

国外大学优秀教材——土木工程系列(翻译版)

建筑结构设计(上册)

The Design of Building Structures

(美) W. 舒勒尔 著
罗福午 吴之所 宋昌永 译



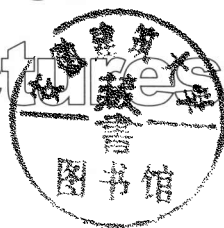
清华大学出版社



国外大学优秀教材——土木工程系列(翻译版)

建筑结构设计(上册)

The Design of
Building Structures



(美) W. 舒勒尔 著
罗福午 吴之昕 宋昌永 译

清华大学出版社
北 京

Simplified Chinese edition copyright © 2006 by **PEARSON EDUCATION ASIA LIMITED and TSINGHUA UNIVERSITY PRESS.**

Original English language title from Proprietor's edition of the Work.

Original English language title: The Design of Building Structures, first edition **by** Wolfgang Schueller, Copyright © 1996

EISBN: 0-13-346560-8

All Rights Reserved.

Published by arrangement with the original publisher, Pearson Education, Inc., publishing as **Prentice hall, Inc.**

This edition is authorized for sale only in the People's Republic of China (excluding the Special Administrative Region of Hong Kong and Macao).

本书中文简体翻译版由培生教育出版集团授权给清华大学出版社在中国境内(不包括中国香港、澳门特别行政区)出版发行。

北京市版权局著作权合同登记号 图字: 01-2003-0570

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。
版权所有, 侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

建筑结构设计/(美)舒勒尔著;罗福午,吴之昕,宋昌永译. —北京:清华大学出版社,2006.12

(国外大学优秀教材 翻译版. 土木工程系列)

书名原文: The Design of Building Structures

ISBN 7-302-12609-7

I. 建… II. ①舒… ②罗… ③吴… ④宋… III. 建筑结构—结构设计—高等学校—教材
IV. TU318

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 014869 号

责任编辑: 徐晓飞 赵从棉

责任校对: 焦丽丽

责任印制: 孟凡玉

出版发行: 清华大学出版社

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

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社总机: 010-62770175

投稿咨询: 010-62772015

地址: 北京清华大学学研大厦 A 座

邮编: 100084

邮购热线: 010-62786544

客户服务: 010-62776969

印刷者: 清华大学印刷厂

装订者: 三河市金元印装有限公司

经销: 全国新华书店

开本: 185×230 印张: 35 字数: 742 千字

版次: 2006 年 12 月第 1 版

印次: 2006 年 12 月第 1 次印刷

书号: ISBN 7-12609-7/TU·283

印数: 1~3000

定价: 155.00 元(上、下册)

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话: 010-62770177 转 3103 产品编号: 008519-01

译者序

当前,我国高等工程教育正经历着一个深入探索教学体系和教学内容改革的历程,为了顺应这一改革的需要,我们特将这本译著——《建筑结构设计》奉献给国内的读者。

毋庸讳言,我国现行建筑结构课程的教材存在着诸多不足和缺憾,比如:

- 从概念到概念,从理论到理论,从公式到公式,科研味甚浓,应用性不足,有脱离现实工程实际、脱离历史文化背景的倾向;
- 微观内涵过细,宏观蓝图匮乏,学生学习后所熟悉的是截面配筋、焊缝计算……对结构和建筑物的总体却不甚清楚,对施工过程中出现的问题往往不知所措;
- 各课程自成系统,体系单一,内容狭窄,并且“几十年一贯制”、“压缩饼干型”,既不能和近来飞速发展的技术知识同步,也不能满足各类不同专业的需求;
- 学生学完结构课后,可以套规范、用程序、上网下载获信息,却难以判断计算结果,难以分析结构行为,难以形成对获得形象的感知,难以做出有创意的方案;
- ……

在酝酿教学改革的过程中,我们发现了这一本专著。阅读以后,发现它具有一些鲜明的特色,正好可以为我们克服上述不足提供有益的启示。它的特色大体有:

- **从建筑结构的总体出发,提出问题和分析问题** 如房屋建筑在环境、功能、安全、施工方面的考虑,结构组成作为房屋建筑支承的原则等。它使人们能从总体上了解建筑结构,懂得具体的结构构件在房屋建筑中的地位和作用。
- **纵观建筑结构的史发展,引用大量建筑结构实例** 既有助于拓宽人们在结构组成方面的知识面,提高人们将抽象原则和结构内在本质相联系的能力,也有助于人们提高文化素质的修养,能做到以史为鉴,洞察过去,展望未来。
- **综合人文、艺术、力学、几何学、建筑学、材料、构造等学科的知识于建筑结构研究** 使结构的内涵得以延伸,结构的内容得以丰富,使对结构问题的阐述变得简洁。
- **借助大量高质量的插图来分析结构问题** 它能丰富人们的视觉,引导人们建立对结构工程的直觉感受;而从直观形象思维到抽象逻辑思维正是人们在认识上得以提高的必由之路。
- **着眼于初步设计的估算,以使用少量的数学工具解决复杂的结构问题** 这正是将

人们的注意力主要放在结构的一些宏观问题上,不为繁琐复杂的结构细节问题所左右的重要途径,而运用少量数学知识正是达到估算目的的手段。

读者不妨细读一下著者写的前言,以便进一步体会这本书的用意,感受它的特色所在。

当然这本书有许多不符合我国国情的地方,如它用的是美国结构设计规范,它在结构计算中采用的计量单位是英制,而不是国际通用的国际单位制(SI),它的内容和体系也有一些值得商榷的地方;但上述特色却值得我们在教学改革中加以借鉴。“他山之石,可以攻玉”。我们将它翻译出来的目的就在于让它成为我们教师教学改革的有益参考,成为国内学生和年轻工程师扩大视野的窗口,成为国内专业结构工程师、建筑师和施工工程师在领悟和评价实际结构工程和构想新结构工程时的参考和工具。

读者阅读本书时,有两点需予以注意:(1)原著介绍了很多历史上的建筑物,我们没有将它们的名称、地方和设计者一一译出,只是译出一些知名的建筑、人名和地名,其他均以原文列出;(2)原文的计量单位均为英制,译文在英制值后均附以换算后的法定计量单位值,但在例题和习题中未作换算。

原著的第1、7、8章及附录、索引由罗福午执译;第2、5、9章及前言由宋昌永、李文标、王凯军执译;第3章由吴之昕、陈长兴、梁秋月、李莉执译;第4章由王亮、朱泽亚、李明辉执译;第6章由吴之昕、唐莉、孙九英、刘春雁执译;第10章由吴之昕、项显洲、吴学民、陈晓佳执译;罗福午和王存彦对全书译文作了校对和审核。由于时间仓促,译文中一定有不少缺点乃至错误,请读者批评指正,以便修订时更正。

译 者

2006年2月

前 言

本书旨在使房屋建筑设计人员对建筑 and 结构作为房屋建筑的一部分有一个总体上的理解,而不必依赖于分别阅读结构工程、建筑学、营造和历史等不同学科的文献。结构工程方面的著作总是分开探讨各种结构的分析和设计,并将重点放在解决一些给定的问题上。这些问题在抽象的数学层面上已难见到事物的本质,因此对其他房屋建筑专业人员来说,结构工程几乎成了可望而不可及的领域。同样,建筑师运用的描述方法则是 20 世纪 60 年代以来发展起来的,它们是基于功能考虑的广义概念性解释,这种解释已经模式化,只能部分地反映当前实际,并且不能完全体现从那以后的知识更新。而概念设计却在很大程度上被忽略,使得建筑师和结构工程师都不重视结构形式的新发现。

此外,结构、营造和建筑设计之间缺乏学科间的沟通。在结构课程中,结构单元和荷载已从房屋建筑体系中分离出来,因此将重点放在各种各样的求解方法上。与之相反,本书则强调从实际房屋建筑中提炼问题。荷载、构件形状和边界条件来源于实际的结构布置、营造方法、细部和外观要求。学生必须学会将复杂的连续体系分解成若干基本单元,通过分析变形形状和近似的荷载传递路径,来迅速地初步估算未知结构的构件和确定各构件之间的比例关系。

