



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103300906 A

(43) 申请公布日 2013. 09. 18

(21) 申请号 201310277636. 6

(22) 申请日 2013. 07. 03

(71) 申请人 青岛理工大学

地址 266520 山东省青岛市青岛经济技术开
发区嘉陵江路 777 号

(72) 发明人 李长河 张东坤

(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 张勇

(51) Int. Cl.

A61B 17/16(2006. 01)

A61B 17/56(2006. 01)

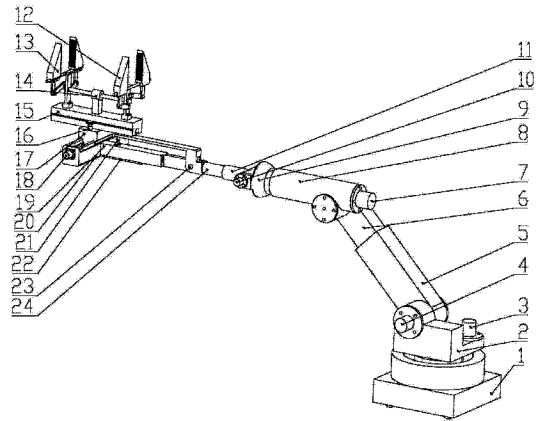
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

医用外科手术六自由度自动调节机械臂磨削
夹持装置

(57) 摘要

本发明涉及一种医用外科手术六自由度自动调节机械臂磨削夹持装置,其控制精确度高,可实现任意位姿的颅骨外科手术操作,避免对脑组织的机械损伤。它包括底座,回转台通过电机 I 安装在底座上并通过电机 II 连接液压杆 I,液压杆 I 与液压杆 II 连接,液压杆 II 前端通过电机 VIII 连接空心轴,空心轴末端装电机 III,电机 III 主轴穿过空心轴与回转轴连接,回转轴通过电机 IV 与 T 型连接杆连接,T 型连接杆与连接杆 II 连接;连接杆 II 与连接杆 I 连接;连接杆 I 端部有液压装置,底部有应变片,应变片通过反馈调节装置与液压装置连接;连接杆 I 前端有横向及纵向运动装置,在纵向运动装置上安装有夹持装置,夹持装置为卡抓装置 I 和卡抓装置 II,两者间有驱动用电机 V。



1. 一种医用外科手术六自由度自动调节机械臂磨削夹持装置,其特征是,它包括六自由度自动调节机械臂以及安装在机械臂前端的夹持装置;其中六自由度机械臂包括底座,回转台以电机 I 驱动旋转的方式安装在底座上;回转台上安装电机 II 驱动转动的液压杆 I,液压杆 I 与液压杆 II 伸缩式连接,液压杆 II 前端安装电机 VIII 驱动转动的空心轴,空心轴末端安装电机 III,电机 III 主轴穿过空心轴后与空心轴前端的回转轴连接,回转轴通过电机 IV 与 T 型连接杆连接,T 型连接杆与连接杆 II 一端连接;连接杆 II 另一端与连接杆 I 转动连接;在连接杆 I 端部设有液压装置,连接杆 I 底部设有应变片,应变片通过反馈调节装置与液压装置连接,共同构成对作用力监测的循环系统;同时连接杆 I 前端还安装有横向及纵向运动装置,在纵向运动装置上安装有夹持装置,所述夹持装置包括卡抓装置 I 和卡抓装置 II,所述两卡抓装置间设有驱动用电机 V。

2. 如权利要求 1 所述的医用外科手术六自由度自动调节机械臂磨削夹持装置,其特征是,所述底座上半部分中心设有一中心孔,回转台下端设有一轴插入底座的中心孔内,在中心外设有环形槽,在环形槽大直径内表面为内齿轮,电机 I 的主轴为齿轮轴,电机 I 固定在回转台上,主轴与环形槽内表面啮合。

3. 如权利要求 1 所述的医用外科手术六自由度自动调节机械臂磨削夹持装置,其特征是,所述电机 II 安装在回转台的一端同时与液压杆 I 连接,在电机 II 的主轴上设有一个限制液压杆 I 移动的限位器;电机 II 的主轴与回转台连接部分为光轴,与液压杆 I 连接的部分采用花键方式连接。

4. 如权利要求 1 所述的医用外科手术六自由度自动调节机械臂磨削夹持装置,其特征是,所述电机 VIII 的主轴上设有限制空心轴移动的限位器,电机 VIII 的主轴与液压杆 II 连接部分为光轴,与空心轴采用花键方式连接;回转轴插入空心轴一端,从空心轴安装一轴承再安装套筒,回转轴与套筒通过螺纹连接,套筒其它部位为光滑的,从而限制了回转轴的移动。

5. 如权利要求 1 所述的医用外科手术六自由度自动调节机械臂磨削夹持装置,其特征是,所述电机 IV 的主轴设计为阶梯轴,直径尺寸逐渐减小;主轴与回转轴连接部分为光轴,主轴中间部分与 T 型连接杆采用花键方式连接,T 型连接杆由回转轴限制其移动;连接杆 II 与 T 型连接杆通过螺纹连接;连接杆 I 通过柱销 I 与连接杆 II 连接;应变片粘结在连接杆 I 底部。

6. 如权利要求 1 所述的医用外科手术六自由度自动调节机械臂磨削夹持装置,其特征是,所述液压装置固定在连接杆 I 上,液压装置另一端液压杆为 T 型,由两个插销孔套在 T 型液压杆的两端,插销孔由螺钉固定,实现液压装置的 T 型液压杆沿插销孔的转动,限制液压装置移动。

7. 如权利要求 1 所述的医用外科手术六自由度自动调节机械臂磨削夹持装置,其特征是,所述横向及纵向运动装置分别为:

横向运动装置包括与连接杆 I 连接的横向导轨,电机 VII 固定在横向导轨端部,横向导轨槽内安装丝杠,丝杠与电机 VII 连接传动;丝杠与滑动连接装置蜗轮蜗杆传动,滑动连接装置与横向导轨啮合,使滑动连接装置沿横向导轨两条导轨表面滑动;

纵向运动装置与滑动连接装置采用滚珠导轨连接实现纵向滑动,滑动连接装置上安装电机 VI,电机 VI 的主轴端部为齿轮与纵向运动装置实现齿轮传动,为纵向运动装置提供动

力驱动；

横向导轨两端安装限位开关 I 和限位开关 II, 调节滑动连接装置横向移动的范围；在纵向运动装置底部安装限位开关 III 和限位开关 IV, 调节纵向移动的范围；所述四个限位开关构成一矩形, 从而调节四个限位开关的位置调节运动范围。

