



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112959634 B

(45) 授权公告日 2022.07.26

(21) 申请号 202110154716.7

(22) 申请日 2021.02.04

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112959634 A

(43) 申请公布日 2021.06.15

(73) 专利权人 北京化工大学
地址 100029 北京市朝阳区北三环东路15号

(72) 发明人 谢鹏程 俞鹏飞 许宇轩 丁玉梅
杨卫民

(51) Int.Cl.
B29C 45/76 (2006.01)
G06F 30/17 (2020.01)
G06F 119/14 (2020.01)

(56) 对比文件

- CN 103317116 A, 2013.09.25
- CN 108312455 A, 2018.07.24
- CN 101992532 A, 2011.03.30
- CN 105500649 A, 2016.04.20
- US 6048476 A, 2000.04.11
- JP 2017177737 A, 2017.10.05
- DE 102007029977 A1, 2009.01.02

审查员 赵胥英

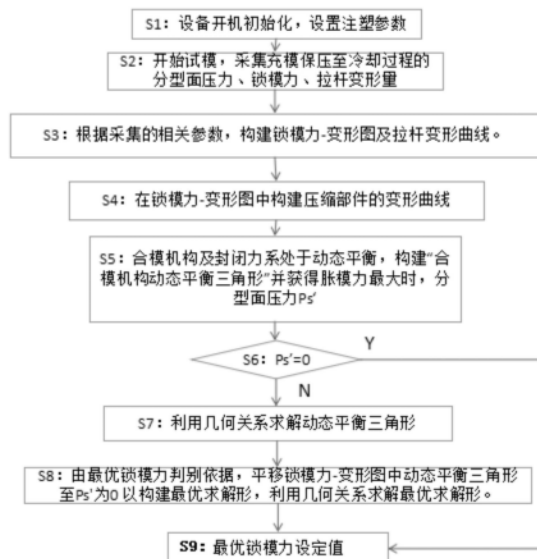
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种设定注塑机最优锁模力的方法

(57) 摘要

本发明公开一种设定注塑机最优锁模力的方法，在注塑机的拉杆上安装锁模力传感器，在模具分型面四个拉杆所在侧分别安装接触式压力传感器。合模单元在锁模力的作用下发生弹性变形。模具被压缩，拉杆被拉伸，封闭力系处于动态平衡。充模胀模力最大时刻，拉杆变形曲线、模具压缩变形曲线形成封闭力系下的三角形，充模最大时刻分型面压力为0作为最优判定依据，通过构建充模开始到胀模力最大时的合模机构动态平衡三角形，若当前锁模力设定非最优，则通过合模机构动态平衡三角形求解最优锁模力设定值，实现注塑机锁模力的在线优化。本发明在分型面的四根拉杆侧分别设置接触式压力传感器，有利于实现锁模力设定值的准确选取，使锁模力设置具备较高精度。



1. 一种设定注塑机最优锁模力的方法,其特征在于步骤如下:

S1: 模具分型面安装接触式压力传感器,拉杆上安装锁模力传感器,并检查传感器接线及电源;设备开机初始化,按预先调整好的实验参数设置初始的注塑参数,包括初始转压点、初始保压压力、初始料筒温度和锁模力设定值;

S2: 开始试模,进入数据采集阶段,熔体进入模具型腔经过保压直至冷却,采集整个采样周期内的相关参数,包括模具分型面压力、锁模力、拉杆变形量;

S3: 根据采集的相关参数,构建锁模力-变形图及拉杆变形曲线;

S4: 在锁模力-变形图中构建压缩部件的变形曲线;

S5: 构建在充模胀模力最大时刻,拉杆变形曲线、模具压缩变形曲线形成封闭力系下的三角形的“合模机构动态平衡三角形”;锁模力-变形图中,可得胀模力 P_{cp} 最大时刻分型面压力 P_s' ;

S61: 若 $P_s' = 0$,则试模的锁模力设定值为最优锁模力设定值;

S62: 若 $P_s' > 0$,转步骤S7;

S7: 进入求解阶段,通过几何关系获得合模机构动态平衡三角形各角度值,最大胀模力已知,对合模机构动态平衡三角形应用正弦定理求得合模机构动态平衡三角形各边长;

S8: 在锁模力-变形图中将合模机构动态平衡三角形沿拉杆变形曲线平移直至 $P_s = 0$,构建最优求解形,对最优求解形进行求解,获得最优锁模力设定值;

