



面向 21 世纪 课 程 教 材  
Textbook Series for 21st Century

# 程序结构力学

袁 驷 编著



高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS

面向 21 世纪课程教材  
Textbook Series for 21st Century

# 程序结构力学

袁 驷 编著



高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS

### 图书在版编目(CIP)数据

程序结构力学/袁驷编著. —北京:高等教育出版社,  
2001  
面向 21 世纪课程教材  
ISBN 7-04-008632-8

I.程… II.袁… 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(2001)第 07996 号

程序结构力学

袁 驷 编著

---

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

邮政编码 100009

电 话 010-64054588

传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所

排 版 高等教育出版社照排中心

印 刷 中国科学院印刷厂

开 本 787×960 1/16

版 次 2001 年 7 月第 1 版

印 张 18.5

印 次 2001 年 7 月第 1 次印刷

字 数 320 000

定 价 23.90 元(含光盘)

---

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

## 内 容 提 要

本书是教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的研究成果，是面向 21 世纪课程教材和教育部工科学“九五”规划教材。

“程序结构力学”课程是对现有的“结构矩阵分析”或类似课程在内容体系上的改革更新。它仍以杆系结构为基本对象，以力学为本，以新一代工程计算程序语言 Fortran 90 为工具，旨在系统地训练计算机建模、编程、分析、计算的能力，是面向计算机的结构力学课程。

在内容上，本书覆盖了经典结构力学中的所有问题：几何组成、静定结构、超静定结构、影响线、自由振动、弹性稳定，以及极限荷载等。而且，全部为精确单元模型和精确算法，是一套完整的结构力学的新体系。

作为本书内容的程序实现的示范，本书附有一个 Windows 环境下的计算机辅助分析计算软件《结构力学求解器》。它可以分析计算本书各章中所涉及的所有结构力学问题，全部为精确解，可供教师、学生和工程技术人员使用。

本书体系完整、内容新颖、信息丰富、特色鲜明。本书既可作为高等学校土木、水利、交通、力学等专业结构力学课程教材，又是一本有特色的专著，可供教师、学生和工程技术人员结合工程实际学习和使用。

# 前 言

本书是教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的研究成果,是面向 21 世纪课程教材,是面向计算机建模、编程、分析和计算能力培养的普通高校结构力学课程教材。作者最初只是想对传统的“结构矩阵分析”或类似的课程在内容体系更新上做一点尝试,但最终却以一个完整的、面向计算机的结构力学新体系作为归宿。尽管始料不及,但却不无欣慰。

在传统的“结构矩阵分析”课程中,力学模型比较单调,基本上是单一的位移法刚度模型,虽然有“以不变应万变”的效力,但在内容体系上更多的是面向“计算”和“实用”的,而较少地面向力学建模能力的训练与培养,有力学让位于计算、力学服从于计算、力学受限于计算之感。给人的印象好像是:计算机的方法基本上就是一个矩阵位移法,而像稳定、振动等问题就只能用 Ritz(里兹)法或有限元法去做近似的处理。写本教材的目的之一是试图“平衡”一下这种以偏概全的局面。

本书名为“程序结构力学”,之所以也称为“结构力学”,因为在内容上它与经典结构力学是相对应、相平行的,基本上覆盖了经典结构力学中所涉及的所有问题——从几何组成、静定结构,一直到动力计算、极限荷载。因此,本教材是针对整个结构力学体系的,而不仅是其中的个别方法,如矩阵位移法。希望读者学完本课程后获得的印象是,计算机方法适用于经典结构力学中的所有问题,而且在效力上远胜过经典结构力学。

仍用“结构力学”这一名称的另一个原因是,本教材自始至终以“力学”为本。计算机编程首先是计算机建模训练,其次才是“计算”和“应用”。譬如,虽然矩阵位移法可以用来统一求解静定和超静定结构,但是在本教材中仍然以专门章节介绍仅用平衡条件的静力法。虽然纯静力方法未必很实用,但是从计算机建模能力培养的角度来看,其不失为一个有益的教学训练环节。

在“结构力学”前面冠以“程序”二字,点出了本书与经典结构力学中不同的前提、手段、出发点和立足点。经典结构力学面向“人脑”,程序结构力学面向“电脑”。“程序”是“电脑”思维的载体,是“人脑”指使“电脑”思维的

