

# 机械设计与 制造工艺简明手册

许毓潮  
何祚荪  
李孟冬  
苏洪

(第二版)



中国电力出版社

# 机械设计与制造工艺

简明手册



(第二版)

许毓翔 何祚禧  
李孟冬 苏洪

中国电力出版社

## 内 容 提 要

本书包括机械设计与制造工艺两大部分。

设计部分包括一般设计资料、机械制图、公差配合、形位公差和表面粗糙度、材料、螺纹、常用零件、滚动轴承、传动等八章；介绍机械零件设计所必需的计算公式、参数和标准规范。工艺部分包括铸造、锻压、焊接、热处理、冲压、机械加工、电镀等七章；介绍各种实用的工艺方法、工艺参数和工艺装备。

全书内容力求简明实用，并收入了多项最新技术标准，可作为工程技术人员和技术工人的工具书，也可供大专院校师生学习有关课程或进行课程设计时参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

机械设计与制造工艺简明手册/许毓潮等编. -2  
版. -北京: 中国电力出版社, 1998

ISBN 7-80125-465-1

I. 机… II. 许… III. ①机械设计-技术手册②机械  
制造工艺-技术手册 IV. TH-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 15902 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 邮政编码 100044)

三河市实验小学印刷厂印刷

各地新华书店经售

\*

1988 年 4 月第一版

1998 年 5 月第二版 1998 年 5 月北京第二次印刷

787 毫米×1092 毫米 32 开本 35.25 印张 778 千字

印数 21081-24160 册 定价 44.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

# 前 言

在本手册出版近10年以后,我们感到有必要进行一次修订,原因有两个方面:首先,这10年间,有许多新的技术标准发布和实施,使原书引用的标准过时作废;其次,近年来出现的一些新的工艺方法,必须在本书有所反映。于是,就有了这本《机械设计与制造工艺简明手册》第二版。

本手册第二版在选材方面继续保持原书着眼于实用的特点。选入本手册的内容,都是在一般机械设计和制造工艺工作中较为常用和必要的资料。书中采用的计算方法、计算公式、设计和工艺参数、工艺方法、工艺装备等,都是采用目前工厂中常用的、较为可靠的资料选编的。

本手册所涉及的技术标准,包括基础标准、材料、通用零件、工具、刀具等方面的标准,基本上收入了1995年底以前颁布的最新标准。考虑到目前新标准贯彻实施的具体情况,某些标准附有新、旧标准的对照。

本手册第一章至第八章由许毓潮和李孟冬编写,第九章至第十五章由何祚蓀和苏洪编写。

徐捷高级工程师(教授级)审阅了本手册第一章至第八章书稿,洪光玮高级工程师(教授级)审阅了本手册第九章至第十五章书稿,并分别提出了许多宝贵意见,编者谨在这里表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,错误在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

一九九七年八月

# 目 录

## 前 言

第一章 一般设计资料 .....	1
1.1 我国的国家标准和行业标准代号 .....	1
1.2 常用国外标准代号 .....	2
1.3 我国法定计量单位 .....	2
1.3.1 国际单位制的基本单位 .....	2
1.3.2 国际单位制的辅助单位 .....	2
1.3.3 常用的国际单位制导出单位 .....	3
1.3.4 常用的国际单位制词头 .....	4
1.3.5 某些常用单位与国际制单位的换算 .....	4
1.4 常用材料的密度 .....	5
1.5 材料的摩擦系数 .....	6
1.5.1 滑动摩擦系数 .....	6
1.5.2 滚动摩擦系数 .....	7
1.5.3 轴承的摩擦系数 .....	7
1.6 材料的弹性模量与泊松比 .....	8
1.7 材料的机械性能指标 .....	8
1.8 标准尺寸 (根据 GB2822—81) .....	10
1.9 标准锥度与角度 .....	12
1.9.1 锥度与锥角系列 (根据 GB157—89) .....	12
1.9.2 棱体的角度与斜度 (根据 GB4096—83) .....	14
1.10 中心孔 (根据 GB145—85) .....	16
1.11 零件倒圆与倒角 (根据 GB6403.4—86) .....	18

