



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118024096 A

(43) 申请公布日 2024. 05. 14

(21) 申请号 202311626651.7

B24B 41/00 (2006.01)

(22) 申请日 2023.11.30

B24B 1/00 (2006.01)

(71) 申请人 华中科技大学

B24B 41/06 (2012.01)

地址 430000 湖北省武汉市洪山区珞喻路
1037号

B24B 49/00 (2012.01)

B24B 55/08 (2006.01)

(72) 发明人 赵欢 周浩源 梁秀权 李祥飞
赵宏基 袁惯喆 丁汉

(74) 专利代理机构 武汉知伯乐知识产权代理有
限公司 42282

专利代理师 赵伟红

(51) Int. Cl.

B24B 21/16 (2006.01)

B24B 21/18 (2006.01)

B24B 49/12 (2006.01)

B24B 51/00 (2006.01)

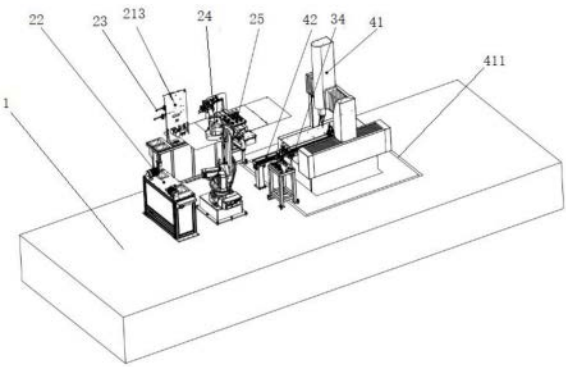
权利要求书3页 说明书11页 附图10页

(54) 发明名称

一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工
系统及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统及方法,系统包括与总控装置通信连接的机器人磨抛工作站、工件中转站、终检工作站;机器人磨抛工作站包括线激光在线检测机构、全特征力-转速协同加工机构、全特征砂带磨抛机构、工业机器人、上料单元;上料单元上设有与工件配套的零点工装;工件中转站包括中转固定板、中转门、中转站夹爪、中转放料台;通过总控装置控制全特征力-转速协同加工机构和全特征砂带磨抛机构对复杂曲面工件进行全特征精准磨抛,通过线激光在线检测机构对工业机器人夹持的工件在线检测,并计算调整加工工艺参数,采用三坐标测量仪对工件进行终检,实现复杂曲面工件的全特征高效率磨抛。



1. 一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统,其特征在于:包括总控装置、与所述总控装置通信连接用于复杂曲面工件(5)的过程测量、工件坐标系的标定以及工件的全特征磨抛的机器人磨抛工作站(2)、用于协助工业机器人(24)夹取工件(5)的工件中转站(3)、终检工作站(4);其中,

所述终检工作站(4)包括用于对所述机器人磨抛工作站(2)处理过的工件(5)进行质检的三坐标测量仪(41)和工件传输导轨(42);所述机器人磨抛工作站(2)包括线激光在线检测机构(20)、全特征力-转速协同加工机构(22)、全特征砂带磨抛机构(23)、工业机器人(24)、上料单元(25);所述上料单元(25)上设有若干个与所述工件(5)适配的零点工装(251);所述工件中转站(3)包括中转固定板(31)、中转门(32)、中转站夹爪(33)、中转放料台(34);

通过所述总控装置控制所述全特征力-转速协同加工机构(22)和所述全特征砂带磨抛机构(23)对复杂曲面的工件(5)进行全特征精准磨抛,通过所述线激光在线检测机构(20)对所述工业机器人(24)夹持的工件(5)进行在线检测,并计算调整加工工艺参数,采用所述三坐标测量仪(41)对工件(5)进行终检,实现复杂曲面工件的全特征高效率磨抛。

2. 根据权利要求1所述的一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统,其特征在于:所述机器人磨抛工作站(2)和所述工件中转站(3)设于打磨室内;所述终检工作站(4)设于检测室内;

所述打磨室和所述检测室设于基座(1)上;所述打磨室和所述检测室之间通过中转固定板(31)分隔;

所述打磨室和所述检测室均为封闭结构。

3. 根据权利要求2所述的一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统,其特征在于:所述线激光在线检测机构(20)设于打磨室顶部,用于叶片工件的过程测量和定位,包括第一激光测量仪(201)、第二激光测量仪(202)、第三激光测量仪(203)、第四激光测量仪(204);

所述第一激光测量仪(201)和所述第二激光测量仪(202)呈 90° 夹角布置,增大视场至 270° ;所述第三激光测量仪(203)和所述第四激光测量仪(204)相对布置;

通过所述第一激光测量仪(201)、第二激光测量仪(202)、第三激光测量仪(203)、第四激光测量仪(204)对工件(5)测量和定位,并将结果传输到所述总控装置中,所述总控装置通过算法生成加工工艺参数和磨抛路径。

4. 根据权利要求2或3所述的一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统,其特征在于:所述工件(5)与所述零点工装(251)共同组成工件刚性连接组件;所述零点工装(251)包括夹具(252)、设于所述夹具(252)顶部的定位凹槽(253)、设于所述夹具(252)底部的定位销(254);

所述夹具(252)上设有固位孔,与所述中转站夹爪(33)相适配;

所述定位凹槽(253)与所述工件(5)相配套;

所述定位销(254)与所述工业机器人(24)上的零点快换定位接口配套。

5. 根据权利要求4所述的一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统,其特征在于:所述工业机器人(24)、所述上料单元(25)、所述中转放料台(34)的底部设有磨抛工作站底座(21);

所述上料单元(25)包括上料台和设于所述上料台上的若干料盒;

所述磨抛工作站底座(21)设于所述基座(1)上。

6.根据权利要求5所述的一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统,其特征在于:所述磨抛工作站底座(21)上还设有第一粉尘吸附装置(211)和第二粉尘吸附装置(212)。

7.根据权利要求6所述的一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统,其特征在于:所述第一粉尘吸附装置(211)和第二粉尘吸附装置(212)的出口端与集尘器(26)相连。

8.根据权利要求7所述的一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统,其特征在于:所述第二粉尘吸附装置(212)顶部设有砂带安装板(213)。

9.根据权利要求7所述的一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统,其特征在于:所述全特征力-转速协同加工机构(22)包括设于所述第一粉尘吸附装置(211)顶部的第一砂轮磨抛模块(221)和第二砂轮磨抛模块(222);

所述第一砂轮磨抛模块(221)包括第一力控装置和与所述第一力控装置相连的第一打磨端;所述第二砂轮磨抛模块(222)包括第二力控装置和与所述第二力控装置相连的第二打磨端;

所述第一力控装置和所述第二力控装置分别与所述总控装置相连。

10.根据权利要求8所述的一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统,其特征在于:所述全特征砂带磨抛机构(23)包括设于所述砂带安装板(213)侧面的第三力控装置,与所述第三力控装置相连的第一砂带接触轮及砂带(231)和第二砂带接触轮及砂带(232);

所述第一砂带接触轮及砂带(231)和第二砂带接触轮及砂带(232)沿所述砂带安装板(213)侧面由上而下平行间隔错位布置;

所述第三力控装置与所述总控装置相连;

所述第一砂带接触轮及砂带(231)用于粗磨工件(5),所述第二砂带接触轮及砂带(232)用于精磨工件(5)。

11.根据权利要求5-10中任一项所述的一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统,其特征在于:所述磨抛工作站底座(21)上还设有支撑所述工件传输导轨(42)的导轨安装座(214);

所述导轨安装座(214)位于所述打磨室内;所述工件传输导轨(42)的一端位于打磨室,另一端位于检测室;

所述工件传输导轨(42)上设有与所述零点工装(251)上所述定位销(254)相配套的工件传输滑块(421)。

12.根据权利要求1所述的一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统,其特征在于:所述中转门(32)设于所述中转固定板(31)上;

所述中转门(32)能够容纳所述工件传输导轨(42)和工件刚性连接组件,且与所述终检工作站(4)连通。

13.根据权利要求12所述的一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统,其特征在于:所述中转门(32)为伸缩门,只在从打磨室到检测室运输工件(5)时开启。

14.根据权利要求1所述的一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统,其特征在于:所述中转站夹爪(33)设于所述中转固定板(31)上,位于所述中转门(32)的上方。

15.根据权利要求1所述的一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统,其特征在

于:所述三坐标测量仪(41)的外围的基座(1)上设有减震沟(411)。

16.一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工方法,其特征在于,应用如权利要求1-15中任一项所述的在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统实现,包括如下步骤:

S1:将若干工件(5)放在上料台,使其与上料台上料盒的零点工装(251)配套形成若干工件刚性连接组件;

S2:启动总控装置,控制工业机器人(24)夹取工件刚性连接组件并将其移动至工件中转站(3)进行方位调整,使工件刚性连接组件的下表面朝上,零点工装(251)上的定位销(254)露出,控制工业机器人(24)动作,使其上的零点快换定位接口与定位销(254)进行零点快换;

S3:通过所述工业机器人(24)带着所述工件刚性连接组件移动到线激光在线检测机构(20)处,进行过程测量并标定工件坐标系,线激光在线检测机构(20)将测量结果传输到总控装置中,总控装置通过算法生成加工工艺参数和磨抛路径;

S4:启动全特征力-转速协同加工机构(22)和全特征砂带磨抛机构(23),根据所述加工工艺参数和磨抛路径对所述工件(5)进行全特征打磨;

S5:对工件(5)全特征打磨完毕后,所述工业机器人(24)再次将所述工件刚性连接组件送回至工件中转站(3)进行方位调整,使其回到原位,调整后通过工业机器人(24)夹取并放置到中转站放料台;接着,通过工业机器人(24)夹取工件(5)并放置到通往终检工作站(4)的工件传输导轨(42)上,由工件传输导轨(42)上的工件传输滑块(421)移送到终检工作站(4)进行终检;

S6:通过所述终检工作站(4)的三坐标测量仪对所述工件(5)进行终检,判断所述工件是否合格;合格则加工流程结束;不合格,则判断段是否过磨;若过磨,则按废品处理;若非过磨,则重复步骤S3~S5。

17.根据权利要求16所述的一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工方法,其特征在于,步骤S6中通过所述终检工作站(4)的三坐标测量仪对所述工件(5)进行终检包括:若料盒内第一个工件(5)加工完之后测量合格,第二个工件(5)加工完之后亦测量合格,则认为该料盒内其余工件(5)都合格,不再继续测量;

