

中 等 专 业 学 校 教 材

机 械 零 件

北京航空工业学校机械零件教研组编

黄 凯 主 编



國 防 工 業 出 版 社

中等专业学校教材

机械零件

北京航空工业学校机械零件教研组编

黄凯主编



国防工业出版社

內 容 提 要

本书分課本和附册两部分。課本中除緒論外，包括机器制造业中常用材料、鏈及銷联接、螺紋联接（附举重螺旋）、皮帶傳动、齿輪傳动、蝸杆傳动、鏈傳动、軸、軸承、联軸器和減速器等十一章；附册中包括教学中必要的數據、資料和习题集。

本书可作为中等专业学校机械类专业的教材，也可供工程技术人员設計机械零件时参考。

目 录

序	8
基本符号表	9
常用基本公式表	10
緒論	11
§ 1. 机械零件課程的內容和任务	11
§ 2. 学习机械零件課程的目的	11
§ 3. 設計机械零件时应滿足的基本要求	11
§ 4. 設計的一般方法和步驟	12
§ 5. 机械零件課程的特点	13

第一章 机器制造业中常用材料	15
§ 1-1. 机器制造业中常用的材料	15
§ 1-2. 选用材料的一般原則	17
§ 1-3. 鋼的热处理和化学热处理	18

联 接 引 言

第二章 鍵及銷联接	21
§ 2-1. 鍵联接概述	21
§ 2-2. 普通平鍵的选择和核算	24
§ 2-3. 半圓鍵的选择和核算	25
§ 2-4. 花鍵联接	25
§ 2-5. 矩形齿花鍵的选择和核算	26
§ 2-6. 銷联接	27
例题	28
复习題	29

第三章 螺紋联接 (附举重螺旋)	30
§ 3-1. 螺紋的种类及其主要参数	30
§ 3-2. 机器制造业中常用螺紋	31
§ 3-3. 螺紋联接的基本形式	32
§ 3-4. 螺母及垫圈	36
§ 3-5. 螺栓、双头螺栓和螺釘长度 的确定	37
§ 3-6. 螺旋副受力关系, 自鎖与效率	37
§ 3-7. 防松装置	39

§ 3-8. 扳手力矩	41
§ 3-9. 螺紋联接的計算	41
§ 3-10. 提高螺栓强度的措施	46
§ 3-11. 举重螺旋	47
例题	50
复习題	53

传 动 引 言

第四章 皮帶傳动	55
§ 4-1. 概述	55
§ 4-2. 皮帶傳动的型式	55
§ 4-3. 开口皮帶傳动的几何計算	56
§ 4-4. 皮帶傳动的受力分析	56
§ 4-5. 皮帶的疲劳	59
§ 4-6. 皮帶在带輪上的滑动	59
§ 4-7. 皮帶的滑动曲綫和效率曲綫	60
§ 4-8. 三角皮帶傳动及其計算	61
§ 4-9. 平皮帶傳动及其計算	63
§ 4-10. 張紧皮帶的方法	65
§ 4-11. 皮帶輪	66
例题	68
复习題	70

第五章 齿輪傳动	71
§ 5-1. 概述	71
§ 5-2. 齿輪嚙合基本定律	73
§ 5-3. 漸开綫及其特性	74
§ 5-4. 齿輪的主要术语及其符号	75
§ 5-5. 漸开綫齿輪的特性	77
§ 5-6. 漸开綫直齿圆柱齿輪正确嚙 合和傳动連續的条件	79
§ 5-7. 輪齿制造方法簡介	81
§ 5-8. 輪齿的根切与最少齿数	82
§ 5-9. 移距修正齿輪的概念	84
§ 5-10. 制造齿輪的材料	85
§ 5-11. 輪齿的破坏形式	86

