



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106113019 B

(45)授权公告日 2018.07.10

(21)申请号 201610583888.5

B25J 17/02(2006.01)

(22)申请日 2016.07.22

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106113019 A

EP 0017016 A1,1980.10.15,全文.

US 5317952 A,1994.06.07,全文.

CN 105014689 A,2015.11.04,全文.

CN 105666519 A,2016.06.15,全文.

CN 105150193 A,2015.12.16,全文.

(43)申请公布日 2016.11.16

(73)专利权人 长春理工大学

地址 130022 吉林省长春市朝阳区卫星路  
7089号

审查员 任大林

(72)发明人 焦海坤 孟宪宇 贾冰 曹国华  
吕琼莹

(74)专利代理机构 北京鸿元知识产权代理有限公司 11327

代理人 陈英俊 杨桦

(51)Int.Cl.

B25J 9/06(2006.01)

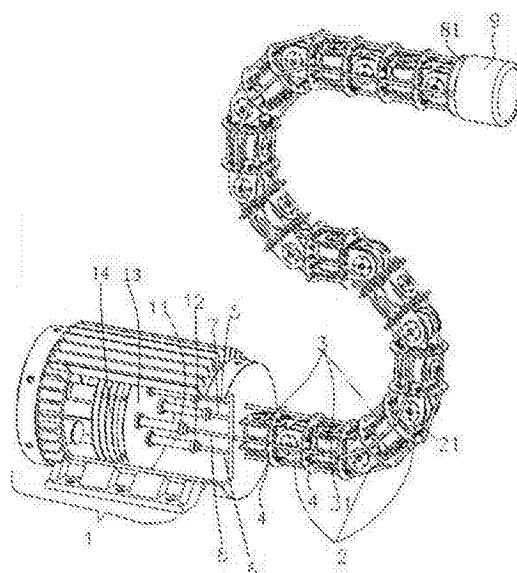
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54)发明名称

多关节挠性机械手臂

(57)摘要

本发明提供一种多关节挠性机械手臂,包括:驱动部,驱动部驱动多个推杆做往复直线运动;转动关节,转动关节包括正交交错连接的纵向转动关节和横向转动关节,纵向转动关节的枢轴与横向转动关节的枢轴垂直,纵向转动关节、横向转动关节能够绕各自的枢轴旋转以及停止;拉线,多根拉线从转动关节的四周依次穿过每个转动关节,每根拉线都单独与其对应的推杆连接,拉线的另一端穿出最前端的转动关节并固定;制动器,每个转动关节上都安装有制动器;结合制动器,利用推杆的往复直线运动收紧或放松拉线,从而控制转动关节的转动。取消了关节电机,降低了关节结构复杂性和电能消耗;设置推杆伸缩检测装置,可代替手臂所有关节检测装置,降低成本。



1. 一种多关节挠性机械手臂,所述多关节挠性机械手臂包括:  
驱动部,所述驱动部驱动多个推杆做往复直线运动;  
转动关节,所述转动关节包括正交交错连接的纵向转动关节和横向转动关节,纵向转动关节的枢轴与横向转动关节的枢轴垂直,并且,  
纵向转动关节、横向转动关节能够绕各自的枢轴旋转以及停止;  
拉线,多根拉线从转动关节的四周依次穿过每个转动关节,并且,  
每根拉线都单独与其对应的推杆连接,  
其特征在于,拉线的另一端穿出最前端的转动关节并固定,并且,每个转动关节上都安装有制动器,结合制动器的功用,利用推杆的往复直线运动收紧或放松拉线,从而控制转动关节的转动。
2. 根据权利要求1所述的多关节挠性机械手臂,其中,所述制动器是电磁失电式制动器。
3. 根据权利要求1所述的多关节挠性机械手臂,其中,同一控制时刻,纵向转动关节或者横向转动关节中都至多仅有一个转动。
4. 根据权利要求1所述的多关节挠性机械手臂,其中,在最前端的转动关节上安装有环境感知传感器。
5. 根据权利要求1所述的多关节挠性机械手臂,其中,所述推杆上还设置有位置传感器。
6. 根据权利要求1所述的多关节挠性机械手臂,其中,所述推杆上设置有检测推杆的电机转数的编码器。
7. 一种多关节挠性机械手臂用制动器,应用于权利要求1至6中任一项所述的多关节挠性机械手臂上,所述制动器包括:  
定环,所述定环与转动关节同轴地固定连接,定环的两个端面为齿面;  
动环,两个动环通过花键与枢轴可滑动地连接在所述定环的两端,动环靠近定环的端面也为齿面,在所述动环的轴向外侧具有多个弹簧挤压动环与定环齿面啮合;  
电磁线圈,所述电磁线圈设置在动环的轴向外侧;  
其中,当电磁线圈得电时,吸引动环滑动到与定环分离的状态,转动关节处于非制动状态,当电磁线圈失电时,动环在弹簧力的作用下滑动到与定环齿面啮合的状态,转动关节处于制动状态。
8. 根据权利要求7所述的制动器,其中,采用预紧螺钉调节弹簧的压缩量,从而调整动环和定环的预紧程度。
9. 一种多关节挠性机械手臂的操作方法,其特征在于,利用权利要求1至6中任一项所述的多关节挠性机械手臂进行以下操作:  
制动所有转动关节,然后,解除待转动的转动关节的制动;  
利用推杆控制在转动平面内的两根拉线,使未制动的转动关节旋转;  
当转动关节转到所需角度后,制动该转动关节;  
依次控制纵向和/或横向的各个转动关节转动,即可完成多关节挠性机械手臂的空间动作。
10. 根据权利要求9所述的操作方法,其中,利用推杆上的位置传感器检测推杆的伸缩

