

高等学校试用教材

机械零件

附 册

北京钢铁学院 清华大学 天津大学 浙江大学 合编
哈尔滨工业大学 北京航空学院 中国矿业学院 华中工学院
北京钢铁学院 主编

高等教育出版社

高等学校试用教材

机 械 零 件

附 册

北京钢铁学院 清华大学 天津大学 浙江大学 合编
哈尔滨工业大学 北京航空学院 中国矿业学院 华中工学院
北京钢铁学院 主编

高等教育出版社

本书共18章,另有5个设计实例分析,分上、下及附册三本出版。上册包括第1章至第10章,主要内容是机械零件设计的基本理论、原则、方法,以及弹簧、螺纹零件、齿轮传动的设计和计算。下册包括第11章至第18章以及5个设计实例分析,主要内容是挠性件传动、轴、联轴器、轴承的设计和计算,可靠性的初步概念,5个设计实例分析供综合运用参考。多数章后附有习题。附册将各章计算用图表集中,单独成册,便于使用。

本书可供高等工科院校机械类各专业教学试用,也可供相近专业师生及从事机械设计工作的工程技术人员参考。

本书原由人民教育出版社出版。1983年3月9日,上级同意恢复“高等教育出版社”。本书今后改用高等教育出版社名义继续印行。

高等学校试用教材

机 械 零 件

附 册

北京钢铁学院 清华大学 天津大学 浙江大学 合编
哈尔滨工业大学 北京航空学院 中国矿业学院 华中工学院

北京钢铁学院 主编

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京市大兴县印刷厂印装

开本787×1092 1/16 印张6.5 字数146,000

1979年9月第1版 1985年2月第5次印刷

印数138,801—138,850

书号15010·0206 定价1.10元

符号汇编^①

主要符号

A ——面积、滚动轴承轴向外载荷、工作状况的	q ——系数、单瓦面流量
a ——传动装置中心距、线加速度、振幅的、齿顶的、轴向的	R ——半径、曲率半径、可靠度、粗糙度
B ——宽度	r ——半径、循环特征、径向的、相对的
b ——宽度、齿宽、弯曲的、基圆的	S ——安全系数
C ——常数、系数、滚动轴承额定载荷、弹簧旋绕比	s ——弧长、厚度、应力的、屈服的、过载强度的
c ——系数、间隙、刚度系数、压缩的、离心的、临界的、计算的	T ——转矩、扭矩
D ——直径	t ——时间、节距、深度、温度、端面的、切向的、周向的、时间的
d ——直径	U ——能量
E ——弹性模量、能、弹性的	u ——齿数比(大轮齿数 z_2 /小轮齿数 z_1)、次数、指数、比值、速度
e ——偏心距、齿槽宽、线应变、弹性的、外部的、当量的	V ——体积
F ——力、齿根的	v ——线速度、速度的、动载荷的
f ——频率、偏差、摩擦系数、系数、齿根的、摩擦的	W ——重量、截面模数、功
G ——剪切弹性模量、能量释放率	w ——单位长度上的载荷、工作的、节圆的
g ——重力加速度	X、Y、Z ——坐标轴、系数
H ——高度、接触应力的、硬度的	x ——坐标、线位移、变位系数、个数、轴向的、 X 方向的
h ——高度、厚度、小时、按小时计的	y ——坐标、线位移
I ——截面惯性矩、转动惯量、惯性的	z ——齿数、头数、个数
i ——传动比(主动件角速度/被动件角速度)、任意整数、个数、内部的、内侧的	α ——系数、角度、压力角、端面的
J ——转动惯量	β ——系数、角度、纵向的、轴向的
K ——与载荷有关的系数、系数、应力强度因子	γ ——角度、总的、综合的
k ——系数、宽度	δ ——厚度、角度、挠度
L ——长度、锥距、寿命	ε ——应变、系数、重合度、偏心率、指数
l ——长度、导程	η ——效率、粘度
M ——弯矩、力矩	θ ——角度、温度
m ——质量、模数、指数、平均的、中点的	λ ——角度、系数、指数
N ——循环次数、件数、正压力	μ ——系数、比值
n ——转速、个数、法向(面)的	ν ——泊桑比
O ——基准的、初始的	ρ ——密度、摩擦角、半径
P ——功率、滚动轴承当量动载荷	Σ ——轴交角、代数和、总合的
p ——齿距、周节、比压(压强)、压力的	σ ——应力、拉应力、系数、偏差
Q ——失效概率、热量、流量、滚动轴承滚动体载荷	τ ——切向应力、切向的
	φ ——角度

① 符号均以各章规定的定义为准，此处未包括的符号也以各章为准。

ω ——角速度
 ψ ——系数
 1 ——序号、小轮的

2 ——序号、大轮的
 $[\]$ ——许用的

材料性能方面的符号

σ_B ——拉伸强度限
 σ_{Bb} ——弯曲强度限
 σ_P ——比例极限
 σ_E ——弹性极限
 σ_S ——屈服极限
 $\sigma_{0.2}$ ——屈服强度
 τ_B ——扭转强度限
 τ_S ——扭转屈服限

