

洪汉净 编著

火山的奥秘

北京出版集团公司
北京出版社

火山对人类有哪些危害？ 地球深处的巨大能量怎样运转？ 为何人类对火山又恨又爱？
怎样应对火山喷发后的灾害？ 到火山区旅游应注意什么？



火山的 奥秘

洪汉净 编著

北京出版集团公司
北 京 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

火山的奥秘 / 洪汉净编著. — 北京 : 北京出版社,
2017. 11

ISBN 978-7-200-13253-3

I. ①火… II. ①洪… III. ①火山—普及读物 IV.
①P317-49

中国版本图书馆CIP数据核字 (2017) 第224476号

火山的奥秘

HUOSHAN DE AOMI

洪汉净 编著

*

北 京 出 版 集 团 公 司 出 版
北 京 出 版 社

(北京北三环中路6号)

邮政编码:100120

网 址 : [www. bph. com. cn](http://www.bph.com.cn)

北 京 出 版 集 团 公 司 总 发 行

新 华 书 店 经 销

北 京 建 宏 印 刷 有 限 公 司 印 刷

*

787毫米×1092毫米 16开本 9.625印张 113千字

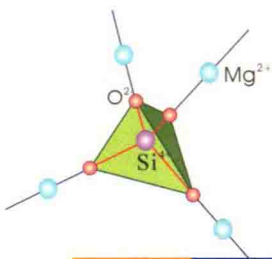
2017年11月第1版 2017年11月第1次印刷

ISBN 978-7-200-13253-3

定价:46.00元

如有印装质量问题,由本社负责调换

质量监督电话:010-58572393



序言

INTRODUCTION

提到火山的时候，我们往往感到陌生和恐惧，其实这个喜怒无常的家伙也有很多可爱之处。著名的法国火山学家卡夫特夫妇说过：“最美妙的是，当你睡在活火山上的时候，你就这么感到这头大象的震动，就这么住在这头动物的脊背上，然后觉得你是在某个活生生的东西里面。”

平常火山静静地躺在那里，几十年、几百年、几千年，甚至几万年，安如磐石。人们视之如同大地，厚德载物。可如若火山一旦醒来，地动山摇，喷出万千炽热熔化的石块和碎屑，奔腾咆哮，荡涤一切，惨绝人寰。

火山喷发的景象就像朝霞一般，形态万千，绚烂又短暂。有时像喷泉，只不过喷出的是钢水般的熔岩；有时像大炮抛射滚烫的石弹，却不需士兵装弹填药；有时像原子弹爆炸的蘑菇云造成杀伤和破坏，却没有核辐射。火山爆发是大地所能给予的最神奇的景象。

火山使人们对它又恨又爱：火山灾害种类繁多，有熔岩流、火山弹、火山灰、碎屑流、涌浪、火山泥流、岩崩、酸雨和有毒气体等；火山喷发时造成巨大的灾难，大量地毁灭生命。1815年印度尼西亚坦博拉火山喷发，造成9万多人死亡。然而火山区也常常是旅游区，周围往往是人口密集居住区。一位冰岛学者对我说：“冰岛人感谢火山与地震。”他解释说，火山带来了能源，而地震为这些热能提供了通道，他们非常感谢大自然的赐予。

我们只有一个地球，舒适的地球家园不仅需要大气和水，不仅有各种生命，不仅有坚固的地表，还需要有高山、大海、盆地。为各式各样的动植物提供它们所需要的不同的海拔与气候。为此我们需要有板块运动，还需要地震来进行地壳运动，也需要火山岩浆活动来完成热量的交换。火山的岩浆活动，类似地球的血脉，通过形形色色的大河、小沟，把各种矿物、气体，带到地球各

个部位去。

火山的形成涉及多种多样的物理化学现象，不仅有液态岩浆的运移与喷发，还有岩浆气泡的析出与碎裂、火山毒气的逸出；它是热能的积累与释放，同时又需要围岩的破裂而形成岩浆通道；它是热与力结合的物理过程，又包括一系列岩浆分异、混染等地球化学过程。

本书将为你揭开火山神秘的面纱。虽然火山有很多现象涉及比较深奥的道理，作者还是希望尽可能地把道理讲透。

第一部分介绍火山活动的3种产物。第1章“火山喷发柱”，介绍火山灰、火山碎屑与浮岩等与火山喷发柱有关的产物；第2章“流动的石头”，介绍熔岩流的形态与特征；第3章“成长的山丘”，介绍熔岩锥与碎屑锥。

