



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 106926227 A

(43) 申请公布日 2017. 07. 07

(21) 申请号 201511025343. 4

(22) 申请日 2015. 12. 31

(71) 申请人 中国科学院沈阳自动化研究所
地址 110016 辽宁省沈阳市东陵区南塔街
114 号

(72) 发明人 刘金国 秦栋 张晓雪 张荣鹏
张鑫

(74) 专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限
公司 21002

代理人 白振宇

(51) Int. Cl.

B25J 9/08(2006. 01)

B25J 17/00(2006. 01)

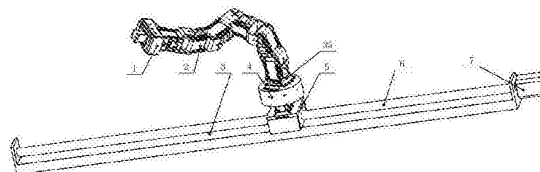
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种可扩展的模块化机械臂

(57) 摘要

本发明涉及机械臂,具体地说是一种可扩展的模块化机械臂,包括旋转关节、正交关节及爪关节,旋转关节位于机械臂的底端,正交关节为多个、依次相连,第一个正交关节与旋转关节连接,最后一个正交关节连接有爪关节;旋转关节可以在步进导轨上左右滑动,从而带动机械臂整体左右滑动,并且旋转关节自身可以旋转,进而带动机械臂实现旋转运动。旋转关节上安装的正交关节可以通过相互间的配合运动来改变姿态和末端爪关节的位置,一旦爪关节避开障碍物到达目标位置,爪关节的指部按照要求驱动,用来释放或者夹持目标物体。本发明大大增强了机械臂完成复杂任务的能力,为机械臂在空间环境中完成复杂任务提供了一种高效和高可靠性的技术方案。



1. 一种可扩展的模块化机械臂,其特征在于:包括旋转关节(4)、正交关节(2)及爪关节(1),其中旋转关节(4)位于机械臂的底端,所述正交关节(2)为多个、依次相连,第一个所述正交关节(2)与旋转关节连接,最后一个所述正交关节(2)连接有所述爪关节(1),所述机械臂整体通过移动副由安装在步进导轨(3)上的步进电机(7)带动运动;所述旋转关节(4)包括旋转关节外壳(8)、舵机A(17)及分别容置于该旋转关节外壳(8)内的旋转关节齿轮(9)、外齿圈(10)、齿轮套筒(12)、轴承A(13)、旋转关节连接件(14)、轴承内卡圈(15)、轴承外卡圈(16),该舵机A(17)与所述移动副相连,输出端连接有所述旋转关节齿轮(9),所述外齿圈(10)安装在旋转关节外壳(8)的内壁上、并与该旋转关节齿轮(9)啮合传动,所述旋转关节连接件(14)安装在舵机A(17)上,外部套设有所述轴承A(13),该轴承A(13)的一侧与所述外齿圈(10)之间设有齿轮套筒(12),另一侧设有套设在所述旋转关节连接件(14)上的轴承内卡圈(15)及安装在所述旋转关节外壳(8)内壁上的轴承外卡圈(16),所述轴承A(13)的外圈通过齿轮套筒(12)及轴承外卡圈(16)限位,内圈通过所述轴承内卡圈(15)限位;所述旋转关节外壳(8)通过舵机A(17)驱动旋转,进而带动各所述正交关节(2)及爪关节(1)转动。

2. 按权利要求1所述可扩展的模块化机械臂,其特征在于:所述外齿圈(10)、齿轮套筒(12)及轴承A(13)的外径相同,该齿轮套筒(12)的两侧分别与所述外齿圈(10)和轴承A(13)的外圈抵接。

3. 按权利要求1所述可扩展的模块化机械臂,其特征在于:所述爪关节(1)位于机械臂的末端、作为机械臂的末端执行器,该爪关节(1)包括舵机D(23)、爪关节外壳(21)、爪关节传动机构、指部A(25)、指部B(27)及双向螺杆(29),所述舵机D(23)与最后一个所述正交关节(2)相连,输出端通过所述爪关节传动机构与转动安装在爪关节外壳(21)上的双向螺杆(29)相连,驱动所述双向螺杆(29)旋转,所述指部A(25)及指部B(27)的一端为执行端,另一端分别与所述双向螺杆(29)两端的螺纹段螺纹连接,通过所述双向螺杆(29)的旋转带动指部A(25)及指部B(27)夹持或放松。

