

高等学校試用教科書



机械原理及机械零件

JIXIE YUANLI JI JIXIE LINGJIAN

(修訂本)

南京工学院等校編

人民教育出版社

高等学校試用教科書



机械原理及机械零件

JIXIE YUANLI JI JIXIE LINGJIAN

(修訂本)

南京工学院等校編

人民教育出版社

45
7104

本书是以南京工学院机械原理及机械零件教研组所编的“机械零件(1930年人民教育出版社出版)”为基础,在1961年3月間,經过南京工学院、天津大学、西安交通大学、西北工业大学、山东工学院、清华大学、哈尔滨工业大学等校机械原理及机械零件教研组的有关教师加以修改补充,由南京工学院和天津大学有关教师負責編輯加工后而出版的。

全书除緒論及設計基础外共分五篇(計二十三章)。第一篇为机件的联接;第二篇为传动;第三篇为軸、軸承、联轴器;第四篇为机械的調速与平衡;第五篇为其他(彈簧、起重运输机)。

本书可作为高等工业学校非机械类专业机械原理、机械零件課程的試用教科書,亦可供其他专业師生和有关技術人員参考。

簡裝本說明

目前850×1168毫米規格紙張較少,本书暫以787×1092毫米規格紙張印刷,定价相应減少20%。希鑒諒。

机械原理及机械零件

(修訂本)

南京工学院等校編

人民教育出版社出版

高等工业学校机械原理及机械零件
北京宣武門內大街25号

北京市书刊出版业营业許可證出字第20

京華印書局印裝

新华书店科技发行所发行

各地新华书店經售

統一書号15010·1003 开本787×1092 1/32 印張15 7/16 插頁1

字數384,000 印數00001—40,000 定价(7) 1.50

1960年9月第1版 1961年6月第2版(修訂本) 1961年6月北京第3次印刷

目 录

第一章 緒論	1
§1-1 引言	1
§1-2 本課程研究的对象	4
第二章 設計基础	6
§2-1 設計机械及其零件时应满足的基本要求	6
§2-2 設計的方法和步驟	7
§2-3 机械制造中常用的材料及其选择	8
§2-4 鋼的热处理概述	16
§2-5 許用应力	18
§2-6 公差与配合	25
§2-7 机械零件設計的工艺性	44
第一篇 机件的联接	
第三章 螺紋联接	48
§3-1 螺紋的种类及其主要参数	48
§3-2 螺紋联接件的主要类型	53
§3-3 螺旋副中力的关系及效率	60
§3-4 螺紋联接的防松装置	64
§3-5 螺紋联接的計算	66
§3-6 螺柱的材料及許用应力	76
§3-7 螺栓	77
第四章 鍵, 銷及楔联接	87
§4-1 鍵联接的分类及鍵的結構型式	87
§4-2 鍵的选择及强度校核	91
§4-3 花鍵联接(多槽軸联接)	94
§4-4 銷联接	96
§4-5 楔联接	97
例題	99
第五章 鉚釘联接	100
§5-1 概論	100
§5-2 鉚釘的分类、材料及规范	101

§5-3 鉚接縫的分类	104
§5-4 鉚釘联接的工作情况	105
§5-5 鉚接縫計算的簡述	108
第六章 焊接	110
§6-1 焊接的种类及其工艺	110
§6-2 焊接与鉚接的比较	113
§6-3 焊接結構常用材料及其許用应力	114
§6-4 焊接縫的主要型式及強固接縫計算	115
§6-5 强密接縫的計算	121
§6-6 焊接工艺对焊接縫品質的影响	122
例 題	123
第二篇 傳动	
第七章 摩擦輪傳动	130
§7-1 概論	130
§7-2 定传动比的摩擦輪傳动	131
§7-3 摩擦輪的材料和結構	135
例 題	136
第八章 皮帶傳动	139
§8-1 概論	139
平皮帶傳动	140
§8-2 平皮帶傳动的主要型式	140
§8-3 张紧皮帶的方法	140
§8-4 皮帶的种类、皮帶的接头	142
§8-5 皮帶傳动的几何关系	146
§8-6 皮帶傳动的受力情况、皮帶的耐久性	148
§8-7 皮帶在皮帶輪上的滑动	151
§8-8 平皮帶傳动的滑动曲綫及許用有效应力	152
§8-9 根据滑动曲綫計算平皮帶傳动	155
§8-10 平皮帶傳动中軸上所受之力	157
三角皮帶傳动	158
§8-11 三角皮帶傳动的特点及标准型式	158
§8-12 三角皮帶傳动的計算	163
皮帶輪	167
§8-13 概論	167
§8-14 皮帶輪的結構及計算	167

