



罗伟昌 丁根宝 编著

中等专业学校交流讲义

# 铸型工艺学

只限学校内部使用

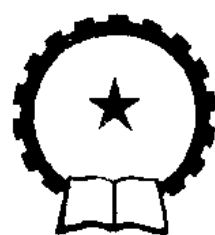
机 械 工 业 出 版 社

中等专业学校交流讲义



# 铸 型 工 艺 学

罗偉昌 丁根宝 編著



机械工业出版社

本书是根据 1959 年的中等专业学校鑄造专业的“鑄造工艺学”四年制教学大纲編写的。

本书包括鑄型材料、工艺規程的拟訂以及澆注系統、工艺装备的設計和澆注、落砂、廢品分析等部分。

本书可以作为中等专业学校鑄造专业交流讲义，也可供鑄造技术人員参考。

## 鑄型工艺学

罗偉昌 丁根宝 編著

(根据中国工业出版社紙型重印)

\*

第一机械工业部教材編审委员会編輯 (北京復興門外三里河第一机械工业部)

机械工业出版社出版 (北京苏州胡同 141 号)

(北京市书刊出版业营业許可証出字第 117 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

\*

开本  $787 \times 1092 \frac{1}{16}$  · 印張  $22 \frac{1}{8}$  · 插頁 3 · 字数 538 千字

1961 年 11 月北京第一版，共印 5,787 册

1965 年 2 月北京新一版·1965 年 2 月北京第一次印刷

印数 0,001—1,500 · 定价(科四) 2.20 元

\*

統一书号: K15033·3855

## 前 言

本书是根据1959年中等专业学校鑄造专业的“鑄造工艺学”四年制教学大纲草案编写的，最近又根据鑄造专业教材选编会议的精神，以及技术革新和教育革命的成果进行了修改。

本书编写时以工艺分析为纲，对工艺规程拟订中各项问题进行了详细的讨论和研究。其内容包括造型材料、工艺方案和参数的选择、澆注系統、工艺装备的设计以及澆注、落砂、清理、廢品分析等部分。叙述力求全面，文字浅显，可以作为中等专业学校鑄造专业的交流讲义也可供鑄造工作者参考。

在编写过程中，除尽量结合我国生产实践外，其中某些资料，我国尚未有统一标准者，仍采用苏联标准。因此，请读者结合生产中的具体情况参考选用。

本书由二人分工编写，其中第1, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 12, 15, 16, 17等章系由丁根宝同志编写；其余第6, 7, 8, 9, 13, 14, 18, 19等章系由罗偉昌同志编写。

本书在修订过程中，又承蒙北京工业学校刘季方同志及沈阳冶金机械专科学校徐庆柏同志校阅和修改，使内容更加完善和精炼，特此致谢。由于编写时间匆促，以及水平所限，难免有错误和不妥之处，敬请读者加以指正。

汉 口 机 械 学 院 罗偉昌  
陕西省机器制造学校 丁根宝

1961.4.于北京

# 目 录

## 前 言

|                 |   |
|-----------------|---|
| 緒 論 .....       | 1 |
| 1. 鑄造生产过程 ..... | 1 |

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| 2. 鑄造生产在机器制造业和国民經济中的作用与意义 ..... | 1 |
| 3. 我国鑄造生产的发展簡史 .....            | 2 |
| 4. 本課程的任务与要求 .....              | 3 |

## 第一篇 造型材料

### 第一章 造型材料的概念 .....

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 第一节 造型材料对制造鑄件的作用 .....  | 4  |
| 第二节 造型材料的分类、組成及来源 ..... | 4  |
| 第三节 对混合料性能的要求 .....     | 6  |
| 第四节 混合料的高温性能試驗 .....    | 10 |
| 1. 热膨胀及收縮 .....         | 10 |
| 2. 加热試样在荷重下的变形性 .....   | 10 |
| 3. 抗压强度 .....           | 10 |
| 4. 退让性測定 .....          | 11 |

### 第二章 混合料的主要原材料 .....

|                        |    |
|------------------------|----|
| 第一节 砂子 .....           | 11 |
| 1. 砂子的顆粒組成 .....       | 12 |
| 2. 砂子的化学及矿物成分 .....    | 13 |
| 3. 砂中粘土含量 .....        | 15 |
| 4. 我国产砂的情况 .....       | 15 |
| 第二节 粘土 .....           | 16 |
| 1. 粘土根据粘結能力的大小分类 ..... | 17 |
| 2. 粘土按在水中膨胀能力分类 .....  | 18 |
| 3. 粘土按肥瘦分类 .....       | 18 |
| 4. 粘土按热化学稳定性分类 .....   | 19 |
| 5. 膨潤土 .....           | 19 |
| 6. 粘土的技术条件及用途 .....    | 20 |

### 第三章 特殊粘結剂 .....

|                        |    |
|------------------------|----|
| 第一节 概論 .....           | 21 |
| 第二节 第一組憎水有机粘結剂 .....   | 24 |
| 1. 植物油 .....           | 24 |
| 2. “Π”型粘結剂 .....       | 26 |
| 3. 4ГY(B) 及其它粘結剂 ..... | 27 |
| 第三节 第二組憎水有机粘結剂 .....   | 27 |
| 第四节 第三組憎水有机粘結剂 .....   | 28 |
| 1. 松香 .....            | 28 |
| 2. 瀝青 .....            | 28 |

|                      |    |
|----------------------|----|
| 3. KB 粘結剂 .....      | 29 |
| 4. CΠ 和 CB 粘結剂 ..... | 30 |

### 第五节 B类二組和三組粘結剂 .....

|                   |    |
|-------------------|----|
| 1. 糊精 .....       | 31 |
| 2. 糖浆 .....       | 31 |
| 3. 亚硫酸盐紙浆廢液 ..... | 31 |

### 第六节 亲水无机粘結剂 .....

|                 |    |
|-----------------|----|
| 1. 水玻璃粘結剂 ..... | 32 |
| 2. 水泥粘結剂 .....  | 33 |

### 第七节 我国目前粘結剂的使用情况及今后发展的方向 .....

### 第四章 造型辅助材料 .....

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 第一节 防止粘砂材料 .....      | 34 |
| 第二节 提高透气性和退让性材料 ..... | 39 |
| 第三节 抹料、胶合剂和填敷料 .....  | 40 |
| 第四节 防止粘模性材料 .....     | 40 |

### 第五章 混合料的分类、性能及制备 .....

|                        |    |
|------------------------|----|
| 第一节 混合料主要工作性能的控制 ..... | 42 |
| 1. 混合料的湿度(水分含量) .....  | 42 |
| 2. 影响透气性的因素 .....      | 45 |
| 3. 影响强度的因素 .....       | 45 |
| 4. 影响耐火度的因素 .....      | 45 |
| 5. 影响可塑性的因素 .....      | 47 |
| 6. 影响流动性的因素 .....      | 47 |
| 7. 其它性能 .....          | 47 |

### 第二节 混合料在高温下的性能 .....

### 第三节 各种混合料配制的成分 .....

|                   |    |
|-------------------|----|
| 1. 造型混合料 .....    | 49 |
| 2. 泥芯混合料 .....    | 51 |
| 3. 大型鑄件用混合料 ..... | 51 |
| 4. 快速干燥混合料 .....  | 51 |
| 5. 泥型鑄造用混合料 ..... | 53 |

|              |    |
|--------------|----|
| 第四节 混合料的制备   | 55 |
| 1. 新鲜材料的预先处理 | 55 |
| 2. 附加物的预先处理  | 55 |

|                |    |
|----------------|----|
| 3. 旧砂的预先处理     | 55 |
| 4. 混合处理        | 56 |
| 第五节 制备混合料的工艺文件 | 58 |

## 第二篇 鑄造工艺过程的拟定

### 第六章 工艺規程編制的概述

|                      |    |
|----------------------|----|
| 第一节 工艺規程的意义          | 59 |
| 第二节 工艺規程的作用          | 59 |
| 第三节 編制工艺規程的原則和要求     | 60 |
| 第四节 生产类型对編制鑄造工艺規程的影响 | 60 |

|               |    |
|---------------|----|
| 第五节 鑄造工艺規程的形式 | 62 |
|---------------|----|

