

Simplified Building Design for Wind
and Earthquake Forces

简化设计丛书

建筑物在风及地震作用下的简化设计 原第3版

[美] 詹姆斯·安布罗斯 迪米特理·韦尔贡 编著

董军 贾照远 陆伟东 译

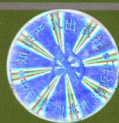
北京城市节奏科技发展有限公司 中文版策划



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



知识产权出版社
www.cnipr.com



简化设计丛书

建筑物在风及地震 作用下的简化设计

原第3版

[美] 詹姆斯·安布罗斯 迪米特理·韦尔贡 编著
董军 贾照远 陆伟东 译
北京城市节奏科技发展有限公司 中文版策划

中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn
知识产权出版社
www.cnipr.com



内容提要

本书是“简化设计丛书”中的一本，是为那些想在建筑物设计中全面考虑风和地震作用影响的人准备的。内容包括建筑物在风和地震作用下设计的基本原则，抗侧力构件和体系，设计实例和建筑结构加固四个部分。本书风格简单，容易理解，并含有大量设计问题和解答，便于自学。

本书可供建筑师、土木工程师、相关领域的专业人员使用，也可供建筑学、土木工程等专业学生学习中使用。

策划人：阳 森 张宝林 E-mail: yangsanshui@vip.sina.com; z_baolin@263.net

责任编辑：阳 森 张宝林

文字编辑：周 媛

版权登记号：01-2003-4617

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑物在风及地震作用下的简化设计：第3版 / (美)

安布罗斯，(美) 韦尔贡编著；董军，贾照远，陆伟东

译．—北京：中国水利水电出版社：知识产权出版社，

2005

(简化设计丛书)

书名原文：Simplified Building Design for Wind

and Earthquake Forces

ISBN 7-5084-2829-3

I. 建... II. ①安...②韦...③董...④贾...⑤陆...

III. ①抗风结构—结构设计②抗震结构—结构设计

IV. TU352

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 031181 号

All Rights Reserved. Authorized translation from the English language edition published by John Wiley & Sons, Inc.

本书由 John Wiley & Sons, Inc. 正式授权中国水利水电出版社和知识产权出版社以简体中文翻译、出版、发行。未经出版者书面许可，不得以任何方式和方法复制、抄袭本书的任何部分，违者皆须承担全部民事责任及刑事责任。本书封面贴有防伪标志，无此标志，不得以任何方式进行销售或从事与之相关的任何活动。

简化设计丛书

建筑物在风及地震作用下的简化设计 原第3版

[美] 詹姆斯·安布罗斯 迪米特里·韦尔贡 编著

董军 贾照远 陆伟东 译

北京城市节奏科技发展有限公司 中文版策划

中国水利水电出版社

知识产权出版社

全国各地新华书店和相关出版物销售网点经销

北京市兴怀印刷厂印刷

787mm×1092mm 16开 18.25印张 433千字

2005年10月第1版 2005年10月第1次印刷

定价：40.00元

ISBN 7-5084-2829-3

版权所有 侵权必究

如有印装质量问题，可寄中国水利水电出版社营销中心调换

(邮政编码 100044，电子邮件：sales@waterpub.com.cn)

本丛书由南京工业大学组译

帕克/安布罗斯 简化设计丛书 翻 译 委 员 会

主任委员

孙伟民，教授，一级注册结构师，南京工业大学副校长、
建筑设计研究院总工

委 员

刘伟庆，教授，博士，博导，南京工业大学副校长

陈国兴，教授，博士，博导，南京工业大学
土木工程学院院长

李鸿晶，教授，博士，南京工业大学土木工程
学院副院长

董 军，教授，博士，南京工业大学新型钢结构
研究所所长（常务）

前 言

本书是为那些需要在建筑物设计中全面考虑风和地震作用影响的人准备的。它适合在工程领域未受过高等培训或经验不甚丰富的读者群，包括多数的建筑师、建造商、景观设计师，以及其他与建筑设计和建造密切相关的人员。由于编著本书的目的是将本书作为一本基本教材或者自学读物，所以本书亦为工程专业人员在实际设计与施工中的问题作了详细的解释。

本书是继 1980 年第一次出版以来的第 3 版。而且，人们关注这些话题的必要性和紧迫性越来越大，紧跟规范、技术、设计和建设中的变化是一个持久的任务。本书保留了以前版本的基本论述，并且提供了最新的材料和对主题的一些微小的扩展。

