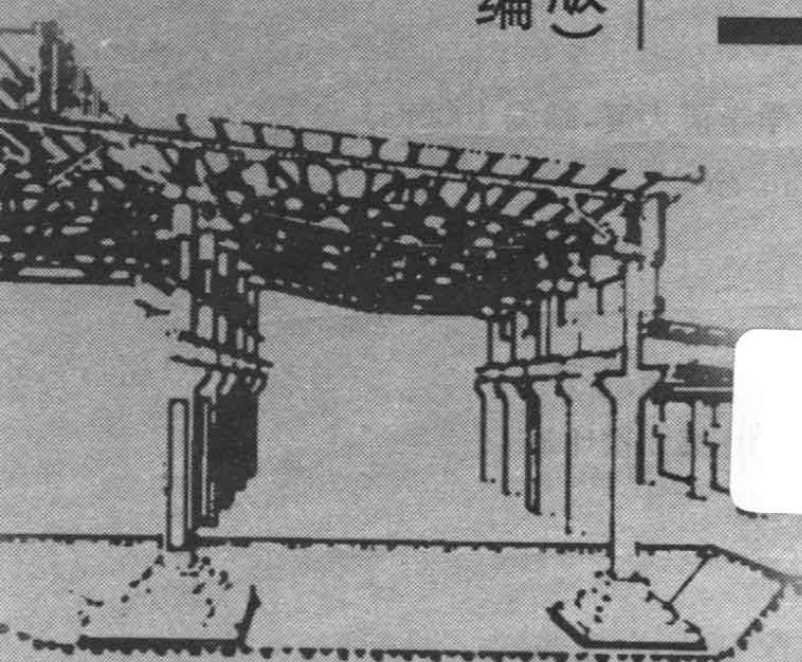


土建工长培训
系列教材

建筑力学

JIANZHULIXUE

张兆榛等
编 (第二版)



清华大学出版社

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

(京)新登字 158 号

内 容 提 要

建筑力学是建筑行业各类技术人员和管理人员必须掌握的基础知识。本书主要讲述静力学、材料力学以及结构的受力分析,通俗易懂,实用性强。

本书为土建工长培训系列教材丛书中的一本,可作为土建工长、技术人员、建筑企业管理人员(质检员、预算员、安全员等)以及职业中专、技校、职业高中等相关专业的师生学习或参考。

书 名: 建筑力学(第三版)

作 者: 张兆棣 等 编

出版者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

印刷者: 北京市振华印刷厂

发行者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 850×1168 1/32 印张: 9 字数: 219 千字

版 次: 2001 年 9 月第 3 版 2002 年 4 月第 2 次印刷

书 号: ISBN 7-302-04615-8/TU·164

印 数: 5001~10000

定 价: 16.00 元

《土建工长培训系列教材》

编 委 会

主任委员：郭继武

委 员：郭继武 任继良 纪士斌
田会杰 宋莲琴

第三版说明

《建筑力学》于1988年12月出版,并于1994年6月出版了第二版,多次重印,受到广大建筑工人的欢迎和社会的好评。在对土建工长、技术人员、建筑企业管理人员(如质检员、预算员、安全员等)的岗位培训教育和考核中,发挥了很好的作用。这里奉献给读者的是第三版。

第三版《建筑力学》保持了第二版的特色和风格,即注重突出重点内容及密切联系建筑实际,理论形象化、具体化,实用性强;但与第二版相比,篇幅进行了精减,语言更加简练,深入浅出,通俗易懂,更加便于读者自学。

本书第1章、第2章、第3章由陈光修订,第4章由韩萱修订,第5章、第6章、第7章、第9章、第10章由杜宏修订,第8章、第12章、第13章由杨涛修订,第11章由屠宗萍修订,第14章、第15章、第16章由张兆棣修订。全书由张兆棣进行审定。

