

文章编号:1001-4934(2009)06-0056-04

锌基合金材料在拉深模制造中的应用研究

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. 长风信息集团, 甘肃 兰州 730070)

摘 要: 锌基合金是一种经济快速模具材料, 适合于多品种、小批量的产品及产品更新改型的模具制造。以换热片拉深模具为例, 进行了锌基合金作为成形模的设计制造研究, 对试模中出现的工作表面磨损和拉伤现象进行了分析, 提出了改进的措施, 最终获得了满意的效果。研究表明: 锌基合金可以作为小批量产品的拉深模使用。

关键词: 拉深模; 锌基合金; 表面磨损; 表面拉伤

中图分类号: TG385.4

文献标识码: B

Abstract: Zinc-base alloy is a kind of economical rapid die material, which is suitable to manufacture die for products with more varieties and small batches or revised products. The designing and manufacturing of zinc-base alloy die was studied by applying this material to the drawing die of heat exchange plate. The working surface abrasion and scratch of the trial die were analyzed. And the improvement measures were presented and implemented, which has achieved required results. Research results showed that the zinc-base alloy could be used in the drawing die of small-batch products.

Keywords: drawing die; Zinc-based alloy; surface abrasion; surface scratch

0 引言

锌基合金是一种快速经济的模具材料, 具有优良的力学性能和加工工艺性能, 同时锌基合金资源丰富, 成本低廉。锌合金模具代替钢模, 可以节约大量的工时, 缩短模具的制造周期, 在节约能源和降低原材料成本以及合理使用资源方面有重要的意义。虽然锌基合金模具寿命不如钢模, 但是制造周期和制造成本都比钢模低得多, 在制造试制和小批量模具上有着很大的优势, 对于多品种、小批量的产品及产品更新改型是一种比较理想的模具。锌基合金可

以用于冲裁模、拉深模、注塑模和吹塑模等多种模具种类, 在实践生产中取得了很多成功应用的例子。

1 产品工艺分析

图 1 所示的零件为某板式换热器公司研发的新型全焊式换热器中的换热片, 材料为 0.7 mm 厚的钛合金板。模具交付期为半个月, 零件表面要求高, 不允许有任何拉伤。因为是新研发产品, 板型没有完全确定, 零件数量少, 如果按常规采用模具钢制作凸、凹模, 材料的采购周

收稿日期: 2009-05-19

基金项目: 甘肃省科技支撑项目(0708GKCA057)。

作者简介: 曹 驰(1969-), 男, 高级工程师。

期长,热处理工艺复杂,难保证零件交付时间,且成本很高,一旦更改,会造成很大的浪费。综合以上原因,决定采用锌基合金制作拉深凸、凹模,制造工艺简化,成本低,速度快,且锌合金重熔性好,可回收再利用。

2 模具结构图及工作原理

换热片的锌基合金拉深模的设计与钢制拉

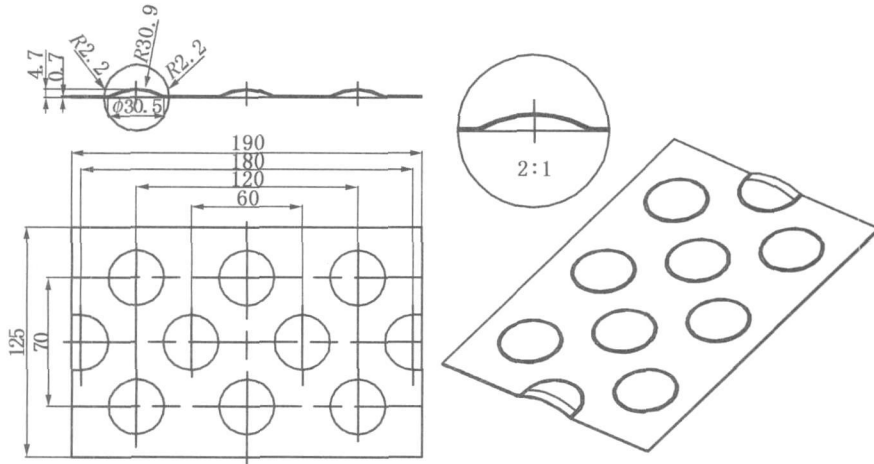
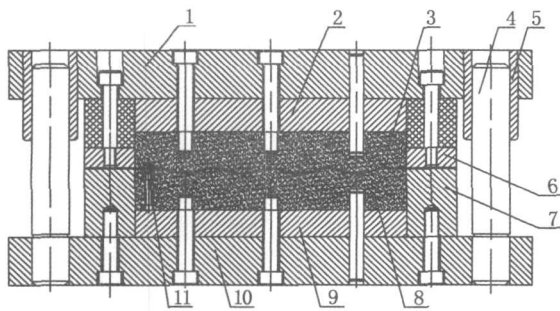


