

高等学校交流讲义

# 造型材料

东北工学院铸工教研室

合編

北京机械学院铸工教研室

中国工业出版社

高等学校交流讲



# 造 型 材 料

东北工学院鑄工教研室  
北京机械学院鑄工教研室 合編

中国工业出版社

本书对造型材料进行了研究和分析。内容包括：常用的造型砂；型砂的性能及各种因素对其性能的影响；粘結剂；型砂塗料及其制备等四章。对粘結剂方面作了詳細的介紹。

本书可供高等学校鑄造专业的教材，亦可供鑄造工作者之参考。

## 造 型 材 料

东北工学院鑄工教研室 合編  
北京机械学院鑄工教研室

\*

中国工业出版社出版（北京德胜门内大街16号）

（北京市书刊出版业营业登记证出字第110号）

机工印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店經售

\*

开本  $787 \times 1092 \frac{1}{32}$  · 印張  $5 \frac{1}{4}$  · 字数 106,000

1961年7月北京第一版·1961年7月北京第一次印刷

印数 0001—3533 · 定价(10-6) 0.65 元

統一书号: 15165 · 529 (一机-91)

## 前 言

1961年春，北京和沈阳部分高等学校鑄工教研室負責人及有關教師，討論研究選編有關高等学校鑄造專業各門課程的教材，經會議決定，造型材料由東北工學院及北京機械學院鑄工教研室負責編寫。

在編寫前，我們收集和閱讀了各校的有關教材，分析其特點，編寫初稿，並經清華大學、哈爾濱工業大學、南京工學院有關教師審查，提出意見。然後根據討論意見進行編寫。

本書體系及內容中一些問題分述如下：

1) 最早採用的造型材料是砂、粘土造型材料，因其具有很多優點，目前仍廣泛使用，但由於它在很多性能上不能滿足複雜鑄件生產的要求，因而出現了各種各樣的粘結劑配成的型砂及其它特殊的造型材料。故本書以常用砂、粘土、型砂及其它常用粘結劑配成之型砂為系統，對其進行分析和論證，以期便於講授和符合實際的需要。

2) 考慮到學生參加生產勞動後已有一定的感性知識，所以在本書中加強了有關基礎理論，使學生不僅了解常用造型材料配制及性能，而且為其提供進一步提高、研究的基礎。如粘土、粘結劑等章節。

3) 粘結劑一章未按一般書中按比強度類別講授，而按不同粘結作用講解，便於教學和學生的掌握。

4) 有關型砂各種性能及其影響因素的內容，為了克服

4

普遍罗列的缺点和加强学生了解这些性能在鑄造生产中的作用起见，将这些性能基本上分为两大类型，即一类为直接影响鑄件质量的工作性能，如耐火度；透气性等；另一类为主要影响造型造芯及鑄件生产率的工艺性能，如流动性，出砂性等。

5) 有关各种試驗方法内容根据各校实际讲授經驗結合在有关章节中一并讲解，不单成一章，同时一些不常进行的試驗方法删去不讲。

6) 鑄工上有些名詞現尙不統一。但为接近生产中术语和使其含义更确切，将造型材料中常用名詞作如下之变动：“混合料”在我国工厂中很少采用，故改为“型砂”。型砂有两种含义，广义上为造型砂与造芯砂之统称，狭义上即指造型砂，造芯砂称为型芯砂。“型板”改为“模板”。“落砂性”改为“出砂性”。“耐久性”改为“复用性”等。

7) 有关造型材料处理设备力求简单，以免与車間設備課程重复。

我們的水平有限，經驗不多对这些問題的看法不一定全面和正确。在内容方面定会有錯誤和不够严谨之处。由于時間仓促，亦不可能經各校加以討論，在使用中定会不断發現問題，提出意見，以便我們加以修改补充和完善。

編者 1961. 4.

