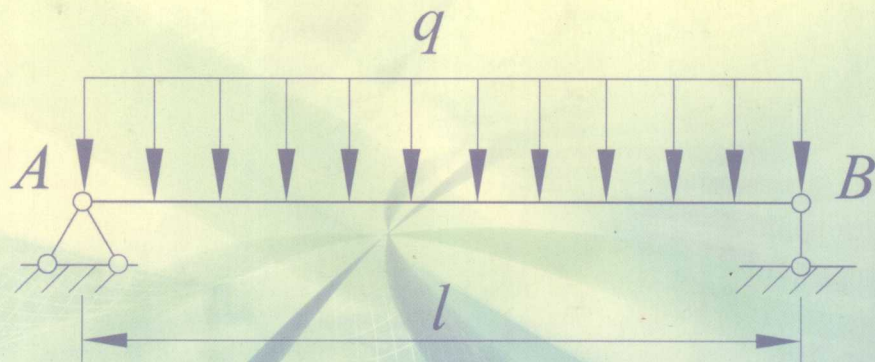


全国高等农林院校“十一五”规划教材

材料力学

郭玉明 主编



图书在版编目 (CIP) 数据

材料力学 / 郭玉明主编. —北京: 中国农业出版社,
2008. 1

全国高等农林院校“十一五”规划教材

ISBN 978-7-109-11988-8

I. 材… II. 郭… III. 材料力学-高等学校-教材
IV. TB301

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 190379 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

责任编辑 彭明喜

北京通州皇家印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月北京第 1 次印刷

开本: 820mm×1080mm 1/16 印张: 21.25

字数: 502 千字

定价: 32.50 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

主 编 郭玉明 (山西农业大学)

副主编 端木光明 (四川农业大学)

王新忠 (黑龙江八一农垦大学)

何春霞 (南京农业大学)

参 编 何忠祥 (安徽农业大学)

赵淑红 (东北农业大学)

段洁利 (华南农业大学)

李红波 (山西农业大学)

王七斤 (山西农业大学)

主 审 王复兴 (中北大学)

前 言

本教材主要参照教育部高等学校力学教学指导委员会非力学类专业基础力学课程教学指导分委会提出的材料力学课程基本要求进行编写。同时按照全国高等农林院校“十一五”规划教材的要求,以培养和造就“厚基础、强能力、高素质、广适应”创造性复合型人才为宗旨,培养学生的力学素质和工程概念为基本出发点,着重对基本体系进行改革,力求做到“体系新、内容新、方法新”,利于学生创新能力的培养和提高分析问题、解决问题的能力。编写过程中既注意学习、吸收有关院校教学内容和课程体系改革成果,又尽量反映编者多年来教学所积累的经验,并重视反映现代机械工程的特点,在保证基础充实的前提下,引进新内容,重组课程体系,力求做到内容精练,由浅入深,便于自学。内容的选取和组织,按内力、应力和强度、变形和刚度、应力状态及强度理论、组合变形、压杆稳定的顺序,体现了力学知识的融会贯通和整合优化,既简练了内容又强化了力学知识的完整性和系统性。为增加教材的适用范围,选编了能量法、薄壁杆件的剪应力、动载荷和交变应力等内容,以满足不同学时、不同专业的需求。全部讲授本书内容约需 70 学时,采用本教材时,可根据各专业的不同要求和学时对内容酌情增舍。

参加本教材编写工作的有:黑龙江八一农垦大学王新忠(第 1 章、第 5 章)、南京农业大学何春霞(第 2 章)、山西农业大学郭玉明(第 3 章)、四川农业大学端木光明(第 4 章、附录)、东北农业大学赵淑红(第 6 章、第 7 章)、安徽农业大学何忠祥(第 8 章)、山西农业大学王七斤(第 9 章)、山西农业大学李红波(第 10 章)、华南农业大学段洁利(第 11 章)。由郭玉明教授任主编。

担任本教材主审的中北大学王复兴教授对审定稿进行了认真的修改,提出了许多宝贵意见。本教材的编写和出版,得到中国农业出版社、山西农业大学以及参编院校的大力支持和帮助,谨此,编者致以衷心的感谢。书中的例题、习题广泛地选

