

中等专业学校推荐试用教材

矿冶类专业通用

机械原理与机械零件

JIXIE YUANLI YU JIXIE LINGJIAN



人民教育出版社

簡裝本說明

目前850×1168毫米規格紙張較少，本書暫以787×1092毫米規格紙張印刷，定價相應減少20%。希鑒諒。

中等專業學校推薦試用教材

冶煉类专业通用

机械原理与机械零件

冶金工业部四院校合編
辽宁冶金学院

人民教育出版社出版 高等学校数学用书編輯部
北京宣武門內承恩寺7號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第2號)

人民教育印刷厂印裝
新华书店科技发行所发行
各地新华书店經售

統一書號 15010·999 開本 787×1092 1/32 印張 8 1/8 插頁 1

字數 200,000 印數 00001—13,000 定價(5) 0.75

1951年6月第1版 1951年6月北京第1次印刷

序

为深入贯彻党的教育方针,提高教育质量,选编教材是一项重要的工作。1961年3月,在党的领导下,根据冶金工业部指示,由冶金工业部所属四院校和辽宁冶金学院抽调十名教师,集体选编矿冶类中等专业学校用的工程力学教材。选编教材是以1959年的冶金系统中专学校指导性教育计划为依据,以前高等教育部1955年颁发的工程力学教学大纲(四年制非机械制造专业,260小时)为参考,结合各校教学经验,根据矿冶类专业培养目标的要求,在目前兄弟院校使用的教材、讲义的基础上,进行选编。为适应矿冶类各专业教学需要,工程力学分理论力学、材料力学和机械原理与机械零件三部分编写。

机械原理与机械零件是工程力学的第三部分,编选时是以原冶金工业出版社出版、鞍山冶金专科学校力学教研组编的“机械原理与机械零件”以及原冶金工业出版社出版、北京冶金专科学校力学教研组张杏、徐曾延编的“机械零件”为主要参考书。除保留了原书的优点外,并根据各校的教学经验,特别是教育革命的经验,作了一些调整和充实。

近几年来在教学和生产劳动中,一般认为矿冶类专业过去较偏重于机械零件,致使矿冶类专业有关的机械基础知识不平衡。根据矿冶类专业的需要,又没有必要将它们分订成两册,因为在非机械制造专业的生产部门,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、维护等方面有较大的帮助;而对一般常用的机械零件,仅需掌握一些修配和选用知识,很少有作独立设计的。在改进现有机械设各时,也可以减少些困难。这样就构成了编写本书的主要意图。

本书在机械原理部分着重讲述各种典型机构的结构、运动性质和实际应用,并介绍了机械动力性质的初步概念;在机械零件部分着重讲述各种常用零件的构造、规格、选择方法和强度核算等一般知识,而强度计算仅建立一些初步计算概念。

本书不仅可以作为矿冶类中等专业学校的教材,而且也可以作为厂矿工人或技术人员的业余读物。如果用作教材,全部讲授时间约 90 学时,根据不同专业的需要也可适当增添或删减。由于机械原理与机械零件合编在一起,因此在讲述机械原理与机械零件有联系的部分时,可以灵活掌握,不受本书系统的限制。因这门课程比较容易结合专业和联系实际,在讲授过程中,可适当采用现场教学的方式。

工程力学的三个部分——理论力学、材料力学、机械原理与机械零件,是采取分头选编,集体讨论的方式,因此对三部分内容的相互联系作了较大的努力。每一部分的选编也是采取集体讨论,分工执笔的方式。机械原理与机械零件各部分选编负责人是:机械原理—祝一鸣;机械零件—薛振华、刘淑坤;机械原理与机械零件有联系的部分(如皮带传动、齿轮传动等)—姜书金。

教材的选编工作是在冶金工业部教育司和鞍山冶金专科学校党政的直接领导和亲切关怀下进行的,我们特别感谢鞍山冶金专科学校的领导 and 同志们对我们的关心和大力支援,使我们的选编教材能胜利完稿。