在本书统稿的后期，一件对本书有重要影响的事情发生了，即 1994 年 1 月 17 日发生在洛杉矶北部的北岭（Northridge）地震。由于本书两位作者均是该地区的居民，所以无论从自身还是从专业角度来讲，这次地震及其灾难性的后果对两位作者都产生了很深的影响。尽管很快通过观测从这次地震事件中吸取了一些教训，但它要影响当前设计实践还需经过很长的发展阶段。本书的工作主要以出版于 1994 年晚春的现行《统一建筑规范》（Uniform Building Code，以下简称 UBC，参考文献 1）版本为依据。虽然在发生北岭地震后规范才出版，但是规范不可能从该事件中汲取教训，当然下一版本（1997 年）可以做到。当然，这就是“跳房子”游戏的本质：紧跟最新的规范

和发展实践。

我们对很多支持本书工作的人员和组织表示感谢。像往常一样，UBC 的出版商、国际建筑师联合会（International Conference of Building Officials）已授权从他们的最近版本（1994 版）中摘录广泛的材料，其他参考材料的来源是引用书中的材料。本书得以精炼的一个主要渠道是来自学生、设计委托人、学术和专业人士，以及不辞辛劳给我们意见的人的不间断的反馈（友好的和尖锐的）。

而且必须承认，没有我们的出版商约翰·威利父子（John Wiley & Sons）公司中许多人的努力和支持，本书将不存在。对于这项工程，我们特别感谢我们的出版商佩吉·伯恩斯（Peggy Burns）；编辑埃弗里特·斯梅瑟斯特（Everett Smethurst）和阿曼达·米勒（Amanda Miller）；还有威利生产部门辛勤工作的人们，尤其是罗伯特·J·弗莱彻（Robert J. Fletcher IV）和米拉格罗斯·托里斯（Milagros Torres）。

同时，我们也要感谢我们的家人和朋友，并要对合作者提供的支持和对我们工作不断的帮助表示感谢。

詹姆斯·安布罗斯

迪米特理·韦尔贡

于加利福尼亚 洛杉矶

目 录

前言

绪论	1
0.1 计算的精确度	2
0.2 符号	2
0.3 术语	3

第一部分 总 则

第 1 章 风对建筑物的作用	7
1.1 风的状态	7
1.2 风的总体效应	9
1.3 风对建筑物的主要作用	10
1.4 建筑规范对风的规定	12
1.5 对风的总体设计考虑	14
第 2 章 地震对建筑物的作用	17
2.1 地震的特性	17
2.2 地震的一般作用	18
2.3 地震对建筑物的作用	20
2.4 地震力的总体设计考虑	20
2.5 建筑规范对地震作用的规定	21
2.6 对动力响应的考虑	22

2.7 特殊问题	24
第3章 建筑物的抗侧力	26
3.1 施加风力和地震力	26
3.2 抗侧力体系的种类	28
3.3 普通结构的抗侧力	31
3.4 材料和构件的限制	35
3.5 抗侧力体系的设计考虑因素	36
第4章 建筑物的抗侧力设计	38
4.1 建筑设计要点	38
4.2 建筑造型与抗侧力的关系	39
4.3 建筑外形和 UBC	49
4.4 特殊问题	51

第二部分 抗侧力构件和体系

第5章 抗侧向荷载体系	59
5.1 箱形体系	59
5.2 支撑框架	60
5.3 抗弯框架	68
5.4 偏心支撑框架	75
5.5 框架和剪力墙混合体系	77
5.6 特殊体系	78
第6章 抗侧力体系的构件	80
6.1 水平隔板	80
6.2 竖向隔板（剪力墙）	86
6.3 传接件和系杆	91
6.4 锚固件	92
6.5 分隔缝	94
6.6 侧向力的减轻	95
第7章 抗侧力体系的特殊问题	97
7.1 体系设计考虑因素	97
7.2 不对称的影响	98
7.3 非结构构件	98
第8章 场地和基础的问题	100
8.1 建筑和场地的关系	100
8.2 场地问题	101
8.3 土的抗侧力	105

8.4 承重基础的侧向力	106
8.5 作用在深基础上的侧向力和上拔力	110
8.6 剪力墙基垫	112
8.7 杆结构	120
8.8 地面拉锚	122
8.9 特殊场地条件	123

第三部分 设计实例

第9章 设计程序和方法	127
9.1 设计管理	127
9.2 方法和帮助	128
9.3 参考标准和规范	128
9.4 计算机辅助设计	130
9.5 结构的检查	131
第10章 剪力墙体系	132
10.1 木框架剪力墙	132
10.2 砌体剪力墙	150
10.3 混凝土剪力墙	181
第11章 桁架体系	182
11.1 竖向桁架	182
11.2 水平桁架	190
11.3 桁构塔架	192
11.4 混合体系	193
第12章 抗弯框架	196
12.1 竖向平面排架	196
12.2 抗弯空间框架	207

