

锌基合金在冲裁模制造中的应用

曹 驰^{1,2}, 刘洪军¹, 郝 远¹, 刘伟国²

(1. 兰州理工大学 甘肃省有色金属新材料省部共建国家重点实验室, 甘肃 兰州 730050;

2. 长风机器厂, 甘肃 兰州 730070)

摘要:分析了小批量冲裁零件的工艺特点,提出了以锌基合金材料作为冲裁模具凹模的设计方案,并进行了模具设计和制造,用1副模具完成了同样形状、不同材料、不同厚度零件的试生产,获得了较好的效果。锌基合金作为冲裁模凹模材料,具有比较优越的性能,可为批量小、品种多、改型快的新品开发提供一种良好的解决方案。

关键词:冲裁模;锌基合金;动态平衡间隙;小批量

中图分类号:TG386.43 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-2168(2009)10-0069-04

Application of Zn-based alloys in making of blanking dies

CAO Chi^{1,2}, LIU Hong-jun¹, HAO Yuan¹, LIU Wei-guo²

(1. State Key Laboratory of Gansu Advanced Non-ferrous Metal Materials, Lanzhou University

of Technology, Lanzhou, Gansu 730050, China; 2. Changfeng Machine Factory, Lanzhou,

Gansu 730070, China)

Abstract: A blanking die with zinc-based alloy as the concave die was developed after analysis on the process features of components made by small batch blanking. The die can produce a series of butterfly shape components with the same shape but different material and thickness. With that study will a good solution be introduced for the development of new products characterized by small batch production, multiple varieties and constant modification.

Key words: blanking die; zinc-based alloy; dynamic equilibrium gap; small batch

6.2 采用复合陶瓷型壳铸造工艺的优点

采用复合陶瓷型壳铸造工艺的优点在于面层型壳中包含的 ZrO_2 颗粒尺寸细小、熔点高且变形量小,有利于保证型壳的表面粗糙度值、高温强度和电极的尺寸精度。在背层型壳中选用价格低廉的以铝矾土合成料为主要成分的整体陶瓷材料来对面层型壳进行加固,可以减少型壳的制作成本,且灌浆后无需起模即可立即喷烧,保证了复合陶瓷型壳的强度,节省了制作时间。

6.3 采用中空木模工艺的优点

本工艺在造型时由于木模和型芯是复合在一起的,型芯被木模盖住,木模的内腔尺寸是以能够容纳下型芯为标准,没有严格的尺寸要求,而且内腔的形状不限,可以选择容易制作的圆柱体,这样和以前要制作出形状复杂的木模的铸造工艺相比,简化了模具木模制作工艺,节省了制作时间。

通过中空木模两端与型芯两端定位,可以保证模具毛坯内腔和外部相对位置准确。

7 结束语

(1)在产品开发的早期阶段,通过逆向工程技术能有效继承实物样件或手工模型的复杂几何特征和结构特征。

(2)在设计完成到设计验证和试制过程中,引入快速原型技术,可迅速制出SLA原型进行视觉效果评估及CAD设计验证。

(3)采用石膏型翻模、木模铸造工艺可实现玻璃模具毛坯的快速铸造;采用复合陶瓷型壳铸造工艺可以快速制作电火花加工电极。

(4)采用上述制造工艺可以实现复杂型腔玻璃模具的快速制造。

参考文献:

- [1]张勇,张芳,卢秉恒.玻璃模快速制造工艺[J].模具工业,2005,31(11):50-54.
- [2]刘会霞,梁家洪.逆向工程技术及其应用[M].北京:化学工业出版社,2004.
- [3]吴义忠,李仁旺,陈立平.基于能量法的G2连续的曲面过渡[J].工程图学学报,2004(3):53-59.
- [4]杜建红,张红兵.复杂曲面实物反求设计[J].机械设计与制造,2005(4):18-19.

1 引言

21世纪是以知识经济和信息社会为特征的时代,瞬息万变的市场和小批量、多品种的要求使制造业面临严峻挑战。在制造业日趋国际化的情况下,新品研制和开发中如何缩短开发周期和减少新产品投资风险,简化制造工艺,降低成本,成为企业赖以生存的关键。锌基合金是一种快速经济的制模材料,具有成本低、制模周期短和加工成型性能好的特点,非常适合于小批量和产品试制的应用要求。现针对小批量冲裁新产品的试制,提出采用锌基合金作为冲裁凹模,根据零件的工艺特点和使用要求,设计制作锌基合金模具,只用1副模具完成同样形状尺寸、不同材质和厚度的新品冲裁件的试生产。

