

高职高专规划教材

建筑力学

刘玉清 张成 主编



化学工业出版社

高职高专规划教材

建筑力学

刘玉清 张成 主编 何慧荣 刘少洸 副主编

书号 (CIP) 目录照录于后

主编 刘玉清 副主编 何慧荣

2009.11 出版

建筑力学(第2版)教材

ISBN 978-7-132-06880-1

1. 建筑力学(第2版)教材

2. 建筑力学(第2版)教材

中国版本图书馆CIP

责任编辑: 张成

责任编辑: 张成

责任编辑: 张成

出版发行: 化学工业出版社(北京东城区青年湖南路13号 邮编100011)

印 刷: 北京印刷厂(北京通州区梨园镇) 电话: 010-64613888

870mm×1095mm 1/16 印张: 48.5 字数: 1150千字 2010年1月北京第1版第1次印刷

010-64613888 010-64613888

010-64613888 010-64613888



化学工业出版社

北京

定价: 32.00元

定价: 32.00元

本教材在编写过程中,根据教育部提出的专业基础课必须为专业课服务的基本要求,遵循高职教育人才培养目标的特点,以“必需、够用”为度,对建筑力学的内容进行了精简。强调基本概念,重视宏观分析,降低计算难度,突出工程应用;叙述深入浅出,通俗易懂,并配有相应的习题解答,便于教师授课和学生自学。

全书分三篇共十四章,主要内容包括:静力学基础、平面力系及平衡、材料力学基础、杆件的强度与刚度、压杆稳定、平面结构体系的几何组成分析、静定结构的内力分析、静定结构的位移计算等。

本书为高职高专院校、成人高校及本科院校举办的二级学院和民办高校的建筑工程技术专业力学课程的教材,也可作为有关工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑力学/刘玉清,张成主编. —北京:化学工业出版社, 2009.11

高职高专规划教材

ISBN 978-7-122-06850-7

I. 建… II. ①刘…②张… III. 建筑力学-高等学校-技术学院-教材 IV. TU311

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 189293 号

责任编辑:李仙华 卓丽 王文峡
责任校对:周梦华

装帧设计:尹琳琳

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印装:大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 17¼ 字数 465 千字 2010 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

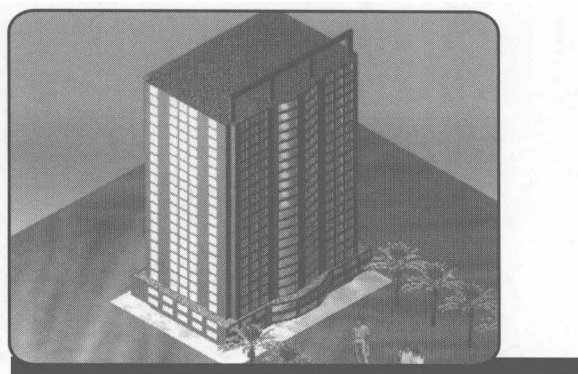
购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 32.00 元

版权所有 违者必究



高职高专土建类专业教材编审委员会

主任委员 陈安生 毛桂平

副主任委员 汪 绯 蒋红焰 陈东佐 李 达 金 文

委 员 (按姓名汉语拼音排序)

蔡红新	常保光	陈安生	陈东佐	窦嘉纲
冯 斌	冯秀军	龚小兰	顾期斌	何慧荣
洪军明	胡建琴	黄利涛	黄敏敏	蒋红焰
金 文	李春燕	李 达	李棕京	李 伟
李小敏	李自林	刘昌云	刘冬梅	刘国华
刘玉清	刘志红	毛桂平	孟胜国	潘炳玉
邵英秀	石云志	史 华	宋小壮	汤玉文
唐 新	汪 绯	汪 葵	汪 洋	王 波
王崇革	王 刚	王庆春	王锁荣	吴继锋
夏占国	肖凯成	谢延友	徐广舒	徐秀香
杨国立	杨建华	余 斌	曾学礼	张苏俊
张宪江	张小平	张宜松	张轶群	赵建军
赵 磊	赵中极	郑惠虹	郑建华	钟汉华

前 言

建筑力学是建筑工程技术专业一门重要的专业基础课程，是研究建筑结构力学计算理论和方法的依据，也是从事建筑设计和施工的工程技术人员必不可少的理论基础。它不仅为后续专业课程作准备，同时也为学生今后从事工程技术工作打下良好基础。

