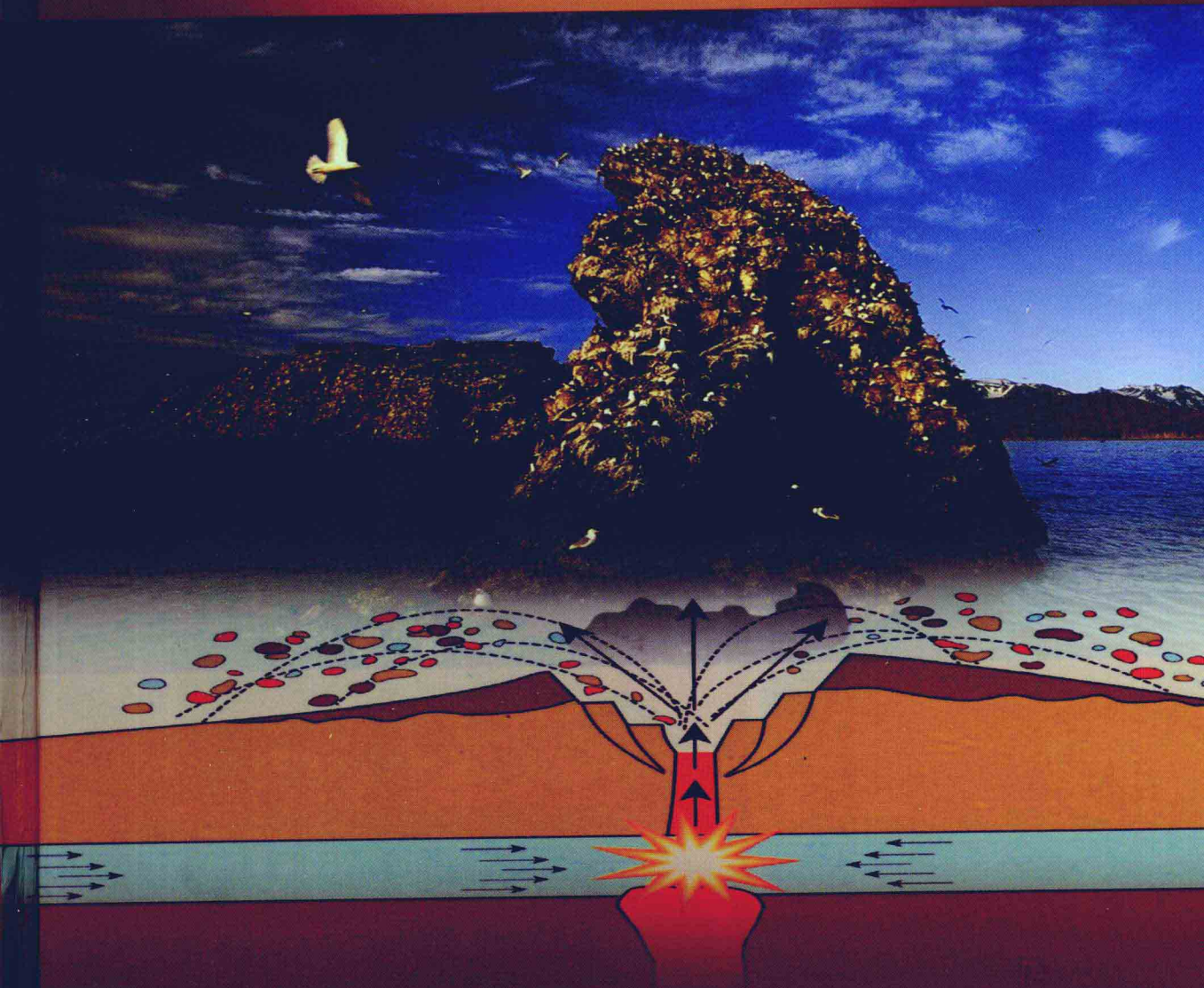


西班牙加那利群岛 火山地质

(西) 弗朗西斯科·安吉塔 等著
吴河勇 门广田 刘文龙 等译



石油工业出版社

西班牙加那利群岛火山地质

[西] 弗朗西斯科·安吉塔等著

吴河勇 门广田 刘文龙 雷茂盛
常玉珠 霍凤龙 李兴伟 等译

石油工业出版社

内 容 提 要

本书以简洁生动的语言和大量的图片资料描绘了西班牙加那利七群岛火山形成的大地构造背景、演化过程及地质概况,并提供了认识程度较高的野外考察路线,从地质学角度反映了当今世界对火山的研究水平,可扩展广大地质工作者的视野。

本书适合从事油气田勘探开发的科技人员及大中专院校的师生参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

西班牙加那利群岛火山地质/(西)安吉塔著;吴河勇,门广田等译.
北京:石油工业出版社,2009.10

ISBN 978-7-5021-7384-5

I. 西…

II. ①安…②吴…③门…

III. 火山-地质构造-研究-西班牙

IV. P588.14

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 162049 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www.petropub.com.cn

