

中等专业学校教学用书

机械原理与机械零件

鞍山冶金专科学校力学教研组

祝一鳴 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

鞍山冶金专科学校力学教研组

祝一鸣 编

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

祝一鸣 編

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

冶金工业出版社印刷厂印 新华书店发行

— * —

1959年11月第一版

1960年1月北京第2次印刷

印数 6,005 册（累計 11,025 册）

开本 $850 \times 1168 \cdot \frac{1}{32}$ • 180,000字 • 印张 $7\frac{26}{32}$

— * —

統一書号 15062 · 2008 定价 0.90 元

本書系根据1958年教学改革的精神和在教学过程中的体会编写而成的，可作为中等专业学校和专科学校非机械制造专业的教材，对冶金企业中有关现场工人或技术人员也有一定的参考价值。

本书综合了机械原理和机械零件中和实际生产联系较密切的部分，删去了机械零件中的强度计算原理。内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、工艺知识和选择方法等。最后，还介绍了一些机械动力学概要。

目 录

前言	1
第一章 緒論	2
§1—1 机械原理課程的任务和研究內容	2
§1—2 机械原理在發展国民經济方面的作用	3
§1—3 机械原理的發展簡史	6
§1—4 問題	11
第二章 基本概念	12
§2—1 机械和机构	12
§2—2 运动付	13
§2—3 运动鏈	16
§2—4 問題	19
第三章 四杆机构	20
§3—1 四杆机构的基本概念	20
§3—2 四杆机构的基本型式	21
§3—3 四杆机构的演变	27
§3—4 四杆机构各构件上某点的軌迹	33
§3—5 四杆机构各构件上某点的速度	36
§3—6 問題	39
§3—7 習題	39
第四章 凸輪机构	40
§4—1 凸輪机构的基本概念	40
§4—2 凸輪机构的型式	41
§4—3 凸輪机构的从动件运动規律的圖示法	45
§4—4 凸輪輪廓設計	47
§4—5 偏心輪机构	52

§4—6 問題	53
§4—7 習題	53
第五章 螺旋机构	55
§5—1 螺旋綫的基本概念	55
§5—2 螺紋的形成及其类型	56
§5—3 螺旋机构的各种型式	58
§5—4 問題	61
§5—5 習題	62
第六章 撓性傳动	63
§6—1 撓性傳动的基本概念	63
§6—2 皮帶傳动的速比	63
§6—3 皮帶傳动的型式	66
§6—4 開口式皮帶傳动的皮帶長度	72
§6—5 皮帶的彈性滑动	74
§6—6 三角皮帶的選擇	76
§6—7 皮帶轉动的应用范围和优缺点	84
§6—8 鏈傳动的基本概念	85
§6—9 傳动鏈的選擇	86
§6—10 問題	98
§6—11 習題	98
第七章 摩擦輪傳动	100
§7—1 摩擦輪傳动的基本概念	100
§7—2 兩軸平行的摩擦輪傳动	101
§7—3 兩軸相交的摩擦輪傳动	103
§7—4 摩擦輪变速装置	104
§7—5 摩擦輪傳动的主要优缺点	106
§7—6 問題	108
§7—7 習題	108
第八章 齒輪傳动	109

§8—1 齒輪傳動的基本概念	109
§8—2 齒輪傳動的种类	110
§8—3 齒輪的几何要素	114
§8—4 正齒輪傳動的速比	118
§8—5 螺旋齒輪傳動	118
§8—6 圓錐齒輪傳動	123
§8—7 蝸杆傳動	124
§8—8 齒輪作用在傳動軸上的載荷	128
§8—9 齒輪系的基本概念	135
§8—10 普通輪系的計算	135
§8—11 惰輪	138
§8—12 周轉輪系的基本概念	141
§8—13 周轉輪系的傳動速比	142
§8—14 減速器	147
§8—15 問題	150
§8—16 習題	150
第九章 几种常用的特殊机构	153
§9—1 間歇运动机构	153
§9—2 联軸器	155
§9—3 液压傳動和气压傳動	164
§9—4 問題	168
第十章 机械中的摩擦	169
§10—1 摩擦的基本概念	169
§10—2 斜面上的摩擦	171
§10—3 楔形槽中的摩擦	175
§10—4 螺旋付中的摩擦	179
§10—5 挠性傳動的摩擦	183
§10—6 制动器	189
§10—7 轉動付中的摩擦	191

