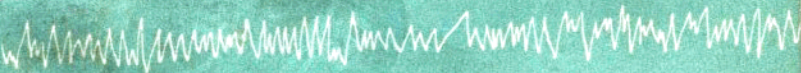




中学生科技活动丛书

地震小观测站

广州地震大队群众测报组编



广东人民出版社

地震小观测站

广州地震大队群众测报组编

广东人民出版社

地震小观测站

广州地震大队群众测报组编

广东人民出版社出版

广东省新华书店发行

广东新华印刷厂印刷

1975年3月第1版 1975年3月第1次印刷
印数 1—35,000册

统一书号 12111·20 定价 0.14 元

编 者 的 话

发动和组织青少年进行课外科技活动，是一项具有深远意义的社会工作：它有利于扩大青少年的知识领域，从小培养他们学习科学技术的兴趣，并逐步掌握科学实验的一些简单操作技能；它能够进一步补充和丰富学校的课程内容，启发青少年理论联系实际，培养分析问题、解决问题的能力；它有利于转变学生的思想，树立辩证唯物主义的世界观。

为了配合广大青少年开展课外科技活动，我们特编辑《中学生科技活动丛书》。本丛书将选编有关无线电、农业科学实验、气象观测等方面的稿件，供教师及青少年们参考。

我们热切希望广大读者都来关心青少年一代的健康成长，对本丛书提出宝贵意见，并积极参与编写，共同搞好出版工作。

《中学生科技活动丛书》编辑组

目 录

写在前面·····	(1)
一、地震是怎么回事·····	(3)
二、小巧的“土地电”·····	(15)
三、利用水井预报地震·····	(21)
四、怎样观测地倾斜·····	(25)
五、从地磁变化到预测地震·····	(33)
六、做一个简易应力仪·····	(40)
七、熊猫为什么不爱玩了? ·····	(43)
八、地震报警器·····	(44)
九、综合分析及其他·····	(48)
结束语·····	(50)

写在前面

那是发生在一九七〇年一月初的事。一天深夜，树静无风，云南省南部某地一位解放军战士正在值勤，他精神抖擞，手握钢枪，保卫我们伟大的祖国。突然，从对面山谷中传来了轰轰隆隆的响声，仿佛狂风怒吼，情况异常。他更加警惕地注视着前方，半小时以后，换岗时刻已到，当他正要返回驻地时，地面微微颤动起来，由于这位战士经历过邢台大地震，因此，他马上想到“可能是这里发生地震”！于是，飞奔回营房，边跑边喊：“地震了，快出来！地震了，快出来！……”指战员闻声立即跑出营房，随后，房屋就倒塌了，但部队无一伤亡，紧接着，全体指战员紧张地投入抗震救灾斗争中去……

读者看到这里，也许会想到：“如果地震能更早地准确预知，那就好了。”是的，对灾害性的地震能够提出预报，在地震发生前预报地震的震级、发生地点和时间，就可以及早防避，尽量减少损失。这正是地震科学需要解决，但又未圆满解决的课题。

地震，和其他任何自然现象一样，有它一定的发生和发展规律，决不是什么神秘莫测的东西。地震有孕震期，期间有种种迹象可以作为地震的前兆，只要我们不断摸索其规律，逐步掌握“自由”，那就不仅可以预测和预防地震，甚至还可以设想利用地震产生的巨大能量来造福人类。

我国是地震较多的国家之一。我国人民与地震斗争已有三千多年的历史了。早在公元前一千七百多年，就有着关于地震现象的大量记载。到了公元一百三十二年(东汉)，我国古代科学家张衡还创制了世界上第一台观测地震的仪器——张衡地动仪(图1)，为摸索地震的规律作了出色的贡献。解放后，在毛主席的无产阶级革命路线指引下，广大革命群众在城乡各地成立了许多地震观测站，千万双警惕的眼睛，监视着地壳的运动，连青少年也投入了战斗，广东省已有一批中学在课余开展了地震测报工作，他们提出“宁可千日不震，不可一时不防”，几年如一日坚持观测、记录，成功地预报了不少有价值的情况，起到保卫人民生命财产，为社会主义建设“站岗放哨”的作用。



