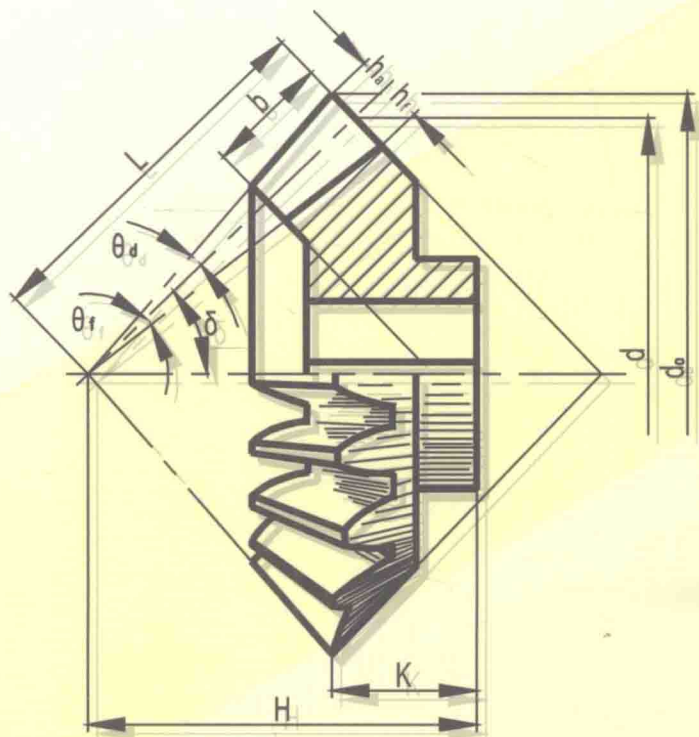




21世纪普通高等职业教育机械电子系列规划教材
21 SHI JI PU TONG GAO DENG ZHI YE JIAO YU JI XIE DIAN ZI XI LIE GUI HUA JIAO CAI

机械设计基础

主编 张国庆 何克祥



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

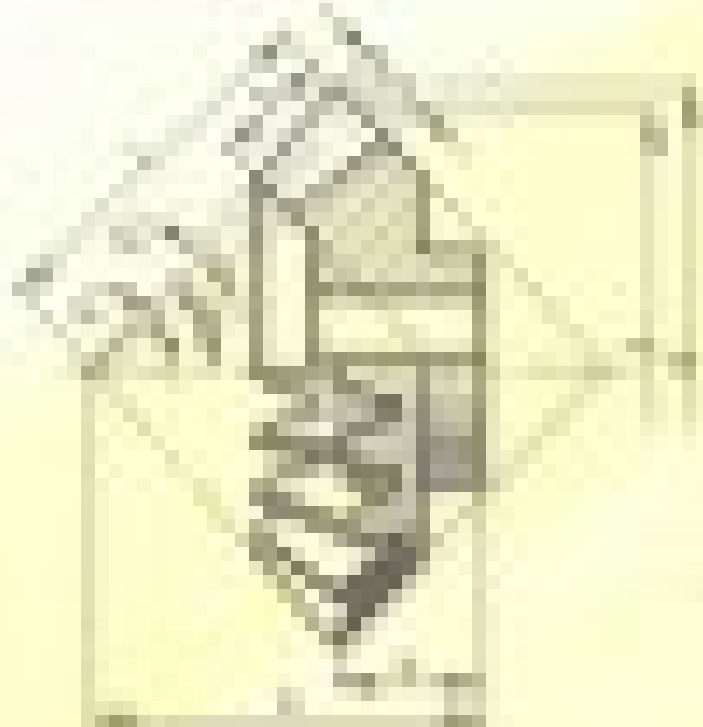
JIXIE SHEJI JICHU



中华人民共和国教育部
教育部高等学校机械类专业教学指导委员会

机械设计基础

主编 曹淑娟 副主编 李永刚



机械工业出版社

机械工业出版社

21 世纪普通高等职业教育机械电子系列规划教材

机械设计基础

主 编 张国庆 何克祥
副主编 吉 庆 江桂荣 许西惠
编 委 吉 庆 江桂荣 许西惠
何克祥 张国庆 姜 芳
贾 磊 吴承恩 滕旭东
(编委排名以姓氏笔画为序)



