



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104917105 A

(43) 申请公布日 2015. 09. 16

(21) 申请号 201510382753. 8

(22) 申请日 2015. 06. 29

(71) 申请人 国家电网公司

地址 100031 北京市长安街 86 号

申请人 国网湖南省电力公司

国网湖南省电力公司带电作业中心  
武汉大学

(72) 发明人 刘夏清 吴功平 邹德华 于娜

肖华 严宇

(51) Int. Cl.

H02G 1/02(2006. 01)

B25J 9/08(2006. 01)

B25J 18/00(2006. 01)

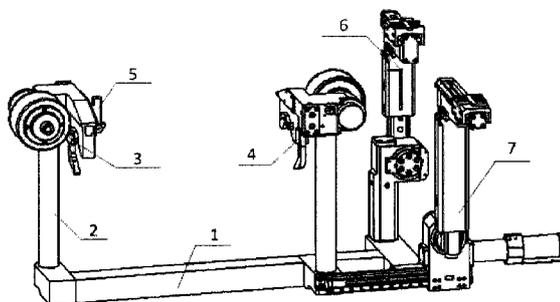
权利要求书2页 说明书4页 附图4页

## (54) 发明名称

架空高压输电线路带电检修机器人

## (57) 摘要

本发明提供了一种架空高压输电线路带电检修机器人,其包括:机体;巡检机器人平台,巡检机器人平台包括两个以固定的距离反向对称地布置于机体两侧的固定臂,固定臂上设有行走部件和线路夹持部件,行走部件用于沿导线线路行驶,线路夹持部件用于夹持导线线路及实现定位,线路夹持部件的一侧安装有等电位部件,其用于使机器人与导线线路始终保持等电位;第一作业臂,第一作业臂布置于机体前端的第一侧,其具有三个自由度,其末端具有用于装卸带电作业末端装置的可拆装端口;第二作业臂,第二作业臂布置于机体的与第一侧相对的第二侧,其具有四个自由度,其末端具有用于装卸带电作业末端装置的可拆装端口。其能够同时兼顾作业可靠性及准确程度。



1. 一种架空高压输电线路带电检修机器人,其特征在于,包括:  
机体(1);

巡检机器人平台,所述巡检机器人平台包括两个以固定的距离反向对称地布置于机体(1)两侧的固定臂(2),所述固定臂(2)上设有行走部件(3)和线路夹持部件(4),所述行走部件(3)用于沿导线线路行驶,所述线路夹持部件(4)用于夹持导线线路及实现定位,所述线路夹持部件(4)的一侧安装有等电位部件(5),其用于使所述机器人与导线线路始终保持等电位;

第一作业臂(6),所述第一作业臂(6)布置于所述机体(1)前端的第一侧,其具有三个自由度,其末端具有用于装卸带电作业末端装置的可拆装端口;

第二作业臂(7),所述第二作业臂(7)布置于所述机体(1)的与第一侧相对的第二侧,其具有四个自由度,其末端具有用于装卸带电作业末端装置的可拆装端口。

2. 根据权利要求1所述的架空高压输电线路带电检修机器人,其特征在于,所述第一作业臂(6)和所述第二作业臂(7)各自包括:转轴座(8);摆动臂(10);升降臂(12)及纵移体(14);其中,所述摆动臂(10)能够关于所述转轴座(8)旋转;所述升降臂(12)能够关于所述摆动臂(10)做往复运动;所述纵移体(14)能够垂直于所述升降臂(12)做往复运动。

3. 根据权利要求2所述的架空高压输电线路带电检修机器人,其特征在于,还包括:旋转电机(20);布置在所述转轴座(8)中的相互配合的蜗杆(27)与涡轮(28);所述蜗杆(27)由所述旋转电机(20)启动,所述涡轮(28)由所述蜗杆(27)带动;所述涡轮(28)两端分别与摆臂涡轮法兰(9)及所述摆动臂(10)连接;以带动所述摆动臂(10)绕所述涡轮(28)的轴心线旋转。

