



R77.8673  
121

# 仪器仪表结构设计手册

主编 王惠敏 王仲彬

编委(按姓氏笔划为序)

丁伯瑜 王中正 王仲彬 王惠敏  
许惠英 邱松发 谷素梅 何献忠  
郭在德 盛鸿亮 樊大钧

国防工业出版社

## 内 容 简 介

《仪器仪表结构设计手册》内容分为以下几个部分。

第一部分为常用设计资料。主要包括一般标准、规范；公差与配合、形位公差、表面粗糙度；紧固件；螺纹；铸件、冷冲压件及塑料零件结构设计；常用材料、热处理、金属的电镀和氧化。

第二部分为零部件结构设计。主要包括弹性元件；带传动和套筒滚子链传动；渐开线齿轮传动；修正摆线、行星齿轮传动；螺旋传动；支承；直线导轨；联轴节与离合器；限位器与定位器；阻尼器与减振器；可变光阑；光学零件的固紧结构。

第三部分为常用元器件。主要包括读数与显示元件；接插件；微电机与电器元件；电光源；水准器。

第四部分为常用机构与参考结构。主要包括光学组件；微动装置；轴系；快门机构等。

书后附有附录。主要包括常用单位换算、截面几何特性及力学特性、常用材料的密度、硬度及摩擦系数等。

本书可作为从事仪器仪表设计、研究和生产的科技人员的参考书，也可供有关高等、中等院校相应专业的师生应用。

### 仪器仪表结构设计手册

主编 王惠敏 王仲彬

责任编辑 彭华良

国防工业出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

787×1092 1/16 印张90<sup>1</sup>/<sub>2</sub> 插页2 2124千字

1989年10月第一版 1989年10月第一次印刷 印数：0,001—3,080册

ISBN 7-118-00162-7/TH9 定价：48.30元

科技新书目 201-031

## 前 言

仪器仪表是工业系统的重要组成部分,随着四化建设的迅猛发展,它的使用更为广泛,技术要求更高。为了适应这种形势的需要和广大读者的要求,我们编写了这部《仪器仪表结构设计手册》。

本手册的主要特点是:

1. 编写时采用图表合一,公式、数据表格化,并辅以必要的说明。力求简明扼要,准确易查。

2. 选材时收集了近期出现的新技术和新产品。如少齿差行星齿轮传动、谐波齿轮传动、直线运动球轴承、新型快门机构、波纹管联轴节、显示器件、国外小型滚珠丝杠尺寸系列等。

3. 适应了标准更新。选编或部分引用的标准,均为1983年3月底以前批准、颁布的有关国家标准及部颁标准;

4. 贯彻了国家法定计量单位。对选用的国家(或部颁)标准及其它资料中有关计量单位全书均统一换算为法定计量单位。

仪器仪表结构涉及面甚广,鉴于本书的手册性质及篇幅有限,故编写时以设计计算、数据、典型结构及一些系列为主。对内容不作过多细述和解释。

常用材料、形位公差、表面粗糙度等部分中的应用举例,并非完全引自标准原文,大部分是编者针对本手册的类型,参阅有关资料编写的,便于读者参考选用。

本手册引用的国标、部标、企标中有关表面光洁度问题,暂按《GB 1031-83》说明中对应关系改为表面粗糙度。以后如与修改的新国标、新部标、新企标相矛盾,则应以新标准为准。

本手册由北京工业学院精密机械教研室、光学仪器教研室部分同志集体编写。由何献忠、盛鸿亮任组长,樊大钧任顾问,王惠敏、王仲彬任主编。参加编写的有:王惠敏(第一章中的常用材料,十六章,十七章中的减振器,十八章,二十三章);王中正(第一章中的热处理、金属的电镀和氧化,第六章);丁伯瑜(第二章中的公差与配合、形位公差、表面粗糙度,八、九、十、十一、二十四章);何献忠(第三、七章,二十二章中的刻线、字型、显示器件,二十五章);王仲彬(第二章中的尺寸链计算,四、五、十三、二十一章,第二十二章中的光栅,附录);盛鸿亮(第十二、十四、二十六章);许惠英(第十五、二十章);谷素梅(第十七章中的阻尼器);邱松发(第十九章);郭在德编写了上述第四、五、二十一章的初稿。第八章由主编修改定稿。

黄航汉、蒋月娟、苑敏燕等同志负责绘图。

手册编写过程中,曾得到仪器仪表总局、有关工业部及其所属厂、所、兄弟院校同志们的热情支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

由于我们经验不足,水平有限,加之调查研究和资料收集尚不充分,缺点和错误在所难免,敬请广大读者批评指正。

《仪器仪表结构设计手册》编写组 1984年10月

## 目 录

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| <b>第一章 常用材料、热处理、金属的电镀和氧化</b> .....    | 1   |
| <b>一、黑色金属材料</b> .....                 | 1   |
| 1. 钢铁产品牌号表示方法 .....                   | 1   |
| 2. 碳钢及合金钢 .....                       | 2   |
| 3. 铸铁、铸钢 .....                        | 18  |
| 4. 钢板、钢带 .....                        | 21  |
| 5. 钢丝 .....                           | 25  |
| 6. 钢管 .....                           | 28  |
| 7. 型材 .....                           | 29  |
| <b>二、有色金属材料</b> .....                 | 35  |
| 1. 有色金属材料牌号的表示方法 .....                | 35  |
| 2. 铜及铜合金 .....                        | 36  |
| 3. 铝及铝合金 .....                        | 48  |
| <b>三、精密合金</b> .....                   | 60  |
| <b>四、非金属材料</b> .....                  | 63  |
| <b>五、热处理</b> .....                    | 77  |
| 1. Fe-Fe <sub>3</sub> C相图与说明 .....    | 77  |
| 2. 钢的热处理 .....                        | 78  |
| 3. 有色金属热处理的原理及目的和应用 .....             | 80  |
| 4. 热处理对零件结构的要求 .....                  | 80  |
| 5. 几种典型仪器零件的热处理要求及简要工艺规范 .....        | 81  |
| 6. 常用金属材料热处理后可能达到的硬度值 .....           | 85  |
| <b>六、金属的电镀和氧化</b> .....               | 86  |
| 1. 名词及术语 .....                        | 86  |
| 2. 表示方法及说明 .....                      | 88  |
| 3. 常用镀层的一般特性 .....                    | 93  |
| 4. 金属镀层厚度的选择 .....                    | 96  |
| <b>第二章 公差与配合、形位公差、表面粗糙度及尺寸链</b> ..... | 104 |
| <b>一、公差与配合</b> .....                  | 104 |
| 1. 标准公差和基本偏差 .....                    | 104 |
| 2. 尺寸至500mm的孔、轴公差带与配合 .....           | 126 |
| 3. “公差与配合”新旧国标对照 .....                | 135 |
| 4. 尺寸至18mm的孔、轴公差带 .....               | 136 |
| 5. 未注公差尺寸的极限偏差 .....                  | 146 |
| 6. 基准制、精度等级和配合的选择 .....               | 147 |
| <b>二、形状和位置公差</b> .....                | 151 |
| 1. 形位公差的代号 .....                      | 151 |
| 2. 形位公差值 .....                        | 152 |
| 3. 形状和位置公差精度等级的应用 .....               | 156 |
| 4. 孔的中心距公差（由尺寸公差控制） .....             | 158 |
| <b>三、表面粗糙度</b> .....                  | 161 |
| 1. 术语和定义 .....                        | 161 |
| 2. 表面粗糙度的参数及其数值系列 .....               | 164 |
| 3. 表面粗糙度附加的评定参数和数值 .....              | 165 |
| 4. 取样长度 $l$ 和评定长度 $l_n$ 的选用（参考） ..... | 166 |
| 5. 表面粗糙度的一般规定 .....                   | 167 |
| 6. 表面粗糙度的表面特征代（符）号及其标注法 .....         | 167 |
| 7. 表面光洁度 .....                        | 173 |
| 8. 表面粗糙度的选择 .....                     | 174 |
| <b>四、尺寸公差、形位公差、表面粗糙度之间的关系</b> .....   | 183 |
| 1. 形状公差与尺寸公差的关系 .....                 | 183 |
| 2. 位置公差与尺寸公差的关系 .....                 | 185 |
| 3. 形状公差与位置公差的关系 .....                 | 186 |
| 4. 表面粗糙度与尺寸公差的关系 .....                | 186 |
| 5. 形状公差与表面粗糙度的关系 .....                | 187 |
| <b>五、尺寸链</b> .....                    | 188 |
| 1. 基本术语 .....                         | 188 |
| 2. 装配尺寸链的分析计算 .....                   | 189 |
| 3. 零件尺寸链的分析计算 .....                   | 194 |

