



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

结构力学 I

——基本教程

第3版

龙驭球 包世华 袁 驷 主编

龙驭球 包世华 匡文起 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

结构力学 I

J I E G O U L I X U E

——基本教程

J I B E N J I A O C H E N G

第 3 版

龙驭球 包世华 袁 驷 主编

龙驭球 包世华 匡文起 袁 驷 编著



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书是在第1版(面向21世纪课程教材,2002年全国普通高等学校优秀教材一等奖)和第2版(普通高等教育“十一五”国家级规划教材,2007年度普通高等教育精品教材)的基础上修订而成的;以本教材为基础的教学实践获2001年国家级教学成果一等奖,清华大学“结构力学”课程被评为2003年度国家精品课程。

本次修订字斟句酌,力求准确,并增写新章(第14章),反映学科新发展。修订内容共18章,仍编为《结构力学I——基本教程》和《结构力学II——专题教程》。基本教程着眼于为课程打好基础,落实课程的基本要求;专题教程着眼于扩大和提高,各校可根据实际情况选择其中不同层次的增选和专题内容,不拘一格地提升教学水平。全书采用四色印刷,书后配有最新版的《结构力学求解器》。

本书为《结构力学I——基本教程》(第3版),共10章,主要内容包
括静定结构分析、超静定结构分析、矩阵位移法、动力计算基础等。

本书后附有光盘1张,内容包括结构力学求解器、刚架计算框图和源程序等。另外,与本书配套的还有《结构力学学习指导》、《结构力学网络课程》和《结构力学电子教案》。配套的教学软件充分发挥多媒体先进的表现手段,营造一种良好的学习环境,既可作为工科学生在网络环境下自主、完整、系统地学习结构力学课程,也可作为从事土建、水利等领域工程技术人员知识更新的自学环境。

本书配有学习卡。
本书可作为高等学校土建、水利、力学等专业结构力学课程的教材,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.1,基本教程/龙驭球,包世华,袁驷主编;龙驭球等编著.--3版.--北京:高等教育出版社,2012.8

ISBN 978-7-04-034823-1

I. ①结… II. ①龙… ②包… ③袁… III. ①结构力学-高等学校-教材 IV. ①O342

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 139693 号

出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn
社 址	北京市西城区德外大街 4 号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	山东鸿杰印务集团有限公司		http://www.landaco.com.cn
开 本	787mm×1092mm 1/16		
印 张	27.75	版 次	2001 年 1 月第 1 版
字 数	670 千字		2012 年 8 月第 3 版
购书热线	010-58581118	印 次	2012 年 8 月第 1 次印刷
咨询电话	400-810-0598	定 价	69.80 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

物 料 号 34823-00

第 3 版 序

本书第 1 版是面向 21 世纪课程教材。本版属第 3 版,是根据“结构力学课程教学基本要求”(教育部高等学校力学教学指导委员会力学基础课程教学指导分委员会制订),在第 2 版(普通高等教育“十一五”国家级规划教材)的基础上修订而成。值得一提的是以下几点(两老三新):

1. “卷 I 保底,卷 II 开花”,在保底的基础上,各校可根据各自情况自行选用,沿用第 2 版老格局。
2. 字斟句酌,力求准确,保持过去老作风。
3. 增写新章(第 14 章),反映学科新发展。
4. 《结构力学求解器》升级,增加包络图新内容。
5. 采用四色印刷,让新书换上新衣裳。

