

冲裁模凸、凹模零件的优化设计

蒙以嫦

(柳州职业技术学院, 广西 柳州 545006)

摘要: 分析了冲裁模凸、凹模零件传统设计存在的问题,以现代企业实际需求为出发点,引入汽车企业的钢板模设计标准,从冲裁刃口尺寸计算、外形尺寸设计、材料选用等方面陈述了优化设计的思路,对加快模具开发周期,降低模具制造成本,起到十分重要的作用。

关键词: 凸、凹模设计; 刃口尺寸; 外形尺寸; 材料选用

DOI: 10.3969/j.issn.1674-6457.2013.04.013

中图分类号: TG385.2

文献标识码: A

文章编号: 1674-6457(2013)04-0051-03

Optimization Design of Convex and Concave Mold Parts for Blanking Die

MENG Yi-chang

(Liuzhou Vocational and Technical College, Liuzhou 545006, China)

Abstract: The problems of traditional design of convex and concave mold parts for blanking die are analyzed. As a starting point by the actual needs of the modern enterprise, the steel mold design standards of the auto companies are introduced. The ideas of optimization design are stated from the calculation of blanking cutting edge size, outline dimensions design and material selection, which plays an important role for accelerating mold development cycle and reducing the cost of mold manufacturing.

Key words: convex and concave mold design; cutting edge size; outline dimensions; material selection

目前汽车行业的模具使用量最大,90%以上的汽车零部件需要模具成形。随着技术进步,汽车产品的更新速度将越来越快,加上日益发展的多样性需求,使车型数量急剧增加。特别是近几年来,我国各类家用轿车产量一直大幅度增长,这就对模具的开发速度、制造精度以及模具寿命提出更高的要求。冲裁模中凸、凹模零件是直接参与冲裁的零件,对确保冲裁件质量起到至关重要的作用。传统设计方法计算复杂,设计周期长,与现代企业高效、快速、高质量的生产要求很难适应。根据多年的企业生产实际与经验,总结出切实可行的设计方法,简化了设计程

序,对加快模具开发周期,提高生产率,降低模具制造成本,起到十分重要的作用。下面,将以某冲裁件落料模的凸、凹模零件设计为例,进行2种设计方法的设计比较。

1 零件

如图1a所示的工件,板料厚度 $t=1.0\text{ mm}$,材料为10号钢,生产批量为10万件/年。试设计其落料模的凸模和凹模零件。

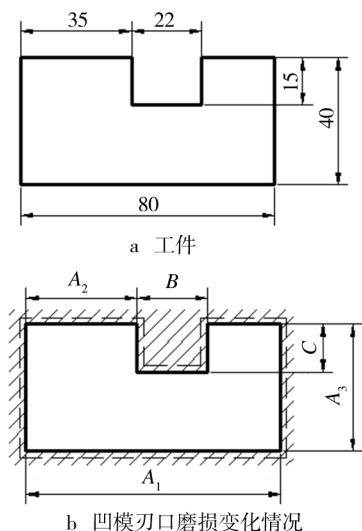


图1 工件及凹模刃口磨损规律

Fig. 1 Wear rules of the workpiece and and die cutting edge

2 传统设计思路及方法

传统的设计方法是按照冲压模具设计手册或教材上的设计要求,代入公式进行相应的设计计算,具体步骤如下所述。

2.1 凹、凸模刃口尺寸计算

非圆形零件一般采用配合加工,根据冲裁模凸、凹模设计的依据和原则,落料模的基准件为凹模,所以只需要计算出凹模刃口尺寸及制造公差,凸模刃口尺寸根据凹模实际尺寸按间隙要求加工制作。

查汽车行业冲裁模初始双面间隙表得: $Z_{\min} = 0.10 \text{ mm}$, $Z_{\max} = 0.14 \text{ mm}$,查冲压件未注尺寸公差表 GB/T 15055-m 得该冲裁件尺寸的未注公差分别为 $(80 \pm 0.3) \text{ mm}$, $(40 \pm 0.3) \text{ mm}$, $(35 \pm 0.3) \text{ mm}$, $(22 \pm 0.20) \text{ mm}$, $(15 \pm 0.20) \text{ mm}$,查磨损系数表,得上述尺寸对应的磨损系数 x 均为 0.5。