第二部分介绍地幔中火山岩浆的生成。第4章“岩石怎么熔化”，介绍岩浆怎样在软流圈中生成；第5章“火山在哪里喷发”，介绍3种火山的成因及其与板块的关系。

第三部分介绍地壳中岩浆囊的形成、破裂、上升与爆炸过程。第6章“岩浆囊的形成”，介绍地幔中岩浆的运动及地壳中岩浆囊的形成；第7章“地幔对流与岩浆”，介绍地幔对流与岩浆活动的关系；第8章“打开地壳的咒语”，介绍与火山喷发有关的力学知识；第9章“岩浆的爆炸”，介绍与爆炸式喷发有关的物理过程。

第四部分介绍人与火山的关系。第10章“火山喷了怎么办？”，介绍火山灾害及其应对办法；第11章“与火山共存”，谈谈与火山共存之道。

了解火山的奥秘，可以使我们更加了解火山等地质灾害的发生过程，不至于在灾害来临时手足无措。全面了解火山的奥秘将会让你改变对地球的看法，使我们更加理解地球运营的机理，更加珍惜我们的家园。



C 目录 Contents

第1章 火山喷发柱

火山最猛烈爆发的喷发柱是怎样产生的？
火山灰颗粒及其气溶胶质点对大气有什么影响？
为什么踏着浮岩筏可以漂洋过海？

- 1 潘多拉盒子与火山神 / 002
- 2 火山灰、火山渣与浮岩 / 004
- 3 火红的晚霞 / 006
- 4 延误的航班 / 008
- 5 雾霾与火山灰霾 / 010
- 6 水上的浮岩筏 / 011



第2章 流动的石头

火山岩为什么长满窟窿？
火山岩喷出地表称为熔岩，它为什么会流动？
它是怎样流动的？
为什么有的熔岩流得快，有的熔岩流得慢？



- 1 石海与火河 / 014
- 2 流动性与黏滞性 / 016
- 3 浑身窟窿的石头 / 018
- 4 熔岩流的表面 / 021
- 5 火红的熔岩湖 / 023

