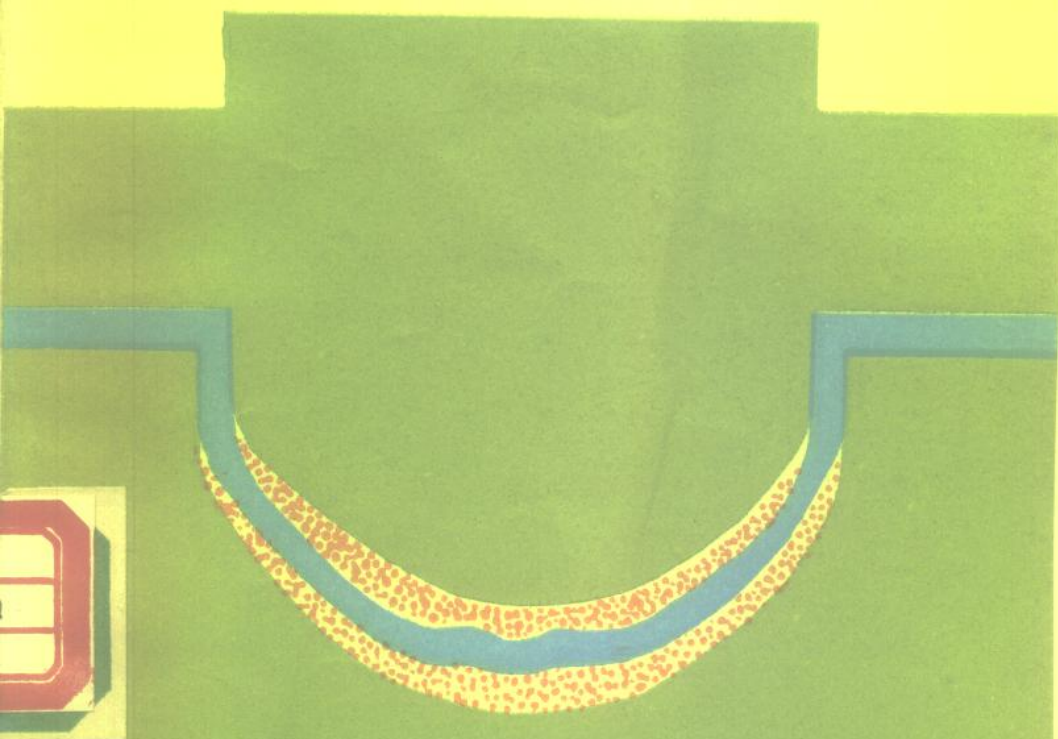


新型冷冲压模具

张廷汉 编著



国防工业出版社

032059

新型冷冲压模具

张廷汉 编著

国防工业出版社

内 容 简 介

本书系作者十多年来从事新型模具研究的成果汇编。全书共分七章，分别叙述了锌合金、低熔点铋锡合金和环氧树脂等模具材料的一般性能、特点；各类新型冲裁模、弯形模、成形模、拉深模的结构和使用情况；着重介绍了锌合金各类模具的设计方法和制造工艺；对低熔点合金弯形模和环氧树脂钢片模也作了较为详细的说明。全书紧密结合生产实际，通俗易懂。

本书适用于从事冲压生产、模具设计和制造的工人、技术人员阅读，可供有关专业的师生参考。

新型冷冲压模具

张廷汉 编著

责任编辑 张仁杰

*

国防工业出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

门头沟区印刷厂印装

*

850×1168¹/₃₂ 印张 6¹/₄ 163千字

1985年7月第一版 1988年6月第二次印刷 印数：30,501—34,300册

ISBN7-118-003022-6/TG28 定价：1.45元

60611/134
10

前 言

冷冲压零件在机电产品中占有很大的比重(一般约占20~60%)。大至车辆、船舶、飞机、电气设备,小至仪表、仪器和玩具、轻工产品等。为了高效率地获得质量好的冲压零件,除须有各种冲压设备外,还要有相应的模具。长期以来,各种冷冲压模具一直是用合金钢制造,不但需要各种专用模具加工机床,而且还需要熟练的模具技术工人。由于钢制冲压模具结构复杂,因而使得加工困难,制造周期长,费用昂贵。这样,模具成了冲压生产中的关键,尤其在新产品试制和老产品更新换代时,矛盾更为突出,常常由于模具跟不上而影响产品按期投产。所以改进模具结构,寻求一种既快又好的制模新方法,对于提高冲压生产的工艺技术水平 and 经济效益,节约能源,促进机械工业的发展,都具有重大的意义。

