

高等职业教育**建筑工程技术**专业规划教材

总主编 /李 辉
执行总主编 /吴明军

建筑力学

主编 吴明军 赵朝前



重庆大学出版社
<http://www.cqup.com.cn>

高等职业教育建筑工程技术专业规划教材

总主编 /李 辉
执行总主编 /吴明军

建筑力学

主编 吴明军 赵朝前
参编 史筱红 张林春

重庆大学出版社

内容提要

本书根据《高等职业教育建筑工程技术专业教学基本要求》的课程定位进行编写,对理论力学中的静力学部分、材料力学和结构力学的主要内容进行了整合,形成了这本综合教材。

本书按目前常用的 150 学时课程标准编写,共 18 部分,包括绪论、静力学基础、结构的计算简图及受力分析、平面力系的合成与平衡、轴向拉伸与压缩、扭转、平面杆件体系的几何组成分析、静定梁的内力、静定结构的内力、梁的应力及强度计算、杆件在组合变形下的强度计算、压杆稳定、静定结构的位移计算、力法、位移法、力矩分配法、影响线及应用、截面的几何性质。书末附有型钢表、习题参考答案。

本书可以作为高职高专土建类专业的力学教材,也可以作为其他相关专业和岗位培训以及工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑力学/吴明军,赵朝前主编. —重庆:重庆大学出版社,2015.7

高等职业教育建筑工程技术专业规划教材

ISBN 978-7-5624-8984-9

I. ①建… II. ①吴…②赵… III. ①建筑科学—力学—高等职业教育—教材 IV. ①TU311

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 080170 号

高等职业教育建筑工程技术专业规划教材

建筑力学

主 编 吴明军 赵朝前

策划编辑:范春青 刘颖果

责任编辑:范春青 桂晓澜 版式设计:桂晓澜

责任校对:贾 梅 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023)88617190 88617185(中小学)

传真:(023)88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆川渝彩色印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:25.25 字数:630 千

2015 年 7 月第 1 版 2015 年 7 月第 1 次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-8984-9 定价:45.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

编审委员会

顾 问 吴 泽

总 主 编 李 辉

执行总主编 吴明军

编 委 (以姓氏笔画为序)

王 戎 邓 涛 卢 正 申永康

白 峰 刘孟良 刘晓敏 张 迪

张永平 张银会 李泽忠 杜绍堂

杨丽君 肖 进 陈晋中 陈年和

陈文元 胡 瑛 赵淑萍 赵朝前

钟汉华 袁建新 袁雪峰 袁景翔

黄 敏 黄春蕾 董 伟 覃 辉

韩建绒 颜立新 黎洪光 戴安全

序号	教材名称	主编	副主编	参编	审校
001	《高等职业教育建筑工程技术专业规划教材》	吴泽	李辉	吴明军	吴泽
002	《高等职业教育建筑工程技术专业规划教材》	吴泽	李辉	吴明军	吴泽
003	《高等职业教育建筑工程技术专业规划教材》	吴泽	李辉	吴明军	吴泽
004	《高等职业教育建筑工程技术专业规划教材》	吴泽	李辉	吴明军	吴泽
005	《高等职业教育建筑工程技术专业规划教材》	吴泽	李辉	吴明军	吴泽
006	《高等职业教育建筑工程技术专业规划教材》	吴泽	李辉	吴明军	吴泽
007	《高等职业教育建筑工程技术专业规划教材》	吴泽	李辉	吴明军	吴泽
008	《高等职业教育建筑工程技术专业规划教材》	吴泽	李辉	吴明军	吴泽
009	《高等职业教育建筑工程技术专业规划教材》	吴泽	李辉	吴明军	吴泽
010	《高等职业教育建筑工程技术专业规划教材》	吴泽	李辉	吴明军	吴泽
011	《高等职业教育建筑工程技术专业规划教材》	吴泽	李辉	吴明军	吴泽
012	《高等职业教育建筑工程技术专业规划教材》	吴泽	李辉	吴明军	吴泽
013	《高等职业教育建筑工程技术专业规划教材》	吴泽	李辉	吴明军	吴泽
014	《高等职业教育建筑工程技术专业规划教材》	吴泽	李辉	吴明军	吴泽
015	《高等职业教育建筑工程技术专业规划教材》	吴泽	李辉	吴明军	吴泽
016	《高等职业教育建筑工程技术专业规划教材》	吴泽	李辉	吴明军	吴泽
017	《高等职业教育建筑工程技术专业规划教材》	吴泽	李辉	吴明军	吴泽
018	《高等职业教育建筑工程技术专业规划教材》	吴泽	李辉	吴明军	吴泽
019	《高等职业教育建筑工程技术专业规划教材》	吴泽	李辉	吴明军	吴泽
020	《高等职业教育建筑工程技术专业规划教材》	吴泽	李辉	吴明军	吴泽

