

地震工程学导论

李杰 李国强 编著



地震出版社

地震工程学导论

李杰 李国强 编著

地震出版社

1992

(京)新登字095号

内 容 提 要

本书系统地介绍了地震工程学的主要内容。全书共九章，内容包括：地震基础知识、地震动特性与反应谱、线性与非线性结构地震反应分析、结构动力性能与系统识别、随机地震反应分析、结构抗震、隔震与减震设计、地震灾害预测等。

本书取材新颖，内容丰富，是一本理论与应用价值兼备的著作。

本书可供从事工程地震与结构抗震的科技人员、建筑设计人员和有关大专院校师生阅读。

地震工程学导论

李 杰 李国强 编著

责任编辑：蒋乃芳

责任校对：徐雁生

*

北京出版社出版

北京民族学院南路9号

北京朝阳展望印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

全国各地新华书店经售

*

787×1092 1/16 23印张 585千字

1992年12月第一版 1992年12月第一次印刷

印数 0001—1200

ISBN 7-5028-0630-X/P·426

(1021) 定价：15.00元

前 言

近20年来地震工程理论与实践的发展，已大大拓宽了传统地震工程学涵盖的范围。以工程地震和工程抗震为核心的地震工程学，正在更加明确地朝着系统减灾的方向迈进。研究范围的迅速扩展，使得在今天已经很少有人能全面把握地震工程研究领域里的众多细节。在这种背景下，基础性的理论体系就显得更加重要。借助于它，我们或者可以走向更加理性化的境界。对莘莘学子而言，尤其如此。

本书就是在作者的上述思想基础上产生的。作者近年来致力于学习地震工程学的基本理论，并在研究与教学工作中不断切磋琢磨，每有所得，即辑成札记，日积月累，手稿盈尺。一次偶然的机，使作者产生了将手稿删繁就简、整理成册的想法。为此，我们进一步收集资料，反复筛选，经近两年的努力，写出了本书初稿。此后，又经过教学实践，再次修订，终成此书。

作者认为，地震工程学是研究地震动、工程结构地震反应和抗震减灾理论的科学。本书即按这种思想形成理论体系。书中第一章概述作者对地震工程学的总体认识。第二章介绍地震基础知识。与一般书籍不同，本书的介绍尽可能直观地说明理论背景，并注意到各部分知识的内在逻辑联系。第三章讲述地震动特性与反应谱。这是工程地震与工程抗震内容的接合部，所以本书不惜重笔铺陈，并力求反映出这一领域里的当代最新进展。第四章为确定性线性结构地震反应分析理论。作者希望通过本章能反映传统地震反应分析理论的精华。第五章为结构动力特性的描述。在概述材料、构件、整体结构的动力性能一般特点之后，还以较大篇幅论述了结构恢复力的一维与多维模型。据作者所知，现有书籍在这方面内容介绍甚为薄弱。本章最后的系统识别理论则为70年代末以来的进展。第六章是弹塑性结构的地震反应分析理论，详细介绍结构弹塑性动力分析中的主要模型。第七章为结构随机地震反应分析理论。除了扼要介绍随机振动分析的主要理论成果之外，特别着重论述结构动力可靠度分析理论。希望这一理论为研究工作者所熟悉，更希望为从事结构设计的工程师们所接受。第八章以建筑物震害的工程控制命名，意在强调单体工程震害控制与系统灾害控制的本质区别。同时，也意在说明对于单体结构的设计而言，结构抗震与结构隔震、减震技术应该是并重的。在介绍了抗震设计的一般原则、抗震设计规范、抗震概念设计的基本思想之后，本章详细介绍了各类隔震、减震、制振装置，并论述了各类装置的工作原理。第九章是广义的地震灾害预测，包括地震危险性估计、地震小区划、建筑物震害预测和地下管网震害预测等内容。按照作者的原意，本书应有一个第十章：“地震灾场的系统控制”，这样全书在理论体系上就趋于完备了。但因地震灾场与灾场控制概念均是近年来刚刚萌芽的研究领域，几经踌躇，还是决定暂时不写。尽管功亏一篑，但也给了我们继续努力的动力。