从1964年以来,我们对新型结构的冷冲压模具作了多方面的探讨和研究。经过反复试验,先后研制成用低熔点合金、环氧树脂和锌合金制造冷冲压模具的新工艺。尤其是锌合金制模工艺,具有很大的实用价值和很好的经济效果。锌合金模具的设计简单,制造容易,不需要专门的模具加工设备,而且省工、省料、节省模具储存面积。锌合金模具不但适合于小批量生产,同时也能满足中、大批量生产。所用通用模架,同样具有结构简单、精度高等优点。可以说锌合金冷冲压模具的研制成功,为多快好省制造模具提供了有效途径。

本书是作者十多年来研究新型冷冲压模具的成果总结,曾作为主管部举办的新型模具技术学习班的教材。尽管在出版之际作了较全面的修订和补充,但是,由于水平有限,加之有些试验尚不够深入,因此本书缺点和错误在所难免,希广大读者批评指正。

在进行新型模具的试验研究中，重庆空压机厂、建设机床厂、嘉陵机器厂、七一仪表厂、山城电表厂等有关单位都给予了大力支持；并得到姚仕钰、陈良衡、刘志林、冉龄、王信宗、姚开智、刘志远、李珍、陈末友诸同志积极协助。本书在编写和修订过程中，祝钦铨、肖新富、丁世仁诸同志给予了具体帮助。张建安同志对文字进行了整理。在此一并致谢。

张廷汉

1983年于重庆

目 录

第一章 冷冲压模具用的锌合金	1
第一节 模具用锌合金的特点、成份和机械性能	1
第二节 模具用锌合金的金相组织与合金化原理	6
第三节 锌合金的铸造性能及其对模具质量的影响	13
第四节 模具用锌合金的熔炼	16
第二章 锌合金模具试验情况	22
第一节 锌合金模具有关数据	22
第二节 锌合金在模具零件方面的应用	33
第三章 新型冲裁模	39
第一节 锌合金冲裁模	39
第二节 加镶刃口的锌合金冲裁模	46
第三节 锌合金复合冲裁模	94
第四节 锌合金在锻模切边模方面的应用	101
第四章 新型弯形模	107
第一节 锌合金弯形模	107
第二节 钛基低熔点合金弯形模	117
第五章 锌合金成形模和拉深模	131
第一节 锌合金成形模和拉深模的制造工艺	131
第二节 锌合金成形模和拉深模的制造示例	137
第三节 锌合金-环氧树脂成形模	146
第四节 锌合金模具的修整和补焊	147
第六章 凸模、凹模锥孔、导向板(卸料板)腐蚀工艺	150
第一节 化学腐蚀液配方及腐蚀的一般注意事项	150
第二节 凸模腐蚀工艺	151
第三节 凹模锥度腐蚀工艺	152
第四节 导向板(或卸料板)腐蚀工艺	158
第七章 模型用膨胀石膏	159

VI

第一节 膨胀石膏所用材料及其性质	159
第二节 膨胀石膏的工艺试验	162
第三节 膨胀石膏模型在铸造上的应用	169
第四节 膨胀石膏模型的优点及存在问题	170
附录	171
附录一 小型锌合金冲裁模的通用模架	171
附录二 薄板冲裁模通用模架	182
参考文献	193

第一章 冷冲压模具用的锌合金

锌合金冷冲压模具，在第二次世界大战期间，首先用于美国。美、英、西德、日本、苏联等国均有自己的模具用锌合金配方，但其成份及机械性能都大同小异。最近几年，美、苏等国又有较高强度的模具用锌合金的新配方。

