



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106272542 A

(43)申请公布日 2017.01.04

(21)申请号 201610844729.6

(22)申请日 2016.09.22

(71)申请人 北京化工大学

地址 100029 北京市朝阳区北三环东路15号

(72)发明人 曹政才 张东 李萌 肖清 赵利美

(74)专利代理机构 北京思海天达知识产权代理有限公司 11203

代理人 沈波

(51)Int.Cl.

B25J 17/02(2006.01)

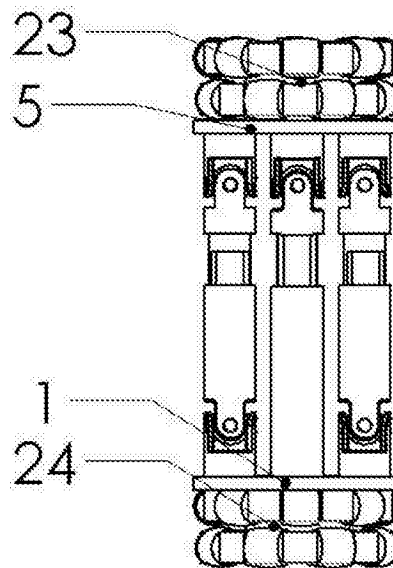
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

仿蛇搜救机器人关节机构

(57)摘要

仿蛇搜救机器人关节机构,包括两个全向轮、一个并联关节组,其中并联关节组包括固定平台、动平台、两条UPS直线驱动器、一条PU直线驱动器。此关节具有四个自由度:伸缩、俯仰、偏航、全向轮围绕仿蛇搜救机器人关节中轴线转动。仿蛇搜救机器人关节机构能够将仿蛇机器人与轮式机器人的优点有效的结合起来,使得仿蛇搜救机器人既具备传统仿蛇搜救机器人多自由度、体积小、运动灵活、环境适应能力强的特点,又具备轮式机器人运动速度快、控制简单的优点,大大的提升了仿蛇搜救机器人的运动能力,为仿蛇搜救机器人运动步态的拓展打下基础,能够有效的提高仿蛇搜救蛇形机器人在不同环境中的灵活性与适应性。



1. 仿蛇搜救机器人关节机构,其特征在于:仿蛇搜救机器人关节机构由第一全向轮(I)、并联关节组(II)和第二全向轮(III)串联组成,第一全向轮(I)和第二全向轮(III)的结构完全相同,第一全向轮(I)、第二全向轮(III)的两个支轮同轴心固定安装,且旋转一定角度,保证被动轮覆盖整个全向轮圆周,两个全向轮连接轴(24)上的第十三旋转副(R13)分别与并联关节组的固定平台和活动平台连接,第十三旋转副(R13)上安装有旋转电机,通过控制旋转电机的转动速度控制第一全向轮(I)和第二全向轮(III)的转速;并联关节组(II)由固定平台、第一直线驱动器(IV)、第二直线驱动器(V)、第三直线驱动器(VI)和动平台组成;三条直线驱动器的第一直线驱动(P1)、第二直线驱动副(P2)、第三直线驱动副(P3)上安装有独立的直线驱动电机,通过对三条运动支链伸缩长度的控制,实现并联关节组伸缩、俯仰和偏航。

2. 根据权利要求1所述的仿蛇搜救机器人关节机构,其特征在于:所述固定平台由圆形端盖基座(1)、运动支链套筒(4)、第一虎克铰基座(2)、第二虎克铰基座(3)组成,运动支链套筒(4)、第一虎克铰基座(2)、第二虎克铰基座(3)分别与圆形端盖基座1固定在一起。

3. 根据权利要求1所述的仿蛇搜救机器人关节机构,其特征在于:所述动平台是由圆形端盖基座(5)、第三虎克铰基座(6)、第四虎克铰基座(7)、第五虎克铰基座(8)组成,第三虎克铰基座(6)、第四虎克铰基座(7)、第五虎克铰基座(8)分别与圆形端盖基座(5)固定在一起。

4. 根据权利要求1所述的仿蛇搜救机器人关节机构,其特征在于:第一直线驱动器IV、第三直线驱动器VI是相同的UPS支链,第一直线驱动器IV包含第一球型连接轴(9)、第四球型连接轴(17)、第一直线驱动(P1)、第一运动支链套筒(17)、第一旋转虎克铰基座(12)、第一旋转副(R1)、第二旋转副(R2)、第五旋转副(R9)、第六旋转副(R6)、第十一旋转副(R11);第一直线运动副(P1)上、下端分别连接第一运动支链套筒(15)、第十一旋转副(R11),第一运动支链套筒(15)下端的第二转动副(R2)与第四球型连接轴(21)相连,第一直线驱动副(P1)上端的第十一转动副(R11)与第一旋转虎克铰基座(12)相连,第一旋转虎克铰基座(12)上端的第六转动副(R6)与第一球型连接轴(9)相连。

