

21 世纪应用型本科辅导教材

机械原理学习指导

(配合叶仲和、蓝兆辉等编的《Mechanisms and Machine Theory》使用)

刘开昌 叶仲和 蓝兆辉 编著

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书是为了配合学习叶仲和、蓝兆辉等编的《Mechanisms and Machine Theory》(机械原理)而编写的。

本书对各章的学习要求、重点难点、学习方法和注意事项作了简要说明,并对一些较为典型的例题和问题进行了较为详细的分析求解,对课程中某些重要问题作了适当延伸补充。在编写中注意了内容的启发性、科学性和趣味性。

本书可作为高等工业学校工科机械类专业学生学习《Mechanisms and Machine Theory》的辅助教材,也可供机械工程技术人员和自学《Mechanisms and Machine Theory》的人员参考,对学生考研和青年教师备课也有辅助作用。

目 录

| | | |
|---|--------------------------|-----|
| 1 | 关于机械原理课程的说明 | 1 |
| 2 | 机械原理课程的基本要求和学习方法 | 2 |
| 3 | 机械原理课程的教学环节与学时安排 | 7 |
| 4 | 各章教学内容的学习指导 | 12 |
| | 第一章 绪论 | 12 |
| | 第二章 平面机构的结构分析 | 13 |
| | 第三章 平面机构的运动分析 | 21 |
| | 第四章 平面连杆机构及其设计 | 31 |
| | 第五章 凸轮机构及其设计 | 41 |
| | 第六章 齿轮机构及其设计 | 49 |
| | 第七章 齿轮系及其设计 | 67 |
| | 第八章 其他常用机构 | 75 |
| | 第九章 组合机构 | 78 |
| | 第十章 机械的平衡 | 83 |
| | 第十一章 机械的运转及其速度波动调节 | 89 |
| | 第十二章 机构系统创新设计 | 97 |
| | 主要参考书目 | 103 |

1 关于机械原理课程的说明

机械原理课程是高等工业学校机械类专业普遍开设的研究机械共性问题的
一门重要技术基础课程。其任务是使学生掌握有关机构学和机械动力学的基本理
论、基本知识和基本技能,并初步具有拟定机械运动方案、分析和设计机构的能力。
它在培养机械类高级工程技术人才的全局中,具有增强学生对机械技术工作的适
应能力和开发创造能力的作用。

本课程的研究内容可以概括为两个方面:第一,介绍对已有机械进行结构分
析、运动分析和动力分析的方法;第二,探索根据运动和动力性能方面的要求,设计
新机械的途径和方法。应当指出,在本课程中对机械设计的研究,只限于根据运动
和动力性能方面的要求,对机构各部分的尺度关系进行综合,而不涉及各个零件的
长度计算、材料选择以及其具体结构形状和工艺要求等问题。它完成的任务只是
机械设计总过程的第一步——传动方案(即机构运动简图)的设计。所以,在本课
程中,我们又常用“综合”两字来代替“设计”。因此,本课程研究的内容可以概括为
机构的分析和机构的综合两个方面。

根据技术基础课的性质,本课程并不研究具体的机械,而是着重研究一般机械
的共性问题,即机构的分析与综合的基本理论和基本方法,然而这些基本理论和基
本方法又必须是为工程实践服务的。所以,在本课程的学习过程中,一方面要注意
这些理论和方法在理论上的严密性和逻辑性;另一方面也要注意这些理论和方法
在工程实践中的适用条件和范围。此外,在学习本课程的过程中,还应随时注意在
日常生活和生产中所遇到的各种机械,并根据所学的理论和方法加以观察和分析,
做到理论联系实际,以加深对这些理论和方法的理解和掌握。

另外,在本课程的学习过程中,将要接触到有关机械的许多名词、概念、标准、
几何参数、运动参数和动力参数以及有关机械研究的一些专用的简化方法(如倒
置、转化、当量、等效、代换等)。在机构的分析和设计计算中,除将与时俱进地突
出解析法外,还将介绍一些图解、作图、实验、试凑等方法。这些方法,一般说来虽然
精确度较差,但概念比较清晰,而且比较直观,易于掌握,可用于解决某些工程上精
度要求不高的问题,也可用于检查解析法中的错误,或提供解析法的初始值。上述
内容在以往理论基础课程的学习中是很少遇到的。为此,在学习过程中要特别注
意本课程的这些新的特点,逐步树立一定的工程观点,使自己的学习方法和习惯尽
快适应这种新的情况。

