

职业高中试用教材

高等教育出版社

建筑力学

建筑施工、城镇建设专业用

上册

范继昭 编



HIYE GAOZHONG SHIYONG JIAOCAI

• 职业高中试用教材 •

建筑力学

上册

范继昭 编

高等教育出版社

内 容 简 介

本书是城乡建设环境保护部和国家教育委员会联合组织编写的职业高中《建筑施工》、《城镇建设》专业使用的系列教材之一。

全书共十三章，分上、下两册出版。内容包括：静力的简化与平衡；杆件强度、刚度、稳定性计算；静定结构的内力分析和简单超静定结构的内力计算；建筑施工中的一些力学问题。书中单位采用了国际单位制。

阅读本书不涉及高深的数学知识，只要有初中文化程度就可读懂。

本书可供职业高中有关专业用作教材，也适用于城镇和乡村建筑施工单位举办培训班作为教材。

职业高中试用教材

建 筑 力 学

上 册

范继昭 编

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

人民教育出版社印刷厂印装

*

开本787×1092 1/32 印张8.875 字数198,000

1986年5月第1版 1987年7月第4次印刷

印数 99,661—153,660

书号 15010·0739 定价 1.15 元

前 言

本书是根据职业高中《建筑施工》及《城镇建设》两专业教学计划中对“建筑力学”的要求编写的。全书分上、下两册。完成全书的教学内容约需 200 学时。

考虑到职业高中学生的特点和基础知识水平，本书努力把抽象的力学原理和感性认识相联系，尽量避免抽象的概念和繁杂的公式推导，通过简单的推理、证明，使读者相信结论。用较通俗的语言，阐明公式的物理意义和应用条件。本书贯彻理论联系实际的原则，加强了力学与建筑施工实际的联系。书中按章节顺序编入了一定数量的例题、思考讨论题与练习题，力求精讲多练，让学生学一点就掌握一点。每章后附有小结。全书不涉及高等数学。

本书采用国际单位制(SI)。附录 I 列出了国际单位制与工程单位制的换算表。

本书由黑龙江建筑工程学校段明章同志主审。参加初审和校对工作的还有北京城市建设学校杜宏同志。他们对本书提出了许多宝贵意见。在编写过程中还得到各兄弟学校的支持和帮助，在此一并表示衷心的感谢。

特请中国舞台美术学会常务理事王良同志绘画；书中插图由高艳萍同志绘制。

由于编者水平有限，书中定存在不少缺点和不妥之处，望读者批评指正。

编 者

1985.10

上册目录

绪论	1
第一章 力的基本知识	5
§ 1-1 力和平衡	5
一、力的概念	5
二、力的三要素	6
三、力的图示法	7
四、平衡	7
思考与讨论 (一)	8
§ 1-2 静力学公理	8
一、二力平衡公理	8
二、作用与反作用公理	10
思考与讨论 (二)	11
三、加减平衡力系公理	12
四、平行四边形法则	13
练习 (一)	16
§ 1-3 约束与约束反力	16
一、约束和约束反力的概念	16
二、几种常见的约束及其反力	17
练习 (二)	20
三、支座和支座反力	21
练习 (三)	24
§ 1-4 受力图	24
一、什么叫受力图	24
二、单个物体的受力图	25
练习 (四)	26

三、物体系统的受力图	26
练习 (五)	30
§ 1-5 荷载	32
一、荷载的分类	32
二、等截面梁(板)自重的计算	34
三、均布面荷载化为均布线荷载的计算	34
练习 (六)	37
小结	37
第二章 平面汇交力系	38
§ 2-1 平面汇交力系合成的几何法	39
一、两个汇交力的合成	39
二、任意个汇交力的合成	39
练习 (一)	41
§ 2-2 平面汇交力系平衡的几何条件	42
练习 (二)	44
§ 2-3 平面汇交力系合成的解析法	45
一、力在坐标轴上的投影	45
思考与讨论 (一)	48
二、合力投影定理	48
三、用解析法求平面汇交力系的合力	49
练习 (三)	51
§ 2-4 平面汇交力系平衡的解析条件	52
练习 (四)	57
思考与讨论 (二)	58
小结	59
第三章 力矩和平面力偶系	60
§ 3-1 力矩	60
一、力矩的概念	60
二、合力矩定理	62