8. 如权利要求 1 所述的医用外科手术六自由度自动调节机械臂磨削夹持装置, 其特征是, 所述卡抓装置 I 和卡抓装置 II 的结构相同；电机 V 的主轴分别与卡爪装置 I 和卡爪装置 II 各自的连杆 I 连接, 连杆 I 与电机 V 主轴一同转动；连杆 III 与连杆 I、连杆 III 与卡爪 II、连杆 I 与连杆 II、连杆 II 与卡爪 I 通过柱销 II 连接实现转动, 卡爪 I 与卡爪 II 套在 T 型支架的圆柱导轨上实现卡爪 I 与卡爪 II 沿导轨相向运动和相离运动, T 型支架固定在纵向运动装置上；卡爪 I 与卡爪 II 闭合时, 连杆 I 处于竖直位置, 卡爪 II 与连杆 III 之间的柱销、连杆 I 中心轴及卡爪 I 与连杆 II 之间的柱销在通一条直线上, 连杆 III、连杆 II 和连杆 I 几乎处于一条直线上, 连杆 III 与连杆 II 的长度之和约等于连杆 I 的长度；卡爪 I 与卡爪 II 分开处于最大开口时, 连杆 III、连杆 I 和连杆 II 位于一条直线上, 卡爪 I 与卡爪 II 的最大开口值为连杆 III、连杆 I 和连杆 II 的长度之和。

9. 如权利要求 1 所述的医用外科手术六自由度自动调节机械臂磨削夹持装置, 其特征是, 所述夹持装置端部至液压装置的距离设为 x , 应变片的长度为 a , 液压装置至柱销 I 的距离为 b , 由应变片检测出液压装置施加的载荷为 P , 则卡爪夹持的工具对目标工件施加载荷 $P(x)$ 为：

$$P(x) = \frac{Pb}{x+b} \quad (1)$$

当没有接触目标工件时, 应变片大小为 0, 当接触目标工件时, 应变片大小大于 0；通过反馈调节装置调节液压装置对连接杆 I 的作用力, 其作用力的大小通过应变片的实时监测, 并及时的通过反馈调节装置对液压装置进行补偿调节, 如此反复。

医用外科手术六自由度自动调节机械臂磨削夹持装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种医疗器械,具体的为一种医用外科手术六自由度自动调节机械臂磨削夹持装置。

背景技术

[0002] 骨磨削是神经外科医生通常使用内窥镜扩大鼻内的方法,通过鼻孔作为通道来治疗颅底患有癌症的病人。这种微创技术在不需毁容的条件下提供了一个直接通向颅底肿瘤的通道。在切除脑瘤的过程中发现和切除病变肿瘤需要广泛的研磨环绕在视神经、海绵窦、三叉神经分支上的骨头来识别并保护这些主要神经。但在磨削骨头的过程中会产生热并且有可能会损伤神经。而且这样的热损伤会导致失明和失去颜面肌肉控制能力,由于缺少在骨磨削中热传递到神经的知识所以对神经外科医生来说很担心。高速(超过 50000 转/分),微型球头金刚石砂轮可用于这样的外科手术。在骨磨削中主要的冷却方式是用生理盐水冷却。在磨削中高速砂轮旋转的速度和受限的手术空间都一起限制了生理盐水冷却和润滑的有效性。这个来自骨磨削的热损伤毗邻神经是被神经外科医生公认的一个现象。手术中面部神经瘫痪在骨磨削中已经报道了高达 3.6%。Abbas 和 Jones 在一项尸体解剖研究中利用金刚石砂轮进行骨磨削实验,测量了面部神经温度,并且证实了神经热损伤。

[0003] 神经组织特别容易受到高温的影响。组织损伤的起始温度大约是 43 度。在头颈部手术中神经热损伤的事已经被报道过。神经外科医生目前不能确定骨磨削中在砂轮/骨界面产生的热量和转移到骨和相邻神经的热能有多少。

[0004] 目前外科颅骨磨削的器械为手持式磨削装置,手术时须凭借医师个人丰富的临床经验与手部感觉来调整磨削装置的运动和位姿。若是经由缺乏丰富经验的医师执行时,稍有不慎有可能在外科颅骨磨削时而伤及头骨下方的脑膜及神经组织。

[0005] 与手持式手术装置相比,医用外科手术六自由度自动调节机械臂磨削夹持装置在治疗效果、减轻痛苦、恢复周期、医疗成本等方面具有明显优势。它主要借助先进的手术器械来操作,以达到出色的治疗效果。当前颅骨外科手术广泛应用的手动微机械手仅含有旋转和夹持两个自由度,常常需要操作者进行大量的辅助动作才能达到一定的工作空间,从而提高了手术操作的难度,并降低了手术效率,同时也会给患者带来不必要的附加损伤。

发明内容

[0006] 本发明的目的就是为解决上述问题,提供一种医用外科手术六自由度自动调节机械臂磨削夹持装置,该机械臂磨削夹持装置具有 3 个旋转、3 个移动共计 6 个自由度,具有控制精确度高,可实现任意位姿的颅骨外科手术操作,从而可有效避免对脑组织的机械损伤。

[0007] 为实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0008] 一种医用外科手术六自由度自动调节机械臂磨削夹持装置,它包括六自由度自动调节机械臂以及安装在机械臂前端的夹持装置;其中六自由度机械臂包括底座,回转台以电机 I 驱动旋转的方式安装在底座上;回转台上安装电机 II 驱动转动的液压杆 I,液压杆 I

与液压杆 II 伸缩式连接, 液压杆 II 前端安装电机 VIII 驱动转动的空心轴, 空心轴末端安装电机 III, 电机 III 主轴穿过空心轴后与空心轴前端的回转轴连接, 回转轴通过电机 IV 与 T 型连接杆连接, T 型连接杆与连接杆 II 一端连接; 连接杆 II 另一端与连接杆 I 转动连接; 在连接杆 I 端部设有液压装置, 连接杆 I 底部设有应变片, 应变片通过反馈调节装置与液压装置连接, 共同构成对作用力监测的循环系统; 同时连接杆 I 前端还安装有横向及纵向运动装置, 在纵向运动装置上安装有夹持装置, 所述夹持装置包括卡抓装置 I 和卡抓装置 II, 所述两卡抓装置间设有驱动用电机 V。

[0009] 所述底座上半部分中心设有一中心孔, 回转台下端设有一轴插入底座的中心孔内, 在中心外设有环形槽, 在环形槽大直径内表面设计为内齿轮, 电机 I 的主轴为齿轮轴, 电机 I 固定在回转台上, 齿轮轴与环形槽的内齿轮实现齿轮内啮合。

[0010] 所述电机 II 安装在回转台的一端同时与液压杆 I 连接, 在电机 II 的主轴上设有一个限制液压杆 I 移动的限位器; 电机 II 的主轴与回转台连接部分为光轴, 与液压杆 I 连接的部分采用花键方式连接。

[0011] 所述电机 VIII 的主轴上设有限制空心轴移动的限位器, 电机 VIII 的主轴与液压杆 II 连接部分为光轴, 与空心轴采用花键方式连接; 回转轴插入空心轴一端, 从空心轴安装一轴承再安装套筒, 回转轴与套筒通过螺纹连接, 套筒其它部位为光滑的, 从而限制了回转轴的移动。