若料盒内第一个工件(5)合格,第二个工件(5)不合格,则需要继续测量,直至出现下一个合格的工件(5),并认为前两个合格的工件(5)与剩余的工件全部合格;

若料盒内第一个工件(5)不合格,第二个工件(5)合格,则需要继续测量,直至出现下一个合格的工件(5),并认为前两个合格的工件(5)与剩余的工件全部合格;

若料盒内第一个工件(5)不合格,第二个工件(5)仍不合格,则认为该料盒内其余工件(5)均不合格。

18.根据权利要求16所述的一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工方法,其特征在于,步骤S6中通过所述终检工作站(4)的三坐标测量仪对所述工件(5)进行终检包括:随机抽取料盒中的一个工件(5)进行终检,若合格则该料盒内的其余工件全部合格;若不合格则需要一个一个终检,并判断是否过磨,若过磨则为废品;若不过磨则重新进行磨抛。

一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于机器人加工技术领域,更具体地,涉及一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统及方法。

背景技术

[0002] 在航空发动机、燃气轮机或汽轮机中,叶片类零件是完成其中气体压缩和膨胀来产生强大动力的核心零件,它的表面质量和型面精度对整机气流动力性能和使用性能影响巨大。而磨抛是叶片加工的最后一道工序,决定了其最终轮廓精度和表面质量,关系到发动机最终的推力和寿命。发动机叶片零件具有曲面复杂,曲率多变的特点。

[0003] 目前,发动机叶片零件的磨抛主要以人工为主,效率低、磨抛质量无法保证、加工环境恶劣,而采用自动化磨抛装备代替人工进行磨抛,不仅可以提高效率,而且能够保证磨抛质量。当前相应领域自动化磨抛装备有所发展但仍未普及。复杂曲面叶片类零件自动化磨抛装备主要有数控专机和机器人磨抛系统两类,其中数控专机由传统的数控加工演变而来,往往以多轴数控机床为载体,砂带或砂轮为主要磨抛工具;机器人磨抛系统主要有两种方式,机器人夹持叶片在磨抛机上打磨与机器人末端安装磨抛工具对固定的叶片进行打磨。当前,欧美制造强国在复杂曲面叶片的自动化加工装备研制上成果突出,如德国Metabo公司于1986年研制的叶片六轴联动砂带磨削机床,加拿大的AV&R公司开发的高精度机器人磨削系统实现对航空复杂曲面叶片各特征磨抛加工。同时,国内机器人磨抛系统迅猛发展,廊坊智通开发了机器人加工系统,可以实现叶片的粗磨精磨等多个工序。

[0004] 但是,目前市场上相关叶片磨抛装备应对复杂曲面叶片零件的加工还存在一些问题。因为复杂曲面叶片类零件去除余量不均匀,往往需要通过测量获得准确的材料去除模型,进而指导工艺参数生成从而实现高精度磨削,而市场上可见的砂带机一般只能通过离线检测规划轨迹然后进行磨削,对于加工过程中可能存在的误差无法控制。然而,去除量小且不均匀的复杂曲面叶片类零件需要加工过程中针对同曲率面的加工后模型的测量,以确定下一步磨削工艺参数从而保证磨削质量。复杂曲面叶片类零件型面变化复杂,不同特征对磨抛工具的要求也不同。

[0005] 因此,亟需一种能够在线实时检测并计算调整加工工艺参数,具备与复杂曲面工件外形特征相适配的磨抛端,能够实现一次加工成型同时保证复杂曲面零件的磨抛质量的加工系统。

发明内容

[0006] 针对现有技术的以上缺陷或改进需求,本发明提供一种叶片零件测量磨抛一体化机器人加工系统及方法,用于复杂曲面零件的磨抛,集全特征力-转速协同加工机构、全特征砂带磨抛机构、线激光在线检测机构以及三坐标测量仪为一体,通过全特征力-转速协同加工机构和全特征砂带磨抛机构实现复杂曲面零件的全特征精准磨抛,通过线激光在线检测机构对机器人夹持叶片进行在线检测,实现加工过程在线实时检测,计算调整加工工艺

参数,可以有效避免过磨和欠磨抛,实现一次加工成型同时保证复杂曲面叶片零件的磨抛质量;采用三坐标测量进行终检,无需多次装夹零件进行检测,可有效减少多次装夹零件误差,提高加工的效率;能够解决现有的机器人叶片磨抛技术不能实现全特征高效率磨抛的问题。

[0007] 为了实现上述目的,本发明的一个方面提供一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统,包括总控装置、与所述总控装置通信连接用于复杂曲面工件的过程测量、工件坐标系的标定以及工件的全特征磨抛的机器人磨抛工作站、用于协助工业机器人夹取工件的工件中转站、终检工作站;其中,

[0008] 所述终检工作站包括用于对所述机器人磨抛工作站处理过的工件进行质检的三坐标测量仪和工件传输导轨;所述机器人磨抛工作站包括线激光在线检测机构、全特征力-转速协同加工机构、全特征砂带磨抛机构、工业机器人、上料单元;所述上料单元上设有若干个与所述工件适配的零点工装;所述工件中转站包括中转固定板、中转门、中转站夹爪、中转放料台;

[0009] 通过所述总控装置控制所述全特征力-转速协同加工机构和所述全特征砂带磨抛机构对复杂曲面的工件进行全特征精准磨抛,通过所述线激光在线检测机构对所述工业机器人夹持的工件进行在线检测,并计算调整加工工艺参数,采用所述三坐标测量仪对工件进行终检,实现复杂曲面工件的全特征高效率磨抛。

[0010] 进一步地,所述机器人磨抛工作站和所述工件中转站设于打磨室内;所述终检工作站设于检测室内;

[0011] 所述打磨室和所述检测室设于基座上;所述打磨室和所述检测室之间通过中转固定板分隔;

[0012] 所述打磨室和所述检测室均为封闭结构。

[0013] 进一步地,所述线激光在线检测机构设于打磨室顶部,用于叶片工件的过程测量和定位,包括第一激光测量仪、第二激光测量仪、第三激光测量仪、第四激光测量仪;

[0014] 所述第一激光测量仪和所述第二激光测量仪呈 90° 夹角布置,增大视场至 270° ;所述第三激光测量仪和所述第四激光测量仪相对布置;

[0015] 通过所述第一激光测量仪、第二激光测量仪、第三激光测量仪、第四激光测量仪对工件测量和定位,并将结果传输到所述总控装置中,所述总控装置通过算法生成加工工艺参数和磨抛路径。

[0016] 进一步地,所述工件与所述零点工装共同组成工件刚性连接组件;所述零点工装包括夹具、设于所述夹具顶部的定位凹槽、设于所述夹具底部的定位销;

[0017] 所述夹具上设有固位孔,与所述中转站夹爪相适配;

[0018] 所述定位凹槽与所述工件相配套;

[0019] 所述定位销与所述工业机器人上的零点快换定位接口配套。

[0020] 进一步地,所述工业机器人、所述上料单元、所述中转放料台的底部设有磨抛工作站底座;

[0021] 所述上料单元包括上料台和设于所述上料台上的若干料盒;

[0022] 所述磨抛工作站底座设于所述基座上。

[0023] 进一步地,所述磨抛工作站底座上还设有第一粉尘吸附装置和第二粉尘吸附装

置。

[0024] 进一步地,所述第一粉尘吸附装置和第二粉尘吸附装置的出口端与集尘器相连。

[0025] 进一步地,所述第二粉尘吸附装置顶部设有砂带安装板。

[0026] 进一步地,所述全特征力-转速协同加工机构包括设于所述第一粉尘吸附装置顶部的第一砂轮磨抛模块和第二砂轮磨抛模块;

[0027] 所述第一砂轮磨抛模块包括第一力控装置和与所述第一力控装置相连的第一打磨端;所述第二砂轮磨抛模块包括第二力控装置和与所述第二力控装置相连的第二打磨端;

[0028] 所述第一力控装置和所述第二力控装置分别与所述总控装置相连。

[0029] 进一步地,所述全特征砂带磨抛机构包括设于所述砂带安装板侧面的第三力控装置,与所述第三力控装置相连的第一砂带接触轮及砂带和第二砂带接触轮及砂带;

[0030] 所述第一砂带接触轮及砂带和第二砂带接触轮及砂带沿所述砂带安装板侧面由上而下平行间隔错位布置;

[0031] 所述第三力控装置与所述总控装置相连;

[0032] 所述第一砂带接触轮及砂带用于粗磨工件,所述第二砂带接触轮及砂带用于精磨工件;

[0033] 所述第一砂带接触轮及砂带和第二砂带接触轮及砂带由同一个电机驱动。

[0034] 进一步地,所述磨抛工作站底座上还设有支撑所述工件传输导轨的导轨安装座;

[0035] 所述导轨安装座位于所述打磨室内;所述工件传输导轨的一端位于打磨室,另一端位于检测室;

[0036] 所述工件传输导轨上设有与所述零点工装上所述定位销相配套的工件传输滑块。

[0037] 进一步地,所述中转门设于所述中转固定板上;

[0038] 所述中转门能够容纳所述工件传输导轨和工件刚性连接组件,且与所述终检工作站连通。

[0039] 进一步地,所述中转门为伸缩门,只在从打磨室到检测室运输工件时开启。

[0040] 进一步地,所述中转站夹爪设于所述中转固定板上,位于所述中转门的上方。

[0041] 进一步地,所述三坐标测量仪的外围的基座上设有减震沟。

[0042] 本发明的另一个方面提供一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工方法,应用前述在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统实现,包括如下步骤:

[0043] S1:将若干工件放在上料台,使其与上料台上料盒的零点工装配套形成若干工件刚性连接组件;

[0044] S2:启动总控装置,控制工业机器人夹取工件刚性连接组件并将其移动至工件中转站进行方位调整,使工件刚性连接组件的下表面朝上,零点工装上的定位销露出,控制工业机器人动作,使其上的零点快换定位接口与定位销进行零点快换;

[0045] S3:通过所述工业机器人带着所述工件刚性连接组件移动到线激光在线检测机构处,进行过程测量并标定工件坐标系,线激光在线检测机构将测量结果传输到总控装置中,总控装置通过算法生成加工工艺参数和磨抛路径;

[0046] S4:启动全特征力-转速协同加工机构和全特征砂带磨抛机构,根据所述加工工艺参数和磨抛路径对所述工件进行全特征打磨;

[0047] S5:对工件全特征打磨完毕后,所述工业机器人再次将所述工件刚性连接组件送回至工件中转站进行方位调整,使其回到原位,调整后通过工业机器人夹取并放置到中转站放料台;接着,通过工业机器人夹取工件并放置到通往终检工作站的工件传输导轨上,由工件传输导轨上的工件传输滑块移送到终检工作站进行终检;

