



21世纪全国高职高专机电类规划教材

机械设计基础

JIXIE SHEJI JICHU

黄泽森 侯长来 主 编
刘增华 章 晓 邓先智 副主编



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高职高专机电类规划教材

机械设计基础

黄泽森 侯长来 主 编

刘增华 章晓 邓先智 副主编

任国强 张立哲 向加宇 参 编



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书依据高职高专院校教学特点和要求编写,充分吸取近年来高职高专院校培养技术应用人才和教材建设方面取得的成功经验,将机械原理和机械零件的课程内容进行了有机的整合,以适应目前高职高专教学改革的需要。

全书共分15章,包括绪论,平面机构,平面连杆机构,凸轮机构设计,间歇运动机构,螺旋连接与螺旋传动,挠性传动,齿轮传动,蜗杆传动,齿轮系,轴和轴毂的连接,轴承,其他常用零、部件,机械的平衡,计算机辅助设计。

本教材有以下特点:在内容组织上按“必需够用”的原则,取材注重反映基本概念和理论,删去了一些繁琐的理论证明,尽量做到理论联系实际,力求反映高职教材特色,结合生产实际,突出应用性,形成“易教易学”的高职教材特色;同时强调素质教育和以能力为本位的教育理念。注重学生综合的工程实践应用能力的培养。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础/黄泽森,侯长来主编. —北京:北京大学出版社,2008.7

(21世纪全国高职高专机电类规划教材)

ISBN 978-7-301-13076-6

I. 机… II. ①黄…②侯… III. 机械设计—高等学校:技术学校—教材 IV. TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第192191号

书 名: 机械设计基础

著作责任者: 黄泽森 侯长来 主编

责任编辑: 桂 春 刘晶平

标准书号: ISBN 978-7-301-13076-6/TH·0068

出版者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路205号 100871

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62765126 出版部 62754962

网 址: <http://www.pup.cn>

电子信箱: xxjs@pup.pku.edu.cn

印 刷 者: 河北滦县鑫华书刊印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787毫米×980毫米 16开本 17.75印张 390千字

2008年7第1版 2008年7第1次印刷

定 价: 28.00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

前 言

《机械设计基础》是《21 世纪全国高职高专机电类规划教材》编委会组编的教材之一，本教材可供机械设计与制造、数控技术、机电一体化、模具设计等机械类专业使用。

本教材根据教育部制定的《高职教育机械设计基础课程教学基本要求》和《21 世纪全国高职高专机电类规划教材编审委员会的章程》要求，组织具有从事多年教学和生产实践工作经验的一线教师，结合当前高职高专办学实际编写而成。

机械的发展历史由来已久，从杠杆、斜面、滑轮直到现代的起重机、汽车、拖拉机、内燃机、机械手及机器人等，标志着生产力的进步与发展。机械设计基础是一门重要的技术基础课程，是研究机械产品的设计、开发、改造的方法，以满足经济发展和社会需求的基础知识课程。机械的种类繁多，其性能、用途各异，但是有共同的特征，本教材从机械的基本特征出发，剖析其结构，研究其组成原理，以达到掌握机械设计的基础知识以及运用机械的目的。

本教材在编写的过程中注意从以下几点体现高职高专的教育教学特点。

(1) 内容精选，按照高职高专的人才培养适用层次和人才培养的基本规格的特点，从培养技能型人才出发，经过反复权衡和精挑细选，以确定教材的内容。本教材注重相关教学内容的整合，简明、实用、新颖；在内容的处理上摒弃了一些公式的理论指导，直接阐述公式的物理意义和几何意义，直接切入主题，降低了学生的学习难度，突出了职业教育特点。

(2) 学习目的明确。本教材每章都编写了本章学习目的，旨在让学生在学本章知识之前明确学习目的，把握知识点，做到有的放矢。并且通过合理地编排习题，培养学生扩展知识的能力。

(3) 加强理论联系实际，培养学生分析问题、解决问题的能力。例如：本教材对平面连杆机构的演化和其他相应的章节中，都尽量列举了相应的应用实例，突出了技术的实用性，使学生在学过程中能有的放矢。

