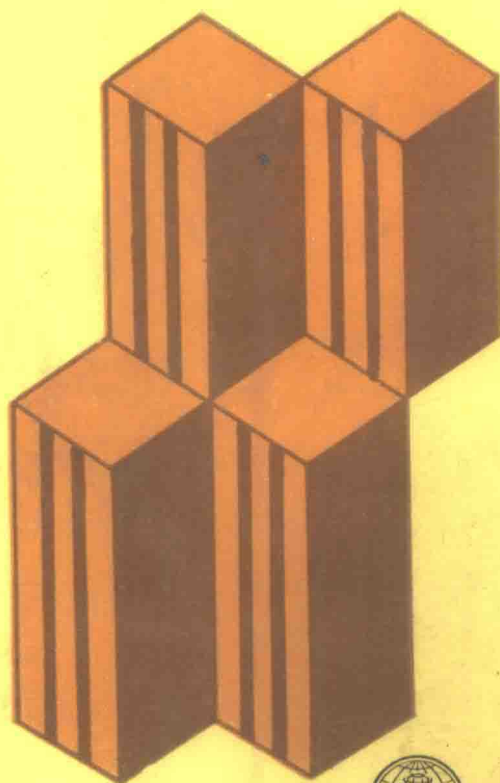


# 地震工程学

胡聿贤 著



地震出版社



# 地震工程学

胡聿贤 著

地震出版社

1988

## 内 容 介 绍

本书全面介绍了地震工程学的两个组成部分：工程地震与结构抗震，并特别强调了前者，以弥合地震学与工程学之间的隔阂。为了方便读者阅读，书中首先介绍了地震学与随机振动基础知识，然后在工程地震一篇中详细介绍了烈度和地震动，在结构抗震一篇中着重介绍了基本理论及当前研究的新问题，地基抗震和结构试验与观测，最后在工程应用一篇中介绍了地震危险性与危害性、地震区划、各类结构抗震设计的特点和抗震设计规范。

力图沟通地震和工程两学科，介绍当前新成果与新课题，力图分析地震工程发展的规律，是从事地震工程工作的工程技术人员、工程技术人员、

本书可供工程技术人员、工程技术人员、建筑设计人员和有关专业的本科生和研究生阅读。

## 地 震 工 程 学

胡聿贤 著

责任编辑：蒋乃芳

\*

地 震 出 版 社 出 版

北京复兴路63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 44.5印张 1139千字

1988年8月第一版 1988年8月第一次印刷

印数 0001—3200

平装：ISBN 7-5028-0026-3/P·23

(434) 定价：18.60元

## 前 言

本书以地震工程或结构抗震专业研究生和从事此专业的教学、科研、设计人员为对象，全面阐述工程地震学和结构抗震两方面的内容，特别重视两者的联系。

作者从1982年起在中国科学院工程力学研究所（后改属国家地震局）对地震工程和结构动力学专业研究生讲授地震工程学，1983年在南京力学学会和地震学会合办的短期讨论班讲过一次，本书以此教材为基础修改而成。

作者年青时学习土木工程系结构专业，在工程力学研究所工作近三十年，主要从事工程地震与结构抗震研究。二十余年来，深感国内外地震工程界存在着一个严重缺陷，即地震学与结构抗震两者之间缺乏联系。负责地震活动性与地震区划工作的大多是地质、地震部门，从事这一工作的地质、地震学家以为结构抗震对地震的要求就是地震烈度；负责结构抗震工作的是建设部门，从事这一工作的结构工程师不大了解地震活动性和地震区划。国内外的共同之处是，地震学家们无法考虑工程师们不断提高的要求，只提供自己熟悉的地震烈度，工程师们不满足于烈度，只好按自己了解的地震活动性去估计地震动物理量的变化。结果是两方面相互不能配合好，地震工程学的发展受到阻碍。

