

机械类技工学校教改试用教材

# 加工常识

机械电子工业部统编



机械工业出版社

本书系统地介绍了铸造、压力加工、焊接、钳加工、车、铣、刨、插、拉、磨以及特种加工的基本知识和基本加工方法。本书系机械类技工学校教改试用教材，供技工学校师生使用，也可作为在职工人的参考读物。

## 加工常识

机械电子工业部 统编

\*

责任编辑：吴天培 版式设计：冉晓华

封面设计：刘代 责任校对：熊天荣

责任印制：王国光

\*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

机械工业出版社发行·机械工业出版社书店经售

\*

开本  $787 \times 1092 \frac{1}{32}$  · 印张  $6 \frac{1}{8}$  · 字数 132 千字

1990 年 6 月北京第一版 · 1990 年 6 月北京第一次印刷

印数 00,001—14,000 · 定价：2.85 元

\*

ISBN 7-111-02217-3/TG · 569

## 机械电子工业部技工学校教材编审领导小组 名 单

**组长：**王文光   **副组长：**刘起义 周志祥

**组员：**(以姓氏笔划为序)王淑杰 刘巨民 李天夫  
李启生 迟俊鹏 张子中 张云福 张章福  
梁昌荣 黄德怀

### 冷加工工种教材编审委员会名单

**主任：**黄德怀                      **副主任：**迟俊鹏  
**委员：**刘冠华 张云福 孟宪水 陈继琨 周裕成

### 热加工工种教材编审委员会名单

**主任：**张子中  
**委员：**孙维志 徐景锐

### 电工工种教材编审委员会名单

**主任：**刘巨民  
**委员：**王文堂 辛永平

### 焊接、冷作工工种教材编审委员会名单

**主任：**梁昌荣  
**委员：**沈德成 谢振康

---

## 前 言

机械工业技工学校教育是为机械行业培养中级以上技术工人的一个十分重要的教育层次。它对机械工业的发展有着直接的影响。近10年来，机械工业技工学校在各级领导的关怀和支持下，通过广大教职员工的努力，得到了迅速恢复和发展，为振兴机械工业发挥了重要作用。但是，技工教育的现状和生产发展的需要相比，还远远不能适应；其中最突出的一个方面是教学质量低，离培养目标还存在着明显的差距。

为了大力提高教学质量，实现培养目标要求，更好地为机械工业的振兴和发展服务，“六五”期间，机械工业部在大力恢复、整顿、发展技工学校的同时，就开始对技校教学改革进行了积极的研究和探索：系统地总结了建国以来机械工业发展的基本经验；组织考察了瑞士、捷克、日本和联邦德国职业技术教育；在大量调查研究的基础上，根据《中共中央关于教育体制改革的决定》精神和劳动部对技工学校教学改革的要求，提出了教学改革的设想，组织一部分骨干技工学校开展了以加强生产实习教学、提高学生的动手能力和适应能力为中心的教学改革试点。几年来，教改试点取得了明显的成果，积累了一些经验，得到了国家教育委员会职业教育司、劳动部培训司等部门领导的肯定和支持。

目前，技工学校教学改革正在深化、发展，为了适应改革形势的需要，在认真、全面地总结教改试点经验的基础上，并从我国国情出发，借鉴国外技工培训的有益经验，我们以部

---

颁《工人技术等级标准》为基本依据，制订了试行的《机械类技工学校教改教学计划、教学大纲(试行)》、《机械类技工学校生产实习教学大纲》，组织编写了与此相适应的机械类技工学校教改试用教材。

这套新教材紧紧把握住技工教育的方向和培养目标，贯彻了以生产实习教学为主、着重操作技能训练和适当扩大训练范围的原则；其理论课程的设置及内容，按照适应操作技能培养和今后继续进修提高本职工作能力的需要来安排，体现了以应用知识为主，突出针对性、实践性和适应性的原则。

这次编写的教材包括车工、钳工、铣工、铸工、焊工、冷作工和电工七个工种的生产实习教材（含技能培训图册和技能培训理论），工种工艺学，基础理论课和文化课（含工厂管理）教材。其中生产实习教材是我国机械行业首次编写的。其他工种的改革试用教材今后将继续在试点的基础上组织编写。

