

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2012.02.015

蓄能器在注塑机液压系统中的应用

朱洪军,冯刚

(浙江工业职业技术学院,浙江绍兴 312000)

摘要: 阐述了蓄能器的工作原理、种类、功能、应用。从理论及应用方面,总结了蓄能器在注塑机节能系统中的应用现状。进一步强调了注塑机最主要的能耗是液压动力驱动系统的能耗,而蓄能器对注塑机液压系统的节约能源、保持工作稳定性等起着重要作用,所以研究蓄能器在注塑机液压系统中的应用是当前塑料机械一个非常重要研究方向。最后展望了蓄能器在注塑机液压系统中的应用前景。

关键词: 注塑机;蓄能器;节能

中图分类号: TQ320.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2012)02-0057-04

Application of Accumulator in the Hydraulic System of Injection Molding Machine

Zhu Hongjun, Feng Gang

(Zhejiang Industry Polytechnic College, Shaoxing 312000, China)

Abstract: The elaboration accumulator working principle, type, function and application was summarized. From the theory and the application aspect, the present situation of accumulator in injection molding machine energy conservation system application was reviewed. It was emphasized that the main energy consumption of the moulding plastics machine was hydraulic system, and the accumulator played an important role to save the energy and to maintain job stability in the hydraulic system of injection molding machine. The study of application of accumulator in the hydraulic system could not be ignored for achieving energy saving injection molding machine. Finally, the accumulator in injection molding machine hydraulic system application was prospected.

Keywords: injection molding machine ; accumulator ; energy conservation

目前国内市场上生产和使用的注塑机大部分是全液压式注塑机,其能量消耗存在相当大的浪费,节能型塑料机械已逐渐成为众多消费者和生产商共同追求的目标,节能型注塑机将成为市场前景非常广阔的产品。蓄能器在注塑机液压系统中起着保持工作稳定性和节约能源等重要作用,研究蓄能器在注塑机液压系统中的应用是实现注塑机节能的一个不能忽视的问题。近年来,蓄能器的研制与应用日益成熟,为蓄能器在注塑机液压系统中的节能应用提供了有力的支持,将蓄能器应用于聚合物加工设备也有相关报道,但都局限于应用在压力调节和缓冲方面,将蓄能器直接用于注塑机节能研究很少^[1]。笔者对注塑机液压系统和蓄能器进行详细分析,并论述蓄能器在注塑机液压系统中的应用。

1 注塑机液压节能技术的研究现状^[2-4]

按具体的设备来划分,注塑机的能量消耗大致可分为以下三个部分:①液压系统油泵的能量消耗;②加热器的能量消耗;③循环冷却水泵的能量消耗。其中,液压系统油泵的能量消耗占整个注塑机能量

消耗的 80% 以上,降低其能量消耗量是注塑机节能的关键。

液压系统是注塑机工作过程中的“血液”循环系统,是为注塑机的各种执行机构(马达以及油缸)提供速度与压力的重要回路。液压回路一般是由控制系统流量与压力的主回路及控制各执行机构的分回路组成。回路主要由过滤器、控制阀、泵、温度指示仪表、热交换器以及各种压力表等组成。

当前,国内外对注塑机节能技术的研究主要集中在以下几个方面:第一,将电动机同液压系统各自的特点结合起来,研发电液混合驱动节能系统,采用液压系统进行模具的开闭,塑化与注射动作由电机来完成。这种方式可在提供较大合模力的情况下,实现较低的机器制造成本和较高的注射精度。第二,开发新型注塑机节能技术,如微发泡节能注射成形技术、注射压缩节能注射成型技术、振动成型节能技

联系人:朱洪军,讲师,硕士,主要从事机械设计和虚拟样机技术的研究

收稿日期:2011-11-25

术、介质辅助节能技术、节能螺杆技术等。第三,在原有液压系统的基础上进行改造,采用新型节能方案,尽可能减少原液压系统的能量损耗。这是目前国内大多数注塑机生产厂家的主要研究方向。第四,采用全电动驱动,由伺服电机直接驱动执行机构,达到高速、高效及精密的生产效果,这是国际上目前最新的研究方向之一。

