



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

住房和城乡建设部土建类学科专业“十三五”规划教材

高等教育土木类专业系列教材

# 建筑结构抗震设计

## Seismic Design of Building Structures

第3版

主编 李英民 杨 溥 主审 黄世敏



重庆大学出版社



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

住房和城乡建设部土建类学科专业“十三五”规划教材

高等教育土木类专业系列教材

# 建筑结构抗震设计

JIANZHU JIEGOU KANGZHEN SHEJI

第3版

主编 李英民 杨 溥 主审 黄世敏

参编 刘立平 夏洪流 郑妮娜 董银峰 韩 军 贾传果

重庆大学出版社

## 内 容 提 要

建筑结构抗震设计是土木工程专业的一门重要课程。本教材是根据《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010,2016 版)以及国家教育部大学本科新专业目录规定的土木工程专业培养要求编写的。全书共 9 章,分别为地震与抗震设防,地震动及其特性,结构地震作用及响应,建筑抗震设计与抗震计算,地基基础抗震设计,钢筋混凝土结构房屋抗震设计,砌体房屋抗震设计,多层和高层钢结构房屋抗震设计原则和步骤,以及结构控制的初步知识。

本书可作为土木工程专业本科建筑结构抗震设计课程的教材,也可以作为研究人员、设计和施工人员的学习参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

建筑结构抗震设计/李英民,杨溥主编.--3 版

.--重庆:重庆大学出版社,2021.1

高等教育土建类专业系列教材

ISBN 978-7-5689-2539-6

I.①建… II.①李…②杨… III.①建筑结构—防震设计—高等学校—教材 IV.①TU352.104

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2020)第 259610 号

## 建筑结构抗震设计

(第 3 版)

主 编 李英民 杨 溥

主 审 黄世敏

责任编辑:王 婷 蒋耀州 版式设计:王 婷

责任校对:万清菊 责任印制:赵 晟

\*

重庆大学出版社出版发行

出版人:饶帮华

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆华林天美印务有限公司印刷

\*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:14.75 字数:370 千

2021 年 1 月第 3 版 2021 年 1 月第 7 次印刷

印数:16 001—20 000

ISBN 978-7-5689-2539-6 定价:39.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

# 前 言

## (第 3 版)

本教材第 1 版是“十一五”普通高等教育本科国家级规划教材,于 2011 年出版。第 2 版于 2017 年出版,为“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。两版教材在国内多所高校使用,获得了同行及学生的肯定。

近几年来,全国推行的工程教育专业认证强调结果导向、学生中心和持续改进的理念;教学方法从传统课堂讲授向翻转课堂等混合式教学转变;学生获取知识的方式也从纸质向互联网电子媒介延伸,这就要求教材的表达力更加丰富并适应学生学习方式的转变。教材编制组基于信息技术与教学深度融合的需求,分析了在翻转课堂实践中发现的问题,考虑到学生自学的需求,并结合同行及学生对第 2 版教材的意见建议,对教材进行了修订。第 3 版的主要修订有:(1)调整了教材章节的安排,进一步优化了教学内容,使得本教材更符合初学者的认知规律;(2)根据土木工程专业指导委员会规定的知识点给出对应的教学要求,方便学生了解各知识点的教学目标;(3)大部分章节提供了电子资源二维码,包括课程团队建设的《结构抗震设计》的在线课程资源(学堂在线、中国大学慕课)、教学动画、视频和图片等,方便读者及时获取关于知识点的更多辅助资源;(4)各章节均基于最新的设计规范进行修编,如第 8 章根据《钢结构设计标准》(GB 50017—2017)更新了钢结构抗震性能化设计内容,第 9 章根据《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010,2016 年版)完善了基础隔震设计的步骤和内容,并更新、扩充了消能减震技术的有关内容。

第 3 版教材由重庆大学李英民、杨溥担任主编,由中国建筑科学研究院有限公司工程抗震研究所所长黄世敏担任主审,章节安排和编写分工为:第 1 章地震与抗震设防(韩军、李英民),第 2 章地震动及其特性(杨溥、董银峰),第 3 章结构地震作用及响应(杨溥),第 4 章建