2 零件工艺分析

图1所示为某军工产品的蝶型试制零件。零件为冲裁件,材料是锡磷青铜和普钢,要求表面质量好,不允许有划伤。由于零件为试制件,生产量不大,但材料厚度变化多,从0.5mm至2.0mm,且零件交付期很短。采用常规的钢制模具设计加工方案,需要加工多副模具来满足不同厚度零件的生产,制造成本高,加工时间较长,难以保证试制件的交付时间。经研究分析,从模具制造周期、成本以及零件要求等多方面考虑,决定采用锌基合金制造模具,试图用1副模具制造不同厚度和不同材料的冲裁件。

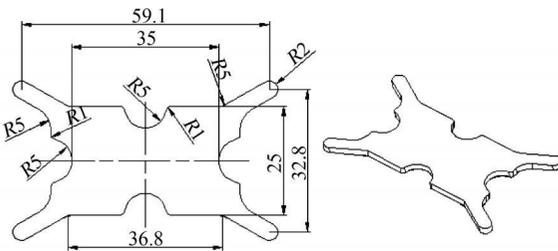


图1 零件图

3 模具结构和冲裁过程

根据冲裁模设计手册^[1,2]进行图1零件的锌基合金冲裁模设计,模具结构如图2所示,主要工作零

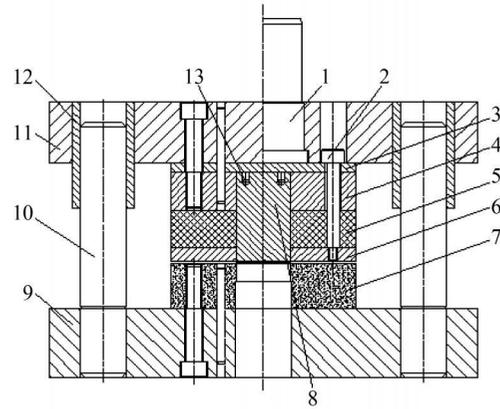


图2 锌基合金冲裁模结构

1. 模柄 2. 内六角螺钉 3. 垫板 4. 凸模固定板 5. 聚氨酯棒 6. 卸料板 7. 锌基合金凹模 8. 凸模 9. 下模座 10. 导柱 11. 上模座 12. 导套 13. 定位销

件凸模为合金钢T8A,硬度55~60HRC,凹模则采用锌基合金制造。

合金钢经济火后,硬度可达58~62HRC,而锌基合金硬度只有120~130HB,硬度很低,两者之间存在着很大的硬度差,因此锌基合金模具的冲裁机理与钢模有所不同。锌基合金冲裁模是以较软的锌基合金模具与钢模配合来冲裁硬度比自身更高的板料,根据文献^[3],其冲裁机理可以描述为“单项裂纹扩展机理”、“自动补偿磨损机理”和“动态平衡间隙机理”。

在冲裁过程中,质软的锌基合金刃口不可能保持锋利,会出现塌角,形成钝的小圆角刃口。冲裁开始阶段,钝的锌基合金刃口与另一个锋利的模具钢刃口作用于板料,仅在锋利的钢刃口处,板料因应力集中先产生裂纹,而板料下表面凹模处的材料,由于处于三向压应力状态,裂纹出现较迟。随着凸模进一步下压,裂纹扩展到材料内部直至锌基合金凹模附近,与刚从凹模刃口竖壁处产生的裂纹相迎合,完成了板料的分离,这种过程称之为单向裂纹扩展机理,所以,它可以在采用“一软一硬”的锌基合金冲裁模中实现板料分离,冲裁比锌基合金硬度高的材料。

冲裁时凸模与凹模的端面和侧面都要承受板料的反作用力以及由反作用力引起的材料与工作零件之间的摩擦力。由于凸模和板料的硬度高于锌基合金凹模,凸模以及落料件进入凹模时,必然使凹模产生磨损,在落料件的剪切断面上粘附着一层银白色的锌合金粉末颗粒,特别在试冲时十分明显。在冲裁过程中,冲裁力在锌基合金凹模端面产生的作用

收稿日期:2009-05-06。

基金项目:甘肃省科技支撑项目(0708GKCA057)。

作者简介:曹驰(1969—),男,内蒙古赤峰人,博士研究生,主要从事模具设计与快速制造研究,地址:甘肃兰州理工大学有色金属新材料省部共建国家重点实验室,(电话)13893498878,(电子信箱)caochi369@sina.com。

