



圣才考研网

www.100xuexi.com

大礼包
扫码领取



国内外经典教材辅导系列·理工类

孙训方《材料力学》

(第5版)

笔记和课后习题 (含考研真题) 详解

修订版

主编：圣才考研网
www.100xuexi.com

赠

超值大礼包

◆ 本书电子书 (手机版、电脑版)

说明：手机扫码 (本书右上角) 咨询客服免费领取本书大礼包。



中国石化出版社

HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM

国内外经典教材辅导系列·理工类

孙训方《材料力学》 (第5版)

笔记和课后习题(含考研真题)详解
(修订版)

主编：圣才考研网

www.100xuexi.com



中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

内 容 提 要

本书是《材料力学》(第5版)(孙训方主编,高等教育出版社)的学习辅导书。本书遵循第5版的章目编排,共分为16章,每章由三部分组成:第一部分为复习笔记,总结本章的重难点内容;第二部分为课后习题详解,对第5版的课后习题进行了详细的分析和解答;第三部分为名校考研真题详解,精选名校考研真题,并提供了详细的解答。

购书享受大礼包增值服务【本书电子书(手机版、电脑版)】。手机扫码(本书右上角)咨询客服免费领取本书大礼包。

图书在版编目(CIP)数据

孙训方《材料力学》(第5版)笔记和课后习题(含
考研真题)详解/圣才考研网主编. —2版(修订版).
—北京:中国石化出版社,2017.10
国内外经典教材辅导系列
ISBN 978-7-5114-4668-8

I. ①孙… II. ①圣… III. ①材料力学-研究生-入
学考试-自学参考资料 IV. ①TB301

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 228111 号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者
以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址:北京市朝阳区吉市口路9号
邮编:100020 电话:(010)59964500
发行部电话:(010)59964526
<http://www.sinopec-press.com>
E-mail:press@sinopec.com
武汉市新华印刷有限责任公司印刷
全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 20.5 印张 518 千字
2018 年 6 月第 2 版 2018 年 6 月第 1 次印刷
定价:68.00 元

国内外经典教材辅导系列·理工类

编 委 会

主编：圣才考研网(www.100xuexi.com)

编委：胡 辉 赵芳微 邸亚辉 肖 娟 娄旭海
黄 顺 汪怡洛 涂幸运 李 雪 段承先
倪彦辉 万军辉 张月华 匡晓霞 余小刚

序 言

我国各大院校一般都把国内外通用的权威教科书作为本科生和研究生学习专业课程的参考教材,这些教材甚至被很多考试(特别是硕士和博士招生考试)和培训项目作为指定参考书。为了帮助读者更好地学习专业课,我们有针对性地编著了一套与国内外教材配套的复习资料,并提供配套的名师讲堂、电子书和题库。

孙训方主编的《材料力学》(第5版)(高等教育出版社)是我国高校采用较多的材料力学权威教材之一。作为该教材的学习辅导书,本书具有以下几个方面的特点:

1. 整理名校笔记,浓缩内容精华。在参考了国内外名校名师讲授孙训方《材料力学》的课堂笔记基础上,本书每章的复习笔记部分对该章的重难点进行了整理,因此,本书的内容几乎浓缩了配套教材的知识精华。

2. 解析课后习题,提供详尽答案。本书参考大量材料力学相关资料,对孙训方《材料力学》(第5版)的课后习题进行了详细的分析和解答。

3. 精选考研真题,巩固重难点知识。为了强化对重要知识点的理解,本书精选名校考研真题,并提供详细的解答。所选考研真题基本涵盖了各个章节的考点和难点。

购买本书享受大礼包增值服务:手机扫码(本书右上角)。具体包括:本书电子书(手机版、电脑版)。

圣才考研网(www.100xuexi.com)是圣才学习网旗下的考研考博专业网站,提供全国各高校理工类专业考研考博辅导班【一对一辅导(面授/网授)、网授精讲班等】、电子书、题库(免费下载,送手机版)、全套资料(历年真题及答案、笔记讲义等)、理工类国内外经典教材名师讲堂、考研教辅图书等。