国内外地震工程学的专著近年来已出版不少。在名著如林的园地里，作者希望通过上述理论体系为读者提供一条登堂入室的捷径。若历史使此言不为虚妄，则作者幸甚。

胡聿贤先生曾审阅过本书写作大纲，彭克中先生和李桂青先生阅读过本书部分初稿，他

们对本书出版的支持和鼓励使作者增强了信心。值此书行将出版之际，作者谨向他们表示诚挚的感谢。本书初稿曾赠送给国内30余位师、友，他们中不少人对本书提出了很有价值的建议，作者在此一并表示感谢。

本书第七章、第八章由李国强撰写，其余各章由李杰撰写。王祖寅同志为本书清绘了插图。由于作者学识有限，书中疏忽、不当和错误之处，谨请读者批评指正。

作者深切感激王爱萍女士和莫海慧女士为本书成书所作出的贡献。

最后，作者希望把本书献给丁得忠、朱伯龙、李继华、沈祖炎四位先生，他们的教诲使作者终生受益。

作 者

1992年4月

目 录

第一章 概论	(1)
1.1. 地震工程学的基本内容	(1)
1.1.1 地震动	(1)
1.1.2 工程结构地震反应	(2)
1.1.3 抗震减灾理论	(2)
1.2 地震工程学的特点	(2)
1.2.1 强震观测、震害经验与试验研究是地震工程学的基础	(2)
1.2.2 地震作用是地震工程学研究的重点	(2)
1.2.3 结构非线性与复杂地震动输入是地震工程学研究热点	(3)
1.2.4 广泛应用概率论、控制论、规划论是地震工程学的发展方向	(3)
1.3 地震工程学发展简史	(3)
第二章 地震基础知识	(6)
2.1 地球构造与板块构造运动	(6)
2.1.1 莫霍界面与古登堡界面	(6)
2.1.2 地球各圈层的物质构成与地幔软流层	(7)
2.1.3 板块构造运动学说	(8)
2.2 地震成因与地震类型	(9)
2.2.1 地震成因的宏观背景——板块观点	(9)
2.2.2 地震成因的局部机制——弹性回跳假说	(9)
2.2.3 弹性回跳说的改进——粘滑说	(11)
2.2.4 地震类型与地震序列	(11)
2.3 中国地震的背景与特点	(11)
2.3.1 世界地震构造系统	(11)
2.3.2 中国地震构造运动背景	(12)
2.3.3 中国的地震区与地震带	(13)
2.3.4 中国地震的基本特征	(15)
2.4 地震灾害概说	(17)
2.4.1 地表破坏	(18)
2.4.2 结构物破坏	(19)
2.4.3 地震次生灾害	(22)
2.5 地震震级与地震烈度	(22)
2.5.1 地震震级	(22)
2.5.2 地震烈度	(23)

2.5.3	震级与震中烈度的关系	(26)
2.5.4	地震烈度衰减关系	(28)
2.6	地震波与波动方程	(31)
2.6.1	地震波的类型	(31)
2.6.2	波动方程的基本形式	(32)
2.6.3	一维波动方程及其解答	(34)
2.6.4	波动特征参数	(35)
第三章	地震动特性与反应谱	(37)
3.1	强震观测	(37)
3.1.1	强震观测仪器	(37)
3.1.2	强震观测系统	(38)
3.1.3	强震观测现状	(39)
3.2	地震动的随机过程描述	(41)
3.2.1	随机过程的概率结构	(41)
3.2.2	自相关函数与功率谱密度函数	(42)
3.2.3	地震动加速度过程的频域表示	(43)
3.2.4	地震动加速度过程的时域表示	(44)
3.3	地震动特性	(46)
3.3.1	地震动幅值描述	(46)
3.3.2	地震动幅值特性	(47)
3.3.3	地震动频谱特性	(49)
3.3.4	地震动持时特性	(51)
3.3.5	地震动衰减关系	(53)
3.3.6	地震动转动分量与地震动空间相关性	(54)
3.4	地震动反应谱	(56)
3.4.1	单自由度体系地震反应向反应谱概念的转化	(56)
3.4.2	反应谱与其它地震动频谱的关系	(60)
3.4.3	反应谱的特性	(64)
3.4.4	设计反应谱	(65)
3.4.5	反应谱衰减关系	(65)
3.5	强震加速度合成	(68)
3.5.1	人工合成地震波的一般方法	(68)
3.5.2	考虑震级、距离影响的人工合成地震波	(70)
3.5.3	考虑发震断层的强震加速度合成	(73)
第四章	线性结构地震反应分析	(75)
4.1	动力方程的建立	(75)
4.1.1	结构的离散化方法	(75)
4.1.2	建立动力平衡方程的基本方法	(77)

