

# 职业教育机电类技能人才培养规划教材

ZHIYE JIAOYU JIDIANLEI JINENG RENCAI PEIYANG GUIHUA JIAOCAI

 基础课程与实训课程系列

## 机械制造基础

□ 施梅仙 主 编  
□ 唐监怀 陈长浩 副主编

- ▶ 理论与实践紧密结合
- ▶ 突出知识应用能力的培养
- ▶ 体现新技术、新工艺



基础课程与实训课程系列

# 机械制造基础

□ 施梅仙 主 编  
□ 唐监怀 陈长浩 副主编



人民邮电出版社

北 京

## 图书在版编目(CIP)数据

机械制造基础 / 施梅仙主编. —北京: 人民邮电出版社,  
2009.10

职业教育机电类技能人才培养规划教材. 基础课程与  
实训课程系列

ISBN 978-7-115-19826-6

I. 机… II. 施… III. 机械制造—职业教育—教材  
IV. TH16

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第042970号

## 内 容 提 要

本书讲解了机械制造技术的基本理论、基本方法和基本工艺。本书突出职业教育特点, 强化对学生实践能力的培养, 在传统内容的基础上, 根据机械类专业学生的岗位需求, 补充了新知识、新技术、新工艺和新方法。本书共7章, 主要内容包括: 毛坯制造、切削加工基础知识、切削加工方法、机械加工工艺规程、典型零件的加工、装配、特种加工与精密加工。

本书可作为技工学校、技师学院和职业院校机电类专业基础课教材, 也可供相关从业人员参考。

职业教育机电类技能人才培养规划教材

基础课程与实训课程系列

机械制造基础

◆ 主 编 施梅仙

副 主 编 唐监怀 陈长浩

责任编辑 张孟玮

执行编辑 曾 斌

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京鑫正大印刷有限公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 12.25

字数: 308千字

印数: 1—3 000册

2009年10月第1版

2009年10月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-19826-6/TN

定价: 21.00元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

# 职业教育机电类技能人才培养规划教材

## 专家指导委员会

陈德兴 陈玉堂 李春明 李献坤 邵佳明 俞勋良

## 编写委员会

### 主任委员

黄 志 刘钧杰 毛祥永 秦 伟 孙义宝

### 委 员

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 蔡 崧 | 曹 琪 | 陈海舟 | 陈长浩 | 陈建国 | 陈移新 | 成百辆 | 成振洋 | 崔元刚 | 邓万国 |
| 丁向阳 | 董国成 | 董伟平 | 董扬德 | 范继宁 | 封贵牙 | 冯高头 | 冯光明 | 高恒星 | 高永伟 |
| 葛小平 | 宫宪惠 | 顾颂虞 | 管林东 | 胡 林 | 黄汉军 | 贾利敏 | 姜爱国 | 金伟群 | 孔凡宝 |
| 李乃夫 | 李 煜 | 梁志彪 | 刘水平 | 柳 杨 | 陆 龙 | 吕 燕 | 罗 军 | 骆富昌 | 穆士华 |
| 钱 锋 | 秦红文 | 单连生 | 沈式曙 | 施梅仙 | 孙海锋 | 孙义宝 | 汤国泰 | 汤伟文 | 唐监怀 |
| 汪 华 | 王德斌 | 王立刚 | 王树东 | 王以勤 | 吴琰琨 | 解晨宁 | 许志刚 | 杨寿智 | 叶光胜 |
| 于书兴 | 于万成 | 袁 岗 | 张 鹭 | 张璐青 | 张明续 | 张启友 | 张祥宏 | 张 燊 | 赵 真 |
| 仲小敏 | 周成统 | 周恩兵 | 周晓宏 | 祝国磊 |     |     |     |     |     |

## 审稿委员会

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 鲍 勇 | 蔡文泉 | 曹淑联 | 曹 勇 | 陈海波 | 陈洁训 | 陈林生 | 陈伟明 | 陈煜明 | 程显吉 |
| 崔 刚 | 但汉玲 | 邓德红 | 丁 辉 | 窦晓宇 | 冯广慧 | 付化举 | 龚林荣 | 何世勇 | 洪 杰 |
| 黄 波 | 黄建明 | 蒋咏民 | 康建青 | 李春光 | 李天亮 | 李铁光 | 梁海利 | 梁红卫 | 梁锦青 |
| 廖 建 | 廖圣洁 | 林志冲 | 刘建军 | 刘 立 | 刘 霞 | 柳胜雄 | 卢艾祥 | 吕爱华 | 罗谷清 |
| 罗 恺 | 罗茗华 | 罗晓霞 | 孟庆东 | 聂辉文 | 彭向阳 | 乔 宾 | 孙名楷 | 谭剑超 | 腾克勇 |
| 万小林 | 王大山 | 王 峰 | 王来运 | 王灵珠 | 王 茜 | 王为建 | 王为民 | 王学清 | 王屹立 |
| 王 勇 | 王玉明 | 王定勇 | 伍金浩 | 肖友才 | 谢 科 | 徐丽春 | 许建华 | 许启高 | 鄢光辉 |
| 严大华 | 严 军 | 杨小林 | 姚小强 | 姚雅君 | 叶桂容 | 袁成华 | 翟 勇 | 詹贵印 | 张 彬 |
| 张东勇 | 张旭征 | 张志明 | 钟建明 | 周朝辉 | 周凤顺 | 周青山 | 邹 江 |     |     |