目前国际上关于地震工程学的书籍至少有几十本，绝大部分以结构抗震为主要目标，只对工程地震作简单介绍；少数专著则专门介绍工程地震，虽亦涉及结构抗震，但不深入，如日本的金井清与苏联的默德韦杰夫的书，另有少数专著涉及面广，工程地震与结构抗震两部分都有详细论述，但属多人合写，未能互相渗透、合为一体，如金井清、田治见宏、大沢胖、小林启美四人合著的《地震工程学》，或威格尔主编、十五人合写的《地震工程》。在现有书籍中，纽马克与罗森布卢思的《地震工程原理》是一本好书，惜出版于十余年前，需要补充新资料。

为此，作者不揣冒昧，谨以本书补此空白，若能为沟通工程地震与结构抗震两方面尽一点力量，实属万幸。

本书主要由工程地震和结构抗震两部分组成，共分四篇十三章。第一篇是概论与基础。第一章概论是作者关于地震工程学范畴的个人见解。结构动力学是本书的主要基础知识，属地震工程专业研究生必修课，另有讲授，国内又已有不少较好书籍，故本书从略，而只介绍地震学基础和随机振动必备知识。第二篇是工程地震，重点是第六章地震动；第四章关于地震烈度部分是结合我国具体需要写的。这一篇的主要目的是想说明，在结构抗震中，现在是从烈度过渡到直接采用地震动的时候了。第三篇是结构抗震理论，重点和基础是第七章结构地震反应分析，由于国内已有的抗震专著对此均有详细论述，故本书仅就必要的基础、重要的概念、和最新的进展作详细介绍。本篇力图贯彻作者的一个基本信念，即地震工程学的基础是实际震害经验、强震观测资料、和现场与室内试验结果，因此，本书将结构物实际地震反应和试验扩大为独立的第九、十两章。第四篇是地震工程理论的应用，包括地震危险性分析与区划和抗震设计。

总之，作者力图贯彻全书的中心思想是在工程地震与结构抗震的实际工程应用中，将两部分融汇在一起，使地震工程学得以迅速而健康的发展。除此基本目的之外，本书着重介绍国际新进展，而不拘泥于定论，使读者不但能了解本学科的现有定论，又能了解当前存在的主要问题及不同意见的论据。这一特点多见于论文而少见于书籍，请读者注意，勿为一家之言或作者偏见所左右。古语说，尽信书不如无书，可能有些过份，但在科研中实属必要。本书主要读者对象已有独立思考能力和很多经验，当不致造成恶果。将这些散见于期刊中的文献，系统地加以分析介绍，若能使读者迅速了解国际新情况，作者就满足了。

