

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B25J 9/00 (2006.01)

B25J 9/10 (2006.01)

B25J 19/00 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610098135.1

[45] 授权公告日 2008 年 10 月 1 日

[11] 授权公告号 CN 100421884C

[22] 申请日 2006.11.28

[21] 申请号 200610098135.1

[73] 专利权人 中国科学院合肥物质科学研究院  
地址 230031 安徽省合肥市西郊董铺智能  
所 1130 号信箱

[72] 发明人 梅 涛 骆敏舟 查世红 路 巍  
张卫忠 汪小华 卢朝洪 张 涛

[56] 参考文献

US6792689B2 2004.9.21

JP2002-172582A 2002.6.18

US5909941A 1999.6.8

JP2003-205487A 2003.7.22

审查员 谭 颖

[74] 专利代理机构 安徽省合肥新安专利代理有限  
责任公司  
代理人 赵晓薇

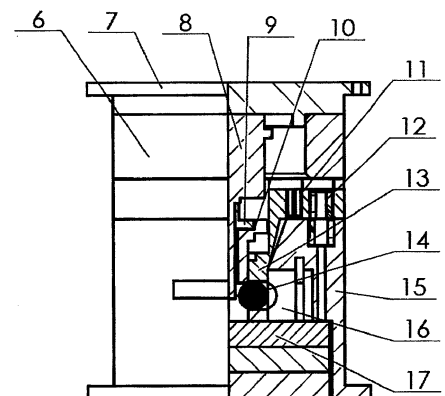
权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 7 页

[54] 发明名称

一种智能机械手的对接装置及其对接方法

[57] 摘要

本发明公开了一种智能机械手的对接装置及其对接方法，装置主要包括对接部件、柔性定位部件和底座，对接部件包括四棱锥形导向部件、锁紧和解锁部件等。装置中的对接部件上面联接手臂，下面联接手爪，对接部件通过位于其中间的手爪外套上的卡槽固定于柔性定位部件上，对接部件的外围是半开口方形的底座并与其机械联接；工作方法是在取爪和放爪的过程中，柔性定位部件和四棱锥形导向部件能够保证手臂在对接具有一定误差的情况下，实现柔性地顺利导向和定位。本发明是一种由电机驱动的、具有一定柔性的三自由度智能机械手对接装置，具有结构紧凑、适用范围广、较低的机械手臂定位要求的特点，减少了设备的复杂性，拓展了机器人的应用空间。



1、一种智能机械手的对接装置，装置包括手臂（1）和与之机械联接的对接部件（2）、柔性定位部件（3）、手爪（4）、底座（5），其特征在于：

所述的装置中的对接部件（2）上面机械联接手臂（1），下面机械联接手爪（4），对接部件（2）通过位于其中间的手爪外套（15）上的卡槽固定于柔性定位部件（3）上，对接部件（2）的外围是半开口方形的底座（5）并与之机械联接；

所述的对接部件（2），还包括手臂外套（6）、手臂法兰（7）、电机（8）、电机螺母（9）、滑块（10）、压力传感器（11）、定位销（12）、四棱锥形导向部件（13）、压紧轮（14）、手爪外套（15）、压紧槽（16）、电路板（17），其中，所述的电机（8）用四个螺栓固定于阶梯圆柱形的手臂法兰（7）下面，采用电机螺母（9）和滑块（10）联接于电机（8）的轴上，用于传递电机（8）的运动来实现压紧轮（14）的固定和沿槽自由运动两种状态；所述的滑块（10）的下面置有压紧轮（14），压紧轮（14）置于四棱锥形导向部件（13）的槽内，用来锁紧和解锁对接装置；所述的四棱锥形导向部件（13）的空心孔内置有压力传感器（11）和四个定位销（12），压力传感器（11）用来检测手臂接口（18）和手爪接口（19）之间的压力；所述的四个定位销（12）沿周向均匀分布在四棱锥形导向部件（13）上，用来周向固定手臂接口（18）和手爪接口（19）；所述的四棱锥形导向部件（13）通过联接件螺栓与上面的手臂外套（6）机械联接，且四棱锥形导向部件（13）和手爪外套（15）配合以实现对接装置（2）的导向功能；所述的手臂外套（6）

通过联接件螺栓与顶上的手臂法兰(7)机械联接;所述的四棱锥形导向部件(13)的下面置有圆柱形手爪外套(15),所述的手爪外套(15)内部是锥形空心孔并用螺钉固定联接电路板(17)和压紧槽(16),手爪外套(15)内部的锥形空心孔用来和四棱锥形导向部件(13)配合以实现对接装置(2)的导向功能;

所述的柔性定位部件(3),包括滚珠(20)、固定架(21)、弹簧(22)、平面轴承(23),所述的平面轴承(23)是拱门形状,其上有三个侧面,所述的三个侧面各置有三个弹簧(22),平面轴承(23)的下方置有转动的滚珠(20),所述的滚珠(20)共有14个且均匀嵌于固定架(21)的凹槽内,平面轴承(23)通过弹簧(22)和固定架(21)联接固定,用于当手臂(1)在对接时有一定误差的情况下,通过平面轴承(23)在x、y方向的移动及z向的转动,使平面轴承(23)在取爪和放爪时都能柔性地适应手臂(1)的位置。

