

高等学校教材

结构力学

上册

(第四版)

湖南大学结构力学教研室编

杨菲康 李家宝 主编

杨菲康 李家宝 洪范文 主订



高等教育出版社

高等学校教材

结构力学

上册

(第四版)

湖南大学结构力学教研室 编
杨第康 李家宝 主编
杨第康 李家宝 洪范文 主订

高等教育出版社

·北京·

(京)112号

内 容 提 要

本书是在第三版的基础上,根据1995年5月国家教委审定的高等学校工科本科“结构力学课程教学基本要求”修订的。本书内容选材适当,叙述深入浅出,注重联系实际,努力适应当前教学改革的要求。

全书共十七章,分上、下两册出版。上册共十二章,内容包括:绪论,平面体系几何组成分析,静定结构的内力计算,虚功原理和结构位移计算,力法,位移法,渐近法,近似法,影响线及其应用,矩阵位移法。下册共五章,内容包括:能量原理,结构弹性稳定计算,结构动力计算,结构极限荷载,结构计算简图和简化分析。每章后面附有思考题和习题及大部分习题答案。

本版采用了国家标准 GB 3100~3102—93《量和单位》中规定的有关符号。

本书可作为高等学校土建、水利和道桥类专业及成人教育、自学考试的教材,也可供有关专业工程技术人员参考。

责任编辑 余美茵

图书在版编目(CIP)数据

结构力学 上册/杨弗康,李家宝主编;杨弗康、李家宝、洪范文主订.
4版. -北京:高等教育出版社,1998
高等学校教材
ISBN 7-04-006662-9

I. 结… II. ①杨… ②李… ③洪… III. 结构力学—高等学校—教材 IV. 0342

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 02829 号

*

高等教育出版社出版

北京沙滩后街 55 号

邮政编码:100009 传真:64014048 电话:64054588

新华书店总店北京发行所发行

中国科学院印刷厂 印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 24.75 字数 610 000

1958 年 5 月第 1 版

1998 年 11 月第 4 版 1998 年 11 月第 1 次印刷

印数 0 001—8 178

定价 19.70 元

凡购买高等教育出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题者,请与当地图书销售部门联系调换

版权所有,不得翻印

第四版(1997年修订本)序

本书是在我教研室所编《结构力学》(第三版)的基础上,根据1995年国家教委审定的高等学校工科本科“结构力学课程教学基本要求”再次修订的。

这次修订工作除注意保持前版教材的特点:贯彻少而精、符合认识规律、便于教与学外,还力求做到有所改进和有所发展。在内容方面,删去了静定空间桁架一章,增加了近似法、能量原理以及结构的计算简图和简化分析共三章。从教学法考虑,对第三版教材的某些章节内容的叙述、论证和安排的顺序等方面作了改进,以使本书更符合当前教学改革的要求。采用本教材的院校,请按各校具体教学要求选择本书内容。书中少量属于加深和参考的内容,均以“*”号注明。

本版采用了国家标准 GB 3100~3102—93《量和单位》中规定的有关符号等,在贯彻和实施国家标准方面做了有益的工作。

本版主编为杨萑康、李家宝,修订工作由杨萑康、李家宝、洪范文主持进行。参加修订工作的有:杨萑康(第6、15章)、李家宝(第1、13、17章)、洪范文(第7、10章)、王兰生(第2、3、4、5章)、罗汉泉(第11、14、16章)、李存权(第8、9章)、汪梦甫(第12章)。全书的插图由乐荷卿、郭宾提供。

本修订版请西安冶金建筑科技大学王荫长和刘铮两位教授审阅,他们提出了很多宝贵的修改意见。在编辑审读加工过程中,高等教育出版社的有关领导和编辑给予了多方面的具体指导和有益建议,使本书的质量得以进一步提高。对此,我们谨表深深的谢意。

