

高 等 学 校 教 材

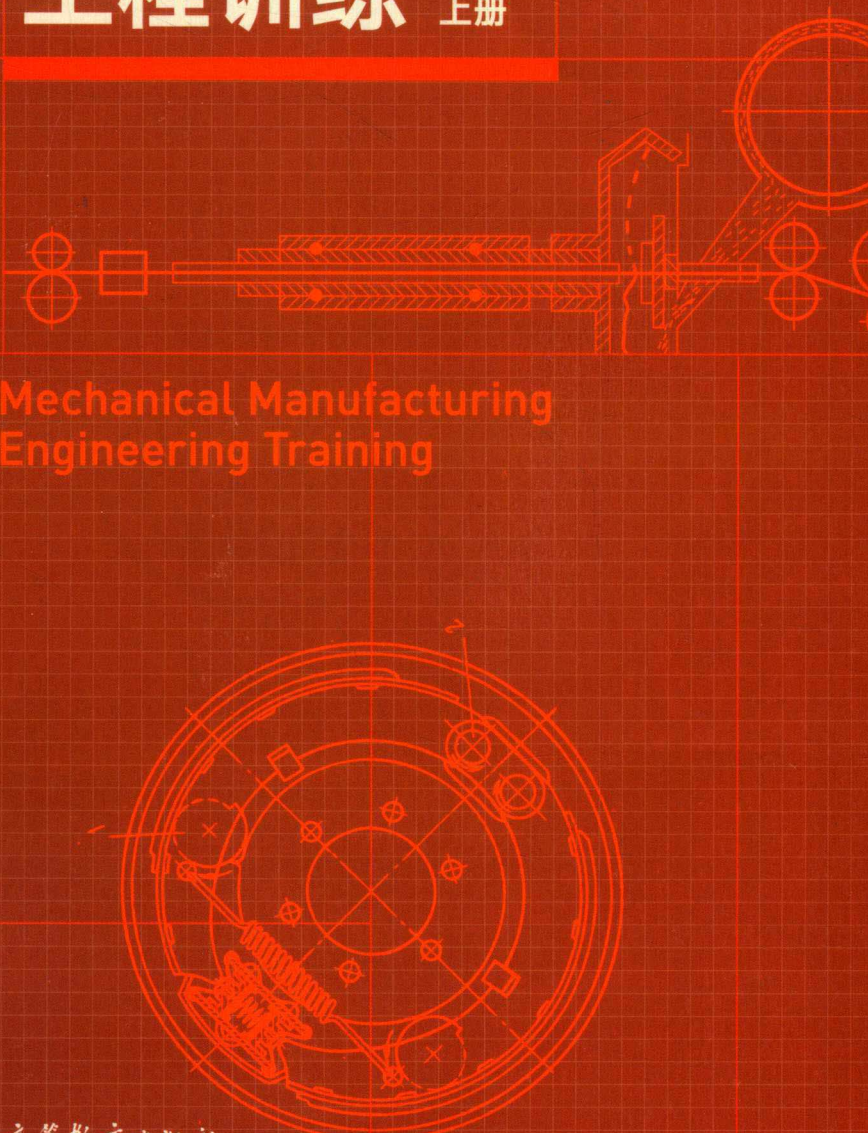
# 机械制造 工程训练

上册

主编 罗丽萍 郭烈恩

Mechanical Manufacturing  
Engineering Training

高等教育出版社



高等学校教材

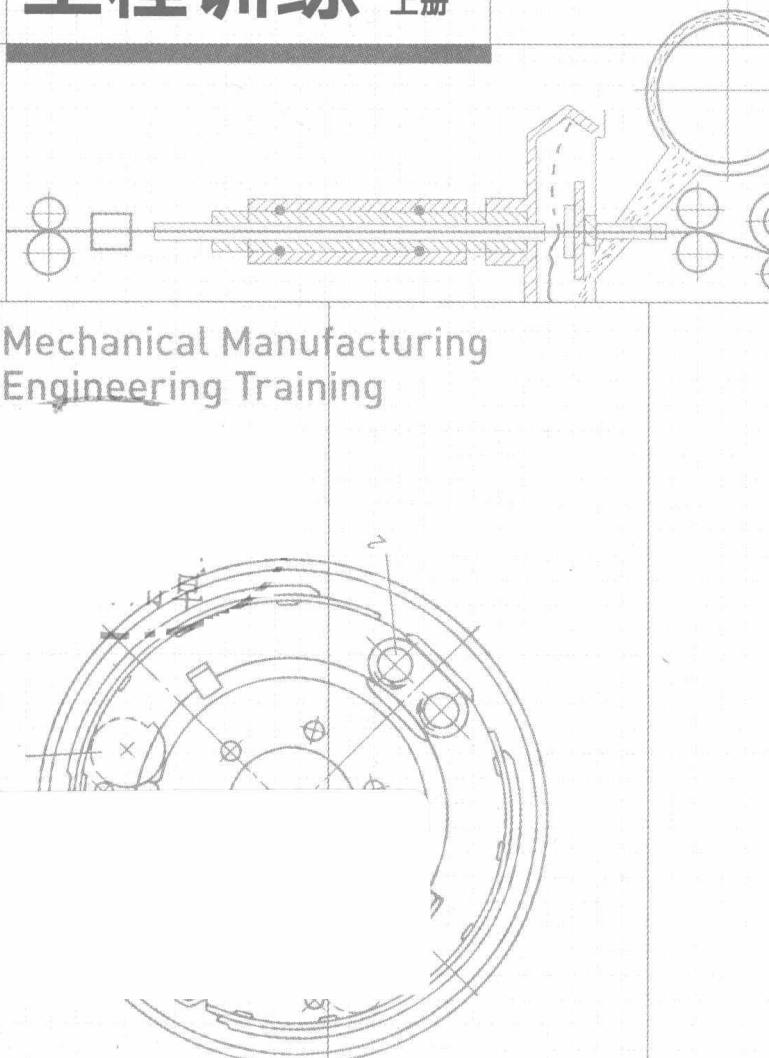
# 机械制造 工程训练

上册

主编 罗丽萍 郭烈恩

Mechanical Manufacturing  
Engineering Training

高等教育出版社·北京



## 内容提要

本书是《机械制造工程训练》教材上册,共分四篇14章,主要介绍与各实际训练项目有关的、必需的基础理论知识,其中第一篇工程材料主要介绍金属材料常识、钢的热处理方法和塑料及其成形技术基本知识;第二篇毛坯成形方法主要介绍铸造、锻压和焊接工艺的基础知识;第三篇机械加工基本方法主要介绍切削加工基本知识(刀具、机械加工零件的技术要求和常用量具)和零件表面加工方法(车削加工、铣削加工、磨削加工和钳工)的基础知识;第四篇现代制造技术主要介绍数控加工技术、特种加工技术、快速成形制造技术和三坐标测量技术基本知识。为了帮助学生消化、巩固和深化相关内容,加强理论与实践的联系,每章后面都附有复习思考题。

本书主要作为高等工科院校本科、专科机械类和近机类机械制造工程训练用教材,对于非机械类专业可根据专业特点和教学条件,有针对地选择其中的训练内容组织教学,本书还可以作为相关工程技术人员和技工的自学参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

机械制造工程训练.上册/罗丽萍,郭烈恩主编

—北京:高等教育出版社,2017.9

ISBN 978-7-04-048174-7

I. ①机… II. ①罗… ②郭… III. ①机械制造工艺—教材 IV. ①TH16

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第176850号

策划编辑 卢广  
插图绘制 杜晓丹

责任编辑 沈志强  
责任校对 刘春萍

封面设计 赵阳  
责任印制 毛斯璐

版式设计 马云

出版发行 高等教育出版社  
社址 北京市西城区德外大街4号  
邮政编码 100120  
印刷 三河市华骏印务包装有限公司  
开本 787mm×960mm 1/16  
印张 25.25  
字数 460千字  
购书热线 010-58581118  
咨询电话 400-810-0598

网址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>  
<http://www.hepmall.com>  
<http://www.hepmall.cn>  
版次 2017年9月第1版  
印次 2017年9月第1次印刷  
定价 45.50元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物料号 48174-00



