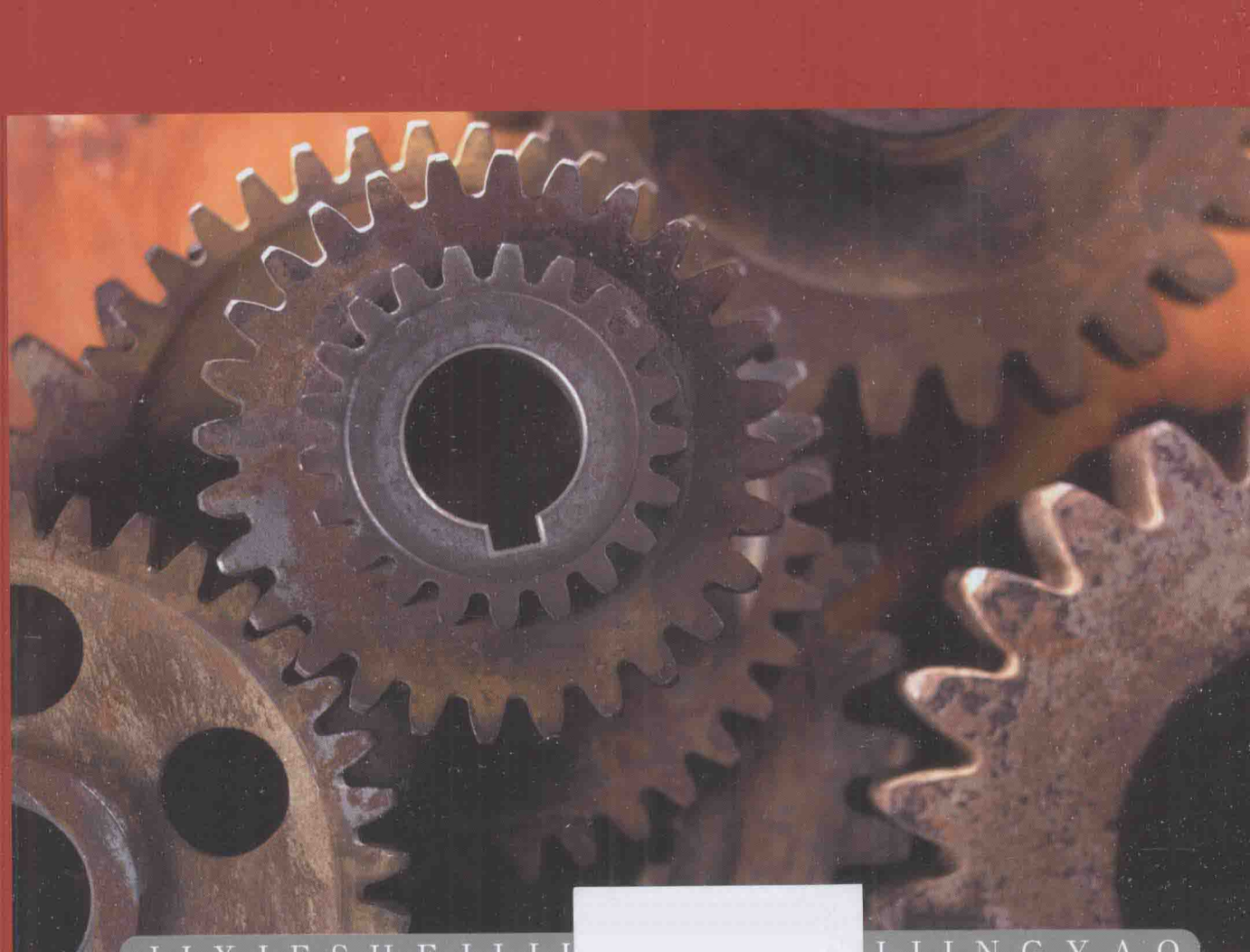




J I X I E S H E J I J I

I J I N G Y A O

机械设计基础复习精要

◎ 陆 宁 编著



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

机械设计基础 复习精要

陆 宁 编著



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书是学习“机械设计基础”(机械原理与机械设计)课程的教学和应试辅导书,根据机械设计基础教学基本要求编写,内容包括机构的结构分析及运动分析基础、平面连杆机构、凸轮机构、齿轮机构、轮系、其他常用机构、转子速度波动的调节、转子的平衡、机械零件设计概论、连接、齿轮传动、蜗杆传动、带传动与链传动、轴、滑动轴承、滚动轴承、联轴器和离合器、弹簧。编者在分析了国内各类高等工业院校近年来试题的基础上,编排了考试中可能出现的各种题型,所有模拟考题全部给出了答案和解答过程;在每章中对教学中常见的考点进行了归纳,对常见的疑难问题进行了分析,安排了答疑解惑,因此,本书对考前复习有较高的参考价值。

本书可作为高等工业院校和高等职业学校机械类及近机类学生考试复习用书,也可供教师备课和考试命题时参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础复习精要/陆宁编著. —上海:同济大学

出版社, 2015. 2

ISBN 978-7-5608-5685-8

I. ①机… II. ①陆… III. ①机械设计—高等学校—
教学参考资料 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 264149 号

机械设计基础复习精要

陆 宁 编著

责任编辑 缪临平 责任校对 徐春莲 封面设计 潘向葵

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn

(地址:上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 常熟市大宏印刷有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 13

印 数 1—3100

字 数 325 000

版 次 2015 年 2 月第 1 版 2015 年 2 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-5685-8