自各种版本的教材与著作，恕不一一列出，在此谨向全体作者致谢。

限于编者水平，书中难免有错误、不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

2007 年 12 月

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
§ 1.1 材料力学的任务及研究对象	1
§ 1.1.1 材料力学的任务	1
§ 1.1.2 材料力学的研究对象	2
§ 1.2 变形固体及其基本假设	2
§ 1.3 杆件的外力及变形的基本形式	3
§ 1.3.1 杆件的外力及其分类	3
§ 1.3.2 杆件变形的基本形式	4
§ 1.4 材料力学的发展概况	5
第 2 章 杆件的内力及内力图	7
§ 2.1 内力及截面法	7
§ 2.2 拉压杆的内力及内力图	8
§ 2.3 扭转轴的内力及内力图	13
§ 2.3.1 外力偶矩与功率、转速的关系	13
§ 2.3.2 扭矩和扭矩图	14
§ 2.4 弯曲梁的内力及内力图	17
§ 2.4.1 梁的简化	18
§ 2.4.2 梁的内力——剪力和弯矩	19
§ 2.4.3 剪力方程和弯矩方程、剪力图和弯矩图	21
§ 2.4.4 剪力、弯矩和分布载荷集度三者之间的微分关系	23
§ 2.5 平面刚架的内力	27
§ 2.6 平面曲杆的内力	29
小结	31
思考题	32
习题	33
第 3 章 杆件的应力和强度	41
§ 3.1 应力、应变及其相互关系	41

§ 3.1.1 正应力和剪应力	41
§ 3.1.2 正应变和剪应变	42
§ 3.1.3 材料的线弹性物性关系	43
§ 3.2 材料的力学性质	44
§ 3.2.1 概述	44
§ 3.2.2 材料拉伸、压缩时的力学性质	44
§ 3.2.3 温度、时间、加载速率对材料力学性能的影响	49
§ 3.2.4 安全系数和许用应力	51
§ 3.3 轴向拉(压)杆的应力与强度	52
§ 3.3.1 轴向拉(压)杆件横截面上的应力	52
§ 3.3.2 轴向拉(压)杆件斜截面上的应力	53
§ 3.3.3 拉(压)杆件的强度条件	54
§ 3.3.4 圣维南原理和应力集中	57
§ 3.4 连接构件的实用计算	59
§ 3.4.1 剪切的实用计算	59
§ 3.4.2 挤压的实用计算	60
§ 3.4.3 焊缝的实用计算	60
§ 3.5 扭转轴的应力和强度	62
§ 3.5.1 纯剪切	62
§ 3.5.2 圆轴扭转时的应力	63
§ 3.5.3 圆轴扭转时的强度条件	66
§ 3.5.4 圆柱形密圈螺旋弹簧的应力和强度	68
§ 3.5.5 矩形截面杆的扭转	69
§ 3.5.6 理想弹塑性圆截面杆的扭转	71
§ 3.6 梁的应力与强度	72
§ 3.6.1 梁的正应力与正应力强度条件	72
§ 3.6.2 梁的剪应力与剪应力强度条件	78
§ 3.6.3 提高弯曲强度的措施	84
§ 3.6.4 梁的弹塑性弯曲	88
小结	89
思考题	91
习题	92

第4章 杆件的变形和刚度

§ 4.1 杆件的拉压变形和刚度	105
§ 4.1.1 杆件的拉压变形和刚度	105
§ 4.1.2 拉压杆的弹性应变能	106

§ 4.2 杆件的扭转变形和刚度	108
§ 4.2.1 杆件的扭转变形	108
§ 4.2.2 杆件扭转的刚度条件	109
§ 4.2.3 杆件扭转应变能	111
§ 4.3 弯曲变形	113
§ 4.3.1 梁的弯曲变形和位移	113
§ 4.3.2 用叠加法计算梁的变形	117
§ 4.3.3 梁的弯曲应变能	120
小结	122
思考题	122
习题	122
第 5 章 应力状态与强度理论	126
§ 5.1 应力状态概述	126
§ 5.1.1 一点处的应力状态	126
§ 5.1.2 一点处应力状态的研究对象——单元体	126
§ 5.1.3 应力状态分类	127
§ 5.2 分析平面应力状态的方法	128
§ 5.2.1 平面应力状态举例	128
§ 5.2.2 分析平面应力状态的解析法	129
§ 5.2.3 分析平面应力状态的图解法	134
§ 5.3 空间应力状态简介	137
§ 5.3.1 三向应力状态举例	137
§ 5.3.2 三向应力状态任意斜截面上的应力	137
§ 5.3.3 三向应力状态的应力圆	139
§ 5.3.4 三向应力状态中的最大应力	140
§ 5.4 广义虎克定律	140
§ 5.4.1 主应力状态下的广义虎克定律	140
§ 5.4.2 一般应力状态下的广义虎克定律	141
§ 5.4.3 体积虎克定律	142
§ 5.4.4 复杂应力状态下的应变能密度	143
§ 5.5 强度理论及其应用	144
§ 5.5.1 强度理论概述	144
§ 5.5.2 常用四种强度理论	145
§ 5.5.3 莫尔强度理论	148
§ 5.5.4 强度理论的应用	150
小结	155