[0048] S6:通过所述终检工作站的三坐标测量仪对所述工件进行终检,判断所述工件是否合格;合格则加工流程结束;不合格,则判断段是否过磨;若过磨,则按废品处理;若非过磨,则重复步骤S3~S5。

[0049] 进一步地,步骤S6中通过所述终检工作站的三坐标测量仪对所述工件进行终检包括:若料盒内第一个工件加工完之后测量合格,第二个工件加工完之后亦测量合格,则认为该料盒内其余工件都合格,不再继续测量;

[0050] 若料盒内第一个工件合格,第二个工件不合格,则需要继续测量,直至出现下一个合格的工件,并认为前两个合格的工件与剩余的工件全部合格;

[0051] 若料盒内第一个工件不合格,第二个工件合格,则需要继续测量,直至出现下一个合格的工件,并认为前两个合格的工件与剩余的工件全部合格;

[0052] 若料盒内第一个工件不合格,第二个工件仍不合格,则认为该料盒内其余工件均不合格。

[0053] 进一步地,步骤S6中通过所述终检工作站的三坐标测量仪对所述工件进行终检包括:随机抽取料盒中的一个工件进行终检,若合格则该料盒内的其余工件全部合格;若不合格则需要一个一个终检,并判断是否过磨,若过磨则为废品;若不过磨则重新进行磨抛。

[0054] 总体而言,通过本发明所构思的以上技术方案与现有技术相比,能够取得下列有益效果:

[0055] 1.本发明的一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统,通过将全特征砂带磨抛机构和线激光在线检测相结合,并采用三坐标测量仪进行终检;通过工件加工过程在线实时检测,计算调整加工工艺参数,可以有效提高零件加工的磨抛质量,避免过磨和欠磨抛,实现一次加工成型同时保证复杂曲面叶片零件的磨抛质量;提高了复杂曲面叶片零件加工效率和加工质量。

[0056] 2.本发明的一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统,结合了全特征力-转速协同加工机构以及线激光在线检测装置,全特征力-转速协同加工机构可以实现复杂曲面零件的全特征精准磨抛,结合机器人夹持叶片进行加工在线检测,提供过程加工工艺参数指导,无需多次装夹零件进行检测,可有效减少多次装夹零件误差,提高加工的效率。

[0057] 3.本发明的一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统,将终检的三坐标测量和磨抛加工的砂带机与线激光装置分为检测室和打磨室两部分。通过中转台、三轴转运模组实现叶片零件的转运和位置标定,通过伸缩门在检测室和打磨室中转,保持打磨室的清洁度从而保证三坐标检测的精度。

[0058] 4.本发明的一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统,其打磨室和检测室均设置为封闭结构,可有效减少噪声和粉尘环境的影响;同时打磨室和检测室可分离安装,单独使用,灵活性高。

[0059] 5.本发明的一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统,在全特征力-转速协同加工机构、全特征砂带磨抛机构的底部均安装了粉尘吸附装置,通过静电吸附将加工产

生的金属粉尘吸附在磨抛工作站底座,然后通过集尘器将粉尘抽出打磨室,保证打磨室的环境清洁,避免影响加工精度。

[0060] 6.本发明的一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统,在打磨室设置了上料台和中转放料台,将料盒直接置于上料台,一个料盒科同时放置多个叶片工件,实现一次上料,加工多个叶片,无需人工重复上料,提高加工效率;同时通过料盒与机器人末端夹具定位,提高装夹精度,保证加工质量。

[0061] 工作时,所述工业机器人24通过其机械夹爪抓取所述工件刚性连接组件,将工件5移动至工件中转站3,通过工业机器人24零点快换定位接口与定位销连接的方式实现对叶片磨抛位置的精准把控

附图说明

[0062] 图1为本发明实施例一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统的侧面结构示意图;

[0063] 图2为本发明实施例一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统的内部结构示意图;

[0064] 图3为本发明实施例一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统的机器人磨抛工作站和工件中转站的放大结构示意图;

[0065] 图4为本发明实施例一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统的叶片工件结构示意图;

[0066] 图5为本发明实施例一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统的零点工装结构示意图;

[0067] 图6为本发明实施例一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统的线激光在线检测机构在打磨室内的安装位置示意图;

[0068] 图7为本发明实施例一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统的第一激光测量仪和第二激光测量仪的安装角度示意图;

[0069] 图8为本发明实施例一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统的第三激光测量仪和第四激光测量仪的安装角度示意图;

[0070] 图9为本发明实施例一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统的全特征力-转速协同加工机构的结构示意图;

[0071] 图10为本发明实施例一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统的全特征砂带磨抛机构的安装示意图(视角一);

[0072] 图11为本发明实施例一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统的全特征砂带磨抛机构的安装示意图(视角二);

[0073] 图12为本发明实施例一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统的中转站夹爪的安装结构示意图;

[0074] 图13为本发明实施例一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统的三坐标测量仪工作状态示意图;

[0075] 图14为本发明实施例一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工方法的流程示意图;

[0076] 图15为本发明实施例一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工方法的终检方案一的流程示意图;

[0077] 图16为本发明实施例一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工方法的终检方案二的流程示意图。

[0078] 在所有附图中,同样的附图标记表示相同的技术特征,具体为:1-基座、2-机器人磨抛工作站、20-线激光在线检测机构、201-第一激光测量仪、202-第二激光测量仪、203-第三激光测量仪、204-第四激光测量仪、21-磨抛工作站底座、211-第一粉尘吸附装置、212-第二粉尘吸附装置、213-砂带安装板、214-导轨安装座、22-全特征力-转速协同加工机构、221-第一砂轮磨抛模块、222-第二砂轮磨抛模块、23-全特征砂带磨抛机构、231-第一砂带接触轮及砂带、232-第二砂带接触轮及砂带、24-工业机器人、25-上料单元、251-零点工装、252-叶片夹具、253-定位凹槽、254-定位销、26-集尘器、3-工件中转站、31-中转固定板、32-中转门、33-中转站夹爪、34-中转放料台、4-终检工作站、41-三坐标测量仪、411-减震沟、42-工件传输导轨、421-工件传输滑块、5-叶片工件、51-缘板、52-榫头、53-榫齿、54-叶身、541-叶盆、542-叶背、543-叶前缘、544-叶后缘、55-叶根转角。

具体实施方式

[0079] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。此外,下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

[0080] 如图1-图13所示,本发明的一个方面提供一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统,包括基座1,设于所述基座1上的打磨室和检测室;所述打磨室内设有机器人磨抛工作站2和工件中转站3;所述检测室内设有终检工作站4;所述机器人磨抛工作站2、所述工件中转站3、所述终检工作站4上通信连接有总控装置;所述机器人磨抛工作站2用于复杂曲面工件5的过程测量、工件坐标系的标定以及工件的全特征磨抛;所述工件中转站3用于协助工业机器人夹取工件5;所述终检工作站4包括三坐标测量仪41和工件传输导轨42,用于对所述机器人磨抛工作站2处理过的工件5进行测量做最后的质检;所述机器人磨抛工作站2包括线激光在线检测机构20、全特征力-转速协同加工机构22、全特征砂带磨抛机构23、工业机器人24、上料单元25;所述上料单元25包括上料台和设于所述上料台上的若干料盒;所述料盒上设有若干个与所述工件5相配套的零点工装251;工件5与所述零点工装251共同组成工件刚性连接组件;所述工件中转站3包括中转固定板31、中转门32、中转站夹爪33、中转放料台34;工作时,首先,将工件5放在上料台,使其与上料台上料盒的零点工装251配套形成工件刚性连接组件,通过所述总控装置控制工业机器人24夹持工件刚性连接组件到工件中转站3,通过中转站夹爪33调整工件刚性连接组件方位,使工件刚性连接组件上的定位销露出并与工业机器人24的零点快换定位接口完成零点转换;接着,通过所述工业机器人24夹持着所述工件刚性连接组件进行过程测量和磨抛;测量和磨抛完毕后,所述工业机器人24再次将所述工件刚性连接组件送回至中转站夹爪33处,通过中转站夹爪33调整工件刚性连接组件方位,使其回到原位,通过工业机器人24将所述工件刚性连接组件送至通往终检工作站4的工件传输导轨42上,送往终检工作站4,由三坐标测量仪进行终检;本发明通过所

述总控装置控制所述全特征力-转速协同加工机构和所述全特征砂带磨抛机构对复杂曲面的所述工件5进行全特征精准磨抛,通过所述线激光在线检测机构20对所述工业机器人24夹持的工件5进行在线检测,实现加工过程在线实时检测,计算调整加工工艺参数,采用所述三坐标测量仪41对工件5进行终检,实现复杂曲面工件的全特征高效率磨抛。

[0081] 进一步地,如图1-图13所示,在本发明的实施例中,所述工件5为航空叶片工件,叶片工件与零点工装251共同组成叶片刚性连接组件;所述叶片工件包括缘板51、榫头52、榫齿53、叶身54以及设于所述叶身54与缘板51之间的叶根转角55;所述叶身54包括叶盆541、叶背542、叶前缘543以及叶后缘544;所述叶身54为弧形板状结构;所述榫头52设于缘板51的底部;所述榫齿53设于所述榫头52的外缘;需要注意的是,本发明也可用于其他复杂曲面或简单型面结构零件的加工,不限于本实施的叶片结构。

[0082] 进一步地,如图1-图13所示,在本发明的实施例中,所述线激光在线检测机构20设于打磨室顶部,包括第一激光测量仪201、第二激光测量仪202、第三激光测量仪203、第四激光测量仪204,用于叶片工件的过程测量和定位;所述第一激光测量仪201和所述第二激光测量仪202设置为呈90°夹角的相对位置,增大视场至270°,分别用于测量工件5的叶前缘和叶后缘,其测量范围如图7中的A所示;所述第三激光测量仪203和所述第四激光测量仪204相对布置,分别用于测量工件5的叶盆和叶背,其测量范围如图8中的B所示;通过所述第一激光测量仪201、第二激光测量仪202、第三激光测量仪203、第四激光测量仪204对工件5测量和定位,并将结果传输到所述总控装置中,所述总控装置通过算法生成加工工艺参数和磨抛路径;工业机器人夹持工件刚性连接组件,根据总控装置的指令,启动全特征力-转速协同加工机构22、全特征砂带磨抛机构23对工件5进行全特征打磨;叶片工件的全特征打磨包括对叶盆、叶背、叶前缘、叶后缘、叶根转角、缘板的打磨;本发明对叶片工件的不同部位采用不同的磨抛方式进行打磨;需要注意的是,本发明也可用于其他复杂曲面零件的加工,不限于本实施的叶片结构。

