

姜 忠 全 荃 道 编写

地震出版社



# 地震之谜

# 地 震 之 谜

姜 忠 金荃道 编写

地 震 出 版 社

1 9 8 3

## 内 容 提 要

本书是一本具有知识性、趣味性的地震科普读物。全书力求用形象的语言和有趣的故事，向读者介绍地震知识，使广大青少年和地震科技爱好者了解地震是怎么回事。全书包括：地球的故事、大地在颤动、地震海啸、火山奇观、谈天说地及地震的先知者等六个部分。

读者对象：青少年和地震科技爱好者。

## 地 震 之 谜

姜 忠 全 董道 编写

---

地 震 出 版 社 出 版

北 京 复 兴 路 63 号

展 望 印 刷 厂 印 刷

新 华 书 店 北 京 发 行 所 发 行

全 国 各 地 新 华 书 店 经 售

---

787×1092  $1/32$  2.5 印张 52 千字

1983年10月北京第一版 1983年10月北京第一次印刷

印数： 0001—10000

统一书号：13180·218 定价：0.28元

# 目 录

|                      |        |
|----------------------|--------|
| 开头话 .....            | ( 1 )  |
| 地球的故事 .....          | ( 3 )  |
| 小小环球 .....           | ( 3 )  |
| 地下没有鳌鱼 .....         | ( 4 )  |
| 泰山不稳 .....           | ( 7 )  |
| 移山倒海 .....           | ( 13 ) |
| 地幔行“舟” .....         | ( 14 ) |
| 大地在颤动 .....          | ( 20 ) |
| 大地震发生后 .....         | ( 20 ) |
| 谁是罪魁祸首 .....         | ( 21 ) |
| 追根寻源 .....           | ( 24 ) |
| 给地震定级 .....          | ( 25 ) |
| 地震的“摇篮”——两大地震带 ..... | ( 28 ) |
| 地震海啸 .....           | ( 32 ) |
| 海漫漫 .....            | ( 32 ) |
| 海底雄姿 .....           | ( 33 ) |
| 地震海啸 .....           | ( 37 ) |
| 地震海啸预报 .....         | ( 42 ) |
| 中国地震海啸 .....         | ( 44 ) |
| 火山奇观 .....           | ( 45 ) |
| 传说 .....             | ( 45 ) |

|                |      |
|----------------|------|
| 名不符实·····      | (47) |
| 岩浆·····        | (49) |
| 火山地震和海底火山····· | (51) |
| 火山奇观·····      | (52) |
| 谈天说地 ·····     | (55) |
| 潜水喷流·····      | (55) |
| 地磁泄秘·····      | (58) |
| 地光闪闪·····      | (61) |
| 潮汐与地震·····     | (63) |
| 谈天说地·····      | (66) |
| 地震的先知者 ·····   | (69) |
| 几则故事·····      | (69) |
| 历史追溯·····      | (70) |
| 原因何在·····      | (71) |
| 结束语·····       | (73) |

## 开 头 话

宁静的夏夜，情人在柳荫下散步，老年人在庭院谈天说地，汽车在柏油马路上飞驰，大剧院里正上演芭蕾舞剧《天鹅湖》……

夜，静悄悄。

突然，夜空闪亮，在不远的群山上空，划过耀眼的白光。紧跟着地下远处传来闷雷般的隆隆声，大地随即发狂似地猛烈抖动起来。

“地震了！”随着这凄然的喊声，楼房颤抖着摇晃几下便坍塌了，电杆倾折，桥梁断裂，铁轨弯曲，公路出现了裂缝……

地震灾害是无情的。几分钟，几十秒钟，甚至几秒钟的剧烈震动，就会给人类带来巨大的损失和不幸。公元1556年，陕西关东发生8级地震，死人约83万，秦川八百里，自西安至潼关一带，震害最重。公元1920年，宁夏海原8.5级大震，死人约20万。1960年，在智利发生了一次更大的地震，从5月21日到6月22日，发生了较大地震250次之多，其中十次超过7级，三次超过8级。地震使十三万平方公里的土地，在短短的几十秒内沉陷了2米。大地震引起的海啸几起几落，从首都圣地亚哥到蒙特港，沿海的城镇及港口准备外运的矿石，几乎全部被八、九米高的巨浪卷进海里。地震后47小时，沉睡了55年的普惠火山重新爆发，火山灰和火山气体所形成的火山云升入空中，高达6000多米，

