

山东科学实验成果资料

编号:75—003

低 熔 点 合 金 模 具

济南铸造锻压机械研究所
烟台重工局科学技术研究所
山 东 莱 阳 拖 拉 机 厂

(内 部)

山东省科学技术情报研究所

一九七五年十月

低 熔 点 合 金 模 具

济南铸造锻压机械研究所

烟台重工局科学技术研究所

山东莱阳拖拉机厂

一、前 言

低熔点合金模具是一项新技术，资本主义国家对此实行封锁和垄断。我们遵照毛主席关于“独立自主、自力更生”的教导，同上海材料研究所、济南汽车厂、济南仪表厂、北京汽车厂和沈阳汽车厂等单位实行厂、所结合，大搞群众运动，经二年多的努力，于一九七五年对低熔点合金材料、铸模工艺、板冲工艺、寿命试验以及样模研制等方面都取得了一定成绩，并在汽车、拖拉机、仪表和钟表等行业进行了应用和推广，在生产上获得了明显的经济价值。

二、低熔点合金的特点、用途及经济效益

1.特点：不需模具钢材，制模简单、周期短、成本低；模具不需研配，不需调整；模具用毕可重熔，合金可反复使用；减少模具存放面积；低熔点合金较软，不划伤零件表面，且易于修模。

2.用途：这种模具主要用于薄板的拉深、弯曲、成形和翻边。所能压制的材料为铜、铝、钢、不锈钢等。目前能压制的钢板厚度可达3 mm，所压制的零件尺寸，最小为 $\phi 32\text{mm}$ ，最大为 $2800 \times 1080\text{mm}$ 。

3.经济效益：这种模具和普通钢模相比有明显的经济效益。它不需模具钢材，仅普通钢材即能节省约80%，一般情况生产周期可缩短约90%，模具成本（不计合金价格）可降低约90%，占地面积能减少约80%。

这种模具很适合中、小批量的生产，尤其对于结构更新，新产品试制和板料冲压工

低 熔 点 合 金

方案No.	合 金 成 分 %							配 制 总重量 (kg)	熔点°C
	Bi	Pb	Sn	Ca	Zn	Sb	其余		
1	50	26.7	13.3	10					70
2	50	25	25						95
3	50	26.7	13.3			10			105~108
4	50	26.7	13.3		10				
5	52	32	16						
6	51.6	40.2		8.2					
7	52.5	32	15.5						
8	54		26	20					104
9	55.5	44.5							
10	58		42						133.5
11	58		42	外加 100克				1	112~118
12	58		42	外加 60克				1	132
13	54		46						138
14	62		38						>138
15	56.5		33.5	10					>115
16	54.5		35.5	10					>125
17	59		33.5	7.5					125左右
18	57.5		37.5	5					135左右
19	54		41	5					138左右
20	56		40		4				130
21	56		34	9	1				

试 验 数 据

表 1

机 械 性 能						金 相 组 织	备 注
σ 拉	σ 压	$\delta\%$	HB	E			
420			9.3			基体为四元共晶体, 析出Bi晶体及Ca晶体	硬度值均按15秒, 球径 $\phi 5$, 载荷 6262.5 kg
458			13			Bi—Sn二元共晶体及基体为三元共晶体	
546	903		24.2				熔点不易控制, 浇铸呈熔融状态
							因Zn加不进去未测性能
350		76.5 ~95	5.6				由于性能较低未测熔点及金相
300		49	7.3				“
300		52.5					“
450			13.7				“
400			7.4				“
600	720	63.5	20.6			Bi—Sn二元共晶体析出少量Bi晶体及Sn晶体	
690	1017		23.7			基体为三元共晶体Bi—Sn二元共晶体呈鱼骨状分布	
713	1070		24.2			“	
700			23.7			基体为二元共晶体过剩Sn晶体呈树枝状	
620			19.9			基体为二元共晶体, 过剩Bi晶体呈块状	
			23.7			基体为三元共晶体加Bi—Sn二元共晶体及少量Bi晶体	
			25.5			基体为三元共晶体加Bi—Sn二元共晶体	
			24.9			基体为三元共晶体加Bi—Sn二元共晶体及极少量Bi晶体和Ca晶体	
			24.9			基体为三元共晶体加Bi—Sn二元共晶体及少量Bi晶体	
730			26.1			基体为三元共晶体加Bi—Sn二元共晶体, 组织细密	
600			33.7			Sn—Zn二元共晶体及三元共晶基体上游离出Zn晶体	
650			24.9			Bi—Sn二元共晶体及四元共晶基体上布有少量Bi晶体, Ca晶体及Zn晶体	