[0083] 进一步地,如图1-图13所示,在本发明的实施例中,所述零点工装251包括夹具252、设于所述夹具252顶部的定位凹槽253、设于所述夹具252底部的定位销254;所述定位凹槽253与所述工件5的榫头相配套,二者通过三点定位的方式,连接形成工件刚性连接组件;所述定位销254与所述工业机器人24上的零点快换定位接口配套。

[0084] 进一步地,如图1-图13所示,在本发明的实施例中,所述基座1上设有磨抛工作站底座21;所述工业机器人24、所述上料单元25、所述中转放料台34均设于所述磨抛工作站底座21上;所述磨抛工作站底座21上还设有第一粉尘吸附装置211和第二粉尘吸附装置212;所述第二粉尘吸附装置212顶部设有砂带安装板213;所述全特征力-转速协同加工机构22设于所述第一粉尘吸附装置211的顶部;所述全特征砂带磨抛机构23设于所述砂带安装板213的侧面;所述第一粉尘吸附装置211和第二粉尘吸附装置212的出口端与集尘器26相连;通过静电吸附将加工产生的金属粉尘吸附在磨抛工作站底座21上,并通过集尘器26将粉尘抽出打磨室,保证打磨室的环境清洁,避免粉尘过多影响打磨质量,进而影响加工精度。

[0085] 进一步地,如图1-图13所示,在本发明的实施例中,所述全特征力-转速协同加工机构22包括设于所述第一粉尘吸附装置211顶部的第一砂轮磨抛模块221和第二砂轮磨抛模块222;所述第一砂轮磨抛模块221包括第一力控装置和与所述第一力控装置相连的第一打磨端;所述第二砂轮磨抛模块222包括第二力控装置和与所述第二力控装置相连的第二

打磨端;所述第一砂轮磨抛模块221用于打磨所述工件5的缘板51;所述第二砂轮磨抛模块222用于打磨所述工件5的叶根转角55;所述第一力控装置和所述第二力控装置分别与所述总控装置相连。

[0086] 进一步地,如图1-图13所示,在本发明的实施例中,所述全特征砂带磨抛机构23包括设于所述砂带安装板213侧面的第三力控装置,与所述第三力控装置相连的第一砂带接触轮及砂带231和第二砂带接触轮及砂带232;所述第一砂带接触轮及砂带231和第二砂带接触轮及砂带232沿所述砂带安装板213侧面由上而下平行间隔错位布置(此处错位指:所述第一砂带接触轮及砂带231和第二砂带接触轮及砂带232与砂带安装板213不接触,且距离砂带安装板213表面的距离不等);所述第一砂带接触轮及砂带231和第二砂带接触轮及砂带232的打磨端伸出所述砂带安装板213的外面;所述第三力控装置与所述总控装置相连;所述第一砂带接触轮及砂带231和第二砂带接触轮及砂带232均包括砂带接触轮和砂带;所述第一砂带接触轮及砂带231用于粗磨工件5,第二砂带接触轮及砂带232用于精磨工件5;所述第一砂带接触轮及砂带231和第二砂带接触轮及砂带232与同一个力控装置相连,由同一个力控装置控制;所述第一砂带接触轮及砂带231中的砂带接触轮用于粗磨所述工件5的叶盆541和叶背542,砂带用于粗磨所述工件5的叶前缘543和叶后缘544;所述第二砂带接触轮及砂带232中的砂带接触轮用于精磨所述工件5的叶盆541和叶背542,砂带用于精磨所述工件5的叶前缘543和叶后缘544;工作时,首先,对叶片工件进行粗磨,减少加工时间,提高加工效率,具体地,通过所述第一砂带接触轮及砂带231中的砂带接触轮粗磨所述工件5的叶盆541和叶背542,砂带粗磨所述工件5的叶前缘543和叶后缘544;其次,对叶片工件进行精磨,保证其精度与准确性,具体地,通过所述第二砂带接触轮及砂带232中的砂带接触轮精磨所述工件5的叶盆541和叶背542,砂带精磨所述工件5的叶前缘543和叶后缘544;最后,通过所述第一砂轮磨抛模块221打磨所述工件5的缘板51,通过所述第二砂轮磨抛模块222打磨所述工件5的叶根转角55;所述全特征力-转速协同加工机构22和所述全特征砂带磨抛机构23与复杂曲面工件的外形特征相适配,能够实现复杂曲面零件的全特征精准磨抛;需要注意的是,本发明也可用于其他复杂曲面零件或简单结构工件的加工,不限于本实施的叶片结构。

[0087] 进一步地,如图1-图13所示,在本发明的实施例中,所述打磨室和检测室之间通过中转固定板31分隔;打磨室和检测室均为封闭结构,可有效减少噪声和粉尘环境的影响;同时打磨室和检测室可分离安装,单独使用,灵活性高。

[0088] 进一步地,如图1-图13所示,在本发明的实施例中,所述磨抛工作站底座21上还设有支撑所述工件传输导轨42的导轨安装座214;所述导轨安装座214位于打磨室内;所述工件传输导轨42上设有与所述零点工装251上所述定位销254相配套的工件传输滑块421;所述中转门32设于所述中转固定板31上;所述中转门32能够容纳所述工件传输导轨42和工件刚性连接组件,且与所述终检工作站4连通;在本发明的实施例中,所述中转门32为伸缩门,只在从打磨室到检测室运输叶片工件时开启;所述工件传输导轨42的一端位于打磨室,另一端位于检测室;所述中转站夹爪33设于所述中转固定板31上,位于所述中转门32的上方;所述零点工装251的夹具252上设有固位孔,所述固位孔与所述中转站夹爪33相适配;所述中转放料台34用于盛放每次打磨完成后的叶片工件;所述中转站夹爪33用于中转所述工件刚性连接组件;工件5被磨抛结束后,工业机器人24将工件刚性连接组件运送至工件中转站

3的中转站夹爪33处,通过所述总控装置控制所述中转站夹爪33夹持所述工件刚性连接组件,并旋转180°,使工件刚性连接组件的下表面朝下,零点工装251上的定位销254朝下,接着,通过所述工业机器人24的机械爪夹取所述工件刚性连接组件,将其放置到通往终检工作站4的工件传输导轨42上(当涉及多个叶片工件的打磨时,先放到中转放料台34上,待全部叶片工件打磨完毕后,再依次放置到工件传输导轨42上),由工件传输导轨42上的工件传输滑块421送往终检工作站4,由三坐标测量仪进行终检。

[0089] 进一步地,如图1-图13所示,在本发明的实施例中,所述三坐标测量仪41的外围的基座1上设有减震沟411,用于防止打磨室内打磨时的金属粉尘和震动影响测量结果;所述检测室内为恒温恒湿间;所述中转门32只在运输工件5时开启。

[0090] 如图14所示,本发明的另一个方面提供一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工方法,应用前述在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统实现,包括如下步骤:

[0091] S1:将若干工件5放在上料台,使其与上料台上料盒的零点工装251配套形成若干工件刚性连接组件;

[0092] S2:启动总控装置,控制工业机器人24夹取工件刚性连接组件并将其移动至工件中转站3进行方位调整,使工件刚性连接组件的下表面朝上,零点工装251上的定位销254露出,控制工业机器人24动作,使其上的零点快换定位接口与定位销254进行零点快换;

[0093] S3:通过所述工业机器人24带着所述工件刚性连接组件移动到线激光在线检测机构20处,进行过程测量并标定工件坐标系,线激光在线检测机构20将测量结果传输到总控装置中,总控装置通过算法生成加工工艺参数和磨抛路径;

[0094] S4:启动全特征力-转速协同加工机构22和全特征砂带磨抛机构23,根据所述加工工艺参数和磨抛路径对所述工件5进行全特征打磨;

[0095] S5:对工件5全特征打磨完毕后,所述工业机器人24再次将所述工件刚性连接组件送回至工件中转站3进行方位调整,调整后通过工业机器人24夹取并放置到中转站放料台;接着,通过工业机器人24夹取工件5并放置到通往终检工作站4的工件传输导轨42上,由工件传输导轨42上的工件传输滑块421移送到终检工作站4进行终检;

[0096] S6:通过所述终检工作站4的三坐标测量仪对所述工件5进行终检,判断所述工件是否合格;合格则加工流程结束;不合格,则判断段是否过磨;若过磨,则按废品处理;若非过磨,则重复步骤S3~S5。

[0097] 进一步地,步骤S2包括,启动总控装置,控制工业机器人24的机械爪夹取所述工件刚性连接组件移动至工件中转站3的中转站夹爪33处,并松开机械爪;接着,通过所述总控装置控制所述中转站夹爪33夹持所述工件刚性连接组件,并旋转180°,使工件刚性连接组件的下表面朝上,零点工装251上的定位销254露出,控制工业机器人24动作,使其上的零点快换定位接口与定位销254进行零点快换。

[0098] 进一步地,步骤S3包括,通过第一激光测量仪201和第二激光测量仪202分别测量工件5的叶前缘和叶后缘;通过第三激光测量仪203和第四激光测量仪204分别测量工件5的叶盆和叶背;通过所述第一激光测量仪201、第二激光测量仪202、第三激光测量仪203、第四激光测量仪204对工件5进行测量和定位后,将结果传输到总控装置中,所述总控装置通过算法生成加工工艺参数和磨抛路径。

[0099] 进一步地,步骤S4中所述对所述工件5进行全特征打磨包括:通过第一砂带接触轮

及砂带231中的砂带接触轮粗磨所述工件5的叶盆541和叶背542,砂带粗磨所述工件5的叶前缘543和叶后缘544;通过第二砂带接触轮及砂带232中的砂带接触轮精磨所述工件5的叶盆541和叶背542,砂带精磨所述工件5的叶前缘543和叶后缘544;通过所述第一砂轮磨抛模块221打磨所述工件5的缘板51,通过所述第二砂轮磨抛模块222打磨所述工件5的叶根转角55。

