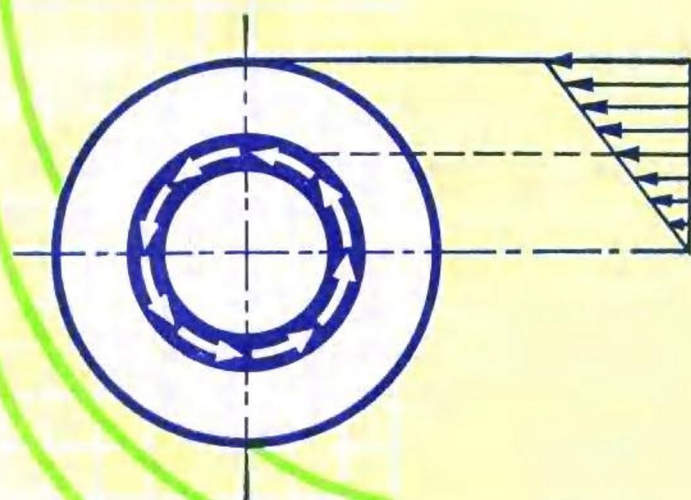


高等学校教学参考书

材料力学检测题集

胡增强 万德连 编



中国矿业大学出版社

内 容 简 介

本书是根据国家教委制订的“材料力学教学基本要求”并结合作者的教学实践经验编写而成的一本学习材料力学的教学参考书。其目的是为帮助读者更好地学习、理解、掌握材料力学的基本概念、基本理论和基本分析方法。

全书共15章,包括材料力学教学的全部内容。每章分为内容提要、检测题和检测题答案三部分。检测题共计445道,题型有是非、填空、选择、问答、计算和论证题等,其选题原则是以教学基本要求为主,并有利于读者对基本概念的理解和解题能力的提高。

本书可供工科院校、电视大学、职工大学以及自学考试的学生阅读,亦可供工程技术人员学习参考。

责任编辑 安乃隽

技术设计 周俊平

高等学校教学参考书

材料力学检测题集

胡增强 万德连 编

中国矿业大学出版社出版发行

新华书店经销 中国科学院开封印刷厂印刷

开本 850×1168毫米 1/32 印张 12.375 字数 318 千字

1991年2月第一版 1991年2月第一次印刷

印数: 1—10000册

ISBN 7-81021-419-5

O·16

定价: 4.30元

前 言

材料力学是工科院校多类（如机械、土建、航空、采矿等类）专业的技术基础课，在教学计划中占有重要的地位，承上启下，对学好专业课起着重要的作用。由于材料力学具有理论与工程实践紧密结合的特点，因而，学习材料力学不仅要搞清基本概念，理解基本理论，而且还要掌握基本方法，学会应用理论求解各种问题。

本书是以《材料力学教学大纲》及《材料力学基本要求》为依据，结合作者从事材料力学教学工作的实践经验编写而成的。全书共十五章，每章分三部分，即内容提要、检测题、检测题答案。每章的“内容提要”主要是指出本章的基本概念和内容，起到复习和小结的作用。“检测题”是针对学生学习中容易混淆的概念、以及不易理解的疑难点而拟编的，检测题共计 445 道，以概念思考题为主，包括一定数量的计算题，希望通过这些题目的练习与分析，帮助读者掌握、理解有关的基本概念和求解的基本方法。

“检测题答案”是在读者思考的基础上，给出正确的答案，以达到自我检测和复习的目的。对于其中的是非题和选择题，书中一般只给出答案，因此建议读者自己进一步去搞清答案的根据和理由，深入理解其意义。

