



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

机械设计

(第二版)

主编 彭文生 李志明 黄华梁



高等教育出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

机 械 设 计

(第二版)

主 编	彭文生	李志明	黄华梁
副主编	朱文坚	陈晓岑	徐小兵
	舒寅清	王 为	

高等教育出版社

内容提要

本书是根据教育部新制定的高等学校机械类专业本科机械原理与机械设计课程的教学基本要求,在第一版使用经验的基础上修订而成的。

全书共四篇 24 章。第一篇机构分析与设计(第一章至第六章),第二篇机械系统动力学基础及运动方案设计(第七章至第九章),第三篇机械零部件设计(第十章至第二十二章),第四篇机械创新设计及系统设计(第二十三、第二十四章)。

本书还有由高等教育出版社同时出版的《机械设计教学指南》(彭文生等主编)、《机械设计习题集》(侯玉英等主编)、《机械设计课程设计》(杨光等主编)、《机械设计学习指导与典型题解》(侯玉英等主编)等配套系列教材,便于教与学。

本书可作为高等工科大学机械类专业机械原理课程与机械设计课程分别开课或合并开课的教材,也可供有关专业师生和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计/彭文生,李志明,黄华梁主编. —2 版.
—北京:高等教育出版社,2008. 11
ISBN 978 - 7 - 04 - 024723 - 7

I. 机… II. ①彭…②李…③黄… III. 机械
设计 - 高等学校 - 教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 154093 号

策划编辑 卢 广 责任编辑 薛立华 封面设计 于 涛 责任绘图 尹 莉
版式设计 马敬茹 责任校对 殷 然 责任印制 陈伟光

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010 - 58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800 - 810 - 0598
邮政编码	100120	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010 - 58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	涿州市京南印刷厂		http://www.landaco.com.cn
		畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787 × 1092 1/16	版 次	2002 年 8 月第 1 版
印 张	34.5		2008 年 11 月第 2 版
字 数	850 000	印 次	2008 年 11 月第 1 次印刷
		定 价	39.10 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

物料号 24723 - 00

第二版前言

本书是根据教育部新制定的高等学校机械类专业本科机械原理和机械设计两门“课程的教学基本要求”、“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”、“关于启动高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作的通知(教高[2003]1 号文)”、“教育部关于进一步深化本科教学改革全面提高教学质量的若干意见(教高[2007]5 号文)”等有关文件精神,在总结第一版使用经验的基础上修订而成的。

本书第一版于 2002 年 8 月出版,考虑到机械工业迅速发展的需要、国家对 21 世纪培养创新人才的需求,以及适应和实施国家以科学发展观为指导制定的“十一五”规划,我国要建设成为有国际影响力的创新型国家,加强本科教育和教学改革,提高学生的综合素质,培养自主创新人才,为此本书按精品教材的要求进行了修订。

本次修订原则是:以继承为主,在保持和发扬第一版教材特色的基础上,从内容和体系上进行了新的探索;树立精品意识,千方百计提高教材质量,锤炼成为精品教材。具体进行了以下几项工作:

1. 突破原有课程的界限。将机械原理、机械设计、机械创新设计等课程的有关内容进行了重组、融合及整体优化,按照“机构分析与设计—机械系统动力学基础及运动方案设计—机械零部件设计—机械创新设计及系统设计”的新体系划分篇章,以加强课程的整体性和系统性。例如,本书内容编排顺序为:从机构分析与设计到机械创新及系统设计,从机械系统的组成和运动简图设计到机械传动及其零部件设计、机械创新设计、机械系统方案设计和机械传动系统设计。

2. 以系统分析和综合设计能力的培养为主线,突出创新能力的培养和总体方案的设计,并将这一思想贯穿于教材的始终。机械系统总体方案设计是最具有创新性的一个设计环节,例如在各章具体机构及零部件设计计算时,都从整体设计思想出发,联系到具体机械的工况与技术要求,进行系统分析和综合设计能力的训练。另外,对机械创新设计及机械系统设计有专章阐述。对主要章均增加了“设计实例分析及设计时应注意的事项”一节,旨在培养学生的综合设计能力。

