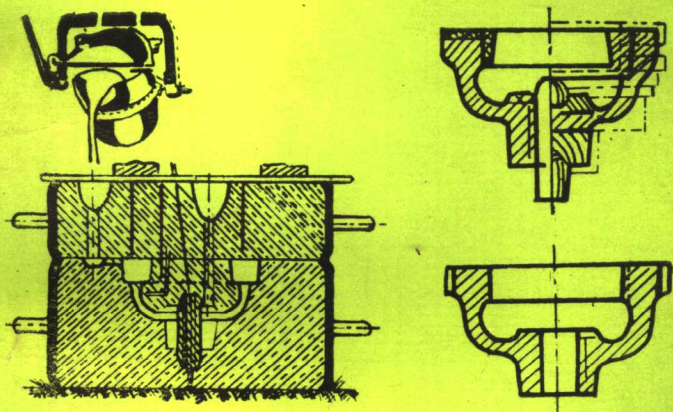


工人技术 教育读本

铸 工

上海市第一机电工业局《读本》编审委员会编



机械工业出版社

铸 工

(修订本)

上海市第一机电工业局《读本》编审委员会 编

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄大街24号)

(北京图书刊出物登记证出字第111号)

中国农业机械出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

· 铸 · 工 · 读 本 ·

开本787×1092 1/32·印张133/8·字数295千字

1973年12月北京第一版

1985年10月北京第二版·1985年10月北京第六次印刷

印数498,001-547,000·定价2.10元

•

统一书号: 15033.4189

修 订 说 明

一九七二年，我局组织编写了一套《工人技术教育读本》（简称《读本》）。《读本》的出版，给具有初中文化程度、进厂三至五年的青年工人提供一套自学用书，以后又分别被选作技工学校、在职青工短训班和职工学校的教科书。据统计，这套《读本》已累计发行了一千四百余万册，为普及初级技术教育起了积极的推动作用。

党的十二大提出的开创社会主义建设新局面和发展国民经济宏伟目标，要求机械工业用先进的技术装备武装国民经济各部门。为了完成这一任务，必须培养和造就一支具有社会主义觉悟和较高文化水平的工人队伍，才能适应机械工业上质量，上品种，上水平，提高经济效益的要求。要提高工人队伍的素质，就必须在加强思想政治建设的同时，注重提高工人文化技术水平，才能掌握先进的技术，先进的工艺，生产出先进的产品。

在新的形势下，广大读者迫切要求再版和重印这套书。但考虑到这套《读本》出版已多年，随着科学技术的发展，新材料、新技术、新设备、新工艺的日新月异，因此原《读本》的某些技术内容已陈旧过时，有必要作一次全面的修订。为此，我们从一九八二年十月起开始组织修订工作。

为了保持和发扬这套《读本》文字精练，通俗易懂，结合实例，学以致用，做到承前启后。因此，除邀请原《读本》的部分原编者参加编写外，还增选从事职工教育的教师和工

程技术人员参加《读本》的修订和审稿工作，对原《读本》存在的不足之处，作了较大的修订和补充。经过修订后，除《机电数学》不再出版外，还增编了《焊工》和《机械制图习题集》。现在出版的技术基础读本有：《机械基础》、《机械制图》、《机械制图习题集》；专业读本有：《车工》、《钳工》、《刨工》、《铣工》、《磨工》、《电工》、《焊工》、《铸工》、《锻工》、《热处理工》共十三本。

我们希望经过修订后的这套《读本》，力求做到：篇幅适宜，内容实用，文理通顺，公式准确，图稿清晰。并通过典型零件的剖析和小改小革方法的启示，帮助读者掌握基本的操作技能和提高解决生产中实际问题的能力。为了帮助读者巩固和加深对课文内容的理解，每章后附有复习题，全书后面还附有参考试题。

这套《读本》可作为技术工人短期培训教材及青工自学用书，也可作为技工学校教学参考用书。

在修订过程中，得到了各承担单位及原编者的大力支持，以及全体编审人员的共同努力，修订工作已告顺利完成，在此表示衷心感谢。但是，由于编写时间仓促，调查研究，搜集资料还做得不够，加上编审人员水平有限，在内容上可能还存在不够确切、完整、甚至错误的地方，热诚地欢迎广大读者提出批评意见。

