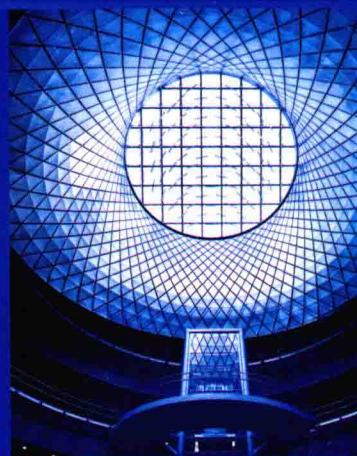


普通高等教育“十三五”规划教材

土木工程类系列教材

# 建筑结构抗震



郑晓芬 编著

清华大学出版社



普通高等教育“十三五”规划教材

土木工程类系列教材



# 建筑结构抗震

郑晓芬 编著

清华大学出版社

北京

## 内 容 简 介

《建筑结构抗震》是土木工程专业的一门重要专业课程,本书作为土木工程专业的教材,根据中华人民共和国国家标准《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)(2016年版)编写,力求简明扼要、实用易懂,既重视基本概念的阐述,又强调抗震理论的应用。本书内容包括6章,分别为:地震基本知识与抗震设防;场地、地基和基础;结构的弹性地震反应分析与抗震验算;钢筋混凝土框架结构房屋抗震设计;多层砌体结构房屋抗震设计、多层钢结构房屋抗震设计。

本书获“2014年同济大学继续与网络教育研究基金”资助。本书不仅可作为高等院校土木工程专业应用型本科培养的教材,还可满足继续与网络教育学院土木工程专业的教学需求,更可供从事工程抗震专业的技术人员参考使用。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

### 图书在版编目(CIP)数据

建筑结构抗震/郑晓芬编著. —北京:清华大学出版社,2017  
(普通高等教育“十三五”规划教材·土木工程类系列教材)  
ISBN 978-7-302-45211-9

I. ①建… II. ①郑… III. ①建筑结构—抗震设计—高等学校—教材 IV. ①TU352.104

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第243652号

责任编辑:秦娜

封面设计:陈国熙

责任校对:刘玉霞

责任印制:沈露

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座

邮 编:100084

社总机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质量反馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 装 者:北京密云胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:13.5

字 数:323千字

版 次:2017年7月第1版

印 次:2017年7月第1次印刷

印 数:1~2500

定 价:35.00元

产品编号:070687-01

# 前 言

《建筑结构抗震》课程是土木工程专业本科生的一门重要专业必修课。本书的编写定位于“应用型人才培养”目标,针对土木工程专业本科生的教学要求,结合作者多年的教学实践经验积累,参考大量的相关文献编写而成。

本书共有6章,前3章为基本理论部分,后3章为专题部分。其内容主要包括:地震基本知识及抗震设防;场地、地基和基础;结构的弹性地震反应分析与抗震验算;钢筋混凝土框架结构房屋抗震设计;多层砌体结构房屋抗震设计;多层钢结构房屋抗震设计。

本书主要特点如下:

(1) 紧密结合我国新修订的《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)(2016年版)编写,反映我国土木工程抗震设计与相关施工技术的发展,适当补充新的有特色的震害资料和研究成果,尽力做到抗震设计理论体系的完整性和运用的可操作性,以满足教学和工程实践的需求。

(2) 为了便于学生自学,在阐述基本理论和设计方法的基础上,本书辅之以大量详细的例题示范,以便读者掌握计算方法。每章前均附有教学要求,每章后都安排了相应习题,以便帮助学生更好地复习巩固,达到较好的学习效果。

(3) 作为一本专业特色教材,本书简明扼要、深入浅出,力求理论性与实用性相结合,以课程知识的实际应用为重点,不刻意追求理论研究型教材的深度,精简一些复杂的推导,突出重点,内容取舍少而精,浓缩课程学习的有效时间。

(4) 本书不仅可作为应用型本科院校土木专业的教材,也适用于继续与网络教育学院的专业人才培养,同时还可供从事土木工程结构设计、施工和管理的工程技术人员参考。

本书获“2014年同济大学继续与网络教育研究基金”资助。由同济大学郑晓芬担任主编,编写了全书的所有章节,研究生孙瑶、秦端、谢星星等参与了第4章和第5章例题的编写和修改工作,全书由郑晓芬统一修改定稿。同济大学吕西林教授审阅了书稿,并提出了宝贵意见,在此一并表示由衷的感谢。

