



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204525465 U

(45) 授权公告日 2015. 08. 05

(21) 申请号 201520079546. 0

(22) 申请日 2015. 02. 04

(73) 专利权人 浙江理工大学

地址 310018 浙江省杭州市江干区下沙高教  
园区 2 号路

(72) 发明人 史伟民 葛宏伟 杨亮亮 许守金  
应思齐 顾小东

(74) 专利代理机构 杭州天正专利事务所有限公  
司 33201

代理人 王兵 黄美娟

(51) Int. Cl.

B25J 9/08(2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

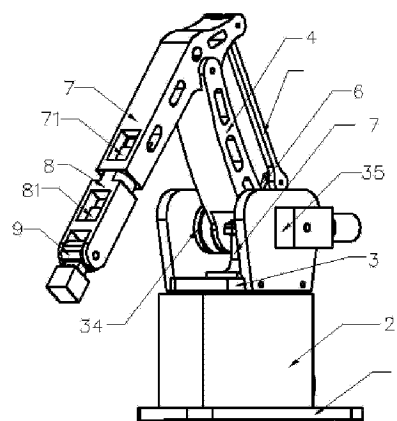
权利要求书1页 说明书4页 附图8页

(54) 实用新型名称

一种五自由机械臂

(57) 摘要

一种五自由机械臂, 基座设置在底板 (1) 上, 底座可转动地设置在基座上, 后臂铰接在底座上, 前臂关节的一端与后臂的一端铰接在底座上的同一根枢轴上, 后臂的另一端与前臂 (7) 铰接, 前臂关节的另一端与前臂筋的一端铰接, 前臂筋的另一端与前臂的后端铰接, 所述的后臂、前臂、前臂筋、前臂关节组成平行四边形机构; 腕关节后端可转动地连接在前臂的前端, 手掌可转动地安装在腕关节的前端。本实用新型的优点是: 自身悬浮重量轻, 动作平稳、控制精确。



1. 一种五自由机械臂,包括基座(2)、底座(3)、后臂(4)、前臂(7)、腕关节(8)和手掌(9),其特征在于:基座(2)设置在底板(1)上,底座(3)可转动地设置在基座(2)上,后臂(4)铰接在底座(3)上,前臂关节(6)的一端与后臂(4)的一端铰接在底座(3)上的同一根枢轴上,后臂(4)的另一端与前臂(7)铰接,前臂关节(6)的另一端与前臂筋(5)的一端铰接,前臂筋(5)的另一端与前臂(7)的后端铰接,所述的后臂(4)、前臂(7)、前臂筋(5)、前臂关节(6)组成平行四边形机构;腕关节(8)后端可转动地连接在前臂(7)的前端,手掌(9)可转动地安装在腕关节(8)的前端;

基座(2)上装有用于驱动底座(3)的第一电机(21),在垂直方向上重叠放置的第一盖板(22)、第二盖板(24)、第三盖板(26),第二盖板(24)上装有第一轴承(25),第三盖板(26)上装有第二轴承(27),第一轴承(25)、第二轴承(27)与基座(2)上端面的孔同轴设置,形成适于底座(3)下端的圆柱体插入的容腔;第一电机(21)输出轴通过齿轮连接所述的圆柱体底部的底座内齿轮;若干组圆弧夹具内圈(292)与圆弧夹具外圈(291)绕基座(2)上端面的孔的圆心均布,形成容纳底座(3)上的圆环形的底座夹具板(32)的圆形凹槽,所述的若干组圆弧夹具内圈(292)与圆弧夹具外圈(291)装有电磁线圈,驱动所述的组圆弧夹具内圈(292)与圆弧夹具外圈(291)夹紧或松开底座夹具板(32);基座(2)上装有用于检测底座3转动角度的第一位置传感器(23);

所述的底座(3)上装有用于驱动后臂(4)的第二电机(35)、用于检测后臂(4)转动角度的第三位置传感器(36)、用于驱动前臂关节(6)的第三电机(33)、用于检测前臂关节(6)的第二位置传感器(34);

前臂关节(6)包括相互平行的第一平板(61)、第二平板(63),第一平板(61)、第二平板(63)之间连接中间垫块(62),第一平板(61)的转动轴连接第三电机(33)的输出轴,前臂筋(5)与第二平板(63)铰接。

2. 如权利要求1所述的一种五自由机械臂,其特征在于:装在前臂7上的第四电机(71)驱动所述的腕关节(8);装在腕关节(8)上的第五电机(81)的输出轴连接锥齿轮A的转动轴,转轴R1上装有锥齿轮B1、内齿轮C1,锥齿轮B1与锥齿轮A啮合,转轴R2上装有锥齿轮B2、外齿轮C2,锥齿轮B2与锥齿轮A啮合,转轴R1的一端通过轴承与腕关节侧壁相连,转轴R2的一端通过轴承与腕关节另一侧壁相连,此时转轴R1和转轴R2的转动方向相反;内齿轮C1与外齿轮D1啮合,外齿轮C2与外齿轮D2啮合,外齿轮D1和D2安装在转轴R3上,并带动装有手掌(9)的转轴R3的转动。

## 一种五自由机械臂

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种机械臂,应用于焊接、钻孔、搬运、绘制图形、拧螺丝等场合。

