

乙-296

机电产品革新展览会活页资料

流 态 自 硬 砂

(内部资料)

沈 阳 铸 造 厂
沈 阳 机 电 学 院
第一机械工业部铸造研究所

第一机械工业部技术情报所翻印

1971.3

毛主席语录

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

我们的方针要放在什么基点上？放在自己力量的基点上，叫做自力更生。

抓革命，促生产，促工作，促战备。

备战、备荒、为人民。

毛 主 席 语 录

人民群众有无限的创造力。他们可以组织起来，向一切可以发挥自己力量的地方和部门进军，向生产的深度和广度进军，替自己创造日益增多的福利事业。

中国应当对于人类有较大的贡献。

目 录

前言

一、什么叫流态砂	(1)
二、配制流态砂所用的主要材料	(1)
1. 水玻璃	(1)
2. 发泡剂	(4)
3. 硬化剂	(9)
三、怎样配制流态砂和控制流态砂的性能	(12)
1. 流态砂的配方	(12)
2. 流态砂的混砂工艺	(14)
3. 怎样控制流态砂的质量	(15)
四、流态砂的铸造工艺	(18)
1. 流态砂对模型和芯盒的要求	(19)
2. 防止粘模问题	(19)
3. 灌注砂型和砂芯	(22)
4. 翻箱、起模和修型	(23)
5. 涂料	(24)
6. 烘干	(25)
7. 扣箱、浇注和清理	(26)
8. 防止铸件缩沉的方法	(26)
9. 流态砂的旧砂再生和回用	(27)
五、混砂设备	(29)
1. 间歇式混砂机	(29)
2. 连续式混砂机	(30)
六、不断革命, 继续前进	(38)

一、什么叫流态砂

流态砂是在砂子中加入水玻璃、硬化剂、发泡剂和适量的水，经过搅拌均匀混合，配制出来的一种造型混合料。

流态砂中有很多小气泡，能流动，可以直接灌入砂箱或芯盒里，不用铲砂和捣实；能自硬，经过短时间停放，就能自硬成型，不需要长时间的烘干（或者不用烘干）。流态砂的出现，打破了几千年来铸造生产中传统的造型方法，从根本上改善了铸造行业的劳动条件，成倍地提高劳动生产率，是一种多快好省的造型新工艺。

世间的一切事物都是一分为二的，流态砂有突出的优点，也有一定的缺点，我们在试验和应用流态砂的过程中，既要反对右倾保守思想，也要反对“流态砂万能论”的形而上学观点。我们在试验流态砂的时候，一定要牢记毛主席的教导：“任何新生事物的成长都是要经过艰难曲折的。在社会主义事业中，要想不经过艰难曲折，不付出极大努力，总是一帆风顺，容易得到成功，这种想法，只是幻想。推广流态砂不仅是技术大会战，更主要的是一场路线大会战。

二、配制流态砂所用的主要材料

毛主席教导我们：“事物发展的根本原因，不是在事物的外部而是在事物的内部，在于事物内部的矛盾性。”流态砂为什么能够流动，为什么能够自硬？根本原因就在于各种材料内部的矛盾性。因此要搞好流态砂，首先必须了解这些材料的性质，它们之间的相互作用及其变化的规律性。

1. 水玻璃

目前应用最广的粘结剂是水玻璃。但也有的工厂试验用矾土

水泥之类的水硬性粘结材料配制流态砂。

(1) 水玻璃的制造: 将石英砂和纯碱 (Na_2CO_3) 按一定比例混合后, 送入反射炉中, 经高温 (约 1400°C) 熔融, 烧制成玻璃状硅酸钠熔融物, 然后, 将淌出来的熔融物放入水中经过蒸煮溶解、澄降、浓缩等工序, 生产出来一种半透明胶状液体, 就叫水玻璃。

