



机械工人
活叶学习材料

3·94

壳型铸造

田長嶺編著

机械工业出版社

內容提要 本書以通俗的敘述方式，詳細地介紹了壳型鑄造的基本知識。首先敘述樹脂和樹脂砂的特性、混合料的配制方法等。隨後結合示意圖，介紹了型板的構造、壳型鑄造的工藝過程等。最後討論了各種合金適應于壳型鑄造的情況和壳型鑄件的質量等問題。

本書由于文和圖都比較精練，極易為初學者所接受。書內井附有各種數據，便利生產中參考。

本書適于鑄造工人學習壳型鑄造之用。

編著者：田長澍

· NO. 2193

1959年4月第一版 1959年4月第一版第一次印刷
787×1092 $1/32$ 字數 35 千字 印張 $1^{10}/16$ 00,001— 15,050冊
機械工業出版社(北京阜成門外百萬莊)出版
機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業
許可証出字第008號

統一書號 T15033·1818

定 價 (9) 0.15 元

檢

在最近几年里，鑄造业中不断地出現了一些新技术，壳型鑄造就是新技术中的一种。这种方法与金屬型或砂型鑄造都有着很大的不同，它既可以使鑄件的質量提高，也使得制造过程簡化一些，同时零件的最終成本也比金屬型或砂型低些。

— 什么是壳型鑄造

什么是壳型鑄造呢？簡單的說就是在型砂中加入一定数量的人造树脂。这样的混合料在受热以后，树脂就粘結着砂子而硬化，附着在金屬模型的表面上，形成了一个光滑的薄壳。将两半壳合攏起来就可以进行澆注了。它的整个过程可以由示意图看出（圖1）。

壳型鑄造从發明到应用于生产仅仅不过十来年的光景。这种方法是在十多年以前由德国工程师恩·克劳林实验出来的，可是建立快干混合料为基础的壳型的想法却是由苏联的鑄造工作者П. H. 阿克肖諾夫及B. B. 拉比諾維奇所提出来的。第二次世界大战德国战敗后，就把这项技术的專利权作为战敗国的賠償交給了美国，因而英美等国就很快的而且大量的利用了这种方法进行生产。例如美国的福特公司現在已經大規模地利用壳型鑄造来鑄造鑄件。他們在1957年曾預計要用人造树脂22,000吨来进行壳型鑄造，也就是說以这些树脂要生产一百万吨的鑄件。

在苏联，近年来在这方面也进行了广泛的研究，并且取得了很大的成就，有很多工厂都采用了这种方法进行鑄造。

以我国來說，虽然在1956年才开始进行研究，可是現在已經有一些工厂采用了这种方法澆注零件了，而且效果也不錯。国家

还設立了專門的研究机构来进行研究，由于党及国家的重視，我們相信这项新技术在不長的時間內完全可以由空白点达到世界水平。

壳型鑄造到底怎么会引起人們这样的重視与这样濃厚的兴趣呢？它有以下的一些优点：

(1) 能够得到表面光潔度比較高、尺寸比較准确的鑄件，因之加工裕量可以大大减少，有的甚至可以不加工了。这样就能节省大量的金屬材料。

(2) 造型材料的消耗少（仅及砂型鑄造的 $\frac{1}{10} \sim \frac{1}{20}$ ）。这样，可以大大地减少儲砂及运输砂的許多设备，同时也提高了車間生产面积的利用率。