筑抗震设计与抗震计算(刘立平、韩军),第5章地基基础抗震设计(贾传果、郑妮娜),第6章钢筋混凝土结构房屋抗震设计(杨溥、夏洪流),第7章砌体房屋抗震设计(刘立平),第8章多层和高层钢结构房屋抗震设计(郑妮娜),第9章结构控制初步(董银峰、贾传果),附录(杨溥、夏洪流)。为便于理解与学习,各章配有习题,教材由董银峰、杨溥统稿。

教材中尚有不足,请读者批评指正。

李英民 杨 溥

2020年8月

# 前 言

## (第 1 版)

建筑结构抗震设计是土木工程专业的重要课程之一,其内容不可避免地涉及复杂的动力问题和非线性问题,具有强烈的综合性。本书作者在多年的科研和教学工作中深切体会到,由浅入深、注重内容的系统性和逻辑连贯性、体现概念为主的建筑抗震设计教材,对于适应土木工程专业本科教学中面临的课程内容多、学习难度大、课时少的客观事实,是极其重要的。本书即是作者基于上述出发点而写成的。

本书从内容组织结构上对以往教材进行了适当调整:首先介绍地震基础知识、抗震防灾的重要意义和建筑抗震设计的基本原则和要求(第 1、2 章),然后讲述地震作用及其效应的特点和计算方法(第 3 章)和现行的建筑抗震设计方法(第 4 章),之后是地基基础抗震设计(第 5 章),并重点讲述钢筋混凝土结构、砌体结构和钢结构等典型而常用的建筑结构的抗震设计原则和步骤(第 6 章),最后介绍已经成为抗震设计重要内容之一的结构隔震与消能减震技术的基本概念(第 7 章)。书末给出了必要的几个附录。为便于理解与学习,各章配有习题。

本书编写过程中,适逢《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)颁布实施,为此及时调整了本书的内容以与新规范相协调。

本书第 1、2 章由李英民执笔,第 3 章及附录 A—附录 D 由杨溥执笔,第 4 章及第 6.2 节由刘立平执笔,第 6.1 节及附录 E 由夏洪流执笔,第 5 章及第 6.3 节由郑妮娜执笔,第 7 章由董银峰执笔。全书由杨溥和郑妮娜统稿。

本书作为“十一五”国家级规划教材,得到了教育部高等教育司和重庆大学出版社的大力支持,在此表示诚挚的感谢。研究生王丽萍、叶志龙、陈娜、郑良平帮助整理了部分文稿及插图,一并致谢。

因经验和水平有限,书中难免存在缺点或错误,敬请批评指正,以便及时改进。

李英民 杨 溥  
2010 年 10 月

# 目 录

---

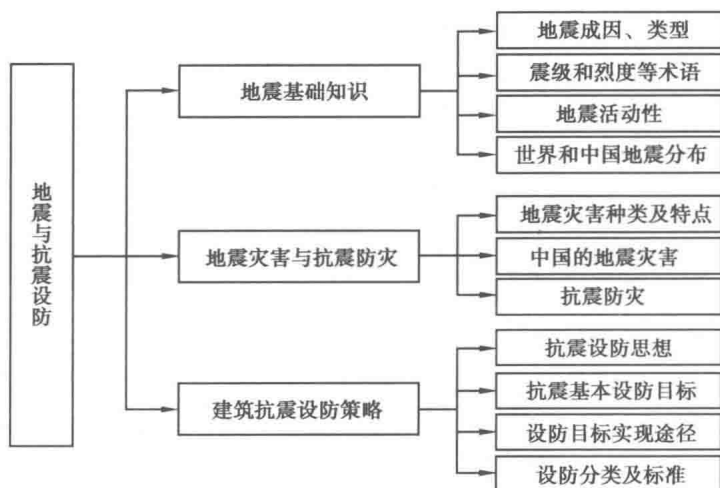
1 地震与抗震设防 .....	1
1.1 地震基础知识 .....	2
1.2 地震灾害与抗震防灾 .....	8
1.3 建筑抗震设防策略 .....	12
习题 .....	17
2 地震动及其特性 .....	19
2.1 地震波及其构成 .....	19
2.2 地震动特性 .....	20
2.3 单自由度弹性体系的地震反应分析 .....	22
2.4 地震反应谱 .....	27
习题 .....	30
3 结构地震作用及响应 .....	31
3.1 概述 .....	32
3.2 设计反应谱 .....	33
3.3 结构地震反应分析方法 .....	37
3.4 竖向地震 .....	53
3.5 建筑结构的扭转地震作用 .....	55
习题 .....	63

