

434643

机械原理及机械零件

《机械原理及机械零件》教材编写小组编

广东工学院

一九七四年四月

毛主席语录

教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。

学制要缩短。课程设置要精简。教材要彻底改革，有的首先删繁就简。

不破不立。破，就是批判，就是革命。破，就要讲道理，讲道理就是立，破字当头，立也就在其中了。

认识从实践始，经过实践得到了理论的认识，还须再回到实践去。

前 言

为了适应教学需要，在学院党委的领导下，组织了机械类专业《机械原理及机械零件》教材编写小组。遵照毛主席“教材要彻底改革”的教导，通过对旧教材的解剖和分析、批判，学习和参考了各兄弟院校编写的教材，到有关工厂和研究所进行了初步的调查研究，收集资料而写成本教材，供我院“机械原理及机械零件”和“机械设计基础”等课程教学参考。

为便于我院机械类十个不同学时和要求的专业教学参考，本教材分为通用教材与补充教材：通用教材供各专业在教学时共同参考使用，共十五章；补充教材供有关专业选用，共五章。在教材编写时适当地考虑到各专业教学上取舍的方便。这是一本多专业通用的参考教材，在针对性方面应由各专业任课教师按专业需要予以加强。

本教材为了尽量与力学教材衔接，避免不必要的重复，对力学已讲的内容，如机械摩擦与效率、机构运动分析、轮系传动比计算等不予编入。在编写方面也考虑到便于工农兵学员自学需要。

本教材编写时，得到广州机床研究所、洛阳轴承研究所、西安重型机器研究所、洛阳矿山机器厂和各兄弟院校的不少帮助，谨致谢意。由于我们学习马克思主义、列宁主义、毛泽东思想不够，业务水平有限，缺乏编写教材经验，本教材可能存在不少问题和错误，希望同志们给予批评、指正。

《机械原理及机械零件》教材编写小组

1973年9月

目 录

前 言

第一章 绪 论

- § 1.1 机械、机器、机构、零件和部件····· (1)
- § 1.2 《机械原理及机械零件》课程内容和学习目的····· (3)
- § 1.3 机器设计的基本原则、方法和步骤····· (4)
- § 1.4 机构组成原理····· (5)
- § 1.5 机构运动简图画法····· (8)

第二章 平面连杆机构

- § 2.1 概述····· (10)
- § 2.2 四杆机构的主要类型及其演化····· (10)
- § 2.3 连杆机构的一些运动特性····· (17)
- § 2.4 四杆机构设计概述····· (20)

第三章 螺纹联接和螺旋传动

- § 3.1 螺纹····· (26)
- § 3.2 螺纹联接的主要类型····· (30)
- § 3.3 螺栓联接的强度计算····· (33)
- § 3.4 螺旋传动····· (37)

第四章 齿轮传动原理与设计

- § 4.1 齿轮的应用和种类····· (41)

I. 标准渐开线直齿圆柱齿轮传动

- § 4.2 标准直齿圆柱齿轮各部分名称和尺寸关系····· (43)
- § 4.3 标准直齿圆柱齿轮传动····· (47)
- § 4.4 标准直齿圆柱齿轮任意半径齿厚····· (52)
- § 4.5 标准直齿圆柱齿轮传动的重合系数和滑动系数····· (53)
- § 4.6 齿侧间隙测量尺寸····· (58)

§ 4.7	英制齿轮尺寸计算	(62)
§ 4.8	标准渐开线直齿圆柱齿轮的展成法加工原理	(65)
§ 4.9	渐开线标准齿轮的干涉和过度切削现象, 不发生根切的最少齿数	(68)
§ 4.10	齿轮的破坏形式、材料及热处理方法的选择、传动精度的选择	(71)
§ 4.11	直齿圆柱齿轮接触强度计算	(79)
§ 4.12	直齿圆柱齿轮弯曲强度计算	(90)
§ 4.13	圆柱齿轮结构	(96)
§ 4.14	内接直齿圆柱齿轮传动	(101)

II. 标准渐开线齿轮传动的其它形式

§ 4.15	斜齿圆柱齿轮和人字齿轮传动	(103)
§ 4.16	螺旋齿轮传动	(115)
§ 4.17	直齿圆锥齿轮传动	(117)

III. 变位圆柱齿轮传动

§ 4.18	变位齿轮原理和尺寸计算	(124)
§ 4.19	变位齿轮传动类型及其优缺点	(133)
§ 4.20	变位齿轮变位系数选择	(135)
§ 4.21	变位齿轮传动的应用	(139)
	附 录	(147)