本教材参加编写的人员有绵阳职业技术学院黄泽森、邓先智、章晓、张立哲，辽宁科技学院侯长来，四川航天职业技术学院刘增华，四川职业技术学院任国强，四川内江职业技术学院向加宇。具体编写分工如下：侯长来编写第 1、2 章；任国强编写第 3、4、5 章；章晓编写第 7、8 章；刘增华编写第 9、10 章；黄泽森编写第 11 章；张立哲编写第 6、12 章；向加宇编写第 13、14、15 章。本教材由黄泽森、侯长来、邓先智共同定稿。

鉴于编者水平有限，书中难免会有不妥之处，恳请同行和读者提出宝贵意见。

编 者

2008 年 3 月

目 录

第1章 绪论.....	1
1.1 机器的组成及其特征.....	1
1.2 本课程研究的对象、内容、性质和任务.....	3
1.3 机械设计的基本要求和一般程序.....	3
1.3.1 机械设计的基本要求.....	3
1.3.2 机械设计的一般程序.....	4
复习题.....	5
第2章 平面机构.....	6
2.1 平面机构的组成.....	6
2.1.1 构件及其自由度.....	6
2.1.2 运动副与约束.....	7
2.1.3 运动副的分类.....	7
2.1.4 机构中构件的分类.....	8
2.2 平面机构运动简图.....	9
2.2.1 运动副和构件的表示方法.....	11
2.2.2 平面机构运动简图绘制.....	11
2.3 平面机构的自由度.....	12
2.3.1 平面机构自由度计算.....	12
2.3.2 计算机构自由度时几种特殊情况的处理.....	14
2.3.3 构件系统成为机构的条件.....	18
2.3.4 计算机构自由度的意义.....	19
复习题.....	20
第3章 平面连杆机构.....	22
3.1 概述.....	22
3.2 平面四杆机构的类型及演化.....	23
3.2.1 平面四杆机构的基本形式.....	23
3.2.2 平面四杆机构的演化形式.....	25
3.3 铰链四杆机构曲柄存在的条件.....	29
3.4 平面四杆机构的基本工作特性.....	30

3.4.1	压力角与传动角	30
3.4.2	急回特性和行程速比系数	31
3.4.3	死点位置	32
3.5	用作图法设计平面四杆机构	33
3.5.1	平面四杆机构的设计方法	33
3.5.2	图解法设计平面四杆机构	34
	复习题	37
第4章	凸轮机构设计	40
4.1	凸轮机构的应用及分类	40
4.1.1	凸轮机构的应用	40
4.1.2	凸轮机构的分类	41
4.2	凸轮机构从动件常用的运动规律	43
4.2.1	平面凸轮机构的工作过程和运动参数	44
4.2.2	从动件的运动规律分析	45
4.2.3	运动规律的特性比较及选择	47
4.3	盘形凸轮轮廓曲线设计	48
4.3.1	用图解法设计凸轮廓线的基本原理	48
4.3.2	用图解法设计凸轮廓线	49
4.4	凸轮机构基本尺寸的确定	51
4.4.1	凸轮机构中的作用力及凸轮机构压力角 α	52
4.4.2	凸轮基圆半径的确定	53
4.4.3	滚子半径(r_T)的确定	54
4.5	凸轮机构常用材料及结构设计	55
4.5.1	凸轮和从动件的常用材料	56
4.5.2	结构设计	56
	复习题	58
第5章	间歇运动机构	60
5.1	棘轮机构	60
5.1.1	棘轮机构的工作原理和类型	60
5.1.2	棘轮机构的优、缺点和应用	63
5.2	槽轮机构	64
5.2.1	槽轮机构的工作原理和类型	64
5.2.2	槽轮机构的运动系数	65
5.2.3	槽轮机构的优、缺点和应用	67

