

高等学校教学用书

机械原理

简明教材

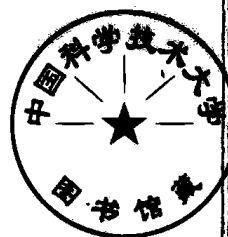
竺良甫主编

云南人民出版社

高等學校教學用書

机械原理簡明教材

竺良甫 主編



雲南人民出版社

机械原理簡明教材

*

主編：竺良甫

出版者：云南人民出版社（昆明書林街 100 号）

印刷者：云南人民印刷厂 发行者：新華書店云南分店

*

1958年3月第1版第1次印刷 字数：275,000

开本：787 × 1092 $\frac{1}{25}$ 印張：16 $\frac{22}{25}$ 印数：1—600

（云南省書刊出版業營業許可証文新字第0011号）

統一書号：15116·2

定 價：（10）二元一角

前 言

本書基本上是根据我國高等教育部批准的机械原理教学大綱來編寫的。这大綱是在1956年夏季全國机械原理教研組的代表們在哈爾濱工業大学修訂的，認為是高等工業学校机械类各專業适用的机械原理教学大綱。

本書根据“学少一点，学好一点”的原則內容不是寫得很龐雜和繁複的，但是保證了教学大綱的要求。各个章節尽可能表达得清楚些，尤其对于基本理論方面尽可能論証得明确些，各章節的順序也尽可能有系統些。对于某些問題的解决不是介紹很多的方法而只介紹重要的一个或几个方法，在所介紹的几个方法里面，哪个簡、哪个繁、哪个适用于哪种情况也作了一些比較。本書着重圖解方法而不过份強調分析計算法。

本書吸收了教学大綱所列的參攷書的精華部份，同时对其它有关机械原理的材料有好的地方也采取了一些。不論在哪里吸取的材料都是根据自己的教学經驗把它組織过，并用自己的語言把它表达出來。本書的圖除选自有关參攷書外，有一些也是根据自己的經驗考慮繪制的。

本書是由昆明工学院教授竺良甫和机械原理教師們共同編寫的，竺良甫又是这書的主編。因限于水平，錯誤和不妥的地方可能很多，希望研究机械原理的同志們和讀者們，予以批評和指正。

編者1958年2月

目 錄

第 一 章 緒 論

- § 1—1 機構与机械 (9)
- § 1—2 典型機構 (11)
- § 1—3 中國古代人民对于机械原理方面的貢獻 (16)
- § 1—4 机械原理对于發展國民經濟的意义 (21)
- § 1—5 机械原理在教学計劃中的地位 (24)

第 二 章 機構的結構分析

- § 2—1 研究機構結構概述 (26)
- § 2—2 構件与另件 (27)
- § 2—3 运动副及其分类 (27)
- § 2—4 运动鏈 (33)
- § 2—5 运动鏈自由度公式 (34)
- § 2—6 機構的定义 (36)
- § 2—7 平面機構的結構分类和結構公式 (36)
- § 2—8 平面機構結構分析法 (42)

第 三 章 平面機構的運動分析

- § 3—1 機構运动分析的目的与方法 (47)
- § 3—2 機構的位置和某些点軌跡的确定 (49)
- § 3—3 瞬心法 (54)

§ 3—4	速度多边形法和加速度多边形法	(53)
§ 3—5	用多边形法求二級機構的速度和加速度	(64)
§ 3—6	用多边形法求三級機構的速度和加速度	(77)
§ 3—7	分析計算法	(83)
§ 3—8	运动圖	(85)
§ 3—9	圖解微分法和圖解積分法	(87)

第 四 章 平面機構的动态靜力學

§ 4—1	研究機構动态靜力學的目的和方法	(92)
§ 4—2	構件作直移运动时的慣性力	(93)
§ 4—3	構件繞固定軸迴轉时的慣性力	(94)
§ 4—4	構件作一般平面运动时所產生的慣性力	(96)
§ 4—5	質量代換法	(98)
§ 4—6	运动鏈靜力可确定的条件	(102)
§ 4—7	动态靜力計算	(104)
§ 4—8	茹可夫斯基槓杆法	(110)

第 五 章 机械中的摩擦

§ 5—1	研究机械摩擦的目的	(115)
§ 5—2	摩擦的类型	(116)
§ 5—3	庫倫定律	(118)

