

洱海东侧二叠纪玄武岩海底喷发的新证据

黄 开 年

(中国科学院地质研究所, 北京)

70年代初, 云南省区域地质测量工作者, 根据在洱海东侧二叠纪玄武岩系下部发现海相灰岩透镜体的事实, 认为该区玄武岩系的中、下部可能为海底喷发而成。依据灰岩透镜体中所含之早二叠世鲃化石, 他们将玄武岩系中、下部划归下二叠统, 而将上部归属上二叠统^{*}。在最近两年的野外观察和室内研究中, 笔者发现了一些新证据, 肯定了岩系底部为海底喷发的产物, 这有助于探讨该区玄武岩系的喷发环境和形成的构造背景。

洱海东侧的二叠纪玄武岩位处扬子断块西缘, 西邻三江块褶带, 属峨眉山玄武岩喷发区的盐源-丽江岩区。岩系厚逾 5000 米, 是区域上极为显著的堆积中心之一^[1]。根据岩石组合, 区测工作者将其分为 8 个岩性段^{*}。总体上, 下部为玄武质角砾熔岩、火山角砾岩夹熔岩(第一、二段); 中部以熔岩为主, 并以夹辉斑玄武岩、斜斑玄武岩及苦橄玄武岩为特征(第三段至第五段); 上部为玄武质熔岩夹凝灰岩及凝灰质砂页岩, 并以出现含粗大斜长石斑晶的玄武岩及流纹岩层为特点(第六段至第八段)^[2]。

1. 枕状构造 枕状构造见于祥云县清华洞、洱源县双廊等地, 以清华洞附近所见者最为发育和明显。

沿清华洞至仙女庄公路出露的第一段的岩性实际上为枕状玄武岩夹块状 (massive) 熔岩。枕体呈长椭球形、球形或不规则形状, 凸面朝上, 彼此叠砌, 常密集排列成层。单个枕体的长、短半径为 140 × 60 厘米至 25 × 20 厘米, 但也有更大更小者。

露头上可见枕体内部具明显分带: 最外缘为一暗绿褐色的冷却边, 厚 1 至 2 厘米, 常风化成细小鳞片状; 向内为厚 2 至 10 厘米的杏仁状玄武岩带, 也往往风化破碎, 有意思的是枕体上

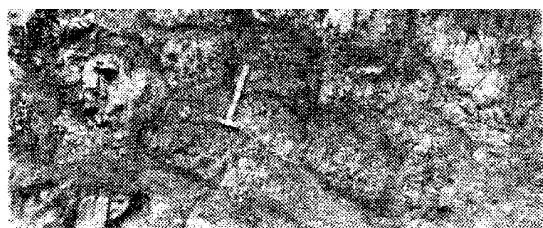


图 1 枕状构造

由外向内为: (a) 冷却边; (b) 杏仁状玄武岩;
(c) 致密状玄武岩。祥云县清华洞



图 2 斜长石骸晶(薄片号 S4)

玄武岩 × 25, 单偏光, 宾川县上仓

本文 1983 年 12 月 28 日收到。

* 据云南省地质局有关区测报告 (1973)。

部此带较厚,到下部明显减薄甚至消失,显然与枕体形成过程中气体向上逃逸有关;枕体核部为致密状玄武岩,相对抗风化而坚硬完整。枕体略具同心状裂隙,放射状裂隙不发育(图1)。

显微镜下观察,枕体的冷却边由褐黄色、橙黄色橙玄玻璃化的玻质玄武岩组成,含零星蚀变的辉石、斜长石斑晶及杏仁体。边缘呈塑性玻屑状,玻屑边缘因橙玄玻璃化而显著退色,呈半透明橙黄色。杏仁体带的玄武岩具球颗结构,纤细的葡萄石化斜长石、辉石呈束状、放射状集合体,其间充填粒状辉石、钠长石等,含较多绿泥石、葡萄石充填的圆形、椭圆形杏仁体。中心的致密状玄武岩呈间粒结构或间粒间隐结构,在长条状斜长石构成的多角形空隙中充填辉石颗粒或辉石颗粒和葡萄石、绿泥石等片状矿物。杏仁体少见。