由于编者水平所限,书中不足之处,望读者多加指正。

湖南大学结构力学教研室

编者

1997年6月

第三版(1982年修订本)序

本书是在我室所编《结构力学》(1965年修订本)一书的基础上,根据1980年5月审订的高等工业学校本科四年制土建类专业的“结构力学教学大纲”(草案)再次修订的。

修订时,我们注意保持1965年修订本的特点,力图贯彻“少而精”的原则,在内容的阐述上,尽可能做到由具体到抽象,由简单到复杂,以符合学生的认识规律,利于教和学。为了加强基本理论、基本知识和基本技能的训练,对于1965年修订本中符合新订大纲要求的内容,修订时作了适当的充实;另外,根据新大纲的要求,增加了矩阵位移法一章,加深了虚功原理、结构的稳定和动力计算等内容的论述。全书内容分基本部分(第1~12章)和选学部分(第13~15章)。书中还有少量属于参考性的内容,在该节标题前面以“*”号注明。

这次修订工作由杨蕪康、李家宝担任主编,参加编写工作的有:杨蕪康(第8、15章)、李家宝(第1、2章)、刘光栋(第10、11、12、14章)、罗汉泉(第5、6、7、13章)、李存权(第3、4章)、罗宗对(第9章)。王兰生、何放龙、李俊东负责演算全书的习题。全书的插图由王秀贞描绘。

本书由王光远、郭长城、王荫长、刘铮同志担任主审、杨天祥同志担任复审。1982年5月工科结构力学教材编审小组在长沙召开了审稿会,参加审稿会的编委有杨天祥、龙驭球、秘书朱伯钦以及王荫长、刘铮、郭长城、王道堂等同志。参加审稿的同志对本书提出了许多很好的意见。此外,郑州工学院寿楠椿和本校王贻荪同志也曾对初稿提出过书面修改意见。对此,我们表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,书中缺点可能不少,希望使用本书的教师和读者多加批评指正。

湖南大学结构力学教研室

1982年6月

第二版(1965年修订本)序

本书是在我室所编“结构力学”一书的基础上,根据1962年5月审订的高等工业学校本科五年制工业与民用建筑专业和铁道建筑、公路与城市道路以及桥梁与隧道等专业的“结构力学教学大纲”(试行草案)修订的,同时也照顾了河川枢纽及水电站建筑专业的需要。

修订时,我们基本上依据教学大纲的要求,力图贯彻“少而精”的原则,删去了大量枝节内容和偏深的非基本内容,重新改写了绝大部分的章节;在少数问题上,对大纲的规定作了一些变动,如删去了用零载法检查平面桁架的可变性、索式桁架的概念、简支梁的内力包络图,增加了分析静定空间桁架的截面法、半穿式桁架桥的上弦杆的稳定问题等。

为了符合学生的认识规律,在内容的阐述上,尽可能注意由具体到抽象、由简单到复杂。如力法和位移法的概念都是先从一个最简单的例子引出,然后扩展到一般情况;又如静定结构的特性,则是在讲完内力计算之后,通过与超静定结构的特性对比才提出的。

由于本书兼顾了两种专业的某些不同要求,因此,就每一专业来说,各有一部分内容是毋庸讲授和学习的。对于铁道建筑、公路与城市道路以及桥梁与隧道等专业的学生来说,可略去以下章节:§14-5, §14-6, 第十六章, §17-5;对于工业与民用建筑专业的学生,可略去下列各节:§3-6, §3-8, §4-4, §5-9, §5-10, §6-6至§6-8, §8-11至§8-13, §11-4至§11-6, §15-2, §15-3, §18-9。此外,关于超静定桁架和混合结构,就工业与民用建筑专业来说,可只限于最基本的内容,不妨结合本书§10-4中的例10-3对桁架和混合结构的计算特点稍加详细交代,而将第十二章整个略去。在第十一章中,所述无铰拱和两铰拱两部分具有相对的独立性,重复讲述了总和法,以便对工业与民用建筑专业可以单独着重讲授两铰拱部分。书中还有少量属于参考性的内容,一律采用小字排印。

本书初版是由我室教师周泽西、俞集容、杨蕪康和原为我室成员现为长沙铁道学院教师李廉锴、张炳宇通过集体讨论、分工执笔并相互修改写成的。这次修订工作由周泽西、俞集容主持进行,执笔的有万良逸(第5、7、8、9、10章)、周泽西(第1、20章)、俞集容(第2、14、15、17章)、杨蕪康(第4、6、13、19章)、刘光栋(第3、11、12、16、18章)。

本书承哈尔滨建筑工程学院王光远同志审阅,并提出不少宝贵意见,对此我们表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,缺点可能不少,希望使用本书的教师和读者多加批评指正。

