(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 114705690 B
(45)授权公告日 2024.07.19

(21)申请号 202210410154.2
(22)申请日 2022.04.19
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114705690 A
(43)申请公布日 2022.07.05
(73)专利权人 华侨大学
地址 362000 福建省泉州市丰泽区城东城华北路269号
(72)发明人 石苏华 段念
(74)专利代理机构 厦门市首创君合专利事务所有限公司 35204
专利代理师 吴晓梅
(51)Int.Cl.
G01N 21/88(2006.01)
G01N 21/01(2006.01)

(56)对比文件
CN 111098190 A,2020.05.05

审查员 桑远洋

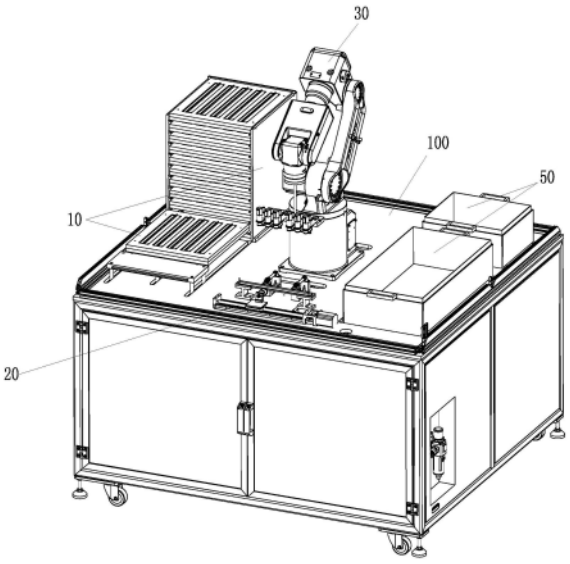
权利要求书2页 说明书6页 附图9页

(54)发明名称

一种刀具视觉自动化检测设备及刀具检测方法

(57)摘要

本发明公开了一种刀具视觉自动化检测设备及刀具检测方法,检测设备包括机架、上料装置、检测装置和机械臂;上料装置包括用于储放刀具的储料盘、用于储放储料盘的储料盒和从储料盒中取出储料盘的取盘机构;检测装置包括用于对刀具进行视觉扫描的视觉扫描机构和用于装夹刀具的刀具装夹机构,视觉扫描机构包括扫描镜头和扫描驱动模组,扫描镜头装设在扫描驱动模组上并受扫描驱动模组驱动沿直线移动,以获取刀具装夹机构上的刀具的形貌图像并用于判断该刀具的磨损情况。本案实现了刀具的自动检测,解决了传统的操作人员通过人眼视觉检查难以察觉刀具磨损情况导致成品率低等问题。



CN 114705690 B

1.一种刀具视觉自动化检测设备,其特征在于:包括机架,设在机架上的用于刀具供给的上料装置、用于检测刀具是否模损的检测装置和能将刀具在上料装置与检测装置之间取放的机械臂;该上料装置包括用于储放刀具的储料盘、用于储放储料盘的储料盒和从储料盒中取出储料盘的取盘机构;该检测装置包括用于对刀具进行视觉扫描的视觉扫描机构和用于装夹刀具的刀具装夹机构,该视觉扫描机构包括扫描镜头和扫描驱动模组,该扫描镜头装设在扫描驱动模组上并受扫描驱动模组驱动沿直线移动,以获取刀具装夹机构上的刀具的形貌图像并用于判断该刀具的磨损情况;该储料盒的一侧为接通盒内外的敞口,该储料盒对应敞口的两侧的内壁上分别至下而上间隔设有支撑凸齿,该储料盘置于该两侧内壁的支撑凸齿上并呈自下而上的层级放置并能通过该敞口进出储料盒内外;该储料盘内设有多个用于容置刀具的容置结构,每个容置结构包括一容置槽、一顶板、两弹簧件和两固件,该顶板设在该容置槽的槽口相对的一侧,该两固件分别固定在储料盘内的两相对侧壁上,该两弹簧件分设在该顶板的两端且每一弹簧件的两端分别顶抵该顶板和对应端的固件,通过弹簧件的弹性恢复力将刀具固定在容置槽与顶板之间;该取盘机构包括水平移动模组和垂直移动模组,该水平移动模组包括水平驱动件、水平导轨和移料板,该移料板与水平导轨滑动连接,该水平驱动件与移料板连接并能带动移料板沿着水平导轨滑动,该垂直移动模组包括垂直驱动件、升降板、支撑板和垂直导杆,该垂直导杆为伸缩杆且两端分别与移料板和升降板垂直连接,该垂直驱动件固设在移料板上,该垂直驱动件与升降板连接并能带动升降板沿着垂直导杆的导向上下垂直运动,该支撑板插接于该升降板上,该支撑板上设有用于测定该支撑板与其上方障碍物之间距离的距离感应器。

2.根据权利要求1所述的一种刀具视觉自动化检测设备,其特征在于:该刀具装夹机构包括用于置放刀具的置放台和至少一组带有推挤气缸的推挤气缸组件,该置放台的一侧两端分别固设有至少一限位柱,该推挤气缸组件设在该置放台与限位柱相对的一侧旁以将刀具夹持在限位柱与推挤气缸之间,该视觉扫描机构设在该置放台与推挤气缸组件相对的一侧旁。

3.根据权利要求2所述的一种刀具视觉自动化检测设备,其特征在于:该扫描驱动模组包括扫描驱动件、滑座和扫描导轨,该滑座与扫描导轨滑动连接,该扫描驱动件与滑座连接并能带动滑座沿着扫描导轨的导向移动,该扫描镜头装设在该滑座上。

4.根据权利要求1所述的一种刀具视觉自动化检测设备,其特征在于:该机械臂包括转台、第一转臂、第一驱转座、第一摆臂、第二驱转座,第二摆臂、第三驱转座、第二转臂、第四驱转座和吸盘模组;该转台固设在机架上,该第一转臂与转台的转动输出端连接,该第一驱转座固接在该第一转臂上且转动输出端与第一摆臂的一端连接,该第二驱转座固接在该第一摆臂的另一端且转动输出端与第二摆臂连接,该第三驱转座固接在第二摆臂上且转动输出端与第二转臂的一端连接,第二转臂的另一端与第四驱转座枢转连接且第四驱转座的转动输出端与吸盘模组连接,该转台的转轴与第一驱转座的转轴垂直,该第一驱转座的转轴平行第二驱转座的转轴,该第三驱转座的转轴垂直第二驱转座的转轴,该第二转臂与第四驱转座之间的枢转轴垂直第三驱转座的转轴,该第二转臂的长度方向平行第三驱转座的转轴。

5.根据权利要求4所述的一种刀具视觉自动化检测设备,其特征在于:该吸盘模组包括固定座、吸嘴架、举升驱动件和吸嘴,该固定座上固定装接有若干吸嘴架,每一吸嘴架对应

装接一吸嘴和一举升驱动件,该举升驱动件与同一吸嘴架上的吸嘴连接并能驱动该吸嘴靠近或远离刀具,该固定座与该机械臂的第四驱转座的转动输出端相连接。

6.根据权利要求1至4中任一项所述的一种刀具视觉自动化检测设备,其特征在于:该机架上还设有收集盒,该收集盒包括用于收集经检测合格的刀具的合格品收集盒和用于收集经检测不合格的刀具的废料收集盒,该机械臂能将刀具在检测装置与收集盒之间取放。