§10—8 滑动轴承的构造	195
§10—9 潤滑剂和潤滑装置	201
§10—10 滚动付中的摩擦	204
§10—11 滚动轴承的一般概念	206
§10—12 按靜载荷容量选择滚动轴承	210
§10—13 滚动轴承按寿命的校核	212
§10—14 問題	225
§10—15 習題	225
第十一章 机械动力学概要	227
§11—1 机械动力学的主要問題	227
§11—2 作用在机械各构件上的力	227
§11—3 机械的运动方程式	228
§11—4 机械效率	232
§11—5 机械运转的不均匀性及其調节	235
§11—6 机械中各旋轉构件的平衡概念	239
§11—7 問題	242
参考文献	244

前 言

1958 年的教学改革給我們 更明确地 指出了教育 为政治服务、为生产服务的方向；糾正了我們过去忽視政治、脱离实际的傾向，使理論密切地結合实际生产知識。这本书就是这次改革的产物。

近几年来在教学和生产实习中，一般認為非机械制造專業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。因为在非机械制造專業的生产部門，首先要掌握所使用机械的构造和运动性質。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，也可以减少些困难；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質和实际应用，并介紹了最起码的液压傳动知識；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刪去不講。

本书不仅可以作为非机械制造專業的教材，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；根据不同專業的需要也可适当增添或刪減。

最后，因本书急于作开課用，編写時間很倉促，且限于編者学識淺薄，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。另外，本书在編写过程中，承蒙教研組各位同志的大力协助，才及时赶出了这本书，作者对这种共产主义的协作精神表示感謝。

編 者

1959.9.

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質。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。它的内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、煉焦、……）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：

机械运动学，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。

机构动力学，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规律、机械效率、机械速率变化的调节等问题。

§1—2 机械原理在发展国民经济方面的作用

党的八届六中全会文件中，給我們很明确地指出了现阶段的任务：“经过人民公社这种社会组织形式，根据党所提出的社会主义建设的总路线，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经济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现代工业、现代农业和现代科学文化的伟大的社会主义国家”。但要实现国家工业化、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门，所以机械制造的数量和质量对国民经济起着决定性的作用。只有在机械制造业得到充分发展的条件下，其他生产部门才能得到高度的广泛的发展。因此，我们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、合理的改进现有设备和孕育新的机械。

1958年是我国社会主义建设大跃进的一年，这一年在各方面所获得的成就，特别是技术革命，充分地证明了我国社会制度的优越性和人民敢想敢干的共产主义风格。全国各地都涌现出很多奇迹，冶金设备、电站设备、各种动力设备、机床等都在1957年的基础上增长了几倍以至十几倍，这样高速度发展的重工业是现在世界各国所没有的。1958年以前，我国重型设备的生产，在许多方面还是空白，但是在1958年，我们已经制成了1513立方米的大高炉、700毫米的初轧机、全套大型高压化工设备、50000千瓦的汽轮发电机、60000千瓦的水轮发电机，以及压力为2500吨的自由锻造水压机等。这台水压机可以加工四十多吨重的钢锭。现在我们正在制造的水压机还要比它大四

倍以上。

在 1958 年短短的几个月里，各地就造出了一百多种新型汽車，其他还造出了很多尖端新产品：如程序控制銑床、內燃水泵、超声波鑽孔机、电火花加工机等。另外在 1958 年各地举办的以交流工程技术經驗为主要內容的“庙会”中，展出了很多先进工具，包括运输、起重、鑽孔、灌漿、排灌、輾压、土机床等簡易机械設備，其中有效能較高、既省力又灵巧的打夯机、粉碎机、打磚机、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，都有着極其巨大的意义；同时也給全面的机械化电气化准备了条件。

一切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，改进了工件的質量 and 减少了工伤事故；另一方面可以減輕工人的劳动，提高其文化技术水平，从而达到消灭脑力劳动和体力劳动的对立。但要达到机械化和自动化，必須首先設計和制造机械，而机械原理就是培养这方面基本知識的課程。