4. 按权利要求3所述可扩展的模块化机械臂,其特征在于:所述双向螺杆(29)两端螺纹段的螺纹旋向相反,所述指部A(25)和指部B(27)分别通过逆时针螺母(26)和顺时针螺母(28)连接在双向螺杆(29)两端的螺纹段上。

5. 按权利要求3或4所述可扩展的模块化机械臂,其特征在于:所述双向螺杆(29)两端各连接一个轴承B(24),该轴承B(24)分别固定在两端的轴承支座(30)内,两端的所述轴承支座(30)固定在爪关节外壳(21)上;所述指关节小齿轮(34)的外部罩有齿轮壳(22),该齿轮壳(22)安装在爪关节外壳(21)上,该爪关节外壳(21)通过支架(36)连接在所述舵机D(23)上。

6. 按权利要求3所述可扩展的模块化机械臂,其特征在于:所述爪关节传动机构为齿轮传动机构,包括指关节大齿轮(32)及指关节小齿轮(34),该指关节小齿轮(34)通过联轴器(33)与所述舵机D(23)的输出端相连,所述指关节大齿轮(32)安装在双向螺杆(29)上、随所述双向螺杆(29)旋转,并与所述指关节小齿轮(34)啮合传动;所述舵机D(23)通过齿轮传动机构带动双向螺杆(29)旋转从而实现指部A(25)与指部B(27)的开合。

7. 按权利要求3所述可扩展的模块化机械臂,其特征在于:所述指部A(25)及指部B(27)另一端的两侧均设有滑块B(37),该指部A(25)及指部B(27)另一端两侧的爪关节外

壳 (21) 上均设有导轨 (31), 所述指部 A(25) 及指部 B(27) 另一端两侧的滑块 B(37) 分别与两侧的所述导轨 (31) 滑动连接, 实现所述指部 A(25) 及指部 B(27) 沿导轨 (31) 往复运动。

8. 按权利要求 1 所述可扩展的模块化机械臂, 其特征在于: 各所述正交关节 (2) 结构相同, 作为所述机械臂的臂身也即该机械臂的可扩展模块; 每个所述正交关节 (2) 均包括一个舵机及一个正交连接件 (19), 该舵机的电机本体上设有电机外法兰, 第一个所述正交关节 (2) 中舵机的电机本体通过正交关节连接件 (35) 安装在所述旋转关节外壳 (8) 上, 第一个所述正交关节 (2) 中正交连接件 (19) 的一端与第一个所述正交关节 (2) 中舵机上的电机外法兰连接, 另一端与相邻正交关节 (2) 中舵机的电机本体相连; 最后一个所述正交关节 (2) 中舵机的电机本体与相邻正交关节 (2) 中的正交连接件 (19) 连接, 最后一个所述正交关节 (2) 中的正交连接件 (19) 一端与最后一个所述正交关节 (2) 中舵机的电机外法兰连接, 另一端与所述爪关节 (1) 连接; 各所述正交关节 (2) 作为机械臂的可扩展模块, 每个所述正交关节 (2) 具有一个转动自由度, 相邻两所述正交关节 (2) 之间可相对转动。

9. 按权利要求 8 所述可扩展的模块化机械臂, 其特征在于: 相邻两所述正交关节 (2) 中舵机的输出轴相垂直。

10. 按权利要求 1 所述可扩展的模块化机械臂, 其特征在于: 所述步进导轨 (3) 作为底部移动平台, 其上设有所述移动副, 该移动副包括滑块 A(5) 及丝杆 (6), 所述旋转关节 (4) 中的舵机 A(17) 安装在滑块 A(5) 上, 所述丝杆 (6) 的两端转动安装在步进导轨 (3) 上, 任一端与所述步进电机 (7) 的输出端相连, 所述步进电机 (7) 驱动丝杆 (6) 转动, 进而带动所述滑块 A(5) 前进或后退, 进而带动所述机械臂运动。

一种可扩展的模块化机械臂

技术领域

[0001] 本发明涉及机械臂,具体地说是一种可扩展的模块化机械臂。

背景技术

[0002] 随着人类对外太空的探索,空间机械臂作为辅助航天员舱外活动和空间站的建造和维护的主要工具,伴随着面临的空间任务的复杂性逐渐增加,对空间机械臂的功能可扩展性也提出了较高的要求。带有冗余特性的空间机械臂可以用来完成躲避奇异、躲避避障、关节力矩优化等任务,因此成为我国空间机械臂的首选。