个别图中仍有英制单位，故在卷首附有单位换算表。另外，作者深感索引的方便作用，故在书末附有中英人名、地名、名词对照表且兼作索引之用。

由于作者学识有限，偏见在所难免，疏忽谬误之处，敬希读者不吝指正。

最后，感谢对本书出版作出各种帮助的同志，特别是作技术校对的王孝信、王前信同志，及博士研究生张敏政。

### 单位换算表

1 英寸 = 2.54 厘米

1 英尺 = 0.3048 米

1 英里 = 1.609 公里

1 磅 = 0.4536 公斤

1 磅力·英尺 = 1.356 牛顿·米

1 磅力/英寸<sup>2</sup> = 0.689 牛顿/厘米<sup>2</sup>

1 磅力/英尺<sup>2</sup> = 47.9 牛顿/米<sup>2</sup>

1 公斤力 = 9.8 牛顿

1 吨力 = 9800 牛顿

1 达因 = 10<sup>-5</sup> 牛顿

1 巴 = 10<sup>5</sup> 帕

1 伽 = 10<sup>-2</sup> 米/秒<sup>2</sup>

1 公斤力/厘米<sup>2</sup> = 9.8 × 10<sup>4</sup> 帕

1 吨力/米<sup>2</sup> = 0.98 × 10<sup>4</sup> 帕

## 常用符号

- A** 面积; 加速度最大值; 或地震动其他参数  
**A** 地震动参数矢量, 有时省去下面一横  
**A<sub>e</sub>** 有效峰值加速度  
**A<sub>v</sub>** 有效峰值速度相应的加速度  
**A<sub>n</sub>** 第  $n$  层的层间剪力分布系数  
**a** 加速度; 最大加速度; 常数  
**a** 初始条件与参数矢量  
**a<sub>max</sub>** 最大加速度  
**B** 宽度; 结构修复费  
**b** 长度量; 常数  
**C** 结构系数; 构造特性系数; 常数; 函数; 荷载效应系数;  
**C<sub>t</sub>** 阻尼构造系数  
**C<sub>μ</sub>** 延性构造系数  
**C<sub>i</sub>** 常数或系数  
**C<sub>e</sub>** 偏心修正系数  
**C<sub>s</sub>** 刚度均匀系数  
**C<sub>e,s</sub> = C<sub>e</sub>C<sub>s</sub>** 偏心刚度系数  
**C<sub>d</sub>** 结构位移放大系数  
**C<sub>D</sub>** 顶部附加集中力系数  
**C<sub>V</sub> = σ/m** 离散系数  
**C<sub>R</sub>** 反应修正系数  
**C<sub>T</sub>** 自振周期计算系数  
**C** 阻尼系数; 常数  
**C<sub>c,r</sub>** 临界阻尼系数  
**COV** 变异系数  
**D** 断层距(公里); 损坏度; 自重荷载; 分母; 位移最大值; 阻尼力; 积累疲劳损伤度  
**d** 位移(厘米); 长度量  
**d<sub>s</sub>** 砂层埋深(米)  
**d<sub>max</sub>** 最大位移  
**d<sub>w</sub>** 地下水埋深(米)  
**E** 弹性模量  
**E[ ]** 期望值; 集系平均  
**EPA** 有效峰加速度  
**EPV** 有效峰速度  
**e** 偏心距  
**e<sub>s</sub>** 静力偏心距  
**e<sub>D</sub>** 偶然偏心系数  
**F** 外力  
**F<sub>t</sub>** 房屋顶部的地震力  
**F<sub>p</sub>** 局部地震力  
**F(ω)** 傅里叶复谱  
**F(x)** 随机变量不超过  $x$  的概率  
 $f(x) = \frac{dF(x)}{dx}$  概率密度函数;  $x$  的函数  
**f(x|A)** 事件  $A$  出现后,  $x$  出现的概率密度  
 $f = \frac{\omega}{2\pi}$  工程频率(赫)  
**G** 剪切模量; 静载; 常数; 恢复力  
**G(ω)** (单侧)功率谱密度  
**g** 重力加速度( $1g = 980$ 厘米/秒<sup>2</sup>)  
**g(x)**  $x$  的函数  
**H** 水平力; 高度; 房屋总高度; 地下深度  
**H<sub>n</sub> = ∑<sub>j=1</sub><sup>n</sup> h<sub>j</sub>** 第  $n$  层顶高程,  $n$  由下向上计算  
**H̄** 结构重心高度  
**H(iω)** 传递函数  
**h** 震源深度(公里); 土层厚度(米); 房屋层高(米); 高度  
**h<sub>n</sub>** 第  $n$  层层高  
**h(t)** 脉冲反应函数  
**I** 地震烈度; 重要性系数; 惯性矩; 震害指数; 液化指数  
**I<sub>0</sub>** 震中烈度; 功率  
**I** 单位矩阵, 对角线为 1, 其他元均为零  
**Im[ ]** 量[ ]的虚部  
 $i = \sqrt{-1}$   
**i** 震害指数; 整变数  
**J** 极惯性矩; 误差目标函数; 倾覆力矩

