

978385

# 金属切削机床设计 简明手册

范云涨 陈兆年 主编



机械工业出版社

ISBN 7-111-04101-1/TG·892

定 价： 28.00 元

# 金属切削机床设计简明手册

范云涨 陈兆年 主编  
韩惠孚 李传乾 主审



机械工业出版社

## (京)新登字054号

本手册分为十三章，主要内容包括：常用资料与结构要素；机械制图；常用材料；机械传动；V带、同步带、多楔带、滚子链、圆柱齿轮、锥齿轮、蜗杆蜗轮、滚珠丝杠等传动；公差配合、形位公差与表面粗糙度；滚动轴承；螺纹及螺纹连接；键连接；弹簧；润滑与密封；联轴器、离合器、制动器、电动机；操作件；数控部件等。

本手册采用国内最新标准。

本手册供大专院校师生及机械设计的人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

金属切削机床设计简明手册/范云涨, 陈兆年主编.

—北京: 机械工业出版社, 1994.7

ISBN 7-111-04101-1

I. 金…

I. ①范…②陈…

Ⅱ. ①金属切削-机床-设计-手册②机床-金属切削-设计-手册

Ⅳ. TG502-62

出版人: 马九荣(北京市百万庄南街1号 邮政编码100037)

责任编辑: 王世刚 版式设计: 王颖 责任校对: 姚培新

封面设计: 方芬 责任印制: 王国光

北京市密云县印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1994年7月第1版·1994年7月第1次印刷

787mm×1092mm<sup>1</sup>/16·41.5印张·1020千字

0 001—6 600册

定价: 28.00元

## 前 言

《金属切削机床设计简明手册》是根据机械电子工业部机械制造及设备专业教学指导委员会制订的教材编写大纲，专门为该专业全日制大学、专科及电大、函大、职大进行机床课程设计及毕业设计编写的。同时也兼顾到机械类其它专业学生以及从事机械设计的工程技术人员需要。本手册有如下特点：

1. 为配合当前技术改造及机电一体化设计的需要，编写了机电数控技术内容。如数控部件及数控机床的传动元件：滚珠丝杠、同步带、多楔带等设计资料。

2. 在大多数章节前都有综述，使读者对选用零部件有一初步入门的概念，便于选择元件型号、规格。

3. 一律采用我国法定计量单位制。尽量采用最新的国家标准及部标准。

4. 内容编排上主要以图表的形式为主，便于读者查阅使用，文字叙述力求简明扼要。限于篇幅只选编常用的资料。

本手册由范云涨、陈兆年任主编。参加编写的有：陈子辰（第七、八、九章）；胡强（第十、十一、十二章）；陈兆年（第五、六章）；范云涨（第一、二、三、四、十三章）。全书大纲及统稿工作由范云涨完成。全书由大连组合机床研究所总工程师韩惠孚、湖南大学李传乾审稿。在编写过程中根据专业教学委员会的指示，请有关大专院校教授专家对手册的编写大纲进行了审查。参加审查的教授专家有：合肥工业大学方维绅教授，杭州应用工程技术学院机械工程系系主任杨叶清教授，浙江工业学院乐镇威副教授。同时，还得到了戴曙教授、李传乾教授的精心指导，热情帮助。在这里谨向他们表示衷心感谢。

本手册编写时引用了国内出版的有关手册、图册中的数据、资料和插图等，谨向作者表示衷心感谢。由于编者水平有限，书中一定有不少缺点和不妥之处，热诚欢迎广大读者指正。

编者

1993年8月



# 目 录

## 前言

## 第一章 常用资料与零部件结构要素

第一节 常用物理量及单位换算.....1	六、机床法兰式主轴端部与花盘互 换性尺寸 C型.....35
一、常用物理量及其法定计量单位.....1	七、机床法兰式主轴端部与花盘互 换性尺寸 D型.....40
二、常用计量单位换算.....2	八、机床工具7:24圆锥联结.....49
三、常用物理量常数.....4	九、钻床主轴端部尺寸.....52
第二节 常用数据.....4	第五节 铸件的结构要素.....53
一、常用材料的密度.....4	一、铸件最小允许壁厚.....53
二、常用材料的线膨胀系数.....5	二、铸造外圆角.....53
三、常用材料的弹性模量和泊松比.....6	三、铸造内圆角及过渡尺寸.....53
四、材料的摩擦系数.....6	四、壁的连接.....54
五、机械传动效率(概略值).....9	五、壁的过渡.....55
六、常用材料极限强度的近似关系.....10	六、凸座.....56
七、标准尺寸.....11	七、铸造斜度.....56
八、锥度和锥角系列.....16	八、铸造过渡斜度.....56
九、硬度与抗拉强度的换算.....17	九、铸孔与内腔.....57
十、各种硬度的对照值.....19	十、加强肋.....57
第三节 常用的零件结构要素.....20	第六节 冲压件的结构要素.....58
一、中心孔.....20	一、冲压件对材料的要求和选用原则.....58
二、T形槽.....21	二、冲裁最小尺寸.....58
三、球面半径.....21	三、精冲件最小圆角半径.....59
四、滚花.....22	四、精冲件最小孔径、孔边距及孔心 距.....59
五、零件倒圆与倒角.....22	五、精冲件最小相对槽宽.....59
六、砂轮越程槽.....23	六、弯曲件最小弯曲半径.....60
七、燕尾槽.....24	七、内孔翻边尺寸.....60
八、刨切、插、珩磨越程槽.....24	八、卷边直径.....60
九、插齿空刀槽及齿轮滚刀外径尺寸.....24	九、箍压时直径缩小的合理比例.....60
十、剃齿空刀槽.....25	十、箱形零件的圆角半径、法兰边宽 度.....61
十一、磨齿空刀槽.....25	十一、加强肋.....61
第四节 轴端结构要素.....26	十二、最小弯曲半径.....62
一、圆柱形轴伸与机器轴高.....26	第七节 塑料制件的结构要素.....63
二、圆锥形轴伸.....28	一、塑料件的结构尺寸.....63
三、轴的结构要素.....30	
四、轴端润滑油孔.....32	
五、机床法兰式主轴端部与花盘互 换性尺寸 A型.....32	