序 言

进入 21 世纪,高等职业教育建筑工程技术专业办学在全国呈现出点多面广的格局。截止到 2013 年,我国已有 600 多所院校开设了高职建筑工程技术专业,在校生达到 28 万余人。如何培养面向企业、面向社会的建筑工程技术技能型人才,是广大建筑工程技术专业教育工作者一直在思考的问题。建筑工程技术专业作为教育部、住房和城乡建设部确定的国家技能型紧缺人才培养专业,也被许多示范高职院校选为探索构建“工作过程系统化的行动导向教学模式”课程体系建设的专业,这些都促进了该专业的教学改革和发展,其教育背景以及理念都发生了很大变化。

为了满足建筑工程技术专业职业教育改革和发展的需要,重庆大学出版社在历经多年深入高职高专院校调研基础上,组织编写了这套《高等职业教育建筑工程技术专业规划教材》。该系列教材由住房和城乡建设部职业教育教学指导委员会副主任委员吴泽教授担任顾问,四川建筑职业技术学院李辉教授、吴明军教授分别担任总主编和执行总主编,以国家级示范高职院校,或建筑工程技术专业为国家级特色专业、省级特色专业的院校为编著主体,全国共 20 多所高职高专院校建筑工程技术专业骨干教师参与完成,极大地保障了教材的品质。

系列教材精心设计该专业课程体系,共包含两大模块:通用的“公共模块”和各具特色的“体系方向模块”。公共模块包含专业基础课程、公共专业课程、实训课程三个小模块;体系方向模块包括传统体系专业课程、教改体系专业课程两个小模块。各院校可根据自身教改和教学条件实际情况,选择组合各具特色的教学体系,即传统教学体系(公共模块+传统体系专业课)和教改教学体系(公共模块+教改体系专业课)。

课程体系及参考学时

模块类型	课程类型	课程名称	参考学时	备 注
公共模块	专业基础课程	建筑力学	220	
		建筑材料与检测	60	
		建筑识图与房屋构造	80	
		建筑结构	180	含结构施工图识读
		建筑 CAD	45	
		建筑设备	40	含水、电施工图识读
		建筑工程测量	60	
		建设工程监理	45	
		建设工程法规	30	
		合 计	760	
	公共专业课程	建筑抗震概论	45	
		建筑工程施工组织	60	
		建设工程计量与计价	70	
		建设工程项目管理	60	
		工程招投标与合同管理	50	
		工程经济学	35	
		合 计	320	
	实训课程 (10 周)	施工测量综合实训	2 周	含地形测绘、施工放线
		建筑制图综合实训	1 周	含建筑物测绘
		建筑施工综合实训	5 周	含施工方案设计、预算、施工实操
		施工管理综合实训	1 周	含造价确定,投标书编制,计算和审核工程进度、产值
		建筑工程资料管理综合实训	1 周	含建筑工程资料填写、整理、归档,建筑工程资料软件应用
		合 计	10 周	
体系方向模块 (二选一)	传统体系专业课程	建筑工程质量与安全管理	60	
		土力学与地基基础	60	
		建筑施工技术	240	含高层建筑施工技术
		合 计	360	

续表

模块类型	课程类型	课程名称	参考学时	备 注
体系方向模块 (二选一)	教改体系专业课程	混凝土结构工程施工	80	含高层混凝土结构施工
		砌体结构工程施工	50	
		地基与基础工程施工	60	
		钢结构工程施工	70	含高层钢结构施工
		装饰装修工程施工	60	
		屋面与防水工程施工	40	
		合 计		360

