

中等专业学校教材

# 建筑力学

(上册)

——静力学、材料力学

陈大堃 沈伦序 宋美君

沈伦序 主编

高等教育出版社

● JIANZHU LIXUE



中等专业学校教材

# 建筑力学

(上册)

——静力学·材料力学

陈大堃 沈伦序 宋美君

沈伦序 主编

高等教育出版社

本书共三篇,分上、下两册。

上册包括第一篇静力学和第二篇材料力学。第一篇静力学内容有:静力学基础,平面汇交力系,力矩与平面力偶系,平面一般力系,空间力系及重心等章;第二篇材料力学内容有:材料力学基本概念,轴向拉压,扭转,平面图形几何性质,弯曲内力,弯曲应力,弯曲变形,组合变形的强度计算,压杆稳定,动荷应力等章。各章均有小结、思考题及习题。书末附有习题答案。

本书供中等专业学校用作教材,亦可供成人中专、中专自学考试以及工程技术人员使用。

(京)112号

本教材是根据国家教育委员会审定的中等专业学校招收初中毕业生、学制为四年工科土建类专业“建筑力学教学大纲”(230学时)编写的。经全国中等专业学校力学课程组审定推荐为全国通用教材。

中等专业学校教材

建筑力学

(上册)

——静力学·材料力学

陈大堃 沈伦序 宋美君

沈伦序 主编

\*

高等教育出版社出版

新华书店上海发行所发行

浙江洛舍印刷厂印装

\*

开本 787×1092 1/16 印张 23 字数 523,000

1990年4月第1版 1992年2月第5次印刷

印数 37,421—52,423

ISBN 7-04-002391-3/TB·157

定价 5.95元

以下五种教材是根据国家教育委员会 1987 年 3 月审定的教学大纲编写的,并经全国中等专业学校力学课程组审定,推荐为全国通用教材。教材适用于中等专业学校招收初中毕业生,学制为四年的工科各有关专业。

理论力学 (机类 85 学时)

材料力学 (机类 90 学时)

工程力学 (机类 85 及 105 学时)

建筑力学 (土类 250 学时)

建筑力学简明教程 (土类 110 学时)

全国中等专业学校力学课程组为每本教材都组编了一本教学参考书,供广大教师和学生教与学时参考之用。

上述教材和参考书从 1989 年起由本社陆续出版。

ISBN 7-04-002891-3/TB·157

定价 5.95 元

Vol 1

## 前 言

本教材是按照国家教委 1987 年审定的“建筑力学教学大纲”及 1989 年修订意见稿编写的。在编写中,正值召开全国中专首届力学教学经验交流大会,编者汲取了大会的交流经验。

教材一方面照顾到传统性,将全书分为静力学、材料力学、结构力学三个部分,另一方面又按建筑力学的统一性,对内容作了调整与选择。内容取舍与安排上,尽量考虑使教材符合工程实际的需要。

在编写本教材前,由全国中等专业学校力学课程组召开了“编写提纲讨论会”;初稿写出后,几位编者对初稿进行了互阅,主编对全稿作了修改。在审稿会上,审者和编者又共同对照“大纲修订意见稿”对书稿提出了一些建议,编者又对全书进行了修改,最后,由主编对全书再次作了统稿与定稿。

本教材绪论由沈伦序编写,静力学篇由陈大堃编写,材料力学篇由陈大堃与沈伦序编写,结构力学篇由宋美君编写。全书由沈伦序担任主编。

本教材承李蕤宜、吕学谟两位同志担任主审,陈幼山、关荣策同志协审,沈青青、何涛同志参加了审稿会。在审稿中,主、协审对书稿提出了不少改进意见,为本书质量的提高起了很大作用。

汪木其同志帮助完成了结构力学篇中的力矩分配法和影响线两章的初稿。黄潭生、黄明、宋蕙芬、沈君、谢哲渊等同志分别为本书绘制了静力学、材料力学、结构力学插图,唐瑞霖、汪冬分别为本书材料力学、结构力学习题作了解答。

编者对审者及以上为本书作了各方面工作的各位同志,表示衷心感谢。

由于编者水平所限,书中不妥之处,敬请读者提出宝贵意见。

编者 谨识

1989年6月

# 目 录

绪论 .....	1
----------	---

## 第一篇 静力学

引言 .....	5
----------	---

第一章 静力学基础 .....	6
-----------------	---

§ 1-1 刚体的概念 .....	6
§ 1-2 力的概念 .....	6
§ 1-3 静力学公理 .....	7
§ 1-4 约束与约束反力 .....	11
§ 1-5 受力图 .....	16
小结 .....	20
思考题 .....	21
习题 .....	22

