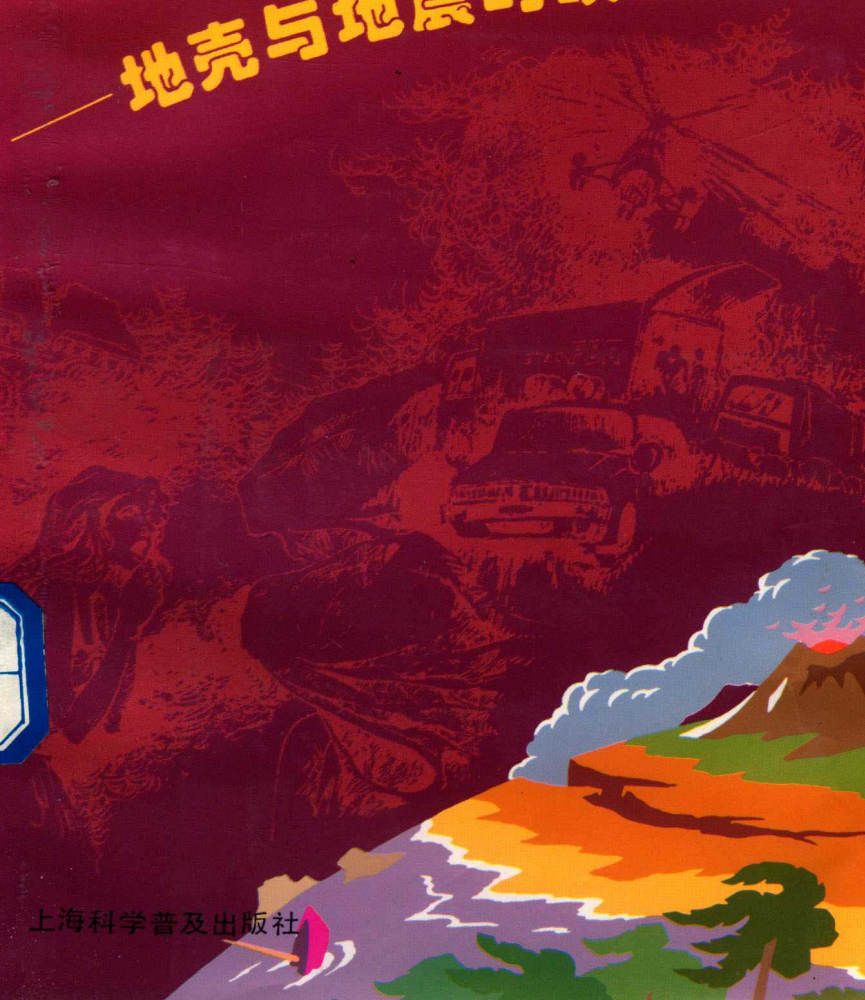


夏树芳 编著

地动山摇大海啸

地壳与地震的故事



上海科学普及出版社

地理故事丛书

号 203 第 字 登 准 (中)

地动山摇大海啸

——地壳与地震的故事



上海科学普及出版社

(沪)新登字第 305 号

井丛事茹野世

地动山摇大海啸

责任编辑 毛增南

事姑由震世已壳世——

著 夏树芳

地动山摇大海啸

——地壳与地震的故事

夏树芳 编著

上海科学普及出版社出版

(上海曹杨路 500 号 邮政编码 200063)

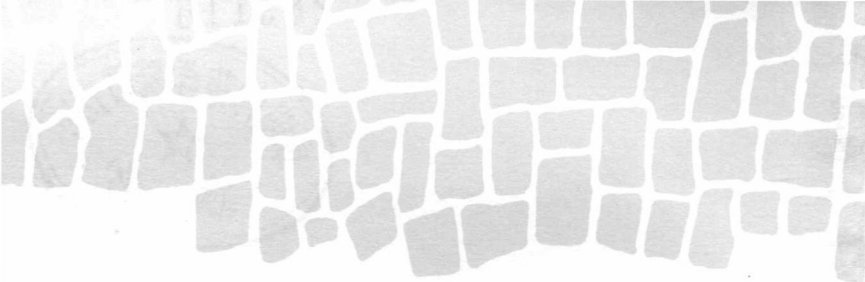
新华书店上海发行所发行 常熟高专印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 4 插页 2 字数 90000

