

工人普及读物

# 铸 工 技 术

(上 册)

《铸工技术》编写组 编

## 出版说明

随着我国社会主义革命和社会主义建设事业的发展，近年来各机械制造部门吸收了不少新工人。对这批新生力量进行基础技术知识教育，是当前一项重要任务。为此，有关部门组织一些工厂、学校和研究单位的同志，组成《车工技术》、《铣工技术》、《刨工技术》、《磨工技术》、《钳工技术》、《锻工技术》、《铸工技术》、《焊接技术》、《热处理实践》、《表面处理》、《钣金技术》、《机械工人识图》、《公差配合与技术测量》、《电工学基础》等十四个编写组为新工人编写基础技术读物。各编写组在主编单位党委的领导下，总结了生产实践经验，多次征求工人、技术人员和有关同志的意见，进行反复的修改补充，写成了这一批读物。我们希望广大新工人在老师傅指导下，通过这批技术读物的学习，能基本掌握一般专业技术知识，结合生产实践不断提高生产技能，为社会主义建设贡献自己的力量。

《铸工技术》是永定机械厂主编的，参加编写的单位有：秦岭公司、青云仪器厂、国营无线电工设备厂、山西柴油机厂、陕西柴油机厂研究所。

由于时间仓猝，调查研究、征求意见还不够广泛，书中难免存在一些缺点和错误，热诚希望广大读者提出宝贵意见。

# 目 录

|                  |     |
|------------------|-----|
| 第一章 造型材料         | 5   |
| 第一节 原材料          | 6   |
| 第二节 型砂、芯砂的性能要求   | 13  |
| 第三节 型砂、芯砂和涂料的制备  | 17  |
| 第四节 造型材料制备用设备    | 26  |
| 第二章 砂型铸造工艺       | 33  |
| 第一节 造型工艺         | 33  |
| 第二节 浇注系统及冒口      | 55  |
| 第三节 造芯工艺         | 64  |
| 第四节 铸型与型芯的烘干     | 71  |
| 第五节 合箱工艺         | 76  |
| 第六节 浇注工艺         | 80  |
| 第七节 落砂及清理        | 87  |
| 第八节 铸件的检验        | 93  |
| 第九节 铸件的缺陷分析及防止方法 | 93  |
| 第十节 热处理工艺        | 101 |
| 第三章 铸铁熔炼         | 105 |
| 第一节 概述           | 105 |
| 第二节 化铁炉          | 107 |
| 第三节 冲天炉的熔化过程     | 117 |
| 第四节 冲天炉熔化用原材料    | 123 |
| 第五节 冲天炉的熔化操作     | 128 |
| 第六节 高强度铸铁的生产     | 140 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 第四章 电弧炉炼钢            | 152 |
| 第一节 概述               | 152 |
| 第二节 炼钢基本知识           | 154 |
| 第三节 电弧炉炼钢用原材料        | 159 |
| 第四节 三相电弧炼钢炉的构造及其炉衬修筑 | 162 |
| 第五节 熔炼工艺             | 170 |
| 第五章 有色合金熔炼           | 186 |
| 第一节 有色合金熔炉分类         | 186 |
| 第二节 熔炼过程             | 190 |
| 第三节 炉料的选择            | 195 |
| 第四节 熔剂的选择            | 202 |
| 第五节 熔化前的准备           | 206 |
| 第六节 有色合金的熔炼工艺        | 217 |
| 第七节 合金熔炼工艺的控制        | 235 |
| 第八节 有色合金熔炼的安全技术      | 239 |

工人普及读物

# 铸 工 技 术

(上 册)

《铸工技术》编写组 编

## 出版说明

随着我国社会主义革命和社会主义建设事业的发展，近年来各机械制造部门吸收了不少新工人。对这批新生力量进行基础技术知识教育，是当前一项重要任务。为此，有关部门组织一些工厂、学校和研究单位的同志，组成《车工技术》、《铣工技术》、《刨工技术》、《磨工技术》、《钳工技术》、《锻工技术》、《铸工技术》、《焊接技术》、《热处理实践》、《表面处理》、《钣金技术》、《机械工人识图》、《公差配合与技术测量》、《电工学基础》等十四个编写组为新工人编写基础技术读物。各编写组在主编单位党委的领导下，总结了生产实践经验，多次征求工人、技术人员和有关同志的意见，进行反复的修改补充，写成了这一批读物。我们希望广大新工人在老师傅指导下，通过这批技术读物的学习，能基本掌握一般专业技术知识，结合生产实践不断提高生产技能，为社会主义建设贡献自己的力量。

