(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102608473 B
(45)授权公告日 2014.10.15

(21)申请号 201210096159.9

(22)申请日 2012.04.01

(73)专利权人 山东鲁能智能技术有限公司
地址 250101 山东省济南市高新区齐鲁软件园大厦 B-205

(72)发明人 贾娟 郭锐 曹雷 张峰 仲亮

(74)专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221
代理人 王吉勇

(51)Int.Cl.
G01R 31/00(2006.01)
G01R 1/00(2006.01)

(56)对比文件
CN 202013392 U,2011.10.19, 说明书【0022-0028】以及附图 1-7.
KR 101021593 B1,2011.03.17, 说明书第 5 页第 4-11 段,6 页第 4-5 段以及附图 1-12.
CN 201331558 Y,2009.10.21, 说明书第 5 段以及附图 1,2,3.
US 2010100239 A1,2010.04.22, 明书第 3 页【0061】及附图 8.
CN 202522643 U,2012.11.07, 全文.
US 7797781 B2,2010.09.21, 全文.
CN 1367391 A,2002.09.04, 全文.

审查员 章英

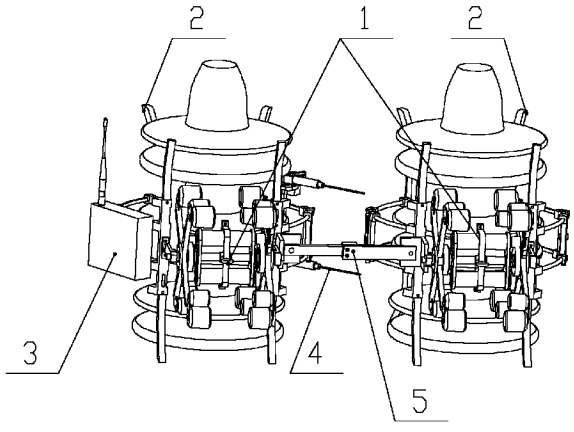
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

双串耐张绝缘子串带电检测机器人

(57)摘要

本发明公开了一种双串耐张绝缘子串带电检测机器人，包括至少一个绝缘子检测装置、左右两套行走装置、具有可自动变距调节功能的伸缩机构及控制装置，伸缩机构设置在两套行走装置中间，并将两套行走装置连接成为一个整体；所述左右两套行走装置的机械结构相同，包括若干导向杆机构和旋转驱动机构，所述导向杆机构连接设置于旋转驱动机构的两侧，控制装置和绝缘子检测装置均固定在导向杆机构上，所述绝缘子检测装置、旋转驱动装置的驱动电机均与控制装置电连接。其结构紧凑，移动速度快，短接绝缘子片数少，对绝缘子磨损小，安全保护性好，使用范围广，适应性强，具有自我变距功能，能够适应双串耐张绝缘子串。



CN 102608473 B

1. 一种双串耐张绝缘子串带电检测机器人，其特征是，包括至少一个绝缘子检测装置、左右两套行走装置、具有可自动变距调节功能的伸缩机构及控制装置，伸缩机构设置在两套行走装置中间，并将两套行走装置连接成为一个整体；所述左右两套行走装置的机械结构相同，均包括若干导向杆机构和旋转驱动机构，所述导向杆机构连接设置于旋转驱动机构的两侧，控制装置和绝缘子检测装置均固定在导向杆机构上，所述绝缘子检测装置、旋转驱动装置的驱动电机均与控制装置电连接；

所述旋转驱动机构包含至少一组驱动装置，所述驱动装置包括驱动支架、滚轮支架、若干滚轮、驱动电机、传动装置和支撑装置，所述支撑装置包括联板、电机座和支撑轴，所述电机座固定在联板内侧，支撑轴贯穿电机座的中心并与联板固定连接，电机座和驱动支架之间的支撑轴上通过轴承套装有传动装置；所述电机座上固定安装有驱动电机，驱动电机的输出轴上与传动装置相连，传动装置另一端固定有驱动支架，在驱动支架末端固定若干滚轮支架，滚轮支架上设有至少一个滚轮；

