

材料力学

主 编/李冬华 姜黎黎 隗喜斌



HEUP 哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

材 料 力 学

主 编 李冬华 姜黎黎 隗喜斌

哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本教材是按照教育部力学基础课程教学指导分委员会最新制订的“材料力学课程基本要求(B类)”编写的。本书内容除保持基本要求内容的系统性和完整性外,对书中例题和作业习题作出了部分调整,以适应学习和考试的需要。全书包括绪论、轴向拉伸与压缩、剪切、扭转、弯曲内力、弯曲强度、弯曲变形、应力和应变状态分析、强度理论、组合变形强度计算、压杆稳定性、动载荷、交变应力、平面图形几何性质等内容。

本书可作为高等院校工科机电、热能、金材、材型、安全等专业中、少学时的材料力学课程教材,也可供其他专业及相关的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

材料力学/李冬华,姜黎黎,隗喜斌主编. —哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2011.6

ISBN 978 - 7 - 81133 - 953 - 6

I. ①材… II. ①李… ②姜… ③隗… 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(2011)第 119947 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451 - 82519328
传 真 0451 - 82519699
经 销 新华书店
印 刷 黑龙江省教育厅印刷厂
开 本 787mm × 1092mm 1/16
印 张 14.5
字 数 348 千字
版 次 2011 年 6 月第 1 版
印 次 2011 年 6 月第 1 次印刷
定 价 28.00 元
<http://press.hrbeu.edu.cn>
E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

前言

PREFACE

材料力学是高等工科院校普遍开设的一门重要的学科基础课,是研究构件承载能力的一门学科,在专业课与基础课之间起衔接作用,为学习后续相关课程奠定基础。

为适应“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革”的需要,根据教育部力学基础课程教学指导分委员会最新制订的理工科非力学专业“材料力学课程教学基本要求(B类)”,并结合近年来编者讲授的《材料力学》课程内容、课程体系等方面的改革实践和体会,编写了本教材。在编写过程中,编者坚持理论与实验结合、逻辑清晰、由浅入深、易学易懂的原则,注重基本内容、注重联系工程实际、注重教材的适用性。本书是培养工程应用型人才、注重能力培养的新教材。

全书包括绪论、轴向拉伸与压缩、剪切、扭转、弯曲内力、弯曲强度、弯曲变形、应力和应变状态分析、强度理论、组合变形、压杆稳定性、动载荷、交变应力、平面图形几何性质等内容。

本书由哈尔滨理工大学、哈尔滨工业大学、黑龙江科技学院等院校教师联合编写,参编者包括哈尔滨理工大学李冬华(第 1 章、第 8 章、第 9 章),姜黎黎(第 10 章、第 11 章、第 12 章),隗喜斌(第 5 章、第 6 章、第 7 章),哈尔滨工业大学马云飞(第 2 章、附录 I),黑龙江科技学院盖芳芳(第 3 章、第 4 章),本书由李冬华、姜黎黎、隗喜斌任主编,全书由李冬华统稿。

本书由哈尔滨理工大学陆夏美教授主审。本教材在编写过程中,参考了许多优秀的教材(见参考文献),吸取了这些教材的长处,在此向这些教材的编者表示衷心的感谢。由于编者水平有限,教材中的疏漏和不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

2011 年 1 月

第1章 绪论	1
1.1 材料力学的任务	1
1.2 变形固体及其基本假设	2
1.3 杆件变形的形式	3
1.4 外力 内力 截面法	4
1.5 应力 应变 胡克定律	6
习题1	8
第2章 轴向拉伸与压缩	10
2.1 轴向拉伸与压缩的概念	10
2.2 轴向拉压时横截面上的内力与应力	10
2.3 轴向拉压时斜截面上的应力	13
2.4 轴向拉压时的强度计算	14
2.5 轴向拉(压)时材料的力学性能	17
2.6 轴向拉(压)时的变形	21
2.7 轴向拉压时的超静定问题	23
2.8 应力集中的概念	26
习题2	27
第3章 剪切	31
3.1 剪切的定义	31
3.2 剪切和挤压的实用计算	32
习题3	37
第4章 扭转	40
4.1 扭转的定义	40
4.2 外力偶矩与扭矩的计算 扭矩图	40
4.3 圆轴扭转时的应力和强度计算	42
4.4 圆轴扭转时的变形和刚度计算	47
4.5 等直圆轴扭转时斜截面上的应力及破坏现象分析	50
4.6 非圆截面杆的扭转简介	51
习题4	53
第5章 弯曲内力	58
5.1 平面弯曲的定义	58
5.2 梁的弯曲内力 剪力图与弯矩图	59
5.3 外力与剪力和弯矩间的微分关系	64
5.4 叠加法作剪力图与弯矩图	68
5.5 平面刚架和曲杆的内力图	69
习题5	71
第6章 弯曲强度	76
6.1 纯弯曲时梁横截面上的正应力	76