[0003] 在空间站的众多设备中,空间机械臂作为一种多自由度舱外运动型设备,在其建造和运行过程中发挥着不可替代的作用。空间机械臂面临着实现扩展性模块化,高度冗余性,超强避障能力,控制可靠稳定的任务目标,所以急需一种新型的可扩展的模块化机械臂。

发明内容

[0004] 为了满足空间机械臂的使用要求,本发明的目的在于提供一种可扩展的模块化机械臂。

[0005] 本发明的目的是通过以下技术方案来实现的:

[0006] 本发明包括旋转关节、正交关节及爪关节,其中旋转关节位于机械臂的底端,所述正交关节为多个、依次相连,第一个所述正交关节与旋转关节连接,最后一个所述正交关节连接有所述爪关节,所述机械臂整体通过移动副由安装在步进导轨上的步进电机带动运动;所述旋转关节包括旋转关节外壳、舵机 A 及分别容置于该旋转关节外壳内的旋转关节齿轮、外齿圈、齿轮套筒、轴承 A、旋转关节连接件、轴承内卡圈、轴承外卡圈,该舵机 A 与所述移动副相连,输出端连接有所述旋转关节齿轮,所述外齿圈安装在旋转关节外壳的内壁上、并与该旋转关节齿轮啮合传动,所述旋转关节连接件安装在舵机 A 上,外部套设有所述轴承 A,该轴承 A 的一侧与所述外齿圈之间设有齿轮套筒,另一侧设有套设在所述旋转关节连接件上的轴承内卡圈及安装在所述旋转关节外壳内壁上的轴承外卡圈,所述轴承 A 的外圈通过齿轮套筒及轴承外卡圈限位,内圈通过所述轴承内卡圈限位;所述旋转关节外壳通过舵机 A 驱动旋转,进而带动各所述正交关节及爪关节转动。

[0007] 其中:所述外齿圈、齿轮套筒及轴承 A 的外径相同,该齿轮套筒的两侧分别与所述外齿圈和轴承 A 的外圈抵接。

[0008] 所述爪关节位于机械臂的末端、作为机械臂的末端执行器,该爪关节包括舵机 D、爪关节外壳、爪关节传动机构、指部 A、指部 B 及双向螺杆,所述舵机 D 与最后一个所述正交关节相连,输出端通过所述爪关节传动机构与转动安装在爪关节外壳上的双向螺杆相连,驱动所述双向螺杆旋转,所述指部 A 及指部 B 的一端为执行端,另一端分别与所述双向螺杆两端的螺纹段螺纹连接,通过所述双向螺杆的旋转带动指部 A 及指部 B 夹持或放松;所述双向螺杆两端螺纹段的螺纹旋向相反,所述指部 A 和指部 B 分别通过逆时针螺母和顺时针螺

母连接在双向螺杆两端的螺纹段上；所述双向螺杆两端各连接一个轴承 B，该轴承 B 分别固定在两端的轴承支座内，两端的所述轴承支座固定在爪关节外壳上；所述指关节小齿轮的外部罩有齿轮壳，该齿轮壳安装在爪关节外壳上，该爪关节外壳通过支架连接在所述舵机 D 上；所述爪关节传动机构为齿轮传动机构，包括指关节大齿轮及指关节小齿轮，该指关节小齿轮通过联轴器与所述舵机 D 的输出端相连，所述指关节大齿轮安装在双向螺杆上、随所述双向螺杆旋转，并与所述指关节小齿轮啮合传动；所述舵机 D 通过齿轮传动机构带动双向螺杆旋转从而实现指部 A 与指部 B 的开合；所述指部 A 及指部 B 另一端的两侧均设有滑块 B，该指部 A 及指部 B 另一端两侧的爪关节外壳上均设有导轨，所述指部 A 及指部 B 另一端两侧的滑块 B 分别与两侧的所述导轨滑动连接，实现所述指部 A 及指部 B 沿导轨往复运动；

