

机械工业技术革新先进单位编

流态自硬砂的 生产实践

沈阳铸造厂编

机械工业出版社



内容提要 流态自硬砂是六十年代铸造生产中出现的一种新型（芯）砂，目前我国铸造生产中得到了广泛的应用。

本书在总结生产实践经验的基础上，共分六个部分，较系统地介绍了流态自硬砂的原材料及其配制，造型和制芯工艺，合箱、浇注及落砂清理工艺，铸造工艺规程及典型件的工艺性分析，流态自硬砂的旧砂再生处理，流态自硬砂的铸造缺陷及其防止措施。全书反映了流态自硬砂生产铸铁件的基本生产实践。

可供铸造工人、技术人员及教学参考用。

流态自硬砂的生产实践

沈阳铸造厂编

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $3 \frac{9}{16}$ · 插页 1 · 字数 73 千字

1974 年 12 月北京第一版·1974 年 12 月北京第一次印刷

印数 00,001—10,000 · 定价 0.29 元

*

统一书号：15033·4273

出 版 说 明

在批林批孔运动的推动下，机械工业技术革新和技术改造的群众运动蓬勃开展，先进经验层出不穷。为及时总结推广这些先进经验，我们组织编写了“机械工业技术革新技术改造选编”。

“机械工业技术革新技术改造选编”将陆续出版，内容包括：铸、锻、焊、热处理、机械加工、改善劳动条件、三废处理等方面，每本讲一个专题，内容少而精，便于机械工业的广大职工阅读参考。

在组织编写过程中，得到有关领导部门和编写单位的大力支持，对此我们表示感谢。欢迎广大读者对这些书多提宝贵意见。

前 言

应用流态自硬砂造型和制芯，是六十年代出现的一项铸造新工艺，是铸造生产上的一次重大变革。

我国工人阶级和铸造工作者，在毛主席革命路线指引下，高举“鞍钢宪法”的伟大旗帜，大搞技术革新和技术革命，结合我国具体情况，开展科学试验研究工作，在短短的几年内，在流态自硬砂的科学试验与生产实践方面都取得了迅速的进展。

在史无前例的无产阶级文化大革命运动中，我厂广大革命职工在党的领导下，狠批了刘少奇一类骗子所推行的“洋奴哲学”、“爬行主义”等反革命修正主义路线，坚持**独立自主，自力更生，艰苦奋斗，勤俭建国**的伟大方针，组织了以工人为主体的三结合试验小组，开展了群众性的流态自硬砂生产试验研究工作。

在沈阳铸造研究所等兄弟单位的帮助和参加下，我厂通过几年来的生产实践，不仅使流态自硬砂铸造能稳定地用于生产，而且初步建立了包括流态自硬砂的制备和旧砂湿法再生在内的一系列机械化生产流程。目前，流态自硬砂生产正处于不断提高、不断完善之中。

为了使流态自硬砂铸造这项新工艺，得到进一步的推广和发展，以适应社会主义革命和建设的需要，在沈阳市机电工业局组织和领导下，我们编写了《流态自硬砂的生产实践》这本书，供广大铸造工人及有关人员参考。

本书介绍了流态自硬砂原材料的选择及其配制，造型和

制芯工艺，合箱、浇注、落砂清理工艺，铸造工艺规程及典型件的工艺性分析，流态自硬砂的旧砂再生处理，流态自硬砂铸造缺陷及其防止措施和应用流态自硬砂生产铸铁件的基本生产实践等。

本书在编写过程中，承蒙沈阳铸造研究所等单位的大力支持与帮助，仅致以衷心的感谢！

由于时间仓促和我们水平所限，对国内各单位的经验了解不够，仅限于总结我厂的生产实践。又由于我们对流态自硬砂的认识还很肤浅，许多问题有待于进一步探讨，所以书中难免有不妥之处，请予以批评指正。

编 者

一九七四年八月

目 录

概述	1
第一章 流态自硬砂的原材料及其配制	4
一、流态自硬砂的原材料及性能要求	4
(一) 砂子	4
(二) 硬化剂	5
(三) 粘结剂	7
(四) 发泡剂	9
二、流态自硬砂的配制及工艺性能的控制	12
(一) 流态自硬砂的配方及配制工艺	12
(二) 流态自硬砂的工艺性能及其控制	14
(三) 流态自硬砂的工艺性能及原材料性能的测定	19
(四) 流态自硬砂的混砂设备	23
第二章 造型和制芯工艺	34
一、流态自硬砂模型、芯盒的特点	34
(一) 结构	34
(二) 表面质量	36
(三) 起、敲模装置	36
(四) 铸造圆角	36
(五) 芯盒填砂方向的选择	36
二、防粘模方法	36
(一) 粘模原因	36
(二) 防粘模方法	37
三、主要工艺装备的特点	41
(一) 砂箱	41
(二) 芯铁	41