# 前言

---

机械制造工程训练是工科高等院校对学生进行工程训练的重要环节之一，是一门传授机械制造基础知识和技能的实践性很强的技术基础课。本书是学生进行机械制造工程训练的主教材，主要介绍零件的成形方法和加工方法，毛坯制造和零件加工的一般工艺过程，所用设备的构造、工作原理和使用方法，所用材料、工具、附件与刀具及安全技术等，以零件各种加工工艺方法中的各个训练项目为实训单元对学生进行训练。通过机械制造工程训练使学生对典型工业产品的结构、制造过程有一个基本的体验和认识；对各主要的制造加工方法、设备、工艺等有一定的了解；培养学生的基本操作技能，增强工程实践能力，提高工程素质，培养创新意识和创新能力，为后续课程的学习以及为将来从事有关工作奠定良好的基础。

本书是为适应现代机械制造业发展，结合金工系列课程改革与工程训练教学基地建设，根据国家教育部制订的《机械工程训练教学基本要求》，并吸取借鉴各校机械工程训练教学改革成果的基础上编写的。

编写教材时，精减和完善了基本制造技术训练内容，增强非金属材料成形技术、现代制造技术和现代测量技术的训练内容；注重突出实践性、启发性、科学性和先进性，做到基本概念清晰，重点突出，简明扼要，形象生动；不仅注重学生观察现象、发现问题、获取知识，独立分析问题和解决问题能力的培养，而且注重学生工程实践能力、工程素质和创新思维能力的提高。

本书是机械制造工程训练教材的上册，共分四篇14章，主要介绍与各实际训练项目有关的、必需的基础理论知识。为了帮助学生消化、巩固和深化相关内容，加强理论与实践的联系，在每章后面都附有复习思考题。

本书由南昌大学工程训练中心组织编写，由罗丽萍、郭烈恩担任主编，朱政强、朱金平、宋心鑫担任副主编。编写分工如下：罗丽萍（第1章、第6章

## II 前言

---

部分、第7章、第10章), 郭烈恩(第8章、第9章), 朱政强(第5章部分、第14章部分), 熊新根(第2章、第14章部分), 孙江(第2章部分), 占多产(第3章), 徐明发(第4章), 李学文(第5章部分), 汪灶炎(第6章部分), 邓国华(第10章), 宋心鑫、王官明(第11章), 朱金平(第12章), 钟雪华(第13章)。

本书由清华大学傅水根教授审阅, 在此表示衷心感谢。

全书采用的参考文献列于书后并向各文献作者致以谢意。

由于编者水平有限, 书中难免存在不妥或错误之处, 恳请读者批评指正。

编者  
2017年4月



# 目录

## 第1篇 工程材料

|                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| 第1章 金属材料及钢的热处理..... 3 | 第2章 塑料成形技术 ..... 9   |
| 1.1 金属材料常识 ..... 3    | 2.1 常用塑料知识简介 ..... 9 |
| 1.2 钢的热处理 ..... 7     | 2.2 塑料成形工艺 ..... 13  |
|                       | 复习思考题 ..... 21       |

## 第2篇 毛坯成形方法

|                    |                            |
|--------------------|----------------------------|
| 第3章 铸造 ..... 25    | 和冷铁 ..... 39               |
| 3.1 概述 ..... 25    | 3.7 合型 ..... 40            |
| 3.2 型砂和芯砂 ..... 26 | 3.8 合金的熔炼和浇注 ... 41        |
| 3.3 模样和芯盒 ..... 29 | 3.9 铸件的落砂、清理和缺陷分析 ..... 45 |
| 3.4 造型 ..... 31    | 3.10 特种铸造方法简介 ..... 48     |
| 3.5 造芯 ..... 38    | 复习思考题 ..... 52             |
| 3.6 浇注系统、冒口        |                            |

|                       |    |                     |     |
|-----------------------|----|---------------------|-----|
| 第4章 锻压 .....          | 55 | 第5章 焊接 .....        | 80  |
| 4.1 概述 .....          | 55 | 5.1 概述 .....        | 80  |
| 4.2 坯料的加热和锻件的冷却 ..... | 56 | 5.2 手工电弧焊 .....     | 82  |
| 4.3 自由锻 .....         | 58 | 5.3 气焊与气割 .....     | 95  |
| 4.4 胎模锻和模锻 .....      | 65 | 5.4 常见焊接缺陷与检验 ..... | 101 |
| 4.5 板料冲压 .....        | 67 | 5.5 其他焊接方法简介 .....  | 103 |
| 4.6 其他锻压方法简介 .....    | 75 | 复习思考题 .....         | 110 |
| 复习思考题 .....           | 79 |                     |     |