本系列教材在编写过程中,力求突出以下特色:

(1)依据《高等职业学校专业教学标准(试行)》中“高等职业学校建筑工程技术专业教学标准”和“实训导则”编写,紧贴当前高职教育的教学改革要求。

(2)教材编写以项目教学为主导,以职业能力培养为核心,适应高等职业教育教学改革的发展方向。

(3)教改教材的编写以实际工程项目或专门设计的教学项目为载体展开,突出“职业工作的真实过程和职业能力的形成过程”,强调“理实”一体化。

(4)实训教材的编写突出职业教育实践性操作技能训练,强化本专业的基本技能的实训力度,培养职业岗位需求的实际操作能力,为停课进行的实训专周教学服务。

(5)每本教材都有企业专家参与大纲审定、教材编写以及审稿等工作,确保教学内容更贴近建筑工程实际。

我们相信,本系列教材的出版将为高等职业教育建筑工程技术专业的教学改革和健康发展起到积极的促进作用!



2013年9月

前言

高等职业教育土建类专业,主要培养土建施工企业生产一线的施工技术与管理应用型人才。建筑力学作为土建类专业的一门重要专业基础课,主要培养学生对杆件结构的构成、平衡、内力的分析及计算能力,以及对结构构件的强度、刚度和压杆稳定性进行分析计算的能力。

本书以土建施工企业生产一线的施工技术与管理岗位职业标准和职业资格考试大纲为核心,按照职业能力培养要求进行编排,注重职业能力和力学素养的培养。在内容上,充分体现“必需、够用”的原则,通过潜心研究职业岗位和后续课程对建筑力学的广度和深度的要求,既没有遗漏应知应会内容,也没有盲目拔高而增加学习难度,尤其注重了将后续课程如结构、地基和施工中的力学应用作为本书中的素材。本书与实际工作需要紧密结合,与现行规范、规程等行业技术标准紧密结合,使用国家最新的标准、规范语和技术符号,便于学生更快适应标准和规范的使用,体现高等职业教育的职业特色。

本书编者具有多年力学教学改革、研究和教材编写经验,对建筑力学课程内容体系进行了整合,因此使得本书内容重点、难点处理得当,更便于学习和教学。

《建筑力学》作为高职土建类专业的一门主要专业基础课,重点介绍杆件或杆件结构在荷载作用下的平衡条件及承载能力。主要内容包括对一般杆系结构进行受力分析、内力分析和内力图的绘制,并对杆件进行强度、刚度和稳定性计算。

本书由四川建筑职业技术学院吴明军教授和赵朝前副教授担任主编。第1,9,11,12章由吴明军教授编写,第10,13,14,15,16,17章和附录I由四川建筑职业技术学院赵朝前副教授编写,第2,3,4章由四川建筑职业技术学院史筱红老师编写,第5,6,7,8章由四川建筑职业技术学院张林春老师编写。

由于编者学识水平、教学经验有限,书中难免有不妥之处,恳请读者批评指正。

编者

2015年2月

第4章 平面力系的合成与平衡	28
4.1 平面汇交力系的合成与平衡	28
4.2 平面力偶系的合成与平衡	34
4.3 平面一般力系的合成	35
4.4 平面一般力系的平衡方程和应用	38
4.5 静定物体系统的平衡问题	42
思考题	44
习 题	44
第5章 轴向拉伸与压缩变形	47
5.1 轴向拉(压)杆横截面上的内力	47
5.2 轴向拉(压)杆截面上的应力	51
5.3 轴向拉(压)杆的变形和虎克定律	55
5.4 材料在拉伸和压缩时的力学性能	58
5.5 轴向拉(压)杆的强度条件及其应用	64
5.6 应力集中的概念	69
5.7 拉(压)杆连接部分的强度计算	71
思考题	76
习 题	77
第6章 扭 转	80
6.1 扭转的概念	80
6.2 圆轴扭转时的内力	81
6.3 圆轴扭转时的应力及强度计算	83
6.4 圆轴扭转时的变形及刚度计算	88
思考题	89
习 题	90
第7章 平面杆件体系的几何组成分析	93
7.1 几何组成分析的概念	93
7.2 组成几何不变体系的基本规则	97
7.3 体系几何组成分析举例	99
思考题	102
习 题	103
第8章 静定梁的内力	107
8.1 弯曲变形的概述	107
8.2 单跨静定梁的内力计算	108
8.3 单跨静定梁的内力图	113
8.4 荷载集度、剪力、弯矩之间的微分关系	120
8.5 叠加法绘制弯矩图	125
8.6 多跨静定梁的内力图	128
思考题	131