通过力学的方法从一幢实际房屋建筑中引出结构在数学和行为方面的概念,能使學生更好地理解结构的目的是和逻辑,也能帮助他们认识结构是如何发挥作用的和怎样影响房屋建筑形式的。而更为重要的却是,这种经历让学生明白数学是一种有效的沟通方式,并不仅是一个事物的终结。通过这种方法,将培育学生对结构行为、应力大小、结构变形和结构破坏机理的领悟,在处理结构概念时获得自信:他们不仅学会了分析和设计结构,而且发展了对结构布置的基本感知。

为进一步将房屋结构理解为支承空间的体系和构成空间的模式,除结构设计的各种因素外,还必须用解剖学的视角在构形、美学、历史、功能、环境和营造等方面研究房屋建筑。通过这种方法,各类专业人士学会彼此尊重对方的观点,为今后成功的团队合作打下基础。同时,通过将结构同营造、结构分析和设计、材料、历史、几何和绘图等这样的传统独立的领域相联系,可以使结构的内涵得到延拓,使结构的内容得以丰富。几乎同样的重点还要放在对各类问题的定性、定量和图解的研究上。这种视觉训练在房屋建筑设计人员的教育中是必要的,它能引导人们建立对结构工程的直觉,而直觉在很大程度上是通过视觉经历建立起来的。书中几百幅图解分析的插图,尝试着说明这一点。

并不是书上所有的插图都再现了分析的本质,或者是可以严格按照工程传统来解释

的。有些插图定义得并不简单清楚;相反,它们很复杂,以类似于故意需要解释的抽象的拼贴画的形式出现,这有助于发现建筑的真谛。它们讲述了一个故事,让读者通过图形参与设计,但并不诚心想通过对插图的描述来准确地说明限制条件(也即解决问题)。书中的这些表达方式自成体系,只在总体上同相关文字对应。它们超越了纯文字表达所能传达给设计人员的感知。这种方法同形象思维相联系,是一种艺术形式,而不仅仅再是图解分析;插图被认为在满足美学享受的同时,可激发对房屋建筑设计源泉的追求。

本书大量房屋建筑实例的讲述,有助于提高学生沟通结构的能力和将抽象原则同物理本质相联系的能力,学生应该明白结构不仅仅停留在数学层面上。这里众多的建筑结构是按照结构外形和结构行为有序地以相比较的方式出现的。它们的范围从小跨度到大跨度,从单层到多层乃至高层,从刚性构造到柔性构造,从骨架结构到面结构。这些实例的选择完全是为了阐述结构概念和培养对结构及其构成的感知能力,而不是为了说明某类建筑风格和结构技巧。关于实际结构的讲解则有助于设计人员探索结构内在的三维本质,观察结构构件中的传力过程及了解它们的空间交互作用。建筑师能够从中洞察到结构的目的,学会在设计阶段驾驭物质空间和非物质空间之间的相互作用。同样,结构工程师能够学会将实际结构简化为理想结构,即将构件的结构行为简化为他们所熟悉的抽象模型。

目前大学里结构领域的教学方法也促使我撰写本书。建筑学的学生在方案设计时主要关心建筑的表现形式和外观,而不将房屋建筑作为一个整体,也不考虑如何建造。他们熟悉书本上的技巧,但这些却不同于实际的设计。课本只介绍基本概念方面的内容,而且往往不能同近来飞速发展的技术知识同步。另一方面,即将毕业的土木工程师熟悉并且依赖计算机,他们知道如何输入信息和获得结果。但他们不知道房屋建筑的整体结构行为,因而往往只会采用不能完全反映结构实际的抽象模型。年轻的工程师在学校里没有学到怎样绘制房屋建筑的施工图,也往往不知道房屋实际上是怎样建成的。于是,他们很自然地只会形而上学地分析结构构象和粗略地处理结构问题。