[0009] 各所述正交关节结构相同，作为所述机械臂的臂身也即该机械臂的可扩展模块；每个所述正交关节均包括一个舵机及一个正交连接件，该舵机的电机本体上设有电机外法兰，第一个所述正交关节中舵机的电机本体通过正交关节连接件安装在所述旋转关节外壳上，第一个所述正交关节中正交连接件的一端与第一个所述正交关节中舵机上的电机外法兰连接，另一端与相邻正交关节中舵机的电机本体相连；最后一个所述正交关节中舵机的电机本体与相邻正交关节中的正交连接件连接，最后一个所述正交关节中的正交连接件一端与最后一个所述正交关节中舵机的电机外法兰连接，另一端与所述爪关节连接；各所述正交关节作为机械臂的可扩展模块，每个所述正交关节具有一个转动自由度，相邻两所述正交关节之间可相对转动；相邻两所述正交关节中舵机的输出轴相垂直；

[0010] 所述步进导轨作为底部移动平台，其上设有所述移动副，该移动副包括滑块 A 及丝杆，所述旋转关节中的舵机 A 安装在滑块 A 上，所述丝杆的两端转动安装在步进导轨上，任一端与所述步进电机的输出端相连，所述步进电机驱动丝杆转动，进而带动所述滑块 A 前进或后退，进而带动所述机械臂运动。

[0011] 本发明的优点与积极效果为：

[0012] 1. 本发明具有很好的可扩展性，可以通过增加正交关节模块的数量来增加机械臂的长度和自由度。从而使系统具有高冗余性。

[0013] 2. 本发明各个关节结构简单，具有很强的灵活性，可以适应复杂的环境从而完成给定的任务。

[0014] 3. 本发明具有多个自由度，位置和姿态灵活多变，具有很高的活动能力，大大增加了活动空间。

[0015] 4. 本发明具有很强的冗余性，可以大大提高系统的稳定性和可靠性。

附图说明

[0016] 图 1 为本发明安装完毕状态的整体结构示意图；

[0017] 图 2 为本发明旋转关节的爆炸图；

[0018] 图 3 为本发明正交关节的结构示意图；

[0019] 图 4 为本发明爪关节的结构示意图；

[0020] 图 5 为本发明爪关节的内部结构示意图；

[0021] 图 6 为本发明避障功能示意图；

[0022] 其中:1为爪关节,2为正交关节,3为步进导轨,4为旋转关节,5为滑块A,6为丝杆,7为步进电机,8为旋转关节外壳,9为旋转关节小齿轮,10为外齿圈,11为连接轴,12为齿轮套筒,13为轴承A,14为旋转关节连接件,15为轴承内卡圈,16为轴承外卡圈,17为舵机A,18为舵机B,19为正交连接件,20为舵机C,21为爪关节外壳,22为齿轮壳,23为舵机D,24为轴承B,25为指部A,26为逆时针螺母,27为指部B,28为顺时针螺母,29为双向螺杆,30为轴承支座,31为导轨,32为指关节大齿轮,33为联轴器,34为指关节小齿轮,35为正交关节连接件,36为支架,37为滑块B。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图对本发明作进一步详述。

[0024] 如图1、图2所示,本发明包括包括旋转关节4、正交关节32及爪关节1,其中旋转关节4位于机械臂的底端、作为整个机械臂的旋转平台,正交关节2为多个、依次相连,一端的正交关节2与旋转关节连接,另一端的正交关节2连接有爪关节1。机械臂整体通过移动副由安装在步进导轨3上的步进电机7带动运动。步进导轨3作为底部移动平台,其上设有移动副,该移动副包括滑块A5及丝杆6,旋转关节4中的舵机A17安装在滑块A5上,丝杆6的两端转动安装在步进导轨3上,任一端与步进电机7的输出端相连,步进电机7驱动丝杆6转动,根据不同的转动方向带动滑块A5前进或后退,进而带动机械臂运动。