4. 根据权利要求2所述的架空高压输电线路带电检修机器人,其特征在于,还包括:升降电机(36),其布置在所述摆动臂(10)内;升降丝杆(32),其布置在所述摆动臂(10)内且受所述升降电机(36)驱动而旋转;升降螺母(30),其与所述升降丝杆(32)配合使用而发生轴向相对位移;螺母支杆(31),其与所述升降螺母(30)通过螺纹配合,并由销钉进行定位;联结块(13),其与所述螺母支杆(31)固接;且所述联结块(13)与套装在所述摆动臂(10)外的所述升降臂(12)连接,从而使所述升降臂(12)随着所述升降螺母(30)一并发生轴向相对位移;在所述摆动臂两侧边对称布置有升降导轨(11),其用于对所述升降臂(12)的位移导向。

5. 根据权利要求2所述的架空高压输电线路带电检修机器人,其特征在于,还包括:纵移电机(33),其布置在所述纵移体(14)内;电机齿轮(22),由所述纵移电机(33)驱动而旋转;丝杆齿轮(23),与所述电机齿轮(22)啮合且受其驱动,以使与之相配合的纵移丝杆(34)随之旋转;纵移螺母(35),与所述纵移丝杆(34)配合使用而发生轴向相对位移;纵移滑台(16),其与所述纵移螺母(35)相连接,且随着纵移螺母(35)一并发生轴向相对位移;在所述纵移体(14)两侧对称布置纵移导轨(15),其用于对所述纵移滑台(16)的位移导向。

6. 根据权利要求2所述的架空高压输电线路带电检修机器人,其特征在于,所述转轴座(8)与所述机体(1)通过销钉进行固接。

7. 根据权利要求2所述的架空高压输电线路带电检修机器人,其特征在于,所述第二作业臂(7)还包括与所述机体(1)固接的横移体(17);安装于所述横移体(17)内的横移电机(21);电机齿轮(22),受所述横移电机(21)驱动而旋转;丝杆齿轮(23),与所述横移电

机 (21) 相啮合且受其驱动,以使与之相配合的横移丝杆 (24) 随之旋转;横移螺母 (26),与  
所述纵移丝杆 (24) 配合使用而发生轴向相对位移;横移滑台 (19),其与所述横移螺母 (26)  
相连接,且随着横移螺母 (26) 一并发生轴向相对位移;在所述横移体 (17) 两侧对称布置横  
移导轨 (18),其与内嵌于所述横移滑台 (19) 内的滑块 (25) 配合,对所述横移滑台 (19) 的  
位移导向。

8. 根据权利要求 7 所述的架空高压输电线路带电检修机器人,其特征在于,所述横移  
体 (17) 上的楔形台与所述机体 (1) 上的燕尾槽配合连接,并在一端通过螺栓紧固连接。

## 架空高压输电线路带电检修机器人

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种架空高压输电线路带电检修机器人,特别是具有一种架空高压输电线路带电检修机器人的双作业机械臂。

### 背景技术

[0002] 经过几十年的发展,架空高压输电线路巡检机器人的技术及其应用已取得了一定的成果,为输电线路的智能巡检开辟了一片新的领域,而这仅仅只是输电线路维护的第一步,针对相应故障进行维修才是保障线路稳定运行的根本举措。目前线路的维修都是依靠人工携带专用的工器具进行带电作业实现的,劳动强度高的同时,强电场对操作人员的人身安全也构成了极大威胁,特别是等电位作业时,受到较小的横担间和相间距离的制约,人工操作的难度很大,危险性也很高。因此急需研究智能化的维修技术,将人从这种危险、恶劣工作环境和繁重的工作任务中解放出来。机器人巡检的成功实现为机器人带电维修作业提供了可能。

[0003] 目前,针对高压输电线路带电维修作业机器人进行的研究并不多见。比较典型的是加拿大魁北克水电研究院,研制成功了具有越障功能的检修维护作业机器人,该作业机器人以越障型巡检机器人为基础平台,携带单作业机械臂进行线路的维修作业。这种机械构型简单、便于操作和控制,但是能够完成的作业任务有限,无法完成需要双机械臂协同作业的任务,因此该构型有一定的局限性。