二、加强肋与推荐斜度.....65

参考文献.....65

## 第二章 机械制图

### 第一节 机械产品图样一般标准 .....66

- 一、图纸的幅面.....66
- 二、图样的比例.....66
- 三、剖面符号.....67
- 四、标题栏和明细栏.....68

### 第二节 常用零件的规定画法 .....68

- 一、螺纹及螺纹紧固件的画法.....68
- 二、齿轮画法.....71
- 三、花键画法.....73
- 四、弹簧画法与螺旋弹簧的画法及装配图中的弹簧画法.....74
- 五、滚动轴承的简化画法.....77
- 六、中心孔表示法.....79

### 第三节 尺寸标注 .....80

- 一、一般尺寸注法.....80
- 二、简化注法.....82
- 三、其他标准注法.....85
- 四、尺寸公差与配合注法.....86

### 第四节 表面粗糙度代号及其标

注.....88

- 一、表面粗糙度标注代号.....88
- 二、常见的加工纹理方向符号.....88

三、表面粗糙度代号在图样上标注方法.....88

### 第五节 形状和位置公差代号及

其注法 .....92

- 一、形位公差符号.....92
- 二、形位公差代号.....92
- 三、被测要素的标注方法.....92
- 四、基准要素的标注方法.....92
- 五、公差数值及有关符号的标注方法.....92

### 第六节 实例.....97

- 一、CA6140车床主轴部件 .....97
- 二、X6132升降台铣床主轴部件 .....97
- 三、CA6140车床主轴工作图 .....97

### 第七节 装配图中零、部件序号

及其编排方法 .....101

- 一、一般规定 .....101
- 二、序号的编排方法 .....101

### 第八节 机构运动简图 .....102

- 一、规定符号 .....102
- 二、机构简图示例 .....105

参考文献 .....106

## 第三章 机械工程材料及热处理

### 第一节 概述 .....107

- 一、机械工程材料的主要力学、物理性能的符号和单位 .....107
- 二、黑色金属材料表示法 .....107

### 第二节 碳钢及合金钢.....109

- 一、碳素结构钢 .....109
- 二、优质碳素结构钢 .....110
- 三、低合金结构钢 .....113
- 四、合金结构钢 .....114
- 五、易切削钢 .....117
- 六、常用轴承钢的特性与用途 .....118
- 七、弹簧钢 .....118
- 八、常用钢材规格 .....118