S9: 锁模刚性图及最优锁模力设定值的选择通过显示屏输出,求解完成。

2. 根据权利要求1所述的一种设定注塑机最优锁模力的方法,其特征在于:所述步骤S1后还包括步骤S0:预先调制一组使制品质量稳定的工艺参数及锁模力设定值。

3. 根据权利要求1所述的一种设定注塑机最优锁模力的方法,其特征在于:所述步骤S3中以初始锁模力设定值点为充模起点A,根据测得的受拉伸部件拉杆的变形增量及锁模力增量得到胀模最大时刻拉杆变形和锁模力的关键点B,与充模起点连接得到充模至胀模力最大时刻受拉伸部件变形量与实时锁模力的关系曲线。

4. 根据权利要求1所述的一种设定注塑机最优锁模力的方法,其特征在于:所述步骤S3后应包括步骤S31:将拉杆变形曲线反向延长至锁模力为0处,以此点为坐标原点,横轴为应变量,纵轴为锁模力构建锁模力-变形图。

5. 根据权利要求1所述的一种设定注塑机最优锁模力的方法,其特征在于:所述步骤S4中,测量充模至胀模最大时刻的模具分型面压力,对应胀模最大时刻应变量竖线上的点为模具的分型面压力和应变量的关键点C,连接此点与充模起点得到充模至胀模力最大时刻受压缩部件变形量与胀模力的关系曲线。

一种设定注塑机最优锁模力的方法

技术领域

[0001] 本发明属于注塑成型相关领域,涉及一种用于在注塑机中优化设置锁模力的方法。

背景技术

[0002] 注塑成型是生产塑料制品的重要方法,注塑机是实现注塑成型的主要生产装备。注塑成型过程包括合模、锁模、座进、注射、保压、冷却和预塑、开模和顶出等工序。在合模阶段,合模单元产生合模力使模具和拉杆等部件发生变形。在充模过程中,若设备锁模力设定值偏低,容易造成制品产生毛刺、飞边等缺陷,制品质量重复精度下降,同时有可能对模具分型面造成永久性的损害,降低模具与合模单元的使用寿命;若设备锁模力过大,会导致注射成型过程能耗增加,严重时容易使模具型腔排气不良,制品产生变色焦化等缺陷。

[0003] 传统的锁模力设定方法依据模具流道和型腔在其分型面上的投影面积与型腔压力经验值的乘积来设置,出于安全角度考虑,锁模力初设值往往偏大。因此,传统的锁模力设定脱离实际工况,单纯依靠经验设定的方式已经不能满足注塑智能化发展的要求。

[0004] 现有的研究中已出现对胀模呼吸特性的研究,G.皮尔韦恩提出了一种通过监测模具变形量来优化锁模力的方法:通过试模获得的多组锁模力和模具变形量的数据计算出合模单元刚度系数,通过合模单元刚度系数进一步求解模具胀模的上下限。通过判断当前锁模力下的最大胀模量低于或高于胀模上下限从而减小或增加锁模力设定值再次试模,直至确定最佳锁模力设定值(CN104552850A)。现有方法求解步骤复杂,需要的试模次数多,经济性较低。

发明内容

[0005] 针对现有技术存在的不足,本发明提供了一种优化注塑机锁模力设定值的方法。在注塑机的拉杆上安装锁模力传感器,在模具分型面四个拉杆所在侧分别安装接触式压力传感器。合模单元在锁模力的作用下发生弹性变形。模具被压缩,拉杆被拉伸,封闭力系处于动态平衡。充模胀模力最大时刻,拉杆变形曲线、模具压缩变形曲线形成封闭力系下的三角形,称为“合模机构动态平衡三角形”。在相同的注塑工艺参数下,受拉部分和受压部分系统刚度保持不变,表现为动态平衡三角形形状大小不变。充模最大时刻分型面压力为0作为最优判定依据,通过构建充模开始到胀模力最大时的合模机构动态平衡三角形,若当前锁模力设定非最优,则通过合模机构动态平衡三角形求解最优锁模力设定值,实现注塑机锁模力的在线优化。本方法实现步骤如下(S1-S9代表步骤1-步骤9):