由图 1b 凹模刃口磨损变化情况可知,磨损后变大的尺寸有 A_1, A_2, A_3 ,变小的尺寸有 B ,不变的尺寸有 C ,则该落料模凹模刃口尺寸计算如下。

第 1 类尺寸:磨损后增大的尺寸。

$$A_1 = (A_{\max} - x\Delta)_{-0.1}^{+0.15} \Delta = 80_{-0.1}^{+0.15} \text{ mm}$$

$$A_2 = 35_{-0.1}^{+0.15} \text{ mm}$$

$$A_3 = 40_{-0.1}^{+0.15} \text{ mm}$$

第 2 类尺寸:磨损后减小的尺寸。

$$B = (B_{\min} + x\Delta)_{-0.1}^{+0.15} \Delta = 22_{-0.1}^{+0.15} \text{ mm}$$

第 3 类尺寸:磨损后基本不变的尺寸。

$$C = \left(C_{\min} + \frac{1}{2}\Delta\right) \pm \frac{1}{8}\Delta = 15 \pm 0.05$$

凸模刃口尺寸按凹模刃口实际尺寸配作,保证最小双面合理间隙 $Z_{\min} = 0.10 \text{ mm}$ 。凸、凹模刃口尺寸如图 2 所示。

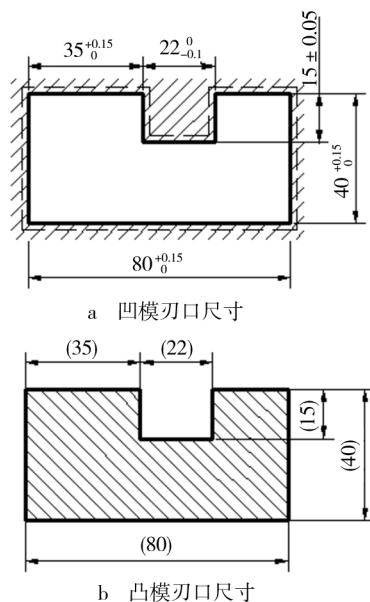


图2 落料凸、凹模刃口尺寸

Fig. 2 Cutting edge dimension of convex and concave blanking die

2.2 凸、凹模设计

根据该零件的形状尺寸特点,为降低制造难度,凸、凹模外形均采用直通式,凹模采用螺钉和销钉固定,凸模采用螺钉和定位槽固定,凸、凹模外形尺寸分别按公式计算确定。如图 3 所示,结合计算公式,则有凹模外形的高、长、宽方向尺寸分别为:

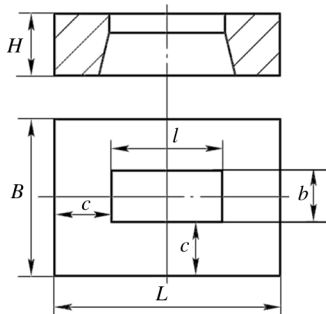


图3 凹模外形尺寸与刃口尺寸关系

Fig. 3 Relation between die size and cutting edge

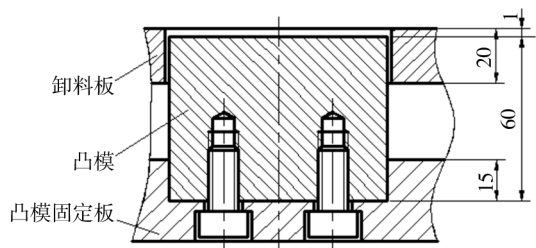


图4 凸模固定形式

Fig. 4 Fixed form of punch

凹模厚 $H = kl = 17.6 \text{ mm}$ (查板厚系数表, $k = 0.22$), 取 $H = 20$,

凹模宽度 $B = b + 2c = b + (3 \sim 4)H = 120 \text{ mm}$,

凹模长度 $L = l + 2c = l + (3 \sim 4)H = 160 \text{ mm}$ 。

根据图4所示的凸模固定形式, 凸模长度计算公式为: $h_{\text{凸}} = h_1 + h_2 + h$ 。式中: h_1 为卸料板厚度, 取 20 mm ; h_2 为凸模压入固定板深度, 取 15 mm ; h 为附加长度, 取 25 mm 。由此可得: $h_{\text{凸}} = 60 \text{ mm}$ 。