### 第七章 鑄造工艺过程方案的确定

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 第一节 鑄件結構的工艺分析     | 69  |
| 第二节 鑄造方法的选择       | 77  |
| 1. 砂型鑄造           | 77  |
| 2. 泥型鑄造 (半永久型鑄造)  | 93  |
| 第三节 鑄型种类的选择       | 95  |
| 1. 干型             | 96  |
| 2. 湿型             | 96  |
| 3. 表面干型           | 97  |
| 第四节 鑄件在鑄型中澆注位置的选择 | 97  |
| 第五节 鑄型分型面的选择      | 100 |

### 第八章 鑄造工艺数据的确定

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 第一节 鑄造收縮率的确定             | 103 |
| 第二节 鑄件的机械加工余量及尺寸与重量的容許偏差 | 104 |
| 第三节 模型斜度的确定              | 115 |
| 第四节 工艺补正量                | 116 |
| 第五节 模型負裕量                | 118 |

### 第九章 泥芯

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 第一节 泥芯的結構         | 119 |
| 1. 泥芯骨            | 119 |
| 2. 泥芯的通气          | 121 |
| 3. 泥芯在鑄型中的安装      | 122 |
| 第二节 泥芯的分割面及澆砂面的选择 | 125 |
| 第三节 泥芯制造方法的选择     | 126 |
| 1. 手工造芯           | 126 |
| 2. 机器造芯           | 129 |
| 第四节 泥芯的修整、装配与檢驗   | 131 |
| 1. 泥芯的修整          | 132 |
| 2. 泥芯的装配          | 133 |

|          |     |
|----------|-----|
| 3. 泥芯的檢驗 | 134 |
|----------|-----|

### 第五节 泥芯头基本尺寸的确定

|          |     |
|----------|-----|
| 1. 水平泥芯头 | 135 |
| 2. 直立泥芯头 | 137 |

### 第六节 泥芯在工艺文件上的表示方法

### 第十章 澆注系統

#### 第一节 澆注系統的組成

|        |     |
|--------|-----|
| 1. 外澆口 | 143 |
| 2. 直澆口 | 146 |
| 3. 橫澆口 | 146 |
| 4. 內澆口 | 148 |

#### 第二节 金屬注入型腔位置的选择

|            |     |
|------------|-----|
| 1. 沿分型面注入法 | 151 |
| 2. 頂注法     | 152 |
| 3. 底注法     | 154 |
| 4. 阶梯式澆注法  | 156 |

#### 第三节 澆注系統的計算

|                  |     |
|------------------|-----|
| 1. 灰口鉄鑄件澆口的計算    | 158 |
| 2. 鋼鑄件澆注系統的計算    | 170 |
| 3. 可鍛鑄鉄件澆注系統的計算  | 173 |
| 4. 球墨鑄鉄件澆注系統的計算  | 175 |
| 5. 有色合金鑄件澆注系統的計算 | 175 |

#### 第四节 各种合金鑄件澆注系統的特点

|              |     |
|--------------|-----|
| 1. 鋼鑄件       | 177 |
| 2. 銅合金鑄件     | 178 |
| 3. 鋁合金及鎂合金鑄件 | 179 |
| 4. 高强度鑄鉄件    | 179 |

#### 第五节 澆注系統在工艺图上的表示方法

### 第十一章 冒口

#### 第一节 冒口在鑄件上的位置及開設原則

#### 第二节 冒口的种类与形状

#### 第三节 普通冒口大小的确定

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 1. 內切圓的計算法            | 185 |
| 2. 华西列夫斯基确定鋼鑄件冒口尺寸的方法 | 187 |

|                      |     |                          |     |
|----------------------|-----|--------------------------|-----|
| 3. 球墨鑄鐵件冒口的設置        | 194 | 1. 砂箱的分類                 | 270 |
| 4. 鑄鐵冒口尺寸的計算         | 195 | 2. 砂箱的標準化                | 272 |
| 5. 銅合金的冒口計算          | 195 | 3. 砂箱的結構及形狀大小的確定         | 275 |
| 第四節 特殊冒口             | 195 | 第二節 砂箱底板、壓板及烘乾板          | 282 |
| 1. 大氣壓力冒口            | 195 | 1. 砂箱底板及壓板               | 282 |
| 2. 氣彈冒口（發氣壓力冒口）      | 196 | 2. 烘乾板                   | 284 |
| 3. 壓縮空氣冒口            | 200 | 第三節 檢驗樣板及其他              | 286 |
| 4. 發熱冒口              | 202 | 1. 檢驗樣板                  | 286 |
| 5. 加氧冒口              | 203 | 2. 彈簧澆口模                 | 287 |
| 6. 易割冒口              | 203 | 第十五章 鑄型和泥芯的乾燥            | 287 |
| 第五節 冒口及出氣孔在工藝文件上的表示法 | 205 | 第一節 乾燥過程                 | 288 |
| 第十二章 冷鐵和鑄筋           | 205 | 第二節 乾燥方法                 | 289 |
| 第一節 內冷鐵              | 205 | 1. 表面乾燥                  | 289 |
| 第二節 外冷鐵              | 207 | 2. 鑄型和泥芯的整體乾燥            | 293 |
| 第三節 機床鑄件上冷鐵的應用       | 209 | 第三節 乾燥過程的檢驗方法            | 296 |
| 第四節 鑄筋               | 210 | 1. 間接檢查法                 | 296 |
| 第五節 冷鐵和鑄筋在工藝圖上的表示法   | 212 | 2. 直接檢查法                 | 296 |
| 第十三章 模型、泥芯盒及型板       | 213 | 第十六章 合箱                  | 297 |
| 第一節 制模材料             | 213 | 第一節 泥芯的安裝                | 298 |
| 1. 木材                | 213 | 第二節 鑄型尺寸檢驗               | 299 |
| 2. 合金                | 217 | 第三節 鑄型中氣體的引出             | 300 |
| 3. 塑料                | 218 | 第四節 鑄型、泥芯所受浮力的計算及緊固裝置的選擇 | 300 |
| 4. 石膏                | 219 | 第五節 鑄型裝配圖                | 304 |
| 5. 水泥                | 219 | 第十七章 澆注、落砂和清理            | 305 |
| 第二節 模型與泥芯盒           | 219 | 第一節 澆注                   | 305 |
| 1. 對模型與泥芯盒的要求        | 219 | 1. 澆注前的準備工作              | 305 |
| 2. 木制模型和泥芯盒的分級       | 220 | 2. 澆注溫度的控制               | 307 |
| 3. 木模和泥芯盒的製造         | 221 | 3. 澆注時砂型中氣體的析出現象         | 308 |
| 4. 金屬模及泥芯盒的結構和製造     | 229 | 4. 澆注的安全技術               | 309 |
| 5. 泥芯盒的結構型式          | 236 | 第二節 落砂和清理                | 309 |
| 第三節 型板（模板）           | 240 | 1. 鑄件的落砂                 | 309 |
| 1. 型板的種類             | 240 | 2. 清除泥芯                  | 315 |
| 2. 型板的結構             | 243 | 3. 清理工作                  | 315 |
| 3. 型板的設計步驟           | 245 | 第十八章 鑄件缺陷的檢驗與修補          | 319 |
| 4. 各種造型機用型板的特点       | 253 | 第一節 鑄件缺陷的分類              | 319 |
| 5. 單件及成批生產應用的特殊型板    | 261 | 第二節 鑄件缺陷的特征、產生原因及防止方法    | 319 |
| 6. 型板的製造方法           | 266 | 1. 氣孔（氣泡、氣眼、氣穴）          | 319 |
| 7. 其他特殊材料型板的製造方法     | 269 | 2. 縮孔和縮松（抽、縮眼、縮空）        | 321 |
| 第十四章 工藝裝備            | 270 | 3. 砂眼                    | 321 |
| 第一節 砂箱               | 270 | 4. 夾渣（渣眼、包渣、包磷、包釉子）      | 322 |