所述每个导向杆机构均包括两个雪橇型导向杆，所述两个雪橇型导向杆之间通过连接装置连接，其中一个雪橇型导向杆上设有与旋转驱动机构相连的悬臂；

所述连接装置包括两个连接板、连接杆、外侧扭架、定位销、扭簧和内侧扭架，所述两个连接板分别设置于两个雪橇型导向杆上，每个连接板外侧均通过连接杆分别与内侧扭架和外侧扭架相固定，内、外侧扭架中心通过定位销和扭簧贯穿，其中一个连接板的外侧上还固定有悬臂；

所述雪橇型导向杆的长度大于两片且小于三片绝缘子串的轴向长度；

所述伸缩机构包括两个固定板、直线导轨、滑块、旋转销及支撑杆，支撑杆设置在滑块上，支撑杆通过滑块与直线导轨形成具有伸缩功能的导轨滑块机构，直线导轨和支撑杆的另一端分别通过旋转销与固定板铰接，两侧固定板分别设置在左右两侧行走装置的悬臂上；

所述驱动支架为一个，驱动支架形状为三角形或十字交叉型或五杆型；

所述驱动电机为一个或两个；所述滚轮支架每一端上均前后错置分布有两个滚轮；

所述传动装置为齿轮传动或者同步带传动或者链条链轮传动或者涡轮蜗杆，或者驱动电机直接与旋转的驱动支架相连；

所述齿轮传动包括大齿轮和小齿轮，所述大齿轮通过轴承套装于电机座和驱动支架之间的支撑轴上，小齿轮设置于驱动电机的输出轴上；

其特征是，所述联板上设置有位于驱动电机外围的框架，框架上固定吊环。

2. 如权利要求 1 所述的双串耐张绝缘子串带电检测机器人，其特征是，所述绝缘子检测装置包括舵机、舵机座、探针转轴、曲柄连杆和两个探针，探针转轴通过轴承与舵机座相连，探针转轴两端分别设置有探针，舵机固定在舵机座的一端，并通过曲柄连杆机构与其中一个探针相连；所述探针通过导线与绝缘子带电检测仪相连。

双串耐张绝缘子串带电检测机器人

技术领域

[0001] 本发明涉及一种移动检测机器，尤其是一种可用来完成高压线路双串耐张绝缘子的检测工作，以代替人工作业的缘子串带电检测机器人。

背景技术

[0002] 随着我国电力系统的不断发展，电网安全、稳定运行越来越受到重视。尤其在近年来大力发展的超高压、特高压输电系统中，绝缘子的安全运行直接决定了整个系统的投资及安全水平，为保证高压输电线路的电气安全，在高压输电线路运行使用一段时间后，需要检测线路的电气性能，特别是绝缘子的绝缘安全性能，防止短路或短路等现象的发生。

[0003] 目前国内基本仍然采用人工高空作业的传统检测方式，工作人员携带绝缘子检测仪等工具爬上杆塔，逐串检测塔上所有的绝缘子，这种方式劳动强度大、作业周边环境恶劣，带电作业安全性低。

[0004] 中国专利 ZL200820232350.0 公开了一种绝缘子检测机器人，包括第一履带轮、箱体、第二履带轮、变距伸缩机构及探头驱动机构，箱体上安装有变距伸缩机构，第一、二履带轮位于箱体两侧、分别与变距伸缩机构相铰接，第一、二履带轮上分别连接有第一、二行程传感器；箱体的下方设有探头驱动机构。综合分析，此专利主要有如下缺点：耐张绝缘子串有很多种形式，在防闪污绝缘子串上运行时，由于其行走机构采用两个履带轮的形式，履带轮与绝缘子的接触面积非常的小，产生的摩擦力也比较小，不能提供足够的驱动力。

[0005] 中国专利 ZL201120069946.5 公开了一种高压与超高压输电线路的绝缘子检测设备，包括对称设置的两个环形支架，两个环形支架上分别设置有爬行机构，两个爬行机构之间通过连接板连接；爬行机构包括对称设置的两个导轨，两个导轨上分别设置卡脚机构；卡脚机构包括滑动装置和摆动装置，滑动装置包括滑动设置在导轨上的卡脚滑块，摆动装置包括摆动键套，摆动键套通过轴承连接到卡脚滑块上；摆动键套套设在摆动键轴上，摆动键套上固设有卡脚；卡脚滑块连接有主动驱动步进伺服电机，摆动键轴连接有卡脚摆动驱动伺服机构。综合分析，此专利主要有如下缺点：其主要针对高压成对并垂直设置的绝缘子的检测，无法在水平双串耐张绝缘子串上运行；并且，其行走机构采用卡爪卡住绝缘子交替上升，移动速度缓慢，检测效率低下。