### 技术背景

[0002] 工业中应用的机械臂技术是集中了机构学、信息学、传感技术及自动控制等多种学科而形成的高新技术,随着机械臂在工业领域中的广泛应用,机械臂的方案设计被不断改进和创新,不断提高控制精度、稳定性和生产效率等性能,根据应用场合的不同,机械臂的设计方案也多种多样。

[0003] 但是现有机械臂机构复杂、自重大、动作笨拙、传动效率低,在有偏置载荷时动作稳定性差。

### 发明内容

[0004] 本实用新型要克服现有技术的上述缺点,提供一种机构简单、动作稳定、传动效率高的五自由机械臂。

[0005] 一种五自由机械臂,包括基座 2、底座 3、后臂 4、前臂 7、腕关节 8 和手掌 9,基座 2 设置在底板 1 上,底座 3 可转动地设置在基座 2 上,后臂 4 铰接在底座 3 上,前臂关节 6 的一端与后臂 4 的一端铰接在底座 3 上的同一根枢轴上,后臂 4 的另一端与前臂 7 铰接,前臂关节 6 的另一端与前臂筋 5 的一端铰接,前臂筋 5 的另一端与前臂 7 的后端铰接,所述的后臂 4、前臂 7、前臂筋 5、前臂关节 6 组成平行四边形机构;腕关节 8 后端可转动地连接在前臂 7 的前端,手掌 9 可转动地安装在腕关节 8 的前端;

[0006] 基座 2 上装有用于驱动底座 3 的第一电机 21,在垂直方向上重叠放置的第一盖板 22、第二盖板 24、第三盖板 26,第二盖板 24 上装有第一轴承 25,第三盖板 26 上装有第二轴承 27,第一轴承 25、第二轴承 27 与底座 2 上端面的孔同轴设置,形成适于底座 3 下端的圆柱体插入的容腔;第一电机 21 输出轴通过齿轮连接所述的圆柱体底部的底座内齿轮;若干组圆弧夹具内圈 292 与圆弧夹具外圈 291 绕基座 2 上端面的孔的圆心均布,形成容纳底座 3 上的圆环形的底座夹具板 32 的圆形凹槽,所述的若干组圆弧夹具内圈 292 与圆弧夹具外圈 291 装有电磁线圈,驱动所述的组圆弧夹具内圈 292 与圆弧夹具外圈 291 夹紧或松开底座夹具板 32;基座 2 上装有用于检测底座 3 转动角度的第一位置传感器 23;

[0007] 所述的底座 3 上装有用于驱动后臂 4 的第二电机 35、用于检测后臂 4 转动角度的第三位置传感器 36、用于驱动前臂关节 6 的第三电机 33、用于检测前臂关节 6 的第二位置传感器 34;

[0008] 前臂关节 6 包括相互平行的第一平板 61、第二平板 63,第一平板 61、第二平板 63 之间连接中间垫块 62,第一平板 61 的转动轴连接第三电机 33 的输出轴,前臂筋 5 与第二平板 63 铰接。

[0009] 进一步,装在前臂 7 上的第四电机 71 驱动所述的腕关节 8;装在腕关节 8 上的第五电机 81 的输出轴连接锥齿轮 A 的转动轴,转轴 R1 上装有锥齿轮 B1、内齿轮 C1,锥齿轮 B1

与锥齿轮 A 啮合, 转轴 R2 上装有锥齿轮 B2、外齿轮 C2, 锥齿轮 B2 与锥齿轮 A 啮合, 转轴 R1 的一端通过轴承与腕关节侧壁相连, 转轴 R2 的一端通过轴承与腕关节另一侧壁相连, 此时转轴 R1 和转轴 R2 的转动方向相反; 内齿轮 C1 与外齿轮 D1 啮合, 外齿轮 C2 与外齿轮 D2 啮合, 外齿轮 D1 和 D2 安装在转轴 3 上, 并带动装有手掌 9 的转轴 R3 的转动。

[0010] 本实用新型为电机驱动式五自由机械臂, 采用位置传感器技术和运动控制技术, 提高系统的稳定性和定位精度, 机械臂末端根据用途不同可安装不同的机构, 实现相应的功能。相比其他设计方案, 本专利中的设计方案机械结构紧凑、所占空间小、操作方便且具有可控性。

[0011] 本实用新型的结构特点是:

[0012] 1) 底座通过装在盖板上的两组转动轴承实现与电机同向转动, 当机械臂重心远离基座时, 能够保证底座的垂直度要求, 且能够承受较大负重;

[0013] 2) 为避免因转动惯量过大给电机控制带来的不利影响, 引进机械限位装置及缓冲设备, 防止出现强烈的机械碰撞;

[0014] 3) 安装位置传感器, 可实时检测底座、后臂等的转动角度, 并反馈给运动控制卡, 便于实现较为精确的控制;

[0015] 4) 考虑到后臂转动轴为两端悬挂式驱动, 采用中间支撑柱, 用于支撑转动轴, 使其始终处于与电机转动轴同心的状态;

[0016] 5) 采用平行四边形机构控制前臂的转动, 避免直接在前臂上装电机, 可减轻机械臂的悬浮重量;

[0017] 6) 手腕部分与手掌之间采用齿轮组结构, 通过锥齿轮及直齿轮实现手掌绕转动轴的转动;

[0018] 7) 手掌部分做成可拆装式结构, 方便末端结构的安装与拆卸;