1996 年 6 月第 1 版 1996 年 6 月第 1 次印刷

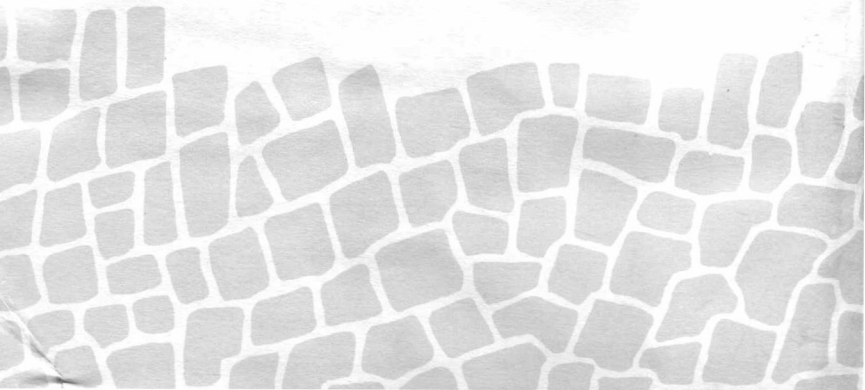
印数 1—23000

ISBN 7-5427-1062-1/K · 20 定价:4.50 元



思考是人类最大的乐
趣。

——布莱希特





地理故事丛书

前 言

在中学各门功课中,地理并非主课,所以有的同学常常不够重视,记得我的中学时代,地理课教师在讲述天地间的自然现象时,颇有解谜效应,令我的思路“豁然开朗”,顿觉宇宙虽奥妙无垠,亦能穷其秘境。其次,祖国各地的明山秀水,颇有吸引我去观光旅游的魅力,结合语文课上的唐诗宋词,更羡慕诗人墨客的履痕所至,希冀有朝一日自己也能身历其境,乃平生一大快事。于是也就渐渐地爱上地理课了。

如今,许多政治家和科学家的目光都转移到“人类的未来”这个至关重要的问题上来,他们认为,今后各国政府必须考虑“人口、粮食、环境、资源”这四大难题,即人口急剧增加,一个地球已不堪重负,必须控制生育;由于人口的剧增,粮食显得不足,必须设法增产粮食,解决亿万人的吃饭问题;随着工业迅速发展,环境将会恶化,人们生活的空间质量也会愈来愈下降,为了保障人体的健康,必须改善或净化环境;供人类利用的各种资源,包括能源、矿产、水各方面都显得日益紧张,如何开发新的、能再生的资源,节约使用非再生的资源,成为当今人类的重要责任之一。总之,我们只有一个地球,必须考虑到我们的子孙后代如何生活得更好些,是我们每个人不可推卸的职责!

在这有关人类未来的四大难题中,有三个都直接与地球科学有关。所以在巴黎召开的国际第26届地质大会向全世界

地学家们发出呼吁,希望大家努力开展地球科学的研究工作,为解决这些“难题”而共同奋斗。

我国地大物博,人口众多,在解决上述“难题”时,对于世界的未来影响无疑是重要的。我国的地学工作者也因此而担负起艰巨而光荣的任务。但是,要完成这项任务,光靠现有的地学家是不够的,因为这项造福子孙万代的伟业必须长期进行下去,并把希望寄托在我们的青年朋友身上!