革命在发展, 工农业在不断飞跃, 各部门对纯碱的需要量大增加, 制造水玻璃的化工厂革命工人, 遵照毛主席“走自己工业发展道路”的教导, 试用芒硝 (Na_2SO_4) 代替纯碱制造水玻璃, 已取得初步效果, 这将对推广流态砂, 解决粘结剂材料问题, 给予有力的支援。

(2) 水玻璃的模数: 制造水玻璃所用石英砂和纯碱的配比不同, 生产出来的水玻璃含有二氧化硅 (SiO_2) 和氧化钠 (Na_2O) 的量也不同。所谓水玻璃模数, 就是指水玻璃中含有二氧化硅和氧化钠的克分子数的比值。如直接按重量比计算, 即:

$$\text{模数}(M) = \frac{\text{二氧化硅}\%}{\text{氧化钠}\%} \times 1.033$$

制造水玻璃时, 纯碱量加多, 模数就低, 相反, 纯碱量减少时, 模数就高。

不同模数水玻璃所含二氧化硅和氧化钠的含量参看下表:

表 1 水玻璃模数和二氧化硅、氧化钠含量的关系

比 重	模 数	二氧化硅%	氧化钠%
1.4	3.2	20.7	6.6
1.4	2.4	29.6	12.7
1.4	2.2	31.2	14.7

用不同模数的水玻璃配制流态砂, 反映出来的性能也不同; 模数高的水玻璃, 水玻璃中硅胶的含量多些, 容易胶凝, 用它配

出来的流态砂，硬化速度较快。可是，高模数水玻璃，相应地硅酸钠含量少些，因而用它配出来的流态砂强度差些。一般发现用高模数水玻璃做出来的流态砂型、芯表面发酥，为提高型、芯强度，应适当增加水玻璃用量。相反地，采用低模数水玻璃时，型、芯硬化速度较慢，但最终强度较好。目前，生产上多数采用模数在2.2~2.6之间的水玻璃。

根据生产具体要求，可以自行调正水玻璃模数。如加苛性钠溶液（火碱水）可以降低水玻璃模数；加适量硅胶或盐酸，可以适当提高模数。还可以将高模数和低模数水玻璃按一定比例混合调制所需的模数。

（3）水玻璃的比重：除模数以外，比重也是衡量水玻璃性能的另一指标，同样模数的水玻璃，随比重增大，硅酸钠含量增多，粘结力就大些。但是，比重大相应粘度增大，粘度过大影响混砂和型砂的流动性。流态砂生产使用的水玻璃，一般比重取1.45~1.56之间（表2）。

表2 各地区工厂使用水玻璃性能的情况

厂名	模数	比重
北京人民机器厂	2.2	1.56
上海新华铸钢厂	2.4	1.51
天津铸锻件厂	2.2~2.4	1.45~1.48
大连起重机厂	2.2~2.86	1.40~1.60
济南第二机床厂	2.2~2.4	1.50~1.52
唐山钢厂	2.52~2.6	1.55~1.60
洛阳矿山机器厂	2.3	1.56
南京第二机床厂	1.9~2.2	1.46~1.51
三明化工机械厂	2.5	1.50~1.55
沈阳第一机床厂	2.1~2.6	1.45~1.55
沈阳铸造厂	2.4~2.6	1.5左右

(4) 水玻璃的贮存: 水玻璃存放于敞口桶中时容易掉入髒物, 表面也会由于水分蒸发结膜, 影响比重和使用。因此, 貯藏水玻璃最好桶装封闭, 放在阴凉的地方。

2. 发泡剂

(1) 发泡剂的种类和作用

流态砂为什么能够在含水量较少的条件下流动起来, 这主要是靠发泡剂的作用。发泡剂是一种表面活性物质, 溶于水中, 能够显著降低水溶液的表面张力, 使水溶液更容易润湿砂粒表面。含有发泡剂的水溶液, 经充分搅拌, 易被打散而形成大量气泡, 这些气泡分散在砂粒之间, 使砂粒悬浮而相互之间容易滑动。表面活性物质水解后, 一般带有电荷, 定向排列于液体表面上, 使气泡、砂粒表面都带有同性电荷, 同性相斥, 大大削弱砂粒之间聚合力, 使砂子可以随意流动, 由于发泡剂具有上述几方面的作用, 所以, 能使水玻璃砂在较低的水分下, 形成流态。

