

江苏省连云港市地震局

吴鑫 主编

怎样防避地震

地震出版社

怎样防避地震

江苏省连云港市地震局

吴鑫 主编

地震出版社

1998

内 容 提 要

本书根据作者近几年来开展地震科普宣传的实践,博采众家之长,列举了大量的国内外较典型的震例和运用最新的科学数据,客观地介绍了地震基本知识及地震活动概况;地震预报现状;地震宏观前兆;地震基本对策;次生灾害对策及地震谣言对策;个人及基层单位地震前后应急避险对策;国际减灾 10 年活动等。这些内容都是宣传、普及地震科普知识的最好材料。

本书实用性强,可供广大群众阅读,也可作为大、中学校学生学习地震知识的参考书,对地震和防灾部门举办地震科普讲座和防灾学习班等也具有一定的参考价值。

怎样防避地震

江苏省连云港市地震局

吴鑫 主编

责任编辑:李和文

地 震 出 版 社 出 版

北京市民族学院南路 9 号

连云港日报社印刷厂印刷

全国新华书店经售

787×1092 1/32 4.875 印张 114 千字

1993 年 5 月第一版 1993 年 5 月第一次印刷

1998 年 6 月第二次印刷

印数:5001—10000

ISBN 7-5028-0887-6/P·553

(1280)定价:5.00 元

编 委 会

主编	吴 鑫	
编委	丁兆安	徐高峰
	宋守友	邓佛崇
审定	丁兆安	

前 言

根据世界各国专家的综合预测,本世纪末的最后 10 年要经历一到二个众灾频发时段。目前,我国大陆地震活动正处于一个新的活跃期的高潮阶段。我省一些地区已被列为全国地震重点监视防御区,今后几年内有可能发生数次中强以上地震。

为了防御未来地震可能造成的危害,编写《怎样防避地震》一书,旨在及时地宣传和普及防震减灾的综合防御对策,提高广大群众的防震减灾意识。贯彻江苏省防震减灾 10 年目标实施纲要,把未来可能发生的地震灾害所造成的损失减轻到最低限度,为保障国家的经济建设和社会安定服务。

本书由江苏省连云港市地震局吴鑫同志主编。丁兆安、徐高峰、宋守友、邓佛崇同志任编委,丁兆安同志负责审定工作。

由于水平有限,时间仓促,书中不妥或谬误之处,恳请读者批评指正。

编 者

1998 年 6 月

· ■ ·

目 录

目 录	(I)
前 言	(III)
第一章 地震基本知识	(1)
第一节 地震基本概念及地球构造	(1)
第二节 震级与烈度及地震分类	(5)
第三节 地震成因与地震序列	(10)
第四节 全球地震活动概况	(12)
第五节 我国地震活动概况	(16)
第六节 江苏省地震活动概况	(19)
第七节 连云港市地震活动概况	(21)
第二章 地震预报现状	(30)
第一节 我国防震减灾工作方针	(30)
第二节 地震到底能不能进行预报?	(31)
第三节 目前我国地震预报水平如何?	(33)
第四节 世界各国对地震预报的评价	(36)
第五节 我国发布地震预报有哪些规定?	(40)
第三章 地震宏观前兆	(44)
第一节 地震前兆及前兆类型	(45)
第二节 怎样识别震前地下水异常?	(45)
第三节 怎样识别震前动物异常?	(49)
第四节 怎样识别地震向人们发出的最后警报 ——地光和地声?	(53)

第四章 地震基本对策	(62)
第一节 我国地震灾害及地震基本对策.....	(62)
第二节 抗震设防对策.....	(63)
第三节 震后救灾对策.....	(72)
第四节 地震宣传对策.....	(79)
第五节 地震保险对策.....	(84)
第五章 地震次生灾害及地震谣传对策	(89)
第一节 地震火灾及地震滑坡和泥石流对策.....	(89)
第二节 地震次生水灾及地震海啸对策.....	(92)
第三节 地震谣言及地震误传对策.....	(97)
第六章 应急避震对策	(102)
第一节 防震应变准备.....	(102)
第二节 室内应急避震对策.....	(103)
第三节 室外应急避震对策.....	(112)
附 录	(116)
一、国际减轻自然灾害 10 年.....	(116)
二、中国近 40 年最大的自然灾害有哪些?	(121)
三、本世纪全世界 10 大自然灾害是哪些?.....	(123)
四、震灾的分级.....	(125)
五、《中华人民共和国防震减灾法》.....	(128)
主要参考文献	(142)
编 后	(143)