折减系数

$i$  整数变量;  $i_s$  为场地变量

$j_s$  场地变量

$j_v$  竖向分量变量

$K$  刚度; 侧应力系数; 常数

$k$  刚度;  $k = a_{max}/g$  震度或地震力系数; 系数

$k_1$  第一次设计用的地震力系数

$k_2$  第二次设计用的地震力系数

$L$  断层破裂长度(公里); 长度; 外部荷载

$l$  长度; 波长

$M$  震级; 质量; 弯矩; 力矩

$M_0$  地震矩

$M_1$  足以引起场地危险地震动的最小震级

$M_2$  潜在震源区带内断层最大长度对应的最大震级

$M_L$  地方震级

$M_S$  面波震级

$M_u$  上限震级

$M_u$  矩震级

$M_0$  下限震级; 基底弯矩

$m$  质量; 震级; 平均值; 次数; 常指数; 等效弯曲系数

$m_s$  体波震级

$N$  次数; 地震次数; 循环次数; 轴向内力; 房屋总层数; 标贯锤击数

$N_c$  砂土液化临界标贯锤击数

$n$  次数; 由下向上的楼层数,  $n=1$  为底层,  $n=N$  为顶层; 钢筋与混凝土弹性模量之比

力

$P(x)$   $P(x) = 1 - F(x)$  表示随机变量超过  $x$  的概率

$P[S]$  事件  $S$  发生的概率

$P[S|A]$  在事件  $A$  出现后, 事件  $S$  发生的条件概率

$PI$  塑性指数

$P_c$  粘粒含量(%)

$p$  概率; 配筋率; 外力

$p(x)$  概率密度函数

$PSV$  准速度反应谱

$PGA$  有效峰值加速度

$PGV$  有效峰值速度

$Q$  恢复力; 品质因数; 结构反应

$Q_x$  保有水平抗力

$Q_y$  屈服剪力

$Q_{un}$  第  $n$  层层间保有水平抗力

$q$  等效剪力系数; 振型反应

$R$  震源距(公里); 能中距; 半径; 结构反应折减系数; 结构抗力、强度或反应容许值

$R_{xy}(t_1, t_2)$  相关函数

$R_i = \beta/\beta_{max}$  反应谱形系数

$Re[ ]$  量[ ]的实部

$r$  半径; 震源距(公里); 比值

$r_s$  刚度比, 层间转角倒数与各层间转角倒数平均值之比

$r_e = c/r_i$  偏心率, 为偏心  $e$  与回转半径  $r_i$  之比

$r(i)$  包线过程

$S$  谱密度; 结构反应状态; 场地土壤系数; 场地土壤分类

$S(T)$  或  $S(T, \zeta)$  反应谱, 一般取  $\zeta = 0.05$

$S_a(T)$  (绝对) 加速度反应谱

$S_v(T)$  (相对) 速度反应谱

$S_d(T)$  (相对) 位移反应谱

$s$  断层长度(公里)

$T$  周期(秒); 地震动时段长(秒); 结构寿命(年)

$T_0$  反应谱拐点周期(秒)

$T_d$  地震动持时(秒)

$T_g$  地震动卓越周期

$T_s$  场地自振周期(秒)

$T_j$  结构第  $j$  振型自振周期(秒)

$t$  时间变量



$u$  相对位移; 位错  
 $V_0$  底部剪力, 基底剪力  
 $V$  底部剪力; 竖向力; 速度最大值; 波速  
 $V_{c0}$  弹性底部剪力  
 $V_n$  第  $n$  层层间剪力  
 $V_{cn}$  弹性第  $n$  层层间剪力  
 $V_{n2}$  第二级设计第  $n$  层层间剪力  
 $V_{ar}[\ ]$  方差  
 $v$  质点速度; 波速; 位移  
 $v_{max}$  最大速度  
 $v_p$  纵波波速(公里/秒)  
 $v_s$  横波波速(公里/秒)  
 $v_f$  断层破裂速度  
 $W$  重量; 功; 能量  
 $W_n = \sum_{j=n}^N w_j$  第  $n$  层及更高层的总重量  
 $w$  位移  
 $w_j$  第  $j$  层重量; 权函数  
 $X, Y, Z$ , 坐标; 位置变量  
 $x, y, z$  坐标; 变量或函数  
 $y$  反应量  
 $y^0$  初始条件矢量  
 $Y$  函数  
 $Z$  地震分区系数  
 $\alpha$  参数矢量  
 $\alpha$  角度; 曲率; 底部(基底)剪力系数  
 $\alpha = k\beta(T)$ ; 系数; 纵波速  
 $\alpha_n$  第  $n$  层剪力系数  
 $\beta$  系数; 角度; 横波速  
 $\beta = \beta(T) = S_a(T)/\alpha_{max}$  加速度(反应)放大谱  
 $\beta_w$  剪力墙承受的荷载与该层层间总剪力之比  
 $\Gamma(\ )$  伽玛函数  
 $\gamma$  剪切变形;  $\gamma_j$  为第  $j$  振型参与系数; 荷载分项安全系数  
 $\Delta$  震中距(公里); 变位; 增量符号