(三) 砂芯的放置方法	41
四、造型与制芯的工艺过程	41
(一) 常用的造型、制芯的方法	41
(二) 浇冒口系统的设置	43
(三) 通气方式	43
五、起模	44
六、型、芯的修补	44
七、涂料	45
八、型、芯烘干工艺	47
第三章 合箱、浇注及落砂清理工艺	48
一、合箱工艺与操作	48
二、浇注工艺和操作	48
三、落砂、清理工艺	49
第四章 铸造工艺规程及典型件的工艺性分析	51
一、铸造工艺规程的编制	51
(一) 铸件结构的工艺性分析	51
(二) 铸型浇注位置的选择	52
(三) 铸型分型面的选择	52
二、工艺参数的选择	52
(一) 铸造收缩率	52
(二) 铸件的加工余量	53
(三) 拔模斜度	53
(四) 工艺补正量和保证余量	54
(五) 分型负数	55
(六) 流态自硬砂的芯头间隙	56
三、浇冒口系统及冷铁	57
(一) 浇注系统的特点	57
(二) 冒口的设置	58
(三) 冷铁	59

四、典型件的工艺分析实例	59
第五章 流态自硬砂的旧砂再生处理	69
一、流态自硬砂旧砂再生处理工艺	69
(一) 旧砂再生处理的工艺方法	69
(二) 旧砂再生处理的工艺过程	73
二、流态自硬砂旧砂再生处理系统中的主要设备	73
(一) 水力提升装置	73
(二) 砂再生设备	78
(三) 再生砂的脱水设备	83
(四) 再生砂的烘干	86
(五) 污水处理	94
第六章 流态自硬砂的铸造缺陷及其防止措施	98
一、缩沉、缩孔产生的原因及其防止措施	98
二、粘砂产生的原因及其防止措施	100
三、夹砂产生的原因及其防止措施	102
四、气孔产生的原因及其防止措施	103
五、冲砂产生的原因及其防止措施	104

概 述

“流态自硬砂”就是在砂子中加入粘结剂、硬化剂、发泡剂和适量的水，经过搅拌使其均匀混合，配制成一种呈流动状态，并能自行硬化的造型混合料。

配制成的流态自硬砂直接灌入砂箱和芯盒里，就能自行充满砂型，经过短时间停放，而化学自硬成型，再经短时间的烘干（或者自然停放不经烘干）。因此，流态自硬砂的出现，就改变了几千年来铸造生产中传统的铲砂和捣实的造型方法，大大降低了劳动强度、减少了粉尘、改善了劳动条件、提高了生产效率，改变了铸造生产的落后面貌，推动了铸造生产技术水平不断向前发展。

遵照毛主席关于“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”的伟大教导，在史无前例的无产阶级文化大革命中，我国铸造行业的广大工人、革命干部和技术人员，在毛主席关于“独立自主，自力更生”的伟大方针指引下，粉碎了帝、修、反的技术封锁，以无穷的智慧和力量，仅用了两年左右的时间，就试验成功了流态自硬砂，迅速掌握了这项二十世纪六十年代刚刚出现的铸造新工艺。在流态自硬砂的试验研究与生产实践中，我国工人阶级还结合我国具体条件，经过实践、认识、再实践、再认识这样多次反复的过程，创造性地发展了水玻璃系流态自硬砂的硬化剂。特别是发现了用赤坭做硬化剂，为流态自硬砂在铸造生产上的广泛应用开创了一条新路。

