

<<材料力学>>

图书基本信息

书名：<<材料力学>>

13位ISBN编号：9787030338044

10位ISBN编号：7030338049

出版时间：2012-6

出版时间：秦飞 科学出版社 (2012-06出版)

作者：秦飞

页数：380

版权说明：本站所提供下载的PDF图书仅提供预览和简介，请支持正版图书。

更多资源请访问：<http://www.tushu007.com>

## &lt;&lt;材料力学&gt;&gt;

## 内容概要

《普通高等教育“十二五”规划教材：材料力学》是国家精品课程“材料力学”的主干教材，也是教育部“卓越工程师教育培养计划”试点院校教材改革的最新成果。

全书共16章，包括绪论、轴向拉压应力与材料的力学性能、轴向拉压变形、连接件强度的实用计算、扭转、弯曲内力、弯曲应力、弯曲变形、应力状态分析与广义胡克定律、强度理论、组合变形、压杆的稳定性、疲劳强度、能量原理、惯性载荷问题和简单弹塑性问题。

每章例题经过精心挑选，注意理论与实际问题结合，并配有解题分析和题后讨论；每章均安排思考题和习题，部分章节还安排了计算机作业。

《普通高等教育“十二五”规划教材：材料力学》基本概念论述简洁、清晰、准确，注重基本概念和基本分析方法，注重培养学生针对实际工程问题建立力学模型的能力和解决问题的能力。

内容安排上兼顾传统内容并适当扩展，专业适用面宽，适合教学和自学。

《普通高等教育“十二五”规划教材：材料力学》可作为普通高等学校和成人高等教育机械工程、土木工程和工程力学等工程类专业的材料力学教材，也可作为各类自考人员、研究生入学备考人员和工程技术人员的参考书。

