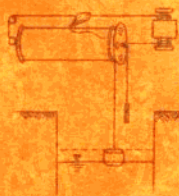
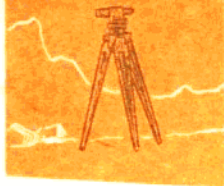


浅谈地震



山东人民出版社

目 录

一、地震是怎样发生的·····	(1)
揭开地球的秘密·····	(1)
地壳的运动永不停止·····	(5)
天然地震和人工地震·····	(9)
地震震级和地震烈度·····	(13)
强烈地震后常见的自然现象·····	(17)
地震的分布·····	(21)
二、地震是可以预测预报的·····	(26)
利用地下水的异常变化预报地震·····	(27)
利用动物异常反应预报地震·····	(44)
利用地应力异常变化预报地震·····	(55)
利用地磁异常变化预报地震·····	(60)
利用地下电流异常变化预报地震·····	(67)
利用地壳形变异常变化预报地震·····	(74)
利用地震前的其他异常现象预报地震·····	(85)
加强综合分析,提高预报水平·····	(90)
三、地震是可以预防的·····	(92)
宣传群众,组织群众·····	(92)
提高房屋等建筑物的抗震能力·····	(94)
提高警惕,战胜地震灾害·····	(103)

一、地震是怎样发生的

地震就是平常说的地动，是一种经常发生的自然现象。强烈地震会使人们的生命财产造成巨大的伤亡和损失。为了预防和战胜地震，我国劳动人民几千年来一直在和地震这个自然界里的凶恶“敌人”进行斗争，在防震、抗震方面积累了丰富的经验和许多可贵的资料。解放以来，特别是无产阶级文化大革命、批林批孔、学习无产阶级专政理论运动以来，我国人民在以毛主席为首的党中央领导下，以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，取得了地震预报、预防工作的伟大胜利，大大避免或减少了地震对人民生命财产造成的伤亡和损失，保卫了社会主义革命和社会主义建设。

那么，地震究竟是怎么一回事？又是怎样发生的？毛主席教导我们：“事物发展的根本原因，不是在事物的外部而是在事物的内部，在于事物内部的矛盾性。任何事物内部都有这种矛盾性，因此引起了事物的运动和发展。”地震发生在地球内部，要说清楚这些问题，就得先了解地球的内部构造，分析地球的各种运动与形成地震的关系。

揭开地球的秘密

地球到底是个什么东西？它在宇宙中处于什么地位？长

期以来，在这些问题上，始终存在着唯物论和唯心论、辩证法和形而上学之间的激烈斗争。在旧社会，反动统治阶级为了维护其反动统治，利用唯心论来欺骗麻痹劳动人民，说什么地下是“阴曹地府”，穷人死后要到“地狱”里去受苦受罪；他们把天说成是“神仙”、“上帝”居住的“天堂”，“善人”、“好人”死后可以到“天堂”去，享受荣华富贵。其实，这完全是骗人的鬼话，必须进行批判。

随着人类社会的进步，科学技术的发展，人们逐渐认识到天并不是“天堂”，而是无边无际的空间，叫做宇宙。其中分布着无数颗大大小小的星星：有较大的星系、星云、星团和恒星；也有较小的行星和卫星；还有在夜空中划出一道火光的流星和带尾巴的彗星等等。这些星星互相吸引着，按照一定的轨道在宇宙中运行。地球是太阳系中的一颗行星。它在太阳的巨大引力下围绕着太阳公转，同时又不不停地自西向东自转。在宇宙中，地球是一个很小的星体，它只有太阳一百三十万分之一那么大，重量大约是六十六万亿亿吨，只相当于太阳重量的三十三万分之一。

地球是一个南北两极略扁的实心椭球体，赤道半径为六千三百七十八公里，两极半径为六千三百五十七公里，平均为六千三百七十一公里。地球赤道的圆周长度约为四万公里。地球表面面积约为五亿平方公里，其中有百分之七十一是海洋，百分之二十九是陆地。地球表面高低不平，世界最高峰珠穆朗玛峰高出海面八千八百四十八多米，而世界最低洼的玛利亚纳海沟在海面以下一万一千零二十二米多。

