

陶瓷型精密铸造 汇编

第一机械工业部技术情报所

出 版 说 明

陶瓷型精密铸造是一项实现少无切削的铸造新工艺。它具有铸件表面光洁、尺寸精度较好、生产周期短、上马快和制造方便等许多优点。目前已广泛应用于铸造模具及汽车、拖拉机、柴油机、发电机等产品的热锻模、冲压模、拉伸模和矿山设备产品的耐磨零件。可节省金属、大量减少加工工时为缩短模具制造周期开创了新的途径。

为了“互通情报”交流经验，我们编写了这份“陶瓷型精密铸造汇编”供工厂、科研、学校等单位有关人员参考。

由于水平所限，一定存在不少缺点和错误请批评指正。

一九七六年十月

目 录

陶瓷型精密铸造工艺总结·····	常州柴油机厂 (1)
陶瓷型精密铸造在我厂的应用·····	上海拖拉机厂铸铁车间 (14)
陶瓷型精密铸造双面铝模板简介·····	沈阳纺织机械厂 (21)
陶瓷型精密铸造热锻模·····	广东拖拉机厂 (30)
陶瓷型精密铸造稀土镁球墨铸铁曲轴锻模 在我厂的应用·····	柳州拖拉机厂陶瓷型精铸小组 (36)
陶瓷型精密铸造热锻模·····	上海仪表铸锻厂技术资料室 (43)
低压——陶瓷型精密铸造50万大卡 离心制冷压缩机叶轮·····	上海仪表锻铸厂技术资料室 (46)
陶瓷型精密铸造高速锤挤压模·····	北京重型电机厂北京第八机床厂 (53)
关于学习推广陶瓷型精密铸造大型成形模具新工艺的情况·····	成都汽车厂 (58)
陶瓷型精密铸造振动压实造型浇注通水冷却新工艺·····	武汉市机械局研究所 (65)
陶瓷型精密铸造制造铸造模具小结 ——用综合水解法配制陶瓷浆料·····	天津拖拉机厂铸工车间陶瓷模组 (74)
陶瓷型精密铸造模具国外概况·····	浙江大学机械系铸工教研组 (80)

陶瓷型精密铸造工艺总结

常州柴油机厂

一九七二年以来,我厂铸件大量应用呋喃 I 型树脂砂热射芯,代替原来的合脂砂芯。但在推广使用中,关键是热芯盒的制造。由于热芯盒一般为铸铁材料,型腔复杂,形状尺寸精度要求较高,用一般机械加工方法很难获得。而采用“陶瓷型精密铸造”(以下简称陶瓷型精铸)的工艺,基本可以解决这个关键问题。满足了铸造生产日益发展的需要。几年来,我们从简到繁,制造了 S195 柴油机和东风 12 型拖拉机的热芯盒与模板共三十余种,六十余套。实践证明是完全可以满足铸造生产与工艺技术要求。目前这项工艺已大量采用,深受群众的欢迎。

(一)

用耐高温的中性粉状材料,以硅酸乙酯水解液作为粘结剂,混和成浆料,灌浆成型,在催化剂的作用下,迅速结胶固化而成铸型,因所采用的耐高温粉状材料大多为三氧化二铝含量高的材料,成份和细度与陶瓷材料相近而取名为“陶瓷型。”

“陶瓷型精铸”方法适用于大多数模具制造。因为它很适合于单件小量生产,铸件重量从几十克直至重达数吨均能适应。由于陶瓷型热稳定性好,能适合各种铸造合金获得精密铸件,所以“陶瓷型精铸”工艺用途是广泛的。这里仅介绍我厂用来铸造热芯盒与铸造模具方面,其优点是:

1. 能获得符合芯盒要求的表面光洁度、尺寸精度的铸件:一般资料认为铸件表面光洁度可达 $\nabla 5 \sim \nabla 7$, 精度可达 4 ~ 6 级。我厂所铸成的芯盒为表面光洁度 $\nabla 4 \sim \nabla 5$, 某些区域达 $\nabla 6$, 精度约为 5 级左右。型腔不经加工,能生产出表面光洁,尺寸精度符合要求的砂芯。

2. 生产周期短、制作陶瓷型的母模材料范围广:木模、石膏模、金属模、塑料模,……等均可。模型制成后 2 ~ 3 天就能提供精密铸件。

3. 制造成本低:一般比机械加工低一到二倍。对复杂芯盒如柴油机机体,缸盖热芯盒等制造成本的降低就更显著。

4. 提高砂芯质量:用陶瓷型精铸的热芯盒与模具,能保证合理的拔模斜度,而且几何形状准确,特别是不规则的曲面,用机械加工很难保证,采用精铸的方法能很满意地得到。对一个芯盒中多个砂芯的芯盒,能保证各个砂芯尺寸和形状一致,并能使砂芯中两个凸台过渡处窄至 1 ~ 3 毫米的缝隙楞角清晰。而柴油机机上如缸盖水道孔砂芯在这方面尤为重要,如图 1。

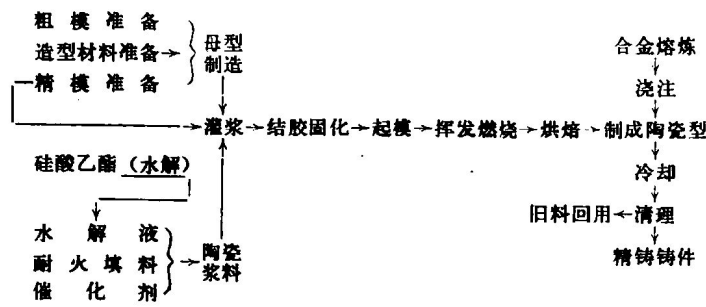
5. 提高了芯盒寿命:因为精铸芯盒型腔面不再加工,保留了铸件表面结晶致密的硬皮层,使芯盒射砂时耐磨,延长了寿命。

6. 投资少、上马快、不需要特殊设备,一般铸工车间均能自制;陶瓷型需用材料不难

获得，国内均有生产，如铝矾土等更是各地都有，不致受材料限止。

(二)

陶瓷型精密铸造的工艺流程如下：



一、模型设备

要得到高要求的精密铸件，首先要保证精模的质量，精模制造的质量优劣，直接影响到铸件的质量，因此是得到理想的精密铸件的关键。一般情况精模的表面光洁度及精度应比要求的铸件提高二级左右，并且要求几何形状精确，楞角清晰。我们的体会是在各种不同条件下，选择不同的制作精模材料和方法是重要的。我厂铸成的热芯盒，除要求不高的芯盒使用木模作精模外，大多采用环氧树脂增强塑料膜。预放二次线收缩余量一般长度方向为2%宽度方向1.6~1.8%高度方向1.2~1.4%。但为了制造方便实际上我们仍照模具图纸放1%收缩余量进行。

