

钢筋混凝土 和砌体结构的抗震设计

Seismic Design of Reinforced Concrete
and Masonry Buildings

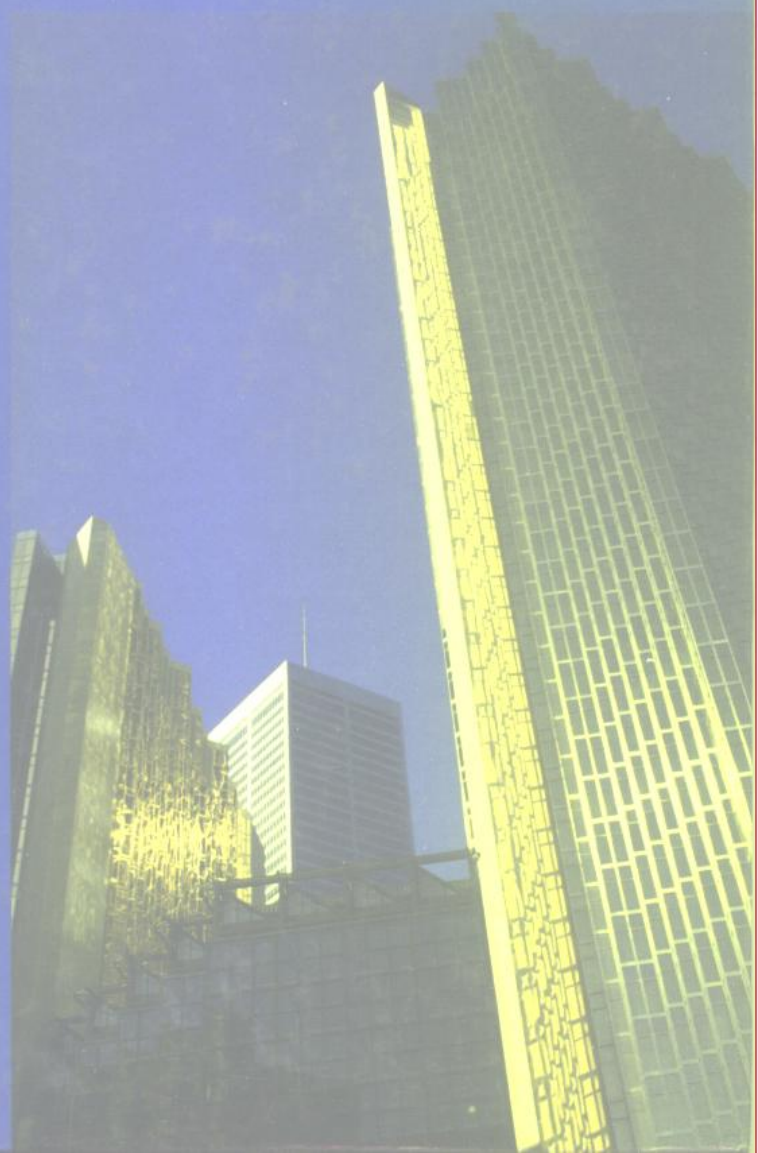
〔新西兰〕T. 鲍雷

著

〔美国〕M.J.N. 普里斯特利

戴瑞同 陈世鸣 林宗凡 译
王敬宇 李正升 谢文渊

中国建筑工业出版社



钢筋混凝土和砌体结构的 抗震设计

SEISMIC DESIGN OF REINFORCED CONCRETE AND MASONRY BUILDINGS

[新西兰] T. 鲍 雷 著
[美 国] M. J. N. 普里斯特利
戴瑞同 陈世鸣 林宗凡 译
王敬宇 李正升 谢文渊

中国建筑工业出版社

(京) 新登字 035 号

图字: 01—97—2006 号

图书在版编目 (CIP) 数据

钢筋混凝土和砌体结构的抗震设计 / (新西兰) 鲍雷,
(美) 普里斯特利著; 戴瑞同等译. — 北京: 中国建筑工程出版社, 1999

书名原文: Seismic Design of Reinforced Concrete
and Masonry Buildings

ISBN 7-112-03769-7

I. 钢… I. ①鲍… ②普… ③戴… II. ①钢筋混凝土
结构: 抗震结构-结构设计②砌块结构: 抗震结构-结构设计
N. TU352.104

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 05574 号

Copyright ©1992 by John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

美国 John Wiley & Sons 出版公司正式授权中国建筑工程出版社出版发行本书中文版。

Seismic design of reinforced concrete and masonry buildings/T. Paulay, M. J. N. Priestley.
John Wiley & Sons, Inc. 605 Third Avenue, New York, NY10158-0012