流态自硬砂铸造不仅能广泛地应用于铸铁、铸钢，而且还可应用于铝合金和铜合金的铸造生产。

1. 流态自硬砂的优越性

流态自硬砂铸造与传统的造型方法相比，具有能流动填充砂箱与芯盒，并化学自硬成型的特点。因此，应用流态自硬砂生产铸件具有下列的优越性：

（1）混好的流态自硬砂可直接灌注砂箱和芯盒内，过一段时间就自行硬化成型。因此，消除了铲砂、捣实的过程，从而大大减轻了工人的劳动强度。

（2）流态自硬砂铸造为湿法作业，消除了粉尘危害，改善了劳动条件。

（3）对大、中型铸造，尤其是较复杂的铸件的造型、制芯，可大大提高生产效率，缩短生产周期。

（4）因砂型和型芯能自行硬化成型，因此，可减少或取消烘干设备；即使需要烘烤也可降低烘干温度和缩短烘干时间。

（5）能简化工艺装备，如简化芯骨结构，不需要挂砂钩，不需要绑网子，一般来说也不需要插钉子等，既简化了操作又降低了材料消耗。

（6）流态自硬砂的型、芯变形小，模型与芯盒不易损坏，所以铸件形状和尺寸较准确、棱角清晰。因而，提高了铸件质量。

（7）流态自硬砂生产周期短，对于单件、小批，中、大型铸件便于组织机械化流水生产。

（8）流态自硬砂的旧砂，经再生处理可以回用，原材料来源广泛，便于组织生产。

综上所述，流态自硬砂铸造有它突出的一些优点，但这

一新工艺在发展中也存在一些问题，如对模型和芯盒的要求高，生产准备工作量大；易粘模而影响铸件表面质量；缩沉、气孔等铸造缺陷较为严重；型、芯表面尚需烘烤；旧砂再生回用比较复杂；对小型铸件及一次性单件生产的铸件不宜应用等。这些都说明应用流态自硬砂铸造也有其局限性和不足之处，需继续实验改进。

2. 目前流态自硬砂铸造生产的动态

由于流态自硬砂铸造具有上述一些优越性，所以在国内外近十余年来都得到了迅速的发展，应用范围在逐年扩大，生产规模和生产量在逐年增长。

我国广大铸造工人和技术人员，在毛泽东思想光辉指引下，为掌握这项新技术做了深入细致的实验研究工作。目前，流态自硬砂铸造生产在我国正处于不断扩大其应用、不断巩固和提高的阶段。广大铸造工人和技术人员，为寻找新的快干涂料溶剂，解决型、芯不需要烘干的问题，应用机械震实措施，解决铸件缩沉缺陷的问题，和寻找更为理想的粘结剂和发泡剂材料等方面，正在努力地进行试验和探索。同时，在巩固现有流态自硬砂铸造生产的基础上，为进一步发展和扩大其应用，正在组织流态自硬砂铸造机械化生产流水线。

第一章 流态自硬砂的原材料 及其配制

一、流态自硬砂的原材料及性能要求

流态自硬砂是由砂子、硬化剂、粘结剂、发泡剂、水及其它辅助材料组成的。原材料的性能、质量、数量及它们之间的相互作用，决定了流态自硬砂的性能。

(一) 砂子

流态自硬砂对砂子没有特殊的要求。目前，根据各地区砂子的自然资源情况，应用于流态自硬砂的砂子种类很多。一般来说，砂子粒度粗一些、形状略圆一些，其表面积小，可相应减少粘结剂及发泡剂的用量，使配制出来的流态自硬砂的流动性、透气性、耐火度等工艺性能较好。铸铁件采用的砂子要求二氧化硅含量大于80%；含泥量小于2%；砂子粒度一般从20/40到50/100，视具体产品而选定。

目前生产中采用的砂子，其中一部分是新砂，而大部分是经湿法再生处理后的旧砂（以下简称再生砂）。因此，再生砂的粒度、二氧化硅含量、含泥量、水分等，直接影响流态自硬砂的性能。此外再生砂的碱度及温度也影响流态自硬砂的性能。一般再生砂的碱度为0.2~0.25%，配制时砂子的温度最好不超过40℃（冬季可稍高些）。

目前流态自硬砂铸造生产中所用砂子（系沈阳地区）的种类及性能见表1。

表 1 原砂的种类及其性能

性能 砂名	化 学 成 分 (%)					性 能			
	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	烧结点 (°C)	含泥量 (%)	粒度	砂粒 形状
盖 县 砂	>80	<4	<10	<3	<1	>1250	<1	30/50	多角形
龙 口 砂	>80	<3	<7	<4	<1	>1300	<2	20/40	多角形
大 罕 砂	>80	<2	<5	<0.5	<0.5	>1300	<2	40/70 50/100	圆形

(二) 硬化剂

在流态自硬砂中加了硬化剂, 能促使粘结剂水玻璃加快硬化获得干强度, 因此能使流态自硬砂型、芯迅速自硬成型。流态自硬砂的自硬性能及强度的好坏, 与所选用的硬化剂有密切的关系。曾试验过用电炉炉渣、水泥、硅铁粉、赤坭等材料做硬化剂, 实践证明结合我国资源条件, 选用赤坭做硬化剂效果较好, 目前我国流态自硬砂生产中已被广泛地应用。

赤坭是铝矿石提炼氧化铝后的残渣, 经 800~850°C 焙烧处理后, 再用球磨机粉碎成粉末, 因呈红色, 所以称为赤坭。

1. 赤坭的物理和化学性能

比重	2.7~2.9
水分	不大于 0.8 %
粒度	95% 通过 140 号筛
硬化时间	15~30 分钟
熔点	1200~1250°C

2. 赤坭的化学成分

二氧化硅 (SiO ₂)	22~30 %
氧化钙 (CaO)	40~50 %

三氧化二铝 (Al_2O_3)	5~10%
三氧化二铁 (Fe_2O_3)	4~10%
二氧化钛 (TiO_2)	1~8%
氧化钠 (Na_2O)	1~4%
二氧化碳 (CO_2)	1~5%
水分 (H_2O)	3~10%

