



教育部高职高专规划教材
Jiaoyubu Gaozhi Gaozhuan Guihua Jiaocai

机械力学与机构设计

(第二版)

桂乃磐 主编

高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS



教育部高职高专规划教材

机械力学与机构设计

(第二版)

桂乃磐 主编

高等教育出版社

内容提要

本书是在第1版的基础上,根据教学改革和发展的需要修订而成的。

全书的体系和章节基本与第1版相同,但采用了最新标准,对某些问题的阐述进行了修改,更换了一些插图,增删了部分例题和习题,修改了计算程序,以期简明、实用,适应当前教学的需要。

本书将传统的理论力学和机械原理两门课的教学内容有机结合,融为一体,并以机构设计为主线,按机构设计实际需要选取机械力学基础内容。

本书可作为高等专科学校,高等职业学校,成人高校及本科院校举办的二级学院和民办高校机械类专业的教材,也可供有关工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械力学与机构设计/桂乃磐主编.—2版.—北京:高等教育出版社,2001

高等教育“九五”国家教委重点教材

ISBN 7-04-009345-6

I.机… II.桂… III.①机械学:力学—高等学校—教材②机构学—高等学校—教材 IV.TH11

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第07881号

机械力学与机构设计 (第二版)

桂乃磐 主编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街55号

邮政编码 100009

电 话 010-64054588

传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 中国科学院印刷厂

开 本 787×1092 1/16

版 次 2001年6月第2版

印 张 21

印 次 2001年6月第1次印刷

字 数 500 000

定 价 17.90元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

出版说明

教材建设工作是整个高职高专教育教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、学校和有关出版社的共同努力下,各地已出版了一批高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设仍落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育基础课程教学基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。出版后的教材将覆盖高职高专教育的基础课程和主干专业课程。计划先用2~3年的时间,在继承原有高职、高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验,解决好新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专教育教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

“教育部高职高专规划教材”是按照《基本要求》和《培养规格》的要求,充分汲取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的,适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校使用。

教育部高等教育司

2000年4月3日

第2版序

本书第1版曾作为教改教材,在1993年国家教委确定的全国首批教改重点试点专业中进行试用。自1996年12月由湖南科学技术出版社出版发行以来,受到国内高工专同行的普遍关注并得到较好的评价。1997年4月,本书被列入普通高等教育“九五”国家教委重点教材立项作品。为了进一步适应教学的需要,此次又根据教学改革和发展的需要进行了修订。

这次修订力求:基本概念阐述准确、简洁;插图清晰;贯彻由浅入深,理论紧密联系实际,循序渐进的原则;贯彻最新国家标准。为此,修订中对部分章节的内容、插图、例题和习题进行了调整、增删和更换,还修改了计算程序,以使本书成为一本有专科特色的简明实用的教材。

参加本次修订的有常德师范学院韩朝晖(第一章),张龙庭(第二、三章),文会军(第四章),桂乃磐(第五至十三章)。

本书承教育部高工专机械基础课程教学委员会委员、武汉理工大学邓昭铭教授精心主审,他提出了许多宝贵意见。另外,本书于1999年4月经教育部高工专机械基础课委会机械基础课程组第七次会议评审通过。编者在此对主审和全体专家表示衷心的感谢。

由于水平所限,书中难免有错误和不妥之处,恳切希望各校教师和读者批评指正。

编 者

1999年5月

第1版出版说明

本书是根据国家教委专家组1993年上半年审定的全国第一批重点试点专业教改方案及“机械力学与机构设计”课程教材编写大纲编写的。

本书将原“理论力学”与“机械原理”两门课程的教学内容有机结合、融为一体。本书根据专科教育应当以应用为主线的原则,以机构设计为主线来选择全书的教学内容,理论力学的基础内容则按机构分析与设计的实际需要加以选取,然后分别编入各有关章节。

本课程是机械类专业一门重要的基础课程。其目的在于使学生掌握机械力学的某些重要概念和对机构或结构进行受力分析的方法,掌握机构的结构分析、运动分析、几何设计和机器动力学的某些基本概念和基本知识,从而培养学生具有初步分析和设计简单机械总体方案的能力。

本课程在教学计划中起承先启后的作用。本课程的先修课程是高等数学、机械制图及计算机应用等。它又为学生学习材料力学、机械设计以及专业课打下必要的基础。

在本书中,机械力学的内容主要属于理论力学的范畴,而机构设计的内容主要属于机械原理的范畴,由于这两门课程内容有一定重复,本书试图将其合二为一,针对高等专科学校的培养目标进行选编,以必需、够用为度,删繁就简,揉为一体,以形成一种体系。