新教材适用于招收初中毕业生、学制三年的技工学校和其他中等职业技术培训学校机械专业。其生产实习教材也可做为企业初、中级技术工人操作技能培训教材。

新教材是在机械电子工业部技工学校教材编审领导小组的领导下，分别由冷加工、热加工、电工和焊工、冷作工等工种教材编审委员会直接组织编写、审定的。在编写过程中，得到了各改革试点学校、机械工业出版社以及有关方面的热情支持和帮助，谨向他们致以衷心的感谢！

改革试用教材是机械行业范围内机械类技工学校的正规教材。各学校在使用新教材时，可以根据实际情况，对教材内容做局部、适当的调整；同时，还要注意在教学方法和考试方法、考试内容等方面进行配套改革。

这套教材肯定尚有不足和错误之处，诚恳欢迎大家提出批评、建议，以便再版时修正。

本书第一、二、三章由第一重型机器制造厂技工学校单成文编写，绪论、第四章由第二汽车制造厂技工学校陈斌编写，第五章由第二汽车制造厂技工学校李启生编写，全书由李启生主编。由第一汽车制造厂技工学校陈之乾主审，天津市电机总厂技工学校杨伟荣协审。

机械电子工业部技工学校教材编审领导小组

1989年6月

# 目 录

## 前言

|    |   |
|----|---|
| 绪论 | 1 |
|----|---|

|        |   |
|--------|---|
| 第一章 铸造 | 3 |
|--------|---|

|          |   |
|----------|---|
| 第一节 铸造概述 | 3 |
|----------|---|

|          |   |
|----------|---|
| 第二节 砂型铸造 | 4 |
|----------|---|

|          |    |
|----------|----|
| 第三节 特种铸造 | 13 |
|----------|----|

|            |    |
|------------|----|
| 第四节 铸件常见缺陷 | 18 |
|------------|----|

|     |    |
|-----|----|
| 复习题 | 19 |
|-----|----|

|            |    |
|------------|----|
| 第二章 金属压力加工 | 21 |
|------------|----|

|            |    |
|------------|----|
| 第一节 压力加工概述 | 21 |
|------------|----|

|        |    |
|--------|----|
| 第二节 锻造 | 23 |
|--------|----|

|        |    |
|--------|----|
| 第三节 弯形 | 37 |
|--------|----|

|           |    |
|-----------|----|
| 第四节 冲压与剪切 | 43 |
|-----------|----|

|     |    |
|-----|----|
| 复习题 | 48 |
|-----|----|

|           |    |
|-----------|----|
| 第三章 焊接与气割 | 49 |
|-----------|----|

|          |    |
|----------|----|
| 第一节 焊接概述 | 49 |
|----------|----|

|         |    |
|---------|----|
| 第二节 电弧焊 | 50 |
|---------|----|

|             |    |
|-------------|----|
| 第三节 金属的焊接性能 | 56 |
|-------------|----|

|           |    |
|-----------|----|
| 第四节 气割与气焊 | 56 |
|-----------|----|

|                 |    |
|-----------------|----|
| 第五节 焊缝缺陷及焊缝质量检查 | 61 |
|-----------------|----|

|     |    |
|-----|----|
| 复习题 | 63 |
|-----|----|

|            |    |
|------------|----|
| 第四章 金属切削加工 | 65 |
|------------|----|

|               |    |
|---------------|----|
| 第一节 金属切削的基本知识 | 65 |
|---------------|----|

|         |    |
|---------|----|
| 第二节 钳加工 | 75 |
|---------|----|

## **Ⅵ**

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 第三节 车削 .....       | 98  |
| 第四节 铣削 .....       | 113 |
| 第五节 刨削、插削、拉削 ..... | 130 |
| 第六节 磨削 .....       | 140 |
| 复习题 .....          | 159 |
| 第五章 其它加工介绍 .....   | 162 |
| 第一节 滚压加工 .....     | 162 |
| 第二节 特种加工 .....     | 168 |
| 第三节 电镀和涂镀 .....    | 177 |
| 第四节 粘接技术 .....     | 181 |
| 复习题 .....          | 186 |