火山附近浓烟滚滚，烈焰腾腾。这次火山喷发竟持续了几个星期。震区几十万幢建筑物遭到破坏，许多小城市和村庄都变成一片废墟，二百万人无家可归，损失之大，举世罕见。

很早以前，人们在地震灾害面前，除了恐惧之外，只有祈祷神灵，幻想着大地的安宁。例如，在历史上，甘肃省的会州、定西一带经常发生地震，人们为了不使地震灾害重演，便把会州改为会宁州，把定西改为安定州，想以此求得大地的“会宁”和“安定”。然而，愚昧和迷信未能减轻震灾给人们带来的痛苦。清朝顺治十一年，在甘肃省天水发生了一次7.5级大地震，破坏极为严重，人民生命财产蒙受重大损失。震后，有一个名叫李楷的书生写了一首地震诗，云：“地德莫测天更远，我欲叩天泪沾纓。”他认为地震是不可知的，对此只能绝望地悲泪盈眶而已。

在地震面前人们真象诗中所说的那样只能绝望地悲哀吗？不！人类经历了千万次地震的袭击后，正逐渐地认识着地震。读完这本小册子，你将会对地震之谜有个初步的了解。

# 地球的故事

## 小小环球

晴朗的夜空，黑色夜幕上，繁星点点，一望无涯……  
这就是宇宙。

宇宙究竟有多大？天上的星星究竟有多少？这是人们长期以来一直探求的问题。

在遥远的古代，人们认为天象一个罩子，笼罩在平坦的大地上，日月星辰就镶嵌在罩子上，东升西没。但是，到了战国时代，有人提出这样的怀疑：天果真是蔚蓝色的吗？它是无限辽阔的吗？到了东汉时代，科学有了重大的发展，当时的王充、黄宪、张衡以及稍后的郗萌等许多人都承认宇宙在空间上是无穷无尽的“宣夜说”。郗萌明确指出，在我们的头上并没有一个天，而只有茫无涯际的宇宙；日月星辰也不是镶在“天穹”上，而是飘浮在空中。张衡还制作了“水运浑象仪”，并在《浑仪图注》一书中写道：“浑天如鸡子，天体圆如弹丸，地如鸡中黄，弧居如内。天大而地小，……天之包地，犹壳之裹黄。”

随着科学的发展，近代天文观测证实：在宇宙中，有太阳（恒星）和它的行星、卫星等组成的太阳系；有由亿万个恒星系组成的银河系和河外星系；有由许多河外星系组成的直径达几千万光年（一光年等于 $9.46053 \times 10^{12}$ 公里）的超星系。超星系已经很大了，也还仅仅是总星系的成员之一。总星系也只是宇宙中的一个“小岛”。目前，科学所能观测

到的宇宙空间，已达到 100 亿光年之遥，然而，我们还没有看到自己所处的总星系的边缘……

随着光学射电望远镜的问世和遥测技术的发展，天文学家们通过观测得知：离我们最近的恒星——太阳，距地球的平均距离是  $149,597,906 \pm 160$  公里。这意味着，如果我们从地球出发，以每小时 5 公里的速度向太阳步行，需要 3,400 多年才能到达（一年按 365 天计，以下同）；以每小时 85 公里的速度奔驰的火车，从地球开到太阳需要 200 年；即使坐上每小时飞行 1,000 公里的飞机，到太阳也得需要 17 年多的时间。除太阳外，离我们最近的半人马星座中的一个“比

邻星”，离地球也有 40 万亿公里，即使我们坐上每秒 16.6 公里的火箭直线飞行，也得用 76,000 多年才能到达……

由此可知，总星系的边缘，是很难用数字说明的。与这样浩大的宇宙相比，我们居住的地球就显得十分渺小了，即使在太阳系中，它也只不过是九大行星里的小兄弟（图 1）。所以，在宇宙中，地球只不过是一个“小小环球”罢了。