工具。用“电脑”分析结构力学,实质上就是用“程序”进行结构的分析计算。面向“电脑”的结构力学,若不落实到“程序”,似有一种“有矢”而“无的”的感觉。

程序须用“语言”来写。程序语言的质量优劣、功能强弱及先进与否,直接影响本教材的内容体系。本教材选择了新一代的工程计算语言 Fortran 90,并限制在一个精选的子集范围内。Fortran 90 所具有的面向 21 世纪的特性,为本教材注入了时代的气息;其内在的、面向并行计算的特点,对于大型工程计算为实用背景的工科学生来讲,是一个天然的佳选;而其面向数组矩阵运算的特征,在很大程度上可直接用程序语言取代矩阵运算, ( $A=0$  既是矩阵公式又是程序语言),更使得它成为本课程所难以推却的语言,也使得“程序结构力学”中的“程序”二字更为贴切,更加富有内涵。

作为本教材的一个直接的、配套的产品,我们开发研制了一个 MS Windows 环境下的计算机辅助分析计算软件——“结构力学求解器”。该求解器可以求解本教材中从几何组成一直到振动、稳定以及极限荷载等所有问题,是本教材内容的具体的程序实现,也是本课程的产品的一个示范。学完本课程后就掌握了求解器中核心的分析计算理论和算法,也就具备了与开发该求解器中核心计算程序相当的能力。

作为继承,本教材目前仍以经典结构力学为基础,对经典结构力学中已经讲述的内容作了尽可能的从简。作为发展,本教材在内容体系上的完整性使其有潜力在未来成为独立于经典结构力学的新体系。我们认为,兼顾继承和发展,在继承中发展,在发展中创新,是面向 21 世纪教学内容体系改革的精神所在。我们把这个正在出现的新体系归功于 21 世纪,并将其献给 21 世纪。

本教材的完成是几年来坚持不懈的思考、探索、研究和完善的结果,其中不乏独特的内容素材和处理手法,而有些内容甚至在国际上也属前沿之列(如自由振动中的振型计算等)。在潜心研究过程中,我们有幸得到一些令人满意的成果,使得本教材所构思的内容体系得以完备。

本教材的形成不完全是教师的成果。几个章节(如几何组成分析、自由振动、弹性稳定、极限荷载)的内容,最初都是作者给因材施教的本科学生所布置的课题,后来便在教师带学生、学生促教师、教学相长、教学共进的过程当中逐步结出了成果。这里,作者要特别提到叶康生和林永静这两位学生,在上面提到的几个章节中包含了他们的辛勤努力和聪明才智。

本课程自 1997 年开始,每年都在清华大学土木系讲授,每次仅用 32 课内学时。1998 年在北方交通大学土木系的学生中作了试点教学,用了 38 课内学时,取得了很好的效果。教学中对程序的要求是:作为基本要求,让学

生用 Fortran 90 完成一个完整的平面刚架的静力分析计算程序;对清华的学生,还以课程考核的形式要求学生编制频率与振型计算程序。这些程序的 32 位保护模式和完全的动态资源管理的特性,使学生在课程结束之后,享有一个有效的计算工具,可以直接用于实际工程当中的大规模分析计算。

在结束前言之前,回顾本教材编制过程中的创意与追求,总结一下特色,似有以下几点可以提及:

1. 能力培养的系统性:系统地培养计算机建模编程、分析计算能力。
2. 内容体系的完整性:覆盖了经典结构力学中几乎所有的问题。
3. 内容体系的一致性:从头至尾一致为精确单元和精确算法。
4. 内容体系的综合性:广泛综合力学、数学、计算技术、程序技巧等内容。
5. 内容体系的现代性:有些内容(如振型计算)为学科前沿最新研究成果。
6. 程序语言的先进性:采用了先进的 Fortran 90 程序语言。

以上虽是我们追求的特色,但未必都已得到很好的实现。由于时间紧迫、水平有限,不妥和错误之处恐在所难免,期盼读者指正。

本书稿请大连理工大学钟万勰院士、东南大学单建教授审阅,他们在审阅中提出很多宝贵意见和建议,作者致以衷心的感谢。

作 者

2000 年 10 月于清华大学

# 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。

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;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,本书有的仍沿用以往教材的符号。至于它们在具体问题中对应的量和相应单位,则视具体问题而定。