6.2	横力弯曲梁横截面上的正应力及强度计算	80
6.3	横力弯曲时梁横截面上的切应力及强度计算	82
6.4	提高弯曲强度的措施	86
	习题6	89
第7章	弯曲变形	95
7.1	弯曲变形的概念	95
7.2	挠曲线的近似微分方程	96
7.3	梁弯曲变形计算的积分法	97
7.4	梁弯曲变形计算的叠加法	100
7.5	简单超静定梁	103
	习题7	104
第8章	应力和应变状态分析 强度理论	108
8.1	应力状态的概念	108
8.2	平面一般应力状态分析的解析法	110
8.3	平面一般应力状态分析的应力圆法	113
8.4	空间应力状态简介	116
8.5	平面应变状态分析简介	118
8.6	广义胡克定律	119
8.7	复杂应力状态下的应变比能	122
8.8	强度理论的概念	122
8.9	经典强度理论	123
	习题8	127
第9章	组合变形	136
9.1	组合变形的概念	136
9.2	斜弯曲	136
9.3	拉伸或压缩与弯曲的组合变形	138
9.4	弯曲与扭转组合变形的强度计算	142
	习题9	146
第10章	压杆稳定	153
10.1	压杆稳定性概念	153
10.2	细长压杆的临界力	154
10.3	欧拉公式的应用范围 临界应力总图	156
10.4	压杆稳定性计算	159
10.5	提高压杆稳定性的措施	161
	习题10	162
第11章	动载荷	166
11.1	动载荷的概念	166
11.2	构件具有简单惯性力时的动载荷问题	166

11.3 构件受冲击时的动载荷问题	170
习题 11	176
第 12 章 交变应力	180
12.1 交变应力与疲劳破坏的概念	180
12.2 疲劳极限及影响疲劳极限的主要因素	183
12.3 构件的疲劳强度计算	189
12.4 提高构件疲劳强度的措施	197
习题 12	198
附录 I 平面图形的几何性质	202
附 I.1 静矩和形心	202
附 I.2 惯性矩 极惯性矩 惯性积 惯性半径	203
附 I.3 平行移轴公式	205
附 I.4 转轴公式 主惯性轴 形心主惯性轴	207
习题 I	209
附录 II 型钢表	212
参考文献	223

第 1 章 绪 论

1.1 材料力学的任务

各种机械和工程结构都是由零件或部件组成的,如机床的轴和齿轮、房屋的梁等。在材料力学中,组成机械或工程结构中的零件和部件统称为构件。工程实际中的构件形状是各种各样的,按其形状可将构件划分为杆、板、壳、块体等四类,如图 1-1 所示。

(1) 杆件

长度远大于横向尺寸的构件,其几何要素是横截面和轴线,其中横截面是与轴线垂直的截面;轴线是横截面形心的连线。

(2) 板和壳

构件一个方向的尺寸(厚度)远小于其他两个方向的尺寸,其中中面为曲面的称为壳。

(3) 块体

三个方向(长、宽、高)的尺寸相差不多的构件。

各种机械或工程结构中,在正常工作状态下组成它们的每一个构件都要受到从相邻构件或从其他构件传递来的外力——载荷的作用。例如,车床主轴受到的切削力,齿轮啮合力,建筑物的梁受到自身重力和其他物体的作用力等。