## 本书编委

施梅仙 唐监怀 陈长浩 孟 娟 郭守超





随着我国制造业的快速发展,高素质技术工人的数量与层次结构远远不能满足劳动力市场的需求,技术工人的培养培训工作已经成为国家大力发展职业教育的重要任务。为此,中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《关于进一步加强高技能人才工作的意见》(中办发[2006]15号)的通知。目前,各类职业院校主动适应经济社会发展要求,主动开展教学研讨,探索更加适合当前技能人才需求的教育培养模式,对中高级技能人才的培养和培训工作起到了积极推动的作用。

职业教育要根据行业的发展和人才的需求,来设定人才的培养目标。当前各行业对技能人才的要求越来越高,而激烈的社会竞争和复杂多变的就业环境也使得职业教育学生只有确实地掌握一技之长才能实现就业。但是,加强技能培养并不意味着弱化或放弃基础知识的学习;只有扎实地掌握相关理论基础知识,才能自如地运用各种技能,甚至进行技术创新。所以,如何解决理论与实践相结合的问题,走出一条理实一体化的教学新路,是摆在职业教育工作者面前的一个重要课题。

我们本着为职业教育教学改革尽一份社会责任之目的,依据职业教育专家的研究成果,依靠技工学校教师和企业一线工作人员,共同参与“职业教育机电类技能人才教学方案研究与开发”课题研究工作。在对职业教育机电类专业教学进行规划的基础上,我们的课题研究以职业活动为导向、以职业能力为核心,根据理论知识够用、强化技能训练的原则,将理论和实践有机结合,开发出机电类技能人才培养专业教学方案,并制定出每门课程的教学大纲,然后组织教学一线骨干教师进行教材的编写。

本套教材针对不同课程的教学要求采用“理实相结合”或“理实一体化”两种形式组织教学内容,首批55本教材涵盖2个层次(中级工、高级工),3个专业(数控技术应用、模具设计与制造、机电一体化)。教材内容统筹规划,合理安排知识点与技能训练点,教学内涵生动活泼,尽可能使教材体系和编写结构满足职业教育机电类技能人才培养教学要求。

我们衷心希望本套教材的出版能够对目前职业院校的教学工作有所帮助,并希望得到职业教育专家和广大师生的批评与指正,以期通过逐步调整、完善和补充,使之更符合机电类技能人才培养的实际。

“职业教育机电类技能人才教学方案研究与开发”课题专家指导委员会

2009年2月



# 前言

## PREFACE

随着我国机械制造业的不断发展和制造技术水平的不断提升,机械制造业对从业人员提出了新的要求。职业技术学校是为机械制造业培养人才的重要基地,面对新的形势,职业教育在不断地进行教学改革。为了更好地适应各类职业技术学校机械类专业的教学要求,我们组织编写了本书。

本书编写的主体思路是:突出实践能力的培养,强化职业技术教育特色。根据机械类专业学生的职业需要,坚持“以就业为导向,以企业用人标准”为依据,在专业知识的安排上,紧密联系实践,坚持理论知识够用、实用的原则,合理确定学生应具备的能力结构和知识结构。对以往教材中不切实际或过时的技术内容进行了修订,补充了新知识、新技术、新工艺和新方法,使教材内容更具先进性。同时根据职业技术教育特点,改变了以往教材的编写方法,增强实践性和内容教学上的趣味性,提高学生的学习兴趣和解决实际问题的能力。

本书的主要内容涵盖了毛坯制造、机械切削加工、零件的加工工艺分析及特种加工等。通过对本书的学习,使学生了解机械制造的常用工艺方法、零件加工工艺规程及装配的基础知识,对机械制造工艺过程形成一个完整的认识,为后续的学习打下基础。

本书的教学课时数建议为 106 课时,各章的课时分配如下表所示。

| 章 序     | 课 程 内 容   | 课 时 分 配 |      |
|---------|-----------|---------|------|
|         |           | 讲授      | 实践训练 |
| 第 1 章   | 毛坯制造      | 12      | 8    |
| 第 2 章   | 切削加工基础知识  | 8       | 2    |
| 第 3 章   | 切削加工方法    | 20      | 12   |
| 第 4 章   | 机械加工工艺规程  | 10      | 2    |
| 第 5 章   | 典型零件的加工   | 10      | 4    |
| 第 6 章   | 零部件装配     | 8       | 2    |
| 第 7 章   | 特种加工与精密加工 | 6       | 2    |
| 课 时 总 计 |           | 74      | 32   |

本书由施梅仙任主编,唐监怀、陈长浩任副主编。施梅仙编写第 1 章、第 3 章,陈长浩编写第 6 章、第 7 章,孟娟编写第 4 章、第 5 章,郭守超编写第 2 章。

由于编者水平有限,书中难免存在错误和不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2009 年 2 月



