

56.732

Q5081

中国科学院地质研究所

华东及邻区 中、新生代火山岩

吴利仁 主编



科学出版社

中国科学院地质研究所

华东及邻区中、新生代火山岩

吴利仁 主编

科学出版社

1984

内 容 简 介

本书是中国科学院地质研究所近年来重大的研究成果之一,它是第一部华东及相邻地区中、新生代火山岩的综合性专著(共分三部分)。根据华东及邻区火山岩的研究与板块构造、区域地质的历史分析、岩石主元素和稀土元素的地球化学、同位素(硫、氧、锶)地质、同位素地质年代学、地球物理学、包裹体测试等相结合,运用岩石物理化学、热力学以及数学地质的判别分析、聚类分析等多种学科及手段,取得了丰富的基础资料,对该区中、新生代火山岩的时、空分布、岩石学特征、岩浆成因和演化以及有关铁矿床进行了比较深入的探讨,明确地把中国东部中生代火山岩划分为南、中、北三岩区,并论述了各岩区的特点,提出长江中、下游与火山岩有关的铁矿床有两大成因系列(即岩浆熔离矿床和残余岩浆气液矿床系列),对该区铁矿的找矿与勘探具有实际意义。

本书可供地质、岩石、矿床等专业的生产、科研人员以及有关院校师生参考。

中国科学院地质研究所

华东及邻区中、新生代火山岩

吴利仁 主编

责任编辑 李增全 谢洪源

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

*

1984 年 12 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1984 年 12 月第一次印刷 印张: 18 3/4

印数: 精 0001—1,300 插页: 精 2

平 0001—1,550 字数: 425,000

统一书号: 13031·2734

本社书号: 3767·13—14

定价: 布脊精装 3.90 元
平 装 2.90 元

主 编：

吴 利 仁

作 者：

吴利仁	李秉伦	赵大升	齐进英	王听渡	王谦身
胡华光	陈锦石	王守信	刘承祚	肖增岳	王艺芬
李荫槐	胡世玲	张秀棋	徐永生	谢奕汉	赵 瑞
王松山	朱 铭				

前 言

中国科学院地质研究所自 1976 年以来,先后派出 40 余人于我国东部环太平洋地区进行了中、新生代火山岩、铁矿床、构造、地层、同位素 (S. O. Sr) 地质、同位素地质年龄、稀土元素、微量元素、数学地质、地球物理 (地球物理研究所) 等方面的科研工作。工作所涉及的范围主要在北纬 44° 以南、东经 114° 以东地区,可概括为“华东及邻区”。但因各项工作发展不平衡,有的小于或超出了这个范围。

全书共分三部分,插图 156 幅,照片 28 张。各章之间有密切联系,但亦保持其相对独立性。各章的观点基本相同,但对个别问题,本着求同存异的精神,保留了不同的见解,未强求一致,有待在以后实践中得到检验。

本书初稿完成后,曾于 1982 年 4 月 6 日—7 日,由中国科学院地质研究所在北京召开了评审会议。出席会议的有:地质部中国地质科学院、武汉地质学院、冶金部北京冶金地质所、石油部石油勘探开发研究院地质所、二机部三所、国家地震局地质所、中国科技大学研究生院等有关的科研教育部门以及中国科学院地质研究所、地球物理研究所、科学出版社等有关专家 20 余人。大家认为:本书是第一部华东及相邻地区中、新生代火山岩的专著,是一本有丰富基础资料的、综合性较强、水平较高的区域岩石学著作。在多方面提出了新的见解,具有理论及实际意义。与会代表对本书作了充分评价,提出了许多宝贵意见和修改、补充的内容。本书作者根据各方面的意见认真地做了修改和补充。

工作过程中,这些地区的省地质局及所属地质队、各省冶金地质勘探公司及其地质队在各方面给予很大支持,在此谨致谢忱!

本书的图件和照片是由中国科学院地质研究所绘图组、照相组、复照组共同完成的。出版组王传英同志做了大量工作,在此一并致谢!

