



科普经典译丛

KEPU JINGDIAN YICONG

活力地球

地球的灾难

◎〔美〕乔恩·埃里克森 著

◎李继磊 杨林玉 袁瑞珏 译



首都师范大学出版社
CAPITAL NORMAL UNIVERSITY PRESS



地震、火山及其他地质灾害

QUAKES, ERUPTIONS AND OTHER GEOLOGIC CATAclysms

我们最大的恐惧莫过于地球的愤怒。

我们生活在一个多灾多难的地球上。那些灾难，是无数小说或电影的主题。对于亲历其中的人们，那是一生的梦魇。

那些灾害的幕后导演是谁？

KEPU JINGDIAN YICONG
科普经典译丛



活力地球

地球的灾难

地震、火山及其他地质灾害

◎〔美〕乔恩·埃里克森 著

◎李继磊 杨林玉 袁瑞珏 译



首都师范大学出版社

CAPITAL NORMAL UNIVERSITY PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

地球的灾难: 地震、火山及其他地质灾害/(美)乔恩·埃里克森著; 李继磊, 杨林玉, 袁瑞珏译. —北京: 首都师范大学出版社, 2010.7

(科普经典译丛. 活力地球)

ISBN 978-7-5656-0051-7

I. ①地… II. ①乔… ②李… ③杨… ④袁… III. ①地质灾害—普及读物
IV. ①P694-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第130744号

活力地球丛书

DIQIU DE ZAINAN—DIZHEN HUOSHAN JI QITA DIZHI ZAIHAI

地球的灾难——地震、火山及其他地质灾害 (修订版)

[美]乔恩·埃里克森 著

李继磊 杨林玉 袁瑞珏 译

项目统筹 杨林玉

版权引进 杨小兵 喜崇爽

责任编辑 马 岩 刘 莎

封面设计 王征发

责任校对 李佳艺

责任印制 沈 露

首都师范大学出版社出版发行

地 址 北京西三环北路105号

邮 编 100048

电 话 010-68418523 (总编室) 68982468 (发行部)

网 址 www.cnupn.com.cn

三河市鑫利来印刷有限公司印刷

全国新华书店发行

版 次 2010年7月第1版

印 次 2010年7月第1次印刷

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 18.75

字 数 235千

定 价 43.00元

版权所有 违者必究

如有质量问题, 请与出版社联系退换

致谢

感谢美国国家航空和航天局、加拿大国家图书馆、美国大气及海洋管理局、美国国家光学天文台、美国国家公园管理局、美国空军、美国陆军、美国陆军工程兵团、美国农业部、美国农业部林业局、美国农业部土壤资源保护局、美国能源部、美国地质调查局以及美国海军。

作者同样感谢高级编辑弗兰克·达姆施塔特先生和副编辑辛西娅·亚兹贝克女士为本套书的制作、出版付出的努力。

序言

在人类的各个历史时期，人们最大的恐惧莫过于地球的愤怒。尽管科学技术和地质工程已经能够有效地减少这些灾害带给人类的震惊以及带给地球的破坏，但是，一个超出人们所有预料之外的地质事件的发生却是可能的。由于人类的繁衍扩展到了那些具有潜在地质危险或地质状况不稳定的区域附近，我们能够轻而易举地见证那些地球的灾难——正如《圣经》里预言的那样。这些灾害成了无数文学著作和电影的主题。许多学院和大学也提供关于这些灾害的课程，有许多人参加。本书为乔恩·埃里克森所著的《地球的灾难——地震、火山及其他地质灾害》的修订版，它用一种简单通俗的文字，叙述并解释了这些自然灾害。令人感到惊讶的是，文章显得一点都不冗杂。

