

城乡建设 防灾与减灾知识读本

CHENGXIANG JIANSHE
FANGZAI YU JIANZAI ZHISHI DUBEN

本书编委会 编著

中国建筑工业出版社

城乡建设防灾与减灾知识读本

本书编委会 编著

中国建筑工程工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

城乡建设防灾与减灾知识读本/本书编委会编著. —北京:
中国建筑工业出版社, 2008
ISBN 978-7-112-10196-2

I. 城… II. 本… III. ①建筑工程-抗震结构-结构设计-
基本知识②建筑工程-防风-基本知识③建筑工程-防洪-基本
知识④建筑工程-地质-自然灾害-防灾-基本知识 IV. TU352
TU89

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 095304 号

本书共分五个部分,系统地介绍了几种主要的自然灾害产生的原因,
造成的影响以及如何防治等。特别是在勘察选址、规划方案的编制、抗震
防风设防等级、建筑设计标准规范的要求、防灾安全预案的编制及防灾
减灾的立法等方面进行了详细的介绍,书中还介绍了日本防震减灾方案及
生命线地震工程概论等内容。希望通过本书的出版引发我们全社会特别是
建设领域的技术人员和管理人员增强防灾减灾的意识,尤其希望对灾区的
重建工作起到指导作用。

* * *

责任编辑:付娇 陈桦

城乡建设防灾与减灾知识读本

本书编委会 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京天成排版公司制版

北京市铁成印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 10¼ 字数: 249 千字

2008 年 11 月第一版 2008 年 11 月第一次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 20.00 元

ISBN 978-7-112-10196-2

(16999)

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)

序

“5.12”四川汶川的特大级地震使中国震惊，让世界震撼。这次地震给国家和人民生命财产造成极大的损失。痛定思痛，它深刻地向我们昭示了工程建设领域抗震减灾工作的重要性和紧迫性。

然而，人们对自然灾害还缺乏足够的认识，在工作中对防灾减灾的意识还需要加强。

人类虽然不能阻止地震灾害的发生，但做好防灾减灾工作则可以减少自然灾害造成人民群众生命、财产的损失。历史上人类对灾害的认识经历了逃避灾害、抗拒灾害、减少灾害这样的三个发展阶段。“逃灾”反映出人类对灾害环境的惧怕和无奈。“抗灾”强调的是对灾害环境的征服，而“减灾”强调尽可能地减少灾害损失。从“逃灾”到“抗灾”是人类工程技术进步的结果，而从一味地“抗灾”到“防灾减灾”则是人类重新认识灾害客观规律的结果。为了增强全社会防灾减灾的意识，由中国建筑工业出版社组织该领域内的专家、学者编写了这个知识读本。

此书系统地介绍了几种主要的自然灾害产生的原因，造成的影响以及如何防治等。特别是在勘察选址、规划方案的编制、抗震防风设防等级、建筑设计标准规范的要求、防灾安全预案的编制及防灾减灾的立法等方面进行了详细的介绍，书中还介绍了日本防震减灾方案及生命线地震工程概论等内容。希望通过本书的出版引发我们全社会特别是建设领域的技术人员和管理人员增强防灾减灾的意识，尤其希望对灾区的重建工作起到指导作用。

人是主体，自然是客体，人充分认识自然、认识自然界的客观规律是构建良性生态系统的基础。应当认识到我们生活于自然之中，也是自然的一部分，应该依循自然环境的规律对灾害环境加以改善，创造人类与自然相融合的、和谐的人居环境，这才是我们应当遵循的行为准则和追求的理想目标，并以此作为防灾规划设计的指导思想，创造适应灾害环境的城市与建筑，创造人与自然的和谐发展。

编者

目 录

绪论	1
第 1 章 建筑抗震设计	5
1.1 建筑与地震	6
1.2 建筑抗震基本原则	14
1.3 多层和高层钢筋混凝土抗震设计	20
1.4 多层砌体房屋和底部框架、内框架房屋的抗震设计	28
1.5 多层和高层钢结构的抗震设计	34
1.6 生土建筑、木结构、石结构房屋的抗震设计	39
1.7 建筑隔震与消能减震设计	42
1.8 非结构构件的抗震设计	46
1.9 建筑抗震实例和未来发展趋势	48
1.10 日本的隔震结构设计及现有结构的抗震加固	53
1.11 结语	59
第 2 章 生命线地震工程概论	61
2.1 引言	62
2.2 地震工程理论研究回顾	62
2.3 生命线地震工程构成	64
2.4 生命线地震工程特点	66