《铸工技术》是永定机械厂主编的，参加编写的单位有：秦岭公司、青云仪器厂、国营无线电工设备厂、山西柴油机厂、陕西柴油机厂研究所。

由于时间仓猝，调查研究、征求意见还不够广泛，书中难免存在一些缺点和错误，热诚希望广大读者提出宝贵意见。

# 目 录

|                  |     |
|------------------|-----|
| 第一章 造型材料         | 5   |
| 第一节 原材料          | 6   |
| 第二节 型砂、芯砂的性能要求   | 13  |
| 第三节 型砂、芯砂和涂料的制备  | 17  |
| 第四节 造型材料制备用设备    | 26  |
| 第二章 砂型铸造工艺       | 33  |
| 第一节 造型工艺         | 33  |
| 第二节 浇注系统及冒口      | 55  |
| 第三节 造芯工艺         | 64  |
| 第四节 铸型与型芯的烘干     | 71  |
| 第五节 合箱工艺         | 76  |
| 第六节 浇注工艺         | 80  |
| 第七节 落砂及清理        | 87  |
| 第八节 铸件的检验        | 93  |
| 第九节 铸件的缺陷分析及防止方法 | 93  |
| 第十节 热处理工艺        | 101 |
| 第三章 铸铁熔炼         | 105 |
| 第一节 概述           | 105 |
| 第二节 化铁炉          | 107 |
| 第三节 冲天炉的熔化过程     | 117 |
| 第四节 冲天炉熔化用原材料    | 123 |
| 第五节 冲天炉的熔化操作     | 128 |
| 第六节 高强度铸铁的生产     | 140 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 第四章 电弧炉炼钢            | 152 |
| 第一节 概述               | 152 |
| 第二节 炼钢基本知识           | 154 |
| 第三节 电弧炉炼钢用原材料        | 159 |
| 第四节 三相电弧炼钢炉的构造及其炉衬修筑 | 162 |
| 第五节 熔炼工艺             | 170 |
| 第五章 有色合金熔炼           | 186 |
| 第一节 有色合金熔炉分类         | 186 |
| 第二节 熔炼过程             | 190 |
| 第三节 炉料的选择            | 195 |
| 第四节 熔剂的选择            | 202 |
| 第五节 熔化前的准备           | 206 |
| 第六节 有色合金的熔炼工艺        | 217 |
| 第七节 合金熔炼工艺的控制        | 235 |
| 第八节 有色合金熔炼的安全技术      | 239 |

# 第一章 造型材料

凡是用来制作铸型和型芯的材料都称为造型材料。当前铸造生产中绝大部分铸型和型芯是用砂质材料制成的，本章以叙述砂质造型材料为主，其它各种铸造方法所用的金属或其它造型材料，将分别在其它各章中叙述。

生产实践已充分地证明：造型材料的好坏直接影响铸件的质量和生产率。例如：铸件的粘砂是铸造生产上常遇到的一种缺陷，产生粘砂的主要原因是造型材料的耐火度不高，或者是浇注以后涂料所产生的还原气氛不够，或者是铸型的紧实度不够。因此，为了提高铸件质量，减少废品，提高生产率，必须注意造型材料的质量。

造型材料主要包括砂子、粘土、粘结剂以及附加物，再加

上适量水分。用这些原材料按一定的比例，制备成适应各种需要的型砂和芯砂。型砂或芯砂的结构如图 1-1 所示。

为了生产出合格铸件，型（芯）砂应具备适应各种生产条件的性能，如：为便于造型，应有一定的流动性、可塑性和不沾着性；为使砂型和型芯在制备和浇注过程中不致损坏，

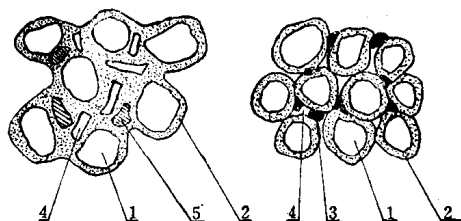


图 1-1 型砂或芯砂结构图

1—砂粒；2—粘土薄膜；3—煤粉；4—空隙；  
5—锯木屑。

应有一定的强度；烘干后应有好的不吸湿性；为避免在浇注过程中被液体金属烧熔，形成粘砂，应有足够的耐火度；为便于在浇注时砂型和型芯中气体的排出，应有很好的透气性；为避免铸件在收缩时受到砂型或型砂的阻碍，形成裂纹，应有很好的容让性；为便于铸件清理，应有很好的出砂性等。