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书整合工程力学、工程材料及热处理、机械原理、机械零件四门课程内容;轻原理重应用,强调操作性,淡化系统性。加强了系统设计训练和综合能力训练,使原来从属于课程的验证性实验,改革为认知性、验证性和综合性的系列实验。全书共分 17 章,包括机械设计基础概述、平面机构的运动简图及自由度、平面连杆机构、凸轮机构、间歇运动机构、联接、带传动、链传动、齿轮传动、轮系、滑动轴承、轴,以及其他常用零部件和机械的平衡与调速。

本书可作为高等职业技术学院、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院机械、机电及近机类专业的教学用书,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础/张国庆,何克祥主编. —上海:同济大学出版社,2009. 4

ISBN 978 - 7 - 5608 - 3971 - 4

I. 机… II. ①张…②何… 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(2009)第 034939 号

机械设计基础

主 编 张国庆 何克祥

责任编辑 缪临平 责任校对 徐春莲 封面设计 晨 宇 潘向秦

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn
(地址:上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 常熟市大宏印刷有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 22.75

印 数 1—5100

字 数 568 000

版 次 2009 年 4 月第 1 版 2009 年 4 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978 - 7 - 5608 - 3971 - 4

定 价 28.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

21 世纪普通高等职业教育机械电子系列规划教材 编审委员会(第一批)

暨“普通高等职业教育机电专业 课程改革研究专家委员会”

总策划

张平官 宋 谨

总顾问/编委会主任

程大章(教育部高等学校高职高专机电设备技术类专业教学指导委员会委员)

编委会副主任(姓氏笔画为序)

马 彪 陈健巍 刘 骋 许立太 郭庆梁 艾小玲 耿海珍 康 力
张琳琳 张国庆 何克祥 万文龙 邵永录 董 霞 孙振强

编委会委员(姓氏笔画为序)

王文魁 牛 鑫 王 华 葛东霞 纪利琴 周 华 李代席 董 勇
马红奎 余佑财 张智芳 葛广军 汤银忠 刁统山 李虹飞 王晓华
孙玉峰 卜祥安 孙玉芹 梁 健 薛颖操 贾 磊 姜 凌 江 华
张爱华 金 莹 郭佳俊 李景龙 窦 涛 石 玉 尚庆宝 江桂荣
吉 庆 许西惠 吴承恩 滕旭东 姜 芳 童宏永 项 东 李汉平
葛乐清 孙春霞 姚 群 王宜君 王宏元 黄仕彪 胡才万 李艳菲

21 世纪普通高等职业教育机械电子系列规划教材 参编院校名录(第一批)

武汉职业技术学院(国家示范性高职院校)
兰州石化职业技术学院(国家示范性高职院校)
吉林工业职业技术学院(国家示范性高职院校)
大庆职业学院(国家示范性高职院校)
徐州建筑职业技术学院(国家示范性高职院校)
永州职业技术学院(国家示范性高职院校)
河南职业技术学院(国家示范性高职院校)
陕西工业职业技术学院(国家示范性高职院校)
常州机电职业技术学院(中国机械工业教育协会高职中专分会理事单位)
南京铁道职业技术学院(中国职教学会轨道交通专委会高职教育研究会理事单位)
台州职业技术学院
辽宁信息职业技术学院
德州科技职业学院
贵州电子信息职业技术学院
山东胜利职业学院
广州现代信息工程职业技术学院
济南工程职业技术学院
抚顺职业技术学院
连云港职业技术学院
咸阳职业技术学院
重庆城市职业学院
安徽新华学院
河南城建学院(原平顶山工学院)
重庆交通科技职业学院
济南职业学院
江西工程职业学院
盐城纺织职业技术学院
济源职业技术学院
咸宁职业技术学院
贵州航天职业技术学院
青岛滨海学院
辽宁石油化工大学职业技术学院
商丘科技职业学院
浙江工商职业技术学院
郑州工业安全职业学院
黑龙江工商职业技术学院
永城职业学院