[0019] 8) 机械臂在设计时采用左右对称式结构, 如后臂和前臂的控制电机采用左右对称分布式、腕关节与手掌间的齿轮组采用对称式分布, 如此设计避免底座在转动时因上肢重心偏移给运动控制带来的劣势。

[0020] 本实用新型的优点是: 自身悬浮重量轻, 动作平稳、控制精确。

## 附图说明

[0021] 图 1 是本实用新型的示意图

[0022] 图 2 是本实用新型的控制框图

[0023] 图 3 是基座 2 的剖视图

[0024] 图 4a 是底座 3 的示意图

[0025] 图 4b 是底座 3 的另一个角度的示意图

[0026] 图 4c 底座 3 的传动关系示意图

[0027] 图 5 是基座的结构示意图

[0028] 图 6 是前臂后臂的驱动机构示意图

[0029] 图 7 是手掌 9 的驱动机构的示意图

[0030] 图 8 是前臂关节 6 的结构示意图

## 具体实施方式

[0031] 下面结合附图进一步说明本实用新型。

[0032] 一种五自由机械臂,包括基座 2、底座 3、后臂 4、前臂 7、腕关节 8 和手掌 9,基座 2 设置在底板 1 上,底座 3 可转动地设置在基座 2 上,后臂 4 铰接在底座 3 上,前臂关节 6 的一端与后臂 4 的一端铰接在底座 3 上的同一根枢轴上,后臂 4 的另一端与前臂 7 铰接,前臂关节 6 的另一端与前臂筋 5 的一端铰接,前臂筋 5 的另一端与前臂 7 的后端铰接,所述的后臂 4、前臂 7、前臂筋 5、前臂关节 6 组成平行四边形机构;腕关节 8 后端可转动地连接在前臂 7 的前端,手掌 9 可转动地安装在腕关节 8 的前端;

[0033] 基座 2 上装有用于驱动底座 3 的第一电机 21,在垂直方向上重叠放置的第一盖板 22、第二盖板 24、第三盖板 26,第二盖板 24 上装有第一轴承 25,第三盖板 26 上装有第二轴承 27,第一轴承 25、第二轴承 27 与底座 2 上端面的孔同轴设置,形成适于底座 3 下端的圆柱体插入的容腔;第一电机 21 输出轴通过齿轮连接所述的圆柱体底部的底座内齿轮;若干组圆弧夹具内圈 292 与圆弧夹具外圈 291 绕基座壳 28 的上端面的孔的圆心均布,形成容纳底座 3 上的圆环形的底座夹具板 32 的圆形凹槽,所述的若干组圆弧夹具内圈 292 与圆弧夹具外圈 291 装有电磁线圈,驱动所述的若干组圆弧夹具内圈 292 与圆弧夹具外圈 291 夹紧或松开底座夹具板 32;基座 2 上装有用于检测底座 3 转动角度的第一位置传感器 23;

[0034] 所述的底座 3 上装有用于驱动后臂 4 的第二电机 35、用于检测后臂 4 转动角度的第三位置传感器 36、用于驱动前臂关节 6 的第三电机 33、用于检测前臂关节 6 的第二位置传感器 34;后臂 4 的转动轴 38 与前臂关节 6 的转动轴 39 位于同一直线上。第二电机 35 的转轴 351 与第三电机 33 的转轴 331 位于同一直线上。

[0035] 前臂关节 6 包括相互平行的第一平板 61、第二平板 62,第一平板 61、第二平板 62 之间连接中间垫块 62,第一平板 61 的转动轴连接第三电机 33 的输出轴,前臂筋 5 与第二平板 63 铰接。第一平板 61 的转动轴包括电机端 611 和转动轴端 612。

[0036] 进一步,装在前臂 7 上的第四电机 71 驱动所述的腕关节 8;装在腕关节 8 上的第五电机 81 的输出轴连接锥齿轮 A 的转动轴,转轴 R1 上装有锥齿轮 B1、内齿轮 C1,锥齿轮 B1 与锥齿轮 A 啮合,转轴 R2 上装有锥齿轮 B2、外齿轮 C2,锥齿轮 B2 与锥齿轮 A 啮合,转轴 R1 的一端通过轴承与腕关节侧壁相连,转轴 R2 的一端通过轴承与腕关节另一侧壁相连,此时转轴 R1 和转轴 R2 的转动方向相反;内齿轮 C1 与外齿轮 D1 啮合,外齿轮 C2 与外齿轮 D2 啮合,外齿轮 D1 和 D2 安装在转轴 3 上,并带动装有手掌 9 的转轴 R3 的转动。

[0037] 机械臂的控制系统主要包括工控机、运动控制卡、驱动器、电机和位置传感器等。

[0038] 底板 1 上有安装孔,可以与其他移动平台相固定;基座 2 为两块支撑板,固定在底板 1 上;底座 3 下端圆柱体外圈部分与盖板 2 和盖板 3 中的轴承的内圈卡紧,圆柱体的内圈部分装有内齿轮,内齿轮与装在第一电机 21 输出轴上的外齿轮相啮合,故底座 1 可在第一电机 21 的控制下转动,而底座 1 的转动角度由第一位置传感器 23 检测;底座 3 下侧装有基座壳,用以防尘;后臂 4 装在底座 3 上,由第二电机 35 控制转动,转动角度由第三位置传感器 36 检测;前臂 7 装在后臂 4 上,由第三电机 34 通过由后臂 4、前臂关节 6 和前臂筋 5 组成的平行四边形控制转动,前臂 7 转动角度由第二位置传感器 34 检测前臂关节 6 得到;腕关节 8 装在前臂 7 上,由第四电机 71 控制转动;手掌 9 装在腕关节 8 上,由第五电机 81 通过齿轮组控制,手掌 9 与齿轮组相连接的腕关节输出轴固定,随其一起转动;手掌处可根据

