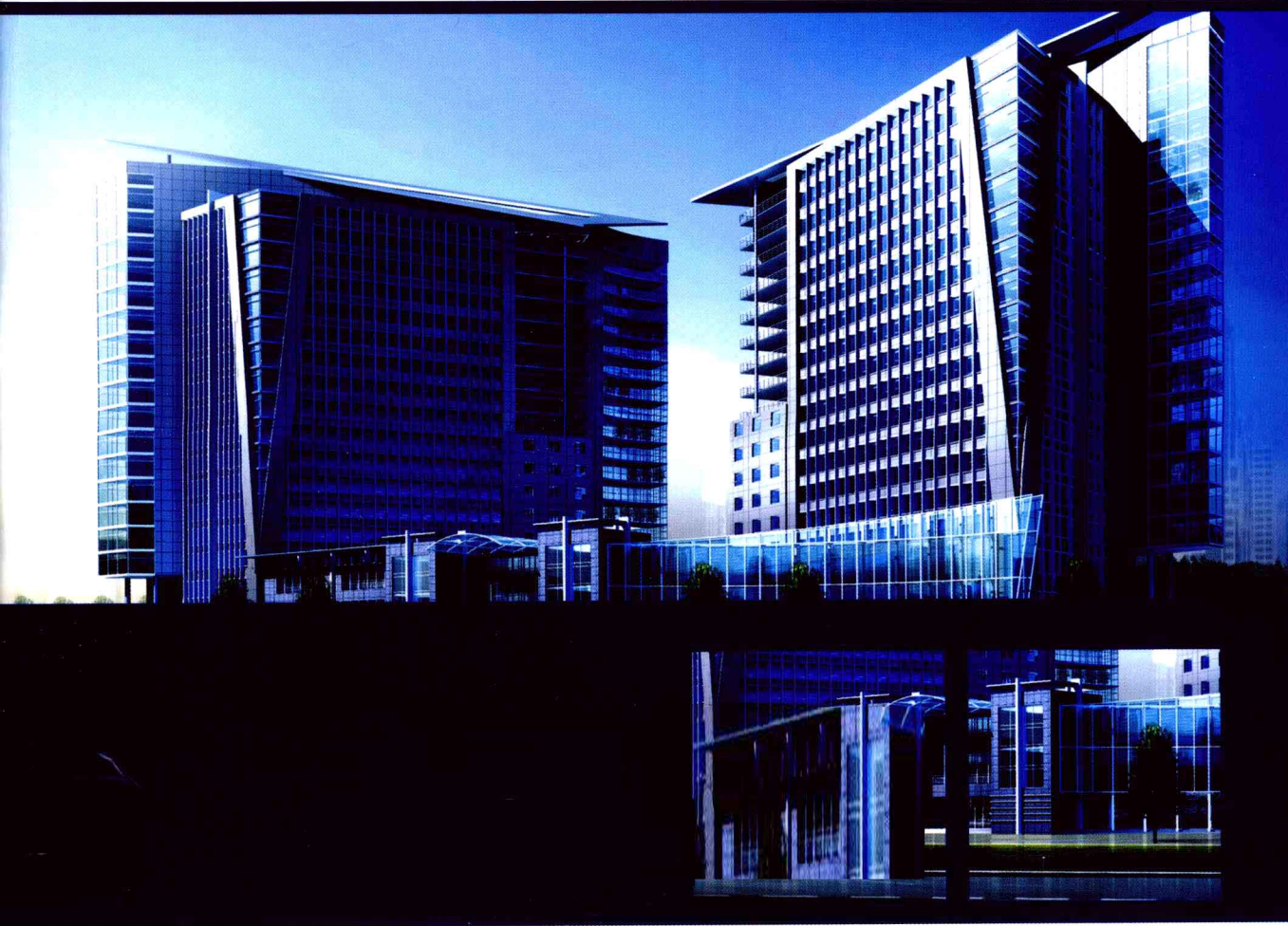




全国高等院校城市规划专业
应·用·型·系·列·规·划·教·材

建筑力学

何培玲 主 编
高 潮 副主编



科学出版社

全国高等院校城市规划专业应用型系列规划教材



建筑力学

何培玲 主编
高 潮 副主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书根据教育部最新颁布实施的《普通高等学校本科专业目录》中规定的建筑学专业的培养目标和国家教育委员会批准的《建筑力学课程教学基本要求》编写。本书内容不仅涵盖了高等学校土建学科教学指导委员会 2003 年 7 月审定的“建筑力学教学大纲”所规定的内容,而且还编入一些注册建筑师考试的内容。本书注意贯彻“少而精”的原则,内容选择力求精要,同时打破传统意义上的静力学、材料力学、结构力学的简单叠加,将力学知识的内在联系有机地融合,形成以“绪论和基本概念—外力—内力—应力—强度问题—刚度问题—稳定问题”为主线的新的建筑力学体系,减少重复,节省学时,极大地加强了教材内在的严谨性、逻辑性、完整性。

本书可作为普通高等学校建筑学、城市规划等专业的教学用书,也可供参加成人教育自学考试的学生、研究生和有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑力学/何培玲主编. —北京:科学出版社, 2011

(全国高等院校城市规划专业应用型系列规划教材)

ISBN 978-7-03-030440-7

I. ①建… II. ①何… III. ①建筑力学-高等学校-教材

IV. ①TU311

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 033859 号

责任编辑:陈迅 芦瑶/责任校对:马英菊
责任印制:吕春珉/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

北京鑫丰华彩印有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 3 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2011 年 3 月第一次印刷 印张:20 1/2

印数:1-3 000 字数:440 000

定价:36.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈鑫丰华〉)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62137026 (BA08)