4.1.3	一维地震动输入时的动力方程	(78)
4.1.4	多维地震动输入时的动力方程	(79)
4.1.5	多点地震动输入时的动力方程	(82)
4.2	时域分析方法	(84)
4.2.1	线性加速度方法	(84)
4.2.2	纽马克 β 法与威尔逊 θ 法	(86)
4.2.3	具有高阶精度的算法	(87)
4.2.4	时域分析方法的收敛性与稳定性	(87)
4.2.5	阻尼的处理	(89)
4.3	频域分析方法	(90)
4.3.1	频域传递函数	(90)
4.3.2	线性单自由度体系的地震反应	(91)
4.3.3	线性多自由度体系的地震反应	(92)
4.4	振型迭加法	(94)
4.4.1	振型与自振频率	(95)
4.4.2	振型正交特性	(95)
4.4.3	一般动力反应按振型的分解	(96)
4.4.4	运动方程的解耦	(97)
4.4.5	振型迭加法	(99)
4.4.6	多维地震动输入	(100)
4.5	反应谱理论	(102)
4.5.1	基本假定	(102)
4.5.2	振型组合	(102)
4.5.3	地震作用	(103)
4.5.4	多维地震输入	(104)
4.6	复模态方法	(105)
4.6.1	状态变量与状态空间	(105)
4.6.2	复模态及其正交性	(106)
4.6.3	复模态迭加法	(108)
4.6.4	复模态振动的特点	(109)
第五章	结构动力特性及其模型化	(110)
5.1	结构抗震试验方法概述	(110)
5.1.1	自振特性试验	(110)
5.1.2	周期性反复静力加载试验	(112)
5.1.3	振动台试验	(114)
5.1.4	拟动力试验	(114)
5.1.5	爆炸模拟地震试验	(115)
5.2	动力性能的一般特点	(117)

5.2.1	动力弹性模量与动力极限强度	(117)
5.2.2	恢复力曲线	(117)
5.2.3	强度退化与刚度退化	(118)
5.2.4	裂面效应与包兴格效应	(119)
5.3	基本构件的动力性能	(121)
5.3.1	钢筋混凝土构件	(121)
5.3.2	砌体构件	(124)
5.3.3	钢结构构件	(126)
5.4	整体结构的动力性能	(129)
5.4.1	周期与阻尼	(129)
5.4.2	内力重分布与变形集中	(130)
5.4.3	双向地震作用	(132)
5.4.4	扭转反应	(133)
5.5	恢复力曲线的模型化	(133)
5.5.1	恢复力曲线的实验拟合法	(133)
5.5.2	几个基本的恢复力曲线模型	(136)
5.5.3	恢复力曲线的复合模型	(140)
5.6	双向恢复力模型	(146)
5.6.1	双轴弯曲条件下的塑性力学模型	(146)
5.6.2	柱端并联弹簧模型	(153)
5.7	系统识别理论	(155)
5.7.1	结构动力参数识别	(155)
5.7.2	结构恢复力过程识别	(161)
5.7.3	非线性物理机制识别	(163)
5.7.4	评述与注记	(164)
第六章	弹塑性结构地震反应分析	(166)
6.1	弹塑性动力分析的一般过程	(166)
6.1.1	动力方程	(166)
6.1.2	刚度修正技术	(167)
6.1.3	一般分析过程	(170)
6.2	串联多自由度体系分析	(171)
6.2.1	剪切模型	(171)
6.2.2	弯剪模型	(172)
6.3	平面框架模型	(174)
6.3.1	杆端弹塑性弹簧模型	(174)
6.3.2	分割梁模型	(177)
6.3.3	半刚架模型	(180)
6.4	多维地震波作用下的平-扭耦联系统	(182)