由于选编者的政治思想和业务水平不高,缺乏选编经验,同时由于选编时间较为紧迫,书中谬误定难避免,我们竭诚希望本书的读者,尤其是教师们提出宝贵的建议和批评。

石景山冶金学院、鞍山钢铁学院、吉林冶金电气化专科学校、鞍山冶金专科学校及辽宁冶金学院等五校工程力学教材选编小组

目 录

序	11
緒論	1

第一篇 机械原理

第一章 基本概念	5
§ 1-1 机械和机构	5
§ 1-2 运动副和运动链	6
§ 1-3 机构简图	9
复习题	11
习题	11

第二章 四杆机构	12
§ 2-1 四杆机构的基本概念	12
§ 2-2 四杆机构的基本型式	13
§ 2-3 四杆机构的演变	17
§ 2-4 四杆机构连杆上某点的轨迹	23
§ 2-5 连杆机构上某点的速度及加速度	25
复习题	28
习题	28

第三章 凸轮机构	30
§ 3-1 凸轮机构概述	30
§ 3-2 凸轮机构的型式	31
§ 3-3 凸轮机构从动件运动规律的图示法	34
复习题	36
习题	37

第四章 挠性传动	38
§ 4-1 传动的概念	38
§ 4-2 皮带传动的速比	39
§ 4-3 皮带传动的型式	42
§ 4-4 链传动	47
复习题	49

习题	49
第五章 摩擦輪傳动	50
§ 5-1 摩擦輪傳动的基本概念	50
§ 5-2 两軸平行的摩擦輪傳动	51
§ 5-3 两軸相交的摩擦輪傳动	51
§ 5-4 摩擦輪变速装置	53
§ 5-5 摩擦輪傳动的主要优缺点	54
复习題	56
习题	57
第六章 齒輪傳动	58
§ 6-1 齒輪傳动的基本概念	58
§ 6-2 齒輪傳动的类型	59
§ 6-3 直齿圓柱齒輪傳动的几何要素	61
§ 6-4 正齒輪傳动的速比	63
§ 6-5 斜齒輪和人字齒輪	64
§ 6-6 直齿圓錐齒輪	66
§ 6-7 蜗杆蜗輪傳动	68
§ 6-8 圓弧点嚙合齒輪的概念	70
§ 6-9 齒輪系的基本概念	71
§ 6-10 行星齒輪及其速比	74
复习題	77
习题	77
第七章 几种常用的其他机构	79
§ 7-1 間歇运动机构	79
§ 7-2 螺旋机构	81
§ 7-3 万向接头	85
§ 7-4 液压傳动和气压傳动	86
复习題	89
习题	89
第八章 机械中的摩擦	90
§ 8-1 摩擦的基本概念	90
§ 8-2 机械效率	92
§ 8-3 移动副中的摩擦	97
§ 8-4 轉动副中的摩擦	104
§ 8-5 螺旋副中的摩擦	107

§ 8-6 挠性传动的摩擦	111
§ 8-7 制动器	116
复习题	118
习题	118
第九章 机构的动态静力学	120
§ 9-1 机构动态静力学的任务	120
§ 9-2 构件惯性力的确定	121
复习题	123
第十章 机組运转的調节	124
§ 10-1 机組运转調节的目的	124
§ 10-2 机組的运动方程式	124
§ 10-3 等效质量及等效轉动慣量	128
§ 10-4 等效力及等效力偶	132
§ 10-5 机組运转的不均匀性及其調节	133
§ 10-6 机械中各旋轉构件的平衡概念	137
复习题	140

第二篇 机械零件

第一章 零件的主要材料及許用应力	142
§ 1-1 零件的主要材料	142
§ 1-2 載荷与应力的种类	145
§ 1-3 許用应力	146
复习题	148
第二章 螺紋联接	149
§ 2-1 概述	149
§ 2-2 螺栓联接的类型及标准	149
§ 2-3 螺栓联接的計算	154
§ 2-4 螺栓联接的鎖紧装置	157
§ 2-5 螺栓联接計算例題	159
复习题	161
习题	161
第三章 鍵联接	162
§ 3-1 鍵的构造型式及其应用	162
§ 3-2 鍵的尺寸选择及其强度核算	164
§ 3-3 鍵联接的計算例題	168