[0012] 所述电机 IV 的主轴设计为阶梯轴, 直径尺寸逐渐减小; 主轴与回转轴连接部分为光轴, 主轴中间部分与 T 型连接杆采用花键方式连接, T 型连接杆由回转轴限制其移动; 连接杆 II 与 T 型连接杆通过螺纹连接; 连接杆 I 通过柱销 I 与连接杆 II 连接; 应变片粘结在连接杆 I 底部。

[0013] 所述液压装置固定在连接杆 I 上, 液压装置另一端液压杆为 T 型, 由两个插销孔套在 T 型液压杆的两端, 插销孔由螺钉固定, 实现液压装置的 T 型液压杆沿插销孔的转动, 限制液压装置移动。

[0014] 所述横向及纵向运动装置分别为:

[0015] 横向运动装置包括与连接杆 I 连接的横向导轨, 电机 VII 固定在横向导轨端部, 横向导轨槽内安装丝杠, 丝杠与电机 VII 连接传动; 丝杠与滑动连接装置蜗轮蜗杆传动, 滑动连接装置与横向导轨啮合, 使滑动连接装置沿横向导轨两条导轨表面滑动;

[0016] 纵向运动装置与滑动连接装置采用滚珠导轨连接实现纵向滑动, 滑动连接装置上安装电机 VI, 电机 VI 的主轴端部为齿轮与纵向运动装置实现齿轮传动, 为纵向运动装置提供动力驱动;

[0017] 横向导轨两端安装限位开关 I 和限位开关 II, 调节滑动连接装置横向移动的范围; 在纵向运动装置底部安装限位开关 III 和限位开关 IV, 调节纵向移动的范围; 所述四个限位开关构成一矩形, 从而调节四个限位开关的位置调节运动范围。

[0018] 各自的连杆 I 连接, 连杆 I 与电机 V 主轴一同转动; 连杆 III 与连杆 I、连杆 III 与卡爪 II、连杆 I 与连杆 II、连杆 II 与卡爪 I 通过柱销 II 连接实现转动, 卡爪 I 与卡爪 II 套在 T 型支架的圆柱导轨上实现卡爪 I 与卡爪 II 沿导轨相向运动和相离运动, T 型支架固定在纵向运动装置上; 卡爪 I 与卡爪 II 闭合时, 连杆 I 处于竖直位置, 卡爪 II 与连杆 III 之间的柱销、连杆 I 中心轴及卡爪 I 与连杆 II 之间的柱销在通一条直线上, 连杆 III、连杆 II

和连杆 I 几乎处于一条直线上, 连杆 III 与连杆 II 的长度之和约等于连杆 I 的长度; 卡爪 I 与卡爪 II 分开处于最大开口时, 连杆 III、连杆 I 和连杆 II 位于一条直线上, 卡爪 I 与卡爪 II 的最大开口值为连杆 III、连杆 I 和连杆 II 的长度之和。

[0019] 所述夹持装置端部至液压装置的距离设为 x , 应变片的长度为 a , 液压装置至柱销 I 的距离为 b , 由应变片检测出液压装置施加的载荷为 P , 则卡爪夹持的工具对目标工件施加载荷 $P(x)$ 为:

[0020]

$$P(x) = \frac{Pb}{x+b} \quad (1)$$

[0021] 当没有接触目标工件时, 应变片大小为 0, 当接触目标工件时, 应变片大小大于 0; 通过反馈调节装置调节液压装置对连接杆 I 的作用力, 其作用力的大小通过应变片的实时监测, 并及时的通过反馈调节装置对液压装置进行补偿调节, 如此反复。

[0022] 本发明的有益效果是: 该机械臂磨削夹持装置具有 3 个旋转、3 个移动共计 6 个自由度, 即: 回转台在电机 I 与底座环形槽的齿轮内啮合传动下实现转动; 液压杆 I 通过电机 II 与液压杆 I 花键孔配合以及螺钉的固定实现转动, 同样空心轴通过电机 VIII 与空心轴花键孔配合以及螺钉的固定实现转动。回转轴通过与空心轴的连接与电机 III 的配合下实现转动。液压杆 I 与液压杆 II 构成液压装置, 可以使液压杆 II 伸长与缩短, 实现垂直方向的移动。滑动连接装置与横向导轨两条导轨啮合实现横向移动, 在横向导轨的一条导轨上安装限位开关 I 和限位开关 II, 可以调节滑动连接装置横向移动的范围。同样, 纵向运动装置与滑动连接装置导轨套在一起实现纵向移动, 在纵向运动装置底部的孔内两端安装限位开关 III 和限位开关 IV, 可以调节纵向移动的范围。它具有控制精确度高, 可实现任意位姿的颅骨外科手术操作, 从而可有效避免对脑组织的机械损伤。

附图说明

- [0023] 图 1 为医用外科手术六自由度自动调节机械臂磨削夹持装置的示意图;
- [0024] 图 2 为医用外科手术六自由度自动调节机械臂磨削夹持装置俯视图;
- [0025] 图 3 为医用外科手术六自由度自动调节机械臂磨削夹持装置局部定位局部剖视图;
- [0026] 图 4 为医用外科手术六自由度自动调节机械臂磨削夹持装置安装的一种电机主视图;
- [0027] 图 5 为医用外科手术六自由度自动调节机械臂磨削夹持装置安装的一种电机主视图;
- [0028] 图 6 为医用外科手术六自由度自动调节机械臂磨削夹持装置端部示意图;
- [0029] 图 7 为医用外科手术六自由度自动调节机械臂磨削夹持装置端部横向纵向连接示意图;
- [0030] 图 8 为医用外科手术六自由度自动调节机械臂磨削夹持装置纵向运动装置连接主视图;
- [0031] 图 9 为医用外科手术六自由度自动调节机械臂磨削夹持装置纵向运动装置底部示意图;

[0032] 图 10 为医用外科手术六自由度自动调节机械臂磨削夹持装置端部卡爪装置示意图；

[0033] 图 11 为医用外科手术六自由度自动调节机械臂磨削夹持装置端部侧视图；

[0034] 图 12 为医用外科手术六自由度自动调节机械臂磨削夹持装置作用力监测流程图。

[0035] 其中,1-底座,2-回转台,3-电机 I,4-电机 II,5-液压杆 I,6-液压杆 II,7-电机 III,8-空心轴,9-回转轴,10-电机 IV,11-T 型连接杆,12-卡爪装置 I,13-卡爪装置 II,14-电机 V,15-纵向运动装置,16-电机 VI,17-滑动连接装置,18-电机 VII,19-连接杆 I,20-横向导轨,21-液压装置,22-应变片,23-柱销 I,24-连接杆 II,25-电机 VIII,26-丝杠,27-限位开关 I,28-限位开关 II,29-套筒,30-轴承,31-电机主轴,32-螺钉 I,33-保持架,34-限位开关 III,35-限位开关 IV,36-T 型支架,37-连杆 I,38-连杆 II,39-卡爪 I,40-卡爪 II,41-柱销 II,42-连杆 III。