所述的四棱锥形导向部件(13),在手臂接口(18)即主动端口和手爪接口(19)即被动端口上分别置有四棱锥形导向机构,对接取爪时,即使手臂(1)的位置有一定的误差,对接装置仍能够实现柔性地导向和定位,其柔性通过柔性定位部件(3)保证。

2、根据权利要求1所述的一种智能机械手的对接装置,其特征在于:所述的对接部件(2)与柔性定位部件(3)之间的机械联接是柔性定位联接。

3、根据权利要求1所述的一种智能机械手的对接装置,其特征在于:所述的对接装置用于机械臂、机器人的一般环境中,或用于真空、太空、水下特殊的环境中。

4、根据权利要求 1 所述的一种智能机械手的对接装置工作方法，包括智能机械手的对接装置取爪和放爪的工作过程，其特征如下：

所述的手臂（1）取爪的工作过程是：设定手臂（1）与对接部件（2）初步对准，采用柔性定位部件（3）准备定位；通过压力传感器（11）检测到的信号来确定手臂（1）是否精确定位；如果否，则手臂（1）继续精确定位，如果是，则对接部件中（2）的电机（8）开始正转，并带动电机螺母（9）和滑块（10）轴向移动到对接装置锁紧位置；如果对接部件（2）没有锁紧，则电机（8）继续正转，如果对接部件（2）锁紧，即对接部件（2）中的滑块（10）处于下端位置，则电机（8）停止转动，取出手爪（4）完成一个取爪过程；

所述的手臂（1）放爪的工作过程是：设定对接部件（2）与柔性定位部件（3）初步对准，采用柔性定位部件（3）精确定位；对接部件中（3）的电机（8）开始反转，并带动电机螺母（9）和滑块（10）移动到对接装置解锁位置；如果对接部件（2）没有解锁，则电机（8）继续反转，如果对接部件（2）锁紧，即对接部件（2）中的滑块（10）处于上端位置，则电机（8）停止转动，放回手爪（4）完成一个放爪过程。

5、根据权利要求 4 所述的一种智能机械手的对接装置的工作方法，其特征在于：所述的柔性定位部件（3）在手臂（1）取爪和放爪具有一定误差的情况下，通过平面轴承（23）x、y 方向的移动及 z 向的转动，使平面轴承（23）在取爪和放爪时能够柔性地适应手臂（1）的位置。

## 一种智能机械手的对接装置及其对接方法

**技术领域** 本发明属于机器人应用领域，特别涉及一种机械手爪的对接装置及其对接方法。

**背景技术** 机器人的应用目前已经非常广泛，从地面到空间，都有机器人的应用。目前机器人应用中，可更换手爪是一个新的发展方向。但可更换手爪必须有一个相应的对接装置（机电接口），将机械手臂与可更换手爪可靠地联接在一起。

在对接装置的应用中，装配系统的定位误差问题是机器人应用于装配作业中的一个主要障碍，解决此问题比较实际的方法是让机器人在装配过程中具有补偿和校正定位误差的能力，即柔顺装配技术。RCC (Remote Center Compliance) 是一种有效并广泛应用的柔顺装置，带有 RCC 的工业机器人，不需要有较高的位姿精度和重复性，就能完成间隙很小的装配作业，使得机器人的性能价格比大大提高。在实际应用中，国外已有系列的 RCC 产品供应，如美国的 ATI、AGI、RAD 公司等。

ATI 公司的手爪对接，基于被动式柔顺手腕 RCC (Remote center compliance)，采用了气动夹紧加滚珠锁紧机构，其放爪过程是：通过 RCC，将手臂柔性定位到手爪上，然后，打开供气开关，使手爪上的密闭气室气压增高，驱动手爪侧壁上的六个沿周向均布的圆珠和手臂上的圆槽紧密配合，以达到锁紧手臂和手爪的目的。RCC 的控制非常复杂，同时，滚珠气动锁紧机构对加工也有很高的要求。

RCC 是根据具体任务设计的一种被动适从装置，它是由美国人 Whitney 领导的 Draper 实验室研制的专门针对有倒角的插轴入孔装配作

业设计的。RCC 是一个装在机械手腕与末端执行器之间具有多个自由度的弹性装置，选择弹性体的刚度可获得不同的顺应性。RCC 装置有一个突出的运动学行为，即结构本身确定了在空间上某一点，在该点可动部件对施加的外力只产生沿力方向的平移，对施加的外力矩只产生沿力矩方向的转动，这一点称为柔顺中心。

将 RCC 装置安装在机器人操作手上，可以帮助机器人顺利完成诸如插轴入孔等典型装配作业，有很好的实用价值。但由于 RCC 装置过于复杂，要求的辅助设备过多，必须有一套复杂的供气装置，定位精度要求很高，等等。因此，不但制造成本高，而且，也在很大程度上限制了它在一些特殊场合的应用，如空间机器人的应用。