本书在编写过程中，根据教育部提出的专业基础课必须为专业课服务的基本要求，遵循高职教育人才培养目标的特点，以“必需、够用”为度，对建筑力学的内容进行了精简。强调基本概念，重视宏观分析，降低计算难度，突出工程应用；叙述深入浅出，通俗易懂，并配有相应的习题解答，便于教师授课和学生自学。书中带“*”部分为选讲内容。

全书分三篇共十四章，由刘玉清、张成任主编，何慧荣、刘少洸任副主编。参加各章编写的有信阳职业技术学院刘玉清（第八章、附录）、黑龙江农垦职业技术学院张成（第十一、十二章）、鹤壁职业技术学院何慧荣（第五、六章）、阳泉职业技术学院刘少洸（第四、七章）、河南工程学院许卫华（第九、十章）、信阳职业技术学院熊金柱（第一～三章）、无锡城市职业技术学院安晶（第十三章）、永城职业技术学院宋进朝（绪论、第十四章）。全书由刘玉清统稿。

在教材编写中，许多同行也提出了宝贵的意见和建议，特在此表示深深的谢意！

为了突出本教材的特色，我们做了许多努力，但由于编者水平有限，书中难免存在不妥之处，恳请读者给予批评指正。本书提供有电子教案，可发信到 cipedu@163.com 邮箱免费获取。

编 者

2009 年 8 月

目 录

绪论	1
第一节 建筑力学的任务和内容	1
一、建筑力学的任务	1

二、建筑力学的研究内容	2
第二节 学习建筑力学的目的	3

第一篇 静 力 学

第一章 静力学基础	7
第一节 基本概念	7
一、力	7
二、力系	8
三、荷载	9
四、刚体	9
第二节 静力学公理	10
一、作用力与反作用力公理	10
二、二力平衡公理	10
三、平衡力系公理	11
四、力的平行四边形法则	12
第三节 约束与约束力	12
一、约束与约束力的概念	12
二、工程中常见的约束及约束力	13
第四节 物体的受力分析	16
一、单个物体的受力分析	17
二、物体系统的受力分析	18
小结	18
思考题	19
习题	19
第二章 平面汇交力系	23
第一节 平面汇交力系合成与平衡的 几何法	23
一、合成	23
二、平衡	24
三、三力平衡汇交定理	25
第二节 平面汇交力系合成与平衡的 解析法	26
一、力在坐标轴上的投影	27
二、合力投影定理	28
三、合成	28

四、平衡	29
小结	31
思考题	32
习题	32
第三章 力矩 平面力偶系	36
第一节 力对点之矩 合力矩定理	36
一、力对点之矩	36
二、合力矩定理	37
第二节 力偶及其特性	38
一、力偶	38
二、力偶的性质	39
第三节 平面力偶系的合成与平衡	40
一、平面力偶系的合成	40
二、平面力偶系的平衡条件	41
小结	42
思考题	42
习题	43
第四章 平面一般力系	45
第一节 力的平移定理	45
第二节 平面一般力系向作用面内任一点 简化	46
一、主矢和主矩	46
二、简化方法和结果	47
三、平面一般力系的合力矩定理	49
第三节 平面一般力系的平衡方程	49
一、平衡方程的基本形式	49
二、平衡方程的其他形式	50
三、平衡方程的应用	52
小结	54
思考题	54
习题	55