3. 为了适应科学技术和经济发展的需要,本书内容进行了大胆的改革,例如增加了机械创新设计、机械系统的运动方案设计、机械系统设计三章全新的内容;对传统教材的内容进行了推陈出新,例如增加了组合机构、点线啮合齿轮、新型蜗杆传动、变速轴承、模糊评价等新内容。

4. 为了加强对学生结构设计能力的培养,本书将机械零部件设计中有关结构设计的内容集中在“常用零部件结构设计”一章,抓住共同特点,通过典型实例的正误对比分析,培养学生的结构创新设计能力。

5. 合理处理传统教学内容与现代教学内容的关系。精选“三基”内容,注意少而精的原则,淡化公式的演绎和推导,适当压缩篇幅,尽量避免重复,以适应学时减少的需要。

6. 为了适应经济全球化、培养大学生的国际化意识和推行的“双语教学”的需要,本书在常

用的名词术语后标注了英文词语,全书共收录 600 余词条。

7. 与本书配套的系列教材《机械设计习题集》、《机械设计课程设计》、《机械设计教学指南》、《机械设计学习指导与典型题解》由高等教育出版社同时出版,更方便教与学。

本书共四篇 24 章,参加本书修订工作的有:华中科技大学彭文生(第一章、第十一章、第二十三章的一部分),河南科技大学何晓玲(第二章)、田同海(第五章)、舒寅清(第十四章),湖北工业大学魏兵(第三章)、王为(第十三章),武汉理工大学陈晓岑(第四章)、韩少军(第七章)、杨光(第八章)、李志明(第十六章)、郭柏林(第二十章),武汉科技学院郭毕佳(第六章)、杨文堤(第十章),华中农业大学王进才(第九章),长江大学徐小兵(第十二章),江汉大学彭和平(第十五章),广西大学龙有亮(第十七章)、黄华梁(第二十三章的一部分、第二十四章),湖北汽车工业学院任爱华(第十八章),华南理工大学朱文坚(第十九章),武汉科技大学孙瑛(第二十一章)、陶平(第二十二章)。全书由彭文生、李志明、黄华梁担任主编,朱文坚、陈晓岑、徐小兵、舒寅清、王为担任副主编。

本书承武汉科技大学校长孔建益教授和武汉理工大学王均荣教授审阅,他们提出了宝贵的意见,在此谨表示衷心的感谢。

由于编者的水平和时间所限,误漏之处恐属难免,诚恳欢迎广大读者对本书提出批评和改进意见。

编者

2008 年 1 月

第一版前言

本书是根据有关课程的“课程教学基本要求”和“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”有关文件精神,为了适应当前教学改革的发展趋势和我国加入 WTO 后培养宽口径机械类专业人才的需要而编写的一本新教材。其主要特点是:

1. 突破原有课程的界限。将机械原理、机械设计、设计方法学、机械创新设计等课程的有关内容,精心进行了重组、融合及整体优化,按照“机械设计总论——传动机构设计——机械零部件设计——机械创新及系统设计”的新体系划分篇章,以加强课程的整体性和系统性。例如,本书内容的编排顺序为:从机械系统的组成和运动简图设计到机械传动及其零部件设计、机械创新设计、机械系统运动方案设计和机械传动系统设计。

2. 以系统分析和综合设计能力的培养为主线,突出创新能力的培养和总体方案的设计,并将这一思想贯穿于全书的始终。机械系统总体方案设计是最具有创新性的一个设计环节。例如,在“机械设计总论”中,从整体设计思想出发,阐述了机械设计的一些共性内容,而在以后各章具体机构及零部件设计计算时,都联系到具体机械的工况与技术要求,进行系统分析和综合设计能力的训练。另外,对机械创新设计及系统设计有专章阐述。主要章均增加一节“设计实例分析及设计时应注意的事项”,旨在培养学生的综合设计能力。

3. 为了适应科学技术和经济发展的需要,本书在内容方面进行了大胆的改革。例如增加了机械创新设计、现代设计方法概述、机械系统的运动方案设计、机械系统设计综述等四章内容。对传统教材的内容进行了推陈出新。例如增加了应用日广的几种新型减速器和无级变速器、施必牢螺母、点线啮合齿轮、新型蜗杆传动、变速轴承、虚拟现实设计等新内容。

