



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108500969 B

(45) 授权公告日 2021.04.30

(21) 申请号 201810178136.X

CN 204772587 U, 2015.11.18

(22) 申请日 2018.03.05

CN 103895005 A, 2014.07.02

(65) 同一申请的已公布的文献号

WO 2004004986 A2, 2004.01.15

申请公布号 CN 108500969 A

CN 107433623 A, 2017.12.05

CN 101664924 A, 2010.03.10

(43) 申请公布日 2018.09.07

陈泉柱等.具有关节角反馈的绳驱动拟人臂机器人机构设计与张力分析.《机械工程学报》.2010,第46卷(第13期),第83-90页.

(73) 专利权人 东南大学溧阳研究院

地址 213300 江苏省常州市溧阳市昆仑街
道泓口路218号A幢428室(江苏中关村
科技产业园内)

专利权人 东南大学

陈泉柱等.具有关节角反馈的绳驱动拟人臂机器人机构设计与张力分析.《机械工程学报》.2010,第46卷(第13期),第83-90页.

(72) 发明人 高丙团 姜雷杰 王佳宇

Cihat Bora Yigit等.Design and Modelling of a Cable-Driven Parallel-Series Hybrid Variable Stiffness Joint Mechanism for Robotics.《Mechanical Sciences》.2017,第8卷(第1期),第65-77页.

(74) 专利代理机构 南京苏高专利商标事务所

(普通合伙) 32204

代理人 饶欣

Bingtuan Gao等.Inverse Kinematics and Workspace Analysis of a 3 DOF Flexible Parallel Humanoid Neck Robot.《JOURNAL OF INTELLIGENT & ROBOTIC SYSTEMS》.2017,第87卷(第2期),第211-229页.

(51) Int.Cl.

B25J 9/10 (2006.01)

B25J 9/00 (2006.01)

B25J 13/08 (2006.01)

B25J 17/02 (2006.01)

审查员 刘恒

(56) 对比文件

CN 101590651 A, 2009.12.02

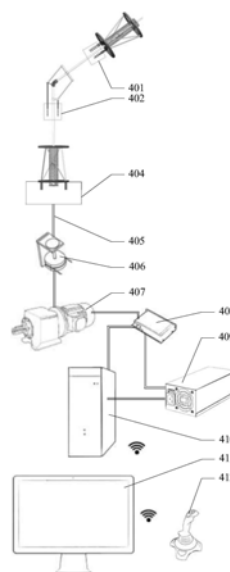
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

一种多自由度自绝缘机器人臂系统

(57) 摘要

本发明公开了一种多自由度自绝缘机器人臂系统,包括能够实现4个自由度运动的肩关节机构、能够实现1个自由度运动的肘关节机构以及能够实现4个自由度运动的腕关节机构,肩关节机构通过肘关节机构连接腕关节机构。本发明能够实现多自由度运动,并且能够全部使用绝缘材料和轻质材料,不需要使用非绝缘材料,能够有效实现自绝缘、降低重量。



CN 108500969 B

1. 一种多自由度自绝缘机器人臂系统,其特征在于:包括能实现4个自由度运动的肩关节机构(100)、能实现1个自由度运动的肘关节机构(200)以及能实现4个自由度运动的腕关节机构(300),肩关节机构(100)通过肘关节机构(200)连接腕关节机构(300);所述机器人臂系统使用绝缘材料;

所述肩关节机构(100)包括第一圆盘(101)、第二圆盘(102)、四根驱动绳索、直线轴承(105)以及第一柔性弹簧(110);第一柔性弹簧(110)的一端固定在直线轴承(105)上,第一柔性弹簧(110)的另一端固定在第二圆盘(102)上;第一柔性弹簧(110)内部设有第一直线轴(1091)、万向节(108)和第二直线轴(1092),直线轴承(105)的外壁固定连接第一圆盘(101),第一直线轴(1091)的一端从直线轴承(105)的内孔中穿过,第一直线轴(1091)的另一端连接万向节(108)的一端,万向节(108)的另一端连接第二直线轴(1092)的一端,第二直线轴(1092)的另一端固定在第二圆盘(102)上;

所述腕关节机构(300)包括第三圆盘(301)、第四圆盘(304)、四根驱动绳索、直线轴承(305)以及第二柔性弹簧(310);第二柔性弹簧(310)的一端固定在直线轴承(305)上,第二柔性弹簧(310)的另一端固定在第四圆盘(304)上;第二柔性弹簧(310)内部设有第三直线轴(3091)、万向节(308)和第四直线轴(3092),直线轴承(305)的外壁固定连接第三圆盘(301),第三直线轴(3091)的一端从直线轴承(305)的内孔中穿过,第三直线轴(3091)的另一端连接万向节(308)的一端,万向节(308)的另一端连接第四直线轴(3092)的一端,第四直线轴(3092)的另一端固定在第四圆盘(304)上。

