

低压铸造电动机壳螺旋水道砂芯清理机设计

颜建, 段海峰, 韩伟, 潘健怡, 唐永裕

(华南理工大学广州学院工程训练中心, 广东广州 510800)

摘要: 新能源电动客车的电动机壳内部设置有中空螺旋循环水道。采用热芯盒树脂砂工艺低压铸造成型时, 机壳铸件内部的螺旋环绕分布使粘结在铸件内壁的砂芯难以清理。通过应用SolidWorks软件进行力学分析, 改变了传统单一手段清砂方法, 研究设计出振动、翻转、气冲和高压水冲洗共同混合作业的水冷机壳专用清砂机械, 达到彻底清砂的目的, 提高了电动机壳低压铸造的质量和效率。

关键词: 螺旋砂芯; 清砂设备; 翻转机构; 传动计算

为了解决新能源电动客车的电动机运转过程中机体降温问题, 在电动机铝合金机壳的内部设置了螺旋状的中空冷却水道, 如图1所示。这种薄壁中空结构需要通过低压铸造热芯盒树脂砂芯形成^[1], 产品铸造完毕后, 需将冷却水道中的砂芯清理干净, 产品方可正常使用。铝合金铸件清砂一般采用滚筒清理机、机械振动落砂机、水力清砂和抛丸清理等方法。而抛丸清理主要去除表面粘砂, 水力清砂主要用于内腔形状较为简单的铸件清砂处理^[2]。而新能源电动车水冷机壳的内部螺旋水道结构较为复杂, 采用普通清砂工艺无法有效去除粘结在机壳螺旋水道内壁的覆膜砂, 影响了水冷机壳良品率。为解决以上问题, 本研究针对电动机水冷机壳清砂设备进行了设计。

1 清砂机工作流程

清砂机采取了振动盘振动、高压气体气冲、高压水冲洗的复合清砂工艺^[3]。工作流程如下: 首先通过振动盘振动将型砂震松, 实现型砂与铸件分离^[4-5]; 再接入高压空气对水冷机壳螺旋水道进行气动冲击, 最后接入高压水对螺旋水道进行冲洗; 高压水在冲洗螺旋水道的过程中, 亦可一并检查螺旋水道结构是否畅通, 从而验证机壳螺旋水道内部结构。详细工作流程如图2。

2 清砂机概述及主要结构

清砂机长1 800 mm, 宽1 200 mm, 高1 850 mm。图3为清砂机结构图, 图4为清砂机装配图。基座与振动台是依靠6根 $\phi 15$ 的弹簧连接, 振动盘下方安装有振动电机, 可实现振砂功能。翻转模块由步进电机带动, 蜗轮蜗杆的传动以及翻转模块的90°翻转则由伺服电机带动, 减速箱减速传动可360°旋转的机构。工件压紧模块是由缸径160 mm的气缸以及工件末端顶板组成, 顶板形状与工件末端凸起一致, 且有斜度, 确保工件压紧模块能完全托住工件。冲砂模块与基座连接, 包含两个轴, 一个是由滚珠丝杆组成的X轴, 另外一个是由气缸直接带动的Y轴。以保证气嘴能够在XY平面做平移运动。

作者简介:

颜建(1988-), 男, 实验师, 主要研究方向为自动化技术及装备。电话: 15913122576, E-mail: 250799570@qq.com
通讯作者:
段海峰, 男, 实验师。电话: 15102081318, E-mail: 290033313@qq.com