5. 根据权利要求1所述的仿蛇搜救机器人关节机构,其特征在于:第二直线驱动器V是PU支链,直线驱动器V包含第二球型连接轴(10)、第三直线驱动(P3)、第二旋转虎克铰基座(13)、第九旋转副(R9)、第十旋转副(R10)、第十三旋转副(R13);第三直线驱动副(P3)上端的第十三转动副(R13)与第二旋转虎克铰基座(13)相连,第二旋转虎克铰基座(13)上端的第十转动副(R10)与第二球型连接轴(10)相连。

6. 根据权利要求1所述的仿蛇搜救机器人关节机构,其特征在于:所述全向轮第一(I)由两个全向轮支轮和一个全向轮连接轴(23)组成,每个全向轮支轮由一个全向轮轮轴(20)和八个被动轮(19)组成,被动轮(19)上的第十四旋转副(R14)与全向轮轮轴连接。

7. 根据权利要求1所述的仿蛇搜救机器人关节机构,其特征在于:各仿蛇搜救机器人关节机构通过首尾相连组成仿蛇搜救机器人,在第一个仿蛇搜救机器人关节机构外端连接蛇头(25),最后一个仿蛇搜救机器人关节机构外端连接蛇尾(26)。

仿蛇搜救机器人关节机构

技术领域

[0001] 本发明涉及机器人研究与工程领域,具体是指一种融合轮式机器人与蛇形机器人优点,能够适应复杂地形的仿蛇搜救机器人关节机构。

技术背景

[0002] 近年来,人类经济与科技飞速发展,工业化进程逐步完善,生产规模日益增大,与此同时,化学品爆炸、矿井坍塌等生产事故发生的频率也越来越高,造成巨大的人员伤亡与经济损失。灾后第一时间的现场救援至关重要,然而灾害现场环境复杂,救援人员无法进入灾害现场,给救援工作带来巨大的挑战。与此同时,全球政治格局复杂,爆发局部战争的可能性依然存在,恐怖主义威胁日益增长。在战争、反恐等特种作战任务中,最快的潜入敌方阵地进行有效侦查往往能够占领信息制高点,夺取主动权,为取得作战的胜利起到至关重要的作用。而特种任务中地形复杂,给侦查任务带来了巨大风险和难以预测的阻力。因此研究能够代替人类执行灾害救援、特种任务信息侦查的机器人具有巨大的现实意义。生物蛇没有腿却可以在各种地形中自由运动,展现出超强的环境适应能力,人类以生物蛇为灵感研制了仿蛇搜救机器人,仿蛇搜救机器人可以模仿生物蛇的运动方式在各种环境中运动,且运动过程中隐蔽性强,这些特性使得仿蛇搜救机器人能够在军事侦查、灾害搜集、管线巡检等领域展现出巨大的应用潜力。

[0003] 目前仿蛇搜救机器人的驱动方式主要分为轮式驱动、履带式驱动和舵机驱动,三种驱动方式各有优缺点。轮式驱动结构简单、平滑地面行走速度快,然而在崎岖地形和面临障碍物时驱动效果无法满足要求;履带式驱动地面压力小,地形适应能力强,能够在平滑地面、松软地面运动,但是其结构复杂、质量大,且机械磨损严重,驱动速度与轮式驱动差距较大;舵机驱动能够适用于各种地形,且能够进行多样化运动形式扩展,但是控制复杂,计算量大,无法实现灵活运动。

[0004] 一款能够满足人类需求的仿蛇搜救机器人关节应该在具备轮式驱动机器人的快速运动能力、履带式驱动机器人的地面适应能力以及舵机驱动机器人多姿态运动特点的同时,实现模块化机构设计与运动控制,然而目前尚未有充分满足以上要求的仿蛇搜救机器人关节出现。

发明内容

[0005] 针对上述问题,本发明的目的是提供一种仿蛇搜救机器人关节机构,解决目前轮式仿蛇搜救机器人环境适应能力不足、履带蛇形机器人速度慢、舵机蛇形机器人灵活性差等问题。把多自由度并联关节机构与正交主动全向轮结合起来,关节中全向轮既能整体作为正交主动轮,全向轮中的小轮又能作为仿蛇搜救机器人机体表面上的被动轮。当全向轮围绕模块中轴线转动时,仿蛇搜救机器人能够实现轮式运动;当关节中的并联直线驱动器伸缩时,全向轮中的各个小被动轮与地面接触产生各向异性摩擦力,使得仿蛇搜救机器人能够模仿生物蛇各种运动步态。仿蛇搜救机器人关节机构除了能够实现轮式机器人和传统

仿蛇搜救机器人的运动步态以外,通过多种改进姿态描述函数能够实现快速攀爬、越障,使得仿蛇搜救机器人环境适应能力大幅度提升,适合执行地震、矿难搜救、管线检巡、战场情报侦查等任务。

[0006] 本发明除了将并联关节组与全向轮串联起来以外,还进行模块化设计。每个模块由两个全向轮和一个并联关节组组成,组合方式为中间为并联关节组,两边为全向轮,每个模块装配独立的控制器与驱动装置。模块化设计能够保证在部分模块出现故障时迅速的替换,也可以根据任务的需求调整关节的数量。每个模块中配备独立的控制器和驱动器,而且并联关节两边装配全向轮,使得每个模块都能独立的作为一个轮式机器人,并能够完成直线运动、零半径转弯和非零半径转弯运动。

