

岩石和岩体野外工作方法

北京地质学院

岩石教研室编

高等学校教学参考书

岩石和岩体 野外工作方法

北京大学地质学系
岩矿教研室 编

地质出版社

岩石和岩体野外工作方法

北京大学地质学系岩矿教研室 编

地质部教育司教材室编辑

地质出版社出版

(北京 西 四)

地质印刷厂印刷

(北京安德路47号)

地质出版社出版处发行

*

开本: $787 \times 1092^{1/16}$ • 印张: $35^{3/8}$ • 插页 2 个 • 字数: 848,000

1980年10月北京第一版 • 1980年10月北京第一次印刷

印数4,620册 • 定价4.90元

统一书号: 15038 • 教85

前 言

本书是在北京大学地质学系编写的《岩石和岩体野外工作方法》(1973年版,1975年版)的基础上,通过进一步实地调查、收集意见,补充材料修编而成的。

这里所说的岩体,不只限于火山岩和侵入岩,也包括沉积岩和变质岩,它们是地质作用的历史产物,是一种独立的地质体,统称岩体。

本书系一本具有工具书性质的参考教材。其内容主要侧重在野外工作方法方面。全书60多万字共分四篇:

- 第一篇 火山岩及其工作方法;
- 第二篇 侵入岩及其工作方法;
- 第三篇 沉积岩及其工作方法;
- 第四篇 变质岩及其工作方法。

为便于使用,各篇均有较多的附录和主要参考书目。共附照片、插图 550 多幅,附表近 150 张。较多地引用了国内资料,并尽可能地选用了一些我国矿产地质、岩矿工作方面的新成果和新经验。对一些国外的典型实例也作了一些适当的介绍。

可供各地质院、校师生、研究生及岩矿鉴定人员和野外地质人员,进行野外工作的参考。

本书第一篇、第二篇、第四篇及附录等由刘如曦执笔。第三篇由袁又申、杨承运执笔。遥感资料的地质应用部分由朱亮璞执笔。书中的插图由徐筠、杨秀兰清绘,部分照片由薛佳等拍摄。

在编写过程中得到了孙善平、邱家骧、何镜宇、赵崇贺、张树业、尹宗烈、周新民及张荣华等同志和许多兄弟院校和科研、生产单位的大力支持,并为本书的编写提供了不少资料,在此一并表示感谢。

由于我们深入实际调查研究不够,加之水平和时间的限制,缺点和错误在所难免。殷切地希望读者批评指正。

一九七九年六月

目 录

绪论	1
一 什么是岩石	1
二 为什么要研究岩石	1
三 岩石是怎样分类的	1
第一篇 火山岩及其工作方法	
第一章 岩浆和火山作用	3
第一节 岩浆和岩浆岩	3
第二节 火山活动	3
第三节 火山机构	8
第四节 火山作用的产物	9
第二章 火山岩的一般特征	24
第一节 熔岩的一般特征	24
第二节 潜火山岩的一般特征	32
第三节 火山碎屑岩的一般特征	32
第三章 火山岩的分类及肉眼鉴定表	36
第一节 熔岩的肉眼鉴定表及其鉴定要点	36
第二节 潜火山岩的肉眼鉴定表及其鉴定要点	42
第三节 火山碎屑岩的(肉眼)鉴定表及其鉴定要点	43
第四章 火山岩(体)地区野外观察的某些基本方法	49
第一节 火山岩地区一般野外工作程序及要求	49
第二节 火山岩地区遥感资料的地质应用	52
第三节 火山岩的分层及产状的确定方法	61
第四节 火山喷发韵律、旋回的划分方法	68
第五节 火山喷发类型的划分方法	74
第六节 火山岩相的划分及其研究方法	76
第七节 火山熔岩(体)原生构造的观测方法	87
第八节 潜火山岩体的特征及其野外识别方法	96
第九节 熔结火山碎屑岩的特征及其野外研究方法	100
第十节 火山弹的特征及其鉴别方法	165
第十一节 火山构造(机构)的特征及其研究方法	110
第十二节 古火山构造的研究方法	117
第十三节 火成角砾岩体(筒)的地质特征及其野外识别方法	119
第十四节 海相火山岩的特征及其野外识别方法	127