6.4.1	一般平-扭耦联系统的动力方程	(182)
6.4.2	弱相互作用模型	(186)
6.4.3	强相互作用模型	(187)
第七章	结构随机地震反应分析	(188)
7.1	随机过程的数字特征	(188)
7.1.1	时域数字特征	(188)
7.1.2	频域数字特征	(190)
7.1.3	数字特征的运算法则	(193)
7.2	线性单自由度体系	(195)
7.2.1	线性单自由度振动系统的动态特性	(195)
7.2.2	输入为平稳过程的体系反应	(197)
7.2.3	输入为非平稳过程的体系反应	(201)
7.3	线性多自由度体系	(203)
7.3.1	线性多自由度振动系统的动态特性	(204)
7.3.2	单输入体系的反应	(204)
7.3.3	多输入体系的反应	(207)
7.3.4	注记	(210)
7.4	非线性体系	(211)
7.4.1	结构非线性随机地震反应特点	(211)
7.4.2	单自由度体系的分析	(211)
7.4.3	多自由度体系的分析	(213)
7.5	结构地震动力可靠性分析	(214)
7.5.1	结构动力可靠性分析基础	(214)
7.5.2	结构破坏准则	(218)
7.5.3	基于界限破坏模式的结构可靠度计算	(219)
7.5.4	基于指标破坏模式的可靠度计算	(222)
第八章	建筑物震害的工程控制	(227)
8.1	建筑抗震设计概述	(227)
8.1.1	抗震设计的目的与目标	(227)
8.1.2	抗震设计准则	(228)
8.1.3	抗震设计标准	(229)
8.1.4	抗震设计方法	(230)
8.2	中、日、美三国建筑结构抗震设计规范简介	(231)
8.2.1	中国《建筑抗震设计规范(GBJ11-89)》	(231)
8.2.2	中国《构筑物抗震设计规范(1990年12月送审稿)》	(234)
8.2.3	日本《建筑结构抗震条例(1981年)》	(237)
8.2.4	美国《建筑物抗震设计暂行条例(1978年)》	(239)
8.2.5	美国《统一建筑规范(1988年)》和美国加州工程师协会	

《抗侧力要求规程 (1988年)》	242
8.3 抗震概念设计	246
8.3.1 结构形式选择	246
8.3.2 抗震结构概念	248
8.4 隔震与减震	253
8.4.1 概述	253
8.4.2 基底隔震	254
8.4.3 悬挂隔震	261
8.4.4 耗能减震	262
8.4.5 冲击减震	268
8.4.6 吸振减震	272
8.4.7 主动控制减震	277
第九章 地震灾害预测	281
9.1 地震危险性分析	281
9.1.1 地震危险性分析的发展与现状	281
9.1.2 潜在震源及其活动性	282
9.1.3 地震发生概率模型	286
9.1.4 地震动超越概率计算	286
9.1.5 地震危险性分析不确定性的校正	294
9.2 工程场地地震小区划	295
9.2.1 场地工程地质单元划分	295
9.2.2 场地地震反应分析	299
9.2.3 场地设计地震动区划	306
9.2.4 场地地面破坏小区划	310
9.3 建筑物震害预测	312
9.3.1 经验公式法	312
9.3.2 模糊类比方法	316
9.3.3 半经验半理论方法	320
9.3.4 震害预测概率矩阵和震害小区划	322
9.4 地下管网的震害预测	324
9.4.1 地下管线震害及影响因素	325
9.4.2 地下管线的震害评价方法	326
9.4.3 地下管网连通可靠性	332
9.4.4 注记	335
参考文献	336

INTRODUCTION TO EARTHQUAKE ENGINEERING

CONTENTS

CHAPTER 1. GENERALS

- 1.1 Scope of Earthquake Engineering..... (1)
 - 1.1.1 Earthquake Ground Motion (1)
 - 1.1.2 Earthquake Response of Engineering Construction (2)
 - 1.1.3 Theory of Earthquake Disaster Mitigation (2)
- 1.2 Characteristic of Earthquake Engineering..... (2)
 - 1.2.1 Measurement of Earthquake Ground Motion, Experience of Earthquake Damage and Test Research (2)
 - 1.2.2 Analysis of Earthquake Action (2)
 - 1.2.3 Nonlinearity of Structure and Complicated Ground Motion Input... (3)
 - 1.2.4 Application of Probability Theory, Cybernetics Theory and Programming Theory..... (3)
- 1.3 Developing History of Earthquake Engineering (3)

