



小海豚科学丛书



地震的秘密

肖承邨 陈民菊 著



浙江少年儿童出版社



90194183

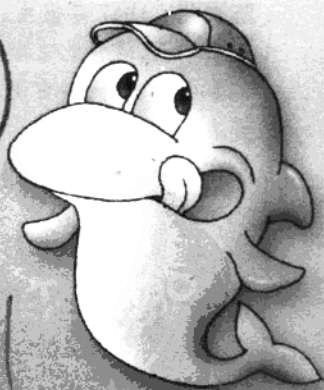
小海豚科学丛书

◆地学辑◆

主 编 章道义
副 主 编 陈天昌
本辑主编 林之光

地震的秘密

肖承邺 陈民菊 著



RW1/2887/01

浙江少年儿童出版社



泉水丁冬
江河湖海
四季变化
气候与衣食住行
漫话地球大气
雷电与冰雹
地震的秘密

小海豚科学丛书 ● 地震的秘密

责任编辑
封面设计
图片复制



天 珩

书 ● 地震的秘密

小海豚科学丛书
(地学辑)

地震的秘密

肖承邨 陈民菊 著

浙江少年儿童出版社出版发行

(杭州体育场路 347 号)

杭州富春印务有限公司印刷 全国各地新华书店经销

开本 787×1092 1/32 印张 2.625 字数 56000

1999 年 3 月第 1 版 1999 年 3 月第 1 次印刷

该套书的条码及书号定价见盒套(全套 8 本)

浙江少年儿童出版社

作者简介

肖承邛 1939年4月出生,昆明人。1960年甘肃科技大学地球物理系地震专业毕业。从事地震社会学、地震行业标准化研究和地震书刊编辑工作。编审。著有《地震》(获国家地震局、中国地震学会科普著作三等奖)、《近代世界大地震》、《我们居住的星球》(获黑龙江出版局优秀少儿读物佳作奖)等。发表科普文章和论文二百余篇。

陈民菊 1947年出生。1991年中国政法大学法律系毕业。现任北京市立新学校一级教师,长期从事中学教育、教育管理和教育宣传报道工作。发表论文数十篇。



目 录

引 子	1
一、地震奇观	4
1. 危害性最大的构造地震	4
2. 开创新生面的火山地震和陷落地震	8
3. 险象丛生的水库地震	12
4. 破坏严重的高烈度地震	16
5. 使地球颤栗的高震级地震	21
6. 震惊世界的浅源小地震	25
7. 地球的黑飘带	27
8. 华夏大地不宁不令	32
二、地震观测	36
1. 张衡地动仪永放光辉	36
2. 千姿百态的近代地震仪	39
3. 地震观测技术日新月异	43

4. 照亮地球内部的明灯	47
三、地震预报	52
1. 预报地震的艰难历程	52
2. 以震报震显神威	56
3. 地震的宏观前兆	61
4. 地震的微观前兆	66
5. 防患于未然	72
6. 防震减灾匹夫有责	75
四、人类对地震认识的发展	80



引 子

地震年年有,今朝灾情重。1976年7月28日凌晨3时42分54秒,我国河北省唐山市地下突然发出雷鸣般的吼声,紧接着就是山摇地动,房倒屋塌,倾刻间,一座历史悠久的工业城市变成了一片废墟,死亡24万多人,这就是震惊世界的唐山7.8级大地震。1995年1月17日凌晨5时46分(日本时间,比北京时间早1小时),在一向被日本学者认为不会发生大地震的日本第二大富庶区——大阪、神户,突然发生7.2级大地震,2000万正在睡梦中的居民,刚被惊醒便被压在倒塌的房屋下,侥幸逃出者则衣不蔽体;仅仅震动了7.5秒钟,现代化的大城市就变成了瓦砾和坟场,经济损失超过1000亿美元(是我国唐山大地震损失的80多倍)。

每一次地震之后,总是有一些流言蜚语此起彼伏,使地震区的人们进一步处于恐惧不安之中,影响正常生产和生活,造成更大的损失。那么地震到底是怎么回事?

