

诱导式全电动注塑机电控系统 设计

温志英¹ 张锋杰² 赵世杰¹ 方昌始¹

(1. 华南理工大学, 广州 510641; 2. 震雄集团设计部, 深圳 518122)

摘要 使用特制的诱导电机和有效的过程控制技术, 开发出了性能价格比高的诱导式全电动注塑机。介绍了诱导式全电动注塑机电控系统的工作原理和主要组成部分。诱导式全电动注塑机相对于油压式注塑机而言, 在环保、节能和性能方面有着独特的优势, 且比永磁全电动注塑机价格低。

关键词 全电动注塑机 可编程逻辑控制器 运动控制器

注塑机是一种专用的塑料成型机械, 它利用塑料的热塑性, 通过外部加热和螺杆转动所产生的剪切热将塑料原料变成熔融状态, 再将已熔融的塑料注入预先设计好的模腔, 经一定时间保压、冷却, 即可得到符合各种用途的塑料制品。

传统注塑机的主传动都是液压系统, 由油泵和不同阀门配合产生不同的压力方向和流量, 提供油缸和液压马达所要求的推动力和移动速度。全液压式注塑机从传统的单缸充液式、多缸充液式发展到现在的两板直压式, 在成型精密、形状复杂的制品方面有一定的优势, 但其控制技术难度大, 机械加工精度要求高, 液压技术也难掌握。

全电动注塑机是注塑行业的发展方向, 它利用电动机加滚珠丝杠作为传动机构来实现注射保压、塑化、开锁模及顶出的控制, 噪音低, 精度高, 易于保持工作场所及制品的清洁, 且可大幅度降低冷却水成本, 在环保、节能和性能方面有着独特的优势。目前全电动注塑机中使用的电机均是日本 Fanuc 公司生产的永磁电机, 由于大功率永磁电机的制造和控制技术不为我国所掌握, 因而进口价格昂贵^[1]。作者在注塑机中使用变频器、运动控制器(MC)和可编程序控制器(PLC)来控制交流诱导电机, 成功地开发出了性价比高的诱导式全电动注塑机。

1 注塑机工况

注塑机的工作过程如下:

- (1) 锁模: 分为快速锁模、低压锁模、高压锁模 3 个阶段。
- (2) 注射座前移: 射嘴紧贴模具。
- (3) 注射: 螺杆以一定的压力和速度将料筒前端熔融状态的塑料注入模腔。
- (4) 保压: 用于补充产品因冷却而收缩的部分。
- (5) 塑化: 准备满足一定密度分布和体积的熔融状塑料。

(6) 后退: 防止塑化时熔料因膨胀从喷嘴溢出, 出现“流涎”现象。

(7) 冷却: 模腔内的塑料制品冷却成型。

(8) 开模: 分为慢速开模、快速开模、减速开模三个阶段。

(9) 顶出: 将制品从模具中顶出。

其中, 塑化马达的旋转速度、开锁模速度、注射速度需要着重速度控制; 保压和塑化背压需要着重压力控制; 注射、开锁模、顶出、塑化都需要精确的位置控制; 料筒温度、冷却温度需要着重温度控制。

2 电控系统工作原理

由注塑机工况可知, 注塑机各部分运行是按一定的先后顺序和时间间隔衔接起来的。为了实现这些顺序过程的精确控制, 在本系统中选用了一台 PLC 对马达、变频器、传感器等各种元器件之间的电气连接与控制进行协调。

图 1 为诱导式全电动注塑机电控系统原理示意图。该控制系统可分为 3 个主要部分: 上位控制器、MC 和驱动器。其中, 控制面板、PLC 和可编程序操作显示器(POD)统称为上位控制器, 主要功能是设定控制参数, 显示控制结果, 协调机器各环节的动作顺序。MC 在上位控制器的协调下, 完成运动控制, 并把控制的结果和相关状态传递给上位控制器。作为驱动器的变频器主要功能是接收 MC 的指令信号, 驱动电机, 完成相应的动作。