地球能给我们带来许多种灾害，有一些是剧烈的，有一些是缓慢的。有些能导致大量的生命逝去，有些会造成多数的财产损失，但生命损失可能少些，而有些却是两者兼而有之。本书选择介绍了九种跨越不同类型的地质灾害。第一章介绍了运动不止的地球，并对后面几章的一些内容做了铺垫，介绍了板块构造的现象，以及其他导致许多灾害（主要是地震和火山）发生的板块构造力。第二章叙述了当代许多剧烈的破坏性地震，描述了地震及其造成的灾害、地震伴随的现象以及产生地震断层的地质背景。关于活动地震带的位置和许多地震复发的介绍在板块构造的章节中。第三章首先叙述了与第二章描述的地震类似的几个灾害性的火山喷发，还介绍了火山喷发的物理和

化学作用，在本章中，作者通过实际发生的例子，生动地描绘了其中的每一个过程。最后，作者还把火山置于板块构造的模型当中来分析。

第四章至第十章阐述了关于重力驱动以及与气候相关的地质现象，还讲述了地球外力作用的影响。第四章和第五章分别描述了地球的运动和地壳的下沉，这些灾害是在重力驱动下发生的，由危险的、不稳定的岩石和土层的破坏作用引起。这些现象可以由地震、火山或者其他因素引发。文中给出的许多事例均由地震或火山引起，因为它们构造的景象蔚为壮观。第六章、第七章和第八章介绍的现象和气候有关。河流的两岸、沿海地区，洪水几乎是周期性地发生。当人们居住在洪泛区，或者当某些区域的降水量陡然增加的时候，精心的防洪措施和预测洪灾的有效方法是十分必要的。过度放牧、某些（落后的）耕种方法、地面水和地下水的过度使用导致了土地沙漠化以及伴随而来的沙尘暴。上面提到的这些原因，都是现代文明中的常见现象，并且在随着人口的增加而加剧。向南急剧扩张的撒哈拉沙漠和美国中西部的沙尘暴区往往被用来说明这种灾害的威力。最后一个与气候相关的灾害是冰川。关于这部分的内容，本书介绍大陆冰川的形成和消融，尤其提到了沿海地区的洪灾。

文中的最后两章描述了流星的撞击和大灭绝。在本书中，恐龙的灭绝被归结于流星撞击的影响。不过，其他因素也可能是引起或加速大灭绝的原因，如火山作用和气候变化。人类同样也是一个促使大灭绝产生的原因。

本书融会贯通地讲述了各种自然灾害，却不冗杂，作者通过具体事件，解释自然灾害产生的过程。这种方式使得即使对科学心生畏惧的人读起来也会饶有兴致。该书同时包含有一个术语表，以便准确地定义所用到的科学术语。该书可供高中生、大学生以及其他对自然灾害感兴趣的读者阅读。

——亚历山大·盖茨 博士

简介

从远古时代开始，地质灾害就一直困扰着人类。我们居住在一个运动不止的星球，这里有带来生命和财产损失的毁灭性地震、火山爆发及其他灾害性的地质活动。组成地球外壳的板块混杂地相互作用，不停地改造着地球的外在景观，同时也导致了这些地质灾害（对人类而言）。板块构造作用力也是山脉隆升以及产生一系列地质现象的原因，这种作用力常伴随着地震、火山及其他与地球运动有关的过程而产生。

地震是最具破坏性的自然力量。它能产生大面积的破坏，摧毁整座城市，杀死成千上万的人。火山是仅次于地震的、导致生命财产损失的破坏性自然力量。其他地质灾害有地面的破坏，洪水，沙尘暴等。由于人们大量居住在河水泛滥时形成的河漫滩，所以洪水变得比以前更具有危险性。沙尘暴能够直接威胁到人类的生命并能引起土壤的侵蚀。在持续的间冰期，由于气候不断地变暖，冰川将会消融，引起海平面升高，同时淹没沿海地区。在这个资源有限的星球上，当人口持续地增长且失去控制，我们将面临一个危险的处境，那就是：对于地球而言，我们人类自身成了一个最具毁灭性的因素。