5.3 不完全齿轮机构.....	67
5.3.1 不完全齿轮机构的工作原理和类型	67
5.3.2 不完全齿轮机构的优、缺点和应用	68
5.4 凸轮间歇运动机构.....	68
5.4.1 圆柱形凸轮间歇运动机构	68
5.4.2 蜗杆形凸轮间歇运动机构	69
复习题.....	70
第6章 螺纹连接与螺纹传动.....	71
6.1 螺纹的形成及主要参数.....	71
6.1.1 螺纹的形成.....	71
6.1.2 螺纹的主要参数.....	71
6.2 螺纹的种类、特点和应用.....	72
6.2.1 螺纹的种类.....	72
6.2.2 常用螺纹的特点和应用	73
6.3 螺纹连接的基本类型和螺纹连接件.....	75
6.3.1 螺纹连接的基本类型	75
6.3.2 标准螺纹连接件.....	76
6.4 螺纹连接的预紧和防松.....	78
6.4.1 螺纹连接的预紧.....	78
6.4.2 螺纹连接的防松.....	79
6.5 单个螺栓连接的强度计算.....	80
6.5.1 受拉螺栓连接.....	80
6.5.2 受剪切螺栓连接.....	84
6.5.3 螺纹连接件的材料和许用应力	84
6.6 滑动螺旋传动和滚动螺旋传动简介.....	86
6.6.1 滑动螺旋传动.....	86
6.6.2 滚动螺旋传动.....	87
6.6.3 滚动螺旋传动的特点.....	88
复习题.....	88
第7章 挠性传动.....	90
7.1 带传动.....	90
7.1.1 带传动的工作原理、分类和应用	90
7.1.2 V带和V带轮的结构.....	92
7.1.3 摩擦带传动的工作能力分析.....	98
7.1.4 V带传动的设计.....	101

7.1.5 带传动的张紧、安装与维护	110
7.1.6 同步带传动简介	112
7.2 链传动简介	112
7.2.1 链传动的组成和传动比	112
7.2.2 链传动的特点和分类	113
7.2.3 传动链的结构与标准	114
复习题	117
第8章 齿轮传动	119
8.1 齿轮传动的特点和分类	119
8.1.1 齿轮传动的特点	119
8.1.2 齿轮传动的分类	119
8.2 渐开线齿廓	120
8.2.1 渐开线的形成	120
8.2.2 渐开线的性质	121
8.2.3 渐开线的压力角	122
8.3 渐开线标准直齿圆柱齿轮	122
8.3.1 齿轮各部分的名称	122
8.3.2 齿轮的基本参数	123
8.3.3 标准直齿圆柱齿轮基本尺寸的计算	124
8.4 渐开线直齿圆柱齿轮的正确啮合与连续传动	125
8.4.1 啮合特点	125
8.4.2 直齿圆柱齿轮的正确啮合条件	127
8.4.3 渐开线直齿圆柱齿轮的连续传动条件	128
8.5 渐开线齿轮的切削加工简介	128
8.5.1 仿形法	129
8.5.2 范成法	129
8.6 渐开线齿轮根切及其避免	130
8.6.1 根切	130
8.6.2 标准外齿不根切的最少齿数	131
8.6.3 标准内齿的最少齿数	132
8.7 变位齿轮传动简介	132
8.7.1 变位齿轮概述	132
8.7.2 变位齿轮的特性	133
8.8 齿轮的失效形式与设计准则	134
8.8.1 齿轮的失效形式	134

8.8.2 齿轮传动的设计准则.....	136
8.9 齿轮的材料及传动精度.....	136
8.9.1 齿轮材料及热处理.....	136
8.9.2 齿轮许用应力.....	138
8.9.3 齿轮的精度.....	141
8.10 齿轮的结构、润滑和效率.....	142
8.10.1 齿轮的结构.....	142
8.10.2 齿轮的润滑.....	144
8.10.3 齿轮的传动效率.....	145
8.11 直齿圆柱齿轮的设计.....	145
8.11.1 齿轮的受力分析.....	145
8.11.2 计算载荷.....	146
8.11.3 齿轮的强度计算.....	147
8.11.4 齿轮传动主要设计参数的选择.....	149
8.11.5 圆柱直齿轮的设计过程.....	150
8.12 斜齿圆柱齿轮的参数及设计.....	152
8.12.1 斜齿轮的形成和啮合特点.....	152
8.12.2 斜齿圆柱齿轮的主要参数.....	153
8.13 直齿圆锥齿轮的参数和设计.....	157
8.13.1 圆锥齿轮的当量齿数.....	158
8.13.2 直齿圆锥齿轮的几何尺寸计算.....	158
8.13.3 直齿圆锥齿轮的受力分析.....	159
8.13.4 直齿圆锥齿轮的强度计算 (轴交角 $\Sigma=90^\circ$)	160
复习题.....	161
第9章 蜗杆传动.....	162
9.1 蜗杆传动的类型和特点.....	162
9.1.1 蜗杆传动的类型.....	162
9.1.2 蜗杆传动的特点.....	163
9.2 蜗杆传动的主要参数和几何尺寸计算.....	164
9.3 蜗杆传动的失效形式和设计准则.....	168
9.3.1 蜗杆传动的失效形式.....	168
9.3.2 蜗杆传动的设计准则.....	168
9.4 蜗杆传动的材料和结构.....	168
9.4.1 蜗杆传动的材料选择.....	168
9.4.2 蜗杆传动的结构.....	169

