

中等专业学校教学用书

机械原理与机械零件

第 二 版

鞍山冶金专科学校力学教研组 編

冶金工业出版社

中等专业学校教学用书

机械原理与机械零件

(第二版)

鞍山冶金专科学校力学教研组 編

冶金工业出版社

机械原理与机械零件
鞍山冶金专科学校力学教研组 編

1960年12月第二版 1960年12月北京第一次印刷 40,050册
开本 $850 \times 1168 \cdot 1/32$ • 字数200,000 • 印张 $7 \frac{30}{32}$ • 定价 0.91 元

统一书号15062 • 2427 冶金工业出版社印刷厂印
新华书店科技发行所发行 各地新华书店經售

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許可証出字第 093 号

本书系根据1958年教学改革的精神和在教学过程中的体会編寫而成的，可作为中等专业学校和专科学校非机械制造专业的教材，对冶金企业中有关現場工人或技術人員也有一定的参考价值。

本书綜合了机械原理和机械零件中和实际生产联系較密切的部分，刪去了机械零件中的強度計算原理。內容包括一般机械的基本构造原理、运动性质和某些常用机械零件的性能、工艺知識和选择方法等。最后，还介紹了一些机械动力学知識。

目 录

前言.....	8
第一章 緒論.....	9
§ 1—1 机械原理課程的任务和研究內容.....	9
§ 1—2 机械原理在发展国民經济方面的作用.....	10
§ 1—3 机械原理的发展簡史.....	12
§ 1—4 問題.....	15
第二章 基本概念.....	17
§ 2—1 机械和机构.....	17
§ 2—2 运动副.....	18
§ 2—3 运动鏈.....	21
§ 2—4 問題.....	24
第三章 四桿机构.....	25
§ 3—1 四杆机构的基本概念.....	25
§ 3—2 四杆机构的基本型式.....	26
§ 3—3 四杆机构的演变.....	32
§ 3—4 四杆机构連杆上某点的軌迹.....	38
§ 3—5 四杆机构連杆上某点的速度.....	41
§ 3—6 問題.....	44
§ 3—7 习題.....	45
第四章 凸輪机构.....	46
§ 4—1 凸輪机构的基本概念.....	46
§ 4—2 凸輪机构的型式.....	47
§ 4—3 凸輪机构从动件运动規律的图示法.....	51
§ 4—4 凸輪輪廓設計.....	53
§ 4—5 偏心輪机构.....	58
§ 4—6 問題.....	59

§ 4—7 习题	59
第五章 螺旋机构	61
§ 5—1 螺旋线的基本概念	61
§ 5—2 螺线的形成及其类型	62
§ 5—3 螺旋机构的各种型式	64
§ 5—4 问题	68
§ 5—5 习题	68
第六章 挠性传动	69
§ 6—1 挠性传动的概念	69
§ 6—2 皮带传动的速比	69
§ 6—3 皮带传动的型式	72
§ 6—4 开口式皮带传动的皮带长度	78
§ 6—5 皮带的弹性滑动	80
§ 6—6 三角皮带的选择	82
§ 6—7 皮带传动的应用范围和优缺点	90
§ 6—8 链传动的概念	91
§ 6—9 传动链的选择	92
§ 6—10 问题	107
§ 6—11 习题	107
第七章 摩擦轮传动	103
§ 7—1 摩擦轮传动的概念	108
§ 7—2 两轴平行的摩擦轮传动	109
§ 7—3 两轴相交的摩擦轮传动	111
§ 7—4 摩擦轮变速装置	112
§ 7—5 摩擦轮传动的主要优缺点	114
§ 7—6 问题	116
§ 7—7 习题	116
第八章 齿轮传动	117
§ 8—1 齿轮传动的概念	117

