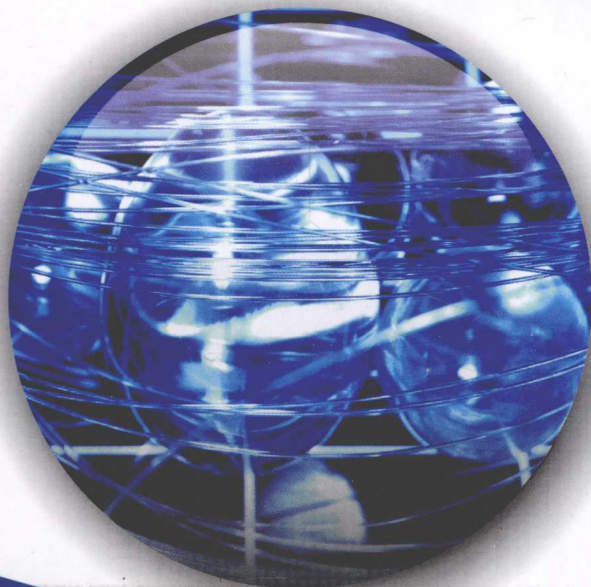




21世纪普通高等职业教育机械电子系列规划教材

21 SHIJI PUTONG GAOJING ZHIYE JIAOYU JIXIE DIANZI XILIE GUIHUA JIAOCAI



# 工程力学

主编 杨丽娜 高炳易



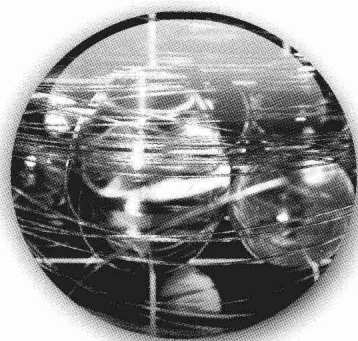
华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>



21世纪普通高等职业教育机械电子系列规划教材

21 SHIJI PUTONG GAODENG ZHIYE JIAOYU JIXIE DIANZI XILIE GUIHUA JIAOCAI



# 工程力学

Engineering Mechanics

主 编：杨丽娜 高炳易

副主编：张丽荣 彭丽华 陈庆丰

编 委：（编委排名以姓氏笔画为序）

王建勋 陈庆丰 杨丽娜 张丽荣

高炳易 彭丽华 窦本洋



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

## 内 容 提 要

本书按照高等职业教育为生产、建设、管理、服务第一线培养高技术应用型专门人才的要求,借鉴“职业能力系统化课程和开发方法”,将职业能力要求转化到教学内容之中。

根据“工程力学”在整个课程体系中的定位——机械或近机类专业的专业基础课程,为后续课程的学习奠定专业基础,以“掌握基本概念、理解基本原理和运用基本方法解决工程问题”为目标,以“工程构件承载能力设计需要”为导向,以工作任务为载体,以探索问题、完成任务来激发学习者的兴趣。

本书主要内容有:工程中构件的受力分析与计算,主要介绍工程构件的受力分析和计算方法;工程中构件承载能力的设计与计算,主要介绍四种基本变形构件的强度和刚度计算;构件在复杂应力状态下承载能力设计与计算,分析复杂应力状态下构件的强度、刚度和稳定性计算。本书的特点是采用模块下的项目教学法,每个项目都按照“典型案例”、“任务描述”、“任务分析”、“任务要点总结”和“知识与技能训练”进行,有利于读者职业能力的形成。

本书是高职高专机械或近机类相关专业的专业基础课教材,是相关专业教师、工程技术人员、成人教育的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

工程力学/杨丽娜 高炳易 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2010.8

(21世纪普通高等职业教育机械电子系列规划教材)

