

南极乔治王岛中国长城站地区火山岩系矿物熔融包裹体成分的研究

王碧香 张元奇

(中国地质科学院地质研究所,北京)

中国长城站地区位于乔治王岛菲尔德斯半岛,主要由玄武质、玄武安山质的熔岩、火山碎屑岩和火山碎屑沉积岩所组成,具有典型的岛弧火山岩特征.自下而上可分为5个岩段:I——碧玉山段、II——玛瑙滩段、III——化石山段、IV——岩块山段和V——长山段.总厚度是150—350m,其时代为第三纪^[1].

本区玄武岩属于高铝贫钾拉斑向钙碱性过渡的岩系,其斑晶有橄榄石、辉石和拉长石等.

一、熔融包裹体气泡中挥发组分

熔融包裹体又称熔体包裹体是矿物结晶过程捕获岩浆而形成^[2,3],因此可运用熔融包裹体研究资料探讨地球深部天然岩浆的各种性质及其演化过程^[4,5].本区玄武岩类透辉石中含有较丰富的熔融包裹体,主要由玻璃质+气泡+子矿物组成.本文对第I、II、IV和V段中代表性样品的透辉石中熔融包裹体气泡的组分用U1000型激光拉曼微探针进行定量分析,工作条件选择了Ar⁺激光器51454Å,功率300MW,狭缝200μ.

熔融包裹体气泡中挥发组分分析曲线见图1和分析结果见表1(分子数百分比).

从图1和表1看出,火山喷发早期阶段(第I和II段)与火山喷发晚期阶段(第IV和V段),其熔融包裹体气体的组分的含量平均值有较大差别.CO₂分别为59%和89.5%;H₂S分别为20%和微量;CH₄分别为12.3%和7.5%;CO分别为13%和3%.此外还有少量N₂, H₂, O₂和H₂O.

表1 熔融包裹体主要气体组分(%)

				气体组分			
岩性		段名	样号	CO ₂	H ₂ S	CH ₄	CO
拉斑系列	早期喷发阶段	碧玉山段	1—6	58	35	7	/
			166	59	9	20	12
		玛瑙滩段	117	60	16	10	14
钙碱性系列	晚期喷发阶段	岩块山段	58	86	/	10	4
		长山段	312	93	/	5	2

本文1987年10月13日收到.