(3) 操作过程比較簡便。

(4) 可以鑄薄的或中等复杂的鑄件（因为壳型內部光滑，金屬液体的流动阻力小）。

(5) 廢品率降低。

由上面看起来，这种方法确实是有許多优点。但它也不是完美无缺的，它还有一些問題：

(1) 首先的一个大問題，就是人造树脂的供应問題。目前

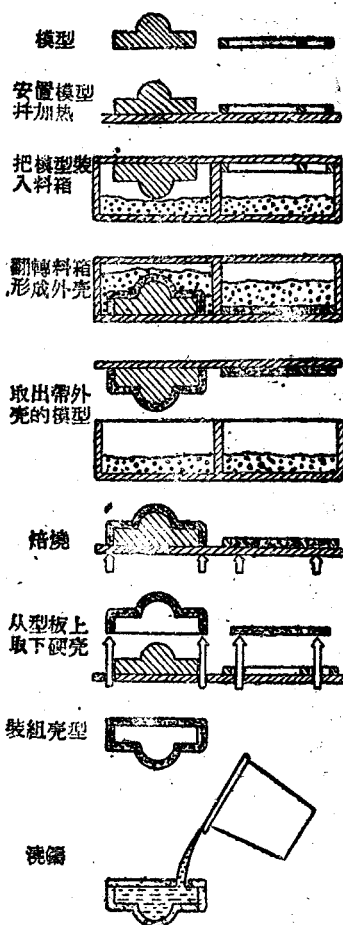


圖 1 壳型鑄造工艺示意图。

各国大多都是使用苯酚甲醛树脂，这种树脂目前成本还比較貴，同时要大量供应于翻砂，在目前还成問題。所以說要想壳型鑄造得到普遍的推广，除了苯酚甲醛树脂外，寻找来源丰富成本低廉的代用品也是一个很重要的問題。

(2) 壳型 在澆注时，树脂燃燒后会發出一股刺鼻的气体，所以要求車間的通風設備要良好。

(3) 鑄造大件的質量及經濟效果并不好，壳型鑄造对某些合金（如像低碳鋼，鎂合金等）是否有好的澆注效果还成問題。

总的說来，壳型鑄造在目前虽然有一些缺点或者有一定的局限性，但从它的發展及經濟效果上来看，它无疑的是一种先进的方法。如果是在下面的这些情况下使用壳型鑄造是有很大的优越性的：

(1) 化工部門能大量的供应成本較低的、适合于壳型鑄造的人造树脂。

(2) 零件生产的批量較大。

(3) 鑄件的尺寸不大（70公厘以下），重量較輕（100公斤以下）。

举例來說，如果应用这种方法来鑄造齒輪，鑄出来的齒輪能滿足質量要求的話，它就节省了很多的切削加工工作，这样既节省了工时，又节约了金屬（特別是貴重的金屬）。用壳型鑄出的傘齒輪可以由圖2看出。

二 关于人造树脂的知識

由上面可以看出，壳型鑄造与砂型鑄造最大的一个不同就是所使用的粘結剂不同。由于壳型鑄造所使用的粘結剂是人造树脂，所以才有上面所談到的那些优点。所以說人造树脂在壳型鑄造中

是起着重大作用的，我們學習壳型鑄造，對人造樹脂的一些基本知識也應該曉得一些。

1 樹脂的特性

現在可以隨便的舉上幾個例子：自來水筆的筆杆，化學梳子，電燈頭……這些是用什麼東西作的呢？一定會回答這是用電木或者說用塑料制成的。對的，這些正是用塑料制成的。塑料的基本組成物是人造樹脂，它是以樹脂為粘結劑，再加一些填充劑（如木屑、石棉等等），把這些東西混合起來放在已加热的陰模內加壓而成的。

知道了制作塑料的基本方法后，回頭來看一看壳型鑄造的原理是不是和作塑料的原理差不多呢？是的，只是所加的填充料和

具體工藝方法有所不同罷了。如果說作電燈頭的材料除了樹脂外還要加絕緣性高的填充材料的話；那麼，壳型鑄造除了樹脂外就要加耐熱性很高的填充材料了，這個填充料就是石英砂。

到底樹脂是個什麼東西呢？可以這樣說，它是一種介乎於結晶體和非結晶體中間的一種高分子物質。它沒有固定的熔點，有些樹脂是固體狀態的，也有些樹脂是液體狀態的。樹脂的一個最大特性就是當它受熱以後，會逐漸的變軟，而且具有很大的粘結力，冷卻以後就變得很堅硬了。舉一個例子來說，松香是一種樹脂，