4. 为了加强对学生结构设计能力的培养,本书将机械零部件设计中有关结构设计及密封内容,集中在“机械零部件结构设计”和“机械零部件的密封装置”两章,抓住共同特点,通过典型实例的正误对比分析及创新设计实例分析,培养学生的结构创新设计能力。

5. 合理处理传统教学内容与现代教学内容的关系。精选“三基”内容,注意少而精原则,淡化公式的演绎和推导,适当压缩篇幅,尽量避免重复,以适应学时减少的需要。

6. 为了适应经济全球化、培养大学生的国际化意识及一些大学正在推行的“双语教学”的需要,本书在书末列出了各章常用的名词术语的中英文对照,共收录 600 余词条。

7. 本书还有配套的《机械设计习题集》和《机械设计课程设计》教材,更方便教与学。

本书带“*”的章节为选学内容或延伸内容,使用时可根据学时和学生实际情况酌情取舍。

本书分四篇共二十三章。参加本书编写工作的有:武汉理工大学彭文生(兼职教授)(第一、五章及 § 20-4、§ 20-5 实例 4),常建娥(第六章),李志明(第十一章),张予川(第十五章),林财和(第十六章),韩少军、杨光(第十七章);武汉科技大学李佳(第二章),闻欣荣(第四章);湖北工学院魏兵(第三章),王为(第八章);洛阳工学院田同海(第七章),舒寅清(第九章);沈阳大学吴杰(第十章);广西大学龙有亮(第十二章),黄华梁(第二十三章);南华大学王剑彬(第十三

章);华南理工大学朱文坚(第十四、十八章),李杞仪(第二十二章);包头钢铁学院杨建鸣(第一章部分内容),李强(第十九、二十一章及第五章部分内容);南昌大学刘莹(第二十章 § 20-1 ~ § 20-3 及 § 20-5 实例 1、2、3)。全书由彭文生、李志明、黄华梁担任主编,朱文坚、常建娥、舒寅清、王为担任副主编。

本书承武汉理工大学王均荣教授、武汉科技大学孔建益教授审阅,他们提出了许多宝贵意见和建议,作者在此表示衷心的感谢。

由于作者的水平和时间所限,误漏之处在所难免,诚恳欢迎广大读者批评指正。

作者

2001年8月

目 录

第一篇 机构分析与设计

第一章 机构设计基础	3	* § 3-5 高速凸轮机构简介	77
§ 1-1 机械设计概述	3	第四章 齿轮机构工作原理	78
§ 1-2 平面机构的组成原理及其具有确定运 动的条件	6	§ 4-1 概述	78
§ 1-3 平面机构自由度的计算	11	§ 4-2 齿轮齿廓设计	79
* § 1-4 机构的组成原理及平面机构的结构 分类	15	§ 4-3 齿轮各部分的名称及几何尺寸 计算	83
§ 1-5 机构中的摩擦、效率和自锁	17	§ 4-4 渐开线标准直齿圆柱齿轮的啮合 传动	88
第二章 平面连杆机构及其设计	22	* § 4-5 渐开线齿轮的切齿原理及变位 齿轮传动	92
§ 2-1 平面连杆机构的类型特点和应用	22	§ 4-6 斜齿圆柱齿轮机构	102
§ 2-2 平面连杆机构的演化	25	§ 4-7 直齿锥齿轮机构	106
§ 2-3 平面连杆机构的基本特性	28	* § 4-8 其他齿轮传动简介	110
§ 2-4 平面连杆机构的运动分析	32	第五章 轮系	115
§ 2-5 平面连杆机构的力分析	40	§ 5-1 轮系的类型	115
§ 2-6 平面连杆机构的设计	44	§ 5-2 定轴轮系的传动比计算	117
* § 2-7 多杆机构简介	48	§ 5-3 周转轮系的传动比计算	120
* § 2-8 空间连杆机构简介	50	§ 5-4 复合轮系的传动比计算	123
§ 2-9 连杆机构设计实例分析及设计时应 注意的事项	51	§ 5-5 轮系的功用	125
第三章 凸轮机构及其设计	54	* § 5-6 行星传动简介	127
§ 3-1 凸轮机构的应用及分类	54	第六章 其他机构	132
§ 3-2 从动件的常用运动规律及其选择	56	§ 6-1 棘轮机构设计	132
§ 3-3 平面凸轮轮廓曲线的设计	63	§ 6-2 槽轮机构设计	135
§ 3-4 凸轮机构设计时应注意的事项及 实例分析	71	§ 6-3 不完全齿轮机构设计	137
		* § 6-4 凸轮式步进机构简介	139