---

量,从而控制转动关节的转角。

## 多关节挠性机械手臂

### 技术领域

[0001] 本发明涉及机器人领域,具体地说,涉及一种多关节挠性机械手臂。

### 背景技术

[0002] 机械手臂为工业最为常用的机器人之一,随着工业水平以及要求不断提高,对于机械手臂机器人的要求也随着提高,自由度多的机器人具有灵活性,进而提升应用范围和工作空间,远程处理能力,能够进入狭小曲路空间进行探伤,同时具备避障能力,这是常规机器人不易达到的。另外,不需要拆装箱体,通过窥视孔进入其内部检查机器运行情况或关键件清洗、维护等动作,曲线型管道连接处密封、检测、微创技术。蛇形多关节挠性手臂通常安装在移动小车或者自动线上进行作业,在其末端装配着各种工具,例如:相机、探照灯、切割装置以及刷子,可执行密封性检查,并在飞机舱内有限空间中进行伸缩钻探式安检。

[0003] 目前的机械手臂多数是采用关节电机来驱动各个关节的运动,因此,每个关节都需要一个关节电机,其安装结构复杂,故障率高;并且,多电机协同控制也是极其复杂。对于以上问题,目前还未有较好的解决方案。

### 发明内容

[0004] 本发明提供了一种多关节挠性机械手臂,以至少解决现有技术中多电机协同控制机械手臂具有安装结构复杂、耗能大、控制系统复杂等问题。

[0005] 根据本发明的一个方面,提供一种多关节挠性机械手臂,所述多关节挠性机械手臂包括:驱动部,所述驱动部驱动多个推杆做往复直线运动;转动关节,所述转动关节包括正交错连接的纵向转动关节和横向转动关节,纵向转动关节的枢轴与横向转动关节的枢轴垂直,并且,纵向转动关节、横向转动关节能够绕各自的枢轴旋转以及停止;拉线,多根拉线从转动关节的四周依次穿过每个转动关节,并且,每根拉线都单独与其对应的推杆连接,拉线的另一端穿出最前端的转动关节并固定;制动器,每个转动关节上都安装有制动器;其中,结合制动器的功用,利用推杆的往复直线运动收紧或放松拉线,从而控制转动关节的转动。

[0006] 优选地,所述制动器是电磁失电式制动器。

[0007] 优选地,同一控制时刻,纵向转动关节或者横向转动关节中都至多仅有一个转动。

[0008] 优选地,在最前端的转动关节上安装有环境感知传感器。

[0009] 优选地,所述推杆上还设置有位置传感器。

[0010] 优选地,所述推杆上设置有检测推杆的电机转数的编码器。

[0011] 根据本发明的另一个方面,提供一种多关节挠性机械手臂用制动器,应用于以上所述的多关节挠性机械手臂上,所述制动器包括:定环,所述定环与转动关节同轴地固定连接,定环的两个端面为齿面;动环,两个动环通过花键与枢轴可滑动地连接在所述定环的两端,动环靠近定环的端面也为齿面,在所述动环的轴向外侧具有多个弹簧挤压动环与定环齿面啮合;电磁线圈,所述电磁线圈设置在动环的轴向外侧;其中,当电磁线圈得电时,吸引

动环滑动到与定环分离的状态,转动关节处于非制动状态,当电磁线圈失电时,动环在弹簧力的作用下滑动到与定环齿面啮合的状态,转动关节处于制动状态。

[0012] 优选地,采用预紧螺钉调节弹簧的压缩量,从而调整动环和定环的预紧程度。

[0013] 根据本发明的再一个方面,提供一种多关节挠性机械手臂的操作方法,利用以上所述的多关节挠性机械手臂进行以下操作:制动所有转动关节,然后,解除待转动的转动关节的制动;利用推杆控制在转动平面内的两根拉线,使未制动的转动关节旋转;当转动关节转到所需角度后,制动该转动关节;依次控制纵向和/或横向的各个转动关节转动,即可完成多关节挠性机械手臂的空间动作。

[0014] 优选地,利用推杆上的位置传感器检测推杆的伸缩量,从而控制转动关节的转角。

[0015] 本发明设计的多关节挠性机械手臂采用推杆带动拉线,结合制动器来驱动各关节转动,并且在推杆上设置位置传感器来感知推杆的位移量,来精确控制各关节的转角。较传统工业机器人比,具有模块化设计单一性,结构紧凑、互换性好,降低了制造和维护成本;自由度多灵活性强,提升应用范围和工作空间,通过改变自身的关节角度变化达到最佳姿态适应不同工作任务和周围的环境的变化。诸如能够完成机舱、车厢、曲线管道等非结构狭小空间进行检测任务,这是常规机器人不易达到的;在手臂末端装备环境感知传感器,利用自身记忆功能完成避障,如果更换末端执行件,能对飞机内腔的涂胶、排屑、多余物取出等;此外,在未知、危险、等环境下进行远程操控作业具备更大的优势。采用拉线式多关节手臂能够提高刚度性。

## 附图说明

[0016] 通过结合下面附图对其实施例进行描述,本发明的上述特征和技术优点将会变得更加清楚和容易理解。

[0017] 图1是表示本发明实施例涉及的多关节挠性机械手臂的立体示意图;