§ 8—2	齒輪傳動的种类	118
§ 8—3	齒輪的几何要素	122
§ 8—4	齒廓曲綫构成的法則	126
§ 8—5	齒輪的齒廓曲綫	128
§ 8—6	正齒輪傳動的速比	130
§ 8—7	螺旋齒輪傳動的速比	131
§ 8—8	圓錐齒輪傳動的速比	135
§ 8—9	蝸杆傳動的速比	137
§ 8—10	齒輪作用在傳動軸上的載荷	140
§ 8—11	齒輪系的基本概念	147
§ 8—12	普通輪系的計算	148
§ 8—13	惰輪	151
§ 8—14	周轉輪系的基本概念	154
§ 8—15	周轉輪系的傳動速比	155
§ 8—16	減速器	160
§ 8—17	問題	161
§ 8—18	習題	163
第九章	几种常用的特殊机构	166
§ 9—1	間歇运动机构	166
§ 9—2	聯軸器	168
§ 9—3	液壓傳動和氣壓傳動	177
§ 9—4	問題	180
第十章	机械中的摩擦	181
§ 10—1	摩擦的基本概念	181
§ 10—2	斜面上的摩擦	183
§ 10—3	楔形槽中的摩擦	187
§ 10—4	螺旋副中的摩擦	190
§ 10—5	挠性傳動的摩擦	195
§ 10—6	制動器	201

§ 10—7	轉動副中的摩擦	203
§ 10—8	滑動軸承的構造	206
§ 10—9	潤滑劑和潤滑裝置	212
§ 10—10	滾動副中的摩擦	215
§ 10—11	滾動軸承的一般概念	217
§ 10—12	按靜載荷容量選擇滾動軸承	221
§ 10—13	滾動軸承按壽命的校核	223
§ 10—14	問題	229
§ 10—15	習題	230
第十一章	機械動力學概要	238
§ 11—1	機械動力學的主要問題	238
§ 11—2	作用在機械各構件上的力	238
§ 11—3	機械的運動方程式	239
§ 11—4	機械效率	242
§ 11—5	機械運轉的不均勻性及其調節	246
§ 11—6	機械中各旋轉構件的平衡概念	250
§ 11—7	問題	254
參考文獻		254

前 言

1958年的教学改革給我們更明确地指出了教育为无产阶级政治服务，教育与生产服务劳动相結合的方向，扭轉了我們过去对政治和联系实际重視不够的傾向，使理論密切地結合实际生产知識。

近几年来在教學和生产实习中，一般认为非机械制造专业对机械原理的需要程度，要比对机械零件的需要更为迫切些。因为在非机械制造专业的生产部門，首先要掌握所使用机械的构造和运动性质。这样，在安装、操作、維護等方面会有較大的帮助，同时在改进現有机械設備时，也可以減少些困难；而对一般的机械零件，仅需掌握一些修配知識，很少有作独立設計的。这就构成了这本书的主要意图，为此編写了这本适当結合生产实际的“机械原理与机械零件”。

这本书在机械原理部分着重講述各种典型机构的运动性质和实际应用，并介紹了最起碼的液压传动知識；机械零件部分着重講述各种常用零件的性能和选择方法，而强度計算的有关內容一般删去不講。

本书不仅可以作为非机械制造专业的教材，也可以作为厂矿工人或技术人員的业余讀物。如果用作教材，全部講授時間約需60小时；根据不同专业的需要也可适当增添或删減。

本書主要由祝一鳴同志執筆編写，力学教研組集体討論。最后，限于編者學識淺薄，謬誤不妥的地方一定不少。希望讀者給予批評、指正，以便今后改正这些缺点。

鞍山冶金专科学校力学教研組

第一章 緒 論

§ 1—1 机械原理課程的任务和研究內容

在近代冶金联合企业中的任何一个部門，都在或多或少的程度上利用机械来代替繁重的体力劳动。不仅这样，而且还不断地加以改进，借此来提高生产效率，并过渡到全部消灭繁重体力劳动的自动化生产。因此，作为一个冶金企业的工程技术人员，就应该确切地知道每台机械的构造，每个零件（在机械原理課程中称为构件）的运动規律及动力性质。也只有在这个基础上才能創造出效率較高、生产量較大的新机械和改进旧的机械設備来满足社会主义建設的需要。机械原理这门課程就是在这些方面給工程技术人员以必要的基本知識和技能。因此，这门課程是工程技术人员不可缺少的一門基础知識。

