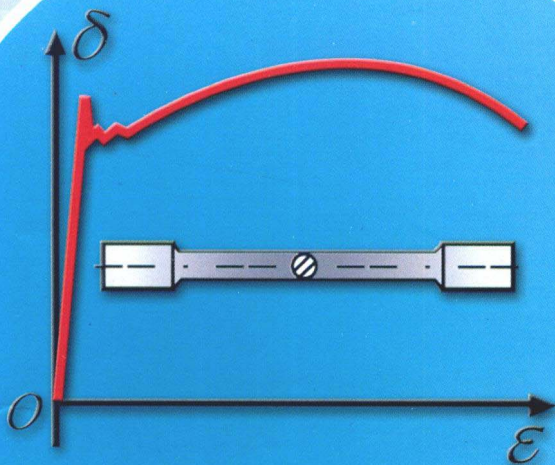




普通高等教育“十一五”规划教材
普通高等院校工科力学系列教材

材料力学

宋 曦 赵永刚 马连生 主编
李世荣 主审



科学出版社
www.sciencep.com

普通高等教育“十一五”规划教材
普通高等院校工科力学系列教材

材 料 力 学

宋 曦 赵永刚 马连生 主编
李世荣 主审

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书为满足目前课程学时压缩教学第一线迫切需要相应学时的小篇幅教材,并依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于2008年制定的“理工科非力学专业力学基础课程教学基本要求(试行)”编写而成的。全书内容包括基本变形、应力状态和强度理论、组合变形、压杆稳定、能量法、超静定、动载荷及交变应力等13章内容。注重基础知识及工程应用相结合,强化学生能力培养。书中例题类型多,每章后附有习题,书后有参考答案。

本书可作为高等院校理工科各专业材料力学课程的教材,也可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

材料力学/宋曦,赵永刚,马连生主编. —北京:科学出版社,2010.2
(普通高等教育“十一五”规划教材·普通高等院校工科力学系列教材)
ISBN 978-7-03-026603-3

I. ①材… II. ①宋…②赵…③马… 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(2010)第 016248 号

责任编辑:李鹏奇 孙明星 / 责任校对:包志虹
责任印制:张克忠 / 封面设计:耕者设计工作室

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

装 订 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010年1月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2010年1月第一次印刷 印张:24 3/4

印数:1—4 000

字数:587 000

定价:40.00元(含练习册)

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

前 言

材料力学是高等学校工科专业的一门技术基础课,具有工程背景强、应用范围广等特点,也是高等院校工科专业的基础。

目前课程学时压缩,教学第一线对相应学时的小篇幅教材的需要迫切,本书为满足这种需要,并依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于2008年制定的“理工科非力学专业力学基础课程教学基本要求(试行)”,在总结多年教学经验的基础上编写而成的。本书具有以下特点:①秉承了国内同类教材“逻辑清晰、由浅入深、注重基础知识及工程应用相结合”的原则,针对高等工科院校的教师授课及学生学习特点,注重对分析问题、解决问题的思路及方法的总结;②例题多、习题类型广,难度分布适当;③力求“贴近现代工程实际,宜于教学”的编写风格,真正使其成为教师的“备课笔记”,学生的“学习指导书”。

本书由兰州理工大学宋曦(绪论、第1、2、13章)、杨静宁(第4、5、6章)、赵永刚(第7、8、9章)、马连生(第10、11、12章)和天津工业大学邢静忠(第3章及附录I)编写。全书由兰州理工大学李世荣主审。

本书是工科力学系列教材之一,在编写和出版过程中得到了兰州理工大学教务处以及工程力学系的支持。为使本书顺利出版,科学出版社的同志们付出了辛勤的劳动,做了大量的工作,在此一并表示衷心的感谢!

本书在编写过程中,参考了国内外一些优秀教材,并选用了其中的部分例题和习题,在此也向这些教材的编者致谢!