用途安装对应的机构,如喷漆头、刀柄、钻头、绘笔等。电机的输出角度由编码器反馈给运动控制卡。

[0039] 圆弧夹具由圆弧夹具内圈 292 和圆弧夹具外圈 291 两部分组成,图中 5 中 3 组圆弧夹具呈圆周均匀分布,内外圈分别在内圈固定滑块 293、外圈固定滑块 294 的作用下,只能沿圆弧径向移动,而轴向无法转动。圆弧夹具内外圈中均安装有电磁线圈,工作时由电磁线圈控制内外圈是相向运动还是反向运动。圆弧夹具与底座圆弧夹具板相接触,起到制动作用。

[0040] 运动开始时,由工控机下发末端轨迹指令,运动控制卡根据给定的末端轨迹进行反解计算,得到各驱动关节处的转动角度,进而生成电机的控制指令并下发至驱动器驱动电机转动,使末端走出与给定轨迹相逼近的实际轨迹。电机的转动角度由编码器反馈给运动控制卡,底座、后臂等的转动信号由位置传感器反馈给运动控制卡,运动控制卡根据反馈信息进行动力补偿,抑制各驱动关节处的振动,完成较为理想的运动轨迹。

[0041] 机械臂的工作过程

[0042] 以喷漆为例,在手掌处安装喷头并固定。根据给定的空间待喷漆轨迹,通过运动控制卡反解求得各驱动关节的转动角度,并将转动角度信号下发给驱动器;驱动器将转动信号转换成运动信号(如脉冲、力矩等)给电机,由电机驱动相应机构的转动。电机 1 的转动带动底座转动,实现机械臂的整体移动;电机 2 的转动带动后臂的摆动;电机 3 的转动通过四边形机构带动前臂摆动;电机 4 的转动带动腕关节的转动;电机 5 的转动带动手掌的转动,进而实现末端喷头的转动。

[0043] 电机输出角度和驱动机构转动角度分别通过编码器和位置传感器反馈给运动控制卡,运动控制卡通过相应的算法实现对机构较为精确的控制。

[0044] 本说明书实施例所述的内容仅仅是对实用新型构思的实现形式的列举,本实用新型的保护范围不应当被视为仅限于实施例所陈述的具体形式,本实用新型的保护范围也及于本领域技术人员根据本实用新型构思所能够想到的等同技术手段。

