



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108526438 A

(43)申请公布日 2018.09.14

(21)申请号 201810620304.6

(22)申请日 2018.06.15

(71)申请人 国机铸锻机械有限公司

地址 250100 山东省济南市高新区创新谷  
一号孵化器主楼第八层Z-1-213室

(72)发明人 庞洛明 康敬乐 李峰 李来升  
孙玉霞 朱亮 怀松松 蔡少刚  
杜远军

(74)专利代理机构 济南诚智商标专利事务所有  
限公司 37105

代理人 刘乃东

(51)Int. Cl.

B22D 18/04(2006.01)

B22D 29/08(2006.01)

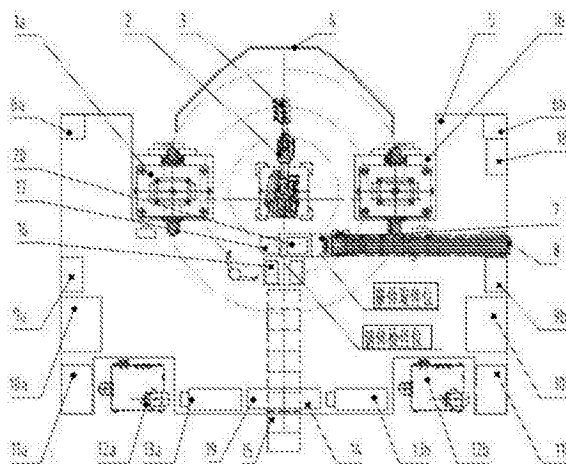
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

铝合金缸体低压铸造机器人集成系统

(57)摘要

本发明公开了铝合金缸体低压铸造机器人集成系统,包括工业机器人工作站、铝合金缸体低压铸造机、镶圈高频感应加热装置、台镶圈输送装置、智能气动打码机、铸件用平板输送机、铸件外观视觉识别装置,在铝合金缸体低压铸造机的外侧设有操作平台,在操作平台上设有气控柜,镶圈高频感应加热装置的外侧与镶圈输送装置连接,其内侧设置驱动镶圈的升降气缸,铸件外观视觉识别装置设于智能气动打码机的外侧的铸件检验位位置;在铸件检验位位置外侧设有铸件用平板输送机,在铸件用平板输送机设有机器人集成控制柜,在靠近铸件用平板输送机外部设有主机控制柜;镶圈输送装置的前部设有保温炉控制柜,在保温炉控制柜一侧设有模具水冷系统。



1. 一种铝合金缸体低压铸造机器人集成系统,其特征是,包括一台工业机器人工作站、两台铝合金缸体低压铸造机、一台镶圈高频感应加热装置、一台镶圈输送装置、一台智能气动打码机、一台铸件用平板输送机、一套铸件外观视觉识别装置,铝合金缸体低压铸造机静模板下部设有保温炉,所述工业机器人工作站包括机器人本体、机器人二合一夹具,机器人夹具与机器人的主臂连接,所述的两台铝合金缸体低压铸造机对称设置在工业机器人工作站的左右两侧,在铝合金缸体低压铸造机的外侧设有操作平台,在操作平台上设有左气控柜、右气控柜,所述镶圈高频感应加热装置设于其中一侧铝合金缸体低压铸造机的前部,其中镶圈入口设置在该集成系统的边缘,镶圈出口设置在镶圈高频感应加热装置的感应线圈旁边,感应加热线圈是直列式,其内侧底部设置驱动镶圈垫板上升与下降的气缸,气缸的旁边是感应电源,感应电源与镶圈高频感应加热电控系统相连接,智能气动打码机设于目视台取件位的内侧,铸件外观视觉识别装置设于智能气动打码机的上方的铸件检验位置;在铸件检验位位置外侧设有铸件用平板输送机,在铸件用平板输送机靠近外侧的位置设有机器人集成控制柜,在靠近铸件用平板输送机外部的两侧分别设有左主机控制柜、右主机控制柜;所述镶圈输送装置的前部设有左保温炉控制柜、右保温炉控制柜,分别在左保温炉控制柜、右保温炉控制柜的一侧设有左模具水冷系统、右模具水冷系统,左模具水冷系统、右模具水冷系统分别与左水冷机、右水冷机连接,在机器人集成控制柜与左水冷机、右水冷机之间分别设有左伺服液压系统、右伺服液压系统。

2. 如权利要求1所述的铝合金缸体低压铸造机器人集成系统,其特征是,所述机器人夹具包括箱体、法兰连接筒、镶圈抓手护罩、镶圈抓手外撑块、镶圈抓手隔热垫、缸体夹爪、缸体支撑块、缸体夹爪气缸、镶圈抓手气缸,所述箱体采用长方体空腔结构,所述缸体夹爪气缸、镶圈抓手气缸设于空腔结构内部,所述缸体夹爪设于箱体上部,箱体上部设有供缸体夹爪上下移动的开口槽,缸体夹爪从空腔结构内部经开口槽向外伸出,三个缸体支撑块设置于相邻的两个缸体夹爪之间及其外侧,所述镶圈抓手护罩与箱体右侧连接,所述法兰连接筒与箱体正面连接,所述缸体夹爪与缸体夹爪气缸的活塞杆连接,镶圈抓手与镶圈抓手气缸的活塞杆连接,四个镶圈抓手外撑块和镶圈抓手从镶圈抓手隔热垫中相应的开口槽中伸出。

