

第6版

# 机械工程 材料手册

● 金属材料

曾正明 主编

 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



# 机械 工程 材料 手册

## 金 属 材 料

第 6 版

曾正明 主编



机械工业出版社

本手册是一部标准最新、品种较全、内容殷实的实用型工程材料工具书。分上、下两篇，共19章，即：钢铁材料的基本知识、生铁及铁合金、铸铁、铸钢及锻钢、钢、型钢、钢板及钢带、钢管、钢丝、钢丝绳、有色金属材料的基本知识、铜、铝、钛、镁、镍、锌、铅、锡及其合金，以及其他有色金属材料。手册分别以表格形式并辅以简要说明，介绍了各种金属材料的用途、牌号、规格和性能。对于常用的金属材料还分别列举了各种牌号的主要特性和应用举例，可供读者选用时参考。

本手册可供机械、电子、冶金、石油、化工、轻工、军工、建筑等各部门从事工程设计、制造、施工、维修的技术人员使用，也可供有关院校师生、购销人员作参考。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

机械工程材料手册. 金属材料/曾正明主编. -- 6版.  
—北京：机械工业出版社，2003.1  
ISBN 7-111-11299-7

I. 机… II. 曾… III. ①机械制造材料-手册  
②金属材料-手册 N. TH14-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 097548 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑：刘彩英 版式设计：霍永明 责任校对：吴美英  
张莉娟

封面设计：姚毅 责任印制：闫焱

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2003年2月第6版·第1次印刷

787mm×1092mm<sup>1/16</sup>·57.25印张·3插页·1972千字

247 601—251 600册

定价：99.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

## 编写人员名单

|    |     |     |     |     |  |
|----|-----|-----|-----|-----|--|
| 主编 | 曾正明 |     |     |     |  |
| 主审 | 虞莲莲 |     |     |     |  |
| 编者 | 曾正明 | 虞莲莲 | 吴清寒 | 傅宏祥 |  |
|    | 傅蓉杰 | 陈雷  | 曾晶  | 曾鹏  |  |
|    | 傅杰  | 傅绍云 | 吴宏发 | 许国旗 |  |
|    | 蒋主周 | 朱鹤群 | 史锦芳 | 史祖庚 |  |
|    | 吴爱京 | 傅纓  | 吴竹芳 | 杨宏林 |  |
|    | 于文华 | 王小刚 | 黄永东 | 邓大秋 |  |
|    | 张明  | 李春英 | 田启南 | 贾志雲 |  |
|    | 杜仁明 | 朱国立 | 陆丽娟 | 江秋萍 |  |
|    | 李小波 | 叶正涛 | 张永江 | 郭世华 |  |
|    | 程志侠 | 侯永明 | 范英涛 | 许东海 |  |
|    | 王斌  | 周永秋 | 潘德康 | 陈庆江 |  |
|    | 朱良成 | 陈文  | 高大卫 | 王月秋 |  |
|    | 于晓英 | 马云山 | 丁佩英 | 闫志伟 |  |
|    | 张丽  | 李小峰 | 杨家才 | 刘虹启 |  |
|    | 董忠文 | 马永良 | 周国立 | 杨志民 |  |
|    | 赵小娟 | 顾玉兰 | 牛世观 | 林保国 |  |
|    | 白建国 | 鲁耘文 | 邱金火 | 张兵  |  |
|    | 尹志成 | 胡文达 | 邵家玲 | 吴树森 |  |
|    | 汪永祥 | 崔志高 | 郝友林 | 宋世昌 |  |
|    | 刘云霞 | 杜朝阳 | 陆小敏 | 魏有泉 |  |
|    | 朱明浩 | 吕进财 |     |     |  |

## 第 6 版出版说明

《机械工程材料手册》自 1970 年初版以来，深受读者的欢迎，累计印数达 24 万余册。随着我国经济建设的发展、科学技术的进步，工程材料的品种、规格日益增多，经常颁布新的国家标准和行业标准，或是相应地进行修改。为此，本手册在 1977 年出版第 2 版，1982 年出版第 3 版，1991 年出版第 4 版，1998 年出版第 5 版，现又进行第 6 版修订。

这次修订，全面核实查对了 2002 年前颁布的国家标准和行业标准。因此，基本上更新了原书内容，并增补了一批新的材料品种、规格。修订本手册时，在内容上力求新、准、全，在文字上力求简明扼要，在形式上力求多用图表，使其尽可能做到实用、可靠、查找方便。为便于读者使用，决定将本手册分成《金属材料》和《非金属材料》两卷出版。

在修订过程中，得到中国第一汽车集团公司领导的热情支持，在此谨致以诚挚的谢意。由于作者水平有限，书中难免存在缺点和错误，希望读者批评指正。

## 常用符号表

| 量的符号          | 量的名称        | 单位符号                | 量的符号                  | 量的名称           | 单位符号                 |
|---------------|-------------|---------------------|-----------------------|----------------|----------------------|
| $A_K$         | 冲击吸收功       | J                   | $\mu$                 | 磁导率            | H/m                  |
| $A_{KU}$      | U型缺口试样冲击吸收功 | J                   |                       | 泊松比            |                      |
| $A_{KV}$      | V型缺口试样冲击吸收功 | J                   |                       | 摩擦因数           |                      |
| $a_K$         | 冲击韧度        | J/cm <sup>2</sup>   | $\rho$                | 电阻率            | 10 <sup>-6</sup> Ω·m |
| $a_{KU}$      | U型缺口试样冲击韧度  | J/cm <sup>2</sup>   |                       | 密度             | g/cm <sup>3</sup>    |
| $a_{KV}$      | V型缺口试样冲击韧度  | J/cm <sup>2</sup>   |                       | $\sigma_b$     | 抗拉强度                 |
| $B$           | 磁感应强度       | T                   | $\sigma_{bb}$         | 抗弯强度           | MPa                  |
| $c$           | 比热容         | J/(kg·K)            | $\sigma_{bc}$         | 抗压强度           | MPa                  |
| $E$           | 弹性模量        | GPa                 | $\sigma_D$            | 疲劳强度           | MPa                  |
| $G$           | 切变模量        | GPa                 | $\sigma_e$            | 弹性极限           | MPa                  |
| $H$           | 磁场强度        | A/m                 | $\sigma_N$            | 疲劳强度           | MPa                  |
| HBS, HBW      | 布氏硬度        |                     | $\sigma_P$            | 比例极限           | MPa                  |
| $H_c$         | 矫顽力         | A/m                 | $\sigma_S$            | 屈服点            | MPa                  |
| HRA, HRB, HRC | 洛氏硬度        |                     | $\sigma_{100}^1$      | 高温持久(100h)强度极限 | MPa                  |
| HS            | 肖氏硬度        |                     | $\sigma_{-1}$         | 对称循环疲劳极限       | MPa                  |
| HV            | 维氏硬度        |                     | $\sigma_{0.2}$        | 屈服强度           | MPa                  |
| $P$           | 铁损          | W/kg                | $\sigma_{0.1}$        | 弯曲疲劳极限         | MPa                  |
| $R$           | 腐蚀率         | mm/a                | $\sigma_{\tau, \tau}$ | 抗剪强度           | MPa                  |
| $\omega_B$    | B的质量分数      | %                   | $\sigma_{r0.2}$       | 规定残余伸长应力       | MPa                  |
| $\alpha_L$    | 线胀系数        | 10 <sup>-6</sup> /K | $\sigma_{p0.2}$       | 规定非比例伸长应力      | MPa                  |
| $\alpha_P$    | 电阻温度系数      | 1/°C                | $\tau_b$              | 抗扭强度           | MPa                  |
| $\delta$      | 伸长率         | %                   | $\tau_{0.3}$          | 扭转屈服强度         | MPa                  |
| $\epsilon$    | 相对耐磨系数      |                     | $\tau_{-1}$           | 扭转疲劳强度         | MPa                  |
| $\kappa$      | 电导率         | S/m                 | $\psi$                | 断面收缩率          | %                    |
| $\lambda$     | 热导率         | W/(m·K)             |                       |                |                      |

