

全国高等农业院校试用教材

材 料 力 学

华南农学院 主编

农 业 机 械 化 专 业 用

农 业 出 版 社

全国高等农业院校试用教材

材 料 力 学

华南农学院主编

农业机械化专业用

农 业 出 版 社

0341
6.9

主 编 华南农学院 苏显添
副主编 山西农业大学 王笃敬
编 者 华中农学院 杜仲林
北京农业机械化学院 黄文彬

全国高等农业院校试用教材

材 料 力 学

华南农学院主编

农业出版社出版 (北京朝内大街130号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米16开本 25.75印张 561千字

1981年12月第1版 1981年12月北京第1次印刷

印数 1—8,800册

统一书号 15144·619 定价 2.65元

编 者 的 话

本书根据 1977 年 12 月原农林部召开的全国农业机械化专业教材会议的决定,在原南方十一所院校编写的材料力学初稿的基础上,扩大编写单位编写成的。

材料力学是一门研究各种构件强度的科学。它为工程设计提供了有关强度、刚度及稳定计算的理论和方法。运用材料力学的知识,可使构件在保证安全的前提下尽量地消耗最少的材料,从而使设计的产品符合既安全又经济的要求。随着对农机具的强度研究工作的日益迫切和不断发展,材料力学无疑是农机类各专业中很重要的一门课程。

本书既注意到材料力学理论体系的严密性和系统性,同时又较充分地考虑了农机专业培养目标的需要。鉴于农机具在田间作业时外载条件十分复杂;农机机架大多属超静定结构;而其材料又多为工字钢、槽钢和角钢等型材,为此书中加强或补充了电测应力分析、应力状态理论、能量法、超静定结构计算、非圆截面杆扭转以及非对称弯曲等章节的内容。在强度、刚度及稳定性三类问题中,把强度问题作为重点。此外,还增加了一些对问题作定性分析的叙述。

本书还从例题和习题的选材方面适当反映农机专业的特点。书中每章都有相当数量的例题和习题,其中,一部分是近年来结合农机实际而搜集和提炼的。书末还附有习题答案。

由于考虑到高等农业院校农机系的专业设置情况,本书按农机设计制造专业 120 学时类型编写,同时也适用于农业机械化及修理等专业。各专业在使用时可按实际情况,对内容酌情取舍。

本书编写分工如下:苏显添——第一、二、七、八、九各章;杜仲林——第三、四、五章及附录;王笃敬——第六、十、十一、十二各章;黄文彬——第十三、十四、十五各章。全文由苏显添、王笃敬统一定稿。中国农业机械化科学研究院强度组曾组织人员审阅征求意见稿,并提出宝贵意见,谨表谢意。

在分工编写下,本书的内容和插图方面,都保留有不同风格的痕迹。由于编者水平所限,编写时间仓促,加之以往农机类的材料力学书籍太少,难以借鉴,本书在内容和编排上都存在缺点,恳请读者和使用本书的师生,提出宝贵意见,以便修正。

编 者

1979 年 3 月

目 录

第一章 绪论及基本概念	1
§ 1—1 材料力学的研究对象及任务	1
§ 1—2 材料力学的基本假设	2
§ 1—3 杆件的基本变形	3
§ 1—4 外力、内力、截面法	4
§ 1—5 应力的概念	7
第二章 轴向拉伸与压缩	9
§ 2—1 概述	9
§ 2—2 拉(压)杆横截面上的内力及应力	9
§ 2—3 拉(压)杆的变形	15
§ 2—4 拉伸和压缩时材料的机械性能	18
§ 2—5 许用应力及安全系数	26
§ 2—6 拉(压)杆的强度计算	28
§ 2—7 拉伸和压缩的超静定问题	31
习题	37
第三章 剪切	43
§ 3—1 概述	43
§ 3—2 剪切实用计算	43
§ 3—3 挤压实用计算	44
§ 3—4 纯剪切·剪切虎克定律	48
习题	49
第四章 扭转的强度和刚度计算	52
§ 4—1 概述	52
§ 4—2 扭转时的内力	53
§ 4—3 圆轴扭转时的应力和变形	55
§ 4—4 圆轴扭转时的强度和刚度计算	60
§ 4—5 提高圆轴扭转强度和刚度的措施	63
§ 4—6 密圈螺旋弹簧应力及变形的计算	65
§ 4—7 非圆截面等直杆的纯扭转	67
习题	75
第五章 弯曲的强度计算	79
§ 5—1 概述	79