为保证工程结构或机械的正常工作,构件应具有足够的能力负担起应当承受的载荷。因此,它应当满足以下要求。

(1) 强度要求

构件在规定载荷作用下,具有足够的抵抗断裂破坏的能力。例如,储气罐不应爆裂,机器中的齿轮轴不应断裂等。

(2) 刚度要求

构件在规定载荷作用下,具有足够的抵抗变形的能力。例如,机床主轴不能变形过大,否则影响加工精度。

(3) 稳定性要求

某些构件在特定载荷(如压力)作用下,具有足够的保持其原有平衡状态的能力。例如,千斤顶的螺杆,内燃机的压杆等。

上述三项要求是保证构件安全工作的一般要求,对于一个具体构件而言,对上述三项要求往往有所侧重,有些构件只需要满足一项或两项。例如,储气罐主要考虑强度要

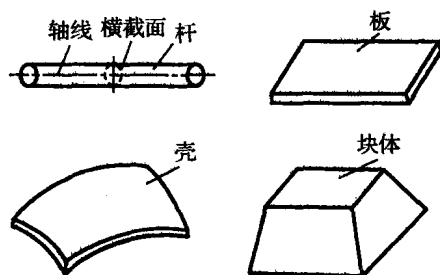


图 1-1

求,车床主轴则要求具备一定的强度和刚度,而受压的活塞杆要求保持其稳定性。若构件的截面尺寸不足,或形状不合理,或材料选择不当,将不能满足上述要求,从而不能保证工程结构或机械的正常工作。但是,也不应当不恰当地加大截面尺寸或选用优质材料,这样做虽满足上述要求,却多使用了材料,增加了成本,造成了浪费。构件的强度、刚度和稳定性问题是材料力学所要研究的主要内容。材料力学的任务就是在满足强度、刚度和稳定性的要求下,以最经济的方式为构件确定合理的形状和尺寸,选择适宜的材料,为构件设计提供必要的理论基础和计算方法。

材料力学的任务体现在以下三个方面:

- (1) 研究构件的强度、刚度和稳定性;
- (2) 研究材料的力学性能;
- (3) 为合理解决工程构件设计中安全与经济之间的矛盾提供力学方面的依据。

构件的强度、刚度和稳定性问题均与所用材料的力学性能有关,因此实验研究和理论分析是完成材料力学任务所必需的手段。

1.2 变形固体及其基本假设

在外力作用下,一切固体都会发生变形,故称为变形固体。实验表明,当外力不超过某一限定值时,外力撤去后,变形也随之消失,称这部分变形为弹性变形。当外力超过某一限定值时,外力撤去后将遗留一部分不能消失的变形,称这部分变形为塑性变形。

而构件一般均由固体材料制成,所以构件一般都是变形固体。变形固体种类繁多,工程材料中有金属与合金、工业陶瓷、聚合物等,性质是多方面的,而且很复杂,因此在材料力学中通常省略一些次要因素,对其作下列假设。

1. 连续性假设

连续性假设认为整个物体所占空间内毫无空隙地充满物质。实际上组成固体的粒子之间存在着空隙并不连续,但这种空隙的大小与构件的尺寸相比极其微小,甚至可以不计。于是就认为固体物质在其整个体积内是连续的。这样,就可以对连续介质采用无穷小量的分析方法。

2. 均匀性假设

认为物体内的任何部分,其力学性能均相同。实际上,工程中常用的金属,多由两种或两种以上元素的晶粒组成,不同元素晶粒的机械性质并不完全相同。又因为固体构件的尺寸远远大于晶粒尺寸,它所包含的晶粒数目极多,而且是无规则地排列,其机械性质是所有晶粒机械性质的统计平均值,因此可以认为构件内各部分的性质是均匀的。

3. 各向同性假设

认为物体内在各个不同方向上的力学性能均相同。就金属的单一晶粒来说,沿不同的方向,其力学性能并不相同。但金属构件包含数量极多的晶粒,且又杂乱无章地排列,这样沿各个方向的力学性能就接近相同了。具有这种属性的材料称为各向同性材料,如钢、铜、铝等。