考研辅导: kaoyan.100xuexi.com(圣才考研网)

官方总站: www.100xuexi.com(圣才学习网)

圣才学习网编辑部

目 录

第1章 绪论及基本概念	(1)
1.1 复习笔记	(1)
1.2 课后习题详解	(2)
1.3 名校考研真题详解	(2)
第2章 轴向拉伸和压缩	(4)
2.1 复习笔记	(4)
2.2 课后习题详解	(9)
2.3 名校考研真题详解	(22)
第3章 扭 转	(29)
3.1 复习笔记	(29)
3.2 课后习题详解	(32)
3.3 名校考研真题详解	(43)
第4章 弯曲应力	(47)
4.1 复习笔记	(47)
4.2 课后习题详解	(51)
4.3 名校考研真题详解	(86)
第5章 梁弯曲时的位移	(93)
5.1 复习笔记	(93)
5.2 课后习题详解	(95)
5.3 名校考研真题详解	(112)
第6章 简单的超静定问题	(115)
6.1 复习笔记	(115)
6.2 课后习题详解	(116)
6.3 名校考研真题详解	(132)
第7章 应力状态和强度理论	(134)
7.1 复习笔记	(134)
7.2 课后习题详解	(138)
7.3 名校考研真题详解	(157)
第8章 组合变形及连接部分的计算	(164)
8.1 复习笔记	(164)
8.2 课后习题详解	(169)
8.3 名校考研真题详解	(192)
第9章 压杆稳定	(199)
9.1 复习笔记	(199)

9.2	课后习题详解	(202)
9.3	名校考研真题详解	(215)
第10章	弯曲问题的进一步研究	(220)
10.1	复习笔记	(220)
10.2	课后习题详解	(221)
10.3	名校考研真题详解	(228)
第11章	考虑材料塑性的极限分析	(230)
11.1	复习笔记	(230)
11.2	课后习题详解	(231)
11.3	名校考研真题详解	(239)
第12章	能量法	(240)
12.1	复习笔记	(240)
12.2	课后习题详解	(241)
12.3	名校考研真题详解	(277)
第13章	压杆稳定问题的进一步研究	(283)
13.1	复习笔记	(283)
13.2	课后习题详解	(284)
13.3	名校考研真题详解	(293)
第14章	应变分析·电阻应变计法基础	(294)
14.1	复习笔记	(294)
14.2	课后习题详解	(295)
14.3	名校考研真题详解	(301)
第15章	动荷载·交变应力	(303)
15.1	复习笔记	(303)
15.2	课后习题详解	(304)
15.3	名校考研真题详解	(316)
第16章	材料力学性能的进一步研究	(321)
16.1	复习笔记	(321)
16.2	课后习题详解	(321)
16.3	名校考研真题详解	(322)

第1章 绪论及基本概念

1.1 复习笔记

一、概述

1. 对构件正常工作的要求

- (1) 具有足够的强度：在荷载作用下，构件应不至于破坏(断裂或失效)；
- (2) 具有足够的刚度：在荷载作用下，构件所产生的变形应不超过工程上允许的范围；
- (3) 满足稳定性要求：承受荷载作用时，构件在其原有形态下的平衡应保持为稳定的平衡。

2. 材料力学的主要任务

研究材料及构件在外力作用下所表现的力学性质，为合理设计构件提供有关强度、刚度、稳定性分析的理论和方法。

二、可变形固体的性质及其基本假设

(1) 可变形固体：制造构件所用的材料均为固体，而且在荷载作用下均将发生变形—包括物体尺寸和形状的改变。

(2) 基本假设

将可变形固体抽象为理想化的材料进行理论分析，基于以下三个假设：

- ① 连续性假设：物体在其整个体积内连续地充满了物质且毫无空隙；
- ② 均匀性假设：物体任意一点处取出的体积单元，其力学性能都能代表整个物体的力学性能；
- ③ 各向同性假设：材料沿各个方向的力学性能是相同的。

