



海外力学学科优秀教材
Overseas Excellent Textbooks on Mechanics

PEARSON
Prentice
Hall

结构动力学

理论及其在工程中的应用

第2版

Dynamics of Structures

Theory and Applications to Earthquake Engineering

Second Edition

Anil K. Chopra 著

谢礼立 吕大刚等 译



高等教育出版社
Higher Education Press



海外力学学科优秀教材
Oversea Excellent Textbooks on Mechanics



结构动力学

理论及其在工程中的应用

第2版

Dynamics of Structures

Theory and Applications to Earthquake Engineering

Second Edition

Anil K. Chopra 著

谢礼立 吕大刚等 译



高等教育出版社
Higher Education Press

图字：01 - 2006 - 0509 号

Authorized translation from the English language edition, entitled DYNAMICS OF STRUCTURES: THEORY AND APPLICATIONS TO EARTHQUAKE ENGINEERING, 2nd Edition, 0130869732 by CHOPRA, ANIL K., published by Pearson Education, Inc, publishing as Prentice Hall, Copyright © 2001.

All Rights Reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.

CHINESE SIMPLIFIED language edition published by PEARSON EDUCATION ASIA LTD., and HIGHER EDUCATION PRESS Copyright © 2007.

本书封面贴有 **Pearson Education**(培生教育出版集团)激光防伪标签。
无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

结构动力学：理论及其在工程中的应用：第2版/
(美)乔普拉(Chopra, A. K.)著；谢礼立，吕大刚等译. —北京：
高等教育出版社，2007.1

书名原文：Dynamics of Structures: Theory and Applications
to Earthquake Engineering

ISBN 978 - 7 - 04 - 020218 - 2

I. 结... II. ①乔... ②谢... ③吕... III. 结构动
力学 IV. O342

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第151174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 蓝色畅想图书发行有限公司

印 刷 北京汇林印务有限公司

开 本 787 × 1092 1/16

印 张 43

字 数 105 0000

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>

畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2007年1月第1版

印 次 2007年1月第1次印刷

定 价 55.00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 20218 - 00

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	赵湘慧
责任编辑	李 澈
封面设计	张 楠
责任绘图	朱 静
版式设计	张 岗
责任校对	刘 莉
责任印制	韩 钢

内 容 简 介

原书 *Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering, Second Edition* 是当今结构动力学方面的权威著作, 是目前美国土木工程专业新一代的主流教材。作者 Anil K. Chopra 教授为加州大学伯克利分校(UC Berkeley)新生代教授和学科带头人, 国际顶尖学者, 目前担任国际著名学术刊物《地震工程与结构动力学》(Earthquake Engineering and Structural Dynamics)主编。

原书是 Chopra 教授在第一版基础上修订、补充新的研究成果之后完成的, 对结构动力学的基本知识、基础理论给予了系统、全面的阐述, 内容深入浅出、循序渐进, 在系统介绍基本理论知识的同时, 密切结合地震工程的实践, 对理论研究、工程应用乃至抗震设计规范中一些重要的结构动力学问题都给予了重点介绍, 充分体现了理论联系实际的风格。书中还配有相当数量的例题, 对掌握和理解结构动力学以及地震工程学都会有很大的帮助。

本书为其中文翻译版, 由哈尔滨工业大学谢礼立院士、吕大刚教授等多名教师翻译而成。

本书可以作为土木工程专业和地震工程专业的研究生或高年级本科生的教科书, 也可以作为相关专业教师和研究工作者、特别是那些想涉足结构动力学这门知识的工程设计人员的自学参考书。

出版说明

本书为高等教育出版社“世界优秀教材中国版”系列教材之一。

为了更好地优化、整合世界优秀教育资源，并通过本土化使其最大程度地发挥作用，丰富我国的教育资源，促进我国的教学改革，提高我国高等教育的教学质量，高等教育出版社决定出版“世界优秀教材中国版”系列教材。

