

上海市工业生产比先进比多快好省展览会
重工业技术交流参考资料

水玻璃造型

上海机修总厂等編



科学技術出版社

在祖國建設全面大躍進的形勢下，中共上海市委和人民委員會為了更好地鼓舞全市職工開展比先進比多快好省運動的積極性，交流想辦法、革新技术的經驗，促進當前生產高潮及有力地貫徹鼓足干劲、力爭上游、多快好省地建設社會主義總路綫，在1958年4月至6月間舉辦了比先進比多快好省展覽會。

在這一個展覽會上充分反映了生產高潮的主要情況以及技術革新的先進經驗，真可以說是豐富多采，美不勝收。我們為了緊密配合生產，具體為生產服務起見，在現場收集了很多資料以活頁或簡裝本形式出版了大宗技術交流參考資料。茲為便利外地同志們參考起見，特再分門別類輯為匯編出版。

這些資料大體上歸納為1.重工業；2.輕工業；3.化學工業；4.紡織工業；5.建築工業；6.交通運輸業等幾個大門類。

上海市工業生產比先進比多快好省展覽會
重工業技術交流參考資料

水玻璃造型

編者 上海機修總廠等

科學技術出版社出版

(上海南京路2034號)

上海市書刊出版業營業許可証出 079 號

上海市印刷四廠印刷 新華書店上海發行所總經銷

開本 787×1092 1/32·印張 17.8·字數 40,000

1958年7月第1版

1958年7月第1次印刷·印數 1—10,530

水玻璃造型

目 录

1. 鋼鑄件采用水玻璃型砂造型..... 上海机修总厂編..... 1
2. 水玻璃快速干燥型砂..... 上海第一紡织机械厂編... 23
3. 鑄鉄件采用化学硬化砂总结..... 上海电机厂編..... 31
4. 芯块迭箱造型法..... 公私合营中鑄鋼鉄厂編... 48

鋼鑄件采用水玻璃型砂造型

我厂近年来,鑄鋼件的产量任务不断增加,55 年仅 8,300 多吨,到 57 年却增加为 13,000 多吨,造成烘模炉不够使用,場地拥挤。因此在 56 年初开始大部分采用了水玻璃型砂造型(坭芯方面未采用),約占总产量的 60%。成批生产的車輛貨車輪鑄型~~已~~全部采用水玻璃砂,質量达到 98.75%以上。在异型鑄鋼件方面,較小的仅 2 公斤和較大的約 2,000 公斤的零件;包括普通炭鋼~~和高錳鋼~~鑄型的使用結果,在質量方面也完全达到~~原设计要求~~

从使用中~~看来~~,水玻璃型砂造型~~的~~突出优点是:只需經過短暫時間的表面~~硬化~~处理,砂型~~就能~~达到足够的强度进行澆注,大大縮短了鑄件生产周期,节省生产場地,提高了单位面积产量。其次,改善了劳动条件;延长了砂箱使用寿命……等。

(一)水玻璃砂型硬化原理

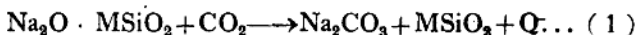
水玻璃是青灰色并带有粘度很大的硅酸鈉化合物。人們也称之为“泡花碱”。它的化学分子式是: $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{MSiO}_2$, 其中

氧化钠与二氧化硅的比例不同，而改变着其中模数 M 的大小，也形成性能不一的水玻璃。模数 M 是这样计算的：

$$M = \frac{\text{SiO}_2(\text{克分子数})}{\text{Na}_2\text{O}(\text{克分子数})} = \frac{\text{SiO}_2(\%) }{\text{Na}_2\text{O}(\%) } \times 1.032$$

式中二氧化硅与氧化钠的百分率是由化学分析得出的，而 1.032 是氧化钠与二氧化硅的分子量比值。

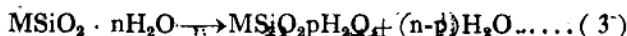
水玻璃砂型的硬化过程可分三个阶段：首先是当遇到 CO_2 气体后，其中水玻璃即进行分解生成碳酸钠和二氧化硅，并放热。化学反应式：