§ 5-12. 齿輪傳动强度計算概述.....	87	§ 8-6. 提高轉軸疲劳强度的措施.....	141
§ 5-13. 直齿圓柱齿輪的强度計算.....	89	例題.....	142
§ 5-14. 斜齿圓柱齿輪.....	95	· 复习題.....	146
§ 5-15. 斜齿圓柱齿輪的强度計算.....	97	第九章 軸承.....	147
§ 5-16. 人字齿圓柱齿輪.....	99	§ 9-1. 概述.....	147
§ 5-17. 直齿圓錐齿輪傳动.....	100	§ 9-2. 滑动軸承.....	147
§ 5-18. 齿輪的构造.....	103	§ 9-3. 滑动軸承的軸瓦和軸承衬.....	149
§ 5-19. 齿輪傳动的潤滑.....	105	§ 9-4. 非液体摩擦向心軸承的計算.....	150
例題.....	106	§ 9-5. 液体摩擦滑动軸承的概念.....	151
复习題.....	110	§ 9-6. 滑动軸承的潤滑.....	152
第六章 蜗杆傳动.....	112	§ 9-7. 滚动軸承概述.....	153
§ 6-1. 概述.....	112	§ 9-8. 滚动軸承主要类型及其选择.....	156
§ 6-2. 蜗杆傳动的主要参数.....	113	§ 9-9. 滚动軸承的失效情况及其計 算.....	158
§ 6-3. 蜗杆傳动的破坏形式及材料.....	114	§ 9-10. 滚动軸承支座的設計.....	160
§ 6-4. 蜗杆傳动的受力分析.....	115	§ 9-11. 滚动軸承的潤滑和密封.....	166
§ 6-5. 蜗輪輪齿的强度計算.....	117	例題.....	168
§ 6-6. 蜗杆的强度和刚度核算.....	118	复习題.....	170
§ 6-7. 蜗杆傳动的效率及发热核算.....	119	第十章 联轴器.....	172
§ 6-8. 蜗杆傳动的潤滑.....	121	§ 10-1. 联轴器的功用和分类.....	172
§ 6-9. 蜗杆与蜗輪的构造.....	121	§ 10-2. 常用联轴节的結構.....	173
§ 6-10. 設計計算的步驟.....	122	§ 10-3. 离合器的結構.....	176
例題.....	123	§ 10-4. 安全联轴器.....	178
复习題.....	126	§ 10-5. 联轴器的选择.....	178
第七章 鏈傳动.....	127	复习題.....	179
§ 7-1. 概述.....	127	第十一章 減速器.....	180
§ 7-2. 傳动鏈及鏈輪.....	128	§ 11-1. 概述.....	180
§ 7-3. 鏈傳动計算簡介.....	130	§ 11-2. 減速器的箱体.....	182
复习題.....	131	§ 11-3. 減速器的附件.....	186
第八章 軸.....	132	§ 11-4. 減速器中主要零件的配合.....	188
§ 8-1. 軸的用途和分类.....	132	§ 11-5. 減速器的潤滑.....	191
§ 8-2. 軸的材料.....	133	§ 11-6. 单級減速器的典型結構.....	191
§ 8-3. 軸的結構.....	133	复习題.....	193
§ 8-4. 軸的計算草图.....	137	主要参考书目.....	193
§ 8-5. 軸的計算.....	138		

附 册 目 录

第一章 机械制造业中的常用材料 194

附表1-1	甲类普通热轧碳素钢(YB151-63)	194
附表1-2	优质碳素结构钢(摘录 YB4-63)	194
附表1-3	合金结构钢(摘录 YB6-59)	195
附表1-4	碳素钢铸件(JB300-62)	196
附表1-5	灰口铸铁(JB297-62)	197
附表1-6	球墨铸铁(JB298-62)	197
附表1-7	可锻铸铁(JB299-62)	197
附表1-8	铜合金	198
附表1-9	常用材料的相对价值	198
附表1-10	钢的强度极限与硬度之间的大致关系	199

第二章 键与销联接 200

附表2-1	平键、键及键槽剖面尺寸(毫米) (JB112-60, JB113-60)	200
附表2-2	键联接的许用挤压应力(平均值)	200
附表2-3	键的许用切应力	200
附表2-4	半圆键剖面及键槽尺寸 (JB118-60)	201
附表2-5	矩形齿花键联接尺寸 (JB290-60)	202
附表2-6	花键的许用应力	203
附表2-7	圆锥销(GB117-58)	204
附表2-8	圆柱销(GB119-58)	205

第三章 螺纹联接 (附举重螺旋) 206

附表3-1	普通螺纹直径与螺距 (GB193-63)	206
附表3-2	粗牙普通螺纹的基本尺寸 (GB196-63)	207
附表3-3, a	普通外螺纹的螺尾、退刀槽和倒角	208
附表3-3, b	普通内螺纹的螺尾、退刀槽和倒角	209
附表3-4	半光六角头螺栓 (GB18-58)	210
附表3-5	光六角头螺栓 (GB30-58)	211
附表3-6	光六角头铰制孔用螺栓(GB33-58)	212
附表3-7	光双头螺栓(JB9-59)	213

附表3-8	圆柱头螺钉(GB65-58)	216
附表3-9	联接零件沉头座及通孔尺寸 (GB152-59)	217
附表3-10	光六角螺母 (GB52-58)	218
附表3-11	半光六角螺母 (GB45-58)	219
附表3-12	光垫圈 (GB97-58)	220
附表3-13	普通螺纹的螺纹余留长度, 钻孔深度 及螺栓突出螺母末端的长度	221
附表3-14	弹簧垫圈(GB92-58)	222
附表3-15	止退垫圈及圆螺母	223
附表3-16	静载荷下紧联接螺栓许可载荷[Q]	225
附表3-17	气缸盖螺栓许可载荷[Q]	225
附表3-18	许用单位承压[q]	225
附表3-19	螺母螺纹牙的许用弯曲应力 $[\sigma]_w$	225