力, 迫使端面合金产生塑性变形, 向刃口竖壁侧面移动, 不断补偿刃口竖壁与板料相对运动所造成的磨损和间隙, 达到磨损和补偿的相对平衡, 这种补偿形式称为自动补偿磨损机理, 而在冲裁过程中逐渐自动形成的合理间隙称为动态平衡间隙。自动获得动态平衡间隙的必要条件是锌基合金冲裁模的实际起始间隙必须小于动态平衡间隙, 这种间隙值因被冲材料的性质、厚度不同而异。例如用锌基合金冲裁模冲薄料时获得了最佳间隙值, 然后再用同一副模具冲裁厚料又可以达到新的最佳合理间隙值。但是如果先冲厚料形成间隙之后, 再冲比它薄的材料就不能达到最佳的合理间隙, 从这个机理出发, 制造锌基合金冲裁模时不需要用人工方法去配制冲裁间隙。

4 锌基合金凹模的制造

传统锌基合金成分为: 铝 4%、铜 3%、镁 0.03%~0.06%、其余为锌, 组织为亚共晶组织, 固溶强化效果差, 在这个成分范围内难以获得高的力学性能^[4]。现采用高铝高铜的新型锌基合金, 合金中铝 11%、铜 8%、镁 0.05%、其余为锌, 这种合金的强度、硬度等力学性能明显改善^[5], 可以提高模具工作寿命。

由于零件外形比较复杂, 而且在四角处有较小的圆角, 不宜采用浇注法, 而采用挤切法制造凹模更为合适。利用合金钢凸模对锌基合金凹模的坯料进行挤压切削, 可获得所需的凹模刃口形状, 通过这种方法得到的凸、凹模间隙为零, 并且沿刃口周边分布均匀一致。在挤切加工时, 挤切余量一般单边留 0.2~0.5 mm, 挤出的刃口侧壁高度根据所冲材料厚度决定, 本模具采用 12 mm, 以保证在冲裁 2 mm 厚度时的刃口强度。加工装配凹模如图 3 所示, 用合金钢 T8A 加工冲裁凸模, 凸模部分和合模状态的模具如图 4 所示。

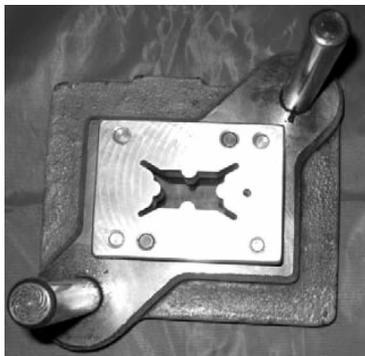


图 3 锌基合金凹模

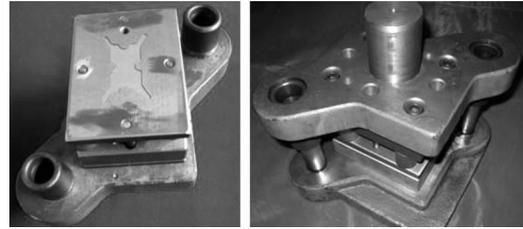
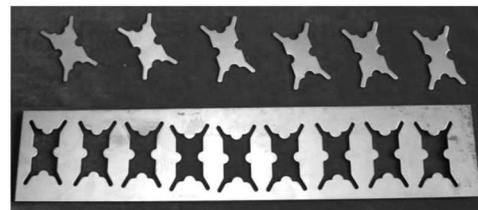


图 4 钢制冲裁凸模(左)和合模状态模具(右)

5 试模结果

用开发的冲裁模对 45 钢和锡磷青铜板料进行冲裁试模, 结果表明: 由于锌基合金具有低的硬度, 在冲裁时可产生自润滑作用, 对产品没有产生划伤, 零件表面质量良好, 如图 5 所示。但是, 为了保证凹模刃口的强度, 采用了较大的刃口厚度, 零件顶出后产生了回弹, 零件尺寸增大了 0.03~0.05 mm, 仍在允许公差范围, 零件检验合格。用同一副模具对厚度为 0.7、1.0、1.2、2.0 mm 的板料进行冲裁, 均获得了满意的结果。试模结果表明, 锌基合金模具实现了用 1 副模具对不同材料和不同厚度冲裁件的制造, 不仅极大降低了模具制造成本, 而且冲裁件制造时间大大缩短, 保证了试制零件及时交付。



(a) 45 钢冲裁件及其废料



(b) 锡磷青铜冲裁件及其废料

图 5 锌基合金模具试模结果

6 结束语

锌基合金在冲裁模中的应用实例表明, 在小批量冲裁件制造中, 采用锌基合金制造凹模具有极大的优越性, 特别适合于零件精度要求不高, 生产批量小、模具制作周期短、成本低廉的情况, 有良好的应用前景。
(下转第 74 页)

