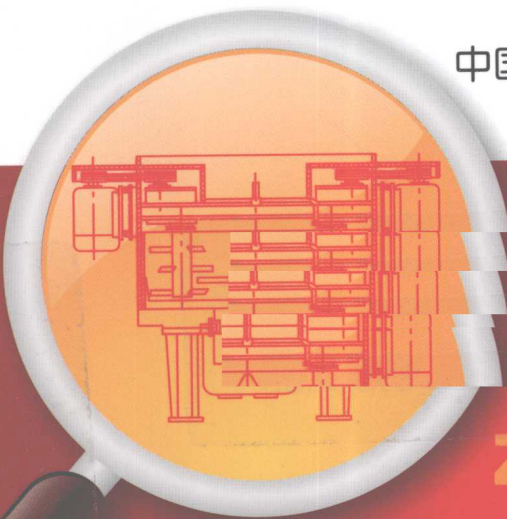


铸造工人学技术必读丛书

造型材料 及砂处理

中国铸造协会◎组织编写

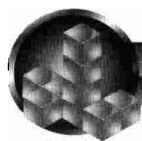
蔡震升◎编著



ZAOXING
CAILIAO
JI SHACHULI



化学工业出版社



铸造工人学技术必读丛书

造型材料 及砂处理

中国铸造协会◎组织编写

蔡震升◎编著



化学工业出版社

·北京·

本书是《铸造工人学技术必读丛书》之一。书中主要介绍了铸造用黏土砂、水玻璃砂、黏结剂、涂料等的配置、性能参数、适用范围、典型应用,以及砂处理操作。用浅显的文字,通俗的语言,结合应用案例,使读者学习基本知识的同时,获得解决实际问题的途径。

本书是作者多年从事铸造方向教学、研究和实践工作经验的总结,可作为铸造技术人员、工人培训和自学用书,也可作为职业院校铸造相关专业的教材。

图书在版编目(CIP)数据

造型材料及砂处理/蔡震升编著. —北京:化学工业出版社, 2010.3
(铸造工人学技术必读丛书)
ISBN 978-7-122-07662-5

I. 造… II. 蔡… III. ①铸造-造型材料②砂型铸造
IV. ①TG221②TG242

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 014439 号

责任编辑:刘丽宏

文字编辑:咎景岩

责任校对:宋 夏

装帧设计:刘丽华

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:化学工业出版社印刷厂

850mm×1168mm 1/32 印张7 字数178千字

2010年4月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686)

售后服务:010-64518899

网 址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:25.00元

版权所有 违者必究

《铸造工人学技术必读丛书》编委会

主 任：张立波

副主任：姜不居 温 平 吕志刚

委 员：张立波 姜不居 温 平 吕志刚
芮争家 胡汉起 李双寿 蔡震升
林家骝 荣丽辉 高 岩

序

铸造是制造业的基础，也是国民经济的基础产业，各行各业都离不开铸件。近年来，随着国民经济的高速发展，我国铸造业也迅猛发展，各类铸件的产量持续增长，截止到 2008 年底铸件总产量已连续 9 年稳居世界首位。众所周知，我国是一个铸造大国，但远不是一个铸造强国，与当前各工业发达国家相比，我国铸造业在工艺技术水平、生产管理水平、装备水平、产品技术含量（附加值）、平均生产规模、铸件生产效率、各项经济指标、设备利用率、能耗、环境治理和从业人员培训等方面仍存在较大差距。有鉴于此，中国铸造协会特组织编写行业系列图书，旨在提高从业人员素质，致力于中国铸造业的发展与振兴。

高效传播实用知识和技能是中国铸造协会的重要职责。《铸造工人学技术必读丛书》（以下简称《丛书》）就是为了满足广大铸造从业人员的需求，特别是生产一线工人和初学者的强烈要求而编辑出版的，希望能够得到读者的厚爱。《丛书》共分 6 册：

- | | |
|----------------|------------|
| 《铸铁及其熔炼技术》 | 芮争家 编著 |
| 《铸钢及其熔炼技术》 | 胡汉起 编著 |
| 《铸造有色金属及其熔炼技术》 | 李双寿 唐靖林 编著 |
| 《造型材料及砂处理》 | 蔡震升 编著 |
| 《造型制芯及工艺基础》 | 林家骝 编著 |
| 《特种铸造》 | 姜不居 编著 |