ISBN 978-7-5609-6337-2

I. 工… II. ①杨… ②高… III. 工程力学-高等学校-教材 IV. TB12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 113571 号

## 工程力学

杨丽娜 高炳易 主编

策划编辑:袁 冲

责任编辑:袁 冲 张 蕾

封面设计:上艺设计

责任校对:刘 竣

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:天慧图文

印 刷:武汉武铁印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:13.75 插页:1

字 数:352千字

版 次:2010年8月第1版第1次印刷

定 价:25.00元



华中大

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换

全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务

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

#### 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(以下排名不分先后)

|     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 祖国建 | 周养萍 | 杜 涛 | 杜贵明 | 张森林 | 祝木田 | 杨丽娜 | 高炳易 |
| 陈天祥 | 马雪峰 | 蒋洪平 | 杜文忠 | 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 | 熊建武 | 刘秋艳 | 山 磊 | 李福军 | 董 彦 |
| 李国会 | 孙 琳 | 何冰强 | 高显宏 | 于保敏 | 侯勇强 | 喻丕珠 | 慕 灿 |

#### 编委会委员(以下排名不分先后)

|     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 廖世海 | 向丽坤 | 王烈准 | 肖雪耀 | 周青云 | 庞丽芹 | 李贤温 | 孟庆平 |
| 肖 强 | 包西平 | 孙 滨 | 张世生 | 李 迅 | 刘 力 | 彭丽华 | 张丽荣 |
| 陈庆丰 | 王建勋 | 窦本洋 | 朱 红 | 和春梅 | 王 飒 | 张莉莉 | 张勇明 |
| 赵伟阁 | 李绍鹏 | 朱 军 | 蒋昌华 | 蒋素清 | 连为民 | 王 磊 | 赵 辉 |
| 牛 鑫 | 王文魁 | 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 |
| 唐新兴 | 宋炎荣 | 沈铁敏 | 于海玲 | 李 刚 | 李晓红 | 崔立功 | 公 相 |
| 陈 龙 | 刘正平 | 张桂花 | 张晶辉 | 武海燕 | 关锐钟 | 耿晓明 | 蒋 浩 |
| 朱显明 | 马洪波 | 唐 静 | 蔡新梅 | 高 艳 | 王 莉 | 童 星 | 张 森 |
| 朱 敏 | 王震婷 | 冯珊珊 | 肖红波 | 郭庆梁 | 胡才万 | 董海东 | 范 玉 |
| 钟江静 | 金敦水 | 段继承 | 王东刚 | 李风光 | 冯 娟 | 伍端阳 | 梁德深 |



## 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

- 湖南铁道职业技术学院(国家示范性高职院校)  
芜湖职业技术学院(国家示范性高职院校)  
平顶山工业职业技术学院(国家示范性高职院校)  
辽宁交通高等专科学校(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)  
武汉职业技术学院(国家示范性高职院校)  
淄博职业学院(国家示范性高职院校)  
西安航空职业技术学院(国家示范性高职院校)  
长春职业技术学院(国家示范性高职院校)  
昆明冶金高等专科学校(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)  
陕西工业职业技术学院(国家示范性高职院校)  
娄底职业技术学院  
常州机电职业技术学院  
常德职业技术学院  
江西工业工程职业技术学院  
六安职业技术学院  
郑州职业技术学院  
泰山职业技术学院  
天津滨海职业学院  
辽宁装备制造职业技术学院  
武汉交通职业学院  
襄樊职业技术学院  
广东工贸职业技术学院  
广东水利电力职业技术学院  
滨州职业学院  
随州职业技术学院  
徐州工业职业技术学院  
南充职业技术学院  
内蒙古机电职业技术学院  
宣城职业技术学院  
成都电子机械高等专科学校  
连云港职业技术学院  
黑龙江信息技术职业学院  
江西交通职业技术学院  
江苏联合职业技术学院  
漯河职业技术学院  
江苏经贸职业技术学院  
长治职业技术学院  
济源职业技术学院  
南京铁道职业技术学院  
台州职业技术学院  
辽宁信息职业技术学院  
辽宁机电职业技术学院  
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  
咸阳职业技术学院  
阜阳职业技术学院  
苏州工业职业技术学院  
重庆城市职业学院  
安徽新华学院  
河南城建学院  
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  
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  
华南理工大学广州汽车学院  
山西综合职业技术学院  
安徽电子信息职业技术学院  
黑龙江农业经济职业学院  
黑龙江林业职业技术学院  
渤海船舶职业学院  
辽阳职业技术学院  
四川科技职业学院  
曲江广播电视大学

《工程力学》是按照高等职业教育为生产、建设、管理、服务第一线培养高等技术应用型专门人才的要求,以牛顿三大定律为依据,注意吸收工程案例,引用力学性能在最新工程项目中的应用,结合工作实际编写而成的,较全面系统地阐述了工程力学的基本概念、基本原理和基本方法。