2 机械原理课程的基本要求和 学习方法

2.1 基本要求

《高等工业学校机械原理课程教学基本要求(机械类专业使用)》(以下简称《基本要求》)明确指出:机械原理是机械类专业中研究机械共性问题的一门主干技术基础课。它的任务是使学生掌握机构学和机械动力学的基本理论、基本知识和基本技能,并初步具有确定机械运动方案、分析和设计机构的能力。它在培养机械类高级工程技术人才的全局中,具有增强学生对机械技术工作的适应性,培养其开发创新能力的作用。因此,在机械原理课程主要教学环节的理论教学、课程设计和实验三方面都提出了基本要求。

2.1.1 理论教学的基本要求

1. 绪论

明确本课程研究的对象和内容,以及在培养高级工程技术人才全局中的地位、任务和作用;对机械原理学科的发展趋势有所了解。

2. 平面机构的结构分析

能熟练绘制常用机构的机构运动简图;能熟练计算平面机构的自由度;能熟练应用平面机构的组成原理进行平面机构的结构分析。

3. 平面机构的运动分析

能用瞬心法对简单高、低副机构进行速度分析;能熟练地应用杆组法对平面 II 级机构进行运动分析。

4. 平面连杆机构及其设计

了解平面四杆机构的基本形式、演化及应用;对曲柄存在的条件、传动角、极位夹角和行程速比系数、肘节和死点等有明确的概念,能按照已知连杆占据位置、四

杆机构中两对面杆的对应位置及行程速比系数来设计平面四杆机构;了解已知连杆曲线设计平面四杆机构的方法。

5. 凸轮机构及其设计

了解凸轮机构的类型及应用;对从动件的基本运动规律、凸轮机构的压力角和自锁有明确的概念;能确定和分析盘形凸轮机构的基本尺寸;掌握盘形凸轮廓线的设计方法。

6. 齿轮机构及其设计

了解齿轮机构的类型及其应用,掌握平面齿轮机构的齿廓啮合基本定律;深入了解渐开线直齿圆柱齿轮传动的啮合特性(定传动比、可分性、啮合传动的三个条件等);掌握标准渐开线直齿圆柱齿轮传动的基本参数和几何尺寸的计算;了解渐开线齿轮的展成原理、根切、最小齿数、变位等概念和渐开线直齿圆柱齿轮传动的类型及特点;能根据工作要求和已知条件正确选择传动类型,并进行传动设计;了解平行轴斜齿圆柱齿轮传动齿廓曲面的形成及其啮合传动特点,掌握标准斜齿圆柱齿轮传动几何尺寸、参数的计算及其特点;了解蜗杆传动及其尺寸、参数的特点;了解直齿圆锥齿轮传动及其尺寸、参数的特点。

7. 齿轮系及其设计

了解轮系的分类及应用,掌握定轴、周转和复合轮系传动比的计算方法;了解行星轮系的选型、效率和齿轮齿数的选取等基本知识。

8. 其他常用机构

了解二至三种其他常用机构的工作原理、特点及其应用。

9. 组合机构

掌握组合机构的组合原理及其分类方法。

10. 机械的平衡

掌握刚性转子静平衡、动平衡的原理、方法和计算。

11. 机械的运转及其速度波动调节

了解建立单自由度机器系统等效动力学模型及运动方程式的方法;了解飞轮的调速原理和特点;掌握飞轮转动惯量的简易计算方法;了解非周期性速度波动调

节的基本概念。

12. 机构系统创新设计

掌握机构选型的基本知识,了解机构的组合应用和运动循环图的基本概念;能拟定简单机械运动方案。

2.1.2 课程设计的基本要求

课程设计是使学生全面、系统地掌握和深化理解机械原理课程的基本原理和方法的重要环节。因此,要求结合一个简单的机械系统,综合运用所学理论和方法,使学生能受到拟定机械运动方案的初步训练,并能对方案中某些机构进行分析和设计。要求通过课程设计进一步提高学生利用技术资料、运算(要求运用计算机和解析法)和绘图的能力。