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

前 言

建筑力学是建筑学专业的一门专业（技术）基础课。一方面它以高等数学等课程为基础，另一方面，它又是建筑结构课程的基础。该课程在基础课与专业课之间起着承上启下的作用，是建筑学专业的一门重要主干课程。

本书内容包括建筑力学基础、平面力系的简化和平衡、截面的几何性质、杆及杆系的内力和内力图、杆件的应力与强度计算、杆及结构的变形计算、超静定结构内力、压杆的稳定。本书兼顾教学、学习、注册三个方面的需求，即内容编排方便教师教学，也方便学生自学，更为今后参加注册师考试提供了便利。

本书由何培玲主编，参加编写工作的人员有：南京工程学院的何培玲（第1章、第4章），大连海洋大学的牛海英（第2章、第3章），南京工业大学的周峰（第5章），大连海洋大学的高潮（第6章），大连海洋大学的袁旭东、南阳理工学院的刘浩（第7章、第8章、附录一、附录二）。全书由何培玲统稿，南京工程学院王永廉教授主审。

限于编者水平，书中难免有疏漏和不妥之处，敬请读者批评指正。

主要符号表

A	面积
$D、d$	直径
E	弹性模量
G	剪切弹性模量
g	重力加速度
h	高度
I	惯性矩
$l、L$	长度、跨度
m	质量
q	分布荷载集度
$R、r$	半径
ϵ	线应变
λ	柔度、长细比
ν	泊松比
ρ	密度、曲率半径
f_s	静摩擦系数
F	力
$F_{RAx}、F_{RAy}$	A 处支座反力
F_{cr}	临界力
F_N	轴力
F_S	剪力
M	弯矩
M_T	扭矩
σ	正应力
τ	切应力
$[\sigma]$	允许正应力
$[\tau]$	允许切应力

目 录

前言

主要符号表

第 1 章 建筑力学基础	1
1.1 建筑力学的任务和内容	1
1.1.1 课程任务	1
1.1.2 课程主要内容	2
1.2 质点、刚体和变形固体	3
1.2.1 质点	3
1.2.2 刚体	3
1.2.3 变形固体	3
1.3 力的概念和性质	4
1.3.1 力及力系的概念	4
1.3.2 力的性质	4
1.3.3 力矩的概念	8
1.3.4 力偶的概念	8
1.4 约束和约束力	10
1.4.1 约束与约束力的概念	10
1.4.2 支座的概念和类型	10
1.4.3 节点的概念和类型	11
1.4.4 构件的简化	12
1.5 物体的受力分析	12
1.5.1 受力分析概述	12
1.5.2 画受力图的步骤及注意事项	13
1.5.3 受力图绘制应用举例	14
1.6 平面体系的几何组成分析	17
1.6.1 几何组成分析的概念	17
1.6.2 平面几何不变体系的组成规则	23
1.6.3 瞬变体系和常变体系	26
1.7 作用及作用效应	32
1.7.1 作用及荷载的概念	32
1.7.2 作用的分类	32
1.7.3 作用效应	33