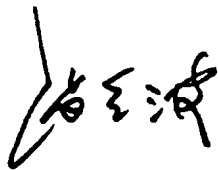
《丛书》从基础写起，内容简明、通俗易懂，紧密联系生产实际应用，力求使读者通过学习，短期内迅速掌握铸造的基本知识和应用技能，从而达到快速上岗和熟练操作的目的。

《丛书》既可作为工人培训用书和自学教材，也可作为职业院校等学校铸造专业的教材。

《丛书》中各分册由主编统稿，由黄惠松、胡汉起、曾大本、蔡震升、姜不居、吕志刚等专家进行了主审。

《丛书》的编写得到了有关专家的大力支持和帮助，在此一并感谢！

中国铸造协会执行副理事长兼秘书长

A stylized handwritten signature in black ink, likely belonging to Huang Huisong, the Vice Chairman and Secretary General of the China Foundry Association.

前 言

为了生产出高质量的铸件精品，造型材料是最重要的影响因素之一。可以说没有好的造型材料就不可能生产出好的铸件。同时铸造工艺的变革和进步往往都是由造型材料的发展引起的。铸造企业的经济效益和节能环保也和造型材料直接相关。因此造型材料及砂处理技术在铸造技术中占有非常重要的地位。

本书是《铸造工人学技术必读丛书》之一。书中从对型（芯）砂的性能要求讲起，着重介绍原材料（原砂、黏结剂、附加物等）的性能和质量要求，型（芯）砂和涂料的配方、配制方法和设备，型（芯）砂的性能控制及改善性能的途径。书中全面系统地介绍了造型材料方面的基础知识和应用技术，使读者一方面对造型材料有一个全貌的了解，同时还能掌握具体的应用技术，解决生产实际问题。

对初学者来说，学习造型材料，除了了解某一材料的具体知识以外，更重要的是掌握学习方法和要求。随着时间的推移，科技的进步，不断会有新的材料涌现出来。不论什么新材料，凡是造型用的原材料，都应掌握它的化学成分、物理状态、理化性能及衡量质量好坏的技术指标，以便选用。凡是新出现的型（芯）砂，都应了解它的配方、配制方法、性能特点、优缺点和应用范围。掌握了这样的方法和要求，不管遇到什么新的材料，都可以用同样的思路去学习和掌握。

学习本书需要一些物理、化学等方面的基础知识。初学者可根据需要参阅相关的物理教科书和化学教科书。建议带着造型材料中

遇到的问题去重点学习，可收到事半功倍的效果。

在本书编写过程中，得到了中国铸造协会有关专家的有关指导与大力支持，谨致衷心感谢！

由于编者水平所限，书中难免存在不当之处，殷切期望广大读者批评指正。

编著者

目 录

第 1 章 绪 论

1.1 造型材料对铸件质量的影响	1
1.2 型(芯)砂的基本组成和造型原材料分类	2
1.3 型(芯)砂的分类	3

第 2 章 型(芯)砂的性能及检测方法

2.1 强度	5
2.2 透气性	8
2.3 流动性	9
2.4 可塑性和韧性	11
2.5 发气性	12
2.6 退让性(容让性)	12
2.7 溃散性(出砂性)	13

第 3 章 铸造用原砂

3.1 硅砂(石英砂)	14
3.2 特种砂(非石英质砂)	20
3.2.1 石灰石砂	21
3.2.2 锆砂	22
3.2.3 镁砂	23
3.2.4 镁橄榄石砂	23
3.2.5 铬铁矿砂	24
3.2.6 刚玉砂	25
3.2.7 铝矾土砂	25

3.2.8 碳质砂 (石墨和焦炭)	26
-------------------------	----

第4章 黏土型砂

4.1 概述	27
4.2 黏土	28
4.2.1 铸造用黏土	29
4.2.2 铸造用膨润土	31
4.3 黏土砂用附加原材料	37
4.3.1 煤粉	37
4.3.2 重油和渣油	39
4.3.3 淀粉和糊精	39
4.4 黏土湿型砂的配制和性能控制	40
4.4.1 铸铁件湿型砂特点、配方和性能	41
4.4.2 铸钢件湿型砂特点、配方和性能	42
4.4.3 有色合金铸件用湿型砂特点、配方和性能	44
4.4.4 高密度造型用黏土湿型砂特点、配方和性能	45
4.4.5 黏土湿型砂性能控制	46
4.5 黏土表面干型砂	51
4.5.1 黏土表面干型砂的应用	51
4.5.2 黏土表面干型砂的特点、配方和性能	52
4.5.3 表面干型的铸造工艺特点	53
4.6 黏土砂制备工艺及设备	53
4.6.1 黏土砂制备工艺流程	53
4.6.2 旧砂回用设备	54
4.6.3 黏土砂混砂机 and 混砂工艺	58
4.6.4 松砂设备	64
4.6.5 湿型砂制备过程的检测与调节	65

