

普通高等教育“十一五”国家级规划教材修订版

建筑抗震

(第三版)

张小云 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

普通高等教育“十一五”国家级规划教材修订版

建筑抗震

Jianzhu Kangzhen

(第三版)

张小云 主编



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材修订版,是根据全国高职高专学校建筑工程技术专业建筑抗震课程教学要求,以及现行国家标准《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2010)和《镇(乡)村建筑抗震技术规程》(JGJ 161-2008)及其他相关规范编写而成的。内容包括绪论,场地、地基与基础,地震作用和结构抗震验算,多层砌体房屋抗震设计,钢筋混凝土框架房屋抗震设计,单层钢筋混凝土柱厂房抗震设计,隔震与消能减震房屋简介和村镇建筑抗震技术等。主要章节均附有学习目标,正文后附有小结、思考题,并配有设计实例。

本书除作为高职高专及成人高等学校土建专业的教材外,也可供建筑结构抗震设计和施工等技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑抗震/张小云主编. --3版. --北京:高等教育出版社,2012.2
ISBN 978-7-04-034313-7

I. ①建… II. ①张… III. ①建筑结构-防震设计-高等职业教育-教材 IV. ①TU352.104

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 008385 号

策划编辑	张晓军	责任编辑	张玉海	封面设计	王 洋	版式设计	王艳红
插图绘制	尹 莉	责任校对	张小镬	责任印制	田 甜		

出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn
社 址	北京市西城区德外大街 4 号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	廊坊市科通印业有限公司		http://www.landaco.com.cn
开 本	787mm × 1092mm 1/16	版 次	2002 年 12 月第 1 版
印 张	13.75		2012 年 2 月第 3 版
字 数	330 千字	印 次	2012 年 5 月第 2 次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	23.80 元
咨询电话	400-810-0598		

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物 料 号 34313-00

第一版前言

我国是一个多地震的国家,大部分的城镇都位于抗震设防区。因此,建筑抗震课程是高职高专土建类专业重要的专业课程。

本教材是根据高职高专学校房屋建筑工程专业建筑抗震课程教学基本要求以及新修订的《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001)、《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)、《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002)、《砌体结构设计规范》(GB 50003—2001)及其他相关新规范编写的,可作为高职高专及成人高等学校土建类专业的教学用书,也可供结构设计等技术人员参考。

在编写过程中,本书力求内容详实,通俗易懂,概念清晰,简明扼要,深入浅出,尽可能反映新技术的应用。书中主要章节均附有学习目标、小结、典型例题、思考题、习题以及设计实例。设计实例采用了实际工程结构设计计算书的格式,便于教学和自学。

本书由张小云任主编。参加编写的有王作兴(第2、4章),王玉英(第6章),张小云(第1、3、5、7章),洪芳(第1、3、5、7章的插图绘制及第5章的设计实例)。

本书由大连理工大学李宏男教授主审。在本书的编写过程中引用和参考了一些公开出版和发表的文献。谨此一并致谢。

限于作者水平,书中一定有不少疏漏和错误,恳请读者批评指正。

编 者

2002年6月

第二版前言

我国是一个多地震的国家,大部分的城镇和村庄都位于抗震设防区。因此,建筑抗震课程是高校土建类专业重要的专业课程。

本书是在第一版普通高等教育“十五”国家级规划教材的基础上,根据高职高专学校建筑工程技术专业建筑抗震课程教学要求,以及现行国家标准《建筑抗震设计规范(08年版)》(GB 50011—2001)和新颁布的《镇(乡)村建筑抗震技术规程》(JGJ 161—2008)及其他相关规范修订而成的,二版书在一版基础上增加了乡镇建筑抗震技术的相关内容。可作为高职高专及成人高等教育土建类专业的教学用书,也可供结构设计等技术人员参考。

本教材力求内容详实、通俗易懂、概念清晰、简明扼要、深入浅出,尽可能反映新技术的应用。书中主要章节附有设计实例,其内容深、广度及格式力图满足结构设计计算书的要求,便于教学和自学。

本书由福建省抗震防灾技术中心张小云主编,参加编写的有徐州建筑职业技术学院王作兴(第2、4章),长春工程学院王玉英(第6章),福建工程学院洪芳(第1、3、5、7章的插图绘制及第5章的设计实例),张小云(第1、3、5、7、8章)。

本书由大连理工大学李宏男教授主审;书中引用参考了一些公开出版和发表的文献资料。谨此一并致谢。

限于作者水平,书中一定有不少疏漏和错误,恳请读者批评指正。

编 者

2008年12月

第三版前言

本书是在普通高等教育“十一五”国家级规划教材《建筑抗震》(第二版,张小云主编)的基础上,根据高职高专学校建筑工程技术专业建筑抗震课程教学要求,以及现行国家标准《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)和《镇(乡)村建筑抗震技术规程》(JGJ 161—2008)及其他相关规范修订而成的。