[0006] S1:模具分型面安装接触式压力传感器,拉杆上安装锁模力传感器,并检查传感器接线及电源;设备开机初始化,按预先调整好的实验参数设置初始的注塑参数,包括初始转压点、初始保压压力、初始料筒温度和锁模力设定值等。

[0007] S2:开始试模,进入数据采集阶段,熔体进入模具型腔经过保压直至冷却,采集整个采样周期内的相关参数,包括模具分型面压力、锁模力、拉杆变形量。

[0008] S3:根据采集的相关参数,构建锁模力-变形图及拉杆变形曲线。

[0009] S4:在锁模力-变形图中构建压缩部件的变形曲线。

[0010] S5:构建“合模机构动态平衡三角形”;锁模力-变形图中,可得胀模力 P_{cp} 最大时刻分型面压力 P_s' 。

[0011] S61:若 $P_s'=0$,则试模的锁模力设定值为最优锁模力设定值。

[0012] S62:若 $P_s'>0$,转步骤S7。

[0013] S7:进入求解阶段,通过几何关系获得合模机构动态平衡三角形各角度值,最大胀模力已知,对合模机构动态平衡三角形应用正弦定理求得合模机构动态平衡三角形各边长。

[0014] S8:在锁模力-变形图中将合模机构动态平衡三角形沿拉杆变形曲线平移直至 $P_s=0$,构建最优求解形,对最优求解形进行求解,获得最优锁模力设定值。

[0015] S9:锁模刚性图及最优锁模力设定值的选择通过显示屏输出,求解完成。

[0016] 进一步地,所述步骤S1后还包括步骤S0:考预先调制一组使制品质量稳定的工艺参数及锁模力设定值。

[0017] 进一步地,所述步骤S3中以初始锁模力设定值点为充模起点A,根据测得的受拉伸部件(主要为拉杆)的变形增量及锁模力增量得到胀模最大时刻拉杆变形和锁模力的关键点B,与充模起点连接得到充模至胀模力最大时刻受拉伸部件变形量与实时锁模力的关系曲线。

[0018] 进一步地,所述步骤S3后应包括步骤S31:将拉杆变形曲线反向延长至锁模力为0处。以此点为坐标原点,横轴为应变量,纵轴为锁模力构建锁模力-变形图。

[0019] 进一步地,所述步骤S4中,测量充模至胀模最大时刻的模具分型面压力,对应胀模最大时刻应变量竖线上的点即为模具的分型面压力和应变量的关键点C,连接此点与充模起点得到充模至胀模力最大时刻受压缩部件变形量与胀模力的关系曲线。

[0020] 进一步地,所述步骤S5中,由于合模机构处于动态平衡,所受实时锁模力与胀模力及分型面压力也处于动态平衡,充模至胀模最大时刻,在锁模力-变形图中拉杆拉伸变形图与模具压缩变形图可形成三角形即为“合模机构动态平衡三角形ABC”。

[0021] 进一步地,由于合模机构动态平衡三角形的差异,所述步骤S7中对于肘杆式合模机构,合模机构动态平衡三角形ABC内角分别为 $90^\circ-\alpha_m$, $90^\circ-\alpha_p$, $\alpha_m+\alpha_p$,最大胀模力 P_{cp} ,通过

正弦定理
$$\frac{P_{cp}}{\sin(\alpha_p+\alpha_m)}=\frac{l_{AC}}{\sin(90^\circ-\alpha_p)} \quad (1),$$

[0022] 求得合模机构动态平衡三角形AC边长
$$l_{AC}=\frac{P_{cp}\cdot\sin(90^\circ-\alpha_p)}{\sin(\alpha_p+\alpha_m)}。$$

[0023] 进一步地,所述步骤S8,由于锁模力设定值变化时,最大胀模力不变,即 P_{cp} 不变,且当锁模力设定值取得最优时,分型面压力 $P_s'=0$,相当于将合模机构动态平衡三角形沿拉杆曲线平移直至 $P_s'=0$ 。此时刚性示意图里拉杆曲线、横轴、模具曲线构成的三角形中过上顶点作竖直垂线对右边小直角三角形称为最优求解形A'C'D。步骤S9中对于肘杆式合模机

构,最优求解形运用正弦定理,有
$$\frac{P_m}{\sin\alpha_m}=\frac{l_{AC}}{\sin 90^\circ},$$
得到最优锁模力设定值

$$P_m = \frac{P_{cp} \cdot \sin \alpha_m \cdot \sin(90^\circ - \alpha_p)}{\sin(\alpha_p + \alpha_m)}。$$

