

大 学 生 学 习 指 导 丛 书

材料力学

学习指导与提高

赵志岗 编著

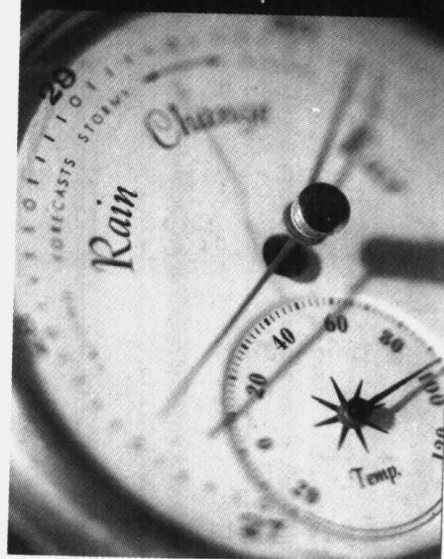


北京航空航天大学出版社

<http://www.buaapress.com.cn>

大学生学习指导丛书

材料力学



学习
指导
与
提高

赵志岗 编著

北京航空航天大学出版社

内容简介

本书对“材料力学”课程的知识进行了系统的总结;对知识要点进行了简明、深入的讲解;对启发式教学进行了深入、广泛的实践,以期对于学习本课程给予有效的指导,达到对课程内容深刻理解、解题能力大大提高的教学目标。在上述思想指导下,本书精选难易程度适宜的 146 个例题深入讲解、分析,收入 189 个习题供学习者演练。5 个模拟试卷将有助于学习者对学习效果进行评价。

本书可作为高等院校各专业“材料力学”课程的导学或备考的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

材料力学学习指导与提高/赵志岗编著. —北京:北京航空航天大学出版社,2003.3

ISBN 7-81077-257-0

I. 材… II. 赵… III. 材料力学—高等学校—教学参考资料 IV. TB301

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 003002 号

材料力学学习指导与提高

赵志岗 编著

责任编辑 许传安

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:82317024 传真:82328026

<http://www.buaapress.com.cn>

E-mail: bhpress@263.net

河北省涿州市新华印刷厂印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:22.25 字数:498 千字

2003 年 3 月第 1 版 2003 年 3 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 7-81077-257-0 定价:32.00 元

出版者序

出版的起因

随着我国高等教育改革和高等院校招生数量的不断增长,越来越多的青年学子踏入了大学的校门,开始了人生中最为绚丽多彩的大学生活。面对扑面而来的浓郁的学习气氛,置身于美丽幽静的大学校园,伴随着朗朗的读书声,无数满怀豪情的学子们意气风发,憧憬着美好的未来。当然,莘莘学子主要还是往返于教室和寝室之间,遨游于书海之中。毋庸置疑,大学的生活是浪漫美好的,但也是相当艰辛的,充满了成功的喜悦和失败的沮丧。理工类大学的学习任务相当繁重,加上现在不断压缩学时,使许多学生疲于奔命,且很少答疑,对所学的知识难以深入理解,整体上表现出一种浮躁状态。这一切都给不少同学带来了新的困惑和烦恼。为了使學生真正掌握所学知识的内涵,把握知识点,了解重点、难点和解题思路,达到事半功倍的效果,同时为帮助所有学生顺利通过各门功课,尤其是大学基础课程的考试,使他们能够不致过于艰辛地学完所有的课程。这便是我们推出这套丛书的出发点,也是我们组织出版这套丛书的主要目的所在。书中的个别地方的难度略大,主要是为部分学生日后考取研究生而做的铺垫性工作,并不是对所有学生的要求。

同类书的现状和推出本丛书的着眼点

面对五彩缤纷的同类图书,如果我们仔细观察,就会发现这些图书一直沿用着教材→辅导书→习题解答的老路在循环往复地进行。而所谓的辅导也仅是把教材中的内容加以重复而已。这就使学生有意无意间掉进了某个教材的旋涡,而不能真正抓住大纲所要求的知识点,从而导致了学生的视野狭窄,在以后的研究生入学等考试时陷于茫然不知所措的地步。