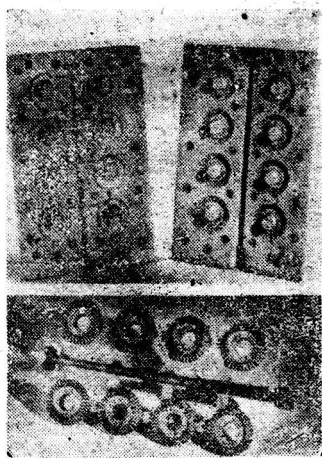


圖2 用壳型鑄造鑄出的傘齒輪。上為壳型，下為其鑄件。

它在低溫時沒有粘結力，所以在用松香將毛筆頭和筆杆粘在一起時就要烤一下，也就是說加一點熱，使松香軟化而具有粘結力，於是就將毛筆頭和杆粘在一起了。

樹脂可以分為天然樹脂及人造樹脂兩類。

天然樹脂是由植物或動物里取得的，如像松香，琥珀，虫膠等等都是天然樹脂。松香是由針葉樹的樹脂汁液提取了松節油後而殘留下的；而虫膠是由熱帶植物的枝條和幼芽上寄生的小昆蟲分泌出來的樹脂。天然樹脂雖有一定的用途，但產量不多，同時某些性能也不好，不能滿足塑料工業的要求，所以我們工業中所應用的樹脂絕大部分是采用人造樹脂。人造樹脂是用人工合成的方法而得到的，所以人造樹脂又稱為合成樹脂。人造樹脂的分子結構是個很複雜的問題，其分子結構的不同，對它的性能有很大的影響，我們根據它的性質把人造樹脂分為兩大類：一類叫作熱塑性樹脂，另一種叫熱固性樹脂。

什麼叫熱塑性樹脂呢？就是當這種樹脂受熱時，它會軟化易塑，而冷卻時又變堅硬了，如果再加熱到一定的溫度，它又軟化了，比如像俗稱的尼龍就屬於這一類。而熱固性樹脂就不同了，這種樹脂一經作好了塑料品後，即或再加熱到一定的溫度，它也不再軟化，而仍然保持其堅固的狀態。這一類的如像我們俗稱的電木物品（用苯酚甲醛樹脂作的）。

為了適應壳型鑄造的特點，我們是采用熱固性樹脂的。

2 壳型鑄造對樹脂性能的要求

應用壳型鑄造鑄出鑄件的質量，與所選用的樹脂是不是用得恰當有很大的關係。壳型鑄造要求樹脂對下列各種性能都具備一定的要求：

流动性（或粘度）；

硬化時間（或硬化速度）；

軟化点；

發气率；

吸湿性；等等。

这些性能是互相关联着的。我們認為树脂的流动性、硬化時間、軟化点、發气率是最主要的指标；吸湿性及揮發物的含量等等是次要的一些指标。对选用的树脂应先作一些試驗，看看是否合乎要求。下面将分別的談談这些性能的影响。

流动性 树脂的流动性是指在受热及加压状态下的流动能力。树脂的流动性对壳型鑄造來說是有很大影响的。就是由于树脂具有这种特性，所以才会使得混合料（砂及树脂）在受热时，树脂会流过去，填充壳型表面砂粒間的空隙，这样就充分的發揮了它的粘結效能，才保證了壳的强度及內表面的光滑。壳型鑄造要求树脂的流动性应该是中等的，也就是不小也不大。如果流动性太小，显然粘附力就不好，而影响壳的强度及光滑度；流动性太强也不好，这样的话，会使树脂都跑到壳型的內表面層上去了，以致壳型的內表面完全是一層树脂、而上面是一層砂，这样的“分層”現象会使壳型的强度减低，同时也会因發气过多而降低它的表面質量。

硬化時間 是指树脂受热后变軟，熔化而硬化这一段过程所需要的时间。这个性能与生产率有很大的关系，假如所选择的树脂硬化時間太長，那么，制造每一个壳所需要的时间就多，当然生产率就低了。所以要求树脂的硬化時間要短。当然也应该控制好影响硬化時間的一切因素，比如說型板的溫度，催化剂的种类及用量等等，以求縮短硬化時間而达到提高劳动生产率与提高質

量的目的。

軟化点 軟化点就是指树脂开始軟化具有粘結力时的溫度。壳型鑄造是希望树脂的軟化点稍为高一点的，这样才可以保証树脂有必需的流动性，因为这样，在树脂和砂混合后加到热的型板上的一段短暫時間內，混合料仍有足够的流动性填滿型板的各部分，而不致过早的軟化粘結而使壳型輪廓不清。