式(1)分解出的三氧化硅或水玻璃中所含的游离二氧化硅，都具有与水结合而成胶体二氧化硅的能力。因此，第二阶段便是形成胶体二氧化硅的反应：



最后阶段是胶体二氧化硅失去部分水份。与不同数量水份结合的硅胶体，分布在砂粒之间，使砂粒固结，反应式为：



式(3)中硅胶体中失去的水份量直接对砂型的强度有所影响。据苏联资料，硅胶体中含水量愈少，砂型的强度就愈好。一般的，当硅胶体中含水量为 13% 时，强度最好。为了蒸发硅胶体中的部分水份，靠硬化式(1)中放出的轻微热量是不敷的。因此，吹冷的 CO_2 气体时。虽然能使式(1)(2)很快反应，但由于缺乏热量进行最后阶段的反应，所以砂型的强度是较低的。假若利用含 CO_2 较少而有较多热量的燃烧废气，来进行硬化处理的话，虽然反应速度慢了些，但对

提高砂型的强度却是十分有利的。因为，它不光是足量的 CO_2 使水玻璃分解，产生足量的胶体二氧化硅；同时也有足够的热量，使反应最后阶段进行，使硅胶体固结，大大的增加了砂型的强度。这一点，已在我們生产中得到证实。

(二) 型砂的配制

(1) 原材料的准备

水玻璃砂的主要原材料为：石英砂、水玻璃、粘土、苛性钠、重油。现在我厂使用的这些材料具备如下技术条件：

一、石英砂：新砂是人造石英砂。砂粒表面为白色并具有半透明性质，色泽光洁，不存在草木、石灰等杂质。颗粒一般多是次棱形。含泥量不超过1%，含水量不超过0.5%。化学成份和粒度分布情况分别见表1和表2。

表1 新石英砂化学成份%

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	$\text{CaO} + \text{MgO}$	全部有害杂质
7195	< 4	< 1	< 0.9	< 3

表2 新石英砂粒度分布

粒度编号	筛号	%	筛号	%	筛号	%
4	20	20±5	50	< 3	100/120	< 0.5
	30/40	80±5	70	< 1	160/底盤	< 0.5
5	50/70	62±5	40	< 16	160/底盤	< 1.5
	100/120	19	30	< 1.5		

旧砂必須經過水洗和篩选，且符合下列标准：

1. 粒度分布：通过 12 目/时而留在 24 目/时篩上的为 4 号砂；通过 24 目/时而留在 30 目/时篩上的为 5 号砂。

2. 各号砂的含鉄質不超过 2%（經磁鉄分离器处理后），水洗后含坭量：4 号砂 < 2.5%，5 号砂 < 3%。

二、水玻璃：前面已經提到过水玻璃模数。模数的大小是直接影响砂型程度的因素。模数愈高，即是二氧化硅愈多，那么在水玻璃中所游离的二氧化硅也愈多，高模数水玻璃型砂在空气中的硬化过程愈快（尤其在夏天的情况下更甚）；型砂的貯存時間也愈短促。但干强度愈低，而湿强度却較好。不过，这种湿强度必須在縮短混碾時間才能获得。低模数水玻璃型砂的性能，恰巧和以上情况相反。因此，采用較低模数的水玻璃型砂造型才較合适。目前我厂所购来的水玻璃的模数，大都在 2.6~2.7 之間，比重在 1.6~1.7 之間。因此在使用前需將模数降低到 2.2~2.5 之間，同时加水稀釋成比重 1.4~1.5。在混砂时不再另加水份。

要將水玻璃模数降低为适用于造型方面，可以加入一定数量的苛性鈉(NaOH)水溶液，以增加氧化鈉的含量。具体加入的数量，可以从理論上計算得出。譬如：. 购买来的水玻璃經化学分析后，已知其中含：

$\text{SiO}_2 = 32.45\%$ ， $\text{Na}_2\text{O} = 12.86\%$ ，比重 1.55

$$\text{模数 } M = \frac{32.45}{12.86} \times 1.032 = 2.60$$

現在將模数自 2.60 降低为 2.30 时，加入的苛性鈉数量計算如下：

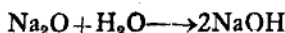
首先算出模数 $M = 2.60$ 的水玻璃中含 SiO_2 和 Na_2O 的

克分子数。

$$\text{SiO}_2 \text{ 的克分子数} = \frac{32.45}{60.06} = 0.540$$

$$\text{Na}_2\text{O 的克分子数} = \frac{12.86}{61.99} = 0.207$$

现使 SiO_2 的克分子数不变，要使水玻璃模数 $M=2.30$ 时，则 Na_2O 的克分子数应改变为 $\frac{0.54}{2.30} = 0.234$ 。但在买来的水玻璃中尚缺少 Na_2O 克分子数为： $0.234 - 0.207 = 0.027$ 。因此，要将所缺少的 Na_2O 克分子数加入苛性钠来补足，则：