§ 5-2 弯曲时的内力	81
§ 5-3 弯矩、剪力及分布载荷间的关系	88
§ 5-4 用迭加法作剪力图和弯矩图	93
§ 5-5 弯曲时的正应力	95
§ 5-6 弯曲时的剪应力	103
§ 5-7 弯曲中心	110
§ 5-8 弯曲弹性变形能	112
§ 5-9 提高弯曲强度的措施	113
习题	119
第六章 梁的变形	126
§ 6-1 工程中的弯曲变形问题	126
§ 6-2 挠曲线近似微分方程式	127
§ 6-3 积分法计算梁的变形	128
§ 6-4 迭加法计算梁的变形	134
§ 6-5 弯曲刚度计算	140
§ 6-6 提高弯曲刚度的措施	141
习题	143
第七章 应力状态理论及强度理论	145
§ 7-1 应力状态的概念	145
§ 7-2 斜截面上的应力分析	147
§ 7-3 二向应力状态下的应力圆	151
§ 7-4 三向应力状态概述	159
§ 7-5 广义虎克定律	161
§ 7-6 复杂应力状态下的弹性变形能	165
§ 7-7 强度理论的概念	166
§ 7-8 工程中的常用强度理论	167
§ 7-9 强度理论的讨论	170
习题	173
第八章 组合变形的强度计算	177
§ 8-1 工程中的组合变形问题	177
§ 8-2 弯曲与拉伸(或压缩)的组合	178
§ 8-3 斜弯曲	181
§ 8-4 非对称弯曲	185
§ 8-5 弯曲与扭转的组合	190
习题	202
第九章 电测应力分析	208
§ 9-1 电测技术在农机试验中的应用	208
§ 9-2 电阻应变器的基本原理	208

§ 9—3 二向应力状态的应变分析	214
§ 9—4 应变测定及应力计算	217
习题	232
第十章 用能量法计算结构位移	235
§ 10—1 概述	235
§ 10—2 变形能的计算公式及其特征	235
§ 10—3 卡氏定理	240
§ 10—4 单位载荷法	243
§ 10—5 图形互乘法	248
§ 10—6 互等定理	255
习题	258
第十一章 超静定结构的计算	261
§ 11—1 概述	261
§ 11—2 力法(柔度法)	263
§ 11—3 位移法(刚度法)	282
习题	296
第十二章 压杆的稳定计算	299
§ 12—1 工程中压杆的稳定性问题	299
§ 12—2 细长压杆的临界力	302
§ 12—3 欧拉公式的适用范围、临界应力的经验公式	306
§ 12—4 压杆的稳定计算	308
§ 12—5 提高压杆稳定性的措施	312
习题	313
第十三章 动载荷分析	315
§ 13—1 一般概念	315
§ 13—2 惯性力问题	316
§ 13—3 振动时的应力计算	319
§ 13—4 冲击时的应力计算	326
§ 13—5 提高构件承冲能力的措施·冲击初度的概念	332
习题	333
第十四章 交变应力下构件的强度计算	336
§ 14—1 交变应力概念及循环特征	336
§ 14—2 交变应力下构件的破坏特点	338
§ 14—3 材料的持久极限及其测定	340
§ 14—4 影响持久极限的因素	342
§ 14—5 持久极限曲线及其简化	347
§ 14—6 交变应力下构件的强度校核(安全系数法)	351
§ 14—7 在随机载荷下构件寿命的估算及实验简介	354

§ 14—8 提高构件持久极限的措施	358
习题	361
第十五章 线弹性断裂力学概论	363
§ 15—1 工程中的脆性断裂问题	363
§ 15—2 线弹性断裂力学的基本理论	365
§ 15—3 断裂韧性 K_{Ic} 的测试方法简介	370
§ 15—4 亚临界扩展率及疲劳寿命	373
§ 15—5 断裂力学理论应用实例	374
习题	375
附录 平面图形的几何性质	376
一、图形的形心	376
二、组合图形的形心	376
三、图形的惯矩	377
四、极惯矩	380
五、平移轴公式	380
六、惯积	384
七、旋转轴公式	385
八、主轴	385
习题	388
附表一、简单截面的几何性质计算公式	390
附表二、型钢规格	391
1. 等边角钢	391
2. 不等边角钢	393
3. 工字钢	394
4. 槽钢	395
习题答案	396