表面活性物质按其组成及结构, 分为阳离子、阴离子、非离子和两性等几种类型, 其中阴离子型一般与水玻璃不起反应, 同时, 这类表面活性剂国内已大量生产, 目前流态砂上应用的发泡剂都是属于阴离子型的。

(2) 生产上已广泛应用的几种发泡剂

① 烷基磺酸钠 (RSO_3Na):

由含有90%以上正烷烃煤油或轻质石蜡油与液体氯和二氧化硫(SO_2)混合, 在紫外线照射下, 进行磺氯酰化, 然后用苛性钠中和, 再经脱油、浓缩制成。按磺氯酰化程度不同, 这类产品分为M30、M50和M80三种规格; M80是由轻质液体石蜡油经一次磺氯酰化后, 有80%转化为磺氯酰化物, 因此, 不需要再浓缩。

目前, 国内大量生产的烷基磺酸钠性能参看下表:

表 3 烷基磺酸钠的性能

质 量 指 标	生 产 厂			
	天津合成 洗涤剂厂	上海合成 洗涤剂厂	长沙日用 化工厂	沈阳化工厂
品种	M80	M80	M80	M50
有效活性物(%)	28±1	≥25	40±2	>50
不皂化物(%)	<5	≤10	<7	<5
盐分(%)	<5	≤6	<11	<15
PH 值	--	7.5~9	<10	--
颜色	棕黄色	棕黄色	棕黄色	棕黄色
性状	液 状	液 状	液 状	膏 状
表面张力(达因/厘米 ²)	37.5	--	--	38.6
润湿能力(秒)	7.8	--	--	5.2
发泡能力(厘米)	20.8	--	--	19.5

这类发泡剂在硬水中仍具有良好的发泡能力，遇到强酸会产生分解。在270°C下不变质，30°C左右发泡能力最强，可以加热使用。

从生产实际应用知道这类发泡剂(特别是M80)较容易消泡，有利于增加砂子透气性，但是，为了使砂子达到一定的流动性，发泡剂的用量要多些。

② 仲烷基硫酸钠 ($R'-CHOSO_3Na$):

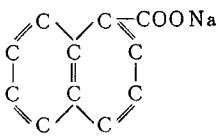
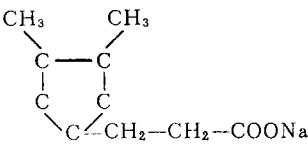
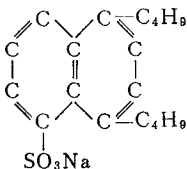


是用裂化柴油，经发烟硫酸酸化后，加苛性钠(即火碱)中和，再经水解、破乳、分离和蒸发等工序后做出来的。

这种发泡剂溶解度大，在碱溶液中发泡稳定，用它配制水玻璃流态砂，流动性较好，遇到酸性物容易消泡。这种发泡剂吉林四平联合化工厂已大量生产供应。

除上述两种发泡剂外，有些工厂在生产上还用脂肪醇硫酸钠、萘酸钠等作发泡剂。有关情况参看下表：

表 4 目前国内生产和

名 称	分 子 式	性 状
烷基磺酸钠(M50)	$R-SO_3Na$	棕黄色膏状
烷基磺酸钠(M80)	$R-SO_3Na$	液 状
仲烷基磺酸钠	$\begin{array}{c} R'-CH-O-SO_3Na \\ \\ CH_3 \end{array}$	棕黄色液体
脂肪醇磺酸钠	$R-O-SO_3Na$	黄白色膏状
萘酸钠		棕色或棕黄色膏状
环烷酸钠		
二正丁基萘磺酸钠 (拉开粉)		

