



面向 21 世纪 课 程 教 材  
Textbook Series for 21st Century

# 工程力学(1)

范钦珊 王 琪 主编

刘 均 范钦珊 景荣春 编著



高 等 教 育 出 版 社  
HIGHER EDUCATION PRESS

面向 21 世纪课程教材  
Textbook Series for 21st Century

# 工程力学(1)

范钦珊 王 琪 主编

刘 均 范钦珊 景荣春 编著



高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS

## 图书在版编目(CIP)数据

工程力学(1) / 范钦珊,王琪主编. —北京:高等教育出版社,2002.6

ISBN 7-04-011074-1

I. 工... II. ①范...②王... 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(2002)第 030387 号

责任编辑 余美茵 封面设计 张楠 责任绘图 朱静  
版式设计 马静如 责任校对 康晓燕 责任印制 杨明

工程力学(1)

范钦珊 王琪 主编

出版发行 高等教育出版社  
社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号  
邮政编码 100009  
传 真 010-64014048

购书热线 010-64054588  
免费咨询 800-810-0598  
网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所  
排 版 高等教育出版社照排中心  
印 刷 国防工业出版社印刷厂

开 本 787×960 1/16  
印 张 25.5  
字 数 470 000

版 次 2002 年 6 月第 1 版  
印 次 2002 年 6 月第 1 次印刷  
定 价 29.00 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

# 主要符号表

符号	量的名称
$A$	面积
$a$	间距
$b$	宽度
$d$	直径, 距离, 力偶臂
$D$	直径
$e$	偏心距
$E$	弹性模量或杨氏模量
$f_s$	静摩擦因数
$F$	力
$F_{Ax}, F_{Ay}$	A 处铰约束力
$F_N$	法向约束力, 轴力
$F_{Nx}$	轴力
$F_P$	载荷
$F_{Per}$	临界载荷, 分叉载荷
$F_Q$	剪力
$F_R$	合力, 主矢
$F_S$	牵引力, 拉力
$F_T$	张力
$F_x, F_y, F_z$	力在 $x, y, z$ 轴方向上的分量
$G$	切变模量
$h$	高度
$I$	惯性矩
$I_p$	极惯性矩
$I_{yz}$	惯性积

$k$	弹簧刚度系数
$l$	长度, 跨度
$M$	弯矩
$\mathbf{M}$	力偶矩矢
$M_e$	外力偶
$M_f$	摩阻力偶矩
$M_O$	对点 $O$ 的力矩矢量, 主矩
$M_x$	对 $x$ 轴之矩, 扭矩
$M_y$	对 $y$ 轴之矩, 弯矩
$M_z$	对 $z$ 轴之矩, 弯矩
$m$	质量, 分布力偶集度
$n$	转速
$[n]_{st}$	稳定安全因素
$p$	内压力
$P$	功率
$q$	分布载荷集度
$R, r$	半径
$r$	矢径
$s$	路程, 弧长
$u$	水平位移, 轴向位移
$[u]$	许用轴向位移
$v_d$	畸变能密度
$v_v$	体积改变能密度
$v$	应变能密度
$V_e$	应变能
$W$	功, 弯曲截面系数
$\mathbf{W}$	重量
$W_p$	扭转截面系数
$\alpha$	倾角, 线膨胀系数
$\beta$	角
$\theta$	梁横截面的转角, 单位长度相对扭转角
$\varphi$	相对扭转角
$\gamma$	切应变
$\Delta$	变形, 位移

---

$\delta$	厚度
$\epsilon$	线应变
$\epsilon_e$	弹性应变
$\epsilon_p$	塑性应变
$\epsilon_v$	体积应变
$\lambda$	柔度,长细比
$\mu$	长度系数
$\nu$	泊松比
$\rho$	密度,曲率半径,惯性半径
$\sigma$	正应力
$\sigma^+$	拉应力
$\sigma^-$	压应力
$\bar{\sigma}$	平均应力
$\sigma_b$	强度极限
$\sigma_c$	挤压应力
$[\sigma]$	许用应力
$[\sigma]^+$	许用拉应力
$[\sigma]^-$	许用压应力
$\sigma_{cr}$	临界应力
$\sigma_e$	弹性极限
$\sigma_p$	比例极限
$\sigma_{0.2}$	条件屈服应力
$\sigma_s$	屈服应力
$\tau$	切应力
$[\tau]$	许用切应力
$w$	挠度