4	建筑抗震设计与抗震计算	66
4.1	建筑抗震设计特点及内容	66
4.2	抗震概念设计	68
4.3	抗震计算基本要求	72
4.4	两阶段设计方法	77
4.5	抗震性能化设计方法	82
	习题	88
5	地基基础抗震设计	89
5.1	地基震害特点	90
5.2	地基基础抗震设计原则及要求	91
5.3	地基抗震验算	93
5.4	不良地基判定及防治	95
5.5	基础抗震验算	105
	习题	106
6	钢筋混凝土结构房屋抗震设计	108
6.1	震害现象及分析	109
6.2	抗震设计一般要求	114
6.3	框架结构抗震设计	118
6.4	抗震墙结构抗震计算与构造	129
	习题	135
7	砌体房屋抗震设计	136
7.1	多层砌体房屋的震害及分析	136
7.2	多层砌体房屋的抗震设计基本要求	138
7.3	多层砌体房屋的抗震计算	141
7.4	多层砌体房屋的抗震构造措施	152
7.5	底部框架-抗震墙房屋抗震设计	158
	习题	162
8	多层和高层钢结构房屋抗震设计	163
8.1	钢结构房屋的震害特征	163
8.2	钢结构选型与布置	166
8.3	钢结构抗震计算及设计	172
8.4	钢结构抗震性能化设计方法	182
	习题	184

9 结构控制初步 .....	185
9.1 概述 .....	185
9.2 隔震原理与方法 .....	187
9.3 减震原理与方法 .....	194
9.4 结构主动控制初步 .....	200
习题 .....	202
附录 .....	203
附录 A 中国地震烈度表 .....	203
附录 B 我国部分城镇抗震设防烈度及设计地震动参数 .....	206
附录 C 结构自振周期与振型的计算方法 .....	209
附录 D 结构阻尼比的确定方法 .....	212
附录 E 多层抗震框架设计实例 .....	214
参考文献 .....	223

# 1

## 地震与抗震设防



本章知识结构图

地震,作为人们所熟知的一个名词,给人们的印象是山摇地动、房倒屋塌、人畜伤亡!例如,2008年发生的“5·12”汶川地震,造成了69 227人死亡,374 643人受伤,17 923人失踪,直接经济损失达到8 452.15亿元人民币。

纵观历次大地震,以建筑结构为主的工程设施在地震中所扮演的角色是显而易见的。正是由于大地震中建筑结构的损坏甚至倒塌,不仅会直接导致大规模的财产损失,而且也会造成难以承受的人员伤亡。我们常说“地震不伤人,伤人的是建筑”,因此,建筑结构的抗震能力

直接决定了震害的损失程度,合理的结构抗震设计是防震减灾的根本途径。对于发生时间、地点、强度和频度等都高度不确定的地震,建筑结构设计时应该采取什么样的抗震策略和措施,使其在可能遇到的不同的地震中表现出可接受的、预期的抗震行为,是摆在土木工程师面前的一个重大问题,更是一项责任和使命。

## 1.1 地震基础知识

所谓地震,一般指地球断层发生突然破裂,破裂过程中释放出的能量以波的形式在地球内部传播,并传到地表及其附近,造成其剧烈振动。地震是一种自然现象。地震与地球并存,地球上每天都在发生着地震,一年约发生 500 万次地震,能造成破坏的地震约 1 000 次,7 级以上的大地震平均一年有 20 次左右。

### ► 1.1.1 地震的成因

由于板块构造运动引起的这种断层破裂而产生的地震称为构造地震,地球上绝大部分(超过 90%)地震属于此类地震。理解地震的成因,应把握两个层面:一是地球内部存在断层,二是断层破裂存在动力或诱因。