第一章 绪论及基本概念

§ 1—1 材料力学的研究对象及任务

在工农业生产中,广泛地应用各种机械及工程结构。任何机械或工程结构都是由单个的构件组成的。例如,收割机、插秧机、耕耙犁以及它们的动力拖拉机等,都是由若干构件如齿轮、轴、键、螺栓、杆等组成的。而一切构件均由某种固体形态的材料所制成;它们具有一定的截面形状和尺寸,并且要承受一定的力的作用。因此,构件所承受的力、它的截面几何性质以及所采用的材料,便构成我们在设计和制造农业机械时必须考虑的三个要素。

在理论力学中,我们研究物体的平衡及运动问题的一般规律,因而,把固体看成是绝对刚体。换句话说,就是假定在外力作用下,固体的几何形状和尺寸绝对不变。这是因为物体的微小变形,对于平衡及运动问题影响很小,为了简化问题,以利研究,所以采用绝对刚体这一抽象概念。事实上,所谓绝对刚体,在自然界是不存在的。根据经验和实验可知:任何固体在外力作用下,都要产生一定程度的变形,即形状和尺寸产生一定的改变。所以,自然界中的一切固体,实际上都是变形固体。

工程上所用的材料,在外力作用下都将产生变形。当外力不超过一定范围时,绝大多数的材料在撤去外力后均可恢复原状。但当外力过大时,则在撤去外力后只能部分地复原而残留下一部分不能消失的变形。如果外力继续增加,最后物体将断裂破坏。

在外力撤去后能完全消失的那一部分变形,称为弹性变形;在外力撤去后仍不能消失的那一部分变形,则称为塑性变形或残余变形。根据机械或结构的工作要求,一般不允许构件发生塑性变形。因此,在材料力学中,我们把材料的弹性阶段作为研究的主要范围。

在机械或结构上最常见和最基本的构件,是一些其纵向(长度方向)尺寸比横向(垂直于长度方向)尺寸要大得多的物体。如一般的传动轴、连接杆、支撑杆、梁、柱以及螺栓等。在材料力学中,研究的主要构件就是上述的杆状构件,简称杆件。这些杆件多数是平直的和等截面的,所以材料力学的研究对象,主要是等直杆。

工程上的每一机械或结构,在使用过程中,应该是既安全又适用。它的各个构件都必须能够正常地工作。这就对构件提出了强度、刚度和稳定性的要求。

所谓强度,是指构件在外力作用下抵抗破坏(包括断裂或塑性变形)的能力。我们设计时必须保证构件在受力后不会产生破坏,也就是要求构件具有足够的强度。例如联合收割机,如果在收获过程中,割刀因强度不够而断裂,那就根本不能正常地进行收割。

所谓刚度,是指构件在外力作用下抵抗弹性变形的能力。在机械工程中,对一些精确度要求较高的零件,它们受外力作用后,除了满足强度要求外,还要求不产生过量的弹性

变形, 否则, 将使工作条件恶化而不能正常地工作。这就要求构件具有足够的刚度。例如, 拖拉机变速箱的齿轮轴, 如果受力后变形过大, 将造成齿轮啮合不良, 工作时冲击大和轴承过早磨损等。

所谓稳定性, 是指构件在外力作用下保持其原有平衡形式的能力。对于一些受压的细长杆, 如拖拉机的气门挺杆和液压油缸的活塞杆, 它们往往不是由于强度或刚度不够而不能胜任工作, 而是由于受力后当压力达到一定数值时不能保持自己原有的直线平衡形式, 突然出现侧向弯曲而丧失稳定性。因此, 要求受压的细长杆必须具有足够的稳定性。

在工程实际中, 对某一个具体构件来说, 在这三类问题里, 一般只有一个是主要的。在农业机械的设计中, 通常强度问题是个重点。

怎样才能使构件具有足够的强度、刚度和稳定性, 从而能够安全正常地工作呢? 如果加大构件的截面尺寸或采用优质的材料, 将能提高构件承担载荷的能力, 但截面尺寸的加大, 将耗费材料和增加结构重量; 优质材料的选用, 将提高生产成本, 影响了产品的经济性。由此可见, 构件的安全性和经济性之间是存在矛盾的。材料力学的任务, 就是通过研究构件的强度、刚度和稳定性问题, 来合理地解决这一矛盾, 把它们统一起来, 使构件能够既安全而又经济地工作。