---

## 绪 论

随着信息的交叉传递和迅速积聚,随着科学技术的进步与企业的竞争,对工人进行全方位培训的要求越来越强烈。在机械加工行业中,各工种之间的许多基本常识和技术是相互联系的。只有掌握了广泛的知识 and 多种技能的工人,才能在生产时驾轻就熟,高效率地加工出优质产品。

机械产品从订货、设计、制订工艺文件到生产计划,从原材料投入直至成品制出,要经历一个复杂的生产过程。其中的基本过程是工艺过程,它直接用来改变生产对象的性质、形状和尺寸。

工艺过程包括三个阶段:

1. 毛坯生产 根据零件或产品所需要的形状、工艺尺寸等而制成的供进一步加工用的生产对象叫毛坯。铸造、锻压以及焊接等是获得毛坯的主要手段。

2. 机械加工 是工艺过程的主要阶段,即利用机械力对各种工件进行加工,进一步改变其形状、尺寸和相对位置。机械加工又分为压力加工和切削加工两大类。压力加工使毛坯材料产生塑性变形或分离而无切屑。切削加工则利用切削工具从工件上切除多余的材料并使之符合规定的技术条件。切削加工的内容十分丰富,常见的有锯、锉、刨、刮,车、铣、刨、磨、钻、镗、拉…等。

3. 装配 是将零件、部件装配成最终产品的过程。它一般包括两个程序:首先将待装配产品的所有零、部件配备

齐全，配套；接着将零、部件组装成产品。

工艺过程的每个阶段又分为若干工序。工序是一个或一组工人在不改变工作地点和加工对象的情况下连续完成的一部分工艺过程。而在加工表面和加工工具不变的情况下连续完成的部分工序则叫工步。一道工序可分为若干工步。从全面质量管理角度来看，工人的工作质量是工序质量的决定因素；工序质量是产品质量的保证。

产品的生产过程是连续的，完整的。工序之间、工步之间，都存在着密切的联系和严格的次序。工人要提高工作效率，保证产品质量，就必须全面了解产品的生产过程及加工常识，深刻地认识某工种与相邻工种以及其它相关工种之间的联系和区别，明确同一工艺过程中各工序的加工特点、加工范围和加工方法，不断提高技术水平。

在产品生产过程中，正在进行加工、装配或有待进一步加工、装配、检查验收的制品叫“在制品”；人们习惯于把处在加工过程中的生产对象称为“工件”。经检验质量特性不符合标准要求的制品是“不合格品”。既不能修复又不能降级使用的不合格品称为“废品”。影响产品质量的因素虽然复杂，但有规律可循。其中由不可避免因素造成的叫正常波动。正常波动的偶然性强，技术上难以消除，对质量的影响较小；由系统因素，如设备故障、仪表失真、操作不规范等异常因素引起异常波动，这使产品质量发生显著变化，容易识别，可以避免。也就是说，产品质量与人的知识、技能以及设备、环境等有着直接的关系。

《加工常识》针对产品生产的工艺过程比较全面而简略地介绍了有关知识和方法，以便开阔大家的知识视野，扩大基本技能的范围。

# 第一章 铸 造

## 第一节 铸造概述

铸造是将熔融的金属浇注到具有和机械零件形状相似的铸型型腔中，经过凝固、冷却之后，获得毛坯（或零件）的加工方法。用铸造方法制得的金属物件称为铸件。

铸造生产有以下优点：

（1）可制成形状复杂的铸件，如各种箱体、床身、机架等。

（2）适用范围广，工业上常用的金属材料都可以用来铸造；有些材料（如铸铁）只能用铸造方法来制取零件；铸件的重量可以从几克到数百吨。

（3）原材料来源广泛，并且可以直接利用报废的机件及切屑；铸造工艺设备费用少，铸件成本较低。

（4）铸件的形状及尺寸与零件接近，可以减少金属的消耗和切削加工量。

由于铸造生产有以上优点，因此在工业中获得广泛的应用。在一般机械中，铸件约占整个机械重量的40~90%，在农业机械中为40~70%，金属切削机床中为70~80%，重型机械、矿山机械、水力发电设备中为85%以上。