具体实施方式

[0036] 下面结合附图与实施例对本发明做进一步说明。

[0037] 图 1 显示了医用外科手术六自由度自动调节机械臂磨削夹持装置的各个组成部分,结合图 1、图 2,其各个部分的传动与定位如下:其中底座 1 为实体金属材料,在整个装置中起到保持装置重心的作用,使装置不易因受力或其它部位过重而导致歪倒。在底座 1 上半部分中心为一孔,将回转台 2 下端的轴插入底座 1 的中心孔中,在中心孔外有一环形槽,在环形槽大直径内表面设计为内齿轮,电机 I3 的主轴设计为齿轮轴,电机 I3 穿过回转台 2 上的孔使主轴的外齿轮与环形槽的内齿轮实现齿轮内啮合传动,通过螺钉使电机 I3 固定在回转台 2 上,从而实现了回转台 2 在垂直方向的转动。

[0038] 在回转台 2 另一端通过电机 II4 与液压杆 I5 连接起来,电机 II4 通过螺钉固定在回转台 2 上,在电机 II4 另一端通过垫片和螺钉固定在液压杆 I5 上,一个螺钉固定在电机 II4 主轴上,限制液压杆 I5 的移动,另外 4 个螺钉固定到液压杆 I5 上,电机 II4 的主轴在回转台 2 孔的部分为光轴,通过液压杆 I5 的部分为花键,并与液压杆 I5 花键孔配合,从而实现液压杆 I5 同电机 II4 主轴转动。

[0039] 液压杆 I5 与液压杆 II6 构成液压装置,可以实现液压杆 II6 伸长与缩短。液压杆 II6 通过电机 VIII25 与空心轴 8 连接,电机 VIII25 通过螺钉固定在液压杆 II6 上,通过垫片和螺钉固定在空心轴 8 上,一个螺钉固定在电机 VIII25 主轴上,限制空心轴 8 的移动,另外 4 个螺钉固定到空心轴 8 上,电机 VIII25 的主轴在液压杆 II6 孔的部分为光轴,通过空心轴 8 的部分为花键,与空心轴 8 花键孔配合,从而实现液压杆 I5 同电机 II4 主轴转动。实现空心轴 8 同电机 VIII25 主轴转动。电机 III7 通过螺钉固定在空心轴 8 上,电机 III7 主轴与回转轴 9 连接,实现回转轴 9 的旋转,通过电机 IV10 将 T 型连接杆 11 与回转轴 9 连接起来,电机 IV10 通过螺钉固定在回转轴 9 上,电机 IV10 主轴设计为阶梯轴,电机 IV10 主轴在回转轴 9 孔的部分为光轴,通过 T 型连接杆 11 的部分为花键,与 T 型连接杆 11 花键孔配合,实现 T 型连接杆 11 的旋转。

[0040] 连接杆 II24 与 T 型连接杆 11 通过螺纹连接。连接杆 II9 通过柱销 I23 与连接杆 II24 连接。应变片 22 粘结在连接杆 II9 底部。液压装置 21 用螺钉固定在连接杆 II9 端

部, 液压装置 21 另一端液压杆设计为 T 型, 由两个插销孔套在 T 型液压杆的两端, 插销孔由螺钉固定, 可以实现液压装置 21 T 型液压杆沿插销孔的转动, 限制液压装置 21 移动。

[0041] 连接杆 I19 与横向导轨 20 连接, 电机 VII18 由螺钉固定在横向导轨 20 端部, 横向导轨 20 槽内安装丝杠 26, 丝杠 26 与电机 VII18 主轴连接实现传动。丝杠 26 与滑动连接装置 17 蜗轮蜗杆传动, 滑动连接装置 17 与横向导轨 20 啮合, 使滑动连接装置 17 沿横向导轨 20 两条导轨表面滑动。滑动连接装置 17 与纵向运动装置 15 采用滚珠导轨连接实现纵向滑动, 滑动连接装置 17 上安装电机 VI16, 电机 VI16 主轴端部为齿轮与纵向运动装置 15 实现齿轮传动, 为纵向运动装置 15 提供动力驱动。纵向运动装置 15 上表面安装卡爪装置 II12、卡爪装置 II13 和电机 V14, 电机 V14 主轴与卡爪装置 II12 和卡爪装置 II13 的连杆 I37 连接, 使连杆 I37 与电机 V14 主轴一同转动, 连杆 III42 与连杆 I37、连杆 III42 与卡爪 II40、连杆 I37 与连杆 II38、连杆 II38 与卡爪 I39 通过柱销 II41 连接实现转动, 卡爪 I39 与卡爪 II40 套在 T 型支架 36 的圆柱导轨上实现卡爪 I39 与卡爪 II40 沿导轨相向运动和相离运动。在横向导轨 20 导轨两端安装限位开关 I27 和限位开关 II28, 用螺母拧紧固定, 在纵向运动装置 15 底部孔内安装限位开关 III34 和限位开关 IV35, 用螺母拧紧固定。

[0042] 图 2 为医用外科手术六自由度自动调节机械臂磨削夹持装置俯视图, 从图 2 中可以清晰的观察到装置的各个自由度。回转台 2 在电机 I3 与底座 1 环形槽的齿轮内啮合传动下实现转动。液压杆 I5 通过电机 II4 与液压杆 I5 花键孔配合以及螺钉的固定实现转动, 同样空心轴 8 通过电机 VIII25 与空心轴 8 花键孔配合以及螺钉的固定实现转动。回转轴 9 通过与空心轴 8 的连接与电机 III7 的配合下实现转动。液压杆 I5 与液压杆 II6 构成液压装置, 可以使液压杆 II6 伸长与缩短, 实现垂直方向的移动。滑动连接装置 17 与横向导轨 20 两条导轨啮合实现横向移动, 在横向导轨 20 的一条导轨上安装限位开关 I27 和限位开关 II28, 可以调节滑动连接装置 17 横向移动的范围。同样, 纵向运动装置 15 与滑动连接装置 17 导轨套在一起实现纵向移动, 在纵向运动装置 15 底部的孔内两端安装限位开关 III34 和限位开关 IV35, 可以调节纵向移动的范围。

[0043] 如图 3, 电机 III7、空心轴 8 和回转轴 9 连接定位局部剖视图。回转轴 9 插入空心轴 8 一端, 从空心轴 8 安装一轴承 30 再安装套筒 29, 回转轴 9 与套筒 29 通过螺纹连接, 套筒 29 其它部位为光滑的, 从而限制了回转轴 9 的移动。将电机 III7 的主轴 31 通过套筒 29 连接回转轴 9, 连接部位为花键连接, 电机 III7 通过螺钉固定在空心轴 8 一端, 从而实现了回转轴 9 同电机主轴 31 的转动。

[0044] 如图 4, 电机 IV10 的主视图。将主轴设计为阶梯轴, 主轴直径尺寸逐渐减小。主轴中间部位与 T 型连接杆 11 花键连接实现由电机 IV10 控制 T 型连接杆 11 的转动, T 型连接杆 11 由回转轴 9 限制其移动。电机 IV10 主轴直径较小的部位为了方便主轴花键部位插入 T 型连接杆 11 的花键孔, 并与电机 IV10 的主轴直径较大的部位一同对电机定位, 电机 IV10 由螺钉固定在回转轴 9 上。