三、杆件变形的的基本形式

杆件变形的的基本形式有四种：轴向拉伸或轴向压缩、剪切、扭转和弯曲。

1. 轴向拉伸或轴向压缩

受力特征：受一对其作用线与直杆轴线重合的外力 F 作用；

直杆的主要变形：轴向长度的改变，如图 1-1 所示。

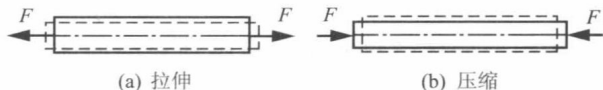


图 1-1

2. 剪切

受力特征：受一对相距很近的大小相同、指向相反的横向外力 F 作用；

直杆的主要变形：横截面沿外力作用方向发生相对错动，如图 1-2 所示。

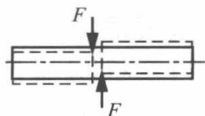


图 1-2

3. 扭转

受力特征：受一对转向相反、作用面垂直于直杆轴线的外力偶(其

矩为 M_e)作用;

直杆的主要变形: 相邻横截面将绕轴线发生相对转动, 杆件表面纵向线将变成螺旋线, 而轴线仍维持直线, 如图 1-3 所示。



图 1-3

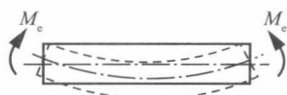


图 1-4

4. 弯曲

受力特征: 受一对转向相反、作用面在杆件的纵向平面(即包含杆轴线在内的平面)内的外力偶(其矩为 M_e)作用;

直杆的主要变形: 相邻横截面绕垂直于杆轴线的轴发生相对转动, 变形后的杆件轴线将弯成曲线, 如图 1-4 所示。

1.2 课后习题详解

本章无课后习题。

1.3 名校考研真题详解

一、填空题

1. 强度是指构件抵抗_____的能力。[华南理工大学 2016 研]

【答案】破坏

2. 构件正常工作应满足_____、刚度和_____的要求, 设计构件时, 还必须尽可能地合理选用材料和_____, 以节约资金或减轻构件自重。[华中科技大学 2006 研]

【答案】强度; 稳定性; 降低材料的消耗量

二、选择题

1. 材料的力学性能通过()获得。[华南理工大学 2016 研]

A. 理论分析 B. 数字计算 C. 实验测定 D. 数学推导

【答案】C

2. 根据均匀、连续性假设, 可以认为()。[北京科技大学 2012 研]

A. 构件内的变形处处相同 B. 构件内的位移处处相同
C. 构件内的应力处处相同 D. 构件内的弹性模量处处相同

【答案】C

【解析】连续性假设认为组成固体的物质不留空隙地充满固体的体积, 均匀性假设认为在固体内部到处有相同的力学性能。

3. 根据小变形假设, 可以认为()。[西安交通大学 2005 研]

A. 构件不变形 B. 构件不破坏
C. 构件仅发生弹性变形 D. 构件的变形远小于构件的原始尺寸

【答案】D

【解析】小变形假设即原始尺寸原理, 认为无论是变形或因变形引起的位移, 都远小于构件的原始尺寸。

4. 铸铁的连续、均匀和各向同性假设在()适用。[北京航空航天大学 2005 研]

A. 宏观(远大于晶粒)尺度

B. 细观(晶粒)尺度

C. 微观(原子)尺度

D. 以上三项均不适用

【答案】A

【解析】组成铸铁的各晶粒之间存在着空隙，并不连续；各晶粒的力学性能是有方向性的。

第2章 轴向拉伸和压缩

2.1 复习笔记

一、轴向拉伸和压缩概述

拉(压)杆是指作用在等直杆上的外力(或外力合力)的作用线与杆轴线重合的杆件。

1. 拉(压)杆的轴力及轴力图

(1)内力:由外力作用所引起的、物体内部相邻部分之间连续分布的内力系的合成。

(2)轴力:在外力作用下,杆件任一横截面上的内力,其作用线与杆的轴线重合,用 F_N 表示;并规定拉力为正,压力为负。

(3)轴力图的绘制:轴力图是轴力与截面位置关系的图线,用平行于杆轴线的坐标表示横截面的位置,用垂直于杆轴线的坐标表示横截面上轴力的数值。习惯上将正值的轴力画在上侧,负值的轴力画在下侧。

