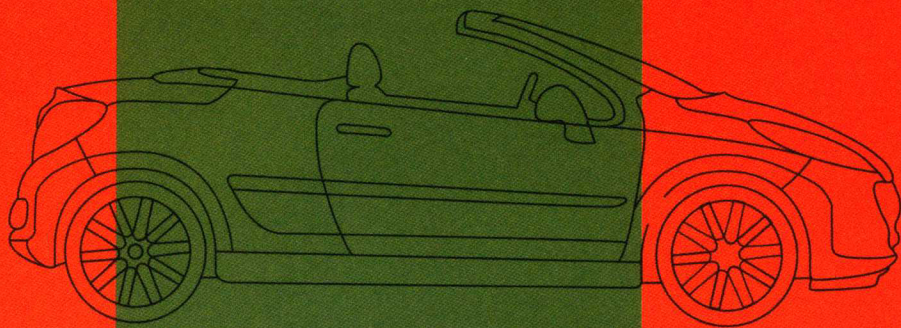




面向“十三五”高等职业教育精品规划教材

汽车机械基础

◎ 主编 邹玉清 王丹 主审 杨继宏



 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

面向“十三五”高等职业教育精品规划教材

汽车机械基础

主 编 邹玉清 王 丹

副主编 宋佳妮 赵延毓 朱 涛 高红柳

主 审 杨继宏



 **北京理工大学出版社**

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书以构件的力学分析为基础,以常用传动机构和通用零件为主要研究对象,以传动方式为主线,来阐述汽车机械基础,旨在对汽车机械方面的一般知识作较系统的介绍,并不要求读者通过本书的学习具备进行复杂设计计算的能力。但是,本书在内容上又具有一定的深度和广度,习题的编排也经过精心设计,以使读者掌握必要的基本理论、基本知识和基本方法。本书主要内容包括绪论、静力学基础、构件承载能力分析、构件动力分析、连杆传动、凸轮传动机构、带传动和链传动、齿轮传动、齿轮系和其他常用传动机构。每章均配有练习题与思考题,用以巩固所学知识,培养学生动手实践及分析、解决问题的能力。

本书可作为高职高专院校汽车检测与维修技术专业、汽车制造与装配技术专业的教学用书,也可作为成人高校、职工大学、函授大学等大专层次院校的教学用书及广大工程技术人员的参考用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

汽车机械基础 / 邹玉清, 王丹主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2015. 8
(2015. 9 重印)

ISBN 978 - 7 - 5682 - 0769 - 0

I. ①汽… II. ①邹…②王… III. ①汽车 - 机械学 IV. ①U463

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 124677 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市天利华印刷装订有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 17.5

字 数 / 430 千字

版 次 / 2015 年 8 月第 1 版 2015 年 9 月第 2 次印刷

定 价 / 39.00 元

责任编辑 / 张慧峰

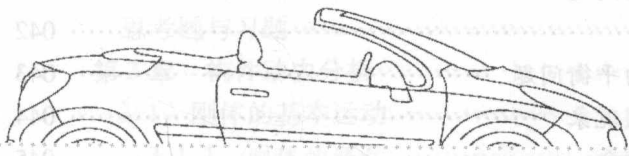
文案编辑 / 多海鹏

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 马振武

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

840	3.5.2 圆锥行星轮系及行星系	行星的系数	2.1
840	3.5.3 周转轮系在行星架上的运动	行星的系数	2.1
840	3.5.4 行星轮系在行星架上的运动	行星的系数	2.1



目 录

CONTENTS

840	第 0 章 绪 论	001
840	0.1 本课程的学习对象、学习内容和目标	001
840	0.1.1 机械的组成及相关概念	001
840	0.1.2 本课程的学习内容及学习目标	003
840	0.2 平面机构结构分析	004
840	0.2.1 运动副及其分类	004
840	0.2.2 平面机构的运动简图	005
840	0.3 平面机构具有确定运动的条件	009
840	思考题与习题	011

第一篇 汽车常用构件力学分析

840	第 1 章 静力学基础	015
840	1.1 静力学的基本概念和公理	015
840	1.1.1 力的概念	015
840	1.1.2 静力学公理	016
840	1.1.3 力矩和力偶	018
840	1.2 受力分析与受力图	021
840	1.2.1 约束与约束反力	021
840	1.2.2 常见的约束类型及约束反力的画法	022
840	1.2.3 受力分析与受力图	024
840	1.3 平面力系的简化与合成	026
840	1.3.1 平面汇交力系的合成和简化	026
840	1.3.2 力偶及力偶系的简化	029
840	1.3.3 平面任意力系的简化	030
840	1.4 平面力系的平衡	034
840	1.4.1 平面任意力系的平衡	034
840	1.4.2 几种特殊平面力系的平衡方程	036