地球大致分为地壳、地幔、地核三部分（图1）。

地壳主要由玄武岩层、花岗岩层、沉积岩层和地表松土层构成。它的平均厚度只有三十三公里，与地球半径相比，象一层很薄的鸡蛋壳。地球各处的地壳厚度也不一样，一般是，高山地区的地壳比较厚，例如，世界屋脊——我国西藏高原的

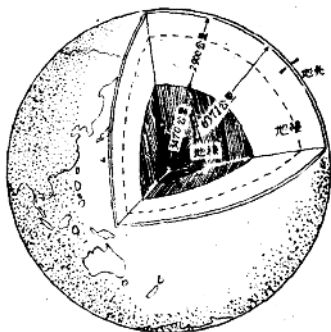


图 1

地壳厚达七、八十公里；海洋地区的地壳较薄，如太平洋中玛利亚纳海沟处的地壳厚度只有几公里。

从地壳到地下二千九百公里深处的一层，是地幔，也称为中间层。它是由硅酸盐等较轻物质构成的。据推测，地幔的温度可达摄氏一、二千度，压力达几十万到上百万个大气压。在这样高温高压下的地幔物质，一般认为象蒸馒头用的生面团似的，是具有柔性，可以变形的弹性固体。在地幔物质运动变化的过程中，当某一方向压力减小时，地幔物质就会膨胀起来，变为象熔化的钢水一样的液态，向着压力减小或有裂缝的地方流动，有的侵入地壳内形成侵入岩，有的冲破地壳，喷出地表，形成火山喷发。

从地下二千九百公里到地心这一部分称为地核。地核的半径大约有三千四百公里。一般认为地核是由密度大的铁、

镍等重物质构成。地核的温度可达摄氏二千到五千度，压力高达一百到三百万个大气压。地核又可分为外核和内核两部分，外核是液体状态。内核可能是固体状态。对此，科学界至今还存在着争论。

此外，还有大气圈、水圈和生物圈，也是地球不可分割的组成部分。

包围在地球表面的一层厚厚的大气层，称为大气圈。它的主要成分是氮和氧。根据不同的物理特性，大气圈又可分为对流层、平流层、中间层、热层和电离层。其中对流层、电离层的某些变化与地震的某些前兆现象有一定的关系。

从地面到空中约十到十二公里之间，为对流层。在这一层里的空气上下剧烈活动，雨、雪、云、雾、寒潮、台风、冰雹等主要天气现象均发生在这一层内。对流层内气温、气压和降水等的各种变化，对地壳都有一定的直接影响。

从高空五十公里到一千公里之间为电离层。这一层的气体分子在阳光的照射下都被分离成为带电的粒子——电子和离子。无线电波遇到电离层会反射回地面。粒子流对地球磁场和大地电流有一定的干扰作用。

在地球表面分布着海、湖、河、沼泽和冰川等地表水，另外，地下还埋藏着地下水。水在地表和地壳中构成了一个连续的圈层，我们称它为水圈。水圈的运动和变化，是地球发展和变化的一个地质因素。

在大气圈、水圈和地壳里生存着五十万种以上的植物和一百万种以上的动物。生物存在的范围，高至大气圈六公

里，深达万米的海底，在地壳大约几百米的深处仍有生物存在，我们称它为生物圈。生物圈在地质活动中，不但在“造岩作用”上有一定作用，如石灰岩、石油和煤等是生物作用的结果；而且还能促进岩石的破坏和分解以及土壤的发育。

地壳的运动永不停止

毛主席教导我们：“客观现实世界的变化运动永远没有完结”，地球分化成圈层后，各个圈层仍在继续不断地运动和变化。地壳的运动尤为明显。地球表面上的山脉、高原、平原和盆地都是地壳运动的产物。

推动地壳运动和变化的力量来自地球内部，主要是地球自转和其速度的变化、重力的变化以及地球内部放射性元素蜕变释放的热能。另外太阳和月球的引力等外因，也对地壳运动有一定的影响。