图1 “张衡地动仪”模型

下面，让我们简单谈谈关于地震的原理及观测地震前兆的简易办法。

一、地震是怎么回事

地壳自然发生的震动叫做“地震”，俗称地动。就象台风、暴雨、洪水、火山爆发……等一样，地震是一种灾害性的自然现象。仪器记录下来的地震，有些我们感觉到，有些却感觉不到。感到的轻微地震，好比船身荡漾一下，使人刹那间觉得有点发懵的样子；较强的地震，窗户玻璃震得直响，杯翻瓶倒；强烈的地震会使房屋倒塌；如果事先不防备，几秒钟工夫，就可引起人畜伤亡。

地下核爆炸是一个很好的地震模拟。灵敏度高的地震仪可以准确地测出爆炸的时间、地点、炸药量。读者或许会联想到：一次破坏性地震放出的能量是巨大的。事实正是这样！二、三千吨烈性炸药在坚实的岩石中爆破，仅相当于一次四级地震，而四级地震一般说还不算破坏性的。一百万瓩的发电厂在10年间发出的总电量只相当于一次八点五级地震的能量。

这样巨大的能量是怎样孕育的？怎样爆发的？通过什么方式传达到地面的？要说明这些问题，还得先了解地球内部构造和它的活动规律。

要想知道一个西瓜或一个橘子内部怎样，很简单，把它剖开就是了。但要想知道地球内部是怎样的，就不那么容易了。勘查石油和金属矿床的钻井，深达几公里，可是钻井还远远未达到地球表皮（地壳）厚度的五分之一呢！更不用说深

入到地球内部了！直到今天，人类的技术还不能穿透地壳，象切开西瓜看瓜瓤一样看看地球的内部，因此，有关地球内部的知识是通过间接的方法获得的。地球物理学工作者用分析弹性波传播的方法知道地球是分层的，除了地表覆盖着一层薄薄的沉积（象我国北方的黄土层，古河、湖的砂层等）、风化土之外，底下就是坚硬的花岗岩一类物质组成的“硅铝层”；更下，是更重更坚硬的玄武岩一类物质组成的“硅镁层”。这两层合起来就是地球的表皮——“地壳”。地壳厚度平均是三十至四十公里。绝大部分地震就是地壳岩石发生断裂和错动引起的。象喜马拉雅山脉、南美洲的安达斯山脉这样一些高山区，地壳的厚度达到六十至七十公里，然而这一厚度对地球半径来说，还只是一层很薄的“壳”罢了。从地壳下面一

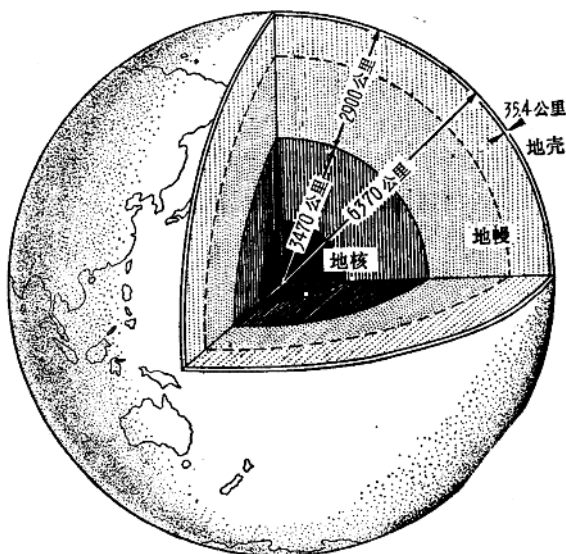


图2 地球构造示意图

直到深达二千九百公里处，叫做“中间层”或“地幔”，揭开地幔（如果能够的话），才露出地球的核心。从空间位置来说，地壳好比蛋壳，地幔好比蛋白，地核就是蛋黄了。

地球内部是一个名副其实的“有声有色的世界”，只要设想一下火山喷发的场面，就不难理解这一点。一八八三年，印度尼西亚的喀拉卡托火山（Krakatoa）喷发，引起了海啸和地震。当时，炽热的气体和火山灰组成的烟柱，高达五十至五十五公里；灰烬被平流层的西风环流径直吹到西欧才慢慢降落，火山灰的微尘使阳光产生折射，以致当地出现了特别鲜红的早晚霞。有时，从火山口喷出的含有大量气体的火山熔岩呼啸而下，迅速溢流，好象沸腾的牛奶迅速泻出锅外一样。据历史书记述，有的城市整个被掩埋在熔岩和火山灰之下。