[0045] 如图 5, 电机 II4 和电机 III7 的主视图。电机 II4 在回转台 2 的部分为光滑的, 与液压杆 I5 连接部分为花键配合, 花键轴的齿顶圆直径与光滑部分相等, 电机 II4 由螺钉固定在回转台 2 上。同样, 电机 III7 与液压杆 II6 连接部分为光滑的, 与空心轴 8 连接部分为花键配合, 花键轴的齿顶圆直径与光滑部分相等, 电机 III7 由螺钉固定在液压杆 II6 上。液压杆 I5 与空心轴 8 可以实现由电机主轴控制其转动。

[0046] 如图 6 和图 7, 医用外科手术六自由度自动调节机械臂磨削夹持装置端部示意图。从图中可观察到滑动连接装置 17 与丝杠 26 以及与横向导轨 20 的连接与传递关系, 丝杠 26 由电机 VII18 控制旋转。纵向运动装置 15 与滑动连接装置 17 通过纵向导轨连接, 纵向运动装置 15 由电机 VI16 齿轮啮合控制纵向移动。横向导轨 20 的一条导轨两端安装限位开关 I27 和限位开关 II28 控制滑动连接装置 17 的横向运动范围。连接杆 I19 底部粘结应变片 22, 顶部固定液压装置 21 的一段, 另一端固定在连接杆 II24 上。

[0047] 如图 8, 纵向运动装置连接主视图。滑动连接装置 17 与纵向运动装置 15 通过滑动连接装置 17 上的滚珠导轨连接, 保持架 33 在纵向运动装置 15 的孔内调节滚珠的滚动轨迹。电机 VI16 安装在滑动连接装置 17 上, 纵向运动装置 15 一侧与电机 VI16 主轴上的齿轮啮合传动。

[0048] 如图 9, 纵向运动装置 15 底部孔内两端安装限位开关 III34 和限位开关 IV35, 通过螺母拧紧固定, 可通过调节限位开关 III34 和限位开关 IV35 的位置控制纵向运动装置 15 的运动范围。与横向导轨 20 上的限位开关 I27 和限位开关 II28 构成一矩形, 从而可以调节 4 个限位开关的位置调节运动范围。

[0049] 如图 10, 卡爪装置示意图。T 型支架 36 固定在纵向运动装置 15 上, 连杆 I37 中心固定轴通过 T 型支架 36 的孔与电机 V14 主轴键连接一同转动, 连杆 III42 与连杆 I37、连杆 III42 与卡爪 II40、连杆 I37 与连杆 II38、连杆 II38 与卡爪 I39 通过柱销 II41 连接实现转动, 卡爪 I39 与卡爪 II40 套在 T 型支架 36 的圆柱导轨上实现卡爪 I39 与卡爪 II40 沿导轨相向运动和相离运动。卡爪 I39 与卡爪 II40 闭合时, 连杆 I37 处于竖直位置, 卡爪 II40 与连杆 III42 之间的柱销、连杆 I37 中心轴及卡爪 I39 与连杆 II38 之间的柱销在通一条直线上, 连杆 III42、连杆 II38 和连杆 I37 几乎处于一条直线上, 连杆 III42 与连杆 II38 的长度之和约等于连杆 I37 的长度。卡爪 I39 与卡爪 II40 分开处于最大开口时, 连杆 III42、连杆 I37 和连杆 II38 位于一条直线上, 卡爪 I39 与卡爪 II40 的最大开口值为连杆 III42、连杆 I37 和连杆 II38 的长度之和。

[0050] 如图 11, 装置端部侧视图。当卡爪装置 III13 和卡爪装置 II12 夹紧工具后, 通过回转台 2、液压杆 I5、空心轴 8、回转轴 9 的转动, 液压杆 II6、滑动连接装置 17、纵向运动装置 15 的移动调节装置到达预定位置, 首先由应变片 22 检测其应变量, 通过反馈装置控制液压装置 21 对连接杆 I19 上表面施加压力, 连接杆 I19 与连接杆 II24 通过柱销 I23 连接, 连接杆 I19 在力的作用下绕柱销 I23 旋转, 使卡爪夹持的工具给目标工件施加载荷。当应变片 22 检测到其应变量大于规定值时反馈装置将调节液压装置 21 减小施加载荷。通过测量卡爪夹持的工具端部至液压装置 21 的距离设为 x , 应变片 22 的长度为 a , 液压装置 21 至柱销 I23 的距离为 b , 由应变片 22 可检测出液压装置 21 施加的载荷为 P , 则卡爪夹持的工具对目标工件施加载荷 $P(x)$ 为:

[0051]

$$P(x) = \frac{Pb}{x+b} \quad (1)$$

[0052] 如图 12, 装置所夹持的工具机的前端与目标工件将要接触或已经接触时, 应变片 22 检测其应变量, 当没有接触时, 应变量大小为 0, 当接触目标工件时, 应变量大小大于 0。通过反馈调节装置调节液压装置 21 对连接杆 I19 的作用力, 其作用力的大小通过应变片 22

的实时监测,并及时的通过反馈调节装置对液压装置 21 进行补偿调节。如此反复,应变片 22、反馈调节装置、液压装置 21 形成一个对作用力进行监测的循环系统。

[0053] 本发明的工作过程如下:

[0054] 结合图 1、图 2、图 3、图 6、图 10 及图 11 可知,电机 I3、电机 II4、电机 III7、电机 IV10、电机 V14、电机 VI16、电机 VII18、电机 VIII25 接通电源,电机采用步进电机,由伺服装置控制转角。启动电机 V14,电机主轴旋转带动卡爪装置 II2 和卡爪装置 III3 中的卡爪 I39 和卡爪 II40 沿导轨滑动相离运动,将磨削工具机放入卡爪 I39 和卡爪 II40 中,电机 V14 反转,夹紧后电机自锁保持夹紧状态。启动电机 I3、电机 II4、电机 III7、电机 IV10、电机 VIII25,电机 I3 调整回转台 2 沿垂直方向旋转到合适的位置后电机 I3 主轴自锁,电机 VIII25 调整空心轴 8 沿法向旋转到合适位置后电机 VIII25 主轴自锁,电机 III7 调整回转轴 9 沿水平方向旋转到合适位置后电机 III7 主轴自锁,电机 IV10 调整 T 型连接杆 11 沿法向旋转到合适位置后电机 IV10 主轴自锁。液压杆 I5 和液压杆 II6 将装置沿垂直方向升高或降低高度,调限位开关 III34、限位开关 IV35、限位开关 I27 和限位开关 II28,使四个限位开关组成的矩形大小与作业区域大小相等。