第二篇 机械系统动力学基础及运动方案设计

第七章 机械系统动力学分析	143	第八章 机械系统的平衡	155
§ 7-1 概述	143	§ 8-1 概述	155
§ 7-2 单自由度机械系统动力学分析	145	§ 8-2 刚性回转体的平衡	155
§ 7-3 机械系统真实运动规律的求解	149	§ 8-3 平面机构的平衡	159
§ 7-4 机械的运转和速度波动的调节	150	第九章 机械系统的运动方案设计	163

§ 9-1 概述	163	§ 9-4 机构的运动协调性设计与运动方案 的评价	178
§ 9-2 机构选型与机构组合	165	§ 9-5 运动方案设计的实例及评价	186
§ 9-3 机构构型的创新设计方法	169		

第三篇 机械零部件设计

第十章 机械零件设计基础	193	§ 13-6 V带传动设计的实例分析及设计时应 注意的事项	295
§ 10-1 机械设计中的强度、许用应力和安 全系数	193	第十四章 链传动设计	298
§ 10-2 机械设计中的摩擦、磨损和润滑 ..	201	§ 14-1 概述	298
§ 10-3 机械设计的基本要求和一般 程序	212	§ 14-2 链传动的运动特性与受力分析	301
§ 10-4 机械零件的工作能力和计算准则 ..	213	§ 14-3 滚子链传动设计	304
§ 10-5 机械设计中常用材料的选用原则 ..	215	* § 14-4 链传动的润滑、布置和张紧	310
第十一章 齿轮传动设计	217	§ 14-5 链传动设计的实例分析及设计时应 注意的事项	313
§ 11-1 齿轮传动的受力分析与计算载荷 ..	217	第十五章 轴毂连接设计	315
§ 11-2 齿轮传动的失效形式及设计准则 ..	222	§ 15-1 键连接设计	315
§ 11-3 齿轮材料及许用应力	225	§ 15-2 花键连接设计	319
§ 11-4 直齿圆柱齿轮传动的强度计算	231	* § 15-3 无键连接简介	322
§ 11-5 斜齿圆柱齿轮与直齿锥齿轮的 强度计算特点	238	第十六章 螺纹连接与螺旋传动设计	324
§ 11-6 齿轮传动的润滑	241	§ 16-1 螺纹	324
§ 11-7 齿轮传动设计的实例分析及设计时 应注意的事项	242	§ 16-2 螺纹连接	326
第十二章 蜗杆传动设计	248	§ 16-3 单个螺栓连接的强度计算	330
§ 12-1 蜗杆传动的类型及特点	248	§ 16-4 螺栓组连接的设计	338
§ 12-2 普通圆柱蜗杆传动的主要参数及几 何尺寸计算	252	* § 16-5 提高螺栓连接强度的措施	343
§ 12-3 蜗杆传动的受力分析、失效形式及 材料选择	257	* § 16-6 螺纹连接设计的实例分析及设计时 应注意的事项	346
§ 12-4 普通圆柱蜗杆传动的设计计算	259	* § 16-7 螺旋传动简介	349
* § 12-5 圆弧圆柱蜗杆传动的设计计算	262	第十七章 轴的设计	352
§ 12-6 蜗杆传动的效率、润滑及热平衡 计算	268	§ 17-1 概述	352
§ 12-7 蜗杆传动设计的实例分析及设计时 应注意的事项	272	§ 17-2 轴径的初步估算	355
第十三章 带传动设计	275	§ 17-3 轴的结构设计	356
§ 13-1 概述	275	§ 17-4 轴的强度和刚度计算	361
§ 13-2 带传动的理论基础	278	§ 17-5 轴设计的实例分析及设计时应 注意的事项	368
§ 13-3 V带传动设计	282	第十八章 联轴器、离合器和制动器	375
* § 13-4 同步带传动设计	290	§ 18-1 联轴器	375
* § 13-5 其他带传动简介	294	§ 18-2 离合器	381
		§ 18-3 制动器简介	384
		第十九章 滑动轴承设计	386
		§ 19-1 概述	386
		§ 19-2 滑动轴承的结构型式	387

