



高等院校十一五机械类统编教材

机械原理

金国光 主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

高等院校十一五机械类统编教材

机械原理

金国光, 主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本教材按照教育部颁发的机械原理课程的“教学基本要求”编写,并适当扩充了内容,适用于高等学校机械类专业本科机械原理课程的教学。

全书共 12 章,内容包括绪论、机构的结构分析、平面机构的运动分析、平面连杆机构、凸轮机构、齿轮机构、齿轮系、其他常用机构、平面机构的力分析、机器的周期性速度波动及其调节、机械的平衡、机械系统的运动设计。每章前均给出内容提要,章后附有思考题及习题。

本书还可供机械工程领域的工程技术人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

机械原理/金国光主编. —北京:电子工业出版社,2009.1

高等院校十一五机械类统编教材

ISBN 978-7-121-07187-4

I. 机… II. 金… III. 机构学—高等学校—教材 IV. TH111

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 115455 号

策划编辑:田领红

责任编辑:徐 萍

印 刷:北京市顺义兴华印刷厂

装 订:三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1 092 1/16 印张:15.5 字数:390.4 千字

印 次:2009 年 1 月第 1 次印刷

印 数:4000 册 定价:28.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

《高等院校十一五机械类统编教材》 编委会名单

顾 问:范顺成

主 任:张明路

副主任(按姓氏笔画):金国光

唐贵基

委 员(按姓氏笔画):马跃进

关玉明

杨传民

赵新华

路春光

王怀明

刘恩福

段星光

钱东平

尹明富

范孝良

徐安平

出版说明

“工欲善其事，必先利其器。”教材建设是高等学校提高教学质量的重要环节，也是一项具有战略性的基本建设。近几年来，我国各高等学校实施了一系列面向 21 世纪教学改革计划，在教学内容和课程体系改革上取得了丰硕的成果，因此，需要适时地将教改成果物化为教材出版，以促进教改成果的实施和推广。

电子工业出版社作为国家级科技与教育出版社，始终关注着我国高等工程教育的改革和发展方向，始终把出版适应我国高等学校发展要求的高质量精品教材放在重要位置。多年来，我社出版了一系列特色鲜明的教材，为我国的高等教育做出了一定的贡献。随着科学技术的发展，学科领域相互渗透、融合，为适应这一特点，我社努力拓展出版领域，并希望通过出版多学科、多领域所需的高质量教材，进一步提升出版质量，更好地为培养高素质人才服务。

迄今为止，高等工程教育已培养了数百万工程专门人才，为社会、经济和科技的发展做出了巨大贡献。但 IMD1998 年的调查显示，我国“人才市场上是否有充足的合格工程师”指标世界排名第 36 位，与我国科技人员的总数和制造业地位形成明显反差。这表明适于工程一线的应用型技术人才供给不足。

基于上述考虑，经过一年多的调研，并征求多方意见，根据国内高等院校机电类专业的发展现状，我社组织编写了《高等院校十一五机械类统编教材》，教材定位于地方工科高校，以应用型、研究应用型人才培养为主，以适应经济、社会发展对工程教育的新要求，满足“厚基础、强能力、高素质”的工程应用型本科人才培养的需要。

与以往出版的同类教材相比，这套教材具有以下特点。

(1) 专业特色鲜明：以地方工科院校本科机电类专业的专业课程教材为主线，兼顾其他相关选修专业课程。

(2) 突出系统性：本套规划教材覆盖了本科机电类专业的基础课、专业方向课及专业选修课，形成了一个完整的教材系列。同时，注意教材之间内容的合理划分与衔接，层次分明，重点突出，各高校可以根据需要组合选用。

(3) 体系、内容新颖：整个知识结构建立在“高”、“新”平台上。基本理论阐述精练，深入浅出，便于自学；注意吸收新理论、新技术成果在人才培养中的作用；加强实践性与应用性，结合实例进行讲解。

