

化学硬化法 在鑄造生产中的应用

張明之編著



机械工业出版社

目 次

一 化学硬化法的原理和它在鑄造生产中的意义	3
1 什么叫化学硬化法	3
2 化学硬化法的种类	3
3 化学硬化法的原理	4
一、化学硬化过程(4)——二、水玻璃砂硬化的条件(6)	
4 化学硬化法在鑄造生产中的意义	6
一、化学硬化的鑄型同普通的潮型和干型的比較(6)——二、化学硬化法的具体优点(7)——三、化学硬化法对鑄造生产的实际意义(9)	
二 化学硬化砂的特性	11
1 造型材料	11
一、石英砂(12)——二、水玻璃(14)——三、粘土(15)——四、苛性鈉溶液(15)——五、石英粉(16)——六、其他附加物(16)	
2 化学硬化砂的組成和工艺特性	19
一、各种配砂成分(19)——二、化学硬化砂各組成成分对型砂性能的影响(19)——三、化学硬化砂的各种工艺特性(24)——四、化学硬化砂的配法和对混攪化学硬化砂时的要求(30)	
三 采用化学硬化法时的模子、砂型和泥心的制造工艺	34
1 模子的制造	34
一、从模子方面防止型砂粘模的方法(34)——二、采用可拆式泥心盒和拼合(抽心)模来提高大型鑄件的精密度的方法(35)	
2 砂型的制造	36
一、造型的工艺(36)——二、背砂的控制(37)——三、砂型的修理(38)——四、塗料的塗刷和配制(38)——五、在造型过程中防止型砂粘附模子和克服从砂型中取出模子的困难的方法(42)——六、薄壳砂型的制造(43)——七、机器造型法的应用和發展(44)——八、地塊造型法的应用和發展(46)	
3 泥心的制造	46

4 硬化設備、硬化方法和二氧化碳的來源	47
一、二氧化碳的發生方法和所用的設備(47)——二、吹氣硬化方法和所用的工具(51)——三、吹氣的壓力和時間以及二氧化碳氣的濃度和用量(58)——四、自然硬化法(61)——五、熱氣體硬化法(62)	
5 化學硬化砂型的扣箱、澆注、冷卻和清理	63
一、砂型和泥心在吹氣硬化后到澆注前的放置時間(63)——二、砂型和泥心的清理(63)	
四 化學硬化砂的 reuse 方法	65
一、直接破碎 reuse 法(66)——二、時效 reuse 法(66)——三、水洗 reuse 法(66)——四、加熱 reuse 法(66)	
參考文獻	67

— 化学硬化法的原理和它在 鑄造生产中的意义

1 什么叫化学硬化法

用掺有某种粘結剂（水玻璃）的型砂和泥心砂制成砂型和泥心，再往这样的砂型和泥心上吹二氧化碳气体，使它們發生化学反应，很快地变硬，很快地提高了强度，并达到了一定的性能要求：这种方法，就叫做化学硬化法。应用化学硬化法的时候用的型砂，叫做化学硬化砂。因为化学硬化砂是含有水玻璃的型砂，所以它又叫做水玻璃砂。

化学硬化法之所以能够使型砂硬化，主要是靠通入二氧化碳气体，所以有的国家也把它叫做二氧化碳（ CO_2 ）法，把所用的水玻璃砂叫做二氧化碳砂。

2 化学硬化法的种类

化学硬化法可以分成下列三种：

（1）用水玻璃砂做成砂型和泥心，再在常溫（就是室內溫度）下通入較純的冷二氧化碳气体（例如食品工業用的二氧化碳，純度約 98%）或不純的二氧化碳气体（如含量为 40% 或 15% 二氧化碳气体），使砂型和泥心硬化。型砂的含水量基本上沒有显著的变化。我們通常所說的化学硬化法主要指的是这种方法，它是本書要討論的主要內容。

(2) 把水玻璃砂制成的砂型和泥心放在空气中，利用空气中所含的少量（約 1% 以下）二氧化碳气体，使型砂慢慢硬化。这也是化学硬化法的一种，可以不用任何設備和專用的二氧化碳气体，但硬化的時間比較長。这种方法一般叫做自然硬化法（或自然干燥法）。