沿不同的方向力学性能不同的材料,称为各向异性材料,如木材、胶合板、某些复合

材料等。

实践表明,在上述假设基础上建立起来的理论是符合工程实际要求的。

4. 小变形(条件)假设

在载荷作用下,构件都要产生变形。绝大多数工程构件的变形都极其微小,变形比构件本身尺寸要小得多,且为弹性变形,以至在分析构件所受外力(写出静力平衡方程)时,通常不考虑变形的影响,而仍用变形前的尺寸,此即所谓的“原始尺寸原理”。如图1-2(a)所示的桥式起重机主架,变形后简图如图1-2(b)所示,截面最大垂直位移 f 一般仅为跨度 l 的 $1/1\,500 \sim 1/700$, B 支承的水平位移 Δ 则更微小,在求解支承反力 F_A 和 F_B 时,不考虑这些微小变形的影响(本书图中箭头表示力的方向,字母只表示量值)。但在研究构件破坏和变形时,需要考虑这些变形的影响。因此,要求材料力学中所研究构件的变形是微小的。

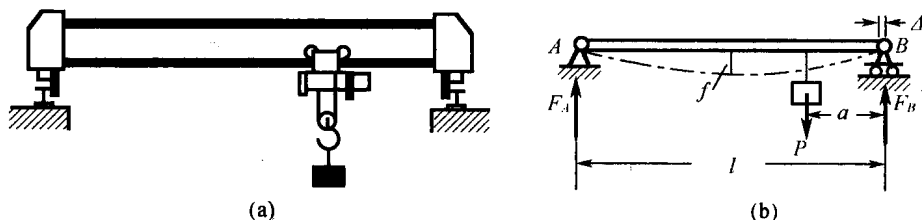


图 1-2

1.3 杆件变形的基本形式

杆件受力有各种情况,相应的变形就有各种形式。在工程结构中,杆件的基本变形只有以下四种。

1. 拉伸和压缩

变形形式是由大小相等、方向相反、作用线与杆件轴线重合的一对力引起的,表现为杆件长度的伸长或缩短。如支架的拉杆和压杆受力后的变形,如图1-3所示。

2. 剪切

变形形式是由大小相等、方向相反、相互平行的一对力引起的,表现为受剪杆件的两部分沿外力作用方向发生相对错动。如连接件中的螺栓和销钉受力后的变形,如图1-4所示。

3. 扭转

变形形式是由大小相等、转向相反、作用面都垂直于杆轴的一对力偶引起的,表现为杆件的任意两个横截面发生绕轴线的相对转动。如机器中的传动轴受力后的变形,如图

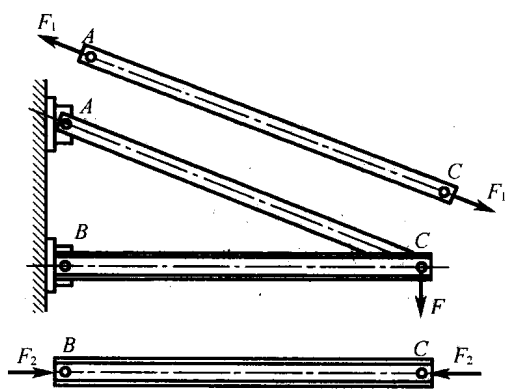


图 1-3

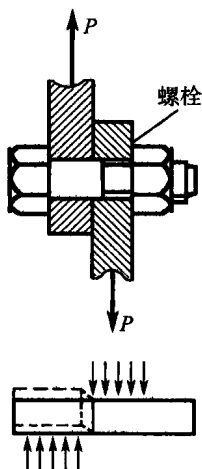


图 1-4

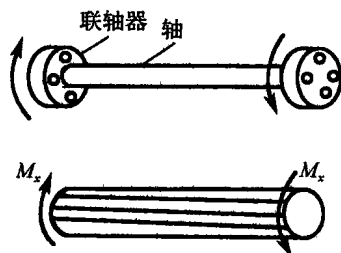


图 1-5

1-5 所示。

4. 弯曲

变形形式是由垂直于杆件轴线的横向力,或由作用于包含杆轴线的纵向平面内的一对大小相等、方向相反的力偶引起的,表现为杆件轴线由直线变为受力平面内的曲线。如吊车的横梁受力后的变形,如图 1-6 所示。

