

XINBIAN JIESHEI SHIYONGSHOU CE

上册

蔡春源 主编

新编

机械

设计

实用

手册

学苑出版社

XUEYUANSHUJIANPHE

# 新编机械设计实用手册

蔡春源 主编

(上)

学苑出版社

## 前 言

近十几年来,我国机械工业取得了很大的进步,无论是机械种类、结构设计方法,还是零部件类型、构造、材料和设计方法等,都有许多改进和提高。1983年国家规定:修订或制订标准要靠近 ISO 的标准,ISO 暂缺的要靠近先进国家的标准。此后,我国绝大多数标准都已经过修订,并增加了许多新标准。为了适应当前形势,提高机械产品的质量,编者应学苑出版社的邀请,编写了这部《新编机械设计实用手册》。

本手册所采用的基础标准、材料标准、基础件标准、轴承标准、润滑标准、润滑设备标准、密封件标准、减速器标准、起重件标准以及常用电器设备等,均为国家颁布的现行标准(收至1990年)。

本手册在编写中力求理论准确,方法先进,资料详实,简明实用,查阅方便。各章节配备必要和实用性强的例题和图例。产品尽量列出生产厂家。为适应机电一体化的趋势,适当增加了常用的电器设备内容。

本手册由蔡春源任主编,方昆凡任副主编。参加编写的有:鄂中凯、方昆凡、蔡春源、王起龙、郑志峰、李力行、郑谔之、潜媛梅、程铭、钱振霞、徐国英、刘廷羽、蔡群、朱晖、秦光里、丁士超、陈月新、陈良玉、程芳、蔡败、林青、鄂晓华、鄂晓宇、宗振奇、王廷忠、蔡明、方季、高虹、徐宏金、张继宇、周文娟、于斌。

在编写过程中得到许多工厂、研究院所和设计部门的支持,在此一并表示衷心感谢。热诚地欢迎广大读者对本手册提出批评指正。

编 者

1990年8月

# 目 录

## 第 I 篇 一般设计资料

### 第 1 章 常用资料、数据、计量单位和数学公式

|                              |    |                        |    |
|------------------------------|----|------------------------|----|
| 1 常用资料和数据                    | 1  | 4 常用数学公式               | 35 |
| 2 计量单位和单位换算                  | 11 | 4.1 代数                 | 35 |
| 2.1 我国的法定计量单位<br>(GB3100—86) | 11 | 4.2 平面三角               | 39 |
| 2.2 计量单位换算                   | 17 | 4.3 常用曲线表              | 40 |
| 3 一般标准和规范                    | 18 | 4.4 微积分                | 43 |
| 3.1 一般标准                     | 18 | 5 常用几何公式及截面的力学特性<br>公式 | 45 |
| 3.2 铸件设计一般规范                 | 33 |                        |    |

### 第 2 章 材 料

|                                   |    |                                 |     |
|-----------------------------------|----|---------------------------------|-----|
| 1 黑色金属材料                          | 52 | 1.3.7 不锈钢                       | 68  |
| 1.1 钢铁材料热处理及应用                    | 52 | 1.4 钢                           | 69  |
| 1.1.1 铁碳合金相图                      | 52 | 1.4.1 钢铁产品名称、用途、特性和<br>工艺方法命名符号 | 69  |
| 1.1.2 钢铁材料主要热处理和表面化学热处理的<br>工艺及应用 | 53 | 1.4.2 碳素结构钢                     | 70  |
| 1.2 铸铁                            | 55 | 1.4.3 优质碳素结构钢                   | 71  |
| 1.2.1 铸铁的名称、代号及牌号表示方法             | 55 | 1.4.4 低合金结构钢                    | 76  |
| 1.2.2 灰铸铁                         | 56 | 1.4.5 合金结构钢                     | 78  |
| 1.2.3 可锻铸铁                        | 57 | 1.4.6 弹簧钢                       | 90  |
| 1.2.4 球墨铸铁                        | 58 | 1.4.7 碳素工具钢                     | 91  |
| 1.2.5 抗磨白口铸铁                      | 59 | 1.4.8 焊接结构用耐候钢                  | 93  |
| 1.2.6 耐热铸铁                        | 61 | 1.4.9 高耐候性结构钢                   | 93  |
| 1.3 铸钢                            | 61 | 1.5 钢的型材、管材、板材、带材<br>及线材        | 94  |
| 1.3.1 铸钢牌号的表示方法                   | 61 | 1.5.1 型材                        | 94  |
| 1.3.2 一般工程用铸钢                     | 62 | 1.5.2 管材                        | 112 |
| 1.3.3 高锰铸钢                        | 62 | 1.5.3 钢板及钢带                     | 117 |
| 1.3.4 耐热铸钢                        | 63 | 1.5.4 线材                        | 123 |
| 1.3.5 合金铸钢                        | 63 | 2 粉末冶金材料                        | 135 |
| 1.3.6 不锈钢耐酸铸钢                     | 65 |                                 |     |

|                               |     |                          |     |
|-------------------------------|-----|--------------------------|-----|
| 2.1 粉末冶金铁基结构材料 .....          | 135 | 带材及线材 .....              | 173 |
| 2.2 粉末冶金过滤材料 .....            | 137 | 3.4.1 棒材 .....           | 173 |
| 2.3 粉末冶金摩擦材料 .....            | 138 | 3.4.2 管材 .....           | 177 |
| 2.4 粉末冶金减摩材料 .....            | 139 | 3.4.3 板、带材 .....         | 184 |
| 3 有色金属材料 .....                | 143 | 3.4.4 线材 .....           | 189 |
| 3.1 铸造有色金属合金 .....            | 143 | 4 非金属材料 .....            | 189 |
| 3.1.1 滑动轴承单层和多层轴承用铸造铜合金 ..... | 143 | 4.1 塑料及其制品 .....         | 189 |
| 3.1.2 铸造铝合金 .....             | 145 | 4.1.1 常用工程塑料的性能及应用 ..... | 199 |
| 3.1.3 铸造铜合金 .....             | 150 | 4.1.2 聚氯乙烯制品 .....       | 197 |
| 3.2 铜及铜合金 .....               | 154 | 4.1.3 聚乙烯制品 .....        | 200 |
| 3.2.1 加工铜 .....               | 154 | 4.1.4 聚四氟乙烯制品 .....      | 200 |
| 3.2.2 加工黄铜 .....              | 154 | 4.1.5 有机玻璃制品 .....       | 202 |
| 3.2.3 加工青铜 .....              | 160 | 4.1.6 其它塑料制品 .....       | 203 |
| 3.2.4 加工白铜 .....              | 165 | 4.2 橡胶制品 .....           | 204 |
| 3.3 铝及铝合金 .....               | 166 | 4.2.1 橡胶板 .....          | 204 |
| 3.4 有色金属棒材、管材、板材、             |     | 4.2.2 橡胶管及橡皮条 .....      | 206 |
|                               |     | 4.3 其它非金属材料 .....        | 210 |