锌合金用于冷冲压模具，在国外主要用于成形模具，并在这方面积累了相当丰富的经验。所铸出的成形模具精度较高，稍加修饰加工即可使用。

我们于1965年开始研制锌合金冷冲压模具，在引用国外技术的基础上，有所发展与提高。本书所涉及的模具，除环氧树脂钢片模及铋锡低熔点合金弯形模外，几乎都用锌合金作模具基体，并收到了良好的效果。

第一节 模具用锌合金的特点、成份和机械性能

一、模具用锌合金的特点^[1]

模具用锌合金的性能，简单地说，相当于低碳钢，加工性质类似青铜铸件。模具用锌合金具有如下特点：

(1) 熔点低（只有 380°C ），因之可用比较简单的设备和一般技术进行熔化，浇注温度为 $420\sim 450^{\circ}\text{C}$ ，可以用砂型、金属型、石膏型进行铸造。

(2) 模具的复制性好。即使复杂形状的零件，也能很好地进行复制。

(3) 锌合金的强度接近低碳钢。

(4) 由于具有铝合金的易切削性，所以容易进行机械加工

和修饰加工。

(5) 铸件的气孔、针孔少, 能够得到满意的模具。

(6) 由于具有独特的润滑性和耐烧结性, 因此, 用锌合金拉深模制造的零件表面不易出现缺陷。

(7) 报废的锌合金模具, 可以重熔再用, 在正确掌握熔化方法的情况下, 其性能不会改变。因而可大大降低模具材料成本。

(8) 用经过修整的凸模作型芯, 可以直接铸出精度好的凹模。这是模具用锌合金很突出的一个优点。

(9) 可用气焊进行修补, 且焊接部位的组织 and 基体的基本相同。

(10) 由于锌合金具有冷凝收缩的特点, 所以在铸造时, 可以将需要镶入的钢制零件直接铸入, 也可以直接铸出螺孔。

二、模具用锌合金的成份及机械性能

一般模具用锌合金系采用纯度为 99.995% 以上的锌、99.7% 的铝、99.95% 的电解铜和 99.95% 的镁按比例配制而成的。使用这样高纯度的材料, 对提高锌合金的机械性能将起到良好作用。

表1-1 锌合金成份及机械性能

锌合金 代 号	化学成份 (%)							热处理规范	机械性能		
	锌	铜	铝	镁	铅	锡	铁		抗拉强度 σ_b (公斤力/ 毫米 ²)	延伸率 δ_5 (%)	硬度 (HB)
62-1	92.12		3.56								
		3.42		0.04							
62-2	91.97	3.64	3.53	0.04				铸造冷凝后, 冷至250°C, 再水冷, 人工时效(118°C下10小时)	27.8	0.83	108.5
								250°C 硝酸盐炉加热一小时, 淬火(水温54°C)自然时效100小时	26.7	0.88	118.3

我们试验用的模具用锌合金成份及机械性能列于表 1-1。

现将日、美、英、西德和我们试验用的锌合金 (62-1) 的性能列于表 1-2; 日、美模具用锌合金的分析比较见表 1-3; 模具用锌合金和其他金属性能比较见表 1-4; 砂型铸件常温抗压试验情况, 见表 1-5。

表1-2 各种锌合金性能比较

性 能	ZAS 日本	Kirkstite 美	Crmoop-die 美	Kayem 英	Kayem-2 英	Z-430 西 德	62-1
比重	6.7	6.7	—	6.7	6.6	6.7	6.7
熔点 (°C)	380	380	399~403	380	358	390	380
凝固收缩率 (%)	1.1~1.2	0.2~1.2	0.01	1.1	1.1	1.1	1.1~1.2
热膨胀系数 (1/°C)	26×10^{-6}	27×10^{-6}	—	28×10^{-6}	—	27×10^{-6}	26×10^{-6}
热传导率 (卡/厘米·秒·°C)	0.24	0.24	—	0.25	—	—	0.24
抗拉强度 (公斤力/毫米 ²)	24~29	26.6	26~30	23.6	24.9	22~24	26.8
延伸率 (50毫米试片) (%)	1.2~3.4	3.0	3.0	1.25	—	1.0	1.6
硬度 (HB)	100~115	100	130~150	109	140	—	124
抗压强度 (公斤力/毫米 ²)	55~60	42~53	—	49.3	68.5	60~70	55~60
抗剪强度 (公斤力/毫米 ²)	24	24.6	—	—	—	30.0	24
成分特征	4Al-3Cu -Mg	4Al-3Cu -Mg	4Al-3Cu Ni-Ti-Mg	4Al-3Cu -Mg	4Al-3Cu -Mg	4Al-3Cu -Mg	4Al-3Cu -Mg