[0018] 图2是表示本发明实施例涉及的驱动部的立体示意图;

[0019] 图3是表示本发明实施例涉及的转动关节的立体示意图;

[0020] 图4是表示本发明实施例涉及的转动关节的剖面图;

[0021] 图5是表示本发明实施例涉及的多关节挠性机械手臂的动作示意图。

## 具体实施方式

[0022] 下面将参考附图来描述本发明所述的多关节挠性机械手臂的实施例。本领域的普通技术人员可以认识到,在不偏离本发明的精神和范围的情况下,可以用各种不同的方式或其组合对所描述的实施例进行修正。因此,附图和描述在本质上是说明性的,而不是用于限制权利要求的保护范围。此外,在本说明书中,附图未按比例画出,并且相同的附图标记表示相同的部分。

[0023] 多关节机械手臂多数是采用关节电机来驱动各个关节的运动,因此,每个关节都需要一个关节电机,其安装结构复杂,并且消耗的电能大。而本发明是提供一种能够使用电动推杆驱动的机械手臂,其动力源集中布置,且数量少,可带动整个机械手臂完成空间运动。图1是本发明的实施例涉及的多关节挠性机械手臂的立体示意图。该机械手臂是安装在小车或自动化生产线上的,实现整个手臂前进移动和后退,到达指定工作范围。机械手臂的

纵横关节提供转动,变换成最佳姿态,在前进方向进行避障,进而进入非结构性的狭小空间。其运动模式类似于象鼻,机械手臂后端安装在小车上,而机械手臂则可以像象鼻一样做空间动作。小车类似于大象的腿部,而电动推杆则类似于大象的头部,驱动机械手臂摆动。

[0024] 图1所示为正交交错连接的纵向转动关节2和横向转动关节3。在本实施例中,设定从驱动部沿着依次连接延伸的转动关节的方向为前端,与前端相反的为后端。纵向转动关节2通过关节底座4和后端的横向转动关节3连接,并通过另一关节底座4和其前端的横向转动关节3连接。关节底座4为平板状,具体地说,是外圆内方孔的平板状,关节控制电线从内方孔中通过。转动关节和关节底座4可以通过螺栓连接。所述纵向转动关节2能够绕其纵向枢轴21旋转及被制动,所述横向转动关节3能够绕其横向枢轴31旋转及被制动。关于制动器的结构在后面会描述。本实施例是以4根拉线为例,但可以使用更多的拉线,例如8根、12根等。根数越多其功率越大,转动力矩也越大。相应地,在关节底座4上,加工有和拉线数量对应的拉线孔。4个拉线孔沿关节底座的周向均匀布置,并且,对称设置的拉线孔的圆心连线分别与枢轴的轴线平行。从4个拉线孔分别穿入4根拉线,依次穿过对应的拉线孔,直到拉线将这些纵向转动关节和横向转动关节串在一起。通过以上结构连接,组成了机械手臂的动作部分,还需要驱动部来驱动拉线,即可驱动机械手臂动作。拉线穿过所有的纵向转动关节和横向转动关节后,本实施例采用12个纵向转动关节,11个横向转动关节,使得手臂可以做S形弯曲,也就能够完成多数复杂动作了。拉线的后端通过接头12和推杆11连接,而驱动部1的输出端和推杆11连接,为推杆11提供动力,使得推杆11能够做往复直线运动。在推杆11的前端设置有电路板14、定位环13,定位环13用于精确定位4个电动推杆的轴线位置和关节底座4个拉线孔的位置,使的电动推杆轴线位置和拉线孔的位置精确对准。4个电动推杆的前端和拉线通过接头12连接。拉线的前端,也就是在最前端的转动关节的关节底座4上,使用锁紧头81固定拉线,在驱动部1的推杆11的带动下,即可通过控制拉线的松紧来控制纵向转动关节2或者横向转动关节3转动。

[0025] 下面详细说明其控制过程,拉线分别为上拉线5、下拉线6、左拉线7、右拉线8。如图2所示,推杆11包括上推杆111、下推杆112、左推杆113、右推杆114分别和拉线对应。上拉线5和下拉线6控制纵向转动关节实现绕着关节上下转动。前拉线7和后拉线8控制横向转动关节前后摆动。而拉线由推杆11提供动力,实现拉伸运动,电动推杆前推和后拉的移动量控制上下拉线拉紧和放松,进而利用关节底座上的拉线孔,转换成所需关节的转动角度。例如,若要实现机械手臂在竖直平面内的向上摆动,先制动所有的纵向转动关节和横向转动关节,然后,解除需要转动的关节的制动,此时,推杆111控制上拉线5向后拉,也就是推杆11向后收紧,下拉线6向前松,也就是推杆112向前推出。而左拉线7和右拉线8保持不动。由于拉线5被向后拉紧,因此拉线5会通过拉线孔带动关节底座4向上拉起;同时,拉线6会向前放松,从而在拉线5和拉线6的配合动作下,将转动关节向上拉起。通过拉线拉紧和放松来控制摆动的角度,当摆动的角度达到要求时,再次制动该转动关节,即可使机械手臂完成在竖直平面内向上摆动的动作。而要向下摆动时,就是放松拉线5,收紧拉线6,左拉线7和右拉线8保持不动,即可使机械手臂完成在竖直平面内向下摆动的动作。通常的多关节机械手臂会在各关节上设置角度检测装置,其结构复杂,控制设计复杂。而本实施例的多关节机械手臂的电动推杆是由伺服电机、减速器、丝杠螺母组成,在电动推杆上还设置有位置传感器15,能够检测出推杆的伸缩量,即推杆前推或后拉的移动量,上下两个电动推杆后拉量和前推