杆件同时发生几种基本变形时,称为组合变形。

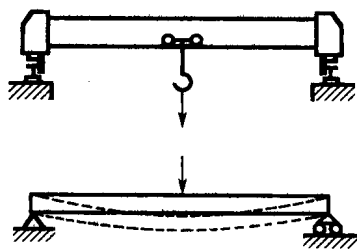


图 1-6

1.4 外力 内力 截面法

1.4.1 外力

外力是外部物体对构件的作用力,包括外加载荷和约束反力。

1. 按外力的作用方式分类

(1) 体积力:连续分布于物体内部各点上的力,如物体的自重和惯性力。

(2) 表面力:作用于物体表面上的力,又可分为分布力和集中力。分布力是连续作用于物体表面的力,如作用于船体上的水压力。集中力是作用于一点的力,如火车车轮对钢轨的压力。

2. 按外力的性质分类

(1) 静载荷:载荷缓慢地由零增加到某一定值后,不再随时间变化,保持不变或变动很不显著,称为静载荷。

(2) 动载荷:载荷随时间而变化。动载荷可分为构件受惯性力载荷和冲击载荷两种情况。其中,冲击载荷是物体的运动在瞬时发生急剧变化所引起的载荷。

(3) 交变载荷:交变载荷是随时间作周期性变化的载荷。

1.4.2 内力

不同学科对于内力的定义是不同的,构件在受外力之前,内部各相邻质点之间已存在相互作用的内力,正是这种内力使各质点保持一定的相对位置,使构件具有一定的几何尺寸和形状。一般情况下,这种内力不会引起构件破坏。在外力作用下,构件各部分材料之间因相对位置发生改变,从而引起相邻部分材料间产生附加的相互作用力,也就是“附加内力”。材料力学中的内力,是指外力作用下材料反抗变形而引起的附加的作用力(内力的变化量),它与构件所受外力密切相关。

1.4.3 截面法

截面法:假想用截面把构件分成两部分,以显示并确定内力的方法。如图 1-7 所示:(1)截面的两侧必定出现大小相等,方向相反的内力;(2)被假想截开的任意一部分上的内力必定与外力相平衡。