發气率 是指树脂在澆注溫度下每秒鐘內發生多少气体。如果發气量既大，發气率又高这对鑄件的表面質量是不利的，在这种情况下，鑄件在凝固前就会吸收过多的气体（这些气体的来源主要是树脂的燃燒而造成的）。故在壳型鑄造中，对树脂的發气率的要求是不应高的。

吸湿性 所謂吸湿性就是指树脂吸收水分的性能。壳型鑄造要求树脂的吸潮湿性低，因为在大量生产的条件下，造好的壳型总会儲存一个时期才进行澆注，如果在这个时期吸收了潮气，壳型就会变形，因而影响到鑄件的質量。

3 那些树脂适合于壳型鑄造

在塑料工业中，树脂的种类是非常多的，但适应于壳型鑄造的却是有限。到底什么样的树脂才适合于壳型鑄造，需根据下列原則来确定：

（甲）所选的树脂，其性能应符合上述的各种要求（如硬化時間快，流动性中等……）。

（乙）所选的树脂應該来源丰富，成本低廉。同时对操作人員的健康是沒有妨害的。

（丙）所选的树脂應該适合于壳型鑄造所用的砂子。

下面是国内外壳型鑄造常用的几种树脂，对其性能及制造方

法將作一簡略的介紹。

酚-醛樹脂 這是目前世界各國普遍採用的一種樹脂。它基本上符合上述原則。同時它的儲存期也比較長，這也就是說這種樹脂可以存放比較長的時間而不會變質。

這種樹脂的原料是酚（石炭酸）和福爾馬林（甲醛的水溶液）。酚是一種白色的結晶物質（有一股刺鼻的味道），它是由煤焦油中提煉出來的；甲醛是在 $500\sim 600^{\circ}\text{C}$ 氧化甲醇（俗稱木精——是由木材干餾而成的）而得到的。

現在製造這種樹脂的方法是將這兩種原料按照配方上的比例放在反應鍋內混合好，以鹽酸作為催化劑（所謂催化劑就是加快和促進反應過程的藥品），將它加熱到 $95\sim 96^{\circ}\text{C}$ ，使它沸騰一陣，然後用真空泵抽去水分，就得到了像松香一樣的物體，再把它磨成粉末就成了我們稱為諾沃拉克型的樹脂了。諾沃拉克樹脂很安定，所以可以存放得很久。又由於它很安定，如想很快的變成熱固性樹脂，就要加一種催化劑加速它的固化，這種催化劑就是應用的烏洛托品（俗稱六次）。這樣的諾沃拉克樹脂內加入了烏洛托品（再加上其他填料）在溫度及壓力的作用下就形成了不可熔的熱固性了。

表 1 是蘇聯酚醛樹脂的各種性能。

脲-醛樹脂 這種樹脂是由脲（尿素）及甲醛製造而成的。脲是將液態氮和液態二氧化碳在一個高壓鍋內混合而成的，它是一種白色晶體，能溶解於水內（一個人每天在所排泄的尿中含有 $28\sim 30$ 公分的尿素）。甲醛的制法上面已經談到過了。這種樹脂的制法是將脲和甲醛以氫氧化鈉作催化劑，在大約 50°C 以下的溫度縮合而成的。這種樹脂比較便宜，不含游離酚，對操作人員健康無妨礙，但它的機械強度低，硬化時間也慢，而耐熱性也差，

表 1

树 脂 名 称	滴点 温度 (°C)	游离酚 含量 (%)	酸碱度 (PH)	硬化 时间 (秒)	揮發物 含 量 (%)	固体焦 含 量 (%)	吸水量 (經 24 小时, %)
酚醛树脂胶木粉3552-47	110	4.61	7	60	46.6	53.4	5.98
214* (苯酚-苯胺-甲醛) ТУГХП 52-47	89	3.38	7	77	52.1	47.9	2.45
18* (苯酚-甲醛) ТУГХП 1-53	104	6.11	8	50	60.6	39.4	5.74
113* (苯酚-甲醛) ТУГХП 1-53	102	5.84	7	65	58.7	41.3	4.14
17* (苯酚-二甲酚-甲醛) ТУГХП 1-53	86	4.54	7	85	65.4	34.6	4.27
235* (甲酚-二甲酚) ВТУМХП 3494 -52	86	11.75	7	90	68.3	31.7	5.00

