

## 国内外火山碎屑岩的分类命名历史及现状

孙善平 李家振 朱勤文 魏海泉

**摘 要** 1981年国际地科联火成岩分类分会委托瑞士学者施米德提出的那个分类表比较简明,但还有些问题值得商榷。50年代末笔者提出了国内第一个岩性分类表。近30年来,充分吸取了国内外学者分类表的优点,在实践中不断修改充实,最近又提出了一个修订的岩性分类表,尚需进一步完善。当前火山碎屑岩分类命名由岩性分类重点转向成因分类。我们参考了国内外学者有关成因分类的新见解,初步提出了一个火山碎屑岩成因分类方案,以供大家讨论。

**关键词** 火山碎屑岩; 岩性分类; 成因分类

火山碎屑岩是界于岩浆岩和沉积岩之间的过渡类型岩类,正如A.V. Carozzi所说的那样,岩浆岩石学家和沉积岩石学家都不重视这类岩石的研究。因此,它成为岩石学领域中一个薄弱环节。实际上它是一类非常复杂的岩石,苏联岩石学家Е.Ф. Малеев早在60年代初就主张把火山碎屑岩独立为一个岩类。近十几年来,相继在火山岩发育区发现许多矿产,有些与火山碎屑岩关系密切,引起国内外岩石学家们的重视。本文仅就国内外火山碎屑岩分类命名问题作一综述,在历史回顾的基础上,分析它的现状和新进展。

### I. 火山碎屑岩分类命名简史

火山碎屑岩分类命名长期存在混乱现象。自从俄国著名岩石学家列文信-列信格于1888年首次提出火山碎屑岩分类,到现在将近100年,各国岩石学家从不同角度提出了近百个火山碎屑岩分类命名方案,各自侧重点不同,详细程度也很不一致。1977年以前国外主要代表性分类方案,已由Малеев在两本专著<sup>[8, 9]</sup>中作了详细论述,这里仅介绍和详述部分代表性分类方案。

以Малеев为代表的苏联学者,1946年就着手火山碎屑岩研究,至1980年,除上述两本专著外,还发表了许多有关火山碎屑岩的专题论文。1959年在亚美尼亚埃里温召开的第一届全苏火山学会议,制定了“火山成因碎屑岩分类表”<sup>[10]</sup>,在苏联得到广泛应用。但该表相当繁锁。1967年,В.С. Колтев-Дворников等在上述分类表基础上修订了一个“古火山成因、火山沉积成因以及其它碎屑岩分类表”<sup>[11]</sup>。Малееv先后于1971、1975和1980

年<sup>[12]</sup>提出并修改了“火山碎屑岩分类”和“火山成因沉积岩分类”。欧美和日本学者的分类一般比较简单, 主要根据火山碎屑粒度, 有的还根据火山碎屑形态和内部结构分类, 也有学者从成因角度分类。欧美学者中最早提出火山碎屑岩分类的是F. Wolff (1914, 德国) 和L. V. Pirson (1915, 美国)。A. Lacroix (1930, 法国) 提出了成因火山碎屑岩分类<sup>[3]</sup>。之后, C. K. Wentworth 等 (1932, 美国)、G. Pant'ò (1959, 匈牙利)、З. Тарак (1962, 罗马尼亚) 提出了火山碎屑岩岩性分类表。值得提出的是, R. V. Fisher (美国) 1961年制定的火山碎屑岩分类方案, 首先根据成因将火山碎屑岩分为四大类: 1) 自碎火山碎屑岩, 2) 正常火山碎屑岩, 3) 外生火山碎屑岩, 4) 成因不明的岩石; 再根据粒度进一步划分。该分类方案在欧美得到较高的评价。他的粒度界线 (凝灰岩 < 2mm, 火山砾角砾岩 2—64mm) 是比较合适的, 但他把外生碎屑岩列入火山碎屑岩分类中是不恰当的, 另外, 方案中未包括熔结凝灰岩、火山碎屑熔岩以及向沉积岩过渡的火山碎屑沉积岩。进而, 他于1966年根据火山灰、火山砾、火山弹和火山岩块三者的相对含量, 拟定了三角图定量分类命名方案, 分出了两个过渡种属<sup>[4]</sup>, 这是一个关键性的进展。此外, G. A. Macdonald (1972, 美国)<sup>[5]</sup> 根据火山碎屑的形状、喷出状态以及平均粒度, 对火山碎屑和火山碎屑岩进行的分类命名也具有重要意义。