CHAPTER 2. RELATED FUNDAMENTALS OF EARTHQUAKE

- 2.1 Inner Structure of Earth and Plate Tectonics (6)
 - 2.1.1 Moho Discontinuity and Gutenberg Discontinuity (6)
 - 2.1.2 Earth's Layers and Mantle Flow..... (7)
 - 2.1.3 Theory of Plate-Tectonics..... (8)
- 2.2 Cause and Types of Earthquakes (9)
 - 2.2.1 Macroscopic Background of Earthquakes Cause—View of Plate-Tectonics..... (9)
 - 2.2.2 Local Mechanism of Earthquakes Cause—Elastic Rebound Hypothesis..... (9)
 - 2.2.3 Improvement of Elastic Rebound Hypothesis—Viscous Theory (11)
 - 2.2.4 Types and Sequence of Earthquakes (11)
- 2.3 Background and Features of Earthquakes in China..... (11)
 - 2.3.1 Earthquake Structure System over the World..... (11)

2.3.2 Earthquake Background of China	(12)
2.3.3 Seismic Regions and Earthquake Active Belts in China.....	(13)
2.3.4 Characteristics of Earthquakes in China	(15)
2.4 Generals of Earthquake Disaster	(17)
2.4.1 Damage of Ground Surface	(18)
2.4.2 Damage of Construction.....	(19)
2.4.3 Earthquake Secondary Disaster.....	(22)
2.5 Magnitude and Intensity of Earthquake.....	(22)
2.5.1 Earthquake Magnitude.....	(22)
2.5.2 Earthquake Intensity	(23)
2.5.3 Relation between Magnitude and Epicentral Intensity	(26)
2.5.4 Attenuation Relation of Earthquake Intensity	(28)
2.6 Seismic Wave and Wave Equation.....	(31)
2.6.1 Types of Seismic Wave	(31)
2.6.2 Fundamental Form of Wave Equation	(32)
2.6.3 One-Dimensional Wave Equation and Its Solution.....	(34)
2.6.4 Characteristic Parameters of Wave Motion	(35)

CHAPTER 3. CHARACTERISTICS OF EARTHQUAKE GROUND MOTION AND RESPONSE SPECTRUM

3.1 Strong Motion Observation	(37)
3.1.1 Apparatus of Strong Motion Observation	(37)
3.1.2 Measurement System of Strong Motion Observation	(38)
3.1.3 State of the Art of Strong Motion Observation	(39)
3.2 Stochastic Representation of Earthquake Ground Motion	(41)
3.2.1 Probability Structure of Stochastic Process	(41)
3.2.2 Auto-Correlation Function and Power Spectral Density Function	(42)
3.2.3 Frequency Domain Representation of Earthquake Ground Motion.....	(43)
3.2.4 Time Domain Representation of Earthquake Ground Motion	(44)
3.3 Characteristic of Earthquake Ground Motion	(46)
3.3.1 Amplitude Representation of Ground Motion	(46)
3.3.2 Amplitude Feature of Ground Motion	(47)
3.3.3 Frequency-Spectrum Feature of Ground Motion.....	(49)
3.3.4 Duration Feature of Ground Motion	(51)
3.3.5 Attenuation Relation of Ground Motion.....	(53)
3.3.6 Rotational Component and Spatial Correlation of Ground Motion.....	(54)

3.4 Earthquake Ground Motion Response Spectrum	(56)
3.4.1 Earthquake Response of SDOF System and Response Spectrum...	(56)
3.4.2 Relation between Response Spectrum and Other Ground Motion Frequency Spectrums	(60)
3.4.3 Characteristic of Response Spectrum	(64)
3.4.4 Design Response Spectrum	(65)
3.4.5 Attenuation Relation of Response Spectrum	(65)
3.5 Synthesis of Strong Ground Motion	(68)
3.5.1 General Method of Artificially Synthetic Seismic Wave	(68)
3.5.2 Artificially Synthetic Seismic Wave Considering Influence of Earthquake Magnitude and Distance	(70)
3.5.3 Synthetic Strong Ground Motion Acceleration Considering Earthquake Fault.....	(73)