第二篇 材料力学

第五章 材料力学基础	61	二、扭矩的计算	93
第一节 变形固体的性质及其基本假设	61	三、扭矩图	94
一、变形固体的概念	61	第二节 等直圆轴扭转时横截面上的应力	94
二、变形固体的基本假设	61	一、薄壁圆筒的扭转	94
第二节 杆件变形的形式	62	二、剪应变 剪切胡克定律	95
一、杆件	62	三、几何变形方面	96
二、杆件变形的形式	62	四、物理关系方面	96
第三节 内力、截面法及应力的概念	63	五、静力学关系方面	97
一、内力	63	第三节 圆轴扭转时的强度条件和刚度	
二、截面法	63	条件	98
三、应力	64	一、强度条件	98
小结	65	二、圆轴扭转时的变形	99
思考题	66	三、刚度条件	99
第六章 杆的轴向拉伸和压缩	67	四、计算举例	99
第一节 轴向拉伸和压缩的概念	67	小结	101
一、轴向拉伸和压缩变形实例	67	习题	102
二、轴向拉伸和压缩概念	68	第八章 梁的弯曲	104
第二节 轴向拉伸和压缩时的内力	68	第一节 梁的平面弯曲	104
一、轴力	68	一、弯曲变形和平面弯曲	104
二、轴力图	69	二、单跨静定梁的基本形式	105
第三节 轴向拉(压)杆横截面上的应力	71	第二节 梁的弯曲内力	105
第四节 轴向拉(压)杆斜截面上的应力	73	一、梁的弯曲内力——剪力和弯矩	105
第五节 轴向拉(压)杆的变形 胡克		二、剪力和弯矩的正负号规定	106
定律	74	三、梁的弯曲内力的计算	106
一、纵向变形及线应变	74	第三节 梁的内力图	108
二、胡克定律	75	一、剪力方程和弯矩方程	108
三、横向变形及泊松比	77	二、剪力图和弯矩图	108
第六节 材料在拉伸和压缩时的力学性能	77	第四节 利用微分关系绘制内力图	111
一、材料在拉伸时的力学性能	77	一、剪力、弯矩和荷载集度三者之间的	
二、材料在压缩时的力学性能	80	微分关系	111
三、塑性材料和脆性材料力学性质分析		二、用微分关系法绘制剪力图和	
对比	81	弯矩图	112
四、许用应力与安全系数	81	第五节 叠加法画弯矩图	115
第七节 轴向拉伸(压缩)杆件强度计算	82	一、叠加原理	115
一、轴向拉伸(压缩)杆件强度条件	82	二、用叠加法画弯矩图	115
二、轴向拉伸(压缩)杆件强度计算	83	第六节 梁的弯曲应力	116
第八节 静定和超静定问题	85	一、梁横截面上的正应力	116
小结	85	二、梁横截面上的剪应力	120
思考题	86	第七节 弯曲梁的强度计算	122
习题	87	一、梁的正应力强度计算	122
第七章 扭转	92	二、梁的剪应力强度计算	124
第一节 扭转的概念和实例	92	第八节 提高梁抗弯强度的措施	126
一、外力偶矩的计算	93	一、选择合理的截面形状	126

二、变截面梁	127	第十章 压杆稳定	157
三、合理安排梁的受力	128	第一节 压杆稳定的概念	157
第九节 梁的弯曲变形	129	一、问题的提出	157
一、弯曲变形的概念	129	二、平衡状态的稳定性	157
二、求梁弯曲变形的的方法	129	第二节 细长压杆的临界力	158
三、梁的刚度条件	131	一、两端铰支压杆的临界力	158
四、提高梁刚度的措施	132	二、其他支承情况下细长压杆的 临界力	160
第十节* 梁的应力状态	133	第三节 临界应力 欧拉公式的适用 范围	160
一、应力状态的概念	133	一、临界应力	160
二、平面应力状态分析	133	二、欧拉公式的适用范围	161
三、梁的主应力和主应力迹线	136	第四节 中粗杆的临界力计算——经验公式、 临界应力总图	161
小结	138	一、中粗杆的临界应力计算公式——经验 公式	161
思考题	140	二、临界应力总图	162
习题	140	第五节 压杆的稳定计算	163
第九章 组合变形的强度计算	144	一、压杆的稳定条件	163
第一节 组合变形的概念	144	二、折减系数	164
第二节 斜弯曲	144	三、稳定计算	165
一、外力分解	145	第六节 提高压杆稳定性的措施	169
二、内力分析	145	一、减小压杆的长度	170
三、应力计算	145	二、改善支承情况, 减小长度系数 μ	170
四、强度条件	146	三、选择合适的截面形状	170
第三节 偏心压缩(拉伸)	148	四、合理选择材料	170
一、单向偏心压缩(拉伸)时的应力和 强度条件	148	小结	170
二、双向偏心压缩(拉伸)时的应力和 强度条件	151	思考题	171
三、截面核心	153	习题	171
小结	154		
思考题	155		
习题	155		

