

王德滋 周新民

火山岩岩石学

科学出版社

32.
3

火山岩岩石学

王德滋 周新民

科学出版社

1982

内 容 简 介

火山岩是岩石学的重要研究领域之一。火山岩石学属于地质科学基础理论范畴,对寻找和勘探与火山岩有关的矿产资源有着密切的联系。

作者多年从事火山岩岩石学研究与教学工作,近年来对我国东南地区火山岩做了实地考察与研究,积累了丰富珍贵的资料,取得了一些成果,在此基础上,又综合了国内外有关资料,编写成书。

全书共分三篇,廿五章,主要论述了火山作用与火山机构,火山岩的分类、命名与鉴定,以及火山岩岩石学研究方法,其中包括火山岩岩相、喷发旋回、建造以及熔岩和火山碎屑岩等,特别是作者对火山岩岩石学研究方法做了概括性总结,对我国广大地质人员在科研、教学以及生产中有重要的参考价值。

火 山 岩 岩 石 学

王德滋 周新民

责任编辑 吴凤鸣

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1982年4月第一版 开本:787×1092 1/16

1982年4月第一次印刷 印张:15 3/4 插页:5

印数:0001—3,600 字数:362,000

统一书号:13031·1855

本社书号:2520·13—14

定价: 2.65 元

序 言

火山岩是岩石学的重要研究领域之一。它是一项地质基础理论研究，这项工作对寻找和开发与之有关的矿产有着密切的联系。多年来，南京大学地质系对我国东南地区的火山岩，例如宁芜断陷盆地的碱钙性火山岩，浙、闽、赣、粤诸省的中生代流纹岩和新生代玄武岩开展了一些科研工作，取得了一些成果；此外，我们还搜集了国内外有关火山岩研究方面的一些先进成果，并进行了分析综合。在此基础上，于1975年写成了本书初稿，并多次使用于校内外专题讲授，反映较好。在讲授过程中，我们又注意吸收多方面意见，不断进行修改和补充，最后撰写成这部《火山岩岩石学》，作为从事火山岩工作的一本参考书。

全书由三个部分组成：第一篇，火山作用与火山机构；第二篇，火山岩的分类、命名和鉴定；第三篇，火山岩岩石化学研究方法。以上三个部分包括了当前火山岩研究的几个主要领域，在内容上相互联系，各有侧重。希望本书对于从事火山岩地区野外和室内工作的同志有所裨益。但由于水平所限，内容上不当之处，敬请读者指正。

在编写过程中，我们得到了福建省区测队、北京地质博物馆郭克毅同志、抚州地质学院张利民同志、南京矿产地质研究所陶奎元同志、南京土壤研究所李淑秋同志的热情帮助，同时还得到我校地质系孙鼐教授、陈克荣、林承毅、刘昌实、彭亚鸣同志的关心和帮助。他们为本书提供了宝贵的资料、标本和图片。福建省地质局还组织了在火山岩地区第一线工作的同志进行审阅，提出了不少宝贵意见，对提高本书的质量起了积极的作用，在此一并致谢。

作 者

于南京大学地质系

封面设计：关铁林

统一书号：13031·1855

定 价： 2.65 元

本社书号：2520·13-14

科技新书目： 20-31

目 录

序言.....	▼
---------	---

第一篇 火山作用与火山机构

引言.....	1
第一章 现代火山机构.....	3
火山锥	4
1. 火山碎屑岩锥	4
2. 盾火山和熔岩锥	5
3. 层火山	5
火山喷发类型	5
1. 夏威夷式和泛流玄武岩式	6
2. 斯特朗博利式	6
3. 武耳卡诺式和超武耳卡诺式	6
4. 培雷式	7
5. 布里尼式	8
6. 卡特曼式或泛流流纹岩式	9
第二章 火山岩岩相.....	10
爆发相	10
喷溢相	11
侵出相	14
火山通道相	15
次火山岩相	16
自碎火成角砾岩相	18
第三章 火山喷发旋回.....	20
1. 帕里库廷式旋回	20
2. 维苏威式旋回	20
3. 赫克拉式旋回	21
4. 埃特纳式旋回	21
第四章 火山构造.....	26
破火山口	27
火山穹窿	29
火山断陷盆地	30
火山岩平原和高原	31
第五章 火山岩建造.....	33
1. 岩浆杂岩	33
2. 岩浆建造	33