我国是一个多地震的国家,大部分的城镇和村庄都位于抗震设防区。因此,建筑抗震课程是高校土建类专业重要的专业课程。而且,该门课程的教材必然会随着建筑抗震设计规范的修订而适时修订。2008年汶川地震后,《建筑抗震》(第二版)即按《建筑抗震设计规范(08年版)》(GB 50011—2001)进行了及时修订。目前,新的国家标准《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)已发布并于2010年12月1日起实施。为此,本书进行了局部修订。

本次修订主要根据新规范对书稿中的抗震措施、计算方法、构造要求等进行了相应修改,使之符合新规范标准规定。使用时,请注意将要修订发布的其他相关结构新规范、标准并配合。

本次修订保留了第二版的结构体系和特色,即:力求内容翔实、通俗易懂、概念清晰、简明扼要、深入浅出,尽可能反映新技术的应用;书中主要章节附有设计实例,其内容深度、广度及格式力图满足结构设计计算书的要求,便于教学和自学。

本书可作为高职高专及成人高等教育土建类专业的教学用书,也可供结构设计等技术人员参考。

本书由福建省抗震防灾技术中心张小云主编,参加本次修订的有江苏建筑职业技术学院王作兴(第2、4章)、长春工程学院王玉英(第6章)、福建工程学院洪芳(第5章的设计实例)、张小云(第1、3、5、7、8章)。

限于编者水平,书中一定仍有不少疏漏和错误,恳请读者批评指正。

编 者

2011年10月

目 录

1 绪论	1	学习目标	90
学习目标	1	5.1 钢筋混凝土框架结构房屋震害特点	90
1.1 地震基本知识	1	5.2 结构选型及布置	92
1.2 地震活动性及震害	8	5.3 钢筋混凝土框架结构房屋抗震验算	95
1.3 建筑抗震设防	11	5.4 钢筋混凝土框架结构房屋抗震构造措施	108
小结	19	5.5 多层框架抗震设计实例	118
思考题	20	小结	149
2 场地、地基与基础	21	思考题	149
学习目标	21	习题	150
2.1 场地	21	6 单层钢筋混凝土柱厂房抗震设计	151
2.2 地基基础抗震验算	24	学习目标	151
2.3 液化土和软土地基	26	6.1 单层钢筋混凝土柱厂房震害特点	151
小结	30	6.2 单层钢筋混凝土柱厂房结构选型与布置	153
思考题	31	6.3 单层钢筋混凝土柱厂房抗震验算	154
3 地震作用和结构抗震验算	32	6.4 单层钢筋混凝土柱厂房抗震构造措施	163
学习目标	32	小结	169
3.1 概述	32	思考题	170
3.2 单质点弹性体系的地震反应分析	33	7 隔震与消能减震房屋简介	171
3.3 单质点弹性体系水平地震作用计算	36	学习目标	171
3.4 多质点弹性体系水平地震作用	42	7.1 概述	171
3.5 竖向地震作用	45	7.2 隔震房屋	172
3.6 抗震验算原则	49	7.3 消能减震房屋	178
小结	53	小结	179
思考题	54	思考题	180
4 多层砌体房屋抗震设计	55	8 村镇建筑抗震技术	181
学习目标	55	学习目标	181
4.1 砌体房屋的震害特点	56	8.1 概述	181
4.2 多层砌体房屋的结构选型与布置	57	8.2 砖木结构房屋	186
4.3 多层砌体房屋的抗震验算	60	8.3 石结构房屋	190
4.4 多层砌体房屋的抗震构造措施	66	8.4 生土结构房屋	196
4.5 多层砖房抗震设计实例	75	8.5 木结构房屋	201
4.6 底部框架—抗震墙房屋设计要点	82	小结	208
小结	87	思考题	209
思考题	88	主要参考文献	210
习题	88		
5 钢筋混凝土框架结构房屋抗震设计	90		

1 绪 论

学习目标

通过本章学习,了解地震的类型及其成因、地震的活动性及其震害;熟悉地震震级、地震烈度、基本烈度、抗震设防烈度、多遇地震烈度、罕遇地震烈度等有关术语;明确建筑抗震设防依据、目标及分类标准;理解抗震概念设计的基本内容和要求;增强建筑抗震防灾的意识。

强烈地震是世界最严重的自然灾害之一,它在极短的时间内给人类社会造成了巨大的损失。一次又一次的地震灾难及教训警示人们:抗震防灾任重道远,刻不容缓!为了减轻房屋建筑的地震破坏,避免人员伤亡,减少经济损失,在抗震设防区的房屋建筑必须进行抗震设防。本章扼要介绍地震及房屋建筑抗震设防的基本知识。