量大致相等。此外,电动推杆上还可以设置编码器,能够检测伺服电机的转数,用于检测推杆伸缩的精度。能够精确地控制推杆的伸缩量,进而精确地控制转动关节的转动角度。采用带有位置传感器的电动推杆驱动拉线动作,能够节省大量的关节传感器。

[0026] 再例如,若要机械手臂在水平平面内向左摆动(图中的纸面内方向),先制动所有的纵向转动关节和横向转动关节,然后,解除需要转动的转动关节的制动。保持拉线5和拉线6的松紧度不变,驱动部1的推杆113拉紧拉线7,推杆114将拉线8放松,也就使得机械手臂在水平平面内向左摆动。

[0027] 每个控制时刻,同一个旋转方向的转动关节,只有一个可以旋转动作,其他同一旋转方向的转动关节都被制动器锁死。但纵向转动关节和横向转动关节是可以同时动作的,也就是说,以上所述的向上摆动和向左摆动是可以同时动作的,先制动所有的纵向转动关节和横向转动关节,然后,解除一个纵向转动关节和一个横向转动关节的制动。同时将拉线5、拉线7拉紧,拉线6、拉线8放松,即可完成向上摆动和向左摆动的动作。

[0028] 通过本发明的机械手臂,取消了关节电机,采用电动推杆控制拉线,带动转动关节转动,再配合制动器,能够驱动机械手臂完成空间动作。本发明设计的多关节机械手臂较传统工业机器人比,具有模块化设计单一性,结构紧凑、互换性好,降低了制造和维护成本;自由度多灵活性强,提升应用范围和工作空间,通过改变自身的关节角度变化达到最佳姿态适应不同工作任务和周围的环境的变化。诸如能够完成机舱、车厢、曲线管道等非结构狭小空间进行检测任务,这是常规机器人不能达到的;在手臂末端装备环境感知传感器,利用自身记忆功能完成避障,如果更换末端执行件,能对飞机内腔的涂胶、排屑、多余物取出等;此外,在未知、危险、等环境下进行远程操控作业具备更大的优势。采用拉线式多关节手臂能够提高刚度性。

[0029] 纵向转动关节和横向转动关节的结构可以是相同的,只要其安装的轴线相互垂直。图3是转动关节的结构图,两个关节底座4分别通过连接件与枢轴100连接起来,连接件由薄钢板在与关节底座4连接处垂直弯曲而成,具体地说,上关节底座41与上连接件411为螺栓连接,上连接件411通过轴承安装在枢轴100上,形成转动副,轴承主要承受径向力。在枢轴100的轴向中心处,套有定环103,制动器的外壳107通过铆钉105和定环103、上连接件411连接为一体,即定环103和上连接件411无相对转动。定环103的内径大于枢轴100的外径,因此定环103和枢轴100没有连接定位关系。

[0030] 下关节底座42与下连接件421为螺栓连接。下连接件421通过连接件102、圆锥销101与枢轴100固定连接。因此,枢轴100与下关节底座没有相对转动,固连一起。关节内部制动结构以定环103为基准两侧对称,两个动环104与枢轴100中段花键滑移连接,并布置在定环103两侧。即动环和枢轴为周向定位,两者没有相对转动。

[0031] 在定环103的两个侧端面上设置有齿1031。动环104具有和定环103配合的齿1041,动环和定环通过齿面的齿啮合实现关节制动。在外壳107的圆周方向均匀布置有多个阶梯状的孔,在孔内安装有顶杆1073、弹簧1072、以及预紧螺钉1071。动环104的轴向两侧,还分别设置有线圈106,线圈106和外部电路连接。

[0032] 制动时,线圈106断电,在弹簧1072的预紧螺钉1071压力下,动环104沿着枢轴100轴线方向向定环103端面移动,进而实现其端面齿啮合,促使动环、定环无相对旋转,因此转动关节不能转动,处于制动状态。

[0033] 解除制动时,线圈106得电,线圈吸引动环104沿着枢轴100轴线方向背离定环103滑动,使得齿1031和齿1041脱离啮合,通过穿过拉线孔412的拉线拉动上关节底座41,则与上关节底座41连接为一体的上连接件411以及定环103会一同转动。

[0034] 区别于常用的制动器,本实施例的电磁制动器采用断电制动,因为转动关节较多,而同一转动方向(横向或纵向)仅有一个转动关节转动,其他都是制动状态,因此,本实施例采用断电制动,可以节约电能消耗。以上仅是一种制动器的结构,制动器可以采用多种形式,例如盘式制动、鼓式制动,都能够和本发明的拉线式多关节的机械手臂配合使用。