在编写本书时,参考和借鉴了国内外许多专家及学者的相关著作、规范、教材等文献,谨向这些作者表示感谢。

因编者水平有限,时间仓促,书中难免有疏漏之处,敬请广大读者批评指正。联系邮箱:zhxf0106@tongji.edu.cn

作 者

2017年5月于同济大学

第 1 章 地震基本知识与抗震设防	1
1.1 初识地震	1
1.1.1 地球构造	1
1.1.2 地震类型与成因	2
1.2 地震波及其传播	4
1.2.1 体波	4
1.2.2 面波	4
1.2.3 地震波的传播	5
1.2.4 地震波的三要素	5
1.3 地震震级与地震烈度	6
1.3.1 地震震级	6
1.3.2 地震烈度	6
1.3.3 震级与震中烈度的关系	9
1.4 地震活动与地震灾害	10
1.4.1 中国地震活动背景	10
1.4.2 地震震害	12
1.5 建筑结构抗震设防	13
1.5.1 基本烈度和地震动参数	13
1.5.2 建筑抗震设防目标	15
1.5.3 抗震设计方法	16
1.5.4 建筑抗震设防分类	16
1.5.5 建筑抗震设防标准	16
1.6 抗震概念设计	17
1.6.1 场地、地基和基础的要求	17
1.6.2 建筑结构的规则性	18
1.6.3 抗震结构体系	21
1.6.4 结构构件	22
1.6.5 非结构构件	22
1.7 建筑抗震性能化设计	23
1.7.1 性能化设计主要思想	23
1.7.2 性能化设计要求	23
1.7.3 结构构件抗震性能设计	24

习题 .....	25
<b>第 2 章 场地、地基和基础</b> .....	<b>26</b>
2.1 建筑场地 .....	26
2.1.1 建筑场地的地震影响 .....	26
2.1.2 建筑场地类别 .....	27
2.2 天然地基和基础的抗震验算 .....	29
2.2.1 天然地基的抗震能力 .....	29
2.2.2 天然地基的抗震验算 .....	30
2.3 液化地基的判别与处理 .....	31
2.3.1 地基土的液化概念 .....	31
2.3.2 地基土的液化判别 .....	32
2.3.3 地基抗液化措施 .....	34
2.4 地基基础抗震加固处理方法 .....	36
习题 .....	37
<b>第 3 章 结构地震反应分析与抗震验算</b> .....	<b>38</b>
3.1 概述 .....	38
3.2 单自由度体系的振动 .....	38
3.2.1 运动方程的建立 .....	39
3.2.2 自由振动求解 .....	40
3.2.3 强迫振动求解 .....	42
3.3 单自由度体系的地震反应谱 .....	43
3.3.1 单自由度弹性体系的水平地震作用 .....	44
3.3.2 地震系数和动力系数 .....	44
3.3.3 地震影响系数和抗震设计反应谱 .....	45
3.4 多自由度体系的自由振动 .....	48
3.4.1 运动方程的建立 .....	49
3.4.2 自振频率及振型 .....	50
3.4.3 多自由度体系的自振周期和振型的近似计算 .....	54
3.5 多自由度体系的振型分解法 .....	57
3.5.1 基本思路 .....	57
3.5.2 求解方法 .....	57
3.6 多自由度体系的水平地震作用及效应 .....	60
3.6.1 振型分解反应谱法 .....	60
3.6.2 底部剪力法 .....	64
3.7 竖向地震作用 .....	69
3.7.1 高层建筑的竖向地震作用 .....	69
3.7.2 平板型网架和大跨度屋架的竖向地震作用 .....	69

3.7.3	长悬臂和大跨度结构的竖向地震作用	70
3.8	地震作用计算的一般规定	70
3.8.1	地震作用计算原则	70
3.8.2	地震作用计算方法	70
3.8.3	重力荷载代表值	71
3.8.4	楼层最小水平地震剪力的规定	72
3.8.5	考虑扭转影响的地震作用效应计算	72
3.8.6	地基与结构相互作用的影响	72
3.9	结构抗震验算	73
3.9.1	多遇地震作用下构件截面承载力验算	73
3.9.2	多遇地震作用下结构弹性变形验算	75
3.9.3	罕遇地震作用下结构弹塑性变形验算	75
	习题	80
<b>第4章</b>	<b>钢筋混凝土框架结构房屋抗震设计</b>	<b>82</b>
4.1	概述	82
4.2	框架结构房屋震害及原因分析	83
4.2.1	框架结构主体的震害	83
4.2.2	填充墙的震害	85
4.2.3	其他震害	85
4.3	框架结构房屋抗震概念设计的一般规定	85
4.3.1	房屋适用的最大高度	85
4.3.2	抗震等级的划分	86
4.3.3	结构布置	88
4.3.4	防震缝布置	89
4.3.5	材料要求	89
4.4	框架结构的抗震计算	90
4.4.1	框架结构抗震设计步骤	90
4.4.2	水平地震作用的计算	90
4.4.3	水平地震作用下框架的内力分析	92
4.4.4	竖向荷载作用下框架的内力分析	98
4.4.5	框架梁柱截面内力组合	98
4.4.6	框架梁柱截面设计	100
4.4.7	框架结构水平位移验算	106
4.5	框架结构房屋抗震构造措施	107
4.5.1	框架梁抗震构造措施	107
4.5.2	框架柱的抗震构造措施	108
4.5.3	框架节点的抗震构造措施	111
4.6	框架结构房屋抗震设计实例	112