[0004] 另一方面,研发人员也开发出了具有双机械臂的带电作业机器人。但其通常需设计为具备很多个自由度,以实现高空带电作业的复杂操作。然而,机械结构的日趋复杂,也会导致其控制难度增大,进而使得可靠性变低。这难以被高空带电作业这种高危工种所接受。

### 发明内容

[0005] 本发明主要是解决现有技术所存在的技术问题;提供了一种双机械臂机器人,其能够替代人工进行高空带电作业,且同时兼顾高空带电作业的可靠性及准确程度。

[0006] 为解决上述技术问题,根据本发明的一个方面,提供一种架空高压输电线路带电检修机器人,其包括:机体;巡检机器人平台,所述巡检机器人平台包括两个以固定的距离反向对称地布置于机体两侧的固定臂,所述固定臂上设有行走部件和线路夹持部件,所述行走部件用于沿导线线路行驶,所述线路夹持部件用于夹持导线线路及实现定位,所述线路夹持部件的一侧安装有等电位部件,其用于使所述机器人与导线线路始终保持等电位;第一作业臂,所述第一作业臂布置于所述机体前端的第一侧,其具有三个自由度,其末端具有用于装卸带电作业末端装置的可拆装端口;第二作业臂,所述第二作业臂布置于所述机体的与第一侧相对的第二侧,其具有四个自由度,其末端具有用于装卸带电作业末端装置的可拆装端口。

[0007] 可选地,所述第一作业臂和所述第二作业臂各自包括:转轴座;摆动臂;升降臂及

纵移体；其中，所述摆动臂能够关于所述转轴座旋转；所述升降臂能够关于所述摆动臂做往复运动；所述纵移体能够垂直于所述升降臂做往复运动。

[0008] 可选地，还包括：旋转电机；布置在所述转轴座中的相互配合的蜗杆与涡轮；所述蜗杆由所述旋转电机启动，所述涡轮由所述蜗杆带动；所述涡轮两端分别与摆臂涡轮法兰及所述摆动臂连接；以带动所述摆动臂绕所述涡轮的轴心线旋转。

[0009] 可选地，还包括：升降电机，其布置在所述摆动臂内；升降丝杆，其布置在所述摆动臂内且受所述升降电机而旋转；升降螺母，其与所述升降丝杆配合使用而发生轴向相对位移；螺母支杆，其与所述升降螺母通过螺纹配合，并由销钉进行定位；联结块，其与所述螺母支杆固接；且所述联结块与套装在所述摆动臂外的所述升降臂连接，从而使所述升降臂随着所述升降螺母一并发生轴向相对位移；在所述摆动臂两侧边对称布置有升降导轨，其用于对所述升降臂的位移导向。

[0010] 可选地，还包括：纵移电机，其布置在所述纵移体内；电机齿轮，由所述纵移电机驱动而旋转；丝杆齿轮，与所述电机齿轮啮合且受其驱动，以使与之相配合的纵移丝杆随之旋转；纵移螺母，与所述纵移丝杆配合使用而发生轴向相对位移；纵移滑台，其与所述纵移螺母相连接，且随着纵移螺母一并发生轴向相对位移；在所述纵移体两侧对称布置纵移导轨，其用于对所述纵移滑台的位移导向。

[0011] 可选地，转轴座与所述机体通过销钉进行固接。

[0012] 可选地，所述第二作业臂还包括与所述机体固接的横移体；安装于所述横移体内的横移电机；电机齿轮，受所述横移电机驱动而旋转；丝杆齿轮，与所述横移电机相啮合且受其驱动，以使与之相配合的横移丝杆随之旋转；横移螺母，与所述纵移丝杆配合使用而发生轴向相对位移；横移滑台，其与所述横移螺母相连接，且随着横移螺母一并发生轴向相对位移；在所述横移体两侧对称布置横移导轨，其与内嵌于所述横移滑台内的滑块配合，对所述横移滑台的位移导向。