[0024] 总体而言,通过本发明所构思的以上技术方案与现有技术相比,有利于减少试模次数,提高了实用性和经济性;在分型面的四根拉杆侧分别设置接触式压力传感器,也有利于实现锁模力设定值的准确选取,有利于显著改善因锁模力设置不合理而导致的溢料和资源浪费,同时具备较高精度与稳定性的特点。

附图说明

[0025] 本发明的其他细节将借助附图说明获知。其中:

[0026] 图1示出本发明一种设定注塑机最优锁模力的方法的运行流程框图。

[0027] 图2示出锁模力-变形图,包括合模机构动态平衡三角形和最优求解形。

[0028] 图3示出实施案例的锁模力-变形图。

具体实施方式

[0029] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。此外,下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互结合。

[0030] 为解决注塑过程锁模力设置过大带来的资源浪费及锁模力设置过小引起的飞边等问题,保证注塑机能以最少的工序求解出最优锁模力设定值,提高效率减少试模次数,本发明提出了一种在线求解注塑机最优锁模力设定值的方法,如图1所示,包括步骤:

[0031] S1:模具分型面安装接触式压力传感器,拉杆上安装锁模力传感器,并检查传感器接线及电源;设备开机初始化,按预先调整好的实验参数设置初始的注塑参数,包括初始转压点、初始保压压力、初始料筒温度和锁模力设定值等。

[0032] S2:开始试模,进入数据采集阶段,熔体进入模具型腔经过保压直至冷却,采集整个采样周期内的相关参数,包括模具分型面压力、锁模力、拉杆变量。

[0033] S3:进入数据分析阶段,根据采集的相关参数,构建“合模机构动态平衡三角形”。以初始锁模力设定值点为充模起点A,根据测得的受拉伸部件(主要为拉杆)的拉杆变量及锁模力增量,得到胀模最大时刻拉杆所受锁模力与形变量对应的关键点B,可作出充模至胀模最大时刻受拉伸部件形变量与实时锁模力的关系曲线。并将曲线反向延长至锁模力为0处,此点作为锁模力-变形图的坐标原点。

[0034] S4:测量充模至胀模最大时刻的模具分型面压力,对应胀模最大时刻应变量竖线上的点即为模具的分型面压力和应变量的关键点C,连接此点与充模起点得到充模至胀模最大时刻受压缩部件形变量与胀模力的关系曲线。

[0035] S5:由于合模机构处于动态平衡,所受实时锁模力与胀模力及分型面压力也处于动态平衡,充模至胀模最大时刻,在锁模力-变形图中拉杆拉伸变形图与模具压缩变形图可以拼接形成三角形即为“合模机构动态平衡三角形ABC”。锁模力-变形图中,可得胀模力 P_{cp} 最大时刻分型面压力 P_s' 。

[0036] S6可分为两步:

[0037] S61:若 $P'_s=0$,则转到S9。

[0038] S62:若 $P'_s>0$,转步骤S7。

[0039] S7:进入求解阶段,通过几何关系获得合模机构动态平衡三角形各角度值,最大胀模力已知,对合模机构动态平衡三角形应用正弦定理求得合模机构动态平衡三角形各边长。

[0040] S8:在锁模力-变形图中将合模机构动态平衡三角形沿拉杆变形曲线平移直至 $P_s=0$,构建最优求解形,对最优求解形进行求解,获得最优锁模力设定值。

[0041] S9:锁模刚性图及最优锁模力设定值的选择通过显示屏输出,求解完成。

[0042] 进一步地,所述步骤S1中,传感器接线完成后开启电源,观察仪器示数是否正确。仪器示数正常则进行步骤S2,仪器示数有异常,则重新检查传感器的安装及接线。