第五章 蜗 杆 传 动

§ 5.1	概述	(151)
§ 5.2	蜗杆传动的主要几何关系	(152)
§ 5.3	蜗杆传动的失效形式和材料的选择	(156)
§ 5.4	蜗杆传动中的受力分析	(158)
§ 5.5	蜗杆传动的强度计算	(159)
§ 5.6	蜗杆及蜗轮的结构	(164)
§ 5.7	蜗杆传动的润滑、效率及散热	(166)
§ 5.8	其它类型蜗杆传动简介	(168)

第六章 皮 带 传 动

§ 6.1	概述	(172)
§ 6.2	三角皮带的结构和标准	(173)
§ 6.3	三角皮带传动的张紧装置	(175)
§ 6.4	三角皮带传动的几何关系	(175)

§ 6.5	三角皮带传动的滑动现象·····	(177)
§ 6.6	三角皮带传动的设计计算·····	(179)
§ 6.7	三角皮带轮·····	(183)
§ 6.8	平皮带传动·····	(188)
§ 6.9	皮带传动特点·····	(194)

第七章 链 传 动

§ 7.1	概述·····	(195)
§ 7.2	链传动零件·····	(196)
§ 7.3	链传动的运动特性·····	(200)
§ 7.4	链传动的主要参数及其选择·····	(202)
§ 7.5	链传动的计算·····	(204)
§ 7.6	链传动的布置、张紧和润滑·····	(206)

机械传动综述·····	(208)
-------------	---------

第八章 轴

§ 8.1	概述·····	(209)
§ 8.2	轴的结构·····	(210)
§ 8.3	轴的材料·····	(213)
§ 8.4	轴的强度计算·····	(213)
§ 8.5	轴的刚度和振动计算简介·····	(219)
	附 录·····	(224)

第九章 键和花键的联接

§ 9.1	概述·····	(229)
§ 9.2	键联接·····	(229)
§ 9.3	花键联接·····	(233)
§ 9.4	无键联接简介·····	(235)

第十章 联 轴 器

§ 10.1	概述·····	(236)
§ 10.2	固定式刚性联轴节·····	(236)
§ 10.3	可移式刚性联轴节·····	(237)
§ 10.4	弹性联轴节·····	(242)
§ 10.5	牙嵌式离合器·····	(243)
§ 10.6	摩擦离合器·····	(245)
§ 10.7	离合器的操纵方法·····	(250)

第十一章 滚动轴承

- § 11.1 概述..... (252)
- § 11.2 滚动轴承的基本理论..... (257)
- § 11.3 滚动轴承型号的选择..... (266)
- § 11.4 滚动轴承的组合设计..... (275)
- 滚动轴承附录..... (283)

第十二章 滑动轴承

- § 12.1 概述..... (289)
- § 12.2 向心滑动轴承的结构及轴承材料..... (289)
- § 12.3 轴承润滑剂和润滑方法的选择..... (295)
- § 12.4 非液体摩擦轴承的计算..... (301)
- § 12.5 液体摩擦轴承的理论基础及设计计算..... (303)
- § 12.6 推力轴承的结构及计算..... (314)
- § 12.7 特殊轴承..... (316)
- § 12.8 滑动轴承与滚动轴承的比较..... (318)

第十三章 凸轮机构

- § 13.1 概述..... (320)
- § 13.2 凸轮机构的类型..... (321)
- § 13.3 从动杆常用的运动规律..... (322)
- § 13.4 凸轮机构的力分析和基圆半径的选择..... (326)
- § 13.5 凸轮轮廓曲线的绘制..... (328)
- § 13.6 滚子半径的选择..... (332)
- § 13.7 凸轮机构的强度计算简述..... (334)

第十四章 其他常用机构

- § 14.1 棘轮机构..... (338)
- § 14.2 槽轮机构..... (339)
- § 14.3 不完全齿轮机构..... (340)
- § 14.4 螺旋机构..... (340)

第十五章 回转件的平衡

- § 15.1 回转件的静平衡..... (342)
- § 15.2 回转件的动平衡..... (344)
- § 15.3 平衡的试验方法..... (345)
- § 15.4 平衡的精度指标和允许误差..... (348)

第一章 绪 论

§1.1 机械、机器、机构、零件和部件

毛主席在《关于农业合作化问题》一文中指出：“中国只有在社会主义经济制度方面彻底地完成社会主义改造，又在技术方面，在一切能够使用机器操作的部门和地方，通通使用机器操作，才能使社会主义经济面貌全面改观。”解放廿四年来，在党的“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”的总路线指引下，特别是经过无产阶级文化大革命，广大工人、革命干部、革命技术人员以路线斗争为纲，深入批修整风，提高阶级斗争和路线斗争觉悟，在农业机械化，工业和交通运输业的技术改造等方面取得了很大成绩，生产过程的机械化和自动化得到愈来愈广泛的应用，各种类型机器的生产和使用日渐增多。机器已成为人们日常生活和生产劳动中不可缺少的重要工具。