只可以适用于一些有色金屬的澆注，如像鋁合金，黃銅，磷銅等。

表 2 是苏联的一些实验資料。

表 2

等 級	树 脂 等 級 名 称	鑄造生产中应用的范围	树 脂 牌 号
I	强粘連性和热稳定性 的树脂	用于重量超过 5 公 斤的鋼鑄件、灰鑄鐵鑄 件以及大型的有色金屬 鑄件	苯酚类树脂№15- 18-113-115(180*)胶 木粉及2*树脂
II	中等粘連性和低热 稳定性树脂	用于重量小于 5 公 斤的鋼鑄件及灰鑄鐵鑄 件	№17-235甲酚-二 甲酚树脂。KΦC-27 及澀青-酚树脂
III	低粘性和不耐热的 树脂	用于熔化温度低于 750°C的有色金屬鑄件	尿素-甲醛同苯酚 及二甲酚复合的树脂 (1K'及 2K)，(或者 同“M”和“MΦ-17” 粘結剂复合树脂)

酚糠醛树脂 酚的制法上面簡單的談到了。糠醛是由玉蜀黍杆、麦麸皮、糠壳等等的一些植物的杆或壳皮放在水里加入硫酸一起煮熬而得到的。糠醛是无色的液体（一般不純的都呈棕黑色液体）。

把酚和糠醛混合起来，加入盐酸作催化剂，加热后即得到黄褐色的树脂。这种树脂比较便宜，据现在研究的初步结果，证实是可以适合于壳型铸造的。

焦枙酸糠醛树脂 焦枙酸是由五枙子经过浸渍，用黑面菌发酵得出了枙酸；枙酸经过热分解，放出二氧化碳气后即成为焦枙酸了。五枙子是一种农产品，我国产量非常丰富，我国五枙子的产量占世界第一位（西南的产量占全国总产量的三分之二）。

这种树脂的制法是将焦枙酸（黑色块状，有点像焦炭的样子）和糠醛（棕黑色液体）按一定的比例混合，使它加热到70~75°C，然后加催化剂（焦枙酸和糠醛的缩合作用是很剧烈的，故加催化剂时应特别小心；这种树脂的催化剂可以加弱酸，如草酸，硼酸或者是加中性的三氯化铝溶液），这样得到的是一种粘度较大的黑色液体树脂。

这种树脂的某些性能良好（见表3），同时来源丰富，成本低廉（仅是酚醛树脂的四分之一）。这种树脂是否能适用于壳型铸造，目前还在进行研究，如能成功，将为我国推行壳型铸造创造一个良好的条件。

表 3

性 质	单 位	数 据
比重		1.43
比容	磅/立方吋	19.4
抗张强度	磅/平方吋	3,300
抗压强度	磅/平方吋	12,000
导热系数	卡/秒×公分 ² ×°C	2.7×10^{-4}
比热	每克每度(°C)卡数	0.35
熔点	华氏	1500
吸水量	浸24小时后吸水百分数	0.25

三 砂-树脂混合料

目前各国多半都是用酚醛树脂进行壳型鑄造，所以这本小册子所介紹的都是用酚醛树脂进行的。

1 原材料

壳型鑄造的主要原材料是型砂和树脂，下面将分別談談对他们的要求，然后再談談树脂砂配制的方法。

(1) 砂子 壳型鑄造对砂子的要求：

(甲) 应有足够的耐火性，所以要求石英 (SiO_2) 的含量愈高愈好，最低限度不应低于90%。

(乙) 要求型砂中的含泥量不大于2%，含泥量高将会增加树脂的用量。

(丙) 砂子的顆粒大小最好在0.053~0.21公厘之間，或者是控制在篩号70~200号这个範圍內（即70号、100号、140号、200号）。砂粒过粗会影响鑄件的表面光潔度；过細虽然光潔度較好，但壳型的强度及透气性均降低，同时还会使树脂的用量增多（因为砂的表面积增大了）。对它的形状來說，最好是希望它具圓形，因为这样会增加壳的透气性及表面光滑度。