思考题	158
习题	159
第 6 章 组合变形分析	166
§ 6.1 组合变形的概念及分析方法	166
§ 6.2 斜弯曲	166
§ 6.3 拉伸 (压缩) 与弯曲的组合	169
§ 6.4 偏心压缩 (拉伸) 截面核心	170
§ 6.5 扭转与弯曲的组合	172
§ 6.6 平面曲轴的强度计算	174
小结	177
思考题	178
习题	179
第 7 章 压杆稳定	187
§ 7.1 压杆稳定的概念	187
§ 7.1.1 压杆稳定的概念	187
§ 7.1.2 临界力的概念	188
§ 7.2 细长压杆的临界压力 欧拉公式	189
§ 7.2.1 两端铰支细长压杆临界力的欧拉公式	189
§ 7.2.2 不同杆端约束细长压杆临界力的欧拉公式	190
§ 7.2.3 对临界力计算公式的一些分析	192
§ 7.3 压杆的临界应力 临界应力总图	192
§ 7.3.1 细长压杆的临界应力	192
§ 7.3.2 超过比例极限时压杆的临界应力和临界力	193
§ 7.3.3 压杆的临界应力总图	194
§ 7.4 压杆的稳定计算 压杆的合理截面	196
§ 7.4.1 压杆的稳定条件与稳定校核	196
§ 7.4.2 实际压杆的稳定系数	198
§ 7.4.3 压杆横截面尺寸的设计	201
§ 7.4.4 压杆截面形式的选择	202
小结	203
思考题	204
习题	205
第 8 章 能量法与超静定结构	209
§ 8.1 能量法	209

§ 8.1.1 应变能的一般表达式	209
§ 8.1.2 克拉贝依隆定理	212
§ 8.1.3 互等定理	214
§ 8.1.4 卡氏定理	216
§ 8.1.5 虚功原理与莫尔定理	218
§ 8.1.6 计算莫尔积分的图乘法	223
§ 8.2 超静定结构	225
§ 8.2.1 超静定结构的基本概念	225
§ 8.2.2 求解超静定问题的基本方法	227
§ 8.2.3 装配应力与温度应力	228
§ 8.2.4 用力法解超静定问题	230
小结	234
思考题	235
习题	235
第 9 章 动载荷	241
§ 9.1 概述	241
§ 9.2 惯性力问题	241
§ 9.3 构件受冲击时的应力和变形	245
§ 9.4 提高构件抗冲击的措施	248
§ 9.5 冲击韧度	249
小结	250
思考题	251
习题	251
第 10 章 交变应力	255
§ 10.1 交变应力的基本概念	255
§ 10.2 疲劳失效	257
§ 10.3 材料的持久极限	259
§ 10.4 影响持久极限的因素	260
§ 10.4.1 构件外形的影响	260
§ 10.4.2 构件尺寸的影响	263
§ 10.4.3 构件表面质量的影响	264
§ 10.5 疲劳强度的校核	264
§ 10.5.1 对称循环下构件疲劳强度的校核	264
§ 10.5.2 持久极限曲线	266
§ 10.5.3 非对称循环的疲劳强度校核	267