首先了解地球的内部构造。如图 1.1 所示,地球是一个椭球体,长轴半径约 6 370 km,短轴半径约 6 340 km,二者相差约 5‰。地球内部被距地表约 60 km 的莫霍面(又称 M 面)和距地表约 2 900 km 的古登堡面(又称 G 面)分为三大圈层:①地壳:地表至 M 面之间的圈层,厚约几十千米,主要由岩石构成(表层土和水所占比重很小)。②地幔:M 面至 G 面之间的圈层,厚约 2 900 km,又分为上地幔(M 面至 1 000 km 深处)和下地幔。上地幔中接近地壳的部分仍为岩石,这部分和地壳称为地球岩石圈。之下是厚度几十至几百千米的软流层,岩石以黏塑、软流状存在。③地核:G 面以下的圈层。就物理性质而言,距地表越深,构成物质的比重越大,压力越大,温度越高。



断层示意图

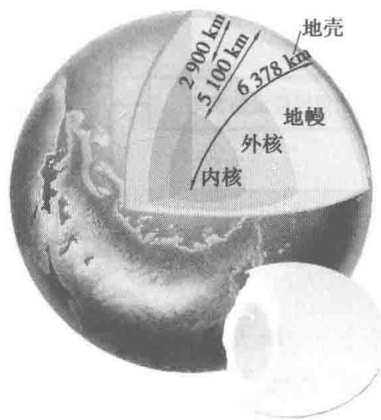


图 1.1 地球内部构造示例

板块构造运动学说是目前被广泛认可的学说,有许多证据可印证该学说。该学说认为,地球岩石圈可以分为六大板块(图 1.2),即亚欧板块、太平洋板块、美洲板块、非洲板块、印澳

板块、南极洲板块。这些板块位于地球的软流层之上,软流层内的物质在大洋中脊涌出至洋底,在大洋板块和大陆板块边缘的海沟处插入软流层,形成“对流”并构成海底的扩张从而产生板块运动。这是大多数地震形成的宏观背景。

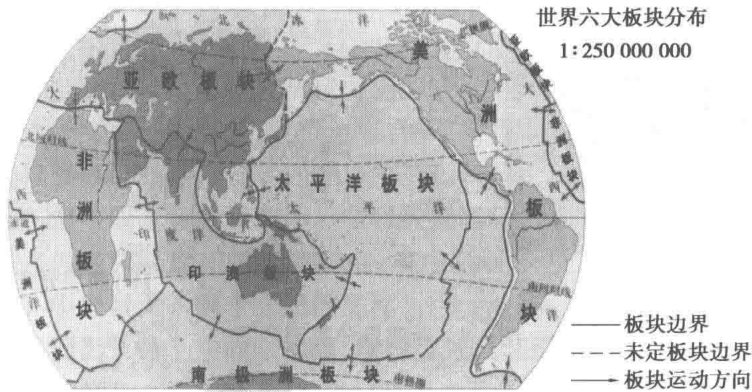


图 1.2 地球板块分布

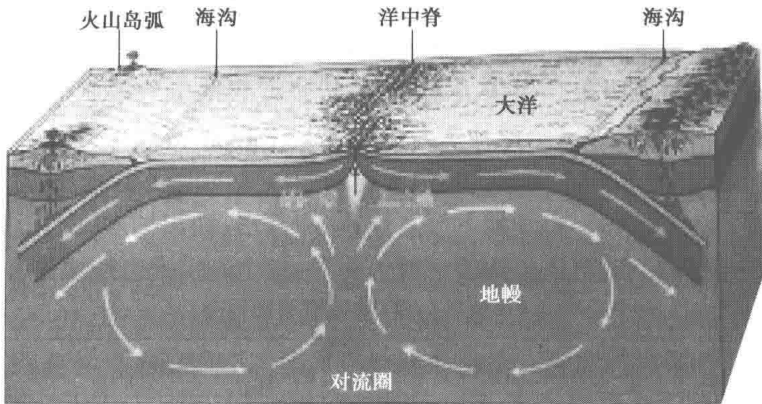
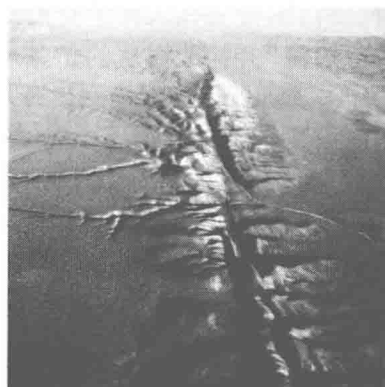