因此用截面法求内力可归纳为如下四个字。

(1) 截:欲求某一截面的内力,沿该截面将构件假想地截成两部分。

(2) 取:取其中任意部分为研究对象,而舍去另一部分。

(3) 代:用作用于截面上的内力,代替舍去部分对留下部分的作用力。

(4) 平:建立留下部分的平衡条件,由外力确定未知的内力。

例 1-1 如图 1-8(a)所示,钻床在载荷作用下,试确定截面 $m-m$ 上的内力。

解 (1) 沿 $m-m$ 截面假想地将钻床分成两部分。

(2) 取 $m-m$ 截面以上部分进行研究,如图 1-8(b)所示,并以截面的形心 O 为原点。选取坐标系如图 1-8(b)所示。

(3) 为保持上部的平衡, $m-m$ 截面上必然有通过点 O 的内力 F_N 和绕点 O 的力偶矩 M 。

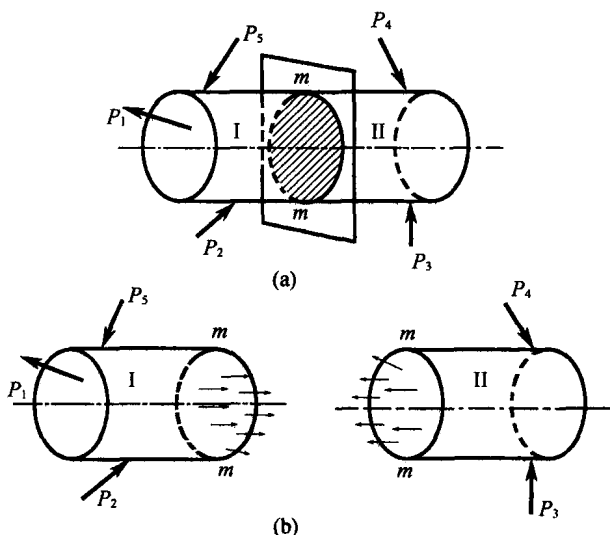


图 1-7

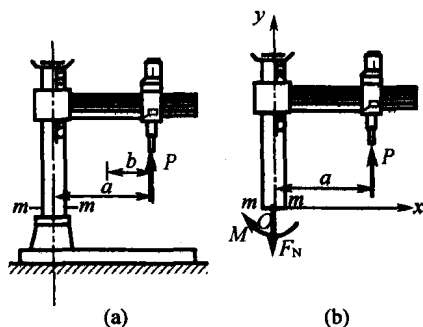


图 1-8

(4) 由平衡条件

$$\sum F_y = 0, F - F_N = 0$$

$$\sum m_o = 0, Fa - M = 0$$

求得

$$F_N = F, M = Fa$$

1.5 应力 应变 胡克定律

1.5.1 应力

如图 1-9 所示,围绕 K 点取微元面积 ΔA 。根据均匀连续假设, ΔA 上必存在分布内力,设它的合力为 ΔP , ΔP 与 ΔA 的比值为

$$p_m = \frac{\Delta P}{\Delta A}$$

式中, p_m 是一个矢量,代表在 ΔA 范围内,单位面积上的内力的平均集度,称为平均应力。当 ΔA 趋于零时, p_m 的大小和方向都将趋于一定极限,得到

$$p = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} p_m = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta P}{\Delta A} = \frac{dP}{dA}$$

式中, p 称为 K 点处的(全)应力。通常把应力 p 分解成垂直于截面的分量 σ 和切于截面的分量 τ , σ 称为正应力, τ 称为切应力。

应力即单位面积上的内力,表示某微截面积(例如 $\Delta A \rightarrow 0$)处内力的密集程度。

应力的国际单位为 N/m^2 , 且 $1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ Pa}$ (帕斯卡), $1 \text{ GPa} = 1 \text{ GN/m}^2 = 10^9 \text{ Pa}$, $1 \text{ MN/m}^2 = 1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ N/m}^2 = 10^6 \text{ Pa}$ 。在工程上,也用 $\text{kg} \cdot \text{f/cm}^2$ 作为应力单位。

1.5.2 线应变和切应变

对于构件上任意一点材料的变形,只有线变形和角变形两种基本形式,它们分别由线应变和切应变来度量。

1. 线应变 ε

通常用正微六面体(下称微单元体)来代表构件上某“一点”。如图 1-10 所示,微单元体的棱边边长为 $\Delta x, \Delta y, \Delta z$, 变形后其边长和棱边的夹角都发生了变化。变形前平行于 x 轴的线段 MN 原长为 Δx , 变形后 M 和 N 分别移到了 M' 和 N' , $M'N'$ 的长度为 $\Delta x + \Delta u$, 这里

$$\Delta u = M'N' - MN$$

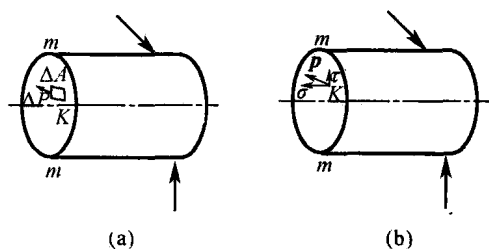


图 1-9

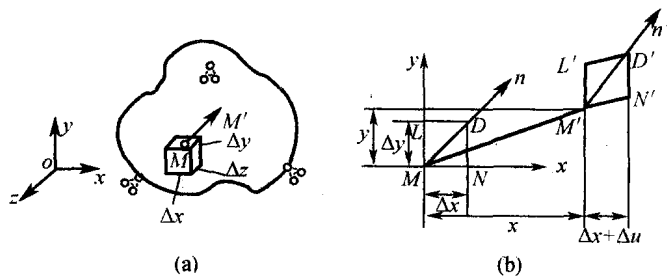


图 1-10

于是

$$\varepsilon_m = \frac{\Delta u}{\Delta x}$$

式中, ε_m 表示线段 MN 每单位长度的平均伸长或缩短, 称为平均线应变。若使 MN 趋近于零, 则任意一点处的线应变为

$$\varepsilon = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta u}{\Delta x} = \frac{du}{dx}$$

式中, ε 称为 M 点沿 x 方向的线应变或正应变, 简称为应变。

线应变即单位长度上的变形量, 为无量纲量, 其物理意义是构件上任意一点沿某一方向线变形量的大小。

2. 切应变 γ

如图 1-10(b) 所示, 正交线段 MN 和 ML 经变形后, 分别变为 $M'N'$ 和 $M'L'$ 。变形前后其角度的变化为 $\left(\frac{\pi}{2} - \angle L'M'N'\right)$, 当 N 和 L 趋近于 M 时, 上述角度变化的极限值为

$$\gamma = \lim_{\substack{MN \rightarrow 0 \\ ML \rightarrow 0}} \left(\frac{\pi}{2} - \angle L'M'N' \right)$$