[0006] 中国专利申请 01102273.6 公开了一种高压输电线路绝缘子带电智能监测仪，它包括有能够套设在绝缘子本体周边的环形支架，环形支架的本体上设置有能够沿绝缘子瓶沿爬行的爬行机构，检测探头设置于环形支架或爬行机构上，其控制电路输出接控制爬行机构、探头的控制端，输入接探头的输出端，控制电路控制爬行机构、探头的检测动作，并接收探头的输出信号。综合分析，此专利主要有如下缺点：其行走机构同样采用了卡爪卡住绝缘子边沿，交替上升，移动速度缓慢，检测效率低下；由于绝缘子表面非常的光滑，履带结构爬行容易打滑，运行不便。

[0007] 美国专利申请公开号为：US2010/0100239A 1 公开了一种绝缘子串检测机器人机械结构，机器人本体沿带电悬垂绝缘子串往复运动，包括上下可调节环绕绝缘子支架，安装

在机器人本体移动的驱动模块，电子检测模块，用于将机器人本体和安装卸载机构连接的连接模块，手动将机器人从绝缘子上拆除的开关翼模块，两侧绝缘子电特性的测量模块，控制机器人动作的控制器以及探测绝缘子缺损的缺损探测单元。但是，该专利申请主要针对的是带电悬垂绝缘子串的检测，在双串耐张绝缘子串上运行比较困难，其结构包括 3 个驱动模块，每个驱动模块分别由 3 个电机驱动，在控制过程中控制 3 个电机同步比较困难，很容易造成机器人整体重心偏移难以控制。

发明内容

[0008] 本发明的目的是为克服上述现有技术的不足，提供一种双串耐张绝缘子串带电检测机器人，其结构紧凑，移动速度快，短接绝缘子片数少，对绝缘子磨损小，安全保护性好，使用范围广，适应性强，具有自我变距功能，能够适应双串耐张绝缘子串。

[0009] 为实现上述目的，本发明采用下述技术方案 ：

[0010] 一种双串耐张绝缘子串带电检测机器人，包括左右两套相同的行走装置、具有可自动变距调节功能的伸缩机构、至少一个绝缘子检测装置及控制装置，伸缩机构设置在两套行走装置中间，并将两套行走装置连接成为一个整体。

[0011] 所述左右两套行走装置的机械结构相同，均包括若干导向杆机构、至少一个绝缘子检测装置、控制装置及至少一套旋转驱动装置，所述导向杆机构连接设置于旋转驱动装置的两侧，控制装置和绝缘子检测装置均固定在导向杆机构上，所述绝缘子检测装置、旋转驱动装置的驱动电机均与控制装置电连接。

[0012] 所述旋转驱动机构包含至少一组驱动装置，所述驱动装置包括驱动支架、滚轮支架、若干滚轮、驱动电机、传动装置和支撑装置，所述传动装置包括大齿轮和小齿轮，所述支撑装置包括联板、电机座和支撑轴 ；所述电机座固定在联板内侧，支撑轴贯穿电机座的中心并与联板固定连接，电机座和驱动支架之间的支撑轴上通过轴承套装有大齿轮 ；所述电机座上固定安装有驱动电机，驱动电机的输出轴上连接有小齿轮，小齿轮大齿轮相啮合，大齿轮外表面固定有驱动支架，在驱动支架末端固定若干滚轮支架，滚轮支架上设有至少一个滚轮。

[0013] 所述驱动支架为一个或多个，驱动支架形状可以为三角形 (3 根杆)、十字交叉型、五杆型等，只要其形状在机器人运行过程中能够实现连续旋转爬行并且不与绝缘子干涉即可。

[0014] 所述滚轮支架每一端上均前后错置分布有两个滚轮，滚轮采用尼龙材料，减小对绝缘子表面的摩擦，当然，也可不设置滚轮和滚轮支架，直接利用驱动支架作为整个行走机构的支撑腿。

