

地震预报

科学出版社

地震预报

《地震预报》翻译组选译

(内部资料)

科学出版社

1971

毛主席語录

我們的方針要放在什么基点上？放在自己力量的基点上，叫做自力更生。

外国有的，我們要有，外国沒有的，我們也要有。

学习有两种态度。一种是教条主义的态度，不管我国情况，适用的和不适用的，一起搬来。这种态度不好。另一种态度，学习的时候用脑筋想一下，学那些和我国情况相适合的东西，即吸取对我們有益的經驗，我們需要的是这样一种态度。

人民，只有人民，才是創造世界历史的动力。

譯 者 的 話

遵照伟大领袖毛主席“洋为中用”的教导,我们选译了“地震预报”这本书,供读者参考。

本书共分六章,在概述了地震的基本知识之后,介绍了日本在地震预报方面的工作情况和目前所采用的途径和方法。

原书作者是一个资产阶级学者,许多观点都属于唯心论的范畴。毛主席教导我们:“**人民,只有人民,才是创造世界历史的动力。**”但是本书贯彻的却是一条专家路线,只字不提群众的作用。此书虽以地震预报为名,但对地震预报能否实现却信心不足。同时书中毫不恰当地宣扬和夸大了地震的危害。对于这些明显的错误,我们都作了删节。希望读者以战无不胜的毛泽东思想为武器,批判地阅读这本书。

必须指出,在日本等资本主义国家中,地震和地震预报的研究工作完全是为资产阶级服务的,这是资本主义社会制度所决定的。所谓“关心”人民,只不过是欺人之谈。

毛主席教导我们:“**中国人民有志气,有能力,一定要在不远的将来,赶上和超过世界先进水平。**”我们一定要高举毛泽东思想伟大红旗,执行毛主席的无产阶级革命路线,敢于走前人没有走过的道路,敢于攀登前人没有攀登过的高峰,“**自力更生,艰苦奋斗,破除迷信,解放思想**”,发动群众,依靠群众,在地震预报工作中取得更大的胜利,为保卫社会主义革命和社会主义建设的成果,为保卫人民生命财产的安全,作出贡献。

由于我们学习毛泽东思想不够,在选译过程中一定会有疏忽和错误,热忱地希望读者批评指正。

目 录

绪论	(1)
一、地震预报	(1)
二、地壳	(3)
三、地幔	(5)
四、地壳变动的原动力	(6)
五、地壳热流的流动	(9)
六、地震是怎样发生的?	(10)
第一章 地壳变动	(18)
一、大地震时伴随着的地壳变动	(18)
二、用测量方法鉴定地壳变动	(22)
三、大地震前目睹地面隆起的实例	(29)
四、大地震前大地测量发现的地壳变动	(32)
五、平时地壳变动情况	(35)
六、基线的长度变化	(39)
七、用测潮计检验地壳变动	(41)
八、地壳变动的连续观测	(45)
九、水管倾斜仪和石英管伸缩仪	(48)
十、地壳变动观测站	(53)
第二章 地震活动	(57)
一、震级	(57)
二、地震观测网	(60)
三、地震带的分布	(61)
四、震源深度	(62)
五、日本将在何处发生大地震?	(64)

六、越小的地震发生次数越多	(67)
七、余震和前震	(68)
八、微小地震和极微小地震	(71)
九、地震群	(76)
十、岩石破坏的试验	(77)
十一、岩石破裂前先发生极微小的振动	(80)
第三章 地震波在地壳内的传播速度	(83)
一、应力变化引起地震波速度的变化	(83)
二、人工地震试验	(83)
第四章 地磁和地电流	(86)
一、地磁	(86)
二、地磁的急剧变化	(87)
三、地磁的局部异常	(89)
四、局部地区地磁的变化	(91)
五、日本的地磁测量	(93)
六、地震时的地磁变化	(94)
七、地电流	(97)
八、地震是否引起地电流的变化?	(98)
第五章 活动断层和活动褶皱	(102)
一、何谓活动断层和活动褶皱?	(102)
二、活断层	(103)
三、活动褶皱	(107)
四、隆起的海岸台地	(109)
第六章 实现地震预报	(111)
一、地震预报的观测项目	(111)
二、地震预报何时才能实现?	(115)
三、松代地震和松代地震预报	(116)
参考资料	
烈度表	(122)