通过日常生活和生产劳动的接触，已经逐步形成机器的概念，如汽车、拖拉机、缝纫机、各种机床等都是机器。为了研究方便，可以把机器的概念归纳为：机器是由两个以上有确定相对运动（即能完成预定运动）的构件组成，并能完成有效功或转换能量。

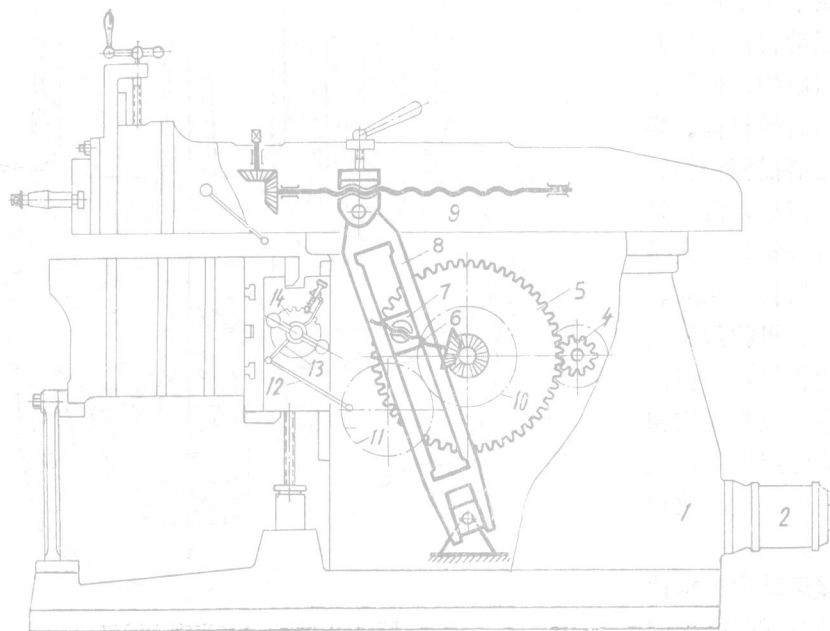


图 1.1 牛头刨床

例如图 1.1 的牛头刨床，它主要由机架 1、电动机 2，经齿轮变速传动，带动齿轮 4、5（齿轮机构），曲柄 6、滑块 7、导杆 8 和刨头 9（导杆机构）组成，以便把电动机的等速转动变为刨头按预定规律的往复直线切削运动；此外通过齿轮 10、11（齿轮机构）带动连杆 12，摇杆 13（曲柄摇杆机构），棘轮 14（间歇运动机构），间歇地推动横向进给丝杆（螺旋机构）转动以实现进给运动，完成有效功，达到切削平面的目的。

又如图 1.2 的 NJ—130 汽车内燃机，它主要由机架 1，曲柄 2，连杆 3 和活塞 4（曲柄滑块机构）组成，以便把燃料燃烧时推动活塞的直线运动变为曲柄的旋转运动；又内燃机的自动连续工作是通过与曲柄相连的正时齿轮 5、6（齿轮机构），凸轮 7，推杆 8（凸轮机构）推动阀门 9 定期启闭（点火系统和另一凸轮机构未画出）来完成，以达到把燃料燃烧时的热能转换为机械能的目的。

由上两个例子可见，机器是由运动特性不同的若干机构组成的。例如牛头刨床是由齿轮机构、导杆机构、曲柄摇杆机构、螺旋机构等组成，内燃机是由曲柄滑块机构、齿轮机构、凸轮机构等组成。通常把机器和机构统称为机械。机构和机器一样，也是由两个以上有确定相对运动的构件组成，但机构不能独立地完成有效功或转换能量。