## 书籍目录

前言主要符号表第1章 绪论1.1 材料力学的研究对象、内容和方法1.1.1 构件与杆件1.1.2 杆件的基本变形形式1.1.3 强度、刚度与稳定性1.1.4 材料力学的研究方法1.2 材料力学的基本假设1.2.1 连续性假设1.2.2 均匀性假设1.2.3 各向同性假设1.3 外力和内力1.3.1 外力1.3.2 内力与截面法1.4 应力1.4.1 应力的概念1.4.2 应力状态1.5 应变1.5.1 位移与变形1.5.2 应变1.6 胡克定律思考题习题第2章 轴向拉压应力与材料的力学性能2.1 拉压杆的内力2.1.1 拉压杆的内力——轴力2.1.2 轴力图2.2 拉压杆的应力2.2.1 拉压杆横截面上的应力2.2.2 拉压杆斜截面上的应力2.2.3 圣维南原理2.3 材料在拉伸与压缩时的力学性能2.3.1 材料拉伸试验的基本要求2.3.2 低碳钢拉伸时的力学性能2.3.3 其他材料拉伸时的力学性能2.3.4 材料压缩时的力学性能\*2.3.5 温度和时间对材料力学性能的影响2.4 安全因数、许用应力和强度条件2.4.1 安全因数与许用应力2.4.2 拉压杆的强度条件\*2.5 应力集中的概念思考题习题计算机作业一第3章 轴向拉压变形3.1 拉压杆的轴向变形与横向变形3.1.1 轴向变形3.1.2 横向变形与泊松比3.2 变形计算的叠加原理3.3 桁架的节点位移3.4 拉压杆静不定问题\*3.5 热应力与预应力3.5.1 热应力3.5.2 预应力思考题习题计算机作业二第4章 连接件强度的实用计算4.1 连接件的形式4.2 剪切强度实用计算4.3 挤压强度实用计算思考题习题第5章 扭转5.1 轴的动力传递、扭矩与扭矩图5.1.1 传动轴和外力偶矩5.1.2 轴的应力——扭矩与扭矩图5.2 扭转圆轴的应力与强度条件5.2.1 圆轴横截面上的应力5.2.2 圆轴扭转强度条件5.2.3 薄壁圆筒横截面上的切应力5.2.4 扭转圆轴斜截面上的应力5.3 扭转圆轴的变形与刚度条件5.3.1 扭转圆轴的变形5.3.2 扭转圆轴的刚度条件5.4 非圆截面杆的扭转5.4.1 矩形截面杆的自由扭转5.4.2 开口薄壁截面杆的自由扭转5.4.3 闭口薄壁截面杆的扭转\*5.5 扭转应力集中思考题习题计算机作业三第6章 弯曲内力6.1 梁的内力——剪力和弯矩6.2 剪力图和弯矩图6.3 剪力、弯矩与载荷集度之间的微分关系6.3.1 剪力、弯矩与载荷集度之间的微分关系6.3.2 剪力图、弯矩图的形状特征与载荷的关系6.4 静定平面刚架和曲杆的内力图思考题习题第7章 弯曲应力7.1 梁的弯曲正应力与强度条件7.1.1 纯弯曲与横力弯曲7.1.2 纯弯曲时梁横截面上的正应力7.1.3 弯曲正应力公式在横力弯曲中的推广7.1.4 弯曲正应力强度条件7.2 梁的弯曲切应力与强度条件7.2.1 矩形截面梁的切应力7.2.2 工字形截面梁与组合梁的切应力7.2.3 圆形及薄壁圆环截面梁的切应力7.2.4 梁的切应力强度条件7.3 提高梁弯曲强度的措施7.3.1 降低梁的最大弯矩7.3.2 选择合理的截面形状7.3.3 合理设计梁的形状——变截面梁7.4 弯曲中心\*7.5 弯曲应力集中思考题习题第8章 弯曲变形8.1 梁变形的基本方程8.1.1 挠度和转角间的关系8.1.2 挠曲轴近似微分方程8.2 计算梁变形的积分法8.3 计算梁变形的叠加法8.4 梁的刚度条件与合理刚度设计8.4.1 梁的刚度条件8.4.2 梁的合理刚度设计8.5 简单静不定梁\*8.6 温度引起的梁变形思考题习题第9章 应力状态分析与广义胡克定律9.1 应力状态9.1.1 单元体与应力状态9.1.2 主应力与应力状态的分类9.2 二向应力状态分析9.2.1 解析法9.2.2 应力圆法9.3 三向应力状态分析简介9.3.1 三向应力圆9.3.2 最大应力9.4 广义胡克定律9.4.1 二向应力状态的广义胡克定律9.4.2 三向应力状态的广义胡克定律9.4.3 体积应变\*9.5 由测点处的正应变确定应力状态\*9.6 应变能9.6.1 应变能的概念9.6.2 空间应力状态下的应变能密度思考题习题计算机作业四第10章 强度理论10.1 强度理论概述10.2 适用于脆性断裂的强度理论10.3 适用于塑性屈服的强度理论\*10.4 莫尔强度理论10.5 强度理论的选用思考题习题第11章 组合变形11.1 轴向拉压与弯曲的组合变形11.1.1 轴向拉压与弯曲的组合变形11.1.2 偏心拉伸与偏心压缩\*11.1.3 截面核心的概念11.2 轴向拉压与扭转的组合变形11.3 斜弯曲11.3.1 斜弯曲的正应力与强度条件11.3.2 斜弯曲的变形计算11.4 扭转与弯曲的组合变形11.5 薄壁压力容器的组合变形思考题习题第12章 压杆的稳定性12.1 稳定性的基本概念12.2 两端铰支细长压杆的临界载荷12.3 不同杆端约束下细长压杆的临界载荷12.4 欧拉公式的适用范围与临界应力总图12.4.1 临界应力和柔度12.4.2 欧拉公式的适用范围12.4.3 临界应力总图12.5 压杆的稳定性校核12.6 提高压杆稳定性的措施思考题习题计算机作业五第13章 疲劳强度13.1 疲劳破坏与循环应力13.1.1 疲劳破坏的特点13.1.2 应力谱13.2 材料的S-N曲线和疲劳极限13.2.1 S-N曲线和疲劳极限13.2.2 S-N曲线的数学描述13.3 影响构件疲劳极限的主要因素13.3.1 构件形状的影响13.3.2 构件截面尺寸的影响13.3.3 构件表面质量的影响13.4 构件的疲劳强度计算13.4.1 对称循环应力下构件的疲劳强度条件13.4.2 非对称循环应力下构件的疲劳强度条件13.4.3 弯扭组合变形下构件的疲劳强度条件\*13.5 变幅循环应力与累积损伤理论思考题习题第14章 能量原理14.1 杆件的应变能14.2 莫尔定理与单位载荷法14.3 卡氏第二定理14.4 互等定理\*14.5 虚功原理\*14.6 用单位载荷法求解静不定问题思考题习题第15章 惯性载荷问题15.1 等加速度运动构件的惯性载

