



成人教育/网络教育系列规划教材

材料力学

Cailiao Lixue



主 编 税国双
副主编 邹翠荣
主 审 许留旺



人民交通出版社
China Communications Press



成人教育/网络教育系列规划教材

Cailiao Lixue

材料力学

主 编 税国双

副主编 邹翠荣

主 审 许留旺



人民交通出版社

内 容 提 要

本书根据教育部高等学校力学教学指导委员会力学基础课程教学指导分委员会制定的“材料力学课程教学基本要求”编写。全书内容包括绪论、轴向拉伸与压缩、扭转、弯曲内力分析、弯曲应力分析、弯曲变形分析、应力状态与强度理论、组合变形以及压杆的稳定性问题。内容编排上,本书注重基本概念的介绍,并提供了大量与工程有关的例题和习题,便于读者自学,也便于教师针对不同的学时选择不同的教学内容。

本书可作为高等院校土木类、机械类专业的材料力学课程教学用书,也可作为相关专业高职、高专及成人教育的材料力学参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

材料力学 / 税国双主编. — 北京:人民交通出版社, 2015.6

ISBN 978-7-114-11261-4

I. ①材… II. ①税… III. ①材料力学—高等学校—教材 IV. ①TB301

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 045523 号

成人教育/网络教育系列规划教材

书 名:材料力学

著 作 者:税国双

责任编辑:王 霞 温鹏飞

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)59757973

总 经 销:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京鑫正大印刷有限公司

开 本:880×1230 1/16

印 张:12.75

字 数:320 千

版 次:2015 年 6 月 第 1 版

印 次:2015 年 6 月 第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-11261-4

定 价:32.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

成人教育/网络教育教学资源及教材建设

专家委员会

主任委员:雷智仕 兰州交通大学

副主任委员:曾家刚 西南交通大学

葛建明 长安大学

曹 军 长沙理工大学

委 员 (按姓氏笔画排序):

马中记 天津城建大学

王天恒 西南科技大学

王月明 西南科技大学

王书海 石家庄铁道大学

王恩茂 兰州交通大学

尹增德 山东科技大学

冯学军 青岛理工大学

任宝良 西南交通大学

李晓壮 山东建筑大学

杨继伟 河北工程大学

肖贵平 北京交通大学

吴力宁 石家庄铁道大学

宋玉香 石家庄铁道大学

张鸿儒 北京交通大学

罗晓梅 重庆大学

单宝森 山东交通学院

赵连盛 东北林业大学

顾凤岐 东北林业大学

唐 军 重庆交通大学

雒 军 兰州理工大学

秘 书 处:王 霞 陈力维

出版说明

随着社会和经济的发展,个人的从业和在职能力要求在不断提高,使个人的终身学习成为必然。个人通过成人教育、网络教育等方式进行在职学习,提升自身的专业知识水平和能力,同时获得学历层次的提升,成为一个有效的途径。

当前,我国成人教育、网络教育的学生多以在职学习为主,学习模式以自学为主、面授为辅,具有其独特的学习特点。在教学中使用的教材也大多是借用普通高等教育相关专业全日制学历教育学生使用的教材,因为二者的生源背景、教学定位、教学模式完全不同,所以带来极大的不适用,教学效果欠佳。总的来说,目前的成人教育及网络教育,尚未建立起成熟的适合该层次学生特点的教材及相关教学服务产品体系,教材建设是一个比较薄弱的环节。因此,建立一套适合其教育定位、特点和教学模式的有特色的高品质教材,非常必要和迫切。

《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》和《国家教育事业第十二个五年规划》都指出,要加大投入力度,加快发展继续教育。在国家的总体方针指导下,为推进我国成人教育及网络教育的发展,提高其教育教学质量,人民交通出版社特联合一批高等院校的继续教育学院和相关专业院系,成立了“成人及网络教育系列规划教材专家委员会”,组织各高等院校长期从事成人及网络教育教学的专家和学者,编写出版一批高品质教材。

本套规划教材及教学服务产品包括:纸质教材、多媒体教学课件、题库、辅导用书以及网络教学资源,为成人及网络教育提供全方位、立体化的服务,并具有如下特点:

(1)系统性。在以往职业教育中注重以“点”和“实操技能”教育的基础上,在专业知识体系的全面性、系统性上进行提升。

(2)简明性。该层次教育的目的是注重培养应用型人才,与全日制学历教育相比,教材要相应地降低理论深度,以提供基本的知识体系为目的,“简明”,“够用”即可。

(3)实用性。学生以在职学习为主,因此要能帮助其提高自身工作能力和加强理论联系实际解决问题的能力,讲求“实用性”,同时。教材在内容编排上更适合自学。

作为从我国成人及网络教育实际情况出发,而编写出版的专门的全国性通用教材,本套教材主要供成人及网络教育土建类专业学生教学使用,同时还可供普通高等院校相关专业的师生作为参考书和社会人员进修或自学使用,也可作为自学考试参考用书。

本套教材的编写出版如有不当之处,敬请广大师生不吝指正,以使本套教材日臻完善。

人民交通出版社

成人教育/网络教育教学资源及教材建设专家委员会

2012年年底

前 言

材料力学研究物体变形和内部受力,以及由此而引起的强度、刚度和稳定问题。通过学习材料力学,不仅能使人们懂得日常生产和生活中所发生的各种现象,而且对于分析和解决建筑工程、机械制造、水利工程、电力工程、石油与化学工程、核反应堆工程以及航空与宇航等工程问题都有着非常重要的实际意义。因此,材料力学是这些工程科学的基础。通过研究构件在轴向拉伸或压缩、剪切、扭转和弯曲基本变形下的强度和刚度以及压杆的稳定性问题,逐步将研究内容由简单应力状态推广到复杂应力状态,由基本变形推广到组合变形,由静载问题推广到动载和疲劳问题。

材料力学以高等数学和理论力学为基础,是结构力学、弹性力学和机械设计等其他技术基础课和专业课的基础。在本书的编写中,通过介绍解决杆件的强度、刚度和稳定性等力学问题的技能,旨在培养学生将工程实际问题提炼成力学问题(即力学建模)的能力。本书理论联系实际、深入浅出、通俗易懂,可作为大专院校相关专业学生的教材,也可作为成人教育教材和工程技术人员的参考书。为了让读者更快地掌握最基本的知识,在概念、原理的叙述方面作了一些改进:一方面从提出问题、分析问题和解决问题等方面作了比较详尽的论述与讨论;另一方面通过较多的例题分析,特别是新增加了关于一些重要概念的例题分析。

本书由北京交通大学税国双主编,北京交通大学邹翠荣任副主编,西南交通大学许留旺主审。具体分工:第一、六、七、八、九章、附录由税国双编写,第二、三、四、五章由邹翠荣编写,全书由税国双统稿。

本书在编写过程中,参考了大量有关书籍,在此表示真诚的感谢。由于编者水平和经验有限,编写时间紧张,书中难免有错漏之处,敬请广大读者批评指正。

编 者
2015 年 3 月

自学指导

课程性质:本课程是土木类、机械类专业必修的专业基础课之一,主要研究物体变形和内部受力,以及由此而引起的强度、刚度和稳定问题。

课程的地位和作用:材料力学以高等数学和理论力学为基础,是结构力学、弹性力学和机械设计等其他技术基础课和专业课的基础。材料力学课程的主要任务是培养学生树立正确的设计思想,理论联系实际,解决好经济与安全的矛盾,具备创新精神;全面系统地了解构件的受力变形、破坏的规律;掌握有关构件设计计算的基本概念、基本理论、基本方法及其在工程中的应用。在满足强度、刚度、稳定性的前提下,以最经济的代价,为构件选择合适的形状,设计合理的界面形状和尺寸,为设计提供设计计算依据。材料力学是变形固体力学入门的学科基础课,用以培养学生在工程设计中有关力学方面的设计计算能力。以理论分析为基础,培养学生的实验动手能力,发挥其他课程不可替代的综合素质教育作用。

学习目的与要求:材料力学是一门技术基础课,它不仅为学习专业课程打下坚实的理论基础,而且为工程构件的设计提供必要的理论基础和计算方法。因此,通过本课程的学习,要求学生能较熟练地进行受力分析,培养学生对结构的受力情况、稳定情况,对构件的强度、刚度和稳定性的问题,具有明确的基本概念、必要的基础知识、比较熟练的计算能力和初步的实验分析能力。