# 序

---

本书为面向 21 世纪课程教材,是“十五”国家级规划教材,并已列入北京市精品教材计划。

考虑到全国高等教育教学的发展趋势,素质教育和创新精神培养在高等学校基础课程教学中的重要地位,很多院校对力学课程的教学要求越来越高。与此同时,根据人才培养总体优化过程的要求,为了给学生的学习留出一定的时间和空间,在新的教学计划中,课程的教学总学时数大幅度减少。因而,基础力学课程的教学时数也在不断减少。基于此,基础力学课程的教学内容与课程体系需要进行改革已成共识。很多学校的基础力学课程已经由原来的理论力学和材料力学两门课程整合为一门工程力学课程,但还缺乏与之相适应的教材。

著者针对上述教学改革形势,在教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”项目成果的基础上,进一步对基础力学课程的教学内容、课程体系加以分析和研究,力图在新编的工程力学教材中,做到用有限的学时使学生既掌握最基本的经典内容,又能了解基础力学的工程应用以及最新进展,同时还希望这本新编的工程力学(1)、(2)具有较大的适用范围,能够为广大院校所采用。

本书的编写提纲曾经向全国许多院校作过问卷调查,收到 30 多所院校的回函,提出了宝贵意见。根据这些意见,我们在编写过程中努力作了以下几方面的工作。

首先,为了面向全国一般院校各个不同学时类型课程的需求,全书分(1)、(2)两卷,第(1)卷为工程静力学和弹性静力学,第(2)卷为工程运动学、工程动力学和工程力学专题。这种模块式结构可以组合成多种类型学时的工程力学课程:《工程力学(1)》可作为少学时课程的教材;《工程力学(1)》和《工程力学(2)》中的工程运动学、工程动力学则可作为中学时课程的教材;而全书(1)、(2)两卷可作为多学时课程的教材。

《工程力学(2)》中的工程力学专题主要涉及能量法、动应力和材料的力

学行为。传统的材料力学是以钢铁为主体的材料力学,已经经历了300多年。20世纪60年代以来,聚合物、复合材料、工业陶瓷等新材料越来越多地应用于各个领域,所占比例与钢铁相比越来越大。这表明材料的力学行为在工程力学课程教学中已显得非常重要。为此,我们在本书中新编了复合材料的力学行为、聚合物的粘弹性行为与伪弹性设计方法以及材料的累积损伤与寿命估算等新内容,这些内容可以供各院校选用。

其次,为了提高课程教学效率,压缩课程教学时数,在教学内容的组织和表达方面,注意处理好一般与特殊、分解与综合之间的关系,不限于一种模式。这样做,一方面是为了提高课程教学起点,另一方面是为了给学生的思维留出一定的空间。

为此,我们改变原来课程中的某些大同小异的罗列现象,采用既有分解又有综合,既有特殊到一般又有一般到特殊的表达和叙述方法。例如在工程静力学中,不采用按力系分类的方法,着重讲解受力分析、力系的等效、简化与力系的平衡等重要概念和方法,将各种力系穿插其中。在弹性静力学中,不采用传统的拉、压、剪、扭和弯的系统,而是根据处理工程问题的要求,加强内力分析、应力分析、应力状态分析、失效分析与静力学设计这样的常规工程设计思路与方法。

第三,通过贯通和渗透的办法,将原属于材料力学和理论力学的教学内容加以整合,以分析和解决工程实际问题为主要线索,形成一个比较协调的体系。力求让学生学习刚体问题时,有一点变形体概念;学习变形体问题时,有一点刚体的概念。

第四,注意处理好理论分析中定性分析与定量计算之间的关系,加强定性分析。在一些问题中,不追求过细的数学推导,着重分析“问题是什么?”、“问题的性质是什么?”、“解决问题的方法是什么?”。切实保证基本概念、基本理论、基本方法,逐步提高学生的直观判断能力。

第五,加强启发性,引导学生积极思维。在提出问题的基础上,展开理论分析,密切联系广泛的工程实际。对于基本教学内容,阐述时注意深入浅出,使绝大多数学生容易学、容易懂;对于引导思维教学内容,注意留出、留好适当的空间,尽量使多数学生有问题可以想,逐步培养学生提出问题、分析问题和解决问题的能力。

