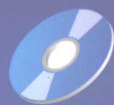




高职高专“十一五”规划教材



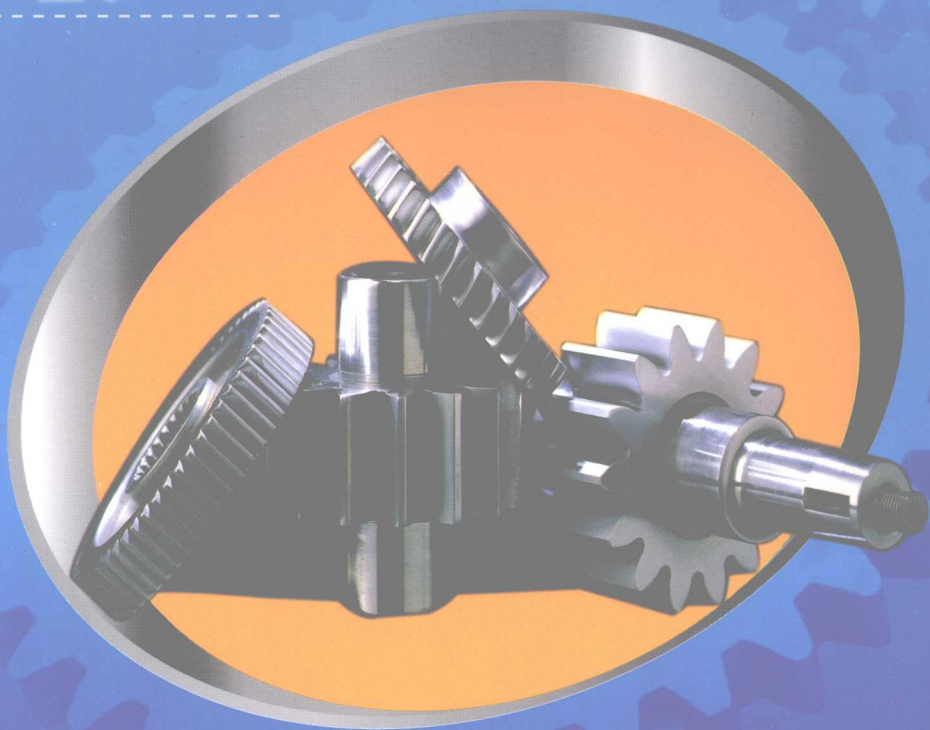
附光盘

机械设计基础

JIXIE SHEJI JICHU

周亚焱 程友斌 主编

李 琴 主审



化学工业出版社

高职高专“十一五”规划教材

机械设计基础

周亚焱 程友斌 主编
李 琴 主审



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书是根据高等职业技术教育机械类专业机械设计基础教学要求编写的。全书共 16 章, 包括绪论、平面机构的结构分析、平面连杆机构、凸轮机构、间歇运动机构、键联接与销联接、螺纹联接与螺旋传动、带传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动、轮系、轴、轴承、联轴器和离合器、减速器等内容。

本书配有与该教材内容一致的电子教材光盘一张, 包含电子教案、动画演示等, 方便教学, 实用性强。另赠自测题章。

本书可作为高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业学院及重点中等专业学校的机械类、机电类以及近机类各专业“机械设计基础”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

机械设计基础/周亚焱, 程友斌主编. —北京: 化学工业出版社, 2008. 6
高职高专“十一五”规划教材
ISBN 978-7-122-02622-4

I. 机… II. ①周…②程… III. 机械设计-高等学校: 技术学院-教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 078095 号

责任编辑: 韩庆利

装帧设计: 刘丽华

责任校对: 李 林

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 14½ 字数 364 千字 2008 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

前 言

高等职业技术教育的重点是培养面向生产一线的应用型和技能型人才。它除了要求学生具备一定的理论知识外,更注重和强调运用所学知识分析和解决实际问题的能力。机械设计基础课程是高等工科院校必不可少的一门应用型技术基础课程,重在培养学生的认知能力、应用能力和创新能力,具有理论性和实践性很强的特点,是学习专业课程和从事机械类技术工作的必备基础。

本书是根据高等职业技术教育机械类专业机械设计基础教学要求编写的。本书紧密结合高职高专机械设计基础教学改革的需要,既注重学习、吸收有关院校高职高专教育机械设计基础改革的成果,又尽量体现编者长期教学积累的经验与体会;结合学生的认知能力和素质基础,从实用角度出发,精选内容、恰当组织、简化公式推导;以易用够用为宗旨,体现了高职高专教育的特色。

全书共16章,包括绪论、平面机构的结构分析、平面连杆机构、凸轮机构、间歇运动机构、键联接与销联接、螺纹联接与螺旋传动、带传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动、轮系、轴、轴承、联轴器和离合器、减速器等内容。

参加本书编写的有湖南铁路科技职业技术学院周亚焱(第1、2、3、5、8、11、12、13章),湖南铁路科技职业技术学院程友斌(第4、6、7、9章),湖南铁路科技职业技术学院何燕(第10章),新乡学院刘建华(第14、15、16章)。全书由周亚焱、程友斌主编,由湖南化工职业技术学院李琴主审。