[0007] 本发明仿蛇搜救机器人关节机构,是采用以下技术方案实现的:

[0008] 所述仿蛇搜救机器人关节机构由第一全向轮I、并联关节组II和第二全向轮III串联组成,第一全向轮I和第二全向轮III的结构完全相同,第一全向轮I、第二全向轮III的两个支轮同轴心固定安装,且旋转一定角度,保证被动轮覆盖整个全向轮圆周,两个全向轮连接轴24上的第十三旋转副R13分别与并联关节组的固定平台和活动平台连接,第十三旋转副R13上安装有旋转电机,通过控制旋转电机的转动速度控制第一全向轮I和第二全向轮III的转速。并联关节组II由固定平台、第一直线驱动器IV、第二直线驱动器V、第三直线驱动器VI和动平台组成。三条直线驱动器的第一直线驱动P1、第二直线驱动副P2、第三直线驱动副P3上安装有独立的直线驱动电机,通过对三条运动支链伸缩长度的控制,实现并联关节组伸缩、俯仰和偏航。

[0009] 所述固定平台由圆形端盖基座1、运动支链套筒4、第一虎克铰基座2、第一虎克铰基座3组成,运动支链套筒4、第一虎克铰基座2、第一虎克铰基座3分别与圆形端盖基座1固定在一起。

[0010] 所述动平台是由圆形端盖基座5、第三虎克铰基座6、第四虎克铰基座7、第五虎克铰基座8组成,第三虎克铰基座6、第四虎克铰基座7、第五虎克铰基座8分别与圆形端盖基座5固定在一起。

[0011] 所述第一直线驱动器IV与第二直线驱动器VI是相同的UPS支链,直线驱动器IV包含第一球型连接轴9、第四球型连接轴17、第一直线驱动P1、第一运动支链套筒17、第一旋转虎克铰基座12、第一旋转副R1、第二旋转副R2、第五旋转副R9、第六旋转副R6、第十一旋转副R11;第一直线运动副P1的上、下端分别连接第一运动支链套筒15、第十一旋转副R11,第一运动支链套筒15下端的第二转动副R2与第四球型连接轴21相连,第一直线驱动副P1上端的第十一转动副R11与第一旋转虎克铰基座12相连,第一旋转虎克铰基座12上端的第六转动副R6与第一球型连接轴9相连。

[0012] 所述第二直线驱动器VI是UPS支链,第二直线驱动器VI包含第三球型连接轴11、第五球型连接轴18、第二直线驱动P2、第二运动支链套筒16、第三旋转虎克铰基座14、第三旋转副R3、第四旋转副R4、第七旋转副R7、第八旋转副R8、第十二旋转副R12;第二直线运动副P2的上、下端分别连接第二运动支链套筒16、第十二旋转副R12,第二运动支链套筒16下端的第四转动副R4与第五球型连接轴18相连,第二直线驱动副P2上端的第十二转动副R12与第三旋转虎克铰基座14相连,第三旋转虎克铰基座14上端的第八转动副R8与第三球型连接轴11相连。

[0013] 所述第三直线驱动器V是PU支链,直线驱动器V包含第二球型连接轴10、第三直线驱动P3、第二旋转虎克铰基座13、第九旋转副R9、第十旋转副R10、第十三旋转副R13;第三直线驱动副P3上端的第十三转动副R13与第二旋转虎克铰基座13相连,第二旋转虎克铰基座13上端的第十转动副R10与第二球型连接轴10相连。

[0014] 第一直线驱动器IV上端的第五旋转副R5与活动平台的第三固定虎克铰基座8连接,第一直线驱动器IV下端的第一旋转副R1与固定平台的第一固定虎克铰基座2连接。

[0015] 第二直线驱动器VI上端的第七旋转副R7与活动平台的第一固定虎克铰基座6连接,第二直线驱动器VI下端的第三旋转副R3与固定平台的第二固定虎克铰基座3连接。第三直线驱动器V上端的第九旋转副R9与活动平台的第二固定虎克铰基座7连接。

[0016] 第三直线驱动器V下端的第三直线运动副P3与固定平台的第一固定支链套筒4连接。

[0017] 本发明由于采取以上技术方案,其具有以下优点:

[0018] 本发明每个运动模块有一组并联关节与两个全向轮组成,每个模块有四个自由度,能够实现俯仰、偏航、伸缩和绕中心轴转动,进一步提升灵活性、增大活动空间。通过控制三个运动支链直线驱动器的伸缩长度与全向轮转动速度,实现对仿蛇搜救机器人的运动控制,减少了运算量,简化了机器人的控制过程,便于后续运动控制算法的设计与优化。全向轮与并联关节的结合,使新型仿蛇搜救机器人集轮式机器人与传统仿蛇机器人的优势于一体,增强其环境适应能力,使之能够胜任复杂环境下的多任务工作。

[0019] 模块化的设计能够根据不同任务的需求改变仿蛇机器人的模块数量,在机器人出现故障时进行高效的检测与维修,在执行情报侦察工作时,可以分解为多个模块独立侦察,隐蔽性更强,获取信息量更大。