[0035] 此外,在前端的转动关节上,还设置有环境感知传感器9,通过环境感知传感器反馈物体的位置信息。再利用手臂控制系统使各个关节转动与机械手臂整体移动协同进入狭小空间。以机械手臂在竖直平面内绕两点穿越运动过程为例,图4中的点B和点A在同一竖直平面内,图4显示的是机械手臂绕过点B和点A后的状态图,机械手臂从点B右下方绕过点B,通过点B和点A之间,从点B左上方绕过点A,并从点A的上方穿出。安装在小车上方的机械手臂初始状态是纵向转动关节水平伸直且全部制动。小车起点始于点B的左下方,且机械手臂的最前端处于点B的左下方。环境感知传感器9将点B位置信息反馈给手臂控制系统,承载机械手臂的小车沿水平方向开始向右移动,当第一个纵向转动关节201经过点B时(经过点B的正下方)小车静止,关节201停止制动,拉线控制该关节逆时针向后转动 $45^{\circ}$ 后制动;小车开始继续水平向前运动,当第二个纵向转动关节202经过点B时,小车静止,关节202停止制动,拉线控制该关节逆时针向后转动 $45^{\circ}$ 后制动;小车开始继续水平向前运动,依次重复以上运动,直到关节204逆时针向后转动 $45^{\circ}$ 后制动,小车静止,此时,机械手臂前端处于点B和点A之间,且前端指向为水平向左;在绕过点B的过程中,小车静止一次,转动一个纵向转动关节。

[0036] 接下来,机械手臂的后端将继续绕点B运动,而已经穿入点B和点A之间的前端则要绕点A运动。

[0037] 小车开始继续水平向右运动,当第五个纵向转动关节205经过点B时,小车静止,关节205停止制动,控制关节205逆时针转 $45^{\circ}$ 并制动,然后,关节201停止制动,拉线控制关节201顺时针转动 $90^{\circ}$ 后制动;小车开始继续水平向右运动,依次类推……,直至机械手臂前端水平向右伸出;

[0038] 手臂的后端绕点B运动和手臂的前端绕点A的运动是依次连续动作的,也就是说,小车静止一次,依次转动两个关节。

[0039] 为具体清楚描述关节控制流程,小车运动采用间歇运动;在实际此多关节手臂操作过程中,只要满足小车直线运动和非制动关节转动协同性,在小车适当匀速行进情况下,关节也能够同时完成转动去越障。

[0040] 以上是机械手臂在竖直平面内绕两点穿越运动过程。可以看出,后一个关节和小车的协同运动重复前一个关节和小车的协同运动,由此可以利用关节程序记忆功能,实现控制简单,且可靠。根据傅立叶级数可知,任何复杂周期的波形轨迹都可由简单的余弦或正弦波形叠加而成,图5多关节手臂可变换成S形(横向看类余弦波形),即可以满足绝大部分的轨迹或者姿态生成,完成多种作业对狭小曲路穿越要求。

[0041] 此外,本发明并不限制纵向转动关节和横向转动关节的连接顺序,例如,可以依次连接一个以上的纵向转动关节,然后再和横向转动关节连接。可以根据空间限制和动作要



求任意组合转动关节,例如,如果仅需要平面运动,则可以仅连接多个纵向转动关节或多个横向转动关节。

[0042] 根据本发明的另一个方面,提供一种机械手臂用制动器,上关节底座41与上连接件411为螺栓连接,上连接件411通过轴承安装在枢轴100上,形成转动副,轴承主要承受径向力。在枢轴100的轴向中心处,套有定环103,制动器的外壳107通过铆钉105和定环103、上连接件411连接为一体。定环103的内径大于枢轴100的外径,因此定环103和枢轴100没有连接定位关系。

[0043] 下关节底座42与下连接件421为螺栓连接。下连接件421通过连接件102、圆锥销101与枢轴100固定连接。因此,枢轴100与下关节底座没有相对转动,固连一起。在定环103两侧的枢轴上,还分别套有动环104,并且,动环104与枢轴100采用花键滑移连接。即动环和枢轴为周向定位,两者没有相对转动。

[0044] 在定环103的两个侧面上设置有齿1031。动环104具有和定环103配合的齿1041,动环和定环通过齿面的啮合控制制动。在外壳107的圆周方向均匀布置有多个阶梯状的孔,在孔内安装有顶杆1073、弹簧1072、以及预紧螺栓1071。动环104的轴向两侧,还分别设置有线圈106,线圈106和外部电路连接。

[0045] 制动时,线圈106断电,在弹簧1072的压力下,动环104的齿1041与定环103的齿1031为啮合状态,因枢轴100无法转动,从而限制了动环、定环的旋转,因此转动关节不能转动,处于制动状态。

[0046] 解除制动时,线圈106得电,线圈吸引动环104向轴向两侧滑动,使得齿1031和齿1041脱离啮合,通过穿过拉线孔412的拉线拉动上关节底座41,则与上关节底座41连接为一体的上连接件411以及定环103会一同转动。

[0047] 根据本发明的再一个方面,提供一种机械手臂操作方法,包括以下步骤:

[0048] 首先,制动所有转动关节,由于本实施例采用电磁线圈失电制动,因此,在初始状态,所有关节都是被制动的。然后,解除待转动的转动关节的制动,同一控制时刻,纵向转动关节中仅有一个可以转动,横向转动关节中也仅有一个可以转动,但可以有一个纵向转动关节和一个横向转动关节同时转动。