本书可作为高等院校理工科各专业材料力学课程的教材,也可供相关工程技术人员参考。

限于编者水平,书中的疏漏在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2009年9月

目 录

前言

绪论	1
小结	8
习题	9
第 1 章 轴向拉伸与压缩	10
1.1 实例及基本概念	10
1.2 轴力及轴力图	10
1.3 轴向拉压杆截面上的应力	12
1.4 材料在拉伸压缩时的力学性能	15
1.5 应力集中的概念	19
* 1.6 温度和时间对材料力学性能的影响	21
1.7 轴向拉压杆的强度计算	22
1.8 轴向拉压杆的变形	24
1.9 拉压超静定问题	29
* 1.10 温度应力和装配应力	30
1.11 轴向拉压时的应变能	33
小结	35
习题	35
第 2 章 连接件的实用计算	40
2.1 实例及基本概念	40
2.2 剪切与挤压实用计算	41
小结	44
习题	45
第 3 章 扭转	48
3.1 实例及基本概念	48
3.2 外力偶矩 扭矩 扭矩图	48
3.3 薄壁圆筒的扭转	51
3.4 圆轴扭转时的应力	53
3.5 圆轴扭转时的变形	57
* 3.6 非圆截面杆的扭转	59
小结	62
习题	62

第 4 章 弯曲内力	66
4.1 概述	66
4.2 弯曲内力	67
4.3 剪力图和弯矩图	71
4.4 分布载荷集度、剪力和弯矩间的关系	75
* 4.5 平面刚架和曲杆的内力图	79
小结	81
习题	82
第 5 章 弯曲应力	86
5.1 概述	86
5.2 纯弯曲时梁横截面上的正应力	86
5.3 横力弯曲时梁的正应力 正应力强度条件	90
5.4 弯曲切应力计算	93
5.5 弯曲切应力的强度校核	99
* 5.6 开口薄壁截面的弯曲中心	100
5.7 提高梁弯曲强度的主要措施	104
小结	109
习题	110
第 6 章 弯曲变形 超静定梁	115
6.1 概述	115
6.2 梁的挠曲线近似微分方程	116
6.3 求梁变形的积分法	117
6.4 用叠加法计算弯曲变形	124
6.5 简单超静定梁	127
6.6 刚度条件 提高梁弯曲刚度的主要措施	131
小结	136
习题	137
第 7 章 应力状态和强度理论	142
7.1 应力状态的基本概念	142
7.2 二向应力状态分析的解析法	144
7.3 二向应力状态分析的图解法	147
7.4 三向应力状态及其应力圆	151
* 7.5 二向应变状态分析	153
7.6 广义胡克定律	156
7.7 应变能密度	159
7.8 强度理论概述	161
7.9 四种常用的强度理论	162

7.10 各种强度理论的应用·····	167
小结·····	168
习题·····	170
第8章 组合变形 ·····	176
8.1 组合变形和叠加原理·····	176
8.2 斜弯曲·····	177
8.3 拉伸(或压缩)与弯曲的组合·····	180
8.4 弯曲与扭转的组合·····	185
*8.5 组合变形的一般情况·····	187
小结·····	189
习题·····	190
第9章 压杆稳定 ·····	196
9.1 稳定性的概念·····	196
9.2 两端铰支细长压杆的临界压力·····	198
9.3 其他支座条件下细长压杆的临界压力·····	200
9.4 临界应力·····	203
9.5 压杆的稳定校核·····	206
9.6 提高压杆稳定性的措施·····	209
小结·····	211
习题·····	212
第10章 能量法 ·····	218
10.1 概述·····	218
10.2 应变能 余能·····	218
10.3 虚功原理·····	225
10.4 单位载荷法·····	227
10.5 卡氏定理·····	233
10.6 互等定理·····	238
小结·····	239
习题·····	241
第11章 用能量法分析超静定结构 ·····	245
11.1 概述·····	245
11.2 力法·····	247
11.3 对称与反对称性质的利用·····	252
小结·····	257
习题·····	257
第12章 动载荷 ·····	260
12.1 等加速度运动构件的动应力计算·····	260

12.2	构件受冲击载荷作用时的应力和变形计算	262
12.3	提高构件抵抗冲击能力的措施	267
	小结	268
	习题	268
第 13 章	交变应力	272
13.1	交变应力及疲劳破坏	272
13.2	交变应力的循环特征和类型	273
13.3	材料的疲劳极限	274
13.4	构件的疲劳极限	276
13.5	对称循环下构件的疲劳强度计算	280
13.6	疲劳极限曲线	281
13.7	非对称循环下构件的疲劳强度计算	283
13.8	弯扭组合交变应力的疲劳强度计算	285
13.9	提高构件疲劳强度的措施	287
	小结	288
	习题	288
	参考文献	291
附录 I	平面图形的几何性质	292
附录 II	型钢表	305
	习题参考答案	318