第三篇 结构力学

第十一章 结构的计算简图	175	小结	184
第一节 结构及其类型	175	思考题	185
一、结构	175	第十二章 平面结构体系的几何组成分析	186
二、结构的类型	175	第一节 几何组成分析的目的	186
三、结构、构件的基本要求	176	第二节 平面体系的自由度	187
第二节 荷载的分类	177	一、几个重要的概念	187
一、按荷载作用的范围分类	177	二、几种常见的约束	189
二、按荷载作用的时间长短分类	178	三、瞬变体系	191
三、按荷载作用的性质分类	178	第三节 几何不变体系的组成规则	193
第三节 结构的计算简图	179	一、三刚片规则	193
一、确定计算简图的原则	179	二、两刚片规则	193
二、平面杆件结构的简化	179	三、二元体规则	194
三、平面杆系结构的分类	183	第四节 几何组成分析举例	194

一、能直接观察出的几何不变部分	194	习题	224
二、先拆除不影响几何不变性的部分再 进行几何组成分析	195	第十四章* 静定结构的位移计算	229
三、利用等效代换措施进行几何组成 分析	196	第一节 结构位移计算的目的	229
小结	197	第二节 变形体的虚功原理	230
思考题	197	一、功 广义力 广义位移	230
习题	197	二、外力实功	231
第十三章 静定结构的内力分析	199	三、内力实功 (应变能)	231
第一节 多跨静定梁	199	四、虚功	232
一、多跨静定梁的组成	199	五、变形体的虚功原理	232
二、多跨静定梁的内力计算	200	第三节 荷载作用下位移计算的一般 公式	233
三、多跨静定梁的受力特征	200	第四节 静定结构在荷载作用下的位移 计算	236
第二节 静定平面刚架	202	第五节 图乘法	238
一、刚架的特点及分类	202	第六节 静定结构支座移动时的位移 计算	246
二、静定平面刚架的内力计算	203	第七节 功的互等定理	247
第三节 静定平面桁架	207	一、功的互等定理	247
一、静定平面桁架的组成与分类	207	二、位移互等定理	248
二、静定平面桁架的内力计算	209	小结	249
三、几种主要桁架受力性能的比较	214	思考题	249
第四节 三铰拱	216	习题	250
一、三铰拱的组成	216	附录一 型钢表	253
二、三铰拱的反力和内力	217	附录二 习题参考答案	260
三、三铰拱的合理拱轴	221	参考文献	272
小结	222		
思考题	223		

绪 论

【学习目标】

1. 了解建筑力学课程的性质、内容和任务以及与其他专业课程之间的关系、地位和作用；
2. 理解结构构件正常工作的要求；
3. 掌握结构的概念和分类以及强度、刚度和稳定性的概念。

第一节 建筑力学的任务和内容

一、建筑力学的任务

建筑力学是一门重要的专业基础课，掌握基本的力学知识和计算方法可为建筑工程领域的结构设计和建筑施工等提供基本保障，也为进一步学习相关的专业课程打下必要的基础。

任何建筑物在施工过程中和建成后的使用过程中，都要受到各种各样力的作用。例如，建筑物各部分的自重、人和设备的重力、风力等，这些直接主动作用在建筑物上的外力，在工程上统称为**荷载**。

在建筑物中承受和传递荷载而起骨架作用的部分或体系称为**结构**。组成结构的每一个部件称为**构件**。图 0-1 是一个单层工业厂房承重骨架的示意图，它由屋面板、屋架、吊车梁、柱及基础等构件组成，每一个构件都起承受和传递荷载的作用。如屋面板承受着屋面上的荷载并通过屋架传给柱，吊车荷载通过吊车梁传给柱，柱将其受到的各种荷载传给基础，最后传给地基。

无论是工业厂房或是民用建筑、公共建筑，它们的结构及组成结构的各构件都相对于地面保持着静止状态，这种状态在工程上称为**平衡状态**。

当结构承受和传递荷载时，各构

件都必须能够正常工作，这样才能保证整个结构的正常使用。为此，首先要求构件在承受荷载作用时不发生破坏，如当吊车起吊重物时荷载过大，会使吊车梁发生弯曲断裂。但构件如果只是不发生破坏并不能保证它们能够正常工作，例如吊车梁的变形如果超过一定的限度，吊车就不能正常地行驶，楼板变形过大其上的抹灰层就会脱落。此外，有一些构件在荷载作用下，其原来形状的平衡可能丧失稳定性，例如细长的轴心受压柱子，当压力超过某一限定