緒 論

一、地震预报

地震预报,首先要明确下面三项内容:所要预报地震的大小;地震发生的地方;地震发生的时间。这三项中如有一项不清楚,则从地震预报来说就毫无意义。

例如说:“明天,关东地方有地震”。这种说法对地震的大小不明确。以关东地方来说,人所感觉不到的小地震每天不知有多少次。东京大学地震研究所,在筑波山有个地震观测台,用高倍率的地震仪记录每天平均约有 20 次微小地震,其大部分就是发生在关东地方。这样,对地震的大小如没有说明,而在关东地方每天又有若干次的地震,因此,说“明天,在关东地方有地震”,说是说对了,但从地震预报来说毫无意义。

其次,如说“明天,在日本将发生有感地震”。这从地震预报来说也无意义。因为所说的范围太广了。根据调查,1961 年在日本发生的有感地震有 1,232 次,每天平均为 3.4 次,在日本某些地方人们都能感觉到。因此,上面的说法是有道理的,但对地震预报来说,毫无价值。

对于地震发生的时间如不明确,也是一样的。例如说:“东京将要有大地震”,这从预报来说也毫无意义。东京至今已遭受许多次大地震。除 1703 年、1855 年、1923 年大地震外,破坏房屋并引起不同程度死伤的地震,从东京建设以来便发生了很多次(见表 1)。因此,说“东京将要有大地震”是没

表 1 1600 年以后东京发生的破坏性地震

公元	M	宏观震中	元公	M	宏观震中
1615	6.4	东 京	1784	6.1	东 京
1628	6.1	东 京	1812	6.6	神奈川、品川
1630	6.7	东 京	1855	6.9	东 京
1635	6.1	东 京	1856		东 京
1643	6.2	东 京	1894	7.5	东京附近
1647	6.4	东 京	1922	6.9	浦贺海峡
1649	7.1	东 京	1923	6.3	下总西北隅
1649	6.4	川 崎	1923	7.9	关东南部
1703	8.2	东京及东海道 各县	1956	6.0	千叶县西部
1746	6.9	东京、日光			

有错,但将在那一年,时间不明确,因此从预报来说,也无价值。

地震预报要有实际意义,在地震的大小方面,必须明确大到何种程度,预计受灾程度将有多大。在发生地震的地方,就是笼统些,至少也要指出一个县的范围。在发生地震的时间上,应指出在一年后,一个月后,或几天后发生地震,必须确定到一定的程度。

这样的地震预报,在今天还未实现。

日本的地震学,虽不能说比其他学科发展为慢,但在今日还不能达到预报地震的目的,这是实际情况。当地震学刚开始时,就已经讨论到地震预报的问题,但当时只致力于观测研究地震这一自然现象。后来,通过长时间的研究工作的积累,才渐渐丰富了地震的知识。在此期间内,当然也进行了很多地震预报的研究工作。

地震预报究竟应该怎样搞,有什么困难,地震预报包括那些内容,本书中都将作简单的说明。按顺序来说,首先应说明什么是地震、地震发生的地方——地壳和地壳下面的地幔。

二、地壳

我们脚下的大地,并不是象所想象的那样稳定。当发生大地震时,海岸会有升降,有的地方上升,有的地方下沉,海水能进到大陆的内地很远,这是常常发生的事。另外,在地球上出现的断层,有的长达几十公里。其两侧的地层,有上下或左右的错移达许多米。这种现象是我们能够用肉眼看到的地球的急剧变动。如采用大地测量或其他仪器来观测,可以看到地球的变动虽然很小,但是连续不断在变。广大的地区或在上升,或在下沉,或在倾斜。其变动量,在比较稳定的大陆部分是不大的,但在象日本这样的地区,比起其他的地区变动量就很大。在神奈川县三浦半岛顶端的油壶湾,根据其测潮计的记录,该处平均海平面,每年以7毫米的速度上升,这不能认为是海平面的变动,应认为是三浦半岛的顶端每年以7毫米的速度连续下沉。现在日本有许多地方都设有测潮计,分别表示特殊的平均海平面的长期变动,这说明各地区地面的缓慢上升或下降。