# 目 录

## 第 6 版出版说明

## 常用符号表

## 上篇 钢铁材料

|                            |    |                         |    |
|----------------------------|----|-------------------------|----|
| <b>第一章 钢铁材料的基本知识</b> ..... | 1  | 十、钢材的标记 .....           | 70 |
| 一、钢铁材料的分类 .....            | 1  | 1. 钢材标记代号 .....         | 70 |
| 1. 生铁的分类 .....             | 1  | 2. 钢材的涂色标记 .....        | 71 |
| 2. 铸铁的分类 .....             | 1  | 十一、钢材的理论重量计算 .....      | 72 |
| 3. 钢的分类 .....              | 1  | 1. 钢材的理论重量计算方法 .....    | 72 |
| 二、钢铁产品牌号的表示方法 .....        | 11 | 2. 不锈钢板理论重量计算方法 .....   | 73 |
| 1. 常用钢铁产品的命名符号 .....       | 11 | 十二、钢材的储运管理 .....        | 74 |
| 2. 常用钢铁产品的牌号表示方法 .....     | 12 | <b>第二章 生铁及铁合金</b> ..... | 76 |
| 3. 钢铁及合金牌号统一数字代号体系 .....   | 12 | 一、生铁 .....              | 76 |
| 三、金属材料的主要性能指标及其含义 .....    | 19 | 1. 铸造用生铁 .....          | 76 |
| 1. 物理性能 .....              | 19 | 2. 炼钢用生铁 .....          | 76 |
| 2. 力学性能 .....              | 19 | 3. 球墨铸铁用生铁 .....        | 76 |
| 3. 化学性能 .....              | 31 | 4. 铸造用磷铜钛低合金耐磨生铁 .....  | 77 |
| 四、金属材料的工艺性能 .....          | 31 | 5. 含钒生铁 .....           | 77 |
| 1. 铸造性 .....               | 31 | 6. 生铁的涂色标记 .....        | 78 |
| 2. 锻造性 .....               | 32 | 二、铁合金 .....             | 78 |
| 3. 焊接性 .....               | 32 | 1. 硅铁 .....             | 78 |
| 4. 加工性 .....               | 34 | 2. 硅钙合金 .....           | 78 |
| 5. 热处理工艺性能 .....           | 37 | 3. 硅钡合金 .....           | 78 |
| 6. 金属材料的工艺性能试验 .....       | 37 | 4. 硅铝合金 .....           | 79 |
| 五、合金元素对钢性能的影响 .....        | 37 | 5. 硅钡铝合金 .....          | 79 |
| 1. 常用合金元素在钢铁材料中的作用 .....   | 37 | 6. 硅钙钡铝合金 .....         | 79 |
| 2. 合金元素对钢性能的影响 .....       | 37 | 7. 锰铁 .....             | 79 |
| 六、钢铁材料的热处理 .....           | 46 | 8. 金属锰 .....            | 80 |
| 1. 钢铁材料的基本组织 .....         | 46 | 9. 电解金属锰 .....          | 80 |
| 2. 钢铁材料的热处理工艺及应用 .....     | 46 | 10. 铬铁 .....            | 80 |
| 七、标准代号 .....               | 56 | 11. 渗氮铬铁 .....          | 80 |
| 1. 国外标准代号 .....            | 56 | 12. 真空法微碳铬铁 .....       | 80 |
| 2. 国内标准代号 .....            | 56 | 13. 金属铬 .....           | 82 |
| 八、钢铁产品有关术语 .....           | 57 | 14. 钨铁 .....            | 82 |
| 1. 常用钢产品术语 .....           | 57 | 15. 钛铁 .....            | 82 |
| 2. 常用钢材术语 .....            | 57 | 16. 钼铁 .....            | 82 |
| 3. 钢材产品缺陷术语 .....          | 57 | 17. 氧化钼铁 .....          | 82 |
| 4. 钢材标准常用术语 .....          | 57 | 18. 钒铁 .....            | 83 |
| 5. 钢材交货状态 .....            | 57 | 19. 五氧化二钒 .....         | 83 |
| 九、钢材的品种规格 .....            | 68 | 20. 钒渣 .....            | 83 |

|                                |           |                              |     |
|--------------------------------|-----------|------------------------------|-----|
| 21. 磷铁 .....                   | 83        | 2. 优质碳素结构钢 .....             | 152 |
| 22. 硼铁 .....                   | 84        | 3. 低合金高强度结构钢 .....           | 157 |
| 23. 铌铁 .....                   | 84        | 4. 合金结构钢 .....               | 163 |
| 24. 铌磷半钢 .....                 | 84        | 5. 高耐候结构钢 .....              | 179 |
| 25. 铌锰铁合金 .....                | 84        | 6. 焊接结构用耐候钢 .....            | 183 |
| 26. 锰硅合金 .....                 | 85        | 7. 保证淬透性结构钢 .....            | 184 |
| 27. 硅铬合金 .....                 | 85        | 8. 低淬透性含钛优质碳素结构钢 .....       | 191 |
| 28. 稀土硅铁合金 .....               | 85        | 9. 易切削结构钢 .....              | 193 |
| 29. 稀土镁硅铁合金 .....              | 86        | 10. 非调质机械结构钢 .....           | 194 |
| 30. 铁合金的密度和熔点 .....            | 86        | 11. 冷墩和冷挤压用钢 .....           | 197 |
| <b>第三章 铸铁、铸钢及锻钢</b> .....      | <b>88</b> | 12. 弹簧钢 .....                | 201 |
| <b>一、铸铁</b> .....              | 88        | 13. 优质结构钢冷拉钢材 .....          | 205 |
| 1. 灰铸铁件 .....                  | 88        | <b>二、工具钢</b> .....           | 207 |
| 2. 球墨铸铁件 .....                 | 94        | 1. 碳素工具钢 .....               | 207 |
| 3. 可锻铸铁件 .....                 | 94        | 2. 合金工具钢 .....               | 209 |
| 4. 抗磨白口铸铁件 .....               | 100       | 3. 高速工具钢 .....               | 217 |
| 5. 耐磨铸铁件 .....                 | 100       | <b>三、轴承钢</b> .....           | 221 |
| 6. 中锰抗磨球墨铸铁件 .....             | 105       | 1. 高碳铬轴承钢 .....              | 221 |
| 7. 耐热铸铁件 .....                 | 105       | 2. 高碳铬不锈轴承钢 .....            | 222 |
| 8. 高硅耐蚀铸铁件 .....               | 107       | 3. 渗碳轴承钢 .....               | 222 |
| 9. 铸铁件的缺陷术语 .....              | 107       | <b>四、特种钢</b> .....           | 224 |
| 10. 铸铁件热处理状态的名称及代号 .....       | 107       | 1. 不锈钢 .....                 | 224 |
| <b>二、铸钢</b> .....              | 110       | 2. 耐热钢 .....                 | 240 |
| 1. 一般工程用碳素铸钢件 .....            | 110       | <b>五、专业用钢</b> .....          | 248 |
| 2. 一般工程与结构用低合金钢铸件 .....        | 111       | 1. 桥梁用结构钢 .....              | 248 |
| 3. 焊接结构用碳素钢铸件 .....            | 111       | 2. 船体用结构钢 .....              | 250 |
| 4. 低合金铸钢件 .....                | 111       | 3. 内燃机气阀钢 .....              | 252 |
| 5. 高锰钢铸件 .....                 | 111       | 4. 汽轮机叶片用钢 .....             | 252 |
| 6. 承压钢铸件 .....                 | 116       | <b>第五章 型钢</b> .....          | 258 |
| 7. 工程结构用中、高强度不锈钢铸件 .....       | 123       | <b>一、盘条</b> .....            | 258 |
| 8. 耐热钢铸件 .....                 | 123       | 1. 热轧盘条 .....                | 258 |
| 9. 电渣熔铸合金工具钢模块 .....           | 124       | 2. 低碳钢热轧圆盘条 .....            | 258 |
| 10. 铸钢件的主要缺陷 .....             | 126       | 3. 低碳钢无扭控冷热轧盘条 .....         | 259 |
| 11. 铸钢件常用热处理状态的名称及<br>代号 ..... | 126       | 4. 优质碳素钢热轧盘条 .....           | 260 |
| <b>三、锻钢</b> .....              | 128       | 5. 焊接用钢盘条 .....              | 260 |
| 1. 锻件用结构钢的牌号和力学性能 .....        | 128       | 6. 不锈钢盘条 .....               | 261 |
| 2. 锻制圆钢和方钢 .....               | 143       | 7. 焊接用不锈钢盘条 .....            | 261 |
| 3. 锻制扁钢 .....                  | 143       | <b>二、圆钢、方钢、六角钢及八角钢</b> ..... | 262 |
| 4. 塑料模具钢模块 .....               | 145       | 1. 热轧圆钢和方钢 .....             | 262 |
| 5. 高速工具钢大截面锻制钢材 .....          | 145       | 2. 热轧六角钢和八角钢 .....           | 263 |
| 6. 锅炉锻件 .....                  | 145       | 3. 冷拉圆钢、方钢、六角钢 .....         | 264 |
| <b>第四章 钢</b> .....             | 149       | 4. 银亮钢 .....                 | 265 |
| <b>一、结构钢</b> .....             | 149       | 5. 标准件用碳素热轧圆钢 .....          | 266 |
| 1. 碳素结构钢 .....                 | 149       | 6. 工业链条用冷拉钢 .....            | 267 |
|                                |           | 7. 汽轮机螺栓用合金钢棒 .....          | 268 |



