

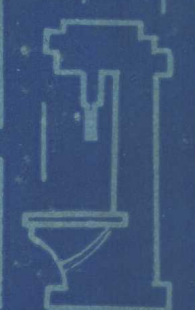
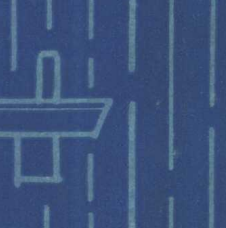
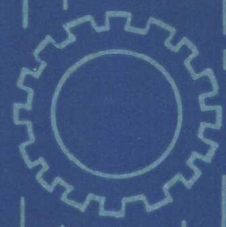
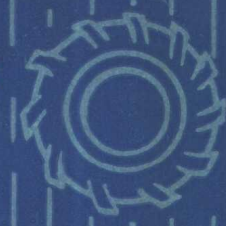


中华人民共和国机械工业部统编

机械工人技术培训教材

造型工艺学

(中级本)



科学普及出版社

中华人民共和国机械工业部统编
机械工人技术培训教材

造型工工艺学

(中 级 本)

科学普及出版社

本书是中华人民共和国机械工业部统编的机械工人技术培训教材。它是根据原第一机械工业部《工人技术等级标准》和教学大纲编写的。其主要内容包括：造型材料、铸造合金、铸造原理、浇口冒口系统、机器造型、铸件缺陷分析、检修及铸造工艺装备、铸造工艺规程、特种铸造等；为了便于教学，在各章后面均附有一定数量的复习题。

书中选用的实例和资料数据可能有一定的局限性，可供参考。

本书由冀武仁同志编写，经傅明国、汤世金同志审查。

中华人民共和国机械工业部统编
机械工人技术培训教材
造 型 工 艺 学

(中、级 本)

责任编辑：宝 成

科学普及出版社出版(北京海淀区白石桥路32号)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京怀柔县孙史山印刷厂印刷

开本：787×1092毫米 1/16 印张：20³/₄ 插页：8 字数：491千字

1984年5月第1版 1984年5月第1次印刷

印数：1—48,500册 定价：2.30元

统一书号：15051·1098 本社书号：0787

对广大工人进行比较系统的技术培养教育，是智力开发方面的一件大事，是一项战略性的任务。有计划地展开这项工作，教材是关键。有了教材才能统一培训目标，统一教学内容，才能逐步建立起比较正规的工人技术教育制度。

教材既是关键，编写教材就是一件功德无量的事。在教材行将出版之际，谨向为编写这套教材付出辛勤劳动的同志们致以敬意！

机械工业部第一副部长

杨 铿

一九八二年五月

前 言

为了更好地落实中共中央、国务院《关于加强职工教育工作的决定》，对工人特别是青壮年工人进行系统的技术理论培训，以适应四化建设的需要，现确定按初级、中级、高级三个培训阶段，逐步地建立工人培训体系，使工人培训走向制度化、正规化的轨道，以期进一步改善和提高机械工人队伍的素质。我们组织了四川省、江苏省、上海市机械厅(局)和第一汽车厂、太原重型机器厂、沈阳鼓风机厂、湘潭电机厂，编写了三十个通用工种的初级、中级的工人技术培训教学计划、教学大纲及其教材，作为这些工种工人技术理论培训的统一教学内容。

编写教学计划、教学大纲及其教材的依据，是原一机部颁发的《工人技术等级标准》和当前机械工人队伍的构成、文化状况及培训的重点。初级技术理论以二、三级工“应知”部分为依据，是建立在初中文化基础上的。它的任务是为在职的初级工人提供必备的基础技术知识，指导他们正确地使用设备、工夹具、量具，按图纸和工艺要求进行正常生产。中级以四、五、六级工“应知”部分为依据，并开设相应的高中文化课，在学完了初级技术理论并具有一定实践经验的工人中进行。它的任务是加强基础理论教学，使学员在设备、工夹具、量具、结构原理、工艺理论、解决实际问题 and 从事技术革新能力上有所提高(高级以七、八级工“应知”部分为依据，这次未编)。编写的教材计有：车工、铣工、刨工、磨工、齿轮工、镗工、钳工、工具钳工、修理钳工、造型工、化铁工、热处理工、锻工、模锻工、木模工、内外线电工、维修电工、电机修理工、电焊工、气焊工、起重工、煤气工、工业化学分析工、热工仪表工、锅炉工、电镀工、油漆工、冲压工、天车工、铆工等工艺学教材和热加工的六门基础理论教材：数学、化学、金属材料及其加工工艺、机械制图、机械基础、电工基础。

在编写过程中，注意了工人培训的特点，坚持了“少而精”的原则。既要理论联系生产实际，学以致用，又要有理论的高度和深度；既要少而精，又要注意知识的科学性、系统性、完整性；既要短期速成，又要循序渐进。在教学计划中对每个工种的培养目标，各门课程的授课目的，都提出了明确的要求，贯彻了以技术培训为主的原则。文化课和技术基础课的安排，从专业需要出发，适当地考虑到今后发展和提高的要求，相近工种的基础课尽量统一。

