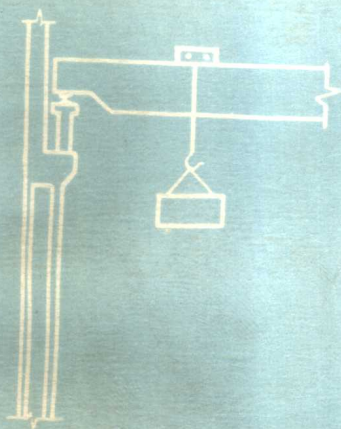


建筑安装工人技术培训教材

建筑力学

建筑力学

辽宁省建筑工人技术培训教材编委会主编



辽宁科学技术出版社

建筑安装工人技术培训教材

建筑力学

(初 级 本)

辽宁省建筑工人技术培训教材编委会主编

辽宁科学技术出版社

1985年·沈阳

编写者：刘思汉 郭万镇 李文田

建 筑 力 学

Jianzhu Lixue

辽宁省建筑工人技术培训教材编委会主编

辽宁科学技术出版社出版 (沈阳市南京街6段1里2号)

辽宁省新华书店发行 朝阳新华印刷厂印刷

开本：787×1092 1/32

印张：4 字数：100,000

1985年11月第1版

1985年11月第1次印刷

责任编辑：周振林

插 图：郭万镇

封面设计：曹太文

责任校对：王 莉

印数：1—65,500

统一书号：15288·115 定价：0.86元

编 者 的 话

为了更好地落实中共中央、国务院《关于加强职工教育工作的决定》，广泛开展职工教育和工人技术培训，我省建筑工程局组织了有实践经验和教学能力的工程技术人员编写了这套建筑安装初级工人技术培训教材。其中包括《建筑识图》、《建筑力学》、《建筑电工》、《木工工艺学》、《抹灰工工艺学》、《砖瓦工工艺学》、《安装钳工工艺学》等，从一九八四年末陆续出版发行。

这套教材是以初中文化程度的二、三级青年工人为主要对象，以国家建设部一九八三年五月颁发的《建筑安装工人初级技术理论教学计划和教学大纲（试用）》为依据，又参照了原国家建工总局制订的《工人技术等级标准》，本着“学用结合”的精神编写的。在内容的安排上注意了通俗易懂，密切联系实际，从基础理论开始，又有操作知识；由浅入深，比较系统，适合工人初级技术补课，也适合有关工种工人及就业前人员的技术培训，可以做为辽宁省建工系统工人技术培训的教材。

由于我们初次组织编写，时间紧迫，缺乏经验，教材中可能会有不完善之处，望读者批评指正。

辽宁省建筑工人技术培训教材编委会

一九八四年五月

绪 言

大家知道，任何一个建筑物，都要承受各种力的作用（例如自重、风力等），在工程中称这些力为荷载。在荷载的作用下，建筑物的各个构件，例如屋架、楼板、梁、柱、墙和基础等都不允许发生破坏，即构件应具有足够的强度。同时为了保证建筑物的正常使用，还必须使各个构件的变形限定在正常工作许可的范围内。例如门窗过梁弯曲变形过大，将影响门窗的开关等。这就是说，构件必须具有足够的刚度。此外，有一些受压的细长杆件，如屋架的受压杆件，当压力增大到一定程度时，将突然变弯曲或折断，因而不起作用，使整个屋架遭到破坏。这种现象就称为杆件丧失了稳定性。所以，有些构件在满足强度、刚度要求的同时，还应满足稳定性的要求。

一个好的建筑物，必须能够安全地承受荷载，同时又能最经济的使用建筑材料。显然，安全与经济之间常常存在着矛盾，一般要想提高安全性，往往要选用较好、较多的材料，但为了满足最大经济的要求，却需选用较廉价的材料，并设法减少材料的消耗。建筑力学则为合理地解决这一矛盾，提供计算的基本原理和方法。