湖南大学结构力学教研室

1965年4月

第一版(1958年版)序

为了适应祖国大规模工业建设的需要,大量培养工程技术干部就成为当前最重要的工作之一。我国高等工业学校在一系列教学改革工作之后,已经取得很大的成绩,惟学生学习负担过重的问题,迄未完全解决。

目前已经翻译出版的苏联结构力学教材很多,但大都与部订教学大纲不能完全切合,内容分量过多,学生参考费时,且翻译名词各书不一致,更增加了初学者阅读上的困难。

这本讲义系根据我院情况编写的。我院有工民建、铁道桥隧、铁道建筑和公路与城市道路等四个专业,所用结构力学的教学大纲各不相同。在编写这本讲义之初,只能参考1955年部订内容最多的“桥隧”专业用和“工业与民用建筑结构”专业用“结构力学及弹性塑性理论教学大纲”作为编写的依据,再结合我院其他专业的需要并参照目前工程界的实际情况来安排内容。在编排的次序方面,也是根据教学实际情况来决定的。至于讲授的内容,则由任课教师按专业的需要自行选择取舍。讲义主要取材于下列各书:

- | | |
|-------------|--------------------------|
| 1. 结构理论 | И. П. 普洛珂费耶夫著 |
| 2. 建筑力学教程 | И. М. 拉宾诺维奇著 |
| 3. 杆件系统结构力学 | И. М. 拉宾诺维奇著 |
| 4. 结构静力学 | А. В. 达尔柯夫、В. И. 库兹涅措夫合著 |
| 5. 结构静力学 | Б. Н. 日莫契金、Д. П. 巴谢夫斯基著 |
| 6. 结构力学 | А. И. 杜霍维奇内著 |
| 7. 静定结构学 | 钱令希编 |
| 8. 弹性力学 | М. М. 费洛宁柯—鲍罗第契著 |
| 9. 弹性理论 | Б. Н. 日莫契金著 |
| 10. 弹性力学 | 钱伟长 叶开沅著 |

这本讲义分别由李廉锟、周泽西、张炳宇、俞集容、杨蕪康等同志编写,并分工修改与校阅,插图由庄述权、邓如鹤、李家宝、尹业良等同志协助绘制。这本讲义曾在本院各专业教学中两度使用,对解决学生学习上的某些困难,尚能起一定的作用。我们根据实际使用结果,曾先后进行修改和补充,现在我们又再度将静定结构部分进行了若干修改与补充,先行出版,其余部分也正在陆续修改与校阅之中。

由于我们的业务水平及教学经验所限,虽然在主观上尽了自己的努力,但实际上还会存在许多不妥的地方。我们衷心希望各学校的兄弟教研组在使用或参考这本讲义时,能把所发现的缺点及改进意见随时告诉我们,使这本讲义能够逐步完善起来。

中南土木建筑学院
结构理论教研组

1957年6月

本书符号表说明

为了深入贯彻国家技术监督局发布的国家标准 GB 3100~3102—93《量和单位》，本书对结构力学符号和单位的传统用法作了较大幅度的调整。既保证了对国家标准的认真实施，又考虑了教师和学生使用上的习惯与方便。本书是一次全面执行国家标准的初步尝试，尚有不足之处请专家和读者指正。根据《中华人民共和国计量法》和《中华人民共和国标准化法》的有关规定，为了切实贯彻本系列标准，要求所有 1995 年 7 月 1 日以后出版的科技书刊、报纸、新闻稿件、教材、产品铭牌、产品说明书等，在使用量和单位的名称、符号、书写规则时都应符合新标准的规定；所有出版物再版时，都要按新标准规定进行修订。因此，国家标准的使用是大势所趋。人们对新的符号体系将会有有一个由不适应到逐渐适应的过程。在这个过程中，期望本书能起到推波助澜和抛砖引玉的作用。

在实施国家标准的过程中，为保证国家标准和现有惯例的衔接，本书在以下四方面作了认真的考虑，现作如下说明，请读者注意。

1. 国家标准规范的物理量的名称和符号，按国家标准使用，注重量的物理属性。如，旧称剪应变(剪切角) γ ，现改称切应变；又如，各种力，包括荷载、反力和内力，都用 F 作为主符号，而将其特性以下标(上标)表示；再如，应力的单位都用 Pa 作基本单位；等等。