[0043] 进一步地,所述步骤S2前,应预先调节出一组使制品质量稳定的注塑工艺参数及锁模力设定值。

[0044] 进一步地,所述步骤S3中可考虑将四个接触式压力传感器的测得的分型面压力值进行对比,以观察是否存在偏载问题,向分析装置输出其中测得的最小的压力值。

[0045] 进一步地,所述步骤S8中对于肘杆式合模机构,合模机构动态平衡三角形内角分别为 $90^\circ-\alpha_m, 90^\circ-\alpha_p, \alpha_m+\alpha_p$,最大胀模力 P_{cp} ,通过正弦定理:

$$[0046] \quad \frac{P_{cp}}{\sin(\alpha_p + \alpha_m)} = \frac{l_{AC}}{\sin(90^\circ - \alpha_p)} \quad (2)$$

$$[0047] \quad \text{求得合模机构动态平衡三角形AC边长} l_{AC} = \frac{P_{cp} \cdot \sin(90^\circ - \alpha_p)}{\sin(\alpha_p + \alpha_m)}。$$

[0048] 进一步地,所述步骤S9,由于锁模力设定值变化时,最大胀模力不变,即 P_{cp} 不变,且当锁模力设定值取得最优时,分型面压力 $P'_s=0$,相当于将合模机构动态平衡三角形沿拉杆曲线平移直至 $P'_s=0$ 。此时刚性示意图里拉杆曲线、横轴、模具曲线构成的三角形中过上顶点作垂直垂线对右边小直角三角形称为最优求解形A'C'D,如图2所示。步骤S9中对于肘

杆式合模机构,最优求解形运用正弦定理,有 $\frac{P_m}{\sin \alpha_m} = \frac{l_{AC}}{\sin 90^\circ}$,得到最优锁模力设定值

$$P_m = \frac{P_{cp} \cdot \sin \alpha_m \cdot \sin(90^\circ - \alpha_p)}{\sin(\alpha_p + \alpha_m)}。 \alpha_p = \arctan \frac{\Delta P}{\Delta l}, \alpha_m = \arctan \frac{P' - P'_s - \Delta P}{\Delta l}, \text{其中} \alpha_p \text{代表受拉}$$

系统的刚度, α_m 代表受压系统的刚度。最大胀模力 $P_{cp}=P'-P'_s$ 。

[0049] 完成上述步骤后,最优锁模力设定值求解已经完成。通过三次试模获得的参数数据做出锁模刚性图,根据锁模力设定取得最优时,最大胀模力不变且分型面压力为零的特点,对合模机构动态平衡三角形及最优求解形进行求解得到最优锁模力设定值。整个求解过程仅需求解前的三次试模,求解方法简洁高效,提高了通用性和经济性。

[0050] 具体实施案例:

[0051] 为了更好的对本发明进行阐述,使的技术要点能够更清晰的体现出来,在本实施例中以一个具体实施例来对本发明进行解释说明。

[0052] 本实施例中,使用台塑工业PP3080作为加工原料,以标准翘曲试件作为实验的制品。并进行参数的采集准备,同时设定10ms的采样周期T。同时设定部分预设工艺参数如下

表1所示。

[0053] 表1预设工艺参数

[0054]	实验原料	台塑工业 PP3080	熔融指数	9g/10min	注塑机	VE1500II/430h
	注射速度	60mm/s	储料位置	80mm	转压点	14mm
	保压压力	38MPa	保压时间	15s	冷却时间	15s

[0055] 初始锁模力设定为90t。在此条件下进行5次试模，测得在胀模最大时刻，相关参数如下表2：

[0056] 表2实验参数

	1	2	3	4	5	平均值	
[0057]	分型面压力 (t)	20.4	20.8	19.8	19.2	20.5	20.14
	拉杆变形量 ($10^2 \mu\text{m}$)	20.09	20.05	19.92	19.88	20.13	20.014
	锁模力 (t)	119.4	118.7	120.2	121.2	120.5	120

[0058] 由此，得到拉杆所受锁模力增量与变形量之比为 $\frac{120-90}{20.014} = 1.499$ ，胀模最大时刻拉杆所受的实时锁模力为120t，拉杆变形量为2001.4 μm ，可知拉杆在胀模最大时的对应点，连接此点与充模起点处作出拉杆形变曲线，并反向延长至锁模力为零处，以此为锁模力-变形图的坐标原点。

[0059] 在胀模最大时刻，分型面压力为20.14t。在锁模力-变形图中，分型面压力与胀模最大时刻拉杆对应点对横轴垂线的交点为模具在此时胀模力与变形量的对应点，连接此点与充模起点，作出模具变形曲线，将两个小三角形拼接为合模机构动态平衡三角形。