3. 如权利要求1所述的铝合金缸体低压铸造机器人集成系统,其特征是,在工业机器人工作站的前侧设防护栏,在防护栏的左侧设置防护门,防护门上设置机械锁和安全限位开关。

4. 如权利要求1所述的铝合金缸体低压铸造机器人集成系统,其特征是,所述镶圈输送装置包括在电机及减速机的驱动装置、直板链输送机构等,在直板链输送机构的前端和后端分别是镶圈入口位置和镶圈出口位置,镶圈入口布置在该集成系统的边缘,镶圈出口布置靠近镶圈高频感应加热装置感应线圈的旁边。

5. 如权利要求1所述的铝合金缸体低压铸造机器人集成系统,其特征是,所述镶圈高频感应加热装置包括高频感应电源、感应加热线圈、冷却系统、感应加热控制柜,在高频感应加热线圈中设置升降装置,所述感应加热线圈是直列式四缸结构,其内侧底部设置驱动镶圈垫板上升与下降的气缸,气缸的旁边是感应电源,感应电源与镶圈高频感应加热电控系统相连接。

6. 如权利要求1所述的铝合金缸体低压铸造机器人集成系统,其特征是,所述两台铝合

金缸体低压铸造机采用水平开合模+四静模抽插芯结构,其中合模缸行程采用位移传感器控制。

7.如权利要求1所述的铝合金缸体低压铸造机器人集成系统,其特征是,所述左伺服液压系统、右伺服液压系统采用伺服电机+叶片泵控制;所述左水冷机、右水冷机采用循环水+制冷机控制液压介质的温度;所述左模具水冷系统、右模具水冷系统采用各自独立的多通道ON/Off+时间控制方式。

8.如权利要求1所述的铝合金缸体低压铸造机器人集成系统,其特征是,所述左保温炉控制柜、右保温炉控制柜采用PID控制+电阻加热;所述左主机控制柜、右主机控制柜采用PLC控制+人机界面监控;所述左气控柜、右气控柜采用微机液面加现实时反馈控制。

9.如权利要求1所述的铝合金缸体低压铸造机器人集成系统,其特征是,所述铸件用平板输送机采用链板式输送结构,采用电机加减速机驱动结构,通过变频器控制运行速度;所述镶圈输送装置采用链板式输送方式,电机加减速机驱动通过PLC控制。

10.如权利要求1所述的铝合金缸体低压铸造机器人集成系统,其特征是,所述铸件外观识别装置采用工业相机对铸件表面进行快速拍照并由相应软件与所存储的合格铸件外观进行对比后识别铸件表面质量的优劣;所述智能气动打码机采用气动点阵式打码,可快速进行数字、字母、字符串及图形打码,具有可追溯性。

## 铝合金缸体低压铸造机器人集成系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及铝合金缸体铸造技术领域,尤其涉及一种铝合金缸体低压铸造机器人集成系统。

### 背景技术

[0002] 现有技术中,铝合金缸体的铸造方法主要是压力铸造技术、重力铸造技术、低压铸造技术、消失模铸造技术和Cosworth技术(即冷芯盒砂芯组芯造型)。压力铸造是铝合金缸体最广泛、最普遍采用的方法,但是,它只能生产开舱结构缸体,而且铸件壁厚处易产生缩孔,易产生气孔,设备投资大;采用低压铸造技术可以生产带有砂芯的铝合金缸体,也就是说可以获得闭舱结构的缸体。与压力铸造相比,设备和模具投资大为减少,并且可以满足多品种小批量生产需要。一般来说,采用重力铸造铝合金缸体,金属利用率在60%左右,而低压铸造则金属利用率可达90%以上,节能减排效果明显,低压铸造铝合金缸体不仅提高了铸件的力学性能,也带来了轻量化效果。而采用消失模铸造技术和Cosworth技术生产铝合金缸体存在型砂再生和产生环境污染等一系列缺点。

[0003] 现有技术中的铝合金缸体低压铸造机,虽然单机的自动化程度很高,但是,由于整个生产工艺过程复杂,涉及到技术领域广泛,如人机界面、PLC、机械、电阻加热、模具、镶圈加热、液压传动、气动控制等,目前将各工序合理布局的组线技术的应用仍是空白,各个生产环节需要的操作者人数多;同时由于是高温环境作业,操作者的劳动强度高,劳动条件差,所以生产效率低,人工成本高。

[0004] 随着工业机器人应用技术的迅速发展和节能减排意识的提高,业内人士对铝合金缸体低压铸造机器人集成系统认识越来越明确,它可以满足多品种小批量生产需要,实现柔性化生产,彻底解决人工成本高、能耗高,不利于节能减排,生产效率低、生产准备时间长的问题,真正实现整个低压铸造工艺过程的自动化、智能化。

### 发明内容

[0005] 为了克服上述现有技术存在的缺点,本发明目的是提供一种铝合金缸体低压铸造机器人集成系统;本发明布局合理、紧凑,占用空间少,两台铝合金缸体低压铸造机共用一台机器人,在一个铸造生产节拍内分别交替完成镶圈取放和铸件取出,解决了现有技术中低压铸造机生产效率低,生产准备时间长的问题;能够实现整个低压铸造过程的自动化、智能化,促进汽车铝合金铸造产业化升级,特别适用于单件大批量或多品种小批量生产使用。