1.1 地震基本知识

1.1.1 地球构造

地球是一个椭球体,平均半径约 6 400 km。根据地震波传播速度变化等资料,将地球由地表至地心分为三个不同性质的圈层,即地壳、地幔、地核,如图 1-1 所示。

地壳由各种不均匀的岩石组成。平均厚度约 30 km,海洋底下最薄,一般为 5~8 km;大陆居中,一般为 30~40 km;而在大山脉下最厚,如我国青藏高原,最厚可达 70 km。全球绝大部分地震都发生在地壳内。

地壳与地幔的分界面称为莫霍面,它是一个地震波传播速度急剧变化的界面。

地幔主要由较均匀的橄榄岩组成,厚度约 2 900 km。从莫霍面以下 40~70 km 内是一层岩石层,它与地壳组成所谓的岩石圈;岩石层下有一层厚约几百公里的软流层,在软流层地震波波速明显低于上下岩层。

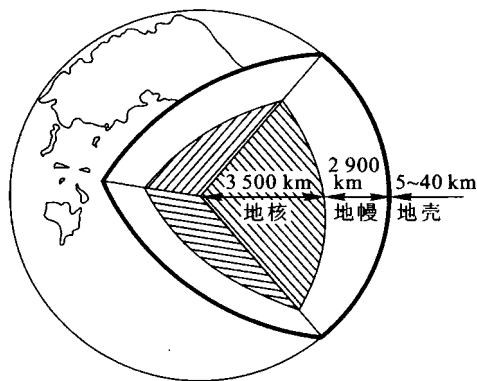


图 1-1 地球的内部分层

地核是地球内部核心部分,平均半径约 3 500 km。其成分主要为铁和镍等。地核又可分为

内核与外核,内核半径约 1 400 km。内核处于固态,外核处于液态。

地球内部的温度及压力,均随着深度而增加。如温度,从地下 20 km 到地下 70 km,温度大约从 600 ℃ 上升到 2 000 ℃;地核内部温度可高达 4 000 ~ 5 000 ℃。

1.1.2 地震类型及成因

地震是地球由于内部运动累积的能量突然释放或地壳中空穴顶板塌陷等原因,使岩体剧烈振动,并以波的形式向地表传播而引起的地面颠簸和摇晃。

地震按其产生的原因,主要有火山地震、陷落地震、人工诱发地震以及构造地震。火山地震是由火山爆发引起的;陷落地震是由地壳中空穴顶板陷落引起的;人工诱发地震是由于人类活动,如工业爆破、核爆破、地下抽液、注液、采矿、水库蓄水等引起的;构造地震则是由于地壳构造运动使岩层发生断裂、错动而引起的地面振动。上述地震中,构造地震破坏作用大,影响范围广,是房屋建筑抗震设防研究的主要对象。

构造地震是地球内部构造活动的结果。地球内部在不停地运动,存在着巨大的能量,岩层在巨大能量作用下发生变形,逐步积累地应力(孕震);与此同时,岩层有可能在流体等因素作用下,导致了其强度降低(弱化)。当地应力达到并超过岩层薄弱部位的承受极限时,该处岩层就会断裂或错动(发震),长期积蓄的能量得到突然释放,释放的能量一部分以波的形式向四周传播直至地表,引起地面振动。

板块构造学说可解释地应力的成因。地球表面的岩石层并不是整体一块,而是被划分成若干板块,即欧亚板块、美洲板块、非洲板块、太平洋板块、澳洲板块和南极板块(图 1-2)。板块之