编辑部:(010)64523560 发行部:(010)64523620

经 销:全国新华书店

印 刷:石油工业出版社印刷厂

2009 年 10 月第 1 版 2009 年 10 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:11.25

字数:296 千字

定价:115.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

编译者的话

自 2001 年松辽盆地北部深层火山岩发现大型岩性天然气藏,一时间火山岩储层成为油气勘探的新热点。相对于常规的沉积岩储层研究来说,火山岩既有沉积岩的一些性质,更多具有其自身独有的特点。为了更深入地研究火山岩,为深层火山岩油气勘探提供地质指导,认清火山岩岩性、岩相、储层分布规律,2006 年 1 月,大庆油田公司勘探开发研究院派出了现代火山岩考察团,对世界火山研究水平较高、火山类型多样、火山地质情况相对复杂、借鉴意义较大的西班牙特内里费等火山岛组成的加那利群岛进行了为期 14 天的考察。考察主要以野外踏勘为主,期间西班牙马德里大学(Universidad Complutense de Madrid)世界著名火山岩学者弗朗西斯科(Francisco Anguita)教授提供了详尽的讲解,考察团成员与弗朗西斯科教授就火山的成因、分布等问题进行了广泛深入的探讨与交流,收获很大。

为了同广大勘探地质工作者分享本次考察的成果,考察团决定结合踏勘考察实践,在征得弗朗西斯科教授的授权许可后,决定翻译出版他的专著《西班牙加那利群岛火山地质》(Los volcanes de las Canarias: Guía geológica e itinerarios)。本书内容翔实,深入浅出,较为详细地介绍了西班牙加那利七群岛火山形成的大地构造背景、演化过程及地质概况,并提供了认识程度较高的野外考察路线,既能反映当前世界火山的研究水平,又可扩展广大火山地质工作者的视野。因此,在当前火山研究“热”的情况下,无论是从矿产资源开发还是从减灾防灾预测多个角度,译介此书都非常有意义。

本书作为此次西班牙加那利群岛地质考察交流成果之一,经过全体翻译人员的努力,终于完稿了。欣喜之余,我们又深感不安:由于东西方文化有别、认识观点差异等原因,在翻译过程中疏漏之处在所难免,恳请专家、学者批评指正!

前 言

加那利群岛是如此美丽,当看到无法想像的自然美景时,第一次考察加那利群岛的人都会涌出一种奇妙的感觉。人们会问:为什么会有 Roque Nublo(西班牙语:Roque 意指石头,Nublo 意指云雾。是一块高约 80 米的巨型独石碑,由 450 万年前的火山喷发形成,常年被云雾笼罩)?为什么会有大加那利岛?为什么会有富埃特文图拉岛上的沙丘?又为什么会有特内里费岛?

如果说这本书解决了所有的问题,那是不现实的,科学家还在就诸如“为什么会形成加那利群岛”这样的基本问题进行讨论。此书通过图解的方式,沿着考察线路,让人们看到每个岛上最有地质特色的地方,向考察者展示每个岛屿以及加那利群岛的地貌、构造及形成演化方面的情况(群岛以及与其有关的非洲大陆部分)。图解是简明的:第一章阐述什么是火山以及它为什么会出现;第二章总体介绍加那利群岛并且讨论它的起源;之后逐个讲解每一个岛屿。

我们力求用通俗的语言,让读者了解加那利群岛火山之自然美产生的原因。

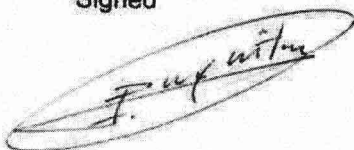
作 者

Authorization

I undersigned Francisco Anguita authorize Mr Wu Heyong and Mr Men Guangtian of the Daqing Oil Field Co. Ltd. Exploration and Development Research Institute to translate the book

"Los volcanes de las Canarias: Guía geológica e itinerarios"
written by me, and to publish it in Chinese version in China.

Signed

A handwritten signature in black ink, enclosed within an oval-shaped line. The signature appears to be 'F. Anguita'.

Francisco Anguita

On August 28th, 2007

目 录

第一章 火山概述	(1)
一、岩浆的产生	(2)
二、岩浆的上升过程	(5)
三、岩浆与火山岩的种类	(6)
四、火山喷发	(6)
五、火山喷溢物	(7)
六、喷溢式火山机构	(10)
七、火山碎屑物	(10)
八、爆炸式火山机构	(12)
第二章 加那利群岛:火山博物馆	(15)
一、大西洋上的七岛风光	(15)
二、岛屿的出现	(24)
三、加那利群岛下方存在热点吗?	(28)
四、不存在的断层和获得认可的假说	(31)
五、我们仍然未知的事	(34)
第三章 兰萨罗特岛:火之岛	(36)
一、地貌	(36)
二、地质单元	(37)
三、构造	(39)
四、兰萨罗特岛的演化	(41)
五、地质考察路线	(43)
路线1 La Corona 火山:火山口和熔岩	(43)
路线2 Verdes 熔洞:火山内部	(46)
路线3 El Golfo 火山机构:岩浆房的演化史	(46)
第四章 富埃特文图拉岛:起源之谜	(51)
一、地貌	(51)
二、地质单元	(54)
三、构造	(60)
四、富埃特文图拉岛的演化	(60)