这套教材的出版，得到了有关省、市机械厅(局)、企业、学校、研究单位和科学普及出版社的大力支持，在此特致以衷心的感谢。

编写在职工人培训的统一教材，是建国三十年来第一次。由于时间仓促，加上编写经验不足，教材中还难免存在不少缺点和错误，我们恳切地希望同志们试行中提出批评和指正，以便进一步修改、完善。

机械工业部工人技术培训教材编审领导小组

一九八二年五月

目 录

第一章 造型材料	1
第一节 粘土型砂	1
一、铸造用砂和粘土	2
二、粘土砂的应用	10
第二节 水玻璃砂及双快水泥砂	21
一、水玻璃砂	21
二、双快水泥砂	30
第三节 植物油砂、合脂砂及树脂砂	34
一、植物油砂	35
二、合脂砂	40
三、树脂砂	44
第二章 铸造合金及铸造原理	48
第一节 铸造合金	48
一、铸铁	48
二、铸钢	53
三、铸造有色合金	53
第二节 铸型的充填	55
一、流动性对铸件质量的影响	55
二、测定铸造合金流动性的方法	56
三、影响铸造合金流动性的因素	56
四、提高流动性的方法	58
第三节 铸件的偏析	59
一、偏析的种类	59
二、偏析对铸件质量的影响	59
三、偏析形成的原因和防止方法	60
第四节 铸件中的气体和非金属夹杂物	60
一、铸件中气体的来源	61
二、气体对铸件质量的影响	61
三、金属对气体的吸收和析出	62
四、防止析出气孔的措施	63
五、非金属夹杂物	63
第五节 铸件的收缩	65
一、收缩的几个阶段	65
二、铸件中的缩孔和缩松	67
三、防止铸件产生缩孔和缩松的原则	72
第六节 铸造应力、变形和裂纹	72
一、合金在不同温度下的应力和变形的关系	72
二、铸件的热裂	73
三、铸造应力	76

四、铸件的变形和冷裂	79
第七节 铸件凝固的控制	80
一、铸件的凝固原则	80
二、铸件凝固原则的选择	81
三、控制铸件凝固的方法	81
第三章 浇口、冒口系统	86
第一节 金属液在浇注系统中的流动	86
一、液态金属在浇口杯中的流动	86
二、液态金属在直浇道中的流动	90
三、液态金属在横浇道中的流动	91
四、液态金属在内浇道中的流动	96
第二节 浇注系统类型的选择	98
一、按断面比例关系分类	98
二、按内浇道位置的高低分类	99
第三节 浇注系统尺寸的确定	103
一、浇注时间的计算	103
二、确定内浇口横截面积	104
三、浇注系统各组元断面的比例	11
四、运用举例	112
第四节 其它合金铸件浇注系统	114
一、可锻铸铁的浇注系统	114
二、球墨铸铁的浇注系统	115
三、铸钢件的浇注系统	116
四、铜合金的浇注系统	117
五、铝合金的浇注系统	118
第五节 冒口的设计	119
一、冒口的种类、形状和位置	119
二、冒口的有效补缩距离	122
三、补贴的应用	128
四、冒口尺寸的确定	130
五、特种冒口的应用	140
第四章 机械造型	148
第一节 铸型对紧实度的工艺要求	148
第二节 机器造型紧实型砂的原理和方法	149
一、压实紧实	149
二、震击紧实	151
三、震压紧实	152
四、抛砂紧实	153
五、射砂紧实	155
六、微震压实	156
七、高压紧实	157
八、射压紧实	159
第三节 机器造型的起模方法	161
第四节 造型机和制芯机	162
一、微震压实造型机	162

二、高压造型机	165
三、壳芯机	168
第五节 造型生产线	172
一、造型辅机	172
二、铸型输送机	178
三、造型生产线	179
第五章 铸件缺陷分析、检验和修补	183
第一节 铸件缺陷的分类	183
第二节 铸件缺陷产生的原因和防止方法	183
一、气孔	183
二、粘砂	191
三、夹砂	193
四、缩孔和缩松	196
五、渣眼和砂眼	197
六、变形	198
七、裂纹	199
第三节 铸件质量鉴定和缺陷检查方法	200
一、铸件质量鉴定	200
二、铸件缺陷的检查方法	200
三、化学成分的检验	204
四、机械性能的检验	204
五、断口、宏观及显微检验	204
第四节 铸件缺陷的修补	205
第五节 铸件的热处理	208
第六章 铸造工艺装备	213
第一节 模样	213
一、木模	214
二、金属模	214
三、菱苦土模	217
四、其他材料模样	218
第二节 模板	219
一、底板的种类和结构	220
二、底板本体的结构	225
三、模样在底板上的装配	228
四、模板的技术要求	229
第三节 芯盒	230
一、芯盒的结构型式	230
二、芯盒的结构	231
三、芯盒的技术要求	233
四、热芯盒	234
第四节 砂箱	237
一、砂箱的箱体结构	239
二、砂箱的定位、锁紧及吊轴装置	241
三、砂箱的技术要求	244
四、高压造型砂箱的特点	244

