

基于机器人的水冷机壳低压铸造控制系统设计

刘楚生¹ 张建强¹ 童 洲¹ 张矫阳²

(1.华南理工大学广州学院机械工程学院; 2.惠州市威盛工业有限公司)

摘 要 为解决水冷机壳低压铸造过程中,工人劳动强度大、生产效率低以及高温作业存在安全隐患等问题,拟采用机器人完成下芯及后续的取件工作,因此需重新设计水冷机壳低压铸造生产工艺并进行时序优化。根据新的生产工艺,设计工具快换台及其他辅助装置,并对系统各组成设备进行重新布局;采用 PLC 作为控制核心,对系统各组成部分实现精准联动控制,实现下芯动作与取件动作之间快速、准确的切换,提高水冷机壳低压铸造的自动化水平。

关键词 水冷机壳;低压铸造;机器人;工具快换台;PLC

中图分类号 TG249.2 **文献标志码** A

DOI:10.15980/j.tzzz.2021.03.026

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Design of Control System for Low Pressure Casting Water-cooled Shell
Based on Robot

Liu Chusheng¹, Zhang Jianqiang¹, Tong Zhou¹, Zhang Jiaoyang²

(1.School of Mechanical Engineering, Guangzhou College of South China University of Technology;
2.Huizhou Weisheng Industrial Co., Ltd.)

Abstract: In order to solve the problems of high labor intensity, low production efficiency and potential safety hazards in high-temperature operations during the low-pressure casting water-cooled shell, it is planned to use robots to complete the core-removing and the part-removing. Therefore, it is necessary to redesign the low-pressure casting process of water-cooled shell and optimize the time sequence. According to the new production process, fast changing platform for tools and other auxiliary devices were designed, and the components of the system was re-arranged. As the control core, PLC can realize the precise linkage control of all components of the system and the fast accurately switching between the core-removing action and the part-removing action, and improve the automation of low-pressure casting of the water-cooled shell.

Key Words: Water-cooled Shell, Low Pressure Casting, Robot, Fast Changing Platform for Tools, PLC

水冷机壳作为电动汽车关键零部件,其生产效率、产品合格率是制约电动汽车大批量生产的主要因素。目前水冷机壳采用低压铸造生产,砂芯用酚醛树脂-覆膜砂形成,强度低,容易损伤,且形状复杂,因此采用人工下芯,导致效率低且定位精度依赖人工,难以保证;采用人工钳夹方式取出铸件,高温作业具有一定的安全隐患^[1]。为了解决这一问题,一般采用两台机器人分别完成下芯及取件动作,然而由于低压铸造机设备周围空间的限制、机器人成本、设备之间联动协调性等,使得该方法的经济效益太低。本课题重新设计并优化生产工艺,利用工具快换台等辅助设备,实现一台机器人完成下芯及取件的动作,替代人工操作环节,减少高温作业带来

的安全隐患,提高生产节拍^[2]。采用 PLC 作为控制核心,设计水冷机壳低压铸造自动化控制系统,实现系统各组成部件精准联动控制,提高产品合格率。

1 工艺流程设计及系统主要组成

水冷机壳低压铸造过程中,砂芯和铸件的特征差异性大,无法采用同一个夹持器完成下芯及取件的动作且这两个动作均属于高温下连续作业,具有一定的危险性;另一方面,低压铸造设备属于四立柱立式设备,模具结构复杂,设备空间有限^[3],同时考虑到成本,又不便设置两台机器人分别完成下芯及取件的动作。水冷机壳低压铸造自动化系统工艺拟采用一台机器人实现下芯

收稿日期:2020-09-12;修改稿收到日期:2020-11-01
基金项目:广东省教育厅 2020 年青年创新人才类资助项目
第一作者简介:刘楚生,男,1985 年出生,实验师,广州 (510800),E-mail:282926781@qq.com
通信作者:张建强,男,1985 年出生,助理研究员,广州 (510800),E-mail:zhangjq@gcu.edu.cn
引用格式:刘楚生,张建强,童洲,等. 基于机器人的水冷机壳低压铸造控制系统设计[J]. 特种铸造及有色合金,2021,41(3):383-386.
LIU C S, ZHANG J Q, TONG Z, et al. Design of control system for low pressure casting water-cooled shell based on robot[J]. Special Casting & Nonferrous Alloys, 2021, 41(3):383-386.