上海市第一机电工业局
《工人技术教育读本》编审委员会
一九八四年五月

目 录

第一章 造型材料及其配制	1
第一节 型砂性能要求	1
第二节 型砂原材料	3
第三节 粘土砂	19
第四节 水玻璃砂	26
第五节 呋喃树脂砂	31
第六节 涂料	39
第七节 型砂制备	43
复习题	57
第二章 砂型制造	59
第一节 实样模砂箱造型	59
第二节 地面造型	86
第三节 刮板造型	93
第四节 泥芯制造	106
第五节 砂型烘干	126
第六节 配箱	135
第七节 造型工安全操作须知	143
第八节 铸造工艺规程	145
第九节 机器造型	154
复习题	172
第三章 铸造合金及其熔炼	177
第一节 铸铁的种类、牌号和性能	177
第二节 铸铁熔炼	190
第三节 铸钢及其熔炼	222

第四节 铸造有色合金及其熔炼	231
复习题	249
第四章 浇注、落砂和清理	252
第一节 浇注	252
第二节 铸件重量计算	262
第三节 砂型压重计算和紧固	266
第四节 落砂和清理	274
第五节 铸件缺陷修补	289
第六节 铸件热处理	291
复习题	294
第五章 浇口、冒口、冷铁和铸筋	297
第一节 铸件凝固	297
第二节 浇口	303
第三节 冒口	325
第四节 冷铁	344
第五节 铸筋	352
第六节 运用举例	354
复习题	369
第六章 铸件缺陷分析和检验	371
第一节 铸件缺陷分类	371
第二节 铸件缺陷产生原因和防止方法	371
第三节 铸件检验	403
复习题	411
参考试题	413

第一章 造型材料及其配制

造型材料是用来制造铸型和泥芯的材料。就其广义来说,它应包括制造砂型(一次型)、泥型(半永久型)和金属型(永久型)等所用的材料。目前,80~90%的铸件是用砂型铸造获得。本章只介绍用得最广泛的砂型所用的材料。

型砂(包括芯砂)对铸件质量、生产率、生产成本和工人的劳动条件都有着很大的影响。例如,铸件中的废品,由于型砂方面的原因而造成的要占半数以上。

第一节 型砂性能要求

型砂性能有些直接影响铸件的质量,例如强度、透气性、发气性、耐火度、退让性等。有些则主要影响生产率和劳动强度,例如流动性、可塑性、粘模性、保存性、吸湿性、出砂性和复用性等,下面分别进行阐述:

1. 强度 在外力作用下,型砂达到破坏时单位面积上所承受的力称为强度。砂型和泥芯在制造、搬运、合箱和浇注过程中要受到重力、震动和金属液的冲击等外力的作用,型砂的强度不好,则砂型易产生掉砂,甚至崩塌,使铸件造成砂眼等。

型砂因工作状况不同,其强度又可分成湿强度、干强度、表面强度和高温强度等。强度是型砂配制中要经常检测的性能,其单位为牛/厘米²。

2. 透气性 型砂能让气体透过逸出的能力称为透气性。

砂型在浇注过程中会产生大量的气体，例如型砂中水分受热由液态转为气态，其体积膨胀可达7000余倍；砂型内空气加热后其体积也可增加到原来的4~10倍。因此，型砂应具有良好的透气性，使浇铸过程中产生的气体顺利排出型外，否则可使铸件产生气孔，甚至产生金属液从浇冒口喷射出来，造成事故。透气性也是型砂配制中要经常检测的性能，其单位(厘米⁴/克·分)一般省去不写，只用数值表示。

3. 发气性 型砂受热时析出气体的性能称为发气性。型砂中如含有能燃烧的有机物质，发气量便会增加。型砂的发气性应尽可能低，否则铸件容易产生气孔等。

4. 耐火度 型砂抵抗高温金属液的作用而不被熔化、软化和烧结的能力称为耐火度。型砂的耐火度不高，型砂接触高温金属液时，砂子就会被熔化，粘结在铸件表面，形成粘砂。粘砂严重时，不但清理非常困难而且影响机械加工，有时甚至使铸件成为废品。

5. 退让性 在铸件凝固后的冷却收缩过程中，砂型的体积也能随之缩小的能力称为退让性。型砂的退让性不好，使铸件收缩时受到的阻力增大，容易产生裂纹和变形等。

6. 流动性 型砂在外力或本身重力的作用下相互移动的能力称为流动性。型砂的流动性良好，既能保证得到紧实度均匀、精确和光整的砂型和泥芯，又能使紧实型砂工作容易，劳动强度降低，生产率提高，并有利于机械化造型。

