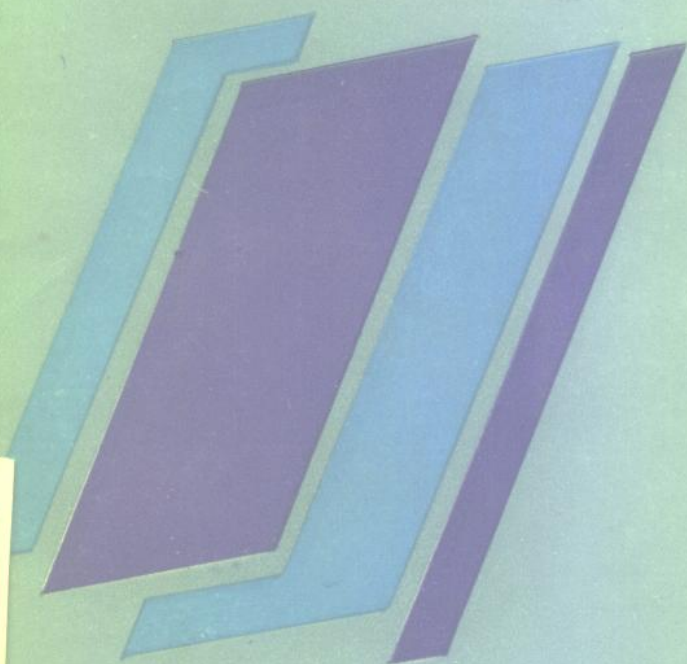




曾健华 编著

锌基合金模具的 设计制造及应用



机械工业出版社

TG70
214

锌基合金模具的设计 制造及应用

曾健华 编著



机械工业出版社

锌基合金模具是一种快速、经济的冷冲压模具，具有结构简单、制造方便、节约材料、成本低等优点。本书系统地介绍了此类模具的设计原则、制造方法，并附有大量应用实例。全书共分十章，其内容包括：制模材料、冲裁模、弯曲模、拉深模、成形模、塑料模、橡胶模、镶钢模、超塑性制模、模具的结构选择及使用、维护等。

本书可供从事冷冲压工艺及模具设计、制造工作的工程技术人员及技术工人使用，也可供大专院校相关专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

锌基合金模具的设计制造及应用/曾健华编著. —北京：机械工业出版社，1997.12

ISBN 7-111-05522-5

I. 锌… II. 曾… III. ①锌基合金-模具-设计②锌基合金-模具-制造③锌基合金-模具-应用 IV. TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 02908 号

出 版 人：马九荣（北京市百万庄南街1号 邮政编码100037）
责任编辑：刘彩英 版式设计：张世琴 责任校对：姚培新
封面设计：郭景云 责任印制：卢子祥
机械工业出版社京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
1997年12月第1版第1次印刷
787mm×1092mm¹/₃₂·7.25印张·154千字
0 001—4 000册
定价：12.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

前 言

锌基合金模具是一种快速、经济的冷冲压模具。由于这种模具结构简单，制造方便，制模周期短，而且锌基合金材料可以反复使用，制模成本低，因此适合于新产品试制及中小批量生产。

《锌基合金模具设计制造及应用》一书根据笔者的实践经验，参考有关文献编著而成，书中从设计、制造和应用的角度列举了大量实例，可供从事冲压工作的同行参考。本书的重点在于从实际应用出发，在总结的基础上，提出了这类模具的设计计算原则，工厂从事模具工作的工程技术人员，技术工人均能按书中内容进行制造。全书主要内容有绪论、锌基合金模具的制模材料，锌基合金冲裁模、弯曲模、拉深模、成形模、塑胶模以及锌基合金模具的正确使用等。

参加本书编写工作的还有王瑛、曾雅嘉和陈祖铭等，谨此表示感谢。由于编者水平有限，缺点错误难免，敬请读者批评指正。

编者

目 录

前言

第一章 绪论	1
一、概述	1
二、锌基合金模具的特点	1
三、锌基合金模具的应用范围及使用局限性	2
四、锌基合金模具技术的发展	6
第二章 锌基合金模具的制模材料	9
第一节 概述	9
第二节 锌基合金材料成分选择的原则	10
一、合金化元素对合金性能的影响	13
二、锌基合金材料成分的确定	15
三、锌基合金材料的熔炼工艺	17
四、锌基合金材料的物理力学性能	22
第三节 高强度锌基合金材料	23
第三章 锌基合金冲裁模	25
第一节 概述	25
第二节 锌基合金冲裁模的冲裁机理	28
一、单向裂纹扩展分离机理	29
二、自动补偿磨损机理	31
三、动态平衡间隙机理	32
第三节 锌基合金冲裁模设计	33
一、模具设计原则	33
二、凸模、凹模刃口尺寸的计算	34