和取件动作,夹持器的更换通过工具快换盘实现;为了保证下芯的准确度,设计带定位功能的锁芯传送带对砂芯进行初步定位;设计 PLC 集中控制系统,实现机器人、低压铸造机、锁芯传送带以及铸件传送带等部件的联动控制,提高自动化水平。当出现问题时,能够及时停止铸造过程,保证系统的安全性,并根据出现故障的部位,给出相应的报警信号,提升排除故障的效率。根据新的工艺流程进行合理布局,见图 1。

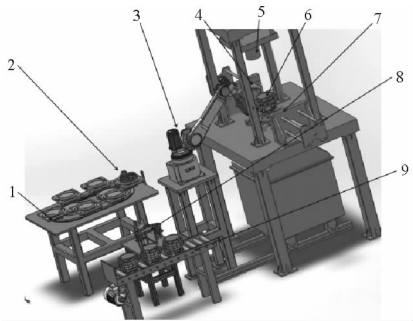


图 1 整体规划图

Fig.1 Overall planning map

- 1.锁芯传送带 2.砂芯 3.机器人 4.左模块 5.金属型芯
6.铸件 7.右模块 8.工具快换台 9.铸件传送带

(1)夹持器及工具快换盘工作台设计 根据砂芯的形状特征,设计专用夹持器,并在夹持器与砂芯接触面包裹一层 TPE 材料,采用夹持芯头的方式,保证砂芯的完整性。根据铸件的形状设计铸件夹持器,采用钳夹来夹持铸件。砂芯的下芯及铸件的取出动作拟用一台机器人完成,因此需要设计工具快换台,快速更换夹持器^[4,5],见图 2,砂芯夹持器与铸件夹持器在工具快换台上通过定位销实现定位。

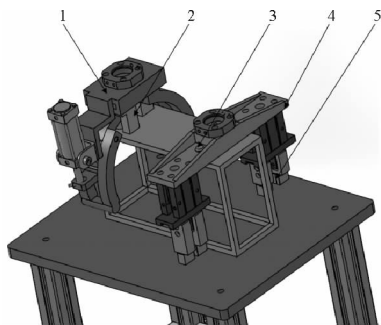


图 2 工具快换台

Fig.2 Fast changing platform for tools

- 1.铸件夹持器 2.铸件夹持器定位销 3.砂芯夹持器定位销
4.砂芯夹持器 5.TPE 隔层

(2)锁芯传送带设计 锁芯传送带用于输送形成水冷机壳内部螺旋水道所需的砂芯。通过在托盘上设置与芯头形状特征吻合的凹槽,对砂芯进行初步定位,保证机器人能够在同一位置夹取砂芯^[6,7]。托盘在环形轨道上循环运行,通过接近开关检查落料位置上是否放置了砂芯,见图 3。

