

机械设计基础

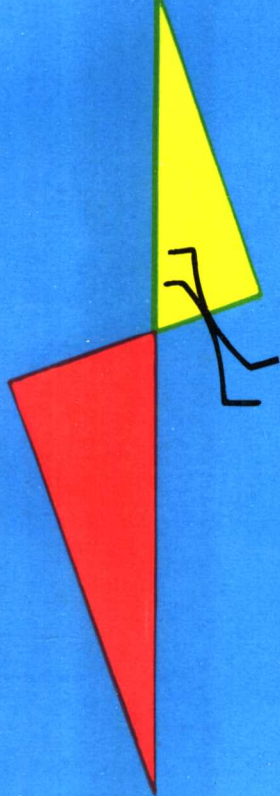
(上)

傅则绍

卢子馨

主编

石油大学出版社



高等学校教材

机械设计基础

(上册)

主编 江苏工业学院图书馆
藏书章

西安石油学院
新疆石油学院
石油大学(华东) 合编
西南石油学院
大庆石油学院

石油大学出版社

鲁新登字 10 号

内 容 提 要

本书是受石油高校机械基础学科教学指导委员会的委托,根据国家教育委员会 1987 年批准的《机械设计基础(原名机械原理及机械零件)教学基本要求》、按 120 参考学时量编写的。

全书分上、下两册出版,上册为机械原理教程,共分十一章,包括绪论、平面机构的结构分析、平面机构的运动分析、机械速度波动的调节、回转构件的平衡、平面连杆机构、凸轮机构、齿轮机构、轮系、其他常用传动机构、机械传动系统的综合。除绪论外,各章末均附有习题。

本书可作为高等工科院校近机类专业的教材,也可作为机械类专业学时约为 60 左右的机械原理课程的教材,亦可供有关专业的师生及工程技术人员参考。

机 械 设 计 基 础

(上)

*

石油大学出版社出版

(山东省东营市)

新华书店发行

石油大学出版社微机室排版

山东省东营新华印刷厂印刷

*

开本 850×1168 1/32 8.75 印张 226 千字

1994 年 9 月第 1 版 1994 年 9 月第 1 次印刷

印数 1—4000 册

ISBN 7-5636-0559-2/TH·17

定价:8.40 元

前 言

我们受石油高校机械基础学科教学指导委员会的委托编写了这本教材,作为“机械设计基础”课程的教科书。

本书是根据国家教育委员会1987年批准的《机械设计基础(原机械原理及机械零件)课程教学基本要求》(以下简称《教学基本要求》)编写的。

《教学基本要求》指出:本课程“适用于对机械原理、机械设计有一定要求但课程时数有限的一类专业。若时间许可,建议分设机械原理、机械设计两门课”。考虑到目前国内多数院校机械类专业的机械原理、机械设计虽分别授课,但学时都较少。为此,本书分两册出版,上册为机械原理教程,下册为机械设计教程。这样,既可以分开独立使用,也可以合起来使用,以适应各院校不同的教学情况与需要。

本书的编写,着重于讲清基本概念、基本理论和基本方法,着眼于培养学生分析问题和解决问题的能力。在编写时既注意吸收国内外同类教材的优点,又注意充分反映编者本身的教学经验。并根据学生的实际水平,力求做到深入浅出,举一反三,使教材具有更好的适用性和启发性,既便于教,又便于自学。

本书编写者有:西安石油学院傅则绍、王鸿飞(第一、八章);新疆石油学院杨爱民、多而肯(第二章);石油大学(华东)卢子馨(第三、四、五、六章)、崔学政(第十一章)、西南石油学院刘登莲(第七、十章)和大庆石油学院徐步云(第九章)。由傅则绍、卢子馨担任主编。