σ_{-1} ——对称拉压循环疲劳极限
 τ_{-1} ——对称扭转循环疲劳极限
 σ_0, τ_0 ——脉动循环疲劳极限
HB——布氏硬度(本书暂用工程单位 kgf/mm^2 表示, 不用 MPa)
HRC——洛氏硬度
HV——维氏硬度

刚体力学方面的符号

F ——力
 F_t ——切向力、圆周力
 F_a, F_x ——轴向力
 F_r ——径向力
 F_n ——法向力
 F_f ——摩擦力

f_e ——当量摩擦系数或转化摩擦系数
 I ——截面惯性矩
 J ——极惯性矩
 m_e ——等效质量
 n_c ——临界转速

材料力学方面的符号

σ ——正应力、拉应力
 σ_c ——压应力
 σ_b ——弯曲应力
 σ_p ——挤压应力
 σ_H ——接触应力
 τ ——剪应力、切应力
 τ_T ——扭转应力
 $\sigma_{\max}, \sigma_{\min}$ ——最大、最小应力

σ_a ——应力幅
 σ_m ——平均应力
 σ_e ——当量应力
 N_e ——当量循环次数
 t_e ——当量工作时间
 $[\sigma], [\tau]$ ——许用应力
 S_σ, S_τ —— σ 和 τ 的安全系数
 $S_{\min}$ ——许用最小安全系数

齿轮传动、蜗杆传动符号

a ——中心距
 a_w ——变位后的中心距、工作中心距
 b ——齿宽
 b_w ——工作齿宽
 c ——顶隙、圆弧齿廓圆心偏移量
 c^* ——顶隙系数
 d ——分度圆直径, 对圆锥齿轮指大端
 d_w ——节圆直径, 对圆锥齿轮指大端
 d_a ——顶圆直径, 对圆锥齿轮指大端
 d_f ——根圆直径, 对圆锥齿轮指大端
 d_b ——基圆直径
 d_1 ——小齿轮分度圆直径、蜗杆分度圆直径
• ii •

d_m ——圆锥齿轮齿宽中点分度圆直径、平均直径
 d_A ——蜗轮外径
 e ——圆弧齿轮接触点处齿槽宽
 f_{pb} ——基节偏差
 h ——全齿高
 h_a ——齿顶高
 h_f ——齿根高
 h_a^* ——齿顶高系数
 h_g ——圆弧齿轮工作齿高
 i ——传动比(主动件角速度/被动件角速度, 减速传动 $i = u > 1$; 增速传动 $i = \frac{1}{u} < 1$)

L ——接触线长度
 L_s ——圆锥齿轮锥距
 m ——直齿轮的模数、蜗杆轴面模数
 m_n ——法面模数
 m_t ——端面模数
 m_m ——圆锥齿轮平均模数
 p ——周节
 p_t ——端面周节
 p_{bt} ——端面基节
 p_{tn} ——法面基节
 p_x ——轴向节距
 p_z ——蜗杆螺旋线在分度圆柱上的导程
 q ——蜗杆直径系数
 R ——曲率半径
 r ——分度圆半径
 r_g ——圆弧齿齿根圆角半径
 s ——齿厚
 t ——齿厚
 u ——齿数比(大轮齿数 z_2 /小轮齿数 z_1 , 蜗轮齿数 z_2 /蜗杆头数 z_1)
 v ——分度圆的圆周速度
 w ——单位接触线长度上的载荷
 x ——(径向)变位系数、圆弧齿廓圆心移距量
 x_r ——切向变位系数
 y ——分离系数
 z ——齿数、头数
 z_e ——当量齿数
 α ——压力角
 α_t ——分度圆上端面压力角
 α_n ——分度圆上法面压力角
 α_{tw} ——节圆端面上的啮合角
 α_0 ——基准齿形齿形角
 β ——分度圆的螺旋角
 β_b ——基圆螺旋角
 β_m ——圆锥齿轮齿宽中点处的螺旋角
 γ ——蜗杆分度圆导角
 δ ——分锥角、圆弧齿廓工艺角
 δ_o, δ_f ——顶锥角、根锥角
 e_a ——端面重合度
 e_β ——轴向重合度
 e ——圆弧齿轮传动的重合度
 e_γ ——总重合度, $e_\gamma = e_\alpha + e_\beta$