第二章 平面汇交力系 .....	25
------------------	----

§ 2-1 平面汇交力系合成的几何法 .....	25
§ 2-2 平面汇交力系平衡的几何条件 .....	27
§ 2-3 平面汇交力系合成的解析法 .....	30
§ 2-4 平面汇交力系平衡的解析条件 .....	34
小结 .....	37
思考题 .....	38
习题 .....	39

第三章 力矩·平面力偶系 .....	42
--------------------	----

§ 3-1 力对点的矩·合力矩定理 .....	42
§ 3-2 力偶·力偶的性质 .....	45
§ 3-3 平面力偶系的合成和平衡 .....	48
小结 .....	50
思考题 .....	50
习题 .....	52

第四章 平面一般力系 .....	55
------------------	----

§ 4-1 力的平移定理 .....	56
§ 4-2 平面一般力系向作用面内任一点简化 .....	57
§ 4-3 平面一般力系简化结果的讨论 .....	59
§ 4-4 平面一般力系的平衡方程 .....	63
§ 4-5 平面平行力系的平衡方程 .....	69
§ 4-6 物体系统的平衡 .....	72
§ 4-7 考虑摩擦时物体的平衡 .....	77
小结 .....	84
思考题 .....	85
习题 .....	87

第五章 空间力系·重心 .....	93
§ 5-1 空间汇交力系 .....	97
§ 5-2 空间一般力系 .....	103
§ 5-3 重心 .....	107
小结 .....	113
思考题 .....	114
习题 .....	115

## 第二篇 材料力学

引言 .....	121
第一章 材料力学的基本概念 .....	122
§ 1-1 变形固体及其基本假设 .....	122
§ 1-2 杆件及其变形的形式 .....	122
§ 1-3 内力·截面法·应力 .....	124
小结 .....	126
第二章 轴向拉伸和压缩 .....	128
§ 2-1 轴向拉伸和压缩时的内力 .....	128
§ 2-2 轴向拉(压)杆横截面上的应力 .....	131
§ 2-3 轴向拉(压)杆斜截面上的应力 .....	133
§ 2-4 轴向拉(压)杆的变形·虎克定律 .....	135
§ 2-5 材料在轴向拉伸和压缩时的力学性能 .....	138
§ 2-6 许用应力与安全系数 .....	144
§ 2-7 拉(压)杆的强度条件和强度计算 .....	145
§ 2-8 应力集中的概念 .....	149
§ 2-9 拉(压)杆连接部分的强度计算 .....	150
小结 .....	156
思考题 .....	158
习题 .....	160
第三章 扭转 .....	166
§ 3-1 扭转时的内力 .....	166
§ 3-2 薄壁圆筒的扭转 .....	169
§ 3-3 圆轴扭转时横截面上的应力 .....	172
§ 3-4 极惯性矩和抗扭截面系数 .....	175
§ 3-5 圆轴扭转时的强度条件 .....	176
§ 3-6 圆轴扭转时的变形及刚度条件 .....	178
小结 .....	181
思考题 .....	182
习题 .....	184
第四章 平面图形的几何性质 .....	186
§ 4-1 静矩 .....	186
§ 4-2 惯性矩 .....	188
§ 4-3 惯性半径·惯性积 .....	193
§ 4-4 形心主惯性轴和形心主惯性矩的概念 .....	194
小结 .....	195
思考题 .....	196
习题 .....	197