第七章 铸造工艺规程	246
第一节 铸造工艺设计概述	246
第二节 工艺设计内容和编制程序	247
第三节 铸造工艺设计	248
一、零件结构的铸造工艺性分析	248
二、铸造工艺方案的确定	253
三、铸造工艺参数	264
第四节 工艺设计举例	270
一、C630车床床身	270
二、80吨启闭机大齿轮	273
三、C640进给箱体	278
第八章 特种铸造	287
第一节 金属型铸造	288
一、概述	288
二、金属型的结构	288
三、金属型铸造工艺	292
第二节 熔模铸造	295
一、概述	295
二、熔模铸造工艺	296
第三节 陶瓷型铸造	302
一、概述	302
二、陶瓷型铸造工艺	302
第四节 压力铸造	304
一、概述	304
二、压铸机工作原理	304
三、优缺点和应用范围	305
第五节 离心铸造	306
一、概述	306
二、离心铸造的基本原理	307
三、离心铸造工艺	310
四、离心铸造机	312
附录一 铸造合金牌号、化学成分、机械性能	315
附录二 造型机的型号表示方法	322
附录三 铸造工艺图的表示方法及工艺卡	

第一章 造型材料

铸造生产主要是为机器制造业提供大量合格的铸件。目前在铸造生产中,有80~90%的铸件都是砂型铸造的。制备砂型的材料统称造型材料。凡由各种原材料(砂子、粘土及其它粘结材料和附加物等)按一定比例一定工艺混制而成的造型材料称为型砂。

一般来说,生产一吨铸件,就需使用3~6吨型砂,消耗一吨左右造型材料。造型材料的优劣,直接关系到铸件的质量和成本。此外,造型材料对造型和制芯工艺方法,劳动条件和生产效率亦产生较大的影响。所以必须充分认识和高度重视造型材料在铸件生产中的重要性,掌握造型材料的性能,合理使用造型材料,以提高铸件的质量和降低铸件的成本。

随着我国社会主义建设事业的需要,新材料新技术不断的发展,在铸造行业中造型材料的发展也很迅速,如铸钢件使用了石灰石砂,特殊钢铸件使用了锆砂、铬矿砂、刚玉砂、镁砂等;粘结剂更是日新月异,如无机粘结剂原来只使用普通粘土、少量的水泥和水玻璃,现在增加了活化膨润土、双快水泥等;有机粘结剂以前多用桐油、亚麻油和少量的纸浆废液、糊精、糖浆等。而现在广泛用改性米糠油、合脂、渣油等来代替昂贵的植物油和食品作为粘结剂。为取代植物油,五十年代使用了酚醛树脂,七十年代初使用了呋喃I型树脂,后来又使用了呋喃II型树脂等。

本章将着重介绍造型材料的各种主要性能及其对铸件的影响。

第一节 粘土型砂

粘土型砂是由原砂、粘土、附加物及水按一定比例混制而成的。其结构示意图见图1-1。松散的砂粒是型砂的骨干,粘土和水形成粘土胶体,以薄膜的形式覆盖在砂粒表面把砂粒联结起来,使型砂具有强度、可塑性等性能;附加物如煤粉、木屑等,用来改善型砂的某些性能,砂粒间的空隙使型砂具有透气的能力。由此可见,型砂中的各种造型材料、特别是粘结剂在常温和高温时的性质直接影响型砂的性能,并促进型砂发展。

粘土型砂是砂型铸造生产上应用最普遍的造型混合料。其原因是:砂和粘土的来源广泛,储量丰富,价格低廉,制备简单,不受铸件的材质、形状、尺寸、重量和批量的限制。因此,它在铸钢件、铸铁件和有色金属铸件的生产上得到广泛运用。

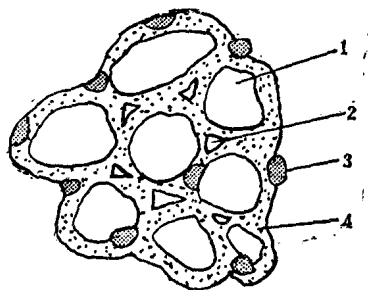


图 1-1 粘土型砂结构示意图

1—砂粒; 2—孔隙; 3—附加物; 4—粘土胶体

一、铸造用砂和粘土

砂型铸造中使用的砂（或称砂子）和粘土都是岩石经过长期风吹、雨水冲刷、温度、化学变化使其破碎、细化和分解而形成的。生产中为了便于研究和使用的，人为的将砂子和粘土加以区分，凡是小于0.022毫米的颗粒称为粘土，而大于0.022毫米的颗粒称为砂子。在砂子和粘土的混合物中，如果粘土含量大于50%的称为粘土，否则称为砂子。