2.5 生命线地震工程抗震设防原则·····	67
第3章 建筑防风 ·····	69
3.1 灾害性风的基本知识·····	70
3.2 防风规划设计的原理·····	79
3.3 城镇防风规划要点·····	90
3.4 建筑防风设计要点·····	98
第4章 城市和建筑防洪 ·····	111
4.1 洪水、洪灾的基本概念·····	112
4.2 城市水灾的类型和成因·····	113
4.3 人类防洪史·····	115
4.4 对20世纪中国洪灾的回顾和反思·····	117
4.5 我国防御洪涝灾害的综合体系·····	119
4.6 城市防洪综合体系·····	122
4.7 流域防洪规划·····	124
4.8 城市防洪规划·····	128
4.9 城市防涝新设施·····	135
第5章 建筑防地质灾害 ·····	141
5.1 地质灾害的概念和内容·····	142
5.2 地面沉降与灾害·····	142
5.3 塌陷灾害·····	144
5.4 泥石流与灾害·····	147
5.5 滑坡及其灾害·····	151
参考文献 ·····	154

绪论

Introduction

绪论

一、灾害

灾害是指由自然原因或人为原因给人类生存和社会发展带来危害，造成损失的灾难、祸害。

灾害可分为：

自然灾害——自然力通过非正常方式的释放而给人类造成的危害，如天文灾害、地质灾害、气象水文灾害、土壤生物灾害等；

人为灾害——人类社会内部由于个人、群体的主客观原因而使社会行为失调、失控所造成的灾害，包括行为过失灾害、认识灾害、社会失控灾害、政治灾害、生理灾害、犯罪灾害等；

混合型灾害——自然因素与人为因素相互交叉作用造成的灾害，如瘟疫、环境灾害等。

灾害与事故不完全相同。灾害一般是比事故更有破坏性、突发性的自然事件和社会事件；而事故多为单个、孤立的事件，少有大面积、大规模的发生，后果大多影响到直接受害者及其家庭，一般不直接对社会造成震动或影响，其救助大多只需有关单位或部门承担，无需动员社会力量。少数灾难性事故是具有灾害性质的社会事件，但其规模、后果、影响、救助方式是同灾害有别的。

本书主要介绍常见的四种灾害。

1. 地震

地震是城市重要灾害之一。我国目前有70%以上的特大城市位于地震烈度7度及7度以上的地震区内。其中北京、天津、太原、西安、兰州、昆明6个特大城市位于8度区内。全国52个大城市中，有30个位于7度和7度以上的地震区。1976年7月28日唐山地震，震级7.8级，震中烈度11度，唐山市房屋几乎全部倒塌，死亡14.8万人，伤8.1万人。北京、天津亦有塌房和伤亡。死伤人数共达242769人。2008年5月12日汶川地震，震级8级，震中烈度11度，甘肃、陕西等省均受到波及，死亡6.9万人，伤3.7万人，失踪1.8万人。

2. 风灾

风灾包括台风和龙卷风等灾害。我国平均每年有7个台风在沿海登陆，往往带来狂风、暴雨、巨浪和海潮，形成灾害。1922年8月2日汕头地区台风暴潮，汕头地区一片汪洋，汕头市内水深3m，死亡7万多人，数十万人流离失所。1969年

7月28日,汕头附近潮阳至惠东有一强台风登陆,冲决海堤180km,死亡1554人,直接经济损失1.98亿元。闽、苏、浙、沪也常受台风袭击,1998年8月7日,杭州受8807号台风袭击,西湖边80%的树木被吹倒,全市停水、停电、停产5天,100多人死亡,直接经济损失10亿元以上。

3. 水灾

水灾也是城市灾害中最严重的灾害之一。我国多数城市沿江河湖海分布,许多城市的地坪高程均位于江河洪水位之下,而城市的设防又多未达到国家防洪标准,因此城市水灾问题十分严重。我国在20世纪的最后10年中,水灾损失十分重大,1996年为2200亿元,1998年达2700亿元。

4. 地质灾害

地质灾害包括滑坡、崩塌、泥石流、地质沉陷等,易发生于山区城市。1998年洪汛期间,仅重庆市城区居民居住地带就发生崩塌27896起,滑体达50亿 m^3 ,造成64.65万人受灾,死亡93人,经济损失11.34亿元。地面沉降多发生在平原城市,往往因超量抽取地下水引起。

