

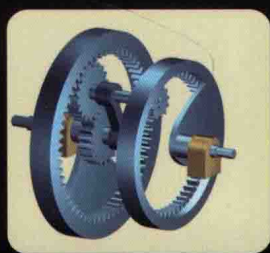
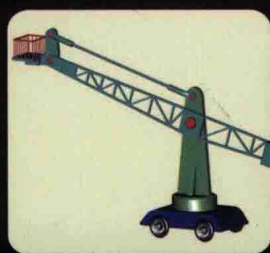
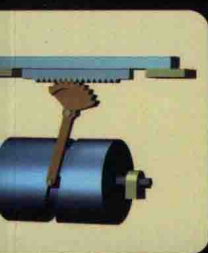


“十三五”普通高等教育本科规划教材
高等院校机械类专业“互联网+”创新规划教材

机械原理

(第2版)

王跃进 主编
张春林 主审



扫一扫联系客服



电子课件



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

“十三五”普通高等教育本科规划教材
高等院校机械类专业“互联网+”创新规划教材

机械原理

(第2版)

主 编 王跃进
副主编 窦蕴平 张 静
参 编 唐伯雁 刘春东 周瑞强
主 审 张春林



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书是根据教育部颁布的高等学校机械原理课程教学基本要求编写的,旨在满足全国众多应用型本科院校培养机械类人才的需要。

本书内容包括绪论,平面机构的结构分析,平面连杆机构及其设计,凸轮机构及其设计,齿轮机构及其设计,轮系及其设计,其他常用机构简介,平面机构的运动分析,平面机构的力分析,机械的平衡,机械的运转及其速度波动的调节,机械系统的方案设计。各章后附有一定数量的习题,以利于学生学习。

本书可作为高等院校工科机械类专业的教材,也可供相关工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械原理/王跃进主编. —2版. —北京: 北京大学出版社, 2019. 6
高等院校机械类专业“互联网+”创新规划教材
ISBN 978-7-301-26523-9

I. ①机… II. ①王… III. ①机构学—高等学校—教材 IV. ①TH111

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 272988 号

- 书 名** 机械原理(第2版)
JIXIE YUANLI (DI-ER BAN)
- 著作责任者** 王跃进 主编
- 策划编辑** 童君鑫
- 责任编辑** 黄红珍
- 数字编辑** 刘 蓉
- 标准书号** ISBN 978-7-301-26523-9
- 出版发行** 北京大学出版社
- 地 址** 北京市海淀区成府路 205 号 100871
- 网 址** <http://www.pup.cn> 新浪微博: @北京大学出版社
- 电子信箱** pup_6@163.com
- 电 话** 邮购部 010-62752015 发行部 010-62750672 编辑部 010-62750667
- 印 刷 者** 天津中印联印务有限公司
- 经 销 者** 新华书店
- 787 毫米×1092 毫米 16 开本 17 印张 396 千字
2009 年 9 月第 1 版
2019 年 6 月第 2 版 2019 年 6 月第 1 次印刷
- 定 价** 49.00 元

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

举报电话: 010-62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

图书如有印装质量问题,请与出版部联系,电话: 010-62756370

第 2 版前言

“机械原理”是研究机械共性问题的课程，是培养机械类专门人才的重要专业基础课程，是联系理论力学和专业课程的桥梁，起着承上启下的重要作用。

本书以机械类创新型应用人才为对象，力求内容简洁、新颖、实用，利于教学，注重理论和实践的结合。

本书在重点阐述机械原理的基本概念、基本原理和基本方法的同时，简化了较烦琐的理论推导过程，加强了机构应用内容的介绍；在教学方法上采用了概念清晰、方法步骤明确的图解法，也采用了适合现代技术发展需求且易于用计算机精确求解的解析法，更适合教师对不同教学方法的选择和学生的自主学习。

本书可作为高等院校机械类本科专业机械原理课程教材，适宜课堂教学学时为 56 学时左右、实验 6~8 学时、课程设计 1.5 周。书中标有 * 号的章节可根据教学要求进行选择。各章的参考教学学时见下表。