（一）铸造用砂

砂子根据其形成条件可以分为河砂、湖砂、海砂、风积砂和残留砂。河砂、湖砂和海砂粘土含量较少，粒度比较均匀且粒形较圆；风积砂大部分集中在大陆内部，颗粒细而均匀，粘土含量多些；残留砂是岩石风化后留在原地的，所以又称山砂，粘土含量较多，颗粒形状不甚规则。

石英岩经人工开采、破碎和筛选后制成的砂子称为人造石英砂，石英含量较高，多呈尖角形。

铸造生产使用的砂子对化学成分及矿物组成、含泥量、颗粒特性和加热时的体积变化等性质均有一定要求。

1. 矿物组成和化学成分 砂子的矿物组成及化学成分直接影响砂子的耐火度和复用性，而耐火度又直接与铸件的表面光洁度有关。

砂子的主要矿物组成是石英、长石、云母，此外尚含有少量铁的氧化物及碳酸盐等。

石英、长石、云母的性质见表1-1。

石英一般是透明和半透明的白色固体，含有金属氧化物的杂质时，可能呈红、黄等颜色。石英坚硬耐磨，耐高温，是砂子的主要成分。石英含量是评定砂子质量的重要指标。

长石、云母熔点低，硬度低，容易破碎，使砂子的耐火度、复用性降低。

石英、长石、云母的成分和特性

表 1-1

成分及性能 矿物名称	化 学 成 分		莫氏硬度	比 重	熔 点 (°C)
石 英 砂	SiO_2		7	2.5~2.6	1713
长 石	钾长石	$\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$	6	2.5~2.6	1170~1200
	钠长石	$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$	6~6.5	2.62~2.65	1100
	钙长石	$\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$	6~6.5	2.74~2.76	1160~1250
云 母	白云母	$\text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	2~2.5	2.75~3.0	1270~1275
	黑云母	$\text{K}_2\text{O} \cdot 6(\text{Mg} \cdot \text{Fe})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	2.5~3	2.7~3.1	1145~1150

注：矿物晶体的相对硬度用莫氏硬度表示，它共分10级，金刚石最硬定为10级，滑石粉最软定为1级，硬度以相互刻划为准。

铁的氧化物在砂中可以下列形式存在：褐铁矿 ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)，赤铁矿 (Fe_2O_3)，磁铁矿 (Fe_3O_4)。

碳酸盐在砂中以石灰石 (CaCO_3) 和白云石 ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) 等形式存在。

碱金属氧化物 (Na_2O , K_2O) 存在于长石和云母中，这类氧化物能与石英形成低熔点化合物，造成化学粘砂。例如73% SiO_2 与27% Na_2O 的混合物，其熔点仅793°C， K_2O 与 SiO_2 组成的共晶体的熔点为525°C，故含量应加以限制。

CaO 、 MgO 是碱土金属氧化物，此种氧化物存在于长石、石灰石、白云石中。它与 FeO 和 SiO_2 可生成易熔物质，但并不与铸件粘结，冷却时由于与铸件收缩不一致，容易从铸件表面脱落，可是在浇注时碳酸盐分解产生大量气体，铸件容易形成气孔，因此对它的含量亦应限制。

氧化铁易与其他氧化物形成低熔点化合物，当形成 $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ 时，熔点仅1140°C，使型砂耐火度降低，铸件容易出现粘砂，因此它的含量亦需加以限制。

碱金属氧化物、碱土金属氧化物、铁的氧化物有损于型砂的耐火度等性能，它们在砂子内是有害杂质。根据二氧化硅含量、含泥量和有害杂质含量，将造型用砂分类如表1-2。

造型用砂的分类 (JB435-63)

表 1-2

原砂名称	等级符号	含泥量(%)	二氧化硅(%)	有害杂质含量不大于(%)			参考使用范围
				$\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$	$\text{CaO} + \text{MgO}$	Fe_2O_3	
石英砂	1S	≤ 2	≥ 97	0.5	1.0	0.75	配制铸钢件型、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铸钢件型、芯砂
石英-长石砂	1SC	≤ 2	≥ 85	—		—	铸铁和有色铸件型、芯砂
	2SC	≤ 2	< 85	—		—	
粘土砂	1N	$> 2 \sim 10$		—		—	铸铁小件和有色中、小件型、芯砂
	2N	$> 10 \sim 20$		—		—	
	3N	$> 20 \sim 30$		—		—	铸铁及有色铸件型、芯砂、附加物，(提高湿强度改善造型性能)
	4N	$> 30 \sim 50$		—		—	