理论力学是研究物体机械运动一般规律的科学。其内容分为三部分,即静力学、运动学和动力学。“机械原理”则是“机构和机器的原理”的简称,它是一门以机构和机器为研究对象的学科。本书在首先介绍机构的结构分析,探讨机构的组成原理、机构的运动可能性及其具有确定运动的条件之后,随即介绍构件的受力分析,较为系统地引入了理论力学中静力学部分的相关知识。静力学研究物体平衡时作用力之间的关系,同时也研究力系简化的方法。在第五章“平面机构的运动分析”中,首先介绍了理论力学中运动学的基本知识,即从几何观点出发来研究物体的运动规律。在此基础上,转入平面机构的运动分析。以往,学生在学习机械原理的平面机构运动分析时,虽然其理论基础在理论力学中已学过,但由于方法不同,学生觉得不习惯,老师需要费相当大的力量去帮助学生理解,因而成为学习中的一个难点。现在,采用理论力学的原理、机械原理的方法将其统一。第六章、第七章则是首先介绍理论力学中动力学的相关知识,即作用于物体上的力与物体运动变化之间的关系,在此基础上引出了惯性力的概念,进而讨论平面机构的动态静力分析问题、机构的平衡问题;在介绍动能定理的基础上,讨论了机械运转的速度波动问题及其调节方法。本书从第八章开始则主要介绍机构设计,其中包括凸轮机构设计、齿轮机构设计、轮系设计,平面连杆机构设计,其他常用机构简介等内容。最后则介绍有关机构的选型与组合应用的知识,为本课程结束后进行的课程设计打好基础。考虑到机械类专业对齿轮机构设计内容要求较高,对于有关变位齿轮设计的章节则适当加以强化。

本课程的课程设计指导教材采用机械工业出版社出版、程崇恭等编写的《机械运动简图设计——机械原理课程设计指导》一书。其中详细介绍了借助计算机来进行机构的综合与分析的部

分解析方法、通用性和灵活性较好的杆组动态静力分析方法与程序编制方法、飞轮设计的程序设计理论与程序应用方法以及电动机选择的简要方法。这些内容可穿插在相应的理论课教学中讲授,故本教材不再编入,以期避免重复,达到简化教材、减少篇幅之目的。

本书可作为各类高等专科学校机械类专业教改试点试用教材使用,也可供工程技术人员参考,还可供中专师生参考。

本书由桂乃磐主编。参加编写工作的有:张龙庭(第二、三章)、文会军(第四章)、韩朝晖(第一章)。第五至第十三章由桂乃磐编写。

本书是在湖南省常德高等专科学校领导和机械系领导热情关怀与指导下编写的,教务处具体主持了编写大纲审定工作,编写大纲曾报请国家教委专家组审批通过。

本教材全部书稿由国家教委高工专机械基础课程教学委员会委员、湖南省机械原理教学研究会副理事长、湖南省高工专机械原理机械零件教学研究会理事长程崇恭教授精心主审,具体指导,并提出许多宝贵意见,编者在此致以衷心的感谢。

由于水平所限,时间匆促,加之教改教材的编写又是一项探索性工作,本书的错误和不足之处在所难免,尚祈读者批评、指正。书中引用了国内外几十本教材和参考书籍中的有关资料,在此谨对原作者表示感谢。

编者
1996年7月

目 录

绪 论	(1)	第二节 刚体的基本运动	(81)
第一章 平面机构的结构分析	(6)	第三节 点的合成运动	(83)
第一节 机构结构分析的内容及目的	(6)	第四节 刚体的平面运动	(89)
第二节 机构的组成	(6)	第五节 用解析法作平面机构的运动分析	(101)
第三节 机构运动简图	(9)	第六节 平面机构的运动线图	(109)
第四节 平面机构自由度的计算	(12)	第七节 用杆组法作平面机构的运动分析	(111)
第五节 机构的组成原理及平面机构的结构分类	(17)	习题	(111)
第六节 平面机构中的高副低代	(18)	第六章 动力学基础和机构动力学	
习题	(20)	问题	(114)
第二章 构件受力分析	(23)	第一节 动力学的有关基本概念	(114)
第一节 静力学基本概念与公理	(23)	第二节 达朗贝尔原理与构件惯性力的确定	(117)
第二节 机构中的约束与约束反力	(26)	第三节 平面机构的动态静力分析	(120)
第三节 受力图	(30)	第四节 回转件的平衡	(123)
习题	(32)	习题	(131)
第三章 平面机构的静力分析	(34)	第七章 动能定理和机械速度波动的调节	(132)
第一节 平面汇交力系的合成与平衡	(34)	第一节 动能定理	(132)
第二节 平面力对点的矩 力偶理论	(37)	第二节 功率和功率方程	(135)
第三节 平面一般力系	(40)	第三节 机械的运动方程式	(137)
第四节 考虑摩擦的力平衡问题 自锁	(45)	第四节 机械运转速度波动及其调节	(141)
第五节 运动副中的摩擦 机械效率	(50)	习题	(146)
习题	(56)	第八章 凸轮机构设计	(148)
第四章 机械中空间力系分析	(61)	第一节 凸轮机构的应用和分类	(148)
第一节 空间力系实例	(61)	第二节 从动件常用的运动规律	(152)
第二节 力在空间直角坐标轴上的投影	(61)	第三节 用图解法设计凸轮轮廓	(157)
第三节 力对轴之矩	(63)	第四节 用解析法设计盘形凸轮轮廓	(163)
第四节 空间力系的平衡方程	(64)	习题	(173)
第五节 平行力系中心和重心	(69)	第九章 齿轮机构及其设计	(175)
习题	(72)	第一节 齿轮机构的分类及应用	(175)
第五章 平面机构的运动分析	(75)	第二节 齿轮啮合基本原理	(177)
第一节 点的运动	(75)		