1.12	扳手空间 (根据 JB/ZQ4005—84)	18
1.13	粗牙螺栓、螺钉的拧入深度和螺纹孔尺寸	21
<b>第二章</b>	<b>机械制图</b>	<b>22</b>
2.1	图纸幅面及格式 (根据 GB4457.1—84)	22
2.1.1	图纸幅面尺寸	22
2.1.2	图框格式	22
2.1.3	对中符号	23
2.1.4	图幅分区	23
2.2	比例 (根据 GB4457.2—84)	24
2.3	图线 (根据 GB4457.4—84)	24
2.3.1	图线的型式及应用	24
2.3.2	图线的宽度	25
2.4	剖面符号 (根据 GB4457.5—84)	25
2.5	图样画法 (根据 GB4458.1—84)	26
2.5.1	视图	27
2.5.2	剖视	28
2.5.3	剖面	34
2.5.4	局部放大图	35
2.5.5	简化画法	37
2.5.6	其他规定画法	40
2.6	尺寸注法 (根据 GB4458.4—84)	42
2.6.1	尺寸数字	42
2.6.2	尺寸线	43
2.6.3	尺寸界线	45
2.6.4	标注尺寸的符号	47
2.6.5	简化注法和其他规定注法	48
2.7	尺寸公差与配合注法 (根据 GB4458.5—84)	51
2.7.1	在零件图中的注法	51
2.7.2	在装配图中的标注方法	53

2.7.3	角度公差的标注方法 .....	55
2.8	螺纹及螺纹紧固件画法 (根据 GB4459.1—84) .....	55
2.8.1	螺纹的画法 .....	55
2.8.2	螺纹的标注方法 .....	57
2.8.3	螺纹紧固件的简化画法 .....	58
2.9	齿轮画法 (根据 GB4459.2—84) .....	60
2.9.1	齿轮、齿条、蜗杆、蜗轮及链轮画法 .....	60
2.9.2	齿轮、蜗轮、蜗杆啮合画法 .....	62
2.10	花键画法 (根据 GB4459.3—84) .....	63
2.10.1	花键的画法及其尺寸标注 .....	63
2.10.2	花键联结的画法及代号标注 .....	66
2.11	中心孔表示法 (根据 GB4459.5—84) .....	67
2.11.1	中心孔的符号 .....	67
2.11.2	在图样上的标注 .....	67
2.12	表面粗糙度代号及其注法 (根据 GB/T131—93) .....	68
2.12.1	表面粗糙度代 [符] 号 .....	68
2.12.2	在图样上的标注方法 .....	74
<b>第三章</b>	<b>公差配合、形位公差和表面粗糙度 .....</b>	<b>82</b>
3.1	公差与配合 (根据 GB1800~1804—79) .....	82
3.1.1	概述 .....	82
3.1.2	尺寸至 500mm 孔、轴公差带的分布 .....	85
3.1.3	尺寸至 500mm 优先和常用轴公差带的极限偏差 .....	85
3.1.4	尺寸至 500mm 优先和常用孔公差带的极限偏差 .....	98
3.1.5	基孔制的优先和常用配合 .....	106
3.1.6	基轴制的优先和常用配合 .....	108
3.1.7	尺寸至 500mm 基孔制和基轴制优先和常用配合 的极限间隙或极限过盈 .....	110

