

变频技术和变量泵在注塑机节能方面的应用研究

冯刚

江平

(浙江工业职业技术学院, 绍兴 312000) (舟山职业技术学院, 舟山 316000)

摘要 介绍了变频液压技术和比例变量泵技术两种注塑机节能方式的特点和应用情况,并论述了注塑机节能技术的发展趋向。

关键词 注塑机 节能 变频 变量泵

在塑料加工企业中,注塑机是应用面最广、耗能较多的生产设备。注塑机的能耗主要体现在电能消耗方面,按具体设备来划分,大致可分为液压系统油泵的电能消耗、加热器的电能消耗、循环冷却水泵的电能消耗。其中,液压油泵电机的用电量占整个注塑机电用量的70%以上,降低其耗电量是节能的关键^[1]。

我国现有的99%的注塑机采用液压传动力和电液比例控制技术,安装定量泵的液压系统。注塑机的工作周期和功率消耗情况分别如图1和图2所示^[2]。从图1和图2可知,在注塑过程中注塑机的大部分工作时间是在部分负载区和待机时间。在定量泵的液压系统中,油泵马达以恒定的转速提供恒定的流量,多余的液压油通过溢流阀回流,此过程称为高压节流。据统计由高压节流造成的能量损失高达36%~68%。

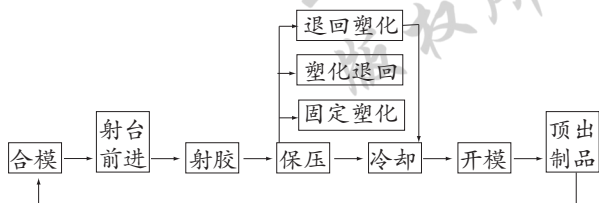


图1 注塑机的工作周期

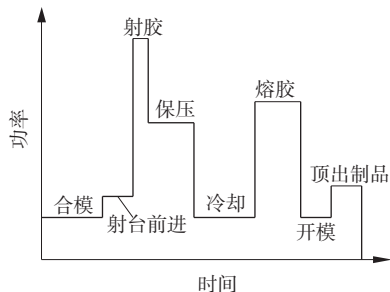


图2 注塑周期中功率消耗情况

可见,在注塑机的一个工作循环中,流量变化非常大,存在很大的溢流损失,有着很大的节能潜力。液压系统溢流损失的节能有效方法是采用泵控调速系统实现流量适应。通常有以下两种方法:第一,用比例变量泵供油,根据系统要求调节泵的排量来获得所需要的流量,这是液压系统的常用方法。第二,用变频器驱动普通三相异步电机,电机带动定量泵,通过调节电机的转速来改变泵输出的流量,实现容积调速达到流量适应,从而基本达到无溢流损耗的目的^[3-4]。现

就这两种常用方法的特点和应用情况进行阐述。

1 变频液压技术在注塑机节能方面的使用

1.1 变频调速节能装置的结构及工作原理

整个变频控制装置如图3所示,主CPU采用带有三相PWM波形驱动输出的Intel87C196MH单片机,通过对上位机设定的参数、工艺流程的信号、当前电机运行电流和频率的信号来控制CPU输出三相变频变压的SP-WM波形,该SPWM波形最终达到了控制大功率集成IGBT模块IPM的开关,驱动三相异步电机,进行电机调速的目的^[3]。

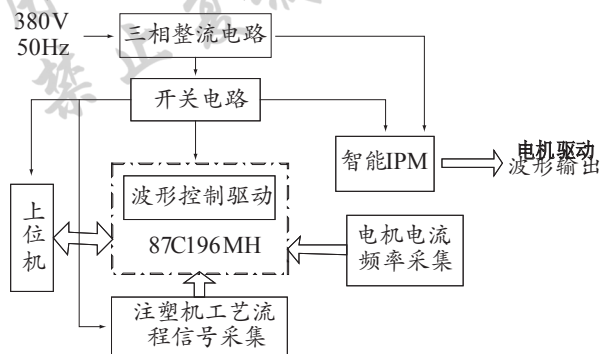


图3 变频控制装置结构图

变频液压技术的节能原理是通过变频器对电机进行转速调节,实现注塑机液压系统工作流量的实时控制,使液压泵仅输出注塑工艺要求的流量。采用变频器控制液压泵的工作流量,可在不改变液压回路阻力的情况下,通过对流量的调节来达到对工作压力的调节,并可大量减少各种减压阀的使用。

在注塑机液压系统中,液压泵流量与电机转速的关系为:

$$Q = nq \quad (1)$$

式中: Q ——液压泵的流量;

n ——电机转速;

q ——液压泵的排量。

其中电机转速为:

$$n = 60f/p \quad (2)$$

式中: f ——电源频率;