在机械运动中，构件可以近似地看成是一个刚体，它是由一个或多个具

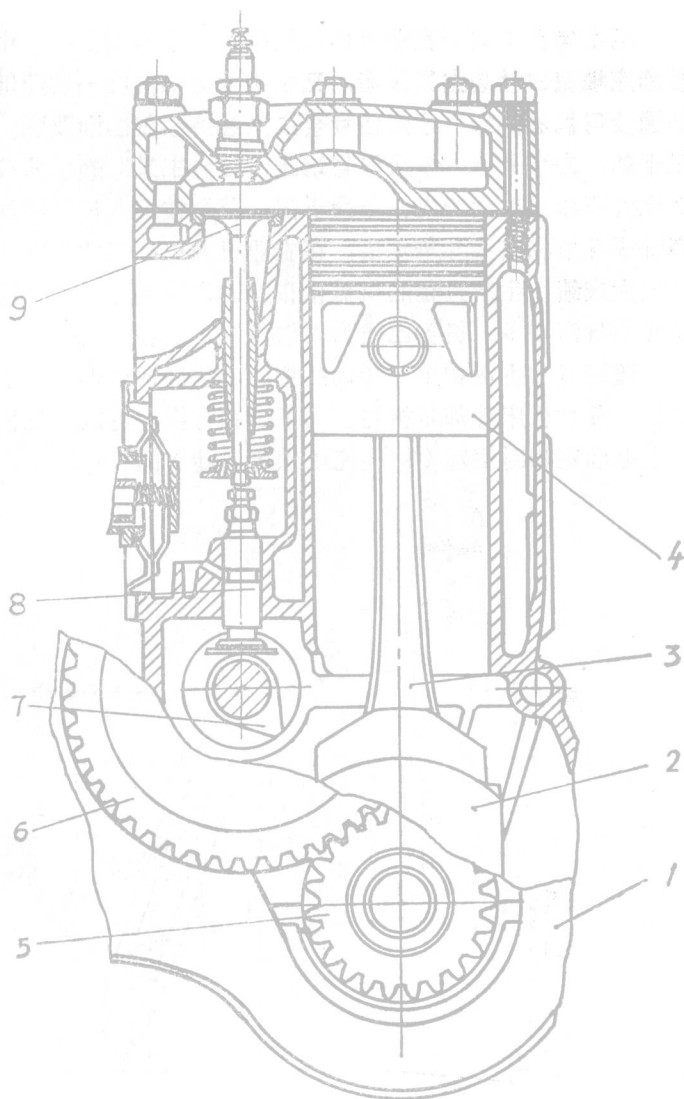


图 1.2 NJ—130 汽车内燃机

有特定用途和结构的零件组成。例如图 1.3 的曲柄（曲轴）是由一个零件组成的；而图 1.4 的连杆是由连杆体 1、连杆盖 2、上下轴瓦 3、螺钉 4 和螺母 5 等零件组成。

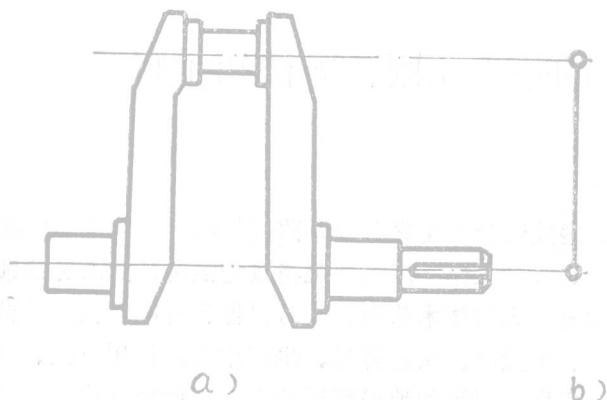


图 1.3 曲轴

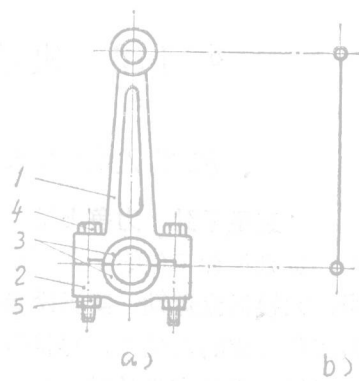


图 1.4 连杆

必须注意，有时将一套在机器中完成独立使命，如减速、变速、分度、操纵、进给等特定运动形式或工作任务的零件组合体（可能是一个机构或多个机构）称为部件。如减速器、变速器、分度头、联轴器等。

§ 1.2 《机械原理及机械零件》 课程内容和学习目的

由上节可知，机器是由机构组成（也可以说由若干个部件组成）。常用的机构有挠性杆机构（皮带传动、链条传动等）、齿轮机构、凸轮机构、连杆机构、螺旋机构、间歇运动机构、液动和气动机构、电动机构①等。了解各种常用机构的组成原理、分析运动和按要求设计机构，也就是说从运动观点设计机器，这是本课程的主要内容之一。

构件是零件的刚性组合体，它只在研究机构运动、力的分析和拟定机构图时使用，本身没有特定形式。至于组成构件的各零件，它的结构形式和尺寸大小、材料和热处理方法，主要是根据机器工作要求，按强度、刚度或其他工作能力准则设计。机器零件按用途分为通用零件和专用零件两类；通用零件指在各种类型机器中都会用上的零件，其中有螺钉、键、齿轮、蜗轮、皮带、链、轴、轴承、联轴器等；专用零件指在机器中有特殊用途的零件，例如内燃机的曲轴、飞机的螺旋桨等。掌握通用零件的设计原则和方法是本课程的另一主要内容。