本书附有与该教材内容一致的电子教材光盘一张。电子教材由湖南铁路科技职业技术学院周亚焱、程友斌主编,韩先满主审,沈坚勇技术支持。

电子教材不仅是对教材内容的高度概括,而且还是对教材内容的拓展和延伸。其汇集了丰富的纸质教材所不能表达的图、声、视频等内容。有关动画采用参数化模型,使构件尺寸可调,且若尺寸给定有误时将有文字提醒。电子教材中的动画过程循序渐进,将理论问题形象化,帮助学生加深理解,同时,也给教师教学带来了极大的便利。

另外,还可以向采用本教材的院校和教师赠送《机械设计基础自测练习版块》等同步训练内容。《机械设计基础自测练习版块》提供了大量的练习题,供广大师生使用,同时也方便学生自测训练。特别值得一提的是:无论是各章节的练习内容还是答题正确与否的提示词语均可以自行添加和修改,而且题目出现的顺序以及答题正确与否的提示词语都是从各章相应的题库和正、负反馈文稿内随机抽取的。如有需要,请发送电子邮件至 hanqingli@cip.com.cn 索取。

本书可作为高等职业学校、高等专科学校、成人高校、本科院校举办的二级职业学院及重点中等专业学校的机械类、机电类以及近机类各专业“机械设计基础”教材,也可供有关专业师生和工程技术人员参考。

本书中带※号的章节可作为选修内容,根据学时及要求的不同进行增删。

限于编者的水平和经验,书中难免有不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编者

2008年5月

目 录

第1章 绪 论

1.1 机构、机器与机械的概念	1
1.1.1 机器与机构	1
1.1.2 零件和构件	3
1.2 本课程的性质、内容和任务	3
1.2.1 本课程的性质	3
1.2.2 本课程的内容和任务	3
1.3 本课程学习方法	3
1.3.1 注重实践性以及综合能力的 培养	3
1.3.2 注意本课程自身的系统性	3
1.3.3 学习理论的同时要坚持联系 实际	4
1.3.4 要重视结构设计	4
1.4 机械设计的基本要求	4
1.4.1 使用要求	4
1.4.2 经济性要求	4
1.4.3 安全可靠性的要求	4
1.4.4 工艺性要求	4
1.4.5 其他特殊性要求	4
1.5 机械零件设计的标准化、系列化及 通用化	4
1.6 常用的现代化机械设计方法简介	5
思考与练习	5

第2章 平面机构的结构分析

2.1 平面机构的组成	6
2.1.1 自由度、运动副和约束	6
2.1.2 运动副的分类	6
2.2 平面机构运动简图	7
2.2.1 机构运动简图及作用	7
2.2.2 绘制机构运动简图的步骤	9
2.3 平面机构具有确定运动的条件及 自由度	10
2.3.1 平面机构的自由度	10
2.3.2 平面机构具有确定运动的 条件	11
2.3.3 计算机构自由度时应注意的	

事项	12
----------	----

思考与练习	15
-------------	----

第3章 平面连杆机构

3.1 概述	17
3.2 铰链四杆机构的基本类型	17
3.2.1 曲柄摇杆机构	18
3.2.2 双曲柄机构	18
3.2.3 双摇杆机构	19
3.3 铰链四杆机构的演化	20
3.3.1 移动副取代转动副的演化	20
3.3.2 变更机架的演化	20
3.3.3 运动副元素逆换的演化	21
3.3.4 扩大回转副的演化	22
3.4 铰链四杆机构的基本特性	23
3.4.1 铰链四杆机构曲柄存在条件	23
3.4.2 急回运动	24
3.4.3 压力角和传动角	25
3.4.4 死点	25
※3.5 平面四杆机构的设计	26
3.5.1 平面连杆机构设计的基本 问题	26
3.5.2 按照给定的行程速比系数 设计四杆机构	26
3.5.3 按给定连杆位置设计四杆 机构	27
3.5.4 按照给定两连架杆对应位置 设计四杆	28
3.5.5 按给定点运动轨迹设计四杆 机构	29
思考与练习	29

第4章 凸轮机构

4.1 凸轮机构的应用和分类	31
4.1.1 应用举例	31
4.1.2 凸轮机构分类	31
4.1.3 凸轮机构的特点	33
4.2 从动件的常用运动规律	34
4.2.1 术语介绍	34