7.一种刀具检测方法,其特征在于,基于权利要求1-6中任意一项所述的刀具视觉自动化检测设备,所述检测方法包括以下步骤:步骤1,将若干存放有若干组刀具的储料盘储放在所述储料盒内;步骤2,控制取盘机构将所述储料盘从所述储料盒内移出;步骤3,所述机械臂将位于所述储料盘内的刀具取出并移动至所述检测装置处的刀具装夹机构上;步骤4,所述检测装置的扫描驱动模组驱动扫描镜头沿直线移动,并获取刀具装夹机构上的刀具的形貌图像,并判断该刀具的磨损情况。

一种刀具视觉自动化检测设备及刀具检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种刀具视觉自动化检测设备及对应该设备的刀具检测方法。

背景技术

[0002] 在CNC加工过程中,因为刀具的形态大小差异过于细微,我们有时会遇到操作人员未及时查看刀具的破损情况,或者操作人员通过视觉检查难以察觉,导致刀具在破损的情况的时候仍在继续进行加工产品,那么该产品则不能达到加工要求,导致产品成批量不合格,极大的增加了产品的不合格率。因此,迫切需要一种能够对刀具磨损情况自动化检测的检测装置。

发明内容

[0003] 本发明提供了一种刀具视觉自动化检测设备及刀具检测方法,其克服了背景技术中所述的现有技术的不足。

[0004] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:

[0005] 一种刀具视觉自动化检测设备,它包括机架,设在机架上的用于刀具供给的上料装置、用于检测刀具是否模损的检测装置和能将刀具在上料装置与检测装置之间取放的机械臂;

[0006] 该上料装置包括用于储放刀具的储料盘、用于储放储料盘的储料盒和从储料盒中取出储料盘的取盘机构;

[0007] 该检测装置包括用于对刀具进行视觉扫描的视觉扫描机构和用于装夹刀具的刀具装夹机构,该视觉扫描机构包括扫描镜头和扫描驱动模组,该扫描镜头装设在扫描驱动模组上并受扫描驱动模组驱动沿直线移动,以获取刀具装夹机构上的刀具的形貌图像并用于判断该刀具的磨损情况。

[0008] 一实施例之中:该刀具装夹机构包括用于置放刀具的置放台和至少一组带有推挤气缸的推挤气缸组件,该置放台的一侧两端分别固设有至少一限位柱,该推挤气缸组件设在该放置台与限位柱相对的一侧旁以将刀具夹持在限位柱与推挤气缸之间,该视觉扫描机构设在该置放台与推挤气缸组件相对的一侧旁。

[0009] 一实施例之中:该扫描驱动模组包括扫描驱动件、滑座和扫描导轨,该滑座与扫描导轨滑动连接,该扫描驱动件与滑座连接并能带动滑座沿着扫描导轨的导向移动,该扫描镜头装设在该滑座上。

[0010] 一实施例之中:该储料盒的一侧为接通盒内外的敞口,该储料盒对应敞口的两侧的内壁上分别至下而上间隔设有支撑凸齿,该储料盘置于该两侧内壁的支撑凸齿上并呈自下而上的层级放置并能通过该敞口进出储料盒内外。

[0011] 一实施例之中:该储料盘内设有多个用于容置刀具的容置结构,每个容置结构包括一容置槽、一顶板、两弹簧件和两固件,该顶板设在该容置槽的槽口相对的一侧,该两固件分别固定在储料盘内的两相对侧壁上,该两弹簧件分设在该顶板的两端且每一弹簧件的

两端分别顶抵该顶板和对应端的固件，通过弹簧件的弹性恢复力将刀具固定在容置槽与顶板之间。

[0012] 一实施例之中：该取盘机构包括水平移动模组和垂直移动模组，该水平移动模组包括水平驱动件、水平导轨和移料板，该移料板与水平导轨滑动连接，该水平驱动件与移料板连接并能带动移料板沿着水平导轨滑动，该垂直移动模组包括垂直驱动件、升降板、支撑板和垂直导杆，该垂直导杆为伸缩杆且两端分别与移料板和升降板垂直连接，该垂直驱动件固设在移料板上，该垂直驱动件与升降板连接并能带动升降板沿着垂直导杆的导向上下垂直运动，该支撑板插接于该升降板上，该支撑板上设有用于测定该支撑板与其上方障碍物之间距离的距离感应器。

[0013] 一实施例之中：该机械臂包括转台、第一转臂、第一驱转座、第一摆臂、第二驱转座，第二摆臂、第三驱转座、第二转臂、第四驱转座和吸盘模组；该转台固设在机架上，该第一转臂与转台的转动输出端连接，该第一驱转座固接在该第一转臂上且转动输出端与第一摆臂的一端连接，该第二驱转座固接在该第一摆臂的另一端且转动输出端与第二摆臂连接，该第三驱转座固接在第二摆臂上且转动输出端与第二转臂的一端连接，第二转臂的另一端与第四驱转座枢转连接且第四驱转座的转动输出端与吸盘模组连接，该转台的转轴与第一驱转座的转轴垂直，该第一驱转座的转轴平行第二驱转座的转轴，该第三驱转座的转轴垂直第二驱转座的转轴，该第二转臂与第四驱转座之间的枢转轴垂直第三驱转座的转轴，该第二转臂的长度方向平行第三驱转座的转轴。

[0014] 一实施例之中：该吸盘组件包括固定座、吸嘴架、举升驱动件和吸嘴，该固定座上固定装接有若干吸嘴架，每一吸嘴架对应装接一吸嘴和一举升驱动件，该举升驱动件与同一吸嘴架上的吸嘴连接并能驱动该吸嘴靠近或远离刀具，该固定座与该机械臂的第四驱转座的转动输出端相连接。

[0015] 一实施例之中：该机架上还设有收集盒，该收集盒包括用于收集经检测合格的刀具的合格品收集盒和用于收集经检测不合格的刀具的废料收集盒，该机械臂能将刀具在检测装置与收集盒之间取放。

[0016] 一种刀具检测方法，基于所述的刀具视觉自动化检测设备，所述检测方法包括以下步骤：

[0017] 步骤1，将若干存放有若干组刀具的储料盘储放在所述储料盒内；

[0018] 步骤2，控制取盘机构将所述储料盘从所述储料盒内移出；

[0019] 步骤3，所述机械臂将位于所述储料盘内的刀具取出并移动至所述检测装置处的刀具装夹机构上；

[0020] 步骤4，所述检测装置的扫描驱动模组驱动扫描镜头沿直线移动，并获取刀具装夹机构上的刀具的形貌图像，并判断该刀具的磨损情况。

[0021] 本技术方案与背景技术相比，它具有如下优点：

[0022] 本发明的刀具视觉自动化检测设备设置的机架用于整体结构的连接安装使用，上料装置用于运输储料盒，提供刀具，机械臂用于将上料装置处的刀具移送至检测装置处对刀具进行检测，当刀具被固定后，检测装置的扫描驱动模组驱动扫描镜头沿直线移动，并获取刀具装夹机构上的刀具的形貌图像，并判断该刀具的磨损情况，解决了传统的操作人员通过人眼视觉检查难以察觉刀具磨损情况导致成品率低等问题，本案对对刀具的检测全