此外本课程还介绍回转件的平衡，这是高速机器零件设计的特殊问题。

注：①液动和气动机构、电动机构不在本课程讨论，将在各有关专业课的液压传动、电工学等课程学习。

《机械原理及机械零件》课程是研究机器设计中的共性问题，故它是机械类专业的一门技术基础课，它与各专业的设备课程相衔接，为专业培养目标服务。

§ 1.3 机器设计的基本原则、方法和步骤

一、机器设计的基本原则

“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”的总路线是我们一切工作的准则，也是设计工作的基本原则。为了搞好设计工作，应当“坚持政治挂帅，加强党的领导，大搞群众运动，实行两参一改三结合，大搞技术革命。”对机器设计，应在满足机器工作要求的前提下，尽量做到体积小、重量轻、制造容易、生产率高、使用方便、安全耐用。因此在设计时，应从客观实际出发，尽可能地采用新技术，按照我国资源和供应情况选择材料，采用国家标准和规格系列，并应考虑到生产条件限制，甚至装卸运输等方面问题。

二、机器或零件的设计方法

1. 理论设计 按照长期生产斗争和科学实验总结出来的机器或零件的设计理论、计算公式和实验数据进行设计。这是本课程主要介绍的方法。
2. 经验设计 根据实践经验，在参考同类型机器或零件决定机器结构型式、材料和尺寸的基础上进行设计。经验设计虽无详尽的理论分析，但它是从实践中总结出来的，因此也有很大的实际价值，例如对外形复杂，载荷情况不明，尚不能用理论分析的零件，如机架等常用经验设计；此外对零件中的次要尺寸，也可用经验数值确定。
3. 模型实验设计 对于一些比较新的或要求较高的机器或零件，在目前又无比较成熟的参考资料和计算方法，可以将初步设计出的机器或其零部件进行模型试验，根据试验结果再行修改设计。

三、机器设计步骤

机器设计没有一成不变的方法，设计时要对具体情况进行具体分析。这里介绍一般设计步骤。

1. 进行深入调查研究，充分占有设计材料。通常应调查了解机器的设计任务与要求，现有同类机器的生产、使用情况和优缺点，目前机器的生产技术水平，采用先进技术的可能性，材料和标准零、部件的供应情况等，使设计时能心中有数，有的放矢。
2. 根据机器的用途和特殊要求拟定机构运动简图。
3. 分析各构件受力情况，计算机器传递功率和效率。
4. 按照各构件受力情况，根据设计准则设计机器及其零、部件，并绘出装配图和零件图。

5. 成批生产的机器，通常要进行试生产和成品试验，根据试生产和试验结果，还要对设计进行修改，这项工作有时要反复进行多次，才能获得较好的成果。

因为影响设计的因素很多，往往又有互相依存的辩证关系，所以实际设计时，这些步骤往往要交叉进行。

§ 1.4 机构组成原理

机构是由两个以上具有确定相对运动的构件组成。如图 1.5 所示，两构件 1 和 3 各绕固定轴线 A 和 B 自由转动，如果没有联系，不能成为机构。如图 1.6 把构件 1 和 3 在 C 点用铰链连接起来，这时构件 1、3 和机架变成一个刚性整体，不能运动，也不能成为机构。为了使构件 1 和 3 联系起来，可如图 1.7 所示，在 C、D 两点再铰接构件 2，这就构成了具有确定相对运动关系的四杆机构。也可以如图 1.8 把构件 1 做成具有特定外廓形状的凸轮，构件 3 作为从动杆，当凸轮绕 A 点转动时，从动杆 3 可按预定规律摆动，这就是凸轮机构。



图 1.5 两自由运动构件

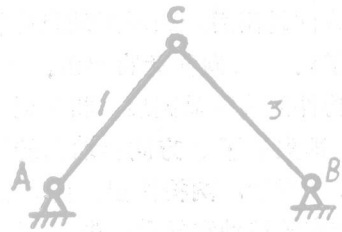


图 1.6 三杆刚架

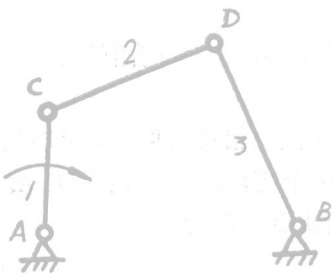


图 1.7 四杆机构

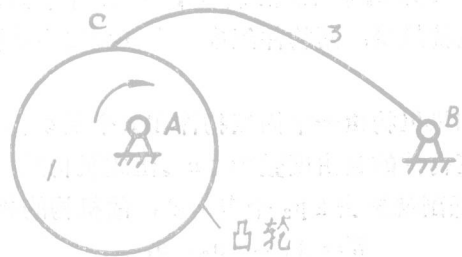


图 1.8 凸轮机构

由此可见，要使机构中各构件具有确定的相对运动关系，构件间必须具有能作相对运动的联接。两构件间有相对运动的联接处称为运动副。如图 1.9, a 两构件用销轴和孔的联接称为回转副；图 1.9, b 两构件用滑块和导路的联接称为移动副；图 1.9, c 两构件用轮齿和轮齿的联接称为齿轮副；图 1.9, d 两构件用凸轮和从动杆的联接称为凸轮副。其中回转副和移动副都是面接触，统称为低副；齿轮副和凸轮副是线或点接触，统称为高副。