国内火山碎屑岩分类命名研究起步较晚, 50年代以前始终缺少一个适应我国火山碎屑岩特点的分类命名方案。笔者从1955年开始, 着手于火山碎屑岩工作和研究, 在对河北宣化水泉侏罗纪凝灰岩和斑脱岩进行研究的基础上, 参考Н. И. Наковник (1955, 苏联) 等人的意见, 于1959年初步提出了我国第一个火山碎屑岩分类命名方案\* (表1), 该方案考虑了火山碎屑岩向熔岩和向正常沉积岩过渡的特点, 再根据三种火山碎屑含量和火山碎屑成分进一步命名。至1964年, 随着笔者对火山碎屑岩深入的工作, 尤其是对燕山西段侏罗纪凝灰岩类成因研究, 不断补充修改了1959年的初步方案, 如将成岩作用方式作为分类依据之一; 相应增

表1 火山碎屑岩分类表

成因类型 火山碎屑性质	熔岩火山碎屑 岩类	火山碎屑岩类	沉火山碎屑岩类
火山碎屑含量	90%—50%	>90%	90%—50%
火山碎屑物粒度	>10cm 熔岩集块岩 10—0.2cm 熔岩角砾岩 <0.2cm 熔岩凝灰岩	集块岩 火山角砾岩 凝灰岩	沉集块岩 沉火山角砾岩 沉凝灰岩
火山碎屑物态 (三属组分) (主要应用于 凝灰岩类)	石质碎屑型 (岩屑) 晶碎屑型 (晶屑) 玻璃碎屑型 (玻屑) 混合型		
火山碎屑成分	玄武质, 安山质, 粗面质, 流纹质 (单成分) 复成分		

附注: 原称火成碎屑岩, 现改为火山碎屑岩 (孙善平, 1959)

原称层火成碎屑岩, 现改为沉火山碎屑岩

加了熔结火山碎屑岩亚类 (笔者在我国北方, 北京延庆小张家口, 首次发现熔结凝灰岩, 并进行了初步的岩石学研究); 首次提出火山碎屑岩成因类型划分, 划分了陆上普通凝灰岩、熔结凝灰岩和下水凝灰岩 (该名称最早由叶大年提出) 三种成因类型<sup>\*\*</sup>。此外, 讨论了火山碎屑岩岩相划分, 划分为火口相、近火口相和远火口相, 各相还可再分成陆上和下水亚相<sup>\*\*\*</sup>。60年代, 国

• 北京地质学院, 岩浆岩岩石学, 1959  
 • • 孙善平, 王小明, 燕山西段侏罗纪凝灰岩类岩石成因类型及岩性特征, 中国地质学会第一届矿物岩石地球化学会议论文集, 岩石部分, 1964  
 • • • 孙善平, 关于火山碎屑岩成因特征及分类命名问题 (摘要), 北京地质学院学报, 第八届科学研究报告讨论会, 1962