### 第三节 铸铁与铸钢 .....128

- 一、可锻铸铁件 .....128

二、灰铸铁件 .....128

三、球墨铸铁件 .....128

四、机床零件用耐磨铸铁的品种、力学性能及应用举例 .....130

五、一般工程用铸造碳钢 .....131

六、合金铸钢 .....131

七、合金铸钢的室温力学性能及应用举例 .....132

### 第四节 有色金属材料 .....133

一、有色金属材料的表示方法 .....133

二、铜及铜合金的力学性能 .....135

三、铝与铝合金 .....141

四、有色金属加工产品的常用规格 .....143

### 第五节 粉末冶金铁基结构材料.....145

### 第六节 工程塑料及其制品 .....147

一、常用工程塑料的物理力学性能 ..... 147

二、常用工程塑料的性能特点及应用  
    举例 ..... 147

三、部分塑料制品 ..... 147

第七节 国内外常用材料对照 ..... 154

一、国内外常用钢号对照 ..... 154

二、国内外铸造有色金属合金牌号对  
    照 ..... 154

第八节 主轴材料及热处理 ..... 160

参考文献 ..... 161

**第四章 机械传动**

第一节 带传动 ..... 163

一、传动带的类型、特点和应用 ..... 163

二、V带传动 ..... 164

三、同步带传动 ..... 185

四、多楔带传动 ..... 205

第二节 传动用短节距精密滚子  
    链 ..... 208

一、滚子链的基本参数与尺寸 ..... 208

二、滚子链传动设计计算 ..... 209

三、套筒滚子链链轮 ..... 211

第三节 齿轮传动 ..... 218

一、概述 ..... 218

二、渐开线圆柱齿轮的基本齿廓 ..... 219

三、渐开线圆柱齿轮的模数 ..... 220

四、渐开线圆柱齿轮传动的几何计算 ..... 220

五、渐开线圆柱齿轮精度 ..... 226

六、图样标准 ..... 245

七、齿轮结构 ..... 245

八、圆柱齿轮图样上应注明的尺寸数  
    据 ..... 248

第四节 渐开线圆锥齿轮传动 ..... 249

一、渐开线锥齿轮常用齿制的基本齿  
    廓 ..... 249

二、锥齿轮大端端面模数 ..... 250

三、直齿锥齿轮传动的几何尺寸计算 ..... 250

四、锥齿轮精度 ..... 253

五、锥齿轮零件工作图及结构 ..... 265

第五节 普通圆柱蜗杆传动 ..... 267

一、基准齿形 ..... 267

二、蜗杆模数与直径 ..... 268

三、圆柱蜗杆传动的基本参数 ..... 268

四、普通圆柱蜗杆传动几何尺寸计算 ..... 270

五、圆柱蜗杆、蜗轮精度 ..... 272

六、蜗杆、蜗轮结构及工作图 ..... 281

第六节 滚珠丝杠传动 ..... 284

一、工作原理 ..... 284

二、结构形式 ..... 284

三、滚动螺旋副的承载能力 ..... 287

四、滚动螺旋副的尺寸系列 ..... 288

五、代号及编号规划 ..... 291

六、滚动螺旋传动副的设计计算 ..... 292

七、滚动螺旋副的主要几何尺寸 ..... 297

八、滚动螺旋副的预紧 ..... 298

九、滚动螺旋副材料和热处理 ..... 298

十、滚动螺旋副的精度 ..... 299

十一、设计和使用时注意事项 ..... 299

十二、螺母安装、连接尺寸 ..... 300

参考文献 ..... 306

**第五章 公差配合、形位公差与表面粗糙度**

第一节 公差配合 ..... 307

一、公差与配合的基本术语及定义 ..... 307

二、基本偏差 ..... 310

三、标准公差数值 ..... 310

四、轴和孔的基本偏差数值 ..... 311

五、基本尺寸至500mm的优先、常用  
    配合 ..... 219

六、优先配合应用举例 ..... 320

七、轴和孔的极限偏差 ..... 320

八、各种加工方法的合理加工精度 ..... 331

九、公差配合的选择原则 ..... 331

十、新旧国标公差等级和配合对照表 ..... 334

十一、未注公差尺寸的极限偏差 ..... 335

十二、圆锥公差 ..... 336

第二节 形状和位置公差 ..... 338

一、直线度、平面度公差值 ..... 338

二、圆度、圆柱度公差值 ..... 340

三、平行度、垂直度、倾斜度公差值 ..... 341



四、同轴度、对称度、圆跳动和全跳动公差值 .....342

五、未注公差的规定 .....343

**第三节 表面粗糙度**.....344

一、表面粗糙度参数数值 .....344

二、表面光洁度、表面粗糙度对照表 .....345

三、各国表面粗糙度对照表 .....346

四、机床零件的表面粗糙度 .....348

参考文献 .....350

**第六章 滚动轴承**

**第一节 滚动轴承代号及特性** .....351

一、滚动轴承的代号 .....351

二、常用滚动轴承的特性及应用 .....352

**第二节 常用滚动轴承尺寸及性能参数**.....354

一、深沟球轴承 .....354

二、角接触球轴承 .....356

三、成对安装角接触球轴承 .....358

四、双向推力角接触球轴承 .....363

五、推力球轴承 .....365

六、圆柱滚子轴承 .....368

七、圆锥滚子轴承 .....370

八、凸缘外圈圆锥滚子轴承 .....374

九、双列圆柱滚子轴承 .....375

十、双列圆锥滚子轴承 .....376

十一、滚针轴承 .....377

**第三节 滚动轴承座的结构** .....379

一、滚动轴承座的外形尺寸 .....379

二、止推环 .....384

三、隔套 .....385

四、轴承套 .....387

五、法兰盘 .....389

参考文献 .....400

**第七章 螺纹及螺纹连接**

**第一节 螺纹** .....401

一、各种常用螺纹的型式、特点和用途 .....401

二、普通螺纹 .....402

三、梯形螺纹 .....412

四、管螺纹 .....418

五、紧固件的结构要素 .....422

**第二节 螺栓** .....427

一、螺栓的类型、特点和用途 .....427

二、六角头螺栓 .....427

三、小方头螺栓 .....429

四、T型槽用螺栓 .....431

五、双头螺栓 .....431

六、地脚螺栓 .....431

**第三节 螺钉** .....433

一、螺钉的类型、特点和用途 .....433

二、十字槽盘头螺钉、十字槽沉头螺钉、十字槽半沉头螺钉、十字槽圆柱头螺钉、十字槽小盘头螺钉 .....434

三、内六角圆柱头螺钉 .....437

四、开槽圆柱头螺钉、开槽盘头螺

钉、开槽沉头螺钉、开槽半沉头螺钉 .....438

五、开槽锥端定位螺钉、开槽锥端紧定螺钉、开槽平端紧定螺钉、开槽圆柱端紧定螺钉 .....440

六、内六角平端紧定螺钉、内六角锥端紧定螺钉 .....442

七、吊环螺钉 .....443

**第四节 螺母** .....444

一、螺母的类型、特点和用途 .....444