2 蓄能器的工作原理及分类

2.1 蓄能器的工作原理

蓄能器是将压力液体的液压能转换为势能贮存起来,当系统需要时再由势能转化为液压能而做功的容器。蓄能器可以作为辅助的或者应急的动力源,补充系统的泄漏,稳定系统的工作压力,以及吸收泵的脉动和回路上的液压冲击等。

系统正常工作时负载属于间歇工作,而且需要流量小。选用蓄能器后,由蓄能器提供工作所需的油液,由液压泵进行补液。这样就可以采用一个功率很小的液压泵电机组,使整个液压系统尺寸小、质量轻。特殊情况下,当负载需要较大流量时,蓄能器和液压泵可以同时供液,也可以满足使用要求;当负载不工作时,蓄能器充液保持设定压力,电机泵组不工作,系统很节能^[5]。

2.2 蓄能器种类及功能

(1) 蓄能器的类型

蓄能器按加载方式可分为重锤式、弹簧式和气体式。目前应用最广的是气体加载式的皮囊式蓄能器^[6]。

重锤式蓄能器是通过提升加载在密封活塞上的质量块把液压系统中的压力能转化为重力势能积蓄起来。其结构简单、压力稳定。但安装局限性大、只能垂直安装,且不易密封、质量块惯性大、不灵敏。一般重锤式蓄能器仅供暂存能量用。

弹簧式蓄能器是依靠压缩弹簧把液压系统中的过剩压力能转化为弹簧势能存储起来,需要时释放出去。其结构简单、成本较低。但是因为弹簧伸缩量有限且对压力变化不敏感,消震功能差,只适合小容量、低压系统,或者用作缓冲装置。

气体式蓄能器是以波义耳定律为基础,通过压缩气体完成能量转化。使用时首先要向蓄能器充入预定压力的气体,当系统压力超过蓄能器内部压力时,油液压缩气体,将油液中的压力能转化为气体内能;当系统压力低于蓄能器内部压力时,蓄能器中的油液在高压气体的作用下流向外部系统,释放能

量。选择适当的充气压力是气体式蓄能器的关键。气体式蓄能器由耐压壳体、弹性气囊、充气阀、提升阀、油口等组成,可做成各种大小规格,适用于各种大小型液压系统,胶囊惯性小,反应灵敏,不易漏气,没有油气混杂的可能,维护容易,附属设备少,安装容易,充气方便,是目前使用最多的一种蓄能器。

(2) 蓄能器的功能

蓄能器的功能主要分为存储能量、消除脉动、降低噪声、吸收液压冲击和回收能量等。

① 存储能量

蓄能器的存储能量功能在实际使用中又可细分为:作辅助动力源,减小装机容量;补偿泄漏;作热膨胀补偿;作紧急动力源;构成恒压油源等。这5种功能的主要区别是参数选择不同。

② 消除脉动、降低噪声

对于采用柱塞泵且其柱塞数较少的液压系统,泵流量周期变化会使系统产生振动。而装设蓄能器后可以大量吸收脉动中的能量。在流量脉动的一个周期内,瞬时流量高于平均流量部分的油液被蓄能器吸收,低于平均流量部分由蓄能器补充。

③ 吸收液压冲击

换向阀突然换向、执行元件运动的突然停止都会使液压系统产生压力冲击,使系统压力在短时间内快速升高,造成仪表、元件和密封装置的损坏,并产生振动和噪声。将蓄能器装设在控制阀或液压缸等冲击源之前,可以很好地吸收和缓冲液压冲击。

④ 回收能量

能量回收可以提高能量利用率,是节能的重要途径。可用蓄能器暂存能量,回收多种动能、位置势能^[7]。

3 蓄能器在注塑机液压节能系统中的应用

3.1 蓄能器模块节能原理分析^[8]