课程设计要整理出说明书一份,列出计算过程和结果,并进行讨论和分析。另外应附有关图纸和电算程序。

每个学生应有一周半时间集中进行课程设计(连同机械设计课程设计二周半,共四周),并在教师的指导下独立完成设计任务。课程设计的成绩和学分(共四周,4学分)单独计算。

2.1.3 实验课的基本要求

实验课是机械原理课程中重要的实践环节,它使学生能绘制实际机器的机构运动简图,对简单机械进行运动和动力测试,培养学生用实验方法研究机械的初步能力。

学生应亲自动手完成实验,并认真做好实验报告。

1. 实验内容

实验内容可以根据专业需要和实际情况,在下列基本项目中选择三至四项实验:

- (1) 平面机构的类型及陈列室参观。
- (2) 机构运动简图的绘制和分析。
- (3) 齿轮构成及几何参数的测定。
- (4) 回转件(转子)的平衡。
- (5) 机械运动参数的测定和分析。
- (6) 凸轮廓线的测绘和分析。
- (7) 机械动力参数的测定和分析。

- (8) 机械效率的测定。
- (9) 平面机构的创新组合搭接实验。

2. 教学目标

根据以上教学基本要求,学生在学完本课程之后,应达到以下几项主要的教学目标:

- (1) 明确机械原理的研究对象;对有关机械原理学科的工程应用和新发展有所了解。
- (2) 能绘制机械系统的机构运动简图,判定其有确定运动的条件;了解平面机构的组成原理;能熟练并正确地分析机构的结构组成。
- (3) 掌握一般平面机构运动学方面的基本知识,能对平面机构进行运动分析。
- (4) 掌握几种主要机构(平面连杆机构、凸轮机构、齿轮机构)的运动特性,并能按给定的几何条件与运动条件进行设计。
- (5) 了解其他常用机构的运动特点和使用场合。
- (6) 具有机构选型的基本知识,掌握机构组合应用的概念。
- (7) 掌握机械平衡及飞轮设计的基本方法,并具有按已知动力学条件分析和设计机械的某些基本知识和能力。
- (8) 具有解题、运算(包括应用计算机)、作图及使用技术资料等的基本技能。
- (9) 掌握与本课程实验有关的最基本的机械实验方法和运用这些实验方法研究机械的技术。
- (10) 能综合应用所学基本知识,具有初步确定简单机械系统的运动方案、对方案中的某些机构进行分析和设计的能力,并在课程设计中得以检验和强化。

2.2 学习方法

本课程是一门技术基础课,它既有基础课的特点,如理论性、系统性强,基本概念多等,又有专业技术课的特点,如结合工程实际,因此在学习时,应注意学习方法,着重注意以下几点:

1. 联系和掌握理论力学课程中的有关理论

机械原理与理论力学两门课程关系十分密切,机械原理的一些理论常常是理论力学一些原理的进一步具体化。因此,学习时要善于联系和掌握理论力学中的有关理论,使概念更清楚。

2. 掌握分析问题和研究问题的专门方法

在机械原理课程中常采用以下专门方法分析和研究问题:用反转法设计凸轮轮廓曲线、设计四杆机构和计算周转轮系的传动比;用当量法近似研究斜齿轮法面齿形、圆锥齿轮大端齿形等;用杆组法研究机构的运动分析;用等效法简化机械系统的运动状况;用代换法研究机械的平衡等。在学习过程中应注意掌握这些方法的基本原理、了解用这些方法研究分析问题的优点以及怎样用这些方法去研究分析问题等等。

3. 在掌握图解法的同时,应懂得解析法和实验法等工程方法的特点

在具体设计计算中,除采用方便易懂的图解法之外,还采用精确的解析法和工程中常用的实验法。图解法虽然精度不够,有一定的误差,但概念清楚,易于掌握和检查解题中的错误,在书中多处用到。解析法精度很高,但往往要建立合适的数学模型,以方便求解,且计算量大,在计算机已发展普及的今天,此方法在教学中的地位已越来越高,并在不断推广。实验法常用来解决较复杂的具体工程实践问题,甚至还常用试凑法来近似解决工程上精度要求不高的问题。从工程实用的观点出发,图解法与实验法有一定的实用价值,在学习时应予以足够的重视。