第十五节	蛇绿岩套及其野外识别标志	137
第十六节	变质古火山岩的野外研究方法	142
第十七节	关于火山岩岩石化学成分研究的某些方法	147
附录一	火山岩描述实例	155
附录二	几种常见相似岩类的区别	155
参考文献		158

第二篇 侵入岩及其工作方法

第一章	侵入岩的一般特征	159
第一节	侵入岩的产状	159
第二节	侵入岩的物质成分	164
第三节	侵入岩的结构构造	168
第二章	侵入岩的分类及肉眼鉴定表	176
第一节	侵入岩的分类	176
第二节	侵入岩肉眼鉴定表及其注意事项	185
第三节	深成岩鉴定要点	186
第四节	浅成岩和脉岩鉴定要点	188
第三章	侵入岩(体)地区野外观察的某些基本方法	192
第一节	侵入岩地区的一般工作方法	192
第二节	侵入岩地区遥感资料的地质应用	194
第三节	侵入体剖面的测制方法	198
第四节	侵入体与周岩接触关系的研究方法	201
第五节	侵入体岩相带划分的工作方法	203
第六节	侵入体原生构造的观测方法	207
第七节	分异和同化混染现象的辨认方法	210
第八节	侵入体中“包体”的鉴别方法	216
第九节	侵入体时代的确定方法	220
第十节	侵入体次序的确定方法	223
第十一节	侵入体形成深度及剥蚀程度的研究方法	225
第十二节	脉岩及其工作方法	229
第十三节	关于含矿侵入体的某些评价方法	234
第十四节	不同成因类型花岗岩的特征及其区分方法(标志)	243
第十五节	侵入岩化学成分的研究方法	247
附录一	主要造岩矿物肉眼鉴定特征	255
附录二	侵入岩描述实例	257
附录三	几种常见相似岩类的区别	257
附录四	金伯利岩的含矿性及其与相似岩石的区别方法	259
附录五	长石的肉眼鉴定及其染色方法	262
附录六	中国主要岩浆岩种类的平均化学成分	263

附录七 钾氩法测定同位素地质年龄样品的采集和要求	265
附录八 硫同位素测定样品的采集和要求	266
附录九 氧同位素测定样品的采集和要求	267
参考文献	269

第三篇 沉积岩及其工作方法

第一章 概述	271
第二章 沉积岩的形成过程	272
第一节 沉积物的形成	272
第二节 风化产物的搬运和沉积	274
第三节 沉积物沉积后的变化	277
第三章 沉积岩的一般特征	279
第一节 沉积岩的成分	279
第二节 沉积岩的构造	279
第三节 沉积岩的结构	283
第四章 沉积岩的分类及其鉴定要点	290
第一节 碎屑岩类及其鉴定要点	290
第二节 粘土岩类及其鉴定要点	305
第三节 碳酸盐岩类及其鉴定要点	309
第四节 硅质岩类及其鉴定要点	317
第五章 沉积岩(体)地区野外观察的某些基本方法	319
第一节 沉积岩地区遥感资料的地质应用	319
第二节 碎屑岩的野外工作方法	323
第三节 粘土岩的野外工作方法	326
第四节 碳酸盐岩的野外工作方法	326
第五节 沉积岩颜色的野外观察方法	327
第六节 层面构造的观察方法	328
第七节 沉积岩的层理观察方法	343
第八节 古水流分析方法	356
第九节 粒度分析及标本采集	358
第十节 古生物方面的观察方法	364
第十一节 沉积环境的分析方法	368
第十二节 印膜(揭片)法简介	388
附录一 沉积岩描述实例	390
附录二 几种常见相似岩类的区别	390
附录三 碳酸盐岩的染色法	392
参考文献	397