2. 根据权利要求1所述的多自由度自绝缘机器人臂系统,其特征在于:所述四根驱动绳索的另一端分别穿过第一圆盘(101)上的四个通孔,四个通孔等分成两组,每组中的两个通孔相互邻近,两组通孔分别设在相隔 180° 的位置;四根驱动绳索的一端分别固定在第二圆盘(102)上的四个固定点处,四个固定点等分成两组,每组中的两个固定点相互邻近,两组固定点分别设在相隔 180° 的位置;并且,初始状态下,两组固定点之间的连线与两组通孔之间的连线垂直。

3. 根据权利要求1所述的多自由度自绝缘机器人臂系统,其特征在于:所述肘关节机构(200)包括第一平板(201),第一平板(201)通过第一连杆(204)连接第一转动部件(206),第一转动部件(206)通过转轴(207)连接第二转动部件(208),第二转动部件(208)通过第二连杆(209)连接第三平板(203),第一平板(201)和第三平板(203)之间还通过第五驱动绳索(205)相连,第一转动部件(206)还连接第二平板(202),第二平板(202)通过第六驱动绳索(210)连接第三平板(203)。

4. 根据权利要求1所述的多自由度自绝缘机器人臂系统,其特征在于:所述四根驱动绳索的另一端分别穿过第四圆盘(304)上的四个通孔,四个通孔等分成两组,每组中的两个通孔相互邻近,两组通孔分别设在相隔 180° 的位置;四根驱动绳索的一端分别固定在第三圆盘(301)上的四个固定点处,四个固定点等分成两组,每组中的两个固定点相互邻近,两组固定点分别设在相隔 180° 的位置;并且,初始状态下,两组固定点之间的连线与两组通孔之间的连线垂直。

5. 根据权利要求1-4中任意一项所述的多自由度自绝缘机器人臂系统,其特征在于:还包括索轮机构(406)和减速电机(407),各个驱动绳索分别穿过导管,各个导管汇总成一根总导管束,总导管束连接索轮机构(406),减速电机(407)通过索轮机构(406)控制各个导管

对应的驱动绳索的运动。

6. 根据权利要求1所述的多自由度自绝缘机器人臂系统,其特征在于:还包括本地计算机(410)和控制计算机(411),所述肩关节机构(100)、肘关节机构(200)和腕关节机构(300)中均设有角度传感器和/或位移传感器,角度传感器和/或位移传感器的检测信号输入本地计算机(410),本地计算机(410)对检测信号进行分析并发送反馈信号给控制计算机(411),控制计算机(411)发送控制信号给本地计算机(410)。

一种多自由度自绝缘机器人臂系统

技术领域

[0001] 本发明涉及机器人臂领域,特别是涉及一种多自由度自绝缘机器人臂系统。

背景技术

[0002] 如何加强日常维护以及出现问题时及时抢修以便构建电力系统的安全防御框架成为亟待解决的问题。停电进行日常维护检修是最安全可靠的方式,但是停电对国家工业生产的影响很大,严重降低生产效率。此外,停电以及检修完毕之后的上电会对电力系统内的设备造成冲击,降低设备使用寿命。带电作业水平的提高是解决这一问题的重要手段之一。带电作业是电网设备检测、检修维护和改造的重要手段和方法。它对于提高供电可靠性、消减停电损失、保证电网安全稳定运行具有重大意义。传统的高压输电线路上的带电作业主要由人工完成,由于是高空和高磁场的作业环境,所以其危险性大,容易引发人身伤亡事故。为避免人工带电作业中事故的发生,增强带电作业的安全性,提高作业效率,采用机器人代替人工进行作业有着迫切的现实意义和重要的研究价值。

[0003] 由于高压带电作业对人或设备的危害主要为流过的电流大小和电场的强弱,因此高压带电作业机器人的绝缘问题是研究的关键。当前的带电作业机器人均采用传统的金属机械臂,通过在机械臂安装底座处进行绝缘隔离的方式进行带电操作,具有绝缘成本高和机器人自重大的缺点。

发明内容

[0004] 发明目的:本发明的目的是提供一种能够实现自绝缘的多自由度自绝缘机器人臂系统。

[0005] 技术方案:为达到此目的,本发明采用以下技术方案:

[0006] 本发明所述的多自由度自绝缘机器人臂系统,包括能实现4个自由度运动的肩关节机构、能实现1个自由度运动的肘关节机构以及能实现4个自由度运动的腕关节机构,肩关节机构通过肘关节机构连接腕关节机构。

[0007] 进一步,所述肩关节机构包括第一圆盘、第二圆盘、四根驱动绳索、直线轴承以及第一柔性弹簧;第一柔性弹簧的一端固定在直线轴承上,第一柔性弹簧的另一端固定在第二圆盘上;第一柔性弹簧内部设有第一直线轴、万向节和第二直线轴,直线轴承的外壁固定连接第一圆盘,第一直线轴的一端从直线轴承的内孔中穿过,第一直线轴的另一端连接万向节的一端,万向节的另一端连接第二直线轴的一端,第二直线轴的另一端固定在第二圆盘上;驱动绳索的一端固定在第二圆盘上,驱动绳索的另一端穿过第一圆盘作为驱动端。