本书最开始介绍了塑造我们的星球的地质力，尔后讨论了由地震断层引起的地面震动的影响，接着分析了火山活动及它对人类文明的危险。之后，本书叙述了由地面的破坏和灾害性塌陷引起的地质灾害。洪水，可能是最广

泛的地质灾害，本书中亦详细地介绍了它的方方面面。冰川消融引起海平面升高，本书也关注运动的冰川的影响。可能最具破坏性的地质力是陨石对地球的撞击。人类是影响环境的另一个重大因素，地球上的动植物正以令人担忧的速度从地球上消失。

修订后的版本对人类文明面临的地质灾害作了更为广阔的描述。爱好科学的人对这一课题格外地感兴趣，同时，阅读本书，也能使他们获得关于这些自然力如何作用于地球的更好认识。学习地质和地球科学的学生将会发现本书对今后的学习颇有帮助。读者将享受该书作者精心组织的清楚易懂的文字。本书还配有大量的图片、详细的图释及精细的表格。书中还提供了完整的术语表，用来定义较难把握的术语，我们的地球生机勃勃、永不止息地运动，塑造了地球的地质过程就是最好的证明。

目录

简表	V
致谢	VII
序言	IX
简介	XI
1 动态的地球	
板块构造活动	
新的地质学 / 活动的地壳 / 地幔对流 / 海底扩张 俯冲带 / 板块相互作用	1
2 地震	
地面的震动	
全球主要的地震 / 危险的区域 / 地震断层 / 地震成因 地震的破坏 / 海啸	27
3 火山爆发	
地球内部物质的流出	
火山爆发 / 地面下的火 / 火山活动 气体爆炸 / 危险的火山	55

4	地球运动	
	边坡物质的破坏	
	滑坡 / 岩滑 / 土滑 / 泥石流	
	海底滑坡 / 土壤侵蚀	83
5	灾害性塌陷	
	地面沉降	
	下沉的地面 / 地面破裂 / 地面沉降	
	火山口的复苏 / 陷落构造	107
6	洪水	
	河水的泛滥	
	灾害性的洪水 / 洪水的种类 / 水循环 / 地表径流	
	流域盆地 / 洪泛地区 / 水文图 / 防洪	133
7	沙尘暴	
	移动的沙子	
	沙漠 / 沙漠化 / 沙漠侵蚀 / 哈布沙暴	
	沙丘 / 干旱的地区	159
8	冰川	
	运动的冰	
	冰川作用 / 极地冰盖 / 大陆冰川 / 冰河	
	冰川涌流 / 海平面上升	189
9	撞击坑	
	宇宙物质的入侵	
	小行星带 / 撞击成坑事件 / 陨石撞击频率 / 陨石的撞击	
	流浪的小行星 / 天外飞石 / 冲击效应	215

10 大灭绝

生命的消失

史上的大灭绝 / 大灭绝的原因 / 大灭绝的影响	
现代的大灭绝 / 大灭绝后的世界	243
结语	269
专业术语	271
译后记	283

简表

1. 世界上的海沟	20
2. 世界上最具破坏力的大地震	28
3. 主要的火山爆发	56
4. 土壤类型简述	105
5. 美国主要洪灾年表	134
6. 全球主要沙漠	164
7. 不同地表的反射率	166
8. 历史上重要的冰期	191
9. 海平面的主要变化	211
10. 世界上主要陨石坑和撞击构造的位置	228
11. 磁场倒转与其他现象的对比	240
12. 物种的分布与灭绝	244
13. 溢流玄武岩火山作用与大灭绝	254

1

动态的地球

板块构造活动

本章介绍了塑造我们这个世界的地质作用力。地球是一个运动不止的星球，隆起的山脉、裂开的峡谷、喷发的火山以及颤抖的地震——太阳系里没有其他任何一个天体有着如此多的与众不同的景观，强烈的风化作用削减高山、凿出深谷，塑造了这些风景。