[0006] 本发明解决其技术问题所采取的技术方案是:

[0007] 一种铝合金缸体低压铸造机器人集成系统,包括一台工业机器人工作站、二台铝合金缸体低压铸造机、一台镶圈高频感应加热装置、一台镶圈输送装置、一台智能气动打码机、一台铸件用平板输送机、一台铸件外观视觉识别装置。铝合金缸体低压铸造机的静模板下部设有保温炉,所述工业机器人工作站包括机器人本体、机器人二合一夹具,机器人夹具与机器人本体的主臂连接,所述的两台铝合金缸体低压铸造机对称设置于工业机器人工作

站的左右两侧,在铝合金缸体低压铸造机的外侧设有操作平台,在操作平台上设有左气控柜、右气控柜,所述镶圈加热高频感应装置设于其中一侧铝合金缸体低压铸造机的前部,其中镶圈入口设置在该集成系统的边缘,镶圈出口设置在镶圈高频感应加热装置的感应线圈旁边,感应加热线圈是直列式,其内侧底部设置驱动镶圈垫板上升与下降的气缸,气缸的旁边是感应电源,感应电源与镶圈高频感应加热电控系统相连接,智能气动打码机设于目视台上取件位的内侧,铸件外观视觉识别装置设于智能气动打码机的上方的铸件检验位置;在铸件检验位位置外侧设有铸件用平板输送机,在铸件用平板输送机靠近外侧的位置设有机器人集成控制柜,在靠近铸件用平板输送机外部的两侧分别设有左主机控制柜、右主机控制柜;所述镶圈输送装置的前部设有左保温炉控制柜、右保温炉控制柜,分别在左保温炉控制柜、右保温炉控制柜的一侧设有左模具水冷系统、右模具水冷系统,左模具水冷系统、右模具水冷系统分别与左水冷机、右水冷机连接,在机器人集成控制柜与左水冷机、右水冷机之间分别设有左伺服液压系统、右伺服液压系统。

[0008] 所述机器人夹具包括箱体、法兰连接筒、镶圈抓手护罩、镶圈抓手外撑块、镶圈抓手隔热垫、缸体夹爪、缸体支撑块、缸体夹爪气缸、镶圈抓手气缸,所述箱体采用长方体空腔结构,所述缸体夹爪气缸、镶圈抓手气缸设于空腔结构内部,所述缸体夹爪设于箱体上部,箱体上部设有供缸体夹爪上下移动的开口槽,缸体夹爪从空腔结构内部经开口槽向外伸出,三个缸体支撑块设置于相邻的两个缸体夹爪之间及其外侧,所述镶圈抓手护罩与箱体右侧连接,所述法兰连接筒与箱体正面连接,所述缸体夹爪与缸体夹爪气缸的活塞杆连接,镶圈抓手与镶圈抓手气缸的活塞杆连接,四个镶圈抓手外撑块和镶圈抓手从镶圈抓手隔热垫中相应的开口槽中伸出。

[0009] 在工业机器人工作站的前侧设防护栏,在防护栏的左侧设置防护门,防护门上设置机械锁和安全限位开关。

[0010] 所述镶圈输送装置包括电机及减速机的驱动装置、直板链输送机构等,在直板链输送机构的前端和后端分别是镶圈入口位置和镶圈出口位置,镶圈入口布置在该集成系统的边缘,镶圈出口布置在靠近镶圈高频感应加热装置感应线圈的旁边。

[0011] 镶圈高频感应加热装置包括高频感应电源、感应加热线圈、冷却系统、感应加热控制柜等,在高频感应加热线圈中设置升降装置,所述感应加热线圈是直列式四缸结构,其内侧底部设置驱动镶圈垫板上升与下降的气缸,气缸的旁边是感应电源,感应电源与镶圈高频感应加热电控系统相连接。

[0012] 所述两台铝合金缸体低压铸造机采用水平开合模+四静模抽插芯结构,其中合模缸行程采用位移传感器控制。

[0013] 1所述左伺服液压系统、右伺服液压系统采用伺服电机+叶片泵控制;所述左水冷机、右水冷机采用循环水+制冷机控制液压介质的温度;所述左模具水冷系统、右模具水冷系统采用各自独立的多通道ON/Off+时间控制方式。

[0014] 所述左保温炉控制柜、右保温炉控制柜采用PID控制+电阻加热;所述左主机控制柜、右主机控制柜采用PLC控制+人机界面监控;所述左气控柜、右气控柜采用微机液面加压实时反馈控制。

[0015] 所述铸件用平板输送机采用链板式输送结构,采用电机加减速机驱动结构,通过变频器控制运行速度;所述镶圈输送装置采用链板式输送方式,电机加减速机驱动通过PLC

控制。

[0016] 所述铸件外观识别装置采用工业相机对铸件表面进行快速拍照并由相应软件与所存储的合格铸件外观进行对比后识别铸件表面质量的优劣；所述智能气动打码机采用气动点阵式打码，可快速进行数字、字母、字符串及图形打码，具有可追溯性。