钢筋混凝土和砌体结构的抗震设计

【新西兰】T. 鲍雷

【美国】M. J. N. 普里斯特利

著

戴瑞同 陈世鸣 林宗凡

王敬宇 李正升 谢文渊

译

01166/23

中国建筑工程出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京市彩桥印刷厂印刷

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 32 字数: 776 千字

1999 年 6 月第一版 1999 年 6 月第一次印刷

定价: 47.00 元

ISBN 7-112-03769-7

TU·2913 (8986)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本书介绍如何使钢筋混凝土和砌体结构体系具有足够的延性变形能力,以形成可行的塑性机构来满足地震作用下结构的地震反应。并以这一概念为基础提出一个定量的“能力设计方法”进行抗震设计。本书以介绍设计方法和应用程序为主,但贯穿了上述理论和构造方法的详细说明,使设计者能充分掌握设计方法的基本理论和原理。全书分9章,前3章介绍抗震设计原理,以及地震和结构性能的基本理论,然后分别介绍延性框架、结构墙、复合结构体系、砌体结构、有限延性钢筋混凝土结构及基础的设计方法。本书可供土木工程专业工程技术人员、大专院校师生学习和参考。

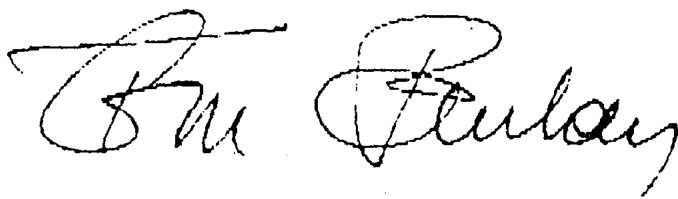
* * *

责任编辑:王跃 赵梦梅

为本书中文版所写的序

"It gives us the authors, great pleasure and satisfaction that through its translation our work is being made available to the structural engineering profession in China. We are very aware of the large risk to which certain parts of China are exposed because of periodic devastating earthquakes in those regions. Our primary aim was to address practising structural design engineers with the hope that they will, in their everyday work, utilize the principles presented in this book. We firmly believe that the simple rational design strategy advocated, followed up by an equally important aspect of seismic design, the very careful detailing of all potentially critical regions of a building, will, in the event of a major earthquake, prevent the loss of life, and for moderate earthquakes mitigate damage. We extend our best wishes to our colleagues and also wish them much success in deriving significant benefits from this book in their endeavour to protect the people of China.

Christchurch, New Zealand,
March 1999"



把《SEISMIC DESIGN OF REINFORCED CONCRETE AND MASONRY BUILDINGS》一书译成中文，为中国的结构工程专业人士所享用，这使我们感到非常的愉快和满足。我们强烈地意识到，由于周期性的地震肆虐，中国某些地区存在着巨大的危险。我们的首要目标是，教会有实践经验的结构设计工程师们，希望他们在每天的工作中，自觉地应用本书所提出的原理。我们所倡导的设计思路是：抗震设计的一个重要方面是由加强建筑物所有潜在临界部位的构造措施来作保证的。我们坚信，遵照这一简单合理的思路进行设计，必将使人民在大地震中避免丧生，在中等烈度的地震中减少损失。向我们的同行们致以最诚挚的问候，祝愿他们从本书中获益，并在保护中国人民免受震害的努力中取得巨大成功。

T. 鲍雷 (Tom Paulay)
克赖斯特彻奇，新西兰，1999年3月

译者序

新西兰坎特伯雷大学鲍雷教授 (T. Paulay) 是国际著名的钢筋混凝土结构学专家, 是结构抗震能力设计方法的创造者之一, 他以精深的抗震理论和丰富的实践经验享誉国际土木工程界。1988 年鲍雷教授曾访问中国, 在北京和上海讲学, 他的渊博学识给我国结构工程界的同行留下了深刻的印象。鲍雷教授从 1983 年起, 与美国加州大学圣地亚哥分校的普里斯特利教授 (M. J. N. Priestley) 合作, 编著《Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings》一书, 历时八年, 其间经多方征询意见, 修改补充, 于 1991 年方得以脱稿, 1992 年由美国约翰威利父子公司 (JOHN WILEY & SONS, INC.) 正式出版。

《Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings》一书堪称论述钢筋混凝土和砌体结构抗震设计原理和方法的经典巨著。本人于 1985 年至 1987 年在坎特伯雷大学做研究工作期间, 读到了该书的第一稿, 并有幸逐章逐节地与鲍雷教授进行了深入的讨论, 受益匪浅, 从那时起, 就萌生了翻译全书的愿望。虽然该书所阐述的结构抗震设计方法如今已被世界上许多国家 (包括中国) 的规范所采用, 其原理已为大家所熟识, 但每次读到原著, 都仍有一种新鲜的感觉。现在经全体译者努力, 该书的中文版《钢筋混凝土和砌体结构的抗震设计》一书终于问世了。广大的中国读者可以从中更全面地领略到国际大师的结构抗震设计思想和理论, 更准确地理解和掌握抗震设计的原理和方法。