三、凹模洞口竖壁高度及凹模厚度的选择	35
四、冲裁力的计算与冲床的选择	36
五、最小搭边值的确定	37
第四节 锌基合金冲裁模的制模工艺	37
一、浇注法制造锌基合金冲裁模	38
二、挤切法制作锌基合金冲裁模	45
三、工艺凸模法制作锌基合金冲裁模	48
四、镶拼法制造锌基合金冲裁模	48
五、锌基合金冲裁模使用注意事项	49
第五节 锌基合金冲裁模具的结构及应用举例	51
一、无导向装置的简单落料模（浇注法制造）	51
二、有导向装置的锌基合金冲孔模	52
三、凹模刃口蒙钢皮的锌基合金冲裁模	52
四、其它复杂零件冲裁应用锌基合金模具典型实例	53
第四章 锌基合金弯曲模	57
第一节 概述	57
第二节 锌基合金弯曲模具的设计	57
一、锌基合金弯曲模分类	57
二、锌基合金弯曲模设计	58
第三节 锌基合金弯曲模的制模工艺	61
第四节 锌基合金弯曲模的应用	63
一、U型、V型锌基合金弯曲模应用	63
二、形状复杂零件锌基合金弯曲模应用	66
三、锌基合金卷耳弯曲模制作工艺	71
四、弯管锌基合金弯曲模	73
五、固定板零件锌基合金弯曲模	73
六、提高锌基合金弯曲模寿命的措施	76
第五章 锌基合金拉深模	78
第一节 概述	78

第二节 锌基合金拉深模的设计	79
一、拉深模模型设计	79
二、样件的设计	83
第三节 锌基合金拉深模的制模工艺	84
一、简单回转体拉深件锌基合金拉深模	84
二、复杂型面的锌基合金拉深模	85
三、制模工艺中的凸凹模间隙补偿方法	88
第四节 锌基合金拉深模应用实例	89
一、净水器托盘拉深成形模	89
二、油箱体拉深模	91
三、分液盘锥形件拉深模	93
四、机壳锌基合金拉深模工艺试验模	95
第六章 锌基合金成形模	98
第一节 概述	98
第二节 锌基合金成形模设计、分类	98
一、锌基合金成形模的分类	99
二、锌基合金成形模的设计	100
第三节 锌基合金成形模的制模工艺	104
一、锌基合金成形模的制模方法	105
二、定向预放收缩余量的砂型制模工艺	106
三、膨胀型模型制模工艺	107
四、样件法制模工艺	109
五、精密铸造制模工艺	111
第四节 锌基合金成形模的成形工艺特性及对 产品质量的影响	116
一、锌基合金成形模的成形工艺特性	116
二、锌基合金成形模具对产品质量的影响	117
第五节 锌基合金成形模的应用实例	118
一、汽车后窗外侧框锌基合金成形模	118

二、用样件法制作汽车覆盖件锌基合金成形模	120
三、上脸框的锌基合金成形模	127
四、消声器下套筒成形模	128
五、压板锌基合金成形模	130
第七章 锌基合金塑料模及橡胶模	133
第一节 概述	133
第二节 锌基合金塑料模、橡胶模的结构特点及 分类	134
一、模具的特点	134
二、锌基合金塑料模、橡胶模的分类	137
第三节 锌基合金塑料、橡胶成形模的制模工艺	139
一、工艺模型的制作	140
二、石膏浇型及型芯的制造	141
三、合金熔化及浇注	142
四、修饰、抛光及组装	143
第四节 锌基合金塑料模、橡胶模的应用举例	143
一、锌基合金塑料模应用举例	143
二、锌基合金橡胶模应用实例	149
第八章 锌基合金镶钢模	155
第一节 概述	155
第二节 锌基合金镶钢模的结构特点及分类	156
一、锌基合金镶钢模的结构特点	156
二、锌基合金镶钢模的分类	157
第三节 锌基合金镶钢模的设计与制造工艺	160
一、锌基合金镶钢冲裁模的设计与制造	160
二、锌基合金镶钢复合模的设计	162
三、锌基合金镶钢模的制造工艺	164
第四节 锌基合金镶钢模的应用举例	169