本书虽经再次修订,但还会有不足之处,希望读者提出宝贵意见,以利不断提高和完善。在此向读者表示感谢。

编 者

2000年11月于北京

目 录

第 1 篇 静 力 学

第 1 章 静力学的基本概念.....	(3)
1.1 力的概念	(3)
1.2 静力学公理	(5)
1.3 荷载.....	(12)
1.4 约束与约束反力.....	(15)
1.5 受力图.....	(23)
学习指导.....	(27)
思考题.....	(28)
习题.....	(29)
第 2 章 平面汇交力系	(32)
2.1 平面汇交力系合成与平衡的几何法.....	(32)
2.2 平面汇交力系合成与平衡的解析法.....	(36)
学习指导.....	(44)
思考题.....	(45)
习题.....	(45)
第 3 章 平面力偶系	(48)
3.1 力对点的矩 合力矩定理.....	(48)
3.2 力偶及其基本性质.....	(51)

3.3	平面力偶系的合成与平衡·····	(54)
	学习指导·····	(56)
	思考题·····	(57)
	习题·····	(58)
第 4 章	平面一般力系·····	(61)
4.1	平面一般力系·····	(61)
4.2	力的平移定理·····	(62)
4.3	平面一般力系向一点的简化·····	(64)
4.4	平面一般力系的平衡条件·····	(66)
4.5	重心和形心·····	(73)
4.6	平面静定桁架的内力分析·····	(77)
4.7	空间力系简介·····	(84)
	学习指导·····	(88)
	思考题·····	(89)
	习题·····	(90)

第 2 篇 材 料 力 学

第 5 章	轴向拉伸和压缩·····	(97)
5.1	拉伸和压缩的概念·····	(97)
5.2	拉伸和压缩时的内力计算·····	(97)
5.3	拉伸和压缩时的应力·····	(102)
5.4	拉伸和压缩时的强度计算·····	(106)
5.5	杆件自重对应力的影响·····	(110)
5.6	拉伸与压缩时的变形·····	(111)
	学习指导·····	(115)

思考题	(116)
习题	(117)
第 6 章 材料的力学性质	(120)
6.1 钢与其他金属材料的力学性能	(120)
6.2 混凝土的力学性质	(125)
6.3 容许应力和安全系数	(127)
学习指导	(129)
思考题	(129)
第 7 章 剪切和挤压	(130)
7.1 剪切和挤压的概念	(130)
7.2 剪切和挤压的强度计算	(131)
学习指导	(137)
思考题	(138)
习题	(139)
第 8 章 扭转	(140)
8.1 扭转的概念	(140)
8.2 圆轴扭转时的内力与应力	(141)
8.3 圆轴扭转时的强度计算	(145)
学习指导	(148)
思考题	(148)
习题	(149)
第 9 章 梁的内力	(151)
9.1 梁和梁的基本类型	(151)

9.2	梁的内力	(152)
9.3	剪力图和弯矩图	(157)
9.4	用叠加法作梁的剪力图和弯矩图	(163)
	学习指导	(166)
	思考题	(167)
	习题	(167)

第 10 章 梁的强度计算..... (170)

10.1	梁的正应力	(170)
10.2	梁的正应力强度条件	(174)
10.3	梁的合理截面	(178)
10.4	梁的剪应力强度条件	(181)
10.5	平面图形的惯性矩	(183)
	学习指导	(187)
	思考题	(187)
	习题	(188)

第 11 章 梁的刚度计算..... (191)

11.1	梁的变形	(191)
11.2	梁的刚度条件	(197)
	学习指导	(198)
	思考题	(199)
	习题	(199)

第 12 章 压弯组合变形时的强度计算..... (200)

12.1	组合变形的概念	(200)
12.2	偏心压缩	(200)

12.3	截面核心.....	(204)
12.4	压弯组合变形.....	(205)
	学习指导.....	(209)
	思考题.....	(209)
	习题.....	(210)

第 13 章	压杆稳定	(212)
13.1	压杆稳定的概念.....	(212)
13.2	临界力的确定.....	(213)
13.3	压杆的稳定条件.....	(215)
13.4	提高压杆稳定性的措施.....	(222)
	学习指导.....	(223)
	思考题.....	(224)
	习题.....	(224)

第 3 篇 结构的受力分析

第 14 章	结构计算简图和结构组成分析	(229)
14.1	结构计算简图.....	(229)
14.2	结构的几何组成分析.....	(232)
	学习指导.....	(239)
	思考题.....	(239)
	习题.....	(239)

第 15 章	静定结构内力分析	(241)
15.1	杆件结构的分类.....	(241)