思考题	33
习题	34
第2章 平面力系的简化和平衡	37
2.1 平面汇交力系的合成和平衡	37
2.1.1 平面汇交力系的合成	37
2.1.2 平面汇交力系的平衡条件	41
2.2 平面力偶系的合成和平衡	44
2.2.1 平面力偶系的合成	44
2.2.2 平面力偶系的平衡条件	44
2.3 平面任意力系的简化和平衡	46
2.3.1 力的平移定理	47
2.3.2 平面任意力系向作用面内任一点简化	47
2.3.3 平面任意力系的平衡条件和平衡方程	51
思考题	54
习题	55
第3章 截面的几何性质	61
3.1 截面静矩与形心	61
3.1.1 静矩	61
3.1.2 形心	61
3.1.3 组合截面的静矩和形心	62
3.2 惯性矩和极惯性矩	63
3.2.1 惯性矩	63
3.2.2 惯性半径	64
3.2.3 极惯性矩	65
3.3 平行移轴惯性矩	66
3.3.1 平行移轴公式	66
3.3.2 组合截面的惯性矩	67
思考题	68
习题	69
第4章 杆件的内力和内力图	71
4.1 杆件的基本变形	71
4.1.1 轴向拉伸或压缩	71
4.1.2 剪切	71
4.1.3 平面弯曲	71
4.1.4 扭转	71
4.2 杆件横截面上的内力	72
4.2.1 内力的概念	72

4.2.2 截面法	72
4.3 内力计算	74
4.3.1 轴力计算	74
4.3.2 剪力和弯矩	75
4.4 内力图	80
4.4.1 内力图的概念	80
4.4.2 轴力图	80
4.4.3 剪力图和弯矩图	82
4.5 静定平面桁架的内力计算	94
4.5.1 静定平面桁架的特点	94
4.5.2 桁架内力计算	96
4.5.3 联合法	102
4.6 多跨静定梁及斜梁结构的内力计算	102
4.6.1 多跨静定梁	102
4.6.2 斜梁	105
4.7 静定平面刚架内力计算	107
4.7.1 静定平面刚架的特点	107
4.7.2 静定刚架的内力计算	107
4.7.3 静定刚架的内力图绘制	109
4.8 拱的合理轴线	116
4.8.1 三铰拱的支座反力和内力	117
4.8.2 三铰拱的合理轴线	118
思考题	122
习题	124
第5章 杆件的应力与强度计算	130
5.1 材料在拉伸、压缩时的力学性能	130
5.1.1 应力的概念	130
5.1.2 材料拉伸时的应力-应变曲线	130
5.1.3 塑性材料拉伸时的力学性能	132
5.1.4 脆性材料拉伸时的力学性能	135
5.1.5 材料压缩时的力学性能	135
5.1.6 材料的强度指标	137
5.2 拉(压)杆的应力与强度计算	137
5.2.1 拉(压)杆的应力	137
5.2.2 强度计算	142
5.3 平面弯曲梁的应力与强度计算	145
5.3.1 平面弯曲的概念	145

5.3.2 梁的正应力及其应用	146
5.3.3 梁的弯曲切应力	153
5.3.4 梁的强度计算	158
5.4 梁的合理强度设计	162
5.4.1 选择合理的截面形状	162
5.4.2 采用变截面梁或等强度梁	163
5.4.3 提高梁弯曲强度的措施	164
思考题	165
习题	166
第6章 杆件结构的变形计算	172
6.1 轴向拉伸、压缩时的变形及胡克定律	172
6.1.1 绝对变形	173
6.1.2 相对变形——正应变	173
6.1.3 胡克定律	173
6.2 弯曲变形	177
6.2.1 工程弯曲变形问题	177
6.2.2 梁弯曲后的挠曲线 挠度与转角	178
6.2.3 梁弯曲后的挠曲线近似微分方程	179
6.2.4 用积分法计算梁挠度和转角	179
6.3 用叠加法计算梁的变形	187
6.3.1 多个荷载作用时叠加法的应用	187
6.3.2 间断性分布荷载作用时叠加法的应用	189
6.4 梁的刚度条件	190
6.4.1 刚度条件	190
6.4.2 提高梁刚度的措施	194
6.5 能量法基础	195
6.5.1 作用在弹性杆件上的力所做的功	196
6.5.2 杆件的弹性应变能	197
6.5.3 互等定理	198
6.6 单位荷载法	200
6.6.1 结构位移计算假定	200
6.6.2 单位荷载法	200
6.7 图乘法	204
6.7.1 图乘法概念	204
6.7.2 几种常见图形的面积和形心位置	206
6.7.3 应用图乘法时的几个具体问题	206
6.8 静定结构由于支座位移和温度变化所引起的位移计算	213
6.8.1 支座位移时静定结构位移计算	214