“世界优秀教材中国版”系列教材具有以下特征：

1. 从全球各知名教育出版社精选最好的内容资源进行本土化改造，形成新的系列教材；
2. 由国内一流学者根据我国高等学校的专业设置、课程体系及教学要求，对所选资源进行英文改编或中文改编，使之更具教学适用性；
3. 围绕纸质版主教材，形成包括多媒体及网络资源与服务的整体教学资源集成方案，力争为广大师生提供最优的教学资源与信息服务。

希望该系列教材的出版能为我国高等学校教学改革和教育资源建设作出贡献。

高等教育出版社

2005年5月

Dedicated to Hamida and Nasreen with gratitude for suggesting the idea of working on a book and with appreciation for patiently enduring and sharing these years of preparation with me, especially the past year and a half.

Their presence and encouragement made this idea a reality.

献给 Hamida 和 Nasreen
感谢你们提出编写此书的想法
感谢你们这些年来
特别是在过去的一年半中
陪我渡过漫漫的时光
并分享编写此书的甘苦
你们的支持和鼓励使得理想终成现实

中文版序言

在 20 世纪的前四分之一世纪的年代里,全世界几乎都很难找到有关结构动力学方面的教科书,当然更谈不上有关地震工程方面的教科书了。在那个连科学家和工程师都只能依靠计算尺来进行科学和工程计算的年代,怎么能指望在大学的课程表中出现结构动力学的字样呢。可是,20 世纪中叶以来,情况有了急剧的变化,对结构动力学的研究深度和应用广度有了飞速的进步。当然,这一方面得益于现代计算机和计算理念及技术的迅猛发展,另一方面也得益于地震工程科学的发展。结构动力学本身是地震工程学的基础,但是由于地震工程的发展,特别是地震工程中对迫切需要解决的重要课题的研究无不丰富了结构动力学的内容并积极地推动着结构动力学的发展。值得一提的是,20 世纪 30 年代初由于强地震动记录的取得,更使得结构动力学开始大踏步地从研究的深院大楼走向了广大的工程建设部门。也正是从这个时候开始结构动力学与地震工程这两门学科结下了不解之缘,在各种书籍与学术期刊中犹如李生兄弟似的都会同时出现。而本书《结构动力学:理论及其在地震工程中的应用》(Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering)真实地反映了这一实际情况。

本书著者 Anil K. Chopra 教授是当时的加州大学伯克利分校土木与环境工程(Civil and Environmental Engineering)专业的新生代教授和学科带头人。由于他对结构动力学和地震工程的重要贡献,自 1993 年到现今一直担任国际著名学术刊物《地震工程与结构动力学》(Earthquake Engineering and Structural Dynamics)的副主编和主编。这本身就说明了他是在当今结构动力学和地震工程学的一位大师,但是他的这个经历使他最及时和充分地了解并融会世界上有关结构动力学和地震工程的最新的学术思想和进展,为他能写出这本重要的著作提供了难得的机会。应该说 20 世纪下半世纪以来有关结构动力学的经典著作也时有问世,其中不乏著名的,如由两位美国科学院和工程院的两院院士克拉夫教授(R. W. Clough)和彭津教授(J. Penzien)编写的英文版《结构动力学》流传世界各国,其中文译本已于 20 世纪 80 年代初由我国著名学者王光远教授等翻译出版,在国内影响深远。但是,以地震工程作为切入点,并将地震工程与结构动力学如此密切结合、贴切地反映出这两门学科之间血浓于水的关系,就要首推 Chopra 教授的这本著作了。

本人有幸曾与 Chopra 教授见过数面,也曾有过若干交谈。他给我的印象

是风趣幽默，但又十分严谨和细心，细心得甚至有点接近繁琐。本书是 Chopra 教授专门为大学高年级学生以及研究生编写的一本教科书，他的性格特点在这本书中得到了充分的反映。众所周知，结构动力学是现代结构工程中一门比较难学和难掌握的课程，他为了使他的书能为学生正确地理解，计划得非常的周到，从章节的考虑、例题的选用、进度的安排、习题和题解的选择无不丝丝入扣，甚至语言的运用也都尽量避免使自学者产生歧义的可能。正像他在该书前言中所写的那样，这本教科书只需大学土木工程本科基础力学和数学的知识，就可以使初学者，甚至完全依赖自学的人都能将结构动力学学懂、学好，对此我深信不疑。这本书对中国学生来说，不仅能从中学到现代结构动力学和现代地震工程学的知识，而且更能从中学学习许多治学的方法，诸如严谨的思考，缜密的洞察，甚至还可以从书本里的生动文字中学到不少在英语课堂上无法学到的英语知识和专业英语的写作能力。