的营运水平在不断提高, 2000~2008年总资产周转率、应收账款周转率均呈现平稳上升态势, 其中总资产周转率的上升幅度较快。由于2008年模具行业

受多方因素影响, 运营状况与2007年相比有所回落, 各项指标有所下滑。图7所示为2000~2008年11月模具行业总资产及应收帐款周转率变化情况。

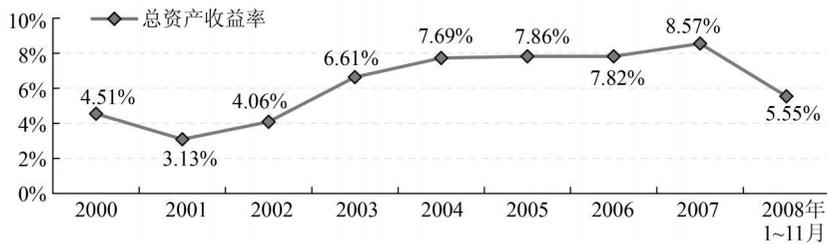


图6 2000~2008年11月模具行业总资产收益率变化情况

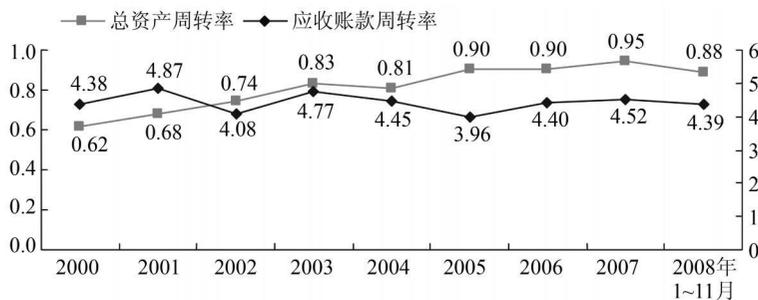


图7 2000~2008年11月模具行业总资产及应收帐款周转率变化情况

4 投资策略分析

2008年全球经济不景气, 已波及到制造行业。各种原材料价格上涨, 受外部经济影响而减少投资和订单, 所有这些都将是制造业供应商不得不面对的窘境。对于发展几十年甚至上百年的国外制造企业而言, 早就经历过这样的事情, 面对危机不管是在技术上, 还是财力上应该都有所准备, 但是对于起步不久的中国制造业, 尤其是模具制造企业来说或许没有这么简单。中国模具制造业作为一个产业起步时间不算早, 但是经过20多年的快速发展, 如今也初具规模, 并且涌现了一些具有竞争力的模具制造企业, 但是无可否认, 对于整个中国模具制造业而言, 这样的企业毕竟是少之又少, 并不足以救市, 整个中国模具行业的形势并不乐观。因此, 从整个经济环境来看, 2009年投资模具行业须谨慎。

从模具行业近年的走势看, 2009年在扩大内需政策的推动下, 我国建筑业将快速发展, 同时近年

国家对农村发展逐渐倾斜, 因此农村家电业的扶持将刺激整个家电业长足前进, 再加上橡胶业等发展, 我国注射模具市场看好, 未来投资价值相对较高。

注: 由中国机电数据、《模具工业》杂志联合调研
资料来源: 国家统计局, 中国机电数据网

如需更加详细深入地了解相关模具行业产品细分市场情况、进出口情况、竞争对手情报等, 可购买《2000~2008年模具市场评估及2010年综合预测报告》、《模具制造行业关键性数据报告》、《2008~2009年中国模具行业发展分析及投资预测报告》、《2009年IT模具市场深度调研分析报告》、《2000~2009年模具市场评估及2015年综合预测报告》、《2007~2010年中国汽车模具行业市场预测与发展前景分析报告》、《2009年模具市场深度调研分析报告》等。欢迎模具相关企业事业单位来电来函咨询, 电话: 0773-5888420。

(上接第71页)

参考文献:

- [1] 冯炳尧, 韩泰荣. 模具设计与制作简明手册 [K]. 上海: 上海科学技术出版, 1994.
- [2] 王冬, 丁海娟, 曹立文. 新编实用冲压模具设计手册 [K]. 北京: 人民邮电出版社, 2007.

- [3] 曾健华. 锌基合金模具的设计制造及应用 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1997.
- [4] 刘洪军, 樊自田, 黄乃瑜. 塑料模用锌基合金的特点与展望 [J]. 特种铸造及有色合金, 2001(1): 38-40.
- [5] 刘洪军, 李亚敏, 郝远. Al、Cu含量对Zn-Al-Cu-Mg合金性能的影响 [J]. 铸造技术, 2007(6): 823-826.