正是安全性和经济性这一对矛盾, 推动着材料力学的强度、刚度和稳定性的理论及计算方法不断运动和发展。

§ 1—2 材料力学的基本假设

为了简化性质复杂的变形固体, 在材料力学中, 常常采用一些假设, 作为理论分析的基础。下面是对变形固体所作的三个基本假设。

一、材料均匀连续的假设

假定物体的性质在各处都是一样的, 而且构成物体的物质是毫无空隙地充满了物体的整个几何容积。

由现代物理学的研究可知, 组成物体的微粒或晶体之间是不连续的, 而且物体的性质也不是均匀的。但在材料力学中, 我们所研究的物体比起组成它的微粒或晶体要大得多。根据这个假设所建立的理论实验的结果能相当符合。采用这个假设, 就等于不是从微观(从组成物体的微粒或晶体)去研究问题, 而是从宏观(即从整个物体)去研究问题。

这个假设, 对于钢、铜、铝等金属材料相当适合; 对于铸铁、木材、混凝土等材料, 则符合程度较差。

二、材料各向同性的假设

假定材料在各个不同的方向都具有相同的力学性质。

构成物体的各晶体的性质本来是有方向性的,但是,工程上所用的构件的尺寸,远远大于晶粒,而且这些晶粒又错综地排列着,因而它们总的统计性质,在各个方向趋于相近。至于均匀的非晶体,一般都是各向同性的。铸钢、铸铜、玻璃以及浇灌得很好的混凝土等,均可认为是各向同性材料。

只在纤维的一定方向上才有相同的力学性质的材料,例如钢丝、各种碾制的钢材以及木纹整齐而无节疤的木材、竹材等,在材料力学中,可近似地按各向同性材料处理。

三、小变形假设

假定物体几何形状及尺寸的改变与其总尺寸比较起来是很微小的。

由于材料力学主要是研究固体在弹性阶段的问题,所以工程上的构件,在分析其强度和刚度问题时,一般变形都是很小的。因为变形很小,故此在列静力平衡方程或进行其它分析时,可以不考虑外力作用点在物体变形时所产生的位移。这就大大地简化了材料力学的实际计算问题。必须指出:在某些情况下,当外力作用后所产生的变形很大时(例如对于一些柔性物体),小变形的假设就不能采用。

除上述几项基本假设外,在材料力学中还常常采用一些简化内力及变形的假设,以后在有关章节中将分别予以论述。

§ 1—3 杆件的基本变形

前已指出,材料力学研究的主要对象是其截面尺寸远小于轴线长度的杆件。杆件在外力作用下,都要产生一定程度的变形。由于杆件受力的形式是多种多样的,因此,它所产生的变形情况也是相当复杂的。但按照变形的特点,我们可以归纳为四种基本变形形式,而复杂变形则是几种基本变形形式的组合。