1.4.3	物系的平衡	038
1.5	考虑摩擦时的平衡问题	042
1.5.1	工程中的摩擦问题	042
1.5.2	滑动摩擦	042
1.5.3	考虑摩擦时的平衡问题	043
1.5.4	摩擦角与自锁现象	044
1.5.5	滚动摩擦的概念	045
1.6	空间力系	047
1.6.1	工程中的空间力系实例	047
1.6.2	力在空间坐标轴上的投影	047
1.6.3	力对轴之矩	048
1.6.4	空间力系的平衡方程	050
1.6.5	重心的概念	055
1.6.6	物体重心的求法	055
	思考题与习题	058
第2章	构件承载能力分析	066
2.1	承载能力分析的基本知识	066
2.1.1	承载能力分析的研究内容	066
2.1.2	变形固体的基本假设	067
2.1.3	内力、截面法和应力的概念	067
2.1.4	杆件变形的基本形式	069
2.2	轴向拉伸与压缩	070
2.2.1	轴向拉伸与压缩的概念	070
2.2.2	拉、压杆横截面上的内力	070
2.2.3	拉、压杆横截面上的应力	072
2.2.4	拉、压杆的变形	075
2.2.5	材料在拉伸和压缩时的力学性能	076
2.2.6	拉、压杆的强度计算	081
2.2.7	拉、压静不定问题	083
2.3	剪切与挤压	085
2.3.1	剪切与挤压的概念	085
2.3.2	剪切和挤压的实用计算	086
2.4	扭转	090
2.4.1	扭转的概念	090
2.4.2	外力偶矩、扭矩和扭矩图	091
2.4.3	圆轴扭转时的应力和变形	093
2.4.4	圆轴扭转时强度和刚度的计算	097
2.5	平面弯曲	098
2.5.1	平面弯曲的概念	098

2.5.2	梁的弯曲内力及内力图	100
2.5.3	梁的弯曲应力和强度条件	107
2.5.4	梁的弯曲变形和刚度条件	116
	思考题与习题	120
第3章	构件动力分析	127
3.1	刚体的基本运动	127
3.1.1	刚体的移动	127
3.1.2	刚体的定轴转动	128
3.1.3	刚体的平面运动	131
3.2	动能定理	132
3.2.1	质点的动能定理	133
3.2.2	质点系的动能定理	136
3.3	动静法	140
3.3.1	关于惯性力的概念	140
3.3.2	动静法	140
3.3.3	定轴转动刚体的动静法	141
	思考题与习题	143

第二篇 汽车常用机构传动

第4章	连杆传动	149
4.1	平面连杆机构的组成与特点	149
4.1.1	平面连杆机构的组成	149
4.1.2	铰链四杆机构的特点	150
4.2	铰链四杆机构的基本类型及应用	150
4.2.1	铰链四杆机构的基本类型	150
4.2.2	铰链四杆机构类型的判别	152
4.2.3	铰链四杆机构的演化	153
4.3	平面连杆机构的基本特性	155
4.3.1	运动特性	155
4.3.2	传力特性	156
4.4	平面连杆机构的设计方法	158
4.4.1	按给定的行程速比系数 K 设计四杆机构	158
4.4.2	按给定的连杆位置设计四杆机构	159
	思考题与习题	159
第5章	凸轮传动机构	161
5.1	凸轮传动机构的组成、应用和分类	161
5.1.1	凸轮机构的组成、应用及特点	161
5.1.2	凸轮机构的分类	162

001	5.2 常用从动件的运动规律	163
101	5.2.1 凸轮机构的工作过程分析	163
111	5.2.2 从动件常用运动规律	164
121	5.3 凸轮机构设计	166
127	5.3.1 盘形凸轮的轮廓设计	166
127	5.3.2 盘形凸轮的结构设计	169
121	思考题与习题	172
121	第6章 带传动和链传动	173
121	6.1 带传动概述	173
121	6.1.1 带传动的组成和特点	173
121	6.1.2 带传动的类型与应用	174
121	6.2 传动带与带轮	176
140	6.2.1 传动带的结构和型号	176
140	6.2.2 V带轮	179
140	6.3 普通V带传动	182
141	6.3.1 带传动的受力分析	182
141	6.3.2 带的应力分析	183
	6.3.3 带的弹性滑动和打滑	184
	6.3.4 V带传动的安装、维护及张紧装置	185
	6.4 链传动	187
141	6.4.1 链传动概述	187
141	6.4.2 滚子链和链轮	188
141	6.4.3 链传动的运动特性和受力情况	193
120	6.4.4 链传动的失效形式	194
120	6.4.5 链传动的使用和维护	195
120	思考题与习题	197
121	第7章 齿轮传动	198
121	7.1 直齿圆柱齿轮传动	198
121	7.1.1 齿轮传动的特点	198
121	7.1.2 齿轮传动的类型	199
121	7.2 渐开线直齿圆柱齿轮	201
128	7.2.1 齿廓啮合基本定律	201
128	7.2.2 渐开线齿廓	201
121	7.2.3 渐开线直齿圆柱齿轮的基本参数和几何尺寸计算	203
120	7.3 渐开线直齿圆柱齿轮传动	206
121	7.3.1 渐开线直齿圆柱齿轮传动的啮合过程	206
121	7.3.2 渐开线齿轮的正确啮合条件	207
121	7.3.3 标准直齿圆柱齿轮的标准安装	207
121	7.3.4 渐开线齿轮的连续传动条件	209