4. 善于理论联系实际,注意图文结合

学习时应多看具体的机构和机器的实物、模型、教具和有关的教学课件,平时在日常生活中应多注意观察和分析周围所见到的机械,将所学的理论与实际紧密联系起来,加深印象和对所学理论、方法的理解。

本课程在分析与设计具体机器、机构时,应用了许多简图,在学习时,一定要边看书、边熟悉图、边动手画和用图文结合形式来帮助理解和加深概念。尤其对于齿轮一章,有许多基本公式、基本概念、基本理论等,应该结合图形来帮助理解和记忆,切不可死记硬背。

5. 重视各个教学环节的活动

本课程的基本要求是通过各个教学环节的活动,加上学生本人的主动学习逐步达到的,在学习过程中切不可偏废,各教学环节应起相互结合、相辅相成的作用。

3 机械原理课程的教学环节与学时安排

3.1 教学环节

为了全面、高质量地完成机械原理课程的教学任务,使学生比较牢固地掌握机构学和机械动力学的基本原理、基本知识和基本技能,并初步具有拟定机械运动方案、分析和设计机构的能力,机械原理课程安排有课堂教学(讲课与习题课)、课程设计、实验课、考试考查等教学环节,并按教学需要适当安排讨论课、现场教学课、答疑、质疑等,以便通过各个教学环节的协调配合,采用多种教学形式和方法,达到上述的教学要求。

3.1.1 听课与自学

学生听教师讲课是机械原理课程教学的主要环节。教师通过讲课将知识系统地传授给学生,尤其对教材中的重点和难点内容,主要通过讲课帮助学生理解和掌握。但学生不能完全依靠听课,还应培养自学的能力,将听课与自学结合起来。为此着重强调几点:

(1) 在听课前应预习老师将讲授的内容,使自己心中有数。凡是预习已懂的内容,可写下心得体会;预习中不懂的内容,应在听课中集中精力,重点领会,然后用自己的语言记下心得。这样变被动为主动,不仅可以提高听课效率,也可锻炼自己的自学能力。

(2) 在听课中应勤于思考,注意教师分析问题的思路和解决问题的方法。对所提出的一些重要的概念和定义首先要做到理解,弄清其建立的根据、目的和应用场合。听课中如有疑问,应随时记下,留待课后复习和答疑时解决。

(3) 讲课时如教师边讲边画,学生也应边听边画图,这样容易理解问题的发展过程,而且能够锻炼自己的徒手作图能力。

(4) 课后应及时复习,在阅读教材中,凡教材大字部分是《基本要求》规定的基本内容,必须掌握,因而应仔细阅读;小字部分为例题或次要内容,教师一般选择性地讲,若从培养自学能力的角度出发,也应该阅读;教材中有带“*”的内容为扩充或提高的内容,学生可根据自己的能力和时间,有选择性地阅读,教师要求必须掌握的内容则必须阅读。除了阅读教材以外,学生可在教师的指导下,阅读一些参考

书,以增加课程的深度和广度。

(5) 在自学和听课的过程中,如条件许可,开展有准备的同学间和师生间的讨论课,以活跃思维、扩大思路、提高兴趣和加深理解。

总之,听课要做到眼到、耳到、心到、手到,要专心致志、精力集中,这样才能收到好的效果。

3.1.2 复习

听课以后必须及时复习。复习时可先不看教材和笔记,而是对课堂上所讲的内容进行几分钟的回忆,想想课堂上讲授的中心内容是什么?哪些内容听懂了,哪些内容还不太懂,然后再以笔记为纲进行复习,并参阅教材和必要的参考书。

复习时应抓住中心内容反复钻研,对于在课堂上没有听懂的地方应更加注意研究。有些内容(如连杆机构的设计、齿轮的几何参数和啮合参数等)一定要自己动手画一画,以加深印象,掌握关键。有些内容(如轮系传动比的计算等)则需结合例题进行练习。复习时若要用到前面已学过的内容,则应再温习一下,以起到联系和巩固的作用。

课后练习是复习的重要一环。本课程的课外习题一般是紧密结合课堂讲授内容而留给学生课后独立进行练习的题目,其目的在于促进学生消化、巩固所学的理论知识和方法,培养学生运用所学知识独立分析和解决有关本课程各部分内容的实际问题的能力。学生应在充分复习的基础上及时完成课外练习,千万不要未经好好复习就急于完成作业,更不能为了赶完习题去抄袭别人的作业。