练习 (一)	65
§ 3-2 力偶	67
一、力偶的概念	67
二、力偶的基本性质	68
§ 3-3 平面力偶系的合成和平衡	71
一、平面力偶系的合成	71
二、平面力偶系的平衡条件	74
练习 (二)	74
小结	76
第四章 平面一般力系	78
§ 4-1 力的平移定理	80
练习 (一)	82
§ 4-2 平面一般力系向平面内任一点的简化	83
§ 4-3 平面一般力系简化结果的讨论	85
练习 (二)	88
§ 4-4 平面一般力系的平衡条件及平衡方程	89
一、平面一般力系平衡方程的基本形式	89
练习 (三)	94
二、平面一般力系平衡方程的其它形式	95
练习 (四)	100
§ 4-5 平面平行力系的平衡方程	101
练习 (五)	106
§ 4-6 物体系统的平衡	107
练习 (六)	115
§ 4-7 考虑摩擦力时物体的平衡	117
一、滑动摩擦	117
二、摩擦角	120
三、考虑摩擦时的平衡问题	122
四、滚动摩擦阻力的概念	127

练习(七)	129
小结	132
第五章 轴向拉伸和压缩	135
§ 5-1 轴向拉伸和压缩的概念	135
§ 5-2 轴向拉(压)杆的内力——轴力	136
一、内力的概念	136
二、截面法求内力——轴力	136
思考与讨论(一)	141
练习(一)	141
三、轴力图	142
练习(二)	144
§ 5-3 轴向拉(压)杆横截面上的应力	144
一、应力的概念	144
二、横截面上的正应力	145
思考与讨论(二)	148
练习(三)	148
§ 5-4 轴向拉(压)杆的强度计算	149
练习(四)	155
§ 5-5 轴向拉(压)杆的变形、虎克定律	156
一、纵向变形和虎克定律	157
二、横向变形和泊松比	158
练习(五)	161
§ 5-6 材料在轴向拉伸和压缩时的力学性质	161
一、材料拉伸时的力学性质	161
二、材料在压缩时的力学性质	167
三、许用应力和安全系数	169
思考与讨论(三)	171
§ 5-7 桁架的内力计算	172
一、桁架的概念	172

二、节点法计算桁架杆件的内力	173
练习(六)	180
三、截面法计算桁架杆件的内力	180
练习(七)	185
四、图解法求木行架各杆的内力	185
练习(八)	192
小结	192
第六章 剪切	195
§ 6-1 剪切和挤压的概念	195
§ 6-2 剪切与挤压的实用计算	198
一、剪切强度的实用计算	198
二、挤压强度的实用计算	201
思考与讨论(一)	203
§ 6-3 实用强度条件的应用	203
练习(一)	213
§ 6-4 焊接实用计算	215
一、焊接的基本形式	216
二、焊缝的计算	216
练习(二)	220
小结	221
第七章 扭转	223
§ 7-1 扭转的概念	223
§ 7-2 扭转时的内力——扭矩	224
一、外力偶矩的计算	224
二、扭转时的内力——扭矩	225
三、扭矩图	227
练习(一)	229
§ 7-3 圆轴扭转时的应力、强度条件	230
一、实心圆轴扭转时的应力	230

练习 (二)	235
二、空心圆轴扭转时的应力	235
练习 (三)	238
三、圆轴扭转的强度条件	238
练习 (四)	243
§ 7-4 圆轴扭转时的变形、刚度条件	243
一、剪应变、剪切虎克定律	243
二、圆轴扭转时的变形计算	244
三、刚度条件	245
练习 (五)	247
§ 7-5 矩形截面杆扭转时的应力简介	247
小结	249
附录 I 国际单位制 (SI) 与工程单位制	251
附录 II 型钢表	253

绪 论

建筑物从开始建造的时候就承受各种力的作用。例如，楼板在施工中除承受自身的重量外，还常常承受人和施工机具的重量；墙承受楼板传来的压力和风的压力；基础则承受墙身传来的压力等等。在工程中习惯于把这些力叫做荷载。在建筑物中承受荷载并传递荷载而起骨架作用的部分叫结构。组成结构的单个物体叫构件。例如梁、板、墙、基础等都是构成结构的常见的构件(图绪-1)。