## &lt;&lt;材料力学&gt;&gt;

荷问题15.1.1 等加速直线运动构件的惯性载荷问题15.1.2 等角速度旋转构件的惯性载荷问题15.2 构件受冲击时应力和变形的计算15.3 提高构件抗冲击能力的措施思考题习题第16章 简单弹塑性问题16.1 材料的弹塑性应力应变关系16.2 简单桁架的弹塑性分析16.3 圆轴的弹塑性扭转16.4 梁的弹塑性弯曲16.4.1 矩形截面梁的弹塑性分析、塑性铰16.4.2 形状系数和塑性极限状态时中性轴位置16.4.3 梁的极限载荷\*16.5 残余应力的概念思考题习题参考文献附录A 平面图形的几何性质A.1 静矩和形心A.2 极惯性矩A.3 惯性矩与惯性积A.4 平行移轴定理A.5 转轴公式与主惯性矩思考题习题附录B 常见截面形状的几何性质附录C 常用材料的力学性能附录D 简单载荷下梁的挠度与转角附录E 型钢表附录F 量度单位换算表附录G 材料力学名词中英文对照思考题与习题答案

## 章节摘录

第1章 绪论 材料力学是变形体力学的入门课程，是固体力学的基础。

与理论力学研究质点和刚体运动不同，材料力学研究变形固体的力学行为。

与刚体相比，变形固体是人类在生产实践活动中最早、最大量遇到的物体。

在经典力学的奠基人牛顿（Isaac Newton，1642～1729）诞生之前，伽利略（Galileo Galilei，1564～1642）就已经在他的著作《关于两门新科学的对话》中讨论悬臂梁的变形和破坏问题了。

材料力学从一开始就来自并服务于人类的生产实践。

时至今日，材料力学的基本概念、基本理论和分析方法仍然在航空航天、机械工程、土木工程以及许多新兴技术领域得到广泛应用，甚至我们日常生活中遇到的许多现象都可以用材料力学的基本概念和理论来解释。

正因为这些原因，材料力学成为工程类各专业的技术基础课程，在工程技术人才培养方面起着不可替代的作用。

本章明确材料力学的研究对象、研究内容和研究方法，介绍材料力学的基本假设，建立变形体力学应力、应变等基本概念，最后介绍简单应力状态下的应力应变关系——胡克定律。

1.1 材料力学的研究对象、内容和方法 1.1.1 构件与杆件 与牛顿时代相比，人类在科学技术领域有了飞跃进步，各种各样的技术和产品使得人类正在享受前所未有的物质文明。