[0100] 进一步地,步骤S5中所述全特征打磨完毕后,所述工业机器人24再次将所述工件刚性连接组件送回至工件中转站3进行方位调整,调整后移送到终检工作站4进行终检,具体包括:全特征打磨完毕后,所述工业机器人24再次将所述工件刚性连接组件送回至工件中转站3的中转站夹爪33处,并松开机械爪;接着,通过所述总控装置控制所述中转站夹爪33夹持所述工件刚性连接组件,并旋转180°,使工件刚性连接组件的下表面朝下,零点工装251上的定位销254朝下,接着,通过所述工业机器人24的机械爪夹取所述工件刚性连接组件,将其放置到通往终检工作站4的工件传输导轨42上(当涉及多个叶片工件的打磨时,先放到中转放料台34上,待全部叶片工件打磨完毕后,再依次放置到工件传输导轨42上的工件传输滑块421上),由工件传输导轨42上的工件传输滑块421移送到终检工作站4进行终检。

[0101] 进一步地,步骤S6中通过所述终检工作站4的三坐标测量仪对所述工件5进行终检包括两个方案,方案一:若料盒内第一个工件5加工完之后测量合格,第二个工件5加工完之后亦测量合格,则认为该料盒内其余工件5都合格,不再继续测量;若料盒内第一个工件5合格,第二个工件5不合格,则需要继续测量,直至出现下一个合格的工件5,并认为前两个合格的工件5与剩余的工件全部合格;若料盒内第一个工件5不合格,第二个工件5合格,则需要继续测量,直至出现下一个合格的工件5,并认为前两个合格的工件5与剩余的工件全部合格;若料盒内第一个工件5不合格,第二个工件5仍不合格,则认为该料盒内其余工件5均不合格;方案二:随机抽取料盒中的一个工件5进行终检,若合格则该料盒内的其余工件全部合格;若不合格则需要一个一个终检,并判断是否过磨,若过磨则为废品;若不过磨则重新进行磨抛。

[0102] 进一步地,在本发明的实施例中,上料台和中转放料台的一个料盒中可放置至少九个工件刚性连接组件,步骤S6的终检按照方案一(如图15所示):若第一个叶片工件加工完之后测量合格,第二个加工完之后亦测量合格,则认为这个料盒内九个叶片都合格,不再继续测量,从而提高效率;若第一个合格,第二个不合格,则需要继续测量,直至出现下一个合格的叶片,并认为前两个合格的叶片与剩余的叶片全部合格;若第一个不合格,第二个合格,同上;若第一个不合格,第二个仍不合格则认为这九个叶片均不合格;步骤S6的终检按照方案二(如图16所示):随机抽取料盒中的一个工件进行终检,若合格则九个全部合格;若不合格则需要一个一个终检,并判断是否过磨,若过磨则为废品;若不过磨则重新进行磨抛。

[0103] 本发明提供的一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统及方法,工作时,首先,将工件5放在上料台,使其与上料台上料盒的零点工装251配套形成工件刚性连接组件,通过所述总控装置控制工业机器人24的机械爪将所述工件刚性连接组件移动至工件中转站3的中转站夹爪33处,并松开机械爪;接着,通过所述总控装置控制所述中转站夹爪33夹持所述工件刚性连接组件,并旋转180°,将工件刚性连接组件的下表面朝上,使零点工装

251上的定位销露出,工业机器人24的零点快换定位接口与定位销进行零点快换;之后,通过所述总控装置控制所述工业机器人24夹持着所述工件刚性连接组件移动到线激光在线检测机构20处进行过程测量并标定工件坐标系,线激光在线检测机构20将测量结果传输到总控装置,总控装置通过算法生成加工工艺参数和磨抛路径;总控装置向全特征力-转速协同加工机构22和全特征砂带磨抛机构23发出控制指令,使其根据所述加工工艺参数和磨抛路径对所述工件5进行全特征打磨;最后,测量和全特征打磨完毕后,所述工业机器人24再次将所述工件刚性连接组件送回至中转站夹爪33处,中转站夹爪旋转180°,由工业机器人24的机械爪夹持所述工件刚性连接组件并将其送至通往终检工作站4的工件传输导轨42上,送往终检工作站4,由三坐标测量仪进行终检,若合格,则为合格品;若不合格,则判断是否过磨,若过磨则为废品;不过磨则继续进入磨抛循环。

[0104] 通过将全特征砂带磨抛机构和线激光在线检测相结合,并采用三坐标测量进行终检。加工过程在线实时检测,计算调整加工工艺参数,可以有效提高零件加工的磨抛质量,避免过磨和欠磨抛,实现一次加工成型同时保证复杂曲面叶片零件的磨抛质量。提高了复杂曲面叶片零件加工效率和加工质量。

[0105] 本发明的一种在线测量磨抛终检一体化机器人加工系统及方法,集全特征力-转速协同加工机构、全特征砂带磨抛机构、线激光在线检测机构以及三坐标测量仪为一体,通过全特征力-转速协同加工机构和全特征砂带磨抛机构实现复杂曲面零件的全特征精准磨抛,通过线激光在线检测机构对机器人夹持叶片进行在线检测,实现加工过程在线实时检测,计算调整加工工艺参数,可以有效避免过磨和欠磨抛,实现一次加工成型同时保证复杂曲面叶片零件的磨抛质量;采用三坐标测量进行终检,无需多次装夹零件进行检测,可有效减少多次装夹零件误差,提高加工的效率。

[0106] 本领域的技术人员容易理解,以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用于限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