3 优化设计思路及方法

优化设计方法是根据现代企业生产实际的要求及相关汽车企业的设计标准, 进行合理的取值与设计, 具体设计思路如下所述。

1) 凹、凸模刃口尺寸计算。从传统方法计算结果可知, 对落料模而言, 当工件尺寸为未注公差时, 基准件刃口的基本尺寸与工件的基本尺寸相同, 所以目前企业普遍采用经验设计, 而不必进行冲裁刃口尺寸计算, 即直接将基准件刃口的基本尺寸取值与工件尺寸相同, 制造公差遵循“入体”原则, 一般取 IT6 ~ IT7 级。

2) 凹、凸模外形尺寸计算。参照柳州福臻模具公司钢板模设计标准, 落料凹模、凸模厚度按 40 mm 设定, 冲孔镶套按高 25 mm 设定, 凹模壁厚一般取 $40 \sim 55 \text{ mm}$, 具体根据冲裁件料厚选定的要求, 该案例中材料厚度为 1 mm , 可取凹模壁厚 $c = 40 \text{ mm}$, 则凹模的长、宽、高尺寸分别计算如下。

凹模厚度 $H = 40 \text{ mm}$, 传统方法按公式计算凹模厚度为 20 mm , 对于年产 10 万件, 目前模具平均寿命 50 万冲次的要求, 强度与模具寿命都难以保证, 所以是不合适的。

凹模长度 $L = l + 2c = 160 \text{ mm}$, 凹模宽度 $B = b + 2c =$

120 mm 。

凸模长度计算与传统方法相同, $H_{\text{凸}} = 60 \text{ mm}$ (注: 当凸模截面尺寸足够大, 可采用螺栓、销钉固定时, 凸模厚度与凹模厚度相同, 取 40 mm 。)

3) 凸、凹模材料选择。参照柳州福臻模具公司钢板模设计标准, 落料类工作部位材料选择 Cr12MoV , Cr12 , 热处理硬度为 $58 \sim 62\text{HRC}$ 。由于该案例零件有凹槽结构, 故凸、凹模材料选择 Cr12MoV 。

4) 螺栓、销钉紧固件的选用及布置。参照柳州福臻模具公司钢板模设计标准, 原则上从上往下锁螺栓 (选用 M8 , M10 , M12 内六角螺栓紧固), 紧固销钉距离参照此规定, 凹模螺栓孔位置应避开冲裁应力区域, 如图5所示。

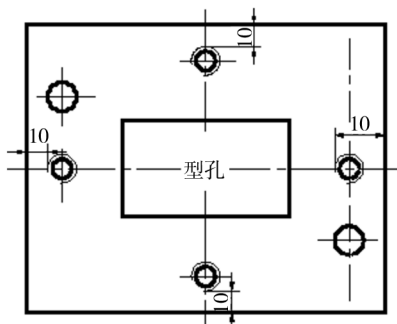
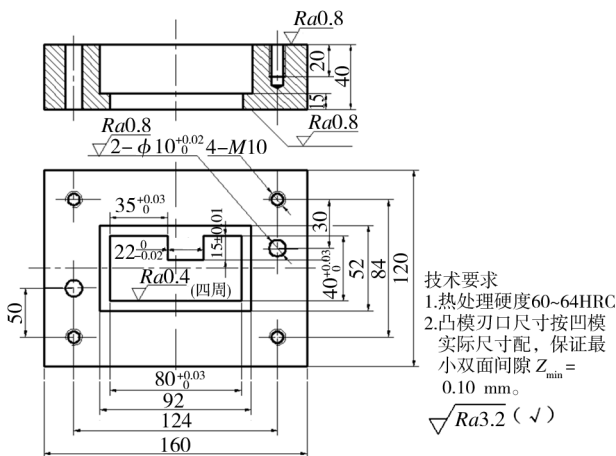


图5 紧固螺栓、销钉的布置

Fig. 5 Layout of fastening bolt and pin

5) 绘制凸、凹模零件图。根据以上的设计结果, 得到凹、凸模零件如图6、图7所示。

图6 凹模 (材料: Cr12MoV)Fig. 6 Die (material: Cr12MoV)