本书可供工科院校、电视大学、职工大学和函授大学的学生学习材料力学时参考，亦可供工程技术人员参考。

本书第四、五、六、七、八、十二、十三、十四、十五等章由胡增强编写，第一、二、三、九、十、十一等章由万德连编写，全部插图由刘德蓝描绘。

由于我们的水平所限和教学经验的局限性，加上编写时间仓

促，书中难免有错漏之处，或题目不尽合适，希望读者批评指正。

编者

1990年4月

目 录

第一章 绪论	(1)
内容提要	(1)
§ 1-1 材料力学的任务	(1)
§ 1-2 变形固体的基本假设	(1)
§ 1-3 外力及其分类	(1)
§ 1-4 内力、截面法和应力的概念	(2)
§ 1-5 线应变与剪应变	(3)
§ 1-6 杆件变形的基本形式	(5)
检 测 题	(8)
检测题答案	(12)
第二章 轴向拉伸与压缩	(19)
内容提要	(19)
§ 2-1 轴向拉伸与压缩的概念	(19)
§ 2-2 轴向拉压时横截面上的内力和应力	(19)
§ 2-3 轴向拉压时斜截面上的应力	(20)
§ 2-4 材料在拉伸时的机械性质	(21)
§ 2-5 材料在压缩时的机械性质	(23)
§ 2-6 许用应力, 强度计算	(23)
§ 2-7 轴向拉压杆的变形	(24)
§ 2-8 直杆轴向拉伸或压缩时的变形能	(25)
§ 2-9 拉压静不定问题	(26)
检 测 题	(26)
检测题答案	(36)
第三章 剪切	(45)

内 容 提 要	(45)
§ 3-1 剪切的概念和实用计算	(45)
§ 3-2 挤压和挤压实用计算	(46)
§ 3-3 纯剪切 剪应力互等定理 剪切虎克定律	(47)
§ 3-4 剪切变形能	(43)
检 测 题	(43)
检测题答案	(51)
第四章 扭 转	(59)
内 容 提 要	(59)
§ 4-1 扭转的概念	(59)
§ 4-2 圆截面杆扭转时的剪应力 强度条件	(61)
§ 4-3 圆截面杆扭转时的变形 刚度条件	(63)
§ 4-4 非圆截面杆扭转	(64)
§ 4-5 圆柱形密封圈螺旋拉压弹簧	(67)
检 测 题	(68)
检测题答案	(79)
第五章 截面图形的几何 性质	(85)
内 容 提 要	(85)
§ 5-1 静矩与形心 惯性矩、惯性积和惯性半径	(85)
§ 5-2 平行移轴定理与转轴公式	(88)
§ 5-3 主惯性轴 主惯性矩	(89)
检 测 题	(90)
检测题答案	(97)
第六章 弯曲内力	(101)
内 容 提 要	(101)
§ 6-1 平面弯曲的概念	(101)
§ 6-2 剪力与弯矩 剪力图与弯矩图	(102)
§ 6-3 载荷集度与剪力、弯矩间的微分关系及其应用	(103)
检 测 题	(104)

检测题答案	(111)
第七章 弯曲应力	(120)
内容提要	(120)
§ 7-1 弯曲正应力 正应力强度条件	(120)
§ 7-2 弯曲剪应力 剪应力强度条件	(122)
§ 7-3 开口薄壁截面的弯曲中心	(125)
检 测 题	(127)
检测题答案	(137)
第八章 弯曲变形	(150)
内容提要	(150)
§ 8-1 弯曲变形与位移	(150)
§ 8-2 用积分法求梁的挠度和转角	(152)
§ 8-3 用叠加原理求梁的挠度和转角	(153)
§ 8-4 弯曲静不定问题	(153)
检 测 题	(155)
检测题答案	(167)
第九章 应力状态理论	(179)
内容提要	(179)
§ 9-1 应力状态的概念	(179)
§ 9-2 平面应力状态分析-解析法	(180)
§ 9-3 平面应力状态分析的图解法	(182)
§ 9-4 空间应力状态	(183)
§ 9-5 平面应变状态分析	(184)
§ 9-6 广义虎克定律	(186)
§ 9-7 复杂应力状态下的变形比能	(187)
检 测 题	(188)
检测题答案	(197)
第十章 强度理论	(211)
内容提要	(211)