对于一个制品的成型周期来说,有塑化、注射、保压、冷却、开关模等几个环节。注塑机电机的总能耗为 Q_0 ,塑化、注射的过程中,电机消耗的能量为 Q_1 ,保压、开关模(顶出)过程所消耗的能量为 Q_2 ,冷却过程中消耗能量为 Q_3 ,损耗为 Q_4 。则注塑机的电机能耗应该为:

$$Q_0 = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \quad (1)$$

设 Q_6 为保压、开关模过程所需要的能耗, Q_7 为保压、开关模过程的溢流能耗。对于 Q_2 有 $Q_2 = Q_6 + Q_7$,代入式(1)有:

$$Q_0 = Q_1 + Q_3 + Q_4 + Q_6 + Q_7 \quad (2)$$

从理论上来说,在加工参数和模具以及其它加工条件不变的情况下,不管有没有蓄能器,每个加工过程的工作能耗的数值应该是不变的。但是,对于有蓄能器模块的注塑机,根据油路的工作原理,在塑化、注射的高压高流量阶段由泵直接供工作压力,并向蓄能器补充能量,而在保压、开关模过程中由蓄能器提供工作压力。在一个加工周期内,对于有蓄能器模块的注塑机能耗 Q_0' 有:

$$Q_0' = Q_1' + Q_2' + Q_3' + Q_4' + Q_5' \quad (3)$$

其中 Q_5' 是在一个加工周期内泵补充给蓄能器的能量,由于在保压、开关模过程中由蓄能器提供液压油,此时电机空载,所以式(3)中 Q_2' 为保压、开关模过程中的电机的空载能耗。假设 Q_5' 全部用于提供保压、开关模过程的能耗,则有: $Q_5' = Q_6$,代入式(3)有:

$$Q_0' = Q_1' + Q_2' + Q_3' + Q_4' + Q_6 \quad (4)$$

对于在加工参数设定相同的条件下,塑化注射能耗相同,泵空载的能耗相同,并忽略损耗不同,有:

$$Q_1' = Q_1, Q_3' = Q_3, Q_4' = Q_4$$

比较式(2)和式(4),则蓄能器模块的节约能耗应该为:

$$Q_0 - Q_0' = Q_7 - Q_2' \quad (5)$$

可以看到,在注射阶段有蓄能器的注塑机能耗比无蓄能器的注塑机能耗要低,这是因为在加工条件相同时,保压阶段使用蓄能器能量,电机空载,保压能耗就会减少,随着保压时间设定的增长,保压能耗降低越明显;在塑化阶段,由于需要补充蓄能器能耗,有蓄能器注塑机的能耗比无蓄能器注塑机能耗高;在开关模阶段装有蓄能器注塑机直接使用蓄能器能量,测量得到的是电机空转能耗,能耗大大降低;在冷却阶段与此类似。

自行研制的蓄能器节能模块运用在注塑机后能降低整机能耗,节省能耗的效果随着保压时间的增长更加明显。对小模具能达到节能 15%~28%,对注射量大的模具能达到 6%~15% 的节能效果。从以上可以看出,加入蓄能器节能模块,对液压注塑机进行低成本的改造,能达到较为明显的节能降耗效果。

3.2 在注塑机液压节能系统中的应用

目前大多数中小型通用注塑机采用的是定量泵系统,用比例压力流量复合阀调节系统的流量、压力。这种注塑机不仅无法保证制品精度,而且注射速度低,生产效率低,能量利用率不高。全液压驱动

的注塑机在注塑成型的各个阶段所需负载的压力和流量都是由设在油泵出口的 PQ 阀(电液比例压力流量复合阀)来调节。PQ 阀将压力控制和流量控制有机地结合在同一阀内^[9]。蓄能器节能模块以 PQ 阀为核心改装而成,工作原理如图 1 所示。与 PQ 阀不同的是,在 PQ 阀油路中加入了比较阀和蓄能器。泵的出口压力自动跟踪负载所需压力,在塑化注射等高流量高压力的工况下,主溢流阀关闭,液压油在提供工作油压的同时给蓄能器补充能量;而在开模顶出等需要低流量高压力的工况下,通过比较阀发出信号使主溢流阀完全泄压,泵处于空转状态,此时工作油压完全由蓄能器提供。其中蓄能器中压力分别由高压、低压两个继电器控制。