移动副的摩擦

§ 5—4	平面摩擦	(119)
-------	------	---------

§ 5-5 斜面摩擦.....	(120)
§ 5-6 楔形滑塊的摩擦.....	(122)
§ 5-7 效率.....	(123)
§ 5-8 自鎖及自鎖条件.....	(125)

轉動副的摩擦

§ 5-9 止推軸頸的摩擦.....	(129)
§ 5-10 普通軸頸的摩擦.....	(133)
§ 5-11 与軸承有間隙的軸頸的摩擦.....	(138)
§ 5-12 在不計摩擦和計及摩擦的兩種情況下，平面机 構的受力分析.....	(140)

螺旋副的摩擦

§ 5-13 螺旋的摩擦.....	(148)
-------------------	-------

皮帶的摩擦和滾動摩擦

§ 5-14 皮帶的摩擦.....	(152)
§ 5-15 滾動摩擦.....	(156)
§ 5-16 滾動軸承的摩擦.....	(157)

第 六 章 平面連桿機構的幾何關係和簡單的設計

§ 6-1 平面機構的選擇和運動參數的確定.....	(160)
§ 6-2 四連桿機構內有一桿能整周轉動的幾何關係.....	(163)

§ 6—3	四連桿機構的演化	(165)
§ 6—4	直線機構	(167)
§ 6—5	根据已知軌跡來設計機構	(170)
§ 6—6	根据已知运动規律來設計機構	(172)

第 七 章 齒輪機構及其設計

§ 7—1	摩擦輪機構和齒輪機構	(176)
§ 7—2	齒廓嚙合的基本定律	(180)
§ 7—3	齒廓曲線的選擇	(182)
§ 7—4	漸開綫、漸開綫函数及其几何性質	(184)

直齒圓柱齒輪

§ 7—5	标准齒輪的各部分名称及其基本尺寸	(189)
§ 7—6	标准漸開綫齒輪的画法	(194)
§ 7—7	齒輪主要制造方法的原理	(198)
§ 7—8	嚙合綫、嚙合角和嚙合弧	(202)
§ 7—9	漸開綫齒輪的可分性 分离係数与嚙合角的关系	(205)
§ 7—10	漸開綫齒輪正确嚙合的条件	(209)
§ 7—11	嚙合的連續性, 重疊係数	(210)
§ 7—12	滑动速度 滑动係数	(215)
§ 7—13	根切、頂切和干涉現象	(221)
§ 7—14	标准齒輪的最少齒数	(224)

§7-15 以标准齒条刀具制造任意齒数的齒輪而不產生

根切的方法 變位齒輪.....(227)

§7-16 任意圓上的齒厚.....(231)

§7-17 無齒側間隙的嚙合方程式.....(233)

• §7-18 變位齒輪傳動.....(233)

§7-19 等變位齒輪傳動.....(237)

§7-20 不等變位齒輪傳動.....(243)

§7-21 擺線齒輪的基本知識.....(250)

斜齒圓柱齒輪

§7-22 斜齒圓柱齒輪齒廓的形成.....(254)

§7-23 斜齒圓柱齒輪的周節、模數和重疊係數.....(255)

§7-24 斜齒圓柱齒輪的端面齒形和法面齒形几項參數

間的關係.....(257)

§7-25 斜齒圓柱齒輪的當量齒數.....(258)

§7-26 用齒条刀具制造的斜齒圓柱齒輪的最少齒數與

最小變位係數.....(260)

§7-27 斜齒圓柱齒輪的优缺点.....(261)

圓錐齒輪

§7-28 圓錐齒輪的傳動比.....(263)

§7-29 圓錐齒輪的各部份名稱及其尺寸.....(264)

§7-30 圓錐齒輪的背錐與當量齒數.....(266)