本书承石油高校机械基础学科教学指导委员会主任、西南石油学院教授张本奎和国家教育委员会机械原理课程教学指导小组

委员、西北工业大学教授陈作模审阅,他们提出了许多宝贵意见,我们在此深表感谢。

由于水平所限,书中漏误、不妥之处在所难免,恳切希望有关教师和读者批评指正。

编 者

一九九四年四月

目 录

第一章 绪论	(1)
§ 1-1 引言	(1)
§ 1-2 本课程的基本内容	(5)
§ 1-3 学习本课程的目的	(6)
§ 1-4 机械设计的一般原则和程序	(6)
第二章 平面机构的结构分析	(9)
§ 2-1 机构的组成	(9)
§ 2-2 平面机构的自由度及其具有确定运动的条件	(14)
§ 2-3 计算平面机构自由度时应注意的事项	(16)
§ 2-4 机构运动简图	(22)
第三章 平面机构的运动分析	(36)
§ 3-1 机构运动分析的目的及方法	(36)
§ 3-2 速度瞬心及其在平面机构速度分析中的应用	(37)
§ 3-3 用相对运动图解法进行平面机构的速度和加速度分析	(44)
§ 3-4 机构的运动线图	(58)
第四章 机械速度波动的调节	(63)
§ 4-1 机械速度波动的原因及其调节的目的	(63)
§ 4-2 机械周期性的速度波动及其调节	(65)
§ 4-3 机械运转的平均角速度和不均匀系数	(66)
§ 4-4 飞轮设计	(67)
§ 4-5 非周期性速度波动及其调节	(71)

第五章 回转构件的平衡	(76)
§ 5-1 回转构件平衡的目的	(76)
§ 5-2 回转构件的静平衡	(77)
§ 5-3 回转构件的动平衡	(80)
第六章 平面连杆机构	(87)
§ 6-1 平面连杆机构的基本类型及其应用	(87)
§ 6-2 平面四杆机构的演化	(94)
§ 6-3 平面连杆机构的基本知识	(101)
§ 6-4 平面四杆机构的设计	(108)
第七章 凸轮机构	(123)
§ 7-1 凸轮机构的应用及其分类	(123)
§ 7-2 推杆常用的运动规律	(127)
§ 7-3 凸轮轮廓曲线的设计	(133)
§ 7-4 设计凸轮机构应注意的问题	(142)
§ 7-5 圆柱凸轮轮廓曲线的设计	(148)
第八章 齿轮机构	(152)
§ 8-1 齿轮机构的特点和分类	(152)
§ 8-2 齿廓啮合基本定律	(154)
§ 8-3 渐开线及渐开线齿廓传动	(156)
§ 8-4 渐开线标准齿轮各部分的名称和尺寸	(161)
§ 8-5 渐开线标准齿轮的啮合传动	(166)
§ 8-6 渐开线齿廓的切制原理	(173)
§ 8-7 渐开线齿廓的根切现象与渐开线标准齿轮 不发生根切的最少齿数	(179)
§ 8-8 变位齿轮简介	(181)
§ 8-9 斜齿圆柱齿轮机构	(184)
§ 8-10 蜗杆蜗轮机构	(196)
§ 8-11 直齿圆锥齿轮机构	(200)
第九章 轮系	(208)

§ 9-1	定轴轮系的应用及传动比计算	(209)
§ 9-2	周转轮系的应用及传动比计算	(214)
§ 9-3	复合轮系传动比的计算	(220)
§ 9-4	其他类型行星传动简介	(222)
第十章 其他常用传动机构		(232)
§ 10-1	槽轮机构	(232)
§ 10-2	棘轮机构	(236)
§ 10-3	不完全齿轮机构	(242)
§ 10-4	万向联轴节	(244)
§ 10-5	组合机构	(246)
第十一章 机械传动系统的综合		(250)
§ 11-1	机械传统系统方案的拟定	(250)
§ 11-2	机构的选型与机构的组合	(258)
§ 11-3	机械传动系统综合的实例	(264)
主要参考文献		(272)