### 第3篇 机械加工基本方法

|                       |     |                     |     |
|-----------------------|-----|---------------------|-----|
| 第6章 切削加工基础知识 .....    | 115 | 7.4 工件的安装 .....     | 148 |
| 6.1 概述 .....          | 115 | 7.5 车削的基本工作 .....   | 153 |
| 6.2 刀具基本知识 .....      | 118 | 7.6 典型零件的车削加工 ..... | 163 |
| 6.3 机械加工零件的技术要求 ..... | 124 | 复习思考题 .....         | 167 |
| 6.4 常用量具及其使用方法 .....  | 127 | 第8章 铣削加工 .....      | 169 |
| 复习思考题 .....           | 137 | 8.1 概述 .....        | 169 |
| 第7章 车削加工 .....        | 138 | 8.2 铣床简介 .....      | 170 |
| 7.1 概述 .....          | 138 | 8.3 铣刀及其安装 .....    | 173 |
| 7.2 车床 .....          | 139 | 8.4 铣床附件及工件安装 ..... | 178 |
| 7.3 车刀 .....          | 147 | 8.5 铣削基本工作 .....    | 184 |
|                       |     | 8.6 齿形加工 .....      | 190 |
|                       |     | 复习思考题 .....         | 192 |

|                   |                  |     |
|-------------------|------------------|-----|
|                   | 复习思考题 .....      | 209 |
| 第9章 磨削加工 .....    |                  | 193 |
| 9.1 概述 .....      |                  | 193 |
| 9.2 砂轮 .....      |                  | 194 |
| 9.3 磨床 .....      |                  | 200 |
| 9.4 磨削的基本工作 ..... |                  | 205 |
|                   | 第10章 钳工与装配 ..... | 210 |
|                   | 10.1 钳工 .....    | 210 |
|                   | 10.2 装配 .....    | 246 |
|                   | 复习思考题 .....      | 255 |

## 第4篇 现代制造技术

|                           |     |                               |     |
|---------------------------|-----|-------------------------------|-----|
| 第11章 数控加工技术 .....         | 261 | 13.2 快速成形制造技术<br>的原理与特点 ..... | 365 |
| 11.1 概述 .....             | 261 | 13.3 快速成形制造技术<br>的分类 .....    | 366 |
| 11.2 数控加工的基础<br>知识 .....  | 263 | 13.4 快速成形制造技术<br>的应用 .....    | 368 |
| 11.3 数控车削加工 .....         | 280 | 13.5 典型快速成形<br>工艺 .....       | 370 |
| 11.4 数控铣削加工 .....         | 316 | 13.6 快速成形的软件<br>系统 .....      | 377 |
| 复习思考题 .....               | 338 | 复习思考题 .....                   | 386 |
| 第12章 特种加工技术基础<br>知识 ..... | 343 | 第14章 三坐标测量技术<br>简介 .....      | 387 |
| 12.1 电火花加工 .....          | 344 | 14.1 三坐标测量的基本<br>原理及特点 .....  | 387 |
| 12.2 其他特种加工<br>技术简介 ..... | 357 | 14.2 三坐标测量机的<br>结构 .....      | 389 |
| 复习思考题 .....               | 363 | 复习思考题 .....                   | 392 |
| 第13章 快速成形制造<br>技术 .....   | 364 |                               |     |
| 13.1 概述 .....             | 364 |                               |     |

|            |     |
|------------|-----|
| 参考文献 ..... | 393 |
|------------|-----|



## 第 1 篇 工程材料

工程材料是指用于工程方面的材料，主要有机械工程材料、建筑工程材料、电工材料和电子材料等。机械工程材料是用于制造各种机械设备、机械产品的结构件和零部件，以及各种加工用工模具的材料，它包括金属材料和非金属材料。

金属材料因其具有良好的力学性能、物理性能、化学性能和工艺性能，所以成为机器零件最重要最常用的工程材料。金属材料分为黑色金属（钢铁）和有色金属，有色金属是指除黑色金属以外的所有金属材料，如铜合金、铝合金及轴承合金等。应用最广的是黑色金属，它占整个结构材料和工具的 90% 以上。与钢铁相比，有色金属材料的产量低，价格高，但由于其具有许多优良特性，因此在科技和工程中也占有重要的地位，是一种不可缺少的工程材料。

