

浅谈注塑机变频节能改造方案

刘佳畅

Liu Jiachang

摘要：本文对注塑机基本工艺过程做了简要介绍，对变频改造的节能原理及效果做了简要分析，论述了变频节能调速装置在注塑机行业的传统改造方案与经济型改造方案，讲解了传动之星注塑机专用变频节能调速装置在应用中的主要特点。

关键词：变频 节能 注塑机

1 引言

随着注塑机设备的广泛应用，对于塑料制品行业来说，电耗是其生产成本的主要部分，而注塑机是塑料制品厂的主要能耗设备之一，因此降低注塑机的能耗成为注塑行业降低成本、提高产品竞争力的有效途径。而电能的节约在各项节能措施中是效益产出率最大的。若用变频节能调速装置来调节电机(油泵)的转速，实时满足压力和流量的需求，这样既经济又实用，因此采用变频节能调速装置对注塑机的节能改造已成为注塑行业降低注塑机的能耗成本、提高产品竞争力的最有效的途径。

2 变频节能原理

注塑机的电能消耗主要表现在以下几个部分：

 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

其中液压油泵的用电量占整个注塑机电用量的80%以上，所以降低其耗电量是注塑机节能的关键。注塑机在合模、锁模、射胶、冷却等阶段所需压力和流量都是变化的，当注塑机的油量需求发生变化时，由设在油泵出口的溢流阀来调节负载压力和流量，而电机的输出功率不变，因而造成能量浪费。

变频调速装置由整流电路、滤波电路、逆变电路和控制电路组成，其功能是通过整流环节将交流电能经过整流、滤波为直流电能，又通过逆变环节转变成不

同频率的交流电能输出给电机。于是可让注塑机油泵电机在不同的转速下工作。

另外，根据油泵的理论，油泵的输出流量 Q 的计算公式为：

$$Q=2[(R^2-r^2)-(R-r)S \times Z/\cos \alpha]B \times N10^{-6}$$

式中： R -叶片的半径 r -定子的短半径

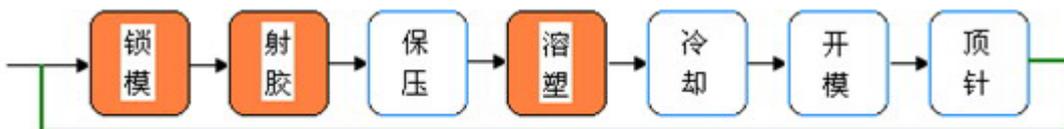
S -叶片的厚度 B -转子的轴向宽度

Z -叶片数目 α -叶片相对半径方向的倾角

由上式公式中可得出改变油泵电机转子的转速 N 也就改变输出流量 Q ，即油泵油流量与油泵电机的转速成正比，而改变油泵电机转子的转速 N 是通过注塑机电机的同步信号自动控制变频节能调速装置的输出频率来实现，油泵电机的耗电与其转速近似成三次方关系，即油泵电机的耗电功率 $P=P' \cdot (N'/N)^3$ ，若注塑机油泵电机额定功率为 55KW，则当转速下降到原转速的 4/5 时，其耗电量用 28.16KW，省电 48.8%；当转速下降到原转速的 1/2 时，其耗电量仅用 6.875KW，省电 87.5%，从而使油泵负载具有明显的节电效果（其中： $P'=55KW$ ， $N'/N=4/5$ 和 $N'/N=1/2$ ）。

3、注塑机工作原理

塑料注射成型是利用三种状态（固态-液态-固态），借助于注塑机和模具成型出所需要的塑料制品。尽管所有的注塑机不尽相同，但注塑机的工作流程基本是相同。如图一所示，大致可分为七道工序：锁模、射胶、保压、溶塑、冷却、开模、顶针（顶针进、顶针退、射座退）等，依次每一道工序都需要用不同的工作压力和流量，除了高压锁模、射胶及溶塑动作需要较大压力外，其它工序都工作在很小压力下，其压力和流量是靠压力比例阀和流量比例阀来调节，通过调节压力比例阀和流量比例阀的开启度来控制压力和流量大小。