§7-31 变位圓錐齒輪的計算.....	(269)
----------------------	-------

螺旋齒輪

§7-32 螺旋齒輪.....	(270)
-----------------	-------

蝸杆与蝸輪

§7-33 蝸杆与蝸輪.....	(274)
------------------	-------

第八章 輪 系

§8-1 輪系的功用及其分类.....	(280)
---------------------	-------

§8-2 普通輪系及其傳动比.....	(283)
---------------------	-------

§8-3 我國古代發明的指南車和記里鼓車.....	(288)
---------------------------	-------

§8-4 周轉輪系.....	(295)
----------------	-------

§8-5 周轉輪系傳动比的求法.....	(297)
----------------------	-------

§8-6 圓錐齒輪所組成的周轉輪系.....	(307)
------------------------	-------

§8-7 周轉輪系的应用举例	(313)
----------------------	-------

§8-8 齒輪的效率.....	(316)
-----------------	-------

§8-9 輪系的效率.....	(320)
-----------------	-------

第九章 凸輪機構及其設計

§9-1 凸輪機構概述.....	(324)
------------------	-------

§9-2 凸輪機構的类型.....	(325)
-------------------	-------

§ 9-3 根据已給的凸輪輪廓求出从动件的位移圖、速度圖和加速度圖	(328)
§ 9-4 从动件常用运动規律的选择	(333)
§ 9-5 根据已知运动規律繪制盤狀凸輪的輪廓	(337)
§ 9-6 滾子半徑的选择	(343)
§ 9-7 凸輪機構中力的分析和压力角	(345)
§ 9-8 盤狀凸輪的最小尺寸	(347)
§ 9-9 滾子从动件直綫圓弧凸輪	(352)
§ 9-10 平板从动件四圓弧凸輪	(355)
§ 9-11 四圓弧凸輪設計	(358)
§ 9-12 圓柱凸輪輪廓的設計	(360)

第 十 章 其他機構

§ 10-1 万向联軸節	(362)
§ 10-2 双方向联軸節	(366)
§ 10-3 間歇运动機構	(367)

第十一章 机械的运转和調速

§ 11-1 机械的运动和运动方程式	(371)
§ 11-2 等效力和等效力矩, 等效質量和等效轉动慣量 ..	(373)
§ 11-3 在已知力作用下机械組合的运动	(378)
§ 11-4 机械运转的不均匀性及其調節	(382)

§ 11-5 平均速度和不均勻係數.....	(384)
§ 11-6 飛輪轉動慣量的確定.....	(385)
§ 11-7 按功率來設計飛輪.....	(392)
§ 11-8 飛輪的轉動慣量與其大小尺寸的關係.....	(394)
§ 11-9 離心力調速器.....	(396)

第十二章 機械的平衡

§ 12-1 機械平衡的目的.....	(400)
§ 12-2 同一平面內迴轉質量的平衡.....	(401)
§ 12-3 靜平衡試驗法.....	(404)
§ 12-4 不同平面迴轉質量的平衡.....	(407)
§ 12-5 動平衡機.....	(410)
§ 12-6 往復質量平衡的概念.....	(413)

第一章 緒 論

§ 1-1 機構与机械

不論是機構或机械均由若干个構件連結起來的，其中一个是固定的，其余是活动的。機構的基本特徵在于：这些活动構件均能按照預定的規律來進行运动。比如以活塞式發動机为例，如圖1—1所示，汽缸和軸承为固定構件，活塞、連桿和曲軸为活动構件。这种機構叫做曲柄連桿機構。所有活塞、連桿和曲軸均能按照預定規律分別進行往复直移运动，平面运动和迴轉运动。这里所謂固定構件可能固定在地面上，也可能固定在火車車身、輪船船身、或飛機机身上，但不論固定在那里，發動机的活塞、連桿、和曲軸对于汽缸和軸承來說其运动是完全一样的。

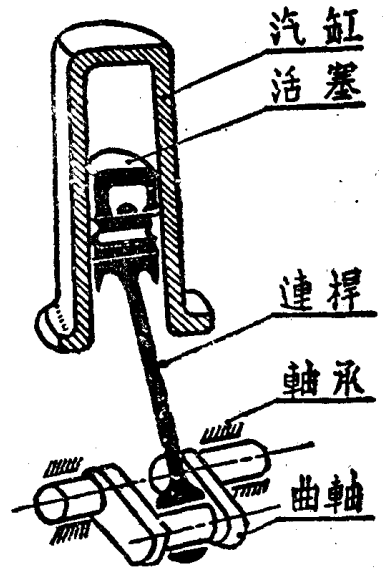


圖 1-1

机械可能包括一种機構，或几种機構，也可能把若干套同一种機構复合在一起，从运动观点來看，机械与機構或复合機構是沒有区别的。机械的基本特徵：不僅是所有構件均能進行符合于預定規律的运动，而且能將一种形式的能量变换为机械能，或利用机械能來完成生產