非金属材料是指除金属材料以外的一切材料的总称，如塑料、橡胶、陶瓷和复合材料等。非金属材料具有许多特殊的性能，如塑料的重量轻、易成形，耐磨、隔热、隔音及优良的电绝缘性；橡胶的高弹性；陶瓷的高硬度、耐高温、耐腐蚀等，而且它们的原料来源广泛，自然资源丰富，成形工艺简便。因此，非金属材料正愈来愈多地应用于各类工程结构中，用它来取代部分金属材料可取得巨大的经济技术效果。例如：用玻璃纤维增强塑料制造汽车车身，在

相同强度下，其重量较钢板车身降低 67%，造价减少 20%；塑料刹车片寿命较铸铁提高 7~9 倍；塑料轴承造价较青铜低 80%~90%；陶瓷发动机的出现使热效率提高 30%~40%，并使发动机体积和重量减小，同时还可以取消整个冷却系统和通风系统。由此可见，非金属材料的生产应用，是当代科学技术革命的重要标志之一。如今它已发展成为一类独立的材料体系，是一种不可取代的材料。

本篇主要介绍金属材料常识、钢的热处理方法、塑料及其成形技术基本知识。



# 第 1 章 金属材料及钢的热处理

## 1.1 金属材料常识

### 1.1.1 金属材料的力学性能

金属材料的性能包括力学性能、物理性能、化学性能和工艺性能等。金属材料的力学性能是指材料受外力作用时所反映出来的性能，主要有强度、硬度、塑性、冲击韧性、疲劳强度等。

强度是金属材料在外力作用下抵抗塑性变形和断裂的能力。工程上常用的强度指标有屈服强度和抗拉强度。屈服强度是金属材料在外力作用下开始产生塑性变形时的应力，通常用  $\sigma_s$  表示。抗拉强度是金属材料在拉断前所能承受的最大应力，通常用  $\sigma_b$  表示。 $\sigma_s$  和  $\sigma_b$  在设计机械零件和选择、评定材料时具有重要意义。

塑性是金属在外力作用下产生塑性变形而不被破坏的能力。通常用伸长率  $A$  和断面收缩率  $Z$  作为金属材料的塑性指标。

硬度是金属材料抵抗更硬的物体压入其内的能力，实质上是表示金属材料在一个小的体积范围内抵抗弹性变形、塑性变形或断裂的能力。一般来说，硬度越高，耐磨性越好，强度也较高。硬度是生产中最常用的一个指标，常用的有布氏硬度（HB 表示）、洛氏硬度（HR 表示）和维氏硬度（HV 表示）等。

冲击韧性是金属材料在冲击载荷作用下，抵抗破坏的能力，金属材料韧性好坏用冲击韧性值  $a_k$  衡量，冲击韧性值大则材料韧性好、反之则材料韧性差。

疲劳强度是金属材料经无数次循环载荷作用下而不致引起断裂的最大应力，当应力按正弦曲线对称循环时，疲劳强度以符号 $\sigma_{-1}$ 表示。所谓金属疲劳是指在交变载荷下工作的零件，虽然工作应力低于屈服强度，但在长时间工作后发生断裂，这种现象称为疲劳。

因此在交变载荷作用下工作的零件，选材和设计时，不仅要考虑材料的屈服强度，还要考虑它的疲劳强度（疲劳极限）。

零件选材时，除要考虑材料的力学性能外，还必须同时考虑其工艺性能。按工艺方法的不同，工艺性可分为可铸性、可锻性、可焊性和可切削加工性等。

### 1.1.2 常用金属材料

#### 1. 钢

##### (1) 钢的分类

① 钢按化学成分可分为碳素钢和合金钢两大类。碳素钢是碳的质量分数小于2.11%的铁碳合金，并含有少量的Mn、Si、S、P、O、N等杂质元素，碳素钢按碳的质量分数又可分为低碳钢（ $w_C < 0.25\%$ ）、中碳钢（ $w_C = 0.25\% \sim 0.6\%$ ）和高碳钢（ $w_C > 0.6\%$ ）。合金钢是为了改善和提高碳素钢的性能或使之获得某些特殊性能，在碳素钢的基础上，特意加入某些合金元素而得到的多元的以铁为基础的铁碳合金，合金钢按合金元素含量又可分为低合金钢（合金元素总含量 $w_{Me} < 5\%$ ）、中合金钢（合金元素总含量 $w_{Me} = 5\% \sim 10\%$ ）和高合金钢（合金元素总含量 $w_{Me} = 5\% \sim 10\%$ ）。