第四部分 建筑结构的加固

第13章 加固的必要性	221
13.1 从经验中学习	221
13.2 额外的安全	223
13.3 需要加固的类型	224
13.4 建筑规范改进	226
13.5 加固手段	227
第14章 旧建筑的加固	229
14.1 可预测的脆弱性	229
14.2 保存和改造的比较	229

14.3 加固方法	230
14.4 加固的性能	231
术语表	232
附录 A 动力作用	241
A.1 运动学	241
A.2 动力学	242
A.3 简谐运动	243
A.4 建筑中的动力作用	245
A.5 等效静力作用	246
附录 B 1994 年版 UBC 摘录	247
附录 C 砌体结构数据	261
附录 D 建筑结构的重量	265
学习指南	269
一般问题的答案	272
参考文献	274
单位转换表	276
译后记	277
简化设计丛书	279

绪 论

编著本书的目的是在建筑结构设计时，为考虑风及地震作用提供学习参考资料。对这些主题的讨论是针对那些未受到结构工程专业的具体培训，但对简单结构分析和设计有一定背景经验的人员。介绍的材料包括背景主题的发展，如风和地震作用的基本方面和动力特性的基本原理，就像在结构设计中考考虑设计情形一样。

由书名可知，本书主要讨论的范围是有限的。这些局限性可以通过所讨论问题的复杂程度和采用的方法表明，主要是关于数学分析的难易程度和设计方法的复杂性。为了突破上述局限，我们认为读者已经作了具体的最小限度的准备工作，且每个读者应该使自己适用以上的假定。对于那些缺乏准备的人，参考文献所列书目作为补充学习是有帮助的。对于在数学上有更高的能力或在应用力学和结构分析中有更深背景的读者，这本书可作为向更高层次学习的跳板。

在应用设计例题中主要的数学工作仅限于简单的代数学和几何学，在处理动力问题的基本原理和分析设计中解释有关方程时，偶尔需要运用三角学、向量分析和微积分。有这种数学背景的读者将更容易理解公式的推导原理，虽然它们的实际应用中仅涉及简单的代数学和算术学。如果人们想追求对超出本书范围的主题的学习，建议学习高等微积分、偏微分方程和矩阵分析方法。

读者需要准备一些与主题相关的应用力学和结构分析与设计的知识。这包括静力学、材料的基本强度，以及木结构、钢结构和混凝土结构基本构件的设计等知识。当有些例题涉及超静定结构的分析时，本书介绍的简化近似方法应该能稍有背景知识的读者很好地理解。对于这个问题更严密和更准确的分析，或对更复杂问题的研究，建议读者对超静定结构分析做一个总体的研究。

第三个需要掌握的背景知识是美国现行的建筑物建造的一般材料和方法，读者应该熟

2 绪论

悉建造过程、相关规范和标准，以及木结构、钢结构和混凝土结构的一般数据。

本书使用的最主要参考书是 1994 年版的 UBC。本书的设计例题使用了其中的一般要求、分析程序和一些具体数据。UBC 中很多与风和地震作用直接相关的材料见本书附录 B。然而，建议读者备有整个规范的副本，因为它包含大量与具体材料的使用、一般结构设计要求、建筑设计和施工中的各问题相关的附加材料。

在实际设计条件下，每个建筑物一般还要遵守特殊的地方规范权限的规定。多数的大城市、许多地区和一些州都有它们自己的规范。许多情况下，这些规范主要是以所谓的“样本”规范为基础的，例如 UBC，然后对局部细节和实践进行修改和补充。建议想在某一特殊地区工作的读者能拥有一本根据该地区修改的规范副本，并在具体工作使用时就有关条例与 UBC 进行比较。

为与科研进展、工程实践及分析和设计技术等保持同步发展，包括 UBC 在内的建筑规范要经常进行修订。UBC 的出版商一般遵循每三年发行一新版本的惯例。在实际设计工作中，读者应该确信所使用的参考资料是最新版的并且是当时生效的。预防使用过时的资料的警告同样适用于手册、行业小册子和细部指南等。

使用简化这个词并不意味着对于风和地震作用的所有设计都能靠几个简单的方法来进行。相反，这个领域的很多问题是很复杂的且人们至今还没有完全理解，结构设计中的具体情况需要专业的工程师和研究人员的认真、能力和不断的努力。我们有意识地限制了这本书的资料，是为了让处在结构设计学习起步阶段的人员相对容易的理解和掌握本书的内容。对于那些仅限于像本书例题那样相对简单的情况的有关设计，掌握这些资料将提供有用的工作技能。对于那些期待继续进行更高层次的分析和设计方面学习的人员，该资料将提供很好的介绍。