复习题	169
习题	169
第四章 皮带传动	170
§ 4-1 概 述	170
§ 4-2 皮带的构造与标准	171
§ 4-3 三角皮带传动的计算	175
§ 4-4 例 题	181
复习题	182
习题	182
第五章 齿轮传动的强度计算	183
§ 5-1 概 述	183
§ 5-2 齿轮的材料	183
§ 5-3 轮齿的失效	184
§ 5-4 圆柱直齿轮弯曲强度计算	186
§ 5-5 圆柱直齿轮的接触强度计算	194
§ 5-6 圆柱斜齿轮及人字齿轮的强度计算	195
§ 5-7 圆锥齿轮的强度计算	197
§ 5-8 齿轮轮体的移位	199
§ 5-9 齿轮计算例题	201
复习题	204
习题	204
第六章 蜗轮蜗杆传动的强度计算	205
§ 6-1 蜗轮蜗杆传动的啮合要素及其几何关系	205
§ 6-2 蜗杆滑动速度及其传动效率	207
§ 6-3 蜗轮的强度计算及其各部尺寸的确定	209
§ 6-4 蜗杆受力分析及其强度核算	212
§ 6-5 散热计算	217
§ 6-6 蜗轮轮体的构造	218
§ 6-7 蜗轮蜗杆传动计算例题	219
§ 6-8 减速机的概述	223
复习题	226
第七章 轴	227
§ 7-1 概 述	227
§ 7-2 轴的结构	228
§ 7-3 齿轮作用在轴上的载荷	230

§ 7-4 轴的强度计算	232
§ 7-5 轴的計算例题	235
复习題	236
习題	236
第八章 轴承	237
§ 8-1 概 述	237
§ 8-2 滑动轴承的构造类型及其应用	237
§ 8-3 轴瓦、轴承衬及其材料	241
§ 8-4 轴承及轴瓦的选择方法	241
§ 8-5 滑动轴承的润滑及润滑装置	242
§ 8-6 滚动轴承的类型及其应用	243
§ 8-7 滚动轴承的选择方法	248
§ 8-8 例题	260
复习題	261
习題	261
第九章 联轴器	262
§ 9-1 概 述	262
§ 9-2 联轴节的类型及其应用	262
§ 9-3 套筒联轴节的构造及其应用	263
§ 9-4 夹壳联轴节的构造及其应用	263
§ 9-5 刚性联轴节的构造及其应用	265
§ 9-6 弹性柱销联轴节的构造及其应用	266
§ 9-7 齿形联轴节的构造及其应用	268
§ 9-8 离合器的构造及其应用	270
复习題	271

緒 論

一、本課程的任务、內容及其作用

机械原理与机械零件是研究机械或机构的結構，运动性質和动力性質，以及从强度、构造、工艺等观点来研究通用零件的設計与計算的科学。作为一門課程來說，它是在学习完机械制图，金属工艺学，理論力学和材料力学的基础上来学习的。学习的目的不仅为了获得作为一个技术工作者必須具备的有关机械的基本知識，而且为将来学习有关专业課打下一定理論基础。

本課程的內容包括以下两大部分。

1. 机械原理：这一部分是研究常用的基本机构的分析和机构动力学。

現代的各工业部門中，大量的应用机械，其类型非常繁多，要想对所有机械逐一的进行研究，这是不适当和不可能的。但是，各种机械的形式尽管不同，而其組成部分却有共同的基本机构，比如連杆机构，齒輪机构，凸輪机构等。如果对这些基本机构的結構，运动和动力性質进行充分的研究，就有可能透过任何复杂机械，找出其机构本质，进而对机械作多方面的分析，以达到选择，运用和改造現有机机械。这对采矿，冶金及其他方面技术人員是必要的知識。