3.1.8	尺寸大于 500 至 1000mm 轴常用公差带的 极限偏差 .....	120
3.1.9	尺寸大于 500 至 1000mm 孔常用公差带的 极限偏差 .....	123
3.1.10	尺寸至 1000mm 未注公差尺寸的极限偏差 .....	124
3.1.11	尺寸 1~500mm “公差与配合” 新旧国家标准 对照表 (根据 GB1801—79 附录) .....	124
3.2	形状和位置公差 (简称形位公差) .....	130
3.2.1	形位公差的代号及其注法 (根据 GB1182—80) .....	130
3.2.2	形位公差未注公差的规定 (根据 GB1184—80) .....	135
3.3	表面粗糙度 .....	138
3.3.1	基本概念 (根据 GB3505—83) .....	138
3.3.2	表面粗糙度的参数及其数值 (根据 GB1031—83) .....	142
3.3.3	表面粗糙度同旧国标表面光洁度的比较 .....	145
<b>第四章</b>	<b>材料</b> .....	148
4.1	常用黑色金属材料的性能和应用举例 .....	148
4.1.1	灰铸铁件 (根据 GB9439—88) .....	148
4.1.2	球墨铸铁件 (根据 GB1348—88) .....	149
4.1.3	铸造碳钢 (根据 GB11352—93) .....	151
4.1.4	碳素结构钢 (根据 GB700—88) .....	151
4.1.5	优质碳素结构钢 (根据 GB699—88) .....	154
4.1.6	低合金高强度结构钢 (根据 GB/T1591—94) .....	155
4.1.7	合金结构钢 (根据 GB3077—88) .....	158
4.1.8	黑色金属材料应用举例 .....	160
4.2	常用钢材的规格 .....	166
4.2.1	热轧圆钢、方钢 (根据 GB702—86) .....	166
4.2.2	冷拉圆钢、方钢 (根据 GB/T905—94) .....	167
4.2.3	热轧等边角钢 (根据 GB9787—88) .....	167
4.2.4	热轧不等边角钢 (根据 GB9788—88) .....	168



4.2.5	热轧槽钢 (根据 GB707—88)	169
4.2.6	热轧钢板和钢带 (根据 GB709—88)	169
4.2.7	冷轧钢板和钢带 (根据 GB708—88)	170
4.2.8	结构用无缝钢管 (根据 GB8162—87)	170
4.2.9	碳素弹簧钢丝 (根据 GB4357—89)	172
4.3	常用有色金属材料的性能和应用举例	173
4.3.1	铸造青铜 (根据 GB1176—87)	173
4.3.2	铸造黄铜 (根据 GB1176—87)	175
4.3.3	铸造铝合金 (根据 GB/T1173—1995)	177
4.4	有色金属加工产品	178
4.4.1	纯铜板 (根据 GB2040—89)	178
4.4.2	黄铜板 (根据 GB2041—89)	179
4.4.3	纯铜带 (根据 GB2059—89)	182
4.4.4	黄铜带 (根据 GB2060—89)	182
4.4.5	铜棒 (根据 GB4423—92、GB13808—92)	183
4.4.6	铜管 (根据 GB1527~1530—87)	186
4.4.7	铝及铝合金板 (根据 GB3193~3194—82)	189
4.4.8	铝及铝合金棒 (根据 GB3191—82)	191
4.4.9	有色金属加工产品的特点和应用举例	192
4.5	非金属材料	194
4.5.1	工业橡胶板 (根据 GB/T5574—94)	194
4.5.2	聚氯乙烯制品	197
4.5.3	聚四氟乙烯制品	198
4.5.4	有机玻璃制品 (根据 GB7134—86)	199
4.5.5	工程塑料简介	200
<b>第五章 螺纹</b>		<b>202</b>
5.1	常用螺纹的种类、特点和应用	202
5.2	普通螺纹	203
5.2.1	普通螺纹的牙型尺寸 (根据 GB192—81、	