[0015] 所述驱动电机为一个或两个，即可由一个电机带动所有的驱动支架转动，或者由两个驱动电机带动。

[0016] 旋转驱动机构的齿轮传动部分也可由同步带传动或者链条链轮传动等代替，或者驱动电机直接与旋转的驱动支架相连。

[0017] 所述联板上设置有位于驱动电机外围的框架，框架上固定吊环。

[0018] 所述每个导向杆机构均包括两个雪橇型导向杆，所述两个雪橇型导向杆之间通过连接装置连接，其中一个雪橇型导向杆上设有与旋转驱动机构相连的悬臂。

[0019] 所述连接装置包括两个连接板、连接杆、外侧扭架、定位销、扭簧和内侧扭架，所述两个连接板分别设置于两个雪橇型导向杆上，每个连接板外侧均通过连接杆分别与内侧扭架和外侧扭架相固定，内、外侧扭架中心通过定位销和扭簧贯穿，其中一个连接板的外侧上还固定有悬臂。

[0020] 所述雪橇型导向杆的长度大于两片且小于三片绝缘子串的轴向长度。

[0021] 所述雪橇型导向杆与绝缘子表面接触的地方也可设计分布若干滚针，减少导向杆与绝缘子的摩擦。

[0022] 所述伸缩机构包括两个固定板、直线导轨、滑块、旋转销及支撑杆，支撑杆设置在滑块上，支撑杆通过滑块与直线导轨形成具有伸缩功能的导轨滑块机构，直线导轨和支撑杆的另一端分别通过旋转销与固定板铰接，两侧固定板分别设置在左右两侧行走装置的悬臂上。

[0023] 所述伸缩机构中的直线导轨和滑块也可由直线光杆和直线轴承代替。

[0024] 所述绝缘子检测装置包括舵机、舵机座、探针转轴、曲柄连杆和两个探针，探针转轴通过轴承与舵机座相连，探针转轴两端分别设置有探针，舵机固定在舵机座的一端，并通过曲柄连杆机构与其中一个探针相连，探针通过导线与绝缘子带电检测仪相连。

[0025] 本发明中的绝缘子带电检测仪为市购产品，所用结构采用中国授权专利号 ZL200510063334.4 专利中所述结构。

[0026] 本发明包括两套结构相同的行走装置、具有变距功能的伸缩机构及绝缘子检测装置；伸缩机构设置在两套行走装置的中间，将其连为一个整体，在双串耐张绝缘子串的间距发生变化时，伸缩机构在两侧行走装置的作用下自动伸缩，从而适应间距的变化；其中，行走装置包括一套旋转驱动机构和导向杆机构，导向杆机构分设在旋转驱动机构的两侧，整个机器人靠导向杆机构上的扭簧抱紧绝缘子串；绝缘子检测装置固定在导向杆的一侧，通过舵机带动探针接触、摆开绝缘子串，实现绝缘子检测。

[0027] 本发明的工作原理：

[0028] 本发明在不上串工作时，在扭簧的作用下，行走装置中的导向杆机构都往中间偏离，开口较小，小于绝缘子串的直径；机器人上串时，用绝缘绳吊装在吊环处即可，到达安装位置后，调节伸缩机构到适当位置，用绝缘杆使劲推左右两侧的吊环，让绝缘子串将导向杆机构的开口撑开，使绝缘子串进入机器人开口中心，在两侧扭簧的作用下机器人可以通过两侧绝缘子串周围的 4 个导向杆抱紧绝缘子；导向杆都采用尼龙材料，减小对绝缘子的磨损；此时上下移动机器人，保证旋转驱动机构末端的滚轮踩在绝缘子的上表面上。

[0029] 当机器人两侧的导向杆机构抱紧绝缘子串后，驱动电机工作，带动固定在大齿轮上的旋转驱动机构转动，固定在末端的滚轮交替上升或下降，踩住绝缘子的表面，实现整个机器人的前进或后退；滚轮都采用尼龙材料，减小对绝缘子表面的磨损。设置在中间的伸缩机构在绝缘子串间距发生变化时，在两侧的行走装置的作用下，伸缩机构能够自动调节伸缩间距；其中固定在导向杆一侧的绝缘子检测装置在机器人每前进一个绝缘子片的距离时，舵机接收到动作指令，通过曲柄连杆机构带动两个探针动作，分别接触左右两侧绝缘子片的钢冒，将检测值进行自身存储，检测完整个绝缘子串后，可人工与数据库对比；探针为两个弹性金属杆。