第3章 成长的山丘

为什么地中海会有天然灯塔？

火山是怎样长出来的？

火山锥有碎屑锥和熔岩锥，碎屑锥是怎样形成的？

熔岩丘的垮塌为什么很可怕？

1 天然的灯塔与高山上的焰火 / 026

2 玉米地里长出的山 / 028

3 五大连池老黑山的诞生 / 029

4 不断隆升的熔岩丘 / 031

5 熔岩丘的崩塌 / 033

6 蒙塞拉特岛火山预报的困惑 / 034

7 日本云仙岳火山的悲剧 / 035



第4章 岩石怎么熔化

岩石为什么会熔化？

部分熔融是怎么回事？

岩浆熔化的3个原因是什么？

岩浆在地球深处的哪些部位生成？

为什么岩浆主要来自软流圈？

1 越往地下越热 / 038

2 岩石熔化的温度 / 040

3 部分熔融 / 042

4 水分促进熔化 / 044

5 岩浆形成的3种情形 / 047



第5章

火山在哪里喷发

地球板块有哪3种边界？

火山主要与哪两种板块边界有关？

火环是怎样形成的？

什么是热点？

为什么挤压板块发生那么多灾难性火山喷发？



1 地球表壳的3种裂缝 / 050

2 火环 / 053

3 地球的热点 / 056

4 洋脊 / 058

5 大陆内部的火山 / 060

第6章

岩浆囊的形成

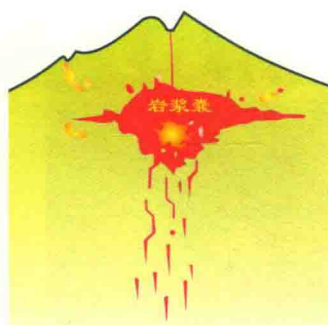
岩浆为什么会从深部上升？

地下为什么会有浮力？

什么是压力差？

岩浆平常停在什么地方？

地下的岩浆囊是像一池的水，还是像海绵里的水？



1 地球内部的压力 / 064

2 地下深处的浮力 / 066

3 岩浆为什么会上升 / 068

4 岩浆停在什么深度 / 069

5 什么是岩浆囊 / 070

6 岩浆囊里的故事 / 072

第7章 地幔对流与岩浆

什么是地幔对流？

液态的岩浆活动和准固态的地幔对流是什么关系？

火山给地球表面带来什么？

怎样描述火山喷发的规模？

1 层流与对流 / 078

2 流动的固体和地幔对流 / 080

3 地球的血脉 / 083

4 地球深处的蘑菇云 / 085

5 火山带来的矿藏 / 086

6 火山气体 / 087

7 火山喷发的规模 / 089



第8章 打开地壳的咒语

火山喷发时岩浆是如何从岩浆囊上升的，或者说地壳之门是怎样打开的？

为什么火山地震往往是小震群？

什么是超级火山？它们是怎样形成的？



1 大山的颤动 / 092

2 力、应力与破裂 / 096

3 压力与应力的相互作用 / 098

4 为什么火山地震往往是小震群 / 100

5 岩浆在裂隙中的上升 / 102

6 大规模硅质喷发的原因 / 103

第9章 岩浆的爆炸

岩浆中的气泡在喷发中起什么作用？

为什么说爆发是气体驱动的喷发？

爆炸式火山喷发是怎样形成的？

岩浆里的气泡的破碎为什么那么危险？

1 啤酒里的气泡与火山岩的气泡 / 108

2 香槟酒的喷射和气体驱动的喷发 / 109

3 岩浆气泡流的碎裂 / 111

4 果酱的爆发 / 113

5 岩浆水热爆炸与美丽的玛珥湖 / 114



第10章 火山喷发了怎么办？

火山灾害与地震灾害有什么不同？

熔岩流、火山碎屑流、火山泥石流这三种火

山流有什么可怕之处？

住在火山附近怎么办？

到火山区旅游探险要注意什么？

1 火山与地震灾害的差别 / 118

2 火山有哪些主要灾害 / 121

3 火山灾害的应对 / 124

4 住在火山附近 / 126

5 到火山旅游探险 / 129



第11章 与火山共存

火山对人类有什么好处？

为什么火山区仍有那么多人居住？

冰岛人与意大利人是如何与火山抗争的？

火山的黑色烟囱与生命的起源有什么关系？

人类与火山能和谐共处吗？

1 与火山共处 / 134

2 冰岛人的消防水管 / 137

3 意大利西西里岛与火山的抗争 / 138

4 生命的起源，黑色烟囱 / 140

5 人与火山的和谐共处 / 143



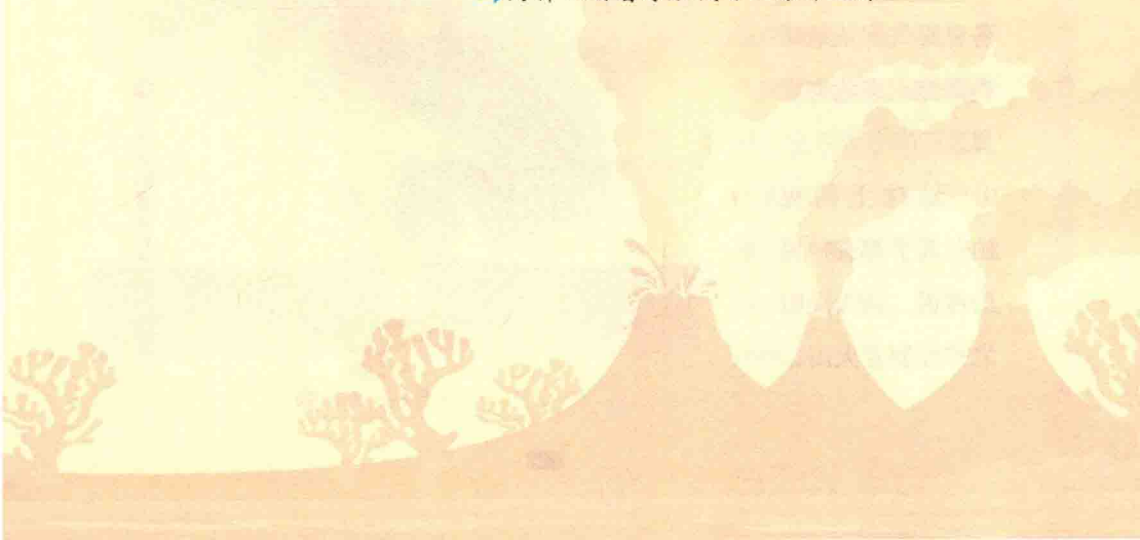


第1章

Chapter 1

火山喷发柱

- 火山最猛烈爆发的喷发柱是怎样产生的？
- 火山灰颗粒及其气溶胶质点对大气有什么影响？
- 为什么踏着浮岩筏可以漂洋过海？





1 潘多拉盒子与火山神

有一个渔夫和装在瓶子里的魔鬼的故事，讲的是一个渔夫捕鱼收网的时候，发现网里有一个古旧瓶子，他把瓶塞打开，一股浓烈的烟雾喷出来，徐徐冒出一个比山还大的巨魔。这就是瓶子里的魔鬼的故事。