3. 岩套	33
4. 火山岩系列	34
5. 火山成因矿床	35
前造山期火山岩建造	36
1. 蛇绿岩套	36
2. 细碧角斑岩建造	39
3. 变拉斑玄武岩建造	40
造山期火山岩建造	40
1. 安山岩建造	41
2. 粗面安山岩建造	42
3. 流纹岩建造	43
后造山期火山岩建造	45
1. 泛流式拉斑玄武岩建造	45
2. 碱性橄榄玄武岩建造	45
3. 碱性玄武岩建造	46

第二篇 火山岩的分类、命名与鉴定

引言	47
----------	----

熔 岩 部 分

第六章 熔岩的分类	48
第七章 流纹岩	55
第八章 英安流纹岩	62
第九章 英安岩	63
第十章 安山岩	65
第十一章 安粗岩	68
第十二章 粗面岩	69
第十三章 响岩	72
第十四章 玄武岩	75
第十五章 超基性火山岩	86

火山碎屑岩部分

第十六章 火山碎屑岩的分类	90
第十七章 火山碎屑物特征	92
火山弹	92
火山块	93
火山砾	93
火山灰	94
第十八章 正常火山碎屑岩	98
集块岩	99
火山角砾岩	99

泥石流角砾岩	100
水下碎石流角砾岩	100
凝灰岩	100
第十九章 熔结火山碎屑岩	104
形成过程	104
鉴定特征	104
熔结强度	108
冷却单位	110
熔结凝灰岩的进一步命名	112
泡沫流和泡沫熔岩	112
第廿章 自碎火山碎屑岩	114
岩流自碎碎屑岩	114
侵入自碎碎屑岩	115
第廿一章 火山碎屑熔岩	117
第廿二章 火山碎屑沉积岩	119

第三篇 火山岩岩石化学研究方法

引言	121
第廿三章 根据化学成分鉴定岩石名称	122
根据若干项氧化物重量百分数	122
将 CIPW 标准矿物投影于 QAPF 实际矿物双三角图	125
利用分异指数对 SiO_2 (重量%) 的关系	136
三轴直角图解法	139
其他	140
1. 用 AFM 图鉴定细碧岩	140
2. 用全碱— SiO_2 和全碱— Al_2O_3 — SiO_2 图划分玄武岩	142
3. 用 or—ab—an 图鉴定含石英侵入岩	146
第廿四章 确定岩系和岩石的碱性程度	147
根据钙碱指数和矿物特征	147
根据 σ 指数和矿物特征	150
根据碱度率	154
第廿五章 研究岩系的演化	158
拉尔森标准矿物图解	158
原子重量百分比图解	163
分异指数对氧化物图解	167
镁铁指数对氧化物图解及其他	172
AFM 图解及其他	175
Ab—Or—Q 标准矿物图解	177
Ne—OL—Q 标准矿物图解	182
附录:	
附录一 CIPW 标准矿物算法	186

附录二	由氧化物重量百分数换算为分子数	199
附录三	由标准矿物分子数换算为重量百分数	208
附录四	戴里火成岩平均化学成分	217
附录五	诺科斯火成岩平均化学成分和标准矿物成分	222
附录六	勒·曼特尔若干常见火成岩平均化学成分和标准矿物成分	237
参考文献		240
照片		

第一篇 火山作用与火山机构

引言

火山作用与火山岩的研究,近年来受到国内外的普遍重视,有相当多数的金属与非金属矿产被证明与火山作用有直接关系。近代地球物理、地球化学与海洋地质的研究发展了火山作用的理论。板块学说就包含了火山作用怎样发生与发展以及火山岩分布规律等方面内容。岩浆的主要发源地是上地幔的顶部和地壳的中下部。当深大断裂达到这些部位时,岩浆沿着断裂上升到达地表,即表现为火山作用。火山犹如一个个天然的深钻孔,它对于我们研究地壳和上地幔的物质组成有着很大的作用。

研究古火山,必须重视研究现在仍在活动或不久以前仍在活动的活火山和现代火山。在地理位置上,活火山和现代火山主要分布于两个地区(图1)。一个是环太平洋地区,它们与新生代的造山带有关,从新西兰到印度尼西亚东部、菲律宾、日本和堪察加,向东经阿留申、阿拉斯加南部,再向南沿美国西海岸,一直到智利南部。这些地方有的是现代岛弧,有的是活动大陆边缘,都是活动性很大的地震地带。再就是地中海地区,特别是意大利、土耳其、伊朗、红海附近,还有埃塞俄比亚-东非裂谷带,它与红海和亚丁湾裂谷系连接。海洋岛屿一部分是高出海面的火山岛,另一部分是顶部为灰岩而基底为火山岩的岛屿。