本书以定量的能力设计方法为主线, 贯穿全书。其一大特点是注重抗震设计基本原理和概念的论述。本书作者认为, 抗震设计的重点不是在理论分析上, 而是在设计本身, 所以论述的重点又放在设计中对这些原理和概念的运用, 强调一个好的抗震设计是当建筑物可能遇到地震时能按照设计者预想并可行的塑性变形方式作出反应。为此, 作者在书中详细地介绍了钢筋混凝土延性框架、结构墙、复合体系、加筋砌体、有限延性建筑物和基础等结构的设计方法和应用程序。本书的另一特点是强调构造措施在结构抗震设计中的重要性, 针对不同的结构提出了多种行之有效的钢筋细部构造的建议, 并给各种构造措施以定量的描述。本书还附有大量的典型实例和内容详尽的应用说明, 给读者以非常直观的启示, 有利于读者的理解运用。

本书的翻译工作由戴瑞同 (第 1、8 章和第 4 章的后半部分)、陈世鸣 (第 5、6、7 章和第 4 章的前半部分)、林宗凡 (第 3 章)、王敬宇和李正升 (第 2 章)、谢文渊 (第 9 章) 等同志担任, 杨小霞同志也参加了第 8 章的翻译。全书由戴瑞同教授整理并统稿, 陈世鸣教授协助。

本书的翻译得到了鲍雷教授的亲切鼓励。早在十多年前, 鲍雷教授专心致志地编写他的著作时, 就希望该书出版后能尽快介绍给广大的中国读者。为此, 他始终关注本书的翻译, 并适时给译者提出了宝贵的指导性意见, 现借本书中文版出版之机, 谨向鲍雷教授表示衷心的感谢。另外, 在香港建筑署就职的张百钊博士也为本书的翻译提供了许多帮助, 借此机会, 谨表达对张博士的谢意。

参加翻译的全体同仁为本书的出版倾注了大量的心血，以使译文尽量忠实于原著，但限于译者，特别是本人的专业水平和语言能力，错误在所难免，敬请各位读者批评指正。

戴瑞同

序 言

多年来在结构工程上教学和设计的经验以及从事大量有关钢筋混凝土和砌体建筑物的研究,激发我们致力于本书的写作。众所周知,新西兰和加利福尼亚均处在重大地震活动的区域,所以我们的兴趣自然地主要集中在强烈地震下的结构反应。由于我们的研究一直与结构设计工作保持密切联系,因而比较容易地将其成果转化为相对简单的设计建议,其中有许多建议多年来已在新西兰获得应用。

本书不仅对地震区的结构工程师有用,也适用于已经初学了钢筋混凝土理论并打算在抗震设计理论和实践方面深造的学生。重点是放在设计上而不是理论分析上,因为在描述预想地面运动的有关特性时,存有大量难以预料的情况,使详细而复杂的分析计算并不十分可靠。同时,将着重通过应用设计原理,用“告诉”建筑物在可能的大震下该如何作出反应的办法,来指明设计的界定范围和前景。

本书前面3章介绍了抗震设计的基本概念,叙述了地震的起因与作用,确定地震强度、结构反应,以及在设计中应考虑的地震作用的现行计算方法,并概括了公认的钢筋混凝土和砌体构件设计原理。余下的6章中包含了相当详尽的典型建筑结构的设计资料,如钢筋混凝土延性框架、结构墙、复合结构体系、加筋砌体结构、有限延性建筑物和基础体系等。

因为几乎所有的抗震结构体系都必须拥有足够的延性变形能力,所以应强调建立一个合理的,以明确和可行的塑性机构方式形成多道防御体系的重要性。定量的能力设计原理体现了这一特点,这一原理将作为指导原则贯穿于本书之中。书中还附有大量的实例,和一些内容详尽的应用说明,其中包括为确保达到所要求的延性能力而建议的钢筋细部构造。设计以基本原理为基础,而这些原理并不完全遵守建筑规范的规定。但是在规范通用条款的编制都参考了这些原理,特别美国和新西兰规范中对那些条款的编制,是非常相似的。在地震中观察到的结构破坏,无一例外地显示出其最主要的薄弱环节在于设计时没有对构造给予充分的重视,以致结构构造措施不当,并实施不力。为此,本书突出强调对相应的构造措施给以合理的定量。

我们由衷地感谢来自坎特伯雷大学和加州大学圣地亚哥分校同事们的支持和帮助,感谢研究生和技术员所作出的贡献。我们特别要感谢Robert Park教授,一位与我们在一个和谐的研究集体中相处了二十多年的受人尊敬的同事,在本书的写作期间,给了我们无穷无尽的支持,他的大量的结构抗震设计研究成果在本书中得到了广泛的应用。我们的同事,特别是瑞士联邦技术研究院的Hugo Bachmann教授和Konrad Moser教授的建设性建议使本书增色不少。还有,我们感谢新西兰国家地震工程学会的有效支持,其作为收集来自工程界各个方面的资料和成果的媒介和协调者,为本书的创作提供了大量的信息来源。

我们非常感谢Jo Johns、Joan Welte、Maria Martin,特别是Denise. Forbes等各位女士,她们完成了本书各个章节的打印和校对,还要感谢Valerie Grey女士,她为本书绘制了几乎所有的插图。