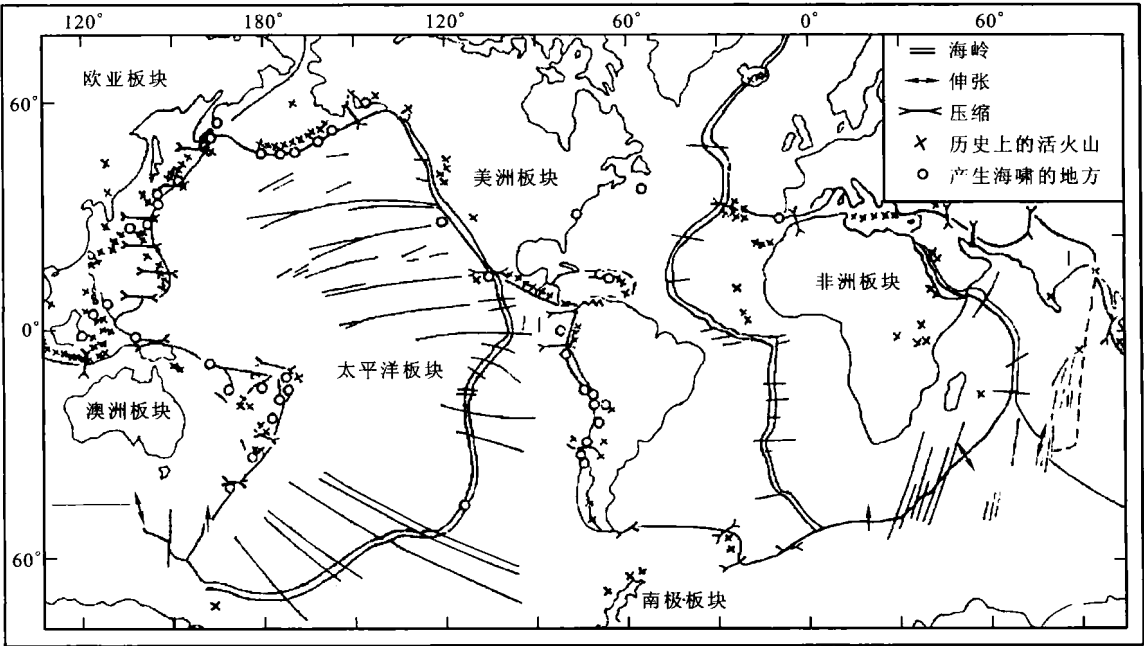


图 1-2 地球板块分布示意图

间在地幔物质对流及地球自转等动力因素作用下,不停地互相插入、摩擦、碰撞、挤压,从而产生了地应力。全球大部分地震带都分布在板块边界上。

地震发生时(图 1-3),在地球内部产生地震波的位置称为震源。震源到地面的垂直距离称为震源深度。震源在地表的垂直投影点称为震中。在地震影响范围内,地表某处至震中的距离称为震中距。在同一地震中,具有相同地震烈度地点连线称为等震线。等震线图上烈度最高的区域称为极震区。

地震按震源的深浅分为:震源深度在 70 km 以内的为浅源地震;震源深度在 70 ~ 300 km 以内的为中源地震;震源深度超过 300 km 的为深源地震。我国发生的绝大部分地震都属于浅源地震。一般地讲,震源浅的地震破坏性大,震源深的地震破坏性小。

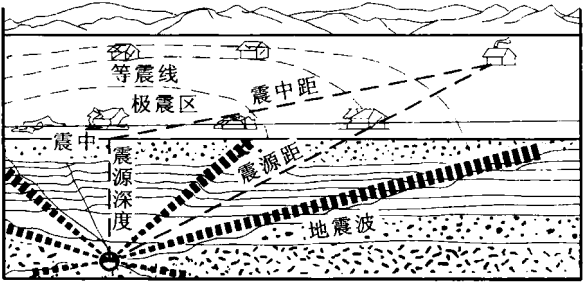


图 1-3 几个常用地震术语示意图

1.1.3 地震波、震级及地震烈度

1.1.3.1 地震波

地震波是地震发生时所产生的地震振动的传播形式。它包括在地球内部传播的体波和在地表传播的面波。

体波又分纵波(P波)和横波(S波)。

纵波是由震源向四周传播的压缩波(图 1-4a),介质质点的振动方向与波的传播方向一致,引起地面垂直振动。纵波的周期短,振幅小,波速快。

横波是由震源向四周传播的剪切波(图 1-4b),介质质点的振动方向与波的传播方向垂直,引起地面水平振动。横波的周期相对长,振幅大,波速慢。

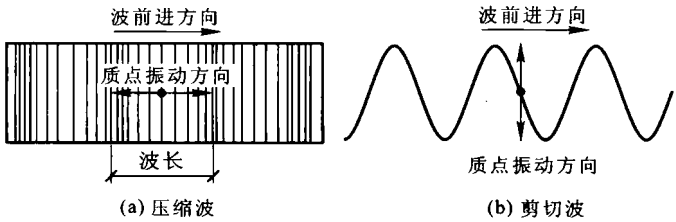


图 1-4 体波质点振动形式

在地壳中,纵波的波速为 7 ~ 8 km/s;横波的波速为 4 ~ 5 km/s。所以当某地发生地震时,在地震仪上首先记录到的是纵波,然后是横波(图 1-5)。根据两种波到达的时间差,可估计震源的距离。

面波是体波经地层界面多次放射、折射形成的次生波。面波又包括勒夫(Love)波和瑞利(Rayleigh)波及其他波。面波的质点振动方向比较复杂,既引起地面水平振动又引起地面垂直

