

结构力学

第5版

湖南大学结构力学教研室 编

洪范文 主编



教育科学“十五”国家规划课题研究成果



高等教育出版社

教育科学“十五”国家规划课题研究成果

结 构 力 学

第 5 版

湖南大学结构力学教研室 编
洪范文 主编

高等教育出版社

内容提要

本书是在《结构力学》(第四版)和建筑力学第三分册《结构力学》(第三版)的基础上精心修订而成,全书主要内容由静定结构、超静定结构、结构分析其他问题和专题等4篇共12章组成。

本书涵盖了教育部高等学校非力学类专业力学基础课程教学指导分委员会通过的结构力学课程教学基本要求(A类)、建设部高等学校土木工程专业指导委员会制定的结构力学课程教学大纲和注册结构工程师考试大纲中的全部内容,既包括了必须修读的结构力学经典部分,又补充了可供选用的相关专题。

在积累多年教材建设经验的基础上,本书力求突出自身特色,除强调结构力学基本理论和基本知识的论述、基本能力的训练,注重综合归纳和思考讨论外,对所牵涉到的工程应用背景、结构定性分析和学生创新训练等方面,进行了有益的尝试与探讨。本书注意保持内容选材适当、叙述深入浅出,注重联系实际的传统优势,努力适应当前教学改革的要求。

本书可作为高等学校土建、水利类等本科专业的教材,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

结构力学/湖南大学结构力学教研室编;洪范文主编.

—5版. —北京:高等教育出版社,2005.7

ISBN 7-04-016694-1

I. 结... II. ①湖...②洪... III. 结构力学—高等学校—教材 IV. O342

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 042965 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000
经 销 北京蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 中国农业出版社印刷厂

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>

开 本 787×1092 1/16
印 张 25.5
字 数 630 000

版 次 1958年5月第1版
2005年7月第5版
印 次 2005年7月第1次印刷
定 价 29.20元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 16694-00

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. 库兹聂索夫合著 |
| 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、张炘宇、俞集容、杨第康等同志编写,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。这本讲义曾在我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

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、简支架的内力包络图,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、杨荊康和原为幹室成员现为长沙铁道学院教师李廉锴、张忻宇通过集体讨论、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)、杨荊康(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。

本版主编为杨茆康、李家宝,修订工作由杨茆康、李家宝、洪范文主持进行。参加修订工作的有:杨茆康(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 5 版(2005 年修订本)序

本书是在湖南大学结构力学教研室编,杨蔺康、李家宝主编的《结构力学》(第四版)和李家宝主编的建筑力学第三分册《结构力学》(第三版)的基础上,根据 2004 年教育部高等学校非力学类专业力学基础课程教学指导分委员会通过的《结构力学课程教学基本要求(A类)》修订的,作为《结构力学》第 5 版(2005 年修订本)出版。

这次修订工作除充分考虑到建设部高等学校土木工程专业指导委员会制定的《结构力学课程教学大纲》和国家注册结构工程师考试大纲的全部要求外,还注意保持本教材前几版贯彻少而精、符合认识规律、便于教和学的特点。从内容上,删去了近似法和能量原理两章,将论述静定结构内力分析的三章合并为一章,将位移法和渐近法归结到一章,并对部分章节的内容取舍、观点论证和安排顺序做了调整,以更好适应当前的教学要求。本版采用国家标准 GB 3100~3102—93《量和单位》中规定的有关符号。

本修订版主编为洪范文,全部修订工作除附录 A 由刘兴彦负责外,均由洪范文完成。本书凝结了湖南大学结构力学教研室的前辈和同仁的心血,他们为结构力学的教材建设做出了不可磨灭的贡献,为本书奠定了坚实的基础,特别是第四版主编李家宝教授对此次修订提出了许多指导性意见和对细节修改的建议,更是弥足珍贵。

本修订版由北京建筑工程学院刘世奎教授审阅,他所提出的许多宝贵修改意见,为本书提高质量增色甚多。本书在修订过程中,得到了湖南大学教务处和教材代办站的鼎力支持。对此,我们谨表示深深的谢意。

