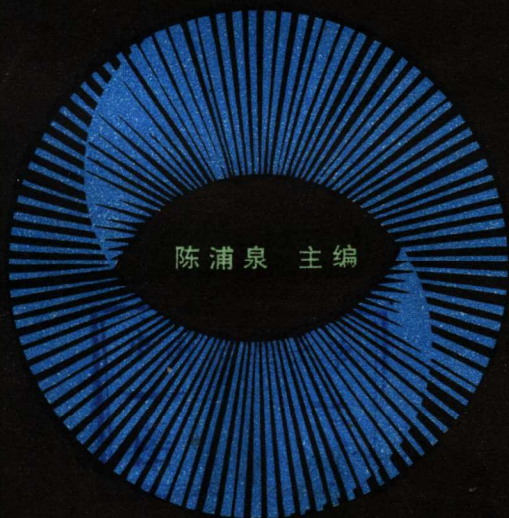
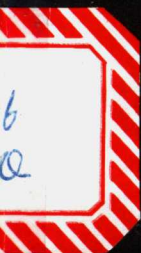


661933

锌合金模具和锌合金 超塑性成形技术



陈浦泉 主编



哈尔滨工业大学出版社

锌合金模具和锌合金 超塑性成形技术

陈浦泉 主编

哈尔滨工业大学出版社

内 容 简 介

本书以当今国内外广泛应用的锌合金模具和锌合金超塑性及其成形技术为内容，通俗易懂地介绍了合金的成分、性能及工艺特点。着重介绍了各类模具的成形工艺，并对设计制造中遇到的问题提出了注意事项。此外，还简单地介绍了铋锡低熔点合金模具和其它简易模具。

本书可供有关企业的工程技术人员、设计人员、合金冶炼专业人员以及院校师生参考。

锌合金模具和锌合金超塑性成形技术

陈浦泉 主编

*

哈尔滨工业大学出版社出版发行
哈尔滨工业大学印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 印张 6 字数 131,000

1985年7月第1版 1985年7月第1次印刷

印数 1—8,000

书号 15341.18 定价 1.30元

前 言

锌合金冲压模具是60—70年代发展起来的一项新型快速简易模具。这种模具日益广泛地应用于仪器仪表、电子通讯、汽车、农机、轻工、五金、塑料制品及工艺美术等行业的新产品试制和老产品更新换代的中、小批量生产。锌合金模具经几年来的生产应用，证实它具有生产周期短、制造简单、成本低、应用范围广等优点。这种模具为许多中、小型企业的模具的加工制造开创了一条新途径，并在生产使用中取得了显著的技术经济效益。

在国外，一些工业先进的国家，如美、英、日、西德等国，锌合金模具已被普遍采用。英国在合金材料、自铸模专用压机上已形成专业化，设有专门的模具公司。日本比较早地使用锌合金模具，称为ZAS，并把这种模具称为经济模具。

随着我国经济的改革和发展，各类行业的产品日益多样化，并要求有高的技术经济指标和强的市场竞争能力。在这样新的形势下，锌合金模具更加显示出优越性。目前我国，锌合金模具日益被人们所认识，并在生产中不断地得到推广和应用。

锌合金超塑性成形技术是近10年来发展起来的另一项新技术。当今，它已开始应用于电器仪表、机械、轻工、航空、汽车、塑料、工艺美术等行业中。

金属超塑性是金属材料在一定条件下所显示的极高塑性。它用延伸率来表示，其值已达到百分之几千。这样高的延伸率，合金的变形抗力是很低的。

研究锌合金超塑性的目的在于利用其超塑特性来成形模具和零件。超塑性成形不同于一般压力加工成形。前者是在很小的应力作用下通过粘性或半粘性流动成形，而后者是建立在塑性变形的基础之上。