(丁) 砂子中不应有水分，同时对粘土及其他有机杂质或金屬氧化物（如氧化鉄、氧化鎂等），都应限制在最小範圍內。

(戊) 砂子的来源應該是丰富的，同时成本亦應該比較低。

根据我国情况，可采用人造石英砂和天然硅砂。人造石英砂对壳型鑄造來說是一种很适合的砂子，但成本比較貴一些。表4介紹了我国的几种天然硅砂。

(2) 树脂 在目前，各国进行壳型鑄造大多是用酚醛树脂，

表 14

(I) 粒度分析

筛分试验 试样名称	余 留 量 (%)										含 泥 量 (%)	上筛 余留 量	主要组 成部分 余留量	苏联 标号	砂粒 形状
	6	12	20	30	40	50	70	100	140	200	270				
七棵樹天 然硅砂	0	0	0	0	0.60	1.40	87.50	4.80	5.20	0.60	0.20	0.50	97.6	4K-70/ 140	大部为 圓形
白市天然 硅砂	0	0	0	0	0.20	0.20	20.80	10.40	38.60	17.00	0.20	6.80	69.80	T-70/ 140	半菱形
甘旗卡天然 硅砂	0	0	0.2	0.2	0.4	1.4	46.0	11.2	32.2	7.8	0.2	0.5	90.6	4K-70/ 140	半菱形
楊家莊天 然硅砂	0.91	5.72	42.23	22.98	15.37	6.70	2.55	0.89	0.84	0.18	0.30	0.91	80.58	1K-20/ 40	半菱形

(II) 化学成分

名 称	化 学 成 分 (%)						熔 点 测 定		燒結点測定	
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	灼減	符号及号数	温度(°C)	符号及号数	温度(°C)
七棵樹天然硅砂	92.91	2.08	3.01	0.36	0.54	0.20	S. K. 33+	1790	—	—
白市天然硅砂	87.80	7.77	2.54	0.44	0.79	0.75	S. K. 20-	1530	—	—
甘旗卡天然硅砂	89.93	5.22	0.86	0.43	0.25	0.22	S. K. 33-	1790	—	—
楊家莊天然硅砂	98.49	0.30	0.26	0.47	0.05	—	П. K. 179~ 183	1790~1830	S. K. 27~28	1615

(III) 合成砂試驗結果

配合成分(%)				透 气 性		抗压强度(公斤/公分 ²)		抗剪强度(公斤/公分 ²)		变形率(公厘/公厘×1000)
天 然 砂	原含泥量	粘土	水	湿 态	干 态	湿 态	干 态	湿 态	干 态	
七棵樹天然硅砂90	0.50	6	4	390	—	0.11	3.99	—	—	48 18.70
白市天然硅砂92	4.0	6	4	63	—	0.56	3.64	—	—	50 8.24
甘旗卡天然硅砂88	0.5	8	4	160	—	0.25	3.78	—	—	47 10.34
楊家庄天然硅砂86	0	8	6	500以上	500以上	0.09	5.55	0.02	1.35	— —

用这种树脂澆注黑色金屬(除了低碳鋼外)可以得到令人滿意的效果。这是因为用酚醛树脂作的壳型在澆入金屬后可以忍耐一个暫短的时间才迅速分解。而有些树脂就沒有这个特性,如前面所談过的脲醛树脂,它在金屬澆入后很快的就分解潰散了,所以脲醛树脂只能用于澆注溫度低的有色金屬。

性能指标 用于壳型鑄造的树脂如具有下列的指标可以認為是合用的:

硬化時間	70~85秒
軟化点	85~90°C
流动性	30~40公厘
發气率	300~360毫升/克
抗拉强度	37~40公斤/公分 ²
透氣性	450~560 A. F. A 單位