(4) 配套教学支持：多数教材配有教学课件（电子教案），部分重要课程配套出版了教学辅导书或实验教材。

为做好本套教材的出版工作，本丛书成立教材编委会，并聘请了多位高等工程教育、学科领域的著名专家、教授作为教材顾问，从根本上保证了本系列教材的高质量。在此，对他们的辛勤工作也表示衷心的感谢。

今后，我社将进一步加强与各高校教师的密切联系和合作，广泛听取一线教师对教材的反馈意见 and 建议，以便使我们的教材出版工作做得更好。

电子工业出版社

前 言

本书根据工科高等学校机械类专业机械原理课程教学的基本要求和编者的多年教学经验编写而成。

在编写过程中,我们对机械原理课程在本科机械类专业课程体系中的作用、机械类本科毕业生主要就业岗位及机械工程师应具备的专业知识和能力进行了认真的研究。

本书重点阐述基本概念、基本理论和基本方法,并注意其工程应用的介绍,以利于学生机械运动学、动力学分析和机械设计能力的提高。

在满足教学基本要求的基础上,适当增添了工程实践需要的内容,如凸轮的加工与润滑等。

参加本书编写工作的有天津工业大学金国光(第1章、第9章),天津工业大学冯志友(第1章),天津工业大学杨世明(第5章),天津理工大学李克旺(第6章、第7章、第8章),天津科技大学张付英(第12章),天津科技大学刘卉(第2章、第4章),天津工业大学张明辉(第3章、第10章、第11章)。本书由金国光任主编,冯志友承担全书统稿及内部审稿工作。

本书由天津大学张策教授担任主审,他认真地审阅了全书,提出许多宝贵的修改意见。对此,向他表示衷心的感谢!

由于我们的水平有限,书中难免有疏忽、不妥之处,希望读者批评指正。联系地址:天津工业大学机电学院,邮编 300160。

编 者
2008年8月

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 机械的基本概念与机器的组成	(1)
1.1.1 机械的基本概念	(1)
1.1.2 机器的组成	(2)
1.2 机械原理课程教学的内容和目的	(3)
1.2.1 本课程的教学内容	(3)
1.2.2 学习本课程的目的	(4)
1.3 机器的设计过程	(4)
习题 1	(6)
第 2 章 机构的结构分析	(7)
2.1 引言	(7)
2.2 机构的组成	(7)
2.2.1 运动副	(7)
2.2.2 运动链	(8)
2.2.3 机构和机架	(9)
2.3 机构运动简图	(9)
2.3.1 问题的提出	(9)
2.3.2 机构运动简图的定义	(9)
2.3.3 机构运动简图的绘制	(10)
2.4 平面机构的自由度	(12)
2.4.1 机构自由度	(12)
2.4.2 机构具有确定运动的条件	(12)
2.4.3 计算机构自由度应注意的问题	(14)
2.5 空间机构的自由度简述	(17)
2.6 平面机构的组成原理与结构分析	(17)
2.6.1 平面机构的组成原理	(17)
2.6.2 平面机构的结构分类和拆杆组的方法	(18)
2.6.3 平面机构结构分析中的高副低代	(20)
习题 2	(21)
第 3 章 平面机构的运动分析	(26)
3.1 引言	(26)
3.2 用速度瞬心法对平面机构作速度分析	(26)
3.3 用矢量方程图解法分析平面机构的速度和加速度	(29)
3.3.1 同一构件上点的速度、加速度分析	(29)
3.3.2 组成移动副的两构件瞬时重合点的速度、加速度分析	(32)
3.4 用解析法进行平面机构的分析	(34)
3.4.1 曲柄摇杆机构的运动分析	(35)
3.4.2 曲柄滑块机构的运动分析	(37)
习题 3	(38)