五、地质考察路线	(62)
路线1 从海底到岩浆房	(62)
路线2 一个标志性的粗面岩穹丘	(65)
第五章 大加那利岛:遗失的火山	(68)
一、地貌	(68)
二、地质单元	(71)
三、构造	(75)
四、大加那利岛的演化	(77)
五、地质考察路线	(80)
路线1 北海岸	(80)
路线2 破火山口	(82)
路线3 层火山	(84)
路线4 侧翼塌陷	(87)
第六章 特内里费岛:巨大金字塔	(90)
一、地貌	(90)
二、地质单元	(94)
三、构造	(99)
四、特内里费岛的演化	(100)
五、地质考察路线	(102)
路线1 从崩流峡谷到火山体顶部	(102)
路线2 火山之心	(103)
路线3 穿越 Las Cañadas 火山	(106)
路线4 古老的火山机构	(110)
第七章 戈梅拉岛:一座沉睡中的岛屿	(112)
一、地貌	(112)
二、地质单元	(114)
三、构造	(118)
四、戈梅拉岛的演化	(120)
五、地质考察线路	(122)
路线1 一座被压缩的环礁	(122)
路线2 形状千奇百怪的岩石	(124)
第八章 拉帕尔玛岛:火山之下	(128)
一、地貌	(128)

二、地质单元	(129)
三、构造	(135)
四、拉帕尔玛岛的演化	(136)
五、地质考察路线	(138)
路线1 安古斯蒂亚峭壁下的海下火山	(138)
路线2 沿着火山之路观察火山口和 1949 年火山喷发出的熔岩	(140)
路线3 特内几亚火山	(145)
第九章 耶罗岛:一个坐落在大西洋上的阳台	(150)
一、地貌	(150)
二、地质单元	(153)
三、构造	(156)
四、耶罗岛的演化	(157)
五、地质考察路线	(160)
路线1 Golfo 火山	(160)
路线2 南部的绳状熔岩	(162)
推荐书目	(163)
专业词汇目录	(164)



第一章 火山概述

当我们谈起火山,通常会想到一个被截断的圆锥体形、上面还冒着一缕缕烟雾的山(图 1.1,图 1.2)。我们还会想到夏威夷群岛的火山喷泉一样喷出炙热的物质,以及由红色的熔融物质组成的河流一样流过地表的熔岩流(图 1.3,图 1.4)。其实,火山的类型有很多,其喷发的形式也多种多样。从纯粹的物理学角度来看,火山是地球内部的熔融物质和气体离开地表的地方。火山的科学名称是火山机构(edificios volcánicos)。孩子们所画的火山,是火山喷发出的物质在喷发点周围堆积而成的堆积物。总之,火山的形成需要三个步骤:(1)熔融物质在地球内部形成;(2)熔融物质的上升;(3)熔融物质溢出地表。如我们所见,这三个步骤的各种变化可以表现所有的现象和火山的形状。



图 1.1 1980 年灾难性大爆发之前的圣海伦斯火山(位于美国西北部)(转载自美国地质调查局)



图 1.2 菲律宾马荣火山爆炸式喷发(转载自美国地质调查局)



图 1.3 夏威夷火山喷发中的熔岩喷泉
(转载自美国地质调查局)

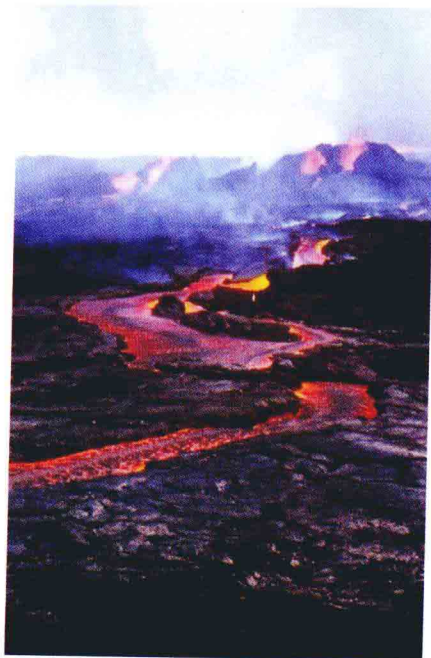


图 1.4 夏威夷基拉韦厄火山的熔岩流
(转载自美国地质调查局)

一、岩浆的产生

岩浆是从火山中溢出地表的蒸汽、熔岩和固体矿石的混合物。那么,这些熔化的岩石来自地球内部的哪个地方呢?我们通过地震能了解地球内部的主要组成部分及其物理状态:借助地震所产生的震动(即地震波)的扩散,我们可以计算出这些矿石的硬度、密度以及其他特性。对地震波的分析结果显示:地球可分为同一球心的三个圈层:地壳,地幔和地核(图 1.5)。地壳,地幔和地核是三大组成部分。岩石圈十分坚硬,而地幔的其他部分都是软的。