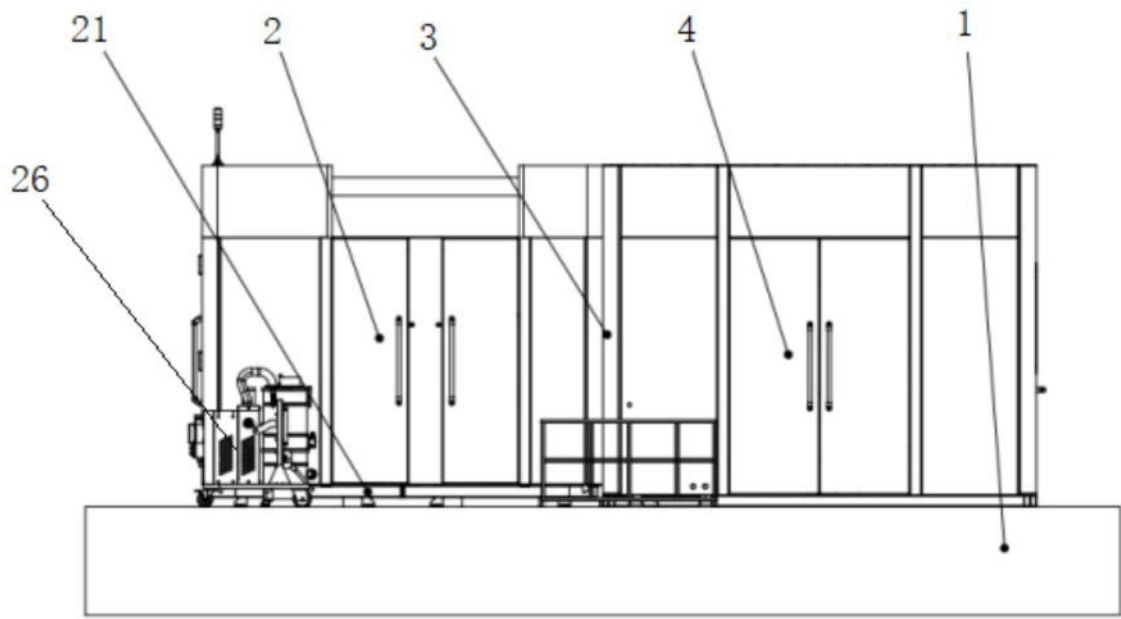


图1

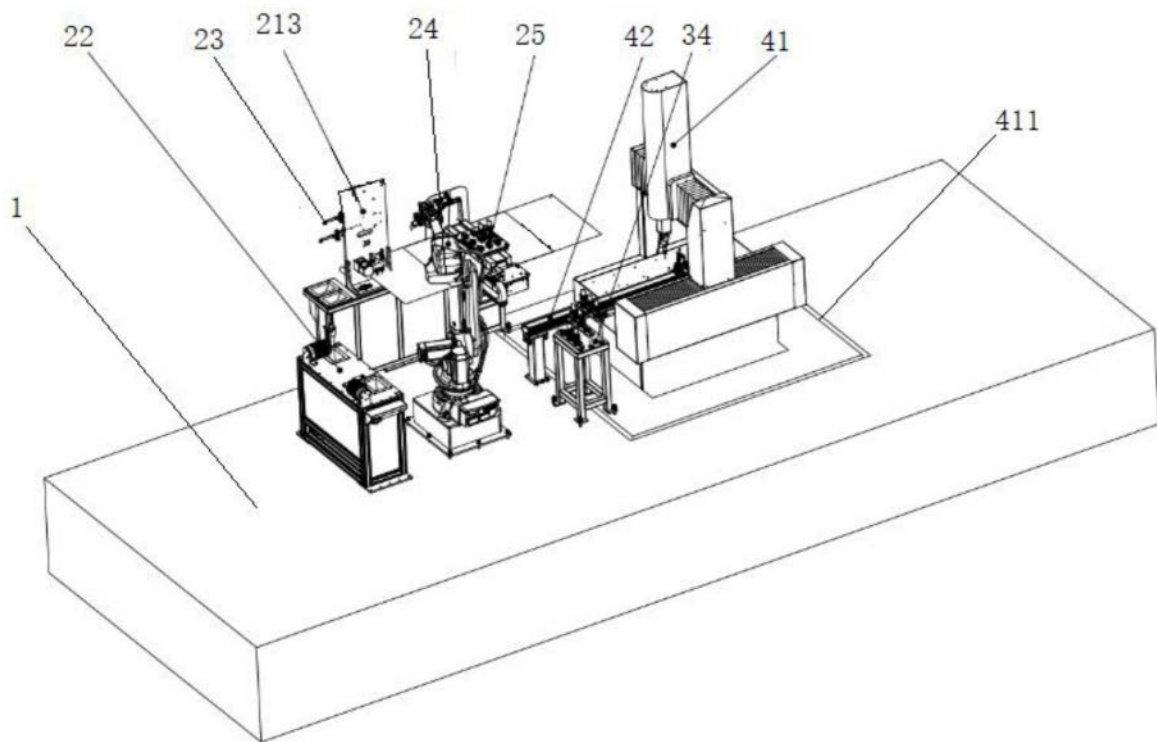


图2

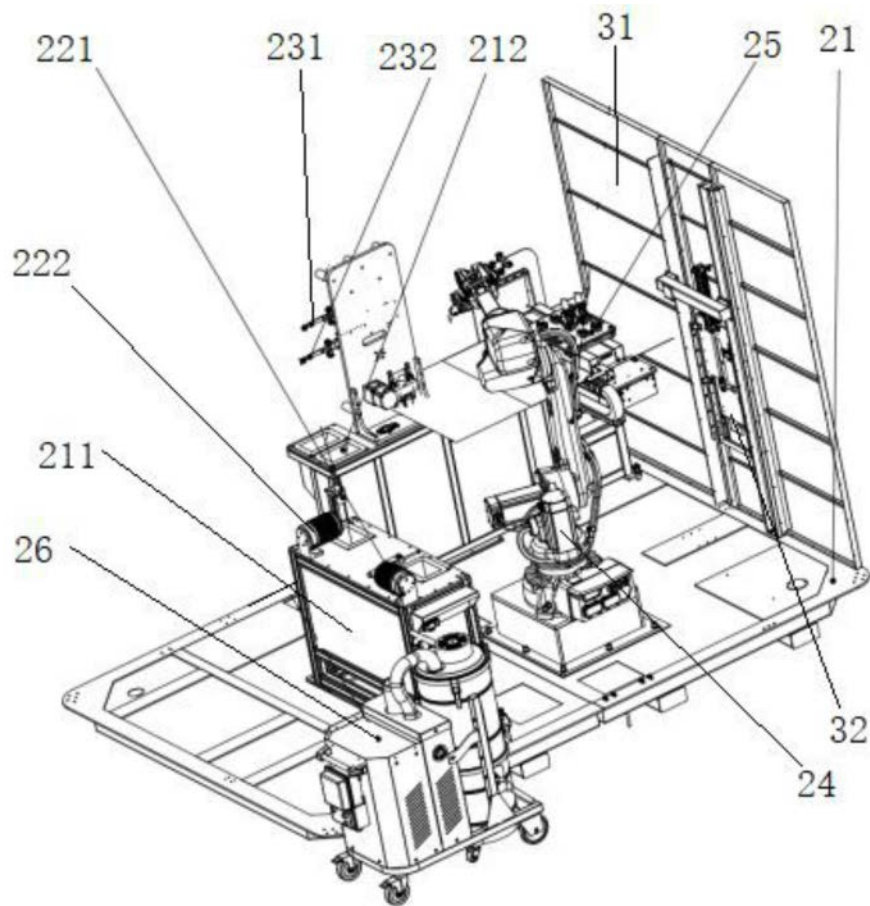


图3

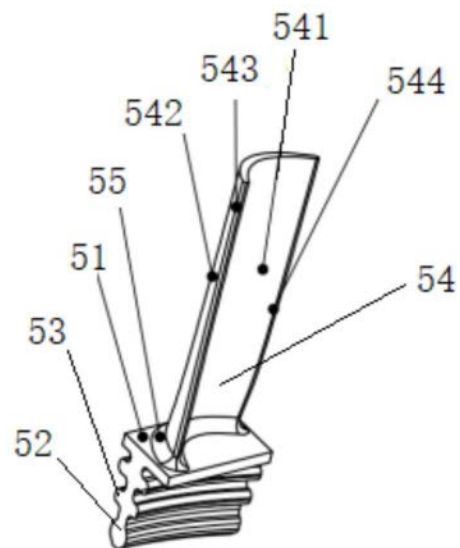


图4

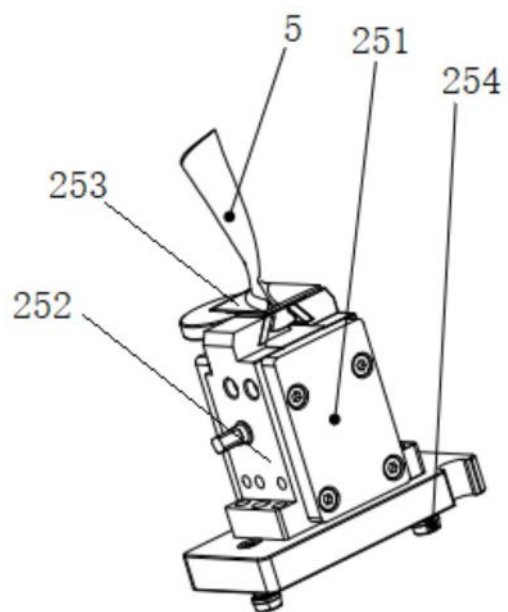


图5