4.2.2 几种常见的从动件运动规律	34	7.2.2 螺纹的代号与标记	60
4.3 图解法设计凸轮轮廓	36	7.3 螺纹联接的基本类型和常用螺纹 联接件	60
4.3.1 绘制原理	36	7.3.1 常用螺纹联接件	60
4.3.2 几种常见的凸轮轮廓的绘制	37	7.3.2 螺纹联接的基本类型	62
4.4 设计凸轮机构应注意的问题	39	7.4 螺纹联接的预紧和防松	63
4.4.1 滚子半径的选择	39	7.4.1 螺纹联接的预紧	63
4.4.2 压力角的确定	39	7.4.2 螺纹联接的防松	63
4.4.3 基圆半径对凸轮机构的影响	40	7.5 螺栓联接的设计	65
思考与练习	41	7.5.1 螺纹联接的强度计算	65
第5章 间歇运动机构		7.5.2 螺栓组的结构设计	68
5.1 棘轮机构	43	7.5.3 提高螺栓联接强度的措施	70
5.1.1 棘轮机构的基本组成及工作 原理	43	7.6 螺旋传动	72
5.1.2 棘轮机构的常见类型及特点	43	7.6.1 螺旋传动的应用和类型	72
5.1.3 棘轮机构的主要功能	45	7.6.2 滚动螺旋简介	73
5.2 槽轮机构	46	思考与练习	74
5.2.1 槽轮机构的基本组成及工作 原理	46	第8章 带传动	
5.2.2 槽轮机构的常见类型、特点及 应用	46	8.1 带传动的类型和特点	75
5.3 不完全齿轮机构简介	47	8.1.1 带传动的类型	75
5.3.1 不完全齿轮机构的组成及工作 原理	47	8.1.2 带传动的特点	76
5.3.2 不完全齿轮机构的特点及 应用	47	8.2 普通V带和V带轮	76
思考与练习	48	8.2.1 普通V带	77
第6章 键、销联接		8.2.2 V带带轮	77
6.1 键联接和花键联接	49	8.3 带传动的工作能力分析	80
6.1.1 键联接的类型和结构	49	8.3.1 带传动的受力分析	80
6.1.2 平键联接计算	50	8.3.2 带的应力分析	81
6.1.3 花键联接	53	8.3.3 弹性滑动和打滑	82
6.2 销联接	54	8.4 普通V带传动的设计计算	82
6.3 其他联接简介	55	8.4.1 带传动的失效形式及设计 准则	82
思考与练习	56	8.4.2 单根V带的基本额定功率 和许用功率	83
第7章 螺纹联接与螺旋传动		8.4.3 普通V带传动的设计步骤 和参数选择	85
7.1 螺纹的形成、分类和参数	57	8.5 带传动的张紧维护与安装	90
7.1.1 螺纹的形成	57	8.5.1 带传动的张紧	90
7.1.2 螺纹的分类	57	8.5.2 带传动的安装与维护	91
7.1.3 螺纹的参数	58	思考与习题	92
7.2 机械设备常用螺纹及螺纹的代号 与标记	59	※第9章 链传动	
7.2.1 机械设备常用螺纹	59	9.1 链传动特点及应用	93
		9.2 链条	93
		9.2.1 链条的种类	93

9.2.2 滚子链基本参数和尺寸	94	10.8 齿轮传动的失效形式	113
9.3 滚子链链轮	95	10.9 齿轮材料及热处理	114
9.4 链传动的运动分析和受力分析	95	10.9.1 对齿轮材料的要求	114
9.4.1 平均传动比	95	10.9.2 齿轮的常用材料	114
9.4.2 瞬时链速和传动比	96	10.10 齿轮传动的精度	115
9.5 链传动的主要参数以及链传动的 布置	97	10.11 标准直齿圆柱齿轮传动的强度 计算	116
9.5.1 链传动的主要参数及选择	97	10.11.1 齿轮传动设计准则	116
9.5.2 链传动的布置	98	10.11.2 受力分析	116
思考与习题	98	10.11.3 计算载荷	117
第10章 齿轮传动		10.11.4 齿面接触疲劳强度计算	117
10.1 齿轮传动的特点及类型	99	10.11.5 齿根弯曲疲劳强度计算	120
10.1.1 齿轮传动的特点	99	10.11.6 参数选择	121
10.1.2 齿轮传动的分类	99	10.11.7 圆柱齿轮的结构设计	122
10.1.3 齿轮传动的基本要求	100	10.11.8 设计步骤	122
10.2 齿廓啮合基本定律	100	10.12 斜齿圆柱齿轮传动	125
10.3 渐开线齿形	101	10.12.1 斜齿圆柱齿轮齿廓的形成 及传动特点	125
10.3.1 渐开线的形成	101	10.12.2 斜齿圆柱齿轮的基本参数和 几何尺寸计算	126
10.3.2 渐开线的性质	101	10.12.3 平行轴渐开线斜齿轮正确 啮合的条件和重合度	127
10.3.3 渐开线齿轮啮合特点	102	10.12.4 斜齿轮的当量齿数	127
10.4 渐开线直齿圆柱齿轮基本参数和 几何尺寸计算	103	10.12.5 斜齿圆柱齿轮传动的强度 计算	127
10.4.1 齿轮各部分的名称	103	10.13 圆锥齿轮传动	131
10.4.2 渐开线直齿圆柱齿轮的基本 参数	104	10.13.1 圆锥齿轮概述	131
10.4.3 标准直齿圆柱齿轮几何尺寸 计算	105	10.13.2 背锥和当量齿数	131
10.4.4 标准齿轮的公法线长度	105	10.13.3 直齿圆锥齿轮几何尺寸 计算	132
10.4.5 径节制齿轮简介	106	10.13.4 直齿圆锥齿轮传动的强度 计算	133
10.5 渐开线标准齿轮的啮合传动	107	思考与练习	134
10.5.1 正确啮合的条件	107	第11章 蜗杆传动	
10.5.2 重合度	107	11.1 概述	136
10.6 渐开线齿轮的加工方法及根切 现象	108	11.1.1 蜗杆蜗轮的形成以及蜗杆 传动的特点	136
10.6.1 仿形法	108	11.1.2 蜗杆传动的分类	137
10.6.2 范成法	108	11.2 圆柱蜗杆传动的主要参数和几何 尺寸	138
10.6.3 范成法加工时的根切现象	109	11.2.1 圆柱蜗杆传动的主要参数	138
10.7 变位齿轮传动的基本知识	110	11.2.2 圆柱蜗杆传动的几何尺寸	
10.7.1 变位齿轮的概念	110		
10.7.2 最小变位系数	111		
10.7.3 变位齿轮几何尺寸和传动 类型	111		