无论是探索宇宙的航天器，蓄水发电的三峡大坝，还是汽车、电脑、手机等消费产品，从力学角度看，它们首先都是一个结构。

一个结构由许许多多形状、尺寸、材料各异的部分组成，这些组成结构的各个部分统称为构件。

构件通常是由一种或多种材料制造的固体，具有一定形状和尺寸，在外力作用下会发生变形。

按照形状和尺寸的特点可以把构件简化为杆件和板件。

（1）杆件：一个方向上的尺寸远大于另外两个方向上尺寸的构件。

杆件的形状与尺寸由其轴线和横截面确定。

轴线与横截面垂直，并通过横截面形心。

轴线为直线的杆件称为直杆，轴线为曲线的称为曲杆。

杆件的横截面可以是任意形状，而且可以沿轴线变化。

图1-1（a）和（b）分别给出了一个矩形截面直杆和一个曲杆的示意图。

（2）板件：一个方向上的尺寸远小于另外两个方向上尺寸的构件。

中面为平面的板件称为板（图1-2（a）），中面为曲面的板件称为壳（图1-2（b））。

除了杆件和板件，三个方向上尺寸相差不大的构件称为块体。

杆件是工程中最常见、最基本的构件，也是材料力学的主要研究对象。

1.1.2 杆件的基本变形形式 杆件在外力作用下，其形状和尺寸的变化称为变形。

变形分为两类：一类是在外力撤除后能消失的变形，称为弹性变形；另一类是在外力撤除后不能消失的变形，称为塑性变形或残余变形。

外力的作用方式不同，杆件的变形形式也不同，归纳起来，主要有四种基本变形形式：轴向拉伸或压缩、剪切、扭转和弯曲。

1）轴向拉伸或压缩变形 如图1-3（a）、（b）所示，当外力或外力合力作用线与杆件轴线重合，杆件在轴向产生伸长或缩短的变形方式，称为轴向拉伸或轴向压缩变形。

2）剪切变形 如图1-3（c）所示，当一对大小相等、方向相反的力 $F$ 作用在与杆件轴线垂直并相距很近的平面内，杆件沿着受剪面发生错动的变形方式，称为剪切变形。

3）扭转变形 如图1-3（d）所示，按照右手法则，当力偶矩 $M_e$ 的矢量方向与杆件轴线平行时，杆件横截面绕其轴线发生相对转动的变形方式，称为扭转变形。

4）弯曲变形 如图1-3（e）所示，当力偶矩 $M_e$ 的矢量方向与杆件轴线垂直或者力 $F$ 的作用方向与杆件轴线垂直，杆件的轴线变为曲线的变形方式，称为弯曲变形。

如果杆件受到几种不同形式力的共同作用，则杆件的变形是上述基本变形的组合，称为组合变形。

1.1.3 强度、刚度与稳定性 无论哪种变形方式，当外力足够大时，构件会发生破坏或者产生大的变形

## &lt;&lt;材料力学&gt;&gt;

而失效，使得整个结构丧失其设计的功能。

失效是指构件失去了其正常工作的能力。

失效的形式包括构件破裂或断裂、发生大的变形以及发生了显著的塑性变形等。

例如，起吊重物的绳索发生的是轴向拉伸变形，当起吊超出设计值的重物时，绳索可能发生断裂破坏；车床的车轴发生弯曲变形，当变形过大时影响加工精度；建筑物的柱子当载荷不太大时发生压缩变形，当载荷过大时会突然弯曲，发生垮塌。

因此，工程师在设计时，为保证工程结构能安全、正常工作，对构件的设计要考虑以下三个方面：

(1) 具备足够的强度（即抵抗破坏的能力），以保证在设计的使用条件下不发生断裂或显著塑性变形。

(2) 具备足够的刚度（即抵抗变形的能力），以保证在设计的使用条件下不发生过分的变形。

(3) 具备足够的稳定性（即保持原有平衡形式的能力），以保证在设计的使用条件下不发生失稳。

构件的强度、刚度和稳定性与构件的尺寸、形状以及材料的力学性能有关。

同时，不同的受力方式，构件变形形式不同，破坏方式也不同。

因此，设计时需要首先分析构件的受力状态和可能的破坏方式，然后有针对性地合理选择材料、设计形状和尺寸，这样才能保证安全性和经济性之间的平衡。

材料力学为工程师完成上述工作提供了最基本的理论和方法。

构件在各种载荷下的强度、刚度和稳定性问题是材料力学的主要研究内容。

1.1.4 材料力学的研究方法 材料力学具有独特的研究方法，可以归纳为“一个基础、三大关系”。

1) “一个基础”：以实验观察为基础 材料力学是以实验为基础的学科。

材料的主要力学性能参数是通过实验手段得到，这些参数是构件强度和变形计算的基础；通过实验观察材料的破坏方式特点，提出了适用于不同材料的强度理论；材料力学对杆件的轴向拉压变形、扭转变形和弯曲变形问题研究中，均是通过实验观察变形特点进而提出变形假设，然后建立强度和刚度计算的基本公式。