[0025] 旋转关节4包括旋转关节外壳8、舵机A17及分别容置于该旋转关节外壳8内的旋转关节齿轮9、外齿圈10、齿轮套筒12、轴承A13、旋转关节连接件14、轴承内卡圈15、轴承外卡圈16,该舵机A17输出端两侧开有相应的连接孔,旋转关节4整体通过舵机A17上的连接孔连接到滑块A5上。舵机A17的输出端开有相应的连接孔,输出端上通过连接轴11连接有旋转关节齿轮9,旋转关节齿轮9与外齿圈10内啮合在一起,外齿圈10与轴承A13之间设有齿轮套筒12,并且外齿圈10通过外侧的连接孔与旋转关节外壳8的内壁连接在一起,舵机A17通过输出端、连接轴11和旋转关节齿轮9传递给外齿圈10从而带动旋转关节外壳8旋转。旋转关节连接件14通过连接孔连接在舵机A17上,外部套设有轴承A13,本实施例的轴承A13为6812ZZ轴承。轴承A13的一侧与外齿圈10之间为齿轮套筒12,另一侧设有套设在旋转关节连接件14上的轴承内卡圈15及安装在旋转关节外壳8内壁上的轴承外卡圈16,外齿圈10、齿轮套筒12及轴承A13的外径相同,齿轮套筒12的两侧分别与外齿圈10和轴承A13的外圈抵接;轴承A13的外圈通过齿轮套筒12及轴承外卡圈16限位,内圈通过轴承内卡圈15限位。旋转关节外壳8通过舵机A17驱动旋转,进而带动各正交关节2及爪关节1转动。

[0026] 正交关节2结构相同,作为机械臂的臂身也即该机械臂的可扩展模块;每个正交关节2均包括一个舵机及一个正交连接件19,该舵机的电机本体上设有电机外法兰,第一个正交关节2中舵机的电机本体通过正交连接件35安装在旋转关节外壳8上,第一个正交关节2中正交连接件19的一端与第一个正交关节2中舵机上的电机外法兰连接,另一端与相邻正交关节2中舵机的电机本体相连;最后一个正交关节2中舵机的电机本体与相邻正交关节2中的正交连接件19连接,最后一个正交关节2中的正交连接件19一端与最后一个正交关节2中舵机的电机外法兰连接,另一端与爪关节1连接。各正交关节2作为机械臂的可扩展模块,每个所述正交关节2具有一个转动自由度,相邻两正交关节2之间可相

对转动,相邻两正交关节 2 中舵机的输出轴相垂直。如图 3 所示,以两个正交关节 2 为例,第一个正交关节 2 的舵机为舵机 B18,第二个正交关节 2 的舵机为舵机 C20,舵机 C20 的电机本体安装在旋转关节外壳 8 上,第二个正交关节 2 中的正交连接件 19 的一端与舵机 C20 的电机外法兰连接,另一端与舵机 B18 的电机本体连接,舵机 B18 的输出轴与舵机 C20 的输出轴相垂直;第一个正交关节 2 中的正交连接件 19 的一端与舵机 B18 的电机外法兰连接,另一端与下一个相邻的正交关节 2 中舵机的电机本体连接。扩展即是在舵机 B18 上再连接一个正交连接件 19,然后正交连接件 19 上就可以再连接下一个舵机,从而实现扩展。每增加一个正交关节 2 就相当于机械臂增加了一个自由度。

[0027] 如图 4、图 5 所示,爪关节 1 位于机械臂的末端、作为机械臂的末端执行器;爪关节 1 包括舵机 D23、爪关节外壳 21、爪关节传动机构、指部 A25、指部 B27 及双向螺杆 29,双向螺杆 29 两端各连接一个轴承 B24,该轴承 B24 分别固定在两端的轴承支座 30 内,两端的轴承支座 30 固定在爪关节外壳 21 内部。双向螺杆 29 的两端分别通过轴承 B24 转动安装在轴承支座 30 上,双向螺杆 29 的两端为螺纹段,两端螺纹段的螺旋旋向相反。爪关节外壳 21 通过支架 36 连接在舵机 D23 上,舵机 D23 的电机本体与最后一个正交关节 2 中的正交连接件 19 的另一端相连;舵机 D23 的输出端通过爪关节传动机构与双向螺杆 29 相连,驱动双向螺杆 29 旋转;本发明的爪关节传动机构为齿轮传动机构,包括指关节大齿轮 32 及指关节小齿轮 34,该指关节小齿轮 34 的 D 型槽通过联轴器 33 与舵机 D23 的输出端相连,指关节大齿轮 32 通过 D 型槽安装在双向螺杆 29 上、随双向螺杆 29 旋转,并与指关节小齿轮 34 啮合传动。指关节小齿轮 34 的外部罩有齿轮壳 22,该齿轮壳 22 安装在爪关节外壳 21 上。指部 A25 及指部 B27 的一端为执行端,另一端分别通过逆时针螺母 26 和顺时针螺母 28 连接在双向螺杆 29 两端的螺纹段上,通过双向螺杆 29 的旋转带动指部 A25 及指部 B27 夹持或放松。指部 A25 及指部 B27 另一端的两侧均设有滑块 B37,该指部 A25 及指部 B27 另一端两侧的爪关节外壳 21 两相对的内表面上均固接有导轨 31,指部 A25 及指部 B27 另一端两侧的滑块 B37 分别与两侧的导轨 31 滑动连接,实现指部 A25 及指部 B27 沿导轨 31 往复运动。