但目前铸造生产尚存在一些问题，如铸件中常出现缩松和气孔等缺陷，使其性能不如锻件；铸造生产的工序较多，一些工艺过程难以控制，质量不稳定等。因此，对于承受动载荷的重要零件一般不采用铸造方法获得毛坯。

铸造的分类方法很多，根据工艺方法的不同，铸造分为砂型铸造和特种铸造两大类。

## 第二节 砂 型 铸 造

砂型铸造是最常用的铸造方法。它的铸造过程如图 1-1 所示。

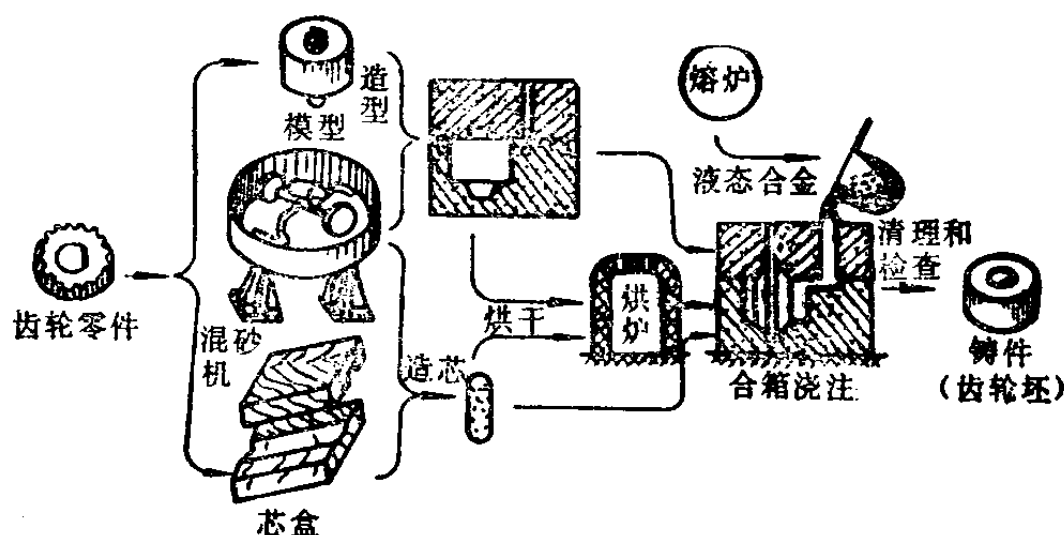


图1-1 砂型铸造过程

从图1-1可知，要完成砂型铸造过程，首先要选用和配制造型材料。

### 一、造型材料

造型材料包括型砂、芯砂及涂料等。

1. 型砂的组成 型砂由原砂、粘结剂、附加材料、旧砂和水搅拌而成。

（1）原砂 采自山地、江、河、湖、海的岸边。原砂中的二氧化硅（ $\text{SiO}_2$ ）含量愈高，耐火性愈好。

（2）粘结剂 常用的粘结剂有粘土和膨润土。当铸型复杂或有特殊要求时，可用水玻璃、植物油、糖浆等做粘结剂。在型砂中加入粘结剂的目的是使型砂具有一定的强度和

可塑性。

(3) 附加材料 常用的附加材料有煤粉和木屑。加入煤粉是为了防止铸件表面粘砂；加入木屑可改善型砂的退让性。

(4) 旧砂 旧砂是已用过的型砂，经过处理后掺在新砂中，目的是为了节约新砂。

2. 型砂的种类 型砂根据其所起作用分为面砂、填充砂、单一砂等。面砂要求质量较高，用于紧贴铸件的一层；填充砂在面砂层以外，不和金属接触，质量要求不严格；单一砂不分面砂和填充砂，主要用于机器造型。

3. 芯砂 芯砂在铸造过程中被液体金属所包围，工作条件较型砂恶劣得多，所以应该选质量好的原砂和质量好的粘结剂（如植物油、树脂等）组成。

4. 涂料 涂料的作用是防止铸件表面粘砂。常用的涂料有石墨粉、石英粉等。石墨粉主要用于铸铁件；石英粉主要用于铸钢件。有色金属铸件一般不用涂料。使用时一般将涂料加水搅合后涂在铸型型腔的内壁。