### 第三章 一般标准和规范 .....196

#### 一、优先数和优先数系 .....196

1. 术语和定义 .....196
2. 系列的种类和代号 .....196
3. 应用原则 .....200

#### 二、标准长度 .....201

#### 三、标准直径 .....204

#### 四、标准锥度 .....208

#### 五、标准角度 .....209

#### 六、零件倒角和圆角 .....209

1. 轴与套的倒圆半径 .....209
2. 轴与套的倒角 .....209
3. 倒角与倒圆半径配合尺寸 .....210
4. 倒角与倒圆半径系列 .....210

#### 七、球面半径 .....210

#### 八、连接零件沉头座及通孔尺寸 .....211

#### 九、滚花 .....213

#### 十、齿纹 .....213

1. 牙型和尺寸 .....213
2. 制图上的画法和标注 .....214

#### 十一、T型槽 .....214

#### 十二、润滑槽 .....215

1. 轴承上的润滑槽 .....215
2. 平面上用的润滑槽 .....215

#### 十三、砂轮越程槽 .....216

1. 磨端面及内、外圆 .....216
2. 磨平面及刮平面 .....216

#### 十四、中心孔 .....217

#### 十五、起子槽 .....218

#### 十六、承钉孔 .....219

#### 十七、铆钉连接通孔尺寸及铆钉长

##### 度的选择 .....219

1. 铆钉通孔及沉头孔尺寸 .....220
2. 半圆头铆钉长度 .....220
3. 沉头铆钉长度 .....220

#### 十八、扳手空间 .....221

#### 十九、铣制槽 .....222

#### 二十、焊缝代号 .....222

1. 基本符号 .....223

#### 2. 辅助符号 .....224

#### 3. 引出线 .....225

#### 4. 焊缝尺寸符号及其标注方法 .....226

### 二十一、点焊要素 .....228

#### 1. 金属的可焊性 .....228

#### 2. 金属点焊范围 .....228

#### 3. 焊点直径 .....228

#### 4. 焊点间距及到边缘的最小距离 .....228

### 第四章 螺纹 .....229

#### 一、普通螺纹的术语 .....229

#### 二、螺纹的种类、特点和应用 .....232

#### 三、普通螺纹和光学仪器特种细

##### 牙螺纹 .....234

#### 1. 普通螺纹和光学仪器特种细牙螺

##### 纹的基本牙型规定 .....234

#### 2. 普通螺纹和光学仪器特种细牙螺

##### 纹的直径和螺距系列 .....234

#### 3. 普通螺纹和光学仪器特种细牙螺

##### 纹的基本尺寸 .....238

#### 4. 普通螺纹的公差与配合 .....246

#### 5. 普通螺纹偏差表 .....255

#### 6. 光学仪器特种细牙螺纹公差带位

##### 置和公差 .....266

#### 7. 螺纹标记 .....267

#### 四、过渡配合螺纹 .....268

#### 1. 过渡配合螺纹（旋入铸铁、钢体） .....268

#### 2. 过渡配合螺纹（旋入铝体） .....270

#### 3. 过渡配合螺纹代号 .....271

#### 五、过盈配合螺纹（旋入铝体） .....271

#### 六、管螺纹 .....272

#### 1. 圆柱状管螺纹 .....272

#### 2. 米制锥螺纹 .....272

#### 3. 圆锥状管螺纹 .....274

#### 4. 光学仪器用目镜螺纹 .....275

#### 5. 显微物镜螺纹 .....276

#### 七、梯形螺纹 .....277

#### 八、灯头和灯座用圆螺纹 .....281

#### 九、锯齿形螺纹 .....281

#### 十、螺纹自锁和效率 .....285

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| <b>第五章 紧固零件</b> .....              | 286 |
| 一、螺纹紧固件联接的基本类型及其应用                 | 286 |
| 二、螺纹紧固件的常用材料                       | 286 |
| 三、紧固件的标记方法                         | 287 |
| 四、紧固零件标准汇编                         | 287 |
| 1. 螺钉                              | 287 |
| 2. 螺栓                              | 304 |
| 3. 螺母                              | 306 |
| 4. 销                               | 312 |
| 5. 垫圈                              | 316 |
| 6. 挡圈                              | 322 |
| 7. 铆钉                              | 326 |
| 8. 键                               | 332 |
| <b>第六章 铸件、冷冲压件及塑料零件的结构设计</b> ..... | 337 |
| 一、铸件的结构设计                          | 337 |
| 1. 常用合金铸件结构的特点                     | 337 |
| 2. 铸件的结构要素                         | 338 |
| 3. 铸件的成品质量                         | 344 |
| 4. 熔模铸件的结构设计                       | 345 |
| 5. 压铸件的结构设计                        | 348 |
| 6. 结构对比与改进示例说明                     | 349 |
| 二、冷冲压件的结构设计                        | 352 |
| 1. 冷冲压件对材料的要求                      | 352 |
| 2. 冷冲压件的结构要素                       | 353 |
| 3. 冷冲压件的尺寸精度                       | 359 |
| 三、塑料零件设计                           | 361 |
| 1. 设计塑料零件时的材料选择                    | 361 |
| 2. 塑料零件的结构设计                       | 364 |
| 3. 塑料零件的尺寸公差                       | 368 |
| 4. 塑料零件结构设计的正误对比说明                 | 369 |
| <b>第七章 弹性元件</b> .....              | 372 |
| 一、种类                               | 372 |
| 二、普通圆柱形螺旋弹簧                        | 372 |
| 1. 型式、参数名称及代号                      | 372 |
| 2. 允许偏差和公差                         | 374 |
| 3. 圆柱螺旋弹簧设计与计算                     | 376 |
| 4. 标准化系列                           | 382 |
| 5. 弹簧典型工作图                         | 415 |
| 三、矩形截面圆柱形螺旋弹簧                      | 417 |
| 1. 基本公式                            | 417 |
| 2. 弹簧坯料尺寸计算                        | 417 |
| 四、圆锥形螺旋弹簧                          | 419 |
| 五、碟形弹簧                             | 419 |
| 1. 碟簧的型式、尺寸、参数及技术                  | 419 |
| 2. 要求                              | 419 |
| 3. 单个碟簧的计算                         | 424 |
| 4. 标记示例                            | 424 |
| 六、片板弹簧                             | 424 |
| 1. 直线状片簧                           | 424 |
| 2. 曲线状片簧                           | 424 |
| 3. 大变形片簧                           | 427 |
| 七、游丝与发条                            | 427 |
| 1. 游丝                              | 427 |
| 2. 发条                              | 430 |
| 八、膜片、膜盒                            | 431 |
| 1. 膜片计算                            | 431 |
| 2. 国内现行生产的部分膜片、膜盒规格                | 433 |
| 九、弹簧管                              | 435 |
| 1. C型弹簧管计算                         | 435 |
| 2. 国内现行生产的弹簧管部分规格                  | 437 |
| 十、金属波纹管                            | 437 |
| 1. 型式、材料                           | 438 |
| 2. 尺寸和基本参数                         | 438 |
| <b>第八章 带传动和套筒滚子链传动</b> .....       | 442 |
| 一、三角带传动                            | 442 |
| 1. 三角胶带                            | 442 |
| 2. 微型V带                            | 449 |
| 二、高速带传动                            | 451 |
| 1. 高速带传动的特点和应用                     | 451 |
| 2. 高速带的规格                          | 452 |
| 3. 高速带传动的设计计算                      | 453 |
| 4. 高速带带轮                           | 454 |
| 三、绳传动                              | 455 |