第一章 地震基本知识

第一节 地震基本概念及地球构造

1、什么是地震、震源、震中、震源深度？

地震,是人们通过感觉和仪器察觉到的地面振动现象,它与风雨、雷电一样,是一种极为普遍的自然现象。地震是由于地壳或者更深部位的岩石在地应力的作用下突然发生断裂或错动造成的。

地球上每天都要发生上万次地震,这些地震都发生在地壳和上地幔中的特殊部位,我们把地球内部发生地震的地方叫震源。理论上常将震源看成一个点,而实际上它是具有一定规模的一个区域。

震源在地面的投影叫震中,与震源的概念相类似,实际上的震中也是一个区域,即震中区。如唐山地震,它的震中区范围达 47 平方公里(即烈度为 11 度区)。

将震源看作一个点,此点到地面的垂直距离叫震源深度。地震可以发生在地表以下几公里至数百公里,而绝大部分地震的震源深度都是几十公里。见(图 1)

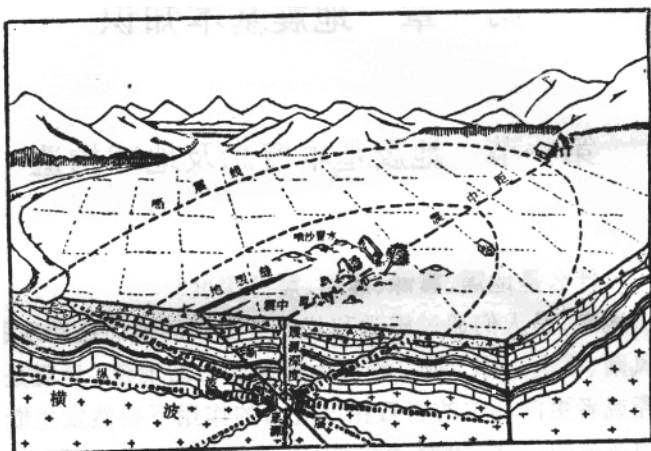


图 1 地震名词图解

2、地球内部的构造及地震波

地球的形状是个稍带一点扁度的椭球体，平均半径约为 6370 公里。地球的构造好比鸡蛋，它是由地壳、地幔和地核三大层所组成（图 2），地壳相当于蛋壳，地幔相当于蛋白，地核相当于蛋黄。

地壳是由岩石组成的地球外壳，平均厚度约为 33 公里。地壳的厚薄各地不同，大陆厚一些，海洋薄一些；高山厚一些，平原薄一些。世界上地壳最厚的地方是我国的青藏高原，厚达 60—80 公里；最薄的地方是太平洋的马里亚纳海沟，厚约 6 公里。