|                          |     |                         |     |
|--------------------------|-----|-------------------------|-----|
| 5. 热裂和冷裂.....            | 322 | 第一节 521型机床前腿的工艺设计 ..... | 332 |
| 6. 落砂(掉砂、垮箱) .....       | 322 | 1. 技术条件.....            | 332 |
| 7. 结疤(疙瘩、起砂、起格子、鼠尾)..... | 323 | 2. 工艺方案.....            | 332 |
| 8. 冷隔(对火、对纹、冷接) .....    | 323 | 第二节 工艺文件填写方法.....       | 338 |
| 9. 浇不足.....              | 323 | 1. 铸造工艺图.....           | 338 |
| 第三节 铸件质量检查.....          | 323 | 2. 泥芯工艺图.....           | 339 |
| 1. 外观缺陷的检查.....          | 323 | 3. 上下型板图.....           | 339 |
| 2. 内部缺陷的检查.....          | 324 | 4. 砂型装备图.....           | 339 |
| 第四节 铸件缺陷的修补.....         | 329 | 5. 模型工艺卡片.....          | 339 |
| 1. 堵塞和浸渍.....            | 329 | 6. 造型及浇注工艺卡片.....       | 340 |
| 2. 金属喷镀.....             | 330 | 7. 造芯工艺卡片.....          | 342 |
| 3. 栽入丝堵和套子.....          | 331 | 8. 清缝工艺卡.....           | 343 |
| 4. 液体金属熔补.....           | 331 | 9. 工时定额卡片.....          | 343 |
| 5. 气焊或电焊焊补.....          | 331 | 附 录 .....               | 344 |
| 第十九章 工艺规程编制举例 .....      | 332 | 参考文献 .....              | 351 |

# 緒 論

## 1 鑄造生产过程

將熔融的金屬澆注在鑄型里獲得鑄件（成型零件的毛坯或產品）的生產方法，稱為鑄造生產。

鑄造生產過程是由三個獨立過程組成的，即：1）鑄型的製備，2）金屬的熔煉，3）澆注落砂和清理。在這些過程中，這個過程又是由許多工藝操作組成。下面用圖解法來表示製造鑄件的全部生產過程：

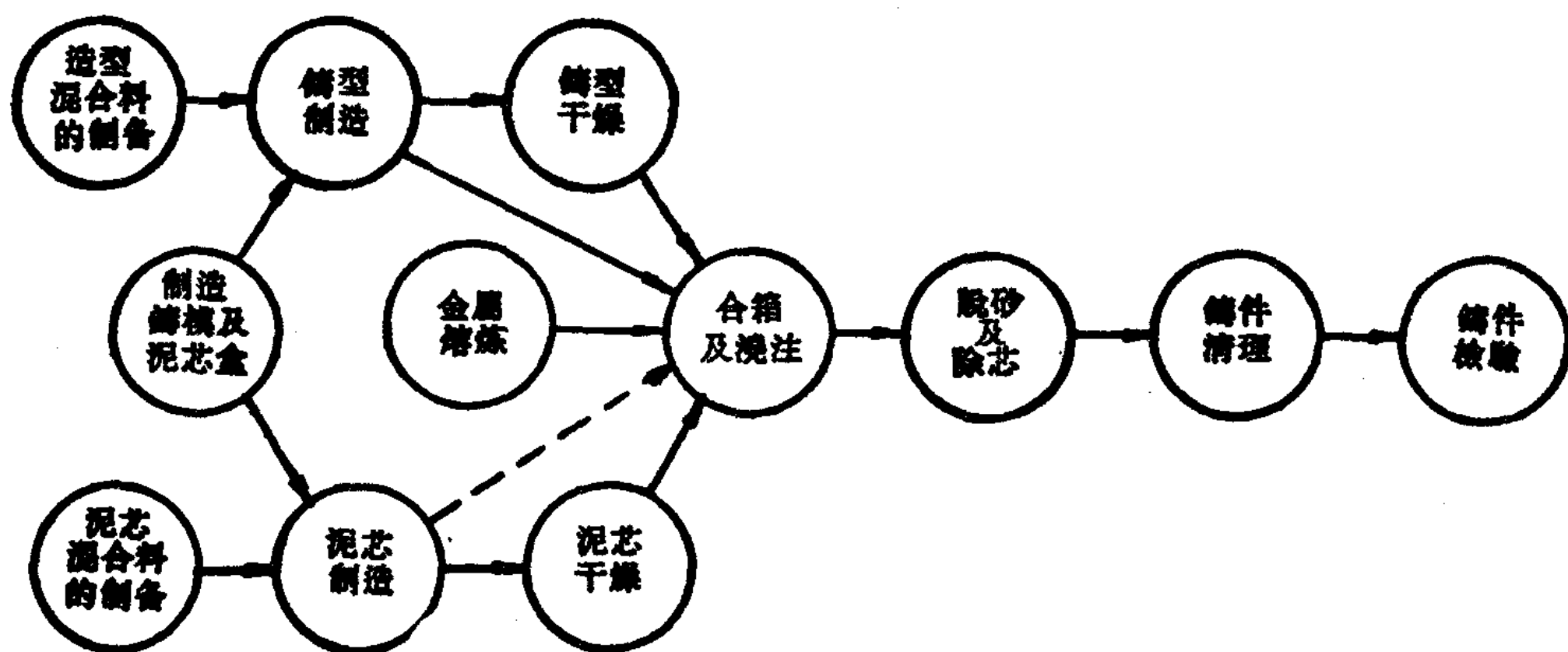


圖 1

## 2 鑄造生產在機器製造業和國民經濟中的作用與意義

鑄造生產是機器製造業的基礎，因為它是現代機器製造業中取得成型毛坯的應用最廣泛的方法。現在所製造的鑄件，壁厚可從幾毫米至幾百毫米，重量由幾克到幾百噸。鑄件在各種機器設備中所占的重量百分比是非常可觀的。例如：

|               |        |
|---------------|--------|
| 金屬切削機床        | 75~85% |
| 軋鋼機           | 75~80% |
| 柴油機、空氣壓縮機、泵   | 60~80% |
| 發電機、電動機       | 60~70% |
| 鉆探設備          | 40~50% |
| 掘土機           | 30~40% |
| 機車、車輛、汽車、電動車  | 40~70% |
| 拖拉機、農業機械      | 40~70% |
| 儀器、小型機械、計算分析機 | 很大部分   |

其它在公用設施和人民日常生活中，或在美術工藝和建築方面，也都廣泛地採用着各種各樣的鑄件。例如：日常用的鍋、盆、取暖設備、上下水道，以及武漢長江大橋上用的精美花紋和圖案的鑄鐵欄杆等等，也都是用鑄造方法獲得的。

鑄造生产在机器制造业中所以占重要地位及在国民經济中得到广泛应用的原因,是由于它比其它金屬加工方法(鍛造、鋸焊、輾压等)具有一系列的优点:

1) 鑄造生产可以获得任何复杂形状的毛坯。这种非常接近零件最后尺寸的复杂形状的毛坯,用鍛造、冲压和鋸焊的方法是得不到的。例如图2中 *a* 为水輪机轉子零件, *b* 为机床立柱零件,这种复杂的零件只有用鑄造的方法才能获得。

2) 鑄造毛坯与机器零件的形状很接近,尺寸相差也不大,故切削加工余量小,这样就大大地节省了机械加工,从而降低了成本。以一个中等复杂的产品为例,其毛坯由不同的方法制成,机械加工切削消耗的百分比:鍛压件为75%;冲压件为50%;鋼鑄件为30~40%,鉄鑄件为20%。