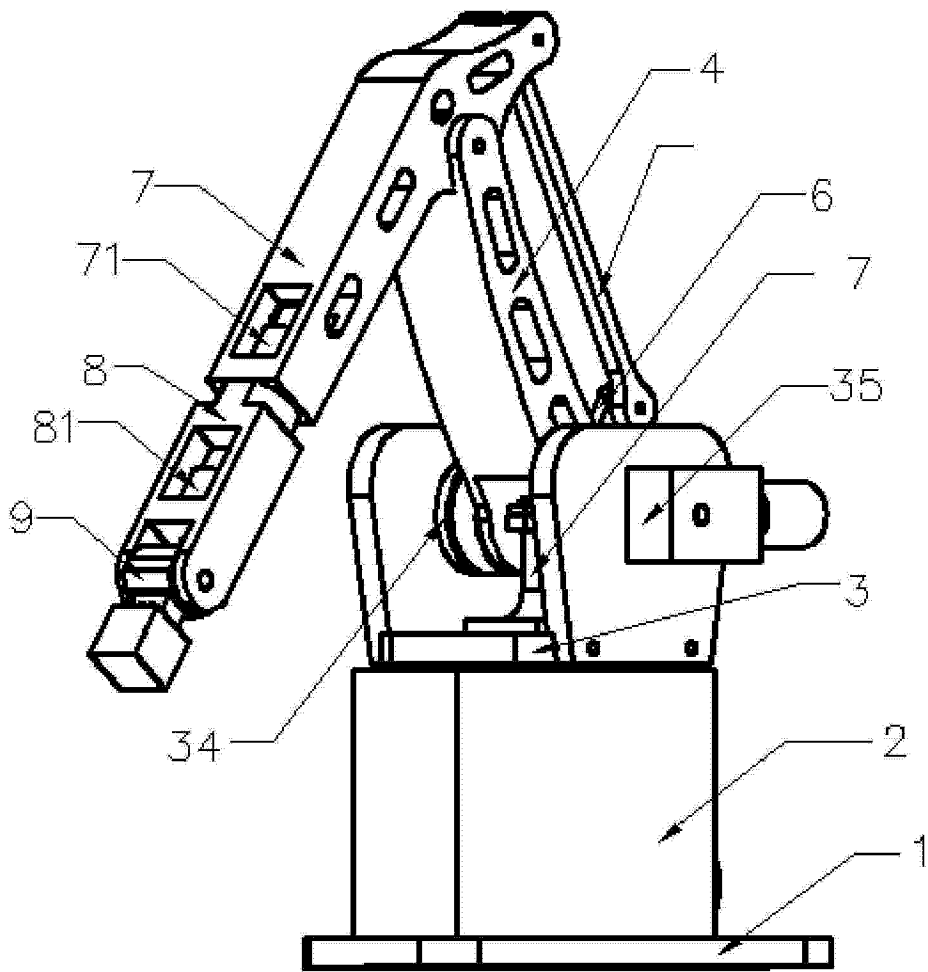


图 1

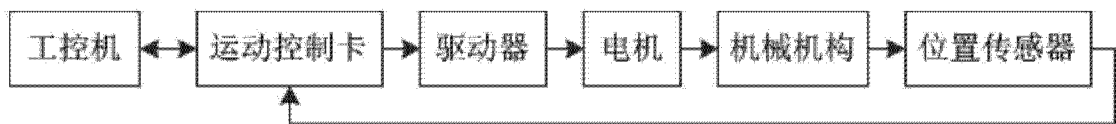


图 2

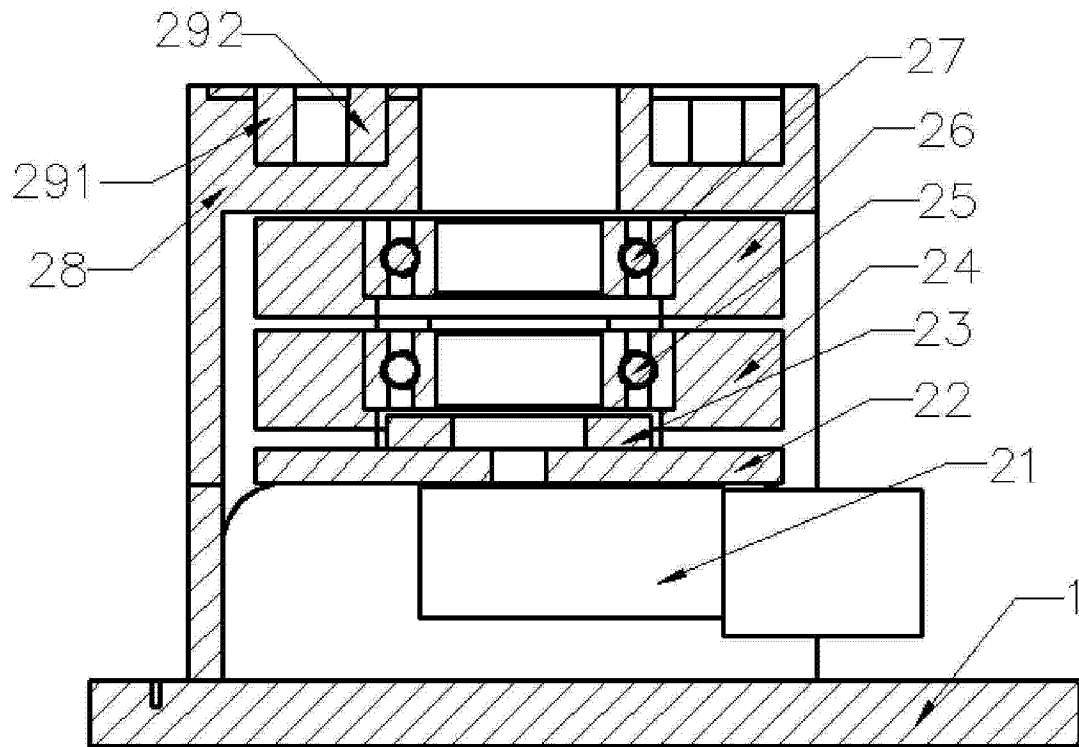