现在对计算机辅助结构工程的设计已习以为常,高级的软件和快速的硬件在理论上已可解决任何问题。工程师不必再花大量的时间进行繁重的手工计算或编写计算机程序。随着计算机功能的不断强大和房屋建筑的不断复杂,计算机应用者应该是经验丰富的工程师。不幸的是,事实并非如此。现在,未经训练的年轻工程师几乎可以马上获得过去需要多年实践才能设计的工程。有些年轻工程师对快速获得结果兴致勃勃,沉溺于程式化的技术本身而不怀疑计算结果,不培养对结构行为和结构真谛的理解。换言之,他们用计算机输入数据,并获得结果,缺少判断结果是否正确的能力。他们的经验往往来自计算机输出的结果,没有形成对概念设计,即对数字及量级的感知,缺乏通过手算验证计算机结果的背景知识。而这些对结构行为定性的感知正是每一位优秀结构工程师所必需的。

计算机辅助结构设计的目的并不仅仅是为了快速获得结果,工程师有责任花必要的时间校核计算结果。高效不能以安全为代价。不正确的输入,错误的结构模型(即理想的结构和实际的结构不一致),不了解程序的功能和限制条件,以及不完善的软件,等等,凡此种种,都可能导致房屋建筑灾难性的破坏。

本书最重要的目的之一是应用最少的数学知识,诠释各类房屋建筑形式中构件的结构行为,合理而准确地初步估计构件尺寸。所应用的数学知识有意识地保持在基本的水平,不至于将针对结构行为方面的重点埋在复杂的分析过程中。不过,任何形式的简化都在书中作了解释,设计过程从来没有简单到只需将数据代入现成的公式。工程科学在长期实践中建立起来的思维方式,是对设计人员进行教育的重要内容。

有许多设计手册和计算机软件可以确定梁和柱的尺寸,本书的目的是培养对结构行为的感知和树立在快速确定构件比例时的自信,从而不必依赖完整的计算来驾驭设计。书中给出了快速估算构件尺寸的简单方程,这对不同阶段的设计和营造尤为重要。这些方程的应用场合有:在早期的设计阶段必须对内力大小和应力水平有充分的认识时;当需要对不同的结构方案进行比较和评价时;当需要在建筑设计的构思阶段因美学目的而必须了解构件尺寸时;当需要快速计算去检查图纸和验算计算结果时,或者当设计人员在现场感到构件尺寸不合理而需要判断时;最后是,当必须给出试算截面以求解超静定结构时。它的近似分析可在估计结构变形后反弯点位置的基础上进行;同样,也可以在选择合适的传力路径使超静定结构转化为静定结构(如桁架)的基础上进行。

学习结构的学生从来都无法仅仅通过阅读描述性材料和/或聆听引人入胜的讲课,就全面真实地体会结构行为的复杂性。若要切实领会内容和发现哪些是不明白的,他或她必须实实在在地去解决问题。为达到这一目的,本书的重点放在面向实践的问题上,不仅强调平衡的概念和结构的设计,同样也重视变形后结构和房屋倒塌机理的形象化。学生最终会形成某种感觉,使得房屋建筑变得有生命,会猛然意识到自己就是房屋建筑,正经历着应力集中和骨架扭曲带来的痛苦。

本书的内容安排如下:第1章介绍设计的基本概念,使读者对结构和结构行为作为房屋建筑的一部分有一个总体的了解;讨论了总的设计内容,包括房屋建筑的环境、建筑方面的考虑、房屋建筑的功能、安全考虑和施工;讲述了力学学科的历史发展;叙述了将结构作为房屋建筑的组成体系和作为房屋建筑的整体或部分支承体的一般性原则,为以后的章节做铺垫。

第2章讨论了由重力、风、地震、隐性荷载和动力荷载产生荷载作用的复杂状态,这些是静力学、材料力学、预应力概念和基础体系的基本内容。

第3章讲述了各种构件的近似计算方法,包括钢、木、钢筋混凝土、预应力混凝土,特别是钢筋混凝土构件设计的简化方法,对建筑系学生和实践中的房屋建筑设计师是有帮助的。

第4章研究了房屋竖向抗力结构上侧向力的分布和房屋建筑的侧向稳定性。第4章还包括地下室墙体和挡土墙的初步设计。

第5章近似设计了平面刚性系统,包括门式刚架、A式框架、山墙式框架、拱和桁架。

第6章~第8章介绍了空间框架、折板结构和壳体结构。

第9章讨论了有关拉力结构的基本原理,包括张力膜结构、充气膜结构及张力空间结构的杂交形式。最后在第10章简单介绍了高层建筑。

本书不仅可以用作房屋建筑结构、施工和设计工程方面的教材,同时也可作为设计室里用的参考书。本书对初次接触实际工程的年轻工程师尤为实用。结合历史背景和相关参考资料,有比较地讲述许多房屋建筑实例,对正在进行初步设计的建筑师和结构工程师而言,应该是有价值的。