在古罗马神话中，潘多拉就是由火神伍尔坎（Vulcan，火山Volcano就源自这个单词）制造的魔盒。一旦这个魔盒被开启，只要盖子有一丝松动，那缕缕青烟就会升腾起来，挡不住也压不下去。各种精通混沌法力的邪灵从里面跑出来危害世界。这个景象与火山喷发很像，火山的通道一旦打开，各种熔岩、碎屑，各种毒气都从地球内部跑出来危害世界。

地球上的火山，几乎都有神灵的传说，认为火山之神控制着火山，



瓶子里的魔鬼和喷出的烟雾

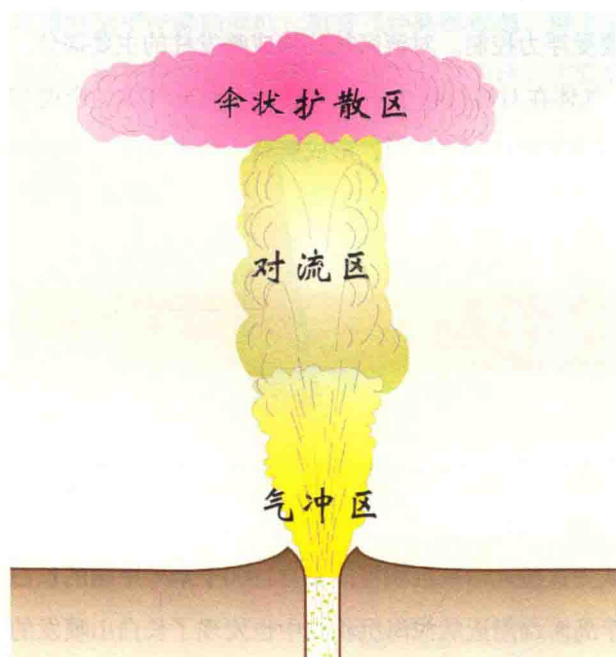


造成地震和毁灭性的火山喷发。在印度尼西亚，很多人都相信，默拉皮火山就是世界的中心，默拉皮火山内部，有座天神之城。古老的火山之神，从火山口升起或落下。

潘多拉魔盒喷出的烟雾中有各种危害世界的邪灵。现代火山喷发虽然没看见有什么妖魔鬼怪，但是从火山口喷出的喷发柱和潘多拉魔盒喷出的烟雾与各种邪灵类似，也是危害人类的。在爆炸式火山喷发中，岩浆向上喷出经过出溶面和碎屑化面之后，可能以声速喷出大量熔岩碎屑和各种气体，形成喷发柱。一次2级左右的小喷发，喷发柱高度就有1~5千米，3级喷发可达到3~15千米，4级喷发高10~25千米，大部分超过对流层（高7~11千米），5级以上的大喷发已经到达或超过平流层的顶部：5级25~45千米，6级30~50千米，7级35~55千米，8级40~55千米。中型以上的民航飞机通常在海拔7~12千米的高空飞行。3级以上的喷发就可能影响飞机的航线。

喷发柱从下到上分为3个动力学过程不相同的区：气冲区、对流区与伞状扩散区。

（1）刚从火山口喷出时，热的气体和软的岩浆滴混合而成一种超声速喷出的气流，离开火山口后压力迅速下降。在喷发柱的下段，气流的运动主要受火山爆发产生的气体快速运动所控制，称为气冲区。