可是,学习一门课程,或者说一门科学,仅仅只有学生的热情和教师在课堂上认真的讲授是不够的,还必须创造课外的学习环境,通过自学或者从课外补充读物那里获得有关的知识。我们撰写《地理故事丛书》的宗旨就在于使广大青年朋友们在学习时产生兴趣,并更加热爱科学。同时,该丛书告诉我们:只要稍加注意,在日常生活中、在生活环境的各个方面,每时每刻都充满地球科学的内容,只要留意观察,几乎到处都是我们学习地球科学的大课堂。

夏树芳

1993. 7. 25. 于南京大学

目

录

1. 地动山摇何所知	(1)
------------------	-----

从地藏王转肩谈起	(1)
----------------	-----

地壳为什么会运动	(3)
----------------	-----

古代学者早已注意到地壳运动	(5)
---------------------	-----

此起彼伏的造陆运动	(8)
-----------------	-----

板块相撞产生造山运动	(11)
------------------	------

2. 大陆真能漂移吗	(15)
------------------	------

魏格纳在病榻上的思考	(15)
------------------	------

《海陆的起源》一书出版	(17)
-------------------	------

大陆漂移说的衰落	(21)
----------------	------

大陆漂移说东山再起	(23)
-----------------	------

新海洋的诞生	(25)
--------------	------

3. 地壳是什么样的结构	(34)
--------------------	------

地壳的结构是固定的吗	(34)
------------------	------

活动论的兴起	(37)
--------------	------

大陆是怎样增长的	(40)
----------------	------

固定论者仍在挑战	(43)
----------------	------

4. 地震——无时不在的地壳运动 ...	(48)
灾害性地震的历史纪录一瞥 ...	(48)
地震的“好处”	(52)
地震是怎样运动的	(53)
地震是怎样发生的	(55)
地震分布的规律	(56)
地震能不能预报	(59)
金沙江断流之谜	(66)
地震碑石	(67)
海洋里的地震——海啸	(69)
黑管、飞碟之谜与地壳运动	(71)
5. 火山——地震的孪生姐妹	(79)
火山奇观	(79)
火山分布规律及其预报	(89)
火山赐惠	(91)
“杀人湖”的启示	(99)
6. 研究地壳“小构造”的妙用	(105)

7. 天外来客的戏谑…………… (111)

从地藏王转肩谈起

在我国的一些偏僻地区，过去有许多古老的风俗习惯，其中就有纪念地藏王生日的民间活动。

民间传说，农历七月三十日夜晚，家家户户沿自己住宅的外墙，除贴着一只红色的蜡烛以外，还用无数支香火沿着墙脚、门楣、屋后成行成排地安插在土面上。特别是光线幽暗的小巷里，燃这些密麻麻的香火“布阵”以后，“火龙”游地的壮观景象，足以称奇。人们不禁要问，这是否为地藏王生日而举办的庆祝盛典？到底是怎么回事？

传说，我们这块土地，是靠地藏王菩萨的两只肩膀担负着，才能立足。人们才能平安地生活、劳动。但是，地藏王担负大地，也像我们的农民挑担一样，基本上是靠右肩着力的，担久了以后，就要暂时转到左肩上来，让右肩休息一下，再转回去。问题就发生在这转肩的一瞬间，使得大地会晃动起来，如果转得猛一点，晃动得厉害些，大山也会摇晃，发出轰鸣的响声，更厉害一些，房屋就会倒塌，出现火灾。

所以，每逢七月三十日夜晚，家家户户点燃香火庆祝地藏王生日，目的就是希望地藏王的右肩多承受一些压力，多忍耐

1.