|                                          |     |                            |     |
|------------------------------------------|-----|----------------------------|-----|
| 1. 绳传动的特点和应用 .....                       | 455 | 5. 圆锥齿轮典型工作图和技术条件 .....    | 584 |
| 2. 绳的材料和绳轮结构 .....                       | 457 | 四、蜗杆传动 .....               | 585 |
| 3. 传动绳端部的固定 .....                        | 458 | 1. 普通圆柱蜗杆传动几何尺寸的计算 .....   | 585 |
| 四、同步齿形带传动 .....                          | 458 | 2. 普通圆柱蜗杆传动的强度校核 .....     | 588 |
| 1. 同步齿形带传动的特点 .....                      | 458 | 3. 蜗杆、蜗轮的常用材料和许用接触应力 ..... | 590 |
| 2. 同步齿形带的结构和规格 .....                     | 459 | 4. 蜗杆、蜗轮的典型结构和尺寸 .....     | 591 |
| 3. 同步齿形带传动的设计计算 .....                    | 463 | 5. 蜗杆传动公差 .....            | 593 |
| 4. 同步齿形带带轮的结构和几何尺寸计算 .....               | 465 | 6. 蜗杆、蜗轮工作图和技术条件 .....     | 611 |
| 五、弹簧带传动 .....                            | 468 | 第十章 修正摆线齿轮传动 .....         | 613 |
| 1. 弹簧带传动的特点 .....                        | 468 | 一、修正摆线齿轮(钟表齿轮)传动的特点 .....  | 613 |
| 2. 设计计算公式 .....                          | 468 | 二、修正摆线齿轮的齿形和模数系列 .....     | 613 |
| 3. 弹簧带的端部联接和带轮结构 .....                   | 469 | 三、修正摆线齿轮传动的几何计算 .....      | 616 |
| 六、带传动的张紧方法 .....                         | 470 | 1. 钟表齿轮齿形参数计算式 .....       | 616 |
| 七、齿孔带传动 .....                            | 471 | 2. 双圆弦修正摆线齿轮的计算公式 .....    | 622 |
| 1. 齿孔带的几何尺寸 .....                        | 472 | 3. 摆线销轮传动 .....            | 622 |
| 2. 齿轮 .....                              | 473 | 4. 钟表端面齿轮啮合 .....          | 623 |
| 3. 齿孔带传动的计算 .....                        | 475 | 四、钟表齿轮典型结构和工作图 .....       | 625 |
| 八、套筒滚子链传动 .....                          | 475 | 第十一章 行星齿轮传动 .....          | 627 |
| 1. 套筒滚子链的结构和规格 .....                     | 475 | 一、渐开线齿轮行星传动 .....          | 627 |
| 2. 套筒滚子链传动的设计计算 .....                    | 476 | 1. 行星齿轮传动的类型、特点和效率 .....   | 627 |
| 3. 链轮 .....                              | 480 | 2. 行星齿轮传动主要参数的确定 .....     | 630 |
| 4. 链传动的布置和张紧 .....                       | 483 | 3. 行星传动的强度计算和验算 .....      | 637 |
| 第九章 渐开线齿轮传动 .....                        | 485 | 4. 结构设计 .....              | 639 |
| 一、渐开线圆柱齿轮模数 .....                        | 485 | 5. 技术条件 .....              | 648 |
| 二、渐开线圆柱齿轮传动计算 .....                      | 486 | 二、渐开线少齿差行星齿轮传动 .....       | 648 |
| 1. 标准渐开线圆柱齿轮传动的几何计算 .....                | 486 | 1. 少齿差行星传动的结构、传动比和特点 ..... | 648 |
| 2. 变位圆柱齿轮传动的几何计算 .....                   | 488 | 2. 少齿差内齿轮副几何计算 .....       | 652 |
| 3. 传动系统的设计计算 .....                       | 498 | 3. 截锥形齿坯渐开线少齿差内啮合传动 .....  | 664 |
| 4. 渐开线圆柱齿轮的强度校核 .....                    | 502 | 4. 渐开线零齿差内齿轮副的几何计算 .....   | 670 |
| 5. 圆柱齿轮的结构 .....                         | 524 | 5. 渐开线少齿差行星减速器的输出          |     |
| 6. 圆柱齿轮的精度制 .....                        | 530 |                            |     |
| 7. 圆柱齿轮的工作图和技术条件 .....                   | 559 |                            |     |
| 三、圆锥齿轮传动(轴交角 $\theta_x=90^\circ$ ) ..... | 561 |                            |     |
| 1. 直齿圆锥齿轮传动几何尺寸计算 .....                  | 561 |                            |     |
| 2. 直齿圆锥齿轮传动强度校核 .....                    | 563 |                            |     |
| 3. 直齿圆锥齿轮的典型结构 .....                     | 567 |                            |     |
| 4. 圆锥齿轮传动公差 .....                        | 570 |                            |     |