② 钢按冶金质量和钢中有害元素硫、磷，可分为普通质量钢（ $w_S \leq 0.035\% \sim 0.05\%$ 、 $w_P \leq 0.035\% \sim 0.045\%$ ）、优质钢（ $w_{S,P} \leq 0.035\%$ ）和高级优质钢（ $w_{S,P} \leq 0.025\%$ ）。

③ 钢按用途可分为结构钢、工具钢和特殊性能钢。结构钢又可分为工程结构用钢（碳素结构钢、低合金高强度结构钢等）和机械结构用钢（优质碳素结构钢、合金结构钢、弹簧钢及滚动轴承钢等）。工具钢根据用途不同又可分为刀具钢、模具钢和量具钢。

钢厂在给钢的产品命名时，往往将成分、质量、用途这三种分类方法结合起来。如将钢称为优质碳素结构钢、碳素工具钢、高级优质钢、合金结构钢和合金工具钢等。

##### (2) 常用碳钢的牌号、种类和用途

由于碳钢容易冶炼，价格低廉，工艺性能好，力学性能能够满足一般工程和机械制造的使用要求，所以在机械制造业中得到了广泛的应用。表1.1列出

了碳素钢的牌号、种类和用途。

表 1.1 碳素钢的牌号、种类和用途

| 名称   | 碳素结构钢  | 优质碳素结构钢  | 碳素工具钢                                     |
|------|--|--|---|
| 常用种类 | Q195、Q235、Q235A·F、Q275   | 08F、08、15、20、35、40、45、50、45Mn、60、60Mn                  | T8、T10、T10A、T12、T13                       |
| 牌号意义 | 字母“Q”表示屈服点的“屈”；数字表示最小屈服点，数字越大，碳的质量分数越高；“A”表示质量等级，分A、B、C、D四级；“F”表示脱氧方法，符号F、b、Z、TZ分别表示沸腾钢、镇静钢及特殊镇静钢。镇静钢和特殊镇静钢的牌号中脱氧方法符号可省略 | 两位数字表示钢中平均碳的质量分数的万分之几；“F”表示为沸腾钢；锰的质量分数在0.8%~1.2%时加Mn表示 | “T”表示碳素工具钢，其后的数字表示平均碳的质量分数的千分之几；“A”表示高级优质 |
| 用途举例 | 螺栓、连杆、法兰盘、键、小轴、销子等   | 冲压件、焊接件、轴、齿轮、蜗杆、弹簧等                                    | 锯条、手锤、刮刀、锉刀、丝锥、量规、冷切边模等                   |

### (3) 合金钢的牌号、种类和用途

与碳素钢相比，合金钢经过合理的加工处理后能够获得较高的力学性能，有的还具有耐热、耐酸、抗蚀性等特殊物理化学性能。但其价格较高，某些加工工艺性能较差，某些专用钢只能应用于特定工作条件。表 1.2 列出了合金钢的牌号、种类和用途。

表 1.2 合金钢的牌号、种类和用途

| 名称   | 合金结构钢  | 合金工具钢   | 特殊性能钢                           |
|------|--|---|---------------------------------|
| 常用种类 | 20CrMnTi、40Cr、38CrMoAlA、55Si2Mn  | 9SiCr、CrWMn、W18Cr4V、Cr12MoV                               | 1Cr18Ni9、1Cr13Mo、ZGMn13-1       |
| 牌号意义 | 首两位数字表示碳的质量分数的万分之几，元素符号及其后面的数字表示该元素的质量分数的百分之几，小于1.5%时，不标明数字，为1.5%~2.49%、2.5%~3.49%……时，相应地标以2、3……；“A”表示高级优质 | 首位数字表示钢中碳的平均质量分数的千分之几，高于1.0%时，不标出；元素符号及其后面的数字表示方法与合金结构钢相同 | 专用钢牌号的表示方法与钢种有关，有特殊的命名方法，详见国家标准 |
| 用途举例 | 高压容器、车辆、齿轮、连杆、曲轴、机床主轴等   | 各种模具、量具、刃具等   | 不锈钢、耐热钢、耐磨钢                     |