§ 10.5.4 扭弯组合的疲劳强度	269
§ 10.6 变幅交变应力	271
§ 10.7 提高构件疲劳强度的措施	272
小结	273
思考题	274
习题	274
第 11 章 薄壁杆件的剪应力	277
§ 11.1 薄壁杆件的基本特点	277
§ 11.2 薄壁杆件的扭转剪应力	278
§ 11.2.1 薄壁杆件的自由扭转	278
§ 11.2.2 约束扭转的概念	283
§ 11.3 开口薄壁杆件的弯曲剪应力 弯曲中心	285
§ 11.3.1 开口薄壁杆件的弯曲剪应力	285
§ 11.3.2 开口薄壁杆件的弯曲中心	288
小结	291
思考题	292
习题	293
附录 I 截面的几何性质	296
§ I.1 平面图形的静矩和形心	296
§ I.2 平面图形的惯性矩、极惯性矩和惯性积	298
§ I.3 平面图形的平行移轴和转轴公式, 主惯性轴的主惯性矩	300
§ I.4 组合截面的惯性矩计算	302
附录 II 型钢表	304
部分习题参考答案	315
主要参考文献	323

第 1 章 绪 论

§ 1.1 材料力学的任务及研究对象

§ 1.1.1 材料力学的任务

在工程实际中,各种机械与结构得到广泛应用。组成机械与结构的各部分,如建筑物的梁和柱、机床的轴等,统称为构件。当机械与结构工作时,构件要受到外力的作用。为确保机械与结构能够正常工作,要求构件具有一定承载能力。因此,从材料力学(strength of material)方面考虑,构件一般需要满足三个方面的要求。

(1) 强度(strength)要求 在规定载荷作用下的构件当然不应破坏。如果构件的尺寸,材料的性能与载荷不相适应,那就有可能发生破坏。譬如搅拌机主轴的直径太小,吊起水泥板的绳索太细,那么在搅拌阻力较大或水泥板太重时,主轴或绳索就有可能发生断裂,以致机器无法正常工作,甚至造成灾难性的事故。因而强度要求就是指构件应有足够的抵抗破坏的能力。

(2) 刚度(stiffness)要求 在载荷作用下,构件必然产生形状与尺寸的变化,也就是变形。构件即使有足够的强度,但若变形过大,超过正常工作所允许的限度,仍不能正常工作。例如,若车床主轴变形过大,就会影响加工精度;若齿轮轴变形过大,将破坏齿轮的正常啮合,同时引起轴承的不均匀磨损,从而造成机器不能正常工作。刚度要求就是指构件应有足够的抵抗变形的能力。

(3) 稳定性(stability)要求 受压的细长杆和薄壁构件,当载荷增加时,可能出现突然失去初始平衡形式的现象,称为丧失稳定(简称失稳)。例如,顶起汽车的千斤顶螺杆、油缸中的长活塞杆,有时会突然变弯,或因变弯而折断,从而丧失工作能力,造成严重事故。因此,对这类构件还须考虑如何使其具有足够的抵抗失去初始平衡形式的能力,即足够的稳定性问题。稳定性要求就是指构件应有足够的保持原有平衡形态的能力。

当设计的构件具有足够的强度、刚度和稳定性时,就能保证其在载荷作用下安全、可靠地工作,也就是说设计满足了安全性的要求。但是合理的设计还要求符合经济节约的原则,尽可能地减少材料的消耗,以降低成本,或减轻构件自重。这两个要求是相互矛盾的,前者往往需要加大构件的尺寸,采用好的材料;而后者则要求少用材料,用价格较低的材料。这一矛盾促使了材料力学这门学科的产生和发展。

材料力学是一门研究构件强度、刚度和稳定性计算的科学。它为解决以上矛盾提供理论基础。它的任务就是:在满足强度、刚度和稳定性的要求下,为设计既经济又安全的构件,提供必要的理论基础和计算方法。

在工程问题中,一般说,构件都应有足够的强度、刚度和稳定性,但对一个具体构件又往往有所侧重。例如,储气罐主要是要保证强度,车床主轴主要是要具备一定的刚度,而受压的细长杆则应保持稳定性。此外,对某些特殊构件还可能有相反的要求。例如,为防止超载,当载荷超出某一极限时,安全销应立即破坏。又如为发挥缓冲作用,车辆的缓冲弹簧应有较大的变形。研究构件的强度、刚度和稳定性时,应了解材料在外力作用下表现出的变形和破坏等方面的性能,即材料的力学性能,而力学性能要由实验来测定。此外,经过简化得出的理论是否可信,也要由实验来验证。还有一些尚无理论结果的问题,须借助实验方法来解决。所以,实验分析和理论研究同是材料力学解决问题的方法。