这些活动是板块构造活动的表现。构造的英文单词是tectonics，它来源于希腊文的tekton，意思是“塑造”。指的是部分地壳的增生、运动和消减。板块活动使得板块在全球范围里运动，从而使得地球一直处于地质演化和生命的更替之中，成为一个生生不息的星球。如果不是板块之间相互作用，从而产生无数的地质现象，地球将变成一个荒无人烟的世界。

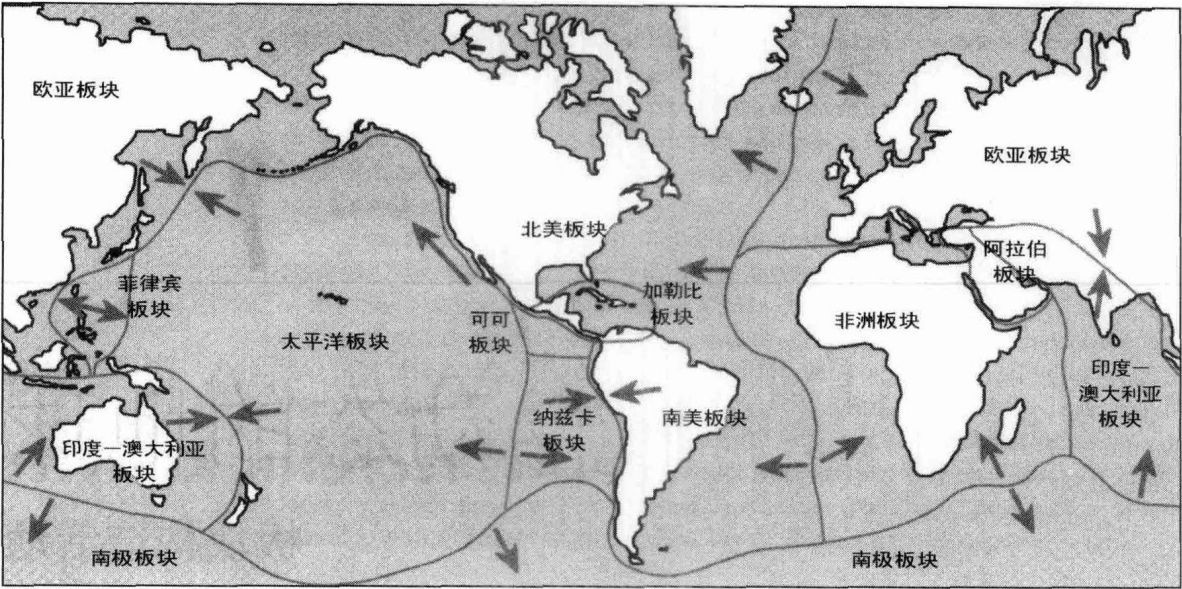


图1
地壳由几个对地球上的地质活动起主要影响作用的岩石圈板块构成

新的地质学

地壳被分成七个主要的大板块和六个次一级的小板块（图1），（也有人把全球划分为六大板块，如最初在1968年给出板块划分的勒皮雄，这种划分，北美板块和南美板块合为一个美洲板块。译者注）这些板块都处于不断地运动之中。板块浮在地幔外层的一个热而软的软流圈上。板块间的相互作用塑造了地球表面的地形地貌。漂浮的板块的面积从几百到上千万平方英里不等，平均厚度为60英里（约97千米）（1英里 $\approx$ 1.6千米，1平方英里 $\approx$ 2.59平方千米）。这种构造十分重要，而且正是因为有了这种独特的地球圈层结构，板块构造活动才得以发生，从而产生地球上的各种地质活动。