ρ_f ——渐开线齿廓齿根圆角半径
 θ_a ——齿顶角
 θ_f ——齿根角
 μ_s ——圆弧齿轮传动重合度的整数部分
 Σ ——圆锥齿轮传动轴交角
 σ_F ——齿根弯曲计算应力
 σ_{Flim} ——计算齿轮的弯曲疲劳极限应力
 σ_{Flimb} ——试验齿轮的弯曲疲劳极限应力
 σ_{Flims} ——齿轮弯曲过载强度极限应力
 σ_H ——节点的接触计算应力(Hertz 应力)
 σ_{Hlim} ——计算齿轮的接触疲劳极限应力
 σ_{Hlimb} ——试验齿轮的接触疲劳极限应力
 σ_{Hlims} ——齿轮接触过载强度极限应力
 N, N_e ——应力总循环次数、应力当量总循环次数
 F_{tn} ——垂直于接触线的齿上法向力(切于基圆柱)
 F_{bt} ——端面内齿上法向力(切于基圆柱)
 F_t ——端面分度圆的圆周力
 F_{tc} ——端面分度圆的计算圆周力
 F_{tm} ——圆锥齿轮齿宽中点处分度圆的圆周力
 F_{tmc} ——圆锥齿轮齿宽中点处分度圆的计算圆周力
 ψ_d ——圆柱齿轮齿宽系数, $\psi_d = b/d_1$
 ψ_L ——圆锥齿轮齿宽系数, $\psi_L = b/L_s$
 S_F, S_{FS} ——齿根弯曲疲劳强度、过载强度安全系数
 S_H, S_{HS} ——齿面接触疲劳强度、过载强度安全系数
 K_A ——工作状况系数
 K_v ——动载系数
 K_α ——载荷分配系数
 K_β ——载荷分布系数
 Y_F ——齿形系数
 Y_β ——螺旋角系数
 Y_N ——弯曲疲劳强度计算的寿命系数
 Y_x ——弯曲疲劳强度的尺寸系数
 Y_{sr} ——齿根圆角相对应力集中系数
 Y_s ——弯曲强度计算的重合度系数
 Z_E ——材料弹性系数
 Z_H ——节点系数
 Z_s ——接触强度计算的重合度系数
 Z_{Hs} ——圆锥齿轮传动的节点系数
 Z_Q ——圆弧齿轮传动接触精度系数
 Z_β ——接触强度计算的螺旋角系数
 Z_N ——接触疲劳强度计算的寿命系数
 Z_w ——工作硬化系数

Z_1 ——蜗杆传动接触应力计算的蜗杆直径系数的校正值

Z_z ——蜗杆齿的形状系数

Z_v ——蜗杆传动接触应力计算的滑动速度系数

滑动轴承符号

A_e ——油垫等效面积

B ——轴承宽、瓦宽

D ——轴承直径

K_f ——轴承特性数(固定瓦)

K ——轴承特性数(摆动瓦)

S_o ——轴承特性数(径向轴承)

L ——瓦长

N ——功耗

Q ——流量

R_s ——不平度平均高

a ——间隙比

b ——封油边宽度

c ——半径间隙

d ——轴颈直径

d_o ——轴承内径

e ——偏心距

c_p ——比热

f ——摩擦系数

h ——油膜厚度

i ——瓦数

k_g ——填充系数

p ——压强

r ——轴颈半径

t ——温度

e ——偏心率

α ——轴承包角、瓦面斜率

α_s ——传热系数

ψ ——相对间隙

θ ——角坐标、系数

ϕ ——偏位角、系数

θ, φ, λ ——角度

ξ ——可靠性系数

单 位 表

单位名称及代号

量 的 名 称	计 量 单 位 名 称	单 位 代 号
长度	米, 厘米, 毫米	m, cm, mm
质量	千克(公斤)	kg
时间	小时, 分, 秒	h, min, s
温度	摄氏度	°C
平面角	弧度, 度	rad, °
面积	平方米, 平方厘米, 平方毫米	m ² , cm ² , mm ²
体积	立方米, 立方厘米, 立方毫米	m ³ , cm ³ , mm ³
速度	米每秒	m/s
角速度	弧度每秒, 转数每分钟, 转数每秒钟	rad/s, min ⁻¹ , s ⁻¹
线加速度	米每秒平方	m/s ²
角加速度	弧度每秒平方	rad/s ²
力, 重量	牛顿	N(kg·m/s ²)
力矩、力偶	牛顿·米, 牛顿·厘米, 牛顿·毫米	N·m, N·cm, N·mm
密度	千克每立方米, 千克每立方厘米	kg/m ³ , kg/cm ³
应力, 压力, 比压	帕斯卡	Pa(N/m ²)
动力粘度	帕斯卡秒	Pa·s
运动粘度	平方米每秒	m ² /s
功、能、热量	焦耳	J(N·m)
功率	瓦, 千瓦	W(J/s), kW
频率	赫兹	Hz(s ⁻¹)

词 冠

因 数	名 称	SI 词 冠	例
10 ⁶	兆	M	兆帕斯卡 MPa
10 ³	千	k	千瓦 kW
10 ⁻³	厘	c	厘米 cm
10 ⁻³	毫	m	毫米 mm
10 ⁻⁶	微	μ	微米 μm(0.001mm)