附图说明

[0020] 图1是本发明的仿蛇搜救机器人关节机构示意图;

[0021] 图2是本发明的全向轮示意图;

[0022] 图3.1是本发明的并联关节组示意图;

[0023] 图3.2是本发明的固定平台示意图;

[0024] 图3.3是本发明的动平台示意图;

[0025] 图3.4是本发明的直线驱动器示意图;

[0026] 图4.1是本发明的伸缩运动示意图;

[0027] 图4.2是本发明的俯仰运动示意图;

[0028] 图4.3是本发明的偏航运动示意图;

[0029] 图5是是采用本发明仿蛇搜救机器人关节机构的仿蛇搜救机器人示意图;

[0030] 图中:I为上全向轮,II为并联关节组,III为下全向轮,IV为第一直线驱动器、V为第二直线驱动器、VI为第三直线驱动器,1为固定平台圆形端盖基座,2为第一固定虎克铰基座、3为第二固定虎克铰基座,4为固定运动支链套筒,5为动平台圆端基座,6为第三固定虎克铰基座,7为第四固定虎克铰基座,8为第五固定虎克铰基座,9为第一球型连接轴,10为第二球型连接轴,11为第三球型连接轴,12为第一旋转虎克铰基座,13为第二旋转虎克铰基座,14为第三旋转虎克铰基座,15为第一运动支链套筒,16为第二运动支链套筒,17为第四

球型连接轴,18为第五球型连接轴,19为全向轮上支轮从动轮,20为全向轮上支轮轮轴,21为全向轮下支轮从动轮,22为全向轮下支轮轮轴,23、24为全向轮连接轴,25为蛇头,26为蛇尾,R1为第一转动副,R2为第二转动副,R3为第三转动副,R4为第四转动副,R5为第五转动副,R6为第六转动副,R7为第七转动副,R8为第八转动副,R9为第九转动副,R10为第十转动副,R11为第十一转动副,R12为第十二转动副,R13为第十三转动副,R14为第十四转动副,P1为第一直线驱动副,P2为第二直线驱动副,P3为第三直线驱动副。

具体实施方式

[0031] 下图结合附图对本发明做进一步说明。

[0032] 参见图1,本发明提供的仿蛇搜救机器人关节机构包含上全向轮I、并联关节组II、下全向轮III,上全向轮的连接轴23和下全向轮的连接轴24分别与并联关节组的动平台圆形端盖基座5和固定平台圆形端盖基座1固定连接。

[0033] 参见图2,所述全向轮I由两个全向轮支轮和一个全向轮连接轴23组成,每个全向轮支轮由一个全向轮轮轴20和八个被动轮19组成,被动轮19上的第十四旋转副R14与全向轮轮轴连接。

[0034] 参见图3.1-3.4,所述并联关节组II包含固定平台(固定平台圆端基座1、第一固定虎克铰基座2、第二固定虎克铰基座3、固定运动支链套筒4)、第一直线驱动器IV、第二直线驱动器V、第三直线驱动器VI和动平台(动平台圆端基座5、第三固定虎克铰基座6、第四固定虎克铰基座7,第五固定虎克铰基座8);固定平台的第一固定虎克铰基座2、第二固定虎克铰基座3分别与第一直线驱动器IV上的第四球型连接轴17和第三直线驱动器VI上的第五球型连接轴3通过旋转副R9连接,固定平台上的运动支链套筒4与直线驱动器上的第二旋转虎克铰基座13通过直线运动副P3连接。动平台上的第三固定虎克铰基座6、第四固定虎克铰基座7,第五固定虎克铰基座8分别与第一直线驱动器IV上的第一球型连接轴9、第二直线驱动器V上的第二球型连接轴10、第三直线驱动器VI上的第三球型连接轴11通过旋转副R5、R10、R7连接。

[0035] 参见图3.2,所述固定平台由固定平台圆形端盖基座1、第一固定虎克铰基座2、第二固定虎克铰基座3和固定运动支链套筒4组成;第一固定虎克铰基座2、第二固定虎克铰基座3和固定运动支链套筒4固定在固定平台圆形端盖基座1上。

[0036] 参见图3.3,所述动平台由动平台圆形端盖基座5、第三固定虎克铰基座6、第四固定虎克铰基座7、第五固定虎克铰基座8组成;第三固定虎克铰基座6、第四固定虎克铰基座7、第五固定虎克铰基座8固定在动平台圆形端盖基座5上。

[0037] 参见图3.4,所述第一直线驱动器IV与第二直线驱动器VI是相同的UPS支链,直线驱动器IV包含第一球型连接轴9、第四球型连接轴17、第一直线驱动P1、第一运动支链套筒17、第一旋转虎克铰基座12、第一旋转副R1、第二旋转副R2、第五旋转副R9、第六旋转副R6、第十一旋转副R11;第一直线运动副P1上、下端分别连接第一运动支链套筒15、第十一旋转副R11,第一运动支链套筒15下端的第二转动副R2与第四球型连接轴21相连,第一直线驱动副P1上端的第十一转动副R11与第一旋转虎克铰基座12相连,第一旋转虎克铰基座12上端的第六转动副R6与第一球型连接轴9相连。

