● 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)半固态技术研究所有限公司,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。

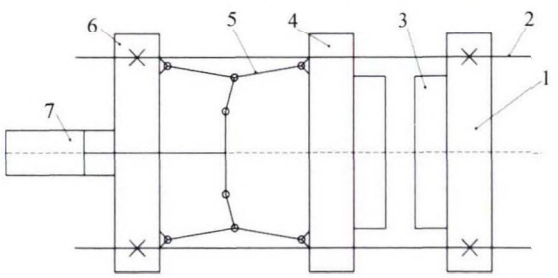
1 典型合模机构

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

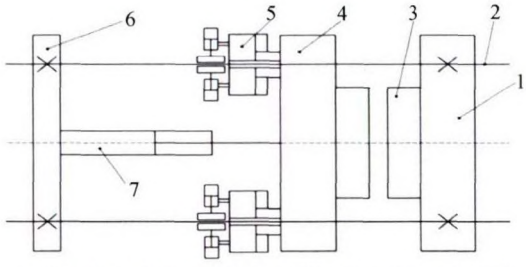
基金项目:福建省科技重大专项专题资助项目(2016HZ0001-8)

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；其次大扛锁模力的调节是通过旋转大扛尾部的锁紧螺母，要保证4根大扛受力均匀，往往需要对大扛进行单独调节，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，闭合时螺母与大扛上的夹持齿槽啮合，动模板不能后退。打开时解除啮合，动模板沿导轨和大扛可自由移动。在对开螺母闭合状态下，锁紧油缸充入高压油，油缸膨胀，大扛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- 大扛；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扛、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

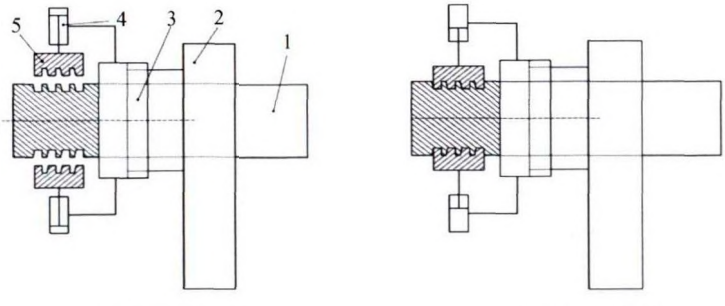
如图4(a)，定模板和后座板分别与4根大杠固定，开合模油缸缸体尾部使用铰链与后座板相连，大杠穿过动模板，开合模油缸可驱动动模板沿大杠(y方向)移动，动模板与锁紧油缸位置固定，随动螺母通过螺纹旋在大杠上，随动螺母外圈与齿轮啮合，控制器和驱动装置共同驱动齿轮旋转，带动随动螺母旋转，沿y方向运动。