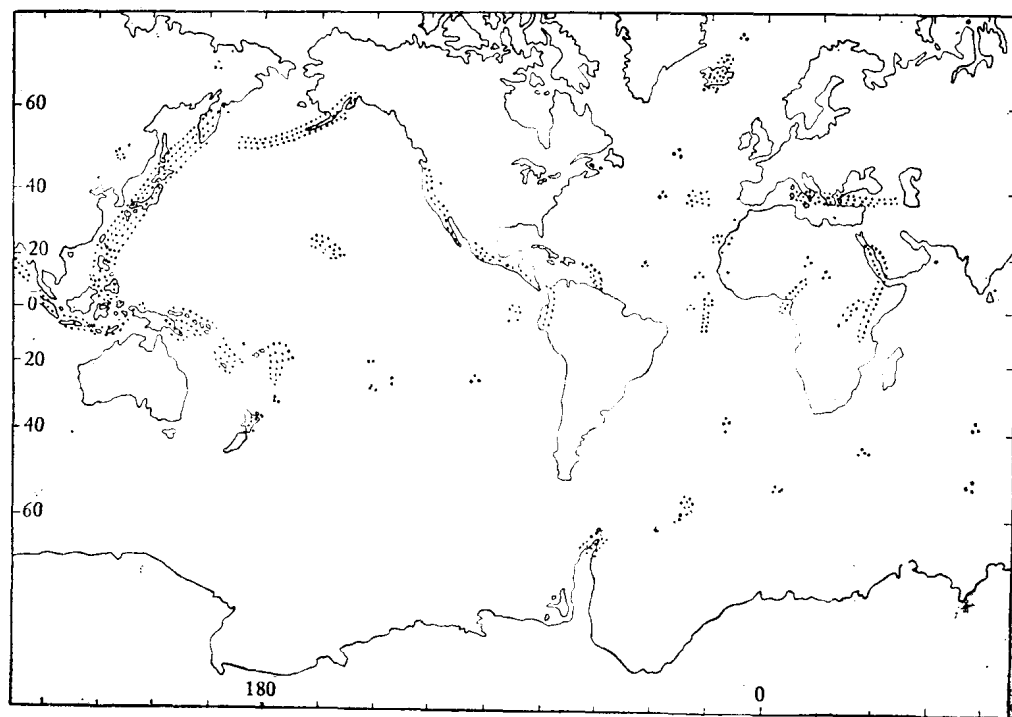


图1 活火山和近代火山活动的分布
(据 Harris, 1974)

例如太平洋的夏威夷群岛和加拉帕戈斯群岛,大西洋的加那利群岛和佛得角群岛。此外,洋底尚有许多未露出水面由火山岩组成的海丘(主要是盾火山)。如果把这些都估计在内,则近代大洋的火山作用远远超过近代大陆的火山作用。

关于火山作用的方式在一定程度上与岩浆的成分有关,与其中气体积聚的数量有关,或者说与岩浆的粘性有密切关系。酸性岩浆的粘性大于基性岩浆,这是因为岩浆的粘性与Si原子数对Fe、Mg、Ca等原子数的比值有关,比值越大,粘性越大。因为当Fe、Mg、Ca等原子数目较少时(如酸性流纹质岩浆),不能满足 $(\text{SiO}_4)^{4-}$ 中和的需要,以致硅氧四面体不是一个个孤立地存在,而是彼此以不同程度连接形成的链和网,这样粘性就增大了。气体溶于岩浆中,一般促使粘性减少,但当气体以气泡相存在而且数量很多时,粘性将增加。温度和压力对岩浆的粘性也有影响。岩浆的温度越高,粘性越低。压力的情况则相反,压力增大,粘性增加,故当深大断裂达到岩浆房时,粘性突然降低。此外,如果岩浆内含有数量较多的斑晶和异源碎屑时,粘性也增大。