7.3.5	渐开线齿轮的加工与根切	209
7.4	直齿圆柱齿轮的传动设计计算	211
7.4.1	齿轮传动的失效形式和常用材料	211
7.4.2	直齿圆柱齿轮传动的强度计算	214
7.5	斜齿圆柱齿轮传动	226
7.5.1	斜齿圆柱齿轮齿面的形成和特点	226
7.5.2	斜齿圆柱齿轮的基本参数和尺寸	227
7.5.3	斜齿圆柱齿轮传动的强度计算	231
7.6	锥齿轮传动	231
7.6.1	直齿锥齿轮齿廓曲面的形成	232
7.6.2	锥齿轮的背锥和当量齿数	232
7.6.3	直齿锥齿轮的基本参数和尺寸	233
7.6.4	直齿圆锥齿轮传动的强度计算	235
7.7	蜗杆传动	236
7.7.1	蜗杆传动的类型、特点及精度	236
7.7.2	普通圆柱蜗杆传动的主要参数和几何尺寸计算	239
7.7.3	蜗杆传动的受力分析	245
	思考题与习题	246
第8章	齿轮系	247
8.1	定轴轮系	247
8.1.1	定轴轮系传动比	247
8.1.2	定轴轮系传动比符号的确定方法	248
8.2	行星轮系	249
8.2.1	行星轮系的分类	250
8.2.2	行星轮系传动比的计算	251
8.2.3	行星轮系传动比符号的确定方法	252
8.3	组合轮系	253
8.4	齿轮系的功用	254
8.4.1	获得大的传动比	254
8.4.2	实现分路传动	254
8.4.3	实现换向传动	254
8.4.4	实现变速传动	255
8.4.5	实现运动合成与分解	255
	思考题与习题	256
第9章	其他常用传动机构	258
9.1	螺旋传动机构	258
9.1.1	滑动螺旋传动机构	258
9.1.2	滚动螺旋传动机构	260
9.2	间歇运动机构	261

500	9.2.1 棘轮机构	261
511	9.2.2 槽轮机构	264
511	9.2.3 不完全齿轮机构	266
514	思考题与习题	267
520	参考文献	268
520	1.1 绪论	1
520	1.2 机械的组成	1
521	1.3 机械的组成	1
521	1.4 机械的组成	1
521	1.5 机械的组成	1
521	1.6 机械的组成	1
521	1.7 机械的组成	1
521	1.8 机械的组成	1
521	1.9 机械的组成	1
521	1.10 机械的组成	1
521	1.11 机械的组成	1
521	1.12 机械的组成	1
521	1.13 机械的组成	1
521	1.14 机械的组成	1
521	1.15 机械的组成	1
521	1.16 机械的组成	1
521	1.17 机械的组成	1
521	1.18 机械的组成	1
521	1.19 机械的组成	1
521	1.20 机械的组成	1
521	1.21 机械的组成	1
521	1.22 机械的组成	1
521	1.23 机械的组成	1
521	1.24 机械的组成	1
521	1.25 机械的组成	1
521	1.26 机械的组成	1
521	1.27 机械的组成	1
521	1.28 机械的组成	1
521	1.29 机械的组成	1
521	1.30 机械的组成	1
521	1.31 机械的组成	1
521	1.32 机械的组成	1
521	1.33 机械的组成	1
521	1.34 机械的组成	1
521	1.35 机械的组成	1
521	1.36 机械的组成	1
521	1.37 机械的组成	1
521	1.38 机械的组成	1
521	1.39 机械的组成	1
521	1.40 机械的组成	1
521	1.41 机械的组成	1
521	1.42 机械的组成	1
521	1.43 机械的组成	1
521	1.44 机械的组成	1
521	1.45 机械的组成	1
521	1.46 机械的组成	1
521	1.47 机械的组成	1
521	1.48 机械的组成	1
521	1.49 机械的组成	1
521	1.50 机械的组成	1
521	1.51 机械的组成	1
521	1.52 机械的组成	1
521	1.53 机械的组成	1
521	1.54 机械的组成	1
521	1.55 机械的组成	1
521	1.56 机械的组成	1
521	1.57 机械的组成	1
521	1.58 机械的组成	1
521	1.59 机械的组成	1
521	1.60 机械的组成	1
521	1.61 机械的组成	1
521	1.62 机械的组成	1
521	1.63 机械的组成	1
521	1.64 机械的组成	1
521	1.65 机械的组成	1
521	1.66 机械的组成	1
521	1.67 机械的组成	1
521	1.68 机械的组成	1
521	1.69 机械的组成	1
521	1.70 机械的组成	1
521	1.71 机械的组成	1
521	1.72 机械的组成	1
521	1.73 机械的组成	1
521	1.74 机械的组成	1
521	1.75 机械的组成	1
521	1.76 机械的组成	1
521	1.77 机械的组成	1
521	1.78 机械的组成	1
521	1.79 机械的组成	1
521	1.80 机械的组成	1
521	1.81 机械的组成	1
521	1.82 机械的组成	1
521	1.83 机械的组成	1
521	1.84 机械的组成	1
521	1.85 机械的组成	1
521	1.86 机械的组成	1
521	1.87 机械的组成	1
521	1.88 机械的组成	1
521	1.89 机械的组成	1
521	1.90 机械的组成	1
521	1.91 机械的组成	1
521	1.92 机械的组成	1
521	1.93 机械的组成	1
521	1.94 机械的组成	1
521	1.95 机械的组成	1
521	1.96 机械的组成	1
521	1.97 机械的组成	1
521	1.98 机械的组成	1
521	1.99 机械的组成	1
521	2.00 机械的组成	1