[0008] 进一步,所述四根驱动绳索的另一端分别穿过第一圆盘上的四个通孔,四个通孔等分成两组,每组中的两个通孔相互邻近,两组通孔分别设在相隔 180° 的位置;四根驱动绳索的一端分别固定在第二圆盘上的四个固定点处,四个固定点等分成两组,每组中的两个固定点相互邻近,两组固定点分别设在相隔 180° 的位置;并且,初始状态下,两组固定点之间的连线与两组通孔之间的连线垂直。

[0009] 进一步,所述肘关节机构包括第一平板,第一平板通过第一连杆连接第一转动部件,第一转动部件通过转轴连接第二转动部件,第二转动部件通过第二连杆连接第三平板,第一平板和第三平板之间还通过第五驱动绳索相连,第一转动部件还连接第二平板,第二平板通过第六驱动绳索连接第三平板。

[0010] 进一步,所述腕关节机构包括第三圆盘、第四圆盘、四根驱动绳索、直线轴承以及第二柔性弹簧;第二柔性弹簧的一端固定在直线轴承上,第二柔性弹簧的另一端固定在第四圆盘上;第二柔性弹簧内部设有第三直线轴、万向节和第四直线轴,直线轴承的外壁固定连接第三圆盘,第三直线轴的一端从直线轴承的内孔中穿过,第三直线轴的另一端连接万向节的一端,万向节的另一端连接第四直线轴的一端,第四直线轴的另一端固定在第四圆盘上;驱动绳索的一端固定在第三圆盘上,驱动绳索的另一端穿过第四圆盘作为驱动端。

[0011] 进一步,所述四根驱动绳索的另一端分别穿过第四圆盘上的四个通孔,四个通孔等分成两组,每组中的两个通孔相互邻近,两组通孔分别设在相隔 180° 的位置;四根驱动绳索的一端分别固定在第三圆盘上的四个固定点处,四个固定点等分成两组,每组中的两个固定点相互邻近,两组固定点分别设在相隔 180° 的位置;并且,初始状态下,两组固定点之间的连线与两组通孔之间的连线垂直。

[0012] 进一步,还包括索轮机构和减速电机,各个驱动绳索分别穿过导管,各个导管汇总成一根总导管束,总导管束连接索轮机构,减速电机通过索轮机构控制各个导管对应的驱动绳索的运动。

[0013] 进一步,还包括本地计算机和控制计算机,所述肩关节机构、肘关节机构和腕关节机构中均设有角度传感器和/或位移传感器,角度传感器和/或位移传感器的检测信号输入本地计算机,本地计算机对检测信号进行分析并发送反馈信号给控制计算机,控制计算机发送控制信号给本地计算机。

[0014] 有益效果:本发明公开了一种多自由度自绝缘机器人臂系统,能够实现多自由度运动,并且能够全部使用绝缘材料和轻质材料,不需要使用非绝缘材料,能够有效实现自绝缘、降低重量。

附图说明

[0015] 图1为本发明具体实施方式中肩关节机构、肘关节机构和腕关节机构的结构示意图;

[0016] 图2为本发明具体实施方式中肩关节机构的结构示意图;

[0017] 图3为本发明具体实施方式中肘关节机构的结构示意图;

[0018] 图4为本发明具体实施方式中腕关节机构的结构示意图;

[0019] 图5为本发明具体实施方式中系统的整体结构示意图。

具体实施方式

[0020] 下面结合具体实施方式对本发明的技术方案作进一步的介绍。

[0021] 本具体实施方式公开了一种多自由度自绝缘机器人臂系统,如图1和图5所示,包括能够实现4个自由度运动的肩关节机构100、能够实现1个自由度运动的肘关节机构200以及能够实现4个自由度运动的腕关节机构300,肩关节机构100通过肘关节机构200连接腕关节机构

300。

[0022] 如图2所示,肩关节机构100包括第一圆盘101、第二圆盘102、四根驱动绳索、直线轴承105以及第一柔性弹簧110。四根驱动绳索分别为第一驱动绳索103、第二驱动绳索104、第三驱动绳索106和第四驱动绳索107。第一柔性弹簧110的一端固定在直线轴承105上,第一柔性弹簧110的另一端固定在第二圆盘102上。第一柔性弹簧110内部设有第一直线轴1091、万向节108和第二直线轴1092,直线轴承105的外壁固定连接第一圆盘101,第一直线轴1091的一端从直线轴承105的内孔中穿过,第一直线轴1091的另一端连接万向节108的一端,万向节108的另一端连接第二直线轴1092的一端,第二直线轴1092的另一端固定在第二圆盘102上。驱动绳索的一端固定在第二圆盘102上,驱动绳索的另一端穿过第一圆盘101作为驱动端。四根驱动绳索的另一端分别穿过第一圆盘101上的四个通孔,四个通孔等分成两组,每组中的两个通孔相互邻近,两组通孔分别设在相隔 180° 的位置。四根驱动绳索的一端分别固定在第二圆盘102上的四个固定点处,四个固定点等分成两组,每组中的两个固定点相互邻近,两组固定点分别设在相隔 180° 的位置。并且,初始状态下,两组固定点之间的连线与两组通孔之间的连线垂直。机器人臂的肩关节并联机构100的下端与底座404通过固定件111连接,底座404将整个机器人臂固定起来。