吴利仁
一九八二年

目 录

前言	吴利仁(ii)
绪论	吴利仁 张秀棋(1)
第一节 有关火山岩岩石系列的划分问题	(1)
一、对火成岩成因分类的回顾	(1)
二、火山岩岩石系列的含意及本书所采用的分类	(3)
第二节 火山熔岩的分类和命名	(3)
一、关于火山岩分类、命名问题	(3)
二、关于计算岩石标准矿物及矿物成分问题	(5)
第三节 “断块区”和“板块”的含意	(11)

第一部分 华东及邻区中、新生代火山岩生成的地质背景

第一章 华东及邻区中、新生代构造演化特征	李荫槐(13)
第一节 中、新生代构造演化的背景	(13)
第二节 中、新生代沉积建造和构造演化特征	(16)
第三节 中、新生代火山岩类型和时空分布	(25)
第四节 深部构造特征	(26)
第五节 认识和讨论	(28)
第二章 中国东部滨太平洋带地球物理场特征与深部地壳构造的轮廓	王谦身(30)
第一节 中国东部滨太平洋带的区域重力场及其特征	(30)
一、中国东部滨太平洋带的重力异常高梯度带	(32)
(一) 大兴安岭-太行山-武陵山-苗岭-桂西山地重力异常高梯度带(简称中国东部重力异常高梯度带)	(32)
(二) 天台山-雁荡山-戴云山重力异常高梯度带(简称东南沿海重力异常高梯度带)	(32)
(三) 台湾东部重力异常高梯度带	(32)
(四) 长白山重力异常高梯度带	(32)
(五) 南岭重力异常高梯度带	(33)
二、中国东部滨太平洋带的重力异常平缓变化区	(33)
(一) 东北重力异常平缓变化区	(33)
(二) 华北、华东-江汉重力异常平缓变化区	(33)
(三) 华南重力异常平缓变化区	(33)
三、关于中国东部滨太平洋带重力场特征的几点认识	(34)
第二节 中国东部滨太平洋带地壳构造及地壳厚度分布轮廓	(34)
一、中国东部滨太平洋带的地壳厚度陡(递)变带	(36)
(一) 中国东部地壳厚度递变带	(36)
(二) 东南沿海地壳厚度递变带	(37)
(三) 台湾地壳厚度递变带	(37)

(四) 南岭地壳厚度递变带	(37)
(五) 长白山地壳厚度递变带	(37)
二、中国东部滨太平洋带的地壳厚度缓变区	(38)
(一) 中国东北地壳厚度缓变区	(38)
(二) 华北-华东地壳厚度缓变区	(38)
(三) 华南地壳厚度相对缓变区	(38)
第三节 关于中国东部滨太平洋带地壳构造的几个问题	(39)
一、中国东部存在着一条巨大的地壳厚度递变带	(39)
二、郯庐断裂带的地球物理场特征及其地壳构造运动方式的探讨	(39)
(一) 郯庐断裂带的重力场特征	(40)
(二) 郯庐断裂带的地磁场特征	(40)
(三) 郯庐断裂带的地壳厚度分布特点	(40)
第三章 华东及邻区中、新生代火山岩系地层..... 胡世玲 胡华光	(42)
第一节 华东及邻区中生代火山岩系地层	(42)
一、中生代地层层序	(42)
(一) 三叠纪地层	(42)
(二) 侏罗纪地层	(43)
(三) 白垩纪地层	(43)
二、中生代火山岩系地层时代	(43)
三、我国东部中生代火山岩系的空间分布	(48)
第二节 新生代火山岩系地层	(48)
一、新生代地层层序	(48)
(一) 第三系的典型层序及对比(表 3-3)	(49)
(二) 第四系的典型层序及对比(表 3-4)	(52)
二、新生代火山岩系地层时代	(54)
(一) 第三纪的火山岩	(54)
(二) 第四纪的火山岩	(54)
三、新生代火山岩的空间分布	(55)
第四章 华东及邻区中、新生代火山岩同位素地质年龄	
.....胡华光 胡世玲 王松山 朱 铭	(56)
第一节 安徽庐枞火山岩盆地同位素地质年代学的研究	(56)
一、庐枞地区火山岩系的同位素年龄	(59)
二、庐枞火山岩地区侵入岩的同位素年龄测定	(63)
三、矿化时代	(64)
第二节 长江中下游几个主要成矿火山岩盆地的同位素地质年龄及其对比	(64)
一、庐枞、宁芜和繁昌等盆地火山岩地层的对比	(65)
(一) 宁芜地区	(65)
(二) 繁昌地区	(65)
(三) 庐枞、宁芜、繁昌三盆地火山岩地层的对比	(65)
(四) 庐枞、宁芜、繁昌三盆地的古生物地层工作	(66)
二、岩浆侵入活动和成矿时代的对比	(66)
(一) 宁芜地区	(66)
(二) 繁昌地区	(70)

第三节 我国东部某些中生代盆地火山岩系的划分和对比	(70)
一、冀北地区	(74)
二、山东地区	(75)
三、鄂东地区	(75)
四、浙江地区	(75)
五、福建地区	(76)
第四节 新生代火山岩系年龄	(78)
第五节 几点认识	(83)