[0060] 在动态平衡三角形中，如图3所示，拉杆变形曲线与横轴夹角 $\alpha_p = \arctan 1.499$ ，模具变形曲线与横轴夹角为 $\alpha_m = \arctan 3.498$ ，最大胀模力为 $P_{cp} = 120 - 20 = 100\text{t}$ 。

[0061] 由于在胀模最大时刻分型面压力大于零，需要通过求解动态平衡三角形进行最优锁模力设定值的计算。通过正弦定理：

$$[0062] \quad \frac{P_{cp}}{\sin(\alpha_p + \alpha_m)} = \frac{x}{\sin(90^\circ - \alpha_p)}$$

$$[0063] \quad \text{求得合模机构动态平衡三角形左下侧边长 } x = \frac{P_{cp} \cdot \sin(90^\circ - \alpha_p)}{\sin(\alpha_p + \alpha_m)} = 72.8。$$

[0064] 由于锁模力设定值变化时，最大胀模力不变，即 P_{cp} 不变，且当锁模力设定值取得最优时，分型面压力 $P_s' = 0$ ，相当于将合模机构动态平衡三角形沿拉杆曲线平移直至 $P_s' = 0$ 。此时刚性示意图里拉杆曲线、横轴、模具曲线构成的三角形中过上顶点作竖直垂线对右边小直角三角形称为最优求解形。对于肘杆式合模机构，最优求解形运用正弦定理，有

$$\frac{P_m}{\sin \alpha_m} = \frac{x}{\sin 90^\circ}, \text{得到最优锁模力设定值 } P_m = \frac{P_{cp} \cdot \sin \alpha_m \cdot \sin(90^\circ - \alpha_p)}{\sin(\alpha_p + \alpha_m)} = 70\text{t}。$$

[0065] 综上所述,本发明的最优锁模力设定值求解方法简便,需要的试模次数少,效率高,经济性高,适应性和通用性高。

[0066] 本文中所描述的具体实施例仅仅是对本发明精神作举例说明。本发明所属技术领域的技术人员可以对所描述的具体实施例做各种各样的修改或补充或采用类似的方式替代,但并不会偏离本发明的精神或者超越所附权利要求书所定义的范围。