[0049] 使用驱动部驱动推杆做往复直线运动,具体地说,是利用推杆控制在转动平面内的两根拉线使未制动的转动关节旋转。

[0050] 当转动关节转动了所需角度后,给其电磁线圈断电,使得动环和定环的齿啮合,从而制动转动关节。

[0051] 依次给纵向和/或横向的转动关节的电磁线圈通电,依次控制纵向和/或横向的各个转动关节转动,即可完成机械手臂的空间动作。

[0052] 本发明的多关节机械手臂较传统工业机器人比,具有模块化设计单一性,结构紧凑、互换性好降低了制造和维护成本;自由度多灵活性强,提升应用范围和工作空间,通过改变自身的关节角度变化达到最佳姿态适应不同工作任务和周围的环境的变化。诸如能够完成机舱、车厢、曲线管道等非结构狭小空间进行检测任务,这是常规机器人不能达到的;在手臂末端装备环境感知传感器,利用自身记忆功能完成避障,如果更换末端执行件,能对飞机内腔的涂胶、排屑、多余物取出等;此外,在未知、危险、等环境下进行远程操控作业具备更大的优势。采用拉线式多关节手臂能够提高刚度性。由于该多关节柔性机械手臂取消

了关节电机,采用电动推杆驱动拉线带动转动关节转动,拉线与制动器相结合代替关节电机,降低了关节结构复杂性和消耗的功率,且控制设计简单、容易实现。通过电动推杆的位置传感器检测推杆输出量,精确控制转动关节的转动角度。相较于以往所有关节都设置转角传感器,大幅度降低成本和结构。