我们认为用塑料模作为陶瓷型的精模是理想的。它不仅保证了精模的精度和光洁度，而且对几何形状整形公差也可得到保证。图2的柴油机缸盖热芯盒，要求相互镶嵌面达30处之

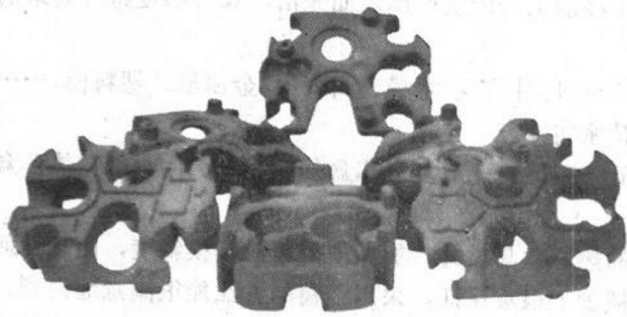


图1 缸盖水道孔芯盒射出的砂芯

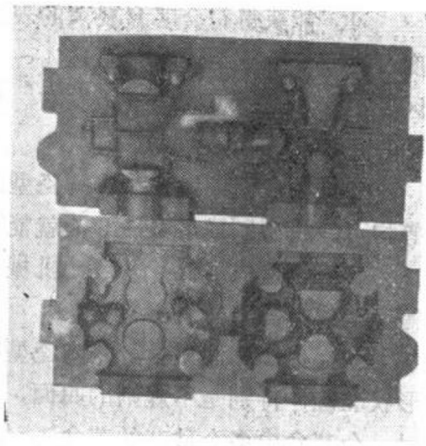


图2 用塑料精模精铸的缸盖芯盒

多，精度与几何形状的要求是非常高的。我们用塑料模制成，感到了它的无比优越性。

1. 塑料模：

①制作塑料模的母模（即塑料芯）是从同一个芯盒中复制的，保证了多型腔芯盒的各个型芯尺寸和外形的一致性，这是用其它模型所难以达到的。

②修正的机会多而方便，不但在母模上可以修正测量，直至达到要求，并且在制成的塑料模上仍可作进一步修正，这种可以反复修正的特点是其他模型材料所难办到的。

③制作塑料模、陶瓷型、直到模具，热芯盒，均要求一定的拔模斜度。三者一致，并且热芯盒要求的拔模率为最大，因此按热芯盒要求制成的塑料模可不必担心塑料模、陶瓷型的拔模问题。

④能改正原砂芯的不合理部位，无论是设计、工艺、使用上所要求的修改，或原有误差，可在复制中搜集意见进行修改，进一步保证和提高质量。复制后的塑料芯可直接在砂型中试一下，以检查壁厚及各部尺寸直到完全满意，再贴放线收缩量，如图3两个塑料芯就是这样做的，结果制成后砂芯精度完全满意。

⑤保证表面光洁度，塑料模的表面光洁度较其它材料容易达到，如原始塑料芯抛磨至 $\nabla 7 \sim \nabla 8$ ，则复制出的精模就很满意，略加修正抛磨就可达到 $\nabla 8$ ，保证了铸件表面光洁。

⑥保证各配合面的几何形状、精度、位置及整形公差要求。图4的左右两片热芯盒能使配合面达到理想要求，是因为左芯盒上的凸块部分是从右芯盒上直接复制的。

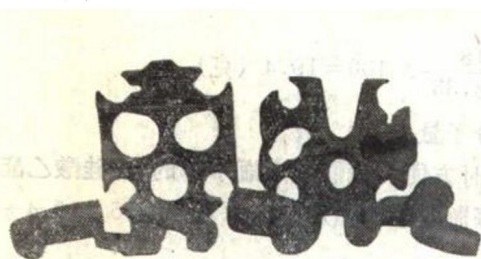


图3 红盖水道孔弯头原始塑料芯

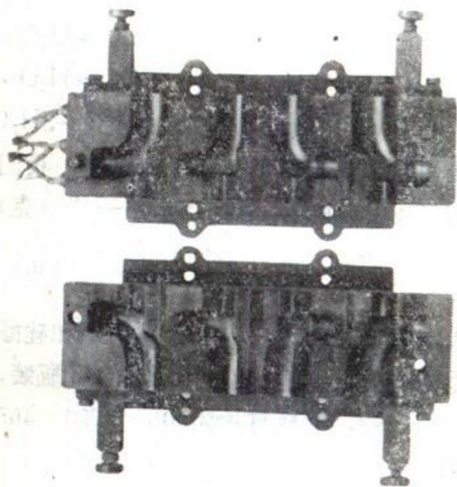


图4 水道孔弯头芯盒

⑦塑料模复制时几乎无线收缩，一经制成完全固化后就基本不变形，可长期保存。

⑧塑料模表面不再要上腻子、漆料，仅需涂上一层硅油，或上光蜡作为陶瓷型脱模剂，以后每做一次就擦上一次。

关于塑料模制作工艺可参阅本厂专题介绍资料，这里从略了。

2. 木模

塑料模是理想的。但是制造周期比木模要长。成本也相应高。对于一些试验性零件，急用件和单件模具的制造，亦可用木模来代替。例如：我厂柴油机连杆叠模浇注工艺试验，主轴承盖等工艺试验，就是由木模做成精模，同样取得了良好的效果。但必须注意以下几点。

①选用木质坚硬，木纹细，干燥的木材。如柚木，银杏木等。其操作工艺比一般木模要高。模型表面光洁，尺寸和几何形状要求正确，楞角清晰，经详细检查合格后方可使用。

②表面涂料，由于木材总有明显的纹路，光洁度难以达到，必须采用表面涂料。我们曾

选用清漆，硫化漆，硝基漆等作了试验，结果容易受陶瓷浆料腐蚀，漆料几乎全部脱皮，造成型腔毛糙，甚至发生起模困难。后来，我们改用聚氨基甲酸酯即7110*丁与7110*甲，用各半混合配制后使用，反应效果较好。这种材料，具有耐水，耐油，耐化学品作用，与酒精，硅酸乙脂等，不起化学腐蚀反应，值得推荐使用。

二、水解液的配制

硅酸乙脂水解液的配制，是陶瓷型制作过程中的重要工序。配制的质量好坏，直接影响到陶瓷型质量。我厂试制时，曾用了上海试剂三厂生产的“化学纯”正硅酸乙脂。其配制方法如下：