所述第二直线驱动器VI是UPS支链,直线驱动器VI包含第三球型连接轴11、第五球型连

接轴18、第二直线驱动P2、第二运动支链套筒16、第三旋转虎克铰基座14、第三旋转副R3、第四旋转副R4、第七旋转副R7、第八旋转副R8、第十二旋转副R12；第二直线运动副P2上、下端分别连接第二运动支链套筒16、第十二旋转副R12，第二运动支链套筒16下端的第四转动副R4与第五球型连接轴18相连，第二直线驱动副P2上端的第十二转动副R12与第三旋转虎克铰基座14相连，第三旋转虎克铰基座14上端的第八转动副R8与第三球型连接轴11相连。

所述第三直线驱动器V是PU支链，直线驱动器V包含第二球型连接轴10、第三直线驱动副P3、第二旋转虎克铰基座13、第九旋转副R9、第十旋转副R10、第十三旋转副R13；第三直线驱动副P3上端的第十三转动副R13与第二旋转虎克铰基座13相连，第二旋转虎克铰基座13上端的第十转动副R10与第二球型连接轴10相连。

[0038] 参见4.1-4.3,所述仿蛇搜救机器人关节机构的并联关节组工作原理为：

[0039] 参见图4.1,左图为并联关节组初始状态；中间图为第一直线驱动器IV、第二直线驱动器V、第三直线驱动器VI同时伸长20mm时，并联关节组进行伸长运动；右图为第一直线驱动器IV、第二直线驱动器V、第三直线驱动器VI同时收缩20mm时，并联关节组进行收缩运动。

[0040] 参见图4.2,左图为并联关节组初始状态；中间图为第一直线驱动器IV、第三直线驱动器VI同时伸长20mm,第二直线驱动器V长度保持不变时，并联关节组进行俯运动；右图为第一直线驱动器IV、第三直线驱动器VI同时收缩20mm,第二直线驱动器V长度保持不变时，并联关节组进行仰运动。

[0041] 参见图4.3,左图为并联关节组初始状态；中间图为第一直线驱动器IV、第二直线驱动器V长度保持不变,第三直线驱动器VI伸长20mm时，并联关节组进行左偏航运动；右图为第二直线驱动器V、第三直线驱动器VI长度保持不变,第一直线驱动器IV伸长20mm时，并联关节组进行右偏航运动。

[0042] 参见图4,各仿蛇搜救机器人关节机构通过首尾相连组成仿蛇搜救机器人,在第一个仿蛇搜救机器人关节机构外端连接蛇头25,最后一个仿蛇搜救机器人关节机构外端连接蛇尾26。