§ 10-1 强度理论的概念	(211)
§ 10-2 常用的四种强度理论	(211)
§ 10-3 莫尔强度理论	(212)
检 测 题	(213)
检测题答案	(220)
第十一章 组合变形	(230)
内 容 提 要	(230)
§ 11-1 组合变形的概念	(230)
§ 11-2 斜弯曲	(231)
§ 11-3 拉伸或压缩与弯曲的组合变形	(232)
§ 11-4 扭转与弯曲的组合变形	(235)
检 测 题	(236)
检测题答案	(244)
第十二章 能量法	(257)
内 容 提 要	(257)
§ 12-1 杆件的弹性变形能	(257)
§ 12-2 卡氏定理	(260)
§ 12-3 莫尔定理 图形互乘法	(261)
§ 12-4 功的互等定理 位移互等定理	(263)
§ 12-5 力法及其正则方程	(264)
检 测 题	(266)
检测题答案	(282)
第十三章 压杆稳定	(298)
内 容 提 要	(298)
§ 13-1 平衡稳定性的概念	(298)
§ 13-2 等直压杆的临界压力与临界应力	(300)
§ 13-3 压杆的稳定性校核	(302)
检 测 题	(304)
检测题答案	(312)

第十四章 动载荷	(321)
内容提要	(321)
§ 14-1 动载荷中的惯性力问题	(321)
§ 14-2 冲击	(322)
§ 14-3 强迫振动时的应力	(324)
检 测 题	(325)
检测题答案	(333)
第十五章 交变应力	(339)
内容提要	(339)
§ 15-1 交变应力 疲劳破坏的概念	(339)
§ 15-2 持久极限及其影响因素	(341)
§ 15-3 构件的疲劳强度校核	(350)
检 测 题	(352)
检测题答案	(358)
附录 型钢表	(364)
主要参考文献	(386)

第一章 绪 论

〔内 容 提 要〕

§ 1-1 材料力学的任务

材料力学是研究材料机械性能和构件的强度、刚度和稳定性问题的学科，其任务是解决工程设计中的安全和经济之间的矛盾问题。

强度是指构件在载荷作用下抵抗破坏的能力。

刚度是指构件在载荷作用下抵抗变形的能力。

稳定性是指构件保持原有平衡形态的能力。

§ 1-2 变形固体的基本假设

变形固体 在外力作用下发生变形的固体称为变形固体。

基本假设

①连续性假设 组成固体的物质毫无空隙地充满了固体的几何空间。

②均匀性假设 在固体的体积内，各处的机械性质完全相同。

③各向同性假设 固体在各个方向上的机械性质完全相同。

④小变形条件 构件由外力引起的变形远小于构件原始尺寸。

§ 1-3 外力及其分类

外力 构件以外的物体对构件的作用。包括载荷和支反力。

外力的分类 按作用方式分为:

表面力——作用于构件表面的力,分为分布力和集中力。

体积力——连续分布于物体内部各点上的力。

载荷的分类 按随时间的变化可分为:

静载荷——若载荷不随时间变化或变化很不显著,称为静载荷。

动载荷——随时间而变化的载荷,称为动载荷。它又分为交变载荷和冲击载荷:交变载荷随时间作周期性变化;冲击载荷是在瞬间发生突然变化的载荷。

§ 1-4 内力、截面法和应力的概念

一、内力

定义 在外力作用下,构件内部各部分之间因相对位置改变而引起的相互作用力。

特点

①连续分布于截面上各处;

②随外力的变化而变化;

二、截面法

截面法 用以显示和求解内力的方法。其步骤为:

①截开 在待求内力的截面处假想地将构件截分为两部分,取其中之一作为研究对象,称为脱离体,如图1-1a;

②代替 用内力代替弃去部分对脱离体的作用,如图1-1b;