地球物理和地球化学方面的资料(还包括出现在地表的一些深层物质)表明地幔是由一种名为橄榄岩的岩石组成的。当我们加热一块橄榄岩,岩石便会发生部分熔融。产生的熔融物质是玄武岩岩浆(地球中蕴含量最丰富的岩浆);与此同时,剩余那部分未发生熔融的物质是由橄榄石矿物晶体组成的。那么,我们经常玄武岩中找到橄榄石这一事实,基本上可以说明橄榄石产生于地幔中发生了部分熔融的橄榄岩岩浆。这种岩浆被称为原始岩浆,它主要在深度为15~100千米之间的地方流动。

另一方面,地震波传递的信息还告诉我们,地幔是呈固体状态的。然而,如果遇到以下情况,地幔会熔化(图 1.6):(1)温度升高;(2)压力下降;此外,温度升高,含水量增加,也可以使地幔熔化。在地幔中,这三种情况经常发生。在强大的力的挤压下,地幔的最上层(包括地壳

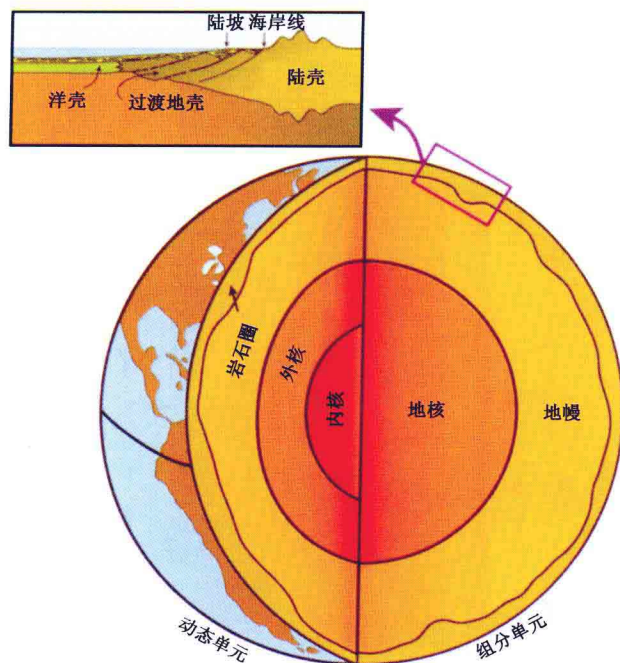


图 1.5 由地震数据推测的地球的内部结构

即所谓的岩石圈,图 1.5)会破裂成多个板块。这些板块相互挤压移动,我们将这一活跃的运动称为板块构造运动(图 1.7)。

火山并非随意地分布在地球上,而是主要集中于板块的边缘。在大洋中脊或者生长边界,板块的分离使得处于其下的地幔中的压力下降,地幔因此而熔融(图 1.6),大洋中脊是地球上火山活动最活跃的地方,由火山岩构成的海底地壳就产生于那里。在消亡边界以及板块俯冲带(一个板块下插到另一个板块下方的区域),上下两个板块的摩擦产生了大量的热。当压力增大、温度升高时,海底地壳吸收的水分被释放出来并侵入了地幔中,从而改变了

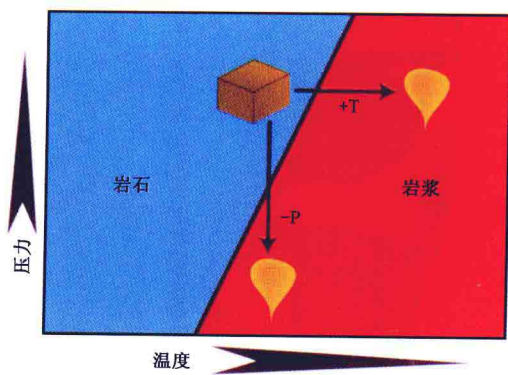


图 1.6 温度的升高或压力的下降均可使地幔局部熔融

地幔的化学成分,还促进海洋地壳发生熔融。因此,板块俯冲带上方就会产生火山。环太平洋火山带就属于这一类火山。此外,在地质图上,我们还看到,板块内部也有火山,比如加那利群岛的火山。有时,板块内部的火山以异常的高温与地幔相连,即所谓的热点。据推测,它们产生于来自地幔与地核边界处高温物质热柱(penachos térmicos)的上升。当热柱到达靠近地面压力较小的区域时,炽热的物质局部熔融并且产生火山活动。与热点相关的火山活动中,最著名的例子是夏威夷群岛的火山。其他在板块内部的火山并不处于高温物质热柱的上方,而是在一个巨大的断面上方。断面所在之处的地壳破裂,使地幔内压力降低并且熔融。