二、本书旨在增强防灾减灾意识

(1) 防灾减灾是城市建设可持续发展的前提和保证。

(2) 必须加强灾害科学的研究与投入。

近年来,国家对城市防灾减灾工作更为重视,已取得一系列成果。在科研上有一定的投入。但与发达国家相比,我们在防灾减灾能力以及管理水平上,仍有一定差距。因此,必须加强灾害科学的研究,加大有关投入。可以开展以下几方面的工作:①确立减灾与增产并重的观念,全面开展灾情调查,加强城市灾害评估工作;②利用先进的科学技术推动减灾系统工程;③研究人口、资源、环境、灾害的关系,需求发展与减灾相协调的最佳方案;④促进自然灾害科学研究体系的发展;⑤研究灾害的综合管理系统。

(3) 加强城市防灾减灾基础设施建设。

(4) 城市防灾组织管理体系建设应予加强、完善。

城市灾害多种多样,由于自然因素和社会人文因素的交叉和交互影响,呈现错综复杂的势态。因此我们要从思想意识上增强防灾减灾的理念。

第 1 章 建筑抗震设计

Chapter 1

Construction Earthquake Resistance Design

第 1 章 建筑抗震设计

1.1 建筑与地震

1.1.1 概述

地震是自然界中威胁人类安全的主要灾害之一，它具有突发性强、破坏性大和比较难预测的特点。据统计，世界上每年都会发生数百万次的地震，其中，能够造成严重破坏的强烈地震每年发生近 20 次。如 1976 年我国河北省唐山地震，1994 年的美国加州北岭地震，1995 年的日本阪神地震等。目前，地震的监测预报还是世界性的难题，很难作出准确的临震预报，而且即使做到了震前预报，如果建筑及其设施的抗震性能薄弱，也难以避免经济损失。因此，有效的抗震设防是建筑防震减灾的关键性任务。

地震及其相关的基本概念：

1. 地球的构造

地球是一个平均半径为 6400km 的椭圆球体，至今已有 45 亿年的历史。研究表明，地球是由性质不同的三层构成：最外面是一层很薄的地壳，中间很厚的一层是地幔，最里面叫地核(图 1-1)。地壳是由各种不均匀的岩石组成的。地球上绝大多数的地震都发生在地壳内。地壳以下的地幔，厚约 2900km，它几乎占地球全部体积的 5/6。本层除顶部外，其他由质地坚硬、结构比较均匀的橄榄岩组成。根据地震波速在地幔中的变化，推测地幔顶部物质呈熔融状态，并认为地幔物质在热作

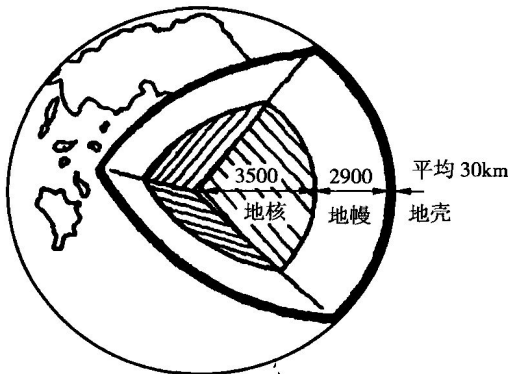


图 1-1 地球内部构造

用下的对流，可能是地壳运动的根源。到现在为止，所观测到最深的地震是 700 多千米，这仅约为地球半径的 1/10。可见，地震仅发生于地球的表面部分——地壳中和地幔上部。地核是地球的核心部分，球体半径为 3500km。对地核的成分和状态，目前认识尚不十分清楚。地球内部的温度随深度增加而升高，从地表每深 1km 约升高 30℃，但增长率随深度增加而减小。经推算，地下 29km(多数地震发生在这个深度)深处温度约 600℃，地幔上部(地下 700km 左右)温度约 2000℃，地球内的高温主要是内部放射性物质不断释放热量的缘故，并

因其分布的不均匀性,导致了地幔内发生物质的对流。见图 1-1。

2. 地震

地震,俗称地动,是一种自然现象。即因地下某处岩层突然破裂,或因局部岩层坍塌、火山喷发等引起的振动以波的形式传到地表引起地面的颠簸和摇动,这种地面运动称为地震。

地球内部发生地震的地方称为震源。震源在地球表面的投影,或者说地面上与震源正对着的地方称为震中。地面上任何一个地方到震中的距离称为震中距。震中附近的地区称为震中区。强烈地震时,破坏最严重的地区称为极震区。震源至地面的垂直距离(即震源到震中的距离),称为震源深度。