面、效果好。该设备的结构设计合理,自动化程度高,检测效率高,准确率高。

附图说明

[0023] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。

[0024] 图1为刀具视觉自动化检测设备的立体结构示意图。

[0025] 图2为上料装置的立体结构示意图。

[0026] 图3为储料盘的结构示意图。

[0027] 图4为取盘机构的结构示意图。

[0028] 图5为检测装置的结构示意图。

[0029] 图6为机械臂的结构示意图之一。

[0030] 图7为机械臂的结构示意图之二。

[0031] 图8为吸盘模组的结构示意图之一。

[0032] 图9为吸盘模组的结构示意图之二。

[0033] 附图标记说明:机架100;刀具200;上料装置10;储料盘11;储料盒12;取盘机构13;容置槽111;顶板112;弹簧件113;固件114;支撑凸齿121;水平移动模组131;垂直移动模组132;水平驱动件1311;水平导轨1312;移料板1313;垂直驱动件1321;升降板1322;支撑板1323;垂直导杆1324;距离传感器1325;检测装置20;视觉扫描机构21;刀具装夹机构22;扫描镜头211;扫描驱动模组212;扫描驱动件2121;滑座2122;扫描导轨2123;置放台221;推挤气缸组件222;限位柱223;机械臂30;转台31;第一转臂32;第一驱转座33;第一摆臂34;第二驱转座35;第二摆臂36;第三驱转座37;第二转臂38;第四驱转座39;吸盘模组40;固定座41;吸嘴架42;举升驱动件;吸嘴44;锁接腰孔421;锁接腰孔411;一字导向槽412;一字凸筋422。

具体实施方式

[0034] 请查阅图1,一种刀具视觉自动化检测设备,它包括机架100,设在机架100上的用于刀具供给的上料装置10、用于检测刀具是否模损的检测装置20和能将刀具在上料装置与检测装置之间取放的机械臂30;

[0035] 该上料装置10包括用于储放刀具的储料盘11、用于储放储料盘11的储料盒12和从储料盒12中取出储料盘的取盘机构13。

[0036] 本实施例中,该储料盒12为方形盒。请查阅图2,该储料盒12的一侧为接通盒内外的敞口,该储料盒12对应敞口的两侧的内壁上分别至下而上间隔设有支撑凸齿121,具体地,该支撑凸齿121为长条齿,可采用具有一定弹性模量的弹性材料制作。该储料盘11置于该两侧内壁的支撑凸齿121上并呈自下而上的层级放置并能通过该敞口进出储料盒12内外。

[0037] 本实施例中,该储料盘11为方形盘,请查阅图3,该储料盘11内设有多个用于容置刀具的容置结构,该容置结构沿直线间隔排列,每个容置结构包括一容置槽111、一顶板112、两弹簧件113和两固件114,该容置槽111包括底板和连接在底板两侧的侧板,底板和侧板的板面垂直于储料盘11盘底设置,该顶板112设在该容置槽111的槽口相对的一侧且一般平行于槽底板,该两固件114分别固定在储料盘11内的两相对侧壁上且位于该顶板112的两侧,该两弹簧件113分设在该顶板112的两端且每一弹簧件113的两端分别顶抵该顶板112和

对应端的固件114,一组包括若干刀具200的刀具组置于该容置槽111内且通过弹簧件113的弹性恢复力将刀具固定在容置槽111与顶板112之间。本实施例中,该固件114呈L型片件,该L型片件的竖板固定在储料盘11的侧壁上,横板与弹簧件113顶抵连接。

[0038] 请查阅图4,该取盘机构13包括水平移动模组131和垂直移动模组132,该水平移动模组131包括水平驱动件1311、水平导轨1312和移料板1313,该水平驱动件1311可以是气缸驱动件或电机、丝杆、滑块组成的驱动机构等,该移料板1313与水平导轨1312滑动连接,该水平驱动件1311与移料板1313连接并能带动移料板1313沿着水平导轨1312滑动,该垂直移动模组132包括垂直驱动件1321、升降板1322、支撑板1323和垂直导杆1324,该垂直驱动件1321可以是气缸驱动件或电机、丝杆、滑块组成的驱动机构等,该垂直导杆1324为伸缩杆且两端分别与移料板1313和升降板1322垂直连接,该垂直驱动件1321固设在移料板1313上,该垂直驱动件1321与升降板1322连接并能带动升降板1322沿着垂直导杆1324的导向上下垂直运动,该支撑板1323插接于该升降板1322上,该支撑板1323上设有用于测定该支撑板1323与其上方障碍物之间距离的距离感应器1325。

[0039] 通过水平驱动件1311带动移料板1313水平移动,移料板1313的移动可以带动移料板1313上的整个垂直移动模组132跟着水平移动,因此可以通过水平驱动件1311带动垂直移动模组132做水平方向的移动。通过垂直驱动件1321可以带动升降板1322、支撑板1323上下方向垂直移动,因此通过水平驱动件1311和垂直驱动件1321可以将支撑板1323带动至储料盒12内的最下层的储料盘11下方,再通过距离传感器1325测定支撑板1323与储料盘11底面之间的距离,进一步控制垂直驱动件1321的动作使支撑板1323精确地到达储料盘11底面并将储料盘11向上支撑起并脱离支撑凸齿121,再通过水平驱动件1311将储料盘11水平移动将储料盘11带出储料盒12,完成取盒上料过程。支撑板1323的宽度设置成小于储料盒12两侧支撑凸齿121之间的宽度可使支撑板1323能顺利通过该储料盒12的敞口并进出储料盒12,同时也能使支撑板1323能够顺利将储料盘11向上支撑托起并移出储料盒12。

[0040] 请查阅图5,该检测装置20包括用于对刀具进行视觉扫描的视觉扫描机构21和用于装夹刀具200的刀具装夹机构22,该视觉扫描机构21包括扫描镜头211和扫描驱动模组212,该扫描镜头211装设在扫描驱动模组212上并受扫描驱动模组212驱动沿直线移动,以获取刀具装夹机构22上的刀具200的形貌图像并用于判断该刀具200的磨损情况。该扫描镜头211可采用CCD相机进行图像获取。

[0041] 该刀具装夹机构22包括用于置放刀具200的置放台221和至少一组带有推挤气缸的推挤气缸组件222,该置放台221的一侧两端分别固设有至少一限位柱223,该推挤气缸222组件设在该放置台221与限位柱223相对的一侧旁以将刀具200夹持在限位柱223与推挤气缸之间,该视觉扫描机构21设在该置放台221与推挤气缸组件222相对的一侧旁。

[0042] 该扫描驱动模组212包括扫描驱动件2121、滑座2122和扫描导轨2123,该滑座2122与扫描导轨2123滑动连接,该扫描驱动件2121与滑座2122连接并能带动滑座2122沿着扫描导轨2123的导向移动,该扫描镜头211装设在该滑座2122上。