地壳可以分为两层，上层（除地表沉积层之外）主要由花

岗岩所组成,叫硅铝层;下层由玄武岩所组成,叫硅镁层。大洋

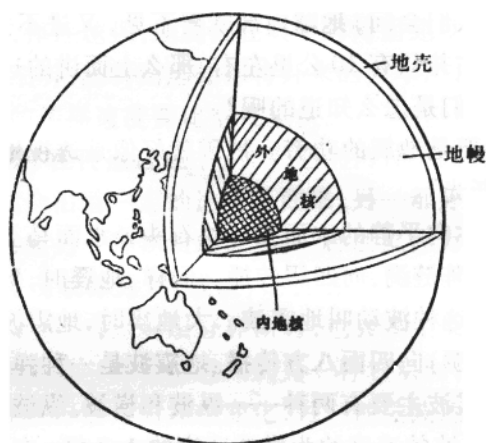


图2 地球内部构造示意图

的地壳一般没有花岗岩层,只有玄武岩层(图3)。



图3 海洋和大陆地壳结构示意图

地核是地球的核心部分,它的半径约为 3470 公里。地核

分为外地核和内地核，外核由液态物质组成，内核是固体，由铁、镍质所组成。

地幔位于地壳和地核之间，所以也叫中间层，它的厚度约为 2900 公里。地幔是由橄榄岩一类物质所组成。

也许人们会问，地球内部既看不见，又进不去，目前世界上最深的钻井只有 10 公里左右，那么上面讲的这些地球内部的构造，人们是怎么知道的呢？

这主要是地震的功劳。地震就好像是透视地球内部构造的“爱克斯光”。

如果你向平静的水面投一块石头，水面马上就会波动起来，激起阵阵涟漪，向四周传播。同样，地震时，地球内部也会发生波动，这种波动叫地震波。大地震时，地震波从地震发生的地方（震源）向四面八方传播。地震波是一种弹性波。从震源发出的地震波主要有两种——纵波和横波。纵波跑得快，横波跑得慢。纵波的速度约为横波速度的 1.7 倍。在地壳里，纵波的速度约为 5.5—7 公里/秒，接近人造地球卫星的速度；横波的速度约为 3.2—4 公里/秒。因此，地震发生后，总是纵波先到达地面，然后横波才到达。在震中区，先感到的是上下颠簸，接着是前后或左右摇晃。

纵波通过时，岩石各个部分会时而压缩，时而拉伸，一疏一密，向前传播，而岩石中的每一质点，只是以原来位置为中心作前后来回振动。因此，纵波又叫做疏密波，声波就是纵波的一种。当声波通过时，空气就会发生疏密相间、交替进行向前传播的现象。

纵波不仅能在固体中传播，而且能在液体和气体中传播，因此，潜伏在水里的人能听到岸边行人的脚步声。横波却只能在固体中传播，而不能在液体和气体中传播。

地震横波通过时,岩石会发生弯曲变形,而岩石中的每一质点,只是在这种波传播方向的垂直平面内发生振动,不随波向前运动。

地震波的传播速度与地球内部物质的密度和弹性有关。物质越紧密,弹性越强,地震波在其中的传播速度也越大。在铁轨上贴耳细听,能听到远处即将开来的火车声,就是因为声波在铁轨里的传播速度要比空气里快。

光(或波)在传播过程中,如果遇到两种不同物质的分界面,一部分就会沿着一定的途径返回来,另一部分则改变速度和方向,继续向另一种物质前进。前一种现象称为光(或波)的反射,后一种现象称为光(或波)的折射,同样,地震波在地球内部传播过程中,遇到岩层分界面时,也会发生反射和折射的现象。当地震波从一种岩层进入到另一种岩层时,就会发生两种变化,一种是传播方向发生变化,另一种是波速发生变化。

地震工作者就是根据地震波在两种不同的岩层界面上发生反射、折射和波速变化等情况,来了解地球内部构造的。

第二节 震级与烈度及地震分类

1、地震震级

震级是表示地震大小的等级。震级直接同震源释放出来的能量多少有关,能量越多,震级越大。它是根据地震仪记录的地震波来测定的。到目前为止,仪器记录到的最大地震震级是 8.9 级特大地震,如 1933 年日本 8.9 级特大地震。最小的地震震级小于 0 级(负级),0 级地震的能量并不等于 0,大约等于 6.3×10^4 焦耳。

不同震级的地震波能量大致如表 1 所示:

表 1 震级与地震波能量换算表

震级	能量(焦耳)	震级	能量(焦耳)
0	6.3×10^4	5.5	1.1×10^{13}
1	2.0×10^6	6	6.3×10^{13}
2	6.3×10^7	7	2.0×10^{15}
3	2.0×10^9	8	6.3×10^{16}
4	6.3×10^{10}	8.5	3.6×10^{17}
5	2.0×10^{12}	8.9	1.4×10^{18}

从表中可以看出,震级每相差一级,它的能量就相差 30 倍左右。如一个 7 级地震释放的能量相当于 30 个 6 级地震,或相当于 900 个 5 级地震。

如果把一个 8.5 级特大地震的地震波能量换算为电能,大约相当于一个 12 万 5 千千瓦的双水内冷发电机组 100 年间发出的总电量。其实,地震波的能量仅占震源释放出来的总能量的百分之几。可见,大地震时,震源释放出来的总能量是多么的巨大!