传动引言 226

附表I	各种传动的传动效率	226
附表II	各种传动的传动比的范围	226

第四章 皮带传动 227

附表4-1	三角皮带传动的比值 $\frac{h_0}{D_{min}}$	227
附表4-2	平皮带传动的比值 $\frac{\delta}{D_{min}}$	227
附表4-3	三角皮带所传递功率范围	227
附表4-4	三角皮带剖面基本尺寸	228
附表4-5	三角皮带轮计算直径D的系列	228
附表4-6	三角皮带长度 (HGB403-60)	229
附表4-7	在一定条件下每根三角皮带所传递的功率	230
附表4-8	三角皮带传动的包角系数 C_1	231
附表4-9	工作情况和工作连续性系数 C_2	231
附表4-10	皮革带的尺寸	232
附表4-11	橡胶布带的尺寸	232
附表4-12	缝合棉布带的尺寸	232
附表4-13	纯棉棉布带的尺寸	233
附表4-14	平皮带轮直径系列	233
附表4-15	计算平皮带传动 K_0 的系数 α 和W	233
附表4-16	平皮带传动的布置系数 C_0	233
附表4-17	平皮带传动的包角系数 C_1	233

附表4-18	平皮带传动的速度系数 C_2	234
附表4-19	三角皮帶輪上梯形槽的尺寸	234

第五章 齒輪傳動 235

附表5-1	标准模数 (根据JB111-60)	235
附表5-2	制造齿輪常用的材料	235
附表5-3	齧輪与齿輪材料的荐用組合	236
附表5-4	偏載系数 K_1	236
附表5-5	工作情况系数 K_2	237
附表5-6	系数 C_B 和 C_R	237
附表5-7	計算 σ_{-1} 的經驗公式	237
附表5-8	齿輪的安全系数 n	237
附表5-9	齿根有效应力集中系数 K_σ	238
附表5-10	材料系数 C_E 和 $C_{E'}$	238
附表5-11	齿形系数 y	238
附表5-12	齿寬系数 ψ_A	238
附表5-13	齿寬系数 ψ_m	239
附表5-14	齿长系数 $\psi_L = \frac{L}{b}$	239
附表5-15	齿輪傳动滑油粘度選擇	239
附表5-16	潤滑油的品种	239
附表5-17	直齿圆柱齿輪几何尺寸公式	240
附表5-18	斜齿圆柱齿輪几何尺寸公式	240
附表5-19	直齿圓錐齒輪几何尺寸公式	241

第六章 蝸杆傳动 242

附表6-1	标准模数和特性系数(根据JZ64-60)	242
附表6-2	z_1 、 q 和 λ 的对应关系(根据JZ64-60 附录)	242
附表6-3	蝸輪及蝸杆几何尺寸計算公式	243
附表6-4	工作情况系数 K	244
附表6-5	青銅的許用接触应力 $[\sigma]_k$	244
附表6-6	灰鑄鉄及无錫青銅的許用接触 应力 $[\sigma]_k$	244
附表6-7	蝸輪的許用弯曲应力 $[\sigma]_w$	245
附表6-8	蝸輪的齿形系数 y	245
附表6-9	蝸杆的許用弯曲应力 $[\sigma_{-1}]_w$	245
附表6-10	鋼蝸杆对錫青銅蝸輪的相当摩擦 系数	245
附表6-11	預估帶动速度 v_c	246
附表6-12	蝸杆傳动荐用滑油粘度	246
附表6-13	蝸杆螺紋头数 z_1 的荐用值	246
附表6-14	蝸杆傳动效率的概略值	246

第七章 鏈傳动 247

附表7-1	套筒-滾子鏈	247
附表7-2	小鏈輪的推荐齿数	247

第八章 軸 248

附表8-1	軸的常用材料及其机械性质	248
附表8-2	标准直径 (根据JB176-60)	248
附表8-3	倒角与倒圆半径配合尺寸 (根据JB5-59)	249
附表8-4	与滚动軸承配合时軸上的圓角半径	249
附表8-5	砂輪越程槽 (根据JB3-59)	249
附表8-6	軸肩的高度及寬度	250
附表8-7	軸的倒角 (根据JB5-59)	250
附表8-8	圓剖面的抗弯矩 W 和抗扭矩 W_n	250
附表8-9	軸的許用弯曲应力	250
附表8-10	軸的尺寸系数	251
附表8-11	圓角的有效应力集中系数	251
附表8-12	鍵槽的有效应力集中系数	252
附表8-13	配合的 $\frac{K_\sigma}{\epsilon_\sigma}$ 和 $\frac{K_\tau}{\epsilon_\tau}$ 值	252
附表8-14	米制螺紋的有效应力集中系数	252
附表8-15	軸淨剖面的抗弯矩和抗扭矩	253
附表8-16	軸的許可最小安全系数 $[n]$	254
附表8-17	軸的变形許可值	254