### 地下没有鲨鱼

大地有时会忽然震动起来，好象地底下有什么东西在拼命掀动一样，使得玻璃杯里的水外溢，挂在墙上的镜框坠落，门窗被震得格格作响，悬挂在天

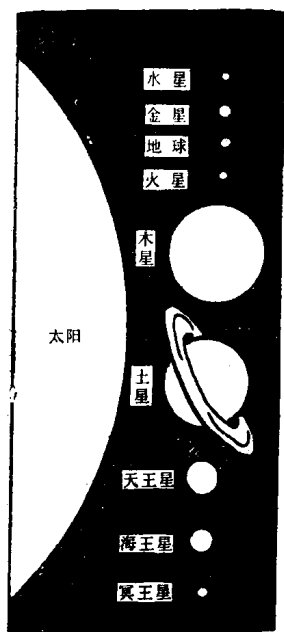


图 1 九大行星的个儿有大有小

溢，挂在墙上的镜框坠落，门窗被震得格格作响，悬挂在天

天花板上的灯也晃来晃去。

在人们还不了解这种可怕的灾害是怎么一回事的时候，只好给它涂上某种神秘的色彩。在我国，民间普遍流传着这样一个传说：地底下有一条大鳌鱼，驮着大地，时间久了，就要翻一翻身，于是大地就抖动起来。用现代人的眼光去看这种传说，确实感到荒诞不经，但在当时人们看来，也不是没有道理的。古时候，漂洋过海的渔民，在大海上环顾四周，水天一色，极目无边。他们以为平坦的大地周围都是水，陆地靠终日遨游在大海里的鳌鱼驮着，当鳌鱼翻身的时候，广阔无垠的大地便剧烈地抖动起来。

特别是大地震发生时，地光闪闪，巨声隆隆，地动山摇，山崩地裂，沟填河堵，房倒屋塌，人畜伤亡，……由大地震引起的这些稀奇古怪的现象，在科学不发达的过去，只能借助于神秘莫测的某种动物或神灵的力量来加以解释，是不足为怪的。

地下没有鳌鱼，那么，地下到底是怎样的一个世界呢？

科学探测的结果告诉我们，地球是一个略微有点扁的圆球，它的半径平均约 6,371 公里。从赤道到地球中心的平均距离为 6,378.41 公里，比从两极到地球中心的距离长 21.5 公里左右。它的年龄大约有 45—60 亿年。地球内部既不是空无一物，也不是无底深渊，而是一个充满岩石、岩浆一类物质的世界。科学家们根据地质和地球物理等资料，把地球的结构划分为地壳、地幔和地核三个部分。打个比方，地球就好比一个煮熟了的鸡蛋，地球外表相当于蛋壳的那一层，叫地壳；相当于蛋白的那一部分，叫地幔；相当于蛋黄的那一部分，叫地核（图2）。

地壳是地球的最外层，它至少在二十几亿年前就基本形

成了。它的表面，地势起伏，高低相差非常悬殊，有高达几

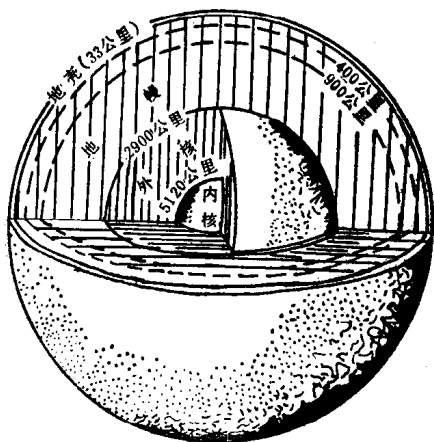


图2 地球内部构造示意图

千米的山峰突兀，有深达上万米的海沟深渊。所以，各地地壳的厚薄也大不相同，它的平均厚度约33公里。大洋底下的地壳最薄，一般不到10公里。大陆（包括大陆架）这部分地壳较厚，高山区最厚，如青藏高原的地壳厚达70公里左右。

地壳大体上还可以分为上下两层。下层主要为玄武岩，厚度一般在10公里以内，在大陆和大洋底下都有，是一个遍布全球的圈层。上层主要为花岗岩，是构成大陆的主体，在山区可以相当厚，达到10公里以上甚至20—30公里。大洋底下缺少这一层或甚薄。