[0028] 如图 6 所示,图中具有六个正交关节,即本发明的模块化机械臂共有七个自由度,包括一个沿步进导轨 3 的左右移动自由度,以及每个正交关节都具有一个转动自由度;并且,可以通过扩展模块数目来增加自由度 n,通过各个模块之间的相互配合运动就可以实现灵活的避障功能,末端的爪关节 1 可以用于夹持目标物。

[0029] 本发明的工作原理为:

[0030] 旋转关节 4 可以在步进导轨 3 上左右滑动,从而带动机械臂整体左右滑动,并且旋转关节 4 通过舵机 A 的驱动自身可以旋转,进而带动机械臂实现旋转运动。旋转关节 4 上安装的正交关节可以通过相互间的配合运动来改变姿态和末端爪关节 1 的位置,一旦爪关节 1 避开障碍物到达目标位置,爪关节 1 的指部 A25 和指部 B27 按照要求通过舵机 D23 的驱动,可以实现开合,用来释放或者夹持目标物体。

[0031] 本发明具有结构新颖、扩展性好、避障能力强、运动空间大和运动灵活的优点。本发明大大增强了机械臂完成复杂任务的能力,结构巧妙、控制可靠,为机械臂在空间中完成复杂任务提供了高效和高可靠性的技术方案。