地震与狂风、暴雨、雷电、森林大火、洪水、海啸、山崩、地裂、滑坡、泥石流、火山爆发等灾害一样,是危及人类安全的自然现象。

我国是一个多地震的国家,全国有60%以上的国土和70%以上的大中城市处于地震区,是世界上地震灾害最严重的国家。早在公元前2221年左右(舜帝三十五年),舜帝



命令禹征讨黄河中游的三苗民族，三苗民族将被征服时，“地裂泉涌”，发生了大地震。这是世界上最古老的地震传说。

四千多年来，我国各族人民遭受过千百次地震的浩劫，特别是西南、西北、华北、东南沿海地区和台湾省的人民，受地震危害最多，美丽的家园和富饶的土地时常被毁坏，人畜伤亡惨重。例如，1556年（明朝嘉靖三十四年）陕西省华县大地震，死亡83万之众；1920年宁夏海原大地震，23万多人在睡梦中被活埋，狼狗亦群出吃人，等等。因此，我国人民祖祖辈辈都很注意积累对付地震的经验，历史上关于地震前兆的许多宝贵经验和卓越见解，都来自民间。我国各族人民抗御地震的丰富经验说明，地震这一自然现象是有前兆的，是可以预测、可以预防的。

最近三十多年来，我国科技工作者在地震预报研究和防震抗震工作中，取得了世界公认的伟大成就，在人类科技发展史上第一次成功地预测和有效地预防了1975年的辽宁省海城大地震。但地震预报还没有过关，科学上还没有完全突破，还不能满足社会的需要。

20世纪最后10年，是我国经济建设持续、快速、健康发展的关键时期，也是我国地震活动出现增强趋势、进入新高潮的时期。为了最大限度地减轻地震灾害，除继续贯彻“以防为主”的方针和走综合防御的道路之外，1994年我国确立了防震减灾十年目标：“在各级政府和全社会的共同努力下，争取用10年左右的时间，使我国大中城市和人口稠密、经济发达地区具备抗御6级左右地震的能力。”1995



年国务院又颁布了《破坏性地震应急条例》，规定发生破坏性地震时，政府将依法采取不同于一般状态工作程序的应急措施，积极有效地组织抢险救灾，最大限度地减轻地震灾害和稳定社会。

能不能有效地减轻地震灾害，已成为衡量一个国家政府的效能和社会文明程度的重要标志。我国根据多年来防震减灾工作的实践经验，并借鉴国际上一些多地震灾害国家的成功做法，逐渐形成了我们自己防震减灾的科学途径和思路，即做好地震监测预报、震灾预防、地震应急、救灾与重建等四个环节的工作，把过去单纯被动的救灾活动，转变为全社会积极主动的综合防御行动。有了防震减灾的科学思路和切合实际的措施，我们的防震减灾工作一定能取得更大的成就。



一、地震奇观

1. 危害性最大的构造地震

古今中外,地震灾害史不绝书。地震是怎么回事?古人百思不得其解,便依据地震的某些现象编出许多神话和迷信说法,其中有些也蕴藏着可贵的科学见解。

我国古人认为大地是由 8 根大柱子支撑着,其间还有 3600 根轴纵横钩连,如果某根柱子或轴突然折断,就会掀动大地发生地震。1679 年,河北省三河、北京市平谷发生 8 级大地震后,一个名叫邵长蘅的人在地震诗中写道:“恐是柱折群轴掀。”这种地震成因观点虽不科学,但这是现代断层地震学说观点的萌芽。1757 年,俄国科学家罗蒙诺索夫进一步认为“地震与地壳中断裂的形成有关”。认识虽然还比较笼统,但这已是构造地震学说的雏形了。

