

• 装备技术 Equipment Technology •
DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2019.10.021

压铸注塑设备合模机构的分析及改进

孟 猛,郑金传,周 杰,李祥准

(机械科学研究总院(将乐)半固态技术研究有限公司,福建 三明 365000)

摘要:通过对压铸机、注塑机合模装置锁紧机构的分析,提出一种新型的两板机合模机构。与目前市场上常见的合模机构不同,其区别在于锁紧机构,采用随动螺母和锁紧油缸进行锁紧,锁模力即为螺栓预紧力,并可实时控制随动螺母与动模板间隙使其保持在一个固定值,随动螺母采用标准水系统 45°锯齿形螺纹。校核了螺纹连接强度,并基于 ANSYS 进行了应力分析。

关键词:合模机构;锁紧机构;新型两板机;随动螺母;螺纹强度校核

中图分类号: TG233

文献标识码:A

文章编号:1000-8365(2019)10-1106-05

Analysis and Improvement of Clamping Mechanism for Die-casting and Injection Equipment

MENG Meng, ZHENG Jinchuan, ZHOU Jie, LI Xiangzhun

((Jiangle) Institute of Semi-solid Metal Technology Co., Ltd., China Academy of Machinery Science & Technology, Sanming 365000, China)

Abstract: Through the analysis of the locking mechanism of die casting machine and injection molding machine, a new type of two-plate clamping mechanism was put forward. The device was different from common clamping mechanism on the market at present, the difference was that a locking mechanism, the locking device adopts servo lock nut and lock cylinder, clamping force was the bolt pre-tightening force, and it can real time control with the nut and template clearance to keep them in a fixed value, along with the nut with a standard water system 45° serrated thread. The thread connection strength was checked and the stress was analyzed based on ANSYS.

Key words: clamping mechanism; locking mechanism; new two-plate machine; follower nut; thread strength check

合模机构是压铸机、注塑机上的关键部件,所以国标规定,用锁模力的大小作为压铸机、注塑机的规格,合模机构是实现合模、锁模和开模的专门机构。锁模时要提供精确的锁模力,以防止压射后铸件或塑件在模腔中胀模,精确和可靠的锁模力是产品质量和延长机器寿命的关键。对两类典型的合模机构进行了分析概述,并提出一种新型的两板机构。

1 典型合模机构

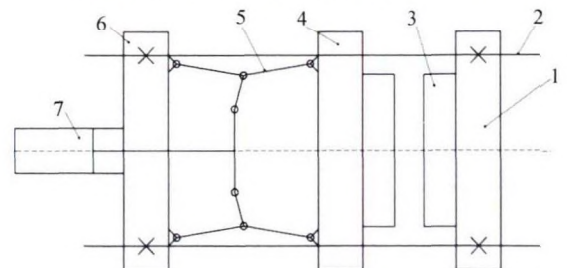
目前市场上的压铸机或者注塑机合模锁紧机构主要有两种方式,曲肘合模锁紧机构和两板机的液压合模锁紧机构^[1]。

1.1 曲肘合模锁紧机构

曲肘合模锁紧机构习惯上称为三板机,主要由

合模油缸、曲肘连杆、后模板、动模板、调模装置及顶出机构等构成,具有成本低、维护低、刚性及运动性好等特点,是目前应用最为广泛的一种注塑机合模机构。结构简图如图 1 所示,系统依靠曲肘的弯曲及伸展完成开合模动作,并在伸直的状态下将模具锁紧(依靠曲肘机构的死点锁紧模具),其锁紧的可靠性主要取决于曲肘系统及大扛的刚度,其曲肘连杆具有机构力放大、改善运动特性和自锁等功能,曲肘合模和锁紧动作均由合模油缸完成^[1]。

三板机曲肘合模系统也存在许多不足,首先曲



1- 定模板;2- 大扛;3- 模具;4- 动模板;5- 曲肘机构;6- 后座板
7- 合模油缸

图 1 三板机结构简图

Fig.1 Schematic diagram of the three-plate machine structure

收稿日期: 2019-05-08

基金项目: 福建省科技重大专项专题资助项目(2016HZ0001-8)

