

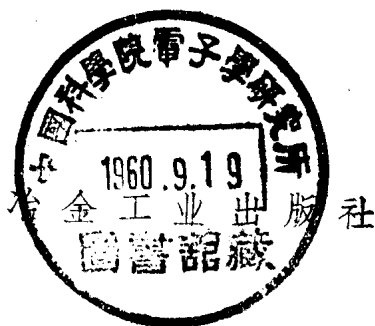
高等学校教学用书

机 械 零 件

(机械类)

下 册

东北工学院机械設計教研室 編



100213

本書是根据高等工业学校机械类各专业“机械零件”教学大纲的精神，并结合目前教学改革的要求编写的，叙述力求简明系统，以便于学生自学及重点讲授。

全书分上下两册。上册包括设计机械零件的一般基础及联接两篇。下册包括传动，轴、轴承及联轴器和其它（弹簧）三篇。

本书可作为高等工业学校机械类各专业（冶金厂机械设、备、矿山机械制造、机械制造工艺及其设备、矿山机电机械化以及金属压力加工等）在校学生和函授生的教学用书，也可供有关工程技术人参考。

DL 6-1-5

机械零件（机械类）下册
东北工学院机械设计教研室 编

1960年7月第一版

1960年7月 北京第一次印刷 18,625 册

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ · 字数 370,000 · 印张 $14 \frac{16}{32}$ · 定价 1.60 元

统一书号15062 2285 冶金工业出版社印刷厂印 新华书店科技发行所发行
各地新华书店经售

冶金工业出版社出版（地址：北京市灯市口甲45号）

北京市书刊出版业营业许可证出字第093号

下 冊 目 录

第三篇 傳 动

第十章 摩擦輪传动	13
一、概述.....	13
二、圓柱平摩擦輪.....	16
三、圓柱槽摩擦輪.....	18
四、圓錐摩擦輪.....	20
五、端面摩擦輪.....	23
六、按磨損的近似計算法.....	25
七、工作面材料及一些数据.....	26
八、摩擦輪的构造及传动結構范例.....	27
第十一章 皮带传动	35
一、概述.....	35
二、平皮带及接头的种类.....	38
三、皮带在工作中的受力情况.....	45
四、皮带的寿命計算.....	50
五、皮带的滑动及传动比.....	52
六、按工作能力曲綫計算皮带断面.....	54
七、軸上載荷的計算.....	57
八、平皮带传动設計的步驟.....	60
九、带张紧輪的平皮带传动.....	62
十、三角皮带传动.....	64
十一、皮带輪.....	71
第十二章 齿輪传动	81

一、概述	81
二、齒輪傳動的幾何尺寸	82
三、齒輪的破壞	97
四、齒輪傳動的載荷分析	100
五、齒面接觸強度計算	113
六、齒的彎強度計算	124
七、齒輪的材料及許用應力	132
八、齒輪傳動的效率	141
九、傳動型式、精度及主要參數的選擇	143
十、齒輪的構造	151
十一、圓弧點嚙合齒輪傳動概述	159
第十三章 蝸輪傳動	170
一、概述	170
二、蝸輪傳動的幾何尺寸	171
三、蝸輪傳動的運動及效率	179
四、蝸輪齒的破壞	185
五、蝸輪傳動的載荷分析	186
六、圓柱形蝸杆的蝸輪傳動的強度計算	190
七、圓弧面蝸杆的蝸輪傳動的強度計算	193
八、蝸杆軸的強度及剛度驗算	199
九、蝸輪與蝸杆的材料及許用應力	200
十、蝸輪傳動的精度及主要參數選擇	203
十一、蝸輪及蝸杆的典型結構	204
第十四章 鏈傳動	211
一、概述	211
二、鏈傳動的構件	211
三、鏈傳動的理論基礎	227
四、鏈條的選擇及鏈傳動的計算	237