建筑力学包括理论力学、材料力学、结构力学等几部分。本书只介绍理论力学中的静力学，它是建筑力学的基础部分，是研究物体平衡问题的一门学问。所谓物体的平衡是

指物体相对于地面保持静止或作匀速直线运动的状态。例如房屋、桥梁、作匀速直线飞行的飞机等。

在静力学中，主要分析建筑物的各构件所受的荷载，以及构件在荷载作用下的平衡计算。这是建筑力学强度与刚度计算的依据，在建筑工程中具有重要的实用意义。

学习建筑力学，读者应具有初等数学的知识，如代数方程、平面几何、平面三角等。学习建筑力学应理论结合实际，并应“学以致用，边学边用”。这样不但能加深并巩固对理论的理解，同时也提高了解决实际问题的能力。

目 录

绪言

第一章 静力学的基本概念和公理..... 1

第一节 力的概念..... 1

第二节 刚体的概念..... 3

第三节 静力学公理..... 4

第四节 约束和约束反力.....10

第五节 物体的受力分析与受力图.....14

练习题.....20

第二章 平面汇交力系.....24

第一节 平面汇交力系实例.....24

第二节 平面汇交力系合成的几何法.....25

第三节 平面汇交力系平衡的几何条件.....27

第四节 三力平衡汇交定理.....29

第五节 平面汇交力系合成的解析法.....31

第六节 平面汇交力系平衡的解析条件.....37

练习题.....41

第三章 力矩 平面力偶系.....46

第一节 力对点之矩.....46

第二节	力偶与力偶矩	49
第三节	力偶的等效	51
第四节	平面力偶系的合成与平衡	54
练习题		57
第四章	平面一般力系	60
第一节	平面一般力系实例	60
第二节	力线平移定理	61
第三节	平面一般力系的合成(或简化)	62
第四节	平面一般力系合成结果的讨论	64
第五节	平面一般力系的平衡条件	65
第六节	平面平行力系的平衡方程	72
第七节	静定与超静定问题	76
第八节	物体系的平衡	78
第九节	桁架	80
练习题		88
第五章	空间力系 重心	95
第一节	力在空间坐标轴上的投影	95
第二节	力对轴之矩	96
第三节	空间力系的平衡方程	99
第四节	物体的重心	105
练习题		111
附录 I	民用建筑楼面均布动荷载(部分)	116
附录 II	部分材料和构件重量	117
附录 III	练习题答案	118

第一章 静力学的基本 概念和公理

本章将介绍静力学中的一些基本概念和几个公理，它们是静力学的基础。最后介绍物体的受力分析和受力图。

第一节 力的概念

力的概念是人们在生活和生产实践中，通过长期的观察和分析而形成起来的。例如：抬物体的时候，物体压在肩上，由于肌肉紧张而感受到力的作用；用手推小车，小车就由静止开始运动；机床，汽车等在刹车后，速度很快减小，最后静止下来；挑担时扁担发生弯曲；落锤锻压工件时，工件就产生变形等等。人们就是从这样大量的实践中，从感性到理性，逐步地建立起力的概念。所以力是物体间相互的机械作用，这种作用的结果是使物体的机械运动状态发生变化，或使物体发生变形。

由此可见，力与运动及物体是分不开的。我们就是通过力的作用效应，来认识力的性质和规律的。同时这种相互作用只能来自物体。所以，力是不能脱离物体而凭空产生的，一个物体受到力的作用，必然是另一个物体对它施加这种作用。至于力的作用方式，除了重力、电磁力这类力以外，只有两个物体相互接触才能彼此施加力。

力使物体的运动状态发生变化的效应,叫做力的外效应。而力使物体发生变形的效应,叫做力的内效应。静力学只研究力的外效应,而材料力学将研究力的内效应。

由经验得知,力对于物体的作用效应,决定于力的大小、方向和作用点,通常称为力的三要素。

力的大小,在国际单位制中,力的单位是牛顿,或千牛顿,其代号为牛(N),或千牛(kN)。在工程单位制中,力的单位是公斤力或吨力,其代号为(kgf)或(t),两者的换算关系是

$$1 \text{ 公斤力(kgf)} = 9.8 \text{ 牛顿(N)}$$

力的方向,也就是力作用的方位和指向。

力的作用点,表示物体相互作用的地方,实际上它不是一个点而是分布在一块面积上。当力作用的地方是一块较大的面积时,就形成了分布力,或分布荷载。例如楼板,屋梁所受的荷载,就是分布荷载,如图 1—1, 图 1—2 所示。