对于庞大的地球来说，地壳仅仅是一层薄薄的表皮，其主体是由坚硬的岩石组成的。地壳的表面，常为泥沙、砾石等松散堆积物和由这些松散堆积物变成的沉积岩组成，它的厚度各处不一，在海底有的地方不到一公里，在喜马拉雅山区厚达10公里以上。

由岩石组成的地壳，越往下温度越高，平均每增加33米温度就升高摄氏一度。在地下20公里处，温度大致为摄氏550度。

地幔是介于地壳和地核之间的圈层，厚度约2,900公里，

比地壳几乎厚100倍。温度很高，达到摄氏1,200度左右。这一层的压力从九千直到一百几十万个大气压。在这样高温高压的特殊环境里，除了上部有一层很薄的橄榄岩外，其余绝大多数都已成为具有塑性的物质。

地核在地幔之下，半径约3,470公里。地核又可以分为外核和内核。外核的物质表现出液体的某些性质；内核为固体，半径约1,000公里。那里的温度高达摄氏2,500—5,000度，压力达到360万个大气压，相当于每平方厘米的面积上承受3,600吨重的东西。地核主要是由一些铁、镍等重金属元素组成的，再加上强大的压力，使物质的密度大得惊人。地壳岩石的平均密度每立方厘米3克都不到，地幔物质的平均密度也只有每立方厘米5克，而地核物质每立方厘米却高达18克，密度之大，连钢铁之类也相形见绌。

由此可见，地底下并没有什么鳌鱼之类。但是，由于我们对地球内部的直接观察和研究只局限于万米以内的深度，这对整个地球来说是微不足道的，更深的资料完全靠间接手段来取得，所以，关于地底下世界的许多奥秘，还有待于今后进一步探索。

### 泰山不稳

从宇宙看地球，地球确实小得可怜，可是，从地球的一个角落看去，地球又大得无边。

从地球的某个角落不用说看全球，就是看一座山，那山也是很大很大的。就以泰山而言，它雄峙天东，左连沧海，右带黄河，大有“拔地通天”之势，“擎天捧日”之姿。

按《虞书》记载：“东巡狩至于岱宗”，可知三代时把泰山叫岱山，又称岱宗。宗者，长也，意即众山之长。它诞生在20—25亿年之前。对于全世界的山来说，它是最老的长

辈之一。而世界最高峰——珠穆朗玛神女峰，则是它的曾孙女儿，足见泰山资格之老了。

地球总共经历了四次造山运动。多少次火山喷发，地裂山崩，沧海桑田，泰山虽也几经升降，却不管天风地火，仍然铁骨嶙峋，矗立在大地上。

正因为如此，人们常常用“稳如泰山”一语来比喻稳固坚实，似乎泰山是最稳定的。其实，据科学方法测定，一百万年以来，泰山已升高了500米之多（图3）。

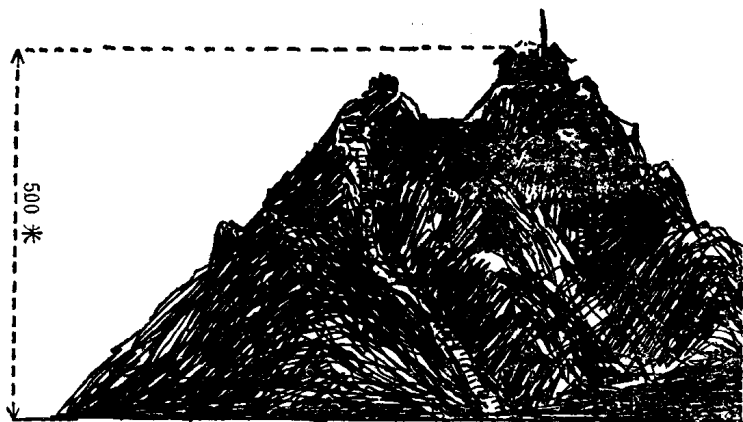


图 3 一百万年以来泰山长高了500米

这是怎么一回事呢？让我们从“沧海桑田”这句谚语说起吧。

相传，古时候有一个勤劳的樵夫，每天都上山砍柴。有一天，他在山中遇上两个“神仙”正在下棋，当他看完这一局棋时，山下的大海已经变成可耕的田地了。待他回到家中，妻子也变得老态龙钟。这位樵夫感叹地说：“这真是天上一刻，地下十载呢！”后人就用“沧海桑田”这句话，来比喻事物变化之快。