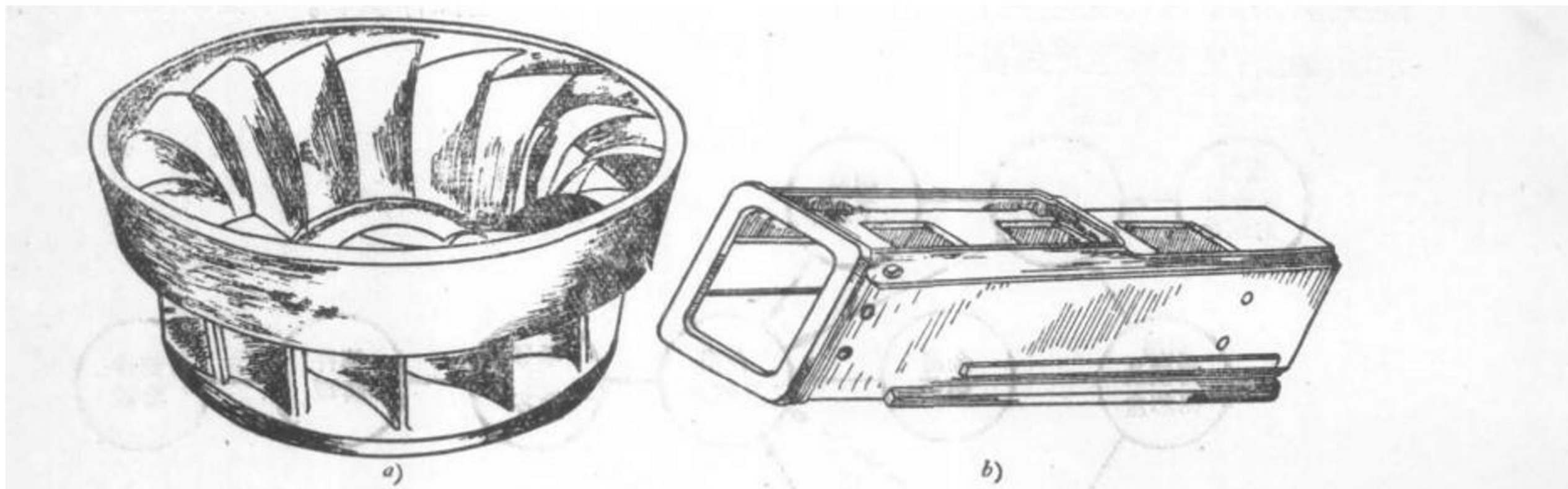


图2 大型机床立柱和水輪机轉子

*a*—水輪机轉子; *b*—机床立柱。

3) 在鑄造生产中,廢料的再度利用比較容易,只要回炉重新熔化一下就可以了。

4) 鑄造生产所用的設備比鍛压所用的設備輕巧,投資少,并且建立車間所需的时间短。这种优点,对于要求高速度的改建厂房和改制新产品具有重大的意义。

### 3 我国鑄造生产的发展簡史

我們勤劳、智慧的祖先,在鑄造事业的发展中,立下了不可磨灭的功績,留下了許多宝貴的遗产。

我国远在三千五百多年以前,就已經能熔鑄出各种大型和精致的銅器。許多出土文物的考証,都足以說明殷商时代已为青銅文化的末期。在河南安阳出土的殷朝祭器“司母戊鼎”重达700余公斤,长度和高度都超过1米,四周飾有精美的花紋。其它如大禹鼎等都有极高的艺术价值。这些出土銅器种类繁多,形姿十分宏偉,上面都雕鏤着富丽而細致的花紋。从技术上研究当时已使用了泥型鑄造法,鑄造各种鑄品。图3即为商代的鑄型和出型后的銅器鑄件。

在公元前六、七世紀的春秋战国时代,我国的劳动人民,約早于欧洲1700多年掌握了生鉄的鑄冶技术。

在唐朝,鑄冶工业得到了很大的发展,在玄宗时代,每年用来鑄錢的銅就达1000吨以上,鉄的产量大大地超过銅的产量。到了北宋年間,鑄冶作坊的規模巨大,有些作坊的房屋多到几百間,工人多至几千人。

我国的鑄造事业，在历史上取得了辉煌的成績，这光荣属于历代勤劳智慧的劳动人民。但是由于我們经历了从西周到鴉片战争三千年漫长的封建主义統治，大大阻碍了生产力的发展，造成了生产技术长期停滞不前，甚至許多傳統的优良技术也都失傳了。

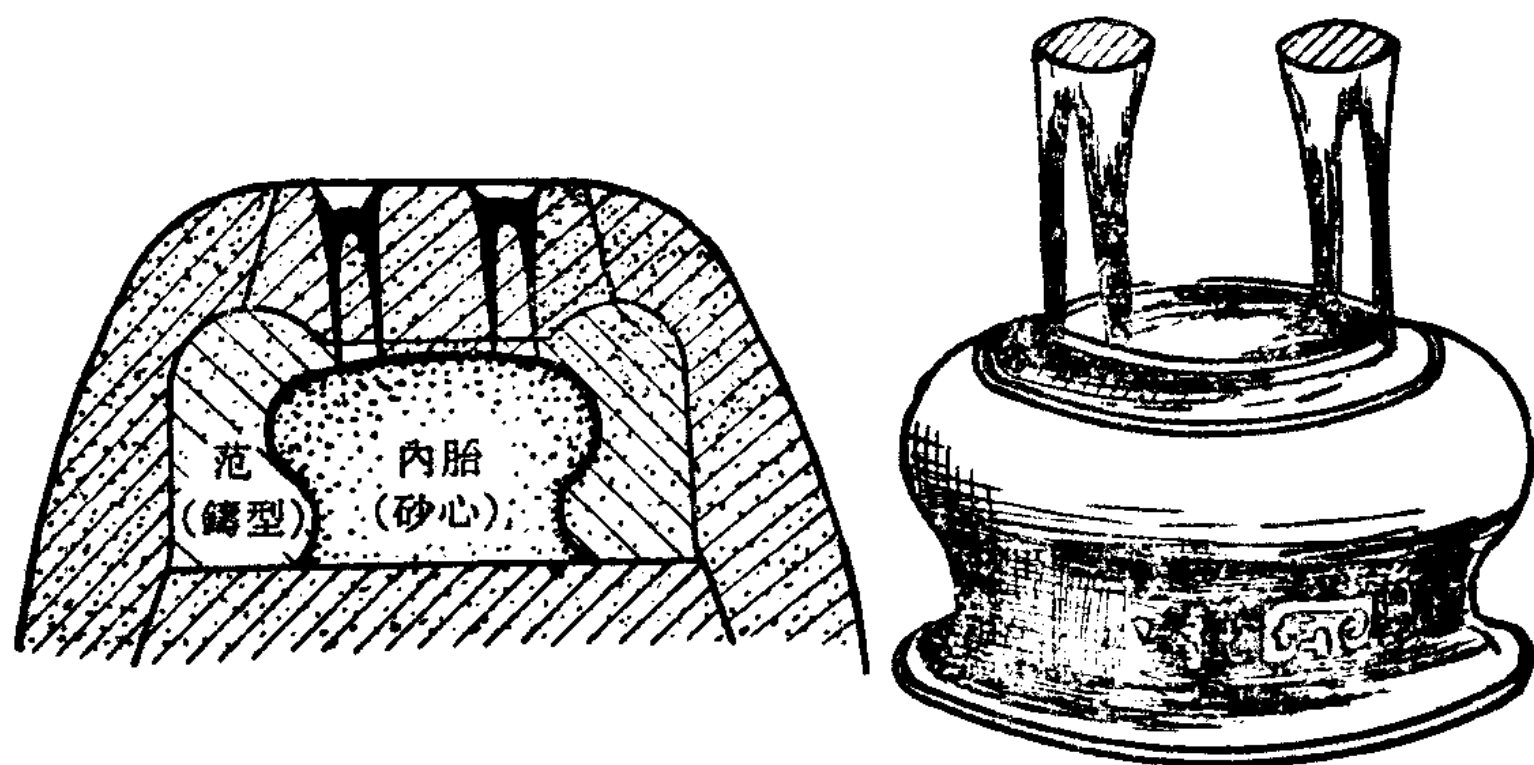


图3 商代的鑄型和出型后的鑄件

近百年来，由于帝国主义的侵略和国民党反动統治的摧殘，使我国的机械制造业更是一蹶不振，技术异常落后，仅有的鑄造生产也只是为了适应修理的需要，为帝国主义掠夺我国的資源服务。再加上解放前夕，經国民党反动派的瘋狂破坏，鑄造行业已到了山穷水尽奄奄一息的境地。

解放以后，在党的领导下，机械工业迅速由恢复到发展，由修配轉为制造，由制造一般机器过渡到制造大型、重型、精密的和成套的技术装备。鑄造生产，作为机械工业重要的組成部分，也获得了空前的壮大和发展。