第三节	渐开线及渐开线齿廓的传动特性	(179)	第十一章	平面连杆机构设计	(273)
第四节	渐开线标准直齿圆柱齿轮的基本参数及基本尺寸	(184)	第一节	概述	(273)
第五节	渐开线标准齿轮啮合传动	(190)	第二节	连杆机构的几个工作特性分析	(280)
第六节	渐开线齿廓切削加工原理	(193)	第三节	用图解法设计平面连杆机构	(286)
第七节	齿条刀具加工的外啮合直齿渐开线圆柱齿轮传动	(197)	第四节	用实验法设计平面连杆机构	(292)
第八节	渐开线圆柱齿轮传动的质量指标	(221)	第五节	用解析法设计平面连杆机构	(295)
*第九节	变位系数的选择	(227)	习题	.....	(298)
第十节	平行轴斜齿圆柱齿轮机构	(229)	第十二章	其他常用机构	(301)
第十一节	蜗杆蜗轮机构	(238)	第一节	万向联轴节	(301)
第十二节	直齿锥齿轮机构	(244)	第二节	螺旋机构	(302)
习题	.....	(248)	第三节	棘轮机构	(304)
第十章	轮系设计	(249)	第四节	槽轮机构	(307)
第一节	轮系的分类	(249)	第五节	不完全齿轮机构	(310)
第二节	定轴齿轮系的传动比	(251)	第六节	非圆齿轮机构	(312)
第三节	行星齿轮系的传动比	(254)	第七节	凸轮式间歇运动机构	(315)
第四节	组合行星齿轮系的传动比	(257)	*第八节	组合机构简介	(315)
第五节	轮系的功用	(258)	习题	.....	(316)
*第六节	行星轮系的类型选择	(263)	第十三章	机构的选型和组合应用	(317)
第七节	简单行星轮系各轮齿数的确定	(264)	第一节	研究机构选型和组合应用的 目的和内容	(317)
*第八节	几种新型行星传动简介	(266)	第二节	机构的组合设计	(317)
习题	.....	(270)	参考文献		(321)

绪 论

一、本课程研究的对象

本课程以机构和机器为研究对象。

机器的种类很多,其结构、性能和用途都各不相同。例如图 0-1 所示的内燃机,其主体部分是由曲轴 4、连杆 3、活塞 10 和缸体 11 等组成。燃气在缸体内腔燃烧膨胀而推动活塞移动,再通过连杆带动曲轴绕其轴心转动。为使曲轴能连续转动,必须定时送进燃气、排出废气,这是由缸体的两边所装置的凸轮 7、推杆 8 等定时启闭进、排气门来实现的。齿轮 1、18 将曲轴 4 的转动传给凸轮 7,使进、排气门的启闭与活塞 10 的移动位置建立起一定的配合关系。以上各实物协