5. 型砂和芯砂的制备 首先把型砂和芯砂中的原砂、粘结剂和附加材料，过筛、碾碎。对于旧砂要除去金属块屑后，再过筛、碾碎。然后在混砂机上进行干混、湿混。混砂机如图 1-2 所示。

混合好的型砂和芯砂应静置数小时，以便使水分均匀地渗入。型砂和芯砂使用前需通过松砂机松砂，松砂机如图 1-3 所示。松砂后可使砂块松开，空隙增加，从而可进一步提高型砂和芯砂的透气性、湿强度和可塑性。最后经性能试验，合格后即可使用。

6. 型砂和芯砂应具备的性能

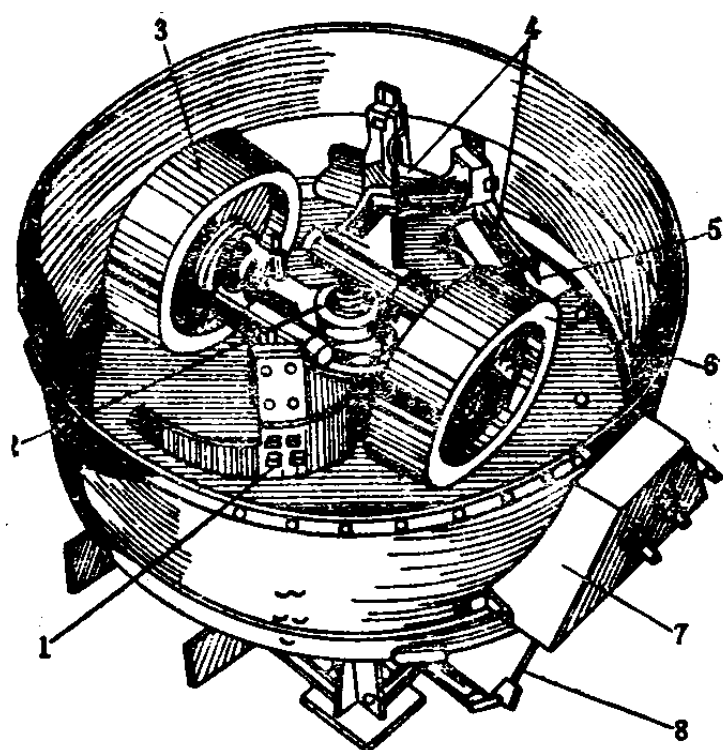


图1-2 碾轮式混砂机

1、4—刮板 2—主轴 3、6—碾轮 5—卸砂口 7—防护罩  
8—操纵拉杆

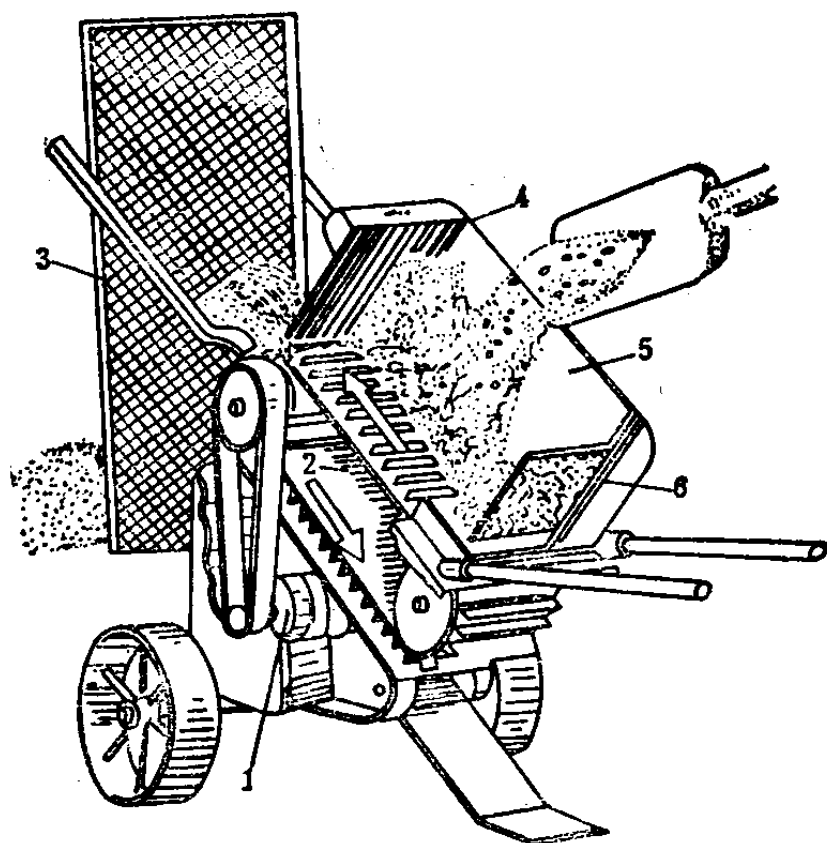


图1-3 移动式松砂机

1—电动机 2—胶带 3—活动筛 4—挡板 5—装料槽 6—隔板

(1) 可塑性 可塑性即是型砂和芯砂是否易于成形的性能。可塑性好，型砂和芯砂易于成形。