[0023] 如图3所示,肘关节机构200包括第一平板201,第一平板201通过第一连杆204连接第一转动部件206,第一转动部件206通过转轴207连接第二转动部件208,第二转动部件208通过第二连杆209连接第三平板203,第一平板201和第三平板203之间还通过第五驱动绳索205相连,第一转动部件206还连接第二平板202,第二平板202通过第六驱动绳索210连接第三平板203。

[0024] 如图4所示,腕关节机构300包括第三圆盘301、第四圆盘304、四根驱动绳索、直线轴承305以及第二柔性弹簧310。四根驱动绳索分别为第七驱动绳索302、第八驱动绳索303、第九驱动绳索306和第十驱动绳索307。第二柔性弹簧310的一端固定在直线轴承305上,第二柔性弹簧310的另一端固定在第四圆盘304上。第二柔性弹簧310内部设有第三直线轴3091、万向节308和第四直线轴3092,直线轴承305的外壁固定连接第三圆盘301,第三直线轴3091的一端从直线轴承305的内孔中穿过,第三直线轴3091的另一端连接万向节308的一端,万向节308的另一端连接第四直线轴3092的一端,第四直线轴3092的另一端固定在第四圆盘304上。驱动绳索的一端固定在第三圆盘301上,驱动绳索的另一端穿过第四圆盘304作为驱动端。四根驱动绳索的另一端分别穿过第四圆盘304上的四个通孔,四个通孔等分成两组,每组中的两个通孔相互邻近,两组通孔分别设在相隔 180° 的位置。四根驱动绳索的一端分别固定在第三圆盘301上的四个固定点处,四个固定点等分成两组,每组中的两个固定点相互邻近,两组固定点分别设在相隔 180° 的位置。并且,初始状态下,两组固定点之间的连线与两组通孔之间的连线垂直。

[0025] 如图5所示,系统还包括索轮机构406、减速电机407、电机驱动器408、开关电源409、本地计算机410、控制计算机411和手柄412。各个驱动绳索分别穿过导管,其中,肩关节机构100中的四个驱动绳索分别穿过四个导管,四个导管组合401如图5所示;肘关节机构200中的两个驱动绳索分别穿过两个导管,两个导管组合402如图5所示;腕关节机构300中的四个驱动绳索分别穿过四个导管,四个导管组合404如图5所示。各个导管汇总成一根总导管束405,总导管束405连接索轮机构406,减速电机407通过索轮机构406控制导管束中各

个驱动绳索的运动。按下手柄412,控制计算机411通过无线网发送控制信号给本地计算机410,然后本地计算机发送模拟量信号给电机驱动器408,接着电机驱动器408给减速电机407供电,通过转矩控制模式对减速电机407进行控制,最后减速电机407通过索轮机构406拉动绳索驱动机器臂作九自由度运动,总共十根绳索,每个绳索连接一个减速电机,总共十个减速电机,每个减速电机需一个电机驱动器,总共十个电机驱动器。

[0026] 肩关节机构100、肘关节机构200和腕关节机构300中均设有角度传感器和/或位移传感器,例如:肩关节机构100中的第一圆盘101,肘关节机构200中的转轴207,腕关节机构300中的第三圆盘301分别装有码盘,分别测量肩关节机构转角、肘关节机构转角和腕关节机构转角;肩关节机构100中的第二圆盘102和腕关节机构300中的第四圆盘304分别装有拉线编码器,分别测量肩关节机构100中的第一柔性弹簧110的压缩位移和腕关节机构300中的第二柔性弹簧310的压缩位移;肩关节机构100和腕关节机构300分别装有两自由度的倾角传感器,用于测量肩关节机构100和腕关节机构300的前向倾角和侧向倾角。角度传感器和/或位移传感器的检测信号输入本地计算机410,本地计算机410对检测信号进行分析并发送反馈信号给控制计算机411,控制计算机411发送控制信号给本地计算机410。

[0027] 当索轮机构406拉紧第二驱动绳索104和第四驱动绳索107并回送第一驱动绳索103和第三驱动绳索106时,第二圆盘102向一侧弯曲;当索轮机构406拉紧第一驱动绳索103和第三驱动绳索106并回送第二驱动绳索104和第四驱动绳索107时,第二圆盘102向另一侧弯曲;当索轮机构406拉紧第二驱动绳索104和第三驱动绳索106并回送第一驱动绳索103和第四驱动绳索107时,第二圆盘102相对第一圆盘101围绕第一直线轴1091和第二直线轴1092向一个方向旋转,当索轮机构406拉紧第一驱动绳索103和第四驱动绳索107并回送第二驱动绳索104和第三驱动绳索106时,第二圆盘102相对第一圆盘101围绕第一直线轴1091和第二直线轴1092向另一个方向旋转;当索轮机构406同时拉紧第一驱动绳索103、第二驱动绳索104、第三驱动绳索106和第四驱动绳索107时,第一圆盘101与第一柔性弹簧110会一起压缩。综上所述,肩关节机构100在第一驱动绳索103、第二驱动绳索104、第三驱动绳索106和第四驱动绳索107作用下会产生俯仰、滚动、偏航和压缩这四个自由度的运动。