注：1. 所规定的氧化铁含量，是将原砂中所分析出的全部铁含量按氧化铁进行换算。

2. 必要时对4S以下控制其烧结点如下：4S $\geq 1350^\circ\text{C}$ （如用于铸钢小件必须 $> 1350^\circ\text{C}$ ），1SC $\geq 1300^\circ\text{C}$ ，2SC $\geq 1250^\circ\text{C}$ ，粘土砂 $\geq 1000^\circ\text{C}$ 。

例如湖口砂含 SiO_2 91.7%， $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 2.43%， $\text{CaO} + \text{MgO}$ 0.16%，含泥量1.22%，属于4S级石英砂。

2. 颗粒特性 砂子的颗粒特性是指原砂的颗粒组成。它影响型砂的耐火度、透气性和

强度等性能。

砂子的颗粒组成包括颗粒大小、均匀程度、形状和表面状态等。颗粒细的砂，配制的型砂强度高，但耐火度和透气性低，颗粒粗的型砂与此相反；砂子颗粒分布越集中，配制的型砂透气性越高；圆形颗粒或接近圆形颗粒的砂子，配制的型砂各种性能都较好。

砂子的颗粒度通常用筛分法来测定。铸造用标准筛是一套直径为180毫米的圆筛（原JB435-63规定的标准筛直径为200毫米），从最粗的6号筛到最细的260号筛共有11个筛子及一个底盘组成。

我国铸造用标准筛规格以及一些国家的规格见表1-3。

筛网规格对照表 表 1-3

中 国 新 标 准	筛 号	6	12	24	28	45	55	75	100	150	200	260	
	孔尺寸 mm	3.20	1.60	0.80	0.63	0.40	0.315	0.200	0.154	0.100	0.071	0.056	
中 国 JB435-63	筛 号	6	12	20	30	40	50	70	100	140	200	270	
	孔尺寸 mm	3.36	1.68	0.84	0.59	0.42	0.297	0.21	0.149	0.105	0.074	0.053	
美 国 (A.F.S.)	筛 号	6	12	20	30	40	50	70	100	140	200	270	
	孔尺寸 mm	3.360	1.680	0.841	0.595	0.420	0.297	0.210	0.149	0.105	0.074	0.058	
日 本	筛 号	6	10	20	28	35	48	65	100	150	200	270	
	孔尺寸 mm	3.36	1.68	0.84	0.59	0.42	0.297	0.21	0.149	0.105	0.074	0.053	
苏 联	筛 号	6	12	20	30	40	50	70	100	140	200	270	
	孔尺寸 mm	3.20	1.60	0.85	0.60	0.42	0.315	0.20	0.15	0.105	0.075	0.056	
东 德	筛 号	—	12	20	30	40	50	70	100	140	200	270	
	孔尺寸 mm	—	1.60	0.80	0.63	0.40	0.315	0.20	0.16	0.10	0.08	0.05	
捷 克	筛 号	—	12	20	30	40	50	70	100	140	200	270	
	孔尺寸 mm	—	1.60	0.80	0.63	0.40	0.315	0.20	0.16	0.10	0.08	0.05	
英 国 (BSA/BSS)	筛 号	5	10	16	22	30	44	60	72	100	150	200	270
	孔尺寸 mm	3.353	1.679	1.002	0.699	0.5	0.353	0.251	0.211	0.152	0.104	0.076	0.053

注：筛号 表示一英寸长度上的筛孔数目。

砂子颗粒度常用的表示方法有列表法和符号法。

列表法是用表列出各号筛上砂粒重量的百分数，表示其颗粒度。如某地原砂的颗粒组成如表1-4。

某地砂的颗粒度 表 1-4

筛 号	6	12	24	28	45	55	75	100	150	200	260	底盘	含泥量	总量
残留量 (%)	1	1	2.14	6.28	9.96	24.7	40.84	11.58	2.8	0.26	0.06	0.06	1.22	99.83

符号表示法，是用筛分后残留量最多的三个相邻筛子的头尾两个筛号表示。如表1-4原砂的颗粒组成用符号55/100—77.12%表示。即原砂颗粒主要集中在55、75和100号三个

相邻筛号上，55和100为三个相邻筛的头尾筛号，由于55号筛上砂粒残留量的百分数比100号筛上多，所以55写作分子，100写作分母，77.12%是55、75和100号筛上砂粒残留量百分数之和。这种表示方法在生产中应用最多。

铸造用砂根据主要组成部分颗粒大小，其分组见表1-5。

铸造用砂根据主要组成部分颗粒大小分组 (JB435-63) 表 1-5

原 砂 名 称	组 别	主要组成部分的筛号	原 砂 名 称	组 别	主要组成部分的筛号
特 粗 砂	6/12	6、12	中 粒 砂	45/75	45、55、75
	12/24	12、24		55/100	55、75、100
粗 粒 砂	12/28	12、2、28	细 粒 砂	75/150	75、100、150
	24/45	24、28、45		100/200	100、150、200
	28/55	28、45、55	特 细 砂	150/260	150、200、260
				200/260	200、260、底盘