艺试验, 其优点更为突出。但低熔点合金模具寿命较短, 一次投资费用较大, 在压制3mm以上较厚的钢板有一定困难, 需进一步研究解决。

三、低熔点合金材料的研究

根据各种低熔点合金元素的特性和自铸模工艺过程的特点, 并为保证模具尺寸精确性, 均选以Bi (铋) 为基的合金, 其它元素含量按相图以及优选法进行调整, 共熔炼了21组配比。合金的成分及机械物理性能见表1。经研究和使用以铋、锡二元共晶合金为优 (表1中NO10)。这种合金流动性好, 成模清晰, 经反复熔铸试验 (反复熔铸100余次), 性能稳定, 氧化极少, 于人无害。主要机械物理性能为:

1. 成分: 58%Bi, 42%Pn
2. 熔点: 138.5°C (共晶合金)
3. 冷胀性: 合金由液态变成固态时, 体积略有膨胀 (表2)。

冷凝后的时间	膨 胀 量 (mm)	试 棒 尺 寸 (mm)
2 分	0.0158	12.7×12.7×254
1 小时	0.0152	
5 小时	0.0127	
20小时	0.0127	
500小时	0.0127	

4. 抗拉强度: 601Kg/cm² (室温26°C)
5. 抗压屈服强度: $\sigma_{0.2} = 550\text{Kg/cm}^2$ (室温26°C)
6. 硬度: HB = 23.1 (62.5Kg/ ϕ 5 mm/15秒室温19°C)

四、铸模工艺及应用

(一) 铸模工艺过程

在压机上的熔池内, 利用样模以熔融的低熔点合金一次同时铸成的凸模及凹模, 称为低熔点合金模。铸模工艺过程如图1所示, 简述如下:

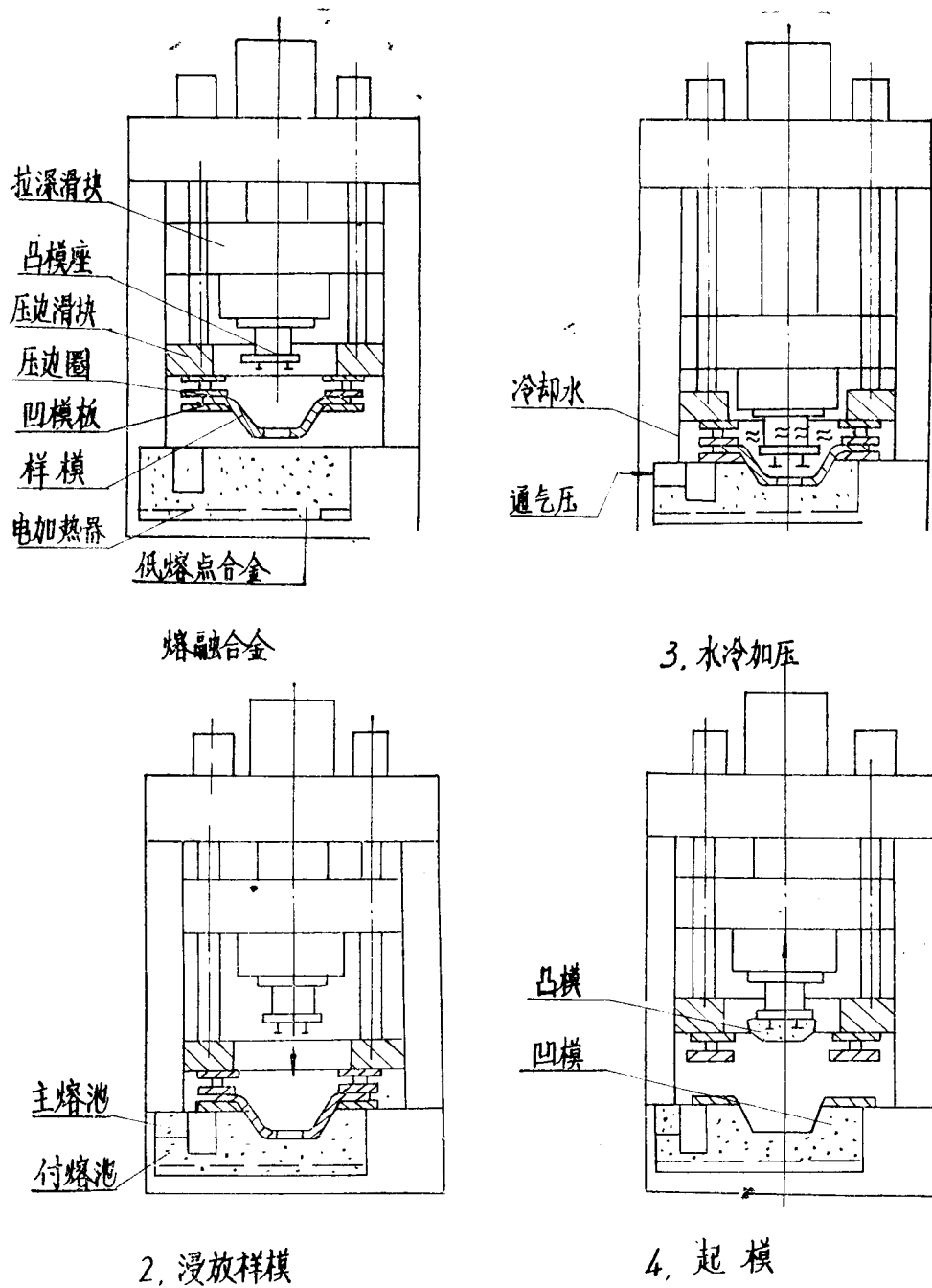


图 1

1. 熔融合金

熔池底部设有电加热器，通电加热，使低熔点合金熔融。合金的温度加热到 $160\sim$

170°C。

2. 浸放样模

先把样模压边圈和凹模板连接在压边滑块上，然后徐徐下降，一直到凹模板接触熔池顶面时为止。在压边滑块下降时，样模也随之浸入熔池，而熔融的合金会自动地通过样模上事先钻好的几个小孔注流到样模上腔，直至充满（如无双动压机，可用手把样件缓缓压入合金，然后把样模压稳于凹模板上）。此时再令拉深滑块下降，把带有T形螺钉的凸模板也浸入合金，至一定的深度时停下。

3. 水冷及加压

在熔池表面通以自来水，使合金冷却，在冷却过程中通气加压。在无水冷及加压设备时，可采用自然冷却。

4. 起模

合金冷凝后，拉深滑块回升，凝结在凸模板上的那块合金就是凸模，去掉样模，熔池中留下的合金就是凹模。由于样模上钻有小孔，因而凸凹模分开时便留下几个很小的乳头，迨稍加修理之后，便可进行工作。

