

冷挤压组合凹模设计

湘潭机电高等专科学校(湖南湘潭 411101) 彭庚新

[摘要] 通过对预应力组合凹模应力应变分析与研究,揭示了预应力组合凹模自我补偿机制,并且对防止破坏,延长冷挤压模具寿命进行了探讨。

关键词 应力 应变 强度 补偿环

1 冷挤压凹模受力分析

在冷挤压过程中,凹模内壁可视为如图1所示的均布径向压力 P ,其受力状态与厚壁筒内部受力情形相似,因此,凹模内任意半径 r 处的切向应力 σ_t 与径向应力 σ_r 可用厚壁筒理论公式表达:

$$\sigma_t = \frac{P}{a^2 - 1} \left(1 + \frac{r^2}{r_1^2} \right)$$

$$\sigma_r = \frac{P}{a^2 - 1} \left(1 - \frac{r^2}{r_1^2} \right)$$

式中 P ——凹模内壁径向工作压力(可视为冷挤压单位压力),MPa

a ——凹模直径比, $a = r_2 / r_1$

r_2 ——凹模外圆半径,mm

r_1 ——凹模内腔半径,mm

r ——凹模内任意点的半径,mm

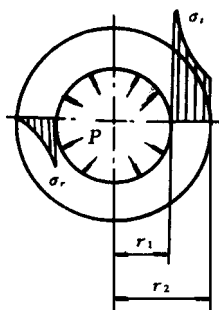


图1 凹模内壁受力分析

设轴向应力 $\sigma_a = 0$,根据能量条件,只有在相当应力 σ_r 小于或等于模具材料的屈服

极限 σ_s 时,凹模内壁才不致于因屈服而破坏。在型腔内壁处 $r = r_1$ 和 $r = r_2$ 均达到最大值,故型腔壁上各点是危险点。根据第三强度理论计算相当应力:

$$\sigma_r = \sigma_t - \sigma_r = 2a^2 P / (a^2 - 1)$$

图2表示了凹模型腔内表面相当应力与凹模直径之比 a 的关系。由图可以看出,当凹模直径比增大时,相当应力下降,即说明凹模强度增大。但当 $a > 4$ 时, a 值增大,应力趋于平稳,当 $a > 5$ 以后,再增加 a 值,其相当应力几乎不再减小,这说明如果要提高凹模强度,不宜再用增加凹模壁厚的办法。

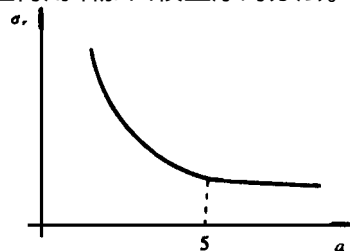


图2 凹模型腔内表面 σ_r 与凹模直径比 a 的关系

2 预应力组合凹模应力应变状态

现以两层组合凹模为例,如图3所示,设内层的内、外半径为 r_1 、 r_2 ,外层的内、外半径为 $r_2 -$ 、 r_3 ,此处称为半径过盈量。预应力组合凹模可以加热压合(热装),即将外层预应力圈预先加热到 $350 \sim 400^\circ\text{C}$,然后套在内圈上,冷却后自行收缩包紧内圈。

内圈在过盈装配压力 P_3 作用下,外圆 AB 产生向内的径向位移 u_1 ,外圈在 P_3 作

收稿日期:1998年7月3日

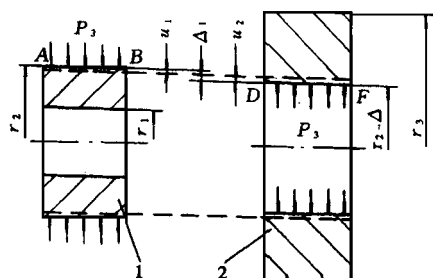


图3 组合凹模应变状态

1. 内圈 2. 外圈

用下, 内圆 DF 产生向外的径向位移 u_2 , 其中

$$u_1 = -P_3 \frac{r_2}{E_1} \frac{r_2^2}{r_2^2 - r_1^2} [(1 - \mu_1) + (1 + \mu_1) r_1^2 / r_2^2]$$

$$u_2 = -P_3 \frac{r_2}{E_2} \frac{r_2^2}{r_2^2 - r_1^2} [(1 - \mu_2) + (1 + \mu_2) r_2^2 / r_3^2]$$

式中 E_1 、 E_2 ——材料的弹性模量

μ_1 、 μ_2 ——泊松比

由图3可以看出位移之间的关系为 $u_1 = u_2$ (u_1 是负号)。把上面两式代入此关系式并化简, 可得到装配压力 P_3 与过盈量关系:

$$P_3 = \frac{r_2}{r_2 \left[\frac{1}{E_2} \left(\frac{r_3^2 + r_2^2}{r_3^2 - r_2^2} + \mu_2 \right) + \frac{1}{E_1} \left(\frac{r_2^2 + r_1^2}{r_2^2 - r_1^2} - \mu_1 \right) \right]}$$

两筒装配好后, 内筒处在外压力 P_3 作用之下, 在内筒型腔壁处产生压应力(切向)为:

$$\tau = -P_3 2 r_2^2 / (r_2^2 - r_1^2)$$

如果此组合凹模再承受内压(冷挤压工作压力), 这内、外层将如一个整体一样, 在工作压力下又将引起工作应力, 工作应力 τ 与装配预应力 τ 反号(指切向), 引起卸载抵消作用, 使总应力有所减小, 所以组合凹模比一般整体凹模能承受较大的冷挤压工作压力。