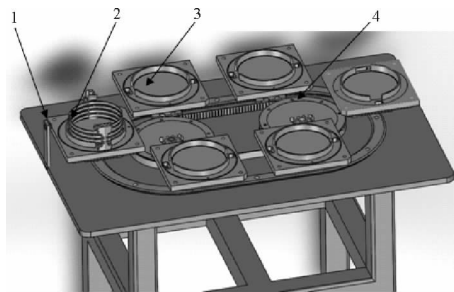


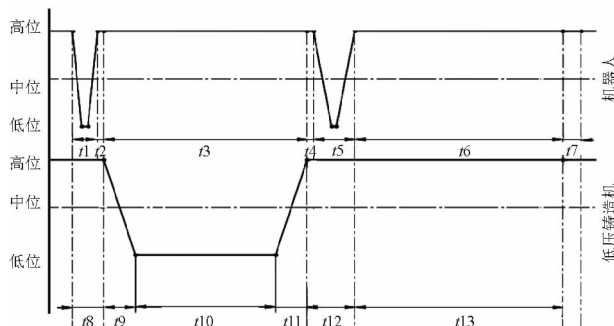
图 3 锁芯传送带

Fig.3 Core-locked conveyor belt

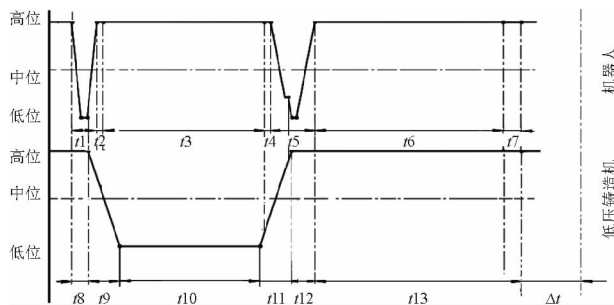
- 1.接近开关 2.砂芯 3.托盘 4.同步轮

2 系统时序图及效率优化

在低压铸造生产控制方案设计之前,首先要明确各设备的时序控制及配合^[8]。在生产过程中,为了保证系统的安全性,一般在机器人回到零点之后,才发出信号控制低压铸造机开始工作;当低压铸造机完成开模动作后再发出信号,机器人接收到信号后从零点位置出发,移动至指定的位置取出铸件。优化前后的时序图见图 4。从图 4a 可知,水冷机壳低压铸造过程的生产周期 $t=t_1+t_2+t_8+t_9+t_{10}+t_{11}+t_{12}+t_7$ 。



(a) 优化前时序图



(b) 优化后时序图

图 4 低压铸造过程优化前后时序图

Fig.4 Timing diagram of low pressure casting process before and after optimization

- t_1 :下芯 t_2 :回零点 t_3 :更换铸件夹持器,等待开模完成信号
 t_4 :从零点靠近压铸机 t_5 :取件 t_6 :将铸件运送到传送带,更换砂芯夹持器,回零点等待模具涂漆完成信号 t_7 :夹持砂芯,靠近压铸机
 t_8 :等待下芯 t_9 :合模 t_{10} :低压铸造过程 t_{11} :开模 t_{12} :等待机器人取件完成信号 t_{13} :清理模具,涂漆

考虑到水冷机壳低压铸造过程的特殊性^[9,10],合模时先让金属型芯下移,再左右合模,因此,当机器人放置好砂芯时,就可以发出信号执行模具合模操作,合模时间足够机器人离开低压铸造区域,保证系统的安全。当铸件凝固后,左右模块开模限位,就可以发信号启动机器人程序,机器人移动到夹取位置,等待金属型芯离开铸件(在金属型芯上设置感应器),再执行夹紧铸件及取出的操作;通过匹配时间,在模具涂料即将完成的时候,启动机器人程序,机器人将砂芯夹持到靠近低压铸造机的地方,等待模具涂料完成信号,再执行下芯动作。优化后的系统时序图见图 4b,由图可知每个生产周期,能够节约时间 Δt ,提高了生产效率。