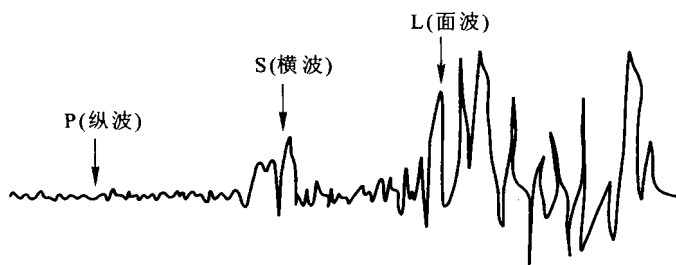


图 1-5 地震波记录示意图

振动。这种波的波速慢,波速约为 3 km/s ,振动周期长,振幅比体波的大,只在地表附近传播,比体波衰减慢,能传播到较远的地方。

由此可见,当地震发生时,纵波首先到达,使房屋产生上下颠簸;接着横波到达,使房屋产生水平摇晃;一般是当面波和横波都到达时,房屋振动最为剧烈。

1.1.3.2 地震震级

地震震级是衡量一次地震释放能量大小的尺度,目前国际上常用里氏震级表示,其定义为:在距离震中 100 km 处,用标准伍德—安德生地震仪(周期 0.8 s ,阻尼系数 0.8 ,放大倍数 2800 倍)所测定水平最大地震振动位移振幅 A (以 μm 为单位)的常用对数值,即

$$M = \lg A \quad (1-1)$$

式中 M ——地震震级,一般称为里氏震级;

A ——标准地震仪记录的最大振幅, μm 。

例如,在距震中 100 km 处,标准地震仪记录到的最大振幅 $A = 100 \text{ mm} = 10^5 \mu\text{m}$,则该次地震震级为里氏 5 级。

地震发生时,观测站一般不可能正好距离震中 100 km ,且使用的仪器也不尽相同,因此,对实测数据应进行修正。震级与地震释放的能量大小有关,两者的关系如下:

$$\lg E = 1.5M + 11.8 \quad (1-2)$$

式中 E ——地震释放的能量, erg 。

由式(1-1)和(1-2)可知,地震震级相差一级,地面振幅相差约 10 倍;而地震能量相差约 32 倍。

一般认为,震级小于 2 的地震,人们感觉不到,称微震;2~4 级的地震,人有感觉,称有感地震;5 级以上的地震,建筑物有不同程度的破坏,统称破坏性地震;7~8 级的地震,称强烈地震或大地震;8 级以上地震,称特大地震。

1.1.3.3 地震烈度

地震烈度是指地震对地表和建筑物影响的平均强弱程度。对于一次地震来说,只有一个震级,但不同地点所遭受影响的强弱程度却不同。一般说,震中距不同,地震烈度也不同,震中距越大烈度越低;反之则烈度越高。但在同一地区,有时也会因局部场地的地形和地质条件等影响,出现局部烈度较低或较高的地震异常区。

1.1.3.4 震中烈度与震级的关系

震中烈度的高低,主要取决于地震震级和震源深度。震级大、震源浅,则震中烈度高。根据我国的地震资料表明,对于浅源地震其震中烈度 I_0 与地震震级 M 的经验公式如下:

$$M=0.58I_0+1.5 \quad (1-3)$$

二者的大致关系如表 1-1 所示。

表 1-1 震中烈度与地震震级的大致关系

震级 M	2	3	4	5	6	7	8	8 以上
震中烈度 I_0	1~2	3	4~5	6~7	7~8	9~10	11	12

1.1.3.5 地震烈度表

地震烈度表是按照地震时人的感觉、地震所造成的自然环境变化和工程结构的破坏程度所列成的表格。可作为判断地震强烈程度的一种宏观依据。我国和世界绝大多数国家都采用 12 等级的地震烈度划分。我国曾先后编制了三代烈度表。

(1) 我国早期的《新的中国地震烈度表(1957)》。该表以苏联的烈度表为借鉴,以我国历史地震的资料和遗迹为依据,分 12 度。属于宏观烈度表。

(2) 《中国地震烈度表(1980)》。该表既有定性的宏观标志,又有定量的物理标志。其功能有二:一是作为地震发生后,根据一个地区的破坏程度,评定这一地区发生多大强烈的地震;二是提供相应于不同地震烈度的地震动物理量指标,作为抗震设计时地震作用的依据。

(3) 《中国地震烈度表》(GB/T 17742—1999)在《中国地震烈度表(1980)》的基础上,充分吸收了 10 多年来在地震现场调查和历史资料的分析结果,运用《中国地震烈度表(1980)》的经验,以及强震观测记录分析和模拟实验结果,并参考了《欧洲地震烈度表(1992)》,于 1999 年重新修订颁布了国家标准《中国地震烈度表》(GB/T 17742—1999)。该标准保持了《中国地震烈度表(1980)》的基本内容。重大技术内容的改变主要有:增补和修改了部分宏观标志;对表列以外房屋结构的震害与烈度评定在使用说明中作了规定。