二、1型六角螺母-A和B级、六角薄螺母-A和B级-倒角 .....444

三、六角开槽螺母 .....444

四、非金属嵌件六角锁紧螺母 .....444

五、扣紧螺母 .....444

六、小圆螺母、圆螺母 .....444

**第五节 垫圈** .....449

一、常用垫圈的种类、特点和用途 .....449

二、圆形平垫圈 .....450

三、止动垫圈 .....451

四、弹簧垫圈 .....452

**第六节 挡圈** ..... 453

一、常用挡圈的类型、特点和用途 ..... 453

二、锁紧挡圈 ..... 453

三、轴端挡圈 ..... 455

四、弹性挡圈 ..... 456

参考文献 ..... 462

**第八章 键与销连接**

**第一节 键连接** ..... 463

一、键的类型、特点及应用 ..... 463

二、平键 ..... 463

三、普通平键 ..... 464

四、薄型平键和键槽的剖面尺寸 ..... 464

五、薄型平键的型式和尺寸 ..... 464

六、矩形花键定心方式、特点及尺寸系列 ..... 464

七、半圆键和键槽的剖面尺寸、半圆

键的型式和尺寸 ..... 464

**第二节 销连接** ..... 471

一、销的类型、特点和应用 ..... 471

二、开口销 ..... 472

三、圆锥销 ..... 472

四、内螺纹圆柱销 ..... 473

五、圆柱销 ..... 473

六、弹性圆柱销 ..... 474

参考文献 ..... 474

**第九章 弹簧**

**第一节 概述** ..... 475

一、弹簧的类型、特点及用途 ..... 475

二、弹簧的计算及工作图示例 ..... 476

三、圆柱螺旋弹簧的选用 ..... 480

**第二节 弹簧标准** ..... 483

一、普通圆柱螺旋弹簧尺寸系列 ..... 483

二、普通圆柱螺旋压缩弹簧参数 ..... 484

三、普通圆柱螺旋拉伸弹簧参数 ..... 486

四、蝶形弹簧尺寸及参数 ..... 488

参考文献 ..... 489

**第十章 润滑与密封**

**第一节 润滑** ..... 490

一、润滑剂 ..... 490

二、润滑系统 ..... 492

三、润滑元件 ..... 492

**第二节 密封** ..... 501

一、机械密封用O形橡胶圈 ..... 501

二、内包骨架旋转轴唇形密封圈 ..... 507

三、其他密封装置的类型 ..... 509

参考文献 ..... 510

**第十一章 联轴器、离合器、制动器和电动机**

**第一节 联轴器** ..... 511

一、联轴器的分类 ..... 511

二、联轴器的选用 ..... 512

三、凸缘联轴器 ..... 513

四、弹性套柱销联轴器 ..... 514

五、弹性柱销联轴器 ..... 515

六、带制动轮弹性柱销联轴器 ..... 516

七、精密膜片弹性联轴器 ..... 517

**第二节 离合器** ..... 519

一、机床常用离合器的类型和特点 ..... 519

二、牙嵌离合器和齿轮离合器 ..... 519

三、片式摩擦离合器 ..... 526

四、电磁片式摩擦离合器 ..... 529

**第三节 制动器** ..... 535

一、常用制动器的分类和特点 ..... 535

二、制动扭矩的确定 ..... 535

三、电磁制动器 ..... 536

四、闸带式制动器 ..... 537

五、常用摩擦材料 ..... 537

**第四节 电动机** ..... 538

一、Y系列(IP44)三相异步电动机技术数据 ..... 538

二、Y系列(IP44)三相异步电动机的 安装型式及尺寸 .....	539
--------------------------------------	-----

参考文献 .....	543
------------	-----

## 第十二章 操作件

<b>第一节 手柄类</b> .....	544	<b>第三节 手柄座类</b> .....	553
一、手柄 .....	544	一、手柄座 .....	553
二、曲面手柄 .....	545	二、锁紧手柄座 .....	554
三、直手柄 .....	546	三、定位手柄座 .....	555
四、转动小手柄 .....	547	<b>第四节 手轮类</b> .....	556
五、转动手柄 .....	547	一、手轮 .....	556
六、锥柱手柄 .....	548	二、圆轮缘手轮 .....	558
七、球头手柄 .....	549	<b>第五节 把手类</b> .....	560
<b>第二节 手柄球、手柄套及手柄   杆</b> .....	550	一、压花把手 .....	560
一、手柄球 .....	550	二、十字把手 .....	560
二、手柄套 .....	551	三、定位把手 .....	561
三、手柄杆 .....	551	四、嵌套 .....	562
		五、铣床用拉杆 .....	563

## 第十三章 数控机床及(元)部件

<b>第一节 数控机床技术参数</b> .....	564	<b>第五节 滚动导轨</b> .....	622
一、数控车床型号与技术参数 .....	564	一、概述 .....	622
二、数控铣床型号与技术参数 .....	566	二、滚动导轨结构的尺寸和数量 .....	622
三、加工中心技术参数 .....	570	三、滚动导轨的预加载荷 .....	623
四、柔性制造单元技术参数 .....	576	四、滚动导轨的结构设计 .....	626
五、数控系统的主要功能 .....	577	<b>第六节 直线运动球轴承及支承</b> .....	636
<b>第二节 数控机床驱动元件</b> .....	582	一、结构 .....	636
一、概述 .....	582	二、编号规则及含义 .....	646
二、直流伺服电机和速度控制单元 .....	582	<b>第七节 数控机床用的刀柄</b> .....	647
三、直流伺服电机的选择 .....	588	一、自动换刀数控机床用的直柄刀柄 .....	647
四、交流伺服电机和速度控制单元 .....	589	二、自动换刀数控机床用的7:24锥 度刀柄 .....	647
五、步进电机 .....	599	三、JT(ST)型锥柄柄部及其拉钉尺 寸系列 .....	647
六、直流主轴电机及其控制单元 .....	604	四、国际标准锥柄柄部及其拉钉尺 寸系列 .....	647
七、交流主轴电机及其控制单元 .....	606	五、国家标准的锥柄柄部尺寸系列 .....	647
<b>第三节 数控机床用可编程序   控制器</b> .....	610	六、美、日、德标准锥柄部及其拉钉 尺寸系列 .....	647
一、概述 .....	610	七、其他型式的锥柄柄部及其拉钉 .....	653
二、可编程序器型号及性能 .....	610	参考文献 .....	654
<b>第四节 数控机床附件</b> .....	617		
一、数控车床附件 .....	617		
二、数控铣床、镗床和加工中心用分 度头 .....	619		

# 第一章 常用资料与零部件结构要素

## 第一节 常用物理量及单位换算

### 一、常用物理量及其法定计量单位(表1-1)

表1-1 常用物理量及其法定计量单位<sup>(1)</sup> (GB3102.1~6-86)