复习后再看一看教材及本指导书所给出的复习思考题,看看自己是否能够解答,检查一下还有哪些概念没有搞透彻。

对于在复习和解题过程中,经过自己反复思考仍未解决的问题,可与同学进行讨论,或在答疑时向老师请教。

复习时得到的心得应及时补记在笔记本上,并在每章学完后最后自己作一次小结,小结应力求简明扼要,把中心问题和学习心得写出来。

此外,本课程在讲课过程中,特别是在讲解各种机构时,为了帮助学生理解,常常使用模型、实物和电视教学片。学生在复习时,在可能的条件下,也要争取多看一些模型、实物和电教片,把理性知识和感性知识结合起来。同时,在日常生活和生产实习中也要随时注意观察和分析各种机械,做到理论联系实际,以加深对所学内容的理解和巩固。

3.1.3 实验

实验的目的在于:验证、巩固和加深对课堂讲授的基本理论和基本知识的理

解;培养学生用实验手段进行机构分析和机构创新和综合的能力;掌握常用的机械运动及动力参数的测试方法以及养成严肃认真、踏实细致的工作作风。

实验前应预习实验指导书,了解实验目的、方法、步骤及注意事项,实验中应认真、细致,要自己动手做实验。实验结束后,应对实验结果进行分析、讨论,并认真写好实验报告。

3.1.4 习题课

在学时许可的情况下,为了帮助学生深入理解和巩固所学的知识,教师将对教材中的难点和重点内容安排习题课,通常在运动分析、齿轮、轮系、机构选型等章节后进行。习题课方式可以多种多样,以解题为主,一般是在对有关章节内容进行总结基础上,对如何运用所学理论和方法进行解题给予适当的提示和提问,然后组织学生讨论。学生应在解题练习中积极思考,充分应用所学知识分析和解决问题,在讨论中充分发挥主动性并倾听其他同学的见解,做到在解题中进一步掌握课程内容,并培养自己独立思考和解决问题的能力。习题课一般每次为两学时。

3.1.5 课程设计

机械原理课程设计是机械类专业教学计划中的第一个设计,它除了巩固、加深和综合应用所学理论知识外,还应使学生受到确定运动方案的初步训练,通过课程设计可进一步提高学生使用资料、运算、绘图及应用计算机的能力。

根据改革的需要,目前机械原理课程设计与机械设计课程设计合二为一,改革成为期四周的机械综合课程设计,但内容大体还是可以分成机械原理和机械设计两部分。机械原理课程设计部分的选题大体有两种类型:一种是给定具体的机器(或机构)进行分析和综合,其内容可包括运动分析、力分析及飞轮设计和机构的设计,即将教材中的运动学、动力学内容串起来,使学生对机器设计有一个较完整的概念;另一种类型是运动方案的设计,要求学生按照题目给定的机械用途、功能及工艺条件所提出的运动要求,或构件位置、点的轨迹等进行机构选型、尺度综合、主要参数优选,画出运动方案的传动系统图及运动循环图,该类题目要求学生能灵活应用所学的知识,并在设计中主动收集、钻研参考资料,积极构思,发挥聪明才智与创造精神。在设计前,有条件的可到一些工厂参观各种机械,如印刷机械、食品机械、包装机械等,了解各种机构中的各执行构件之间是如何协调运动的,以扩大知识面。在设计中应多开展方案选择的讨论与比较。由于运动方案选择还牵涉到有关专业课程内容如加工、工艺、成本等,学生尚未涉及过,因此本课程设计的选型仅从实现运动的角度去分析和讨论。

在这两种类型的选题中,前者是传统的做法,但根据《基本要求》(参见本书

2.1.1 节),应尽量向后者过渡,增加机构选型、确定机械运动方案的内容。当然课程设计的工作量应视所给的学时而定。

不论哪一种类型的课程设计,都可用图解法、解析法或两者结合进行。设计要求图面整洁、合乎规范、计算步骤清晰、书写端正、完成规定的图纸和计算说明书。

为掌握先进的计算技术,为今后工作打下基础,应尽量利用计算机进行课程设计。设计前应复习有关的算法语言及计算机的操作使用。设计中要求学生能建立数学模型、绘制框图、编写程序、上机运算,并会分析运算的结果或绘制有关的曲线。