|                                    |     |                           |     |
|------------------------------------|-----|---------------------------|-----|
| 机构 .....                           | 677 | 7. 滚动螺旋副的材料与热处理 .....     | 750 |
| 6. 少齿差行星减速器的效率计算 .....             | 683 | 8. 滚动螺旋的零件图例 .....        | 751 |
| 7. 少齿差行星传动齿轮副强度校核 .....            | 684 | 四、静压螺旋 .....              | 752 |
| 8. 转臂轴承的选择 .....                   | 684 | 1. 静压螺旋的结构 .....          | 752 |
| 三、摆线针轮行星传动 .....                   | 684 | 2. 静压螺旋的设计计算 .....        | 755 |
| 1. 摆线针轮行星传动的结构和特点 .....            | 684 | 3. 静压螺旋的应用实例 .....        | 757 |
| 2. 摆线针轮行星传动正确啮合的条件 .....           | 685 | 第十三章 支承 .....             | 759 |
| 3. 主要参数的选择 .....                   | 685 | 一、滑动摩擦支承 .....            | 759 |
| 4. 摆线针轮行星传动的主要几何关系 .....           | 689 | 1. 圆柱面支承 .....            | 759 |
| 5. 输出机构 .....                      | 690 | 2. 其它型式的滑动摩擦支承 .....      | 763 |
| 6. 摆线针轮行星传动的效率计算 .....             | 690 | 3. 常用滑动轴承的结构型式和基本尺寸 ..... | 770 |
| 四、谐波齿轮传动 .....                     | 691 | 4. 常用轴瓦材料的性能 .....        | 786 |
| 1. 谐波齿轮传动的结构和分类 .....              | 691 | 5. 常用宝石轴承的结构型式和基本尺寸 ..... | 788 |
| 2. 谐波齿轮传动的运动简图和传动比 .....           | 693 | 二、滚动摩擦支承 .....            | 793 |
| 3. 柔轮的结构型式、联接方式和几何参数 .....         | 695 | 1. 滚动轴承 .....             | 793 |
| 4. 波发生器的结构形式、几何参数和变形柔轮的中性线方程 ..... | 700 | 2. 非标准散装滚动轴承 .....        | 866 |
| 5. 谐波齿轮传动啮合的几何计算 .....             | 708 | 3. 刀口支承 .....             | 872 |
| 6. 谐波齿轮传动主要零件的材料和工艺条件 .....        | 711 | 三、弹性摩擦支承 .....            | 880 |
| 7. 谐波齿轮传动效率 .....                  | 712 | 1. 弹性摩擦支承的型式及特点 .....     | 880 |
| 8. 谐波齿轮传动主要零件工作图 .....             | 712 | 2. 十字形片簧弹性摩擦支承 .....      | 880 |
| 第十二章 螺旋传动 .....                    | 717 | 3. 张丝和吊丝弹性摩擦支承 .....      | 884 |
| 一、螺旋传动的种类和特点 .....                 | 717 | 四、流体摩擦支承 .....            | 888 |
| 二、滑动螺旋 .....                       | 719 | 1. 各种流体摩擦支承的性能比较 .....    | 888 |
| 1. 滑动螺旋副的设计计算 .....                | 719 | 2. 液体静压轴承 .....           | 889 |
| 2. 滑动螺旋副的材料 .....                  | 722 | 3. 气体静压轴承 .....           | 911 |
| 3. 螺纹主要参数的误差和公差 .....              | 723 | 第十四章 直线导轨 .....           | 919 |
| 4. 精密螺旋传动的结构 .....                 | 727 | 一、直线导轨的种类和特点 .....        | 919 |
| 三、滚动螺旋 .....                       | 733 | 二、滑动导轨 .....              | 922 |
| 1. 滚动螺旋的结构类型 .....                 | 733 | 1. 滑动导轨的结构类型 .....        | 922 |
| 2. 滚动螺旋副的承载能力和寿命 .....             | 735 | 2. 滑动导轨的计算 .....          | 925 |
| 3. 滚动螺旋副的尺寸计算和系列 .....             | 737 | 3. 滑动导轨的结构尺寸 .....        | 927 |
| 4. 滚动螺旋副的精度等级和标记代号 .....           | 745 | 4. 滑动导轨的材料和技术要求 .....     | 934 |
| 5. 滚动螺旋副的选择和计算 .....               | 746 | 5. 滑动导轨的结构图例 .....        | 935 |
| 6. 滚动螺旋的公差及表面粗糙度 .....             | 748 | 三、滚动导轨 .....              | 937 |
|                                    |     | 1. 滚动导轨的结构类型 .....        | 937 |
|                                    |     | 2. 滚动导轨的计算 .....          | 943 |
|                                    |     | 3. 滚珠导轨的材料和技术要求 .....     | 946 |

|                           |      |                               |      |
|---------------------------|------|-------------------------------|------|
| 4. 滚动导轨的结构及其图例 .....      | 947  | 3. 常用减振器及其布置 .....            | 1017 |
| 四、液体静压导轨 .....            | 951  | 4. 减振器的选用、设计和安装 .....         | 1027 |
| 1. 静压导轨的结构 .....          | 951  |                               |      |
| 2. 液体静压导轨的计算 .....        | 953  |                               |      |
| <b>第十五章 联轴节与离合器</b> ..... | 959  | <b>第十八章 可变光阑</b> .....        | 1032 |
| 一、联轴节 .....               | 959  | 一、虹彩光阑 .....                  | 1032 |
| 1. 套管联轴节 .....            | 959  | 1. 计算法 .....                  | 1033 |
| 2. 拨销联轴节 .....            | 959  | 2. 图解法 .....                  | 1036 |
| 3. 弹性拨销联轴节 .....          | 962  | 3. 虹彩光阑的结构尺寸 .....            | 1037 |
| 4. 十字滑块联轴节 .....          | 963  | 二、等间隔可变光阑 .....               | 1037 |
| 5. 弹性管联轴节 .....           | 965  | 1. 导槽式等转角可变光阑的图解法 .....       | 1037 |
| 6. 波纹管联轴节 .....           | 967  | 2. 曲线导板式等间隔可变光阑 .....         | 1037 |
| 7. 薄膜联轴节 .....            | 967  | 三、可变光阑结构举例 .....              | 1044 |
| 8. 万向联轴节 .....            | 968  |                               |      |
| 二、离合器 .....               | 978  | <b>第十九章 光学零件的固紧及其结构</b> ..... | 1047 |
| 1. 牙嵌离合器 .....            | 978  | 一、圆形光学零件的固紧及其结构 .....         | 1047 |
| 2. 摩擦离合器 .....            | 980  | 1. 单片及双胶透镜的固紧结构 .....         | 1047 |
| 3. 安全离合器 .....            | 983  | 2. 透镜组的固紧结构 .....             | 1060 |
| 4. 单向离合器 .....            | 983  | 二、非圆形光学零件的固紧及其结构 .....        | 1062 |
| <b>第十六章 限动器和定位器</b> ..... | 984  | 1. 反射棱镜的固紧结构 .....            | 1062 |
| 一、限动器 .....               | 984  | 2. 平面镜的固紧结构 .....             | 1070 |
| 1. 螺旋限动器 .....            | 984  | 三、光学零件与非光学零件的胶接固紧结构 .....     | 1071 |
| 2. 垫圈限动器 .....            | 988  | 1. 光学零件与非光学零件胶接的要求 .....      | 1071 |
| 3. 齿轮凸块限动器 .....          | 991  | 2. 胶接结构的特点 .....              | 1071 |
| 4. 齿轮挡销限动器 .....          | 993  | 3. 胶接固紧结构 .....               | 1071 |
| 5. 蜗轮限动器 .....            | 995  |                               |      |
| 二、定位器 .....               | 996  | <b>第二十章 水准器</b> .....         | 1074 |
| 1. 刚性定位器 .....            | 996  | 一、水准泡 .....                   | 1074 |
| 2. 弹性定位器 .....            | 996  | 1. 圆形水准泡的基本参数及尺寸 .....        | 1074 |
| <b>第十七章 阻尼器和减振器</b> ..... | 1001 | 2. 普通式管状水准泡的基本参数及尺寸 .....     | 1076 |
| 一、阻尼器 .....               | 1001 | 3. 补偿式管状水准泡的基本参数及尺寸 .....     | 1078 |
| 1. 仪器(表)的运动系统 .....       | 1001 | 4. 隔室式管状水准泡的基本参数及尺寸 .....     | 1079 |
| 2. 空气阻尼器 .....            | 1006 | 5. 水准泡的主要技术条件 .....           | 1080 |
| 3. 液体阻尼器 .....            | 1011 | 二、水准器 .....                   | 1081 |
| 4. 磁感应阻尼器 .....           | 1012 | 1. 圆形水准器 .....                | 1081 |
| 二、减振器 .....               | 1015 |                               |      |
| 1. 隔振原理 .....             | 1015 |                               |      |
| 2. 隔振设计 .....             | 1016 |                               |      |

