

撑板锁紧两半凹模闭式挤压模具设计

田福祥

(青岛理工大学 机械工程学院, 山东 青岛 266033)

摘要: T形锻件因形状所致,采用传统的整体凹模结构不能实现无飞边模锻。给出了不考虑摩擦的情况下T形锻件闭式挤压模具结构和依靠4个铰支撑板锁紧的纵向对合凹模结构的受力分析。锻件在两半凹模和冲头形成的封闭模腔中挤压成形,生产的锻件无飞边。

关键词: 闭式挤压; 两半凹模; T形锻件; 无飞边模锻

中图分类号: TG375⁺.4 **文献标识码:** A

文章编号: 1674-6457(2011)03-0078-04

Design of Closed Extrusion Die with Halving Concave Die Locked by Support-boards

TIAN Fu-xiang

(School of Mechanical Engineering, Qingdao Technological University, Qingdao 266033, China)

Abstract: The conventional structure of a solid concave die was not applicable for die forging of forgings without any flash, because of the T shape of forgings. A structure of closed extrusion die for T shape forgings and the analysis of forces were presented. The vertical halving concave die was locked by four gemel support-boards. The forging within a closed cavity was formed by a punch and two concave dies. The forgings without flash can be produced with the new type of forging die.

Key words: closed extrusion; halving concave die; T shape forgings; die forging without any flash

1 制件工艺性分析

T形锻件如图1所示,材料为45钢,热锻成形。因锻件形状所致,无法采用传统的上模插入下模的闭式挤压结构实现无飞边挤压成形。为了将挤压后的锻件从凹模中取出,必须将凹模设计成可分的,由2块或多块组成的组合凹模。因此必须有大于锻件张模力的锁模力,使两半凹模紧密闭合,以免变形金属沿分模面挤出。

对于这类质量在0.5 kg以下,尤其是在0.2~0.4 kg的三通、四通、十字轴、阀体、弯头、管接头等

枝芽类精锻件,适合于在中、小吨位压力机上采用两半或多半组合凹模的锻模进行无飞边模锻生产。

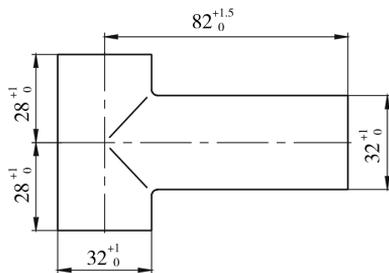


图1 T形锻件

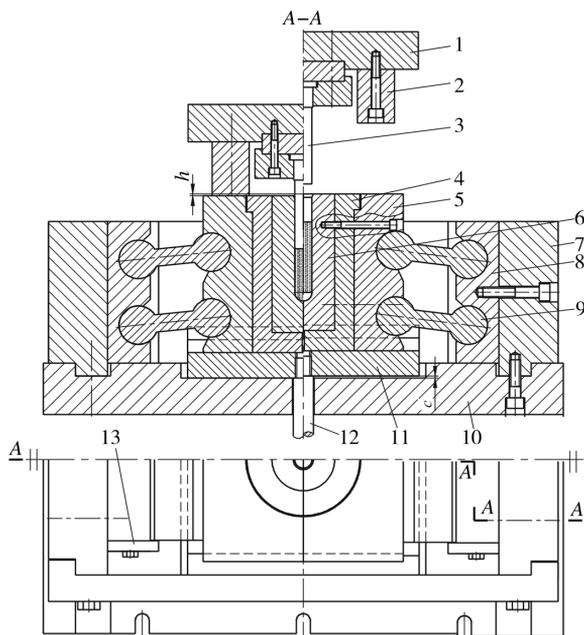
Fig.1 T shape forgings

收稿日期: 2010-12-27

作者简介: 田福祥(1951—),男,吉林德惠人,教授,主要从事模具技术的开发与应用,获得省部级科技奖励3项,连续8年获得青岛专业技术拔尖人才称号。

2 模具结构设计

撑板锁紧两半凹模闭式挤压模具如图2所示



1. 上模座 2. 限位块 3. 凸模 4. 两半凹模座 5. 半圆衬套
6. 两半凹模 7. 矩形框 8. 铰支座 9. 撑板 10. 下模座
11. 托板 12. 顶杆 13. 挡板