第九章 軸承 255

附表9-1	軸頸的长徑比 φ	255
附表9-2	向心滑动軸承的許可值 $[p]$ 和 $[pv]$	255
附表9-3	選擇滑动軸承的滑油粘度	255
附表9-4	常用的潤滑脂	256
附表9-5	各种设备中滚动軸承的工作期限	256
附表9-6	轉动座圈系数 K_k	256
附表9-7	动載系数 K_d	256
附表9-8	温度系数 K_t	257
附表9-9	換算系数 m	257
附表9-10	系数 K	257
附表9-11	与向心及向心推力軸承互配时的凸 肩高度	258
附表9-12	軸及机体与推力球軸承互配时的 凸肩高度	259
附表9-13	潤滑滚动軸承的滑油粘度	259
附表9-14	单列向心球軸承	260
附表9-15	双列向心球面球軸承	261
附表9-16	单列向心短圆柱滾子軸承	262
附表9-17	单列向心推力球軸承	263
附表9-18	圓錐滾子軸承	264
附表9-19	单向推力球軸承	265
附表9-20	双向推力球軸承	266

第十章 联轴器 267

附表10-1 弹性圈柱销联轴器 (JB108-60) 267

附表10-2 工作情况系数 K 268

第十一章 减速器 271

附表11-1 铸造减速器箱体的结构尺寸 271

附表11-2 螺栓孔有关尺寸 272

附表11-3 用插入式轴承盖时的尺寸 272

附表11-4 用螺钉固定轴承盖时的尺寸 272

附表11-5 铸件过渡尺寸 272

习题集 273

第二章 键与销联接 273

第四章 皮带传动 276

第五章 齿轮传动 276

第六章 蜗杆传动 278

第八章 轴 280

第九章 轴承 282

序

本书是根据 1963 年 12 月国防工业中等专业学校机械类工程力学教学大纲编写的。大纲中规定“机械零件”部分的授课时数为 90 学时。本书在内容上符合大纲的基本要求，编者并力求在篇幅上与授课时数大致相适应，以便于阅读。

本书分课本和附册两部分。课本中除绪论外，包括机器制造业中常用材料、键及销联接、螺纹联接（附 举重 螺旋）、皮带传动、齿轮传动、蜗杆传动、链传动、轴、轴承、联轴器和减速器等十一章；附册中包括教学中必要的数、资料以及习题集。

为了贯彻少而精的原则，本书力求突出基本的、典型的和带有普遍意义的内容，如受横向载荷的螺纹紧联接、三角皮带传动、圆柱齿轮传动等等。

为了配合课程设计，本书的有关内容（如轴的设计、轴承的支座设计、润滑和密封等）均尽可能地结合减速器讲述和举例，以便在结束理论课之后，能够比较顺利地进行课程设计。

本书所讨论的各种通用零件的计算，均尽可能地采用简化的方法（如螺纹紧联接的计算，三角皮带传动的计算，齿轮传动的载荷系数和许用应力等等），以便于接受。

本书有部分内容以小字排印，其中有的是属于超出大纲要求的较深入的内容，可供学生参考，如最小移距系数，直齿圆柱齿轮齿面接触强度计算公式的推导等；另外一些是供各校根据需要和可能自行选择的内容，如平皮带传动，转轴的精确核算等。

本书所介绍的标准均为目前我国已颁布实施的。关于各种物理量的符号和注脚，凡标准中已经采用者，则按标准；凡标准中尚未规定者，则沿用习惯，或以汉字拉丁注音的字母为注脚，并加适当注释。

书中各章末附有例题和复习题。

习题集中除计算方面的练习题之外尚包括一部分结构设计方面的练习题。其目的在于复习和巩固有关内容，并获得练习运用标准和资料的机会。

本书的细目曾由参加 1963 年 12 月工程力学教材会议的代表们讨论，并提出了许多宝贵的改进意见。我们充分地、认真地考虑了这些意见，并谨对各兄弟学校的热忱帮助致以谢意。