6.8.2 温度变化时静定结构位移计算	215
思考题	218
习题	218
第7章 超静定结构内力计算	222
7.1 力法的基本原理	222
7.1.1 超静定结构及超静定次数的确定	222
7.1.2 力法的基本思路	224
7.1.3 力法的典型方程	225
7.1.4 对称性的利用	226
7.1.5 超静定结构在温度变化或支座移动时的计算	229
7.2 位移法	233
7.2.1 等截面直杆的单元分析	233
7.2.2 位移法的概念及基本原理	236
7.3 力矩分配法的基本原理	240
7.3.1 力矩分配法基本概念	240
7.3.2 多跨连续梁力矩分配法的分析计算步骤	242
思考题	246
习题	246
第8章 压杆稳定	250
8.1 压杆稳定的概念	250
8.2 细长压杆的临界力	252
8.2.1 两端铰支时细长压杆的临界力	252
8.2.2 杆端为其他支承形式的细长压杆的临界力	253
8.3 压杆的临界应力	255
8.3.1 临界应力与柔度	255
8.3.2 欧拉公式的适用范围	255
8.3.3 临界应力总图	256
8.4 压杆的稳定计算	258
8.5 提高压杆稳定性的措施	261
8.5.1 增大折减系数 φ 值	261
8.5.2 提高材料的弹性模量	262
思考题	262
习题	263
附录一 常用截面的几何性质	267
附录二 型钢表	269
参考答案	281
主要参考文献	316

第 1 章 建筑力学基础

1.1 建筑力学的任务和内容

在学习建筑力学之前，应首先了解这门学科在建筑设计中的地位和作用。

建筑设计的理念取决于对建筑的价值观念。从本质上讲建筑最基本的价值观是人的居住场所。建筑理论家维特鲁威早在 2000 多年前的古罗马奥古斯都时期就提出了“坚固、适用、美观”（《建筑十书》）的建筑设计原则，后被公认为建筑三要素。在西方建筑史上，更是把“坚固”作为第一准则，“适用”为第二准则。正是如此的设计理念才使得希腊、罗马和埃及的众多古老建筑历经几个世纪的风雨沧桑能完好地保留下来。

在实现建筑三要素方面，建筑力学起着非常重要的作用。通过建筑力学的分析、计算，才能保证建筑物在使用过程中抵御各种外施荷载，提供一个安全、稳固的居住场所，为满足适用的生活需要和达到人们潜意识中对美的欣赏和追求做好了物质准备。这正是建筑力学肩负的使命。

1.1.1 课程任务

建筑力学是研究建筑物的结构和构件承载能力的一门学科。

建筑物在施工和使用过程中要承受各种力的作用，我们把主动作用在结构上的外力称作荷载。例如，建筑物受到自重、风荷载、雪荷载的作用。在建筑物中，承受荷载并传递荷载而起骨架作用的部分称作结构，即用以抵抗施加在建筑物上荷载的建筑物的组成部分。组成结构的单个物体被称作构件。

房屋结构中的构件按其几何特征可分为：① 其长度远大于横截面的宽度和高度的为杆件，如梁和柱；② 其厚度远远小于它的另两个方向尺寸的为板或壳，如楼板和屋盖等；③ 三个方向尺寸都是同量级的为块体，如地基基础或桥梁中的桥墩等。由杆件组成的结构称作杆件结构。建筑力学的主要研究对象为杆件结构。