$\Delta_y$  屈服极限变位  
 $\delta$  对数衰减率; 层间变位; 系数  
 $\varepsilon$  轴向变形  
 $\varepsilon_b$  弯曲变形  
 $\zeta = C/C_c$  阻尼比; 屈服强度系数  
 $\eta$  烟囱基底剪力修正系数; 常系数; 地震波辐射效率  
 $\Theta$   $\theta(t)$  的傅里叶变换  
 $\theta$  角度; 稳定系数; 系数  
 $\lambda$  拉梅常数; 波长;  $\lambda_j$  谱矩  
 $\mu$  拉梅常数  $\mu = G$ ; 延性系数  $\mu = \Delta_{max}/\Delta_y$ ; 中心矩  
 $\nu$  泊松比; 地震年平均发生率  
 $\rho$  质量密度  
 $\sigma$  应力; 均方差  
 $\sigma(\tau) = R(\tau)/R(0)$  相关函数  
 $\tau$  剪应力; 时间变量; 时间差变量; 时滞  
 $\Phi$  振型矩阵  
 $\phi$  振型矢量; 任意函数; 相位角; 系数; 反应谱放大系数  
 $\psi$  荷载组合系数; 反应谱放大系数  $\psi_\mu = \phi_\mu \cdot \phi_c$   
 $\omega = 2\pi f$  圆频率(弧度)  
 $\omega_0$  单自由度自振频率  
 $\omega_D$  有阻尼自振频率  $\omega_D = \omega\sqrt{1-\zeta^2}$   
 $\omega_j$  第  $j$  振型自振频率;  $\omega_1 = \lambda_1/\lambda_0$ ,  
 $\omega_2 = \sqrt{\lambda_2/\lambda_0}$  为谱参数  
 $\Omega$  频率变量;  $\Omega = \omega_2$  为谱参数  
 $lg$  常用对数  
 $ln$  自然对数  
 上标或下标:  
 $b$  弯曲  
 $d$  动力  
 $D$  阻尼  
 $e$  弹性; 等效  
 $E$  地震  
 $f$  下标, 破坏

$g$  地面；场地；土壤；地震动  
 $G$  静载  
 $h$  水平方向  
 $i, j, k$  整数顺序变量  
 $l$  荷载  
 $L$  活载  
 $M$  震级  
 $m$  最大值  
 $n$  由下向上的楼层号，顺序号  
 $p$  概率  
 $s$  结构；场地；雪载；静力  
 $t$  总和  
 $T$  上标表示矩阵的转置  
 $u$  极限值

$v$  竖直方向  
 $W$  风载；墙  
 $y$  屈服极限；反应  
 $\mu$  延数  
 $c_r$  临界值  
 $\bullet = \frac{\partial}{\partial t}$  置于变量之顶表示求导数  
 $\bar{\quad}$  置于变量之顶表示平均  
 $\underline{\quad}$  置于变量之底表矢量或矩阵，如  $\underline{M}$   
 $\sim$  置于变量之顶表示土结相互作用  
 $0$  底部变量；基本变量；初始量  
 $*$  上标，共轭复数  
 $'$  上标，另一(变)量