式中, γ 称为 M 点在 xy 平面内的切应变或角应变。

切应变即微单元体两棱角直角的改变量, 为无量纲量。

1.5.3 胡克定律

材料的力学性能实验表明, 当应力不超过某一限度时, 应力与应变之间存在正比关系, 称这一关系为胡克定律。

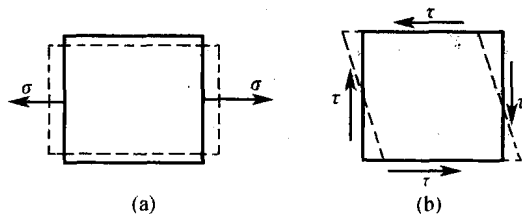


图 1-11

如图 1-11(a)所示,单向拉伸(压缩),材料在线弹性范围内服从胡克定律,正应力、正应变成正比关系,即

$$\sigma = E\varepsilon$$

其中, E 为比例系数,称为弹性模量。

图 1-11(b)为纯剪切状态,这种情况下的胡克定律为

$$\tau = G\gamma$$

其中, G 为比例系数,称为切变模量。 E 和 G 的量纲与应力量纲相同,它们的数值可由实验测定。

例 1-2 如图 1-12 所示,一矩形截面薄板受均布力 p 作用,已知边长 $l = 400 \text{ mm}$,受力后沿 x 方向均匀伸长为 $\Delta l = 0.05 \text{ mm}$ 。试求板中 a 点沿 x 方向的正应变。

解 由于矩形截面薄板沿 x 方向均匀受力,可认为板内各点沿 x 方向具有正应力与正应变,且处处相同。所以平均应变即 a 点沿 x 方向的正应变为

$$\varepsilon_a = \varepsilon_m = \frac{\Delta l}{l} = \frac{0.05}{400} = 125 \times 10^{-6}$$

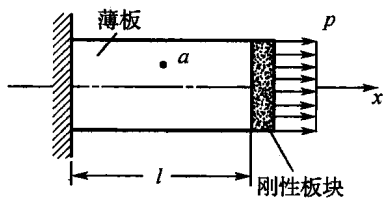


图 1-12

习 题 1

1.1 选择题

1.1.1 关于确定截面内力的截面法的适用范围,有下列四种说法:

- (A) 适用于等截面直杆
- (B) 适用于直杆承受基本变形
- (C) 适用于不论基本变形还是组合变形,但限于直杆的横截面
- (D) 适用于不论等截面或变截面、直杆或曲杆、基本变形或组合变形、横截面或任意截面的普遍情况

正确答案是_____。

1.1.2 下列结论中哪个是正确的?

- (A) 若物体产生位移,则必定同时产生变形
- (B) 若物体各点均无位移,则该物体必定无变形
- (C) 若物体无变形,则必定物体各点均无位移
- (D) 若物体产生变形,则必定物体各点均有位移

正确答案是_____。

1.2 填空题

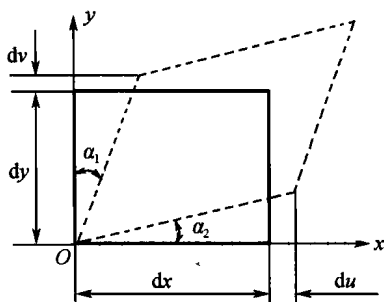
1.2.1 根据材料的主要性能作如下三个基本假设:_____,_____,_____。

1.2.2 所谓_____,是指材料或构件抵抗破坏的能力。所谓_____,是指构件抵抗变形的能力。

1.2.3 构件的承载能力包括_____, _____和_____三个方面。

1.2.4 认为固体在其整个几何空间内无间隙地充满了物质,这样的假设称为_____。根据这一假设构件的_____, _____和_____就可以用坐标的连续函数来表示。

1.2.5 题 1.2.5 图所示为构件内 A 点处取出的单元体,构件受力后单元体的位置为虚线所示,则称 du/dx 为_____, dv/dy 为_____, $(\alpha_1 + \alpha_2)$ 为_____。