为了引导学生积极思维,逐步培养创新精神,书中每一章的最后都有一节结论与讨论。所涉及的内容中,既有前面没有深入阐述的结论,也有推理过程中没有详细涉及的问题,还有关于已讲授内容的可扩展性与可延伸性。采用这种开放式的表达方法,一方面可以培养学生的综合能力,另一方面也为学生创新思维开辟了一个空间。这些内容中,既有比较容易的问题,又有



比较深入的问题。

第六,考虑到教育教学改革必然会涉及对学生学习成果的评价方法的改革,原来那种单纯依靠作习题的课外训练方法也需要进行改革。为了适应这种改革的要求,本书第(1)卷中设计了一些带有综合性和研究性的问题,供那些有条件的学生选用,以利于培养他们的综合能力、联想能力、收集和處理信息的能力以及表达能力。

书中有星号\*的内容和习题可供不同专业教学选用。

本书由清华大学范钦珊教授和北京航空航天大学王琪教授主编。全书编写分工如下:“工程力学课程总论”由范钦珊编写;“工程静力学”由华东船舶工业学院景荣春教授、范钦珊编写;“弹性静力学”由东北大学刘均副教授、范钦珊编写;“工程运动学”由景荣春编写;“工程动力学”由沈阳工业学院韩一红副教授编写;“工程力学专题”由刘均、范钦珊编写。

承蒙上海交通大学刘延柱教授、大连理工大学郑芳怀教授详细地审阅了本书的初稿,提出了宝贵的修改意见,著者谨向二位教授表示诚挚的谢意。本书编写过程中还得到清华大学等院校的老师 and 研究生等的支持与协助,著者借本书出版之机,对他们表示衷心感谢。

范钦珊

2001年5月1日

于清华大学

(E-mail: fqs-dem @ mail. tsinghua. edu. cn)

## 内 容 提 要

本书为面向 21 世纪课程教材,是“十五”国家级规划教材,并已列入北京市精品教材计划

考虑到全国高等教育教学改革的发展趋势,素质教育和创新精神培养的要求,基础力学课程的教学内容与课程体系需要进行改革已成共识。为适应改革,很多学校的基础力学课程已经由原来的理论力学和材料力学两门课程整合为一门工程力学课程。新的教学计划中,课程的教学总学时数也有大幅度减少。

著者针对上述教学改革形势,在教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”项目成果的基础上,进一步对基础力学课程的教学内容、课程体系加以分析和研究,力图在新编的工程力学教材中,做到用有限的学时使学生既掌握最基本的经典内容,又能了解基础力学的工程应用以及最新进展;同时,希望这本新编的工程力学教材具有较大的适用范围,能够为广大院校所采用。

全书分(1)、(2)两卷。本书为第(1)卷。第(1)卷为工程静力学和弹性静力学,第(2)卷为工程运动学、工程动力学和工程力学专题。这种模块式结构可以组合成多种类型学时的工程力学课程:《工程力学(1)》可作为少学时课程的教材;《工程力学(1)》和《工程力学(2)》中的工程运动学、工程动力学可作为中学时的课程教材;全书(1)、(2)两卷适用于多学时课程的教材。

《工程力学(2)》中的工程力学专题主要涉及能量法、动应力和材料的力学行为等新内容,可以供各院校选用。

为了便于组织教学,著者将同时向采用本书的院校教师提供全部习题的详细解答(联系人景荣春)。

# 目 录

## 工程力学课程总论(1-11)

§ 1 工程与工程力学 .....	1
§ 2 工程力学的研究对象与模型 .....	6
2-1 工程力学的研究对象与研究内容 .....	6
2-2 工程力学的两种主要模型 .....	7
§ 3 工程力学的研究方法 .....	8
3-1 两种不同的理论分析方法 .....	8
3-2 工程力学的实验分析方法 .....	8
3-3 工程力学的计算机分析方法 .....	10

## 第一篇 工程静力学

### 第 1 章 基本概念与物体受力分析(14-32)

§ 1-1 静力学模型 .....	14
1-1-1 物体的抽象与简化——刚体 .....	14
1-1-2 集中力和分布力 .....	14
1-1-3 约束 .....	15
§ 1-2 力的基本概念 .....	15
1-2-1 力与力系 .....	15
1-2-2 静力学基本原理 .....	16
§ 1-3 力对点之矩与力对轴之矩 .....	17
1-3-1 力对点之矩 .....	17
1-3-2 力对轴之矩 .....	18
1-3-3 合力矩定理 .....	19
§ 1-4 工程常见约束与约束力 .....	20
1-4-1 单侧约束 .....	21
1-4-2 刚性约束(双侧约束) .....	21