第四篇 变质岩及其工作方法

第一章 变质作用和变质岩	399
第二章 变质作用的主要因素	401
第一节 温度	401
第二节 压力	402
第三节 化学活动性流体	404
第四节 时间	405
第三章 变质作用的主要类型	406
第一节 气热变质作用	406
第二节 接触变质作用	406
第三节 动力变质作用	406
第四节 区域变质作用	407
第五节 超变质作用	408
第四章 变质岩的一般特征	410
第一节 变质岩的物质成分	410
第二节 变质岩的结构构造	413
第五章 变质岩的命名方法及肉眼鉴定表	417
第一节 变质岩的命名方法	417
第二节 变质岩肉眼鉴定表	420
第六章 变质岩的观察和描述方法	426
第一节 矿物成分的观察	426
第二节 结构、构造的观察	426
第三节 变质岩的描述方法	426
第四节 混合岩的分类及其鉴定	427
第七章 变质岩(体)地区野外观察的某些基本方法	433
第一节 变质岩地区遥感资料的地质应用	433
第二节 气热变质作用及其研究方法	434
第三节 接触变质晕(圈)的研究方法	442
第四节 矽卡岩的分带及其研究方法	446
第五节 碎裂(动力)变质岩的观察及其工作方法	452
第六节 区域变质岩系物质成分的研究方法	460
第七节 变质岩结构演化的观察方法	462
第八节 变质岩层理、正倒及层序的确定方法	466
第九节 变质岩区构造研究的一般工作方法	472
第十节 变质岩系中侵入体研究的一般工作方法	486
第十一节 变质带的一般研究方法	489
第十二节 变质相、相系及其研究方法	495
第十三节 区域变质岩原岩性质的观察与恢复方法	515

第十四节	混合岩区的一般工作方法.....	526
第十五节	露头或标本上交代现象的观察方法.....	534
第十六节	变质岩化学成分计算方法.....	537
附录一	主要变质矿物的肉眼鉴定特征.....	542
附录二	变质岩描述实例.....	543
附录三	几种常见相似岩类的区别.....	544
附录四	混合花岗岩与岩浆花岗岩的区分标志.....	546
附录五	与斑岩铜钼矿有关的蚀变岩的鉴别特征.....	549
附录六	定向标本的采集和要求.....	555
附录七	变质岩同位素年龄样品的采集和要求.....	556
参考文献		558

绪 论

一、什么是岩石

岩石这个概念，对大家来说并不生疏，它就是我们经常看到的“石头”^{*}，是组成地壳的基本物质，如花岗岩、大理岩、砂岩等。

自然界的岩石都是由矿物组成的，有的是由多种矿物组成的；有的则是由一种矿物组成的，它们都是地壳发展到一定阶段，由于不同地质作用形成的地质体。

因此，对于岩石我们可以概括为：岩石是由矿物所组成的有规律的集合体，是组成地壳的天然作用的固体产物，是一种独立的地质体。

二、为什么要研究岩石

这是因为从人类历史早期的石器时代开始直到现在，岩石一直都被看成是人类认识和改造自然的一种有力工具。它象文字记载了人类历史一样，记载了地球的自然发展演化史。看起来是死的东西，实际上是运动着的物质，它可以给人类提供很多有用的物质和知识。所有研究地球的构造和历史的各个地质学科，都无一例外地要涉及到岩石，何况在地壳中几乎所有的矿产又都产于岩石中，就是说矿产与岩石不仅有极密切的关系，而且很多岩石本身就是矿产。如农业上用的磷肥，就是由磷块岩等制成的；炼铁用的铁矿石，不少是取自磁铁石英岩；石灰岩作为塑料、水泥用的原料之一等等都是。

与之有关的矿产非常多，下面还要详细讨论。

总之，我们学习岩石这门知识，“最重要的，是善于将这些知识应用到生活和实际中去”。也就是要更好地为祖国的社会主义革命和社会主义建设服务，找到更多的矿产资源，支援世界革命，为人类作出更大的贡献，这就是我们学习它的主要目的。

