

闽粤琼三省火山地质及火山岩型铀矿

王玉生

提 要 杭州—瑞金—韶关深大断裂带和政和—大埔断裂带控制了我国东部火山活动大格局；把海南、广东惠州莲花山一带原高基坪群下亚群定为 J_1 ，上亚群及南园组定为 K_1 、石帽山群为 K_2 。白垩纪三分、原 K_1 升为 K_2 ， K_2 升为 K_3 ；与中生代时期区域应力由挤压向拉张裂解逐步演化相匹配，相应地发生初火山旋回、主火山旋回和破火山旋回三大火山活动旋回、形成对应的相系相型和岩石组合；把产于火山岩中与破火山作用有关的一系列铀矿床概括为“破火山系列新不整合型铀矿”，并划分为体型、层型、脉型三种形态类型。不同类型有不同的控制因素，评价准则和勘查模式。

关键词 火山活动带 火山旋回 矿床类型

1 概况

闽粤琼三省火山岩出露总面积约 5.8 万 Km^2 ，其中广东、海南两省约 18129 Km^2 （琼雷新生代玄武岩被 8568 Km^2 ），福建约 4 万 Km^2 ，是环太平洋火山活动带的重要组成部分。此火山岩带中蕴藏着丰富的矿产资源，除铀矿外，已开发的有 Pb、Zn、Ag、Cu、Au、Sn、W、Nb—Ta、REE、膨润土、宝石、彩石等金属和非金属资源。中生代火山岩常以其挺拔险峻的山姿、清彻湍急的瀑布溪流为特色。特别是新生代玄武岩，不仅孕育了宝石，而且常保留着奇特而迷人的火口地貌而构成诸多旅游地质景观。

2 火山活动带划分

两条深断裂具有重要而显著的划分意义：

2.1. 杭州—瑞金—韶关深大断裂带：此深大断裂带属基底断裂、在地球物理资料图上反映非常清晰。此带将华南一分为二，东西两部从基底，地质发展演化、地层结构等皆不相同。此断裂以西，基本无火山活动，以东则逐渐增强。因此，火山活动区西界即以此断裂为标志。

2.2. 政和—大埔深断裂带：该带虽然深部物探资料显示不明显，基底与闽东（至东海海域）呈连续刚性冷块体特征，但火山活动则以此断裂带为界，东西两部份具有明显不同特点。东部——闽粤东部火山活动带：火山活动强烈、分布广、厚度大、中心式和裂隙式交织重迭，形成复杂的火山群体组合、构成中生代火山活动主体。前火山基底被覆盖， K_1 —E 红层不发育。此断裂以西、依次出现松溪——兴梅喷发带（福建松溪——上杭喷发带）、崇浦——

王玉生 男，63岁，研究员级高级工程师，1961年毕业于北京地质学院三系。

收稿日期 1999年1月9日 改回日期 1999年10月30日

三南喷发带(福建称崇安——泰宁喷发带)。其总体格局表现为:火山活动渐弱,火山岩呈孤立盆地、火山构造洼地形式出现、沿深断裂及其构造结展布。

2.3. 在赣南、闽西南、粤北三省交会区,形成几个醒目的火山环状构造,它们是:武夷山环状构造(张祖还称会瑞长武环状构造)、兴梅环状构造、长塘环状构造等。

上述火山活动带进入广东后,与海岸线走向平行,皆出现向西作弧形转折趋势,并且逐渐减弱而消失。

3 火山活动特点

3.1 岩性、岩相、旋回

火山岩是地下岩浆活动分异演化的真实记录。从做过大量工作的众多火山岩区实际资料看,从早到晚可划分能够做全区对比的三期、相应地形成三大旋回。三大旋回火山产物,就构成三个旋回层(一级地层单元、用于大区对比。它是以相系为基础,与火山旋回相对应)。从早到晚,地层柱从下到上依次为:

1. 初火山旋回层——位于地层柱下部端元,直接与古生代(或燕山早期花岗岩)基底接触。岩性由安山岩、玄武安山岩、英安岩夹流纹岩及其火山碎屑岩构成,厚度不大、成层性好,岩石具紫红、暗灰色调,是在由挤压到松弛区域应力背景下产生的火山岩套,称其为(早期)火山红层相。这一套玄武安山质、安山质、英安质及流纹质火山岩,是同源岩浆演化关系,地层产状上表现为逐渐过渡,岩石化学上呈现连续变化。因此,属于单峰式岩套。并非某些学者认为的“双峰式岩套”。

2. 主火山旋回层:构成火山岩系之主体。由流纹质和英安质熔岩及其火山碎屑岩组成,局部向偏碱方向演化(出现粗面质、石英粗面质熔岩及其火山碎屑岩)。晚期出现侵入——溢流相碎斑熔岩。碎斑熔岩占据火山活动中心位置,形成侵入穹隆。主火山旋回层由爆发、喷发(灰流、浊流)、侵入等相系组成。是松弛——拉张区域应力背景下产生的高钾CA系列火山岩。