绪 论

一、材料力学与工程

材料力学是固体力学的一个基础分支,它为了解决机械、土木、水利、交通、石油化工、航空航天等工程问题提供一些基础知识和分析计算方法。材料力学几乎渗透到生活和工程技术各个领域,它的生命力在于应用,而应用过程又大大丰富和发展了材料力学学科本身。我国古代许多伟大的工程饱经沧桑至今仍巍然屹立,这其中包含着丰富的材料力学知识。河北赵州桥(图 0-1)是隋代杰出的工匠李春设计建造的,他充分利用石料抗压性能强的特性,用石块砌成拱形,并合理采用了拱背拱的空腹式拱桥结构,使桥重量轻、泄洪量大、安全性好。四川都江堰水利工程中的横跨岷江的安澜竹索桥(图 0-2)长达 320 米,它就是运用竹材优良的抗拉性能的实例。

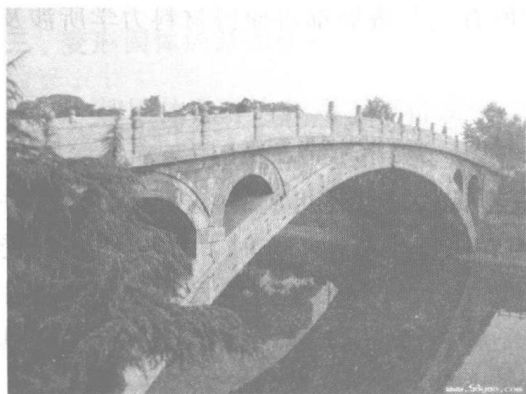


图 0-1 赵州桥

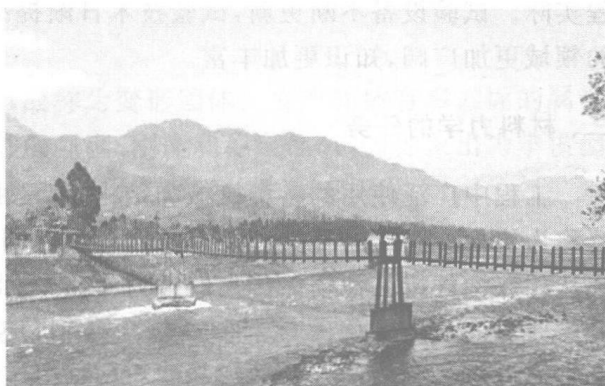


图 0-2 安澜竹索桥

20 世纪以来,随着复杂机械系统的应用、材料科学和航空航天技术的发展及计算机的广泛应用,产生了诸多高新技术。例如,高层建筑、大型体育场馆(如北京 2008 年奥运场馆——鸟巢与水立方(图 0-3))、跨海大桥、航空航天器、高速列车(图 0-4)等许多重要的工程都是在材料力学及相关交叉学科指导下得以实现的,并不断发展完善。

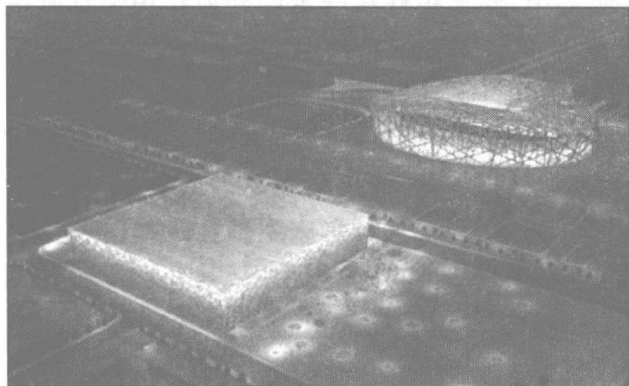


图 0-3 鸟巢与水立方

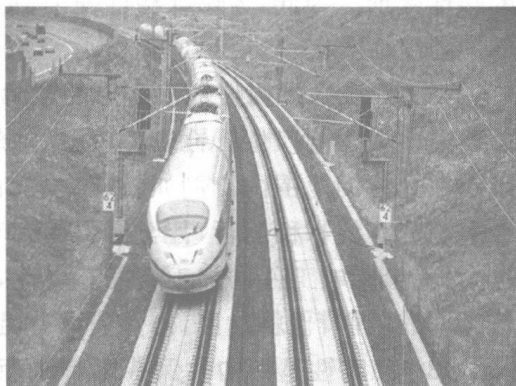


图 0-4 高速列车

除了诸多工业领域外,还有一些非工业工程也都与材料力学密切相关,体育工程就是一例。今天竞技场上的撑杆跳高正是由于材料力学与新型材料结合的突破,创造出重量更轻、弹性更强的碳素纤维和多种复合材料杆(图 0-5),并通过精密的试验和计算,根据撑杆从上到下受力的差异和弯曲的弧度,设计不同部位最适合的强度,这一创新也使得人类的撑杆跳高(图 0-6)成绩不断被刷新。

