



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101992532 A

(43) 申请公布日 2011.03.30

(21) 申请号 201010529958.1

(22) 申请日 2010.10.29

(71) 申请人 华南理工大学

地址 510640 广东省广州市天河区五山路
381 号

(72) 发明人 钟汉如

(74) 专利代理机构 广州市华学知识产权代理有
限公司 44245

代理人 李卫东 黄磊

(51) Int. Cl.

B29C 45/76 (2006.01)

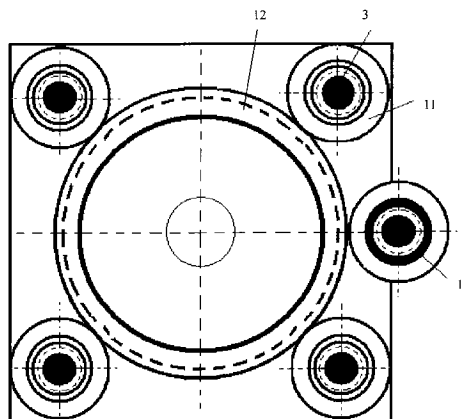
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 4 页

(54) 发明名称

电动注塑机锁模力的自动调节系统及调节方法

(57) 摘要

本发明公开了一种电动注塑机锁模力的自动调节系统，四根拉杆穿过静模板、动模板、后模板，静模板固定在拉杆上，五点式曲肘机构连接在动模板和后模板之间，五点式曲肘机构的十字头穿过后模板并套在滚珠丝杆外面，滚珠丝杆由合模电机驱动，后模板通过四个调节螺母与四根拉杆连接，调节螺母与后模板之间装有轴承，调节螺母外周设有齿轮齿，四个调节螺母的中间位置设有一个大齿轮，大齿轮与四个调节螺母的齿轮齿啮合，五点式曲肘机构的十字头、滚珠丝杆穿过大齿轮的中心，调模电机的输出齿轮与大齿轮啮合，调模电机连接注塑机控制系统。本发明的另一目的在于提供一种调模精度高的电动注塑机锁模力的自动调节系统的调节方法。本发明调模精度高。



1. 电动注塑机锁模力的自动调节系统,其特征在于:包括静模板、母模、四根拉杆、动模板、公模、五点式曲肘机构、后模板、滚珠丝杆、合模电机和调模电机,所述四根拉杆穿过静模板、动模板、后模板,静模板固定在拉杆上,母模固定在静模板上,公模固定在动模板上,五点式曲肘机构连接在动模板和后模板之间,五点式曲肘机构的十字头穿过后模板并套在滚珠丝杆外面,滚珠丝杆由合模电机驱动,后模板通过四个调节螺母与四根拉杆连接,调节螺母与后模板之间装有轴承,调节螺母外周设有齿轮齿,四个调节螺母的中间位置设有一个大齿轮,大齿轮与四个调节螺母的齿轮齿啮合,五点式曲肘机构的十字头、滚珠丝杆穿过大齿轮的中心,调模电机的输出齿轮与大齿轮啮合,调模电机连接注塑机控制系统,控制系统控制调模电机的正反转和运转时间。

2. 根据权利要求1所述的电动注塑机锁模力的自动调节系统,其特征在于:所述五点式曲肘机构包括十字头和以十字头为对称轴的两个第一推件、两个第二推件、两个第三推件、两个第四推件和两个第五推件,十字头连接第一推件,第一推件连接第二推件的中间,第二推件的两端连接第三推件和第四推件,第三推件连接后模板,第四推件连接第五推件,第五推件连接动模板。

3. 根据权利要求1所述的电动注塑机锁模力的自动调节系统,其特征在于:所述控制系统包括电脑控制器和PLC控制器,电脑控制器连接面板和键盘,电脑控制器通过CAN网络连接合模电机的驱动器,电脑控制器通过CAN网络连接PLC控制器,PLC控制器连接调模电机的驱动器、位置传感器、四个微应变压力传感器;位置传感器安装在大齿轮上,四个微应变压力传感器分别安装在四根拉杆上,并在微应变压力传感器的后端螺丝施加 4×10^{-8} 库仑电荷。

4. 根据权利要求3所述的电动注塑机锁模力的自动调节系统的调节方法,其特征在于包括以下步骤:

(1)、根据不同需要在注塑机面板设定一个锁模力 F ;

(2)、控制电路控制调模电机运转,大齿轮转动,四个调整螺母同向转动,后模板沿着拉杆后退,五点式曲肘机构、动模板也沿着拉杆向后移动;

(3)、后模板后退碰到停止行程开关,停止行程开关给PLC控制器发送信号,调模电机停止,后模板、五点式曲肘机构、动模板全部停止后退;

(4)、合模电机驱动滚珠丝杆转动,驱动五点式曲肘机构的十字头往前推,五点式曲肘机构向动模板方向伸直,此时动模板与定模板之间有间隙;

(5)、合模电机停止;

(6)、控制电路控制调模电机反向运转,大齿轮转动,四个调整螺母同向转动,后模板、五点式曲肘机构、动模板全部沿着拉杆向前移动;

(7)、动模板的公模与静模板的母模合模,使拉杆产生微应变延伸长度 ΔL_1 、 ΔL_2 、 ΔL_3 、 ΔL_4 ,变形产生静态拉力 T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 ,在微应变压力传感器的读书表上均可以读取;

(8)、PLC控制器通过位置传感器监测大齿轮的转动齿数,PLC控制器微调调模电机,从而微调动模板的位移,当四根拉杆上的微应变压力传感器测得的静态拉力 T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 之和等于锁模力 F ,PLC控制器停止调模电机,调模结束。

5. 根据权利要求4所述的电动注塑机锁模力的自动调节系统的调节方法,其特征在

于:所述步骤(8)锁模力F与大齿轮转过齿数的关系为 $F = Kx + C$,K是微应变延伸长度 ΔL 与锁模力F的函数直线的斜率,是注塑机的一个定值参数,x是大齿轮转过的齿数,C是函数直线的右偏移量,是注塑机的一个定值参数。

6. 根据权利要求4所述的电动注塑机锁模力的自动调节系统的调节方法,其特征在于:所述步骤(1)设定锁模力F的方法为:

①、锁模力F的大小需要根据模腔压力和投影面积来确定,必须满足:

$$F \geq \frac{P_{CP} A_T}{1000},$$

其中, P_{CP} -注塑过程中模腔平均压力, A_T -注塑制品投影面积;

②、锁模力F必须满足, $F \leq (0.8 \sim 0.9) P_H$,其中, P_H -注塑机的额定锁模力;

$$\textcircled{3}、\text{锁模力 } F = AE \sum_{i=1}^4 \varepsilon_i,$$

式中,A——拉杆截面积, Cm^2 ;

E——拉杆材料弹性模变量, KN/Cm^2 ;

ε ——拉杆的拉伸系数;

i——四条拉杆序号;

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L},$$

式中L——拉杆原长度;

ΔL ——微应变延伸长度;

设 $\sigma = \frac{F}{A}$, σ -应力,

$$F = A \times \sigma = A \times E \times \sum_{i=1}^4 \varepsilon_i = A \times E \sum_{i=1}^4 \frac{\Delta L_i}{L_i}, \text{ 求得锁模力。}$$

7. 根据权利要求4所述的电动注塑机锁模力的自动调节系统的调节方法,其特征在于:所述步骤(8)调模结束之后,注塑同一种注塑制品无需再调模,后模板固定不动,通过五点式曲肘机构驱动动模板进行开模和合模。

电动注塑机锁模力的自动调节系统及调节方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电动注塑机领域,特别涉及一种电动注塑机锁模力的自动调节系统及调节方法。

背景技术

[0002] 电动注塑机开合模是采用伺服电机通过滚珠丝杠驱动十字头运动,十字头与曲肘机构配合将旋转运动转化为开合模方向的线性运动。在注射和保压阶段,模腔内物料所产生的压力称为胀模力,为使模具不被胀模力分开,机器必须对模具施加足够的锁模力。如果锁模力不足,会导致模具离缝、发生溢料,但太大又会使模具变形,导致使用寿命缩短,并使塑料制品产生内应力和不必要的能量消耗。

[0003] 因此,合模之后的锁模力是一个非常重要的参数,既要设定准确,又要保证调模机构能够实现精准的锁模力。调模的目的为合模之后产生恰当的锁模力,在调模过程中,动模板的位移对锁模力大小的准确控制至关重要,其直接影响锁模力的大小。

[0004] 目前液压注塑机的调模机构,液压电机控制调模灵敏低差,调模方法复杂,调模精度低,无法保证调模之后实现精准的锁模力。另外,产生的噪声高,滚珠丝杠寿命短。

发明内容

[0005] 本发明为了克服以上现有技术存在的不足,提供了一种调模精度高的电动注塑机锁模力的自动调节系统。

[0006] 本发明的另一目的在于提供一种调模精度高的电动注塑机锁模力的自动调节系统的调节方法。

[0007] 本发明的目的通过以下的技术方案实现:本电动注塑机锁模力的自动调节系统,其特征在于:包括静模板、母模、四根拉杆、动模板、公模、五点式曲肘机构、后模板、滚珠丝杆、合模电机和调模电机,所述四根拉杆穿过静模板、动模板、后模板,静模板固定在拉杆上,母模固定在静模板上,公模固定在动模板上,五点式曲肘机构连接在动模板和后模板之间,五点式曲肘机构的十字头穿过后模板并套在滚珠丝杆外面,滚珠丝杆由合模电机驱动,后模板通过四个调节螺母与四根拉杆连接,调节螺母与后模板之间装有轴承,调节螺母外周设有齿轮齿,四个调节螺母的中间位置设有一个大齿轮,大齿轮与四个调节螺母的齿轮齿啮合,五点式曲肘机构的十字头、滚珠丝杆穿过大齿轮的中心,调模电机的输出齿轮与大齿轮啮合,调模电机连接注塑机控制系统,控制系统控制调模电机的正反转和运转时间。

[0008] 更加具体的,所述五点式曲肘机构包括十字头和以十字头为对称轴的两个第一推件、两个第二推件、两个第三推件、两个第四推件和两个第五推件,十字头连接第一推件,第一推件连接第二推件的中间,第二推件的两端连接第三推件和第四推件,第三推件连接后模板,第四推件连接第五推件,第五推件连接动模板。

[0009] 更加具体的,所述控制系统包括电脑控制器和 PLC 控制器,电脑控制器连接面板和键盘,电脑控制器通过 CAN 网络连接合模电机的驱动器,电脑控制器通过 CAN 网络连接

PLC 控制器, PLC 控制器连接调模电机的驱动器、位置传感器、四个微应变压力传感器;位置传感器安装在大齿轮上,四个微应变压力传感器分别安装在四根拉杆上,并在微应变压力传感器的后端螺丝施加 4×10^{-8} 库仑电荷。

[0010] 上述的电动注塑机锁模力的自动调节系统的调节方法,其特征在于包括以下步骤:

[0011] (1)、根据不同需要在注塑机面板设定一个锁模力 F ;

[0012] (2)、控制电路控制调模电机运转,大齿轮转动,四个调整螺母同向转动,后模板沿着拉杆后退,五点式曲肘机构、动模板也沿着拉杆向后移动;

[0013] (3)、后模板后退碰到停止行程开关,停止行程开关给 PLC 控制器发送信号,调模电机停止,后模板、五点式曲肘机构、动模板全部停止后退;

[0014] (4)、合模电机驱动滚珠丝杆转动,驱动五点式曲肘机构的十字头往前推,五点式曲肘机构向动模板方向伸直,此时动模板与定模板之间有间隙;

[0015] (5)、合模电机停止;

[0016] (6)、控制电路控制调模电机反向运转,大齿轮转动,四个调整螺母同向转动,后模板、五点式曲肘机构、动模板全部沿着拉杆向前移动;

[0017] (7)、动模板的公模与静模板的母模合模,使拉杆产生微应变延伸长度 ΔL_1 、 ΔL_2 、 ΔL_3 、 ΔL_4 ,变形产生静态拉力 T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 ,在微应变压力传感器的读书表上均可以读取;