3. 在结构力学中经常应用“单位量”的概念,如单位力  $X=1$ ,单位荷载  $F_p=1$ ,单位位移  $\Delta=1$  等。现以单位力  $X=1$  为例加以说明。单位力  $X=1$  是一种简称,详细地说,是指数值为 1 而其量纲指数都为零(量纲并不为零,量纲为一)的特定广义力  $\bar{X}=1$ (这里,  $\bar{X}$  与  $X$  在数值上相等,但量纲不同。 $\bar{X}$  是一个量纲一的量,以前称为无量纲量)。

4. 本书中某些符号及有关公式运算中的单位表示,考虑以往教材的习惯和结合工程实际以及计算机运算的方便,作了必要的处理。具体情况在本书的相应处已有说明。

5. 本书中内力等各物理量是有单位的,但计算机程序只能进行纯数值运算。故在某些矩阵运算和程序运算过程中,未一一注明单位。全书类同。



# 主要符号表

数学符号	Fortran 90 表示	含 义	出现章号
$EA, EI$	Elem(:)%EA, Elem(:)%EI	杆件抗拉刚度, 抗弯刚度	6、7 8、9
$F_P$		集中力荷载	全书
$F_N$		轴力	全书
$F_A, F_B$		支座 A, B 反力	全书
$\bar{F}^e, F^e$	EF(:)	单元杆端力向量(局部坐标、整体坐标)	全书
$F_X^e, F_X$	EF(:)	单元基本未知力向量, 整体未知力向量	5、10
$\bar{F}^{Fe}, F^{Fe}$	EP(:)	单元固端力向量(局部坐标、整体坐标)	6、10
$F_{Pu}$		极限荷载	10
$F_P^+, F_P^-$		可破坏荷载, 可接受荷载	10
$\bar{F}_u^e, F_u^e$		极限弯矩形成的单元“荷载”向量 (局部坐标, 整体坐标)	10
$F_u$		极限弯矩形成的整体“荷载”向量	10
$\bar{F}_{xi}, \bar{F}_y, M_i$		局部坐标下杆端 $i$ 的杆端力分量	全书
$F_{xi}, F_y, M_i$		整体坐标下杆端 $i$ 的杆端力分量	全书
$g^e$	EG(1:3,1:6)	单元几何约束矩阵	4、5
$G$	G(:, :)	整体几何约束矩阵	4、5
$\bar{h}^e, h^e$	EH(1:6,1:3)	单元平衡矩阵(局部坐标, 整体坐标)	5、6 10
$H$	GH(:, :)	整体平衡矩阵	5、10
$J$		低于给定值的频率数	8、9
$J_0, J_k$	J0, JK	低于给定值的单元固端频率数, $K^\Delta$ 对角线上负元素的数目	8、9
$\bar{k}^e, k^e$	EK(1:6,1:6)	单元刚度矩阵(局部坐标, 整体坐标)	全书
$K$	GK(:, :)	整体刚度矩阵	全书
	Kcol(:)%row(:)	变列宽存储的整体刚度矩阵	
$K^\Delta$		用高斯消去法将 $K$ 消成的上三角阵	8、9
$l$	Elem(:)%Len	单元长度, 杆件长度	全书
$m$		体系自由度数	4、5
$\bar{m}$	Elem(:)%m	均布质量	8