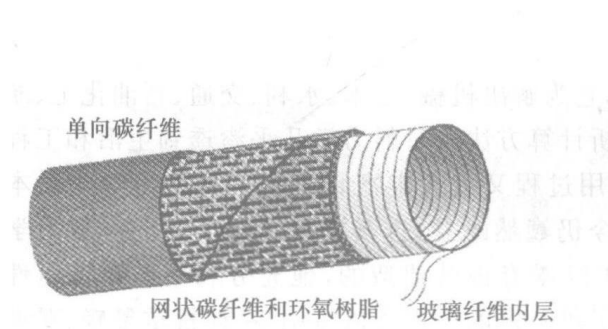


图 0-5 碳素纤维和多种复合材料杆

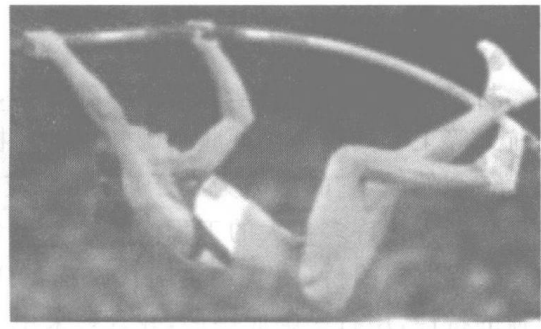


图 0-6 撑杆跳高

当今,科学技术突飞猛进,计算机不断更新换代,各种新型材料不断问世,并应用于工程实际。试验设备不断更新,试验技术日渐提高,所有这些进展都将使得材料力学所涉及的领域更加广阔,知识更加丰富。

二、材料力学的任务

工程中广泛使用的各种机械和结构,都是由若干零件或部件组成的,这些零件或部件统称为构件。构件的种类和用途虽然各不相同,但在机械或结构工作时,每个构件都将受到从相邻构件或其他物体传来的外力作用,与此同时其尺寸和形状也将发生变化。构件的尺寸和形状的变化称为变形。为了保证机械或结构能够安全、正常地工作,构件必须具有足够的承载能力。构件的承载能力包括以下三个方面:

(1) **强度是指构件抵抗破坏的能力。**构件在一定外力作用下不能发生破坏,否则会影响其正常工作。例如,冲床曲轴工作时不能折断;储气罐在额定压力范围内不能爆裂。有时构件虽未断裂,但如果产生了明显的塑性变形(即撤除外力后不能恢复的变形),这在工程上也认为已经达到其使用极限。如果齿轮的齿由于产生了明显的塑性变形而失去正常的齿形,势必会影响齿轮间的正常啮合。这里所指的破坏是构件发生断裂或产生明显的塑性变形。因此,为保证构件安全、正常地工作,要求构件在一定的的外力作用下具有足够的强度。

(2) **刚度是指构件抵抗变形的能力。**构件在一定外力作用下,虽未产生塑性变形,但总要或多或少地产生弹性变形(即撤除外力后可以恢复的变形)。工程上对这种变形也要限制在允许的范围内。例如,铁路桥梁在承受列车载荷时,如果弹性下垂或侧移过大,就会影响列车的平稳运行,甚至会引起列车脱轨、翻车等。又如,车床主轴在工作时若变形过大,就会影响工件的加工精度。因此,要求构件在一定的的外力作用下,其变形不超过工程允许的范围,也就是说,构件应具有足够的刚度。

(3) **稳定性是指构件保持原有平衡形态的能力。**有些构件在某种外力作用下,可能出现不能保持其原有平衡状态的现象。例如,细长直杆受轴向压力作用,当压力增大到某

一数值后压杆会突然变弯,丧失承载能力,这种现象称为**丧失稳定性**,简称**失稳**。有些桁架桥梁突然倒塌,就是由于其中受压构件的失稳造成的。对这类细长压杆,要求它们工作时能保持原有的直线平衡状态,即要求构件应具有足够的稳定性。