[0018] (8)、PLC 控制器通过位置传感器监测大齿轮的转动齿数,PLC 控制器微调调模电机,从而微调动模板的位移,当四根拉杆上的微应变压力传感器测得的静态拉力 T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 之和等于锁模力 F ,PLC 控制器停止调模电机,调模结束。

[0019] 所述步骤 (8) 锁模力 F 与大齿轮转过齿数的关系为 $F = Kx + C$, K 是微应变延伸长度 ΔL 与锁模力 F 的函数直线的斜率,是注塑机的一个定值参数, x 是大齿轮转过的齿数, C 是函数直线的右偏移量,是注塑机的一个定值参数。

[0020] 所述步骤 (1) 设定锁模力 F 的方法为:

[0021] ①、锁模力 F 的大小需要根据模腔压力和投影面积来确定,必须满足:

$$[0022] \quad F \geq \frac{P_{CP} A_T}{1000}, \quad (\text{公式 1})$$

[0023] 其中, P_{CP} - 注塑过程中模腔平均压力, A_T - 注塑制品投影面积;

[0024] ②、为了保证可靠的合模,锁模力 F 必须满足, $F \leq (0.8 \sim 0.9) P_H$, 其中, P_H - 注塑机的额定锁模力;(公式 2)

$$[0025] \quad \textcircled{3}、\text{锁模力 } F = AE \sum_{i=1}^4 \varepsilon_i,$$

[0026] 式中, A ——拉杆截面积, Cm^2 ;

[0027] E ——拉杆材料弹性模变量, KN/Cm^2 ;

[0028] ε ——拉杆的拉伸系数;

[0029] i ——四条拉杆序号;

$$[0030] \quad \varepsilon = \frac{\Delta L}{L},$$

[0031] 式中 L——拉杆原长度；

[0032] ΔL ——微应变延伸长度；

[0033] 设 $\sigma = \frac{F}{A}$ ， σ - 应力，

$$[0034] \quad F = A \times \sigma = A \times E \times \sum_{i=1}^4 \varepsilon_i = A \times E \sum_{i=1}^4 \frac{\Delta L_i}{L_i} \quad (\text{公式 3}), \text{求得锁模力。}$$

[0035] 所述步骤 (8) 调模结束之后，注塑同一种注塑制品无需再调模，后模板固定不动，通过五点式曲肘机构驱动动模板进行开模和合模。

[0036] 合模过程的原理是：当合模电机正向转动时，滚珠丝杆带动五点式曲肘机构推动动模板向前运动。当模具的分型面接触时，曲肘机构尚未形成一线排列，动模板受到变形阻力的作用。此时合模电机的转速降低、扭矩增大，使作用在滚珠丝杆上的作用力不断增加，直至足以克服变形阻力，使肘杆成为一线排列。动模板发生的弹性变形对模具实现了锁紧。在开模时，合模电机反转，肘杆的一线排列被破坏，动模板与静模板分离并退回初始位置，从而实现开模。

[0037] 曲肘机构的工作位置由固定尺寸的推杆所决定，模具合紧时各推杆位置不变。因此，为了适应不同厚度的模具，必须有调整动模板与静模板之间距离的调模装置，调节锁模力的大小。曲肘机构的锁模力大小与合模机构的预变形量大小有关，成型制品所需的锁模力是通过调模装置的精细调整来实现的。调模机构安装在动模板或静模板上，通过调节拉杆上的调节螺母位置使后模板沿轴向移动以调节模具锁模力。

[0038] 如图 8 所示，在合模过程中，要求动模板的速度按照“慢-快-慢”的规律变化。在起始阶段，移模速度尽量慢，以降低系统冲击，以防止损坏模具；在运行过程中要求移模速度尽量高，从而降低工作循环时间，提高工作效率；在接近行程终点时，动模板的移动速度能够无限接近 0，从而避免模具受到锁模冲击，避免机器受到强烈振动和产生撞击噪音，延长其使用寿命。当曲肘机构运动到终点前某一位置时，模具刚好碰上，曲肘机构继续运动，迫使整个机件发生弹性变形，从而对模具产生压紧力（即锁模力），防止模具在注入高压熔体时模具的型腔张开。

[0039] 在动模板靠近静模板的某个位置 B 之前为高速，在位置 B 之后切换成转矩控制模式，先以低转矩推动模板前进，接触到定模板后（到位置 C）再以低速大转矩锁紧模具，在模具间压力到达一定值后（到位置 D），速度限制在零值，转矩基本保持不变。

[0040] 合模电机驱动下的模具保护：

[0041] 在注塑成型过程中对模具的保护是一个重要问题。通常注射用的模具精密且结构复杂，价格不菲。如果模具内留有制品或者残留物，或者在使用嵌件时嵌件的位置没有正确放置，模具按设定进行锁模的话，会使模具受到损伤。

[0042] 在电动注塑机中，合模电机可以在低速下以小力矩推动二板进行试合模。在低压模保位置内分三个区间地检测实际力矩有否超限，各区间具有不同的力矩超限上限值，如图 7 所示。如果检测出的实际力矩超出预先设置的力矩上限，就表明试合模遇到障碍。这里设置的力矩上限是通过总线传送到驱动器的。

[0043] 利用驱动器转矩工作模式的转矩限制功能,通过设定一条合理的转矩限制曲线来保护模具。在低速大转矩锁模时,如负载电流超过限制值,则认为模板之间有异物阻碍锁紧,这时控制系统立刻关闭转矩输出,从而达到保护模具的效果。通过设定多段模具保护位置的力矩监测水平,控制系统可以实现模具保护的功能。

[0044] 在此过程中,需要考虑模具保护措施,如图 7 所示,通过在临近静模板的位置 B 设定一个检测区间,电机以低速低转矩推动模板靠近静模板,同时检测合模电机实测负载力矩的变化是否超过设定负载力矩来确定有无障碍物。

[0045] 本发明相对于现有技术具有如下的优点:

[0046] 本电动注塑机锁模力的自动调节系统,采用电脑控制器、PLC 控制器对注塑机进行精确的调模,合模伺服电机和调模伺服电机灵敏度高,保证调模之后实现精准的锁模力,并且噪声小,滚珠丝杠寿命长。