[0055] 此时装置所夹持的工具机的前端与目标工件将要接触或已经接触,应变片 22 检测其应变量,当没有接触时,应变量大小为 0,当接触目标工件时,应变量大小大于 0。通过反馈调节装置调节液压装置 21 对连接杆 I19 的作用力,其作用力的大小通过应变片 22 的实时监测,并及时的通过反馈调节装置对液压装置 21 进行补偿。应变片 22、反馈调节装置、液压装置 21 形成一个循环系统。

[0056] 启动电机 VI16 和电机 VII18,使滑动连接装置 17 在丝杠 26 的作用下沿横向导轨 20 横向移动,当滑动连接装置 17 碰到限位开关 I27 和限位开关 II28 时调节电机 VII18 的旋转方向。电机 VI16 主轴上的齿轮与纵向运动装置 15 一侧的齿轮槽啮合传动,纵向运动装置 15 在电机 VI16 的带动下沿滑动连接装置 17 上的导轨纵向运动,当纵向运动装置 15 底部孔内安装的限位开关 III34 和限位开关 IV35 碰到滑动连接装置 17 上的导轨时,调节电机 VI16 的旋转方向。在作用于平面时,调节滑动连接装置 17 和纵向运动装置 15 即可完成。当作用于曲面时,还需要同时调节 T 型连接杆 11、回转轴 9、空心轴 8、液压杆 I5、液压杆 II6 和回转台 2 的旋转或者伸长来达到调节装置位置的目的,同时应变片 22 需要持续的计算其应变量通过反馈调节装置调节液压装置 21 作用力的大小。待作业完成后,将清理工具清理干净后,通过调节 T 型连接杆 11、回转轴 9、空心轴 8、液压杆 I5、液压杆 II6 和回转台 2 可将装置缩成一团放置,减小占地面积。