本书课本部分系由黄凯和李恩至编写，习题集部分由王晏云、黄振廉、王广德和韩荣贤等四人选编，并由王晏云负责整理，最后全书由黄凯通读整理。

本书部分插图系由黄振廉同志精心设计并由邓永气同志细心描绘，谨此一并致谢。

本书定稿曾经工程力学教材编审小组李汝实、陈世儒两同志审阅，特此致谢。

因编者水平有限，书中遗漏之处在所难免。编者以感激的心情期待读者提出批评和建议，并请寄国防工业出版社转交我组。

编者 1964 年 2 月

基本符号表

A ——中心距, 面积	δ ——角度, 厚度
b 、 B ——寬度	ε ——系数
c 、 C ——系数	η ——效率
d 、 D ——直徑	ρ ——半徑, 曲率半徑
E ——彈性系数	σ ——正应力
f ——摩擦系数	$\sigma_{\text{拉}}^{\text{④}}$ ——拉伸应力
F ——摩擦力, 面积	$\sigma_{\text{压}}^{\text{⑤}}$ ——压应力
G ——剪切彈性系数	σ_w ——弯曲应力
h 、 H ——高度, 厚度, 深度	$\sigma_{\text{挤}}^{\text{⑥}}$ ——挤压应力
H_B ——布氏硬度	σ_k ——接触应力
R_C ——洛氏硬度	σ_b ——强度极限
i ——傳动比, 任意数	σ_s ——屈服极限
J ——剖面的軸慣性矩	σ_{-1} ——弯曲时对称循环的持久极限
J_P ——剖面的极慣性矩	σ_0 ——弯曲时脉动循环的持久极限
k 、 K ——系数	$\sigma_{pj}^{\text{⑦}}$ ——平均正应力
l 、 L ——长度, 軸承跨距, 錐距	σ_a ——正应力的应力幅度
m ——系数, 齒輪模数	$\sigma_{xd}^{\text{⑧}}$ ——相当应力
M ——力矩, 相当弯矩	τ ——切应力, 剪切应力
$M_w^{\text{①}}$ ——弯矩	τ_b ——剪切强度极限
$M_n^{\text{②}}$ ——扭矩	τ_n ——扭轉切应力
n ——轉速, 安全系数, 任意数	τ_s ——剪切屈服极限
N ——功率, 法向压力	τ_{-1} ——剪切对称循环持久极限
$N_j^{\text{③}}$ ——計算功率	τ_0 ——剪切脉动循环持久极限
P 、 Q 、 T ——作用力	τ_{pj} ——平均切应力
p 、 q ——单位压力 (压强)	τ_a ——切应力的应力幅度
r 、 R ——半徑	$[\sigma]$ ——許用正应力
t ——溫度, 時間, 螺距, 周节	$[\sigma]_t, [\sigma]_w, [\sigma]_y, [\sigma]_{jy}, [\sigma]_k$
v ——速度	——許用拉伸、弯曲、压缩、
W ——重量, 抗弯矩	挤压和接触应力
W_n ——抗扭矩	$[\tau]$ ——許用切应力
x 、 y 、 z ——座标軸符号, 座标	$[\tau]_n$ ——許用扭轉切应力
z ——齿数, 任意数	φ ——角度, 摩擦角, 系数
α 、 β 、 θ ——角度, 系数	ψ ——角度, 系数
γ ——角度, 比重	λ ——角度——

- ① 弯曲 wanqu。
- ② 扭轉 niuzhuan。
- ③ 計算 jishuan。
- ④ 拉伸 lashen。
- ⑤ 压缩 yasuo。
- ⑥ 挤压 jiya。
- ⑦ 平均 pingjun。
- ⑧ 相当 xiangdang。

常用基本公式表

量的名称	计算公式	公式中各量的名称和单位
拉(压)应力	$\sigma = \frac{P}{A}$ 公斤/厘米 ²	P ——拉(压)力(公斤) A ——剖面积(厘米 ²)
弯曲应力	$\sigma_w = \frac{M_w}{W}$ 公斤/厘米 ²	M_w ——弯矩(公斤厘米) W ——抗弯矩(厘米 ³)
扭转切应力	$\tau_n = \frac{M_n}{W_n}$ 公斤/厘米 ²	M_n ——扭矩(公斤厘米) W_n ——抗扭矩(厘米 ³)
圆周力	$P = \frac{2M_n}{d}$ 公斤	d ——直径(厘米) M_n ——扭矩(公斤厘米)
功率	$N = \frac{Pv}{75}$ 馬力	P ——力(公斤) v ——速度(米/秒)
圆周速度	$v = \frac{\pi d n}{60 \times 1000}$ 米/秒	d ——直径(毫米) n ——转速(轉/分)
扭矩	$M_n = 71620 \frac{N}{n}$ 公斤厘米	N ——功率(馬力) n ——转速(轉/分)
临界力(欧拉公式)	$P_k = \frac{\pi^2 E J_{\min}}{(\mu L)^2}$ 公斤	E ——彈性系数(公斤/厘米 ²) $J_{\min}$ ——剖面最小軸慣性矩(厘米 ⁴) μ ——支座系数 L ——长度(厘米)
傳动比	$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{M_2}{M_1 \eta}$	d ——直径 z ——齿数 M ——扭矩 η ——效率

緒 論

§1 机械零件課程的內容和任务

为了提高劳动生产率，減輕劳动强度，在我国国民經济的各部門中广泛地使用着各种机器。机器总是由零件組成的。其中有一些零件是各种机器一般都具有的，它們在不同的机器中起着相同的作用，例如齒輪、軸承等等，这类零件称为通用零件；还有另外一些零件，它們在机器中起着專門的功用，而且也只是某种机器所特有的，例如飞机的螺旋桨、拖拉机上的鐮犁等等，这类零件称为专用零件。