实际设计构件时,不但要满足强度、刚度和稳定性三方面的要求,同时,还必须尽可能地合理选用材料和降低材料的消耗量以节约资金或减轻构件的自重。前者往往要求用较多或较好的材料,后者则要求用较少或价廉的材料,两者之间存在着矛盾。材料力学的任务就在于力求合理地解决这种矛盾,即在保证满足强度、刚度和稳定性要求的前提下,以最经济的代价,为构件选择合适的材料,确定合理的截面形状和尺寸,为设计构件提供必要的理论基础和计算方法。

构件的强度、刚度和稳定性问题都与材料的力学性能(即材料受外力作用时在变形和破坏等方面所表现出的性能)有关,这些力学性能均需要通过材料力学试验来测定。此外,经过简化得出的理论是否反映实际情况,也要借助于试验来验证。而随着计算机技术的迅速发展,计算机分析方法已使过去一些理论上难以解决的问题逐步得以解决,也为试验数据的采集、整理和参数的选择提供了方便。因此,试验分析、理论研究和计算机分析方法都是材料力学解决问题的重要手段。

三、变形固体的基本假设

一切固体在外力作用下都将发生变形,故称为**变形固体**。变形固体有多方面的属性,研究的角度不同,侧重点也不同。研究构件的强度、刚度和稳定性时,为抽象出力学模型,掌握与问题有关的重要属性,略去一些次要属性,对变形固体作如下假设。

1. 连续性假设

认为组成固体的物质不留空隙地充满了固体的体积,即认为是密实的。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均很小,可以忽略不计。于是就认为固体在其整个体积内是连续的。根据这一假设,构件中的某些力学量可用坐标的连续函数表示,从而有利于建立相应的数学模型。

2. 均匀性假设

认为从固体内取出的任一部分,不论其体积大小如何,其力学性能都是完全一样的。实际的变形固体其基本组成部分(如金属的晶粒)的性能都有不同程度的差异,但由于基本组成部分的大小与构件的尺寸相比极其微小,在宏观研究中可以略去,即认为是均匀的。根据这一假设,从构件内部任何部位所切取的微小单元如微小立方体,都具有与构件完全相同的性能。这样,通过试件所测得的材料力学性能,便可以用于构件内部的任何部位。

3. 各向同性假设

认为材料沿各个方向的力学性能都是相同的。具有这种属性的材料称为**各向同性材料**。实际物体,例如,金属是由晶粒组成,沿不同方向,晶粒的力学性质并不相同。但由于构件中包含的晶粒极多,晶粒排列又无规则,在宏观研究中,物体的性质并不显示出方向

的差异,因此,可以看成各向同性的。

沿不同方向力学性能不同的材料,称为**各向异性材料**。如木材、胶合板和纤维增强复合材料等都是各向异性材料。

还需指出,在工程实际中,由于构件在载荷作用下所产生的变形与构件本身的几何尺寸相比,一般都很小,因此,在分析构件上力的平衡关系时,变形的影响可忽略不计,仍按构件的原始尺寸来计算。对变形的这一限制,称为**小变形条件**。

四、外力及其分类

材料力学在研究强度、刚度、稳定性等问题时总是以某一构件作为研究对象,因此,其他构件对此构件的作用力,就是它所受的外力或载荷。为便于分析,外力可按如下方式分类。

1. 按作用方式可分为体积力和表面力

(1) **体积力** 就是连续分布于物体内部各点上的力。例如,物体的自重和惯性力等。通常用集度来度量其大小,常用的单位为 N/m^3 。

(2) **表面力** 就是直接作用于构件表面的力。例如,作用于油缸内壁的油压,作用于船体上的水压力等。通常也用集度来度量其大小,常用的单位为 N/m^2 。若外力分布面积远小于物体的表面尺寸,或沿杆件轴线分布范围远小于轴线长度,就可看成作用于一点的集中力。如火车轮对钢轨的压力。常用的单位为 N 或 kN 。

2. 按作用的性质可分为静载荷和动载荷

(1) **静载荷** 若载荷从零开始缓慢增加到某值后,保持不变或变化很小。

(2) **动载荷** 随时间显著变化或使构件各质点产生明显的加速度的载荷。动载荷又分为交变载荷和冲击载荷。

交变载荷是指随时间而发生周期性变化的载荷。例如,齿轮转动时,作用于每个齿上的力都是随时间做周期性变化的。

冲击载荷是指由于物体运动状态瞬时发生突然变化而引起的载荷。例如,急刹车时飞轮的轮轴、锻造时汽锤的锤杆等都受到冲击载荷的作用。

五、内力 截面法 应力的概念

1. 内力(附加内力)