我们还希望得到家属们的宽恕，我们本应与他们共享时光，而不是埋头写作。在此，我们表达对妻子们的深深谢意，没有她们的支持、关心、容忍以及所付出的爱，本书是不可能问世的。

汤姆·鲍雷

奈杰尔·普里斯特利

克赖斯特彻奇和圣地亚哥

1991年3月

目 录

1 导论：抗震设计概念	1	(b) 活荷载 (L)	18
1.1 抗震设计和抗震性能：		(c) 地震力 (E)	19
综述	1	(d) 风力 (W)	19
1.1.1 抗震设计的极限状态	6	(e) 其他作用力	19
(a) 使用极限状态	6	1.3.2 荷载组合和力的效应	19
(b) 破坏控制极限状态	6	1.3.3 各种强度的定义及其相互	
(c) 免坍极限状态	6	关系	21
1.1.2 结构性能	7	(a) 要求强度 (S_a)	21
(a) 刚度	7	(b) 理想强度 (S_i)	21
(b) 强度	7	(c) 可能强度 (S_p)	21
(c) 延性	7	(d) 超强强度 (S_o)	22
1.2 抗震结构体系的基本要求	8	(e) 各种强度的相互关系	22
1.2.1 抗震结构体系	9	(f) 弯曲超强系数 (ϕ_o)	22
(a) 框架体系	9	(g) 体系超强系数 (ψ_o)	23
(b) 结构墙体系	9	1.3.4 强度降低系数	23
(c) 复合结构体系	9	1.4 能力设计原理	24
1.2.2 地震反应	10	1.4.1 主要特点	24
(a) 竖向地震反应：建筑物看作		1.4.2 图示比拟	25
一根垂直悬臂梁	10	1.4.3 结构的能力设计	26
(b) 水平向地震反应：质量中心		1.4.4 示例	27
和刚度中心	10		
1.2.3 建筑物形式对地震反应的		2 地震的起因和作用	29
影响	12	地震烈度→结构反应→地震作用	
(a) 楼层薄膜作用	12		29
(b) 扭转效应的改善	13	2.1 地震烈度	29
(c) 建筑物竖向布置	14	2.1.1 引言：成因和作用	29
1.2.4 按设计的延性水准对结构		2.1.2 地震波	31
分类	16	2.1.3 地震等级和地震烈度	32
(a) 弹性反应	16	(a) 地震等级	32
(b) 延性反应	17	(b) 地震烈度	33
1.3 设计参量定义	18	2.1.4 地震加速度特性	33
1.3.1 设计荷载和作用力	18	(a) 地震加速度	33
(a) 恒荷载 (D)	18	(b) 垂直加速度	34

(c) 场地土刚度的影响	34	(a) 无约束混凝土的应力-应	
(d) 方向效应	34	变曲线	59
(e) 地理位置的放大作用	35	(b) 无约束混凝土中压应力图	
2.1.5 衰减关系	36	块的设计参数	60
2.2 地震设计值的选取	37	(c) 混凝土的抗拉强度	61
2.2.1 地震烈度与地面加速度的		3.2.2 约束混凝土	61
关系	37	(a) 横向钢筋的约束作用	61
2.2.2 重复周期:地震出现的概率 ..	38	(b) 约束混凝土的受压应力-	
2.2.3 地震危险率	40	应变关系	62
2.2.4 影响设计烈度的因素	40	(c) 周期荷载对混凝土应力-应	
(a) 设计极限状态	40	变关系的影响	63
(b) 经济方面考虑	41	(d) 应变速率对混凝土应力-应	
2.3 结构的动力特性	42	变关系的影响	64
2.3.1 水平地面加速度作用下的单		(e) 约束混凝土压应力图	
自由度体系的反应特性	43	块的设计参数	64
(a) 刚度	43	3.2.3 砌体	65
(b) 阻尼	43	(a) 复合材料的抗压强度	66
(c) 周期	44	(b) 无浆砌体	67
2.3.2 弹性反应谱	44	(c) 灌浆混凝土砌体	68
2.3.3 单自由度体系的非线性反应		(d) 灌浆砖砌体	69
特性	46	(e) 弹性模量	69
2.3.4 非线性反应谱	47	(f) 非约束及约束砌体的受压	
2.3.5 多层建筑的反应特性	49	应力-应变关系	69
2.4 设计作用力的确定	49	(g) 砌体压应力图块的设计	
2.4.1 非线性动力时程分析	50	参数	70
2.4.2 振型叠加法	50	3.2.4 钢筋	71
2.4.3 等效侧向力的计算方法	51	(a) 单调加载性能	71
(a) 第一振型周期	52	(b) 非弹性周期性反应	72
(b) 影响基底剪力的因素	53	(c) 应变速率效应	72
(c) 基底剪力沿建筑物高度的		(d) 温度和应变龄期效应	72
分配	55	(e) 超强系数 (λ_0)	72
(d) 水平作用力分析	57	3.3 构件截面分析	73
(e) 顶部位移和层间位移的		3.3.1 混凝土和砌体截面的抗弯强度	
估计	57	公式	73
(f) 框架结构中的 $P-\Delta$		(a) 假定	73
效应	57	(b) 梁截面抗弯强度	73
(g) 扭转效应	58	(c) 柱和墙截面抗弯强度	74
3 构件设计原理	59	3.3.2 抗剪强度	76
3.1 引言	59	(a) 斜向受拉和受压破坏的	
3.2 材料	59	控制	76
3.2.1 无约束混凝土	59	(b) 滑移剪力	79
		(c) 梁柱节点中的剪力	81
		3.3.3 扭转	81