建筑物的全部结构和构件，在使用过程中决不允许破坏，也不允许变形过大。因此在建筑物的结构设计时，首先要弄清它们各受到哪些力的作用，这些力有多大，再进一步考虑各构件选用什么材料，计算各构件需要的截面形状和尺寸。结构和构件设计的任务，就是要确实保证整个结构既安全可靠又经济合理。

为了使结构能安全正常的工作，必须满足以下基本要求：

一、结构应具有足够的强度。所谓强度是指结构抵抗破坏的能力。结构能安全地承受荷载而不破坏，我们就认为它满足了强度要求。

二、结构应具有足够的刚度。所谓刚度是指结构抵抗变形的能力。任何结构和构件，在外力作用下都会产生变形。在一定荷载作用下，刚度愈小的结构或构件，变形就愈大。

工程上，根据用途不同，对各种结构和构件的变形都给予一定的限制。如果结构和构件的变形，被限制在正常工作的允许范围之内，我们就认为它满足了刚度要求。

三、结构应具有足够的稳定性。所谓稳定性是指结构保持原有平衡状态的能力。例如受压的细长直杆，在压力较小时，它可以保持原有的直线平衡状态，当压力增大到一定数值时，在某种干扰下，它会突然变弯而不能保持原有的直线平衡状态，从而丧失了工作能力。这种现象称为失去稳定，简称失稳。构件失稳会产生严重的后果。如果建筑物的承重柱过细而又过高，柱子一旦失稳就会导致整个建筑物倒塌。因此，必须保证结构和构件有足够的稳定性。

为了满足以上强度、刚度和稳定性的要求，一般来说，只要选择较好的材料及较粗大的构件即可，但这样做必然造成优材劣用和大材小用，带来巨大的浪费。在房屋建筑中，安全和经济就形成了矛盾的两个方面。建筑力学的任务就在于为力求合理地解决这个矛盾提供基本理论和计算方法。

在建筑物的施工过程中，也需要弄清结构和构件的受力情况，才能保证安全施工。例如，空心板应当怎样堆放？起吊构件的吊点应当选在哪里？桁架跨中下垂时，能不能用一根立柱去顶上？绑脚手架的铅丝能不能砸直了再用？等等。此外，施工过程中出现的各种事故的分析和处理，也离不开建筑力学的知识。

建筑力学是研究建筑结构的力学计算理论和方法的科学，是从事建筑设计和施工的工程技术人员必不可少的基础理论。

学习建筑力学要注意理解基本理论，切忌死记硬背。经常地应用建筑力学的理论去解决建筑工程中的实际问题；经

常地带着建筑工程中的实际问题到建筑力学中寻找答案，这种理论联系实际的学习方法是学好建筑力学的重要方法，可以使学到的知识不断地深化和提高。

学习建筑力学要注意学习分析方法。本书讲述了建筑力学分析问题的基本方法。例如如何将物体系统分解为单个物体的方法；如何使构件内力暴露的方法；以及如何由未知过渡到已知的方法等。