图 1-1 及图 1-2 所示为日本的模具用锌合金 (ZAS) 的压应力同变形率和硬度的关系。

锌合金的高温变形抗力在不同的温度下变化很大(见图1-3)。锌合金的最低固态相变点是 272°C ($\beta \rightarrow \beta' + \eta$)。再结晶温度为 150°C , 所以在 150°C 以上变形抗力急剧降低。因此, 再结晶退火温度一般选择在 150°C 就可以满足软化要求了。

表1-3 日本与美国模具用锌合金分析比较

元素 种别	合金成份 (%)				不纯物 (%)			
	铝	铜	镁	锌	铅	镉	铁	锡
ZAS基体 标准成份	3.9~ 4.3	2.85~ 3.35	0.03~ 0.06	其余	<0.003	<0.001	<0.02	
ZAS 分析结果	4.1	3.02	0.049	其余	0.0015	0.0007	0.009	
Kirksite 分析结果	3.95	3.09	0.049	其余	0.0018	0.0011	0.020	0.001

表1-4 模具用锌合金和其他金属的性能比较

性能 类别	抗拉强度 (公斤力/毫米 ²)	冲击值 (公斤力米)	硬 度 (HB)	凝固收缩率 (毫米/米)
锌 合 金	26.6	0.55	110	10
铸 铁	14~35	0.1以下	130~270	8.33~15
铝 合 金	14~20	0.05~0.55	40~70	12.5
青铜铸件	25	—	70	—

表1-5 砂型铸件常温抗压试验情况

压 应 力 (公斤力/毫米 ²)	最大塑性变形率 (50毫米试片)	硬 度 (HV)
—	0	132
5	<0.01	144
10	0.02	146
15	0.10	146
20	0.27	147
25	0.45	148

再结晶软化温度还与含铜量有关 (见图 1-4)。随着含铜量的增加, 软化温度将急剧上升, 硬度也有显著增加; 但含铜量超过 3 % 时, 软化温度几乎不再有什么变化; 超过 3.9 %, 硬度也不再增加。因此, 模具用锌合金一般含铜量在 3 % 左右为好。