3.4 截面设计.....	81	4.2.4 重力荷载下的近似弹性 分析.....	103
3.4.1 强度折减系数	82	4.2.5 水平荷载下的弹性分析.....	103
3.4.2 钢筋的限制	82	(a) 平面分析.....	103
3.4.3 构件的尺寸比例	83	(b) 框架间的水平力分配.....	104
3.5 延性关系.....	83	(c) 计算机分析	105
3.5.1 应变延性	84	4.2.6 框架体系的规整.....	105
3.5.2 曲率延性	84	(a) 竖向规整度.....	106
(a) 屈服曲率	84	(b) 水平规整度.....	106
(b) 最大曲率	85	4.3 梁上设计作用力的推导	106
(c) 影响曲率延性的因素	85	4.3.1 设计作用力的重分布.....	106
3.5.3 位移延性	86	4.3.2 弯矩重分布的目标.....	108
3.5.4 曲率延性与位移延性的关系	86	4.3.3 弯矩重分布的平衡条件.....	108
(a) 屈服位移	87	4.3.4 重分布准则.....	110
(b) 最大位移	87	4.3.5 弯矩重分布实例.....	111
(c) 塑性铰长度	87	4.3.6 非线性柱中的弯矩重分布.....	112
3.5.5 构件和系统的延性	88	4.3.7 确定梁设计弯矩的图解法.....	113
(a) 若干塑性铰形成的同 时性	88	4.4 设计程序	114
(b) 运动关系	88	4.4.1 能力设计步骤.....	114
(c) 屈服位移与塑性位移的 产生	88	(a) 梁的弯曲设计.....	114
3.5.6 以试验验证延性能力	90	(b) 梁的剪切设计.....	114
3.6 构造	90	(c) 柱的弯曲强度.....	115
3.6.1 柱子延性要求的构造措施	90	(d) 柱的横向钢筋	115
(a) 约束用的横向钢筋	91	(e) 梁-柱节点设计	115
(b) 柱中纵向钢筋的间距	91	4.4.2 楼盖设计.....	115
3.6.2 粘结和锚固	92	4.5 梁的设计	115
(a) 钢筋强度的发挥	92	4.5.1 梁的弯曲强度.....	115
(b) 搭接连接	93	(a) 弯曲强度设计.....	116
(c) 对锚固的几点附加考虑	94	(b) 有效受拉钢筋.....	117
3.6.3 抗弯钢筋的切断	95	(c) 弯曲受拉钢筋的数量 限制	118
3.6.4 横向钢筋	96	(d) 潜在塑性铰区域	119
4 钢筋混凝土延性框架	98	(e) 塑性铰区的弯曲超强	122
4.1 结构模式.....	98	(f) 梁的超强系数 (ϕ_o)	123
4.1.1 一般假定	98	(g) 体系的超强系数 (ϕ_o)	123
4.1.2 几何形状的抽象	99	(h) 超强系数推演实例.....	123
4.1.3 刚度模式.....	100	4.5.2 受弯钢筋的锚固和切断.....	125
4.2 分析方法	102	4.5.3 梁的剪切强度.....	126
4.2.1 “精确”的弹性分析.....	102	(a) 设计剪力的确定.....	126
4.2.2 非线性分析.....	102	(b) 设计剪切强度的规定	127
4.2.3 修正的弹性分析.....	102	4.5.4 构造要求.....	127