[0013] 可选地，所述横移体上的楔形台与所述机体上的燕尾槽配合连接，并在一端通过螺栓紧固连接。

[0014] 因此，本发明具有如下优点：1. 在非越障型巡检机器人平台的基础上增加了双作业臂，拓展了机器人的功能，使机器人在巡线的同时，进行带电检修作业；2. 双作业臂的构型可完成不同的作业任务，特别是需要双机械臂协同作业的任务，因此作业领域更为广泛；3. 双作业臂分别仅具有三自由度及四自由度；在满足高空带电作业任务的前提下实现了机构设计的简单化，避免了更高自由度（例如五自由度及以上）的结构设计，大大提高设备可靠性；4. 在满足工作空间的基础上可互换作业末端，实现了机构的可重组；5. 双作业臂采用直角坐标型与关节型相结合的方式构型，便于控制和操作。

## 附图说明

[0015] 图 1 为本发明的一个实施例的装配结构示意图。

[0016] 图 2 为第一作业臂的一个实施例的装配结构示意图。

[0017] 图 3 为第二作业臂的一个实施例的装配结构示意图。

[0018] 图 4 为机体的一个实施例的局部剖视结构示意图。

[0019] 图 5 为第二作业臂的一个实施例的剖视结构示意图。

[0020] 图 6 为第一作业臂的一个实施例的旋转关节剖视结构示意图。

### 具体实施方式

[0021] 下面通过实施例,并结合附图,对本发明的技术方案作进一步具体的说明。图中,各标号所标示的零部件如下所述:机体 1、固定臂 2、行走部件 3、线路夹持部件 4、等电位部件 5、第一作业臂 6、第二作业臂 7、转轴座 8、摆臂涡轮法兰 9、摆动臂 10、升降导轨 11、升降臂 12、联结块 13、纵移体 14、纵移导轨 15、纵移滑台 16、横移体 17、横移导轨 18、横移滑台 19、旋转电机 20、横移电机 21、电机齿轮 22、丝杆齿轮 23、横移丝杆 24、滑块 25、横移螺母 26、蜗杆 27、涡轮 28、螺栓 29、升降螺母 30、螺母支杆 31、升降丝杆 32、纵移电机 33、纵移丝杆 34、纵移螺母 35、升降电机 36。

[0022] 本发明的架空高压输电线路带电检修机器人包括非越障型巡检机器人平台以及双作业机械臂。非越障型巡检机器人平台包括在机体 1 上反对称布置的两个固定臂 2、联接于固定臂 2 上的行走部件 3 和线路夹持部件 4,以及与线路夹持部件 4 相联接的等电位部件 5。第一作业臂 6 和第二作业臂 7 分别布置于机体 1 左右两侧。当机器人需要进行带电作业时,非越障型巡检机器人携带第一作业臂 6 和第二作业臂 7 沿导线行驶至工作位,两作业臂通过各关节的协同运动,分别携带相应的末端工具进行带电作业。

[0023] 第一作业臂 6 具有三个自由度,其包括旋转关节、升降关节和纵移关节,以分别用于实现旋转运动、升降运动及纵向往复运动,并通过三种运动的组合,最终实现在工作位处的各种作业动作。这三种关节分别由下述零部件互相配合来具体实施。对于旋转关节的旋转运动而言:旋转电机 20 驱动蜗杆 27,带动涡轮 28 旋转。涡轮 28 两端分别与摆臂涡轮法兰 9 和摆动臂 10 通过螺栓 29 连接,从而带动摆动臂 10 绕涡轮 28 轴心线旋转。转轴座 8 承载各传动件,并与机体 1 通过销钉进行固接,使第一作业臂 6 与机体 1 相连。对于升降关节的往复运动而言:摆动臂 10 内的升降电机 36 驱动升降丝杆 32 旋转,使与升降丝杆 32 配合使用的升降螺母 30 沿其轴线方向移动。升降螺母 30 与螺母支杆 31 螺纹配合,并由销钉进行定位,螺母支杆 31 与联结块 13 通过螺钉进行固接,联结块 13 与升降臂 12 由销钉连接,从而使升降臂 12 随着升降螺母 30 一同移动,摆动臂两侧边对称布置两升降导轨 11,为升降臂 12 的移动进行导向。联结块 13 顶面与纵移关节的纵移体 14 通过螺钉进行固接,对于纵移关节的往复运动而言:安装于纵移体 14 内的纵移电机 33 驱动电机齿轮 22 旋转,带动与其相啮合的丝杆齿轮 23 旋转,使纵移丝杆 34 随之转动,与纵移丝杆 34 配合使用的纵移螺母 35 沿其轴线方向移动。纵移螺母 35 与纵移滑台 16 相连接,使纵移滑台 16 随着纵移螺母 35 一同移动,纵移体两侧对称布置两纵移导轨 15,为纵移滑台 16 的移动进行导向。