(3) 把水玻璃砂制成的砂型和泥心，放在干燥爐里加热，或者用移动干燥爐或噴管火焰来加热。这时候，一方面由于干燥爐或噴管火焰都含有一些二氧化碳气体，可以使水玻璃砂因为發生化学反应而硬化；另一方面又由于热气体温度高，可以把砂型和泥心中的水分蒸發掉，使它們表面干燥。这也是化学硬化法的一种。这种方法采用和推广得比較早，一般叫做水玻璃砂快干法。

3 化学硬化法的原理

一、化学硬化过程 为了說明硬化过程，下边先举出两个水玻璃砂的配砂例子：

(甲) 不含粘土的配砂（按重量百分比計算）

石英砂	100
水玻璃	5~7

(乙) 含粘土的配砂（按重量百分比計算）

石英砂	95~97
粘土	3~5
水玻璃	6~7
苛性鈉溶液	0.5~1.5 (濃度10%)
重油	0.5

把配好的水玻璃砂加以混攪以后，制成砂型或泥心，随即通入二氧化碳气体。这时候，二氧化碳 (CO_2) 和水玻璃（即硅酸鈉 $\text{Na}_2\text{O} \cdot m\text{SiO}_2$ ）發生了化学反应：硅酸鈉遇到二氧化碳后分解

了，它的分子中的氧化鈉 (Na_2O) 同二氧化碳結合成碳酸鈉 (Na_2CO_3)，使氧化鈉同二氧化硅的比值降低了，这样二氧化硅 ($m\text{SiO}_2$) 就不能保持在原溶液內而沉淀分解出来了。

水玻璃是含有水分約 55~60% 的水溶液。分解出来的二氧化硅同水結合成 $m\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ，叫做硅膠体。这硅膠体存在于砂粒之間，將砂粒粘結起来，成为坚固的塊体。因此硅膠体的生成是使砂型或泥心硬化和增加强度的一个主要因素。

水玻璃（即硅酸鈉）和二氧化碳气体的化学反应式如下：

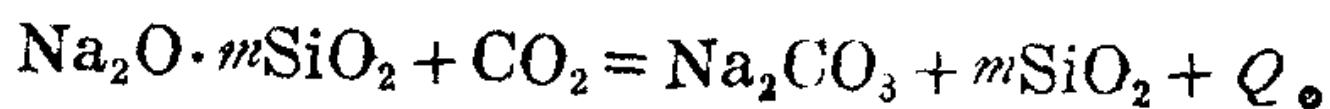


我們日常用的水玻璃的分子組織不同，模数也不同，所以不用成分固定的化学分子式（如 $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ ）来表示。水玻璃模数，指的是二氧化硅和氧化鈉含量的比值。例如含二氧化硅 30%、氧化鈉 12% 的水玻璃，它的模数是 2.58（模数 = $\frac{30(\text{SiO}_2)}{12(\text{Na}_2\text{O})} \times 1.033 = 2.58$ ）。

我們使用的水玻璃，它的模数常常是 2.00~3.20，所以我們把它的分子式写做 $\text{Na}_2\text{O} \cdot m\text{SiO}_2$ ，用 m 代表二氧化硅含量同氧化鈉含量的比值在一定範圍內的变化。水玻璃所含有的水分用 $n\text{H}_2\text{O}$ 代表。

水玻璃砂的理論硬化过程是这样的：

1) 砂內的水玻璃在二氧化碳的作用下，有一部分分解了，并且放出了一部分的热量 (Q)。化学反应式如下：



这时候，分解出来的二氧化硅 ($m\text{SiO}_2$) 便溶解在剩余的水玻璃溶液和碳酸鈉水溶液中（这就是硅酸的水化），生成了硅酸膠体：



硅酸膠体就在砂粒表面上产生膠狀層，將砂粒粘結成坚固的砂塊。又由于含水硅酸膠体的一部分水分的蒸發，砂粒間的粘結更坚固了。

2) 由于二氧化碳的繼續作用，水玻璃全部分解，而中和作用結束。

3) 在水玻璃全部分解后，二氧化碳繼續同产生的碳酸鈉化合而成碳酸氫鈉。

二、水玻璃砂硬化的条件 水玻璃砂的硬化原理，主要是化学反应分解中产生了含水二氧化硅的膠体。因此，就可以利用其它物質来达到产生含水二氧化硅的目的，例如用氨或其它許多有机物等。但目前在工艺上和其他条件上最适合的，还是使用二氧化碳。