图1 零件图



- 1. 上托 2. 上垫板 3. 锌基合金凸模 4. 导柱
- 5. 导套 6. 卸料板 7. 下模套 8. 锌基合金凹模
- 9. 下垫板 10. 底座 11. 拉延筋

图2 拉深模结构

3 锌基合金凸、凹模的制造

传统的锌基模具合金的成分一般为含铝元素4%、铜元素3%、镁元素0.03%~0.06%,其余为锌元素,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^[3]。本文采用了高铝高铜的新型锌基合金模具材料,合金中含铝元素11%、铜元素8%、镁

深模相同^[1-2],模具结构如图2所示。模具成形部分的凸、凹模均采用锌基合金整体制造,与钢模架装配在一起使用。锌基合金有良好的塑性加工和切削加工性能,易于制造装配。同时,锌基合金还具有耐磨性、自润滑性的特点,对成形零件不会划伤,更有利于金属板料成形时的流动。锌基合金硬度仅为100~130HB,在拉深过程中,由于板料的压力作用,会使锌基合金产生微量的塑性变形,从而使凸、凹模获得最佳间隙值。

元素0.05%,其余为锌元素,这种合金的强度、硬度等力学性能得到明显改善^[4],可以提高模具工作时间。由于凸、凹模形状比较简单,采用先浇铸锌基合金板料,再利用高速铣加工成形,可以得到粗糙度很低的凸、凹模,如图3所示。

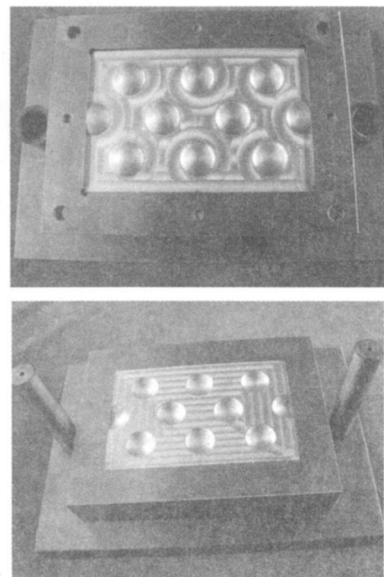


图3 锌基合金凸模(上)和锌基合金凹模(下)

模具合模状态如图 4 所示。

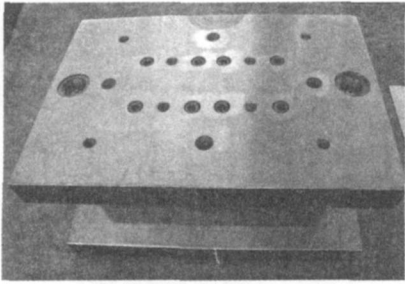


图 4 合模状态模具图

4 试模结果和模具改进措施

对锌基合金拉深模具进行初试模后发现,模具表面划伤,凸、凹模磨损较严重。这样会使模具使用寿命减短,不能满足批量生产要求,模具需要改进。根据文献[5],经过分析,锌基合金拉深模寿命较低的主要原因是模具的工作表面(凸模表面、压边面和凹模圆角部分)产生磨损和拉伤所致。

4.1 锌基合金模具工作表面磨损的原因分析及改进措施

锌基合金模具工作表面磨损的原因:(1)板料成形时产生必要的塑性流动对模具工作表面的磨损。为实现拉深成形,板料产生必要的塑性流动,沿压边面经过凹模圆角处流入凹模。由于板料的塑性流动,板料和压边面之间以及板料和凹模圆角之间产生摩擦而引起模具磨损。这种磨损是不可避免的,但应设法减小这种磨损。(2)拉深过程中板料沿凸模表面产生相对窜动,而使凸模表面磨损。产生这种窜动的原因是板料压边面相对部分向凹模内进料速度不一致,应避免产生窜动。

减少磨损的办法:(1)拉深件设计时,采取措施减小板料向凹模内塑性流动的阻力,选用较大凹模圆角半径。该模具中的凹模圆角半径由原来的 $R1\text{ mm}$ 改为 $R3\text{ mm}$ 。(2)降低拉深深度,经厂家同意后深度由 6 mm 改为 4 mm ,使得材料向凹模容易流入。

避免板料相对凸模窜动的办法:拉深过程中,板料应紧贴在凸模表面随凸模一同运动。用增加拉深筋的办法调整进料的速度,而容易进

料的一侧,加布拉深筋,增加拉深阻力,降低进料速度。

4.2 锌基合金模具工作表面拉伤的原因分析及改进措施

锌基合金模具工作面容易拉伤产生拉痕,这是因为合金材料仅表面有一层硬层,一旦表面某部分硬层磨损、内部较软材料暴露出来,磨损将加剧形成拉痕。这种情况产生在拉深过程中压边面板料起皱的地方。因此,锌基合金模具拉深防皱是很重要的。