2、地震烈度

地震对地表面的影响或破坏的强烈程度称为“烈度”。一次地震对各地方的影响是不一样的,因而烈度大小也不相同。一般说,震中区的烈度(震中烈度)最高,烈度最高的地区叫“极震区”。随着震中距增大,烈度逐渐降低。例如,邢台大地震时,震中区房屋遭到破坏,在北京也有强烈感觉。在南京,一般就没有什么感觉了。但是,由于震源情况以及地质构造、岩石性质、地形、土质和地下水等条件的不同,使各地出现的烈

表2 中国地震烈度表

烈度	人的感觉	一般房屋		其他现象	参考物理指标	
		大多数房屋 震害程度	平均 震害指数		加速度,厘米/秒 ² (水平向)	速度,厘米/秒(水平向)
I	无感					
II	室内个别静止中的人感觉。					
III	室内少数静止中的人感觉。	门、窗轻微作响。		悬挂物微动。		
IV	室内多数人感觉。 室外少数人感觉。 少数人梦中惊醒。	门、窗作响。		悬挂物明显摆动,器皿作响。		
V	室内普遍感觉。 室外多数人感觉。 多数人梦中惊醒。	门窗、屋顶、屋架震动作响,灰土掉落,抹灰出现微细裂缝。		不稳定器物翻倒。	31 (22—44)	3 (2—4)
VI	惊慌失措,仓惶逃出。	损坏——个别砖瓦掉落,墙体微细裂缝。	0—0.1	河岸和松软土上出现裂缝。饱和砂层出现喷砂冒水。地面上的砖烟囱轻度裂缝、掉头。	63 (45—89)	6 (5—9)
VII	大多数人仓惶逃出。	轻度破坏——局部破坏、开裂,但不妨碍使用。	0.11—0.30	河岸出现坍方。饱和砂层常见喷砂冒水。松软土地裂缝较多。大多数砖烟囱中等破坏。	125 (90—177)	13 (10—18)
VIII	摇晃颠簸,行走困难。	中等破坏——结构受损,需要修理。	0.31—0.50	干硬土上亦有裂缝。大多数砖烟囱严重破坏。	250 (178—353)	25 (19—35)
IX	坐立不稳。行动的人可能摔跤。	严重破坏——墙体龟裂,局部倒塌,修复困难。	0.51—0.70	干硬土上有许多地方出现裂缝,基岩上可能出现裂缝。滑坡、坍方常见。砖烟囱出现倒塌。	500 (354—707)	50 (36—71)
X	骑自行车的人会摔倒。处不稳状态的人会摔出几尺远。有抛起感。	倒塌——大部倒塌,不堪修复。	0.71—0.90	山崩和地震断裂出现。基岩上的拱桥破坏。大多数砖烟囱从根部破坏或倒塌。	1000 (708—1414)	100 (72—141)
XI		毁灭	0.91—1.00	地震断裂延续很长。山崩常见。基岩上拱桥破坏。		
XII				地面剧烈变化,山河改观。		

注: I—V度以地面上人的感觉为主; VI—X度以房屋震害为主,人的感觉仅供参考; XI、XII度以地表现象为主。XI、XII度的评定,需要专门研究。

- 一般房屋包括用木构架和土、石、砖墙构造的旧式房屋和单层或数层的、未经抗震设计的新式砖房。对于质量特别差或特别好的房屋,可根据具体情况,对表列各烈度的震害程度和震害指数予以提高或降低。
- 震害指数以房屋“完好”为0,“毁灭”为1,中间按表列震害程度分级。平均震害指数指所有房屋的震害指数的总平均值而言,可以用普查或抽查方法确定之。
- 使用本表时可根据地区具体情况,作出临时的补充规定。
- 在农村可以自然村为单位,在城镇可以分区进行烈度的评定,但面积以1平方公里左右为宜。
- 烟囱指工业或取暖用的锅炉房烟囱。
- 表中数量词的说明: 个别: 10%以下; 少数: 10—50%; 多数: 50—70%; 大多数: 70—90%; 普遍: 90%以上。

度会有差异,往往发生“重灾区中有轻灾处,轻灾区中有重灾处”的现象。

烈度的大小,是根据震后人的感觉、室内家具和物品的振动、房屋和其他建筑物的破坏程度,以及地面出现的破坏程度等宏观现象综合起来确定的,这是一种定性的确定方法。另外,人们正在研究用地面加速度和其他物理量的大小来定量测定烈度。目前,我国使用的是十二度烈度表,其标准大致如表 2。