4.6	柱子设计	129	4.7.2	现有通用方法	147
4.6.1	现有设计方法的局限	129	4.7.3	稳定指数	147
4.6.2	定量的能力设计方法	130	4.7.4	$P-\Delta$ 效应对非线性动力	
4.6.3	因梁上塑性铰区弯曲超强引			反应的影响	149
	起柱的弯矩增大	130		(a) 能量耗损	149
	(a) 二层以上柱	130		(b) 弹性框架的刚度	149
	(b) 底层柱	131		(c) 最大层间位移	149
	(c) 顶层柱	132		(d) 延性要求	150
	(d) 鞭梢效应控制的柱	132	4.7.5	强度调整	150
4.6.4	柱弯矩的动力放大	132		(a) 以能量吸收补偿强度	150
	(a) 单向框架柱	133		(b) 层间位移估算	150
	(b) 双向框架柱	134		(c) 必需的层间弯矩能力	151
	(c) 对柱基和顶层柱要求的		4.7.6	总结和 design 建议	151
	弯曲强度	134	4.8	梁柱节点	153
	(d) 动力反应的高振型影响		4.8.1	通用设计准则	153
		134	4.8.2	性能标准	154
	(e) 鞭梢效应控制的柱	135	4.8.3	节点受力特性	154
4.6.5	柱子设计弯矩	135		(a) 平衡准则	154
	(a) 节点处柱的设计弯矩	135		(b) 剪切强度	156
	(b) 临界柱截面	136		(c) 粘结强度	156
	(c) 设计弯矩的折减	136	4.8.4	框架中应用的节点类型	157
4.6.6	设计轴向力的估算	137		(a) 受邻接构件形状影响的	
4.6.7	柱子设计剪力	138		节点	157
	(a) 典型柱的剪力	138		(b) 弹性和非弹性节点	157
	(b) 底层柱的设计剪力	139	4.8.5	内节点的剪切机理	158
	(c) 双向框架柱的剪力	139		(a) 节点上的内力分布及	
	(d) 顶层柱的剪力	139		作用点	158
4.6.8	确定柱子上各项设计作用			(b) 节点剪力的演算	159
	力的步骤: 小结	139		(c) 混凝土对节点剪切强度的	
4.6.9	柱内竖向钢筋的选取	140		作用	160
4.6.10	柱子钢筋的接头位置	142		(d) 节点剪切钢筋对节点剪	
4.6.11	横向钢筋设计	143		切强度的作用	160
	(a) 概述	143	4.8.6	钢筋锚固对加强节点强度的	
	(b) 横向钢筋的设置和			作用	161
	形状	143		(a) 影响粘结强度的因素	161
	(c) 抗剪作用	145		(b) 平均粘结强度要求	163
	(d) 受压纵筋的侧向支撑			(c) 内节点中粘结力的	
	作用	145		分布	166
	(e) 混凝土的约束作用	145		(d) 柱子钢筋的锚固要求	167
	(f) 纵筋搭接处的横向		4.8.7	节点的抗剪要求	167
	钢筋	146		(a) 斜撑机理作用 (V_{ch} 和	
4.7	框架失稳	147		V_{cv})	168
4.7.1	$P-\Delta$ 现象	147		(b) 桁架机理作用 (V_{sh} 和	

V_{sv})	170	4.11.2 材料性能	196
(c) 节点剪应力和节点 尺寸	171	4.11.3 规定的荷载和设计作用力 ...	197
(d) 节点剪力限制	172	(a) 重力荷载	197
(e) 弹性节点	173	(b) 地震作用	198
4.8.8 双向框架节点	173	4.11.4 构件的刚度特征	198
4.8.9 内节点的几种特殊情况	175	(a) 东西向框架构件	198
(a) 楼板的作用	175	(b) 南北向框架构件	199
(b) 非常规尺寸的节点	176	4.11.5 重力荷载作用下框架分析 ...	200
(c) 偏心节点	178	4.11.6 侧向力作用下的分析	205
(d) 非弹性柱的节点	178	(a) 基底总剪力	205
4.8.10 可供选择的内节点构造	179	(b) 沿结构高度侧向力的 分配	205
(a) 梁纵筋用焊接锚板 锚固	179	(c) 扭转效应和不规则 变化	205
(b) 斜向节点剪切钢筋	179	(d) 侧向力在全部柱子中的 分配	207
(c) 水平加腋节点	179	(e) 因侧向力引起的 5—6— 7—8 框架内力	208
4.8.11 外节点的受力机理	180	(f) 因侧向力引起的 1—2—C— 3—4 梁的内力	210
(a) 外节点上的作用力	180	4.11.7 三层楼面梁的设计	210
(b) 节点剪切机理作用	181	(a) 边跨梁	210
(c) 节点剪切钢筋	181	(b) 内跨梁	212
(d) 外节点锚固	182	4.11.8 柱子设计	217
(e) 弹性外节点	184	(a) 三层楼面外柱 5	217
4.8.12 设计步骤: 小结	185	(b) 三层楼面内柱 6	219
4.9 重力荷载控制的框架	186	(c) 一层楼面内柱 6	220
4.9.1 超过需要的潜在抗震强度	186	4.11.9 三层楼面梁-柱节点的 设计	222
4.9.2 层间侧移机构的潜在强度 估算	187	(a) 柱 6 处的内节点	222
4.9.3 减小侧向抗力的考虑	189	(b) 柱 5 处的外节点	224
(a) 侧向抗力的最低标准	189	5 结构墙	225
(b) 梁铰变形机构	190	5.1 引言	225
(c) 柱子上布置塑性铰	191	5.2 结构墙体系	226
(d) 梁上塑性铰的最佳 位置	192	5.2.1 结构墙布置技巧	226
4.9.4 剪切设计	192	5.2.2 截面形状	229
4.10 地震作用控制的框筒 结构	193	5.2.3 竖向变化	230
4.10.1 设计特点	193	(a) 不开洞悬臂墙	230
4.10.2 配置斜向钢筋的托墙梁	193	(b) 开洞结构墙	231
4.10.3 特殊构造要求	194	5.3 分析程序	234
4.10.4 观察到的梁的受力性能	195	5.3.1 模式假定	234
4.11 八层框架的设计实例	196	(a) 构件刚度	234
4.11.1 项目的一般描述	196		