① 喷发柱的分区



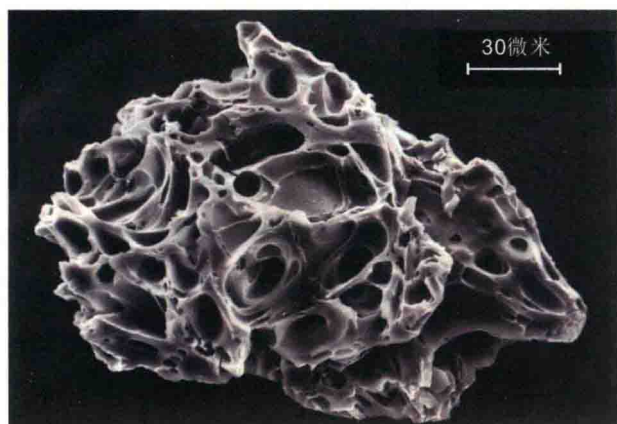
❶ 美国圣海伦斯火山1980年爆炸式喷发模式图

(2) 上升过程中, 由于空气的加入, 混合气体的密度逐渐减小。随着位置的升高, 喷出动量的影响已经很小。这时, 气体进入了对流区, 主要能量来自火山灰的热能, 运动主要受浮力控制。对流区往往构成喷发柱的主要部分。

(3) 在对流区顶层, 气体在对流过程中不断冷却, 当混合气体的密度与周围空气相同时, 物质的运动主要是水平扩散, 形成蘑菇头的伞状区。

2 火山灰、火山渣与浮岩

在日本北海道的地层中发现有一层5~6厘米厚的火山灰沉积, 这种火山灰与日本的火山喷发不能比对, 也就是说, 它的化学成分不同于日本火山喷发的岩浆。经过寻找, 科学家认为这些火山灰沉积可能来自1300千米外中国的长白山。不久之后, 在更远的千岛海沟附近的深海沉积物中也发现了长白山喷发的火山灰。

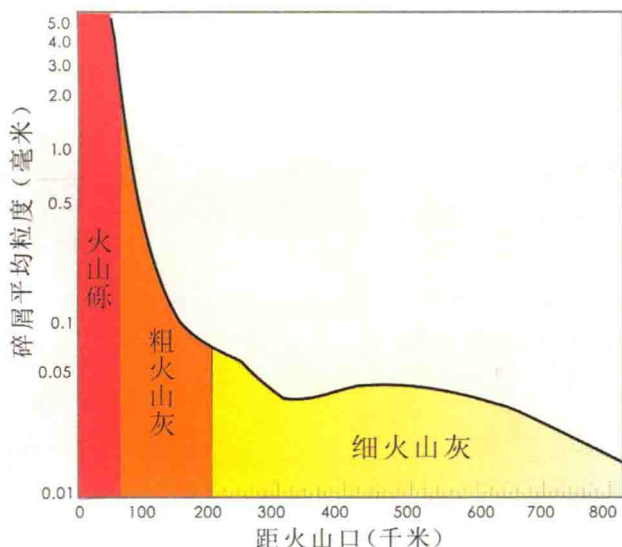


① 在电子显微镜下的火山灰颗粒

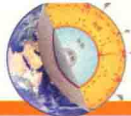
当喷发柱进入伞状区，靠水平扩散向外传播的物质主要是火山灰，它将随着当地的风向外飘散。火山灰指粒径小于2毫米的喷发物，最小的可以达到1微米。酸性的流纹岩岩浆通常比基性的玄武岩岩浆爆炸性强，产生的

火山灰也细一些。

喷发物大于2毫米、小于6.4厘米的称为火山砾，其中炉渣状的火山砾称为火山渣。火山渣是多孔而且往往是富含镁铁的玻璃质。它是富含气体的熔浆碎片喷到空中冷凝而成的，所含气体膨胀逃逸，留下了大大小小的气孔，通常为黑色、深灰色、红色和棕色，含有较少的硅。主要成分为安山岩和玄武岩。分



① 喷出的火山灰颗粒随喷发距离而变小



布于火山口的周围。

还有一些比火山渣更轻的浅色喷发物，称为浮岩。浮岩中的气泡约占岩石总体积的70%以上，比火山渣多，而且气泡间的火山玻璃和矿物比火山渣薄，因而可以浮于水面之上，故被称作浮岩。浮岩大部分为灰白色，属流纹质，一些灰色浮岩属于中性岩但靠近流纹质。

喷发物大于6.4厘米的称为火山弹或火山块，大部分从火山口弹射到附近的山坡上。

3 火红的晚霞

印度尼西亚坦博拉火山1815年喷发，当细粒的火山灰和气溶胶喷发到50千米的高度进入同温层后，在赤道上空盘旋多日。喷发后3个月这些喷发物扩散到高纬度，引起鲜明的红色落日晚霞。

在印度洋的塞舌尔群岛，太阳好像是雾中的夕阳，天空是火红色的。在巴



火红的晚霞