前 言

本课程是机械类专业的一门必修的专业基础课,是连接基础课和专业课的桥梁课程,具有承上启下的作用。通过本课程的学习,为学生在今后的工作中解决机械设计问题打下一定基础,同时也为学生学习后续课程和新的科学技术提供必需的预备知识。作为机械学科新课程体系的一门技术基础课教材,本书在编写中力求使之具有如下特色:

1. 整合工程力学、工程材料、机械原理、机械零件 4 门课程为机械设计基础。针对机械工程学科新课程体系改革的需要、具有一定宽度及突出应用性的特点,精选本书内容,强调机械设计的基本知识、基本理论和基本设计方法的基本教学内容,不强调理论分析,淡化公式推导,可以较好地符合学生的认知规律;力求叙述深入浅出,加强提出问题、分析问题和解决问题的能力培养。

2. 全书内容覆盖面广、概念清楚,尽可能采用最新颁布的有关国家标准、规范和成熟的设计资料;可根据不同专业学时数的多少等实际需要对本书内容作适当的取舍,以适应非机械类各专业(少学时)课程体系的教学。本课程涉及的知识面广,且综合性、实践性强。因此,学习时注重理论联系实际,强调提出、分析和解决问题的方法与能力,学会灵活运用所学知识,解决具体机构、一般机械及其零、部件的设计,并不断提高创新设计的能力。

3. 该书与《机械设计基础课程设计指导书》配套使用,以达到教学内容相互补充、相互协调,体现理论联系实际,理论为实践服务,实践又丰富课堂理论教学的要求。

4. 教材内容体现一定的前瞻性,绪论中增加现代设计的相关内容,第 17 章为机械 CAD/CAE 技术,增加三维计算机辅助设计以及虚拟样机设计和计算机辅助分析的内容。

参加本书编写工作的有:台州职业技术学院张国庆(前言、第 1、2、3 章),台州职业技术学院何向华(第 4 章),台州职业技术学院林康(第 17 章),陕西工业职业技术学院何克祥(第 11、12 章),浙江工商职业学院江桂荣(第 5、6 章)。常州机电职业技术学院许西惠(第 8 章),连云港职业技术学院吉庆(第 7、9、10 章),兰州石化职业技术学院滕旭东(第 13 章),重庆城市职业技术学院吴承恩(第 16 章),商丘职业技术学院贾磊(第 15 章),辽宁石化大学职业技术学院姜芳(第 14 章)。全书由张国庆担任主编,何向华、许琦参与统稿工作。本书吸取并参考了众多专家、学者的教材、论文、设计手册等研究成果,谨致谢意。书中不妥或错误之处,欢迎读者批评指正。

编 者

2009 年 1 月

前言

第1章 绪 论	1
1.1 机械设计及其在国民经济发展中的作用 / 1	
1.2 机械、机器、机构及构件 / 1	
1.3 本课程的主要内容 / 3	
1.4 机械设计概述 / 3	
1.4.1 机械设计的基本要求 / 3	
1.4.2 机械设计的一般过程 / 3	
1.4.3 几种现代设计方法的介绍 / 4	
第2章 机械零件静力分析基础	7
2.1 力学基本概念和公理 / 7	
2.1.1 静力学基本概念 / 7	
2.1.2 静力学公理 / 7	
2.2 约束与约束反力 / 9	
2.2.1 约束和约束反力 / 9	
2.2.2 约束的基本类型 / 9	
2.3 物体的受力分析和受力图 / 12	
2.4 平面力系平衡 / 14	
2.4.1 力在坐标轴上的投影与合力投影定理 / 14	
2.4.2 力矩 / 15	
2.4.3 力偶及其性质 / 17	
2.4.4 力偶系的合成与平衡 / 19	
2.4.5 平面任意力系的平衡方程 / 21	
2.4.6 物体系的平衡·静定和静不定问题 / 22	
2.5 空间力系的平衡 / 25	
2.5.1 空间力系的平衡方程 / 25	