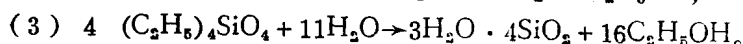
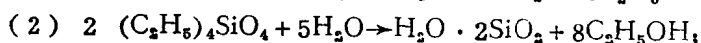
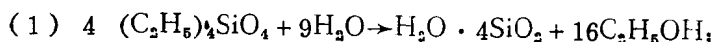
正硅酸乙酯的分子式：—— $(C_2H_5)_4SiO_4$

SiO_2 含量： $\leq 27.9\%$ ，

分子量： 208.33，

游离 HCl ： $< 0.05\%$

其水解反应式为：



我们开始试制时季节温湿度较高，我们采用反应式（1）为水解依据。

则每100克硅酸乙酯加水量—— W （克）

$$\text{为 } W = \frac{9H_2O}{4(C_2H_5)_4SiO_4} \times 100 = \frac{9 \times 18}{4 \times 208.33} \times 100 = 19.4 \text{ (克)}$$

式中“18”“208.33”分别为水和硅酸乙酯的分子量。

由于购得的正硅酸乙酯为500毫升瓶装，为水解时方便，我们是逐瓶水解的。正硅酸乙酯的比重为0.93，每瓶重量为 $500 \times 0.93 = 465$ 克。则每瓶硅酸乙酯水解需水量为 $465 \times 19.4 \div 100 = 90$ 克。

根据资料介绍，硅酸乙酯水解液 SiO_2 含量应在16~20%左右，我们选下限17%则水解液总重—— Q （克）

$$\text{为: } Q = \frac{qp}{p'} = \frac{465 \times 27.9}{17} = 763 \text{ (克)}$$

式中 q ——硅酸乙酯重量（克）

p ——硅酸乙酯 SiO_2 含量（%）

p' ——要求水解液 SiO_2 含量（%）

将计算所得水解液总重减去硅酸乙酯量及加水量，不足之量用95%酒精作为添加剂补足，则酒精添加量—— E （克）。

$$\text{为: } E = Q - (q + \frac{Wq}{100}) = 763 - (465 + \frac{19.4 \times 465}{100}) = 208 \text{ (克)}$$

为使水解液具有一定的稳定性。要求水解液配制后 P_H 值为2.5~3左右，其方法是在水解液中加入盐酸，一般加入盐酸量为水解液总量的0.2~0.5%，在实践中证明加入HCl总量

0.3%已能达到上述 P_H 值。由于硅酸乙酯中含有游离 HCl 0.05%¹ 则盐酸加入量—— A (克)

$$\text{为 } A = \frac{QS - qS'}{r} = \frac{763 \times 0.3 - 465 \times 0.05}{37.27} = 5.52(\text{克})$$

式中 S —— HCl 加入总量(%)

S' ——硅酸乙酯中游离 HCl 含量：(%)

r ——所加盐酸浓度百分比，我们用的盐酸比重为1.19，查得 HCl 浓度为37.27%。

为水解时方便起见，我们将盐酸与蒸馏水预先配成酸化水。以计算所得比重1.19的盐酸折合容积 $\frac{5.52}{1.19} \approx 5$ 毫升。由于95%酒精添加剂中的水份不计，因此酸化水的配比我们取每85毫升水中加入 5 毫升盐酸。以上计算所得列表于下：

正 硅 酸 乙 酯 水 解 配 比 表

加 入 物	规 格	加入量(克)	比 重	折合(毫升)	容积配比%
正 硅 酸 乙 酯	上海产化学纯	465	0.93	500	60
酒 精	95%工业用	208	0.81	*250	30
酸 化 水	蒸馏水 + 1.19 盐酸	90	≈ 1	90	不计盐酸时 ≈ 10
合 计	水解液			840	100

• 按计算为257毫升，但我们实际配料为250毫升。

由于“化学纯”正硅酸乙脂价格高，货源少，而且 SiO_2 含量低。于七四年，我们就改用了价格低， SiO_2 含量又高的江苏省沙州县塘桥丽新化工厂制造的工业硅酸乙脂。其配制方法如下：

工业硅酸乙脂的分子式—— $(C_2H_5)_4Si$

SiO_2 含量：30~34%

分子量：208.3

游离 $HCl \leq 0.05\%$

配制时，先将酸化水配好，存放时间不计。其配比：

蒸馏水100毫升 + 盐酸5.5~6.0毫升 (夏季)

蒸馏水100毫升 + 盐酸5.0毫升 (冬季)

工 业 硅 酸 乙 酯 水 解 液 配 比 表

(夏季)

加 入 物	规 格	加 入 量	百 分 比 %
工业硅酸乙酯	沙州县塘桥丽新化工厂	540毫升	49.3
工 业 乙 醇	含量不低于95%	425毫升	39.0
酸 化 水	自 配	118毫升	11.0
合 计	水 解 液	1083毫升	100

工业硅酸乙酯水解液配比表

(冬季)

加 入 物	规 格	加 入 量	百 分 比 %
工业硅酸乙酯	沙州县塘桥丽新化工厂	540毫升	53.0
工 业 乙 醇	含量不低于95%	360毫升	35.3
酸 化 水	自 配	118毫升	11.7
合 计	水 解 液	1018毫升	100

配制水解液时,按上列配表容积用量杯测量,其程序是:先将酒精及酸化水混和,然后在不断搅拌状况下将硅酸乙酯徐徐注入。因为水解反应是放热反应,所以注入速度应视水解液温度而定。水解时温度控制在40°C左右为宜,不能使水解液温度较长时间超过50°C,否则易使硅胶中 SiO_2 析出沉淀,影响水解液质量。我们配制时是用1000毫升的玻璃烧杯浸入冷却水内进行的,由于每次配量仅840毫升,所以容易掌握温度,我们认为在用量不多的情况下用这种方法配制是简单易行的。

每次配成的水解液,应静置老化一段时间,这视室温而定。根据使用经验,夏天10~150小时,冬天24—240小时。有些资料介绍,静置时间在90~100小时,所得性能为最好。如时间再长,强度就会逐步下降,以至结胶失效。

三、耐火填料及浆料的配制

陶瓷型所用的耐火填料种类很多,但要求与水和酒精混合后是呈中性的。另外还需根据供应情况及所铸合金种类而定。当前一般使用的有:刚玉粉,铝矾土,石英粉等,此外硅酸石、锆英粉、碳化硅等也有使用,后者在供应上是有困难的,但前者中的刚玉粉价格较贵,不如铝矾土、石英粉来源普遍,所以除铸造钢铸件外不一定要使用。铝矾土与石英在我国分布较广,开采量大,所以大量采用铝矾土与石英粉是符合我国资源情况的,我们使用的耐火填料为:

*2铝矾土:140/170目 Al_2O_3 51%; SiO_2 46%; FeO <2.5%

270目石英粉: SiO_2 >98%

配制浆料前,应首先计算浆料需要量,计算我们是采用从简方法。即把陶瓷浆料层的型腔体积乘以水解液比重,变为水解液重量。再加上10—20%安全系数。太多造成浪费,少了造成浆料不够,灌不足而报废。我们的浆料比是2*铝矾土,270*石英粉各50%组成。水解液与填料重量比为1:2。也可用100%铝矾土灌注小铸件。水解液比重 ≤ 0.9 为配入水解液方便起见,将重量换算为容积后,则每一公斤填料加入水解液550~570毫升。

有人认为:采用石英粉作为填料时易使陶瓷型产生变形,这是由于石英的相变所造成的。我们在实践中没有显著察觉,除将石英粉经850°C以上高温煅烧一次外,同时我们对陶瓷型的烘焙温度控制较低,在400°C左右,一方面考虑到陶瓷型表面有密集纤维裂纹,这在浇注高温金属液时所引起的膨胀变形也能抵销。

浆料配制时,必须加入催化剂,粉状催化剂是在配制时混入填料中并搅拌均匀的。加入催化剂主要是改变 P_H 值,从而使之迅速胶化。水解硅酸乙酯 $\text{P}_\text{H}=5\sim 6$ 时稳定性最低而 $\text{P}_\text{H}=2$ 时稳定性最大,低于1.5时稳定性又逐渐降低,见图5 P_H 值大于2的水解液一般采用碱

性催化剂固化, 以使 P_H 值增至 5~6, 使之迅速结胶。催化剂的种类很多, 有液体的和粉状的, 这里仅举最常用的几种, 如氢氧化钠、氢氧化钙、氧化镁等。由于氢氧化钙制取方便, 价格便宜, 对浇注中、小铸件来说能得到合适的胶化时间, 所以选取氢氧化钙作为催化剂, 有它一定的使用价值。最初我们用的是“化学剂”试剂, 以后即从石灰池中直接捞取熟石灰, 并将取来的熟石灰经 300°C 烘干碾成细粉, 再经 80 目筛筛分就可使用。实践证明, 用这种氢氧化钙作为催化剂和试剂级的效果相同, 也很稳定。加入量为水解液重量的 0.3~0.6%。这和气温及水解液的酸度有关, 在气温低或水解液 P_H 值偏低时加入量从高, 应按照控制的胶化时间调整, 一般从拌浆开始至结胶 4~6 分钟为宜, 其中 2~4 分钟为拌浆时间。加入氢氧化钙后浆料 P_H 值应为 5~6, 加入量过少或过多, 使 P_H 值偏低或偏高, 都将影响胶化时间。关于自制氢氧化钙在选取熟石灰时应注意去除表面污染层, 选内层洁净的, 不能在混有泥砂或纸筋的石灰池中选取。必要时可将石灰(氧化钙)用水泡出, 然后烘干、碾碎、分筛备用, 由于氢氧化钙容易吸水受湿, 应保存在密闭器皿中, 特别不能和酸类一起存放, 否则容易失效, 在湿度高的天气时, 如阴雨天、霉雨季节, 应在每次使用前以 150°C 左右温度烘干一下, 否则就影响称重时失真。

浆料配制的顺序是: 先将耐火填料及催化剂称量后充分搅拌混和, 然后量度好水解液倒入粉状填料, 不断搅拌(用手搅拌时可带好乳胶手套), 注意结胶苗子, 初次拌浆时, 应先做小样测定时间, 然后按时间掌握, 熟练后就能很好掌握住合适的浇浆时间, 希望搅拌要充分, 合适的水解液在搅拌时是不大可能使浆料产生气泡的, 但也应注意在搅拌时不使裹入空气, 否则在灌浆后易在型腔面产生气泡。我们控制的时间是搅拌 3.5~4 分钟, 浆料注入后 1.5~2 分钟内结成胶状, 如灌浆时间过早易造成耐火填料下沉, 使附着精模的表面层不易固化, 在起模时产生黏模现象; 过晚即失去了浆料的活性期, 结果就不易充满型腔, 甚至浇不进去。

四、陶瓷型的制作过程

1. 母型制造及浇注系统布置:

母型采用 CO_2 快速硬化砂。型砂配比成份 40/70 目黄砂 100%, 陶土 3%, 白泥 3%, 水玻璃 8%, 柴油 1%, 水适量。

在制作母型时, 应首先根据铸件特征, 选用合理的浇注系统和铸造工艺方案。确定精模在平板上的位置后, 即沿模型四周划线, 于精模四周贴附 6~8 毫米白泥一层如图 6 所示。来代替粗模轮廓。撒上黄砂或复上薄纸, 套上经过切削加工并装有定位销套的砂箱, 进行舂砂。对于狭小部位应插放加强钉与落骨刺。舂砂要求均匀, 防止精模移位影响陶瓷浆料层厚薄。灌浆浇口与出气口须预留, 尺寸应选大一些。一般为 $\phi 20 \sim 30$ 毫米。数量视铸件而定。目的要使浆料进入型腔, 能顺利布满。出气口应放在铸件最高部位。砂套舂满后, 立即进行 CO_2 硬化。反身取掉精模, 去掉白泥块, 略经修正, 并用 $\phi 3 \sim 5$ 毫米铁丝在型腔各部均匀