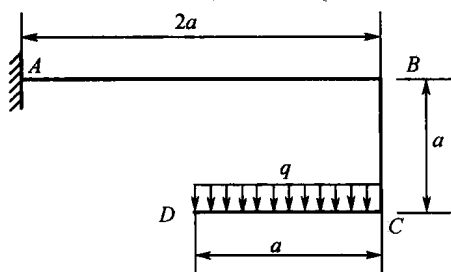


题 1.2.5 图

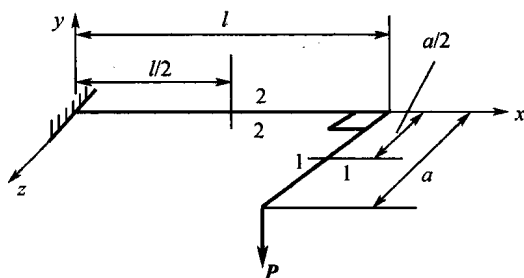
1.3 计算题

1.3.1 题 1.3.1 图所示直角折杆在 CD 段承受均布载荷 q ,求 AB 段上内力矩为零的截面位置。

1.3.2 求题 1.3.2 图所示折杆 1-1 截面和 2-2 截面的内力,并在分离体上画出内力的方向。



题 1.3.1 图



题 1.3.2 图

第2章 轴向拉伸与压缩

2.1 轴向拉伸与压缩的概念

在实际工程中,承受轴向拉伸或压缩的构件是相当多的,例如,起吊重物的钢索、桁架中的拉杆和压杆(如图2-1所示)、悬索桥中的拉杆等。这类杆件共同的受力特点是,外力或外力合力的作用线与杆轴线重合;共同的变形特点是,杆件沿着杆轴方向伸长或缩短。这种变形形式就称为轴向拉伸或压缩,这类构件称为拉杆或压杆。杆的主要几何要素是横截面和轴线,其中横截面是与轴线垂直的截面;轴线是横截面形心的连线,轴线为直线的杆称为直杆。

本章只研究直杆的拉伸与压缩。可将这类杆件的形状和受力情况进行简化,得到轴向拉伸与压缩时的力学模型,如图2-2所示。图中的实线为受力前的形状,虚线则表示变形后的形状。

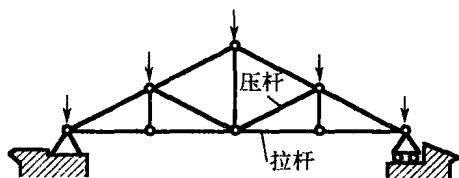


图 2-1

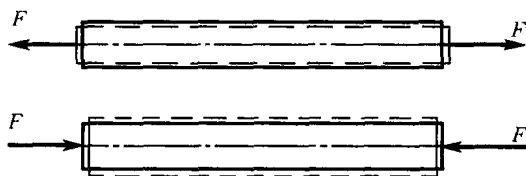


图 2-2

2.2 轴向拉压时横截面上的内力与应力

2.2.1 轴向拉压时横截面上的内力

为了进行拉(压)杆的强度计算,必须首先研究杆件横截面上的内力,然后分析横截面上的应力。下面讨论杆件横截面上内力的计算。取一等截面直杆,如图2-3所示,在它两端施加一对大小相等、方向相反、作用线与直杆轴线相重合的外力,使其产生轴向拉伸变形。根据截面法用横截面 $m-m$ 把直杆分成两段,并取左

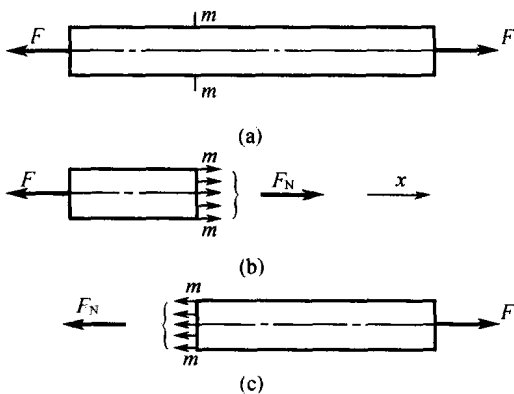


图 2-3