实际上,对于学生来说,必须明白的是,教材只是教学大纲的一种体现形式,日后的研究生入学考试等并不会测定学生对某种教材的掌握程度,而是要测定对大纲中所要求的知识的掌握程度。这就要求在学习时,紧扣教材,但不拘泥于教材,要在教材的基础上适当扩展视野,以大纲为主线进行学习。这是大学学习与中小学学习的最大区别,而且对于在读的天之骄子来说,掌握了方法和明确了学习的思路后,实现起来并不困难。

从学习的角度来看,一个人对新知识的学习过程一般是“学习→理解→模糊和淡忘→再学习(复习)→再理解→…→与自身已有的知识融合”。这种规律是客观存在的,也是学校实行“讲课→作业→考试”模式的重要依据。无疑,这种教与学过程的模式化是必要的,关键是如何灵活地运用这种模式,不使学生因遵循这种模式而僵化了思路。从这一点上看,我们推出这套紧扣大纲而超越某一版本教材的辅导书,正是这样一种尝试。

编写的风格和宗旨

在本丛书策划启动时,我们与有关作者反复讨论,确定了本套丛书所要遵循的原则如下。

1. **强化大纲要求,摆脱具体教材的束缚。**如前所述,大学教学的主要目的是让学生掌握大纲所要求的知识,而不是某一个版本的教材。本丛书内容安排均是依照教学大纲而进行的,包括教学大纲所要求的全部知识要点,而且绝大部分教材的内容也是依此安排的。这样本丛书的总体布局,甚至章节设置都与大部分教材是一致的,可使学生在学的过程中,同步使用我们的学习指导书。

2. **强调学习和做题的技巧,减少习题的数量。**做习题,实际上是对所学知识的巩固,但在一定程度上又要综合运用各方面的知识,超过了巩固知识的基本要求,而是在此基础上有所提高。于是,有些学生增加了做题的数量,力求面面俱到。这其实是不可能的,也是不必要的。大学教学的主要要求是掌握教学大纲所要求的基本知识点,并不要求学生能够求解超级难题。因此,只要掌握一定的解题技巧,能够求解中等难度的习题即可。本丛书的例题讲解多,目的是要介绍更多的技巧;习题数量有限,是既要达到复习巩固的目的,又要避免陷入茫茫题海,浪费宝贵的时间。

3. **着眼日常学习,突出应试能力。**从学校考核角度来看,考试是衡量学生是否达标的基本方式。从学习角度来看,考试是促进学生把本阶段所学的知识与自身已有的知识融合起来,达到综合提高的目的。因此,应该从两方面着手:一是临场的做题能力;二是综合提高的能力。基于这种考虑,我们在书中增加了期中和期末考试模拟题。一则是给学生多提供一个自我检测的机会,另则是促进学生全面理解所学的内容。

我们的期望

一个新生命的诞生是可以由父母控制的;而一旦诞生,其成长和发展却是其父母所无法完全控制的,也是不以任何人的意志而转移的;每个生命都依照其自身的规律成长、发展,是惟一的、个性化的。本丛书是我们一手策划的,其影响和作用却不是我们能够完全左右的。它的成败最后取决于读者的认可程度。我们期望,它能够为所有选用它的学生提供一些必要的帮助,使他们顺利学完该课程,并为日后的学习和工作打下坚实的基础。当然,学习是一个复杂的过程,并不是一套丛书能够完全解决的。同时,我们也期望读者在通过我们的图书得到知识之际,能够培养出勤奋、严谨的学习态度和坚韧顽强、不屈不挠的意志。这是所有成功人士必须具备的个人素质!

最后,向所有选用我们这套丛书的读者致意,你们的支持是我们的动力,你们的成绩也是我们的骄傲!

北京航空航天大学出版社

前 言

“材料力学”是研究工程材料力学性能及构件强度、刚度、稳定性计算理论的科学。它以构件和简单结构为研究对象,为构件选择适宜的材料,设计合理的截面形状和尺寸,使设计达到既经济又安全的目的。

“材料力学”是本科教育中很多工科专业的重要技术基础课。它的知识既可直接应用于工程计算,又为学习后继课程奠定必要的理论基础,在对学生进行工程意识与工程能力、科学素质及创新能力培养中具有极其重要的作用,因而指导学生学好它有重要的意义。

本书是一本学习指导书,在涵盖“材料力学”学科内容的同时,为突出“材料力学”课程的重点,克服其特有的学习难点(内容多、系统性较差)作初步探索。本书内容打破原课程体系,按基本变形(拉压、剪、扭、弯)小循环编排课程内容的方式,突出“材料力学”课程的任务——研究工程材料的力学行为及构件强度、刚度、稳定性的计算理论,形成新的课程体系。