3 系统动作流程图设计

根据优化后的时序图,以 PLC 作为控制核心,合理控制水冷机壳铸造过程中各个设备的先后顺序及启动时间,保证在最优参数下进行生产,工作流程见图 5。

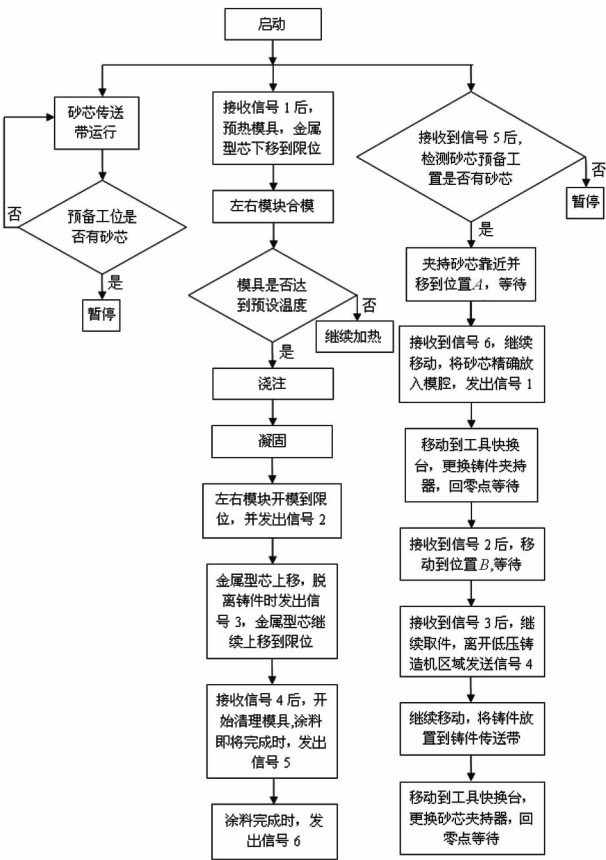


图 5 动作流程图

Fig.5 Action flow chart

(1)砂芯传送带及铸件传送带 系统启动后,砂芯传送带在电机的带动下运行,当接近开关检测到上料位置安放了砂芯之后,砂芯传送带暂停;若一段时间内,接近开关一直没检测到砂芯,报警提醒在砂芯传送带上放

置砂芯;系统启动后,铸件传送带一直运行,机器人取件之前,先检测机器人放置铸件位置是否有铸件,若有,则机器人暂停取件动作并报警,提醒铸件传送带上铸件已满。

(2)下芯及更换铸件夹持器 接收到信号 5 并且检测到上料位置有砂芯存放后,机器人从零点出发,夹持砂芯后靠近低压铸造机位置 A 等待,接收到信号 6 夹取砂芯并放置在型腔内,发出信号 1,机器人离开低压铸造机区域并移动到工具快换盘工作台上,更换铸件夹持器并返回零点等待。

(3)低压铸造 低压铸造机接收到信号 1 后,金属型芯下移到下限位,左右模块合模,等待模具达到预设温度后充型、保压。铸件凝固后开模,当左右模块开模限位后,发信号 2;当金属型芯脱离铸件后,发信号 3。

(4)取件及更换砂芯夹持器 当接收到信号 2 后,机器人从零点出发,在靠近低压铸造机的 B 位置暂停;当接收到信号 3 后,机器人继续移动到夹铸件位置,夹取铸件离开低压铸造机区域并发信号 4;机器人将铸件运送到铸件传送带之后,继续移动到工具快换盘工作台上,更换砂芯夹持器并返回零点等待。

(5)模具清理及涂料 低压铸造机接收到信号 4 后,开始进行清理模具及涂料工作,即将完成时,发送信号 5;涂料工作完成后,发送信号 6。

(6)下芯准备工作 机器人接收到信号 5 后,夹取砂芯并运行到靠近低压铸造机的 B 位置并等待,当接收到信号 6 后,开始下芯动作。

4 触摸屏控制设计

触摸屏能够实时修改参数,从而更好地满足系统不同阶段的要求。采用触摸屏控制,能够扩展 PLC 的功能,减少传统的操作按钮,避免普通操作面板触点老化的问题^[11]。以机器人更换铸件夹持器为例,触摸屏显示界面见图 6。

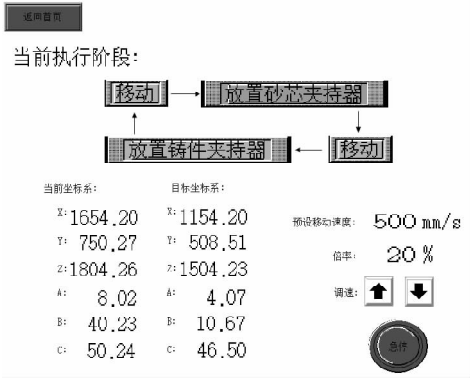


图 6 触摸屏界面

Fig.6 Touch screen interface

压铸前罩壳中缩孔缺陷解决措施

刘 鹏 李远超 柯 旅 林 洪 梁 昊
(广州德利汽车零部件有限公司)

摘 要 汽车发动机前罩壳零件油道较多且相互独立,各油道之间不得因缩孔造成贯穿渗透导致泄漏。在压铸模设计时,针对各油道内部致密性要求比较高的部位,通过抽芯加挤压实现局部挤压,并在压铸机中增加挤压报警和插芯喷涂,完成局部挤压动作配合压铸机开合模,实现局部挤压联动插芯喷涂功能,减少铸件内部缩孔,提高其致密性,满足前罩壳产品密封性要求。

关键词 缩孔;局部挤压;致密性;抽芯加挤压;插芯喷涂

中图分类号 TG249.2 **文献标志码** A

DOI:10.15980/j.tzzz.2021.03.027

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Special Measures for Improving the Shrinkage Cavity in Front Cover

Liu Peng, Li Yuanchao, Ke Lü, Lin Hong, Liang Hao
(Guangzhou Deni Auto Parts Co., Ltd.)