由于编者能力所限,书中不足之处,恳请专家、读者多加指正。

湖南大学结构力学教研室

编 者

2005 年 4 月

本书符号表说明

本书贯彻执行国家技术监督局发布的国家标准(GB 3100~3102—93)《量和单位》,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,本书在以下三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 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)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 和 r (约束反力)、 Δ 和 δ (位移)、 c (支座位移)等广义物理量。至于上述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通应用的单位力 $\bar{X}=1$ 和 $F_p=1$ 等以及单位位移 $\bar{Z}=1$ 和 $\Delta=1$ 等,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 $[A]$ 为单位时该量的数值。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。

主要符号表

A	面积、振幅	I	惯性矩
c	支座广义位移、粘滞阻尼系数	I	单位矩阵
C	弯矩传递系数	k	刚度系数、截面剪力分布不均匀系数
c_{cr}	临界阻尼系数	K	结构刚度矩阵
d	节间长度	$\bar{K}^e$	单元(局部)坐标系下单元刚度矩阵
D	侧移刚度	K^e	结构(整体)坐标系下单元刚度矩阵
E	弹性模量	l	长度、跨度
E_p	结构势能	m	质量
E_p^*	荷载势能	M	质量矩阵
f	拱高、工程频率	M	力矩、力偶矩、弯矩
F_p	荷载、作用力	M^F	固端弯矩
$\bar{F}_p$	结构荷载列向量	M_u	极限弯矩
F_H	水平推力	M_s	屈服弯矩
F_{Ax}, F_{Ay}	A 处支座(约束)反力	q	均布荷载集度
F_N	轴力	r, R	广义反力
F_N^L, F_N^R	截面左、右的轴力	S	转动刚度、影响线量值
F_Q	剪力	t	温度、时间
F_Q^L, F_Q^R	截面左、右的剪力	T	周期、动能
F_Q^F	固端剪力	T	坐标变(转)换矩阵
F_{Pe}	欧拉临界荷载	u	水平位移
F_{Per}	临界荷载	v	竖向位移、挠度、速度
F_{pu}	极限荷载	V	虚应变能
F_p^+	可破坏荷载	W	功、虚功、抗弯模量
F_p^-	可接受荷载	X	广义未知力
F_e	弹性力	y	位移
F_1	惯性力	Z	广义未知位移
F_c	阻尼力	α	线膨胀系数
$\bar{F}^e$	单元(局部)坐标系下单元杆端力列向量	β	弦转角、频比
F^e	结构(整体)坐标系下单元杆端力列向量	γ	切应变
$\bar{F}^F$	单元坐标系下单元固端力列向量	δ, Δ	广义位移
F^F	结构坐标系下单元固端力列向量	$\bar{\delta}^e$	单元(局部)坐标系下单元杆端位移列向量
G	切变模量	δ^e	结构(整体)坐标系下单元杆端位移列向量
i	线刚度	Δ	结构位移列向量
		ϵ	线应变
		θ	转角、角位移、干扰力频率

κ	曲率	σ_b	强度极限
λ°	单元定位向量	σ_s	屈服极限
μ	力矩分配系数	φ	转角、角位移、初相角
ν	剪力分配系数	Φ	振型矩阵
ξ	阻尼比、等效集中质量系数	ω	圆频率

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

策划编辑	黄毅
责任编辑	元方
封面设计	于涛
责任绘图	朱静
版式设计	马静如
责任校对	杨凤玲
责任印制	杨 明

主 编 简 介



洪范文 武汉水利电力学院(现武汉大学)1967年本科毕业,1981年研究生毕业,工学硕士。现为湖南大学土木工程学院教授,国家注册监理工程师。历任湖南大学出版社社长、教务处处长和教育部工科力学基础课程教学指导委员会委员。

毕业后从事土木水利工程的设计研究和工程实践工作。1982年进入湖南大学后,从事结构力学和计算分析方面的教学与研究工作,长期为本科生和硕士生讲授结构力学、弹性力学、工程结构优化和结构程序设计等课程,治学态度严谨,教学效果优良。先后发表学术论文十余篇,出版结构力学教材和其他著作4本。1998年获机械工业部科技进步三等奖,2001年获湖南省教学成果一等奖,2003年获湖南省教学管理先进工作者。