[0043] 对刀具装夹机构22上的刀具200进行视觉扫描时,通过扫描驱动件2121驱动滑座2122上的扫描镜头211沿着直线移动的同时,扫描镜头211始终朝向刀具200实时获取刀具200不同位置的图像,直至获取到刀具200的全貌图像,再通过图像识别技术,判断刀具200的磨损位置和磨损情况。通过视觉扫描机构21对刀具200整体进行图像扫描,使得对刀具

200的检测更加全面、准确,且扫描检测效率高。

[0044] 请查阅图6和图7,该机械臂30包括转台31、第一转臂32、第一驱转座33、第一摆臂34、第二驱转座35,第二摆臂36、第三驱转座37、第二转臂38、第四驱转座39和吸盘模组40;该转台31固设在机架100上,转台31的转轴垂直机架100台面,该第一转臂32与转台31的转动输出端连接,该第一驱转座33固接在该第一转臂32上且转动输出端与第一摆臂34的一端连接,该第二驱转座35固接在该第一摆臂34的另一端且转动输出端与第二摆臂36连接,该第三驱转座37固接在第二摆臂36上且转动输出端与第二转臂38的一端连接,第二转臂38的另一端与第四驱转座39枢转连接且第四驱转座39的转动输出端与吸盘模组40连接,该转台31的转轴与第一驱转座33的转轴相互垂直,该第一驱转座33的转轴平行第二驱转座35的转轴,该第三驱转座37的转轴垂直第二驱转座35的转轴,该第二转臂38与第四驱转座39之间的枢转轴垂直第三驱转座37的转轴,该第二转臂38的长度方向平行第三驱转座37的转轴。该第一摆臂34、第二摆臂36、第一转臂32、第二转臂38的一端和另一端均为它们各自长度方向的两端。该机械臂30能实现空间三维的定点移动。该第一驱转座33、第二驱转座35、第三驱转座37、第四驱转座39可为电机动力件。

[0045] 请查阅图8和图9,该吸盘组件40包括固定座41、吸嘴架42、举升驱动件43和吸嘴44,该固定座41上固定装接有若干吸嘴架42,每一吸嘴架42对应装接一吸嘴44和一举升驱动件43,该举升驱动件43与同一吸嘴架42上的吸嘴44连接并能驱动该吸嘴44靠近或远离刀具200,该固定座41与该机械臂30的第四驱转座39的转动输出端相连接。通过机械臂30带动吸盘40抓取刀具200使刀具200在储料盘11和刀具装夹机构22的置放台221之间进行位置切换。

[0046] 该吸嘴架42与固定座41上均开设有相对应的锁接腰孔421、411,通过螺栓或螺钉适配该吸嘴架42和固定座41上的锁接腰孔421、411将吸嘴架42固定在固定座41上,该固定座41上的吸嘴架42一般成排间隔设置,通过锁接腰孔421、411可以实现相邻吸嘴架42之间的距离调节。进一步地,该固定座41上开设有延伸方向与该多个吸嘴架42排列方向一致的一字导向槽412,该吸嘴架42与该固定座41贴紧的配合面凸设有与该一字导向槽412适配滑接的一字凸筋422,在一字导向槽412与一字凸筋422的配合下,该吸嘴架42之间的间距进行滑动微调时可以滑动地更加平稳。

[0047] 该机架100上还设有收集盒50,该收集盒50包括用于收集经检测合格的刀具的合格品收集盒和用于收集经检测不合格的刀具的废料收集盒,该机械臂30能将刀具200在检测装置20与收集盒50之间取放。

[0048] 一种刀具检测方法,基于所述的刀具视觉自动化检测设备,所述检测方法包括以下步骤:

[0049] 步骤1,将若干存放有若干组刀具200的储料盘11储放在所述储料盒12内;

[0050] 步骤2,控制取盘机构13将所述储料盘11从所述储料盒12内移出;

[0051] 步骤3,所述机械臂30将位于所述储料盘11内的刀具取出并移动至所述检测装置20处的刀具装夹机构22上;

[0052] 步骤4,所述检测装置20的扫描驱动模组212驱动扫描镜头211沿直线移动,并获取刀具装夹机构22上的刀具200的形貌图像,判断该刀具的磨损情况。

[0053] 本案所述的刀具视觉自动化检测设备结构完整、各部件布局合理,能够实现刀具

磨损情况的检测,实现从上料、检测到分类存放的全过程自动化执行。其检测效率高、检测效果好、检测准确度高。

[0054] 以上所述,仅为本发明较佳实施例而已,故不能依此限定本发明实施的范围,即依本发明专利范围及说明书内容所作的等效变化与修饰,皆应仍属本发明涵盖的范围内。