从上列化学方程式中看出，要二个 NaOH 克分子才能得到一个 Na_2O 克分子。因此，缺少的 0.027 的克分子需要加入 $0.027 \times 2 = 0.054$ 的 NaOH 克分子才能补偿。也即是需加入苛性钠为 $0.054 \times 40 = 2.16$ 。假若在使用中， NaOH 的纯度为十足的话，即水玻璃模数自 2.60 降低到 2.30 时，需加入苛性钠 2.16%，每公斤水玻璃中加入苛性钠为 21.6 克。按以上的计算过程，可归纳成如下应用时的公式：

$$\text{加入苛性钠量}(\%) = \frac{4}{3M} \cdot \text{SiO}_2(\%) - \frac{40}{31} \cdot \text{Na}_2\text{O}(\%)$$

式中 $\text{SiO}_2(\%)$ 与 $\text{Na}_2\text{O}(\%)$ 都是化学分析得出的百分率。M 是所要降低到的模数。若在计算结果出现负数时，说明所要降低到的模数比原来模数高。

苛性钠加进水玻璃时的方式是值得注意的，使用中是将苛性钠用热水溶成溶液。溶液的比重要求与水玻璃的比重相近。这样可以使苛性钠溶液与水玻璃很好混和。根据我厂目前买来的水玻璃比重大都在 1.55~1.6 之间，在降低模数时，苛性钠水溶液以 50% 的浓度加入是合适的。加入的数量

应按前面方法計算的結果數字再增加一倍。

三、粘土：所用的粘土有兩種，其一是白泥，表面色澤灰白帶黃，質軟，有滑膩性，化學成份如下：

$$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3} < 2.6, \text{CaO} + \text{MgO} < 5\%, \text{Fe}_2\text{O}_3 < 3\%,$$

含水量 < 1%。

其二是陶土（膨潤土），表面色澤呈灰白或淡青，質地細致緊密，稍帶滑膩性，化學成份如下：

$$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3} > 2.6, \text{含水量} < 4\%, \text{其他成份與白泥同。}$$

它們的粒度分布如表 3。

表 3 粘土的粒度分布

名 稱	篩 號	50/100	140/160	200/底盤	含 水 量
白 泥	%	< 2	< 8	> 90	< 1
陶 土		< 1	< 5	> 94	< 4

白泥的干強度和耐火性能較好；而陶土相反耐火性能和干強度較差，吸水性很強。所以有時買來時的水份竟達 10%，但它有一個優點，就是濕強度較好。

四、重油：黑褐色的稠狀液體，物理化學性能如下：

灰粉 < 2%，水份 < 5%，硫份 < 0.1%，比重在室溫 15°C 時 0.9~1.03。

(2) 型砂配比和混拌

面砂的配比，依砂型的硬化方法不同，而採用不同的配比，如表 4。

型砂材料的配比是影響砂型度的主要因素；煤氣爐烘干硬化的，在做模時，砂模表面可以上一層普通塗料，所以加

入 20% 的旧砂(或者 30%)。而吹冷 CO_2 气体硬化的, 因不上涂料, 所以全部采用新砂, 同时粒度也較細。

表 4 面砂配比成份

硬化方法	新 砂		4号旧砂	白泥	陶土	NaOH 10% 水 溶 液	水玻璃	重油
	4 号	5 号						
煤气爐廢气	40	40	20	3	3	1	7	0.25
冷吹 CO_2 气	40	60		3	3	1	7	0.25

表 4 中的水玻璃模数在 2.2~2.5 之間。比重是加水稀釋为 1.4~1.5。因其中含了很大部分水份, 所以在配砂时不再另加水份。型砂总的含水量在 4.5~5% 之間, 看原砂的粒度可适当变动。粒度細的, 砂的表面积增多, 水份需稍增加一些; 若含水量过少时, 对湿强度是不利的。同时在起模时还要粘模。这在实际使用中証明。自然, 水份过多也不好, 尤其是冷吹 CO_2 气体的, 必須严格控制水份, 不应超过 5%。水玻璃的加入量也与水相仿。当型砂粒度較細时, 可酌情多加一些。