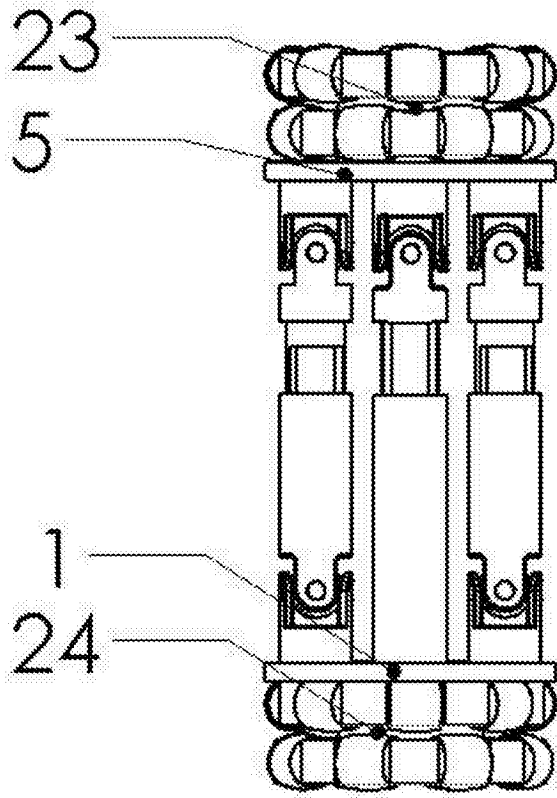


图1

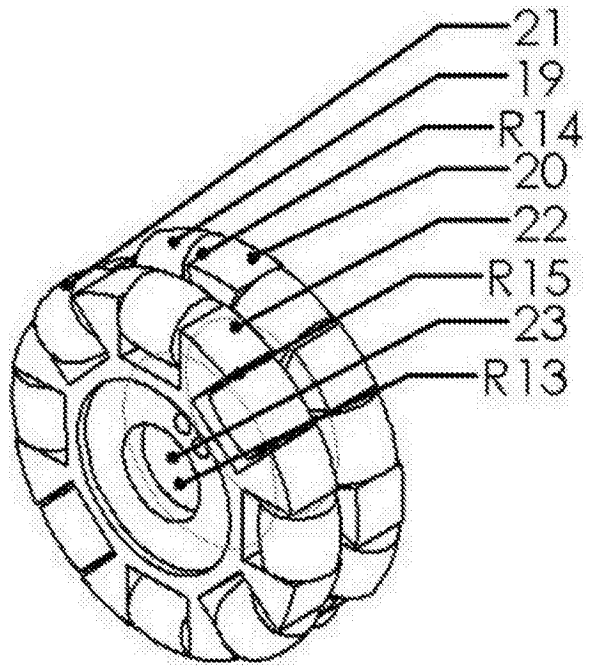


图2

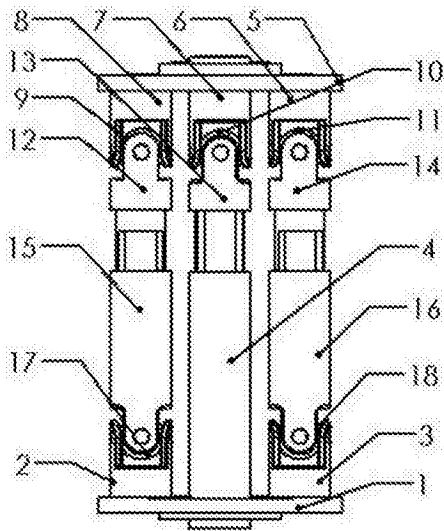


图3.1