如图1.10所示, 一个构件在没有任何约束的条件下相对于另一构件(如固定构件①)作平面运动时, 运动构件在任一瞬间的位置可由构件中A点的坐标(x和y)和构件轴

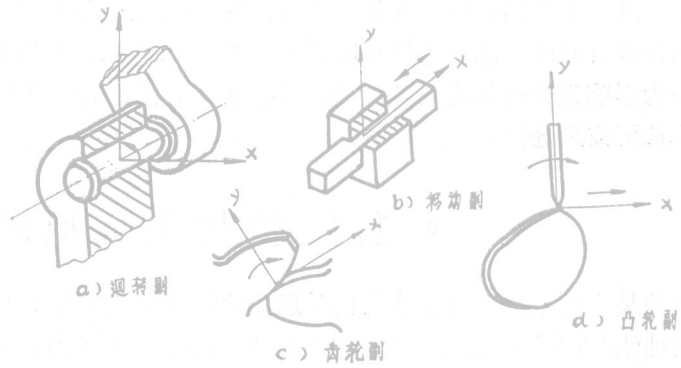


图 1.9 运动副形式

线AA的转角 φ 三个参数来决定, 这三个确定机构位置的参数称为自由度。

当两个构件组成运动副后, 由于相对运动受到限制, 故自由度减少。如图1.9, a所示, 两构件组成回转副后, 相对运动只由转角 φ 决定, 即失去了x、y方向移动的自由。如图1.9, b所示, 两构件组成移动副后, 相对运动只由位移x决定, 即失去了y方向移动和转动的自由。如图1.9, c所示, 两构件组成齿轮副后, 相对运动有x方向的移动和转动, 失去了y方向移动。如图1.9, d所示, 两构件组成凸轮副后, 相对运动有x方向移动和转动, 失去了y方向移动。也就是说, 两构件组成一个低副就失去两个自由度, 组成一个高副就失去一个自由度。

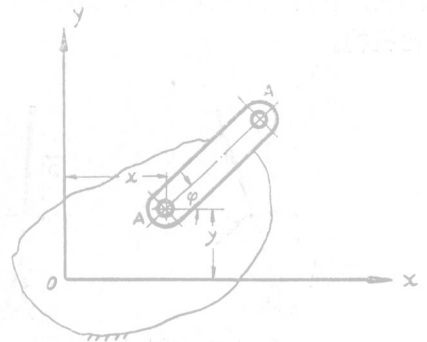


图 1.10 构件的相对运动自由度

如果机构由一个固定构件和n个活动构件组成, 在没有相互联接前, 活动构件相对于固定构件的自由度数为 $3n$ 。组成机构后, 如果有 p_1 个高副就失去 p_1 个自由度, 有 p_2 个低副就失去 $2p_2$ 个自由度, 故机构的相对运动自由度总数为