2. 拉(压)杆的应力

(1)概念

①应力:受力杆件某一截面上分布内力在一点处的集度。总应力 p 确切地反映了该点内部分布的强弱,其表达式为

$$p = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F}{\Delta A} = \frac{dF}{dA}$$

②正应力:总应力 p 的法向分量,用 σ 表示。

③切应力:总应力 p 的切向分量,用 τ 表示。

(2)横截面上的正应力

根据平面假设,拉杆横截面上的正应力 σ 呈均匀分布,拉(压)杆横截面上正应力 σ 的计算公式:

$$\sigma = \frac{F_N}{A}$$

危险截面:应力最大的截面。对于等直杆,危险截面即为轴力最大值所在截面,有:

$$\sigma_{\max} = \frac{F_{N,\max}}{A}$$

(3)斜截面上的应力

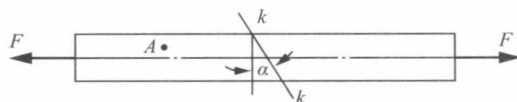


图 2-1

如图 2-1 所示,等直杆在拉力 F 作用下,斜截面 $k-k$ 上的总应力:

$$p_{\alpha} = \frac{F}{A} \cos \alpha = \sigma_0 \cos \alpha$$

沿斜截面法线方向的正应力:

$$\sigma_{\alpha} = p_{\alpha} \cos \alpha = \sigma_0 \cos^2 \alpha$$

沿斜截面切线方向的切应力：

$$\tau_{\alpha} = p_{\alpha} \sin \alpha = \frac{\sigma_0}{2} \sin 2\alpha$$

式中， α 为斜截面与横截面的夹角，以横截面外向法线至斜截面外向法线为逆时针转向时为正，反之为负。

根据以上结论可知，正应力和切应力的数值随 α 角作周期性变化，且：

①当 $\alpha=0$ 时，正应力 $\sigma_{\alpha}=\sigma_0$ ，为最大值；

②当 $\alpha=45^{\circ}$ 时，切应力 $\tau_{\alpha}=\frac{\sigma_0}{2}$ ，为最大值。

二、拉(压)杆的变形与胡克定律

1. 变形

如图 2-2 所示拉杆，其纵向变形量和横向变形量分别为：

$$\Delta l = l_1 - l, \Delta d = d_1 - d$$

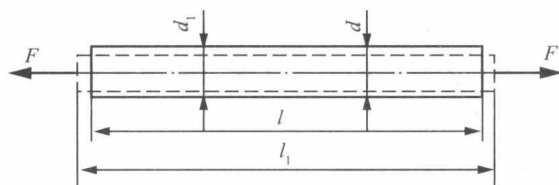


图 2-2

每单位长度的伸长(或缩短)称为线应变，用 ε 表示。纵向线应变与横向线应变分别为：

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}, \varepsilon' = \frac{\Delta d}{d}$$