第四篇 軸、軸承及聯軸器

第十五章 軸	243
一、概述	243
二、軸的結構和材料	248
三、軸的強度計算	256
四、軸的剛度計算	263
五、軸的振動概念	269
六、曲軸的設計概念	272
七、撓性鋼絲軸	275
第十六章 滑動軸承	283
一、概述	283
二、液體摩擦的形成及基本理論	288
三、向心式軸承的計算	289
四、推力滑動軸承的計算	303
五、軸瓦	309
六、滑動軸承的潤滑	324
七、滑動軸承的典型結構	334
第十七章 滾動軸承	345
一、概述	345
二、滾動軸承破壞的形式及原因	353
三、滾動軸承的理論基礎	354
四、滾動軸承的選擇計算	361
五、滾動軸承組合的結構	367
第十八章 聯軸器	374
一、概述	374
二、固定式聯軸節	379
三、可移式聯軸節	380
四、牙嵌式離合器	398
五、摩擦離合器	400
六、安全離合器	412

316
5
高等学校教学用书

机 械 零 件

(机械类)

下 册

东北工学院机械設計教研室 編

金 工 业 出 版 社

本書是根据高等工业学校机械类各专业“机械零件”教学大纲的精神，并结合目前教学改革的要求编写的，叙述力求简明系统，以便于学生自学及重点讲授。

全书分上下两册。上册包括设计机械零件的一般基础及联接两篇。下册包括传动，轴、轴承及联轴器和其它（弹簧）三篇。

本书可作为高等工业学校机械类各专业（冶金厂机械设、备、矿山机械制造、机械制造工艺及其设备、矿山机电机械化以及金属压力加工等）在校学生和函授生的教学用书，也可供有关工程技术人参考。

DL 6-1-5

机械零件（机械类）下册
东北工学院机械设计教研室 编

1960年7月第一版

1960年7月 北京第一次印刷 18,625 册

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ · 字数 370,000 · 印张 $14 \frac{16}{32}$ · 定价 1.60 元

统一书号15062 2285 冶金工业出版社印刷厂印 新华书店科技发行所发行
各地新华书店经售

冶金工业出版社出版（地址：北京市灯市口甲45号）

北京市书刊出版业营业许可证出字第093号

下 冊 目 录

第三篇 傳 动

第十章 摩擦輪传动	13
一、概述.....	13
二、圓柱平摩擦輪.....	16
三、圓柱槽摩擦輪.....	18
四、圓錐摩擦輪.....	20
五、端面摩擦輪.....	23
六、按磨損的近似計算法.....	25
七、工作面材料及一些数据.....	26
八、摩擦輪的构造及传动結構范例.....	27
第十一章 皮带传动	35
一、概述.....	35
二、平皮带及接头的种类.....	38
三、皮带在工作中的受力情况.....	45
四、皮带的寿命計算.....	50
五、皮带的滑动及传动比.....	52
六、按工作能力曲綫計算皮带断面.....	54
七、軸上載荷的計算.....	57
八、平皮带传动設計的步驟.....	60
九、带张紧輪的平皮带传动.....	62
十、三角皮带传动.....	64
十一、皮带輪.....	71
第十二章 齿輪传动	81

一、概述	81
二、齒輪傳動的幾何尺寸	82
三、齒輪的破壞	97
四、齒輪傳動的載荷分析	100
五、齒面接觸強度計算	113
六、齒的彎強度計算	124
七、齒輪的材料及許用應力	132
八、齒輪傳動的效率	141
九、傳動型式、精度及主要參數的選擇	143
十、齒輪的構造	151
十一、圓弧點嚙合齒輪傳動概述	159
第十三章 蝸輪傳動	170
一、概述	170
二、蝸輪傳動的幾何尺寸	171
三、蝸輪傳動的運動及效率	179
四、蝸輪齒的破壞	185
五、蝸輪傳動的載荷分析	186
六、圓柱形蝸杆的蝸輪傳動的強度計算	190
七、圓弧面蝸杆的蝸輪傳動的強度計算	193
八、蝸杆軸的強度及剛度驗算	199
九、蝸輪與蝸杆的材料及許用應力	200
十、蝸輪傳動的精度及主要參數選擇	203
十一、蝸輪及蝸杆的典型結構	204
第十四章 鏈傳動	211
一、概述	211
二、鏈傳動的構件	211
三、鏈傳動的理論基礎	227
四、鏈條的選擇及鏈傳動的計算	237

