

黄金分割法计算双曲肘注射机 合模油缸直径

朱成实 连永祥 罗 鹏 闫为秋

(沈阳化工学院 110021)

由学宏 张昌林

(沈阳市炼焦煤气厂 110026)

摘要 对肘杆布置采用斜排列方式的双曲肘合模机构的受力特性及合模机构工作过程中各力之间关系进行了分析,并由此提出了利用黄金分割法计算各种规格双曲肘注射机合模油缸直径的方法。最后介绍了黄金分割法的具体步骤。

关键词 双曲肘,注射机,黄金分割法,合模机构

合模机构是保证成型模具可靠夹紧和实现模具启闭及顶出制品动作的机构。随着橡胶塑料工业的发展,为提高设备的加工能力、工作效率及产品质量,合模机构在向大合模力、高速、安全、低能耗、结构简单和质量小等方向发展。合模机构的类型主要分为液压式和机械式两种。与液压式相比,机械式具有增力倍数大、易满足工艺要求、自动具有慢-快-慢的速度特性和经济性好的特点。

机械式合模机构可分为单曲肘式和双曲肘式,双曲肘式合模机构结构见图1。

单曲肘式合模机构结构简单,制造比较

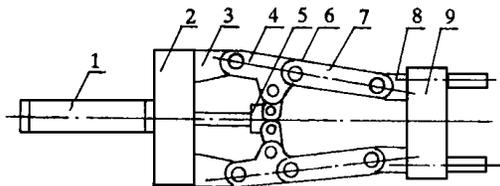


图1 双曲肘合模机构结构图

- 1—油缸; 2—后模板; 3—后支座; 4—后肘杆;
5—十字头; 6—连杆; 7—前肘杆;
8—前支座; 9—动模板

容易,但由于它的增力作用和承载能力较小,仅适于小型设备。双曲肘式合模机构承载能力大,机构的运动特性好,增力倍数大,同样加压能力的合模油缸直径要比单曲肘式合模机构小。目前,双曲肘肘杆的布置采用斜排列方式,这样既可提高设备性能又可使其结构紧凑。随着技术的进步,大型注射机也将采用双曲肘式合模机构。

合模机构一直是注射机设计人员努力加以改进的部件。在机构尺寸参数确定的情况下,合模油缸的直径存在一个最佳值,直径过大,则操作安全性降低,且结构大、油缸的移模速度慢;若过小,则达不到所要求的动力特性,夹不紧模具。过去的设计采用单曲肘式,因其结构简单,可用解析法和图解法求得油缸直径,计算简便、准确。而进行双曲肘式设计时,由于其结构较复杂,若套用单曲肘式的设计方法,则非常复杂。若采用图解法,则需作很多曲线,很费时;而采用解析法则无法进行设计。为此,本文介绍了可利用计算机的黄金分割法。

作者简介 朱成实,男,1962年出生。讲师。1984年毕业于沈阳化工学院化工机械系。主要从事橡胶、塑料成型机械与模具的教学与科研工作。已发表论文4篇。

1 双曲肘式合模机构的动力特性分析

双曲肘式合模机构的原理如图2所示。

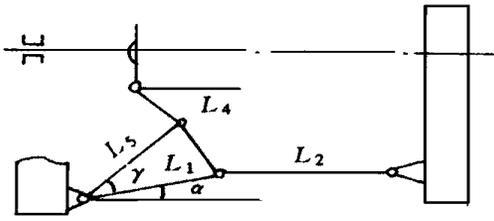


图2 双肘式合模机构的原理图

L_1 —后肘杆长; L_2 —前肘杆长; L_4 —连杆长;

L_5 —后肘支杆长; γ —后肘杆夹角;