岩浆的粘性直接影响到火山作用的方式,影响到火山岩的产状。火山作用表现为三种基本形式。

爆发 (explosion) 是一种猛烈喷发,与气体的大量积聚和突然释放有关,形成大量的火山碎屑物,堆积了火山碎屑锥。

喷溢 (effusion) 岩浆从火口比较宁静地溢出,流动性较好,形成熔岩流和盾火山。

爆发和喷溢这两种方式有时是交替进行的,即爆发以后往往跟随而来的是熔岩的溢流,这样形成的火山锥称为层火山锥。

侵出 (extrusion) 主要是一些粘性较大的熔岩,在一次气体大量释放以后,涌出火口,堆积而成。由于粘性很大,它们主要分布在火口附近,形成岩钟、岩塔、岩针等“侵出体”,是识别古火山口的标志之一。

了解了火山作用的这些一般情况以后,现在着重介绍火山作用的五个基本问题:一、现代火山机构,二、火山岩岩相,三、火山喷发旋回,四、火山构造,五、火山岩建造。

第一章 现代火山机构

火山作用表现为爆发、喷溢和侵出三种方式，这三种方式以不同程度彼此结合，交替出现，形成各种类型的火山机构。所谓火山机构是指在一定时间内喷发出来的火山碎屑物和熔岩围绕火山通道所形成的堆积体，包括火山通道相、喷发相、侵出相、次火山岩相等，还包括与火山作用有密切关系的矿产，这些都是火山机构的组成部分。现代火山机构往往保存较好，古火山机构由于遭受剥蚀和构造变动常常受到不同程度的破坏，必须详细研究各种火山生成物的关系，以便恢复受到破坏的古火山机构。根据火山通道的形态，火山机构可分线型火山机构与中心型火山机构(图 2)两类。有些火山机构比较简单，仅有一个火山通道，经历一次喷发旋回。有些则比较复杂，属于多喷发旋回的多孔火山，例如，意大利的埃特纳火山有一个主火口，周围有数百个寄生火口(或称侧火口)。

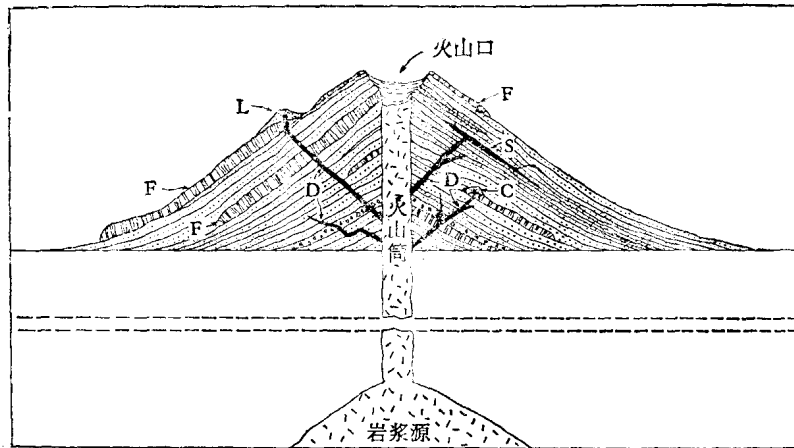


图 2 中心式复合火山示意图

表示火山锥、火山口、中心式火山筒、岩浆源、岩脉(D)、侧火山锥(L)、熔岩流(F)、已覆盖的火山渣锥(C)和岩床(S)，细火山碎屑岩层以细点表示，火山角砾岩层以小三角形表示。

(据 Macdonald, 1972)

火山喷发物围绕火山通道堆积成锥状体，称为火山锥。火山锥的形态决定于下列因素：(1) 火山通道的形态；(2) 喷发的猛烈程度；(3) 喷发物的物理性质。对于火山碎屑物来说，表现为压结的程度和静止角。对于熔岩来说，则为岩浆的粘性和涌出的体积。根据火山通道的形状可分为裂隙喷发与中心式喷发两大类，泛流式玄武岩和流纹质火山灰流这些大面积的喷发大都属于裂隙喷发。有些中心式火口呈定向排列，显然是受基底岩石中断裂的控制，这种喷发类型称为裂隙-中心式。在两组断裂的交会处往往发育中心式火口。一般说来，中心式喷发较裂隙喷发要猛烈些。中心式喷发的火口往往表现为复式火口，即同一火山通道经受过多次喷发，而裂隙喷发则往往改变通道，同一通道很少重复喷发，新开辟的裂隙通道往往与旧裂隙通道平行。

喷发的猛烈程度可以通过测定爆发系数(E)来衡量。

$$E = \frac{m}{M} \times 100\%$$

E——爆发系数, m——火山碎屑岩数量, M——火山生成物总量。

火 山 锥

火山锥分为火山碎屑岩锥、盾火山和层火山三个基本类型。 麦克唐纳 (Macdonald, 1972)、里特曼 (Rittmann 1962) 等叙述了这些火山锥类型的基本特征。