定 价 35.00 元



前言

《机械类专业实验指南》的编写是推动课程改革和专业教学改革、提升教学质量的重要环节,也是素质教育和学校内涵建设的重中之重。

西京学院机械类专业自建立以来,秉承“育人是根本,质量是生命,创新是灵魂”的办学指导思想,坚持以学生为本,以知识传授、能力培养和素质提高为实验教学理念,突出了“基础扎实、能力综合、重在应用”的办学特点。在实验教学中,加大设计性、创新性实验比例,并将部分实验室采用开放式教学,为学生提供自主学习、个性化学习的条件。

机械类专业现有工程(材料)力学、互换性与测量技术基础、机械原理、机械制造基础、液压与气动技术、机械系统创新设计与分析、机械设计基础、机械制造技术基础、数控技术、慧鱼等实验室,是培养学生知识能力、应用能力和创新能力的大平台,是实验实训教学、毕业设计和科研的重要基地。

机械类专业实验教学有一支数量充足、结构合理的高学历、高职称、高素质的实验教学队伍,他们长期从事实验实训教学工作,有丰富的实践教学经验。《机械类专业实验指南》是他们长期技术工作经验的积累,是西京学院规范教学的主要成果之一。指导之中对实验目的、预习内容、实验原理、主要实验设备、实验方法及步骤、实验数据采集处理及思考题等都进行了明晰的规范和指导。

《机械类专业实验指南》的编写得到了校、系各级领导的关心,特别是理论课教师在百忙之中对该书进行了审阅,并提出了宝贵的意见和建议。同时也得到了2013年陕西省教育科学十二五规划课题(SGH13468)的大力支持,在此一并致谢。

机械制造教学团队
2014年5月18日

前 言

“机械设计基础”(机械原理及机械设计)是高等工业院校和高等职业学校机械类及近机械类本科生和专科生的主干技术基础课程,机械设计基础的习题多、有一定难度且教学时数相对比较紧,而要在短短几个月时间里利用课余有限的时间复习好这门课程就必须提高学习效率。选择那些有代表性且能起到复习效果的典型题,深入地分析和详尽地解答,从而提高学生的学习效率,这就是教学辅导书的根本任务。

本书在分析近年来国内高校机械设计基础考试试卷及高教自学考试试题的基础上,编排了学习和考试中可能出现的各种题型的考题而尤以典型题为主,所有编排的复习题均具有典型性和针对性,并全部给出了答案和解答过程,以起到举一反三的作用。为帮助学生深入理解每个章节,本书还分析了相应章节的主要考点和难点,对考前提高复习效率有较大的帮助。鉴于机械设计基础课程的各类教材所使用的变量符号不同,并无统一标准,教学内容及难度也有差异,本书依据高等教育出版社出版、杨可桢,程光蕴,李仲生,钱瑞明老师主编的《机械设计基础》的教学内容及难度作为编写依据,侧重于基本概念和实用知识,注意控制了习题的难度,避免研讨难度偏高的习题内容,以满足教学基本要求为准,个别章节内容有少量的拓展。如读者采用其他教材,请在选用时注意内容的差异。

本书适用于考试科目为机械设计基础或机械原理及机械零件的考生复习迎考使用,本书可供在校本专科生、高等职业学校学生和参加高等教育自学考试的考生提高课外自修水平和复习迎考时参考。

上海工程技术大学

陆 宁

2014 年 11 月

目 录

前言

第一章 机构的结构分析和运动分析基础	(1)
第一节 考点提要	(1)
第二节 难点分析	(2)
第三节 模拟考题	(7)
第四节 模拟考题答案	(12)
第二章 平面连杆机构	(16)
第一节 考点提要	(16)
第二节 难点分析	(17)
第三节 模拟考题	(19)
第四节 模拟考题答案	(22)
第三章 凸轮机构	(28)
第一节 考点提要	(28)
第二节 难点分析	(28)
第三节 模拟考题	(30)
第四节 模拟考题答案	(33)
第四章 齿轮机构	(37)
第一节 考点提要	(37)
第二节 难点分析	(43)
第三节 模拟考题	(45)
第四节 模拟考题答案	(49)
第五章 轮 系	(55)
第一节 考点提要	(55)
第二节 模拟考题	(56)
第三节 模拟考题答案	(60)
第六章 其他常用机构	(65)
第一节 考点提要	(65)
第二节 模拟考题	(66)
第三节 模拟考题答案	(67)
第七章 转子速度波动的调节	(69)
第一节 考点提要	(69)
第二节 模拟考题	(70)
第三节 模拟考题答案	(73)
第八章 转子的平衡	(78)
第一节 考点提要	(78)
第二节 模拟考题	(79)
第三节 模拟考题答案	(82)
第九章 机械零件设计概论	(84)
第一节 考点提要	(84)
第二节 难点分析	(89)



第三节	模拟考题	(90)
第四节	模拟考题答案	(92)
第十章	连 接	(95)
第一节	考点提要	(95)
第二节	难点分析	(101)
第三节	模拟考题	(102)
第四节	模拟考题答案	(110)
第十一章	齿轮传动	(115)
第一节	考点提要	(115)
第二节	难点分析	(119)
第三节	模拟考题	(121)
第四节	模拟考题答案	(128)
第十二章	蜗杆传动	(132)
第一节	考点提要	(132)
第二节	难点分析	(135)
第三节	自测题	(135)
第四节	模拟考题答案	(139)
第十三章	带传动与链传动	(142)
第一节	考点提要	(142)
第二节	难点分析	(148)
第三节	模拟考题	(149)
第四节	模拟考题答案	(156)
第十四章	轴	(159)
第一节	考点提要	(159)
第二节	难点分析	(160)
第三节	模拟考题	(161)
第四节	模拟考题答案	(165)
第十五章	滑动轴承	(168)
第一节	考点提要	(168)
第二节	模拟考题	(172)
第三节	模拟考题答案	(175)
第十六章	滚动轴承	(178)
第一节	考点提要	(178)
第二节	难点分析	(182)
第三节	模拟考题	(183)
第四节	模拟考题答案	(189)
第十七章	联轴器 and 离合器	(191)
第一节	考点提要	(191)
第二节	模拟考题	(192)
第三节	模拟考题答案	(194)
第十八章	弹 簧	(195)
第一节	考点提要	(195)
第二节	典型考题	(196)
第三节	典型考题答案	(199)

