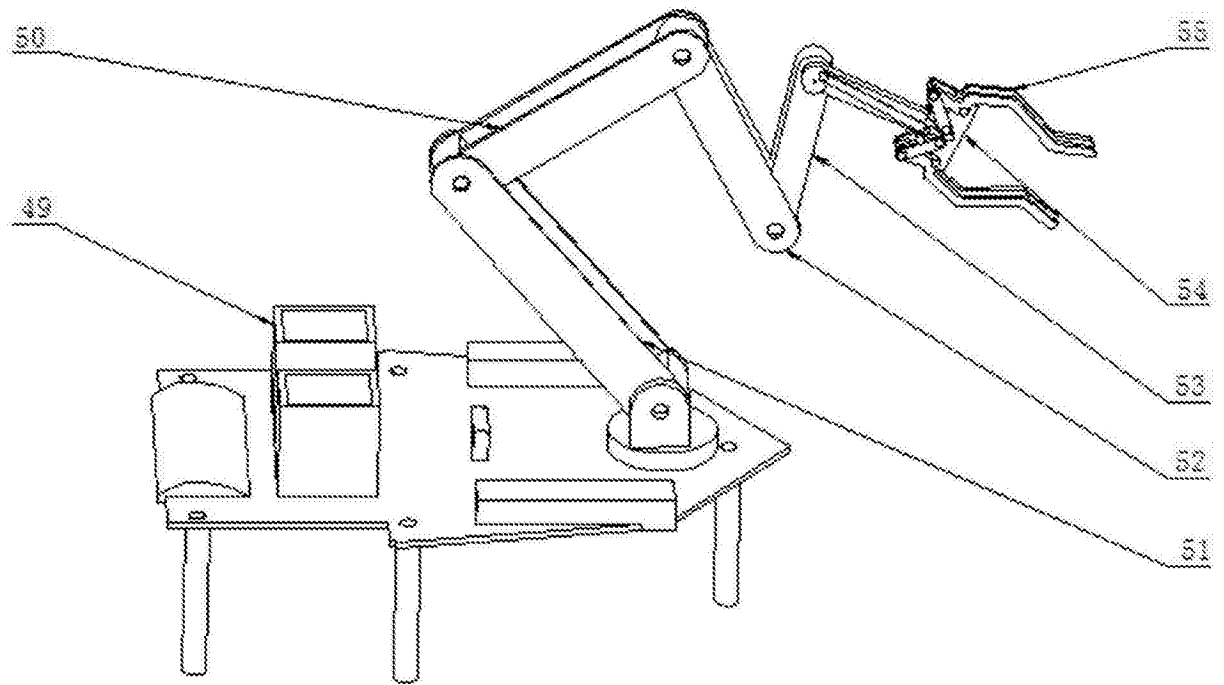


图9

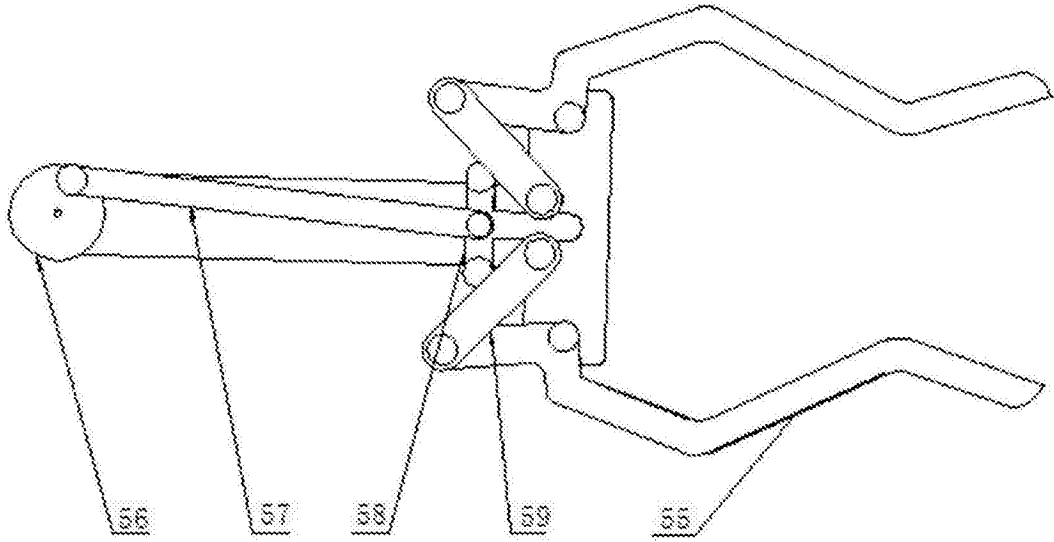


图10