当本书作为建筑学和建筑施工专业两学期结构方面的入门教材时,应讲授第1章~第3章和第4章的一部分。这部分内容为建筑注册考试中的房屋建筑部分提供了必要的复习资料。

当本书作为建筑学和建筑施工或设计工程(如土木或建筑工程)的高等结构课程教材时,可开设两门课程:一是骨架结构(第4、5、6、10章),二是面结构(第7、8、9章)。当然,根据教师的不同教学目的,任何形式的课程组合都是可能的。

对学生而言,选择一个或若干个房屋实例作为练习,用图解法或分析法研究某一结构的布置和行为,是有帮助的。大部分有关插图的参考文献为概念性研究提供了必要的背景材料。

希望本书采用的方法能帮助房屋建筑工程师进一步提高对结构行为的感知和对结构的认识,培养批判性思维,激发进一步深造的欲望,加强房屋设计和施工中的创造性。本书尝试克服目前建筑师和工程师相互独立的趋势。它以结构工程的传统观念构成结构在房屋建筑设计中互补的作用,建立结构在建筑中的地位。

本书也为与房屋建筑行业有关的各类专业人士相互沟通、彼此理解构建了另一座桥梁。

致谢

真挚地感谢弗吉尼亚理工学院和州立大学建筑系无私奉献的学生们,是他们在我的指导下并在我的工作室,努力地完成了本书的大部分插图。近年来大量参与这项工作的还有:Vernon Abelsen, Jaime Bustamante, Nikola Doichev, Benedict Dubbs, Jr., Barry Light, Vincent Marquardt, Edmond Rahme 和 Todd Shoaf。我深深地感谢他们。

非常感谢弗吉尼亚技术学院的助手 Todd Shoaf,他完成了一些优秀的插图,和他工作非常愉快。感谢 Benedict Dubbs, Jr., William Gray, Erika Markussen 和 Sharon Pitt

在准备众多图解资料时(graphical presentations)的奉献。助手们的积极态度是对我工作的有力支持。

本书包含我的另一本书《水平跨度房屋建筑结构》(John Wiley & Sons, 1983)的部分内容,我必须再一次感谢为本书提供了部分图形的 Syracuse 大学建筑学院的学生。

同样感谢参与绘图的准备工作和用发散性的思维和建设性的思考,始终支持我的写作,但没有被提及名字的助手和学生。

衷心感谢 Trevia Moses 的耐心、合作和奉献。她在弗吉尼亚理工学院的主机上用 GML 文字处理系统了全部的手稿。

没有众多建筑师和结构师的贡献,本书是不可能完成的。他们的房屋建筑设计和他们对结构行为的数学诠释,提供了本书的基础。由于人数众多而无法在此一一致谢,但在参考文献和“房屋建筑插图清单”中得到了体现。后者可从作者处获得(Prof. W. Schueller, Department of Architecture, University of Florida, Gainesville, FL 32611; Tel: (325)392-0215, Fax(352)392-7266)。

最后,我要感谢出版社执行编辑 Bill Stenquist;TKM 公司 Ralph Pescatore 负责管理本书的编辑和印制,感谢他们真诚的支持。

W. 舒勒尔

佛罗里达大学建筑学教授

目 录

(上册)

译者序	I
前言	III
第 1 章 建筑结构概述	1
1.1 设计的一般决定因素	6
1.1.1 建筑物所处的环境	6
1.1.2 建筑设计问题概述	7
1.1.3 建筑物功能	7
1.1.4 防火安全措施	8
1.1.5 建造和经济	13
1.2 力学科学的早期起源	15
1.3 结构的几何形状	22
1.4 支承结构	29
1.4.1 作为一个整体的建筑物	31
1.4.2 结构体系	33
1.4.3 力的流程	43
1.4.4 尺寸效应及其经验法则	46
1.5 基本的结构构件	49
1.5.1 梁	50
1.5.2 楼盖和小坡度屋盖结构	52
1.5.3 柱	53
1.5.4 墙体	56
1.5.5 接头	63
第 2 章 基本结构概念	67
2.1 建筑物的荷载	70
2.1.1 恒载	73