首先房屋建筑的结构各部件间绝对没有相对运动，即结构或构件必须能够在荷载作用下维持平衡状态；进而各结构或构件在使用过程中不能被破坏；并在某些情况下也不允许产生过大的变形。例如，搁置在房屋墙体上的梁（图 1.1），如果变形过大将影响室内的正常使用；细长的受压杆（图 1.2）不能承受过大的荷载作用，因为过大的荷载有可能使细长受压杆件失去其原有的直线形式的平衡而变弯，从而导致其突然失稳而破坏。

总之，为了承担作用在建筑物上的荷载以支撑建筑物，结构应具备如下四种能力。

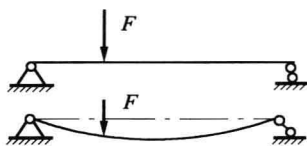


图 1.1 梁的变形



图 1.2 压杆失稳

1) 维持平衡。结构应首先保证其各组成部分之间不会发生相对运动，使之能够在荷载的作用下维持平衡。

2) 足够的强度。结构应具备足够的强度，即抵抗破坏的能力。

3) 足够的刚度。结构应具备足够的刚度，即抵抗变形的能力。

4) 良好的稳定性。结构应具备良好的稳定性，即保持其原有平衡形态的能力。

一般来说，只要结构或构件选择稳固的连接、较好的材料和较大的截面尺寸就可以满足平衡、强度、刚度和稳定性的要求，但这势必造成材料的浪费和经济上的损失。所以，如何保证所设计的构件既安全可靠又经济适用，就必须对上述四种能力与结构或构件本身材料性能、截面形状、尺寸和支承方式等一系列因素间的关系进行分析，研究构件的受力情况、平衡条件和变形、破坏规律。这就是建筑力学所要解决的问题。

综上所述，建筑力学这门课程的任务就是研究结构的几何构成规则，以及在外施荷载作用下结构或构件的强度、刚度和稳定性的问题，以保证建筑结构满足安全、适用、耐久的结构功能要求，使建筑材料达到物尽其用、经济合理目的。由此可见，建筑力学在实现建筑第一要素中发挥着不可或缺的作用。

虽然实现建筑第一要素主要是结构工程师的职责，但作为工程设计龙头的建筑工程师也必须具备一定的建筑力学知识。因为建筑方案的制定过程是一个交织现实和创意矛盾的创造过程，对建筑力学知识的了解和感悟会涉及很多力学问题，如结构的选型、平面柱网的布置等，它可以帮助建筑师开拓思路，在矛盾中找到平衡点。因此，建筑力学对建筑师来讲也是一门应该有所了解的学科。

1.1.2 课程主要内容

建筑力学的主要内容包括两方面：一是经典力学的基础力学知识；二是结合建筑结构本身特征的专业力学知识。

经典力学的基础力学知识中主要介绍静力学、材料力学、结构力学中的力学原理和方法。它是学习专业力学知识的基础。

静力学主要研究物体在力的作用下的平衡规律。

材料力学和结构力学主要研究材料在荷载作用下的变形、破坏规律，为合理设计杆件结构提供强度、刚度和稳定性方面的基本理论和计算方法。

结合建筑结构本身特征的专业力学知识主要介绍在建筑工程背景下提出的有关力学概念和分析方法，从而最终解决建筑结构的存在和坚固问题。

建筑力学是一门具有双重性的学科，它既有注重纯粹理性思辨的一面，也有注重

工程技术性的一面。对于不同的内容,应该从不同的角度去思考。对基础力学的内容,学习时可以相对增加些哲理方面的揣摩,而对于专业力学方面的内容,也许更应该注重体会它的技巧性和方法性。

1.2 质点、刚体和变形固体

生产实践和日常生活中的物体都具有很多特性,如颜色、形状、大小等。对于我们所要研究的领域,需要对物体进行抽象,去掉无关特性,保留必要特征,建立物体的力学理想模型。在静力学中,将物体抽象成质点和刚体;在材料力学和结构力学中,则将物体抽象成变形固体。

1.2.1 质点

当我们所讨论的问题只与研究对象(物体)的质量大小和质心空间位置有关,而与物体的大小和形状无关时,可以把物体抽象成一个只有质量,没有大小的点,称为质点。强调一点,是否将物体抽象成质点,完全取决于所讨论问题本身的性质,和物体的大小无直接关系。例如,在研究天体运动时,地球、太阳被当成质点;而在微生物研究中,把肉眼不可见的细胞作为质点。