P ——磁极对数。

将式(1)、(2)结合,可得到:

$$Q = 60fq/p = kf \quad (3)$$

式中: k ——比例系数, $k = 60q/p$ 。

对于每一个确定的流量,按式(3)可以得到一个与之对应的频率:

$$f = Q/k \quad (4)$$

按照式(4),就可以将每一工艺阶段的流量转换为对应的频率,这样就从理论上解决了频率确定的问题。对于液压泵而言,流量和转速的关系以及轴功率和转速的关系可以表示为^[5-7]:

$$Q \propto n, P \propto n^3 \quad (5)$$

1.2 变频调速的类型^[1,8]

(1) 电压型变频调速

该方式如图4所示,整流输出经电感电容滤波后,具有恒压源特性,逆变器具有反馈二极管,是一种方波电压逆变器,变频器对三相交流异步电机提供可调的电压与频率成比例的交流电源。这种方法若不设置与整流器反响并联的再生逆变器,则不能实现再生制动。电压型变频器一般在单方向运转,不要求在快速调节及多台电动机协调运行等场合使用。

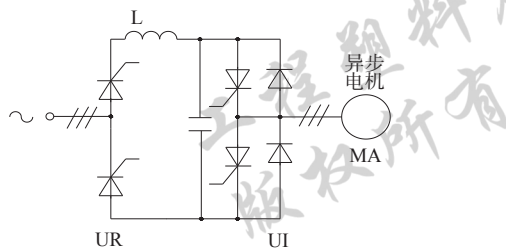


图4 电压型变频调速

(2) 电流型变频调速

该方式如图5所示,整流输出靠平波电抗器滤波,具有恒流源特性,供给异步电机方波电流。这种方式电力能返回电源,适用于四象限运行和要求快速调速的场合,广泛用于轧机、风机、泵类等方面。

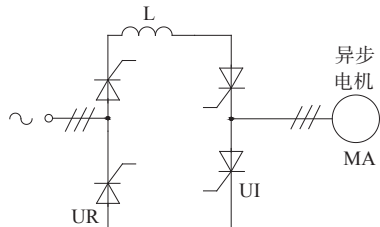


图5 电流型变频调速

(3) 脉冲宽度调制变频(PWM变频)

该方式如图6所示,其电路结构与电压型变频调速相似。

1.3 注塑机变频节能技术的优点

变频节能技术的优点有^[2]: ①高效节能; ②调速范围增大; ③注塑机工艺过程运行模式容易实现; ④提高了系统的寿命和可靠性; ⑤实现软启动; ⑥降低噪声; ⑦降低油温和泄

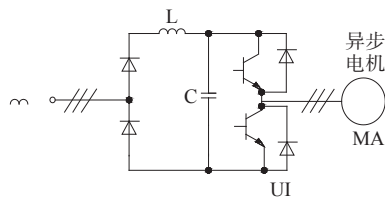


图6 脉冲宽度调制变频调速

漏量。

1.4 国内外注塑机变频节能的研究现状^[2]

在国内,变频液压技术主要用于对原有注塑机液压系统进行改造。现已有许多变频器厂家研制生产出注塑机专用节能变频器,降低了原有注塑机的能耗^[9-11]。

欧美各大注塑机生产厂家以及一些大学等科研机构已开始研制和生产采用变频液压技术的电液复合式注塑机,如在欧盟“Brite - EuRam”计划中列有电液注塑机研究项目,对变频驱动这种新原理在注塑机中的应用进行研制和试验。试验结果表明,在一个工作循环内,采用变频驱动的电液注塑机的总效率可达52%,而普通液压驱动的注塑机的总效率不足25%^[12]。

2 比例变量泵技术在注塑机节能方面的使用

2.1 比例变量泵的系统构成^[13]

图7是应用了比例变量泵系统的注塑机的液压原理图,这一系统改变了常规的比例控制方法,由定量泵+PQ比例阀系统转变为比例变量泵系统,其核心的控制元件采用了兼具比例压力、比例流量、负载压力反馈等多种复合控制功能的负载敏感型比例变量柱塞泵。

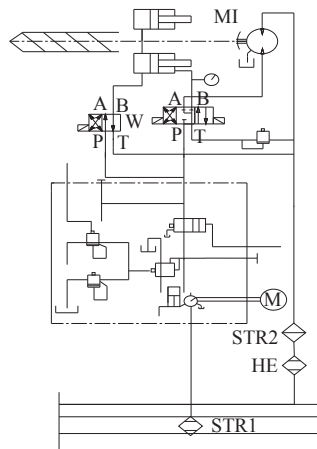


图7 变量泵系统原理简图

2.2 比例变量泵系统的优点^[13-15]

比例变量泵系统的应用实现了注塑机液压系统由阀控向泵控的转变,并且除具有常规比例控制系统的优点外,比例变量泵系统更具有如下优点:

(1) 相同功率的机器,注射速率可提高25%以上,更适应薄壁精密注射要求。由于普通PQ系统功率计算以保压状态为标准,比例变量泵系统在这一动作时功率消耗很低,因而油泵排量可加大25%以上。