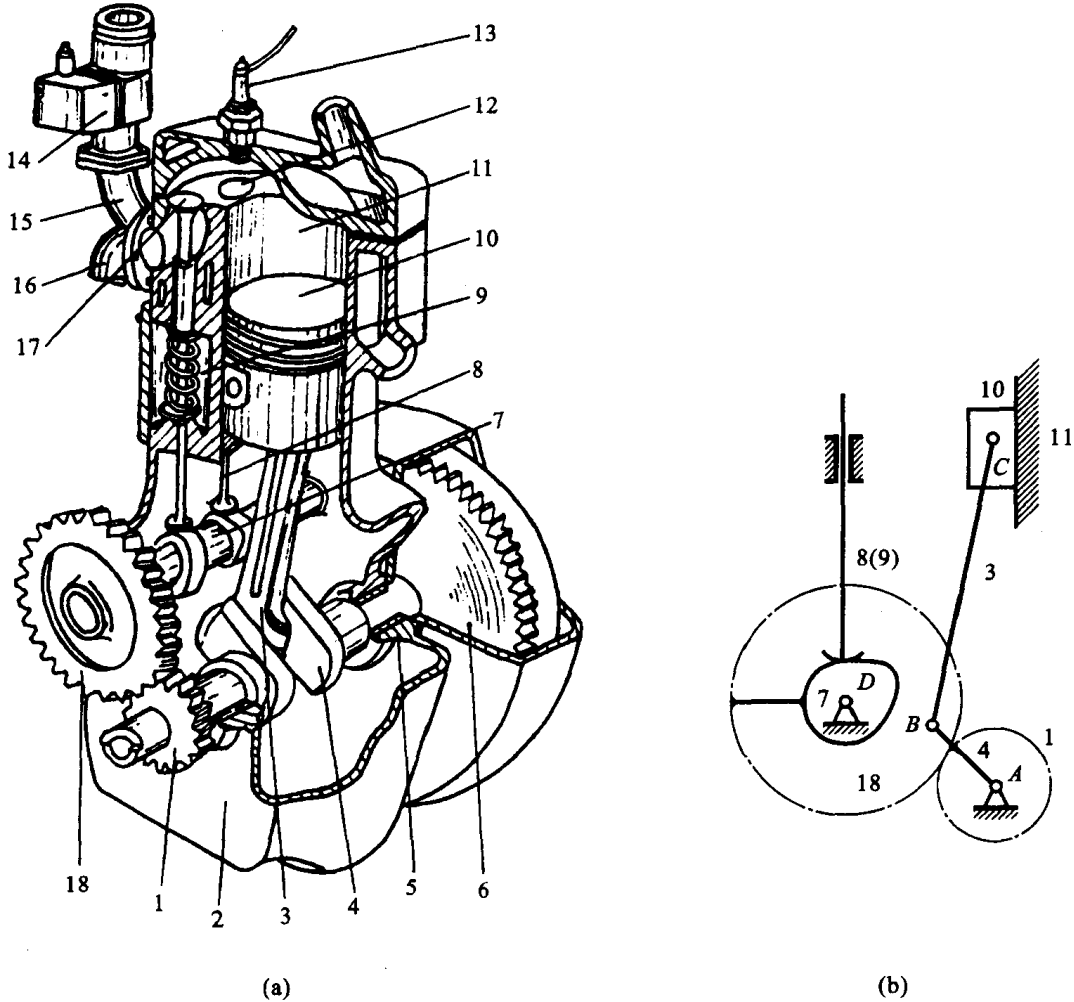


图 0-1

同工作,将热能转变为机械能,使曲轴4输出运动,作出有用的机械功。

又如我们在金工实习中所见到的牛头刨床,电动机的转动经带传动、齿轮传动和一个导杆机构变为刨头上刨刀的往复直线移动,从而产生刨削动作。同时,动力还通过其他辅助部分带动丝杠间歇回转,使工作台作横向移动,从而实现工件的进给动作。牛头刨床靠各实物之间的协调动作,实现对工件的刨削加工,作出有用的机械功。

从上面所举的两例可见,虽然各种机器的构造、性能及用途不同,但是从它们的组成、运动和功能来看却存在如下三个共同特征:

(1) 它们是人造的实物的组合;

(2) 它们各部分之间具有确定的相对运动;

(3) 它们用来代替或减轻人类的劳动,完成有用的机械功(如起重机、金属切削机床)或转换机械能(如内燃机、发电机)。

凡同时具有以上三个特征的称为机器;仅具备前两个特征的则称为机构。由图0-1可知,内燃机为机器,它由曲柄滑块机构、凸轮机构和齿轮机构等组成。由此可见,机器主要由机构组成,但从构成和运动的观点看,机器和机构并无区别。在工程上,通常又把机器和机构统称为机械。

从功能上看,机构与机器的根本区别在于机构的主要功能是传递运动和力,而机器的主要功能除能传递运动和力之外,还能变换机械能或完成有用的机械功。

随着科学技术的发展,“机器”一词的含义已有所改变。对于现代机器,则可定义为:“机器是执行机械运动的装置,用来变换或传递能量、物料与信息,以代替或减轻人的体力和脑力劳动。”

根据用途不同,现代机器可分为动力机器(电动机、内燃机等)、加工机器(金属切削机床、织布机等)、运输机器(升降机、汽车等)、信息机器(机械积分仪等)等。另外,还将无人直接参与而能按一定程序自动完成某些生产工艺过程的单机,称为自动机,如自动机床等;将通过自动运输装置联接起来,且能自动完成生产过程的自动机群和控制系统的组合,称为自动线,如箱体生产自动线等。