[0028] 当索轮机构406拉紧第五驱动绳索205并回送第六驱动绳索210时,第一转动部件206相对第二连杆209向一侧转动;当索轮机构406拉紧第六驱动绳索210并回送第五驱动绳索205时,第一转动部件206相对第二连杆209向另一侧转动。综上所述,肘关节机构200在第五驱动绳索205和第六驱动绳索210作用下会产生转动这一个自由度的运动。

[0029] 当索轮机构406拉紧第八驱动绳索303和第九驱动绳索306并回送第七驱动绳索302和第十驱动绳索307时,第三圆盘301向一侧弯曲;当索轮机构406拉紧第七驱动绳索302和第十驱动绳索307并回送第八驱动绳索303和第九驱动绳索306时,第三圆盘301向另一侧弯曲;当索轮机构406拉紧第八驱动绳索303和第十驱动绳索307并回送第七驱动绳索302和第九驱动绳索306时,第三圆盘301围绕第三直线轴3091和第四直线轴3092向一个方向旋转,当索轮机构406拉紧第七驱动绳索302和第九驱动绳索306并回送第八驱动绳索303和第十驱动绳索307时,第三圆盘301围绕第三直线轴3091和第四直线轴3092向另一个方向旋转;当索轮机构406同时拉紧第七驱动绳索302、第八驱动绳索303、第九驱动绳索306和第十驱动绳索307时,第三圆盘301与第二柔性弹簧310会一起压缩。综上所述,腕关节机构300在第七驱动绳索302、第八驱动绳索303、第九驱动绳索306和第十驱动绳索307作用下会产生

俯仰、滚动、偏航和压缩这四个自由度的运动。

[0030] 本具体实施方式中的所有部件均采用绝缘材料制造,其中骨架选用绝缘ABS塑料制成;肩关节机构100和腕关节机构300中的弹簧选用Tango类橡胶材料制成,该种材料弹性好且绝缘,满足塑料弹簧的需要;肩关节机构100和腕关节机构300中的万向节以及肘关节机构200中的转动部件采用陶瓷轴承配合聚四氟乙烯实现;采用抗拉伸的编织聚酯麻线作为驱动绳索,绳索导管采用分层绝缘塑料制成。