第4章 平面连杆机构	(41)
4.1 平面连杆机构的应用及特点	(41)
4.2 铰链四杆机构和其他常用四杆机构	(41)
4.2.1 铰链四杆机构的类型和应用	(42)
4.2.2 其他常用四杆机构及其演化过程	(44)
4.3 铰链四杆机构类型的确定和几个基本概念	(47)
4.3.1 铰链四杆机构类型的确定(曲柄存在的条件)	(47)
4.3.2 急回特性和行程速比系数	(48)
4.3.3 压力角与传动角	(50)
4.3.4 死点位置	(50)
4.3.5 连杆曲线	(52)
4.4 平面连杆机构的设计	(52)
4.4.1 图解法	(54)
4.4.2 解析法	(57)
4.5 平面多杆机构的应用	(59)
习题4	(60)
第5章 凸轮机构	(63)
5.1 凸轮机构的应用、分类和特点	(63)
5.1.1 凸轮机构的应用	(63)
5.1.2 凸轮机构的分类	(64)
5.2 从动件的常用运动规律及其选择	(67)
5.2.1 凸轮机构的工作过程和常用术语	(67)
5.2.2 从动件常用运动规律	(68)
5.2.3 从动件常用运动规律的选择	(73)
5.3 凸轮轮廓曲线的设计	(74)
5.3.1 反转法设计凸轮轮廓曲线	(74)
5.3.2 作图法设计凸轮轮廓曲线	(74)
5.3.3 解析法设计凸轮轮廓曲线	(77)
5.4 凸轮机构基本尺寸的确定	(80)
5.4.1 凸轮机构中的作用力和凸轮机构的压力角	(80)
5.4.2 凸轮基圆半径的确定	(81)
5.4.3 滚子半径的选择	(82)
5.5 凸轮的加工和设计应考虑的问题	(82)
习题5	(83)
第6章 齿轮机构	(85)
6.1 引言	(85)
6.1.1 齿轮机构的特点	(85)
6.1.2 齿轮机构的分类	(85)
6.2 齿廓啮合基本定律	(87)
6.3 渐开线齿廓	(88)
6.3.1 渐开线的形成	(88)
6.3.2 渐开线的特性	(88)
6.3.3 渐开线齿廓的压力角	(88)
6.3.4 渐开线齿廓的啮合特性	(89)

6.4	渐开线标准直齿圆柱齿轮的主要参数和基本尺寸计算	(90)
6.4.1	齿轮各部分名称	(90)
6.4.2	基本参数	(90)
6.4.3	几何尺寸计算	(92)
6.5	渐开线直齿圆柱齿轮的啮合传动	(93)
6.5.1	正确啮合条件	(93)
6.5.2	无侧隙啮合及标准安装、非标准安装	(94)
6.5.3	重合度	(96)
6.6	渐开线齿廓的切制原理与根切现象	(99)
6.6.1	齿廓切制的原理	(99)
6.6.2	用范成法加工标准齿轮时齿条型刀具的位置	(101)
6.6.3	根切现象与不产生根切的最少齿数	(102)
6.7	变位齿轮和变位齿轮传动	(104)
6.7.1	变位齿轮	(104)
6.7.2	变位齿轮传动	(107)
6.8	平行轴斜齿圆柱齿轮机构	(110)
6.8.1	齿廓曲面的形成及啮合特点	(110)
6.8.2	斜齿轮的基本参数	(111)
6.8.3	一对斜齿轮的啮合传动	(113)
6.8.4	斜齿圆柱齿轮的当量齿数	(114)
6.8.5	斜齿轮传动的的主要优缺点	(115)
6.9	蜗杆蜗轮机构	(115)
6.9.1	蜗杆蜗轮的形成	(115)
6.9.2	蜗杆蜗轮的正确啮合条件	(116)
6.9.3	蜗杆蜗轮的基本参数和几何尺寸计算	(117)
6.9.4	蜗杆蜗轮机构的特点	(118)
6.10	圆锥齿轮机构	(118)
6.10.1	圆锥齿轮机构概述	(118)
6.10.2	直齿圆锥齿轮的当量齿轮及当量齿数	(119)
6.10.3	直齿圆锥齿轮的啮合传动	(120)
6.10.4	直齿圆锥齿轮的基本参数和几何尺寸计算	(120)
6.11	非圆齿轮机构	(122)
	习题6	(123)
第7章	齿轮系	(127)
7.1	引言	(127)
7.1.1	定轴轮系	(127)
7.1.2	周转轮系	(127)
7.1.3	复合轮系	(129)
7.2	定轴轮系的传动比	(129)
7.2.1	一对齿轮的传动比计算	(129)
7.2.2	平面定轴轮系的传动比计算	(130)
7.2.3	空间定轴轮系的传动比计算	(131)
7.3	周转轮系的传动比	(132)
7.4	复合轮系的传动比	(135)