锌合金超塑性成形给生产带来很大的变化，如：所需的设备能量低、模具寿命长、工序少、材料利用率高（90~95%）和成本低。

利用锌合金超塑性成形模具，对塑料模具优越性更为明显。生产实践证实，这类模具除具有锌合金模具的优点外，其型腔的精度高、粗糙度数值也比较小。

锌合金模具和锌合金超塑性成形都属于少无切屑加工的新技术。

作为简易模具，国内外最早使用的是低熔点合金模具。这种模具材料有锡铋二元、四元共晶和非共晶型合金。铋是稀有金属，通过向合金中加入微量其他元素来降低铋含量，以改善其性能，可使合金胀缩性能接近于零，精度明显提高。低熔点合金模具的成形工艺有铸造法、加压法、以及机上熔压法等。这种低熔点模具在我国也得到了广泛应用，它也有锌合金模具的一些优点，但由于合金熔点低、强度和硬度低、铋来源困难等原因，使这类合金模在推广应用上受到一定限制。

为了推广应用锌合金模具和锌合金超塑性成形技术，哈尔滨市模具技术协会组织编写了本书，目的在于供学习班或自学之用。

参加本书编写的有：陈浦泉（第一、二、三、十一、十二章）、郭英林（第四、九、十章）、郭殿俭（第五、十四章）、宋洪生（第六、七、八章）、冯桂荣（第十三、十五章）。全书由陈浦泉担任主编。

书中错误之处，在所难免，望读者指正。

编 者

目 录

第一篇 锌合金冲压模具

第一章 锌合金模具应用概况	(1)
一、锌合金模具的特点及应用.....	(1)
二、锌合金模具的经济效果.....	(3)
三、锌合金模具应用的局限性.....	(3)
四、锌合金模具今后的发展.....	(4)
第二章 锌合金模具材料及其制备	(6)
一、锡铋低熔点模具材料.....	(6)
二、锌合金模具材料.....	(8)
三、锌合金熔炼工艺.....	(13)
第三章 锌合金模具的铸造工艺	(20)
一、砂型铸造.....	(20)
二、石膏型铸模.....	(22)
三、样件铸模.....	(24)
四、以金属凸模浇铸合金凹模.....	(25)
第四章 锌合金冲裁模	(26)
一、锌合金模具冲裁过程.....	(26)
二、锌合金模具设计.....	(28)
三、锌合金冲裁模具结构.....	(32)
四、锌合金冲裁模具制模工艺.....	(34)
五、模具的组装、调试及使用.....	(46)
六、锌合金模具有关标准化构件系列.....	(47)
七、锌合金冲裁模应用实例.....	(58)
第五章 锌合金弯曲模	(60)

一、弯曲件的工艺分析	(60)
二、锌合金弯曲模制造工艺	(63)
三、锌合金弯曲模应用实例	(65)
第六章 锌合金拉延成形模	(69)
一、锌合金拉延成形模具结构	(69)
二、锌合金拉延成形模制模方法	(70)
三、锌合金拉延成形模应用实例	(75)
第七章 锌合金钢皮导板冲裁模和钢带冲裁模	(80)
一、锌合金钢皮导板冲裁模	(80)
二、锌合金钢带冲裁模	(83)
第八章 锌合金塑料模	(87)
一、热塑性塑料成形工艺条件	(87)
二、塑料模结构	(88)
三、制模工艺	(89)
第九章 锌合金的其它应用	(95)
一、锌合金凸模固定板	(95)
二、锌合金导向板	(98)
三、锌合金在模具修理上的应用	(102)
第十章 低熔点合金模具	(104)
一、低熔点合金材料的选用	(104)
二、样模制造和选用	(106)
三、合金模铸模工艺	(108)
四、薄板拉延成形模	(113)
五、缺陷的修整	(116)
六、影响合金模具寿命的因素	(117)
七、经济效果	(118)
八、应用实例	(119)