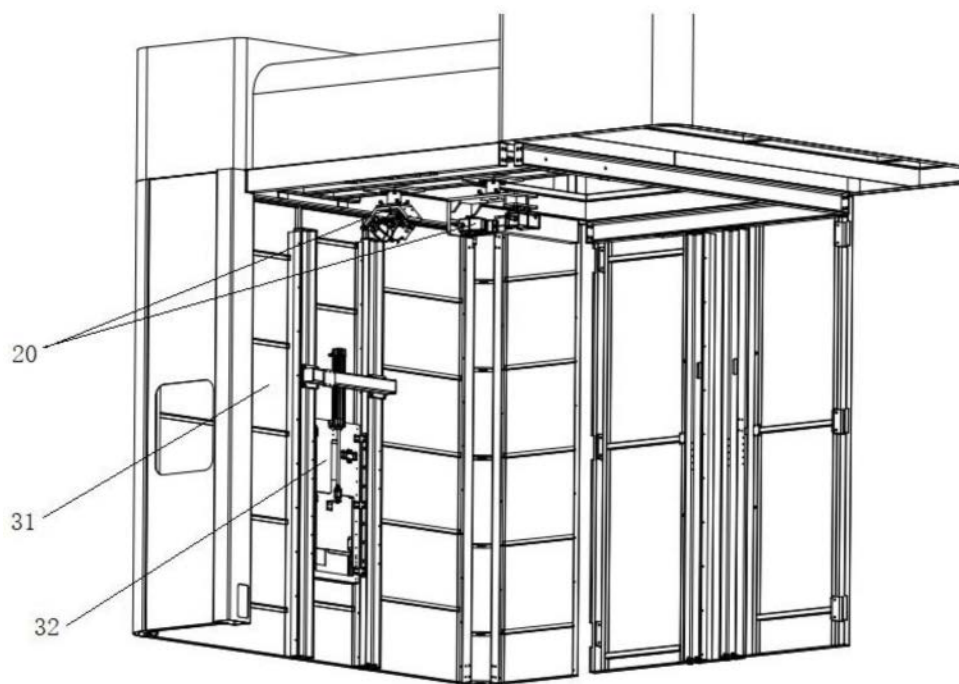


图6

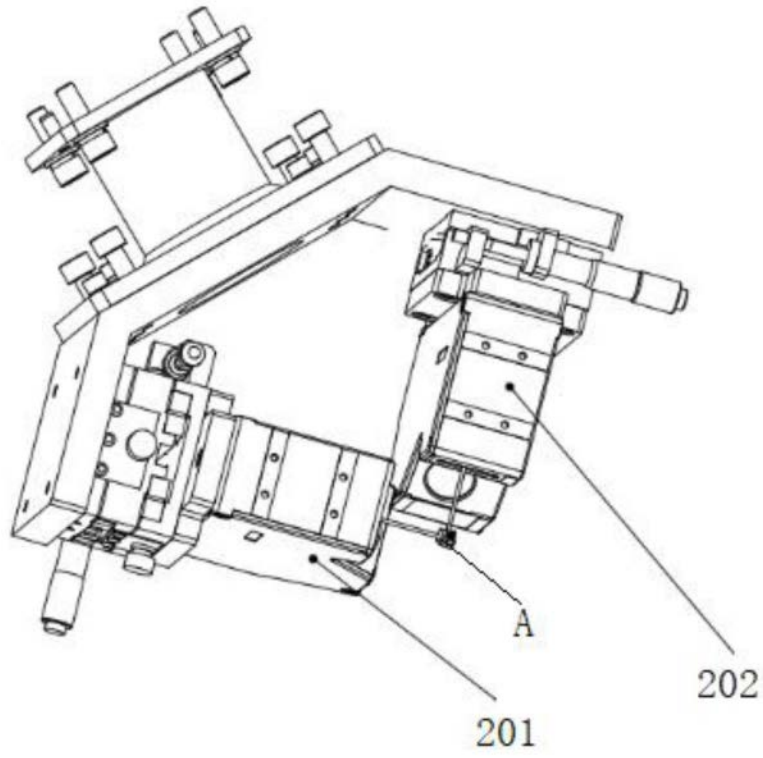


图7

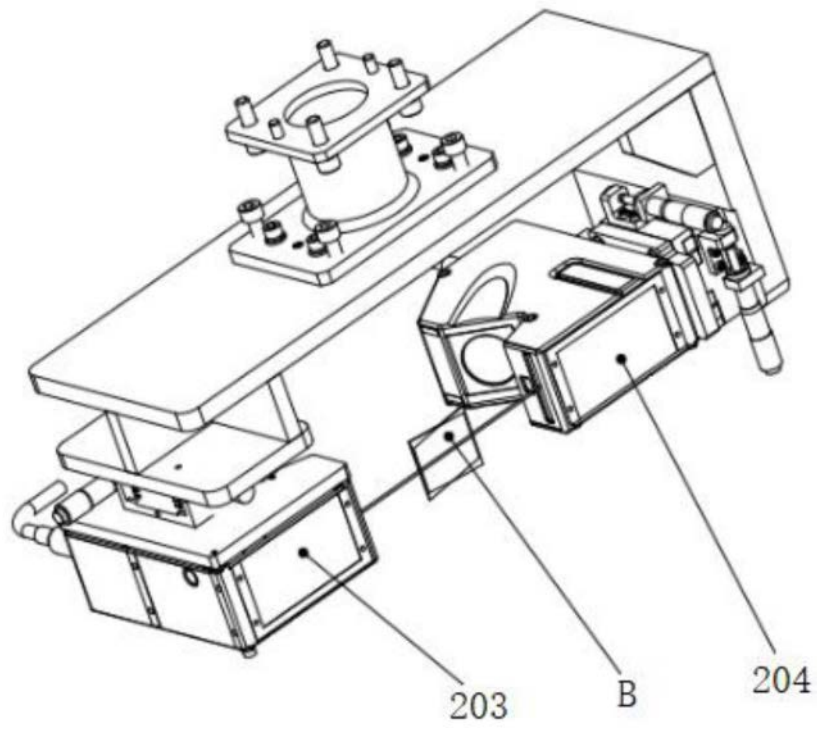


图8

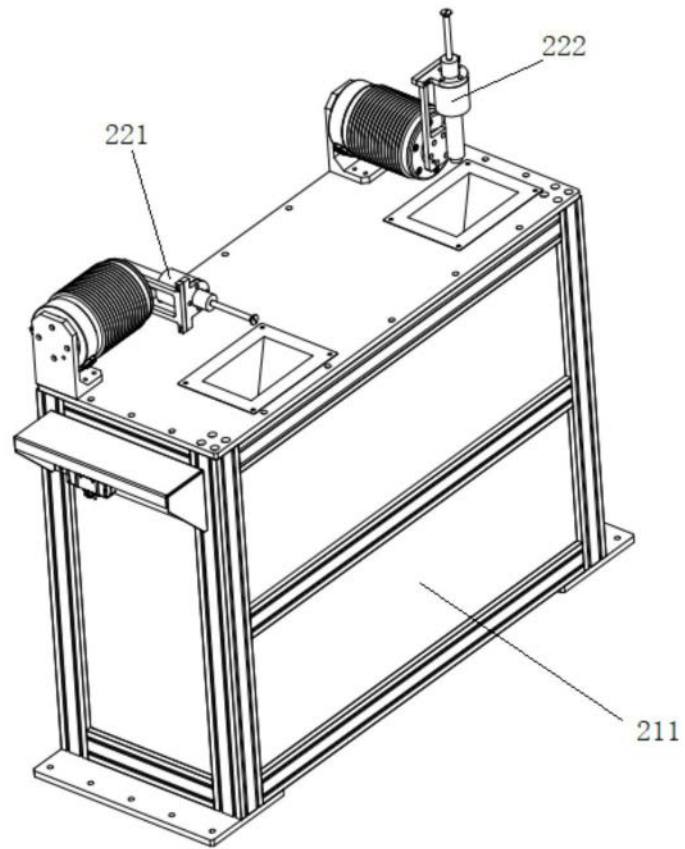


图9

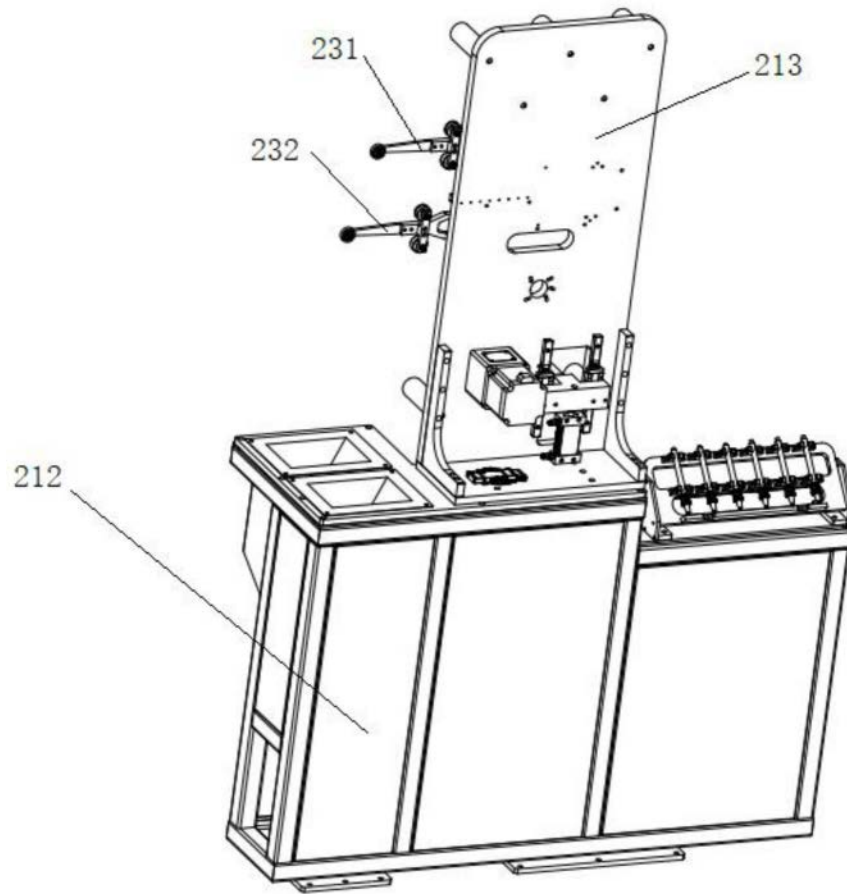


图10

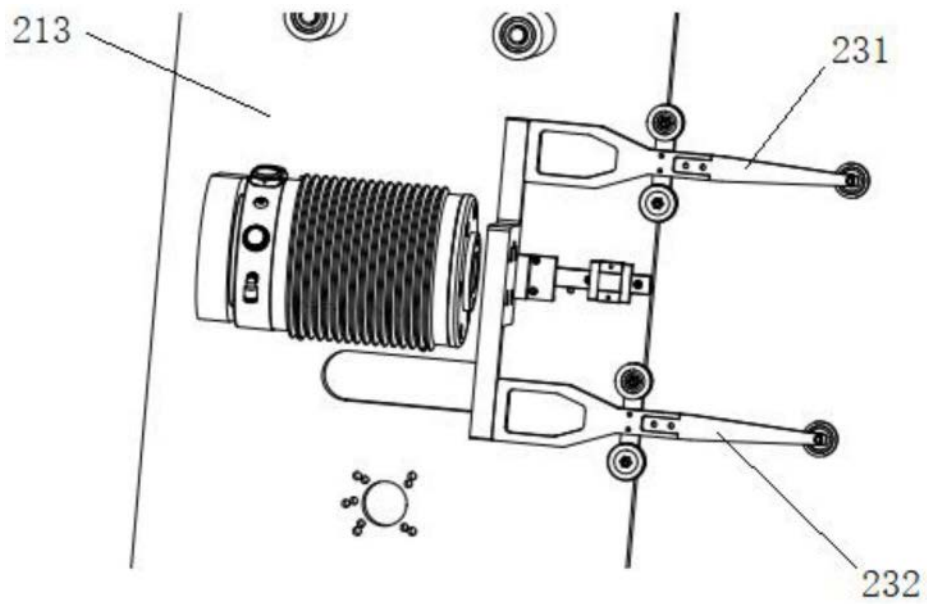