[0024] 第二作业臂 7 具有四个自由度,其除旋转关节、升降关节、纵移关节外,还包括横移关节,以分别用于实现旋转运动、升降运动、纵向往复运动及横向往复运动,并通过四种运动的组合,最终实现在工作位处的各种作业动作。其由各零部件互相配合来具体实施。其中,旋转关节、升降关节、纵移关节的运动方式及零部件设置与第一作业臂 6 类似,故在此不作赘述。而其独有的横移关节可如下实施:安装于横移体 17 内的横移电机 21 驱动电机齿轮 22 旋转,带动与其相啮合的丝杆齿轮 23 旋转,使横移丝杆 24 随之转动,与纵移丝杆 24 配合使用的横移螺母 26 沿其轴线方向移动。横移螺母 26 与横移滑台 19 相连接,使横移滑台 19 随着横移螺母 26 一同移动,横移体两侧对称布置两横移导轨 18 与内嵌于横移滑台 19

的滑块 25 配合,为横移滑台 19 的移动进行导向。横移体 17 上的楔形台与机体 1 上的燕尾槽配合连接,并在一端通过螺栓进行紧固,使第二作业臂 7 与机体 1 相连。旋转关节各传动件安装于横移滑台 19 内,旋转关节、升降关节以及纵移关节的结构及其传动原理与第一作业臂 6 基本一致。

[0025] 如下将结合本发明的实施例来具体描述本发明的工作流程:当带电检修机器人的行走部件 3 沿导线行驶时,等电位部件 5 与导线时刻保持接触,使机器人与导线等电位,线路夹持部件 4 松开,第一作业臂 6 和第二作业臂 7 处于初始位,此时两作业臂的旋转关节处于下限位,使两作业臂竖直垂下,两作业臂的纵移关节位于机体以下;当带电检修机器人沿导线行驶至工作位时,线路夹持部件 4 护线,第一作业臂 6 和第二作业臂 7 处于工作位,此时作业臂的旋转关节处于上限位,使两作业臂的纵移关节位于机体以上。第一作业臂 6 和第二作业臂 7 的纵移滑台分别携带相应的末端工具,通过两作业臂各关节的协同运动,使末端工具随之靠近或远离作业目标,相对于作业目标进行定位或粗定位。当末端工具与作业目标接触后,两作业臂各关节的协同运动可使末端工具携带作业目标移动或旋转,完成需两作业臂协同作业的任务。

[0026] 本文中所描述的具体实施例仅仅是对本发明精神作举例说明。本发明所属技术领域的技术人员可以对所描述的具体实施例做各种各样的修改或补充或采用类似的方式替代,但并不会偏离本发明的精神或者超越所附权利要求书所定义的范围。

[0027] 尽管本文较多地使用了机体 1、固定臂 2、行走部件 3、线路夹持部件 4、等电位部件 5、作业臂 6、作业臂 7、转轴座 8、摆臂涡轮法兰 9、摆动臂 10、升降导轨 11、升降臂 12、联结块 13、纵移体 14、纵移导轨 15、纵移滑台 16、横移体 17、横移导轨 18、横移滑台 19、旋转电机 20、横移电机 21、电机齿轮 22、丝杆齿轮 23、横移丝杆 24、滑块 25、横移螺母 26、蜗杆 27、蜗轮 28、螺栓 29、升降螺母 30、螺母支杆 31、升降丝杆 32、纵移电机 33、纵移丝杆 34、纵移螺母 35、升降电机 36 等术语,但并不排除使用其它术语的可能性。使用这些术语仅仅是为了方便地描述和解释本发明的本质;把它们解释成任何一种附加的限制都是与本发明精神相违背的。