单 位 换 算

名 称	单 位 名 称	代 号	换 算 为 SI 的 值
力	公斤力	kgf	1kgf = 9.80665N $\approx$ 9.81N 本书在工程允许误差范围内取 1kgf $\approx$ 10N
力矩, 力偶	公斤力·米	kgf·m	1kgf·m $\approx$ 10N·m
	公斤力·厘米	kgf·cm	1kgf·cm $\approx$ 0.1N·m $\approx$ 0.1kN·mm
应力 比压 压强	公斤力每平方厘米,	kgf/cm ²	1kgf/cm ² $\approx$ 0.1MPa
	公斤力每平方毫米	kgf/mm ²	1kgf/mm ² $\approx$ 10 ⁷ Pa $\approx$ 10MPa
功 能	公斤力·米	kgf·m	1kgf·m $\approx$ 9.81J $\approx$ 10J
功率	公斤力·米每秒	kgf·m/s	1kgf·m/s $\approx$ 9.8W
	千瓦	kW	1PS $\approx$ 736W 1HP $\approx$ 746W, 1kW = 1.36HP
热量	卡, 千卡	cal, kcal	1cal $\approx$ 4.187J
			1kcal $\approx$ 4.187kJ
粘度	沱	St	1St = 1cm ² /s = 10 ⁻⁴ m ² /s

注 1. 本表为摘录, 关于国际单位制(SI)请看正式文件。

2. 本书中硬度 HB 仍从习惯用 kgf/mm² 单位, 而不注出, 未用 MPa 单位。

目 录

符号汇编	i
------------	---

单位表	v
-----------	---

第5章 机械零件常用材料的选择

表 F5-1 常用钢铁材料的性能及应用	
---------------------	--

举例	1
----------	---

表 F5-2 各种典型材料的相对价格 (以钢 A3 为 1)	2
---	---

第6章 弹 簧

表 F6-1 弹簧的材料和许用应力	3
-------------------------	---

表 F6-2 碳素弹簧钢丝的拉伸强度极限 σ_B	4
---------------------------------------	---

表 F6-3 弹簧钢丝的脉动疲劳极限 τ_0	4
-----------------------------------	---

表 F6-4 圆柱螺旋弹簧的推荐用旋绕比 C	4
--------------------------------	---

第8章 渐开线齿轮传动

表 F8-1 渐开线齿轮基准齿形及其基本 参数	5
----------------------------------	---

表 F8-2 原始齿廓修顶深度系数 e^*	5
-------------------------------	---

表 F8-3 渐开线齿轮标准模数 m 或 m_n	6
------------------------------------	---

表 F8-4 渐开线外啮合圆柱齿轮传动的几何 关系	6
------------------------------------	---

表 F8-5 内啮合圆柱齿轮传动的几何 关系	7
---------------------------------	---

表 F8-6 渐开线圆柱齿轮传动承载能力计算 公式及代号	8
---------------------------------------	---

表 F8-7 工作状况系数 K_A 参考值	9
-------------------------------	---

表 F8-8 载荷分配系数 K_α 的参考略值	10
--------------------------------------	----

表 F8-9 材料弹性系数 Z_E	10
---------------------------	----

表 F8-10 表面硬化能得到的大致硬度和 硬化层深度	10
--------------------------------------	----

表 F8-11 齿轮齿面硬度组合示例	11
--------------------------	----

表 F8-12 齿轮短期过载强度极限应力 参考值	11
-----------------------------------	----

表 F8-13 疲劳强度计算的最小安全系数 S_{Fmin} 和 S_{Hmin} 参考值	11
--	----

表 F8-14 短期过载强度的最小安全系数 S_{Fmin} 和 S_{Hmin} 参考值	12
--	----

表 F8-15 圆柱齿轮的主要结构尺寸	12
---------------------------	----

表 F8-16 插齿空刀槽尺寸 k (参见图 8-33 和 8-34)	12
--	----

表 F8-17 插齿刀最小外径参考值 (参见图 8-34)	13
--	----

表 F8-18 直齿圆锥齿轮传动主要几何关系计 算 (轴交角为 90° 的标准或高变位传动, 基准 齿形见表 F8-1, 参见图 8-36)	13
---	----

表 F8-19 渐开线直齿圆锥齿轮传动承载能力 计算公式和代号 (轴交角 $\Sigma = 90^\circ$)	14
---	----

图 F8-1 端面重合度 ε_α 和端面压力角 α_t 的 近似值	16
--	----

图 F8-2 轴向重合度 ε_β	16
--	----

表 F8-20 圆锥齿轮载荷分布系数 K_β	17
------------------------------------	----

图 F8-3 齿轮传动的精度等级	17
------------------------	----

图 F8-4 动载系数 K_v	18
-------------------------	----

图 F8-5 载荷分布系数 K_β	18
-------------------------------	----

图 F8-6 外齿轮的齿形系数 Y_F ($\alpha_n = 20^\circ$, $h_a^* = 1$, $c^* = 0.25$, $\rho_f = 0.38m_n$, 对于斜齿轮取 $x = x_n$)	19
---	----