机械零件課程研究的对象是通用零件。按照它們在机器中的功用可以分为：

联接 鉚釘联接、焊接、鍵及銷联接和螺紋联接等；

传动 摩擦輪传动、皮带传动、齒輪传动、蝸杆传动和鏈传动等；

軸、軸承和联轴器等。

“机械零件”是一門設計性质的技术基础課。它的任务是研究通用零件和簡單传动装置的基础知識和設計方法。

§2 学习机械零件課程的目的

为了彻底地改变我国一穷二白的面貌，就必须艰苦奋斗，勤儉建国，自力更生，奋发图强，把我国建設成为一个具有现代农业、现代工业、现代国防和现代科学技术的强大的社会主义国家。这要求工业部門提供大量适应我国具体条件的、品种繁多的和性能优良的机器設備来装备国民經济的各个部門。显然，要完成这一重大任务，必須有一支我国自己的又紅又专的科学技术队伍。

作为一个工程技术人員，在工作中經常要遇到一些机械設計問題。因此具备机械設計方面的一些基本知識和技能是十分必要的。

学习本課程的主要目的是：

1. 初步树立正确的設計思想，并培养綜合运用理論知識来分析和解决生产实际問題的独立工作能力；
2. 掌握通用零件和簡單传动装置的基础知識和設計方法；
3. 为专业課的学习奠定基础。

§3 設計机械零件时应滿足的基本要求

設計机械零件时，要力求滿足以下各項基本要求的一部分或全部：

一、足够的强度

强度是設計机械零件的基本要求。所謂足够的强度是指零件在承受載荷后不发生破坏現象。显然，这是零件在机器中正常工作和安全生产所必需的。

二、必要的刚度

刚度是零件承受载荷时抵抗产生弹性变形的能力。

某些零件，当它们的弹性变形超过一定的数值后将影响零件的正常工作或机器工作的性能。对于这种零件就应当进行刚度计算以保证弹性变形不超过容许值。

三、足够的寿命

应当保证有一定的工作期限。

对于承受不变应力而又无相对运动的零件，在满足强度和刚度的条件下，一般总是能很长地正常工作的。

对于承受交变应力的零件，在超过规定的期限后将由于材料的疲劳而报废。

对于作相互运动的零件，在一定的工作小时之后，将由于磨损破坏了它们的相互位置的正确性，从而影响了机器的性能而必须报废。

四、良好的工艺性

工艺性的好坏是以满足使用及技术要求的条件下的制造成本高低来衡量的。

影响制造成本的因素很多，它们之间的关系也是很复杂的，但主要是由零件的结构所决定的。因此必须对零件的结构设计给予足够的重视。

五、重量轻

减轻零件的重量意味着节约材料，同时对于运动的零件来说，还可以减小惯性、降低动力消耗和便于起动。对于汽车、飞机等机器，减轻其零件的重量更具有特殊的意义。

六、符合标准

大多数的通用零件在我国都已标准化。因此，设计时应符合已颁布实施的有关国家标准或专业标准。这样做的好处是：有利于产品质量的普遍提高；有利于组织集中的专业性生产和各生产部门之间的分工协作；能最大限度地满足互换性的要求，从而简化修配工作、简化设计和减轻设计工作量。

总之，标准化是加速国民经济建设的重要手段之一，是厉行增产节约的有效措施，因此设计时应尽可能地遵守已颁布实施的各种有关标准。

*

*

*

最后必须指出，上述各项要求之间有些是互相矛盾的，例如强度、刚度与重量轻的要求之间就有矛盾。因此应当根据具体情况和具体条件做具体分析，正确地解决各种矛盾，才能提高设计质量。同时，不应孤立地考虑每项要求，而应当是综合地分析。最好能拟定若干设计方案，反复地、全面地加以比较，选择其中最优者。

§4 设计的一般方法和步骤

一、设计方法

设计是在运用正确的基本原理和了解已有的实践经验的基础上进行的。所设计的零件不同，其设计方法也有所差异。目前常用的零件设计方法主要有理论设计和经验设计两种。

1. 理论设计

根据设计顺序不同，理论设计的计算过程可分为：

(1) 設計計算 零件的几何尺寸是根据载荷的情况、材料的性质与零件的工作情况，由計算公式直接求出的。

(2) 校核計算 先根据某种方法初步定出零件的形状和尺寸，然后用理論方法校核其工作应力或安全系数。

2. 經驗設計

經驗設計是用經驗总结的关系式或采用类比的方法进行的設計。

經驗設計通常用于外形复杂，目前尚不能应用理論分析的零件設計中，例如机架、壳体的設計等。此外，对于某些价值不大或不承受载荷的零件，如减速器的油塞、油标尺等附件就采用了經驗設計的方法。

經驗設計虽无严格的理論分析作为根据，但由于已經由长期的实践証明了它的正确性和可靠性，因此它具有很大的实用价值。

二、設計步驟

必須說明，一成不变的、在任何情况都可以遵循的設計步驟是沒有的。零件不同，具体的設計内容和步驟也有所不同，而且常常不能脱离整个机器来孤立地設計零件。但是，总的說来，典型的零件設計大致是按下述步驟进行的：