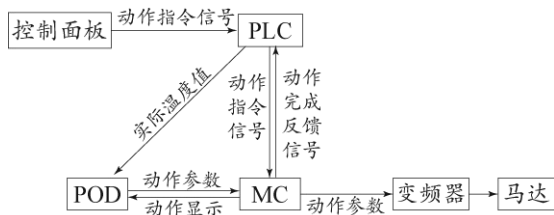


图 1 诱导式全电动注塑机电控系统原理示意图

3 电控系统构成简介

3.1 工作方式

采用 PLC 的诱导式全电动注塑机有如下 3 种不同的工作方式:

(1) 手动 按注塑机操作面板上手动按钮,可检查各段程序运行情况是否正常,运行时还可通过 RS232 线连接 PLC 上的通讯模块和个人计算机(PC),实时观察程序执行的情况。

(2) 半自动 按下半自动按钮,且注塑机前后安全门关闭时,注塑机将完成一个工作循环后停止等待下次启动。

(3) 自动 自动和半自动工作方式的唯一区别在于它不只是完成一次循环而是连续不断地运行下去。注塑机正常工作时,生产全过程都是在自动控制方式下进行的。

3.2 PLC

由于本系统输入、输出信号多,包括控制面板给出的动作指令信号、安全门限关启信号、料筒温度值、MC 动作信号、MC 动作完成反馈信号等,动作多,控制复杂,为协调动作顺序和实现 POD 数据存取,选用了一台富士 SPB NW0P60R-31 型可编程控制器,扩展模块为 NW0E32R-3,同时为了热电偶温度数据采样,增加了一个温控模块。主模块和扩展模块之间由总线相连以传送数据。图 2、图 3 分别为 PLC 主模块和扩展模块输入、输出信号结构。

PLC 程序采用富士电机提供的开发软件编制,通信协议是 Ethernet UDP/IP。PLC 程序包括: I/O 信号的获取和处理;故障及异常状况的判断;控制时序的判断;动作指令的输出;热电偶数据采样。

3.3 MC

MC 选用的是 TECHE-HOLON 四轴专用控制器,芯片采用 HITACHI SH2 7045F。其部件包括基板 TH-A0020A, ENCODE 处理板 TA0021, 数字卡 TH-A0003A(4 块), A/D-D/A 转换板。MC 内置 Ethernet 通信卡,具有通信功能。

其中 ENCODE 板主要用来处理编码器信号,在本系统中,注射马达、开锁模马达、顶出马达采用了增量型编码器计数。马达每旋转 1 周,编码器输出 2500 个脉冲,芯片 PCL6045 通过对编码器信号的处理得到注射、开锁模和顶出的位置信息。

4 块数字卡用于读取系统的 I/O 量。数字量输入主要为 PLC 发出的动作指令信号,依照此信号 MC 执行下面要走的动作。数字量输出分别对应注



图 2 PLC 主模块输入输出信号



图 3 PLC 扩展模块输入、输出信号

射、开锁模、顶出变频器,第 4 块数字板的输出为 MC 给出的动作完成信号,作为 PLC 的输入指令信号。数字板通过 ARCNET 与 MC 相连。

MC 采用了目前在工业控制领域应用最为广泛的 μ iTRON 实时操作系统,其中存放的 C 语言程序是整个控制系统的核心。控制程序的开发是采用 Hitachi Embedded Workshop 开发工具及其开发环

境, 程序编写、调试、编译链接都在其中完成, 编译后的程序通过 Ethernet 通信下载到 MC 芯片中。

3.4 变频器选择

本系统选用了 4 台变频器分别对注射马达、开锁模马达、塑化马达和顶出马达进行控制, 其中控制注射、开锁模、顶出马达的 3 个变频器为富士 FREN-IC 5000VG7 矢量变频器, 而塑化马达动作简单, 无需矢量控制功能, 选用的是富士 FRENIC 5000G11 变频器。这些变频器均具有参数自整定功能, 当与通用马达搭配使用时, 首先进行自整定, 可以更好的实现控制要求。图 4 示出锁模变频器的输入、输出端子接线图, 其它 3 个变频器类似。