图 1.3 海底扩张示意图

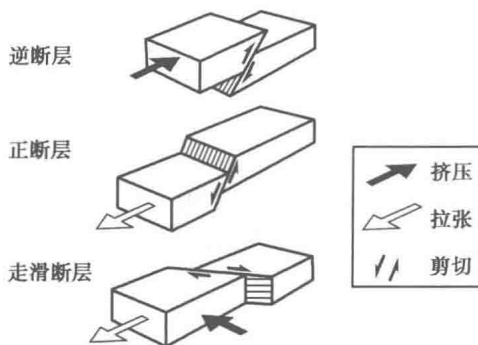
事实上,岩石圈中不是只有六大板块,在板块内部也并非均匀,而是存在很多大小不同的断裂面,大的断裂面即是断层。目前已经探明了不少断层,但还有很多是没有认识到的断层。断层主要分为正断层、逆断层和平移走滑断层,如图 1.4 所示。断层的破裂是板块构造运动造成的结果,板块构造运动可以理解为地震发生的宏观背景,断层破裂是地震发生的局部机制。

就大多数地震而言,地球本身的运动特点、内部构造和物理性质(如温度、压力等),形成了地幔软流层物质的对流,从而构成板块的构造运动,导致不同板块间的冲撞挤压摩擦或是板块内部不均匀变形积累的应变能。当能量达到或超过断层岩体的承载能力时,岩体发生突然间的破裂,短时间内释放出大量的能量。这些能量以地震波的形式向四周传播,其中大部分以热能的形式在地球介质内部耗散,而一部分形成动能,造成地表的剧烈震动。

当然,不仅板块构造运动可以诱发地震,一些人类的活动(如大规模的地下开采和水库建设等)也可能导致断层岩体应力的变化,从而诱发地震。



(a) 断层照片



(b) 断层分类

图 1.4 断层及分类示意图

### ► 1.1.2 地震的类型

对于非常复杂的地震,从不同的角度可以有多种分类方法。

按照成因,地震可以分为构造地震、火山地震、陷落地震和诱发地震等,见表 1.1。由于地球构造运动引起的地震,称为构造地震。这类地震发生次数最多,占全球地震总数的 90% 以上,是地震工程的主要研究对象。由于火山爆发,岩浆猛烈冲出地表或气体爆炸而引起的地震称为火山地震。这类地震约占全球地震总数的 7%,在我国很少见。由于地表或地下岩层较大的溶洞或古旧矿坑等的突然大规模陷落和崩塌而导致的地面震动,称为陷落地震。这种地震级别不大,很少造成破坏。由于地下核爆炸、水库蓄水、油田抽水、深井注水、矿山开采等活动引起的地震称为诱发地震,这类地震一般不强烈,仅个别情况会造成灾害。

表 1.1 地震分类(按地震成因划分)

成因分类	成因	特点	比例/%
构造地震	地壳构造运动; 岩石应变超过容许值; 岩层发生断裂或错动	破坏性地震; 破坏力大; 影响范围广	>90
火山地震	火山作用,如岩浆活动、气体爆炸等	震级小,但 1914 年日本樱岛火山爆发,震动相当于 6.7 级地震	<7
陷落地震	地下水溶解可溶性岩石,或地下采矿形成的巨大空洞,造成地层崩塌陷落而引发的地震	震级小	<3
诱发地震	工业爆破 地下核爆炸 陨石撞击 深井高压注水 水库蓄水等	震级较小,如 1961 年印度柯依纳水库诱发 6.5 级地震;1962 年广东新丰江水库诱发 6.1 级地震	<1

按照震源深度,地震可分为浅源地震(震源深度 $\leq 70$  km)、中源地震( $70$  km $<$ 震源深度 $< 300$  km)和深源地震(震源深度 $\geq 300$  km)。震源越深,对地表造成的影响越小,灾害也越小。多数地震属于浅源地震。

按照发震位置,地震可分为板边地震和板内地震。板边地震发生在板块边缘附近,地点集中、发生频率高,占全球地震总数的97%以上。板内地震则发生地点零散,频度低,但可能会发生在人口稠密的地区,故危害性通常较大。