## 第一节 原材料

### 一 造型用砂

用来制造砂型和型芯的砂叫做造型用砂。铸造生产中应用最多的造型材料是以石英为主要成份的砂子，这种材料在自然界内产量丰富，成本低廉，分布广泛，能很好地满足生产上的要求。下面分别叙述一下造型用砂的化学和矿物组成，颗粒组成和均匀度；砂粒的外形和表面状态；杂质含量。

1 化学和矿物组成 造型用砂（简称原砂）主要是由粒度比较均匀的石英颗粒组成。以石英为主要组成物的原砂中的其他矿物成分有长石、云母、铁的氧化物和硫化物等。根据二氧化硅和泥类含量的多少，造型用砂可分为石英砂，石英-长石砂和粘土砂，见表 1-1。

2 颗粒组成和均匀度 为了便于了解砂子的颗粒组成，在铸造生产上规定了一套标准筛，见表 1-2。

造型用砂的颗粒大小，用砂粒最集中的三个相邻筛子的头尾筛号来表示。如经过筛分，砂粒大部分集中在 50 号、70 号、100 号筛上时，则用 50/100 表示。造型用砂根据主要组成部分的颗粒大小，分成特粗砂、粗粒砂、中粒砂、细粒砂、特细砂，见表 1-3。

表1-1 造型用砂

| 原砂名称   | 等级<br>符号 | 含泥量<br>(%) | 二氧化硅<br>(%) | 有害杂质含量(%), 不大于                       |           |                                | 参 考 使 用 范 围                                                                       |
|--------|----------|------------|-------------|--------------------------------------|-----------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|        |          |            |             | K <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> O | CaO + MgO | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |                                                                                   |
| 石英砂    | 1S       | ≤2         | ≥97         | 0.5                                  | 1.0       | 0.75                           | 可用于配制铸钢件用的型砂和芯砂<br><br>可用于配制各种铸铁件和部分小型铸钢件用的型砂和芯砂<br><br>可用于配制铸铁件和有色金属铸件用的型砂和芯砂    |
|        | 2S       | ≤2         | ≥96         | 1.5                                  | —         | 1.0                            |                                                                                   |
|        | 3S       | ≤2         | ≥94         | 2.0                                  | —         | 1.5                            |                                                                                   |
|        | 4S       | ≤2         | ≥90         | —                                    | —         | —                              |                                                                                   |
| 石英-长石砂 | 1SC      | ≤2         | ≥85         | —                                    | —         | —                              | 可用于配制铸钢件和有色金属铸件用的型砂和芯砂                                                            |
|        | 2SC      | ≤2         | ≥85         | —                                    | —         | —                              |                                                                                   |
| 粘土砂    | 1N       | 2以上~10     | —           | —                                    | —         | —                              | 各种粘土砂主要用作铸铁和有色金属铸件用的型砂和芯砂的附加物, 以提高强度, 改善造型性能<br><br>1N砂用于配制小型铸铁件和中小型有色金属铸件用的型砂和芯砂 |
|        | 2N       | 10以上~20    | —           | —                                    | —         | —                              |                                                                                   |
|        | 3N       | 20以上~30    | —           | —                                    | —         | —                              |                                                                                   |
|        | 4N       | 30以上~50    | —           | —                                    | —         | —                              |                                                                                   |

表1-2 标准筛号

| 筛 号      | 6    | 12   | 20   | 30   | 40   | 50    | 70   | 100   | 140   | 200   | 270   |
|----------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| 筛孔边长(毫米) | 3.36 | 1.68 | 0.84 | 0.59 | 0.42 | 0.297 | 0.21 | 0.149 | 0.105 | 0.075 | 0.053 |

表1-3 造型用砂按主要组成部分颗粒大小分组

| 原 砂 名 称 | 组 别     | 主要组成部分的筛号     |
|---------|---------|---------------|
| 特粗砂     | 6/12    | 6, 12         |
|         | 12/20   | 12, 20        |
| 粗粒砂     | 12/30   | 12, 20, 30    |
|         | 20/40   | 20, 30, 40    |
|         | 30/50   | 30, 40, 50    |
| 中粒砂     | 40/70   | 40, 50, 70    |
|         | 50/100  | 50, 70, 100   |
| 细粒砂     | 70/140  | 70, 100, 140  |
|         | 100/200 | 100, 140, 200 |
| 特细砂     | 140/270 | 140, 200, 270 |
|         | 200/270 | 200, 270底盘    |