章 次	参考学时	章 次	参考学时
绪 论	1	第 6 章 其他常用机构简介	2
第 1 章 平面机构的结构分析	6	第 7 章 平面机构的运动分析	4
第 2 章 平面连杆机构及其设计	8	第 8 章 平面机构的力分析	4
第 3 章 凸轮机构及其设计	6	第 9 章 机械的平衡	3
第 4 章 齿轮机构及其设计	10	第 10 章 机械的运转及其速度波动的调节	4
第 5 章 轮系及其设计	4	第 11 章 机械系统的方案设计	4

本书链接了丰富的视频、动画等学习资源，读者可利用移动设备扫描书中的二维码进行线上学习。本书配套丰富的学习资源，读者可登录网址 <http://mooc1.chaoxing.com/course/200126632.html> 进行查阅和学习。

本书由北京建筑大学王跃进担任主编并负责统稿，北京建筑大学窦蕴平和河北建筑工程学院张静担任副主编，具体编写分工如下：王跃进编写绪论、第 4 章、第 11.3 节，北京建筑大学唐伯雁编写第 1、6 章，窦蕴平编写第 2、5 章，张静编写第 3、10 章，河北建筑工程学院刘春东编写第 7、8 章，广东石油化工学院周瑞强编写第 9 章、第 11.1 节、第 11.2 节、第 11.4 节。

北京理工大学张春林教授对全书进行了仔细的审阅，并提出了许多宝贵的修改意见，编者在此表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，真诚希望广大读者批评指正。



【资源索引】

编 者
2019 年 2 月

二维码资源索引

序号	页码	内容主题
		绪论
1	2	单缸四冲程内燃机
2	3	平行四边形机构
3	3	内燃机中机构
4	4	常用机构
		第 1 章
5	7	平面机构
6	8	转动副
7	8	移动副
8	8	齿轮高副
9	8	运动副
10	8	运动链
11	13	机构具有确定运动的条件
12	15	复合铰链
13	15	凸轮机构
14	15	凸轮 (局部+虚约束)
		第 2 章
15	26	平面四杆机构
16	27	雷达天线俯仰机构
17	27	缝纫机踏板机构
18	27	惯性筛机构
19	27	平行四边形机构
20	28	摄影平台升降机构
21	28	车门开闭机构
22	28	鹤式起重机机构
23	28	汽车转向机构
24	29	曲柄滑块机构演化
25	30	曲柄摇杆机构
26	31	曲柄摇杆机构的演化
27	31	曲柄滑块机构的演化
28	32	牛头刨床机构
29	32	唧筒机构
30	32	翻斗车翻转机构
31	38	夹具 (死点)
32	40	按 K 设计曲柄四杆机构
33	40	按 K 设计曲柄滑块机构
34	41	按连杆三位置设计四杆机构
		第 3 章
35	54	内燃机配气凸轮机构
36	54	摆动尖底从动件
37	54	凸轮自动送料机构



序号	页码	内容主题
38	55	凸轮机构的组成
39	55	移动凸轮
40	56	凹槽凸轮机构
41	56	主回凸轮机构
42	57	等径凸轮机构
43	57	等宽凸轮机构
第 4 章		
44	83	平面齿轮机构
45	84	空间齿轮机构
46	87	渐开线的形成
47	93	正确啮合条件
48	98	插齿(外齿)
49	99	插齿(齿条)
50	99	滚齿
51	99	滚刀
52	112	交错轴斜齿轮
53	113	蜗杆蜗轮
54	117	直齿锥齿轮
第 5 章		
55	126	定轴轮系
56	126	2K-H 型周转轮系
57	127	3K 型周转轮系
58	127	混合轮系
59	129	差动轮系
60	129	转化轮系
61	134	差动轮系用于运动合成
62	135	汽车后桥差速器
第 6 章		
63	147	棘轮机构
64	148	齿轮式棘轮机构
65	148	双动式棘轮机构
66	149	双向单动轮齿式棘轮机构
67	149	牛头刨床进给机构
68	149	摩擦式棘轮机构
69	150	单向离合器
70	150	内齿式棘单向轮机构
71	151	外槽轮机构
72	151	内槽轮机构
73	152	电影放映机的间歇卷片机构
74	152	球面槽轮机构
75	153	不完全齿轮机构
76	153	内啮合不完全内齿轮机构
77	154	单螺旋机构
78	154	双螺旋机构
79	155	差动螺旋机构
80	155	复式螺旋机构
81	156	单万向联轴器图
82	158	双万向联轴器
第 10 章		
83	234	离心调速器