对于机构,其含义也随着科学技术的发展而有所变化。如果机构中除刚体外,液体或气体也参与运动的变换,则该机构相应称为液压机构或气动机构。

一台完整的机器一般由原动部分、传动部分和执行部分所组成。如载重汽车,内燃机是其原动部分,车轮是其执行部分,离合器、变速箱、传动轴、差速器等是其传动部分。

对于自动机,除上述三部分外,还需有自动控制部分,如数控机床的数控系统等。

各种机械中普遍使用的机构称为常用机构,如连杆机构、凸轮机构、齿轮机构、齿轮系和间歇运动机构等。

二、机械设计的基本要求和一般程序

机械设计是指规划和设计实现预期功能的新机械或改进原有机械的性能。

设计机械应满足的基本要求是:在满足预期功能的前提下,性能好、效率高、成本低,在预定使用期限内安全可靠,操作方便、维修简单和造型美观等。

机械设计的过程是一个创造与继承相结合的过程。机械设计没有一成不变的程序,应根据具体情况而定。这里仅介绍一般设计程序。人们经过长期的实践和总结,将广泛实施和应用的设计程序归纳成图0-2所示的框图程序。

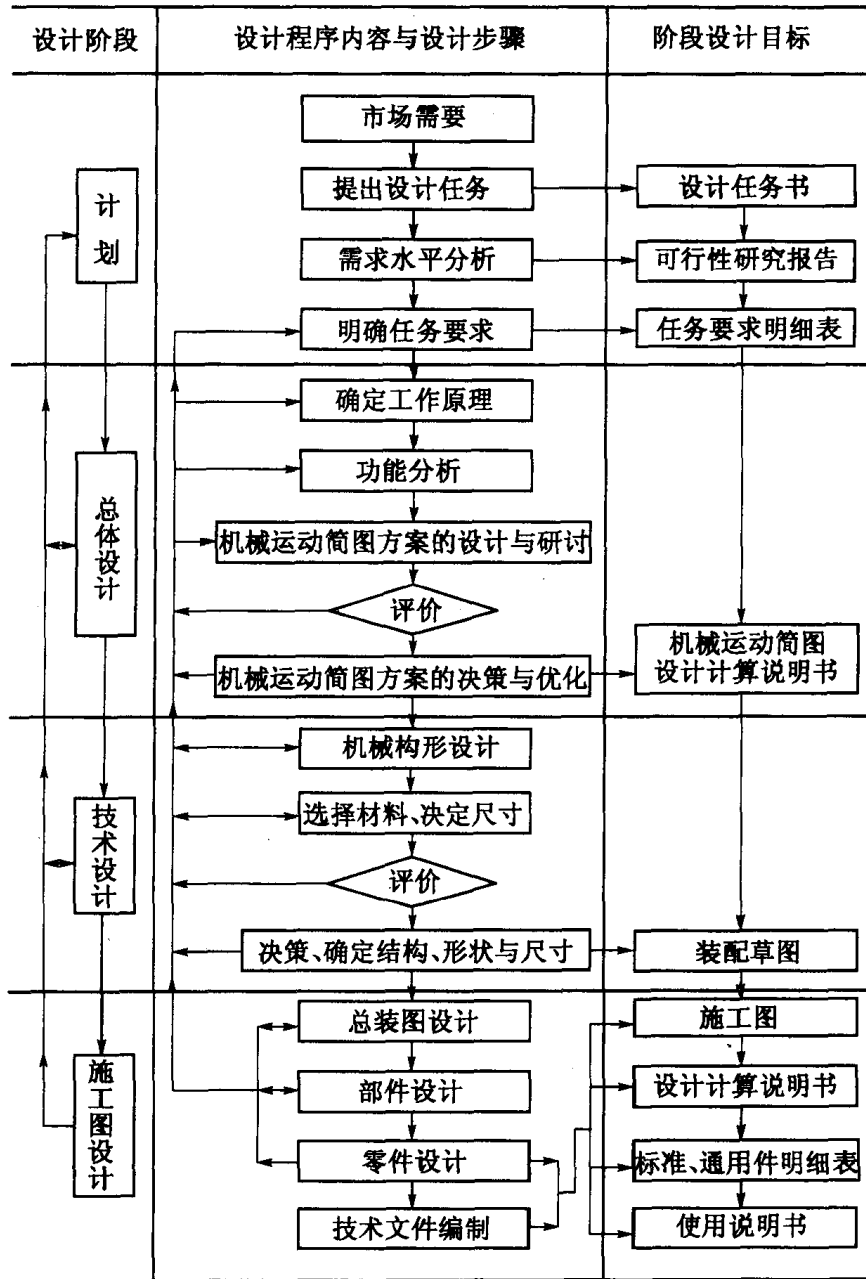


图 0-2 机械设计的一般程序框图

各设计阶段扼要说明如下：

1. 计划阶段

核心是设计任务的可行性研究。要根据市场需要,进行技术经济分析论证。如果论证结论为可行,则要将设计任务具体化。

2. 总体方案设计阶段

核心是确定工作原理及拟定整机机械运动简图。本阶段是整个设计成败的关键,必须通过多方案的讨论与评价后,再慎重决策。同时应确定相关的辅助系统的具体设计方案。

3. 技术设计阶段

核心是根据确定的总体方案确定整机和主要零部件的结构、材质、形状和基本尺寸。

4. 施工图设计阶段

核心是按方案设计和设计的原则要求,完成技术文件编制,绘制总装图、部件图和零件图。

应当注意,以上四个阶段在设计过程中往往是交叉进行的,后一阶段的设计结果必须反馈到前面各阶段,以便反复修正和改进设计。试制的样机还需再经全面的技术经济评价,并继续完善,直至鉴定通过,方可正式投产。

三、本课程的主要内容

本课程的主要内容可归纳为“分析”和“综合”两大类问题。所谓分析,就是对已有机器或机构在组成、运动和动力等方面作分析,以了解和掌握机器或机构的运动和动力特性。所谓综合,就是按照给定的运动和传力等方面的要求,选择机构类型(包括创造新机构),并设计出构件的运动尺寸。由于它不涉及强度计算、材料选择和具体的结构形状等问题,故机构的综合实质上是机构运动简图设计,简称机构设计。分析与设计虽然出发点和目的不同,但是在解决机器或机构问题时,二者往往是紧密相关的。“分析”与“综合”是思维的两个不同层次,“分析”是基础,“综合”则是依靠分析的结论所作的归纳和决策。在工程设计中,“分析”和“综合”更是两个频繁交替使用的设计手段,只有通过分析,才能评价综合的优劣,即分析也是为综合服务的。另外,分析中还孕育着设计的基本知识。