在新的课程体系中,将构件的各种基本变形的强度计算和刚度计算各编入一章,以便于比较、学习和记忆,在学习基本变形计算理论共性的同时,学习与理解彼此的区别,以期达到类同知识归并总结、举一反三、熟能生巧的境界。

在讲解杆件的内力分析时,提高了课程的起点,直接学画剪力、弯矩图,从而可通过自学掌握轴力和扭矩图的画法,以加强对自学能力的培养。

在新的课程体系中,注重扩展能量法的应用,揭示各种能量原理之间的关系,从而使解题能力大大提高,并为学习后继的数值方法课程奠定良好的理论基础。

考虑到学生在使用此书时,手中已有一本教材,因而本书将知识要点及其应用作为讲授重点。本书力求将基本概念阐述得科学、准确;将基本理论阐述得系统、全面;将基本方法阐述得通俗、易懂,易于学习。与此同时,特别注重加强解决综合问题能力的训练,力求使本书的读者的科学素质和创新能力能在研读本书的同时潜移默化地得到锻炼与提高。

为达到以上所说的境界,本书在扼要讲解理论的同时,通过对大量难易程度适当的例题的讲解,使在学习例题的过程中,加深对基本理论的理解与记忆,从而达到掌握理论的目的。

限于作者水平,书中难免有错误、不妥之处,希望广大同仁及读者不吝赐教。

编 者

2002年8月于天津大学

作者简介

赵志岗,天津大学教授,1967年毕业于清华大学,长期从事“材料力学”与固体力学专业研究生课程教学与固体力学数值方法科研工作,先后讲授过“工程力学”、“材料力学”、“固体力学数值方法”、“平板理论”、“薄壳理论”和“热弹性理论”等多门课程。

历任天津市力学学会副理事长、中国力学学会教育工作委员会委员、国家教委工科力学课程教学指导委员会委员、天津大学力学工程实验中心主任和天津大学国家工科力学基础课程教学基地负责人等职务。

作者主要先后参加编写《材料力学难题分析》(高等教育出版社,1988年9月)、《固体力学数值方法》(上册)(天津大学出版社,1991年2月)、《材料力学》(天津大学出版社,2001年6月)。主编《材料力学》(面向21世纪课程教材)(天津大学出版社,2001年8月),翻译出版全美经典学习指导系列丛书《材料力学》([美]W. A. 纳什著,科学出版社,2002年1月),发表研究论文20余篇。

2000年获天津市教学优秀成果一等奖,2001年获国家教学优秀成果二等奖。

目 录

第 1 章 绪论与预备知识

- 1.1 课程任务——1
- 1.2 本课程的研究对象及基本变形——1
- 1.3 内力和应力——2
- 1.4 切应力互等定理——3
- 1.5 应变、变形和位移——3
- 1.6 胡克定律——4
- 1.7 课程的地位及学好本课程的关键——5

第 2 章 杆件的内力及内力图

- 2.1 概 述——7
- 2.2 剪力和弯矩——7
- 2.3 剪力和弯矩图——8
- 2.4 分布载荷集度与剪力、弯矩的关系——10
- 2.5 轴力和轴力图——12
- 2.6 扭矩和扭矩图——12
- 2.7 例 题——13
- 2.8 习 题——26

第 3 章 工程材料的基本力学行为

- 3.1 低碳钢拉伸时的力学行为——30
- 3.2 铸铁及其它材料的拉伸力学行为——32
- 3.3 低碳钢与铸铁的压缩试验——32

- 3.4 极限应力和许可应力——33
- 3.5 例 题——33
- 3.6 习 题——34

第 4 章 截面设计的几何学基础

- 4.1 截面的一次轴矩及形心——35
- 4.2 截面的二次轴矩及惯性半径——36
- 4.3 二次轴矩的平行轴定理——37
- 4.4 组合截面的二次轴矩——38
- 4.5 二次轴矩的转轴公式——38
- 4.6 主惯轴系——39
- 4.7 例 题——40
- 4.8 习 题——47