地壳的运动是非常复杂的，运动的形式多种多样，在各地，地壳运动的特点和速度也不一样。有的地区运动很明显，有的地区则相对稳定；有的地区古代地壳运动非常剧烈，而近二、三百万年来却相对平静；也有的地区从古代到现代地壳的运动一直很显著。总之，地壳的运动和变化，大都是长期而缓慢的，人们在短时间内往往看不到。经过对地质进行考察和研究证明，地壳运动主要是由地下原始岩层的位置和状态发生改变而引起的，地质学上把这种变动称为构造运动。或称构造变动。根据其运动的性质，又可以分为升降运动、

水平运动和断裂运动三种类型。

升降运动，又叫垂直运动。它可以使某一地区缓慢上升或下降，形成较高的隆起地带和低洼的凹陷地带。升降运动往往会造成岩层褶皱和断裂，在褶皱的顶部出现一些张性断裂（图2）。我们看到升降运动的例子是很多的，例如：在沿海一些山岭上，有时可以看到贝壳和被海水冲蚀的洞穴。

人们常说的“稳如泰山”的泰山，在近三百万年的时间内大约升高了五百米。胶东半岛北岸蓬莱到荣成一带由于不断上升，使一些原来被海水包围的海岛，如烟台的芝罘岛、牟平

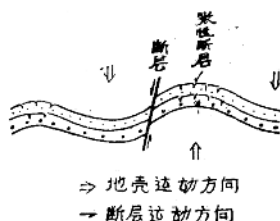


图 2

北面的养马岛，都与大陆连接起来，成为陆连岛。一六六八年郯城县——莒县大地震，使苏北连云港——赣榆一带地面上升，海水后退十五公里，原为云台山的海岛与大陆连了起来。这些都是由于地壳上升所造成的。此外，也有的地区的地面在下沉，如黄县的龙口，据测量资料表明，每年以三点二毫米的速度下沉。在这些下沉区往往堆积很厚的松散土层。

水平运动，又称褶皱运动。它主要是因岩层受水平挤压力而引起的。地壳上部最初沉积的岩层是水平状态（图3），当它受到水平挤压时，岩层发生褶皱，当挤压力继续加大时，岩层承受不了强大的挤压力就产生断裂（图4）。水平运动往往形成山脉地形。例如，喜马拉雅山脉，约在三千万

年前曾是古地中海的一部分，后来，由于地球自转的关系，使地球两极产生向赤道方向的水平挤压力，使水平状态的岩层褶皱成山脉，有的地方岩层发生断裂，地下的岩浆顺着断裂的缝隙冲上来，使整个地壳在挤压中又向上抬升，形成了今天雄伟高峻的喜马拉雅山脉。

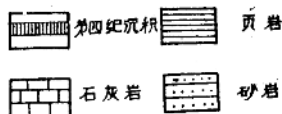
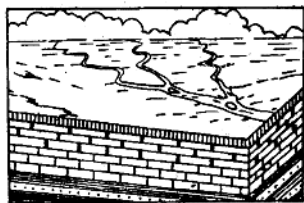


图 3

断裂运动是在地壳的升降运动和水平运动过程中产生的岩层断裂现象。

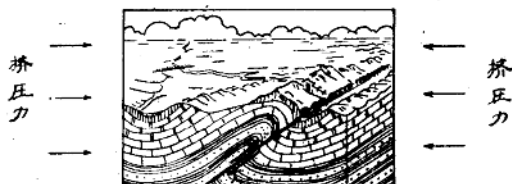


图 4

实际上，地壳的这三种运动是互相联系，互相制约的，单独出现一种运动的情况是很少见的，往往是当地壳发生一种运动时，也伴随着发生其他两种运动。在漫长的地质演变和发展过程中，经过地壳多次构造运动，使地壳岩层的构造更加复杂。