组织和成分偏析现象,材料力学性能降低。

失效部位与活塞上的应力分布及温度分布密切相关。经研究发现^[5],燃烧室靠近活塞顶部的边缘温度最高且销孔顶部方向的应力集中现象最严重,因此在高温疲劳载荷作用下,在销孔正上方的活塞顶部边缘由于受到高温的影响其强度及疲劳抗力显著下降,成为容易发生失效的危险区域,这也是此批零件在同一位置失效的原因。

3 改进措施

热疲劳微裂纹的产生与初晶硅密切相关,大块状的初晶硅会显著降低活塞的力学性能,材料基体组织中存在较多大块状初晶硅,说明变质处理不充分,建议用铝锆中间合金变质法代替钠变质,其变质效果比钠盐好,氧化烧损也比钠盐小,有效变质持续时间长。

4 结语

材料存在组织缺陷及大量铁相夹杂,严重损害

了材料的综合力学性能。在较大高温疲劳载荷作用下,垂直销孔上方的活塞顶部边缘处因受到高温高应力作用而较易萌生裂纹,继而引发烧蚀穿孔,导致最终失效。厂家采用铝锆中间合金变质法代替钠变质后,内燃机铸造铝合金活塞的质量问题得到了很好的解决。

参考文献:

- [1] 王会强,蒋辉,赵建国,等. 内燃机铸造铝活塞顶部裂损失效分析[J]. 农机化研究,2007(11):211-213.
- [2] 侯林冲,段莉萍,王有祁,等. 大功率柴油机活塞裂纹失效分析[J]. 金属热处理,2007,32(S1):286-289.
- [3] 迟绍宁,张水利,吴琴,等. 286L型船用柴油机活塞失效分析研究[J]. 内燃机与动力装置,2012(1):51-54.
- [4] 陈峰,纪琳,郭永平,等. DW-34.7/(11.5-53)X型压缩机活塞与十字头断裂失效分析[J]. 理化检验-物理分册,2010,46(7):450-455.
- [5] 陈文旗,胡树兵,胡晨晨. 柴油机活塞开裂失效分析[J]. 金属热处理,2011,36(Z1):116-121.

(上接第53页)

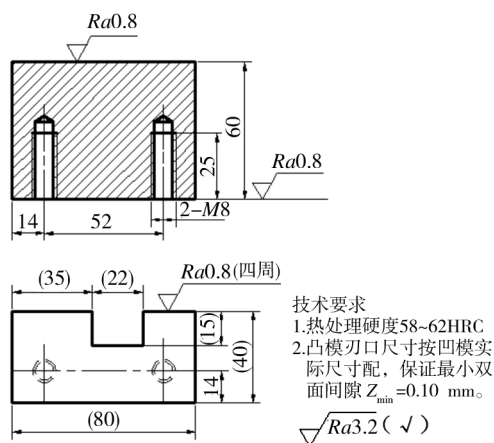


图7 凸模(材料:Cr12MoV)

Fig. 7 Punch (material: Cr12MoV)

4 结语

通过比较以上2种设计方法,可以看出传统的设计方法计算过程繁琐,并且需要查找大量的表格数据。当零件轮廓形状复杂时,计算更为复杂,设计

难度会大幅度增加,设计周期更长。同时,由于目前市面上的冲压模具设计手册以及参考书都是很多年前出版的,按上面数据计算出来的结果,在精度、强度和模具寿命等方面已很难适应目前年产量数十万件的要求。经验设计所采用的数据及企业标准,是工程技术人员多年来企业实践经验的宝贵总结,并且是与目前企业的实际要求相适应的。经验设计方法减少了大量的理论计算环节,简便实用,设计周期短,设计出来的数据结果更符合现代企业生产的实际要求。

参考文献:

- [1] 杨艳洲,李泷,黄翔,等. 基于知识的钣金冲模凸模与凹模快速设计与开发[J]. 模具工业,2011(7):6-9.
- [2] 余席同. 冲裁口尺寸及制造工差的确定[J]. 金属加工(冷加工),2008(6):58-59.
- [3] 徐芝化,马国亭. 冲模凸模设计技巧[J]. 模具制造,2011(4):27.