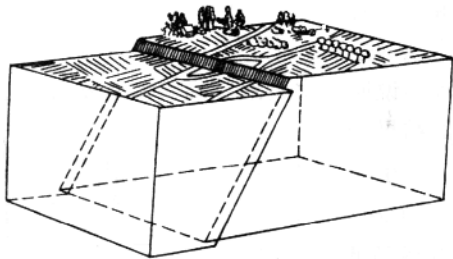
17 世纪(明朝末年至清朝初年),我国有人认为地下“内有火气恒燃,则所生热气渐多,愈积愈重,不能含纳,势必奋怒而出”,最后“溃围破裂而出,故致震动”。这是世界上最早的火山地震学说。那时我国还有人认为“地体亦有剥朽,乃剥朽者裂分全体,而坠于内空之地”。这是世界上最早的陷落地震学说。直到 1878 年,德国学者霍伊尔尼斯才正



式把地震分为构造地震、火山地震和陷落地震三大类。

1891年10月28日，日本美浓、尾张发生8.4级大地震，日本人小户调查后认为，这次地震是地下岩层破裂的结果，引起各国学者重视，公认这是一次典型的构造地震。这次地震发生时，地面出现一条100多公里长的断裂，断裂东北侧的大地下陷并向北移动，西南侧的大地上升并向南移动，形成5.7米高的大陡坎，穿过道路、房屋、田野和山林，致使从名古屋至岐阜由许多村庄组成的长达30多公里的“街道”遭到严重破坏，死亡7273人，伤1.7万多人。20余万幢房屋完全倒塌。

1906年4月18日凌晨，美国西部太平洋沿岸加利福尼亚州旧金山市的人们睡梦将醒之时，教堂的钟突然狂乱



美浓、尾张大地震根尾村水鸟陡坎示意图
地鸣响起来，雷鸣般的地声、房屋倒塌的轰响声、人哭狗叫声交织在一起，惊心动魄。大地断断续续剧烈震动了60多秒钟，这座古老的城市即刻改变了面貌，地面龟裂起伏，435公里长的地震断裂穿过旧金山市向南北延伸出去。断裂东侧的大地向南错移，西侧向北错移，错移距离3~6米，最大达7.6米。这就是圣安德烈斯大断层（简称圣安断层）突然错动产生的大地震。

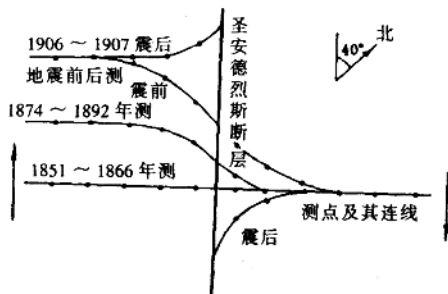
圣安断层是沿北美洲太平洋沿岸延伸的一条很大的断



层，纵贯美国加利福尼亚州全境，全长 1100 多公里。1851 年，有人在横跨断层的 32 公里长的距离上设立许多测量点，反复测量各点之间位置和距离的变化。1851 ~ 1866 年第一次测量时，各测点处在垂直于圣安断层的一条直线上；1874 ~ 1892 年复测时，断层西侧的测点向北移动了，东侧的测点则向南移动了，使得各测点组成的直线变成了一条曲线；1906 年再次测量时，断层西侧测点移动幅度增大；大地震发生后又进行了一次测量，发现各测点组成的测线已沿断层错断开，错开的距离达 6 米多，断层两侧测点分别组成了垂直于圣安断层的两段直线。测线在大地震发生前后出现的这些变化，反映了这次地震孕育、发展和发生的过程，说明这次大地震确实是圣安大断层两侧相对错动断裂的结果。根据这一