# 目 次

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 前 言                   | 3  |
| 緒 論                   | 9  |
| § 1 造型材料在鑄造生产中的作用     | 9  |
| § 2 我国在造型材料方面的成就和发展   | 10 |
| § 3 鑄型的概念及对型砂的要求      | 11 |
| § 4 造型材料的分类           | 14 |
| 第一章 常用型砂              | 17 |
| 第一节 鑄造用砂              | 17 |
| § 5 引言                | 17 |
| § 6 砂中水分及粘土含量         | 19 |
| § 7 砂子的顆粒組成           | 25 |
| § 8 砂子的化学及矿物成分        | 32 |
| § 9 砂子在加热过程中的变化       | 35 |
| § 10 我国鑄造用砂           | 39 |
| 第二节 造型粘土              | 39 |
| § 11 引言               | 39 |
| § 12 粘土的化学及矿物成分       | 40 |
| § 13 粘土的顆粒組成          | 41 |
| § 14 粘土的粘結性能          | 42 |
| § 15 粘土在加热过程中的变化      | 46 |
| § 16 粘土的热化学稳定性        | 48 |
| § 17 粘土的高温强度          | 48 |
| § 18 造型粘土的分类          | 49 |
| § 19 合理的使用粘土          | 51 |
| 第二章 型砂的性能及各种因素对其性能的影响 | 52 |
| § 20 引言               | 52 |
| § 21 造型材料性能的分类        | 52 |
| 第一节 型砂的工作性能           | 53 |
| § 22 透气性              | 54 |
| § 23 发气性              | 62 |

|                |                      |     |
|----------------|----------------------|-----|
| § 24           | 耐火度与粘砂               | 64  |
| § 25           | 型砂加热过程中的变化           | 71  |
| § 26           | 型砂的热传导性能             | 73  |
| § 27           | 型砂的强度性能              | 75  |
| 1)             | 湿态强度                 | 75  |
| 2)             | 干强度                  | 79  |
| 3)             | 高温状态下的强度             | 83  |
| 4)             | 容让性                  | 88  |
| 5)             | 表面强度及硬度              | 89  |
| 第二节 型砂的工艺性质    |                      | 91  |
| § 28           | 流动性                  | 92  |
| § 29           | 紧实性                  | 96  |
| § 30           | 可塑性                  | 98  |
| § 31           | 不沾着性                 | 99  |
| § 32           | 保存性                  | 101 |
| § 33           | 不吸湿性                 | 102 |
| § 34           | 出砂性                  | 102 |
| 第三章 粘結剂        |                      | 104 |
| 第一节 粘結剂的作用     |                      | 104 |
| § 35           | 对粘結剂的要求              | 104 |
| § 36           | 粘結剂的分类               | 107 |
| § 37           | 粘結剂的粘結作用             | 109 |
| 第二节 常用粘結剂      |                      | 115 |
| § 38           | 常用植物及矿物油粘結剂          | 115 |
| § 39           | 瀝青和松香                | 120 |
| § 40           | 亚硫酸盐紙浆廢液、糖浆及糊精       | 121 |
| § 41           | 合成粘結剂                | 122 |
| § 42           | 无机粘結剂                | 123 |
| 第三节 水玻璃快速化学硬化砂 |                      | 125 |
| § 43           | 水玻璃砂的特性及其硬化原理        | 125 |
| § 44           | 影响水玻璃砂强度及其他工艺性能的因素分析 | 128 |
| § 45           | 水玻璃砂的硬化方法            | 132 |
| § 46           | 水玻璃砂在使用中尚存在的問題及解决的途徑 | 134 |

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| <b>第四章 型砂、塗料及其制备工艺</b>         | <b>141</b> |
| <b>第一节 常用的型砂及型芯砂</b>           | <b>141</b> |
| § 47 引言                        | 141        |
| § 48 粘土砂质型砂及型芯砂的特点             | 142        |
| § 49 用于各种合金的型砂                 | 143        |
| § 50 用于各种鑄型的型砂                 | 145        |
| § 51 型芯砂                       | 147        |
| § 52 特种粘結剂的型芯砂                 | 148        |
| <b>第二节 特种型砂</b>                | <b>154</b> |
| § 53 泥型用的型砂(半永久型)              | 154        |
| § 54 高热化学稳定性的型砂                | 158        |
| <b>第三节 型砂、塗料的制备及性能控制</b>       | <b>159</b> |
| § 55 型砂的制备                     | 159        |
| § 56 表面材料及其他材料(塗料、膏状塗料、胶合剂)的制备 | 163        |
| § 57 型砂的质量检查                   | 166        |
| <b>参考文献</b>                    | <b>167</b> |