第 0 章

绪 论

汽车是人类重要的交通工具，汽车机械是机械工业的重要组成部分。在一些发达国家，汽车工业产值占国民经济总产值的 8%，占机械工业产值的 30%，其足以影响整个国民经济的动向。可见，汽车工业是国民经济的支柱产业。

什么是机械？有关机械的基本理论问题包括哪些具体内容？汽车是一个机械系统，它是怎样组成的？如何表示？如何设计研究？

通过绪论的学习，要求学生达到以下目标：

(1) 了解本课程的研究对象，认识机器的组成，掌握机器、机构、构件、零件的基本概念及正确的识别方法。

(2) 初步了解本课程的学习内容及其在专业人才培养中的地位及作用，从而明确本课程的学习目标。

(3) 能够从机械系统中分析出平面机构的组成；能够绘制出一般平面机构运动简图，并计算其自由度及判断其是否具有确定的运动。

(4) 了解机械设计的基本要求和方法。

0.1 本课程的学习对象、学习内容和目标

0.1.1 机械的组成及相关概念

本课程的学习对象是汽车机械。

机械也常称为机器，是人类在长期生产实践中为满足自身生活需要而创造出来的。机械工业已经成为现代工业的基础，因此机械的发展水平是衡量一个国家技术水平和现代化程度的重要标志。机器的种类繁多、应用广泛，其结构、功用各异，但从组成上来分析，各类机器具有共同之处。

图 0-1 所示为典型的轿车总体构造。一般汽车由发动机、底盘和车身三大部分组成。发动机是使输送进来的燃料燃烧而产生动力的部件，一般采用内燃机，由曲柄连杆机构、凸轮配气机构、燃料供给系统、冷却系统、润滑系统、点火系统和起动系统组成。底盘是利用发动机输出的动力使汽车运动，并能按驾驶员的操纵而正常行驶的部件，由传动系统、行驶系统、转向系统和制动系统组成。传动系统由离合器、变速器、传动轴、主减速器及差速

器、半轴等传递动力的部分组成；行驶系统对全车起支撑作用，以保证汽车正常行驶，包括车架、前悬架和后悬架、前车轮和后车轮等部分；汽车转向系统使汽车按选定方向行驶，包括转向器、转向传动装置等；制动系统使汽车可靠停驻、停车和减速，包括前、后轮制动器及控制、传动装置等。车身是驾驶员工作及容纳乘客和货物的场所。汽车是一个机械系统，一般通过这三大部件实现汽车的安全行驶功能，使人类以车代步。

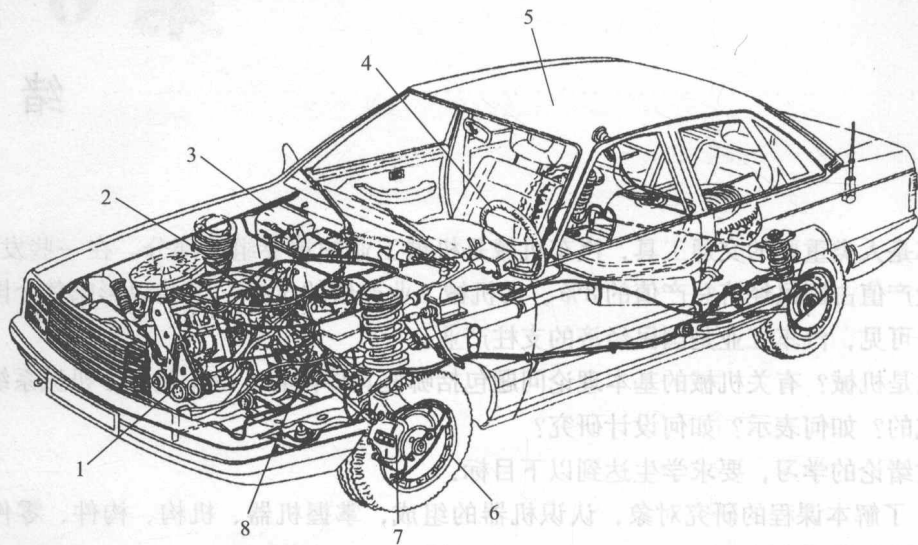


图 0-1

1—发动机；2—悬架；3—空调装置；4—转向盘；5—车身；6—转向驱动轮；7—制动器；8—变速器

图 0-2 所示为单缸内燃机的构造，它是由气缸体 1、活塞 2、进气阀 3、排气阀 4、推杆 5、凸轮 6、连杆 7、曲柄 8 和大、小齿轮 9 和 10 等所组成的。内燃机工作时，气缸燃气推动活塞运动。活塞的上下往复移动通过连杆转变为曲轴的连续转动。凸轮和推杆是用来打开或关闭进气阀和排气阀的。为了保证曲轴每转两周，进、排气阀各开闭一次，在曲轴和凸轮之间安装了齿数比为 1:2 的一对齿轮。这样，当燃气推动活塞运动时，进、排气阀有规律地开闭，加上燃料供给系统、点火系统等装置的配合，把燃气的热能转换为曲轴转动的机械能。