③平衡 对脱离体列写平衡条件,求解未知内力。

三、应力

定义 一点处内力的集度,或一点处微小面积趋于零时单位面积上的内力,称为应力。

$$\text{全应力} \quad p = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta P}{\Delta A} = \frac{dP}{dA} \quad (1-1)$$

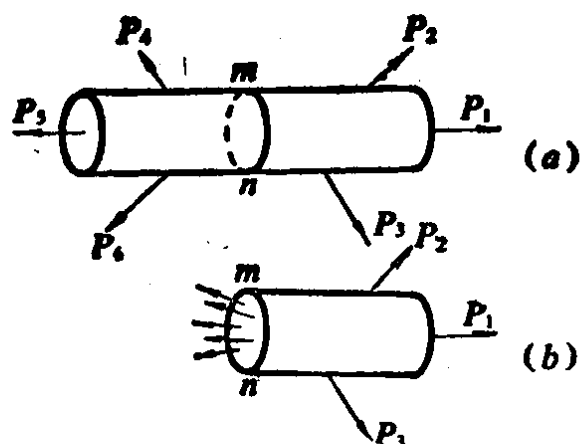


图1-1

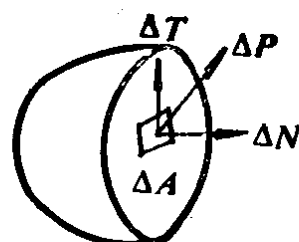


图1-2

正应力 垂直于截面的应力分量，称为正应力，用符号 σ 表示。

$$\sigma = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta N}{\Delta A} = \frac{dN}{dA} \quad (1-2)$$

剪应力 切于截面内的应力分量，称为剪应力，用符号 τ 表示。

$$\tau = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta T}{\Delta A} = \frac{dT}{dA} \quad (1-3)$$

p, σ, τ 三者之间具有关系：

$$p^2 = \sigma^2 + \tau^2 \quad (1-4)$$

应力单位 牛/米²(N/m²)或帕(Pa)。

正负符号

正应力 σ ：离开截面者为正，指向截面者为负；

剪应力 τ ：对截面内一点产生顺时针力矩者为正，反之为负。

§ 1-5 线应变与剪应变

一、线应变

线变形 线段长度的变化，称线变形，用符号 Δu 表示，如图 1-3。

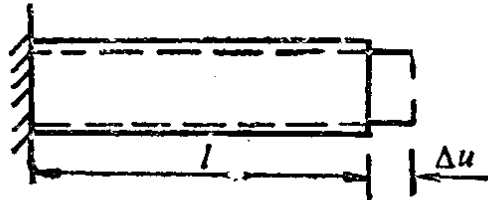


图1-3

线应变 一点处微小线段 Δx 趋于零时单位长度的线变形，称线应变。数学表示为

$$\varepsilon = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta u}{\Delta x} = \frac{du}{dx} \quad (1-5)$$

