

建筑安装工人
中级技术培训教材

建筑 力学

江苏省建筑工程局教育处
主 编

上海科学技术出版社

建筑安装工人中级技术培训教材

建筑力学

江苏省建筑工程局教育处 主编

上海科学技术出版社

建筑安装工人中级技术培训教材

建筑力学

江苏省建筑工程局教育处 主编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 上海新华印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 6 字数 131,000

1987年10月第1版 1987年10月第1次印刷

印数 1—63,000

ISBN 7-5323-0033-1/TU·3

统一书号: 15119·2590 定价: 1.20元

前 言

为了确保“七五”期末形成一支以具有中级技术水平的工人为主体的、技术等级结构比较合理、有较高文化技术素质的工人队伍，抓紧、抓好工人中级技术培训这个重点，保证工人中级技术培训质量，我们会同省建筑职工教育研究会组织苏州、无锡、常州、南京、南通、扬州等市建工系统的工程技术干部、专职教育干部和专业课教师，根据城乡建设环境保护部颁布的《建筑安装工人中级技术理论教学计划 and 教学大纲》，结合江苏建筑业的实际，吸取兄弟省市经验，编写了《建筑识图与制图》、《建筑测量》、《建筑力学》、《建筑机械》、《建筑电工》、《木工工艺学》、《瓦工工艺学》、《钢筋混凝土工艺学》、《油漆油毡工艺学》和《装饰工艺学》等十本书。经江苏省建工系统工人中级技术培训教材审定领导小组邀集了近七十名高、中级工程技术人员和有丰富实践经验的工人对上述诸书逐一审定，这套教材可作为建筑安装企业土建类各主要工种工人中级(四、五、六级)技术培训理论教学的教材或自学用书，并作为全省建工系统工人中级技术培训理论考试命题的依据。

在组织编写这套教材时，我们既考虑了建筑安装企业各主要工种应具备的基础理论知识和专业技能，又考虑了各工种之间的相互衔接和配套；既考虑了学习对象目前的实际情况，又考虑了建筑业今后的发展趋势。力求做到文字通俗易

懂,概念明确清楚,侧重实践环节,尽可能采用国家颁布的新标准、新规范、新符号及法定计量单位,努力使教材具有针对性、系统性、先进性、实用性。但由于时间仓促、经验不足,这套教材难免有错误或不妥之处,请读者批评、指正。

在编写这套教材的过程中,得到了全省各市建筑主管部门的大力支持,在此表示感谢。

本书由南通市建筑安装工程总公司程志敏同志编写,江苏省建筑工程总公司杨延余同志主审,苏州市建工局职工大学庄宪成同志、常州市第二建筑工程公司裴明庆同志、无锡市第三建筑工程公司陈学忠同志、南京市建筑职工大学朱春娣同志和连云港市建筑职工中专技校沈岳明同志参加审稿。

江苏省建筑工程局教育处

一九八六年十月

目 录

前 言

第一章 基本知识	1
第一节 建筑结构的基本组成	1
第二节 构件的受力形式及基本变形	4
第三节 静力学基础	6
第二章 轴向拉伸和压缩	43
第一节 内力计算	44
第二节 应力与应变	47
第三节 虎克定律及材料的力学性质	50
第四节 强度计算	56
第五节 斜截面计算	58
第六节 桁架内力计算	61
第三章 剪切和挤压	88
第一节 基本概念	88
第二节 常用构件连接方式及其计算	90
第四章 梁的内力	106
第一节 等截面直梁的弯曲	107
第二节 剪力和弯矩	108
第三节 内力图	112
第四节 荷载、剪力、弯矩的关系	125
第五章 梁的强度和刚度	130

第一节	截面几何性质	130
第二节	正应力及强度	139
第三节	剪应力及强度	145
第四节	截面的合理形状	151
第五节	刚度计算	155
第六章	直杆组合变形	163
第一节	基本概念	163
第二节	斜弯曲	164
第三节	偏心受压	169
第七章	压杆稳定	176
第一节	基本概念	176
第二节	欧拉公式	178
第三节	压杆稳定计算	182