# 目录

## CONTENTS

### 第1章 毛坯制造..... 1

#### 1.1 铸造..... 2

##### 1.1.1 砂型铸造..... 2

##### 1.1.2 金属型铸造..... 6

##### 1.1.3 压力铸造..... 7

##### 1.1.4 离心铸造..... 8

##### 1.1.5 熔模铸造..... 8

#### 1.2 锻压..... 9

##### 1.2.1 金属的加热与锻件的冷却..... 9

##### 1.2.2 自由锻..... 11

##### 1.2.3 模锻..... 15

##### 1.2.4 冲压..... 17

#### 1.3 焊接..... 20

##### 1.3.1 焊条电弧焊..... 20

##### 1.3.2 气焊与气割..... 23

##### 1.3.3 其他焊接方法..... 27

#### 本章小结..... 30

#### 思考与练习..... 31

### 第2章 切削加工基础知识..... 33

#### 2.1 切削运动和切削用量..... 34

##### 2.1.1 切削运动..... 34

##### 2.1.2 切削用量..... 35

#### 2.2 刀具几何形状和材料..... 37

##### 2.2.1 刀具切削部分的几何形状..... 38

##### 2.2.2 刀具切削部分的材料..... 39

#### 2.3 切削力与切削温度..... 42

##### 2.3.1 切削力..... 42

##### 2.3.2 切削温度..... 43

#### 2.4 切削液..... 44

##### 2.4.1 切削液的作用和种类..... 44

##### 2.4.2 切削液的选用..... 45

#### 2.5 加工精度和加工表面质量..... 46

##### 2.5.1 加工精度..... 46

##### 2.5.2 加工表面质量..... 46

#### 2.6 机床型号..... 47

#### 本章小结..... 50

#### 思考与练习..... 51

### 第3章 切削加工方法..... 54

#### 3.1 车削..... 55

##### 3.1.1 认识车床..... 55

##### 3.1.2 车床附件..... 57

##### 3.1.3 车削方法..... 60

#### 3.2 刨削..... 65

##### 3.2.1 认识刨床..... 65

##### 3.2.2 刨削加工..... 66

#### 3.3 钻床与钻削加工..... 69

##### 3.3.1 认识钻床..... 69

##### 3.3.2 钻削加工..... 70

#### 3.4 镗削加工..... 73

##### 3.4.1 认识镗床..... 73

##### 3.4.2 镗削方法..... 74

#### 3.5 铣削..... 77

##### 3.5.1 铣床..... 77

##### 3.5.2 铣床附件..... 79

##### 3.5.3 铣刀和铣削用量..... 81

##### 3.5.4 铣削方法..... 83

#### 3.6 磨削..... 89

##### 3.6.1 认识磨床..... 89

##### 3.6.2 砂轮..... 90

##### 3.6.3 磨削加工..... 94

#### 3.7 齿面加工..... 98

|                          |            |
|--------------------------|------------|
| 3.7.1 成形法                | 98         |
| 3.7.2 展成法                | 99         |
| 本章小结                     | 101        |
| 思考与练习                    | 102        |
| <b>第4章 机械加工工艺规程</b>      | <b>105</b> |
| 4.1 定位基准的选择              | 106        |
| 4.1.1 机械加工的工艺过程          | 106        |
| 4.1.2 生产类型及其特征           | 107        |
| 4.1.3 定位基准的选择            | 109        |
| 4.2 工艺路线的拟定              | 113        |
| 4.2.1 表面加工方法的选择          | 113        |
| 4.2.2 加工阶段的划分            | 115        |
| 4.2.3 工序的集中与分散           | 116        |
| 4.2.4 加工顺序的安排            | 116        |
| 4.3 加工余量和工序尺寸的确定         | 118        |
| 4.3.1 加工余量的确定            | 118        |
| 4.3.2 工序尺寸及其公差的确         | 123        |
| 4.4 制定工艺规程的技术依据和步骤       | 125        |
| 4.4.1 制定工艺规程的技术依据        | 125        |
| 4.4.2 制定工艺规程的步骤          | 125        |
| 本章小结                     | 129        |
| 思考与练习                    | 129        |
| <b>第5章 典型零件的加工</b>       | <b>133</b> |
| 5.1 轴类零件的加工              | 134        |
| 5.1.1 轴类零件加工的主要技术要求      | 134        |
| 5.1.2 轴类零件的主要工艺          | 134        |
| 5.2 套类零件的加工              | 137        |
| 5.2.1 套类零件加工的主要技术要求      | 138        |
| 5.2.2 套类零件的主要工艺          | 138        |
| 5.3 直齿圆柱齿轮类零件的加工         | 141        |
| 5.3.1 直齿圆柱齿轮类零件加工的主要技术要求 | 141        |
| 5.3.2 直齿圆柱齿轮类零件加工的主要工艺   | 142        |
| 5.4 箱体类零件的加工             | 144        |
| 5.4.1 箱体类零件加工的主要技术要求     | 145        |
| 5.4.2 箱体类零件加工的主要工艺       | 145        |
| 本章小结                     | 148        |
| 思考与练习                    | 148        |
| <b>第6章 零部件装配</b>         | <b>152</b> |
| 6.1 装配工艺过程与装配精度          | 153        |
| 6.1.1 装配工艺过程             | 153        |
| 6.1.2 装配精度的概念            | 154        |
| 6.1.3 保证装配精度的方法          | 155        |
| 6.2 可拆卸连接的装配             | 157        |
| 6.2.1 螺纹连接件的装配           | 157        |
| 6.2.2 键、销连接的装配           | 158        |
| 6.3 传动机构的装配              | 159        |
| 6.3.1 带传动机构的装配           | 160        |
| 6.3.2 齿轮传动机构的装配          | 161        |
| 6.4 轴承的装配                | 163        |
| 6.4.1 滚动轴承的装配            | 163        |
| 6.4.2 滑动轴承的装配            | 165        |
| 本章小结                     | 171        |
| 思考与练习                    | 171        |
| <b>第7章 特种加工与精密加工</b>     | <b>174</b> |
| 7.1 电火花加工                | 175        |
| 7.2 激光加工                 | 176        |
| 7.3 超声波加工                | 178        |
| 7.4 精密加工                 | 179        |
| 7.4.1 精密加工的概念            | 179        |
| 7.4.2 精密车削               | 180        |
| 7.4.3 精密磨削               | 181        |
| 7.4.4 光整加工               | 182        |
| 本章小结                     | 185        |
| 思考与练习                    | 185        |