习 题	133
第9章 静定结构的内力	138
9.1 静定平面刚架	138
9.2 静定平面桁架	144
9.3 静定平面组合结构	150
9.4 三铰拱	153
9.5 静定结构的特性	159
思考题	161
习 题	162
第10章 梁的应力及强度计算	169
10.1 梁弯曲时的正应力	169
10.2 梁正应力的强度条件及强度计算	175
10.3 梁的弯曲切应力及其强度条件	182
10.4 提高梁弯曲强度的措施	188
思考题	192
习 题	192
第11章 组合变形杆件的强度	195
11.1 概 述	195
11.2 斜弯曲梁的应力和强度计算	196
11.3 拉伸(压缩)与弯曲的组合变形	200
11.4 偏心压缩(拉伸)	202
思考题	212
习 题	212
第12章 压杆稳定	215
12.1 压杆稳定的概念	215
12.2 压杆的临界力与临界应力	216
12.3 压杆的稳定计算	223
12.4 提高压杆稳定性的措施	227
思考题	229
习 题	229
第13章 静定结构的位移计算	232
13.1 结构位移的概念	232
13.2 结构位移计算的一般公式	233
13.3 静定结构在荷载作用下的位移计算	238
13.4 图乘法	241
13.5 静定结构支座移动时的位移计算	248
13.6 梁的刚度校核	249
13.7 线弹性结构的互等定理	251

思考题	253
习 题	254
第 14 章 力 法	257
14.1 超静定结构的概念	257
14.2 力法的基本原理和典型方程	260
14.3 力法计算超静定结构在荷载作用下的内力	265
14.4 结构对称性的利用	271
14.5 支座移动时超静定结构的计算	279
14.6 超静定结构的位移计算	281
14.7 最后内力图的校核	283
思考题	284
习 题	285
第 15 章 位移法	290
15.1 位移法的基本概念	290
15.2 位移法的典型方程及计算步骤	296
15.3 位移法应用举例	304
15.4 应用转角位移方程计算超静定结构	308
思考题	312
习 题	312
第 16 章 力矩分配法	315
16.1 力矩分配法的基本概念及基本原理	315
16.2 力矩分配法计算连续梁及无侧移刚架	319
16.3 对称性的应用	327
思考题	329
习 题	330
*第 17 章 影响线	332
17.1 影响线的概念	332
17.2 静力法绘制单跨静定梁的影响线	333
17.3 影响线的应用	339
17.4 简支梁的内力包络图和绝对最大弯矩	346
思考题	349
习 题	350
附录	352
附录 I 截面的几何性质	352
附录 II 型钢表	365
习题答案	378
参考文献	387