参考文献

- 常治斌, 张京辉, 2007. 机械原理 [M]. 北京: 北京大学出版社.
- 陈立德, 2008. 机械设计基础 [M]. 2 版. 北京: 高等教育出版社.
- 厄尔德曼, 桑多尔, 1992. 机构设计——分析与综合: 第一卷 [M]. 庄细荣, 党祖祺, 译. 北京: 高等教育出版社.
- 哈尔滨工业大学编, 王知行, 邓宗全主编, 2006. 机械原理 [M]. 2 版. 北京: 高等教育出版社.
- 胡西樵, 1990. 机械设计基础: 上册 [M]. 北京: 高等教育出版社.
- 黄锡凯, 郑文纬, 1981. 机械原理 [M]. 5 版. 北京: 高等教育出版社.
- 申永胜, 2005. 机械原理教程 [M]. 2 版. 北京: 清华大学出版社.
- 西北工业大学机械原理及机械零件教研室编, 孙桓, 陈作模主编, 1996. 机械原理 [M]. 5 版. 北京: 高等教育出版社.
- 杨可桢, 程光蕴, 李仲生, 2006. 机械设计基础 [M]. 5 版. 北京: 高等教育出版社.
- 张策, 2011. 机械原理与机械设计: 上册 [M]. 2 版. 北京: 机械工业出版社.
- 张春林, 2006. 机械原理 [M]. 北京: 高等教育出版社.
- 张伟社, 2001. 机械原理教程 [M]. 西安: 西北工业大学出版社.
- 郑甲红, 朱建儒, 刘喜平, 2006. 机械原理 [M]. 北京: 机械工业出版社.
- 朱理, 2010. 机械原理 [M]. 2 版. 北京: 高等教育出版社.
- 邹慧君, 2001. 机械原理教程 [M]. 北京: 机械工业出版社.
- 邹慧君, 傅祥志, 张春林, 等, 1999. 机械原理 [M]. 北京: 高等教育出版社.

目 录

绪论	1	2.2 平面四杆机构的类型和应用	26
0.1 机械原理研究的对象	2	2.2.1 平面四杆机构的基本形式	26
0.2 机械原理课程的主要内容	4	2.2.2 平面四杆机构的演化	29
0.3 机械原理课程在专业中的地位及学习本课程的目的	4	2.3 平面四杆机构的特性	33
习题	5	2.3.1 平面四杆机构的几何特性	33
第1章 平面机构的结构分析	6	2.3.2 平面四杆机构的急回运动特性	34
1.1 平面机构的组成	7	2.3.3 平面四杆机构的传动特性	36
1.1.1 构件与零件	7	2.4 平面四杆机构的设计	39
1.1.2 运动副	7	2.4.1 用图解法设计平面四杆机构	39
1.1.3 运动链	8	2.4.2 用解析法设计平面四杆机构	43
1.1.4 机构	8	2.4.3 用实验法设计平面四杆机构	47
1.2 平面机构的运动简图	9	习题	48
1.2.1 构件与运动副的简图表示	9	第3章 凸轮机构及其设计	53
1.2.2 机构运动简图绘制方法	11	3.1 凸轮机构的概述	54
1.3 平面机构自由度	13	3.1.1 凸轮机构的应用	54
1.3.1 机构具有确定运动的条件	13	3.1.2 凸轮机构的组成和分类	55
1.3.2 平面机构自由度计算	14	3.2 从动件的运动规律	57
1.3.3 计算机构自由度时应注意的问题	14	3.2.1 凸轮机构的工作过程	57
1.4 平面机构的组成原理与结构分析	17	3.2.2 从动件的基本运动规律	58
1.4.1 平面机构的组成原理	17	3.2.3 从动件运动规律的选择	65
1.4.2 平面机构的结构分类	17	3.3 盘形凸轮轮廓曲线的设计	65
1.4.3 平面机构的结构分析	18	3.3.1 凸轮轮廓曲线设计的基本原理	66
1.4.4 平面机构的高副低代	19	3.3.2 用图解法设计盘形凸轮轮廓曲线	66
习题	20	3.3.3 用解析法设计盘形凸轮轮廓曲线	70
第2章 平面连杆机构及其设计	25	3.4 凸轮机构基本参数的确定	74
2.1 平面连杆机构及其特点	26		