## 毛坯制造

机械产品一般都是由许多零部件组合而成的，毛坯制造是将原材料制造成毛坯的过程，是机械制造过程的第一步，也是机械零件加工的前提。根据零件的材料、结构、形状、生产批量等确定毛坯的种类和毛坯的制造方法。常用的毛坯制造方法有铸造、锻造、焊接等。本章主要讲述毛坯的制造方法和应用。

### 知识目标

- ◎ 熟悉型砂应具备的性能和对铸件质量的影响
- ◎ 熟悉铸造种类、特点和应用
- ◎ 熟悉锻造的种类、特点和应用
- ◎ 了解冲压的基本工序
- ◎ 熟悉焊接的种类、特点和应用

### 技能目标

- ◎ 熟悉砂型铸造的生产过程
- ◎ 熟悉自由锻的基本工序
- ◎ 熟悉焊条电弧焊的操作方法
- ◎ 掌握合理选择毛坯种类的方法



## 1.1

## 铸造

铸造是指将金属溶液浇入铸型型腔中,待其凝固后获得一定形状和性能铸件的方法。铸造能够制成形状复杂、特别是具有复杂内腔的毛坯,而且适应性强,材料来源广,成本低。铸造在机器制造业中应用极其广泛,现代各种类型的机器设备中铸件所占的比重很大。根据生产方法的不同,铸造可分为砂型铸造、金属型铸造、压力铸造、离心铸造、熔膜铸造等。

## 1.1.1 砂型铸造

砂型铸造是将金属溶液浇入用型砂制成的铸型型腔中获得铸件的方法。砂型铸造是传统的铸造方法。由于砂型铸造简便易行,在目前的铸造生产中仍占主导地位,适用于铁合金材料及对尺寸精度和表面质量要求不高的铸件生产,如一般机器的底座、机床的床身、发动机的缸体、各种箱体、泵体、飞轮等。

## 基础知识

## 1. 模样和芯盒

模样是由木材、金属或其他材料制成,用来形成铸型型腔的工艺装备。制造砂型时,使用模样可以获得与零件外部轮廓相似的型腔。模样是按照零件图样要求绘制的铸造工艺图样制造的。制造型芯所用的装备称为芯盒。芯盒的内腔与型芯的形状和尺寸相同。

制造模样时应注意以下几点。

(1) 适当地放收缩余量和加工余量。收缩余量是指为了补偿铸件收缩,模样比铸件图样尺寸增大的数值。收缩余量与铸件的线收缩率和模样尺寸有关。不同金属材料的收缩量各不相同,如灰铸铁的收缩率为1%;铸钢的收缩率为1.5%~2.0%,一般是采用专用的收缩尺计量。加工余量是指为保证铸件加工面尺寸和零件精度,在铸件工艺设计时预先增加而在机械加工时切去的金属层厚度。其余量的大小应根据铸件的加工要求来定,一般小型铸件的加工余量为2~6mm。

$$\text{零件尺寸} + \text{加工余量} = \text{铸件尺寸}$$

$$\text{铸件尺寸} + \text{收缩量} = \text{模样尺寸}$$

(2) 起模斜度。为使模样容易从铸型中取出,凡是和分型面垂直的侧壁上应做出一定的斜度,如图1.1所示。起模斜度一般为 $0.5^\circ \sim 3^\circ$ 。

(3) 铸造圆角。为造型方便,浇注时防止铸型夹角被冲坏,防止铸件因夹角处应力集中而产生裂纹,凡相邻两表面的交角应做成圆角,如图1.2所示。

(4) 选择合适的分型面。分型面是指铸型组元间的接合面,也就是砂箱与砂箱间的分界面,如图1.3所示。分型面应选在最大截面处,应尽量满足浇注位置的要求,造型方便,起模容易。