§ 1-5 受力分析与受力图 .....	25
§ 1-6 结论与讨论 .....	28
1-6-1 本章最基本的概念 .....	28
1-6-2 本章最重要的方法 .....	28
1-6-3 关于平衡原理 .....	28
1-6-4 关于静力学原理的适用性 .....	28
习 题 .....	29

## 第 2 章 力系的等效与简化(33-48)

§ 2-1 力系等效定理 .....	33
2-1-1 力系的主矢和主矩 .....	33
2-1-2 力系等效定理 .....	34
§ 2-2 力偶与力偶系 .....	35
2-2-1 力偶与力偶系 .....	35
2-2-2 力偶的性质 .....	35
2-2-3 力偶系的合成 .....	36
§ 2-3 力系的简化 .....	37
2-3-1 力向一点平移定理 .....	37
2-3-2 空间一般力系的简化 .....	38
2-3-3 力系简化在固定端约束力分析中的应用 .....	41
§ 2-4 结论与讨论 .....	42
2-4-1 关于力矢、主矢、力矩矢、力偶矩矢以及主矩矢的矢量 性质 .....	42
2-4-2 关于合力之矩定理及其应用 .....	42
2-4-3 关于力系简化的最后结果 .....	43
2-4-4 关于实际约束的简化模型 .....	44
2-4-5 关于力偶性质推论的应用限制 .....	44
习 题 .....	45

## 第 3 章 力系的平衡(49-74)

§ 3-1 平衡与平衡条件 .....	49
3-1-1 平衡的概念 .....	49
3-1-2 平衡的充要条件 .....	50
§ 3-2 任意力系的平衡方程 .....	50
3-2-1 平衡方程的一般形式 .....	50
3-2-2 空间力系的特殊情形 .....	51
§ 3-3 平面力系的平衡方程 .....	51
3-3-1 平面力系平衡方程的一般形式 .....	51

3-3-2 平面力系平衡方程的其他形式	52
§ 3-4 平衡方程的应用	53
§ 3-5 静定和超静定问题的概念	58
§ 3-6 简单的刚体系统平衡问题	59
§ 3-7 结论与讨论	63
3-7-1 受力分析的重要性	63
3-7-2 求解刚体系统平衡问题需要注意的几个问题	64
3-7-3 正确地进行直观判断,提高定性分析能力	65
3-7-4 求解超静定问题的方法简述	65
习 题	66

## 第4章 刚体静力学专题(75-99)

§ 4-1 平面静定桁架的静力分析	75
4-1-1 桁架及其工程应用	75
4-1-2 桁架的力学模型	76
4-1-3 桁架静力分析的基本方法	78
§ 4-2 摩擦与考虑摩擦时的平衡问题	80
4-2-1 工程中的摩擦问题	80
4-2-2 滑动摩擦力 库仑定律	81
4-2-3 摩擦角与自锁现象	82
4-2-4 考虑滑动摩擦时的平衡问题	86
4-2-5 滚动摩擦概述	89
§ 4-3 结论与讨论	93
4-3-1 关于桁架分析的几点结论	93
4-3-2 关于桁架的几点讨论	93
4-3-3 关于摩擦平衡问题的重要结论	95
习 题	95

## 第二篇 弹性静力学

### 第5章 静力学基本原理与方法应用于弹性体(102-121)

§ 5-1 弹性体在外力作用下产生的附加内力	102
§ 5-2 杆件横截面上的内力与内力分量	103
5-2-1 内力主矢、内力主矩与内力分量	103
5-2-2 内力分量的正负号规则	104
§ 5-3 外力与内力之间的相依关系	105