1. 拉伸或压缩变形:图 1—1a 所示的三角形吊架,工作时杆 AB 产生拉伸变形,杆 BC 产生压缩变形,其计算简图分别见图 1—1b、c。

2. 剪切变形:图 1—2a 所示的剪床在下料时,钢板将产生剪切变形,其计算简图见图 1—2b。

3. 扭转变形:图 1—3a 所示的传动轴,工作时将产生扭转变形,其计算简图见图 1—3b。

4. 弯曲变形:图 1—4a 所示的火车轮轴,工作时 CD 段将产生弯曲变形,其计算简图见图 1—4b。

此外,某些杆件受力后同时产生两种或两种以上的基本变形,这种情况称为组合变形,如拉伸与弯曲的组合,弯曲与扭转的组合,等等。

在以下各章中,将分别讨论在四种基本变形形式下,杆的应力和变形的计算,然后再讨论组合变形的问题。

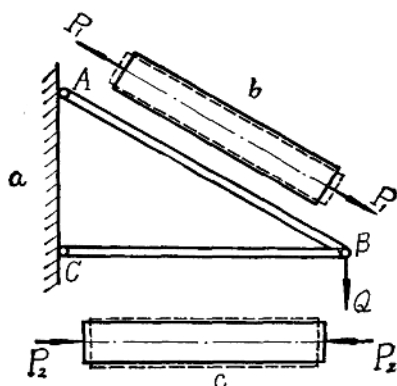


图 1-1

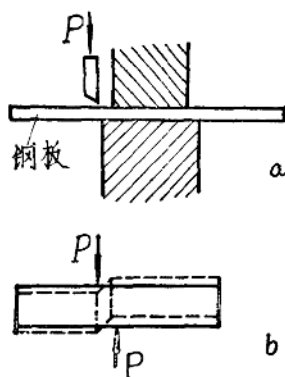


图 1-2

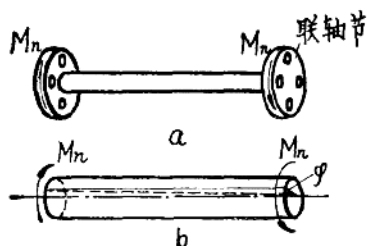


图 1-3

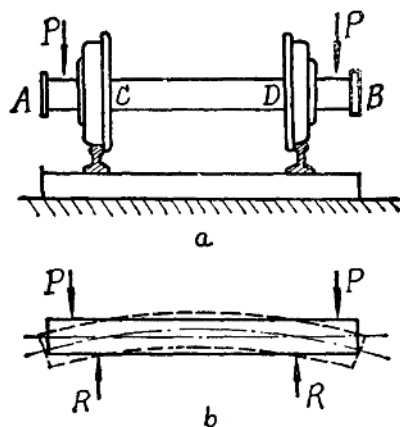


图 1-4

§ 1-4 外力、内力、截面法

在静力学中，我们已经学会了在一般的情况下，根据给定的载荷，分析作用在构件上的作用力，并应用静力平衡方程求出构件上的支承反力。这些载荷和支承反力，都是其它物体对构件的作用力，统称为“外力”。

外力按其作用的方式可分为体积力（物体的自重、惯性力等）和表面力（与物体接触的气体、液体或固体的压力等）。体积力是连续分布在物体内部各点处的力，通常用其集度来度量其大小；表面力通常是在接触面上连续分布的力，也是用其集度来度量其大小。由于在材料力学中所研究的主要对象是杆，它的横向尺寸远较长度为小，所以对杆来说，度量其体积力和表面力大小时，通常都简化为线分布力集度 q 。线分布力集度 q 常用的国际

单位是牛顿/厘米或千牛/厘米，以符号 N/cm 或 kN/cm 表示。

线分布力按其沿杆长的分布情况可分为均匀分布和非均匀分布两种。前者如等直杆的自重；后者如开荒犁犁刀所受的土壤阻力（图 1—5a、b）。

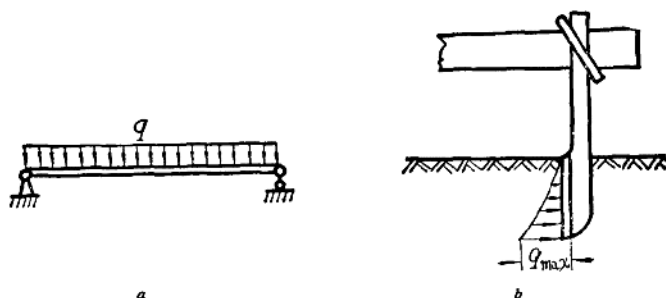


图 1—5

当线分布力集度 q 均匀分布时，它就是沿杆轴线每单位长度杆上的力；若非均匀分布，则在杆轴线上某一点处的 q 定义为

$$q = \lim_{\Delta l \rightarrow 0} \frac{\Delta P}{\Delta l} \quad (1-1)$$

式中 Δl ——轴线上在该点处附近很小的一段长度

ΔP ——作用在该段上分布外力的合力

有些表面力是由两个直接接触的物体在很小的接触表面上互相作用的分布力。这时可以将这种力看作是作用在一点处的集中力 P 。例如，滚珠轴承的滚珠与座圈的受力情况，集中力 P 常用的国际单位是 N 或 kN 。

载荷按其作用的性质可分为静载荷和动载荷。静载荷是慢慢地由零增加到某一个定值后保持不变或变动得不显著的载荷。例如，空气压缩机的储气罐所受的气体压力以及机器的重量对于基座的作用等。动载荷指的是随时间而改变的载荷。例如，作用在内燃机连杆上的载荷以及气锤的锤杆在锻造零件时所受的载荷等。