神话和传说多半是虚构出来的。然而，北宋大科学家沈括一次外出时的意外发现为“泰山不稳”和“沧海桑田”之说提供了佐证。

那是宋神宗熙宁七年（公元1074年）秋天，他奉王安石之命到河北一带察访推行新法的情况。

沈括率领一行人马，沿着太行山区向北的大道前进。马队慢慢走着，一路上大家被秋山红叶、老圃黄花的美好景色吸引住了，纷纷赞叹不已，有的还哼起歌吟起诗来。唯独沈括无意欣赏这派清华秋色，却仔细地察看路旁的悬崖峭壁，好象在寻找什么似的。

突然，他勒住了缰绳，马鞭一挥，指着崖壁问同伴：“你们看，这些石头里为什么衔着螺蚌壳？为什么岩层里有许多圆如鸟卵的石子？为什么这条如带的石壁延伸不断？”同伴们被一连串问题弄得莫名其妙，面面相觑，目瞪口呆。

沈括接着解释说：“这里过去是海滨，这些螺蚌壳是古代海洋生物遗体变成的化石，而这些圆如鸟卵的石子，是古代海滨的沉积物。”

“那么，今天的海洋已经距太行山千里之遥了，又为什么会这样呢？”

对沈括提出的新问题，同伴们还是讲不出道理来。他只好继续解释说：“所谓大陆，都是由于泥沙堆积而成的。相传尧杀死鲧的羽山是在东海中，而现在的羽山已经到平原上了。你们看，黄河、漳河、滹沱河、涿水、桑乾河等都挟带了大量的泥沙，水流浑浊不堪。水中的泥沙逐渐把海滨填塞起来，平原就随着扩大，年长日久，海岸越来越往东移动了。海水后退，海底露出水面，死亡的螺蚌壳也就夹在泥沙中随着海底的上长而到了高山上，几经变迁，成为今日的崖

壁。”

沈括的这一番话，讲的就是“沧海桑田”的道理，也就是地质学所讲的地壳升降运动。后来他把这一观点写进了《梦溪笔谈》一书里。

一般来说，地壳升降运动所造成的“沧海桑田”的变迁是极其缓慢的，对于一个人短暂的一生来说，这种运动是难以察觉的。但是，地壳运动的作用却极其深远，经过几千年、几万年以至几亿年，这种变化就会以惊人的面貌展现在人们的面前。

我国西南边界耸立着一座拔海 8848 米的世界第一高峰——珠穆朗玛峰。经过我国科学工作者综合考察得知，远在一亿八千万年以前，现在的喜马拉雅山区还是一片茫茫沧海，在广阔的水域中“游戈”着当时海洋中无可匹敌的动物——喜马拉雅鱼龙。在亿万年的漫长岁月里，那里经历了巨变，直到离开现在三千多万年以前，它才从海底崛起，近三百万年里升高了 6,000 余米，扶摇直上，超越世界群峰，成为世界屋脊。甚至直到现在，年轻的喜马拉雅山也还在不断升高。

地壳的垂直运动，有的地方表现为上升，有的地方则表现为下降。

我国华北平原的拔海高程不过几米到几十米，但是，根据钻探资料揭露，河湖沉积的年轻沉积物有一、二千米厚，有的地方在地下几十米深处发现有埋藏的旧船板，这就是地壳不断下降的例证。