2. 管状水准器 .....1084
3. 几种常用的非标准水准器 .....1088

## 第二十一章 操作件 .....1090

### 一、手轮类 .....1090

1. 小波纹手轮 .....1090
2. 小手轮 .....1091
3. 手轮 .....1092
4. 光学仪器用手轮 .....1093
5. 光学仪器用波纹手轮 .....1096
6. 光学仪器用十字手轮 .....1097

### 二、手柄类 .....1098

1. 手柄 .....1098
2. 直手柄 .....1099
3. 小转动手柄 .....1100
4. 转动手柄 .....1101
5. 球头手柄 .....1102
6. 单柄对重手柄 .....1103
7. 手柄球 .....1104
8. 手柄套 .....1104
9. 手柄杆 .....1105
10. 定位手柄 .....1106
11. 变位手柄杆 .....1107
12. 手柄座 .....1108
13. 锁紧手柄座 .....1109
14. 圆盘手柄座 .....1109
15. 定位手柄座 .....1110
16. 提转定位手柄座 .....1111
17. 光学仪器用半耳手柄 .....1112
18. 光学仪器用菱形手柄 .....1112

### 三、把手类 .....1113

1. 把手 .....1113
2. 圆头把手 .....1113
3. 十字把手 .....1114
4. 星形把手 .....1114
5. 定位把手 .....1115
6. 捏手 .....1116
7. 嵌套 .....1117

### 四、旋钮类 .....1117

1. 圆柱旋钮 .....1118
2. 圆盘旋钮 .....1119
3. 短肩旋钮 .....1119

4. 长肩旋钮 .....1120
5. 摇柄旋钮 .....1120
6. 圆柱套轴旋钮 .....1121
7. 短肩套轴旋钮 .....1121

## 第二十二章 示数零件与显示元

### 器件 .....1122

### 一、刻线、字型 .....1122

1. 金属零件上的分划线 .....1122
2. 字型及符号 .....1124
3. 精饰与着色 .....1131

### 二、显示器件 .....1131

1. 荧光数码管 .....1131
2. 辉光数码管 .....1131
3. 平板荧光数码管 .....1132
4. 液晶数字显示器件 .....1133
5. 计数单元 .....1133

### 三、光栅 .....1134

1. 光栅的分类 .....1134
2. 长光栅 .....1134
3. 圆光栅 .....1137
4. 光栅的衍射 .....1137
5. 光栅参数的选择 .....1140
6. 光栅的误差 .....1141
7. 光栅的固定方法及其特点 .....1141
8. 部分光栅的型号及规格 .....1142

## 第二十三章 接插件 .....1148

### 一、圆形插头座 .....1148

1. P型插头座 .....1148
2. Q型小圆形插头座 .....1164
3. CX型插头座 .....1169
4. CL型插头座 .....1173
5. YC 20-12型插头座 .....1174
6. X 12小型插头座 .....1175
7. XS 12型插头座 .....1178

### 二、矩形插头座 .....1180

1. CA型矩形插头座 .....1180
2. AZ型矩形插头座 .....1184
3. BZ-6C型矩形插头座 .....1185

|                            |             |
|----------------------------|-------------|
| 4. CB型小矩形插头座 .....         | 1189        |
| <b>三、高频、高低频混装插头座 .....</b> | <b>1191</b> |
| 1. L16型高频插头座 .....         | 1191        |
| 2. Q9型高频插头座 .....          | 1194        |
| 3. D型插头座 .....             | 1198        |
| 4. D42型高低频混装插头座 .....      | 1201        |

## 第二十四章 微电机和电器元件 .....1203

|                            |             |
|----------------------------|-------------|
| <b>一、微电机 .....</b>         | <b>1203</b> |
| 1. 伺服电动机 .....             | 1203        |
| 2. 步进电动机 .....             | 1222        |
| 3. 测速发电机 .....             | 1227        |
| 4. 同步电动机 .....             | 1229        |
| 5. 直流电动机 .....             | 1232        |
| <b>二、继电器 .....</b>         | <b>1235</b> |
| 1. JR型直流电磁继电器 .....        | 1235        |
| 2. JRX型直流电磁继电器 .....       | 1245        |
| 3. JY-16A型电磁继电器 .....      | 1253        |
| 4. JZX-10M型直流密封电磁继电器 ..... | 1255        |
| <b>三、变压器及铁芯 .....</b>      | <b>1258</b> |
| 1. 电源变压器 .....             | 1258        |
| 2. 变压器和阻流圈用铁芯片 .....       | 1261        |
| 3. 单相变压器用C形铁芯 .....        | 1266        |
| <b>四、电池 .....</b>          | <b>1274</b> |
| 1. 锌-锰电池 .....             | 1274        |
| 2. 锌-汞干电池 .....            | 1276        |
| 3. 锌-氧化银干电池 .....          | 1277        |
| 4. 硅太阳能电池 .....            | 1277        |
| 5. 碱性锌空气电池 .....           | 1279        |
| <b>五、开关 .....</b>          | <b>1281</b> |
| 1. 钮子开关 .....              | 1281        |
| 2. 微动开关 .....              | 1294        |
| 3. 按钮开关 .....              | 1301        |
| 4. 直键开关 .....              | 1307        |

## 第二十五章 电光源 .....1319

|                          |             |
|--------------------------|-------------|
| <b>一、电光源型号命名方法 .....</b> | <b>1319</b> |
| 1. 白炽光源 .....            | 1319        |
| 2. 气体放电光源 .....          | 1320        |
| <b>二、仪器仪表用灯 .....</b>    | <b>1320</b> |
| 1. 仪器灯泡 .....            | 1320        |

|                          |      |
|--------------------------|------|
| 2. 电源指示灯泡 .....          | 1327 |
| 3. 小型指示灯泡 .....          | 1329 |
| 4. 专用小型指示灯泡 (优选品种) ..... | 1332 |
| 5. 微型卤钨仪器灯泡 (硬料玻壳) ..... | 1334 |
| 6. 微型指示灯 .....           | 1335 |
| 7. 氖气辉光灯 (氖灯) .....      | 1336 |
| 8. 小电珠 .....             | 1337 |

