

基于伺服控制的环保 SMC 复合材料整体卫浴热压成形设备设计与研究

刘红梅¹, 曹志明²

(1. 安徽三联学院 电子电气工程学院, 安徽 合肥 230601;
2. 合肥海德数控液压设备有限公司, 安徽 合肥 230601)

摘要:结合国内 SMC 复合材料模压成形的工艺特点,分析了 SMC 复合材料热压成形专用设备电液比例控制系统的缺点,设计了具备控制精度高、响应速度快、使用效率高、电能耗低、噪音低、液压系统冲击小等优点的 SMC 复合材料整体卫浴热压成形专用设备伺服控制系统。该伺服控制系统体现了节能、环保、降噪等大型机床设备的先进控制理念。

关键词:SMC 复合材料;整体卫浴成形;电气控制;伺服控制

中图分类号:TP271.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-5322(2021)01-0012-04

1 整体卫浴的概况

整体卫浴的概念起源于日本,20世纪90年代初,整体卫浴进入中国^[1]。在二十多年的发展中,中国整体卫浴经历了从简单集成(只有模压底盘是整体集成的)到高度集成(将洁具、浴室家具、浴屏、浴缸等都集成在一起),将来还会实现各种智能电器的整体集成等。与传统卫浴相比,整体卫浴具有安装施工简便快捷,无需做防水处理,不产生建筑垃圾,材料环保,产品使用寿命长,统一性好等优点。

整体卫浴成形主要有手糊玻璃钢和模压 SMC(sheet molding compound) 复合材料等工艺。由于手糊玻璃钢成形工艺存在产品使用寿命短、控制精准度差等缺点,正逐渐被市场淘汰,模压 SMC 复合材料成形工艺随之兴起。SMC 复合材料属于增强塑料(FRP),是一种新型非金属复合材料,具有质量轻、强度高、成形容易、不锈蚀等优点。目前,该复合材料除用于整体卫浴外,还大量应用于高速列车的内部装饰、航空航天等工业领域之中。

因此,关于 SMC 复合材料热压成形设备的研

制十分重要。本文以环保 SMC 复合材料整体卫浴成形专用设备为对象开展研究。

2 环保 SMC 复合材料整体卫浴热压成形工艺过程分析

通过相关调查研究可知,尽管模压整体卫浴成形工艺的前期设备投资较高,但该工艺具有模具精度高,模具样式可以根据需要进行个性化设计,热压固化成形产品合格率高等优点,与手糊玻璃钢整体卫浴成形工艺相比,模压工艺更适应市场的需求。因此,目前市场上大量采用的是整体卫浴模压成形工艺。整体卫浴的顶板、底板、墙板等部件经个性化设计后利用“成形设备+相应模具”一次性压制成形,然后进行现场拼装。

基于伺服控制的 SMC 框架式专用液压机是为了满足 SMC 复合材料整体卫浴产品及其他 SMC 材料产品加工需要而研制的专用成形设备。本文以压制环保 SMC 复合材料整体卫浴为例分析其工艺过程。基于伺服控制的环保 SMC 复合材料专用成形液压设备的基本工艺流程如图 1 所示。

收稿日期:2020-06-18

基金项目:安徽省教育厅高校自然科学重点项目(KJ2020A0811, KJ2019A0900)。

作者简介:刘红梅(1979—),女,河南辉县人,高级工程师,硕士,主要研究方向为机床设备的智能与自动化控制。

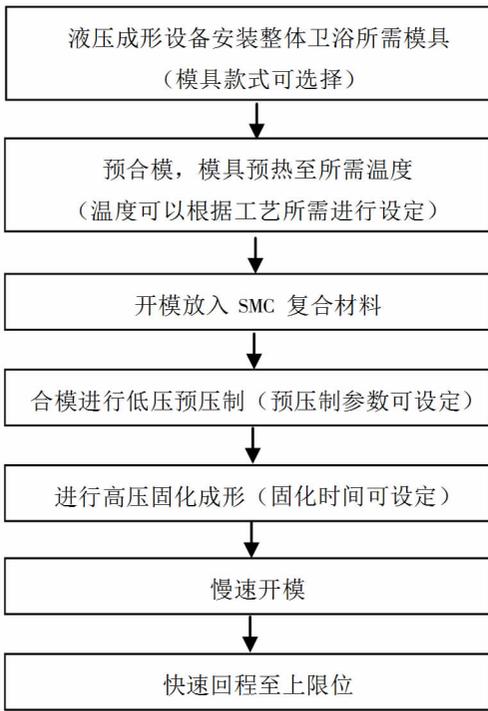


图 1 环保 SMC 复合材料整体卫浴热压成形工艺流程图

Fig 1 Process flow chart of environmental protection SMC composite integrated bathroom hot pressing