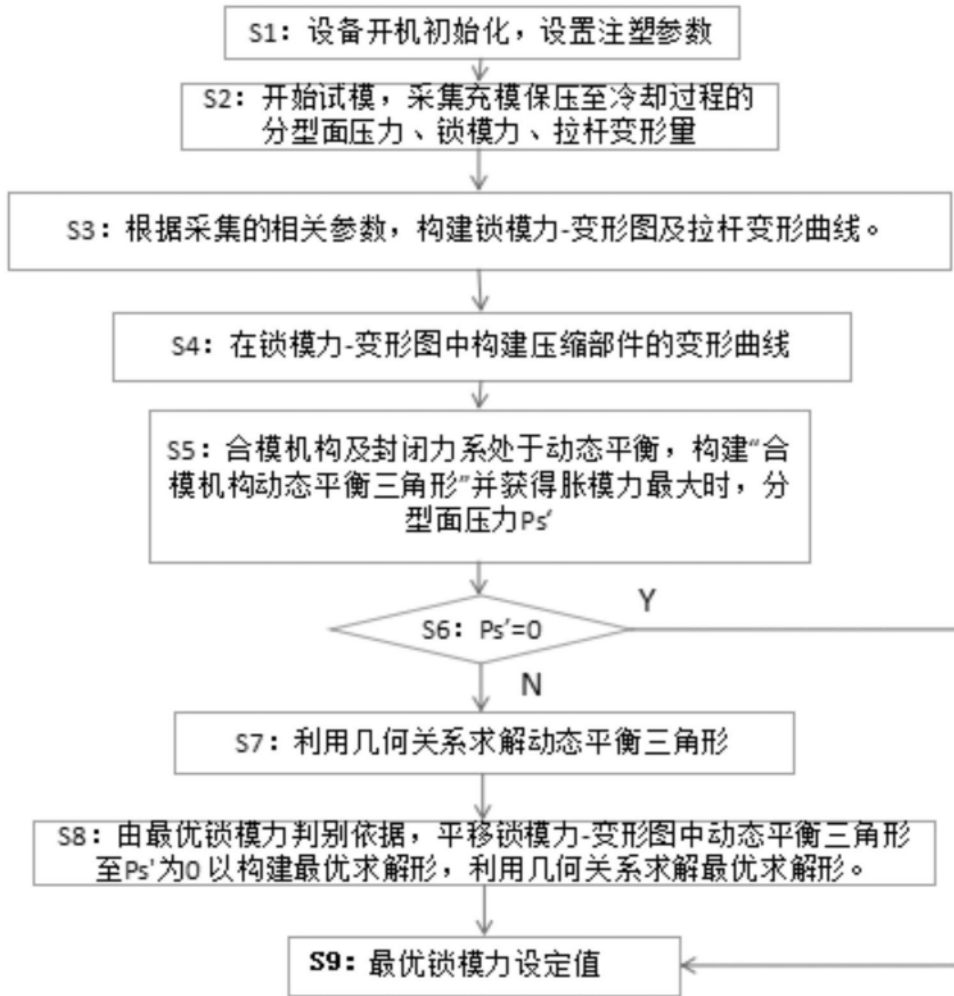


图1

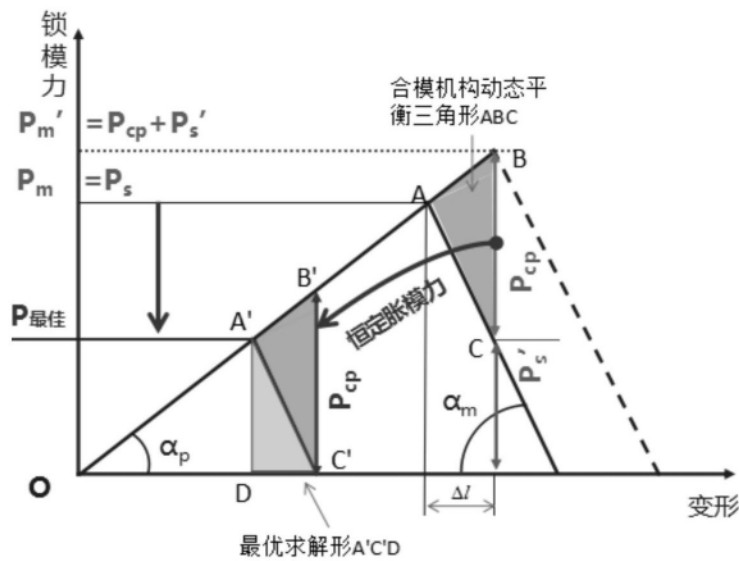


图2

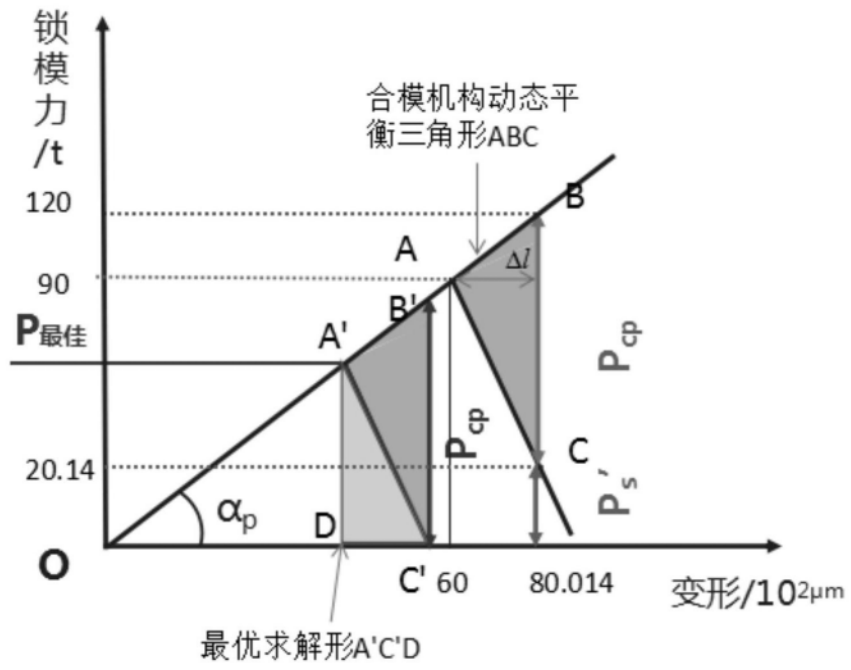


图3