第一章 基本知识

第一节 建筑结构的基本组成

图 1-1 为一底层框架，上层砖混结构的民用房屋，由基础、框架、墙体、楼盖、屋盖等主要承重结构组成。此外，还有过梁、圈梁、楼梯、雨篷、阳台等构件。它们分处在不同的部位，发挥着各自的作用。

基础是连接建筑物和地基的构件，位于建筑物底部，承受全部荷载，并将这些荷载传给地基。因此要求坚固、稳定。

框架系由梁、柱连接起来的结构。它承受由屋面板、楼板、砖墙等传来的荷载，并将它们传给基础。

墙是建筑物的承重和围护构件。墙承受着由屋盖及各楼层传来的荷载，并将这些荷载传给底层的框架。同时，外墙起着抵抗风、雨、雪及太阳辐射热的作用；内墙起分隔房间作用。故墙不仅要求坚固、稳定、耐久，且应保温、隔热、隔声性能好。

楼盖是建筑物水平方向的承重构件，承受楼面上人群、家具、设备等活荷载，并将这些荷载传给墙及框架。楼板应具有足够的强度、刚度和良好的隔声性能。

屋盖是建筑物顶部的围护和承重构件。屋面层起着抵抗自然界风、雨、雪以及太阳辐射的侵袭等围护作用。结构层承受雪载、风载、屋面施工检修活荷载等，并将这些荷载传给墙

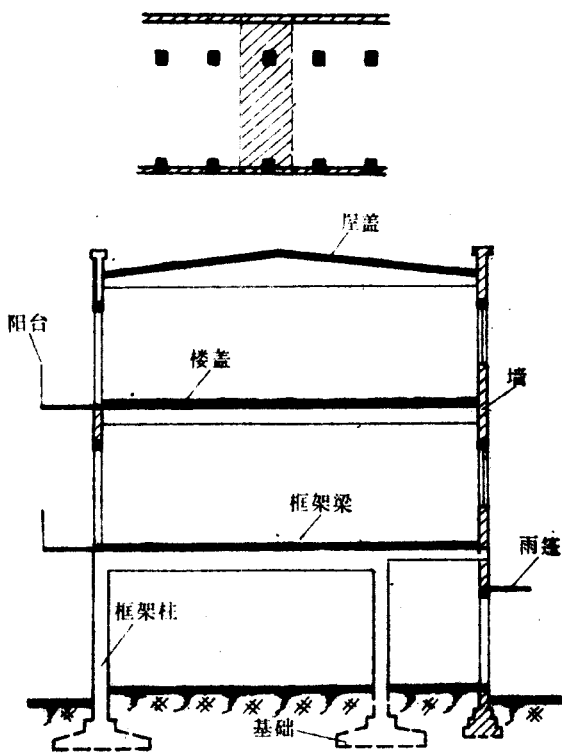


图 1-1

及框架。屋盖应坚固、耐久、不渗漏、保温、隔热性能良好。

楼梯是楼房中各层之间的主要交通工具，供人们上下楼层和紧急疏散用。所以要求有足够的疏散能力。并且符合耐火、耐磨、防滑的要求。

过梁是门窗洞口上面的梁，用来支承门窗洞口以上的砖墙重和楼板传来的荷载，并将它传给窗间墙。

圈梁是沿房屋外墙四周及横墙设置的连续、封闭的梁，可

减少由于地基的不均匀沉降或较大振动荷载等对房屋的不利影响,并能加强纵、横墙间的联系,提高建筑物的整体刚度。

雨篷由雨篷板和雨篷梁组成。雨篷梁除承受由雨篷板传来的荷载外,还承受雨篷梁上部的墙体重量及作用在雨篷梁上的其他荷载。

阳台是悬挑构件,承受人体及杂物的荷载。

图 1-2 为一单跨单层工业厂房的平面图及其横剖面图。从图中可以看到,厂房中的构件有基础、基础梁、柱、吊车梁、屋盖等。这些构件相互连接成一体,组成一个空间体系。