2. 对于在结构力学中广泛使用的广义力(包括力与力偶矩、力矩)和广义位移(包括线位移与角位移)，为了体现其广义性(有时还有未知性)，考虑到全书叙述的统一和表达的简洁、完整，本书仍沿用： X (多余力)， R 、 r (约束反力)， Δ 、 δ (位移)等广义物理量。至于上述广义物理量在具体问题中对应的量和相应单位，则视具体问题而定。

3. 在结构力学力法和位移法、位移和影响线计算中普遍应用的单位力 \bar{X} 和 F_p 、 M 以及单位位移 \bar{Z} 和 Δ 、 δ ，按照国家标准，这些物理量应由数值和单位符号的乘积组成，其表达式为 $A = \{A\} \cdot [A]$ ，式中 A 为该物理量的符号， $[A]$ 为其某一种单位的符号， $\{A\}$ 是以单位 $[A]$ 表示量 A 的数值。据此，如单位广义力的规定写法应为 $\{\bar{X}\} = 1$ ，即采用某一力的单位时该力的数值为 1。为了书写方便，均简记为 $\bar{X} = 1$ ，其余的单位量与此类同。

4. 在量和单位的数字运算上，作为特例，经国家技术监督局许可，运算的中间步骤，在使用基本单位的情况下，可将单位符号省略，而只在运算最后结果标明物理量的单位。

主要符号表

A	振幅, 面积
c	支座广义位移、粘滞阻尼系数
C	弯矩传递系数
c_{cr}	临界阻尼系数
d	节间距离
D	侧移刚度
E	弹性模量
E_p	结构总势能
E_p^*	荷载势能
E_c	结构总余能
E_c^*	支座位移余能
f	矢高、工程效率
F_P	荷载
\mathbf{F}_P	结构荷载向量
F_H	水平推力
F_{Ax}, F_{Ay}	A 处铰支座(约束)水平、垂直方向的分反力
F_N	轴力
F_{Nx}, F_{Ny}	水平、垂直方向的分轴力
F_Q	剪力
F_Q^L, F_Q^R	截面左、右的剪力
F_Q^F	固端剪力
F_r	楼层剪力
F_{Pe}	欧拉临界荷载
F_{Pcr}	临界荷载
F_{Pu}	极限荷载
F_P^+	可破坏荷载
F_P^-	可接受荷载
F_e	弹性力
F_i	惯性力
F_c	阻尼力

\bar{F}^e	局部坐标系下单元杆端力
F^e	整体坐标系下单元杆端力
\bar{F}^{Fe}	局部坐标系下单元固端力
F^{Fe}	整体坐标系下单元固端力
G	切变模量
i	线刚度
I	惯性矩、冲量
\mathbf{I}	单位矩阵
k	刚度系数、剪力分布不均匀系数
K	梁柱线刚度比
\bar{k}^e	局部坐标系下单元刚度矩阵
k^e	整体坐标系下单元刚度矩阵
\mathbf{K}	结构刚度矩阵
m	质量
\mathbf{M}	质量矩阵
M	力矩、力偶矩、弯矩
M^F	固端弯矩
M_r	楼层力矩
M_u	极限弯矩
M_e	弹性极限弯矩
N	形函数矩阵
p	均布荷载集度
P	广义荷载
P_E	等效结点荷载向量
P	综合结点荷载向量
q	均布荷载集度
R	广义反力、半径
r	单位位移引起的广义反力、半径
S	转动刚度、影响线量值
t	时间
T	周期、动能
\mathbf{T}	坐标转换矩阵
u	水平位移
v	竖向位移、挠度、速度
v_1	应变能密度
v_d	应变余能密度
V	应变能

W	功、平面体系自由度、抗弯模量
X	广义多余未知力
y	位移
\bar{y}	反弯点高度
Z	广义未知位移
α	线膨胀系数
β	弦转角、频比
Δ	结构广义位移
Δ	结构位移向量
δ	虚位移、广义位移
δ^e	单元杆端位移向量
ε	线应变
μ	力矩分配系数
μ'	转角分配系数
γ	剪力分配系数
γ'	侧移分配系数
φ	初相角
Φ	振型矩阵
θ	干扰力频率
ξ	阻尼比、等效集中质量系数
σ_b	强度极限
σ_s	屈服应力
σ_u	极限应力
ω	圆频率