第一章 绪 论

§ 1-1 引 言

“机械设计基础”原名“机械原理及机械零件”，它是一门培养学生具有一定机械设计能力的技术基础课。为了帮助学生更好地了解本课程，首先介绍一些有关的名词术语。

一、零件

任何一部机器都是由许多单元所组成。如将机器进行拆卸，拆到不可再拆的最小单元就是零件。所以，从机器制造的观点来说，零件是最小的制造单元。

二、构件

一个构件通常由许多零件所组成，如图 1-1 所示的连杆，它是

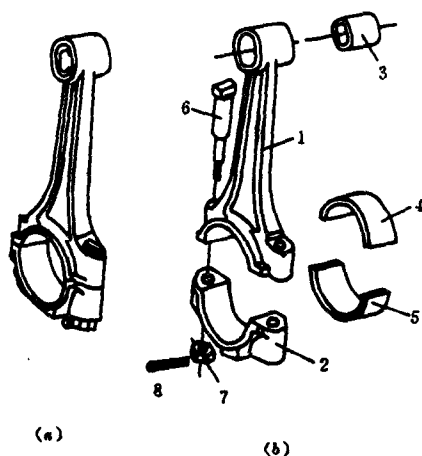


图 1-1

由连杆体 1、连杆头 2、轴瓦 4 和 5、螺栓 6 和螺母 7 等许多零件组成的。

构件是将这些零件刚性地联接在一起,使各零件之间没有相对运动,形成一个刚性系统,在机器运转时作为一个最小的运动单元而整体运动。有的构件也可以是一个零件,如图 1-2 所示的曲轴就是一个构件。

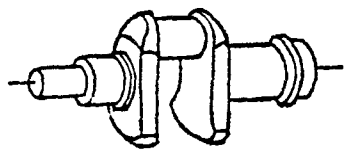


图 1-2

三、机构

机构是由许多构件组成的,各构件相互之间具有一定的相对运动。机构用以传递运动或改变运动的形式。如图 1-3 所示的齿轮机构,就是将轴 1 的回转运动传递给轴 2。图 1-4 所示的凸轮机构,就是将凸轮 1 的回转运动改变为推杆 2 的往复直线运动。而图 1-5 所示的连杆机构,则是将曲柄 1 的回转运动转变为摇杆 3 的往复摆动。

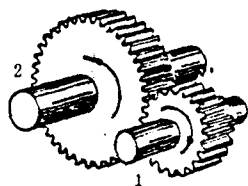


图 1-3

四、机器

机器是由许多机构组成的。机器的类型虽然很多,但组成机器的常用机构的类型却是有限的。如我们常见的内燃机、抽油机、起重机、车床……等机器,都是由连杆机构、齿轮机构、凸轮机构等几种常用机构组成的。如图 1-6 所示的内燃机含有由气缸 1、活塞 2、连杆 3 和曲轴 4 所组成的连杆机构;由小齿轮 5 和大齿轮 6 所

组成的齿轮机构；以及由凸轮轴 7 和阀门推杆 8 所组成的凸轮机构等。而图 1-7 所示的游梁式抽油机则含有皮带轮机构 2、齿轮箱 3 中的齿轮机构以及由曲柄 4、连杆 5 和摇杆 6 所组成的连杆机构。

机器的作用在于：完成有益的机械功，包括改变工件的外形、性质或空间位置等，或完成能的转变。如上述的内燃机是将热能转变为机械能，而抽油机则是利用机械能完成有益的机械功。