[0047] 尤其是大型注塑机,配备本自动调节系统,一次就可以完成调模,提高工作效率,节约塑胶料。

[0048] 另外,本发明也提供了公式 1、公式 2、公式 3,帮助技术人员确定恰当的锁模力。

附图说明

[0049] 图 1 是本发明的电动注塑机锁模力的自动调节系统图。

[0050] 图 2 是后模板的左视图。

[0051] 图 3 是控制系统框图。

[0052] 图 4 是自动调节方法框图。

[0053] 图 5 是微应变压力传感器的动态压力曲线和静态压力曲线,其中,抛物线形状的曲线是动态压力曲线。

[0054] 图 6 是四个拉杆 ΔL 与锁模力 F 的线性关系图。

[0055] 图 7 是合模锁紧过程合模电机力矩控制曲线图。

[0056] 图 8 是合模锁紧过程速度控制曲线图。

具体实施方式

[0057] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。

[0058] 如图 1 和图 2 所示的电动注塑机锁模力的自动调节系统,包括静模板 1、母模 2、四根拉杆 3、动模板 4、公模 5、五点式曲肘机构 6、后模板 7、滚珠丝杆 8、合模电机 9 和调模电机,四根拉杆穿过静模板、动模板、后模板,静模板固定在拉杆上,母模固定在静模板上,公模固定在动模板上,五点式曲肘机构连接在动模板和后模板之间,五点式曲肘机构的十字头 10 穿过后模板并套在滚珠丝杆外面,滚珠丝杆由合模电机驱动,后模板通过四个调节螺母 11 与四根拉杆连接,调节螺母与后模板之间装有轴承,调节螺母外周设有齿轮齿,四个调节螺母的中间位置设有一个大齿轮 12,大齿轮与四个调节螺母的齿轮齿啮合,五点式曲肘机构的十字头、滚珠丝杆穿过大齿轮的中心,调模电机的输出齿轮 13 与大齿轮啮合,调模电机连接注塑机控制系统,控制系统控制调模电机的正反转和运转时间。

[0059] 五点式曲肘机构包括十字头和以十字头为对称轴的两个第一推件、两个第二推件、两个第三推件、两个第四推件和两个第五推件,十字头连接第一推件,第一推件连接第

二推件的中间,第二推件的两端连接第三推件和第四推件,第三推件连接后模板,第四推件连接第五推件,第五推件连接动模板。

[0060] 如图 3 所示,控制系统包括电脑控制器和 PLC 控制器,电脑控制器连接面板和键盘,电脑控制器通过 CAN 网络连接合模电机的驱动器,电脑控制器通过 CAN 网络连接 PLC 控制器,PLC 控制器连接调模电机的驱动器、位置传感器、四个微应变压力传感器;位置传感器安装在大齿轮上,四个微应变压力传感器分别安装在四根拉杆上,并在微应变压力传感器的后端螺丝施加 4×10^{-8} 库仑电荷。

[0061] 电动注塑机电脑控制器:采用灵动 SV1F2716 主板,电脑芯片组 Intel945GSE+ICH7M,用 Windows XP 操作系统作为上位机平台。面板为带触摸屏的 12 寸 LCD 显示屏,另加键盘输入,USB 接口和备用以太网接口。

[0062] CAN 网络:用隔离 RS-485 串口 CAN 总线通讯接口。

[0063] 微应变压力传感器为 Kistler 公司的产品。

[0064] 上述的电动注塑机锁模力的自动调节系统的调节方法,包括以下步骤:如图 4 所示,

[0065] (1)、根据不同需要在注塑机面板设定一个锁模力 F;

[0066] (2)、控制电路控制调模电机运转,大齿轮转动,四个调整螺母同向转动,后模板沿着拉杆后退,五点式曲肘机构、动模板也沿着拉杆向后移动;

[0067] (3)、后模板后退碰到停止行程开关,停止行程开关给 PLC 控制器发送信号,调模电机停止,后模板、五点式曲肘机构、动模板全部停止后退;

[0068] (4)、合模电机驱动滚珠丝杆转动,驱动五点式曲肘机构的十字头往前推,五点式曲肘机构向动模板方向伸直,此时动模板与定模板之间有间隙;

[0069] (5)、合模电机停止;

[0070] (6)、控制电路控制调模电机反向运转,大齿轮转动,四个调整螺母同向转动,后模板、五点式曲肘机构、动模板全部沿着拉杆向前移动;

[0071] (7)、动模板的公模与静模板的母模合模,使拉杆产生微应变延伸长度 ΔL_1 、 ΔL_2 、 ΔL_3 、 ΔL_4 ,变形产生静态拉力 T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 ,在微应变压力传感器的读书表上均可以读取;

[0072] (8)、PLC 控制器通过位置传感器监测大齿轮的转动齿数,PLC 控制器微调调模电机,从而微调动模板的位移,当四根拉杆上的微应变压力传感器测得的静态拉力 T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 之和等于锁模力 F,PLC 控制器停止调模电机,调模结束。

[0073] 所述步骤 (8) 锁模力 F 与大齿轮转过齿数的关系为 $F = Kx + C$,K 是微应变延伸长度 ΔL 与锁模力 F 的函数直线的斜率,是注塑机的一个定值参数,x 是大齿轮转过的齿数,C 是函数直线的右偏移量,是注塑机的一个定值参数。

[0074] 所述步骤 (1) 设定锁模力 F 的方法为:

[0075] ①、锁模力 F 的大小需要根据模腔压力和投影面积来确定,必须满足:

$$[0076] \quad F \geq \frac{P_{CP} A_T}{1000}, \quad (\text{公式 1})$$

[0077] 其中, P_{CP} - 注塑过程中模腔平均压力, A_T - 注塑制品投影面积;

[0078] ②、为了保证可靠的合模,锁模力 F 必须满足, $F \leq (0.8 \sim 0.9)P_H$, 其中, P_H - 注塑机的额定锁模力;(公式 2)

[0079] ③、锁模力
$$F = AE \sum_{i=1}^4 \varepsilon_i,$$

[0080] 式中, A ——拉杆截面积, Cm^2 ;

[0081] E ——拉杆材料弹性模变量, KN/Cm^2 ;

[0082] ε ——拉杆的拉伸系数;