以上铸模工艺过程所需的时间，因模具尺寸的不同而有差异，一般说来2~8小时即可。

当一批工件压制完毕后，可把凸模落入凹模之中，然后通电加热，使之熔融，以备用于重铸新模。

在无专用压机的情况下，铸模工艺过程也是如此。但在“浸放样模”的过程中，其拉深滑块和压边滑块的分别动作则为一个滑块的动作所代替。

（二）水冷及加压试验

在实际使用的熔池中，做过水冷及加压试验，但还很不够。情况如下：

所用熔池为1200×650×300mm，合金量为1600kg，电加热器功率为24KW，熔化时间为2.5小时。

方法如下：

1. 熔池加热到145°C。

2. 放样模于熔融的合金中，静置一段时间，把可逸散的空气跑尽。

3. 降下压机上滑块，使压边圈及凸模座之T型螺钉浸入合金中，至一定深度停下。

4. 副熔池通压，使主熔池液面上升至所需的高度。初压为 0.09kg/cm^2 。

5. 待外露合金表面形成硬壳后（此时离熔池外壁约 80mm ，离表层深 5mm 处的热电偶测得温度为 130°C ）通水。如表面不形成硬壳通水时，则合金暴溅！

6. 通水一分钟，以后逐级增压，增压方法如图2。

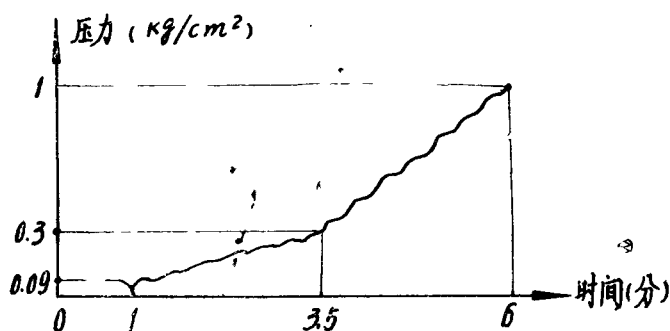


图 2

每15秒增压 0.021kg/cm^2 至 0.3kg/cm^2 ，以后再每15秒增压 0.07kg/cm^2 直到 1kg/cm^2 ，以后保压。约2小时30分后，熔池温度降至 80°C ，起模，铸模质量良好。

水冷目的：缩短冷却时间，能在一定程度上提高模具的强度和硬度（没在熔池中取试棒做强度和硬度测试）。

加压目的：能灵敏地改变液面高度（每增加 0.01kg/cm^2 的压力，可使副熔池液面高度降低 11.5mm ），对铸模质量有一定的改善。

（三）铸模及应用

两年来低熔点合金模具在全国各有关工厂得到使用和推广。我们在生产实践中，把低熔点合金模具用于拉深、弯曲、成形和翻边的工序，也收到良好效果，共压制了九种零件，有的零件已压制达3700余件，情况如下：