表 5 是介紹我国几种树脂的几項主要性能的指标。

树脂用量 壳型中到底要用多少树脂呢? 这是要由很多的因素来决定的: 鑄造合金的熔点、鑄件的大小、砂子的情況、树脂和砂混合的方式等等。比如說,澆注熔点高的金屬时,壳型的溫度升得比較快,这样的壳型比澆注熔点低的金屬更容易喪失强度,为了增加强度,可以适当的提高树脂的用量。拿酚甲醛树脂來說,

表 5

檢驗結果 檢驗指標 樹脂種類	硬化時間(秒)	發氣量(公分 ³ /克)	軟化點(°C)	流動性(公厘)	游离酚含量(%)	粘結力(公斤/公分 ²)
苯酚-甲醛樹脂(長春電氣器材廠)	70~85	31.3~31.8	92	37.5	3.114	37.0
苯酚-甲醛樹脂(濟南517廠)	60~80	37.9~41.0	86	41	6.742	42.3
苯酚-甲醛樹脂(上海化工廠)	35~55	38.0~40.0	84	42	7.29	23.5
甲酚-甲醛樹脂(太原化學廠)	85~95	41.5	94	59	5.234	24.6
酚-苯胺-甲醛樹脂(濟南517廠)	120~150	12.2~29.1	84	68	7.23	—
酚縮分-甲醛樹脂	85~100	36.1~40.4	88	39	5.146	43.2
酚縮分-糠醛樹脂	93	—	84~87°C	40	—	25

在目前的使用量大致是砂子重量的3.5~7%左右，現在一般單位試驗都是以6%的用量。

圖3是表示樹脂用量的多少和強度間的關係，它在一定範圍內，樹脂用量的增多就會使得殼的強度增加。如圖中所示，當烘烤的溫度為350°C，烘烤的時間為二分鐘時，如樹脂的用量為4%，則其抗拉強度為20公斤/公分²，如樹脂用量增為6%時，則其強度為42公斤/公分²了。

樹脂顆粒大小 樹脂的顆粒大小對殼型強度也有影響，使用時力求粒度粗細均勻。粗的顆粒不宜使用，最好是選用通過100號篩號的樹脂。這樣的細粒樹脂用起來更經濟些。

催化劑用量 前面講到過因為我們所買到的酚醛樹脂粉多是諾沃拉克型的，為了加速它的固化就要加烏洛托品為催化劑。烏

洛托品的学名叫六亞甲基四胺，有工业用及藥用的两种。一般化工原料公司及医藥公司均可以买得到。使用的用量是树脂的10%。

2 混合料的配制

树脂和砂的混合对壳型鑄造的质量起着很大的影响，要想保証鑄件有滿意的質量，首先就要把紧原材料这一关。这一关包括两个方面，一方面是对原材料本身，也就是說所选的树脂和砂子要合乎要求；另一方面就是树脂和砂子的混合，要求它們混合得很均匀。树脂和砂子的比重不一样，砂子的比重要比树脂大二倍，如果混合得不均匀，壳型某些地方就聚集了較多的树脂，这样不但造成壳的强度不均匀，而且这样的壳在澆入金屬时会局部产生大量的气孔，使鑄件报废。

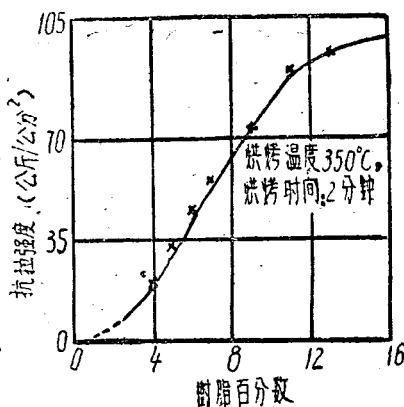


圖3 树脂用量与抗拉强度的关系
(在烘烤时间为2分鐘时)。

混合設備 树脂和砂的混合設備可以采用一般鑄造用的混砂机或者是建筑、化工等工业中所用的各种制备混合料的混合設備。圖4是苏联的一种專門用于壳型鑄造的混合設備。它是一种螺旋式混砂机，这种設備每小时可混合60公斤的混合料。

混合料混合的方法 由于比重的不同，如果将树脂和砂子干混，那么会混合得不均匀，也就不会得到令人滿意的結果。

下面介紹几种混砂的方法：