《结构动力学：理论及其在地震工程中的应用》(Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering) 是 Chopra 教授在第一版基础上修订、补充新的研究成果之后完成的。其中，有他自己的创造性贡献，更有经他汇总了的世界上其他学者的重要贡献。说它是当今结构动力学方面的一本权威著作或经典著作，是一点也不过分的。

本书对结构动力学的基本知识、基础理论给予了系统、全面的阐述，内容深入浅出、循序渐进，在系统介绍基本理论知识的同时，密切结合地震工程的实践，对理论研究和工程应用，乃至抗震设计规范中的一些重要的结构动力学问题都给予了重点介绍，充分体现了理论联系实际的风格。书中还配有相当数量的例题，对掌握和理解结构动力学，对掌握和理解地震工程学都会有很大帮助。

本书可以作为土木工程专业和地震工程专业的研究生或大学高年级本科生的教科书，也可以作为相关专业的教师和研究工作者，特别是那些想涉足结构动力学这门知识的工程设计人员的自学参考书。我高兴地得知，本书影印版已经作为清华大学土木工程专业研究生的教材。相信这仅仅是开始，今后一定会有更多的院校和更多的专业师生乃至科研工作者以及工程设计人员也都会毫不犹豫地选择 Chopra 的这一著作作为他们学习和掌握结构动力学的教材。

谢礼立

中国地震局工程力学研究所 研究员
哈尔滨工业大学 土木工程学院 教授
中国工程院 院士

2005年3月10日

英文版序言

杰出的咨询工程师 John R. Freeman(1855—1932)最早指出需要一本地震工程方面的教科书,在1925年发生破坏性的加州 Santa Barbara 地震之后,他开始对地震工程产生兴趣,并在波士顿公共图书馆寻找相关书籍。Freeman 发现那时不仅没有地震工程方面的教科书,而且任何有关结构工程的书籍里都没有提及这个课题。回顾过去,我们可以发现,在1925年工程教育尚处于不发达的状态——用计算尺进行计算,所修课程也没有让学生准备了解结构动力学。事实上,那时还没有研究出记录强地面运动的仪器,社会似乎也不关心地震灾害。

最近几年,已经出版了许多地震工程与结构动力学方面的书籍,但是 Anil K. Chopra 教授的这本书填平了存在于较初等的教科书与高等研究生教科书之间的沟壑。该书作者是著名的地震工程与结构动力学专家。由于对现代工程而言结构动力学知识是必需的,所以这本书不仅对地震易发区的学生,而且对世界上其他地区的学生都是有价值的。此书介绍了振动理论和结构动力学的有关资料,展示了其在地震地面运动所引起的结构运动中的应用。书中非常清晰地介绍了大量给出详尽解答的例题,以至于即使未开设这样课程的大学里的学生也应该能够自学此书。现在正从事工程实践的读者利用此书学习结构动力学也应该没有困难。此书一个特别有趣的特点是结构动力学理论在多层建筑地震反应分析与设计中的应用,书中介绍的信息对于从事实际抗震设计和想要提高对这门学科理解的工程师们具有特别重要的意义。

虽然书中的资料是针对地震工程而言的,但是与结构的风激振动以及由落锤或者重型车辆产生的人工运动也有关系。作为一本振动理论与结构动力学方面的教科书,没有其他书可以与其比肩,可以推荐给感兴趣的学生们。我相信这就是 John R. Freeman 当时要寻找的那本书。