第一章 机构的结构分析和运动分析基础

第一节 考点提要

一、重要的基本术语及概念

机器、机构及机械的概念及区别、构件与零件、运动副、运动链与机构、机构的运动简图、机构的自由度、机构具有确定运动的条件、速度瞬心。

二、机构具有确定运动的条件

构件所具有的独立运动的数目称为自由度。一个平面运动的构件有三个自由度。即构件可以沿 x 坐标方向和 y 坐标方向移动和绕平面上某点转动。当一个构件和其他构件组成运动副后,其自由度就会减少,这种自由度的减少就称为约束。一个高副引入一个约束,一个低副引入两个约束。机构的自由度是所有构件自由度之和减去所有约束数之和。若机构中有 n 个活动构件, P_L 个低副, P_H 个高副,则机构自由度 F 为:

$$F=3n-2P_L-P_H \quad (1-1)$$

一个平面运动的机构有 F 个自由度,也就是说要确定一个机构中所有的构件在 xOy 平面坐标系中运动中的位置需要 F 个坐标值,如果给定的坐标值少于 F ,就会有某些构件在运动中位置是不确定的乱动,如果给定的坐标值多于 F ,则机构中构件就会在过多的彼此矛盾的运动要求中被损坏或卡死。只有当输入机构的运动坐标参数和确定机构运动中各构件位置所需要的坐标数相同时,才能保证机构有确定的运动。而把运动坐标参数输入机构的构件是原动件,原动件和机架组成低副,每个原动件的自由度都是 1(只输入一个坐标参数),因此,机构具有确定运动的条件就是:机构的自由度数与原动件数量相等。在计算中要注意三种特殊情况,即局部自由度、复合铰链和虚约束。

三、速度瞬心法

当两构件作相对平面运动时,在任一瞬时,其相对运动可看作彼此间绕某点的相对转动,该点就称为速度瞬心。或者说该点是两构件上相对于机架绝对速度相同的点,或者说是两构件上相对速度为零的点。构件 A 和构件 B 的速度瞬心用 P_{AB} 表示。直接接触组成运动副的两个构件的同速点用目视判别:

- (1) 若两构件组成转动副,则转动副中心即是它们的瞬心。
- (2) 若两构件组成移动副,则其瞬心位于移动方向的垂线的无穷远处。
- (3) 若两构件形成纯滚动的高副时,则其高副接触点就是它们的瞬心。
- (4) 若两构件组成滚动兼滑动的高副时,其瞬心应位于过接触点的公法线上。

对于不直接接触的两个构件的速度瞬心用三心定理求解。三心定理指出:机构中做平面



运动的构件中,任意三个构件彼此间有三个同速点,这三个点必定处于一条直线上。

设机架的构件号是 j , 求主动构件 1 和机构中任意构件 i 的角速比应利用两构件在该两构件的速度瞬心 P_{1i} 处速度相同, 而构件 1 在瞬时围绕它与机架的瞬心 P_{1j} 转动, 构件 i 在瞬时围绕它与机架的瞬心 P_{ij} 转动, 从而得到求两构件角速比的算式:

$$\omega_1 \overline{P_{1i}P_{1j}} = \omega_i \overline{P_{1i}P_{ij}} \quad (1-2)$$

两个构件如果角速度方向相同, 则该两构件的相对速度瞬心在连接该两构件与机架的两个绝对速度瞬心的直线上, 而且在延长线上的同侧。如果两个构件的角速度是反方向的, 则该两构件的相对速度瞬心在连接该两构件与机架的两个绝对速度瞬心的直线上, 而且在内侧即两个绝对瞬心之间的某个位置上。

如果其中一个活动构件 i 是平动则有:

$$\omega_1 \overline{P_{1i}P_{1j}} = V_i \quad (1-3)$$

也就是说, 转动构件在与平动构件相对速度瞬心点的速度就是平动构件的速度。

第二节 难点分析

一、如何判别复合铰链?

答: 复合铰链的本质特征是两个以上的构件在同一点构成转动副, 在分析机构时要特别注意不要漏算, 尤其是在计算转动副数量时要把机架与活动构件的转动副也算进去。由于公式 (1-1) 的使用中, 构件数 n 是只算活动构件的, 所以往往会在数转动副时也漏掉了机架。

图 1-1(a) 中构件 2, 3, 4 构成复合铰链, 构件 6, 8, 3 构成复合铰链, 构件 4, 7, 5 构成的复合铰链很容易判别, 但构件 8, 7 和机架 1 在 E 点构成的复合铰链就往往会被疏漏。