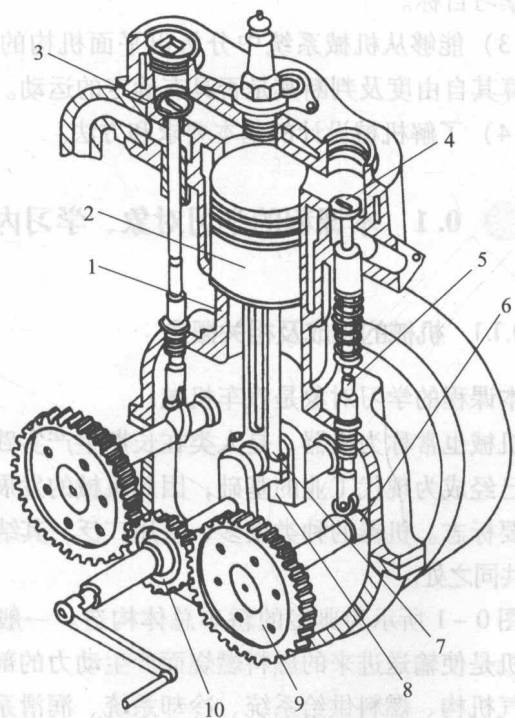


图 0-2

1—气缸体；2—活塞；3—进气阀；4—排气阀；5—推杆；6—凸轮；7—连杆；8—曲柄；9, 10—大、小齿轮

机器的种类繁多，在生产中常见的机器有汽车、拖拉机、电动机及各种机床等；在生活中常用的有洗衣机、缝纫机、电风扇、摩托车等。它们的构造、性能和用途等各不相同，但从机器的组

成上分析又具有共同点。

一部完整的机器就其功能来讲,一般包括下面4个基本组成部分。

(1) 动力部分:它是驱动整个机器完成预定功能的动力源,如汽车的发动机。各种机器广泛使用的动力源有电力、热力、液力、压缩气体及风力等。

(2) 执行部分:它是机器中直接完成工作任务的组成部分,如汽车的行驶系统、内燃机的活塞、起动机的吊钩及机床的刀架等。

(3) 传动部分:它是机器中介于原动机和执行部分之间,用来完成特定运动形式、运动和动力参数转换的组成部分。利用它可以减速、增速、调速、改变转矩以及改变运动形式等,从而满足执行部分的各种要求。如汽车的传动系统、内燃机的连杆及齿轮机构等都属于传动部分。常用的传动形式有机械传动、液压传动、气压传动及电动传动等。其中,机械传动应用最广。

(4) 控制部分:它是使上述3个基本职能部分彼此协调运作,并准确、安全、可靠地完成整机功能的组成部分,如汽车的转向系统、制动系统,内燃机的凸轮配气机构等。它包括机械控制、电气控制、液压控制和气压控制系统等。

以上4部分中,执行部分和传动部分是机器的主体。

任何机器都是由许多零件组合而成的。根据机器的功能和结构要求,某些零件需刚性连接成一个整体,成为机器中运动的基本单元体,通常称为构件。零件是机器中最小的制造单元。为了满足结构和工艺的需要,构件既可以由若干个零件组成,也可以是独立运动的零件。机器不仅能传递运动和动力,还能变换或传递能量、物料和信息。如图0-2所示,内燃机除能传递运动外,还能把热能转换成机械能。因此,机器具有以下3个特征。

(1) 机器是由多个构件组成的。

(2) 各构件间具有确定的相对运动,能够实现预期的机械运动。

(3) 能够完成有效的机械功或进行能量转换。

具有机器前两个特征的多构件组合体,称为机构。机构能实现一定规律的运动,是机器中执行机械运动的装置。

如果仅研究构件的运动和受力情况,机构与机器之间并无区别。因此,机械也可以看作机器和机构的总称。

机器一般由常用机构、通用零部件和元件组成。机器的各组成部分随其用途不同而各异,但在不同的机器组成中常包括齿轮、带轮、凸轮、连杆、液压、气压等传动机构,以及轴、轴承、联轴器、离合器、键、螺栓、销和弹簧等零部件,还有机械、电气等传动及控制元件和机构。它们在不同的机器中所起的作用和工作原理基本相同,是各种机器共同的、重要的组成部分。这些常见机构、零部件和元件,一般称为常用机构、通用零部件和元件。

0.1.2 本课程的学习内容及学习目标

1. 本课程的学习内容

汽车与工程中各种机械设备、结构物一样,在工作过程中,各构件会受到各种各样载荷的作用。在这些载荷的作用下,构件必须满足相应的要求才能正常工作,从而避免在工作寿命期限内失效。而针对如何使设计的构件具备相应的工作能力,在工作过程中各构件为什么会失效及如何避免等问题,必须运用力学的理论及方法去分析和计算。