3 预应力组合凹模设计

由于组合凹模强度比整体式凹模强度高, 所以, 当冷挤压的单位挤压力较小时, 采用整体式凹模, 当单位挤压力较大时, 则采用两层或多层组合凹模, 一般凹模直径比在 $a = 4 \sim 6$ 时:

(1) 当单位挤压力 $P \leq 100 \text{ MPa}$ 时, 采用整体式凹模。

(2) 当单位挤压力 $100 < P \leq 1400 \text{ MPa}$ 时, 采用二层组合凹模。

(3) 当单位挤压力 $1400 < P \leq 2500 \text{ MPa}$ 时, 采用三层组合凹模。

经验表明, 3层组合凹模(如图4)是最好的结构形式, 进一步增加层数, 对增强凹模承载能力已无多大效果, 且给制造和装配带来不便。组合凹模预应力圈的直径与过盈量如表1所示。

表1 组合凹模预应力圈的直径与过盈量的关系

层数	预应力圈半径			过盈量	
	r_2	r_3	r_4	1	2
二层	$(2 \sim 3) r_1$	$2 r_2$	—	$0.016 r_2$	—
三层	$1.6 r_1$	$1.6 r_2$	$1.6 r_3$	$0.02 r_2$	$0.012 r_3$

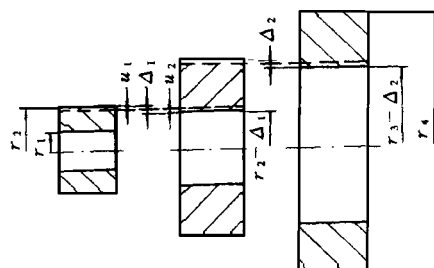


图4 三层组合凹模简图

组合筒在热套时须将外筒加热至 T , 设材料的线胀系数为 α , 则

$$2(r_2 - r_1) = T 2(r_2 - r_1) \alpha$$

$$T = (r_2 - r_1) / (\alpha r_1)$$

4 组合凹模结构改进——补偿环

改进后的组合凹模如图5所示, 其中图5a凹模内层是整体式结构, 制造容易, 应用最为广泛。但经短时间使用后, 在S形孔口的中间部位便开始出现纵向裂纹。分析表明, 这是由于孔口部位预应力不均或不足造成的, 传统的改进方法是将凹模内层纵向分割, 如图5b所示。最内层小凹模与挤压筒之间以过盈配合, 过盈量一般应大于 0.02 mm , 这种结

构的凹模强度虽然有所提高,但S形孔口变为锥孔口,且存在拼合面,金属材料在这种凹模内流动时,速度方向和大小几经突变,产生了切向速度的间断,一方面使材料增加滑移错动,内部组织结构受到损伤,因而影响工件的机械性能。另一方面将消耗一部分冗余功^[1],因而使变形力大大增加,这不仅要求选用更大吨位的设备,耗费更多的动力,同时也加重了模具本身的负荷和磨损,使成形工作条件恶化。

为了使型腔孔各部分得到相应的预应力效果,理论上应将镶块凹模内圈的外形设计成与型腔孔的形状相似,如图5c所示,但是这种形状,无论是加工还是装配都有一定困难。通过一种折衷办法进行补偿,即把上下两部分分开计算,这样就可以获得各种不同镶块直径和收缩量,直径的不同用一个中间套圈来过渡,如图5d所示,这层套圈如同第二个预应力压套一样,将其称为预应力补偿环。实践证明,预应力补偿环确实使模具寿命大大提高。

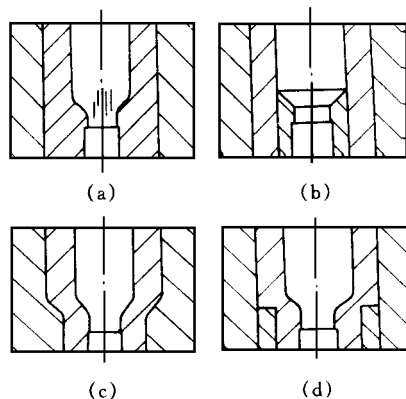


图5 组合凹模结构改进

参 考 文 献

- 1 郭燕伶等. 正挤凹模理想轮廓设计. 模具工业, 1998, (3)
- 2 杨长顺. 冷挤压模具设计. 国防工业出版社, 1994.
- 3 苏翼林. 材料力学. 高等教育出版社, 1984.
- 4 杜东福等. 冷冲压模具设计. 湖南科学技术出版社, 1986.

快 速 装 卸 精 锻 模 设 计

郑州工业高等专科学校(河南郑州 450007)
郑州齿轮厂

杨予勇 姚宣甫
刘松峰 张立传

[摘要] 介绍了用大螺纹快速装卸模具的结构设计,经生产检验证明是一个稳定产品质量、提高生产效率、节约能源、消除生产隐患的有效方法。

关键词 伞齿轮 精锻 精锻模 产品质量

1 引 言

传统精锻模采用组合式结构,如图1所示。上模采用3个内六角螺钉,通过导模紧固;下模采用4个内六角螺钉,通过应力圈、压紧圈紧固。

现场调查发现,更换模具劳动强度大,步骤繁琐,并且每个生产班次中要更换1~2次模具。

(1) 换一个上模,需要落下锤头,卸下T型螺栓,升起锤头,卸下模座,卸导模;然后装上新上模、导模,对正锁扣,固定模座等。

(2) 换一个下模,需要升起锤头,卸下螺

收稿日期:1998年12月28日