2) “三大关系”之一：静力平衡关系 在外力作用下，处于平衡状态的构件，其整体、其任意部分必然也是静力平衡的，均可以建立相应的静力平衡方程。

例如，一个处于平衡状态的桁架，不仅可以列出整个桁架的静力平衡方程，而且可以列出每个节点的静力平衡方程。

静力平衡关系适用于刚体和变形体。

3) “三大关系”之二：变形协调关系 构件的变形是协调的。

协调是指构件上所有的点在变形过程中不发生分离和重叠，原来相邻的点在变形过程中始终保持相邻，而且各点的变形量之间满足一定的数量关系。

如图1-4所示的构件，变形前在其表面画两条相邻的线AB、CD（图1-4(a)），变形后线段AB、CD分别为A'B'、C'D'。

图1-4(b)所示的变形是满足变形协调关系的；而在图1-4(c)和图1-4(d)中，两个线段分别发生了重叠和分离，不满足变形协调关系。

图1-5中，拉杆A、B、C、D用于悬挂刚性重物W。

在W作用下，拉杆伸长，设它们伸长量分别为  $\Delta l_A$ 、 $\Delta l_B$ 、 $\Delta l_C$ 和  $\Delta l_D$ ，显然它们之间满足一定比例关系。

真实的变形必然满足变形协调关系。

变形协调关系是变形体力学独有的重要关系。

4) “三大关系”之三：物性关系 静力平衡关系和变形协调关系均不涉及构件的材料性质，而构件的强度、刚度和稳定性与构件的材料性能又是密切相关的，因此，必须在分析过程引入描述材料力学性能的关系式，即材料的物性关系（物理关系）或应力应变关系。