7. 可塑性 型砂在外力作用下变形，在外力消除后仍能保持改变后形状的能力称为可塑性。型砂的可塑性良好，可以制得轮廓清晰的砂型和泥芯。

8. 粘模性 型砂与模样表面粘附的性能称为粘模性。型砂粘模性大，造型时型砂容易粘附在模样上，增加了修型的工

作量,使生产率下降。同时型腔表面不光洁,容易造成铸件粘砂等。

9. 保存性 型砂配制后经过一定时间仍不失其原有性能的能力称为保存性。型砂的保存性差,会给型砂的存放和使用带来困难。

10. 吸湿性 型砂吸收水分的性能称为吸湿性。型砂吸湿性大会使烘干后的砂型和泥芯很快变潮,强度降低,发气量增加,在浇铸时产生大量气体,容易使铸件产生气孔等。

11. 出砂性 型砂在铸件冷凝后变得是否容易溃散而清除的性能称为出砂性(也称溃散性)。型砂出砂性差,将增加出砂的工作量,特别是具有细薄截面孔腔的铸件,清除泥芯就发生困难。

12. 复用性 型砂使用后能保持原有性能的能力称为复用性(也称耐用性)。复用性关系到铸件的成本和质量,复用性好的型砂在周转使用过程中,需要补充的新造型材料就可减少。

第二节 型砂原材料

型砂是由砂、粘结剂、附加物等按一定比例混制而成。它的结构如图 1-1 所示。砂粒是型砂的骨干;粘结剂一般以薄膜的形式覆盖在砂粒表面把砂粒粘结起来,使型砂具有强度等性能;附加物是用来改善型砂的某些性能;砂粒间的空隙使型砂具有透气性。这节分别介绍这些原

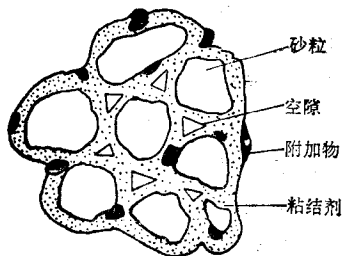


图 1-1 型砂的结构

材料和它们的性质。

一、铸造用砂

铸造生产中用来制造砂型和泥芯的砂子,称为铸造用砂,简称原砂。

砂子以及粘土都是岩石经过长期风化(风吹、雨打、日晒、冰冻以及生物等的作用)逐渐破碎和分解而成。在自然界中,砂子和粘土往往是混杂在一起而难以截然分开。在生产中,为了研究和使用方便,通常是人为地按下述标准将砂子和粘土加以划分。凡颗粒直径 ≤ 0.022 毫米的称为泥,并将含泥量 $< 50\%$ 的称为砂子,含泥量 $> 50\%$ 的称为粘土。

并不是自然界所有的砂子都适用于铸造生产,铸造用砂应具有耐火度、颗粒大小、均匀度和形状等方面的要求。下面就原砂的矿物组成及化学成分和颗粒特性这两方面进行介绍。

1. 矿物组成及化学成分 原砂的矿物组成和化学成分直接影响砂子耐火度和复用性。

铸造用砂的矿物一般以石英为主,所以也称石英质砂。其余矿物为长石、云母和少量的杂质。

石英为二氧化硅(SiO_2),呈透明或半透明的白色固体;存在杂质时可呈红、黄等颜色。石英能耐高温(熔点为 1713°C),坚硬耐磨,是砂子的最主要成分。石英含量是评定砂子质量的重要指标。

长石、云母熔点较低($1100\sim 1300^\circ\text{C}$),硬度也较低,使砂子的耐火度和复用性等受到影响。

钾、钠、钙、镁和铁的氧化物,在砂中形成有害杂质,使原砂的熔点下降,所以对其含量应给以限制。

1963年,原机械工业部根据二氧化硅、含泥量和有害杂

表 1-1 造型用砂分类(JB 425-63)