计算	140	13.1.3 设计轴的一般步骤	159
11.3 蜗杆传动的失效形式、材料和结构	140	13.2 轴的材料及选择	160
11.3.1 蜗杆传动的失效形式	140	13.3 轴的结构设计	161
11.3.2 材料选择	141	13.3.1 轴的各部分名称	161
11.3.3 蜗杆及蜗轮的结构	141	13.3.2 拟定轴上零件的装配方案	162
11.4 蜗杆传动的强度计算	141	13.3.3 零件在轴上的定位和固定	162
11.4.1 蜗杆传动的受力分析	141	13.3.4 确定各轴段的直径和长度	165
11.4.2 蜗杆传动的强度计算	142	13.3.5 轴的加工和装配工艺性	165
11.5 蜗杆传动的效率、润滑和热平衡计算	143	13.3.6 提高轴疲劳强度的措施	168
11.5.1 蜗杆传动的效率	143	13.4 轴的强度计算	169
11.5.2 蜗杆传动的润滑	144	13.4.1 初略计算(按扭转强度估算和按经验公式估算)	169
11.5.3 蜗杆传动的热平衡计算	144	13.4.2 概略计算(按弯扭合成进行强度计算)	170
思考与练习	145	13.5 轴的刚度校核	171
第12章 轮 系			
12.1 轮系及其类型	147	13.5.1 轴的弯曲刚度校核	172
12.1.1 定轴轮系	147	13.5.2 轴的扭转刚度校核	172
12.1.2 周转轮系	147	13.6 轴的设计示例分析	172
12.2 定轴轮系传动比计算	148	思考与练习	178
12.2.1 一对齿轮传动的计算	148	第14章 轴 承	
12.2.2 定轴轮系传动比的一般式	148	14.1 滑动轴承概述	179
12.2.3 惰轮	149	14.1.1 滑动轴承的特点、应用及分类	179
12.2.4 定轴轮系传动比计算	149	14.1.2 滑动轴承的典型结构	179
12.3 周转轮系及其传动比	151	14.1.3 滑动轴承的轴瓦结构和材料	181
12.4 混合轮系传动比的计算	153	14.1.4 滑动轴承的润滑	183
12.5 轮系的功用	154	14.2 滚动轴承	186
12.5.1 获得大传动比	154	14.2.1 滚动轴承的基本结构	186
12.5.2 实现远距离的两轴之间的传动	154	14.2.2 滚动轴承的材料	186
12.5.3 实现变速传动(多传动比传动)和换向要求	154	14.3 滚动轴承的主要类型、性能 and 特点	187
12.5.4 实现合成运动和分解运动	154	14.3.1 滚动轴承的主要类型	187
12.5.5 实现分路传动	155	14.3.2 滚动轴承类型的选择	188
12.5.6 在尺寸及重量较小的情况下,实现大功率传动	156	14.4 滚动轴承的代号	190
12.5.7 利用旋轮线	156	14.4.1 基本代号	190
思考与练习	156	14.4.2 前置代号和后置代号	191
第13章 轴			
13.1 概述	158	14.5 滚动轴承的失效形式和尺寸选择	191
13.1.1 轴的功用和类型	158	14.5.1 滚动轴承的失效形式	191
13.1.2 设计轴的基本要求	158	14.5.2 基本额定寿命和基本额定动载荷	192

14.5.3	滚动轴承寿命的计算公式	192	15.1.5	联轴器的选择	210
14.5.4	滚动轴承的当量动载荷	194	15.2	离合器	212
14.5.5	角接触轴承的轴向载荷 计算	195	15.2.1	离合器的组成与分类	212
14.5.6	滚动轴承的静载荷的计算	197	15.2.2	嵌入式离合器	212
14.6	轴承装置的设计	199	15.2.3	摩擦式离合器	213
14.6.1	滚动轴承的配置	199	15.2.4	特殊功能离合器	214
14.6.2	滚动轴承的轴向紧固	200	思考与练习		214
14.6.3	滚动轴承的调整	200	第16章 减 速 器		
14.6.4	滚动轴承的配合	201	16.1	减速器的类型和特点	215
14.6.5	滚动轴承的预紧	201	16.1.1	圆柱齿轮减速器	216
14.6.6	滚动轴承的装拆	202	16.1.2	圆锥齿轮减速器	217
14.6.7	滚动轴承的润滑	202	16.1.3	蜗杆减速器	217
14.6.8	滚动轴承的密封	202	16.2	减速器的结构	218
思考与练习		203	16.2.1	箱体	218
第15章 联轴器和离合器			16.2.2	附件	219
15.1	联轴器	205	16.3	减速器的润滑	220
15.1.1	联轴器的组成和分类	205	16.3.1	传动零件的润滑	220
15.1.2	固定式刚性联轴器	205	16.3.2	轴承的润滑	221
15.1.3	可移式刚性联轴器	207	思考与练习		221
15.1.4	弹性联轴器	209	参考文献		