基础承受柱子和基础梁传来的荷载并传给地基。

基础梁承受墙的重量并把它传给基础。

柱承受由屋架、吊车梁、外墙等传来的荷载,并将它们传给基础。

吊车梁支承在柱子牛腿上,承受吊车荷载,并传给柱子。

屋盖起着围护和承重的双重作用。包括屋面板、天窗架、

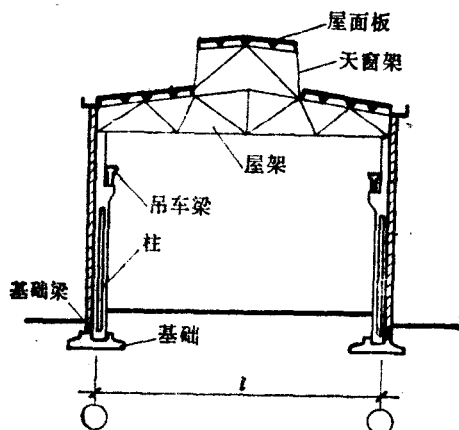


图 1-2

屋架等。

屋面板支承在屋架或天窗架上。承受防水层等恒载和活荷载,并把它们传给屋架。

天窗架根据采光通风的要求设置。天窗架支承在屋架上。承受天窗部分的屋面荷载及窗重,并把它们传给屋架。

屋架支承在柱上,当柱子间距比屋架间距大时,屋架支承在托架上。它承受屋盖结构的全部荷载,并将它们传给柱子或托架。

上述两图的恒载、屋面活荷载、风荷载等都是均匀分布的,柱距也是相等的,这样,就可以通过相邻的两根柱子的中线,截取如图示阴影部分作为计算单元。即假定阴影范围内的均布荷载以及吊车荷载等完全由该单元内的平面排架(或框架)来承受。

第二节 构件的受力形式及基本变形

杆件在外力作用下产生的变形有下列四种基本形式:拉伸和压缩、剪切、扭转、弯曲,此外,尚可由上述几种基本变形组合成构件的复杂变形。

当沿着杆的轴线方向施加一对大小相等、方向相反的力时,将使杆件产生轴向伸长或缩短变形。图 1-3 所示的屋架,

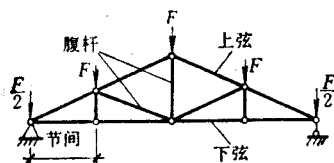


图 1-3

如无节间荷载时,上弦为轴心受压杆,下弦为轴心受拉杆,腹杆则既有轴心受压亦有轴心受拉杆。

图 1-4 的柱子为轴心受压柱,柱子在轴向力 N 的作用下,将产生缩短变形。

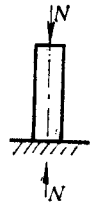


图 1-4

图 1-5 所示连接两块钢板的螺栓上作用两个不在一直线上大小相等,方向相反的力,这一对力使螺栓在钢板接缝处受剪。剪力使钢板接缝处螺栓的上下两相邻断面产生相对错动,称为剪切变形。