图 3



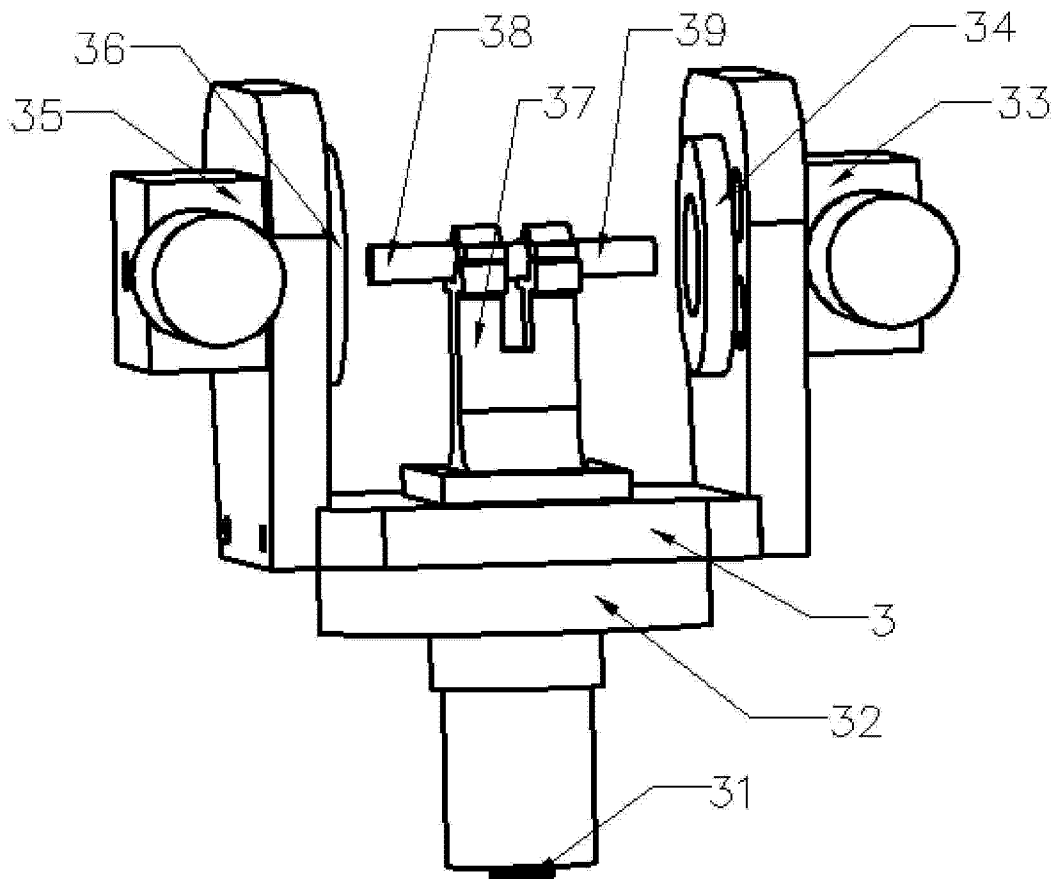


图 4a

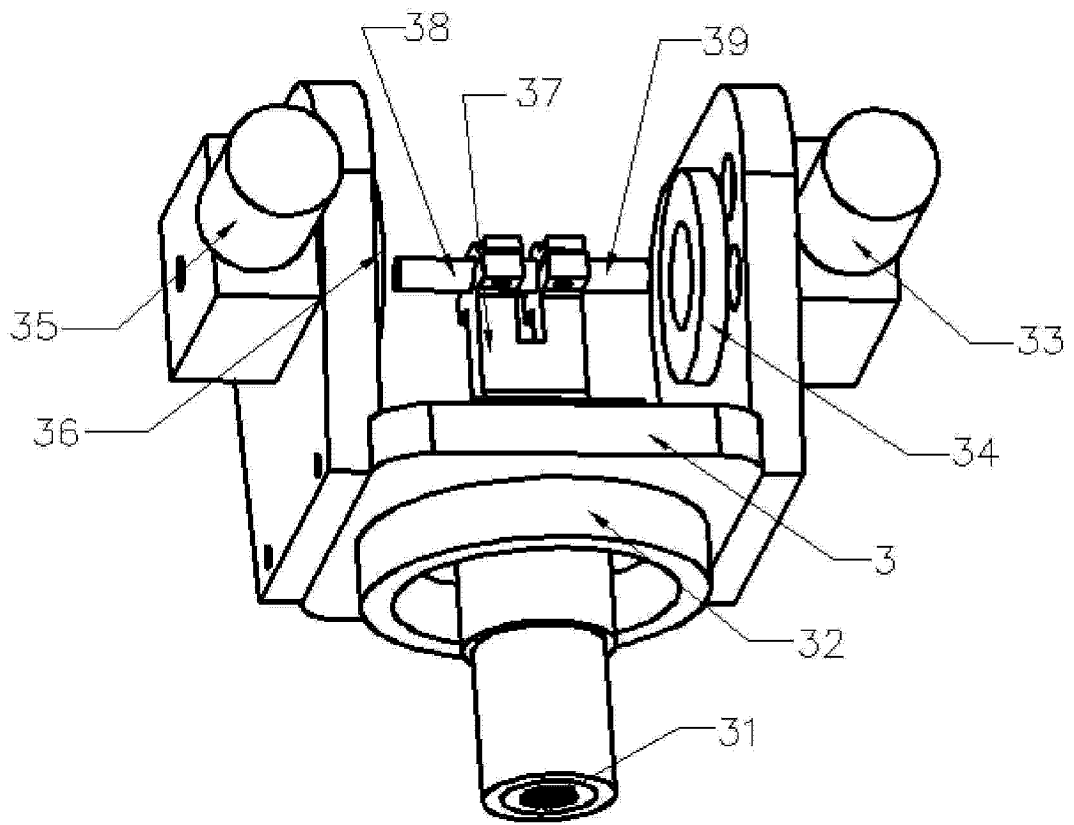


图 4b