内一些学者采用笔者上述分类方案,仅略加删改,主要是删去向熔岩过渡的火山碎屑岩类;同时,也有些学者提出了类似的分类表,如李春昱<sup>[1]</sup>。

1974年笔者对原分类命名方案进行了修改补充\*: 1) 采纳江苏区测二分队的意见,将向熔岩过渡类型归并成一类; 2) 在正常火山碎屑岩类中增加了层状火山碎屑岩亚类; 3) 根据火山碎屑形态和内部结构,将粗粒普通火山碎屑岩分成两个种属; 4) 将火山集块岩和火山角砾岩之间粒度界线由100mm降为50mm,使原分类方案有所改进和提高,并更加适用。如浙江省地质局(1976)就基本采用了本方案。华东火山岩综合组于1975年也提出了一个类似的分类表,不同之处在于未列入层状火山碎屑岩亚类,火山集块与角砾界线仍采用100mm。此后,包永年、福建区测队等对笔者1974年方案提出了一些意见,鉴于这些意见,并根据我们在实际工作中的体会,1978年对原分类方案(1974)进一步作了修订\*\*。为了突出重点,删去了按火山碎屑形态和内部构造分类,形态和内部构造放在岩石类型中描述;另外,在向沉积岩过渡的火山碎屑岩中增加了向化学岩过渡类型,如凝灰质碳酸盐岩和凝灰质硅质岩等,因为这类岩石存在于一些地区湖泊相和海相地层中,例如,我们从海上钻井3000m深钻中发现,渤海石臼坨中生代海相地层中存在凝灰质石灰岩,火山碎屑主要是玻屑,少量晶屑\*\*\*。另外,李兆鼐等\*\*\*\*(1978)的修改方案之特点是增加了淬碎火山碎屑岩。1980年出版的武汉地质学院、成都地质学院、南京大学地质系的岩石学教材中,采用了笔者的或类似的分类方案;同时,一些学者(李兼海,刘如曦等)在总结火山岩工作方法时,也采用了类似的分类,强调应重视海相火山碎屑岩。至此,我国使用的各种火山碎屑岩分类命名方案,虽在细节上有所差别,但分类原则是日趋统一的。为了制定一个统一的分类命名方案,以便推广应用,第一届全国火山岩会议(1980.11,杭州)委托包永年,以笔者1974—1978年的分类命名方案为基础,结合其它方案,制定了一个相对统一的火山碎屑岩分类命名方案,获得了通过\*\*\*\*\*。对我国火山碎屑岩分类命名作了阶段性总结。

## Ⅱ. 火山碎屑岩分类命名现状

火山碎屑岩分类命名现状是在日趋统一的基础上,不断改进和提高,使之既适用于野外工作,又适用于室内的深入研究。

1981年,为了使国际火山碎屑岩分类命名初步统一起来,国际地质科学联合会火成岩分类分会委托R. Schmid(瑞士),征集世界多数国(没有包括中国)150多位著名学者的意见,编制出火山碎屑及其堆积物分类表,见表2和表3,向世界各国推荐<sup>[6]</sup>。该分类表的优点是简明扼要,粒度分级采用 $\phi$ 值(即 $2^n$ ),便于统计作图,火山砾上下限采用Fisher的意见比较合适,另外,考虑了向沉积岩过渡种属,但笼统定为沉凝灰岩类,而具体名称又为凝灰质角砾岩、凝灰质砂岩等,而且火山碎屑含量又定为75—25%,显得混乱。实际上火山碎屑含量的多少,反映距火山口远近、水盆地中搬运沉积状况等水动力条件,所以还是有必要分

• 孙善平,关于火山碎屑岩分类命名商榷。北京地质学院留京处资料室,1974

• • 孙善平,关于火山碎屑岩分类命名商榷补记 火山岩资料选编第三辑 北京第三研究所情报室,1978

• • • 李家振,孙善平,林云洲,渤海海域石臼坨隆起带中生代火山岩岩石学特征及有关问题,武汉地质学院北京研究生部科学报告会论文摘要汇编,1982

• • • • 李兆鼐,关于火山碎屑岩分类的几点意见,中国矿物岩石地球化学学会1978年学术会议论文摘要汇编,岩石学部分,1978

• • • • • 第一届全国火山岩会议筹备组,第一届全国火山岩会议论文摘要汇编,1980

成两个亚类。该表未列入熔结火山碎屑岩类和碎屑熔岩类,这也是不足之处。我们认为,作为国际通用分类表,还需更广泛地征求意见,特别是中国地质学家的意见,从而修改补充完善。

**表2 火山碎屑、未分选和分选良好的火山碎屑堆积物的粒度分类(R. Schmid, 1981)**

碎屑大小(mm)	火山碎屑	火山碎屑堆积物	
		基本未固结的火山碎屑物	基本固结的火山碎屑岩
64 2 1/16	火山弹火山岩块	火山集块堆积物、火山岩块堆积物或火山弹层、火山岩块层	火山集块岩 火山岩块角砾岩
	火山砾	火山砾层或火山砾堆积物	火山砾凝灰岩
	粗火山灰	粗火山灰堆积物	粗火山灰凝灰岩
	细火山灰(火山尘)	细火山灰堆积物(火山尘堆积物)	细火山灰凝灰岩(火山尘凝灰岩)