3.4.1	压力角的确定	74	4.8.1	斜齿圆柱齿轮齿面的形成	106
3.4.2	基圆半径的确定	76	4.8.2	斜齿圆柱齿轮的基本参数及几何尺寸计算	107
3.4.3	滚子半径的确定	76	4.8.3	斜齿圆柱齿轮的当量齿数	109
3.4.4	平底尺寸的确定	77	4.8.4	斜齿圆柱齿轮啮合传动	110
习题		78	4.8.5	斜齿圆柱齿轮传动的特点	111
第4章	齿轮机构及其设计	82	4.8.6	交错轴斜齿轮传动	112
4.1	齿轮机构的类型及特点	83	4.9	蜗杆传动机构	113
4.2	齿廓啮合基本定律	84	4.9.1	蜗杆传动的的基本参数	114
4.3	渐开线齿廓及其啮合特性	86	4.9.2	蜗杆传动正确啮合条件	115
4.3.1	渐开线的形成及特性	86	4.9.3	蜗杆传动几何尺寸计算	116
4.3.2	渐开线函数及渐开线方程	87	4.9.4	蜗杆蜗轮转向的判定	116
4.3.3	渐开线齿廓的啮合特性	87	4.9.5	蜗杆传动的特点	116
4.4	渐开线标准直齿圆柱齿轮的几何尺寸	89	4.10	锥齿轮机构	117
4.4.1	齿轮各部分的名称	89	4.10.1	锥齿轮传动的特点	117
4.4.2	齿轮的基本参数	89	4.10.2	直齿渐开线锥齿轮齿廓曲面的形成	117
4.4.3	渐开线齿轮的尺寸计算公式	91	4.10.3	锥齿轮的背锥与当量齿数	118
4.4.4	内齿轮和齿条的尺寸	92	4.10.4	锥齿轮的几何尺寸计算	119
4.5	渐开线标准直齿圆柱齿轮的啮合传动	92	习题		120
4.5.1	正确啮合条件	93	第5章	轮系及其设计	125
4.5.2	正确安装条件	93	5.1	轮系及其分类	126
4.5.3	连续传动条件	95	5.1.1	定轴轮系	126
4.6	渐开线齿廓的切削加工	97	5.1.2	周转轮系	126
4.6.1	渐开线齿廓切削加工的基本原理	97	5.1.3	混合轮系	127
4.6.2	根切现象及其产生的原因	100	5.2	轮系的传动比计算	127
4.6.3	标准齿轮无根切的最少齿数	100	5.2.1	定轴轮系的传动比计算	127
*4.7	变位齿轮概述	101	5.2.2	周转轮系的传动比计算	129
4.7.1	问题的提出	101	5.2.3	混合轮系的传动比计算	131
4.7.2	变位齿轮的概念	101			
4.7.3	避免根切的最小变位系数	102			
4.7.4	变位齿轮的几何尺寸	102			
4.7.5	变位齿轮传动	103			
4.8	斜齿圆柱齿轮机构	106			