习题	147
<b>第 5 章 多层砌体结构房屋抗震设计</b>	<b>148</b>
5.1 概述	148
5.2 多层砌体结构房屋震害及原因分析	148
5.2.1 震害特点及原因	148
5.2.2 砌体结构震害规律	152
5.3 多层砌体结构房屋抗震概念设计	152
5.3.1 建筑布置与结构选型的基本要求	152
5.3.2 房屋层数、总高度和层高的限制	153
5.3.3 房屋高宽比的限制	154
5.3.4 砌体抗震横墙的间距	154
5.3.5 房屋局部尺寸限制	154
5.4 多层砌体结构房屋抗震计算	155
5.4.1 水平地震作用计算	155
5.4.2 楼层水平地震剪力的分配	157
5.4.3 墙体抗震承载力验算	160
5.5 多层砌体结构房屋抗震构造措施	162
5.5.1 多层砖砌体房屋抗震构造措施	163
5.5.2 多层砌块房屋抗震构造措施	167
5.6 多层砌体结构房屋抗震设计实例	169
习题	173
<b>第 6 章 多层钢结构房屋的抗震设计</b>	<b>174</b>
6.1 概述	174
6.2 钢结构房屋的主要震害特征	174
6.2.1 构件破坏	174
6.2.2 节点破坏	175
6.2.3 基础锚固破坏	176
6.2.4 结构倒塌破坏	176
6.3 多层钢结构房屋的结构体系和抗震防线	177
6.3.1 框架体系	177
6.3.2 框架-支撑体系	177
6.3.3 框架-抗震墙板体系	180
6.3.4 多层钢结构房屋抗震防线	180
6.4 多层钢结构房屋抗震设计的一般规定	181
6.4.1 钢结构房屋适用的最大高度	181
6.4.2 钢结构房屋适用的最大高宽比	181
6.4.3 钢结构房屋抗震等级的划分	182



6.4.4	防震缝的设置	182
6.4.5	结构体系的选用与布置	182
6.4.6	楼盖体系的选择	183
6.4.7	地下室的设置	183
6.5	多层钢结构房屋的抗震计算要点	183
6.5.1	钢结构的计算模型	183
6.5.2	钢结构在地震作用下的计算方法	184
6.5.3	钢结构在地震作用下的内力调整和内力组合	185
6.5.4	钢结构房屋在地震作用下的变形验算	185
6.5.5	钢结构的整体稳定	186
6.5.6	钢结构构件与连接的抗震承载力验算	186
6.6	多层钢结构房屋抗震构造措施	190
6.6.1	钢框架结构的抗震构造措施	190
6.6.2	钢框架-中心支撑结构的抗震构造措施	192
6.6.3	钢框架-偏心支撑结构的抗震构造措施	193
	习题	195
附录 A	我国部分主要城市和地区的抗震设防烈度、设计基本地震加速度和 设计地震分组	196
	参考文献	203

# 第 1 章

## 地震基本知识与抗震设防

**【教学目标】** 本章要求学生了解地震的基础知识和地震波传播的规律,认识地震灾害;熟练掌握我国建筑结构抗震的“三水准”设防目标和“两阶段”设计方法,掌握建筑物抗震设防分类与抗震设防标准;熟悉抗震概念设计的要求,熟悉建筑结构抗震性能化设计目标。

### 1.1 初识地震

地震是地壳运动发生急剧变化时的一种自然现象。据统计,全球每年平均发生地震大约 500 万次,但由于绝大多数地震发生在地球深处或者其所释放的能量很小,使人们难以感觉到。只有约 1% 的地震人们可以感觉到,称为有感地震。其中 5 级以上的破坏性地震约 1 000 次。能够造成严重破坏的强烈地震为数更少,平均每年发生十几次。