1.2.2 刚体

当我们所讨论的问题与研究对象(物体)的质量、位置、大小和形状有关,而与物体的变形无关时,如在研究物体在外力作用下的运动或平衡规律时,即可将物体抽象成一个有质量、大小和形状,但不会产生变形的理想模型,即刚体。若物体受力后产生的变形很微小,可忽略不计时,也可近似地视为刚体。

1.2.3 变形固体

实际上,刚体在自然界中是不存在的。任何物体在承受荷载时,它的形状和尺寸都会发生变化,并当荷载超过一定限度时,物体都将发生破坏。

当我们所讨论的问题涉及力的内效应,即力对物体产生的变形效应时,就必须如实地将物体看成可变形的、可破坏的变形固体。为了方便研究问题,还进一步对变形固体作出如下基本假设:

- 1) 连续性假设。假设物体内材料是无空隙地连续分布,结构是密实的。
- 2) 均匀性假设。假设物体内各点处的材料力学性质是均匀、相同的。
- 3) 各向同性假设。假设物体内材料沿任何方向的力学性质是完全相同,即各向同性材料。

材料力学和结构力学的理论就是建立在上述基本假设之上的。按照连续、均匀、各向同性假设而理想化的一般变形固体称为理想变形固体。

变形固体受荷载作用将产生变形。当荷载不超过某一限度时,撤去荷载则变形会

随之消失,这种变形称为弹性变形;当荷载超过某一限度时,撤去荷载仅部分变形会消失,还有部分变形不会消失,这种卸载后不会消失的变形称为塑性变形或残余变形。

1.3 力的概念和性质

1.3.1 力及力系的概念

1. 力的概念

力是人们在长期的生产实践和日常活动中逐渐总结和抽象出来的一个物理概念。最初,当人们推、拉、举或抛掷物体时,由于肌肉紧张收缩的感觉,逐渐对力产生了感性认识,人们会说这件物体很重(或轻),后来,随着生产实践的发展对事物有了进一步的认识,认识到力对物体的作用效果。例如,用力推小车,可以使小车由静止到运动;用力弯钢筋,可以使钢筋变弯曲。人们把这种对力的认识总结概括为:力是物体间的相互作用,这种作用使物体的运动状态发生变化,同时也使物体的形状发生改变(变形)。前者是指物体受力后运动速度大小或方向的改变,称为力的外效应;后者是指物体受力后大小和形状的改变,称为力的内效应。前者是就整个物体的运动状态而言的,也称为运动效应;后者是就物体内部各质点的运动而产生的变形而言的,也称为变形效应。它们分别是理论力学和材料力学所研究的内容。

2. 力系的概念

作用在同一物体上的一群力称为力系。力系的作用线在同一平面内,称为平面力系;力系的作用线在空间分布,称为空间力系;在同一平面内,力系的作用线汇交于一点,称为平面汇交力系;在同一平面内,力系的作用线相互平行,称为平面平行力系;在同一平面内,力系的作用线既不完全平行也不完全相交,称为平面任意力系。力系作用于物体上而不改变其运动状态,称为平衡力系。若一力系代替另一力系作用在同一物体而产生相同的作用效果,则这两个力系称为等效力系。若一个力与一个力系等效,称这个力是这个力系的合力,而该力系中的每一个力则称为这个合力的分力。

1.3.2 力的性质

1. 力的三要素

实践证明,力对物体的作用效果取决于力的大小、方向和作用点,这三个因素中的任何一个因素改变,都会使其作用效果改变(图 1.3),故称力的大小、方向、作用点为力的三要素。力是一个有方向的量;即为矢量,常用黑体字来表示,如 $\mathbf{F}$,或用带箭头的字符来表示,如 $\vec{F}$ 。图示力(图 1.4),矢长(箭杆长)表示力的大小,箭头所指的方向表示力的方向,而箭头或箭尾所在点即表示力的作用点(点 A 或点 B)。