当物体受外力作用而变形时,其内部各质点间的相对位置将发生改变。与此同时,各质点间的相互作用力也将发生变化,其作用是力图使各质点恢复其原来位置,这种因外力作用而引起的物体内部相互作用力的改变量,称为“**附加内力**”,简称**内力**。材料力学中研究构件变形时,所说的内力就是这样的附加内力。其特点是:内力由外力的作用而产生,随着外力的增加而增大,但内力的增大有一定限度,超过这一限度,构件就会破坏。所以,内力的计算及其在构件内的变化情况,是分析和解决构件强度、刚度、稳定性等问题的基础。

2. 截面法

为了显示和计算构件的内力,必须假想用一截面把构件截开分为两部分,这样内力就转化为外力而显示出来,并可用静力平衡条件计算内力大小和方向,这种方法称为截面法。

图 0-7(a)所示的物体受到多个外力作用,处于平衡状态。若要求任一截面 $m-m$ 上的内力,可以假想地用 $m-m$ 平面将物体截分为 I、II 两部分(图 0-7(a))。任取其中一部分。如取 II 部分作为研究对象,此时,II 部分的 $m-m$ 截面上将作用着 I 部分对它的作用力。根据连续性假设,这种作用力是以分布形式布满在 $m-m$ 截面上;利用 II 部分的平衡条件,可以求出这种分布内力的合力。同样,如果取 I 部分作为研究对象,也可以求出 II 部分对其作用内力的合力。根据作用和反作用定律,这两组内力的合力大小相等,方向相反。今后把这种截面上分布形式的内力的合力,简称截面上的内力。

截面法是材料力学中研究构件内力的一个基本方法。其求解步骤可以概括为“截、留、代、平”四个字。

“一截”:在欲求内力的截面处,沿该截面假想将构件截分为两部分。

“二留”:保留其中一部分作为研究对象,弃去另一部分。

“三代”:用内力代替弃去部分对保留部分的作用。

“四平”:根据保留部分的平衡条件,确定该截面上的内力。

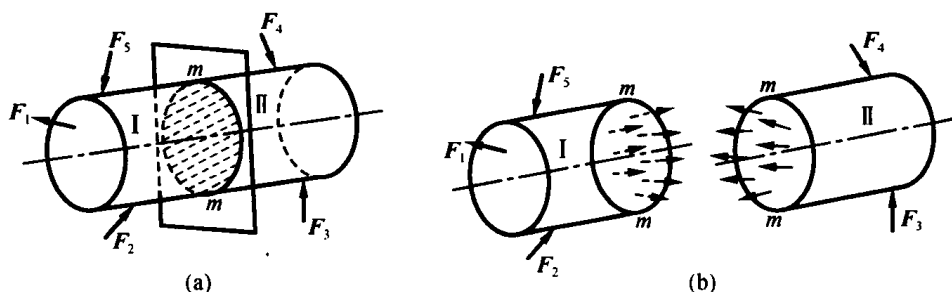


图 0-7

3. 应力的概念

由于内力是连续分布于整个被截表面上。通常,截面上不同点处分布内力的大小和方向都不同,为研究内力在截面上的分布规律,引入应力的概念。

设在受力构件的 $m-m$ 截面上,围绕 C 点取微小面积 ΔA ,如图 0-8(a)所示, ΔA 上的分布力的合力为 ΔF 。 ΔF 的大小和方向与 C 点的位置及 ΔA 的大小有关。 ΔF 与 ΔA 的比值为

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

p_m 称为平均应力,其方向与 ΔF 方向相同。当 ΔA 趋于零时,得到

$$p = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} p_m = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F}{\Delta A} \quad (0-1)$$

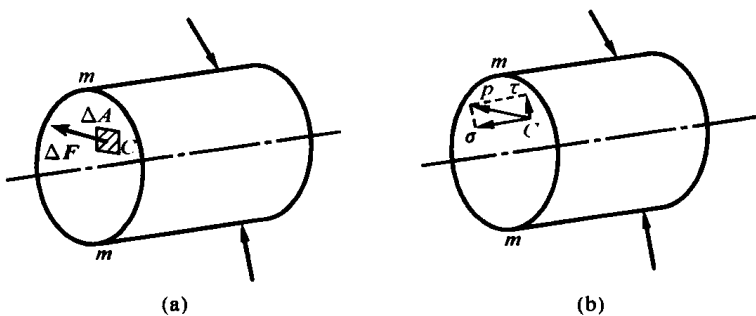


图 0-8

p 为 C 点的应力, 为一矢量。通常把应力 p 分解为垂直于截面的分量 σ 和切于截面的分量 τ , 如图 0-8(b) 所示。 σ 称为正应力, τ 称为切应力。在国际单位制中, 应力的基本单位为 Pa(帕), $1\text{N}/\text{m}^2 = 1\text{Pa}$ 。工程中常用单位为 MPa(兆帕)。