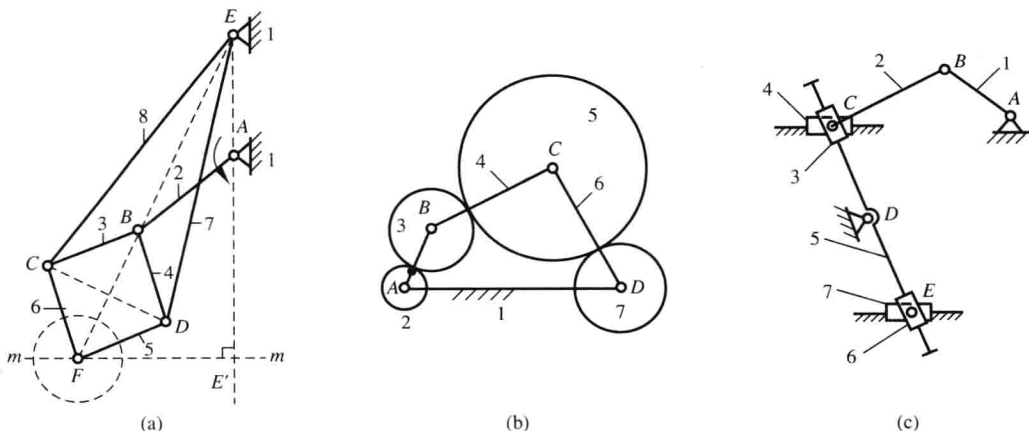


图 1-1 复合铰链的判别

图 1-1(b) 所示是几个齿轮和连杆组成的机构, 其中, 机架 1 与齿轮 7 和构件 6 在 D 点就构成了复合铰链, 真实的转动副数量应该是 2, 构件 4, 6 和齿轮 5 在 C 点也构成复合铰链, 齿轮 2 和齿轮 3 及杆件 4 在 B 点也构成复合铰链。齿轮 2 和机架 1 不是复合铰链, 因为 AB 间



相连的杆与齿轮 2 有焊接号,属于同一个构件。再例如图 1-1(c)中滑块 3,4,和连杆 2 构成在 C 点的复合铰链,而构件 7,8 在 E 点不构成复合铰链。判别复合铰链时出现的这些情况应一起高度重视。

二、如何判别局部自由度?

答:局部自由度最常见的情况是为减少磨损而在构件上安装的滚轮,在实际问题中有时会遇到如图 1-2(a)所示的情况,即同时出现了复合铰链和局部自由度,这种情况应按照图 1-2(b)处理,即在一处只有一个局部自由度,把滚轮算作是其中某一个构件的,例如:图中算是构件 3 的,而原来构成转动副的构件 1,2,3 依然构成转动副。

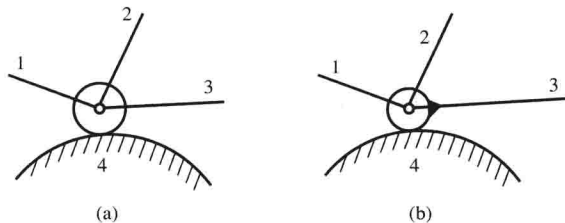


图 1-2 复合铰链和局部自由度

三、机构中为什么要设置虚约束? 如何判别虚约束?

答:为了改善机构的受力情况,增加机构的刚度或使机构能顺利通过转折点等。虚约束是不起真正约束作用的重复约束。在计算自由度时要去除不计,但必须注意,并不是说在实际设计结构时不要采用虚约束结构,只是算自由度时不算其约束而已。常见的有以下几种情况:

(1) 两构件组成平行移动副或同轴转动副,例如:图 1-3(a)中 C, F 的移动副,图 1-3(b)中的 E, G 移动副,都分别只能算是一个移动副。

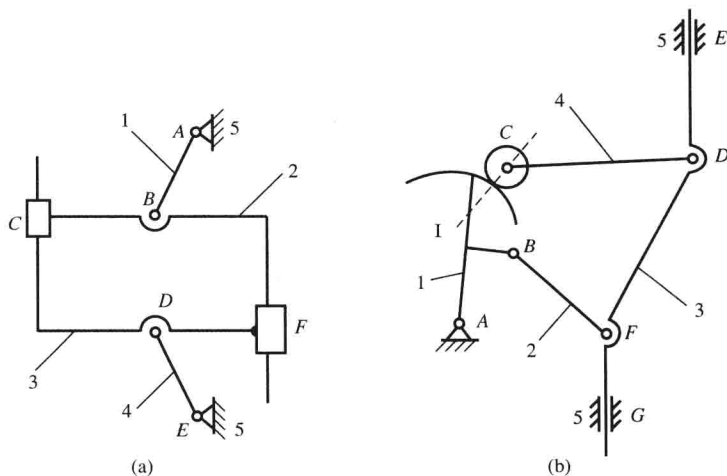


图 1-3 移动副和转动副构成的虚约束

(2) 两构件组成一处以上公法线平行且共线的高副或两处以上公法线平行的高副。例如:在图 1-4(a)中,在 G 点滚子和机架两处接触,公法线平行共线,有一个虚约束, E 点也是如此,在 E, F, G 三处都有局部自由度,应视为构件 4 的一部分,构件 2 和构件 4 的转动副保留,

三个高副可去除一个,而构件4运动轨迹不变,可视为图1-4(b)的等效机构。

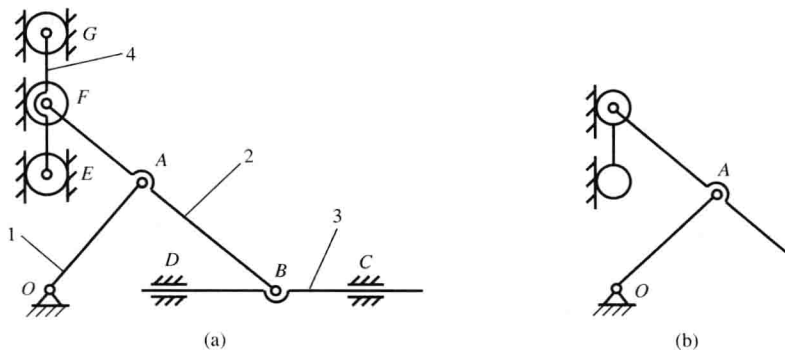


图 1-4 高副引入的虚约束

如果两构件组成的高副,其接触点的公法线不平行,则不是虚约束。具体约束数应视具体情况而定。在图1-5中,齿轮3与齿轮5的中心距受到约束,轮齿两侧齿廓只有一侧接触,另一侧存在间隙,故齿轮高副提供一个约束。齿条7与齿轮5的中心距没有受到约束,两齿轮的中心可以彼此靠近,使轮齿两侧齿廓均接触,因轮齿两侧接触点处的法线方向并不重合,故齿轮高副提供两个约束。C,B,A点均是复合铰链,各有2个转动副。