水玻璃砂的化学硬化是在中和作用进行中就开始了的。如果砂內最后所含的游离鹽基越多，砂型和泥心的干强度就越大，其表面的抗磨强度也就越大。为了达到这个目的，可以采用两种方法：一种是使化学硬化砂的配料不要完全中和。这种方法也叫做經濟硬化法。捷克斯洛伐克等国家都采用这种方法，所使用的水玻璃模数較高(例如为3.0~3.5)。另一种是采用碱度高的水玻璃。苏联多半采用这种方法，所使用的水玻璃模数一般較低(例如2.2~2.5)。

水玻璃的碱度高(也就是模数低)时，澆鑄后砂型和泥心的燒結性較大，因此清鑄时也比较困难些。

4 化学硬化法在鑄造生产中的意义

一、化学硬化的鑄型同普通的潮型和干型的比較 我們知道，使用潮型可以簡化生产程序，縮短生产周期，节省烘干的費用和劳动力，因而可以提高鑄造的生产率，并为鑄造車間組織流水作業和提高机械程度提供条件。但是潮型强度低(一般湿压强

度約为 $0.4 \sim 0.6$ 公斤/公分²), 容易引起冲砂, 而且水分比較高 (一般約为 $4.0 \sim 5.5\%$), 因此它的使用受到了一定的限制。例如用潮型生产的鑄件, 苏联一般只在 2 吨以內, 我国一般只在 500 公斤以內。虽然我們还必须改进潮型的質量, 扩大采用潮型制造的鑄件的重量 (有的国家可以用潮型鑄出 5 吨重的鑄件, 用表面干燥的砂型鑄出 38 吨重的鑄件), 可是中、大型的鑄件还是需要采用干型。

干型生产周期長, 需要許多烘干設備和燃料, 增加了起重运输設備的負荷和劳动力, 而且会因吊运和烘干而变形, 影响了鑄件的精密度。干型的生产效率是很低的。

化学硬化砂做的砂型, 可以說基本上具备了潮型和干型的主要优点。采用化学硬化法可以使生产过程簡化, 砂型和泥心制好后, 只要就地通入几分鐘的二氧化碳气体就行了, 不必入窑長時間地烘烤, 因此生产效率高, 这同潮型生产很相似, 但所生产的砂型的質量却比潮型好得多, 它硬化后的强度达到甚至超过了一般粘土砂干型。因此我們可以得到一个結論:

除了小型鑄件的砂型应当采用潮型生产以外, 各种大小泥心和不能用潮型生产的中、大型鑄件的砂型, 采用化学硬化法来生产可以大大地提高鑄造生产率。

二、化学硬化法的具体优点 化学硬化法的主要优点可以分为下列几項:

1) 提高生产效率: 采用化学硬化法, 在干燥的时间方面, 比起制造普通的干型和泥心, 可以縮短到 $\frac{1}{20} \sim \frac{1}{40}$; 在造型时间方面 (由于砂型强度大, 可以少加泥心骨、少插釘子等), 可以縮短 $30 \sim 50\%$; 在鑄件的生产周期方面可以縮短 $50 \sim 80\%$; 在單位作業面积的生产效率方面可以提高 $1 \sim 3$ 倍; 此外, 砂箱和工具的周轉率也可以随着按比例提高。

2) 提高鑄件質量：用化学硬化砂制造的砂型和泥心，它的尺寸在造型、起模和硬化（干燥）的过程中的变形，要比干型的小得多，因而可以保证鑄件的精密程度。尤其是結合化学硬化砂的壳皮砂型和泥心，可以减少鑄件的加工余量和省去一部分机械加工；这样給大型精密鑄件的生产提供了可能的保证和新的方法。根据国外的經驗和我国的試驗結果，一般可以减少加工余量約50%，甚至可以作出不必加工的工作面。

化学硬化砂的强度較高，因而可以减少因澆鑄过程中的冲砂和掉砂等而产生的鑄件缺陷。并且在金屬的高溫作用下，水玻璃砂的退讓性好，这样就可以减少鑄件由于砂型和泥心的退讓性不好而造成的裂紋。

3) 節約材料和設備：采用化学硬化法可以减少鑄件的加工余量，或者使鑄件的某些部分可以不加工，因而可以節約金屬的加工消耗30~50%，同时还可以節約机械加工机床的台时。而这对于大重型鑄件是非常重要的。此外，采用化学硬化法还可以节省烘烤砂型和泥心用的干燥爐和燃料，可以减少起重运输設備的占用率（尤其是在某些鑄造車間起重运输設備不足的情况下，更有意义）和所占用的劳动力。