中图分类号: TG241
文献标识码: A
文章编号: 1001-4977(2019)03-0291-04

基金项目:
广东省自然科学基金项目(2016A030310310)。
收稿日期:
2018-10-17 收到初稿,
2018-12-06 收到修订稿。

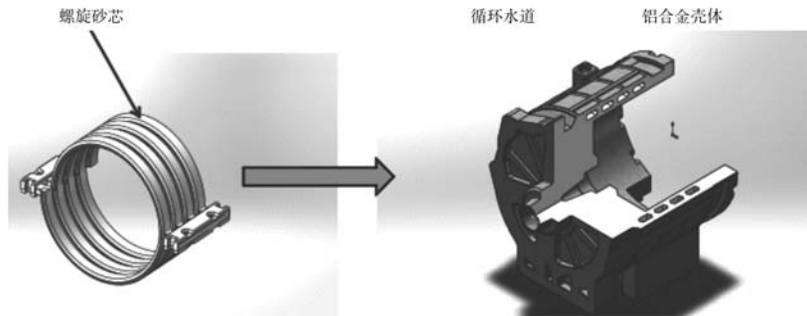


图1 水冷机壳螺旋水道砂芯
Fig. 1 Sand core of spiral channel for water cooling shell

2.1 振动盘部分

清砂机振动盘部分安装在底座机架上，机架在起支撑作用的同时，也需承受清砂设备的剧烈振动，因此机架必须具有高强度、高抗振性、耐腐蚀性等特点。机架矩形管选用304钢，成分为18Cr-8Ni-0.08C，具有耐蚀性、抗氧化性，可冲压，耐强氧化性酸。清砂机的机架采用工字钢底座，通过氩弧焊接而成，机架两侧各装有振动电机，且每边安装有10根压缩弹簧^[6-8]。

2.2 翻转及旋转模块

翻转模块采用90 W伺服电机驱动，通过涡轮蜗杆传动产生大扭矩来实现工件的90° 翻转。旋转模块则选用70 W的伺服电机驱动，通过减速箱带动旋转轴实现电动机壳360° 旋转。设备模块的正转、反转、旋转角度通过程序控制。翻转模块结构主要包括：14 mm厚支撑板、90 W伺服电机、20-22联轴器、涡轮、蜗杆、

电机固定架、轴承座组件、钣金防尘罩。旋转模块结构主要包括：70 W伺服电机、减速箱、法兰轴承、双轴承法兰座、卡盘、工作台、辅助夹具件、钣金防尘罩。具体结构如图3b、c所示。