一、压盖蒙钢皮锌基合金冲裁模	169
二、仪表板锌基合金镶钢成形、切边复合模	171
第九章 锌基合金超塑性制模	175
第一节 金属超塑性概述	175
一、塑性 with 超塑性	175
二、超塑性技术的发展过程与现实意义	178
第二节 超塑性锌基合金材料	180
一、目前能用来制作模具的超塑性锌基合金	180
二、超塑性锌基合金的制备	182
第三节 超塑性锌基合金在制模中的应用	184
一、热塑性塑料注射成型的工作条件	184
二、超塑性锌基合金制作塑料模具型腔	185
三、超塑性挤压型腔的典型零件	186
第四节 超塑性挤压型腔的制模工艺	188
一、超塑性挤压的形式和装置	188
二、挤压装置的设计	189
第五节 超塑性锌基合金挤压型腔的精度	195
第六节 锌基合金超塑性成形的塑料型腔模的 寿命	196
第十章 锌基合金冲压模具的正确使用	198
第一节 模具结构的选择及使用要求	198
一、合理选择锌基合金冲压模具的结构	198
二、锌基合金模具的正确使用	200
三、锌基合金冲压模具润滑剂的选择	202
第二节 模具的使用寿命及冲压件质量	203
一、锌基合金冲压模具的使用寿命	203
二、锌基合金冲压模具的压制件质量	208
第三节 锌基合金模具的修理及重熔	211

一、锌基合金模具维修方法	211
二、重熔	212
第四节 锌基合金材料的其它用途	212
第五节 锌基合金模具制模附加装置	215
一、熔化箱	215
二、预热板	216
三、顶出压机	218
主要参考资料	219

第一章 绪 论

一、概述

在社会主义市场经济下，工业产品中冲压零件占总零件的比例越来越大，汽车、仪表、电器、日用品等各种行业冲压件的比例少则占 30%~40%、多则占到 80%~90%。为了提高产品更新换代速度，争得市场，首先要尽快地生产出大量的冲压件，为此模具的制造成为首当其冲的关键问题。在众多的制模方法中，除了常规的钢模制造工艺方法之外，目前国内外模具工作者均在探求各种快速经济的制模方法。锌基合金模具就是其中的一种。

锌基合金模具是指以锌为基体，添加铝、铜及镁等元素组成的合金作为制模材料，采用熔化浇注的方法制作的冲压模具。锌基合金模具制模简单、制造周期短、能节约模具钢材，降低成本，合金材料可以反复使用，特别适合于多品种少批量生产和新产品试制造。采用锌基合金制模方法能在最快的时间内提供样品、样件，从而尽早获得订单，在市场竞争中获得更好的经济效益。

二、锌基合金模具的特点

锌基合金模具，即模具中的主要工作部件或者其它零件采用了锌基合金材料制造。或者说凡是应用了锌基合金材料制造的模具都称为锌基合金模具。

锌基合金模具具有以下优点：

（一）制模工艺简单

与常规钢模相比,锌基合金模具采用浇注成型的方式,可节省大量的机械加工工作量,特别是对于大型覆盖件、形状比较复杂的模具,无论是简单模或复合模都无需高精度的专用模具加工设备,因此制模工艺简单,一般工厂都可以制造。正因为没有用大型精密的机床加工,相对钢模来说,制造精度相应就差一些。

(二) 制模周期短

以锌基合金冲裁模为例,由于采取以钢制凸模为基准,浇注凹模,凹模刃口是用钢凸模挤切合金形成的,省去了钳工研配模具的冲裁间隙的工作量,这样就大大缩短了制模周期。

对于简单形状的弯曲件,用实物样件为模型在浇模框内一次浇注成形,立即可安装试模、这样制模就更快,可以做到不加工,在某种意义上说可缩短制模周期 80%~90%。

(三) 成本低

应用锌基合金制模,合金材料本身的价格比钢材贵,但与常规钢模比较,由于锌基合金材料可以重熔、反复浇注使用,这样就降低了成本。

(四) 有利提高产品质量

由于锌基合金材料的硬度低于被压制件材料的硬度,这样不易拉伤工件,有利于提高制件的表面质量。对于冲裁件,由于合理间隙值可以自动调整补偿,因此在正常使用期间毛刺不超过允许值。