§8-15 皮带的使用和维护	171
例 题	173
第九章 齿轮传动	176
§9-1 齿轮传动的应用和种类	176
§9-2 齿廓啮合的基本定律	178
§9-3 渐开线齿轮的构成及各部分名称	180
§9-4 渐开线齿轮能符合基本定律	186
§9-5 一对渐开线齿轮的啮合过程	187
§9-6 齿轮的主要制造方法	191
§9-7 切根现象及最小齿数	196
§9-8 移距修正齿轮的概念	199
§9-9 齿轮的材料	201
§9-10 齿轮的损坏情况	204
§9-11 直齿圆柱齿轮齿面的表面接触强度计算	206
§9-12 直齿圆柱齿轮齿面的弯曲强度计算	213
§9-13 斜齿圆柱齿轮传动	219
§9-14 斜齿圆柱齿轮齿面的强度计算	224
§9-15 圆锥齿轮传动	229
§9-16 直齿圆锥齿轮的强度计算	234
§9-17 圆弧点啮合齿轮传动	238
§9-18 齿轮的构造	244
例 题	249
第十章 蜗轮传动	252
§10-1 概 论	252
§10-2 蜗轮传动的几何尺寸的计算	255
§10-3 蜗轮传动的材料及结构	257
§10-4 蜗轮传动的强度计算	260
§10-5 蜗轮传动的受力分析, 蜗杆的强度验算	264
§10-6 蜗轮传动的散热计算	266
例 题	268
第十一章 链传动	272
§11-1 概 论	272
§11-2 链传动的种类及结构	273
§11-3 链传动的选择计算	283
§11-4 链传动的润滑	288
例 题	289
第十二章 减速器与变速器	291

§ 12-1 概論	291
§ 12-2 普通輪系传动比的确定	291
例 題	294
§ 12-3 周轉輪系传动比的确定	295
例 題	299
§ 12-4 減速器	300
§ 12-5 變速器	307
第十三章 連杆机构	312
§ 13-1 概論	312
§ 13-2 鉸鏈四杆机构及其演化	313
§ 13-3 四杆机构的設計	319
第十四章 凸輪机构	325
§ 14-1 概論	325
§ 14-2 凸輪机构的类型	327
§ 14-3 从动杆常用的运动規律	329
§ 14-4 凸輪机构的設計	334
第十五章 間歇运动机构	340
§ 15-1 概論	340
§ 15-2 棘輪机构	340
§ 15-3 不完整齿輪机构	342
§ 15-4 馬尔他十字机构	344
第三篇 軸、軸承及联軸器	
第十六章 軸	347
§ 16-1 概論	347
§ 16-2 轉軸与心軸的结构和材料	349
§ 16-3 轉軸与心軸的計算	352
§ 16-4 传动軸	361
例 題	362
第十七章 滑动軸承	369
§ 17-1 滑动摩擦的种类	369
§ 17-2 滑动軸承的种类、結構及材料	370
§ 17-3 潤滑剂及潤滑裝置	376
§ 17-4 半干摩擦及半液体摩擦滑动軸承的計算	380
§ 17-5 液体摩擦滑动軸承簡介	384
第十八章 滚动軸承	390

§ 18-1 滚动轴承的构造	388
§ 18-2 滚动轴承的类型和特性	386
§ 18-3 滚动轴承的型号	390
§ 18-4 滚动轴承的选择计算	390
§ 18-5 滚动轴承的组合设计	396
§ 18-6 滚动轴承和滑动轴承的比较	403
例 题	404
第十九章 联轴器和离合器	408
§ 19-1 联轴器的种类、应用及其选择计算	410
§ 19-2 固定式联轴节	411
§ 19-3 可移式联轴节	413
§ 19-4 牙嵌离合器	416
§ 19-5 摩擦离合器	417
§ 19-6 安全离合器	421
§ 19-7 离合器的操纵装置	422
第四篇 机械的调速与平衡	
第二十章 机械的调速	424
§ 20-1 机械运转的不均匀性及其调节	424
§ 20-2 机械的平均速度和不均匀系数	427
§ 20-3 飞轮设计的原理	429
§ 20-4 飞轮的計算	430
§ 20-5 飞轮常用的材料及结构	433
第二十一章 机械中回转体的平衡	435
§ 21-1 机械平衡的意义	435
§ 21-2 同一平面内回轉质量的平衡	435
§ 21-3 静平衡試驗法	437
§ 21-4 平行平面内回轉质量的平衡	439
第五篇 其他	
第二十二章 彈簧	442
§ 22-1 概述	442
§ 22-2 螺旋彈簧的制造和材料	447
§ 22-3 圆柱形拉-压螺旋彈簧	452
§ 22-4 扭轉彈簧	459
第二十三章 起重機	462
§ 23-1 概論	463