该工艺流程中,低压压制制的目的在于排出 SMC 复合材料热压成形过程中产生的气泡,以减少成品鼓包、开裂的现象,提高产品的合格率。压制制的压制压力、回抬距离、压制制次数可根据工艺所需通过参数存储系统任意设定。该工艺是 SMC 复合材料热压成形工艺中的关键技术之一,相关工艺控制系统已成功申请发明专利^[2-3]。

3 伺服控制的环保 SMC 复合材料整体卫浴热压成形设备的系统组成

基于伺服控制的环保 SMC 复合材料整体卫浴热压成形专用设备^[4-5]是集机、电、液、控、加热、模具设计等于一体的新型机电产品。该整体卫浴热压成形专用设备主要包括主机、主机内加热炉、模具输送机构、主机内加热炉温度控制系统、热压成形过程中所产生废气的收集装置、节能降噪的伺服控制系统以及 HMI 监控系统等。本文重点研究用于大型机床设备节能降噪的伺服控制系统。

SMC 复合材料整体卫浴热压成形专用设备的伺服控制系统是由专用驱动器配合相对应的伺服电机和专用液压油泵组成的。配合特定 PLC 程序压力信号、流量信号的给定与反馈,该伺服控制系统能够实现流量、压力的闭环精确控制以及 SMC 复合材料热压成形工艺中的每个工艺动作。通过改变给定信号可以改变流量和压力信号的输出,基本可以实现需要多少就给多少,减少了不必要的浪费,符合当前国家大力倡导的节能、环保、降噪等先进控制理念。

4 SMC 复合材料整体卫浴热压成形专用设备的伺服控制系统设计

4.1 SMC 复合材料热压成形专用设备的电液比例控制系统

通常情况下,SMC 复合材料热压成形专用设备控制系统采用电液比例控制系统,主要由三相异步电动机、定量泵或恒功率泵、电液比例控制部分、PLC 控制器和人机交互系统(HMI)组成,具体的控制系统框图如图 2 所示。

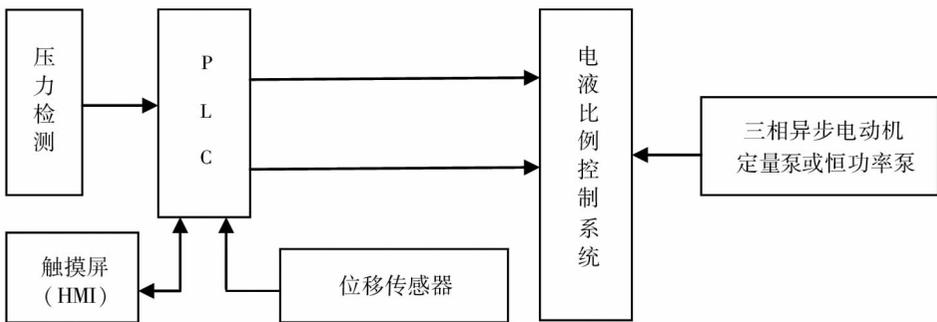


图 2 SMC 复合材料热压成形专用设备的电液比例控制系统框图

Fig 2 Block diagram of electro-hydraulic proportional control system for SMC composite hot press forming equipment

该控制系统可以实现压力和流量的闭环控制,但控制精度不高、能耗高、噪音大、液压油温升快。SMC 复合材料热压成型专用设备压制过程中的负载状态是不断变化的,但是该控制系统中所采用的定量泵或恒功率柱塞泵不会随着负载状态的变化而实时变化,并且整个工作过程中三相异步电动机一直处于工频运转,对于那些需要极小流量或不需要流量的工艺动作,油泵打出的多余的液压油只能通过液压系统的溢流系统流回油箱,不仅降低了电动机的工作效率,浪费了能源,而且由于温度的升高也加速了液压油的老化。

电液比例控制系统与传统的非电液比例控制

系统相比虽然有了较大进步,但在控制理念上并不符合目前国家大力倡导的节能、环保、降噪和智能等控制要求。

4.2 采用“伺服电机 + 专用驱动器 + PLC + HMI”联合控制的伺服控制系统

与电液比例控制系统相比,采用“伺服电机 + 专用驱动器 + PLC + HMI”联合控制的 SMC 复合材料整体卫浴热压成型专用设备的伺服控制系统具有控制精度高、响应速度快、使用效率高、电能耗低、噪音低、液压系统冲击小等优点。具体伺服控制系统框图如图 3 所示。