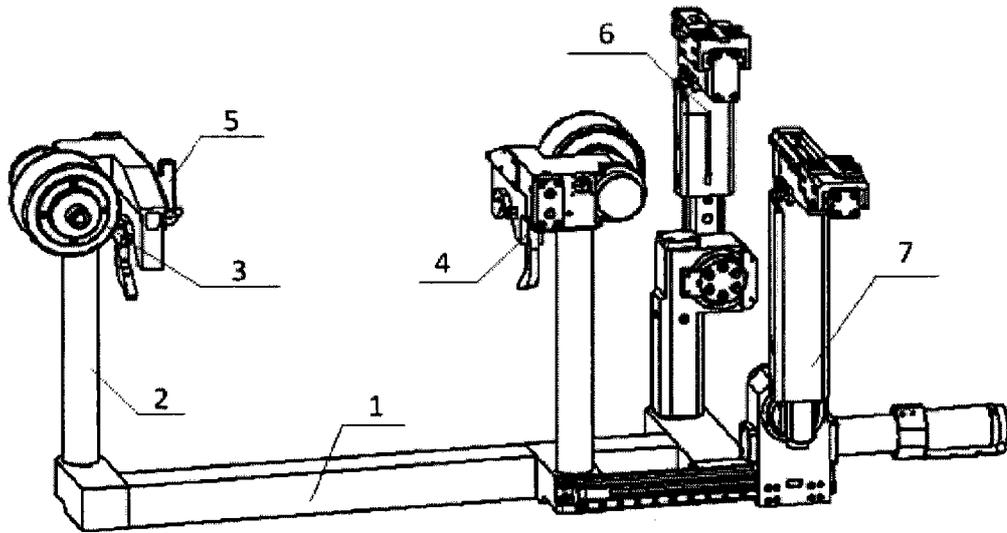


图 1

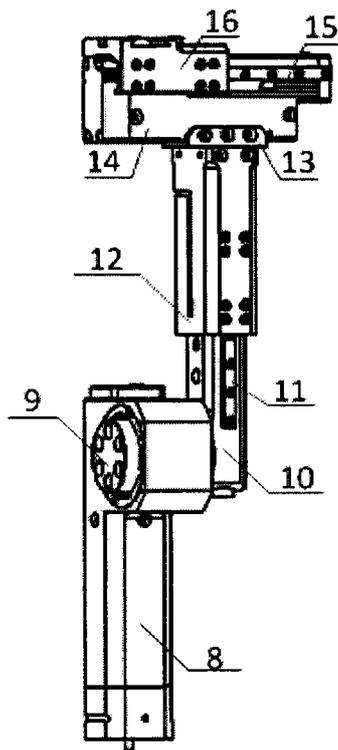


图 2

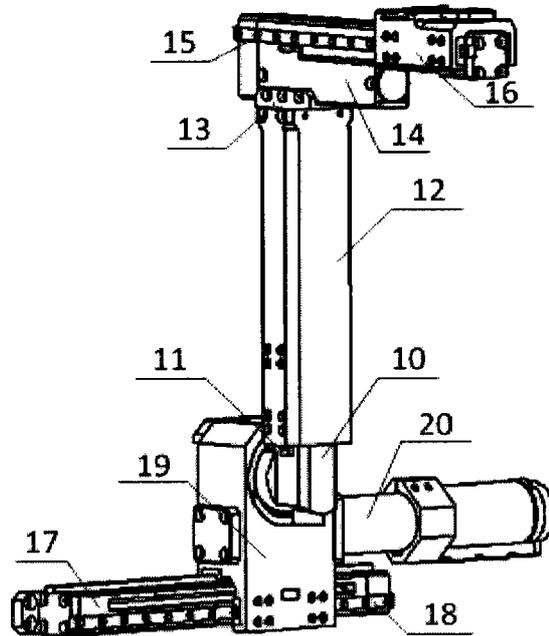


图 3