§ 23-2 挠性件	463
§ 23-3 承装件	468
§ 23-4 取物装置	469
§ 23-5 制动装置	470
§ 23-6 常用起重机	475
§ 23-7 常用运输机	481

第一章 緒論

§ 1-1. 引言

遠在古代，由於生產的需要，人類就創造和利用了原始的簡單機械及機械零件。簡單紡織機械的利用，在我國可以追溯到三千年以前。古埃及、希臘和羅馬在修建金字塔及其他建築物中也曾利用杠桿、楔、滾子等零件。

到十九世紀中葉才形成了關於機械製造和設計的自成系統的科學。當時這門科學籠統地稱為“機械學”，它包括了很多性質相近的近代課程，如理論力學、材料力學、機械零件、機械製造工藝學、起重機械、蒸汽機、內燃機等。以後由於生產的發展以及經驗和知識的累積，更加豐富了這門科學的內容，才使它發展成為許多獨立的課程。“機械零件”就是從“機械學”這樣一門總的科學中分出來的。

此後，機械零件這門科學在各國都有不同程度的發展，特別是在偉大的十月社會主義革命之後，這門科學在蘇聯獲得了輝煌的成就。現在，它已擁有很多專門論文、著作、手冊、圖冊、工廠規範以及標準等各種文獻。

我國古代人民在機械方面也有許多的創造和發明。如漢靈帝時所制的水利方面用的翻車已具備了近代刮板運輸機的雛形，東漢時所制的指南車和晉朝所制的記里鼓車都應用了輪系的傳動，東漢時張衡創造的候風地動儀中也利用了杆的傳動，漢代的車子也採用了鉄制和銅制的軸頸和軸承等等。

由於長期的殘酷的封建統治和近百年來帝國主義的侵略，以及解放前幾十年間反動階級的統治，阻礙了我國國民經濟的發展，因而使我國科學技術長期處於極其落後的狀態。

解放以後，工人階級取得了政權，使我國社會生產力獲得了徹底的解放。我國人民在中國共產黨的正确領導下，在蘇聯及其他兄弟國家的無私援助下，使我國社會主義建設事業突飛猛進地向前發展。正如劉少奇主席所說，“中國在全國解放後的最初三年間，從1950年到1952年順利地完成了恢復國民經濟的任務，使工農業生產一般地達到了和超過了舊中國的最高水平。1953年到1957年，中國人民執行了第一個五年計劃，使工業總產值增長了百分之一百四十一，農業總產值增長了百分之二十五，使現代工業在國民經濟中的比重，從1952年的百分之二十六點七提高到1957年的百分之四十。第一個五年計劃的完成，為中國建立了工業化的初步基礎。”在黨的鼓足幹勁、力爭上游、多快好省地建設社會主義的總路線的光輝照耀下，“……1958年出現了國民經濟的大躍進。工業總產值比1957年增長百分之六十六，農業總產值比1957年增長百分之二十五。”^①在黨的八屆八中全會反右傾、鼓幹勁的勝利鼓舞下，在1958年大躍進的基礎上，1959年實現了國民經濟的持續大躍進。我國工農業總產值比1958年增長了百分之三十一點一，其中工業總產值增長了百分之三十九點三，農業總產值增長了百分之十六點七。由於1958年及1959年連續兩年的大躍進，我們已經提前三年完成了原來擬定的第二個五年計劃的主要指標，使得我國社會主義建設事業進入了新的階段。今後完全可以用更短的時間，在主要工業產品產量方面趕上和超過英國，並且可大大地提前實現1956年到1967年全國農業發展綱要。

與其他一切建設事業一樣，十餘年以來我國機械工業也取得了巨大的成就。目前，我國機械工業基本上形成了完整的體系。正如第一機械工業部趙爾陸部長指出：“我國機械工業已經建立成了行業齊全并具有世界先進水平的製造業。它擁有幾十個過去從來沒有過的製造行