7.5 轮系的功用	(138)
7.6 行星轮系的效率	(141)
7.7 行星轮系的类型选择及设计的基本知识 *	(143)
7.7.1 行星轮系的类型选择	(143)
7.7.2 行星轮系中各轮齿数的选择	(145)
习题 7	(147)
第 8 章 其他常用机构	(150)
8.1 棘轮机构	(150)
8.1.1 棘轮机构的组成和工作原理	(150)
8.1.2 棘轮机构的类型	(150)
8.1.3 棘轮机构的特点和应用	(152)
8.1.4 齿式棘轮机构的设计	(153)
8.2 槽轮机构	(154)
8.2.1 槽轮机构的组成和工作原理	(154)
8.2.2 槽轮机构的类型	(155)
8.2.3 槽轮机构的特点和应用	(155)
8.2.4 槽轮机构的设计	(156)
8.3 凸轮式间歇运动机构	(157)
8.3.1 凸轮式间歇运动机构的工作原理和类型	(157)
8.3.2 凸轮式间歇运动机构的特点和应用	(158)
8.4 不完全齿轮机构	(158)
8.4.1 不完全齿轮机构的工作原理和类型	(158)
8.4.2 不完全齿轮机构的特点和应用	(158)
8.5 螺旋机构	(159)
8.5.1 螺旋机构的工作原理和类型	(159)
8.5.2 螺旋机构的特点和应用	(160)
习题 8	(160)
第 9 章 平面机构的力分析	(162)
9.1 引言	(162)
9.2 构件惯性力的确定	(163)
9.3 运动副中的摩擦	(165)
9.4 用图解法作机构的动态静力分析	(171)
9.5 用解析法作机构的动态静力分析	(174)
9.6 考虑摩擦时机构的受力分析	(176)
9.7 机械的效率	(178)
9.8 机械的自锁	(181)
习题 9	(184)
第 10 章 机器的周期性速度波动及其调节	(188)
10.1 引言	(188)
10.2 机械系统的等效动力学模型	(189)
10.3 机械周期性速度波动及其调节	(192)
10.4 调速器	(195)
习题 10	(196)

第 11 章 机械的平衡 (199)

11.1 引言 (199)

11.2 刚性转子的平衡计算 (200)

11.3 刚性转子的平衡试验 (202)

11.4 平面机构的平衡简述 (205)

习题 11 (209)

第 12 章 机械系统的运动设计 (211)

12.1 引言 (211)

12.2 机械系统工作原理的拟定及执行机构的运动设计..... (212)

12.2.1 机械系统工作原理的拟定..... (212)

12.2.2 执行机构的运动设计 (213)

12.3 原动机 (215)

12.3.1 原动机的类型及运动特点 (215)

12.3.2 原动机的选择 (216)

12.4 机构的选型与组合 (217)

12.4.1 机构的选型 (217)

12.4.2 机构的组合 (219)

12.5 机械传动系统的方案设计 (223)