9.5 蜗杆传动的强度计算.....	170
9.5.1 蜗杆传动的受力分析.....	170
9.5.2 蜗轮齿面接触疲劳强度的计算.....	171
9.6 蜗杆传动的效率、润滑及热平衡计算.....	172
9.6.1 蜗杆传动的效率.....	172
9.6.2 蜗杆传动的润滑.....	172
9.6.3 蜗杆传动的热平衡计算.....	172
9.7 普通圆柱蜗杆的精度等级选择及安装和维护.....	174
9.8 常用各类齿轮传动的选择.....	175
复习题.....	176
第10章 齿轮系	177
10.1 概述.....	177
10.2 定轴轮系传动比的计算.....	179
10.2.1 定轴轮系回转方向的确定.....	179
10.2.2 定轴轮系传动比计算.....	180
10.2.3 定轴轮系中任意从动轮转速的计算.....	181
10.2.4 末端是螺旋传动的定轴轮系.....	182
10.2.5 末端是齿轮齿条传动的定轴轮系.....	183
10.3 周转轮系传动比的计算.....	185
10.4 混合轮系传动比的计算.....	187
10.5 齿轮系的应用.....	188
10.5.1 实现分路传动.....	188
10.5.2 获得大的传动比.....	189
10.5.3 实现换向传动.....	189
10.5.4 实现变速传动.....	189
10.5.5 用于对运动进行合成与分解.....	190
10.6 其他齿轮传动装置简介.....	191
10.6.1 圆弧齿轮传动装置.....	191
10.6.2 摆线针轮行星传动装置.....	192
10.6.3 谐波齿轮传动装置.....	192
10.7 减速器.....	193
10.7.1 减速器的主要类型.....	193
10.7.2 减速器的结构.....	193
10.7.3 减速器的选用.....	194
复习题.....	194

第 11 章 轴和轴毂的连接.....	197
11.1 轴的类型和应用.....	197
11.2 轴的结构设计.....	198
11.2.1 轴的基本组成.....	199
11.2.2 轴上零件的固定.....	199
11.2.3 轴的加工和装配工艺性.....	201
11.3 轴的材料与强度计算.....	201
11.3.1 轴的材料.....	201
11.3.2 轴的强度计算.....	202
11.4 轴的设计.....	204
11.5 轴毂的连接.....	208
11.5.1 键.....	208
11.5.2 花键.....	211
11.5.3 销.....	212
复习题.....	212
第 12 章 轴承.....	213
12.1 滚动轴承的组成、类型和代号.....	213
12.1.1 滚动轴承的组成.....	213
12.1.2 滚动轴承的类型及特点.....	214
12.1.3 滚动轴承的代号.....	217
12.2 滚动轴承的选择与计算.....	220
12.2.1 滚动轴承类型的选择.....	220
12.2.2 滚动轴承的失效形式.....	220
12.2.3 滚动轴承的计算.....	221
12.3 滚动轴承的组合设计.....	230
12.3.1 轴承的轴向固定.....	230
12.3.2 轴承组合的调整.....	231
12.3.3 轴承的配合与拆装.....	232
12.3.4 滚动轴承的润滑和密封.....	233
12.4 滑动轴承的工作原理和结构.....	234
12.4.1 摩擦状态.....	234
12.4.2 滑动轴承的应用及分类.....	235
12.5 轴瓦的结构和轴承的润滑.....	236
12.5.1 轴瓦的结构.....	236
12.5.2 轴承材料.....	237