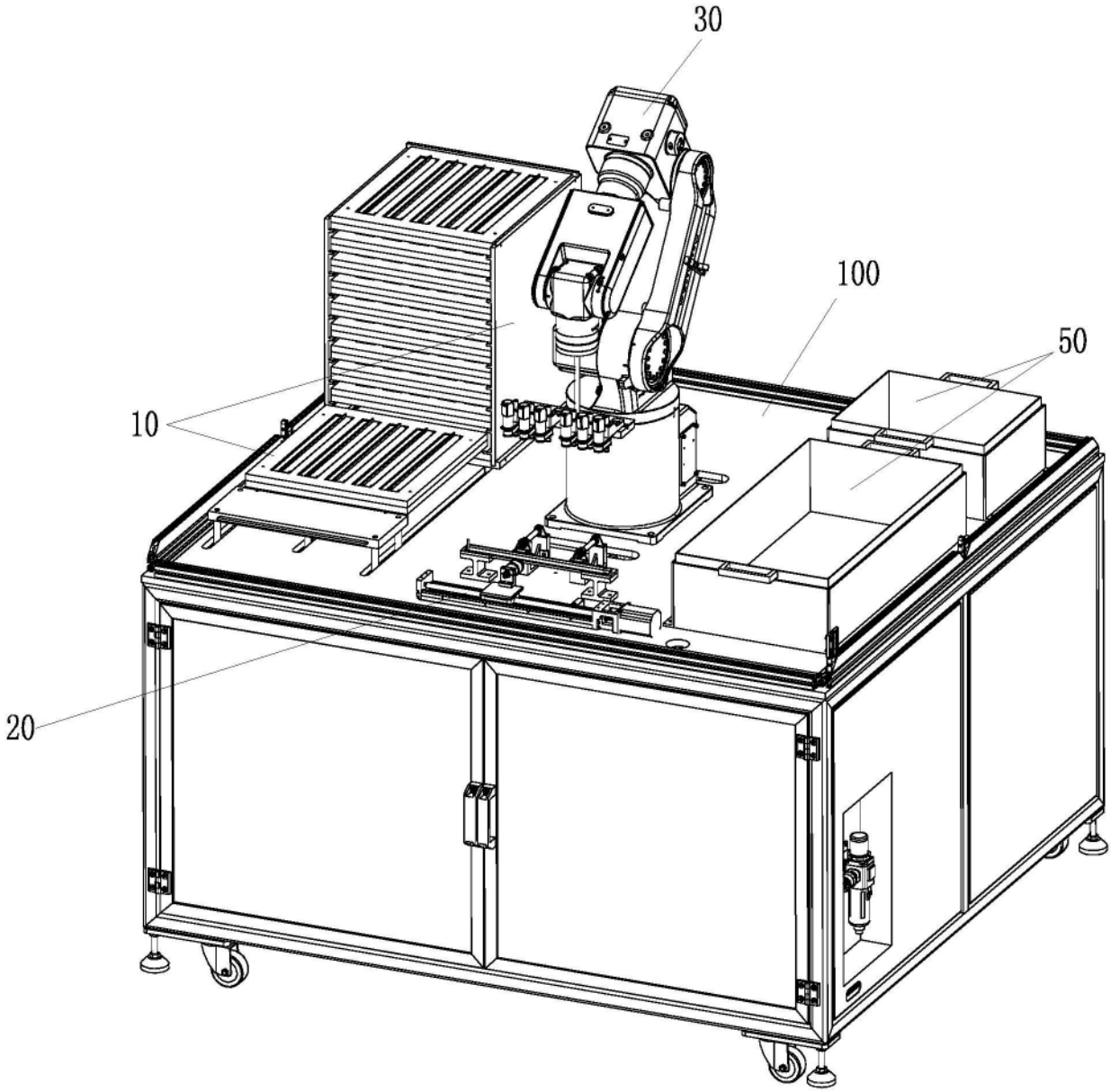


图1

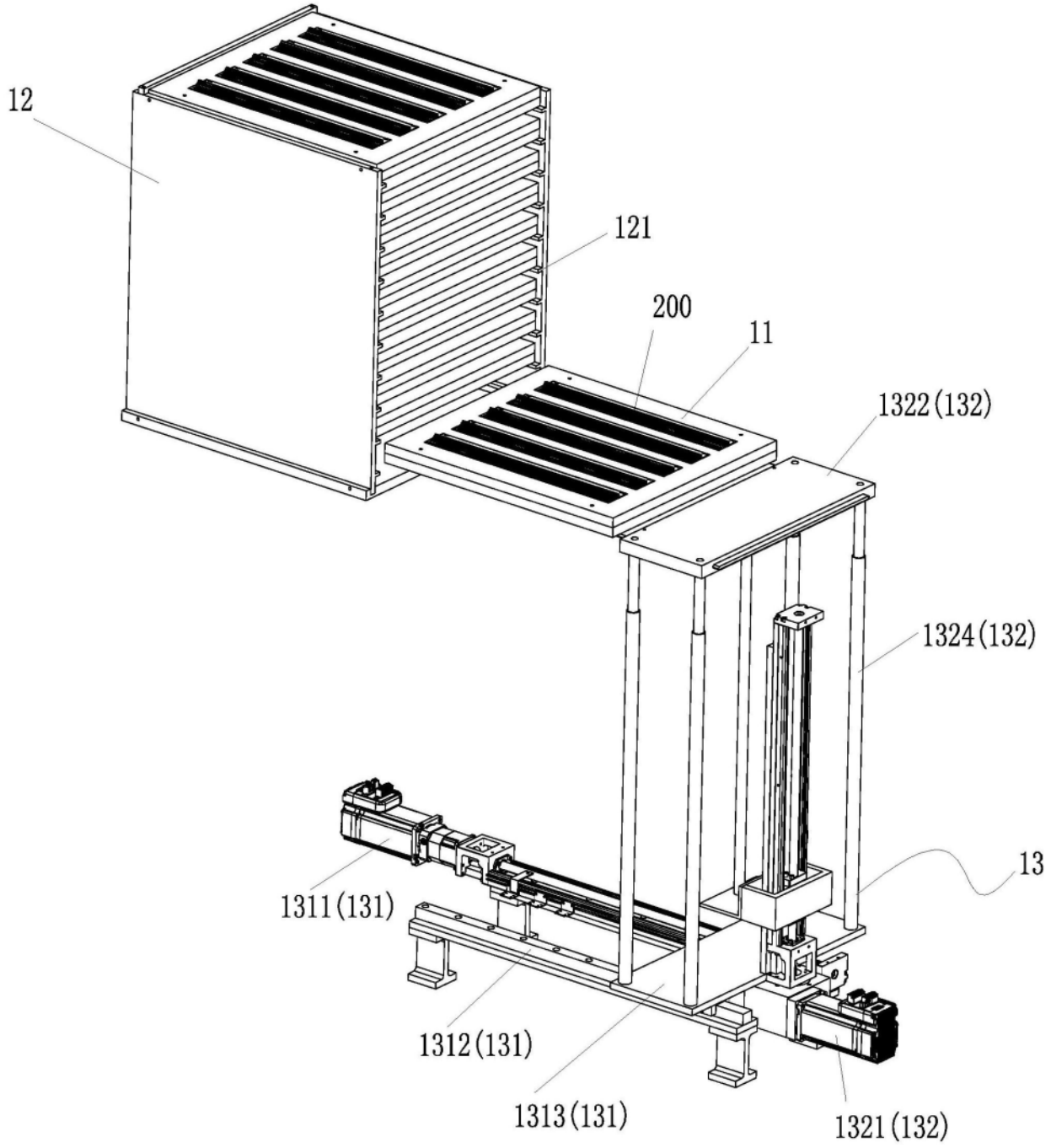

12
121
200
11
1322(132)
1324(132)
13
1311(131)
1312(131)
1313(131)
1321(132)