第 1 章

绪 论

1.1 机构、机器与机械的概念

1.1.1 机器与机构

人类从使用简单工具到设计、制造和利用现代化机械改造自然、造福社会，经历了漫长的岁月。为了满足生活的需求以及生产的需要，人们创造出各式各样的机器，其目的是为了代替或减轻人的劳动，提高劳动生产率。随着科学技术水平的不断发展，机器的种类也正在不断增多、性能不断改进、功能不断增强、应用不断扩展。生产的机械化和自动化水平是衡量一个国家社会生产力发展水平的重要标志之一。

机器的种类繁多，其结构、性能和用途也各不相同，但从组成、运动和功能关系上分析，机器均具有一些共同的特征。下面来分析两种机器的实例。

如图 1-1 所示为颚式破碎机，由电动机 1、带轮 2、V 带 3、带轮 4、偏心轴 5、动颚板 6、肘板 7、定颚板 8 以及机架等组成。电动机的转动通过带传动带动偏心轴转动，进而使动颚板产生平面运动，与定颚板一同实现压碎物料的作用。

又如图 1-2 所示为南方 125 摩托车发动机，它是由配气凸轮轴 1、配气链轮对 2、排气门 3、进气门 4、活塞 5、左机体 6、磁电机 7、汽缸体 8、连杆 9、曲轴 10、离合器 11、变速齿轮组 12、右机体 13、输出链轮 14 等组成。其工作原理是：缸体内气体燃烧膨胀，推动活塞运动，由连杆将动力传递到曲轴，从而带动曲轴转动；曲轴运转时，带动与之相连的输出齿轮、配气链轮对和磁电机；输出齿轮通过离合器将动力传输到变速机构实现换挡变速；配气链轮对带动配气凸轮轴运转实现进排气；磁电机发电给整车供电。上述各部分必须协调工作，才能保证摩托车正常行驶。

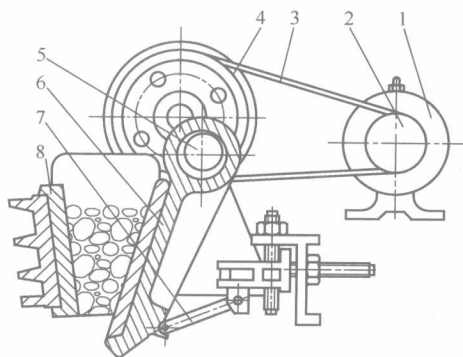


图 1-1 颚式破碎机

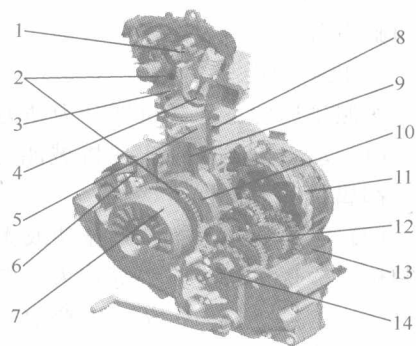


图 1-2 南方 125 摩托车发动机

1. 机器的特征

从以上两个实例可以得出机器有三个共同的特征：

- (1) 都是一种人为的实物组合；
- (2) 各部分形成运动单元，各单元之间具有确定的相对运动；
- (3) 能实现能量转换或完成有用的机械功。

同时具备这三个特征的称为机器，仅具备前两个特征的称为机构。机构是具有确定相对运动实物（构件）的组合。

由此可见，机器是由机构组成的，但从运动观点分析，两者并无差异，工程上将机器与机构统称为机械。

上面所讲的机构一般都是由刚性构件组成的，称为狭义机构。而现代机构中除了刚性构件外，根据机构需要还可能有弹性构件以及电、磁、液、气、声、光等功能单元，这样的机构称为广义机构。任何机械都经历了简单→复杂的发展过程。以起重机为例：

斜面→杠杠→起重轱辘→滑轮组→手动（电动）葫芦→现代起重机（包括龙门吊、汽车吊、鹤式吊、卷扬机、叉车、电梯——电脑控制）。

随着机械的发展，“机械”的含义也在发生着变化，有关机械的知识也在逐步完善。GB/T 10853—1989《机器理论与机构学术语》中规定的定义为：机器是执行机械运动的装置，用来变换或传递能量，物料，信息。机构是用来传递运动和力的，有一个构件为机架的，用构件间能够相对运动的联接方式组成的构件系统。