12.5.1 机械传动类型及其选择 (223)

12.5.2 传动链的方案设计 (224)

12.5.3 绘制机械传动系统的运动简图 (226)

12.6 机械传动系统的运动设计实例 (227)

习题 12 (231)

参考文献 (233)

第 1 章 绪 论

内容提要

说明本课程的研究对象和主要内容,介绍机器、机构、构件、零件等基本概念,对机器的组成和一般设计过程作扼要的描述。

1.1 机械的基本概念与机器的组成

机械原理又称为机器理论与机构学。

机械原理是机械设计理论和方法中的重要分支,其研究对象是机械。

1.1.1 机械的基本概念

机械是机构与机器的总称。

在日常生活和生产劳动中,人们对机器已经有了初步的认识。例如,汽车上的发动机、金属切削机床、缝纫机、电动机和起重机等。不同用途的机器,其结构、性能也不相同,但都有一些共同的特征。可对机器给出如下定义:

机器是人为实物的组合体,具有确定的机械运动,可以用来转换能量、完成有用功或处理信息,以代替或减轻人的劳动。

根据用途的不同,机器可分为动力机器、加工机器、运输机器和信息机器。

动力机器的用途是转换机械能。将其他形式的能量转换为机械能的机器称为原动机,如电动机、内燃机、蒸汽机等。

加工机器用来改变被加工对象的尺寸、形状、性质或状态,如金属切削机床、纺织机、包装机、缝纫机等。

运输机器用来搬运物品和人,如汽车、飞机、起重机、输送机等。

加工机器和运输机器都要完成有用功。

信息机器的功能是处理信息,如计算机、打印机、绘图机等。

图 1-1 所示的内燃机为了将热能转换为机械能,必须依靠各个最基本的组合体的协调动作。这些最基本的组合体称为机构。图中活塞 11、连杆 10、曲轴 8 与汽缸体 1 组成曲柄滑块机构,它可以实现移动与转动之间的变换,完成做功、吸气、压缩、排气所需的运动。凸轮 4、进气阀 2 的推杆与汽缸体 1 组成一个凸轮机构,凸轮 5、排气阀 3 的推杆与汽缸体 1 也组成一个凸轮机构,两凸轮机构分别实现进气阀及排气阀开闭时间与冲程相协调。齿轮 7、6 和汽缸体 1 组成齿轮机构,把曲轴的转动与凸轮的转动按一定的传动比联系起来。因此,可对机构给出如下定义:



机构是人为的实物组合体,具有确定的机械运动,它可以用来传递、变换运动和动力。

机构是机器的重要组成部分,用以实现机器的动作要求。一部机器可能只包含一个机构,也可能包含若干个机构。机构与机器的根本区别在于,机构的主要职能是传递运动和动力,而机器的主要职能除传递运动和动力外,还能转换机械能或完成有用的机械功。

虽然机器的种类很多,但组成各种机器的基本机构的种类却不是很多,最常用的机构有连杆机构、齿轮机构、凸轮机构、间歇运动机构等。这些机构也是机械原理课程的主要研究对象。

将组成机构、在运动时作为一个整体的结构实体称为构件,如上述内燃机中的活塞、连杆、曲轴都是一个构件。构件是组成机构的有确定运动的单元。一个构件,还可能由若干个彼此没有相对运动的实体连接而成,如图 1-2 所示的连杆就是由连杆体 1、连杆盖 3、轴瓦 2、螺栓 4 等多个实体相互固连而成。这些作为构造成制造的最小实体,称为零件。当然,也有的构件可能就是一个零件。总之,构件是机器中运动的最小单元,而零件是制造的最小单元。