[0030] 本发明的有益效果是，本发明由于采用上述结构，两套行走装置分别设置在左右

两侧的绝缘子串上，导向杆机构分别环抱于绝缘子串上，设置在中间的伸缩机构起到自动调节间距的作用，采用尼龙材料的导向杆机构，对绝缘子磨损小，运动连续性好，行走平稳；安装方便，安全性高，短接绝缘子片数少，最多短接 3 片绝缘子串，符合电力作业规则，将高压绝缘子串检测工作由人工高空作业变为了对人身没有危害的机器人作业；适用范围广，可适用于所有的双串耐张瓷质和玻璃的绝缘子检测工作。

附图说明

[0031] 图 1 为本发明的立体结构示意图；

[0032] 图 2 为本发明旋转驱动机构结构示意图；

[0033] 图 3 为本发明两组旋转驱动机构组合使用立体结构示意图；

[0034] 图 4 为本发明导向杆机构结构示意图；

[0035] 图 5 为本发明绝缘子检测装置结构示意图；

[0036] 图 6 为本发明伸缩机构的结构示意图；

[0037] 其中：1 旋转驱动机构，2 导向杆机构，3 控制装置，4 为绝缘子检测装置，5 为伸缩机构，6 为雪橇型导向杆，7 为连接板，8 为悬臂，9 为连接杆，10 为外侧扭架，11 为定位销，12 为扭簧，13 为内侧扭架，14 为探针，15 为连杆，16 为曲柄，17 为舵机，18 为探针转轴，19 为舵机座，20 为滚轮，21 为滚轮支架，22 为驱动支架，23 为支撑轴，24 为联板，25 为框架，26 为吊环，27 为驱动电机，28 为小齿轮，29 为大齿轮，30 为电机座，31 为固定板，32 为直线导轨，33 为滑块，34 为支撑杆，35 为旋转销。

具体实施方式

[0038] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

[0039] 本发明在水平双联绝缘子串上运行，如图 1 所示，包括旋转驱动机构 1、导向杆机构 2、控制装置 3、绝缘子检测装置 4 及伸缩机构 5；绝缘子检测装置 4 及控制装置 3 固定在导向杆机构 2 的外侧；导向杆机构 2 的导向杆紧贴在绝缘子的表面，2 个导向杆机构 2 分布在旋转驱动机构 1 的两侧，伸缩机构 5 设置在两套行走装置的中间，并将两套行走装置连接成为一个整体。绝缘子检测装置 4、旋转驱动装置的驱动电机 27 均与控制装置电连接。

[0040] 如图 1、2 所示，旋转驱动机构 1 包括滚轮 20，滚轮支架 21，驱动支架 22，支撑轴 23，联板 24，框架 25，吊环 26，驱动电机 27，小齿轮 28，大齿轮 29，电机座 30。其中，电机座 30 固定在联板 24 内侧，支撑轴 23 穿过电机座 30 中心，并与联板 24 固定连接；电机座 30 上设有驱动电机 27，小齿轮 28 固定在驱动电机 27 的输出轴上，在支撑轴 23 上套设有与小齿轮 28 啮合的大齿轮 29；驱动支架 22 固定在大齿轮 29 的外侧，形成行走机构骨架；滚轮支架 21 上设有至少一个滚轮 20，并固定在驱动支架 21 的末端。

[0041] 本发明还可以由多组前述实施例的结构组合使用。如图 3 所示，是由两组结构组合使用。

[0042] 驱动支架 22 为一个或多个，驱动支架 22 形状可以为三角形 (3 根杆)、十字交叉型、五杆型等，只要其形状在机器人运行过程中能够实现连续旋转爬行并且不与绝缘子干涉即可。