## 三、摄影、放映用灯 .....1338

|                     |      |
|---------------------|------|
| 1. 摄影灯泡 .....       | 1338 |
| 2. 摄影管形卤钨灯 .....    | 1339 |
| 3. 球形碘钨灯 .....      | 1340 |
| 4. 小功率超高压球形氙灯 ..... | 1341 |
| 5. 照相放大灯泡 .....     | 1341 |

## 四、医疗用灯 .....1342

|                 |      |
|-----------------|------|
| 1. 无影灯泡 .....   | 1342 |
| 2. 医用微型灯泡 ..... | 1343 |

## 五、其它用途灯 .....1344

|                 |      |
|-----------------|------|
| 1. 复印卤钨灯管 ..... | 1344 |
| 2. 晒图高压汞灯 ..... | 1345 |
| 3. 脉冲氙灯 .....   | 1345 |

## 六、灯头型号命名方法 .....1347

|                |      |
|----------------|------|
| 1. 型号的字母 ..... | 1347 |
| 2. 型号的组成 ..... | 1347 |

## 七、常用灯头结构及尺寸 .....1350

|                |      |
|----------------|------|
| 1. 螺旋式灯头 ..... | 1350 |
| 2. 插口式灯头 ..... | 1351 |
| 3. 其它灯头 .....  | 1352 |

## 八、新旧灯头型号对照 .....1352

## 九、国内现行生产主要灯头型号 .....1353

## 十、灯座 .....1354

|                |      |
|----------------|------|
| 1. 白炽灯灯座 ..... | 1354 |
| 2. 非标准灯座 ..... | 1356 |

## 第二十六章 常用机构与参考结构 .....1357

### 一、物镜组 .....1357

|               |      |
|---------------|------|
| 1. 望远物镜 ..... | 1357 |
| 2. 照相物镜 ..... | 1357 |
| 3. 变倍物镜 ..... | 1359 |
| 4. 显微物镜 ..... | 1361 |

### 二、目镜组 .....1362

### 三、保护玻璃与滤光镜组 .....1366

|                       |      |
|-----------------------|------|
| 1. 保护玻璃 .....         | 1366 |
| 2. 滤光镜组 .....         | 1368 |
| 四、目距调节机构 .....        | 1370 |
| 1. 镜筒移动目距调节机构 .....   | 1370 |
| 2. 移动屋脊棱镜目距调节机构 ..... | 1371 |
| 3. 斜方棱镜目距调节机构 .....   | 1371 |
| 4. 旋转楔形镜目距调节机构 .....  | 1371 |
| 五、微动机构 .....          | 1372 |
| 六、锁紧机构 .....          | 1378 |
| 七、直线位移机构 .....        | 1382 |
| 八、俯仰机构 .....          | 1384 |
| 九、方位与解脱机构 .....       | 1385 |
| 十、轴系 .....            | 1388 |
| 1. 圆柱形轴系 .....        | 1388 |
| 2. 圆锥形轴系 .....        | 1388 |
| 3. 半运动学式圆柱形轴系 .....   | 1389 |
| 4. 平面轴系 .....         | 1390 |
| 十一、光学补偿器 .....        | 1391 |
| 1. 摆动平板玻璃补偿器 .....    | 1391 |
| 2. 移动光楔补偿器 .....      | 1393 |
| 3. 旋转双光楔补偿器 .....     | 1394 |
| 十二、摩擦器 .....          | 1395 |
| 十三、差动器 .....          | 1397 |

|              |      |
|--------------|------|
| 十四、调速器 ..... | 1400 |
|--------------|------|

|               |      |
|---------------|------|
| 十五、快门机构 ..... | 1404 |
|---------------|------|

|                           |      |
|---------------------------|------|
| 1. 钢片电子快门 .....           | 1405 |
| 2. 中心式电子快门 .....          | 1406 |
| 3. Canon-A35F机械程序快门 ..... | 1409 |
| 4. BA-465型机械程序快门 .....    | 1410 |
| 5. 电子式程序快门 .....          | 1411 |

|          |      |
|----------|------|
| 附录 ..... | 1413 |
|----------|------|

|                |      |
|----------------|------|
| 一、常用单位换算 ..... | 1413 |
|----------------|------|

|                        |      |
|------------------------|------|
| 二、常用截面的几何特性及力学特性 ..... | 1417 |
|------------------------|------|

|                     |      |
|---------------------|------|
| 三、简单形状构件的转动惯量 ..... | 1424 |
|---------------------|------|

|                    |      |
|--------------------|------|
| 四、机械传动效率的概略值 ..... | 1425 |
|--------------------|------|

|                  |      |
|------------------|------|
| 五、各种硬度值对照表 ..... | 1426 |
|------------------|------|

|                 |      |
|-----------------|------|
| 六、常用材料的密度 ..... | 1427 |
|-----------------|------|

|                    |      |
|--------------------|------|
| 七、常用材料的线膨胀系数 ..... | 1428 |
|--------------------|------|

|                   |      |
|-------------------|------|
| 八、常用材料的导热系数 ..... | 1429 |
|-------------------|------|

|                       |      |
|-----------------------|------|
| 九、常用材料的弹性模量及泊松比 ..... | 1429 |
|-----------------------|------|

|                     |      |
|---------------------|------|
| 十、常用材料的滑动摩擦系数 ..... | 1431 |
|---------------------|------|

|                        |      |
|------------------------|------|
| 十一、宝石支承材料的滑动摩擦系数 ..... | 1431 |
|------------------------|------|

|                 |      |
|-----------------|------|
| 十二、滚动摩擦系数 ..... | 1431 |
|-----------------|------|

|                 |      |
|-----------------|------|
| 十三、轴承摩擦系数 ..... | 1432 |
|-----------------|------|

|            |      |
|------------|------|
| 参考资料 ..... | 1432 |
|------------|------|

# 第一章 常用材料、热处理、 金属的电镀和氧化

## 一、黑色金属材料

### 1. 钢铁产品牌号表示方法

表1-1-1 常用化学元素符号 (摘自GB221-79)

|     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 名 称 | 铁  | 锰  | 铬  | 镍  | 钴  | 铜  | 钨  | 钼  | 钒  | 钛  | 铝  | 铌  | 钽  |
| 符 号 | Fe | Mn | Cr | Ni | Co | Cu | W  | Mo | V  | Ti | Al | Nb | Ta |
| 名 称 | 锂  | 铍  | 镁  | 钙  | 锆  | 锡  | 铅  | 铋  | 铯  | 钡  | 镧  | 铈  | 钷  |
| 符 号 | Li | Be | Mg | Ca | Zr | Sn | Pb | Bi | Cs | Ba | La | Ce | Sm |
| 名 称 | 铜  | 硼  | 碳  | 硅  | 硒  | 碲  | 砷  | 硫  | 磷  | 氮  | 氧  | 氢  |    |
| 符 号 | Ac | B  | C  | Si | Se | Te | As | S  | P  | N  | O  | H  |    |