**发明内容** 本发明的目的是：为了克服现有技术中气动对接装置的不足之处，而设计的一种电机驱动的、具有一定柔性的三自由度智能机械手的对接装置及其对接方法。该发明具有结构紧凑、成本较低、适用范围广、对机械手的定位精度要求低的特点。

本发明的技术方案是：一种智能机械手的对接装置，装置包括手臂和与之机械联接的对接部件、柔性定位部件、手爪、底座，特别是：

所述的装置中的对接部件上面机械联接手臂，下面机械联接手爪，对接部件通过位于其中间的手爪外套上的卡槽固定于柔性定位部件上，对接部件的外围是半开口方形的底座并与之机械联接。

所述的对接部件与柔性定位部件之间的机械联接是柔性定位联接。对接部件包括手臂外套、手臂法兰、电机、电机螺母、滑块、压力传感器、定位销、四棱锥形导向部件、压紧轮、手爪外套、压紧槽、电路板。

其中，所述的电机用四个螺栓固定于阶梯圆柱形的手臂法兰下面，采用电机螺母和滑块联接于电机的轴上，用于传递电机的运动来实现压紧轮的固定和沿槽自由运动两种状态；所述的滑块的下面置有压紧轮，压紧轮置于四棱锥形导向部件的槽内，用来锁紧和解锁对接装置；所述的四棱锥形导向部件的空心孔内置有压力传感器和四个定位销，压力传感器用来检测对接部分的手臂部分和对接部分的手爪部分之间的压力；所述的四个定位销沿周向均匀分布在四棱锥形导向部件上，用来周向固定对接部分的手臂部分和对接部分的手爪部分；所述的四棱锥形导向部件通过联接件螺栓与上面的手臂外套机械联接，且四棱锥形导向部件和手爪外套配合以实现对接装置的导向功能；所述的手臂外套通过联接件螺栓与顶上的手臂法兰机械联接；所述的四棱锥形导向部件的下面置有圆柱形手爪外套，所述的手爪外套内部是锥形空心孔并用螺钉固定联接电路板和压紧槽，手爪外套内部的锥形空心孔用来和四棱锥形导向部件配合以实现对接装置的导向功能。

所述的柔性定位部件，包括滚珠、固定架、弹簧、平面轴承；所述的平面轴承是拱门形状，其上有三个侧面，所述的三个侧面各置有三个弹簧，平面轴承的下方置有转动的滚珠，所述的滚珠共有14个且均匀嵌于固定架的凹槽内，平面轴承通过弹簧和固定架联接，用于当手臂在对接时有一定误差的情况下，通过平面轴承在x、y方向的移动及z向的转动，使平面轴承在取爪和放爪时都能柔性地适应手臂的位置。

所述的四棱锥形导向部件，在手臂接口即主动端口和手爪接口即被动端口上分别置有四棱锥形导向机构，对接取爪时，即使手臂的位置有

一定的误差时，对接装置仍能够实现柔性地导向和定位，其柔性通过柔性定位部件保证。所述的对接装置用于手臂、机器人的一般环境中，或用于真空、太空、水下特殊的环境中。

一种智能机械手的对接装置工作方法，包括智能机械手的对接装置即手臂的取爪和放爪工作过程，所述的手臂取爪的工作过程是：设定手臂与对接部件初步对准，采用柔性定位部件准备定位；通过压力传感器检测到的信号来确定手臂是否精确定位？如果否，则手臂继续精确定位，如果是，则对接部件中的电机开始正转并带动电机螺母和滑块轴向移动到对接装置锁紧位置？如果对接部件没有锁紧，则电机继续正转，如果对接部件锁紧，即对接部件中的滑块处于下端位置，则电机停止转动，取出手爪完成一个取爪过程。

所述的手臂放爪的工作过程是：设定对接部件与柔性定位部件初步对准，采用柔性定位部件精确定位；对接部件中的电机开始反转并带动电机螺母和滑块移动到对接装置解锁位置？如果对接部件没有解锁，则电机继续反转，如果对接部件锁紧，即对接部件中的滑块处于上端位置，则电机停止转动，放回手爪完成一个放爪过程。

所述的柔性定位部件在手臂放爪具有一定误差的情况下，通过平面轴承  $x$ 、 $y$  方向的移动及  $z$  向的转动，使平面轴承在放爪时能够柔性地适应手臂的位置。

本发明的有益效果是：现有技术中的 ATI 公司的手爪对接装置，即 RCC 装置复杂，要求的辅助设备多，必须有一套复杂的供气装置、定位精度要求高、制造成本高，而且很大程度上限制了它在一些特殊场合的