(2) 强度 强度就是砂型和砂芯抗损坏的性能。强度大，砂型和砂芯不易损坏。

(3) 透气性 透气性就是型砂和芯砂透过气体的能力。型砂和芯砂应具有较好的透气性。

(4) 耐火性 耐火性就是型砂和芯砂在高温下不致软化、熔化和烧结的能力。型砂和芯砂的耐火性应该高。

(5) 退让性 退让性就是铸件冷却收缩时，砂型和型芯的体积可以被压缩的性能。型砂和芯砂的退让性应该好。

(6) 耐用性 耐用性就是型砂使用后，能保持原来性能的能力。要求型砂的耐用性要好。

## 二、制造模型和型芯盒

模型是形成铸件外部轮廓，与零件相似的模样（见图1-1中的模型）。用木材制成的模样叫木模，可用于单件小批量生产。用金属制成的模样叫金属模，可用于大批量生产。

型芯盒是制造型芯的模型，型芯形成铸件内部的孔穴（见图1-1中的芯盒和造芯）。

## 三、砂型和型芯的制造

砂型和型芯的制造，可分为手工造型和机器造型两种。

一般单件、小批量或个别大件、复杂铸件的生产都用手工造型；机器造型适用于大批量生产。一般的机器造型仅完成造型中的两项主要操作，即紧砂和起模。只有在较完善的造

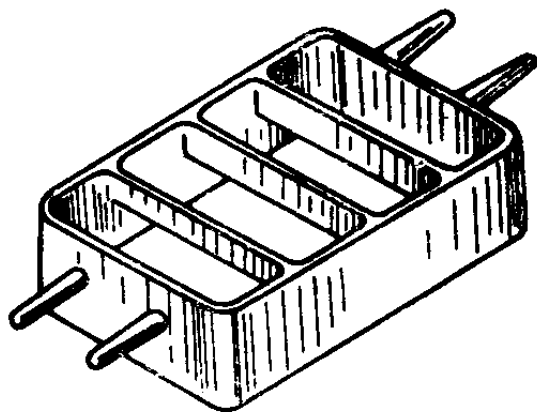


图1-4 砂箱

型机和自动线上，才能使整个造型过程，包括填砂、搬运和翻转砂箱等自动进行。

下面介绍如何使用普通砂箱进行手工造型。

1. 砂箱和工具 砂箱的作用是便于捣实型砂、翻转和

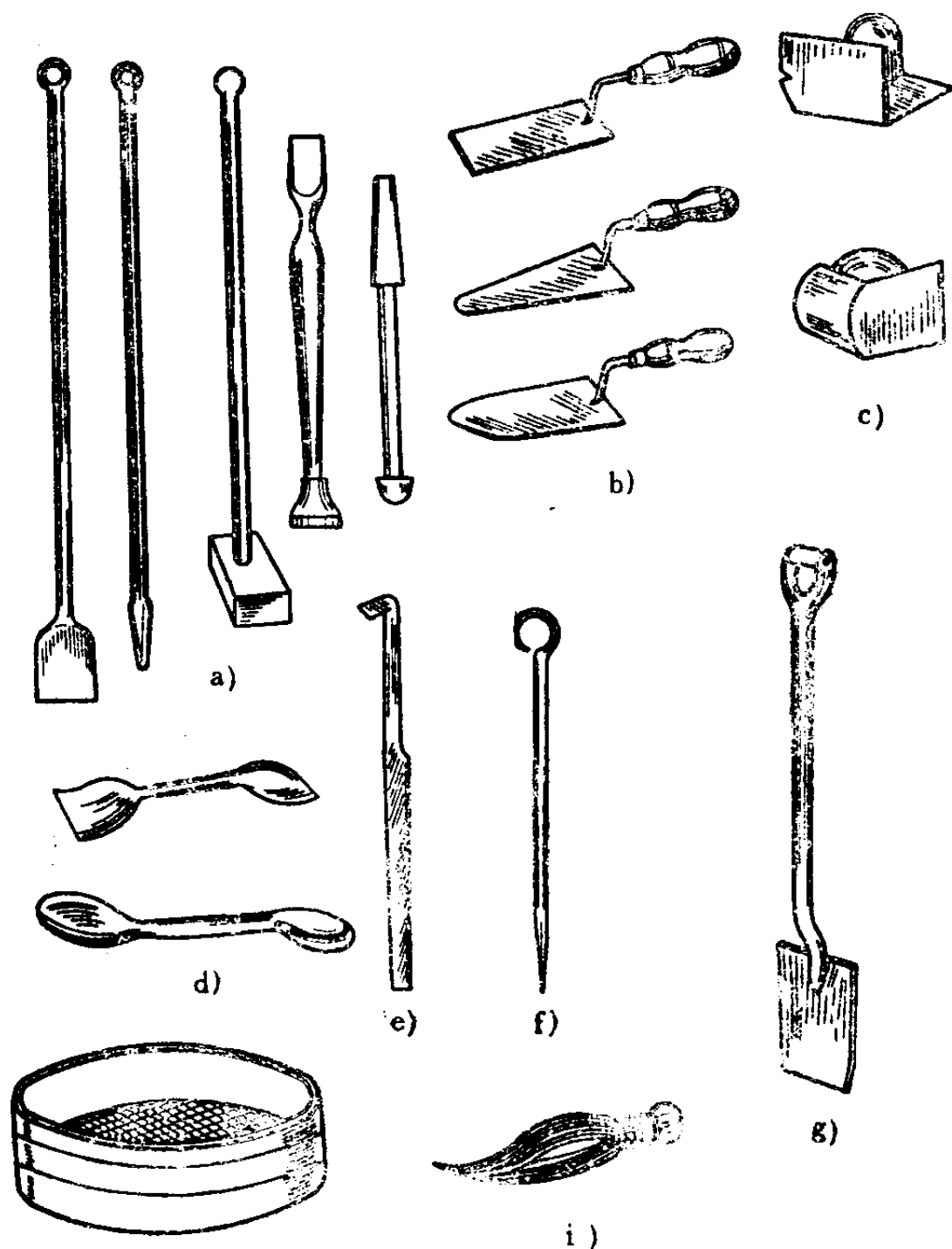


图1-5 手工造型工具

a) 捣砂锤 b) 模刀 c) 成型模刀 d) 压勺 e) 提钩 f) 拔模针  
g) 铁铲 h) 砂箱 i) 毛笔

搬运砂型等。砂箱常做成框架结构，如图1-4所示。

手工砂箱造型时除使用砂箱外，还需要其它工具，如图1-5所示。

2. 型芯的制造 利用芯砂，在型芯盒中制得型芯。为了增加型芯的强度，可以在型芯中加入骨架。为了增加型芯的透气性，可采取以下措施：扎通气孔、放蜡线等。型芯经干燥后备用。