1. 火山碎屑岩锥

组成火山锥的物质全部为火山碎屑岩,粗的火山碎屑靠近火口,细的略远些。火山锥的原始坡角为 30° 左右,相当于松散物质的静止角。呈锥形山或低丘(图 3)。平面上近

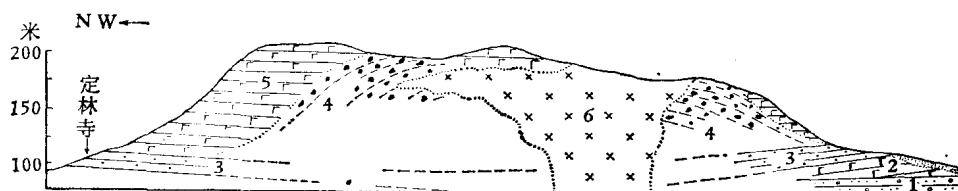


图 3 江苏江宁方山火山碎屑岩锥及其上覆熔岩被

- 1——中新统洞玄组砂岩、砂砾岩; 2——上新统方山玄武岩系下部碱性橄榄玄武岩;
3——上新统方山玄武岩系火山砂岩; 4——上新统方山玄武岩系上部玄武质火山碎屑岩及其构成的火山碎屑岩锥; 5——上新统方山玄武岩系上部碱性橄榄玄武岩 (与 4 呈喷发不整合接触); 6——最后形成的火山颈相辉绿岩。

似圆形,并随火口形状而变化。火山锥顶部平坦,火口呈碗形或漏斗形,底部常有火山碎屑物堆积其中。火口可以是一个洼地构成,也可以由几个洼地复合构成,每个洼地都代表着从前喷发过的火口位置。复合火口和火山锥在平面上呈长圆形,缺乏单一火口构成的圆形火山锥的对称性。有时可以看到许多火口成线状分布,那是受断裂控制的结果(照片 1)。相邻的火口喷出的火山碎屑物可以彼此重叠。后期喷发的火口可以将前期的火口部分或全部破坏或掩埋。由于喷发晚期岩浆在通道内的后退,会造成锥顶物质的塌陷,从而使火口范围扩大。如果喷发是间歇的,则可以看到火山锥由一层层的火山碎屑岩组成,而且火山外坡的成层性比火山内坡的显著。火山碎屑粒度多数属角砾级和集块级,一般为 2 毫米到 30 厘米。在单独一层中,碎屑往往向上减小,因为喷发时,大碎屑物比小碎屑物喷得低些、近些,着地也快些。然而这种差别有时并不大,因单独一次喷发的强度比较均匀。而多次喷发活动的后几次喷发强度,由于气体减少,一般弱于前几次。因此,上部火山碎屑岩的粒度就小于下部。就火山碎屑物种属来说,下部多火山块、火山渣,上部多各种形状的火山弹,这也是由于喷发晚期岩浆气体减少缘故。在某些情况下,当晚期岩浆气体含量极少时,就喷发出溅落熔岩团,堆积于火山边缘,可相互熔结,构成弧形直立的壁垒或低矮陡峻溅落熔岩锥,锥体中央为喷发熔岩和气体的孔穴(照片 2、3、4、5)。火山碎屑岩锥也可以形成于水下,而锥顶又往往露出水面。水下部分以良好的粒度分选为特点,

各层碎屑自下而上,由粗变细,这可能与水下浊流作用有关。

2. 盾火山和熔岩锥

全部或几乎全部由熔岩组成的大型宽矮的穹窿称盾火山。形状如古代战士手执的盾牌。主要由夏威夷式和斯特朗博利式火山喷发。由多次溢出的岩流构成,坡角 2—10 度,很少超过 15 度。顶部有火口,火口呈平底、陡壁(照片 6)。火口边缘有时有溅落熔岩团或火山渣。爆发系数小于 10,一般在 2—3 之间。在盾火山中有岩墙、岩床、岩盖等次火山岩体,它们也是火山机构的组成部分。盾火山往往呈定向排列,说明它们受断裂控制。盾火山绝大多数由玄武岩组成,有时只在火口附近出现粗面岩、响岩或碱玄岩的侵出体(岩钟),它们是玄武岩浆的分异物。对于海底大型盾火山的了解甚少,它们主要由熔岩组成,极少火山碎屑岩。因为在海底条件下,上覆海水重量阻止或妨碍了岩浆中气体的逸出或爆炸。但在浅水一、二百米深度条件下,火山碎屑物比例会多些,可达总体积 2—3%。熔岩锥是一种小型的盾火山,也由薄的多次溢出的岩流构成,顶部常有一小火口,由于岩浆缩回而构成。有时还有熔岩湖(照片 7)。区别于盾火山的是,缺乏特征的圆而广阔的盾形山。一般宽 1 至 3 公里,高几十米,平均坡角 2 至 5 度。