试验用的几种发泡剂

加入量%	外加水%	产 地	价 格	备 注
0.05~0.25	2 左右	沈阳化工厂	900元/吨	
0.15~0.3	0.175~0.3	天津合成洗涤剂厂	456元/吨	
0.15~0.3	2.5~3	四平联合化工厂	500元/吨	
0.05	2	大连油脂化工厂	2000元/吨	
用苯酸和工业用火碱调制而成				501厂、鑄鍛机械研究所流态砂試驗小組試用
用酸值 190 的环烷酸与浓度为10%的火碱溶液制成				上海地区流态砂試驗小組試用
				上海地区流态砂試驗小組試用

(3) 对发泡剂的要求

根据生产的要求, 发泡剂应具有:

- ① 起泡快, 泡沫多, 细密又均匀;
- ② 灌入砂箱或芯盒中后, 在短时间内, 型、芯表面能同时消泡并使砂子自动下沉紧实;
- ③ 对水玻璃硬化不起阻止和破坏作用;
- ④ 无毒、无臭味、无刺激性, 性能不受气温波动影响;
- ⑤ 原料来源广, 成本低廉, 宜于大量生产。

可是, 目前生产上使用的这些发泡剂的性能, 还不能完全满足流态砂进一步提高的要求。其中的一些发泡剂在浇注和打箱时会放出二氧化硫等有害气体。因此为了进一步提高和发展流态砂这项新工艺, 还必须继续寻找和研制更好的发泡剂。

伟大领袖毛主席教导我们: “人类总得不断地总结经验, 有所发现, 有所发明, 有所创造, 有所前进。”广大铸造工人和革命技术人员遵照毛主席的教导, 发扬了不断革命精神, 经过多次反复试验, 不但掌握了许多种发泡剂的性能, 并且试验成功控制发泡剂质量和加入量的方法。有些单位还试验过复合发泡剂以及消泡剂, 目前虽然这些试验还不够成熟, 还存在一些问题, 但方向是正确的。我们在选用发泡剂的时候, 不但要考虑到它的发泡能力, 同时也要考虑到它的消泡能力。

(4) 测定发泡剂的发泡能力及泡沫稳定性的简易方法

称取10克发泡剂, 用水稀释到1000毫升, 摇匀后, 取出200毫升稀释液, 通过直径约为80~100毫米的普通漏斗流入500毫升量筒中, 要调节漏斗位置, 使漏斗嘴位于量筒中心处, 离量筒底面500毫升高度, 即使发泡剂稀释液从一定高度直接注入量筒, 让200毫升稀释液全部流完后, 立即读取泡沫所占的体积(毫升数)作为发泡能力的指标, 停放不同时间(分), 分别读取泡沫

残留体积（毫升数），用于表示泡沫的稳定程度。生产中，可根据发泡能力灵活决定加入量。

气温变化会影响发泡剂的发泡能力及泡沫稳定性，如有条件的话，尽可能将被测发泡剂的温度控制在 $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 进行试验，或者，取已在 20°C 时测过的发泡剂与被测发泡剂在同样温度条件下，同时进行试验，便于比较。

3. 硬化剂

流态砂中加了硬化剂能促使水玻璃加快硬化并且产生强度，这才能使型、芯迅速自硬成型。流态砂的自硬性能及强度的好坏，与选用的硬化剂有密切的关系。

文化大革命期间，我国铸造工人和革命技术人员在毛主席“自力更生”、“艰苦奋斗”，“走自己工业发展道路”伟大方针指引下，结合我国资源条件，寻找了赤泥作硬化剂，取得较好效果，为流态砂在我国铸造生产上迅速推广应用开创了一条新路，这是我国工人阶级的伟大创举，是无产阶级文化大革命的又一丰硕成果。