第二部分 华东及邻区中生代火山岩及有关铁矿床

第五章 中生代火山岩地质特征	吴利仁 徐永生(84)
第一节 岩浆活动与板块运动的关系	(84)
第二节 火山岩时空分布	(86)
一、南岩区	(86)
二、中岩区	(87)
三、北岩区	(90)
第六章 中生代火山岩岩石及主要造岩矿物特征	
..... 王昕渡 张秀棋 徐永生(92)	
第一节 火山岩岩石特征	(92)
一、岩石分类及命名	(92)
二、各个岩区的岩石特征	(92)
(一) 南岩区	(92)
(二) 中岩区	(94)
(三) 北岩区	(94)
第二节 主要造岩矿物	(95)
一、辉石	(95)
二、长石	(101)
(一) 长石的分布	(101)
(二) 长石的成分	(101)
(三) 长石的有序无序	(105)
第三节 结论	(106)
第七章 中生代火山岩岩石化学特征	齐进英 张秀棋(109)
第一节 岩石系列	(110)
第二节 岩石系列的进一步划分	(113)
第三节 碱性系列岩石的演化趋势	(115)
第四节 火山岩岩石化学在空间上的分布特点	(117)
第五节 南岩区火山岩岩石化学在时间上的分布特点	(120)
第六节 微量元素特征	(122)
第七节 结论	(124)
第八章 中生代火山岩稀土元素, S、Pb、O、Sr 同位素特征	(131)
第一节 稀土元素	王守信(131)
一、引言	(131)

二、分析方法	(131)
三、分析结果	(132)
四、讨论	(134)
五、小结	(137)
第二节 硫同位素	陈锦石 赵 瑞 (138)
一、分析结果	(141)
(一) 含硫矿物 δS^{34} 值的分布特点	(141)
(二) 含硫矿物 δS^{34} 值与其埋藏深度的关系	(142)
(三) 不同蚀变带中含硫矿物 δS^{34} 值的分配状况	(143)
二、讨论	(143)
(一) 关于硫源性质	(143)
(二) 对含硫矿物 δS^{34} 值分布的解释	(147)
第三节 铅、氧同位素	吴利仁 (152)
一、铅同位素	(152)
二、氧同位素	(153)
第四节 锶同位素	吴利仁 胡华光 (154)
第九章 各类火山岩生成的物理条件及深部岩浆的分异与演化	吴利仁 徐永生 (157)
第一节 各类火山岩生成的物理条件	(157)
第二节 深部岩浆的分异与演化	(159)
第十章 对各类岩浆成因的探讨	吴利仁 齐进英 (160)
第十一章 与中生代火山-侵入杂岩有关的铁矿床	(168)
第一节 中生代内生铁矿床形成的基本原理	吴利仁 (168)
一、铁在地球各壳层中的丰度及其所反映的实质问题	(168)
二、硅酸饱和的、偏碱性的中、基性岩浆——铁的良好载体	(169)
三、铁矿的成矿作用—成矿物质脱载的过程	(171)
(一) 铁的成矿物质脱离熔浆的方式及条件	(171)
(二) 铁的成矿物质从含铁气、液中脱离的方式及条件	(173)
(三) 成矿物质脱载及富集的地质条件	(174)
四、关于铁质来源问题	(175)
五、对邯邢式铁矿的认识	(175)
六、结论	(176)
第二节 宁芜地区与火山岩有关的铁矿床	李秉伦 谢奕汉 (176)
一、岩浆型铁矿的矿床学和地球化学特征	(177)
二、岩浆型铁矿床的包裹体研究	(182)
(一) 矿物中包裹体的特征	(183)
(二) 包裹体测温	(185)
(三) 包裹体的气体成分	(188)
三、岩浆后期残浆-气液交代充填矿床的一般特征	(191)
四、结论	(197)
第十二章 中生代火山岩的定量化研究	刘承祚 (200)
第一节 中国东部中生代火山岩定量化研究及其意义	(200)
第二节 华东及邻区中生代火山岩的聚类分析	(202)
一、华东及邻区中生代安山岩的聚类分析	(202)

二、华东及邻区中生代流纹岩的聚类分析	(203)
三、华东及邻区安粗岩-粗安岩-粗面岩岩石组合的聚类分析	(206)
四、华东及邻区中生代玄武岩的聚类分析	(209)
五、对华东及邻区中生代火山岩聚类分析结果的综合分析	(210)
第三节 华东及邻区中生代火山岩的因子分析	(211)
一、华东及邻区中生代安山岩的因子分析	(211)
二、华东及邻区中生代流纹岩的因子分析	(212)
三、华东及邻区中生代安粗岩-粗安岩-粗面岩岩石组合的因子分析	(213)
四、华东及邻区中生代玄武岩的因子分析	(215)
五、对华东及邻区中生代火山岩因子分析结果的综合分析	(215)
第四节 根据数学地质研究结果对华东及邻区中生代火山岩分布地带进行分区	(218)
第五节 华东及邻区中生代火山岩和河北省南部中生代侵入岩数学地质研究结果的分析对比	(218)
一、回归分析结果的对比分析	(219)
二、聚类分析结果的对比分析	(219)
第六节 本章结语	(219)