第四篇 軸、軸承及聯軸器

第十五章 軸	243
一、概述	243
二、軸的結構和材料	248
三、軸的強度計算	256
四、軸的剛度計算	263
五、軸的振動概念	269
六、曲軸的設計概念	272
七、撓性鋼絲軸	275
第十六章 滑動軸承	283
一、概述	283
二、液體摩擦的形成及基本理論	288
三、向心式軸承的計算	289
四、推力滑動軸承的計算	303
五、軸瓦	309
六、滑動軸承的潤滑	324
七、滑動軸承的典型結構	334
第十七章 滾動軸承	345
一、概述	345
二、滾動軸承破壞的形式及原因	353
三、滾動軸承的理論基礎	354
四、滾動軸承的選擇計算	361
五、滾動軸承組合的結構	367
第十八章 聯軸器	374
一、概述	374
二、固定式聯軸節	379
三、可移式聯軸節	380
四、牙嵌式離合器	398
五、摩擦離合器	400
六、安全離合器	412

七、定向离合器.....	415
八、离心式离合器.....	416
九、离合器的操纵装置.....	417

第五篇 其 它

第十九章 弹簧	419
一、概述.....	419
二、螺旋弹簧.....	419
三、其它类型的弹簧.....	447
四、板簧.....	450
参考文献	463

第三篇 传 动

将原动机的能量传给工作机的装置统称传动装置。在原动机及工作机間加传动装置尚有其他的作用，如改变轉速及扭矩，改变运动形式（例如将迴轉运动变为直綫运动或螺旋运动等），分配能量等。

不久以前机械传动装置几乎是唯一的传动装置，而現代机器中除机械传动外并广泛的采用电力传动、液力传动以及气力传动。这些传动中电力传动具有許多优点，例如：在不同距离間能量的輸送都很方便；能够很經濟地得到很高的轉速；能够在极广泛的范围內实现有級的或无級的变速；电路的閉合、切断及換向等均能良好的控制；能够远距离控制；易于实现自动化等。但是大力矩的或大調速范围的传动，利用电力传动时則传动装置的尺寸、重量及成本都将很大，尤其大調速范围的电力传动效率很低；并且用电力传动来实现直綫运动或螺旋运动都是极为困难的。因此，机械传动在近代机器中仍占有极其重要的地位。关于电力传动、液力传动及气力传动将在其他有关課程中研究，本篇仅研究机械传动，即原动机与工作机間或机器內部的一般传动机件。

机械传动可分为两大类：

- 1) 摩擦传动——如摩擦輪、皮带传动等。
- 2) 嚙合传动——如齒輪、蝸輪、鏈传动等。

摩擦輪、齒輪及蝸輪等传动时均直接接触，故亦称直接接触传动；而皮带及鏈传动时均借中間挠性件，故亦称間接接触传动。本篇将在下面各章中依次研究这些传动。

由主动軸传递功率至从动軸时，由于有害阻力的存在（运动副中的摩擦力，工作物的变形等），总要損失一部分功率，因此如以 N_1 表示主动机件上的功率， N_2 为从动机件上的功率， N_f 为

損耗功率，則傳動的效率為

$$\eta = \frac{N_2}{N_1} = \frac{N_1 - N_s}{N_1} = 1 - \frac{N_s}{N_1} \quad (\text{III}-1)$$

在大多數的情況下，主動軸和從動軸的角速度並不相等。設 ω_1 和 n_1 為主動軸的角速度和每分鐘的轉速， ω_2 和 n_2 為從動軸的角速度和每分鐘的轉速。主動軸和從動軸角速度的比值稱為速比：

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} \quad (\text{III}-2)$$

若不問動力傳遞的方向，任意兩軸角速度的比值都稱為傳動比，為了清楚起見有時加注腳，因而傳動比為：

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2}; \quad i_{21} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{n_2}{n_1} \quad (\text{III}-3)$$