5-3-1 弹性体平衡原理 .....	105
5-3-2 截面法 .....	105
5-3-3 杆件内力分量变化的一般规律 .....	106
5-3-4 控制面 .....	106
5-3-5 描述载荷与内力分量之间关系的平衡微分方程 .....	107
§ 5-4 内力图 .....	108
5-4-1 轴力图 .....	108
5-4-2 剪力图与弯矩图 .....	109
§ 5-5 刚架的内力 .....	114
§ 5-6 结论与讨论 .....	116
5-6-1 力系简化方法在确定控制面上剪力和弯矩时的应用 .....	116
5-6-2 平衡微分方程的灵活应用 .....	117
5-6-3 叠加原理的应用限制 .....	118
习 题 .....	118

## 第 6 章 弹性静力学的基本概念(122 - 132)

§ 6-1 弹性静力学概述 .....	122
§ 6-2 弹性体及其理想化 .....	123
6-2-1 各向同性与各向异性弹性体 .....	123
6-2-2 各向同性弹性体的均匀连续性 .....	124
§ 6-3 弹性体受力与变形特征 .....	124
§ 6-4 应力及其与内力分量之间的关系 .....	125
6-4-1 分布内力集度——应力 .....	125
6-4-2 应力与内力分量之间的关系 .....	125
§ 6-5 正应变与切应变 .....	125
§ 6-6 线弹性材料的物性关系 .....	126
§ 6-7 工程结构与构件 .....	127
§ 6-8 杆件变形的基本形式 .....	127
§ 6-9 结论与讨论 .....	129
6-9-1 关于刚体静力学模型与弹性静力学模型 .....	129
6-9-2 关于弹性体受力与变形特点 .....	129
6-9-3 关于刚体静力学概念与原理在弹性静力学中的 可用性与限制性 .....	129
习 题 .....	130

## 第 7 章 简单的弹性静力学问题(132 - 160)

§ 7-1 杆件在轴向载荷作用下的内力与应力 .....	132
7-1-1 横截面上的内力与应力 .....	132

7-1-2 拉、压杆件斜截面上的应力 .....	133
§ 7-2 拉、压杆的变形分析 .....	135
7-2-1 绝对变形 弹性模量 .....	135
7-2-2 相对变形 正应变 .....	135
7-2-3 横向变形与泊松比 .....	136
§ 7-3 轴向载荷作用下杆件的应力与变形算例 .....	137
§ 7-4 强度设计概述 .....	140
§ 7-5 拉伸和压缩时材料的应力-应变曲线 .....	140
7-5-1 标准试样 .....	141
7-5-2 韧性材料与脆性材料的拉伸应力-应变曲线 .....	141
7-5-3 韧性材料与脆性材料压缩时的应力-应变曲线 .....	142
§ 7-6 常温、静载下材料的力学性能 .....	143
7-6-1 弹性区域内的应力-应变关系 .....	143
7-6-2 屈服与屈服强度 .....	144
7-6-3 应变硬化与强度极限 .....	145
7-6-4 局部变形与颈缩现象 .....	145
7-6-5 表征材料韧性的指标——延伸率与截面收缩率 .....	146
§ 7-7 强度失效与失效控制 .....	147
7-7-1 失效的概念 .....	147
7-7-2 拉伸和压缩杆件的失效判据 .....	148
7-7-3 拉伸和压缩杆件的设计准则 .....	148
§ 7-8 杆件在轴向载荷作用下的强度计算过程与算例 .....	149
7-8-1 三类强度问题 .....	149
7-8-2 强度计算过程 .....	149
7-8-3 拉伸、压缩构件强度设计算例 .....	150
§ 7-9 结论与讨论 .....	152
7-9-1 本章的主要结论 .....	152
7-9-2 关于轴向拉伸和压缩应力和变形公式的应用条件 .....	153
7-9-3 关于加力点附近区域的应力分布 .....	154
7-9-4 关于应力集中的概念 .....	154
7-9-5 失效原因的初步分析 .....	156
7-9-6 卸载、再加载时材料的力学行为 .....	156
习 题 .....	156

## 第 8 章 弹性杆件横截面上的正应力分析(161-192)

§ 8-1 预备知识——与应力分析相关的截面图形的几何性质 .....	161
8-1-1 静矩、形心及其相互关系 .....	162
8-1-2 惯性矩、极惯性矩、惯性积、惯性半径 .....	163