2.1.2	活载	77
2.1.3	风和地震荷载	84
2.1.4	水和土压力荷载	85
2.1.5	体积变化受到约束时的荷载: 隐性荷载	85
2.1.6	动力荷载	87
2.1.7	异常荷载	89
2.1.8	荷载组合	89
2.2	静力学	90
2.2.1	力的性质	90
2.2.2	力系	91
2.3	梁和柱的内力	102
2.3.1	荷载、剪力和弯矩之间的关系	104
2.3.2	梁的类型: 边界条件的影响	105
2.3.3	荷载类型和荷载布置	109
2.4	截面特性	115
2.4.1	形心	115
2.4.2	截面二次矩或惯性矩	118
2.5	一般材料特性	121
2.5.1	材料的力学特性	122
2.5.2	建筑材料	126
2.5.3	材料的比较	130
2.6	应力和变形	132
2.6.1	简单应力	132
2.6.2	梁中应力	134
2.6.3	浅梁的弹性变形	140
2.6.4	弯曲构件概述	146
2.7	扭转	151
2.7.1	圆形截面	151
2.7.2	非圆闭合截面	154
2.7.3	开口截面	154
2.8	预应力	155
2.8.1	预应力基本概念	155
2.8.2	预应力原理在各类结构体系中的应用	159
2.9	土和基础	163

2.9.1 土的特性·····	164
2.9.2 基础体系·····	166
2.9.3 浅基础尺寸的确定·····	168
习题·····	174
第3章 一般构件类型的近似结构设计·····	177
3.1 材料·····	178
3.1.1 结构钢材·····	178
3.1.2 结构木材·····	181
3.1.3 钢筋混凝土·····	188
3.2 梁的设计·····	194
3.2.1 钢梁·····	197
3.2.2 钢板梁·····	210
3.2.3 木梁·····	213
3.2.4 组合木梁·····	224
3.2.5 钢筋混凝土梁·····	229
3.2.6 预应力混凝土梁·····	247
3.2.7 钢材和混凝土的组合梁·····	254
3.3 受拉构件的设计·····	257
3.3.1 单个结构型钢和组合钢构件·····	257
3.3.2 圆钢、方钢和扁钢·····	262
3.3.3 钢缆·····	263
3.3.4 木受拉构件·····	264
3.4 柱和梁柱设计·····	265
3.4.1 钢柱·····	270
3.4.2 木柱·····	281
3.4.3 钢筋混凝土柱·····	286
3.5 连接的设计·····	295
3.5.1 钢材的连接·····	298
3.5.2 木材的连接·····	312
3.5.3 钢筋混凝土的连接·····	314
3.6 简单钢筋混凝土柱和墙基础的设计·····	315
习题·····	322

第4章 建筑物的侧向稳定	330
4.1 侧向荷载作用	330
4.1.1 风荷载	333
4.1.2 地震荷载	342
4.1.3 荷载组合	359
4.2 建筑物受到侧向力作用的反应	362
4.2.1 水平或倾斜建筑面的隔板效应	363
4.2.2 建筑物的侧移	369
4.2.3 竖向抗侧力结构的侧向力分布	380
4.2.4 倾覆	393
4.3 水压力和土压力荷载:地下室墙和挡土墙	395
4.3.1 地下室墙	398
4.3.2 挡土墙	401
习题	406
第5章 框架、拱和桁架	409
5.1 框架	409
5.1.1 引言	409
5.1.2 一般设计考虑	412
5.2 矩形框架	419
5.2.1 单层单跨框架	419
5.2.2 单层多跨框架	446
5.2.3 多层刚性框架	457
5.2.4 空腹桁架	460
5.3 斜框架	461
5.3.1 一般结构概念简介	462
5.3.2 住宅建筑中的坡屋顶结构	468
5.3.3 山墙形框架结构	477
5.4 拱	484
5.4.1 历史发展	486
5.4.2 拱在荷载作用下的反应	491
5.4.3 普通拱的初步设计	503
5.4.4 小型砌体拱	507