(5) 芯头。芯头是指模样上的突出部分,它的作用是定位和支撑型芯,如图1.3所示。

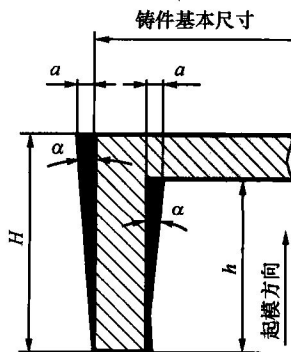


图 1.1 起模斜度

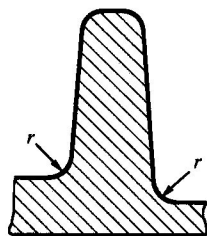


图 1.2 铸造圆角

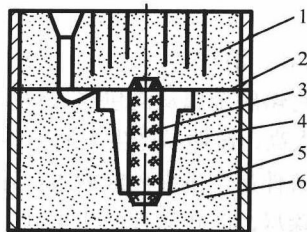


图 1.3 支座的铸型

1—上型 2—分型面 3—型芯  
4—支座型腔 5—芯头 6—砂箱

## 2. 制备型砂和芯砂

造型材料是制造砂型和砂芯的材料，包括砂、黏土、有机或无机粘结剂和其他附加物。按一定比例配合的造型材料，经过混制，符合造型要求的混合物叫型砂；按一定比例配合的造芯材料，经过混制，符合要求的混合物叫芯砂。

铸型在浇注凝固过程中要承受液态金属的冲刷、静压力 and 高温的作用，要排除大量气体，还要受到凝固时的收缩压力等，因而型砂和芯砂应具备下列性能要求。

(1) 可塑性。可塑性好，易成型，能获得行腔清晰的型砂，从而保证铸件具有精确的轮廓尺寸。砂本身没有可塑性，黏土却有很好的可塑性，所以型砂中黏土的含量越多，可塑性越好。

(2) 强度。型砂承受外力作用而不易破坏的性能称为强度。铸型必须具有足够的强度，才能防止塌箱、冲砂，避免铸件产生夹砂、砂眼等缺陷。

(3) 耐火性。型砂在高温熔融金属作用下不软化、不熔融烧结及不粘附在铸件表面上的性能称为耐火性。耐火性差会造成铸件表面粘砂，使清理和切削困难，严重时造成报废。

(4) 透气性。高温金属注入铸型后，会产生气体。若型砂的透气性差，部分气体来不及排出而留在铸件内部，铸件会产生气孔等缺陷。

(5) 退让性。铸件冷却收缩时，砂型和芯砂的体积被压缩的性能，称为退让性。退让性差，会使铸件产生较大的内应力，甚至产生变形或裂纹等缺陷。

## 3. 造型

用准备好的型砂、模样等工艺装备制造铸型的工艺过程称为造型。造型可分为手工造型、机器造型和自动化造型。

(1) 手工造型。手工造型方法简便，工艺装备简单，适应性强，因此，在单件或小批量生产，特别是大型铸件和复杂铸件生产中应用广泛。手工造型的方法很多，常见的有砂箱造型、脱箱造型、地坑造型和刮板造型。

① 砂箱造型。砂箱造型是传统的铸造方法，它适用于各种形状、大小及各种合金铸件的生产。

② 脱箱造型。按砂箱造型的方法造型后，将砂箱拆去，用它继续造型。该方法适用于大批量的小型铸件的生产。

③ 地坑造型。不用砂箱，直接在地上挖大坑造型，适用于单件、小批量的大型铸件的生产。

④ 刮板造型。对于形状复杂的回转体，不做完整的模样，只做刮板，用刮板在填满砂的砂箱里造出型腔。适用于单件、小批量的中型或大型回转体铸件的生产。

(2) 机器造型和自动化造型。用机器全部完成或至少完成紧砂操作的造型工序。机器造型和自动化造型改善了劳动条件，提高了生产率，而且铸件尺寸精确，表面光洁，加工余量少，适用

于大批量生产。

#### 4. 浇注、落砂、清理

(1) 浇注。将熔融金属从浇包注入铸型中的操作称为浇注。浇注时要控制好浇注温度和浇注速度。浇注温度太高,铸件易产生表面粘砂、缩孔等缺陷;温度太低,铸件易产生冷隔或浇不足。浇注速度太快,铸件易产生夹砂或砂眼;速度太慢,也会产生冷隔和浇不足。浇注前,应把金属溶液表面的熔渣除尽,防止铸件产生夹砂。浇注时,须使浇口杯保持充满,不允许浇注中断,并注意防止熔融金属飞溅和满溢。

(2) 落砂。用手工或机械使铸件和型砂、砂箱分开的操作。铸件浇注后,必须在铸型中经过充分的凝固和冷却。冷却时间可根据铸件的形状、大小和壁厚确定。落砂太早,会因铸件冷却太快而产生内应力,甚至变形开裂。

(3) 清理。清理工作主要是去除铸件上的浇口、浇道、冒口、表面粘砂和粗糙部分。铸件上的浇口、浇道和冒口的清除:对于铸铁件用铁锤敲去;铸钢件用气割切除;有色金属铸件可用锯切除。铸件上的粘砂可用喷砂或抛丸清砂、水力清砂、化学清砂等方法予以清理。

#### 5. 铸件常见缺陷

(1) 气孔。是指铸件内部或表面大小不等、光滑的孔眼,常出现在铸件最后凝固的部位。大孔常孤立存在,小孔则成群出现。产生气孔的原因是:铸型的透气性差,型砂含水太多,浇注速度太快。