① 劉少奇著《馬克思列寧主義在中國的勝利》紅旗雜誌1959年19期。

业,如冶金设备制造业、发电设备制造业、采矿设备制造业、炼油和化工设备制造业、飞机制造业、无线电制造业、机车车辆制造业、汽车制造业、船舶制造业、拖拉机和农业机械制造业、动力机械制造业、机床和工具制造业、精密仪器仪表制造业、轴承制造业、纺织机械和轻工业机械制造业,以及其他机械制造业等等。在建设现代的机械工业骨干企业的同时,全国各地兴办了数以万计的中小型企业,形成了大型企业同中小型企业相结合的星罗棋布的机械工业大大改善了机械工业的分布状况,迅速提高了机械工业的生产能力。

我国机械工业完成了从修配到制造的过渡,又从制造一般的机器设备开始进入了能够制造重大、精密和尖端机器设备的阶段。现在已经制造了轧辊直径为七百五十毫米的初轧机,二千五百吨自由锻造水压机,容积为一千五百十三立方米的大高炉,五万千瓦的汽轮发电机组、七万二千五百千瓦的水轮发电机组和高級精密的坐标镗床,等等。同时,具有现代水平的喷气式飞机、各式汽车、电气机车、内燃机车、载重量五千吨的沿海货轮、各种拖拉机、新型的无线电电子设备以及现代的国防装备等等,也都已经试制成功和投入生产。

从仿造到自行设计,是近年来我国机械工业技术上的一个飞跃。现在我们不仅能设计一般的机器产品,而且能设计象万吨远洋货轮、新型机车、汽车、飞机、一万二千五百吨自由锻造水压机、轧辊直径一千一百五十毫米初轧机以及其他重大和尖端的产品。这就标志着我国机械工业已经进入了世界先进技术的新领域。”^①

在机械工业高速度发展的情况下,机械原理及机械零件这一科学也得到了相应的发展。如在焊接、圆弧点啮合齿轮传动、高精度滚动轴承、高速滑动轴承、动平衡机等方面的研究已取得很大的成绩。同时,由于生产的需要以及我国技术水平的提高,在国家科学技术委员会的

① 赵尔陆著“十年来的机械工业”人民日报 1959年9月24日。

领导下，各有关部門正在进行机械零件标准化的工作，有些机械零件的国家标准已經正式頒布了。因此完全可以預計到，随着生产的不断发展，这門科学会更加地充实和完善。

§ 1-2. 本課程研究的对象

本課程中所研究的对象为机械中各种通用机构和零件的工作原理、特点、应用范围及其計算和設計的方法。

机械是由許多实物組合而成的；它在生产过程中或能量轉換过程中用作完成所需的有效功以代替人們繁重的体力劳动。机械具有下列的特征：它是許多实物的組合，单一的实物决不能称为机械；組成机械的各实物間必須有一定的相对运动，以及必須完成有用的机械功或者变换机械能。

机械可以分成下列三类：

(1) 产生机械能的机械(原动机)——能将其他种类的能(如热能、化学能等)变换成机械能的机械；如蒸汽机、汽輪机、柴油机、电动机等。

(2) 轉換机械能的机械——能将机械能变换成其他种类的能的机械；如发电机、空气压縮机等。

(3) 利用机械能的机械(工作机)——利用机械能完成有用功的机械；如各种机床、运输机械、化工机械、食品加工机械、无线电子学器件加工设备等。

机构也是許多实物的組合，其各实物間必須有一定的相对运动。机械和机构的区别是：机械可以完成能量和功的变化，同时又可产生运动，而机构只产生运动的变化。通常机械必須包含一个或一个以上的机构。

組成机构及机械的最小单位称为机械零件。通常我們把机械零件分为下列两类：

(1) 普通零件——在不同型式的機械中都可能遇到的零件，如螺栓、螺母、軸、齒輪等。

(2) 特殊零件——只適用在特定型式的機械上的零件，如內燃機上的曲柄軸、活塞與汽輪機葉片等。

第二章 設計基礎

§ 2-1. 設計機械及其零件時應滿足的基本要求

在設計工作中，必須貫徹執行黨的鼓足干劲、力爭上游，多快好省地建設社會主義的總路線以及根據這條總路線制訂的一整套方針。

設計機械時，首先應該選擇合理的機構，以滿足機械工作部分對運動的要求。此外，所設計的機械應該是成本低、效率高、操縱方便、保證有足夠的使用期限、並須滿足安全技術的要求。為此，對機械中的所有零件也就提出了下列幾項基本的要求。