[0083] i ——四条拉杆序号;

[0084]
$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L},$$

[0085] 式中 L ——拉杆原长度;

[0086] ΔL ——微应变延伸长度;

[0087] 设 $\sigma = \frac{F}{A}$, σ - 应力,

[0088]
$$F = A \times \sigma = A \times E \times \sum_{i=1}^4 \varepsilon_i = A \times E \sum_{i=1}^4 \frac{\Delta L_i}{L_i}$$
 (公式 3), 求得锁模力。

[0089] 所述步骤 (8) 调模结束之后, 注塑同一种注塑制品无需再调模, 后模板固定不动, 通过五点式曲肘机构驱动动模板进行开模和合模。

[0090] 图 5 是一组微应变压力传感器测得锁模时拉杆的压力动态曲线和压力静态曲线, 拉杆的静态拉力 T 是压力静态曲线的稳定值。得出此测量曲线的方法是每次调整动模板和静模板距离的一次锁模值。

[0091] 下表 1 是实际测得的四条拉杆拉伸系数、变形值及拉力值:

[0092]

项目		拉杆 1			拉杆 2			拉杆 3			拉杆 4			锁模力 F
齿数 x	力矩	拉伸系数 $\epsilon 1$	变形值 $\Delta L 1$	拉力 T1	拉伸系数 $\epsilon 2$	变形值 $\Delta L 2$	拉力 T2	拉伸系数 $\epsilon 3$	变形值 $\Delta L 3$	拉力 T3	拉伸系数 $\epsilon 4$	变形值 $\Delta L 4$	拉力 T4	
0	0	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0	0
1	0	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0	
1.5	0	0	0	0.0										
2	0	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0	1	9	0.9	0.9
3	0	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0	3	26	2.8	2.8
4	0	1	8	0.9	2	17	1.8	1	8	0.9	5	43	4.6	8.2
5	0	3	25	2.7	4	34	3.7	3	25	2.6	7	60	6.4	15.4
6					7	60	6.4	5	41	4.4	9	77	8.3	
7					10	85	9.2	7.5	61	6.6	12	102	11.0	
7.5	20	9	75	8.1										
8	25	11	92	9.9	14	119	12.8	9	74	7.9	16	136	14.7	45.3
9	35	14	117	12.6	17	145	15.6	11	90	9.7	20	170	18.3	56.2
10	43	16	133	14.4	20	170	18.3	14.5	119	12.8	23	196	21.1	66.6
11					22	187	20.2	17	139	15.0	27	230	24.8	
11.5	60	21	175	18.8										
12					27	230	24.8	19.5	160	17.2	31.5	268	28.9	
13	79	26	217	23.3	30	255	27.5	23	189	20.3	34.5	294	31.6	102.8
14	93	30	250	26.9	32.5	277	29.8	26	213	23.0	39	332	35.8	115.4
15	104	32	257	28.7	36.5	311	33.5	29	238	25.6	43	366	39.4	127.2
15.5	114	34	283	30.5	38	323	34.8	31	254	27.4	45.5	387	41.7	134.4
16	120	36	300	32.3	39.5	336	36.2	32.5	266	28.7	48	409	44.0	141.2
17	138	39	325	35.0	43.5	370	39.9	37.5	3.7	33.1	53	451	48.6	156.6
17.5	142	40.5	338	36.4				38	311	33.5				

[0093]

[0094] 当齿数改变,也即 ΔL 改变,这将会得到工艺锁模力 F 的对应值,齿数 x 对应调模电机的力矩,在不同齿数变形有不同的锁模应力微应变延伸长度 ΔL 。图 6 锁模力 F 对应锁模应力微应变延伸长度 ΔL ,模具接触面积锁模力 F 与自动调模齿数 x 成正比。

[0095] 图 6 中,最高的直线是调模电机的输出力,第二条直线是锁模力 F,第二条直线的斜率就是 K,下面四条直线分别是四根拉杆的静态拉力 T1、T2、T3、T4。图 6 中的点与表 1 的实测数据相对应。锁模力 $F = T1+T2+T3+T4$ 。

[0096] 上述具体实施方式为本发明的优选实施例,并不能对本发明进行限定,其他的任何未背离本发明的技术方案而所做的改变或其它等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。