# 目 录

## 第一篇 概论与基础知识

<b>第一章 概论</b> .....	( 1 )
1.1 前言.....	( 1 )
1.2 地震工程学研究的内容.....	( 4 )
1.3 地震工程学与地震学.....	( 6 )
1.4 地震工程学与土木工程学.....	( 7 )
1.5 地震工程学与社会经济的关系.....	( 7 )
<b>第二章 地震学基础</b> .....	( 9 )
2.1 地球内部构造.....	( 9 )
2.2 板块构造运动.....	( 10 )
2.3 板内构造活动与板内地震.....	( 14 )
2.4 地震成因与地震类型.....	( 15 )
2.5 震源机制与断层.....	( 18 )
2.6 地震活动性.....	( 20 )
2.7 地震波.....	( 22 )
2.8 地震的仪器观测与震级.....	( 31 )
2.9 地震预报.....	( 36 )
<b>第三章 随机振动基础</b> .....	( 40 )
3.1 随机过程基本概念.....	( 40 )
3.2 谱参数及其物理意义.....	( 53 )
3.3 最大值分布.....	( 55 )
3.4 地震动的随机过程描述.....	( 56 )

## 第二篇 工程地震

<b>第四章 震害与地震烈度</b> .....	( 59 )
4.1 地震的宏观现象.....	( 59 )
4.2 震害及几次地震实例.....	( 60 )
4.3 地震烈度与地震烈度表.....	( 66 )
4.4 地震烈度的性质及其适用性.....	( 75 )
4.5 地震烈度分布.....	( 78 )
4.6 地震烈度的衰减规律.....	( 82 )
4.7 震害指数.....	( 92 )

4.8	场地条件对地震烈度的影响	( 94 )
<b>第五章</b>	<b>中国的地震</b>	( 106 )
5.1	中国周围的板块构造运动	( 106 )
5.2	中国的地震区和地震带	( 109 )
5.3	中国的地震历史	( 111 )
5.4	中国的地震活动性	( 114 )
5.5	中国的大地震与震害	( 116 )
<b>第六章</b>	<b>地震动</b>	( 133 )
6.1	地震动的量测	( 133 )
6.2	强地震动特性	( 150 )
6.3	地震动空间相关性	( 175 )
6.4	影响地震动特性的因素	( 177 )
6.5	地震烈度与地震动	( 184 )
6.6	地震动的估计	( 193 )
6.7	人造地震动	( 211 )

### 第三篇 结构抗震理论

<b>第七章</b>	<b>结构地震反应分析</b>	( 216 )
7.1	地震反应分析的发展过程	( 216 )
7.2	单自由度体系的地震反应与反应谱	( 219 )
7.3	多自由度体系的地震反应	( 225 )
7.4	频域分析	( 229 )
7.5	结构随机地震反应	( 235 )
7.6	振型组合	( 249 )
7.7	竖向地震反应与 $P-\Delta$ 效应	( 256 )
7.8	阻尼理论	( 262 )
7.9	结构非线性地震反应	( 267 )
7.10	多维多点输入的地震反应	( 287 )
7.11	土结相互作用	( 294 )
7.12	刚体的地震反应	( 310 )
7.13	地震反应分析的实用性	( 317 )
<b>第八章</b>	<b>土体地震反应与地基抗震</b>	( 318 )
8.1	地基震害经验	( 318 )
8.2	土动力性能	( 324 )
8.3	砂土液化	( 331 )
8.4	地基地震反应	( 341 )
8.5	土坝与边坡的地震稳定性	( 350 )
8.6	桩基地震反应	( 354 )

<b>第九章 结构与地基实际地震反应及其观测</b> .....	( 367 )
9.1 几次近代大地震中结构反应的宏观经验 .....	( 367 )
9.2 结构与地基地震反应记录及其分析 .....	( 372 )
9.3 结构强震观测结果的重要作用 .....	( 391 )
<b>第十章 结构振动试验与结构动力性能</b> .....	( 395 )
10.1 结构试验的目的 .....	( 395 )
10.2 结构振动实验与抗震理论的关系 .....	( 396 )
10.3 结构试验方法 .....	( 399 )
10.4 材料动力性能 .....	( 406 )
10.5 构件动力性能 .....	( 408 )
10.6 结构动力性能 .....	( 420 )
10.7 环境振动 .....	( 425 )
10.8 结构破坏试验 .....	( 435 )
10.9 结构识别 .....	( 438 )