岩石圈的板块在会合处有两种不同的边界：一种是离散型板块边界，两个不同的板块在这里相互背离对方；另一类是汇聚型板块边界，两个不同的板块在这里相互碰撞（板块边界还有一种类型即转换断层，译者注）。狭窄的洋中脊和海沟清晰地显示出地壳板块的边缘。但是，大洋板块的边界更宽，宽度能达到几千英里。当两个板块朝向对方运动的时候，地壳就会产生挤压变形。当两个板块背离对方运动的时候，地壳伸展并变薄。不同的板块可以形象地比喻成拼凑得疏松的、相互之间有大裂缝的七巧板。

离散型板块边界在深海底部形成了长长的火山链。在那里，从地幔喷发出来的玄武岩形成新的洋壳，这个过程称为海底扩张。每年，超过4.3立方英里（约179.2亿立方米）的新洋壳通过海底扩张形成。大洋中脊在全球范围内蜿蜒，就像棒球上的缝合线一样，它的延伸长度达40,000英里（约64,374千米），从而形成了地球上最长的连续的地质构造（图2）。一些熔融的岩浆以熔岩的形式从洋中脊喷发出来，冷却固化并拼贴在离散型板块边界的边缘。大量熔融的岩浆周期性地从洋中脊喷发出来，每年形成几平方英里的新洋壳。

在汇聚型板块边界，即俯冲带，洋壳和下面的岩石圈下沉到地幔中去，形成洋底的深海海沟。当两个板块碰撞时，由于密度较大，受到较小浮力的洋壳俯冲到大陆地壳或年轻的洋壳之下。俯冲带的位置以世界上的深海沟为标志。

当老的洋壳俯冲到地幔中时，它将被熔化，并通过一个连续的地壳增生的模式，形成新的玄武岩。通过这种方式产生的岩浆最终会喷出地表。在俯冲带的临近会发生强烈的岩浆喷发作用，形成一个火山链，即岛弧。如果把俯冲带首尾连接，它们能整整绕地球一圈。在太平洋的西部和北部边界，洋壳俯冲到地幔的速率通常为每年4英寸（约10厘米）。但是，在南太平洋斐济岛的正东部的汤加海沟，大样板块正在以超过9英寸（约22.9厘米）/年的速率拖着澳大利亚向一个深达35,000英尺（约10,668米）的深海沟中俯冲。