三、岩石是怎样分类的

现在自然界已被引用的岩石术语词汇约一千多种，可以说五花八门、种类繁多，但从形成的原因来看，可以归为如下四大类：

（一）火山岩：是由火山喷溢出来的熔浆冷凝或由火山爆发产生的碎屑物堆积而形成的岩石，如玄武岩、凝灰岩等。

（二）侵入岩：是由岩浆侵入到地壳的一定部位，经冷凝而成的岩石，如辉长岩、花岗岩等。

上述两类统称岩浆岩或火成岩。

（三）沉积岩（亦称水成岩）：是在表生条件下，由砂、砾、泥质或溶解物质，经沉积、固结而成的岩石，如砂岩、砾岩和石灰岩等。

^{*}一般说来岩石是“石头”，但自然界的石头并非都是岩石。

(四) 变质岩 (亦称变成岩) : 是由火成岩或沉积岩及先成的变质岩, 在不同的温度、压力条件下经改造而形成的岩石。如大理岩, 花岗片麻岩等。

由于其形成的地质作用不同, 因此各有其特点, 根据这些特点、规律, 就可以很好的识别它们。

从地表和地壳内部各大类岩石分布来看, 在地球的表面分布最广的是沉积岩 (约占 65%), 而在地壳的内部火成岩要占主要地位 (约占 94%), 其次为沉积岩 (约占 5%), 变质岩最少 (约占 1%)。

在大陆上, 分布最广的是花岗岩和中、基性的喷出岩, 超基性岩则很少, 只占岩浆岩的千分之几, 碱性岩更少。

在大洋底部, 则是另一种情况。据海底岩石学的研究, 洋壳下的地幔物质主要为超基性岩, 海底莫霍面以上的地壳可分为两部分: 下部为辉长岩 (有时有斜长岩等), 上部为玄武岩。在玄武岩的上面, 复盖着远比大陆上为薄的沉积物, 大西洋底稍厚, 印度洋底则很薄。

上述情况说明, 岩浆岩在地表、大陆和大洋上, 甚至在垂直方向上, 其分布是不相同的, 了解这一点亦是很重要的。

第一章 岩浆和火山作用

第一节 岩浆和岩浆岩

人们能够看到的“岩浆”是由现代火山口喷溢出来的熔岩流，这说明在地壳之下确实存在着岩浆这种物质。但严格说来，熔岩流并不是真正的岩浆，岩浆要比熔岩流更富含挥发组分，而这些挥发组分在岩浆上升至临近地表时，由于压力的减少，溶解在其中的气体平静地或猛烈地释放出来，其中主要的是水蒸气，其次为 CO_2 、 SO_2 等等。

岩浆是地下深处存在的岩石熔融体，是组成岩浆岩的母源物质，它通常包含有矿物晶体、未熔融的碎片和溶解在其中的气体。组成岩浆的化学成分主要为二氧化硅，次为铝、镁、铁、钙、钠、钾的氧化物、水以及少量的金属硫化物和氧化物等。

从现代火山和古火山喷发的熔岩来看，它们的 SiO_2 含量绝大多数是在45%至75%之间，且以 SiO_2 含量在50%、60%以及70%左右的岩石为主，这三类熔岩就是地壳中分布最广的玄武岩、安山岩和流纹岩。与其相对应的岩浆为：玄武质岩浆、安山质岩浆和流纹质岩浆。一般认为，其它岩浆多是由这三类母岩岩浆衍生而来的。除上述三类岩浆外，有人认为还有其它独立的岩浆，如超基性岩浆、碳酸盐岩浆、碱性岩浆等。这里就不详细介绍了。

岩浆的形成多为局部温度升高，这种温度的变化过去曾被认为是由地热增温和放射性同位素蜕变而引起的。但近年来，则多认为起主导作用的是由于板块磨擦热或由于局部压力降低造成的。

由上可知：岩浆是地壳深部或上地幔物质局部熔融产生的、炽热的溶解有挥发物质的复杂的硅酸盐熔融体。它在构造运动或其它内力的影响下，可以向上侵入于地壳之中或喷出地表，并经冷却固结而形成各种岩浆岩。