应用，如空间机器人的应用。本发明的技术方案公开了一种智能机械手的对接装置及其对接方法，装置主要包括对接部件、柔性定位部件和底座，对接部件包括四棱锥形导向部件、锁紧和解锁部件。装置中的对接部件上面联接手臂，下面联接手爪，对接部件通过位于其中间的手爪外套上的卡槽固定于柔性定位部件上，对接部件的外围是半开口方形的底座并与之机械联接；工作方法是在手臂取爪和放爪的过程中，柔性定位部件和四棱锥形导向部件能够保证手臂在对接具有一定误差的情况下，实现柔性地顺利导向和定位。对接部件与柔性定位部件之间的机械联接是柔性定位联接，其中：柔性定位部件用于当手臂在对接具有一定误差的情况下，通过平面轴承在 x、y 方向的移动及 z 向的转动，使平面轴承在取爪和放爪时都能柔性地适应手臂的位置。

相对于现有技术而言，智能机械手的对接装置是一种由电机驱动的、具有一定柔性的三自由度智能机械手对接装置，具有结构紧凑、成本较低、适用范围广、较低的手臂定位要求的特点。该装置降低了对手臂的定位要求，减少了设备的复杂性，拓展了机械手臂、机器人的应用范围，或用于真空、太空、水下等特殊的环境中。

#### 附图说明

图 1 为对接装置在使用中总体模型展示的平面图。

图 2 为对接装置在使用中总体模型展示的立体图。

图 3 为对接部件处于解锁状态时的示意图。

图 4 为对接部件处于锁紧状态时的示意图。

图 5 为对接部件的立体图。

图 6 为柔性定位部件示意图。

图 7 为对接过程中的取爪示意图。

图 8 为对接过程中的放爪示意图。

图 9 为对接过程中的取爪流程图。

图 10 为对接过程中的放爪流程图。

**具体实施方式** 下面结合附图对本发明的实施作进一步解释:

图 1 为对接装置在使用中总体模型展示的平面图, 图 2 为对接装置在使用中总体模型展示的立体图。在图 1 和图 2 中: 1 为手臂, 2 为对接部件, 3 为柔性部件, 4 为手爪, 5 为底座。

装置中的对接部件 2 上面机械联接手臂 1, 下面机械联接手爪 4, 对接部件 2 通过位于其中间的手爪外套 15 上的卡槽固定于柔性定位部件 3 上, 对接部件 2 的外围是半开口方形的底座 5 并与之机械联接。

图 3 为对接部件处于解锁状态时的示意图, 图 4 为对接部件处于锁紧状态时的示意图。在图 3 和图 4 中: 6 为手臂外套, 7 为手臂法兰, 8 为电机, 9 为电机螺母, 10 为滑块, 11 为压力传感器, 12 为定位销, 13 为四棱锥形导向部件, 14 为压紧轮, 15 为手爪外套, 16 为压紧槽, 17 为电路板。

电机 8 用四个螺栓固定于阶梯圆柱形的手臂法兰 7 下面, 采用电机螺母 9 和滑块 10 联接于电机 8 的轴上, 电机螺母 9 和滑块 10 用于传递电机的运动, 来实现压紧轮 14 的固定和沿槽自由运动两种状态; 所述的滑块 10 的下面置有压紧轮 14, 压紧轮 14 置于四棱锥形导向部件 13 的槽内, 用来锁紧和解锁对接装置; 所述的四棱锥形导向部件 13 的空心孔

内置有压力传感器 11 和四个定位销 12，压力传感器 11 用来检测对接部分的手臂部分 18 和对接部分的手爪部分 19 之间的压力，所述的四个定位销 12 沿周向均匀分布在四棱锥形导向部件 13 上，用来周向固定手臂接口 18 和手爪接口 19；所述的四棱锥形导向部件 13 通过联接件螺栓与上面的手臂外套 6 机械联接，四棱锥形导向部件 13 和手爪外套 15 配合以实现对接部件 2 的导向功能；所述的手臂外套 6 通过联接件螺栓与顶上的手臂法兰 7 机械联接；所述的四棱锥形导向部件 13 的下面置有圆柱形手爪外套 15，所述的手爪外套 15 内部是锥形空心孔并用螺钉固定联接电路板 17 和压紧槽 16，手爪外套 15 内部的锥形空心孔用来和四棱锥形导向部件 13 配合以实现对接部件 2 的导向功能。

图 3 为对接部件处于解锁状态时的示意图。在图 3 中：电机螺母 9 和滑块 10 处于最上端位置时，压紧轮 14 自由沿四棱锥导向部件 13 的槽横向移动，手臂接口 18 和手爪接口 19 自由脱离，此时装置处于解锁状态。

图 4 为对接部件处于锁紧状态时的示意图。在图 4 中：当电机 8 工作时，带动电机螺母 9 和滑块 10 移动并使之处于最下端位置，压紧轮 14 被滑块 10 嵌压在与手爪外套 15 联接的压紧槽 16 内，手臂接口 18 和手爪接口 19 固定联接，此时装置处于锁紧状态。