3. 层火山

又名复合锥。由熔岩和火山碎屑岩互层组成(照片 8、9、10,图 2),熔岩起着类似肋骨的作用。因此,一些现代层火山(如日本的富士山)可以构成很高的山峰。通常由斯特朗博利式、武耳卡诺式或培雷式火山喷发,或者其中的二种,甚至三种类型的火山喷发先后复合构成。岩流一般呈致密块状,上部有时因自碎而呈碎块状,但极少绳状熔岩。随着喷发岩浆粘度的差异,岩流厚度可以薄而广阔,也可以厚而窄,且常伴有岩钟。火山碎屑物主要是火山渣、火山灰,较少溅落熔岩团。对于不同的火山,熔岩与火山碎屑岩的比例不同。层火山又可分为富熔岩类型($E=11-33$),中间型或正常型($E=34-66$)和富火山碎屑岩类型($E=67-90$ 或甚至 95)。即使在同一火山中,不同的喷发期,熔岩和火山碎屑岩的比例也是变化的。火口在平面上近于圆形,也有的为长圆形。多数层火山有单一的火口,因此较对称。但也有不少层火山是复杂的多孔火山,不同火口的喷出物彼此交错,很难区分。有时又以一个孔道为主,其他则为发生于主火山锥侧翼上的寄生火山锥。这种多孔火山对称性低。坡角约 10 至 35 度,往火口方向渐陡,向锥麓方向逐渐平缓,底座则近于水平。变平的原因有二,底部熔岩比例较高,或是松散碎屑物随坡下滑。锥顶有漏斗状火口(照片 11),常有松散物质沿通道壁滚入火口底部,使火口呈平底碗状。有的层火山在喷发末期发生塌陷,形成破火口,在大的塌陷火口中,又可以升起新的火山锥,维苏威火山就是一个典型的例子。构成层火山的岩浆成分主要是安山岩、粗安岩、粗面玄武岩、碱性玄武岩等。其中流动性较大的,构成以熔岩流占优势的层火山,而岩浆粘性较大的则构成以火山碎屑岩为主的层火山。

火山喷发类型

研究现代火山机构是研究古火山机构的一把钥匙,可以通过解剖典型的办法,即对于

一定的喷发类型以某个火山作为其代表。这样做，有助于研究各种火山生成物的内在联系，有利于重溯火山作用的历史。火山喷发可划分为六种主要类型。麦克唐纳（Macdonald, 1972）和勃拉德（Bullard, 1962）叙述了这些类型的基本特征，可作为研究古火山时的借鉴。

1. 夏威夷式和泛流玄武岩式

岩浆粘度较小，流动性大，表现为比较安静的溢流。气体含量少，伴有微不足道的爆发。爆发系数一般小于10。火山通道一般属于裂隙型，特别表现在喷发的早期阶段（照片12、13）。到了晚期，有时可以出现一些中心式喷发。岩浆成分主要是玄武岩，但也可以是安山岩。单层岩流较薄，一般厚度不足15米，但延展广，常达15—50平方公里，延长50公里以上。往往表现为绳状熔岩和块状熔岩。由于喷发时岩浆受到较大的静压力以及气泡的膨胀作用，当它到达地表时，形成熔岩喷泉（照片14）。喷射高度一般为几米到几十米，最高可达800余米。由于伴随微弱的爆发，常产生牛粪状火山弹和溅落熔岩团。后者沿喷发裂隙形成一堵城墙壁垒。这种喷发类型，熔岩往往是多次溢出，而且有许多裂隙作为通道，结果是熔岩呈大面积分布，而且厚度也较大。泛流玄武岩式喷发（照片15）与夏威夷式相似，差别在于喷发的熔岩数量极大，火山碎屑物更少，爆发指数不足2—3；单一岩流规模往往十分巨大，可达几百平方公里面积和上百立方公里体积；通道几乎都是裂隙式的，但更难于发现，一般被后期岩流掩埋，只表现为一些低矮的溅落熔岩锥或盾形低山。