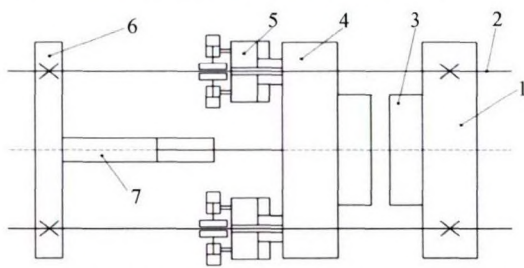
作者简介: 孟 猛(1993-),山东枣庄人,硕士生,主要从事机电液一体化控制技术方面的工作.电话:18753391859,

E-mail: mmeng2017@126.com

肘必须处于伸直状态并且精确达到某一位置才能将模具锁紧,因此三板机每次更换模具,都需要精确的定位锁紧,如果频繁更换模具,这种调节比较繁琐和费时;其次大杠锁模力的调节是通过旋转大杠尾部的锁紧螺母,要保证4根大杠受力均匀,往往需要对大杠进行单独调节,就需要分离整体调节系统,过程麻烦;再者曲肘机构的铰链长时间使用也会导致磨损,磨损之后锁模力发生变化,会导致产品飞边和影响内部质量等问题^[2,3]。

1.2 两板机构

两板机合模装置去除了三板机中的后座板和曲肘系统,锁紧功能由装于动模板后段的随动锁紧机构完成。随动锁紧机构主要构件包括对开螺母和锁紧油缸,其结构简图如图2所示,对开螺母能够闭合和打开,闭合时螺母与大杠上的夹持齿槽啮合,动模板不能后退。打开时解除啮合,动模板沿导轨和大杠可自由移动。在对开螺母闭合状态下,锁紧油缸充入高压油,油缸膨胀,大杠受到拉伸将模具锁紧^[1,5]。对开螺母为一圈圈独立的凸台如图3所示。



1- 定模板;2- 大杠;3- 模具;4- 动模板;5- 随动锁紧机构
6- 后座板;7- 合模油缸

图2 两板机结构简图

Fig.2 Schematic diagram of the two-plate machine structure

两板机运动和动力特性好,合模刚度好精度高,易于调整,模具结构紧凑,占地空间小^[2]。但是两板机锁紧机构由于加工精度的影响,会使对开锁紧后每个凸台承受的力不一样,加剧磨损,凸台磨损后受力状况会更加恶化,甚至会出现只有一个凸台

受力现象;同时受加工精度和装配精度影响,对开螺母合紧时两个螺母不能同时贴紧凸台,或者贴紧时所受的力不同,因此也会加剧磨损;对开螺母或者大杠上的凸台受力不均匀,也会导致合模合不紧,铸造注塑产品产生飞边或者内部质量缺陷。

2 新型两板机

新型的两板机结构如图4所示,主要结构依然包括大杠、开合模油缸、锁紧机构、动模板、定模板。相比于现有的两板机其主要改进的地方如图4(b)所示的锁紧机构,锁紧机构包括随动螺母、锁紧油缸、驱动装置控制系统、驱动装置、位移传感器。

2.1 整体连接方式

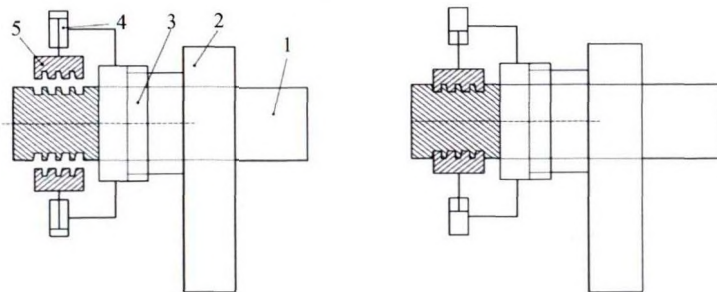
如图4(a),定模板和后座板分别与4根大杠固定,开合模油缸缸体尾部使用铰链与后座板相连,大杠穿过动模板,开合模油缸可驱动动模板沿大杠(y方向)移动,动模板与锁紧油缸位置固定,随动螺母通过螺纹旋在大杠上,随动螺母外圈与齿轮啮合,控制器和驱动装置共同驱动齿轮旋转,带动随动螺母旋转,沿y方向运动。

2.2 新型两板机工作原理

开合模油缸带动动模板移动,使模具分开或者合上,随动螺母在控制器的驱动下跟随动模板移动,随动螺母始终与动模板保持一固定间隙(图4(b)所示间隙 Δ),当模具完全闭合后,随动螺母停止随动,锁紧油缸充入高压油,油缸动作压紧随动螺母,锁紧模具,因此锁紧油缸行程很小即可满足锁紧要求。开模行程中,锁紧油缸缩回,随动螺母上的预紧力解除,因此驱动装置不需要很大功率即可驱动随动螺母。