- 2.5.2 空间力系平衡问题举例 / 26
- 2.6 重心 / 28
 - 2.6.1 物体重心的坐标公式 / 28
 - 2.6.2 复合形状物体的重心 / 29
- 2.7 摩擦 / 31
 - 2.7.1 滑动摩擦 / 31
 - 2.7.2 摩擦角与自锁 / 33
 - 2.7.3 考虑摩擦时物体的平衡问题 / 34
 - 2.7.4 滚动摩阻 / 36

第3章 机械零件工作能力计算基础..... 41

- 3.1 机械零件工作能力及其基本变形形式 / 41
- 3.2 机械零件的内力分析 / 46
 - 3.2.1 轴向拉伸或压缩时的内力 / 46
 - 3.2.2 扭转时的内力 / 48
 - 3.2.3 弯曲内力 / 50
- 3.3 机械零件的应力应变分析 / 53
 - 3.3.1 拉(压)杆应力应变分析 / 53
 - 3.3.2 拉伸和压缩时材料的机械性质 / 56
 - 3.3.3 许用应力及安全系数 / 61
 - 3.3.4 圆轴扭转时的应力与变形 / 62
 - 3.3.5 弯曲时的正应力 / 64
- 3.4 机械零件的承载能力计算 / 65
 - 3.4.1 机械零件的失效形式与设计准则 / 65
 - 3.4.2 疲劳强度 / 68
 - 3.4.3 零件的强度和刚度条件 / 74
- 3.5 强度理论基础 / 85
 - 3.5.1 点的应力状态简介 / 85
 - 3.5.2 强度理论 / 87
 - 3.5.3 弯曲与拉伸(或压缩)的组合变形 / 90
 - 3.5.4 扭转与弯曲的组合变形 / 91

第4章 机械零件的常用材料及结构工艺性..... 97

- 4.1 机械零件的常用材料及其选用 / 97
 - 4.1.1 机械零件的常用材料 / 97
 - 4.1.2 机械零件材料的选用 / 104
- 4.2 机械零件材料的热处理及其应用 / 107
 - 4.2.1 钢的热处理简介 / 107



- 4.2.2 钢的热处理的应用 / 108
- 4.3 机械零件的结构工艺性 / 109
- 4.4 机械设计中的标准化 / 115
 - 4.4.1 机械设计中的标准化 / 115
 - 4.4.2 机械设计中常用标准 / 115

第5章 常用机构概述 118

- 5.1 机器中的常用机构介绍 / 118
- 5.2 运动副及其分类 / 119
 - 5.2.1 运动副的概念 / 119
 - 5.2.2 自由度和约束条件 / 119
 - 5.2.3 运动副的分类 / 120
- 5.3 平面机构的运动简图 / 121
 - 5.3.1 运动简图的绘制 / 121
 - 5.3.2 平面机构自由度的计算 / 122
 - 5.3.3 机构具有确定运动的条件 / 125

第6章 平面连杆机构 128

- 6.1 四杆机构的基本形式及其演化 / 128
 - 6.1.1 四杆机构的基本形式 / 128
 - 6.1.2 平面四杆机构的演化 / 131
- 6.2 平面四杆机构的基本特性 / 133
 - 6.2.1 急回特性 / 133
 - 6.2.2 传力性能 / 134
 - 6.2.3 死点 / 136
- 6.3 平面四杆机构的设计 / 137

第7章 凸轮机构 141

- 7.1 凸轮机构的分类 / 141
 - 7.1.1 凸轮机构的组成和应用 / 141
 - 7.1.2 凸轮机构的分类 / 142
- 7.2 凸轮机构中从动件常用的运动规律 / 142
 - 7.2.1 基本术语 / 142
 - 7.2.2 从动件常用的运动规律 / 144
- 7.3 凸轮轮廓曲线的设计 / 145
 - 7.3.1 反转法原理 / 145
 - 7.3.2 图解法设计凸轮轮廓曲线 / 145
 - 7.3.3 设计凸轮机构时应注意的问题 / 147