续表

数学符号	Fortran 90 表示	含 义	出现章号
$M$	NElem * 3	几何约束方程数	4,5
$M_u$	Elem(:)%Mu	极限弯矩	10
$n$		多余约束数	4,5
$ne$	NElem	结构的单元数	全书
$N$	NGlbDOF	结构结点位移总数、结构结点自由度总数	全书
$N_r, N_{r_0}$		频率区间( $\omega_l, \omega_u$ )中的频率数和固端频率数	8,9
$p, p_u$		荷载比例系数,极限荷载比例系数	10
$P$	GP(:),Gload(:)	整体总结点荷载向量	5,6
$\bar{P}_E, P'_E$	EP(:)	单元等效结点荷载向量(局部坐标,整体坐标)	5,6
$P_j$		结点荷载向量	全书
$q, p, m_0$		均布横向荷载,均布轴向荷载,均布力矩	5,6
$r$		独立约束数	4,5
$T$	ET(:, :)	坐标变换矩阵	全书
$\bar{u}_i, \bar{v}_i, \bar{\theta}_i$		局部坐标下杆端 $i$ 的位移分量	全书
$u_i, v_i, \theta_i$		整体坐标下杆端 $i$ 的位移分量	全书
$x, y$		整体坐标,结构坐标	全书
$\bar{x}, \bar{y}$		局部坐标,单元坐标	全书
$\Delta$	Disp(:)	整体结点位移向量	全书
$\bar{\Delta}', \Delta'$	EDisp(1:6)	单元杆端位移向量(局部坐标,整体坐标)	全书
$\lambda$		特征值(频率参数,失稳荷载系数),位置参数	8,9
$\lambda'$	ELocVec(1:6), Elem(:)%GlbDOF (1:6)	单元定位向量	全书
$\omega, \omega_F$	Freq	自振频率,单元固端频率	8
$\omega_l, \omega_u$	Freq1,Freq2	自振频率下界和上界	8

# 目 录

第 1 章 绪论 .....	1
§ 1-1 结构力学教学内容的改革与发展 .....	1
§ 1-2 面向能力培养的结构力学 .....	2
§ 1-3 一个基础、两座大厦 .....	3
§ 1-4 三个基本关系 .....	4
§ 1-5 杆件与结构 .....	4
§ 1-6 内容的教学安排 .....	5
第 2 章 Fortran 90 编程简介 .....	7
§ 2-1 Fortran 90 的新特性 .....	8
§ 2-2 Fortran 90 的子集语言 .....	9
§ 2-3 常用语言特性介绍 .....	13
§ 2-4 编程风格与约定 .....	27
习题 .....	27
第 3 章 结构体系的数值化 .....	30
§ 3-1 坐标系、位移和力 .....	31
§ 3-2 结构的编码 .....	34
§ 3-3 Fortran 90 实现 .....	37
§ 3-4 在求解器中输入结构体系 .....	42
习题 .....	46
第 4 章 几何组成分析 .....	48
§ 4-1 单元分析 .....	49
§ 4-2 整体分析 .....	51
§ 4-3 几何可变性分析 .....	53
§ 4-4 算法 .....	54
§ 4-5 例题 .....	56
§ 4-6 用求解器进行几何组成分析 .....	61

习题	64
<b>第 5 章 静定结构分析</b>	67
§ 5-1 单元分析	68
§ 5-2 整体分析	71
§ 5-3 例题	73
§ 5-4 静力平衡与几何组成	78
§ 5-5 用求解器求解静定结构	80
习题	88
<b>第 6 章 超静定结构分析</b>	92
§ 6-1 单元分析	93
§ 6-2 整体分析	98
§ 6-3 若干性质和讨论	101
§ 6-4 变带宽矩阵的直接存储	109
§ 6-5 变带宽矩阵的分解求解	113
§ 6-6 Fortran 90 程序设计样例	122
§ 6-7 用求解器求解超静定结构	129
习题	134
<b>第 7 章 结构的影响线分析</b>	137
§ 7-1 虚位移法求影响线	137
§ 7-2 矩阵位移法求影响线	139
§ 7-3 例题	143
§ 7-4 用求解器计算结构的影响线	147
习题	150
<b>第 8 章 结构的自由振动分析</b>	152
§ 8-1 单元分析	153
§ 8-2 整体刚度方程	158
§ 8-3 Rayleigh 定理和 Wittrick-Williams 算法	159
§ 8-4 频率的计算	162
§ 8-5 振型的计算	170
§ 8-6 用求解器求解自振频率与振型	183
习题	186
<b>第 9 章 结构的弹性稳定分析</b>	188
§ 9-1 问题的预处理	189