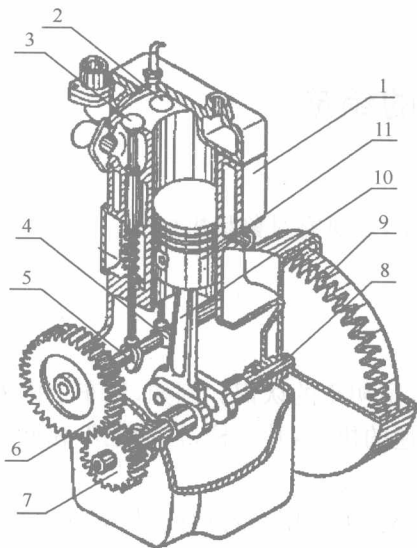


图 1-1 单缸四冲程内燃机构造示意图

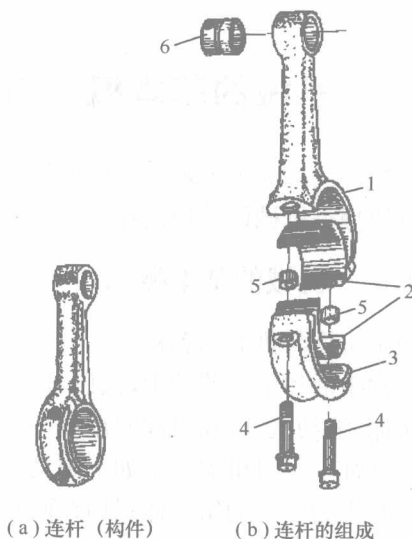


图 1-2 连杆及其组成零件

1.1.2 机器的组成

所有机器都包含如下前三个部分。

1. 驱动装置

驱动装置常称为原动机,它是机器动力的来源,常用的有内燃机、电动机、液压缸、汽动缸等。有的简单机器的原动部分为人力,如自行车。

2. 执行装置

执行装置处于整个机器传动运动的终端,完成预期的机械动作,是直接完成机器功能的部分。执行装置可以是一个或多个构件,且其结构形式随机器用途的不同而不同,如机床的刀架、机器人的手爪等。

3. 传动装置

传动装置介于驱动装置和执行装置之间,将原动机的运动和动力传递给执行装置,并实现运动速度和运动形式的转换。例如,电动机一般作回转运动,而机器的执行部分则可能有各种运动形式——回转、往复摆动、往复移动、间歇运动,这就需要实现运动形式转换的各种机构。



一般原动机的转速都比较高,而机器的执行部分速度则各不相同,这就需要通过速度变换的机构。

随着控制理论的发展和计算机在工业上的应用,许多现代机器除了上述三部分组成之外,又包含了控制装置。

4. 控制装置

控制装置的作用是控制机器各部分的运动。既要控制,就需要有传感器,它的作用是测量机器中运动构件的真实运动情况,并将测量结果随时反馈给控制系统,从而加以调节。

机器人是现代机器的典型。

如果将传统机器的三个组成部分形象地比喻为人的心脏、躯干和手,那么现代机器有了控制装置和传感器就是增添了大脑和眼睛。

1.2 机械原理课程教学的内容和目的

1.2.1 本课程的教学内容

本课程研究的主要内容包括以下几个方面。

1. 机构的结构分析

机构的结构分析研究机构是怎样组成的,机构组成情况对其运动的影响,以及机构具有确定运动应满足的条件。还研究如何绘制机构运动简图,以便对实际机构进行运动和动力分析。此外,为便于更系统地研究现有机构及创造发明新机构,还须探讨机构的组成原理和方法。

2. 机构的运动分析

机构的运动分析要研究并介绍机构在给定原动件运动的条件下,求解其他构件的位移、轨迹、速度、加速度的基本原理和方法,进而考察输出构件的运动变化规律。对机构进行运动分析,为机构受力和动力学分析提供基础,也是设计新机械、合理使用现有机件的必需步骤和重要依据。