书稿得到东南大学单建教授的审阅和指点,谨致谢意,并无端想起东坡诗句:人间有味是清欢。

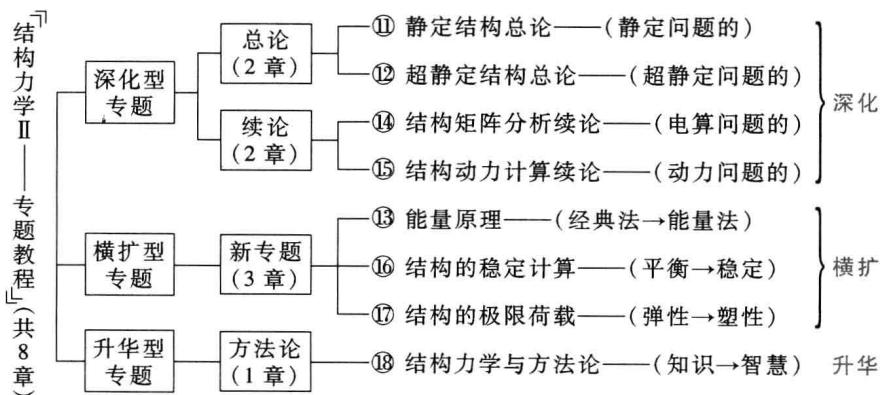
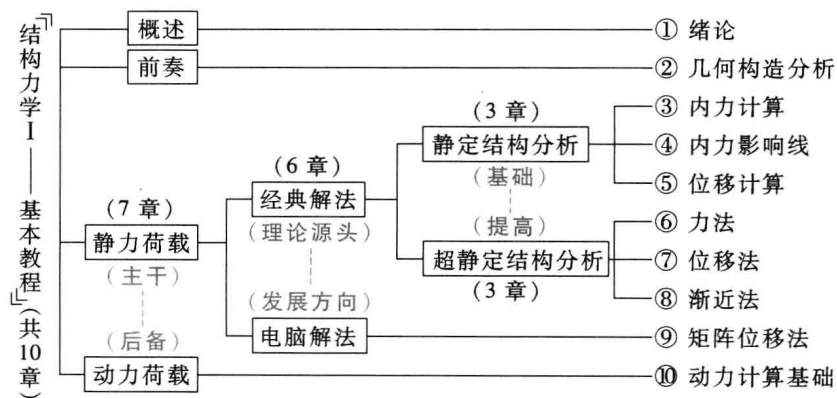
以书会友,倾听老师和同学们的批评、议论和争鸣,这是作者的真情。

阅读也是悦读,学习更需游赏。下面绘出两帧《结构力学 I——基本教程》、《结构力学 II——专题教程》游赏图,与读者一同游赏。边游边赏,边赏边游。

作 者

2012 年春于清华园

《结构力学 I —— 基本教程》、《结构力学 II —— 专题教程》游赏图



第 2 版 序

本书第 2 版是第 1 版的传承和发展。具有以下特点:

一、传承原有编写风格

继续保持“打好基础,脉络清晰,理论联系实际,符合认识规律”的编写方针。继续发扬纸质教材与电子教材的互补作用,以《结构力学求解器》为工具,提高学生利用计算机分析结构的能力。继续加强能量原理与方法论等方面的教学内容,提高学生的理论水平和科学素质。

二、采用新的编排方针

第 2 版采用新的编排方针:首先把全书内容明确地分为基本内容与增选、专题内容两部分,然后将基本内容编成结构力学 I——基本教程;将增选、专题内容编成结构力学 II——专题教程。

在第 2 版里,卷 I 与卷 II 的分工是非常明确的。卷 I 只包括课程教学的基本要求。对全国各校来说,课程教学的基本要求应当是统一的,是“死”的。其目的是保证课程的基本教学质量,或者说是“保底”。卷 II 包含一些各具特色的增选、专题内容,在“保底”的基础上,各校可根据各自情况自行选用。对全国高校来说,这些增选、专题内容应当是不拘一格的,是“活”的。这种在“保底”基础上不拘一格地增选和提升,可以比喻为“开花”。概括地说,“卷 I 保底,卷 II 开花”,这就是新版采用的新的编排方针。

要“开花”,必先“保底”。“保底”是硬任务,“开花”是活功夫。一硬一活,才会形成既有扎实功底而又充满活力的学习景象。我们希望,体现“保底—开花”精神的第 2 版教材将会更好地适应我国技术基础课程教学发展的需求,适应不同高校对教材类型的多样性需求。

继第 1 版之后,第 2 版书稿又得到西安建筑科技大学刘铮教授的审阅和指点,谨致谢意。

欣逢青藏铁路全线通车,特以拉萨河特大铁路桥的倩影作为封面,以誌喜庆。

本书封面照片由拉萨指挥部宣传部干章林先生提供,在此表示感谢。

恳请批评和指正。

作 者

2006 年夏于清华园

第 1 版序

教材建设是一项需要长期积累而又不断翻新的工作,既要锲而不舍、精益求精,又要善于探索、有所创新。本书是在清华大学四十多年结构力学教材建设和近几年教学改革实践的基础上编写的,主要想在以下几个方面作些新的尝试和安排:

一、由一本书扩充为三书鼎立。由于结构力学计算机化的进程日新月异,以及在计算机化的形势下结构定性分析的能力培养日益显得更为重要,因此除编写一本《结构力学教程》侧重于经典结构力学的基本理论和基本方法外,还拟编写两本配套教材,即《程序结构力学》及《定性结构力学》,分别侧重于计算机方法和定性分析方法。三书鼎立,相互呼应,以期适应新世纪、新形势的新要求。

二、为计算机化提供新的基础知识和新工具。在为矩阵位移法配置的计算机程序方面,有 FORTRAN 77 程序, Fortran 90 程序。此外,还引入作者教学和科研成果《结构力学求解器》作为新工具,提高解算大型结构、复杂结构的例题、习题的能力,开拓教学内容的广度和深度,利用动画显示,提高对结构性能的感性认识。

三、将虚功-能量方法贯通全书,提高理论水平。以前的结构力学教材也讲一点虚功-能量方法,但讲得太晚,太集中,学与用离得太远。针对这种情况,本书改为“提前讲、分段讲、就近用”的作法,以便收到“由浅入深、分散难点、学了就用、便于生根”的效果,从而进一步提高理论水平。计算机化不仅不排斥力学理论,而且更加需要力学理论的指导,呼唤力学理论的深化。

四、注意培养思维能力和科学素质。为了把力学方法上升到方法论的高度,在书中专门写了四节:

- 方法论(1)——学习方法(第 1 章)。
- 方法论(2)——静定结构部分(第 6 章)。
- 方法论(3)——超静定结构部分(第 12 章)。
- 方法论(4)——结构力学之道(最后一章)。

为了指导学习和启发思考,专门写了两章“总论”,分别对静定结构和超静定结构两大部分内容进行融会贯通的梳理和开阔视野的指点;几乎每一章都专门写了“小结”和“思考与讨论”两节,引导读者跨进更广的思考空间。

五、适当更新内容。除了删去和压缩比较陈旧的内容外,还注意扩大专业覆盖面,新加悬索、空间结构等内容,适当介绍一些科研成果,包括作者新近的部分学术成果。

总的来说,“守本翻新”是本书的编写方针。守本,是指继续保持“打好基础,脉络清晰,理论联系实际,符合认识规律”的编写风格。翻新,是指进行一些经过初步实践的新尝试,包括上面提到的五点。

本书内容各校可根据具体教学要求选用,带*号者为选学、提高内容。

本书稿请西安建筑科技大学刘铮教授和东南大学单建教授审阅,在审阅中提了不少宝贵意

见。清华大学雷钟和教授提供了本书部分思考题及习题,张玉良副教授提供了 FORTRAN 77 程序的初稿。作者谨向他们表示衷心的感谢。

欢迎批评,恳请指正。

作 者

1999 年冬于清华园

主要符号表说明

在实施国家标准《量和单位》(GB 3100 ~ 3102—93)的过程中,为保证国家标准和现有惯例的衔接,本书作如下说明,请读者注意。

1. 国家标准规范的物理量、名称和符号,按国家标准使用,注重量的物理属性。如,以前称剪应力 τ 、剪应变(剪切角) γ ,现改称切应力 τ 、切应变 γ ;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;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 (多余力未知力)、 Δ 和 δ (位移)、 c (支座位移)等广义物理量。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)。单位量的概念主要用于求比例系数(或称影响系数)。仍以力 X 引起某量 M 的情况为例,二者的比例系数为 $\bar{M}=\frac{M}{X}$ 。在线性问题中,比例系数是一个重要的概念。

4. 本教材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运算的方便,作了必要的处理。具体情况在本教材的相应处已有说明。

主要符号表

A	面积
a	振幅
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	结间距离
E	弹性模量
E_p	势能
E_C	余能
f	拱高、矢高、工程频率
F_P	集中荷载
$\mathbf{F}_P$	荷载向量
F_H	水平推力
F_x, F_y	水平(x)、垂直(y)方向的分力
F_N	轴力
F_{Nx}, F_{Ny}	轴力在水平(x)、垂直(y)方向的分力
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_{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
F_R	广义反力、反力合力
$\overline{\mathbf{F}}^e$	局部坐标系下单元杆端力向量
$\mathbf{F}^e$	整体坐标系下单元杆端力向量
$\overline{\mathbf{F}}^{Fe}$	局部坐标系下单元固端力向量