第三部分 新生代火山岩及幔源捕虏体

第十三章 区域地质构造背景及火山岩地质特征	赵大升 肖增岳 王艺芬(221)
第一节 区域地质构造背景	(221)
第二节 新生代火山岩的地质特征	(225)
一、新生代火山岩的时空分布	(225)
二、新生代火山岩的喷发类型及特征	(229)
三、典型岩体地质特征	(229)
四、新生代火山活动与区域地质构造的关系	(234)
第十四章 岩石及主要造岩矿物特征	肖增岳 王艺芬 赵大升(237)
第一节 岩石类型	(237)
一、拉斑玄武岩	(238)
二、橄榄拉斑玄武岩	(238)
三、碱性玄武岩	(238)
四、碱性橄榄玄武岩	(239)
五、灰玄响岩、响灰玄岩、响碧玄岩类	(239)
六、响似长岩、似长岩类	(240)
第二节 岩石化学特征	(243)
一、苏皖地区玄武质岩石	(244)
二、山东地区玄武质岩石	(245)
三、山东与苏皖地区玄武质岩石之异同点	(249)
第三节 玄武岩的主要造岩矿物特征	(258)
一、橄榄石	(259)
(一) 光性特征	(259)
(二) 化学成分特征	(259)
二、辉石	(261)

(一) 光性特征	(261)
(二) 成分特征	(261)
三、斜长石	(264)
(一) 光性特征	(264)
(二) 成分特征	(265)
(三) 红外光谱特征	(265)
(四) 结构特征	(266)
第十五章 碱性玄武质岩石中的幔源捕虏体及巨晶	
..... 王艺芬 赵大升 肖增岳	(269)
第一节 玄武质岩石中的捕虏体-尖晶石二辉橄榄岩的岩石特征	(269)
第二节 二辉橄榄岩捕虏体的主要造岩矿物特征	(273)
一、单斜辉石	(274)
二、斜方辉石	(275)
三、橄榄石	(275)
四、尖晶石	(275)
第三节 碱性玄武质岩石中的巨晶	(276)
一、普通辉石巨晶	(277)
二、石榴石巨晶	(277)
三、歪长石巨晶	(280)
第十六章 关于新生代玄武质岩浆的成因和演化	赵大升 王艺芬 肖增岳(281)
结论	吴利仁(285)

绪 论¹⁾

吴利仁 张秀棋

为了使作者有一种共同语言,乃提出本书当进行火山岩系列划分时所要遵循的原则,火山熔岩分类、命名的修改方案,阐明了“断块区”和“板块”两种不同构造术语的含意。

第一节 有关火山岩岩石系列的划分问题

一、对火成岩成因分类的回顾

把火成岩划分为亚碱性和碱性两类是 Iddings (1892)^[5] 首先提出的。他把碱性岩视为单独一组有成因联系的岩石。

Harker (1896, 1909)^[4] 认为: 亚碱性和碱性两类岩石代表产于不同构造条件下的两大火成岩分支。每个分支包括由基性到酸性成分的岩石,各代表一个成因系列。分别代表太平洋地区和大西洋地区的产物。如果以 $\text{SiO}_2\%$ 作横坐标, $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ 作纵坐标来对比两个系列岩石,对应某一 SiO_2 成分,则碱性系列岩石中的碱质高于相应亚碱性岩石中者。在矿物成分上亦有所反映:碱性系列岩石中碱性长石多,在标准情况下有似长石、碱性辉石、碱性角闪石等出现。但哈克所称的碱性系列岩石包括标准的碱性岩及与其有成因联系的少量亚碱性岩石。所以基本上是一种成因分类。

Holmes (1920) 提出“钙碱性岩石”一辞,以与碱性岩石相区别。前者不含似长石类矿物、碱性辉石和碱性角闪石等,而以长石、普通角闪石、普通辉石为主。

以后有些学者抛弃了哈克的碱性岩的成因概念。把碱性岩视为亚碱性岩在特殊地质条件下的派生物。Daly (1914, 1933)^{[2],[3]} 和 Shand (1933) 曾提出碱性岩为亚碱性岩浆同化灰岩的产物。