观测事实，1911 年美国学者吕德提出构造地震成因的“弹性回跳”假说。

吕德认为，组成地壳的岩石层具有弹性，有点像坚硬的沥青块一



旧金山大地震前后横跨

圣安大断层测线的变化情况

样，长时间受力后会缓慢变形。地壳不是一个完整的天衣无缝的岩石硬壳，而是由大小不一的岩石块体挤压拼接在一起组成的，岩石块体之间的拼接缝就叫断层带，岩块内部



还有大小不等的断裂和裂隙。断层带是地壳中的薄弱地带,地球和地壳运动过程中产生或获得的能量,容易在断层及附近岩层中积累起来,使断层两侧岩层处于急于移动和改变形状的状态,但岩层四周都受到挤压阻挡,不容易移动和变形,这种使岩层欲动而不能动、欲变而不能变的力量,就称为地应力。断层及其附近岩层继续受力,日积月累,当地应力积累增强到岩层不能承受的程度时,岩层便沿断层突然破裂错动,巨大的地应力立即以地震波、电磁波、地热、地层位移和形变等各种方式释放出来,这就是地震了。之后,断层及其附近岩层恢复到未受巨大地应力时的状态,但断层两侧岩层的位置已经相对移动过了。这就是“弹性回跳”假说对构造地震成因的解释。

近代,地质调查、大地测量、地震观测分析、实验室里对岩石进行高温高压破坏试验、各种理论推导和计算等等,都给“弹性回跳”假说提供了有力的证据,使它至今仍是解释构造地震成因的基础。

我国也有很多构造地震的典型例子。1933年8月25日,四川省叠溪发生7.5级大地震。大地震发生前,“茂县城北七里撮箕山,距岷江江岸两里的河谷砾石阶地上,西北—东南向大路两边唐姓房屋两院,原来两个大门相对,从1898年至1933年,35年间,大路东北侧一院向东南移动7.7米”,接着就发生了叠溪大地震。地震时,地表裂缝纵横交错,忽开忽合,喷出黄色烟尘直冲云霄。叠溪城北蚕陵山沿山脊崩裂为两半,裂口长600多米,宽约70米;南侧的一半向岷江下坍80多米,如今仍清晰可见。



全世界每年都要发生几百万次地震，其中 90% 以上是构造地震。危及人们生命财产安全的破坏性地震和所有大地震，都是构造地震。地震时，地震断裂有时露出地表，直接造成山崩、地裂、滑坡等，居住在山区城镇和山村的居民受害特别严重。

构造地震对人类的威胁和危害很大，因此它是人们预防和科学家们预测预报的主要对象。

2. 开创新生面的火山地震和陷落地震

人们很早就注意到火山喷发前后伴生有地震，这就是火山地震。

意大利著名的维苏威火山东南坡上的庞贝古城，63 年 2 月 5 日曾发生较强烈的地震，其后的 16 年里便经常发生小地震。79 年 8 月 24 日地震活动达到高潮，接着维苏威火山开始大爆发，火山喷出的熔岩、浮石、碎石、火山灰埋葬了整座庞贝古城，直到 1592 年当地修筑水渠时才发现其遗迹。1748 年开始进行发掘，1763 年才证实这就是被地震和火山爆发毁灭了的庞贝古城。庞贝古城的两万多居民，如果能够意识到火山爆发前持续了十多年的一千多次地震是火山大爆发的先兆，就可能避免全城覆灭的命运，庞贝灿烂的古代文化和文明，就可能较多地流传下来。

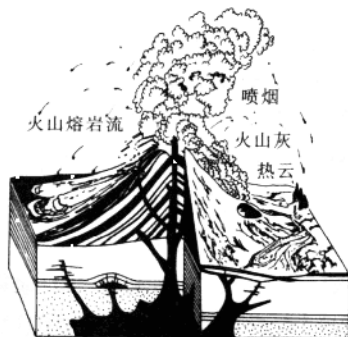
1855 年，有人根据南太平洋新西兰惠灵顿地震造成的地面上升情况，认为这次地震与火山爆发在成因上有密切



关系,推测火山地震是地下岩浆上涌注入地下岩层裂隙,裂隙中的压力增高使地表岩层破裂导致火山喷发,喷发时大量气体在火山口附近爆炸形成地震。

后来科学家们在火山周围建立地震台,监测火山地震的活动情况。日本学者分析地震仪观测记录到的火山地震的地震波,发现地震波的冲击方向都指向火山中心,因此认为火山地震是由于岩浆大量喷发之后,火山内部压力减小,引起火山的岩层断裂错动而形成地震,所以火山地震群大都发生在火山大爆发之后。