在拉深件设计时,可采取以下措施防止模具工作面拉伤:(1)压边面设计应平滑。在凹模外周增加钢质模套,使板料在拉深过程中均在钢质压边圈与模套的作用力之下,大大增加了压边力,避免了板料的起皱发生。(2)减小拉深深度。(3)布置拉深筋。在凹模口部压边面处布置拉深筋,虽不能防止压边面板料起皱,但压边面上产生的折皱在通过拉深筋时可被拉深筋轧平,防止凹模圆角处拉伤。

通过以上对模具的改进,获得了满意的合格产品,并进入小批量生产,如图 5 所示。

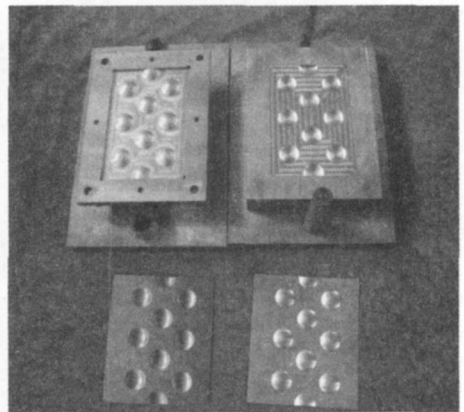


图 5 改进后的锌基合金凸、凹模及生产零件

5 结论

通过锌基合金在拉深模具制造中应用表明:采用锌基合金材料制造拉深凸凹模有极大的优越性,尤其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。同时,对试生产中出现的磨损、拉伤问题进行了分析研究,提出了解决办法,并进行了验证,获得

了满意效果。锌基合金是一种经济快速制模材料,在试制产品和小批量产品的快速模具制造中将具有良好的发展前景。

参考文献:

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

手册[M]. 北京:人民邮电出版社,2007.
 [3] 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.
 [4] 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.
 [5] 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.

(上接第 21 页)

3 复合模整体设计

根据雨刮器曲柄的加工工艺路径特点,冲孔与整修复合设计模的结构见图 4。在复合模中,2- ϕ 8 mm 孔的冲裁面位于高度差为 9 mm 的 2 个平行平面内。冲裁时,卸料板先于凸模接触工件,但需保证卸料板与 2 个凸模分别在同一瞬间接触工件,故卸料板与工件的 2 个接触面和 2 个凸模的工作面高度差都必须严格控制在 9 ± 0.02 mm 范围内。同时,复合模的工作行程较大,需采用较长的卸料弹簧来保证凸模能伸入凹模的预定设计深度。

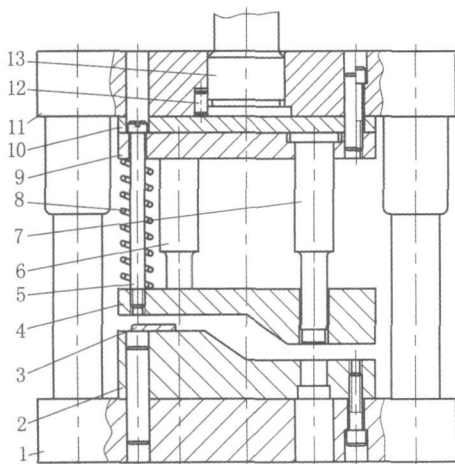
冲孔与整修复合模在实际生产应用中,整修凸模刃口的磨损比冲孔凸模刃口的稍快。每次修磨凸模、凹模刃口,都需保证模具刃口的相对高度,故冲孔凸模刃口和整修凸模刃口需同时修磨,以确保它们的相对高度。每次修磨模具刃口后,模具使用寿命约为 0.8 万件。冲孔模、整修模分开设计时,冲孔模的使用寿命约为 1.4 万件,整修模的使用寿命约为 1.1 万件,凸模、凹模材料为 Cr12MoV,热处理为 58~62HRC。

5 结论

虽然冲孔与整修复合模的工作行程较大,单次冲程时间延长,模具使用寿命稍短,但是,它有机地把冲孔和整修 2 道工序合并到 1 套模具中完成,减小了工件的安装误差,提高了工件加工精度;同时,减少了装卸工件的辅助时间,提高了生产效率。

参考文献:

[1] 张生平,刘继,杜琛. 新型城市轨道交通车辆雨刮器的研制[J]. 城市轨道交通研究,2008(10):48~64.
 [2] 李奇涵. 冲压成形工艺与模具设计[M]. 北京:科学出版社,2007.
 [3] 郝滨海. 冲压模具简明设计手册[M]. 北京:化学工业出版社,2005.
 [4] 薛啟翔. 冲压模具与制造[M]. 北京:化学工业出版社,2004.



1. 下模板 2. 凹模 3. 定位板 4. 卸料板
 5. 卸料螺钉 6. 短凸模 7. 长凸模
 8. 卸料弹簧 9. 固定板 10. 上垫板
 11. 上模板 12. 防转销 13. 模柄

图 4 冲孔与整修复合模

4 冲孔与整修复合模在生产中的应用