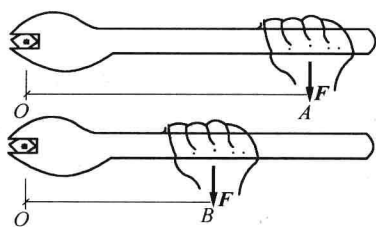


图 1.3 力的三要素

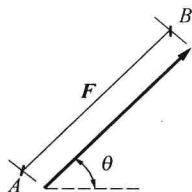


图 1.4 力的矢量

力的作用点实际上是物体互相作用位置的一种抽象。物体相互接触时，力总是分布在一定接触面上。如果作用的面积很大，这种力就称为分布力，如作用在挡土墙上的土侧压力（图 1.5）；如果作用面积很小，可近似地看成作用在一个点上，这种力就称为集中力，这个点就称为力的作用点。例如，图 1.6 中重物的重力 F 可视为一个作用在吊钩上的集中力，钢索的拉力 T 也可视为一集中力，作用在横梁的端点上。

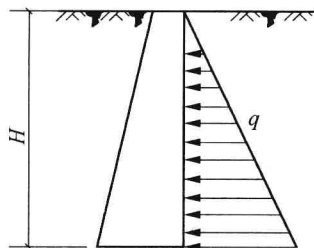


图 1.5 作用在挡土墙上的分布力

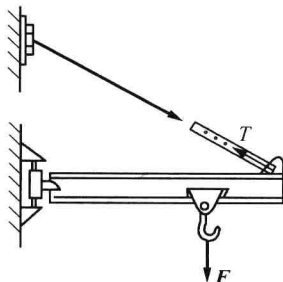


图 1.6 作用在三角架上的集中力

在国际单位制中，集中力的单位为牛 [顿] (N)；分布力的单位为帕 (Pa)， $1\text{Pa} = 1\text{N}/\text{m}^2$ 。

2. 力的平行四边形法则

作用在物体上同一点的两个力的效应可用作用在该点上，其大小和方向以这两个力作边的平行四边形的对角线确定的一个合力来代替，如图 1.7 所示，这就是力的平行四边形法则或力的合成定律。为简单起见也可用四边形的一半来表示这一合成过程：依次将这两个力首尾相接形成一个三角形，那么三角形的第三条边就是合力。这种做法也称为力的三角形法则。作图时应注意的是，将这两个力首尾相连，而合力的方向是从始点到终点。

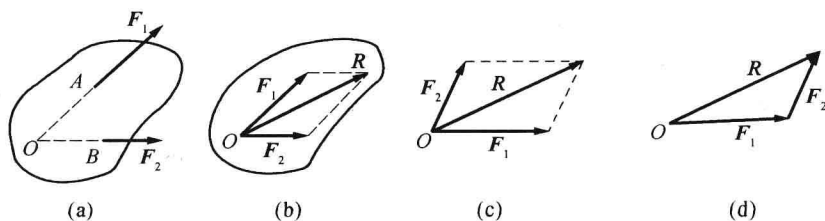


图 1.7 力的合成与平行四边形法则和三角形法则

3. 二力平衡公理

由力的平行四边形法则可知：只有当作用在物体上的两个力大小相等、方向相反且作用在同一直线上时（图 1.8），其合力才等于零，即此时两个力对物体的运动效应为零，物体处于平衡状态。这就是所谓的二力平衡公理，即作用于刚体上的两个力平衡的充分必要条件是这两个力大小相等、方向相反、作用线相同。

当物体在两个力作用下处于平衡状态时，我们常把此物体叫做二力体，当物体是杆件时我们就称它为二力杆。二力体中，我们只要知道此两力的作用点，则其连线的方位就是此两力作用线的方位（图 1.9）。这在以后的受力分析中是常用到的。值得注意的是，二力平衡原理中两个力并不一定作用于刚体的同一点。