第二篇 锌合金超塑性及其成形技术

第十一章 金属超塑性及其应用	(121)
一、金属超塑性分类	(121)
二、微细晶粒超塑变形特性	(122)
三、金属超塑性的应用	(127)
第十二章 锌合金超塑性	(130)
一、锌铝共晶超塑合金	(132)
二、锌铝共析超塑合金	(134)
三、其它锌铝超塑合金	(137)
第十三章 锌合金超塑挤压成形零件	(139)
一、超塑挤压成形特点	(140)
二、超塑挤压成形模具的加热装置	(140)
三、超塑挤压成形的工艺设计	(141)
四、超塑挤压成形模具	(144)
五、超塑挤压工艺过程	(146)
六、超塑挤压成形应用实例	(147)
第十四章 超塑挤压成形的锌合金模具型腔	(152)
一、超塑挤压模具型腔的基本工艺	(152)
二、超塑性挤压成形的型腔模具的设计	(157)
三、超塑挤压成形的型腔模具的应用	(167)
第十五章 锌合金超塑气压成形零件	(168)
一、超塑气压成形原理	(168)
二、超塑气压成形装置和工艺参数	(168)
三、超塑气压成形工艺过程	(175)
四、超塑气压成形的质量控制	(176)
五、超塑气压成形应用实例	(178)
参考文献	(180)

第一篇 锌合金冲压模具

第一章 锌合金模具应用概况

一、锌合金模具的特点及应用

随着我国工业管理体制的改革，各工业部门的产品更新换代日趋频繁。作为工业产品主要工艺装备的模具，却长期存在制造周期长、寿命低、成本高等问题，因而严重影响新产品的试制、老产品的改型，使工业产品跟不上市场不断变化的需要。

目前，国内应用比较稳定的锌合金模具材料主要是Zn—4%Al—3%Cu合金，它的熔点比较低（380℃），并有很好的铸造性能。作为模具使用，这种锌合金还具有耐压，耐磨和自润等性能。锌合金模具主要通过铸造的方法成形，可以选用砂型铸造、金属型铸造和石膏型铸造等工艺方法。锌合金模具制造周期仅为钢模的 $1/2 \sim 1/5$ ，成本相当于钢模的 $1/4 \sim 1/8$ 左右。

锌合金模具分为冲裁模、拉伸压延模、弯曲模、塑料模等。

国内应用锌合金模具比较早的厂家有：嘉陵机械厂、武汉汽车装备厂、建设机床厂、松江拖拉机制造厂、北京第二汽车制造厂、北京联合收割机厂、北京红都机械厂、大连客车厂、天津拖拉机厂、烟台木钟厂等。在锌合金模具研制和推广工作方面，兵器工业部62研究所、北京农业机械化学

院、中南矿冶学院、烟台工艺研究所等单位进行了大量工作。机械工业部对在全国范围内推广应用这项新技术极为重视，于1982年6月在哈尔滨召开了全国性的经验交流和学术讨论会。之后，许多省市都召开了推广应用会，办过不同行业、不同系统的锌合金模具学习班、现场会，使这项新技术很快地得到了更为广泛的应用。

目前，锌合金模具材料已进行批量生产，供国内使用。

锌合金模具生产的实践，证实冲裁模可以加工低碳钢板的厚度为0.1~8mm，拉延模加工成形件板的厚度为4mm。对1mm厚的低碳钢板进行冲裁时，模具一次不重磨刃口的使用寿命可达2.6万件。某厂锌合金冲裁刃口经一次铣削(0.5mm)后继续使用，共冲裁4万件。拉延成形模具的使用寿命为1万件(汽车覆盖件)。国内各地生产的汽车，如客车、载重汽车、面包车等的大量大型覆盖件和中小型冲压件，都广泛地采用了锌合金冲压模具进行生产。国内已有许多厂家采用锌合金制造的凸、凹模生产洗衣机内缸。产品质量稳定，生产率高。

为了提高模具的使用寿命，可以在锌合金基体上镶嵌钢板，其寿命可与钢模媲美。同时，制模工艺性仍保留了锌合金的特点，这很适合中批或大批量生产。如在锌合金基体上镶1mm厚的钢板，冲压1.5mm厚的板材，其使用寿命近10万件。为了提高成形模或弯曲模的使用寿命，设计时应充分考虑模具的修磨次数。为了增大批量生产，在锌合金模具结构上易磨损处镶钢块，使之成为锌钢复合结构。这种模具结构对提高产品产量和延长模具的使用寿命起到很大作用。