将机器的概念与先前的定义加以对照，可以看出区别在于：

(1) 过去把“作机械功或转换能量”作为机器的必要条件，钟表、打字机、发报机都不满足这一条件，因此只能视为机构，不能称为机器；而按照现代机器的概念，钟表、打字机、发报机用于传递信息，都属于机器。

(2) 过去把“确定的相对运动”作为机器的必要条件，而现代机器的概念只要求实现预期功能，不强调确定的相对运动。虽然绝大多数机器要求构件间具有确定的相对运动，但也有少数机器期望产生随机运动，例如摇奖机的号球就要实现随机运动。

另外，不是“执行机械运动的装置”不能算作机器。如日常生活中的收音机、电视机，虽然都有一个“机”字，但它们只是一个电器装置而已。

还有，在某些情况下，组成机构的构件已不能再简单地视为刚体。有些时候，气体和液体也参与了实现预期的机械运动；有些机器，还包括了使其内部各机构协调动作的控制系统和信息处理与传递系统等；在某些方面，机器不仅可以代替人的体力劳动，而且还可以代替人的脑力劳动，如智能机器人。

2. 机器的类型

按照用途的不同，机器分为动力机器、工作机器和信息机器。

(1) 动力机器——实现机械能与其他形式能量间的转换。如电动机、内燃机、发电机等，都属于动力机器。

(2) 工作机器——作机械功或搬运物品。金属切削机床、汽车、飞机、机车、织布机、收割机、输送机、机械手等均为工作机器。

(3) 信息机器——传递、获取或变换信息。如计算机、打印机、绘图机、照相机、放映机、复印机等。

3. 机器的组成

现代机器一般由动力装置、传动装置、执行装置和操纵控制装置 4 部分组成，另外，有时还要有必要的辅助装置。

1.1.2 零件和构件

1. 构件——机械的运动单元

构件可以是单一的整体,例如曲轴,也可以是若干零件的刚性组合体,例如内燃机的连杆(图 1-3)是一个构件,它是由连杆体 1、连杆盖 4、螺栓 2 和螺母 3 组成。

2. 零件——机械的制造单元

机械零件又分为通用零件和专用零件。通用零件是指各种机械中经常用到的零件,如螺栓、螺母、轴和齿轮等。专用零件是指在某些机械中才用到的零件,如内燃机的曲轴、起重机的吊钩等。

另外,还常把一组协同工作的零件组成的,独立制造或独立装配的组合体称为部件,如联轴器、减速器等。

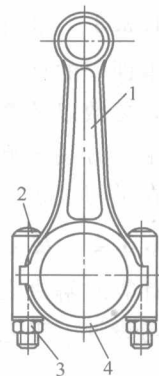


图 1-3 连杆的组成

1.2 本课程性质、内容和任务

1.2.1 本课程的性质

本课程是一门理论性和实践性很强的专业技术基础课,是后续专业课程学习或解决工程实践问题的必备基础,是机械类和近机械类专业的主干基础课程。

1.2.2 本课程的内容和任务

- (1) 常用机构——平面连杆机构,凸轮机构及步进运动机构等。
- (2) 机件联接——键、销联接、螺纹联接。
- (3) 机械传动——螺旋传动、带传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动、轮系及减速器。
- (4) 轴系零、部件——轴、轴承、联轴器及离合器。

本课程的任务是:培养学生掌握常用机构和通用机械零件的基本知识、基本理论和基本技能,初步具有分析、设计、维护机械零件和简单机械传动装置的能力,为今后解决生产实际问题及学习专业课程和新的科学技术打下基础。

1.3 本课程学习方法

1.3.1 注重实践性以及综合能力的培养

本课程是一门综合性的课程,不仅要求数学、物理、工程力学、机械制图、金工和公差与配合等先修课程打好基础,更重要的是如何将众多学科的知识综合运用,提高设计工作能力以及机械的使用和维护能力,解决生产实际问题。本课程将多门先修课程的基本理论应用到实际中去,解决有关实际问题,因此,先修课程的掌握程度将直接影响本课程的学习。

1.3.2 注意本课程自身的系统性

刚开始接触本课程时,学习上会有“没有系统性”、“逻辑性差”等错觉,这是由于在之前习惯了文化基础课的系统性所造成的。在本课程中,虽然不同研究对象所涉及的理论基础不相同,且相互之间无多大关系,但最终的研究目的只有一个,即设计出能应用的机构、零件等。本课程的各部分内容都是按照工作原理、结构、强度计算、使用维修的顺序介绍的,有其自身的系统性,学习时应注意这一特点。

1.3.3 学习理论的同时要坚持联系实际

本课程的计算步骤和计算结果不像基础课那样具有唯一性,且本课程常常采用很多经验公式,参数以及简化计算(条件性计算)等,这是由于实践中所发生的问题很复杂,很难用纯理论的方法来解决,这样一来往往会给学生造成“不讲道理”、“没有理论”等错觉,这点必须在学习过程中逐步适应。