第一个五年計劃期間，我們陸續地新建和扩建了一些汽車制造厂，拖拉机制造厂，汽輪机制造厂，电机制造厂，重型机器制造厂和机床制造厂等；并用現代新的科学技术成就装备了程度不同的一些鑄工車間，为我国鑄造生产的机械化、自动化奠定了基础。同时我国还对原有企业的鑄造車間，进行了整頓，調整了生产秩序和劳动組織，进行了技术改造。在近几年来，鑄造工作者和全国人民一道，在党的领导下，鼓起冲天干劲形成了規模空前的技术革新和技术革命的群众运动，从而获得丰硕成果。例如：我国已經鑄出了大功率水輪机轉子等鑄件，而且还創造性地发展了水玻璃的組芯造型法，大大地簡化了操作，成倍地提高了生产率。我国傳統的优秀鑄造技术——泥型鑄造，也获得了进一步的发展和更广泛的应用。

总的來說，解放十多年来，尤其是最近几年以来，在党和毛主席的英明领导下，群众意气風发，斗志昂揚，鑄造生产获得了巨大的成就，以史无前例的高速度在飞跃前进着。

#### 4 本課程的任务与要求

本課程的任务，在于介紹上述生产过程的理論知識（合金及熔炼除外），培养学生独立担任实际工作的能力。通过本課程的学习，可以使學生們获得下列几方面的知識：

- 1) 掌握造型材料的一般理論知識、实验方法，并具有选择、改进造型材料的能力。
- 2) 能够对工艺过程进行评价，并掌握拟定正确而又經濟的工艺过程所需要的基础知識，以及編制技术文件的实际技能。
- 3) 掌握工艺装备的設計和制造过程的必要知識。
- 4) 学会分析鑄件缺陷和廢品的原因，并掌握消除及防止的方法。
- 5) 熟悉工艺过程的現代檢驗方法、安全技术及劳动保护規則。
- 6) 了解鑄造生产的最新科学技术成就。

# 第一篇 造型材料

## 第一章 造型材料的概念

### 第一节 造型材料对制造鑄件的作用

用来制造鑄型和泥芯的材料称为造型材料。造型材料的含意，根据鑄型种类的不同，有一次鑄型用的砂土混合料，半永久型用的特殊耐火材料，也有金屬型用的鑄鉄和鋼。所謂一次鑄型，也就是仅能利用一次，当鑄件脫砂以后鑄型即被损坏。一次鑄型在鑄造生产中应用的比重約占 80% 以上。本篇造型材料主要研究最普通的和应用最广泛的造型材料——主要由砂子、粘土和一些附加物所組成的，用来作为一次鑄型和泥芯用的混合料。

鑄件的质量很大程度上决定于造型材料的好坏。鑄件表面的光洁度，以及气孔、砂眼和夹砂等缺陷的形成，都与造型材料有直接的关系。

相反地，当我们很好地掌握了造型材料的性能，合理地选用工作混合料，这样，不仅可以改善鑄件的质量和减少廢品，而且可以大大地縮短生产周期和提高生产率。水玻璃快干砂的推广和使用，縮短了鑄型的生产周期。水玻璃組芯法的运用，提高了单位面积的产量。

所有这些都充分証明，目前应当对造型材料的研究和管理工作，給予特别的注意。

### 第二节 造型材料的分类、組成及来源

制造鑄型和泥芯用的原材料，我們大体上可以把它分成下列几类：

- 1) 砂土材料：a) 砂子，б) 砂土，в) 粘土；
- 2) 泥芯用的特殊粘結剂；
- 3) 混合料中的附加物：a) 煤粉，б) 有机物；
- 4) 防止粘砂材料；
- 5) 模型粉等防粘模材料。

日常使用的一次鑄型和泥芯混合料，是由各种不同的新鮮造型材料和脫砂后帶有焦砂的旧砂配制而成。这些混合料不外乎是由砂子、粘土、各种不同的附加物及水組成。而水湿润过的砂子和粘土是这些混合料的主要組成物。

当攪拌用水湿润后的砂子和粘土时，粘土以薄膜形式复盖于砂粒的表面，由于粘土湿润后具有粘結性，将砂粒彼此粘結在一起。因为顆粒之間还没有完全被水和粘土所填满，所以有空隙，使混合料具有透气性。

因此，砂粒是混合料的骨干，湿润粘土是它的粘結薄膜。图 1-1 表示砂子和粘土混合料的組織示意图。图中 1 表示砂粒，2 表示粘土薄膜，3 是煤粉，4 表示空隙，5 是鋸木屑。

砂子和粘土系由火成岩經過多年的地质变化而来。

石英岩是由火成岩和沉积岩在高温高压作用下形成的。石英岩經過人工鍛燒粉碎以后，即为鑄造上用的人造石英砂。

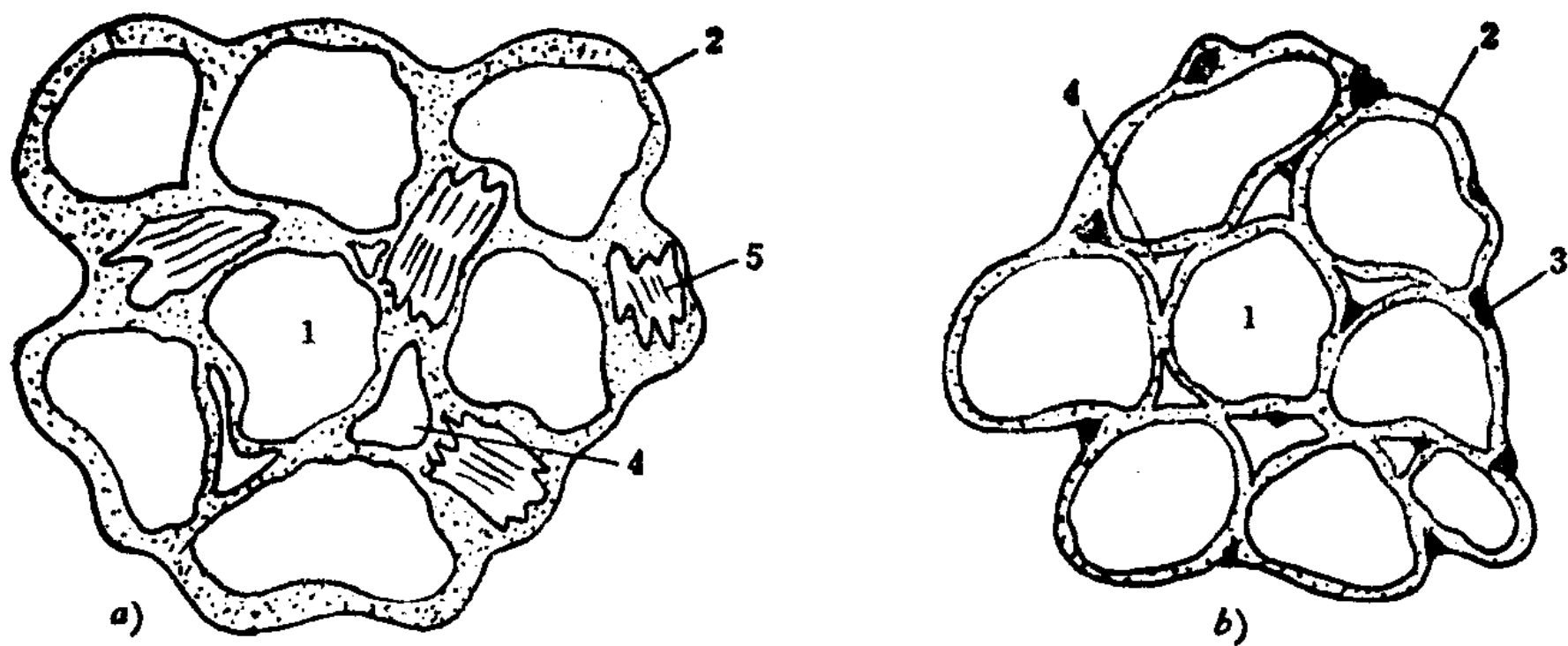


图1-1 砂子和粘土混合料的組織示意图

a—干型混合料；b—湿型用混合料。

火成岩受到了太阳不均匀的加热和四季昼夜温度的波动，因而发生了不均匀的膨胀，在岩石中产生应力，以致分裂和瓦解成为较细的碎片。另一方面，水和波浪的机械作用，河流及雨水的冲洗作用，水和空气的化学作用，都促使火成岩逐渐地、缓慢地分解和变化。所以鑄造用的砂子和粘土在很早以前即已形成。