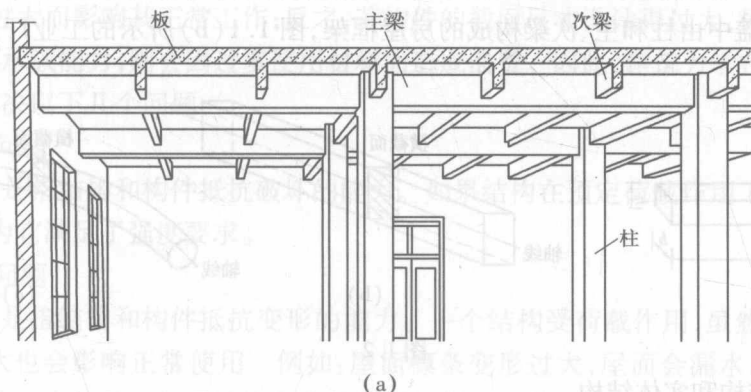
第1章

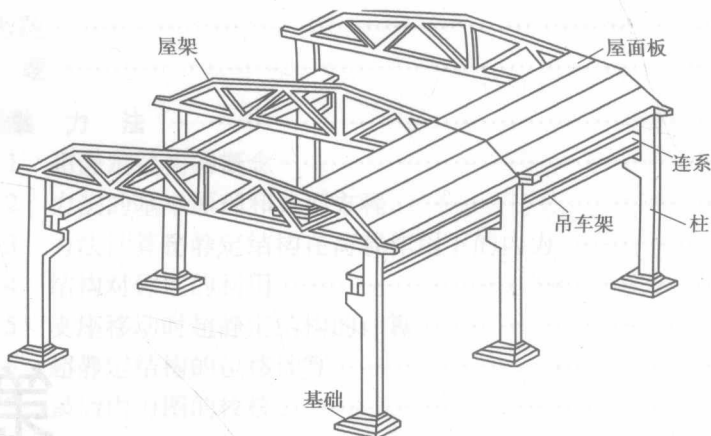
绪论

1.1 建筑力学的研究对象

1) 结构和构件的概念

任何建筑物都由梁、板、墙、柱和基础等部件组成,这些部件在建筑物中相互联系、相互支承,并通过正确的连接而组成能够承受和传递荷载的平面或空间体系,如图1.1所示。将在建筑物中承受和传递荷载、维持平衡并起骨架作用的部分或体系称为建筑结构,简称结构。结构可以是最简单的一根梁或一根柱,也可以是由板、梁、柱和基础组成的整体。组成结构的部件称为构件,构件在建筑物的建造及使用过程中都要承受各种力的作用,如各部分的自重、风、水、土的压力,人及设备的重力等,工程上习惯于将这类主动作用在建筑物上的外力称为荷载。





(b)

图 1.1

2) 结构的分类

工程中的结构与构件的形状是多种多样的,按不同的分类方法,结构可以分为各种不同的类型。

按空间特征,结构可分为平面结构和空间结构。凡组成结构的所有构件的轴线及外力都在同一平面内的结构称为平面结构;如果组成结构的所有构件的轴线及外力不在同一平面内的结构称为空间结构。工程实际中的结构都是空间结构,但在大多数设计计算时,根据其实际受力特点,有许多可简化为平面结构来处理。但有些空间结构不能简化为平面结构,必须按空间结构来分析。

按几何特征,结构可分为杆件结构、板壳结构和实体结构。

(1) 杆件结构

由杆件组成的结构称为杆件结构或杆系结构。杆件的几何特征是它的长度 l 远大于其横截面的宽度 b 和高度 h [图 1.2(a)]。垂直于杆件长度方向的截面称为横截面,截面几何形状的中心称为截面的形心,杆件所有横截面形心的连线称为杆件的轴线[图 1.2(b)]。轴线为直线的杆件称为直杆[图 1.2(b)];轴线为曲线的杆件称为曲杆[图 1.2(c)]。图 1.1(a)所示楼盖中由柱和主、次梁构成的房屋框架,图 1.1(b)所示的工业厂房以及桥梁等都是杆件结构。

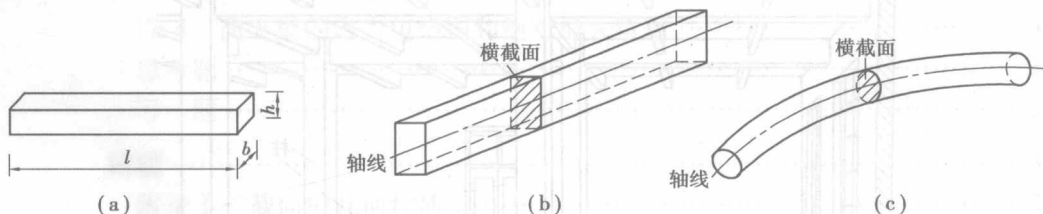


图 1.2

(2) 板壳结构和实体结构

由薄板或薄壳组成的结构称为板壳结构或薄壁结构,薄板和薄壳的几何特征是它们的长度 l 和宽度 b 远大于其厚度 δ [图 1.3(a)、(b)]。如果结构的长 l 、宽 b 、高 h 三个尺度为同