第5章 水玻璃砂

5.1 概述	68
--------------	----

5.2	水玻璃	69
5.2.1	水玻璃的制造方法	69
5.2.2	水玻璃的模数	70
5.2.3	水玻璃的浓度	71
5.3	吹 CO_2 气硬化水玻璃砂	72
5.3.1	吹 CO_2 气硬化水玻璃砂的硬化原理	72
5.3.2	吹 CO_2 气硬化水玻璃砂的配制和性能特点	72
5.3.3	吹 CO_2 气硬化的方法	75
5.3.4	吹 CO_2 气硬化水玻璃砂存在的问题和解决方法	76
5.4	水玻璃砂的其他硬化方法	80
5.4.1	真空置换硬化 (VRH) 法	80
5.4.2	烘干硬化方法	81
5.4.3	微波加热硬化	82
5.5	水玻璃自硬砂	83
5.5.1	水玻璃砂用固化剂——有机酯	83
5.5.2	有机酯水玻璃自硬砂的优点和硬化原理	84
5.5.3	有机酯水玻璃自硬砂的配制	85
5.5.4	有机酯水玻璃自硬砂的性能特点	87
5.6	水玻璃砂的制备工艺及设备	89
5.6.1	水玻璃砂混砂工艺特点	89
5.6.2	混制水玻璃砂用混砂机	90
5.6.3	水玻璃旧砂再生方法和设备	92

第6章 有机黏结剂型 (芯) 砂

6.1	概述	96
6.2	油砂	97
6.2.1	植物油砂	97
6.2.2	合脂油砂	100
6.3	酚醛树脂覆膜砂	103
6.3.1	酚醛树脂覆膜砂的特点和应用范围	103

6.3.2	酚醛树脂覆膜砂的制备	104
6.3.3	酚醛树脂覆膜砂的制型(芯)工艺	108
6.4	热芯盒树脂砂	111
6.4.1	热芯盒树脂砂的特点和应用范围	111
6.4.2	热芯盒树脂砂用原材料	112
6.4.3	热芯盒树脂砂的配方和混制	114
6.4.4	热芯盒树脂砂的制芯工艺	116
6.5	吹气硬化冷芯盒树脂砂	118
6.5.1	三乙胺法	119
6.5.2	吹 CO ₂ 气硬化碱性酚醛树脂砂法	121
6.5.3	甲酸甲酯气体硬化碱性酚醛树脂砂法	123
6.6	呋喃树脂自硬砂	125
6.6.1	呋喃树脂自硬砂的优缺点	125
6.6.2	呋喃树脂自硬砂对原砂质量的要求	126
6.6.3	呋喃树脂自硬砂用树脂	127
6.6.4	呋喃树脂自硬砂用催化剂	129
6.6.5	呋喃树脂自硬砂用添加剂	130
6.6.6	呋喃树脂自硬砂的配方及配制方法	130
6.6.7	呋喃树脂自硬砂的硬化特性	132
6.6.8	呋喃树脂自硬砂的性能特点	135
6.6.9	呋喃树脂自硬砂造型(芯)工艺特点	136
6.7	其他树脂自硬砂	137
6.7.1	酚醛尿烷树脂自硬砂	137
6.7.2	酯硬化碱性酚醛树脂自硬砂	139
6.8	树脂砂制备工艺及设备	142
6.8.1	树脂砂混砂工艺特点	142
6.8.2	树脂砂旧砂再生方法和设备	142
6.8.3	树脂砂混砂机	148