相比传统两板机,新型两板机具有以下优点:

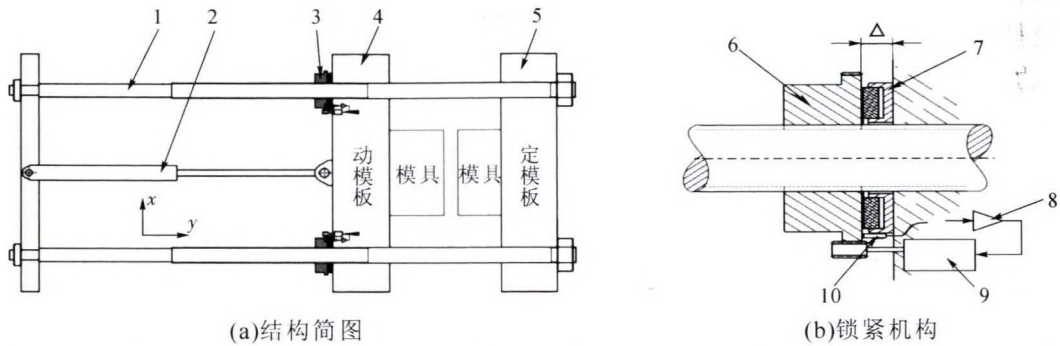
(1)锁模油缸锁紧后,锁模力即为螺纹的预紧力,根据理论计算,第一圈螺纹受力约为总载荷的30%~40%,第二圈螺纹受力约为总载荷的20%~30%,以后每圈依次递减,受力状况较传统两板机



(a)对开螺母打开 (b)对开螺母锁紧
1- 大杠;2- 动模板;3- 锁紧油缸;4- 对开螺母锁紧油缸;5- 对开螺母

图3 对开螺母锁紧机构

Fig.3 Split nut locking mechanism



1- 大杠;2- 开合模油缸;3- 锁紧机构;4- 动模板;5- 定模板;6- 随动螺母;7- 锁紧油缸;8- 驱动装置控制系统;9- 驱动装置;10- 位移传感器

图4 新型两板机
Fig.4 New two-plate machine

有明显改善,减少了磨损,延长使用寿命;

(2)随动螺母为一体式结构,螺纹加工技术已相当成熟,使用标准螺纹,精度和成本较传统两板机都有较大优势。

(3)可根据不同工艺需求设定合适的运动和动力曲线,通过安装位移传感器,结合液压控制系统,实现对合模过程中模板速度、位移的准确控制。

3 强度校核^[6]

根据 650T 压铸机合模机构参数,分析锁紧螺母、大杠的受力情况。650T 压铸机大杠直径 180 mm,锁紧力 650 T,材料选取为 40Cr。采用标准水系统 45°锯齿形螺纹,标记为 YS 180×6 JB/T 2001.73-1999,根据机械设计手册,其牙型尺寸如图 5 所示。

螺纹强度校核可把螺母的一圈螺纹沿大径展

开,螺杆的一圈螺纹沿小径展开,视为悬臂梁,如图 6 所示,

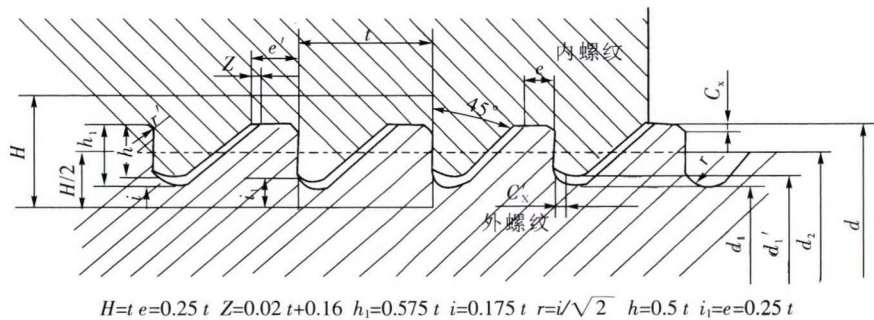
参数如下:

螺纹所受轴向力 $F=1\ 625\ \text{kN}$,旋合螺纹圈数 Z (因为旋合的各圈螺纹牙受力不均, Z 不易过大, Z 取 5);螺纹牙底宽度 $b=6\ \text{mm}$,螺纹工作高度 $h=3\ \text{mm}$,每圈螺纹牙的平均受力为 F/Z ,作用在中径上;螺母(内螺纹)的大径、中径、小径分别为 $D=180\ \text{mm}$ 、 $D_2=177\ \text{mm}$ 、 $D_1=174\ \text{mm}$;大杠(外螺纹)的大径、中径、小径分别为 $d=180\ \text{mm}$ 、 $d_2=177\ \text{mm}$ 、 $d_1=173.1\ \text{mm}$;材料屈服强度 $[\sigma_s] \approx 800\ \text{MPa}$ 。

(1)挤压强度校核

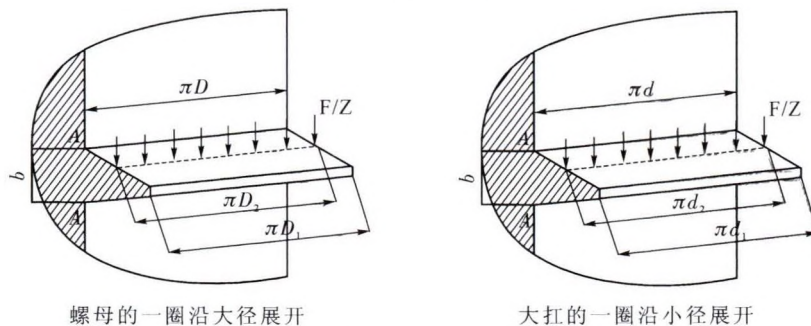
螺母一圈挤压面面积 $\pi D_2 h$,螺杆一圈挤压面积 $\pi d_2 h$ 。

螺母,挤压强度:



$$H=t e=0.25 t \quad Z=0.02 t+0.16 \quad h_1=0.575 t \quad i=0.175 t \quad r=i/\sqrt{2} \quad h=0.5 t \quad i_1=e=0.25 t$$

图5 牙型尺寸参数
Fig.5 Tooth size parameters



螺母的一圈沿大径展开

大杠的一圈沿小径展开

图6 螺纹展开图
Fig.6 Thread development diagram

$$\sigma_p = \frac{F}{A} = \frac{F/z}{\pi D_2 h} \approx 200 \text{ MPa} \leq [\sigma_p] \quad (1)$$

大扛,挤压强度

$$\sigma_p = \frac{F}{A} = \frac{F/z}{\pi d_2 h} \approx 200 \text{ MPa} \leq [\sigma_p] \quad (2)$$

其中, $[\sigma_p] = \frac{[\sigma_s]}{n}$ 为许用挤压应力,安全系数 n 取 1.5。

(2) 剪切强度校核

螺母剪切面面积为 πDb , 螺杆剪切面面积 $\pi d_1 h$ 。

螺母,剪切强度:

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{F/Z}{\pi Db} \approx 96 \text{ MPa} \leq [\tau] \quad (3)$$

大扛,剪切强度:

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{F/Z}{\pi d_1 b} \approx 100 \text{ MPa} \leq [\tau] \quad (4)$$

其中, $[\tau] = 0.6 \times [\sigma]$ 为许用剪切应力。 $[\sigma] = \frac{\sigma_s}{S}$ 为材料许用拉应力, σ_s 为材料屈服应力,安全系数 $S = 3 \sim 5$,取 5。

(3) 弯曲强度校核

危险截面为螺纹牙根部, A-A 截面。

螺母,弯曲强度:

$$\sigma_b = \frac{M}{W} = \frac{3Fh}{\pi Db^2 z} \approx 145 \text{ MPa} \leq [\sigma_b] \quad (5)$$

大扛,弯曲强度:

$$\sigma_b = \frac{M}{W} = \frac{3Fh}{\pi d_1 b^2 z} \approx 150 \text{ MPa} \leq [\sigma_b] \quad (6)$$

其中, M 为弯矩,螺母: $M = FL = \frac{F}{z} \times \frac{D - D_2}{2}$,大扛:

$+M = FL = \frac{F}{z} \times \frac{d - d_2}{2}$; W 为抗弯模量,螺母: $W = \frac{\pi Db^2}{6}$,

大扛: $W = \frac{\pi d_1 b^2}{6}$; $[\sigma_b]$ 螺纹牙的许用弯曲应力,对钢材, $[\sigma_b] = 1 \sim 1.2 [\sigma]$ 。