$$W = 3n - 2p_2 - p_1 \quad (1.1)$$

上式称为平面机构自由度公式。如图1.7的四杆机构的自由度为

$$W = 3n - 2p_2 - p_1 = 3 \times 3 - 2 \times 4 - 0 = 1.$$

同样, 图1.8的凸轮机构的自由度为

$$W = 3n - 2p_2 - p_1 = 3 \times 2 - 2 \times 2 - 1 = 1.$$

这两个机构的自由度均为1, 即整个机构在每一瞬间的位置只由一个参数决定。例

注: ①固定构件是指机构中其他构件相对它而运动的构件, 如机座、飞机或汽车的机体等均是。

如把杆 1 作为原动杆，并使之以等角速 ω_1 转动，这时整个机构便有确定的相对运动。

同理，图 1.11 的双杆机构的自由度为

$$W = 3n - 2p_2 - p_1 = 3 \times 1 - 2 \times 1 = 1.$$

即机构中活动构件 1 既为原动杆又为从动杆。又如图 1.12 的五杆机构，其自由度为

$$W = 3n - 2p_2 - p_1 = 3 \times 4 - 2 \times 5 = 2.$$

此时，要使机构有确定的相对运动必须要有两个原动杆，例如杆 1 和 2。如此类推，机构具有确定运动的条件为：机构的自由度数应等于原动构件数。



图 1.11 双杆机构

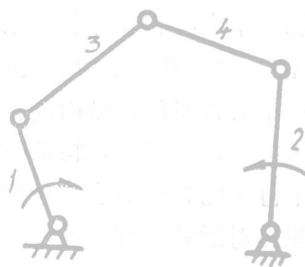


图 1.12 五杆机构

例题 1.1 试证明图 1.6 的三杆不能成为机构。

解 代入式 1.1 计算自由度

$$W = 3n - 2p_2 - p_1 = 3 \times 2 - 2 \times 3 = 0.$$

即三杆如图的联接没有相对运动，故不能成为机构。

例题 1.2 分析图 1.13 所示的机车车轮联动机构的自由度。机构中 $AB = CD = EF$ ， $BD = AC = DF = CE$ 。

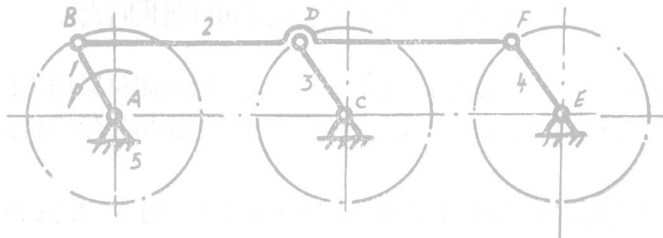


图 1.13 双平行四边形机构

解 利用式 1.1 计算

$$W = 3n - 2p_2 - p_1 = 3 \times 4 - 2 \times 6 = 0,$$

即表示这个机构不能动。但事实上这是一个广泛应用的有确定相对运动的机构。如果把杆 3 和运动副 C、D 去掉，这就是图 1.7 的四杆机构，自由度为 1。由于机构运动时保持

为一平行四边形，连杆BF作平移运动，其上每一点的轨迹都是圆，点D的轨迹是以C为中心的圆。在加上杆3和运动副C、D时，杆3上D点轨迹与连杆上D点轨迹重合，故对运动没有影响。所以利用式1.1计算自由度时应把杆3和运动副C、D除去，即

$$W = 3n - 2p_2 - p_1 = 3 \times 3 - 2 \times 4 = 1.$$

杆3和运动副C、D对机构所组成的约束，称为虚约束。虚约束对机构的运动不起作用，但对机构的受力有影响，如图1.13的机构是为了把动力传动三个主动轮上而用的。

虚约束在实际应用中经常碰到，如图1.14的行星轮机构，它是由主动外齿轮1，不动内齿轮3，和三个大小相等并装在系杆H上的行星齿轮2、2'和2''组成。当主动齿轮转动时，推动行星齿轮沿内齿轮滚动，从而带动系杆运动。这个机构从运动角度看使用一个行星轮2就够了，采用三个或更多的行星轮对运动没有影响，但可减少轮齿之间的作用力（改由三对齿轮负担）和轴承反力，改善机构受力情况。

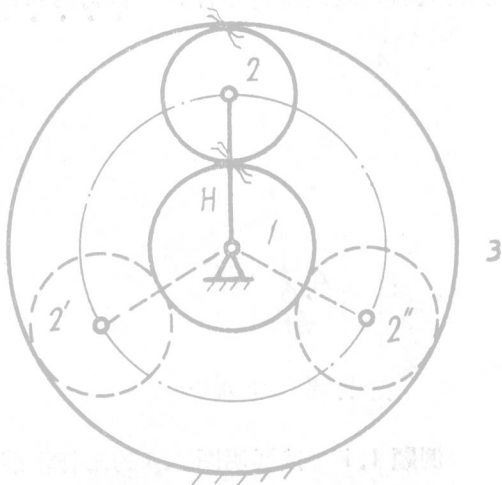


图 1.14 行星轮机构

但应注意，使用虚约束以改善机构受力情况，必须在保证构件尺寸精度的情况下才能达到。例如图1.13要严格限制AB、CD、EF及其它构件的长度公差，否则就使机构难于装配或造成构件内很大的

内应力；对图1.14的行星轮机构也要求较高精度，否则同样会造成受力不均或装配困难，一般还要采用平衡机构以便各轮受力均匀。

§ 1.5 机构运动简图画法

机构运动简图是利用运动副的代表符号，和表示运动副位置的直线或曲线组成的简单图形。用它来分析机构结构、运动、受力等问题时，比用实际机构或生产图纸简便得多。

绘制机构运动简图时采用的运动副符号见表1.1，构件用直线或曲线代表（如图1.3,b和图1.4,b），并使之把同一构件的运动副联接起来即成。

机构简图的绘制步骤如下：

1. 了解机构中各构件的相互运动关系，从而找出联接各构件的运动副性质，并用运动副符号表示。

2. 按机构实际尺寸缩小或放大，用直线或曲线等简单线条把同一构件的运动副联接起来，便成机构简图。

3. 验算所绘机构简图的自由度，看是否与原机构相同，如有错误必须改正。

表 1 1 机 构 简 图 符 号

符 号	代表意义	符 号	代表意义
	由两活动构件组成的迴转副		外啮合圆柱齿轮高副
	固定构件与活动构件组成的迴转副		内啮合圆柱齿轮高副
	由两活动构件组成的移动副		凸轮高副
	固定构件与活动构件组成的移动副		

