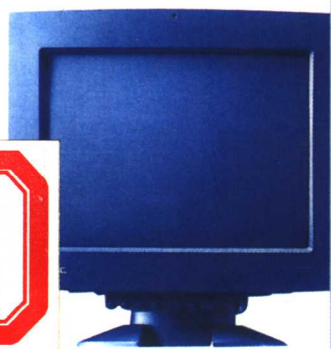


计算机



辅助机构设计

王淑仁 王丹 主编



NEUPRESS
东北大学出版社

计算机辅助机构设计

王淑仁 王 丹 主编

东北大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机辅助机构设计/王淑仁, 王丹主编. —沈阳: 东北大学出版社, 2001.7
ISBN 7-81054-568-X

I. 计… II. ①王… ②王… III. 机构学-计算机辅助机构设计 IV. TH111

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 46745 号

©东北大学出版社出版

(沈阳市和平区文化路 3 号巷 11 号 邮政编码 110006)

电话: (024)23890881

传真: (024)23892538

网址: <http://www.neupress.com> E-mail: neuph@neupress.com

东北大学印刷厂印刷

东北大学出版社发行

开本: 787mm×1092mm 1/16

字数: 268 千字

印张: 10.75

印数: 1~1000 册

2001 年 7 月第 1 版

2001 年 7 月第 1 次印刷

责任编辑: 冯淑琴 孙铁军

责任校对: 冯 伟

封面设计: 唐敏智

责任出版: 秦 力

定价: 27.00 元(配有光盘一张)

前 言

本教材作为东北大学国家工科机械基础课程教学基地建设规划的机械基础系列教材之一,是一部文字内容与软件内容相结合,适应 21 世纪教学方法和手段改革的新型教材,在 1995 年编写的《机械原理课程设计》教材基础上,根据新的专业培养方案的要求重新编写。文字内容部分主要包括机械类型及功能,机构分析数学模型建立及求解方法,优化方法及其在机构设计中的应用,各种常用机构的计算机辅助设计,机器动力学问题的计算机求解方法及设计题目等内容。配套的软件提供了一个计算机辅助机构设计的平台。软件还将机构的现场应用和设计资料等集成为一体,以满足机械原理实践教学的各种需要。

参加教材编写工作的人员有:

文字教材部分:王淑仁(第 1, 4, 5 章及附录),王丹(第 2, 3, 6, 7 章)。

软件部分:王淑仁(总体规划与脚本设计),郑学文、闫玉涛(技术负责及软件制作)。参加软件开发的人员还有:李翠玲、王丹、黄慧明、白斌、钟月、杨江辉、郭宝利、陈志豪、卢满怀、谢卿隆、翟云、张晨等。

本书由王淑仁、王丹任主编。

本书承蒙哈尔滨工业大学的王知行教授,东北大学的施永乐教授、丁津原教授审阅,并提出许多修改意见。此外,东北大学教务处、东北大学 CAI 中心等部门对软件开发给予了大力支持,作者一并表示深深的谢意。

由于本学科尚未见用于实践教学的此类教材出版,可参考的资料有限,加之作者水平所限,不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

作 者

2000 年 9 月

目 录

1 绪 论	1
1.1 机构设计的任务	1
1.2 计算机在机构设计中的应用	1
1.3 本课程教学目的、要求与方法	2
2 机构的类型	4
2.1 连杆机构类型	4
2.2 凸轮机构类型	10
2.3 齿轮机构类型	11
2.4 其他常用机构	15
2.5 组合机构类型	19
3 II级机构的运动分析和动态静力分析方法	22
3.1 II级机构运动分析的数学模型	22
3.2 II级机构运动分析通用子程序	29
3.3 II级机构运动分析实例	37
3.4 II级机构动态静力分析的数学模型	43
3.5 II级机构动态静力分析通用子程序	49
3.6 II级机构动态静力分析实例	61
4 机构优化设计方法	68
4.1 机构优化设计的一般概念	68
4.2 无约束问题的优化方法	72
4.3 约束问题的内罚函数法	75
4.4 Powell 优化程序使用方法	76
4.5 连杆机构优化设计例	78
5 常用机构的设计方法	83
5.1 连杆机构设计	83
5.2 凸轮机构设计	90
5.3 齿轮机构设计	103
5.4 组合机构设计	108

6 机构动力学设计	112
6.1 动力机的机械特性及电机的选择	112
6.2 机组动力学模型及运动方程的数值解法	113
6.3 飞轮转动惯量的计算方法	124
7 课程设计题目	130
题目一 牛头刨床主机构方案分析.....	130
题目二 码头吊车机构的设计及分析.....	131
题目三 拉伸用曲柄压力机设计及分析.....	133
题目四 摆动式运输机机构分析.....	135
题目五 冲孔自动机械设计.....	136
题目六 插床的工作机构设计.....	138
题目七 铰链式颚式破碎机方案分析.....	139
题目八 洗瓶机的设计.....	140
题目九 半自动平压模切机的设计.....	142
题目十 铁板输送机构设计.....	144
题目十一 轧辊机构设计.....	145
题目十二 平压印刷机.....	146
附录 计算机辅助机构设计软件内容介绍.....	148
参考文献.....	165