### 第3章 机械制图

|                                 |     |                                                             |     |
|---------------------------------|-----|-------------------------------------------------------------|-----|
| 1 一般规定 .....                    | 217 | 4 尺寸公差与配合注法(GB4458.5—84) .....                              | 245 |
| 1.1 图纸幅面及格式 (GB4457.1—84) ..... | 217 | 5 常用零件的规定画法 .....                                           | 247 |
| 1.2 比例 (GB4457.2—84) .....      | 219 | 5.1 螺纹及螺纹紧固件画法 (GB4459.1—84, GB7306~7307—87) .....          | 247 |
| 1.3 图线 (GB4457.4—84) .....      | 219 | 5.2 齿轮画法 (GB4459.2—84) .....                                | 252 |
| 1.4 剖面符号 (GB4457.5—84) .....    | 221 | 5.3 花键画法 (GB4459.3—84, GB1144—87, GB3478.1~3478.2—83) ..... | 253 |
| 2 图样画法 (GB4458.1—84) .....      | 223 | 5.4 弹簧画法 (GB4459.4—84) .....                                | 255 |
| 2.1 视图 .....                    | 223 | 5.5 中心孔表示法 (GB4459.5—84) .....                              | 258 |
| 2.2 剖视 .....                    | 224 | 6 表面粗糙度代号及其注法 (GB131—83) .....                              | 258 |
| 2.3 剖面 .....                    | 227 | 7 形状和位置公差代号及其注法 (GB1182~1184—80) .....                      | 264 |
| 2.4 局部放大图 .....                 | 228 | 8 机构运动简图符号 (GB4464—84) .....                                | 271 |
| 2.5 零件图中的简化画法及规定画法 .....        | 228 | 8.1 机构构件的运动符号 .....                                         | 271 |
| 2.6 装配图的简化画法及规定画法 .....         | 232 |                                                             |     |
| 2.7 滚动轴承画法 .....                | 233 |                                                             |     |
| 2.8 装配图中零、部件序号及其编排方法 .....      | 237 |                                                             |     |
| 3 尺寸注法 (GB4458.4—84) .....      | 238 |                                                             |     |

|                       |     |                       |     |
|-----------------------|-----|-----------------------|-----|
| 8.2 运动副 .....         | 272 | 8.6 凸轮机构 .....        | 277 |
| 8.3 构件及其组成部分的连接 ..... | 273 | 8.7 槽轮机构和棘轮机构 .....   | 277 |
| 8.4 多杆构件及其组成部分 .....  | 274 | 8.8 联轴器、离合器及制动器 ..... | 278 |
| 8.5 摩擦机构与齿轮机构 .....   | 275 | 8.9 其他机构及其组件 .....    | 279 |

#### 第4章 公差配合、形状与位置公差和表面粗糙度

|                                                       |     |                                          |     |
|-------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------|-----|
| 1 公差配合及其选择 .....                                      | 282 | 2.1 形状和位置公差的项目、公差带<br>定义及示例 .....        | 336 |
| 1.1 标准公差和基本偏差 .....                                   | 282 | 2.2 形状和位置公差数值及应用选择<br>.....              | 349 |
| 1.1.1 标准公差数值 .....                                    | 282 | 2.3 未注形位公差的公差值 .....                     | 357 |
| 1.1.2 基本偏差、公差带和配合代号 .....                             | 282 | 2.4 各种加工方法能达到的形状和位置公<br>差等级 .....        | 358 |
| 1.2 基本尺寸至500mm轴、孔优先、<br>常用及一般用途公差带及极限偏差<br>.....      | 284 | 3 表面粗糙度 .....                            | 361 |
| 1.3 基本尺寸至500mm基孔制与基轴<br>制优先、常用配合以及极限间隙<br>或极限过盈 ..... | 302 | 3.1 表面粗糙度评定参数的<br>数值应用 .....             | 361 |
| 1.4 基本尺寸>500至3150mm常用轴、<br>孔公差带及极限偏差 .....            | 309 | 3.2 各种加工方法能达到的零件表面粗糙<br>度 .....          | 366 |
| 1.5 基本尺寸至18mm轴、孔公差带及极<br>限偏差 .....                    | 314 | 3.3 表面粗糙度与轴、孔公差<br>配合的对应关系 .....         | 370 |
| 1.6 未注公差尺寸的极限偏差 .....                                 | 319 | 3.4 表面粗糙度国家新、旧标准<br>等级评定参数Ra数值系列对照 ..... | 372 |
| 1.7 公差配合的选择 .....                                     | 321 | 4 圆锥公差与配合 .....                          | 373 |
| 1.7.1 公差等级的选择及应用 .....                                | 321 | 4.1 圆锥公差 .....                           | 373 |
| 1.7.2 未注公差尺寸极限偏差的应用 .....                             | 323 | 4.2 圆锥配合 .....                           | 376 |
| 1.7.3 各种加工方法可达到的尺寸公差等级 .....                          | 323 | 4.2.1 圆锥配合的形成及种类 .....                   | 376 |
| 1.7.4 轴的各种基本偏差特性及选用 .....                             | 326 | 4.2.2 术语及定义 .....                        | 377 |
| 1.7.5 优先、常用配合选择说明 .....                               | 328 | 4.2.3 圆锥配合有关参数的公差 .....                  | 379 |
| 1.8 新、旧公差配合国标的对照 .....                                | 334 | 4.3 未注公差角度的极限偏差 .....                    | 383 |
| 2 形状和位置公差 .....                                       | 336 |                                          |     |

### 第I篇 联接与紧固

#### 第5章 螺 纹

|                             |     |                     |     |
|-----------------------------|-----|---------------------|-----|
| 1 螺纹的种类、特点和应用 .....         | 384 | 3 管螺纹 .....         | 392 |
| 2 普通螺纹 .....                | 385 | 3.1 非螺纹密封的管螺纹 ..... | 392 |
| 2.1 普通螺纹的基本牙型及基本尺寸<br>..... | 385 | 3.2 用螺纹密封的管螺纹 ..... | 394 |
| 2.2 普通螺纹公差 .....            | 391 | 3.3 60°圆锥管纹 .....   | 395 |
|                             |     | 3.4 米制管螺纹 .....     | 396 |

|                        |     |                         |     |
|------------------------|-----|-------------------------|-----|
| 4 梯形螺纹 .....           | 397 | 5.1 锯齿形螺纹的牙型及基本尺寸 ..... | 403 |
| 4.1 梯形螺纹的牙型及基本尺寸 ..... | 397 | 5.2 锯齿形螺纹公差 .....       | 412 |
| 4.2 梯形螺纹公差 .....       | 401 | 6 螺纹零件结构要素 .....        | 414 |
| 5 锯齿形螺纹 .....          | 403 |                         |     |

## 第6章 螺纹联接

|                            |     |                          |     |
|----------------------------|-----|--------------------------|-----|
| 1 螺纹紧固件联接的基本类型及其应用 .....   | 429 | 机械性能 .....               | 434 |
| 2 螺纹联接的设计与计算 .....         | 429 | 4 螺栓 .....               | 442 |
| 2.1 螺纹联接的拧紧力矩 .....        | 429 | 5 螺柱 .....               | 453 |
| 2.2 螺栓组联接的设计 .....         | 430 | 6 螺钉 .....               | 460 |
| 2.2.1 螺栓组联接的结构设计 .....     | 430 | 7 螺母 .....               | 468 |
| 2.2.2 螺栓组的受力分析 .....       | 430 | 8 垫圈 .....               | 482 |
| 2.2.3 螺栓联接的强度计算 .....      | 431 | 9 挡圈 .....               | 491 |
| 3 螺纹紧固件的材料, 机械性能等级和机 ..... | 505 | 10 钢结构用扭剪型高强度螺栓联接副 ..... | 505 |

## 第7章 轴毂联接与销联接

|                          |     |                             |     |
|--------------------------|-----|-----------------------------|-----|
| 1 键联接 .....              | 508 | 4 过盈联接 .....                | 553 |
| 1.1 键和键联接的类型、特点和应用 ..... | 508 | 4.1 过盈联接的类型、特点和应用, 以及 ..... | 553 |
| 1.2 键联接的强度校核 .....       | 509 | 计算术语与符号 .....               | 553 |
| 1.3 平键和半圆键 .....         | 510 | 4.2 圆柱面过盈联接 .....           | 555 |
| 1.4 楔键 .....             | 516 | 4.3 圆锥面过盈联接 .....           | 565 |
| 1.5 切向键 .....            | 518 | 4.3.1 螺母压紧的圆锥面过盈联接 .....    | 565 |
| 2 花键联接 .....             | 520 | 4.3.2 液压装拆的圆锥面过盈联接 .....    | 566 |
| 2.1 花键联接的类型、特点和应用 .....  | 520 | 5 弹性环联接 .....               | 567 |
| 2.2 花键联接的强度计算 .....      | 520 | 5.1 弹性环联接的结构特点和应用 .....     | 567 |
| 2.3 矩形花键联接 .....         | 521 | 5.2 弹性环联接的设计计算 .....        | 538 |
| 2.4 渐开线花键联接 .....        | 526 | 5.3 胀紧联接套 .....             | 568 |
| 3 销联接 .....              | 543 | 5.3.1 胀紧联接套的型式与基本尺寸 .....   | 568 |
| 3.1 销联接的强度校核 .....       | 543 | 5.3.2 胀紧联接套选用 .....         | 573 |
| 3.2 销的标准 .....           | 544 | 5.3.3 胀紧套联接安装与拆卸的要求 .....   | 578 |