2. 斯特朗博利式

以靠近意大利西海岸一个小岛上的斯特朗博利火山为代表。熔岩比夏威夷式要粘性一些。岩浆成分为玄武岩和安山岩。熔岩流主要为块状熔岩，也有少数绳状熔岩。岩流较夏威夷式厚而短些。这种火山可以连续数月，甚至几年，长期平稳地喷发，并以伴有间歇性的爆发为特征。从通道里韵律性地喷出白热的火山渣、火山砾、火山弹。喷射高度一般为几十米到几百米。如是夜间喷发，则构成节日焰火般壮观景色（照片16）。爆发系数30—50。火山弹呈球形至纺锤形，火山灰数量较少。往往含有来自火山基底的异源碎屑。这些火山碎屑物围绕火口堆积，由于其间常有熔岩夹层，可以形成很高的层火山锥。我国山西大同火山群属斯特朗博利式喷发。

3. 武耳卡诺式和超武耳卡诺式

武耳卡诺岛位于地中海西西里岛附近。岩浆粘性较大，喷发是猛烈的（照片17），夹杂火山灰的云雾可升入高空40—50公里以上。爆发系数60—80。也可以水下爆发（照片19）。通常成分是安山岩、英安岩或粗面岩，也有玄武岩或流纹岩。见不到斯特朗博利式喷发的圆形和纺锤形火山弹，但可见到面包壳状火山弹。它们和不规则状火山块堆积在火山通道附近。大的火山块可重达几吨至上百吨。在火山碎屑物中，以火山灰和火山砾为最多。其间夹有棱角状岩屑，它在喷发时被加热，夜里发光，但仍未熔蚀。通常无岩流，如有则厚而较短，因粘性较大之故。火山灰流少见。火山锥主要是火山碎屑岩锥。超武耳卡诺式喷发是指喷发物全部由刚性的固体碎屑组成，它们是最早喷发凝固的火山岩，

也可以是基底和通道附近的各种围岩,往往二者兼有之。喷发时,它们被热气流加热,而未熔蚀。碎屑粒径自火山块至火山灰皆有。火山灰中主要是岩屑,也有一部分玻屑。玻质火山灰极少见,如有出现,也往往是以前火山玻璃粉碎产物。引起超武耳卡诺式喷发的气体可以来自岩浆,也可以是被加热的地下水发生气化而引起的爆发。超武耳卡诺式往往是其他喷发如武耳卡诺式和斯特朗博利式喷发的前奏。

4. 培雷式

培雷火山是小安的列斯群岛中的马提尼克岛上的一个火山。培雷式喷发具有两个特点:一是喷发时具有炽热的热崩碎屑流(照片 18, 20)。二是伴有岩钟的形成(照片 21)。此二特点可以同时都有,也可以只有其中的一个。热崩碎屑流表现为气体与火山灰的乳浊相,而且火山灰被气体所包裹,因此具有很大流动性。如为低角度喷发,则是早先形成

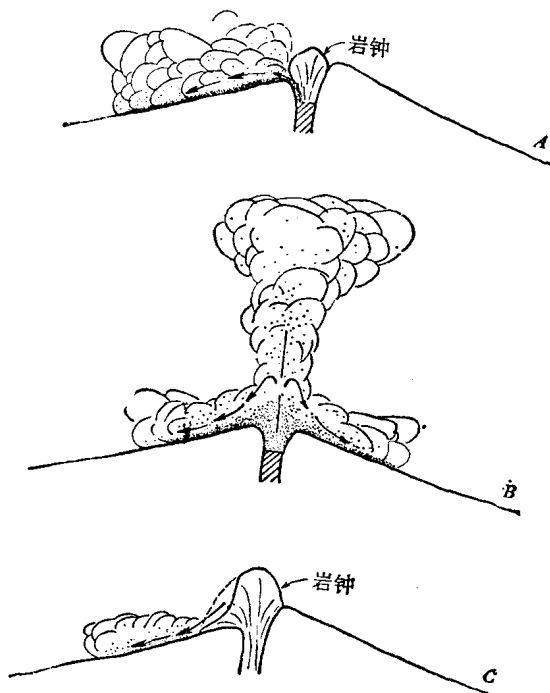


图 4 不同类型热崩碎屑流示意图

A——培雷型; B——索夫瑞尔型; C——墨莱匹型。
(据 Macdonald, 1972)