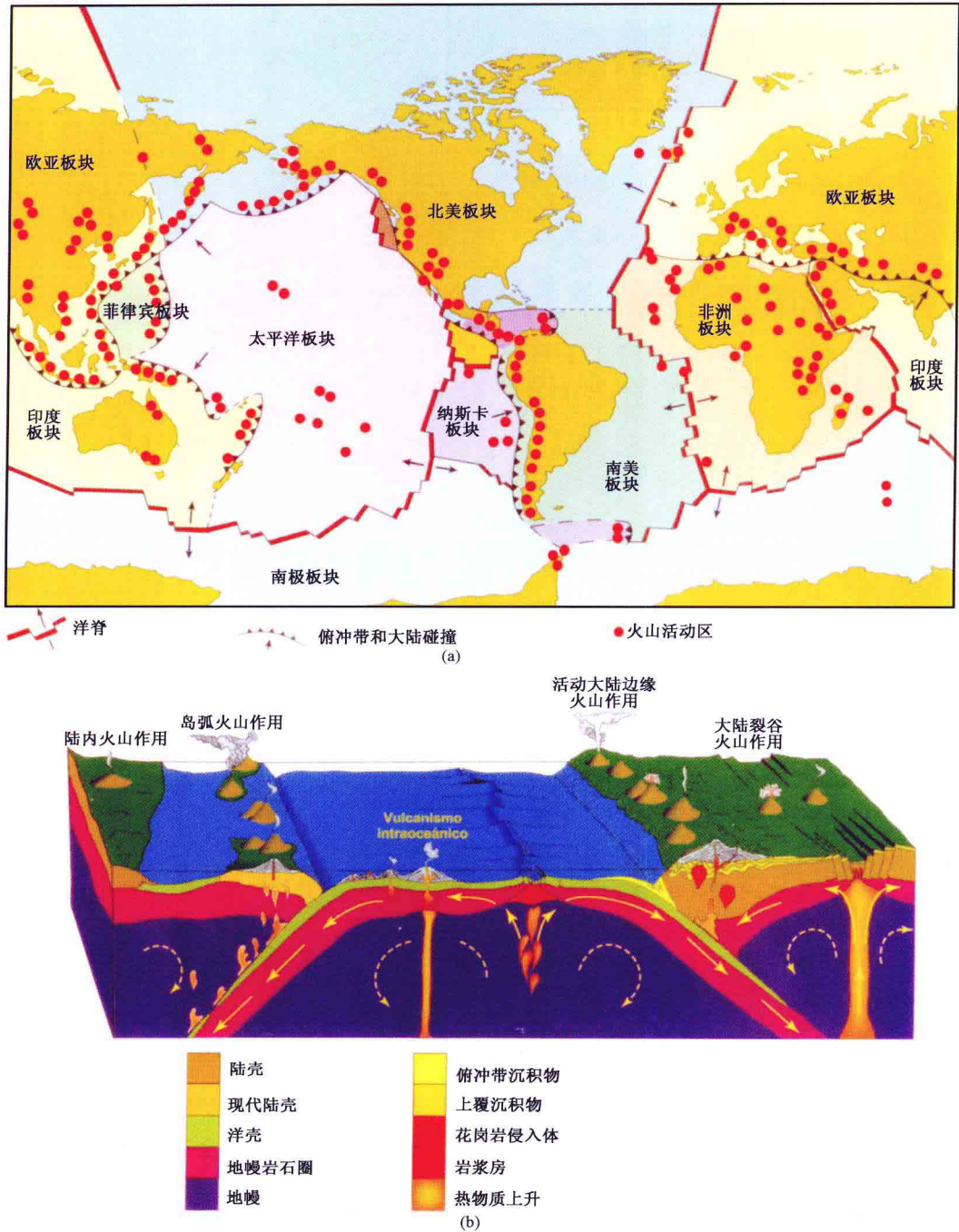


图 1.7 (a)由岩石圈分裂产生的板块构造图(据 Wilson,1989);(b)板块剖面图以及板块与火山活动的关系示意图(据 Kraft 和 Larouziere,1999)



二、岩浆的上升过程

随着熔融产生大量的岩浆,这些岩浆在固态的岩石间聚集形成了相互连接的一片区域。由于密度小,它最终开始向地表上升(图 1.8),但是在上升的最后阶段,压力下降,岩浆失去了上升的动力,停留在地壳中。在那里,大量岩浆聚集形成了所谓的岩浆房。如果岩浆来自于蕴含巨大能量的热点,那么它们将从熔融的地方直接到达地表;然而,它们通常都会停留在岩浆房中。岩浆房中岩浆的储存对其成分有着重要影响。因为当岩浆开始冷却时,矿物也开始结晶,由于它比岩浆密度大,因此这些矿物在岩浆房中下沉,所以,剩余岩浆的成分等于原始岩浆成分减去结晶的成分。这一改变了岩浆组成成分的过程叫岩浆的分异或演化,它决定了大多数岩浆的成分与原始的玄武岩浆不同。如果不同之处来自于结晶体的分异,这种分异现象叫做结晶分异(图 1.9)。此外,在岩浆房中还会发生其他一些变化,可以改变岩浆组成。比如吸收其他成分,即岩浆房内壁的岩石熔化并与岩浆混合(图 6.26)。