15.2	静定结构的特征.....	(243)
15.3	静定结构内力计算的基本方法.....	(244)
	学习指导.....	(248)
	思考题.....	(249)
	习题.....	(249)

第 16 章 超静定结构内力分析的

基础知识	(251)
------------	-------

16.1	超静定结构的特性.....	(251)
16.2	超静定结构内力计算的基本方法.....	(251)
	学习指导.....	(257)
	思考题.....	(257)
	习题.....	(257)

附录 I	工程常用量的单位换算表.....	(259)
------	------------------	-------

附录 II	型钢规格表.....	(261)
-------	------------	-------

第1篇 静力学

静力学的主要任务是研究物体在力作用下的平衡规律及其应用。

平衡通常是指物体相对于地球保持静止或作匀速直线运动状态。例如,房屋、桥梁等建筑物,以及匀速提升的电梯等都是平衡的实例。由于地球本身在运动,因此,所谓平衡是相对于地球而言的。

静力学中要研究的基本问题是:

(1) 力系的简化

是指作用在物体上的力的合成、分解和简化的方法。所谓简化就是将作用在物体上的一群力(力系)简化为最简单的形式。

(2) 力系的平衡条件

是指研究物体平衡时作用在它上面的力系必须满足的条件。

力系平衡问题的研究在工程实践中有广泛的应用,在建筑结构的设计与施工中都需要这方面的知识。例如,设计一个结构,都要先经过静力分析,运用平衡条件计算出所受到的力,然后根据材料的性质再考虑选择什么材料和确定截面的大小。另外,静力学所涉及的一些力的基本性质和力所遵循的某些规律、静力分析的一般方法与步骤又是研究材料力学、结构力学的基础。

静力学的重点是静力学公理、受力分析的一般方法与步骤、力系的简化和物体的平衡规律。

第 1 章 静力学的基本概念

1.1 力的概念

力的概念是人们在长期生产劳动和生活实践中逐渐形成的。我们拉车、弯钢筋、拧螺丝帽时,由于肌肉紧张,我们感到用了力。同样,起重机吊起构件、牵引车拉大平板车、打夯机夯实地面等等也都是力的作用。

人推车可以使车由静到动,或使车的运动速度变快,与此同时也感觉到车在推人;力作用在钢筋上可以使直的钢筋弯曲或使弯曲的钢筋变直,同时钢筋有力作用在施力物体上。无数事例说明:力是物体间的一种相互作用,这种相互作用的效果使物体的运动状态发生变化,或者使物体产生变形。运动状态的变化是指物体运动快慢或运动方向的改变;变形是指物体大小或形状的改变。力的作用方式是多种多样的。物体间互相接触时,可以产生相互的推、拉、挤压等作用力;物体间不接触时,也能产生相互间的吸引力或排斥力。例如,地球对悬挂的小球有吸引力作用于小球的重心,即我们常说的重力,而小球对地球的吸引力作用于地球的中心。总而言之,力是物体之间的相互作用。因此,力不可能脱离物体而单独存在,有受力物体就有施力物体,任何力都是成对出现的。

在自然界中,任何物体在力的作用下都将发生变形。但是,工程实际中许多物体(例如建筑结构中的梁、柱、受压的桥梁等)的变形相对于物体本身尺寸而言常常非常微小,在研究物体的平衡问题时,这些微小变形的影响不大,可以忽略不计,因而可以将物体

看成是不变形的。在任何外力作用下,大小和形状始终保持不变的物体,我们称它为刚体。刚体是真实物体的抽象化模型。在研究平衡问题时,一幢房子、一台塔吊、一条钢丝绳都可视为刚体。但当进一步研究物体在力作用下的变形和强度问题时,变形将成为主要因素而不能忽略,也就不能再把物体当作刚体,而要视为变形体。

大量的实践证明,力对物体的作用效果取决于力的三要素:

1. 力的大小

力是有大小的。力的大小表明物体间相互作用的强弱程度。力的度量单位是牛[顿](N),或千牛[顿](kN)。

2. 力的方向

力不但有大小,而且还有方向。力的作用效果与力的方向有关。以撬杠起道钉为例,如图 1-1 所示,如果力 F 不是向下压而是向上抬,无论力 F 如何增加,道钉也起不出。