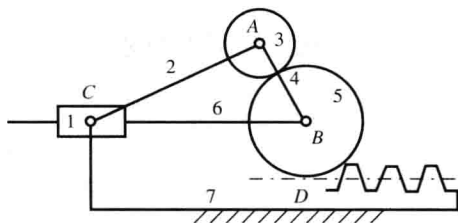


图 1-5 齿轮副引入的虚约束

(3) 两构件间有重复传动关系,如图1-6(a)中构件1,5间作用相同的传动,可以去除构件2',4',3'杆和相关转动副如图1-6(b),而传动不受影响。

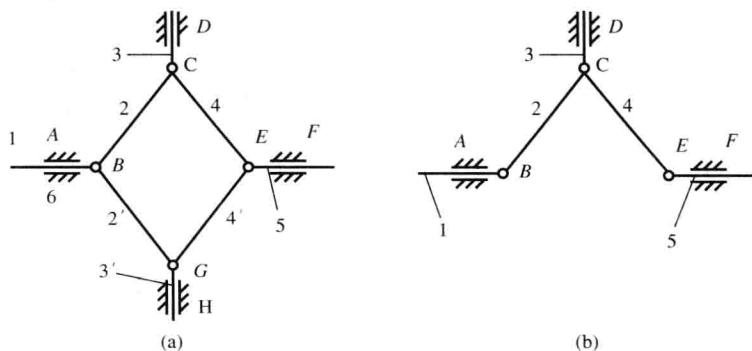


图 1-6 重复传动构成的虚约束

(4) 存在一个构件同时与两个以上构件组成运动副,而其中任意两个运动副都使该构件上各点产生相同的运动轨迹。

以图1-7(a)为例,图中 $CDE \parallel JIH \parallel FG \parallel KL$, $CHK \parallel DFI \parallel EGJL$,则构件DI与构件EJ之间的构件DE与构件FG是重复的传动关系,可去除FG构件及转动副,传动不受影响。



从构件 CK 到构件 EL 的传动中, 构件 DI 与前两杆平行, 去除该构件及转动副, 对构件 CE 上各点的运动轨迹均无影响。构件 KL 及转动副是重复传动也可去除。另外, 移动副 P, Q 都与水平移动的同一构件组成平行移动副, 可去除 P 点虚约束, 从而简化为图 1-7(b)。

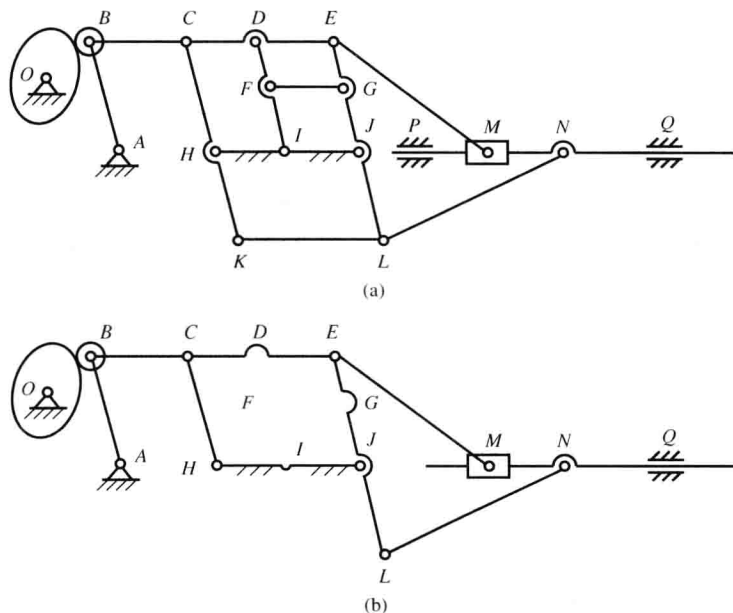


图 1-7 平行四边形对称结构引入的虚约束

在图 1-4 中, 构件 2 有三个转动副, 外接 4, 1, 3 三个构件, 构件 3 可去除, 不影响构件 2, 4 的运动轨迹, 同理, 如果去除构件 4 而保留构件 3, 则构件 2, 3 的运动轨迹也不受影响。

(5) 同方向平行的复合移动副所引起的虚约束。

如果两个构件都和同一个构件构成同方向的移动副, 则只能算两个移动副, 而不能算三个。例如: 图 1-8(a) 的机构可以画成图 1-8(b), 从图中可见, 构件 4, 5, 6 三个构件彼此构成移动副, 如按三个移动副计算就错了, 只能算是两个, 因为其中有其中两个移动副已经限定这三个构件只能彼此上下运动了。