**表3 混合的火山-外生碎屑岩类的术语(R. Schmid, 1981)**

火山碎屑岩	沉凝灰岩(混合的火山碎屑外生碎屑岩)	外生碎屑岩(火山、非火山)	碎屑粒径(mm)
集块岩、粘合集块岩、火山岩块角砾岩	凝灰质砾岩、凝灰质角砾岩	砾岩、角砾岩	64
火山砾凝灰岩			2
火山灰凝灰岩	粗的凝灰质砂岩	砂岩	1/16
	细的凝灰质粉砂岩	粉砂岩	1/256
	凝灰质泥岩、页岩	泥岩、页岩	

100                      75                      25                      0 (V%)

←火山碎屑(增多方向)

→火山质的和非火山质的外生碎屑(少量的生物、化学沉积物和自生组分)

1983年5月在北京召开的第一次火山岩分类命名小组扩大会议进一步讨论了火山碎屑岩分类命名问题,主要对淬碎火山碎屑岩的归属问题分歧较大。1984年,李兆鼎等在编写“火山碎屑岩及其鉴定”〔2〕时,将淬碎碎屑熔岩归入碎屑熔岩类,而火山碎屑含量>90%,胶结物为水化学物,这与碎屑熔岩差别较大而且后面细分表中则用淬碎碎屑岩一名,名称不统一,这是值得商榷的。另一方面,他将碎屑物粒度分级采用十进位和 $\phi$ 值并行,是值得推广的。

1985年,南京大学地质系改编的《火成岩岩石学》采用的火山碎屑岩分类表,与1980年版相比,删去了自碎火山碎屑岩亚类,向沉积岩过渡的火山碎屑岩合并为一类,使之简明扼要。1986年成都地质学院曾允孚等主编的《沉积岩石学》采用的分类表,与笔者1985年的;分类表相似,但层状火山碎屑岩亚类未列入,粒度只采用 $\phi$ 值。

笔者充分考虑中外学者有关火山碎屑岩分类命名方面的意见,分析各家分类之优缺点,在1985年改编《岩浆岩岩石学》时,对火山碎屑岩分类命名方案,在1980年版基础上进一步作了修改(表4),主要有:1)火山碎屑粒度分级采纳李兆鼎等的意见,使用十进位制和 $\phi$ 值二套数值,这样即便于野外工作,又利于统计分析和作图,2)层状火山碎屑岩亚类暂不列入分类表,而在正常火山碎屑岩类描述中再涉及,

表4 火山碎屑岩分类表

类		正 常 火 山 碎 屑 岩 类				火山—沉积岩类		粒 度	
亚类		碎屑熔岩类	熔结火山碎屑岩亚类	普通火山碎屑岩亚类	层状火山碎屑岩亚类	沉积火山碎屑岩亚类	火山碎屑沉积岩亚类	I	II
火山碎屑含量		10—90%	占绝对优势>90%			占多数90—50%	占少数50—10%	Φ值  标准	十进 位标 准
成岩作用方式		熔浆胶结	熔结状	以压紧胶结为主，也有部分为火山灰分解物	火山灰水解物胶结及压紧胶结	化学沉积物及粘土物质胶结			
结构结构特征		火山碎屑一般不显定向	具有明显的假流纹构造	层状构造一般不明显	韵律层理及成层构造明显	一般成层构造明显			
基 本 名 称	集块级	集块熔岩	熔结集块岩	集块岩	层状集块岩	沉集块岩	凝灰质砾岩 (或角砾岩)	64	50
	角砾级	角砾熔岩	熔结角砾岩	火山角砾岩	层状火山角砾岩	沉火山角砾岩		2	2
	凝灰级	凝灰熔岩	熔结凝灰岩	凝灰岩	层状凝灰岩	沉凝灰岩	凝灰质砂岩	0,0625	0,05
							凝灰质粉砂岩	0,0039	0,005
							凝灰质泥岩		
						凝灰质化学岩			

(据孙善平, 1985, 略加修改)

### Ⅲ. 火山碎屑岩分类命名新进展

以上所述火山碎屑岩分类主要属岩性分类, 新的发展趋势是建立成因分类方案, 岩性分类和成因分类密切相关, 岩性分类是基础, 成因分类则是对火山碎屑岩深入研究的结果。