铸造用砂根据主要组成部分的数量，分成粒度集中的和粒度分散的两类见表1-6。当原砂粒度分散时，则应在组别之后加汉语拼音字母F，如4S55/100F（F表示粒度分散的）。

铸造用砂根据主要组成部分的数量分类 (JB435-63) 表 1-6

原 砂 名 称	主 要 组 成 部 分 的 数 量 (%)	
	粒 度 集 中 的	粒 度 分 散 的
S及SC	≥70	<70, ≥45
1N	≥60	<60, ≥45

原砂按砂粒形状和表面状态，可分为圆形砂、多角形砂、尖角形砂，见表1-7。圆形砂粒表面积最小，砂粒间的空隙最大，透气性最好；尖角形的原砂往往表面很粗糙，容易粘附粘结剂，有利于获得较高的强度。

原砂的牌号是由表示原砂的种类、粒度组成、砂粒形状的汉语拼音字母、数字及符号顺序组成。如4S55/100 (□-△)、1N140/70(□)。

3.耐火度和烧结点 材料抵抗高温作用而不熔化的性能称为耐火度。砂子的耐火度对

铸造用原砂砂粒形状分类 (JB435-63) 表 1-7

名 称	符 号	砂 粒 形 状	附 注
圆 形 砂	○	圆形或接近圆形，表面光洁，没有突出的棱角	某一形状的原砂中，如掺杂其他形状的砂粒数量超过1/3时，则应用二种形状符号表示，并将数量多的符号排在前面，例如 □-△
多 角 形 砂	□	多角形，且多为钝角	
尖 角 形 砂	△	尖角形，且多为锐角	

铸件的表面质量，清砂的难易，砂子的复用性等都有影响。耐火度的高低主要决定于砂子的矿物成分和颗粒组成。一般原砂颗粒愈粗，石英含量愈高，杂质含量愈低，耐火度愈高；

反之，耐火度愈低。

砂粒表面和砂粒中的混杂物开始熔化而烧结的温度称为烧结点。烧结点对铸件的表面质量和清理难易的影响比耐火度更为直接。

4. 砂子体积的热变化 砂子在加热过程中的热变化基本上取决于石英 (SiO_2) 的变化，石英在加热过程中要产生膨胀。

加热时砂粒体积膨胀有两个原因，一是由于砂粒随温度升高而产生的物理热膨胀，二是由于温度升高时石英同素异晶转变而产生的相变膨胀。物理热膨胀值一般很小，而石英的相变膨胀则是引起砂粒突然膨胀的主要原因。

由于物理化学条件的不同，石英存在着复杂的同素异晶现象。它们的相互转变见图 1-2。

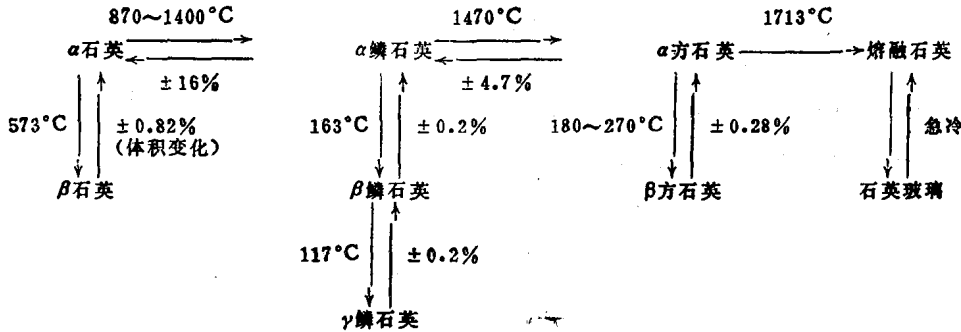


图 1-2 石英同素异晶转变示意图

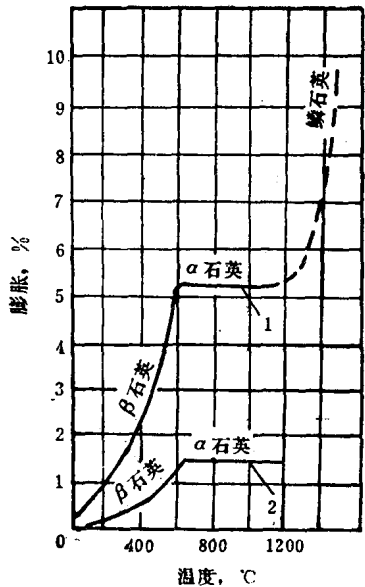


图 1-3 石英在加热时的膨胀
1—体膨胀；2—线膨胀

其中 α 晶型表示高温稳定的晶型， β 、 γ 晶型表示低温稳定的晶型。在自然界中的石英，多为 β 石英，而以鳞石英和方石英结晶形态存在的石英较少，这是因为石英在较长时间加热下，才能转化为鳞石英和方石英。