原砂名称	等级符号	含泥量 (%)	二氧化硅 (%)	有害杂质不大于 (%)			参考使用范围
				$K_2O + Na_2O$	$CaO + MgO$	Fe_2O_3	
石英砂	1S	≤ 2	≥ 97	0.5	1.0	0.75	配制铸钢件用的型砂及芯砂
	2S	≤ 2	≥ 96	1.5		1.0	
	3S	≤ 2	≥ 94	2.0		1.5	
	4S	≤ 2	≥ 90	—		—	配制各种铸铁件及部分小型铸钢件用的型砂及芯砂
石英-长石砂	1SC	≤ 2	≥ 85	—		—	配制铸铁件及有色金属铸件用的型砂及芯砂
	2SC	≤ 2	< 85	—		—	
粘土砂	1N	$> 2 \sim 10$	—	—		—	主要用作铸铁及有色金属铸件用的型砂及芯砂的附加物, 以提高湿强度, 改善造型性能 1N 砂可用于配制小型铸铁件及中小型有色金属铸件的型砂及芯砂
	2N	$> 10 \sim 20$	—	—		—	
	3N	$> 20 \sim 30$	—	—		—	
	4N	$> 30 \sim 50$	—	—		—	

注: 对 4S 以下各类原砂的有害杂质不予规定, 必要时可控制其烧结点如下: 4S $\geq 1350^{\circ}\text{C}$; 1SC $\geq 1300^{\circ}\text{C}$; 2SC $\geq 1250^{\circ}\text{C}$; 粘土砂 $\geq 1000^{\circ}\text{C}$ 。

质的含量, 制订了造型用砂分类的标准, 如表 1-1 所示。

表中将原砂分成石英砂、石英-长石砂和粘土砂三类, 分别用汉语拼音字母 S、SC 和 N 代表。三类砂中, 石英砂中二氧化硅的含量最高, 在 90% 以上。石英砂再分四个等级, 石英-长石分二个等级, 粘土砂分四个等级, 分别在字母前冠以数字表示。

2. 颗粒特性 原砂的颗粒特性包括大小、均匀程度和形状等。它对型砂的耐火度、透气性和强度等都有一定的影响。

原砂颗粒大小通常用标准筛测定。一套标准筛, 共有十

一个筛子。我国铸造用标准筛的规格, 1978 年已作了修订, 现将新旧标准一并列入表 1-2 内, 供参考。

表 1-2 标准筛规格

新标准 (JB2488 -78)	筛号	6	12	24	28	45	55	75	100	150	200	260
	筛孔尺寸(毫米)	3.2	1.6	0.8	0.62	0.40	0.315	0.2	0.154	0.1	0.071	0.056
旧标准 (JB437 -63)	筛号	6	12	20	30	40	50	70	100	140	200	270
	筛孔尺寸(毫米)	3.36	1.68	0.84	0.59	0.42	0.297	0.21	0.149	0.105	0.074	0.053

筛号表示每英寸长度内有多少个筛孔。例如, 100 号就表示每英寸长度有 100 个筛孔。从中可以看出, 筛号越大, 筛孔越小。

测定时, 将烘干后的 50 克(已去除泥土)样砂, 放入一套按次序重叠起来的标准筛的最上面, 即筛孔最大的一个筛子内, 然后盖上筛盖进行筛分。筛分后, 把各个筛号上的砂分别取出过称, 便可求出原砂的颗粒组成。

原砂颗粒组成常用原砂经筛分后残留量最多的三个相邻筛子的头尾筛号和重量百分数来表示。原砂按颗粒组成分组和它所用的代表符号, 如表 1-3 所示。

例如, 颗粒组成为 50/100—83.6% 的原砂, 其中 50/100 表示经筛分后, 留在 50、70、100 三个相邻筛号上砂子总重量为最多。从表 1-3 中还可以看出, 组别为 50/100 的砂子, 是属于中粒砂。83.6% 说明筛分后残留在 50、70、100 三个筛号筛子上砂子重量为 83.6%, 表示砂子颗粒集中的程度。

生产供应部门, 还将石英岩经人工采掘、破碎和筛选后制成的原砂称为人造石英砂。人造石英砂按颗粒组成成分成 7 号, 1 号(6/12)最粗, 7 号(100/200)最细。

表 1-3 原砂按颗粒组成分组

原 砂 名 称	组 别	主要组成部分的筛号
特 粗 砂	6/12 12/20	6, 12 12, 20
粗 粒 砂	12/30 30/40 30/50	12, 20, 30 20, 30, 40 30, 40, 50
中 粒 砂	40/70 50/100	40, 50, 70 50, 70, 100
细 粒 砂	70/140 100/200	70, 100, 140 100, 140, 200
特 细 砂	140/270 200/270	140, 200, 270 200, 270, 底盘