第一篇 机构分析与设计

本篇所包括的六章内容,属于单独开设“机械原理”课程的基本内容,但考虑到本书对“机械原理”、“机械设计”、“机械创新设计”等课程的内容进行了重组、融合与整体优化的特点,故有些章在内容取材与阐述方面又有些变化。

第一章 机构设计基础。阐述机械设计概述,平面机构的组成原理及具有确定运动的条件,平面机构的自由度计算,机构中的摩擦、效率和自锁等机构分析与设计中的一些共性问题。

第二章 平面连杆机构及其设计。增加了连杆机构设计实例分析及设计时应注意的事项、多杆机构及空间连杆机构简介。

第三章 凸轮机构及其设计。增加了凸轮机构设计时应注意的事项及实例分析、高速凸轮机构简介。

第四章 齿轮机构工作原理。增加了曲齿锥齿轮传动、准双曲面齿轮传动、圆弧齿转传动等内容。

第五章 轮系。增加了行星传动等内容。

第六章 其他机构。增加了凸轮式步进机构及组合机构等内容。

第一章 机构设计基础

§ 1-1 机械设计概述

在我国古代,“机”、“器”、“械”都有不同的含义。“机械”通常指各种机巧的装置,“机器”的主要含义是机械装置。至近代,“机械(machinery)”已成为各种机械装置的泛称,其含义包括“机器(machine)”。“机械设计(machine design)”即为各种机械装置的设计,特别是装置的机巧之处,用现代语言来说,即为“机械创新设计(mechanical creation design)”。

一、机械的组成

在长期的生产实践中,人们创造发明了各种机械,如电动机、内燃机、机床、汽车、火车、飞机、轮船,等等。

机械的种类繁多,其构造、性能和用途各不相同。但从机械的组成分析,又有其共同点,即它们都是由一些典型的机构、机械零部件及控制操作系统所组成。例如图 1-1 所示的半自动多轴钻床,它由电动机传送出的运动与动力,经带传动 1 及齿轮箱中的齿轮传动(图中未绘出),一方面带动钻头旋转,另一方面经齿轮传动 2、轴 3、滑动轴承 4、万向联轴器 5、蜗杆传动 9、弹簧 8、凸轮机构(主要由推杆 6、凸轮 7 和机架组成),推动工件左右移动,达到钻孔的目的。

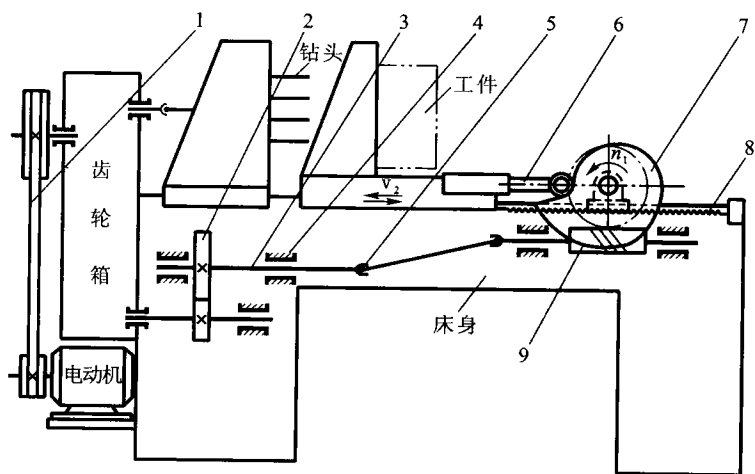


图 1-1 半自动多轴钻床

又如图 1-2 所示的内燃机,它由气缸体(机架)1、曲轴 2、连杆 3、活塞 4、进气阀 5、排气阀 6、推杆 7、凸轮 8 及齿轮 9、10 等组成。当燃气推动活塞 4 作往复移动时,通过连杆 3 使曲轴 2 作连续转动,从而将燃气的热能转换为曲轴的机械能。为了保证曲轴 2 连续转动,通过齿轮、凸轮、推杆和弹簧等的作用,按一定的运动规律启闭阀门,以输入燃气和排出废气。细加分析,此种内燃机由三种机构组成:1)由机架 1、曲轴 2、连杆 3 和活塞 4 构成的曲柄滑块机构,它将活塞的往复移动转变为曲轴的连续转动;2)由机架 1、凸轮 8 和推杆 7 构成的凸轮机构,它将凸轮的连续转动转变为推杆的往复移动;3)由机架 1、齿轮 9、10 构成的齿轮机构,其作用是改变转速的大小和方向。