本书在编写过程中,一改过去教材编写的章节模式,以“工程构件承载能力设计需要”为导向,把教材分为两个模块、十一个项目,每一个项目又分解为若干个任务。每个项目前都附有“典型案例”和“任务分析”,项目后都附有“任务要点总结”和“知识与技能训练”,形成了“通过典型案例引入项目,通过任务分析明确该项目的学习目标,通过教师引导、学生参与的形式学习和掌握工程力学的基本概念、基本原理和基本方法,通过任务要点总结和知识与技能训练掌握工程构件承载能力的设计”四步教学法,最终实现教学目标。

本书与其他同类教材相比有以下特点。

### 1. 依据“工程构件承载能力设计需要”的教材定位

从教材的结构安排到教材的内容组织,始终坚持“工程构件承载能力设计需要”的导向。在教材的结构安排上采用“典型案例”、“任务描述”、“任务分析”、“任务要点总结”和“知识与技能训练”的形式,以工作任务为载体,以“掌握基本概念、理解基本原理和运用基本方法解决工程问题”为目标,有利于培养学生的职业素养和职业能力。在内容组织上,既有新的工程项目,又有典型的工程案例对相关内容的阐述和实际技能的训练,从而更好地促进理论与实践的结合。

### 2. 以工作任务为导向的内容体系

本教材从“工程构件承载能力设计需要”的实际出发来设置教学内容。采用先理论力学,再考虑构件的承载能力,最后考虑构件在复杂应力状态下的承载能力,形成了由表及里、由浅入深、由简单到复杂、由理论到实践的认知规律。因此,从教材的内容体系来看,既注重以工作任务为导向,又兼顾传承力学的学习规律,有利于学生职业能力的形成。

### 3. 理论与实践相结合的教材结构

本书的结构充分体现了理论与实践相结合的原则。教材在任务描述中将学习目标分为知识目标和技能目标两大块,使教师的“教”和学生的“学”都从理论知识和实践技能两方面有了明确的定位。采用任务描述、任务分析的形式,引导学生从实际问题中分析、寻找答案,既有利于提高学生的学习兴趣,又有利于理论知识的理解掌握。学习者通过对例题分析和技能训练,能达到掌握技能的目的。

### 4. 先进性、开放性并重的教学内容

在组织教材内容时,要求做到两点:一是先进性,即部分案例以最新工程项目为原型,使古典力学富于时代感;二是开放性,即教材内容适应于机械或近机类各专业,适合作学生自学和教师教学参考用书。

本书由平顶山工业职业技术学院杨丽娜担任主编,并进行全书统稿。本书编写分工如下:娄底职业技术学院的彭丽华编写项目一;南充职业技术学院的高炳易编写项目二;内蒙古机电职业技术学院的陈庆丰编写项目三;平顶山工业职业技术学院的张丽荣编写项目四、项目五、项目六、附录;宣城职业技术学院的窦本洋编写项目七;平顶山工业职业技术学院的杨丽娜编写项目八、项目十一;郑州职业技术学院的王建勋编写项目九、项目十。

本书在编写和出版过程中,得到了湖北众邦文化传播有限公司、华中科技大学出版社等相关领导及编辑的大力支持和帮助,在此一并致谢!

由于作者水平有限,加之时间仓促,本书可能存在许多不足之处,恳请读者不吝赐教,以便今后进行补充和修正。

**编 者**

2010年4月

# Contents

## 目 录

### 0 绪论 ..... (1)

- 0.1 工程力学研究的内容与对象 ..... (1)
- 0.2 工程力学在工程技术中的地位 ..... (1)
- 0.3 工程力学学习方法 ..... (1)