Bowen (1928)^[1] 认为:高原玄武岩及大规模的玄武岩属亚碱性系列,为全部或大部分火山岩的母岩浆。认为碱性岩为亚碱性岩浆在特殊条件下结晶分异的产物。

Kennedy (1933)^[6] 提出:有两种原始玄武岩浆“橄榄玄武岩浆型”,最后可产生粗面岩及响岩;“拉斑玄武岩浆型”,最后可产生流纹岩。并认为与钙碱性岩系相当。

Tilley (1950)^[12] 认为:橄榄玄武岩含意不清,而以“碱性橄榄玄武岩”代替“橄榄玄武岩”。并指出拉斑玄武岩系列有别于钙碱性岩系列,在于与前者共生的安山岩体积小而铁质相对较高;而造山带钙碱性岩系列中安山岩占优势, Al_2O_3 含量高,而 Fe/Mg 比值低。他认为钙碱性岩系列中的岩石为拉斑玄武岩浆的派生物。

Kuno (1960, 1968)^{[7],[8]} 假定尚存在第三种原始岩浆——“高铝玄武岩浆”,在此高

1) 孙世华同志参加了“火山熔岩的分类和命名”一节的撰写。

铝玄武岩系列中,包括安山岩、英安岩及流纹岩。而不同于拉斑玄武岩及钙碱性系列岩石。

Yoder 和 Tilley (1962)^[15] 持异议,认为高铝玄武岩为拉斑玄武岩和碱性橄榄玄武岩的变种。

Wilkinson (1968)^[14] 则认为高铝玄武岩是钙碱性系列岩石中的主要玄武岩。

Chayes (1965) 建议废弃“拉斑玄武岩”一词,而以“亚碱性玄武岩”(subalkaline basalt)来代替。

Tilley 和 Muir(1967)^[13] 认为:“拉斑玄武岩”一词在文献中已通用,故主张保留。

Wilkinson (1968)^[14] 随后把亚碱性岩作为更一般的名称,包括拉斑玄武岩及钙碱性系列岩石,以与碱性系列岩石相对立。

最近 Akiho Miyashiro (1978)^[9] 综合了前人大量实际资料及 Yoder 和 Tilley (1962) 的实验结果又把碱性系列岩石(碧玄岩、霞石岩和白榴碧玄岩等除外)划分为:

1) 肯尼迪(分异)趋势 (Kennedy trend): 在霞石-橄榄石-透辉石-石英四面体中(图 1),于相对低压下(<10 千巴),透辉石-橄榄石-斜长石为一热分界面。亚碱性岩石具紫苏辉石和石英标准矿物分子,故其成分点投于热分界面的右侧,当橄榄石、斜长石、透辉石质单斜辉石结晶时,则使残浆成分的变化移向右方。当残浆的成分通过紫苏辉石-斜长石-透辉石平面时,则橄榄石停止结晶,已结晶的橄榄石则与残浆相作用生成贫钙辉石,变为斜方辉石或易变辉石。

当岩石中如有少量霞石标准分子时,则其投影点落于分界面的左侧;于橄榄石、透辉石、其它单斜辉石结晶时,则残浆成分的变化向左移动,即不断增加岩浆的不饱和程度,最后产生粗面岩及响岩的成分。对此称为肯尼迪分异趋势。

2) 库姆斯(分异)趋势 (Coombs trend): 有一些碱性系列岩石并不遵循肯尼迪趋势。例如常见玄武质岩石和超碱性淡色岩石(碱流岩、钠闪碱流岩)在一起出现。此种岩石具橄榄石、紫苏辉石标准矿物分子,所以在四面体中的投影点落于热分界面的右侧。于岩浆结晶过程中,残浆成分的变化趋向右方。都城将其名之为库姆斯趋势。这种岩石组合中的成员对 SiO_2 而言,均较相应的亚碱性岩石中的 $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ 含量高。这种岩石系列中的玄武岩可名之为紫苏辉石分子碱性玄武岩。

3) 跨式 A 型及 B 型: 当压力大于 10 千巴或在低压有水及氧化条件下,则橄榄石-斜长石-透辉石面不再是热分界面。则可有一系列横跨该分界面的岩浆成分产生和进行分异。具有标准霞石分子的部分遵循肯尼迪的(分异)趋势;具有标准紫苏辉石分子的部分则遵循库姆斯趋势。因此具有上述两个趋势的岩石交织在一起。都城将此种火山岩组合叫做跨式 A 型。