GB196—81) .....	203
5.2.2 普通螺纹的直径与螺距 (根据 GB193—81) .....	204
5.2.3 普通螺纹的标记 (根据 GB193—81、 GB197—81) .....	207
5.3 用螺纹密封的管螺纹 (根据 GB7306—87) .....	208
5.3.1 密封用管螺纹的牙型 .....	208
5.3.2 密封用管螺纹的基本尺寸 .....	210
5.3.3 密封用管螺纹的标记 .....	210
5.4 非螺纹密封用管螺纹 (根据 GB7307—87) .....	212
5.4.1 非密封用管螺纹的牙型 .....	212
5.4.2 非密封用管螺纹的基本尺寸 .....	212
5.4.3 非密封用管螺纹的标记 .....	213
5.5 60°圆锥管螺纹 (根据 GB/T12716—91) .....	214
5.5.1 锥管螺纹的牙型 .....	214
5.5.2 锥管螺纹的基本尺寸 .....	214
5.5.3 锥管螺纹的标记 .....	215
5.6 米制锥螺纹 (根据 GB/T1415—92) .....	215
5.6.1 米制锥螺纹的牙型和基本尺寸 .....	215
5.6.2 米制锥螺纹的标记 .....	217
5.7 梯形螺纹 (根据 GB5796.1~5796.4—86) .....	217
5.7.1 梯形螺纹的基本牙型尺寸 .....	217
5.7.2 梯形螺纹的直径与螺距 .....	219
5.7.3 梯形螺纹的基本尺寸计算 .....	220
5.7.4 梯形螺纹的公差和旋合长度 .....	222
5.7.5 梯形螺纹的标记 .....	222
5.8 自攻螺钉用螺纹 (根据 GB5280—85) .....	223
5.8.1 自攻螺钉用螺纹的尺寸 .....	223
5.8.2 自攻螺钉用螺纹的标记 .....	224
<b>第六章 常用零件 .....</b>	<b>225</b>

6.1	螺纹联接件 .....	225
6.1.1	紧固零件的机械性能 (根据 GB3098.1~GB3098.3—82) .....	225
6.1.2	螺栓 .....	227
6.1.3	螺钉 .....	237
6.1.4	螺母 .....	254
6.1.5	垫圈 .....	262
6.1.6	螺纹联接常用的防松方法 .....	269
6.2	挡圈 .....	272
6.2.1	孔用弹性挡圈 (GB893.1—86) .....	272
6.2.2	轴用弹性挡圈 (GB894.1—86) .....	272
6.2.3	孔用钢丝挡圈 (GB895.1—86) .....	278
6.2.4	轴用钢丝挡圈 (GB895.2—86) .....	279
6.2.5	螺钉紧固轴端挡圈 (GB891—86) .....	281
6.2.6	螺栓紧固轴端挡圈 (GB892—86) .....	282
6.2.7	轴肩挡圈 (GB886—86) .....	285
6.3	销 .....	287
6.3.1	圆锥销 (GB117—86) .....	288
6.3.2	内螺纹圆锥销 (GB118—86) .....	288
6.3.3	圆柱销 (GB119—86) .....	290
6.3.4	内螺纹圆柱销 (GB120—86) .....	291
6.3.5	螺尾锥销 (GB881—86) .....	293
6.3.6	开口销 (GB91—86) .....	294
6.4	键 .....	295
6.4.1	键联接的种类、特点和应用 .....	295
6.4.2	平键和半圆键的强度校核 .....	296
6.4.3	平键及其键槽的剖面尺寸 (GB1095—79) .....	297
6.4.4	普通平键的型式和尺寸 (GB1096—79) .....	300
6.4.5	导向平键的型式和尺寸 (GB1097—79) .....	302

6.4.6	半圆键及其键槽 (GB1098~1099—79)	304
6.5	弹簧	307
6.5.1	圆柱螺旋弹簧的类型、结构型式及代号 (根据 GB1239—89)	307
6.5.2	拉伸、压缩弹簧的参数和典型工作图 (根据 GB1805—86、GB4459.4—84)	310
6.5.3	圆柱螺旋弹簧的标准尺寸系列 (根据 GB/T1358—93)	313
6.5.4	拉伸、压缩弹簧的强度校核	315
<b>第七章</b>	<b>滚动轴承</b>	<b>318</b>
7.1	常用滚动轴承的类型、特点和应用	318
7.2	滚动轴承的代号 (根据 GB/T 272—93)	321
7.2.1	基本代号	321
7.2.2	前置代号	324
7.2.3	后置代号	324
7.3	滚动轴承的径向游隙 (根据 GB/T4604—93)	324
7.4	滚动轴承的公差分级 (根据 GB/T307—94)	325
7.5	滚动轴承与轴和外壳的配合 (根据 GB/T275—93)	325
7.5.1	负荷情况的分类	325
7.5.2	安装轴承的轴公差带	325
7.5.3	安装轴承的外壳孔的公差带	327
7.5.4	配合面和端面的形状和位置公差	329
7.5.5	配合表面的粗糙度	330
7.6	滚动轴承的选用和计算	330
7.6.1	滚动轴承的类型选择	330
7.6.2	滚动轴承的负荷 (根据 GB4662—93 和 GB6391—86)	331