又如起重运输机械、冶金矿山机械、轻纺食品机械等,它们的用途、功能要求、工作原理和构造各不相同,但一般都由原动机、工作部分、传动部分和操纵控制系统所组成。而对于较复杂和自动化程度高的机械,往往还包括完成各种功能的信息处理、传递系统。

从上述示例可知:凡能实现确定的机械运动,又能作有用的机械功或完成能量、物料和信息转换和传递的装置,称为机器,如颚式破碎机(图 1-6)、内燃机(图 1-2)、多轴钻床(图 1-1)等。若只能传递运动和力者,则称为机构(mechanism),如连杆机构、齿轮机构等。但从运动观点来看,两者之间并无区别,所以通常将机器和机构统称为机械。而组成机械的相对运动单元,称为构件(link)。构件可以是单一的零件,也可以是由几个零件组成的刚性结构。构件与零件的区别在于:构件是运动的单元,而零件是制造的单元。

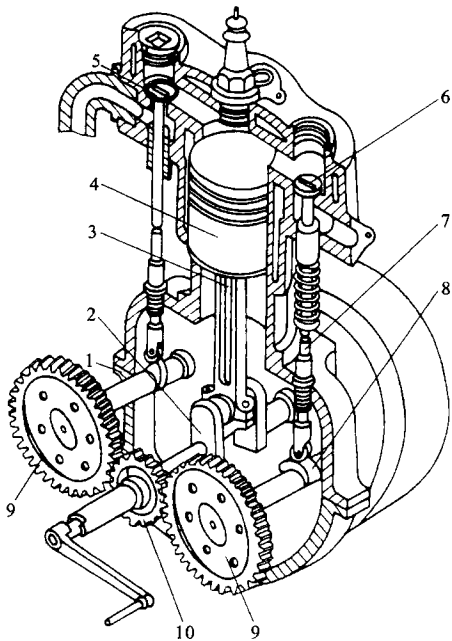


图 1-2 单缸内燃机

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、步进机构等。各种机械中普遍使用的零件称为通用零件,如螺钉、轴、轴承、齿轮、弹簧等。只在某一类型机器中使用的零件称为专用零件,如内燃机的活塞、曲轴,汽轮机的叶片等。

二、“机械设计”教材变迁的历史和现状

事物发展的规律往往是螺旋式上升的,“机械设计”教材变迁的历史也符合这一规律。新中国成立 60 年来,“机械设计”教材的变迁,经历了如下四个阶段。

第一阶段(新中国成立前至 1953 年前后),全国各大学普遍沿用欧美教材,书名《机械设计》(machine design),它包括“机械原理”、“机械零件”及部分热机等方面的内容。其特点是内容涵盖面广,着重实用,但理论深度较浅。

第二阶段(1953 年至 1960 年前后),普遍使用翻译的苏联教材,将原来欧美的“机械设计”教材的相关内容分为《机械原理》(machine theory)、《机械零件》(machine element),并分别设课。

第三阶段(1960年前后至1995年),采用由国内学者主编的《机械原理》、《机械零件》(后改名“机械设计”)教材。这些教材在理论分析深度及内容阐述的详细程度方面都高于国外教材。

第四阶段(1988年前后至今),为多种教材并存、改革力度加大的阶段。它又可分为前期和近期两类教材。

前期,一些省与地区教研会也组织编写了系列教材,其特点为:1)内容上的衔接性好,避免了相关教材之间不必要的重复;2)教学针对性强,融入了编者长期积累的教学经验,便于教与学。