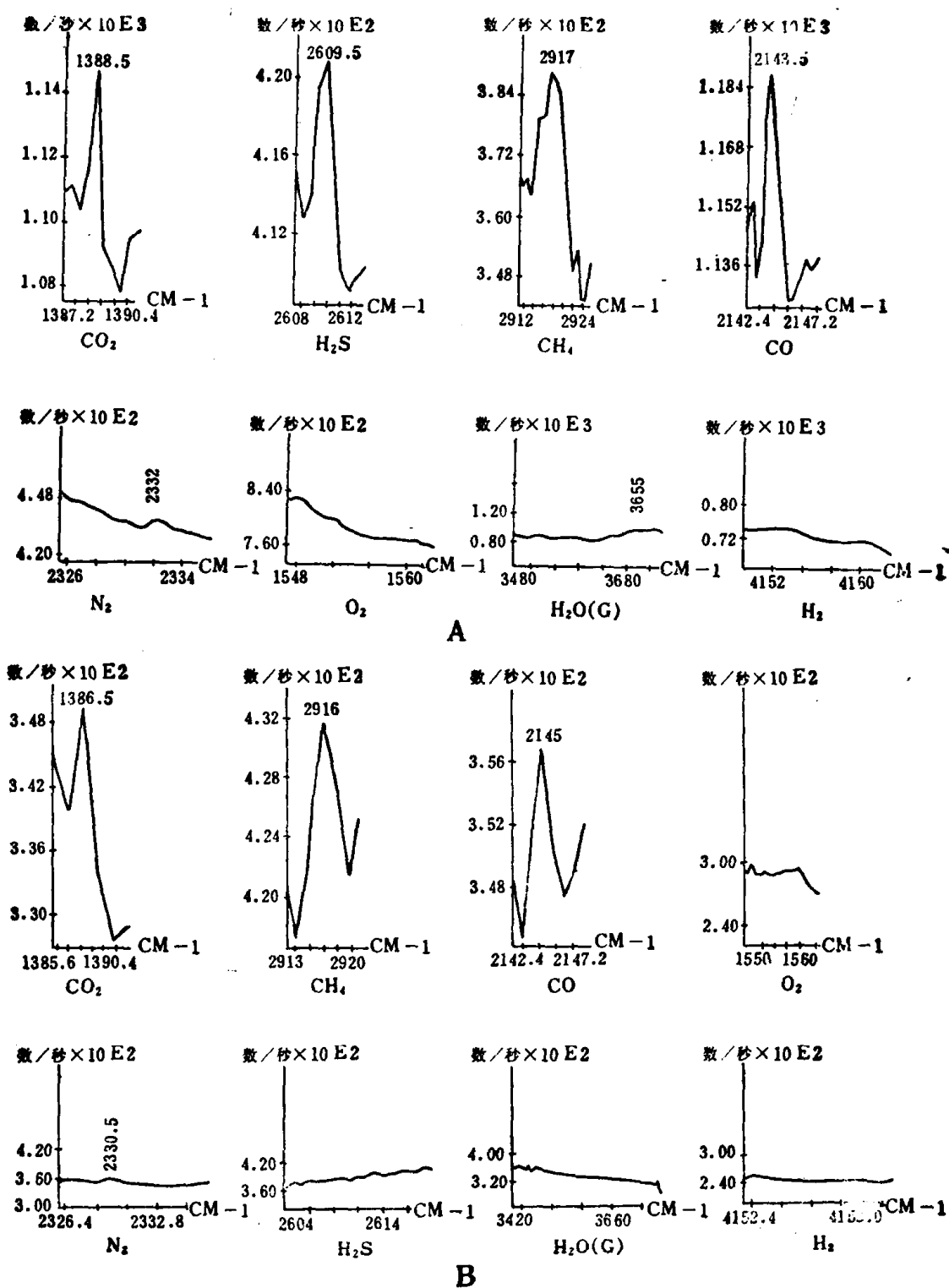


图1 挥发组分拉曼谱线

A. 早期喷发岩(166); B. 晚期喷发岩(58)

挥发组分的变化如图2看出, CO₂ 的含量随岩浆从喷发的早期到喷发的晚期(岩浆源深度越来越大)逐渐增加,而 H₂S, CH₄ 和 CO 含量则逐渐降低. 从 CO₂ 高含量(达 70%), 说明了上地幔顶部熔浆的挥发组分主要为 CO₂ (其次为 H₂S, CH₄ 和 CO) 和硅酸盐熔体相(共存)组成.

从图 1 还看到, H_2O 是存在的, 但含量很低. Roedder 认为上地幔中水少的原因, 是因为 H_2O 在玄武岩熔融体中溶解性比 CO_2 大得多, 所以可能只有微量的水存在于气泡^[6]. Cloccchiatti 对玄武岩橄榄石斑晶中熔融包裹体研究时, 也认为 H_2O 是存在的^[7]. 这与本文研究结果较为一致.

据 Hepherd (1938) 对夏威夷基拉韦厄火山熔岩(玄武岩)池中放出的气体化学成分 (在 $1200^{\circ}C$ 时的体积百分比), 其中水含量占 70%, 其次 CO_2 平均为 16%, 还有少量 CO , SO_2 , Cl_2 , H_2 和 N_2 等. 这与本文所述气泡中挥发组分, 却以 CO_2 为主占 70% 和 H_2O 很少差别较大. 其主要原因是由于岩浆在地球不同部位 CO_2 和 H_2O 含量的不同有关. 也就是说本区玄武岩类早期结晶的透辉石中熔融包裹体的挥发组分是代表了岩浆处于上地幔时, 所以以 CO_2 为主, H_2O 是极少的. 而基拉韦厄火山口玄武岩池中的气体化学成分是代表了岩浆上升到地壳上部, 在这里大量雨水或地下水加入岩浆后才喷出地表, 所以测定的 H_2O 含量占 70%. 上述的变化有力证明了地球的上地幔挥发组分以 CO_2 为主到浅部却以 H_2O 为主, CO_2 和 H_2O 在垂直方向上分布互为消长关系.