地球的地壳，每时每刻都在运动变化着，火山爆发只是地壳运动的一种形式，而地球更多的时候是静悄悄地、不为人所觉察地做着“日常工作”。“工作”之一，就是海岸的升沉，也就是所谓“沧海桑田”的变化。那不勒斯湾岸边波簇奥利古城的丘比德庙是个著名的例子。这个庙宇本来已为沿岸沼泽所掩埋，一七四二年发掘工作使它又重见天日，人们发现庙宇的地板上盖了一层海砂和贝壳碎屑，在三根石柱的腰上（离地面三点五米到五米）还有海生软体动物蛀蚀了许多小洞，证明这所庙宇曾经沉入海里六至七米，后来由于海岸又开始上升，古庙才又重新出陆；如今，庙的柱脚和地板又再一次被海水淹没，说明海岸又在沉降了。世界上各地海岸，象丘比德庙一样，几经沧桑巨变的实例是不少的，这里不一一列举。

地球的“日常工作”，除了海岸升沉造成沧海桑田的变化之外，还有水平方向的运动，这种运动也会造成高山深谷。

我国西藏南缘的喜马拉雅山，是一座十分高峻雄伟的大山脉，山峰长年积雪，其中的珠穆朗玛高达八千八百多米，是世界第一高峰。地质学的研究证实：喜马拉雅山脉的所在，很久以前原是古海，后来，由于地壳的水平挤压，引起了一系列的褶曲、断层，才逐渐形成为今天的高山。当然，从在海平面之下，到俯瞰环宇的“崇高位置”，一朝一夕之功是不可能的，这是几千万年里每时每刻不停息运动的结果。

下面三幅图分别表示水平岩层和后来在各种力的作用下发生变形的情况：褶皱和断层。

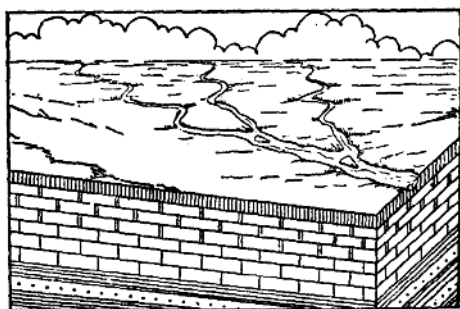


图3 水平岩层

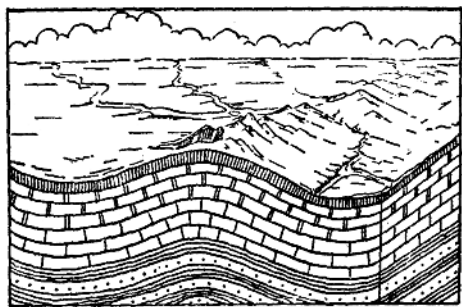


图4 褶皱

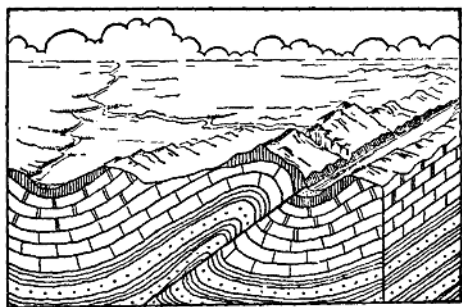


图5 断 层

火山喷发、地震、海岸升沉、复杂的造山运动等，所有这些形形色色的现象和过程都集中说明一点：地壳不是静止不动的，它时刻都在运动着。很自然，地球内部一定存在着推动地壳运动的巨大力量。地球物理学的研究告诉我们，这股力是几种能量组成的：

（一）地球内部物质有轻有重，轻的物质“浮”，重的物质“沉”，一沉一浮的过程中产生重力的改变；

（二）地球内部的放射性元素（铀234、铀238等）在蜕变过程中释放的热能转换为机械能；

（三）天体（主要是太阳、月亮）的引力，引起所谓“固体潮”^{*}；

（四）地球自转是不匀速的。自转变快时，有一股力使地壳的物质趋向赤道，相反，自转变慢时则向极地；假设地

• 就象天体（如太阳、月亮）的吸引力引起海洋有潮汐变化一样，天体吸引力也引起地球形状的微小变化（精密的测量能够发现），也有周期性，所以叫做“固体潮”。

壳的某部分与相邻部分相比，与基底连结较差，那么，自转变快时，惯性力使其向西推移，自转变慢，惯性力使其向东推移。

总之，这几种能量有时使岩层受挤压，另一个时期又使岩层受拉张，以致岩层发生褶皱变形。当外力作用于岩体时，岩体内部产生方向相反、大小相等的力与外力相对抗，这个力就是应力，这种应力也就是我们在地质书上常常见到的所谓“地应力”。