除了上述三种构造运动外，地球内部部分的岩浆活动，

也与构造运动有密切关系。如在地壳发生升降运动，地下岩浆发生侵入和喷发作用时，也会造成高大的山岭、低缓的丘陵和火山等地形。

地震就是地壳运动的一种特殊形式，地震的发生与地壳的运动紧密相连。经过对大量地震资料研究分析证明，地震大都是发生在地壳运动比较剧烈的地方。因此，地震工作者利用测量和物理勘探等方法，努力寻找地壳活动地段，圈定地震危险区，以便加强监视，捕捉大地震。

地震引起地壳内物质的振动，这种振动以波的形式从地下发生地震的地方向四面八方传播，这种波叫做地震波。地震波传到地面，地面就随着振动起来，这就是我们通常感觉到的地震。地下发生振动的地方叫震源。地面上与震源正相对的地方叫震中。震中附近地区叫震中区，又称极震区。从震中到震源的距离叫震源深度。

地震波主要分为纵波、横波和面波三种。地下岩石内物质振动的方向与振动传播方向一致的波，叫纵波。如把一根弹簧一头固定，用手按另一头，就可以看到弹簧上有疏密相间的状态发生，并且沿着弹簧以一定的速度向前传播（图5），这种纵振动的传播就是纵波。

地下岩石内物质的振动方向与振动传播方向互相垂直的波，叫横波。横波的传播就好象用手拉着一根一头已固定好的绳子，作上下摆动，可以看到一系列凹凸相间的波在绳子上传播一样（图6）。

面波是纵波从震源传到震中后引起地面振动的次生波，

好象水波沿着水面传播那样。它以横波形式由震中沿地球表面向四周传播。

这三种波，以纵波传播速度最快，横波次之，面波最慢。一般在地下十到二十公里深处，纵波传播速度大约每秒钟五、六公里，横波速度每秒三、四公里，面波速度每秒只有三公里多。地震时，我们在地面上先感到上下颤动，这就是纵波，它的破坏性较小；跟着来的是左右

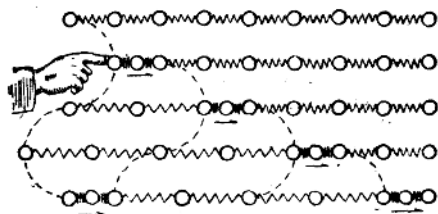


图 5

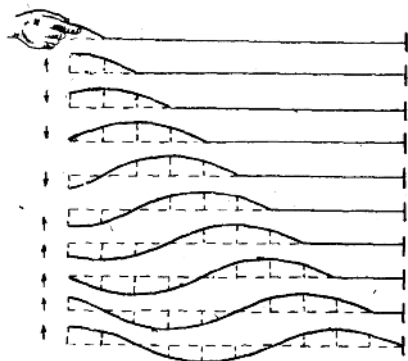


图 6

前后摇晃，那是横波，对建筑物的破坏很大。由于地震波在传播过程中逐渐减弱，所以离震中越远，感觉和破坏就越轻。

天然地震和人工地震

地震主要分为天然地震和人工地震两大类。在天然地震

中，除构造地震外，还有火山地震和陷落地震。

因地球内部的构造运动引起的地震，叫构造地震。据统计，构造地震约占全世界地震总数的百分之九十以上。这种地震强度大，影响范围广，危害也最大。我国所发生的地震，大多是构造地震。对于构造地震的成因有四种学说。

断层说是世界上多数地震工作者所公认的一种学说。他们认为地壳岩层内由于地应力（地球的运动变化，产生巨大的力，这种作用在地壳岩石单位面积上的力，叫地应力）的作用而引起形变，当地应力超过岩石强度时，岩层就会发生断裂错动，造成地震。发生地震的过程，就是岩层中应变能的积累和释放的过程。断裂说能较好地解释浅源地震的形成，而对中、深源地震的解释存在很多问题。

岩浆冲击说认为，地震是由地下岩浆的冲击，产生热应力而形成的；并认为深源地震不一定伴随断层。这一学说对解释深部地震和火山地震有一定意义。

相变说认为，在地球六、七百公里深处，压力很大，温度很高，岩石的结晶状态会发生改变，使密度产生变化，当密度变化到百分之三时就能发生最大的地震。

地幔层对流说认为，地幔是固、液、气体和等离子体四态的复合态，这种复合态物质的流动和破裂会引起地震。

因为构造地震是自然界发生最多的一种，所以人们对它的研究也最多。根据不同的标准，构造地震又可分为多种类型。其中主要有以下几种。

按地震震源深度分类：将震源深度在零到七十公里的叫

浅源地震；震源深度在七十到三百公里的叫中源地震；震源深度在三百公里以上的叫深源地震。据统计，全世界发生的地震有百分之九十五以上属于浅源地震。中、深源地震只占百分之五。直到现在为止，世界上记录到的最深地震，发生在地下七百多公里深处。世界上中、深源地震绝大多数分布在太平洋沿岸。我国的地震，大多数为浅源地震，仅在我国东北地区的东部和台湾东部海域曾发生过一些中源地震。

较大的破坏性地震，一般多发生在十到二十公里左右深处。例如一九七五年二月四日辽宁省南部海城、营口一带发生的七点三级地震震源深度为十六公里。

按震中距分类，将震中距在一百公里以内的叫地方性地震；震中距在一百到一千公里之间的叫近震；震中距大于一千公里的叫远震。

也有人根据地震序列（在一定时间内，发生在基本相同的地质构造区内一系列大、小地震）的特点，把构造地震分为孤立型、主震型和震群型三个类型。

当火山爆发时，因地下岩浆猛烈冲击地面，有时在火山周围会造成局部地震活动。这样的地震称为火山地震。火山地震，一般强度不大，只影响火山周围地区。所以不会造成大面积的破坏和人畜伤亡。火山地震的次数，只占世界地震总数的百分之七左右。据记载，最大的火山地震震级大约是六级。

现在世界上只有日本、印度尼西亚、意大利等少数国家有火山地震。例如一九六二年印度尼西亚发生火山爆发的同

时也发生火山地震。

我国近代除云南省腾冲地区可能有与火山活动有关的地震外，未发现有火山地震。

地壳或地下岩层因为某种原因造成大规模陷落或崩塌引起的震动，叫陷落地震。这种地震一般很少见。主要发生在有石灰岩分布的地区。地下水沿石灰岩裂缝不断渗透、流动和溶蚀，经过漫长的岁月，小溶洞扩大成大溶洞，小暗沟扩大成地下暗河。当溶洞承受不了上面岩石的重量塌陷时，就会引起地面和周围岩石的震动。引起陷落地震的原因一般是由于溶洞规模较大、又深，顶部岩石块较厚。如果溶洞很小，即使有塌陷，也不会引起地震。如广东、广西等地，在历史上和近年来都曾有过多次溶洞塌陷，但大多数没有发生地震。

人工地震主要是由于人类某些活动，如地下核爆炸，开矿，开山，物理勘探，矿井中注水，水库蓄水等引起的地面振动。常发生的有如下几类：

核爆炸引起的地震：核爆炸的力量十分巨大，一次百万吨级的地下核爆炸所产生的地震效应，相当于一个六级左右的天然地震。而且在爆炸点附近几十公里内可能引起一系列小地震活动，持续时间可能达到数周至数月之久。至于开矿开山和物理勘探等工作所进行的爆破只能引起较小的地面振动，引不起较大地震。

水库地震：水库蓄水后，也能引起频繁的地震活动。如美国的博尔德水库，赞比亚的卡力巴水库，印度的柯依纳水库等地区长时间以来并没有地震活动，但蓄水以后，都曾发

生过六级以上破坏性地震。又如我国东南沿海某水库工程，自一九六〇年蓄水以后不久就开始有频繁的地震活动，最大的一次震级也达到六级。

对于水库地震的成因现在有两种不同的看法。一种认为，水库地震是由水库本身的负荷引起的；另一种认为，水库地区本来就有地质构造活动，具备了发生地震的条件，水库负荷起了一个激发作用。后者更容易解释我国目前的情况，我国大多数水库蓄水后没有发生地震，发生水库地震的是极少数。