α —后肘杆与水平线夹角

$$\alpha_0 = \frac{\sqrt{2P_{cm}}}{\sqrt{L_1(1+\lambda)C}} \quad (6)$$

式中 P_{cm} ——合模力, kN。

由式(1)可知, 机构在合紧过程中, 当模具刚接触时($\alpha = \alpha_0$), 变形力 $P_c = 0$ 。而当机构最后合紧时($\alpha = 0$), 其变形力最大, 此时 $P_c = P_{cm}$ 。 P_c 与 α 成二次函数关系, 而 P_m 则与 α 成反比(如图3所示)。

根据图2, 通过机械动力学分析, 可建立合模机构的如下关系式^[1]:

(1)系统变形力

$$P_c = \frac{L_1(1+\lambda)C}{2}(\alpha_0^2 - \alpha) \quad (1)$$

式中 P_c ——系统变形力, kN;

λ ——后肘杆长和前肘杆长的比值;

C ——系统刚度, $N \cdot m^{-1}$;

α_0 ——后肘杆与水平线夹角的临界值, ($^\circ$)。

(2)增力倍数

$$M = \frac{L_5}{L_1} \frac{\sin(\alpha + \gamma + \theta + \varphi)}{(1+\lambda)\cos\varphi} \cdot \frac{1}{\alpha} \quad (2)$$

式中 M ——增力倍数;

φ ——连杆与水平线夹角, ($^\circ$);

θ ——斜排角, ($^\circ$)。

(3)移模力

$$P_m = P_0 M \quad (3)$$

$$P_0 = \frac{\pi}{4} D_0^2 p \quad (4)$$

式中 P_m ——移模力, kN;

P_0 ——油缸推力, kN;

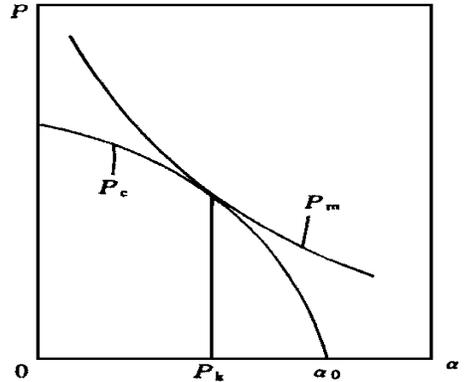
p ——油缸工作液压力, MPa;

D_0 ——油缸直径, m。

(4)合模力及临界角

$$P_{cm} = \frac{1}{2} L_1(1+\lambda)C\alpha_0^2 \quad (5)$$

写成临界角形式则为:

图3 P_m 及 P_c 与 α 的关系曲线

2 油缸直径的计算

2.1 合模机构工作过程中各种力之间的关系

合模机构在锁紧过程中系统变形力是阻力, 克服它实现锁紧模具的力则是移模力, 因此双肘杆机构的正常工作条件是:

$$P_m \geq P_c \quad (7)$$

如图3所示, 当 $\alpha_k < \alpha \leq \alpha_0$ 时, $\frac{dP_m}{d\alpha} <$

$\frac{dP_c}{d\alpha}$; 而当 $0 \leq \alpha < \alpha_k$ 时, $\frac{dP_m}{d\alpha} > \frac{dP_c}{d\alpha}$ 。由此可知, 合模机构在锁紧过程所需要的合模油缸推力是变化的, 即 α 在 (α_k, α_0) 范围内时, P_0 逐渐增大, 而 α 在 $[0, \alpha_k)$ 范围内时, P_0 则逐渐减小。

2.2 油缸直径的计算

通过以上分析可知, 合模机构在锁紧过程中, 油缸推力在变化, 且有一个极大值, 该

值在 $\frac{dP_m}{d\alpha} = \frac{dP_c}{d\alpha}$ 处, 即 α_k 处。联立前述各方程后, 利用黄金分割法^[2], 在计算机上找出在 $[0, \alpha_0]$ 范围内的 α_k , 再计算出油缸推力的极大值, 该结果为理论值。考虑到摩擦及制造与安装所造成的误差, 应计入一修正系数, 其值通常为 0.8 ~ 0.9, 最后由式(4)求得油缸直径。