人们把包括岩浆活动直至冷凝成为岩石的整个过程，叫做岩浆作用或火成作用。由岩浆凝固固结而成的岩石，统称岩浆岩或火成岩。它包括喷出地表的火山岩和侵入到地壳不同部位的侵入岩。

第二节 火山活动

一、火山

火山活动是一种极其壮观而又使人生畏的自然现象。在我国历史上很早就有记载，二千多年前的“山海经”中曾提过中国西部有个火焰之山（相当于新疆于田火山）。又如清朝吴振臣，于公元一七二一年所写《宁古塔记略》中也描述了公元一七二〇年间黑龙江五大连池的火山喷发的情况：

“离城（指德都）东北五十里有水荡，周围三十里，于康熙五十九年（公元一七二

○年)六、七月间,忽烟冲天,其声如雷,昼夜不绝,声闻五、六十里。其飞出者皆黑石、硫黄之类,经年不断,竟成一山,兼有城廓,热气逼人,三十余里,可登远山而望。今热气渐衰,然隔数里,人仍不能近。”

该书中所记载的就是五大连池中两座新期火山,即火烧山和老黑山(图 I—1、2)。



图 I—1 老黑山火山口

(据地质博物馆)

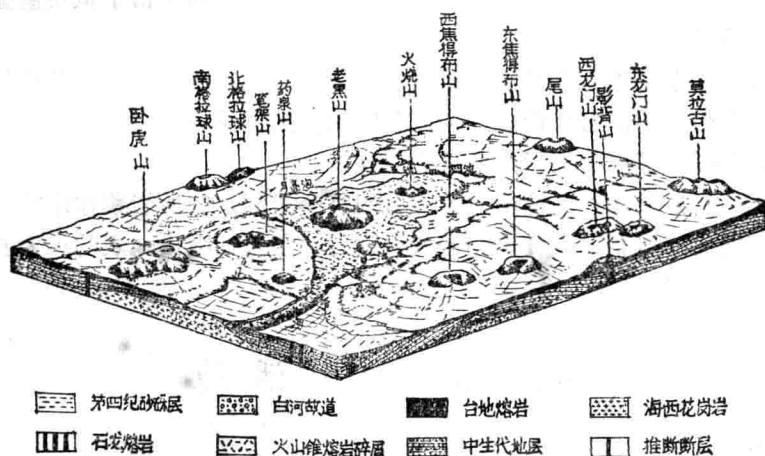


图 I—2 黑龙江省德都县五大连池火山群分布图

火山喷发常具有一定顺序,如一九七七年一月七日扎伊尔的尼拉贡戈火山喷发。开始时地面冒蒸气,逐渐在其上空形成水蒸气柱,越来越高,有时高达数千公尺。紧接着火山灰冲上天空,地下地上轰鸣,随即形成火山口,大量的“石块”从中喷出。最后从

火山口中溢出大量的、灼热的熔岩流，直至熔岩流冷凝为熔岩，火山活动才相对静止。

火山喷出的水蒸气柱有的竟达三万公尺，如一八八三年八月二十六日喀拉喀托火山就是一例。

岩浆由于本身的应力和地壳构造运动的影响，沿着断裂交会处喷至地表（图 I—3），其喷出物有时可堆积如山，有时在一新的喷火口形成时，还来不及形成一座山，甚至连一座小丘也形不成，人们均将其称为火山，将这种现象叫做火山活动。