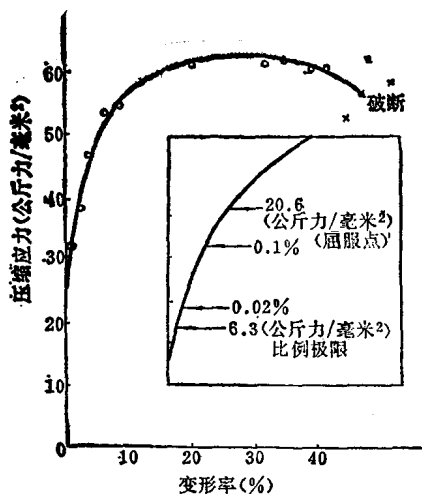


图1-1 ZAS合金的基本压缩特性曲线

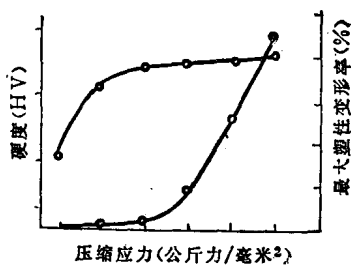


图1-2 ZAS合金压缩变形率和硬度的变化

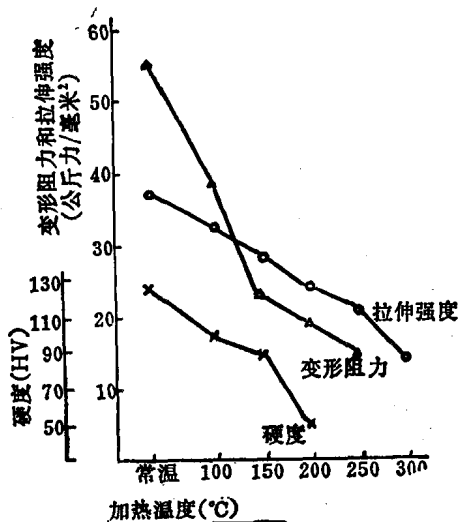


图1-3 锌合金在加温下的变形抗力

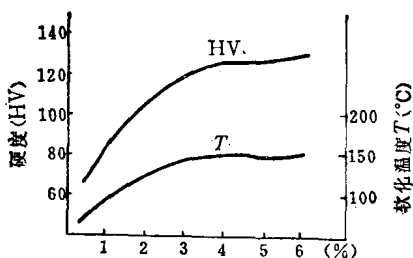


图1-4 Zn-4Al-3Cu系中含铜量对再结晶温度的影响

第二节 模具用锌合金的金相组织与合金化原理^{〔2〕〔3〕}

一、锌合金的金相组织

图 1-5、图 1-6、图 1-7、图 1-8 所示是 Al-Zn 系、Cu-Zn 系和 Zn-Al-Cu 系锌合金的状态图。锌合金 62-1 处于图 1-7 和图 1-8 的“▲”和“×”的位置。从状态图来看，初生相应是 ϵ

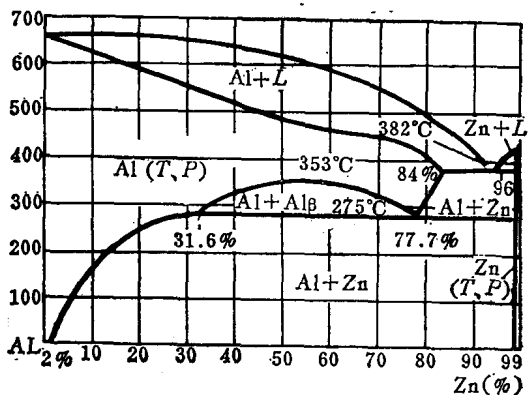


图1-5 Al-Zn状态图

L —液体； $Al(T, P)$ -Zn熔于Al中的固熔体，即 β' 相； $Zn(T, P)$ -Al熔于Zn中的固熔体，即 η 相； $Al\beta$ - β 相。