2.3 计算方法及步骤

黄金分割法(亦称 0.618 法)是通过分割点函数值的比较来逐次缩短区间的方法。具体计算方法如下:

设已确定了函数 $f(x)$ 的初始搜索区间为 $[a, b]$, 为了缩短区间, 在初始区间内按一定的规则对称地取两个内分点 x_1 和 x_2 , 计算它们的函数值: $y_1 = f(x_1)$, $y_2 = f(x_2)$ 。比较 y_1 和 y_2 的大小, 有下面两种情况:

(1) 当 $y_1 > y_2$ 时, 极大值必在区间 $[a, x_2]$ 内, 可取它为缩短的新区间;

(2) 当 $y_1 \leq y_2$ 时, 极大值必在区间 $[x_1, b]$ 内, 可取它为缩短的新区间。

经过两点函数值的比较, 区间缩短一次, 在新区间内保留了一个内点 x_1 或 x_2 , 故下次只需再按对称规律增补一个内点。为了加快区间缩短的速率, 内分点选取原则采用黄金分割法, 每次区间缩短都有相等的区间收缩率。按照这一原则, 其区间缩短率应是 0.618 ^[2]。重复做上述函数值比较, 反复运算, 区间即可逐次加以缩短, 当区间缩短到满足给定的精度 ϵ 时, 区间内的保留点便是函数的极大值。黄金分割法具体计算步骤如图 4 所示。

3 结语

利用黄金分割法在计算机上计算油缸直

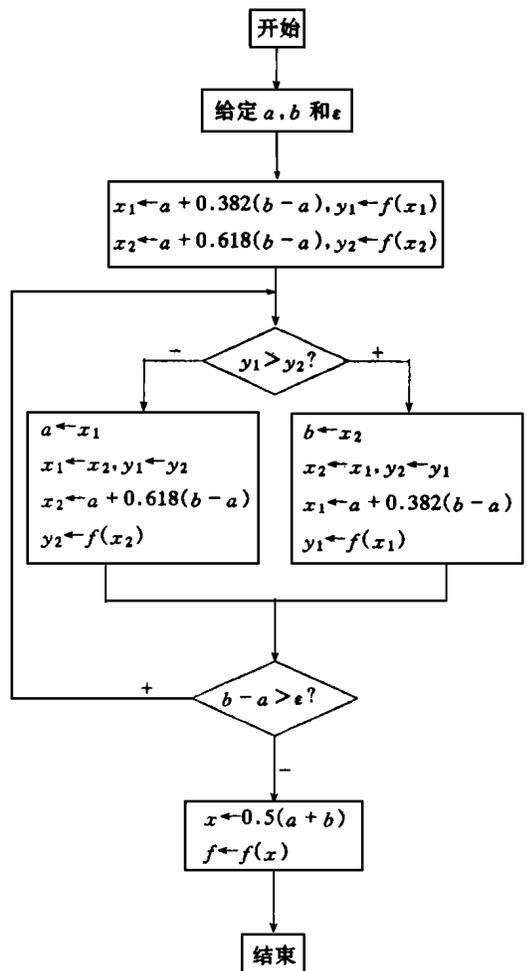


图 4 黄金分割法计算步骤

径, 可将设计人员从繁重的计算工作中解放出来, 且速度快, 结果精确。对于不同规格的双曲肘式合模机构, 黄金分割法都适用。

参考文献

- 1 华南工学院, 山东化工学院, 北京化工学院. 橡胶机械设计. 北京: 化学工业出版社, 1984. 381 ~ 396
- 2 崔华林. 机械优化设计方法与应用. 沈阳: 东北工学院出版社, 1989. 56 ~ 62

收稿日期 1997-10-09

启事 第十届全国轮胎技术研讨会定于 1998 年 9 月 10 ~ 15 日在张家界召开。会议征文启事已刊登在本刊 1997 年第 11, 12 期和 1998 年第 1 期广告页, 敬请读者关注。

《橡胶工业》编辑部