4) 采用簡便，应用范围广泛：

甲、在操作方面，不論是配砂或者造型和造心，都同采用普通型砂的时候很类似，只是要求工人严格地遵守工艺規程，并不需要加以特殊的訓練。

乙、在設備方面，并不要求添置特別設備或改变車間現有的設備，因此每个車間采用化学硬化砂都不会有什么大困难，也就是都有可能随时来进行这种新技术的試驗和生产。

丙、原料方面要增加的主要是水玻璃和二氧化碳气体。水玻

璃是早就在工業中的其他方面使用着的原料，有專業生產的企業。而且水玻璃的生產也比較容易組織起來。二氧化碳，除了可能得到一部分食品工業用的純度很高的以外，還可以利用含量不太高的廢氣，甚至還可以利用空氣中的二氧化碳來進行自然硬化（干燥）。此外，如果有可能添設備的話，還可以裝置專用的二氧化碳氣發生設備。我們還可以利用石灰石（即碳酸鈣 CaCO_3 ）的分解，方法得到二氧化碳；也可以來用焦炭燃燒所得到的氣體或廢氣通過洗滌吸收來得到純度較高的二氧化碳。

丁、在單件、小批或成批生產的鑄造車間中，當製造各種合金的鑄件的時候，除了小件可以更有利地採用潮型、金屬型（成批的和大批的）或殼型等生產外，中型和大型的砂型和泥心，都有可能採用化學硬化砂。化學硬化砂無論在機器造型時或者手工造型時都可以採用。化學硬化法還可以為提高中型、大型和重型鑄件生產的機械化程度提供了條件。

三、化學硬化法對鑄造生產的實際意義 我們有些鑄造車間干燥爐不足，因而造型的能力不能發揮，砂型的生產周期長，生產滿足不了要求。有些鑄造車間的熔煉能力大（尤其是在進行了一些技術改進，如快速煉鋼之後），但是往往由於受到造型和造心的生產能力的限制，不能全面發揮生產效用。還有，我們生產的鑄件不精密，加工余量大，普遍存在着「肥頭大耳」的現象；這樣造成了金屬的許多浪費，是我們增產節約中的一個突出的問題。此外，在鋼鑄件的生產中，常常發現裂紋、沖砂掉砂等等缺陷，不但造成浪費，也影響了整個生產計劃和任務的順利完成。

對於解決上述這些生產中比較普遍存在着的問題來說，化學硬化砂是可以起積極的作用的。這可以用目前一部分工廠初步試用或採用的結果來証實。沈陽重型機器廠的一個電爐鑄鋼工段，

在初步采用化学硬化砂后，由过去月月完成不了任务而变成了超额完成任务。我們还在1956年内試做了重24吨、外形尺寸为 $1800 \times 1000 \times 1800$ 公厘的1吨模鍛的鑄鋼錘底座；制造了重21吨、外形尺寸为 $2500 \times 2200 \times 580$ 公厘的3吨錘子的鑄鐵砧子座；制造了最大尺寸为外徑4960公厘、高450公厘、厚65公厘的高爐頂圈鑄鋼件。撫順重型机器厂做了重3.2吨、直徑为2200公厘的鑄鋼齒輪和重2.2吨、直徑为2900公厘的3公尺絞車法兰盘的鑄鐵件；也做了长达3000公厘的履帶架。过去这个厂用普通粘土砂鑄型澆鑄電鍍上的鋼鑄件所鑄的鑄件裂紋很多，以致成了关键問題；自从改用化学硬化砂以后，鑄件發裂紋問題基本解决，表面光潔，不但質量改善了，生产效率也得到了提高。这个厂的鑄鐵件也采用了化学硬化砂的鑄型来澆鑄，这样就克服了干燥爐生产面积不足的困难，超额完成了超負荷能力的生产任务。鞍鋼总机械师也用化学硬化砂完成了各种特殊鑄造；上海亞細亞鋼厂也用快速干燥方法鑄出了精度要求高的履帶板等鑄件。戚墅堰機車車輛修理厂、首先用化学硬化砂制造車輛上的側架达到了完全不用机械加工，这給采用化学硬化法制造精密鑄件打下了重要的基础。