《中国地震烈度表(1999)》见表 1-2。由表 1-2 可见,地震烈度每提高一度,水平向地面运动峰值加速度及速度均放大 1 倍。如地震烈度为 7 度时,水平向地面运动峰值加速度为 1.25 m/s^2 ,即 125 gal ($1 \text{ gal} = 1 \text{ cm/s}^2$);地震烈度为 8 度时,水平向地面运动峰值加速度为 2.5 m/s^2 ,即 250 gal。

表 1-2 中国地震烈度表(1999)

烈度 I_0	地面上人的感觉	房屋震害程度		其他震害现象	水平向地面运动	
		震害现象	平均震害指数		峰值加速度/ (m/s^2)	峰值速度/ (m/s)
1	无感					
2	室内个别静止中人有感觉					
3	室内少数静止中人有感觉	门、窗轻微作响		悬挂物微动		

续表

烈度 I_0	地面上人的感觉	房屋震害程度		其他震害现象	水平向地面运动	
		震害现象	平均震害指数		峰值加速度/ (m/s^2)	峰值速度/ (m/s)
4	室内多数人、室外少数人有感觉,少数人梦中惊醒	门、窗作响		悬挂物明显摆动,器皿作响		
5	室内人普遍、室外多数人有感觉,多数人梦中惊醒	门窗、屋顶、屋架颤动作响,灰土掉落,抹灰出现细微裂缝,有檐瓦掉落,个别屋顶烟囱掉砖		不稳定器物动摇或翻倒	0.31 (0.22 ~ 0.44)	0.03 (0.02 ~ 0.04)
6	多数人站立不稳,少数人惊逃户外	损坏——墙体出现裂缝,檐瓦掉落,少数屋顶烟囱裂缝、掉落	0 ~ 0.10	河岸和松软土出现裂缝,饱和砂层出现喷砂冒水;有的独立砖烟囱轻度裂缝	0.63 (0.45 ~ 0.89)	0.06 (0.05 ~ 0.09)
7	大多数人惊逃户外、骑自行车的人有感觉,行驶中的汽车驾乘人员有感觉	轻度破坏——局部破坏,开裂,小修或不需修理可继续使用	0.11 ~ 0.30	河岸出现塌方;饱和砂层常见喷砂冒水;松软土地裂缝较多,大多数独立砖烟囱中等破坏	1.25 (0.90 ~ 1.77)	0.13 (0.10 ~ 0.18)
8	大多数人摇晃颠簸,行走困难	中等破坏——结构破坏,需修复才能使用	0.31 ~ 0.50	干硬土亦出现裂缝;大多数独立砖烟囱严重破坏;树梢折断;房屋破坏导致人畜伤亡	2.5 (1.78 ~ 3.53)	0.25 (0.19 ~ 0.35)

续表

烈度 I_0	地面上人的感觉	房屋震害程度		其他震害现象	水平向地面运动	
		震害现象	平均震害指数		峰值加速度/ (m/s^2)	峰值速度/ (m/s)
9	行动的人摔倒	严重破坏——结构严重破坏,局部倒塌,修复困难	0.51 ~ 0.70	干硬土许多地方出现裂缝;基岩可能出现裂缝、错动;滑坡塌方常见;独立砖烟囱许多倒塌	5.00 (3.54 ~ 7.07)	0.50 (0.36 ~ 0.71)
10	骑自行车的人会摔倒,处不稳定状态的人会摔离原地,有抛起感	大多数倒塌	0.71 ~ 0.90	山崩和地震断裂出现;基岩上的拱桥破坏;大多数独立砖烟囱从根部破坏或倒毁	10.00 (7.08 ~ 14.14)	1.00 (0.72 ~ 1.41)
11		普遍倒塌	0.91 ~ 1.0	地震断裂延续很长;大量山崩滑坡		
12				地面剧烈变化,山河改观		

注: 1. 表中的数量词“个别”为 10% 以下;“少数”为 10% ~ 50%;“多数”为 50% ~ 70%;“大多数”为 70% ~ 90%;“普遍”为 90% 以上。

2. 用本标准评定烈度时,1 度 ~ 5 度以地面上人的感觉及其他震害现象为主;6 度 ~ 10 度以房屋震害和其他震害现象综合考虑为主,人的感觉仅供参考;11 度 ~ 12 度以地表震害现象为主。

3. 在高楼上人的感觉要比地面上室内人的感觉明显,应适当降低评定值。

4. 表中房屋为未经抗震设计或加固的单层或多层砖混或砖木房屋。相对建筑质量特别差或特别好以及地基特别差或特别好的房屋,可根据具体情况,对表中各烈度相应的震害程度和平均震害指数予以提高或降低。