按强度大小,地震又可分为弱震、有感地震、中强震和强震等。弱震指震级小于3级的地震,如果震源不是很浅,这种地震人们一般不易觉察。有感地震的震级在3到4.5级,这种地震人们能够感觉到,但一般不会造成破坏。中强震指震级大于4.5级而小于6级的地震,属于可造成破坏的地震,但破坏轻重还与震源深度、震中距等多种因素有关。强震是指震级大于等于6级的地震,其中震级大于等于8级的又称为巨大地震。

按照地震序列,地震可分为主震型地震、震群型地震和孤立性地震。在一定时间内(一般是几十天至数月)相继发生在同一震源区的一系列大小不同的地震,且其发震机制具有某种内在联系或有共同的发震构造的一组地震总称为地震序列。在某一地震序列中,最大的一次地震称为主震。主震之前发生的地震称为前震,主震之后发生的地震称为余震。主震型地震是主震震级突出又有很多余震的地震序列,主震能量大于等于90%的地震,是一种最常见的地震序列类型,约占比60%;震群型地震是地震序列的主要能量通过多次震级相近的地震释放,没有突出的主震,主震能量小于90%,约占比30%;孤立性地震也称为单发性地震,其特点是前震和余震少而小,且与主震震级相差极大。

### ► 1.1.3 几个名词

关于地震的几个常用名词如图1.5所示。地壳岩层因受力达到一定强度而发生破裂,并沿破裂面有明显的相对移动的构造称为断层。地球内部断层发生破裂的位置称为震源。震源到地面的垂直距离称为震源深度。震源在地表面的垂直投影称为震中。有时人们也称破坏最严重的区域的几何中心为震中。由仪器测定的震中称为仪器震中或微观震中,根据现场破坏情况确定的震中称为宏观震中或现场震中,二者常有一定差别。地面上某点至震中的地表距离称为震中距。

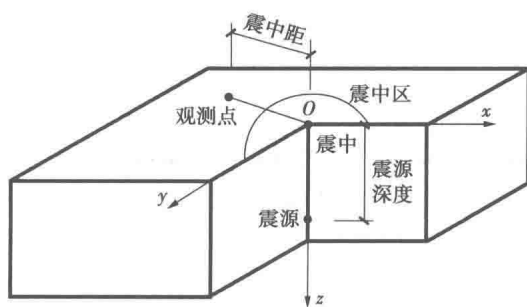


图 1.5 地震名词示意图

地面破坏程度相似的点连接起来的曲线称为等震线。

### ► 1.1.4 震级和烈度

地震的大小通常用震级表示。震级就是一次地震释放能量多少的度量。震级有多种定义,通常用规定仪器(标准地震仪:周期为 0.8 s,放大倍数为 2 800,阻尼系数为 0.8)所测定的、地震所造成的规定震中距(100 km)地表上的最大水平位移来标定,当测定仪器和震中距不是规定值时,需要换算成规定值。震级常采用里氏震级来标示,记为  $M$ 。根据我国现用仪器,近震(震中距小于 1 000 km)震级  $M$  按下式计算:

$$M = \lg A + f(R) \quad (1.1)$$

式中: $A$ ——用距离震中 100 km 处的 Wood-Anderson 地震仪记录得到的最大水平地表位移,以  $\mu\text{m}$  为单位;

$f(R)$ ——根据震中距  $R$  而变化的起算函数。

震级  $M$  与震源释放能量  $E$  (单位为 erg,  $1 \text{ erg} = 10^{-7} \text{ J}$ ) 之间的关系为:

$$\lg E = 1.5M + 11.8 \quad (1.2)$$

上式表示的震级通常采用里氏震级。由于震级与地震能量的对数呈线性关系,可得  $E_2/E_1 = 10^{1.5(M_2-M_1)}$ ,震级每提高一级,能量增加  $10^{1.5}$  倍,约 32 倍;震级相差两级,能量相差约 1 000 倍。一次 6 级地震释放的能量相当于一个两万吨级的原子弹。