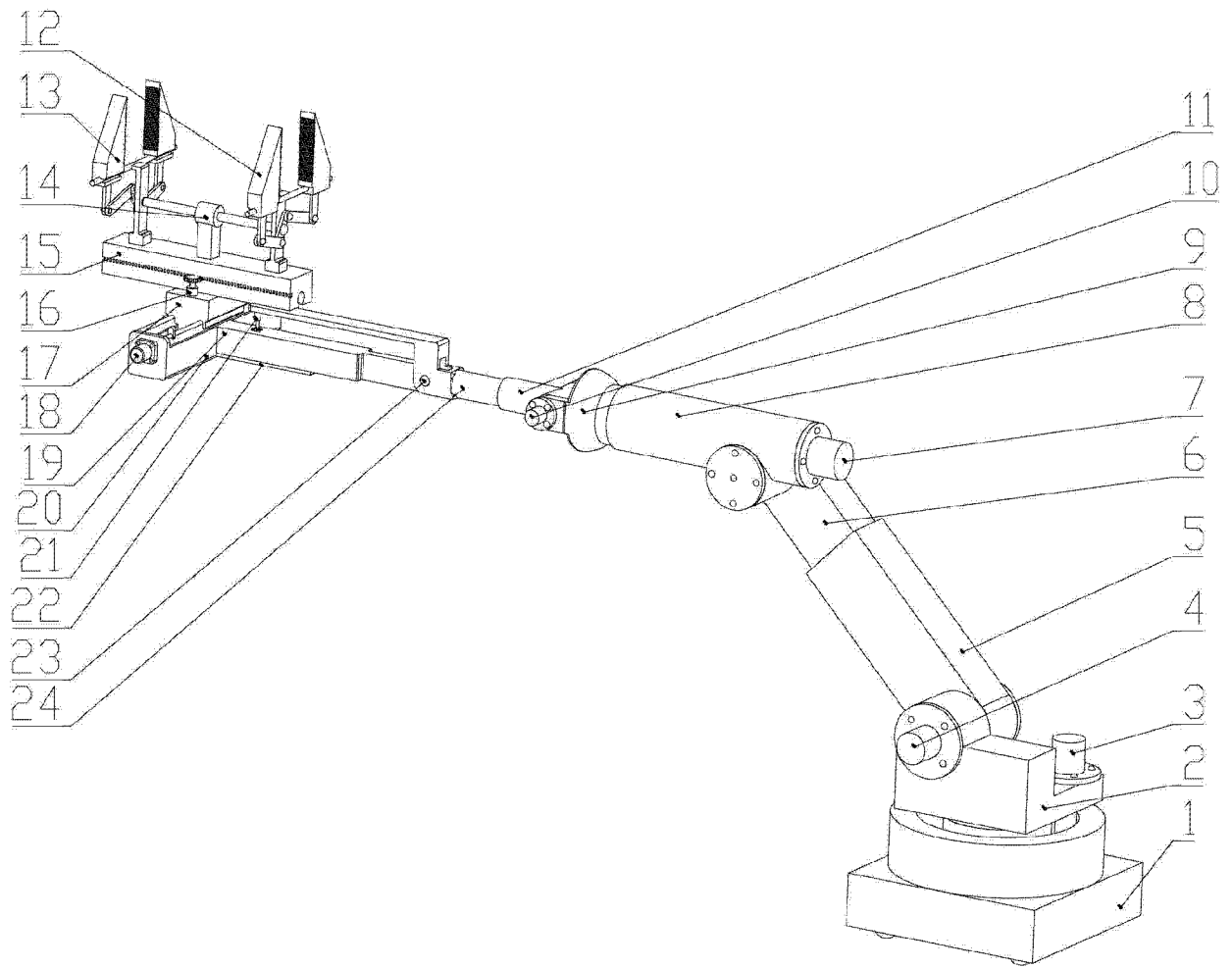


图 1

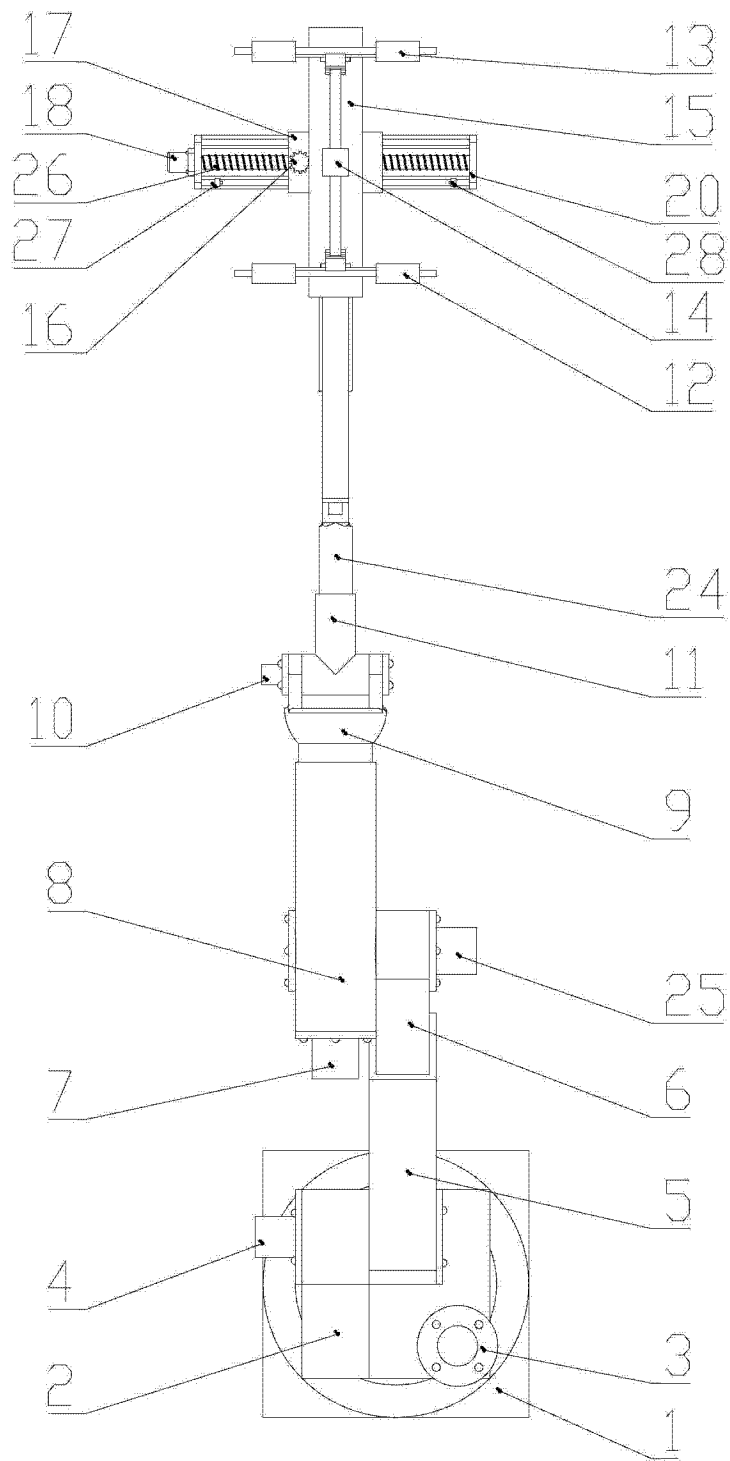


图 2

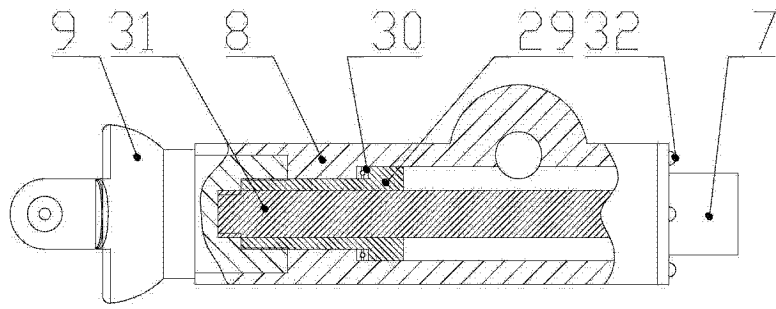


图 3

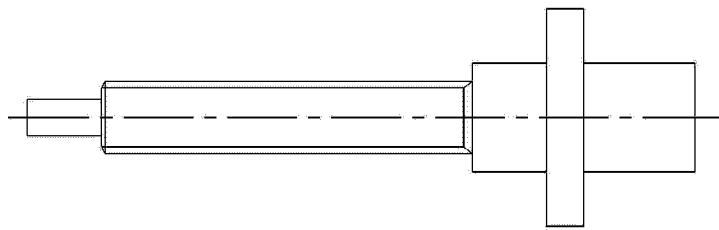


图 4

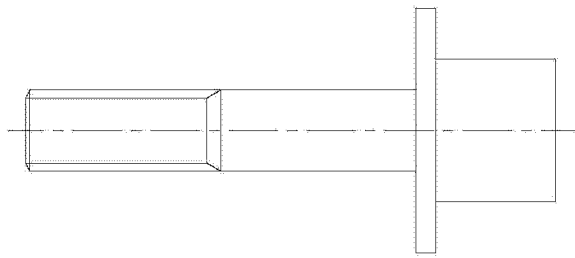


图 5

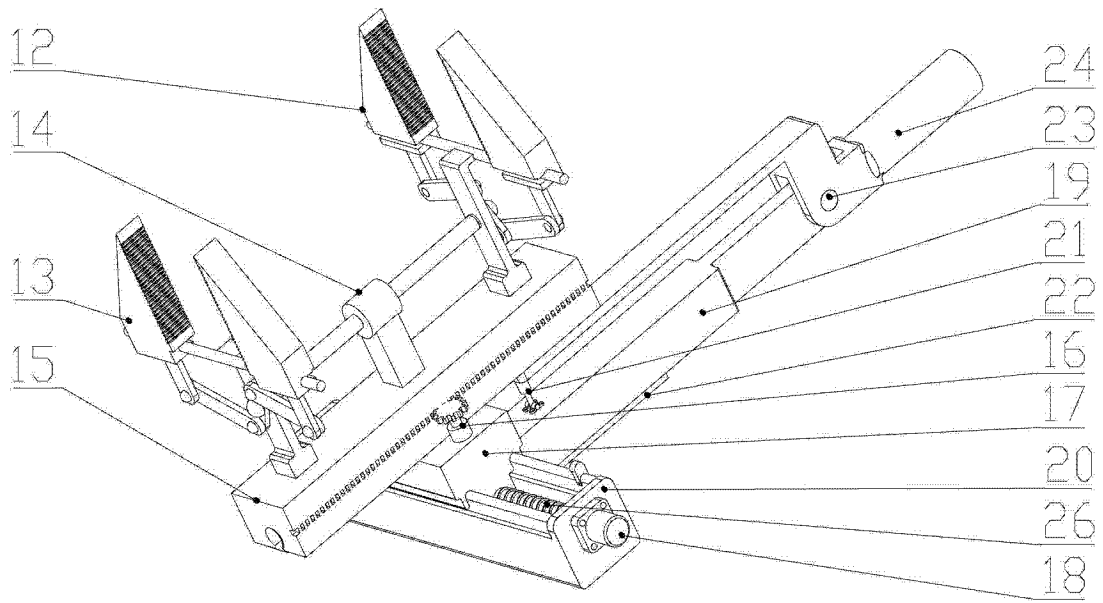


图 6