2. 骸晶结构 骸晶结构常常是水下喷发熔岩的特征之一^[3,4]。笔者在宾川县上仓以及洱源县双廊的第一段中发现了一些特征的骸晶结构。显微镜下观察,上仓地区具这种结构的致密状玄武岩中的斜长石呈针状、细条状,有的中空并为玻璃质充填,更显著的是斜长石的端部往往分岔或呈钉齿状(图2)。双廊地区具这种结构的岩石标本采自岩枕的杏仁体带,蛇纹石化的辉石骸晶除呈简单的内部中空或港湾状者外,还见有形态复杂的美丽的对称形态。这类岩石的共同特点是,在粒径上骸晶是连续的,深褐色的玻璃质多(脱玻)呈纤维状集合体。

3. TiO_2 - K_2O - P_2O_5 图判析结果 Pearce 等^[5]提出的 TiO_2 - K_2O - P_2O_5 图是一种区分洋与非洋(大陆)玄武岩的较好图解。笔者从已有的洱海一带二叠纪玄武岩的化学分析结果中筛选出较为新鲜的($\text{FeO} > \text{Fe}_2\text{O}_3$)和非碱的(即按 Pearce 等的方法:在 $(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO})$ - MgO - $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ 三角形图解中总碱含量 $\leq 20\%$)岩石的数据进行判析。

如图3所示,研究区内的相当部分岩石的图点落入洋区,包括现已发现的枕状玄武岩及具骸晶结构的玄武岩,而其上的玄武岩则多数落入非洋区。这就从少量元素地球化学的角度进一步佐证了区内二叠纪玄武岩系底部岩石海底喷发环境的存在。虽然这一判析结果仍是一种经验事实,但与格陵兰、红海、德干玄武岩的判析结果(在 TiO_2 - K_2O - P_2O_5 三角形图解中具明显的大洋属性)比较,至少可以认为洱海一带的二叠纪玄武岩是裂谷作用产生新洋底半途而废的结果^[7]。

4. 讨论

1. 前述水下喷发的结构构造特征限见于第一段;第三段之上未发现海相灰岩透镜体或夹层,也未见到水下喷发的结构构造;岩系上部柱状节理发育(尤其是第六段中),且紫红色凝灰岩层增多,在 TiO_2 - K_2O - P_2O_5 图中落入非洋区的图点增多,应属陆相喷发。这种从下至上由海相到陆相的喷发环境的变迁反映当时玄武岩的喷溢、堆积速率大于因地壳均衡调整产生的下沉速率。

2. 洱海东侧二叠纪玄武岩系底部的枕状体中的杏仁体呈明显的带状分布,同心状和放射状裂隙都不发育,据此推断当时海水的深度可能不会很大。

前已提及,区内二叠纪玄武岩系主要是玄武质熔岩,仅上部出现流纹岩,缺乏中性岩类,具明显的双众数分布特征。这与从大陆裂谷向大洋裂谷过渡的东非阿法尔地区的新世层状火

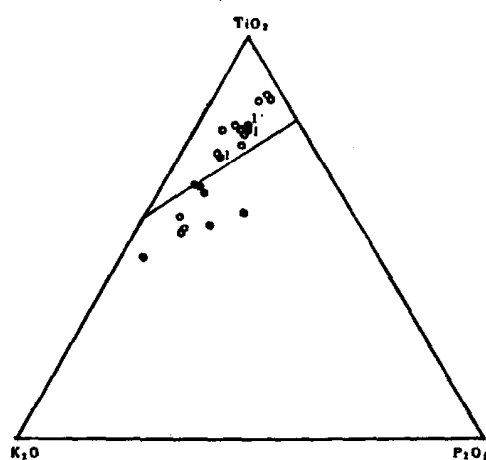


图3 判别洋与非洋(大陆)玄武岩的 TiO_2 - K_2O - P_2O_5 图^[5]

分界线之上为海洋环境,其下为非洋环境。●为我所九室分析结果,标有“1”者为枕状玄武岩或具骸晶结构的玄武岩;○为程海-洱海地区玄武岩分析结果^[2]