学习方法:为了学好本课程,首先要具有正确的学习目的和态度。在学习中要多做多练、踏踏实实、虚心求教、持之以恒。分析和解题过程,既是应用基本概念、基本理论和基本方法的过程,又是加深理解的过程。解题前应当对有关的基本概念、基本理论和基本方法有比较全面和正确的认识。解题时,首先要弄清已知条件是什么,要求的是什么,分析的问题属于什么性质;其次,根据问题的性质,分析解决这类问题需要应用哪些基本概念和基本理论;最后,在上述分析的基础上归纳出解题过程与步骤,算出所需的结果;最后,还需要应用有关的概念和理论去判断和检查所得结果是否正确。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 材料力学的任务	3
第二节 变形固体的基本假设	4
第三节 杆件变形的基本形式	4
第四节 应力与应变	6
本章小结	7
思考题	8
习题	8
第二章 轴向拉伸与压缩	9
第一节 轴向拉压杆件的内力分析	11
第二节 轴向拉压杆件的应力分析	14
第三节 拉伸与压缩时材料的力学性能及强度条件	16
第四节 轴向拉压杆件的变形分析	22
第五节 连接构件的强度计算	25
本章小结	29
思考题	30
习题	30
第三章 扭转	33
第一节 圆轴扭转的内力分析	35
第二节 薄壁圆筒扭转时的切应力	37
第三节 圆轴扭转的应力分析	38
第四节 圆轴扭转的变形	43
第五节 矩形截面杆的扭转简介	46
本章小结	47
思考题	48
习题	48
第四章 弯曲内力分析	51
第一节 梁横截面上的内力	53
第二节 剪力方程和弯矩方程	56
第三节 剪力、弯矩与荷载集度间的关系	61
本章小结	64
思考题	64
习题	65
第五章 弯曲应力分析	67
第一节 纯弯曲梁横截面上的正应力	69
第二节 梁的正应力强度条件	75
第三节 梁的切应力分析	78

第四节 提高梁强度的措施	81
本章小结	84
思考题	84
习题	84
第六章 弯曲变形分析	87
第一节 梁的挠度和转角	89
第二节 挠曲线近似微分方程	89
第三节 计算梁位移的叠加法	96
第四节 梁的刚度问题	102
本章小结	104
思考题	105
习题	105
第七章 应力状态与强度理论	107
第一节 应力状态的基本概念	109
第二节 平面应力状态分析	110
第三节 应力圆及其应用	116
第四节 广义胡克定律	120
第五节 强度理论	125
本章小结	132
思考题	134
习题	134
第八章 组合变形	137
第一节 拉伸(压缩)与弯曲的组合变形	139
第二节 弯曲与扭转的组合变形	143
本章小结	147
思考题	147
习题	147
第九章 压杆的稳定问题	151
第一节 压杆稳定的基本概念	153
第二节 细长压杆的临界力	153
第三节 欧拉公式的适用范围	156
第四节 压杆的稳定条件	160
第五节 提高压杆稳定性的措施	164
本章小结	165
思考题	165
习题	166
附录 A 截面的几何性质	169
附录 B 型钢规格表(GB/T 706—2008)	173
习题参考答案	185
参考文献	191

第一章 DIYIZHANG

绪论



本章导读

本章将介绍材料力学的任务、研究对象、研究的基本方法以及材料力学课程的特点。在材料力学中,由于材料力学主要研究内容之一是变形体受力后发生的变形,研究的对象是杆件。因此,本章还将介绍变形固体的基本假设,杆件变形的基本形式,受力杆件中的应力和应变等重要的概念。



学习目标

1. 正确理解关于弹性体理想化的几个基本假定;
2. 正确理解弹性体受力与变形的特点;
3. 掌握杆件的几种基本变形形式;
4. 掌握应力与应变的概念。



学习重点

1. 杆件的几种基本变形形式;
2. 应力与应变的概念。



学习难点

应力与应变的概念。



本章学习计划

内 容	建议自学时间 (学时)	学 习 建 议	学 习 记 录
第一节 材料力学的任务	0.5	通过阅读教材内容,了解材料力学的任务是什么,变形固体的基本假设有哪些,杆件变形的基本形式有几种,应力与应变是如何定义的	
第二节 变形固体的基本假设	0.5		
第三节 杆件变形的基本形式	0.5		
第四节 应力与应变	0.5		