5.3 轮系的功用	132	6.5 万向联轴器	156
5.3.1 获得较大的传动比	133	6.5.1 单万向联轴器	156
5.3.2 实现变速换向传动	133	6.5.2 双万向联轴器	157
5.3.3 实现分路传动	134	习题	158
5.3.4 实现运动的合成与分解	134	第7章 平面机构的运动分析	160
5.4 周转轮系的设计及各轮齿数的确定	136	7.1 用速度瞬心法对机构进行速度分析	161
5.4.1 传动比条件	136	7.1.1 瞬心的概念与数目	161
5.4.2 同心条件	137	7.1.2 瞬心的位置	162
5.4.3 装配条件	137	7.1.3 瞬心在机构速度分析中的应用	163
5.4.4 邻接条件	138	7.2 用相对运动图解法对机构进行运动分析	164
5.5 其他轮系简介	139	7.2.1 同一构件上两点间的速度和加速度分析	165
5.5.1 渐开线少齿差行星齿轮传动	139	7.2.2 两构件重合点间的速度和加速度分析	167
5.5.2 摆线针轮传动	140	7.3 用解析法对机构进行运动分析	171
5.5.3 谐波齿轮传动	140	7.3.1 矩阵法	172
习题	142	7.3.2 复数矢量法	174
第6章 其他常用机构简介	146	习题	175
6.1 棘轮机构	147	第8章 平面机构的力分析	179
6.1.1 棘轮机构的组成和工作原理	147	8.1 机构的动态静力分析	180
6.1.2 棘轮机构的类型和特点	147	8.1.1 构件惯性力的确定	180
6.2 槽轮机构	150	8.1.2 机构的动态静力分析	181
6.2.1 槽轮机构的组成及工作原理	150	8.2 机械传动中摩擦力的确定	184
6.2.2 槽轮机构的类型及应用	151	8.2.1 移动副中摩擦力的确定	184
6.3 不完全齿轮机构	152	8.2.2 螺旋副中摩擦力的确定	187
6.3.1 不完全齿轮机构的组成及工作原理	152	8.2.3 转动副中摩擦力的确定	188
6.3.2 不完全齿轮机构的优缺点及应用	152	8.2.4 考虑运动副摩擦的机构力分析	190
6.4 螺旋机构	154	8.3 机械效率与自锁	191
6.4.1 螺旋机构的工作原理和类型	154	8.3.1 机械的效率	191
6.4.2 螺旋机构的传动特点和应用	155	8.3.2 机械的自锁	195
6.4.3 滚珠螺旋机构	156	习题	198



第 9 章 机械的平衡	202	10.3.2 周期性速度波动的不均匀系数	229
9.1 机械平衡的目的和内容	203	10.3.3 周期性速度波动调节的基本原理	230
9.1.1 机械平衡的目的	203	10.3.4 飞轮转动惯量 J_F 的近似计算	231
9.1.2 机械平衡的内容	203	10.3.5 非周期性速度波动的调节	233
9.2 刚性回转件平衡原理及方法	204	习题	235
9.2.1 静平衡	204	第 11 章 机械系统的方案设计	239
9.2.2 动平衡	206	11.1 概述	240
9.2.3 平衡试验简介	211	11.1.1 机械设计的一般过程	240
9.3 平面连杆机构的平衡简介	214	11.1.2 机械系统方案设计的任务与步骤	241
9.3.1 完全平衡	214	11.2 机构选型及机构系统运动方案设计	243
9.3.2 部分平衡	216	11.2.1 机构系统运动方案设计的基本原则	244
习题	217	11.2.2 机构类型的选择	246
第 10 章 机械的运转及其速度波动的调节	221	11.2.3 构件间运动的协调与机械运动循环图	250
10.1 机械系统动力学问题概述	222	11.3 机构的组合	253
10.1.1 研究机械系统动力学问题的目的和内容	222	11.3.1 机构的串联组合	253
10.1.2 机械运转的过程	222	11.3.2 机构的并联组合	254
10.1.3 驱动力和有效阻力的类型及机械特性	223	11.3.3 机构的封闭组合	255
10.2 机械系统的等效动力学模型	224	11.3.4 机构的叠加组合	255
10.2.1 等效动力学模型的基本原理	224	11.4 机械系统方案设计举例	256
10.2.2 等效力矩和等效力	224	习题	259
10.2.3 等效转动惯量和等效质量	225	参考文献	261
10.3 机械运动速度波动的调节	228		
10.3.1 周期性速度波动产生的原因	228		

绪 论



— 教学提示 —

本章主要介绍机械原理课程的研究对象、内容、地位，学习机械原理课程的目的，以及机械原理课程在培养机械工程技术人才中所起的作用。



— 教学要求 —

掌握机器和机构的定义、特征。

了解机器的组成。

了解机械原理课程的主要内容及在机械专业中的地位 and 作用，以及学习机械原理课程的目的。

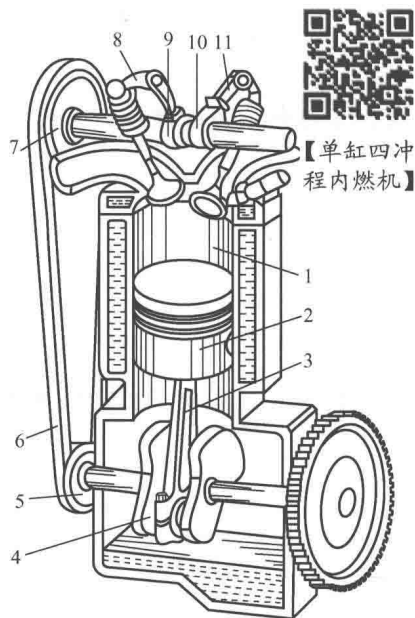


0.1 机械原理研究的对象

机械是为人类服务的工具。随着人类文明的进步,人们对各类工具的使用水平不断提高,工具的使用范围不断扩大。现代社会离不开机械,社会的文明程度越高,对各类机械的需求也就越多,对其技术水平要求也就越高。机械原理研究的对象就是为人类服务的工具——机械,研究的内容是有关机械的基本理论问题。机械是机器和机构的统称。