(b) 几何模型	235	5.7 矮墙	295
(c) 墙截面分析	235	5.7.1 矮墙的作用	295
5.3.2 等效静态侧向力作用下的		5.7.2 弯曲特性和钢筋布置	295
分析	237	5.7.3 抗剪机理	296
(a) 相互作用的悬臂墙	237	(a) 斜拉破坏	296
(b) 联肢墙	238	(b) 斜压破坏	296
(c) 侧向力在墙肢间的重		(c) 滑移剪切现象	296
分配	240	5.7.4 滑移剪切控制	297
5.4 墙构件的强度和延性设计 ..	242	(a) 延性要求	299
5.4.1 结构墙的破坏模式	242	(b) 墙内垂直钢筋的抗滑移	
5.4.2 弯曲强度	243	剪切作用	299
(a) 弯曲强度设计	243	(c) 受压区的相对尺寸	299
(b) 纵向钢筋配筋率的		(d) 斜向钢筋的有效性	300
限制	244	(e) 复合作用	301
(c) 弯曲钢筋的切断	245	5.7.5 斜拉控制	301
(d) 墙基处的弯曲超强	246	5.7.6 带框的矮墙	302
5.4.3 延性和失稳	247	5.7.7 开洞的矮墙	302
(a) 弯曲特性	247	5.7.8 矮墙的设计实例	304
(b) 墙体之间的延性关系	248	(a) 承受大震作用的矮墙	304
(c) 墙的稳定	248	(b) 适用承受大震作用矮墙	
(d) 曲率延性的限制	251	的其他可供选择的设计	
(e) 结构墙截面的混凝土			306
约束	253	(c) 承受小震作用的矮墙	308
5.4.4 剪切控制	255	(d) 开洞的矮墙	309
(a) 剪力的确定	255		
(b) 斜拉和斜压的控制	257	6 复合结构体系	313
(c) 墙的滑移剪切	258	6.1 引言	313
5.4.5 连梁强度	259	6.2 弹性复合结构体系的类型、	
(a) 破坏机理和性能	259	模式和性能	314
(b) 梁的配筋设计	260	6.2.1 共同受力的框架和悬臂墙	314
(c) 墙之间板的联结作用	261	6.2.2 用梁联结的延性框架和墙	316
5.5 悬臂墙体系的能力设计	263	6.2.3 落在可变形基础上的带墙复	
5.5.1 概述	263	合结构体系	317
5.5.2 悬臂墙体系的设计实例	264	6.2.4 允许侧向摇摆的墙和三维	
(a) 例题的一般描述	265	效应	318
(b) 设计步骤	266	6.2.5 局部高度墙体与框架的共同	
5.6 延性联肢墙结构的能力		受力	319
设计	273	6.3 复合结构体系的动力特性 ..	321
5.6.1 概述	273	6.4 复合结构体系的能力设计	
5.6.2 联肢墙的设计实例	276	程序	324
(a) 设计要求和假定	276	6.5 确定模式和设计所需要的	
(b) 设计步骤	277	工程判断知识	329