12.5.3 轴承的润滑.....	238
12.6 滚动轴承与滑动轴承的比较.....	240
复习题.....	241
第 13 章 其他常用零、部件.....	242
13.1 概述.....	242
13.2 联轴器.....	242
13.2.1 刚性联轴器.....	243
13.2.2 无弹性元件联轴器.....	244
13.2.3 弹性联轴器.....	246
13.2.4 联轴器的选择.....	247
13.3 离合器.....	248
13.3.1 牙嵌式离合器.....	248
13.3.2 摩擦离合器.....	249
13.3.3 特殊功用离合器.....	249
13.4 弹簧.....	250
13.4.1 概述.....	250
13.4.2 圆柱形螺旋弹簧的结构.....	251
复习题.....	253
第 14 章 机械的平衡.....	254
14.1 概述.....	254
14.1.1 绕固定轴回转的构件惯性力的平衡.....	254
14.1.2 机构的平衡.....	255
14.2 回转件的静平衡.....	255
14.2.1 回转件的静平衡计算.....	255
14.2.2 回转件的静平衡试验.....	257
14.3 回转件的动平衡.....	257
14.3.1 回转件的动平衡计算.....	257
14.3.2 回转件的动平衡试验.....	259
复习题.....	259
第 15 章 计算机辅助设计.....	260
15.1 概述.....	260
15.1.1 CAD 技术发展概况.....	260
15.1.2 CAD 系统的组成.....	260
15.2 机械设计 CAD 中常用数据处理方法.....	261
15.2.1 数表程序化.....	261

15.2.2 线图程序化.....	262
15.3 机械零件 CAD 应用举例	264
15.3.1 机械零件设计的一般步骤.....	264
15.3.2 渐开线标准直齿圆柱齿轮传动的程序设计	264
复习题.....	266
参考文献.....	267

第1章 绪 论

学习目的 通过对本章的学习,使学生了解机器的组成及特征;熟悉机械设计基础课程研究的对象、内容、性质和任务;了解机械设计的基本要求和一般程序。

机械的发展历史由来已久,从杠杆、斜面、滑轮直到现代的起重机、汽车、拖拉机、内燃机、机械手及机器人等,标志着生产力的进步与发展。机械设计基础是一门重要的技术基础课程,是研究机械产品的设计、开发、改造的方法,以满足经济发展和社会需求的基础知识课程。机械的种类繁多,其性能、用途各异,但是都具有共同的特征,本课程将从机械的基本特征出发,剖析其结构,研究其组成原理,以达到掌握机械设计的基础知识以及运用机械的目的。

1.1 机器的组成及其特征

机器的种类多种多样,但都是为实现某种功能而设计的。图 1-1 所示是四冲程单缸内燃机的构造。由汽缸体 1、活塞 2、连杆 3、曲轴 4、齿轮 5 与 6、凸轮 7、顶杆 8 等组成。基本功能是使燃气在缸内经过吸气—压缩—燃爆—排气四冲程循环运作,将油液燃烧的化学能不断地转换为机械能,从而使活塞往复运动转换为曲轴的连续转动。为保证曲轴连续转动,要求定时向汽缸内送入助燃气并排出废气,这些通过进气阀和排气阀完成。排气阀的启闭是通过齿轮、凸轮、顶杆、弹簧等各实物组合成一体并协同运动来实现的。

人们常见到的起重机、汽车、电动机、切削机床、工业机器人等都是机器。虽然它们的用途、功能、工作原理与构造各不相同,但一般均由原动机、传动系统、执行部件 3 部分组成。对于自动化程度

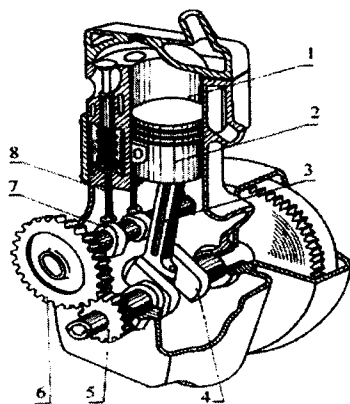


图 1-1 单缸内燃机

1—汽缸体; 2—活塞; 3—连杆; 4—曲轴;
5,6—齿轮; 7—凸轮; 8—顶杆

较高的机械,除上述3部分外,还包括各种功能的操纵系统和信息处理、传递系统,即自动控制部分。

根据用途不同,机器可分为:动力机器,如电动机、内燃机、发电机等;加工机器,如金属切削机床、轧钢机、织布机等;运输机器,如升降机、起重机、汽车等;信息机器,如机械积分仪、计算机等。