<b>第五章 弯曲内力</b> .....	<b>199</b>
§5-1 梁的平面弯曲 .....	199
§5-2 梁的内力 .....	201
§5-3 梁的内力图 .....	208
§5-4 弯矩 $M(x)$ 、剪力 $Q(x)$ 与分布荷载集度 $q(x)$ 三者之间的微分关系 .....	217
§5-5 叠加法画弯矩图 .....	222
小结 .....	226
思考题 .....	227
习题 .....	229
<b>第六章 弯曲应力</b> .....	<b>234</b>
§6-1 梁弯曲时的正应力 .....	234
§6-2 梁的正应力强度计算 .....	240
§6-3 提高梁抗弯强度的途径 .....	245
§6-4 梁横截面上的剪应力及其强度计算 .....	249
§6-5 梁的主应力 .....	255
小结 .....	261
思考题 .....	263
习题 .....	264
<b>第七章 弯曲变形</b> .....	<b>271</b>
§7-1 弯曲变形的概念 .....	271
§7-2 积分法计算梁的变形 .....	273
§7-3 叠加法求梁的变形 .....	275
§7-4 梁的刚度校核及提高弯曲刚度的措施 .....	280
小结 .....	283
思考题 .....	283
习题 .....	284
<b>第八章 组合变形的强度计算</b> .....	<b>286</b>
§8-1 概述 .....	286
§8-2 斜弯曲 .....	287
§8-3 偏心压缩(拉伸) .....	290
小结 .....	297
思考题 .....	297
习题 .....	299
<b>第九章 压杆稳定</b> .....	<b>302</b>
§9-1 压杆稳定的概念 .....	302
§9-2 细长压杆的临界力公式——欧拉公式 .....	303
§9-3 中长杆的临界应力计算 .....	308
§9-4 压杆的稳定计算——折减系数法 .....	309
§9-5 提高压杆稳定性的措施 .....	314
小结 .....	315
思考题 .....	316
习题 .....	317
<b>第十章 动荷应力</b> .....	<b>320</b>
§10-1 动荷载的概念 .....	320
§10-2 等加速运动构件的应力计算 .....	320
§10-3 冲击应力的概念 .....	324
§10-4 交变应力及疲劳破坏的概念 .....	327



00	小结	330
01	思考题	331
10	习题	331
附录 I	主要字符表	333
附录 II	工程常用量的单位换算表	335
附录 III	型钢表	337
习题答案		350
488	代选曲卷	第六章
488	代选五轴加曲卷	1-03
042	代选五轴加曲卷	1-04
742	代选四轴加曲卷	1-05
042	代选四轴加曲卷	1-06
042	代选四轴加曲卷	1-07
102	代选四轴加曲卷	1-08
102	代选四轴加曲卷	1-09
402	代选四轴加曲卷	1-10
402	代选四轴加曲卷	1-11
110	代选四轴加曲卷	1-12
110	代选四轴加曲卷	1-13
110	代选四轴加曲卷	1-14
040	代选四轴加曲卷	1-15
040	代选四轴加曲卷	1-16
040	代选四轴加曲卷	1-17
040	代选四轴加曲卷	1-18
040	代选四轴加曲卷	1-19
040	代选四轴加曲卷	1-20
040	代选四轴加曲卷	1-21
040	代选四轴加曲卷	1-22
040	代选四轴加曲卷	1-23
040	代选四轴加曲卷	1-24
040	代选四轴加曲卷	1-25
040	代选四轴加曲卷	1-26
040	代选四轴加曲卷	1-27
040	代选四轴加曲卷	1-28
040	代选四轴加曲卷	1-29
040	代选四轴加曲卷	1-30
040	代选四轴加曲卷	1-31
040	代选四轴加曲卷	1-32
040	代选四轴加曲卷	1-33
040	代选四轴加曲卷	1-34
040	代选四轴加曲卷	1-35
040	代选四轴加曲卷	1-36
040	代选四轴加曲卷	1-37
040	代选四轴加曲卷	1-38
040	代选四轴加曲卷	1-39
040	代选四轴加曲卷	1-40
040	代选四轴加曲卷	1-41
040	代选四轴加曲卷	1-42
040	代选四轴加曲卷	1-43
040	代选四轴加曲卷	1-44
040	代选四轴加曲卷	1-45
040	代选四轴加曲卷	1-46
040	代选四轴加曲卷	1-47
040	代选四轴加曲卷	1-48
040	代选四轴加曲卷	1-49
040	代选四轴加曲卷	1-50
040	代选四轴加曲卷	1-51
040	代选四轴加曲卷	1-52
040	代选四轴加曲卷	1-53
040	代选四轴加曲卷	1-54
040	代选四轴加曲卷	1-55
040	代选四轴加曲卷	1-56
040	代选四轴加曲卷	1-57
040	代选四轴加曲卷	1-58
040	代选四轴加曲卷	1-59
040	代选四轴加曲卷	1-60
040	代选四轴加曲卷	1-61
040	代选四轴加曲卷	1-62
040	代选四轴加曲卷	1-63
040	代选四轴加曲卷	1-64
040	代选四轴加曲卷	1-65
040	代选四轴加曲卷	1-66
040	代选四轴加曲卷	1-67
040	代选四轴加曲卷	1-68
040	代选四轴加曲卷	1-69
040	代选四轴加曲卷	1-70
040	代选四轴加曲卷	1-71
040	代选四轴加曲卷	1-72
040	代选四轴加曲卷	1-73
040	代选四轴加曲卷	1-74
040	代选四轴加曲卷	1-75
040	代选四轴加曲卷	1-76
040	代选四轴加曲卷	1-77
040	代选四轴加曲卷	1-78
040	代选四轴加曲卷	1-79
040	代选四轴加曲卷	1-80
040	代选四轴加曲卷	1-81
040	代选四轴加曲卷	1-82
040	代选四轴加曲卷	1-83
040	代选四轴加曲卷	1-84
040	代选四轴加曲卷	1-85
040	代选四轴加曲卷	1-86
040	代选四轴加曲卷	1-87
040	代选四轴加曲卷	1-88
040	代选四轴加曲卷	1-89
040	代选四轴加曲卷	1-90
040	代选四轴加曲卷	1-91
040	代选四轴加曲卷	1-92
040	代选四轴加曲卷	1-93
040	代选四轴加曲卷	1-94
040	代选四轴加曲卷	1-95
040	代选四轴加曲卷	1-96
040	代选四轴加曲卷	1-97
040	代选四轴加曲卷	1-98
040	代选四轴加曲卷	1-99
040	代选四轴加曲卷	1-100