上述四方面构成了材料力学研究问题的独特方法，在对构件的强度、刚度问题的研究中离不开这四方面；在学习材料力学过程中，重点关注这四方面能收到事半功倍的效果。

1.2 材料力学的基本假设 科学离不开假设，材料力学也一样。

科学里的假设不是随意的，而是基于实验观察结果对真实世界的概念性升华和对复杂事物的合理简化

## &lt;&lt;材料力学&gt;&gt;

，而且这种合理性是经过工程实践检验的。

材料力学的基本假设包括连续性假设、均匀性假设和各向同性假设。

1.2.1 连续性假设 连续性假设认为构件所占居的空间被物质连续无间隙地充满，即认为构件是密实的。

虽然真实材料的微观结构并非密实无空隙，但考虑到工程结构的构件都具有宏观尺寸，这些微观空隙的大小与构件尺寸相比极其微小，忽略其影响是合理的。

基于连续性假设，构件内部的物理量如位移、应力、变形等均可以采用可微的连续函数表示，从而简化了对构件进行力学分析时所采用的数学描述方法。

连续性假设适用于构件变形前和变形后，是构件满足变形协调关系的前提条件。

1.2.2 均匀性假设 材料在外力作用下所表现的性能，称为材料的力学性能。

均匀性假设认为材料的力学性能与其在构件中的位置无关。

根据均匀性假设，从构件内任意位置取出的微小体积单元（简称单元体），其力学性能都能代表构件材料的力学性能。

从微观上看，实际的材料在不同位置的力学性能有所差异，但在研究具有宏观尺寸的构件时，均匀性假设是合理的。

例如，多数金属材料为多晶材料，即由众多微观尺度的晶粒组成，各个晶粒之间的力学性能虽有差异，但整体平均后在宏观尺度上其力学性能仍然是均匀的。

1.2.3 各向同性假设 任意方向上的力学性能都相同的材料称为各向同性材料。

不同方向上力学性能也不同的材料称为各向异性材料。

严格地讲，所有真实材料均表现出不同程度的各向异性。

例如，组成金属材料的各个晶粒，其力学性能是有方向性的，但由于宏观尺寸的构件包含数量巨大的、无规则排列的晶粒，整体平均后宏观上表现为各向同性。

针对类似于金属材料的情况，提出了各向同性假设，即认为各个方向上的力学性能均相同，这样就可以把大多数金属归为各向同性材料。

对于木材、复合材料等具有明显各向异性的材料，不适用各向同性假设。

材料力学主要研究各向同性材料。

1.3 外力和内力 1.3.1 外力 外力主要指作用在杆件上的载荷和约束反力。

载荷包括机械载荷如力、力偶矩等，还包括温度载荷、电磁力等，材料力学主要考虑机械载荷。

外力按其作用的方式可分为体积力和表面力。

体积力作用在构件内部的每一个点上，一般用单位体积上力的大小来表示，所以其量度单位为 $N/m^3$ 或 $kN/m^3$ 。

重力和惯性力都是体积力。

表面力是作用在构件表面一个区域内连续分布的力，如作用在建筑物外墙上的风压、下雪后作用在屋顶上的雪的重力等。

表面力的量度单位是 $N/m^2$ 或 $kN/m^2$ 。

对于杆件，通常把体积力和表面力换算为沿杆件轴线分布的力，用单位长度上分布力的大小——载荷集度 $q$ 来表示，量度单位为 $N/m$ 或 $kN/m$ 。

当分布力的作用面积与构件尺寸相比足够小时，可认为分布力作用在构件的一个点上，将分布力简化为集中力，量度单位为 $N$ 或 $kN$ 。

按照是否随时间发生显著变化，载荷又分为静载荷和动载荷。

静载荷是指缓慢地由零增加到一定数值后，保持不变或变动不明显的载荷。

例如，水库中的水对坝体的压力、重物对匀速起吊的起重机绳索的作用力等，都是静载荷。

动载荷是指随着时间变化使得构件受力状态发生明显变化的载荷。

例如，行进中的火车作用在车轴上的力，因碰撞作用在汽车上的力等，都是动载荷。

1.3.2 内力与截面法 在外力作用下，构件内部各部分之间产生的相互作用力称为内力。

构件的内力随着外力的作用而产生，也随着外力的撤除而消失。

计算内力的方法是截面法，截面法有三个步骤。

## &lt;&lt;材料力学&gt;&gt;

(1) 截开：即用假想平面将构件从需要计算内力的截面处截开，将构件一分为二，如图1-6 (a) 所示。

(2) 代替：从截开的两部分中任选一部分作为分析对象，在该部分被截开的截面上用内力代替另一部分的作用。

如图1-6 (b) 所示，选取左半部分为研究对象，并将右半部分构件的作用用合力FR和合力矩MR表示，或者如图1-6 (c) 所示，用FR和MR的六个分量FNx、FSy、FSz、Mx、My、Mz表示。

(3) 平衡：列出所选取部分的静力平衡方程，并求解得到内力。

空间任意力系的平衡方程有六个： $F_x = 0$ ， $F_y = 0$ ， $F_z = 0$ ， $M_x = 0$ ， $M_y = 0$ ， $M_z = 0$  六个内力分量FNx、FSy、FSz和Mx、My、Mz以不同的方式作用在截面上，并使杆件产生不同的变形。

其中，FNx或FN称为轴力，它使杆件产生轴向拉压变形；FSy和FSz称为剪力，它们使杆件产生剪切变形；Mx称为扭矩，它使杆件产生绕轴线的扭转变形；My和Mz称为弯矩，它们使杆件产生弯曲变形。

图1-6 (c) 中标出了杆件截面上所有可能出现的内力分量，是最复杂的一种情况。

一般情况下，材料力学研究的杆件只有不超过三个内力分量。

例题1-1 如图1-7 (a) 所示圆截面杆件，两端承受大小相等、方向相反、力偶矩矢量沿轴线作用的外力偶矩Me，试求杆件m-n截面上的内力。

解：已知作用在杆件上的外力，需要计算指定截面上的内力。

采用截面法，首先用假想平面将杆件在截面处截开，把m-n截面暴露出来。

取截开后杆件的左半段为研究对象，如图1-7 (b) 所示，截面m-n上存在来自杆件右半段的作用力，

.....



## <<材料力学>>

### 编辑推荐

《普通高等教育十二五规划教材:材料力学》可作为普通高等学校和成人高等教育机械工程、土木工程和工程力学等工程类专业的材料力学教材,也可作为各类自考人员、研究生入学备考人员和工程技术人员的参考书。

<<材料力学>>

版权说明

本站所提供下载的PDF图书仅提供预览和简介，请支持正版图书。

更多资源请访问:<http://www.tushu007.com>