粘土量对水玻璃的干强度是很不利的, 但它对湿强度有帮助。这是相互矛盾。因此, 必須根据使用特点来决定具体数值。我厂对这方面曾作过較长时间的試驗。据其使用結果, 当 100 公斤型砂中加入粘土 4~6 公斤时, 对型砂的湿强度和干强度、通气性等方面, 都能得到滿意的結果。若太少了, 則可塑性差, 造型困难。同时为了照顧湿强度和干强度性能, 我們采取粘土中以陶土和白泥对比加入。粘土对型砂物理性能影响如图 1 和圖 2。

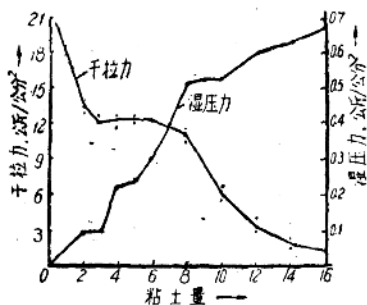


圖1 粘土量对型砂强度影响

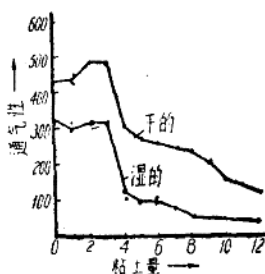


圖2 粘土量对透气性影响

圖1和圖2中的試驗試樣配比成份是：4號和5號新砂各50，水玻璃7.5，粘土量按圖中所示的不同數量加入。試樣砂是用實驗室用的小混砂機混碾的（最大容量可混4公斤左右型砂）。混碾時間一共10分鐘。試樣的硬化是用煤氣爐燃燒廢氣。溫度在 300°C 左右，硬化15分鐘。

試驗中，當不加粘土時，強度達到最高峰，利用萬能強度試驗機不能將試樣破壞。但，濕壓力卻相反，試驗時，當試樣還沒有裝好已壞掉了。

面砂配比中加入重油的目的，主要是為了防止粘模和防止型砂在做模過程中過早硬化。其次在低溫烘模時，也稍能增加部分強度。假若在制模時型砂不會粘模型時，重油加與不加關係不大。

水玻璃模數較低或在冬天的時間中，配砂時不一定都要加入苛性鈉。

水玻璃面砂的混碾時間和加料次序如表5。

面砂混碾時間的延長，濕強度能提高。但若是水玻璃模數較高的話，延長了混碾時間，使型砂與空氣過多接觸，會

表 5 混碾時間和加料順序

加 料 次 序	1	2	3	4
料 的 名 稱	石英砂粘土	苛 性 鈉	水 玻 璃	重 油
混碾時間(分)	3	3	5	5

形成硬結的。自然，混砂時間多少也不好，一方面原材料不能均勻分布，濕強度差、造型也困難。根據我廠實際使用認為，面砂的混碾時間在 15~18 分鐘之間是合適的。當型砂混好後，用鐵桶裝好，表面蓋上濕的麻袋，稍停 1~2 小時即可使用。

造型的背砂(填充砂)是采用落箱打下的舊砂，加水後稍經粗篩，去掉洋釘、火磚塊、冷鐵即可。但在使用的時候，溫度須在室溫情況下，同時水份不能過高，尤其當砂模利用冷 CO_2 氣硬化的，水份更應嚴格控制。我們使用的背砂物理性能這樣：水份 5.0~6.0% 濕通氣性 180~220，濕壓力 0.25~0.3 公斤/公分²。

採用不同的硬化方法後，型砂的物理性能如表 6 見下頁。

(三) 造 型

造型的操作大致與普通全干模造型差不多，只是鹼性水玻璃砂與木模上的某些油漆要起化學作用，產生粘砂現象。因此，木模上的油漆必須嚴格選用。依據我廠的實際使用中表明，最好採用噴漆(紅色是公私合營上海亞美造漆廠出品的)。不可以刷洋干漆(泡力士)。當模型經過連續造型後，表面要形成一層粘性很大的硅膠，促成輕微粘砂現象。在這種

表6 水玻璃型砂物理性能

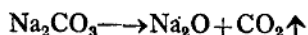
试样硬化方法	通 气 性		压 力 公斤/公分 ²		剪 力 公斤/公分 ²		干 拉 力 公斤/公分 ²	含水量 %	硬化 时间 (分)	温度或压力
	湿的	干的	湿的	干的	湿的	干的				
試驗室电烘爐	280~330	320~400	0.41~0.45	6.53以上	0.13~0.16	4~5	6~10	4.5~5.0	15	220~280°C
煤 气 爐 廢 气	280~330	320~400	0.41~0.45	6.53以上	0.13~0.16	4.5~5.5	7~12	4.5~5.0	15	280~300°C
吹冷CO ₂ 气体	280~330	320~400	0.41~0.45	6.53以上	0.13~0.16	3.5~4.5	3~6	4.5~5.0	3	30#/12