## 緒 論

### §1 造型材料在鑄造生产中的作用

鑄件制造的生产过程是由三个独立的过程組成的，即：  
(1) 制备鑄型，(2) 熔炼液体金屬，(3) 澆注、落砂及鑄件的清理。

在每一过程中又是由許多工艺操作組成。如各种使用材料的准备和处理，模具的制作，制备鑄型及型芯；熔炼的准备和操作及其他等。具体的生产过程則随生产性质，机械化程度，鑄造方法，鑄造合金，鑄件特点等不同而不同。但在所有的生产过程中，鑄型及型芯的制备是最主要的生产环节。

在目前的鑄造生产条件下，絕大部分鑄型及型芯是用砂质材料制成的。也有不少特种鑄造方法使用金屬或其他材料作鑄型，但和砂质造型材料相比是不多的，且有其独自的特点。所以本书以讲解砂质造型材料为主，特殊造型材料在特种鑄造課程中讲授。

造型材料的好坏直接影响鑄型及型芯的制作质量，也就是与鑄件的质量有很大的关系。因此我們应对造型材料的选用，性质的研究予以极大的注意。如注意不够，会使鑄件廢品率大大增加。

由于鑄造生产的特点，形成鑄件缺陷的原因往往是与很多因素有关，而且有时是难于判断的。常常有这种情况，某

种視為不合适的造型材料制成鑄型澆鑄出的鑄件，亦可能沒有病疵，但这并不等于造型材料对鑄件质量沒有重大的影响。实际上造型材料和其他不少鑄造生产过程一样，它对鑄件质量的影响是呈“統計性”的。因此某一种型砂对个别鑄件质量可能影响不大，只有在一批鑄件或一段生产时期中方能呈现出来。加之造型材料成本很便宜，故在很多鑄造車間中造型材料质量之控制，常被忽視，这是不正确的。正因为如此，更应給予造型材料以經常性的，密切注意。

由于生产規模日益扩大，机械化、自动化程度日益提高，对造型材料性能要求愈高。如在机械化大量生产的車間中，往往由于型砂沾着性較大，便会严重地影响制作型芯的生产率 and 鑄件的质量。同时很多新的鑄造工艺方法的出現是与新造型材料的发现和改進分不开的。因此随着我国生产的飞跃发展，应对造型材料的研究作更多的工作。

## §2 我国在造型材料方面的成就和发展

我国鑄造生产的历史最悠久。远在三千多年以前，就已经能够熔鑄出各种大型和精致的銅器。从許多文物和历史学家的考証，都足以說明殷商时代已为青銅文化的末期，在公元974年我国即能鑄造高6.1米和长5.5米的鉄獅子。現在北京及其他各地名胜古迹及博物館中均保存很多的古代鑄物，均可充分說明我国古代劳动人民的智慧和其精湛的技艺。无疑地造型材料在我国古代有很多的成就，可惜，很多經驗未能流傳下来。在很古时代，我国便应用失蜡鑄造方法鑄造祭祀和食用的器皿，在战国时代已应用金屬型鑄造农具。在古代我国即运用薄壳泥型鑄造銅币，根据古时技术书籍記載，我

国古代所用的造型材料是极新颖和质量极高的。为了得到高质量的铸件古代有时用极昂贵的材料如羊毛、蛋青和脂肪等制备造型材料。粘土是古代主要的造型材料。制备的型砂有很好的性能。如“天工开物”一书中即有有关型砂质量的叙述：这种铸型在浇注后不立刻毁坏，不产生粘砂现象，浇注后可以将铸型打开，而当铸型修整后再将其重新合上。目前我国广泛采用的铸钢术即属此情况。