(2) 缩孔。内壁粗糙,形状不规则的孔洞。这是由于铸件在凝固过程中,补缩不良而引起的。

(3) 砂眼。铸件内部或表面带有砂粒的孔洞。产生的原因是:型砂的强度不够或紧实度不够,浇注速度太快等。

(4) 粘砂。粘砂是铸件的部分或整个表面上粘附着一层砂粒。粘砂可使铸件表面粗糙,难以清理,不易加工。产生的原因是:型砂的耐火性差和浇注温度过高。

(5) 裂纹。裂纹是铸件在凝固收缩时产生较大的应力而导致的开裂。产生的原因是:铸件壁厚相差太大和型砂的退让性差。

常见的铸件缺陷如图 1.4 所示。

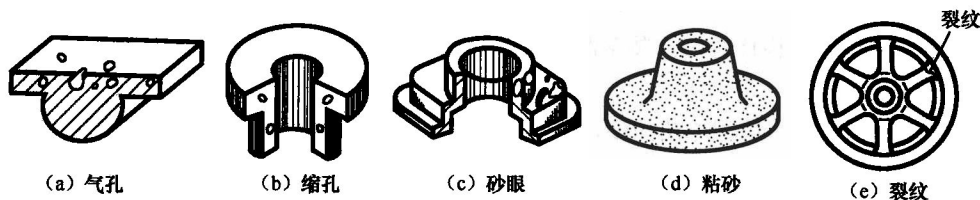


图 1.4 常见的铸件缺陷



铸件的缺陷和铸造工艺中的哪些因素有关?怎样保证铸件质量?

### 案例 1.1 手工砂箱造型的造型过程

造型是砂箱铸造的重要过程,直接影响铸件的质量。通过对本案例的分析,让学生掌握手工

砂箱造型的方法。

### 【操作步骤】

(1) 造下型。将制造好的模样放到砂箱的底板上，再填满制备好的型砂，用捣砂杵锤紧，刮平型砂。

(2) 造上型。将造好的下型翻转过来，对齐放上上砂箱，放好浇口棒，在砂箱内填满砂，再用气孔针扎几个通气孔。

(3) 起模、修型。移开上砂箱，起模、修型。

(4) 开横浇道、内浇道。

(5) 合箱、紧固。

手工砂箱造型的过程如图 1.5 所示。

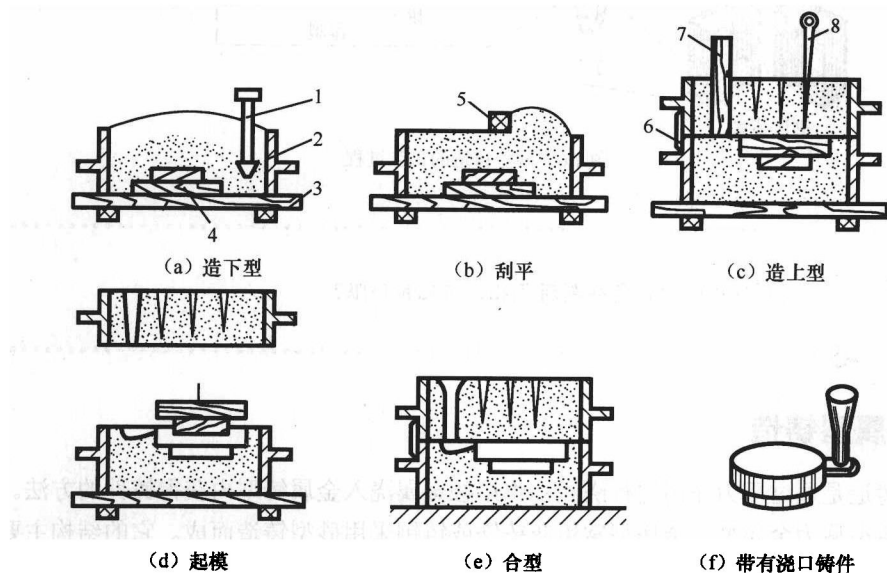


图 1.5 手工砂箱造型的过程

1—捣砂杵 2—砂箱 3—模底板 4—模样 5—刮板 6—记号 7—浇口棒 8—气孔针



型砂应具备哪些性能？对铸件质量有何影响？

## 案例 1.2 齿轮毛坯的砂型铸造工艺过程

通过对典型的齿轮毛坯铸造工艺过程的分析，让学生掌握砂型铸造的全过程。

### 【操作步骤】

(1) 制造模样、制造芯盒。

(2) 制备型砂、芯砂。

(3) 造芯后造型。

(4) 熔炼金属溶液。

(5) 浇注、落砂、清理。

(6) 检验。

砂型铸造的工艺流程如图 1.6 所示。

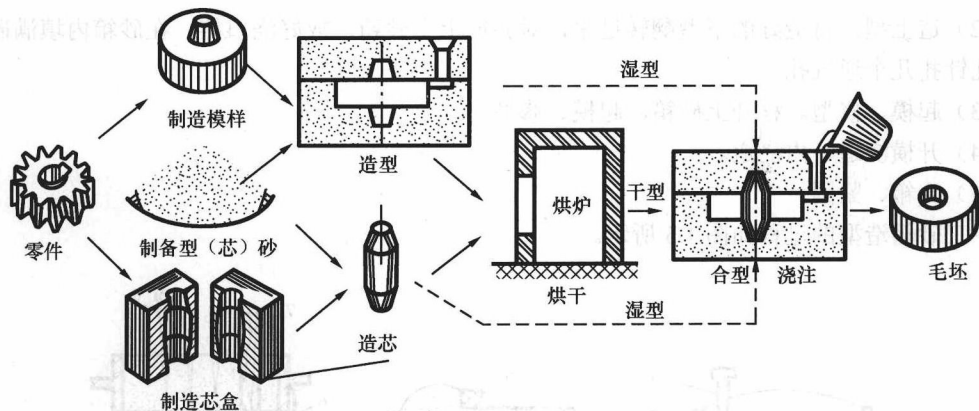


图 1.6 砂型铸造的工艺流程



想  
一  
想

对铸件检验时, 怎样判别气孔、缩孔和砂眼?