第 5 章 杆件基本变形的应力与强度计算

- 5.1 杆件的基本变形的应力计算——50
- 5.2 矩形截面及薄壁截面杆件自由扭转切应力——52
- 5.3 薄壁截面杆件的弯曲切应力、弯曲中心——54
- 5.4 异质双材料叠层梁——56
- 5.5 例 题——57
- 5.6 习 题——70

第 6 章 杆件基本变形计算与刚度计算

- 6.1 轴向拉伸(或压缩)的变形——78
- 6.2 静定桁架节点的位移——79

- 6.3 圆轴扭转时的变形及其刚度条件——80
- 6.4 梁的变形及挠曲线近似微分方程——81
- 6.5 积分法计算梁的变形——82
- 6.6 叠加法计算梁的变形——83
- 6.7 梁的刚度条件——83
- 6.8 例题——83
- 6.9 习题——96

第7章 应力状态理论与强度理论

- 7.1 概述——102
- 7.2 两向应力状态理论——102
- 7.3 莫尔应力圆法——104
- 7.4 三向应力状态简介——106
- 7.5 经典强度理论——108
- 7.6 莫尔强度理论——110
- 7.7 强度理论的应用——110
- 7.8 例题——111
- 7.9 习题——125

第8章 组合变形的强度问题

- 8.1 概述——130
- 8.2 两向弯曲——130
- 8.3 拉(或压)弯组合变形——132
- 8.4 弯扭组合变形——133
- 8.5 例题——134
- 8.6 习题——152

第9章 超静定问题的直接解法

- 9.1 概述——157
- 9.2 力法解超静定问题——157
- 9.3 关于变形调谐条件——159
- 9.4 变形比较法解超静定问题——160

- 9.5 位移法——162
- 9.6 装配应力和温度应力——163
- 9.7 例题——164
- 9.8 习题——178

第10章 压杆及杆系结构的平衡稳定性

- 10.1 概述——183
- 10.2 临界力和临界应力——184
- 10.3 临界应力总图及稳定问题再认识——185
- 10.4 压杆及杆系结构的稳定计算——186
- 10.5 纵横弯曲的概念——187
- 10.6 例题——188
- 10.7 习题——199

第11章 疲劳强度

- 11.1 概述——203
- 11.2 材料的疲劳极限 σ_r ——204
- 11.3 构件的疲劳极限 σ_{-1}^0 ——205
- 11.4 对称循环疲劳强度计算——206
- 11.5 疲劳极限图——206
- 11.6 非对称循环疲劳强度计算——207
- 11.7 弯扭组合变形的疲劳强度计算——209
- 11.8 非稳定交变应力累积损伤理论简介——209
- 11.9 例题——209
- 11.10 习题——218

第12章 构件与简单结构的塑性分析

- 12.1 概述——221
- 12.2 圆轴的弹塑性扭转——222
- 12.3 梁的弹塑性弯曲——224

12.4	塑性铰和极限载荷——226	14.2	对称结构的力学特征——292
12.5	超静定桁架的极限载荷——226	14.3	超静定结构的最小功原理——294
12.6	塑性极限设计——226	14.4	能量守恒原理求解冲击 问题——294
12.7	例 题——227	14.5	压杆稳定临界载荷的能量原理 解法——296
12.8	习 题——242	14.6	例 题——297
第 13 章 能量原理		14.7	习 题——323
13.1	概 述——248	附录	
13.2	杆件的应变能——248	模拟试卷 1(MT1)——330	
13.3	克拉贝隆定理——250	模拟试卷 2(MT2)——332	
13.4	应变比能——250	模拟试卷 3(MT3)——335	
13.5	虚功恒等式——252	模拟试卷 4(MT4)——338	
13.6	单位载荷法——254	模拟试卷 5(MT5)——340	
13.7	互等定理——255	模拟试卷答案——342	
13.8	卡氏(第二)定理——256	参考文献——344	
13.9	图形互乘法——258		
13.10	最小势能原理——259		
13.11	例 题——261		
13.12	习 题——282		
第 14 章 能量原理的应用			
14.1	力法正则方程——290		