$$1\text{MPa} = 10^6\text{Pa}$$

$$1\text{GPa} = 10^9\text{Pa}$$

注意到:

$$1\text{MPa} = 1 \times 10^6 \text{N}/\text{m}^2 = \frac{1 \times 10^6 \text{N}}{1 \times 10^6 \text{mm}^2} = 1\text{N}/\text{mm}^2$$

故 1MPa 与 $1\text{N}/\text{mm}^2$ 是相当的。

六、变形与应变

物体受力后其形状和大小总会发生改变, 这种变化称为变形。物体的形状总可以用它各部分长度和角度来表示。因此, 物体的变形可以归结为长度的改变和角度的改变, 即线变形和角变形两种形式。为了能够准确地以数值来度量不同形状物体在不同的内力作用下, 其内部各处发生的变形, 必须确定物体内部各点的变形。

1. 线应变(正应变)

物体变形前, 在其上任意一点沿某一方向取长度为 s 的线段 AB , 如图 0-9 所示。变形后该线段的长度将有所改变, 其改变量为 Δs , Δs 称为线段的线变形。线段长度的改变量 Δs 与原始长度的比值, 称为线段 s 的平均伸长或缩短, 即

$$\epsilon_m = \frac{\Delta s}{s}$$

若将线段 AB 的长度 s 取得更短, 使点 B 向点 A 趋近, 取极限, 即得

$$\epsilon_{AB} = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{s} \quad (0-2)$$

ϵ_{AB} 称为点 A 沿 AB 方向的线应变。

通常, 线应变是指单位长度线段的伸长或缩短。在变形体上同一点的不同方向, 其线应变也不同。用上述相似的方法, 可讨论沿 x, y, z 各轴方向的线应变 $\epsilon_x, \epsilon_y, \epsilon_z$ 。

2. 切应变

物体变形前,在其上画两相互垂直的直线 OC 和 OD ,即 $\angle COD=90^\circ$,如图 0-10 所示,在物体受力变形后,此直角的大小将发生改变,如改变成 $\angle C'O'D'$ 。这种改变称为角变形。若使线段 OC 、 OD 缩短,使 C 、 D 两点都向点 O 趋近,并仍保持 $\angle COD$ 为直角,则取极限时, $\angle COD$ 与 $\angle C'O'D'$ 之差为

$$\gamma_{COD} = \lim_{OC, OD \rightarrow 0} (\angle COD - \angle C'O'D') \quad (0-3)$$

γ_{COD} 称为在 COD 平面上点 O 的切应变,用弧度表示。

通常,切应变是指平面内两条正交的线段变形后其直角的改变量。在坐标平面中切应变用 $\gamma_{xy}, \gamma_{yz}, \gamma_{zx}$ 表示。

为研究整个物体的变形,可设想将整个物体划分为许多微小的正六面体(当正六面体的边长趋于无限小时称为单元体),如图 0-11 所示。显然,当整个物体变形时,它所包含的所有微小单元体也将随着变形,而每一单元体的变形总是各棱边长度的改变和各棱边间(或各平面间)角度的改变。所以不论实际物体的变形怎样复杂,都可以把它看成线变形和角变形的综合。线应变和切应变是度量一点处变形程度的两个基本量。

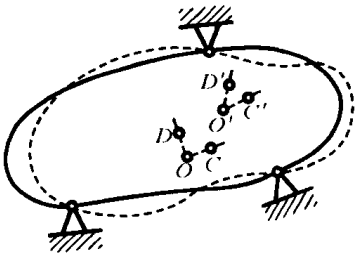


图 0-10

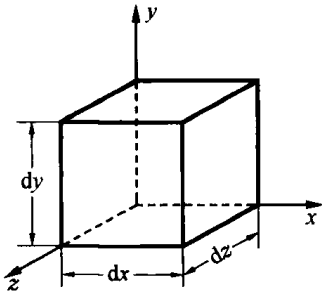


图 0-11

七、构件的分类 杆件变形的形式

1. 构件的分类

实际中构件的几何形状是各种各样的,大致可分为杆、板、壳和块体四类。

凡是一个方向的尺寸(长度)远大于其他两个方向的尺寸(宽度和高度)的构件称为杆件,简称杆。垂直于杆件长度方向的截面,称为横截面,横截面中心的连线称为杆的轴线。若杆的轴线是直线,此杆叫直杆,轴线是曲线时,则叫曲杆。各截面尺寸不变的杆叫等截面杆,否则是变截面杆。工程中比较常见的是等截面直杆,简称等直杆。