由于静载荷的问题较为简单，而且它的理论和方法可以作为解决动载荷问题的基础，所以我们首先研究有关静载荷的问题。至于动载荷，我们将在第十三章进行分析。

在静力学中，我们主要研究了作用在构件上的外力，为了分析构件的强度、刚度和稳定性问题，必须进一步研究构件在受力后它的内部各质点间相互作用的力的情况。物体在未受外力作用时，它的分子间本来就有相互作用着的力，正是由于存在这些力，使物体保持固定的形状。当物体在外力作用下，它将发生变形，物体内部各质点间相互作用的力也发生了改变。这种力的改变量，就是材料力学所要研究的内力。严格地讲，它是由于外力的作用而引起的“附加内力”，通常简称为内力。

下面先举一个简单的试验来说明内力与外力的关系。

为了测定拖拉机的最大牵引力，我们可做牵引试验，为此，在拖拉机与农具之间挂结上钢丝绳进行牵引。为了测定牵引力的大小及其变化情况，在钢丝绳的中间接上一个拉力计（图 1—6）。

当犁耕深度增加时，土壤的阻力跟着增加。这样拖拉机所需的牵引力便上升。可以看出，此时拉力计的指针也摆向数值大的方面。当犁耕浅时，土壤阻力减小，所需的牵引力就下降，则指针也摆向数值小的方面。这样，土壤阻力（或牵引力）的大小，就代表了作用在钢丝绳上的外力情况，而拉力计指针所指示的数值，则反映了钢丝绳中所受的内力的变化情况。从这个简单的试验中，我们知道：内力与外力是保持平衡的。



图 1—6

在研究构件的强度、刚度及稳定性问题时，必须首先计算构件的内力。由于内力存在于构件的内部，所以只有把它暴露出来才能作进一步的分析。为了显示内力，可以采用“截面法”。现取一个在若干外力作用下处于平衡状态的杆件来进行研究（图 1—7a）。设以一假想截面（通常都用横截面） $m-m$ 将物体截分为 I、II 两部分（图 1—7a），弃去一部分，例如 II 段，并将 II 段对 I 段的作用以截开面上的内力的总和来代替。我们往往把横截面上内力的总和简称作内力。它可简化为一个力及一个力偶（图 1—7b）。有时它也可能只是一个力或只是一个力偶。这样，截开面上的内力就暴露出来，成为弃去部分 II 段作用在被研究部分 I 段上的外力。

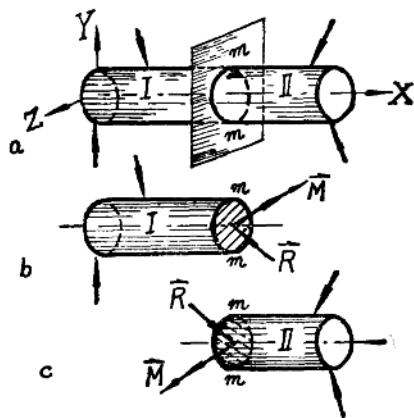


图 1—7

由于杆件原先处于平衡状态，所以 I 段这个局部也必然处于平衡状态。因此，建立被研究部分 I 段的平衡方程式，就能求出内力。

若取 II 段为被研究部分，则由作用与反作用定律可知，II 段在截开面上的内力与前述 I 段上的内力大小相等而方向相反（图 1—7c）。因此，当我们分析物体的某个平面上的内力时，可以任选截面两侧的任一部分来研究。

综上所述，运用截面法求内力，可以归纳为下列三个步骤：

1. 假想用一横截面将物体截分为两部分，研究其中一部分，弃去另一部分。
2. 将弃去部分对被研究部分的作用以外力形式的内力来代替。

010218

3. 对被研究部分建立静力平衡方程式, 确定内力的大小和方向。

截面法是研究构件强度、刚度及稳定性问题中的一个基本方法, 后面我们将结合四种基本变形的计算, 进一步学习和掌握它。

§ 1—5 应力的概念

前面已经研究了构件在载荷作用下, 于截面上所产生的内力。但是, 知道了内力后并没有完全解决问题。显然, 在内力大小一定的情况下, 截面的几何性质 (包括截面的尺寸和形状) 不同, 则构件的强度也就不同。同时, 为了解决强度问题, 我们不但要知道构件可能沿着哪一个截面破坏, 而且还要知道截面上哪些点最危险。这样, 仅仅知道截面上内力的总和是不够的, 还必须知道截面上各处内力的分布情况, 为此, 引入应力的概念。