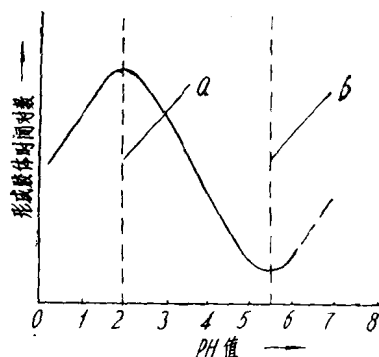


图5 水解硅酸乙酯的稳定度与溶液 pH 值的关系曲线
a—最大稳定点, b—最低稳定点

扎出出气孔，再进行二次硬化。制造好的母型如图7所示。

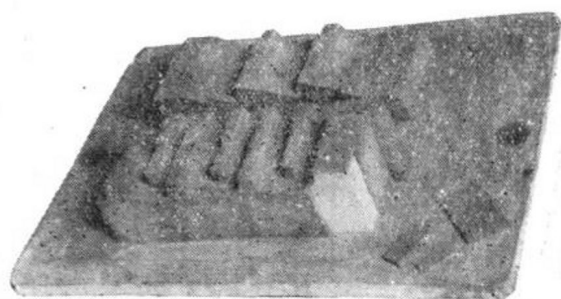


图6 精模就位划线，贴附6—8毫米红砂泥白泥

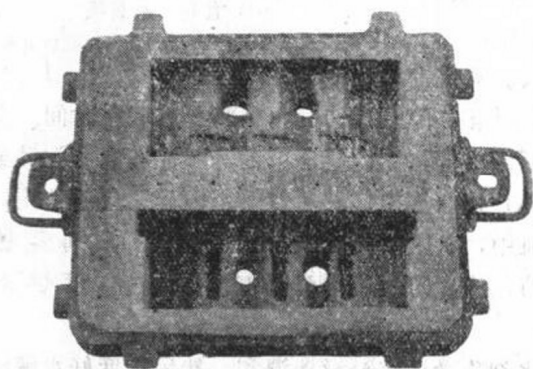


图7 制成后的粗模型腔

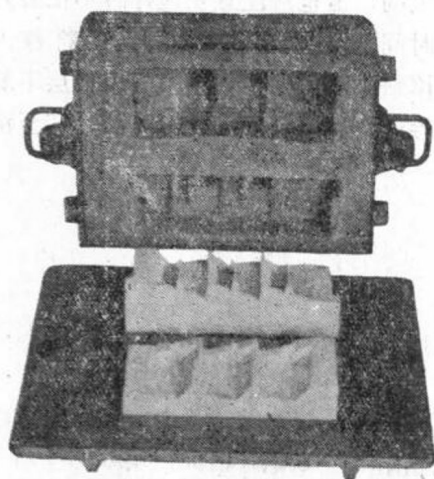


图8 精模与粗模就位，准备合箱

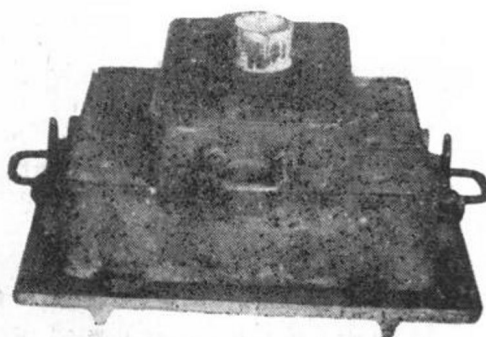


图9 准备进行灌浆

浇注系统我们极大部份采用压边浇口。放置在铸件壁厚部位，采用这种浇口形式，具有良好的挡渣与补缩作用。

2. 灌浆、起模、燃烧、烘焙及配模：

① 灌浆：将精模表面擦上一层上光蜡，作为分型剂。用布擦光，然后将精模放置在制作砂套时的原位上，套上砂套，四周用红砂泥密封箱边，防止浆料外流。放上浇口杯，即可进行灌浆如图8、图9、图10所示。浆料必须充分搅拌，用网眼铝勺去掉表面结块浮渣。当浆料呈糊状时，应全神贯注，观其结胶反应。一般出现粘模由稀变厚时，为适宜灌浆期。灌浆越快越好。体积大的铸件，为保证其流动性，可略为提前灌浆。一般4—6分钟左右。过早易造成耐火填料沉淀，过迟则易造成浇不足。当出气孔冒浆时，说明浆料已布满。如不见出气孔冒浆，也可以往出气口补浇。

② 起模：灌浆完毕，去掉浇口杯，待浆料完全固化发硬后，即可把砂套反身起模。图11为起模与起模装备。起模时，用木锤轻击，用起模罗丝平稳提升。当模型起出10~20毫

米左右时，即可用人力起出。但不能碰坏型腔，因为陶瓷型损坏后至今尚无有妥善修理方法。

③ 燃烧：精模起出后，立即点火燃烧，使其中多余酒精迅速蒸发。否则易使陶瓷型产

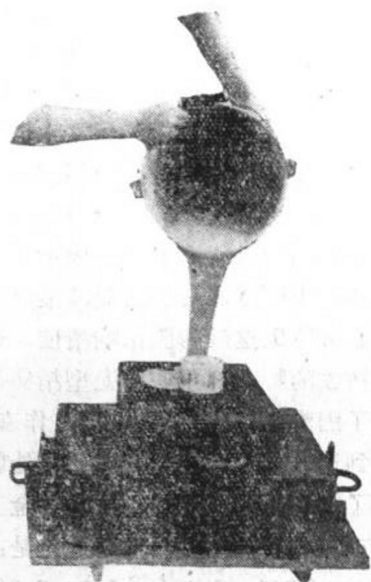


图10 灌陶瓷浆料

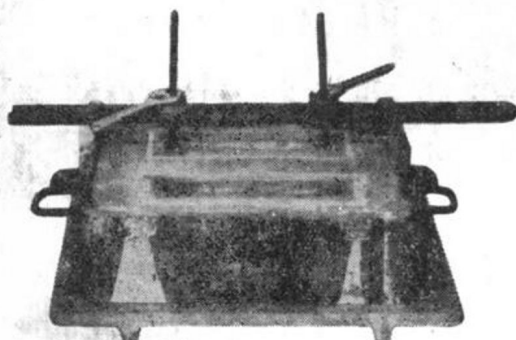


图11 起模与起模装备

生裂纹。一经燃着：还需要用压缩空气对型腔的深坑死角处吹风助燃。燃烧时明显观察到死角深处表面呈现潮湿状态。这就要对准潮湿处吹风助燃。如工作场地无压缩空气管道，可用皮老虎手工吹风助燃。陶瓷型挥发燃烧如图12所示。

④ 烘焙：当燃烧即将完成，应即送入烘炉经 $350-400^{\circ}\text{C}$ 烘焙 2—4 小时，使浆料层完全干燥。有的资料介绍，要求 $800\sim 900^{\circ}\text{C}$ 。而我们考虑铸铁无此必要。而且在高温下烘焙，易使砂箱变形，导致型腔变形。图13为进入电加热炉进行烘焙的情况。

⑤ 熏炭黑，合箱，准备浇注：为了防止陶瓷型精铸另件表面产生一层氧化皮与粘砂层，我们使用了乙炔熏炭黑法解决这一存在问题。较彻底的消除了铸件表面氧化与粘砂现象。用这种方法省时，方便，效果好。仅需配模合箱前，吹掉型腔灰尘即可。图14为气割枪熏炭黑的状况。其原理用气割枪单放乙炔气，微放氧气，利用火焰末端未燃尽的黑烟即（炭黑）吹熏型腔至熏黑为止。乙炔烟喷射完毕，随即进行合箱，准备浇注。如图 15 所示，图 16 为浇注后的精密铸件（热芯盒）