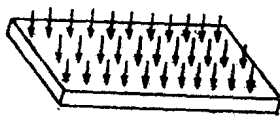


图 1—1

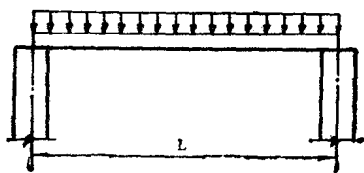


图 1—2

如果荷载分布是均匀的,那就叫做均布荷载。分布荷载的大小以单位面积或单位长度上所受力的大小来表示,其单位是牛/米²(N/m²)或牛/米(N/m)。

当力作用的面积很小时,就可近似地看做一个点,而认为力作用在这一点上,这种力称为集中力,这个点称为作用

点。

在力学中有两类量：标量和矢量。例如温度、距离、体积等只需用大小就可以表示出来，我们称它为标量；例如力、速度等除了考虑它们的大小之外还要指出方向，我们称它为矢量（或向量）。

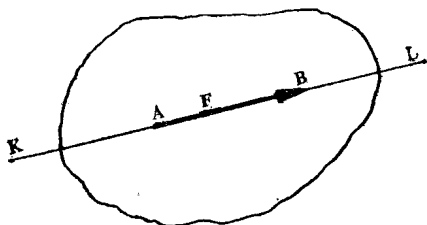


图 1—3

力是矢量，因此力可用一有向线段来表示，如图 1—3 所示。线段的起点或终点表示力的作用点，线段的方位和箭头指向表示力的作用方向，线段的长度表示力的大小（按一定比例尺）。通过力的作用点沿力的方向的直线，称为力的作用线。如图 1—3 中的半直线 KL。本书中，我们用黑体字母，例如 **F** 表示力的矢量，而用普通字母 *F* 表示力的大小。

第二节 刚体的概念

在静力学中所研究的物体，都是指刚体。所谓刚体，就是在力的作用下不变形的物体。实际上，任何物体受力以后，都将产生不同程度的变形。但在许多情况下，一般结构物在力作用下的变形都比较微小，例如一般的钢筋混凝土梁

的最大挠度不允许超过梁长度的 $\frac{1}{250} \sim \frac{1}{300}$ ，因此在静

力学计算中通常可以忽略梁的变形，把梁看做是不变形的刚体。之所以假设为刚体是因为我们在静力计算中主要研究物体在力作用下的平衡问题，变形问题是次要的，抓住主要问题略去次要问题，能使计算大为简化。

第三节 静力学公理

为了便于以后叙述，首先介绍几个基本定义。

1. 力系 作用于物体上的一群力称为力系。

2. 平衡力系 如物体在一力系作用下处于平衡，则此力系称为平衡力系。

3. 等效力系 作用于物体上的某一力系可以用另一力系来代替，而不改变物体的运动状态，则称这两力系为等效力系。

4. 合力 如一个力与一个力系等效，则这个力称为该力系的合力；原力系中的各个力称为其合力的各个分力。

静力学公理是人们在长期的生活和生产实践中总结概括出来的。这些公理说明了作用于物体上力的基本性质。它们是静力学的基础。

公理一(二力平衡公理) 作用在同一刚体上的两个力使刚体保持平衡的必要和充分条件是：这两个力大小相等，方向相反，并且作用在同一直线上(简称等值，反向，共线)，如图1—4所示。