图2

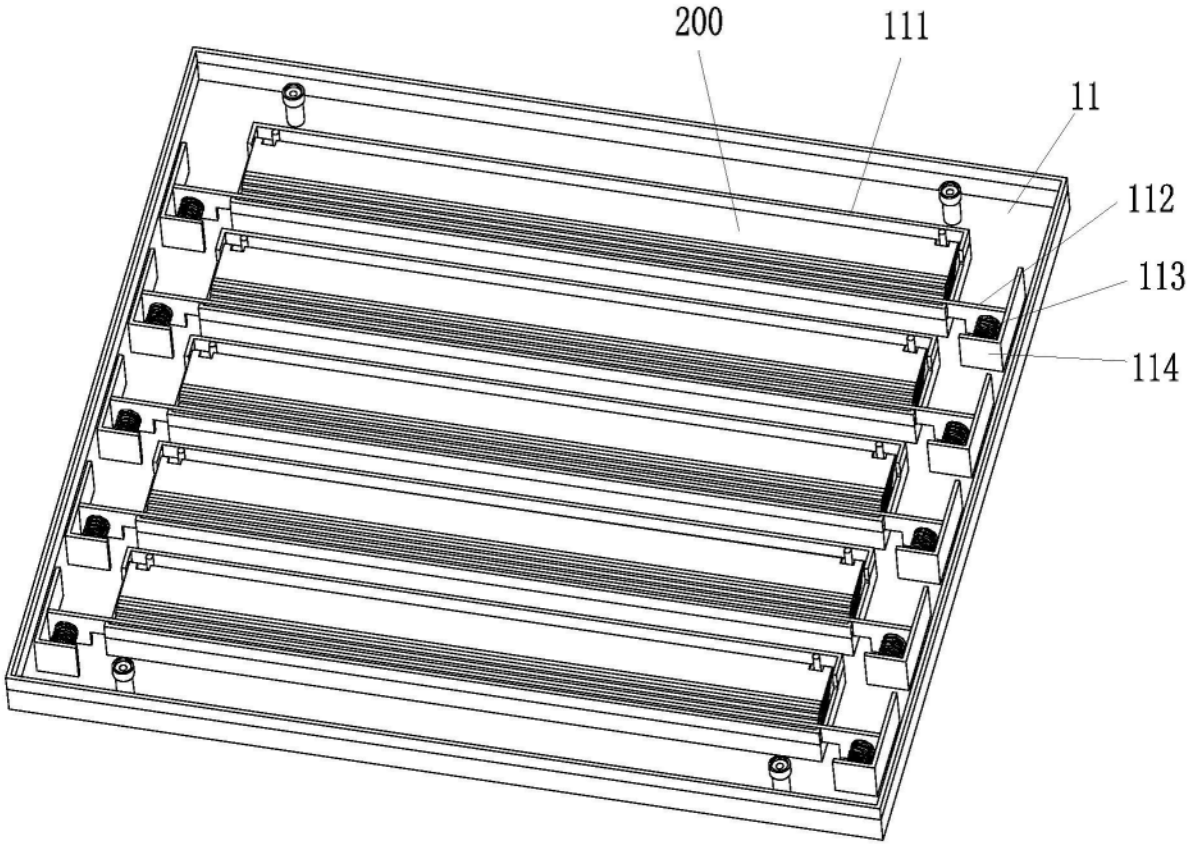


图3

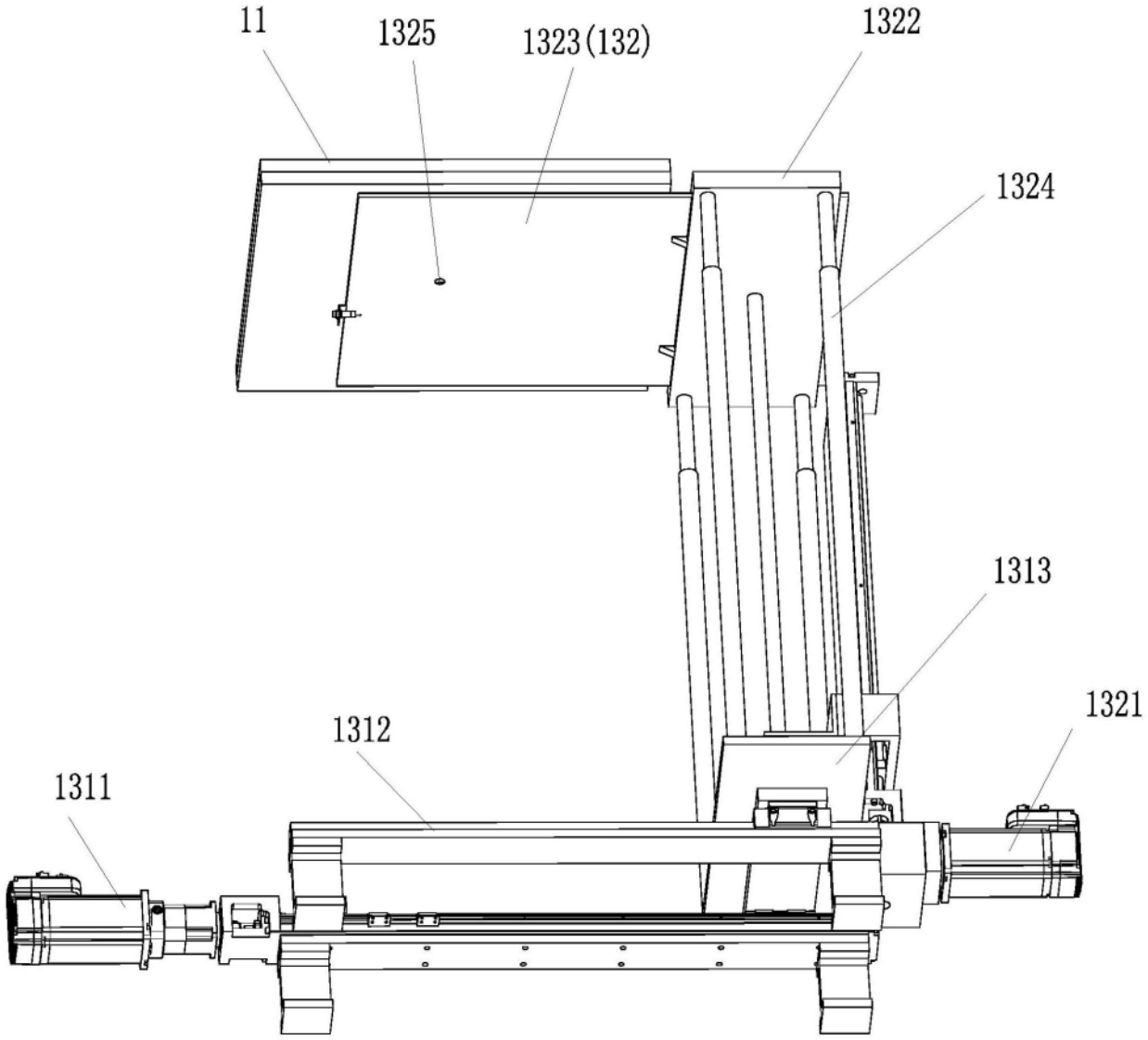


图4

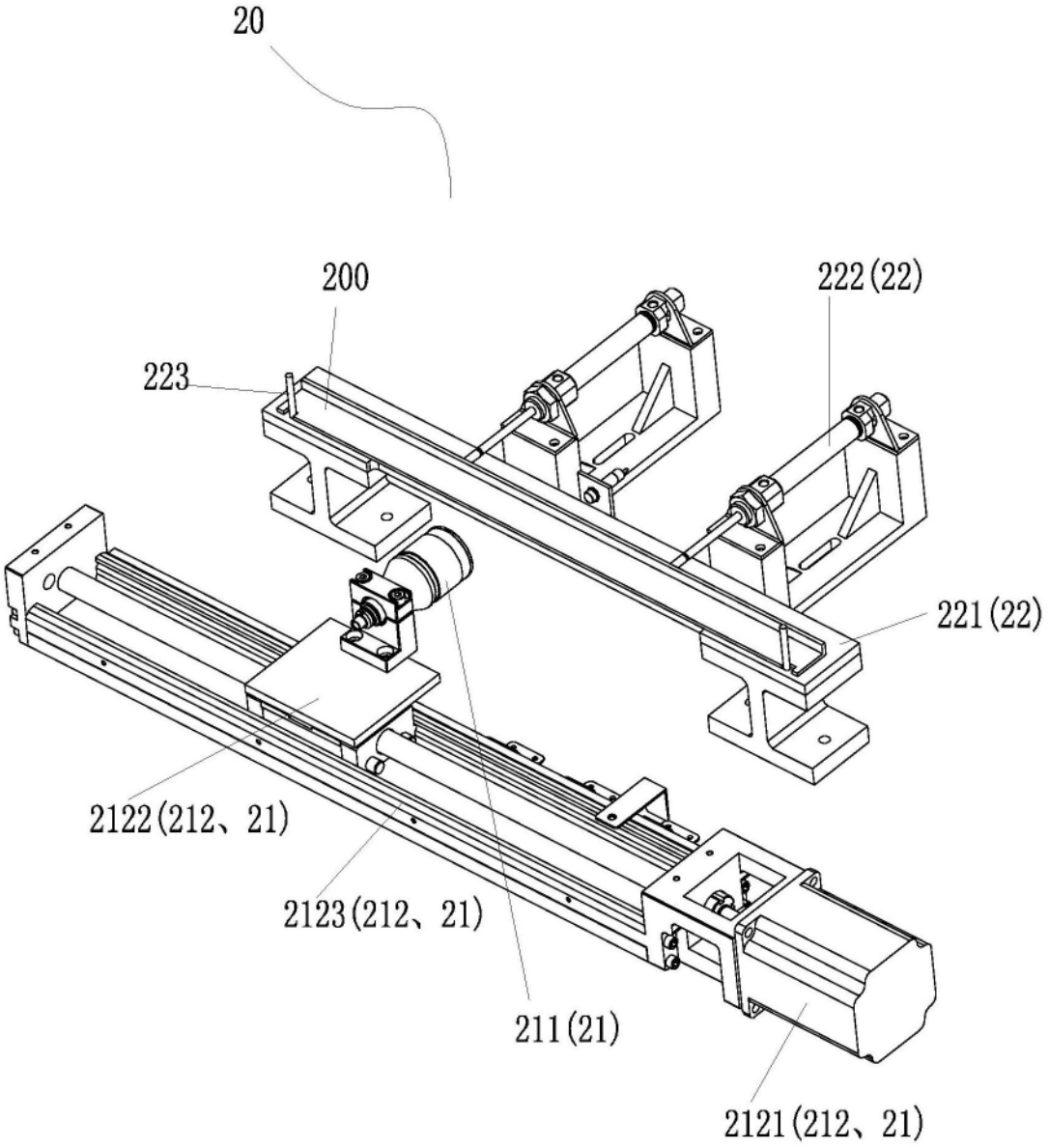

20
200
222(22)
223
221(22)
2122(212、21)
2123(212、21)
211(21)
2121(212、21)