表1-1-2 产品牌号表示方法及牌号举例 (摘自GB221-79)

| 产品类别                       | 牌 号 表 示 方 法                                                                                                                                                   | 牌 号 举 例                              |                                                  |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------|
|                            |                                                                                                                                                               | 产品名称                                 | 牌 号                                              |
| 变<br>形<br>钢<br>及<br>合<br>金 | 普通碳素钢<br><br>一般用途普通碳素钢分甲类钢、乙类钢和特类钢，分别用“A”、“B”、“C”表示。氧气转炉钢、碱性空气转炉钢应分别标出符号“Y”、“J”（平炉钢不标符号）。阿拉伯数字表示不同牌号的顺序号（随平均含碳量的递增，顺序号增大）。沸腾钢、半镇静钢应在牌号尾部分别加符号“F”、“b”（镇静钢不标符号） | 甲类钢<br>乙类钢<br>特类钢                    | A3, AY4F, AJ5<br>B2F, BY3, BJ4F<br>C4, CY4F, CJ5 |
|                            | 优质碳素结构钢<br><br>阿拉伯数字表示平均含碳量（以万分之几计）。沸腾钢和半镇静钢在牌号尾部分别加符号“F”、“b”（镇静钢不标符号）。较高含锰量的优质碳素结构钢，在阿拉伯数字后标出锰元素符号。<br>高级优质碳素结构钢，在牌号尾部加符号“A”                                 | 普通含锰量<br>优质碳素结构钢<br>较高含锰量<br>优质碳素结构钢 | 08F, 45, 20A<br>40Mn, 70Mn                       |
|                            | 碳素工具钢<br><br>平均含碳量以千分之几表示。普通含锰量碳素工具钢，在符号“T”后为阿拉伯数字。较高含锰量碳素工具钢，在符号“T”和阿拉伯数字后标出锰元素符号。<br>高级优质碳素工具钢，在牌号尾部加“A”                                                    | 普通含锰量<br>碳素工具钢<br>较高含锰量<br>碳素工具钢     | T7, T12A<br>T8Mn                                 |
|                            | 易切削钢<br><br>采用符号Y和阿拉伯数字表示。平均含碳量以万分之几计。硫易切削钢或硫磷易切削钢，牌号中不标出易切削元素符号，而含钙、铝、硒等易切削元素的易切削钢，在牌号尾部标出易切削元素符号。较高含锰量的易切削碳素结构钢，在符号Y和阿拉伯数字后标出锰元素符号                          | 易切削碳素结构钢<br>较高含锰量<br>易切削碳素结构钢        | Y12<br>Y40Mn                                     |

(续)

| 产品类别   | 牌 号 表 示 方 法                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 牌 号 举 例                 |                                                                   |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------|
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 产品名称                    | 牌 号                                                               |
| 变形钢及合金 | 合金钢<br>用合金元素符号和阿拉伯数字表示。<br>低合金钢、合金结构钢、合金弹簧钢等，用二位数字表示平均含碳量（以万分之几计）。不锈钢、耐热钢等一般用一位数字表示平均含碳量（以千分之几计）。合金工具钢、高速工具钢、高碳轴承钢等，一般不标出含碳量数字，但平均含碳量小于1.00%时，可用一位数字表示含碳量（以千分之几计）<br>平均合金含量小于1.50%时，钢号中仅标明元素，一般不标明合金元素含量；平均合金含量为1.50~2.49%、2.50~3.49%...22.5%~23.49%...时，相应地写成2、3...23...。高碳铬轴承钢，其含铬量用千分之几计，并在牌号头部加符号“G”。低铬（平均含铬量小于1%）合金工具钢，其含铬量亦用千分之几计，但在含量数值之前加一数字“0”<br>高级优质合金结构钢、弹簧钢等，在牌号尾部加符号“A” | 低合金钢                    | 15MnV, 16Mn                                                       |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 合金结构钢                   | 30CrMnSi,<br>30CrMoAlA                                            |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 合金弹簧钢                   | 60Si2Mn, 50CrVA                                                   |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 合金工具钢                   | Cr12MoV, 4CrW2Si                                                  |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 高速工具钢                   | W18Cr4V,<br>W6Mo5Cr4V2                                            |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 滚珠轴承钢                   | GCr15, GCr15SiMn                                                  |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 不锈钢                     | 2Cr13                                                             |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                         |                                                                   |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                         |                                                                   |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                         |                                                                   |
| 铸铁、铸钢  | 精密合金<br>用阿拉伯数字和符号“J”表示。符号“J”前的阿拉伯数字表示精密合金的分类号（例如：3J—弹性合金；4J—膨胀合金；5J—热双金属），“J”后的数字分别表示该类合金牌号的顺序号                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 精密合金                    | 3J21, 4J36,<br>5J17                                               |
|        | 灰铸铁<br>球墨铸铁<br>可锻铸铁<br>分别采用符号“HT”、“QT”、“KT”和阿拉伯数字表示。阿拉伯数字表示机械性能指标，机械性能指标之间用短横“—”分开                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 灰铸铁<br>球墨铸铁<br>可锻铸铁     | HT20—40, HT40—68<br>QT40—10, QT60—2<br>KT33—8, KTZ60—3            |
|        | 铸钢<br>在牌号头部加符号“ZG”。符号后为阿拉伯数字或阿拉伯数字和合金元素符号，表示钢的主要成分及含量。合金元素表示方法与同类变形钢相同                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 碳素铸钢<br>合金铸钢<br>不锈钢、耐热钢 | ZG15, ZG45<br>ZG50SiMn,<br>ZG35CrMnSi<br>ZG2Cr13,<br>ZG1Cr18Ni9Ti |

## 2. 碳钢及合金钢

表1-1-3 甲类普通碳素钢（摘自GB700-79）

| 钢号        | 机 械 性 能                        |                                   |     |     |                   |               | 180°冷弯试验<br>$d = \text{弯心直径}$<br>$a = \text{试样厚度}$ |             | 特性及用途举例                                                                  |
|-----------|--------------------------------|-----------------------------------|-----|-----|-------------------|---------------|----------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------|
|           | 抗拉强度<br>$\sigma_b(\text{MPa})$ | 屈服点 $\sigma_s(\text{MPa})$<br>不小于 |     |     | 伸长率<br>(%)<br>不小于 |               | 型钢                                                 | 钢板          |                                                                          |
|           |                                | 按尺寸分组                             |     |     |                   |               |                                                    |             |                                                                          |
|           |                                | 1 组                               | 2 组 | 3 组 | $\delta_5$        | $\delta_{10}$ |                                                    |             |                                                                          |
| A1<br>A1F | 313~392                        | —                                 | —   | —   | 33                | 28            | $d = 0$                                            | $d = 0.5 a$ | 钢的质量较低<br>用于承受低负荷的结构件，如：铆钉、螺钉、垫圈、冲压件及焊接件                                 |
| A2<br>A2F | 333~412                        | 215                               | 196 | 186 | 31                | 26            |                                                    | $d = a$     | 钢的质量同A1，焊接性能良好，可塑性好，可制作钢丝及一般紧固件，如：铆钉、木螺钉等                                |
| A3<br>A3F | 372~461                        | 235                               | 225 | 215 | 26                | 22            | $d = 0.5 a$                                        | $d = 1.5 a$ | 焊接性能良好，强度和硬度高<br>用于承受一般负荷的结构零件，如：光学仪器壳体、检校仪器基座、支架及包装箱零件（箱体、包角、盖板、搭扣、铰链）等 |
|           |                                | 235                               | 215 | 206 |                   |               |                                                    |             |                                                                          |
| A5        | 490~608                        | 274                               | 264 | 255 | 20                | 16            | $d = 3 a$                                          |             | 焊接性能稍差<br>用作强度较高的零件，如：螺钉、螺母、键、销、轴等                                       |
| A6        | 588~706                        | 304                               | 294 | 294 | 15                | 12            |                                                    |             | —                                                                        |