并规定：伸长时为正，缩短时为负。

拉(压)杆内的应力不超过材料的比例极限时，将横向线应变 ε' 与纵向线应变 ε 之比的绝对值称为泊松比，用 ν 表示，其表达式为：

$$\nu = \left| \frac{\varepsilon'}{\varepsilon} \right|$$

纵向线应变与横向线应变方向相反，即

$$\varepsilon' = -\nu \varepsilon = -\nu \frac{\sigma}{E}$$

2. 胡克定律

胡克定律：杆件内的应力不超过材料的比例极限时，杆的纵向变形量 Δl 与其所受的外力 F 、杆的原长 l 成正比，与其横截面积 A 成反比，其表达式为

$$\Delta l = \frac{F_N l}{EA}$$

式中， F_N 为杆件内力，比例常数 E 为材料的弹性模量， EA 称为杆的拉伸(压缩)刚度。

三、拉压杆的应变能

1. 基本概念

(1)应变能：伴随弹性变形的增减而改变的能量，用 V_{ε} 表示。

(2)应变能密度：单位体积内的应变能，用 v_{ε} 表示。

(3) 功能原理：弹性体受静荷载的作用，在弹性体变形的过程中，积蓄在弹性体内的应变能 V_ϵ 在数值上等于外力做的功 W ，即 $V_\epsilon = W$ 。

2. 计算公式

杆件受外力 F 作用，轴力为 F_N ，纵向变形为 Δl ，则积蓄在杆件内的应变能：

$$V_\epsilon = \frac{1}{2} F \Delta l = \frac{F_N^2 l}{2EA}$$

应变能密度

$$v_\epsilon = \frac{V_\epsilon}{V} = \frac{1}{2} \sigma \epsilon = \frac{\sigma^2}{2E} = \frac{E \epsilon^2}{2}$$

注意：上述公式仅在线弹性范围适用。

四、材料拉伸和压缩时的力学性能

1. 基本概念

(1) 标准试样：标距 l 与横截面直径 d (圆形截面) 或横截面面积 A (矩形截面) 之比采用标准比例的试样。

(2) 力学性能：在实验室内所做的材料拉伸或压缩试验，是在室温 (或称为常温) 条件下按一般的变形速度进行的，得到的材料的力学性能，即为常温、静荷载下材料在拉伸或压缩时的力学性能。

2. 低碳钢试样的拉伸图及其力学性能

拉伸试样采用圆形截面和矩形截面，标准比例为：

$$l = 10d \text{ 和 } l = 5d \text{ (圆形截面)}$$

$$l = 11.3 \sqrt{A} \text{ 和 } l = 5.65 \sqrt{A} \text{ (矩形截面)}$$

(1) 力学性能

将荷载 F 除以试样横截面的原面积 A ，将伸长量 Δl 除以试样工作段的原长 l ，所得曲线与试样的尺寸无关，而且可以代表材料的力学性能，称为应力 - 应变曲线，如图 2 - 3 所示。