情况下，可以利用棉紗蘸点火油清擦一陣，然后抖一点滑石粉。但不应该用水洗刷。假若条件許可的話，采用金属模型将更好。

面砂厚度主要依照鑄件的特点决定，一般应比烘干模厚一点，約25~35公厘之間。面砂分布力求均匀。火車輪之类的鑄件，当放上面砂后，可以采用括板的方法，使四周厚度保持一定；并用小平錘初步捣实。砂模必須打得结实，而且松硬要一致。同时在修模时，最好刷水玻璃水（每100公斤水加入水玻璃10公斤左右），使砂型硬化后强度一致，避免澆注时产生冲砂現象。

砂模的通气性是很重要的。因水玻璃砂在硬化后仍殘存着一定数量的水份，尤其吹冷CO₂硬化的，型砂中的水份几乎和配砂时所含的水份相同。另方面，水玻璃分解出的NaCO₃，在850°C

左右分解出 CO_2 气体，即：



尽管这种发气量不是很大的，但当砂模通气性不良的情况下，就增加了造成铸件气孔的条件。

为了提高砂模的通气性，除了从提高型砂本身通气性外，在制模时多打通气孔是一个很重要的工序。一般的每平方公寸砂箱平面（不包括横槽）打 2~3 个出气孔。通气孔的直径约 6 公厘左右。

由于水玻璃砂型强度较高，一般在底箱都不插洋钉。盖箱因翻动较多，可以视砂模复杂程度决定，少插钉或不插钉。

直浇口一般是不容易硬化完全的。因此，在浇注时，由于钢水冲刷会造成铸件夹砂。因此，我们在水玻璃砂模方面的直浇口一律采用火砖套管。这火砖套管是由自己厂内制成的。

(四) 砂型的硬化方法

水玻璃砂型的硬化工序，对铸件的质量来说同样是个关键。硬化不好，铸件将产生夹砂、冲砂、气孔、表面毛糙等缺陷。但硬化得好与坏，主要决定于所采用的硬化方式和操作方法。关于这方面，我厂曾试用过许多类型，现将主要的分别介绍如下：

(1) 木炭火篮

这种方法在 1956 年用得较多。构造是用铁丝做成与砂箱大小相近的篮子，将木炭在其中燃烧后，摆在离开砂模面 12.5~20.3 公分的砂型上面进行硬化。

(2) 煤气炉燃烧废气硬化

这种方法对水玻璃砂型说来是十分理想的，因为它们不

光是有足够的 CO_2 气体，使水玻璃分解，产生足量的硅胶体；同时也有足够的热量，使硅胶体固结，大大保证了砂型强度。

炉子的结构如图 3 所示，这是经过多次改进的结果。由 3 馬力馬达 1 带动离心式鼓风机 2，风压为 300 公厘水柱；风量为 10 公尺³/分钟。送的风由总风道分两路；4 送入风带 5，再由风带通过风眼 6 进入炉栅下面，供给燃烧。炉体内径为 500 公厘，煤层高度保持在 450 公厘左右，煤是揭开炉盖 7 从料口加入。炉体各部在工作中紧密封闭。因炉内不能产生完全燃烧，带很大部分煤气的废气只能通过弯道 8 到喇叭口 9 进入分配室 10。分配室的中央、喇叭口的下面用耐火砖砌成有圆锥体，可以使废气分布均匀。分配室的底板具有大小不一的分配眼 12 一共有 16 个，每个眼的大小自圆锥体附近向四周逐渐放大（即 $\phi 150$ 的 6 只， $\phi 190$ 的 2 只， $\phi 250$ 的 8 只）。同时还可以利用调配盖 11 调整眼的开启大小，使火焰适当。废气由分配室通过 16 只分配眼后，均匀来到了燃烧室（放砂模的地方）。引火时即发生燃烧，使砂模硬化。图中是火车轮砂模 13 放在平车 14 上进行硬化的情形，主要操作要点如下：