1 绪 论

1.1 机构设计的任务

随着工业生产的不断发展和人民生活水平的日益提高,机械产品种类日益增多,例如,各种金属切削机床,仪器仪表,重型机械,轻工机械,交通运输机械及办公设备,家用电器,儿童玩具等等。各种机械设备一般均需实现生产和操作过程的自动化,或者实现某一工艺动作过程。因此,机械设备设计首先需要进行机械运动方案的设计和构思。在运动方案的确定过程中,对于执行动作多少为宜,执行动作采用何种形式以及各执行动作间如何协调配合等都可以成为富于创造性设计的内容。采用什么样的机构来巧妙地实现所需的执行动作,这就要深入了解各类机构的结构特点,工作性能 and 设计方法,同时也要有开阔的思路和创新的能力,以便创造性地构思出新的机构来。

机构设计的内容通常包括选定或开发机构形式并加以巧妙的组合,同时进行各个组成机构的尺度综合,使此机构系统完成某种功能要求,因此,机构设计(也称为机构系统的设计)是机械产品设计的第一步。

机构设计是整个机械设计过程中的重要阶段。机构类型选择是否得当,结构尺寸设计得是否合理,将在很大程度上影响到机械工作质量。机构设计是一个综合—分析—再综合,反复改进不断提高的过程。根据给定的工艺动作要求和其他的约束条件,参照现有资料,综合运用所学知识初步构思一个机构方案,这个方案是否可行?能不能完成规定的运动交换要求?它的动力学性能如何?这只能靠科学的分析来检验。因此,要对所构思的方案进行运动分析,动态静力分析,以考察工作构件的运动规律,各运动副中,尤其是与机架相连接的运动副中支承反力的大小和方向以及它们的变化规律,主动件上平衡力矩的变化规律等。从分析结果可能会发现某些性能指标达不到设计要求,某些性能指标还不够理想,这时应有针对性地修改和调整某些尺寸参数,必要时要重新构思或选择机构类型,再做分析,直到得出满意的结果。

可见,机构设计是一件难度较大的工作,尤其是机构类型的选择和初步尺寸参数的确定,不但需要机构学,结构设计和工艺学等方面的知识,更需要设计人员有丰富的经验和见识。

1.2 计算机在机构设计中的应用

机构设计也常称为机构综合,与机构分析一起构成机构学的两方面内容。早期机构学的发展与图解法密切相关,这是由于机构学问题的运动方程往往是非线性的,通常都是比较复杂的超越方程组。在使用计算机以前,这些非线性方程的求解是十分困难的,即使在方法上可以解决,但限于实际计算工作量太大,不能不令人望而生畏。

计算机的使用使机构学的发展出现了崭新的阶段。20世纪60年代初,已有研究人员应用计算机的功能替代了机构学的图解法。60年代末,有人应用计算机模拟批处理来解准点法

和优化法的综合问题。70年代初,又发展了适用于平面机构运动学和动力学分析的程序。在这个基础上,从严格的批处理逐渐过渡到对话式的计算,这对设计者来说是很有意义的一步。进入80年代,图形技术进入了机构学领域,使得机构的分析与设计更直观、更清晰了。

然而,机构设计与机构分析是两类不同的理论,在有限的机械原理教学学时中,不可能将两套理论都传授给学生。机构分析法是基础,应该熟练掌握,而加强设计能力的培养是教学改革的主要目标。如何协调二者的关系,近几年很多学校在做有益的探索。

面向对象的计算机程序设计方法,使得编程者按自己意图设计的程序,变为使用者按自己的要求操纵控制的程序,如各种文字处理软件。受这一思想启发,我们开发了计算机辅助机构设计软件,该软件的核心内容带有一定的智能化色彩,操作上的许多问题由计算机自动处理,给使用者带来极大方便。在设计方法上采用了优化设计的思想,即用机构分析的手段达到机构设计的目的。这样就避开了传统的机构设计理论,学生只要了解机构分析的理论方法,使用该软件设计就不会有面对“黑匣子”的感觉(软件的内容介绍见附录)。随着计算机软件技术的飞速发展,计算机将在机构设计中发挥更大的作用。

1.3 本课程教学目的、要求与方法

为了培养面向21世纪的人才,教育部提出了系列课程教学改革的要求,实施基础课程教学基地建设。机械基础系列课程教学改革的主要目标,应是加强对对学生进行设计能力和创新能力的培养。