量的名称及符号	单位名称及符号	量的名称及符号	单位名称及符号
空间和时间		圆波数, 角波数	$k$ 每米 $m^{-1}$
(平面)角 $\alpha, \beta, \gamma, \theta, \varphi$ ...	弧度 rad	阻尼系数	$\delta$ 每秒 $s^{-1}$
	度 ( $^{\circ}$ )	衰减系数	$\alpha$ 每米 $m^{-1}$
	(角)分 ( $'$ )	相位系数	$\beta$ 每米 $m^{-1}$
	(角)秒 ( $''$ )	传播系数	$\gamma$ 每米 $m^{-1}$
立体角	$\Omega$ 球面度 sr	力学	
长度	$l, (L)$ 米 m	质量	$m$ 千克, (公斤) kg
	海里 n mile		吨 t
宽度	$b$ 米 m		原子质量单位 u
高度	$h$ 米 m	密度	$\rho$ 千克每立方米 $kg/m^3$
厚度	$\delta, c, d, t$ 米 m		吨每立方米 $t/m^3$
半径	$r, R$ 米 m		千克每升 $kg/L$
直径	$d, D$ 米 m	相对密度	$d$ 一
程长, 距离	$s$ 米 m	比容, (比体积)	$v$ 立方米每千克 $m^3/kg$
面积	$A, (S)$ 平方米 $m^2$	线密度	$\rho_l$ 千克每米 $kg/m$
体积, 容积	$V$ 立方米 $m^3$		特(克斯) tex
	升 L, (l)	面密度	$\rho A, (\rho_2)$ 千克每平方米 $kg/m^2$
时间, 时间间隔,	$t$ 秒 s	动量	$p$ 千克米每秒 $kg \cdot m/s$
持续时间	分 min	动量矩, 角动量	$L$ 千克二次方米每秒 $kg \cdot m^2/s$
	(小)时 h		千克二次方米 $kg \cdot m^2$
	天, (日) d	转动惯量	$I, (J)$ 牛(顿) N
角速度	$\omega$ 弧度每秒 rad/s	力	$F$ 牛(顿) N
角加速度	$\alpha$ 弧度每二次方秒 rad/s <sup>2</sup>	重力	$W, (P, G)$ 牛(顿)米 $N \cdot m$
速度	$v, u, \omega, c$ 米每秒 m/s	力矩	$M$ 牛(顿)米 $N \cdot m$
	千米每小时 km/h	转矩, 力偶矩	$T$ 帕(斯卡) Pa
	节 kn	压力, 压强	$p$ 帕(斯卡) Pa
加速度	$a$ 米每二次方秒 $m/s^2$	正应力	$\sigma$ 帕(斯卡) Pa
周期及其有关现象		切应力, (剪应力)	$\tau$ 一
周期	$T$ 秒 s	线应变	$\epsilon, c$ 一
时间常数	$\tau, (T)$ 秒 s	切应变, (剪应变)	$\gamma$ 一
频率	$f, (\nu)$ 赫(兹) Hz	体积应变	$\theta$ 一
旋转速度(转速), 旋	$n$ 每秒 $s^{-1}$	泊松比	$\mu, \nu$ 帕(斯卡) Pa
转频率	转每分 r/min	弹性模量	$E$ 帕(斯卡) Pa
角频率, 圆频率	$\omega$ 弧度每秒 rad/s	切变模量, (剪变模量)	$G$ 帕(斯卡) Pa
波长	$\lambda$ 米 m	体积模量	$K$ 每帕(斯卡) $Pa^{-1}$
波数	$\sigma$ 每米 $m^{-1}$	压缩系数	$k$ (截面)惯性矩 $I_x, (I)$

(续)

量的名称及符号		单位名称及符号		量的名称及符号		单位名称及符号	
(截面积)惯性矩	$I_p$	四次方米	$m^4$	比热(容)比	$\gamma$	—	
截面系数	$W, Z$	三次方米	$m^3$	熵	$S$	焦(耳)每开(尔文)	J/K
摩擦系数	$\mu, (f)$	—	—	比熵	$s$	焦(耳)每千克开(尔文)	J/(kg·K)
(动力)粘度	$\eta, (\mu)$	帕(斯卡)秒	Pa·s	内能	$U, (E)$	焦(耳)	J
运动粘度	$\nu$	二次方米每秒	$m^2/s$	焓	$H, (I)$	焦(耳)	J
表面张力	$\gamma, \sigma$	牛(顿)每米	N/m	亥姆霍兹自由能	$A, F$	焦(耳)	J
功	$W, (A)$	焦(耳)	J	吉布斯自由能	$G$	焦(耳)	J
		电子伏	eV	比内能	$u, (e)$	焦(耳)每千克	J/kg
能(量)	$E, (W)$	同功的单位		比焓	$h, (i)$	焦(耳)每千克	J/kg
势能, 位能	$E_p, (V)$	同功的单位		声学			
动能	$E_k, (T)$	同功的单位		静压(力)	$P_0, P_s$	帕(斯卡)	Pa
功率	$P$	瓦(特)	W	声压	$p$	帕(斯卡)	Pa
质量流量	$q_m$	千克每秒	kg/s	质点速度	$u$	米每秒	m/s
体积流量	$q_v$	立方米每秒	$m^3/s$	体积速度	$U$	立方米每秒	$m^3/s$
雷诺数	$Re$	—	—	声速	$c$	米每秒	m/s
热学				声能密度	$D, \omega$	焦(耳)每立方米	J/m <sup>3</sup>
热力学温度	$T, \theta$	开(尔文)	K	声能通量	$\phi$	瓦(特)	W
摄氏温度	$t, \theta$	摄氏度	°C	声强(度)	$I$	瓦(特)每平方米	W/m <sup>2</sup>
线(膨)胀系数	$\alpha_l$	每开(尔文)	K <sup>-1</sup>	声阻抗率	$Z_s$	帕(斯卡)秒每米	Pa·s/m
体(膨)胀系数	$\alpha_v, \gamma$	每开(尔文)	K <sup>-1</sup>	声阻抗	$Z_a$	帕(斯卡)秒每三次方米	Pa·s/m <sup>3</sup>
热, 热量	$Q$	焦(耳)	J	力阻抗	$Z_m$	牛(顿)秒每米	N·s/m
热流量	$\Phi$	瓦(特)	W	声功率级	$L_w$	分贝	dB
热流(量密度)	$q, \varphi$	瓦(特)每平方米	W/m <sup>2</sup>	声压级	$L_p(L)$	分贝	dB
热导率, (导热系数)	$\lambda, k$	瓦(特)每米开(尔文)	W/(m·k)	声强级	$L_I$	分贝	dB
传热系数	$h, a$	瓦(特)每平方米开(尔文)	W/(m <sup>2</sup> ·K)	阻尼系数	$\delta$	每秒	s <sup>-1</sup>
(总)传热系数	$k, K$			反射系数	$r$	—	
热扩散率	$a, (a, k)$	平方米每秒	m <sup>2</sup> /s	透射系数	$\tau$	—	
热容	$C$	焦(耳)每开(尔文)	J/K	吸声系数	$\alpha$	—	
比热容	$c$	焦(耳)每千克开(尔文)	J/(kg·K)	隔声量、传声损失	$R$	分贝	dB
四次方米	$m^4$			混响时间	$T, (T_{60})$	秒	s

- 注: 1. 方括号中的字可省略。  
2. 圆括号中的字为前者的同义词。

## 二、常用计量单位换算 (表1-2)

表1-2 常用计量单位换算表

单位名称及符号	单位换算	单位名称及符号	单位换算
长度		密耳	mil
·米	m	埃	Å
·海里	n mile	·英尺	ft
英里	mile	·平方米	m <sup>2</sup>
英尺	ft	公顷	ha
英寸	in	公亩	a
码	yd		