原砂经标准筛筛分后，如原砂残余量 60~70% 以上集中在三个相邻的筛子上，甚至集中在一个筛子上，这样的原砂颗粒均匀度非常好；否则均匀度不好。因为原砂颗粒组成影响型（芯）砂的透气性、强度、耐火度、流动性、可塑性等性能。因此，一般要求原砂残余量集中在三个相邻筛子上，以保证原砂颗粒均匀。

造型用砂根据主要组成部分的数量，分为粒度集中的和粒度分散的两种，见表 1-4。

表1-4 造型用砂按主要组成部分的数量分类

| 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           | ≥55       |
| 1N      | ≥60           | ≥45       |

3 砂粒的外形和表面状态 砂粒的外形可分为圆形、多角形和尖角形三种。分别用符号○、□和△表示，如图1-2所示。某一种形状的原砂往往都掺杂有其它形状的颗粒，

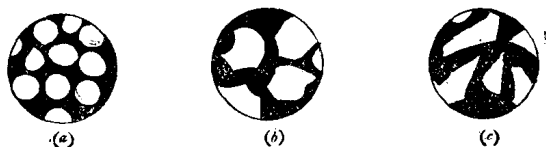


图1-2 砂粒的外形

a—圆形；b—多角形；c—尖角形。

但只要其它形状的颗粒不超过三分之一，则仍用一种符号表示。否则就应用两种符号表示，并将数量较多的形状符号排在前面，如□-△（即多角形砂多于尖角形砂）。这三种形状的砂子，以圆形砂粒的耐火度为最高，流动性、透气性、复用性也好。

除了形状以外，砂粒的表面状态，如表面粗糙程度，是否有裂纹及其它物质的薄膜等，都影响砂子的性能。

4 原砂牌号表示方法 应先写出原砂分类等级，而后写组别及颗粒形状。例如：1 S 20/40 (△-□)；4 S 50/100 (○)。如果原砂粒度分散，应在组别之后加写汉语拼音字母F，例如4 S 50/100 F (○)。

## 二 造型粘土

造型粘土主要是由颗粒细小的、含水的硅酸铝所组成。并且是一种具有一定粘结性能和热化学稳定性较好的粘土。造型粘土主要用作粘结剂。它与造型用砂按比例混合后加适量水，具有一定的湿强度，烘干后有一定的干强度。

1 分类 造型粘土可分为普通粘土和膨润土。普通粘

土用符号 N 表示，膨润土用符号 P 表示。膨润土的矿物成分与普通粘土不同，所以湿强度比普通粘土高。根据普通粘土的工艺试样强度值可分为六级，见表 1-5。根据普通粘土热化学稳定性分为三等，见表 1-6。造型用膨润土分为三个等级，见表 1-7。

表1-5 根据工艺试样强度值普通粘土的分级

| 名 称   | 级 别<br>符 号 | 工艺试样抗压强度(公斤/厘米 <sup>2</sup> ) |     |
|-------|------------|-------------------------------|-----|
|       |            | 湿 态                           | 干 态 |
| 强度低的  | D          | 0.2~0.3                       | <2  |
| 强度中等的 | Z          | 0.31~0.5                      | 1~2 |
| 强度高的  | G          | 0.51~0.75                     | ≥2  |
| 湿强度高的 | SG         | >0.5                          | 1~2 |
| 干强度高的 | GG         | 0.31~0.5                      | >2  |
| 特级的   | T          | >0.75                         | ≥2  |

表1-6 根据热化学稳定性普通粘土的分等及适用范围

| 等级 | 名 称       | 耐火度(°C)不低于 | 适 用 范 围   |
|----|-----------|------------|-----------|
| 1  | 热化学稳定性高的  | 1580       | 用于铸钢和其它方面 |
| 2  | 热化学稳定性中等的 | 1350       | 用于铸铁和有色金属 |
| 3  | 热化学稳定性低的  | —          | 用于有色金属    |

表1-7 造型用膨润土的分级

| 牌 号                          | P <sub>1</sub> | P <sub>2</sub> | P <sub>3</sub> |
|------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| 工艺试样湿压强度, 公斤/厘米 <sup>2</sup> | >1.0           | 0.76~1.0       | 0.5~0.75       |
| 胶质价, %                       | ≥60            | ≥50            | —              |

2 粘土的合理使用 合理使用粘土不仅可以节约粘土用量，同时可以改善型砂的性能。为了合理使用粘土，在生产中常常采用以下措施：

1) 改变粘土的分散度。为了充分润湿粘土, 生产上有两种办法, 一种是将粘土烘干后磨细, 磨得越细越能充分发挥其粘结性能。另一种是将粘土制成粘土浆, 此法对发挥粘结性能更为有利。