锌合金模具还适用于热塑性塑料模、真空成形模、树脂模、蜡模、超塑性成形模以及陶瓷器皿、工艺美术等。

二、锌合金模具的经济效果

我国是一个锌产量很多的国家。因此，用锌制成的锌合金成本不高。锌合金模具制造周期短、工艺简单、不需要特殊设备，所以，制模的总成本是比较低的。

例如，松江拖拉机制造厂生产的集材—50拖拉机上锁片制件的落料凹模，原用工具钢制模，制模周期最快为四天，制模成本为130.70元。改用锌合金制模，制模周期为半天，制造成本为24.30元。锌合金凹模的制模周期比钢模缩短约6倍，成本只相当于钢模的 $1/5 \sim 1/8$ 。新都机械厂生产的漏油箱零件原采用钢模，不计其设计周期，两付模具的制造周期为七个月，近两千工时，制模成本近万元。改用锌合金制造模具时，从方案设计到模具制成，只用二十天时间，工时相当于原来的 $1/10$ ，制模周期明显地缩短，制模成本显著降低。

三、锌合金模具应用的局限性

锌合金虽然可以用来制作模具，但它却不能完全代替钢制模具，尤其在使用寿命方面。这是因为锌合金模具的硬度、耐磨性以及强度方面都不如钢制模具的缘故。但是，在制作和使用锌合金模具时，要清楚地认识它的优越性和应用的局限性，不能把锌合金模具与钢制模具等同对待。生产上之所以采用锌合金模具，就是利用和发挥锌合金模具的优点来解决用钢制模具不能解决或难以解决的问题。例如，钢制模具的制造周期一般比较长，这种制模技术难以适应市场产品变化快的要求，而锌合金模具却能适应和满足这种要求。由于锌合金模具成本低，这对资金不足或资金周转不灵的厂

家很适合。它能起到投资少，见效快的作用。在使用寿命上，可以采用几付锌合金模具代替一付钢制模具的办法。目前，已有许多企业采用“锌钢结构”的模具来满足产品大批量生产的要求。在利用锌合金模具的长处的同时，还应了解它的不足之处，以便在生产使用上有清楚的认识。

锌合金模具的主要不足之处是：

1. 锌合金模具材料是有色金属合金，它的硬度、耐磨性比钢模低的很多，所以它的使用寿命比后者低。因此，锌合金模具最适合新产品的试制和小、中批量生产。为了提高使用寿命以便适应中、大批量生产，应采用锌钢复合模具。由于锌合金强度比较低，所以对复合冲裁模不太适用，对冷挤压模的应用也有些困难。若要采用，需采取工艺措施。锌合金模具也不能应用于橡胶模和热固性塑料模。由于锌合金在 200°C 左右条件下长期使用会产生热变形，所以不适用。

2. 锌合金模具普遍采用铸造成形的方法，铸造锌合金的线收缩系数为 $1.1\sim 1.2\%$ 。这样大的收缩系数致使铸造锌合金成形模、弯曲模的精度不高。如欲提高大型和精密零件的成型模、弯曲模以及复杂型面的注塑模的制造精度，需增加机械加工和钳工的工作量。

四、锌合金模具今后的发展

1. 提高锌合金的性能

现用锌合金模具材料的机械性能比较低，相当于低碳钢的性能 ($\sigma_b = 24 - 28\text{kg/mm}^2$)，这在扩大应用上受到限制。为了进一步提高锌合金的机械性能，除选用其他成分的锌合金（如 $\text{Zn}-12\%\text{Al}-\text{Cu}\%-\text{Mg}\%$ 、 $\text{Zn}-27\%\text{Al}-\text{Cu}\%-\text{Mg}\%$ ）外，可以在原成分基础上加入强化元素或稀土元素

来提高其硬度、强度、耐磨性、抗蠕变等性能，使锌合金材料适应更广泛的模具的要求。如适用于复合冲模、热固性塑料模等。

2. 提高制模精度

锌合金的线收缩系数比较大，严重地影响了成形模、弯曲模等模具的制模精度。为此，除了在合金材料的成分上进行改变，以便降低其收缩系数外，还应在制模工艺上采取有效措施来提高制模精度。如在锌合金模具铸造成形时，采用加压的方法是比较有效地提高精度的措施。此外，在铸造工艺上选择合理的浇冒口，改善浇注方法等都是提高精度的重要措施。