[0043] 滚轮支架 21 每一端上均前后错置分布有两个滚轮 20，滚轮 20 采用尼龙材料，减小

对绝缘子表面的摩擦，当然，也可不设置滚轮，直接利用驱动支架 22 作为整个行走机构的支撑腿。

[0044] 驱动电机 27 为一个或两个，即可由一个电机带动所有的驱动支架 22 转动，或者由两个驱动电机 27 带动。

[0045] 旋转驱动机构 1 的齿轮传动部分也可由同步带传动或者链条链轮传动等代替，或者驱动电机 27 直接与旋转的驱动支架 22 相连。

[0046] 联板 24 上设置有位于驱动电机 27 外围的框架 25，框架 25 上固定吊环 26。

[0047] 如图 1、4 所示，每个行走装置上的导向杆机构 2 有 2 个，结构相同，分别安装固定在旋转驱动机构 1 的两侧，形成机器人本体，在机器人运行时导向杆机构 2 紧贴在绝缘子的表面，其结构包括雪橇型导向杆 6，连接板 7，悬臂 8，连接杆 9，外侧扭架 10，定位销 11，扭簧 12，内侧扭架 13 ；其中，导向杆机构 1 由左右两侧的两个雪橇型导向杆 6 形成主要骨架，其上面都安装有连接板 7，连接板 7 固定在连接杆 9 的一端，连接杆 9 另一端分别固定有外侧扭架 10 和内侧扭架 13 ；定位销 11 穿过外侧扭架 10 和内侧扭架 13 的中心，将其形成为一个整体，并且在定位销 11 上套设有扭簧 12。雪橇型导向杆 6 的长度大于两片且小于三片绝缘子串 2 的轴向长度，以保证机器人行走时的平稳与安全性 ；

[0048] 雪橇型导向杆 6 与绝缘子表面接触的地方也可设计分布若干滚针，减少导向杆与绝缘子的摩擦。

[0049] 如图 5 所示，绝缘子检测装置 4 包括探针 14，连杆 15，曲柄 16，舵机 17，探针转轴 18，舵机座 19 ；其中，探针转轴 18 套设在舵机座 19 上，探针转轴 18 两端分设有探针 14 ；舵机 17 固定在舵机座 19 顶端，其输出轴与曲柄 16、连杆 15 连接，连杆 15 的末端与其中一根探针 14 相连，形成曲柄连杆机构，带动探针的左右摆动。探针 14 通过导线与绝缘子带电检测仪相连。

[0050] 如图 6 所示，伸缩机构 5 包括两个固定板 30、直线导轨 31、滑块 32、旋转销 34 及支撑杆 33，支撑杆 33 设置在滑块 32 上，与导轨 31 形成具有伸缩功能的导轨滑块机构，导轨 31 和支撑杆 33 的另一端分别通过旋转销 34 与固定板 30 铰接，两侧固定板 30 分别设置在左右两侧行走装置的悬臂 8 上。

[0051] 本发明的工作原理 ：

[0052] 本发明在不上串工作时，在扭簧 12 的作用下，两侧的导向杆机构 2 都往中间偏离，开口较小，小于绝缘子串的直径 ；机器人上串时，用绝缘绳吊装在吊环 26 处即可，到达安装位置后，用绝缘杆使劲推左右两侧的吊环 26，让绝缘子串将导向杆机构 2 的开口撑开，使绝缘子串进入机器人开口中心，在两侧扭簧 12 的作用下机器人可以通过两侧绝缘子串周围的 4 个导向杆 6 抱紧绝缘子，导向杆 6 都采用尼龙材料，减小对绝缘子的磨损 ；此时上下移动机器人，保证旋转驱动机构 2 末端的滚轮踩在绝缘子的上表面上。

[0053] 当机器人抱紧绝缘子串后，驱动电机 27 工作，带动固定在大齿轮 29 上的旋转驱动机构 1 转动，固定在末端的滚轮交替上升或下降，踩住绝缘子的表面，实现整个机器人的前进或后退 ；设置在中间的伸缩机构 5 在绝缘子串间距发生变化时，在两侧的行走装置 1 的作用下，伸缩机构 5 能够自动调节伸缩间距，同时，伸缩机构 5 上的直线导轨 32 采用承载力非常大的材料 ；其中固定在导向杆 6 一侧的绝缘子检测装置 4 在机器人每前进一个绝缘子片的距离时，舵机 17 接收到动作指令，通过曲柄连杆机构带动两个探针 14 动作，分别接触左