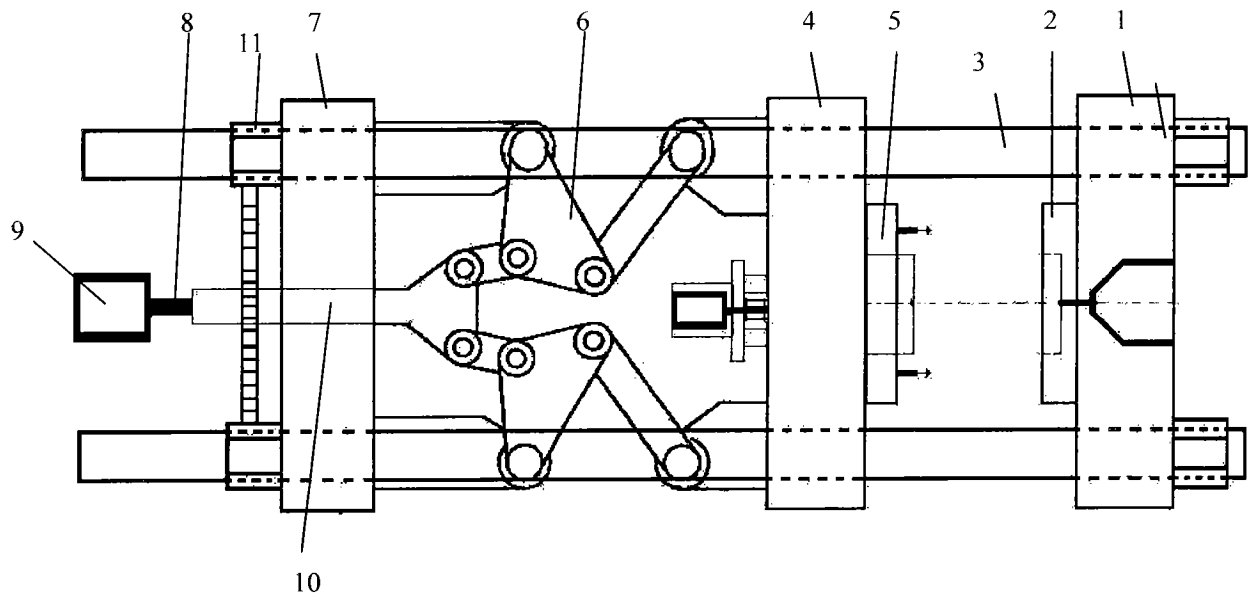


图 1

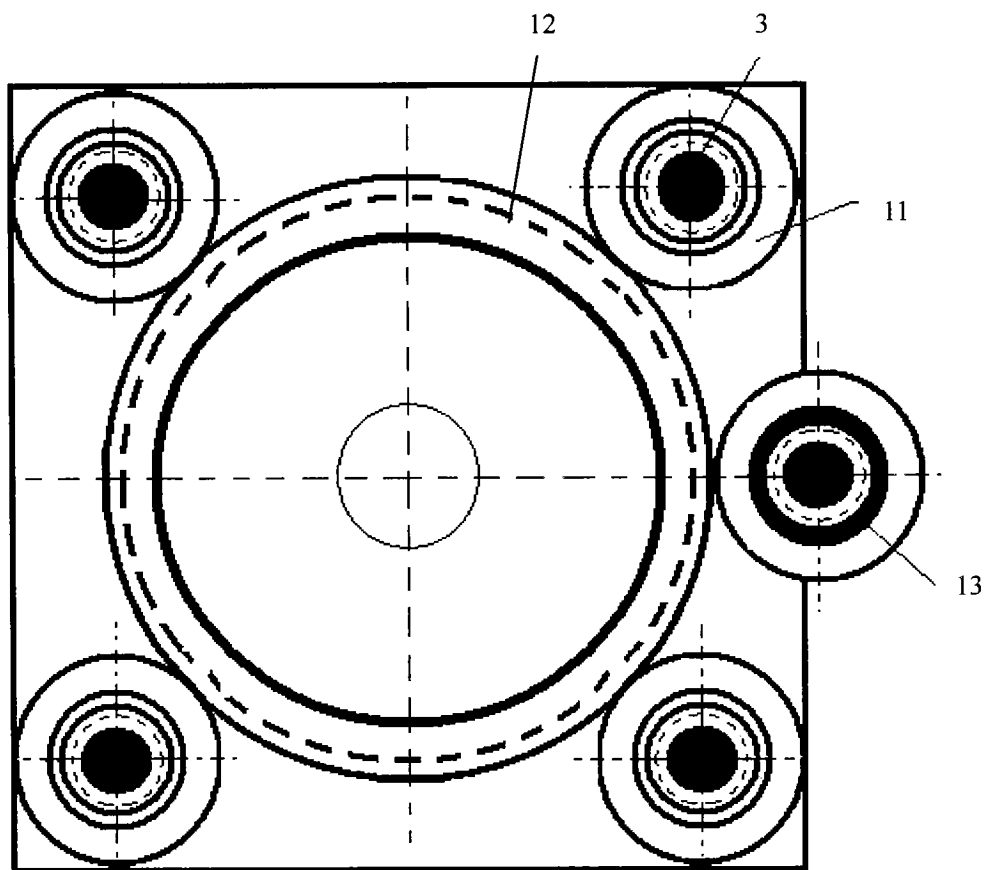


图 2

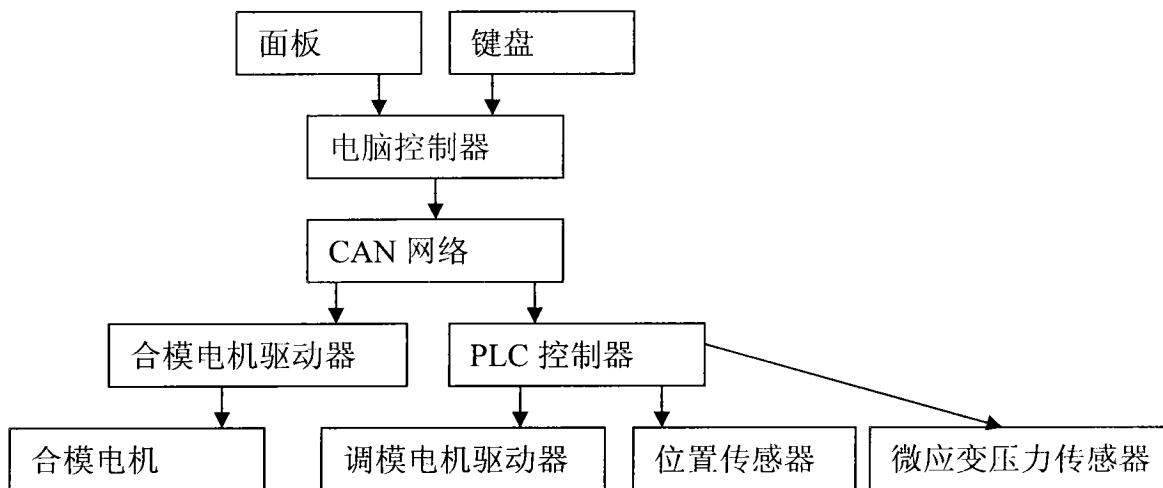