本课程对汽车机械基础的研究是以构件的力学分析为基础,以常用传动机构和通用零件为主要研究对象,以传动方式为主线来进行的,具体内容分为以下两篇。

第一篇汽车常用构件力学分析,主要讲述力学分析的基础知识,介绍汽车常用构件(物体)的受力分析、力系的简化和物体的平衡条件,构件运动分析和动力分析,以及物体在外力作用下的变形、失效破坏规律及承载能力的计算方法。

第二篇汽车常用机构传动,主要阐述汽车机械中常用传动机构的工作原理和类型、运动特点和设计方法、选用原则和方法、一般使用维护知识,并简单介绍机器动力学的有关知识。

本书旨在对汽车机械方面的一般知识作较系统的介绍,并不要求读者通过本书的学习具备进行复杂设计计算的能力。但是,本书在内容上又具有一定的深度和广度,习题编排上也经过精心设计,以使读者掌握必要的基本理论、基本知识和基本方法。

本书所介绍的设计方法和选用的计算方法基本上都经过了简化,用它们可以解决一般的生产实际问题,但对于重要和复杂的机械,则应采用更加精确和完善的设计计算方法。这类方法比较复杂,需要较为深厚的理论基础及完成较大的计算工作量。近代力学理论的发展和电子计算机的应用,推动了机械设计方法的不断更新。

2. 本课程的学习目标

“汽车机械基础”是汽车类各专业的一门技术基础课程,在各相关专业的课程教学中占有重要地位,是学生必备的专业技术基础知识。学习本课程要综合运用高等数学、机械制图、金属材料及热处理、互换性与测量技术、计算机等基本知识,具有较强的综合性、实践性,并应当注意理论、经验与实验三者并重。

通过本课程的学习和实践性训练,学生应具备必需的机械基础知识与技能,课程目标要求达到以下几点。

- (1) 掌握汽车机械构件的静力学分析及承载能力的分析、计算方法。
- (2) 掌握汽车机械中的常用机构、通用零部件和元件的工作原理、结构特点及设计方法。
- (3) 了解使用、维护和管理汽车机械设备的基础知识。
- (4) 具有查阅、检索相关技术资料的能力,掌握相关技术标准。
- (5) 具有初步设计机械传动和简单机械的能力。
- (6) 为后续课程的学习打下必要的基础。

0.2 平面机构结构分析

机器是由各种机构构成的机械系统,无论是分析一个现有的机构还是设计一个新机构,都要判断该机构的结构和运动与哪些因素有关,以及它是否具有确定的相对运动。这是对机构进行结构分析的基本任务。本节主要讨论平面机构的组成及机构具有确定运动的条件,并介绍正确绘制机构运动简图和计算机构自由度的方法。

0.2.1 运动副及其分类

机构是具有确定的相对运动构件的组合。可见,机构有两个属性:其一,机构是构件的组合物;其二,组成机构的各构件之间具有确定的相对运动。构件在机构中具有独立运动的特性,是机构的运动单元。

如图 0-3 (a) 所示, 内燃机曲柄滑块机构中包含滑块 (活塞)、连杆、曲轴 (曲柄) 和气缸等构件。原动件滑块 (活塞) 3 做直线往复移动, 并通过连杆 2 带动曲轴 (曲柄) 1 做连续转动。其中, 连杆构件是由连杆体 5、连杆盖 7、螺栓 6 和螺母 8 等零件组成的, 如图 0-3 (b) 所示。在组成机构的所有构件中, 必须以一个相对固定的构件作为支撑, 以便安装其他活动构件, 该构件称为机架, 如图 0-3 中的机架 (气缸) 4。一般取机架作为研究机构运动的静参考系。在活动构件中, 输入已知运动规律的构件称为原动件, 其他的活动构件称为从动件。

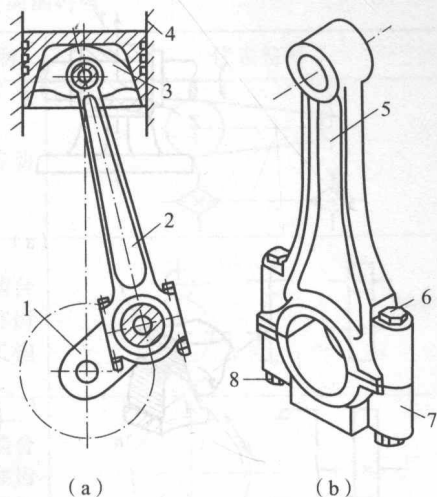


图 0-3

- (a) 曲柄滑块机构; (b) 连杆的组成
 1—曲轴 (曲柄); 2—连杆; 3—滑块 (活塞);
 4—机架 (气缸); 5—连杆体;
 6—螺栓; 7—连杆盖; 8—螺母

机构运动时, 若所有构件都在相互平行的平面内运动, 则该机构称为平面机构, 否则称为空间机构。一般机械中的机构大多属于平面机构, 故在此主要讨论平面机构。

在机构中, 组成机构的各构件都应具有确定的相对运动, 为此, 各构件之间必须以某种方式连接起来。若两个构件之间既相互接触, 又具有一定的相对运动, 则形成的一种可动连接称为运动副。