3. 锌合金模具的标准化、系列化

模具的标准化、系列化是提高制模技术的重要基础。今后，锌合金模具应尽力简化模具设计和制造工艺，逐步走向模具设计标准化、结构典型化、系列化。最好定出样本，供设计选用，这样可避免设计上的混乱。在锌合金配制、熔炼以及性能指标上也应编制出标准系列手册，供全国各地制造锌合金的厂家遵循，以便根据不同模具特点提供不同的锌合金材料。以围框铸造为主的锌合金模具，对围框应制定出系列化，其模具外廓尺寸也应定出规格，制定成标准化。锌合金模具应有专用标准模架，对导柱、导套、模柄也应有标准，并应定出限用范围。这样，有利于压缩品种，缩短模具的设计和制造周期。

当前，锌合金模具正处于发展阶段，制定出锌合金模具的标准化、系列化，对进一步发展锌合金模具的应用，将起到有力的推动作用。

第二章 锌合金模具材料及其制备

按合金的熔点划分，一般将锌合金定为中熔点模具材料。这类合金的熔点范围在300~500℃。将熔点在300℃以下的称为低熔点合金材料，这类合金作为模具材料使用也有很高的应用价值。本章着重阐述中熔点锌合金模具材料及其制备，对低熔点模具材料只作一般介绍。

一、锡铋低熔点模具材料

低熔点模具材料一般都采用共晶型合金，这种成分的合金有两个优点：合金的流动性好，铸造模具时有很好的填充能力；组织致密。国内常用的铋锡二元共晶合金及非共晶型的成分和性能见表2—1。

表 2—1 铋锡二元共晶及非共晶合金的成分与性能

合金名称	化学成分%		物理机械性能				
	铋	锡	熔点℃	收缩率(%)	HB	τ_b , kg/mm ²	比重
铋锡二元共晶合金	58	42	138.5	—	20	5~6	8.7
铋锡二元非共晶合金	40	60	138~170	-0.01	22	5.6	—

铋锡二元合金是目前国内外比较普遍应用的低熔点模具材料。

铋锡二元共晶合金的室温金相组织为 α 和 β 两相组成的机械混合物。 α 为Bi元素的原子溶解在Sn元素原子组成的正方

晶格中的固溶体，而 β 为Sn元素的原子溶解在Bi元素原子组成的菱形晶格中的固溶体。当铋锡共晶成分的合金从液态冷却到共晶温度 138.5°C 时，并在继续冷却过程中， α 和 β 两种固溶体晶体同时成核和长大，直到结晶结束。从而在室温下形成 $\alpha + \beta$ 的共晶体，并称为机械混合物。

常用的铋锡二元非共晶型合金属于过共晶成分，其室温金相组织为 $\alpha + (\alpha + \beta)$ 。此合金从液态冷却结晶时，在到达共晶温度之前先析出 α 固溶体，而在共晶温度下则析出 $(\alpha + \beta)$

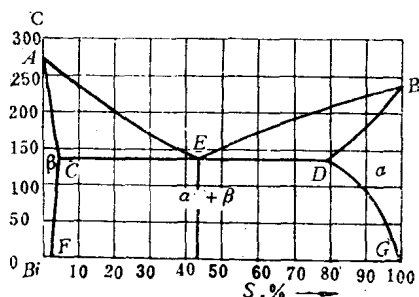


图 2—1 铋锡二元合金状态图

共晶体，因而在室温下便得到 $\alpha + (\alpha + \beta)$ 的组织。铋锡二元合金状态图，如图2—1所示。

从铋锡二元合金状态图可知，铋锡二元过共晶合金（40%Bi、60%Sn）从液相变为固相时，有两个温度相变点。这两个相变点之间是液相和固相共同存在的相区。相变点间隔越大，合金的流动性越差。这对铸造模具是不利的。就这一点而言，选用共晶型合金较为理想。