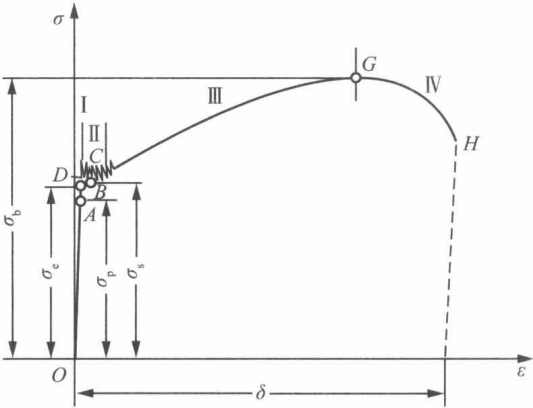


图 2 - 3

低碳钢的变形过程分为四个阶段：

①弹性阶段

如图 2 - 3 中所示阶段 I，试样的变形是弹性变形，满足胡克定律。

比例极限：A 点是应力与应变符合胡克定律的最高限，比例极限是与之对应的应力，以 σ_p 表示；

弹性极限： B 点是卸载后不发生塑性变形的极限，弹性极限是与之对应的应力，以 σ_e 表示。

②屈服阶段

如图 2-3 中阶段Ⅱ，试样的荷载在很小的范围内波动，而其变形却不断增大，即出现屈服现象，试样的变形是塑性变形。

上屈服强度：在屈服阶段内，发生屈服应力首次下降前所对应的最高应力（点 C ），它是不稳定的；

下屈服强度：不计初始瞬时效应时的最低应力（点 D ），它是稳定的。通常称为屈服强度，以 σ_s 表示。

③强化阶段

如图 2-3 中阶段Ⅲ，试样发生的变形主要是塑性变形，整个试样横向尺寸的缩小较明显。

④局部变形阶段

如图 2-3 中阶段Ⅳ，该阶段出现“缩颈”现象，横截面面积急剧缩小。

(2)性能指标

①衡量材料塑性的指标

断后伸长率：试样在工作段在拉断后标距的残余伸长（ $l_1 - l$ ）与原始标距 l 之比的百分率，表达式为

$$\delta = \frac{l_1 - l}{l} \times 100\%$$

断面收缩率：试样断裂后横截面面积的最大缩减量（ $A - A_1$ ）与原始横截面面积 A 之比的百分率，表达式为

$$\psi = \frac{A - A_1}{A} \times 100\%$$

②衡量材料强度的重要指标

屈服极限：材料的下屈服强度，以 σ_s 表示；

强度极限：试样中的名义应力的最大值（图 2-3 中所示 G 点），以 σ_b 表示。

(3)卸载规律

在强化阶段停止加载，并逐渐卸载，则卸载规律遵循直线关系，该直线 bc 与弹性阶段内的直线 Oa 近乎平行，如图 2-4 所示。

①冷作硬化

对试样预先施加轴向拉力，使之达到强化阶段后卸载。当再加荷载时，试样的比例极限将提高，而试样所能经受的塑性变形降低。

②冷作时效

试样拉伸至强化阶段后卸载，经过一段时间后再受拉，其比例极限还有所提高的现象，如图 2-4 中虚线 cb' 所示。

3. 其他金属材料在拉伸时的力学性能

(1)力学性能

①塑性材料：对于没有屈服阶段的塑性材

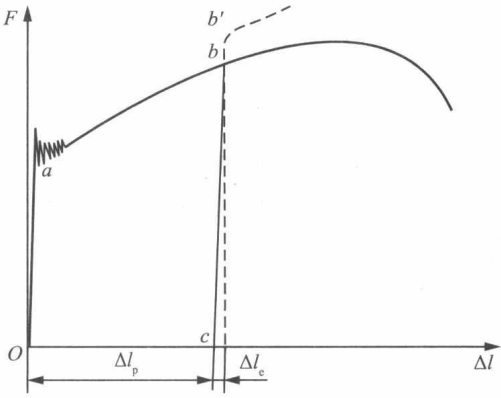


图 2-4

料,通常将对应于塑性应变 $\varepsilon_p = 0.2\%$ 时的应力定为规定非比例延伸强度,以 $\sigma_{p0.2}$ 表示,作为衡量材料强度的指标。

②脆性材料:衡量脆性材料拉伸强度的唯一指标是材料的抗拉强度 σ_b 。

(2)材料分类

根据伸长率 δ 的不同可分为两类:

① $\delta > 5\%$:塑性材料,塑性指标较高,抗拉能力较好,拉伸和压缩时屈服强度相同;

② $\delta < 2\% \sim 5\%$:脆性材料,塑性指标较低,拉伸强度 σ_b 远低于压缩强度 σ_c 。

4. 金属材料在压缩时的力学性能

(1)低碳钢

低碳钢压缩时的弹性模量和屈服极限与拉伸时大致相同,屈服阶段以后,压缩时试样的抗压能力随着横截面的增大也继续增高,而拉伸时先增大再减小。

(2)铸铁

脆性材料在压缩和拉伸时的力学性能有较大的区别:

①铸铁在压缩时的强度极限和延伸率都较拉伸时大得多,宜做受压构件;

②弹性阶段很短,近似服从胡克定律。

五、拉(压)杆的强度计算

1. 强度计算

拉(压)杆的强度条件:

$$\sigma_{\max} = \frac{F_{N,\max}}{A} \leq [\sigma]$$

式中, $[\sigma]$ 为许用应力。

拉(压)杆的强度计算通常是基于上述公式,进行强度校核、截面选择或许可荷载计算。

2. 安全因数

在静载作用下,塑性材料安全因数 n_s 和脆性材料安全因数 n_b 的大致范围分别为:

$$n_s = 1.25 \sim 1.5, n_b = 2.5 \sim 3.0$$

3. 许用应力

(1)塑性材料:取屈服强度 σ_s 作为 σ_u (极限应力),对于无明显屈服阶段的塑性材料,则用 $\sigma_{p0.2}$ 作为 σ_u ,则许用应力:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_s}{n_s} \text{ 或 } [\sigma] = \frac{\sigma_{p0.2}}{n_s}$$