常温下的 β 石英在573°C转变为高温下的 α 石英的反应很迅速，随之引起体积突然膨胀，见图 1-3。虽然这种膨胀仅0.82%，但是由于石英颗粒体积迅速增加，对铸型的变形和开裂影响很大。

同时，由于砂子的体积变化是可逆的，砂子反复使用经历多次膨胀和收缩，使砂子细化，粉尘增加，降低了型砂的透气性和耐火性等性能。

5. 原砂的选用 在生产中，铸造用砂是根据铸件的合金种类，重量大小，采用铸型的种类（干、湿、表干），造型或制芯等不同用途来选用原砂的。

不同的粘结剂，对原砂要求也有差异。如采用水玻璃、植物油、合脂、人造树脂等作粘结剂配制的型砂和芯砂，常对原砂提出较高的要求。

自然界出产的原砂，在含泥量和颗粒组成等不能满足生产要求时，可用人工加工的方法如水洗、筛选或将两种不同的原砂按一定比例混合使用等方法使原砂达到要求。

我国主要天然砂和石英岩砂的产地和质量情况见表1-8。

我国部分天然砂产地和质量情况

表 1-8

砂名和产地	牌 号	化 学 成 分(%)					烧 结 点 (°C)	含 泥 量 (%)	使 用 情 况
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO			
吉林省双辽县七棵河砂	3S70/140(○—□)	94.54	2.78	0.50	0.07	0.05	1350	0.32	各种铸钢、铸铁件
吉林省双辽县七棵河砂	1SC70/140(○—□)	90.00	6.60	0.43	0.31	0.09	1300	0.44	各种铸铁件
内蒙古哲里木盟大林砂	4S50/100(○—□)	90.62	4.70	0.57	0.16	0.11	1350	1.72	各种铸铁件
内蒙古哲里木盟胡塔砂	1SC70/140(○)	89.96	6.55	0.51	0.25	0.11	1300	1.60	铸铁件及有色件
内蒙古哲里木盟大林砂	2SC70/140(○—□)	87.80	6.25	0.44	0.23	0.11	1250	1.72	铸铁件及有色件
山东省青岛岛砂	4S40/70(□—○)	91.50	5.24	0.36	0.56	0.05	—	—	中大铸铁件及油砂芯
山东省高密砂	2SC140/70(□)	83.24	10.75	0.93	0.80	0.47	—	—	小型铸铁件
山东省荣成北门外砂	1SC100/50(□—○)	88.10	6.03	0.57	0.75	0.05	1680	—	中小型铸铁件
河南省中牟县郑庵砂	2SC50/100	80.00	10.05	1.50	0.90	0.40	—	1.0	铸 铁 件
江西省都昌砂	40/70	94.5	4.36	0.72	0.15	0.20	—	0.1	铸 铁 件
江西省都昌砂	70/140	89.66	5.65	0.75	0.17	0.18	—	0.5	铸铁及有色件
江西省湖口砂	1SC50/100(□—○)	91.30	4.49	0.81	0.09	0.09	1300	1.12	铸铁及有色件
江苏省六合红砂		55~60	14~16	2~4	—	—	—	12~20	有色件及型、芯砂、附加物
福建省平潭县竹屿海砂	2S50/100	96.60	1.86	0	—	—	1460	0.34	小型铸铁件及合脂芯砂
福建省长乐县江田海砂	4S200/100	90.0	4.78	0.70	—	—	1360	1.40	小型铸铁件
辽宁省盖县人造砂	1S20/40(□—△)	98.66	0.55	0.38	—	0.02	1550	0.58	铸钢件型、芯砂
辽宁省海城石英砂岩砂	1S20/40(□—△)	98.93	0.31	0.36	—	—	1550	1.22	铸钢件用砂
辽宁省营城子砂	1N140/270(□—△)	84.60	8.00	1.05	0.65	0.29	1250	3.82	小型铸铁件
吉林卧虎屯砂	1SC50/100	92.80	3.72	0.43	0.13	0.07	1200	0.78	铸铁件用砂
内蒙古大罕砂	4S40/70(○—□)	94.41	3.45	0.45	0.10	0.07	1350	1.36	铸铁件或小型钢件用砂
江苏无锡砂	1S40/70(□—△)	98.70	0.69	0.26	0.04	—	1550	0.92	铸钢件用砂
江苏苏州砂	1S20/40(□—△)	98.91	0.45	0.25	—	0.03	1550	0.62	铸钢件用砂
浙江湖州砂	1S20/40(□—△)	97.93	1.10	0.43	0.05	0.04	1550	0.56	铸钢件用砂
浙江普陀砂	1SC40/70(○—□)	86.82	5.90	1.30	0.24	0.14	1300	0.12	铸铁件及有色件砂
唐山红砂	N50/100(△)	84.22	9.05	1.11	0.32	0.57	1520	13.67	铸铁件及有色件
北戴河细砂	2SC70/40(△—○)	80.66	11.09	1.04	1.18	0.22	—	0.29	铸铁件用砂
郑州砂	2SC50/100(□)	80.58	9.98	2.20	1.39	0.082	—	1.68	铸铁件用砂
重庆白杨沟岩砂	3S40/70(□)	94.36	2.37	1.49	微量	<1.83	—	1.2	铸钢件用砂
铜川红砂	1N100/200(□)	75.98	11.51	2.73	1.08	2.48	1310	4.72	铸铁件及有色件
兰州中常砂	4S40/70	93.30	2.94	0.76	1.05	0.54	—	0.72	铸铁件及小型钢件
湖北轴山砂	1N50/100(△)	89.15	5.21	1.29	0.20	0.05	1490	5.83	铸铁件用砂
福建省晋江县深沪海砂	1S70/100	96.28	1.38	0.64	0.22	0.24	1450	0.50	小型铸钢、铸铁件