图2 撑板锁紧两半凹模闭式挤压模具

Fig. 2 Closed extrusion die with halving concave die locked by support-boards

示^[1]。凸模3固定于上模座1,矩形框7固定在下模座10上,撑板9两端分别铰接于两半凹模座4和铰支座8,形成平行四杆机构。两半凹模6通过半圆衬套5固定于两半凹模座4,三者的两半组合结构支承于托板11,并依靠其两侧的沟槽与托板11滑动连接。托板11通过顶杆12的螺纹与油缸活塞(气垫)固定连接。

由于撑板9、两半凹模座4和铰支座8组成的平行四杆机构作用,凸模挤压时,随着两半凹模6和托板11下移,撑板倾角 α 逐渐变小,矩形框7通过铰支座8和撑板9传递给两半凹模很大锁紧力,使两半凹模相互贴紧,变形毛坯不会从两半凹模的分形面流出,产生飞边。

顶杆12顶出时,平行四杆机构使两半凹模6斜向(向上和向外)平移分开,工件随之上移的同时脱离凹模,如图3所示,从而顺利取出工件。

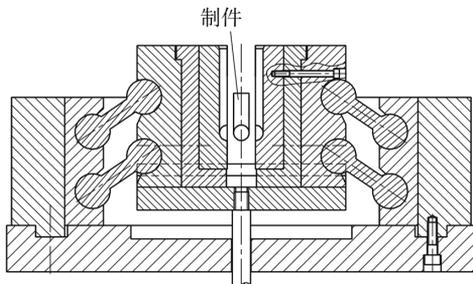


图3 撑板锁紧两半凹模闭式挤压模具张开状态

Fig. 3 Separate state of closed extrusion die with halving concave die locked by support-boards

这种模具适合于在热模锻压力机或液压机上闭式模锻小型枝芽形锻件。能保证锻件具有稳定尺寸,无飞边,所需设备吨位较小^[2]。

3 模具受力分析

3.1 两半凹模的受力分析

撑板锁紧两半凹模闭式挤压过程中,在托板11接触下模座10之前,托板11对两半凹模无支撑力,两半凹模的受力模型如图4所示。

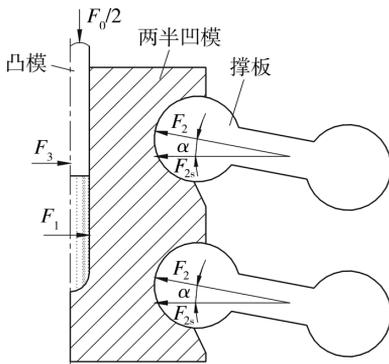


图4 两半凹模下端不受支撑时的右部受力模型

Fig. 4 Mechanical model of halving concaves die without support on the underside

假定铰支座处无摩擦,4个撑板的受力状态完全一样,由图4关系可得撑板所受的压缩力 F_2 为:

$$F_2 = \frac{F_0}{4 \sin \alpha} = \frac{F_1 + F_3}{2 \cos \alpha} \quad (1)$$

式中: α ——撑板水平倾斜角;

F_0 ——冲头对整个坯料的压力;

F_1 ——锻件对型腔侧壁的水平张力,即张模

力;

F_3 ——与另一半凹模贴合的反力,简称贴合力。

每个撑板对两半凹模的锁紧力即为撑板所受的压缩力 F_2 的水平分量为:

$$F_{2s} = F_2 \cos \alpha = \frac{F_0}{4 \tan \alpha} \quad (2)$$

当 α 很小时,一定的冲头压力 F_0 通过两半凹模 6、撑板 9 和铰支座 8 传递到矩形框 7 上的锁紧力 F_{2s} 极大,会导致两半凹模张开甚至矩形框 7 胀裂。