由于强烈地震瞬间产生巨大能量,往往会造成各类建筑物和设施的破坏甚至倒塌,并伴有火灾、水灾、山崩、滑坡、污染和海啸等各种次生灾害。因此造成严重的人员伤亡和财产损失,严重影响社会发展和进步,给人类造成灾难。

为了防御和减轻地震灾害,工程技术人员有必要采用科学合理的抗震设防标准、行之有效的抗震设计方法,以及切实可行的抗震构造措施,对建筑结构进行抗震分析与抗震设计。

#### 1.1.1 地球构造

地球是近似于圆球的一个椭球体,平均半径约 6 370km,赤道半径约 6 378km,两极半径约 6 357km。从物质成分和构造特征来划分,地球可分为三大部分:地壳、地幔和地核(图 1-1)。

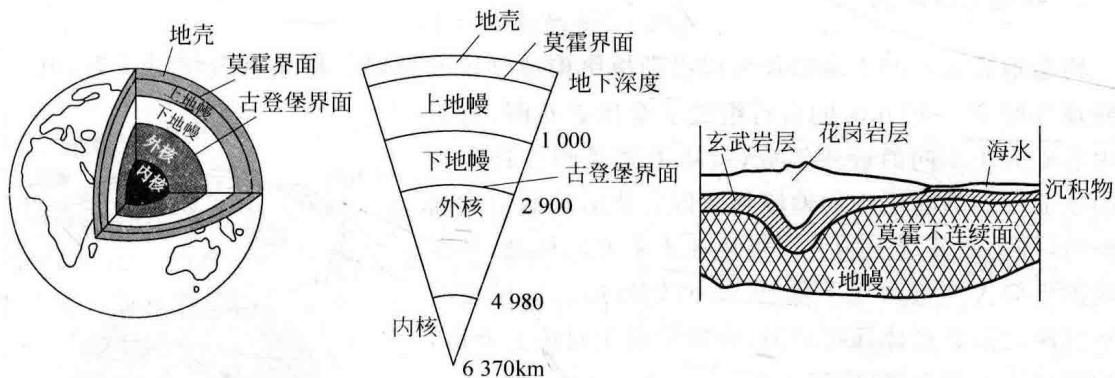


图 1-1 地球构造示意图

## 1. 地壳

地壳由各种不均匀的岩石组成,地壳表面为沉积层,陆地下面主要有花岗岩和玄武岩层,海洋下面的地壳一般只有玄武岩层。地壳的厚度在全球变化很大,中国青藏高原和天山地区厚达 70km,海洋下面最薄处约 5km。地壳的下界称为莫霍界面,是一个地震波传播速度发生急剧变化的不连续面。世界上的地震大多发生在这一薄薄的地壳内。

## 2. 地幔

地壳以下到深度约 2 895km 的古登堡界面为止的部分称为地幔,约占地球体积的 5/6。地幔主要由质地坚硬的橄榄岩组成,这种物质具有黏弹性。地幔上部存在着一个厚度约几百公里的软流层。由于温度和压力分布不均匀,就发生了地幔内部的物质对流运动,这可能是地壳运动的根源。迄今为止,观测到最深的地震发生在地下约 700km。

## 3. 地核

古登堡界面以下直到地心的部分为地核,地核半径约 3 500km。地核可分为外核和内核。据推测,地核主要由铁、镍等物质组成,那里的压力大于 300 万个大气压力,温度高达 4 000~5 000℃。外核可能处于液态,内核可能是固态。

### 1.1.2 地震类型与成因

#### 1. 地震类型

地震可以划分为人工诱发地震和天然地震两大类。

人工诱发地震主要是由于人工爆破、矿山开采及水库建设所引发的地震,人工诱发地震一般都不太强烈,仅有水库地震等个别情况会造成较严重的地震灾害。

天然地震主要有火山地震和构造地震,前者由火山爆发引起,后者是由地壳构造运动产生。构造地震数量约占全球地震总数的 90%,影响范围广,是地震工程的主要研究对象。

#### 2. 构造地震成因

构造地震成因的宏观背景可以借助板块构造学说来解释。板块构造学说认为,地壳和地幔顶部厚 70~100km 的岩石组成了全球岩石圈,岩石圈由若干大小不同的板块组成,板块下面是塑性物质构成的软流层。软流层中的地幔物质以岩浆活动的形式涌出海岭,推动软流层上的大洋板块在水平方向移动,并在海沟附近向大陆板块之下俯冲,返回软流层。这样在海岭和海沟之间便形成地幔对流,海岭形成于对流上升区,海沟形成于对流下降区(图 1-2)。