## 第8章 铆接、焊接和胶接

|                       |     |                              |     |
|-----------------------|-----|------------------------------|-----|
| 1 铆接 .....            | 579 | 1.2.1 铆缝型式 .....             | 579 |
| 1.1 铆接的种类、特点及应用 ..... | 579 | 1.2.2 钢结构铆缝的结构参数 .....       | 580 |
| 1.2 铆钉联接结构设计 .....    | 579 | 1.2.3 有色金属或异种材料铆缝的结构参数 ..... |     |

|                          |     |                           |     |
|--------------------------|-----|---------------------------|-----|
| .....                    | 580 | 设计注意事项和焊接件的公差             | 626 |
| 1.3 铆钉联接的强度计算 .....      | 581 | 3 胶接 .....                | 632 |
| 1.4 常用铆钉的类型及规格 .....     | 582 | 3.1 胶接及其特点 .....          | 632 |
| 2 焊接 .....               | 586 | 3.2 胶接件的机械性能 .....        | 633 |
| 2.1 常用焊接方法的特点及应用 .....   | 586 | 3.2.1 胶接接头负载类型 .....      | 633 |
| 2.2 焊缝符号表示法 .....        | 588 | 3.2.2 胶接接头的应力分布 .....     | 633 |
| 2.2.1 焊缝基本符号、辅助符号和       |     | 3.2.3 胶接接头胶接强度的影响因素 ..... | 633 |
| 补充符号 .....               | 588 | 3.3 胶接接头设计 .....          | 635 |
| 2.2.2 符号在图样上的标注位置 .....  | 591 | 3.3.1 胶接接头设计的一般原则 .....   | 635 |
| 2.2.3 焊缝尺寸符号及其标注位置 ..... | 593 | 3.3.2 胶接接头型式 .....        | 636 |
| 2.2.4 焊缝符号的标注方法 .....    | 595 | 3.4 胶接工艺的过程及胶接接头各种强       |     |
| 2.3 焊缝坡口的基本型式与尺寸         |     | 度试验 .....                 | 638 |
| .....                    | 604 | 3.5 胶粘剂 .....             | 640 |
| 2.4 常用材料的可焊性 .....       | 611 | 3.5.1 胶粘剂的分类 .....        | 640 |
| 2.5 常用焊条 .....           | 614 | 3.5.2 常用胶粘剂的性能和用途 .....   | 641 |
| 2.6 常用焊缝的强度计算、焊接接头       |     |                           |     |

## 第Ⅱ篇 机 械 传 动

### 机械传动总论

|                       |     |                       |     |
|-----------------------|-----|-----------------------|-----|
| 1 机器的组成及传动的作用 .....   | 649 | 4.3 定传动比传动类型的选择 ..... | 653 |
| 2 传动的特性参数 .....       | 649 | 4.4 有级变速传动类型的选择 ..... | 654 |
| 3 传动的分类 .....         | 650 | 4.5 无级变速传动类型的选择 ..... | 654 |
| 4 机械传动类型的选择 .....     | 652 | 4.6 传动比按某种规律周期性变化的    |     |
| 4.1 选择机械传动类型的依据 ..... | 652 | 传动类型的选择 .....         | 654 |
| 4.2 机械传动型类选择的原则 ..... | 653 |                       |     |

### 第9章 带 传 动

|                          |     |                          |     |
|--------------------------|-----|--------------------------|-----|
| 1 V带传动 .....             | 658 | 2.1 胶帆布带传动 .....         | 681 |
| 1.1 V带种类和标准 .....        | 658 | 2.1.1 规格及接头形式 .....      | 681 |
| 1.2 V带传动的设计 .....        | 660 | 2.1.2 胶帆布带传动的设计 .....    | 683 |
| 1.2.1 主要失效形式 .....       | 660 | 2.2 聚酰胺片基平带传动 .....      | 684 |
| 1.2.2 V带传动的设计方法和步骤 ..... | 660 | 2.2.1 结构及规格 .....        | 684 |
| 1.3 V带轮 .....            | 674 | 2.2.2 聚酰胺片基平带传动的设计 ..... | 684 |
| 1.3.1 材料 .....           | 674 | 2.3 高速带传动 .....          | 685 |
| 1.3.2 V带轮的结构 .....       | 674 | 2.3.1 高速带的规格 .....       | 686 |
| 1.3.3 V带轮的技术要求 .....     | 678 | 2.3.2 高速带传动的设计 .....     | 686 |
| 1.4 V带传动设计例题 .....       | 680 | 2.4 平带轮 .....            | 687 |
| 2 平带传动 .....             | 681 | 3 同步带传动 .....            | 689 |

|                     |     |                     |     |
|---------------------|-----|---------------------|-----|
| 3.1 同步带的规格 .....    | 689 | 4.1 张紧方法 .....      | 700 |
| 3.2 同步带传动的设计 .....  | 692 | 4.2 张紧力的控制 .....    | 701 |
| 3.3 带轮 .....        | 695 | 4.2.1 V带的张紧力 .....  | 701 |
| 3.4 同步带传动设计实例 ..... | 698 | 4.2.2 平带的张紧力 .....  | 702 |
| 4 带传动的张紧 .....      | 700 | 4.2.3 同步带的张紧力 ..... | 703 |

## 第10章 链 传 动

|                                                      |     |                         |     |
|------------------------------------------------------|-----|-------------------------|-----|
| 1 滚子链传动 .....                                        | 704 | 2 齿形链传动 .....           | 716 |
| 1.1 滚子链基本参数和尺寸 .....                                 | 704 | 2.1 齿形链的种类 .....        | 716 |
| 1.2 滚子链传动的设计计算 .....                                 | 705 | 2.2 齿形链的基本参数和尺寸 .....   | 717 |
| 1.2.1 主要失效形式 .....                                   | 705 | 2.3 齿形链传动的设计计算 .....    | 718 |
| 1.2.2 滚子链传动的额定功率 .....                               | 705 | 2.4 齿形链链轮 .....         | 720 |
| 1.2.3 链速 $v \geq 0.6\text{m/s}$ 滚子链传动的<br>设计计算 ..... | 706 | 2.4.1 链轮端面齿形和主要尺寸 ..... | 720 |
| 1.2.4 $v < 0.6\text{m/s}$ 低速链传动的设计计算 .....           | 709 | 2.4.2 链轮轴面齿形 .....      | 722 |
| 1.2.5 滚子链的耐磨损工作寿命的计算 .....                           | 709 | 2.4.3 齿形链链轮公差 .....     | 722 |
| 1.3 滚子链链轮 .....                                      | 711 | 3 链传动的布置、张紧与润滑 .....    | 724 |
| 1.3.1 滚子链链轮的主要尺寸 .....                               | 711 | 3.1 链传动的布置 .....        | 724 |
| 1.3.2 链轮公差 .....                                     | 713 | 3.2 链传动的张紧 .....        | 724 |
| 1.3.3 链轮材料及热处理 .....                                 | 713 | 3.3 链传动的润滑 .....        | 727 |
| 1.3.4 链轮结构 .....                                     | 714 | 3.3.1 润滑方式的选择 .....     | 727 |
| 1.3.5 滚子链传动设计计算实例 .....                              | 714 | 3.3.2 润滑剂的选择 .....      | 727 |