图 5 为对接部件的立体图。在图 5 中：对接部件 2 分为两部分：18 为手臂接口，19 为手爪接口。手臂接口 18 与手臂 1 固定联接，手爪接口 19 与手爪 4 固定联接。手臂接口 18 和手爪接口 19 处于分离状态时，与之联接的手臂 1 和手爪 4 也处于分离状态；手臂接口 18 和手爪接口

19 处于结合状态时，与之联接的手臂 1 和手爪 4 也处于结合状态。

图 6 为柔性定位部件示意图。在图 6 中：20 为滚珠、21 为固定架、22 为弹簧、23 为平面轴承。

平面轴承是拱门形状，其上有三个侧面，所述的三个侧面各置有三个弹簧 22，平面轴承 23 的下方置有转动的滚珠 20，所述的滚珠 20 共有 14 个且均匀嵌于固定架 21 的凹槽内，平面轴承 23 通过弹簧 22 和固定架 21 联接固定，用于当手臂 1 在对接时有一定误差的情况下，通过平面轴承 23 在 x、y 方向的移动及 z 向的转动，使平面轴承 23 在取爪和放爪时都能柔性地适应手臂 1 的位置。

图 7 为对接过程中的取爪示意图。其取爪过程如下：

- a) 准备阶段：手臂 1 进入准备阶段并与对接部件 2 初步对准；
- b) 定位和锁紧阶段：在此阶段，依靠柔性定位部件 3 的柔性自动对准中间的手臂 1 准备定位，当压力传感器 11 检测到手臂接口 18 和手爪接口 19 的压力超过一定限制时，表明手臂 1 已经定位，压力传感器 11 传给手臂 1 一个模拟信号令其停止轴向运动；而后，对接部件 2 中的电机 8 开始正转，带动电机螺母 9 和滑块 10 移动并使之处于下端位置，压紧轮 14 被滑块 10 嵌压在与手爪外套 15 联接的压紧槽 16 内，手臂接口 18 和手爪接口 19 固定联接，此时装置处于锁紧状态；
- c) 分离阶段：手臂 1 和对接部件 2 联为一体，进入分离阶段，手臂 1 将手爪 4 取出并离开底座 5，即完成一个取爪过程。

图 8 为对接过程中的放爪示意图。其放爪过程如下：

- a) 准备阶段：手臂 1 进入准备阶段，将对接部件 2 和柔性定位部件

### 3 初步对准;

b) 定位和解锁阶段: 手臂 1 依靠柔性定位部件 3 的柔性自动对准中间功能, 引导对接部件 2 的卡槽和柔性定位部件 3 嵌入接合, 对接部件 2 中的电机 8 开始反转, 带动电机螺母 9 和滑块 10 移动并使之处于上端位置, 压紧轮 14 自由沿四棱锥形导向部件 13 的槽横向移动, 手臂接口 18 和手爪接口 19 自由脱离, 此时装置处于解锁状态;

c) 脱离阶段: 与手臂接口 18 联接的手臂 1 和与手爪接口 19 联接的手爪 4 脱离, 此时手爪 4 即完成一个放爪过程。

图 9 为对接过程中的取爪流程图。其取爪流程是: 设定手臂与对接部件初步对准 (步骤 100), 采用柔性定位部件准备定位 (步骤 110); 通过压力传感器检测到的信号来确定手臂是否精确定位 (步骤 120)? 如果否, 则手臂继续定位 (步骤 110), 如果是, 则对接部件中的电机开始正转 (步骤 130) 并带动电机螺母和滑块轴向移动 (步骤 140), 直到对接部件的锁紧位置 (步骤 150)? 如果对接部件没有锁紧, 则电机继续正转 (步骤 130), 如果对接部件锁紧, 即对接部件中的滑块处于下端位置, 则电机停止转动 (步骤 160), 取出手爪 (步骤 170) 完成一个取爪过程。

图 10 为对接过程中的放爪流程图。其放爪流程是: 设定对接部件和柔性定位部件初步对准 (步骤 200), 采用柔性定位部件精确定位 (步骤 210), 对接部件中的电机开始反转 (步骤 220) 并带动电机螺母和滑块轴向移动 (步骤 230), 直到对接部件的解锁位置 (步骤 240)? 如果对接部件没有解锁, 则电机继续反转 (步骤 220), 如果对接部件锁紧, 即

---

对接部件中的滑块处于上端位置，则电机停止转动（步骤 250），手臂和手爪分离，放回手爪（步骤 260）完成一个放爪过程。

显然，本领域的技术人员可以对本发明的：一种机械手爪的对接装置及其对接方法，进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样，倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内，则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