两个构件组成的运动副通常用 3 种接触形式连接起来, 即点接触、线接触和面接触。

根据两构件的接触情况, 将平面运动副分为低副和高副两大类。

(1) 低副。两构件通过面接触组成的运动副称为低副。低副在受载时, 单位面积上的压力较小, 能承受较大的载荷。根据构件相对运动形式的不同, 低副又分为转动副和移动副。

两构件组成的只能做相对转动的运动副称为转动副或铰链。如图 0-4 (a) 所示, 其左图中因一个构件固定, 故称其为固定铰链; 右图的两个构件均可活动, 称为活动铰链。

两构件组成的只能沿某一轴线做相对移动的运动副称为移动副。如图 0-4 (b) 所示, 组成移动副的两构件可能都是运动的, 也可能有一个是固定的, 但两构件只能做相对移动。

(2) 高副。两构件以点、线的形式接触而组成的运动副称为高副。如图 0-4 (c) 和图 0-4 (d) 所示的齿轮副、凸轮副均属于高副。它们在接触处是以点或者线接触, 其相对运动是绕接触点的转动及沿公法线和公切线的移动。由于构件间以点、线接触, 所以接触处的压强较大, 故高副摩擦力大, 磨损严重。

0.2.2 平面机构的运动简图

1. 机构运动简图及其作用

由于机构的运动仅与机构中运动副的性质 (低副或高副)、运动副的数目及相对位置 (转动副中心、移动副的中心线、高副接触点的位置等)、构件数目等有关, 而与构件的外

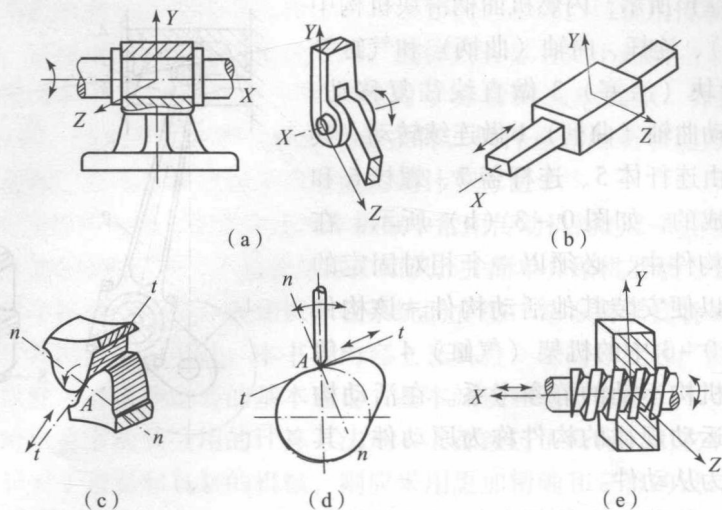


图 0-4

(a) 转动副; (b) 移动副; (c) 齿轮副; (d) 凸轮副; (e) 螺旋副

形、截面尺寸、组成构件的零件数目、运动副的具体构造无关，因此，为简化问题以便于研究，常常可忽略与运动无关的因素，而用规定的构件和运动副符号及简单线条，按一定的长度比例尺确定运动副的位置，并绘制出简单图形。这种表示机构运动特性的简单图形称为机构运动简图。

2. 机构运动简图的符号

(1) 构件的表示方法。对于轴、杆、连杆，常用一直线段表示，两端画出运动副的符号，如图 0-5 (a) 所示；若构件固连在一起，则涂以焊缝记号，如图 0-5 (b) 所示；机架的表示法如图 0-5 (c) 所示，其中左图为机架基本符号，右图表示机架为转动副的一部分。

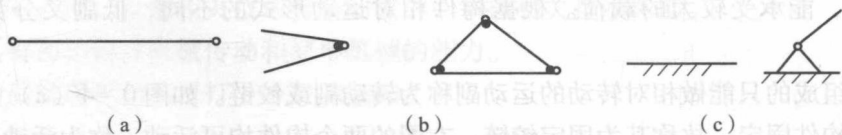


图 0-5

(2) 运动副的表示方法。两个构件组成转动副和移动副的表示方法如图 0-6 所示，如果两构件之一为机架，则在固定构件上画上斜线。

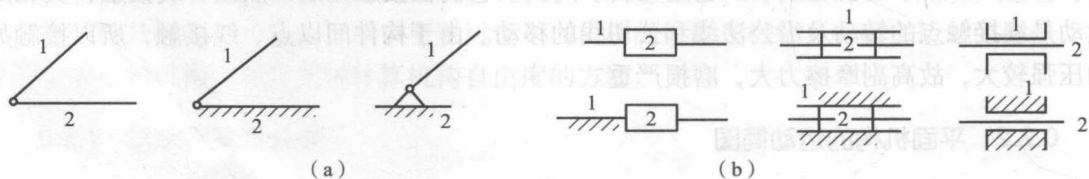


图 0-6

机构运动简图中常用机构和运动副的表示方法见表 0-1。

表 0-1 部分常用机构运动简图符号

名称		代表符号		名称	代表符号
杆的固定连接				链传动	
零件与轴的固定					外啮合圆柱齿轮机构
轴承	向心轴承	 普通轴承	 滚动轴承	内啮合圆柱齿轮机构	
	推力轴承	 单向推力	 双向推力		 推力滚动轴承
	向心推力轴承	 单向向心推力轴承	 双向向心推力轴承	 向心推力滚动轴承	
联轴器		 可移式联轴器	 弹性联轴器	圆锥齿轮机构	
离合器		 啮合式	 摩擦式		蜗轮蜗杆传动
制动器					