机器是为完成某种用途而专门设计的执行机械运动的装置,用于转换或传递能量、物料和信息。例如,内燃机和电动机用来转换能量;各类机床用来改变物料的形状或状态;起重运输机械用于传递物料;DVD通过光盘驱动器提取、转换和传递电子信息等。

机器的类型很多,其构造、用途和性能各不相同,但都具有一些共同的特征。下面用两个具体实例来说明。



【单缸四冲程内燃机】

图 0.1 单缸四冲程内燃机

- 1—气缸; 2—活塞; 3—连杆; 4—曲轴;
5、7—带轮; 6—同步带;
8、11—排、进气门摇臂;
9、10—排、进气凸轮

图 0.1 所示为单缸四冲程内燃机。该内燃机的主要功能是将燃气的热能转换为机械能。四冲程内燃机的一个工作循环由吸气、压缩、工作和排气四个行程组成。工作顺序如下:活塞 2 下行将燃气由进气管通过进气门吸入气缸 1 后,进气门关闭;活塞 2 上行压缩燃气;火花塞点火使高压燃气在气缸 1 中燃烧,迅速膨胀产生的压力推动活塞 2 下行,通过连杆 3 带动曲轴 4 转动,输出机械能;活塞 2 再次上行,排气门打开,废气通过排气管排出。其中同步带 6 用于通过凸轮轴控制进、排气门的开闭。可以看出,在每个工作循环中活塞 2 上下往复运动各两次,曲轴 4、带轮 5 一同转动两周,带轮 7、凸轮轴一同转动一周,进、排气凸轮 10、9 分别控制进、排气门各打开一次。内燃机中的各个部分协调、顺序地动作,再加上汽化、点火等装置的配合,便能够将燃气燃烧所产生的热能转变为曲轴 4 转动的机械能。

图 0.2 所示为步进式自动运输机。该运输机的主要功能是将工件 10 按间歇步进运输方式一步一步向左传递。当电动机的动力经带传动机构和齿轮机构传递到曲柄 7 上时,连杆 8 做平面运动,连杆上各点走出

虚线所示的轨迹,使工件可以实现向左的步进运输动作,代替人完成有用的机械功。

由以上两个实例看出,机器具有以下三个共同的特征。

- (1) 机器是人为的实物(通常称为构件)组合体。
- (2) 该组合体各部分(构件)之间都具有确定的相对运动。
- (3) 能够完成有用的机械功或转换机械能。

能同时具备上述三个特征的实物组合体就称为机器。凡能将其他形式的能量转变为机

械能的机器称为原动机,如内燃机、蒸汽机、水轮机、电动机、液动机(又称液压马达)、气动机(又称气动马达)等。凡能利用机械能来完成有用机械功的机器称为工作机,如各类机床、起重机、运输机等。

现代机器中高新科技(如计算机技术、信息处理技术、检测传感技术、伺服驱动技术、自动控制技术等)得到广泛的应用,使传统机器的组成和产品结构等方面发生了根本性的变化。特别是计算机技术的发展,促进了智能机器人技术的飞速发展。智能机器人不仅可以减轻人类的体力劳动,而且在减轻人类的脑力劳动方面也有显著的成效。