§ 9-2 单元分析 .....	189
§ 9-3 整体刚度方程 .....	192
§ 9-4 失稳荷载系数的计算 .....	193
§ 9-5 失稳模态的计算 .....	194
§ 9-6 例题 .....	194
§ 9-7 用求解器求失稳荷载和模态 .....	198
习题 .....	200
<b>第 10 章 结构的极限分析</b> .....	<b>202</b>
§ 10-1 图解法 .....	203
§ 10-2 单元分析 .....	205
§ 10-3 整体分析 .....	207
§ 10-4 均布荷载的处理 .....	212
§ 10-5 用求解器求极限荷载 .....	214
习题 .....	216
<b>附录 A Fortran 90 语言精要</b> .....	<b>219</b>
§ A-1 语言组成 .....	219
§ A-2 表达式和赋值 .....	224
§ A-3 控制语句 .....	227
§ A-4 程序单元和过程 .....	228
§ A-5 数组处理 .....	232
§ A-6 指针 .....	237
§ A-7 声明语句 .....	241
§ A-8 固有过程 .....	243
§ A-9 输入和输出 .....	244
<b>附录 B 《结构力学求解器》(学生版)介绍</b> .....	<b>246</b>
§ B-1 简介 .....	246
§ B-2 求解功能 .....	247
§ B-3 技术性能 .....	247
§ B-4 装机与运行 .....	248
§ B-5 研制组 .....	248
§ B-6 命令指南 .....	249
§ B-7 致谢 .....	256
<b>附录 C 《结构力学求解器》(教学版)介绍</b> .....	<b>257</b>
§ C-1 简介 .....	257
§ C-2 软件安装 .....	258
§ C-3 接口说明 .....	258
<b>附录 D 静力分析编程大作业题目</b> .....	<b>260</b>

---

附录 E 线性规划简介 .....	261
§ E-1 线性规划问题 .....	261
§ E-2 标准化方法 .....	262
§ E-3 可行域与基本可行解 .....	262
§ E-4 单纯形法 .....	264
§ E-5 单纯形法 Fortran 90 程序 .....	265
§ E-6 初始标准基向量 .....	267
§ E-7 例题 .....	267
主要参考书目 .....	269
部分习题答案 .....	270
索引 .....	276
作者简介 .....	280

# 第1章

## 绪论

- 
- |                      |               |
|----------------------|---------------|
| § 1-1 结构力学教学内容的改革与发展 | § 1-4 三个基本关系  |
| § 1-2 编面向能力培养的结构力学   | § 1-5 杆件与结构   |
| § 1-3 一个基础、两座大厦      | § 1-6 内容的教学安排 |
- 

### § 1-1 结构力学教学内容的改革与发展

结构力学是一门具有悠久历史和丰富内容的传统学科,是土木工程、水利工程、交通工程等专业领域的一门主要技术基础课程。

结构力学可以包括很宽泛的内容,但通常所说的结构力学是狭义的结构力学,基本上界定在杆件结构力学的范围内。它的主要任务是根据力学原理研究在外力和其他因素作用下结构的内力和变形,结构的强度、刚度、稳定性和动力反应,以及结构的组成规律和合理的结构形式。本书中所说的结构力学属狭义的结构力学,即是指杆件结构力学。

结构力学的教学内容与科学技术发展水平有着密切的关系,特别是随着科学计算技术的发展而不断的更新。在计算机出现之前,人们多以手算为主,将精力集中在如何构造一些巧妙的分析求解方法,既能解决问题,又不过于复杂。反映在教材当中,表现在包含了很多适用于不同情况的、有特色的求解技巧和方法。这些方法反映了结构力学中的丰富的学术思想,但也反映了受到计算手段的限制,结构分析缺乏统一的、通用的分析计算方法。计算机出现之后,计算手段的限制得到了解放,矩阵代数的方法有了用武之地,人们的注意力开始转向功能强大的计算机方法。反映在教材中,表现在一方面在传统的结构力学教材中融入以矩阵位移法和有限元法为代表的计算机方法的章节(如主要参考书目1、2),另一方面,单独的结构矩阵分析和计算结构力学的教材逐渐出现(如主要参考书目3、4)。近年来,结构分

析的计算机方法已经成为结构力学课程中不可缺少的教学内容。

随着 21 世纪的到来,人类步入信息时代,计算机技术无论从硬件还是软件上都在日新月异地发展,信息化、数字化、网络化渗透在很多学科的当中,也为很多学科提供了新的发展机遇。个人计算机的空前普及,计算机语言的更新换代,计算技术的不断发展,使面向计算机的结构力学不再满足于矩阵位移法和近似的有限元法,而是开始尝试系统地建立面向计算机的结构力学新体系。这个新体系将计算机方法应用于经典结构力学中的所有类型的问题,为他们建立起计算机分析求解的精确模型,对他们作精确的数值分析计算,而不受求解问题规模的限制。