全球岩石圈可以分为六大板块,即欧亚板块、太平

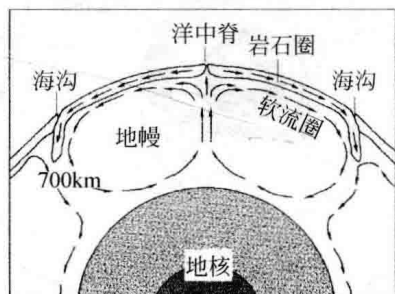


图 1-2 板块运动

洋板块、美洲板块、非洲板块、印度洋板块和南极板块(图 1-3)。各板块由于地幔对流而互相挤压、碰撞,地球上的主要地震带就分布在这些大板块的交界地区及附近,因此板块的构造运动正是构造地震产生的根本原因。



图 1-3 地球板块分布示意图

构造地震成因的局部机制可以用地壳构造运动来说明,地球内部处于不断运动之中,地幔物质发生对流释放能量,使得地壳岩石层处在强大的地应力作用之下。在漫长的地质年代中,原始水平状的岩层在地应力作用下发生变形。当地应力只能使岩层产生弯曲而未丧失其连续性时,岩层发生褶皱;当岩层变形积累的应力超过本身强度极限时,岩层就突然发生断裂和错动,岩层中原先积累的应变能全部释放,并以弹性波的形式传到地面,地面随之振动,从而引起地震(图 1-4)。

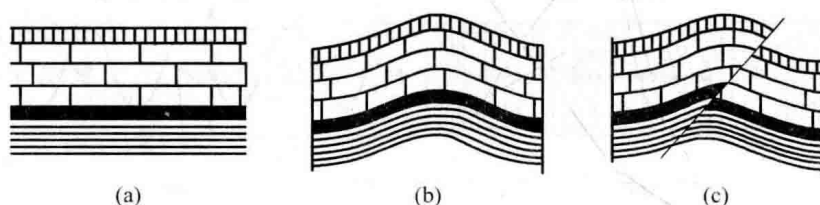


图 1-4 岩层的变形与破裂

(a) 岩层的原始状态; (b) 受力发生弯曲; (c) 岩层破裂发生振动

### 3. 地震术语

地震发源的地方称为震源,是能量释放的中心;震源在地表的投影称为震中;地面某处到震中的距离称为震中距;震源至地面的垂直距离称为震源深度(图 1-5)。

通常把震源深度在 60km 以内的地震称为浅源地震,60~300km 以内的称为中源地震,300km

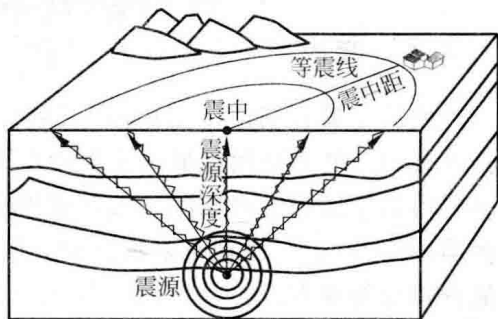


图 1-5 地震术语示意图

以上的称为深源地震。世界上绝大部分地震是浅源地震,震源深度集中在 $5\sim 20\text{km}$ ,中源地震比较少,而深源地震更少。一般来说,对于同样大小的地震,当震源较浅时,波及范围较小,而破坏程度较大;当震源深度较大时,波及范围则较大,而破坏程度相对较小;深度超过 $100\text{km}$ 的地震在地面上不会引起灾害。中国的深源地震区集中分布在黑龙江、吉林两省交界处的牡丹江—延吉一线以东地区,震源深度在 $400\sim 600\text{km}$ 之间。目前世界上观测到的地震中,最大震源深度约为 $720\text{km}$ 。

震中区是指震中附近的区域,一般属于地面振动程度最厉害、破坏最严重的区域;将地面破坏程度相近的点连成曲线,就是等震线,等震线是规则的理想同心圆。由于地形地貌的差异,地面建筑等的影响,等震线多为不规则的封闭曲线。

## 1.2 地震波及其传播

当震源岩层发生断裂、错动时,岩层所积累的能量突然释放,以波的形式从震源向外传播,就产生了地震波。地震波是一种弹性波。其中,在地球内部传播的波称为体波,沿地球表面传播的波称为面波。