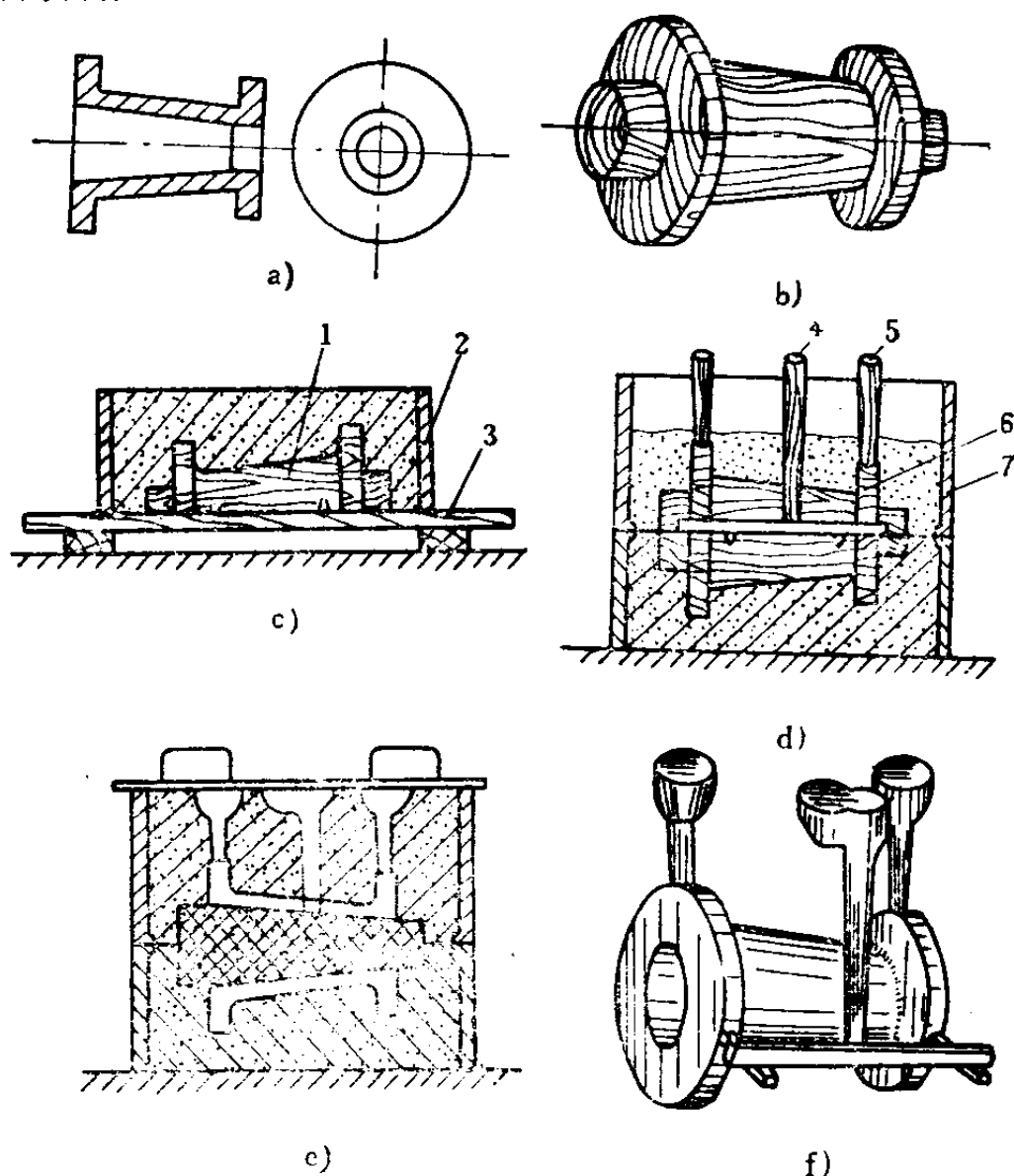


图1-6 两箱分模造型示意图

- a) 零件 b) 木模 c) 造下型 d) 造上型 e) 合箱  
f) 带浇注系统铸件  
1—下半模 2—下砂箱 3—底板 4—浇口棒 5—冒口棒  
6—上半模 7—上砂箱