机器一般主要由四部分组成。

(1) 动力系统: 机器的动力源。常用的原动机有内燃机、电动机等。

(2) 传动系统: 连接动力系统和执行系统的中间环节,用于传递与变换运动和力。

(3) 执行系统: 用于完成预期的动作和功能。其结构形式取决于机器的用途。

(4) 控制系统: 用于协调动力系统、传动系统和执行系统,使彼此之间能够有序、准确、可靠地完成预定的功能。

机械原理课程的研究重点是机器的传动系统和执行系统,并不涉及机器中的动力系统和控制系统。

机构是用来传递与变换运动和力的可动装置。在图 0.1 所示的内燃机中,由气缸 1、活塞 2、连杆 3、曲轴 4 组成的组合体能够将活塞 2 的往复直线运动转变为曲轴 4 的旋转运动,反之亦然,称为曲柄滑块机构;由带轮 5、7 和同步带 6 组成的组合体,可以利用带轮直径的不同实现速度的转变,称为带传动机构;具有特定曲线轮廓的进、排气凸轮 9、10 运动时,利用其曲线轮廓推动进、排气门摇臂 8、11 做往复摆动,从而在从动件上实现预期的运动,称为凸轮机构。在图 0.2 所示的自动运输机中,齿轮 5、6 通过轮齿的接触传递运动和动力,并可以利用各轮齿数的不同实现减速或增速,称为齿轮机构;由杆件(曲柄 7 及连杆 8)组成的组合体,当各杆长度不同时,在杆件(连杆 8)上可以获得不同形状的曲线,并且在两个连杆架之间实现转动、摆动等运动形式的相互转换,称为连杆机构。

由以上几个例子可以看出,机构仅具有机器的前两个特征。

(1) 机构都是人为的实物(构件)组合体。

(2) 各运动实体(构件)之间具有确定的相对运动。

通过以上分析可以看出,机器是由各种机构组成的,可以完成能量的转换或做有用的机械功;而机构则仅仅起着运动、动力传递和运动形式转换的作用。因此,可以说机构是传递与变换运动和力的实物组合体,而机器则是能够完成有用的机械功或转换机械能的机构组合体。复杂机器是由多个机构组合而成的,简单的机器可以仅由单一的机构构成。

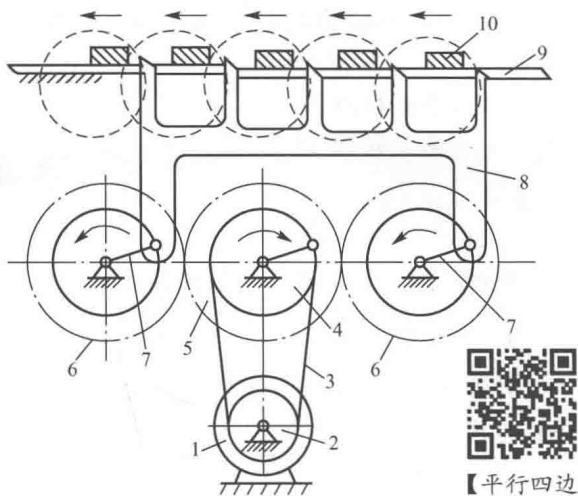


图 0.2 步进式自动运输机

1—电动机; 2、4—带轮; 3—传动带; 5、6—齿轮;
7—曲柄; 8—连杆; 9—滑轨; 10—工件

【平行四边形机构】

【内燃机中机构】



由于机构具有机器的前两个特征,因此从结构和运动的观点来看,两者之间并无区别。

0.2 机械原理课程的主要内容

机械原理课程主要研究的内容可分为以下几个方面。

1. 机构的组成原理与结构分析

机器和机构最显著的特征是各实体之间都具有确定的相对运动。因此,首先需要研究怎样组成才能使机器和机构具有确定的相对运动及满足其需要的条件;其次研究机构的组成原理及机构的分类;最后研究机构运动简图,用其表达机构的组成、各实体间的连接及运动传递的路径、原动件的数目及位置等。

机构的组成原理与结构分析是机械系统运动方案分析、改进与创新设计的基础。

2. 机构的运动分析

机构的运动分析是在已知原动件运动规律条件下,不考虑引起机构运动的外力影响,研究机构各点的轨迹、位移、速度和加速度等运动参数的变化规律。这种分析不仅是了解机械的性能的手段,也是设计新机器的重要步骤。本书将介绍对机构进行运动分析的基本原理和常用方法。

3. 机器动力学

机器动力学主要研究:在已知外力作用下机器真实的运动规律;确定机构运动副的反力、机构上需要加的平衡力、平衡力矩和效率等问题;分析机器速度波动的原因及应采用的调节方法和不平衡质量的平衡问题。机器动力学所研究、分析的问题既是高速机械必须要考虑的重要问题,也是获得高品质、优良性能机器必须要研究的问题。