地面每年以几毫米的速度下沉或上升,这在短期内是不成什么问题的,但如果长年累月持续下去,则积成很大的量。假定每年5毫米,则10年间是50毫米,100年间500毫米,一千年间是5米,一万年间是50米。因此这种虽是缓慢的变动,但如用地质学的时间尺度来计算,则是极大的变动量。

地球是在很长的地质年代中连续变动着的,必须考虑这

种变动,现在仍在继续变动。这样的变动,究竟从地表(即地球表面)达到多深呢?根据现在所研究的结果来看,这仅限于地面下几十公里以内。地球的半径是 6,370 公里,这不过是地球极上层的表皮,地球的这个表皮,我们称为地壳。

根据以前地质学家所说,地壳的大部分是由花岗岩所组成,其下部是玄武岩。地壳表面,由于侵蚀和沉积引起变形,同时使某些部分隆起,某些部分下沉。另外,地壳中作用着横向的压力,使在海底深处沉积的岩层发生褶曲的现象,经过很

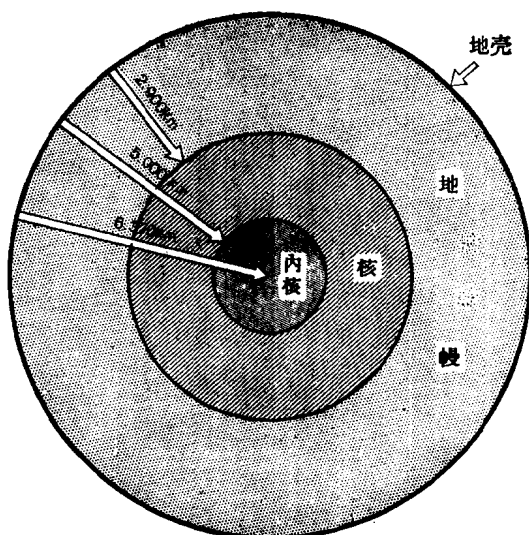


图1 地球的剖面

地球的半径约 6,370 公里,其最外层是数公里至数十公里厚度的部分,从地球整体来看,外壳是极薄的皮膜,称为地壳。地球除去地壳,大体上是对地球中心对称而构造均匀的地幔,地壳地幔之间,由一个不连续面作界限。这是接近地表非常明显的 discontinuity,称为莫霍界面。地幔从地表起至 2,900 公里深处,也就是到接近地球半径一半的深度,占地球全部体积的 5/6。地幔部分是固体,但地幔下面的地核,除去称作内核的部分外,是液体。

长的地质年代,这种反复变动的结果,致使现在地壳的构造极为复杂(图 1)。

地壳的存在,从地球物理学也能证实,至于定量地来确定其厚度,其历史并不很久。在本世纪初期,某地震工作者从分析欧洲地震波记录的结果,发现在地下 50 公里处,有地震波传播速度急剧变化的不连续面。在这个不连续面的上面,认为就是所谓的地壳。

最近用人工地震(爆炸作震源)来测量地壳厚度的技术飞速发展,人工地震能对不连续面的深度作远比自然地震更为精确的测定。根据测定的结果可知,这个不连续面的深度在不同地区有很大的差别,也就是说,地壳的厚度在各个地区有很大的差别。后来,就用这位发现者的人名来命名这个不连续面,简称为莫霍界面或莫霍面。

莫霍面上面是地壳。地壳在大陆下面较厚,特别在高山或高原下面更厚。其平均厚度约 30 公里。根据人工地震观测结果,可以了解在地壳中还存在其他不连续面,其上部是花岗岩层,下部是一定厚度的玄武岩层。海洋下面的地壳和大陆完全不同,没有花岗岩层,在一定厚度的海底松软沉积物下仅有 5—8 公里厚度的玄武岩层。