这些劳动人民的智慧和创造在封建社会里，尤其近百年来受到帝国主义、官僚资本主义的剥削和摧残而未得到应有的发展。

解放以后，在党和政府的领导下，机械工业取得了很大的进展，铸造生产也改变了过去落后的面貌，尤其1958年大跃进以来，铸造生产取得了飞跃的发展。在造型材料方面亦广开技术革命之花，如泥型的推广，水玻璃砂的应用，优质量型砂的创造。新粘结剂的研究等。我国新建和改建的机械、汽车、拖拉机等工厂的铸造车间中，均有现代化的造型材料处理系统。

目前我国对造型材料及与其有关的研究工作不仅在很多专职科学研究机关、工厂及学校中进行，而且在广大工人生产实践中群众性的研究活动亦蓬勃地开展，在造型材料实践和研究方面，今后将一定会取得更大的发展和成就。

### 5.3 铸型的概念及对型砂的要求

铸型一般是由上下半型组成。上下砂型是将型砂填入砂箱内并紧实之然后起模制得。为了获得铸件内腔的形状，必须在铸型型腔中安放型芯。为了支承型芯在浇注时不被浮起

或移动，鑄型型腔需作出芯座。同时在澆注时型芯中的气体亦多由芯头处排出。为使将金屬液体順利地注入型腔，在鑄型中須作出澆注系統。欲使金屬在冷凝过程中得到补縮并使型腔内气体排出型外，常在鑄型上作出冒口或出气口。为了控制鑄件的凝固方向，有时在型腔中安放冷鉄等。图1为一鑄鉄鑄件的鑄型示意图。

当金屬液体注入鑄型时，在鑄型型腔表面与金屬液接触处发生一系列复杂的物理化学的过程和变化。因此要求型砂及型芯砂有一定之性能，以保证鑄件之质量。

如型砂湿强度、干强度或表面强度不够，则当金屬液注入时的冲刷及靜压力等作用，往往使鑄件产生冲砂、砂眼、脹箱等缺陷。因此要求型砂經紧实后有足够的强度。

由于高温金屬液的热作用，型砂中水分、揮发物及砂粒間的空气当其与金屬液接触时便汽化，揮发和膨脹产生較高的气压，如型砂透气性不良，必将在鑄件中造成气孔。因此要求型砂有良好的透气性及低的发气性。

型砂的耐火度不够往往使鑄件易产生粘砂。因此要求型砂有足够的耐火度。

金屬液注入鑄型后如型砂尤以型腔及型芯表面受热的作用在鑄件表面凝固前失去强度亦会造成很多缺陷，因此要求型砂具有一定的高温强度。但高温强度过大时将妨碍鑄件的收縮而易使鑄件产生开裂。所以对型砂尤以型芯砂（因型芯大部分被鑄件所包围）应具有良好的容让性。