### 模块 1 理论力学的基本知识

### 项目 1 静力学基本概念和物体的受力分析 ..... (5)

- 1.1 任务 1 静力学基础知识 ..... (6)
  - 1.1.1 刚体的概念 ..... (6)
  - 1.1.2 力的概念 ..... (7)
- 1.2 任务 2 静力学公理 ..... (7)
  - 1.2.1 公理一——二力平衡公理 ..... (7)
  - 1.2.2 公理二——加减平衡力系公理 ..... (8)
  - 1.2.3 推论一——力的可传性原理 ..... (8)
  - 1.2.4 公理三——力的平行四边形公理 ..... (8)
  - 1.2.5 推论二——三力平衡汇交定理 ..... (9)
  - 1.2.6 公理四——作用与反作用公理 ..... (9)
  - 1.2.7 公理五——刚化公理 ..... (9)
- 1.3 任务 3 约束和约束反力 ..... (10)
  - 1.3.1 基本概念 ..... (10)
  - 1.3.2 约束类型 ..... (10)
- 1.4 任务 4 物体的受力分析与受力图 ..... (12)



|               |      |
|---------------|------|
| 任务要点总结 .....  | (14) |
| 知识与技能训练 ..... | (15) |

## 项目 2 平面力系的合成与平衡 ..... (17)

|                            |      |
|----------------------------|------|
| 2.1 任务 1 平面力系合成的方法 .....   | (18) |
| 2.1.1 平面汇交力系合成的几何法 .....   | (19) |
| 2.1.2 平面汇交力系合成的解析法 .....   | (20) |
| 2.2 任务 2 平面力系平衡的条件 .....   | (24) |
| 2.2.1 力对点之矩 .....          | (24) |
| 2.2.2 力偶 .....             | (25) |
| 2.2.3 平面平行力系的合成与平衡 .....   | (30) |
| 2.2.4 平面一般力系的平衡 .....      | (31) |
| 2.3 任务 3 平面力系平衡条件的应用 ..... | (34) |
| 2.3.1 平面汇交力系平衡条件的应用 .....  | (34) |
| 2.3.2 平面平行力系平衡条件的应用 .....  | (36) |
| 2.3.3 平面一般力系平衡条件的应用 .....  | (38) |
| 2.3.4 物体系统的平衡 .....        | (40) |
| 2.4 任务 4 考虑摩擦时的平衡问题 .....  | (42) |
| 2.4.1 滑动摩擦 .....           | (42) |
| 2.4.2 考虑摩擦时物体的平衡问题 .....   | (45) |
| 2.4.3 滚动摩擦 .....           | (48) |
| 任务要点总结 .....               | (49) |
| 知识与技能训练 .....              | (51) |

## 项目 3 空间力系和重心 ..... (55)

|                               |      |
|-------------------------------|------|
| 3.1 任务 1 力沿空间坐标轴上的分解和投影 ..... | (57) |
| 3.2 任务 2 力对轴之矩 .....          | (58) |
| 3.2.1 力对轴之矩的概念 .....          | (58) |
| 3.2.2 力矩定理 .....              | (60) |
| 3.3 任务 3 空间力系的平衡方程及其应用 .....  | (60) |
| 3.3.1 空间一般力系的简化 .....         | (60) |
| 3.3.2 空间一般力系的平衡方程 .....       | (61) |
| 3.3.3 空间约束及约束力 .....          | (62) |
| 3.4 任务 4 物体的重心和平面图形的形心 .....  | (65) |





|                     |      |
|---------------------|------|
| 3.4.1 物体重心的概念 ..... | (65) |
| 3.4.2 平面图形的形心 ..... | (69) |
| 任务要点总结 .....        | (73) |

## 模块2 工程中构件承载能力的设计与计算

### 项目4 材料力学的基本知识 ..... (77)

|                         |      |
|-------------------------|------|
| 4.1 任务1 变形固体的基本假设 ..... | (78) |
| 4.2 任务2 内力 截面法 应力 ..... | (78) |
| 4.2.1 内力的概念 .....       | (78) |
| 4.2.2 截面法 .....         | (79) |
| 4.2.3 应力 .....          | (79) |
| 4.3 任务3 杆件变形的基本形式 ..... | (80) |
| 任务要点总结 .....            | (80) |
| 知识与技能训练 .....           | (80) |