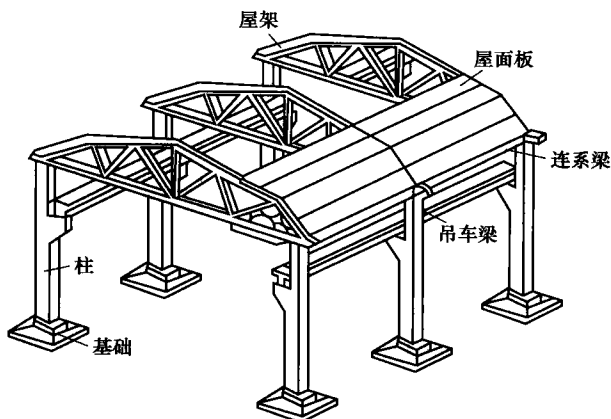


图 0-1

值时,会突然地改变原来的直线平衡状态而发生弯曲,以致结构倒塌,这种现象称为“失稳”。由此可见,要保证构件的正常工作必须同时满足三个要求:

- (1) 在荷载作用下构件不发生破坏,即应具有足够的**强度**;
- (2) 在荷载作用下构件所产生的变形在工程允许的范围,即应具有足够的**刚度**;
- (3) 承受荷载作用时,构件在其原有形状下的平衡应保持稳定的平衡,即应具有足够的**稳定性**。

构件的强度、刚度和稳定性统称为构件的**承载能力**。其高低与构件的材料性质、截面的几何形状及尺寸、受力性质、工作条件及构造情况等因素有关。在结构设计中,如果把构件截面设计得过小,构件会因刚度不足导致变形过大而影响正常使用,或因强度不足而迅速破坏;如果构件截面设计得过大,其能承受的荷载过分大于所受的荷载,则又会不经济,造成人力、物力上的浪费。因此,结构和构件的安全性与经济性是矛盾的。建筑力学的任务就在于力求合理地解决这种矛盾,即:研究和分析作用在结构(或构件)上力与平衡的关系,总结出结构(或构件)的内力、应力、变形的计算方法以及构件的强度、刚度和稳定性条件,为保证结构(或构件)既安全可靠又经济合理提供计算理论依据。

二、建筑力学的研究内容

要处理好构件所受的荷载与构件本身的承载能力之间的这个基本矛盾,就必须保证设计的构件有足够的强度、刚度和稳定性。建筑力学就是研究多种类型构件(或构件系统)的强度、刚度和稳定性问题的科学。

建筑力学这个名词含义广泛,这门科学所包含的几个学科如下:

- (1) 理论力学 研究力的理论性问题。
- (2) 材料力学 研究杆的强度、刚度和稳定性问题。
- (3) 结构力学 研究杆系各个部分的强度、刚度和稳定性问题。
- (4) 弹性力学 研究板、壳及块体的强度、刚度和稳定性问题。也研究杆的问题,但是

和材料力学比较起来,弹性力学研究更为严格和精确的解法。

- (5) 塑性力学 研究物体处于全部或局部塑性状态时的应力和变形问题。

在本书中,将从力的基本概念和基本理论的研究入门,进而主要研究杆和杆系的设计计算问题,也就是只限于材料力学和结构力学中所研究的问题。

为使读者对建筑力学研究的内容有一个总体概念,下面以图 0-2 所示的梁为例作一个简单介绍。

(1) 确定梁所受的力,哪些是已知力,哪些是未知力,并计算这些力的大小。梁 AB 搁在砖墙上,受到已知荷载 F_1 、 F_2 作用。在这两个力的作用下,梁 AB 有向下坠落的趋势,但由于墙的支承作用才使梁没有落下而维持平衡状态。在梁的支承处,墙对梁产生支承力 F_A 、 F_B 。荷载 F_1 、 F_2 与支承力 F_A 、 F_B 之间存在着一定的关系,这种关系称为平衡条件。若知道力平衡条件,便可由荷载 F_1 和 F_2 求出支承力 F_A 和 F_B 。

解决这一问题的关键就在于研究力的平衡条件。

(2) 荷载 F_1 和 F_2 与支承力 F_A 和 F_B 统称为梁 AB 的外力。当梁上的全部外力求出后,便可进一步研究这些力是怎样使梁发生破坏或变形的。如图 0-2 的 AB 梁,在 F_1 、 F_2 、 F_A 、 F_B 作用下会产生弯曲,同时梁的内部有一种内力产生,内力过大就会造成梁的破坏。如果