震级与烈度既有区别又有联系,但是两种概念。震级是表示地震波能量大小的一种单位。一次地震只有一个震级,不同地区测定的震级都是一样的。但烈度就不同,它是衡量地面宏观破坏程度的一种单位,因地制宜。

地震好比炸弹爆炸,炸弹的炸药量相当于震级,炸弹对各处的破坏程度相当于烈度,在离爆炸源近的地方,破坏就大,远的地方,破坏就小。

震级和烈度有大致的对应关系。通常用震中烈度来表示该次地震的烈度。烈度不仅与震级有关,与震源深度也密切相关。见表 3。

表 3 地震震级和烈度及震源深度的关系

$\begin{matrix} I \\ M \end{matrix} \quad h$	5	10	15	20	25(公里)
2	3.5	2.5	2	1.5	1
3	5	4	3.5	3	2.5
4	6.5	5.5	5	4.5	4
5	8	7	6.5	6	5.5
6	9.5	8.5	8	7.5	7
7	11	10	9.5	9	8.5
8	12	11.5	11	10.5	10

3、震级的计算

体波震级 $M_L = \log Au + R(\Delta)$

Au 为 S 波水平向最大地动位移量, 单位是微米; $R(\Delta)$ 是与距离有关的起算函数。

面波震级 $M_s = 1.13 M_L - 1.08$

震级与能量 $\log E(\text{焦耳}) = 4.8 + 1.5 M$

4、地震分类

地震分类表

地震成因	- 构造地震: 断层错动为主, 占地震总数 90% 以上。 - 火山地震: 岩浆冲击、喷发, 占地震总数 7% 左右。 - 陷落地震: 熔岩坍塌、矿井塌陷, 占 3% 左右。 - 诱发地震: 水库蓄水, 矿井注水。
地震强弱	- 无感地震: <3 级, 全球年平均 1500 万次, 占地震总数 99%。 - 有感地震: 3 级以上, 全球年平均 5 万次。 - 破坏性地震: 5 级以上, 全球年平均 1140 次。 - 强烈地震: 7 级以上, 全球年平均 19 次。 - 特大地震: 8 级以上, 全球年平均 1—2 次。 (3 级以上地震占地震总数 1%)
震中距离	- 地方震: <100 公里。 - 近震: <1000 公里。 - 远震: >1000 公里。
震源深度	- 浅源地震: <70 公里, 占全球地震 90% 以上。 - 中源地震: 70—300 公里。 - 深源地震: >300 公里。
地震序列	- 前震—主震—余震型地震: 主震能量占 90% 以上。 - 主震—余震型地震: 主震能量占 90% 以上。 - 孤立型地震: 前震、余震能量不到主震千分之一。 - 震群型地震: 最大地震能量 <80%。

第三节 地震成因与地震序列

1、地震成因

①构造地震。在构造运动作用下，地壳岩层内部产生一种阻止岩石变形的力，称为地应力。地应力与岩层性质、结构构造有密切关系，同时也与岩层所处的力学环境（诸如天体引力、地球转动、重力差异、温度差异等）有关。所以地应力的大小及方向的分布是十分复杂的。当地应力达到并超过岩层的强度极限时，岩层就会突然产生变形，乃至破裂，将能量一下子释放出来，就引起大地震，这类地震称为构造地震，占地震总数 90% 以上。

②火山地震。火山爆发时，由于岩浆冲击地壳或局部地区岩层发生变形和变位，也可使原有断层再次活动。火山爆发后，由于大量岩浆损失，地下压力减少或地下深处岩浆来不及补充，出现空洞，引起上覆岩层的断裂或塌陷而产生地震，这种在火山爆发阶段发生的地震称为火山地震。例如 1914 年日本樱岛火山喷发产生的震动相当于 6.7 级地震。又如 1975 年 11 月 29 日夏威夷发生了近百年来最大的地震，震后不到一小时，基拉韦厄火山喷发。与构造地震相比，火山地震数量不多，只占地震总数量 7% 左右。

③陷落地震。由于地下溶洞或矿山采空区的陷落引起的局部地震，称陷落地震。盐丘或地下松软地层经水冲蚀而塌穴、山崩、滑坡的冲击乃至陨星撞击地面等所引起的地震也称陷落地震。陷落地震都是重力作用的结果，规模小，次数更少，只占地震总数的 3% 左右。

④人工地震和诱发地震。由于人工爆破，矿山开采，军事施