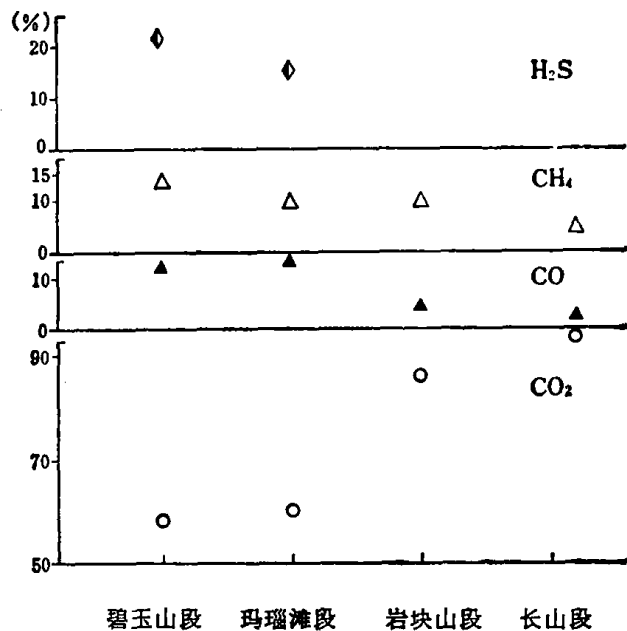


图 2 CO_2 , CO , CH_4 和 H_2S 演化趋势图

二、熔融包裹体的玻璃成分

熔融包裹体的玻璃化学成分用 JXA-733 型电子探针进行测定. 现将 1—6 号样品透辉石中含子矿物的熔融包裹体测定结果列于表 2.

从表 2 看出, 所测的子矿物(很小)的化学成分与钙铁橄榄石和钙镁橄榄石化学成分的比较, SiO_2 均较低为 32—38%, Al_2O_3 含量均小于 5%, 而钙铁橄榄石和钙镁橄榄石 FeO 和 MgO 的平均值分别为 18.46% 和 13.03%, 它们与子矿物的成分 (FeO 为 21% 和 MgO 为 21.11%) 相比较也很接近. 因此, 子矿物可能属于钙铁-钙镁橄榄石类质同象系列, 更接近于钙铁橄榄石. 由于包裹体玻璃质中早期析出了钙铁橄榄石, 因而使玻璃质的化学成分与母岩化学成分相比 SiO_2 和 K_2O 增加百分数比无子矿物玻璃相对升高百分数的 5 至 10 倍, 而 CaO 和 FeO 比无子矿物玻璃相对降低百分数的 4 至 6 倍. 这些说明了, 几十微米的包裹体所包裹的岩浆

表 2 包裹体化学成分对比 (Wt%)

氧化物		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
母岩(玄武岩)		50.82	0.83	18.53	4.47	4.76	0.17	4.91	9.88	3.04	0.40	0.25
主矿物(透辉石)		53.06		4.04		9.11		14.37	18.96	0.31	0.17	
未加热熔 融包裹体	玻璃	73.59		19.29		1.51		0.20	3.00	0.96	1.34	
	子矿物	37.83	1.27	4.43		21.00	0.29	14.7	19.92	0.31	0.00	
钙铁橄榄石		32.71	0.23	0.26	0.66	29.34	1.65	4.95	29.3	0.34	0.36	
钙镁橄榄石		36.57	0.13	0.75	0.10	7.57	0.17	21.11	32.56			

与其所处的岩浆成分完全一样,早期晶出矿物均为橄榄石。当析出子矿物(橄榄石)的玻璃成分仅代表了残余岩浆的成分,更偏酸性了。

致谢:李兆薰研究员提供标本并审阅全文提出宝贵意见,徐培苍、黄进和余静同志承担了包裹体成分测定工作,在此一并深表感谢。

参 考 文 献

- [1] 李兆薰、刘小汉,南极地球科学研究,第五届国际讨论会论文集(英),1987.
- [2] 王碧香,中国科学, B 辑,1986, 2: 203—213.
- [3] Wang Bixiang (王碧香), *Scientia Sinica*, Ser. B, 1986, 7:771—784.
- [4] 夏林圻,岩石学报,1987, 2: 52—63.
- [5] 李兆麟等,地质科学,1982, 1: 80—87.
- [6] Roedder, E., Fluid inclusions, *Reviews in Mineralogy*, 12 (1984), 503—532.
- [7] Clocchiatti, R., *C. R. Acad. Sci., Paris*, 1977, 284.