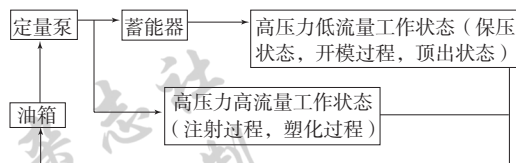


图1 蓄能器储能模块工作原理图

杨智韬等^[1]对传统的全液压注塑机的油路进行改造,加入自行研制的蓄能器节能模块,对改造完成后的节能注塑机进行能耗测试并与传统的未改造的注塑机进行对比,发现运用蓄能器模块后整机能耗明显降低。温展飞^[8]、王权^[10]等针对高速注塑成型机特点,提出其注射部件的一般设计原则,并对注射部件动力源—蓄能器有关参数进行计算。

由于注塑机螺杆在塑化物料时要消耗大量能量, Ferromatik Milacron 欧洲公司推出了 K-Tec 系列注塑机,这是一种在蓄能器辅助液压注塑机上采用电驱动塑化装置的杂混型注塑机。K-Tec 155 机型采用杂混模式可实现搭接或平行移动,并可节省能耗 15%。另外 Tsai^[11]、Wang^[12]、Yu^[13]指出在液压注塑机中采用超高速响应和高精确的大容量蓄能器及快速响应的伺服或者比例阀后,能够达到快速注射速度要求。

4 蓄能器在注塑机液压系统中的开发及应用前景

随着工程塑料在精密仪器、音像制品、医疗器械、电子仪表、通讯器材及光学镜片等制造领域得到广泛的应用,对体积小、质量小、外形复杂或超薄壁塑料制品的尺寸精度、形位误差、质量的稳定性、外观质量等要求不断提高,现有的普通型注塑机已很难满足日益增长的市场需求,开发适合中国市场的高速注塑机已势在必行。蓄能器作为一种液压系统中的辅助装置,能给系统带来明显的节能、经济、安

全、环保、可靠等效果,在现代大型液压系统,特别是具有间歇性工况要求的系统中尤其值得推广使用。同时有必要对其作进一步的基础研究,完善蓄能器的基本理论,为开发新型实用的蓄能器作好准备^[14]。各种类型注塑机通常都有高速高压的注射过程,需要很大的注射功率。为避免使用大功率液压泵及驱动电机,采用蓄能器供油回路是非常适宜的,它可以在短时间内提供大量的压力油以满足高速注射的需要,蓄能器在注射之外的时间则可以储存过剩的能量,使能耗得到最合理的分配,起到显著的节能效果^[15]。

参考文献

- [1] 杨智韬,魏保华,瞿金平.蓄能器在全液压注塑机的应用以及节能效果研究[J].四川大学学报,2010,42(1):243-247.
- [2] 张桂林.基于能量调节的注塑机节能液压系统研究[D].杭州:浙江大学,2010:8-13.
- [3] 毛桂兴.注塑机液压系统节能系统的应用研究[J].橡胶技术与装备,2011,37(2):53-54.
- [4] 冯刚,江平.变频技术和变量泵在注塑机节能方面的应用研究[J].工程塑料应用,2011,39(3):102-104.
- [4] 赵钢.液压系统中蓄能器的选用[J].液压与气动,2010(1):64-65.
- [5] 袁锐波,罗璟,杨海峰,等.蓄能器在机床与金属加工设备中的应

用[J].机床与液压,2010,38(8):68-69.