目 录

第四版序	1	§5-4 结点法与截面法的联合应用	93
第三版序	3	§5-5 各类平面梁式桁架比较	96
第二版序	5	§5-6 组合结构的计算	98
第一版序	7	§5-7 静定结构的静力特性	101
本书符号表说明	i	思考题	102
主要符号表	iii	习题	103
第一章 绪论	1	第六章 虚功原理和结构的位移计算	108
§1-1 结构力学的研究对象和任务	1	§6-1 概述	108
§1-2 结构计算简图	4	§6-2 刚体体系的虚功方程及其应用	110
§1-3 平面杆件结构分类	8	§6-3 结构位移计算的一般公式	115
§1-4 荷载分类	10	§6-4 静定结构在荷载作用下的位移 计算	120
第二章 平面体系的几何组成分析	12	§6-5 图乘法	124
§2-1 概述	12	§6-6 静定结构支座位移时的位移 计算	131
§2-2 平面体系的自由度	12	§6-7 静定结构温度变化时的位移 计算	132
§2-3 平面体系几何组成分析	15	§6-8 线性变形体系的互等定理	133
§2-4 平面体系在静力学解答方面 的特性	20	思考题	136
思考题	22	习题	137
习题	22	第七章 力法	141
第三章 静定梁和静定平面刚架	27	§7-1 超静定结构概述	141
§3-1 单跨静定梁计算	27	§7-2 力法基本概念	144
§3-2 多跨静定梁计算	34	§7-3 力法典型方程	147
§3-3 静定平面刚架计算	39	§7-4 力法计算示例	150
思考题	53	§7-5 支座位移及温度改变时超静定 结构计算	159
习题	54	§7-6 超静定结构位移计算和内力图 校核	162
第四章 实体三铰拱	63	§7-7 对称性的利用	165
§4-1 概述	63	§7-8 单跨梁在外因作用下的杆端力	173
§4-2 实体三铰拱的数解法	64	§7-9 超静定结构的特性	179
§4-3 实体三铰拱的合理轴线	70	思考题	180
思考题	74	习题	181
习题	74	第八章 位移法	185
第五章 静定平面桁架	77	§8-1 基本概念	185
§5-1 概述	77		
§5-2 结点法	80		
§5-3 截面法	86		

§ 8-2	位移法基本结构和基本未知量	186	* § 10-6	刚架侧移的近似计算	273
§ 8-3	位移法典型方程和示例	189	思考题		274
* § 8-4	用位移法计算有斜柱的刚架	200	习题		274
* § 8-5	支座位移及温度改变时的计算	204	第十一章 影响线及其应用		276
§ 8-6	直接利用平衡条件建立位移法方程	208	§ 11-1	影响线概念	276
* § 8-7	位移法与力法联合应用	212	§ 11-2	用静力法作静定梁影响线	278
思考题		215	§ 11-3	用机动法作静定梁影响线	282
习题		215	§ 11-4	利用影响线求影响量	286
第九章 渐近法		221	§ 11-5	最不利荷载位置	288
§ 9-1	概述	221	§ 11-6	简支梁的绝对最大弯矩	295
§ 9-2	转动刚度、传递系数和侧移刚度	221	§ 11-7	用机动法作超静定梁影响线的概念	298
§ 9-3	力矩分配法基本概念	226	§ 11-8	连续梁的内力包络图	301
§ 9-4	用力矩分配法计算连续梁和无结点线位移的刚架	229	思考题		304
* § 9-5	无剪力分配法	236	习题		305
* § 9-6	剪力分配法	240	第十二章 矩阵位移法		310
* § 9-7	迭代法	244	§ 12-1	概述	310
思考题		250	§ 12-2	单元刚度矩阵	310
习题		252	§ 12-3	连续梁的结构刚度矩阵	316
综合训练题		256	§ 12-4	忽略轴向变形时矩形刚架的结构刚度矩阵	323
第十章 近似法		260	§ 12-5	单元刚度矩阵的坐标变换	331
§ 10-1	概述	260	§ 12-6	用先处理法计算平面刚架	336
§ 10-2	分层算法	260	§ 12-7	等效结点荷载	345
§ 10-3	柱反弯点法	263	* § 12-8	矩阵位移法的后处理法	349
* § 10-4	柱反弯点法在复式刚架中的应用	268	思考题		365
* § 10-5	广义无剪力分配法	270	习题		365
			附录 平面杆件结构分析程序		
			(先处理法)		369