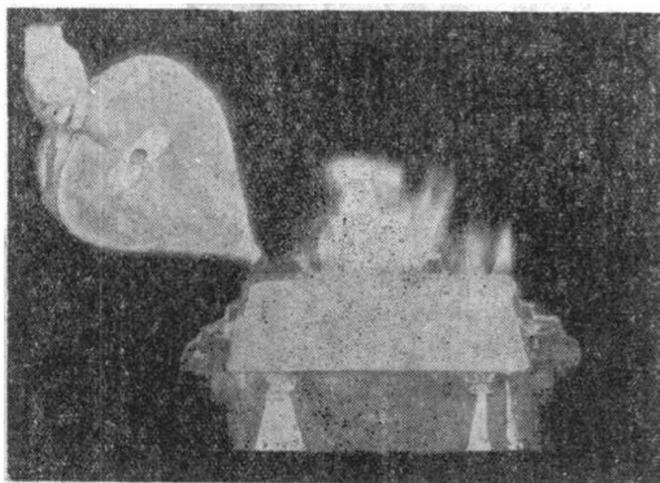


图12 陶瓷型腔挥发燃烧

⑥ 熔炼与浇注：

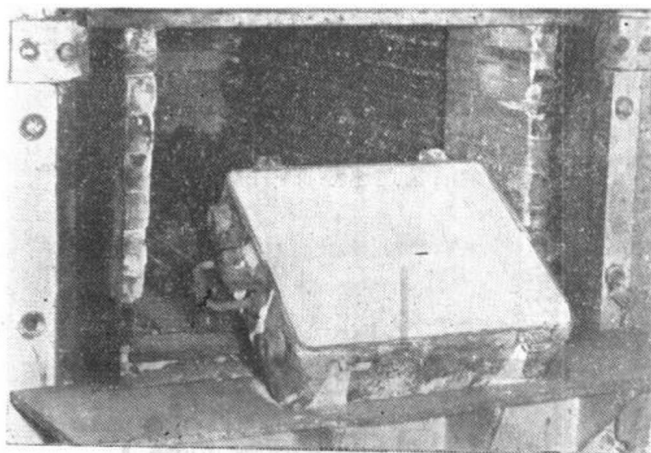


图13 进电加热炉烘焙

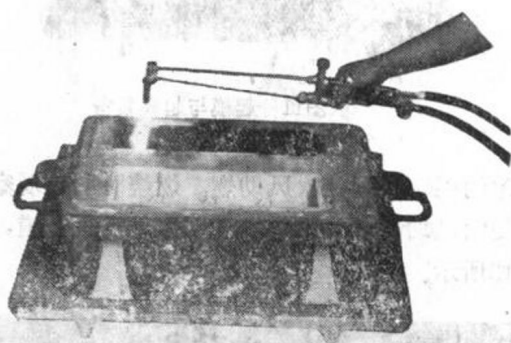


图14 用气割枪熏炭黑

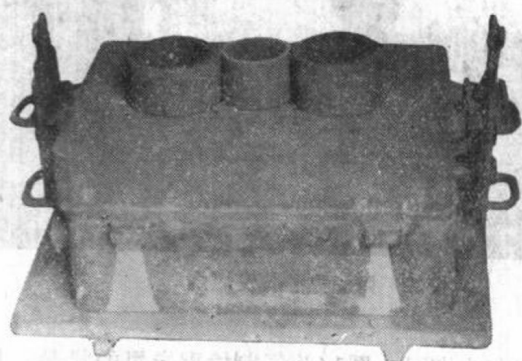


图15 准备熔炼合金浇注

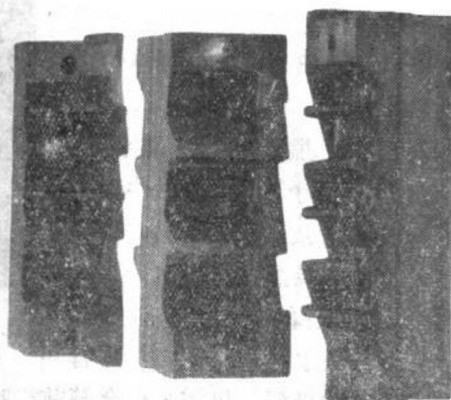


图16 陶瓷型精铸热芯盒

热芯盒熔液是采用冲天炉熔炼的，牌号为 HT20—40 铁水浇注的，由于芯盒壁厚不同，一般是 40~100 毫米。要求选用铁水前预先考虑成份。特别是壁厚超过 50 毫米以上时更须注意碳硅量，如碳硅含量较高的铁水，易在凝固前由于石墨析出的膨胀使热芯盒的最厚或中心部位因这种膨胀影响精度，这种铸铁的特有现象使陶瓷型精铸带来了困难图17热芯盒动模制作就遇到这一问题，在中心区最厚处胀高了 0.8 毫米，造成不必要的金工修正。浇注热芯盒的铁水成份是：

C3.1~3.4%、Si1.9~2.2%、Mn0.7~1.0%、P<0.3%、S<0.1%、

为了避免石墨化膨胀现象，我们就在上述成份的基础上加入 0.6~1.0%Cu 和 0.3~0.5%Cr，就减少了这种因膨胀而造成的缺陷。在浇注机体和缸盖芯盒时在上述成份的铁水中加入 0.6% 包钢一号稀土也取得相同效果。我们认为对厚壁热芯盒在铁水中加入这些合

金元素是有好处的，铜能细化铸铁的石墨和晶粒，铬是强烈的炭化元素，能阻碍石墨的析出，而稀土能很好地和铁水中的氧、硫等杂质亲和生成稀土氧化物及硫化物等高熔点化合物，

这就造成了人工难熔质点，而在凝固时增加了石墨析出的核心，增多液析石墨，减少膨胀。此外我们认为采用孕育铸铁也能得到良好结果。

浇注温度应从低，但过低的浇注温度又将影响铁水的流动性，而得不到楞角清晰的精密铸件，这是一个矛盾，我们的经验浇注温度控制在 $1270^{\circ}\sim 1290^{\circ}\text{C}$ 是适宜的。虽然浇注温度从低，但出铁温度应在 1380°C 以上，以便获得硬度均匀的铸铁组织以及减少气孔等缺陷。浇注时要注意好挡渣，不让渣子浇入是必需做到的，陶瓷型表面很易吸附铁水中渣子，使之不易上浮，虽然熏过炭黑的型腔会好些，但撇渣仍很重要，这对得到完美的铸件关系很大。

为了使模具上下或左右两片收缩一致，应该尽量采用一包铁水，这样可保证铁水成份等相同条件下进行，获得线收缩量较为一致的铸件。浇注完毕后，铸件须经 $12\sim 20$ 小时，在砂箱内自然冷却后开箱。铸件一般不再进行低温退火，消除应力处理。