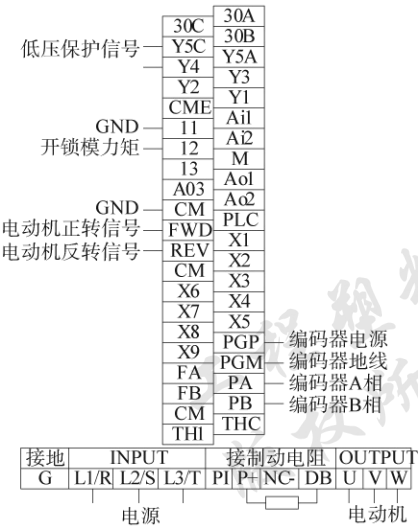


图 4 锁模变频器输入输出端子接线图

4 操作运行及主要技术性能指标

该诱导式全电动注塑机已研发成功近一年, 正在进一步的完善之中。其运行流程为:

- (1) 根据生产要求, 在 POD 上设置开锁模速度、压力值和料筒分区温度值等参数。
- (2) 在控制面板上选择“手动”、“半自动”、“自动”这 3 种运行方式中的一种, 或者是其它功能(如

锁模原点自寻找、手动顶针等)。

(3) PLC 根据接收到的指令信号和实际反馈值, 决定 MC 下一步的动作。

(4) MC 根据 PLC 指令信号和速度、压力等动作参数, 经过一定的控制算法处理后, 给出控制信号至变频器。

(5) 变频器驱动马达旋转, 马达通过同步皮带与滚珠丝杠相连, 将圆周运动转换成直线运动, 从而实现速度、压力或位置的控制。

近一年的测试表明, 该诱导式全电动注塑机在控制性能、生产效率、可靠性、节能效果及清洁环保方面都有着优异的表现。它与相当大小的油压式注塑机比较, 无论生产何种注塑产品, 节能率都在 30% 以上; 它不使用液压油, 因此不存在油污染的问题, 易于保持工作场所及制品的清洁, 且大幅度降低冷却水成本; 运行过程噪音低; 操作方便且有多种保护功能; 变频器控制速度精确稳定, 减轻开锁模震动, 避免设备撞击, 使得整机寿命延长; 响应时间短, 生产效率大大提高, 显著降低产品成本。

5 结语

笔者开发成功的诱导式全电动注塑机性能不亚于国内厂家开发的交流永磁同步全电动注塑机, 但成本却降低了 50% 左右。

目前由于特制诱导电机、矢量控制变频器和滚珠丝杠价格较贵, 加之生产规模的限制, 使得该全电动注塑机的制造成本为国内相当大小油压式注塑机的 3 ~4 倍, 但是其性能大大优于后者, 而且随着技术的不断进步, 相关电气元件成本会降低, 成品产业化生产之后也会使得诱导式全电动注塑机的性价比更高, 用户的投资可以得到更有效的回报。

参考文献

1 蔡文远, 张锋杰, 陈明, 等. 诱导式全电动注塑机的研究及开发. 中国塑料, 2004, 18(6): 84

CONTROL SYSTEM DESIGN FOR INDUCING FULLY ELECTRICAL INJECTION MOLDING MACHINE

Wen Zhiying¹, Zhang Fengjie², Zhao Shijie¹, Fang Changshi¹
(1. South China University of Technology, Guangzhou 510641, China; 2. Design Department, Chen Hsong Group, Shenzhen 518122, China)

ABSTRACT An excellent inducing fully electrical injection molding machine was developed, which used the tailor-made inducing motor and the effective algorithm of the process control. The working principle and main components of control system of inducing fully electrical injection molding machine were presented. The inducing fully electrical injection molding machine has unique advantages in environment protection, energy saving and performance as compared with the hydraulic injection molding machine, and it is more cheaper than the permanent magnetism fully electrical injection molding machine.

KEYWORDS fully electrical injection molding machine, PLC, MC