第 1 章

绪论与预备知识

1.1 课程任务

研究工程材料的力学性能及构件安全设计理论的学说称为材料力学。

1.1.1 安全工作对构件的要求

1. 具有必要的强度(抵抗破坏的能力);
2. 具有必要的刚度(抵抗弹性变形的能力);
3. 具有必要的稳定性(保持原始平衡构形的能力)。

1.1.2 材料的力学性能

关于材料受力之后变形与破坏的性质称为材料的力学性能。

1.1.3 工程材料模型——关于可变形固体的假设

1. 均匀、连续假设:构件材料的力学性能与位置无关,且毫无空隙地充满所占据的空间。
2. 各向同性假设:构件材料的力学性能没有方向性。
3. 小变形假设:本课程通常限于研究小变形。小变形假设可使问题得到如下的简化:
 - ① 材料将是弹性的,变形均是可恢复的;
 - ② 忽略构件变形对结构整体形状及力作用的影响;
 - ③ 研究构件长度变化时,用垂线代替圆弧;
 - ④ 构件的复杂变形可处理为若干基本变形的叠加,亦即组合变形。

(本课程部分内容可能突破以上假设,届时将加以说明。)

本课程的任务:学习和研究工程材料的力学性能知识与构件强度、刚度、稳定性的计算理论,为构件选用适宜的材料,设计科学、合理的截面形状与尺寸,使设计达到既经济又安全的目的。

1.2 本课程的研究对象及基本变形

1.2.1 构件的分类及本课程的研究对象

按几何形状构件可区分为:1) 杆、2) 板和壳、3) 块体。其中最简单者为杆,是本课程的研究对象。

研究对象。杆：一个尺寸远大于另外两个尺寸，且另外两个尺寸基本相当的构件称为杆，如图 1-1，其中(a)为变截面曲杆；(b)为等截面直杆。本课程的主要研究对象是等截面直杆。需要指出的是，杆是一类构件的简化模型，要正确处理构件简化问题。

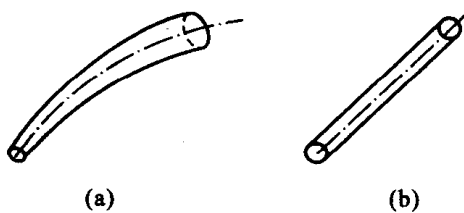


图 1-1

此外要正确处理构件和结构的关系，正确地分析构件的受力。

1.2.2 构件的基本变形

1. 轴向拉伸或压缩；
2. 扭转；
3. 平面弯曲；
4. 剪切与挤压。

1.3 内力和应力

1.3.1 内力

由于外部原因(受载、变温、支座沉降……)引起的同一构件不同部分之间相互作用力的改变量，称为内力。

1.3.2 截面法

用假想截面切割构件以暴露内力，用静力学平衡方程计算内力的方法称为截面法。

1.3.3 应力

内力的面积分布集度称为应力，单位是： N/m^2 (Pa)、 N/mm^2 (MPa)等。应力可区分为法应力 σ (正应力)和切应力 τ (剪应力)，如图 1-2，构件被假想截面 m-m 切割之后，其保留部分(研究对象)被切割截面的微面积 ΔA 上作用有内力 ΔF 。 ΔF 的法向分量为 ΔF_N ，切向分量为 ΔF_Q ，则

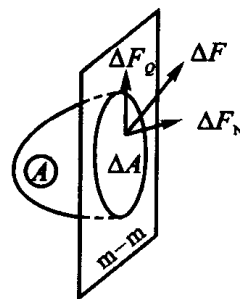


图 1-2

$$\text{法应力：} \quad \sigma = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F_N}{\Delta A} \quad (\text{垂直于作用截面的应力})$$

切应力： $\tau = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F_Q}{\Delta A}$ (位于作用截面内的应力)

此处要指出,研究和确定内力分布集度(应力计算)问题是只依靠静力学平衡方程无法解决的,亦即超静定问题,可称之为应力超静定。

1.4 切应力互等定理

若从受力物体内取出一个单元体,通常在其界面内既有法应力,也有切应力,将各切应力沿坐标方向分解,可得到如图 1-3 所示的单元体。各界面上的应力分量可记做:

$$\begin{pmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ \tau_{yx} & \sigma_y & \tau_{yz} \\ \tau_{zx} & \tau_{zy} & \sigma_z \end{pmatrix} \quad (1-1)$$

其中 $\sigma_i (i=x, y, z)$, 下标表示应力作用面的法线方向;