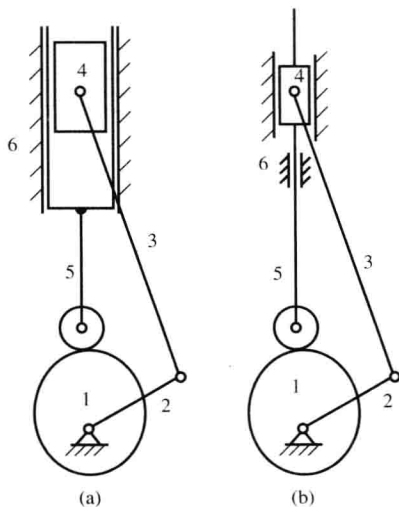


图 1-8 复合移动副引起的虚约束

在图 1-9(a)中, D 点的转动副可以去除而简化为十字滑块, 因为受移动副的限制, 该滑块不可能相对转动。进一步简化中可发现, 十字滑块是虚约束, 因为凸轮传动的两个杆已经受移动副限制, 只能直线运动, 十字滑块提供的是重复的平行移动副。该机构自由度为:

$$F = 3 \times 3 - 2 \times 3 - 2 = 1$$

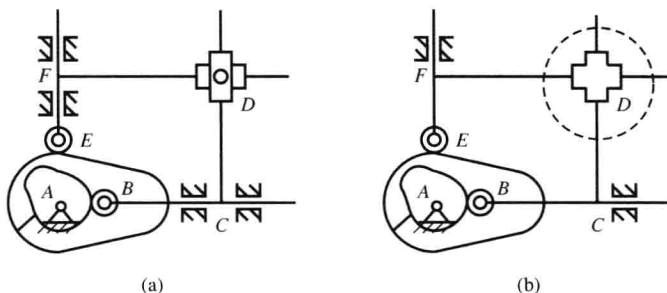


图 1-9 同方向移动副引入的虚约束

四、如何正确地绘制运动简图?

(1) 首先拿到一个机构模型, 要分析构件间的接触关系, 因为只有彼此直接接触的构件才有运动副, 例如对图 1-10(a)中的机构, 我们列出接触关系如图 1-10(c)所示。构件间的连线表示运动副; 这样不直接接触的构件就不要分析运动副了。

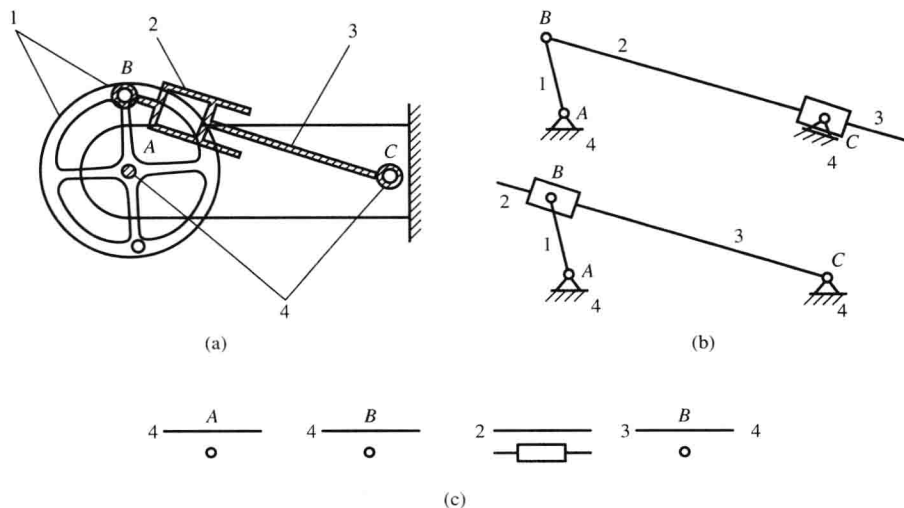


图 1-10 运动简图举例

(2) 接下来判定运动副性质并作好标记, 连接两构件的连线表示运动副, 如果是转动副就在连线上画小圆的标记, 如果是移动副就画滑块长方形和穿过滑块的直线表示。在判定两构件相对运动性质时, 不要受图画复杂程度的干扰, 设定一个构件不动, 看另一个与之接触构件的运动轨迹, 从而判定是什么运动副。例如: 构件 4 不动, 构件 1 绕 A 点定轴转动, 两构件组成固定转动副 A ; 构件 1 不动, 构件 2 绕 B 点转动, 两者组成转动副 B ; 构件 2 不动, 构件 3 只能沿着 BC 方向移动, 两者组成移动副; 构件 3 与机架在 C 点组成转动副。

(3) 画出机架 4、转动副 A 、 B 、 C 和只有转动副的构件 1, 这样的构件只要画出转动副的小圆及连线代表构件即可, 转动副要画在彼此相对转动的圆心上。最后画有移动副的构件, 组

成移动副的两构件可以把其中之一画成滑块,另一个画成穿越滑块的直杆,移动副方向必须与真实方向一致(可以平移)。有的机构中存在移动副移动方向与转动副位置重叠的情况,由于两个构件的转动副 B 和 C 与移动副导路方向在一条线上,造成表达困难,此时可把画成滑块的那个构件就画在该构件转动副所在位置,例如构件 2 有一个转动副和一个移动副,转动副在 B 点,滑块就画在 B 点,方向沿移动副方向,构件 3 画成穿越滑块长方形的直杆。当然,构件 3 和构件 2 组成移动副,还有个转动副在 C 点,也可把 3 画成位置在 C 点的滑块,2 画成穿越的直杆,完成运动简图如图 1-10(b)所示。

五、怎样用速度瞬心法求从动件的速度或角速度?