矿井中注水引起的地震：最近还发现向废旧矿井中注水也可以引起地震活动。如美国丹佛东北地区长时间没有地震活动，后因处理废水，向一口三千六百米的深井中注水，结果不久就引起频繁的地震活动，最大的两次地震都在五级以上。

地震震级和地震烈度

我国是一个历史悠久、文化发达的国家，古代劳动人民在同自然作斗争中就积累了丰富的地震知识。早在三千多年前，我国就有地震的记载。公元一百三十二年，东汉杰出的科学家张衡发明制造了世界上第一台地震仪——张衡地动仪（图7）。成功地记录了远离京城洛阳八百公里的兰州、临洮发生的六点五级地震，开创了用地震仪记录地震的世界记录。

目前我国使用的各种地震仪，已能自动接受和记录地下

传来的地震波。世界上每年约能发生五百万次地震；其中人能感觉到的只不过五万次，但是，绝大多数的微小地震，灵敏的地震仪都能记录下来。地震研究人员对这些记录图纸分析计算，就能求出地震的大小（震级），发生地震的地点和时间。我们称它为地震的三要素。

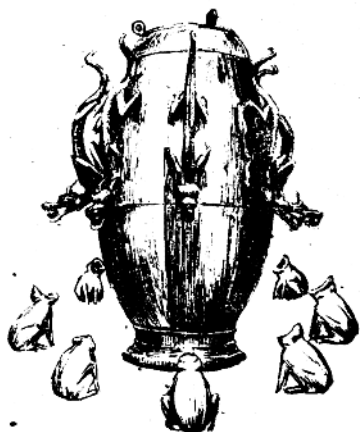


图 7

地震震级是一个衡量地震大小的尺度。它标志着一次地震释放出的能量多少。地震越大，释放的能量越多，震级也越高。震级每提高一级，释放的能量大约要增加三十多倍。人们习惯上按释放能量的大小把地震分为以下几类：小于二级或二点五级的地震，称为微震；二级到四级的地震，称为有感地震；五级到六级以上的地震，称为破坏性地震；七级以上的地震，称为强烈地震或大地震。到目前为止，世界上发生的最大地震是一九六〇年五月的智利八点九级大地震。我国历史上八级以上大地震曾发生过十八次，如一六六八年山东省郯城——莒县发生过八点五级大地震。

地震烈度，是衡量地震对地表和各种建筑物破坏的尺

度。判定一个地区地震烈度大小的主要依据是：人的感觉、器皿和物品震动情况、各类建筑物遭受破坏的程度和地面因地震而产生的破坏现象等。目前我国采用的是十二度地震烈度表：一至三度人无感觉，只有仪器才能记录到；从四度起人有感觉，电灯摇晃；六度房屋有轻微的破坏；七至八度有较多的房屋受到破坏，地面出现裂缝；九至十度房屋严重毁坏；十一至十二度房屋普遍倒塌，造成巨大的自然灾害。

地震烈度的高低，不仅和地震大小（震级）有关，还与下列因素有关：

离震中越远，烈度越低；离震中越近，烈度越高。因此，对同一个地震，各地离震中的距离不同，就有不同的烈度。震中区的烈度称为震中烈度，它代表本次地震的最高烈度。如一六六八年郯城——莒县八点五级大地震，震中烈度为十二度，距离震中约一百四十公里的诸城为九度，距离震中约二百一十公里的济南是七度。

震源浅，烈度就高；震源深，烈度就低。有人估计过，当震源深度超过一百公里时，即便震级较大，也不至于在地面上造成大的破坏。但是，震源很浅的地震，震级虽然不大，也可能造成意想不到的损失和破坏。山东省胶东地区的震源很浅，就应特别加强防震工作。

地质构造和地形、地貌的特点与地震烈度大、小也有一定的关系。平原地区比由基岩组成的丘陵山区的地震烈度就高。在黄土丘陵地区，烈度往往是随地形高度的增加而提高，地形每升高一百到一百五十米时，烈度约能提高一度。