第7章 涂 料

7.1	涂料的作用、组成和分类	151
-----	-------------------	-----

7.1.1	涂料的作用	151
7.1.2	涂料的组成	153
7.1.3	涂料的分类	153
7.2	对涂料性能的基本要求及检测方法	154
7.2.1	涂料的物理化学性能	155
7.2.2	涂料的工艺性能	159
7.2.3	涂料的工作性能	161
7.3	配制涂料用的原材料	164
7.3.1	耐火填料	164
7.3.2	液体载体	169
7.3.3	悬浮剂	171
7.3.4	黏结剂	174
7.3.5	附加物(助剂)	180
7.4	常用涂料典型配方	181
7.4.1	各种水基涂料	181
7.4.2	各种醇基涂料	189
7.5	涂料的制备方法和涂覆方法	194
7.5.1	涂料的制备方法和设备	194
7.5.2	涂料的涂覆方法和设备	201

参 考 文 献

第 1 章 绪 论

制作铸型和型芯所用的材料叫做造型材料。铸造生产中使用的铸型有砂型、金属型、石墨型、石膏型等，其中最广泛应用的是砂型，砂型铸造所生产的铸件产量约占铸件总产量的 80% 以上。砂型所用的材料是以砂粒为主要颗粒骨干，最常用的是石英砂。砂型通常只能使用一次，故又称一次型。本书主要讨论制作砂型及型芯所用的材料。在铸造行业里，一般说到造型材料也是指砂型铸造用的造型材料。

1.1 造型材料对铸件质量的影响

造型材料对又好又快地生产铸件起着重要作用。砂型铸造中铸件的废品约有 50% 与造型材料的质量和是否使用得当有关，如常见的砂眼、气孔、夹砂、粘砂、裂纹等铸件缺陷都和造型材料有关。造型材料对生产效率、劳动强度、劳动条件和生产成本都有直接的影响。据统计，铸造生产中混砂、造型、造芯、合箱、落砂、清理等工序的劳动量约占生产 1t 合格铸件所需劳动量的 70% ~ 80%，而这些工序的劳动量和造型材料的性能有密切关系。如果型砂容易舂实，起模、合箱时不易损坏，浇注后铸件容易清理等，就可以大大降低劳动量、提高生产效率、改善劳动条件。特别值得重视的是造型材料的创新，常常伴随着整个铸造工艺的变革，使产品质量和车间面貌带来巨大的变化。如采用树脂自硬砂代替原先的黏土干型砂，使得砂型不烘干就可进行浇注，就可免除砂型和砂芯装

窑、烘干、出窑等工序，大大缩短生产周期，提高生产率，节约燃料和电力的消耗。同时铸件质量也得到了明显地提高，铸件废品率降低了，铸件尺寸精度、表面光洁度和表面清晰度都提高了。

造型材料和环境污染有密切关系。据统计，每吨铸件需消耗1t新砂，全国每年消耗新砂在2000万吨以上。同时将排出大量的旧砂，如不能对旧砂进行处理利用，必然对环境带来严重污染。造型材料对铸造车间清洁化生产也起着决定性作用，铸造车间的粉尘、有害气体和黑色污染大多来自于造型材料。所以必须采用少污染和无污染的先进造型材料，下大力气开发铸造新技术，不断降低能耗、节约资源，逐步达到“清洁生产”和“绿色铸造”的目标。

1.2 型（芯）砂的基本组成和造型原材料分类

型（芯）砂是由颗粒骨干材料、黏结材料和附加材料，按一定的配比和一定的混制工艺制备而成的混合料，其结构如图1-1所示。松散的砂粒是型砂的骨干，约占混合料重量的80%~98%。

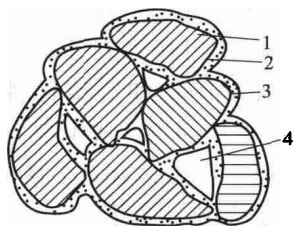


图 1-1 型砂结构示意图

- 1—原砂砂粒；2—黏结剂；
3—附加物；4—微孔（孔隙）

但是，砂粒本身不具有黏结能力，不可能相互黏结起来，因此要加入黏结剂，黏结剂夹杂着附加物以薄膜的形式包围在砂粒表面，像胶一样把松散的砂粒黏结在一起。在紧实后，砂粒之间彼此接近，依靠黏结剂薄膜的黏结能力使型砂形成一个整体，成为具有一定强度和一定塑性的砂型。附加物的加入是为了改善型（芯）砂的某些性能。砂粒之间留有空隙，浇注时