[0017] 本发明的有益效果：

[0018] 本发明结构布局紧凑，占用空间少，两台铝合金缸体低压铸造机共用一台机器人，在一个铸造生产节拍内分别交替完成镶圈取放和铸件取出，解决了现有技术的低压铸造机生产效率低，生产准备时间长的问题；能够实现整个低压造过程的自动化、智能化，促进汽车铝合金铸造产业化升级，特别适用于单件大批量或多品种小批量生产使用。

[0019] 本发明能够实现整个低压铸造工艺流程的自动化和智能化，机器人取放镶圈和抓取铸件的精度高，能够达到位置误差 $<0.10\text{mm}$ ；机器人取放镶圈和抓取铸件的重复性高，重复性误差 $<0.20\text{mm}$ 。

[0020] 本发明与现有技术中的压力铸造相比，不仅提高铸件的力学性能，也弥补了压力铸造方法不能生产带有砂芯的铝合金缸体铸件的局限，能够实现柔性化生产、降低人工成本，提高生产效率，满足多品种小批量生产需要；另外与重力铸造技术相比，能够减少重熔的回炉料，节能减排效果显著，而且铝合金缸体低压铸造件壁厚更薄，具有轻量化效果，降低制造成本。

[0021] 本发明采用镶圈高频加热感应装置、能够在很短的时间内将镶圈加热到规定的预热温度，升温速度快，温度均匀性好，控温精度高。

[0022] 所述伺服液压系统采用伺服电机+叶片泵驱动、设备节能效果显著。

## 附图说明

[0023] 图1为本发明的结构布局示意图；

[0024] 图2为镶圈输送装置及镶圈感应加热装置结构示意图；

[0025] 图3机器人夹具的结构示意图；

[0026] 图4为图3的主视图；

[0027] 图5为图4的A-A剖视图。

## 具体实施方式

[0028] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明中的技术方案，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。

[0029] 如图1~5所示，一种铝合金缸体低压铸造机器人集成系统，包括一台工业机器人工作站，两台铝合金缸体低压铸造机1a、1b，一台镶圈高频感应加热装置7、一台镶圈输送装置8、一台智能气动打码机17、一台铸件用平板输送机15、一套铸件外观视觉识别装置16，铝合金缸体低压铸造机静模板下部设有保温炉，工业机器人工作站包括机器人2、机器人夹具3，机器人夹具3与机器人2的主臂连接，所述两台铝合金缸体低压铸造机1对称设置与工业机器人工作站的左右两侧，两台铝合金缸体低压铸造机共用一台机器人，在一个铸造生产节拍内分别交替完成镶圈取放和铸件取出；在铝合金缸体低压铸造机1a、1b的外侧设有操

作平台5,在操作平台5上设有左气控柜6a、右气控柜6b,所述镶圈加热高频感应装置7设于其中一侧铝合金缸体低压铸造机1b的前部,其中镶圈入口设置在该集成系统的边缘,镶圈出口设置在镶圈高频感应加热装置7的感应线圈23旁边,感应加热线圈23是直列式,其内侧底部设置驱动镶圈垫板上升与下降的气缸22,升降气缸22的旁边是感应电源24,感应电源24与镶圈高频感应加热控制柜19相连接,智能气动打码机17设于目视台20取件位的内侧,铸件外观视觉识别装置16设于智能气动打码机17的上方,是铸件检验位置;在铸件检验位置外侧设有铸件用平板输送机15,在铸件用平板输送机15靠近外侧的位置设有机器人集成控制柜14,在靠近铸件用平板输送机15外部的两侧分别设有左主机PLC控制柜13a、右主机PLC控制柜13b;所述镶圈输送装置8的前部设有左保温炉控制柜9a、右保温炉控制柜9b,分别在左保温炉控制柜9a、右保温炉控制柜9b的一侧设有左模具水冷系统10a、右模具水冷系统10b,左模具水冷系统10a、右模具水冷系统10b分别与左水冷机11a、右水冷机11b连接,在机器人集成控制柜14与左水冷机11a、右水冷机11b之间分别设有左伺服液压系统12a、右伺服液压系统12b。

[0030] 在工业机器人工作站的前侧设防护栏4,在防护栏装置中设置防护门,防护门上设置机械锁和安全限位开关。

[0031] 所述镶圈输送装置8包括电机-减速机21驱动、直板链输送机构25等,在直板链输送机构25的前端和后端分别是镶圈入口位置和镶圈出口位置,镶圈入口布置在该集成系统的边缘,镶圈出口布置靠近镶圈高频感应加热装置7感应线圈的旁边。

[0032] 镶圈高频感应加热装置7包括高频感应电源23、感应加热线圈24和感应加热控制柜19等,所述感应加热线圈24是直列式四缸结构,其内侧底部设置驱动镶圈的升降气缸22,气缸的旁边是感应电源23,感应电源23与镶圈高频感应加热控制柜19相连接。所述镶圈感应加热装置采用高频感应加热方式,并由气缸驱动镶圈上升或下降。