[0053] 以上所述仅为本发明的优选实施例,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

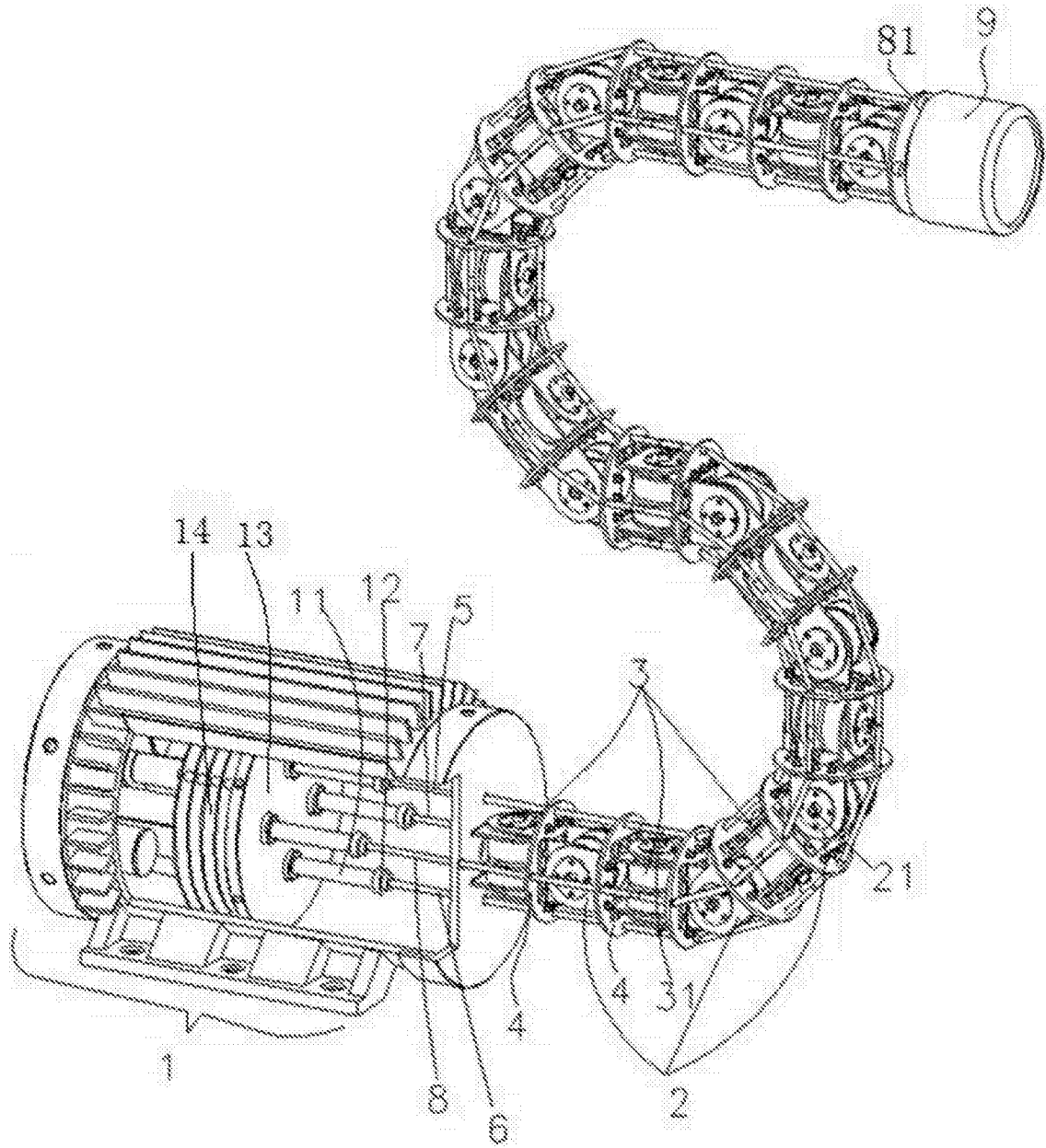


图1

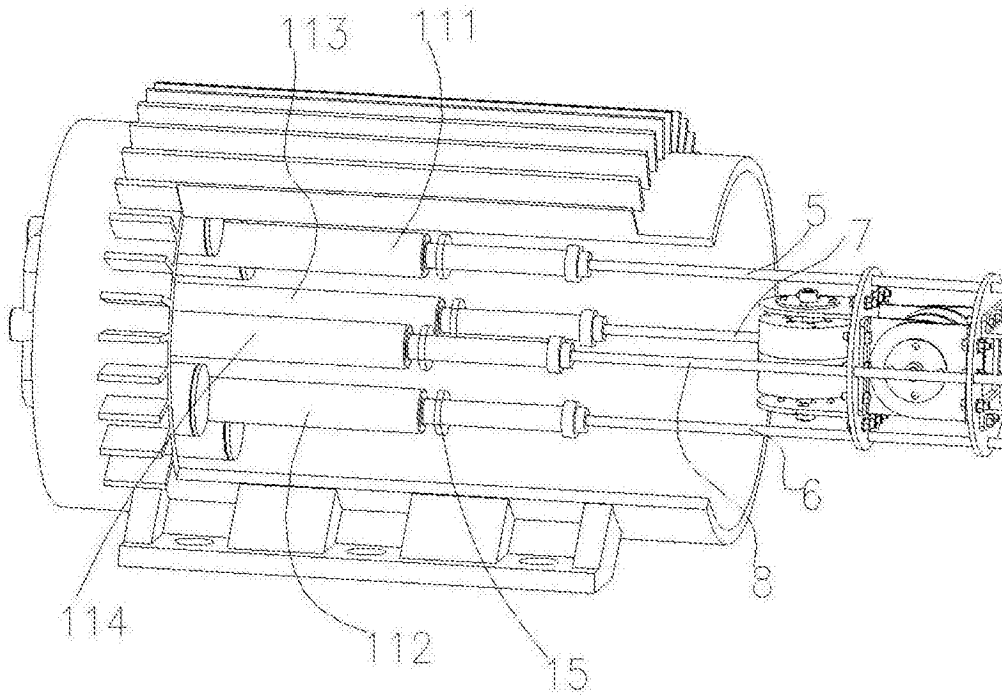