在本教材中,首先介绍平面机构的“结构分析”,研究机构的组成要素和组成原理,判断机构运动的可能性以及机构具有确定运动的条件,为合理组成各种机构或创造新机构找出基本规律。之后,按照力学原理来组织机构“静力分析”、“运动分析”和“动态静力分析”等机械动力学的有关内容,而且将这些内容作为基本力学原理的应用实例加以介绍,但方法则采用“机械原理”的方法,从而使传统的“理论力学”与“机械原理”的相关内容有机结合,融为一体,达到避免重复,统一方法之目的。在此基础上,本教材介绍常用基本机构的分析与设计,各种常用机构的类型、功用和特点;分析各种机构的传动特性;讨论机构在满足给定运动和传力要求时的运动尺寸的设计方法。最后,本教材介绍“机构的选型和组合应用”,为课程设计(即机械运动简图设计)准备好基础知识。

解决分析与综合的方法,主要有图解法和解析法,此外还有实验法。图解法几何概念清晰,直观易懂,但精度低,并有一定局限性,在其解决问题的过程中,侧重于形象思维及其推演,主要用于阐明机构分析与设计的原理,并为解析法建立数学模型奠定基础;解析法的重点放在如何建立机构分析与设计的数学模型,常用于计算机辅助设计及求解工程问题的通用性要求,计算比较繁复,应用计算机可使计算变得快捷,而且精确度高,在其解决问题的过程中是侧重于逻辑思维及其推演。“没有逻辑分析便不能进步;没有形象思维便不能起步。”^①因此这两种方法在设计中兼容并存,相得益彰。另外,实验法也是一种很重要的可靠的设计方法。

随着科学技术迅猛发展,新的研究课题日益繁多,新的研究方法日新月异,诸如自动控制机构、机器人机构、仿生机构、柔性及弹性机构等的研制,都使机构设计研究高速发展。本课程作为

^① 雷天觉:《全国第四届机构创造发明学术会议论文选集》,序言,1990。

一门基础课程,着重于打好基础,教材在内容上偏重有关机械力学的最基本的知识和机构分析与设计的最基本的原理和方法的介绍。但随着科学技术的发展,其内容也应不断更新与发展,以适应培养人才的需要。

四、本课程的作用、地位和学习方法

本课程在教学中起承前启后的作用。本课程的先修课程是高等数学、物理、机械制图及计算机应用等。它又为学习材料力学、机械设计等专业基础课以及其他专业课打下必要的基础,是一门主干基础课程。它的任务是使学生具有初步拟定机构系统运动方案、分析和设计机构的能力。它在培养高级应用型工程技术人才的整体要求中,起到培养设计能力和开发创造能力的作用。

由于专科教育应贯彻“以应用为主线”的原则,突出一个“用”字,因此,学习本课程时不仅要学好力学基础知识,为进一步学习材料力学及专业课打好基础,而且还必须多接触一些实物、模型,看一些教学录像片,仔细观察机械工作和运动的情况,对各种机构有直观印象,从而避免了理论知识与实际应用的脱节。