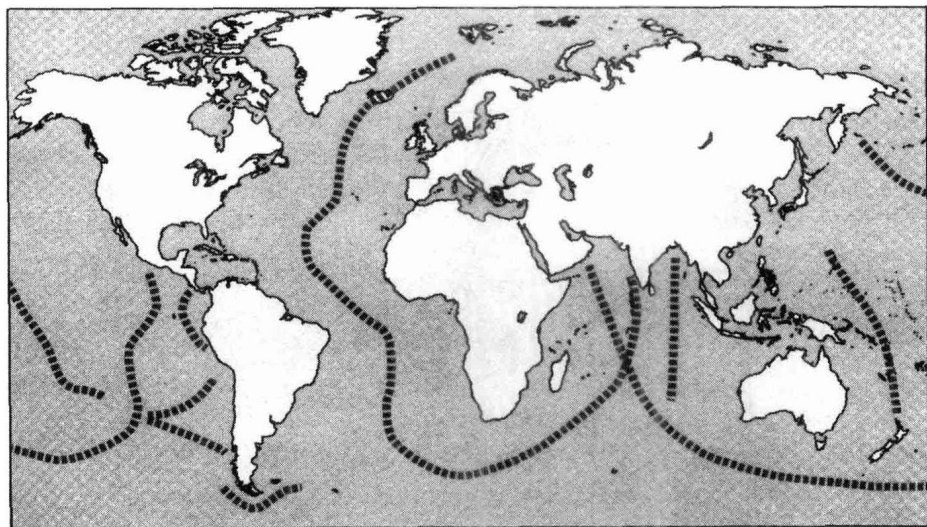


图2

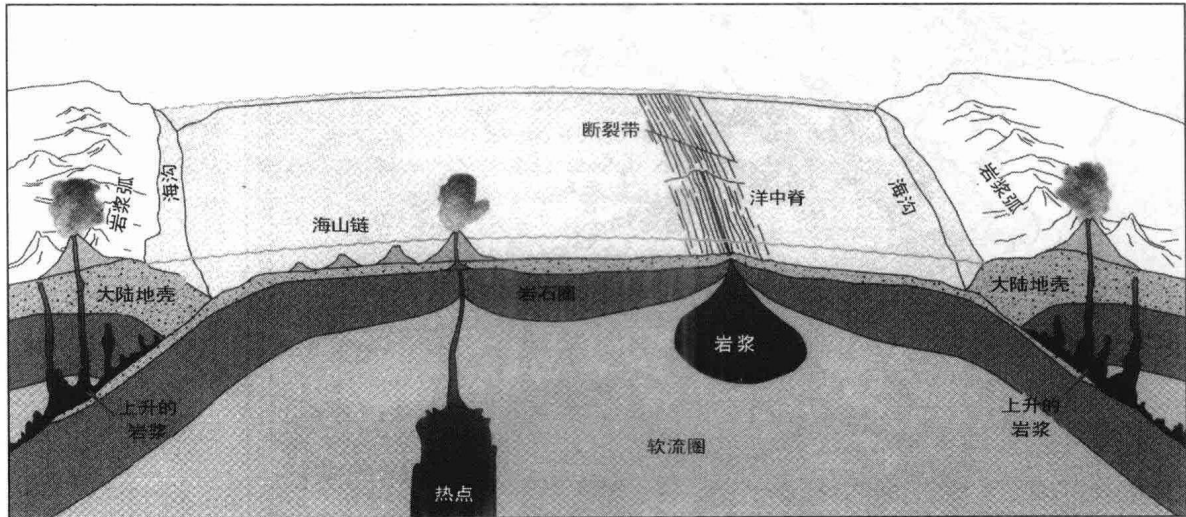
大洋中脊，地壳板块在这里分离，形成世界上范围最大的火山链以及强烈的火山活动的中心

从附近的大陆和岛弧上剥蚀下来的沉积物在大洋地壳上沉积下来，俯冲的洋壳就携带着这些沉积物向海沟中俯冲，所以在海沟处堆积了大量的沉积物。当板块向地球内部俯冲的时候，大部分的这些富含水的沉积物随着板块俯冲下去。这些水的总量远多于俯冲带的火山喷发带出来的水分。热和压力会使俯冲的板块中的岩石脱水。然而，这些流体所有的流向还是一个谜。从俯冲板块中释放出来的一部分流体和上覆地幔中的岩石发生反应，使岩石部分熔融，形成低密度的矿物，缓慢地上升到地表海底。在地表喷出蛇纹岩形成泥火山，蛇纹岩由石棉类矿物组成，是在俯冲带上部由地幔中的橄榄石和水相互作用而成。

在洋中脊岩浆喷发形成的大洋地壳在俯冲带被消减，这是地球表面岩石圈板块得以运动的原因（图3）。世界上主要的俯冲带大都环绕在太平洋周边。板块俯冲给太平洋边缘带来了强烈的地震活动，形成著名的环太平洋地震带（类似环太平洋火山带，因其大面积的火山活动而闻名）。当大洋板块插入到地幔中时，它将被重新熔化，为俯冲带上部的火山提供新的岩浆。这些岩浆活动在太平洋中形成狭长的岛链，在大陆上则形成火山。

像船只冻结在北极的浮冰里那样，岩石圈板块携带着环绕地球表面的大陆地壳。地壳主要由花岗质和变质的岩石组成，大陆主要由变质岩构成。由于大陆地壳包含一些较轻的物质，有较大的浮力，所以漂浮在地球的表面。不过，在过去的40亿年里，板块构造使相当大数量的大陆地壳以俯冲的形式被带到地幔中并进行物质循环。同时，在这段时间里，大约有20个相当于现代海洋面积的洋壳也消失在地幔中去了。