1.3.4 要重视结构设计

计算对解决设计问题虽然很重要,但并不是唯一要求的能力。学生必须逐步培养把理论计算与设计、工艺等结合起来解决设计问题的能力。

1.4 机械设计的基本要求

1.4.1 使用要求

使用要求是对机械产品的首要要求,它是设计的最基本的出发点,是指实现预定的功能,满足运动和动力性能的功能性要求。

1.4.2 经济性要求

这是一个综合性指标,表现在设计制造和使用两个方面。提高设计制造经济性的途径有三条:使产品系列化、标准化、通用化;运用现代化设计制造方法;科学管理。提高使用经济性的途径有四条:提高机械化、自动化水平;提高机械效率;延长使用寿命;防止无意义的损耗。

1.4.3 安全可靠要求

安全可靠要求是指机械产品在规定的使用条件下、规定的时间内,应具有完成规定功能的能力,它是机械产品的必备条件。

安全可靠要求有三个含义:设备本身不因过载、失电以及其他偶然因素而损坏;切实保障操作者的人身安全(劳动保护性);不会对环境造成破坏。

1.4.4 工艺性要求

工艺性要求包含两个方面:装配工艺性;零件加工工艺性。在不影响工作性能的前提下,应使机构尽可能简化,力求用简单的机构装置取代复杂的装置去实现同样的功能,为便于拆装,应尽量使用标准件。为使零件的结构合理,就要很好地处理设计与制造的矛盾,满足加工制造的需要。

1.4.5 其他特殊性要求

针对某一具体的机器,都有一些特殊的要求。例如:飞机结构重量要轻;起重机、钻探机等流动使用机械要便于装拆和运输;食品、印刷等机械不得对产品造成污染等。

1.5 机械零件设计的标准化、系列化及通用化

标准化、系列化和通用化简称为机械产品的“三化”。“三化”是我国现行的一项很重要的技术政策,是缩短产品设计周期、提高产品质量和生产效率、降低生产成本的重要途径。

机械设计中的标准化是指对零件的特征参数及其结构尺寸、检验方法和制图的规范化要

求。机械零件设计的标准分为国家标准 (GB)、部颁标准 (如 JB、HB 等) 和企业标准三级, 这些标准 (特别是国家和有关部颁标准) 是在机械设计中必须严格遵守的。此外, 进出口产品一般还应符合国际标准化组织制定的国际标准 (ISO)。

有不少通用零件, 例如螺纹联接件、滚动轴承等, 由于应用范围广、用量大, 已经高度标准化成为标准件。设计时只需根据设计手册或产品目录选定型号和尺寸, 向专业商店或工厂订购。此外, 有很多零件虽使用范围极为广泛, 但在具体设计时随着工作条件的不同, 在材料、尺寸、结构等方面选择也各不相同, 这种情况则可对其基本参数规定标准的系列化数列, 如齿轮的模数等。

通用化是指在不同规格的同类产品或不同类产品中采用同一结构和尺寸的零件部分, 以减少零部件的种类, 简化生产管理过程, 降低成本和缩短生产周期。

1.6 常用的现代化机械设计方法简介

机械设计的历史可以追溯到人类开始制造和使用工具的初期; 在经历了直觉设计、经验设计、半经验半理论设计的漫长演变历程后, 到 20 世纪 70 年代随着计算机科学与技术迅猛发展, 利用计算机来完成技术设计的有关分析、计算和绘图作业的计算机辅助设计逐渐得到开发应用。

计算机辅助设计与计算机辅助制造 (CAD/CAM) 是利用计算机系统对产品进行描述, 并在计算机内建立模型的工作过程。该技术是 20 多年来飞速发展起来的一种综合性高新技术, 是最富发展潜力的新兴生产力, 其应用对传统的设计方法和组织生产模式都是一场深刻的变革。20 世纪 90 年代 CAD 技术发展的主要趋势是集成化、智能化和网络化, 而本课程的学习正是开发和应用计算机 CAD 软件所必需的重要知识之一。此外, 有限元分析和机械优化设计则是机械 CAD 的两大支撑技术。

与机械 CAD 发展的同时, 人们不满足仅仅利用计算机来代替人工分析、计算和绘图, 而试图在机械设计的全过程中发挥计算机的效能, 于是出现了协助技术人员进行工艺设计的 CAPP, 以及将人工智能应用于方案设计、技术设计以及工艺设计的专家系统, 以实现自动化、智能化; 进而又提出将设计、制造及生产管理等运用计算机加以集成化的计算机制造系统 (CIMS), 现已获得初步成效。另一方面, 工程设计方法学的研究也得到重视和长足的进展, 如系统化设计、优化设计、人机工程以及可靠性设计等; 近年来随着对知识经济的认识和对创造性的高度重视, 机械创新设计已经成为一个重要研究方向。

所以, 在学习本课程的同时, 密切关注有关领域的发展动向和最新成果, 才可能适应科学技术飞速发展和激烈的国际市场竞争。

思考与练习

1-1 何谓机械、机器、机构、构件、零件?

1-2 下列实物中哪些是机器? 哪些是机构?