1mil=25.4×10<sup>-6</sup>m  
1Å=10<sup>-10</sup>m  
1fm=10<sup>-15</sup>m  
1ha=10000m<sup>2</sup>  
1a=100m<sup>2</sup>

(续)

单位名称及符号		单位换算	单位名称及符号		单位换算
平方英里	mile <sup>2</sup>	1mile=2.58999×10 <sup>6</sup> m <sup>2</sup>	· 千克每米	kg/m	
平方英尺	ft <sup>2</sup>	1ft <sup>2</sup> =0.0929030m <sup>2</sup>	· 特(克斯)	tex	1tex=10 <sup>-6</sup> kg/m
平方英寸	in <sup>2</sup>	1in <sup>2</sup> =6.4516×10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup>	旦尼尔		0.111112×10 <sup>-6</sup> kg/m
体积, 容积			磅每英尺	lb/ft	1lb/ft=1.48816kg/m
· 立方米	m <sup>3</sup>		磅每英寸	lb/in	1lb/in=17.8580kg/m
· 升	L, (l)	1L=10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	密度		
立方英尺	ft <sup>3</sup>	1ft <sup>3</sup> =0.0283168m <sup>3</sup>	· 千克每立方米	kg/m <sup>3</sup>	
立方英寸	in <sup>3</sup>	1in <sup>3</sup> =1.63871×10 <sup>-5</sup> m <sup>3</sup>	· 吨每立方米	t/m <sup>3</sup>	1t/m=1000kg/m <sup>3</sup>
英加仑	UKgal	1UKgal=4.54609dm <sup>3</sup>	· 千克每升	kg/L	1kg/L=1000kg/m <sup>3</sup>
美加仑	USgal	1USgal=3.78541dm <sup>3</sup>	磅每立方英尺	lb/ft <sup>3</sup>	1lb/ft <sup>3</sup> =16.0185kg/m <sup>3</sup>
平面角			磅每立方英寸	lb/in <sup>3</sup>	1lb/in <sup>3</sup> =27679.9kg/m <sup>3</sup>
· 弧度	rad		比容, (比体积)		
· 度	(°)	1°=(π/180)rad	· 立方米每千克	m <sup>3</sup> /kg	
· (角)分	(′)	1′=(π/10800)rad	立方英尺每磅	ft <sup>3</sup> /lb	1ft <sup>3</sup> /lb=0.0624280m <sup>3</sup> /kg
· (角)秒	(″)	1″=(π/648000)rad	立方英寸每磅	in <sup>3</sup> /lb	1in <sup>3</sup> /lb=3.61273×10 <sup>-5</sup> m <sup>3</sup> /kg
时间			力; 重力		
· 秒	s		· 牛(顿)	N	
· 分	min	1min=60s	千克力	kgf	1kgf=9.80665N
· (小)时	h	1h=3600s	磅力	bbf	1bbf=4.44822N
· 天, (日)	d	1d=86400s	达因	dyn	1dyn=10 <sup>-5</sup> N
速度			吨力	df	1tf=9.80665×10 <sup>3</sup> N
· 米每秒	m/s		压力, 压强; 应力		
· 节	kn	1kn=0.514444m/s	· 帕(斯卡)	Pa	
· 千米每小时	km/h	1km/h=0.277778m/s	巴	bar	1bar=10 <sup>5</sup> Pa
· 米每分	m/min	1m/min=0.0166667m/s	托	Torr	1Torr=133.322Pa
英里每小时	mile/h	1mile/h=0.44704m/s	毫米汞柱	mmHg	1mmHg=133.322Pa
英尺每秒	ft/s	1ft/s=0.3048m/s	毫米水柱	mmH <sub>2</sub> O	1mmH <sub>2</sub> O=9.80665Pa
英寸每秒	in/s	1in/s=0.0254m/s	工程大气压	at	1at=98066.5Pa
加速度			标准大气压	atm	1atm=101325Pa
· 米每二次方秒	m/s <sup>2</sup>		力矩; 转矩; 力偶矩		
英尺每二次方秒	ft/s <sup>2</sup>	1ft/s <sup>2</sup> =0.3048m/s <sup>2</sup>	· 牛(顿)米	N·m	
伽	Gal	1Gal=10 <sup>-2</sup> /ms <sup>2</sup>	公斤力米	kgf·m	1kgf·m=9.80665N·m
角速度			克力厘米	gf·cm	1gf·cm=9.80665×10 <sup>-5</sup> N·m
· 弧度每秒	rad/s		达因厘米	dyn·cm	1dyn·cm=10 <sup>-7</sup> N·m
· 转每分	r/min	1r/min=(π/30)rad/s	磅力英尺	lbf·ft	1lbf·ft=1.35582N·m
度每分	(°)/min	1°/min=0.00029rad/s	转动惯量		
度每秒	(°)/s	1°/s=0.01745rad/s	· 千克二次方米	kg·m <sup>2</sup>	
质量			磅二次方英尺	lb·ft <sup>2</sup>	1lb·ft <sup>2</sup> =0.0421401kg·m <sup>2</sup>
· 千克, (公斤)	kg		磅二次方英寸	lb·in <sup>2</sup>	1lb·in <sup>2</sup> =2.92640×10 <sup>-4</sup> kg·m <sup>2</sup>
· 吨	t	1t=1000kg	能量; 功; 热		
· 原子质量单位	u	1u=1.6605655×10 <sup>-27</sup> kg	· 焦(耳)	J	
英吨	ton	1ton=1016.05kg	· 电子伏	eV	1eV=1.6021892×10 <sup>-19</sup> J
英担	cwt	1cwt=50.8023kg	· 千瓦小时	kw·h	1kw·h=3.6×10 <sup>6</sup> J
磅	lb	1lb=0.45359237kg	千克力米	kgf·m	1kgf·m=9.80665J
夸特	qr, qtr	1qr=12.7006kg	卡	cal	1cal=4.1868J
盎司	oz	1oz=28.3495g	尔格	erg	1erg=10 <sup>-7</sup> J
格令	gr, gn	1gr=0.06479891g	英热单位	Btu	1Btu=1055.06J
线密度, 纤度					