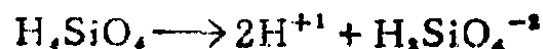
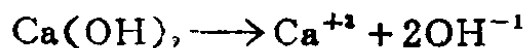
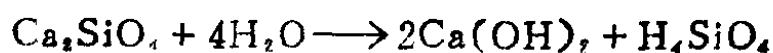
3. 赤坭的矿物组成

β 型硅酸二钙 ($\beta - 2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$)	50~60%
含水硅铝酸三钙 ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{XSiO}_2 \cdot \text{YH}_2\text{O}$)	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%

4. 赤坭和水玻璃的反应

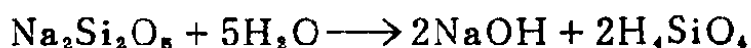
流态自硬砂与其它造型材料显著的不同，就在于它具有自身硬化的工艺特性。流态自硬砂能够自硬，主要是由于赤坭中的主要组成 β 型硅酸二钙与水玻璃中的硅酸钠发生物理化学反应，生成水化硅酸钙（即低碱度托勃莫来石）结晶的结果。硬化过程反应如下：

(1) β 型硅酸二钙水解



赤坭中的 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) 赤坭和水玻璃的反应



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

根据上述硬化反应过程,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,即加速硬化过程。因此,在流态自硬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,都能加速硬化过程的进行。

硬化反应在一定范围内,随着气温而变化,温度增高或降低,将影响硬化反应过程加快或减慢进行。因此,随着气温的变化适当地控制原砂及液体料的适宜工作温度,即可控制流态自硬砂的硬化速度,保证正常生产所要求的硬化工艺性能。

(三) 粘结剂

用于流态自硬砂的粘结剂,有水玻璃、矾土水泥等。目前生产中应用最广的粘结剂是水玻璃。

水玻璃是将石英砂和纯碱(Na_2CO_3)按一定比例混合后,

送入反射炉中，经高温（约1400℃）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，就叫做水玻璃。

由于流态自硬砂的广泛应用，对水玻璃的用量大幅度增加，为减少纯碱的消耗，经研究已成功地采用芒硝(Na_2SO_4)来代替纯碱制造水玻璃，这就为流态自硬砂的广泛应用，解决了水玻璃制造中原材料的来源问题。

在生产中水玻璃的模数和比重是衡量水玻璃性能的主要指标。

1. 水玻璃的模数

制造水玻璃所用的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：

$$\text{模数}(M) = \frac{\text{SiO}_2\%}{\text{Na}_2\text{O}\%} \times 1.033$$

制造水玻璃时，纯碱加入量不同，可生产出不同模数的水玻璃，用不同模数的水玻璃配制的流态自硬砂其工艺性能也不同。模数高的水玻璃中硅胶的含量多些，容易胶凝，硬化速度较快。但是，高模数的水玻璃，相应地硅酸钠含量少些，因而使流态自硬砂强度差些。相反地，采用低模数水玻璃时，使流态自硬砂硬化速度较慢，但最终强度较好。因此，生产中采用适宜模数的水玻璃，当加入量适当时，能使流态自硬砂获得良好的综合性能。目前，生产中广泛采用模数在2.2~2.6之间的水玻璃做粘结剂。

根据生产的具体要求，可以自行调整水玻璃模数。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。生产中还经常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。

2. 水玻璃的比重

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（即波美度）增大，粘度过大影响混砂和型砂的流动性。根据生产实践，配制流态自硬砂用的水玻璃，一般比重取 1.45~1.56 之间为宜。

（四）发泡剂

发泡剂是一种表面活性物质，溶于水中，能够降低水溶液的表面张力，使水溶液更容易润湿砂粒表面。曾对流态自硬砂的组织结构进行显微观察，含有发泡剂的水溶液加入混合料中并经充分搅拌，易被打散而形成大量气泡，这些气泡起初小而密集地分散于砂粒之间，犹如滚珠一般，使砂粒悬浮，从而改变了原来砂粒间的磨擦性质，使相互之间易于滑动；又因表面活性物质水解后，使其上带有的电荷按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，大大削弱了砂粒之间聚合力，也提高了砂粒间的流动性。由于发泡剂具有以上的作用，所以能使流态自硬砂在水分含量较低的情况下形成流动状态。

1. 流态自硬砂对发泡剂的要求

- （1）发泡能力强，发泡快、泡沫多、细密又均匀。
- （2）灌注型芯后，在短时间内表里同时消泡，并使砂粒自动下沉紧实。
- （3）对水玻璃硬化过程不起阻止和破坏作用。
- （4）无毒、无臭味、无刺激性，性能稳定受气温影响少。