Abstract: For the automobile engine front cover parts, there are many oil channels and independent of each other for the product, which should not be leakage resulted from shrinkage hole between each oil channel. For the die casting mold design, local extrusion was realized by core-pulling and extrusion, aiming at the parts with high requirement of compactness inside each oil passage, and the extrusion alarm and core insert spraying were designed to complete the local extrusion action with the die opening and closing to realize the function of local extrusion linkage core insert spraying, improving the inner shrinkage cavity of the casting, strengthening the compactness, and meeting the test seal requirements of the front cover products.

Key Words: Shrinkage Hole, Local Extrusion, Compactness, Core Pulling and Extrusion, Insert Core Spraying

收稿日期:2020-09-13;**修改稿收到日期:**2020-10-25
第一作者简介:刘鹏,男,1985 年出生,工程师,广州(510800),E-mail:pliu1985@163.com
引用格式:刘鹏,李远超,柯旅,等. 压铸前罩壳中缩孔缺陷解决措施[J]. 特种铸造及有色合金,2021,41(3):386-388.
LIU P, LI Y C, KE L, et al. Special measures for improving the shrinkage cavity in front cover[J]. Special Casting & Nonferrous Alloys, 2021, 41(3):386-388.

5 结 语

通过研究水冷机壳现有低压铸造生产技术,设计机器人运动轨迹完成下芯及取件操作,提高了砂芯的安装效率及准确率,避免了人工高温作业存在的安全隐患;设计工具快换台,实现了下芯及取件动作由同一台机器人完成的目标,减少了成本的投入;优化了生产过程控制方案,提高了生产节拍;采用 PLC 集中控制,对系统各组成部件实现精确联动控制,实现水冷机壳低压铸造的自动化,为电动汽车水冷机壳低压铸造生产效率低、产品合格率低的问题提供了一种解决方案。

参 考 文 献

[1] 熊成龙. 新能源汽车铝合金水冷电机壳低压铸造量产工艺浅谈[A]. 2018 重庆市铸造年会论文集[C].重庆,2018.

[2] 曾欣,沈涛,覃志广,等. 基于工业机器人的电机端盖冲压生产线设计[J]. 机械工程与自动化,2019(6):156-157.

[3] 安建飞,武建新,史晓平,等. 悬臂式低压铸造机的设计与分析[J]. 特种铸造及有色合金,2018,38(1):48-50.

[4] 荣莉,黎少海,付理想,等. 一种机器人末端快换装置设计[J]. 佳木斯大学学报(自然科学版),2019(2):254-255.

[5] 赵博闻,程瑞敏,程娇,等. 多功能机器人工具快换系统的设计[J]. 自动化应用,2018(6):76-77.

[6] 杨启帆,刘霞,周存堂. 托盘精确定位系统在缸盖砂芯生产线的应用[J]. 拖拉机与农用运输车,2019(4):47-50.

[7] 刘玲玲,王雪梅,李保强. 一种用于砂芯托盘的精确定位装置[J]. 铸造,2017,66(8):847-849.

[8] 付豪. 冲压自动生产线控制系统研究与开发[D]. 重庆:重庆大学,2012.

[9] 韩伟,刘楚生,陈晓斌,等. 铝合金机壳低压铸造型芯感应加热研究及应用[J]. 特种铸造及有色合金,2019,39(5):568-572.

[10] 梁秋华,韩伟,黄凌森,等. 水冷机壳低压铸造凝固过程数值模拟及工艺优化[J]. 铸造,2019,68(4):353-358.

[11] 宋秀玲,李步德. 低压铸造智能控制系统的设计[J]. 铸造技术,2015,36(1):221-223.

(编辑:张正贺)