目 录

本书符号表说明	I	§ 2-2 运动自由度概念	10
主要符号表	I	§ 2-3 几何不变体系简单组成规则	12
第一章 绪论	1	§ 2-4 几何组成分析示例	15
§ 1-1 结构力学研究对象和任务	1	§ 2-5 静定结构和超静定结构	16
§ 1-2 结构计算简图	3	§ 2-6 小结与讨论	17
§ 1-3 结构分类	7	思考题	18
§ 1-4 荷载分类	8	习题	18
第二章 体系几何组成分析	10	习题部分答案	20
§ 2-1 几何组成分析目的	10		

第 1 篇 静定结构

第三章 静定结构内力分析	21	§ 4-3 变形体体系虚功原理和位移计算一般公 式	68
§ 3-1 静定梁	21	§ 4-4 荷载作用下位移计算	72
§ 3-2 静定刚架	26	§ 4-5 图形相乘法	77
§ 3-3 三铰拱	35	§ 4-6 支座位移和温度改变时位移计算	83
§ 3-4 静定桁架和静定组合结构	43	§ 4-7 互等定理	85
§ 3-5 静定结构基本性质和受力特点	50	§ 4-8 小结与讨论	89
§ 3-6 小结与讨论	52	思考题	90
思考题	53	习题	92
习题	54	习题部分答案	94
习题部分答案	59	综合作业	94
第四章 虚功原理和结构位移计算	61	综合作业部分答案	95
§ 4-1 结构位移概念	61		
§ 4-2 刚体体系虚功原理及其应用	64		

第 2 篇 超静定结构

第五章 力法	97	§ 5-6 支座位移和温度改变时力法 计算	120
§ 5-1 超静定结构概述和力法基本概念	97	§ 5-7 等截面单跨超静定梁杆端内力	123
§ 5-2 超静定次数和力法典型方程	100	§ 5-8 小结与讨论	132
§ 5-3 力法计算超静定刚架	105	思考题	133
§ 5-4 计算对称结构	108	习题	134
§ 5-5 力法计算其他超静定结构	114		

习题部分答案	137	§ 6-7 超静定结构受力性质和变形 特点	167
第六章 位移法和力矩分配法	139	§ 6-8 小结与讨论	171
§ 6-1 位移法基本概念	139	思考题	172
§ 6-2 位移法基本未知量确定	143	习题	173
§ 6-3 位移法计算超静定刚架	145	习题部分答案	176
§ 6-4 位移法典型方程	151	综合训练题	176
§ 6-5 力矩分配法基本概念	155	综合训练题部分答案	179
§ 6-6 多结点力矩分配	161		

第 3 篇 结构分析其他问题

第七章 影响线及其应用	181	§ 8-5 先处理直接刚度法	220
§ 7-1 影响线基本概念	181	§ 8-6 刚架计算示例	223
§ 7-2 静力法作静定梁影响线	182	§ 8-7 几个应用问题	232
§ 7-3 静力法作静定桁架影响线	186	§ 8-8 小结与讨论	234
§ 7-4 机动法作梁影响线	189	思考题	235
§ 7-5 影响线应用	193	习题	235
§ 7-6 简支梁内力包络图	197	习题部分答案	237
§ 7-7 连续梁内力包络图	199	第九章 计算简图选取和结构简化分析	238
§ 7-8 小结与讨论	202	§ 9-1 弹性支承和主次内力	238
思考题	203	§ 9-2 空间结构分解为平面结构	240
习题	203	§ 9-3 板壳结构简化为交叉体系	242
习题部分答案	205	§ 9-4 结构分解为基本部分和附属 部分	245
第八章 矩阵位移法	206	§ 9-5 忽略次要变形	248
§ 8-1 矩阵位移法概念和单元刚度 矩阵	206	§ 9-6 小结与讨论	252
§ 8-2 结构刚度矩阵	210	习题	253
§ 8-3 单元刚度矩阵坐标变换	216	习题部分答案	253
§ 8-4 非结点荷载处理	219		