§ 1.1.2 材料力学的研究对象

尽管构件的几何形状和尺寸千差万别,但从其空间三维尺度的比例关系看,可把构件分为杆件、平板、壳体和块体四类。杆件是材料力学的主要研究对象。杆件的空间一维尺度比其他两维尺度要大得多,如梁、柱、轴等。杆件有两个主要几何因素:轴线和横截面。轴线是杆件截面形心的连线,而横截面是与轴线正交的截面。轴线为直线的杆称为直杆(图 1-1a);轴线为曲线的杆称为曲杆(图 1-1b)。横截面相同的杆称为等截面杆,横截面大小不等的杆称为变截面杆。若在横截面中厚度比长和宽小得多,称为薄壁杆件(图 1-1c)。平板和壳体的空间一维尺度远小于另外两维尺度。把平分厚度的面称为中面,平板的中面是平面(图 1-1d);壳体的中面是曲面(图 1-1e)。块体在空间三维尺度属于同一数量级(图 1-1f)。平板、壳体和块体均属弹性力学研究范畴,此处不作进一步介绍。

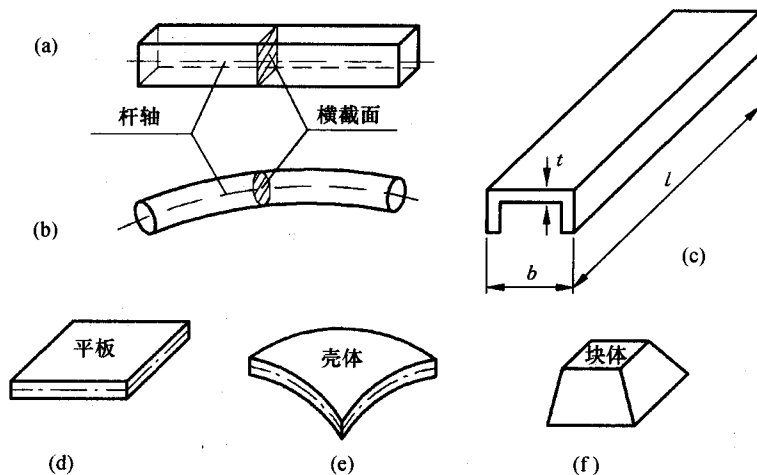


图 1-1

§ 1.2 变形固体及其基本假设

制造构件所用的材料,其物质结构和性质是多种多样的,但具有一个共同的特点,即都是固

体,而且在载荷作用下都会发生变形——包括物体尺寸的改变和形状的改变。因此,这些材料统称为可变形固体。

可变形固体有多方面的属性,研究的角度不同,侧重面各不一样。研究构件的强度、刚度和稳定性时,为抽象出力学模型,掌握与问题有关的主要属性,略去一些次要属性,对变形固体作下列假设:

(1) 连续性假设 连续性假设 (continuity assumption) 认为组成固体的物质不留空隙地充满了固体的体积。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,可以不计。于是就认为固体在其整个体积内是连续的。这样,当把某些力学量看作是固体的点的坐标的函数时,对这些量就可以进行坐标增量为无限小的极限分析。

(2) 均匀性假设 均匀性假设 (homogenization assumption) 认为在固体内到处有相同的力学性能。就使用最多的金属来说,组成金属的各晶粒的力学性能并不完全相同。但因构件或构件的任一部分中都包含为数极多的晶粒,而且无规则地排列,固体的力学性能是各晶粒的力学性能的统计平均值,所以可以认为各部分的力学性能是均匀的。这样,如从固体中取出一部分,不论大小,也不论从何处取出,力学性能总是相同的。

(3) 各向同性假设 各向同性假设 (isotropy assumption) 认为无论沿任何方向,固体的力学性能都是相同的。就金属的单一晶粒来说,沿不同的方向,力学性能并不一样。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、玻璃等。

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、胶合板和某些人工合成材料等。

综上所述,在材料力学中,一般将实际材料看作是连续、均匀和各向同性的可变形固体。实践表明,在此基础上所建立的理论与分析计算结果,符合工程要求。

§ 1.3 杆件的外力及变形的基本形式

§ 1.3.1 杆件的外力及其分类

材料力学的研究对象是构件,因此,对于所研究的对象来说,其他构件和物体作用于其上的力均为外力,包括载荷与约束力。

按照外力的作用方式,可分为表面力与体积力。作用在构件表面的外力称为表面力,例如,作用在高压容器内壁的气体或液体压力是表面力,两物体间的接触压力也是表面力。作用在构件各质点上的外力称为体积力,例如构件的重力与惯性力均为体积力。