化学硬化法在我国鑄造生产中的正式采用，可以說是从1956年开始的。由于生产經驗还不够，我們还不能說从各方面都取得了显著的成績，甚至还存在一些需要进一步改进的問題；但是采用了这个新技术的工厂，虽然時間很短，却都收到了一些实际效果。他們的試驗和實踐，为我們說明了化学硬化法的实际意义和發展的景象，并为全国工农业大跃进發揮重大的作用。

化学硬化法在国外也受到广泛重視，并且也在迅速發展中。

化学硬化法还是近十年来才在鑄造生产中大量应用和發展起来的新技术。在生产中采用这种方法最早的是苏联、捷克斯洛伐

克等国家。苏联重型机器制造工業部所屬的工厂都在不同程度上采用了化学硬化砂。他們生产了9吨重的大型精密鑄件，并做出几十吨的大件。个别工厂如哈尔科夫渦輪机厂的鑄鋼車間，已全部采用化学硬化法生产鑄件。有的新建的鑄造車間，有80%的鑄件采用化学硬化砂造型，这样就大大减少了干燥爐的修建。

捷克斯洛伐克是采用化学硬化砂最早的国家之一。他們远在1949年就用这方法澆鑄了重达10~15吨的鑄件。不过捷克斯洛伐克的工厂使用化学硬化砂砂型的数量还不太多，只占砂型总数量的5~25%。

英国是掌握化学硬化法的知識較早的一个国家，但是在1953年以前，还只是个别工厂試驗并在小量生产中应用了这种方法；直到1953年以后，这种方法才在英国迅速和广泛地發展起来，而到了1955年，英国已經有400多个車間不同程度地采用了化学硬化法。他們用这方法生产的鑄件重量达到10~16吨。

化学硬化法在西德也得到了广泛的發展，有的工厂还生产了一些吹二氧化碳用的專用設備。

美国在鋼錠模和平板的制造方面多采用化学硬化法，曾經研究出一种容易从鑄件中清除泥心用的水玻璃。英、美兩國都在試驗采用加入某些原料使泥心容易清除的新方法。

二 化学硬化砂的特性

1 造型材料

化学硬化法的造型材料，包括石英砂、水玻璃、粘土、苛性鈉溶

液、重油、廢紙漿、瀝青和煤粉等。現在把主要的材料加以說明。

一、石英砂 石英砂包括天然石英砂、人造石英砂和旧砂。選擇化学硬化砂所使用的石英砂时主要考虑的是这些因素，即砂粒大小、灰分、粘土含量、和砂粒的矿物学純度。

1) 砂粒大小：化学硬化法用的砂粒大小，必須根据不同的金屬合金來選擇。对于鋼鉄鑄件，一般要選用細粒的（如K50/100、K100/50、K70/140、K140/70、K100/200）天然石英砂或人造砂。

为什么要选用細粒砂呢？因为在金屬澆入后，砂型和泥心受到了金屬液体的靜压力，如果砂粒粗大，就容易因金屬液体滲入型壁而造成鑄件表面的机械粘砂。为了使鑄件表面光滑潔淨，必須采用細粒砂。由于各种金屬的澆注溫度高低不同，金屬滲入的情況也不一样，因此对于不同合金所选用的砂粒的大小要有所区别。砂粒大小对鑄件表面光潔度的影响如圖1所示（根据苏联資料）。