7.6.3	滚动轴承的强度校核	332
7.7	常用滚动轴承的尺寸和参数	336
7.7.1	深沟球轴承 (根据 GB/T276—94)	336
7.7.2	调心球轴承 (根据 GB/T281—94)	340
7.7.3	圆柱滚子轴承 (根据 GB/T283—94)	345
7.7.4	角接触球轴承 (根据 GB292—83)	354
7.7.5	圆锥滚子轴承 (根据 GB/T297—94)	360
7.7.6	推力球轴承 (根据 GB/T301—1995)	368
7.8	滚动轴承的安装尺寸 (根据 GB5868—86)	372
7.8.1	轴和外壳孔的单向圆角半径 ( $r_{\text{ax}}$ )	372
7.8.2	向心球轴承、角接触轴承、调心球轴承及调心滚子轴承的挡肩高度 ( $h$ )	372
7.8.3	圆柱滚子轴承的安装尺寸	374
7.8.4	圆锥滚子轴承的安装尺寸	376
7.8.5	推力球轴承的安装尺寸	379
7.9	滚动轴承的轴向固定	381
7.9.1	轴承内圈的轴向固定方法举例	381
7.9.2	轴承外圈的轴向固定方法举例	382
<b>第八章</b>	<b>传动</b>	<b>383</b>
8.1	概述	383
8.1.1	常用传动型式的特点和应用范围	383
8.1.2	传动设计计算中的几个常用公式	384
8.2	V带传动	384
8.2.1	V带的规格尺寸	384
8.2.2	V带传动的计算	387
8.2.3	V带轮	404
8.3	渐开线圆柱齿轮传动	409
8.3.1	基准齿形及模数系列	409
8.3.2	外啮合标准圆柱齿轮传动的几何计算	410

8.3.3	重合度 $\epsilon$ 的计算 .....	427
8.3.4	圆柱齿轮传动的作用力计算 .....	431
8.3.5	圆柱齿轮传动的设计计算 .....	432
8.3.6	圆柱齿轮的结构 .....	435
8.3.7	齿轮材料的选择 .....	435
8.3.8	渐开线圆柱齿轮精度及公差(根据 GB 10095—88) ...	447
8.4	渐开线圆锥齿轮传动 .....	465
8.4.1	直齿圆锥齿轮几何尺寸计算公式 .....	465
8.4.2	直齿圆锥齿轮传动的的作用力计算 .....	469
8.4.3	直齿圆锥齿轮传动的设计计算 .....	469
8.4.4	圆锥齿轮结构 .....	473
8.4.5	圆锥齿轮传动的精度及公差 .....	473
8.5	蜗杆传动(根据 GB10087—88) .....	505
8.5.1	圆柱蜗杆传动的主要参数 .....	505
8.5.2	圆柱蜗杆传动基本几何尺寸计算公式 .....	506
8.5.3	蜗轮传动的强度计算 .....	508
8.5.4	蜗杆传动的效率及散热计算 .....	512
8.5.5	蜗杆、蜗轮的结构 .....	514
8.5.6	普通蜗杆传动的精度及公差 .....	516
8.5.7	蜗杆、蜗轮常用材料 .....	537
<b>第九章 铸造 .....</b>		<b>539</b>
9.1	造型和造芯方法 .....	539
9.2	铸造用砂、粘土及其它辅助材料 .....	543
9.2.1	铸造用砂 .....	543
9.2.2	铸造用粘结剂 .....	547
9.2.3	辅助材料 .....	551
9.3	铸造工艺参数 .....	552
9.3.1	不同合金和铸造方法能铸出的最小壁厚 .....	552
9.3.2	一些合金的流动性 .....	553