## 1.1.2 金属型铸造

金属型铸造是通过重力作用进行浇注, 将熔融金属浇入金属铸型内获得铸件的方法。用金属材料制成的铸型称为金属型。金属型常用灰铸铁或铸钢采用砂型铸造而成。它的结构主要取决于铸件的形状、尺寸, 合金的种类及生产批量等。

### 基础知识

#### 1. 金属型铸造的工艺过程

金属型的结构主要取决于铸件的形状、尺寸、合金的种类及生产批量等。按照分型面的方位, 金属型可分为整体式、垂直分型式、水平分型式和复合分型式。其中垂直分型式便于开设浇口和取出铸件, 也易于实现机械化生产, 所以应用最广。

图 1.7 所示为采用垂直分型方式的金属型。其中一个半型是固定的, 称为定模; 另一个半型可水平移动, 称为动模。生产时两个半型合起来进行浇注, 凝固后利用简单的机械使两个半型分开, 从中取出铸件。

#### 2. 金属型铸造的特点

(1) 金属型可以浇注几千次而不损坏, 实现了“一型多铸”, 便于机械化和自动化生产。

(2) 由于金属型加工精确, 型腔变形小, 铸件的形状、

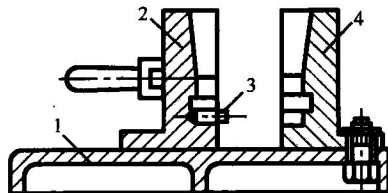


图 1.7 垂直分型式金属型

1—底座 2—活动半型  
3—定位销 4—固定半型

尺寸精度高。

(3) 金属型导热性好, 铸件冷却速度快, 组织晶粒细, 力学性能好。但凝固速度快, 不能铸造形状复杂的薄壁件。

(4) 金属型的退让性差, 易产生裂纹, 不适用于铁合金。

### 3. 金属型铸造的应用

金属型铸造主要应用于形状不太复杂、壁厚不是很薄的小型非铁合金铸件的大批量生产, 如铝活塞、汽缸盖、油泵壳体、轴瓦等。



想一想

金属型铸造有很多优越性, 为什么金属型铸造不能取代砂型铸造?

## 1.1.3 压力铸造

压力铸造是指使熔融金属在高压下高速充型, 并在压力下凝固的铸造方法。它所用的铸型称为压型, 压型和垂直分型的金属型相似, 压型上装有抽心机构和顶出铸件机构。

### 基础知识

#### 1. 压力铸造工艺过程

压力铸造在压铸机上进行, 压铸机主要由压射装置和合型机构组成。按压射冲头的位置可分为立式和卧式两种, 图 1.8 所示为卧式压铸机工作原理。定量勺内的熔融金属注入压室后, 压射冲头向左推进, 将熔融金属压入闭合的压铸型腔, 稍停后, 使金属在压力下凝固, 然后向右退回压射冲头, 分开压铸型, 顶杆顶出压铸件。

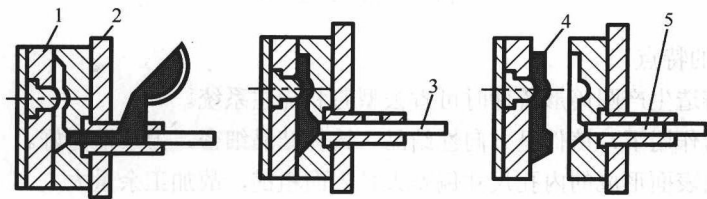


图 1.8 卧式压铸机工作原理

1—动型 2—定型 3—压射冲头 4—铸件 5—压室

#### 2. 压力铸造的特点

- (1) 压力铸造的铸型由金属材料制成, 所以保留了金属型铸造的特点。
- (2) 由于在高压下高速充型, 可得到形状复杂的薄壁件。
- (3) 由于在压力下凝固, 铸件的强度、硬度更高, 质量更好。
- (4) 压铸机投资大, 压铸型制造复杂, 成本高。

#### 3. 压力铸造的应用

压力铸造的铸件表面质量较其他铸造方法均高, 实现了零件少切削或不切削, 所以广泛应用于各类铁合金和有色金属的铸件生产, 如气缸体、箱体、外壳、支架等。



### 1.1.4 离心铸造

所谓离心铸造是指将熔融金属浇入高速旋转的铸型中,在离心力的作用下,金属液充填型腔并凝固结晶成铸件的方法。离心铸造的铸型可以是金属型,也可以是砂型。

#### 基础知识

##### 1. 离心铸造的工艺过程

离心铸造必须在离心铸造机上进行。根据铸型旋转轴空间位置的不同,离心铸造机可分为立式和卧式两大类。

(1) 在立式离心铸造机上铸造。如图 1.9 (a) 所示,当铸型绕垂直轴线旋转时,浇入铸型中的熔融金属随铸型高速旋转,铸件壁上下厚度不均匀,冷却后铸件表面呈抛物面。这种方法主要用于高度小于直径的圆盘类铸件。

(2) 在卧式离心铸造机上铸造。如图 1.9 (b) 所示,当铸型绕水平轴线旋转时,铸件壁厚度是均匀的,因此适用于铸造长度较大的套筒、管类铸件,是最常用的离心铸造方法。

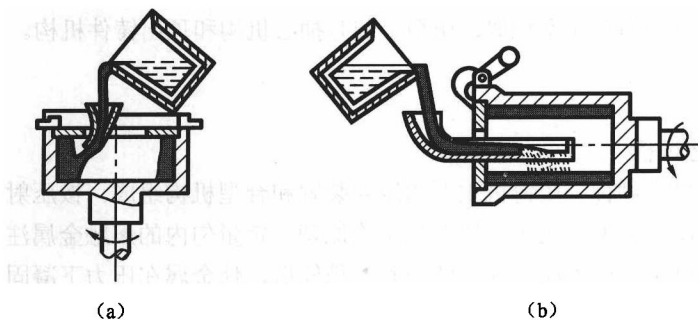


图 1.9 离心铸造过程

##### 2. 离心铸造的特点

- (1) 用离心铸造生产圆筒形铸件时可省去型芯和浇注系统。
- (2) 在离心力作用下,铸件呈方向性结晶,铸件结晶细密,力学性能好。
- (3) 依靠自由表面形成的内孔尺寸偏差大且表面粗糙,故加工余量大。

##### 3. 离心铸造的应用

离心铸造适用于制造各种空心回转体的铸件。是各种铸铁管、气缸套、铜套铸件的主要生产方法。也可以进行双层金属离心铸造,如机床主轴的封闭式钢套、钢套镶铜轴承等。

### 1.1.5 熔模铸造

所谓熔模铸造是指用易熔材料(如蜡料)制成模样,在模样上包覆若干耐火涂料,制成型壳,熔出模样后经高温烧,然后进行浇注的铸造方法。熔模铸造又称失蜡铸造。

#### 基础知识

##### 1. 熔模铸造的工艺过程

熔模铸造的工艺过程如图 1.10 所示。根据标准铸件制造压型,将蜡融化浇入压型中,待其凝

固后得到单个蜡模,然后将单个蜡模黏合在蜡制的浇注系统上形成蜡模组,将蜡模组浸入以水玻璃与石英粉配成的涂料中,取出后撒上石英粉,在氧化铵溶液中硬化,重复多次直到结成5~10mm厚的型壳,将型壳中的蜡融化后埋入砂箱中,浇入金属溶液,冷却后得到铸件。

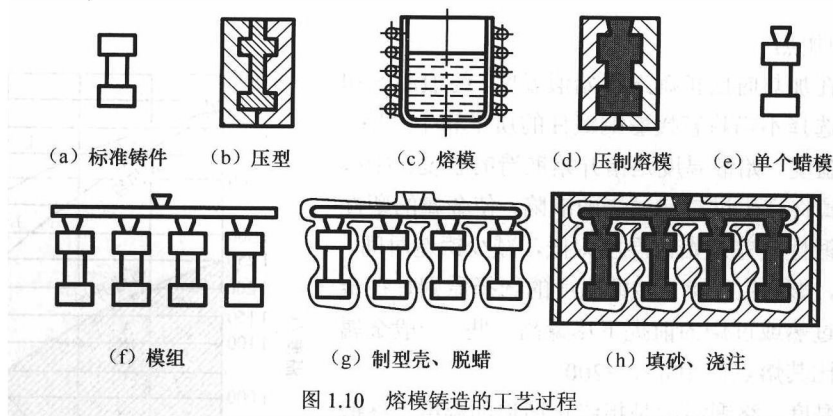


图 1.10 熔模铸造的工艺流程

## 2. 熔模铸造的特点

- (1) 可以获得形状很复杂的铸件。
- (2) 铸件尺寸精度高,表面光洁,可以实现少切削、无切削。
- (3) 适应性广,各种高熔点、低熔点的金属均可用来铸造。
- (4) 生产工艺复杂,生产周期长,成本高,铸件重量不能太大。

## 3. 熔模铸造的应用

熔模铸造主要用于铸造各种形状复杂的精密小型零件的毛坯,如汽车、拖拉机、机床上的小型零件等。



想一想

下列铸件在大批量生产时应采用什么铸造方法?

铝活塞 缝纫机头 汽轮机叶片 车床床身 汽缸套 摩托车汽缸体  
大口径铸铁污水管 大模数齿轮滚刀 汽车喇叭

# 1.2

## 锻压

锻压就是对坯料施加外力,使其产生塑性变形,改变尺寸、形状,改善性能,用以制造机器零件、工件或毛坯的加工方法。锻压所加工的材料应具有良好的塑性,以便在锻压时能产生足够的塑性变形而不被破坏,各类钢和大多数有色金属都具有一定的塑性,它们可以在热态或冷态下进行锻压加工,机械制造工业中常用锻压的方法来制造零件的毛坯。锻压加工包括锻造和冲压。

### 1.2.1 金属的加热与锻件的冷却

除高塑性金属外,一般可锻金属材料须经加热才能进行锻造。加热的目的是为了提其塑性,