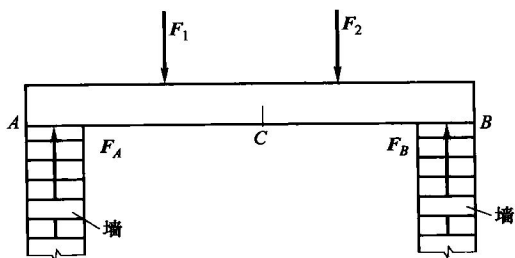


图 0-2

在梁的跨中截面 C 首先开裂继而断裂,这说明 C 截面处有引起破坏的最大内力存在,是梁的危险截面。

解决这一问题的关键就在于研究外力与内力的关系,它是分析承载能力的依据。

(3) 上述问题相当于找出梁的破坏因素。为了使梁不发生破坏,就需要进一步研究引起梁破坏的因素和梁抵抗破坏的能力之间的关系,从而合理地选择梁的材料和截面尺寸,使梁既具有足够的承载能力,又使材料用量为最少。

各种不同的受力方式会产生不同的内力,相应就有不同承载能力的计算方法,这些方法的研究构成了建筑力学的研究内容。

第二节 学习建筑力学的目的

建筑力学是研究建筑结构的力学计算理论和方法的一门科学,它是建筑结构、建筑施工技术、地基与基础等课程的基础,它将为读者打开进入结构设计和解决施工现场许多受力问题的大门。显然作为结构设计人员必须掌握建筑力学知识,才能正确地对结构进行受力分析和力学计算,保证所设计的结构既安全可靠又经济合理。

作为施工技术及施工管理人员,也要求必须掌握建筑力学知识。知道结构和构件的受力情况,什么位置是危险截面,各种力的传递途径以及结构和构件在这些力的作用下会发生怎样的破坏等,才能很好地理解图纸设计的意图及要求,科学地组织施工,制定出合理的安全和质量保证措施;在施工过程中,要将设计图纸变成实际建筑物,往往要搭设一些临时设施和机具,确定施工方案、施工方法和施工技术组织措施。如对一些重要的梁板结构施工,为了保证梁板的形状、尺寸和位置的正确性,对安装的模板及其支架系统必须要进行设计或验算;进行深基坑(槽)开挖时,如采用土壁支撑的施工方法防止土壁坍落,对支撑特别是大型支撑和特殊的支撑必须进行设计和计算,这些工作都是由施工技术人员来完成的。因此,只有懂得力学知识才能很好地完成设计及施工任务,避免发生质量和安全事故,确保建筑施工正常进行。

第一篇 静力学

第一章 静力学基础

【学习目标】

1. 理解力、刚体、约束、约束力的概念和静力学公理。
2. 掌握物体受力图分析。

静力学是研究物体在力系作用下平衡规律的科学，主要解决两类问题：一是将作用在物体上的力系进行简化，即用一个简单的力系等效地替换一个复杂的力系，这类问题称为“力系的简化（或力系的合成）问题”；二是建立物体在各种力系作用下的平衡条件，这类问题称为“力系的平衡问题”。

静力学是建筑力学的基础，在建筑工程实际中有着广泛的应用。它所研究的两类问题对于研究物体的受力和变形都有十分重要的意义。

力在物体平衡时所表现出来的基本性质，也同样表现于物体在一般运动的情形中。在静力学中关于力的合成、分解与力系简化的研究结果，可以直接应用于动力学。本章将阐述静力学中的一些基本概念、静力学公理、建筑工程中常见的典型约束力与约束反力，以及物体的受力分析。

第一节 基本概念

一、力

力的概念是人们在生活和生产实践中，通过长期的观察、分析和总结而逐步形成的。当人们推动小车时，由于手臂肌肉的紧张和收缩而感受到了力的作用。这种作用不仅存在于人与物体之间，而且广泛地存在于物体与物体之间，例如机车牵引车辆加速前进或者制动时，机车与车辆之间、车辆与车辆之间都有力的作用。大量事实表明，力是物体（指广义上的物体，其中包括人）之间的相互作用，离开了物体，力就不可能存在。力虽然看不见摸不着，但它的作用效应完全可以直接观察，或用仪器测量出来。实际上，人们正是从力的效应来认识力本身的。