(2)脆性材料:取强度极限 σ_b 作为 σ_u (极限应力),则许用应力:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_b(\sigma_{bc})}{n_b}$$

六、应力集中的概念

应力集中:由于杆件截面骤然变化(或几何外形局部不规则)而引起的局部应力骤增现象。

理论应力集中因数 K_{σ} :反映了应力集中的程度,为最大局部应力 $\sigma_{\max}$ 与该截面上视作均匀分布的名义应力 σ_{nom} 的比值。

应当注意:

(1)由塑性材料制成的杆件,在静荷载作用下通常不考虑应力集中的影响;

(2)对于由脆性材料或者塑性较差的材料制成的杆件,应考虑应力集中的影响,按局部最大应力进行强度计算,但铸铁除外;

(3)在动荷载作用下,均需考虑应力集中的影响。

2.2 课后习题详解

2-1 试求图 2-5 示各杆 1-1 和 2-2 横截面上的轴力,并作轴力图。

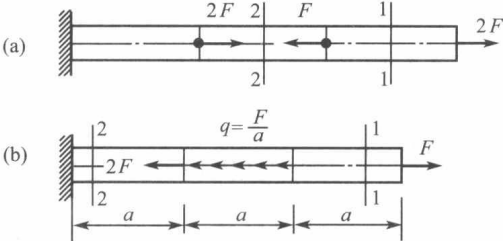


图 2-5

解: (1)使用截面法,沿 1-1 截面将杆分成两段,取出右段,根据其平衡方程 $\sum F_x = 0$, 可得 $F_{N1} = +2F$; 同理可以计算 2-2 截面右段,根据其平衡方程 $\sum F_x = 0$, 可得 $F_{N2} = +F$ 。

轴力图如图 2-6(a)所示。

(2)使用截面法,沿 1-1 截面将杆分成两段,取出右段,根据其平衡方程 $\sum F_x = 0$, 可得 $F_{N1} = +F$; 同理可以计算 2-2 截面右段,根据其平衡方程 $\sum F_x = 0$, 可得 $F_{N2} = -2F$ 。

轴力图如图 2-6(b)所示。

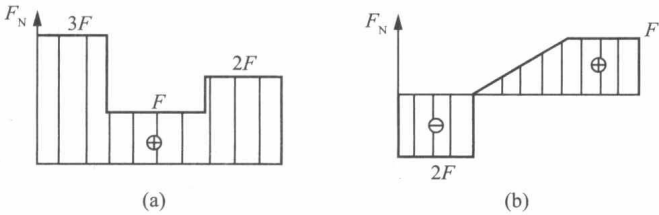


图 2-6

2-2 一打入地基内的木桩如图 2-7 所示,沿杆轴单位长度的摩擦力为 $f=kx^2$ (k 为常数),试作木桩的轴力图。

解: 根据整体平衡方程 $\int_0^l kx^2 dx - F = 0$

可得常数 $k = \frac{3F}{l^3}$ 。

使用截面法,沿 $m-m$ 截面将杆分成两段,取其下部分,根据其平衡方程

$$\int_0^{x_1} kx^2 dx + F_N = 0$$

可得木桩的轴力 $F_N = -F\left(\frac{x_1}{l}\right)^3$ 。

轴力图略。

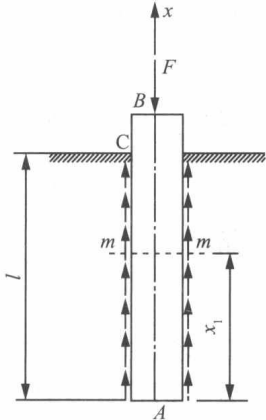


图 2-7

2-3 石砌桥墩的墩身高 $l=10\text{m}$ ，其横截面尺寸如图 2-8 所示。荷载 $F=1000\text{kN}$ ，材料的密度 $\rho=2.35\times 10^3\text{kg/m}^3$ 。试求墩身底部横截面上的压应力。