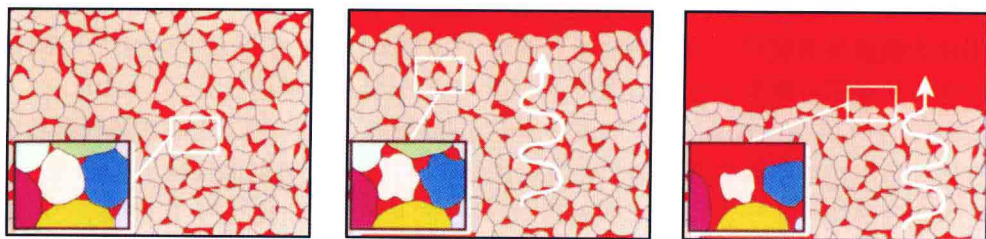


图 1.8 岩浆的形成:起始只是缝隙间的液体,后来成为一团上升的物质

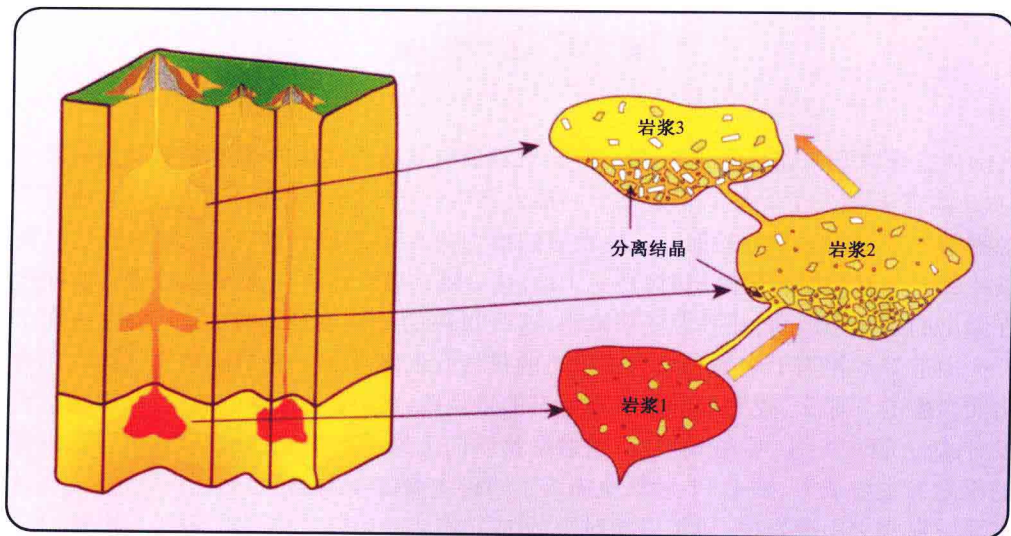


图 1.9 岩浆房中的结晶分异:剩余的熔融物质的成分不断变化



如果岩浆长时间停留在地壳内部,它将冷却直至完全结晶,即形成所谓的深成岩。只有当地壳厚度因受到风化剥蚀而大幅度减薄时,我们才有可能在地表发现深成岩。另一些岩浆通过裂隙到达地表,形成了岩墙,岩墙由大量上升过程中在断面处凝固的块状岩浆构成,大部分岩墙是向火山运送岩浆的通道。

此外,岩浆中还有挥发性气体(一般是两种挥发气体),如水蒸气、含硫氧化物或二氧化碳。当这些气体靠近地表时,由于压力下降,挥发性气体从岩浆中逸出(除非岩浆黏度非常大,挥发性气体无法逸出),形成气泡,与熔融物质一同上升,岩浆到达地表时的爆炸能力主要取决于这些挥发气体,因为挥发气体的量决定着火山喷发类型。

三、岩浆与火山岩的种类

玄武岩(图 2.11)是由火山喷发时流出地表的玄武岩浆冷却形成的。与此相反,如果玄武岩浆在深处结晶,将形成所谓的辉长岩。当只有少量矿物结晶,玄武岩浆会在大约 1200℃ 的高温下喷发。在一团岩浆或在地表经快速冷却形成的小块结晶体中,可用肉眼看见这些矿物结晶(用放大镜或显微镜可以看得更清楚。图 2.11b,图 6.33c),但是如果岩浆长时间停留在岩浆房,将在其底部将聚集大量结晶物质,从而形成了所谓的堆积深成岩(图 4.10)。

随着岩浆中不断发生结晶,岩浆的成分也在不断变化。对于岩浆,就如加那利群岛上的岩浆,其演化过程终止于粗面岩和响岩(图 2.1,图 2.12),以及其他类似深成岩的形成(在很多情况下,岩浆的演化终止于流纹岩的形成)。如果在岩浆的分异过程中火山喷发,会形成未完全演化的岩石,比如粗玄武岩,其性质介于原始岩浆形成的岩石和分异结晶形成的岩石之间。