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

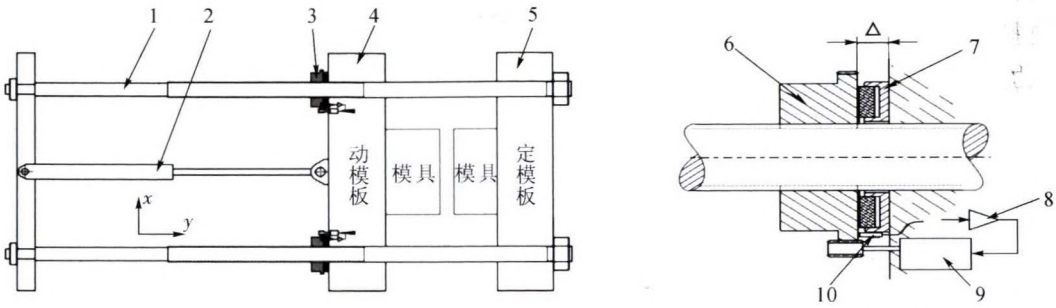


(a)对开螺母打开　　(b)对开螺母锁紧

1- 大扛；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



(a)结构简图　(b)锁紧机构

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,

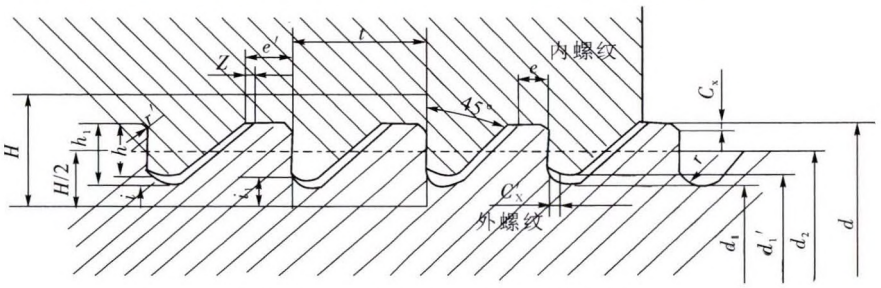
参数如下:

螺纹所受轴向力 F=1 625 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 mm,螺纹工作高度 h=3 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 mm、D_2=177 mm、D_1=174 mm;大扛(外螺纹)的大径、中径、小径分别为 d=180 mm、d_2=177 mm、d_1=173.1 mm;材料屈服强度[σ_s]≈800 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 $\pi d_2 h$。

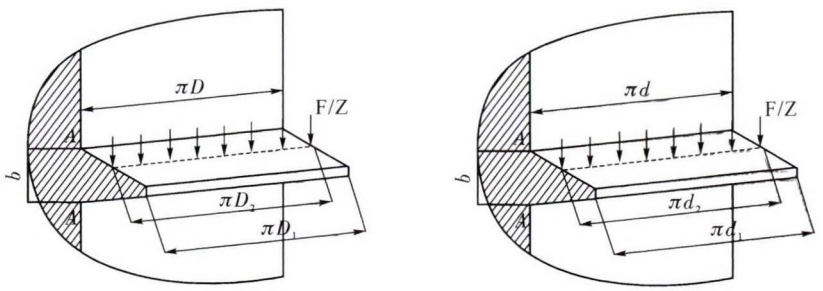
螺母,挤压强度:



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

图 5 牙型尺寸参数

Fig.5 Tooth size parameters



螺母的一圈沿大径展开　大扛的一圈沿小径展开

图 6 螺纹展开图

Fig.6 Thread development diagram

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

大扛，挤压强度

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

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：

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

大扛，剪切强度：

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

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=3~5，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：

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

大扛，弯曲强度：

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

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，$[\sigma_b]$=1~1.2$[\sigma]$。

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。

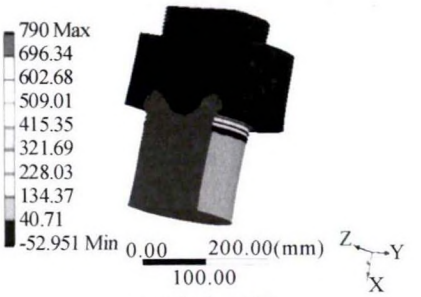


图 7 锁紧螺母和大扛的三维模型

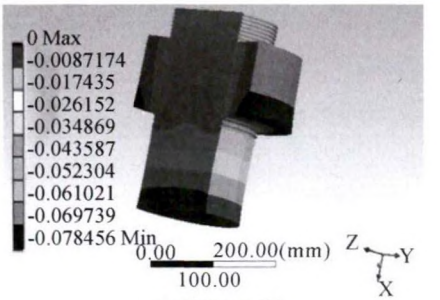
Fig.7 Three-dimensional model

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



(a)应力云图



(b)变形云图

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，为压铸机，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5 400 m²，机加工车间2 300m²，制壳车间1 800m²，打磨车间1 800 m²，4台1t中频电炉。40 t粘土砂砂处理线一条，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。