图 F8-7 载荷作用位置系数 Y_β	20
---------------------------------	----

图 F8-8 螺旋角系数 Y_β	30
------------------------------	----

图 F8-9 重合度系数 Z_ε	20
------------------------------------	----

图 F8-10 节点系数 Z_H ($\alpha_n = 20^\circ$)	21
--	----

图 F8-11 各种表面热处理大致适应的 尺寸	21
----------------------------------	----

图 F8-12 硬度换算	22
--------------------	----

图 F8-13 试验齿轮的弯曲疲劳极限应力 σ_{FlimB}	23
---	----

图 F8-14 寿命系数 Y_N	23
--------------------------	----

图 F8-15 尺寸系数 Y_σ	23
-------------------------------	----

图 F8-16 相对应力集中系数 $Y_{\sigma r}$	24
---------------------------------------	----

图 F8-17 试验齿轮的接触疲劳极限应力 σ_{HlimB}	26
---	----

图 F8-18 寿命系数 Z_N	27
--------------------------	----

图 F8-19 工作硬化系数 Z_w	27
----------------------------	----

图 F8-20 双斜齿齿轮的空刀槽	27
-------------------------	----

图 F8-21 求共振转速的线图	28
图 F8-22 影响系数 $C_{v1\sim7}$	28

第9章 圆弧齿圆柱齿轮传动

表 F9-1 67型圆弧齿轮基准齿形参数表	29
表 F9-2 统一通用型双圆弧齿轮基准齿形参数表	30
表 F9-3 圆弧齿轮的推荐模数系列	31
表 F9-4 圆弧齿轮的几何尺寸计算公式	31
表 F9-5 接触精度系数 Z_D	31
表 F9-6 单圆弧齿轮传动的强度计算公式和系数	32
图 F9-1 ε 、 β 、 z_1 和 ψ_d 之关系	33
图 F9-2 弯曲强度的螺旋角系数 Y_β	33
图 F9-3 齿形系数 Y_F	34
图 F9-4 试验齿轮的弯曲疲劳极限应力 σ_{Flim}	34
图 F9-5 尺寸系数 Y_z	35
图 F9-6 接触强度的螺旋角系数 Z_β	35
图 F9-7 试验齿轮的接触疲劳极限应力 σ_{Hlim}	35

第10章 蜗杆传动

表 F10-1 蜗杆传动荐用的模数值 m 和蜗杆直径系数 q (摘自 JZ64-60)	36
表 F10-2 荐用的蜗杆升角 λ 值 (根据 JZ64-60)	36
表 F10-3 蜗杆传动的荐用中心距 a 值	36
表 F10-4 普通圆柱蜗杆的几何尺寸 (轴交角 $\Sigma=90^\circ$, 参见图 11-6)	36
表 F10-5 圆柱蜗杆传动承载能力计算公式及代号	39
表 F10-6 钢制蜗杆和锡青铜蜗轮的当量摩擦角 ρ'	40
表 F10-7 蜗杆传动工作情况系数 K_A	40
表 F10-8 蜗杆传动的材料弹性系数 Z_E 和齿面接触疲劳极限应力 σ_{Hlim}	41
表 F10-9 蜗杆传动的滑动速度系数	41
表 F10-10 蜗轮最大弯曲极限条件应力 σ_{Fmax}	41
图 F10-1 蜗杆齿的形状系数 Z_s	42

第11章 挠性件传动

表 F11-1 带传动的型式	43
----------------	----

表 F11-2 几种主要传动形式的几何计算公式	44
表 F11-3 三角胶带长度系列	44
表 F11-4 工作情况系数 K_A	45
表 F11-5 包角 $\alpha=180^\circ$ 特定长度的单根三角胶带所能传递的功率 P_0	46
表 F11-6 三角胶带弯曲影响系数 K_b	48
表 F11-7 传动比系数 K_i	48
表 F11-8 三角胶带长度系数 K_L	48
表 F11-9 包角系数 K_α	48
表 F11-10 三角胶带带轮结构型式和辐板厚度	49
表 F11-11 三角带轮轮槽尺寸	50
表 F11-12 传动带的接头	50
表 F11-13 在 $\alpha=180^\circ$, $\sigma_0=1.8\text{MPa}$ 平稳工作时单位截面积传动胶带所能传递的功率 P_0	51
表 F11-14 平型带传动和传动布置系数 K_i	52
表 F11-15 包层式传动胶带的带轮最小直径	52
表 F11-16 高速带规格	52
表 F11-17 高速带的传动比系数	52
表 F11-18 高速带的许用拉应力 $[\sigma]$	52
表 F11-19 带传动中的摩擦系数	53
表 F11-20 同步齿形带的齿形尺寸	53
表 F11-21 同步带传动工作情况系数 K_A	53
表 F11-22 聚氨酯同步齿形带 (钢丝绳强力层) 的重量和许用拉力	53
表 F11-23 套筒滚子链的结构尺寸及破断载荷	54
表 F11-24 链传动工作情况系数 K_A	54
表 F11-25 传动比系数 K_i	54
表 F11-26 中心距系数 K_a	54
表 F11-27 小链轮齿数系数 K_z	54
表 F11-28 多排链系数 K_p	54
表 F11-29 链轮轴孔最大直径 d_{hmax} 和齿侧凸缘最大直径或排间槽最大直径 d_H	55
表 F11-30 套筒滚子链链轮主要尺寸	55
表 F11-31 链轮材料及齿面硬度	56
图 F11-1 三角胶带选型图	56
图 F11-2 三角带轮结构	57