### 1.2.1 体波

体波有纵波和横波两种形式。纵波是由震源向外传递的压缩波,其介质质点的运动方向与波的前进方向一致(图 1-6(a))。纵波一般周期、振幅较小,在地面引起上下颠簸运动。横波是由震源向外传递的剪切波,其质点的运动方向与波的前进方向相垂直(图 1-6(b))。横波一般周期较长、振幅较大,引起地面水平方向的运动。

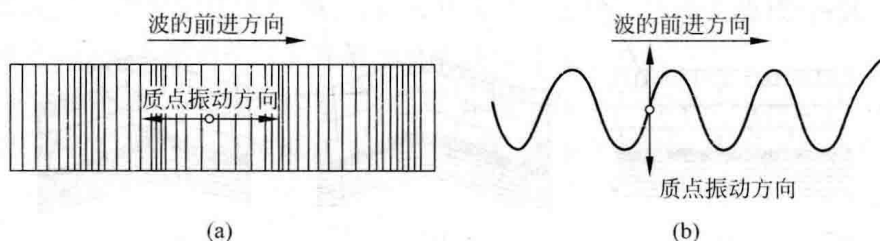


图 1-6 体波质点振动示意图

(a) 压缩波质点振动; (b) 剪切波质点振动

### 1.2.2 面波

面波主要有瑞雷(Rayleigh)波和乐夫(Love)波两种形式。瑞雷波传播时,质点在波的前进方向与地表法向组成的平面内作逆时针的椭圆运动(图 1-7(a))。这种运动形式被认为是形成地面晃动的主要原因。乐夫波传播时,质点在与波的前进方向垂直的水平方向作剪切运动(图 1-7(b)),类似于蛇形运动。面波周期长,振幅大。由于面波比体波衰减慢,故能传播到很远的地方。

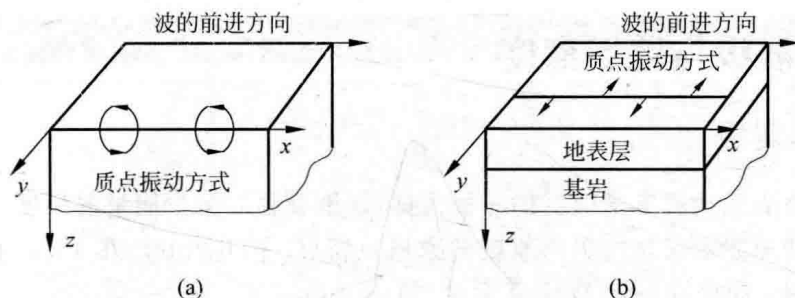


图 1-7 面波质点振动示意图

(a) 瑞雷波质点振动；(b) 乐甫波质点振动

### 1.2.3 地震波的传播

地震波的传播速度,以纵波最快,横波次之,面波最慢。所以,在地震发生的中心地区人们的感受是,先上下颠簸,后左右摇晃。在地震记录上,纵波最先到达,横波到达较迟,面波在体波之后到达,当横波或面波到达时,地面振动最为强烈。利用纵波、横波和面波传播速度的不同,大致可以确定震源的位置,因此地震波记录是确定地震发生的时间、震级和震源位置的重要依据,同时人们也可以根据纵波最先到达的特点,在极短时间内发出地震警报。

### 1.2.4 地震波的三要素

由震源释放出来的地震波传到地面后引起地面运动,这种地面运动可以用地面上质点的加速度、速度或位移的时间函数来表示,用地震仪记录到的这些物理量的时程曲线习惯上又称为地震加速度波形、速度波形和位移波形,常用的是地震加速度波形。图 1-8 为 2008 年 5 月 12 日我国在汶川地震中记录到的加速度波形。显然,地震时地面振动是极其不规则的。在地震波的特性中,最大振幅、频谱特性和持续时间被称为地震波的三要素,它们对工程抗震有着重要的意义,工程结构的地震破坏也与地震波的三要素密切相关。