计算机辅助机构设计课程是我校教学基地建设规划的机械基础系列课程之一,是以设计实践为主的课程,是培养学生机构设计能力和创新能力的重要手段,它是在原来机械原理课程设计基础上发展起来的。机械原理课程设计的改革和发展,历来成为任课教师关注的热点。经过多年的努力,机械原理课程设计已经经历了用图解法进行机构的分析计算、借助计算机用解析法进行机构的分析计算、以机构设计为主的“设计性”课程设计、机械运动方案和机构设计的课程设计等几个阶段。为了巩固和发展多年教学改革成果,我们感到需要有一本合适的教材,它不但要提供机构设计的理论知识和方法,而且需要提供一个机构设计的环境。在这个环境中,学生可以了解和初步实践机构设计工作的全过程,从中培养工程实践的观点、全面考虑问题的思想方法和锻炼提高各方面的能力。

一般来说,由于学生的知识结构和实践经验所限,在规定的设计时间内不一定能做出很理想的结果。设计工作的重点应着眼于设计方案的构思、应用分析手段评价机构性能和怎样调整机构的尺寸参数以改进机构性能等方面。设计的质量不仅体现在机构设计的最后结果上,更主要的是体现在分析工作的细致深入,论证工作的扎实可信上。

为了使学生不把有限的时间耗费在程序的编制和调试上,而能集中主要精力用在机构的分析与综合方面,在做设计时可以调用已装入软件内的各种通用程序。对于这些程序所依据的理论、算法和使用规定应有清楚的了解,应读懂这些程序,这样才能避免使用过程中的盲目性,才有可能分析和处理程序运行过程中出现的问题,而且有可能在另外的条件下去补充和发展相应的程序。如果只会套用这些程序而对程序本身毫无所知,那就不仅降低了学习要求,而且会造成使用过程中的困难。

本课程的计划学时为40学时,其中理论教学12学时,实验4学时,设计上机24学时,安排在两周内完成。

机构设计的步骤是：

(1)根据指导教师提出的设计要求,构思出2~3种机构方案。

(2)将构思的方案组装成实际的机构模型,以验证方案的可行性。

(3)利用计算机辅助机构设计软件和 ADAMS 数字化功能样机软件对机构进行运动仿真,在综合分析各机构性能的基础上,确定一最佳方案。

(4)自编主程序对机构进行运动分析,动态静力分析,飞轮转动惯量计算等,与计算机辅助设计的结果进行比较,验证自己编程方法及计算结果的正确性。

(5)整理设计说明书一份,其内容应包括:题目说明,方案选择的依据和方案说明,按一定比例绘制的机构运动简图,机构的尺寸参数调整、修改过程,对最终设计结果的分析和评价,动力学分析和飞轮转动惯量计算结果,以及所有自编程序清单及输出数据和按输出数据绘制的各种线图。指导教师可参照以上内容提出具体要求。

设计说明书应在设计进行过程中分段编写初稿、最后整理成册。要求条理分明,语言通顺,图形规范,由计算机排版输出。以上全部工作应在教师指导下,由学生独立完成。

设计完成后进行答辩。根据完成过程中的工作态度、独立工作能力、设计质量及在答辩过程中回答问题情况等综合评定设计成绩。

2 机构的类型

机械为了实现其工艺目的,需要完成各种各样的工艺动作,例如直线往复移动、往复摆动、步进移动或转动、间歇运动、某些点沿指定轨迹运动,等等。但驱动机械运转的动力机,通常只能给出最简单形式的运动。电动机是最常用的动力机,它只能连续转动。把动力机的简单的运动变换成机械工艺动作所要求的运动,关键的问题是选择和设计能实现这种运动变换的机构。

时至今日,在机构类型选择与设计这个重要问题的求解方面还缺少一些简明确切的准则,大量工作还不得不依靠设计人员的见识、经验和智慧来完成。这就要求设计人员对各种常见机构所能完成的运动变换以及这些常见机构的特性有全面系统的了解,应知道哪些类型的机构适于做哪些运动变换,哪些类型的运动规律可由哪些类型的机构实现。下面介绍一些典型机构。

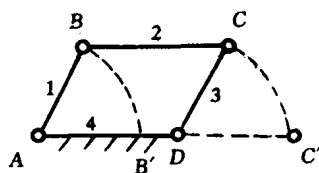
2.1 连杆机构类型

2.1.1 可实现定传动比匀速转动的连杆机构

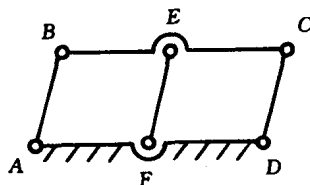
1. 平行四杆机构

如图 2-1(a)所示机构, $AB = CD$, $BC = AD$, 它为平行四杆机构。 AB 和 CD 杆为曲柄。

$i_{13} = \frac{\omega_1}{\omega_3} = 1$, 任一曲柄为主动件匀速转动时, 另一曲柄为从动件也匀速转动。连杆在任何瞬时都平行于机架。当机构运动到 $AB'C'D$ 位置时, 从动件 CD 的运动将不确定, 为使 CD 杆不反向, 可增辅助构件 EF , 如图 2-1(b)所示。