五、机械

一般常将机构与机器统称为机械。

综上所述，由许多零件组成一构件，由许多构件组成一机构，由许多机构组成一机器。

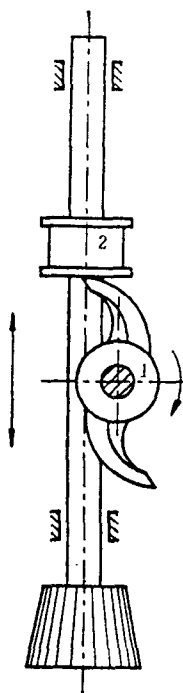


图 1-4

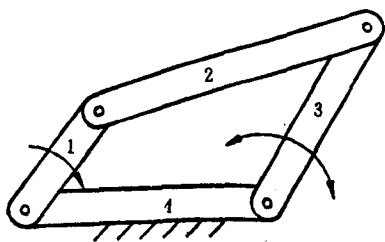


图 1-5

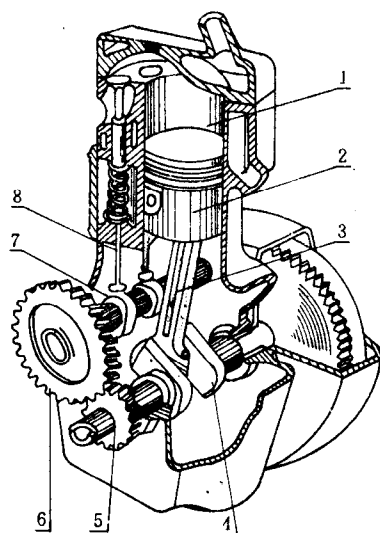


图 1-6

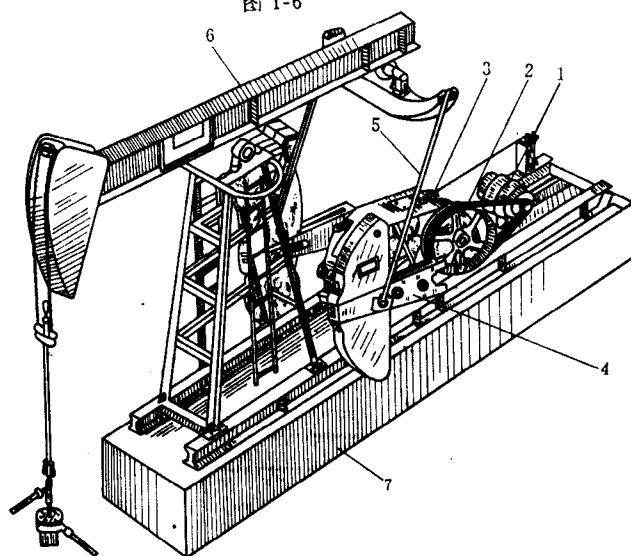


图 1-7

§ 1-2 本课程的基本内容

本课程包含机械原理和机械零件两部分,分两册出版,本册为机械原理部分,另册为机械零件即机械设计部分。

一、原理部分的主要内容

1. 机构的组成原理以及机械传动系统的综合

研究构件组成机构的原理、机构具有确定运动的条件,以及如何将各种机构综合成机械传动系统。

2. 常用传动机构的分析与设计

对常用传动机构的运动和工作特点进行分析,并根据运动要求、动力性能和工作条件来设计常用传动机构。

3. 有关机械动力学问题的研究

研究机械运转时速度波动的调节、回转构件离心惯性力平衡等。

二、零件部分的主要内容

1. 通用零件的设计与选用

机械零件根据其使用范围的不同可以分成两类:一类是广泛应用于各种机械的通用零件,如螺钉、键、销、弹簧、齿轮、轴……等;另一类是仅用于某些机械的专用零件,如洗衣机的波轮、风扇的叶片……等。本书只介绍通用零件的设计与选用问题,它包括零件的材料选择、零件工作能力的设计与结构设计、以及标准零、部件的选用等。

2. 标准、规范、资料的使用

扼要介绍国家标准和有关规定、手册、图册等资料的知识及使用方法。

§ 1-3 学习本课程的目的

按照国家教育委员会批准的机械设计基础课程教学基本要求的规定,本课程的主要任务是培养学生:

1. 掌握机构的结构、运动特性和机械动力学的基本知识,初步具有分析和设计基本机构的能力,并对机械运动方案的确定有所了解。

2. 掌握通用机械零件的工作原理、特点、维护和设计计算的基本知识,并初步具有设计机械传动装置和简单机械的能力。

3. 具有运用标准、规范、手册等有关技术资料的能力。

随着科学技术的进步,生产必然向着机械化和自动化方向发展,机械设备在各个生产部门是必不可少的。作为一个工程技术人员在工作中总会遇到设计、制造和运用机械设备,或改进机械设备的问题。因此,作为一个工科的大学毕业生具备有教学基本要求中所规定应达到的能力是完全必要的。

机械设计基础在教学计划中是一门技术基础课,是介于基础课与专业课之间承上启下的一门课程。本课程的先修课程为高等数学、物理、力学和机械制图等。通过本课程的学习,又为学好机械方面的后续课程提供必要的基础。