## 绪 论

在我们伟大祖国辽阔的土地上，处处可以见到各种建筑物(图0-1)。它们既记载了我们祖先光辉灿烂的文化历史，更标志着当代科技发展的成果。这些建筑物，是繁荣经济、生产各种各类产品所必需的，也是人们生活学习、居住娱乐所必需的。建筑物是我们实现四化、发展生产、提高生活水平所必不可少的。广而言之，凡是有人类活动的地方就有建筑物的存在。

只要我们日常稍加注意建筑物的施工过程，便可以看到这些建筑物是由许许多多的构件组合起来的。一个庞大的建筑物，在建造之前，设计人员将对它的所有构件都一一进行受力分析，构件的尺寸大小、所用的材料、排列的位置都要通过结构计算来确定。这样才能保证建筑物的牢固和安全。这种繁复而又细致的计算工作，必须要有科学的计算理论作为依据才有可能进行。

《建筑力学》便是提供这些建筑结构受力和计算理论依据的一门科学。它将为读者打开进入结构设计和解决施工现场中许多受力问题的大门。本教材将研究这些理论的最基本的部分，讨论这些用途很广的受力分析问题。

在进入各种具体问题讨论之前，下面先就建筑力学研究对象、基本任务以及基本内容作一简介，以使读者有一个总体的了解。

### 建筑力学的研究对象

建筑物中用以承受和传递力作用的物体都称建筑结构(简称结构)。大的如整幢高楼、整个桥梁，小的如一根梁、一根柱。

一个建筑结构，通常由许多构件组成。例如图0-2是一个常见的楼层透视图，这种楼层结构，由板、次梁、主梁、柱(墙)等构件组成。建筑物在使用中，会受到各种力的作用，如外墙上的风力、屋顶上的积雪重、楼面上的人群、设备重量以及各部分构件自身的重量等等。这些作用在建筑物上的力，在工程上称为荷载。当我们对建筑物进行结构设计时，一般的做法是先对结构进行整体布置，然后把结构分为一些基本构件，对各构件进行设计计算，然后再通过构造处理，把各个构件联系起来构成一个整体结构。