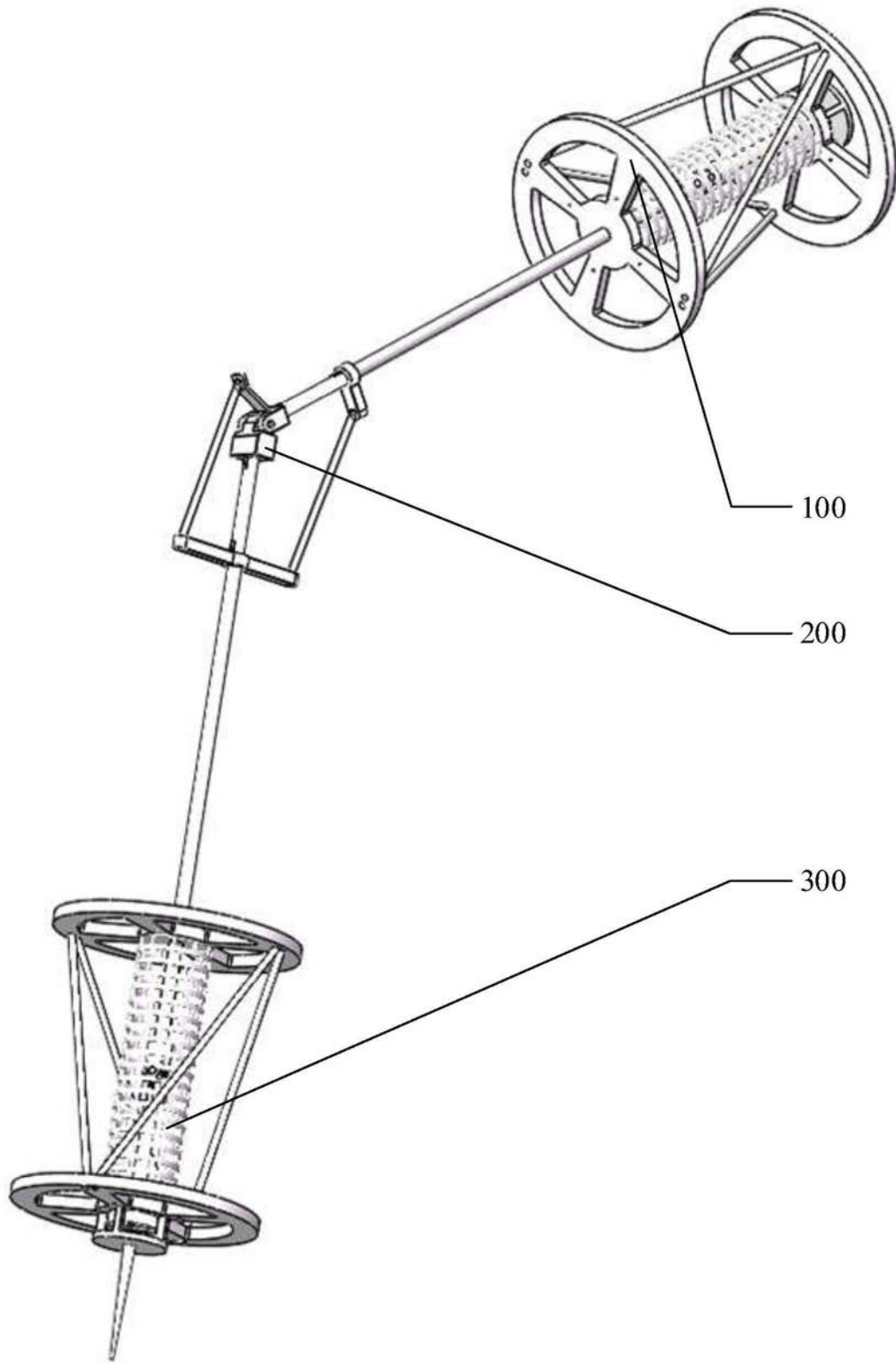


图1

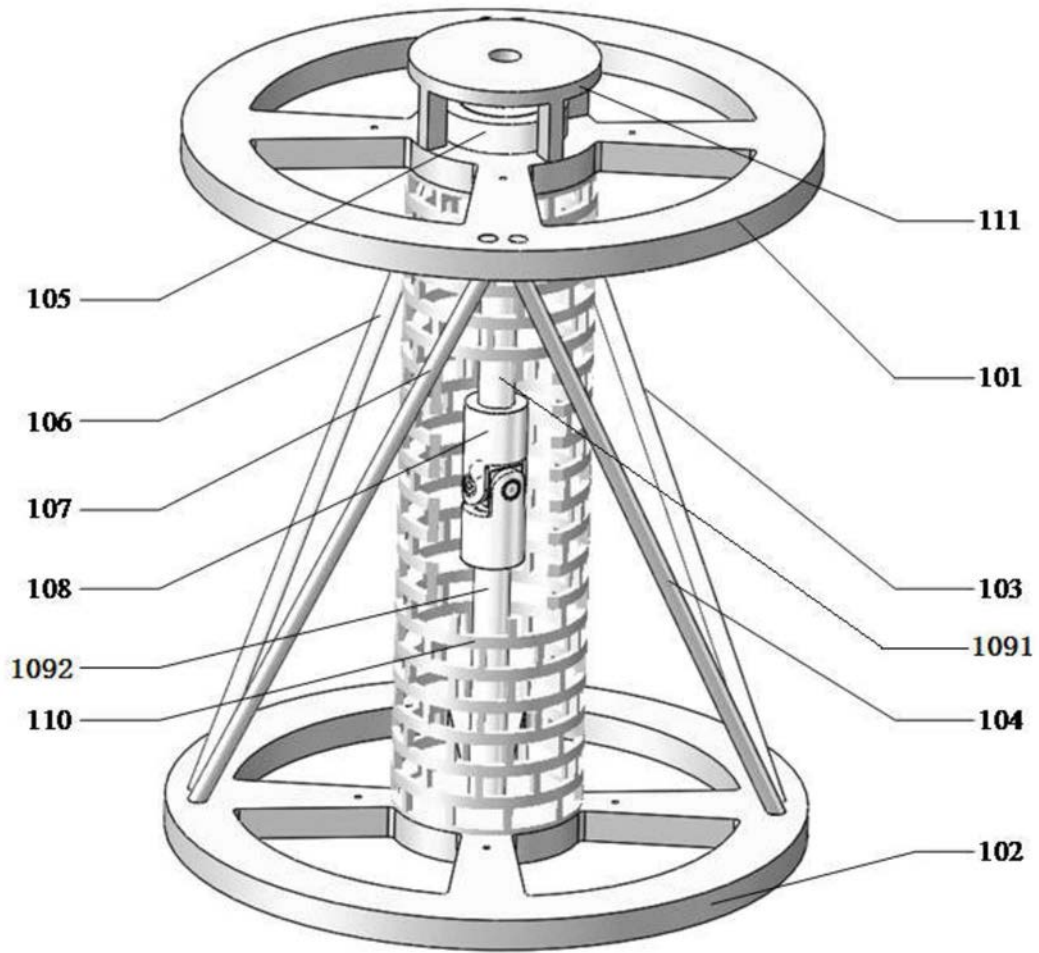