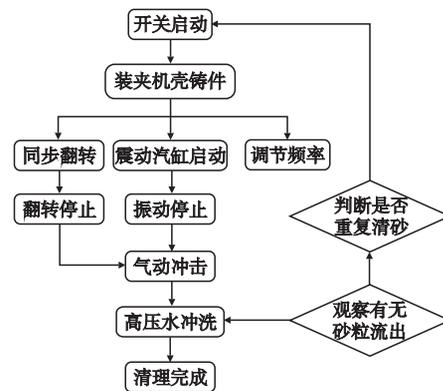


图2 清砂机工作流程图
Fig. 2 Workflow diagram of sand cleaner

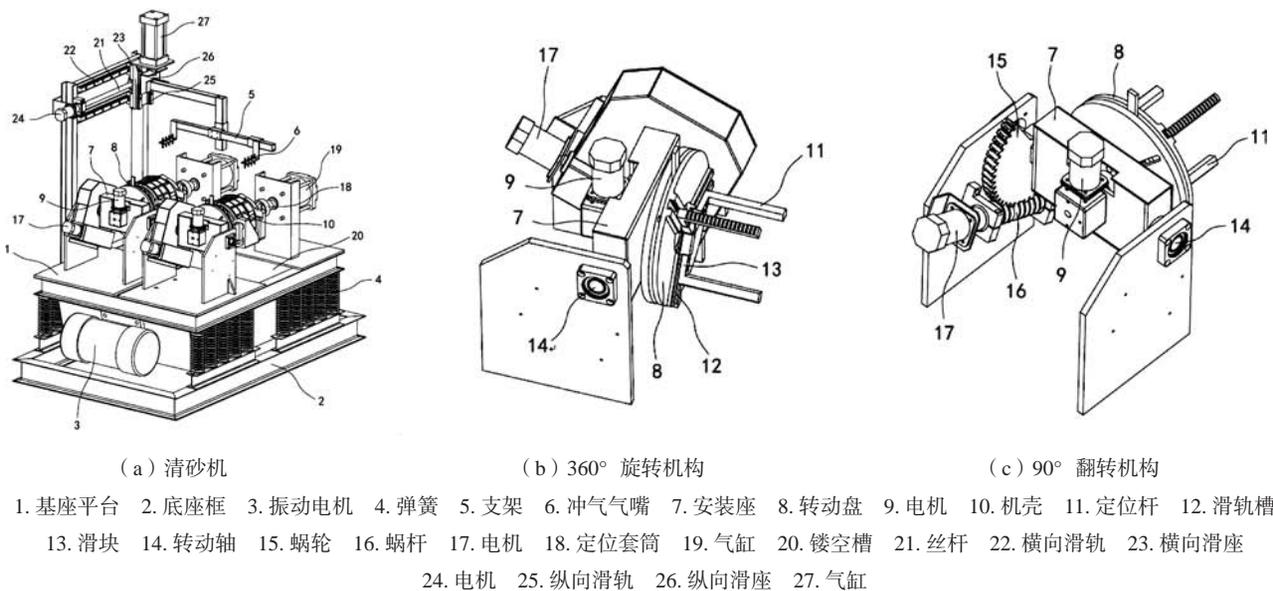


图3 清砂机结构图
Fig. 3 Structure diagram of cleaning machine

旋转模块电机通过减速箱传递出的扭矩经过中轴传递至三爪卡盘。中轴采用双轴承式轴承座组件支撑，双轴承结构能避免中轴的径向偏移。夹紧装置采用手动三爪卡盘，手动三爪卡盘质量轻，可以尽量降低翻转电机负载。

2.3 气动冲砂模块

气动冲砂模块在电机机壳进行振动清砂之后，通过高压气体吹气的方式，进一步清除水道中残余的芯砂，进一步提高清砂效果。

气动冲砂模块包括支架、横向移动模块、升降模块以及进气嘴口。横向移动模块、升降模块和进气嘴口依次相连接，横向移动模块安装于支架上，支架与底座框相连接。气动冲砂模块控制装置包括定位模块，定位模块安装于横向移动模块和升降模块上。

清砂工作准备过程中，工件通过手动装夹至三爪卡盘上，待振动清砂模块工作完毕后，进行气动冲砂工序，横向移动模块和升降模块采用PLC控制。通过横向移动模块和升降模块对冲气嘴口的上下左右位置进行调整，利用定位模块将冲气嘴口对准机壳的水道口，使用高压气体进一步排砂。具体结构如图5所示。

横向移动模块包含滚珠丝杠构成的X轴、气缸直线驱动的Z轴以及辅助支架。横向移动模块使用两根U型钢固定在机架模块上，槽钢支架均使用焊接处理。图6为X轴进给运动简图，横向移动模块的X轴使用滚珠丝杠支撑座线性模组滑台，将电机的旋转运动转化为部件的直线运动。滑块连接Z轴的部件支撑板，气缸锁定在连接了支撑板的钣金支架，Z轴同样选用导轨、滑块的组合作为导轨。在部件支撑板上固定着空心矩形管焊接而成的悬臂，在悬臂的末端并列两排用于冲砂的气嘴，悬臂同时具有微调气嘴Y轴方向以及Z轴方向的作用^[9]。

2.4 高压水清洗及检测模块

为了确保整个清砂过程的排砂率，高压水冲洗及检测作为清砂的最后一个重要环节。高压清洗机可用于各种铸件的清砂，特别是大铸件、精密铸件高效率清砂以及有色材质的清砂。

高压水清洗及检测模块与气动冲砂模块为一体式组合结构，同样包括设置于横向移动模块和升降模块上的传感器，实现进气嘴口的定位功能，通过手动切换高压水/高压气体管道实现。当进气嘴口与高压气管道或者高压水管道相连通，实现不同功能。当进气嘴口对准机壳的螺旋水道口时，控制间歇性通入高压气体一段时间，将碎砂排出，再切换到高压水管道，通入高压水，清洗机壳流水道，并且可以直观检测出流水道是否通畅及是否有缺陷，排砂效果是否合格。

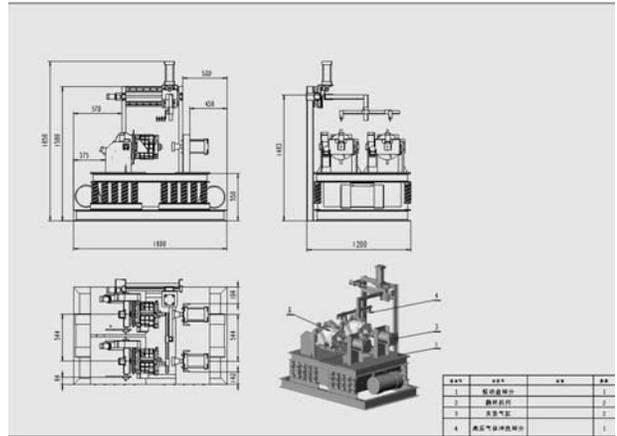
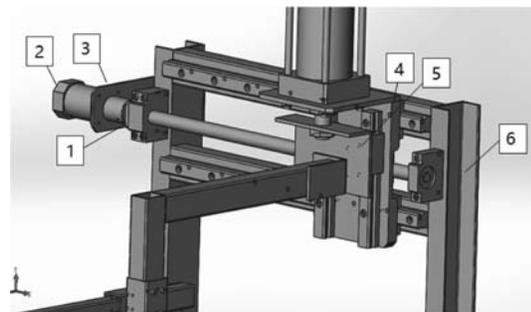