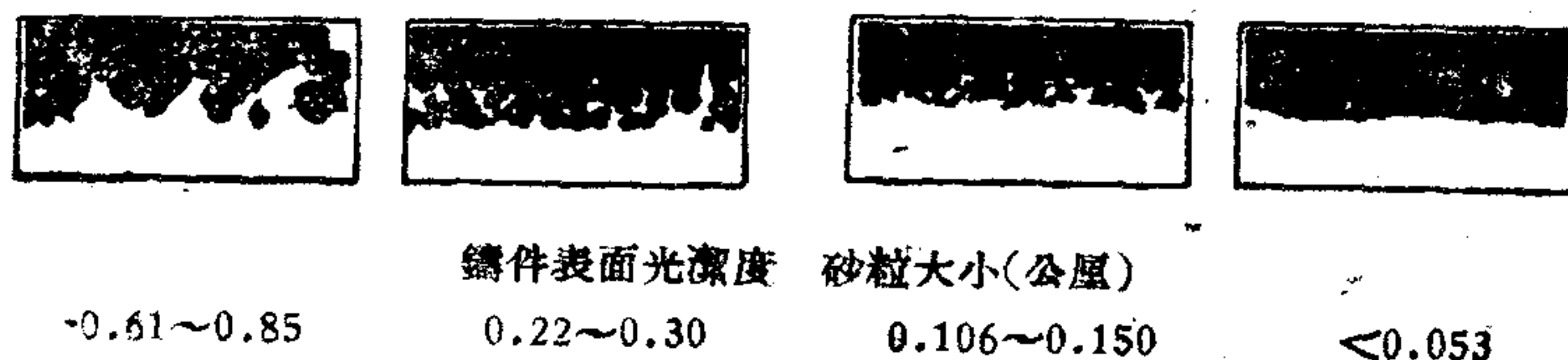


圖1 靜压力为1.2公斤/公分²时砂粒大小对鑄件表面質量的影响。

砂粒越細，型砂的透气性就越低。但是化学硬化砂一般含粘土量較少，而且硬化后透气性会稍有增高，因此它的透气性要比一般的粘土砂高。

2) 灰分：砂內含有0.06公厘（接近270篩号）以下的灰粉，不会破坏型砂的性能。灰粉对于工艺性所起的影响同石英粉所起的相似。砂粒不均和砂內含灰都会改变型砂硬化后的强度。

3) 粘土：对于砂的粘土含量，应当注意加以控制。粘土对

化学硬化砂工艺的影响将在后边讨论。如果含粘土量超过一定范围，砂型的强度就会下降，型砂的粉化率和脆弱性就会增加。原砂内含有褐铁矿也会产生这种缺点。型砂内含粘土量较低（如2%以内），型砂的水分（湿度）也就较低；因为平均每增加百分之一的粘土，水分就要相应地增加0.1%。粘土少就可以把型砂的水分控制得低些，这是一个优点。

4) 砂的矿物学纯度：砂内氧化硅的含量要高。必须严格注意不让石英砂内含有0.1公厘（大约相当于140筛号）以上的可熔矿物，尤其是长石和云母。这类矿物含量的最大限度不许超过3%。如果砂内含有5%以上的长石，就会使钢铸件产生金属渗入或粘砂的缺陷。

确定有害矿物的方法有两种：一种是化学分析法，另一种是用浮选法。可熔矿物对钢铸件的影响大些，因此在为铸造钢件选择石英砂（尤其是天然砂）的时候，要做好细致的试验。可熔矿物对铸铁件来说，还没有什么影响。对于有色金属和轻合金铸件来说，主要要注意的是碳酸钙。

5) 水分：原砂中的水分必须加以控制。因为在化学硬化过程中，砂型的水分几乎没有变化。水玻璃内含有很多水分，再加入苛性钠水溶液，那么加入的总水分已经很多了；如果原砂内含有较多的水分，就很容易使水分过高，因而使型砂不合格，或者使铸件产生缺陷或报废。

我们有些工厂还没有砂库，尤其是在夏天雨多的时候，常常会影响化学硬化砂的采用。对这些工厂的最低要求，是要搭个砂棚，修个简单的原砂干燥炉，以便干燥原砂。其实即使是用普通砂生产，这样做也是非常必要的。

原砂应当在110~115℃下烘干（最好用干燥滚筒烘烤）。原

砂內的含水量应当在 0.5% 以下。烘干的砂子应当等冷却后使用。

二、水玻璃 水玻璃是化学硬化砂的主要原料之一。水玻璃的成分、模数和比重举例如表 1。

表 1 水玻璃的成分、模数和比重

[根据苏联国家标准 (ГОСТ) 962-41]

水 玻 璃 組 成 名 称	种 类		
	碱性水玻璃	混合水玻璃	酸性水玻璃
1. 化学成分 (%)			
(1) 无水二氧化硅 (SiO_2)	32.0~34.5	28~32	28~32
(2) 氧化鉄和氧化鋁 ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$) 不大于	0.25	0.40	0.50
(3) 氧化鈣 (CaO) 不大于	0.20	0.30	0.35
(4) 二氧化硫 (SO_2) 不大于	0.18	1.00	1.50
(5) 氧化鈉 (Na_2O)	11~13.5	10~12	10~12
(6) 水 (H_2O) 不大于	57	60	60
2. 水玻璃模数	2.60~3.00	2.56~3.00	2.56~3.00
3. 比重	1.50~1.55	1.43~1.50	1.43~1.50