的岩钟因火山爆发而被崩塌、冲碎(图 4A),或者是刚堆积于火山斜坡上炽热火山灰,因火山爆发震松,由此发生的热崩碎屑流贴着地面运动(图 4C);如是垂直喷发,那末除贴着地面运动外,还有冲入高空的热崩碎屑(图 4B)。它们在成岩过程中往往不发生熔结,以此区别于一般所指的火山灰流。岩钟往往在喷发的晚期形成,常常是先有武耳卡诺式喷发,然后形成炽热的热崩碎屑流,最后在火口附近长出岩钟,但是也可以先形成岩钟,而地下的岩浆仍不断上涌,一旦岩浆的蒸汽压力超过上复岩层的负荷压力,则突然爆发产生热云,形成热崩碎屑流。而在大量热云产生以后,又可以转入喷气活动,此时残留岩浆仍具有一定的流动能力。沿着火山通道向外长出形成岩钟(图 5),因此岩钟可以是一种复

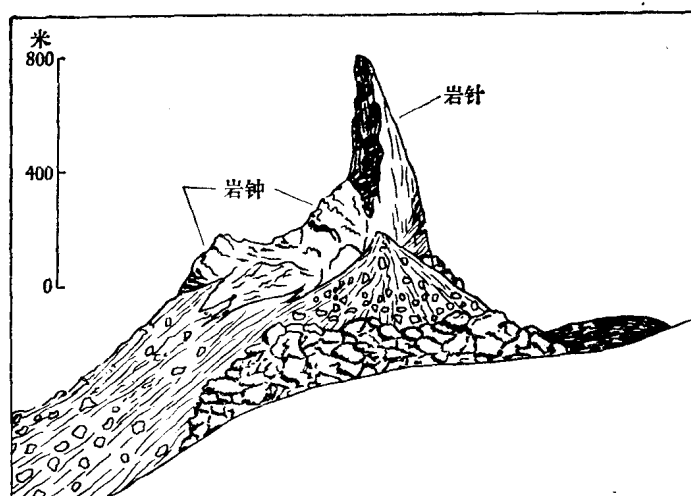


图5 1903年4月形成的培雷山巨大岩针和岩钟素描图
(据 Lacroix, 1904, 引自 Macdonald, 1972)

式的,即多阶段的生长而形成。岩钟的外壳由于冷凝收缩而形成裂缝,内部未凝固的粘性大的岩浆可以在压力下从裂缝挤出而形成岩针(图5)、岩碑。岩钟与热崩碎屑流,谁先谁后,对于不同的火山,次序可以不同。对于伴有岩钟的培雷式喷发,要求熔岩至少具有适当粘度,因此培雷式喷发的岩浆成分多数属于安山岩、英安岩和流纹岩,很少粗面岩,只有个别时候是玄武岩。

5. 布里尼式

是唯一的一种以人名命名的火山喷发类型。布里尼是罗马人,他在考察公元79年维苏威火山大爆发时,因受火山喷出的有害气体中毒而死去。布里尼式喷发是一种很猛烈的大规模的岩浆喷发,爆发系数在90以上。岩浆粘性大,并含丰富的气体。气体不断膨胀,把岩浆全部撕碎,形成浮岩碎屑和火山灰,连同一些其他固体碎屑,快速抛入空中,再

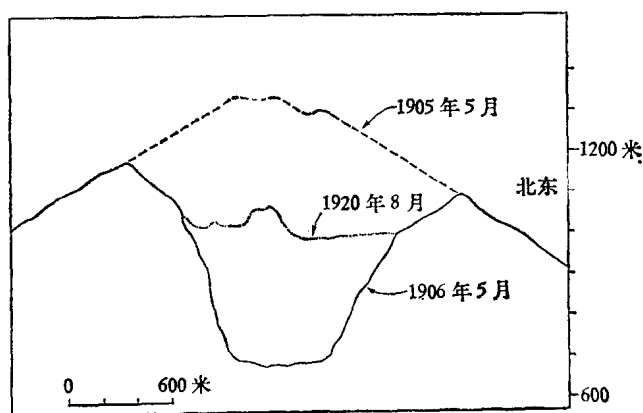


图6 维苏威火山剖面
表示1906年的喷发造成的火山锥形状的改变,直至1920年火口又被填满。
(据 Perret, 1924, 引自 Macdonald, 1972)