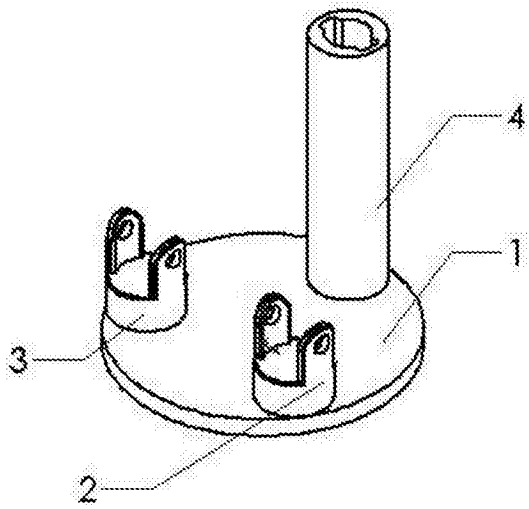


图3.2

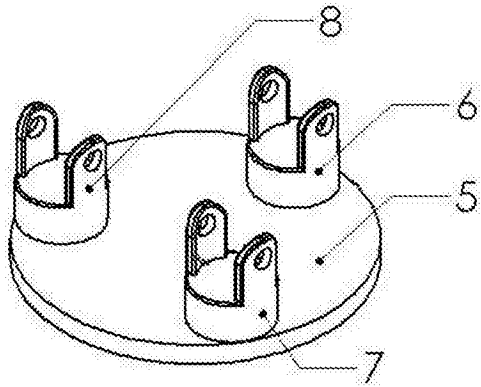


图3.3

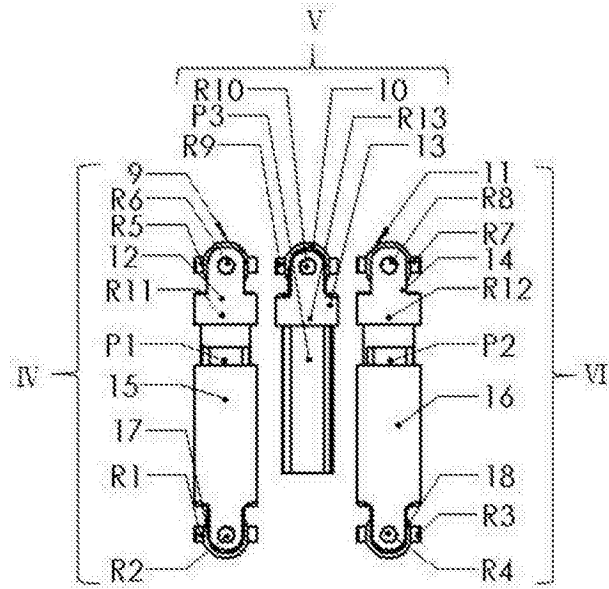


图3.4

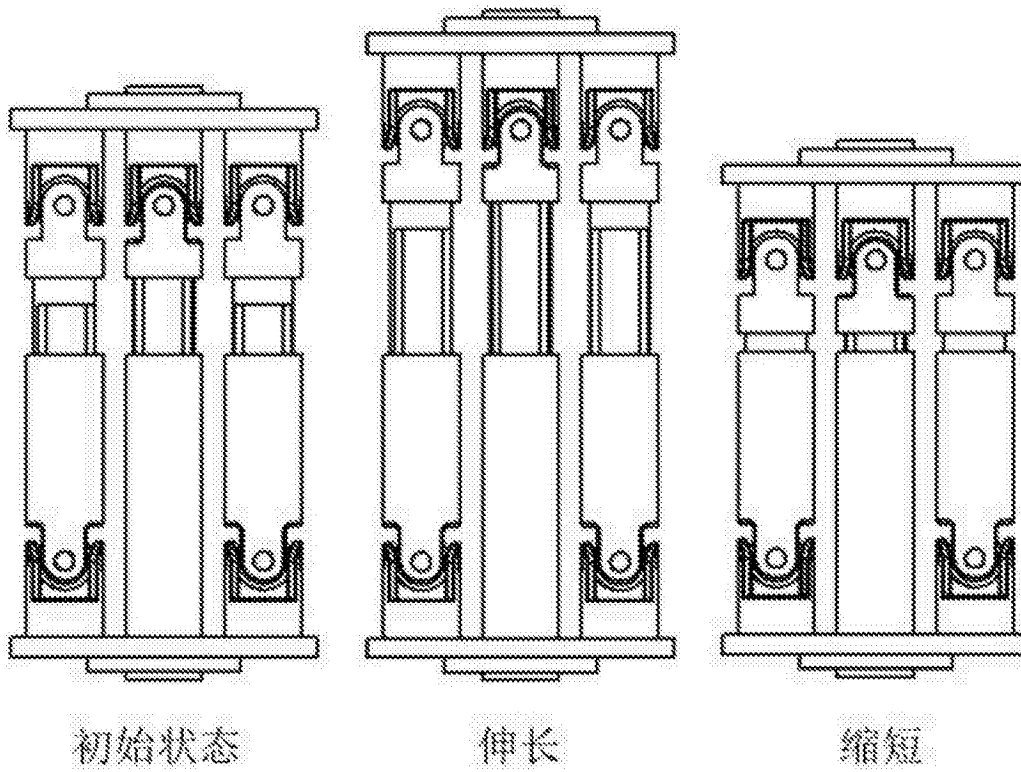