机械原理是研究机械的結構、运动学及动力学的科学。它的內容可以分为两类問題：第一类問題是研究已有机构的优缺点，即机构的分析；第二类問題是按照預先提出的要求設計新的机构，即机构的綜合。

第一类問題——机构的分析——对于冶金企业的各种工艺（采矿、选矿、耐火、炼焦、……）技术人员較为重要；第二类問題——机构的綜合——对于机械制造的技术人员較为重要。

机械原理課程可以分为两个主要部分：

机构运动学，其目的在研究机构的組成原理和从几何学的观点来研究每个构件的运动規律，但不涉及产生运动的力，以及研究按已知运动条件来設計新机构的方法。

机械动力学，其目的在研究机械运动的过程中，求作用于每个构件上的力的方法和研究在力的作用下机构的运动規律、机械

效率、机械速率变化的調节等問題。

§ 1—2 机械原理在發展國民經濟方面的作用

党的八届六中全会指出了現阶段的任务：“經過人民公社这种社会組織形式，根据党所提出的社会主义建設的总路綫，高速度地发展社会生产力，促进国家工业化、公社工业化、农业机械化电气化，逐步地使社会主义的集体所有制过渡到社会主义的全民所有制，从而使我国的社会主义經濟全面地实现全民所有制，逐步地把我国建成为一个具有高度发展的現代工业、現代农业和現代科学文化的伟大的社会主义国家”。要实现国家工业化、公社工业化、农业机械化、电气化的中心环节是发展国家的重工业，而机械制造工业又是重工业的主要部門之一，所以机械制造工业的发展对國民經濟起着极为重要的作用。因此，我們在操纵或制造机械的过程中应密切注意生产的质量和数量、合理的改进現有設備和創造新的机械。

1958年是我国社会主义建設大跃进的一年，这一年在各方面都获得惊人的成就。全国各地都涌现出很多奇迹，冶金設備、电站設備、各种动力設備、机床等都在1957年的基础上增长了几倍以至十几倍，这样高速度的发展是現在世界各国所沒有的。1958年以前，我国重型設備的生产，在許多方面还是空白，但是在1958年，我們已經制成了許許多多高大精尖新的机械設備。同时又創造出許許多多先进的簡易机械設備，其中有效能較高、既省力又灵巧的打夯机、粉碎机、打砖机、土跳汰机等；还有既节约鋼材、精密度又高的陶制水泵、各种土机床、土軋鋼設備等。这些成就都意味着生产力的进一步解放，这对加速社会主义建設、提高我国人民生活水平來說，都有着极其巨大的意义；同时也給全面的机械化电气化准备了条件。

生产的机械化和自动化，一方面提高了劳动生产率，降低了

产品的成本，改进了工件的质量和减少了工伤事故；另一方面又可以減輕工人的体力劳动。但要达到机械化和自动化，必須首先設計和制造机械，而机械原理就是有关机械的最基本而又极重要的一門課程。

在高度机械化和自动化的工厂中，一切生产动作都由机械自动完成。例如在苏联生产原动机活塞的自动工厂中，制造活塞的整个过程，自鑄造开始到包装为止，全部自动。同样，所有中間工序也完全自动：如构件的搬运、个别机械的開車和停車、成品的檢驗等。利用特殊的机械的、电气的及电子的自动設備来控制这自动工厂的所有过程。利用这些設備来管理这自动工厂的工作人員，在每一个瞬間，都可以在特殊的管理台上看到这自动工厂中所有主要部分生产过程的进行情况。工作人員的工作仅是操纵及控制生产过程。又如在制造玻璃瓶的工厂中，从熔化玻璃原料到运送制成的玻璃瓶到炉中去热处理等工序，都是由各种特殊的压缩空气所推动的自动机械来完成，而这些自动机械的所有工序又都是由各种特殊的机构所自动完成的。