机械生产优于人力或畜力生产是極簡單明显的事。就拿現在較大的一台电鏟來說，每分鐘能掘 125 吨重的矿石，并在 45 秒鐘內把它运到 100 米外 30 米高的站台上的貨車中。如果要用体力較壯的工人来完成这项任务，按每人每 2 分鐘装运 0.04 吨矿石来計算，就得有 3000 多工人才能在同样多的時間內完成这项工作；而这台电鏟仅仅只有几个工人操縱。显然，机械生产要比人力生产的效率要高好几千倍。正因为如此，在各项生产运动中，党經常教导我們尽可能利用机械来生产，或改进現有設備来提高生产能力。

不仅如此，如果没有机械来代替人类劳动，則某些生产将无法进行。例如，如果不用巨大的水泵来排水及巨大的起重机

来搬运，便无法开采深埋地下的矿藏；在利用長江水利資源的三峡水利樞紐的工程計劃中，要求制造 40—60 万千瓦超世界水平的水輪發电机，甚至还有提出 100 万千瓦的。就拿 45 万千瓦的水輪發电机來說，主軸的直徑就有 3 米，每片叶片有几个人高、几十吨重。这些大构件的原料、加工工艺和起重运输等都不是寻常的事。这就要求有相应的冶煉設備、加工机床和更大的起重运输設備等，而不是人力所能胜任的。

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。例如在苏联生产發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縱及控制生产过程。又如在制造玻璃瓶的工厂中，自熔化玻璃原料到运送制成的玻璃瓶到爐中去热处理等工序都是由各种特殊的壓縮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質量。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及設計时合理的选择机构尺寸来提高机构效率的方法。例如在开发我国黄河水利的工程中，假定由于合理的設計机构会提高其水电厂的效率 1%，則其所节省的

电能 为 $23 \times 10^6 \times \frac{1}{100} = 230000$ 千瓦，足够供应一个区域的城市。

减少机械的重量即减少机械的成本（原料、人工、运输费用等），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，则构件的尺寸愈大。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）。

综上所述，可见机械原理在發展国民经济中的重要作用。

§1—3 机械原理的發展簡史

机械是劳动的工具，是生产力最重要的一部分。因此，研究机械的科学——机械原理——的發展是和生产方法的發展紧密联系着的。起先机械原理这门课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问题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、铰盘和滚子等简单机械来从事建筑和运输。当公元前五世纪时，阿尔希德·塔连斯基便已从事滑车理论的研究。根据史籍所载可知，人类在公元前四世纪时便已经应用齿轮了。

这时在我国同样也有许多机械方面的创造和发明。例如利用杠杆原理的踏碓（公元前 26 世纪）和桔槔（公元前 17 世纪，图 1—1）；利用差动原理的起重轆轤（西汉以后所发明）；具有将转动变为往复直线运动的连杆机构的水排（东汉发明家杜诗始创），或将往复运动变为转动的磨（公元前六世纪由公输般发明，图 1—2），利用轮系的指南车（东汉科学家张衡所

創)和記里鼓車(晉朝所發明)及利用輪系、杠杆和凸輪原理的連机碓(晉杜預所創)和水碓

(晉崔亮所創)、水轉翻車

(公元13世紀左右,圖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

先不但已經知道应用齒輪來

傳動,而且还知道如何計算

輪系的傳動速比及齒輪基本

参数間的关系,以后又創制

了类似現代圓錐齒輪的水轉

翻車机构(圖1—3)。又根据

1953年陝西省長安縣仁

庆村汉墓出土的齒輪可知,

在东汉初年(公元一世紀)