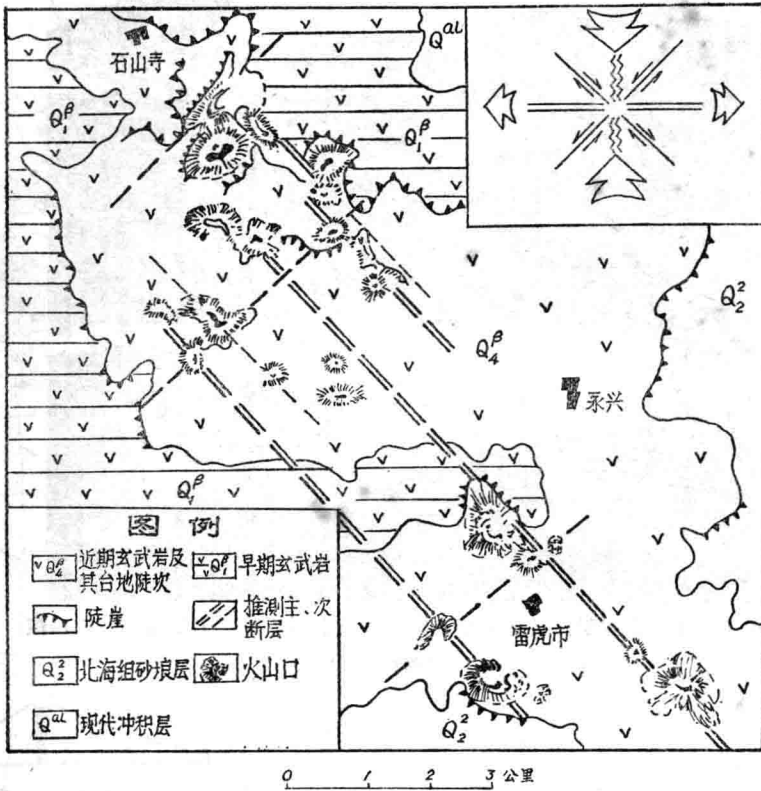


图 I—3 广东永兴火山群与断裂关系示意图

（据丁国瑜等资料1964修编）

火山与其它作用所形成的山不同，多数为锥形山，在顶部有一喷火口，其锥形体可由溢出的熔岩流构成，称熔岩锥；亦可由火山碎屑物堆积而成，称碎屑锥；或属二者过渡类型的（由熔岩和碎屑物交替构成的），称混合锥或层状锥（图 I—4）。

当流动性大的基性玄武质岩浆溢出地表冷凝后常形成平缓的山形；而粘性较大的安山质和流纹质岩浆上升到地表时，经冷凝可构成丘状的山形。另外，溶解在岩浆中的大量气体亦可因为压力的突然降低而引起爆炸，使上部已冷凝的熔岩经爆破而成为碎片（块）状，这种爆破的碎片亦可形成渣状的山形。以上所述的现象在同一地点可以重复出现，因而构成不同形态的火山和构造（图 I—5）。

火山口亦可根据形态，大小分为如下几类（图 I—6）：

火山口直径通常为几十公尺至几百公尺，有的可达一千公尺以上。火山口深度一般



图 I—4 新疆于田县1951年5月27日喷发形成的“卡尔达西”火山锥
(据章铭陶)

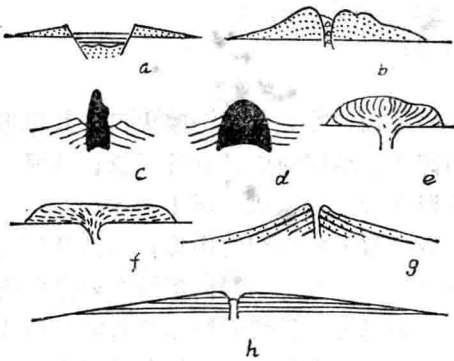


图 I—5 各种类型火山形态及构造

a: 平板火山口, b: 碎屑火山锥(碎屑丘),
c: 火山塔, d、e、f: 熔岩穹丘, g: 层火山,
h: 盾状火山 (据久野久)