刘宝珺(1980)于《沉积岩石学》一书中比较系统地提出了火山碎屑岩成因分类, 并对各成因类型进行了比较详细的描述。他把火山碎屑岩分成大陆和海底两大成因类型; 进一步根据火山碎屑的搬运、沉积方式分成三个亚类: 1)降落的火山碎屑沉(堆)积、2)密度流的火山碎屑沉积、3)热气底浪的火山碎屑沉积; 每个亚类还可细分。但该分类仅从沉积学角度考虑问题, 缺乏从火山学角度分析火山碎屑岩的成因特征; 划分大陆和海底两大成因类型是否合适, 还值得讨论, 因为在陆相大湖泊中, 火山碎屑的搬运沉积特点与海洋中有相似之处。华东石油学院在《沉积岩石学》(1982)中也提及了相似的成因分类。曾允孚等在《沉积岩石学》(1986, 成都地质学院)中明确提出五类成因类型, 并进行了比较详细的描述。此外, Fisher等(1984)所著《火山碎屑岩》一书中, 虽没有明确提出成因分类系统, 但在某些章节中详细叙述了一些火山碎屑岩成因类型, 对成因分类有重要的参考价值。

我们在多年火山碎屑岩工作的基础上, 尤其是近年来对某些地区火山岩较深入的研究, 充分吸取国内外有关火山碎屑岩成因分类的优点, 并考虑火山作用特点, 初步提出一个火山碎屑岩成因分类系统。

首先分成地下、陆上和水下三大成因类型, 前者是近地表潜火山作用的产物, 这是我们首次提出的, 后二者的划分依据是参考松田、中村\*提出的火山碎屑喷发、搬运与沉积环境。进一步再根据火山碎屑搬运、堆积成岩特点划分亚型:

\*松村时彦等, 水下沉积的火山沉积物的沉积特征及其按沉积环境模式的分类(中译本), 成都地质学院国外地质, 1975, (4)

1. 地下隐爆火山碎屑岩型, 包括潜火山岩体和火山管道相。分为: 1) 隐爆震碎火山碎屑岩亚型: 近地表火山爆发震碎的围岩碎屑, 基本未发生位移, 或被熔岩胶结、或压紧固结。2) 隐爆熔结火山碎屑岩亚型: 近地表火山爆发时形成的塑变碎屑和部分刚性碎屑在高温下熔结成岩, 仅边部假流动构造较明显。

2. 陆上火山碎屑堆积型, 包括陆上喷发、搬运堆积和水下喷发、大气搬运堆积。分为: 1) 流动火山碎屑堆积亚型: 陆上火山喷溢的熔岩流, 其表面硬壳碎裂成成分碎屑, 或被压固成岩, 或被熔浆胶结。2) 降落火山碎屑堆积亚型: 火山爆发时形成的各种火山碎屑; 喷到较高空中散落下来, 堆积固结成岩。3) 降落熔结火山碎屑堆积亚型: 陆上火山爆发形成的大量岩浆团块、火山灰和围岩碎屑, 喷发高度不大即迅速降落堆积, 基本上没有流动, 靠自身热量熔结成岩。4) 火山碎屑流堆积亚型, 富含挥发分粘度较大的岩浆上升至地壳浅部, 发生沸腾发泡, 火山爆发即形成以熔浆碎块和破碎泡沫壁为主的火山碎屑, 与气体相裹形成喷发烟柱, 由于重力作用迅速塌落, 由势能转化的动能促使碎屑流湍流般运移, 堆积时若还保存足够的热量, 则发生熔结, 可以形成完整的熔结凝灰岩冷却单元 (cooling unit) [7], 若未保持足够的热量, 则不发生熔结, 而形成火山碎屑流堆积物。5) 火山泥石流堆积亚型: 火山雨冲刷火山锥斜坡上未固结的火山碎屑或热的火山碎屑流流入河流湖泊形成火山泥石流。6) 冰川和冰水火山碎屑堆积亚型: 火山口附近成分复杂的碎屑被冰川和冰水携带、堆积, 分选极差。