第8章 齿轮机构..... 149

- 8.1 齿轮机构的特点、类型及应用实例 / 149
 - 8.1.1 齿轮传动特点 / 149
 - 8.1.2 基本类型 / 149
- 8.2 渐开线齿轮啮合传动 / 151
 - 8.2.1 渐开线齿轮的齿廓及啮合特性 / 151
 - 8.2.2 渐开线标准直齿圆柱齿轮的主要参数及几何尺寸计算 / 153
 - 8.2.3 渐开线直齿圆柱齿轮的啮合传动 / 156
- 8.3 渐开线直齿圆柱齿轮的轮齿加工方法 / 158
 - 8.3.1 仿形法/158
 - 8.3.2 展成法/159
- 8.4 变位齿轮 / 162
 - 8.4.1 变位齿轮/162
 - 8.4.2 最小变位系数 / 163
 - 8.4.3 变位齿轮的传动类型和尺寸计算 / 163
- 8.5 平行轴斜齿圆柱齿轮传动 / 164
 - 8.5.1 斜齿轮齿廓曲面的形成 / 164
 - 8.5.2 斜齿轮的基本参数和几何尺寸计算 / 165
 - 8.5.3 平行轴斜齿轮传动的正确啮合条件和重合度 / 167
 - 8.5.4 斜齿圆柱齿轮的当量齿数 / 168
- 8.6 齿轮传动的失效形式与设计准则 / 169
 - 8.6.1 齿轮常见的失效形式 / 169
 - 8.6.2 齿轮传动的设计准则 / 169
- 8.7 齿轮的常用材料及许用应力 / 171
 - 8.7.1 齿轮材料的基本要求 / 171
 - 8.7.2 齿轮的常见材料 / 171
 - 8.7.3 许用应力 / 172
- 8.8 齿轮轮齿受力分析及其强度计算 / 174
 - 8.8.1 齿轮的受力分析和计算载荷 / 174
 - 8.8.2 齿面接触疲劳强度计算 / 176
 - 8.8.3 齿根弯曲疲劳计算 / 177
 - 8.8.4 渐开线斜齿圆柱齿轮强度计算 / 178
- 8.9 齿轮传动设计 / 179
 - 8.9.1 齿轮的结构设计 / 179
 - 8.9.2 齿轮传动的润滑和效率 / 181
 - 8.9.3 标准齿轮传动的设计计算 / 183



第9章 蜗杆传动机构	192
9.1 蜗杆传动机构概述 / 192	
9.1.1 蜗杆传动的特点 / 192	
9.1.2 蜗杆传动的类型 / 193	
9.2 圆柱蜗杆传动机构的基本参数和尺寸 / 193	
9.2.1 圆柱蜗杆传动的基本参数 / 193	
9.2.2 圆柱蜗杆传动的几何尺寸计算 / 195	
9.3 蜗杆传动的设计 / 196	
9.3.1 蜗杆传动的失效形式和计算准则 / 196	
9.3.2 蜗杆传动的材料和结构 / 196	
9.3.3 蜗杆传动的受力分析 / 197	
9.3.4 圆柱蜗杆传动的强度计算 / 198	
9.3.5 圆柱蜗杆传动的效率、润滑和热平衡计算 / 201	
 第10章 其他常用机构	205
10.1 棘轮机构 / 205	
10.1.1 棘轮机构的工作原理 / 205	
10.1.2 棘爪工作条件 / 206	
10.2 槽轮机构 / 207	
10.2.1 槽轮机构的工作原理 / 207	
10.2.2 槽轮机构的主要参数 / 208	
 第11章 带链传动	209
11.1 带传动的类型及特点 / 209	
11.1.1 带传动的类型 / 209	
11.1.2 带传动的特点 / 210	
11.2 带传动的工作原理和工作能力计算 / 210	
11.2.1 带传动的受力分析 / 210	
11.2.2 带传动的应力分析 / 211	
11.2.3 带传动的弹性滑动和传动比 / 212	
11.3 V带的标准及其传动设计 / 213	
11.3.1 V带与V带轮的结构、材料和标准 / 213	
11.3.2 V带的失效形式和计算准则 / 216	
11.3.3 V带传动的设计计算 / 218	
11.3.4 V带传动的张紧装置 / 223	
11.3.5 同步齿形带传动及窄V带传动简介 / 224	
11.4 链传动 / 225	
11.4.1 链传动的组成、类型及特点 / 225	