在鑄造用的砂子里，主要的矿石是石英。純粹的石英是化合物  $\text{SiO}_2$ （二氧化硅），石英非常坚固耐火，当火成岩石分解时，它的颗粒不变。砂由石英粒及一些其它的矿物成分所组成。砂粒比粘土粒大，具有整齐的颗粒形状，因此，在较急的水流中，它比微细的粘土质点早沉淀于水底。随着海、江河的改道，沉积于水底的砂粒就露布于各处的地面上，形成了河砂、海砂、湖砂、山砂。这些砂我们称为天然砂。其中粘土含量低于2%的砂称为天然石英砂。在砂中也常含有细小的石英和粘土矿物质点，这些微细质点很难分离，因而人为地把小于0.022~0.023毫米大小的矿物质点划为粘土范畴。较大的质点属于砂粒部分。但是在砂和粘土之间也有一种中间的砂土材料，即天然砂中含有一定数量的粘土（2~50%），我们称这种材料为天然粘土砂。

高岭土（分子式  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ）是许多种粘土的组成部分。它是由火成岩在分解过程中变化而成的。大部分高岭土是长石在空气、水和溶解于水中的其他物质的作用下，化学分解的产物。例如，钾、钠、钙长石在水和二氧化碳（ $\text{CO}_2$ ）的作用下，最后分解成为高岭土。其反应式如下：



高岭土象石英一样是稳定而又耐火的矿物。粘土的主要特点，在于它所具有之质点的大小和形状。它是由非常微细的鳞片状质点所组成。这些质点决定了粘土的主要性质——粘結性和可塑性。

粘土的矿物成分是各式各样的，大多数粘土中除含有高岭土以外，还含有微细的石英颗粒和许多稳定性较差的矿物。含高岭土多是陶瓷土的特点，一般塑性小，耐火度高。

由各种矿物微粒所组成的粘土随缓慢的水流沉积于湖、海及河流等处。随江河的改道，也会分布在地面各处。

### 第三节 对混合料性能的要求

对車間內使用的混合料，在造型或造芯时要有好的可塑性、流动性及不粘模性；造型后要有适当的强度；泥芯烘干以后要不吸湿或少吸湿；在澆注时應該具有良好的强度、耐火度和透气性；澆注后冷却时，要有良好的退让性，以及打箱清理时的脫砂性。

1) **透气性** 混合料由于它具有多孔性，而能使气体逸出的性能，称为透气性。

混合料为什么應該具有良好的透气性？因为在液体金屬高溫的作用下，砂型內析出大量的气体，急需要通过型壁而跑出来。如果砂型透气性不良时，則气体不可能通过型壁跑出来，只有穿过金屬液体逸出。这样会造成金屬液体的沸騰。同时，在液体金屬溫度逐渐降低的情况下，气体有可能以气泡状停留在鑄件中，形成气孔缺陷。

經分析气体的来源不外乎有下列几方面：首先是混合料中含有4~8%的机械混合水，受热后蒸发为水蒸汽；粘土里含有結晶水，在350°C以后便要分解析出气体；存在于砂粒空隙中的空气，受热后体积增大需要外逸；型腔中空气所占的体积被液体金屬所代替，亦需要外跑；还有面型混合料中的有机物，遇高溫要燃燒和分解，生成一定数量的气体；最后溶解于金屬中的气体，在冷却时由于金屬溶解度的减小而需要析出，这亦得考虑，如图1-2所示。

混合料透气性的测定，必須在一定的紧实度条件下进行。

透气性的透气率以数值表示。透气率K值的大小，可以用下列公式表示：

$$K = \frac{Q \cdot h}{f \cdot t \cdot P}$$

式中 K——混合料的透气率，厘米<sup>4</sup>/分·克；

Q——通过气体的量，厘米<sup>3</sup>；

P——压力差（試片前的压力），厘米水柱；

f——試片截面积，厘米<sup>2</sup>；

h——試片高度，厘米；

t——通过Q厘米<sup>3</sup>空气量的時間。

从上看出，只要把一定量的空气，通过一定的标准試片，那么，从試片前面压力的大小和通过空气的時間の长短，即可以反映出材料透气性的好坏了。

試驗时用标准試片，它是在搥砂机中制成的。混合料在高120毫米、內徑50±2毫米的标准試片圓筒中搥实以后，試片直徑为50±2毫米，高为50±0.8毫米。

当混合料的試片搥实以后，随同圓筒一起取下，移到透气性試驗的仪器上。图1-3为透气性仪器略图。图中a是用把手1将气罩由水中提起时的情况，b是气罩落下时迫使空气通过圓筒內試片3而排出的情况。将附有試片3的圓筒4安置在带有斜度的胶皮塞5上。在套筒6的底部焊有套管7，作为管8的导管。管8焊在气罩的內頂上，其上有一孔眼，在提起气罩时，气罩內的空間通过三通閥9与大气相連接。在試驗时，罩內的空气通

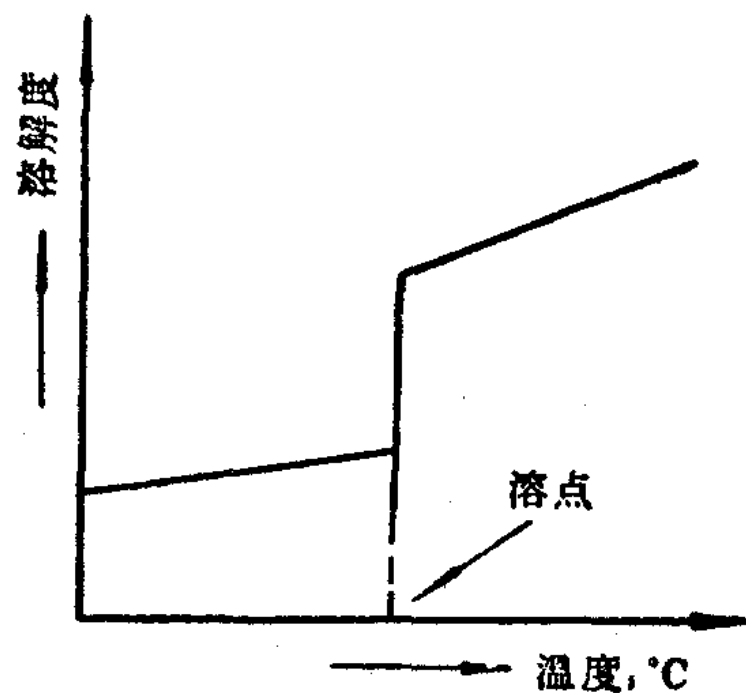


图1-2 气体随温度升高的溶解度

过三通阀与試片相连接。

水压表10标出空气在圓筒試片前的压力，以厘米水柱表示。为了控制通过試片的气体，使之合乎 2000 立方厘米的要求，在气罩外面刻有两个标志。两标志间的距离恰好是气罩下落的距离，也就是恰好排出 2000 立方厘米空气的位置。在試驗时，用跑表記下下标志及上标志与套筒 6 边缘重合的时间。

为了不使气罩和套筒生銹，一般不使用純水，而使用含有 0.2% 重鉻酸鉀的水溶液。

当三通阀关闭时，罩上自重所产生的压力約为 5 克/厘米<sup>2</sup>。除此而外，罩上允許加重，使压力达到 10 克/厘米<sup>2</sup>。

由于  $Q = 2000 \text{ 厘米}^3$ ， $h = 5 \text{ 厘米}$ ， $f = 19.635 \text{ 厘米}^2$ 。所以透气性公式簡化为：

$$K = \frac{509.5}{P_t}$$

由式中可以看出，在实验时，只要在已知的一定的压力下，測定 2000 立方厘米气体通过試片所需的时间  $t$ ，即可以求出透气性  $K$  的大小。

为了加速透气性的測定，在气罩和試片的中間，放置一个特殊的通气塞。在这种情况下，气体以一定的压力通过一定的孔径时，便具有一定的速度。因此，在試驗前只要記錄下試片前的压力，就可以用預先計算好的对照表来查得透气性。