## 第11章 渐开线圆柱齿轮传动

|                                 |     |                                     |     |
|---------------------------------|-----|-------------------------------------|-----|
| 1 渐开线圆柱齿轮基本齿廓和模数系列 .....        | 729 | 4.2 主要参数的选择 .....                   | 763 |
| 2 渐开线圆柱齿轮的齿形修缘 .....            | 730 | 4.3 主要尺寸的初步确定 .....                 | 763 |
| 3 圆柱齿轮传动几何尺寸计算 .....            | 732 | 4.4 齿面接触疲劳强度与齿根弯曲<br>疲劳强度校核计算 ..... | 764 |
| 3.1 圆柱齿轮传动几何尺寸计算公式 .....        | 732 | 4.4.1 计算公式 .....                    | 764 |
| 3.2 外啮合齿轮变位系数的选择 .....          | 744 | 4.4.2 计算中的有关数据及各系数的确定 .....         | 765 |
| 3.3 重合度 $\varepsilon$ 的计算 ..... | 746 | 4.5 开式齿轮传动的计算特点 .....               | 778 |
| 3.3.1 计算公式 .....                | 746 | 4.6 齿轮的材料 .....                     | 779 |
| 3.3.2 图解线图 .....                | 746 | 5 圆柱齿轮的结构 .....                     | 781 |
| 3.4 圆柱齿轮传动几何尺寸及<br>检验有关数表 ..... | 749 | 6 渐开线圆柱齿轮精度 .....                   | 786 |
| 4 渐开线圆柱齿轮传动的设计计算 .....          | 762 | 6.1 误差的定义和代号 .....                  | 786 |
| 4.1 圆柱齿轮的作用力计算 .....            | 762 | 6.2 精度等级及其选择 .....                  | 792 |
|                                 |     | 6.3 侧隙 .....                        | 793 |
|                                 |     | 6.4 推荐的检验项目 .....                   | 794 |

|     |                |     |   |                               |     |
|-----|----------------|-----|---|-------------------------------|-----|
| 6.5 | 图样标注 .....     | 795 | 7 | 渐开线圆柱齿轮零件工作图及<br>设计计算实例 ..... | 806 |
| 6.6 | 齿轮精度数值表 .....  | 795 |   |                               |     |
| 6.7 | 误差的有关关系式 ..... | 805 |   |                               |     |

## 第12章 圆弧齿轮传动

|       |                                         |     |     |                               |     |
|-------|-----------------------------------------|-----|-----|-------------------------------|-----|
| 1     | 圆弧齿轮传动的类型、特点<br>和应用 .....               | 811 | 5   | 圆弧齿轮传动基本参数的选择<br>.....        | 820 |
| 1.1   | 单圆弧齿轮传动 .....                           | 811 | 5.1 | 齿数 $z$ 和模数 $m_n$ .....        | 820 |
| 1.2   | 双圆弧齿轮传动 .....                           | 812 | 5.2 | 重合度 $\varepsilon_\beta$ ..... | 820 |
| 2     | 圆弧齿轮传动的啮合特性 .....                       | 813 | 5.3 | 螺旋角 $\beta$ .....             | 321 |
| 2.1   | 单圆弧齿轮传动的啮合特性<br>.....                   | 813 | 5.4 | 齿宽系数 $\phi_d, \phi_a$ .....   | 821 |
| 2.2   | 双圆弧齿轮传动的啮合特性<br>.....                   | 813 | 6   | 圆弧齿轮的强度计算 .....               | 821 |
| 2.2.1 | 同一工作齿面上两个同时接触点间的轴向<br>距离 $q_{TA}$ ..... | 813 | 6.1 | 圆弧齿轮传动的强度计算公式 .....           | 821 |
| 2.2.2 | 多点啮合系数 .....                            | 814 | 6.2 | 公式中各符号的意义及各系数的确定<br>.....     | 821 |
| 2.2.3 | 多对齿啮合系数 .....                           | 814 | 7   | 圆弧圆柱齿轮精度 .....                | 829 |
| 2.2.4 | 齿宽 $b$ 的确定 .....                        | 814 | 7.1 | 误差的定义和代号 .....                | 829 |
| 3     | 圆弧齿轮的基准齿形及模数系列<br>.....                 | 814 | 7.2 | 精度等级及其选择 .....                | 836 |
| 3.1   | 单圆弧齿轮的基准齿形 .....                        | 815 | 7.3 | 侧隙 .....                      | 836 |
| 3.2   | 双圆弧齿轮的基准齿形 .....                        | 815 | 7.4 | 推荐的检验项目 .....                 | 836 |
| 3.3   | 圆弧齿轮的模数系列 .....                         | 815 | 7.5 | 图样标注 .....                    | 837 |
| 4     | 圆弧齿轮传动的几何尺寸计算<br>.....                  | 816 | 7.6 | 圆弧齿轮精度数值表 .....               | 838 |
|       |                                         |     | 7.7 | 极限偏差及公差有关的关系式<br>.....        | 841 |
|       |                                         |     | 8   | 圆弧圆柱齿轮零件工作图及设<br>设计计算实例 ..... | 842 |

## 第13章 锥齿轮传动

|       |                         |     |     |                         |     |
|-------|-------------------------|-----|-----|-------------------------|-----|
| 1     | 概述 .....                | 848 | 2.2 | 弧齿锥齿轮传动的几何尺寸计算<br>..... | 855 |
| 1.    | 分类 .....                | 848 | 2.3 | 零度锥齿轮传动的几何尺寸计算<br>..... | 860 |
| 1.2   | 基本齿廓 .....              | 850 | 3   | 锥齿轮传动的设计 .....          | 861 |
| 1.3   | 模数 .....                | 850 | 3.1 | 轮齿受力分析 .....            | 861 |
| 1.4   | 锥齿轮的变位 .....            | 851 | 3.2 | 初步设计 .....              | 862 |
| 1.4.1 | 径向变位 .....              | 851 | 3.3 | 齿面接触疲劳强度校核 .....        | 863 |
| 1.4.2 | 切向变位 .....              | 851 | 3.4 | 齿根弯曲疲劳强度校核 .....        | 865 |
| 2     | 锥齿轮传动的几何尺寸计算 .....      | 851 | 3.5 | 直齿锥齿轮传动例题 .....         | 865 |
| 2.1   | 直齿锥齿轮传动的几何尺寸计算<br>..... | 851 |     |                         |     |

|                     |     |                      |     |
|---------------------|-----|----------------------|-----|
| 4 锥齿轮结构 .....       | 867 | 5.5 齿轮副的检验组与公差 ..... | 875 |
| 5 锥齿轮精度 .....       | 869 | 5.6 齿轮副侧隙 .....      | 876 |
| 5.1 术语的定义及代号 .....  | 869 | 5.7 图样标注 .....       | 876 |
| 5.2 精度等级 .....      | 874 | 5.8 应用示例 .....       | 876 |
| 5.3 齿坯的要求 .....     | 875 | 5.9 公差数值表 .....      | 877 |
| 5.4 齿轮的检验组与公差 ..... | 875 | 6 锥齿轮工作图例 .....      | 892 |