|                                   |            |                                   |     |
|-----------------------------------|------------|-----------------------------------|-----|
| 8. 电磁纯铁棒材 .....                   | 269        | 3. 优质碳素结构钢热轧薄钢板和钢带 .....          | 331 |
| 三、扁钢 .....                        | 269        | 4. 优质碳素结构钢热轧厚钢板和宽<br>钢带 .....     | 331 |
| 1. 热轧扁钢 .....                     | 269        | 5. 合金结构钢热轧厚钢板 .....               | 331 |
| 2. 优质结构钢冷拉扁钢 .....                | 272        | 6. 高强度结构钢热处理和控轧钢板、<br>钢带 .....    | 334 |
| 3. 塑料模具用扁钢 .....                  | 273        | 7. 弹簧钢热轧薄钢板 .....                 | 335 |
| 四、角钢 .....                        | 275        | 8. 碳素工具钢热轧钢板 .....                | 335 |
| 1. 热轧等边角钢 .....                   | 275        | 9. 高速工具钢钢板 .....                  | 335 |
| 2. 热轧不等边角钢 .....                  | 277        | 10. 不锈钢热轧钢板 .....                 | 336 |
| 3. 不锈钢热轧等边角钢 .....                | 281        | 11. 耐热钢板 .....                    | 342 |
| 4. 热轧 L 型钢 .....                  | 281        | 12. 花纹钢板 .....                    | 345 |
| 五、工字钢、槽钢及环件 .....                 | 284        | 13. 厚度方向性能钢板 .....                | 345 |
| 1. 热轧工字钢 .....                    | 284        | 14. 锅炉用钢板 .....                   | 346 |
| 2. 热轧槽钢 .....                     | 284        | 15. 压力容器用钢板 .....                 | 346 |
| 3. 热轧环件 .....                     | 288        | 16. 低温压力容器用低合金钢钢板 .....           | 351 |
| 六、钢轨 .....                        | 289        | 17. 焊接气瓶用钢板 .....                 | 353 |
| 1. 轻轨 .....                       | 289        | 18. 汽车制造用优质碳素结构钢热轧钢板<br>和钢带 ..... | 353 |
| 2. 起重机钢轨 .....                    | 290        | 19. 汽车大梁用热轧钢板 .....               | 354 |
| 七、汽车用型钢 .....                     | 291        | 20. 犁壁用热轧三层钢板和宽钢带 .....           | 355 |
| 1. 汽车车轮轮辋用热轧型钢 .....              | 291        | 21. 压缩机阀片用热轧薄钢板 .....             | 356 |
| 2. 汽车车轮挡圈用热轧型钢 .....              | 293        | 22. 塑料模具用热轧厚钢板 .....              | 356 |
| 3. 汽车车轮锁圈用热轧型钢 .....              | 295        | 三、冷轧钢板 .....                      | 356 |
| 4. 货运汽车冷弯型钢 .....                 | 296        | 1. 碳素结构钢和低合金结构钢冷轧薄钢<br>板和钢带 ..... | 356 |
| 5. 客运汽车冷弯型钢 .....                 | 298        | 2. 优质碳素结构钢冷轧薄钢板和钢带 .....          | 357 |
| 八、农业及农业机械用(型)钢 .....              | 299        | 3. 合金结构钢薄钢板 .....                 | 358 |
| 1. 农用复合钢 .....                    | 299        | 4. 不锈钢冷轧钢板 .....                  | 358 |
| 2. 机引犁犁铧用热轧型钢 .....               | 300        | 5. 深冲压用冷轧薄钢板和钢带 .....             | 366 |
| 3. 农业机械用特殊截面热轧型钢 .....            | 301        | 四、复合钢板 .....                      | 367 |
| 4. 履带板用热轧型钢 .....                 | 304        | 1. 不锈钢复合钢板和钢带 .....               | 367 |
| 5. 拖拉机大梁用槽钢 .....                 | 304        | 2. 不锈钢复合冷轧薄钢板和钢带 .....            | 368 |
| 九、其他型钢 .....                      | 305        | 3. 铜-钢复合钢板 .....                  | 369 |
| 1. 通用冷弯开口型钢 .....                 | 305        | 4. 镍-钢复合钢板 .....                  | 371 |
| 2. 结构用冷弯空心型钢 .....                | 310        | 五、镀涂钢板及钢带 .....                   | 371 |
| 3. 冷拉异型钢 .....                    | 311        | 1. 单张热镀锌薄钢板 .....                 | 371 |
| 4. 电梯导轨用热轧型钢 .....                | 315        | 2. 连续热镀锌薄钢板和钢带 .....              | 372 |
| <b>第六章 钢板及钢带</b> .....            | <b>317</b> | 3. 连续热镀锌铝硅合金钢板和钢带 .....           | 374 |
| 一、钢板及钢带综合 .....                   | 317        | 4. 连续热浸镀锌铝稀土合金镀层钢带<br>和钢板 .....   | 375 |
| 1. 热轧钢板和钢带 .....                  | 317        | 5. 连续电镀锌冷轧钢板及钢带 .....             | 376 |
| 2. 冷轧钢板和钢带 .....                  | 321        | 6. 热镀锌合金冷轧碳素钢板 .....              | 377 |
| 3. 宽度小于 600mm 冷轧钢带 .....          | 323        | 7. 冷轧电镀锌薄钢板 .....                 | 378 |
| 4. 钢板和钢带的理论重量 .....               | 323        | 8. 彩色涂层钢板及钢带 .....                | 379 |
| 二、热轧钢板 .....                      | 331        |                                   |     |
| 1. 碳素结构钢和低合金结构钢热轧薄<br>钢板和钢带 ..... | 331        |                                   |     |
| 2. 碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚<br>钢板和钢带 ..... | 331        |                                   |     |