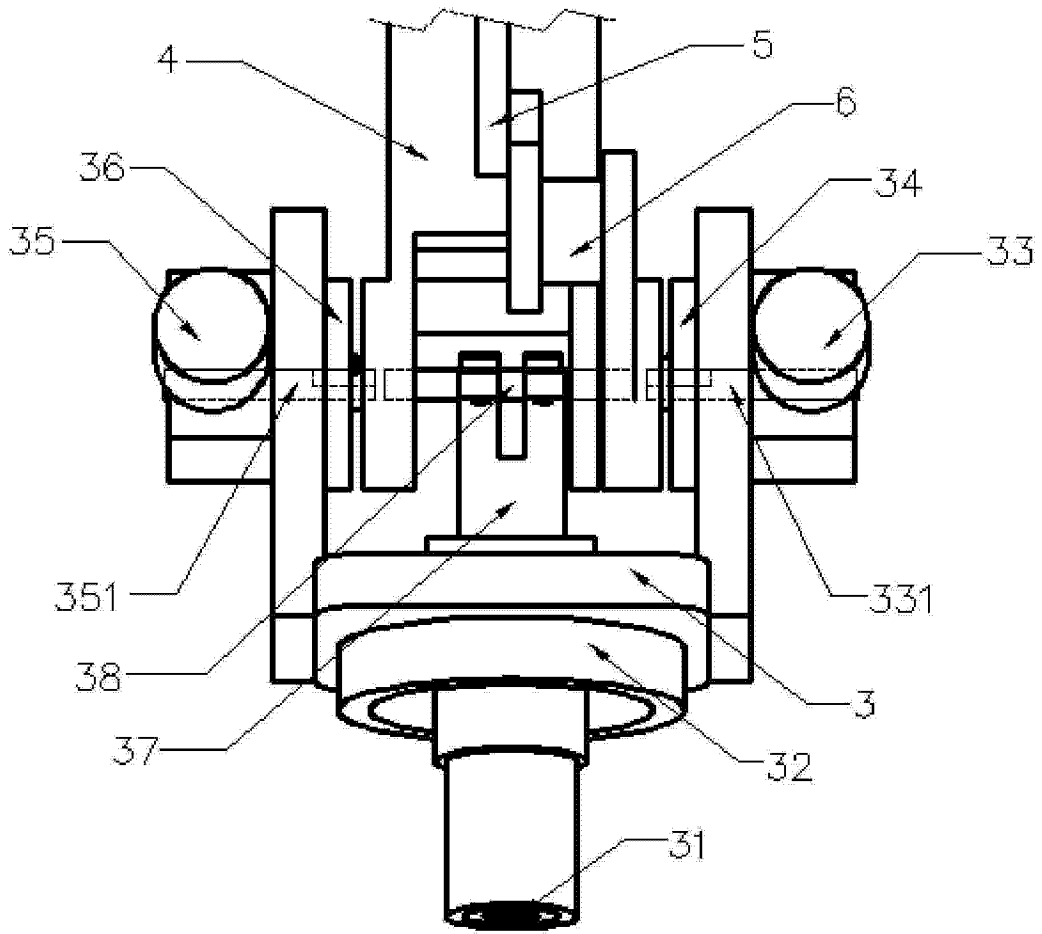


图 4c

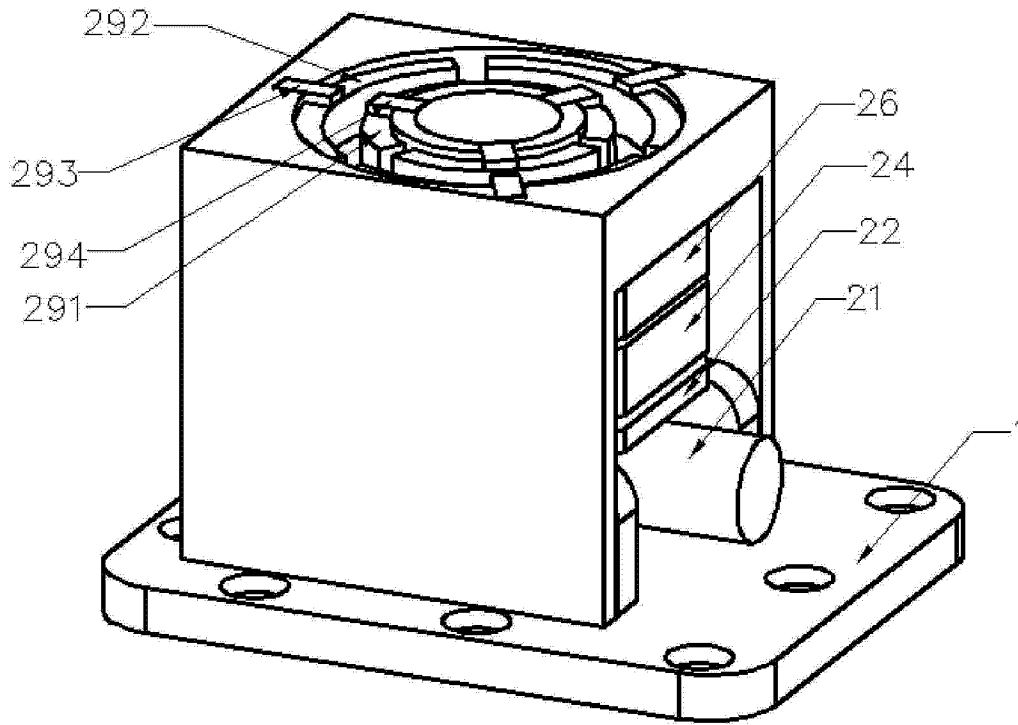


图 5

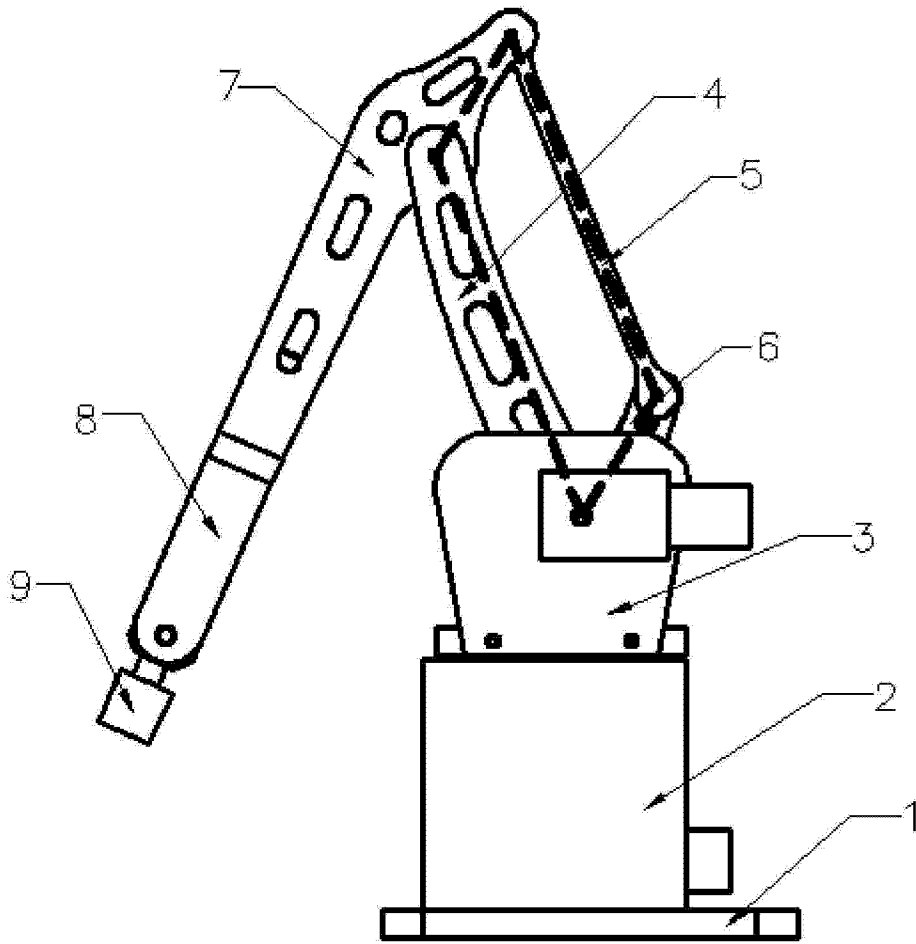