图2

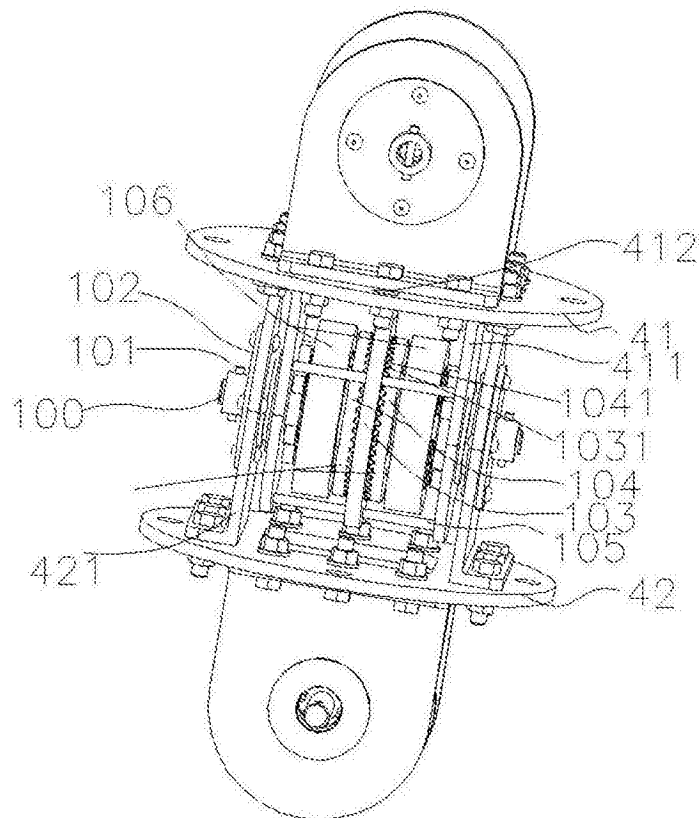


图3

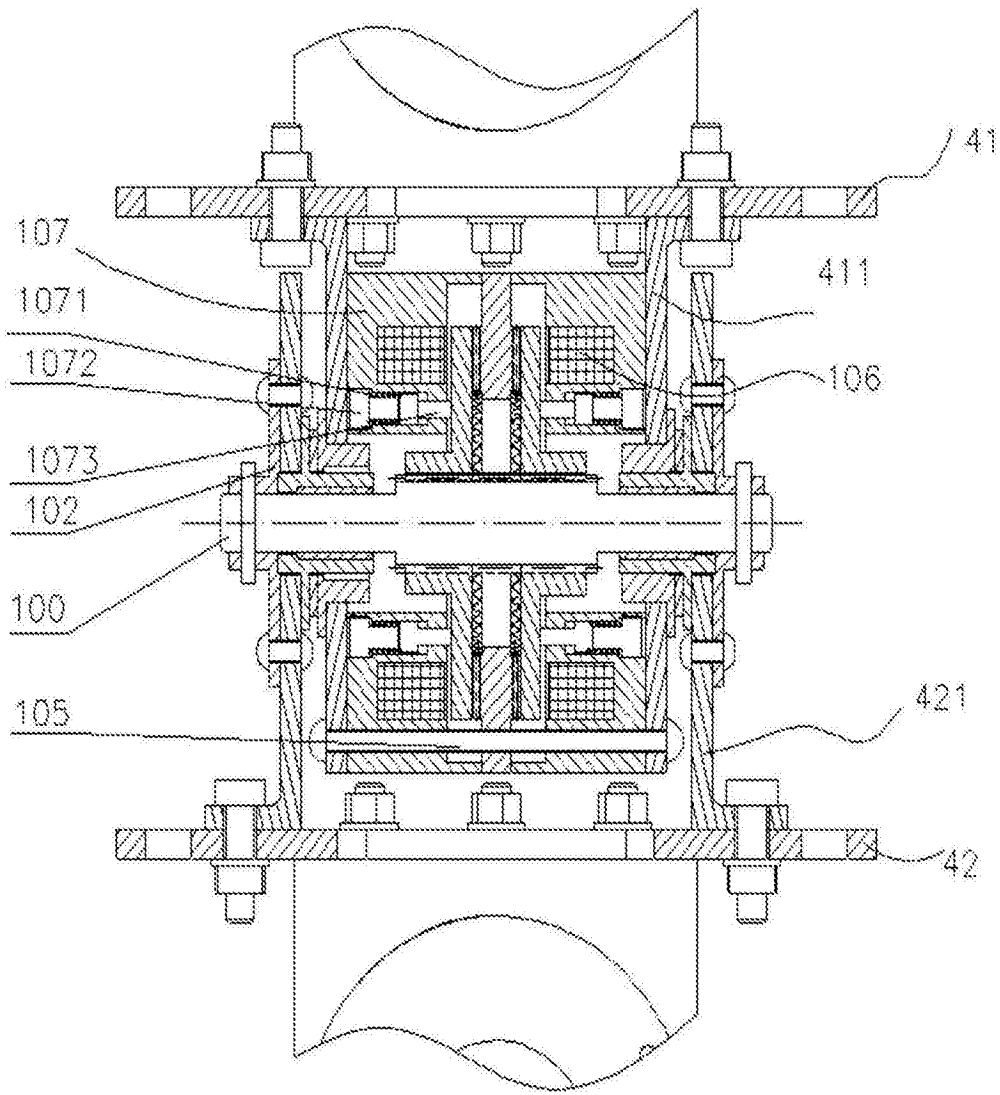


图4

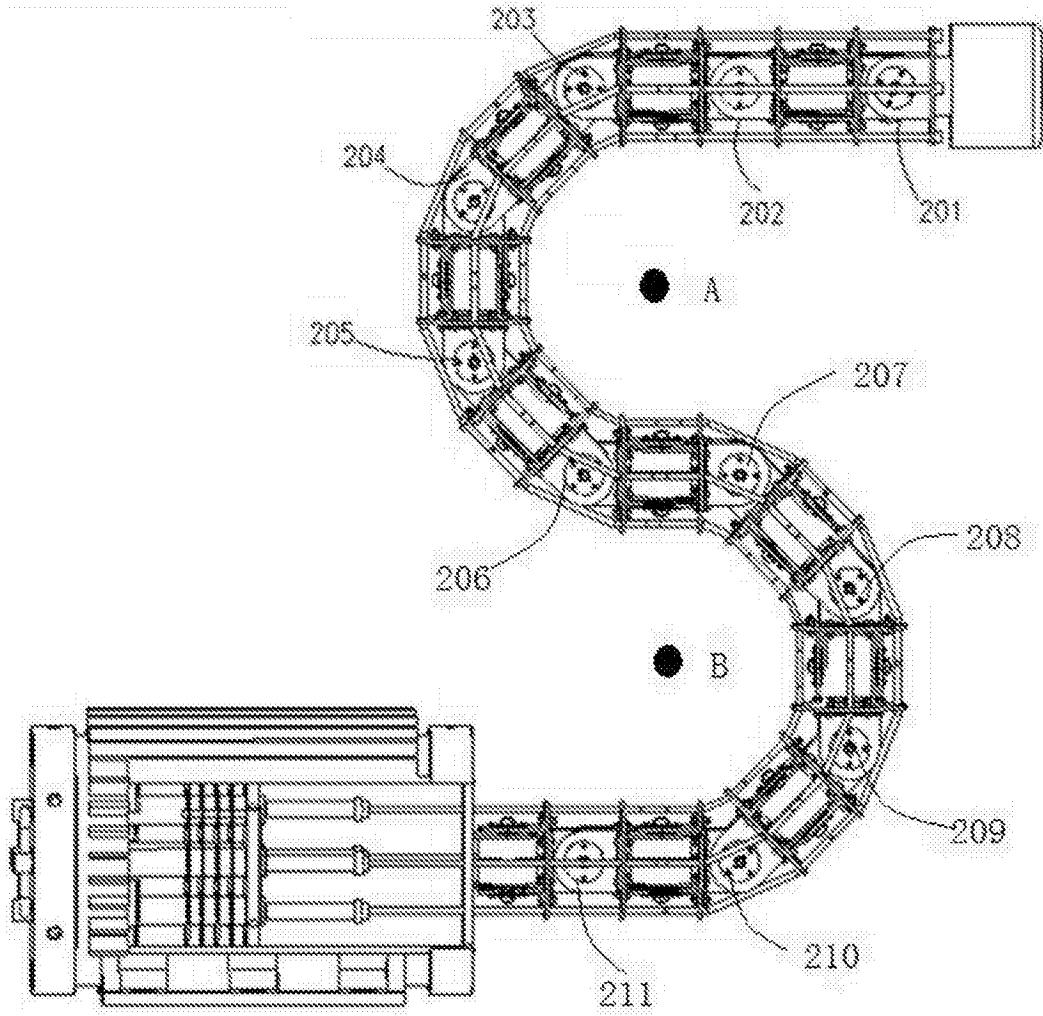


图5