第一节 材料力学的任务

材料力学主要研究变形体受力后发生的变形,以及由于变形而产生的附加内力,讨论由此而产生的失效以及控制失效的准则。工程中有各种各样的结构或机器,不管其结构复杂程度如何,它们都是由一个个元件(或零件)组成的,例如组成工程结构的部件:梁、板、柱和承重墙等。组成结构的元件或机器的零件统称为构件。结构或机器工作时,构件将承受一定的荷载,为保证结构或机器在荷载作用下能够正常工作,这就要求组成结构和机器的每一个构件也能正常工作,所以必须对构件进行设计,即选择合适的尺寸和材料,使之满足一定的要求。这些要求是:强度、刚度和稳定性。

强度是构件在承受荷载时抵抗破坏的能力。**刚度**是构件在承受荷载时抵抗变形的能力。**稳定性**是构件在承受荷载时,能保持原有的平衡状态的能力。

从上述三点来看,构件能否安全、正常地工作,就是要考察构件是否具备足够的强度、刚度和稳定性。材料力学就是通过强度、刚度和稳定性等相关力学知识,对构件承载能力进行校核、设计等工作。

如果构件的强度、刚度和稳定性达不到使用要求,或者荷载超出了设计范围,则构件会出现断裂等破坏现象,这种由于材料的力学行为改变而使构件丧失正常功能(承载能力)的现象称为失效。

在力的作用下,物体的形状和尺寸将发生改变,这种改变称为**变形**。变形量不能忽略的物体,称为**变形体**。工程结构或机器中的零部件都是固体,而且形状各异,在研究构件的承载能力问题时,一律将它们视为变形体。材料力学所研究的构件多属于杆件。所谓的**杆件**是指纵向(长度方向)尺寸远比横向(垂直于长度方向)尺寸大得多的构件,比如,传动轴、梁和柱等均属杆件。

描述杆件的几何要素是横截面和轴线。**横截面**是指沿杆长度方向并与之相垂直的截面,**轴线**是指各横截面形心的连线,如图 1-1a)所示。轴线通过各横截面的形心并与横截面垂直。轴线为直线的杆称为**直杆**,轴线为曲线的杆称为**曲杆**。横截面尺寸沿轴线无变化的杆称为**等截面杆**,有变化的杆称为**变截面杆**。材料力学中所研究的杆件多数是等截面直杆,简称等直杆(图 1-1b)。



图 1-1 曲杆与直杆

材料力学作为一门科学,一般认为是在 17 世纪开始建立的。此后,随着生产的发展,各国科学家对与构件有关的力学问题,进行了广泛深入的研究,使材料力学这门学科得到了长足的发展。长期以来,材料力学的概念、理论和方法已广泛应用于土木、水利、船舶与海洋、机械、化工、冶金、航空与航天等工程领域。计算机以及实验方法和设备的飞速发展和广泛应用,为材料力学的工程应用提供了强有力的手段。

第二节 变形固体的基本假设

固体在外力作用下所产生的物理现象是各种各样的,而每门学科仅从自身的特定目的出发去研究某一方面的问题。为了研究方便,常常需要舍弃那些与所研究的问题无关或关系不大的特征,而只保留主要的特征,将研究对象抽象成一种理想的模型。变形固体的组织构造及其物理性质是十分复杂的,为了抽象成理想的模型,通常对变形固体作出下列基本假设。

一、各向同性假定

假设材料在各个方向的力学性质都相同。金属材料由晶粒组成,单个晶粒的性质有方向性,但由于晶粒交错排列,从统计观点看,金属材料的力学性质可认为是各个方向相同的,例如铸钢、铸铁、铸铜等均可认为是各向同性材料。同样,像玻璃、塑料、混凝土等非金属材料也可认为是各向同性材料。但是,有些材料在不同方向具有不同的力学性质,如经过辗压的钢材、纤维整齐的木材以及冷扭的钢丝等,这些材料是各向异性材料。在材料力学中主要研究各向同性的材料。

二、均匀连续性假定

假设物体内部充满了物质,没有任何空隙,并且物体内部各处的力学性质是完全相同。实际材料的微观结构并不是处处都是均匀连续的,但是,当所考察的物体几何尺度足够大,而且所考察的物体上的点都是宏观尺度上的点,则可以假定所考察的物体的全部体积内,材料在各处是均匀、连续分布的。这一假定称为均匀连续性假定。根据这一假定,物体内部因受力和变形而产生的内力和位移都将是连续的,因而可以表示为各点坐标的连续函数,从而有利于建立相应的数学模型。所得到的理论结果便于应用于工程设计。