四、火山喷发

火山喷发意味着岩浆已到达地表。当推动岩浆向上运动的推力超过岩浆房上方岩石的重力时,火山就开始喷发了。推动岩浆上升的推力产生归结于物质密度不同的原理,或者来自于从熔融物质中溶出的挥发分的推力。挥发分的推力只在接近地表处产生,当大量气泡聚集直到足以冲破上覆岩层使岩浆溢出时(图 1.10),这一推力就产生了。被冲起的碎屑如同气垫船一样在溢出的气体中运动,几乎无任何障碍,这些炽热的气体不断增加,对火山道施加了巨大压力。火山道基本相当于炮筒和喷气式飞机的排气孔的结合体。它是碎屑与气体以爆炸的方式喷出而产生的。那么,我们根据岩浆在上升的最后阶段居于主导地位的机理,根据其差异将其喷发方式分为两类:① 喷溢式喷发,因熔融物质向上推动而喷发;② 爆炸式喷发,以挥发分产生的压力为主要动力,图 1.11 形象地描绘了四种主要的喷发类型。

在夏威夷式火山喷发中,岩浆以相对平静的方式从火山口和裂隙中溢出(图 1.3)。由于岩浆中挥发分的含量少,少量气泡不足以产生冲破岩浆的推力;与此相反,在爆炸式火山爆发中,岩浆中含有大量挥发分,一旦挥发分从岩浆中分异出来,就会造成岩浆猛烈破碎,形成爆炸

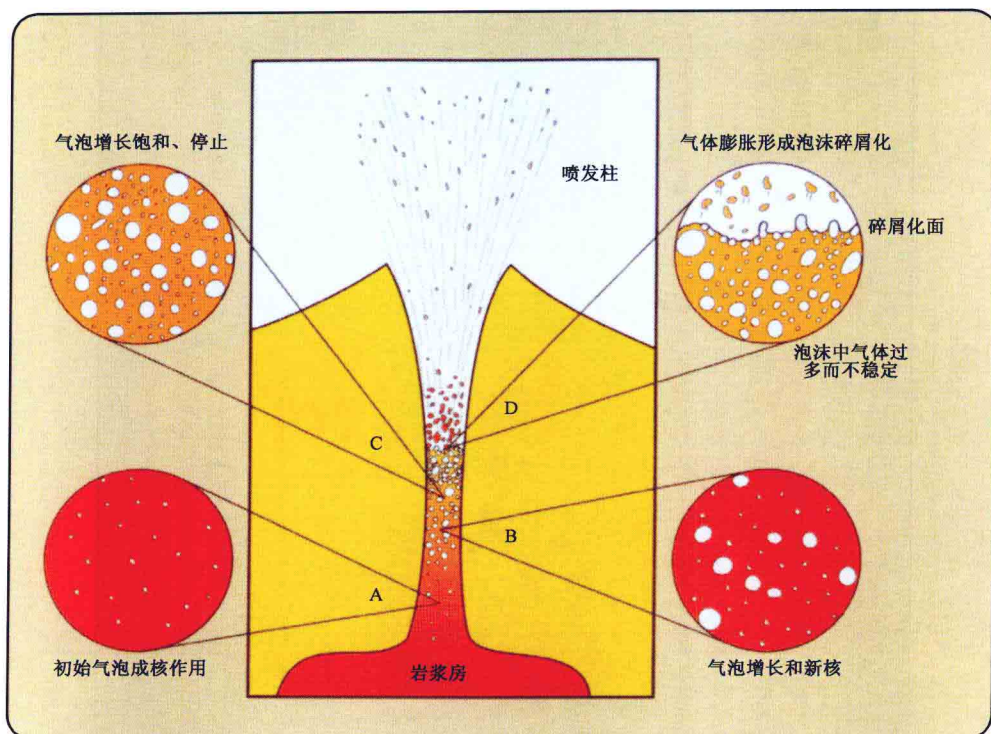


图 1.10 火山喷发中挥发分的作用:气体逃逸(A)和气泡的形成
(B、C)最终可以冲破岩浆房并以喷发柱的形式将岩浆喷出

性喷发。挥发分的溶出通常发生于岩浆房中岩浆停滞并部分结晶阶段,因此,强烈的爆炸式喷发与原始岩浆毫无关系,却与发生结晶后的岩浆有关。由气体和岩浆碎屑混合而成的喷发柱的高度通常在几百米(如斯通博利型喷发)到上千米(亚普林尼奥式喷发和普林尼奥式喷发)。

最后一种爆炸式喷发是岩浆水汽爆发或岩浆地下水爆发(图 1.12),如大加那利岛(第五章)的 Roque Nublo 火山。当岩浆在其上升的最后阶段,在喷发区域的地下或地表遇到水。水蒸气增加了岩浆中气体的含量,从而引发碎屑爆炸,发生水汽爆发。这类喷发的特点是发生侧向的爆炸,爆炸产生一种叫做火山碎屑浪的沉积(或火山碎屑流,亦称涌浪,英语中为 surges)。这些沉积是由非常细小(爆炸的力量使岩浆碎块变得细小)却带有很高能量的(图 5.33)的物质组成。