按照表面力在构件表面的分布情况,又可分为分布力与集中力。连续分布在构件表面某一范围的力称为分布力。如果分布力的作用面积远小于构件的表面面积,或沿杆件轴线的分布范围远小于杆件长度,则可将分布力简化为作用于一点的力,称为集中力。

按载荷随时间变化的情况,又可分成静载荷和动载荷。若载荷缓慢地由零增加到某一定值,以后即保持不变,或变动很不显著,即为静载荷。例如,把机器缓慢地置放在基础上时,机器的重量对基础的作用便是静载荷。若载荷随时间而变化,则为动载荷。随时间作周期性变化的动载

荷称为交变载荷,例如齿轮转动时,作用于每一个齿上的力都是随时间作周期性变化的。冲击载荷则是物体的运动在瞬时内发生突然变化所引起的动载荷,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。

材料在静载荷作用下和在动载荷作用下的性能颇不相同,分析方法也颇有差异。因为静载荷问题比较简单,所建立的理论和分析方法又可作为解决动载荷问题的基础,所以在本教材里先研究静载荷问题,在此基础上再研究动载荷问题。

§ 1.3.2 杆件变形的的基本形式

作用在杆件上的外力是多种多样的,因此,杆件的变形也是各种各样的。不过这些变形的基本形式不外乎以下四种。

(1) 轴向拉伸或压缩 (tension or compression) 在一对大小相等、方向相反、其作用线与直杆轴线重合的外力 F_P 作用下,直杆的主要变形是长度的改变。这种变形形式称为轴向拉伸 (图 1-2a) 或轴向压缩 (图 1-2b)。吊索、桁架杆件和千斤顶螺杆等受力时发生这种轴向拉伸或轴向压缩变形。

(2) 剪切 (shearing) 在一对相距很近的大小相等、指向相反的横向外力 F_P 作用下,直杆的主要变形是横截面沿外力作用方向发生相对错动 (图 1-2c)。这种变形形式称为剪切。键、销钉、铆钉和螺栓等连接件受力时主要发生剪切变形。

(3) 扭转 (torsion) 在一对大小相等、转向相反、作用面垂直于直杆轴线的外力偶 (其矩为 M_e) 作用下,直杆的任意两个横截面将绕轴线发生相对转动。这种变形形式称为扭转 (图 1-2d)。汽车方向盘的转向轴、钻杆和机器传动轴等受力时主要发生扭转变形。

(4) 弯曲 (bend) 在垂直于杆件轴线的横向力作用下或在一对大小相等、转向相反、作用面在杆件的纵向对称平面 (即包含杆轴线在内的平面) 内的外力偶 (其矩为 M_e) 作用下,直杆的任意两个横截面将绕垂直于杆轴线的轴发生相对转动,变形后杆件的轴线由直线变为曲线。这种变形形式称为弯曲 (图 1-2e)。在工程中,受弯杆件是最常遇到的情况之一。梁式桥的横梁和纵梁、屋顶梁、桥式起重机的大梁和火车轮轴等受力时发生弯曲变形。

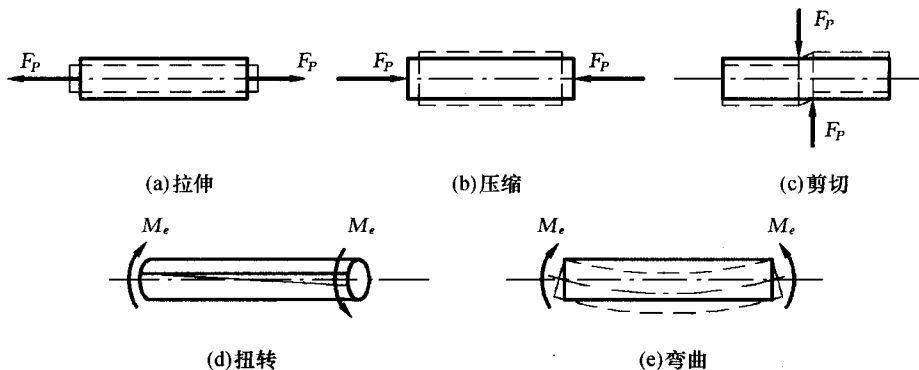


图 1-2

还有一些杆件同时发生几种基本变形,例如车床主轴工作时发生弯曲、扭转和压缩三种基本变形;钻床立柱同时发生拉伸和弯曲两种基本变形。这种情况称为组合变形。在本教材中,首先将依次讨论四种基本变形的强度及刚度计算,然后再讨论组合变形。