5. 平均震害指数可以在调查区域内用普查或随机抽查的方法确定。

6. 在农村可按自然村为单位,在城镇可按街区进行烈度的评定,面积以 1 km^2 左右为宜。

7. 凡有地面强震记录资料的地方,表列水平向地面峰值加速度和峰值速度可作为综合评定烈度的依据。

1.2 地震活动性及震害

地震活动性是指地震的时间、空间、强度和频度的分布。震害是指由于地震产生的灾害。本节主要介绍地震的空间分布及其震害。

1.2.1 世界地震活动性

据统计,全球每年大约要发生 500 万次地震,但绝大多数是人们感觉不到的小地震,大地震相对较少。其中,6 级以上强震每年发生 10 ~ 200 次;7 级以上大震平均每年发生 18 次;8 级以上特大地震平均每年发生 1 ~ 2 次。

小地震几乎到处都有,但大地震仅局限于某些地区,其震中大部分密集于板块边缘。地震密集带称为地震带。地球上的主要地震带有环太平洋地震带和欧亚地震带。此外,还有在北冰洋、太平洋、印度洋中主要山脉的狭窄浅震活动带(图 1-6)。

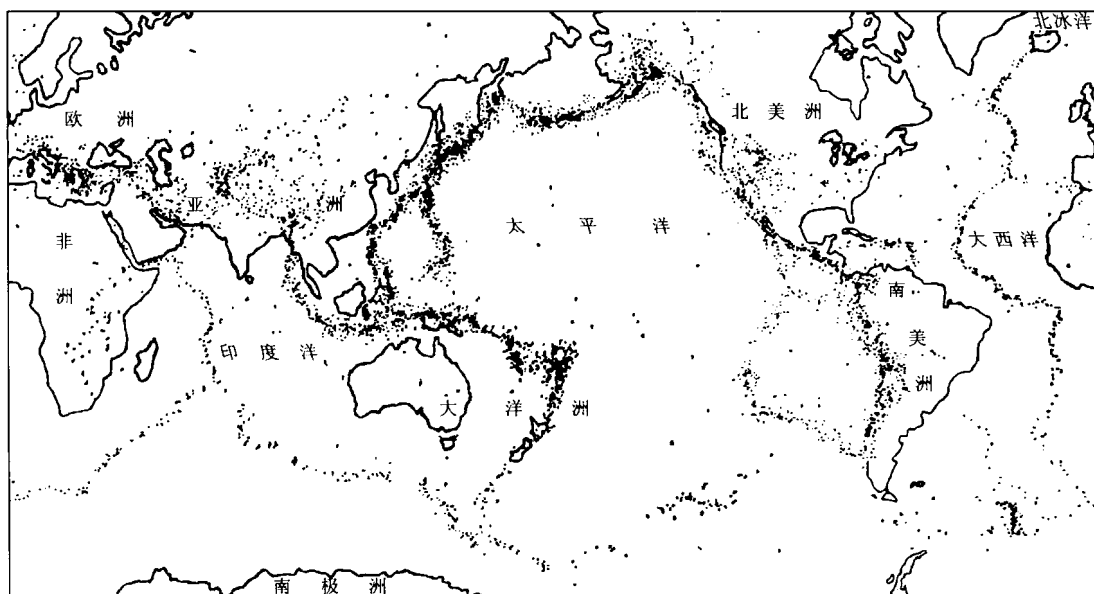


图 1-6 世界地震震中分布略图

1.2.1.1 环太平洋地震带

它沿南美洲西海岸,经阿留申、千岛群岛到日本列岛,然后经我国台湾省达菲律宾、印度尼西亚、新几内亚至新西兰。这一地震带的地震活动最强,全球约有总数 75% 的地震均发生于此。

1.2.1.2 欧亚地震带

它西起大西洋的亚速尔群岛经意大利、土耳其、伊朗、印度北部、我国西部和西南部,过缅甸至印度尼西亚与环太平洋地震带衔接。全球约有总数 25% 的地震均发生于此。

1.2.2 我国地震活动性

我国地理位置处于环太平洋地震带和欧亚地震带之间,是一个多地震的国家。根据我国大区域地震活动性和地质构造的特点,可分为东北、华北、华南、新疆、青藏高原、台湾和南海七个地震区。其中:

(1) 台湾地震区、南海地震区及华南地震区中的东南沿海地震活动区,属环太平洋地震带。它是由于太平洋板块与欧亚板块接触引起。其中台湾及其附近海峡地震活动最强、频度最高,近年来尤为明显。如 1983 年、1990 年、1994 年台湾花莲 7 级地震;1994 年的台湾宜兰 7 级地震;1994 年台湾海峡南部(震中西距广东汕头 90 km,北距厦门 70 km,东距台南 180 km)7.3 级地震;1999 年台湾南投 7.6 级地震等。

(2) 青藏高原地震区、新疆地震区,其活动与印度板块由南向北俯冲欧亚板块的运动有关,属地震活动性强烈地区。如 1950 年西藏墨脱 8.6 级地震;1970 年云南通海 7.7 级地震;1976 年四川松潘 7.2 级地震;1985 年新疆乌恰 7.4 级地震;1988 年云南澜沧—耿马 7.2 级地震等;1996 年云南丽江 7.0 级地震;2008 年 5 月,四川汶川 8.0 级地震等。