一、生火前应检查炉内煤灰，分配眼与分配室的渣子，每天清除一次。

二、利用木柴生火，炉内煤层高度保持在 450 公厘左右（即出火口），煤块颗粒约在 40 至 60 公厘。

三、进炉、出炉时都停止开风。煤气未发出时就需在燃烧室进行引火。

四、根据砂模大小决定硬化时间。目前我们只有火车轮

砂模在这里硬化,硬化时间在 15~18 分钟。经过硬化的砂模可用铁针(约 2 公厘)插一插,也能从中判断砂模硬化程度。

燃烧室的两头都有石棉板门。当砂模用吊车吊在平车上放妥后,用人工推进。在烘烤时,两头的石棉门都关闭。里

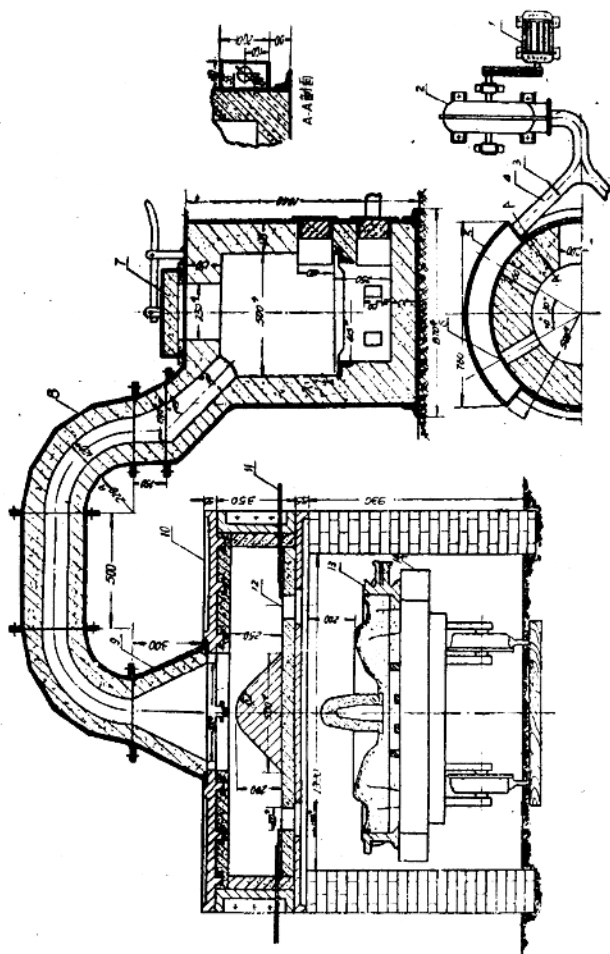


圖 3 表面干燥裝置圖

面的溫度在 $280 \sim 300^{\circ}\text{C}$ 之間。砂模最高平面距分配室下板約 $200 \sim 150$ 公厘。燃燒室外形：長 $\times$ 寬 $\times$ 高 $=2,500 \times 1,800 \times 930$ 。一次能硬化火車輪底蓋箱各一個，硬化後的砂模需放在較乾燥的地方，同時表面蓋一張帆布，以免迭箱時上箱背砂下落后返潮。

爐的耗煤量是很省的，一連八小時耗煤量才 $180 \sim 200$ 公斤，平均每小時 25 公斤。在使用中，每隔 2 小時加一次煤已可以。操作上是很方便的。

我廠目前大批生產的火車輪水玻璃砂模的底、蓋箱，完全採用這一種方法進行硬化的。砂模烘烤後，面砂的平均殘余含水量在 1.8% 左右，表面層殘余含水量在 0.7% 左右，愈靠近背砂的面砂含水量就愈增加。當砂模出爐後的 20 小時內，由於溫度逐漸下降，使水份蒸發，表面層和距離表面層 $15 \sim 20$ 公厘範圍內的水份仍會有小量減少。而靠近背砂的面砂卻相反的有所增加，而且增加得較快。當超過 20 小時後，面砂的表面層含水量也同樣逐漸增加；而靠近背砂的卻增加得很快。由於高濕度向低濕度的滲透作用，背砂的含水量就自始至終的下降。

從以上現象可以得出結論：烘烤硬化後的砂模，最好能在 $10 \sim 20$ 小時內，或者不超過 24 小時內澆注完畢。否則返潮後水份增加了对鑄件質量不利的。

以上這些現象是由我們在火車輪砂模烘烤硬化後，放在車間內，在不同的時間內取出分析的結果，如圖 4 所示。

這種硬化方法是較完美的，尤其是它能確保鑄件質量。火車輪的成品率達 98.75% 以上，完全與烘干模相同。同時在鑄件表面光潔度方面也並不遜色。此外在操作方面也較容