- 11.4.2 套筒滚子链的结构和规格 / 226
- 11.4.3 链轮 / 228
- 11.4.4 链传动的传动比及运动特性 / 231

第12章 轮系 233

- 12.1 轮系的类型 / 233
 - 12.1.1 定轴轮系 / 233
 - 12.1.2 周转轮系 / 234
 - 12.1.3 混合轮系 / 234
- 12.2 轮系的传动比计算 / 234
 - 12.2.1 定轴轮系传动比 / 234
 - 12.2.2 周转轮系传动比 / 236
 - 12.2.3 混合轮系传动比 / 238
- 12.3 轮系的功用 / 239
 - 12.3.1 实现大的传动比 / 239
 - 12.3.2 实现变速和换向传动 / 240
 - 12.3.3 实现远距离传动 / 240
 - 12.3.4 实现运动的合成和分解 / 240
- 12.4 其他类型的行星轮传动简介 / 241
 - 12.4.1 渐开线少齿差行星传动 / 241
 - 12.4.2 摆线少齿差传动(摆线针轮行星传动) / 242
 - 12.4.3 谐波齿轮传动 / 242
- 12.5 减速器 / 243

第13章 联接 246

- 13.1 概述 / 246
- 13.2 螺纹联接 / 246
 - 13.2.1 螺纹概述 / 246
 - 13.2.2 螺纹联接的类型及应用场合 / 248
 - 13.2.3 常用标准螺纹联接件及强度级别 / 249
 - 13.2.4 螺纹联接的预紧和防松 / 250
 - 13.2.5 螺栓联接的强度计算 / 253
 - 13.2.6 螺纹联接的结构设计 / 258
- 13.3 螺旋机构 / 261
 - 13.3.1 螺旋机构的分类及应用 / 261
 - 13.3.2 螺旋机构的运动分析 / 261
- 13.4 键联接、销联接及型面联接 / 263
 - 13.4.1 键联接 / 263



- 13.4.2 平键联接的选用及强度校核 / 265
- 13.4.3 销联接 / 267
- 13.4.4 成形联接 / 267
- 13.5 铆、焊、粘联接简介 / 267
 - 13.5.1 铆接 / 267
 - 13.5.2 焊接 / 268
 - 13.5.3 粘接 / 268

第14章 轴 271

- 14.1 概述 / 271
 - 14.1.1 轴的分类 / 271
 - 14.1.2 轴的设计要求和设计步骤 / 273
 - 14.1.3 轴的材料 / 273
- 14.2 轴的结构设计 / 275
 - 14.2.1 制造安装要求 / 275
 - 14.2.2 轴的周向和轴向定位 / 275
 - 14.2.3 轴的加工工艺和装配工艺性 / 277
 - 14.2.4 提高轴强度的措施 / 278
- 14.3 轴的强度计算 / 280
 - 14.3.1 按许用切应力计算 / 280
 - 14.3.2 按许用弯曲应力计算 / 281
 - 14.3.3 按许用安全系数校核轴的疲劳强度 / 283
- 14.4 轴的刚度计算 / 287
 - 14.4.1 弯曲变形的计算 / 288
 - 14.4.2 扭转变形计算 / 289
 - 14.4.3 轴的振动稳定性概念 / 290

第15章 轴承 293

- 15.1 概述 / 293
- 15.2 滑动轴承 / 294
- 15.3 轴瓦的结构和材料 / 296
- 15.4 滚动轴承 / 298
 - 15.4.1 滚动轴承的结构 / 299
 - 15.4.2 滚动轴承的材料 / 299
 - 15.4.3 滚动轴承的类型及特点 / 299
 - 15.4.4 滚动轴承的代号 / 302
 - 15.4.5 滚动轴承类型的选择 / 304
- 15.5 滚动轴承的分析及计算 / 305