3.2 撑板的变形

根据虎克定律,在托板 11 接触下模座 10 之前,撑板在压力 F_2 的作用下产生的压缩变形为:

$$\Delta L = \frac{F_2 L}{EA} = \frac{F_0}{4 \sin \alpha} \times \frac{L}{EA} \quad (3)$$

式中: ΔL ——撑板的压缩变形量, mm;

L ——撑板未受力时的长度, mm;

A ——撑板横截面面积, mm^2 ;

E ——撑板材料的弹性模量, MPa。

挤压时撑板因受压缩其长度缩短了 ΔL , 使已闭合的凹模产生微小下移 Δh 。

撑板变形量 ΔL 与凹模下移距离 Δh 的几何关系如图 5 所示。由图 5 可知, 挤压时凹模由挤压前

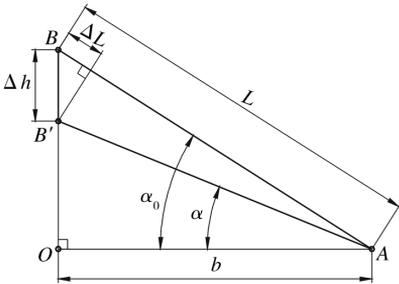


图 5 撑板压缩变形引起凹模下移距离

Fig. 5 Moving down distance of concave die with deformation of support-boards compression

的位置 B 下移至 B' , 下移距离 Δh 为:

$$\Delta h = \frac{\Delta L \times L}{\sqrt{L^2 - b^2}} \quad (4)$$

3.3 两半凹模下端支撑力的作用

挤压前,两半凹模合拢,托板 11 与下模座 10 之间有一定的间隙。随着两半凹模下移,撑板的锁紧

力 F_{2s} 和贴合反力 F_3 增大,锻件的张模力 F_1 也有所增大。当锁紧力 F_{2s} 和贴合反力 F_3 之差 ($F_{2s} - F_3$) 达到足以抵抗锻件的最大张模力时,托板 11 与下模座接触,即两半凹模通过托板 11 受下模座 10 支撑而停止下移,如图 2 左半部所示,锁紧力 F_{2s} 不再增大。

两半凹模下端受支撑时的受力模型如图 6 所示,此时撑板所受的压缩力 F_2 为:

$$F_2 = \frac{F_0 - F_4}{4 \sin \alpha} \quad (5)$$

式中: F_4 ——下模座对两半凹模贴合的支撑力。

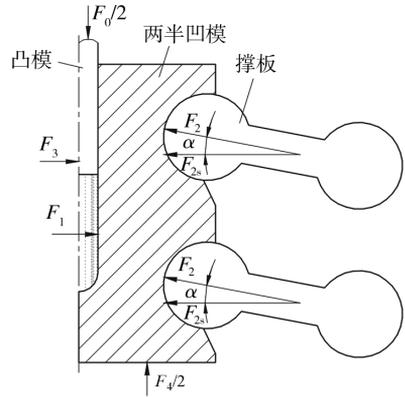


图 6 两半凹模下端受支撑时的受力模型

Fig. 6 Mechanical model of halving concave die with support on the underside

每个撑板对两半凹模的锁紧力为:

$$F_{2s} = F_2 \cos \alpha = \frac{F_0 - F_4}{4 \tan \alpha} \quad (6)$$

由式(6)可知,由于模座的支撑力 F_4 作用,即使 α 很小,也不会导致锁紧力 F_{2s} 极大和两半凹模张开甚至矩形框 7 胀裂。

4 托板与下模座之间的间隙

在两半凹模合拢后未挤压时,托板 11 与下模座 10 之间有一定间隙。挤压过程中在托板 11 接触下模座 10 之前,两半凹模和托板 11 下移,虽然由于撑板的弹性压缩而使凹模的垂直位置发生变化,但两半凹模始终紧密地贴合在一起,变形金属不会被挤入分模面。托板与下模座之间间隙的大小决定下模座的支撑力度。