构件一个方向的尺寸(厚度)远小于其他两个方向的尺寸,平分这种构件厚度的面称为中面。中面为平面的这种构件称为板(或平板),中面为曲面的则称为壳。

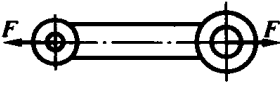
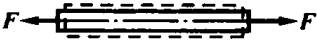
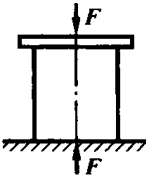
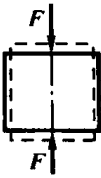
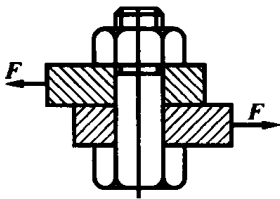
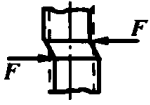
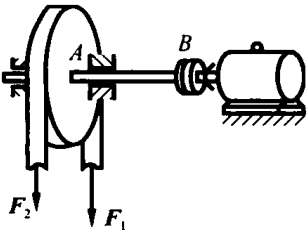
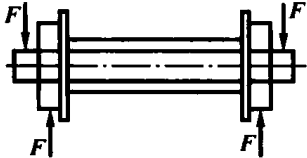
三个方向(长、宽、高)的尺寸相差不多(属同量级)的构件称为块体。

2. 杆件变形的形式

外力在杆件上的作用方式不同,产生的变形也不同,归纳起来有四种基本变形形式,即轴向拉伸或轴向压缩、剪切、扭转和弯曲,见表 0-1。杆件其他复杂的变形都可以看成

上述基本变形的组合。

表 0-1 杆件变形的基本形式

基本形式	工程实例	受力和变形简图
轴向拉伸或 轴向压缩		
		
剪切		
扭转		
弯曲		

小 结

(1) 材料力学的任务就是在保证满足强度、刚度和稳定性要求的前提下,以最经济的代价,为构件选择合适的材料,确定合理的截面形状和尺寸,为设计构件提供必要的理论基础和计算方法。

(2) 材料力学中对变形固体所作的基本假设:连续性假设、均匀性假设、各向同性假设。所研究的大部分问题局限在弹性范围内和小变形条件下。

(3) 内力是指由于外力作用,构件内部相邻两部分之间的相互作用力。截面法是材料力学中计算内力的基本方法。

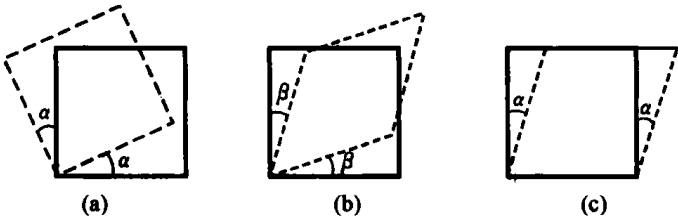
(4) 应力是由外力作用所引起的构件某截面上某一点的内力分布集度。通常可将应力分解为两个正交分量,垂直于截面的应力分量为正应力 σ ;与截面相切的应力分量为切应力 τ 。

线应变 ϵ 是指单位长度线段的伸长或缩短。切应变 γ 是指直角的改变量。线应变和切应变是度量一点处变形程度的两个基本量。

(5) 杆件变形有四种基本形式,即轴向拉伸和轴向压缩、剪切、扭转与弯曲变形。

习 题

- 0-1 构件的强度、刚度和稳定性是指什么? 试列举日常生活及工程实例。
- 0-2 材料力学对变形固体作了哪些假设?
- 0-3 同一点不同方位的线应变和切应变是否相同?
- 0-4 定性说明杆件截面上的内力与应力的对应关系。
- 0-5 图示三个单元体受力变形后如题 0-5 图(a)、(b)、(c)中虚线所示,试确定三个单元体的切应变 $\gamma_a, \gamma_b, \gamma_c$ 。



题 0-5 图