3. 力的作用点

力对物体的作用效果还与力的作用点有关。在图 1-1 中,如果力 F 离支点 O 距离很近,则道钉也不容易起出。

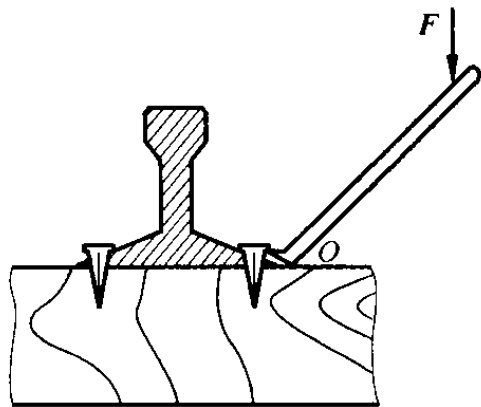


图 1-1

力的作用点表示物体相互作用的位置。它实际上是一块面积。当这作用面积较大时,就形成分布力,如水坝所受的水压力,屋顶所受的积雪的压力。当力的作用面积很小时,就可以近似地看成作用在一个点上,这种力称为集中力,该点称为力的作用点。

力这种既有大小又有方向的物理量称为矢量,可以用一带箭头的线段来表示。如图 1-2 所示,线段的长度按一定的比例尺表示力的大小;线段的方位(与水平线所夹的角)和箭头的指向表示



力的方向;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画出的直线(如图 1-2 中的 KL)称为力的作用线。图 1-2 中选定 1 单位长度表示 100kN ,按比例量出 P 的大小是 200kN ,力的方向与水平线成 30° 角,指向右上方,作用在物体的 A 点上。

用字母符号表示力矢量时,常用黑体字 $\boldsymbol{F}, \boldsymbol{P}$ 表示,而 F, P 只表示该矢量的大小。

为了便于研究和叙述,我们还要给出下面一些定义:

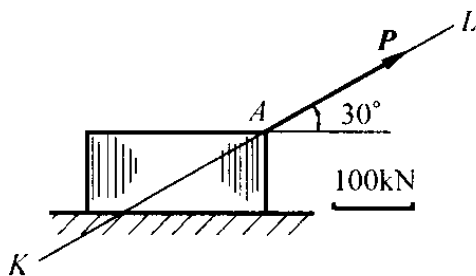


图 1-2

(1) 作用在指定物体上的一群力称为力系。

(2) 物体相对于地球静止或作匀速直线运动时,我们说物体处于平衡状态。

(3) 如果物体在某一力系作用下保持平衡,则该力系称为平衡力系。

1.2 静力学公理

力的基本性质由静力学公理所概括。这些公理是人们在长期的生产和生活实践中,经过反复观察和实验总结出来的,又经过实践的检验证明它们符合客观实际的普遍规律。

公理 1 二力平衡条件

作用在同一刚体上的两个力,使刚体平衡的充分和必要条件是:这两个力大小相等,方向相反,作用在同一条直线上,如图 1-3 所示。

上述的二力平衡条件对于刚体是充分的也是必要的,而对于变形体只是必要的,不是充分的。图 1-4 所示的柔绳的两端若受到一对大小相等、方向相反的拉力可以平衡;但若是压力就不能