CHAPTER 4. EARTHQUAKE RESPONSE ANALYSIS OF LINEAR STRUCTURES

4.1 Foundation of Dynamic Equation	(75)
4.1.1 Discretization Method of Structure	(75)
4.1.2 Fundamental Method of Founding Dynamic Equivalent Equation	(77)
4.1.3 Dynamic Equation under One-Dimensional Ground Motion Input.....	(78)
4.1.4 Dynamic Equation under Multi-Dimensional Ground Motion Inputs	(79)
4.1.5 Dynamic Equation under Multi-Point Ground Motion Inputs.....	(82)
4.2 Time Domain Analysis Method	(84)
4.2.1 Linear Acceleration Method	(84)
4.2.2 Newmark β Method and Wilson θ Method	(86)
4.2.3 Computation Method with Higher Precision.....	(87)
4.2.4 Convergence and Stability of Time Domain Analysis Method	(87)
4.2.5 Damping Handling.....	(89)
4.3 Frequency Domain Analysis Method	(90)
4.3.1 Frequeacy Domain Transfer Function.....	(90)
4.3.2 Earthquake Response of Linear SDOF System.....	(91)
4.3.3 Earthquake Response of Linear MDOF System	(92)
4.4 Mode Superposition Method	(94)
4.4.1 Mode and Frequency	(95)
4.4.2 Orthogonal Property of Mode	(95)

4.4.3	Modal Decompose of Dynamic Response	(96)
4.4.4	Decoupling of Motion Epuation	(97)
4.4.5	Mode Superposition Method.....	(99)
4.4.6	Multi-Dimensional Inputs of Ground Motion	(100)
4.5	Response Spectrum Theory.....	(102)
4.5.1	Fundamental Hypothesis.....	(102)
4.5.2	Mode Combination	(102)
4.5.3	Earthquake Action	(103)
4.5.4	Multi-Dimensional Inputs of Ground Motion.....	(104)
4.6	Complex Modal Method	(105)
4.6.1	State Variable and State Space	(105)
4.6.2	Complex Mode and Its Orthogonality	(106)
4.6.3	Superposition Method of Complex Mode	(108)
4.6.4	Characteristic of Complex Modal Vibration.....	(109)

CHAPTER 5. DYNAMIC CHARACTERISTIC AND MODELLING OF STRUCTURE

5.1	Generals of Vibrational Test Method of Structure.....	(110)
5.1.1	Test of Natural Vibration of Structures	(110)
5.1.2	Test of Periodic Static Loading	(112)
5.1.3	Shaking Table Test.....	(114)
5.1.4	Pseudo-Dynamic Test.....	(114)
5.1.5	Explosion Earthquake-Simulating Test.....	(115)
5.2	Common Features of Dynamic Property	(117)
5.2.1	Dynamic Elastic Modules and Dynamic Ultimate Strength.....	(117)
5.2.2	Hysteretic Curves.....	(117)
5.2.3	Strength Degradation and Stiffness Degradation.....	(118)
5.2.4	Split Face Effect and Bauschinger Effect.....	(119)
5.3	Dynamic Property of Fundamental Member	(121)
5.3.1	Reinforced Concrete Member.....	(121)
5.3.2	Masonry Member.....	(124)
5.3.3	Steel Structure Member.....	(126)
5.4	Dynamic Property of Structure.....	(129)
5.4.1	Period and Damping.....	(129)
5.4.2	Interior Stress Redistribution and Deformation Concentration.....	(130)
5.4.3	Bi-Directional Earthquake Action	(132)
5.4.4	Torsional Effect	(133)
5.5	Modelling of Hysteretic Curve.....	(133)
5.5.1	Test Fitting Method of Hysteretic Curves.....	(133)