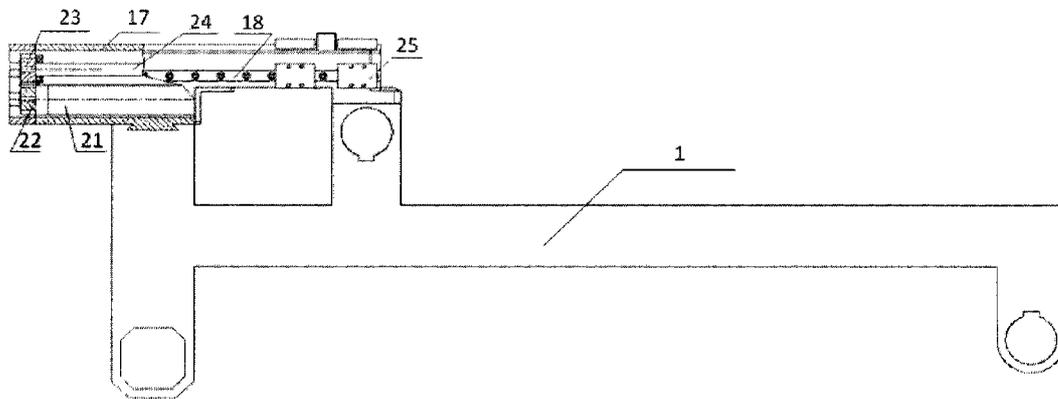


图 4

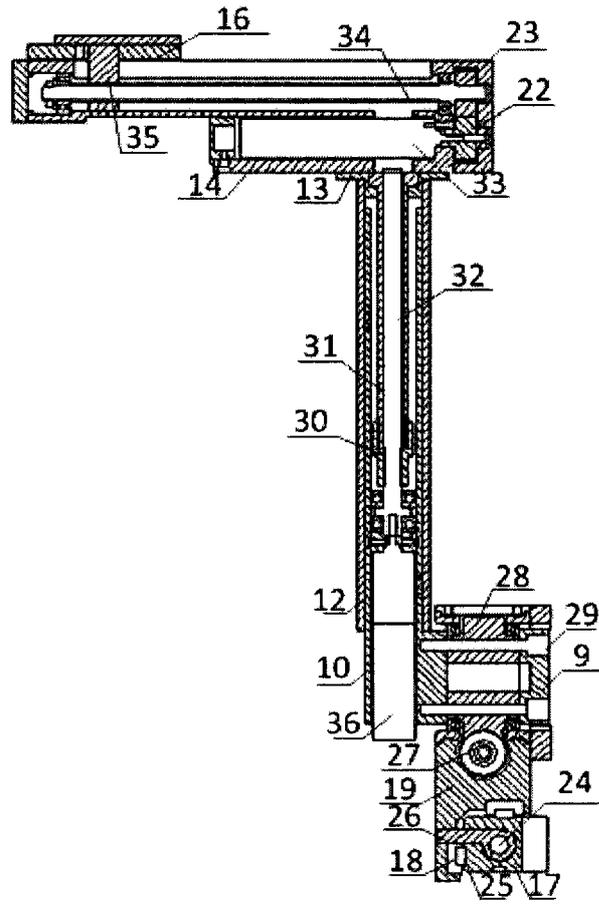


图 5

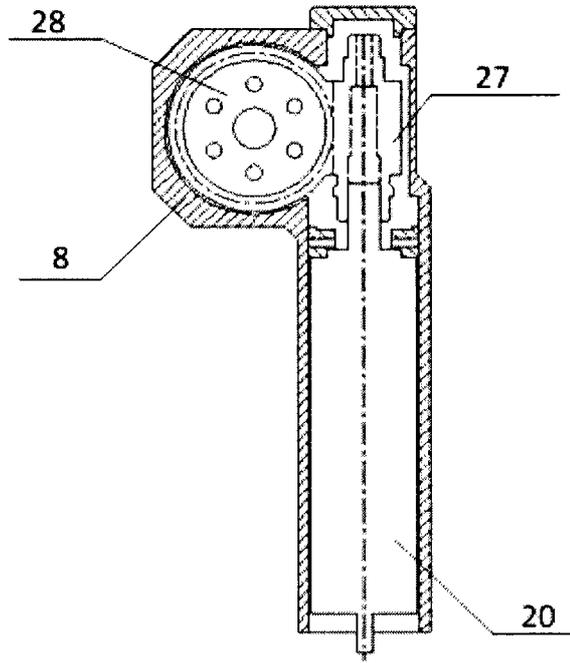


图 6