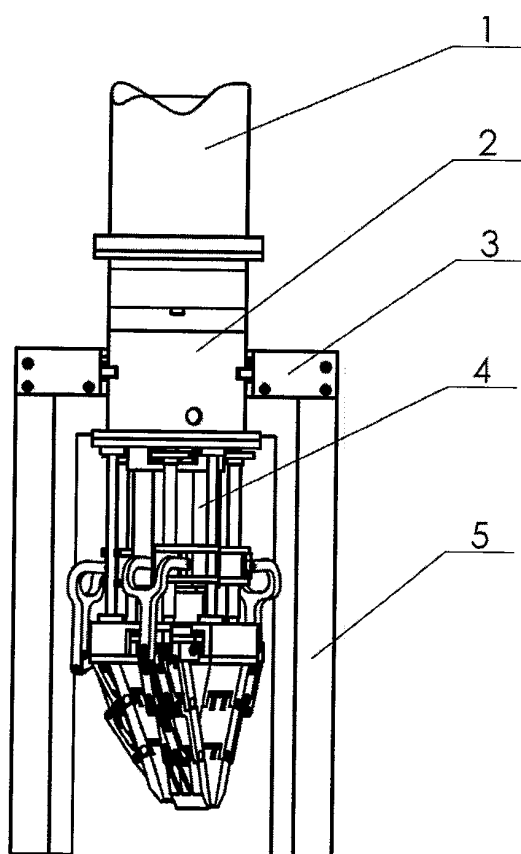


图 1

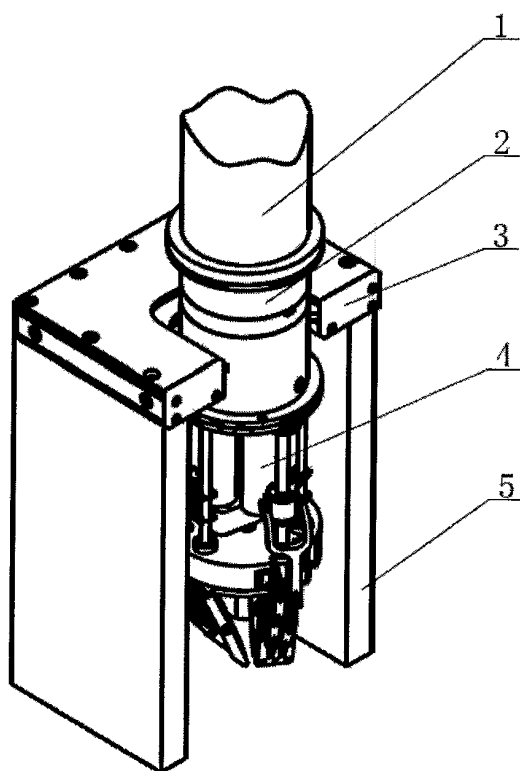


图 2



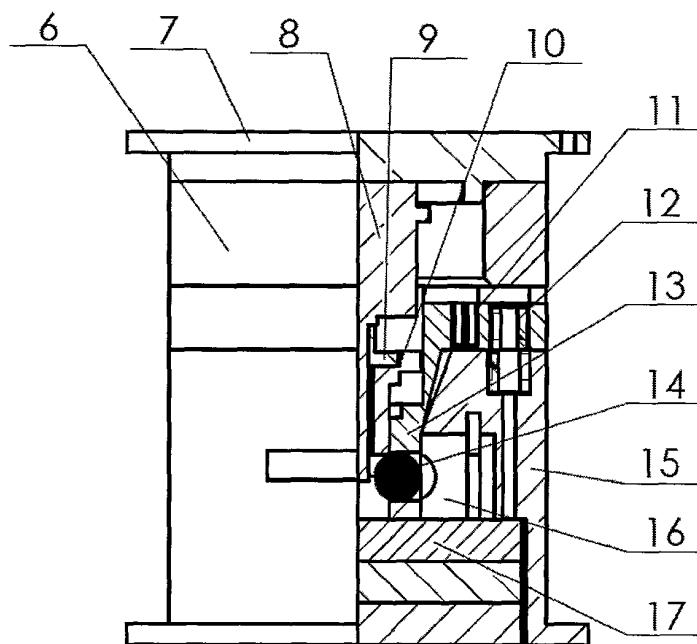


图 3