图5

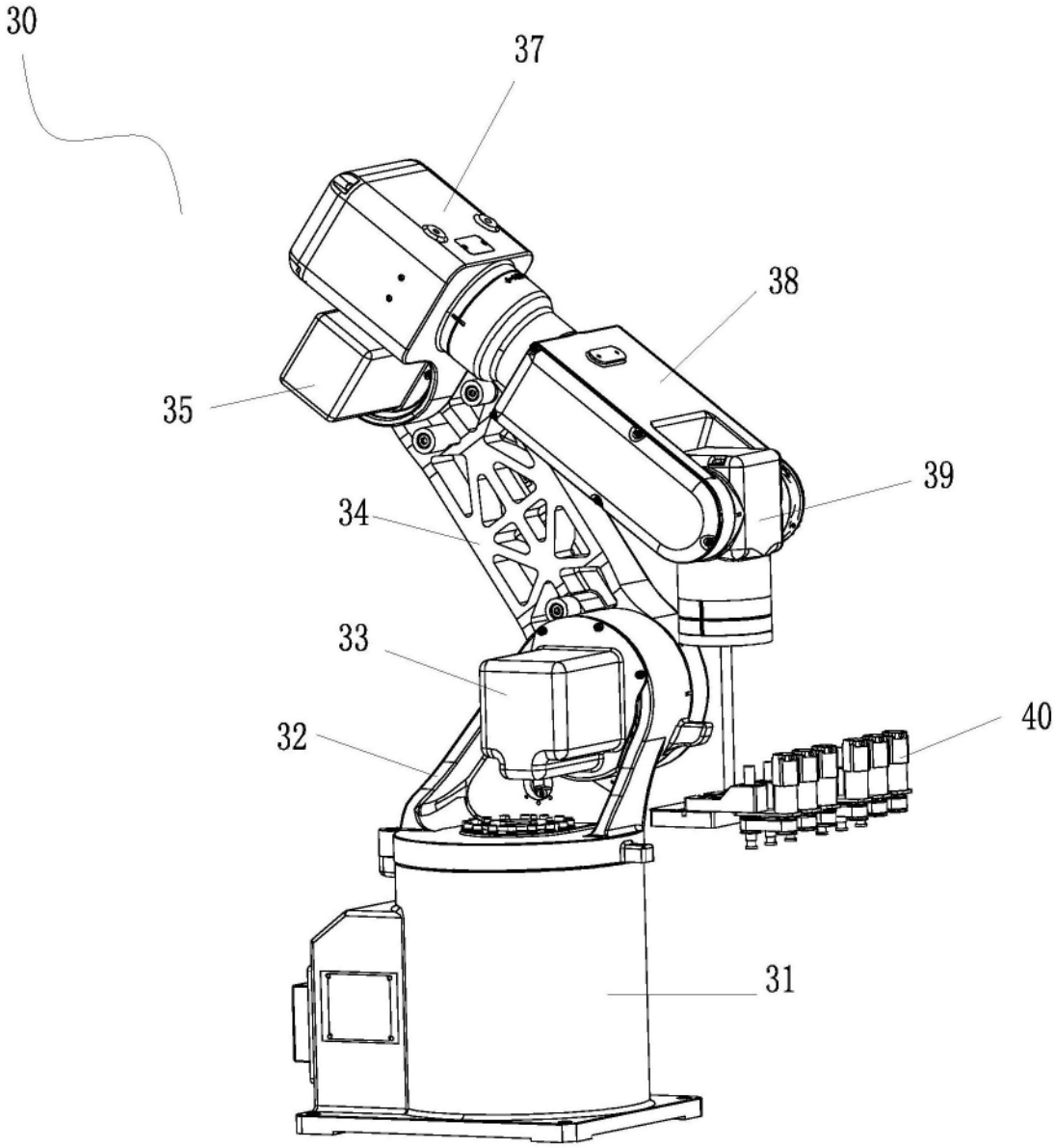


图6

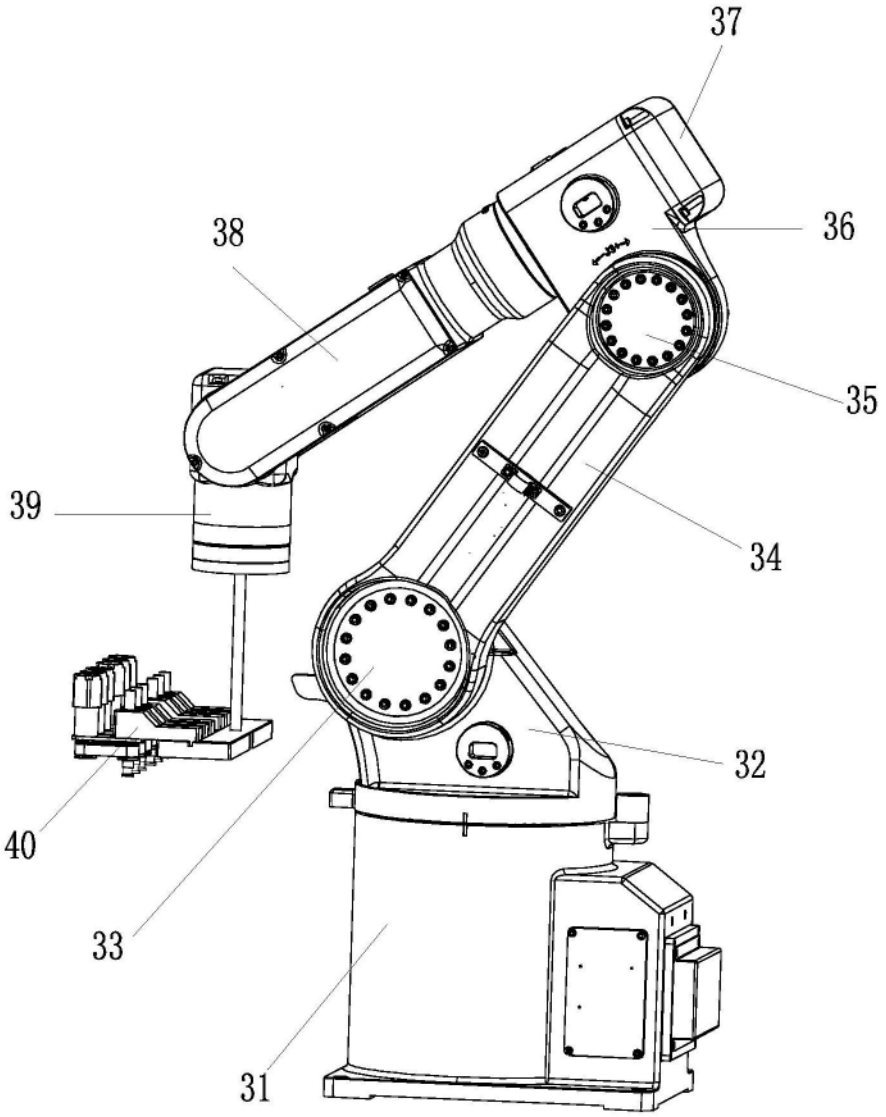