(续)

单位名称及符号	单位换算	单位名称及符号	单位换算
功率: 辐射通量 ·瓦(特)	W	立方英寸每小时	in/h 1in/h=4.55196×10 <sup>-6</sup> L/s
乏	var 1var=1W	动力粘度 ·帕(斯卡)秒	Pa·s
伏安	VA 1VA=1W	泊	P, P <sub>0</sub> 1P <sub>0</sub> =0.1Pa·s
马力	德PS 1PS=735.499W	厘泊	cP 1cP=10 <sup>-3</sup> Pa·s
英马力	h <sub>p</sub> 1h <sub>p</sub> =745.7W	千克力秒每平方米	kgf·s/m <sup>2</sup> 1kgf·s/m <sup>2</sup> =9.80665Pa·s
电工马力	h <sub>p</sub> 1h <sub>p</sub> =746W	磅力秒每平方英尺	lbf·s/ft <sup>2</sup> 1lbf·s/ft <sup>2</sup> =47.8803Pa·s
卡每秒	cal/s 1cal/s=4.1868W	磅力秒每平方英寸	lbf·s/in <sup>2</sup> 1lbf·s/in <sup>2</sup> =6894.76Pa·s
千卡每小时	kcal/h 1kcal/h=1.163W	运动粘度 ·二次方米每秒	m <sup>2</sup> /s
质量流量 ·千克每秒	kg/s	斯托克斯	St 1St=10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> /s
磅每秒	Ib/s 1Ib/s=0.453592kg/s	厘斯托克斯	cSt 1CSt=10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /s
磅每小时	Ib/h 1Ib/h=1.25998×10 <sup>-4</sup> kg/s	二次方英尺每秒	ft <sup>2</sup> /s 1ft <sup>2</sup> /s=9.29030×10 <sup>-2</sup> m <sup>2</sup> /s
体积流量 ·立方米每秒	m <sup>3</sup> /s	二次方英寸每秒	in <sup>2</sup> /s 1in <sup>2</sup> /s=6.4516×10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> /s
立方英尺每秒	ft <sup>3</sup> /s 1ft <sup>3</sup> /s=0.0283168m <sup>3</sup> /s		

注: 1. 表中前面加点的词为法定计量单位的名称。

2. 单位名称中带方括号的字可省略。

3. 圆括号中的字为前者的同义词。

## 三、常用物理量常数(表1-3)

表1-3 常用物理量常数

名称	符号	数值及单位	名称	符号	数值及单位
冰点的绝对温度	T <sub>0</sub>	273.15 K	标准条件下空气中的声速	c	331.4 m/s
纯水三相点的绝对温度	T	273.16 K	真空中的光速	c <sub>0</sub>	2.99792×10 <sup>10</sup> cm/s
标准大气压		101.325 kPa	标准重力加速度	g <sub>0</sub>	980.665 cm/s <sup>2</sup>
热功当量	J	4.1868 J/cal	真空介电常数	ε <sub>0</sub>	8.854187818×10 <sup>-12</sup> F/m
基本电荷	e	1.6021892×10 <sup>-20</sup> emu 4.803242×10 <sup>-10</sup> esu	电子静止质量	m <sub>0</sub>	9.109534×10 <sup>-28</sup> g
通用气体常数	R	8.31441 J/(mol·K)	质子静止质量	m <sub>p</sub>	1.6726485×10 <sup>-24</sup> g
4℃时水的密度		0.999973 g/cm <sup>3</sup>	中子静止质量	m <sub>n</sub>	1.6749543×10 <sup>-24</sup> g
0℃时水银的密度		13.5951 g/cm <sup>3</sup>	真空磁导率	μ <sub>0</sub>	4π·10 <sup>-7</sup> H/m
在标准条件下干燥空气的密度		0.001293 g/cm <sup>3</sup>			

## 第二节 常用数据

## 一、常用材料的密度(表1-4)

表1-4 常用材料的密度(2)、(3)

材料名称	密度 g/cm <sup>3</sup> (t/m <sup>3</sup> )	材料名称	密度 g/cm <sup>3</sup> (t/m <sup>3</sup> )	材料名称	密度 g/cm <sup>3</sup> (t/m <sup>3</sup> )
碳钢	7.8~7.85	高速钢(含钨9%)	8.3	不锈钢(含铬13%)	7.75
铸钢	7.8	高速钢(含钨18%)	8.7	合金钢	7.9

(续)

材料名称	密度 g/cm <sup>3</sup> (t/m <sup>3</sup> )	材料名称	密度 g/cm <sup>3</sup> (t/m <sup>3</sup> )	材料名称	密度 g/cm <sup>3</sup> (t/m <sup>3</sup> )
镍铬钢	7.9	铅	11.37	尼龙66	1.14~1.15
灰铸铁	7.0	锡	7.29	尼龙1010	1.04~1.06
白口铸铁	7.55	金	19.32	橡胶夹布传动带	0.8~1.2
可锻铸铁	7.3	银	10.5	木材	0.4~0.75
紫铜	8.9	汞	13.55	石灰石	2.4~2.6
黄铜	8.4~8.85	镁合金	1.74	花岗石	2.6~3.0
铸造黄铜	8.62	硅钢片	7.55~7.8	砌砖	1.9~2.3
60-1-1铝黄铜	7.5~8.3	锡基轴承合金	7.34~7.75	混凝土	1.8~2.45
铝青铜、铍青铜、硅青铜	8.47	铅基轴承合金	9.33~10.67	生石灰	1.1
锡青铜	8.7~8.9	硬质合金(钨钴)	14.4~14.9	熟石灰	1.2
无锡青铜	7.5~8.2	硬质合金(钨钴钽)	9.5~12.4	水泥	1.2
轧制磷青铜	8.8	5钨钴钽合金	12.3~13.2	粘土耐火砖	2.10
冷拉青铜	8.8	15钨钴钽合金	11~11.7	硅质耐火砖	1.8~1.9
工业用铝	2.7	胶木板、纤维板	1.3~1.4	镁质耐火砖	2.6
可铸铝合金	2.7	纯橡胶	0.93	镁铬质耐火砖	2.8
铝镍合金	2.7	皮革	0.4~1.2	高铬质耐火砖	2.2~2.5
锌铝合金	6.3~6.9	聚氯乙烯	1.35~1.40	碳化硅	3.10
镍	8.9	聚苯乙烯	0.91	华山松、红松、红皮云杉	0.417~0.44
镍铜合金	8.8	有机玻璃	1.18~1.19	臭冷杉、杉木	0.376~0.384
钨钴合金	14.4~15.3	无填料电木	1.2	铁杉、山杨	0.486~0.5
铸铝	6.86	赛璐珞	1.4	汽油	0.66~0.75
铸钢	7.2	酚醛层压板	1.3~1.45	煤油	0.78~0.82
轧钢	7.1	尼龙6	1.13~1.14	(各类)机油	0.9~0.95