机构运动简图不仅简明地表达了实际机构的运动情况和运动特征，而且可通过其进行机构的运动分析和动力分析。

在实际工作中，有时只需要表明机构运动的传递情况和构造特征，而不要求了解机构的真实运动情况。因此，不必严格地按比例确定机构中各运动副的相对位置及尺寸，这样的简图称机构简图（或称为机构示意图）。在进行新机器的设计分析时，常用机构简图进行方案比较。

3. 机构运动简图的绘制

在绘制机构运动简图时，首先应弄清楚机构的实际结构和运动传递情况，找出机构的主动件、从动件和机架；然后沿着传动路线弄清各构件的数目与各运动副的类型和数目；最后选择合适的视图平面，以一定的比例和规定的符号绘制图形。

机构运动简图的绘制方法和步骤如下：

(1) 分析机构的结构和运动情况。观察机构的运动情况，找出主动件、从动件和机架。从主动件开始，沿着传动路线分析各构件的相对运动情况，并确定运动关系。

(2) 确定构件、运动副的类型及数目。根据相连两构件间的相对运动性质和接触情况，确定机构中构件的数目和运动副的类型及数目。

(3) 选择视图平面。为了能够清楚地表明各构件间的运动关系，对于平面机构，通常选择平行于构件运动的平面作为视图平面。

(4) 选定适当的比例尺 μ_l ，绘制机构运动简图。根据机构实际尺寸和图纸大小确定适当的长度比例尺 μ_l ，按照各运动副间的距离和相对位置，并以规定的符号和线条将各运动副连接起来，即得到所要画的机构运动简图。图中各运动副顺次标以大写英文字母，各构件标以阿拉伯数字，并将主动件的运动方向用箭头标明。

绘制机构运动简图的比例尺 μ_l 按下式计算：

$$\mu_l = \frac{\text{构件的实际长度 (m)}}{\text{图中线段长度 (mm)}}$$

例 0-1 绘制图 0-7 所示的偏心轮滑块机构的运动简图。

解：(1) 分析机构结构，找出“三大件”（即主动件、从动件及机架）。该机构由偏心轮 1、连杆 2、摇杆 3、连杆 4、滑块 5 及机架 6 共 6 个构件组成。机架 6 为固定件，偏心轮 1 为主动件，其余构件为从动件。

(2) 分析各构件之间的相对运动，确定运动副的类型和数目。偏心轮 1 与机架 6、连杆 2 与偏心轮 1、摇杆 3 与连杆 2、摇杆 3 与机架 6、连杆 4 与摇杆 3、滑块 5 与连杆 4 之间的相对运动都是转动，组成 6 个转动副。滑块 5 与机架 6 组成移动副。

(3) 合理选择视图。为了能够清楚地表明各构件间的运动关系，对于平面机构，通常选择平行于构件运动的平面作为视图平面。图 0-7 (a) 所示平面已能清楚地表示各构件间的运动关系，故选此平面作为视图平面。

(4) 选定适当的比例尺。

(5) 绘制机构运动简图。首先从主动件开始，定出机架上固定铰链点 O_1 ；再根据实际相对位置尺寸，按长度比例尺 μ_l 定出固定铰链点 O_3 和固定导槽方位线 $x-x$ ；选定主动件 O_1A 某一位置，接着以 A 、 O_3 点为圆心，以连杆 2 和摇杆 3 为半径画弧交于 B 点，得回转中心 B ，再以 B 点为圆心，以连杆 4 长为半径画弧，与直线 $x-x$ 相交于点 C ，即得回转中心 C ；最后用构件和运动副的规定符号相连，绘出该机构运动简图。

注意：固定件加画斜线，主动件应标注指示运动方向的箭头，如图 0-7 (b) 所示。

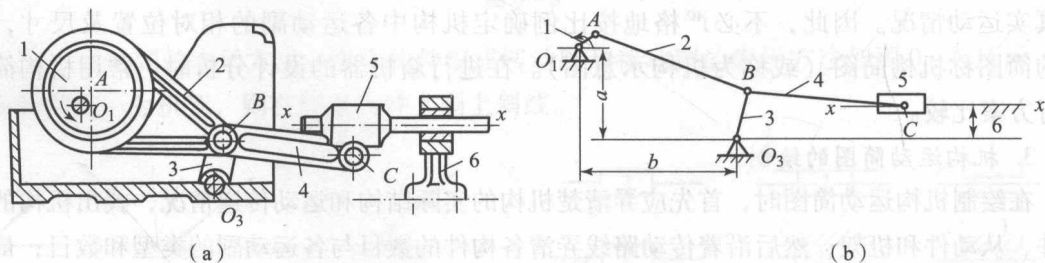


图 0-7

1—偏心轮；2，4—连杆；3—摇杆；5—滑块；6—机架