图 3

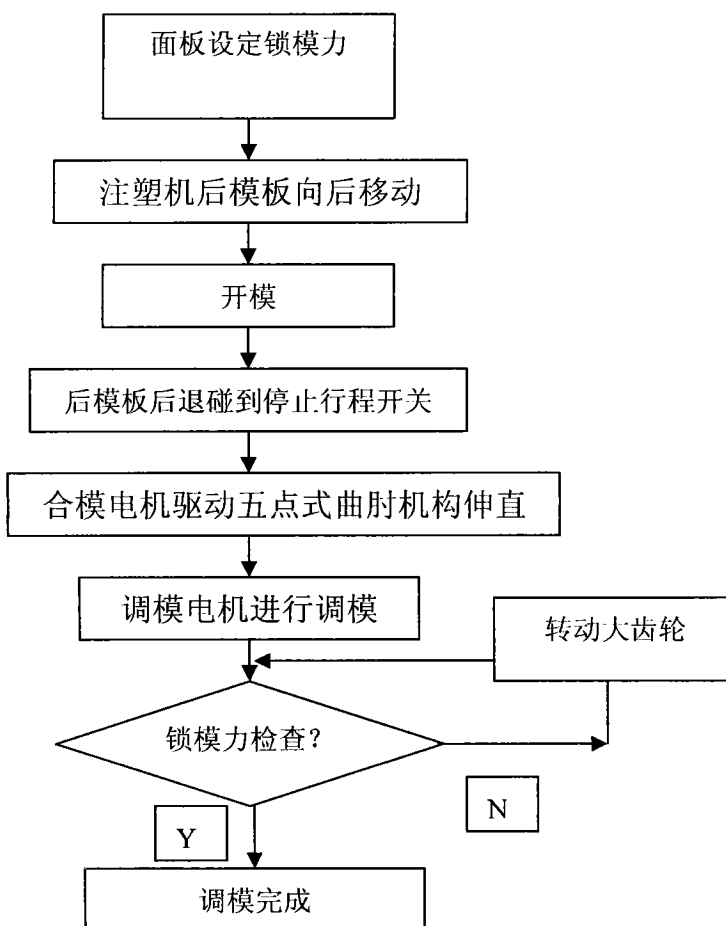


图 4

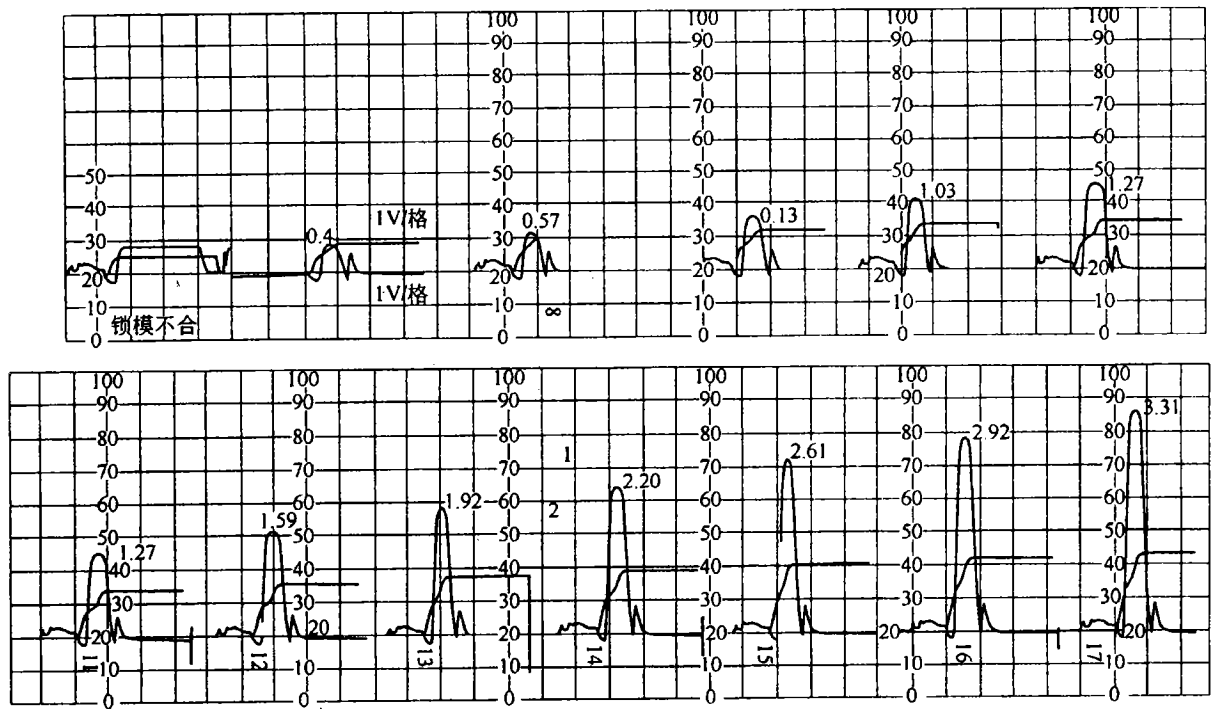


图 5