根据材料均匀连续的假设, 可以认为, 物体的内力是连续地作用在整个截面上的。今后把这种在截开面上连续分布的内力称为分布内力, 而将分布内力的合力简称为内力。

现在假定在受力杆件中沿任意截面 $m-m$ 把杆件截开, 取出左边部分进行分析 (图 1—8)。围绕 $m-m$ 截面上任意一点 M 划取一块微面积 ΔA , 如果作用在这一微面积上的内力为 ΔP , 那么 ΔP 对 ΔA 的比值, 称为这块微面积上的平均应力, 即

$$P_{cp} = \frac{\Delta P}{\Delta A}$$

可见, 应力是衡量分布内力的集中程度的量。简言之, 应力就表示分布内力的集度。它常用的国际单位是 N/cm^2 或 kN/cm^2 表示。

为了消除所取面积 ΔA 大小的影响, 可将面积缩小, 趋向于零, 从而得到某一点 (ΔA 的中心点 M) 处的实际应力

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

如果把合力 ΔP 分解为垂直于截面的法向分力 ΔN 和平行于截面的切向分力 ΔT , 则同理可得

$$\sigma_{cp} = \frac{\Delta N}{\Delta A} \quad , \quad \tau_{cp} = \frac{\Delta T}{\Delta A}$$

以及

$$\sigma = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta N}{\Delta A} \quad , \quad \tau = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta T}{\Delta A} \quad (1-3)$$

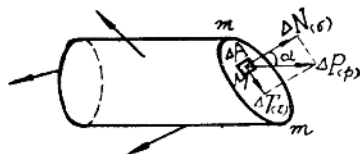


图 1—8

我们称 p 为截面上 M 点处的总应力, σ 为 M 点处的正应力, τ 为 M 点处的剪应力。很明显, σ 和 τ 的数值, 将随着任意截面 $m-m$ 的方位不同而不同; 可见应力和速度及力等一样也是一个矢量。由于经过物体内的任一点可以作无数个截面, 所以应力将随着所考虑的点 and 过该点截面的方向而变化。

第二章 轴向拉伸与压缩

§ 2—1 概 述

直杆沿轴线受到大小相等、方向相反的外力作用时，将产生伸长或缩短的变形（当两力向外作用时产生伸长；向内作用时产生缩短）。这种变形称为轴向拉伸或轴向压缩，亦称为简单拉伸或简单压缩。

在工程中，承受拉伸或压缩的构件是很常见的。例如起重机的吊索、内燃机的气缸螺栓以及拖拉机在升起悬挂农具时农具上的斜撑杆（图 2—1a），都是拉伸的实例；梁架支柱、起重螺旋以及拖拉机的悬挂农具在作业时的斜撑杆（图 2—1b），都是压缩的实例。

工程中的构件以不同的方式受到它相邻物体传来的力的作用。由于它们与相邻物体在连接处的情况不同，这些作用力在作用处的情况也就不同，而且往往是比较复杂的。但是，由实验及理论证明，它的影响只局限于杆端附近。

因此，对于拉杆（或压杆）来说，只要外力的合力与杆轴线重合，在计算时就可以不考虑杆两端受力的具体方式，而用外力的合力来代替实际作用的外力。当忽略杆的自重影响的情况下，经过上述简化，便可得到实际拉杆（或压杆）的计算简图（图 2—2）。

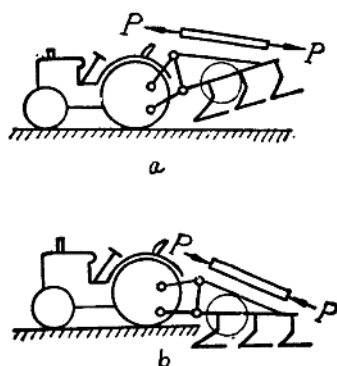


图 2—1

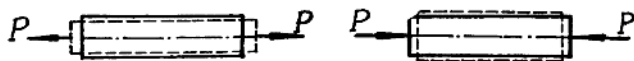


图 2—2

§ 2—2 拉（压）杆横截面上的内力及应力

一、拉（压）杆的内力

为了求出拉（压）杆横截面上的应力，首先要研究拉（压）杆的内力。现以轴向拉伸中只在两端受力的简单情况为例（图 2—3a），说明截面法的实际运用。