砂粒形状可分为圆形、多角形和尖角形三种,如图 1-2 所示。

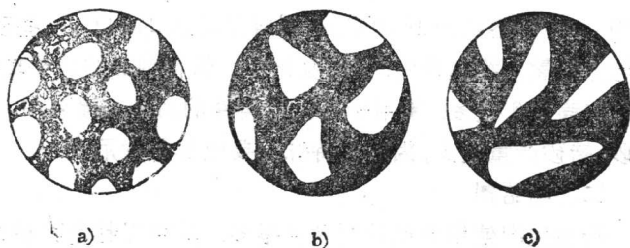


图 1-2 砂子的颗粒形状

a) 圆形 b) 多角形 c) 尖角形

砂粒成圆形或接近圆形,表面光洁,没有突出的棱角,它的符号用○表示。

砂子的颗粒成多角形,表面多为钝角,它的符号用□表示。

砂子的颗粒成尖角形,表面多为锐角,它的符号用△表

示。

某一种形状的砂子，往往都掺杂有其它形状的颗粒，只要其它形状的颗粒不超过三分之一，则仍用一种形状表示。否则要用二种形状表示，并把数量较多的形状符号排在前面，如○-□。

砂子的牌号是由砂子种类、颗粒组成和颗粒形状等组成。例如，某砂子的牌号为4S50/100(○)，则表示4级石英砂，颗粒组成为50/100，颗粒形状为圆形。

3. 特种砂 石英质砂的资源丰富，分布面广，价格低廉，故在铸造生产中应用最多。但对于大型铸钢件或合金钢铸件，由于浇注温度高等原因，往往在铸件高温区产生严重粘砂等缺陷，这时常采用特种砂来代替石英砂做面砂。特种砂包括铬矿砂，镁砂和锆砂等，它们的共同特点是耐火度高，化学稳定性好和加热时体积变化小。例如，铬矿砂的熔点为1600~1800℃，镁砂熔点为1840℃，锆砂熔点可达2420℃，这些砂均不与金属氧化物起作用，体积变化小。但特种砂的价格较贵。我国的镁砂矿较多，常用于高锰钢铸件的面砂和涂料中。铬矿砂、锆砂产量较少，因此无特殊需要应尽量少用。

二、粘结剂

铸造生产使用的粘结剂品种很多，其中以粘土类粘结剂使用最多，为了讨论方便，将粘土以外的粘结剂称为特殊粘结剂。

(一) 粘土类粘结剂

粘土的主要成分为含水的硅酸铝。粘土的颗粒比砂子细得多，大小在0.001毫米以下。

粘土加入砂中，再加适量的水，可使砂具有可塑性和强度。由于粘土来源丰富，价格便宜，所以广泛地用作型砂和芯

砂的粘结剂。粘土按矿物成分不同,分成普通粘土和膨润土两类。前者主要成分是高岭石,后者主要成分是蒙脱石。

1. 普通粘土 俗名白泥,呈白色或灰白色。其中耐火度高的也称为耐火粘土或生火泥。成分较纯的普通粘土称为高岭土,是制造瓷器的主要原料之一,因而也名瓷土。紫泥是含氧化铁较多的一种普通粘土。

高岭石的熔点约为 $1650\sim 1775^{\circ}\text{C}$,由于普通粘土中尚含有其它杂质,因而使熔点大大降低,最低可降到 1350°C 左右。实际上,粘土的熔点一般均低于砂子。

普通粘土的熔点比膨润土高,干燥时收缩率较小,适用于干型上。

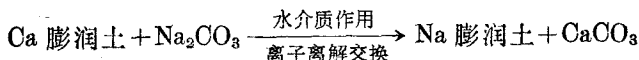
2. 膨润土 俗名陶土,呈白色粉状,有时呈灰色、浅兰等颜色,颗粒极细(0.0001 毫米),被水润湿后,其体积要膨胀数倍到十几倍,这就是膨润土名称的由来。

膨润土的熔点比较低,在 $1200\sim 1300^{\circ}\text{C}$ 以下,但由于膨润土的粘结性高,在型砂中用量较少,故不仅用于铸铁和有色合金,而且同样也可用于铸钢。与普通粘土砂相比较,膨润土砂中的膨润土和水分的加入量都较少,因而透气性高,发气量少,而湿态强度却比较高,因此使铸件中不容易产生砂眼和气孔等缺陷。由于膨润土具有明显的优越性,五十年代初我国就开始推广膨润土。目前,在湿型和表面烘干型中(在表面烘干型中膨润土需经活化处理)膨润土已基本上取代了普通粘土。