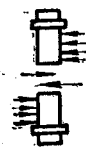


图 1-5

当外力偶作用在垂直于构件轴线的平面内时,就使杆件产生扭转变形。此时构件的任意两横截面将绕轴线发生相对转动,图 1-6 所示的雨篷梁就是既受弯又受扭的构件。

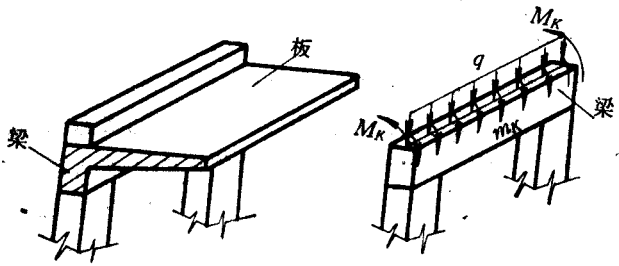


图 1-6

直杆在横向力作用下,使两相邻横截面产生位于直杆轴

线平面内的相对转角,直杆轴线变成曲线,这就是弯曲变形。如图 1-1 中的框架梁就是受弯构件。

图 1-2 中的柱子,所受的竖向荷载往往并不通过柱的横截面的形心,因而除引起轴向压缩外还引起弯曲,称为偏心受压,这种同时包含几种基本受力形式的称为组合变形。

第三节 静力学基础

一、基本概念

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。例如我们在工地上推车子、弯钢筋、钉钉子等都要用力。

力会使物体产生运动状态的改变或形状的改变。力都是在两个物体之间产生的,一个物体受到力的作用,必定存在另一个物体对它施加这种作用。例如榔头对元钉作用的锤击力,受力物体为元钉,施力物体为榔头;楼板对梁作用的压力,受力物体为梁,施力物体为楼板。由此可见,力是物体间的相互作用,它不能离开物体而单独存在。

力能改变物体的运动状态是指运动速度的快慢、运动的方向、形式等。力能改变物体(仅指弹性体)的形状变化,是指伸长还是缩短、是弯曲还是扭转等。这些运动状态和形状的变化,是由于不同的力产生的。力使物体的运动状态发生变化的效应叫力的外效应。而力使物体(弹性体)发生变形的效应叫做力的内效应。

2. 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,通常称为力的三要素。

力的大小是指力的数量，它是决定物体运动状态和形状变化大小的主要因素。表示力的大小，工程上常用的单位是牛顿(N)或千牛顿(KN)。

力的方向是指力的方位和指向。力的方向是决定物体运动方向和物体(弹性体)变形的重要因素。

力的作用点是力作用在物体上的位置。例如用撬杠撬动石头时，力的作用点愈靠近杠端，撬动效果也愈大(图1-7)。力的作用点对物体运动状态和形状变化的大小和方向都有影响。

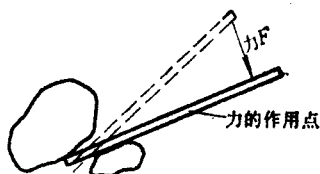


图 1-7

对于力这样一类既有大小又有方向的量，在数学上称为矢量，通常用一根带箭头的直线段来表示(图1-8)，线段的长短(按选定的比例)代表力的大小，箭头的指向表示力的方向，

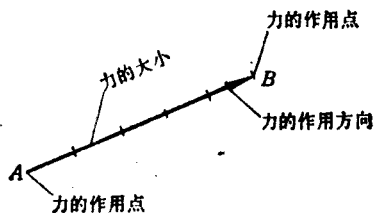


图 1-8

线段的起点 A 或终点 B 表示作用点, 一般来说, 压力的作用点用终点 B 表示, 拉力的作用点用起点 A 表示。

3. 合力与平衡

为了便于以后的学习, 介绍几个基本定义。

力系: 同时作用在某一物体上的一群力称为力系。

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, 而不改变对物体的作用效果则称这两个力系为等效力系。

合力: 如用一个力来代替一力系作用在物体上而产生同样效果, 则这个力称为该力系的合力; 原力系中的各个力称为该合力的分力。

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, 平衡力系的合力必等于零。

二、荷载

建筑结构承受的重量或力称为荷载。

任何工程设计, 都必须进行结构计算。计算时, 首先要分析和计算作用在结构上的荷载形式和大小, 然后才能进行结构的内力和变形计算。荷载计算十分重要, 算小了会影响结构的安全, 算多了会造成浪费。