4 仿真分析

利用 ANSYS 软件仿真分析锁紧螺母、大扛的受力情况,在实际的生产中,锁紧螺母和大扛承受其锁模力的作用,这种新型的两板机四根大扛受力均匀,共同承受锁模力,故此锁紧机构受力模型可简化为螺栓连接,其三维模型如图 7 所示。



图 7 锁紧螺母和大扛的三维模型
Fig.7 Three-dimensional model

图 8 为锁紧螺母和大扛的应力云图和变形云图。可以看出,锁紧螺母与大扛相接触的地方应力较大,由于仿真过程中将压力施加在螺母的下表面,因此螺母的下方的变形较大,螺母的下方的几条螺纹受力较大,顶层的螺纹几乎不受力。根据其变形云图和应力云图可以看出最大变形位移为,最大应力为 790 MPa,而材料的屈服应力为 800 MPa,从应力云图可以看出最大应力处范围很小,所以随动螺母锁紧符合要求。

最大应力发生在从螺栓旋合第 1 圈螺栓杆处,并且是依次减少的。符合理论计算,第一圈螺纹受力

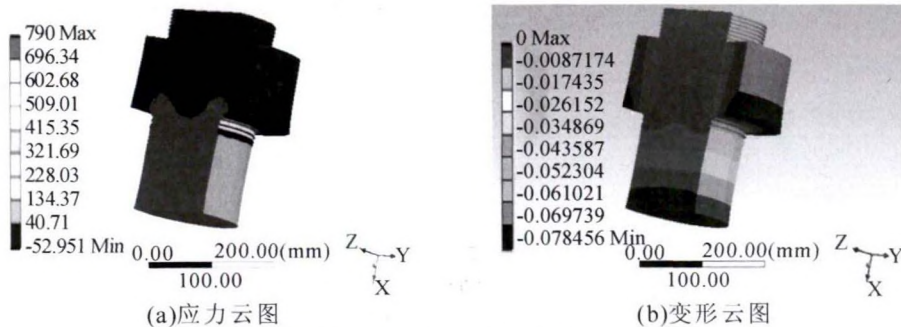


图 8 锁紧螺母和大扛的应力云图和变形云图

Fig.8 Stress cloud diagram and deformation cloud diagram

约为总载荷的 30%~40%,第二圈螺纹受力约为总载荷的 20%~30%,以后每圈依次递减,受力状况较传统两板机有明显改善,减少了磨损,延长使用寿命。

5 结语

新型两板机构相比于曲肘式合模机构简单很

多,调节更换模具更加简单。与传统两板机结构的主要区别在于锁紧机构,传统的对开螺母锁紧对开螺母受力不均匀,会导致合模合不紧,影响产品质量;新型的锁紧机构,其随动螺母与动模板始终保持一定间隙,模具合上后锁紧油缸加压随动螺母形成锁模力,各锁紧机构受力均匀,合模紧实,受力状况较

传统两板机有明显改善,减少了磨损,延长使用寿命,为压铸件,注塑机合模提供了一种新的方式。

参考文献:

- [1] 卢宏远,邹智厚,卢敏,等.布勒两板压铸机合模系统介绍[J].特种铸造及有色金属,2011,31(6):331-334.
- [2] 赵世超,鉴冉冉,谢鹏程,等.注塑机合模技术探讨与发展[J].塑料,2018,47(2):75-78.

- [3] 马华.合模机构及其发展[J].中国高新技术企业,2013(21):81-82.
- [4] 叶成刚,高世权,顾建华,等.曲肘式合模机构分析与优化系统开发[J].轻工机械,2014,32(2):9-11.
- [5] 冯刚,江平.二板式注塑机的特点研究及发展新动向[J].塑料工业,2011,39(1):9-13.
- [6] 成大先.机械设计书册(第二卷)[M].北京:化学工业出版社,2007.

转让出售信息

抢

本公司位于山东省蒙阴县境内,厂区占地65亩,钢结构厂房。铸造车间5400m²,机加工车间2300m²,制壳车间1800m²,打磨车间1800m²,4台1t中频电炉。40t粘土砂处理线一条,钢丸覆膜砂浇注线一条。

铸造环评手续、土地证件齐全,另有2个闲置厂房,本公司现对外转让出售,欢迎洽谈,联系电话:15854853968。