(a) 平行四杆机构



(b) 有辅助构件的平行四杆机构

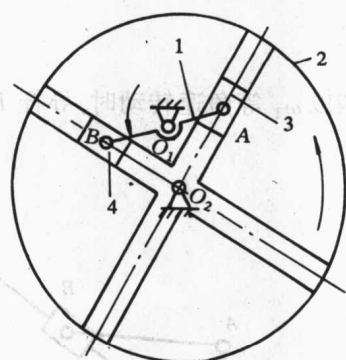
图 2-1 平行四边形机构

应用: 平行四杆机构结构简单, 广泛用于传递平行轴间的运动。如火车车轮的联动机构, 生产线中的操纵机构等。

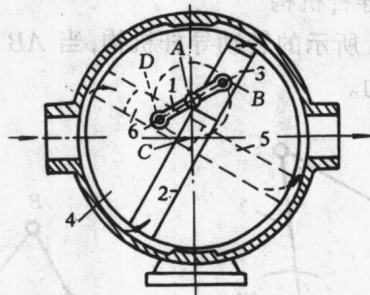
2. 转动导杆机构

如图 2-2(a)所示的双导杆机构中曲柄 1 的 A, B 两端和在盘 2 的垂直导槽中滑动的滑块 3 和 4 铰接。杆 1 和盘 2 的固定机架铰链 O_1, O_2 间的距离为 $\overline{O_1O_2} = \overline{O_1A} = \overline{O_1B}$ 。

$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = 2$, 当主动曲柄匀速转动一周, 通过滑块带动导杆 2 同向匀速转动半周。



(a) 双导杆机构



(b) 双缸旋转泵

图 2-2 双导杆机构及应用

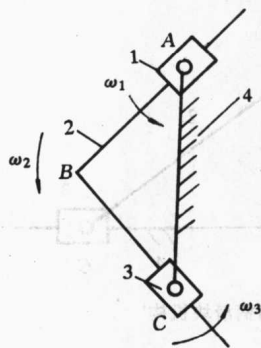
应用: 双缸旋转泵如图 2-2(b)所示。

3. 双转块机构

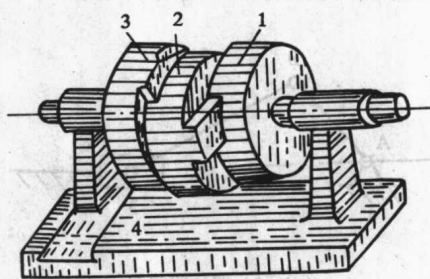
如图 2-3(a)所示的双转块机构。导杆 2 同时与转块 1, 3 组成移动副。

$i_{13} = \frac{\omega_1}{\omega_3} = 1$, 当主动转块 1 整周匀速转动时, 通过导杆 2 使从动转块 3 同向整周匀速转动。

应用: 十字槽联轴器, 如图 2-3(b)所示。它的中间盘(导杆)2 左侧凹槽与右侧凸肩垂直, 凸肩嵌入主动盘(转块)1 的凹槽, 2 的凹槽又嵌入从动盘(转块)3 的凸肩。十字槽联轴器可实现有偏距的两平行轴间的传动。



(a) 双转块机构



(b) 十字槽联轴器

图 2-3 双转块机构及应用

2.1.2 可实现非匀速转动的连杆机构

1. 双曲柄机构

如图 2-4 所示的四杆机构中, 各杆长度满足曲柄存在条件, 且以最短杆 AD 为机架, 连架杆 AB 和 CD 不等长, 均能作整周转动, 为不等长双曲柄机构。当主动曲柄 AB 以 ω_1 匀速转动时, 从动曲柄 CD 以 ω_3 作同向非匀速整周转动。

如图 2-5 所示的反平行四杆机构也可实现非匀速转动的传动。 $\overline{AB} = \overline{CD} = a$, $\overline{BC} = \overline{DA}$