(二)铸造用粘土

良好的铸造粘土应具有下列主要性能：与砂、水混碾时要有良好的粘结性能；在加热

条件下,不失去粘结性,即复用性好;能抵消石英的热膨胀,即具有抵抗铸造过程中砂型膨胀所引起的缺陷的能力;能使型砂具有适当的塑性和韧性,以便成型起模;粘土还应使型砂具有足够的干态、热态和湿态性能等,以确保铸件质量。

粘土也是岩石经风化后分解、沉积而成的天然矿物。自然界出产的粘土,除主要为粘土矿物外,还含有泥类和砂粒等杂质。

铸造用粘土根据粘土的矿物成分一般分为普通粘土和膨润土两类。普通粘土用符号N表示,膨润土用P表示。

1.粘土的主要矿物成分 普通粘土主要由高岭石类粘土矿物组成。高岭石是一种白色物质,比重2.58~2.6,熔化温度1750~1780℃,理论结构式为 $Al_4Si_4O_{10}(OH)_2$ 或用化学式 $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ 表示,用氧化物表示的理论化学组成是 SiO_2 46.54%, Al_2O_3 39.5%, H_2O 13.96%。

膨润土又名陶土,主要是由蒙脱石类矿物组成。熔点1250~1350℃,呈白色(略带淡灰色)或淡红色,有时呈浅绿色,非常软,用手接触时有滑腻感。

蒙脱石又名微晶高岭石,理论结构式为 $Al_4Si_3O_{10}(OH)_2 \cdot nH_2O$ 或用化学式 $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O \cdot nH_2O$ 表示,其中 H_2O 系结构水, nH_2O 是存在于晶层间的水。不考虑层间水时,其理论化学组成是 SiO_2 66.7%, Al_2O_3 28.3%, H_2O 5%。

2.粘土的粘结性 粘土的粘结力是由粘土质点的水化作用,使自由水变成吸附水而产生的。

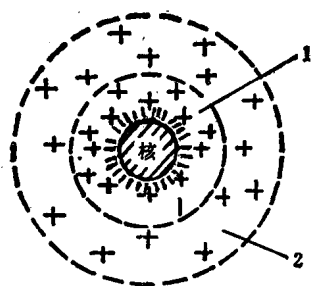


图 1-4 粘土胶团结构示意图
1—吸附层; 2—扩散层

水分子是极性分子,电荷中心不重合,所以一端带负电,另一端带正电。表面带有负电荷的粘土质点,具有较大的吸附能力,能使呈极性的水分子在粘土质点周围整齐地定向排列,并牢固地吸附在粘土质点上,这种作用叫做水化作用。这种按一定方位整齐排列的水叫吸附水(又称固态水、异常水、刚性水)。但热运动使高度定向排列的程度逐渐向外递减。粘土表面电荷吸附水膜形成粘土胶团的结构示意见图1-4。

3.膨润土的活化处理 根据膨润土中蒙脱石质点表面所吸附的可交换阳离子种类的不同,一般将膨润土分为两类:主要吸附 Ca^{+2} 的称钙基膨润土;主要吸附 Na^+ 的称钠基膨润土。作为铸造用型砂的粘结材料来说,钠膨润土比钙膨润土的粘结性能强,膨胀性能大,而且对水分的敏感性小。

目前国内开采的膨润土多属钙膨润土,而且性能各有差异。为了改善钙膨润土的性能,利用 Na^+ 离子能置换 Ca^{+2} 离子的原理,在钙膨润土中加入一定数量的钠盐进行处理,使其转变为钠膨润土,而且具有天然钠膨润土的性能,这种处理叫膨润土的活化处理。

使钙膨润土转变为钠膨润土而加入的物质称活化剂。活化剂可以采用含钠离子的碱或钠盐,如 Na_2CO_3 (苏打)、 $NaHCO_3$ (小苏打)、 $NaCl$ (食盐)和 $NaOH$ (烧碱)等。生产上通常使用碳酸钠,因为碳酸钠是最经济、最有效的活化剂。活化处理的反应为:

