



地震与防震

DIZHEN YU FAEGZHEN



内蒙古人民出版社

地震与防震

云 泰 编

内蒙古人民出版社

一九七七年·呼和浩特

地震与防震

云泰编

*

内蒙古人民出版社出版
吉林省通辽教育印刷厂印刷
内蒙古新华书店发行

*

开本：787×1092 1/32 印张：2.375 字数：40千

1977年7月第一版 1977年9月第1次印刷

印数：1—24,100册

统一书号：13089·10 每册：0.20元

毛主席语录

自然科学是人们争取自由的一种武装。人们为着要在社会上得到自由，就要用社会科学来了解社会，改造社会进行社会革命。人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然界里得到自由。

前 言

地震象刮风下雨一样，是一种经常发生的自然现象。据统计，全世界每年约发生五百万次地震，人们能够感觉出来的只有五万次左右。造成破坏的大地震是很少的。

大地震的发生，危害虽然严重，但只要在党的一元化领导下，充分发动群众，认真执行预防为主，专群结合，土洋结合的方针，做好预测、预报工作，地震的灾害还是可以战胜的。

为了普及地震知识，做好防震、抗震工作，我们编写了这本小册子，介绍一些地震形成的知识、群众在防震和抗震斗争实践中创造出来的经验，供各地参考。

编 者

目 录

第一章 地震是怎么回事.....	(1)
第一节 地球内部的构造.....	(1)
第二节 地壳运动.....	(2)
第三节 地震是怎样发生的.....	(11)
第四节 地震波与地震仪.....	(16)
第五节 地震的震级和烈度.....	(22)
第六节 地震的地理分布.....	(24)
第二章 地震预报.....	(27)
第一节 地倾斜测量.....	(29)
第二节 地磁测量.....	(32)
第三节 地电测量.....	(36)
第四节 地下水测量.....	(40)
第五节 气象因素与地震.....	(44)
第六节 动物异常与地震.....	(48)
第七节 其它地震前兆.....	(52)
第三章 防震与抗震.....	(56)
第一节 建筑物的抗震与防震.....	(56)
第二节 做好地震群测群防工作.....	(65)

第一章 地震是怎么一回事

近年来，发生了一些较大地震，因此，人们对它的感性认识也就多起来。一些小的地震，引起电灯摇摆，门窗响动，已使大多数人有所体会；而一些大的地震，常常是地光冲天，地声隆隆，山崩地裂，房屋倒塌，人民生命财产遭受损失，就是没有见过的也差不多听到过了。

这究竟是怎么回事呢？

一般地说，地震是地下深处岩石发生断裂而产生的振动。我们要认识为什么会发生地震，何时、何地、会发生多大的地震，就要运用辩证唯物主义的观点，认识地震孕育过程中的各种内因和外因。毛主席教导我们：“内因是变化的根据，外因是变化的条件。”既然地震是地球内部发出的振动，那么我们首先就要了解地球的构造和它的运动。

第一节 地球内部的构造

地球是一个很大的实心椭球体，由固体、液体、气体等物质所组成；它的表面起伏不平，形状复杂；两极半径稍短，赤道半径稍长，两者相差21公里，平均半径为6,371公里。

在长达数十亿年的演化过程中，地球形成了本身特有的结构，即由地表到地心的成层性。目前的技术水平只能直接

观测到地下数公里的范围，更深的情况绝大部分是根据地震波探测的数据而得，因此，带有相当大程度的推测性。

从物质成分和构造特征来划分，地球主要可以分为三层：最外层是地壳，最内层是地核，在两层之间是地幔。这三层就象一颗鸡蛋的蛋壳、蛋白和蛋黄差不多。从地表向下30~40公里的这一层，称为地壳，地壳的厚度在空间的分布有很大的差异，在大陆范围内，一般厚度为30~40公里，愈往高山区厚度愈大。如我国西藏高原，地壳厚度达70公里左右，而在海洋地区的厚度就小一些，大西洋、印度洋的厚度为10~15公里。地壳与整个地球的厚度相比，不过是极薄的壳而已，约为地球体积的3‰。地球是由各种不同的岩石所构成，它至少在20亿年以前就基本上形成了。根据岩石的基本组成，又可分为两层：上层除表面覆着极薄的土壤，风化壳以及其它各种岩石以外，主要由密度较小，比重较轻的花岗岩一类物质组成。因富含硅铝元素，故称硅铝层；其下为密度较大，比重较重的玄武岩一类物质组成。因富含硅镁元素，故称硅镁层。在大陆上的地壳都是由硅铝层和硅镁层组成的双层结构地壳，而在海洋区往往是缺少硅铝层，而只有硅镁层的单层结构地壳（参看图1）。

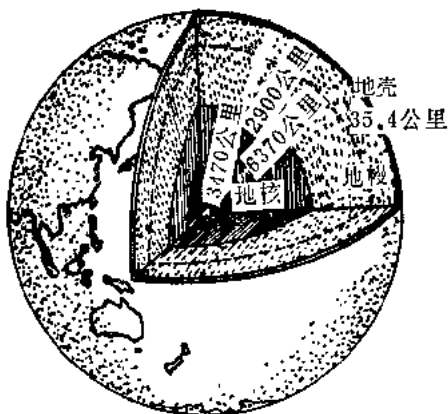


图1. 地球内部分层构造示意图

2,900 公里的这一层，称为地幔，主要由黑色橄榄岩等一类物质组成，因富含铁镁元素，故称铁镁层。根据地震波及其它方法的推测，这一层应该是固态、半固态。由于这一层，温度可以达到 $1,000\sim 2,000^{\circ}\text{C}$ ，压力可以达到几十万到几百万个大气压，因此，物质具有很大的塑性。

从地幔以下，直到地心，称为地核。它可能含铁镍很高，温度达 $2,000\sim 5,000^{\circ}\text{C}$ ，压力达到 $100\sim 300$ 万个大气压。

地球内部的这种层状结构，是在地球的形成发展过程中，重力分异的结果。在这个发展过程中，密度大的物质又浮在表层，密度差不多的物质大体集中于地球的另一深度上。

第二节 地壳运动

地球的表面起伏不平，有大陆，有海洋，有高山，有平原。最高的地方，是我国的珠穆朗玛峰，高出海平面 8,848.13 公尺；最低的地方，是太平洋玛利安纳群岛附近的深海，低于海平面 10,863 公尺。地球表面的最大高差将近 20 公里。

地球表面的起伏不平，也并非从来如此，而是经过漫长的时间发展变化来的。在那高耸入云的喜马拉雅山上，人们找到了曾经在海底下形成的岩石，叫做沉积岩。在岩石层里面又发现了曾生活在海里的鱼龙的化石。经过地质学家的研究，认为大约在三千万年以前，这里是一片汪洋大海，直通现在的地中海，称之为古地中海。印度大陆也是远离中国大陆而隔海相望。后来印度大陆向北运动，俯冲到我国西藏地区的下面，使海底逐渐升起，以至成为今天这样号称“世界屋脊”的雄伟的高山。有人计算，近三百万年来，是上升比

较快的时期，在珠穆朗玛峰地区大约上升6,000公尺，平均每年上升2毫米。在人的一生中，对于每年2毫米的变化，是难以觉察的，但在一个漫长的地质历史过程中，却是异常惊人的变动。俗话说说的“稳如泰山”，其实从地质历史的观点来看，泰山也不是那么稳的，就在最近的一百万年中，已经上升了500多公尺。“沧海桑田”，也不过是一种普通地质现象。内蒙古河套平原，沃野千里，渠道纵横，麦浪滚滚，这里曾经是一个由于地壳下陷而产生的内陆大湖，而在以后，才逐渐被黄河冲积物填平，并且从事农业生产。可见，地壳始终在不停的运动着，或垂直运动，或水平运动。地球上每年发生约500万次的大小地震，也是说明了地壳不断运动。

一、地壳运动的动力

地壳为什么会运动，目前的认识尚有分歧，但有两种说法为较多的人所接受。

1. 板块学说：认为地球的上层是由强度较大的岩石所组成，叫做岩石层，其厚约70~100公里，并由若干巨大的块体——板块组成。下面是强度较小、带有塑性的软流层。软流层上面的温度低，下面的温度高，因而产生了热对流。这种对流循环的规模可达数千公里之大。对流循环的顶端，岩浆从大洋底部破裂带流出来，形成平行的两行山脊，称为海岭。从这里向两侧不断产生新的地壳，把老地层推向远方。实际上由于软流层的热对流，牵动了海岭两侧板块的运动。海岭两侧的板块，仿佛坐在传送带上背道而行。这两大板块，遇到另外的板块，则发生挤压，一个板块俯冲到另外的板块之下。例如印度板块俯冲到欧亚板块下面，便形成喜马拉雅

山脉。太平洋板块俯冲到欧亚板块下面，因而形成了千岛群岛、日本列岛、琉球群岛等一系列的岛屿。一个板块向另一板块俯冲的过程中，沿俯冲面发生地震（参看图2）

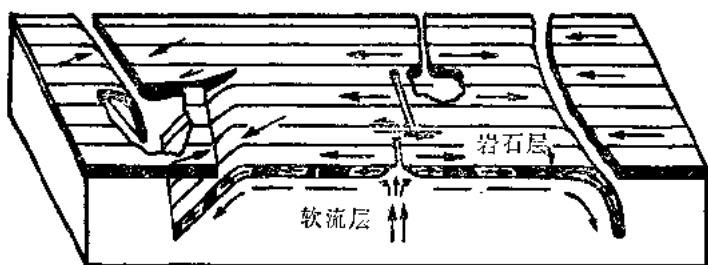


图2. 板块运动示意图

2. 地球的自转：地球本身在不停顿的自西向东旋转，

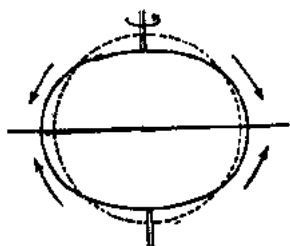


图3. 地球自转离心力作用示意图

这叫做自转。其旋转是以地轴为中心进行。地轴的北端称为北极，其南端称为南极。由于地球离心力的作用，使南北两极的地壳，有向赤道运动的趋势。北半球的地壳向南压，南半球的地壳向北压（见图3）。

地球的自转速度是不均匀的。就象汽车变速时，乘客会前仰后合一样，地壳也会发生东西向的水平挤压或张裂（见图4）。



图4. 地球自转速度不均匀示意图

这两种说法，都能解释一些地壳运动和地震现象。对于海洋和沿海地区，用前一种说法，能很好地解释一些问题；对于我国大陆内部，则多用地球自转的道理来解释。

二、地应力

地壳无疑是处在不断的运动中。不论是水平运动，还是垂直运动，都是在力的作用下发生的。地壳或地球的内部，任一截面积的两方，在单位面积上的相互作用力，称为地应力。地应力的作用有不同的的方式：有相对运动而产生的挤压作用的压应力；有相反运动而产生拉伸作用的张应力；有对立而平行，但作用力不在一个点上而产生扭动作用的剪切应力（图5）。

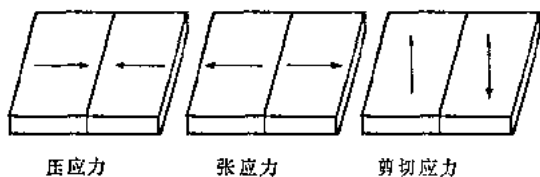


图5. 地应力示意图

地应力作用于地壳的岩石上，有个量变到质变的过程。地壳的相对运动，使岩石上所受的应力，逐步累积，能量愈来愈大。岩石的抵抗力是有限的，当地应力累积到超过岩石极限强度时，岩石就会破裂，释放出能量。岩石的抵抗力愈大，应力积累愈大，破裂时释放能量也愈大。试验表明：对花岗岩施加压力超过每平方厘米1,200公斤时，就会破裂；对玄武岩施加压力，超过每平方厘米5,000公斤时才会破裂。可见不同岩石的抗压能力是有差别的。

由于地应力的作用，使地壳塑造出各种形态，也使岩石破裂产生地震，也导致岩石的电磁性以及其它物理、化学特性的变化。

三、构造变动类型

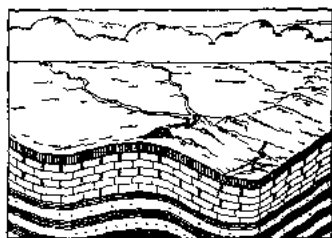
在地应力作用下，使原来的岩层，在构造形态上发生变化，叫做构造变动(图6)。构造变动一般又分为褶皱和断裂两个又联系又区别的变动类型。

当我们走进深山狭谷之中，常常会观察到层层叠叠的岩层呈波浪起伏的形状。这些成层的岩石，多数是沉积岩或由沉积岩变质而来。在其形成之初，由于受水的作用，呈水平或近于水平的层状岩石，其后在漫长的地质历史过程中，主要受到水平方向的压力作用，才产生了这种波浪起伏的形态。如果我们把数十张纸层层叠齐，然后两端用力推挤，就会看到这种褶皱变动形态。许多高大的山脉，就是在这种作用下形成。

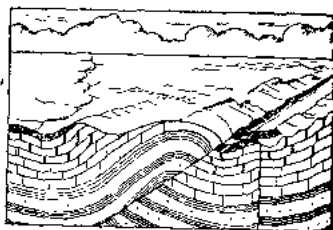
在我们日常生活中所见，



水平岩层



岩层的褶皱



岩层的断层

图6. 构造变动示意图

泥是软的，只要水土比例合适，就可以用泥塑造出各种形态，这种性质叫做塑性；石头是硬的，既不能搓圆，也不能捏扁，在受到很大的力的作用时，只能破裂，这种性质叫做脆性。我们平时所见到的石头的性质同在深山所见到的岩层的褶曲现象，似乎不大统一，甚至莫明其妙。其实岩石性质也具有两重性，既有塑性，又有脆性。就象一块固体沥青，如果猛击一锤，就会破裂，表现出脆性；如果缓慢的加力，就会逐渐变形而不破裂，又表现为塑性。岩层的褶曲，常常是经过漫长的地质历史过程，缓慢地受到力的作用才形成的，因此，表现出塑性的特征。

岩层褶曲到一定程度，或者地应力增强时，就会发生破裂，表现出脆性。岩层破裂而且沿着破裂面产生位移，这就是断裂，从而就会产生断层。一个断层总是由一个破裂面和两个断块所组成。这个破裂面就叫断层面。这两个断块，上面那块叫上盘，下面那块叫下盘。在断层面的某一点，在其错动之后，其间的距离称为断距。对于断距的长期观测，可以了解断层的活动情况，从而判断地震发生的可能性。如果在短时间内，断距发生显著的变化，可能预示着地震将要发生。

根据断层两盘的相对运动，可以划分为三种类型：

1. 正断层：上盘相对下降，下盘相对上升。一般认为正断层是地壳岩层受到张应力的作用所形成。

2. 逆断层：上盘相对上升，下盘相对下降。这是由于受压应力作用所形成。

3. 平推断层：两盘之间无上下位移，仅在水平方向上产生位移。一般是在剪切应力作用下形成（见图7）。

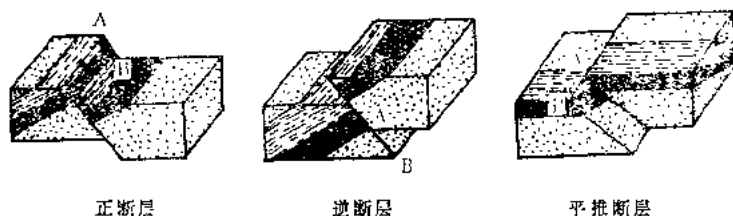


图7. 断层的不同类型

褶皱与断裂，或塑性变形与断裂变形，这是两种有联系又有区别的构造变动类型，究竟产生何种类型，都依条件变化而转移。一般塑性大的物质，常发生褶皱，脆性大的物质常发生断裂；同一种岩层，当温度和压力增高时，塑性增大，受力易褶皱；反之则脆性增强，受力易断裂；作用于岩层上的力小而时间长，则表现出塑性强，易褶皱，作用力大而时间短，岩层剧裂变形，则表现出脆性强而易破裂。

在塑性变形过程中，岩石受力发生褶皱变形，能量不易集中，而把能量消耗于变形过程中；在断裂变形过程中，能量易于集中，一旦发生破裂，其能量又可大量释放出来。地震的发生常常与断裂变形联系在一起。

四、地质构造带

地球上的褶皱和断层，看起来横七竖八，似乎杂乱无章。但是经过调查研究之后，发现他们的分布还是有规律的。把那些在一定范围内有着共同的成因和内在联系的褶皱和断层等地质构造现象，归为一个构造带。用构造带的概念指导地质和地震工作，具有重大实践意义。

在我国有许多的构造带，它们的延伸方向有东北～西南

向的，有东西向的，还有南北向的。比如阴山就是在东西构造带上，贺兰山就是处在南北构造带上，而大兴安岭就处在东北~西南向构造带上。它们是在不同地质历史时期，受不同方向地应力作用而形成。因此，常常是互相交错着。但在一定的地区，往往主要受一个方向构造带的控制。

有些构造带，在地质历史时期，活动很强烈，但目前比较稳定；另一些构造带，一直到目前为止，仍在强烈活动。对于后一种情况，称为活动构造带。

在活动构造带上，常常表现为大幅度的升降和水平运动。在其运动中，就会使一些地方出现地震。在活动构造带上不一定都要发生地震，但地震往往要发生在比较活动的构造带上。

在活动构造带上，通常出现若干平行的断层线，叫做活动断裂带。在活动断裂带上，也存在着差异。我国地质学家李四光提出有以下几种地方是比较容易发生地震的部位：

1. 在活动断裂带曲折最突出的部位，往往是震中所在的部位。因为这些部位，在地块相对运动时，地应力易于集中，且构造脆弱。

2. 在活动断裂带的两头，有时是震中往返跳动的地点。因为在地应力加强被迫向外扩展的时候，活动断裂带的两头是按过去构造运动的轨道，进一步推动它发展最有利的部位。

3. 一条活动断裂带与别一条断裂带交叉的地方，往往是震中所在的地点。因为这里多半是崎岖不平，或有大堆破坏了的岩块聚积在一起，容易导致地应力集中。

第三节 地震是怎样发生的

地震究竟是怎样发生的，现在还没有完全搞清楚。但是从大量的科学资料所揭露的事实说明，引起地震的原因很多，通常把它分成构造地震、火山地震和陷落地震三大类。

一、火山地震

在地壳中存在着许多纵横交错的断层，有些巨大的断裂



图8. 火山爆发示意图