(1) 车床; (2) 内燃机车; (3) 机械式钟表; (4) 虎钳; (5) 客车车辆; (6) 游标卡尺

1-3 下列实物中哪些是构件? 哪些是零件?

(1) 内燃机的连杆; (2) 齿轮; (3) 火车轮; (4) 自行车轮; (5) 键; (6) 螺钉

1-4 下列实物中哪些是通用零件? 哪些是专用零件?

(1) 电风扇的叶片; (2) 螺母; (3) 内燃机的曲轴; (4) 起重吊钩; (5) 齿轮 (6)

垫片

第 2 章

平面机构的结构分析

2.1 平面机构的组成

若机构中所有构件都在同一平面或相互平行的平面内运动,称为平面机构;否则称为空间机构。工程中平面机构运用很广泛,所以本章主要研究平面机构具有确定运动的条件以及平面机构运动简图的绘制方法。

任何一个机构都是由若干构件组成,这些构件可以分为三类:原动件、机架(即固定件)、从动件。将机构中作用有驱动力或力矩的构件称为原动件(主动件、起始构件),有时也可以把运动规律已知的构件称为原动件;机构中固结于参考系的构件称为机架,机构中除了原动件和机架以外的构件通称为从动件。在任何一个机构中,必须有一个并且也必须只能有一个构件作机架;在可动构件中必须有一个或几个构件为原动件。

2.1.1 自由度、运动副和约束

1. 自由度——构件独立运动的数目

作平面运动的构件可有三个独立运动,即 x 、 y 轴方向的移动和绕 z 轴的转动。而作空间运动的构件有六个独立运动,即三个方向的移动和三个转动。

由此可以得到结论:平面运动的构件有三个自由度,空间运动的构件有六个自由度。

2. 运动副——使两构件直接接触的可动联接

运动副的三要素:两个构件;直接接触;有相对运动。它们缺一不可。

当一个构件与另一个构件组成运动副以后,由于构件间的直接接触,使构件的某些独立运动受到限制,构件的自由度便随之减少。

3. 约束——运动副限制独立运动的作用

作平面运动的构件其约束不能超过 2 个,否则构件就不可能产生相对运动。

2.1.2 运动副的分类

两构件组成的运动副,无外乎是通过点、线或面接触来实现。按两构件的接触情况可将运动副分为两种。

1. 高副——两构件以点或线接触构成的运动副

高副的相对运动是转动和沿切线方向的移动。一个高副限制一个自由度。两构件组成平面高副时,其运动简图中应画出两构件接触处的曲线轮廓,对于凸轮、滚子,习惯划出其全部轮廓;对于齿轮,常用点划线划出其节圆。

2. 低副——两构件以面接触构成的运动副

一个低副限制两个自由度。低副按相对运动情况又可分为以下几个方面。

(1) 转动副——两构件只能作相对转动的运动副,又称为铰链。

(2) 移动副——两构件只能作相对移动的运动副,如各类滑块相对于联接件的移动。

此外,常用的低副还有球面副和螺旋副,它们都属于空间运动机构范畴,本章不作

研究。

常用运动副的符号见表 2-1。

表 2-1 常用运动副的符号

名称			符 号			
			两构件的联接		运动构件与固定构件的联接	
平面运动副	平面低副	转动副	平行运动平面	垂直运动平面	运动构件与固定构件的联接	
	移动副					
	平面高副					
空间低副	螺旋副			固定螺母	固定螺杆	
	球面副					

2.2 平面机构运动简图

2.2.1 机构运动简图及作用

1. 机构运动简图定义

机构运动简图——以简单的线条和符号表示构件和运动副，用以说明机构中各构件之间的相对运动关系的简单图形。

绘制机构运动简图时，不考虑那些与运动无关的因素，如构件的外形、断面尺寸、组成构件的零件数目以及运动副的具体结构，仅仅用简单的线条和符号来代表构件和运动副，并按一定比例确定各运动副的相对位置。一般构件表示方法见表 2-2。

表 2-2 一般构件表示方法

杆、轴构件	
固定构件	

续表

同一构件	
两副构件	
三副构件	

有时只要求定性地表达各构件的相互关系，而不需要借助机构运动简图作机构的运动分析，则在绘制简图时可以不按比例绘制，这种简图称为机构示意图。
常用机构示意图符号见表 2-3（常用机构运动简图表示法可以参考 GB 4460—84）。

表 2-3 常用机构示意图符号（GB 4460—84）

在机架上的电机	带 传 动	链 传 动
外啮合圆柱齿轮传动	内啮合圆柱齿轮传动	齿轮齿条传动
圆锥齿轮传动	圆柱蜗杆传动	凸轮机构

必须强调的是：机构运动简图是一种用简单的线条和符号来表示的工程图形语言。因此，首先要熟记常用运动副及机构的符号和表示方法，并在此基础上熟练掌握绘制机构运动简图的方法。应注意不要把机械制图中的一些画法照搬到机构运动简图中。在绘制机构运动简图时，符号一定要采用国家标准规定的符号。

另外，将不按比例绘制的简图称为机构示意图。

2. 机构运动简图的作用