3. 地震的类型和成因

地震通常按照其成因可划分为三种主要类型:构造地震、火山地震和陷落地震,此外还有水库地震、爆炸地震、油田注水地震等类型。前三种为主要类型,其成因和影响见表 1-1。建筑工程的抗震主要考虑构造地震,世界上已发生的地震 90% 以上属构造地震,构造地震成因见图 1-2。

地震的主要类型、成因和影响

表 1-1

类型	成因	影响
构造地震	地球在运动和发展过程中,内部的能量(例如地幔对流、转速的变化等)使地壳和地幔上部的岩层产生很大的应力,日积月累,当地应力超过某处岩层强度极限时,岩层破坏,断裂错动,引起地面振动。如美国旧金山圣安德烈斯断层上 1906 年突然发生错动,在 435km 长的一段上,水平错距最大达 6.4m	破坏性大,影响面广
火山地震	火山爆发引起地面振动	影响和破坏性均较小
陷落地震	地表或地下岩层突然大规模陷落和崩塌,如石灰石地区地下大溶洞的塌陷或古矿坑的塌陷等引起的地面振动	影响和破坏性均较小

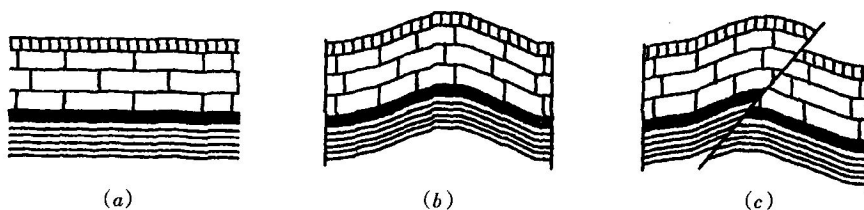


图 1-2 构造地震成因

(a)正常状态;(b)产生应力;(c)岩层破坏

4. 地震波和震级

(1) 地震波 地震引起的振动以波的形式从震源向各个方向传播,这就是地震波。地震波是一种弹性波,它包含可以通过地球本体的两种“体波”和只限于地面

附近传播的两种“面波”。

(2) 震级 地震震级 M 是表示地震大小或强弱的指标，是地震释放能量多少的尺度，它是地震的基本参数之一。其数值是根据地震仪记录的地震波图来确定。目前国际上比较通用的是里氏震级。它是以标准地震仪所记录的最小水平位移(即振幅，以 μm 记)的常用对数来表示该次地震震级。并用 M 表示，即

$$M=\log A$$

震级直接与震源释放能量的大小有关。震级 M 与地震释放能量 E (尔格)之间的关系为：

$$\log E=11.8+1.5M$$

震级每增加一级，能量增大 30 倍左右。一个七级的破坏性地震就相当于近 30 万个 2 万吨 TNT 的原子弹所具有的能量。

小于 2 级的地震，一般人们感觉不到，只有仪器才能记录下来，称作为微震。2~4 级为有感地震。5 级以上就会引起不同程度的破坏，称为破坏性地震；7 级以上则为强烈地震。震级的分类见表 1-2。

震 级 的 分 类 表 1-2

震级	<2	2~4	>5	≥7	>8
分类	微震	有感地震	破坏性地震	强烈地震或大地震	特大地震

5. 地震烈度

地震烈度是指某一地区的地面及房屋建筑等遭受一次地震影响的强弱程度。一次地震的震级只有一个，而各地区由于距震中远近不同，地质情况和建筑情况亦不同，地震的影响也不一样，因而烈度不同，一般震中区烈度最大，离震中愈远烈度愈小。震中区的烈度称为“震中烈度”。

我国最新使用的烈度表是 1980 年国家地震局主持审查通过的《中国地震烈度表(1980)》，并颁布试行，为建筑抗震设计提供了工程数据，将宏观烈度与设计地震参数建立了联系。新烈度表既是表示地震后果的尺度，又是表示地面振动强弱的尺度，兼有宏观烈度表和定量烈度表的功能。地震烈度从弱到强共分为 12 个等级。