3. 水下火山碎屑堆积型 (包括陆上喷发、搬运、水下堆积; 水下喷发、空气搬运、水下堆积以及水下喷发、搬运和堆积。分为: 1) 淬碎碎屑堆积亚型: 陆上火山喷发的熔浆流入湖泊或海水中, 或海底火山喷发的熔浆, 骤然冷却, 形成以玻璃质为主的碎屑, 被水化学沉积物或火山玻璃水解物胶结成岩。2) 水下降落火山碎屑堆积亚型: 陆上或水下火山喷发形成的火山碎屑, 在水体中堆积成岩, 往往分选性和成层性较好, 常含火山泥球。该亚型的划分目前尚有一些争论, 需进一步进行工作。3) 火山浊流堆积亚型, 主要指高浓度的低温火山碎屑流呈紊流状态顺坡流入较深的海盆地中堆积, 分选性差, 但粒序构造明显。

火山碎屑岩成因分类的研究刚刚起步, 我们的方案是否妥当, 有待实践检验, 以求改进和完善。限于篇幅, 文中只能提及典型的, 有代表性的一些分类方案, 不能面面俱到, 也不可能详细叙述各成因类型之特点。

池际尚教授审阅了全文, 给予了指导, 张明同志也就某些问题提出了意见, 在此一并致谢。

## 参 考 文 献

- [1] 李春昱, 浙闽中生代火山沉积岩系的研究, 地质学报, 1961; (3—4)
- [2] 李兆薰等, 火山碎屑岩及其鉴定, 中国地质科学院地质所所刊, 第7号, 地质出版社, 1984
- [3] Lacroix, A., Remarques Sur les materiaux de Projection des volcans et Sur la genese des roches pyroclastiques qu'ils Constituent.—In: Livre jubilaire de la Soc. Geol. de France, 1930, 2, 8, 431—472
- [4] Fisher, R.V., Rocks Composed of volcanic fragments, Earth Sci. Revs., 1966; 1, 4, 287—298
- [5] Macdonald, G.A., Volcanoes, Prentice—Hall INC., Englewood cliffs, New Jersey, 1972
- [6] Schmid, R., Descriptive nomenclature and Classification of pyroclastic deposits and fragments, Recommendation of IUGS Subcommission on the systematics of igneous rocks, Geol. 1981; 9, 5, 41—43

- (7) Sparks, R.S.J. and Wright, J.V. Welded airfall tuffs, In: C.E. Chapin, et al. (Ed.) Ash-flow tuffs, America, 1980
- (8) Малеев, Е.Ф., Вулканокластические горные породы, Недра, 1962
- (9) Малеев, Е.Ф., Вулканогенные обломочные горные породы, Недра, 1977
- (10) Влодавец, В.И., и др. Классификация вулканогенных обломочных пород, Госгеолтехиздат, 1962
- (11) Коптев-Дворников, В.С., и др., Вулканогенные породы и методы их изучения, Недра, 1967, с. 44-48
- (12) Малеев, Е.Ф., Вулканиды, Недра, 1980

*Earth Science* 1987 Nov. 12(6): 571—577

## A REVIEW OF NOMENCLATURE OF PYROCLASTIC ROCK CLASSIFICATION AND ITS PRESENT STATUS BOTH ABROAD AND AT HOME

Sun Shanping    Li Jiazhen    Zhu Qinwen    Wei Haiquan

(*Wuhan College of Geology, Wuhan 430074*)

**ABSTRACT** Entrusted by the IUGS subcommission on the systematics of igneous rocks, R. Schmid, a Swiss, presented a new classification system in 1981. Although it is quite simple and clear, improvements for this classification are required because of its shortcomings. In China, the first lithological classification on pyroclastic rocks was presented by Sun shanping (1959). Recently the authors have proposed a revised lithological classification table, which has benefited from both the advantages of all the previous classification in the literature and the judgements on our original classification upon the past thirty years of practice. At present the volcanologists and igneous petrologists seem to focus their attention on establishing petrogenetic classification of pyroclastic rocks. Referring to the new ideas of the others, we have proposed a preliminary petrogenetic classification framework on pyroclastic rocks.

**KEY WORDS** pyroclastic rocks, lithological classification, petrogenetic classification