一量级,则称为实体结构[图 1.3(c)],例如挡土墙、水坝和块形基础等都是实体结构。

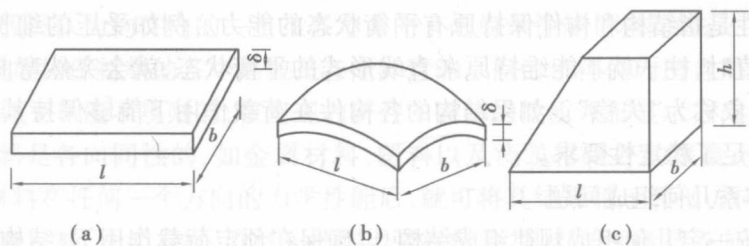


图 1.3

除了上面三类结构外,在工程中还会采用悬索结构、充气结构等其他类型的结构。

3) 建筑力学的研究对象

在建筑工程中,杆件结构是应用最为广泛的结构形式。建筑力学的主要研究对象是杆件结构,本书主要研究平面杆件结构。

1.2 建筑力学的基本任务

各种建筑物在正常工作时总是处于平衡状态。所谓平衡状态是指物体相对于地球处于静止或作匀速直线运动的状态。一般地,处于平衡状态的物体上所受的力不止一个而是若干个,我们把这若干个力总称为力系,能使物体保持平衡状态的力系称为平衡力系,平衡力系所必须满足的条件称为力系的平衡条件。建筑力学首先要研究各种力系的简化及平衡条件,根据这些平衡条件,可以由作用于结构上的已知力求出各未知力,这个过程称为静力分析。静力分析是对结构和构件进行其他力学计算的基础。

结构或构件在承受和传递荷载的过程中会引起周围物体对它们的反作用。同时构件因荷载的作用而产生变形,并有发生破坏的可能。但结构本身具有一定的抵抗变形和破坏的能力,即具有一定的承载能力,而构件承载能力的大小显然与构件的材料性质、截面的几何形状和尺寸、受力状态、环境条件等有关。在结构设计中,如果其他条件给定,若构件的截面尺寸设计得过小,构件承受的荷载可能会超过其承载能力,构件将会因为变形强度不够而破坏,或因变形过大而影响其正常工作;反之,若构件的截面尺寸设计得过大,构件承受的实际荷载远小于其承载能力,则会因过多使用材料而造成浪费。因此,建筑力学在静力分析的基础上还需要解决以下几个问题:

(1) 强度问题

所谓强度是指结构和构件抵抗破坏的能力。如果结构在预定荷载作用下能安全工作而不破坏,则认为它满足了强度要求。

(2) 刚度问题

所谓刚度是指结构和构件抵抗变形的能力。一个结构受荷载作用,虽然有了足够的强度,但变形过大也会影响正常使用。例如:屋面檩条变形过大,屋面会漏水;吊车梁变形过大,吊车就不能正常行驶。如果结构在荷载作用下的变形在正常使用允许的范围内,则认为它满足了刚度要求。

(3) 稳定性问题

所谓稳定性是指结构和构件保持原有平衡状态的能力。例如受压的细长柱子,当压力增大到一定数值时,柱子就不能维持原来直线形式的平衡状态,就会突然弯曲,从而导致结构破坏,这种现象称为“失稳”。如果结构的各构件在荷载作用下能够保持其原有的平衡状态,则认为它满足了稳定性要求。

(4) 杆件体系几何组成问题

构件必须按一定几何组成规律组成结构,以确保在预定荷载作用下,结构能维持其原有的几何形状。

综上所述,建筑力学的基本任务是对结构进行静力分析,并研究结构的承载能力(强度、刚度和稳定性)的计算方法和杆件结构体系的构成规律,为设计和建造体系合理、具有足够承载能力的适用结构打好理论基础。

一般说来,在具体的结构设计计算中,强度、刚度和稳定性三方面并不都是同等重要的,通常是其中某一个方面起着主要的控制作用,而其他两个方面的问题则处于次要的地位。在结构设计中,一定要抓住主要矛盾并加以解决;主要矛盾解决好了,次要矛盾就会迎刃而解。