图4 砂芯清理机装配图

Fig. 4 Assembly drawing of sand core cleaner



1. 丝杠固定座 2. 电机 3. 电机固定板 4. 横向移动模块
5. 升降模块 6. 支撑座

图5 气动冲砂模块

Fig. 5 Pneumatic sand washing module

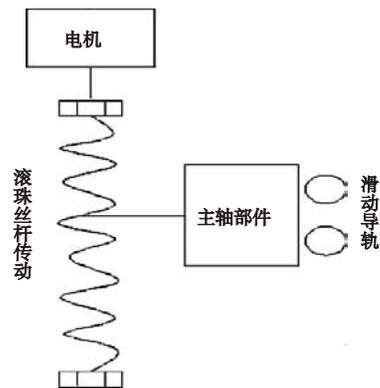


图6 X轴进给运动简图

Fig. 6 X-axis feeding motion sketch

3 结束语

本砂芯清理机首先通过振动底盘将机壳内的砂芯振碎, 排出大部分碎砂, 再通过横向移动模块和升降模块对冲气嘴口的位置进行调整, 利用定位模块将冲气嘴口对准机壳的水道口, 使用高压气体进一步排砂后, 通过手动切换高压水冲洗模块切换通入高压水, 直观地检测机壳的排砂效果, 实现电机机壳砂芯清理过程的自动化控制, 保证了清砂质量, 提高生产效率以及产品良品率, 降低人工成本, 使得生产效率递进式的提高。

新能源汽车铝合金薄壁铸件的砂芯清理设备属于重工业型的中型非标设备, 与世界制造业先进国家相比, 我国仍处于落后水平, 希望铸造装备行业能诞生更多创新技术设备, 应用于新能源汽车零部件铸造的设备自动化水平得以不断提高。

参考文献:

- [1] 傅旭, 唐志强. 铸铝件防粘砂措施的探究与应用 [J]. 铸造, 2017, 66 (9): 995-997, 1000.
- [2] 范修谦, 李伟. 精密铸造U型螺旋增压扩散器的清砂工艺 [J]. 铸造, 2015, 64 (6): 587-589.
- [3] 刘楚生, 韩伟, 张建强, 等. 电动机壳铸件螺旋水道自动清砂设备控制系统设计 [J]. 铸造, 2018, 67 (5): 424-427.
- [4] 郑术力, 常少莉. 振动试验夹具设计研究 [J]. 电子产品可靠性与环境试验, 2006 (5): 14-17.
- [5] 黄映, 樊自田, 刘富初, 等. 镁合金铸件用砂芯的清理设备及方法 [J]. 特种铸造及有色合金, 2016, 36 (2): 130-133.
- [6] 马强, 李楠, 王乔穆. 新能源汽车电动机振动试验夹具设计研究 [J]. 科技创新导报, 2017 (9): 104-105.
- [7] 吴剑. 铸造振动机械设计与应用 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2008: 53-72.
- [8] 吴剑. 铸造砂处理技术装备与应用 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2014: 88-93.
- [9] 闻邦椿. 现代机械设计师手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2012: 110-122.

Design of Sand Core Cleaning Machine for Low Pressure Casting Motor Shell Spiral Waterway

YAN Jian, DUAN Hai-feng, HAN Wei, PAN Jian-yi, TANG Yong-yu

(Engineering Training Centre, Guangzhou College of South China University of Technology, Guangzhou 510800, Guangdong, China)

Abstract:

There is a hollow spiral circulation waterway in internal structure of the motor shell for the new energy electric bus. When low pressure casting of motor shell was performed using the hot core box resin sand process, the spiral distribution made core sand in the inner wall of shell castings difficult to be cleaned. Through the mechanical analysis using SolidWorks software, a special sand-cleaning machine for water cooling motor shells was designed. The machine can be used for mixing operation of vibration, flip, gas flushing and high-pressure flushing, which changes the traditional method of cleaning sand by single means, achieves the aim of thoroughly cleaning sand, and improves the quality and efficiency of low pressure casting of motor shell.

Key words:

spiral sand core; sand cleaning equipment; turnover mechanism; transmission calculation