但是在碱性系列岩石中,除肯尼迪趋势和库姆斯趋势外,尚有其它分异趋势。将具其它分异趋势的岩石组合称为跨式 B 型。

4) 跨式-I 型及 II 型: 跨式火山岩组合亦可根据其它准则加以划分: 以暗色镁铁质(玄武岩质)岩石为主、淡色岩石为次的岩石组合可名跨式 I 型。而以淡色火山岩为主,以铁镁质岩石为次的组合,则可称之为跨式 II 型。

跨式 A、B 型和跨式 I、II 型是用不同标准建立的,故前后两者可以不同的形式同时出现。如跨式 A-I 型、跨式 B-II 型……等。

二、火山岩岩石系列的含意及本书所采用的分类

所谓火山岩岩石系列是指一组有成因联系、按一定规律出现的岩石组合。例如碱性系列中的岩石并不意味着全是岩石学上所定义的碱性岩,这是从大比例尺,即宏观的角度来进行描述的。而且地质情况是复杂的,所以不排除某一火山岩系列中出现的个别异常情况。此外,“火山岩系列”只强调这些岩石彼此间的成因联系,至于具体成因问题需要进行专题研究。本着上述原则,本书将采取的火山岩系列的分类如下表:

- I. 亚碱性岩石 { 拉斑玄武岩系列
钙碱性岩系列
- II. 碱性岩石系列 { 肯尼迪分异趋势
库姆斯分异趋势
跨式 { A型
B型
I型
II型 } 可以相互组合
- III. 碧玄岩-霞石岩和白榴碧玄岩系列

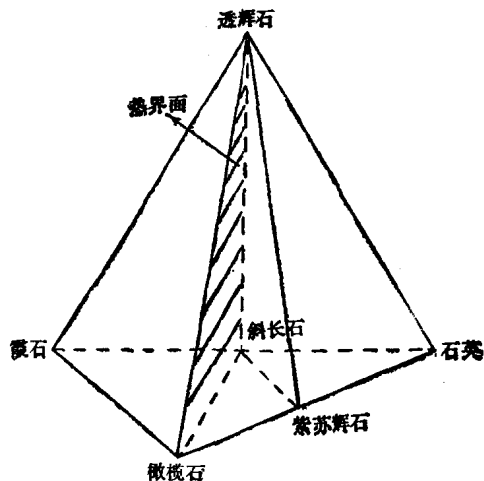


图1 表示玄武岩标准矿物成分的四面体
(据 Yoder 和 Tilley, 1962)

第二节 火山熔岩的分类和命名

岩浆岩的分类、命名是研究岩浆岩岩石学的基础,现在愈来愈为岩石学者所重视。在24届国际地质会议上确定了深成岩的分类、命名方案,并已得到广泛应用。但由于火山岩的复杂性,在分类、命名方面至今尚无统一的口径。因此,火山岩分类方案多如雨后春笋。岩石名称杂乱,对岩石学的发展颇为不利。故迫切需要建立一个国际统一的分类、命名方案。作者等对此曾在第一届全国火山岩会议上提出了具体建议,以后又做了修改[吴利仁、张秀棋、孙世华(1980, 1981)]。

一、关于火山岩分类、命名问题

根据岩石学发展的现有水平,作者认为对火山岩(熔岩)的分类、命名必须遵循几个原则: 1) 火山岩的分类、命名必须与相应深成岩保持一致性; 2) 单纯的化学分类不便于应用,必须与矿物分类联系起来; 3) 应尽量照顾到已经流行应用的岩石名称。根据上述原则,作者认为: A. Streckeisen (1979)^[11] 对火山岩分类、命名提出的建议是可取的。他对主要火山岩利用和深成岩分类、命名相一致的 QAPF 双三角形图解,以矿物成分为分类的基础(根据直接测得的实际矿物或由岩石化学成分计算而得的矿物体积百分含量)。其它参数可做进一步划分的依据。虽然,我们基本上采纳了他的方案,但也进行了一些修改(图2)。

A. Streckeisen 对他的分类还做了详细说明,较重要者有:

1) 当碱长流纹岩(区 2)中有碱性辉石和(或)碱性角闪石出现时,则叫碱流岩。
2) 流纹英安岩 (rhyodacite) 这一名称可用于“流纹岩”和“英安岩”之间的过渡岩石 (3b 和 4 区之间),没有单独的区。

3) 斜长石成分 (通常以 An 50% 为界) 对区分玄武岩和安山岩不太恰当,由于在很多钙碱性安山岩中,其标准矿物 An 分子在斜长石中可达 65%;有许多安山岩含拉长石或培长石斑晶。故以颜色指数及 SiO_2 含量来区分安山岩和玄武岩 (图 3)。提出 SiO_2 实验性数值为 52% (SiO_2 含量是从岩石化学分析值中除掉 H_2O 、 CO_2 等以后,再计算为 100 而得出)。