图4.1

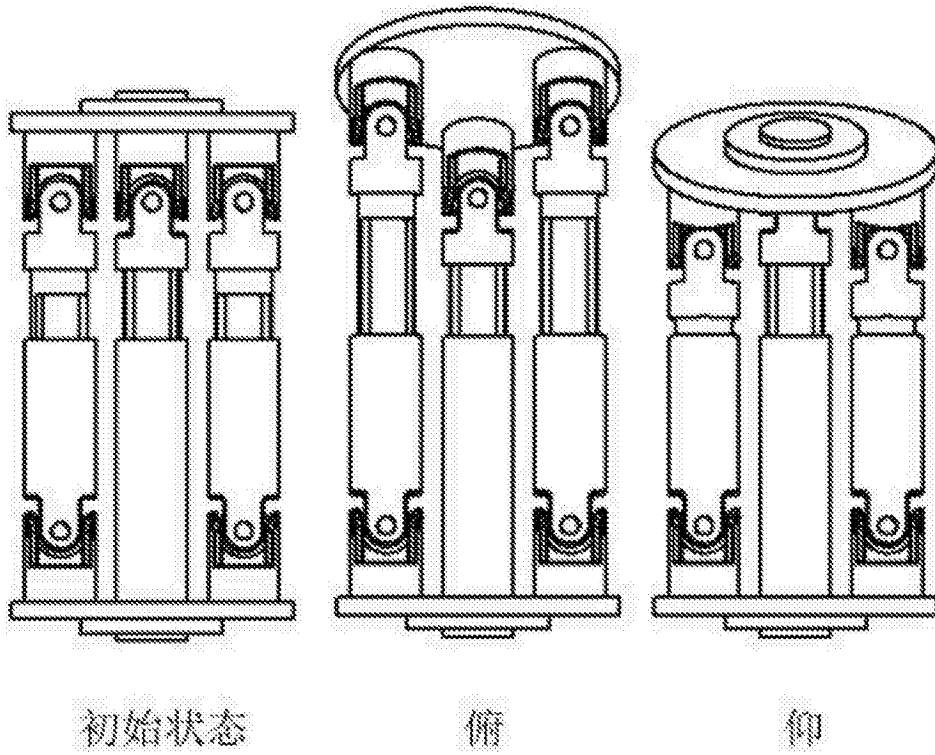


图4.2

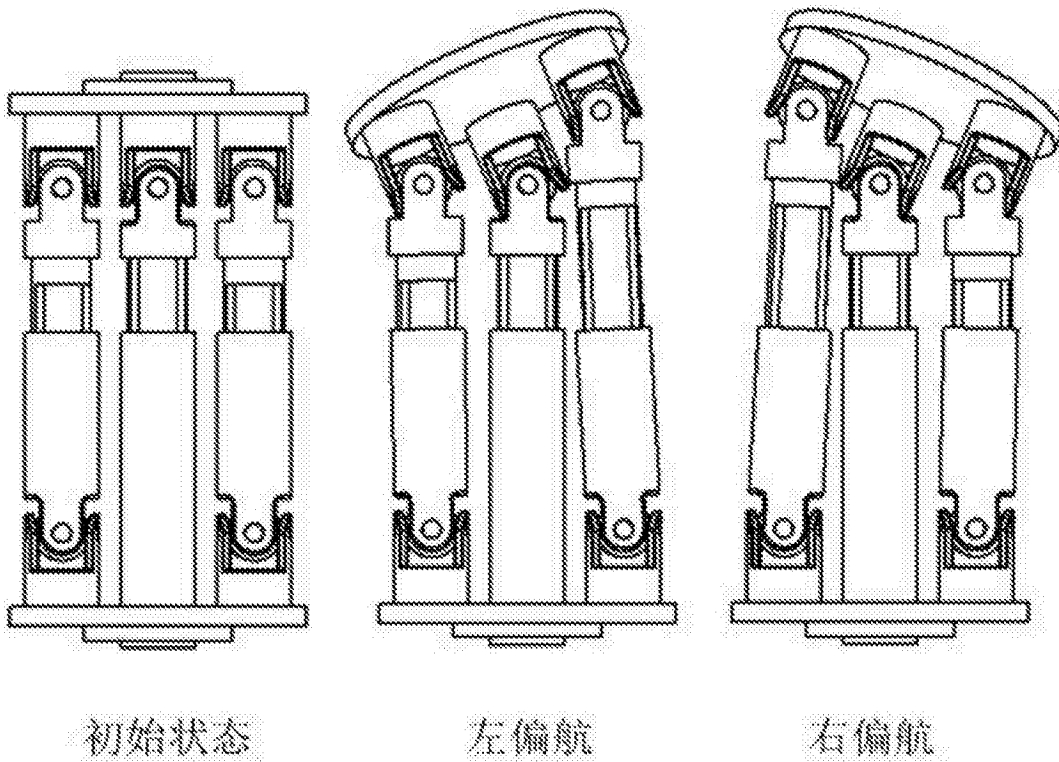


图4.3

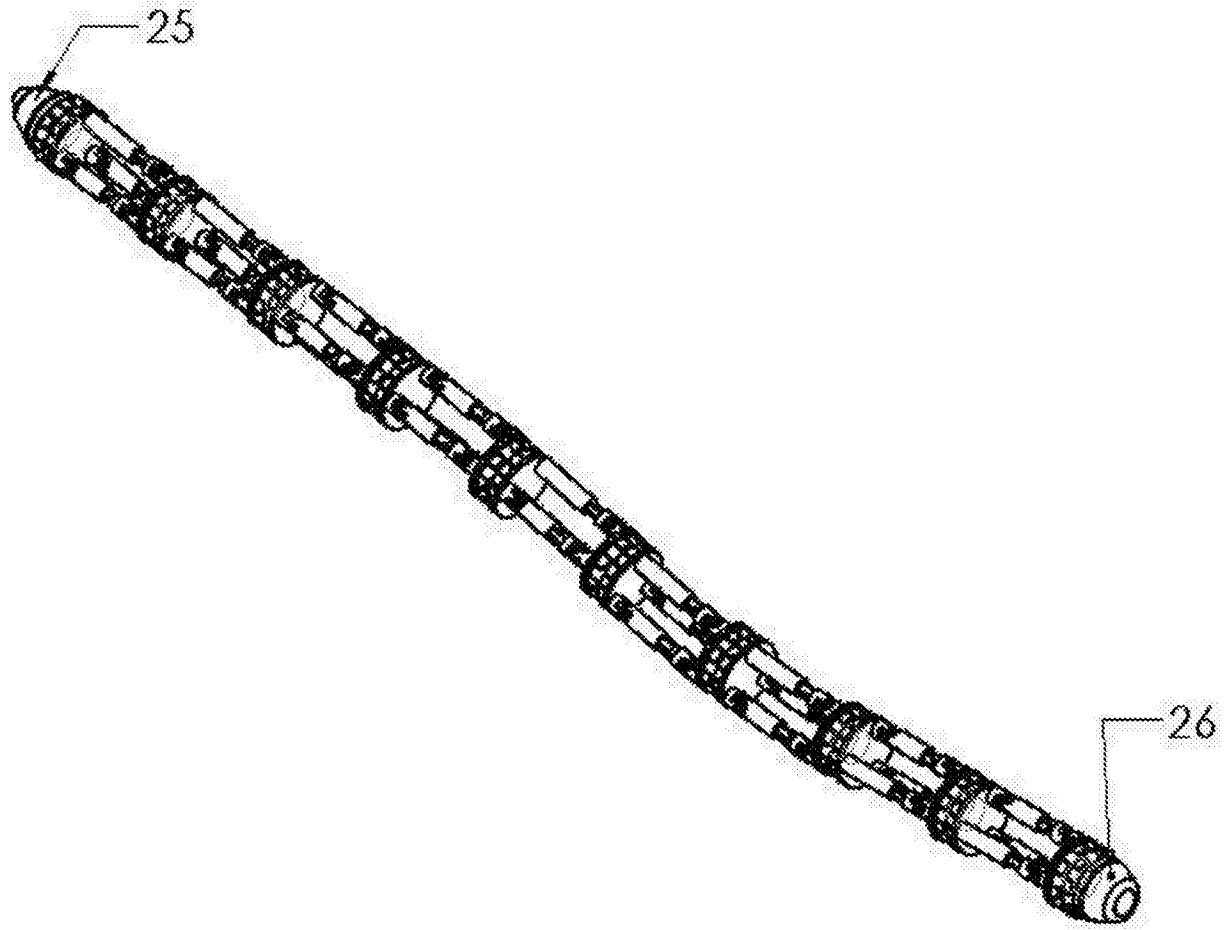


图5