为了防止因型砂在高温下产生較大的变形而造成夹砂等缺陷，要求型砂在高温下具有小的膨脹和收縮。

为了使鑄件易于出砂清理，要求型砂尤以型芯砂有良好

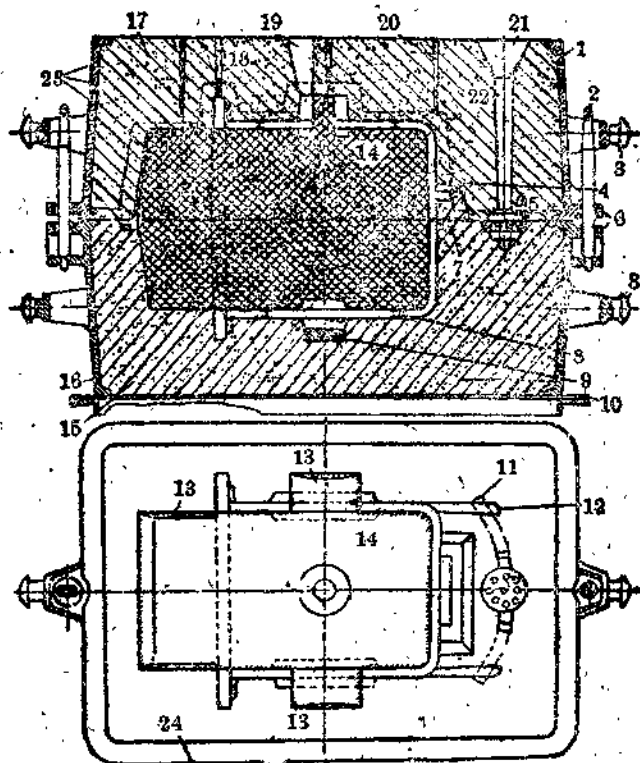


图1 铸型示意图

1—上砂箱；2—箱盖；3—箱轴；5—过滤网；6—箱盖孔；7—砂塞；8—型芯；9—冷铁；10—底板；11—横浇道；12—内浇口；13—芯头；14—型芯；15—下半型；16—下砂箱；17—上半型；18—出气口；19—冒口；20—箱带；21—浇口杯；22—直浇道；23—砂箱壁上的出气孔；24—下砂型顶视图。

的出砂性。

为了获得轮廓清晰、表面光洁的鑄型，要求型砂具有良好的可塑性及不沾着性。

使造型造芯工作有高的生产率，要求型砂应有良好的流动性及紧实性。

型芯在贮存中往往会吸收水分而使其质量变坏，因此要求型砂尤以型芯砂有低的吸湿性。

型砂在存放期间性能变化显著是不利的，因此型砂要有良好的保存性。又型砂在反复使用过程中性能迅速恶化，不管对鑄件质量或经济方面均是不利的，因此要求型砂有好的复用性。

此外要求型砂之原材料来源充足，价格便宜，非食品，性质稳定，易于处理同时对工人身体没有妨害。

显然上述很多要求是难于同时满足的，应针对鑄件和生产具体情况，抓住影响鑄件质量和生产的主要矛盾，严格选择型砂的配方，经过良好的混制和正确的使用才行。

本书将对这些性能及其影响因素作详细的分析。

#### §4 造型材料的分类

造型材料的含义很广泛，凡是用来制作鑄型和型芯的材料均称为造型材料。

构成鑄型和型芯本体的材料称为基本造型材料，如砂、粘土及各种粘结剂等。

为使鑄型及型芯具有某种特殊的性能如防止粘砂、具有容让性等而加入的材料或用来粘成型芯，防止沾附模板及芯盒的材料等为辅助造型材料。

各种造型材料原材料須按一定之配方配制方能使用。在一般鑄造車間中按工作任务不同可分为：

- 1) 配制成用来制作鑄型的叫型砂；
- 2) 配制成用来制作型芯的叫型芯砂；
- 3) 配制用来塗抹鑄型及型芯表面的叫塗料；
- 4) 撒复于鑄型表面的粉状材料叫复料；
- 5) 用来使型砂或型芯砂不沾附于模板或芯盒的材料叫分型材料；
- 6) 配制用来粘合金型芯或填補鑄型或型芯表面的叫胶合剂及填敷料。

在鑄造生产中使用的各种配方是多种多样的。这視金屬种类，鑄件特点，生产性质，机械化程度及工艺方法等具体情况而定。

按所用鑄型的干燥程度分为：

- 1) 湿型用的型砂；
- 2) 干型用的型砂；
- 3) 表面干燥鑄型用的型砂。

按鑄件金屬种类分为：

- 1) 鑄鋼用的型砂；
- 2) 鑄鉄用的型砂；
- 3) 鑄有色金属用的型砂。

按澆注次数分为：

- 1) 常用一次型用的型砂；
- 2) 可多次澆注的半永久型即泥型用的型砂。

按鑄造方法分为：

- 1) 常用的砂——粘土质型砂；

2) 加入特种粘结剂的型砂及型芯砂。

按性能要求不同分为:

1) 用来制作鑄型或型芯与金屬液接触的表层叫面砂。它应具有較好的性能。

2) 用来填充除面砂外的砂型或型芯背层的叫填充砂或背砂。它的性能可較差。

3) 适应机械化造型造芯高生产率的要求, 不分別使用面砂和背砂而使用一种性能較好的型砂叫单一砂。