[0033] 所述机器人夹具3包括箱体33、法兰连接筒34、镶圈抓手护罩35、镶圈抓手外撑块36、镶圈抓手37、镶圈抓手隔热垫38、缸体夹爪31、缸体支撑块32、缸体夹爪气缸39、镶圈抓手气缸40,所述箱体33采用长方体空腔结构,所述缸体夹爪气缸39、镶圈抓手气缸40设于空腔结构内部,所述缸体夹爪31设于箱体33上部,箱体33上部设有供缸体支撑块32上下移动的开口槽,缸体夹爪31从空腔结构内部经开口槽向外伸出,三个缸体支撑块32设于相邻的两个缸体夹爪31之间及其外侧,所述镶圈抓手护罩35与箱体33右侧连接,所述法兰连接筒34与箱体33正面连接,所述缸体夹爪31与缸体夹爪气缸39的活塞杆连接,镶圈抓手37与镶圈抓手气缸40的活塞杆连接,四个镶圈抓手外撑块36和镶圈抓手37从镶圈抓手隔热垫38中相应的开口槽中伸出。

[0034] 所述两台铝合金缸体低压铸造机采用水平开合模+四静模抽插芯结构,其中合模缸行程采用位移传感器控制。

[0035] 所述左伺服液压系统、右伺服液压系统采用伺服电机+叶片泵控制;所述左水冷机、右水冷机采用循环水+制冷机控制液压介质的温度;所述左模具水冷系统、右模具水冷系统采用各自独立的多通道ON/Off+时间控制方式。

[0036] 所述左保温炉控制柜、右保温炉控制柜采用PID控制+电阻加热;所述左主机控制柜、右主机控制柜采用PLC控制+人机界面监控;所述左气控柜、右气控柜采用微机液面加压实时反馈控制。

[0037] 所述铸件用平板输送机采用链板式输送结构,采用电机加减速机驱动结构,通过变频器控制运行速度;所述镶圈输送装置采用链板式输送方式,电机加减速机驱动通过PLC控制。

[0038] 所述铸件外观识别装置采用工业相机对铸件表面进行快速拍照并由相应软件与所存储的合格铸件外观进行对比后识别铸件表面质量的优劣;所述智能气动打码机采用气动点阵式打码,可快速进行数字、字母、字符串及图形打码,具有可追溯性。

[0039] 所述机器人本体控制系统包括伺服驱动器,是完成机器人各自动作的控制单元。

[0040] 所述机器人集成控制柜是除低压铸造主机和机器人本体及镶圈感应加热装置以外的控制中心,完成机器人和镶圈输送装置及其它装置各工序的顺序动作和联锁与互锁。

[0041] 本发明采用镶圈加热高频感应装置7、能够在很短的时间内将镶圈加热到规定的预热温度,升温速度快,温度均匀性好,控温精度高。

[0042] 本发明利用镶圈输送装置8实现镶圈的自动输送与供给:在镶圈输送装置8的电机减速机驱动下连续不断地将需要预热的镶圈输送到靠近镶圈感应加热装置7旁边的镶圈出口位置,到位后接近开关发讯,由带有镶圈抓手36的机器人2将一组到位的镶圈放置在取件位,此时,镶圈感应加热装置7中的升降气缸22处于上升位置,接近开关检测镶圈到位后,升降气缸22下降,将镶圈放置到高频感应加热线圈23中,自动进行镶圈感应加热,当镶圈预热到设定的温度后,升降气缸22再将这组镶圈提升到取件位,机器人2的镶圈抓手36再次抓取,将镶圈放入到低压铸造主机中上下模之间的下方,此时低压铸造主机1a,处于开型状态,低压铸造主机1b,处于合型状态,在集成控制程序中的生产节拍内,机器人交替完成取放镶圈的程序动作。

[0043] 本发明通过铝合金缸体低压铸造机1a、1b能够自动完成合型、插芯及升液、充型、增压、保压与卸压工艺过程,一次开型后,由带有缸体夹爪31的机器人2深入到模具中央抓取位于模具上型的铸件,二次开型后由带有缸体夹爪31的机器人2将铸件取出,此时低压铸造主机1a,处于开型状态,低压铸造主机1b,处于合型状态,在集成控制程序中的生产节拍内,机器人交替完成抓取铸件的程序动作。

[0044] 带有缸体夹爪31的机器人2将缸体铸件从低压铸造主机1a、1b取出后放置在目视台20上进行目测检验;并通过铸件外观视觉识别装置16对取出的缸体铸件是否合格,进行自动识别;同时,操作者对铸件进行二次外观检查;经检验合格后的铸件由带有缸体夹爪31的机器人2夹持铸件在智能气动打码机17上进行气动打码,然后将其放置在铸件用平板输送机15上,合格缸体铸件被移送出低压铸造单元,进入到下个工序;对分拣出的不合格铸件,人工放入废料筐,再集中处理。

[0045] 本发明实现了该生产节拍内,机器人穿梭于两台低压铸造主机1a、1b和各个辅机单元之间,交替完成取放镶圈的程序动作和抓取铸件的程序动作,实现整个低压铸造工艺流程的自动化和智能化生产,生产效率高,机器人取放镶圈和抓取铸件的位置精度高,其位置误差 $<0.10\text{mm}$ ;机器人取放镶圈和抓取铸件的重复精度高,重复性误差 $<0.20\text{mm}$ 。