第13章 轴、轴毂联接

表 F13-1 轴的常用材料及其主要机械性能	58
表 F13-2 抗弯、抗扭截面模量 W 、 W_t 的计算公式	59
表 F13-3 积分值 $\int_0^{l_i} \frac{MM'}{EI} dl$	60
表 F13-4 轴的临界角速度 ω_c	61
表 F13-5 键联接的许用挤压应力和许用比压	61
表 F13-6 花键联接的许用比压	61
表 F13-7 各种强化处理的表面质量系数 β_s	62
图 F13-1 零件的绝对尺寸系数 ε_σ 及 ε_τ	62
图 F13-2 表面质量系数	63
图 F13-3 弯曲时圆角的有效应力集中系数	64
图 F13-4 扭转时圆角的有效应力集中系数	65
图 F13-5 弯曲时轴上配合件边缘有效应力集中系数与尺寸系数之比值	65
图 F13-6 扭转时轴上配合件边缘有效应力集中系数与尺寸系数之比值	66
图 F13-7 弯曲时, 螺纹、键槽、横孔的有效应力集中系数	66
图 F13-8 扭转时, 键槽、横孔的有效应力集中系数	66

第15章 滑动轴承

表 F15-1 金属轴承材料	67
表 F15-2 粉末冶金材料的许用压强 $[p]$	67
表 F15-3 非金属材料	68
表 F15-4 滑动轴承常用表面光洁度级别	68
表 F15-5 传热系数 α_s	68
表 F15-6 非承载区端泄流量 Q_{e1}	69
表 F15-7 相对间隙 ψ	69
表 F15-8 轴承表面光洁度	69
图 F15-1 单油楔径向轴承的 $So - \frac{h_{min}}{c}$ 曲线	71
图 F15-2 单油楔径向轴承的 $So - \frac{f}{\psi}$ 曲线	72

图 F15-3 单油楔径向轴承的 $So - \frac{Q_i}{6\psi v B d}$ 曲线	74
图 F15-4 单油楔径向轴承的 $So - \frac{Q_i}{Q_i}$ 曲线	75
图 F15-5 斜面推力轴承的 $K_f - \frac{10h_2}{La}$ 曲线	76
图 F15-6 斜面推力轴承的 $K_f - \frac{f}{a}$ 曲线	76
图 F15-7 斜面推力轴承的 $K_f - \frac{Q_i}{avBL}$ 曲线	77
图 F15-8 斜面推力轴承的 $K_f - \frac{Q_i}{Q_i}$ 曲线	77
图 F15-9 斜面推力轴承的 $K_f - \frac{c_p \rho \Delta t}{10^3 p}$ 曲线	78
图 F15-10 摆动瓦推力轴承的 $\frac{L_c}{L} - \frac{h_2}{L\sqrt{K}}$ 曲线	78
图 F15-11 摆动瓦推力轴承的 $\frac{L_c}{L} - \frac{f}{\sqrt{K}}$ 曲线	79
图 F15-12 摆动瓦推力轴承的 $\frac{L_c}{L} - \frac{Q_i}{6vBL\sqrt{K}}$ 曲线	79
图 F15-13 摆动瓦推力轴承的 $\frac{L_c}{L} - \frac{Q_i}{Q_i}$ 曲线	80
图 F15-14 摆动瓦推力轴承的 $\frac{L_c}{L} - \frac{c_p \rho \Delta t}{10^3 p}$ 曲线	80

第16章 滚动轴承

表 F16-1 载荷系数 f_r 的近似值	81
表 F16-2 温度系数 f_t	81
表 F16-3 轴承寿命参考数值	81
表 F16-4 滚动轴承的速度系数 f_v	82
表 F16-5 滚动轴承的寿命系数 f_L	83
表 F16-6 安全系数 S_0 值	85
图 F16-1 求极限载荷时的载荷系数 f_1	85
图 F16-2 计算极限转速的载荷分布系数 f_2	85

第17章 机械零部件的润滑与密封

表 F17-1 常用润滑油的性能及用途	86
---------------------------	----

表 F17-2	常用润滑脂的性能及用途	87	表 F17-8	闭式齿轮传动润滑方式的选择	89
表 F17-3	常用添加剂的性能及应用	88	表 F17-9	各种设备闭式齿轮润滑油的 选用	90
表 F17-4	滑动轴承润滑油选择	88	表 F17-10	闭式齿轮润滑油粘度选择	90
表 F17-5	精密机床主轴滑动轴承间隙与主 轴油粘度的关系	89	表 F17-11	圆柱蜗杆传动润滑油粘度选择	90
表 F17-6	滑动轴承长径比 L/d 与润滑油 粘度的关系	89	表 F17-12	圆弧齿蜗杆传动润滑油粘度 选择	90
表 F17-7	滑动轴承润滑脂选择	89	参考文献		91