注：鑄造用的水玻璃的模数采用 2.2~2.5。

水玻璃必須保存好，以免受到空气中的二氧化碳的影响。分解的水玻璃硬化后的强度低。水玻璃越濃，其溶液的粘度就越大，粘結性也就越好。天冷时水玻璃的粘度会提高，但它的質量并不会受到影响。

就水玻璃的种类來說，不管哪种都可以使用，只是碱性水玻璃的加入量可以比酸性或混合水玻璃少些。

水玻璃的模数和比重是需要加以控制的。

水玻璃的模数越高，它的硬化反应就进行得越快。高模数的水玻璃配制的型砂湿强度高，而干强度則較差，模数低的水玻璃則干强度高而湿强度較低。模数在 2.6~3.2 以至于 3.5 的水

玻璃，~~適合于~~ ~~制作~~ ~~自然~~ 硬化的砂型和泥心用的水玻璃砂。以及机器造型和~~生产~~ ~~周期短~~的小件时用的水玻璃砂。做中等尺寸的砂型和泥心的水玻璃砂中的水玻璃，它的模数可以选择在 2.3~2.6 的范围内。水玻璃的模数越低，型砂保持可塑性的时间就越长。模数 2.0~2.3 的水玻璃，使型砂保持可塑性的时间最长，因而适合于用来配制做大型砂型和在造型造心周期长的情况下用的水玻璃砂。

水玻璃的组成同比重有关，我国目前使用的国内生产的水玻璃，它的比重多是 1.50~1.60，使用的情况还是满意的。苏联多用比重为 1.48~1.52 的水玻璃。

水玻璃模数高了，可以加入苛性钠溶液，使它降低。

三、粘土 加入粘土是为了改善化学硬化砂的造型工艺性，例如提高湿强度等。这些外加的粘土必须在不到 350°C 下烘干，然后粉碎，并用 1 公厘筛孔的筛子过筛。

粘土的含量如果太多，由于它会吸收水分或固结的硅胶，就会使包在砂粒外边的粘结剂膜的强度降低。因此粘土的一般含量应当不超过 3~5%。粘土少则型砂最适合的含水量较低，对化学硬化砂是有利的。

四、苛性钠溶液 苛性钠主要是用来降低水玻璃的模数，延长型砂的可塑性和使用时间，以及提高型砂的强度。

苛性钠有固体和液体的两种。好的固体苛性钠含纯苛性钠不低于 95%，含碳酸钠不高于 3%，含氯化钠不高于 1.5%。如果想把水玻璃模数降低，就要往水玻璃里掺苛性钠。每公斤水玻璃要加多少公分（重）固体苛性钠，可按下列公式计算：

$$x = \frac{\frac{B \times 62}{A \times 60} - C}{62} \times 800。$$

式中 x ——应加入的苛性鈉的重量 (公分);

A ——要求的水玻璃模数;

B ——原有水玻璃內含二氧化硅的数量 (按重量的百分率計算);

C ——原有水玻璃內含氧化鈉的数量 (按重量的百分率計算)。

氧化鈉和二氧化硅的含量, 是取一定数量的水玻璃用化学分析方法求得的。

有时我們用液体的苛性鈉溶液 (最好濃度是 50%) 来降低水玻璃的模数。工作人員在操作的时候, 应当遵守安全技术守則的規定, 戴上眼鏡和手套。

五、石英粉 加入石英粉可以調节砂粒度, 同时在砂型和泥心制好后放置的时间較長时, 也可以起一些有利的作用。

石英粉的質量要好, 含石英 (SiO_2) 量应当不低于 96%。石英粉要用 1 公厘篩孔的篩子过篩。当用标准篩篩分时, 落在底盤上的石英粉数量应当不少于 84%。

六、其他附加物 为了滿足我們对型砂某些性能的要求而附帶加入型砂里的物質, 叫做附加物。但是必須注意, 附加物使用不好, 就会使型砂的性能变坏, 以致影响鑄件質量。例如根据苏联工厂的經驗, 鑄鋼件的砂型加入木焦瀝青, 常会引起鑄件粘砂的缺陷。

各种附加物的作用如下:

(1) 石英粉、粘土熟料——可以使砂粒变細, 克服粘砂, 以調整透气性;

(2) 木焦瀝青、石墨、硬煤粉、木屑等可燃性物質——可以改善灰鑄鉄的表面質量;