9.3.3	铸铁和铸钢的粘度 .....	553
9.3.4	灰铸铁件和碳钢铸件的浇注温度 .....	553
9.3.5	模样的拔模斜度 .....	555
9.3.6	浇注系统 .....	556
9.3.7	冒口的形式与尺寸 .....	558
9.3.8	铸造圆角 .....	563
9.3.9	铸件加工余量 .....	563
9.4	特种铸造 .....	569
9.4.1	压力铸造 .....	569
9.4.2	熔模铸造 .....	580
9.4.3	金属型铸造 .....	586
9.4.4	离心铸造 .....	588
9.5	铸件缺陷的分析及防止措施 .....	589
9.5.1	铸件缺陷的名称及分类 .....	589
9.5.2	铸件缺陷产生的原因及防止措施 .....	589
<b>第十章</b>	<b>锻压</b> .....	<b>593</b>
10.1	锻压方法及应用范围 .....	593
10.2	锻压加热及其设备 .....	595
10.3	自由锻 .....	597
10.3.1	基本工序 .....	597
10.3.2	锻比 .....	598
10.3.3	大型锻件缺陷分析 .....	600
10.4	模锻 .....	601
10.4.1	各种模锻工艺特征 .....	601
10.4.2	锤上模锻 .....	601
10.4.3	热模锻压力机上模锻 .....	602
10.4.4	平锻机上模锻 .....	603
10.4.5	螺旋压力机上模锻 .....	605
10.5	墩锻 .....	606

10.5.1	多工位冷锻	606
10.5.2	多工位热锻	607
10.6	轧制	607
10.6.1	纵轧-辊锻	607
10.6.2	楔形模横轧	608
10.6.3	螺旋孔型斜轧	608
10.7	非铁合金锻压	609
10.7.1	铝合金锻压	609
10.7.2	铜合金锻压	610
10.8	冷挤压	611
10.8.1	冷挤压用材料	611
10.8.2	挤压件的工艺设计	612
10.9	锻压及冷挤压设备	613
10.9.1	液压机	613
10.9.2	锻锤	614
10.9.3	液压螺旋压力机	615
10.9.4	机械压力机	616
10.9.5	挤压机	618
<b>第十一章 焊接</b>		620
11.1	电弧焊	620
11.1.1	手弧焊	620
11.1.2	埋弧焊	628
11.1.3	钨极氩弧焊	634
11.1.4	二氧化碳气体保护焊	647
11.2	电阻焊	660
11.2.1	点焊	660
11.2.2	缝焊	664
11.2.3	对焊	667
11.3	钎焊	670



11.4	其他焊接方法 .....	675
11.4.1	气焊 .....	675
11.4.2	摩擦焊 .....	679
11.4.3	堆焊 .....	680
11.5	钢铁的焊接 .....	684
11.5.1	碳钢的焊接 .....	684
11.5.2	低合金钢的焊接 .....	685
11.5.3	不锈钢的焊接 .....	688
11.5.4	铸铁的补焊与焊接 .....	691
11.6	铜及铜合金的焊接 .....	692
11.7	铝及铝合金的焊接 .....	693
11.8	焊接应力及变形 .....	696
11.8.1	焊接残余内应力对焊接结构的影响 .....	696
11.8.2	调节与消除内应力的措施 .....	697
11.8.3	焊接残余变形 .....	697
11.9	焊缝质量的检验 .....	698
11.9.1	破坏性检验 .....	698
11.9.2	非破坏性检验 .....	698
11.10	焊缝代号 .....	700
11.10.1	基本符号 .....	700
11.10.2	辅助符号 .....	702
11.10.3	补充符号 .....	702
11.10.4	焊缝尺寸符号 .....	703
<b>第十二章</b>	<b>热处理 .....</b>	<b>704</b>
12.1	钢的热处理基础 .....	704
12.1.1	钢的平衡组织与铁碳合金状态图 .....	704
12.1.2	钢在加热时的转变 .....	708
12.1.3	钢在冷却时的转变 .....	713
12.2	钢的退火与正火 .....	718