## VIII 目 录

|                                    |     |                                |     |
|------------------------------------|-----|--------------------------------|-----|
| 六、电工用钢板及钢带 .....                   | 380 | 7. 薄壁不锈钢水管 .....               | 452 |
| 1. 电磁纯铁热轧厚板 .....                  | 380 | 8. 冷拔或冷轧精密无缝钢管 .....           | 452 |
| 2. 电磁纯铁冷轧薄板 .....                  | 380 | 9. 冷拔异型钢管 .....                | 456 |
| 3. 电工用热轧硅钢薄钢板 .....                | 382 | 10. 汽车半轴套管用无缝钢管 .....          | 473 |
| 4. 家用电器用热轧硅钢薄钢板 .....              | 384 | 11. 船舶用碳钢和碳锰钢无缝钢管 .....        | 474 |
| 5. 晶粒取向硅钢薄带 .....                  | 384 | 12. 低中压锅炉用无缝钢管 .....           | 475 |
| 6. 冷轧晶粒取向、无取向磁性钢带 .....            | 384 | 13. 高压锅炉用无缝钢管 .....            | 476 |
| 七、钢带 .....                         | 387 | 14. 锅炉、热交换器用不锈钢无缝<br>钢管 .....  | 484 |
| 1. 碳素结构钢冷轧钢带 .....                 | 387 | 15. 气瓶用无缝钢管 .....              | 488 |
| 2. 碳素结构钢和低合金结构钢热轧<br>钢带 .....      | 387 | 16. 液压和气动缸筒用精密内径无<br>缝钢管 ..... | 489 |
| 3. 低碳钢冷轧钢带 .....                   | 388 | 三、焊接钢管 .....                   | 489 |
| 4. 优质碳素结构钢冷轧钢带 .....               | 389 | 1. 直缝电焊钢管 .....                | 489 |
| 5. 热处理弹簧钢带 .....                   | 390 | 2. 低压流体输送用焊接钢管 .....           | 493 |
| 6. 弹簧钢、工具钢冷轧钢带 .....               | 393 | 3. 流体输送用不锈钢焊接钢管 .....          | 495 |
| 7. 不锈钢热轧钢带 .....                   | 395 | 4. 传动轴用电焊钢管 .....              | 499 |
| 8. 不锈钢和耐热钢冷轧钢带 .....               | 397 | 5. 机械结构用不锈钢焊接钢管 .....          | 501 |
| 9. 弹簧用不锈钢冷轧钢带 .....                | 400 | 6. 带式输送机托辊用电焊钢管 .....          | 502 |
| 10. 磁头用不锈钢冷轧钢带 .....               | 401 | 7. 低中压锅炉用电焊钢管 .....            | 503 |
| 11. 彩色显像管弹簧用不锈钢冷轧<br>钢带 .....      | 402 | 8. 换热器用焊接钢管 .....              | 504 |
| 12. 压力容器用热轧钢带 .....                | 403 | 9. 深井水泵用电焊钢管 .....             | 504 |
| 13. 工业链条用冷轧钢带 .....                | 403 | 10. 普通碳素钢电线套管 .....            | 505 |
| 14. 锯条用冷轧钢带 .....                  | 404 | 四、金属软管 .....                   | 507 |
| 15. 机器锯条用高速工具钢热轧钢带 .....           | 405 | 1. P3型镀锌金属软管 .....             | 507 |
| 16. 自行车用热轧钢带 .....                 | 405 | 2. S型钎焊不锈钢金属软管 .....           | 508 |
| 17. 自行车用冷轧钢带 .....                 | 406 | 第八章 钢丝 .....                   | 509 |
| 18. 自行车用热轧碳素钢和低合金钢宽<br>钢带及钢板 ..... | 407 | 一、钢丝综合 .....                   | 509 |
| 19. 自行车用冷轧碳素钢宽钢带和<br>钢板 .....      | 408 | 1. 钢丝的分类 .....                 | 509 |
| 20. 自行车链条用冷轧钢带 .....               | 410 | 2. 冷拉圆钢丝、方钢丝、六角钢丝 .....        | 510 |
| 21. 铠装电缆用钢带 .....                  | 410 | 二、碳素钢丝 .....                   | 514 |
| 22. 同轴电缆用电镀锡钢带 .....               | 411 | 1. 一般用途低碳钢丝 .....              | 514 |
| 23. 金属软管用碳素钢冷轧钢带 .....             | 411 | 2. 重要用途低碳钢丝 .....              | 515 |
| 24. 包装用钢带 .....                    | 412 | 3. 通讯用镀锌低碳钢丝 .....             | 515 |
| 第七章 钢管 .....                       | 413 | 4. 铠装电缆用镀锌低碳钢丝 .....           | 516 |
| 一、钢管综合 .....                       | 413 | 5. 光缆用镀锌碳素钢丝 .....             | 517 |
| 二、无缝钢管 .....                       | 438 | 6. 优质碳素结构钢丝 .....              | 518 |
| 1. 输送流体用无缝钢管 .....                 | 438 | 7. 碳素工具钢丝 .....                | 519 |
| 2. 流体输送用不锈钢无缝钢管 .....              | 438 | 8. 碳素弹簧钢丝 .....                | 520 |
| 3. 结构用无缝钢管 .....                   | 443 | 9. 重要用途碳素弹簧钢丝 .....            | 521 |
| 4. 结构用不锈钢无缝钢管 .....                | 445 | 10. 非机械弹簧用碳素弹簧钢丝 .....         | 522 |
| 5. 不锈钢小直径无缝钢管 .....                | 449 | 11. 油淬火-回火碳素弹簧钢丝 .....         | 522 |
| 6. 不锈钢耐酸钢板薄壁无缝钢管 .....             | 451 | 12. 阀门用油淬火-回火碳素弹簧<br>钢丝 .....  | 523 |
|                                    |     | 13. 弹簧垫圈用梯形钢丝 .....            | 524 |