综上所述,机器是用来变换或传递能量、物料与信息的装置,以代替或减轻人的体力和脑力劳动。

本课程只讨论用来传递或变换能量的机器。此类机器具有如下特征:都是人为的实物组合;组成机器的各实物之间具有确定的相对运动;能实现能量转换或完成有用的机械功。

能传递运动和变换运动形式的多件实物的组合体称为机构。机构只具有机器的前两个特征。机构与机器从结构和运动的观点来看是没有区别的,只是研究的侧重点不同。机构的主要功能是传递运动及变换运动形式,而机器的主要功能是完成有用的机械功或转换能量。一般而言,机构是机器的重要组成部分,机器包括一个或若干个机构。工程上常将机器与机构总称为机械。

各种机械中广泛使用的机构称为常用机构,如连杆机构、凸轮机构、齿轮机构和间歇运动机构等。

机构中具有确定相对运动的各实物称为构件,它是机构中的运动单元。组成机器的不可拆卸的基本单元称为机械零件,零件是机器的制造单元。构件可以是一个零件,图1-2所示的曲轴也可由若干个无相对运动的零件组成,图1-3所示的连杆是由连杆体、连杆头、螺栓及螺母等零件组成的。

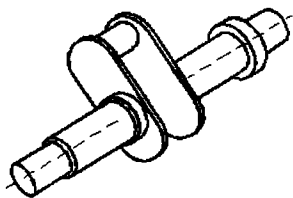


图 1-2 一个零件组成一个构件

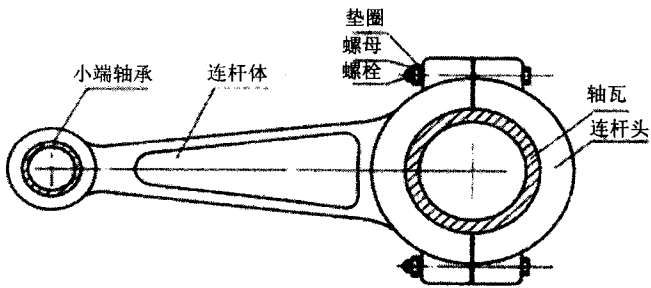


图 1-3 多个零件组成一个构件

机械零件按其功能和结构特点可分为通用零件和专用零件。各种机械中普遍使用的零件,称为通用零件,如螺栓、键、齿轮、弹簧等。仅在某些特定行业中使用的零件称为专用零件,如内燃机的曲轴、汽轮机的叶片、机床的箱体等。

一组协同工作且完成共同任务的零件组合体称为部件,如减速器、滚动轴承、联轴器、内燃机中的连杆、汽车转向器等。

1.2 本课程研究的对象、内容、性质和任务

机械设计基础课程主要研究机械中的常用机构和通用零件的工作原理、结构特点、运动特点、基本设计理论和计算方法、材料的选择,同时简要介绍国家标准和规范。这些对专用机械和专用零件的设计也具有指导意义。

机械设计基础课程是高等工科院校有关专业一门重要的技术基础课。它综合运用高等数学、理论力学、材料力学、机械制图、金属工艺学、金属材料及热处理、互换性原理及技术测量、算法语言等课程的基本知识,解决常用机构、通用零部件设计等问题。本课程具有较强的综合性与实践性,是机械类或近机类专业的主干课程之一,在相关各专业教学计划中占有重要的地位,是培养机械工程师的必修课。本课程的主要任务如下。