## 第四篇 工程抗震

<b>第十一章 地震危险性、危害性分析与地震区划</b> .....	( 448 )
11.1 地震活动性分析 .....	( 449 )
11.2 地震危险性分析 .....	( 456 )
11.3 结构易损性与地震危害性分析 .....	( 476 )
11.4 地震区划 .....	( 487 )
11.5 地震小区划 .....	( 496 )
<b>第十二章 结构抗震设计原则</b> .....	( 504 )
12.1 结构抗震设计理论的发展历史 .....	( 504 )
12.2 抗震设防标准 .....	( 510 )
12.3 抗震设计原则 .....	( 511 )
12.4 各类工程抗震设计特点 .....	( 513 )
.1 房屋 .....	( 513 )
.2 高耸结构 .....	( 514 )
.3 桥梁 .....	( 420 )
.4 地上贮液罐 .....	( 534 )
.5 地下管线 .....	( 545 )
.6 重大工程和特殊工程的特殊要求 .....	( 554 )
.7 混凝土重力坝 .....	( 555 )
.8 核电站 .....	( 564 )
.9 海洋平台 .....	( 570 )
12.5 抗震构造措施 .....	( 575 )
<b>第十三章 结构抗震设计规范</b> .....	( 588 )

13.1	抗震规范一般情况 .....	( 588 )
13.2	中、日、美三国抗震规范的沿革与现状 .....	( 591 )
13.3	抗震设计规范一览表 .....	( 619 )
13.4	抗震规范的对比分析 .....	( 629 )
13.5	抗震设计规范的发展趋势 .....	( 643 )
附录(一)	参考文献 .....	( 646 )
附录(二)	人名译名表 .....	( 665 )
附录(三)	地名及单位译名表 .....	( 672 )
附录(四)	中英名词对照表及索引 .....	( 676 )

# CONTENTS

## PART I GENERALS AND FUNDAMENTALS

- CHAPTER 1. GENERALS
- 1.1 Introduction
  - 1.2 Scope of Earthquake Engineering
  - 1.3 Earthquake Engineering and Seismology
  - 1.4 Earthquake Engineering and Civil Engineering
  - 1.5 Earthquake Engineering and Socio-economical Problems
- CHAPTER 2. RELATED FUNDAMENTALS OF SEISMOLOGY
- 2.1 Inner Structure of Earth
  - 2.2 Plate-Tectonics
  - 2.3 Inter-Plate and Intra-Plate Earthquakes
  - 2.4 Cause and Type of Earthquakes
  - 2.5 Source Mechanism and Fault
  - 2.6 Seismicity
  - 2.7 Seismic Wave
  - 2.8 Instrumental Measurement of Earthquake and Magnitude
  - 2.9 Earthquake Prediction
- CHAPTER 3. RELATED FUNDAMENTALS OF RANDOM VIBRATION
- 3.1 Fundamental Concept of Random Process
  - 3.2 Spectral Parameters and Their Physical Meaning
  - 3.3 Distribution of Maxima
  - 3.4 Stochastic Representation of Earthquake Ground Motion

## PART II ENGINEERING SEISMOLOGY

- CHAPTER 4. EARTHQUAKE DAMAGE AND INTENSITY
- 4.1 Macroseismic Phenomena of Earthquake
  - 4.2 Earthquake Damage and Examples from Some Typical Earthquakes
  - 4.3 Earthquake Intensity and Intensity Scale
  - 4.4 Characters of Earthquake Intensity and Its Applicability
  - 4.5 Intensity Distribution of an Earthquake
  - 4.6 Earthquake Intensity Attenuation
  - 4.7 Earthquake Damage Index
  - 4.8 Effect of Site Conditions on Earthquake Intensity
- CHAPTER 5. EARTHQUAKE IN CHINA
- 5.1 Plate-Tectonics around China
  - 5.2 Seismic Regions and Earthquake-Active Belts in China
  - 5.3 Earthquake History in China
  - 5.4 Seismicity over China