三、地幔

地壳下面称为地幔。地幔是包着地球核心的厚层,被认为是由橄榄岩所组成的。地幔和地壳不同,是很均匀的结构。从它能传播地震 S 波(横波)来看,可知它是固体(图 2)。

地幔下面是所谓地球的地核。地核,除去称为内核的中心部分外,是不传播地震横波的,因此,可认为是具有液体的性质。

如问地震是在什么深度发生的,则从地表起数十公里的

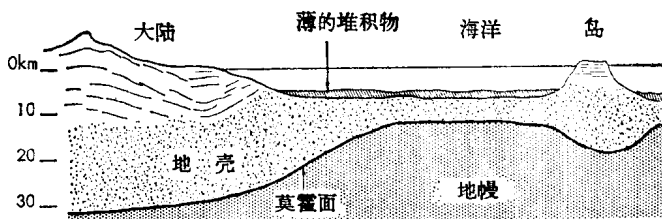


图2 地壳和地幔

莫霍不连续面——地壳和地幔的界面——从地表起的深度随地点不同而有很大的差别，在大陆上深度平均是30公里，而在海洋中则明显的较浅，5—8公里。地壳漂浮在地幔上。象地壳那样巨大的岩块已经不是地幔的弹性所能支持的。其所以能支持，是由于地壳和地幔的密度有差别产生浮力。

深度内最多。100公里以下的地震就比较少。其中虽也有在几百公里的深处发生的地震，但为数极少。到现在为止所观测到最深的地震约为700多公里。尽管这样，这比起地球半径6,370公里来，仅约占十分之一，因此，可以说地震仅发生于地球的表面部分。也就是说，地震是在地壳中和地幔上部发生的现象。掌握了关于组成人们所居住的地球的地壳部分以及支持地壳的地幔的详细知识，对人类生活是有直接影响的重要问题。

四、地壳变动的原动力

在地质年代中，地壳一直是在反复进行着很大的变动。这种变动的能源究竟是由何处供给的呢？这种能量可以种种形式来供给，但归根到底，一定是地球内部的热能。

但很难设想这是由于热的传导，因为热能从地球内部深处传到地幔，更进而传给地壳。从所推测的组成地壳或地幔物质的热传导率来说，即使地壳变动是按地质时间尺度的缓慢速度来进行，则所需的能量也难以供给。因为这些岩石的热传导率是非常低的，传热速度很慢。那么，热能究竟是通过

什么途径输送的呢？为了说明这一点，可认为地幔内存在着热对流。水壶中的水，底部受热，比重减轻而上升，上部的比较冷，比重较大而下沉，于是引起了对流。地幔内所发生的热对流，正与此相同。这样的热对流，比之通过热传导，能在较短的时间内输送大得多的热能。

根据地幔热对流来说，地幔下部的高温物质上升，经过地幔最上部即莫霍面，把热量供给地壳，而产生冷的物质下降的循环运动。因此，莫霍面下直接与地壳接触的地幔物质将作水平方向的移动，又由于摩擦力的带动，地壳下部受到水平方向的牵引力。这就解决了一个很困难的问题，即在地壳上产生褶皱山脉时所必须的水平向力的来源（图3）。

前面说过地幔是固体的。在固体中引起对流，物质移动，看来是不可能的。但若假定构成地幔的物质是有塑性的，对于急变的作用力表示出固体的性质，但对于长时间连续缓变的作用力，则表示如液体的性质，这就是塑性。地幔的物质，对于地震波引起的急剧变化，表示固体状态的运动，但对地质学上