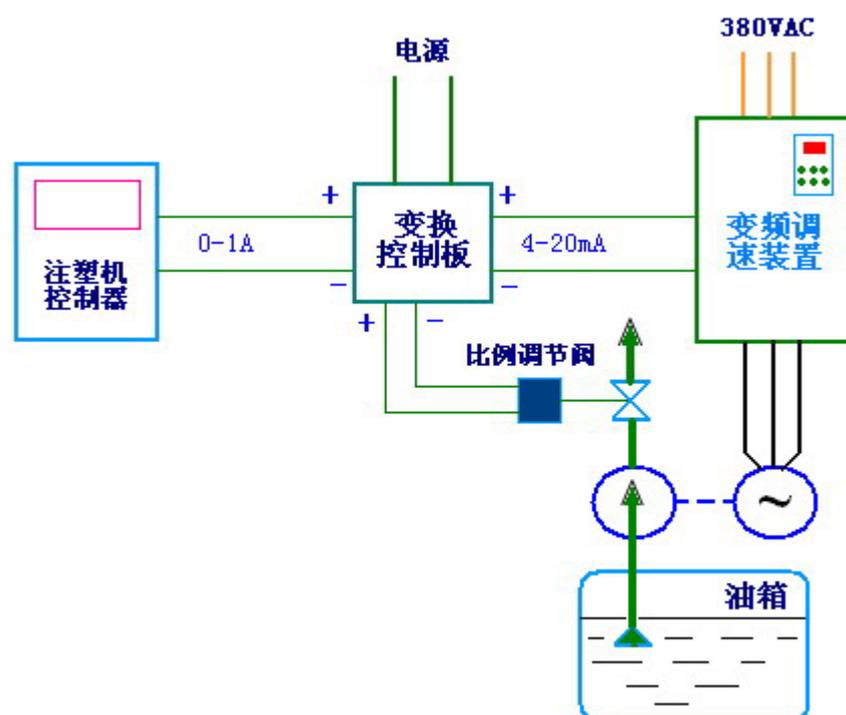


注塑机工作流程图一

4 注塑机变频节能改造方案

4.1 传统注塑机变频节能改造方案

4.1.1 方案原理图如图二所示：



传统注塑机变频调速示意图二

进入二十一世纪来,采用变频调速的方式对注塑机进行节能改造的技术已得到了较大的应用。传统的变频调速控制主要采用将注塑机主控制器的流量阀信号或者压力阀信号转换成变频节能调速装置接受的‘0-10V’或‘4-24mA’的信号给变频节能调速装置控制,以达到根据工艺需要调节油压的目的。当注塑机某一个动作处于压力大而流量小(流量大而压力小)时,就会造成参数点过低,电机转速偏低,压力不足,做出的产品达不到生产要求,影响生产。当需要调整某一个工作状态时,要整机转速提高,如此一来节能效果又大大降低。虽然取得一定的节能效果,但也存在多种负面的影响,且采用传统变频节能改造方案已难以解决现实中存在的问题。

4.1.2 传统注塑机变频节能改造方案存在的缺点：

- 1、动态响应不足,延长了注塑机的工作周期,造成产量的下降。
- 2、产品质量不够稳定,废料增加。
- 3、工作过程不够流畅,有延缓现象。
- 4、对注塑机电脑、电加热电路存在电磁干扰现象。

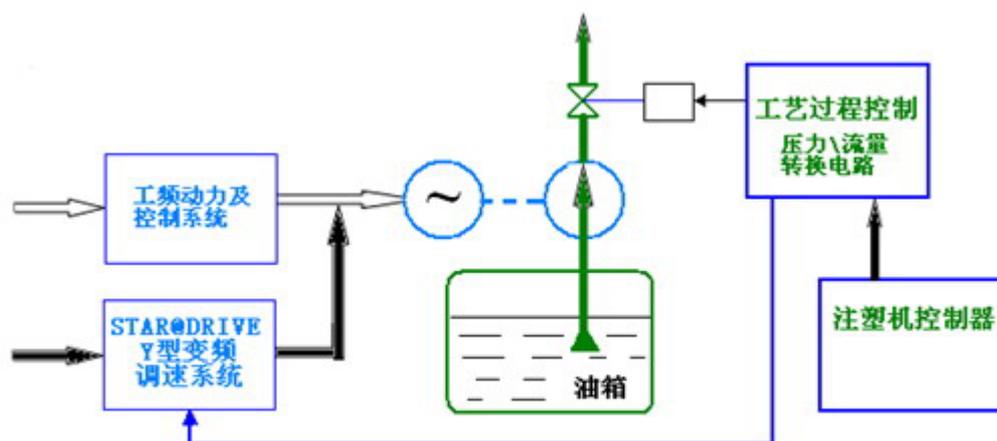
- 5、技术适用性差，对有些型号注塑机改造后的节电率甚小。
- 6、节电潜力挖掘不够，还存在多余的电能消耗。

4.2 最经济最实用的注塑机变频改造方案

4.2.1 方案概述

综合上述三讲的各种缺陷，为了解决客户疑惑，做到既节省巨额电费又不影响生产的双赢，我公司工程技术人员经过深入的研究分析，认为造成其根源主要在于控制部位。如果改造不当就会出现如文章中第三章所说的缺点一样。针对以上情况，传动之星 SD 系列注塑机专用型变频节能调速装置，采用多端信号输入控制，比例压力、流量信号作为主输入信号，另外几路动作单向作为辅助输入信号，当出现某一个动作工作压力不足时，可以单独调整而不影响其它工况。使电机在整个变化的负荷范围内的能量消耗达到所需的最小范围，并确保电机平稳、精确地运行、即保证产品质量又节约电能，真正做到经济实用。还采用了变频专用调速器、电流变送器和注塑机电脑控制等技术手段。