气体可以通过这些空隙逸出型外，使砂型具有透气能力，所以型（芯）砂是一种具有多孔隙体系的材料。通常将混制以前的材料称

为造型原材料,造型原材料大多外购。混制以后的型(芯)砂称为造型混合料。型砂和芯砂有时常常统称为型砂。

造型原材料种类繁多,目前使用的不下数十种,随着科技的发展和生产的需要,所用的原材料还会越来越多。按照它们在型(芯)砂中的作用不同,分类如下。

(1) 颗粒骨干材料 一般是耐火度高、化学惰性大的各种耐火材料。如硅砂(石英砂)、石灰石砂、锆砂、镁砂、橄榄石砂、铬铁矿砂、刚玉砂、铝矾土砂等。其中以硅砂用得最多。

(2) 黏结材料 它们是各种各样天然的或人工合成的胶黏剂。如黏土、膨润土、水玻璃、水泥、硅溶胶、桐油、合脂油、渣油、酚醛树脂、呋喃树脂、聚乙烯醇等。

(3) 附加材料 为了改善型(芯)砂的某些性能,例如透气性、抗粘砂性、退让性、出砂性等而加入的材料。如煤粉、重油、氧化铁粉、木屑等。此外为了提高型(芯)砂强度和韧性,也加些附加材料,如糖浆、纸浆废液、糊精、淀粉、硅烷等。

1.3 型(芯)砂的分类

按照所用黏结剂不同可将型(芯)砂分为三大类,黏土型(芯)砂、无机黏结剂型(芯)砂和有机黏结剂型(芯)砂(见图1-2)。

在这些型(芯)砂中,用得最多的是黏土型(芯)砂,用它生产的铸件大约占所用砂型生产铸件的60%~70%。黏土型(芯)砂由于来源广泛、价格低廉、便于反复使用,所以自古以来就是铸造生产中最主要的砂种。近年来,虽然使用水玻璃型(芯)砂和树脂型(芯)砂的越来越多,但黏土湿型砂仍然是不可替代的主要砂种,在铸造生产中占有重要的地位。黏土湿型砂一般用来生产300~500kg以下的小铸件,在汽车、拖拉机、机床、轻工纺织机械等行业中得到广泛的利用。黏土表面干型砂则用得越来越少,有

被淘汰的趋势。

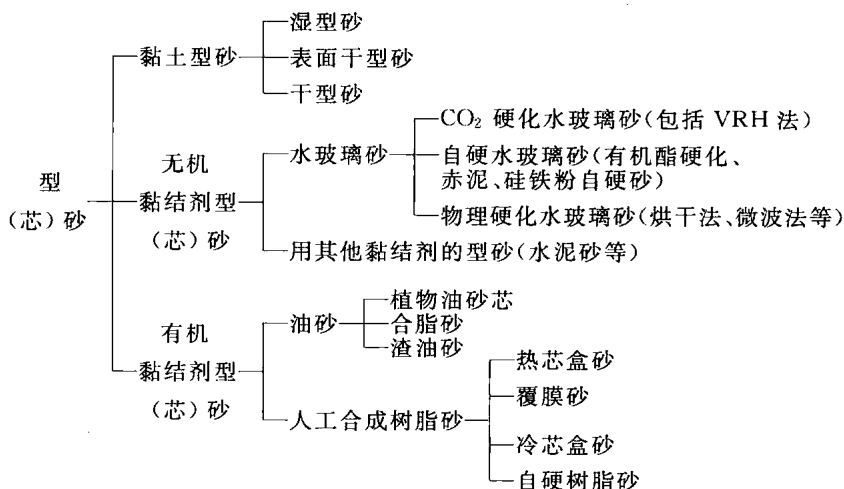


图 1-2 型（芯）砂分类

在无机黏结剂型（芯）砂中，用得最多的是水玻璃砂，它是生产铸钢件的主要砂种。最早采用的是吹 CO_2 气体硬化工艺，近年来逐步推广使用有机酯水玻璃自硬砂，较好地解决了水玻璃砂溃散性差的问题，所以在生产铸钢件的工厂中得到了越来越广泛的应用。

在有机黏结剂型（芯）砂中，20 世纪 50 年代以前大多采用桐油、亚麻油等天然植物油来制作形状复杂、断面细小的复杂芯子。近年来各种人工合成树脂黏结剂型（芯）砂用得越来越多，不仅用于造芯，也用于造型。树脂砂已和黏土湿型砂、水玻璃砂并列成为应用最广泛的三大砂种。