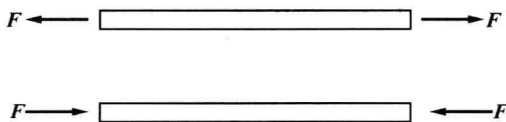


图 1.8 二力平衡公理

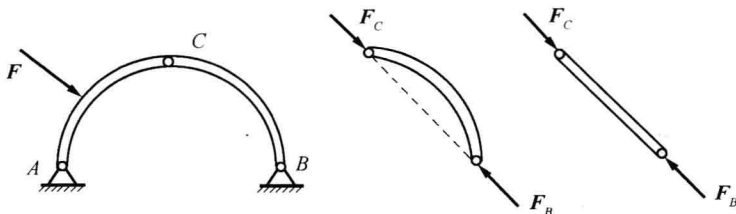


图 1.9 二力平衡及二力体（杆）

应当指出的是，该条件对于刚体来说是充分必要的；对于变形体，该条件只是必要非充分的。例如，柔索当受到两个等值、反向、共线的压力作用时就不一定能平衡。

4. 加减平衡力系公理

在作用于刚体上的已知力系上，加上或减去任意平衡力系，不会改变原力系对刚体的作用效应。这是因为平衡力系中，诸力对刚体的作用效应相互抵消，力系对刚体的效应等于零。根据这个原理，可以进行力系的等效变换。

推论 力的可传性原理

一般来说，表示力的矢量必须和力的作用点相联系，这样的矢量称定位矢量。但当力作用在刚体上时，力的作用点就不重要了，因为只要不改变力的大小和方向，作用于刚体上某点的力，可沿其作用线任意移动作用点而不改变该力对刚体的作用效应。这就是力的可传性原理。利用加减平衡力系公理，可很容易地证明力的可传性原理。

例如，一个人推车或拉车，对车的运动效应是一样的，如图 1.10 所示。必须指出

的是,力的可传性只在研究力对物体的运动效应时适用,在研究力对物体内部的变形效应时就不适用。例如,一杆两端受一对大小相等、方向相反的共线力 F 的作用时(图 1.11),按二力平衡原理,不管是图 1.11 (a) 还是图 1.11 (b),两者都是平衡的。但从变形效应看,前者产生伸长,而由力的可传性得到的后者却产生缩短,两者的变形效应是截然不同的。由于在研究力的外效应时,一般将物体看成刚体,所以从这个意义上来说,力的可传性只适用于刚体。

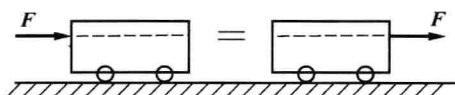


图 1.10 运动效应中力的可传递性

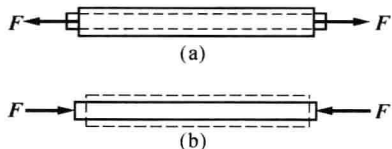


图 1.11 变形效应中力的不可传递性

5. 三力平衡汇交定理

作用于刚体上平衡的三个力,如果其中两个力的作用线交于一点,则第三个力必与前面两个力共面,且作用线通过此交点,构成平面汇交力系。如图 1.12 所示。这是物体上作用的三个不平行力相互平衡的必要条件。

应当指出的是,三力平衡汇交公理只说明了不平行的三力平衡的必要条件,而不是充分条件。它常用来确定刚体在不平行三力作用下平衡时,其中某一未知力的作用线。

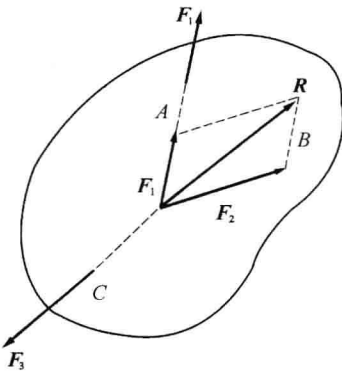


图 1.12 三力平衡汇交定理

6. 作用力和反作用力定律

如上所述,力是物体间的相互作用,因此,力不能脱离物体而单独存在,且总是成对出现的,即有施力体对被施力体的作用力,必有被施力体对施力体的反作用力,它们大小相等、方向相反,分别作用在两个不同的物体上。这就是作用力和反作用力定律。如图 1.13 (a) 所示的房屋对地基的压力 F 作用在地基上,而地基对房屋的反作用力 F' 则作用在房屋上,二者互为作用力和反作用力;如图 1.13 (b) 所示的房屋自身重 P 和地基对房屋的反作用力 F' 组成一对平衡力,但不能说房屋自重 P 的反作用力是 F' ,因为二者不满足分别作用在两个不同的物体上的条件,而房屋自重 P 的反作用力应是作用在地球上的一个万有引力 P' [图 1.13 (c)]。