过程。比如热机就是把热能变换为机械能，起重运输机就是利用机械能改变物料的位置以符合生产的要求，又如金属切削机床在机械加工过程中就是利用机械能切削掉多余的金属使毛坯具有成品的形状、尺寸以满足生产的要求。

所以机械大别之可分为两类：

第一类是变换能量的机械。其中有一种机械将其它形式的能变换为机械能，此种机械叫做发动机，如热机、电动机和水力、风力发动机等均属此种机械之列。但也有一种机械将机械能变换为其它形式的能，比如发电机就是将机械能变换为电能的机械。

第二类是利用机械能的机械，也就是利用机械能改变物料的性质、状态、形状和位置以满足生产要求所用的机械。这种机械叫做工作机。金属切削机床、起重运输机、纺织机械、化工机械、农业机械等均属于此类机械之列。

马克思在“资本论”中提到：“一切发展了的机器都是有三个本质上不同部份——发动机、配力机与工作机所构成。”配力机作为发动机与若干个工作机同时工作时的一种传动机械，在马克思时代是应用很广的。现如单独装置的减速箱就是属于这种传动机械之列。由于机械的进步，传动机械往往变成工作机内部的一部份了。

在工作机中，如很多人工操作都由相当机构来完成，工人只是加以控制，此种工作机就叫做自动机。比如在自动机床只要把毛坯送进机床后就有相当机构把毛坯送到夹具中，然后自动地经过加工的手续直到检验完毕后，工件就自动地由夹具松下来。再进一步发展则在一

条加工路綫包括若干部机床，毛坯在第一部机床夾緊、加工、檢驗、鬆下送至第二部、第三部以至最后一部机床变为成品。像这样工作过程都已能完全自动化，并已發展到全車間以至整个工厂自动化。

§ 1—2 典型機構

茲將在各种机械中常遇到的几种機構如連桿機構、凸輪機構、摩擦輪機構、齒輪機構、撓性機構、斜面与螺旋機構、液動機構和電動機構作一簡單介紹。

(1) 連桿機構 单独一桿不成機構。兩桿用銷釘联結，固定其中之一桿的兩桿機構乃是連桿機構的最簡單形式。如槓桿、軸与軸承即是兩桿機構。水輪机、离心力水泵等的主要機構乃是轉子繞固定軸承迴轉的機構也就是兩桿機構。

四桿用銷釘联結，固定其中之一桿的四桿機構乃是連桿機構中应用最为广泛的。四桿機構的演化形式是很多的。圖 1—2 乃示 四桿機構。如將桿 4 用滑塊來代替，此四桿機構，即演化为如圖 1—3 所示的曲柄連桿機構。四桿機構还可演化为其它機構。除四桿機構外，多桿機構也广泛应用于各种工作机中。