图11

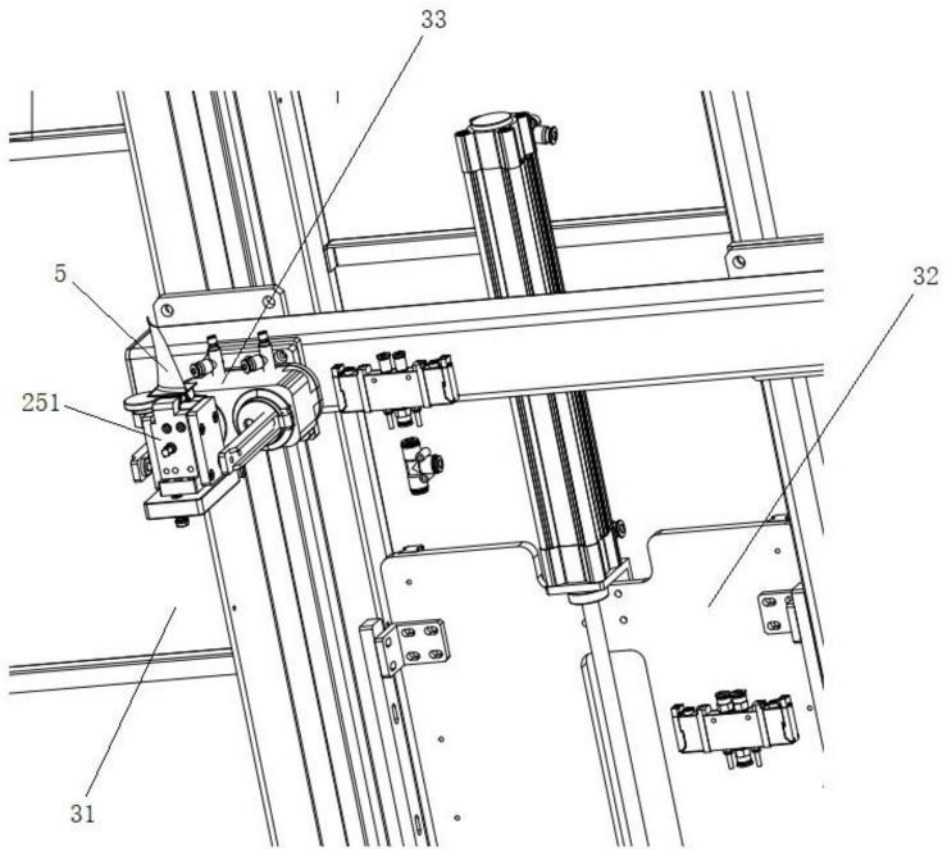


图12

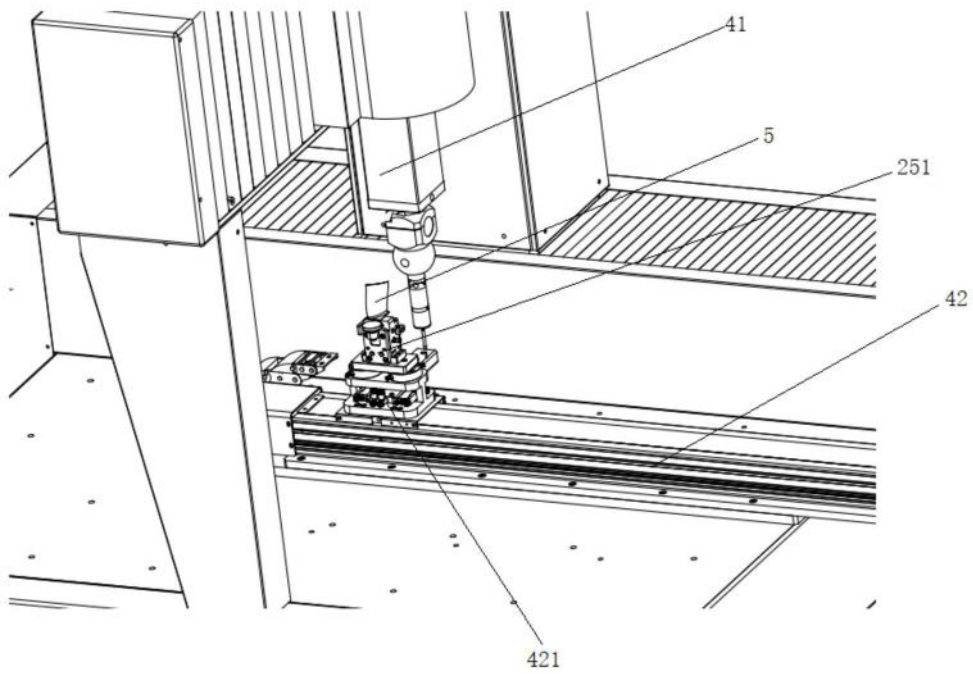


图13

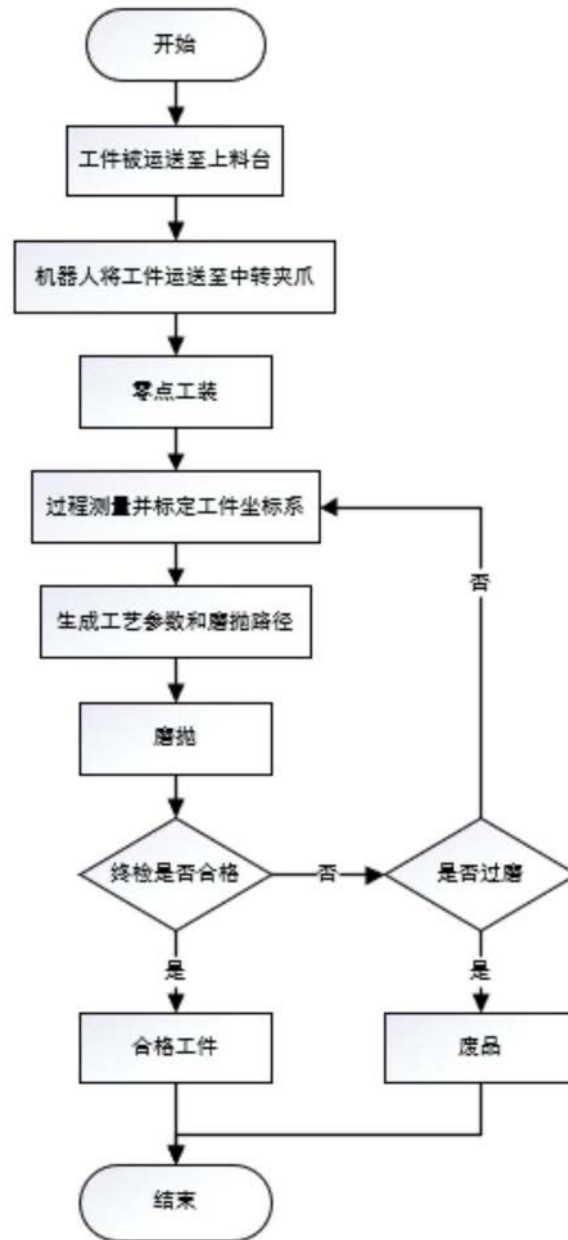


图14

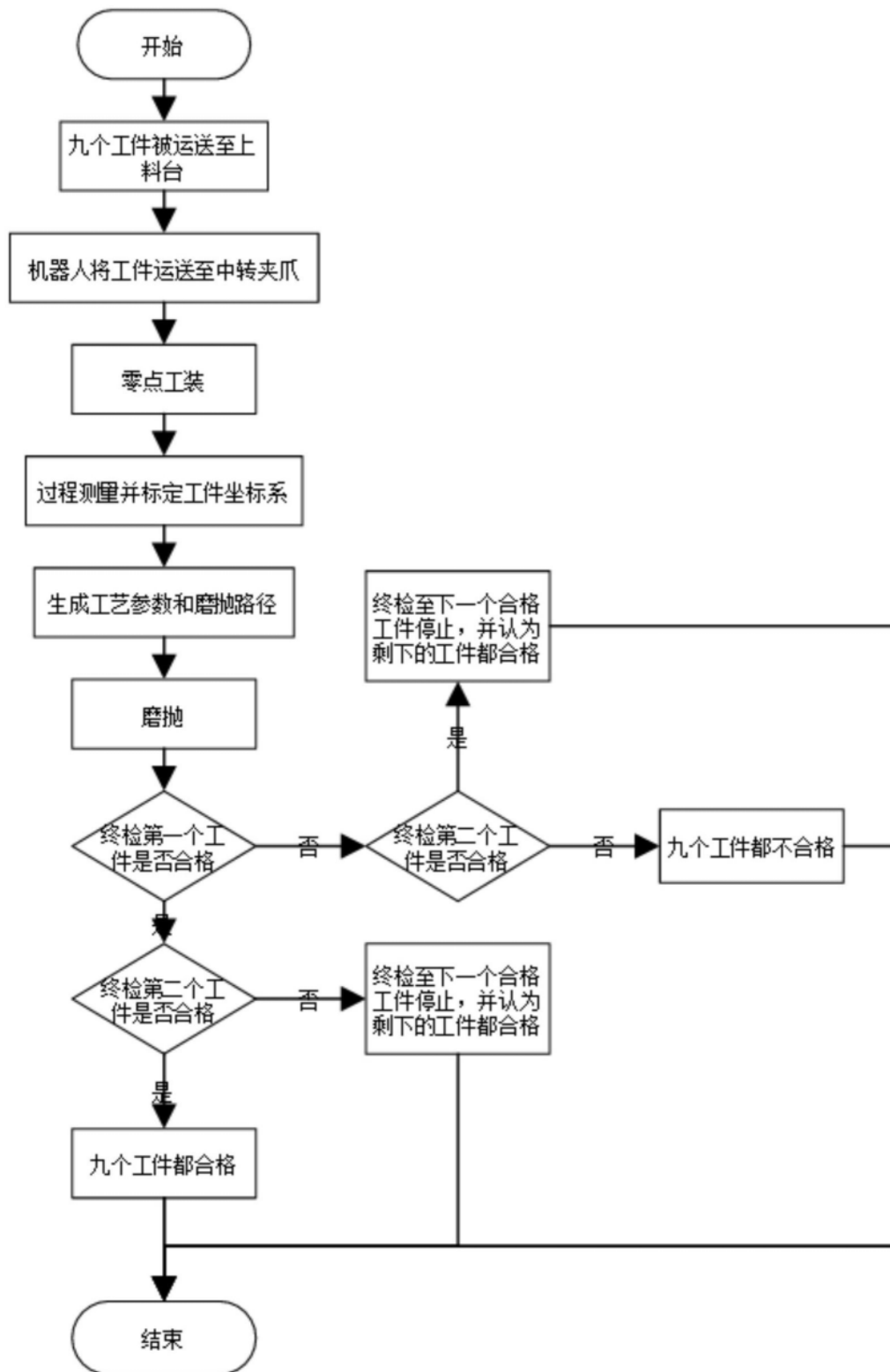


图15

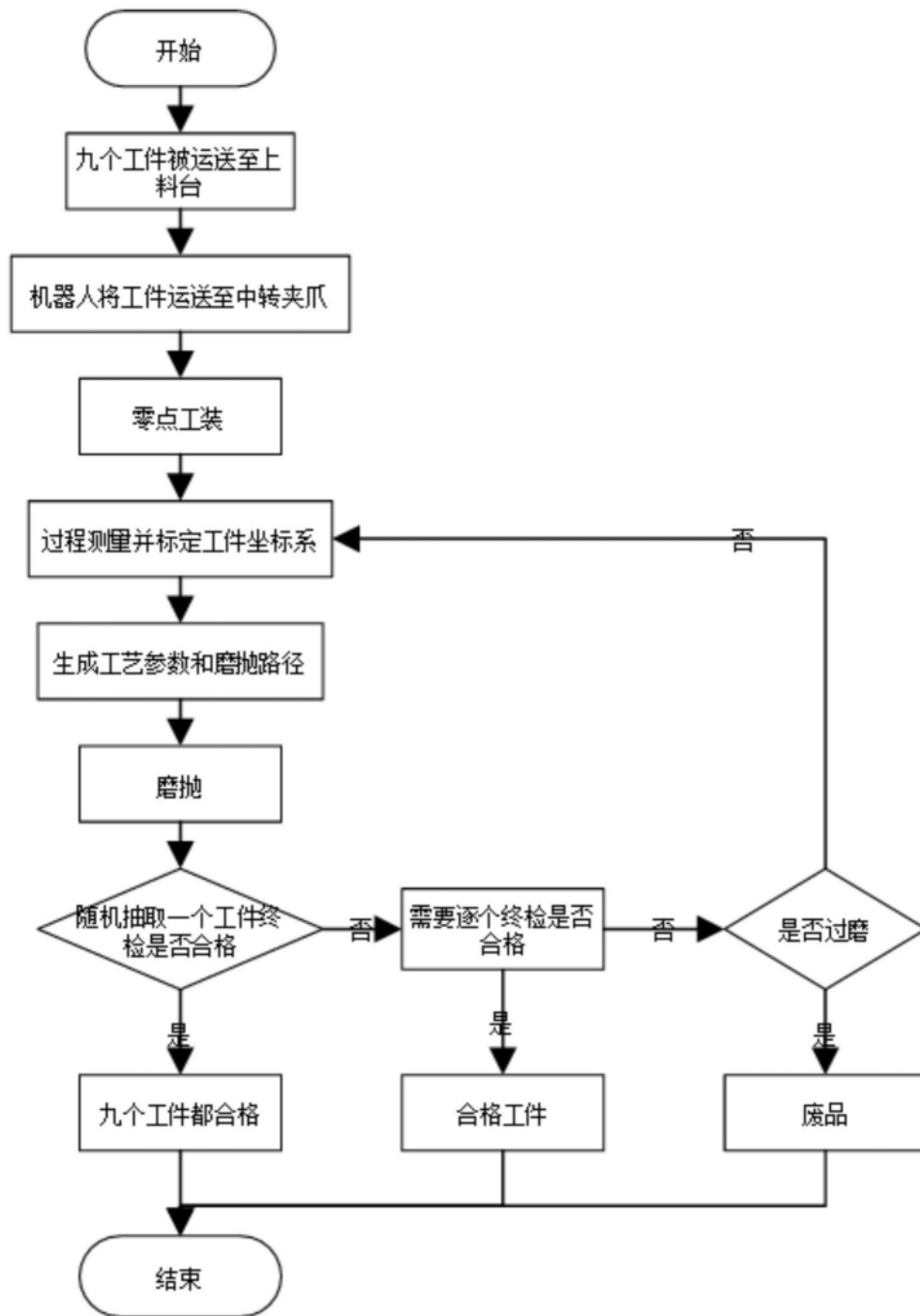


图16