由于教育部从1996年制定的“高等教育面向21世纪教学内容和课程体系改革计划”及“工程制图与机械基础系列课程教学内容和课程体系改革的研究与实践”等课题的实施,不仅推动了教学内容和课程体系的改革,也推动了新一轮教材的建设。近期教材建设是在全国进行专业调整后,要求“拓宽专业口径”,“淡化专业意识、拓宽基础,加强素质教育和能力培养(特别是创新能力培养)”,以及压缩学时等情况下进行的。一些《机械原理》、《机械设计》教材在内容和体系上更新较多。一些大学已将原《机械原理》、《机械设计》进行了有机的合并,重组为新的《机械设计》教材。还有些大学将“互换性”或“机械系统设计”或“机械创新设计”等课程内容的部分或全部纳入到新编《机械设计》教材之中。

本书是根据21世纪人才培养的要求和当前教学改革的需要,将原来的“机械原理”、“机械设计”两门课程的内容及“机械创新设计”、“机械系统设计”等有关内容,精心进行了重组、融合和整体优化,构成新的《机械设计》教材。

三、本课程的内容、性质和任务

1. 本课程在国民经济中的地位和作用

我国加入世界贸易组织(WTO)意味着我们的国家以至每一个人,都面临着充满竞争的全球化知识经济时代的机遇和挑战。国民经济的各个生产部门,都要求尽早实现机械化、自动化和信息化。因此,时代对机械设计工作者和本课程都提出了更新、更高的要求。

机械设计是为了满足机器的某些特定的功能要求而进行的创造性过程,即应用新的原理或新的概念,开发创造出新的产品,或对现有机器局部进行创造性的改革。设计是创造性的劳动,创造就是创新。迎接未来科学技术的挑战,最重要的是要坚持创新、勇于创新。

为了创造性地设计并制造出高质量的成套设备,以满足国民经济发展和出口的需要,就要培养千百万高素质的人才。从事机械设计的人员应具备的素质是:1)广博的理论基础;2)丰富的实践经验;3)高度的责任感和严谨的工作作风;4)强烈的创新意识和创造性的思维能力;5)虚心学习和不断进取的创业精神。

2. 本课程的内容

本课程主要阐述机械设计的一般原则和程序、机械的组成、常用机构、机械传动(如V带传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动以及通用的连接零件、轴系零件的工作原理、特点和基本设计方法或选用原则。为了适应21世纪中国高等工程教育培养人才的需要,增加了机械创新设计内容,较系统地介绍了机械创新设计的基本原理、创造性思维、创新设计方法和创新设计实例分析;增加了机械系统的运动方案设计(kinematic precept design),较系统地介绍了执行系统的功能和

设计要求、机构选型、机构的创新设计方法、运动方案设计的实例分析及评价;增加了机械系统设计(mechanical system design),较系统地介绍了机械系统的构思设计方法、机械执行系统的方案设计、机械传动系统的方案设计实例分析及评价。

3. 本课程的性质和任务

机械设计课程是培养机械工程类专业学生机械设计能力的重要技术基础课,是学习专业课程和从事机械设备设计的基础。

本课程的主要任务是:1)培养学生正确的设计思想和创造性思维的方法,了解和贯彻执行国家的技术经济政策;2)掌握常用机构的结构、原理、运动特性和机械动力学的基本知识,初步具有分析和设计常用机构的能力,并能正确设计和确定机械运动方案;3)掌握通用机械零件的工作原理、特点、选用和设计计算的基本知识,具有设计机械传动装置和简单机械的能力;4)培养学生运用各类标准、规范、手册、图册、CAD及网络信息等资料,对设计方案(或构思图)具有自我思考、判断和决策的能力。

4. 本课程的学习方法

本课程是一门设计性质的重要技术基础课,在从基础理论课程学习过渡到专业课程学习的过程中,起着承上启下的作用。特别是新的宽口径专业调整之后,要求淡化专业意识,拓展基础,本课程就更显现出其重要性。本课程涉及内容甚广,许多问题的解答不是唯一的,而是有多种方案可供选择及评价决策。因此,学习时要尽快适应本课程的特点。现将本课程的学习方法简述如下:

(1) 紧密联系生产实际,联系机构及整体机械系统进行分析。

(2) 努力培养自己的创新思维能力和解决工程实际问题的能力。按解决工程实际问题的思维方法及创新模式努力培养 and 提高自己的创新设计能力。

(3) 把握每章的重点及分析处理问题的思路和基本方法。本课程中分析问题和解决问题的思路和方法,也正是解决工程实际问题中常用的思路和方法。

§ 1-2 平面机构的组成原理及其具有确定运动的条件

机构是传递运动和动力的机械装置,是构件的组合。然而,机构中构件的随意组合,不一定具有确定的运动,甚至构件之间根本不能产生相对运动。符合什么条件其运动才是确定的,这显然是研究现有机构或创新设计新机构首先要解决的问题。

如果组成机构的各可动构件都在同一平面或相互平行的平面内运动,则这类机构称为平面机构,否则就称为空间机构(spatial mechanism)。

机械中实际的机构,其结构往往是较复杂的。在工程上常用规定的符号绘制机构的运动简图,以表达机构各构件之间的运动关系。借用机构运动简图来分析机构的运动和特性,能使问题既简单又明了。因此,机构运动简图的绘制方法,是应该掌握的内容。

由于机械中广泛采用平面机构,所以本节只讨论平面机构运动简图的绘制及其具有确定运动的条件。

一、运动副

机构中使两构件相互接触而又允许产生某些相对运动的活动连接称为运动副 (kinetic pairs; joints), 而两构件上直接参加接触构成运动副的部分称为运动副元素。例如图 1-2 所示的内燃机中气缸与活塞的连接, 它们既相互接触, 同时又允许活塞相对于气缸往复移动, 这种活动连接就是运动副。

两个构件组成运动副, 其接触部分不外乎是点、线或面, 而构件之间允许产生的相对运动与它们的接触情况有关。按照接触情况, 通常把运动副分为低副和高副两大类。

1. 低副

两构件为面接触的运动副称为低副 (lower pairs; lower joints)。低副又分为转动副和移动副。

(1) 转动副 (revolute pair) 若运动副只允许两构件作相对转动, 则称为转动副或回转副, 又称铰链。如图 1-3a 所示的轴 1 与轴承 2, 轴 1 可绕轴线 $O-O$ 相对转动而组成转动副, 它有一个构件是固定的, 称为固定铰链。图 1-3b 所示构件 1 与构件 2 也组成转动副, 由于它的两个构件均未固定, 故称为活动铰链。

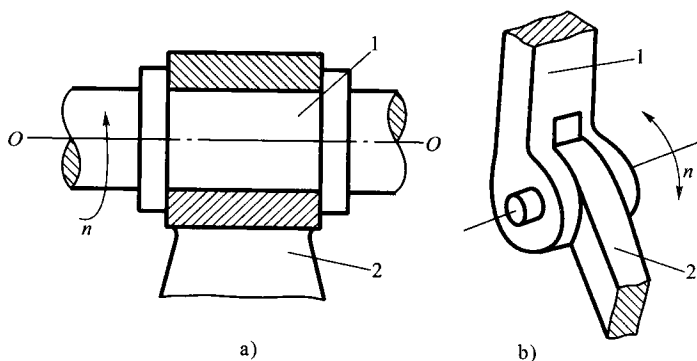


图 1-3 转动副

(2) 移动副 (prismatic joints) 若运动副只允许两构件作相对移动, 则称为移动副。如图 1-4 所示, 构件 1 与构件 2 可沿方向线 $x-x$ 相对移动而组成移动副。

2. 高副

两构件为点或线接触的运动副称为高副 (higher pairs; higher joints)。它们允许的相对运动是绕瞬时接触的点或线转动和沿瞬时接触处的公切线 $t-t$ 滑动, 如图 1-5 所示。图 1-5a 为凸轮 1 与从动件 2 组成的高副, 图 1-5b 为轮齿 1 与轮齿 2 所组成的高副。

上述各运动副中, 两构件之间的相对运动均为平面运动, 统称为平面运动副。若两构件之间的相对运动为空间运动, 则称为空间运动副。空间运动副参见 § 2-8。

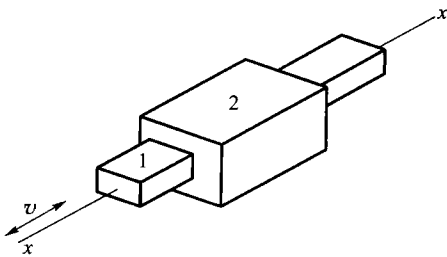


图 1-4 移动副