对于现代的地壳运动，最典型的例证是意大利那不勒斯湾海岸的变动。在纪元前二世纪古罗马时代，那里曾建立了一座塞拉比斯庙，现在只保存下来三根高约 30 米的大理石石

柱。在石柱的台基以上3.6—6.3米处，可见被海生瓣腮动物钻成的许多小孔（图4）。

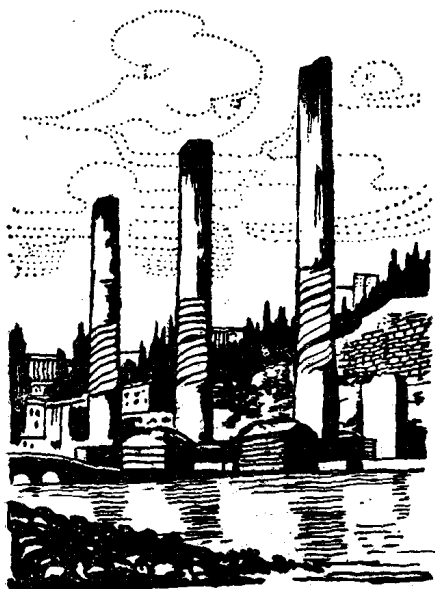


图4 塞拉比斯庙的三根石柱

根据上述材料和历史记载得知：该庙建成后，公元79年因附近的维苏威火山爆发，石柱被火山灰掩埋3.6米；以后该区渐渐下沉，到公元十五世纪时，石柱被海水淹没6米以上。此后，海岸开始上升，到十八世纪石柱又重新位于海面以上。从十九世纪初期开始，该区再度下沉，直到

1955年，石柱又被海水淹没2.5米，地壳下沉的速度每年超过2厘米（图5）。

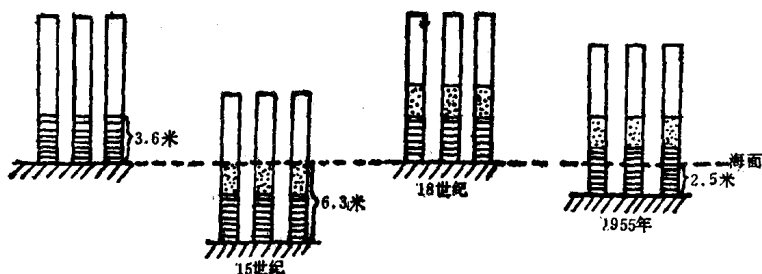


图5 三根大理石柱的升降变化示意图（横线代表曾被火山灰覆盖的部分，小点代表生物钻孔部分）

关于最近地质历史时期升降运动的证据很多。例如，珊瑚是生长于温暖浅海（深度一般不超过70米）中的腔肠动物，但有些珊瑚礁已沉没于几百米的海底。有些河谷被海水淹没，如我国海河就有一段河道伸入渤海7公里，说明那里的地壳在下沉。我国最大城市——上海的所在地，公元前还沉没在海平面以下，公元后逐渐上升为陆地，到公元1130年才设为县。而成为如此大的城市，那更是近百年的事情。再如，广州七星岗（图6），保留着完好的海蚀阶地、海蚀凹槽及海蚀峭壁，说明那里的地壳在不断上升。

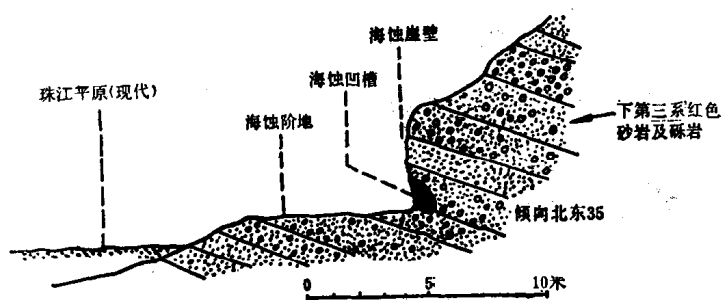


图6 广州七星岗海蚀崖示意图

对于现代地壳运动，可以采用大地测量和天文测量的方法测出来。方法并不难，就是定期观测一点（线）的高程和经纬度的变化，以测出地壳运动的方向和速度。美国西部有一条著名的圣安德烈斯断层，它是在一亿五千万年前形成的，根据断层面两侧同一岩层的对比，该断层的水平错距达480公里，平均每年位移3.2毫米。但在1906年旧金山大地震发生前的16年中，经三角测量结果发现，水平位移达7米之多，平均每年位移剧增至440毫米，终于导致1906年的大地震。1975年2月4日海城7.3级地震之前，辽宁省金县地震