答:利用式(1-2)和式(1-3)。例如:在图 1-11 的曲柄滑块机构中,求出全部速度瞬心图,构件 2 的角速度与已知的主动件构件 1 的角速度关系为:

$$\omega_1 \overline{P_{12}P_{14}} = \omega_2 \overline{P_{12}P_{24}}$$

构件 3 平动,其速度与构件 1 的角速度的关系为:

$$V_3 = \omega_1 \overline{P_{13}P_{14}}$$

从图上量出瞬心间的尺寸并和构件 1 已知的角速度一起代入算式就可得结果。

用瞬心法还可求得机构中任意构件上任一点的速度。由于每个构件都围绕着该构件与机架的绝对速度瞬心做瞬时转动,所以用该构件上某点到其绝对瞬心的距离乘以该构件角速度,就是该点的速度。例如:在如图 1-11 中,构件 2 上 D 点的速度为:

$$V_D = \omega_2 \overline{P_{24}D}$$

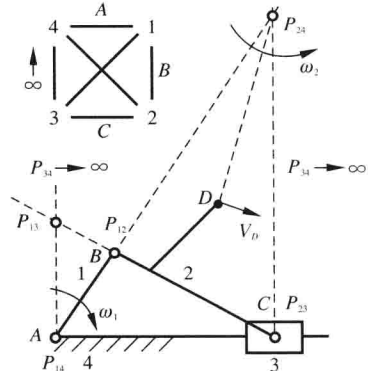


图 1-11 曲柄滑块机构的速度瞬心

第三节 模拟考题

一、填空题

1. 使两个构件_____并能产生_____的连接,称为运动副。
2. 两构件组成运动副时,构件上直接接触的____、____、____称为运动副元素。
3. 根据两构件接触形式的不同,运动副可分为____和____两类。____副中,按照两构件的相对运动关系是直线还是转动可分为_____和_____。

4. 机构的自由度是活动构件相对于机架所具有的_____数目。
5. 机构是由从动件、_____和_____组成的。其中_____至少一件，_____只有一件。
6. 当机构的_____和_____相等时，机构具有确定的相对运动。
7. 当机构的自由度数多于主动件数时，机构的运动是_____。
8. 当机构的自由度数_____主动件数时，机构会被卡死。
9. 当机构的自由度数等于或小于零时，机构中的构件是_____。
10. 速度瞬心是指互相作平面运动的两构件间相对速度为_____的点，如果观察者站在两构件以外的第三个构件上观察，则他看见两构件在该点的速度是_____的。
11. 机构中不直接接触的构件间的速度瞬心可以用_____定理求得。

二、判断题

1. 运动副是连接，连接也是运动副。()
2. 两构件通过面接触所形成的运动副称为低副。()
3. 平面低副机构中，每个转动副和移动副所引入的约束数目是相同的。()
4. 用螺栓把两个构件连接起来构成运动副。()
5. 两构件之间组成多处高副，则只有一个是有效约束，其余都是虚约束。()
6. 机构中的虚约束，如果制造、安装精度不够时，会成为真约束。()
7. 具有局部自由度和虚约束的机构，在计算机构的自由度时，应当首先除去局部自由度和虚约束。()
8. 运动链要成为机构，必须使运动链中原动件数目大于或等于自由度。()
9. 在平面机构中，不与机架直接相连的构件上任一点的绝对速度均不为零。()
10. 速度瞬心是指互相作平面运动的两构件上相对速度相同的点。()

三、选择题

1. _____是构成机械的最小单元，也是制造机械时的最小单元。
A. 机器 B. 零件 C. 构件 D. 机构
2. 把若干个零件_____可成为一个构件。
A. 紧固连接 B. 可动连接 C. 由低副连接 D. 由高副连接
3. 在平面内，两个做平面运动的构件在用一个低副连接后具有_____个自由度
A. 3 B. 4 C. 5 D. 6
4. 在平面内，两个做平面运动的构件在用一个高副连接后还有_____个自由度
A. 3 B. 4 C. 5 D. 6
5. 机构的运动简图与_____无关。
A. 构件的数目 B. 运动副的相对位置
C. 构件和运动副的结构 D. 运动副的类型
6. 在复合铰链处，如果有三个构件在同一点组成转动副，则应有_____个转动副。
A. 1 B. 2 C. 3 D. 4
7. 平面运动副所提供的约束为_____。
A. 1 B. 2 C. 3 D. 1 或 2。



8. 两构件组成运动副的必备条件是_____。
 - A. 直接接触且具有相对运动
 - B. 直接接触但无相对运动
 - C. 不接触但具有相对运动
 - D. 不接触也无相对运动
9. 当机构的原动件数目小于或大于其自由度数时,该机构将_____确定的运动。
 - A. 有
 - B. 没有
 - C. 不一定
10. 在机构中,某些不影响机构运动传递的重复部分所带入的约束为_____。
 - A. 虚约束
 - B. 局部自由度
 - C. 复合铰链
11. 机构具有确定运动的条件是_____。
 - A. 机构自由度数小于原动件数
 - B. 机构自由度数大于原动件数
 - C. 机构自由度数等于原动件数
 - D. 机构自由度数与原动件数无关
12. 在两构件的相对速度瞬心处,瞬时重合点间的速度应有_____。
 - A. 两点间相对速度为零,但两点绝对速度不等于零
 - B. 两点间相对速度不等于零,但其中一点的绝对速度等于零
 - C. 两点间相对速度不等于零且两点的绝对速度也不等于零
 - D. 两点间的相对速度和绝对速度都等于零

四、问答题

1. 什么是机构的自由度? 计算中应注意哪些问题?
2. 什么是虚约束? 对机构的运动有何影响?
3. 机构具有确定运动的条件是什么? 不满足这一条件会出现什么情况?
4. 什么是三心定理? 如何运用?
5. 什么是速度瞬心? 在用速度瞬心法分析机构运动时有何优点和缺点?