这是最简单力系的平衡条件。必须指出，这个公理只适用于刚体。对于变形体来说，公理一给出的平衡条件是不充

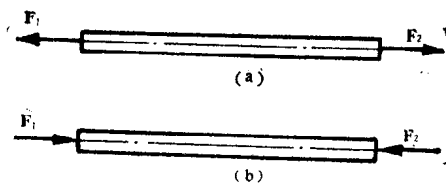


图 1—4

分的。例如图 1—5 所示，软绳受两个等值反向的拉力可以平衡，当受两个等值反向的压力时，就不能平衡了。

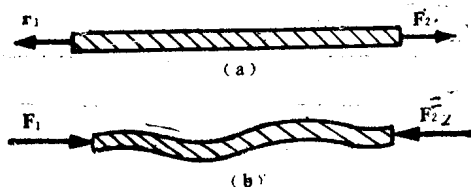


图 1—5

受二力作用处于平衡的构件称为二力构件(或二力杆)。例如三铰刚架(图 1—6)，其中 BC 构件当不计自重时，就可以看成是二力构件，力的方向必沿 C 、 B 两点连线。

公理二(加减平衡力系公理) 在作用于刚体上的任何一个力系上，加上或除去任意一个平衡力系，并不改变原来的力系对刚体的效应。

这是显而易见的，因为平衡力系对刚体的平衡或运动状态没有影响。这个公理是力系简化的依据。

推论(力的可传性原理) 作用在刚体上的力，可沿其作用线移动到刚体上任意一点，而不改变该力对这刚体的

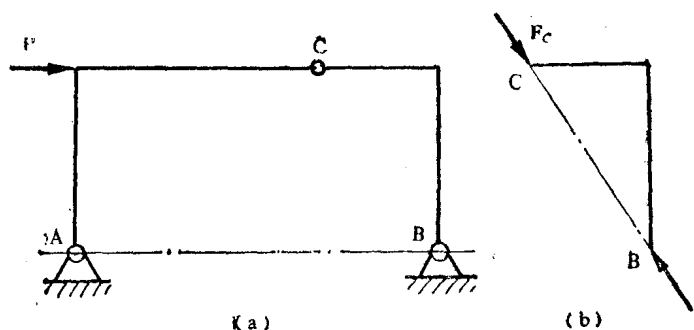


图 1—6

效应。

这个原理也是我们所熟知的。例如，人们在车后A点推车，与在车前B点拉车，效果是一样的（图1—7）。当然

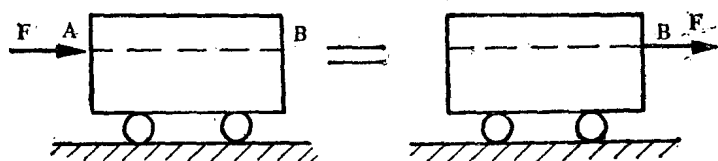


图 1—7

这个原理也可从公理二来推证，此处就不论述了。

由此可知，作用在刚体上的力的三要素，是力的大小、方向和作用线。

应该注意：力的可传性原理只适用于刚体，而不适用于变形体。例如图1—8(a)所示的变形杆AB，受到等值反向的拉力作用，杆被“伸长”。如果把这两个力沿作用线分别

移到杆的另一端，如图 1—8 (b) 所示，此时杆就被“压短”。

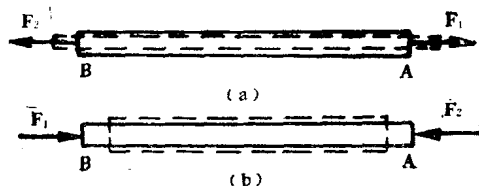


图 1—8

公理三（力的平行四边形法则） 作用在物体上同一点的两个力，可以合成为一个合力，合力的作用点仍在该点，合力的大小和方向是以这两个力为边所作的平行四边形的对角线来表示（图 1—9）。