图2

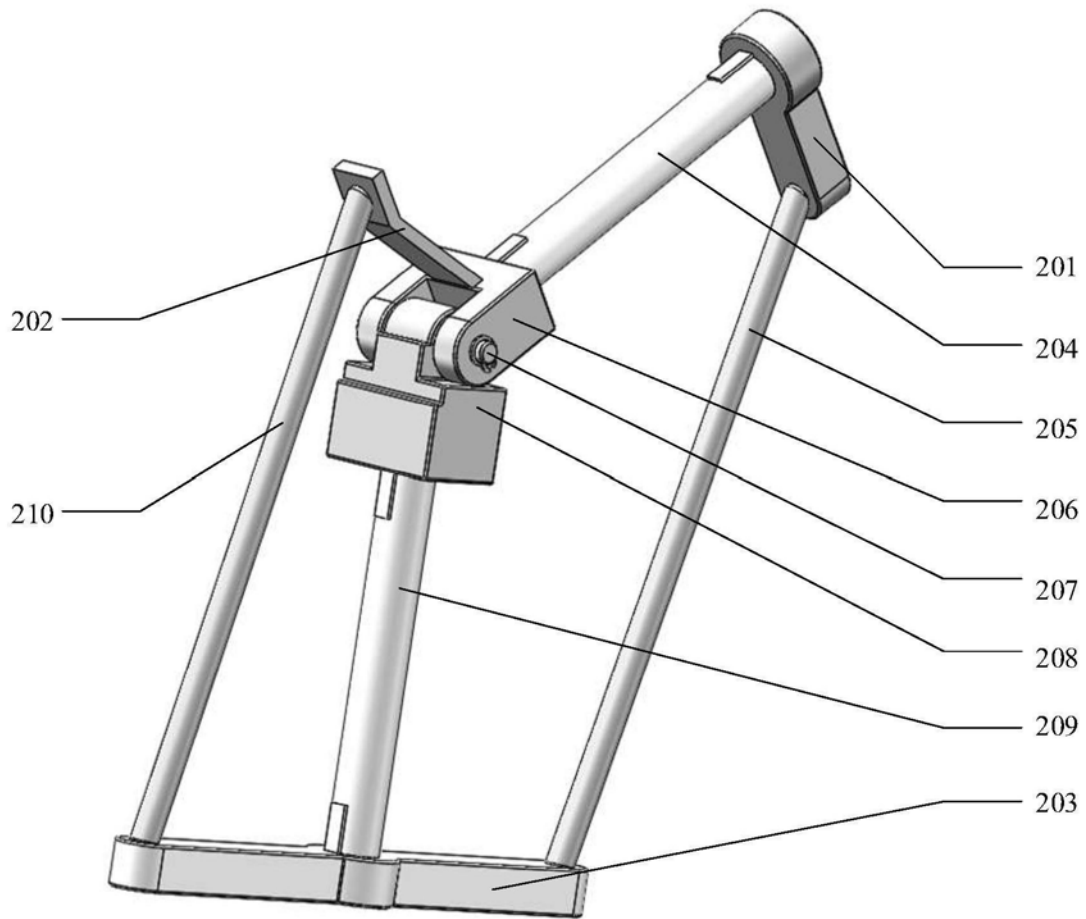


图3