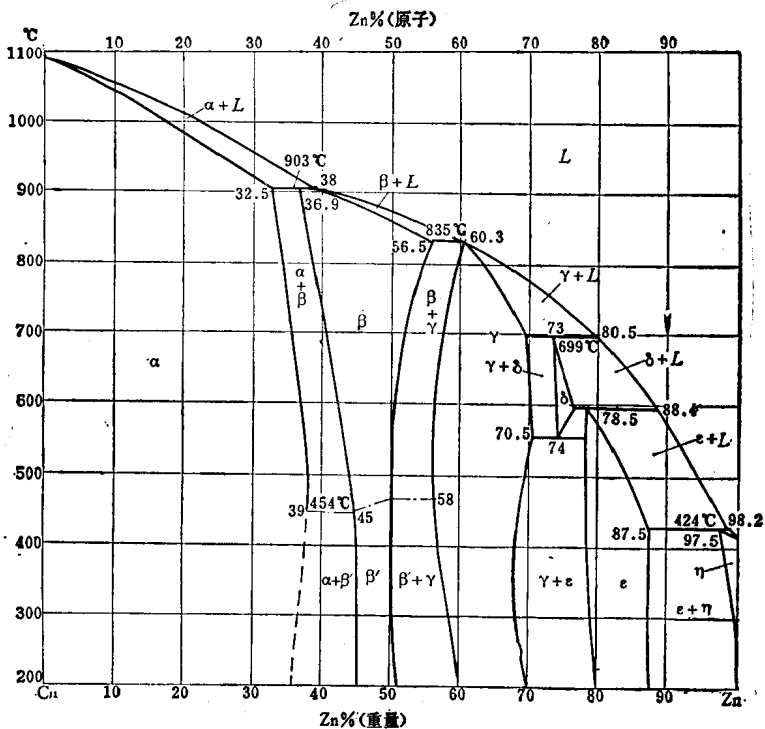


图1-6 Cu-Zn状态图

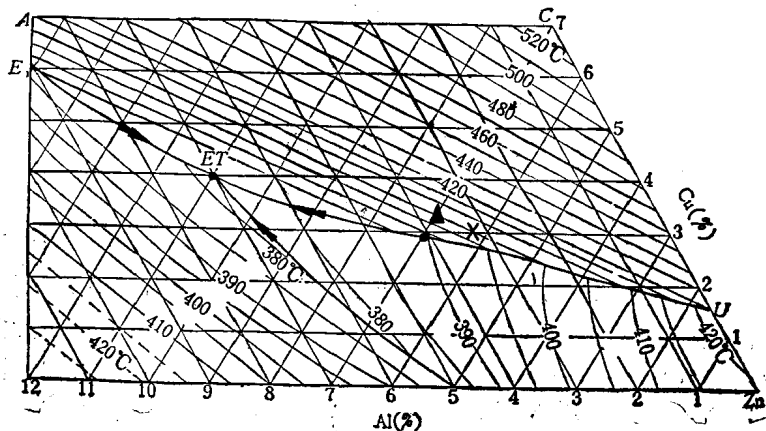


图1-7 Zn-Al-Cu系状态图

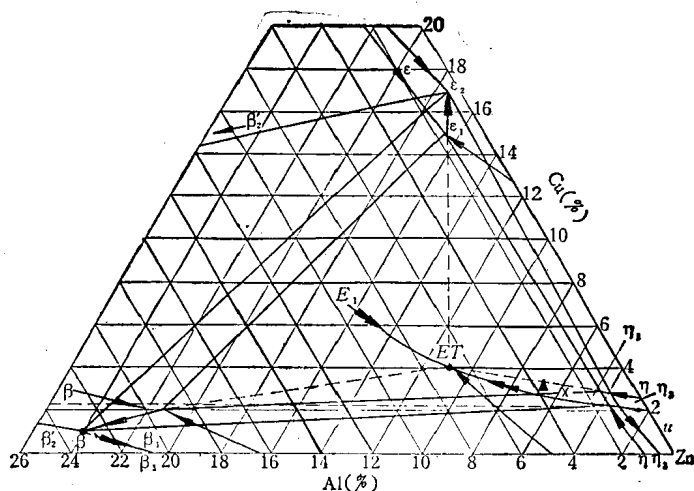


图1-8 Zn-Al-Cu系状态图

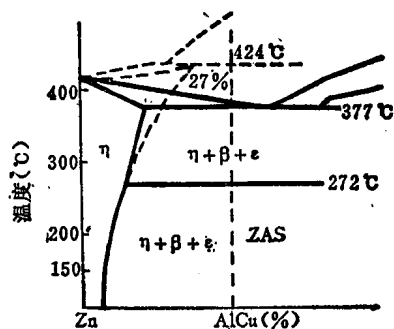


图1-9 锌合金状态图

相，随着温度的降低，发生 L 液 + $\varepsilon \rightarrow \eta$ 相的包晶反应。当温度低于 377°C (ET 点) 时发生共晶反应， L 液 $\rightarrow (\varepsilon + \eta + \beta)$ 。所以合金的最后产物应该是初生的 ε 加包晶组织 ($\varepsilon + \eta$) 加三元共晶组织 ($\varepsilon + \eta + \beta$)。其凝固过程由图 1-9 看得更直观些。图 1-10 和图 1-11 是上述金相组织的照片。所有这些组织的显示，均采用铬酐腐蚀液。试样的化学成份和热处理工艺见表 1-1。为