|                                |     |                               |     |
|--------------------------------|-----|-------------------------------|-----|
| 14. 熔化焊用钢丝 .....               | 525 | 9. 内燃机用扁钢丝 .....              | 539 |
| 15. 气体保护焊用钢丝 .....             | 527 | 四、不锈钢丝 .....                  | 540 |
| 16. 冷镦钢丝 .....                 | 528 | 1. 不锈钢丝 .....                 | 540 |
| 17. 六角钢丝 .....                 | 529 | 2. 弹簧用不锈钢丝 .....              | 541 |
| 18. 轴承保持器用碳素结构钢丝 .....         | 529 | 3. 焊接用不锈钢丝 .....              | 543 |
| 19. 汽车车身附件用异型钢丝 .....          | 530 | 4. 冷顶锻用不锈钢丝 .....             | 543 |
| 20. 软轴用扁钢丝 .....               | 531 | 5. 高碳铬不锈钢丝 .....              | 546 |
| 21. 工业网用金属丝 .....              | 531 | 6. 惰性气体保护焊接用不锈钢棒<br>及钢丝 ..... | 546 |
| 三、合金钢丝 .....                   | 532 | <b>第九章 钢丝绳</b> .....          | 547 |
| 1. 合金结构钢丝 .....                | 532 | 一、钢丝绳综合 .....                 | 547 |
| 2. 合金工具钢丝 .....                | 535 | 1. 钢丝绳的构件 .....               | 547 |
| 3. 高速工具钢丝 .....                | 535 | 二、钢丝绳 .....                   | 548 |
| 4. 合金弹簧钢丝 .....                | 535 | 1. 钢丝绳 .....                  | 548 |
| 5. 油淬火-回火硅锰合金弹簧钢丝 .....        | 537 | 2. 不锈钢丝绳 .....                | 574 |
| 6. 阀门用铬钒弹簧钢丝 .....             | 537 | 3. 操纵用钢丝绳 .....               | 577 |
| 7. 阀门用油淬火-回火铬钒合金弹<br>簧钢丝 ..... | 538 | 4. 电梯用钢丝绳 .....               | 578 |
| 8. 阀门用油淬火-回火铬硅合金弹<br>簧钢丝 ..... | 539 | 5. 面接触钢丝绳 .....               | 579 |
|                                |     | 6. 镀锌钢绞线 .....                | 580 |

## 下篇 有色金属材料

|                                |     |                                |     |
|--------------------------------|-----|--------------------------------|-----|
| <b>第十章 有色金属材料的基本知识</b> .....   | 583 | 2. 有色金属加工产品缺陷术语 .....          | 599 |
| 一、有色金属材料的分类 .....              | 583 | 3. 有色金属产品常用标准术语 .....          | 599 |
| 1. 有色金属材料的分类 .....             | 583 | 4. 有色金属及其合金压延材的交货<br>状态 .....  | 606 |
| 2. 工业上常用的有色金属 .....            | 585 | 七、有色金属材料的涂色标记 .....            | 606 |
| 二、有色金属产品牌号的表示方法 .....          | 586 | 八、有色金属材料的理论重量计算 .....          | 606 |
| 1. 有色金属及其合金牌号的表示<br>方法 .....   | 586 | 1. 有色金属材料的密度 .....             | 606 |
| 2. 铸造有色金属及其合金牌号的<br>表示方法 ..... | 590 | 2. 有色金属材料的理论重量计算<br>公式 .....   | 607 |
| 三、有色金属材料的性能 .....              | 591 | 九、常用有色金属的储运管理 .....            | 608 |
| 1. 物理性能 .....                  | 591 | <b>第十一章 铜及铜合金</b> .....        | 610 |
| 2. 力学性能 .....                  | 591 | 一、铜及铜合金冶炼及铸造产品 .....           | 610 |
| 3. 切削加工性 .....                 | 594 | 1. 阴极铜 .....                   | 610 |
| 4. 耐腐蚀性 .....                  | 594 | 2. 电工用铜线锭 .....                | 610 |
| 四、化学元素对有色金属性能的影响 .....         | 595 | 3. 电工用铜线坯 .....                | 611 |
| 1. 化学元素对铜和铜合金性能的<br>影响 .....   | 595 | 4. 铸造黄铜锭 .....                 | 612 |
| 2. 化学元素对铝和铝合金性能的<br>影响 .....   | 595 | 5. 铸造青铜锭 .....                 | 614 |
| 五、有色金属材料的热处理 .....             | 596 | 6. 铜中间合金锭 .....                | 615 |
| 1. 铜合金的热处理 .....               | 596 | 7. 铸造铜合金 .....                 | 617 |
| 2. 铝合金的热处理 .....               | 596 | 8. 压铸铜合金 .....                 | 624 |
| 六、有色金属产品的有关术语 .....            | 599 | 二、加工铜及铜合金 .....                | 626 |
| 1. 有色金属产品术语 .....              | 599 | 1. 加工铜及铜合金的化学成分和<br>产品形状 ..... | 626 |
|                                |     | 三、铜及铜合金板材 .....                | 645 |

|                                 |     |                         |     |
|---------------------------------|-----|-------------------------|-----|
| 1. 铜及黄铜板、带、箔的理论质量 .....         | 645 | 14. 空调机换热器铜管 .....      | 706 |
| 2. 一般用途的加工铜及铜合金板带材 .....        | 646 | 15. 空调与制冷用无缝铜管 .....    | 706 |
| 3. 纯铜板 .....                    | 651 | 16. 内螺纹铜管 .....         | 708 |
| 4. 黄铜板 .....                    | 652 | 17. 拉杆天线套管 .....        | 709 |
| 5. 复杂黄铜板 .....                  | 655 | 七、铜及铜合金棒材 .....         | 710 |
| 6. 铝青铜板 .....                   | 655 | 1. 铜及铜合金棒的理论重量 .....    | 710 |
| 7. 硅青铜板 .....                   | 656 | 2. 铜及铜合金拉制棒 .....       | 713 |
| 8. 锡青铜板 .....                   | 656 | 3. 铜及铜合金挤制棒 .....       | 716 |
| 9. 普通白铜板 .....                  | 659 | 4. 铜及铜合金矩形棒 .....       | 720 |
| 10. 铝白铜板 .....                  | 660 | 5. 黄铜磨光棒 .....          | 720 |
| 11. 锌白铜板 .....                  | 661 | 6. 铍青铜棒 .....           | 721 |
| 12. 铜阳极板 .....                  | 662 | 八、铜及铜合金线材 .....         | 723 |
| 13. 铜导电板 .....                  | 663 | 1. 铜及铜合金线的理论重量 .....    | 723 |
| 14. 照相制版用铜板 .....               | 664 | 2. 纯铜线 .....            | 724 |
| 15. 热交换器固定板用黄铜板 .....           | 664 | 3. 黄铜线 .....            | 725 |
| 16. 水箱水室用黄铜板带 .....             | 665 | 4. 青铜线 .....            | 729 |
| 四、铜及铜合金带材 .....                 | 665 | 5. 铍青铜线 .....           | 730 |
| 1. 铜及铜合金带材 .....                | 665 | 6. 白铜线 .....            | 731 |
| 2. 铝白铜带 .....                   | 670 | 7. 铜及铜合金扁线 .....        | 732 |
| 3. 散热器冷却管专用黄铜带 .....            | 671 | 8. 专用铜及铜合金线 .....       | 733 |
| 4. 散热器散热片专用纯铜带、黄<br>铜带 .....    | 671 | 第十二章 铝及铝合金 .....        | 735 |
| 5. 电容器专用黄铜带 .....               | 672 | 一、铝及铝合金冶炼及铸造产品 .....    | 735 |
| 6. 电缆用铜带 .....                  | 672 | 1. 重熔用铝锭 .....          | 735 |
| 五、铜及铜合金箔 .....                  | 673 | 2. 重熔用精铝锭 .....         | 735 |
| 1. 纯铜箔 .....                    | 673 | 3. 重熔用电工铝锭 .....        | 737 |
| 2. 黄铜箔 .....                    | 673 | 4. 电工用圆铝杆 .....         | 737 |
| 3. 青铜箔 .....                    | 674 | 5. 铸造铝合金锭 .....         | 738 |
| 4. 镍及白铜箔 .....                  | 674 | 6. 铸造铝硅合金锭 .....        | 743 |
| 5. 电解铜箔 .....                   | 674 | 7. 铝中间合金锭 .....         | 743 |
| 六、铜及铜合金管材 .....                 | 676 | 8. 铸造铝合金 .....          | 745 |
| 1. 铜及铜合金管的理论重量 .....            | 676 | 9. 压铸铝合金 .....          | 754 |
| 2. 一般用途的加工铜及铜合金无缝<br>圆形管材 ..... | 679 | 二、变形铝及铝合金 .....         | 754 |
| 3. 铜及铜合金拉制管 .....               | 684 | 1. 变形铝及铝合金的化学成分 .....   | 754 |
| 4. 铜及铜合金挤制管 .....               | 685 | 2. 变形铝及铝合金的牌号表示方法 ..... | 770 |
| 5. 铜及铜合金毛细管 .....               | 685 | 3. 变形铝及铝合金的状态代号 .....   | 771 |
| 6. 铜及铜合金散热扁管 .....              | 689 | 三、铝及铝合金板材 .....         | 775 |
| 7. 黄铜焊接管 .....                  | 691 | 1. 铝及铝合金板的理论重量 .....    | 775 |
| 8. 圆形铜合金波导管 .....               | 692 | 2. 铝及铝合金板、带材 .....      | 775 |
| 9. 矩形和方形铜及铜合金波导管 .....          | 694 | 3. 铝及铝合金轧制板 .....       | 780 |
| 10. 气门嘴用铅黄铜管 .....              | 698 | 4. 铝及铝合金花纹板 .....       | 793 |
| 11. 压力表用锡青铜管 .....              | 698 | 5. 表盘及装饰用纯铝板 .....      | 796 |
| 12. 无缝铜水管和铜气管 .....             | 700 | 6. 瓶盖用铝及铝合金板、带材 .....   | 797 |
| 13. 热交换器用铜合金无缝管 .....           | 703 | 7. 铝及铝合金彩色涂层板、带材 .....  | 797 |
|                                 |     | 四、铝及铝合金带材 .....         | 800 |
|                                 |     | 1. 铝及铝合金热轧带材 .....      | 800 |