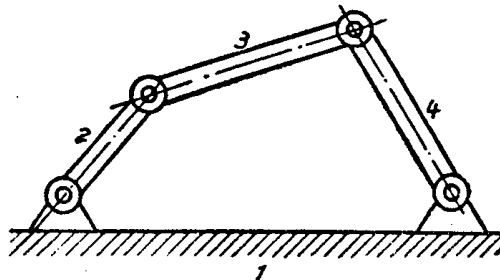


圖 1—2

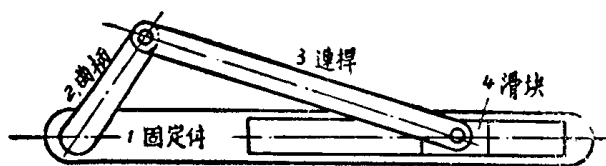


圖 1-3

在空間連桿機構中，广泛应用于相交兩軸傳動的有萬向聯軸節如圖1—4所示。

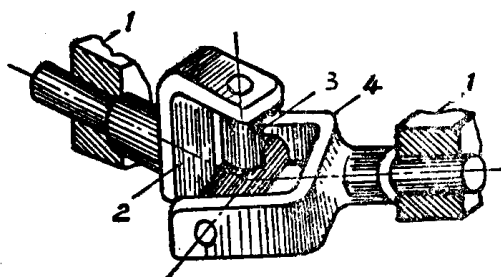


圖 1-4

(2) 凸輪機構 在已知規律運動的構件上制成具有特殊形狀的輪廓，使與之接觸的另一構件能按預定的規律進行運動，這種機構叫做凸輪機構。具有特殊輪廓

的構件叫做凸輪，與之接觸的另一構件叫做從動件，如圖1—5所示。

(3) 摩擦輪機構 將兩輪壓緊，使輪緣上產生足夠的摩擦力以傳達運動的機構叫做摩擦輪機構如圖1—6和1—7所示，前一個用于平行兩軸的，後一個用于相交兩軸的。在摩擦輪機構中壓緊時則傳達運動，鬆開時又解脫運動則為摩擦離合器。

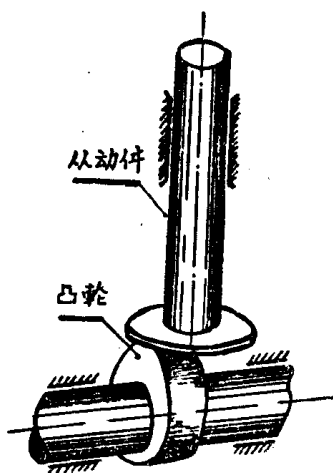


圖 1-5

(4) 齒輪機構 在摩擦輪傳動，往往因負荷稍大即發生打滑現象，以致不能保證等速迴轉。如在輪緣全周滿制具有一定形狀的齒形使兩輪之齒

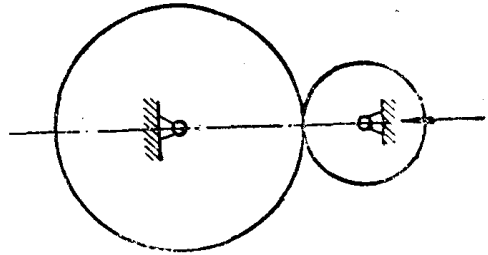


圖 1—6

互相嚙合保持兩輪永遠等速迴轉，此種機構叫做齒輪機構。齒輪機構可以用于負荷小的地方，更可用于大的地方。

齒輪機構应用最为广泛。

对于平行兩軸的傳動用圓柱齒

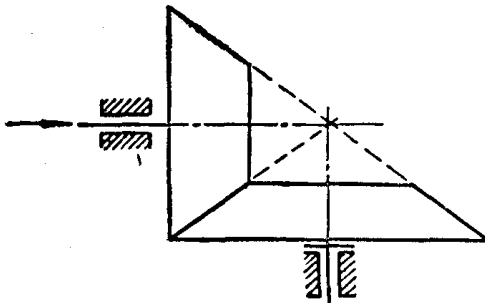


圖 1—7

輪，相交兩軸的傳動用圓錐齒輪，不平行不相交兩軸的傳動用螺旋齒輪或蝸桿及蝸輪。圖1—8至1—11分別表示以上四種齒輪。一連串齒輪所組成的齒輪機構叫做齒輪系。

(5) 撓性機構 兩輪間中心距離較大不能用摩擦輪或齒輪時則用撓性機構。在撓性機構，輪與輪不是直接傳動而是中間用了撓性構件如皮

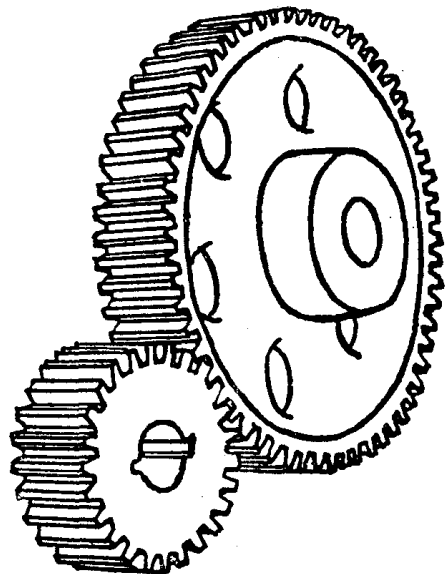


圖1—8