$\tau_{ij} (i=x, y, z; j=x, y, z)$, 第一下标表示应力作用面的法线方向,第二下标表示应力矢量的方向。

注意到该单元体取自平衡物体,因而也应是平衡的,亦即各界面上的应力应满足平衡条件。由图 1-3 所示单元体(只画三个可见界面上的应力,另三个不可见界面的应力相应地等值反向)可知,平衡方程 $\sum F_x=0, \sum F_y=0, \sum F_z=0$ 自动满足,而 $\sum M_x=0$ 给出

$$(\tau_{yx} \cdot dx \cdot dz) \cdot dy = (\tau_{xy} \cdot dx \cdot dy) \cdot dz$$

或 $\tau_{yx} = \tau_{xy} \quad (1-2)$

同理 $\sum M_y=0$ 和 $\sum M_z=0$ 给出:

$$\tau_{zx} = \tau_{xz}, \tau_{zy} = \tau_{yz} \quad (1-3)$$

式(1-2)、(1-3)给出的规律称为切应力互等定理:受力物体内无集中力偶作用处,在两个相互垂直的界面上,切应力数值应相等,方向或指向公共棱边,或背离公共棱边。

切应力互等定理是材料力学(乃至固体力学)的基本规律,今后将用于分析多个与切应力分布规律有关的问题。

材料力学限于研究 $\sigma_z=0, \tau_{yx}=\tau_{xy}=\tau_{xz}=\tau_{zx}=0$ 的问题,亦即平面问题。

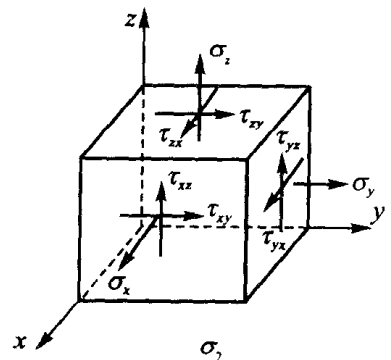


图 1-3

1.5 应变、变形和位移

为了描述物体受力后的变形情况,研究图 1-4 所示的单元体 $abcd$, 变形后该单元体到达

新位置 $a'b'c'd'$ 。在这一过程中,该单元体通常会发生 1)刚体平动、2)刚体转动、3)边长的伸长与缩短、4)各边夹角的改变。

1.5.1 应变

描述材料变形剧烈程度的物理量称为应变,通常可区分为线应变和切应变(角应变)

$$\text{线应变} \quad \epsilon_x = \lim_{\Delta b \rightarrow 0} \frac{\overline{a'b'} - \overline{ab}}{\overline{ab}}$$

$$\text{切应变} \quad \gamma_{xy} = \lim_{\substack{\Delta b \rightarrow 0 \\ \Delta d \rightarrow 0}} (\angle bad - \angle b'a'd')$$

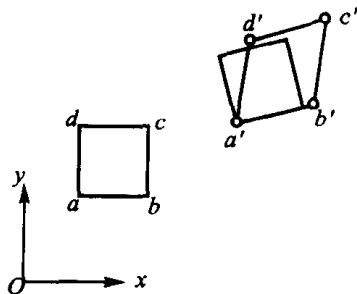


图 1-4

1.5.2 变形

本课程中的变形通常指有限尺寸的构件受力前后构形的差异。如轴向拉伸构件的纵向伸长与横向缩短、扭转构件的扭转角等。应变定量地描述一点处变形的剧烈程度,因而变形的实质是应变在空间上的积累。

1.5.3 位移

位移应是构件变形的结果,通常可区分一点(物质点)的线位移,或一微线段的角位移,如梁弯曲问题中的挠度和转角。

尽管位移是变形的结果,但有位移时未必有变形,此即所谓的刚体位移(刚体平动或刚体转动),材料力学通常是不研究刚体位移的。

对于梁的弯曲问题,位移(挠度和转角)可度量变形的程度,因而也将挠度和转角称为梁的变形。此属于不严格区分变形和位移的情形。

1.6 胡克定律

胡克定律是描述弹性范围内应力和应变(或内力与应变)之间定量关系的物理方程,在本课程中占据重要的地位。对于图 1-5 所示的单元体, x 、 y 方向的线应变 ϵ_x 、 ϵ_y 和 $x-y$ 方向之间的切应变 γ_{xy} ,可写为