15.5.1	滚动轴承的受载荷情况分析 / 305	
15.5.2	滚动轴承的失效形式和计算准则 / 305	
15.5.3	滚动轴承的寿命计算 / 306	
15.6	滚动轴承的组合设计 / 314	
15.6.1	滚动轴承的轴向固定 / 314	
15.6.2	轴的支承结构型式 / 315	
15.7	润滑剂与润滑方法 / 317	
15.7.1	滑动轴承的润滑 / 317	
15.7.2	滚动轴承的润滑和密封 / 319	
第 16 章	联轴器和离合器	321
16.1	联轴器 / 321	
16.1.1	联轴器的分类 / 321	
16.1.2	固定式联轴器 / 321	
16.1.3	刚性可移式联轴器 / 323	
16.1.4	弹性联轴器 / 324	
16.2	离合器 / 325	
16.2.1	离合器的分类 / 325	
16.2.2	操纵式离合器 / 325	
16.2.3	自动离合器 / 326	
16.3	联轴器、离合器的选择 / 328	
16.3.1	联轴器的选择 / 328	
16.3.2	离合器的选择 / 329	
第 17 章	机械 CAD/CAE 技术简介	330
17.1	三维辅助设计及其应用 / 330	
17.1.1	三维辅助设计简介 / 330	
17.1.2	三维辅助设计软件的应用 / 332	
17.2	有限元软件及其应用 / 333	
17.2.1	有限元简介 / 333	
17.2.2	有限元软件的应用 / 338	
17.3	运动学、动力学分析软件及其应用 / 341	
17.3.1	运动学、动力学简介 / 341	
17.3.2	运动学、动力学软件的应用 / 344	



第1章

绪论

1.1 机械设计及其在国民经济发展中的作用

机械设计是为了满足机器的某些特定功能要求而进行的创造性过程,即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。机械设计是生产机械产品的第一道工序,设计质量的高低,在很大程度上影响着产品质量的高低。本课程将直接担负着培养机械设计人才的任务。

机械工业的生产水平是一个国家现代化建设水平的重要标志。机械工业肩负着为国民经济各个部门提供装备和促进技术改造的重任,大量地设计制造和广泛采用各种先进的机器,可大大加强促进国民经济发展的力度,加速我国的现代化建设。

1.2 机械、机器、机构及构件

零件:组成机械和机器的不可分拆的单个制件。它是机械制造过程中的基本单元。

构件:在机构学中组成机构的、彼此间具有确定的相对运动关系的基本单元,如曲柄滑块机构中的曲柄、连杆、滑块和机架,凸轮机构中的凸轮、从动杆和机架。在结构学中则指结构物中的计算或制造单元,它们是固定在一起的,彼此间除由于应变有微量位移外,没有相对运动,如梁、柱、拉杆等。

机械:将已有的机械能或非机械能转换成便于利用的机械能,以及将机械能变换为某种非机械能用机械能来做一定工作的装备或器具。前一类机械包括风力机、水轮机、汽轮机、内燃机、电动机、气动马达、液压马达等,统称为动力机械。第二类机械包括发电机、热泵、液压泵、压缩机等,这些机械统称为能量变换机械。第三类机械是利用人、畜或动力机械所提供的机械能以改变工作对象(原料、工件或工作介质)的物理状态、性质、结构、形状、位置等的机械,例如:制冷装置、造纸机械、粉碎机械、物料搬运机械等,这类机械统称为工作机械。什么是机械传动装置呢?首先来分析机器的组成。