若以 M_{n1} 及 M_{n2} 分別代表主動軸及從動軸所受的扭矩，如 N_1 及 N_2 為馬力， n_1 及 n_2 為轉速（轉/mm），則

$$M_{n1} = 71620 \frac{N_1}{n_1} \text{ kg-cm}; \quad M_{n2} = 71620 \frac{N_2}{n_2} \text{ kg-cm} \quad (\text{III}-4)$$

如功率 N 的單位為瓩 (KW)，則

$$M_{n1} = 97500 \frac{N_1}{n_1} \text{ kg-cm}; \quad M_{n2} = 97500 \frac{N_2}{n_2} \text{ kg-cm} \quad (\text{III}-4a)$$

$$\text{以 } M_{n1} \text{ 除 } M_{n2}, \text{ 得 } \frac{M_{n2}}{M_{n1}} = \frac{N_2 n_1}{N_1 n_2} = \eta \cdot i$$

故得：

$$M_{n2} = M_{n1} \cdot \eta \cdot i; \quad (\text{III}-5)$$

亦可得：

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{M_{n2}}{M_{n1} \eta} \quad (\text{III}-6)$$

传动的损耗绝大部分都将变成热能。低速外露的传动，周围的空气可保证带走足够的热量。某些传动如摩擦轮、齿轮、蜗轮、鏈等，当转速较高时，为便于精确的安装，以及便于润滑而使损耗及磨损减轻，常需将传动安装于刚性较大的箱壳内，或加适当的防护外壳。这时往往由于散热不良，润滑油温度过高，润滑情况恶化，甚至引起传动的破坏。为避免这种情况的发生，有时应该作传动的散热计算。散热计算，可按照下述方法进行。如 N 为传递的功率(H.P.)， η 为传动效率，则损耗的功所转化的热量为

$$Q_1 = N(1-\eta) \frac{75 \times 60^2}{427} = 632N(1-\eta) \text{ kcal/h} \quad (\text{II}-7)$$

传动装置所能传出的热量为

$$Q_2 = FK_t(t-t_0) \text{ kcal/h} \quad (\text{II}-8)$$

式中： F ——散热面积 m^2 ；

K_t ——散热系数 ($\text{kcal/h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)；

t ——润滑油温度 ($^\circ\text{C}$)；

t_0 ——周围空气温度 ($^\circ\text{C}$)。

根据热平衡，应 $Q_1 = Q_2$ ，故可求得

$$t = \frac{632N(1-\eta)}{FK_t} + t_0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{II}-9)$$

散热面积 F 系指传动装置外壳上其内部有油浸溅而外部有流通空气部分的表面积。当箱壳外表面有筋或凸座等，应将这些面积的50%计入。如箱壳底面导热条件良好，则也应将其计入散热面积。散热系数 K_t 一般为7~15。在不大的闭塞场所，空气流通不良时，取 $K_t = 7 \sim 9$ ；若有良好的自然通风，能被附近迴轉件吸冷，外壳清洁，内部油能流畅，则可取较高值。周围空气温度 t_0 一般都在设计任务书中给出，一般可取 $t_0 = 20^\circ\text{C}$ 。油的温度一般应 $t \leq 60 \sim 70^\circ\text{C}$ ；最高亦不应超过 $85 \sim 90^\circ\text{C}$ 。如求出的温度过高，则应设法改善散热条件，如加大散热面，增设散热片等。若