山岩系 (Afar Stratoid Series) 很相似^[6]。

岩石化学研究已经表明, 洱海东侧二叠纪玄武岩仍属“板内玄武岩”但趋近板块边缘区^[1]。痕量及少量元素的初步研究揭示, 与N型洋中脊玄武岩的平均值比较, 洱海东侧的二叠纪玄武岩富集 Sr (162—638ppm)、Rb (7—46ppm)、K₂O (0.22—1.60%)、Ba (144—855ppm)、Th (1.76—10.5ppm) 等大离子亲石 (LIL) 元素以及 Ta (0.634—3.06ppm)、P₂O₅ (0.21—0.54%)、Zr (77—460ppm)、Ti (1.49—3.60%) 略为富集, Y (14—46ppm)、Sc (24—46ppm) 大体相同或略有亏损。板内玄武岩的特点是, 相对N型洋中脊玄武岩而言, Sr、Rb、K、Ba、Th、Ta、Nb、Ce、P、Sm、Zr、Hf、Ti 富集, Y、Yb、Sc、Cr 类似; 火山弧玄武岩虽选择性富集 Sr、Rb、K、Ba, 但却亏损 Ti、Y、Yb, 有时还亏损 Zr、Hf、Nb、Ta、Ce、P、Sm。可见, 洱海东

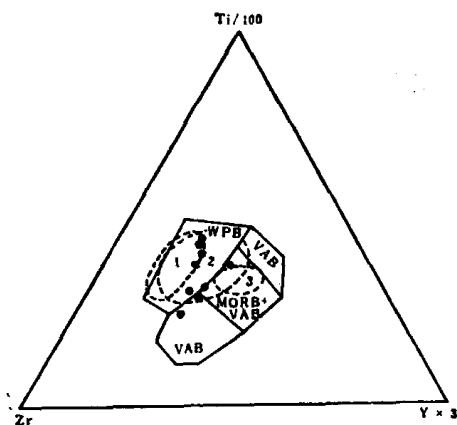


图4 判别玄武岩构造背景的 Ti-Zr-Y图^[7]

图中 WPB——板内玄武岩区; MORB——洋中脊玄武岩区; VAB——火山弧玄武岩区。1. 埃塞俄比亚裂谷投影范围; 2. 阿法尔地区投影范围; 3. 红海/亚丁湾投影范围。样品由我所九室分析, 其中 Ti 用 X 射线荧光光谱法测定, Y、Zr 用等离子发射光谱法测定

侧二叠纪玄武岩的微量元素地球化学特点介于板内玄武岩与N型洋中脊玄武岩间, 但与火山弧玄武岩不同。在 Ti-Zr-Y 三角形图解中^[7] (图4), 区内玄武岩图点主要落入板内玄武岩区且与阿法尔地区玄武岩的投影范围十分吻合。初步研究还揭示, 岩系底部玄武岩的稀土分配型式与阿法尔地区新生代玄武岩的分配型式^[7]也非常相似, $La_N = 50—55$, $(La/Yb)_N = 4.3—5.0$ (编写中)。因此, 它们很可能具相似的构造背景。

综合上述, 并结合其它地质资料分析, 我们有理由推断, 本区玄武岩不大可能形成于古岛弧环境, 而可能形成于初始大洋化的张裂大陆边缘。

3. 洱海地区二叠系玄武岩与下伏二叠统灰岩间以往多认为是假整合接触关系, 但这种认识与从海相灰岩到海相玄武岩的变迁不很协调。事实上, 祥云县清华洞附近玄武岩与灰岩间互出现, 用断层造成的重复来解释并不令人满意。因此, 笔者推想至少在该区玄武岩与下伏灰岩间有整合过渡之可能。有些区测工作者对此亦早就存疑(据张远志面谈)。

致谢: 笔者感谢云南省地质局区测队张远志工程师及其他同志在野外工作中给予的支持, 感谢周云生、从柏林、刘秉光、赵大升等同志在室内工作中给予的帮助。

参 考 文 献

- [1] 刘秉光等, 纪念地质学会六十周年选集, 文物出版社, 1982, 206—214.
- [2] 林建英, 中国地质科学院院报, 2(1981), 49—69.
- [3] 张树业等, 火成岩结构构造图册, 地质出版社, 1981, 41—44.
- [4] Hughes, C. J., *Igneous Petrology*, Elsevier, 1982, 159—160.
- [5] Pearce, T. H. et al., *Earth Planet. Sci. Lett.*, 24(1975), 419—426.
- [6] Barberi, F. et al., in *Continental and Oceanic Rifts* (Ed. Palmason, G.), American Geophysical Union, 1982, 223—258.
- [7] Pearce, J. A. & Cann, J. R., *Earth Planet. Sci. Lett.*, 19(1973), 290—300.