6. 基本烈度和设计烈度

基本烈度是指某一地区，在今后一定的时间内和一般的场地条件下，可能普遍遭遇到的最大地震烈度值。各个地区的基本烈度，是根据当地的地质地形条件和历史地震情况等，由有关部门确定的。

设计烈度，也称抗震设防烈度是建筑物抗震设计中实际采用的地震烈度。抗震设防烈度是根据建筑物的重要性，在基本烈度的基础上按区别对待的原则确定。

对于特别重要的建筑物，经国家批准，抗震设防烈度要按基本烈度提高一度采用。

所谓特别重要的建筑物，是指具有重大政治经济意义和文化价值的以及次生灾害特别严重的少数建筑物，这些建筑物必须保证具有特殊的安全度。

对于重要建筑物，设计烈度按基本烈度采用。所谓重要建筑物是指在使用上、生产上、政治经济上具有较大影响的，以及地震时容易产生次生灾害的，或一旦破坏后修复较困难的建筑物。如医院、消防、供水、供电等建筑物，地震发生时要保证救灾和人们生活的需要，电信、交通等建筑物则除上述原因外，还涉及国内国际影响，地震时不能中断使用；另外，重要企业中的主要生产厂房、极重要的物资贮备仓库、重要的公共建筑、高层建筑、住宅、旅馆等都属于重要的建筑物。

对于次要建筑物，设计烈度可比基本烈度降低一度采用。如一般仓库、人员较少的辅助建筑物等，为了避免有些建筑物在设计烈度降低后，地震时会有较大的破坏，甚至在高烈度时有倒塌的危险，它的抗震构造措施仍可按基本烈度考虑，以保证房屋的基本抗震要求。此外，为了保证属于大量的 6 度地区的建筑物都具有一定的抗震能力，当基本烈度为 6 度时设计烈度不降低。

对于临时性建筑物，可不考虑设防。

7. 地震的分布

据统计，地球上平均每年发生可以记录到的大小地震达 500 万次以上，其中有感地震(震级在 2.5 级以上)在 15 万次以上，而造成严重破坏的地震则不到 20 次，震级 8 级以上，震中烈度 11 度以上的毁灭性地震仅约 2 次。在上述这些地震中，小地震几乎到处都有，而大地震只发生在某些地区。

(1) 世界的地震活动概况 从 1961 年初到 1967 年末为止，根据世界各大洲 7 年内所发生的近 30 万次 4 级以上地震所编绘的“世界地震分布图”，可以明显地看出地球上有一组主要的地震活动带，详见表 1-3。

地球上的主要地震活动带

表 1-3

名 称	经 过 地 区	地震活动情况
环太平洋地震带	沿南北美洲西海岸、阿留申群岛转向西南至日本列岛，再经我国台湾而达菲律宾，新几内亚和新西兰	地震活动性强，全球约 80%~90% 的地震集中在这个带
地中海南亚地震带	西起大西洋的亚速岛，经意大利、土耳其、伊朗与印度北部、我国西部和西南地区、经缅甸至印度尼西亚与环太平洋地震带相衔接	地震活动较多

(2) 我国地震活动概况 我国地处两大地震带的中间，东临环太平洋地震带，西处喜马拉雅地中海地震带，是多地震的国家。历史上自公元前 1831 年开始有泰山地震记录至今，近四千年的记录表明，我国的地震分布相当广泛。从历史地震状况来看，全国除极个别的省份外(例如浙江、江西)，绝大部分地区都发生过较强的破坏性地震，有不少地区现在地震活动还相当强烈，详见表 1-4。

我国的主要地震活动带 表 1-4

名 称	经 过 地 区
南北地震带	北起贺兰山，向南经六盘山，穿越秦岭，沿川西至云南省东部，纵贯南北，长达2000多千米，宽度为数十至百余千米
东西地震带	主要的东西向构造有： 1. 北面的一个沿陕西、山西、河北北部的狼山、阴山、燕山向东延伸直到辽宁北部的千山一带。 2. 南面的一个自帕米尔起，经昆仑山、秦岭，直至大别山地区

我国西部地区地壳活动性大，新构造运动现象非常明显，因此我国西部地震活动较东部为强。东部地震主要发生在强烈凹陷下沉的平原或断陷盆地，以及近期活动的大断裂带附近，如汾渭地堑、河北平原、郯城—庐江大断裂带等，这也是东部华北地震区比其他两个地震区活动强烈的原因。