图3
洋中脊和俯冲带是地球表面岩石圈板块得以运动的原因



板块碰撞在大陆上形成高大的山脉，在洋底形成火山岛。当大洋板块俯冲到大陆板块下面时，就会形成蜿蜒的山链（如南美的安第斯山）和火山山脉（如美国西北太平洋的喀斯喀特山。圣海伦斯火山就处于这个山系当中，这是在北美大陆爆发的最大的火山喷发之一（图4）。板块的分裂产生新的大陆和海洋，板块的碰撞拼接产生超大陆。在地球存在的大部分的时间里，大陆板块都处于不断的张裂和拼合当中。

距今最近的大陆裂解和漂移发生在距今1.8亿年前（图5）。那时一个超大陆——泛大陆（希腊语中意思是所有的陆地）沿着现在的大西洋中脊张裂。上升的岩浆沿着大西洋中部形成海底火山山脉，交织在环绕于大西洋海盆的陆地中间。扩张的洋中脊形成新的洋壳，大西洋中脊是全球扩张的洋中脊的一部分。来自地幔深处的熔融岩浆在板块边界形成新的玄武岩，形成新的岩石圈。

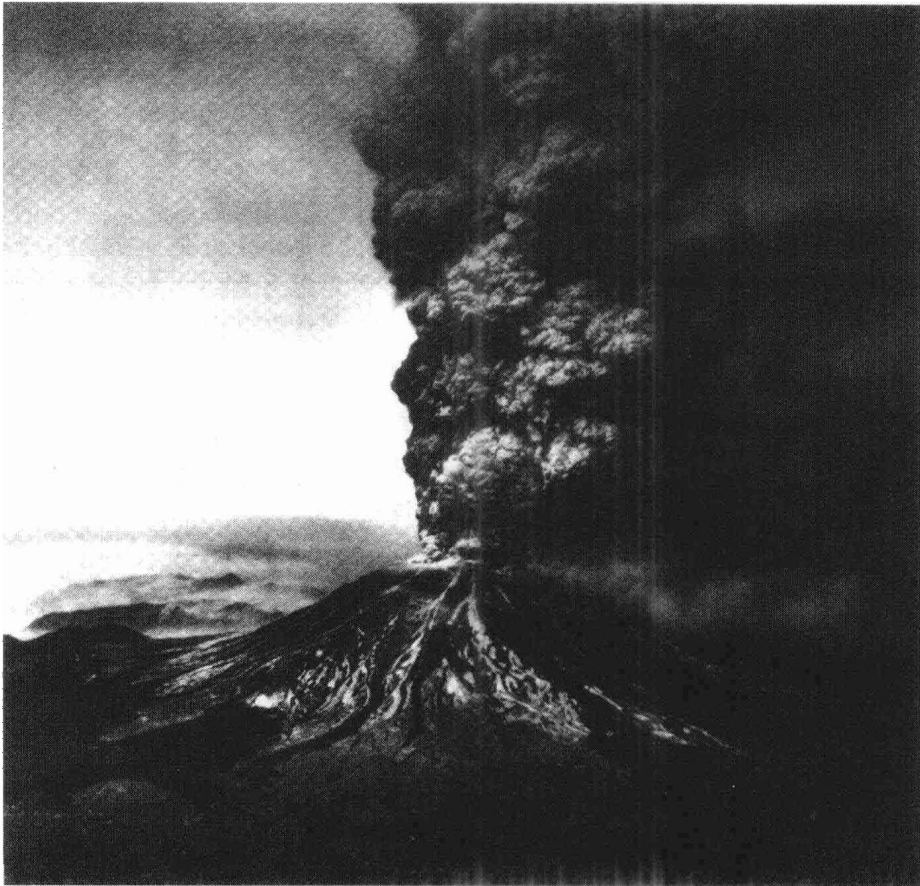


图4

华盛顿州的圣海伦斯火山在1980年5月18日喷发（美国能源部友情提供）