2. 机械零件：这一部分是研究联接零件，傳动零件，支持和联接轉动部分零件的构造，标准，选择及核算。

任何一部机器都是由若干个零件所組成。这些零件可以分为两类：(1)通用零件。这种零件是在不同用途和形式的机械中都可

以应用的,如軸,軸承,螺栓和齒輪等。(2)专用零件。这种零件的結構形状、工作情况 and 用途,只适用于某种机械,如曲軸,汽輪机輪叶等。在本課程中只研究通用零件,至于专用零件則在有关专业課中学习。

近代的工业生产和技术进步的特征,是連續生产过程的发展。因为生产率的快速提高,只有在綜合机械化(非局部的)的条件下才有可能。也就是說用高度机械化的生产方式来代替落后的生产方式。因此对控制生产过程,加快生产速度,都必須应用一系列的輔助机械設備,以保証生产过程的連續性。这种措施不仅大大提高了生产率,而且改善了劳动条件。从而增加社会产品,提高人民的生活水平,这是社会主义工业必須实现而且正在实现的目标。非常明显,这个目标的实现,只有用建造相应的新設備和改进現有的旧設備来完成。由此則不难理解机械制造和机械設計在发展国民經济当中的重要作用。

由于所有生产部門的高度机械化,这就要求不論任何专业的技术人員要具备有关机械的基本知識。

二、本課程的发展概述

机械是劳动的工具,是生产力中重要的一部分,因此,机械科学的发展与生产的发展有着更加密切的关系。

人类在和自然界的斗争中,通过长期的劳动积累了經驗,由利用器物作为简单的工具开始,促进了生产的发展,生产发展的結果又反而促进了工具的改进,如此相互作用,使工具由簡到繁发展为今天复杂的机械。

我們祖国有着悠久的历史和丰富的文化遺產。几千年来,我国劳动人民积累了无数的宝貴經驗和創造发明。历代都出現过很多的科学家和工程师,他們总结了前人的經驗,集中了劳动人民的

智慧，作出了卓越的貢獻。

在一千九百多年以前，东汉时代的发明家杜詩，創造了利用水力带动冶鉄炉风箱，变迴轉运动为直綫运动的机构，当时称为水排。这可以說是曲柄連杆机构的始祖，这一創造曾推动了当时的冶鉄工业。根据 1953 年陝西省长安县汉墓出土的齒輪可以証明，我国在东汉初年(公元一世紀)就有了人字齒輪。不仅如此，当时已經应用了很复杂的齒輪系，指南車就是一个例子，而且汉朝的車子上已采用鉄或銅制成的軸承和軸頸。仅以这几个例子就足以說明我国劳动人民的智慧和我国古代科学的发达。但是，由于几千年来封建制度的統治和压迫，使劳动人民的智慧得不到应有的发展，因此科学进步迟緩而落后。

解放以来，生产力大大发展，特别是 1958 年大跃进以来，广大工农群众的創造与发明数不胜数。随着社会主义建設的飞跃发展，技术革新和技术革命的高潮迅速形成。毫无疑问，今后我們将会以更加飞快的速度来发展我国的工农业。这样，所有的科学都必然要得到空前的提高，本課程当然也不例外。

在十九世紀以前，本課程是包含在力学之內的。十九世紀中叶到二十世紀初叶，由于机械制造业的发展，对机械运动学和动力学以及有关零件的設計計算提出了更多的要求，因而促使本課程由力学分出而成为独立的科学。到目前为止，本課程已經拥有丰富的内容和比較完整的理論系統。当然随着机械向高轉速、高功率、高效率……以及向生产自动化过渡的发展过程中，将会不断地充实新的内容，以满足国民經济迅速发展的需要。

十九世紀以前，可以說是机械原理与机械零件課程的萌芽时期。当时出現了英、法的古典机械学派，但他們提出的理論一般还未能用来指导生产实际。十九世紀末叶在机械制造业迅速发展基础上，二十世紀出現了高速机构，因而机械原理与机械零件又增