第 5 章 机械零件常用材料的选择

表 F5-1 常用钢铁材料的性能及应用举例

号		拉伸强度限 σ_B (MPa)	弯曲强度限 σ_{Bs} (MPa)	压缩强度限 σ_c (MPa)	硬 度 HB	弹性模量 E (GPa)	应 用 举 例
灰铸铁	HT 20-40	200	400	750	170~220	80~100	机壳、底架、一般机器零件
	HT 25-47	250	470	1000	175~240	100~130	一般机器零件
	HT 30-54	300	540	1100	180~250	130	重载零件与薄壁零件
		拉伸强度限 σ_B (MPa)	屈服极限 σ_s (MPa)	延 伸 率 δ (%)	硬 度 HB	弹性模量 E (GPa)	
球墨铸铁	QT 40-10	400	300	10.0	156~197	175	一般机械零件
	QT 45-5	450	330	5.0	170~207	175	齿轮
	QT 50-1.5	500	380	1.5	187~235	175	曲轴
		拉伸强度限 σ_B (MPa)	屈服极限 σ_s (MPa)	延 伸 率 δ (%)	硬 度		
					HB (正火、回火)	HRC (表面淬火)	
铸钢	ZG 35	500	280	16	≥ 143	40~45	机架、一般机械零件
	ZG 45	580	320	12	≥ 153	40~50	重载零件如齿轮
	ZG 42 SiMn	600	380	12	163~217	45~53	重载耐磨零件如齿轮
	ZG 55	650	350	10	169~229	45~55	重型机械重要零件如齿轮
普通碳素 钢与优质 碳素钢	A3	410~430	230	26	126~159	—	金属结构件, 一般紧固件
	08 F	320	180	35	112	—	垫片等冲压件
	20	400	220	24	103~156	—	锻压件, 中等载荷零件, 小螺栓, 渗碳件
	35	520	270	18	149~187	35~45	受载较大的零件如轴、螺栓
	45	600	300	15	170~217	40~50	重载耐磨零件如齿轮
	55	660	330	12	187~229	45~55	轮缘, 不重要的小板簧
		拉伸强度限 σ_B (MPa)	屈服极限 σ_s (MPa)	延 伸 率 δ (%)	硬 度		
					HB (调质)	HRC (表面淬火)	
合金结构 钢	35 SiMn	800	520	15	229~286	45~55	中小尺寸的轴、齿轮, 重要紧固件
	40 Cr	750	550	15	241~286	48~55	中载重要零件如齿轮、轴
	42 SiMn	800	520	15	217~269	45~55	大型重载零件如大齿轮齿圈
	40 MnB	750	550	12	241~286		可作 40 Cr 的代用品
	20 CrMnTi	1100	850	10		56~62 (渗碳)	重要渗碳零件如齿轮
	38 CrMoAlA	1000	850	14		HV>850 (氮化)	重载氮化零件如齿轮、主轴

(续表 F5-1)

牌 号		拉伸强度限 σ_B (MPa)	屈服极限 σ_s (MPa)	延 伸 率 δ (%)	硬 度 HB (热轧状态)	应 用 举 例
弹簧钢	65	1000	800	9	≤ 255	小尺寸的各种普通弹簧
	65 Mn	1000	800	8	≤ 269	大尺寸的各种普通弹簧
	60Si2Mn	1300	1200	5	≤ 302	各种重要弹簧

表 F5-2 各种典型材料的相对价格(以钢 A3 为 1)

材 料 名 称	相 对 价 格	材 料 名 称	相 对 价 格	材 料 名 称	相 对 价 格
A3(圆钢)	1.00	灰铸铁	0.86	锡青铜	16.40
A3(4mm 薄板)	1.07	球墨铸铁	0.95	硬聚氯乙烯板	6.25
40 Cr	1.81	铸造铝合金	8.92	尼龙 66	45.5
60 Si 2Mn	1.50	铝板	6.80		