对土建类专业来讲，建筑力学主要研究对象就是组成结构的构件和构件体系。

### 建筑力学的主要内容和任务

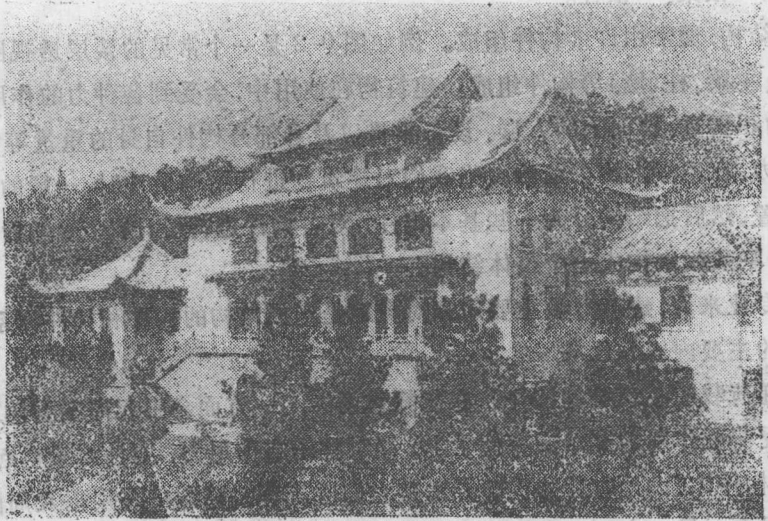
承受和传递荷载的建筑结构构件，在荷载作用下，一方面会引起周围物体对它们的反作用，例如一根受荷载作用的梁，搁在柱子上，梁对柱子有作用力，而柱对梁也起支承力作用，这样，任何一个构件，在设计时首先需要弄清楚它们受到哪些荷载的作用以及周围物体对它们有些什么反作用力。另一方面，当构件受到各种作用力的同时，构件本身发生变形，并且存在着破坏的可能，但结构构件本身是具有一定的抵抗变形和破坏能力的，即有一定的承载能力。这种承载能力的大小与构件的材料性质、截面几何形状及尺寸、受力性质、工作条件、构造