(1) 使学生掌握常用机构的结构、运动特性,具有初步分析和设计常用机构的能力。了解机械动力学某些基本知识。

(2) 掌握通用机械零件的工作原理、结构特点、设计计算和运用维护等基本知识和技能,初步具备设计机械传动装置的能力。

(3) 具有运用标准、规范、手册、图册等相关资料的能力。

(4) 使学生初步掌握本学科相关实验和实训技能。

通过本课程的学习,应使学生具备使用、维护、改进和设计机械设备的基本知识和分析设备事故的基本能力,达到能运用手册、设计简单机械传动装置,为今后学习有关专业课程奠定必要的基础,为今后解决工程实际问题创造条件。

1.3 机械设计的基本要求和一般程序

1.3.1 机械设计的基本要求

机械设计的任务是在现有技术条件下,根据社会需求提出的。机器的种类虽然很多,但其设计的基本要求大致相同,主要有以下几个方面。

(1) 预定的功能要求。机器的功能是指机器的功用和性能指标,要靠正确地选择机器的工作原理,正确地设计或选用能够全面实现功能要求的执行部件、传动系统和原动机,以及合理地配置必要的辅助系统来实现。

(2) 安全可靠性要求。安全可靠是维护机器正常工作的必要条件,在保证实现机器预定功能的前提下,必须保证机器安全、可靠地运作,防止因个别零件的破坏或失效而影响整个机器的正常运行。为此,要使设计的机械零件结构合理并满足强度、刚度、耐磨性、振动稳定性及其寿命等方面的要求。

(3) 经济性要求。机器的经济性体现在设计、制造和使用的全过程。设计机器时要全面综合地考虑。设计制造的经济性表现为机器的成本低；使用的经济性表现为高生产率，高效率，较少地消耗能源、原材料和辅助材料，以及低的管理和维护费用等。

(4) 劳动和环境保护要求。要使设计的机器符合劳动保护法规的要求，需要为操作者提供方便和安全的条件，改善机器周围及其操作者的环境条件，降低噪声，防止有毒、有害介质的渗漏，对废水、废气和废液进行治理，美化机器的外形及色彩。

(5) 其他特殊要求。不同的机器各有一些特殊的要求。例如，机床有长期保持精度的要求；飞机有质量小、飞行阻力小而运载能力大的要求；大型机器有便于运输的要求；流动使用的机器有便于安装和拆卸的要求；食品、医药、纺织等机械有不得污染产品的要求等。设计机器时，必须满足这些特殊要求，以提高机器的使用性能。

综上所述，设计机器要从实际出发，分清各项设计要求的主、次或轻、重、缓、急程度，具体问题具体分析。

1.3.2 机械设计的一般程序

一台机器的诞生一般要经过设计和制造两个过程，其中机器设计过程包括计划任务、方案设计、技术设计 3 个阶段，制造过程包括样机试制与鉴定、产品正式投产两个阶段。尽管机器的种类繁多，但是机械设计有其一般的设计程序。

(1) 计划任务阶段。根据用户的需要与要求，明确任务目的，确定所要设计机器的功能和有关指标，研究分析其实现的可行性，制订产品设计任务书。设计任务书中应注明产品的用途、主要技术经济指标（如生产率、能耗、重量、目标成本等）、使用条件、设计周期、设计者的任务分担情况等。

(2) 方案设计阶段。根据设计任务，进行调查研究，了解国内外同类产品的相关技术发展状况，参阅有关技术资料，充分了解用户要求和意见、制造厂家的设备和工艺能力等。在此基础上综合分析机器的功能，寻找解决问题的方法，确定机器的工作原理，拟定出初步总体设计方案。请相关技术人员评价设计方案、提出修改意见，最后决策出最佳方案。对方案进行运动和动力分析，从工作原理上论证设计任务的可行性，对某些技术指标进行必要的修改，然后绘制机构简图，对配套的相关控制系统如电器、液压系统的设计方案也要一同完成。

(3) 技术设计阶段。在完成总体设计方案的基础上，确定机器的结构设计、编制相关的技术文件。结构设计是指机器的合理构形和尺寸，即绘制机器总装配图、部件装配图和零件工作图。对标准零件以外的所有零部件进行结构设计，并对主要零部件的工作能力进行计算，即进行机械零件设计。

机械零件设计是本课程研究的主要内容之一，其主要设计步骤如下。

(1) 根据使用要求，选择零件的结构类型。分析零件的工作情况，确定主要失效形式