§ 1-4 机械设计的一般原则和程序

一、机械设计的一般原则

机械的种类虽然繁多、功用各异,但任何机械的设计一般都应遵循以下的基本原则:

1. 满足使用的要求

满足使用的要求,就是要求所设计的机械,能有效地执行预期的全部功能。这里包括执行功能的可能性和可靠性两个方面:一方

面要使机械能够按照预期的技术要求,准确地执行全部功能;另一方面要使机械在预定的寿命期限内可靠地进行工作,而未丧失功能。

2. 满足经济性的要求

经济性是一个综合指标,它体现在设计、制造和使用的整个过程中。在设计、制造上要求成本低、生产周期短;在使用上要求生产率高、适用范围广、节约能源、减少辅助材料消耗以及维护费用低廉等。

3. 满足工艺要求

在不影响机械工作性能的前提下,应使机械的结构尽可能简单,力求用简单的机构代替复杂的机构去完成同样的工作。优先采用标准零、部件,尽量减少制造、装配的劳动量,力求装拆、维修方便。

4. 满足劳动保护的要求

要便于安全操作,最大限度地减少工人操作时体力和脑力的消耗,努力改善操作环境。

5. 满足其他特殊的要求

不同类型的机械,各自都有其特殊的要求,例如钻采机械要求便于安装、拆卸和运输;飞机要求重量轻,而机床则要求长期保持精确度等,这些特殊要求的满足,也应作为设计的基本原则。

二、机械设计的一般程序

机械的种类不同,其设计的步骤和方法也不尽相同。一般说来,机械设计的程序大致如下:

1. 选定机械的工作原理

机械的工作原理是实现预期功能的根据。同样的预期功能,可以采用不同的工作原理来实现。例如齿轮的加工,既可以采用滚刀滚制的滚切原理,也可以采用插齿刀插制的原理。显然,所采用的机械工作原理不同,所设计出的机械也不一样。

2. 进行机械的运动设计

根据选定的机械工作原理,选择合适的机构,拟定机构的组合方式,进行机械的运动设计,最后绘出能够表达运动传递情况的机构运动简图。

3. 进行机械的动力设计

运动设计完成之后,可以根据机械的运动参数和机械所受的载荷,进行受力分析,确定各构件受力的大小以作为进行零件结构设计和强度、刚度计算的依据。

4. 进行零件的工作能力设计和结构设计

动力设计完成之后,应根据机械的受力情况,选择适当的材料,按预期的使用寿命,进行零件结构和尺寸的设计,把机构的运动简图进一步设计为机械的装配图,并完成零件图及其它技术资料。

需要指出的是,上述程序不能截然分开,往往是交叉进行,边设计边修改,多次反复,直到完全符合设计要求为止。

第二章 平面机构的结构分析

机构可分为平面机构和空间机构。当所有构件均在同一平面或在几个相互平行的平面内运动时,称为平面机构,否则称为空间机构。目前工程上常用的机构大多数为平面机构,因此,本课程只讨论平面机构。

本章所研究的基本内容:

1. 机构的组成原理及其具有确定运动的条件

如前章所述,机构是具有确定运动的构件组合体。由构件组成机构时,如何才能使各构件之间具有相对运动,又如何保证这种相对运动是确定的,这就是本章所要介绍的主要问题。

2. 机构运动简图的绘制

在设计新机械或对现有机械进行分析研究时,首先必须用简单的线条和规定的符号,绘制出能够表示机构运动情况的所谓机构运动简图。正确地绘制机构运动简图,是机构结构分析必不可少的内容,也是机械工程技术人員必须具有的基本技能。

§ 2-1 机构的组成

一、运动副

机构是由许多构件组成的,当构件组成机构时,需要以一定的方式把各个构件彼此联接起来,而且在两构件联接之后,构件间仍需保留某种相对运动;这种两构件的可动联接称为运动副。构件直接接触所构成的运动副表面称为运动副元素,如图 2-1 所示轴与轴承相互接触的圆柱面和圆孔面即为运动副元素。

根据两运动副元素接触情况的不同,可以将运动副分为以下