表 1-1

各种传动型式的基本特性

传动型式 特性	摩 擦 輪	皮 帶	齒 輪	蝸 輪	传 动 鏈
主要优点	平稳安静；结构简单（滚輪）；可无级调速	軸間距离（中心距）变化范围广；结构简单；传动平稳；能缓冲冲击震动；可起安全装置作用	外廓尺寸小；效率高；寿命长；传动比准确；应用范围极广；传动比准确	外廓尺寸小；传动比大；平稳安静；可做成自鎖的传动；传动比准确	軸間距离变化范围较大；拉力負荷变化范围大；平均传动比准确
主要缺点	軸及軸承上受力很大（約可达所传圓周力的6.5~25倍）；传动比不能严格保証	外廓尺寸大；軸上受力較大（約为拉紧力的2~3倍）；传动比不能严格保証，一般寿命不高	要求制造精确；高速传动制造精度不够时有噪音；不能缓冲冲击載荷	效率低；中速及高速传动需用高級青銅；要求制造精确	不能用于精密分度机构；在震动冲击負荷下寿命大为减低
效 率	0.85~0.9，特殊情况（如带卸荷軸的传动）可达0.98	0.92~0.98，皮帶輪小、速度高、效率較低；三角皮帶效率亦較低。平均可取0.95	閉式传动0.94~0.995；开式传动0.92~0.96；精度低以及圓錐齒輪效率較低	0.72~0.96；导角小，潤滑不良，滑动速度小效率均低；自鎖传动 $\eta < 0.5$	0.96~0.98
功率范围	一般 10~30 H.P. 以下；特殊的可达200~300 H.P.	一般 50~100 H.P. 以下；平皮帶可达2000 H.P.；三角皮帶可达500 H.P.	从极小到約70000 H.P.	一般70 H.P. 以下；亦有达270 H.P.者	一般135 H.P. 以下；亦有达5000 H.P.者
速度范围	干摩擦圓周速度小于7m/s；潤滑良好时小于20~25 m/s	一般帶速小于25~30 m/s；特殊情况可达50甚至到100 m/s	一般圓周速度在25m/s；最高有达120~150 m/s者	一般滑动速度小于15m/s；个别情况有达35m/s者	一般鏈速小于12~15m/s；有达40m/s者

續表 Ⅲ—1

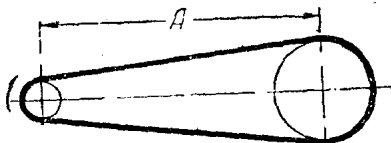
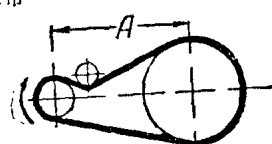
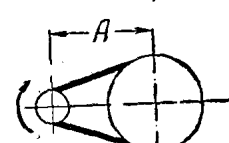
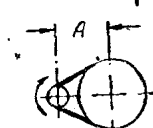
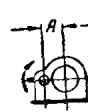
特性 \ 传动型式	摩 擦 輪	皮 帶	齒 輪	蝸 輪	传 动 鏈
传动比范围	一般小于7； 特殊情况可达 15~25，甚至 还大	平皮带小于 3~5；三角皮 带小于7~10； 特殊情况可达 10~15	常用4~5以下 圆柱齿轮可用 到10甚至更 大。圆锥齿轮 不超过7.5	一般10~30； 可达8~1000	一般小于7； 个别情况达 10~15

溫度仍很高，則应增設人工冷却装置，如風扇〔8〕、冷却水管、用循环潤滑油將油引出冷却等。應該指出，增設人工冷却装置会使設備及運轉費用增加，因此应尽可能采用自然冷却。

传动装置的重量和成本是机器重量和成本的重要组成部分。机器工作的可靠性及性能以及運轉費用在很大程度上取决于传动机构的工作情况。当传动比和动力一定时，在大多数情况下各种不同型式的传动型式都可以使用；然而不同的传动方案其經濟性可能有极大的差别。如何确定最合理的传动方案有时是一个相当复杂而困难的問題。因为目前有系統的比較資料尚不多，所以往往需草拟若干方案进行分析比較来确定。选择传动型式时，除机器工作所要求的特殊条件外，其比較的主要指标为：效率、外廓尺寸、重量、对传动机构制造的工艺要求及預定的产品数量等。表Ⅲ—1列出了各种传动型式的基本特性。表Ⅲ—2为传递100馬力、传动比 $i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1900}{250} = 4$ 的几种传动型式的外廓尺寸、重量、相对价格的比較。从这些表中我們可以了解各种传动机件的概貌。

表 1-2

几种主要传动的比较

同一比例尺各种传动的草图	中心距 (mm)	轴 宽 (mm)	重量概略 值 (kg)	相对价格 (%)
 平皮带	5000	350	500	106
 带张紧轮的平皮带	2300	250	550	125
 三角皮带	1800	130	500	100
 传动链	830	360	500	140
 齿轮	280	160	600	165
 蜗轮	280	60	450	125