(a) 临街多层建筑

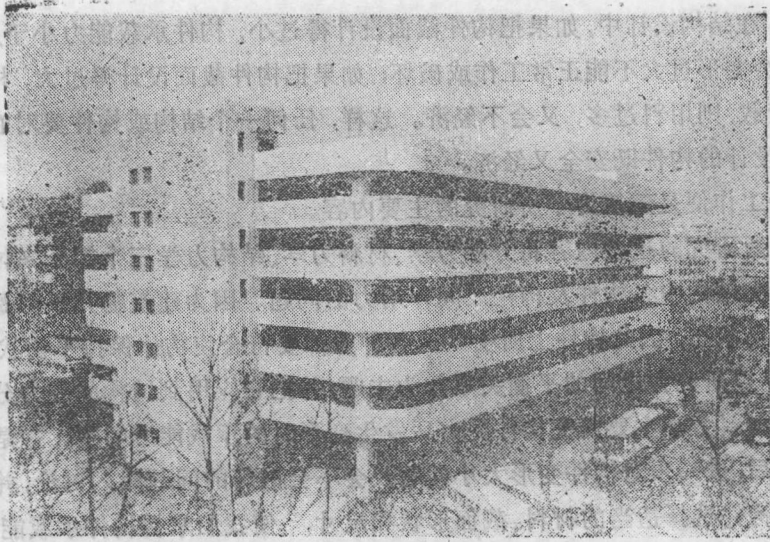


(b) 500吨吨壳壳体水塔

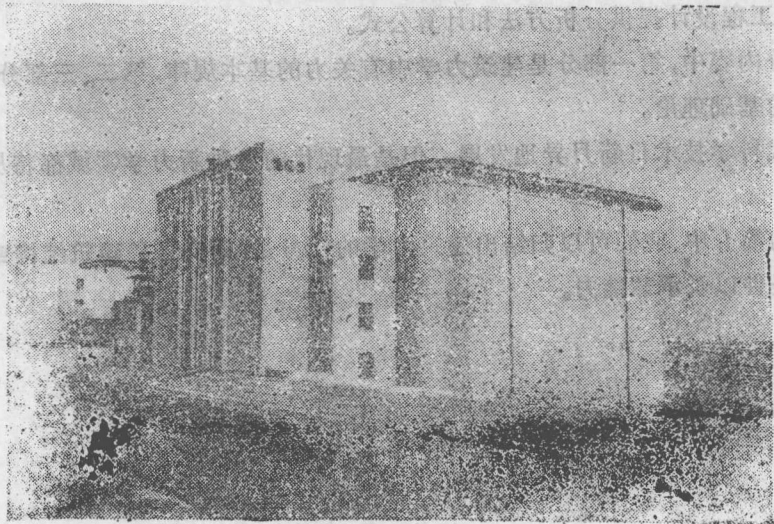


(c) 民族型式建筑

图 0-1



(d) 城市多层汽车停车场



(e) 万吨冷冻库

图 0-1

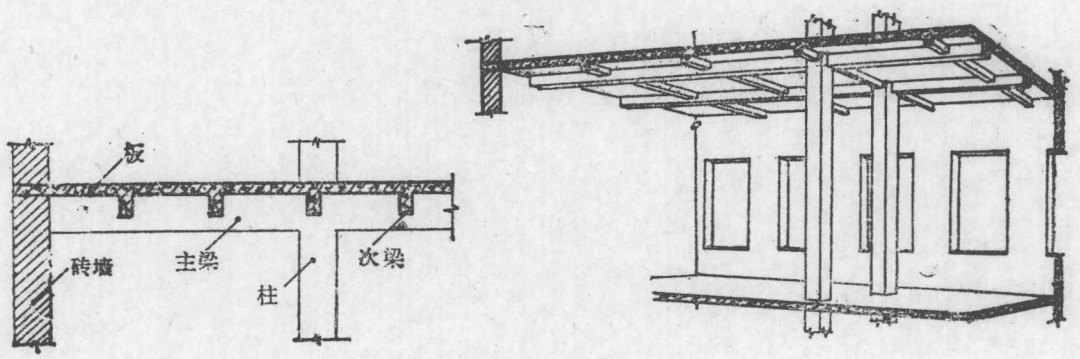


图 0-2

情况等有关。在结构设计中,如果把构件截面设计得过小,构件承载能力小于所受的荷载,则结构不安全,会变形过大不能正常工作或破坏;如果把构件截面设计得过大,构件承载能力过份大于所受荷载,则用料过多,又会不经济。这样,任何一个结构或构件要对它的承载能力进行计算,使所设计的构件既安全又经济。

上述这些工作便是建筑力学所研究的主要内容。

建筑力学所研究的这些内容将分静力学、材料力学、结构力学三个部分来讨论:

首先要研究结构中各构件及构件之间作用力的问题。因为建筑物几乎都是相对地球处于静止不动的平衡状态,因此构件上所受到的各种力都要符合使物体保持平衡状态的条件。在静力学中,便是以研究力之间的平衡关系作为主题,并把它应用到结构的受力分析中去。

第二部分材料力学主要研究构件受力后发生变形时的承载能力问题。这是在知道了力之间的平衡关系后,进一步对构件变形大小问题及会不会破坏的问题深入讨论,并为设计既安全又经济的结构构件选择适当的材料、截面形状和尺寸,使我们掌握构件承载能力的计算。第三部分结构力学,则是以构件体系作为研究对象讨论其承载能力,分析不同形式和不同材料的构件体系,为工程设计提供分析方法和计算公式。

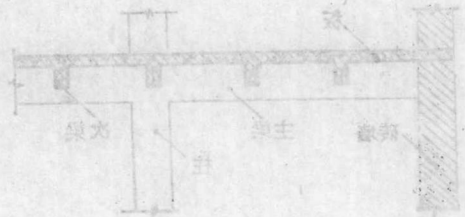
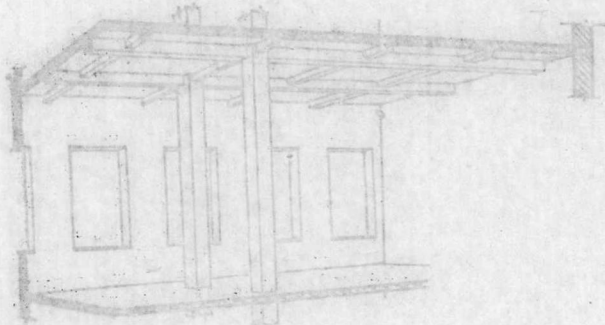
在三部分内容中,第一部分是建筑力学中有关力的基本规律,第二、三部分,则是各种构件及结构计算的基础理论。

尽管现代科学技术日新月异地发展,但是最现代的各种新力学领域都将从这些最基本的问题开始。

从上面的简介中,我们可以归结出建筑力学的任务是:研究各种建筑结构或构件在荷载作用下的平衡条件以及承载能力。

图 1-0 图

1-0 图



1-0 图

# 第一篇 静力学

静力学 第一章

## 引言

静力学是研究物体在力系作用下处于平衡的规律。

什么是平衡呢？在一般工程问题中，物体相对于地球保持静止或作匀速直线运动，称为平衡。例如，房屋、水坝、桥梁相对于地球是保持静止的；在直线轨道上作匀速运动的火车，沿直线匀速起吊的构件，它们相对于地球作匀速直线运动，这些都是平衡的实例。它们的共同特点，就是运动状态没有变化。