## 2. 铸铁

铸铁是碳的质量分数大于 2.11% 并含 Mn、Si、S、P 等杂质元素较钢多的铁碳合金，抗拉强度、塑性和韧性不如钢好，但容易铸造，减振性好，易切削加工，且价格便宜，所以铸铁在工业中仍然得到广泛的应用。

① 根据铸铁中碳的存在形式不同，铸铁可分成以下四种：

a. 白口铸铁 碳除微量溶于铁素体外，其余全部以渗碳体的形式存在，其断口呈银白色，故称白口铸铁。这种铸铁组织中因存有大量莱氏体，性能硬而脆，难以切削加工，所以很少用来制造机器零件。

b. 灰口铸铁 碳全部或大部分以游离状态的石墨存在于铸铁中，其断口呈灰色，故称灰口铸铁。它是工业中应用最广的铸铁。

c. 麻口铸铁 这种铸铁组织中既有石墨，又有莱氏体，属于白口和灰口间的过渡组织。断口呈黑白相间的麻点，故称麻口铸铁。这类铸铁也具有较大的硬脆性，故工业上很少使用。

根据铸铁中石墨形态的不同，灰口铸铁又可分为灰铸铁、可锻铸铁、球墨铸铁和蠕墨铸铁四种。

② 根据铸铁的化学成分，铸铁可分为普通铸铁和合金铸铁。合金铸铁是指含硅量大于 4%、含锰量大于 2%，或者至少含有一定量的钛、钒、钼、铬、铜等元素的铸铁，它们常具有耐蚀、耐热、耐磨等性能。

表 1.3 列出了常用铸铁的牌号、种类和用途。

表 1.3 常用铸铁的牌号、种类和用途

| 分类   | 灰铸铁                            | 球墨铸铁  | 可锻铸铁  | 蠕墨铸铁                             | 耐热铸铁                     |
|------|--------------------------------|---|---|----------------------------------|--------------------------|
| 牌号举例 | HT150<br>HT200<br>HT350        | QT400-18<br>QT600-3<br>QT900-2                | KTH330-08<br>KTH370-12<br>KTZ650-02                         | RuT300<br>RuT340<br>RuT380       | RTCr16<br>RTSi5          |
| 牌号意义 | 石墨以片状形态存在，HT 表示灰铸铁，数字表示最小抗拉强度值 | 石墨以球状形态存在，QT 表示球墨铸铁，前面数字表示最小抗拉强度值，后面数字表示最小伸长率 | 石墨以团絮形态存在，KTH 表示黑心可锻铸铁，KTZ 表示珠光体可锻铸铁，KTB 表示白心可锻铸铁，数字意义同球墨铸铁 | 石墨以蠕虫形态存在，RuT 表示蠕墨铸铁，数字表示最小抗拉强度值 | RT 表示耐热铸铁，加入的合金元素用化学符号表示 |

续表

| 分类   | 灰铸铁                 | 球墨铸铁                    | 可锻铸铁                  | 蠕墨铸铁             | 耐热铸铁                    |
|------|---------------------|-------------------------|-----------------------|------------------|-------------------------|
| 应用举例 | 底座、床身、齿轮、气缸体、泵体、阀体等 | 汽车、拖拉机连杆、曲轴、齿轮、机床主轴、蜗杆等 | 犁刀、扳手、汽车、拖拉机前后轮壳、冷接头等 | 齿轮箱体、气缸盖、活环、排气管等 | 化工机械零件、焙烧机篦条、炉底、坩埚、换热器等 |

## 1.2 钢的热处理

钢的热处理是将钢在固态下通过加热、保温、冷却的方法，使钢的组织结构发生变化，从而获得所需性能的工艺方法。

在机械零件制造过程中，热处理起着重要的作用。钢经过热处理，不仅可以消除组织结构上的某些缺陷，更重要的是可以改善或提高钢的性能，充分发挥钢的性能潜力，提高产品质量，延长使用寿命，提高经济效益。