(3) 华北地震区属典型的板块内分布地震区。该区地震强度大,频度较高。如 1966 年河北邢台 7.2 级地震;1976 年河北唐山 7.8 级地震等。

(4) 东北地震区。该区地震活动程度相对低于上述区域,但也曾经发生过破坏性地震,如 1975 年辽宁海城 7.3 级地震。

1.2.3 地震灾害

地震灾害分为:原生灾害,即由地震直接产生的灾害,它造成房屋、道路、桥梁破坏,人员伤亡;次生灾害,即由原生灾害导致的灾害,它引发火灾、水灾、爆炸、溢毒、细菌蔓延和海啸等。表 1-3 为近期国外典型的地震灾害,表 1-4 为近半个世纪以来我国典型的地震灾害。

表 1-3 国外近期典型的地震灾害举例

序号	地震地点	地震时间	震级 M	震中烈度 I_0	受灾面积/ km^2	死亡人数/ 人	伤残人数/ 人	房屋倒塌/ 间
1	苏联亚美尼亚	1988-12-7	7	10	30 000 多	24 972	19 000	该城房屋总数的 80%
2	日本阪神	1995-1-17	7.2	6(神户)		5 738	30 000	100 000
3	土耳其伊兹米特	1999-8-17	7.0	9		13 992	26 400	115 000

注:日本采用 0 度到 7 度分成 8 度的地震烈度表,其 6 度相当于我国 10 到 11 度。

表 1-4 1950 年以来我国典型的地震灾害举例

序号	地震地点	地震时间	震级 M	震中烈度 I_0	受灾面积/ km^2	死亡人数/ 人	伤残人数/ 人	房屋倒塌/ 间
1	西藏墨脱	1950-8-15	8.6	11	400 000	3 330	260	9 000
2	四川康定	1955-4-14	7.5	9	5 000	84	224	636
3	新疆乌恰	1955-4-15	7.0	9	1 600	18		200

续表

序号	地震地点	地震时间	震级 M	震中烈度 I_0	受灾面积/ km^2	死亡人数/ 人	伤残人数/ 人	房屋倒塌/ 间
4	河北邢台	1966-3-22	7.2	10	23 000	7 938	8 613	1 191 643
5	渤海	1969-7-18	7.4			9	300	16 290
6	云南通海	1970-1-5	7.7	10	1 777	15 621	26 783	338 456
7	四川炉霍	1973-2-6	7.9	10	6 000	2 199	2 743	47 100
8	云南永善	1974-5-11	7.1	9	2 300	1 641	1 600	66 000
9	辽宁海城	1975-2-4	7.3	9	920	1 328	4 292	1 113 515
10	云南龙陵	1976-5-29	7.6	9		73	279	48 700
11	河北唐山	1976-7-28	7.8	11	32 000	242 769	164 851	3 219 186
12	四川松潘	1976-8-16	7.2	8	5 000	38	34	5 000
13	新疆乌恰	1985-8-23	7.4	9	526	70	200	30 000
14	云南澜沧	1988-11-6	7.2	9	91 732	748	7 751	2 242 800
15	台湾海峡	1994-9-16	7.3	6	4 000	4	720	指内陆
16	台湾南投	1999-9-21	7.6	10 ~ 11		2 470	11 300	全倒、半倒各 50 000 多
17	四川汶川 (截至 2008. 6.24 统计)	2008-5-12	8.0	11		死亡:69 181 失踪:18 498	374 171	倒塌: 778.9 万间 损坏:2 459 万间
18	青海玉树 (截至 2010. 4.21 统计)	2010-4-14	7.1			死亡:2 220 失踪:70		

地震造成地面及房屋破坏主要有以下现象:

1.2.3.1 地表破坏现象

(1) 地裂缝 按成因不同,分为构造性地裂缝和非构造性地裂缝。

构造性地裂缝是发震断裂带附近地表的错动,当断裂露出地表时即形成地裂缝,它多出现在强震时宏观震中附近。表 1-5 为我国几次地震的地面构造性地裂缝情况。

表 1-5 我国几次地震的地面裂缝长度和宽度情况举例

编号	地震地点	发震日期	震级 M	震中烈度 I_0	震源深度/ km	长度/ km	宽度/ m	备注
1	云南通海	1970	7.7	10	13	60	2.2	山区
2	四川炉霍	1973	7.9	10		83		山区
3	云南永善	1974	7.1	9		30		山区
4	辽宁海城	1975	7.3	9	15	5.5	0.6	丘陵
5	河北唐山	1976	7.8	11	12 ~ 16	10	1.25	平原