在一般情况下，一个物体总是同时受到若干个力的作用。我们把作用于一物体上的一群力，称为力系。使物体保持平衡的力系，称为平衡力系。

在静力学中具体讨论两个问题：力系的简化和力系的平衡条件。

在一般情况下，物体受到力系的作用，会使运动状态发生变化，只有当力系满足某些条件时，才能使物体处于平衡状态。如起吊构件时，绳索的拉力大于或小于构件的重力时，构件就加速直线上升或减速直线上升；只有当拉力与重力相等时，构件才会匀速直线上升或静止，即构件处于平衡。讨论物体在力系作用下处于平衡时，力系所应该满足的条件，称为力系的平衡条件，这是静力学讨论的主要问题。在讨论力系的平衡条件中，往往需要把作用在物体上的复杂的力系，用一个与原力系作用效果相同的简单的力系来代替，使得讨论平衡条件时比较方便，这种对力系作效果相同的代换，就称为力系的简化，或称为力系的合成。对物体作用效果相同的力系，称为等效力系。如果一个力与一个力系等效，则该力称为此力系的合力，而力系中的各个力称为这个力的分力。

建筑物中的构件在正常情况下都处于平衡状态，因此，建筑力学首先要研究物体的平衡问题。

# 第一章 静力学基础

## §1-1 刚体的概念

任何物体在力的作用下,都将引起大小和形状的改变,即发生变形。但是,在正常情况下,工程实际中许多物体的变形都非常微小,例如建筑物中的梁,它在中央处最大的下垂一般只有梁长度的  $\frac{1}{250} \sim \frac{1}{300}$ 。这样微小的变形,对于讨论物体的平衡问题影响甚少,可以忽略不计,因而可将物体看成是不变形的。

在任何外力作用下,大小和形状保持不变的物体,称为刚体。在静力学部分,我们把所讨论的物体都看作是刚体。

然而,当讨论物体受到力的作用后会不会破坏时,变形就是一个主要的因素,这时就不能再把物体看作刚体,而应该看作变形体。但须指出,以刚体为对象得出的力系的平衡条件,一般也可以推广应用于变形很小的变形体的平衡情况。

## §1-2 力的概念

### 一、力的涵义

人们在长期的生产劳动和日常生活中逐渐形成并建立了力的概念。例如,人推小车时,由于肌肉紧张,感到人对小车施加了力,使小车由静到动,或使小车的运动速度发生变化,同时感到小车也在推人;手用力拉弹簧,使弹簧发生伸长变形,同时感到弹簧也在拉手。这种力的作用,在物体与物体之间也会发生,例如,自空中落下的物体由于受到地球的引力作用而使运动速度加快,桥梁受到车辆的作用而产生弯曲变形,等等。综合无数事例,可以概括出力的涵义是:力是物体之间的相互机械作用,这种作用的效果会使物体的运动状态发生变化(外效应),或者使物体发生变形(内效应)。

既然力是物体与物体之间的相互作用,因此,力不可能脱离物体而单独存在。有受力体时必定有施力体。

在建筑力学中,力的作用方式一般有两种情况,一种是两物体相互接触时,它们之间相互产生的拉力或压力;一种是物体与地球之间相互产生的吸引力,对物体来说,这吸引力就是重力。

### 二、力的三要素

实践证明,力对物体的作用效果,取决于三个要素:(1)力的大小;(2)力的方向;(3)力的

**作用点。**这三个要素通常称为力的三要素。力的大小表明物体间相互作用的强烈程度。为了量度力的大小,我们必须规定力的单位,在国际单位制中,力的单位为牛顿(牛, N)或千牛顿(千牛, kN)。

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

力的方向通常包含方位和指向两个涵义。例如说重力的方向是“铅垂向下”。

力的作用点就是力对物体作用的位置。力的作用位置实际上有一定的范围,不过当作用范围与物体相比很小时,可近似地看作是一个点。作用于一点的力,称为集中力。

在力的三个要素中,有任一要素改变时,都会对物体产生不同的效果。例如,沿水平地面推动一个木箱(图 1-1),作用在木箱上的力,或大小不同,或方向不同(如力  $F$  与  $F'$ ),或作用点位置不同(如力  $F$  与  $F''$ ),产生的效果就会不一样。因此,在描述一个力时,必须全面表明力的三要素。

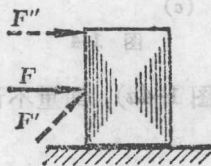


图 1-1



图 1-2

### 三、力的图示法

力是一个有大小和方向的量,所以力是矢量。

通常可以用一段带箭头的线段来表示力的三要素。线段的长度(按选定的比例)表示力的大小;线段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 所示,按比例量出力  $F$  的大小是 20 kN,力的方向与水平线成  $45^\circ$  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,常用黑体字如  $F, P$  等或加一横线的细体字如  $\vec{F}, \vec{P}$  等。而  $F, P$  等只表示力矢量的大小。