1.1.2 地震对建筑物的破坏作用



图 1-3 地震后建筑物破坏情况

地震对建筑物的破坏，不仅会造成巨大的经济损失，而且常能招致大量伤亡。弄清地震是怎样对建筑物造成破坏的，然后根据对客观规律的认识采取经济而有效的措施是建筑抗震设防的主要工作之一。图 1-3 为地震后建筑物的破坏情况。

1. 建筑物的动力特性

(1) 周期和刚度

各建筑物有其一定的刚度，以抵抗外力作用所引起的形变。当受到冲击，或者偏离平衡位置时，弹性力使它向反

方向往返运动，形成振动。往返运动一次后仍回到原来位置，所需时间称为周期。

建筑物是弹性体，受力后将产生振荡。建筑物的自振周期决定于其高度、质量和刚度等因素。周期随高度和质量增加，但刚度增加时，周期减小，通常称周期较小的建筑物为刚性结构，周期较长者为柔性结构。

(2) 振型

建筑物在共振时的振动形状叫做振型。建筑物受力时，不仅以其基本周期产生第一振型的振动，而且还叠加有对应于第二、第三等周期的高振型振动。

(3) 地震时建筑物的振动

在不同类型建筑物的顶、底层和附近地表同时观测不太大的地震振动的结果说明：刚性建筑物的顶部和基础的运动与附近地表一般相同。中等刚度建筑物顶部振动的周期、相位和波形与基础或地下室几乎一致，但振幅随运动性质有 20%~

70%的增加。柔性建筑物地下室或基础的振动很不规则,大致与地面的振动相似。但顶部运动其最大振幅可达地下室的2~3倍。

总的说来,在地震中,刚性建筑物的运动几乎与周围地面相同;柔性建筑物以其固有周期振动;而中等刚度的建筑物则介于两者之间。

(4) 阻尼

建筑物振动时,由于材料的内摩擦、构件节点的摩擦以及外界阻力等原因,能量将有损耗。此外,一部分能量也会由地基逸散。所有这些能量耗散的原因,统称为建筑物的阻尼。

描述阻尼对结构振动影响的最简单表达方式是线性阻尼假定,即阻尼力与速度成正比例。这一假定对于理想的弹性体是适用的;至于对建筑结构是否正确,尚无足够的试验根据。但是,如果将线性阻尼力理解为一种当量阻尼力,则可调整阻尼系数,在一定条件下使某些力学量(如最大位移反应等)直接或间接地与结构的试验数据相符合,这样就可以近似地将线性阻尼假定应用于结构振动分析。

从振动的角度来看,建筑物是复杂的结构系统,严格地说,需要用一系列的参数来说明它的动力特性。在抗震工作中,通常只选用周期和阻尼这两个关系重大,而且易于计算或实测的动力参数来表示。建筑物的各个振型分别有其各自一定的周期和阻尼。

2. 在地震作用下导致建筑物破坏的因素

地震对建筑物的破坏作用是多种多样的,主要有三种因素:振动破坏、地基失效引起的破坏和次生效应引起的破坏。强烈的地表振动,可以直接破坏建筑物。在强烈振动作用下,有时会使得地基承载力降低,饱和含水的粉砂、细砂层液化,导致地面下降、开裂、喷水、冒砂等,使地基失去稳定性或完全失效,损坏建筑物基础及其上部结构。地震引起的地裂、山崩、滑坡、泥石流等自然界现象,可以破坏地基,致使建筑物遭受严重破坏,甚至淹没整个居民点。有时地震还导致海啸,侵袭滨海地区,冲走一切设施。

(1) 振动破坏

震源地释放的能量,有一部分以弹性波形式向外传播,称为地震波。地震波引起的地面振动,通过基础传至建筑物,引起建筑物本身的振动。通常的建筑物是按静力设计和建造的,没有考虑动力影响。在振动作用下,虽然有些潜力,但是有一定的限度。当地震引起的振动强度超过极限时,就会造成破坏。

地震波由震源向外传播时,由于扩散和传播介质的吸收作用等,强度逐渐衰减。总的说来,破坏程度决定于地震力的大小。但是,由于地震波的频谱组成和持续时间以及建筑物的材料性质、动力特性、地基条件和地形等环境影响,地震振动对建筑物的破坏作用是很复杂的,破坏程度常由许多因素综合决定。如地震波的周期、共振作用,地基影响等。

① 地震波的周期

通常认为周期0.05~2s之间的振动对一般建筑物危害最大。例如振动周期