五、火山喷溢物

火山喷发碎屑一般由大量成分相同的岩石组成,最常见的岩石是由在喷溢式喷发中喷出的岩浆形成的熔岩流冷却成的。由于熔岩流的自由流动性,它们不断向凹陷地区流动,通常会填补山谷的低部位。熔岩流的流动性大小与其黏度(是指每个微粒与其他微粒之间的摩擦力)大小相反:熔岩的黏度越大,其流动性越小。同时,熔岩中晶体的质量越大,其黏度越

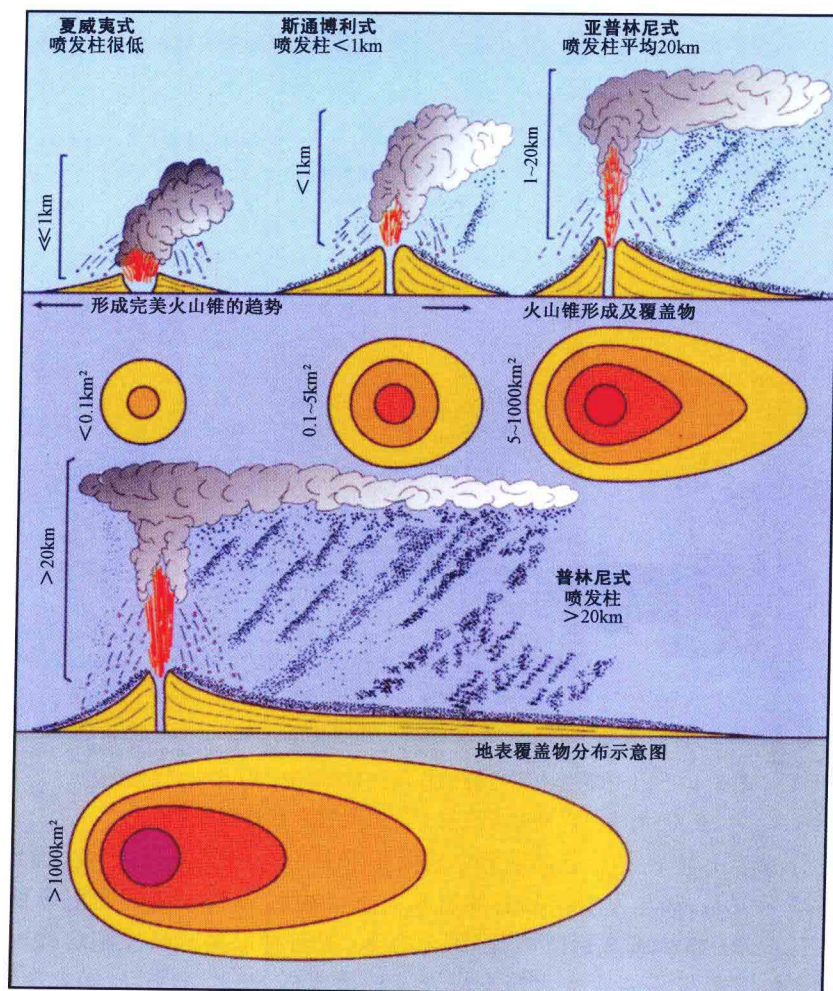


图 1.11 火山喷发类型及其产生的喷发柱

大。因此,玄武岩岩浆的黏度远远小于正在结晶过程中的或已发生大量结晶的岩浆的黏度。与此同时,不论何种成分,温度较高的熔岩黏度比较小,所以熔岩冷却时会停止流动。

高温下喷发出的玄武岩熔岩在地表流动,其厚度小,但却可以到达几千米之外的地方。这些流动的熔岩形成了平坦的或略微起伏的表面,就是我们所知的夏威夷熔岩或结壳熔岩(图 2.2)。在其仍然松软的表面,熔岩的流动能够形成绳状皱纹地貌(或脊索状熔岩,因其外形像一卷绳子),如果熔岩流的厚度很厚,那么在表层冷却形成硬壳的情况下,其内部的熔岩仍然可以流动。若其内部是空的,则称其为“熔岩管道”(图 3.17)。

更黏稠的岩浆其熔岩的流动更困难。在流动过程中,已固结的岩层发生破裂,使岩层变得粗糙无规则(即结壳熔岩)。如果破裂后的碎块粘结成体积很大的熔岩块,我们称之为块状熔岩(图 2.2)。如果极其黏稠的熔岩形成了几米厚的块状熔岩,我们称之为熔岩穹丘(图 7.24)。穹丘是大量高黏度的、几乎不流动的熔岩(图 2.1)在火山喷发区冷却形成的丘状物。边缘陡峭的丘状物叫岩钟或岩针(pitones 或 agujad)。