我国便有人字齒輪了。宋代沈括所著的“夢溪筆談”中也有很多

关于机械方面的記載。在这一时期中我国有关机械方面的科学

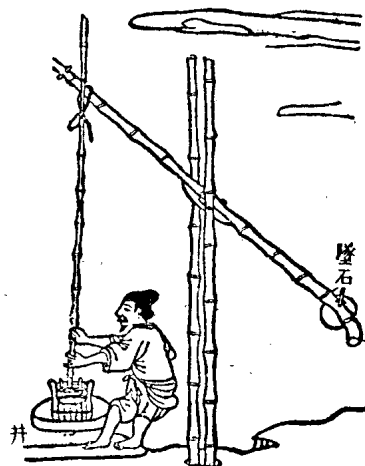


圖 1—1



圖 1—2

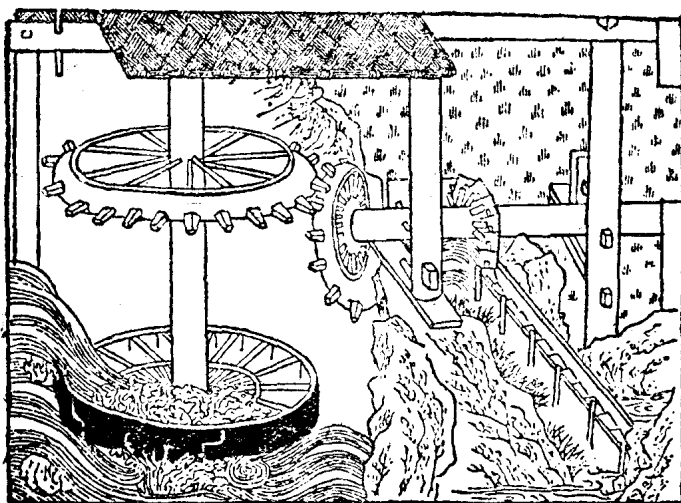


圖 1-3

家和發明家还有三国的馬鈞和南齐的祖冲之等。

在西方的中世紀时代，由于僧侶蒙昧主义的压制，机械科学和其他自然科学一样，差不多完全停止了發展。直到十五世紀文艺复兴以后，商业資本开始發达，航海事业和軍事的發展促使机械科学也随着空前的發展起来。这时著名的意大利科学家及工程师辽納多·达·芬奇（公元1452—1519年）曾在机械原理方面做了一系列的研究。他首先建立了滑車平衡的条件，并論述了圓柱齒輪及蝸杆和蝸輪的傳动机构。1695年法国人菲利浦·底·拉海利（Philippe de lahaire）已知道漸开綫适宜于作为齒輪的齒廓。在其他許多科学家的著作中也研究了許多簡單的机械原理。

十八世紀中叶俄国發明家波尔祖諾夫（И.И.Ползунов）和英国發明家瓦特（J.Watt）先后發明蒸汽机以后，促使欧洲發生了工业革命。机械生产的出現和發展大大地推动了机械科学的前进。

在中国，自元、明以后西方的科学技术逐渐传入，对我国科学的发展起了一定的影响。不过当时我国还处在封建社会的制度下，落后的生产状态不可能使我国的科学大大地向前迈进。这时有关机械方面的科学家有：元代的郭守敬和王禎及明代的徐光啓、王征和宋应星等。徐光啓是我国介绍西方自然科学最早最多的人，他的“修历奏疏”里便包括了机械力学和时计学。王征曾自制虹吸、鹤饮、轮壶、代耕、自转磨及自行车诸器，并著有“诸器图说”一卷及译有“远西奇器图说”一书，这两本书是我国机械工程学方面最早的专著。宋应星著的“天工开物”中叙述了当时各种工程的实况，它是一本比较完备的工程技术书籍。

俄国著名的数学家和力学家、俄国机构原理学派的创始人契貝舍夫(П.Л.Чебышев)院士是十九世纪俄国最伟大的科学家。他在机械原理方面的著作是关于机构的结构和综合、齿轮机构及机械的调节等问题，其中尤以对于铰链机构的综合贡献最大。这时俄国还有很多著名的机械学家：如維希涅格拉斯基(И.А.Вьшнеградский)研究自动调整原理，彼得罗夫(Н.П.Петров)研究轴承中液体摩擦理论，高赫曼(Х.И.Гохман)研究齿轮啮合的原理和机构的分类，及索莫夫(П.И.Сомов)研究机构的结构、分析和综合。

这时在西欧各国机械原理的研究也在继续发展，不过占优势的已不是法国而是德国的科学家了。公元1875年德国在机械原理方面首先出现了列罗(F.Realeaux)的名著“机械运动学”，其后又发表了赫特曼(W.Hartmann)、格留布勒(M.Grübler)、培麦斯特尔(L.Burmester)、維謙巴威尔(F.Wittenbauer)、木勒(R.Müller)和荷奚曼(Hochmann)等人的著作。这些著作主要是研究机构分析和综合的图解法，它和俄国学派所用的分析法不同。无疑的，图解法比较简便，但分析法比较精确。因此各有不同的优点。