添了很多新的理論并逐漸地形成了現代的機械原理與機械零件科學。其間，俄國和蘇聯科學家在機構的設計、機械動力學、機械調節原理及機械零件設計等方面的貢獻起着主導作用。如戚貝曉夫(П. Л. Чебышев)、阿蘇爾(Л. В. Ассур)、基爾比巧夫(В. Л. Кирпичев)、阿爾托鮑列夫斯基(П. И. Артоболевский)、諾維柯夫(М. Л. Новиков)等。在蘇聯黨和政府的直接領導下，機械原理與機械零件學者們與蘇聯勞動人民密切配合和共同努力下，已使蘇聯在這門科學領域中的貢獻與成就居于首要地位。

三、本課程的學習方法

本課程是一門技術基礎課，其研究的對象為各種實用的機械與機構及一般常用的機械零件等，隨着各種機構基本性質的不同，應靈活地利用理論力學及材料力學知識來分析機構的運動性質與動力性質及機械零件的選擇、核算等問題。

由於它是一門有關技術的課程，所以應更多地重視工程實際，隨時注意有關這門課程感性知識的積累，而不能只局限於理論知識的學習。因此在学习本課程理論的過程中，應適當地聯系一些結合專業、聯系實際的應用例子，以加強對所學理論的理解和鞏固。

根據本課程較接近工程實際這一性質，所以在这門課程中採用工程中常用的圖解法和經過實踐驗證的經驗公式來分析機構性質和選擇核算機械零件，特別是零件中應用標準規範和表格較多，對此應給予充分的注意。

第一篇 机械原理

第一章 基 概念

§ 1-1. 机械和机构

所有内燃机、电动机、各种矿山机械和各种冶金机械都称做机械。从这些机械的功用及动作原理，对机械可以得到这样一个总的概念：机械本身不能创造能量，而仅能利用能量或转变能量，而且是一种人为的实物组合体，各构件间有确定的相对运动，它不仅可以用来代替人类的体力劳动，同时还可以完成人类体力所不能完成的工作。

因此机械具有三个基本的特征：

- (1) 人类劳动的产物；
- (2) 各部分具有确定的相对运动；
- (3) 能作出有效的机械功或转变机械能。

所谓机械能的转变，就是将其他形式的能变换成机械能或者将机械能变换成其他形式的能。

按照上述机械的概念，机械可以分成下列三类：

产生机械能的机械——凡将其他种类的能变换为机械能的机械均属于此类。这种机械通称原动机。如煤气机、柴油机等将热能变换为机械能；风车将流动气体分子的动能变换为机械能；电动机将电能变换为机械能，以及水轮机将液体的位能变换为机械能等。

转变机械能的机械——凡将机械能变换为其他种类的能的机

械均属于此类。如发电机将机械能变换为电能，及空气压缩机将机械能变换为气体的位能等。

利用机械能的机械——凡利用机械能而完成有用功的机械（即改变工件或工料的性质、形状、状态及位置的机械）均属于此类。这种机械通称工作机。如各种机床、矿山机械、农业机械、动力机械、化工机械及各种运输机械等。

机构也是一种人为的实物组合体，各构件间也具有确定的相对运动，但不考虑能量的变换。所以机构只具备了机械的前两个特征。机械和机构的区别：机械在产生运动的同时还有能的变换，它的主要目的是利用或转变机械能；而机构只考虑运动的变化，它的主要目的是传递或变换运动。例如钟表就不是机械，而是一种较复杂的机构，因为就其用途来说，主要是通过指针的运动来表明时刻，并不是要它作出有效的机械功。既不符合机械概念又不满足机构特征的组合物体，称为器械（或设备），例如锅炉。

§ 1-2 运动副和运动链

无论是机械或机构重要的特征之一，就是其中各构件应具有确定的相对运动。但是一个自由的物体当受到外力作用时，可以向任意方向运动。因此，要使物体具有一定的相对运动，就必须加以限制，也就是按适当方式将它与另外的物体活动地联接起来，而使它们之间有一定的相对运动。容许有相对运动的两物体的联接称为运动副。

例如在图 1-1 中，要使物体 A 沿已知轨迹 aa 运动，如果对物体 A 不加以相应的限制，显然是不可能的。为了达到这个目的，可用一具有沟槽 bb 的物体 B 与 A 相联，当沟槽 bb 的形式做成与已知轨迹 aa 一样时，物体 A 的运动轨迹必定是 aa 。在图 1-1 中， AB 就组成了运动副。