学习建筑力学要多做习题。做习题是学好建筑力学的重要环节。不做一定数量的习题是很难掌握力学的概念、原理

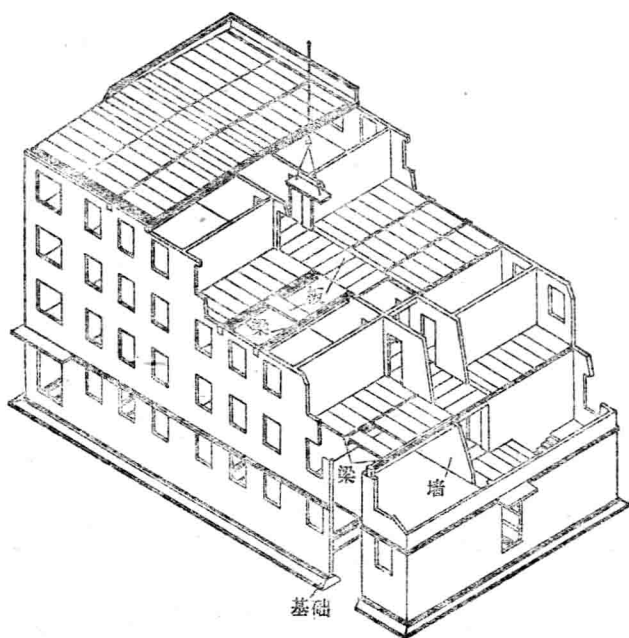


图 结-1

和方法的。但是，不弄清概念，不理解原理，盲目地做题或死搬硬套公式是不能达到预期的效果的。

第一章 力的基本知识

本章讨论力的性质、静力学公理、约束及受力图的画法。

§ 1-1 力和平衡

一、力的概念

人们在长期的日常生活和生产劳动中逐渐形成并建立了力的概念。挑水、推车、搬动重物时，由于肌肉紧张，我们感觉到是用了“力”。在建筑工地上，起重机起吊构件、卷扬机拉直钢筋、打夯机夯实地基等都是力的作用。人用力推车，可以使车由静到动，或使车的运动速度变快，同时感觉到车也在推人；人用力弯铁丝，可以把铁丝弯成各种形状，同时感觉到铁丝有力作用在手上。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是使物体的运动状态发生变化，或者使物体产生变形。这里所说的运动状态发生变化，是指物体速度的大小或方向改变；这里所说的变形，是指物体的大小或形状发生变化。当然，工程中的构件变形很小，有时用肉眼看不出来，可以借助仪器去测定。

力的作用方式是多种多样的。两物体相互接触时，可以产生相互间的拉、推、挤压等作用力，两物体不接触时，也有可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，这个吸引力作用于小球的重心，这就是我们熟知的重力，而小球对地球的吸引力作用在地球的中心。总之，力是物体间的一种相互作用，因此，力不可能脱离物体而单独存在，总有施力体。

二、力的三要素

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烈程度。力作用于物体上的效果与力的大小有关。

在国际单位制中，力的度量单位是牛顿（N）或千牛顿（kN）。

$$1 \text{ 千牛顿(kN)} = 1000 \text{ 牛顿(N)}$$

2、力的方向

力是一个既有大小又有方向的量，称为矢量。力的作用方向不同，会产生不同的效果。用撬棍起动重物时，力的作用方向与撬棍垂直时最省力（图 1-1）。

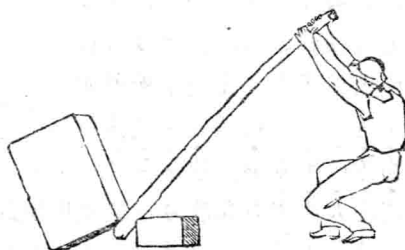


图 1-1

3、力的作用点

力对物体的作用效果还与力的作用点有关。用撬棍起动重物时，力的作用点距支点的距离不同，效果大不一样，我们常常用加长撬棍的长度来达到省力的目的。

力的作用点表示两物体间相互作用的位置，它实际上是一块面积，当作用面积很小时，可近似地看成力作用在一个点上。

力对物体作用的效果，取决于力的大小、方向和作用点。这三个因素中的任一因素改变时，都会对物体产生不同的效果。于是，我们把力的大小、方向和作用点称为力的三要素。

三、力的图示法

为了便于研究，常常用一段带箭头的线段来表示力的三要素。线段的长度（按预先选定的比例）表示力的大小；线段

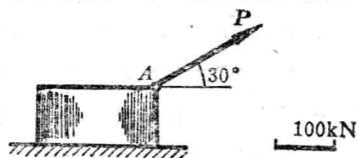


图 1-2

与某定直线的夹角，表示力的方位，箭头表示力的指向；带箭头线段的起点或终点表示力的作用点。如图 1-2 中，选定 1 单位长表示 100 kN，按比例量出力 P 的大小是 200 kN，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 F 、 P 、 T 或用 $\vec{F}$ 、 $\vec{P}$ 、 $\vec{T}$ ，而 F 、 P 、 T 只表示力矢量的大小。

四、平衡

什么叫平衡？物体相对于地球静止或作匀速直线运动叫平衡。例如房屋，水坝、桥梁相对于地球是静止的；又如匀速起吊的构件，匀速下降的电梯，它们相对于地球作匀速直线运动。上述两种状态有一个共性，就是运动状态没有变化。在建筑力学中，把这种运动状况没有变化的状态称为平衡状态。

在一般情况下，物体总是同时受到若干个力的作用，这些同时作用在同一个物体上的一群力称为力系。在一般情况下，物体在力系的作用下，会产生各种不同形式的运动。但是，当力系处于某种特定情况时，可以使物体运动状态不发生变化，即使物体处于平衡状态。也就是说，当作用在物体上的