平衡。

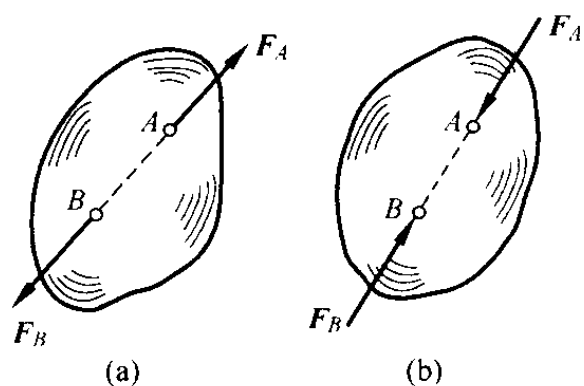


图 1-3

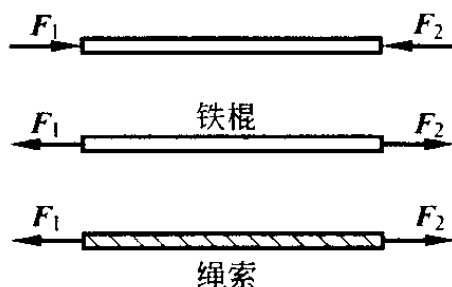


图 1-4

二力平衡表明了作用于物体上最简单的平衡力系,它为以后研究一般力系的平衡条件提供了基础。

公理 2 加减平衡力系公理

在作用于刚体的任意力系中,加上或去掉任何一个平衡力系,并不改变原力系对刚体的作用效果。也就是说相差一个平衡力系的两个力系作用效果相同,也可以互换。

这个公理可以这样粗略地理解:因为平衡力系不会改变刚体原来的运动状态,也就是说,平衡力系对刚体的运动效果为零。所以在刚体上加上或去掉一个平衡力系,是不会改变刚体原来的运动状态的。

推论 力的可传性原理

作用于刚体上的力可沿其作用线移动到刚体内任意一点,而不会改变该力对刚体的作用。

有一力 F 作用在刚体上的 A 点,如图 1-5(a)所示。根据加减平衡力系公理,可在力的作用线上任取一点 B ,加上等值、反向、共线的 F_1, F_2 两个力,并让 $F_1 = -F_2 = F$,如图 1-5(b)所示。于是 F_1, F_2, F 三个力组成的力系与一个力 F 等效。但 F 和 F_2 是一个平衡力系,可以去掉,故只剩下作用在 B 点的一个力 F_1 ,如图 1-5(c)所示。于是力 F_1 与原力 F 等效。这样就把作用在 A 点的



力 F 沿其作用线移到了 B 点。

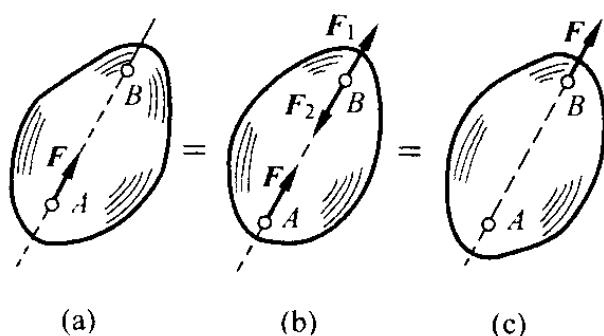


图 1-5

上述力的可传性原理很容易为实践所验证。例如,用绳拉车,或者沿绳子同一方向,以同样大小的力用手推车,对车产生的运动效果相同。

应当指出,力的可传性只适用于一个刚体,不适用于两个刚体(不能将作用于一个刚体上的力随意沿作用线移至另一个刚体上)。如图 1-6(a),一对平衡力 F_1, F_2 分别作用在两个物体 A, B 上,能使物体保持平衡(此时物体之间有压力)。

但是,如果将 F_1, F_2 各沿其作用线移动成为图 1-6(b)所示的情况,则二物体各受一个拉力而将被拆散失去平衡。力的可传性也不适用于变形体。如一个变形体受 F_1 与 F_2 的拉力作用将产生伸长变形,如图 1-7(a)所示;若将 F_1 与 F_2 沿其作用线移动到另一端,如图 1-7(b),物体则将产生压缩变形,变形形式发生变化,即作用效果发生改变。

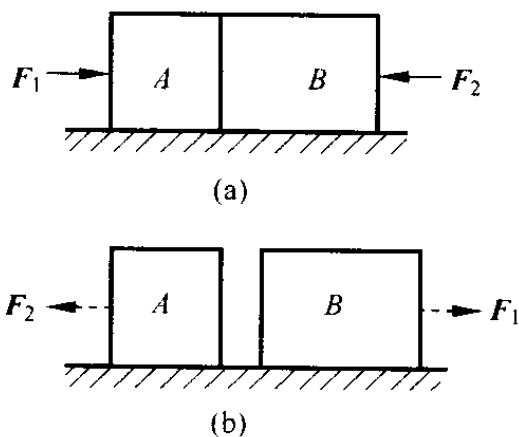


图 1-6

公理 3 力的平行四边形法则

作用在物体上的一个力系,如果可用另一个力系来代替,而不