在有活火山的地区,经常发生地震。从20世纪60年代开始,多火山的国家都在火山周围建立地震观测台网,用以观测地震活动情况,并以此监视火山



火山及其喷发示意图

的活动。经过观测研究,许多科学家认为,当地质构造运动使地壳局部区域改变状态变得软弱时,岩浆就趁机上涌,并沿隙缝冲出地面,形成岩浆喷发时的火山地震。另外,当岩浆注入地下断裂裂隙后,可能降低断层面上的摩擦力,加强断层附近地应力,改变地应力的平衡分布,使断层错动发生地震,同时岩浆喷出地表形成火山爆发。但发生在火山区域的地震不一定是火山地震,例如,日本首都东京位于著



名的富士山火山群区域，1923年发生的毁灭了东京的大地震不是火山地震，也没有引起火山爆发。

世界上火山带与地震带的分布基本一致。火山主要分布在太平洋沿岸及其弧形岛屿地带，形成“太平洋火山环”。另外，中亚至地中海一带火山也比较多。意大利、日本、印度尼西亚、堪察加半岛、墨西哥、智利、夏威夷群岛等多火山的国家和地区，常发生火山地震。

我国的火山主要分布在东北、内蒙古、山西、云南、新疆和台湾。东北长白山区的白头山火山曾于1597年和1702年爆发过，黑龙江德都县五大连池火山也曾于1720年爆发过，这几次火山爆发都可能伴有一些小地震。台湾大屯火山群的七星山火山，至今还在继续活动，是我国著名的活火山，经常发生微弱的火山地震。新疆于田县苏巴什以南昆仑山中太坂西沟附近的火山，1951年5月27日曾爆发，爆发时发出巨响，从火山口喷出圆柱状的烟灰，飞出石头，由于喷发不甚猛烈，未引起较大的地震。

没有人否认火山爆发会引起地震，但火山地震一般都很小，数量很少，仅占全世界地震总数的百分之几。通过观测火山地区的地震活动来预报火山爆发，已成为很有效的办法。

另外，在我国广西、贵州、云南东部分布有石灰岩地下溶洞的地区和全国各地的某些矿区，有时由于溶洞、矿山采空、地下水过量开采致使地表塌陷，会引起局部范围的地面震动或破坏，这就是人们熟知但少见的陷落地震。与构造地震和火山地震比较，陷落地震数量极少，影响范围极小，



都属于小地震之列。例如,1935年广西百寿县安和乡屯浪弄发生一次较大的陷落地震,也仅崩塌了三四万平方米,陷坑附近房屋屋瓦掀动,十多公里范围内的居民受到惊骇。

陷落地震越来越受到人们的特别重视。煤矿采空区自然塌陷和人为放落采空区顶板造成的地震较普遍。例如,1973年5月30日起,山西省大同煤矿区微弱地震次数逐日增多,5天后每日达80多次,6月14日发生两次较大的有感地震后,地震次数进一步猛增到一天内发生240多次小地震,紧接着就发生了矿井采空区塌落(冒顶),形成震级达4级的陷落地震,之后小震次数急速减少,很快就趋于平息。矿区陷落地震的这一普遍规律,已被用来监测预报矿山采空区的自然塌落,成为保障矿区安全生产的重要手段之一。

除构造地震、火山地震和陷落地震外,陨石坠落冲击地面、陡峻的山坡和海岸崩塌等,也会形成地震,这些自然原因造成的地震,统称为天然地震。开山炸石、采矿爆破、地下核爆炸等也产生地震,称为人工地震。地下核爆炸促进了地震学的发展,地震观测又使核试验的秘密暴露在光天化日之下。

强大的地下核爆炸是人工地震,它产生的地震波虽然比大地震微弱得多,但同样传遍全世界,用灵敏度很高的地震仪可以把它记录下来。任何国家在任何地区进行地下核试验,设有地震台的国家,几分钟后就能分析出核爆炸的时间、地点和量级(核爆炸的大小)。因此,如今的地震学已不仅仅是一门重要的基础科学,而且跃入了尖端科技领域,开