## §1-3 静力学公理

静力学公理是人类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普遍规律。它阐述了力的一些基本性质,是静力学部分的基础。

### 一、作用与反作用公理

两个物体间的作用力和反作用力,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。



这个公理概括了两个物体间相互作用力的关系。如物体  $A$  对物体  $B$  施作用力  $F$ ，同时，物体  $A$  也受到物体  $B$  对它的反作用力  $F'$ ，且这两个力大小相等、方向相反、沿同一直线作用。如图 1-3 所示。

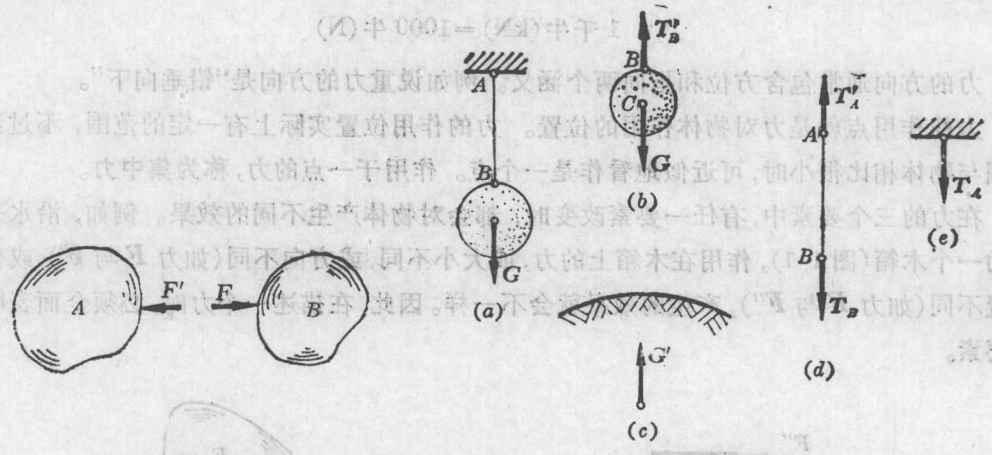


图 1-3

图 1-4

**例 1-1** 小球受重力  $G$  作用，用绳索悬挂于天花板(图 1-4a)，绳重不计。试分析各物体间相互的作用力和反作用力。

**解** 小球与地球之间有一对作用力  $G$  和反作用力  $G'$ ，它们分别作用于小球中心和地球中心(图 1-4 b、c)，且  $G' = G$ ，其方向相反，并沿同一直线。

小球与绳索之间有一对作用力  $T_B$  和反作用力  $T_B'$ ，分别作用于绳索的  $B$  点和小球的  $B$  点(图 1-4 b、d)，且  $T_B' = T_B$ ，其方向相反，并沿着绳的中心线。

同样，绳索对天花板施作用力  $T_A$ ，作用在板的  $A$  点，其反作用力  $T_A'$ ，作用在绳的端点  $A$  (图 1-4 d、e)。

## 二、二力平衡公理

作用在同一刚体上的两个力，使刚体平衡的必要和充分条件是，这两个力大小相等，方向相反，且作用在同一直线上，如图 1-5 a、b 所示。

这个公理说明了作用在物体上两个力的平衡条件，在一个物体上只受到两个力的作用而平衡时，这两个力一定要满足二力平衡公理。如把雨伞挂在桌边(图 1-6)，雨伞摆动到其重心

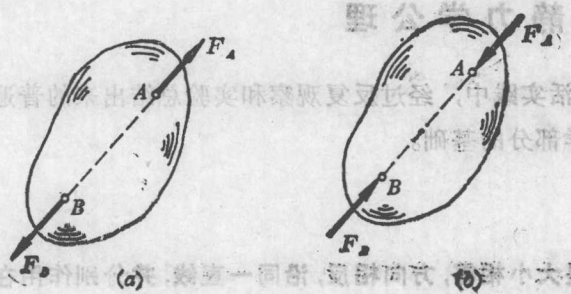


图 1-5

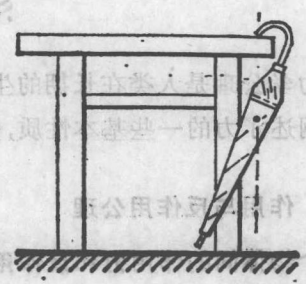


图 1-6