(一)強度 設計機械中的每個零件時，必須保證有足夠的強度。任何一個零件在工作時都不應該產生斷裂損壞和發生有害的殘余變形，否則將不能正常地工作甚至引起事故。

(二)剛度 剛度是指在一定的工作條件下零件抵抗彈性變形的能力。有時零件除去具備足夠的強度以外，還要有足夠的剛度，即其變形不能超過容許的限度。例如機床的主軸、變速器的轉軸等都必須具有一定的剛度，以保證它們的正常工作。

(三)足夠的使用期限 所謂使用期限應該由零件的工作特點來考慮，對於有相對運動的零件要防止在工作過程中產生過快的磨損。對於受變應力的零件，它的使用期限常受材料的疲勞強度的限制，這時就必須進行耐久計算。

(四)良好的散熱條件 工作時有相對運動的零件，由於摩擦而產生熱量，這時要有良好的散熱條件。如滑動軸承及蝸輪傳動必須要考慮散熱的問題。

(五)工藝性 所設計的零件在保證使用要求的情況下，應該能用最少的工時、材料和加工費用製造出來。換句話說，就是所設計的零件

在製造方面必須符合多快好省的原則。

(六)符合國家標準 我們的國家標準總結了工業中的先進經驗：在設計時，零件及部件要符合標準，這樣非但可以簡化生產，降低成本，而且可以集中主要精力從事創造新的、特殊的及特別重要的結構。

除上面的這些條件以外，還必須考慮到經濟性，以及外表美觀等等。

§ 2-2. 設計的方法和步驟

設計不同的機械零件時，應該採用不同的設計方法。目前最常用的設計方法有下列兩種：

(一)理論設計 理論設計是根據人們已經掌握了合乎客觀規律的理論及實踐知識所進行的設計。

機械零件的理論設計使用了理論力學、材料力學、金屬工藝學及機械原理等課程中的知識。

由於理論設計是在已經了解了載荷和應力的情況、零件的工作條件以及材料的特性以後進行的，因而它是比較科學的和先進的方法。它是在大量的感性知識的基礎上總結出來的設計規律，所以對於一切重要的零件，都應當尽可能地採用理論設計。

但是理論設計直到今天還有許多不完善的地方。隨着科學的日益發展，理論設計的方法本身將會不斷地改進和變化，所以不應當將書本中的理論設計方法看作是一成不變或絕對完善的方法。

(二)經驗設計 根據對某類零件已有的設計與使用實踐而總結出來的經驗關係式，或根據設計者的設計經驗，採用類比的辦法所進行的設計稱為經驗設計。

在經驗設計時所用到的經驗公式是由實踐中總結出來的經驗關係，能經得起實踐的考驗，因此具有很大的實用價值。

經驗設計通常都是用于外形复杂、载荷情况不明而目前尚不能用理論分析的零件設計中。例如机架的設計、变速器箱壳的設計等。由此可以看出,它是用在理論难以解决的場合,而且是理論設計的前身。此外,对一些价值不高的零件,也常采用經驗設計的方法。

在設計时对于不同的零件采取不尽相同的設計順序。一般來說,零件的設計大体要經過下述几个步骤:

1. 選擇結構 選擇結構时要分析所設計的机械的工作情况,同时也要分析已有的机械、零件及这方面的技术成就,任何时候不考虑已有的成就而进行設計是不对的。但同时也應該防止另一种傾向——盲目摹仿已有的样品。應該在批判地分析現有机械的基础上进行改进和創造。

2. 選擇材料 根据零件受载荷的情况,工作情况以及当时当地的供应情况及价格来选择恰当的材料。

3. 決定零件的尺寸 用計算法或根据結構、制造方面的要求決定零件的尺寸。

4. 零件形式及尺寸的最后确定 根据具体加工及安装情况,修正最后尺寸,并审定工作图。

§ 2-3. 机械制造中常用的材料及其选择

机械制造中采用着金屬及非金属材料。

(一)黑色金屬 黑色金屬是机械制造中的主要材料,它可分为:

(1) 鋼——机械制造中最重要的材料为鋼,我国冶金工业部在1959、1960年重新制訂了新的标准(YB1-59, YB70-60)。根据用途及化学成分可将鋼分成各种类型,今列于表2-1中:

碳素鋼的性质和结构决定于其含碳量。普通碳素結構鋼的含碳量由0.07%—0.83%, 錳由0.30%—0.75%, 硅由0.12%—0.30% 以及有