## 第14章 蜗杆传动

|                                     |     |                                      |     |
|-------------------------------------|-----|--------------------------------------|-----|
| 1 概述 .....                          | 894 | 3.3.4 圆弧圆柱蜗杆传动例题 .....               | 919 |
| 2 普通圆柱蜗杆传动 .....                    | 897 | 4 环面蜗杆传动 .....                       | 920 |
| 2.1 普通圆柱蜗杆的基准齿廓和<br>传动的基本参数 .....   | 897 | 4.1 环面蜗杆的形成原理 .....                  | 920 |
| 2.1.1 普通圆柱蜗杆的基准齿廓 .....             | 897 | 4.1.1 直线型环面蜗杆的形成原理 .....             | 920 |
| 2.1.2 传动的基本参数 .....                 | 897 | 4.1.2 平面包络环面蜗杆的形成原理 .....            | 920 |
| 2.2 普通圆柱蜗杆传动几何尺寸计算<br>.....         | 901 | 4.2 环面蜗杆的修形 .....                    | 921 |
| 2.3 普通圆柱蜗杆传动的承载能力计算<br>.....        | 902 | 4.2.1 直线型环面蜗杆的修形 .....               | 921 |
| 2.3.1 齿上受力和滑动速度计算 .....             | 902 | 4.2.2 平面包络环面蜗杆的修形 .....              | 921 |
| 2.3.2 普通圆柱蜗杆传动的强度和刚度计算 .....        | 903 | 4.3 环面蜗杆传动基本参数选择<br>和几何尺寸计算 .....    | 922 |
| 2.3.3 蜗杆传动效率和散热计算 .....             | 906 | 4.4 环面蜗杆传动承载能力计算 .....               | 928 |
| 2.4 实现合理的啮合部位和制造<br>“人工油涵”的措施 ..... | 908 | 4.5 环面蜗杆传动例题 .....                   | 931 |
| 2.4.1 实现合理的啮合部位 .....               | 908 | 5 蜗杆、蜗轮精度 .....                      | 932 |
| 2.4.2 制造“人工油涵” .....                | 908 | 5.1 圆柱蜗杆、蜗轮精度 .....                  | 932 |
| 2.5 蜗杆、蜗轮的结构 .....                  | 909 | 5.1.1 术语定义和代号 .....                  | 932 |
| 2.6 普通圆柱蜗杆传动例题 .....                | 910 | 5.1.2 精度等级 .....                     | 938 |
| 3 圆弧圆柱蜗杆传动 .....                    | 911 | 5.1.3 齿坯的要求 .....                    | 938 |
| 3.1 圆弧圆柱蜗杆传动基本参数<br>和蜗杆齿形 .....     | 911 | 5.1.4 蜗杆、蜗轮的检验与公差 .....              | 938 |
| 3.1.1 基本参数 .....                    | 911 | 5.1.5 蜗杆传动的检验与公差 .....               | 939 |
| 3.1.2 蜗杆齿形 .....                    | 912 | 5.1.6 蜗杆传动的侧隙规定 .....                | 939 |
| 3.2 圆弧圆柱蜗杆传动的几何<br>尺寸计算 .....       | 914 | 5.1.7 工作图上的标注 .....                  | 939 |
| 3.3 圆弧圆柱蜗杆传动承载能力计算<br>.....         | 916 | 5.1.8 装配图上的标注 .....                  | 940 |
| 3.3.1 圆弧圆柱蜗杆传动设计 .....              | 916 | 5.1.9 蜗杆、蜗轮和传动的公差或极限<br>偏差应用示例 ..... | 940 |
| 3.3.2 校核齿面接触疲劳强度安全系数 .....          | 917 | 5.1.10 圆柱蜗杆、蜗轮公差或极限偏差数值表<br>.....    | 942 |
| 3.3.3 校核蜗轮齿根强度的安全系数 .....           | 918 | 5.2 直线型环面蜗杆传动(TSL型)<br>的公差 .....     | 955 |
|                                     |     | 5.3 平面包络环面蜗杆传动的公差<br>.....           | 956 |
|                                     |     | 6 蜗杆、蜗轮工作图例 .....                    | 958 |

## 第15章 行星传动

|                                    |      |                                    |      |
|------------------------------------|------|------------------------------------|------|
| 1 概述.....                          | 965  | .....                              | 1025 |
| 1.1 轮系的分类及应用 .....                 | 965  | 3.2.1 摆线针轮传动的齿廓曲线.....             | 1025 |
| 1.2 定轴轮系的传动比 .....                 | 966  | 3.2.2 摆线轮齿廓曲线的方程.....              | 1025 |
| 1.3 常用行星齿轮传动的传动型式<br>与特点 .....     | 967  | 3.2.3 摆线轮齿廓的曲率半径.....              | 1027 |
| 1.4 行星齿轮传动的传动比 .....               | 968  | 3.2.4 复合齿形.....                    | 1030 |
| 1.5 行星齿轮传动的效率 .....                | 969  | 3.2.5 二齿差摆线针轮行星传动.....             | 1035 |
| 2 渐开线齿轮行星传动的设计 .....               | 971  | 3.3 摆线针轮行星传动的基本参数<br>和几何尺寸计算 ..... | 1037 |
| 2.1 主要参数的确定 .....                  | 971  | 3.3.1 摆线针轮行星传动的基本参数.....           | 1037 |
| 2.1.1 齿数及行星轮数的确定 .....             | 971  | 3.3.2 摆线针轮行星传动的几何尺寸.....           | 1039 |
| 2.1.2 行星传动中齿轮变位 .....              | 989  | 3.3.3 W机构的有关参数和几何尺寸.....           | 1041 |
| 2.1.3 确定齿数和变位系数的计算实例 .....         | 991  | 3.4 摆线针轮行星传动的受力分析<br>.....         | 1042 |
| 2.1.4 多级行星齿轮传动的传动比分配 .....         | 994  | 3.4.1 针齿与摆线轮齿啮合的作用力.....           | 1042 |
| 2.2 行星齿轮传动的受力分析 .....              | 995  | 3.4.2 输出机构的柱销(套)作用于<br>摆线轮上的力..... | 1048 |
| 2.3 行星传动齿轮强度计算要点 .....             | 997  | 3.4.3 转臂轴承的作用力.....                | 1048 |
| 2.3.1 小齿轮转矩 $T_1$ 及圆周力 $F_t$ ..... | 998  | 3.5 主要件的强度计算.....                  | 1048 |
| 2.3.2 应力循环次数.....                  | 1000 | 3.5.1 齿面接触强度计算.....                | 1049 |
| 2.3.3 动载系数 $K_v$ 和速度系数 $Z_v$ ..... | 1000 | 3.5.2 针齿销的弯曲强度和刚度计算.....           | 1049 |
| 2.3.4 齿向载荷分布系数 $K_\beta$ .....     | 1000 | 3.5.3 转臂轴承的选择.....                 | 1050 |
| 2.4 行星齿轮传动的结构设计与计算<br>.....        | 1001 | 3.5.4 输出机构圆柱销的强度计算.....            | 1050 |
| 2.4.1 行星齿轮传动的均载 .....              | 1001 | 3.6 摆线轮齿形的优化设计.....                | 1050 |
| 2.4.2 行星轮结构.....                   | 1012 | 3.7 摆线针轮行星传动的技术要求<br>.....         | 1052 |
| 2.4.3 行星架的结构与计算.....               | 1013 | 3.7.1 对零件的要求.....                  | 1052 |
| 2.4.4 柔性轮缘的强度校核计算.....             | 1015 | 3.7.2 装配.....                      | 1055 |
| 2.4.5 行星齿轮减速器整体结构.....             | 1015 | 3.7.3 摆线针轮减速器的质量分等标准.....          | 1055 |
| 2.4.6 主要技术要求.....                  | 1018 | 3.8 设计计算公式与实例 .....                | 1059 |
| 2.4.7 行星齿轮传动设计计算实例.....            | 1019 | 3.9 主要构件的工作图 .....                 | 1061 |
| 3 摆线针轮行星传动.....                    | 1022 | 3.10 大型摆线针轮行星传动的<br>结构简介.....      | 1064 |
| 3.1 概述.....                        | 1022 | 3.11 弹性浮动针轮摆线行星减速<br>器简介.....      | 1064 |
| 3.1.1 摆线针轮行星减速器的结构.....            | 1022 |                                    |      |
| 3.1.2 摆线针轮行星传动的特点.....             | 1024 |                                    |      |
| 3.1.3 摆线针轮行星传动几何要素代号.....          | 1024 |                                    |      |
| 3.2 摆线针轮行星传动的啮合原理                  |      |                                    |      |