显然,一次地震客观上只有一个能量释放水平,那么只可能有一个震级。至于一次地震不同部门可能给出不同的震级水平,则反映出了观测误差、人们对地震认识水平的不足等。

地震烈度是指某一区域的地表和各类工程结构遭受一次地震影响的平均强弱程度。由于同一次地震对不同地点的影响不一样,随着距离震中的远近变化,会出现多种不同的地震烈度。一般来说,距离震中越近,地震烈度就越高;距离震中越远,地震烈度也越低。由于一个地区遭受地震影响的强弱程度是一个宏观的概念,没有一个专门的物理量来度量这种程度,所以烈度是一个综合指标,对烈度进行非常细致的划分是没有实质意义的。鉴于烈度的综合性、宏观性等特点,烈度只能是分等级的,不存在小数。为评定地震烈度而建立起来的标准称为地震烈度表。不同国家所规定的地震烈度表往往是不同的,多数国家采用 12 个等级 (MMI 烈度表)。我国规定的地震烈度表见附录 A。

对于一次地震,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地震烈度。具有相同烈度的各个地点的外包络线,称为等烈度线(图 1.6)。等烈度线(或称等震线)的形状与发震断裂取向、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范围高一度或低一度的异常区,称为烈度异常。

震中区的地震烈度称为震中烈度,用  $I_0$  表示,其与震级  $M$  具有一定的统计关系,可粗略地用下式表示:

$$M = 1 + \frac{2}{3}I_0 \quad (1.3)$$

震级和烈度在一定程度上都表明了一次地震的强弱程度,但二者有着本质的区别,其关系类似于一个灯泡的瓦数与照度、炸药的 TNT 与冲击程度的关系。一次地震的震级是固定的,随着距离和场地条件等的不同,不同地区的烈度是不一样的。

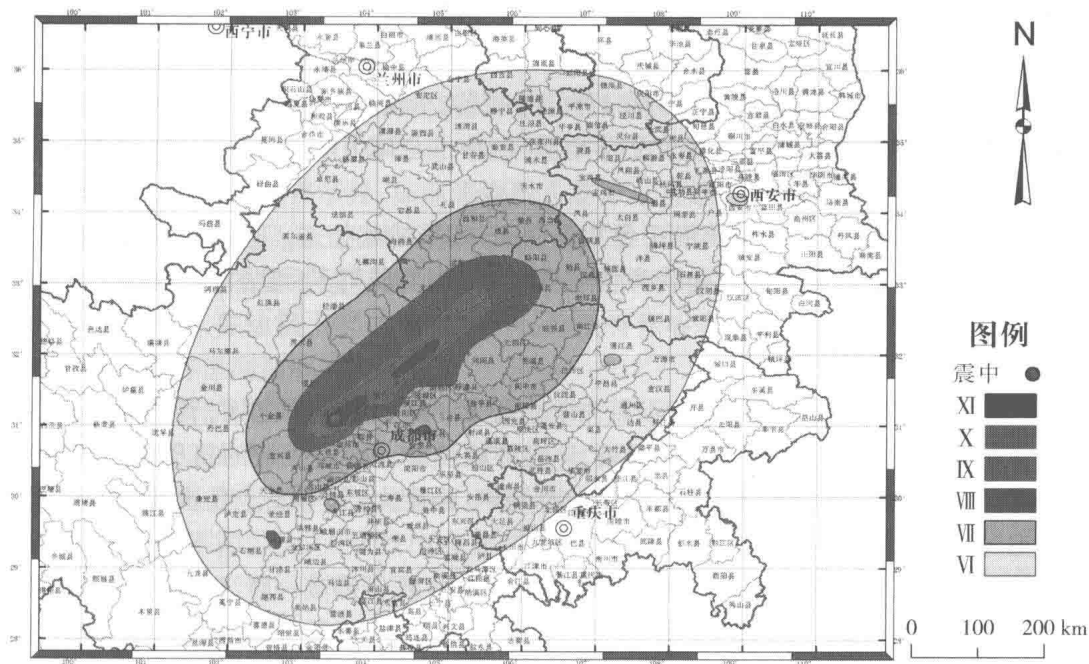


图 1.6 汶川地震等烈度线分布图

### ► 1.1.5 地震活动性

所谓地震活动性,是指地震发生的时间、空间、强度和频度的规律。研究地震活动性,主要是根据地震观测系统测定的(或历史资料中记载的)地震发生的时间、空间位置(震中和震源深度)和强度(震级或震中烈度)等基本参数,研究其规律以及这些参数之间的相互关系。

由于地震的发生是一个能量的积累、释放、再积累、再释放的过程,所以同一个地区的地震发生存在时间上的疏密交替现象,一段时间活跃,之后的一段时间相对平静。称地震活跃期和地震平静期的时间跨度为地震活动期。地震活动的活跃期和平静期常交替出现。