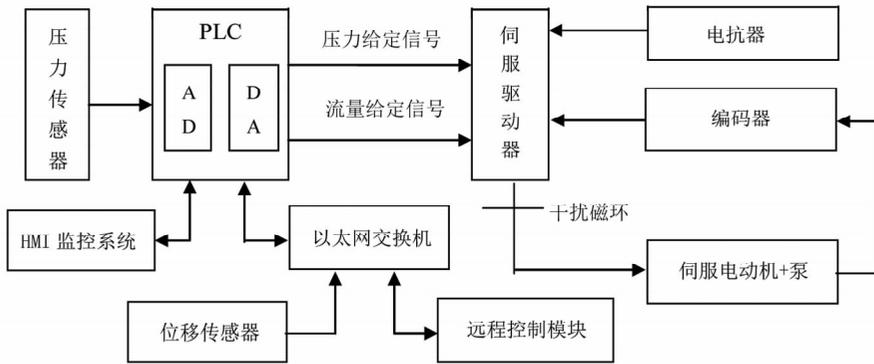


图 3 SMC 复合材料整体卫浴热压成型专用设备的伺服控制系统框图

Fig 3 Block diagram of servo control system for SMC composite bathroom hot press forming equipment

从图 3 中可以看出,整个闭环伺服控制系统中既有强电部分也有弱电部分,必须消除两者之间的信号干扰,图中采用电抗器和磁环来消除干扰。通过 PLC 模拟量输入模块(AD)采集压力传感器的实时数值,实现系统压力的实时监测和在 HMI 触摸屏上的实时显示,方便进行系统压力的实时监控。伺服控制系统的高精度压力闭环控制是通过实时检测到的压力信号和 PLC 模拟量输出模块(DA)给定伺服驱动器的压力信号形成的;流量的闭环控制是通过 PLC 模拟量输出模块(DA)给定伺服驱动器的流量信号和伺服电动机+泵、编码器形成的。HMI 监控系统还具有多套模具参数的存储、调用、故障报警和各种信号的实时检测显示功能。通过以太网协议来实现位置的高精度检测和相关的远程控制,不仅可以提高位移传感器的响应速度和远程控制的可靠性,还为今后物联网在液压设备上的应用打下基础。

体卫浴热压成型设备已交付国内某家知名集成家居生产厂商使用。该厂家生产的 SMC 复合材料整体卫浴产品和该整体卫浴产品的主体框架部件如图 4 和图 5 所示。该设备满足了整体家居生产厂商大型整体卫浴主体框架成形的生产需求,得到了使用厂家的好评。



图 4 SMC 复合材料整体卫浴产品

Fig 4 SMC composite integral sanitary integral ware products

5 结束语

目前,基于伺服控制的环保 SMC 复合材料整



图5 SMC 复合材料整体卫浴产品的主体框架部件

Fig 5 The main frame parts of SMC composite integrated bathroom products

环保 SMC 复合材料整体卫浴热压成形设备的设计与研究旨在通过对大型整体卫浴主体框架一次成形、高端 SMC 复合材料加饰整体卫浴成形的关键技术和对策的研究,实现我国集成家居行业 SMC 复合材料热压成形工艺自动化水平的提高。该设备中的关键技术除可应用于大型整体卫浴主体框架一次成形、高端 SMC 复合材料加饰整体卫浴成形等生产工艺外,还可推广应用于汽车、航空航天、高性能动车组等载运工具大型结构件热压成形的加工生产。

参考文献:

- [1] 张伟. 比较日本与国内整体卫浴的发展及现状[J]. 中国住宅设施, 2013(Z5):16-17.
- [2] 刘红梅. 带有排气功能的 SMC 专用液压机在汽车生产中的应用[J]. 锻压装备与制造技术, 2014(2):28-29.
- [3] 合肥海德数控液压设备有限公司. 带有排气功能的 SMC 专用液压机电气控制系统:CN201210311263.5[P]. 2013-01-02.
- [4] 黄迪森. 新型伺服液压机控制系统研究与开发[D]. 合肥:合肥工业大学, 2012.
- [5] 魏应展, 林本宏, 黎保新. 伺服液压系统在轮胎硫化机中的节能应用[J]. 机床与液压, 2018, 46(8):86-88, 92.

Design and Research of Environmental Protection SMC Composite Integral Bathroom Hot Pressing Molding Equipment Based on Servo Control

LIU Hongmei¹, CAO Zhiming²

(1. School of Electronic and Electrical Engineering, Anhui Sanlian University, Hefei Anhui 230601, China;)
 (2. Hefei Haide Hydraulic Press Co., Ltd., Hefei Anhui 230601, China)

Abstract: Combined with the characteristics of domestic SMC composite molding process, the disadvantages of electro-hydraulic proportional control system of special equipment for SMC composite hot pressing were analyzed. The servo control system of SMC composite integrated hot pressing forming equipment is designed, which has the advantages of high control precision, fast response speed, high efficiency, low power consumption, low noise and small impact of hydraulic system. The servo control system embodies the advanced control concept of energy saving, environmental protection, noise reduction and other large machine tools.

Keywords: SMC composite material; integral bathroom molding; electrical control; servo control

(责任编辑:熊璐璐)