George W. Housner
California Institute of Technology

第二版前言

修订的范围

《结构动力学》自出版5年以来一直深受欢迎，除了在美国和其他国家的大学里作为教科书外，还拥有专业广泛的读者，学术界和各专业对此书的评价一直赞许有加。准备第二版给我提供了一个改进、略微拓展和更新此书的机会。

总的来说，读者将发现多种新的资料。受最近对桥梁抗震性能兴趣的鼓舞，现在有几章包括了桥梁动力学及其地震反应的例子。第7章拓展了用于加固地震易损结构的耗能装置的描述。为了适应对适合于基于性能的地震工程(PBEE)的简化动力分析方法所增长的需求，第7章还提供了有关非弹性和弹性体系变形的更充分的讨论，并且增加了新的一节，介绍了非弹性设计谱在结构的允许延性设计、现有结构的抗震评定以及基于位移的结构设计中的应用。第20章收入了基底隔震系统的附加描述，以及这些系统在现有建筑改造和设计新建筑中的应用。第21章进行了很大的修订，加进了建筑规范的现行版本，国际建筑规范(IBC)取代了统一建筑规范(UBC)，并且添加了欧洲规范(Eurocode)。

应一些读者的要求，收入了动力分析的频域方法，但是作为附录给出而不是贯穿于书中。此决定源于我的目标：保持每一部分的数学推导尽可能的简单，从而使结构动力学容易为学生和专业工程师理解。

此书在我的教学中用了5年之后，其反响提示需要进行改进。对全书的文字进行了润色和加工，使表达更清晰，重新组织了一些章节，添加了一些给出详尽解答的例题，并制作了一些新的插图以增强表达的效果。

为响应在其教学中采用本书的教授们的建议，添加了许多新的章后习题。第二版中有357道习题，是原版的1.5倍还多。这些习题的解答可从本书的出版商那里得到，并可以从出版商处得到书中插图的放大版本，以便制作课堂教学使用的幻灯片。

第一版前言对于第二版仍然有效，我个人鼓励读者阅览一下。特别地，与“给教师的注记”和“给专业工程师的注记”都同样适用，但带有一个附加部分：附录A(频域分析方法)，根据我个人的看法，这部分属于结构动力学第二学期的研究生课程内容。

致谢

我衷心地感谢帮助准备本书修订版的人们：就像为本书第一版所做的那

样, Rakesh K. Goel 教授为本书第二版提供了种种帮助, 并起到了重要的作用, 特别是他研究并运行了产生新插图所需的计算机软件。前后有几个学生帮助准备了新例题和章后习题, 他们是: Ashraf Ayoub, Ushnish Basu, Shih-Po Chang, Garrett Hall, Petros Keshishian, Allen Kwan, Wen-Hsiung Lin 和 Charles Menun。Eric Eisman 对新材料进行了文字处理, 并将其转换成 TEX 文本。Janine Hannel 准备了一些供出版的照片。Claire Johnson 集成并编辑了解题说明书。除了几个匿名的校阅者以外, M. C. Constantinou 教授、Takeru Igusa 教授、Eduardo Miranda 教授和 C. C. Tung 教授提供了深刻的评论和改进的建议。还有许多无法一一列出他们名字的学生、教授和实践工程师们提出了许多有参考价值的意见。

征求意见

我再次请求教师、学生和专业工程师们, 如果你们有问题以及改进或阐明问题的建议, 或者发现了错误, 请写信给我(chopra@ce.berkeley.edu), 我预先感谢你们所花费的时间和有兴趣所做的一切。

Anil K. Chopra

第一版前言

宗旨和目的

这本有关结构动力学的书是想作为土木工程专业的教科书，它包含结构动力学理论及其在结构的地震分析、反应和设计中的应用等许多内容。为了适应初学者，我们假设读者没有结构动力学的预备知识。书中介绍的内容足够详细，并且通过仔细的交互引证使之形成整体，从而使本书特别适合于自学。本书的这个特点，再加上在内容选择上充分考虑实际应用，应该使专业工程师们，特别是地震易发国家中从事结构分析与设计的工程师们对本书产生兴趣。