1.3 变形固体及其基本假设

杆件在受力时肯定会产生变形,但在对其进行受力分析及讨论力系的简化和平衡问题时,杆件所产生的变形对于研究结果影响很小,为研究方便可将其抽象为受力后不会产生变形的力学模型,这种力学模型称为刚体。而在讨论结构或构件的承载能力时,需要研究结构或构件的变形与其所受力之间的关系,此时杆件就不能被视为刚体,而是受力后会产生变形的固体,即变形固体。

工程中使用的固体材料是多种多样的,而且其微观结构和力学性能也各不相同。为了使问题得到简化,通常对变形固体作如下基本假设:

(1) 连续性假设

连续性假设认为在固体材料的整个体积内毫无空隙地充满了物质。

事实上,固体材料是由无数的微粒或晶粒组成的,各微粒或晶粒之间是有空隙的,是不可能完全紧密的,但这种空隙与构件的尺寸比起来极为微小,可以忽略不计。根据这个假设,在进行理论分析时,与构件性质相关的物理量可以用连续函数来表示。

(2) 均匀性假设

均匀性假设认为构件内各点处的力学性能是完全相同的。

事实上,组成构件材料的各个微粒或晶粒,彼此的性质不尽相同。但是构件的尺寸远远大于微粒或晶粒的尺寸,构件所包含的微粒或晶粒的数目又极多,所以,固体材料的力学性能并不反映其微粒的性能,而是反映所有微粒力学性能的统计平均量。因而,可以认为固体的力学性能是均匀的。按照这个假设,在进行理论分析时,可以从构件内任何位置取出一小部分来研究材料的性质,其结果均可代表整个构件。

(3) 各向同性假设

各向同性假设认为构件内的一点在各个方向上的力学性能是相同的。

事实上,组成构件材料的各个晶粒是各向异性的。但由于构件内所含晶粒的数目极多,在构件内的排列又是极不规则的,在宏观的研究中固体的性质并不显示方向的差别,因此可以认为某些材料是各向同性的,如金属材料、塑料以及浇筑得很好的混凝土。根据这个假设,当获得了材料在任何一个方向的力学性能后,就可将其结果用于其他方向。但是此假设并不适用于所有材料,例如木材、竹材和纤维增强材料等,其力学性能是各向异性的。

(4) 线弹性假设

变形固体在外力作用下发生的变形可分为弹性变形和塑性变形两类。在外力撤去后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。当所受外力不超过一定限度时,绝大多数工程材料在外力撤去后,其变形可完全消失,具有这种变形性质的变形固体称为完全弹性体。本课程只研究完全弹性体,并且外力与变形之间符合线性关系,即线弹性体。

(5) 小变形假设

小变形假设认为变形量是很微小的。

工程中大多数构件的变形都很小,远小于构件的几何尺寸。这样,在研究构件的平衡和运动规律时仍可以直接利用构件的原始尺寸来计算。在研究和计算变形时,变形的高次幂项也可忽略,从而使计算得到简化。

以上是有关变形固体的几个基本假设。实践表明,在这些假设的基础上建立起来的理论都是符合工程实际要求的。

1.4 杆件的变形形式

杆件在不同外力作用下,可以产生不同的变形,但根据外力性质及其作用线(或外力偶作用面)与杆轴线的相对位置的特点,通常归纳为四种基本变形形式。

1) 轴向拉伸和压缩

如果在直杆的两端各受到一个外力 F 的作用,且二者的大小相等、方向相反,作用线与杆件的轴线重合,那么杆的变形主要是沿轴线方向的伸长或缩短。当外力 F 的方向沿杆件截面的外法线方向时,杆件因受拉而伸长,这种变形称为轴向拉伸;当外力 F 的方向沿杆件截面的内法线方向时,杆件因受压而缩短,这种变形称为轴向压缩,如图 1.4 所示。

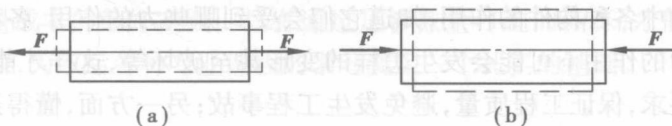


图 1.4

2) 剪切

如果直杆上受到一对大小相等、方向相反、作用线平行且相距很近的外力沿垂直于杆轴线方向作用时,杆件的横截面沿外力的方向发生相对错动,这种变形称为剪切,如图 1.5 所示。