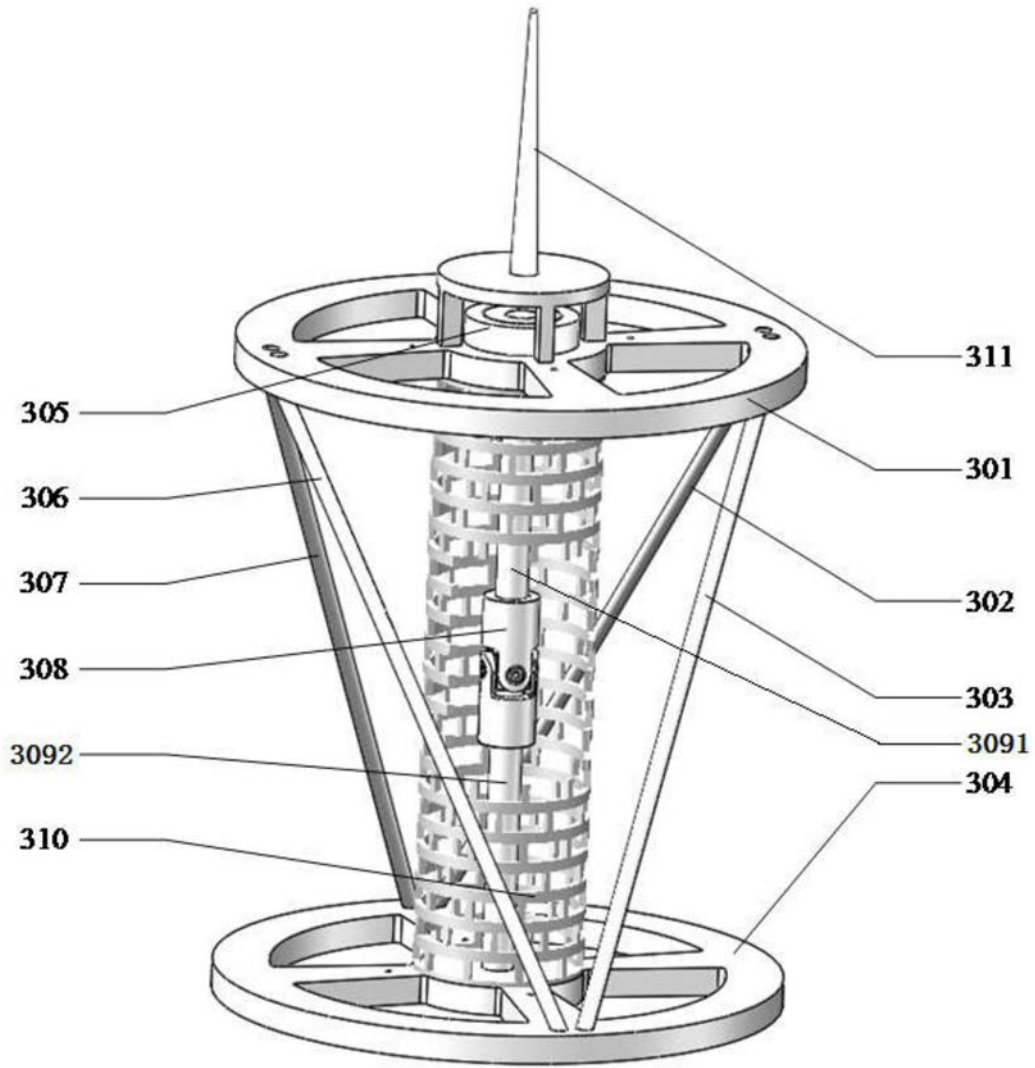


图4

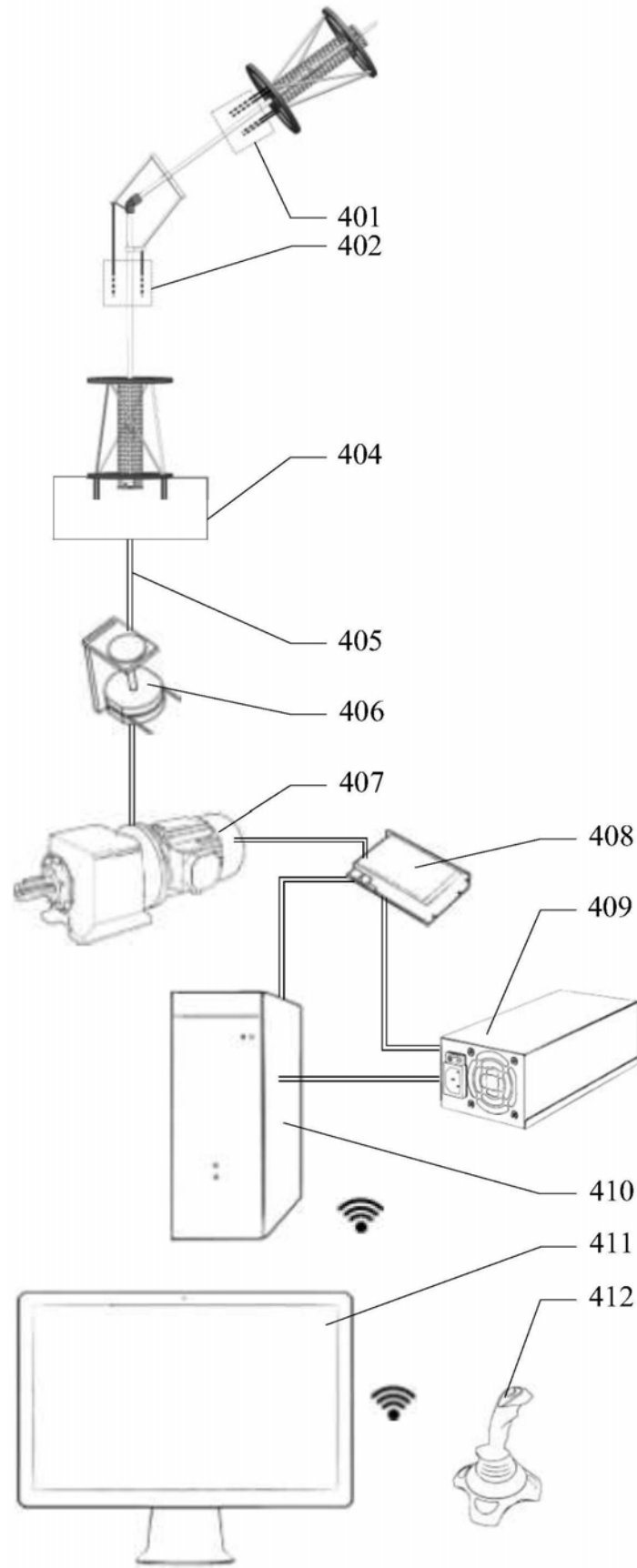


图5