0.1 计算的精确度

在专业的设计公司，现在的结构计算通常由计算机完成，特别当工作很复杂或重复时。建议任何想参加专业设计工作的人员掌握应用计算机辅助设计，拥有相应的背景和经验。本书的计算工作是很简单的，由一个袖珍计算器就能完成。建议读者都应有这样一个计算器，“科学型”八进制计算器就足够了。

大部分情况下结构计算能够四舍五入成整数。小数点后超过三位对于精度来说不那么重要，这代表本书使用的设计水平。在一些例子中，为确保最后答案满足精度要求，开始阶段要执行精确的算法。然而，本书的多数工作是通过八进制袖珍计算器来完成的。

0.2 符号

表 0.1 中的简写符号是经常用到的：

表 0.1 常用的简写符号表

符 号	符号意义	符 号	符号意义
$>$	大于	6'	6 英尺
$<$	小于	6"	6 英寸
$\geq$	大于或等于	Σ	求和
$\leq$	小于或等于	ΔL	L 的增量

0.3 术语

目前在结构设计领域符号的使用缺乏一致性,这导致在力学和材料强度中标准符号的使用很复杂。在这个领域应用的一些符号是由单个团体(特别是那些和单个基本材料如木材、钢、混凝土、砌体等有关的团体)所规定,每个都有其特殊的符号。因此同一种应力(如梁中的剪应力)或同一种符号(f_c)在结构计算时可以代表很多种意思。为了在本书中保持一致,我们使用以下的术语,其中大多数与目前结构设计中使用的保持一致。

- a ——力臂,加速度,面积的增量;
- A ——表面或截面的毛(总)面积;
- b ——梁横截面的宽度;
- B ——弯曲系数;
- c ——中性轴到梁横截面边缘的距离;
- d ——梁横截面高或桁架总高度;
- D ——直径,挠度;
- e ——偏心距(荷载作用点到中性轴、质心或受荷物体形心的距离),延伸率;
- E ——弹性模量(单位应力和伴随的单位应变的比率);
- f ——计算单位应力;
- F ——力,允许单位应力;
- g ——重力加速度;
- G ——弹性体剪切模量;
- h ——高度;
- H ——力的水平分量;
- I ——惯性矩(面积平面内关于一个轴的附加力矩);
- J ——扭转(极)惯性矩;
- K ——长细比中的有效长度系数(柱: KL/r);
- M ——弯矩;
- n ——模比(两种不同材料的弹模比);
- N ——数目;
- p ——百分比;单位压力;
- P ——集中荷载(力作用于一点);
- r ——截面的回转半径;
- R ——半径(对于圆等);
- s ——一系列物体中心到中心的距离,移动物体运动(位移)的距离,应变或单位挠度;
- t ——厚度,时间;
- T ——温度,扭矩,基本自振周期;
- V ——毛(总)剪力,力的竖向分量;
- w ——宽度,梁上均布荷载单位;

4 绪论

W ——梁上均布荷载的总值，物体的总重量；

Δ ——有限增量；

θ ——角度；

μ ——摩擦系数；

Σ ——求和；

φ ——角度；

在工程的每个领域应用了一些特殊符号。在风和地震作用设计领域使用的特殊符号一般在建筑规范中有所反映。我们使用的符号来自 UBC 中的相关方面，这将在风及地震作用设计的具体章节中给予解释和说明。

第一部分

总 则

第 1 章

风对建筑物的作用

风是指流动的空气。空气有其特殊的质量（密度或重量），并以特殊的速度向特定的方向移动。因此，它的动能表示为

$$E = \frac{1}{2}mv^2$$

当运动的气流遇到一静止物体时，几个作用将结合起来对物体施加一个力。本章将讨论这个力的本质、影响力的变量和把作用转化为结构设计中使用的标准。

1.1 风的状态

建筑设计中考虑的风的状态主要是指暴风，特指高速的地面风。这些风总体上与以下各情况的其中之一有关系。

1. 龙卷风

龙卷风经常出现在美国的中西部，偶尔在其他地区也会出现。在沿海地区，它经常是由海岸边的海风所引起的。虽然暴风的中心是作用最猛烈的，周围大面积内的高速的地面风与这些风共同作用，但是在任何给定地区，这些暴风通常持续很短时间就消散或者已经通过该地区。

2. 飓风

与龙卷风飓风持续时间比较短（最多几个小时）不同，但飓风却能维持好几天的暴风状态。飓风常出现在美国的大西洋和海湾沿海地区。虽然它们在海上形成并发展成暴风，但是它们却经常可以在海岸漂泊并且在消失前在陆上移动一定的距离。和龙卷风一样，最大风速出现在飓风的中心，但是它能发展影响周围很大面积，即使飓风停留在海上也能影响从海岸到陆地的广大区域。