由于专业机械种类繁多,本课程只能对这些机械的一些共性问题 and 常用机构进行较为深入的探讨,所以,我们不能期望在学完本课程后就能承担某种机械的全部设计任务。但是,它对于完成这些任务提供了必不可少的知识基础。所以,在学习本课程时,一方面要着重搞清基本概念,理解基本原理,掌握机构分析和综合的基本方法;另一方面也要注意这些原理和方法在机械工程上实际应用的范围和条件,要有一定的工程观点,例如选择与比较的观点,实验根据与理论分析结合的观点等等。

做适量的习题也是学好本课程的重要环节。首先要了解如何从生产实际中提炼出理论问题,再用学到的理论、研究方法进行求解,最后得到符合实际需要的结果。

实验课是加深基本概念理解和培养基本技能的重要环节,需要严肃认真地进行操作,审慎细致地取得数据,培养严谨的工作作风。

课程设计是学生的第一次设计实践,也是本课程后续的重要环节,只有通过这一环节才能懂得如何进行整机机构运动简图的设计,才能综合运用和巩固所学的机构设计知识。在设计过程中要严格按照《指导书》的规范要求完成设计。

第一章 平面机构的结构分析

第一节 机构结构分析的内容及目的

如绪论所述,机器中机构的各部分之间是具有确定的相对运动的,因此,在着手设计新机构时,我们首先应判断所设计的机构能否运动;如果能运动,我们还须判断在什么条件下才具有确定的相对运动。研究机构结构的目的之一就在于探讨机构是怎样组成的,以及在什么条件下机构才具有确定的运动。

本课程中要介绍机构的运动分析和动力分析,然而现今应用的机构种类型式极多,要将其按结构分类,才便于对同一类机构用相似的方法进行分析。所以对机构的结构进行分类是研究机构结构的另一个目的。

由此可见,机构的结构分析是机构运动分析和动力分析及机构综合的必要前提。

第二节 机构的组成

一、构件

由于机构是相互之间具有确定相对运动的实物的组合体,这些实物组合中,有的是单一的整体,如图 1-1 所示曲轴;有的则是由几个实物刚性组合而成,如图 1-2 所示的连杆,是由分开制造的连杆体、连杆盖、螺栓、螺母等组成。这些制造时不可再分的曲轴、连杆体等,就是制造单元,称作零件。而刚性组合在一起的各个零件之间没有相对运动时,则它们共同组成为一个运动单元,称为构件,如连杆。由此可知,构件可能是一个零件,也可能是几个零件刚性组合在一起而形成的。

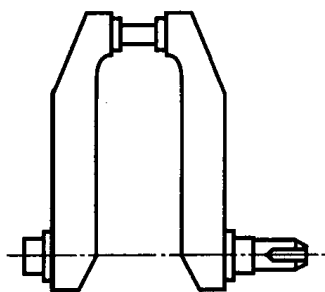


图 1-1

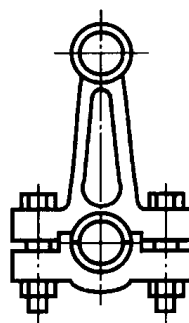


图 1-2

二、运动副及其分类

两构件直接接触组成能相对运动的联接称为运动副。如图 1-3 所示的轴 1 与轴承 2 的活动联接和图 1-4 所示的轮齿 1 与轮齿 2 的啮合(接触动联接)都构成了运动副。两构件之间构成的运动副,不外乎是通过点、线、面的接触来实现的。这些构成运动副的点、线、面称为运动副元素。我们把两构件通过点或线接触而构成的运动副统称为高副;两构件通过面接触而构成的运动副称为低副。

按照机构的运动范围,可以将机构分为平面机构和空间机构。我们把所有构件都在同一平面或相互平行的平面内运动的机构称为平面机构,其中的运动副称为平面运动副;当构件之间相对运动为空间运动时相应地称为空间机构和空间运动副。本书仅研究平面机构及其运动副。平面机构中的运动副有转动副、移动副和平面高副。

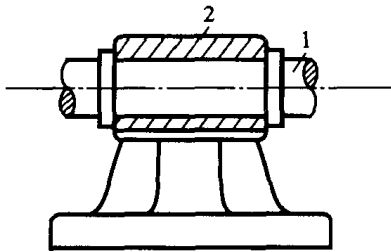


图 1-3

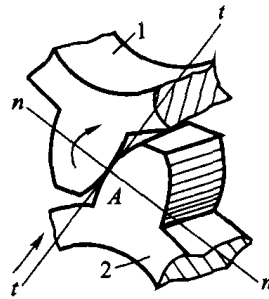


图 1-4

1. 转动副(回转副)