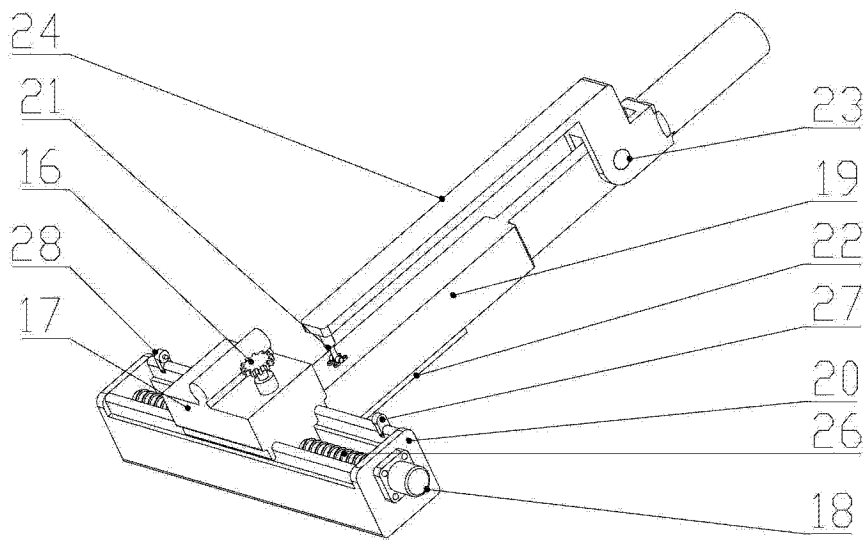


图 7

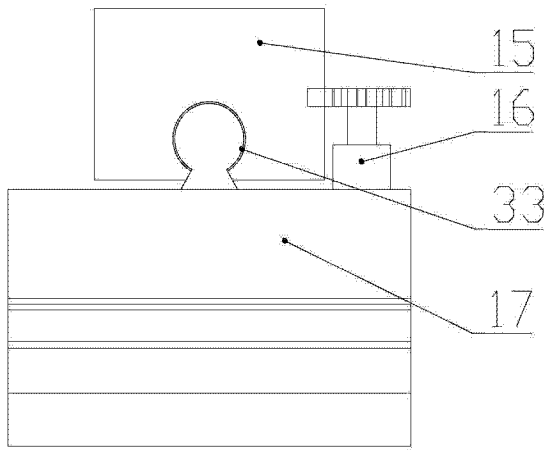


图 8

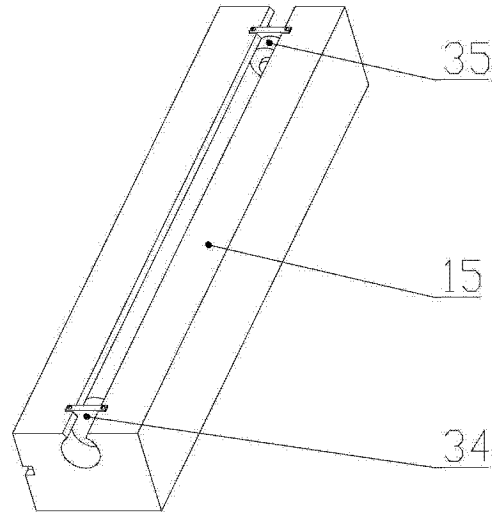


图 9

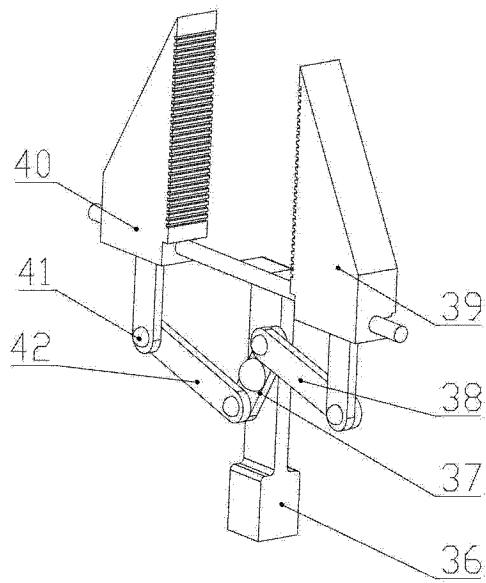


图 10

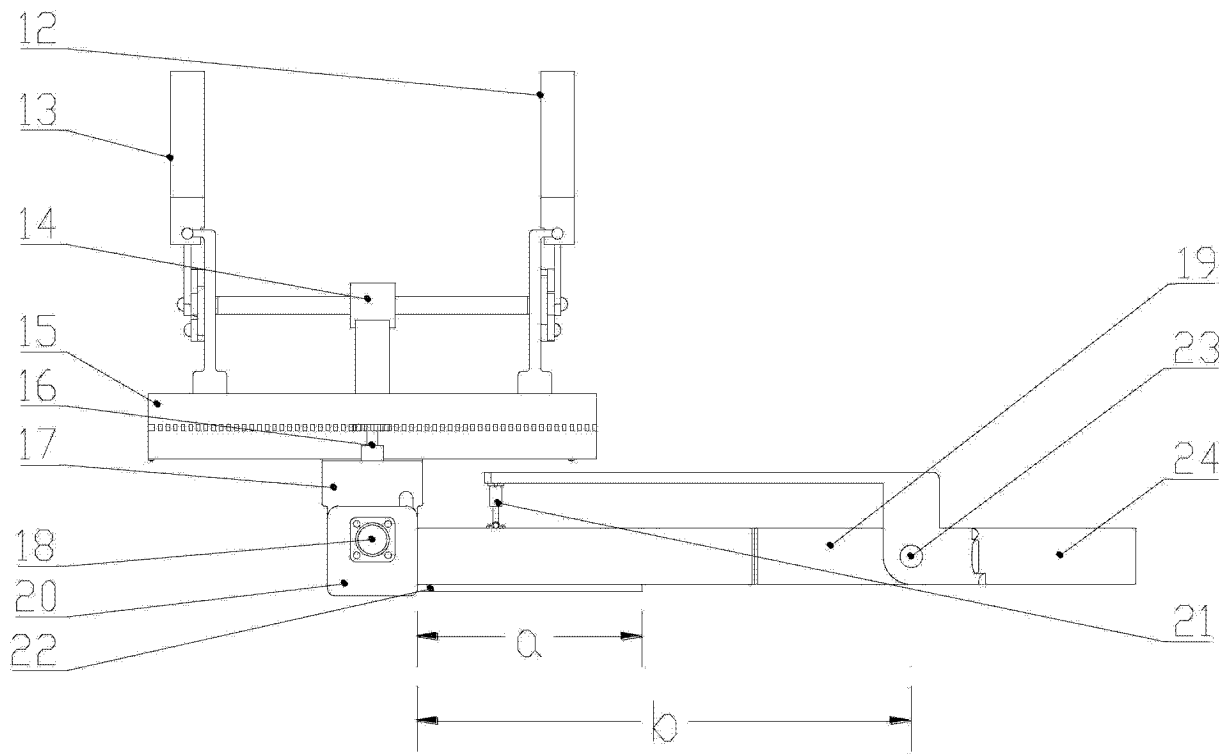


图 11

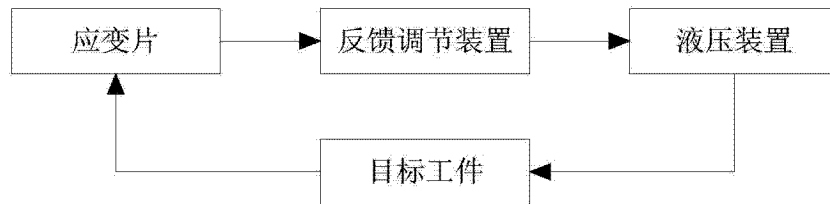


图 12