5.5 桁架	510
5.5.1 基本的桁架特性	511
5.5.2 普通桁架的初步设计	517
5.6 大跨度骨架结构	527
5.6.1 悬臂结构	527
5.6.2 梁式建筑物	532
习题	537
 (下册)	
第 6 章 空间构(网)架	541
6.1 空间构(网)架的发展	542
6.2 简单的单层空间构(网)架	545
6.2.1 案例	545
6.2.2 空间静力学概述	548
6.3 多层空间构(网)架	556
6.3.1 设计需考虑事项	556
6.3.2 空间网架平板屋盖	570
6.3.3 平板双层空间网架的近似设计	573
6.3.4 其他双层空间网架	582
习题	585
第 7 章 折板结构	587
7.1 折板结构的类型	588
7.2 一般混凝土、钢、木折板屋盖的结构设计	592
习题	606
第 8 章 壳体结构	607
8.1 薄壳和骨架式壳体结构概述	608
8.1.1 自然界里的曲面结构	608
8.1.2 建筑中曲面结构的发展	610
8.1.3 面的分类	623
8.1.4 薄膜力	627

8.1.5	壳体结构的特征	629
8.1.6	壳体的材料	632
8.2	筒形壳体	642
8.2.1	筒形壳体的类型	643
8.2.2	圆筒形壳体中的薄膜力	647
8.2.3	筒形壳体的近似设计	649
8.2.4	筒形网格结构	659
8.2.5	非对称壳式梁	662
8.3	薄壳和骨架式圆屋顶	663
8.3.1	圆屋顶的类型	663
8.3.2	球形圆屋顶薄壳的薄膜力	672
8.3.3	薄壳圆屋顶的结构性能	676
8.3.4	混凝土薄壳圆屋顶的近似设计	680
8.3.5	骨架式圆屋顶的近似设计	684
8.3.6	其他形状穹顶的近似设计	689
8.4	双曲线抛物面	692
8.4.1	双曲线抛物面的形状	693
8.4.2	薄膜力分析	699
8.4.3	支承结构系统	703
8.4.4	双曲抛物面扭壳的结构性能和近似设计	705
8.5	其他壳体的形式	714
	习题	721
第9章	悬挂式屋盖结构	723
9.1	一般准则	725
9.1.1	稳定考虑	726
9.1.2	拉力锚固	726
9.1.3	材料	730
9.1.4	荷载	735
9.2	单索	736
9.2.1	横向荷载作用下索的反应	738
9.2.2	径向荷载作用下索的反应	753
9.2.3	预拉索	757

9.2.4 动力特性	759
9.3 索梁和索桁架	761
9.4 索支承屋盖结构	764
9.4.1 单柱和多柱索支承梁	765
9.4.2 斜拉桥	767
9.4.3 斜拉屋盖结构	769
9.5 简单悬挂式屋盖	780
9.5.1 引言	780
9.5.2 双层简单悬挂式屋盖	784
9.6 预应力薄膜和索网	785
9.6.1 边支承马鞍形屋盖结构	786
9.6.2 拱支承鞍形面结构和柱支承锥形面结构	788
9.6.3 鞍形预应力薄膜的近似设计	794
9.6.4 边缘构件的近似设计	799
9.7 杂交张拉膜结构	805
9.8 充气结构	809
9.8.1 气承结构	810
9.8.2 充气结构	830
9.8.3 其他柔性壳结构	833
9.9 典型薄膜结构的屋面细部	833
9.10 受拉基础	836
习题	838
第 10 章 高层建筑结构	843
10.1 高层建筑结构体系概述	847
10.1.1 基本概念	847
10.1.2 结构效能的考虑	851
10.2 高层建筑结构中力的传递	853
10.3 高层建筑结构基本性能	855
10.4 一般高层建筑结构简要概述	858
10.4.1 基本结构	858
10.4.2 新一代高层建筑结构	867