右两侧绝缘子片的钢冒，将检测值进行自身存储，检测完整个绝缘子串后，可人工与数据库对比；探针 14 为两个弹性金属杆。

[0054] 上述虽然结合附图对本发明的具体实施方式进行了描述，但并非对本发明保护范围的限制，所属领域技术人员应该明白，在本发明的技术方案的基础上，本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可做出的各种修改或变形仍在本发明的保护范围以内。

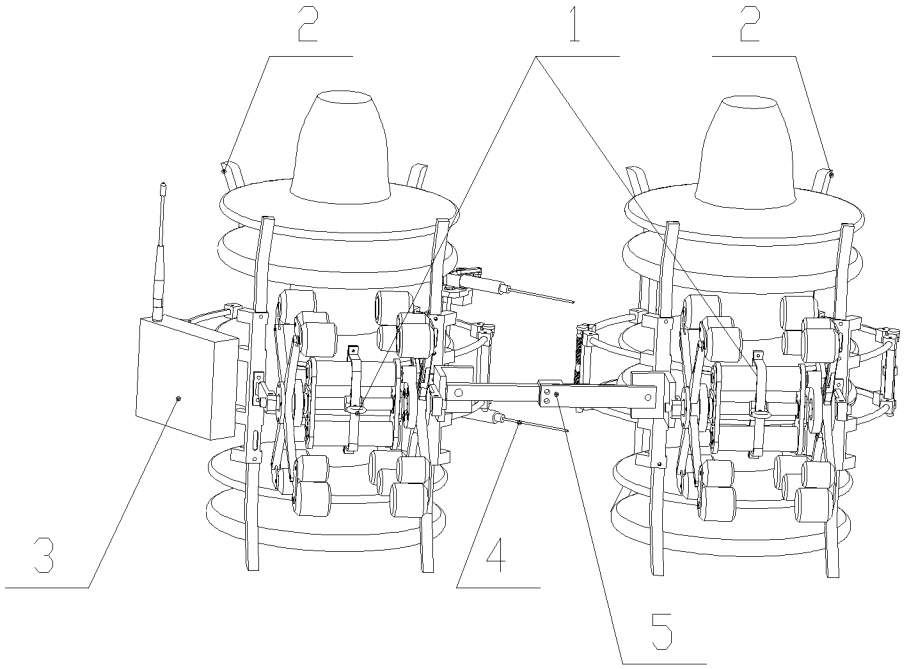