### 项目5 轴向拉伸与压缩 ..... (81)

|                               |      |
|-------------------------------|------|
| 5.1 任务1 轴向拉伸与压缩的概念 .....      | (82) |
| 5.2 任务2 轴向拉伸与压缩时横截面上的内力 ..... | (83) |
| 5.2.1 内力的大小 .....             | (83) |
| 5.2.2 轴力的正负号规定 .....          | (83) |
| 5.2.3 轴力图 .....               | (84) |
| 5.3 任务3 轴向拉伸与压缩时横截面上的应力 ..... | (85) |
| 5.4 任务4 拉压变形与胡克定律 .....       | (86) |
| 5.4.1 纵向变形 .....              | (86) |
| 5.4.2 横向变形 .....              | (87) |
| 5.4.3 泊松比 .....               | (87) |
| 5.4.4 胡克定律 .....              | (88) |
| 5.5 任务5 材料在拉伸与压缩时的力学性能 .....  | (89) |
| 5.5.1 低碳钢在拉伸时的力学性能 .....      | (89) |
| 5.5.2 铸铁在拉伸时的力学性能 .....       | (91) |
| 5.5.3 低碳钢和铸铁在压缩时的力学性能 .....   | (91) |
| 5.6 任务6 许用应力及安全系数 .....       | (92) |



|                             |      |
|-----------------------------|------|
| 5.6.1 极限应力 .....            | (92) |
| 5.6.2 许用应力及安全系数 .....       | (92) |
| 5.7 任务7 轴向拉伸和压缩时的强度计算 ..... | (93) |
| 5.7.1 强度条件 .....            | (93) |
| 5.7.2 强度计算 .....            | (93) |
| 5.8 任务8 应力集中的概念 .....       | (95) |
| 任务要点总结 .....                | (95) |
| 知识与技能训练 .....               | (96) |

## 项目6 剪切 ..... (98)

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| 6.1 任务1 剪切与挤压的概念 .....      | (99)  |
| 6.1.1 剪切的定义 .....           | (99)  |
| 6.1.2 挤压的定义 .....           | (99)  |
| 6.2 任务2 剪切和挤压的实用计算 .....    | (100) |
| 6.2.1 剪切实用计算 .....          | (100) |
| 6.2.2 挤压实用计算 .....          | (101) |
| 6.3 任务3 剪切胡克定律 剪切双生定律 ..... | (103) |
| 6.3.1 剪切胡克定律 .....          | (103) |
| 6.3.2 剪切双生定律 .....          | (104) |
| 任务要点总结 .....                | (104) |
| 知识与技能训练 .....               | (105) |

## 项目7 圆轴的扭转 ..... (106)

|                                      |       |
|--------------------------------------|-------|
| 7.1 任务1 圆轴扭转概念及外力偶矩的计算 .....         | (107) |
| 7.1.1 圆轴扭转的基本概念 .....                | (107) |
| 7.1.2 外力偶矩的计算 .....                  | (108) |
| 7.2 任务2 圆轴扭转时横截面上的内力 .....           | (108) |
| 7.2.1 扭矩 .....                       | (108) |
| 7.2.2 扭矩图 .....                      | (109) |
| 7.3 任务3 圆轴扭转时横截面上的应力 .....           | (110) |
| 7.3.1 剪切胡克定律应用于圆轴扭转分析 .....          | (110) |
| 7.3.2 圆轴扭转时横截面上的应力 .....             | (111) |
| 7.4 任务4 圆轴扭转时的强度计算 .....             | (113) |
| 7.4.1 极惯性矩 $I_p$ 与抗扭截面模量 $W_T$ ..... | (113) |



|                          |       |
|--------------------------|-------|
| 7.4.2 圆轴扭转时的强度计算 .....   | (114) |
| 7.5 任务5 圆轴扭转时的刚度计算 ..... | (116) |
| 7.5.1 圆轴扭转的变形 .....      | (116) |
| 7.5.2 圆轴扭转的刚度计算 .....    | (116) |
| 任务要点总结 .....             | (118) |
| 知识与技能训练 .....            | (118) |