单位 无量纲。

正负符号 伸长的 ε 为正，缩短的为负。

线应变 ε 与正应力 σ 相联系。

二 剪应变（角应变）

定义 一点处两段相互垂直的直线间角度的变化，称为剪应变，用符号 γ 表示，如图 1-4。

单位 无量纲，用弧度度量。

剪应变 γ 与剪应力 τ 相联系。

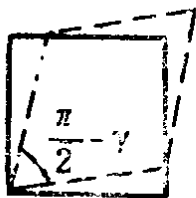


图1-4

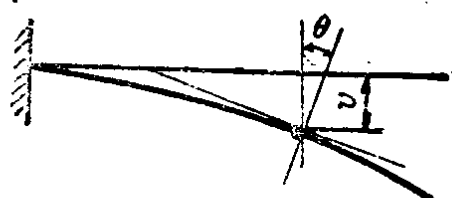


图1-5

三 位移

线位移 构件变形时，点移动的直线距离，称线位移。图 1-5 中， v 为线位移。

角位移 构件变形时，一线段转过的角度，称角位移。图 1-5 中， θ 为角位移。

§ 1-6 杆件变形的基本形式

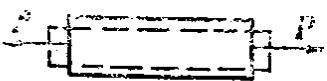
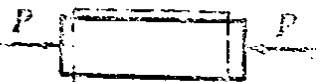
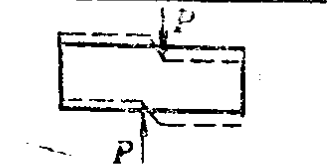
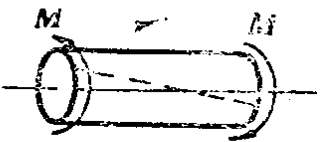
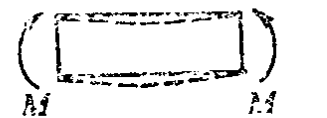
杆 若构件的长度远大于横截面尺寸，称杆件，简称杆。材料力学只研究杆。

直杆 若杆的轴线为直线，称直杆。

曲杆 若杆的轴线为曲线，称曲杆。

杆件的基本变形 见表 1-1。

表1-1

基本变形	受力及变形图	说 明
拉 伸		由大小相等、方向相反、作用线与杆件轴线重合的一对力引起的轴向伸长变形。
压 缩		由大小相等、方向相反、作用线与杆件轴线重合的一对力引起的轴向缩短变形。
剪 切		由大小相等、方向相反、作用线垂直于杆轴且距离很近的一对力引起的两部分沿外力作用方向发生相对错动。
扭 转		由大小相等、方向相反、作用面都垂直于杆轴的两个力偶矩引起的杆件横截面绕轴线的相对转动。
弯 曲		由垂直于杆件轴线的横向力、或由作用于包含杆轴的纵向平面内的一对大小相等、方向相反的力偶引起的杆件轴线由直线变为曲线。

组合变形 杆件在外力作用下，同时发生两种或两种以上的基本变形，称为组合变形。

〔检测题〕

1-1 材料力学与理论力学对所研究对象的假定，其不同点是_____，这是因为，理论力学只研究_____，而材料力学则研究_____。

1-2 下面举出四个实际问题，试判断：

属于强度问题的是（ ）。

属于刚度问题的是（ ）。

属于稳定性问题的是（ ）。

①旗杆由于风力过大而产生不可恢复的永久变形。

②自行车链条拉长量超过允许值而打滑；

③桥梁路面由于汽车超载而开裂；

④细长的千斤顶螺杆因压力过大而弯曲。

1-3 由均匀、连续性假设，可以认为（ ）

A. 构件内各点的应力、变形和位移均相等；

B. 构件内的应力、变形和位移可用点坐标的连续性函数来表示；

C. 材料的强度在各点是相等的；

D. 材料的弹性常数在各点是相同的。

1-4 各向同性的假设是指（ ）

A. 材料的弹性常数在各个方向具有相同的值；

B. 材料在各个方向具有相同的强度；

C. 材料在各个方向变形相等；

D. 材料在各个方向应力相等。

1-5 小变形的条件是指（ ）

A. 构件的变形小；

- B. 构件没有变形;
- C. 构件的变形比其尺寸小得多;
- D. 构件的变形可忽略不计。

1-6 判断下列几种受力情况, 分布力的是 _____, 集中力的是_____。

- A. 风对烟囱的风压;
- B. 自行车轮对地面的压力;
- C. 楼板对屋梁的作用力;
- D. 车削时车刀对工件的作用力。

1-7 截面法的适用范围是 ()

- A. 只限于等截面直杆;
- B. 只限于直杆的基本变形;
- C. 只限于杆件在弹性变形阶段;
- D. 普遍适用于等截面和变截面的杆、直杆和曲杆、弹性变形和塑性变形阶段、基本变形和组合变形。

1-8 判断下列论述的正确性:

①内力是由于构件受到外力后, 其内部各部分之间相对位置发生改变而产生的 ()。

②内力随外力的增大而增大 ()。

③内力是一个分布力系, 它可向截面上一点简化为一主矢和一主矩 ()。

④内力是截面上点位置的函数 ()。

1-9 图1-6所示拉杆, 在同一位置用了三种不同截面形状将杆截开: 横截平面、斜截平面、圆弧曲面。下面三种结果中, 正确的是 ()。

- A. 三种截面上的内力相等;
- B. 横截平面上内力最大, 圆弧曲面上内力最小;
- C. 横截平面与斜截平面上内力相等, 圆弧曲面上内力最小。

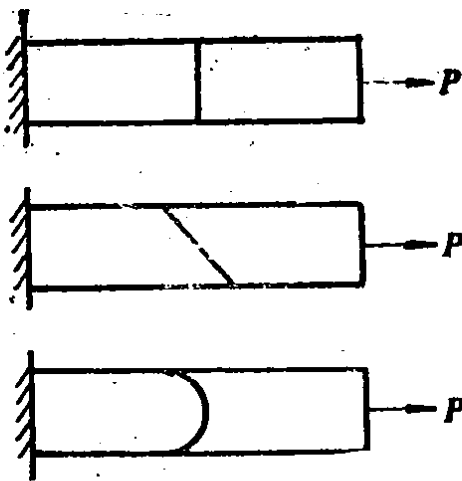


图1-6

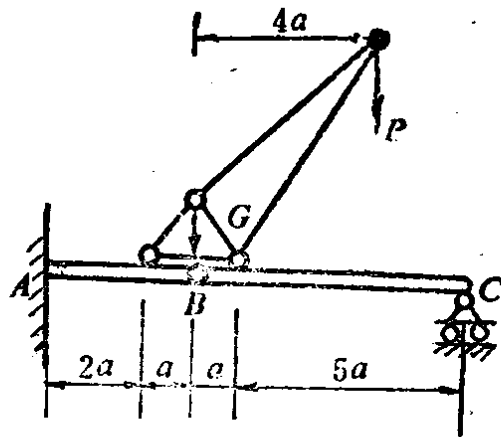


图1-7

1-10 图1-7所示结构, 载荷 $P = 5G$, 试求:

① 支座反力;

② 中间铰 B 两侧横截面上的内力。

1-11 图 1-8 所示结构, 在刚结点 B 作用力偶矩 M , 试求 1-1、2-2、3-3 各截面的内力。

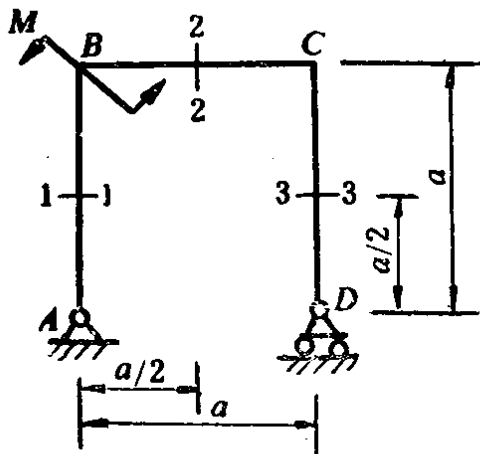


图1-8

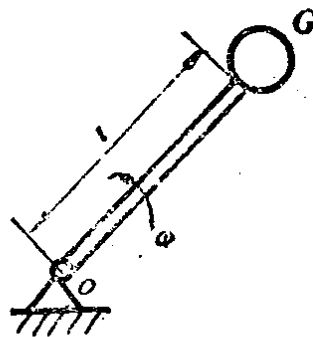


图1-9

1-12 图1-9示一均质杆, 长 l , 横截面积 A , 一端铰接于 O 点, 另一端挂一重量为 G 的重物, 杆材料的密度为 ρ 。设杆绕 O 点以等角速度 ω 旋转, 求杆转到下部铅直位置时任意横截面上的内力。