5.5.2	Several Fundamental Models of Hysteretic Curve	(136)
5.5.3	Compound Model of Hysteretic Curve.....	(140)
5.6	Bi-Directional Restoring Force Model	(146)
5.6.1	Plasticity Model under Biaxial Bending Condition	(146)
5.6.2	Spring Model with Column Ends.....	(153)
5.7	System Identification Theory	(155)
5.7.1	Dynamic Parameters Identification of Structure	(155)
5.7.2	Restoring Hysteretic Curve Identification of Structure	(161)
5.7.3	Nonlinear Physical Mechanism Identification	(163)
5.7.4	Evaluation and Notation.....	(164)
 CHAPTER 6. EARTHQUAKE RESPONSE ANALYSIS OF ELASTO-PLASTIC STRUCTURE		
6.1	Common Process of Elasto-Plastic Dynamic Analysis	(166)
6.1.1	Dynamic Equation.....	(166)
6.1.2	Technology of Stiffness Modification	(167)
6.1.3	General Analysis Process.....	(170)
6.2	Analysis of Series Connection MDOF System	(171)
6.2.1	Shearing Model.....	(171)
6.2.2	Bending-Shearing Model.....	(172)
6.3	Planar Frame Model	(174)
6.3.1	Model of Column End Spring	(174)
6.3.2	Model of Decomposed Beam.....	(177)
6.3.3	Model of Half-Frame	(180)
6.4	Torsion Coupling System with Multi-Dimensional Seismic Wave	
Inputs	(182)
6.4.1	Dynamic Equation of Common Torsion Coupling System.....	(182)
6.4.2	Weak Interaction Model.....	(186)
6.4.3	Strong Interaction Model	(187)
 CHAPTER 7. STOCHASTIC SEISMIC RESPONSE ANALYSIS OF STRUCTURE		
7.1	Numerical Characterization of Stochastic Process	(188)
7.1.1	Characterization of Time Domain	(188)
7.1.2	Characterization of Frequency Domain	(190)
7.1.3	Calculation Criteria of Numerical Characterization	(193)
7.2	Linear SDOF System	(195)
7.2.1	Dynamic Property of Linear SDOF Vibration System.....	(195)
7.2.2	System Response under Stationary Process	(197)
7.2.3	System Response under Nonstationary Process.....	(201)

7.3 Linear MDOF System	(203)
7.3.1 Dynamic Property of Linear MDOF Vibration System	(204)
7.3.2 System Response under Singular Input	(204)
7.3.3 System Response under Multi-Inputs.....	(207)
7.3.4 Notation.....	(210)
7.4 Nonlinear System	(211)
7.4.1 Speciality of Nonlinear Stochastic Seismic Response of Structure	(211)
7.4.2 Analysis of SDOF System.....	(211)
7.4.3 Analysis of MDOF System.....	(213)
7.5 Analysis of Seismic Dynamic Reliability of Structure	(214)
7.5.1 Fundament of Dynamic Reliability Analysis of Structure.....	(214)
7.5.2 Criteria of Structural Failure	(218)
7.5.3 Structural Reliability Calculation Based on Critical Failure Modal.....	(219)
7.5.4 Structural Reliability Calculation Based on Index Failure Modal	(222)

CHAPTER 8. ENGINEERING CONTROL OF SEISMIC DAMAGE OF BUILDING

8.1 Generals of Seismic Design of Building	(227)
8.1.1 Purpose and Objective of Seismic Design.....	(227)
8.1.2 Criteria of Seismic Design	(228)
8.1.3 Earthquake Resistant Level	(229)
8.1.4 Method of Seismic Design	(230)
8.2 Brief Introduction of Seismic Design Codes in China, Japan and USA	(231)
8.2.1 Building Seismic Design Code (GBJ11-89) of China	(231)
8.2.2 Construction Seismic Design Code(to be Modificated) (1990) of China.....	(234)
8.2.3 Seismic Items for Building Structure(1981) of Japan.....	(237)
8.2.4 Temporary Items of Seismic Design for Building(1978) of USA.....	(239)
8.2.5 Uniform Building Code(1988)and SEAOC Seismic Code(1988) of USA	(242)
8.3 Conception Design	(246)
8.3.1 Selection of Structural Form	(246)
8.3.2 Concept of Anti-Seismic Structure.....	(248)
8.4 Shock Isolation and Shock Mitigation	(253)