§ 1.4 材料力学的发展概况

材料力学和其他学科一样,是人们在长期的生产实践中逐步地发展和丰富起来的,是人类的智慧与生产实践的结晶。

人类最初使用天然的材料,如石、竹、木等,后来是人工制造的材料,如砖、铜、铁、钢、水泥、塑料等。通过长期的生产活动,人们逐渐地认识了材料的性能,并掌握了对它们的使用规律。能根据构件的受力特点而采用合理的结构,以充分发挥材料的特性。例如,在我国古代就已将一些砖石结构做成拱形,以充分发挥材料的压缩强度。至今仍保持完整的河北赵州桥,是由隋代杰出的工匠李春于公元 600 年前后设计建造的。根据石料耐压不耐拉的特性,桥用石块砌成拱形,并合理地采取了拱上背拱的空腹式拱桥结构,节省石料数百吨,安全度提高。另外,在木结构中也积累了不少制造梁、柱的经验,如对于从圆木中截取矩形截面梁,采用的截面高宽比为 3:2,这事实上是符合材料力学基本原理的。

17 世纪以后,生产力得到了迅速的发展。为了建造新的建筑物,车、船及机械等,单凭经验或采用模仿的方法就解决不了新提出的问题。材料力学也就在这种情况下逐渐形成一门科学。这一时期的意大利科学家伽利略 (G. Galileo),为了解决建造船只和水闸所需梁的尺寸问题进行了一些实验,并在 1638 年首先提出了计算梁强度的公式。由于他用了刚体力学的方法而未考虑到梁受力后的变形这一重要因素,以致其结论并不正确,但他开辟了用实验和按理论方法计算构件的新途径。后来,英国科学家虎克 (R·Hooke) 在 1678 年发表了他根据实验观察所总结出来的重要物理定律——力与变形成正比。从此以后,材料力学在过去生产实践中所积累的丰富经验的基础上,开始有了新的发展。

18 世纪法国科学家库伦 (C. A. Coulomb) 通过实验修正了伽利略理论中的错误,并且于 1784 年建立了圆杆情况下扭矩与扭转角之间的关系,获得了梁的弯曲正应力和圆杆扭转切应力的正确结果。俄国彼得堡科学院院士欧拉 (L. Euler) 不但是一位卓越的数学家,同时在力学上也做出了出色的贡献。欧拉研究了受压杆的稳定理论,并早在 1744 年就第一个导出理想细长压杆的临界载荷。1826 年第一本《材料力学》著作出版,作者是法国著名科学家纳维 (C. L. M. H. Navier)。

19 世纪,铁路桥梁工程的发展,大大推动了材料力学的发展,使材料力学变成以钢材为主要研究对象。按照钢材的特点,使均匀连续、各向同性这些基本假设以及虎克定律成为当今材料力学的基础。

20 世纪特别是近 50 年来,科学技术有了突飞猛进的发展,工业技术也有了高速发展,特别是航空与航天工业的崛起;计算机的出现,新的计算方法层出不穷;各种新型材料(例如复合材料、高分子材料、纳米材料)的不断问世并应用于工程实际;实验设备日趋完善,实验技术不断提高。所有这些进展使得材料力学所涉及的领域更加宽阔,知识更加丰富。例如,我国的长江和

黄河上大跨度桥梁、超大功率的发电动力装置、葛洲坝和长江三峡工程、核电站、长征系列运载火箭、神舟 5 号和 6 号宇宙飞船、海洋平台和高速列车等，这些工程的设计、制造和运行中，都跟材料力学相关。

综上所述，材料力学所要解决的问题的范围随着生产的发展而日益扩大。一方面，生产实践提供了大量成功的经验和失败的教训，同时在实验室内进行的大量科学实验也不断积累着有关材料力学方面丰富的实验资料，这些都有助于材料力学的发展。另一方面，材料力学的发展对生产实践也起着重要的指导作用，它为构件的计算提供了简便实用的方法，既保证了构件在各种情况下能够正常地工作，又能合理地使用材料。