|                         |     |                         |     |
|-------------------------|-----|-------------------------|-----|
| 2. 铝及铝合金冷轧带材 .....      | 800 | 1. 钛及钛合金管 .....         | 848 |
| 五、铝及铝合金箔 .....          | 805 | 2. 换热器及冷凝器用钛及钛合金管 ..... | 850 |
| 1. 铝合金箔 .....           | 805 | 六、钛及钛合金棒、丝材 .....       | 852 |
| 2. 电解电容器用铝箔 .....       | 806 | 1. 钛及钛合金棒材 .....        | 852 |
| 3. 电力电容器用铝箔 .....       | 806 | 2. 钛及钛合金丝 .....         | 853 |
| 4. 空调器散热片用铝箔 第1部分       |     | 3. 钛及钛合金饼和环 .....       | 855 |
| 素铝箔 .....               | 807 | <b>第十四章 镁及镁合金</b> ..... | 856 |
| 5. 空调器散热片用铝箔 第2部分       |     | 一、镁及镁合金冶炼及铸造产品 .....    | 856 |
| 亲水铝箔 .....              | 808 | 1. 重熔用镁锭 .....          | 856 |
| 6. 电缆用铝箔 .....          | 808 | 2. 铸造镁合金 .....          | 856 |
| 六、铝及铝合金管材 .....         | 809 | 3. 压铸镁合金 .....          | 859 |
| 1. 铝及铝合金管的理论重量 .....    | 809 | 二、加工镁及镁合金 .....         | 859 |
| 2. 铝及铝合金管材 .....        | 811 | 1. 加工镁及镁合金的牌号和化学        |     |
| 3. 铝及铝合金热挤压管 第一部分       |     | 成分 .....                | 859 |
| 无缝圆管 .....              | 816 | 三、镁及镁合金加工产品 .....       | 861 |
| 4. 铝及铝合金拉(轧)制无缝管 .....  | 818 | 1. 镁合金板 .....           | 861 |
| 5. 铝及铝合金焊接管 .....       | 820 | 2. 镁合金热挤压棒 .....        | 862 |
| 七、铝及铝合金棒、线材 .....       | 822 | <b>第十五章 镍及镍合金</b> ..... | 864 |
| 1. 铝及铝合金棒的理论重量 .....    | 822 | 一、镍及镍合金冶炼产品 .....       | 864 |
| 2. 铝及铝合金挤压棒材 .....      | 823 | 1. 电解镍 .....            | 864 |
| 3. 铝及铝合金挤压扁棒 .....      | 826 | 二、加工镍及镍合金 .....         | 864 |
| 4. 导电用铝线 .....          | 829 | 1. 加工镍及镍合金的化学成分和        |     |
| 5. 电工圆铝线 .....          | 830 | 产品形状 .....              | 864 |
| 6. 铆钉用铝及铝合金线材 .....     | 831 | 三、镍及镍合金板、带、箔材 .....     | 868 |
| 7. 焊条用铝及铝合金线材 .....     | 832 | 1. 镍及镍合金板 .....         | 868 |
| 8. 半导体键合铝-1%硅细丝 .....   | 833 | 2. 镍阳极板 .....           | 868 |
| <b>第十三章 钛及钛合金</b> ..... | 834 | 3. 电真空器件用镍及镍合金板和带 ..... | 870 |
| 一、钛及钛合金铸造产品 .....       | 834 | 4. 镍及镍合金带 .....         | 871 |
| 1. 铸造钛及钛合金 .....        | 834 | 5. 镍及白铜箔 .....          | 872 |
| 2. 钛及钛合金铸件 .....        | 835 | 四、镍及镍合金管材 .....         | 872 |
| 二、加工钛及钛合金 .....         | 836 | 1. 镍及镍铜合金管 .....        | 872 |
| 1. 钛及钛合金的牌号和化学成分 .....  | 836 | 2. 镍及镍合金无缝薄壁管 .....     | 873 |
| 2. 钛及钛合金加工产品的化学成分及      |     | 五、镍及镍合金棒、线材 .....       | 873 |
| 成分允许偏差 .....            | 840 | 1. 镍及镍铜合金棒 .....        | 873 |
| 三、钛及钛合金板材 .....         | 840 | 2. 镍线 .....             | 874 |
| 1. 钛及钛合金板材 .....        | 840 | 3. 电真空器件用镍及镍合金线 .....   | 875 |
| 2. 重要用途的TA7钛合金板材 .....  | 843 | <b>第十六章 锌及锌合金</b> ..... | 876 |
| 3. 重要用途的TC4钛合金板材 .....  | 844 | 一、锌及锌合金冶炼及铸造产品 .....    | 876 |
| 4. 钛-钢复合板 .....         | 845 | 1. 锌锭 .....             | 876 |
| 5. 钛-不锈钢复合板 .....       | 845 | 2. 铸造锌合金锭 .....         | 876 |
| 6. 板式换热器用钛板 .....       | 847 | 3. 铸造锌合金 .....          | 876 |
| 四、钛及钛合金带、箔材 .....       | 847 | 4. 压铸锌合金 .....          | 878 |
| 1. 钛及钛合金带、箔材 .....      | 847 | 二、锌及锌合金加工产品 .....       | 880 |
| 2. 磁头用工业纯钛箔 .....       | 848 | 1. 锌阳极板 .....           | 880 |
| 五、钛及钛合金管材 .....         | 848 | 2. 胶印锌板 .....           | 880 |