（1）赤泥的来源和性能

赤泥是铝矿石提炼氧化铝后，排出的一种残渣；因含有氧化铁，呈红色，所以被叫做赤泥。这种副产品产量很大，成本低廉。

原赤泥需要经过水洗去碱，焙烧和磨细，提高活性后，才能作为流态砂的硬化剂。

为满足流态砂的需要，在有关部和地方各级革委会的大力支持下，河南荥阳县已经建立了赤泥加工厂，生产专供铸造用的赤泥，产品质量指标如下：

① 赤泥的物理和化学性能

比重：2.7~2.9

水分：不大于1%

粒度：95%通过 140 号筛

容重：0.47~0.58克/厘米³

硬化时间：15~30分

熔点：1200~1250°C

② 赤泥的化学成分

二氧化硅 (SiO_2)	20~30%
氧化钙 (CaO)	40~50%
三氧化二铝 (Al_2O_3)	5~10%
三氧化二铁 (Fe_2O_3)	5~10%
二氧化钛 (TiO_2)	1~10%
氧化钠 (Na_2O)	1~4%
二氧化碳 (CO_2)	1~5%
水分 (H_2O)	3~10%

③ 赤泥的矿物组成

矿物组成：

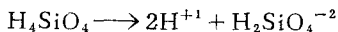
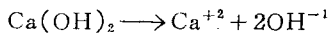
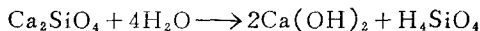
β 型硅酸二钙 ($\beta 2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$)	50~60%
含水硅铝酸三钙 ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x \text{SiO}_2 \cdot y \text{H}_2\text{O}$)	5~10%
含水硅铝酸钠 ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 1.7\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	5~15%
霞石 ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$)	3~8%
含水氧化铁 ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)	4~17%
方解石 (CaCO_3)	2~10%
钙钛矿 ($\text{CaO} \cdot \text{TiO}_2$)	2~5%
水铝石 ($\text{Al}(\text{OH})_3$)	1~3%

(2) 赤泥和水玻璃的反应

根据资料分析，流态砂能够自硬主要是由于赤泥中的 β 型硅酸二钙与水玻璃中硅酸钠发生物理化学反应，生成水化硅酸钙(即

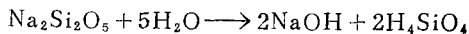
低碱度托勃莫来石) 结晶的结果。硬化过程大致如下:

① β 型硅酸二钙水解:

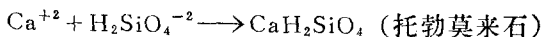


β 型硅酸二钙在加水充分稀释的条件下, 可以全部水解生成 Ca^{+2} 和 SiO_4^{-4} 离子。

② 水玻璃水解:



③ 水玻璃和赤泥的反应:



由于水化硅酸钙的离解度很小, 所以, 上述反应主要是朝生成 CaH_2SiO_4 方面进行。反应过程 Ca^{+2} 和 $\text{H}_2\text{SiO}_4^{-2}$ 离子浓度也随着逐渐降低, 不断促使 β 型硅酸二钙和硅酸钠继续水解, 直至全部或大部分生成 CaH_2SiO_4 (托勃莫来石), 反应终止, 砂子也就完全硬化。

根据上述反应过程, 可以看出, 增加 Ca^{+2} 和 $\text{H}_2\text{SiO}_4^{-2}$ 的离子浓度, 会促使上述反应加速进行, 因此, 在流态砂中加入适量的石灰、石膏、水泥等能离解出钙离子的附加物, 或者采用含 $\text{H}_2\text{SiO}_4^{-2}$ 较多的高模数水玻璃, 都能提高硬化速度。

在一定范围内, 随着气温的增高, 上述反应过程也加快。因此, 在冬季气温较低的时候, 将原砂和液体料经过加温后使用, 可以提高流态砂的硬化速度, 保证正常生产所要求的硬化性能。