## 项目8 直梁弯曲 ..... (120)

|                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| 8.1 任务1 平面弯曲的概念 .....            | (121) |
| 8.1.1 平面弯曲的概念 .....              | (122) |
| 8.1.2 梁的计算简化 .....               | (122) |
| 8.2 任务2 梁弯曲时横截面上的内力 .....        | (123) |
| 8.3 任务3 剪力图和弯矩图 .....            | (125) |
| 8.4 任务4 纯弯曲时横截面上的应力 .....        | (130) |
| 8.4.1 纯弯曲概念 .....                | (130) |
| 8.4.2 纯弯曲时梁横截面上的正应力 .....        | (130) |
| 8.4.3 常见截面的 $I$ 、 $W$ 计算公式 ..... | (132) |
| 8.5 任务5 梁弯曲时的强度计算 .....          | (132) |
| 8.5.1 梁弯曲时的正应力强度条件 .....         | (132) |
| 8.5.2 梁弯曲时的正应力强度计算 .....         | (132) |
| 8.6 任务6 提高梁抗弯强度的措施 .....         | (136) |
| 8.6.1 合理布置梁的支座和载荷 .....          | (136) |
| 8.6.2 选择梁的合理截面 .....             | (137) |
| 8.6.3 采用变截面梁 .....               | (138) |
| 8.7 任务7 梁的弯曲变形概述 .....           | (138) |
| 8.7.1 梁的挠度和转角 .....              | (138) |
| 8.7.2 用查表法和叠加法求梁变形 .....         | (139) |
| 8.7.3 梁的刚度条件 .....               | (141) |
| 任务要点总结 .....                     | (143) |
| 知识与技能训练 .....                    | (143) |

## 项目9 复杂应力下构件强度设计与计算 ..... (147)

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| 9.1 任务1 应力状态的概念 ..... | (148) |
| 9.1.1 一点的应力状态 .....   | (149) |



|                                      |       |
|--------------------------------------|-------|
| 9.1.2 单元体的概念 .....                   | (149) |
| 9.1.3 主平面和主应力 .....                  | (150) |
| 9.1.4 应力状态分类 .....                   | (150) |
| 9.2 任务2 二向应力状态分析 .....               | (151) |
| 9.2.1 斜截面上的应力 .....                  | (151) |
| 9.2.2 主应力的大小和方向 .....                | (152) |
| 9.2.3 最大切应力 .....                    | (152) |
| 9.3 任务3 强度理论知识 .....                 | (154) |
| 9.3.1 强度理论的概念 .....                  | (154) |
| 9.3.2 常用的四种强度理论 .....                | (155) |
| 9.3.3 四种强度理论的适用范围 .....              | (155) |
| 9.4 任务4 构件组合变形时承载能力的设计与计算 .....      | (156) |
| 9.4.1 组合变形概述 .....                   | (156) |
| 9.4.2 弯曲和拉伸(压缩)组合变形时承载能力的设计与计算 ..... | (157) |
| 9.4.3 弯曲和扭转组合变形时承载能力的设计与计算 .....     | (159) |
| 任务要点总结 .....                         | (161) |
| 知识与技能训练 .....                        | (162) |

## 项目10 压杆稳定 .....

(165)

|                                |       |
|--------------------------------|-------|
| 10.1 任务1 压杆稳定性的概念 .....        | (166) |
| 10.1.1 压杆稳定性的概念 .....          | (166) |
| 10.1.2 压杆的失稳与临界力 .....         | (167) |
| 10.2 任务2 计算细长压杆临界应力的欧拉公式 ..... | (167) |
| 10.2.1 细长压杆的临界力 .....          | (167) |
| 10.2.2 细长压杆的临界应力 .....         | (168) |
| 10.2.3 欧拉公式的适用范围 .....         | (169) |
| 10.2.4 超过比例极限时压杆的临界力 .....     | (170) |
| 10.2.5 临界应力总图 .....            | (170) |
| 10.3 任务3 压杆稳定性的计算 .....        | (171) |
| 10.3.1 压杆的稳定性计算 .....          | (171) |
| 10.3.2 提高压杆稳定性的措施 .....        | (173) |
| 任务要点总结 .....                   | (174) |
| 知识与技能训练 .....                  | (174) |

**项目 11 动载荷与交变应力 ..... (176)**

|                                      |       |
|--------------------------------------|-------|
| 11.1 任务 1 动载荷 .....                  | (177) |
| 11.1.1 动载荷概念 .....                   | (177) |
| 11.1.2 构件作匀加速直线运动或等角速转动时的动应力计算 ..... | (177) |
| 11.1.3 构件受冲击载荷作用时的动应力计算 .....        | (179) |
| 11.1.4 提高构件承受冲击能力的措施 .....           | (182) |
| 11.2 任务 2 交变应力 .....                 | (182) |
| 11.2.1 交变应力基本概念 .....                | (182) |
| 11.2.2 交变应力的循环特性或应力比 .....           | (183) |
| 11.2.3 平均应力与应力幅 .....                | (183) |
| 11.2.4 最大应力与最小应力 .....               | (183) |
| 11.2.5 构件的疲劳极限 .....                 | (184) |
| 11.2.6 构件的疲劳强度条件 .....               | (187) |
| 11.2.7 提高构件疲劳强度的措施 .....             | (187) |
| 任务要点总结 .....                         | (187) |
| 知识与技能训练 .....                        | (189) |