按运动副中两构件接触处的形式，运动副可以分成下列两大类：

(一)低副 两构件作面接触。低副还可以分成：

1. 转动副——两构件在接触处只容许有相对转动。例如轴颈和轴承(图 1-2)，铰链联接(图 1-3)等。

2. 移动副——两构件在接触处只容许有相对移动。例如滑块和导槽(图 1-4, 图 1-5)等。

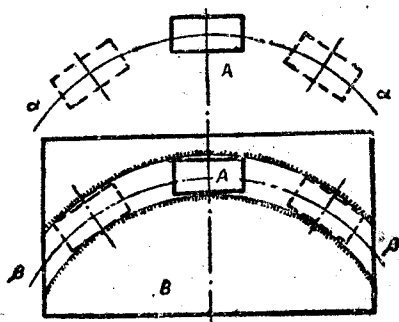


图 1-1

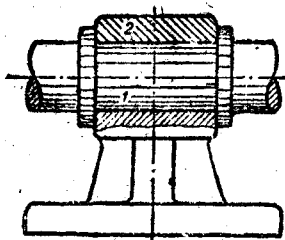


图 1-2

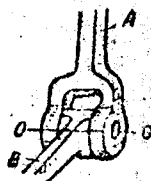


图 1-3

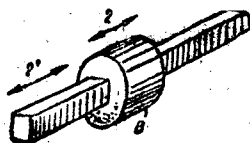


图 1-4

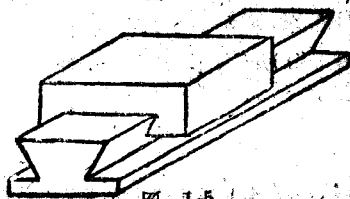


图 1-5

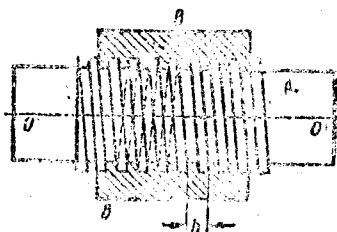


图 1-6

3. 螺旋副——两构件在接触处只容许作有一定关系的移动和转动的复合运动。例如在图 1-6 中，如果将螺母 B 固定，当转动螺杆 A 时，螺杆 A 必定会同轴作轴向移动，而且对于一定尺寸的螺杆和螺母，转动和移动还存在着一定的关系，即螺杆转一转时，所产生的轴向位移等于其导程 h 。反过来说，如果将螺杆 A 固定，当转动螺母 B 时，也有在同样的相对运动。

(二) 高副 两构件作点或线的接触。例如滚动轴承(图 1-7)，齿轮机构，凸轮机构(图 1-8)等。

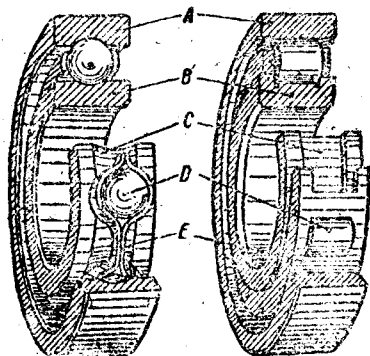


图 1-7

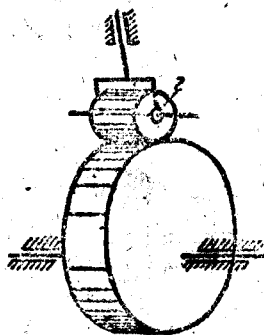


图 1-8

为了便于了解机构的结构及其运动的分析，在图中常用简明的代表符号来表示构件和运动副。二构件组成转动副的表示法如图 1-9 所示，图 1-9, a 较接近于实际结构的表示法，图 1-9, b 为概略表示法。如转动副中有一构件固定，则其表示法如图 1-10 所示。移动副的概略表示法如图 1-11 所示；一构件为固定的移动副的表示法如图 1-12 所示。螺旋副则如图 1-13 所示。