4) “响岩”这一名称应保留罗森布施的原意: 即由碱性长石、似长石和铁镁矿物组成的岩石。例如: 碱性长石和霞石组成霞石响岩; 碱性长石和白榴石组成白榴石响岩。其

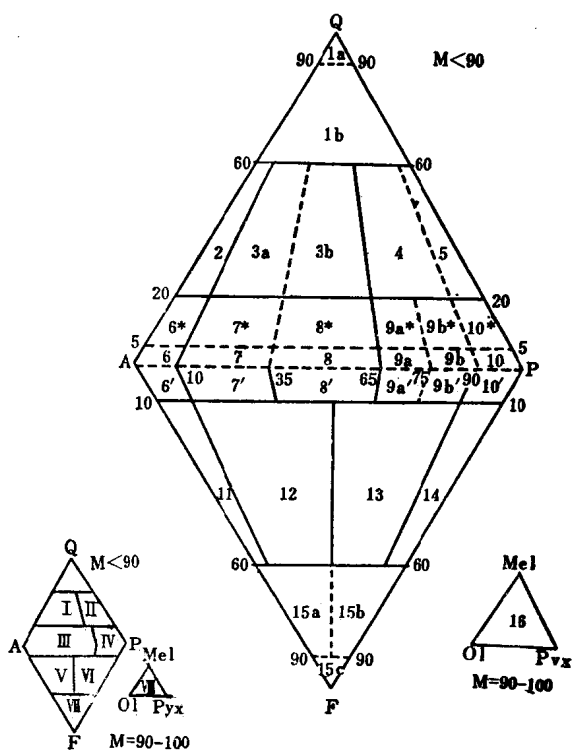


图 2 火山岩名称及它们在 QAPF 图解上的分区

(据 A. Streckeisen, 1979, 略加修改)

根名: 1a. 硅质岩; 1b. 富硅流纹岩(原图 1a、1b. 为 1 区, 未分, 未定名); 2. 碱长流纹岩; 3a、3b. 流纹岩; 4、5. 英安岩; 6.* 石英碱长粗面岩, 6'. 碱长粗面岩, 6' 含似长石碱长粗面岩; 7.* 石英粗面岩, 7. 粗面岩, 7' 含似长石粗面岩; 8.* 石英安粗岩, 8. 安粗岩, 8' 含似长石安粗岩; 9a*. 石英粗安岩、石英粗面玄武岩 (原此区未定名), 9a 粗安岩、粗面玄武岩(原定名为安山岩、玄武岩), 9a'. 含似长石粗安岩、含似长石粗面玄武岩(原未定名); 9b*. 10*. 石英安山岩、拉斑玄武岩(一部分), 9b. 10. 安山岩、玄武岩, 9b', 10'. 含似长石安山岩、碱玄岩(一部分); 11. 响岩; 12. 灰玄响岩, 13. 响灰玄岩、响碧玄岩; 14. 灰玄岩 (tephrite, 原译为碱玄岩)、碧玄岩; 15a. 响似长岩, 15b. 灰玄似长岩, 15c. 似长岩; 16. 超镁铁岩。

族名: I. 流纹岩类 (2、3a、3b 区); II. 英安岩类 (4、5 区); III. 粗面岩类 (6、7、8、9a 区); IV. 安山岩类、玄武岩类 (9b、10 区); V. 响岩类 (11、12 区); VI. 灰玄岩类 (13、14 区); VII. 似长岩类 (15a、15b、15c 区); VIII. 超镁铁岩类。Q. 石英; A. 碱性长石; P. 斜长石; F. 似长石;

M. 铁镁质矿物; Mel. 黄长石; Ol. 橄榄石; Pyx. 辉石。

它以此类推：如蓝方石响岩、方沸石响岩、白榴石霞石响岩(霞石>白榴石)等。当响岩中以霞石和(或)蓝方石作为主要似长石时，一般叫做响岩，不加矿物定语。但如果白榴石是主要组分时，则必须在岩石名称中加以表示。对由区 12 到区 15 的岩石有相同的建议。

5) 在区13和区14中如橄榄石含量>10%时，则应以“碧玄岩”代替“灰玄岩”。

我们对 A. Streckisen 分类、命名方案作了以下修改：

1) 为了与深成岩分类方案相对应，我们在 1 区 Q 为 90% 处画一水平线(图 2)，将 1 区分为上、下两部分(原来未划分)：上部(1a 区)取名硅质岩，与深成岩英石岩相对应；下部(1b 区)名为富硅流纹岩，与深成岩富石英花岗岩相对照。