铋锡合金的熔炼与配制与一般有色金属的熔炼方法一样。熔炼设备可以选用铁坩锅或石墨坩锅。可以选用电炉、油炉、煤炉或煤气炉加热。

在熔炼中应选取纯金属作原料，纯度高更为理想，这是保证合金质量的前提。应严格按重量配比配料，熔炼温度可控制在 $300\sim 400^{\circ}\text{C}$ 范围。温度过高，则易使某些元素氧化，引起合金的损失。应注意加料次序。熔炼过程中要充分搅拌合金液，使合金原料混合均匀，这一点在浇铸之前更应注意，避免合金产生比重偏析。熔炼时，应在合金液体表面加石墨或木炭粉等覆盖剂，以防止或减轻空气对液态合金的氧化。熔炼好的合金可以注入准备好的冲压模具的熔箱中。由于铋锡二元合金材料具有成分简单、容易配制、熔点低、综合性能较好等优点，可以充当模具来使用，如要求不高的冲压模以及精密铸造模、塑料模等。但是，应当指出的是，这种合金含有大量的铋元素，它是稀有金属，并非容易得到，所以在推广、应用铋锡低熔点合金受到一定的限制。铋锡二元合金作为冲压模具使用，其硬度、强度太低，严重影响其使用寿命。

二、锌合金模具材料

锌合金是无铋的中熔点合金材料，它的机械性能比铋锡合金明显的高，用锌合金制作冲压模具。其使用寿命比较高。

作为冲压模具材料，使用较为广泛的是锌铝合金。根据锌铝二元合金的相图划分，可以分为：锌铝共晶合金、锌铝共析合金和其它成分的锌铝合金三种。

1. 锌铝共晶合金：用于冲压模具的主要锌铝共晶合金是 $\text{Zn}-4\%\text{Al}-3\%\text{Cu}$ 和 $\text{Zn}-4\%\text{Al}-1\%\text{Cu}$ 。锌铝共晶合金含铝量应是5%，而上述两种合金含铝量为4%，都偏离共晶成分1%，为了方便起见，把它们看成是共晶型合金。两种合金的化学成分和机械、物理性能见表2—2、2—3。

表 2—2 两种合金的化学成份

合 金	Al%	Cu%	Mg%	Zn%
Zn—4%Al—3%Cu	4	3	0.03—0.08	余量
Zn—4%Al—1%Cu	4	1	0.03—0.08	余量

表 2—3 两种合金的机械、物理性能

合 金	σ_b kg/mm ²	σ_k kg-M/cm ²	δ %	HB	比重	熔点℃	凝固收缩率%
Zn—4%Al—3%Cu	24—28	0.6—0.8	1.3—2	120—130	6.7	380	1~1.2
Zn—4%Al—1%Cu	24—26	—	—	110	6.7	380	1~1.2

锌、铝、铜系在浓度三角形上的投影如图2—2。各个相变点成分及温度列表于2—4。

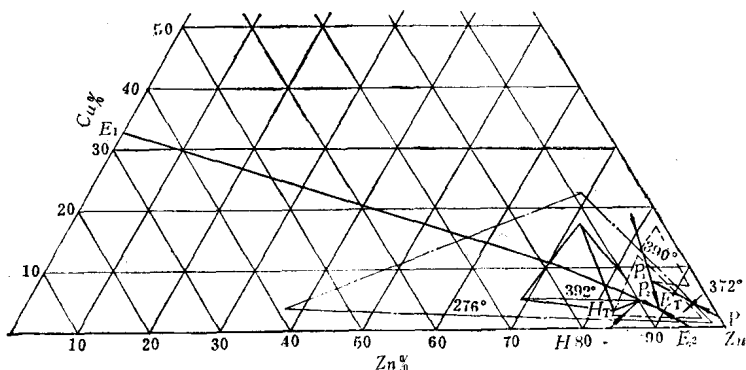


图 2—2 锌、铝、铜系三角形投影图

表 2—4 Zn—Al—Cu合金相变点成分及温度

符 号	相 变 点	Al%	Cu%	Zn%	温度℃
P	包 晶 点	—	1.8	余	424
E ₁	二元共晶点	—	33.0	''	548
E ₂	二元共晶点	5	—	''	382
H	二元共析点	22	—	''	283