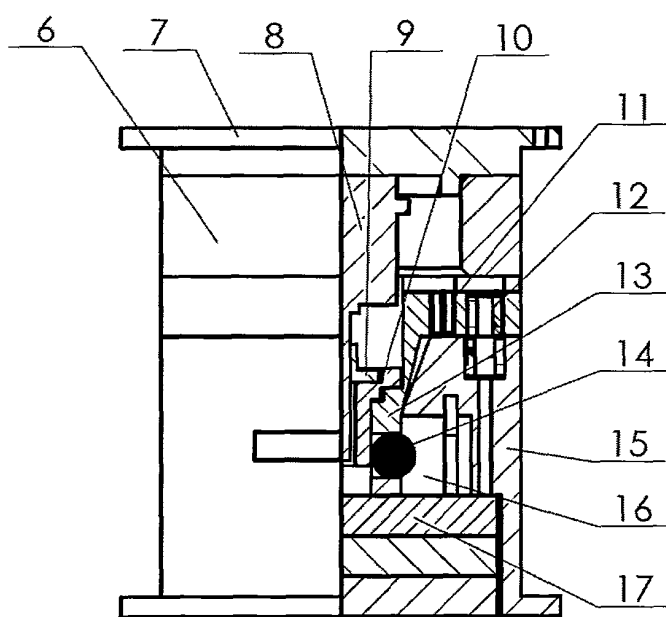


图 4

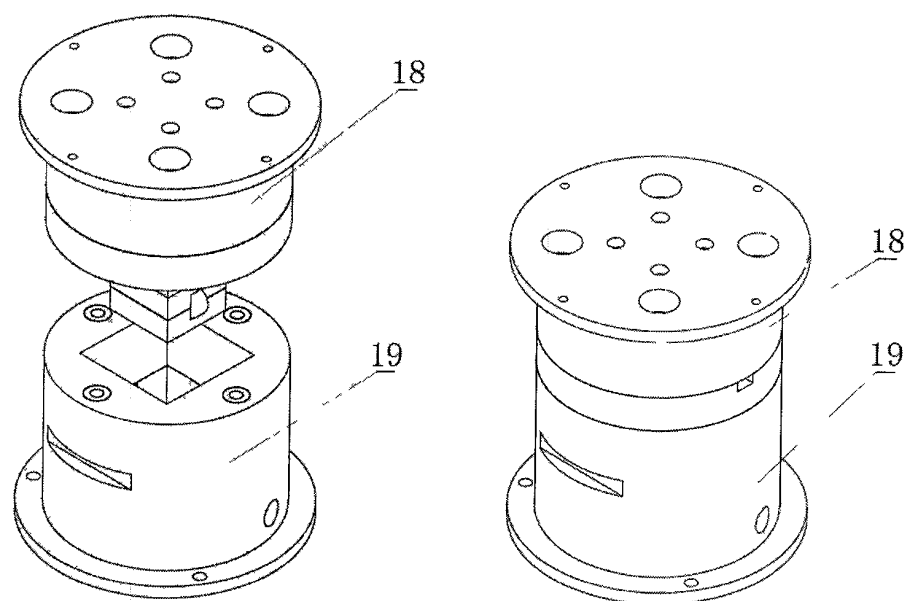


图 5

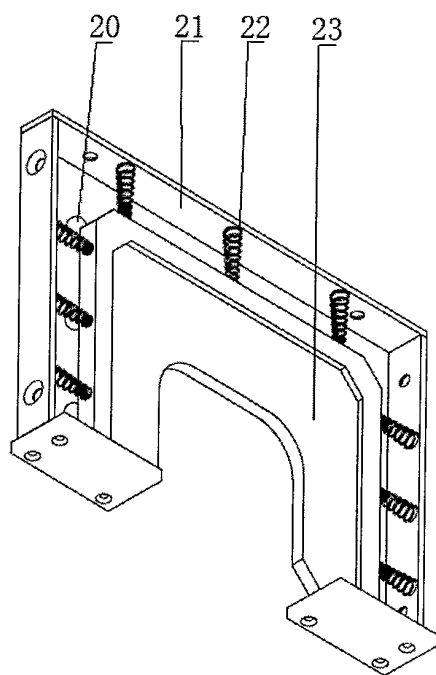


图 6

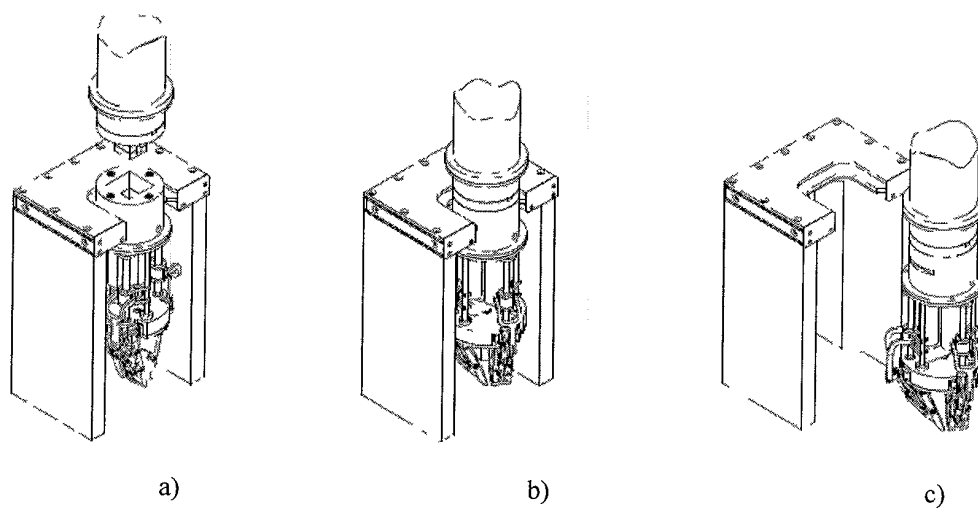