膨润土能吸附较多的水,但在加热时便将大量脱水,引起较大的体收缩,破坏了粘滞膜的完整性,从而降低砂型的干态强度和易使砂型开裂。为此,干型用砂在加入膨润土的同时尚需加入一定量的普通粘土。

由于组成膨润土的元素成分不同,天然膨润土可分为 Na 膨润土和 Ca 膨润土两种,自然界开采的,大都属于 Ca 膨润土。Na 膨润土的水化强度比 Ca 膨润土高,所以 Na 膨润土的粘结能力比 Ca 膨润土要高,用做型砂的粘结剂时,抗夹砂能力较强。但 Na 膨润土的产地有限,价格较贵,故应用受到限制。随着砂型制造的机械化和自动化的需要,创造了膨润土的活化处理技术。全国各地已经广泛地推广和使用这一先进技术,如过去有的工厂对 30 公斤以上的铸件都使用干型,而现在采用了膨润土活化处理后,甚至大型铸件也成功地采用了湿型铸造。

活化处理就是通过加入活化剂,使 Ca 膨润土转变为 Na 膨润土。活化剂一般采用碳酸钠(Na_2CO_3),加入量为膨润土量的 3~5%。碳酸钠活化效果好,而且价格低,对人体皮肤腐蚀较小。其反应在水介质中进行的,可用下式表示:



用活化处理后的膨润土做粘结剂的型砂,对于小铸件可用自然干燥一天,对于大铸件,为进一步提高砂型的表面强度,各工厂大都采用刷涂料进行表面烘干。

(二)特殊粘结剂

型砂用粘土来作粘结剂,虽然有着来源丰富、价格便宜等优点,但用在一些结构形状复杂的泥芯上,则在强度、透气性等方面往往都嫌不够,同时退让性和溃散性也不好,烘干的时间也较长。因而迫使人们寻求新的粘结剂——特殊粘结剂。

铸造生产中较为常用的特殊粘结剂分别介绍如下:

1. 桐油和亚麻油 桐油或亚麻油分别是从小桐树果实和亚麻子中榨出的植物油。型砂以植物油为主要粘结剂特称为

油砂。油砂都采用烘干硬化。在烘干过程中,砂粒表面的油膜发生氧化和聚合反应,使油膜粘度逐渐增加而硬化。

油砂不仅干强度高、透气性好,不会吸收湿气,而且出砂性也很好,因而它常用于制造复杂薄壁的泥芯。图 1-3 表示砂粒表面的油膜在整个铸造过程中的变化:图 1-3a 表示油砂在混合后,能在砂粒表面形成一个很均匀的油膜;图 1-3b 表示油膜经烘烤后,由液体变为固体,并将砂粒很坚固地粘结起来,干强度可以达到 120 牛/厘米^2 。同时,由于油膜较薄和光滑,所以油砂透气性也较好。图 1-3c 表示经过浇注后,砂粒表面的油膜逐渐被烧掉,只剩下很小一点和砂粒连结;图 1-3d 表示清理时,只要在铸件表面轻轻敲击,砂粒便从铸件孔隙中落出来。

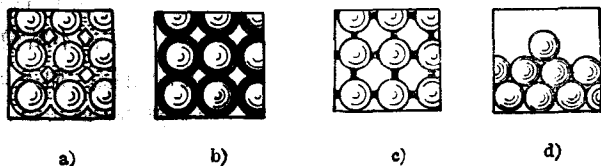


图 1-3 油膜在工作过程中的变化

a) 混合后 b) 烘干后 c) 浇注后 d) 清理后

单独使用油作粘结剂,它的湿强度很低。为了提高湿强度,可加入适量的粘土或糊精等。油砂中加入粘土后,因一部分油会给粘土吸收而失去作用,使其干强度降低,所以粘土加入量不宜超过 3%。用糊精代替粘土,能改善这个情况。

油的加入量一般为芯砂重量的 1~3%。如果油的加入量太少,油在砂粒表面构成的油膜太薄,在干燥过程中,油膜发生收缩,有可能使粘结薄膜破裂,破坏其连续性,使强度下降。相反,油膜过厚,在规定的烘干规范内,得不到充分硬化,