8-1-3 惯性矩与惯性积的移轴定理 .....	165
8-1-4 惯性矩与惯性积的转轴定理 .....	167
8-1-5 主轴与形心主轴、主惯性矩与形心主惯性矩 .....	168
* 8-1-6 组合图形的形心、形心主轴、形心主惯性矩的计算 方法 .....	169
<b>§ 8-2 杆件横截面上的正应力分析</b> .....	172
8-2-1 平面假定与变形协调方程 .....	173
8-2-2 应变分布与应力分布 .....	174
8-2-3 静力学方程的应用——待定常数的确定 .....	174
8-2-4 问题的简化——正应力的一般表达式 .....	176
<b>§ 8-3 正应力公式的应用</b> .....	177
8-3-1 轴向载荷作用下杆件横截面上的正应力 .....	177
8-3-2 平面弯曲正应力 .....	178
8-3-3 斜弯曲正应力 .....	179
8-3-4 中性轴的概念与中性轴的位置 .....	180
<b>§ 8-4 正应力公式应用举例</b> .....	181
<b>§ 8-5 结论与讨论</b> .....	184
8-5-1 正应力公式应用中的几个问题 .....	184
* 8-5-2 对称性验证平面假定的正确性 .....	184
8-5-3 关于形心和形心主轴 .....	185
<b>习 题</b> .....	186

## 第 9 章

### 弹性杆件横截面上的切应力分析(193-215)

<b>§ 9-1 圆轴扭转时横截面上的切应力</b> .....	193
9-1-1 圆轴扭转变形特征——反对称性论证圆轴扭转时 横截面保持平面 .....	194
9-1-2 变形协调方程 .....	195
9-1-3 物性关系——剪切胡克定律 .....	196
9-1-4 静力学方程 .....	196
9-1-5 圆轴扭转时横截面上的切应力表达式 .....	197
<b>§ 9-2 非圆截面杆扭转时的切应力</b> .....	200
9-2-1 截面翘曲——非圆截面杆扭转时的变形特征 .....	200
9-2-2 直接由平衡得到的结论 .....	200
9-2-3 薄膜比拟与切应力表达式 .....	201
<b>§ 9-3 薄壁截面梁横截面上的切应力流与弯曲中心</b> .....	203
9-3-1 薄壁截面梁弯曲时横截面上的切应力流 .....	203
9-3-2 弯曲中心 .....	205
<b>§ 9-4 横向载荷作用下开口薄壁杆件的扭转变形</b> .....	206



§ 9-5 结论与讨论 .....	207
9-5-1 不同变形情形下切应力的不同特点 .....	207
9-5-2 薄壁截面梁的弯曲切应力公式推广应用到实心截面梁 .....	208
9-5-3 薄壁截面梁弯曲切应力公式推广到实心截面梁时的误差分析 .....	209
9-5-4 实心截面细长梁弯曲切应力与弯曲正应力的量级比较 .....	209
习 题 .....	210

## 第 10 章

### 应力状态分析(216 - 243)

§ 10-1 一点处应力状态描述及其分类 .....	216
§ 10-2 平面应力状态任意方向面上的应力 .....	218
10-2-1 方向角与应力分量的正负号约定 .....	218
10-2-2 微元的局部平衡 .....	218
10-2-3 不同坐标系中应力状态的表达形式 .....	219
§ 10-3 主应力、主方向与面内最大切应力 .....	220
10-3-1 主平面、主应力与主方向 .....	220
10-3-2 平面应力状态的三个主应力 .....	220
10-3-3 用主应力表示的应力状态 .....	221
10-3-4 面内最大切应力 .....	221
§ 10-4 类比法的应用——平面应力状态应力圆 .....	222
10-4-1 应力圆方程 .....	222
10-4-2 应力圆的画法 .....	222
10-4-3 应力圆的应用 .....	223
§ 10-5 三向应力状态的特例分析 .....	225
10-5-1 三组特殊的方向面 .....	225
10-5-2 三向应力状态的应力圆 .....	226
10-5-3 一点处的最大切应力 .....	226
§ 10-6 一般应力状态下各向同性材料的应力 - 应变关系 .....	230
10-6-1 广义胡克定律 .....	230
10-6-2 各向同性材料各弹性常数之间的关系 .....	232
§ 10-7 一般应力状态下的应变能密度 .....	235
10-7-1 总应变能密度 .....	235
10-7-2 体积改变能密度与畸变能密度 .....	236
§ 10-8 结论与讨论 .....	237
10-8-1 关于应力状态的几点重要结论 .....	237
10-8-2 平衡方法是分析应力状态最重要、最基本的	