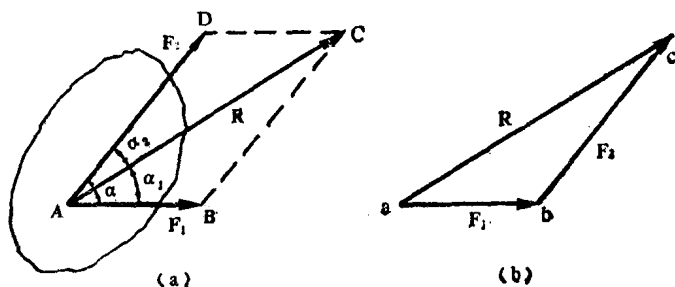


图 1—9

这种合成力的方法，称为矢量加法，合力称为这两力的矢量和（或几何和）。可用公式表示为

$$R = F_1 + F_2 \quad (1-1)$$

应该指出，式 (1—1) 是矢量等式，它与代数等式 $R = F_1 + F_2$ 的意义完全不同，不能混淆。

合力 R 的大小及方向，可以用比例尺及量角器从图上量出；也可以应用余弦定理和正弦定理算出

$$\left. \begin{aligned} R &= \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\alpha} \\ \frac{R}{\sin\alpha} &= \frac{F_2}{\sin\alpha_1} = \frac{F_1}{\sin\alpha_2} \end{aligned} \right\} \quad (1-2)$$

为了方便，在用矢量加法求合力时，往往不必画出整个的平行四边形，如图 1—9 (b) 所示，可从 a 点作一个与力 F_1 大小相等，方向相同的矢量 ab ，过 b 点作一个与力 F_2 大小相等，方向相同的矢量 bc 。则 ac 即表示力 F_1, F_2 的合力 R 。这种求合力的方法，称为力三角形法则。但应注意，力三角形只表明力的大小和方向，它不表示力的作用点或作用线。

力既然可以合成，反过来也可分解，根据力平行四边形法则，我们通常将一个力沿着两个方向分解为两个分力。这样有时对分解问题比较方便。

例如，沿斜面下滑的物体（图 1—10），有时就把重力

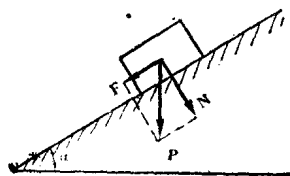


图 1—10

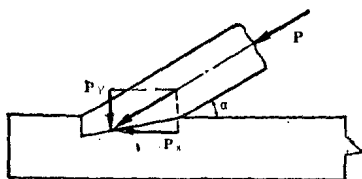


图 1—11

P 分解为两个分力，一个与斜面平行的分力 F ，这个力使物体沿斜面下滑，另一个与滑面垂直的分力 N ，这个力使物体下滑时紧贴斜面，从图上可得

$$F = P\sin\alpha, \quad N = P\cos\alpha$$

又如屋架斜杆与拉杆之间的榫接（图 1—11），沿斜杆

的 P 力通常把它分解为与拉杆平行的分力 P_x 和垂直的分力 P_y 。

公理四(作用与反作用定律) 两物体间相互作用的力，总是大小相等，方向相反，沿同一直线，并分别作用在这两个物体上。

这个公理概括了自然界中物体间相互作用的关系，表明一切力总是成对出现的。有作用力就必有反作用力。它们总是同时发生，同时消失。

必须注意，虽然作用力与反作用力大小相等，方向相反，沿同一直线，但不可认为这两个力互成平衡。因为这两个力，并不作用于同一物体上。这个公理与公理一有本质的区别，不能混同。

为了进一步弄清楚什么是作用力和反作用力，下面我们以电灯挂在天花板上为例(图1—12)进行分析。这个问题

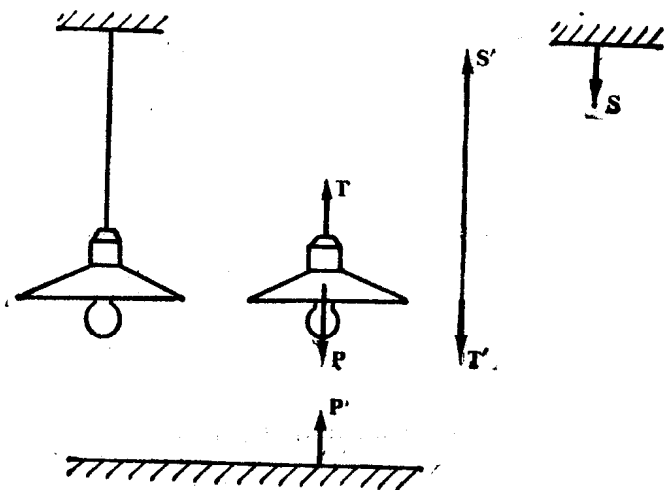


图 1—12