五、计算与作图题

1. 绘制图 1-12 所示机构的运动简图。

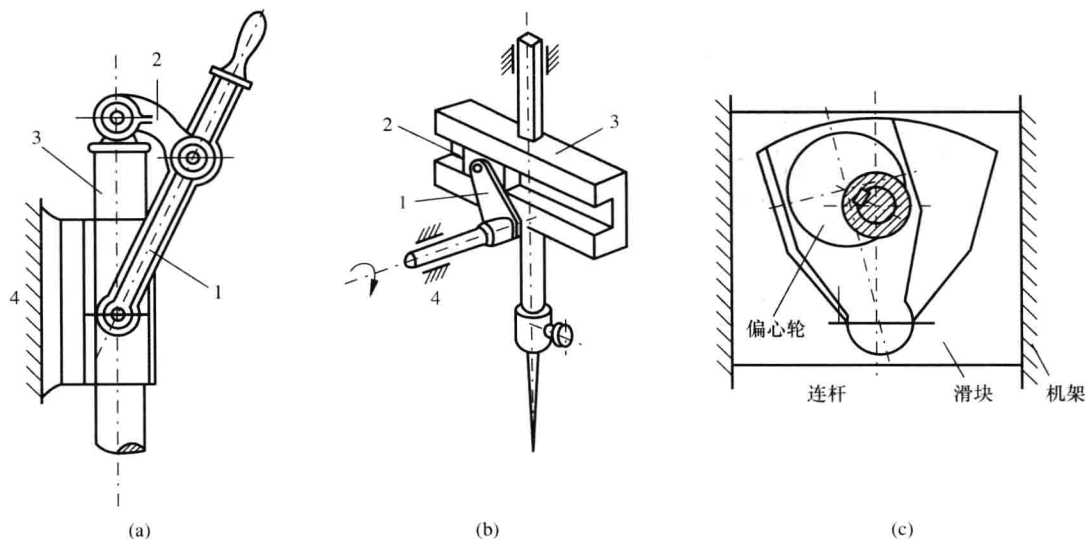


图 1-12

2. 绘制图 1-13 所示机构的运动简图。

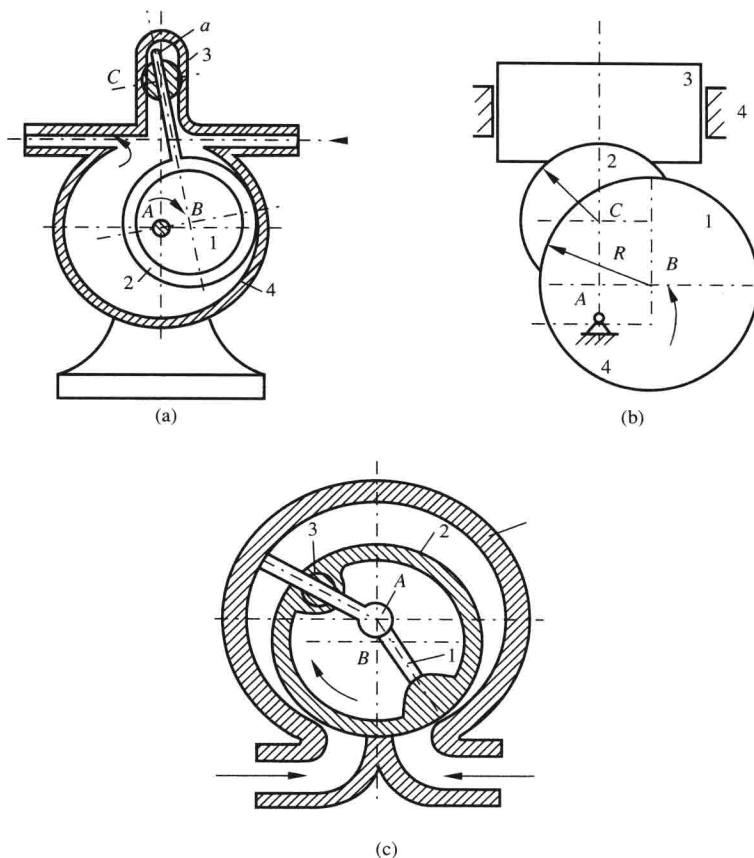


图 1-13

3. 绘制图 1-14 所示机构的运动简图。

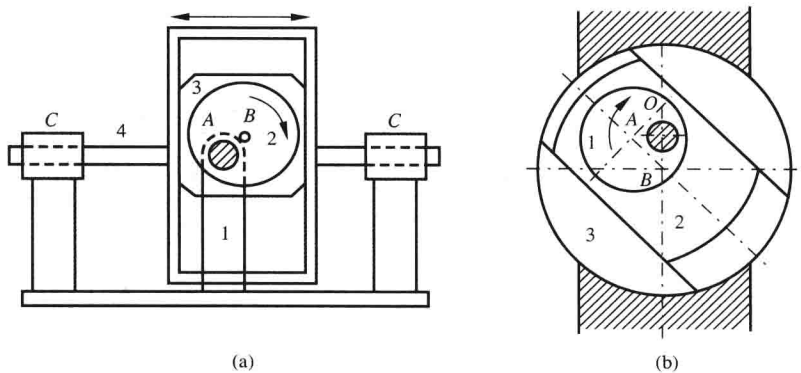


图 1-14

4. 求图 1-15 所示机构的自由度, 其中, 图 1-15(a) 中 $EH \parallel DG \parallel FI$; $DF \parallel AB \parallel GI \parallel JK$ 。

5. 求图 1-16 所示机构的全部速度瞬心, 并讨论从动件 3 的速度或角速度与主动构件 1 角速度的关系。