三、小变形假定

变形固体受外力作用后将产生变形。如果变形的大小较之物体原始尺寸小得多,这种变形称为小变形。材料力学所研究的构件,受力后所产生的变形大多是小变形。在小变形情况下,研究构件的平衡以及内部受力等问题时,均可不计这种小变形,而按构件的原始尺寸计算。

当变形固体所受外力不超过某一范围时,若除去外力,则变形可以完全消失,并恢复原有的形状和尺寸,这种性质称为弹性。若外力超过某一范围,则除去外力后,变形不会全部消失,其中能消失的变形称为弹性变形,不能消失的变形称为塑性变形,或残余变形、永久变形。对大多数的工程材料,当外力在一定的范围内时,所产生的变形完全是弹性的。对多数构件,要求在工作时只产生弹性变形。因此,在材料力学中,主要研究构件产生弹性变形的问题,即弹性范围内的问题。

第三节 杆件变形的基本形式

实际杆件的受力可以是各式各样的,但都可以归纳为几种基本受力和变形形式:轴向拉伸(或压缩)、剪切、扭转和弯曲,以及由两种或两种以上基本受力和变形形式叠加而成的组合受

力与变形形式。

一、拉伸或压缩

当杆件两端承受沿轴线方向的拉力或压力荷载时,杆件将产生轴向伸长或压缩变形,分别如图 1-2a)、b) 所示。图中实线为变形前的位置;虚线为变形后的位置。

二、剪切

在平行于杆横截面的两个相距很近的平面内,方向相对地作用着两个横向力,当这两个力相互错动并保持两者之间的距离不变时,杆件将产生剪切变形,如图 1-3 所示。

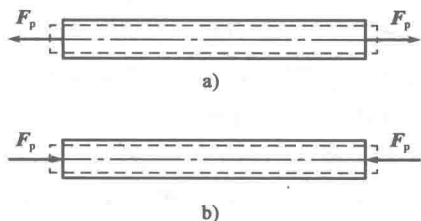


图 1-2 承受拉伸与压缩的杆件

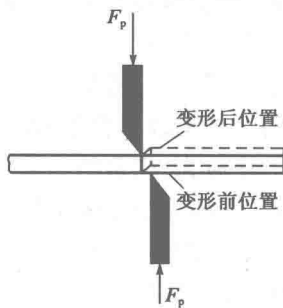


图 1-3 承受剪切的杆件

三、扭转

当作用在杆件上的力组成作用在垂直于杆轴平面内的力偶 M_e 时,杆件将产生扭转变形,即杆件的横截面绕其轴相互转动,如图 1-4 所示。

四、弯曲

当外加力偶 M (图 1-5a) 或外力作用于杆件的纵向平面内 (图 1-5b) 时,杆件将发生弯曲变形,其轴线将变成曲线。

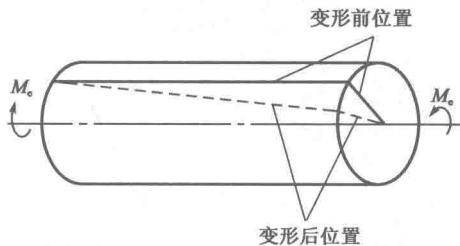


图 1-4 承受扭转的圆轴

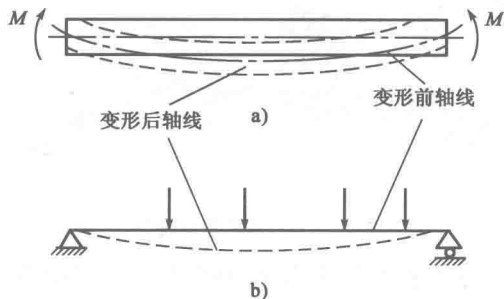


图 1-5 承受弯曲的梁

由上述基本受力形式中的两种或两种以上所共同形成的受力与变形形式即为组合受力与变形,例如图 1-6 所示之杆件的变形,即为拉伸与弯曲的组合(其中力偶 M 作用在纸平面内)。组合

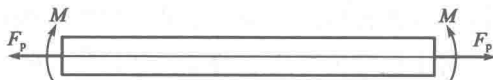


图 1-6 组合受力的杆件

学习记录

受力形式中,杆件将产生两种或两种以上的基本变形。

实际杆件的受力不管多么复杂,在一定的条件下,都可以简化为基本受力形式的组合。工程上将承受拉伸的杆件统称为**拉杆**,简称杆;受压杆件称为**压杆**或**柱**;承受扭转或主要承受扭转的杆件统称为**轴**;将承受弯曲的杆件统称为**梁**。