由于许多学生和专业工程师觉得这个科目难学，所以在写作本书的过程中，我们把重点放在了使结构动力学易于理解。为达此目的，书中的内容围绕以下几个特点进行组织：使每一部分的数学推导尽可能地简单；对分析方法进行总结以强调关键的分析步骤，方便读者按照步骤操作应用；这些方法用 100 多个给出了详细解答的例题进行说明，其中包括许多综合性的和实际的例题，从中强调了结果的物理解释；精心设计了大约 400 幅插图，它们对教学是有效的，其中很多插图涉及大量的结构动力反应计算机模拟。为了将内容与真实世界联系起来，本书包括了结构的照片和地震时记录的结构运动。

下面几个目的激发了本书的准备工作：

- 把所研究结构的理想化模型与真实结构的特性联系起来。
- 以强调分析方法物理内涵的方式介绍结构动力反应理论。
- 通过实际应用所产生的问题，来说明理论在解题过程中的运用。
- 运用理论的结果来解释结构对各种动力激励的反应，重点是结构对地震激励的反应。
- 应用结构动力学理论进行参数研究，以揭示在多层建筑地震反应与设计中的一些基本问题。

本书的这种组织和表达方式应有助于读者更深入地理解这门学科的内容，从而满怀信心地运用结构动力学理论来处理实际问题，特别是在结构的地震分析和设计中的实际问题，这样就缩小了理论与实践的距离。

本书的内容

本书由三篇构成：Ⅰ. 单自由度体系；Ⅱ. 多自由度体系；Ⅲ. 多层建筑的地震反应与设计。

第 I 篇包括 8 章。在开篇的第 1 章中, 阐述简单弹性和非弹性结构的结构动力学问题, 这些结构可以简化为单自由度体系(SDF); 简要地评述求解结构运动控制微分方程的四种方法。然后, 我们来研究线弹性体系的动力反应: (1) 自由振动反应(第 2 章); (2) 谐振和周期激励的反应(第 3 章); (3) 阶跃和脉冲激励的反应(第 4 章)。第 2 章和第 3 章包括具有库仑阻尼的单自由度体系动力学问题, 这部分内容通常不包括在土木工程教材里, 但是由于基于摩擦的耗能装置正在抗震结构中得到应用, 所以这些内容已经成为地震工程的一部分。在介绍计算体系动力反应的数值时间步进方法之后(第 5 章), 在第 6 章和第 7 章中分别研究线弹性和非弹性体系的地震反应。这些内容比目前可见的教科书中的相关内容更为全面, 包括了反应谱与设计谱的建立、阻尼效应与屈服效应、反应谱与设计谱的区别等细节。第 8 章的主题是可以处理为广义单自由度体系的复杂体系的分析。

第 II 篇包括第 9 章到第 17 章, 涉及多自由度体系(MDF)的动力分析。在第 II 部分的首章中, 对于可以理想化为有限自由度体系的结构, 阐述了其结构动力学问题, 并通过大量的例题进行说明; 同时, 也概要地评述求解结构运动控制微分方程的方法。第 10 章介绍具有经典阻尼体系的自由振动, 以及结构固有振动频率和振型的数值计算, 同时包含了通常在教科书里不曾讨论的经典与非经典阻尼体系自由振动的区别。第 11 章介绍确定结构阻尼特性时所产生的一些问题, 其中包括估计振型阻尼比所需要的试验数据(包括来自结构强迫振动试验和地震时记录的结构运动数据), 以及必要时构造阻尼矩阵的分析方法。第 12 章为关于线性体系的动力学, 其重点是经典振型分析方法。本章第三部分介绍一种“新”的方法来看待振型分析, 该方法有利于理解作用力的空间分布以及时间变化怎样影响振型反应的贡献, 从而导出反应计算中应包含多少振型数目的实用准则。第 13 章研究结构地震分析的振型分析方法, 以解释其物理意义的方式, 同时介绍反应时程分析方法与反应谱分析方法。较之现有的教科书, 本书介绍的直接从地震反应谱或设计谱估计多自由度体系峰值反应的振型组合规则及其应用更为全面。本书通过大量的例题论述了这些方法, 其中包括平面非对称建筑的侧向-扭转耦联反应, 以及名义上对称的建筑的扭转反应。