# 第 I 篇 一般设计资料

## 第 1 章 常用资料、数据、计量单位和数学公式

### 1 常用资料和数据

表 1—1

汉语拼音字母

| 大写 | 小写 | 名称 | 读音 | 大写 | 小写 | 名称 | 读音 | 大写 | 小写 | 名称 | 读音 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| A  | a  | 啊  | 啊  | J  | j  | 街  | 基  | S  | s  | 哀思 | 思  |
| B  | b  | 拜  | 玻  | K  | k  | 开  | 科  | T  | t  | 态  | 特  |
| C  | c  | 猜  | 雌  | L  | l  | 哀而 | 勒  | U  | u  | 乌  | 乌  |
| D  | d  | 歹  | 得  | M  | m  | 哀姆 | 摸  | V  | v  | 维  | 维  |
| E  | e  | 鹅  | 鹅  | N  | n  | 乃  | 纳  | W  | w  | 娃  | 屋  |
| F  | f  | 哀夫 | 佛  | O  | o  | 喔  | 喔  | X  | x  | 希  | 希  |
| G  | g  | 该  | 哥  | P  | p  | 排  | 坡  | Y  | y  | 呀  | 衣  |
| H  | h  | 哈  | 喝  | Q  | q  | 丘  | 欺  | Z  | z  | 再  | 资  |
| I  | i  | 衣  | 衣  | R  | r  | 啊而 | 日  |    |    |    |    |

注：V一般只用来拼写外来语、少数民族语言和方言。

表 1—2

希腊字母 (摘自GB3101-86)

| 正 体       |                      | 斜 体       |                      | 名 称<br>(英文读音) | 正 体      |                 | 斜 体      |                 | 名 称<br>(英文读音) |
|-----------|----------------------|-----------|----------------------|---------------|----------|-----------------|----------|-----------------|---------------|
| 大写        | 小写                   | 大写        | 小写                   |               | 大写       | 小写              | 大写       | 小写              |               |
| A         | $\alpha$             | A         | $\alpha$             | alpha         | N        | $\nu$           | N        | $\nu$           | nu            |
| B         | $\beta$              | B         | $\beta$              | beta          | $\Xi$    | $\xi$           | $\Xi$    | $\xi$           | xi            |
| $\Gamma$  | $\gamma$             | $\Gamma$  | $\gamma$             | gamma         | O        | $\omicron$      | O        | $\omicron$      | omicron       |
| $\Delta$  | $\delta$             | $\Delta$  | $\delta$             | delta         | $\Pi$    | $\pi, \omega$   | $\Pi$    | $\pi, \omega$   | pi            |
| E         | $\epsilon, \epsilon$ | E         | $\epsilon, \epsilon$ | epsilon       | P        | $\rho$          | P        | $\rho$          | rho           |
| Z         | $\zeta$              | Z         | $\zeta$              | zeta          | $\Sigma$ | $\sigma$        | $\Sigma$ | $\sigma$        | sigma         |
| H         | $\eta$               | H         | $\eta$               | eta           | T        | $\tau$          | T        | $\tau$          | tau           |
| $\Theta$  | $\theta, \theta$     | $\Theta$  | $\theta, \theta$     | theta         | Y        | $\upsilon$      | Y        | $\upsilon$      | upsilon       |
| I         | $\iota$              | I         | $\iota$              | iota          | $\Phi$   | $\varphi, \phi$ | $\Phi$   | $\varphi, \phi$ | phi           |
| K         | $\kappa, \kappa$     | K         | $\kappa, \kappa$     | kappa         | X        | $\chi$          | X        | $\chi$          | chi           |
| $\Lambda$ | $\lambda$            | $\Lambda$ | $\lambda$            | lambda        | $\Psi$   | $\psi$          | $\Psi$   | $\psi$          | psi           |
| M         | $\mu$                | M         | $\mu$                | mu            | $\Omega$ | $\omega$        | $\Omega$ | $\omega$        | omega         |

表 1—3

拉丁字母

| 正 体 |    | 斜 体 |    | 名 称<br>(国际音<br>标注音) | 正 体 |    | 斜 体 |    | 名 称<br>(国际音<br>标注音) | 正 体 |    | 斜 体 |    | 名 称<br>(国际音<br>标注音) |
|-----|----|-----|----|---------------------|-----|----|-----|----|---------------------|-----|----|-----|----|---------------------|
| 大写  | 小写 | 大写  | 小写 |                     | 大写  | 小写 | 大写  | 小写 |                     | 大写  | 小写 | 大写  | 小写 |                     |
| A   | a  | A   | a  | [ei]                | J   | j  | J   | j  | [dʒei]              | S   | s  | S   | s  | [es]                |
| B   | b  | B   | b  | [bi:]               | K   | k  | K   | k  | [kei]               | T   | t  | T   | t  | [ti:]               |
| C   | c  | C   | c  | [si:]               | L   | l  | L   | l  | [el]                | U   | u  | U   | u  | [ju:]               |
| D   | d  | D   | d  | [di:]               | M   | m  | M   | m  | [em]                | V   | v  | V   | v  | [vi:]               |
| E   | e  | E   | e  | [i:]                | N   | n  | N   | n  | [en]                | W   | w  | W   | w  | [ˈdʌblju:]          |
| F   | f  | F   | f  | [ef]                | O   | o  | O   | o  | [ou]                | X   | x  | X   | x  | [eks]               |
| G   | g  | G   | g  | [dʒi:]              | P   | p  | P   | p  | [pi:]               | Y   | y  | Y   | y  | [wai]               |
| H   | h  | H   | h  | [eit]               | Q   | q  | Q   | q  | [kju:]              | Z   | z  | Z   | z  | [zed]               |
| I   | i  | I   | i  | [ai]                | R   | r  | R   | r  | [a:]                |     |    |     |    |                     |

表 1—4

国内部分标准代号

| 名 称        | 代 号             | 名 称        | 代 号     |
|------------|-----------------|------------|---------|
| 国家标准       | GB              | 仪器、仪表      | Y、ZBY   |
| 国家内部标准     | GB <sub>a</sub> | 农业机械       | NJ      |
| 国家工程建设标准   | GBJ             | 工程机械       | GJ      |
| 国家军用标准     | GJB             | 兵器工业       | WJ      |
| 中国科学院标准    | KY              | 航空工业       | HB      |
| 国家计量局标准    | JJC             | 航天工业       | QJ      |
| 国家建材局标准    | JC              | 电子工业       | SJ      |
| 机械电子工业部标准。 |                 | 冶金工业部标准    | YB      |
| 机电         | JB              | 煤炭工业部标准    | MT      |
| 重机         | Q/ZB, ZJ        | 石油化学工业部标准。 |         |
| 金属切削机床     | GC              | 石油工业       | SY      |
| 量具         | GL              | 化学工业       | HG      |
| 刀具         | GR              | 地质矿产部标准    | DZ      |
| 汽车、轴承      | 汽               | 水力电力部标准    | SD      |
| 砂轮、磨料      | GS              | 纺织工业部标准    | FJ      |
| 锻压机械       | GD              | 轻工业部标准     | QB, SG  |
| 电工         | 电(D)、Q/D        | 教育部标准      | JJY(JY) |