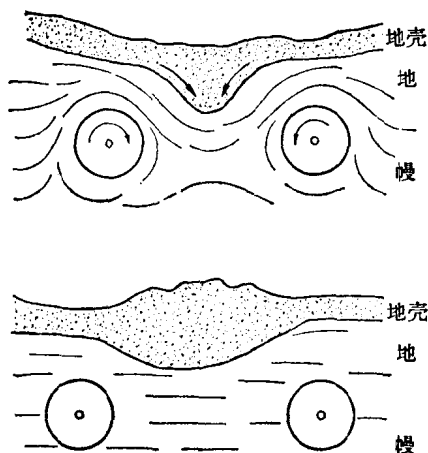


图3 地幔和对流

图3表示地幔内的对流，可以作成褶皱山脉的简单试验模型。如在甘油一样重的粘性流体中，使两个圆筒旋转，则引起的对流比较缓慢。再将掺有锯末的甘油漂浮在其上。则甘油相当于地幔，锯末甘油相当于地壳。地壳就被牵引褶曲而向下沉落。若对流停止，则地壳上浮形成高山。

的长时间连续作用力，则表示出塑性和缓慢的流动性。

在地表所能取得的各种岩石，多少具有塑性。如把这些岩石加以很大的压力，在缓慢的状态下进行试验，岩石就呈现塑性状态，加以相当于地幔上部深度的压力（一万巴），则岩石表示出的塑性就很明显。

地幔的热对流，现在尚不能用直接观测来证实，但却能解释地壳上所产生的种种地壳运动的现象。

组成地壳的岩石大概可分为火成岩、沉积岩和变质岩三种。火成岩是由火山作用形成的，随着冷凝时周围的压力、冷却的速度等情况不同，其化学成分或矿物结晶有着显著的差别。人们所能见到的熔化岩石的冷凝情况，仅是从火山口喷出的熔岩，而大部分火成岩则是在地壳深处的高压下，经过长时间而缓慢冷凝的。

沉积岩，是名符其实的由水、风、冰川带到湖边或海底堆积起来的粘土、砂质岩石、碎片等积成。

变质岩，则是地壳深处的沉积岩或已冷凝的火成岩，受到热和压力，变为化学组成和矿物结晶与前不同的岩层。

关于组成地壳的火成岩，其成岩的过程，地质学家之间有种种说法，但它是在深处形成的，并且是从深处因高温而熔化的熔岩——岩浆——所提供的，这点则没有异议。因此，如问岩浆是从何处来的？则可回答是从地壳以下的地幔来的。

在地幔中地震波的速度是随深度而增加的。但是，最近发现，地幔上部，地震波的速度并不随深度而增加，反而似乎有些减少，这称为地震波的低速层。这个低速层的存在，是在几十年前由一地震学者开始提出的，但从现在的观测精度来看，还不能得到充分的证明。

直到最近，由于地震仪观测技术的进展，能在短周期到长周期较宽的频率范围内对表面波进行观测。在定量解释表面

波的频散现象时,如假定在一定深度存在低速层,则非常符合实际观测的结果。所谓频散是指地震波传播速度随周期的变化情况。

假定地下是由一些不同的岩层所组成,根据这样的模型来推算表面波的频散,与实际的观测结果相比较,似乎是很复杂的,但由于电子计算机的出现,解决了这个问题。

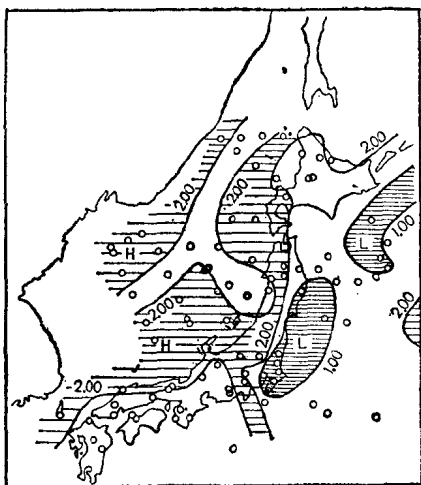
由于在地幔上部存在着地震波低速层这一事实,表示在这种深度介质的物理或化学性质有所变异,这可能是具有流动性岩浆的原故。

五、地壳热流的流动

地壳的变动、地震、火山等近地球表面所发生的种种现象,如其原动力是来源于地幔内部的热能,则此热能的一部分必将以热传导的形式向地球表面流动。从地表到深处,温度上升,这是人所熟知的现象。其上升率一般来说是每 100 米上升 3 度(摄氏),但实际上,有些地区情况特殊,每 100 米其上升率为 0.7 至 8.0 度。过去,仅观测地温梯度。近来,又用某些地区的岩石标本来测量其热传导率。如将地温梯度和这个地区的物质的热传导率相乘,则可求得通过每平方厘米面积,每秒流动的热量。这就是通过地壳从地表失去的热流,称为地壳热流量。