第一章 绪 论

§ 1-1 结构力学的研究对象和任务

在土木工程中,由建筑材料按照一定的方式组成并能承受荷载作用的构筑物称为工程结构 (简称结构)。房屋建筑中的板、梁、柱、屋架、基础及其组成的体系(图1-1),铁路和公路桥梁,

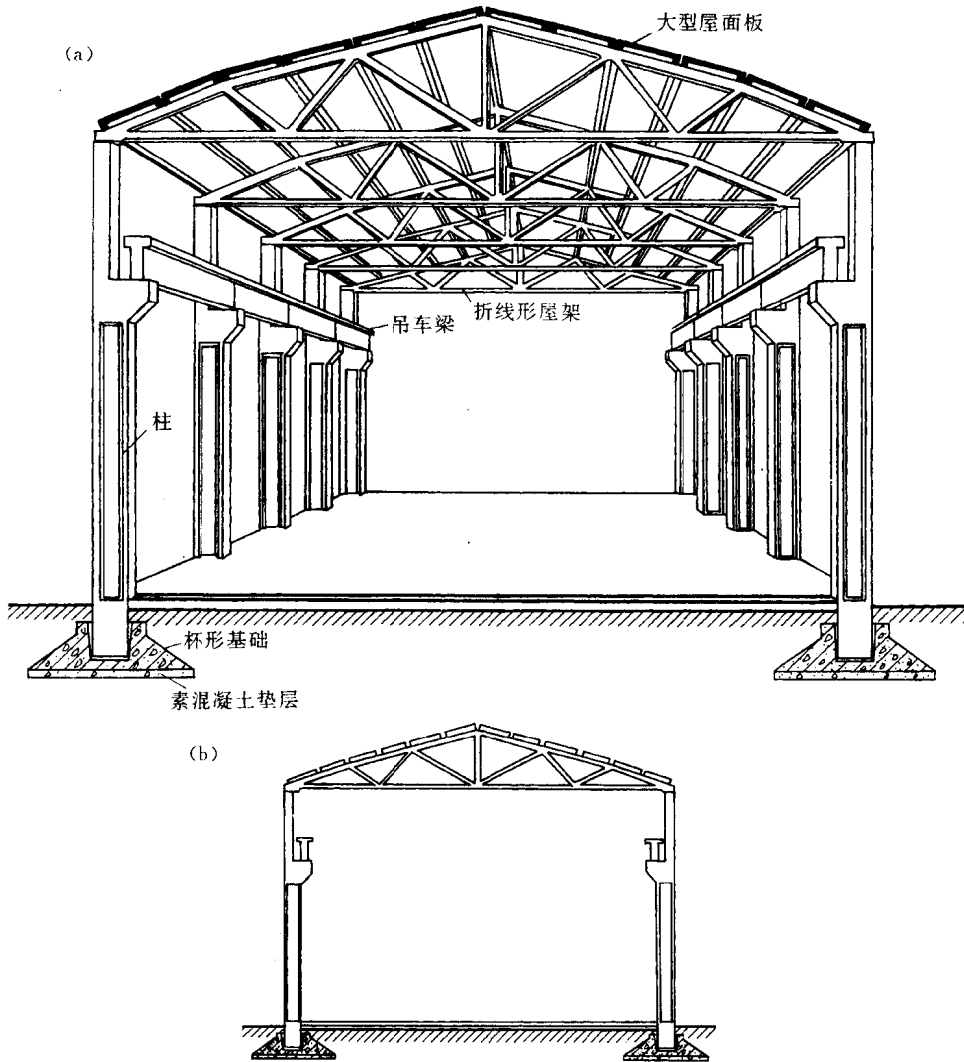


图 1-1

水坝和挡土墙等,它们都是结构的例子。当不考虑材料的应变时,结构本身各部分之间都不致发生相对运动,且应直接或间接地与地基联成整体,这样才能用以承受荷载,并将其上所受的荷载传递到地基。

结构按其几何特征可分为三种类型:

1. 杆件结构

它是由若干根长度远大于其他两个尺度(截面的宽度和高度)的杆件所组成的结构。例如图 1-1a 为单层厂房的空间结构图,图 1-1b 为其中一个横向承重排架,它们即为杆件结构。如果组成结构的所有各杆件的轴线都位于某一平面内,并且荷载也作用于此同一平面,则这种结构称为平面杆件结构,否则,便是空间杆件结构。

2. 薄壁结构

它是厚度远小于其他两个尺度的结构。当它为一平板状物体时,称为薄板(图 1-2);当它具有曲面外形时,称为薄壳(图 1-3)。由若干块薄板或薄壳可组成各种薄壁结构(图 1-4、图 1-5)。

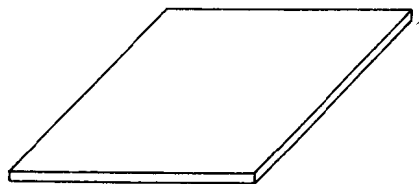


图 1-2

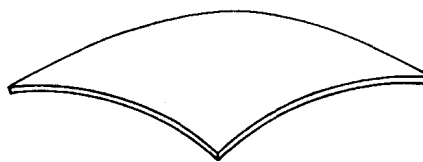
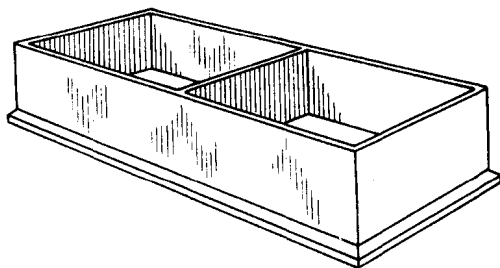


图 1-3



(a)



(b)