2) 根据 A. Streckisen 的分类，借助图 3，把 9 区的岩石分为安山岩和玄武岩。我们认为，为了和深成岩分类方案相对应，并结合实际情况，将 9 区一部分 9a 改为粗安岩(相当二长闪长岩)和粗面玄武岩(相当二长辉长岩)。9* 和 9' 区的一部分 9_a*、9_a' 亦分别改为相应的名称(图 2 说明)。

3) 除按图 3 可把 9_b*、9_b'、9_c、10*、10、10' 区的玄武岩类和安山岩类加以划分外；把玄武岩可进一步划分为：拉斑玄武岩 $Q < 5\%$ (一般情况，有时 $> 5\%$)，无似长石矿物；橄榄拉斑玄武岩 ($Ol < 10\%$)；碱性玄武岩 ($F < 10\%$ 、 $Ol < 10\%$)；碱性橄榄玄武岩 ($F < 10\%$ 、 $Ol > 10\%$)。

4) 为了使“碱玄岩”(Alkali basalt, 区 10') 与“碱玄岩”(为 Tephrite 的以往译名，区 14) 相区别，故把后者译为“灰玄岩”(希腊语“Tephros”为灰色之意，故以前曾有人这样译过)；同时，这个名称与“碧玄岩”亦相呼应。

二、关于计算岩石标准矿物及矿物成分问题

根据作者的工作经验，感到利用矿物成分对火山岩进行分类存在两方面的困难：一是火山岩的实际矿物成分不易直接测得；二是利用岩石化学成分计算时，问题亦很多：1) 计算岩石标准矿物的方法、步骤不同，则结果不同；2) 根据标准矿物组成复杂造岩矿物的方法不同，则结果亦异；3) 这些计算方法的理论基础不可能完全与岩浆冷却结晶过程的自然规律相符合；因此，计算结果与实际情况亦会有所出入。所以，当前最重要的课题是确定一个由岩石化学成分计算成矿物成分比较合理的、更切合实际的、且便于应用的方法。

作者认为：C. I. P. W. 方法计算程序比较简单，但尚存在一些问题。比较重要者，如当计算成岩石标准矿物后，Or、Ab、An 如何分配到斜长石(P)和碱性长石(A)中去，却无一个符合自然规律的准则。但利用 QAPF 图解对岩石进行分类、命名时，P、A 值却是起关键作用的。A. Rittmann(1973)^[10] 法不独对斜长石、碱性长石组分提出比较合理的计算方法；对辉石、角闪石、云母等的计算也是比较深入的。但是，这种方法过于繁琐，不便于应用。因此，作者采取了把 A. Rittmann 计算 Or、Ab、An 在斜长石和碱性长石中的配分及两种长石相对含量的原理应用到 C. I. P. W. 计算方法中去。也可以说，对 C. I. P. W. 法做了一些延伸。这样，取长补短，效果较好。

现举一例(表 1)，以说明作者对 C. I. P. W. 法计算标准矿物时的改进。

1. 首先按 C. I. P. W. 法计算出岩石标准矿物分子数(表 1 底部“1”列所示数字，

表 1 用 C. I. P. W. 法计算火山岩的标准矿物成分*

氧化物	重量%	分子数	Ap	Il	Mt	Or	Ab	An	Di			Hy		Q
									Wo	En	Fs	En	Fs	
SiO ₂	67.78	1129				108	360	110	15	7	8	23	27	471
TiO ₂	0.29	4		4										
Al ₂ O ₃	13.62	133				18	60	55						
Fe ₂ O ₃	1.99	12			12									
FeO	3.60	50												
MnO	0.08	1		4	12						8		27	
MgO	1.19	30								7		23		
CaO	4.50	80	10					55	15					
Na ₂ O	3.71	60					60							
K ₂ O	1.74	18				18								
P ₂ O ₅	0.49	3	3											
1.标准矿物分子数			3	4	12	18	60	55	15	7	8	23	27	471
2.标准矿物重量			1.01	0.61	2.78	10.02	31.46	15.30	1.74	0.70	1.06	2.31	3.50	28.29
3.标准矿物体积(重量/比重)			0.32	0.13	0.53	3.91	12.05	5.56	0.60	0.22	0.28	0.73	0.92	10.68
4.标准矿物体积(%)			0.9	0.3	1.5	10.9	33.5	15.5	1.7	0.6	0.8	2.0	2.6	29.7

* 原名: 二辉安山岩; A. Rittmann: 易变辉石类安山岩; 本文作者: 英安岩。