第四节 应力与应变

弹性体受力后,由于变形,其内部将产生相互作用的内力。这种内力不同于物体固有的内力,而是一种由于变形而产生的附加内力,利用一假想截面将弹性体截开,这种附加内力即可显示出来,如图 1-7 所示。

根据连续性假定,一般情形下,杆件横截面上的内力组成一分布力系。分布内力在一点的集度称为**应力**。作用线垂直于截面的应力称为**正应力**,用希腊字母 σ 表示;作用线位于截面内的应力称为**切应力**,用希腊字母 τ 表示。应力的单位记号为 Pa 或 MPa,工程上多用 MPa。

一般情形下,横截面上的附加分布内力总可以分解为两种:作用线垂直于截面的;作用线位于横截面内的。图 1-8 中所示为作用在微元面积 ΔA 上的总内力 ΔF_R 及其分量,其中 ΔF_N 和 ΔF_S 的作用线分别垂直和作用于横截面内。于是上述正应力和切应力的定义可以表示为下列极限表达式:

$$\sigma = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F_N}{\Delta A} \quad (1-1)$$

$$\tau = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F_S}{\Delta A} \quad (1-2)$$

需要指出的是,上述极限表达式的引入只是为了说明应力的概念,两者在应力计算中没有实际意义。

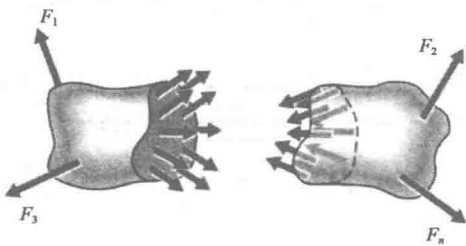


图 1-7 弹性体的分布内力

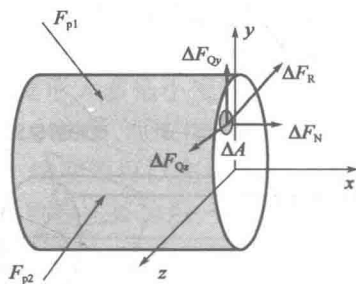


图 1-8 作用在微元面积上的内力及其分量

如果将弹性体看作由许多微单元体(简称微元体或微元)所组成,弹性体整体的变形则是所有微元体变形累加的结果;而单元体的变形则与作用在其上的应力有关。

围绕受力弹性体中的任意点截取微元体(通常为正六面体),一般情形下微元体的各个面上均有应力作用。下面考察两种最简单的情形,分别如图 1-9a)、b)所示。

对于正应力作用下的微元体(图 1-9a),沿着正应力方向和垂直于正应力方向将产生伸长和缩短,这种变形称为**线变形**。描述弹性体在各点处线变形程度的量,称为**线应变**,用 ε_x 表示。根据微元体变形前、后 x 方向长度 dx 的相对改变量,有

其中 dx 为变形前微元体在正应力作用方向的长度; du 为微元体变形后相距 dx 的两截面沿正应力方向的相对位移; ε_x 的下标 x 表示应变方向。

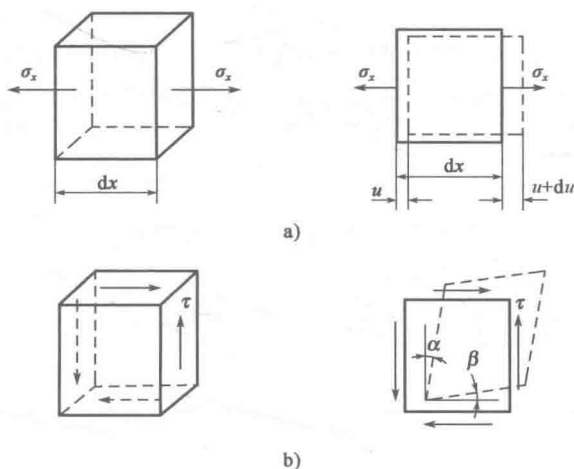


图 1-9 线应变与切应变

$$\varepsilon_x = \frac{du}{dx} \quad (1-3)$$

切应力作用下的微元体将发生剪切变形,剪切变形程度用微元体直角的改变量度量。微元体直角改变量称为切应变,用 γ 表示。在图 1-9b) 中, $\gamma = \alpha + \beta$, γ 的单位为 rad。