注：表中木材及木材制品为含水量15%时的数据。

## 二、常用材料的线膨胀系数(表1-5)

表1-5 常用材料的线膨胀系数 $\alpha$  $\times 10^{-6} (1/^\circ\text{C})$ 

材 料	温 度 范 围 (°C)								
	20	20~100	20~200	20~300	20~400	20~600	20~700	20~900	70~1000
碳钢		10.6~12.2	11.3~13	12.1~13.5	12.9~13.9	13.5~14.3	14.7~15	—	—
铬钢		11.2	11.8	12.4	13	13.6	—	—	—
3Cr13		10.2	11.1	11.6	11.9	12.3	12.8	—	—
1Cr18Ni9Ti		16.6	17	17.2	17.5	17.9	18.6	19.3	—
铸铁		8.7~11.1	8.5~11.6	10.1~12.1	11.5~12.7	12.9~13.2	—	—	—
镍铬合金		14.5	—	—	—	—	—	—	17.6
工程用铜		16.6~17.1	17.1~17.2	17.6	18~18.1	18.6	—	—	—
黄铜		17.8	18.8	20.9	—	—	—	—	—
青铜		17.6	17.9	18.2	—	—	—	—	—
铸铝合金	18.44~24.5	—	—	—	—	—	—	—	—
铝合金		22.0~24.0	23.4~24.8	24.0~25.9	—	—	—	—	—
铝	9.5	—	—	—	—	—	—	—	—
水泥、混凝土	10~14	—	—	—	—	—	—	—	—
胶木、硬橡皮	64~77	—	—	—	—	—	—	—	—
玻璃		4~11.5	—	—	—	—	—	—	—
赛璐珞		109	—	—	—	—	—	—	—
有机玻璃		130	—	—	—	—	—	—	—

注：1. 线膨胀系数=长度膨胀量/长度×温度。

2. 体膨胀系数=3×线膨胀系数。

## 三、常用材料的弹性模量和泊松比(表1-6)

表1-6 常用材料弹性模量及泊松比<sup>(1)</sup>

名 称	弹性模量E (GPa)	切变模量G (GPa)	泊松比 $\mu$	名 称	弹性模量E (GPa)	切变模量G (GPa)	泊松比 $\mu$
灰铸铁	118~126	44.3	0.3	轧制锌	82	31.4	0.27
可锻铸铁	152			铝	16	6.8	0.42
球墨铸铁	173		0.3	玻璃	55	1.96	0.25
碳钢、镍铬钢、合金钢	206	79.4	0.3	有机玻璃	2.35~29.42		
铸钢	202		0.3	橡胶	0.0078		0.47
轧制纯铜	108	39.2	0.31~0.34	电木	1.96~2.94	0.69~2.06	0.35~0.38
冷拔纯铜	127	48.0		夹布酚醛塑料	3.92~8.83		
轧制磷锡青铜	113	41.2	0.32~0.35	赛璐珞	1.71~1.89	0.69~0.98	0.4
冷拔黄铜	89~97	34.3~36.3	0.32~0.42	尼龙1010	1.07		
轧制锰青铜	108	39.2	0.35	硬聚氯乙烯	3.14~3.92		0.34~0.35
轧制铝	68	25.5~26.5	0.32~0.36	聚四氟乙烯	1.14~1.42		
拔制铝线	69			低压聚乙烯	0.54~0.75		
铸铝青铜	103	41.1	0.3	高压聚乙烯	0.147~0.245		
铸锡青铜	103		0.3	混凝土	13.73~18.2	4.9~ 15.69	0.1~0.18
硬铝合金	70	26.5	0.3				

## 四、材料的摩擦系数

## (一) 材料的滑动摩擦系数(表1-7)

表1-7 滑动摩擦系数

材 料 名 称	摩 擦 系 数 $f$		
	静 摩 擦	动 摩 擦	
		无 润 滑 剂	无 润 滑 剂
钢-钢	0.15, 0.1~0.12*	0.15	0.05~0.10
钢-软钢		0.2	0.1~0.2
钢-铸铁	0.3	0.18	0.05~0.15
钢-青铜	0.15, 0.1~0.15*	0.15	0.1~0.15
钢-巴氏合金		0.15~0.3	
钢-铜铝合金		0.15~0.3	
钢-粉末冶金	0.35~0.55		
钢-橡胶	0.9	0.6~0.8	
钢-塑料	0.09~0.1*		
钢-尼龙		0.3~0.5	0.05~0.1
钢-软木		0.15~0.39	
软钢-软钢		0.40	
软钢-铸铁	0.2	0.18	0.05~0.15
软钢-黄铜		0.46	
软钢-铝合金		0.30	
软钢-铅		0.40	
软钢-镍		0.40	
软钢-铝		0.36	
软钢-青铜	0.2	0.18	0.07~0.15
软钢-铅基白合金		0.40	