图7

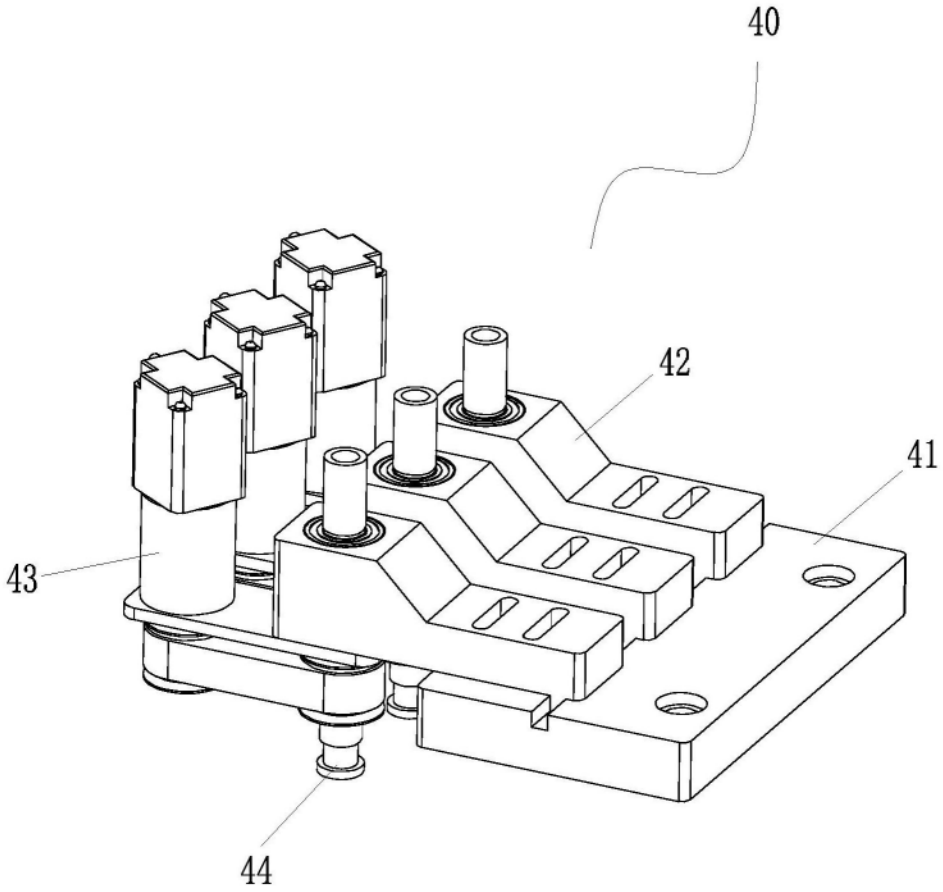


图8

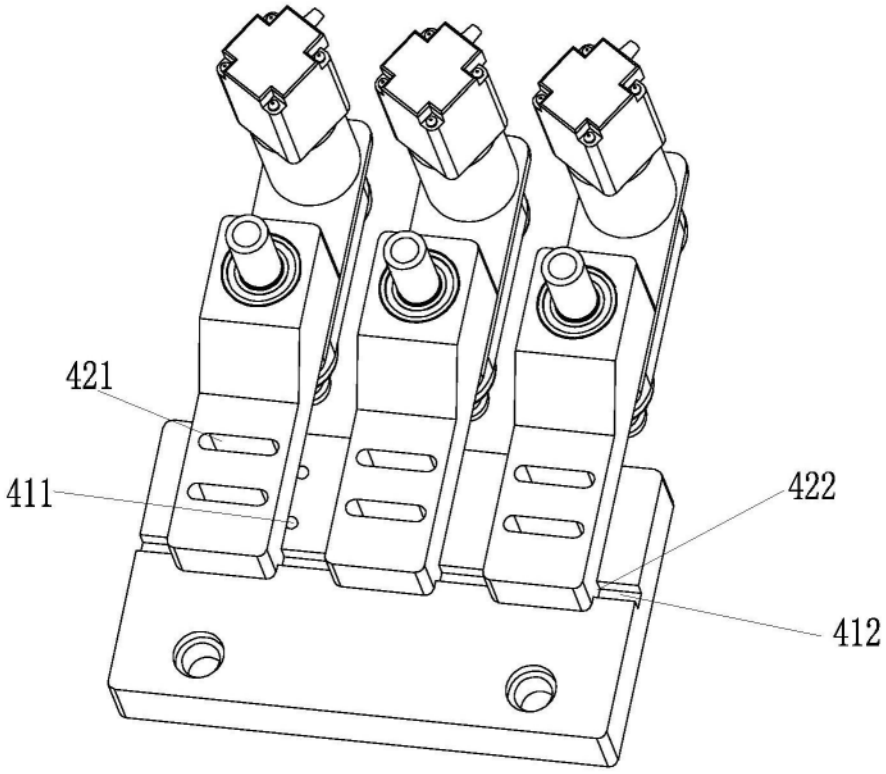


图9