(2) 能量消耗减少,系统效率提高。比例变量泵系统具

有良好的自适应性,其输出的压力和流量能够与负载需求相一致,解决了节流调速系统的流量不适应和压力不适应问题,能量损耗大大减少,系统效率提高,节能效果十分明显,与普通定量泵+PQ比例阀系统相比,可节电25%~45%。

(3) 系统发热降低,液压元件使用寿命延长。比例变量泵系统几乎无节流、溢流损失,系统运行时发热大大减少,不仅可节省冷却水的消耗,低油温使密封件等液压元件寿命大大提高。

(4) 液压系统污染度水平降低,系统故障明显减少,运行稳定性大大提高,液压油使用时间比常规系统延长3 a以上。

(5) 可实现数控比例背压的控制,塑化效果得到了改善。

2.3 比例变量泵系统的应用情况^[14]

国产注塑机应用比例变量泵系统最早始于20世纪80年代后期。进入90年代中期以后,加工企业间的竞争日趋加剧。为了迅速满足市场需求和节能与环保的总体要求、提高国产塑机的节能控制水平,震德公司自1997年开始,先后研制开发了CJ180~CJ600共9个品种的精密节能型注塑机,采用了具有国际先进水平的比例变量泵系统,实现了注塑机液压系统由阀控向泵控的转变,改传统的节流调速系统为容积调速系统。

3 两种节能方式的对比及节能技术的发展趋向^[14]

(1) 比例变量泵系统

纵观国产注塑机节能控制技术的发展,比例变量泵系统以其特有的优点占据了目前市场的主导地位,仅震德公司目前每月销售的配有变量泵系统的V型机就有200多台。随着生产技术的成熟,其应用范围将进一步扩大,震德已有计划逐步将变量泵系统从中型机扩至大型机。另外,现在采用的开环比例变量泵系统也将逐步改进为闭环比例变量泵系统。整机的控制水平将进一步提高,行业内其他注塑机生产厂家也纷纷研制生产比例变量泵系统,其应用日趋广泛,相信未来3~5 a内,国产注塑机比例变量泵系统仍占据节能控制技术的主流。但是比例变量泵加工难度大,价格昂贵,

而且对油液清洁度要求高,不利于工作状态恶劣的注塑机应用,其维护保养较复杂。以后的工作需解决这方面的问题。

(2) 变频调速系统

由于工业用交流变频系统价格下调较多,有少部分厂家将其引入注塑机控制系统,通过控制电机转速来调节系统流量输出,达到节能目的。一般而言,节能效果可达20%以上。但交流变频调速系统应用于注塑机尚存在一些问题,如动态响应较慢、调节精度低、低速过载能力差,特别是当电机制动时速度慢,不能满足控制系统的要求。其次,对于定量泵进行调速时由于定量泵自身最低转速的限制,加上泵的泄漏与压力成正比,因此泵在工作中存在最低稳定转速限制。

4 结语

综上所述,现阶段国产注塑机节能控制技术的发展方向仍以比例变量泵技术为主,并将逐步过渡为闭环比例变量泵系统。另外对于变频器在注塑机上的应用,虽然有广阔的发展前景,但是要解决的问题也很多。

参考文献

- [1] 牟杰高. 注塑机变频节能技术改造[D]. 北京: 中国农业大学, 2006.
- [2] 黄方平, 等. 液压气动与密封, 2004(3): 22~25.
- [3] 曹建伟, 等. 机床与液压, 2003(6): 81~83.
- [4] 邱慈曦, 等. 电气传动, 2006, 36(8): 56~58.
- [5] 张友根. 变频器世界, 2005(8): 96~98.
- [6] 张颖. 农机化研究, 2004(2): 219~221.
- [7] 许学武. 变频器世界, 2008(6): 69~70.
- [8] 何芳. 景德镇高专学报, 2006, 21(4): 44~45.
- [9] 牟文杰, 等. 工程塑料应用, 2002(7): 43~45.
- [10] 候金来. 中国塑料, 2001(6): 87~88.
- [11] 翁振涛, 等. 液压气动与密封, 2004(1): 41~43.
- [12] Achim Helbig. Injection molding machine with electric-hydrostatic drives[M]. 3rd. Aachen: Shaker Verlag, 2002: 67~82.
- [13] 饶启琛, 等. 橡塑技术与装备, 2002, 28(4): 53~55.
- [14] 张涛. 机电工程技术, 2001, 30(5): 15~16.
- [15] 王昌焱. 流体传动与控制, 2007(2): 42~44.

RESEARCH ON FREQUENCY VARIABLE TECHNOLOGY AND VARUABLE PUMP IN INJECTION MOLDING MACHINE

Feng Gang

(Zhejiang Industry Polytechnic College, Shaoxing 312000, China)

Jiang Ping

(Zhoushan Polytechnic College, Zhoushan 316000, China)

ABSTRACT The characteristics and application of quantitative pump driven with frequence converter and the proportional variable pump were introduced, and the energy-saving technology trends of injection molding machine was discussed.

KEYWORDS injection molding machine, energy-saving, frequency variable, variable pump

欢迎订阅、欢迎投稿、欢迎刊登广告