3. 机械的动力学分析

机械的动力学分析一方面要研究机构在给定运动及已知外力条件下,求解各运动副的反力,以便了解机构上的动压力及其变化情况;还要研究机械在运转过程中各运动副的摩擦、构件受力及其所做的功、机械的效率,以决定构件的尺寸和形状,了解机械的动力性能等。另一方面要研究由于各构件质量、转动惯量及在惯性力(矩)和其他外力作用下,机构各构件的真实运动规律。

此外,还要研究因机械运动速度波动带来的机械运转稳定性问题及其调节方法。由于机械各构件产生的惯性力将影响机械的正常工作效率和使用寿命,所以还要研究机械的平衡问题。

4. 常用机构的分析与设计

常用机构的分析与设计对用以组成各种机器的典型机构,如连杆机构、凸轮机构、齿轮机构及常用的间歇机构等运动和工作特性、有关理论进行较系统的分析,并研究探索典型机构满足一定运动和动力要求时机构设计的方法,为充分了解、有效利用这些机构提供理论基础。

5. 机械的运动方案设计

机械的运动方案设计讨论机械传动系统如何选用机构、机构间如何组合和协调、机构的变



异与演化方法,以及拟订传动系统方案时必须考虑的问题。

应当指出,机械原理课程中有关机构设计的研究,只限于给定运动和动力的设计要求,不涉及各个零件的结构形状、工艺要求、材料选择、热处理方式、强度及刚度计算等问题。所以本课程中的机构设计又常称为机构综合。机械原理课程研究的内容可概括为机构分析与综合两部分。

1.2.2 学习本课程的目的

机械原理作为一门课程来说属于技术基础课,它是以高等数学、普通物理、理论力学和机械制图等课程为基础的,同时它又是以后学习机械设计及有关专业课程的基础,在教学计划中起着承上启下的作用,在培养机械类高级技术人才中担负着重要的任务。

从机械原理研究的内容来看,学生通过这一门课程学习之后,应该具备两方面的能力:一是具备对已有的机械进行结构、运动和动力分析的能力;二是具备根据运动和动力性能的要求设计新机械的初步能力。作为一个工程技术人员,在实际的工作中难免碰到使用机械、设计新机械及技术改造和技术革新等问题,所以具备这两方面的能力,是非常必要的。

为使学生们在有限的时间内学好本课程,要注意做到以下几点。

(1)本课程与理论力学的知识联系尤为紧密,它将理论力学的有关原理应用于实际机械,在学习的过程中,应注意灵活运用理论力学的有关知识。

(2)学习知识和培养能力两者是相辅相成的。在本课程的学习中,不仅要深入理解和全面掌握本课程的基本理论和方法,而且要着重于能力的培养,这样更有利于解决实际问题 and 进行创新性的设计。

(3)机械原理课程与工程实际联系密切,在学习的过程中,要特别注意理论联系实际。与本课程有关的教学环节有实验、课程设计等,都是理论联系实际的好方法。把现实中的各种不同机构融入到学习中,从中得到启示,对学好本课程是很有好处的。

综上所述,机械原理是机械类各专业的一门重要的技术基础课程,它一方面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,一方面探索根据运动和动力性能要求设计新机械的方法。通过本课程学习,可以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,锻炼工程实践能力和开发创新能力。创新是技术与经济发展的原动力,是国民经济发展的基础。我们不仅要善于学习,更要勇于创新,培养和锻炼创新的意识与能力。

1.3 机器的设计过程

作为机械设计师应该掌握机器的设计过程。

机构设计和机器运动方案设计是机械原理课程的主要研究内容。一般情况下,机构设计和机械运动方案设计是机器设计的一个相对具体的内容,所以在这里要简要讨论机器的设计过程。讨论机器设计有利于读者清楚机构设计和机械运动方案设计的用途,这对于学好机械原理是有利的,具体的机构设计和机械运动方案设计问题在有关章节中讨论。