第 4 篇 专 题

第十章 结构动力分析	255	§ 10-6 简谐荷载下两个自由度体系受迫 振动	285
§ 10-1 结构动力分析基本概念	255	§ 10-7 振型分解法	289
§ 10-2 单自由度体系自由振动和受迫 振动	258	§ 10-8 频率近似计算	292
§ 10-3 阻尼对振动的影响	267	§ 10-9 小结与讨论	296
§ 10-4 两个自由度体系自由振动 (柔度法)	273	思考题	297
§ 10-5 两个自由度体系自由振动 (刚度法)	281	习题	297
		习题部分答案	301
		第十一章 结构稳定分析	303

§ 11-1 结构稳定分析基本概念	303	§ 12-2 极限平衡法求梁极限荷载	343
§ 11-2 有限自由度体系稳定计算	305	§ 12-3 比例加载时极限荷载判定	348
§ 11-3 无限自由度体系临界荷载 (静力法)	310	§ 12-4 小结与讨论	352
§ 11-4 无限自由度体系临界荷载 (能量法)	318	思考题	352
§ 11-5 刚架稳定计算	325	习题	353
§ 11-6 小结与讨论	331	习题部分答案	355
思考题	332	附录 A 平面刚架分析程序	357
习题	332	附录 B 索引	377
习题部分答案	336	主要参考文献	381
第十二章 结构塑性分析	338	Synopsis	382
§ 12-1 结构塑性分析基本概念	338	Contents	383
		主编简介	388

第一章 绪 论

§ 1-1 结构力学研究对象和任务

土木工程中的各类建筑物和构筑物,例如房屋、桥梁、水池、挡土墙(图 1-1~图 1-7)等,在使用过程中,都要承受各种荷载的作用。这种承受荷载的建筑物和构筑物或其中的某些承重构件,都可称为结构。图 1-1 所示由屋架、柱子、吊车梁、屋面构件及基础等组成的工业厂房空间骨架,图 1-6 所示的水池和图 1-7 所示的挡土墙都是结构的例子。图 1-2 和图 1-5 中的房屋和桥梁是土木工程中最常见的结构。

结构的类型是多种多样的,就几何特征区分,有杆件结构(图 1-1)、薄壁结构(图 1-3、1-4 中的屋面和图 1-6)和实体结构(图 1-7)三类。杆件的基本特征是它的长度远大于其他两个尺度——截面的宽度和高度,杆件结构便是由若干这种杆件所组成的。薄壁结构是厚度远小于其他两个尺度的结构。平板状的薄壁结构称为薄板,由若干块薄板可组成各种薄壁结构(图 1-4、1-6b)。具有曲面外形的薄壁结构称为薄壳结构(图 1-3、1-6a)。实体结构是指三个方向的尺度大约为同一量级的结构,例如挡土墙(图 1-7)、堤坝、块式基础等。

依照空间特征区分,杆件结构可分为平面杆件结构和空间杆件结构两类。凡组成结构的所有杆件的轴线都位于某一平面,并且荷载也作用于该平面内的结构,称为平面杆件结构,否则为空间结构。严格说来,实际的结构都是空间结构,不过在进行计算时,常可根据其实际受力情况的特点,将它分解为若干平面结构来分析,以使计算简化。但需注意的,并非所有情况都能这样处理,有些是必须作为空间结构来研究的。本书的研究对象只限于平面杆件结构。

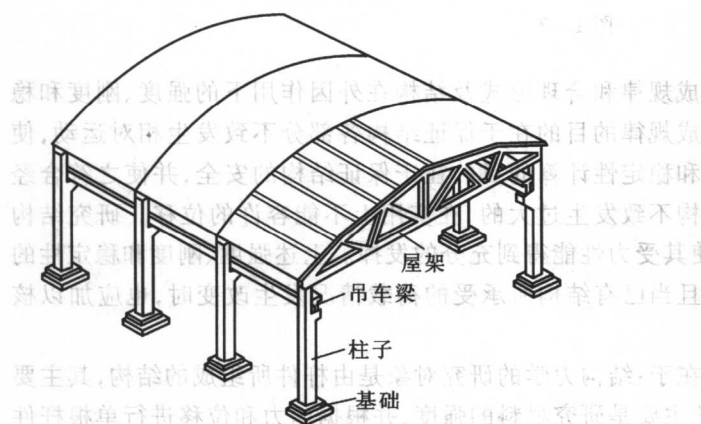


图 1-1



图 1-2