6.5.1	抗侧力体系的不规整	330	(a)	最小含钢率	357
6.5.2	扭转作用	330	(b)	最大含钢率	358
6.5.3	楼板薄膜柔度	331	(c)	最大钢筋直径	358
6.5.4	墙的剪切要求预测	331	(d)	钢筋间距限制	358
6.5.5	墙对抗震所起的作用的 变化	332	(e)	约束板	358
7	砌体结构	333	7.3	抗弯的砌体墙框架	359
7.1	引言	333	7.3.1	能力设计方法	360
7.2	砌体墙	335	7.3.2	梁的弯曲	360
7.2.1	抗震墙种类	335	7.3.3	梁的剪切	361
(a)	悬臂墙	335	7.3.4	柱子弯曲和剪切	361
(b)	带窗间墙铰的联肢墙	336	7.3.5	节点设计	361
(c)	带托梁铰的联肢墙	336	(a)	钢筋尺寸的限制	361
(d)	主抗侧力体系和次抗侧 力体系的选取	337	(b)	节点剪力	362
(e)	迎面承受荷载的墙	337	(c)	最大的节点剪应力	363
7.2.2	分析程序	337	7.3.6	延性	363
7.2.3	弯曲设计	338	7.3.7	尺寸限制	364
(a)	出平面荷载和平面内荷 载的相互作用	338	7.3.8	砌体墙-梁试件的性能	364
(b)	出平面弯曲的截面 分析	339	7.4	砌体填充框架	365
(c)	出平面弯曲的设计	341	7.4.1	砌体填充对框架抗震性能的 影响	365
(d)	平面内弯曲分析	342	7.4.2	砌体填充框架的设计	367
(e)	平面内弯曲的设计	344	(a)	平面内刚度	367
(f)	有约束的矩形砌体墙的 设计	345	(b)	平面内强度	368
(g)	带翼缘墙	346	(c)	延性	370
7.2.4	延性的考虑	347	(d)	出平面强度	371
(a)	矩形截面墙	347	7.5	小型砌体建筑物	372
(b)	非矩形截面墙	351	7.5.1	开洞的多层墙	372
7.2.5	剪切设计	352	7.5.2	开洞墙的刚度	372
(a)	设计剪力	352	7.5.3	侧向力的设计取值	374
(b)	不配剪切钢筋时砌体墙 的剪切强度	353	7.5.4	弯曲设计	374
(c)	有关剪切强度的设计 建议	353	(a)	窗间墙	374
(d)	有效的剪切面积	354	(b)	托梁	375
(e)	最大的总剪应力	355	7.5.5	剪切设计	375
7.2.6	粘结和锚固	356	7.5.6	延性	376
7.2.7	墙体厚度的限制	357	7.5.7	墙的底部和基础设计	376
7.2.8	钢筋的限制	357	7.5.8	延性的单层柱	377
			7.6	细长的砌体悬臂墙的设计 实例	378
			7.6.1	承受弯矩和轴力的底部截 面的设计	378
			7.6.2	延性能力的校核	379
			7.6.3	按 $f_m' = 24\text{MPa}$ 重新进行弯	

曲设计·····	379	8.3.1 梁的设计·····	403
7.6.4 重新校核延性能力·····	379	(a) 延性梁·····	403
7.6.5 弯曲钢筋·····	379	(b) 弹性梁·····	404
7.6.6 墙体失稳·····	380	8.3.2 确保梁铰机构的柱的设计·····	404
7.6.7 剪切强度设计·····	380	(a) 设计作用力的推算·····	404
(a) 设计剪力的确定·····	380	(b) 柱的构造要求·····	405
(b) 剪应力·····	380	8.3.3 薄弱层机构的柱·····	406
(c) 剪切钢筋·····	380	8.3.4 节点设计·····	407
7.7 开洞的三层砌体墙的设计		(a) 内力的推算·····	407
实例·····	381	(b) 节点剪应力·····	408
7.7.1 构件受力的确定·····	382	(c) 贯通内节点的纵筋直径的	
(a) 窗间墙刚度·····	382	规定·····	408
(b) 构件的剪力和弯矩·····	383	(d) 混凝土对节点抗剪的	
7.7.2 底层窗间墙设计·····	383	作用·····	408
(a) 弯曲强度·····	383	(e) 节点抗剪钢筋·····	409
(b) 剪切强度·····	384	(f) 外节点·····	409
7.7.3 二层托梁的设计·····	386	8.4 有限延性墙·····	409
(a) 弯曲强度·····	386	8.4.1 弯曲控制的墙·····	409
(b) 剪切强度·····	387	(a) 墙截面的失稳·····	410
7.7.4 墙的底部和基础设计·····	387	(b) 墙截面的约束·····	410
(a) 荷载作用·····	387	(c) 墙内竖向钢筋压屈的	
(b) 弯曲强度·····	388	预防·····	410
(c) 剪切强度·····	388	(d) 墙内竖向钢筋的切断·····	410
(d) 基础板带的横向弯曲·····	388	(e) 墙的抗剪·····	410
7.7.5 砌体中的钢筋搭接·····	389	(f) 连梁·····	411
7.8 无筋砌体结构的估算·····	390	8.4.2 受剪控制的墙·····	411
7.8.1 无筋砌体的强度设计·····	390	(a) 进一步完善设计方法的	
7.8.2 承受出平面方向振动的无筋		考虑·····	411
砌体墙·····	391	(b) 设计方法的应用·····	413
(a) 响应加速度·····	391	(c) 损坏修补的考虑·····	414
(b) 破坏条件和等效弹性		8.5 有限延性的复合结构体系·····	415
特性·····	393		
(c) 墙的荷载挠度关系·····	394	9 基础结构·····	416
(d) 无筋砌体建筑动力响应		9.1 引言·····	416
计算实例·····	395	9.2 基础受力分类·····	416
7.8.3 承受平面内方向振动的无筋		9.2.1 延性上部结构·····	416
砌体墙·····	398	9.2.2 弹性上部结构·····	417
		(a) 弹性基础体系·····	417
8 有限延性的钢筋混凝土建筑物·····	401	(b) 延性基础体系·····	417
8.1 引言·····	401	(c) 允许侧向摇摆的结构	
8.2 设计策略·····	402	体系·····	417
8.3 有限延性框架·····	403	9.3 框架的基础结构·····	417