设计,是在有限的时空范围内,在特定的物质技术条件下,人们为满足一定的需求而进行的一种创造性思维活动的实践过程。它是从给定的合理的目标参数出发,通过各种方法和手段创造出一个所需要的优化系统或结构的过程。

尽管各行各业机器的功能千变万化,工作原理、形状、大小差异也很大,但是机器设计还是



有规律的。设计机器最主要的原则是所设计的机器要满足功能要求,同时,还应满足设计制造周期短、成本低、可靠性高、符合人机工程学原理和可持续发展战略等设计原则。

有关机器设计的过程,现在没有一个统一的定义,机器设计的一般过程如下。

第一,功能原理设计。寻求机器的功能解过程一般称之为功能原理设计,这是机器设计的第一步。例如,设计自动点钞机,要求自动点钞机必须具备一个基本功能,即将钞票自动逐张分离。图 1-3 所示为点钞机钞票分离功能解的方案。在进行机器功能原理设计时,思路要宽,要尽量提出各种可能的方案,以利于比较、优化。功能解直接关系到机器的结构、机器的机械传动系统等,所以必须十分重视功能原理设计,要尽量利用新科学原理、新技术,功能原理设计的重点是创新。

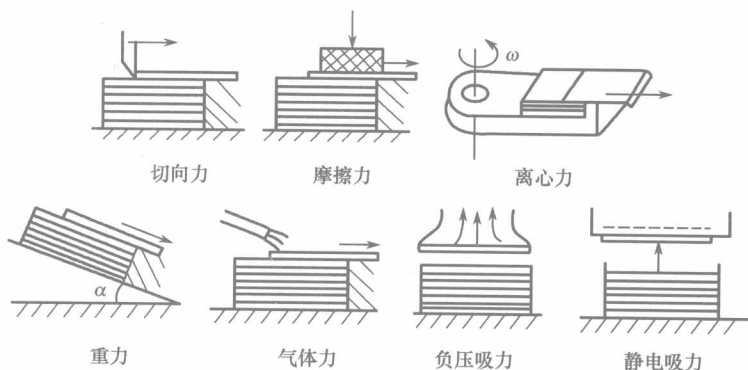


图 1-3 点钞机钞票分离功能解

机器功能的实现要依赖机械动作。机器执行部分的运动具有以下特点:

- (1) 多个构件的运动协调一致,如缝纫机的刺布动作与挑线、送布等动作必须协调,否则不能正常工作;
- (2) 构件运动形式多样;
- (3) 运动规律和运动轨迹应满足机器的功能要求。

第二,机械运动方案设计。为了实现机器执行部分的运动要求,要进行机械传动系统方案的设计,这是机器设计的第二步。机器原动机输出的运动一般是简单的运动,如直线运动(如用汽缸、油缸)、连续的转动(如用电动机)。为了实现执行部分的运动,一般机器要有机械传动系统,其作用是把原动机输出的运动转化为执行部分所需要的运动,同时满足力的要求。

第三,结构方案设计。即确定机器布局、尺寸、主要零部件的结构、材料和尺寸,以及相互的配置关系等,完成机器总体结构设计方案图。

在实际设计过程中,功能原理设计、机械运动方案设计、结构设计是相互影响、相互交叉的。

第四,详细设计。当机器的执行机构、机械运动方案和结构设计完成后,要绘制装配图、部件图和零件图,编写技术文件等。

第五,制作样机和试验。通过样机制造、试验来检验设计的正确性,并进行成本核算,最后通过样机鉴定。

第六,改进设计,销售。根据样机试验、使用、鉴定所暴露出的问题,进一步修改设计,完善设计,保证产品设计质量。



从运动设计角度讲,机械原理课程所研究的内容,主要是机械运动方案的设计和传动系统中所采用机构的设计。



习题 1

- 1-1 机械、机器和机构三者的区别和联系是什么?
- 1-2 机械一般由哪 4 部分组成? 各部分的作用是什么?
- 1-3 构件和零件有何区别和联系?