【常用机构】

4. 常用机构及其设计

机器种类繁多,然而构成各种机器的机构类型却是有限的,常用的机构主要有连杆机构、凸轮机构、齿轮机构、间歇运动机构等。本书将对常用机构的运动及工作特性进行分析,并介绍其设计方法。

5. 机械系统运动方案设计

机械系统运动方案设计介绍机构的选型、组合方式、运动循环图拟定等方面的基本知识和机械系统运动方案设计的基本过程。

0.3 机械原理课程在专业中的地位及学习本课程的目的

机械原理是机械类专业研究机械共性问题的一门主干技术基础课。它以高等数学、普通物理、机械制图及理论力学等课程为基础,但比普通物理、理论力学等基础课程所研究

的问题更加接近工程实际。机械原理不同于机电一体化设计、汽车设计等专业课程，其研究的重点是各种机械所具有的共性问题，而专业课程则研究某一类机械所具有的特殊问题。因此，它比专业课具有更宽的研究范围和更广的适应性。所以，机械原理课程起着承上启下、联系基础课和专业课的桥梁的作用，在机械专业的课程体系中有非常重要的地位。

正是由于机械原理课程在机械专业中有着独特而不能替代的地位，因此学习本课程的目的就十分明确，具体如下。

1. 为学习机械类专业课程奠定基础

机械原理课程的任务是研究具有机械共性的理论问题与实验分析方法，使学生掌握机构运动学与动力学的基本理论、基本知识和基本技能，学会常用机构的分析和综合方法，了解和掌握进行机械系统设计的方法，为专业课程的学习打好基础。

2. 为正确使用机械设备提供指导

机械专业的工程技术人员在工作中将面对各种各样的机械设备，要能够正确使用、维护、管理各类机械设备，使设备的能力得到充分发挥，就必须了解机械产品的原理和特性。通过机械原理课程的学习，学生可以掌握机构和机器的分析方法，能够深入了解机构的性能和特性，能够更好地使用、维护、管理各类机械设备。

3. 为机械产品的改造和创新提供指导

创新是一个民族的灵魂，没有创新人类社会就不会发展。对于已有的机械设备如何改进、完善及提高其性能和效率，如何根据市场需要开发、设计出新的产品是机械专业工程技术人员经常要面对的问题。而机械产品的改造与创新主要是原理和设计方案的创新，因此机械原理的知识是必不可少的，其可以为机械产品的开发、设计、改造和创新提供指导和帮助。

机械原理是一门与工程实际密切结合的课程，因此学习本课程要更加注意理论联系实际。现实生活中有各种设计新颖、构思巧妙的机构和机器，在学习本课程的过程中，应注意观察、分析、比较和积累，主动把所学知识用于实际，以逐步扩大视野。在学习中要注意基本概念、基本方法和基本技能的掌握，要敢于提出问题，并能尝试用本课程所介绍的方法去解决问题，这样能够使自己的水平不断提高，从而很好地掌握这些知识。

习 题

- 0-1 机械原理的研究对象是什么？其研究内容有哪些方面？
- 0-2 机器有哪些特征？
- 0-3 机器和机构有哪些区别与联系？
- 0-4 机器一般主要由哪几部分组成？各部分的作用是什么？
- 0-5 对具有下述功用的机器各举出两个实例：原动机、改变物料形状的机器、变换或传递信息的机器、传递物料的机器。
- 0-6 机械原理课程在培养机械类专业人才中有什么作用？
- 0-7 学习机械原理课程的目的是什么？

第 1 章

平面机构的结构分析



教学提示

零件是组成机械的基本单元，构件和运动副是组成机构的基本要素，机构运动简图是表示机构组成的基本方法，在机构分析和设计过程中有重要作用。机构自由度计算是理解和分析机构运动的基础，而机构的结构分析将进一步加深对机构运动分析及设计的认识和理解。



教学要求

了解和认识构成平面机构的基本要素。

掌握平面机构各要素的简图表示及机构运动简图的绘制方法。

掌握平面机构自由度的计算方法，能正确识别和处理复合铰链、局部自由度和虚约束。

了解平面机构的组成原理和分类方法。

掌握平面机构的结构分析方法。