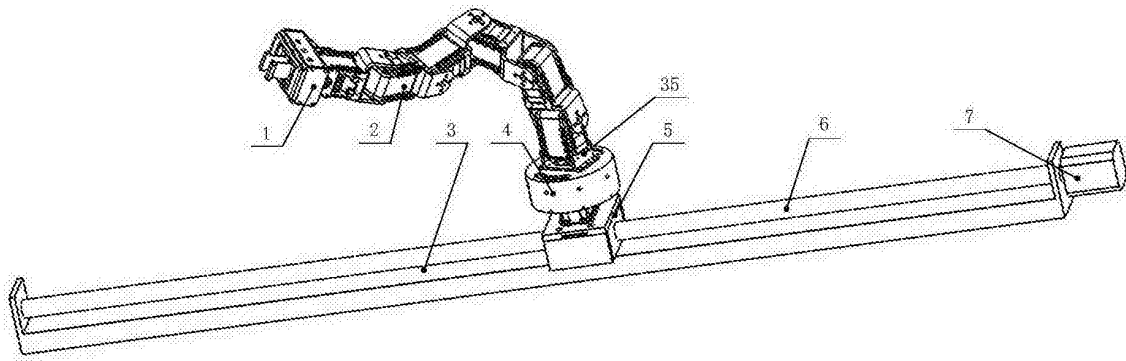


图 1

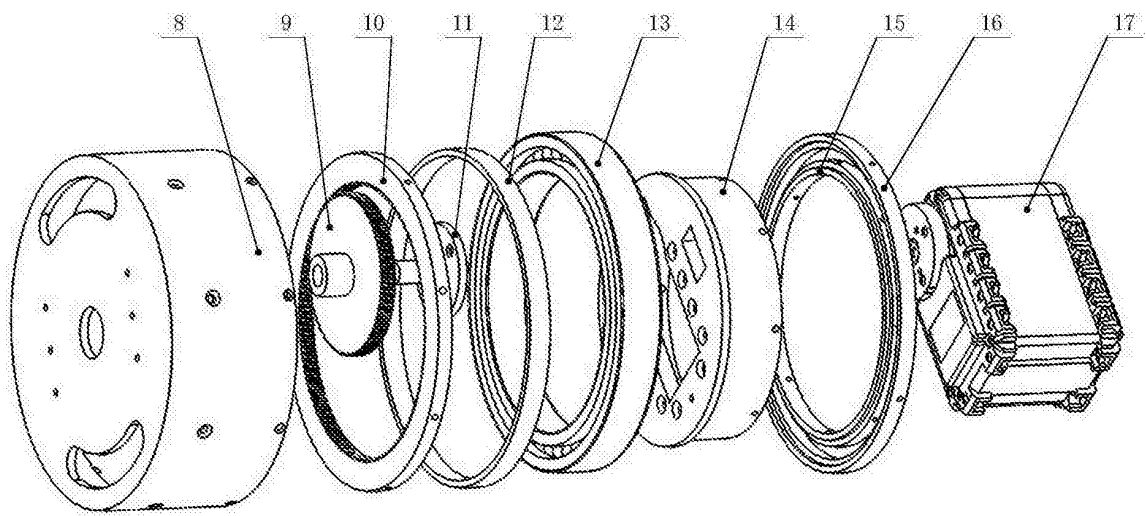


图 2

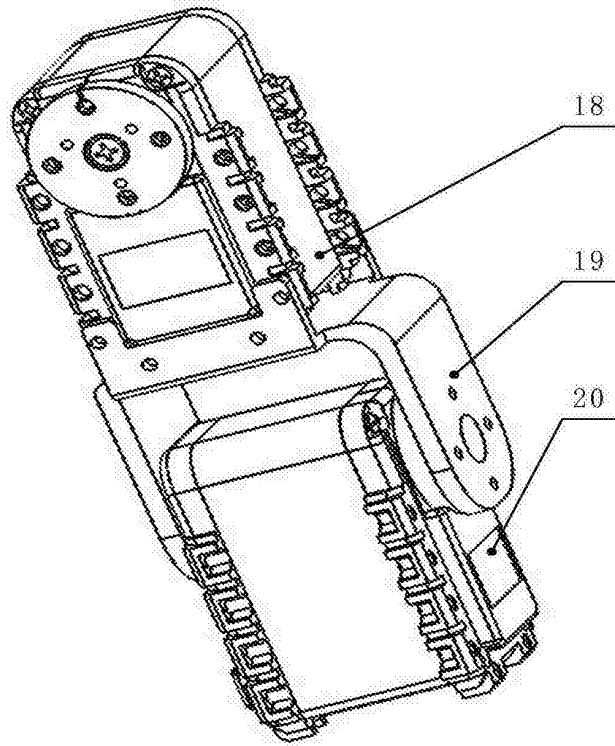


图 3