|                         |     |                            |     |
|-------------------------|-----|----------------------------|-----|
| 3. 照相制版用微晶锌板 .....      | 880 | 1. 锡阳极板 .....              | 890 |
| 4. 电池锌板 .....           | 881 | 2. 锡、铅及其合金箔和锌箔 .....       | 891 |
| 5. 电池锌饼 .....           | 881 | <b>第十九章 其他有色金属材料</b> ..... | 892 |
| 6. 锡、铅及其合金箔和锌箔 .....    | 881 | 一、铟 .....                  | 892 |
| <b>第十七章 铅及其合金</b> ..... | 883 | 1. 铟分类 .....               | 892 |
| 一、铅及铅合金冶炼及铸造产品 .....    | 883 | 2. 高纯铟 .....               | 892 |
| 1. 铅锭 .....             | 883 | 3. 高铅铟锭 .....              | 892 |
| 2. 粗铅 .....             | 883 | 二、镉 .....                  | 892 |
| 3. 高纯铅 .....            | 883 | 1. 镉锭 .....                | 892 |
| 二、铅及铅合金加工产品 .....       | 884 | 2. 镉阳极板 .....              | 893 |
| 1. 铅及铅铟合金板 .....        | 884 | 3. 镉棒 .....                | 893 |
| 2. 铅阳极板 .....           | 885 | 三、钴 .....                  | 893 |
| 3. 锡、铅及其合金箔和锌箔 .....    | 886 | 四、铋锭 .....                 | 893 |
| 4. 铅及铅铟合金管 .....        | 886 | 五、银锭 .....                 | 894 |
| 5. 铅及铅铟合金棒 .....        | 888 | 六、汞 .....                  | 894 |
| 6. 铅及铅铟合金线 .....        | 889 | <b>附录</b> .....            | 895 |
| <b>第十八章 锡及锡合金</b> ..... | 890 | 一、化学元素符号表 .....            | 895 |
| 一、锡及锡合金冶炼及铸造产品 .....    | 890 | 二、常用计量单位(新旧)对照换算 .....     | 896 |
| 1. 锡锭 .....             | 890 | 三、常用线规号与公称直径对照表 .....      | 897 |
| 2. 高纯锡 .....            | 890 | 四、黑色金属硬度及强度换算值 .....       | 897 |
| 二、锡及锡合金加工产品 .....       | 890 | <b>参考文献</b> .....          | 902 |

# 上篇 钢铁材料

## 第一章 钢铁材料的基本知识

(续)

### 一、钢铁材料的分类

钢铁材料又称黑色金属材料，它是工业中应用最广、用量最多的金属材料。钢铁是钢和生铁的统称，它们都是以铁和碳为主要元素组成的合金。

#### 1. 生铁的分类

碳的质量分数 ( $w_c$ ) 大于 2% 的铁碳合金称为生铁。生铁的分类见表 1-1。

表 1-1 生铁的分类

| 分类方法      | 分类名称     | 说明   |
|-----------|----------|--|
| 1. 按用途分   | (1) 炼钢生铁 | 炼钢生铁是指用于平炉、转炉炼钢用的生铁，一般含硅量较低 ( $w_{Si}$ 不大于 1.75%)，含硫量较高 ( $w_s$ 不大于 0.07%)。它是炼钢用的主要原料，在生铁产量中占 80%~90%。炼钢生铁质硬而脆，断面呈白色，所以也叫白口铁 |
|           | (2) 铸造生铁 | 铸造生铁是指用于铸造各种生铁铸件的生铁，俗称翻砂铁。一般含硅量较高 ( $w_{Si}$ 达 3.75%)，含硫量稍低 ( $w_s$ 不大于 0.06%)。它在生铁产量中约占 10%，是钢铁厂中的主要商品铁，其断面为灰色，所以也叫灰口铁      |
| 2. 按化学成分分 | (1) 普通生铁 | 普通生铁是指不含其他合金元素的生铁，如炼钢生铁、铸造生铁都属于这一类生铁   |
|           | (2) 特种生铁 | 天然合金生铁是指用含有共生金属如铜、钒、镍等的铁矿石或精矿，用还原剂还原而炼成的一种特种生铁，它含有一定的合金元素（一种或多种，由矿石的成分来决定），可用来炼钢，也可用于铸造                                      |

| 分类方法      | 分类名称            | 说明  |
|-----------|-----------------|---|
| 2. 按化学成分分 | (2) 特种生铁<br>铁合金 | 铁合金和天然合金生铁不同之处，是在炼铁时特意加入其他成分，炼成含有多种合金元素的特种生铁。铁合金是炼钢的原料之一，也可用于铸造。在炼钢时作钢的脱氧剂和合金元素添加剂，用以改善钢的性能<br>铁合金的品种很多，如按所含的元素来分，可分为：硅铁、锰铁、铬铁、钨铁、钼铁、钛铁、钒铁、磷铁、硼铁、镍铁、铌铁、硅锰合金、稀土合金等等，其中用量最大的是锰铁、硅铁和铬铁。按照生产方法的不同，铁合金通常又分为：高炉铁合金、电炉铁合金、炉外法铁合金、真空碳还原铁合金等 |

#### 2. 铸铁的分类

碳的质量分数 ( $w_c$ ) 超过 2% (一般为 2.5%~3.5%) 的铁碳合金称为铸铁，铸铁是用铸造生铁经冲天炉等设备重熔，用于浇注机器零件。铸铁的分类见表 1-2。

#### 3. 钢的分类

碳的质量分数 ( $w_c$ ) 不大于 2% 的铁碳合金称为钢。钢的分类见表 1-3~表 1-7。

表 1-2 铸铁的分类

| 分类方法      | 分类名称    | 说明   |
|-----------|---------|--|
| 1. 按断面颜色分 | (1) 灰铸铁 | 这种铸铁中的碳大部或全部以自由状态的片状石墨形式存在，其断面呈暗灰色，故称为灰铸铁。它有一定的力学性能和良好的被切削加工性，是工业上应用最普遍的一种铸铁 |

(续)

(续)

| 分类方法          | 分类名称      | 说明   |
|---------------|-----------|--|
| 1. 按断面颜色分     | (2) 白口铸铁  | 白口铸铁是组织中完全没有或几乎没有石墨的一种铁碳合金,其中碳全部以渗碳体形式存在,断面呈白亮色,因而得名。这种铸铁硬而且脆,不能进行切削加工,工业上很少直接应用它来制作机械零件。在机械制造中,有时仅利用它来制作需要耐磨而不承受冲击载荷的机件,如拉丝板、球磨机的铁球等,或用激冷的办法制作内部为灰铸铁组织、表层为白口铸铁组织的耐磨零件,如火车轮圈、轧辊、犁铧等。这种铸铁具有很高的表面硬度和耐磨性,通常又称为激冷铸铁或冷硬铸铁 |
|               | (3) 麻口铸铁  | 这是介于白口铸铁和灰铸铁之间的一种铸铁,它的组织由珠光体+渗碳体+石墨组成,断面呈灰白相间的麻点状,故称麻口铸铁,这种铸铁性能不好,极少应用   |
| 2. 按化学成分分     | (1) 普通铸铁  | 普通铸铁是指不含任何合金元素的铸铁,一般常用的灰铸铁、可锻铸铁、激冷铸铁和球墨铸铁等,都属于这一类铸铁  |
|               | (2) 合金铸铁  | 它是在普通铸铁内有意识地加入一些合金元素,借以提高铸铁某些特殊性能而配制成的一种高级铸铁,如各种耐蚀、耐热、耐磨的特殊性能铸铁,都属于这一类型的铸铁   |
| 3. 方织按法和能生产组分 | (1) 普通灰铸铁 | (参见“灰铸铁”)  |