F^{Fe}	整体坐标系下单元固端力向量
G	切变模量
i	线刚度
I	惯性矩
$\mathbf{I}$	单位矩阵
k	刚度系数、切应力分布不均匀系数
$\bar{k}^e$	局部坐标系下单元刚度矩阵
$\mathbf{k}^e$	整体坐标系下单元刚度矩阵
$\mathbf{K}$	结构刚度矩阵
m	质量,分布弯矩
$\bar{m}$	线分布质量
$\mathbf{M}$	质量矩阵
M	力矩、力偶矩、弯矩
M^{F}	固端弯矩
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、广义力
$\mathbf{P}^e$	单元结点荷载向量
$\mathbf{P}$	结构结点荷载向量
q	均布荷载集度
R	半径
r	半径、反力影响系数
S	转动刚度
t	时间
T	周期、动能
$\mathbf{T}$	坐标转换矩阵
V_{ε}	应变能
V_{p}	荷载势能
u	水平位移
v	竖向位移、挠度、速度
v_{ε}	应变能密度
v_{c}	应变余能密度
V_{c}	应变余能
W	功、计算自由度、弯曲截面系数
X	广义未知力、广义多余未知力
$\mathbf{Y}$	位移幅值向量、主振型向量、主振型矩阵

y	位移
$\dot{y} = \frac{dy}{dt}$	速度
$\ddot{y} = \frac{d^2y}{dt^2}$	加速度
Z	影响线量值
α	线膨胀系数、初相角
β	动力系数
Δ	广义未知位移
Δ	位移向量
Δ^e	单元杆端位移向量
δ	柔度系数、位移影响系数
ε	线应变
μ	力矩分配系数
κ	曲率
φ	弦转角
γ_0	平均切应变
θ	截面的转角、干扰力频率
ξ	阻尼比
σ_b	强度极限
σ_s	屈服应力
σ_u	极限应力
ω	圆频率



面向21世纪课程教材



普通高等教育“十五”
国家级规划教材



普通高等教育“十五”
国家级规划教材

目 录

第1章 绪论 1

- § 1-1 结构力学的学科内容和教学要求 1
- § 1-2 结构的计算简图及简化要点 3
- § 1-3 杆件结构的分类 6
- § 1-4 荷载的分类 7
- § 1-5 学习方法 8
- * § 1-6 结构力学求解器简介 13

第2章 结构的几何构造分析 15

- § 2-1 几何构造分析的几个概念 15
- § 2-2 平面杆件体系的基本组成
规律——铰结三角形规律 19
- § 2-3 平面杆件体系的计算自由度 24
- * § 2-4 在求解器中输入平面结构
体系 27
- * § 2-5 用求解器进行几何构造分析 27
- § 2-6 小结 28
- § 2-7 思考与讨论 29
- 习题 31

第3章 静定结构的受力分析 34

- § 3-1 梁的内力计算的回顾 35
- § 3-2 静定多跨梁 40
- § 3-3 静定平面桁架 43
- § 3-4 静定平面刚架 52
- § 3-5 组合结构 62
- § 3-6 三铰拱 66
- § 3-7 隔离体方法及其截取顺序的
优选 77
- § 3-8 应用虚功原理进行受力
分析——虚设位移法 80
- * § 3-9 用求解器确定截面单杆 86
- * § 3-10 用求解器求解组合结构 86
- * § 3-11 用求解器求解一般静定结构 87

- § 3-12 小结 87
- § 3-13 思考与讨论 88
- 习题 90

第4章 影响线 101

- § 4-1 移动荷载和影响线的概念 101
- § 4-2 静力法作简支梁内力影响线 102
- § 4-3 结点承载方式下梁的
内力影响线 105
- § 4-4 静力法作桁架轴力影响线 107
- § 4-5 机动法作静定内力影响线 110
- § 4-6 影响线的应用 114
- * § 4-7 用求解器计算结构的影响线 121
- § 4-8 小结 121
- § 4-9 思考与讨论 122
- 习题 123

第5章 虚功原理与结构位移计算 127

- § 5-1 应用虚力原理求刚体体系的
位移 127
- § 5-2 结构位移计算的一般公式——
单位荷载法 130
- § 5-3 荷载作用下的位移计算 136
- § 5-4 荷载作用下的位移计算举例 140
- § 5-5 图乘法 145
- § 5-6 温度改变时的位移计算 149
- * § 5-7 用求解器进行位移计算 150
- § 5-8 变形体的虚功原理 151
- § 5-9 互等定理 155
- § 5-10 小结 158
- § 5-11 思考与讨论 160
- 习题 163