注：在代号后加“/Z”为指导性技术文件，如“YB/Z”为冶金部指导性技术文件。

表 1—5

国外部分标准代号

| 名 称                 | 代 号   | 名 称         | 代 号  |
|---------------------|-------|-------------|------|
| “国际”标准化组织           | ISO*  | 南斯拉夫标准      | JUS  |
| “国际”标准化协会标准         | ISA   | 美国国家标准      | ANSI |
| 国际电工委员会标准           | IEC   | 美国汽车协会标准    | SAE  |
| 法国标准协会标准            | AFNOR | 美国国家标准局标准   | NBS  |
| 法国常设标准化委员会标准        | CPC   | 美国标准协会标准    | ASA  |
| 法国国家标准              | NF    | 美国钢铁学会标准    | AISI |
| 日本工业标准              | JIS   | 美国齿轮制造者协会标准 | AGMA |
| 日本工业产品标准统一调查会标准     | JES   | 美国机械工程师学会标准 | ASME |
| 日本齿轮工业协会标准          | JGMA  | 苏联国家标准      | ГОСТ |
| 英国标准                | BS    | 意大利标准       | UNI  |
| 德国工业标准 (1946年后西德标准) | DIN   | 瑞典标准        | SIS  |
| 加拿大标准协会标准           | CSA   | 罗马尼亚标准      | STAS |

\* ISO的前身为 ISA。

表 1—6

材料弹性模量及泊松比

| 名 称        | 弹性模量 E<br>GPa | 切变模量 G<br>GPa | 泊 松 比<br>$\mu$ | 名 称    | 弹性模量 E<br>GPa | 切变模量 G<br>GPa | 泊 松 比<br>$\mu$ |
|------------|---------------|---------------|----------------|--------|---------------|---------------|----------------|
| 灰铸铁        | 118~126       | 44.3          | 0.3            | 轧制锌    | 82            | 31.4          | 0.27           |
| 球墨铸铁       | 173           |               | 0.3            | 铅      | 16            | 6.8           | 0.42           |
| 碳钢、镍铬钢、合金钢 | 206           | 79.4          | 0.3            | 玻璃     | 55            | 1.96          | 0.25           |
| 铸钢         | 202           |               | 0.3            | 有机玻璃   | 2.354~29.42   |               |                |
| 轧制纯铜       | 108           | 39.2          | 0.31~0.34      | 橡胶     | 0.00785       |               | 0.47           |
| 冷拔纯铜       | 127           | 48.0          |                | 电木     | 1.961~2.942   | 6.865~20.594  | 0.35~0.38      |
| 轧制磷青铜      | 113           | 41.2          | 0.32~0.35      | 夹布酚醛塑料 | 3.923~8.826   |               |                |
| 冷拔黄铜       | 89~97         | 34.3~36.3     | 0.32~0.42      | 赛璐珞    | 1.706~1.893   | 6.865~9.807   | 0.4            |
| 轧制锰青铜      | 108           | 39.2          | 0.35           | 尼龙1010 | 1.069         |               |                |
| 轧制铝        | 68            | 25.5~26.5     | 0.32~0.36      | 硬聚氯乙烯  | 3.138~3.923   |               | 0.34~0.35      |
| 拔制铝线       | 69            |               |                | 聚四氟乙烯  | 1.138~1.422   |               |                |
| 铸铝青铜       | 103           | 41.1          | 0.3            | 低压聚乙烯  | 0.539~0.785   |               |                |
| 铸锡青铜       | 103           |               | 0.3            | 高压聚乙烯  | 0.147~0.245   |               |                |
| 硬铝合金       | 70            | 26.5          | 0.3            | 混凝土    | 13.73~39.23   | 49.034~156.91 | 0.1~0.18       |

黑色金属硬度及强度换算之一—(GB1172-74)

表 1—7

| 硬 度  |      |      |        |      |        |        |      |      |      | 抗 拉 强 度 MPa |       |      |     |          |       |         |
|------|------|------|--------|------|--------|--------|------|------|------|-------------|-------|------|-----|----------|-------|---------|
| 洛 氏  | 表面洛氏 |      |        | 维氏   | 布 氏    |        | 氏    | 碳 钢  | 铬 钢  | 铬 钼 钢       | 铬 钼 钢 | 铬 钢  | 铸 铁 | 超 高 强度 钢 | 不 锈 钢 | 不 分 钢 种 |
|      | HRC  | HRA  | HR 15N |      | HR 30N | HR 45N |      |      |      |             |       |      |     |          |       |         |
| 70.0 | 86.6 |      |        |      | 1037   |        |      |      |      |             |       |      |     |          |       | 2607    |
| 69.0 | 86.1 |      |        |      | 997    |        |      |      |      |             |       |      |     |          |       | 2496    |
| 68.0 | 85.5 |      |        |      | 959    |        |      |      |      |             |       |      |     |          |       | 2391    |
| 67.0 | 85.0 |      |        |      | 923    |        |      |      |      |             |       |      |     |          |       | 2293    |
| 66.0 | 84.4 |      |        |      | 889    |        |      |      |      |             |       |      |     |          |       | 2201    |
| 65.0 | 83.9 | 92.2 | 81.3   | 71.7 | 856    |        |      |      |      |             |       |      |     |          |       | 2115    |
| 64.0 | 83.3 | 91.9 | 80.6   | 70.6 | 825    |        |      |      |      |             |       |      |     |          |       | 2034    |
| 63.0 | 82.8 | 91.7 | 79.8   | 69.5 | 795    |        |      |      |      |             |       |      |     |          |       | 1957    |
| 62.0 | 82.2 | 91.4 | 79.0   | 68.4 | 766    |        |      |      |      |             |       |      |     |          |       | 1885    |
| 61.0 | 81.7 | 91.0 | 78.1   | 67.3 | 739    |        |      |      |      |             |       |      |     |          |       | 1817    |
| 60.0 | 81.2 | 90.6 | 77.3   | 66.2 | 713    |        |      |      |      |             |       |      |     |          |       | 1753    |
| 59.0 | 80.6 | 90.2 | 76.5   | 65.1 | 688    |        |      |      |      |             |       |      |     |          |       | 1688    |
| 58.0 | 80.1 | 89.8 | 75.6   | 63.9 | 664    |        |      |      |      |             |       |      |     |          |       | 1623    |
| 57.0 | 79.5 | 89.4 | 74.8   | 62.8 | 642    |        |      |      | 1881 |             |       |      |     |          |       | 1558    |
| 56.0 | 79.0 | 88.9 | 73.9   | 61.7 | 620    |        |      |      | 1803 |             |       |      |     |          |       | 1508    |
| 55.0 | 78.5 | 88.4 | 73.1   | 60.5 | 599    |        |      | 2066 |      |             |       |      |     |          |       | 1457    |
| 54.0 | 77.9 | 87.9 | 72.2   | 59.4 | 579    |        |      | 2000 |      |             |       |      |     |          |       | 1407    |
| 53.0 | 77.4 | 87.4 | 71.3   | 58.2 | 561    |        |      | 1937 |      |             |       | 1985 |     |          |       | 1356    |
| 52.0 | 76.9 | 86.8 | 70.4   | 57.1 | 543    |        |      | 1875 |      |             |       | 1918 |     |          |       | 1306    |
| 51.0 | 76.3 | 86.3 | 69.5   | 55.9 | 525    | 501    | 2.73 | 1816 |      |             |       | 1854 |     |          |       | 1286    |
| 50.0 | 75.8 | 85.7 | 68.6   | 54.7 | 509    | 488    | 2.77 | 1758 |      |             |       | 1793 |     |          |       | 1235    |
| 49.0 | 75.3 | 85.2 | 67.7   | 53.6 | 493    | 474    | 2.81 | 1702 |      |             |       | 1733 |     |          |       | 1184    |
| 48.0 | 74.7 | 84.6 | 66.8   | 52.4 | 478    | 461    | 2.85 | 1649 |      |             |       | 1676 |     |          |       | 1134    |
| 47.0 | 74.2 | 84.0 | 65.9   | 51.2 | 463    | 449    | 2.89 | 1597 |      |             |       | 1620 |     |          |       | 1084    |
| 46.0 | 73.7 | 83.5 | 65.0   | 50.1 | 449    | 436    | 2.93 | 1547 |      |             |       | 1567 |     |          |       | 1034    |
| 45.0 | 73.2 | 82.9 | 64.1   | 48.9 | 436    | 424    | 2.97 | 1498 |      |             |       | 1516 |     |          |       | 984     |
| 44.0 | 72.6 | 82.3 | 63.2   | 47.7 | 423    | 413    | 3.01 | 1452 |      |             |       | 1467 |     |          |       | 934     |
| 43.0 | 72.1 | 81.7 | 62.3   | 46.5 | 411    | 401    | 3.05 | 1407 |      |             |       | 1420 |     |          |       | 884     |
| 42.0 | 71.6 | 81.1 | 61.3   | 45.4 | 399    | 391    | 3.09 | 1364 |      |             |       | 1375 |     |          |       | 834     |
| 41.0 | 71.1 | 80.5 | 60.4   | 44.2 | 388    | 380    | 3.13 | 1322 |      |             |       | 1331 |     |          |       | 784     |