三、锌基合金模具的应用范围及使用局限性

(一) 锌基合金模具的应用范围

1. 在冷冲压模具上的应用

锌基合金模具可以用于各类工序的冷冲压模具,它可以用来制作冲裁模、弯曲模、拉深模、成形模等的主要工作零

件。

用锌基合金制造冲裁模比较多，一般情况是用钢制造冲裁模的凸模，以钢凸模为基准浇注锌基合金凹模。这种结构形式的锌基合金冲裁模试验使用冲裁的钢板厚度达到 8mm，通常建议冲裁厚度小于 3~4mm，具有一定寿命，冲裁 1~2mm 的 Q235 (A3) 钢板寿命在三千件左右。当被冲件的厚度增加时，寿命相应下降。被冲件的材质除了一般钢板而外还可以冲裁不锈钢、各种有色金属板材、非金属板材等。目前使用中冲裁薄料最小厚度为 0.06~0.10mm，均获得了良好的效果。

为了提高锌基合金冲裁模的寿命，在锌基合金凹模刃口的表面镶嵌或蒙贴一层钢板，其寿命与钢模相当，这样既保留了锌基合金模具的制模工艺特点又可以具有高的冲裁寿命，这样为用锌基合金模具生产一定批量的冲压件以及冲中等厚度的钢件生产提供了可能。

用锌基合金材料浇注弯曲模的上模下模可以利用弯曲件样件一次浇制而成。可以用钢制的上模浇注锌基合金下模或用钢制的下模浇制锌基合金的上模。使用的寿命根据材料的厚度、硬度而异。为了提高寿命，还可以在锌基合金模具的刃口工作部位镶钢，制成镶钢的锌基合金弯曲模，有利于提高使用寿命。

拉深模的刃口对被拉深冲压件的材料损伤较大，而用锌基合金材料制成拉深模的凸模或凹模有显著的优越性，实践证明，锌基合金拉深模对于拉深工艺具有自润性，有利于增大拉深变形程度。为了提高模具寿命，同样可在工作受力大的部位镶钢，制成镶钢锌基合金拉深模。

常规制模工艺，对成形、压花、压字、压图案等加工比

较困难，而用钢制的凸模浇成锌基合金的凹模经过间隙处理可以很快地压制出冲压件。这种工艺方法可用于快速复制图案制件、字形、花纹等，对制造各种工艺品、艺术品仿形有特殊作用。

2. 在热模上的应用

目前锌基合金模具不仅用于冷冲压工艺，而且还应用于工作温度在 150℃ 以下的模具成形工艺。如注塑模、吹塑模、橡胶硫化模等。用于这些模具的目的是以最快的制模周期获得制品，为的是先占领市场，提供样件、小批投产，然后上钢模大批投产，一旦产品市场不佳，材料熔化后再作别用也十分经济。

3. 在工具上的应用

锌基合金材料铸造性能很好，用以作夹具的夹紧块，带型面的定位块。对复杂形面的加工件用实物作模型浇注夹具体，经简单加工就可以使用，用后将其熔化再用。在制作刀具时，可用锌基合金浇注固定刀体进行加工，用于端面铣刀、拉刀等。

4. 做固定板、压边圈、脱料板

锌基合金材料常用来做凸模固定板，压边圈、脱料板。在模具修复中可以用来紧固凹模，有显著效果。

5. 锌基合金的其它用途

在锌基合金推广及应用中除了在模具上应用之外，由于它有一定的强度、硬度和可加工性，还用于机修、零件制造等。凸轮、轴瓦、成形滚筒用锌基合金制造均获得良好的效果。

锌基合金材料的应用范围还在不断发展。

(二) 锌基合金模具使用中的局限性

锌基合金模具技术是一项快速经济制模技术，它不是万能，虽然具有一些优点，但还是代替不了钢制冲模，在应用中还是存在一定的局限性。推广应用锌基合金模具就是要应用它的优点以解决钢模所不便解决的问题。两种结构互相补充，取长补短，应用恰当就有利于生产发展，过分强调某一技术的优点，否定或对它的存在问题认识不足都不利于这项技术的正确运用，都是不现实的，对生产也是不利的。锌基合金模具应用的局限性在于：

1) 锌基合金模具与钢制模具相比较耐磨性差，模具寿命短，因而它只适用于小批量和试制产品，要使它用于批量较大的生产要采取相应的提高寿命的措施。

2) 锌基合金制模材料的硬度较低，推荐冲裁厚度为2.5mm以下的低碳钢板和相当于这种性能材料的冲裁。用于弯曲、成形和拉深时，承受不了局部变形力过大，或变形时产生起皱而材料增厚对模具的挤压变形。