两个构件上运动副元素是圆柱面,其相对运动为转动,这种运动副就是转动副(或称回转副、铰链)。如图 1-3 所示,转动副中轴承 2 是固定的,两构件中有一个是固定的,称为固定铰链。若两个构件都不是固定的,就称为活动铰链,如图 1-5 所示。

2. 移动副

运动副元素也是面,两构件相互间只能作相对直线移动,这种运动副称为移动副,如图 1-6 所示。

转动副、移动副都是属于低副。

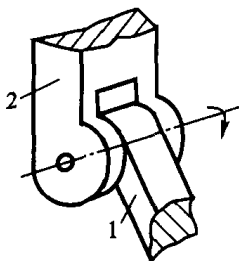


图 1-5

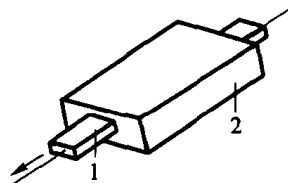


图 1-6

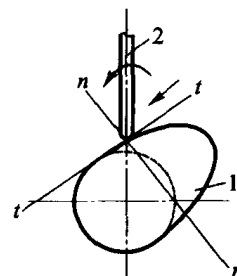


图 1-7

3. 高副

由于本书中主要研究平面机构,故以下是研究平面高副,并且简称为高副。如图 1-4 所示由两齿轮轮齿所构成的运动副,还有如图 1-7 所示的凸轮和推杆所构成的运动副都是属于高副。两构件之间既有相对转动,又有沿接触点切线方向的相对移动。

此外,常用的运动副还有如图 1-8a 所示的球面副(两构件相对运动为球面运动),图 1-8b 所示的螺旋副(两构件相对运动为螺旋运动)。这两种运动副都属于空间运动副。

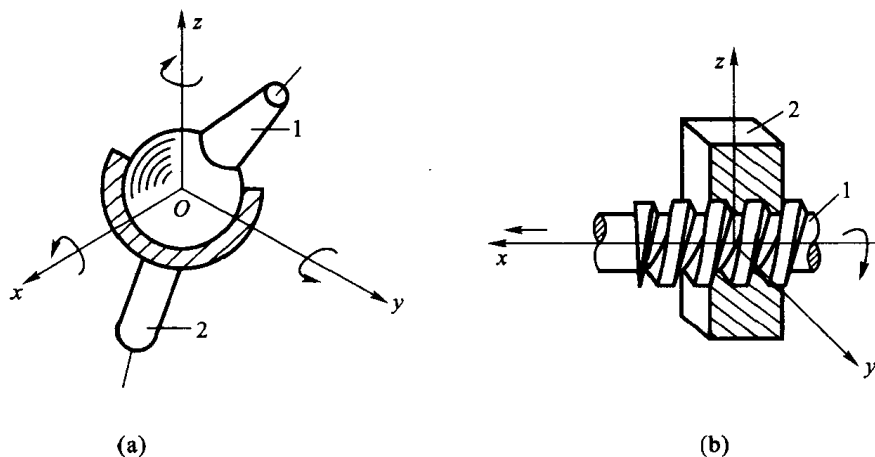


图 1-8

三、运动链

若干构件通过运动副联接起来所构成的系统称为运动链。

运动链分为闭式运动链和开式运动链两种类型。如果组成运动链的每个构件至少包含两个运动副元素,这种运动链便称为闭式运动链,如图 1-9c、d 所示。如果运动链中有的构件只包含一个运动副元素,如图 1-9a、b 所示,则称为开式运动链。生产中通常应用的机械多属闭式链,少数机械也有采用开式链的,如机器人机构、机械手等。本书仅研究闭式运动链。

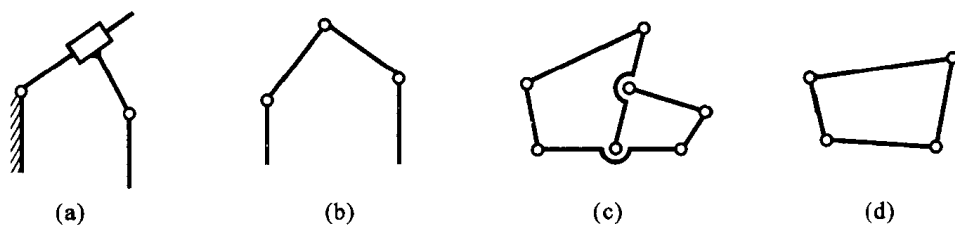


图 1-9

四、机构

将运动链中的一个构件加以固定成为机架,则这种运动链便成为机构。机架的其余构件均相对于机架而运动。不能运动或无规则乱动的运动链则不能成为机构。

研究机构运动时,需要有一个参考坐标系,一般情况下,我们可以用机架作为参考坐标系,即假定机架是静止的。在机构中,按给定的运动规律运动的构件称为原动件。通常,原动件也是驱