1. 力的定义

力是物体之间相互的机械作用。由于力的作用，物体的机械运动状态将发生改变，同时还引起物体产生变形。前者称为力的运动效应（或外效应）；后者称为力的变形效应（或内效应）。在本课程中，主要讨论力对物体的变形效应。

2. 力的三要素

实践表明，力对物体作用的效应，决定于力的大小、方向（包括方位和指向）和作用点，这三个因素称为力的三要素。力的大小表示力对物体作用的强弱。力的方向包括力作用线在空间的方位以及力的指向。力的作用点表示力对物体作用的位置。实际物体在相互作用时，力总是分布在一定的面积或体积范围内，是分布力。如果力作用的范围很小，可看成是

作用在一个点上, 该点就是力的作用点, 建筑上称这种力为**集中力**。

在力的三要素中, 如果改变其中任何一个要素, 也就改变了力对物体的作用效应。例如, 沿水平面推一个木箱 (图 1-1), 当推力 F 较小时, 木箱不动, 当推力 F 增大到某一数值时, 木箱开始滑动。如果推力 F 的指向改变了, 变为拉力, 则木箱将沿相反的方向滑动。如果推力 F 不作用在 A 点而移到 B 点, 则木箱的运动趋势就不仅是滑动, 而且可能绕 C 点转动 (倾覆)。所以, 要确定一个力, 必须说明它的大小、方向和作用点, 缺一不可。

(1) 力是矢量。力是一个既有大小又有方向的量, 力的合成与分解需要运用矢量的运算法则, 因此它是矢量 (或称向量)。

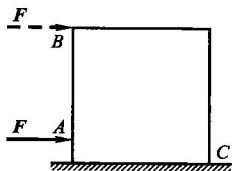


图 1-1

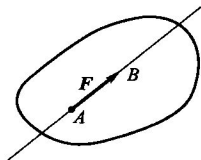


图 1-2

(2) 力的矢量表示。矢量可用一具有方向的线段来表示, 如图 1-2 所示。用线段的长度 (按一定的比例尺) 表示力的大小, 用线段的方位和箭头指向表示力的方向, 用线段的起点或终点表示力的作用点。通过力的作用点沿力的方向的直线称为力的作用线。本书中以黑体的字母, 如 F 、 $\mathbf{AB}$ 等来表示矢量, 白体的字母则代表该矢量的模 (大小)。

(3) 力的单位。在国际单位制中, 力的单位是牛顿, 用字母 N 表示。另外, 有时还用比牛顿大的单位, 千牛顿 (kN)。

二、力系

1. 力系

作用在物体上的若干个力的总称为力系, 以 $(F_1, F_2, \dots, F_n)$ 表示, 见图 1-3 (a)。力系中各个力的作用线如果不在同一平面内, 则该力系称为空间力系; 如果在同一平面内, 则称为平面力系。

2. 等效力系

如果作用于物体上的一个力系可用另一个力系来代替, 而不改变原力系对物体作用的外效应, 则这两个力系称为**等效力系**或**互等力系**, 以 $(F_1, F_2, \dots, F_n) = (F'_1, F'_2, \dots, F'_n)$ 表示, 见图 1-3 (b)。

需要强调的是, 这种等效力系只是不改变对于物体作用的外效应, 至于内效应, 显然将随力的作用位置等因素的改变而有所不同。

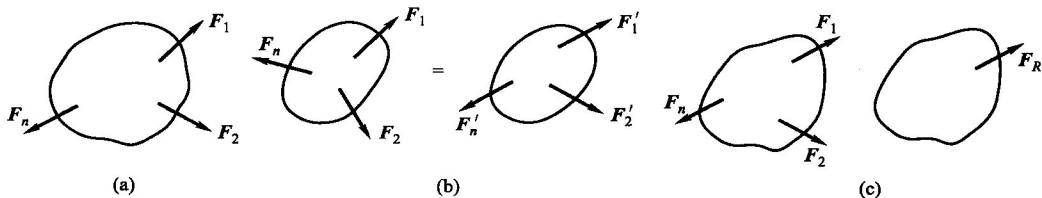


图 1-3

3. 合力

如果一个力 F_R 与一个力系 $(F_1, F_2, \dots, F_n)$ 等效, 则力 F_R 称为此力系的合力, 而