| 分类方法           | 分类名称       | 说明  |
|----------------|------------|---|
| 3. 按生产方法和组织性能分 | (2) 孕育铸铁   | 孕育铸铁又称变质铸铁,它是在灰铸铁的基础上,采用“变质处理”,即是在铁水中加入少量的变质剂(硅铁或硅钙合金),造成人工晶核,使能获得细晶粒的珠光体和细片状石墨组织的一种高级铸铁。这种铸铁的强度、塑性和韧性均比一般灰铸铁要好得多,组织也较均匀一致,主要用来制造力学性能要求较高而截面尺寸变化较大的大型铸件   |
|                | (3) 可锻铸铁   | 可锻铸铁是由一定成分的白口铸铁经石墨化退火而成,其中碳大部或全部呈团絮状石墨的形式存在,由于其对基体的破坏作用,较之片状石墨大大减轻,因而比灰铸铁具有较高的韧性,故又称韧性铸铁。可锻铸铁实际并不可以锻造,只不过具有一定的塑性而已,通常多用来制造承受冲击载荷的铸件   |
|                | (4) 球墨铸铁   | 球墨铸铁简称球铁。它是通过在浇铸前向铁水中加入一定量的球化剂(如纯镁或其合金)和墨化剂(硅铁或硅钙合金),以促进碳呈球状石墨结晶而获得的。由于石墨呈球形,应力大为减轻,它主要减小金属基体的有效截面积,因而这种铸铁的力学性能比普通灰铸铁高得多,也比可锻铸铁好;此外,它还具有比灰铸铁好的焊接性和接受热处理的性能;和钢相比,除塑性、韧性稍低外,其他性能均接近,是一种同时兼有钢和铸铁优点的优良材料,因此在机械工程上获得了广泛的应用 |
|                | (5) 特殊性能铸铁 | 这是一组具有某些特性的铸铁,根据用途的不同,可分为耐磨铸铁、耐热铸铁、耐蚀铸铁等等。这类铸铁大部分都属于合金铸铁,在机械制造上应用也较为广泛  |

表 1-3 钢的分类

| 分类方法      | 分类名称                 | 说明   |
|-----------|----------------------|--|
| 1. 按冶炼方法分 | (1) 按冶炼设备分<br>1) 平炉钢 | 平炉钢是指用平炉炼钢法所炼制出来的钢,按炉衬材料的不同,分酸性和碱性两种,一般平炉都是碱性的,只有特殊情况下才在酸性平炉内炼制。平炉炼钢法具有原料范围宽,设备能力大、品种多、质量好等优点,在 20 世纪 50 年代前,平炉钢在世界总产量中占绝对优势,以后由于氧气顶吹转炉炼钢法的出现很快使平炉相形见绌,现在世界各国都有停建平炉的趋势。平炉钢的主要品种是普碳钢、低合金钢和优质碳素钢 |



(续)

| 分类方法  | 分类名称            | 说明   |
|---|-----------------|--|
| 1. 按冶炼方法分   | (1) 按冶炼设备分      | 2) 转炉钢<br>转炉钢是指用转炉炼钢法所炼制出来的钢, 除分为酸性和碱性转炉钢外, 还可分为底吹、侧吹、顶吹和空气吹炼、纯氧吹炼等转炉钢。它们常常混合使用, 例如: 贝氏炉钢为底吹酸性转炉钢, 托马斯钢为底吹碱性转炉钢。我国现在大量生产的为侧吹碱性转炉钢和氧气顶吹转炉钢, 氧气顶吹转炉钢具有生产速度快、质量高、成本低、投资少、基建快等一系列优点, 是当代炼钢的主要方法。转炉钢的主要品种是普碳钢, 氧气顶吹转炉亦生产优质碳素钢和合金钢   |
|   |                 | 3) 电炉钢<br>电炉钢是指用电炉炼钢法所炼制出来的钢, 可分为电弧炉钢、感应电炉钢、真空感应电炉钢、电渣炉钢、真空自耗炉钢、电子束炉钢等。工业上大量生产的, 主要是碱性电弧炉钢, 品种是优质钢和合金钢   |
|   | (2) 按脱氧程度和浇注制度分 | 1) 沸腾钢<br>这是脱氧不完全的钢, 浇注时在钢锭模里产生沸腾, 因而得名, 其特点是收得率高、成本低、表面质量及深冲性能好; 但成分偏析大、质量不均匀, 耐腐蚀性和机械强度较差。这类钢大量用以轧制普通碳素钢的型钢和钢板   |
|   |                 | 2) 镇静钢<br>它是脱氧完全的钢, 在浇注时钢液镇静, 没有沸腾现象, 所以称镇静钢。其特点是成分偏析少、质量均匀, 但金属的收得率低(缩孔多), 成本比较高。一般合金钢和优质碳素钢都是镇静钢   |
|   |                 | 3) 半镇静钢<br>它是脱氧程度介于沸腾钢和镇静钢之间的钢, 浇注时沸腾现象较沸腾钢弱。钢的质量、成本和收得率也介于沸腾钢和镇静钢之间。它的生产较难控制, 故目前在钢的生产中所占比重不大   |
|   | 2. 按化学成分分       | (1) 碳素钢<br>碳素钢是指含碳量 $w_c$ 低于 2%, 并含有少量锰、硅、硫、磷、氧等杂质元素的铁碳合金。按其含碳量的不同可分为:<br>1) 工业纯铁——为含碳量 $w_c \leq 0.04\%$ 的铁碳合金<br>2) 低碳钢——为含碳量 $w_c \leq 0.25\%$ 的钢<br>3) 中碳钢——为含碳量 $w_c > 0.25\% \sim 0.60\%$ 的钢<br>4) 高碳钢——为含碳量 $w_c > 0.60\%$ 的钢<br>此外, 按照钢的质量和用途的不同, 碳素钢通常又分为: 普通碳素结构钢、优质碳素结构钢和工具碳素钢三大类 |
| (2) 合金钢<br>合金钢是指在碳素钢的基础上, 为了改善钢的性能, 在冶炼时特意加入一些合金元素(如铬、镍、硅、锰、钼、钨、钒、钛、硼……等) 而炼成的钢<br>按其合金元素的种类不同, 可分为: 铬钢、锰钢、铬锰钢、铬镍钢、铬钼钢、硅锰钢、硅钒钼钢、铬镍钼钢、锰钒硼钢……等许多钢组<br>按其合金元素的总含量, 可分为:<br>1) 低合金钢——这类钢的合金元素总质量分数 $\leq 5\%$<br>2) 中合金钢——这类钢的合金元素总质量分数 $> 5\% \sim 10\%$<br>3) 高合金钢——这类钢的合金元素总质量分数 $> 10\%$<br>按照钢中主要合金元素的种类, 又可分为:<br>1) 三元合金钢——指除铁、碳以外, 还含有另一种合金元素的钢, 如锰钢、铬钢、硼钢、钼钢、硅钢、镍钢等<br>2) 四元合金钢——指除铁、碳以外, 还含有另外两种合金元素的钢, 如: 硅锰钢、锰硼钢、铬锰钢、铬镍钢……等<br>3) 多元合金钢——指除铁、碳以外, 还含有另外三种或三种以上合金元素的钢, 如: 铬锰钒钢、硅钒钼钢……等 |                 |  |