**附录 型钢表 ..... (191)****参考文献 ..... (206)**



# 绪 论

## 0.1 工程力学研究的内容与对象

工程力学研究的内容可分为三个部分:静力学、材料力学和运动力学。

静力学研究的主要内容是:物体受力后的平衡条件以及它在工程中的应用。机械运动是指物体在空间的位置随时间的变化而变化,而平衡是工程中机械运动的特殊形式。

材料力学研究的主要内容是:构件在外力作用下的变形、受力和破坏的规律,为合理设计构件提供有关强度、刚度和稳定性分析的基本理论和方法。

运动力学研究的主要内容是:质点运动和刚体的基本运动以及在这些运动中受力物体的运动与作用力之间的关系。

在实际问题中,工程力学研究的对象往往是比较复杂的。为便于理论研究,抓住主要因素,忽略次要因素,可将复杂的研究对象抽象成力学模型。物体受力而产生的小变形对静力学和运动力学研究影响不大,可略去不计,可将物体简化为刚体。对材料力学,变形是它所研究的主要内容,因而它的研究对象是受力后会变形的固体,简称变形固体。

静力学是研究材料力学和运动力学的基础,为材料力学和运动力学的学习奠定必要的条件。材料力学和运动力学的研究是以静力学的基本理论、基本原理和基本方法为依据的。

## 0.2 工程力学在工程技术中的地位

工程力学这门课是机电类各专业的技术基础课程,是学好其他工程技术课程的前提。工程力学与实际工程技术联系极为密切,学好、用好工程力学,不仅可以解决许多生产实际问题,同时也为学习后续课程奠定必要的基础。比如:起重机横梁的选型设计;已知电动机输出功率与转速,电动机的轴能否满足传递转矩的要求?这些都要用到工程力学知识。

## 0.3 工程力学的学习方法

工程力学与其他许多学科一样,都是在建立与发展的过程中始终采用实验研究和理论分析相结合的方法。学习本课程时,必须仔细地观察实际生活中的力学现象,并学会用力学基本知识去解释这些现象。要利用我们原有的直接经验与感性认识对所学的理论进行对照、检



验和分析。因此,学生在学习本课程时,应掌握以下的学习方法。

(1) 工程力学的理论性和系统性很强,而且各部分相互联系,学习中一定要及时解决不清楚的问题,以免影响以后的学习。

(2) 在学习本课程时,要注重分析问题的思路和解决问题的方法。要善于思考和发现问题并利用工程力学的知识积极地解决问题。

(3) 要做好课前预习与课后复习和技能训练,这样才能使工程力学真正起到专业课的桥梁作用。



## 模块1

# 理论力学的基本知识



理论力学研究的主要内容是静力学、运动力学。

静力学研究的内容是：物体受力后的平衡条件以及它在工程中的应用。物体受力后不外乎两种运动形式：运动和静止。运动是绝对的，静止是相对的。机械运动是工程中常见的运动形式。

**机械运动**：物体在空间的位置随时间的变化而变化。

**平衡**：是工程中机械运动的特殊形式，指物体保持静止或匀速直线运动状态。

运动力学研究的主要内容是，质点的运动和刚体的基本运动以及在这些运动中受力物体的运动与作用力之间的关系。

**质点**：为了研究问题的方便，不考虑物体的形状，把物体看作有质量的点即质点。

**刚体**：受力后形状和大小均不发生变化的物体。

在实际问题中，工程力学研究的对象往往是比较复杂的。但为便于理论研究，要抓住主要因素，略去次要因素，从而将复杂的研究对象抽象成力学模型。有些物体受力而产生的小变形，对静力学和运动力学研究影响不大，可略去不计，可将这类物体简化为刚体。