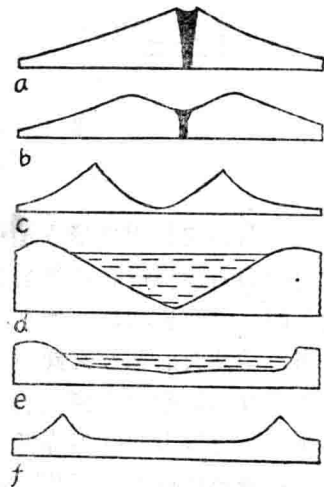


图 I—6 火山口剖面分类示意图

a: 单锥顶火山口, b: 扩大锥顶火山口,
c: 诺雷特 (Noorat) 式火山口, d、e、
f: 木尔 (Moor) 式火山口

人们常把火山分为活火山、死火山和休眠火山。死火山是指在人类历史以前爆发过，迄今为止尚没有再爆发过的那些火山，即人们常说的古火山，属于这种火山的在地球上近一千余座。休眠火山指在人类历史中曾爆发过，以后长期处于平静，但目前尚有高温气体从喷气孔喷出等现象，即仍有可能再发生火山爆发的火山，如我国著名的白头山。活火山指的是经常或周期性喷发的火山，如我国著名的台湾省大屯火山群中的七星山火山等（图 I—7）。世界上的活火山据统计约六百多座（图 I—8）。

这里，应特别指出的是，研究新的火山遗迹，对于了解火山活动的特点，火山机构特征和类型，对遍布全国的新老火山岩地区的矿产资料、地热资源以及地下水资源的探寻与开发，对查明各地质时期的火山活动规律，都具有“将今比古”进行“地质类比”的重要参考价值。

为此，我们不得不提出我国著名的火山胜地——五大连池火山群，这里壮丽的火山遗迹跃然如初，典型的熔岩景观奇特，生动似画卷，俨然构成一座少见的宏大的天然火山博物馆。

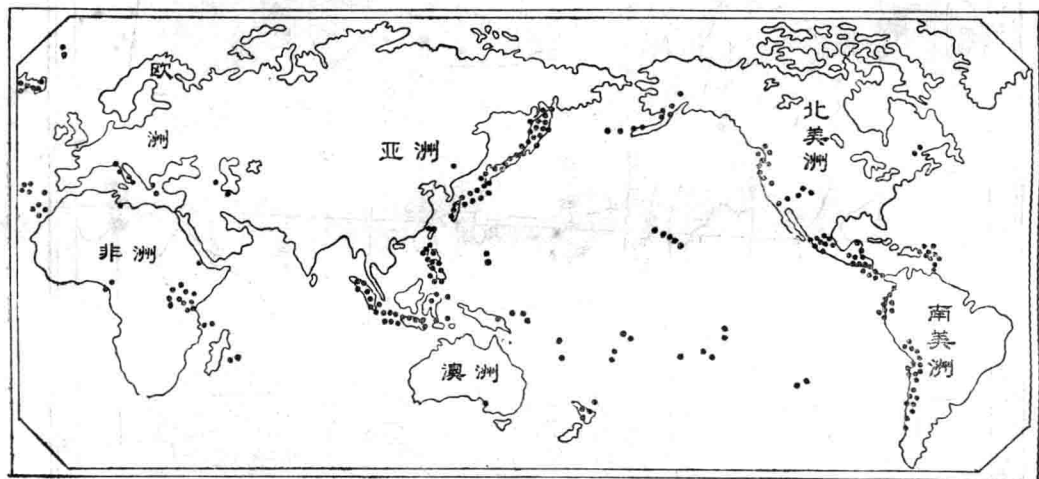


图 I—8 世界上活火山分布示意图

二、火山作用

是岩浆作用的一种特殊形式，它总括了地下岩浆通过导浆通道喷出地表的全过程，它既包括火山的喷发作用及与其有关的沉积作用，也包括与火山喷发有联系的侵入作用（包括潜火山作用）。一些与火山活动有关的成矿作用也是全过程的一部分。常见的火山作用以喷发作用为主，其表现形式基本上有三种：爆发、喷溢和侵出。由于火山碎屑物的堆积，常带有沉积作用的特点，所以火山作用既不同于侵入作用，又不同于沉积作用，其产物既是岩体又是地层单位，首先它是火山岩体，其次才是地层单位。因此，对于火山作用的研究较侵入作用或沉积作用均要复杂。

第三节 火山机构

又称“火山机体”、“火山构造”，是指在一定时间和空间范围内，火山作用本身所形成的各种产物以及与其有关的构造和矿产的总和。这些产物既包括地表以下与火山