(续)

抗拉强度 MPa

度

硬

| 洛氏   | HRA  | 表面洛氏   |        |        | 维氏  | 布氏                  |                                   | 碳钢   | 铬钢   | 铬钼钢  | 铬铝钢  | 铬钼镍钢 | 铬硅钢  | 超高强度钢 | 不锈钢  | 分不   |
|------|------|--------|--------|--------|-----|---------------------|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
|      |      | HR 15N | HR 30N | HR 45N | HV  | HB 20D <sup>2</sup> | $d_{10}$ ,<br>$2d_5$<br>$4d_2$ mm |      |      |      |      |      |      |       |      |      |
| HRC  |      |        |        |        |     |                     |                                   |      |      |      |      |      |      |       |      | 钢种   |
| 40.0 | 70.5 | 79.9   | 59.5   | 43.0   | 377 | 370                 | 3.17                              | 1296 | 1249 | 1282 | 1257 | 1254 | 1290 | 1264  | 1250 | 1268 |
| 39.0 | 70.0 | 79.3   | 58.6   | 41.8   | 367 | 360                 | 3.21                              | 1263 | 1216 | 1243 | 1219 | 1216 | 1250 | 1228  | 1216 | 1232 |
| 38.0 |      | 78.7   | 57.6   | 40.6   | 357 | 350                 | 3.26                              | 1231 | 1184 | 1206 | 1182 | 1179 | 1212 | 1194  | 1184 | 1197 |
| 37.0 |      | 78.1   | 56.7   | 39.4   | 347 | 341                 | 3.30                              | 1200 | 1153 | 1171 | 1148 | 1144 | 1176 | 1161  | 1153 | 1163 |
| 36.0 |      | 77.5   | 55.8   | 38.2   | 338 | 332                 | 3.34                              | 1170 | 1124 | 1136 | 1115 | 1111 | 1141 | 1130  | 1123 | 1131 |
| 35.0 |      | 77.0   | 54.8   | 37.0   | 329 | 323                 | 3.39                              | 1141 | 1095 | 1104 | 1084 | 1079 | 1108 | 1095  | 1095 | 1100 |
| 34.0 |      | 76.4   | 53.9   | 35.9   | 320 | 314                 | 3.43                              | 1113 | 1068 | 1072 | 1054 | 1049 | 1077 | 1067  | 1067 | 1070 |
| 33.0 |      | 75.8   | 53.0   | 34.7   | 312 | 306                 | 3.48                              | 1086 | 1042 | 1042 | 1027 | 1020 | 1047 | 1041  | 1041 | 1042 |
| 32.0 |      | 75.2   | 52.0   | 33.5   | 304 | 298                 | 3.52                              | 1060 | 1016 | 1013 | 1001 | 993  | 1018 | 1015  | 1015 | 1015 |
| 31.0 |      | 74.7   | 51.1   | 32.3   | 296 | 291                 | 3.56                              | 1034 | 991  | 985  | 976  | 967  | 991  | 990   | 990  | 989  |
| 30.0 |      | 74.1   | 50.2   | 31.1   | 289 | 283                 | 3.61                              | 1009 | 967  | 959  | 953  | 943  | 966  | 973   | 966  | 964  |
| 29.0 |      | 73.5   | 49.2   | 29.9   | 281 | 276                 | 3.65                              | 984  | 943  | 933  | 932  | 919  | 941  | 951   | 942  | 940  |
| 28.0 |      | 73.0   | 48.3   | 28.7   | 274 | 269                 | 3.70                              | 961  | 920  | 909  | 912  | 897  | 918  | 930   | 919  | 917  |
| 27.0 |      | 72.4   | 47.3   | 27.5   | 268 | 263                 | 3.74                              | 937  | 898  | 886  | 893  | 877  | 897  | 910   | 897  | 895  |
| 26.0 |      | 71.9   | 46.4   | 26.3   | 261 | 257                 | 3.78                              | 914  | 876  | 864  | 876  | 857  | 876  | 892   | 875  | 874  |
| 25.0 |      | 71.4   | 45.5   | 25.1   | 255 | 251                 | 3.83                              | 892  | 855  | 843  | 860  | 838  | 874  | 874   | 853  | 854  |
| 24.0 |      | 70.8   | 44.5   | 23.9   | 249 | 245                 | 3.87                              | 870  | 834  | 823  | 845  | 821  | 853  | 856   | 832  | 835  |
| 23.0 |      | 70.3   | 43.6   | 22.7   | 243 | 240                 | 3.91                              | 849  | 814  | 803  | 831  | 805  | 840  | 840   | 812  | 816  |
| 22.0 |      | 69.8   | 42.6   | 21.5   | 237 | 234                 | 3.95                              | 829  | 794  | 780  | 819  | 789  | 825  | 825   | 792  | 799  |
| 21.0 |      | 69.3   | 41.7   | 20.4   | 231 | 229                 | 4.00                              | 809  | 775  | 767  | 807  | 775  | 810  | 810   | 773  | 782  |
| 20.0 |      | 68.8   | 40.7   | 19.2   | 226 | 225                 | 4.03                              | 790  | 757  | 751  | 797  | 761  | 796  | 796   | 754  | 767  |
| 19.0 |      | 68.3   | 39.8   | 18.0   | 221 | 220                 | 4.07                              | 771  | 739  | 735  | 788  | 749  | 782  | 782   | 737  | 752  |
| 18.0 |      | 67.8   | 38.9   | 16.8   | 216 | 216                 | 4.11                              | 753  | 723  | 719  | 779  | 737  | 769  | 769   | 719  | 737  |
| 17.0 |      | 67.3   | 37.9   | 15.6   | 211 | 211                 | 4.15                              | 736  | 706  | 705  | 772  | 726  | 757  | 757   | 703  | 724  |

注: 1. 本表所列各种钢的换算值, 对含碳量由低到高的钢种基本适用, 但只有当试样组织均匀一致时, 才能得到较精确的结果。

2. 表中洛氏硬度 HRC17.0~19 和 HRC68~70.0 区间, 以及布氏硬度 HB450~501 区间的换算, 分别超出金属洛氏硬度试验法 (GB230—63) 和金属布氏硬度试验法 (GB231—63) 所规定的范围, 仅供参考。

3. “不分钢种”栏所列的强度值, 适用于换算精度要求不高的一般钢种。

4. 表中  $d_{10}$ ——钢球为 10mm 时的压痕直径;  $d_5$ ——钢球为 5mm 时的压痕直径;  $d_2$ ——钢球为 2.5mm 时的压痕直径。

5. 本表不包括低合金钢。