图 1

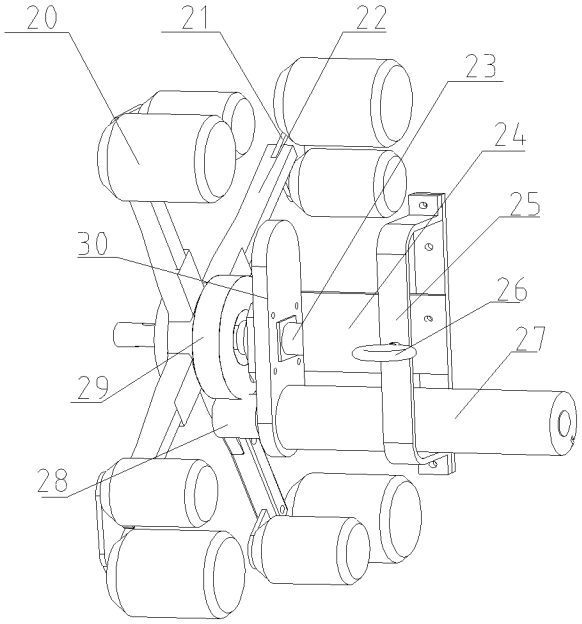


图 2

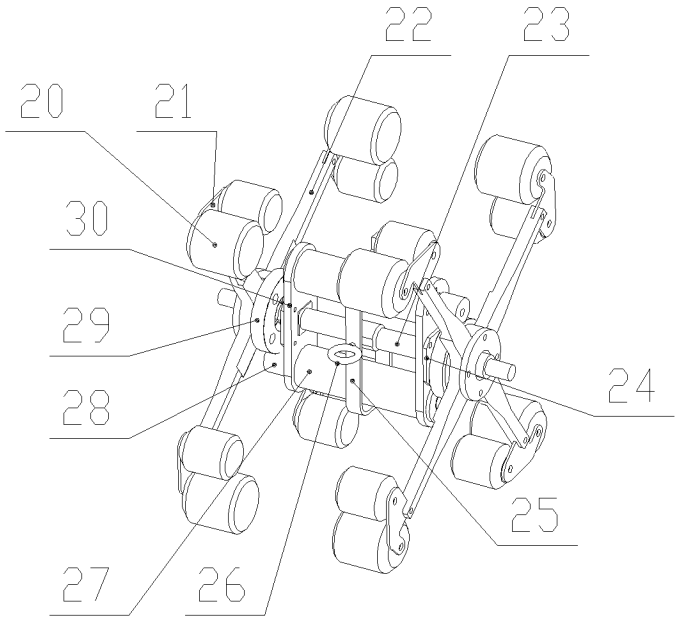


图 3

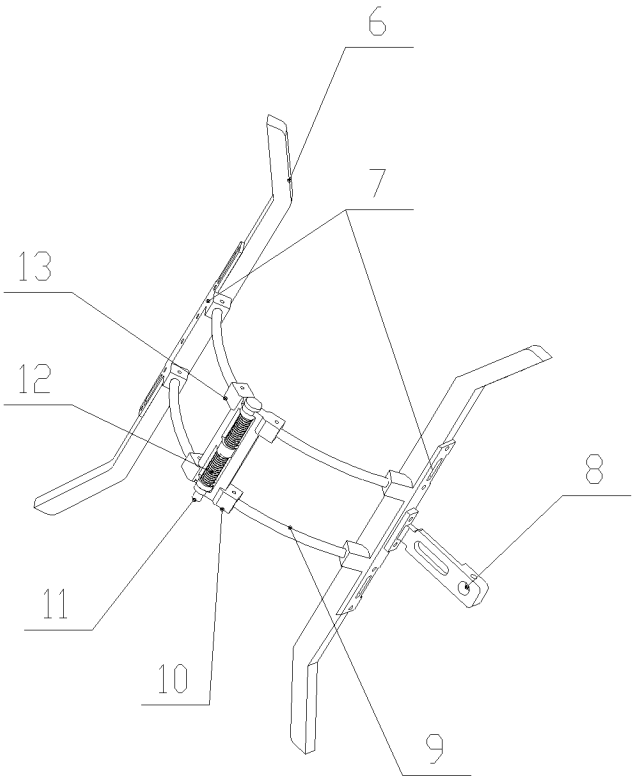


图 4

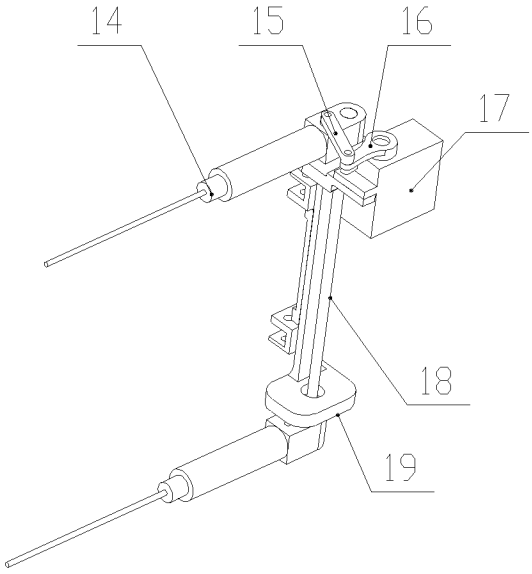


图 5

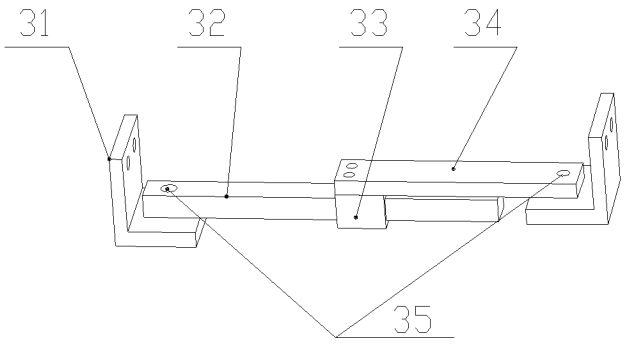


图 6