第6章 力法 168

- § 6-1 超静定次数的确定——力法的

前期工作	169	结构	295
§ 6-2 力法的基本概念	171	§ 8-10 小结	295
§ 6-3 力法解超静定刚架和排架	176	§ 8-11 思考与讨论	296
§ 6-4 力法解超静定桁架和组合结构	181	习题	298
§ 6-5 力法解对称结构	185		
§ 6-6 力法解两铰拱	190	第9章 矩阵位移法——结构矩阵	
§ 6-7 力法解无铰拱	195	分析基础	303
§ 6-8 支座移动和温度改变时的 力法分析	203	§ 9-1 概述	303
§ 6-9 超静定结构位移的计算	210	§ 9-2 单元刚度矩阵(局部坐标系)	304
§ 6-10 超静定结构计算的校核	212	§ 9-3 单元刚度矩阵(整体坐标系)	308
* § 6-11 用求解器进行力法计算	215	§ 9-4 连续梁的整体刚度矩阵	311
§ 6-12 小结	215	§ 9-5 刚架的整体刚度矩阵	319
§ 6-13 思考与讨论	216	§ 9-6 等效结点荷载向量	324
习题	218	§ 9-7 矩阵位移法的计算步骤	328
		§ 9-8 忽略轴向变形时矩形刚架的 矩阵位移法	333
第7章 位移法	224	§ 9-9 桁架及组合结构的矩阵 位移法	338
§ 7-1 位移法的基本概念	224	§ 9-10 小结	347
§ 7-2 杆件单元的形常数和载 常数——位移法的前期工作	227	§ 9-11 思考与讨论	348
§ 7-3 位移法解无侧移刚架	232	习题	349
§ 7-4 位移法解有侧移刚架	235		
§ 7-5 位移法的基本体系	242	第10章 结构动力计算基础	352
§ 7-6 位移法解对称结构	247	§ 10-1 结构动力计算的特点和动力 自由度	352
* § 7-7 支座位移和温度改变时的 位移法分析	251	§ 10-2 单自由度体系的自由振动	355
§ 7-8 小结	254	§ 10-3 单自由度体系的强迫振动	359
§ 7-9 思考与讨论	255	§ 10-4 阻尼对振动的影响	366
习题	257	§ 10-5 双自由度体系的自由振动	372
		§ 10-6 双自由度体系在简谐荷载下 的强迫振动	381
第8章 渐近法及其他算法简述	263	§ 10-7 小结	386
§ 8-1 力矩分配法的基本概念	263	§ 10-8 思考与讨论	387
§ 8-2 多结点的力矩分配	268	习题	390
§ 8-3 力矩分配法解对称结构	274		
§ 8-4 无剪力分配法	276	附录 A 《结构力学求解器》	394
§ 8-5 力矩分配法与位移法的 联合应用	282	附录 B 习题答案	395
§ 8-6 近似法	285	索引	408
§ 8-7 超静定结构各类解法的比较 和合理选用	289	参考文献	413
§ 8-8 超静定力的影响线	291	Synopsis	414
* § 8-9 用求解器求解一般的超静定		Contents	415
		编著者简介	419

第1章 绪论

§ 1-1 结构力学的学科内容和教学要求

结构力学既传承古典力学的源远流长,又经历结构工程与电脑技术的日新月异,是一门亦老亦新、亦理亦工、引人入胜的学科和课程。

1. 结构

建筑物和工程设施中承受、传递荷载而起骨架作用的部分称为工程结构,简称为结构。房屋中的梁柱体系,水工建筑物中的闸门和水坝,公路和铁路上的桥梁和隧洞等,都是工程结构的典型例子。

从几何角度来看,结构可分为三类:

(1) 杆件结构——这类结构是由杆件所组成。杆件的几何特征是横截面尺寸要比长度小得多。梁、拱、桁架、刚架是杆件结构的典型形式。

(2) 板壳结构——这类结构也称为薄壁结构。它的厚度要比长度和宽度小得多。房屋中的楼板和壳体屋盖、水工结构中的拱坝都是板壳结构。

(3) 实体结构——这类结构的长、宽、厚三个尺度大小相仿。水工结构中的重力坝属于实体结构。

狭义的结构往往指的就是杆件结构,而通常所说的结构力学就是指杆件结构力学。

2. 结构力学的研究对象

结构力学与理论力学、材料力学、弹塑性力学有密切的关系。理论力学着重讨论物体机械运动的基本规律,其余三门力学着重讨论结构及其构件的强度、刚度、稳定性和动力反应等问题,其中材料力学以单个杆件为主要研究对象,结构力学以杆件结构为主要研究对象,弹塑性力学以实体结构和板壳结构为主要研究对象。