从测量不同地区的地壳热流量来看,则不象温度梯度那样变化,而得到很有系统的数值。因此,可以在大陆和海底的广大地区内测量地壳的热流量。

结果,地壳热流量,在大陆和海底都没有很大的差别,全世界平均起来,每秒每平方厘米是 1.2×10^{-6} 卡路里。以前有人认为地壳内的热能主要是从地壳内岩石放射性物质蜕变散发出来的。如果是这样,则地壳较厚的大陆其热流量就应该



单位: 10^{-6} 卡/厘米²·秒

图 4 日本地壳热流量分布的情况

地壳热流量,在不同地区有很小的差异,可分为高热流量地区和低热流量地区。这可能暗示着地幔的对流。就是说在对流上升地区热流量高,在下降地区热流量低(图 4)。

六、地震是怎样发生的?

前面已经说过,地震一般发生在地壳内和地幔的上部。这些部分一定具有使地壳不断变动的原动力。因此,在构成地壳或地幔上部的岩石中,如有脆弱部分,则当作用着的力超过了一定的限度,就要发生突然的破裂。这种急剧的破裂所产生的弹性波(地震波)就传布于周围的岩石。弹性波传到地表时,地表就震动,这是一般所公认的地震的成因。

这种破裂如发生在接近地表处,破裂达到地表,则出现断层。

1906 年美国加利福尼亚州发生大地震时,在太平洋沿岸

大,地壳薄的海底其热流量就应该小,但实际测量地壳热流量的结果从根本上否定了这种说法,才明确了热能是由地幔放射出来的。

如把地壳热流量的平均值乘地球的表面面积,则得到地球全表面所失去的热量。这个值在一年内是 1.9×10^{20} 卡路里,也就是 8×10^{27} 尔格。

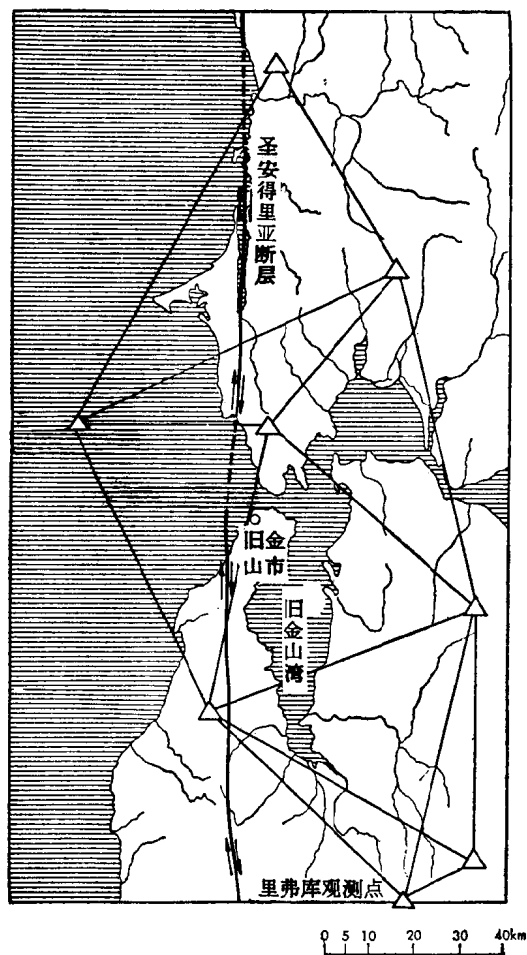


图5 圣·安得里亚斯断层

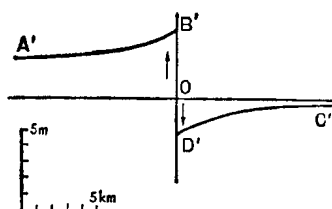


图6 圣·安得里亚斯断层附近的地面水平移动量