图 6

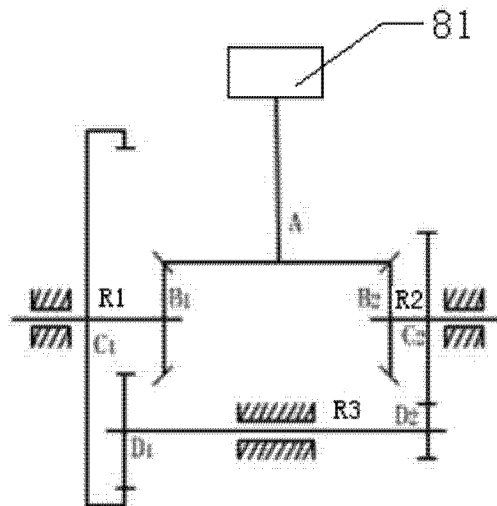


图 7

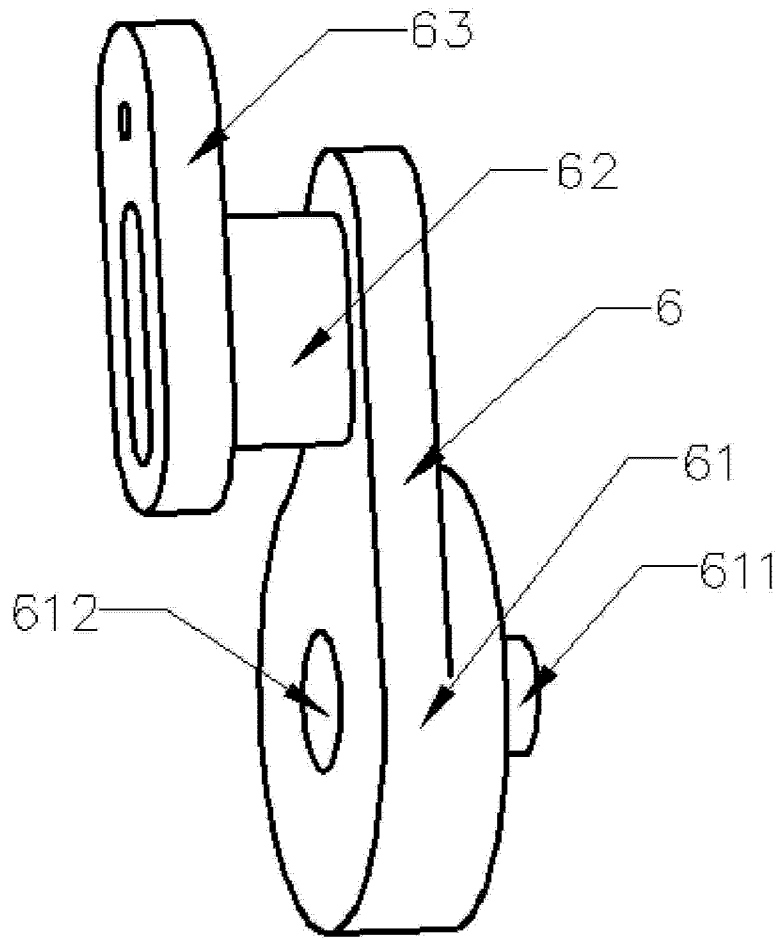


图 8