3.1.6 答疑、考试

答疑主要放在课程进行的过程中,教师在课余以一定的时间解答学生的疑难问题,并可借此及时了解学生的学习情况和教学效果。学生应在自己钻研的基础上,请教师予以帮助,并在课余随时向教师反映教学中的意见,使师生之间能经常得到交流。

考试是检查教学质量的一种规定形式。一般在学期中间进行一次测验,期末再进行考试为好。考试通常以笔试为主,闭卷、开卷或两者结合也可。

3.2 课时安排

目前,本课程的课内总学时为 60 学时,综合课程设计 4 周(含机械设计课程设计内容),其各章课堂教学的时数如表 3-1 所示,以供参考。

表 3-1 机械原理课程课时安排表

| 章 次 | 名 称 | 学 时 | 备 注 |
|-----|------------|-------|-------------------------|
| 第一章 | 绪 论 | 1 | |
| 第二章 | 平面机构的结构分析 | 4+2+1 | 2 学时参观和测绘实验 1 学时现场教学 |
| 第三章 | 平面机构的运动分析 | 4+2 | 2 学时习题讨论课 |
| 第四章 | 平面连杆机构及其设计 | 5 | |
| 第五章 | 凸轮机构及其设计 | 5 | |
| 第六章 | 齿轮机构及其设计 | 14 | |
| 第七章 | 齿轮系及其设计 | 4 | |
| 第八章 | 其他常用机构 | 2+2 | 2 学时电化教学 |

(续表)

| 章 次 | 名 称 | 学 时 | 备 注 |
|------|---------------|-----|-----------|
| 第九章 | 组合机构 | 3 | |
| 第十章 | 机械的平衡 | 2+2 | 2学时动平衡实验 |
| 第十一章 | 机械的运转及其速度波动调节 | 3 | |
| 第十二章 | 机构系统创新设计 | 2+2 | 2学时机构创新实验 |
| | 总 计 | 60 | |

注:上述课时安排根据具体教学情况和需要可作调整。

4 各章教学内容的学习指导

第一章 绪论

1. 基本要求

(1) 明确本课程研究的对象和内容及其在培养机械类高级工程技术人才全局中的地位、任务和作用。

(2) 对机械原理学科的发展趋势有所了解。

2. 学习的重点及注意事项

本章学习的重点是“本课程的研究对象及内容”。在本章的开始,介绍了机器、机构、机械等名词和概念,介绍了机器和机构的用途及其区别与联系,通过实例说明各种机器的主要组成部分都是各种机构,且绝大多数的机器是由少数几种常用机构组成的,从而明确本课程的研究对象就是各种机构。在学习本章时,要把注意力集中在了解本课程的研究对象及内容上(当然,由于还没有学习具体的内容,故只能是有一个概括的了解)。

此外,对本课程的性质和特点也应有所了解,以便采取合适的学习方法把本课程学好。

3. 复习思考题

1-1 何谓机构、机器、机械?

1-2 本课程研究的内容主要包括哪几部分?

1-3 何谓机构的分析和机构综合?它们分别研究哪些内容?

1-4 为什么要学习本课程?学习本课程应注意哪些问题?

第二章 平面机构的结构分析

1. 基本要求

(1) 明确构件、运动副、约束、自由度及运动链等基本概念,明确运动链成为机构的条件。

(2) 熟练掌握平面机构运动简图的绘制;能熟练地看懂各种机械的机构运动简图,能熟练将实际机构或机械的机构图绘制成机构运动简图,并能用机构运动简图表达自己的设计意图。

(3) 熟练掌握平面机构自由度的计算,并判定其是否具有确定的相对运动;能非常自如地运用自由度公式计算平面机构自由度,能准确识别和处理机构中存在的复合铰链、局部自由度、虚约束。

(4) 掌握机构的组成原理和结构分析的方法;能根据机构组成原理进行结构分析,会判断杆组、杆组级别和机构级别,学会用基本杆组、原动件和机架创新构思新机械,熟练将Ⅱ级机构拆分成基本杆组。