托板 11 与下模座 10 之间间隙 c 先按式(7)初步

计算,再通过挤压工艺试验最后确定 c 的合适值。

$$c = k \Delta h \quad (7)$$

式中: Δh ——撑板的压缩变形引起两半凹模下移的距离,由式(4)确定;

k ——考虑矩形框和铰支座弹性变形对两半凹模下移距离的影响而乘的系数, k 取 1.2~1.5。

5 模具工作过程

挤压前,托板 11 与顶杆处于下极限位置,在撑板 9 作用下,两半凹模合拢形成整体模腔,此时托板 11 与下模座 10 之间有一定的间隙。将加热后的坯料直立插入凹模模腔中。

挤压时,上模下行,凸模 3 插入凹模型腔,通过坯料推动两半凹模和托板下移,撑板倾角 α 逐渐变小,使两半凹模相互贴紧,同时坯料有较小的变形。

当上模下行至托板 11 与下模座 10 接触时,两半凹模下端受支撑而停止下移,此时撑板 9 对两半凹模的锁紧力 F_{2s} 和贴合反力 F_3 之差($F_{2s} - F_3$)已

达到足以抵抗锻件的最大张模力。随着凸模 3 继续下行挤压坯料,变形金属充满模腔,锻件成形。

挤压结束后,凸模 3 随上模上行,设备上的油缸活塞(气垫)通过顶杆 12 推动托板 11 和两半凹模 6 上行,在撑板 9 拉力作用下,两半凹模 6 上行的同时沿托板 11 两侧导轨外移张开而脱离锻件,取出锻件。

6 结语

工艺实验表明,撑板锁紧两半凹模闭式挤压模具工作可靠,生产效率高,满足生产要求。与开式模锻相比,减少了加热次数和模锻工步,提高材料利用率 30%,锻件精度和机械性能显著提高。

参考文献:

- [1] 中国模具设计大典编委会. 中国模具设计大典[M]. 南昌:江西科学技术出版社,2003:731.
- [2] 田福祥. 弯杆型喷嘴挤压模设计[J]. 热加工工艺, 2004,33(9):58-60.

(上接第 37 页)

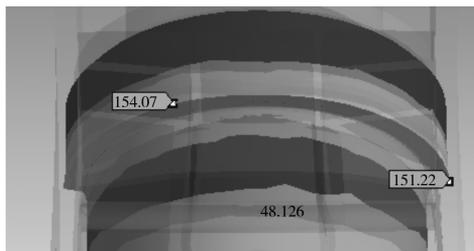


图 18 改进后油缸法兰边缘等效应力

Fig. 18 The equivalent stress of the oil cylinder flange edge after improving

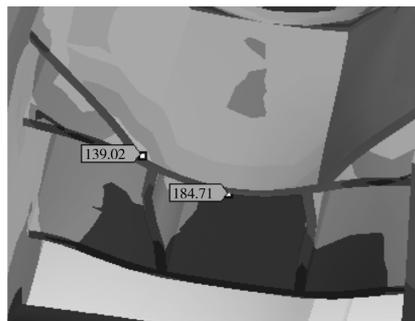


图 20 改进后机架下部筋板等效应力

Fig. 20 The equivalent stress of lower rib of frame after improving

和 184.71 MPa,如图 19 和图 20 所示。



图 19 改进后机架上部筋板等效应力

Fig. 19 The equivalent stress of upper rib of frame after improving

由以上计算结果可以看到,改进后,机架沟槽底部、油缸的法兰根部、油缸法兰边缘部和下顶垫内部筋板的应力情况有了明显改善,而其他部位并不明显。故建议按照改进意见的第 1,2,3 执行,从而达到改进效果。

参考文献:

- [1] 李娜,袁文生,程刚. 基于有限元理论的楔横轧机机身力学行为与刚度研究[J]. 锻压装备与制造技术,2010, 45(3):52-55.