方案原理图如图三所示：



注塑机变频改造示意图三

根据注塑机在各个工作阶段中所需的油压大小和流量速度不同及变频节能调速装置的节能特点，从注塑机的压力电磁比例阀或流量电磁比例阀取出 0~1ADC 的模拟电流信号，送电流变送器处理后转变为 0~10VDC 的模拟电压信号来控制变频节能调速装置的输出频率，从而改变油泵电机的转速，来改变油泵输出流量，满足注塑机在各个工作阶段中所需的油压大小和流量速度，将传统的定量泵转变为变量泵，节能效率高达 20%~60%。

4.2.2 方案的优越性

这样,就将螺杆的控制方式从传统的比例阀节流调速方式变为电动机变频节能调速装置调速方式,从而大大改善了整机性能。改造后的注塑机保留原有操作过程不变,不需要更改原电路,调节方便,控制精确。真正实现了将最先进的变频调速技术完美的应用于塑胶工业生产。

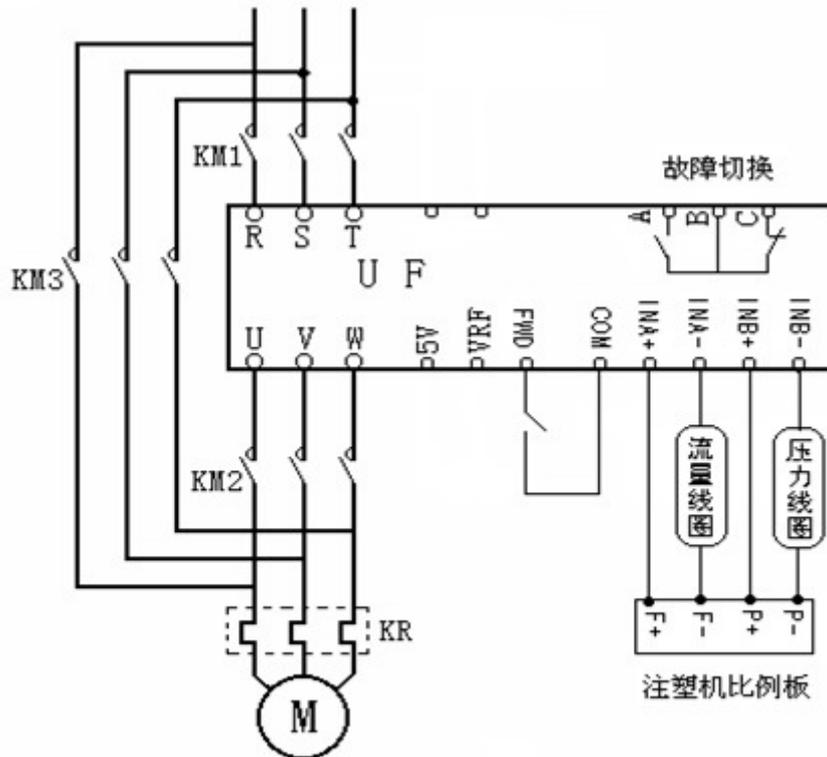
长远来看,传动之星注塑机专用变频节能调速装置从根本上简化了注塑机液压系统的结构,降低了注塑企业本身的生产成本,与目前采用的变量泵等传统改造节能措施相比,无疑是一种革命性的进步,必将成为注塑企业未来发展的趋势。

5 传动之星 SD 系列变频节能调速装置的功能与特点

5.1 SD 系列变频节能调速装置简述

我公司提供的 SD 系列高性能一体化变频节能调速装置专为注塑机用户节能改造提供的整套解决方案。新一代的产品性能更优越,功能更强大,外观更精巧。SD 系列一体化节能装置广泛适用于注塑机节能改造、恒压供水等,它集变频节能调速装置、旁路、柜体等一体化设计,方便了用户的使用需求。在系统设计上考虑了变频节能调速装置系统的干扰、散热等因素。是提供给经销商的一个用户端解决方案。也可以根据客户要求定制,避免经销商二次集成过程中的工艺和安装差异造成的不良因素。

传动之星 SD 系列一体化变频装置线路基本配线图如图四所示:



传动之星注塑机专用变频简图四

本系列结构紧凑，外形美观；具有键盘锁定功能，防止误操作；具有工频、变频运行又回路设计。具有自动复位、掉电复位功能。

5.2 传动之星 SD 系列参数设置参考：

必须要设置的参数如下

- F0-000=01 : 选择变频装置控制方式
- F0-001=10 : 选择注塑机专用参数
- F0-007=1.5-2.5: 选择变频装置加速时间
- F0-008=1.5-3.0: 选择变频装置减速时间
- F0-123=0 : 当有故障发生时, 输出有效信号
- F0-151=0 : 选择双输入控制, 将流量信号接到 INA, 将压力信号接到 INB
- F0-153=01 : 对应比例流量的最小控制信号为 1V
- F0-154=05 : 与比例流量最小控制信号对应的频率, 通常是被控电机的最低运行频率
- F0-155=10 : 对应比例流量的最大控制信号为 10V
- F0-156=55 : 与比例流量最大控制信号对应的频率, 一般略高于 50.00Hz。

- F0-157=01 :对应比例压力的最小控制信号 1V
F0-158=10 :与比例压力最小控制信号对应的频率
F0-159=10 :对应比例压力的最大控制信号 10V
F0-160=55 :与比例压力最大控制信号对应的频率

备注：F0-153 ~ 160 的参数设置（请按实际工况调整, 以上只能供参考）

5.3 采用传动之星 SD 系列变频改造的应用效果：

1、大幅度降低能耗：

SD 系列变频节能调速装置将传统的定量泵改变为变量泵，采用流量与压力双信号输入的变频调速方法，取代以前的比例阀调速方法，大幅度降低能耗。

在满足工艺要求的前提下，实现了油泵马达节能 20%-60%的显著效果。

2、提高生产工艺 延长设备使用寿命：

SD 系列变频节能调速装置采用外部扩展同步控制，任意速度段随意可调，能方便地满足注塑工艺要求，使之达到最佳值，使生产工艺比以前有所提高。且能降低系统油温，延长了密封元件寿命，减少了设备维护费用。

3、控制操作方便：

SD 系列变频节能调速装置采用先进的电脑控制手段，利用注塑机电脑的同步信号，根据注塑机机工艺要求自动控制油泵马达，运行安全可靠，生产中不需对传动之星变频节能调速装置进行调节，控制操作方便、简单。

4、无节流能量损失，溢流能量损失大大减小，使系统噪音降低 3-5 分贝，油管发热减小，油温降低。

4、实现完全意义上的软启动：

SD 系列变频节能调速装置启动电流小大大减轻注塑机开机、合模、开模时的震动，能大幅度降低对供电变压器容量的要求，并提高了电网质量，避免了设备本身的冲击，延长了设备和模具的使用寿命。

5、高可靠性：

SD 系列变频节能调速装置可实现工频/变频转换，即使在变频出现故障的情况下，可转换至工频，（也可以根据客户要求，把变频节能调速装置设置为报故障后自动跳到工频。）不会影响生产进度。提升力矩大，动态响应较快，适宜注塑机的突变升速的需要。

6 注塑机改造应注意的事项

6.1 注塑机变频改造过程中应注意的问题：

- (1) 必需采用定量泵的注塑机才可进行变频节能改造；
- (2) 变量泵不用进行变频节能改造。因为变量泵本身已带有一定的节能效果，增加变频节能调速装置不能体现出它的优势。
- (3) 一般情况下，继电器控制的注塑机也因对变频节能调速装置响应速度的特别要求，需慎重进行变频节能改造。

6.2 安装变频节能装置应注意的问题：

- (1) 一般采用带工频-变频双回路的形式(传动之星变频节能调速装置具备此功能)；
- (2) 考虑使用环境条件、电网电压、负载大小；
- (3) 变频节能调速装置的动力线与控制线应尽可能分开走线，控制线尽量使用屏蔽线；
- (4) 加强变频节能调速装置的抗干扰能力(加磁环，电抗器，滤波器等)。

7 结语

传动之星 SD 系列一体化变频节能调速装置的高性能和完善的功能，使其在各个行业得到了广泛的应用，随着注塑机变频节能改造工作的不断开展，会有更多的用户了解到注塑机使用变频节能调速装置的优越性，也会使越来越多的企业和单位加入到变频节能行业。因此推广交流变频调速装置在注塑机上的应用，对于减少能源浪费具有重要意义。

参考文献：

刘佳畅，浅析变频技术对电网的影响，控制与传动，2008 第 2 期

传动之星，深圳市传动之星通用型技术手册，2006 年 8 月

作者简介：

刘佳畅，男，工程师，主要从事自动化系统与变频调速器的应用与技术研究工作，

公司：深圳市蓝海华腾技术有限公司

地址：深圳市南山区西丽江源工业区 23 栋 5 楼

邮政编码：518055

网址：www.v-t.net.cn

邮箱：lttl2008@126.com

联系电话：0755-26580801 13510640734