结构力学的任务是根据力学原理研究在外力和其他外界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受力性能。具体地说,包括以下几个方面:

(1) 讨论结构的组成规律、受力性能和合理形式,以及结构计算简图的合理选择。

(2) 讨论结构内力和变形的计算方法,进行结构的强度和刚度的验算。

(3) 讨论结构的稳定性以及在动力荷载作用下的结构反应。

结构力学问题的研究手段包含理论分析、实验研究和数值计算三个方面。实验研究方法的内容在实验力学和结构检验课程中讨论,理论分析和数值计算方面的内容在结构力学课程中讨论。

在结构分析中,首先把实际结构简化成计算模型,称为结构计算简图;然后再对计算简图进行

计算。结构力学中介绍的计算方法是多种多样的,但所有各种方法都要考虑下列三类基本方程:

- (1) 力系的平衡方程或运动方程。
- (2) 变形的几何连续方程。
- (3) 应力与变形间的物理方程(或称为本构方程)。

结构力学的基本解法是直接运用上述三基方程进行解算的,可称为“平衡-几何-本构”解法或“三基方程”解法。这些解法如果采用虚功和能量形式来表述,则称为“虚功-能量”解法。

电子计算机的出现,对结构力学学科产生了巨大的影响。过去由于缺乏现代化的计算手段,结构分析都是靠“手算”。现在情况不同了,过去无法解算的许多大型结构计算问题,现在已经成为“电算”中的常规问题。“电算”提高了结构力学解决问题的能力,同时也对结构力学提出了新的要求,即“电算”方法必须适应“电算”的特点。因此,一些与“电算”关系密切的内容,例如能量原理、结构矩阵分析、有限元法、半解析法、结构分析软件、结构优化设计等,已经在结构力学中占据愈来愈重要的地位,在结构力学学科领域里形成了一个新的分支学科——计算结构力学。这就是借助计算机采用数值方法解决结构力学问题的一个分支学科。

3. 课程教学中的能力培养

在“结构力学课程教学基本要求”中提出了关于分析能力、计算能力、自学能力和表达能力的培养要求。其要点如下:

(1) 分析能力

在结构力学课程中要培养多方面的分析能力。例如:

选择结构计算简图的能力——如何对实际结构进行“删繁就简”,确定其计算简图,这是进行结构力学计算的第一步。在结构力学课程中要初步培养这方面的能力。

进行力系平衡分析和变形几何分析的能力——对结构的受力状态要进行平衡分析,对结构的变形和位移状态要进行几何分析。这两方面的分析能力是结构分析中的两个看家本领,要在反复运用中加以融会贯通,逐步提高,力求达到能正确、熟练、灵活运用水平。

选择计算方法的能力——结构力学中的计算方法很多,要了解各种方法的特点和最适用的场合,具有根据具体问题选择恰当计算方法的能力。

(2) 计算能力

在结构力学课程中培养计算方面的能力包含三个方面:具有对各种结构进行计算或确定计算步骤的能力;具有对计算结果进行定量校核或定性判断的能力;初步具有使用结构计算程序的能力。在此三项中,计算能力是基础——不会计算,也就不会校核。不会手算,则电算是盲目的。校核和判断能力可以说比计算能力要更高一层——校核并不是重复计算一遍,而是要求用另一方法来核算。这里要求校核者能掌握多种算法并能灵活地运用。判断则要求能用简略的办法确定计算结果的合理范围,这里要求评判者通晓结构的力学性能和各种近似算法。使用计算程序的能力日益显得更加重要——不会电算就无法计算大型问题,也无法提高计算效率。

做题练习,是学习结构力学的重要环节。不做一定数量的习题,就很难对基本概念和方法有深入的理解,也很难培养较好的计算能力。但是,做题也要避免各种盲目性。

(3) 自学能力

自学就是把别人的知识变成自己的。自学包含两个方面,一是消化已学的知识,二是摄取新的知识。如果把知识比作一个“笔记本”,也就是说,一是要由厚变薄,二是要由薄变厚。