地应力在岩层强度范围内，岩层只变形而不断裂。如果地应力一个劲地增加，当超过岩层强度的时候，那就要引起岩层破裂，这时由于地应力集中作用于岩层，所积累起来的能量一下子释放出来，引起周围物质的振动，亦即是以弹性波的形式向四周传播出去。这样的过程，地震学有一个专门术语，叫做“应变释放”。应变释放引起的弹性波传播到地面时，地面就振动起来，这就是地震。可见，地震从力学的角度来说就是“应变释放”。为了让读者有一个直观的印象，不妨举这样一个例：把一根扁担两头固定下来，中间挂上重物，扁担就会弯曲，物重愈大，弯曲愈甚。当重量加大到超过扁担的强度时，扁担就“啪”的一声折断了。当然是折断那一瞬间有振动，才听到那“啪”的一声响。北方冬季，湖水结冰，越结越厚，冰体越大，而湖盆大小不变，冰层受挤压而弯曲断裂，会发生象琴弦崩断一样的响声。这种“冰震”交响乐，一个晚上有时可以听到好几回。

大多数的地震，大致上就是这么个样子：有一个力的积累时期，也就是“孕震期”，有一个临界时刻发生岩层断裂，积累的能量释放并通过弹性波传播到地面，这就是“发震”。人们把这一类地震称为“构造地震”。

上面所讲的是地震最简单的形式。同一切事物的发展变化一样，地震也有它的多样性。有些地区，大震前发生一系列小震，叫做“前震”。前震逐渐加强而发生的大震，叫做“主震”。主震之后还会发生大量小震，叫做“余震”。前震、主震、余震这一系列振动，称为“主震型地震”。有的地区，前震和余震都不明显，能量基本上是通过主震一次释放出来的，称为“孤立型地震”。有的地区，没有明显主震，接连发生几次大小差不多的地震，称为“震群型地震”。

发震的部位，叫“震源”；从震源沿垂直线向上到地面的一点，叫“震中”；震源离地面的深度叫“震源深”；震中是“外震中心”的简称；震中附近的地区叫“震中区”。在强烈地震时，震中区内破坏最严重，房舍全部或大部倒平。有人把强烈地震的震中区叫“极震区”。地面上振动影响相同地点的连线，叫“等震线”。

震中在地面，震源在地下深处，找出震中比找出震源更容易；所以常常是先定出震中位置，然后推算震源。震中的位置可以用宏观调查的方法来决定，在地震波及的范围内作调查对比，把破坏最严重的地区定为震中区。也可用计算的方法，根据不同地震波到达的先后推算出震中。地震波可以分为“纵波（P）”、“横波（S）”、“面波（L）”三种。地震时，纵波和横波同时产生；面波是纵波从震源传到震中后，再以横波的形式由震中沿地表向四周传播的，好比在静水里扔石子，水面会产生一圈一圈的水波一样。在地震仪的记录图上纵波先出现，然后相继到达的是横波、面波，而且纵波周期短、振幅小，横波和面波周期长、振幅大，从出现先后和图象的不同可以区分开来。人的感觉则是先颠（纵波引起）后晃（横波和面波引起）。