5.5 Strong Earthquakes and Damage Caused in China

**CHAPTER 6. STRONG EARTHQUAKE GROUND MOTION**

6.1 Measurement of Strong Earthquake Ground Motion

6.2 Characteristics of Earthquake Ground Motion

6.3 Spatial Correlation of Ground Motion

6.4 Factors Influencing Ground Motion

6.5 Ground Motion and Earthquake Intensity

6.6 Evaluation of Ground Motion

6.7 Generated Ground Motion

**PART III THEORY OF EARTHQUAKE RESPONSE OF STRUCTURE**

**CHAPTER 7. EARTHQUAKE RESPONSE ANALYSIS OF STRUCTURE**

7.1 Evolution of Theory of Earthquake Analysis of Structure

7.2 Earthquake Response of SDOF System and Response Spectrum

7.3 Earthquake Response of MDOF System

7.4 Response Analysis in Frequency Domain

7.5 Random Earthquake Response

7.6 Mode Superposition

7.7 Vertical Earthquake Response and P- $\Delta$  Effect

7.8 Theory of Damping

7.9 Nonlinear Earthquake Response

7.10 Response to Multiple Inputs of Ground Motion

7.11 Soil-Structure Interaction

7.12 Earthquake Response of Rigid Body

7.13 Practicality of Earthquake Response Analysis

**CHAPTER 8. EARTHQUAKE RESPONSE OF EARTHWORKS AND FOUNDATION**

8.1 Experience of Foundation during Earthquake

8.2 Dynamic Property of Soil

8.3 Soil Liquefaction

8.4 Earthquake Response Analysis of Foundation

8.5 Earthquake Stability of Earthdam and Slope

8.6 Earthquake Behavior of Pile Foundation

**CHAPTER 9. FIELD RESPONSES OF STRUCTURE AND FOUNDATION AND THEIR MEASUREMENT**

9.1 Macro-seismic Experience of Structure during Recent Earthquakes

9.2 Records and Analysis of Earthquake Response of Structure and Foundation

9.3 Important Role of Strong Earthquake Records in Earthquake Engineering

**CHAPTER 10. VIBRATIONAL TEST AND DYNAMIC PROPERTY OF STRU-**



## CTURE

- 10.1 Purpose of Vibrational Test of Structure
- 10.2 Relation of Vibrational Test and Earthquake-Resistant Theory of Structure
- 10.3 Experimental Method of Structural Vibration
- 10.4 Dynamic Property of Structural Material
- 10.5 Dynamic Property of Structural Member
- 10.6 Dynamic Property of Structure
- 10.7 Ambient Vibration
- 10.8 Test of Structure upto Failure
- 10.9 Structural Identification

## PART IV ENGINEERING CONSIDERATION OF EARTHQUAKES

### CHAPTER 11. SEISMIC HAZARD AND RISK ANALYSIS AND EARTHQUAKE ZONATION

- 11.1 Evaluation of Seismicity
- 11.2 Seismic Hazard Analysis
- 11.3 Structural Fragility and Seismic Risk Analysis
- 11.4 Earthquake Zonation
- 11.5 Earthquake Microzonation

### CHAPTER 12. SEISMIC DESIGN PRINCIPLE OF STRUCTURE

- 12.1 Evolution of Earthquake-Resistant Design Theory
- 12.2 Criteria of Earthquake Protection
- 12.3 Principle of Earthquake-Resistant Design
- 12.4 Speciality of Earthquake-Resistant Design of Various Engineering Works
  - .1 Building
  - .2 High-Rise Structure
  - .3 Bridge
  - .4 Storage-Tank on Ground
  - .5 Underground Pipeline
  - .6 Particular Requirement of Important or Special Structure
  - .7 Concrete Gravity Dam
  - .8 Nuclear Power Plant
  - .9 Offshore Platform
- 12.5 Constructional Measure for Earthquake-Resistant Structure

### CHAPTER 13. SEISMIC DESIGN CODE OF STRUCTURE

- 13.1 Generals of Seismic Design Code
- 13.2 Evolution of Seismic Design Codes in China, Japan and USA
- 13.3 List of Important Features of Codes in the World
- 13.4 Comparison of Codes