1. 拉深模：

拉深工艺为冷压常见工序之一，在板料加工中占有重要的地位。按铸模工艺特点可分为两类，一类为水平压边面拉深模，另一类为曲面压边面拉深模。

（1）水平压边面拉深模：

试验时所选零件为东方红—20拖拉机机罩上盖，零件图见图3。这类模具中的样模与零件形状差别不大。其模具结构与拉深工艺状态见图4。

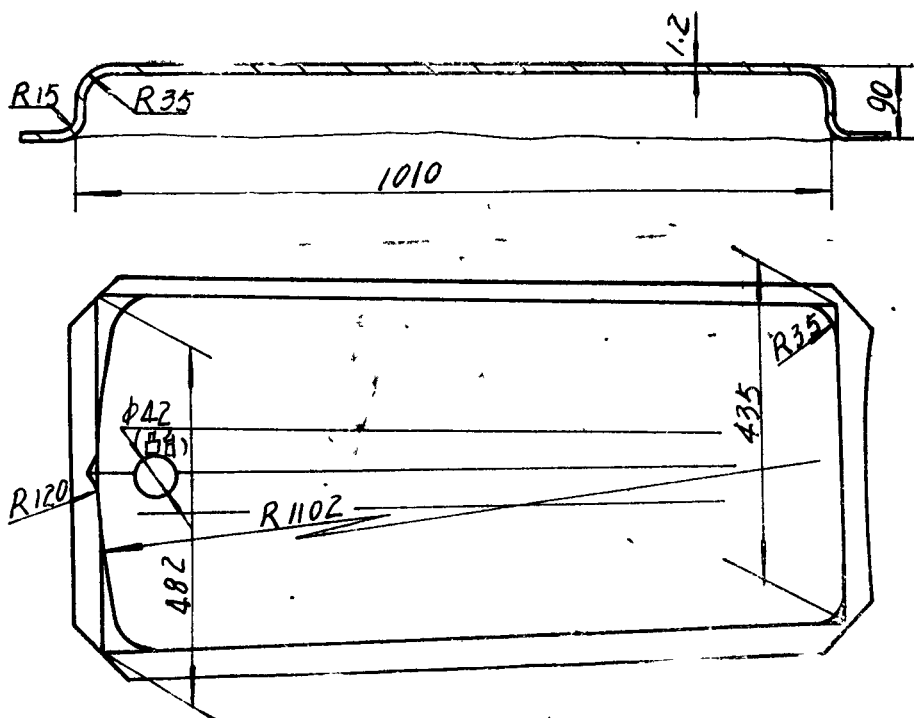


图 8

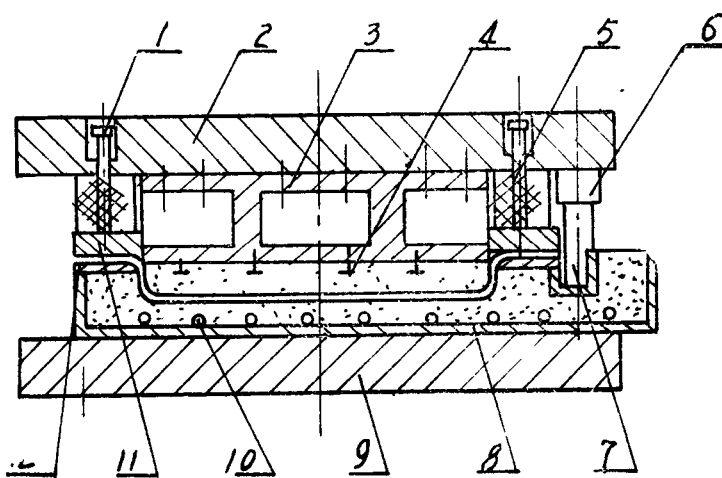


图 4

1. 压料螺钉 2. 上模板 3. 凸模座 4. T型螺钉 5. 橡皮 6. 导套
7. 导柱 8. 熔池 9. 下模板 10. 电加热器 11. 压料板 12. 模口

在该模具上采用橡皮压料方式，并用导柱导套导向。用导柱导套虽使用起来比较方便，但它给铸模造成了一定的困难，因较大模具一般采用机上铸模方式，而在铸模过程中，因熔合金使固定导套的下模板受热膨胀较厉害，而固定导柱的上模板则处于常温状态，所以当导套沿导柱滑下时，容易卡死。

试验条件：

熔池：合金量1.4吨，电加热器容量22.5KW熔化时间3小时，熔池材料为HT20—40

冷却：自然冷却。

合金材料：58%Bi，42%Sn（以下试验同此）。

设备：30吨油压机。

零件材料：08F。

（2）曲面压边面拉深模。

在拉深件中曲面压边面的拉深件很常见，尤其汽车行业中所占比例尤大。东方红—20拖拉机中仪表盘就是一个典型的曲面压边面的拉深件，该零件的拉深深度较大，经计算两次拉深才能压成，但低熔点合金有易于改型的优点，便进行了一次拉深的尝试，经过对压边力的调整，和对坯料尺寸的改进，试验成功，为满足铸模要求所需样模的形状与零件的形状迥然不同，此样模手敲工艺性较好，拉深凹模圆角以 $\phi 20$ 的圆钢镶成圆角，增加了模具的寿命。

2.成型模：

（1）离合器盖成型模：

离合器盖板材较厚(3mm)，且凹凸台较多，形状复杂，为拖拉机生产中成型难度较大的零件之一，为弥补低熔点合金强度之不足，在模具设计上采用了局部镶块结构，铸模前将镶块用铝铆钉铆接在样模的有关部位。模具经使用效果较好，制件附合图纸要求。