$=b, a < b$, 当主动曲柄 AB 以 ω_1 匀速转动时, 从动曲柄 CD 以 ω_3 作反向非匀速转动。

应用: 双曲柄机构常用作变速传动的驱动机构。反平行四杆机构常用作联动机构, 组合机床的专用夹具、拖车的转向机构和车门启闭机构等。

2. 转动导杆机构

如图 2-6 所示的转动导杆机构, 当 AB 杆作为曲柄以 ω_1 等角速转动时, 导杆 BC 作非匀速的整周转动。

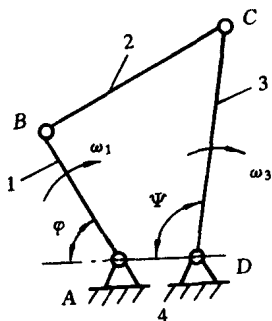


图 2-4 双曲柄机构

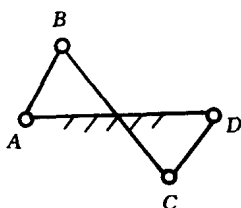


图 2-5 反平行四杆机构

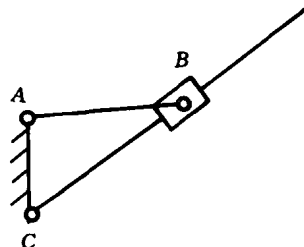


图 2-6 转动导杆机构

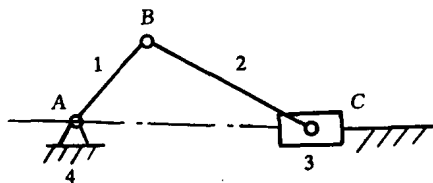
当 AB 为主动件时, 若不考虑摩擦, 压力角为零, 有很好的传力特性。机构有明显的急回特性, 运动中无死点。

应用: 常用于回转式柱塞泵、叶片泵、旋转式发动机等机械中。

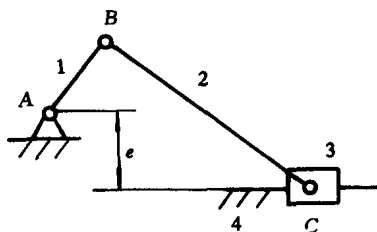
2.1.3 可实现往复移动的连杆机构

1. 曲柄滑块机构

根据曲柄回转中心与滑块导路相对的位置分为对心曲柄滑块机构, 如图 2-7(a) 所示, 和偏置曲柄滑块机构, 如图 2-7(b) 所示。



(a) 对心曲柄滑块机构



(b) 偏置曲柄滑块机构

图 2-7 曲柄滑块机构

当曲柄 1 整周回转时, 滑块 3 往复移动。对心曲柄滑块机构的滑块最大行程 s 为曲柄长度 a 的两倍, 若增加曲柄长度, 可以增大行程。偏置曲柄滑块机构的最大行程

$$s = \sqrt{(b+a)^2 - e^2} - \sqrt{(b-a)^2 - e^2}$$

其中 b 为连杆长度, 而 $s > 2a$ 。偏置的曲柄滑块机构具有急回运动特性, 当曲柄长度 a 或偏距 e 加大时, 急回特性显著, 而连杆长度 b 加大时, 急回特性减缓。

应用: 曲柄滑块机构结构简单, 广泛用于内燃机、蒸汽机、抽水机、冲床、搓丝机等机械中。

2. 移动导杆机构

如图 2-8 所示为移动导杆机构。构件 1 连杆为主动件, 带动导杆 4 相对固定滑块上下往复移动。

应用:用于抽水机。

3. 正弦机构

如图 2-9 所示的正弦机构,当曲柄 1 以 ω_1 等速转动时,通过滑块使导杆 3 上下移动,其位移 s 为

$$s = r \sin \psi$$

应用:用于数字解算、小型冲压床、往复式水泵及操纵机构中。

4. 正切机构

如图 2-10 所示为正切机构,当摆动导杆 1 为主动时,通过滑块 2 使导杆 3 往复移动,其位移与摆动导杆摆角 ψ 的关系为

$$s = H \tan \psi$$

应用:常用于解算装置及操纵机构。

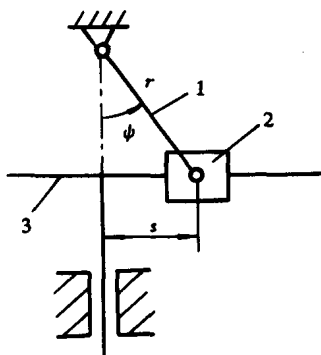
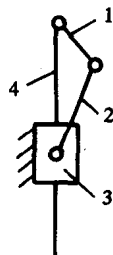


图 2-9 正弦机构

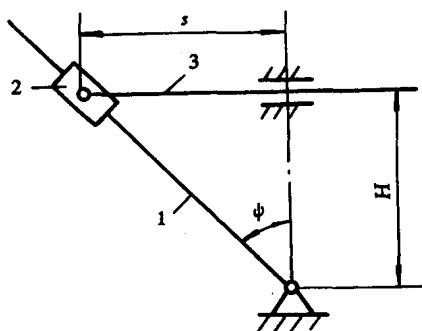


图 2-10 正切机构

2.1.4 可实现往复摆动的连杆机构

1. 曲柄摇杆机构

如图 2-11 所示的曲柄摇杆机构,当曲柄 AB 作整周匀速转动时,摇杆 CD 作来回摆动。当曲柄长度加大时,从动件摆角也随之加大。该机构一般具有急回特性。

应用:曲柄摇杆机构因结构简单,应用相当广泛,如缝纫机踏板机构、电动翻卷机等机构中。

2. 双摇杆机构

如图 2-12 为双摇杆机构。每一摇杆均有两个极限位置。两摇杆的摆角分别为 α 与 β ,一般情况下, $\alpha \neq \beta$ 。双摇杆机构可在两种情况下形成,一是将曲柄摇杆机构中最短构件的对杆作为机架,二是机构不满足曲柄存在条件。