一般使用的通气塞具有两种不同的孔径。一种为 1.5 毫米，另一种为 0.5 毫米。当試驗材料的透气性超过 50 时，使用第一种，小于 50 时使用第二种。在使用快速測定法时，通气塞安装在管 11 里（图1-3）。

三通阀关闭时，气罩下部的压力应为 10 厘米水柱。2000 立方厘米的空气，通过 1.5 毫米的通气塞所需时间为 0.5 分钟，通过 0.5 毫米的通气塞需要 4.5 分钟。按照上述时间的要求，我們可以定期的来檢查通气塞的正确性。在檢查时不必安上圓筒和試片。

表 1-1 为应用試片前的压力（按水压表）来求得透气性的换算表。如果没有透气性的换算表，則可以用下列公式来計算：

$$K_{1.5} = 322 \frac{\sqrt{10 - P}}{P};$$

$$K_{0.5} = 35.8 \frac{\sqrt{10 - P}}{P}。$$

从透气率的測定法可知，它是一个相对比较数据，即使是同一透气性的型砂造成不同大小与形状的砂型或泥芯后，透气能力仍然有所不同。因为各种砂型和泥芯，具有不同的砂层厚度和截面大小，故按鑄件重量和干湿型从手冊上查得透气率的参考数据后，应再考虑此种情况以及型砂中有机物的有无、澆注温度高低、鑄件厚度等因素。普通鉄鑄件小件型砂透气率約在 30 单位以上。

**2) 强度** 混合料使鑄型或泥芯在搬运过程中以及在金属液体的靜压力和动压力的作用下，能够保持鑄型形状的完整和尺寸正确的性能，称为强度。

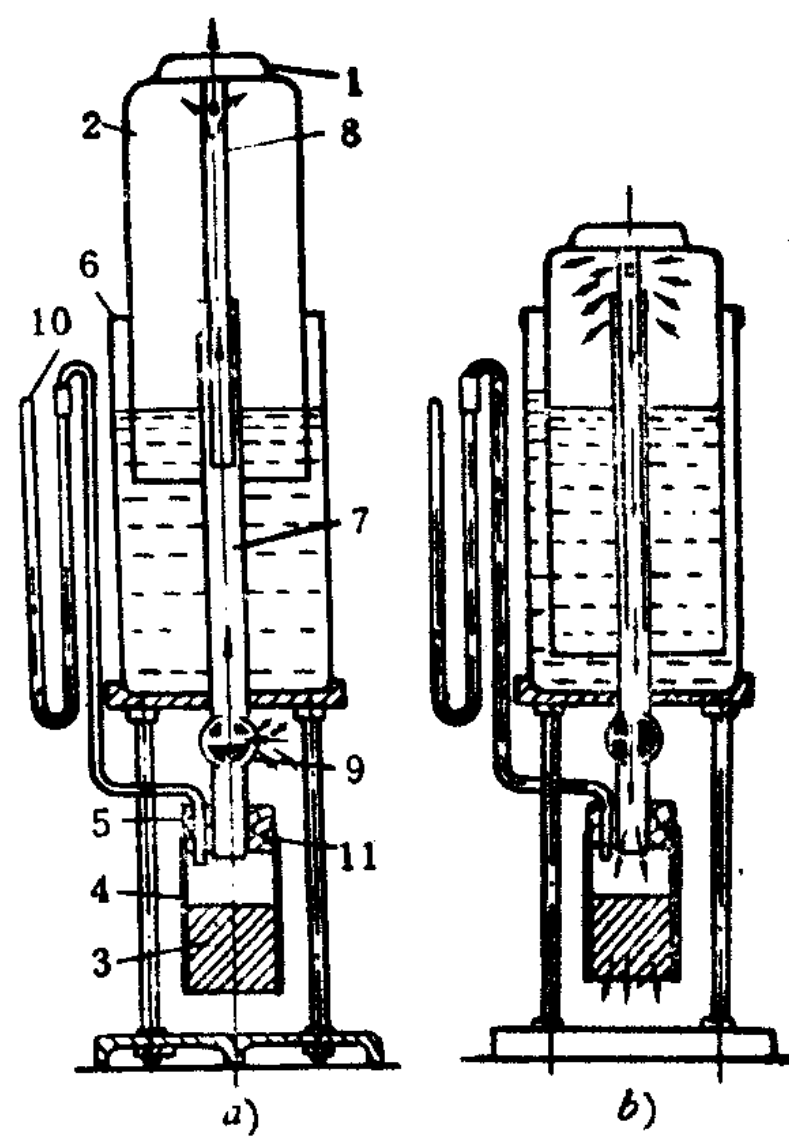


图1-3 透气性試驗仪器略图

表1-1 快速方法試驗透气性的換算表

| 压力高<br>水柱<br>(毫米) | 透 气 性        |              | 压力高<br>水柱<br>(毫米) | 透 气 性        |              | 压力高<br>水柱<br>(毫米) | 透 气 性        |              | 压力高<br>水柱<br>(毫米) | 透 气 性        |              |
|-------------------|--------------|--------------|-------------------|--------------|--------------|-------------------|--------------|--------------|-------------------|--------------|--------------|
|                   | 通气塞<br>0.5毫米 | 通气塞<br>1.5毫米 |                   | 通气塞<br>0.5毫米 | 通气塞<br>1.5毫米 |                   | 通气塞<br>0.5毫米 | 通气塞<br>1.5毫米 |                   | 通气塞<br>0.5毫米 | 通气塞<br>1.5毫米 |
| 1                 | —            | —            | 26                | 36           | 326          | 51                | 14.3         | 134          | 76                | 6.3          | 61           |
| 2                 | —            | —            | 27                | 34           | 313          | 52                | 13.8         | 128          | 77                | 6.0          | 58           |
| 3                 | —            | —            | 28                | 33           | 300          | 53                | 13.4         | 126          | 78                | 5.8          | 56           |
| 4                 | 273          | 2450         | 29                | 31           | 287          | 54                | 13.0         | 122          | 79                | 5.6          | 54           |
| 5                 | 217          | 2000         | 30                | 30           | 275          | 55                | 12.6         | 119          | 80                | 5.3          | 52           |
| 6                 | 176          | 1620         | 31                | 29           | 264          | 56                | 12.2         | 115          | 81                | 5.1          | 50           |
| 7                 | 154          | 1350         | 32                | 28           | 253          | 57                | 11.6         | 112          | 82                | 4.9          | 48           |
| 8                 | 133          | 1200         | 33                | 27           | 243          | 58                | 11.4         | 108          | 83                | 4.7          | 46           |
| 9                 | 117          | 1060         | 34                | 25.8         | 235          | 59                | 11.0         | 105          | 84                | 4.4          | 44           |
| 10                | 105          | 950          | 35                | 24.2         | 226          | 60                | 10.7         | 102          | 85                | 4.2          | 42           |
| 11                | 93           | 850          | 36                | 23.4         | 219          | 61                | 10.3         | 99           | 86                | 4.0          | 40           |
| 12                | 80           | 780          | 37                | 22.7         | 212          | 62                | 10.0         | 96           | 87                | 3.7          | 38           |
| 13                | 79           | 710          | 38                | 21.8         | 205          | 63                | 9.7          | 93           | 88                | 3.5          | 36           |
| 14                | 72           | 650          | 39                | 21.0         | 198          | 64                | 9.4          | 90           | 89                | 3.3          | 33.4         |
| 15                | 67           | 610          | 40                | 20.0         | 193          | 65                | 9.0          | 88           | 90                | 3.1          | 32.0         |
| 16                | 62           | 550          | 41                | 19.5         | 185          | 66                | 8.8          | 85           | 91                | 2.9          | 30.0         |
| 17                | 58           | 525          | 42                | 19.0         | 178          | 67                | 8.5          | 82           | 92                | 2.6          | 27.8         |
| 18                | 55           | 492          | 43                | 18.4         | 173          | 68                | 8.2          | 80           | 93                | 2.4          | 25.6         |
| 19                | 52           | 467          | 44                | 17.8         | 167          | 69                | 7.9          | 77           | 94                | 2.2          | 23.2         |
| 20                | 49           | 440          | 45                | 17.3         | 163          | 70                | 7.7          | 75           | 95                | 1.9          | 21.0         |
| 21                | 47           | 417          | 46                | 16.7         | 156          | 71                | 7.5          | 73           | 96                | 1.7          | 18.4         |
| 22                | 44           | 398          | 47                | 16.2         | 151          | 72                | 7.2          | 70           | 97                | 1.4          | —            |
| 23                | 42           | 376          | 48                | 15.7         | 146          | 73                | 7.0          | 67           | 98                | 1.1          | —            |
| 24                | 40           | 358          | 49                | 15.2         | 142          | 74                | 6.7          | 65           | 99                | —            | —            |
| 25                | 38           | 341          | 50                | 14.7         | 138          | 75                | 6.5          | 63           | 100               | —            | —            |