2) 配制后的型(芯)砂, 停放一定的时间使粘土充分润湿后再用, 以提高型(芯)砂的强度。

### 三 粘结剂

在铸造生产上应用的粘结剂主要有油类粘结剂、合脂和水玻璃。

1 油类粘结剂 它分为植物油粘结剂和矿物油粘结剂。用油类粘结剂配制的芯砂有非常好的性能, 如干强度高, 透气性好, 但是湿强度低。

油类粘结剂应用最多的是桐油、大豆油、亚麻子油等。这些都是重要的工业原料和食品, 因此不能大量使用。它的使用量一般为 1~3 %。

矿物油粘结剂有页岩残油等, 来源丰富, 价格便宜。

2 合脂粘结剂 合脂是制皂厂生产的废料, 外观呈暗褐色, 是一种粘稠的膏状或块状物, 加煤油稀释后, 成为合脂粘结剂。它在我国北方各工厂广泛用来代替植物油作粘结剂。用它配制成的芯砂强度高, 发气性小, 保存性也好。

3 水玻璃 它是硅酸钠的水溶液。硅酸钠是绿色半透明的固体物质。用水玻璃配制的型砂具有如下的一些优点: 1) 硬化快, 用  $\text{CO}_2$  气硬化只要几秒钟到几分钟即可。2) 硬化强度高。3) 适合于机械化生产。

水玻璃来源广泛, 成本低。水玻璃的品种常以模数和比重表示。

粘结剂除以上三种外，还有沥青、松香、纸浆废液、糖浆和糊精等。这些粘结剂一般不单独使用，经常与其它种类粘结剂合用。

#### 四 辅助材料

为了改善型（芯）砂的性能，提高铸件质量，常常在型（芯）砂中加入一些附加物，或者在砂型或型芯表面上涂上涂料。这些附加物或涂料统称为辅助材料。常用的辅助材料有以下几种：

##### 1 防粘砂材料

1) 石墨粉。它有两种：一种是黑色的；一种是银灰色的。

2) 石英粉。它是一种极细的纯石英粉末，常作为铸钢生产上的涂料，但是，高锰钢铸件不能用石英粉，否则粘砂会更严重。

3) 重油。它常作为青铜或黄铜铸件的型砂附加物，也可用在铸铁件上，另外也可喷涂在砂型表面上。

4) 煤粉。它常作为铸铁件型砂的附加物。

5) 滑石粉。常用来作铜、铝、镁有色金属砂型的涂料和覆料。

2 提高透气性和容让性材料 这一类材料在生产上应用最多的是稻草、锯木屑、炉渣及蜡线等。

3 保护剂 保护剂在有色金属铸件的生产中是经常用到的，例如，镁合金铸件生产中常用氟附加物，硫磺，硼酸等。其中氟附加物保护性能最好，使用广泛，但是，使用时产生有害气体，因此生产上要有防护设备。硫磺与硼酸配合使用效果好。

## 第二节 型砂、芯砂的性能要求

铸件的质量与砂型、型芯的质量有很大关系。为了保证生产出合格铸件，提高生产率，对不同的型砂、芯砂要求它具有一定的性能。

型砂、芯砂的性能，按其对生产的影响，可分为工作性能和工艺性能两大类。现分述如下。

### 一 型砂、芯砂的工作性能

工作性能是指金属液进入型腔后型（芯）砂的一些性能。这类性能的好坏直接影响铸件的质量，工作性能包括型砂的透气性、发气性、耐火度、导热性、强度及高温作用下的性能等。

1 透气性 型砂的透气性是指气体通过紧实后的型（芯）砂的能力。透气性不好，砂型内产生的气体无法排出型外，可能进入铸件产生气孔，或者在浇注时产生沸腾现象（呛火），使铸件报废。影响透气性的因素：

1) 砂粒大小 砂粒愈粗透气性愈好。

2) 砂粒形状 它对透气性的影响与紧实度有关。多角形砂粒因不易压紧实，所以型砂中空隙度大，透气性好；但是多角形砂粒因表面不平整，所以阻碍气体流动，因此又降低透气性。圆形砂粒容易紧实，型砂中空隙度小，透气性小。在相同紧实度情况下，圆形砂粒透气性比多角形砂粒要好。

3) 砂粒的均匀度 砂粒大小愈均匀透气性愈好。这个因素对透气性的影响较大，生产中应注意。

4) 粘土含量 在其他条件相同的情况下，粘土含量增加，透气性降低。