钢的热处理工艺主要分为整体热处理和表面热处理。

常用的整体热处理方法有退火、正火、淬火、回火等。

### (1) 退火

是将钢加热到某一温度，保温一定时间，随后缓慢冷却（炉冷）的热处理工艺。

退火主要目的是消除缺陷，改善组织；细化晶粒，改善力学性能；降低硬度，改善切削加工性；消除应力，防止变形或开裂；均匀成分，并为最终热处理作好组织准备。

### (2) 正火

是将钢加热到某一温度，保温一定时间，随后从炉中取出，在静止空气中冷却的热处理工艺。

正火的目的与退火基本相似，但正火的冷却速度比退火稍快，故得到较细密的组织，力学性能较退火好，且正火后钢的硬度比退火高，对于低、中碳素结构钢以正火作为预先热处理比较合适，对于中碳合金钢和高碳钢应采用退火为宜。正火难以消除内应力，为防止工件的变形和产生裂纹，对于大件和形状复杂件仍多采用退火处理。

从经济方面考虑，正火比退火的生产周期短，设备利用率高，节约能源，

降低成本，操作简便，所以在可能的条件下，应尽量以正火代替退火。

重要机械零件常用正火做预备热处理，普通机械零件常用正火做最终处理。

### (3) 淬火

是将钢加热到临界温度以上  $30 \sim 50^{\circ}\text{C}$ ，保温一定时间，随后快速冷却（水或油冷）的热处理工艺。

淬火目的是提高钢的强度和硬度，增加耐磨性。淬火是强化钢最经济有效的热处理工艺，几乎所有的工、模具和重要零件都需要进行淬火处理。淬火后须继之以回火，才能获得优良综合力学性能的工件。

### (4) 回火

是将经淬火后的钢重新加热到适当的温度，保温一段时间再冷却下来的热处理工艺。

根据加热温度不同，回火可以分为以下三种：

① 低温回火 回火温度在  $150 \sim 250^{\circ}\text{C}$  之间，其目的是在基本保持淬火高硬度的前提下，适当地提高淬火钢的韧性，降低淬火应力。低温回火适用于刀具、量具、冷冲模具和滚动轴承等。

② 中温回火 回火温度在  $350 \sim 450^{\circ}\text{C}$  之间，用于需要得到足够硬度、高的弹性并保持一定韧性的零件，如弹簧、锻模等。

③ 高温回火 回火温度在  $500 \sim 650^{\circ}\text{C}$  之间。高温回火后硬度大幅度降低，但可获得较高强度和韧性良好配合的综合力学性能。淬火后随即进行高温回火这一联合热处理操作，在生产中称为调质处理。机器中受力复杂、要求具有较高综合力学性能的零件，如齿轮、机床主轴、传动轴、曲轴、连杆等，均需进行调质处理。

### (5) 表面热处理

表面热处理仅对钢件表层进行热处理，有表面淬火和化学热处理。表面淬火是指仅对钢件表层进行淬火的工艺。一般包括感应加热表面淬火和火焰加热表面淬火等。钢件经表面淬火后具有“表硬里韧”的性能。化学热处理是将钢件置于一定的化学介质中，通过加热、保温，使介质中一种或几种元素原子渗入工件表层，以改变钢表层的化学成分和组织的热处理工艺。钢件经过化学热处理后不仅具有“表硬里韧”的性能，而且具有某些特殊的物理化学性能。根据渗入元素的不同，化学热处理可分为渗碳、渗氮、碳氮共渗、渗硼和渗金属等。常用的是渗碳和渗氮。



## 第2章 塑料成形技术

### 2.1 常用塑料知识简介

随着塑料工业的发展，社会对塑料制品的需求愈来愈大。塑料作为三大工程材料之一，在人们的日常生活及现代工业生产领域中得到日益广泛的应用。塑料是以高分子合成树脂为主要成分，并加入其他添加剂，在一定温度和压力下塑化成形的一种高分子合成材料。

#### 2.1.1 塑料的组成

塑料均以合成树脂为基本原料，并视需要加入适当添加剂。其组成成分如下。

##### 1. 树脂

树脂是在受热时软化，在外力作用下有流动倾向的聚合物。它是塑料中起黏结作用的成分，也叫黏料。树脂主要决定塑料的类型（热塑性或热固性）且基本决定塑料的主要性能（物理性能、化学性能、力学性能及电性能等）。

##### 2. 添加剂

为了改变塑料的性能而加入的添加剂有如下三种。

##### (1) 填料

填料在塑料中主要起增强作用，有时还可使塑料具有树脂所没有的新性能。正确使用填料，可以改善塑料的性能，扩大其使用范围，也可减少树脂