为了提高机械的生产率，必需增加其速率，所以現代机械制造的趋势之一为高速运转。工作机的速率增高后不但能提高其生产率，而且还能影响工作的质量。例如当速率低时，冲床不能冲出完善的肋形工件。但是机械速率增高后由于不平衡慣性力而产生的振动也大，因此必須設法使它平衡。这种机械平衡的問題是机械原理所要研究的对象之一。

机械效率的提高可以增加产量，而机械原理即研究确定組成机械的各种机构的效率，以及設計时合理的选择机构尺寸，来提高机构效率的方法。

減少机械的重量即減少机械的成本（原料、人工、运输費用等），而机械的重量和机械各构件的尺寸有关。机械各构件的尺寸系根据材料的强度和耐磨性以及作用在其上的力的大小而定。这些力愈大，則构件的尺寸愈大。因此整个机械的重量也愈大。

机械原理内容之一是研究决定作用在机械各构件上的力和减少这些力的方法（平衡法和正确的选择机构各基本尺寸等）。

綜上所述，可見机械原理在发展国民經济中的重要作用。

§ 1—3 机械原理的發展簡史

机械是劳动的工具，因此，研究机械的科学——机械原理——的发展是和生产的发展紧密联系着的。起先机械原理这门課程是和力学合在一起称为应用力学，后来随着工业的迅速发展才分出来成为一门独立的科学。

在古代，由于生产的需要，人类便开始研究一些简单的力学問題和应用了原始的简单机械。例如古希腊、罗马和埃及便已经知道使用杠杆、斜面、絞盘和滾子等简单机械来从事建筑和运输。当公元前五世紀时，阿尔希德·塔連斯基便已从事滑車理論的研究。根据史籍所载可知，人类在公元前四世紀时便已经应用齿輪了。

当时在我国同样也有許多劳动人民在机械方面的創造和发明。例如利用杠杆原理的踏碓（公元前26世紀）和桔槔（公元前17世紀，图1—1）；利用差动原理的起重轆轤（西汉以后所发明）；具有将轉动变为往复直綫运动的連杆机构的水排（东汉杜詩始創），或将往复运动变为轉动的礱磨（公元前六世紀由公輸般发明，图1—2）；利用輪系的指南車（东汉张衡所創）和記里鼓車（晋朝发明）及利用輪系、杠杆和凸輪原理的連机碓（晋杜預所創）和水碓（晋崔亮所創）、水轉翻車（公元13世紀左右，图1—3）等。指南車和記里鼓車証明了在公元元年前后我們的祖先不但已经知道应用齿輪来传动，而且还知道如何計算輪系的传动速比及齿輪基本参数間的关系，以后又創制了类似現代圓錐齿輪的水轉翻車机构（图1—3）。又根据1953年陕西省长安县仁庆村汉墓出土的齿輪可知，在东汉初年（公元一世紀）我国



图 1-1



图 1-2

便有人字齒輪了。宋代沈括所著的“夢溪筆談”中也有很多關於機械方面的記載。在這一時期中我國有關機械方面有貢獻的還有三國的馬鈞和南齊的祖沖之等，這些成就都是在勞動人民改良和創造的基礎上總結出來的。