1. 根据零件的使用要求，選擇零件的种类和結構；
2. 計算作用在零件上的載荷；
3. 根据零件的工作条件和材料的供应情况選擇适当的材料并确定許用应力；
4. 根据强度、剛度或寿命等条件的要求，用理論或經驗設計确定零件的尺寸；
5. 考虑工艺性和标准化的要求，进行零件的結構設計；
6. 繪制零件的工作图、标注公差、光洁度及其他技术条件。

§5 机械零件課程的特点

了解課程的特点将有助于更快、更好地掌握它的内容。

从以上几节的叙述可知，本課程有如下两个主要特点：

一、是一門综合性的技术基础課

設計零件时必须綜合地运用理論力学、材料力学、金屬工艺学、公差配合与技术测量和机械制图等課程的知識，进行合理選擇零件的材料及其热处理，确定零件上的載荷并进行强度、剛度、稳定性或寿命的計算，選擇零件的配合性质、制造公差，并以图紙正确表达設計意图。

二、是一門与生产实际密切联系的課程

这具体反映在这些方面：

1. 設計过程应当考虑与生产实际有关的一系列問題 如果以确定軸的直徑为例，設計者不能把由理論計算所求得的直徑 77.4 毫米简单地圓整为 78 毫米，除了应考虑是否符合标准直徑系列之外，还应考虑相邻軸徑的大小，是否便于零件的装拆，是否最大限度地利用了材料，是否能减小机械加工劳动量……等問題。显然，設計者本着正确的設計思想对生产实际問題考虑得愈周密、細致，設計就愈完善、合理。

2. 經驗公式和經驗数据 設計零件时常用到一些經驗公式或經驗数据。这些都是以

生产、使用所总结的经验或大量的实验结果作为依据的，因此学习本课程时不应由于暂时缺乏理论分析而忽视它们的实用价值，应当把引用经验公式和数据看成是联系生产实际的一个方面。

3. 技术标准和指导性技术文件 前已提到，设计时应尽量符合有关标准以及这样做在生产上的好处。应当了解，技术标准或指导性技术文件是总结广大群众生产、建设、研究、试验、使用等实践经验的产物。技术标准的制订，尤其是国家标准的制订，贯彻了多快好省的精神，符合经济、实用和安全的要求，体现了国家的经济政策和技术政策，既从我国现有基础出发，又充分考虑科学技术先进成就，并参考了国际性技术标准。可见，这是本课程与生产实际密切联系的另一个重要方面。

根据上述的课程特点，特提出以下学习本课程的几点意见：

1. 在复习有关课程的基础上，将理论知识运用到零件的设计工作中去；掌握各种通用零件的设计计算和校核计算方法；
2. 了解通用零件的各种结构，注意观察、分析和比较各种不同的现有结构，掌握结构设计的基本要点；
3. 熟练地查阅和运用各种有关的标准和指导性技术文件；
4. 正确地按照国家制图标准绘制装配图和零件工作图。

第一章 机器制造业中常用材料

材料的选择关系到零件的使用性能及其成本。正确地选择材料要求设计者对材料的各种性质、适用工作条件、毛坯制造方法、代用品和相对价格等有一个比较全面的了解。

§ 1-1 机器制造业中常用的材料

机器制造业中常用的材料为：钢、铸铁、有色金属合金和非金属材料。

一、钢

钢是机器制造业中最常采用的一种重要材料。所用的钢主要为普通碳素钢、优质碳素结构钢和合金结构钢三种。

1. 普通碳素钢

普通碳素钢在出厂时只保证机械性质而不保证化学成分[●]，因此一般用于不经受热处理的零件，常用来轧制型材（工字钢、角钢、槽钢和圆钢等）和制造一般受力不大及不重要的通用零件（螺栓、螺母、垫圈和开口销等）。

普通碳素钢的牌号为A0、A1、A2、A3……A7等八种。数字的大小表示强度的高低。

2. 优质碳素结构钢

这种钢在出厂时，同时保证其机械性质和化学成分，故适用于需要经受热处理的零件。

优质碳素结构钢经过热处理或化学热处理之后，可以在很大范围内改变其机械性质满足零件的使用要求，因此它是机器制造业中最广泛采用的材料。

优质碳素结构钢的牌号用两位数字表示，数字表示钢的含碳量的万分数，如20号钢即表示平均含碳量为0.20%（万分之二十）。

优质碳素结构钢的含锰量一般在0.8%以下，当含锰量较高时（0.7%~1.2%）在数字之后加“Mn”字以示区别，如20 Mn。

3. 合金结构钢

在碳素钢中加入其他合金元素如锰Mn、铬Cr、镍Ni、硅Si、钒V、钼Mo、硼B等，可大大地改变钢的机械性质和物理性质。例如在碳素钢中加入硅（Si）可提高钢的强度，也提高了钢的可淬性和抵抗氧化的能力。