机器的组成,如图1-1所示。

传动装置——在原动件与执行机构之间传递运动、转换运动方式的装置。机械传动装

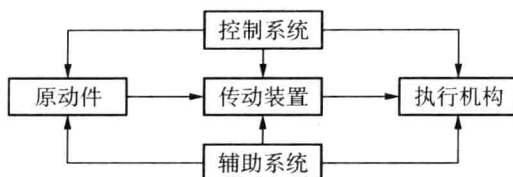


图 1-1 机器的组成

置是本课程研究的主要内容之一。

图 1-2 所示为单缸内燃机,它由机架(气缸体)1、曲柄 2、连杆 3、活塞 4、进气阀 5、排气阀 6、推杆 7、凸轮 8 和齿轮 9、10 组成。当燃烧的气体推动活塞 4 作往复运动时,通过连杆 3 使曲柄 2 作连续转动,从而将燃气的压力能转换为曲柄的机械能。齿轮、凸轮和推杆的作用是按一定的运动规律按时开闭阀门,完成吸气和排气。这种内燃机中有三种机构:(1)曲柄滑块机构,由活塞 4、连杆 3、曲柄 2 和机架 1 构成,作用是将活塞的往复直线运动转换成曲柄的连续转动;(2)齿轮机构,由齿轮 9、10 和机架 1 构成,作用是改变转速的大小和方向;(3)凸轮机构,由凸轮 8、推杆 7 和机架 1 构成,作用是将凸轮的连续转动变为推杆的往复移动,完成有规律地启闭阀门的工作。

图 1-3 所示为一机械手,它由手轮 1 带动轴 2 及圆柱凸轮 3 转动,推动(移动杆)带动齿条 4 作往复运动,带动小齿轮及不完全齿轮 6 转动,从而带动机械手转盘 8 及圆柱凸轮作 xy 平面内的间歇转动,带动机器手臂同时完成转动及上下摆动。而手爪的抓放则通过手轮 1 带动轴 2 上的不完全齿轮 17 与不完全齿轮 16 的啮合并带动同轴的盘形凸轮 19 作间歇转动,带动摆杆 18 摆动从而推动杆 9 作上下运动,通过杠杆 10、连杆 11、12、弹簧杆 13,完成手的张合动作。从这台机器中,我们可以看到的机构有:(1)圆柱凸轮机构;(2)齿轮齿条机构;(3)不完全齿轮机构;(4)摆动凸轮机构;(5)曲柄滑块机构;(6)滚子凸轮机构。

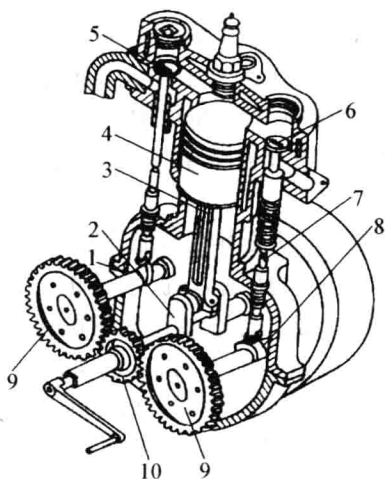


图 1-2 单缸内燃机

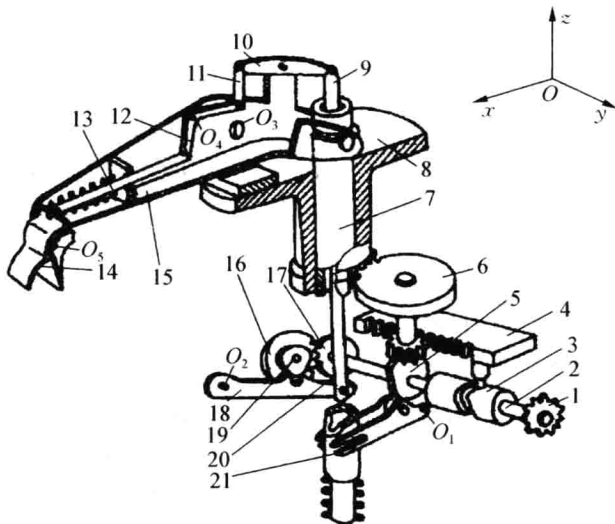


图 1-3 机械手

以上机器中的齿轮机构、凸轮机构、棘轮机构、带传动机构、曲柄滑块机构、曲柄导杆机