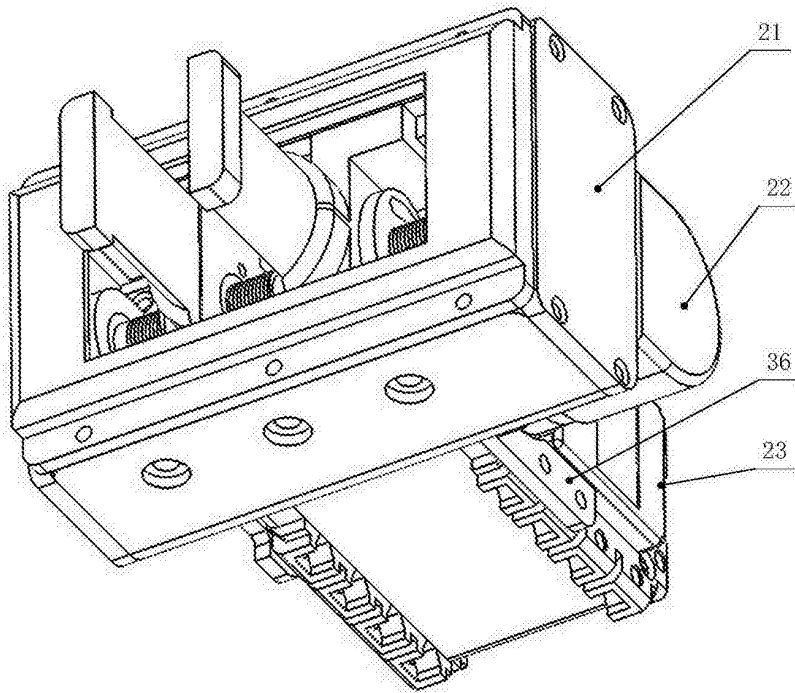


图 4

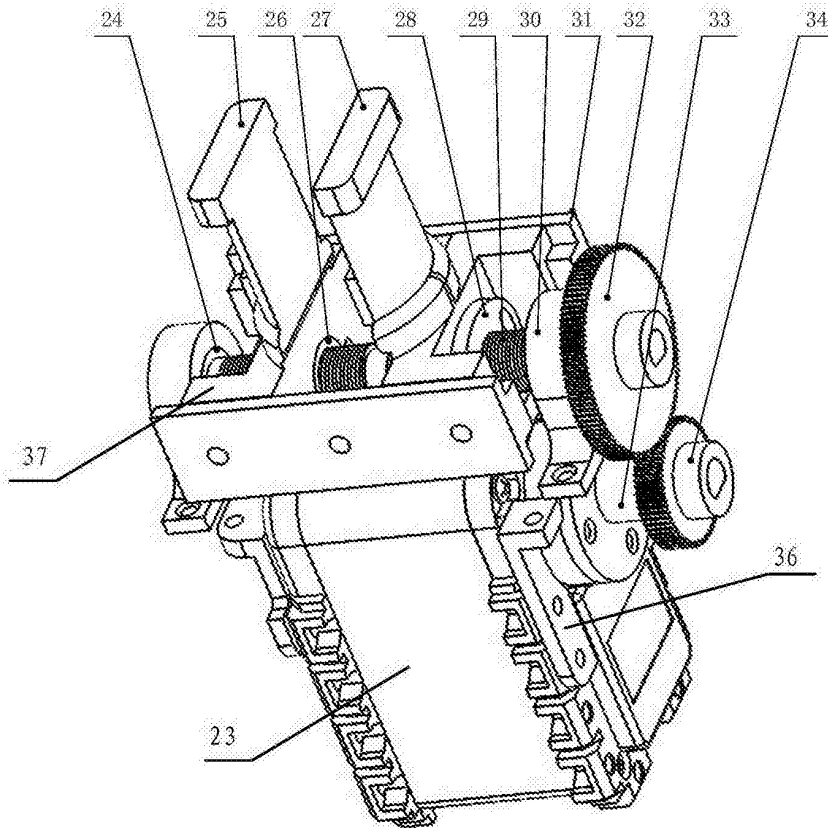


图 5

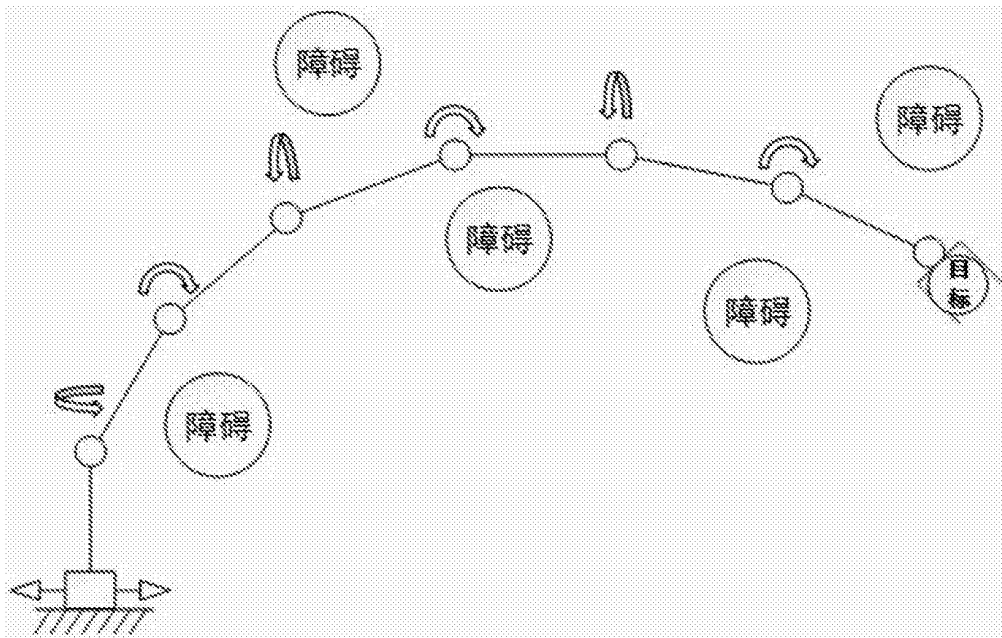


图 6