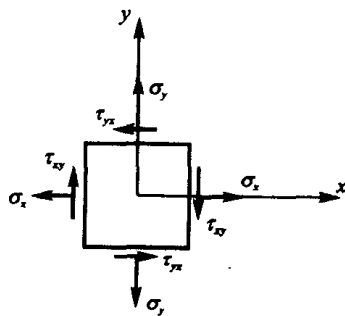


图 1-5

$$\left. \begin{aligned} \epsilon_x &= \frac{1}{E}(\sigma_x - \mu\sigma_y) \\ \epsilon_y &= \frac{1}{E}(\sigma_y - \mu\sigma_x) \\ \gamma_{xy} &= \frac{\tau_{xy}}{G} \end{aligned} \right\} \quad (1-4)$$

式中 E 、 G 、 μ 分别称作弹性模量、切变模量和泊松比。本课程中通常又称 E 、 G 、 μ 为弹性常数或弹性系数；弹性常数定量地反映材料在一点处对弹性变形的抵抗能力，三者应满足如下的关系

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)} \quad (1-5)$$

亦即：对各向同性弹性体而言，只有两个独立的弹性常数。

1.7 课程的地位及学好本课程的关键

1.7.1 课程的地位和作用

材料力学是一门重要的技术基础课。本课程的知识内容既可直接应用于工程设计与计算，又为学习后继课程（如机械设计、结构力学、弹性力学、钢筋混凝土等课程）奠定必要的理论基础，同时通过本课程的学习培养良好的工程习惯和顽强的意志品质。因而，本课程在人才的科学素质和创新能力培养中具有重要的作用，占据重要的地位。

1.7.2 学好本课程的关键

1. 循序渐进，善于总结

本课程讲解材料的力学性能和构件的强度、刚度及稳定性的计算理论，应该说知识的难度系数并不大，学习各独立的知识并不困难，但对于掌握全课程的内容，普遍反映却很困难。这是由本课程系统性稍差的特点决定的。因而要求同学要紧跟教师讲课的进程，注意掌握、理解各知识单元，善于总结课程的内容，挖掘规律性的内容，重点理解掌握。

2. 正确处理构件和结构的关系

本课程讲解构件的计算理论，但构件毕竟不是孤立工作的，而是在结构中工作的，因而正确处理构件和结构的关系至关重要。要正确地分析构件在结构中的作用，正确地对构件进行受力分析；正确地对构件变形进行分类，选用正确的理论进行计算。