- [6] 刘安治.蓄能器在冶金液压系统中的应用[J].现代冶金,2009,37(4):60-63.
- [7] Yoshiyasu, Mitsuaki A, Akihisa K. Super high speed injection molding machine SGM-HP [J]. Technological Revolution, 1999, 47(14):1-4.
- [8] 温展飞,文生平,江静,等.超高速注射机注射控制的系统分析与仿真研究[J].塑料工业,2009,37(9):34-38.
- [9] 康磊.120吨注塑机蓄能器增速原理研究与实验[D].杭州:浙江大学,2011.
- [10] 王权.高速注塑机注射部件设计及应用[J].机床与液压,2011,39(6):58-60.
- [11] Tsai Ching-Chih. Mechatronic design and injection speed control of an ultra high-speed plastic injection molding machine [J]. Mechatronics, 2009, 19: 147-155.
- [12] Wang Y S. The investigation of hydraulic servo system design for high-speed injection molding [D]. Taiwan: ChungYuan University, 2001.
- [13] Yu C Y. A study on the regulating response characteristics of hydraulic servo system for the high-speed injection molding [D]. Taiwan: Chung Yuan University, 2002.
- [14] 贾利国.蓄能器在液压系统中的节能应用[J].机电工程,2006,23(5):10-11.
- [15] 邱开元.蓄能器在液压系统中的节能作用[J].节能,1994(2):21-24.

美国 XBoards 公司开发出亚麻纤维增强复合材料滑雪板

美国北加州的 XBoards 公司开发出限量版滑雪板 BioBoard™,它是使用亚麻纤维增强复合材料制成的。

据公司报告, BioBoard 把强大的减震性能和改进的弹性、强度结合在一起,使其具有优越的性能,并且舒适性能也提高了。BioBoard 的特点是使用专利 FlaxFlex 技术,保证滑雪板整个长度的弯曲性始终如一,这有助于减少腿部疲劳。与玻璃纤维和碳纤维材料相比,亚麻纤维密度低,具有优越的减震性能,这意味着 BioBoard 滑雪手即使在不平坦的地形下也能以更快的速度滑的更加流畅。

BioBoard 是唯一市售的使用 Lineo 的 100% 可再生和可生物降解的亚麻面料生产的滑雪板。Lineo 的亚麻材料已成功应用于许多其他体育产品的振动减震器,包括冲浪板、网球拍和赛艇等。(中聚网)

新型塑料管材专用料挑战传统采暖方式

扬子石化自行研发的一种新型塑料专用料——过氧化物交联聚乙烯管材专用料,日前在该公司聚乙烯装置上试产成功,产品各项性能指标均达到国外同类产品水平。过氧化物交联聚乙烯管材具有优良的卫生和综合性能,因其具有舒适、节能、环保等独特优势成为新一代的绿色管材。早在 20 世纪 80 年代,发达国家就将其广泛应用于热水辐射供暖,与

传统采暖方式相比,该取暖具有 20%~30% 的节能效果。过氧化物交联聚乙烯管材专用料在欧美、日本和韩国等国家和地区的普及率达到 60% 以上。(中化网)

扬子石化塑料产量首破百万吨

2011 年,扬子石化生产塑料 100 多万 t,其中新产品和专用料为年度计划指标的 112.5%,产品总量创年度塑料产量新纪录。

该厂节能改造后的乙烯装置安稳运行,为稳定高产提供了基础条件。同时,技术攻关使装置连续运行 14 个月,创该装置稳定运行最好业绩,非计划停工减少 50% 以上。在聚乙烯产品整体效益不良形势下,扩大优势产品产量获得了良好经济效益。(中化网)

2011 年全球化纤产量达到 4866 万 t

《日本化学新闻》日前公布统计数据显示,2011 年全球化纤产量达到 4866 万 t,同比增长 8.3%。其中中国的产量达到 3222.9 万 t,同比增长 13.8%;中国台湾的产量为 216.6 万 t,同比下降 6.9%;韩国产量为 146.9 万 t,同比下降 1.2%;日本产量为 78.9 万 t,同比增长 3.2%;东盟产量为 274.2 万 t,同比下降 2.3%;印度产量为 277.2 万 t,同比下降 2.3%;美国产量为 183.4 万 t,同比下降 0.7%;西欧产量为 233.2 万 t,同比增长 0.7%。(工程塑料网)