关于正应力和正应变的正负号,一般约定:拉应变为正;压应变为负。产生拉应变的应力(拉应力)为正;产生压应变的应力(压应力)为负。关于切应力和切应变的正负号将在以后介绍。

对于工程中常用材料,实验结果表明:若在弹性范围内加载(应力小于某一极限值),对于只承受单方向正应力或承受切应力的微元体,正应力与正应变以及切应力与切应变之间存在着线性关系:

$$\sigma_x = E\varepsilon_x \quad \text{或} \quad \varepsilon_x = \frac{\sigma_x}{E} \quad (1-4)$$

$$\tau_x = G\gamma_x \quad \text{或} \quad \gamma_x = \frac{\tau_x}{G} \quad (1-5)$$

上述两式统称为胡克定律,式中, E 和 G 为与材料有关的弹性常数: E 称为材料的弹性模量; G 称为材料的切变模量。式(1-4)和式(1-5)即为描述线弹性材料物性关系的方程。

本章小结

1. 材料力学研究的问题是构件的强度、刚度和稳定性。
2. 对材料所作的基本假设是:均匀性假设、连续性假设及各向同性假设。
3. 材料力学研究的构件主要是杆件。
4. 应力是分布内力的集度。

$$\sigma = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F_N}{\Delta A} = \frac{dF_N}{dA},$$

$$\tau = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F_S}{\Delta A} = \frac{dF_S}{dA}$$

学习记录

5. 对于构件任一点的变形, 只有线变形和角变形两种基本变形。

$$\varepsilon_x = \frac{du}{dx}$$

6. 杆件的几种基本变形形式是: 拉伸(或压缩)、剪切、扭转以及弯曲。

思考题

- 1-1 什么是强度、刚度和稳定性?
- 1-2 材料力学的研究对象是什么? 对它们作了哪些假设?
- 1-3 杆件变形的形式有几种?
- 1-4 什么是应力? 应力与内力有何区别? 又有何联系?
- 1-5 什么是应变?

习题

1-1 如图 1-10 所示为一厂房结构示意图, 试分析桥式吊车、吊车梁、屋架弦杆及柱会产生怎样的变形?

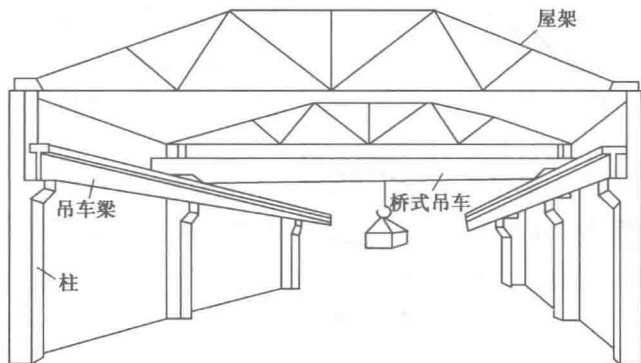


图 1-10 习题 1-1 图

1-2 如图 1-11 所示的三角形薄板, 因受外力作用而变形, 角点 B 垂直向上的位移为 0.03mm , 但 AB 和 BC 仍保持为直线。试求沿 OB 的平均应变, 并求 AB 、 BC 两边在 B 点的角度改变。

1-3 如图 1-12 所示的圆形薄板, 半径为 R , 变形后 R 的增量为 ΔR 。若 $R = 80\text{mm}$, $\Delta R = 3 \times 10^{-3}\text{mm}$, 试求沿半径方向和外圆圆周方向的平均应变。

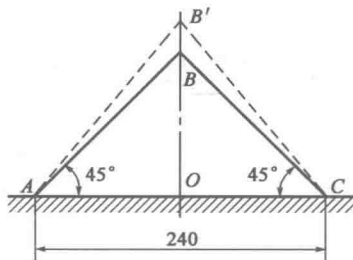


图 1-11 习题 1-2 图(尺寸单位: mm)

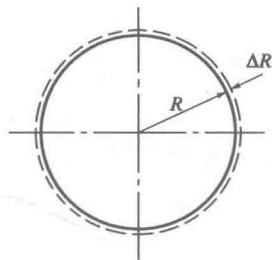


图 1-12 习题 1-3 图