为了使读者认识到许多结构的动力反应可以很好地由其前几阶振型来表示, 第 14 章专门讨论结构静力分析所需的理想化模型中的自由度数目缩减的实际计算问题。在第 15 章中, 针对不适合用经典振型分析进行处理的多自由度体系(具有非经典阻尼的体系或者进入非线性特性范围的体系), 介绍数值时间步进方法。第 16 章介绍分布质量体系动力学的经典问题(只包括一维分布质量体系)。第 17 章介绍对一维分布质量体系进行离散化处理的两种方法: Rayleigh-Ritz 法和有限单元法, 引入一致质量矩阵的概念, 并证明用有限单元法求悬臂梁近似固有频率的精度和收敛性。

本书第 III 篇包括 4 章, 涉及多层建筑的地震反应和设计, 通常在结构动力

学教科书里不包含这些内容。这部分应用前面各章建立的分析方法,处理一些重要的实际问题。在第18章中,对两个重要参数(基本固有振动周期和梁柱刚度比)在大范围内变化时,介绍线弹性多层建筑的地震反应。在这些分析结果的基础上,我们看到这些参数怎样影响建筑的地震反应,特别是不同固有振动振型对反应的相对贡献,为地震反应计算中应包含多少高阶振型提供了实际依据。第19章是关于当建筑变形进入非弹性范围时多层建筑地震反应这一重要课题,这一章包括如下讨论内容:层间延性需求沿高度的变化;如果底层比上部各层“弱”或“柔”,对底层大延性的要求;对按照1994版《统一建筑规范》侧向力分布所设计结构的延性需求,以及这些需求与允许延性的比较。第20章的主题——基底隔震是当前很活跃且不断拓展的课题,我们的目标是研究支撑在基底隔震系统之上的建筑物的动力特性,目的仅限于了解为什么以及在什么条件下隔震能有效地减少结构中的地震力。在第21章里,我们介绍在三部建筑规范中的地震力条款:《统一建筑规范》(美国)、《加拿大国家建筑规范》和《墨西哥联盟区规范》,同时介绍这些条款与第6、7、8和13章中所建立的结构动力学理论之间的关系;然后,根据第18和19章给出的建筑动力分析结果,对这些条款进行评价。

给教师的注记

本书适用于研究生和高年级本科生水平的课程。假设读者没有结构动力学的预备知识,阅读本书的必要的背景可以从土木工程本科专业所要求的普通课程获得,这些课程包括:

- 结构静力分析,包括超静定结构和分析方法的矩阵表达式(主要是第II篇需要这一背景知识)。
- 结构设计。
- 刚体动力学。
- 数学:常微分方程(第I篇需要),线性代数(第II篇需要),偏微分方程(仅第16章需要)。

通过对大量内容提供基本的、详尽的介绍,本书允许教师以不寻常的灵活性自行决定课程内容的选取。利用本书的资料,可以开设出几门课程,这里有几个例子。

在一年的课程里可以覆盖几乎全书的内容:

- 课程名称:结构动力学I(半学年学期)^①

课程提纲:第1、2章;第3章的第一、二部分;第4章;第5章的部分内容;第6章的1.1~1.7节;第7章的1~7节;第8章的部分内容;第9章的1~4、8~11节;第10章的第一、二部分;第12章的第一、二部分;第13章的1、2、7、8节;第21章第一部分的的部分内容。

^① 美国大学的学期有两种:半学年为一学期(有15到18个星期)的称为“Semester”,一年有两个学期,与中国大学的学期制度类似;四分之一学年为一学期(大约三个月)的称为“Quarter”,一年有四个学期。——译者注

• **课程名称：**结构动力学Ⅱ(半学年学期)