注：1. 厚度不小于8mm的钢板伸长率允许降低1%（绝对值）。

2. 供冲压用的厚度不大于4mm的薄钢板，根据需方要求并在合同中注明。冷弯试验的弯心直径，3号钢 $d = a$ ，2号钢 $d = 0.5a$ ，经供需双方协议，3号钢可以 $d = 0.5a$ ，1、2号钢可以 $d = 0$ 。

3. 半镇静钢钢材的机械性能和冷弯试验指标，按相应镇静钢钢号的规定。

4. 屈服点按钢材尺寸分组划分见下表：

| 组 别 | 钢 材 尺 寸 (mm) |        |        |
|-----|--------------|--------|--------|
|     | 条钢直径或厚度      | 异型钢厚度  | 钢板厚度   |
| 1 组 | ≤40          | ≤15    | 4~20   |
| 2 组 | >40~100      | >15~20 | >20~40 |
| 3 组 | >100~250     | >20    | >40~60 |

表1-1-4 优质碳素结构钢 (摘自GB699-65)

| 钢号  | 试样毛<br>坯尺寸<br>(mm) | 热处<br>理 | 机 械 性 能                 |                          |                       |                   |                                       | 硬 度<br>HB |     | 特 性 及 用 途 举 例                                                                                         |
|-----|--------------------|---------|-------------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------|---------------------------------------|-----------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                    |         | 屈服点<br>$\sigma_s$ (MPa) | 抗拉强度<br>$\sigma_b$ (MPa) | 伸长率<br>$\delta_5$ (%) | 收缩率<br>$\psi$ (%) | 冲击韧性<br>$a_K$<br>(kJ/m <sup>2</sup> ) | 热轧钢       | 退火钢 |                                                                                                       |
|     |                    |         | 不 小 于                   |                          |                       |                   |                                       | 不 大 于     |     |                                                                                                       |
| 08F | 25                 | 正火      | 176                     | 294                      | 35                    | 60                | —                                     | 131       | —   | 强度和硬度低, 而塑性和韧性甚高, 具有良好的冲压、拉延和弯曲性能, 焊接性好<br>用于强度要求不高, 但需受大变形的冲压件和焊接件, 如: 外壳、盒、盖、罩、挡板及滚动轴承保持架等          |
| 10  | 25                 |         | 206                     | 333                      | 31                    | 55                | —                                     | 137       | —   | 强度不高, 但塑性和韧性很好, 焊接性优良, 在冷态下容易模压成形及挤压成形<br>用于制造强度不高的焊接件、冲压件和渗碳零件等, 如: 螺钉、螺母、垫圈、垫片、铆钉及滚珠导轨              |
| 15  | 25                 |         | 225                     | 372                      | 27                    | 55                | —                                     | 143       | —   | 钢的强度较低, 但具有很好的塑性、韧性、焊接性和冷加工性<br>用作低负荷、形状简单的渗碳、碳氮共渗零件, 如: 小轴、小模数齿轮、销子、套筒等, 以及受力不大但韧性要求较高或焊接性能较好的中、小结构件 |
| 20  | 25                 |         | 245                     | 412                      | 25                    | 55                | —                                     | 156       | —   | 特性与15号钢基本相同<br>用于制造受力不大而要求韧性较高易加工的零件, 如: 轴套、镜框、微分筒、螺钉、螺母以及焊接件、冲压件和渗碳件                                 |
| 25  | 25                 |         | 274                     | 451                      | 23                    | 50                | 882                                   | 170       | —   | 特性与20号钢相近<br>用于受力不大的冷冲压件、小锻件和机械加工小零件, 如: 轴、螺钉、销、垫圈及心部强度要求不高、表面耐磨的渗碳件                                  |
| 30  | 25                 |         | 294                     | 490                      | 21                    | 50                | 784                                   | 179       | —   | 和低碳钢相比, 它的强度和硬度均较高, 具有较好的塑性, 焊接性尚好<br>适于制造受一般负荷并具有一定韧性的零件、标准件                                         |

(续)

| 钢号 | 试样毛<br>坯尺寸<br>(mm) | 热处理 | 机 械 性 能                 |                          |                       |                   |                                            | 硬 度<br>HB |     | 特性及用途举例                                                                                                                    |
|----|--------------------|-----|-------------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------------------------------|-----------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                    |     | 屈服点<br>$\sigma_s$ (MPa) | 抗拉强度<br>$\sigma_b$ (MPa) | 伸长率<br>$\delta_5$ (%) | 收缩率<br>$\psi$ (%) | 冲击韧性<br>$\alpha_K$<br>(kJ/m <sup>2</sup> ) | 热轧钢       | 退火钢 |                                                                                                                            |
|    |                    |     | 不 小 于                   |                          |                       |                   |                                            | 不 大 于     |     |                                                                                                                            |
| 35 | 25                 | 正火  | 313                     | 529                      | 20                    | 45                | 635                                        | 187       | —   | 具有适当的强度、较好的塑性，冷变形塑性高，焊接性尚可，切削性好，一般在正火和调质状态下使用，通常不作焊接件<br><br>用于制造截面较小、承受较大负荷的机械零件及自动或半自动机加工的螺钉、螺母等                         |
| 40 | 25                 |     | 333                     | 568                      | 19                    | 45                | 588                                        | 217       | 187 | 在供应状态下有较好的机械性能，经调质处理后，可获得较高的强度和韧性，切削加工性能良好<br><br>适于制造较高强度的零件，如：轴、轴承、套管、销钉、螺钉、胀圈、垫圈、蜗杆，也可作锻件                               |
| 45 | 25                 |     | 353                     | 598                      | 16                    | 40                | 490                                        | 241       | 197 | 强度较高、塑性及韧性尚好，切削性优良，通常在调质或正火状态下使用<br><br>用于高强度受力零件或运动零件，如：轴套、齿轮、传动轴、离合器及重要的紧固件、受轻度磨损的零件                                     |
| 50 | 25                 |     | 372                     | 627                      | 14                    | 40                | 392                                        | 241       | 207 | 比40、45号钢具有较高的强度、硬度，但冷变形塑性低，焊接性不好，切削性能中等<br><br>用于高强度的零件以及耐磨性要求高、动负荷和冲击作用不大的零件，如：齿轮、轴、轴套、蜗杆、滑块、销子、锻件                        |
| 60 | 25                 |     | 402                     | 676                      | 12                    | 35                | —                                          | 255       | 229 | 强度、硬度和弹性相当高，冷变形塑性低，焊接性、切削性较差<br><br>用于受力较大、在摩擦条件下工作，要求较高强度、耐磨性和一定弹性的零件，如：弹簧垫圈、弹簧圈、偏心轴、离合器等                                 |
| 65 | 25                 |     | 412                     | 696                      | 10                    | 30                | —                                          | 255       | 229 | 经适当的热处理或冷拔硬化后，强度与弹性均较高，焊接性不好，切削性不高<br><br>主要在淬火和中温回火状态下使用，用于制造截面较小、形状简单、受力不大的扁形或螺旋弹簧及弹簧式零件，如：弹簧环、弹簧垫圈等，在正火状态下用于制作耐磨性要求高的零件 |