合金结构钢出厂时也同时保证化学成分和机械性质，一般选用合金结构钢时均为需经热处理的重要零件。

合金钢牌号中最左边的两位数字的含义与碳素结构钢相同，数字之后为合金元素的符号，当元素符号之后没有数字时，表示该合金元素的含量为小于1%，符号之后有2、3……等数字时则表示该合金元素平均含量为2%、3%……等。例如35 CrMn 2表示平均含碳量为0.35%，含铬量小于1%，含锰量约2%。

● 本书此处只介绍YB151-63中的甲类钢（代号为A）。

合金结构鋼根据 YB6-59 分为质量鋼和高级质量鋼两种。高级质量鋼与质量鋼的区别为：縮小含碳量的范围，减少有害杂质（磷、硫等）的含量，进一步保证有关非金属杂物的純淨度和較高的机械性质。高级质量鋼在牌号之末加“A”字以示区别，如 50CrVA。

鋼的主要机械性质可見附表1-1~1-4，某些机械性质如缺乏資料时，可由图 1-1 大致决定。

二、鑄 鐵

鑄鐵也是机器制造业中重要的材料之一。它的基本特性是机械性质較低、較脆、液态的流动性好，因而鑄造性能好、有良好的减震性和减摩性，其抗压强度高于抗拉强度。鑄鐵一般用于鑄造形状复杂的零件和受压的机器底座等。

鑄鐵有普通灰鑄鐵、可鍛鑄鐵和球墨鑄鐵等。

1. 普通灰鑄鐵

流动性能好，收縮率不大，加工性也較好。其牌号示例为 HT21-40，“HT”表示普通灰鑄鐵，前两位数字表示抗拉强度极限为 21 公斤/毫米²，后两位数字表示其抗弯强度极限为 40 公斤/毫米²。

2. 可鍛鑄鐵

强度和韌性較高，但不能鍛造。其代号为“KT”。

3. 球墨鑄鐵

加入墨化剂和球化剂使鑄鐵的强度、塑性和冲击韌性大大提高。其代号为“QT”。

三、有色金属合金

机器制造业中最常用的有色金属合金是銅合金。常用銅合金为黃銅和青銅。

1. 黃銅

是銅与鋅的合金。塑性好，加工性好。黃銅的代号为“J”[●]。有时加入少量的錫、錳、鋁、鉄等以改善其机械及物理性质。

2. 青銅

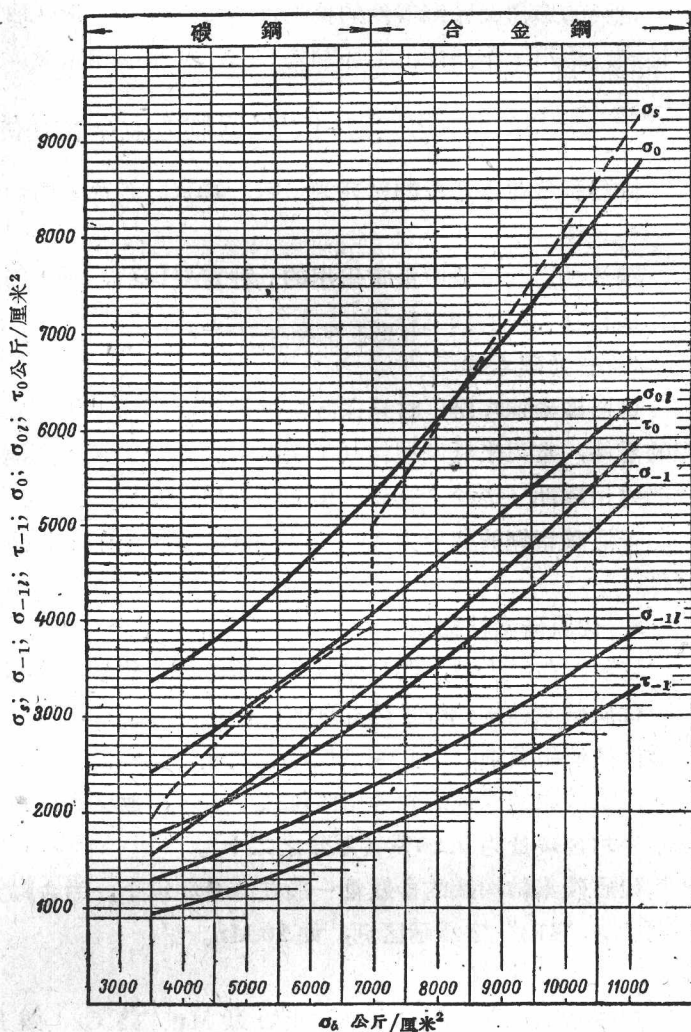


图1-1 鋼的机械性质之間大致关系曲线。

● 关于有色金属目前我国仍暫用苏联的牌号。