[0046] 本发明与现有技术中的压力铸造相比,不仅提高铸件的力学性能,也弥补了压力铸造方法不能生产带有砂芯的铝合金缸体铸件的局限,能够实现柔性化生产、降低人工成本,提高生产效率,满足多品种小批量生产需要;另外与重力铸造技术相比,能够减少重熔的回炉料,节能减排效果显著,而且铝合金缸体低压铸造件壁厚更薄,具有轻量化效果,降



低制造成本。

[0047] 基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都应当属于本发明保护的范围。

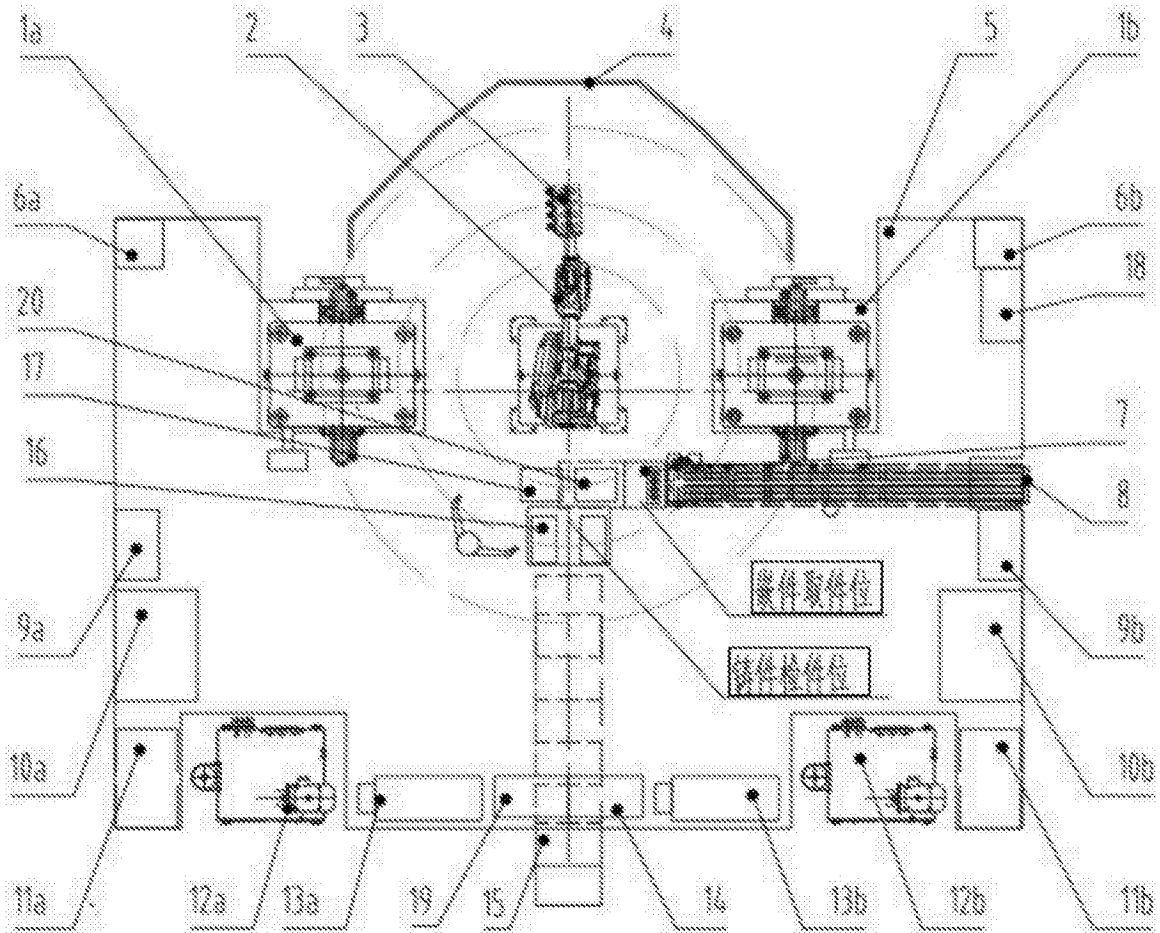


图1

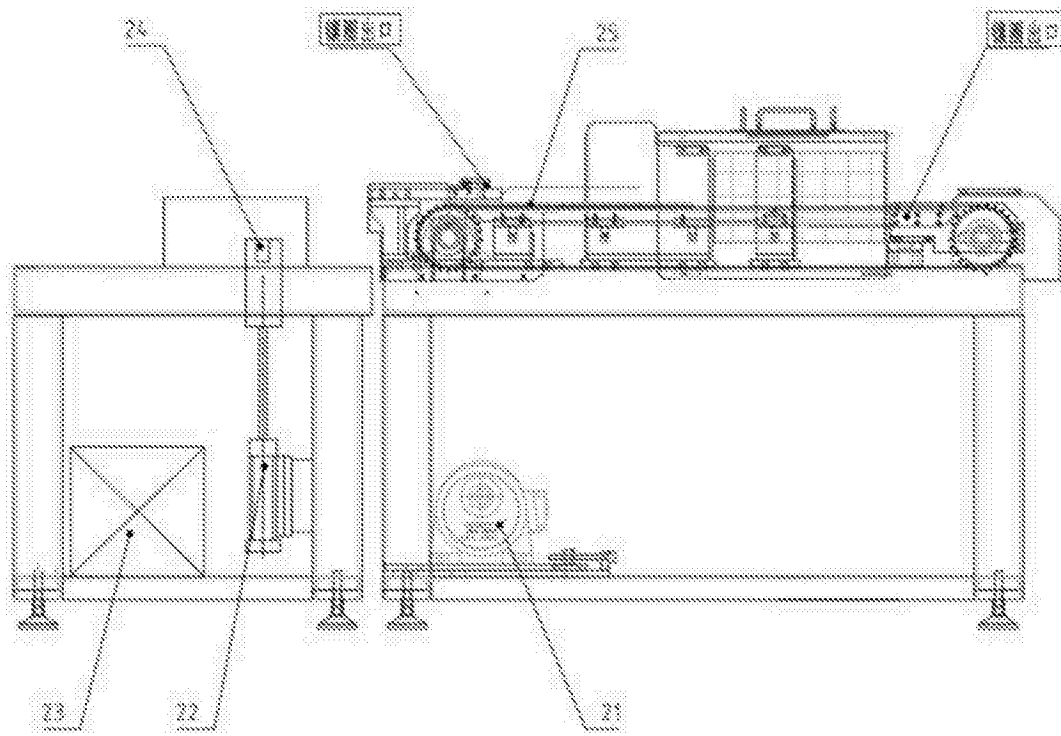