图 1-4

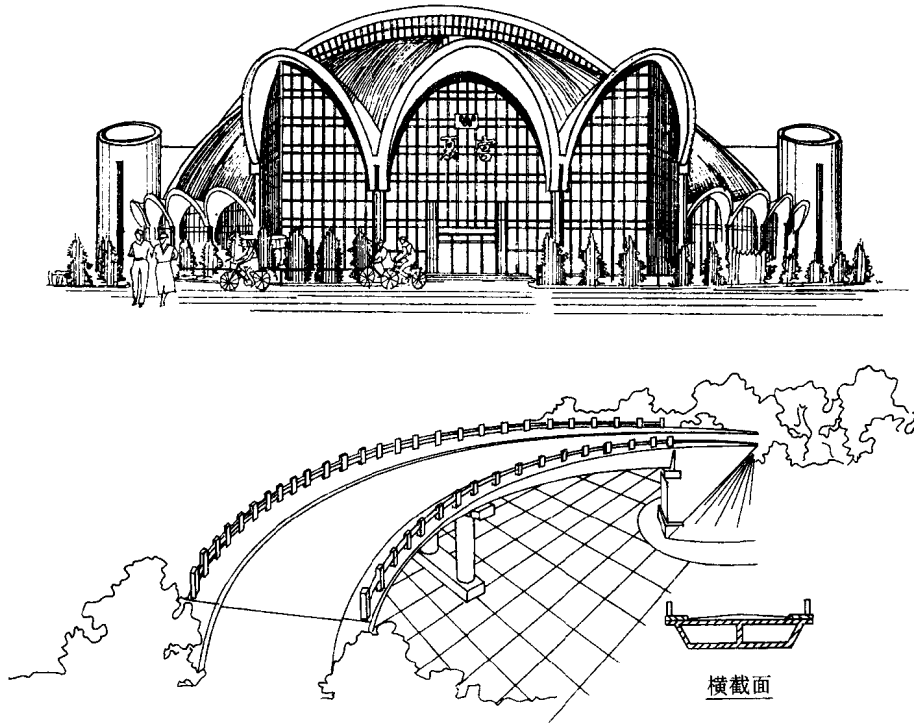


图 1-5

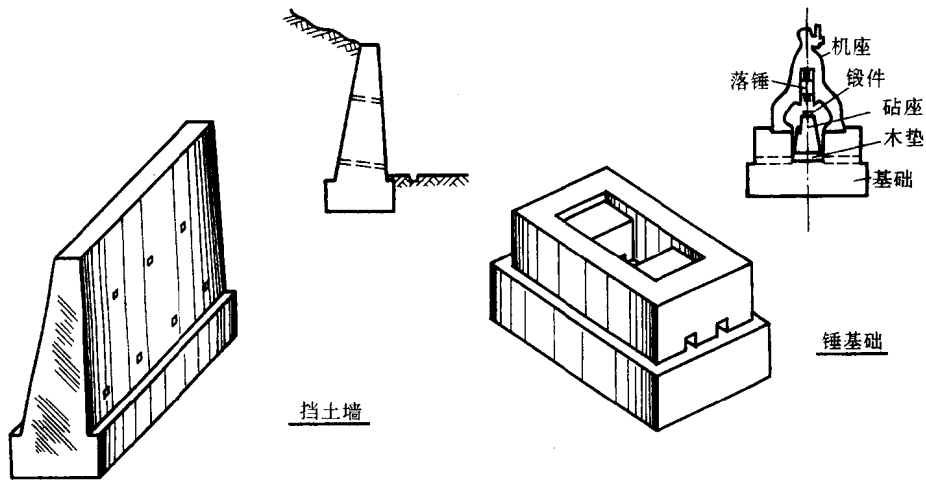


图 1-6

3. 实体结构 它是三个方向的尺度大约为同量级的结构。例如堤坝、挡土墙、块式基础(图 1-6)等均属实体结构。

结构力学的任务是研究结构的组成规律、合理形式以及结构在外因作用下的强度、刚度和稳定性的计算原理与计算方法。研究组成规律的目的在于保证结构各部分不致发生相对运动,使其能承担荷载并维持平衡。进行强度和稳定性计算的目的在于保证结构的安全并使之符合经济的要求。计算刚度的目的在于保证结构不致发生过大的在实用上不能容许的位移。上述强度、刚度和稳定性的计算,不仅在设计新结构时需要进行,而且在已有的结构需要承受超过以往预计的荷载时也应加以核算,以判明是否需要加固。研究结构的合理形式是为了有效地利用材料,使其性能得到充分的发挥。

结构力学与材料力学、弹性力学有着密切的关系,它们的任务基本相同,但在研究对象上则有所分工。材料力学基本上只研究单个杆件的强度、刚度和稳定性的计算;结构力学主要是研究由杆件所组成的结构(杆件结构);弹性力学则研究各种薄壁结构和实体结构,同时也对杆件作进一步的精确分析。

结构力学是一门技术基础课,在专业学习中占有重要的地位。一方面与前修课程有密切的联系;另一方面,又为进一步学习混凝土结构、钢结构等专业课程奠定必要的力学基础。

对杆件结构进行强度计算时,首先必须确定在外因作用下所产生的内力,然后便可按此选定或验算各杆件的截面尺寸。在杆件结构的刚度和稳定性计算中,也将涉及内力计算问题。因此研究杆件结构在外因作用下的内力计算便成为本课程今后所要讨论的重要问题。

§ 1-2 结构计算简图

一、计算简图的概念

实际结构是多种多样的,要想完全严格地考虑每一结构的全部特点及其各部分之间的相互作用来建立理论和进行计算,将是不可能的。因此,必须有意识地略去一些次要因素,采用一种简化了的图形来代替实际结构,然后才能建立起相应的计算理论。这种用以代替实际结构的简化图形称为该结构的计算简图。

例如,一根横梁(图 1-7a)两端搁置在墙上,中间悬挂一重物。这虽是一最简单的结构,但如果一定要按照实际情形进行分析,则因反力沿墙宽的分布规律难以知道,所以仍无法确定其两端的反力。现假定其反力为均匀分布,并以其作用于墙宽中点的合力来代替分布的反力,梁则用其轴线来代替,这样,图 1-7a 所示的实际结构物便抽象和简化为图 1-7b 所示的计算简图。显然,只要墙宽和梁的长度相比小很多,则作上述简化在工程上是完全许可的。

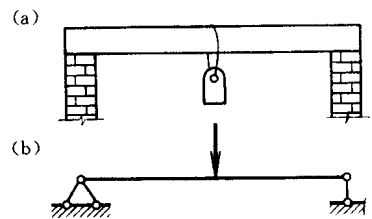


图 1-7

二、杆件的简化

平面杆件结构系由若干杆件相互联结组成。对于截面尺寸比长度小很多的杆件,虽然它们的截面形状、所用材料、承受的荷载以及两端的联结情况都可能不同,但变形的共同特点是