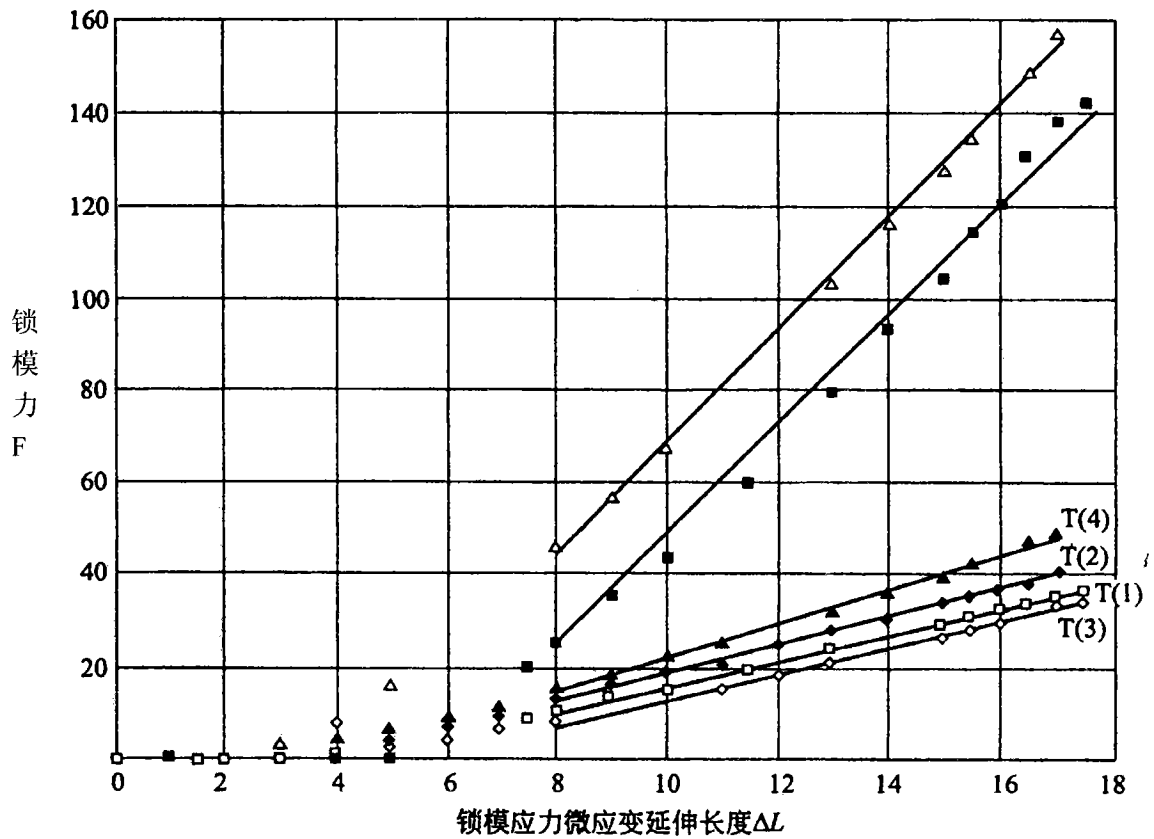


图 6

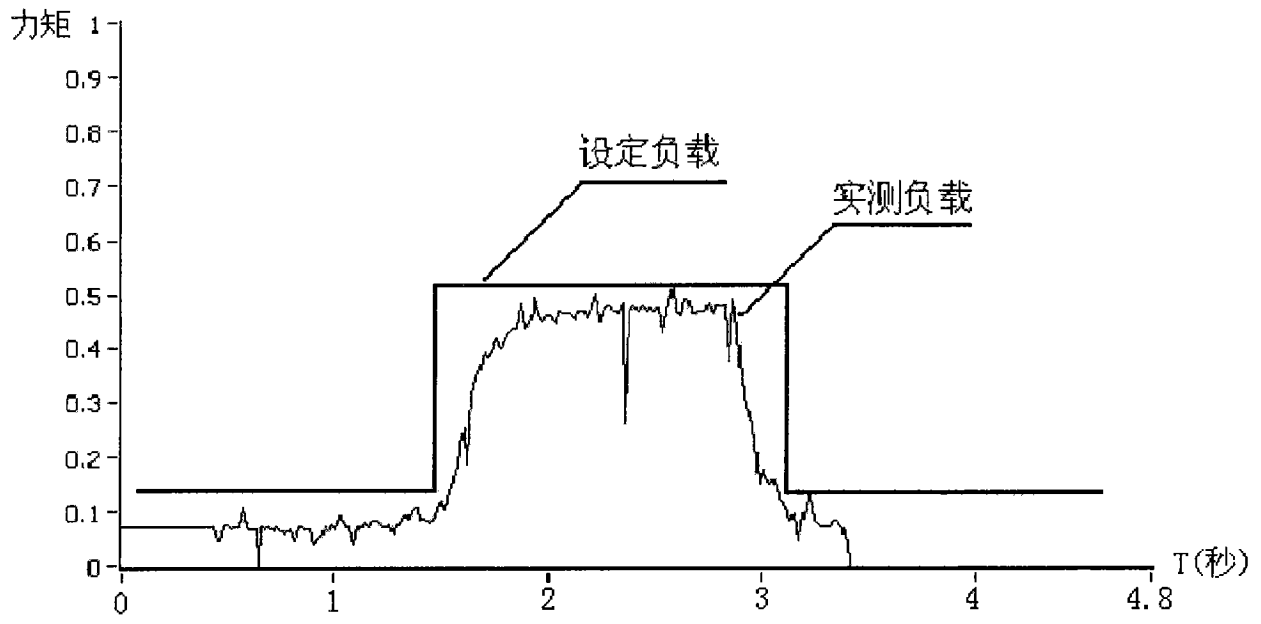


图 7

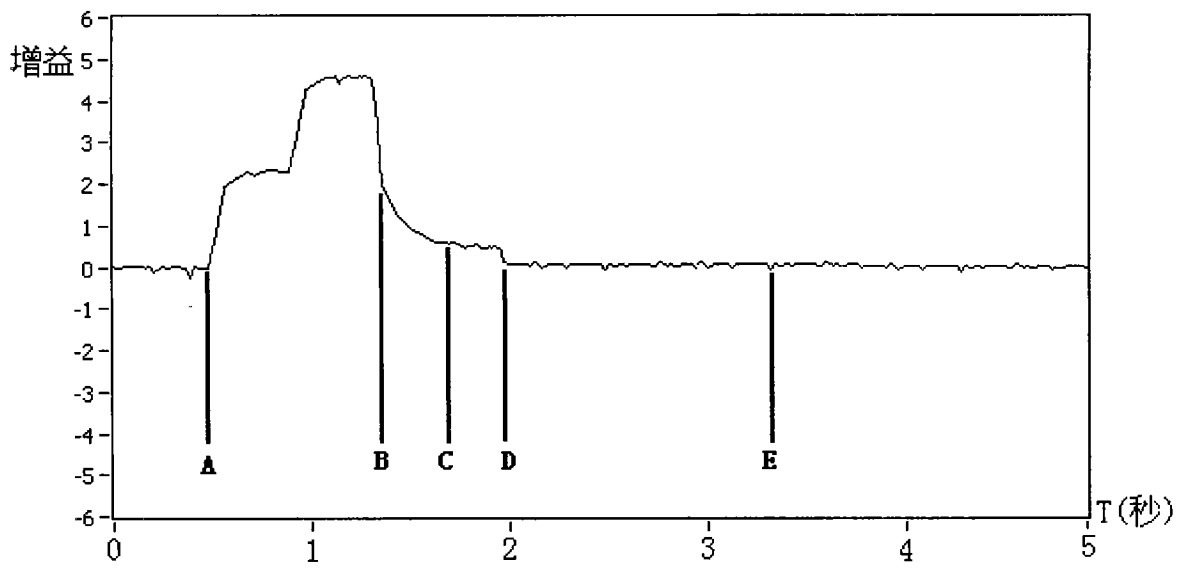


图 8