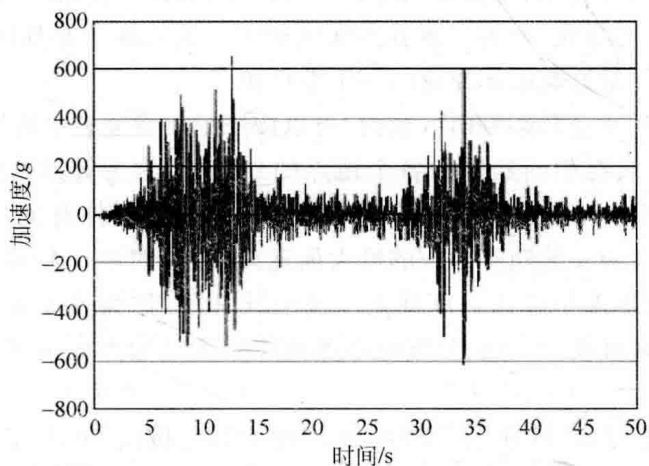


图 1-8 汶川地震中记录到的加速度波形

## 1.3 地震震级与地震烈度

### 1.3.1 地震震级

地震震级是表示地震本身强弱的一种指标,是地震释放多少能量的尺度。

地震震级的原始定义是由美国地震学家里克特(C. F. Richter)在 1935 年首先提出的,故称为里氏震级。即地震震级  $M$  定义为

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

式中:  $A$ ——距震中 100km 处用标准地震仪记录到的最大水平地动位移,即振幅,  $\mu\text{m}$ 。

例如,在距震中 100km 处,用标准地震仪记录到的最大振幅  $A = 1\,000\text{mm} = 1000\,000\mu\text{m}$ ,则  $M = \lg A = \lg 10^6 = 6$ ,即这次地震为 6 级。由于地震发生时不可能正好在距离震中 100km 处有地震台站记录,而且所使用的仪器也不尽相同,所以需要根据震中距和使用的仪器对实测的震级进行适当的修正。

地震震级  $M$  与地震释放能量之间有如下的关系:

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

式中:  $E$ ——地震能量,尔格 erg,  $1\text{erg} = 10^{-7}\text{J}$ 。

由此可知,震级每增加一级,地震仪的振幅相差 10 倍,地震所释放出的能量约增加 32 倍。6 级地震大致相当于一个 2 万吨级原子弹所释放的能量。

一般而言,小于 2 级的地震,人们感觉不到,只有仪器才能记录到,称为微震; 2~5 级地震,人可以感觉到,称为有感地震; 大于 5 级的地震,能造成不同程度的破坏,称为破坏性地震; 大于 7 级的地震,则称为强烈地震。到目前为止,世界上记录到的最大地震是 2011 年 3 月 11 日发生在日本东北部的 9.0 级大地震。

### 1.3.2 地震烈度

地震烈度是对地震影响程度的描述,从宏观的地震影响、破坏现象和地震动大小等方面进行综合评价,包括人的感觉、器物的反应、房屋为主的工程结构破坏和地面现象的改观(如地形、地质、水文条件的变化等)等。地震烈度反映了一次地震中某地区内地震动多种因素综合强度的平均水平,是地震破坏作用的一个总评价。

对应于一次地震,在受到影响的区域内,可以按照地震烈度表中的标准对一些有代表性的地点评定出烈度。具有相同烈度的各个地点的外包线,称为等烈度线(图 1-9)。等烈度线(或称等震线)的形状与发震断裂带的走向、地形、土质等条件有关,多数近似呈椭圆形。一般情况下,等烈度线的度数随震中距的增大而递减,但有时由于局部地形或地质的影响,也会在某一烈度区内出现小块高一度或低一度的异常区(称为烈度异常)。随震中距的增加,地震波的能量逐渐被吸收,地震烈度也必然随震中距的增大而衰减,大致呈现由近到远逐步衰减的规律。