统计表明,全球平均每年发生的地震数量约为:3级地震 100 000 次;4级地震 12 000 次;5级地震 2 000 次;6级地震 200 次;7级地震 20 次;8级及以上地震 3 次。

全球目前正处于地震活跃期,建筑结构的抗震工作不容忽视。

### ► 1.1.6 世界地震分布

在空间上,地震发生的地点是很不均匀的。世界范围内的地震呈现出条带分布的特征,称为地震带。全球有三大地震带,即环太平洋地震带、欧亚地震带和海岭地震带(也有称两大地震带,海岭地震带通常由于和人类工程建设活动关系不大而被忽略)。

环太平洋地震带:该地震带分布在东太平洋的美洲大陆西海岸、北太平洋和西太平洋的岛屿外侧,绵延长达 40 000 km,带宽只有约 200 km,是地球上地震活动最强烈的地带,全世界约 80%的浅源地震、90%的中源地震和几乎所有的深源地震都集中在该带上。该地震带所释放的地震能量约占全球地震能量的 80%。



地震带

欧亚地震带:该地震带横贯欧亚大陆,大致呈东西向分布,全带总长约 15 000 km,宽度在各地不同(北纬 20°~50°)。它西起大西洋亚速尔群岛,穿地中海、经伊朗高原,进入喜马拉雅山东端向南拐弯经缅甸西部、安达曼群岛、苏门答腊岛、爪哇岛至班达海附近与环太平洋地震带相连。该带的地震活动仅次于环太平洋地震带,约占全球大陆地震的 90%,地震释放的能量约占全球地震能量的 15%。

海岭地震带:此地震活动带蜿蜒于各大洋中间,几乎彼此相连。它总长约 65 000 km,宽 1 000~7 000 km。该地震带的地震活动性较之前两个带要弱得多,均为浅源地震。

### ► 1.1.7 中国的地震环境

我国地处欧亚大陆东南部,位于环太平洋地震带和欧亚地震带之间,有些地区本身就是这两个地震带的组成部分。受太平洋板块、印度洋板块和菲律宾板块的挤压作用,我国地质构造复杂,地震断裂带十分发育,地震活动的范围广、强度大、频率高。我国发生的地震占全球大陆地震的 1/4~1/3。

中国的地震在空间上也大致呈条带型分布。东部主要有郯城—庐江地震带、河北平原地震带、汾渭地震带、燕山—渤海地震带、东南沿海地震带、台湾地震带等;西部主要有北天山地震带、南天山地震带、祁连山地震带、昆仑山地震带和喜马拉雅地震带;中部为南北地震带,贯穿中国的宁夏、甘肃、青海、四川、云南等地。

按照区域,我国的地震分布又划分为 10 个地震区和 23 个地震亚区,这些亚区又分为 30 个地震带。东部的 5 个地震区是台湾、南海、华南、华北和东北;西部的 5 个地震区是青藏高原南部、青藏高原中部、青藏高原北部、新疆中部和新疆北部。

据统计,近一个世纪以来,我国 6 级以上地震约 500 次,7 级以上的地震约 100 次,8 级以上的地震 10 次。除贵州、浙江外,其余省份都发生过 6 级以上地震。

近期我国正处于新的地震活跃期。

## 1.2 地震灾害与抗震防灾

作为地壳运动的一种形式,地震的发生是不能阻止的。但地震本身并不是灾害,当它达到一定强度,发生在人类生存的空间范围,且人们尚没有足够的抵御能力时,便可造成灾害。地震越强,人口越密,抗御能力越低,灾害越重。

不幸的是,地震已经成为最严重的自然灾害之一。有记载以来,地震给人类所造成的灾难不胜枚举。人类的生存和发展,必须面对地震的灾害问题。

### ► 1.2.1 地震灾害

所谓灾害,是指任何引起人员伤亡、财产损失且超出承受能力而必须向外界求援的恶性事件。一次地震发生后,随地震强度、区域防灾减灾能力等复杂自然和社会因素的不同,可能导致不同的结果。对于震级小、防灾抗灾能力强的情形,可能没有造成灾害,而当震级大、防灾抗灾能力差时,则会形成程度不同的灾害。