砂型和泥芯应该有足够的强度以便于成型，并在运输、合箱、浇注时不致受损。

强度按照测定方法的不同，有抗压强度、抗拉强度、抗剪强度和抗弯强度。通常只用湿抗压和干抗拉强度。

混合料强度的测定，随着强度性质的不同，有不同的试验方法。可以分为图 1-4 所列的几种。

测定时每种试样应做三个，取试验结果的平均值，若结果相差在10%以上者，应全部重做。

抗压试样与测定透气性的试样相同。干抗拉试验用 8 字形试片，应该具有图 1-5 的标准尺寸。捣实后的高度应为  $25 \pm 0.5$  毫米。它是在标准的干拉试片金属压制盒中，用撈砂机冲击三次而成。图 1-6 即为一种金属压制盒的结构形式。

**3) 可塑性** 在外力作用下容易改变本身的形状，而不破坏，当外力去除以后，仍能保持所给予的形状的变形性能，称为可塑性。

这种性能使砂型容易从铸模处得到清晰的轮廓的重要因素。

**4) 耐火性** 当液体金属浇入砂型以后，在高温的作用下，混合料不熔化不软化的性能，称为耐火性。

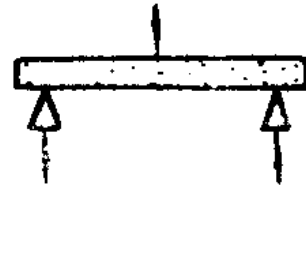
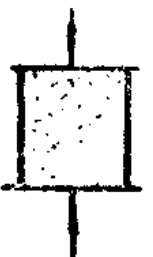
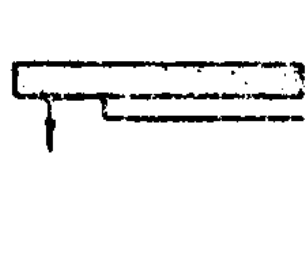
| 試驗  | 压                                                                                 | 剪                                                                                 | 弯                                                                                  | 拉                                                                                   |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 干試样 |  |  |  |  |
| 湿試样 |  |  |  |  |

图1-4 强度試驗方法的略图

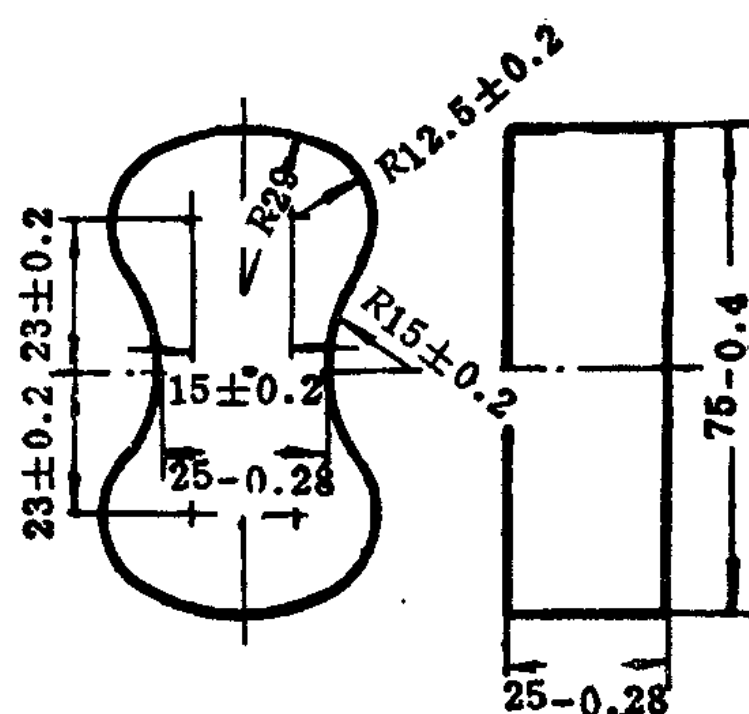


图1-5 干抗拉試片标准尺寸

耐火性低的造型材料，常常容易在鑄件的表面上形成粘砂，而造成鑄件清理工作的困难。鋼鑄件具有較高的澆注溫度（1450℃左右），对混合料的耐火性更要特別注意。

**5) 退让性** 在鑄件冷却和凝固的过程中，砂型，特别是泥芯不阻碍鑄件自由收縮的性能，称为退让性。

当退让性不良时，会使鑄件产生內应力，严重时會形成裂紋而报废。

**6) 耐久性** 混合料經多次澆注使用，仍能保持大部分原有的性能，称为耐久性。

混合料愈耐用，不但节省了新鮮造型材料的消耗，而且对稳定鑄件的质量也有很大的关系。

**7) 不吸湿性** 泥芯在烘干以后，不吸收或者少吸收空气和砂型中的水分而降低强度的性能，称为不吸湿性。

泥芯的吸湿性愈强，則强度的降低愈显著，这样就有造成廢品的危險。泥芯的吸湿性完全决定于其中粘結物的吸湿性。吸湿性較大的泥芯，在烘干以后不能在空气中久留，也不能过早地下入砂型，以免吸收水分而降低强度。

**8) 发气性** 在澆注以后，由于泥芯中粘土和有机物的燃烧和分解而产生气体的性能，称为发气性。

我們要求泥芯的发气性很低，同时，希望发出的气体能通过泥芯头而向外逸出。泥芯的发气時間和发气量对鑄件的质量有很大的影响。一般要求在澆注以后10~30秒钟以內发气量越少越好，因为鑄件外皮正在凝固阶段。

**9) 脫砂性** 即鑄件在鑄型中凝固和冷却以后，容易破碎清除泥芯的性能，称为脫砂性。脫砂性低的泥芯，会使泥芯硬結于鑄件中，增加除芯的困难。

**10) 流动性** 即造型材料的各个质点和顆粒，在本身或外力的作用下，相对移动的能力，称为流动性。

流动性对于提高劳动生产率和用吹芯机制泥芯的应用方面，起很大的作用。一般油砂具有最好的流动性。

只有充分地掌握了原材料的性质、适当的配制混合料的成分、正确地选择加工过程，才能获得具有良好工作性能的混合料。

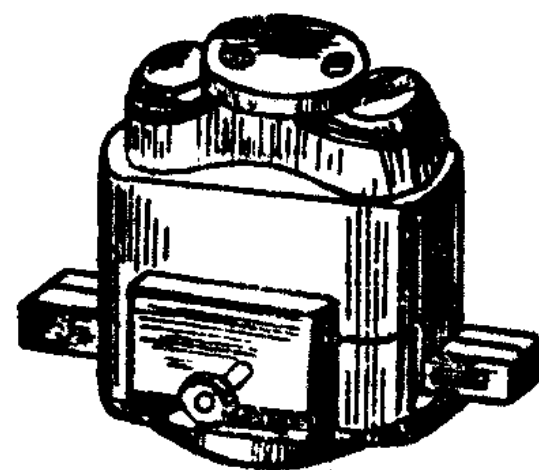


图1-6 做干試片用的金属压制盒