图 7

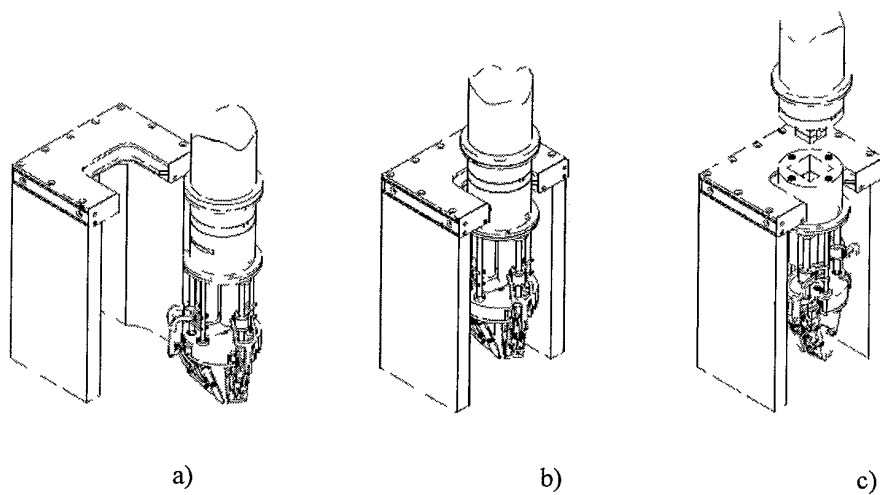


图 8

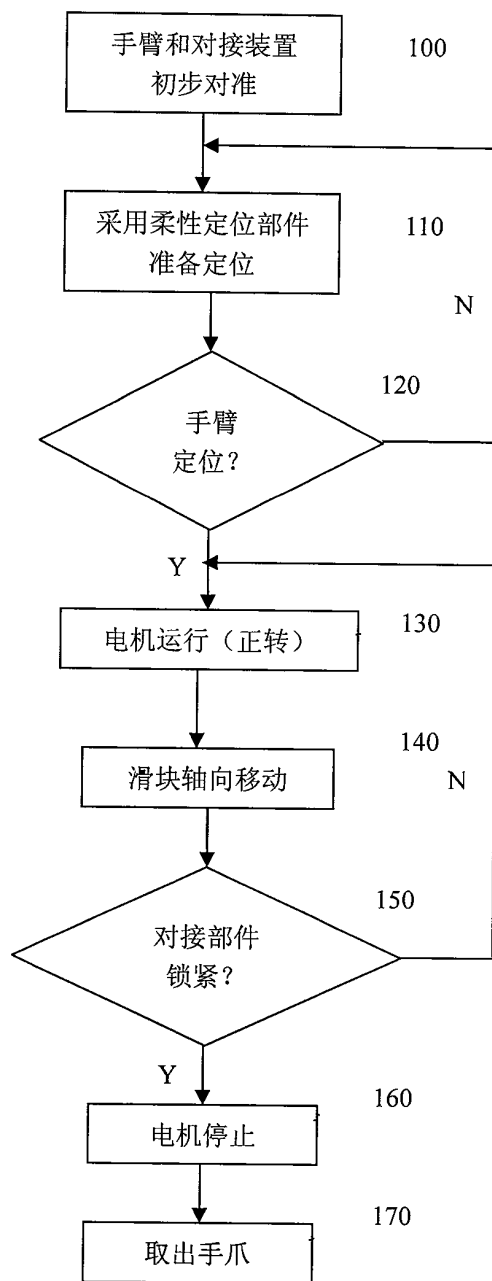


图 9

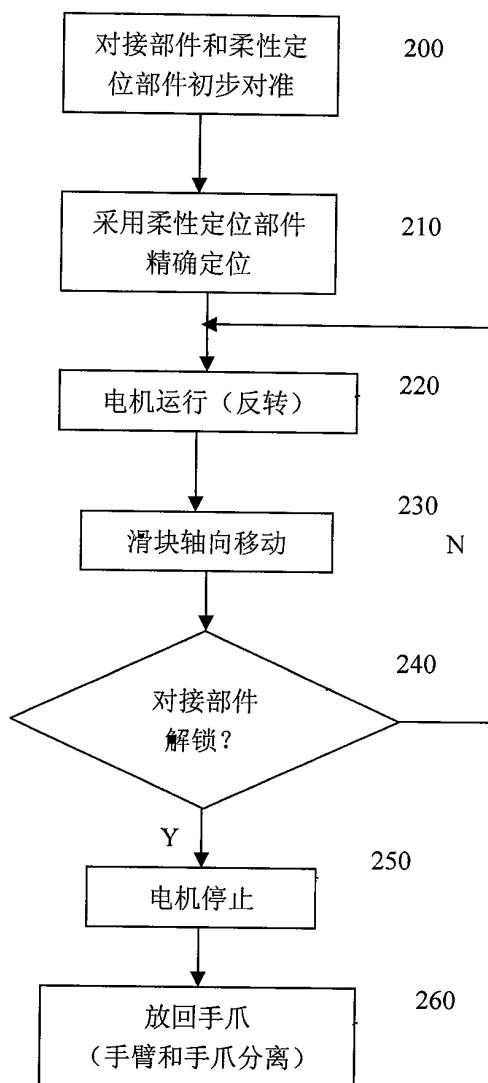


图 10