作为面向 21 世纪的新教材,本书就想尝试为结构力学建立这样一种具有现代计算方法的强大功能,但又不失去传统解析方法之精确性的新体系。

## § 1-2 面向能力培养的结构力学

结构力学是力学系列课程中的重要组成部分,它以基础力学(如理论力学和材料力学)为基础。分析一下基础力学和结构力学的内容可以看出,力学中的最基本的和最基础性的概念和理论大都在基础力学部分中建立起来了。学习结构力学时,主要是学习如何将基础力学中的概念、理论和知识充分调动起来,灵活、合理、巧妙、综合地应用于杆件组成的复杂结构的分析中去。从性质上看,结构力学比基础力学更多地、更直接地面向结构工程的设计和计算,因此应更多地面向能力培养和素质训练,而不仅是知识的传授和一些方法技巧的罗列。人们常说,结构力学是结构工程师的看家本事。这一说法恰恰反映了结构力学中能力和素质培养的重要性和主导性。

作为面向 21 世纪的课程内容体系,不仅要各门单一课程的内容上考虑如何改革和更新,更应该通观结构力学的整个内容体系和知识结构,研究如何更加有效地培养结构力学中所最需要的能力。以能力培养为主导,将能力培养贯穿始终和各个环节,相应地在课程的内容设置和模块划分上也应尽可能地建立配套体系。

为了建立面向能力培养的内容体系,必须认真研究结构力学中各种能力的体现与要求,找出最根本、最重要、也是最需要重点训练的能力,即要抓大放小,不能面面俱到。从整体上讲,结构力学中有三方面的能力要重点训练培养,它们是:经典方法分析能力、计算机分析能力和定性分析能力。



## § 1-3 一个基础、两座大厦

面向上节阐述的三方面能力的培养,同时为了适应新世纪、新形势下的新要求,在内容体系上尝试着将传统的一门结构力学课程重新组建成如下的三个课程模块:

1. 经典结构力学——培养经典方法的分析能力,即量的手算能力;
2. 程序结构力学——培养计算机建模分析能力,即量的电算能力;
3. 定性结构力学——培养定性分析和判断能力,即定性的脑算能力。

上述三个模块可以比喻为:一个基础、两座大厦,如图 1-1 所示。

以上三块内容,第一块是基础,后两块是能力上的延伸和提高,之间又由“结构力学求解器”(简称求解器)将它们贯通衔接。求解器是一个计算机辅助分析软件,既是“程序结构力学”的成果,又是“定性结构力学”的数值分析平台。

第一块内容的教材已经“守本翻新”而成(见参看书目 1)。本书即是第二块课程内容的教材,同时本书后附带了求解器最新版本的光盘。

结构力学以及其他所有力学中的最重要的能力之一是定性分析。在结构力学中,工程中的概念设计、估算判断、计算模型建立、计算结果分析等都要定性分析。鉴于定性分析能力的重要性,在新的结构力学课程体系中列入了“定性结构力学”这样一门正在尝试中的新课程。

三个课程模块的内容均覆盖结构力学的主要内容,是站在不同的角度、立足于不同的方位、面向不同的能力培养来建立结构力学课程内容的。将“结构力学”比喻为一座山,如果说“经典结构力学”是从正面的坡爬山,看到正面坡的风景,那么“程序结构力学”便是从背面的坡攀山,看到的是另一面坡的风景,而“定性结构力学”则好像是坐在缆车上观山,虽然不太细,但观看的却是全景。

在学习结构力学任何一部分内容时,都应该注意有意识地培养上述三方面的能力。在学习本书时,特别要注意计算机方法在建模、分析中的思路和特点。

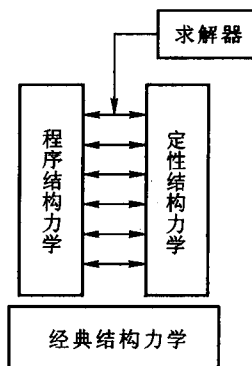


图 1-1 一个基础、  
两座大厦