荷载按分布形式可分为三类。

(1) 均布荷载 荷载均匀分布, 每单位面积上的荷载叫均布面荷载, 其单位是千牛顿/米²(kN/m^2)或牛顿/米²(N/m^2)。实际计算中常把均布面荷载化成每米长度内的均布线荷载, 其计量单位是千牛顿/米(kN/m)或牛顿/米(N/m)。

图 1-9(a) 为一块混凝土板, 板的平面尺寸为 $l \times b$, 板的自重为 G , 计算其均布荷载和沿板长度方向的均布荷载。图 1-9(b) 为板的计算简图。

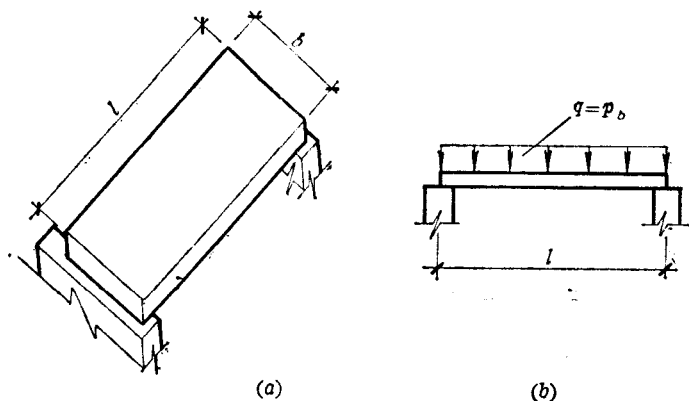


图 1-9

板的面积 $A = lb$

每平方米上的重量即均布面荷载:

$$p = \frac{\text{每块板的自重}}{\text{板的面积}} = \frac{G}{A} = \frac{G}{lb} \quad (1-1)$$

沿板长度方向每米上的重量, 即均布线荷载:

$$q = \frac{\text{每块板自重}}{\text{板的长度}} = \frac{G}{l} \quad (1-2)$$

由式(1-1)得

$$G = plb \quad (1-3)$$

以式(1-3)代入式(1-2)得

$$q = \frac{G}{l} = \frac{plb}{l} = pb$$

由以上公式可知, 均布线荷载等于均布面荷载乘以板的宽度。

例 1-1 图 1-9 所示的屋面板 $l = 3 \text{ m}$, $b = 1 \text{ m}$, 每块板自重 $G = 6 \text{ kN}$, 试计算其均布面荷载和均布线荷载。

板面积为：

$$A = lb = 3 \times 1 = 3 \text{ m}^2$$

均布面荷载：

$$p = \frac{G}{A} = \frac{6}{3} = 2 \text{ kN/m}^2$$

均布线荷载：

$$q = pb = 2 \times 1 = 2 \text{ kN/m}$$

(2) 非均布荷载 作用于板面上的荷载随作用位置不同而变化。例如，土对挡土墙的侧压力(图 1-10)；水池中的水对池壁的侧压力(图 1-11)，均按三角形分布。又如偏心受压基础的地基对基础的反力成梯形分布(图 1-12)。计量单位同均布荷载。

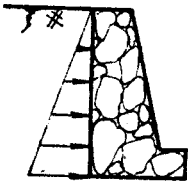


图 1-10

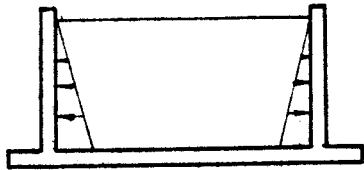


图 1-11

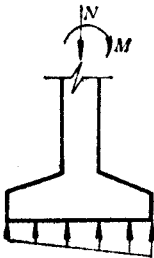


图 1-12

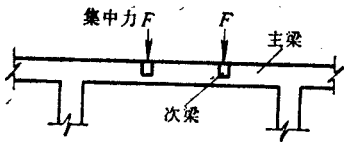


图 1-13