在西方的中世紀時代，由於僧侶蒙昧主義的壓制，機械科學和其他自然科學一樣，差不多完全停止了發展。直到十五世紀文藝復興以後，機械科學也隨着發展起來。

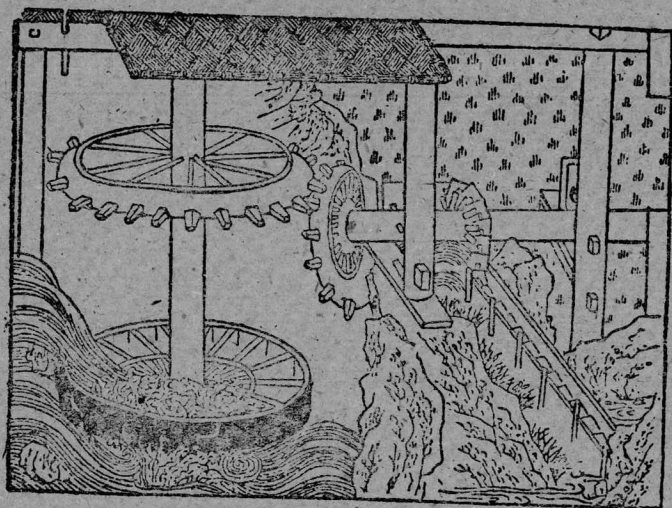


圖 1—3

十八世紀中葉俄國的波爾祖諾夫 (И.И.Ползунов) 和英國的瓦特 (J.Watt) 先後發明蒸汽機以後。機械生產的出現和發展大大地推動了機械科學的前進。

在中國，自元、明以後國外的科學技術逐漸傳入，對我國科學的發展起了一定的影響。不過當時我國還處在封建社會的制度下，落後的生產狀態不可能使我國的科學大大地向前邁進。這時有關機械方面的科學家有：元代的郭守敬和王禎及明代的徐光啟、王徵和宋應星等。徐光啟是我國介紹西方自然科學最早最多的人，他的“修曆奏疏”里便包括了機械力學和時計學。王徵曾

自制虹吸、鶴飲、輪壺、代耕、自轉磨及自行車諸器，并著有“諸器圖說”一卷及譯有“遠西奇器圖說”一書，這兩本書是我國機械工程學方面最早的專著。宋應星著的“天工開物”中敘述了當時各種工程的實況。

自二十世紀以來，隨着工業的日益發展，工程上不斷增高機械的速率和增大其功率，這使機構的動力學問題具有很大的實際意義。

偉大的十月社會主義革命奠定了蘇聯工業，尤其是機械製造業發展的基礎。由於全體蘇聯人民在黨和政府領導下的忘我勞動，使蘇聯在1953年機械製造業方面的產量近乎革命前1913年的二百倍。在蘇聯革命勝利後的建設時期，首先發展了這些機械製造部門，像重型的採礦冶金機械、筑路機械、化工機械、印刷機械等等，以及汽車和拖拉機製造業、儀器製造業等等。因而促進了蘇聯機械原理的飛躍進步，在世界上居於領導的地位。

在中國，自從鴉片戰爭（1840年）起，帝國主義開始侵入，使我國逐漸淪為一個半殖民地和半封建社會的國家。由於帝國主義、封建主義、官僚資本主義的壓迫，近百年來我們從來沒有自己的獨立的機械製造工業，而只有少量修配性質的機械工廠。

解放後，在黨的正確領導下我國工業得到了迅速發展，作為整個工業心臟的機械製造業便首先空前地蓬勃發展起來。我們不僅已能自己製造最先進的噴氣式飛機、新型的汽車、拖拉機、機車、……，並在1958年建立了我們自己的原子反應堆和迴旋加速器，因而對機械原理這門科學技術提出了更高的要求。同時黨和政府又採取了一連串有效的措施：成立了科學研究部門來促進科學和技術的發展；學校中進行了教學改革，明確了機械原理課程的內容，並增加了必需的設備和資料。

解放後一系列事實都充分地証實了毛澤東同志在1949年3月黨的七屆二中全會上的預言：“我們不但善於破壞一個舊世界，我們還將善於建設一個新世界。中國人民不但可以不要向帝國主

义者討乞也能活下去，而且还将活得比帝国主义国家要好些”。

§ 1—4 問 題

1. 机械原理是完成何种任务的科学？它研究哪些内容？
 2. 机械原理在发展国民經济方面起哪些作用？
 3. 就你所知道的范围比較一下解放前后的机械制造业的发展情况。
-