应用:双摇杆机构常用于转向操纵机构、闸门启闭机构、飞机起落架机构及夹紧机构中。

3. 曲柄摇块机构

如图 2-13 所示,曲柄绕 A 点整周回转,导杆 2 相对滑块往复移动且绕 C 点摆动,其最大摆角 ψ 与极位夹角 θ 相等,机构具有急回运动特性。

应用:用于摆缸或活塞泵及挖土机中。

4. 摆动导杆机构

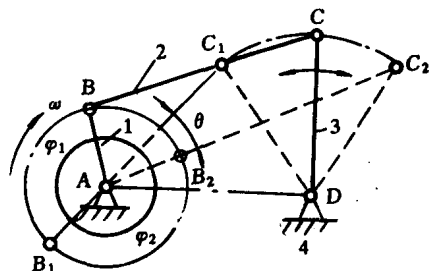


图 2-11 曲柄摇杆机构

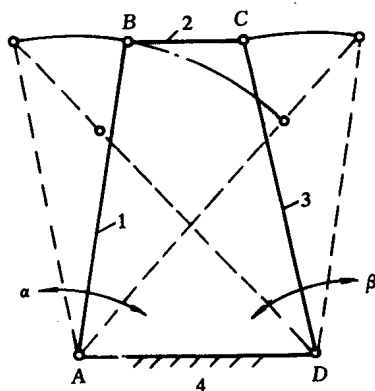


图 2-12 双摇杆机构

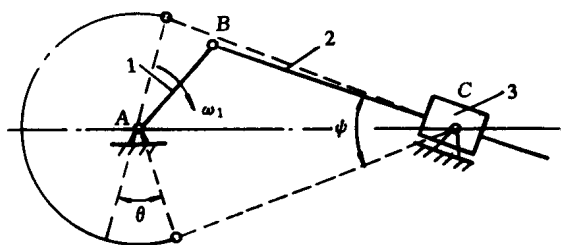


图 2-13 曲柄摇块机构

如图 2-14 所示, 曲柄 AB 之长小于机架 AC 之长。当曲柄 AB 整周转动时, 滑块 2 在导杆 3 上相对滑动, 带动导杆 3 往复摆动。曲柄与导杆相互垂直的两瞬时为导杆两极限位置, 最大摆角 ψ 与极位夹角 θ 相等。机构的传动角始终为 90° , 具有良好的传力特性, 并具有急回特性。

应用: 由于摆动导杆机构具有急回运动及良好的传力特性, 常与其他机构组合, 广泛用于单向工作的机械以缩短非生产时间和提高生产效率。如在牛头刨及拉锯机送进机构中。

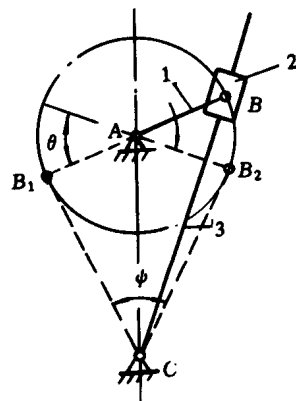


图 2-14 摆动导杆机构

前面所介绍的连杆机构均是四杆机构。四杆机构虽然结构简单, 可实现多种运动变换, 但对于某些工艺动作要求还仍有不足。如果将两个四杆机构连接在一起形成六杆机构可以获得多种多样的运动特性, 以满足各种需要。习惯上把多于四个构件的连杆机构称为多杆机构。当然也可以把多个四杆机构连接起来, 但应用较少。多杆机构的形式千变万化, 它不都是由四杆机构组成的, 也可能由高级杆组组成。在此只举几个例子。

1. 可实现显著急回运动的六杆机构

图 2-15 所示的筛分机构就是一个六杆机构。它由双曲柄机构 $ABCD$ 再串联偏置的曲柄滑块机构 DCE 组合而成, 并在滑块上固接筛子。该机构急回特性显著, 同时回程有较大的加速度, 使被筛材料颗粒因惯性作用而被筛分。这是四杆机构难以达到的。因为对心曲柄滑块机构没有急回特性, 即使偏置的曲柄滑块机构有急回特性也不显著, 而由双曲柄机构输出的是变速转动, 加上偏置的曲柄滑块机构具有急回特性, 使得筛分效率大大提高。

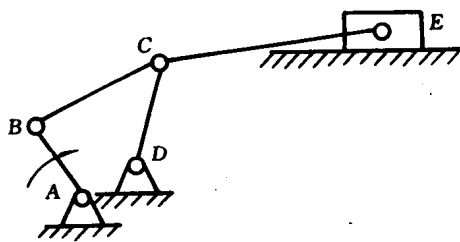


图 2-15 筛分机构

2. 可实现间歇运动的六杆机构

实现从动件往复运动中的间停是凸轮机构的特长, 但在承受较大的工艺载荷情况下更适宜采用连杆机构。如图 2-16 所示为具有停歇摆动的多杆机构。它是通过延长曲柄摇杆机构 $ABCD$ 的连杆 BC , 在其上的 M 点连接一滑块和导杆 EF 而成。利用 M 点的轨迹 m 中的