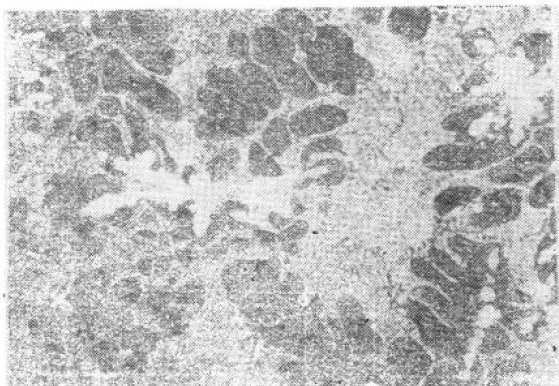


图1-10 锌合金 62-1 金相组织 (300×)

$$\varepsilon + (\eta + \varepsilon) + (\eta + \varepsilon + \beta)$$

ε —白色棒状; $(\eta + \varepsilon)$ —黑色球状; $(\eta + \varepsilon + \beta)$ —基体花纹状。

腐蚀液: 铬酐腐蚀液。

处理: 铸造, 人工时效500小时。

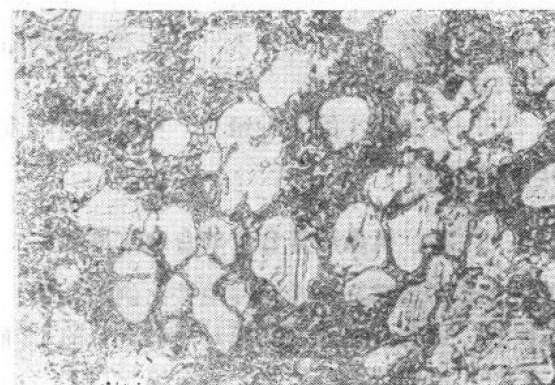


图1-11 锌合金 62-2 金相组织 (300×)

处理: 250°C硝盐炉加热1小时, 淬火+自然时效120小时。

了进一步了解这些组织的性能, 使用 Neopht21 金相显微镜测定了这几种相的显微硬度: 白色棒状的 ε 相的 $H_{m0.1}=168$; 黑色 $(\eta + \beta)$ 的球状物 $H_{m0.1}=119$; 花纹状的 $(\varepsilon + \eta + \beta)$ 三元共晶组织 $H_{m0.1}=136$ 。图 1-12 是锌合金 (4.2% Al+2.9% Cu+

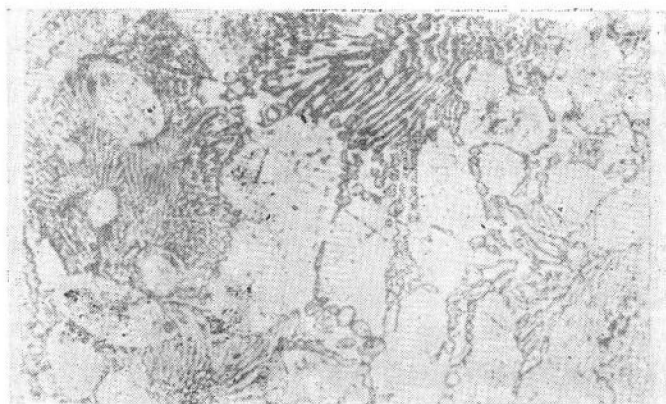


图1-12 锌合金砂型铸造金相组织 (150×)

$$\eta + (\eta + \varepsilon + \beta)$$

0.04Mg 其余为 Zn) 的砂型铸造组织。从状态图来看, 它处于包晶线稍下一点的位置, 所以初生相为 η (照片中的白色球状物), 还有二元共晶体 (因量太少, 图中未发现) 和三元共晶体 $\eta + \beta + \varepsilon$ (图中花纹状组织)。

对比图 1-10 和图 1-11 的几种组织, 可以看出, 金属型铸造比砂型铸造的组织细小。

二、模具用锌合金的合金化原理

如前所述, 模具用锌合金是在锌中按比例加入铝、铜、镁等合金元素而成的。这些合金元素对模具用锌合金的性能影响很大, 因此, 了解和掌握这些合金的元素在模具用锌合金中的作用, 对于配制性能良好的模具用锌合金有着重要的意义。

1. 铝的作用

从图 1-5 可以看出, 铝在锌中最大溶解度, 在共晶温度 (382°C) 下为 1 %, 在室温下约为 0.05 %, 共晶点 (382°C) 含铝量为 5 %。Al-Zn 二元合金的相组成、临界温度、相变点在图 1-5 中已表达清楚。锌合金的主要成分是由初生的含铝 1 % 的 η