例题 1.3 绘制图 1.15 碎矿石机的机构简图。

解 分析机构运动，了解到偏心圆盘 1 与机架 6 组成回转副 O_1 ，构件 2 与偏心圆盘 1 也组成回转副，其中心在 A 点，两回转副的距离就是曲柄长 O_1A ，其余 B、C、D、E、F 也均为回转副，各运动副距离很易从图中量得。选定一定长度比例，定出所有与机架 6 组成的回转副的 O_1 、E、F 等点的位置；然后以同样比例决定其余运动副 B、D、C 点位置；最后用直线把同一构件各运动副连接起来，得图 b 的机构运动简图。

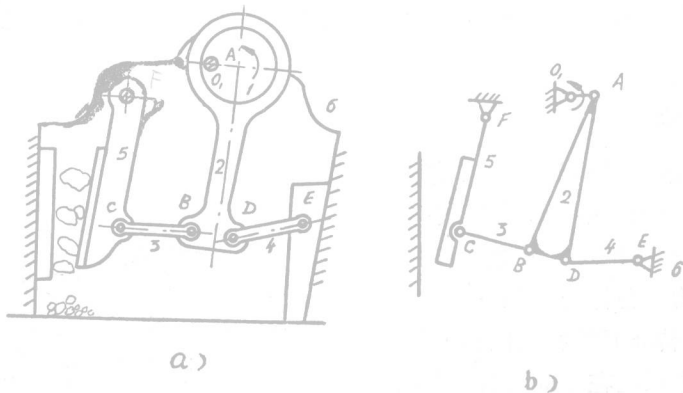


图 1.15 碎石机

第二章 平面连杆机构

§ 2.1 概 述

平面连杆机构是全部由回转副和移动副组成的机构，其上各构件均在同一平面或平行平面内运动。由于这种机构结构简单、易于加工，能近似地完成各种给定的运动或轨迹，且由于各构件之间为面接触，压力强度和磨损较小，因此广泛应用在各种机器和仪器中，例如应用于牛头刨床、内燃机、曲柄压力机、搅拌机、调速器、仪表和各种农业机械中。但平面连杆机构与其他机构相比，设计过程比较复杂，而且完成给定的运动或轨迹多为近似的，如要较精确地按给定的运动或轨迹设计，往往需要增加构件和运动副数目，这又使机构复杂，效率降低，甚至出现自锁而不能工作。

由 § 1.4 可知，连杆机构最少由两个构件组成，这时活动构件既是原动件又是从动件，如汽轮机带动的发电机组便是；由三个构件组成的连杆机构是不存在的，因为它实际上是一个刚体，即各构件之间没有相对运动；四杆机构是应用最多的一种，同时也是组成多杆机构的基础，因此本章着重介绍四杆机构。

连杆机构各构件形状多为杆状，故通常称为杆，但也有由于受力或结构等原因做成其它形状（如图 2.26），因此为了机构分析和设计方便，应按 § 1.5 的办法先绘出机构运动简图。

§ 2.2 四杆机构的主要类型及其演化

一、铰链四杆机构

如图 2.1 所示，ABCD 为一铰链四杆机构，设其中 AD 杆固定，称为机架；BC 杆与机架相对，称为连杆；其余两杆称为连架杆。由于机构中各杆长度配置不同，有些连架杆可以回转 360° 的称为曲柄（如图中的 AB），有些只能在 360° 以内摆动的称为摇杆（如图中的 CD）。具有一个曲柄一个摇杆的机构称为曲柄摇杆机构，具有两个曲柄的机构称为双曲柄机构，具有

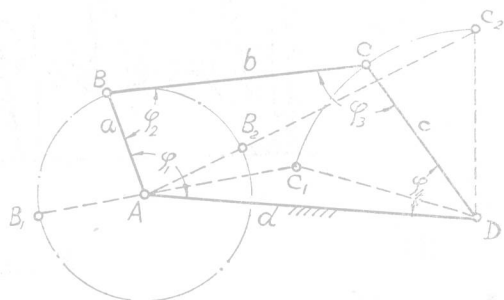


图 2.1 铰链四杆机构