$\overline{M_1M_2}$ 段为近似直线段。当导杆 EF 摆动到左极限位置时正好与 M 点近似直线轨迹段 $\overline{M_1M_2}$ 重合。当曲柄 AB 连续转动, M 点从 M_1 到 M_2 运动过程中, 从动导杆作近似停歇。此机构可用于轻工机械、包装机械中。

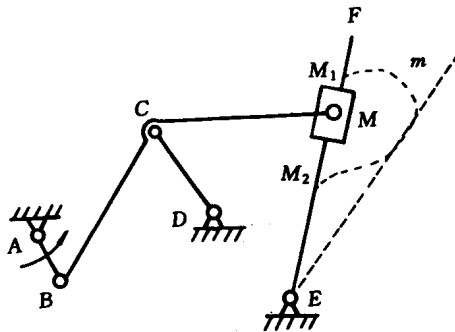


图 2-16 能实现停歇的六杆机构

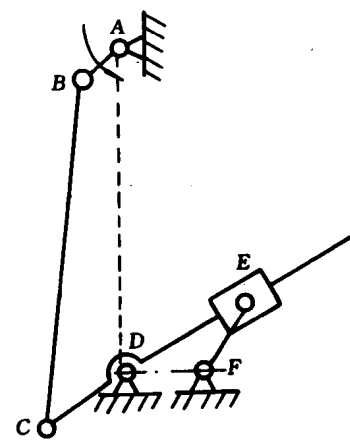


图 2-17 摆梭机构

3. 能放大行程的六杆机构

图 2-17 所示的摆梭机构就是放大行程的六杆机构。它由曲柄摇杆机构 $ABCD$ 串接一个摆动导杆机构 DEF 组合而成。当曲柄 AB 连续转动时, 通过连杆 BC 使摆杆 CD 作一定角度的摆动, 再通过导杆机构使从动摆杆 EF 的摆角增大。该机构的摆角可增大到 200° 左右。

4. “增力”的六杆机构

如图 2-18 所示为增力机构。它由曲柄摇杆机构 $ABCD$ 串接一个曲柄滑块机构 DCE 组合而成。常用于冲压、剪断机械。它的工作位置在 AB, BC 接近共线, 和 CD, CE 接近共线的位置。 C, E 点位移依次缩小。由功能原理可知, 在 AB 上施加以较小的力则滑块 E 可以克服很大的力。

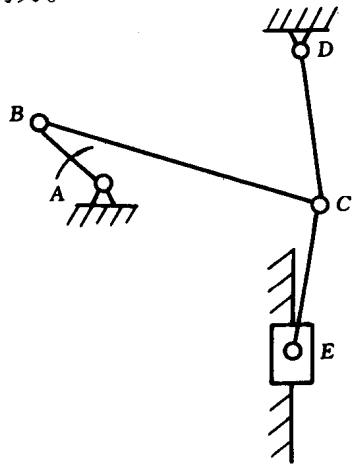


图 2-18 增力机构

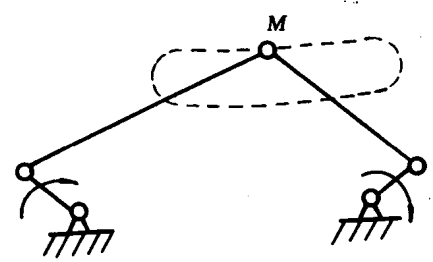


图 2-19 五杆机构

5. 能实现预期轨迹的五杆机构

如图 2-19 所示为五连杆机构, 它有两个自由度, 所以有两个主动件才能有确定的运动。大家知道, 确定一条平面曲线, 有两个独立变量。因此, 具有两个自由度的连杆机构, 都具有精确再现给定平面轨迹的特性。通过控制机构的两个主动构件的运动关系就可以达到预期的目的。