地动山摇何所知

从地藏王转肩谈起

在我国江浙的一些偏僻地区，过去有许多古老的风俗习惯，其中之一就是庆祝地藏王生日的民间活动。

其时正当孟秋，农历七月三十日夜晩，家家户户沿自己住宅的外围，除了燃点一双红色的蜡烛以外，还用无数支香火沿着墙脚、门前、屋后成行成排地安插在土面上。特别是光线幽暗的小巷里，被这密密麻麻的香火“布阵”以后，“火龙”滚地的壮观景象，足以称奇。人们不禁要问：这般为地藏王生日而举办的庆祝盛典，到底是怎么回事？

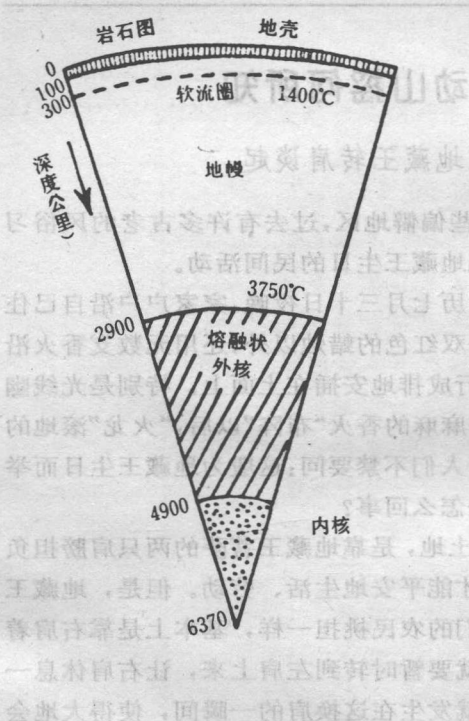
“传说，我们这块土地，是靠地藏王菩萨的两只肩膀担负着，才能稳定，人们才能平安地生活、劳动。但是，地藏王担负大地，也就像我们的农民挑担一样，基本上是靠右肩着力的，压久了以后，就要暂时转到左肩上来，让右肩休息一会，再转回去。问题就发生在这换肩的一瞬间，使得大地会震动起来，如果转得猛一些，震荡得厉害些，大山也会摇动，发出轰鸣的响声，更厉害一些，房屋就会倒塌，出现灾害！”

所以，每逢七月三十日夜晩，家家户户点燃香火庆祝地藏王生日，目的就是希望地藏王的右肩多承受一些压力，多忍耐

一下,不要随便换肩。如果确实需要换肩休息一下,也希望尽量放慢速度,转动得小一些,避免出现山摇地动,房屋倒塌的灾害。”

原来,人们高高兴兴地拿着大把点燃好了的香火沿着墙脚根,虔诚地去插,是希望地藏王保佑我们平安无事。

随着科学知识的普及,人们逐渐了解了所谓地藏王转肩,就是发生地震,这决不是因为人们用庆祝地藏王生日的办法所能幸免的。地震是有规律可循的,世界上发生地震的范围,也只是在一定的区域之内,甚至哪里有大地震、哪里只会发生小地震等等,都有科学道理可以追索,杞人不必忧天。



地球的层圈构造

地震是地壳运动的一种表现方式,如果从严格的地壳运动的定义来说,全世界每天、每时、每刻都在动,只不过人类迟钝的感觉器官不容易觉察罢了。

地壳为什么会运动

一直到 19 世纪时，人们对地球内部的结构还不清楚，只认为地球的形成是由一团密集星云物质凝结而来，这块炽热的天体逐渐降温冷却，外表的部分先冷，并凝结起硬壳，即地壳。当再冷却时，地壳就发生收缩，正好像越冬储藏的苹果，其表面会出现皱纹。当皱纹发生时，会产生收缩力，使地壳产生运动。地壳表面的皱纹，比如山脉，不平坦的地貌等，它们就是地壳冷却收缩的结果，收缩力就是地壳运动。因为地球一直要冷下去，地壳运动也就不断地发生。但这一假说，未能得到地球内部结构的证实。