3. 良好的静力学基础

本课程计算中很重要的内容是分析构件的受力和内力，因而熟练、正确地应用静力学的平衡方程解题是学好本课程的另一关键。

学好一门课程尚有很多共性的内容,此处不再赘述。望同学们不断学习、不断总结学好本课程的关键之处,共同构筑通向成功之路。

● 为帮助学习者对本课程建立总体概念,明确各知识单元的关系,循序渐进学好本课程,给出图 1-6 所示框图。

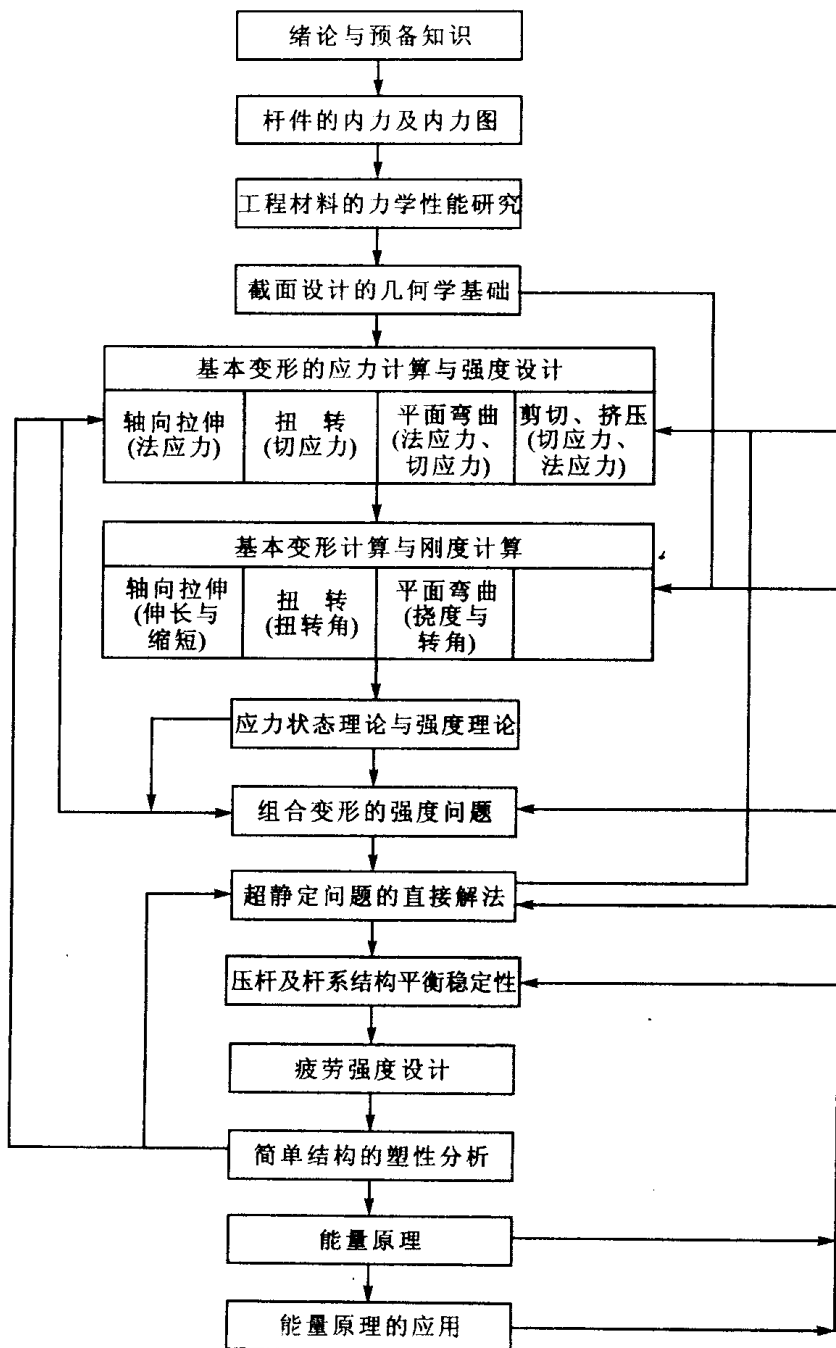


图 1-6

第 2 章

杆件的内力及内力图

计算杆件的内力,并绘制正确的内力图是强度、刚度及稳定性计算的基础,是材料力学课程的重要内容之一。当杆件的外力(含载荷及约束反力)已知时,内力计算是静定问题,通常使用截面法及静力学平衡方程即可解决问题。

2.1 概 述

杆件的内力通常有六个分量,如图 2-1 所示,记做 F_N 、 F_{Qy} 、 F_{Qz} 、 M_x 、 M_y 、 M_z ;各称为 F_N :轴力; F_{Qy} 、 F_{Qz} :剪力; M_x :扭矩; M_y 、 M_z :弯矩。

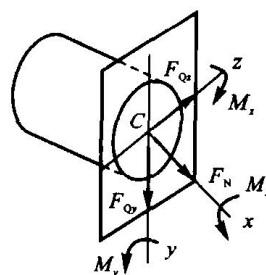


图 2-1

当杆件发生基本变形时,横截面内通常只有一个或两个内力分量;发生组合变形时,将会有两个以上的内力分量。

为了清楚地描述内力沿杆轴的变化规律,通常要画出内力图。这样既可以进行有关的计算,又可以方便地确定危险截面的位置及其内力值。

2.2 剪力和弯矩

当杆件在图 2-1 中的 xCy 平面内发生平面弯曲时,杆件称为梁。此时横截面内只有剪力 F_Q 和弯矩 M_z 。根据本课程研究问题的需要,规定如下的符号法则:

- 1) 剪力左上右下(或使研究对象顺时针转动)为正,反之为负,如图 2-2;
- 2) 弯矩左顺右逆(梁纤维下拉上压)为正,反之为负,如图 2-3。

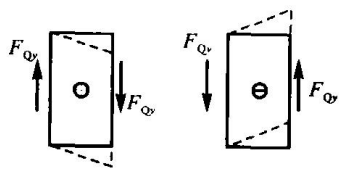


图 2-2

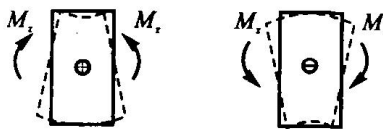


图 2-3

此处的“左”或“右”,系指截面在研究对象的左侧或右侧。