解：墩身底部截面内的轴力为：

$$F_N = -(F + G) = -F - A\rho g = -1000\text{kN} - (3 \times 2 + 3.14 \times 1^2) \times 10 \times 2.35 \times 9.8\text{kN} = -3104.942\text{kN}$$

墩身横截面面积为：

$$A = 3 \times 2\text{m}^2 + 3.14 \times 1^2\text{m}^2 = 9.14\text{m}^2$$

因为墩为轴向压缩构件，所以其底面上的正应力均匀分布，且压应力为：

$$\sigma = \frac{F_N}{A} = \frac{-3104.942\text{kN}}{9.14\text{m}^2} = -339.71\text{kPa} \approx -0.34\text{MPa}。$$

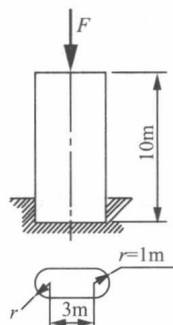


图 2-8

2-4 图 2-9 为一混合屋架结构的计算简图。屋架的上弦用钢筋混凝土制成。下面拉杆和中间竖向撑杆用角钢构成，其截面均为两个 $75\text{mm} \times 8\text{mm}$ 的等边角钢。已知屋面承受集度为 $q=20\text{kN/m}$ 的竖直均布荷载。试求拉杆 AE 和 EG 横截面上的应力。

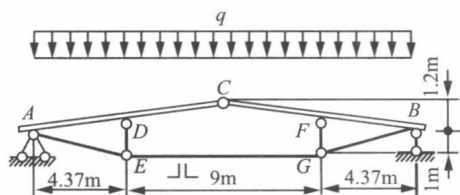


图 2-9

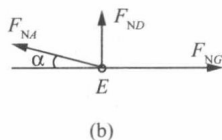
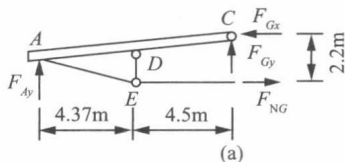


图 2-10

解：(1)求支反力

由结构的对称性可知：

$$F_{Ay} = F_{By} = \frac{1}{2}ql = 0.5 \times 20 \times (2 \times 4.37 + 9)\text{kN} = 177.4\text{kN}$$

(2)求 AE 和 EG 杆的轴力

①用假想的垂直截面把 C 铰和 EG 杆同时切断，取左部分为研究对象，其受力图如图 2-10(a)所示，由平衡条件：

$$\sum M_C = 0$$

$$F_{NG} \times (1 + 1.2) + 20 \times (4.37 + 4.5) \times \frac{8.87}{2} - 177.4 \times 8.87 = 0$$

解得： $F_{NG} = 357.62\text{kN}$ 。

②以节点 E 为研究对象，其受力图如图 2-10(b)所示。

由平衡条件 $\sum F_x = 0$ 可得： $F_{NG} - F_{NA}\cos\alpha = 0$

$$\text{解得： } F_{NA} = \frac{F_{NG}}{\cos\alpha} = \frac{357.62}{\frac{4.37}{\sqrt{4.37^2 + 1^2}}}\text{kN} = 366.86\text{kN}。$$

(3)求各拉杆应力

查型钢表得单个 $75\text{mm} \times 8\text{mm}$ 等边角钢的面积为 $A = 11.503\text{cm}^2 = 1150.3\text{mm}^2$ ，故

$$\sigma_{AE} = \frac{F_{NA}}{2A} = \frac{366.86 \times 10^3\text{N}}{2 \times 1150.3\text{mm}^2} = 159.5\text{MPa}$$