后来，地球物理学家从地震波得到启示，它在地球内部传导的速度是不均匀的，这表明地球内部的结构是不同的，有层圈存在。其具体的特点，就好像一只鸡蛋，具有三个主要的层圈构造：相当于鸡蛋中心的蛋黄部分，称为地核，其半径约为 3470 公里；相当于蛋白的那一部分，称为地幔，其半径约有 2500 公里；最外面相当于蛋壳部分，称为地壳。其平均厚度为 35 公里，我国的西藏高原是全球地壳最厚的地方，有 65 公里；而深海的洋底，地壳最薄，仅 5—8 公里。

地壳由坚硬的岩石组成，也就是岩石圈。地幔是岩石的熔融体，这一层含有许多放射性元素，能够释放出大量的热能，这些能量连同熔融体，为了调整其平衡，无时不向地壳冲击，地壳就会发生震动。特别是那些地壳比较薄弱的地区，例如深海沟，大断裂带上，震动就大些，也就成为地震的发源地。有时，地幔里的岩石熔融体也会沿着深海沟或大断裂的空隙突围而出，岩浆外溢，甚至造成火山喷发。即使不发生地震或火山，能量冲击不大，地壳也会发生运动，比如说振荡运动——会使地壳发生此起彼伏的升降运动，即垂直运动。另一方面，

研究表明,地壳像许多木块一样拼接起来,各个块体像浮冰一样浮动在地幔之上,当地幔里的能量由位能转变为动能时,会使木块般的一部分地壳像浮冰似的漂移,甚至相互碰撞,这就是地壳的水平运动。不管是升降的垂直运动或是水平运动,我们总称之为地壳运动。地幔冲击地壳的活动,是地壳运动的主因,也就是内因。

影响地壳运动,还有一个外因。因为地球是宇宙空间的一个天体,和其他的九大行星、卫星及其他天体一样,有相互吸引的巨大力量,处于平衡状态。一旦某个天体发生爆炸,比如太阳的大耀斑、超巨星的爆炸,发出的能量足以使天体之间的引力失去平衡,地壳的表面也会出现振动,于是也会成为地壳运动的外来因素。由此可见,地壳运动是上述的内因和外因相互作用的结果。

在地壳运动中,地震与火山是人们最容易感受到的,因为这是短时期内的突发性事件。如果把一些非突发性的、人们一时难以觉察出来的地壳运动方式放到漫长的地质历史(往往以百万年为一个时间单位来计算)时期去考察,与人类短促的生命比较,自然就不容易感受到了。

换言之,地壳运动的方式,基本上分为两大类型,一类是不太剧烈的,地质学家称之为造陆运动,表现为海陆的大规模升降运动,或者说是垂直运动、振荡运动,出现大规模的海水向大陆侵进,即所谓海侵;或者原来浸淹大陆的海水向海洋撤退,使这块被淹的大陆重新暴露于海面之上,即所谓海退。另一类是剧烈的地壳运动,表现为岩层发生褶皱、断裂,甚至伴有地震,火山,岩浆的流溢与侵入,地物的位置出现水平方向的位移,称之为造山运动。不管那一类地壳运动,在漫长的地质历史过程中,对地球上的各种自然环境、自然现象的改变,都会产生举足轻重的影响。

古代学者早已注意到地壳运动

人们对地壳运动的认识,是从造陆运动开始的,特别是居住在海边的人,海平面的进退变化,很容易联想到地壳在运动。

公元前几百年间,地中海沿岸各国是比较发达的国家,住在那里的一些学者见到许多海生贝类的壳体埋藏在平原之下,甚至在山上的岩层里这一异常现象,提出了猜想:海水曾一度淹进到平原,甚至水位升高到山上。后来,海面下降,陆地相对上升,海生贝壳就遗留在陆上,甚至上了山,这就初步萌发了有关地壳的升降运动乃是造陆运动的基础思想。到了公元1世纪,古罗马时代的一位诗人,甚至将这种地质现象用诗的形式生动地描述了造陆运动的景象,这首诗的题目叫《转化》,其中写道:

“我看到

从前是牢固的陆地,

现在变成汪洋。

我看到

从海底暴露出大陆——

远离海岸的地方散布着贝壳,

在那高山之巅发现古老的船锚。

洪流奔腾澎湃,

把往昔的平畴冲成山谷。

瞧吧!