课程提纲：第6章(包括1~7节的回顾)；第7章(包括1~7节的回顾)；第9章的5~7节；第10章的第三部分；第11章；第12章的第三、四部分；第13章的3~9节；第14~21章。

第一门课程中论题的选取多少受下述需求所支配：对于只选修一门课程的学生，要提供范围广泛的内容，包括多自由度体系的动力分析与地震分析。

可以将上面内容覆盖成两个四分之一学年学期的课程提纲组织成缩简版本，如下所示：

• **课程名称：**结构动力学Ⅰ(四分之一学年学期)

课程提纲：第1章；第2章的1~2节；第3章的1~4节；第4章的1~5节；第5章的部分内容；第6章的1~7节；第7章的1~7节；第8章的部分内容；第9章的1~4、8~11节；第10章的第一、二部分；第12章的第一、二部分；第13章的1、2、7、8节(不包括CQC方法)；第21章第一部分的部分内容。

• **课程名称：**结构动力学Ⅱ(四分之一学年学期)

课程提纲：第6章(包括1~7节的回顾)；第7章(包括1~7节的回顾)；第9章的5~7节；第11章；第12章的第三、四部分；第13章的3~9节；第18~21章。

强调地震工程的一个半学年学期课程可以组成如下：

• **课程名称：**结构动力学与地震工程(半学年学期)

课程提纲：第1章；第2章的1~2节；第3章的1~4节；第4章的1~5节；第6、7章；第8章的部分内容；第9章的1~4、8~11节；第10章的第一、二部分；第11章的第一部分；第12章的第一、二部分；第13章的1、2、7、8节；第21章的第一部分。

正如每位教师们所知，对于学习结构动力学的学生而言，解题是必需的。为此，前17章包含了233道习题。第18~21章没有包含习题，原因有二：(1)在这些章节里没有介绍新的动力分析方法；(2)这部分内容本身不适合于简短的、有意义的习题。不过读者将发现，从头到尾做一遍第18~21章中给出的例题并重新计算其中的一些结果是有益的。只要有足够的耐心并持之以恒，大多数习题可以用计算器来求解。当然，计算机最有帮助，计算机对于某些问题的求解是必需的，这已经得以证实。在求解这些问题时，假设学生们可以使用诸如MATLAB或者CAL等计算机程序，可以利用这些程序的求解说明书。

我在Berkeley的教学中，使用了本书插图的幻灯片。想要利用这些可视教具的教师们，可以从出版商那里得到插图的放大版本，制作出幻灯片。

给专业工程师的笔记

许多专业工程师一直鼓励我编写一本比1981年由地震工程研究中心

(EERI)^①出版的专著《Dynamics of Structures, A Primer(结构动力学入门)》^②内容更广泛的书。我希望目前的这本书满足了这个需求。本书作为教材,它包括了学生学习所需要的形式和详细内容,但是这些特点并不影响专业人员使用此书,因为在尽可能的程度上,本书的宗旨和风格与专著是类似的。

对于结构的地震分析、反应和设计具有兴趣的专业工程师们,我建议如下从头至尾的阅读途径:第1、2章;第3章的第一、二部分;第6~9章;第10章的第一、二部分;第11章的第一部分;第13、18、19、20和21章。

参考文献

在这部介绍性的教科书中,标注所介绍信息的来源是不切实际的,因此省去了参考文献以避免分散读者的注意力。然而,我不时地给出一些注释,以增加历史的色彩。在几乎每章的结尾,都有适合于进一步阅读的刊物的简短清单。

征求意见

由于这是一本新书,所以我请求教师、学生和专业工程师们,如果你们有问题以及改进或阐明问题的建议,或者发现了错误,请写信给我(chopra@ce.berkeley.edu),我预先感谢你们所花费的时间和有兴趣所做的一切。

Anil K. Chopra

① 现在更名为“太平洋地震工程研究中心(PEER)”。——译者注

② 中文版由蓝贵禄译,王前信校,1985年由地震出版社出版。——译者注