六杆机构也可以实现预期的轨迹。本书第7章题目二、题目八就是要求设计能够实现预期轨迹的机构。利用连杆曲线的多样性,可设计出满足不同预期轨迹的机构。

2.2 凸轮机构类型

2.2.1 可实现往复移动的凸轮机构

1. 直动尖端从动件盘形凸轮

如图 2-20 所示。

凸轮主动件作连续回转运动,从动件作往复移动,凸轮轮廓的形状取决于从动件的运动规律。因从动件为尖端,且为滑动摩擦所以易磨损。

应用:受力很小,低速及运动精度较高的场合。

2. 直动滚子从动件盘形凸轮

如图 2-21 所示。因从动件端部为滚子,且为滚动摩擦,所以磨损减小。

应用:广泛应用于自动化和半自动化机械及控制机构中。

3. 直动平底从动件盘形凸轮

如图 2-22 所示。这种凸轮机构的从动件与凸轮轮廓接触的端面为一平面,易形成油膜,有利于润滑,但这种凸轮机构的不足是从动件不能与具有内凹轮廓的凸轮相接触。



图 2-20 直动尖端从动件
盘形凸轮机构

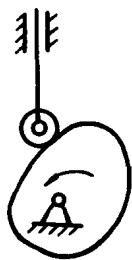


图 2-21 直动滚子从动件
盘形凸轮机构

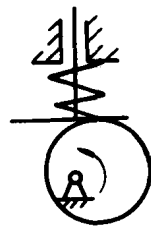


图 2-22 直动平底从动件
盘形凸轮机构

应用:常用于高速场合。

4. 直动滚子从动件移动凸轮

如图 2-23 所示的凸轮可以看做是转轴在无穷远处的盘形凸轮的一部分。这是一个具有曲线轮廓的作往复直线移动的构件,当它移动时可推动从动件在同一平面内运动。有时也将此凸轮固定,而使推杆连同其支架相对于此凸轮运动。

应用:常用于控制机构中。

5. 直动从动件端面凸轮

如图 2-24 所示的凸轮机构可以看做是将移动凸轮卷于圆柱体上形成的。由于凸轮与推杆的运动不在同一平面内,所以它是一种空间凸轮机构。

应用:用于要求推杆行程较大的场合。

6. 几何封闭的凸轮机构

如图 2-25 所示凸轮机构中,是靠凸轮与推杆的特殊几何结构来保持两者接触的。这种机构工作可靠,但制造难,只能在 180° 范围内任意设计凸轮轮廓。

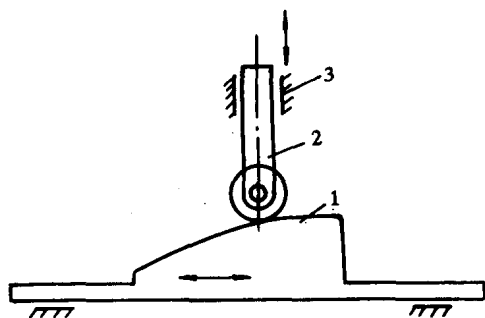


图 2-23 直动滚子从动件移动凸轮机构

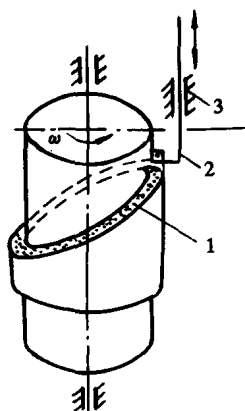


图 2-24 直动从动件端面凸轮机构

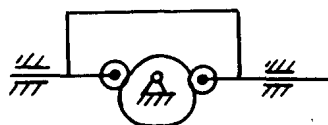


图 2-25 几何封闭的凸轮机构
应用:用于自动控制装置中。



图 2-26 摆动滚子从动件盘形凸轮机构

2.2.2 可实现往复摆动的凸轮机构

可实现往复摆动的凸轮形式与实现往复移动的凸轮形式相似,其凸轮形式有盘状、移动、圆柱等形式。图 2-26 所示为摆动滚子从动件盘形凸轮;图 2-27 所示为摆动滚子从动件槽形盘状凸轮;图 2-28 所示为摆动滚子从动件圆柱凸轮;图 2-29 所示为摆动滚子从动件移动凸轮。

应用:凸轮机构常用于自动化和半自动化机构及控制机构中。

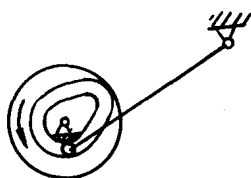


图 2-27 摆动滚子从动件槽形盘状凸轮机构

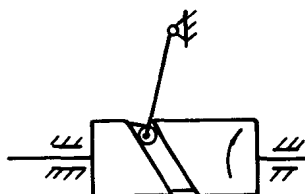


图 2-28 摆动滚子从动件圆柱凸轮机构

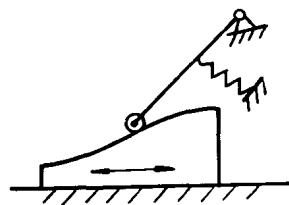


图 2-29 摆动滚子从动件移动凸轮机构

2.3 齿轮机构类型

2.3.1 可实现定传动比匀速转动的齿轮机构

1. 平面齿轮机构

(1) 直齿圆柱齿轮机构。如图 2-30 所示为直齿圆柱齿轮机构,两轴转动方向相反者为外啮合传动,如图 2-30(a)所示,两轴转动方向相同者为内啮合传动,如图 2-30(b)所示。啮合时轮齿沿整个轮宽突然同时进入啮合和退出啮合,易引起冲击、振动和噪声,重合度小,每对齿负荷大,负荷变化量也大,传动平稳性差,不宜用于高速度、重载荷。