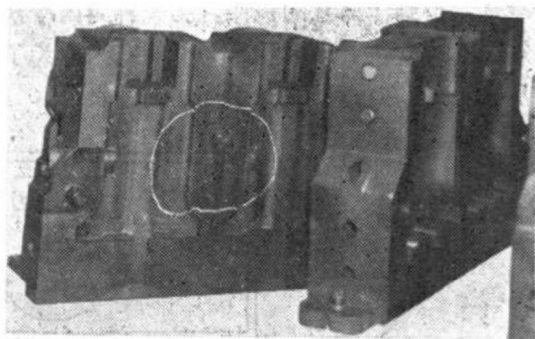


图17 机体顶杆孔芯盒（中间部位为石墨化膨胀造成的膨胀高区域）

（三）对铸件的收缩，变形和防止措施方法

陶瓷型精铸模具，大部份为壁厚相差悬殊的铸件。容易产生缩孔，缩松，涨砂变形等现象。其中尤为注意的是收缩引起的变形。将直接影响铸件精度。为了解决这一客观存在的问题，几年来，我们进行了一些摸索，采取了一些措施，减少了一些铸件的收缩与变形，提高了铸件的精度。一般测量，平面弯曲 400×400 毫米以上，不平度 $0.3\sim 0.5$ 毫米。 400 毫米以下的为 $0.1\sim 0.15$ 毫米。我们具体措施是：

1. 选择合理的浇注系统。

在“陶瓷型精铸”另件上，我厂一般采用压边浇口。由于压边浇口优点较多，再加上内外冷铁的局部冷却配合，更能造成顺序凝固缩短条件，对铸件质量有好处。压边浇口一般采用一个为好。当然根据另件须要，也可多放。但是对于精铸厚薄悬殊另件来讲，要注意到浇口的收缩，会造成铸件的变形。例如：我厂制造的柴油机机体顶杆孔泥芯热芯盒，体积约 $400\times 400\times 200$ 毫米，壁厚在 $20\sim 25$ ， $50\sim 75$ 毫米之间。开始用二只压边浇口进铁，中间由一直浇口用横浇口接通，浇出的铸件弯曲 $0.6\sim 0.8$ 毫米。以后改用一个压边浇口，结果铸件弯曲仅 0.10 毫米。除压边浇口外，雨淋浇口也是一个良好浇注系统。它同样起到撇渣，顺序冷却，减少变形的作用。

2. 适当按放成形内外冷铁。

为了加速局部高温地区的冷却，减少壁厚之间铁水温度的差别，求得均匀冷却和顺序凝固良好条件，我们在陶瓷型腔中，放成形内外冷铁，对减少局部地区的缩孔，缩松，涨砂变形有较好的效果。冷铁种类分二种：一种是为外冷铁如图18所示。为柴油机曲轴外模，由于扇形部位壁厚间距小，砂型强度不足，浇出铸件扇形不直。为了克服这个缺陷，在扇形间放一块成形冷铁。把陶瓷浆料直接灌在冷铁上，这样既加强了砂套强度，又促使扇形板提前

冷却，得到了满意的铸件。另一种为内冷铁。见附图19所示。为东风—12型手扶拖拉机变速箱盖热芯盒。其最大壁厚为 100 毫米，为了达到均匀冷却，顺序凝固，在型腔内按放成形内冷铁，（插在上箱），最后浇出铸件良好。

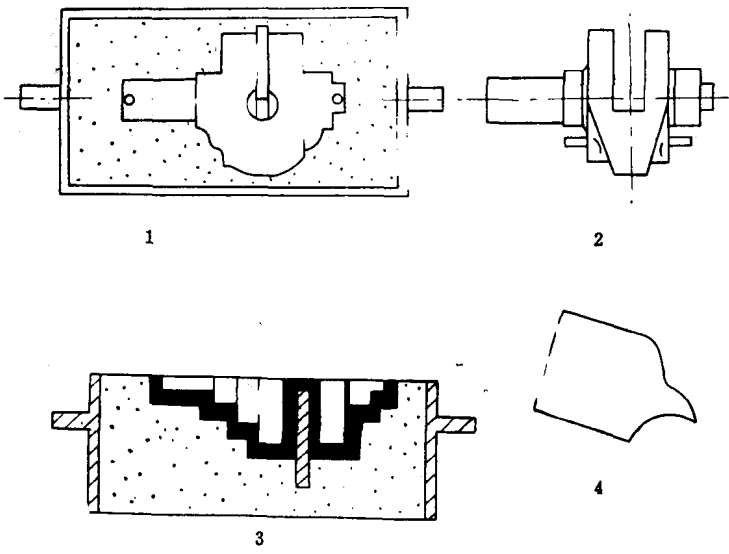


图18 曲轴外模模体

1.放置外冷铁后粗模型腔； 2.精模； 3.灌浆后型腔； 4.外冷铁形状

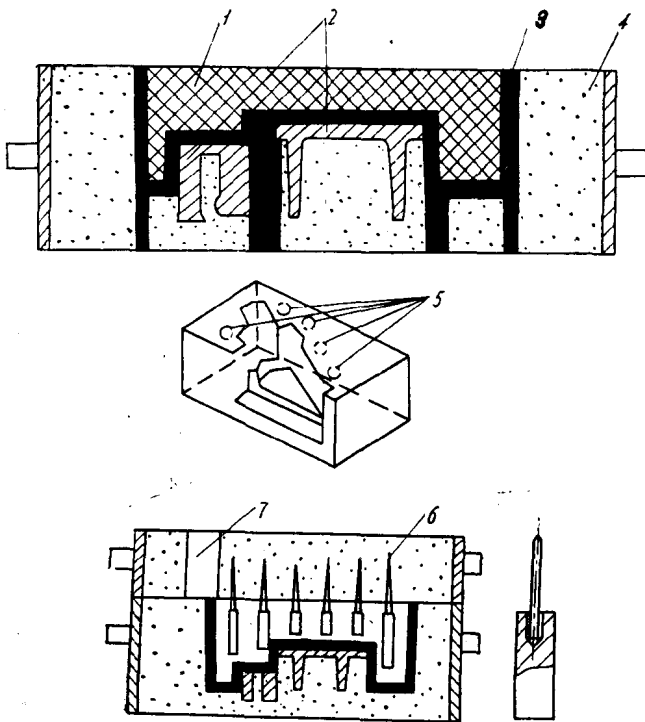


图19 变速箱盖热芯盒盒体

1—精模； 2—外冷铁； 3—紫层； 4—砂套； 5—内冷铁分布位置； 6—内冷铁； 7—浇口

外冷铁厚度一般为铸件壁厚冷却处的 $1/3 \sim 1/2$ 。内冷铁可以做成各种形状的。一般采用 $\phi 20 \sim 25$ 毫米圆柱形。长度及分布多少，视铸件深浅大小而定。要求内冷铁须涂锡。配模时不能有烟灰，型腔要求清除干净。