我国采用 I~Ⅻ 等级划分地震烈度表。表 1-1 为我国 2008 年修订的中国地震烈度表。

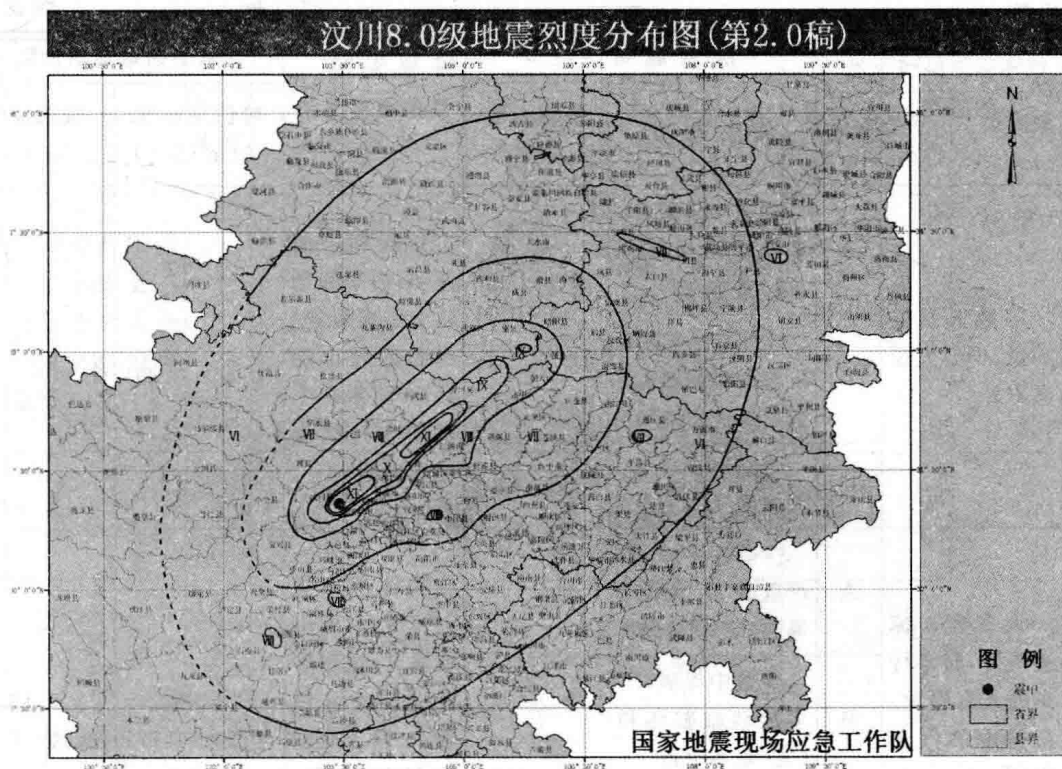


图 1-9 汶川地震等烈度线

表 1-1 中国地震烈度表(2008年)

地震烈度	人的感觉	房屋震害			其他震害现象	水平向地震动参数	
		类型	震害程度	平均震害指数		峰值加速度 / $(\text{m} \cdot \text{s}^{-2})$	峰值速度 / $(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$
I	无感	—	—	—	—	—	—
II	室内个别静止中的人有感觉	—	—	—	—	—	—
III	室内少数静止中的人有感觉	—	门、窗轻微作响	—	悬挂物微动	—	—
IV	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	—	—
V	室内绝大多数人、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,个别房屋墙体抹灰出现细微裂缝,个别屋顶烟囱掉砖	—	悬挂物大幅度晃动,不稳定器物摇动或翻倒	0.31 (0.22~0.44)	0.03 (0.02~0.04)



续表

地震烈度	人的感觉	房屋震害			其他震害现象	水平向地震动参数	
		类型	震害程度	平均震害指数		峰值加速度 / $(\text{m} \cdot \text{s}^{-2})$	峰值速度 / $(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$
VI	多数人站立不稳,少数人惊逃户外	A	少数中等破坏,多数轻微破坏和(或)基本完好	0.00~0.11	家具和物品移动,河岸和松软土出现裂缝,饱和砂层出现喷砂冒水;个别独立砖烟囱轻度裂缝	0.63 (0.45~0.89)	0.06 (0.05~0.09)
		B	个别中等破坏,少数轻微破坏,多数基本完好				
		C	个别轻微破坏,大多数基本完好	0.00~0.01			
VII	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	A	少数毁坏和(或)严重破坏,多数中等和(或)轻微破坏	0.09~0.31	物体从架子上掉落,河岸出现塌方,饱和砂层出现喷水冒砂,松软土地上地裂缝较多;大多数独立砖烟囱中等破坏	1.25 (0.90~1.77)	0.13 (0.10~0.18)
		B	少数中等破坏,多数轻微破坏和(或)基本完好				
		C	少数中等破坏和(或)轻微破坏,多数基本完好	0.07~0.22			
VIII	多数人摇晃颠簸,行走困难	A	少数毁坏,多数严重和(或)中等破坏	0.29~0.51	干硬土上出现裂缝,饱和砂层绝大多数喷砂冒水;大多数独立砖烟囱严重破坏	2.50 (1.78~3.53)	0.25 (0.19~0.35)
		B	个别毁坏,少数严重破坏,多数中等和(或)轻微破坏				
		C	少数严重和(或)中等破坏,多数轻微破坏	0.20~0.40			
IX	行动的人摔倒	A	多数损坏和(或)破坏	0.49~0.71	干硬土上多处出现裂缝,可见基岩裂缝、错动,滑坡、塌方常见;独立砖烟囱多数倒塌	5.00 (3.54~7.07)	0.50 (0.36~0.71)
		B	少数毁坏,多数严重和(或)中等破坏				
		C	少数毁坏和(或)严重破坏,多数中等和(或)轻微破坏	0.38~0.60			