3) 由于锌基合金材料有1%~1.2%的凝固收缩率，对成形模、弯曲模的制作中如要求精度较高，间隙要求较严时比较困难，从而对于精度要求高的制件往往在制模中还要增加机械加工和钳工修制的工作量。

4) 由于锌基合金材料属低熔点合金，在200℃以上长期工作将会产生热变形，也就是说在此温度下它的机械强度将会开始降低，因此虽然说它可以在部分热模具中应用，那是有限的，一般推荐在150℃以下应用比较合适。

5) 由于锌基合金模具材料强度的限制，对于复合模具冲裁的搭边值相应大于钢模，对于冲制件厚而小的情况也难于应用。同样是一种冲压件，用锌基合金模具时材料利用率低于用钢模。

以上问题是这种模具在应用中的局限性，有待于应用中研究解决。

四、锌基合金模具技术的发展

第二次世界大战时期，欧美各国就已经开始将锌基合金模具用于飞机、汽车制造行业。锌基合金冲压模具在世界先进工业国家都有普遍应用。据报导，60年代以来，美国、英国、日本等国应用较多。且在以上这些国家，这类模具已商品化，且有专门的公司经营。在这些国家已把此项技术作为一种新技术专利。日本从美国引进了此项技术后在汽车制造行业中的新产品试制和小批试生产中大量应用，“丰田”、“三菱”汽车公司均将此技术列为试制新产品的制模方法之一，在日本有专门制作锌基合金模具的厂家和研究机构。

锌基合金模具技术在我国的应用开始于60年代，国内已有一些单位着手研究应用，最初参照日本的ZAS材料配方进行试验，用于制作冲裁模、弯曲模并取得了成功的经验。70年代后期，大部分用于制造冲裁模具，也有用于制造弯曲模、拉深模的。80年代初期国内应用推广发展较快，各地应用这项技术的工厂很多，国家把此项技术列入“七五”新技术推广项目，在全国各地有一批从事研究、推广和应用的队伍，在短短的几年把这项技术推向高潮，各工厂应用之后都取得了很多的经验和经济效益，相继在80年代这方面的报导也比较多。总体来看，用锌基合金模具冲裁的材质由冷轧钢板、铜板、铝板发展到不锈钢板，矽钢片、合金钢板和非金属纤维板等十余种材料。被冲材料的厚度由0.06mm到8mm；模具寿命对于冲裁1.2mm冷轧钢板一次修模达到了二万六千次，冲裁0.6mm铜皮一次修模寿命为四千件。模具的结构也有很大的发展，从简单落料模、冲孔模、切边模发展到多冲

头的冲孔模，落料—冲孔复合模、镶钢模。从模具应用的领域看，到目前为止，已应用到注塑和橡胶硫化模。现在应用行业有机械、电子、轻工等，从产品看目前应用面较大的是汽车制造、五金、仪器仪表等行业。

90年代以来在“七五”推广应用的基础上稳定了应用质量，技术上有发展，但应用面不如80年代，主要原因除了上述的这类模具应用的局限性之外，还有一个原因是先进的加工设备逐渐增多起来，数控设备逐渐普及，用数控线切割加工凹模也十分方便，而且寿命高、精度高，对于比较初级的快速制模方法，在有条件的工厂也就不用了。但是对于相当多的小工厂仍然还有应用价值。

在锌基合金模具技术研究发展的进程中、除了它本身具有制模工艺简单、材料能回收，重复使用、成本低等优点以外，还存在着不少问题，有待进一步研究。为此它的发展方向应当是：

1. 提高锌基合金制模材料的性能

由于现有模用锌基合金原材料的物理力学性能较低，在应用上受到限制，为了解决这个问题，有必要在不改变其基本特性的前提下，从材质上加以改进；如增加新元素、提高它的强度、硬度，以及减少其收缩率，提高制模成形精度。

2. 提高制模精度，尤其是成形模的精度

由于锌基合金材料的收缩率较大，对成形模和弯曲模制模精度影响很大，因而直接影响到这项技术的推广应用。为此，除了在原材料上研究改变成分外，还应在制模工艺上下功夫，如用加压成形制造模具，布置冷合金浇模，分段浇注以及组合制模等行之有效的办法，通过反复试验、摸索规律以供选用。