3. 增强砂套强度

砂套用水玻璃砂二氧化碳硬化，其干燥深度一次尚感不足。易在下一道工序，尤其是灌浆后进入烘房烘烤时引起变形。为了防止砂套变形，要求砂套在灌浆前预先烘烤一次。加热温度 300°C ，时间为2小时左右。

对砂箱的刚度要求较高，比一般造型砂箱要求壁厚增大 $2 \sim 3$ 毫米。以保证砂套的强度。

4. 严格控制浇注温度。如上所述，对于陶瓷型精铸件的铁水成份一般为合金铸铁。要求出铁温度略高。以便获得较均匀的铸铁组织。但是铸件浇注温度要求严格控制。我们认为适宜低一些为好。控制在 $1270 \sim 1290^{\circ}\text{C}$ 范围，可以获得较为满意的精铸件。同时对减少铸件的收缩，局部膨胀和变形等情况，有较大好处。

(四) 对于模具的金属切削加工问题

用“陶瓷型精铸”的铸铁模具，要求芯盒型腔内部与模件外形不加工。但模具分型面一般要求加工。曲线分型面要求用手工吻合。由于整个模具有很多另部件组成，而“陶瓷型精铸”件仅是一个主体部份。因此要求配合面多，上下平面，左右侧面几乎都要进行切削加工。盒体本身为了适应射芯机要求，还要铣排气槽，装排气室。并且为了顺利脱出砂芯，要求起模性好等。这样如何准确将“陶瓷型精铸”的模具进行加工，成为最后一道重要工序。它与一般金属模制造略有不同。

1. 选择好基准面。以型腔为准，校对平衡。以千分表在型腔内选择高低一致的四个点校对。如果有少量变形误差，取两头间的中间值。划出余量线，上机床进行加工。或者按型腔高低，预制成形垫块，垫在型腔内，先加工背面，再加工型面。

2. 全面测量型腔尺寸。一般用划线方法。少数用卡板测量。最好在精模验正中划出较一般略粗而清楚的中心线使铸件上能看到进行测量时作为重要参考或依据。

3. 分型面加工余量一般留放 $1 \sim 2$ 毫米。经切削或磨光。如果有曲线分型，局部凹凸可以少量加工留黑巴。一般机床无法加工时，靠钳工上下另修锉吻合。

4. 型腔磨光。用风动砂轮，（有时影响精度）或破砂轮片擦磨表面或型腔。然后用砂条抛磨至光洁度 $\nabla 6 \sim \nabla 7$ 要求。

“陶瓷型精铸”在热芯盒和模板的制造上，在我厂虽然得到了推广和应用，但还是存在不少问题。生产水平提高慢，模具种类不够广泛，局限在铸造模具方面。对其他金属材料的模具制造很少，经验不足，还远远地落后于生产新形势发展的需要。今后我们一定虚心向兄弟单位学习，取长补短，共同提高。我们相信，在毛主席的革命路线指引下，以阶级斗争为纲，来促进各项工作，带动生产不断向前发展。赶上革命和生产形势新发展的需要，将“陶瓷型精铸”这项新工艺，进一步得到充实提高，为建设社会主义工业，发挥其更大的作用而不断努力。

陶瓷型精密铸造在我厂的应用

上海拖拉机厂 铸铁车间

用陶瓷型精密铸造的方法制造模具，是我厂在文化大革命中诞生的一项新工艺，是我厂在模具制造，特别是在型板（铝模）和热芯盒（铁模）制造方面的一项重大革新，为我厂拖拉机生产质量的不断提高起了一定的作用。一九七四年六月成立了陶瓷模小组，通过不断摸索和实践，我们应用陶瓷精铸这一新工艺，为我厂生产了11马力拖拉机座垫上、下冲模一付、锻模一付、铝型板十六付、热芯盒（铁模）25付，外协作制造模具20付左右，为解决我厂模具短线作出了一定贡献。

一、陶瓷模精密铸造的特点：

陶瓷模精铸是一个少无切削的新工艺，适宜于制造各种模具（包括锻模、冲模、失腊模、玻璃模、橡胶模、塑料模、热芯盒、铝型板等），它具有周期短、成本低、用料少、上马快等不少优点，是多、快、好、省地解决模具短线的一条很好出路。

陶瓷型精铸主要以刚玉粉、铝矾土、石英粉等作填料，以水解后的硅酸乙脂为粘结剂，用相近于一般造型方法完成造型，浇注过程，从而得到精密铸件的一种新工艺，现分别把其优点介绍如下：

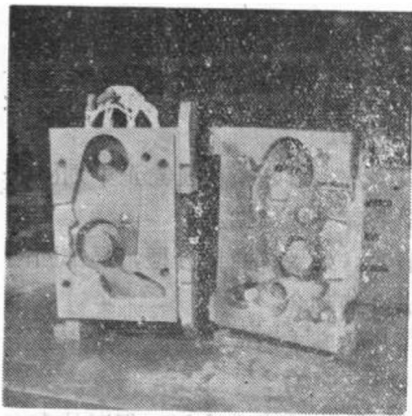


图1 传动箱体热芯盒

1. 周期短：

一般用机械加工生产模具，需要经过几个车间，工艺难度较大，用精雕细刻的办法，化费不少人工才能得到一付模具，加工周期都比较长，例如我厂11马力拖拉机传动箱体（图1）热芯盒的型腔用切削加工办法，必须二个月以上，而用陶瓷型精铸，包括母模在内，只要一个月就能完成，并且在第二次制造时（母模已有）只需几天就能得到一付合格的型腔，一般来说可比切削加工制造模具缩短时间1-9倍。

2. 成本低：

陶瓷型精铸所用原材料价格高于一般造型材料，但由于节约了大量人力和金属材料，简化了工艺和部序，相应来说提高了机床利用率，故总的来说大大降低了成本，特别对于一些型腔形状比较复杂的模具更是如此。有时我厂现有机床设备根本无法加工，全部要靠钳工凿出，更是大大节约了工时。如换挡杆球座热芯盒（图2），就我厂现有设备来讲，要开好这付模具是十分困难的，而现在用陶瓷型精铸仅用了80元钱就得到了合格的型腔。犁刀型板（图3）就是图纸也很难画出，更不用说用机械加工了，而用陶瓷型精密铸造只用了250元就得到了犁刀型板模具，所以一般来讲可降低成本50%以上，型腔复杂的模具可降低成本20倍以上。