第 6 章 弹 簧

表 F6-1 弹簧的材料和许用应力

类 别	代 号	许用切应力 [τ] (MPa)			许用弯曲应力 [σ] (MPa)		切变模量 G (MPa)	弹性模量 E (MPa)	推 荐 硬度范围 (HRC)	推荐 使用 温度 (°C)	特 性 及 用 途
		I 类 弹簧	II 类 弹簧	III 类 弹簧	II 类 弹簧	III 类 弹簧					
钢 丝	I、II、IIa、III 组	$0.3\sigma_B$	$0.4\sigma_B$	$0.5\sigma_B$	$0.5\sigma_B$	$0.625\sigma_B$	$0.5 \leq d \leq 4$ 83000~ 80000 $d > 4$ 80000	$0.5 \leq d \leq 4$ 207500~ 205000 $d > 4$ 200000	—	-40~ 120	强度高, 性能好, 适用于 小弹簧
	60 Si 2 Mn	480	640	800	800	1000	80000	200000	45~50	-40~ 200	弹性好, 回火稳定性好, 易脱炭, 用于承受较大 载荷弹簧
	50 CrVA	450	600	750	750	940	80000	200000	—	-40~ 210	疲劳性能高, 淬透性和 回火稳定性好
不 锈 钢 丝	1 Cr 18 Ni 9	330	440	550	550	690	73000	197000	—	-250 ~300	耐腐蚀, 耐高温, 适用于 小弹簧
	4 Cr 13	450	600	750	750	940	77000	219000	48~53	-40~ 300	耐腐蚀, 强度高, 适用于 较大的弹簧
	Co40CrNiMo	510	680	850	850	1020	78000	200000	—	-40~ 400	耐腐蚀, 强度高, 无磁, 低后效, 弹性好
青 铜 丝	QSi 3-1	270	360	450	450	560	4100	95000	HB 90~100	-40~ 120	耐腐蚀、防磁性好
	QBe 2	360	450	560	560	750	43000	132000	37~40	—	耐腐蚀、防磁性、导电性 和弹性好
轧 材	65 Mn	420	560	700	700	880	80000	200000	45~50	-40~ 120	弹性和回火稳定性好, 易脱炭, 用于承受大载 荷弹簧
	60 Si 2 Mn	480	640	800	800	1000				-40~ 200	
	50 CrVA	450	600	750	750	930			43~47	-40~ 210	疲劳性能高, 淬透性和 回火稳定性好

- 注 1. 钩环式拉伸弹簧许用应力为压缩弹簧的 80%。
2. 对重要的, 损坏会引起整个机械损坏的弹簧, 许用应力应适当降低。
3. 强压(拉)处理所加最大载荷对应的应力为 $K_F \tau_s$ 。对碳素弹簧钢 $K_F=1.5 \sim 1.6$; 对于硅锰弹簧钢 $K_F=1.3 \sim 1.4$, 对于铬钒弹簧钢 $K_F=1.25 \sim 1.35$; τ_s 为材料的屈服强度。
4. 经强压(拉)处理的弹簧, 其许用切应力 $[\tau] = (0.8 \sim 0.9) K_F \tau_s$, 或按表 F6-1 所列数值提高 5~35%, 小截面弹簧材料取小值, 反之取大值。
5. 经强压(拉)处理后弹簧的 σ_s 和 τ_s 可取下列近似值: 碳素弹簧钢 $\sigma_s=0.7\sigma_B$, $\tau_s=0.5\sigma_B$; 硅锰弹簧钢 $\sigma_s=0.75\sigma_B$, $\tau_s=0.6\sigma_B$; 铬钒弹簧钢 $\sigma_s=0.9\sigma_B$, $\tau_s=0.7\sigma_B$ 。
6. 弹簧在高温下工作时, 材料的 σ_B 值随温度上升而下降, 此时许用应力应按该工作温度下材料的抗拉强度计算。

表 F6-2 碳素弹簧钢丝的拉伸强度极限 σ_B

MPa

直 径 d (mm)	σ_B			直径 d (mm)	σ_B		
	Ⅲ	Ⅱ, Ⅱa	I		Ⅲ	Ⅱ, Ⅱa	I
0.2	1700	2200	2650	2.2	1300	1650	1800
0.3	1700	2200	2650	2.5	1300	1650	1800
0.4	1700	2200	2650	2.8	1300	1650	1750
0.5	1700	2200	2650	3.0	1200	1550	1700
0.6	1700	2200	2650	3.5	1200	1500	1650
0.8	1600	2000	2600	4	1100	1450	1600
1.0	1550	1950	2500	5	1000	1300	1500
1.2	1550	1950	2500	6	1000	1200	1400
1.5	1450	1900	2300	7	950	1200	
1.8	1400	1800	2100	8	950	1200	
2.0	1300	1750	2000				

注 σ_B 为下限值。表 F6-3 弹簧钢丝的脉动疲劳极限 τ_0 ①

变载荷作用次数 N	$\leq 10^4$	10^5	10^6	10^7
τ_0	$0.45\sigma_B$ ②	$0.35\sigma_B$	$0.33\sigma_B$	$0.30\sigma_B$

① 本表适用于高优质钢丝、不锈钢丝、铍青铜和硅青铜。对于喷丸处理的弹簧, 表列数值可提高 20%。

② 对于硅青铜和不锈钢丝, 此值为 $0.35\sigma_B$ 。表 F6-4 圆柱螺旋弹簧的推荐用旋绕比 C

d	0.2~0.4	0.5~1	1.2~2.2	2.5~6	7~16	18~40
C	7~14	5~12	5~10	4~10	4~8	4~6