（2）左右侧板压型模：

左右侧板成形比较容易，但其上面的字样对模具制造将提出很高的要求，钢模制造比较困难，为满足制件要求，达到多快好省的目的，我们同样采用了低熔点合金模具镶块结构，经试压，字迹比较清晰。为考核低熔合金的压字性能，曾做过取消钢字样的试验压制十几个以后，字迹就不太清晰了。

3.翻边模:

翻边分内缘翻边和外缘翻边,究竟用低熔点合金如何做翻边模,翻边模对样模有什么样的要求,模具的可靠性怎样?都不清楚,为此对拖拉机面罩,进行了一次翻边模试验。面罩工序较多,分下料、压形、冲孔、翻边、弯曲等多种工序,经试压该模具能够满足工艺要求,模具使用比较可靠。

4.弯曲模:

弯曲为冷冲压多见工序之一,由于它本身成型较容易,所以对弯曲模的研究往往被忽视。但在冷作加工中,弯曲模的种类及数量又较多,所以将低熔点合金用于弯曲模的生产有很大意义。

东方红—20拖拉机面罩最后一道工序为弯曲成型。由于面罩形状较特殊,对模具本身要求又较严格,为此对低熔合金进行了一次铸模试验。铸模过程未能形成凹模弯曲圆角,起模后按要求进行人工修制模具结构同翻边模,铸模时为避免合金液面暴露太大,在熔池的上平面增加了一块类似拉深模模口的A.钢板。

五、低熔点合金模具的寿命试验

模具寿命,是指一次铸模后之模具所能压制的合格零件的数量。

以东方红——20拖拉机上油箱外盖(零件的圆角小,受力大,模具磨损严重,做寿命试验具有代表性)和面罩两个典型零件做了寿命试验。其中油箱外盖压制了三千七百零三件,面罩压制了二千二百五十件,模具皆完好。

六、样模的研制

样模,是以低熔点合金铸模时,所需具备的一只即符合铸模工艺要求又与零件形状基本相同的样件,样模的厚度即是型腔的间隙。

在样模的制做上,各厂都采用钢板手敲法。此法灵活方便,适用范围较广。但此法要求板金工有较高的技术,且劳动强度较大,样模的尺寸精度也不易保证。因而以玻璃钢糊制样模就显得十分必要。

玻璃布加粘结材料就称玻璃钢。通过几种高温胶相比较,以204胶做粘结材料较优越。204胶(即JF—1胶)耐热性能好,在200℃时能长期工作,且价格便宜,来源容

易。

(一) 玻璃钢样模成型工艺:

1. 工艺准备:

①玻璃布200~380°C烘干2小时, 目的为去蜡和消除油渍。

②按所需面积和层数把玻璃布剪好。

③木模以砂纸修光并以丙酮清洗, 保持表面光滑清洁。

④按零件压边面形状, 以0.2mm的紫铜皮剪成压条, 目的为压紧R角, 使其成型。

⑤对样模不易成型或易翘曲之处, 按零件形状做成1~3mm的压板(钢板或铝板), 以便放在样模上, 用重物(铁块或砧头)压牢成型。

⑥用料及工具准备齐全。

2. 工艺规范:

①制造木模:

先将木材经沸水蒸煮24小时, 去油质, 后80°C烘干, 去水分, 再180°C烘干, 防变形, 然后按图纸加工木模。

②涂脱模剂:

在木模表面及压板底面, 涂一层均匀而又稀薄的硅脂, 因为硅脂在高温下仍保持油质的特性。

③涂 胶:

玻璃布放在铁板上涂胶, 胶量以200~250克/米²为宜, 胶层不宜太厚, 可用酒精稀释, 涂胶以浸透为止。

④晾 干:

两次涂胶之间, 须经空气晾干或用冷风吹干, 以不粘手为止。

⑤固 化:

固化温度为180°C, 大件可由室温开始升到180°C, 保温2小时。小件可于180°C时送入烘箱, 保温2小时。

⑥降 温:

保温后, 关闭电源, 随炉冷至室温。

⑦脱 模:

从木模上取下样模。

3. 上胶工艺:

①玻璃布选择:

如木模的形状简单, 过渡圆角较大, 则样模内外表面两层布, 可选0.1mm细平纹布, 以使内外表面光滑。如木模形状复杂, 过渡圆角很小, 内外表面可采用0.2mm斜纹布, 便于整形。对于不同的零件厚度, 可用不同厚度的玻璃布搭配而成。情况如下:

零 件 厚 度	搭配方式 (包括模具间隙量)
0.5mm	0.1mm + 0.2mm + 0.1mm + 胶厚 = 0.6~0.7mm
1 mm	0.2mm + 0.4mm + 0.2mm + 胶厚 = 1.1~1.2mm
1.5mm	0.2mm + 0.4mm + 0.4mm + 0.2mm + 胶厚 = 1.6~1.7mm

②上胶要分层进行。上胶时, 需用漆刷或漆刀把倒于玻璃布上的204胶单向涂匀, 然后盖在木模上, 以手浸酒精压平整形, 之后再在表面上涂一层很稀的胶液, 并进行吹干, 以酒精挥发到不粘手为止。中间几层, 也按此法。

③在涂最后一层 (即外表面一层) 时, 不需在其表面再涂胶液, 以防压块放上后, 将胶溢出起泡。

④涂胶完毕, 须在空气中充分晾干, 约1~1.5小时后, 再进行最后一次整形。并将压边紫铜皮及压板, 涂上硅脂, 放在样模难成形及易翘起之处, 后以重物压平, 再送入烘箱。

⑤上胶完毕, 用丙酮清洗工具及手上粘胶。

⑥204胶为易燃器, 宜妥善保存。有效期半年。

按上述工艺方法, 曾糊制了几个小型零件的样件, 性能符合要求。

(二) 手敲钢板样模与玻璃钢样模的比较 (以“黄河”汽车发动机罩后段右侧盖外板为例)

序 号	项 目	钢 板 样 模	玻 璃 钢 样 模
1	尺寸精度	低	高
2	刚性与强度	高	低
3	劳动强度	大	小
4	基础模	样板	木模
5	工级及工时	六级钣金工一名 4 8 小时	木模：一级木模工一名 4 8 小时 糊制：普通工人一名 8 小时
6	成 本	1 6 4 元	6 4 元（包括木模费）

七、设备要求

为了完成铸模工艺，以专用压机为理想。在目前尚无专用压机的情况下，只要有一台普通压机和一个能实现铸模工艺的熔池即可进行工作。对设备不需进行改装。

使用中，以双动油压机最为方便。如用单动压机，在做拉深时，则需增设压边装置。各单位在实践中选用的各种设备，有如下几种：带压边缸的油压机，普通万能油压机，机械压力机，摩擦压力机，材料试验机，甚至手摇螺旋压力机。实践证明，低熔点合金模具在普通压机上也能应用，很适合推广。

八、结 语

1. 低熔点合金模具主要用于薄板的拉深、弯曲和成形，也可用于翻边。这种模具很适合中小批量生产，尤其对于结构更新，新产品试制和板料冲压工艺试验更为有利。

2. 通过试验和使用，以铋、锡二元共晶合金的综合性能较优。

3. 使用中，以专用的自铸模压机为方便。但目前各厂都无专用压机，而是在普通的油压机、机械压力机和摩擦压力机等设备上进行的。因而低熔点合金模的使用，无专用设备也可以，很适合推广。

4. 204胶玻璃钢样模已在生产上得到考验，性能较好，可以使用。

5. 存在的问题：

① 低熔点合金中含有金属铋，目前供应较缺，应尽快着手研究少铋（或无铋）低熔

点合金材料，以满足生产需要。

②低熔点合金的硬度和强度较低，要研究模具的强化措施，从而提高寿命和扩大工艺范围。

③对水冷加压的试验工作做的较少，应进一步试验。

④随着低熔点合金模具的推广，专用压机的需要会愈感迫切。目前只设计了160吨自铸模双动液压机一种规格。应补充吨位系列，满足生产需要。