巨浪正在把那高山移向海洋。”

这首诗的主题道出了“沧海桑田”的基本道理,真是一首文理并茂的科学诗。无独有偶,我国古代学者也有过同类的见解。例如晋代葛洪(公元284—363年)在其《神仙传》中作过这

样的描述：有一次，仙女麻姑与另一仙人王方平相遇，她说：“我已三次见到东海变为桑田。前次到蓬莱，海水比现在浅了一半，看来，东海又要变成陆地了。”王方平笑着回答说：“圣人都说海中又要扬起尘土了。”这就是“沧海桑田”这句成语典故的由来。当然，这是神话故事，不足以作为科学见解的凭据，但是，正如马克思在《政治经济学批判导论》中所说的“任何神话都是用想象和借助想象以征服自然力，支配自然力，把自然力加以形象化。”葛洪借助神话故事想象来把“东海三为桑田”加以形象化，可算是一个例子。

如果回到现实科学意义上来，我国唐宋时期的一些学者也作过海陆变迁情况解释的尝试。例如唐代著名的书法家颜真卿（公元709—785年）在任江西抚州刺史时，于公元771年初夏，正当蝉声送暖，花气袭人的时候，与朋友们游览南城县麻姑山后写了一篇《抚州南城县麻姑山仙坛记》，文中提到：“南城县有麻姑山，顶有坛，相传麻姑于此得道。……东北有石崇观，高山中犹有螺蚌壳，或以为桑田所变。”他将高山上发现螺蚌壳（化石），联系到“沧海桑田”的变化，在古代地质科学尚未建立的时候，有如此见解，确是不容易的。

又一个例子，北宋时代的著名学者沈括（公元1031—1095年），在他的名著《梦溪笔谈》中提及，他在积极参加王安石变法革新时，于宋神宗熙宁七年（公元1074年）担任河北西路察访使兼判军器监，在当年秋天到河北一带巡视推行新法情况，沿着太行山向北的大道上前进，发现山崖间的石头里衔有螺蚌壳化石。他与同行者一起讨论为什么山崖的岩层里会含有如卵般的圆形石子？这如墙壁一般的山崖为何能延伸不绝？沈括认为太行山东麓曾是海滨边岸的所在，如卵般的石子是当年海滨遗留下来的沉积物，而石头里的螺蚌壳也正是过去滨海地带生活的贝类在死亡以后，留下的壳体遗骸。如今，

海岸已东去很远,离太行山麓恐怕有千里之遥!如果用今天地质科学的道理去注释沈括的这段文字,难道不正是地壳运动的造陆作用的结果吗?沈括由此推想到华北平原的形成过程,他说:“所谓大陆,都是由泥砂堆积而成的。相传尧杀死鲧的羽山,原是在东海中(按地理位置,应该是黄海,不是东海——作者),而现在的羽山,已经到平原(在今江苏省东海县境内)上来了。”他还对同行者再进一步阐述:黄河、漳河、滹沱河、涿水、桑乾河等都是挟带大量泥沙,水流混浊不堪。当这些泥沙冲到河口,岂非把海滨逐渐填塞起来,平原也就逐年扩大了。时间长久以后,海岸不就越来越向东推移了。现在河南、陕西、山西黄土高原上为什么有深切百米的河谷,就是因为黄土被河水带走的缘故。”如果把沈括的这些见解说得更合乎科学道



沈括与同僚在讨论华北平原的成因
理,应该说,在地壳上升过程(即造陆运动)的同时,黄土高原上发育深切河谷,黄土及其泥沙等冲积物就携带到下游淤积,