2. 重点和难点

重点是机构运动简图的绘制、机构自由度计算及机构有确定运动的判断、Ⅱ级机构的结构分析。

难点是识别机构中存在的虚约束和正确拆分杆组。

3. 学习注意事项

(1) 机构运动简图。绘制机构的运动简图时,为了反映机构的真实运动情况,一要明确构件数,二要明确构件间的运动副类型。画图时,代表转动副的小圆,其圆心必须与相对回转中心重合;代表移动副的滑块,其导路方向必须与相对移动方向平行或一致。

偏心轮和圆弧形滑块是转动副的特殊形式,初学者往往容易被它的外形所困惑,而不善于用简图来表示。事实上,只要找出相对转动中心,就能方便地画出简图。如图 2-1(a)^①所示的偏心轮机构,构件 1、2 的相对回转中心在 B 点,故其简图如图 2-1(b)所示。而图 2-2(a)中的弧形滑块 3 与机架的回转中心在 D 点,故其

^① 为配合理论教材的使用,本书中各章插图编号均沿用理论教材中的章目插图编号,特此说明。

机构运动简图为图 2-2(b)所示。

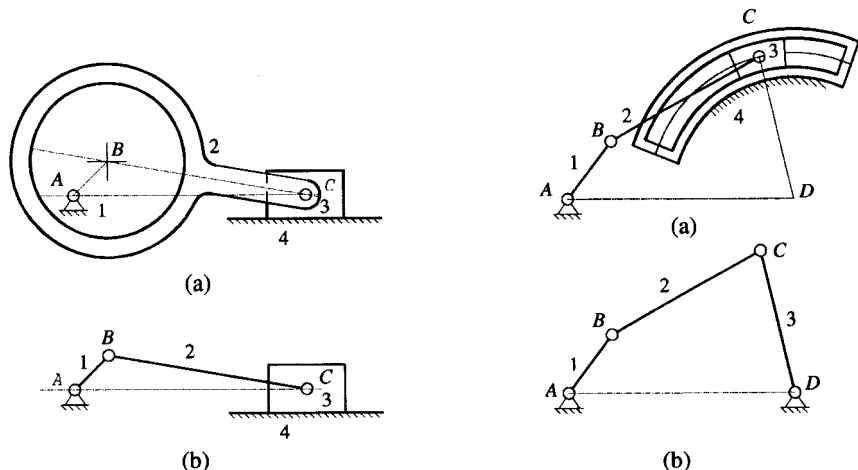


图 2-1

同时要熟悉同构异型机构。如图 2-3 所示的两种机构,虽然机构形式不同,但因为构件与构件间的转动副的位置和移动副的导路方向均未改变,实质上是同一种机构,在实际应用中应懂得判别。

(2) 机构自由度。计算机机构自由度时,一要牢记自由度的计算公式

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

及公式中符号含义,特别是 n 指的是去除虚约束后机构的运动构件数(即不含机架构件);二要明确计算时的三个注意事项:

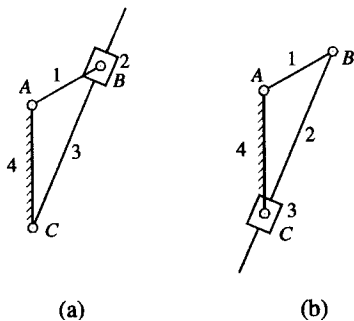


图 2-3

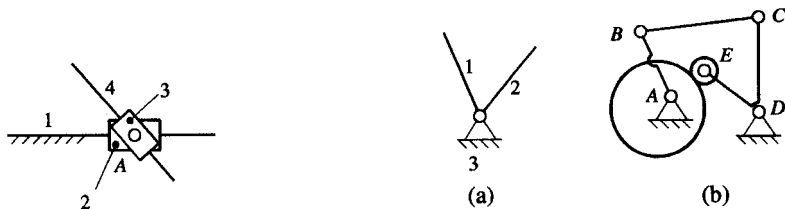


图 2-4

图 2-5

① 复合铰链的确定问题。一是要明确复合铰链是指多个构件在同一处形成转动副,且转动副的中心重合。不能把若干个构件汇交在一起就认为是构成了复合铰链,如图 2-4 所示运动链,虽有 4 个构件相交于点 A,但它们只是构成了两个