(3) 赤泥的贮存

赤泥暴露在空气中, 容易吸潮, 降低活性, 因此必需包装放

在干燥地方避免受潮。如发现受潮结块，可在 500°C 下再次烘干后，仍可使用。

(4) 赤泥硬化性能的简易测试方法

取 100 克赤泥和 160 克水玻璃（模数 2.4，比重 1.50）放在烧杯中，充分搅拌混合一分钟后，灌入 $\phi 50 \times 50$ 毫米的芯盒中，每隔五分钟，用光滑的大号缝衣针或其他类似的金属针，插入泥浆，测试一次，直至泥浆不粘针时为止，表明赤泥浆已经硬化，赤泥浆开始硬化所需时间（以分表示）作为检验赤泥硬化性能的指标。试验时试样的温度尽可能控制在 $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

目前，流态砂的硬化剂除赤泥外，有些工厂，如武汉重型机床厂采用平炉及电炉炉渣作硬化剂也取得一定效果。

以上所介绍的，仅仅是目前用得比较普遍的几种材料，但决不是唯一的材料，我们在选择原材料的时候，一定要遵照毛主席“备战、备荒、为人民”的伟大战略方针，尽量做到因地制宜，就地取材，不断前进，决不能停止在一个水平上。

三、怎样配制流态砂和控制 流态砂的性能

配制流态砂和配一般的型砂有很大的差别，它们之间有一定的共同性，又有各自的特殊性，只要我们掌握了流态砂的特殊点，并在实践中加以灵活应用，就能够配出质量优良的流态砂。

1. 流态砂的配方

流态砂的主要成分是砂子、水玻璃、硬化剂和发泡剂，这些材料的质量、数量及它们之间的相互作用，决定了流态砂的性能。

流态砂对原砂没有特殊的要求。一般砂粒粗一些，圆一些，配出来的流态砂的流动性及透气性比较好。原砂的含泥量和细沙

少一些好，这样水玻璃用量可以省一些，配出来的砂子流动性也比较高。原砂的温度（配制时）最好不超过 40°C （冬季可稍高些），温度高，水玻璃和赤泥反应速度加快，泡沫稳定性差，型砂的流动性很快消失，强度也差。现在配流态砂的原砂，粒度一般从20/40到50/100，含泥量大部分在2%以下。

水玻璃的加入量主要根据原砂的粒度、含泥量及铸件的要求来确定，一般加入量是6~9%，水玻璃温度最好不超过 50°C （根据砂温、气温灵活决定），不低于 10°C ，冬季使用时如硬化速度太慢，应将水玻璃加热后使用。赤泥加入量和水玻璃加入量有一定比例，一般为1:2，随气温变化（或赤泥本身质量变化），可适当增减。发泡剂的加入量根据材料本身的发泡能力而有所变化，不同的发泡剂加入量也不同，一般在0.1~0.2%之间，不超过0.25%。

三年来各工厂从事流态砂试验和生产的广大工人和革命技术人员，在毛主席的光辉哲学思想的指引下，经过“由实践到认识，由认识到实践这样多次的反复”，已经掌握了流态砂的规律性，找到了比较理想的流态砂配方（表5）

表5 流态砂配方

应用范围	配 方 （重量比）				
	原 砂	水玻璃	硬化剂※ （赤泥）	发泡剂	水
铸 钢	100	7~9	4~6	0.1~0.2	2~3
铸 铁	100	5.5~8	3~5	0.1~0.2	2~3

※ 用平炉钢渣作硬化剂时，加入量为7~9，增加约一倍。

※※ 芯砂中可适当加入一些有机附加物，提高芯砂溃散性。

毛主席教导我们：“对于具体情况作具体的分析”。我们在确定流态砂的配方时也要具体分析，灵活应用。当原料质量、温