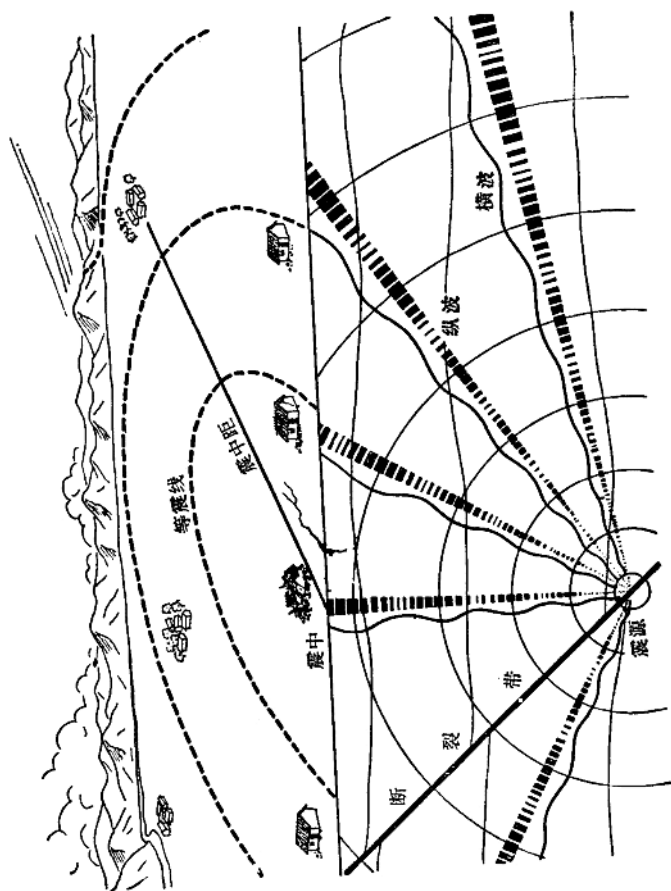


图 6 地震名词解释示意图

下面介绍一个利用地震波测定震中的原理：

第一步——根据大量的计算，列出纵波、横波所走时间（从发震到地震波到达时间）和震中距的关系，表示如下图：

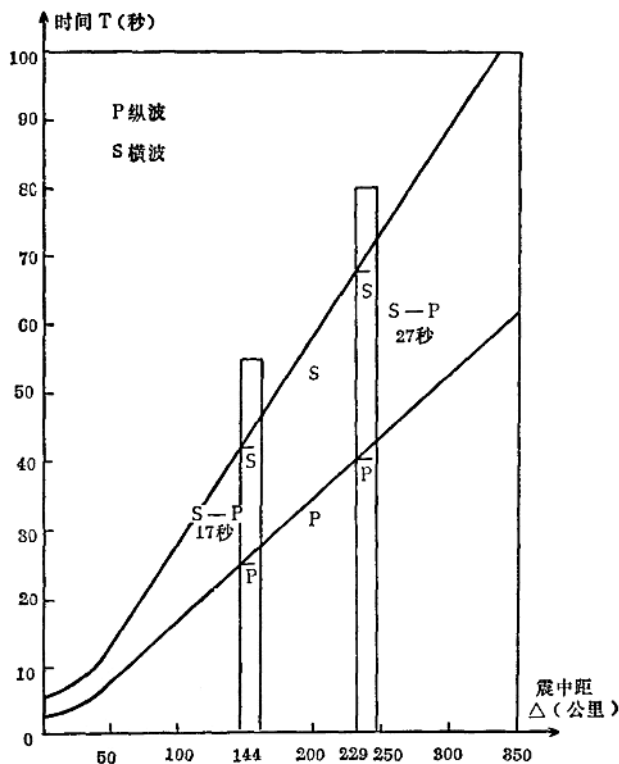


图 7 时距曲线

第二步——从地震记录图上，量出某次地震的纵波与横

波到达的时间差（叫做“走时差”），就可从时距曲线图查出地震震中离地震台的距离；

第三步——有三个记录点（地震台），就可以用“交切法”定出震中位置了。

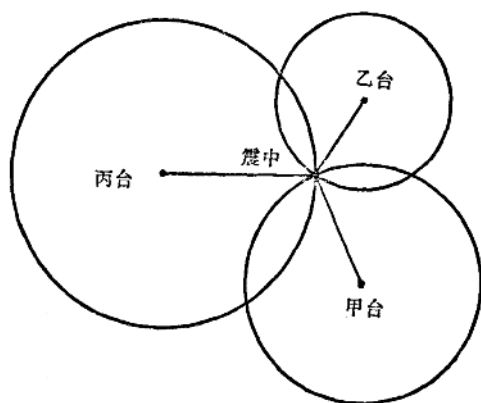


图8 交切法测定震中示意图

根据距离和地震仪上记录到的震波的振幅，可以算得震级。

一次地震，按其释放的能量大小而分出的级别，称为“震级”；按其地面振动的程度以及建筑物受破坏情况而分出的级别，叫做“烈度”。对于一次地震来说，只有一个震级；但在不同的地方，却有不同的烈度。拿炸弹爆炸和地震来比：炸弹的炸药量，相当于地震的震级；炸弹对各处的破坏程度，相当于烈度。