图2

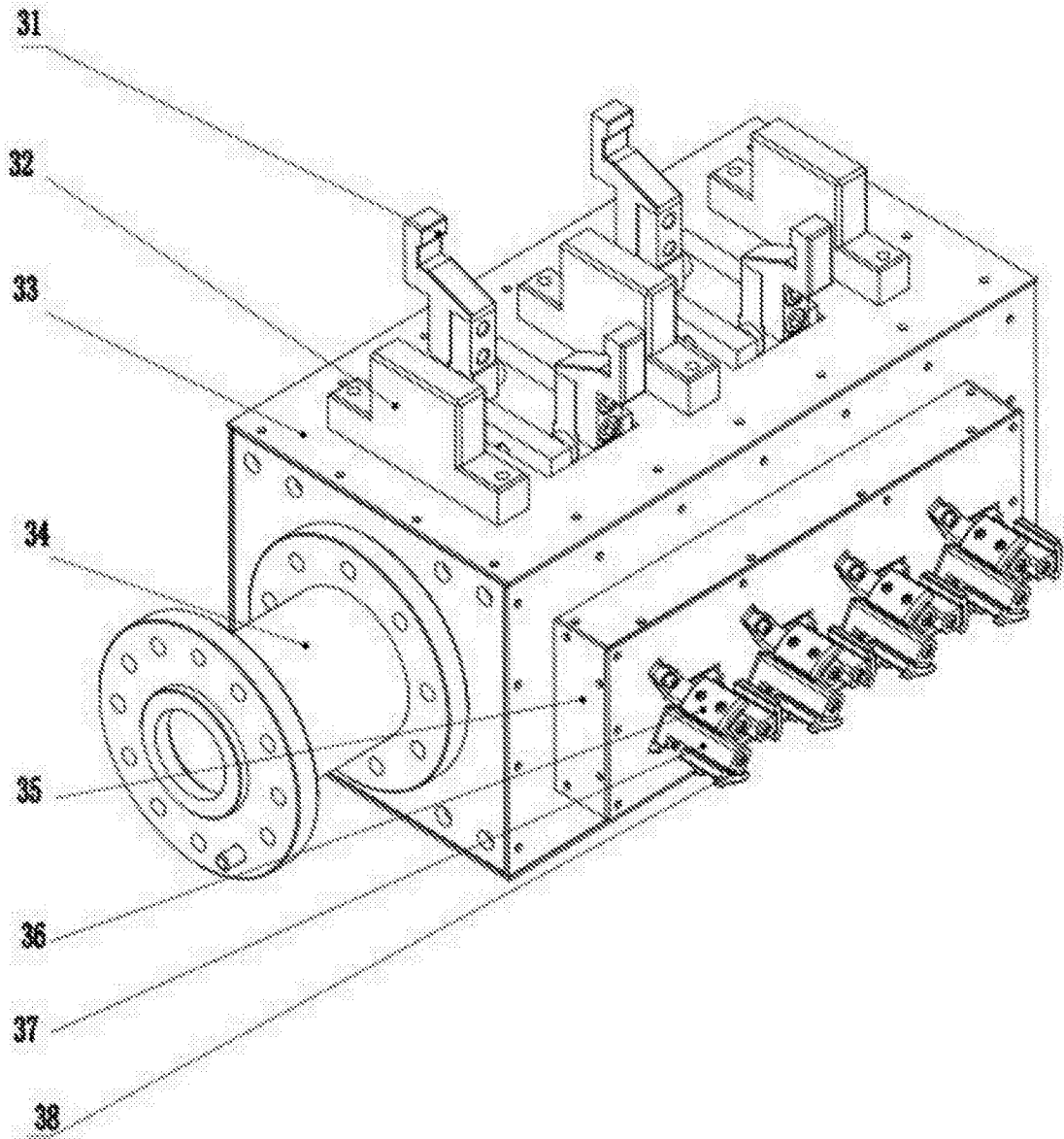


图3

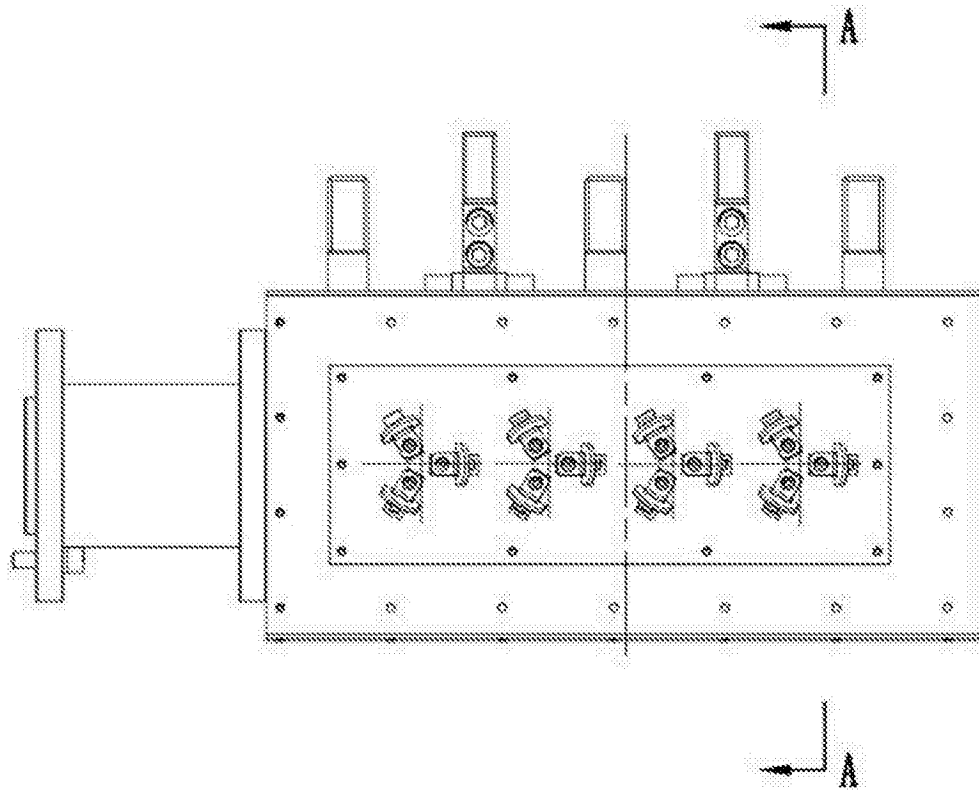


图4

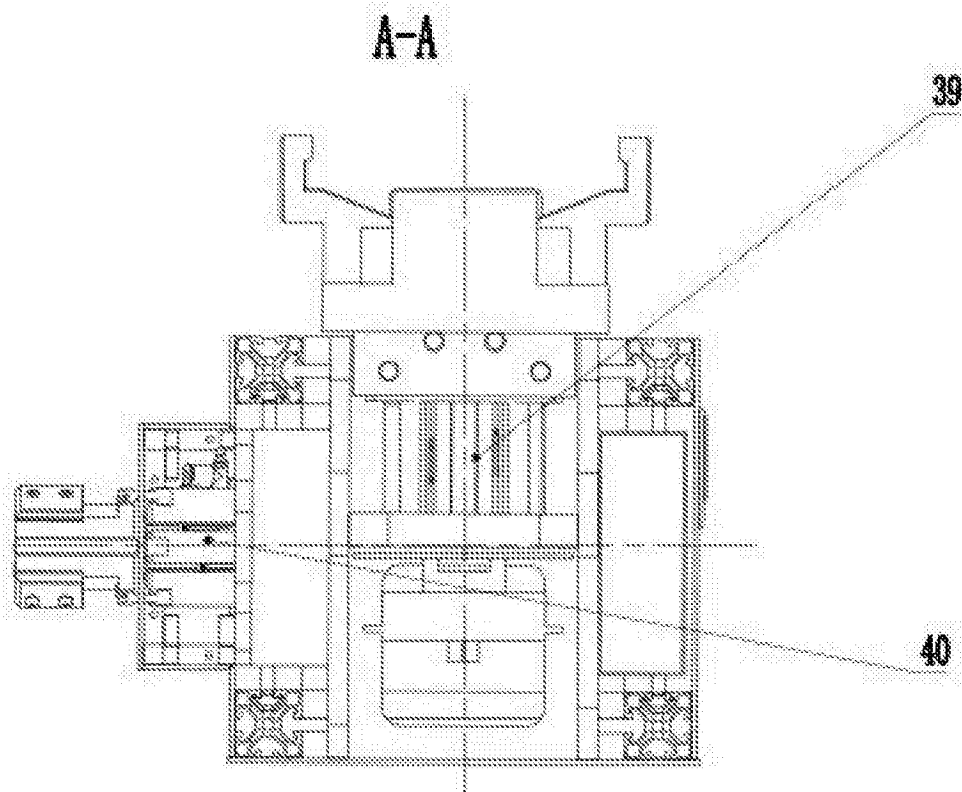


图5