3. 破火山旋回层:位于地层柱上部端元,常与灰层——红层和次火山杂岩伴生,由流纹质、玄武质熔岩及其火山碎屑岩和次火山杂岩组成。是拉张——裂解区域应力背景下生成的双峰式岩套(表1)。

3.2 时代确定

由于火山活动特殊性,导致生物地层方法不适用于火山地层区域对比。由于缺乏区域标志层、区域不整合,所以常规方法很难奏效。因此,这就决定了时代确定主要从下伏和上覆地层、侵入关系以及同位素测年资料来确定。已获得的同位素测年资料如下(自南而北):

香港浅水湾群流纹质火山碎屑岩: K—Ar: $154 \pm 4\text{Ma}$

深圳、惠州、莲花山一带: K—Ar: $141-143\text{Ma}$

Rb—Sr: 173.6Ma (惠东); 154.8Ma (陆丰、十八尖); 154.9Ma (明热); 132Ma (葵潭); 137.1Ma (陆丰); 164.2Ma (吉隆); $152 \pm 4\text{Ma}$, $150.9 \pm 5.11\text{Ma}$ (西岭); $175.1 \pm 12.3\text{Ma}$ (莲花山); $157.52 \pm 6.5\text{Ma}$ (普宁)。

以上资料表明高基坪群下亚群属于 J_3 为宜。

粤东地区: 饶平: $136.8 \pm 6.8\text{Ma}$ (Rb—Sr, 下同); 澄海: $135.8 \pm 8.7\text{Ma}$; 丰顺: $127.4 \pm 4.2\text{Ma}$; 仁善盆地: 94Ma ; 109.2Ma ; 次火山岩: 89.09Ma ; 火山碎屑岩中锆石: 171.1Ma

(怀疑混入基底花岗岩老锆石)。应当属于 K_1-K_2 。

表 1 区域应力状态与火山旋回、岩性相关关系表

时代	应力状态	火山旋回	相型	岩石组合	作用机制	大地构造背景			
<70Ma 100Ma	拉张—裂解	破火山旋回	复活期 浅成侵入相系	隐爆相	隐爆角砾岩—爆裂岩	地下爆发	新生的胚胎型裂谷		
				溢流相 相一次火山相	流纹岩—玄武岩、双峰式喷溢和侵入	超浅成侵入和溢流			
			塌陷期	喷发沉积相系	晚期红层相	红色粗碎屑堆积	山间类磨拉石堆积	裂陷盆地	
					湖成灰(绿)层相	灰色泥、硅、碳质细屑沉积	河湖沉积		
<100Ma 120Ma	松弛—拉张	主火山旋回	侵出期 喷溢期 爆发期	喷发爆发相系	喷出相	英安岩及其碎屑岩 高钾系列流纹岩	碎斑熔岩系列*	挤出作用	火山构造主体(破火山口、盆地、洼地及穹隆)
					溢流相	熔岩流或泡沫熔岩流	溢流作用		
			爆发相	火山碎屑岩	爆发作用				
120Ma 145Ma	挤压—松弛	初火山旋回	萌动期	沉积喷发相系	早火山层 红火红相	安山岩、流纹岩及其碎屑岩。紫红色、成层性好。	喷发与沉积交替	火山构造边缘或外部	
>145Ma	挤压	S型花岗岩, 无明显火山活动							

* 熔岩熔结凝灰岩—凝灰熔岩—碎斑熔岩—一次火山花岗岩。

粤北仁差盆地和西南地区菖蒲盆地、寻鄂盆地、安远盆地具可比性, 因此原 J_1 皆归入 K_{1-2} 。

闽西南: 上杭盆地黑云母年令: $K-Ar: 112, 98-5, 94Ma$;

$Rb-Sr$ 等时线年令: $90 \pm 12Ma$; 紫金山: $112Ma$;

闽东: 南园组 黑云母 $K-Ar$ 年令: $130Ma$;

$Rb-Sr$ 等时线年令: $124.8Ma$;

石帽山群 $K-Ar$ 年令: $86.7Ma$;

闽西北: 崇安盆地做了大量而系统工作, 资料如下:

样品号	样品名称	方法	年龄值 (Ma)	样品号	样品名称	方法	年龄值 (Ma)
W-208	粒状碎斑 熔岩	全岩 K— Ar 法	122.73 ± 2.93	重 I	粒状碎斑 熔岩	锆石 U— Pb	121.6
Ⅱ-1	粒状碎斑 熔岩	全岩 K— Ar 法	77.46 ± 1.87	W-208	粒状碎斑 熔岩	Bi、K—Ar	144.83 ± 3.36
Ⅱ-2	细粒花岗 岩	全岩 K— Ar 法	96.78 ± 3.6	W-208	粒状碎斑 熔岩	长石、K— Ar	69.73 ± 1.58
重-1	粒状碎斑 熔岩	全岩 K— Ar 法	110.19 ± 2.62	W-208	粒状碎斑 熔岩	锆石 U— Pb	165.7
I-1	粒状碎斑 熔岩	长石 K— Ar	85.5 ± 2.03	崇安	粒状碎斑 熔岩	Rb—Sr 等 时线	114 ± 8.9
Ⅱ-1	粒状碎斑 熔岩	长石 K— Ar	94.91 ± 2.26	崇安	粒状碎斑 熔岩	Rb—Sr 等 时线	114.2 ± 7.2
Ⅱ-2	细粒花岗 岩	长石 K— Ar	90.57 ± 2.12	岚谷	粒状碎斑 熔岩	Rb—Sr 等 时线	115.8 ± 15.1
Ⅱ-2	细粒花岗 岩	锆石 U— Pb	91.9	古楼	粒状碎斑 熔岩	Rb—Sr 等 时线	121 ± 12.4
重Ⅱ-1	粒状碎斑 熔岩	锆石 U— Pb	126.5				

Ⅱ-25 凝灰岩 Rb—Sr: 112.6 ± 7.28Ma (武夷山市)

W-617 英安岩 Rb—Sr: 129.96 ± 7.4Ma (毛坪)

W-532 英安岩 Rb—Sr: 131.02 ± 10.01Ma (毫居)

W-612 流纹岩 Rb—Sr: 128.28 ± 16.62 (石源龙)

福罗山——大坑盆地: Rb—Sr: 127 ± 7Ma, K—Ar: 102 ± 3Ma

尤溪洋中、碎斑熔岩: Rb—Sr: 124.8 ± 3Ma,

浙东南火山岩年龄 70—120Ma, 集中于 110—120Ma 和 70—80Ma 两期。

以上数据、说明福建南园组火山岩时代应为 K_1 , 石帽山群为 K_2 。

从三省火山岩时代看, 海南、惠州——莲花山为 J_3 (原高基坪群下亚群), 高与基坪群下亚群及南园组归入 K_1 , 石帽山群为白垩 K_2 。原来白垩纪二分, 这样划分后原白垩纪 K_1 升为 K_2 , K_2 升为 K_3 , 采用国际通用三分方案。

3.3 岩石化学指数特点

具有自身鲜明特色。这些特点既不同于拉张环境下岛弧型岩套, 也不同于破坏性板块边缘挤压环境下的安第斯型岩套, 而是独具特色, 可称其为中国大陆型 CA 系列火山岩套 (表

2)。

表 2 中国东南大陆型 CA 系列火山岩套特征表

特 征	岛弧型 CA 系列	安第斯型 CA 系列	中国东南大陆型 CA 系列
岩石类型	玄武岩—安山岩 (少见英安岩), 以玄武岩为主	玄武岩—安山岩—英安岩—流纹岩, 以安山岩为主体	(安山岩)—英安岩—流纹岩, 以英安岩, 流纹岩为主体
Sio ₂ 频率	52%	57%	73%
K ₂ O	低	低—中	高
Sr 初始比	0.7035—0.7045	0.7037—0.7072	0.704—0.720, 多数 >0.710, 个别达 0.799
构造环境	裂谷拉张岩套	破坏性板块边缘挤压岩套	挤压松弛—拉张—裂解, 陆内岩套

4 火山构造

火山构造本身非常复杂, 它包含控制火山活动的构造和火山活动派生的构造。实际上相当混乱, 概念和判断标志含混不清、似是而非或一物多名。从三省实际情况看, 考虑到判据的可操作性、概念的明确性和实际应用, 划分以下三大类较合适:

4.1 正向火山构造

正地形; 火山岩系围斜外倾; 中心存在一系列侵出体或构成侵出穹隆。

正向火山构造包括:

1. 火山隆起: 一般是大型火山构造单元。其内部可包括破火山口、侵出穹隆、火口群等火山构造。如闽东大型火山隆起, 其中包括大型火山活动中心, 云山、石牛山破火山口, 火山穹隆、火山口、次火山杂岩等。此外还有粤北丰良、丰顺火山隆起等。

2. 侵出穹隆: 多位于火山构造内部或中央, 构成侵出——溢流相碎斑熔岩系列、侵出熔岩锥等。如崇安火山构造洼地内的华竹坑、古楼——腾云尖侵出穹隆、闽东石牛山侵出穹隆、尤溪——洋中侵出穹隆, 长塘紫云碑侵出穹隆等等。

4.2 负向火山构造

负或正地形; 火山岩系围斜内倾; 中心有或无侵出穹丘。包括:

1. 火山洼地: 正地形; 火山岩系围斜内倾; 基底下凹; 中心有侵出熔岩穹丘或次火山杂岩。如闽西南、粤东火山洼地、长塘火山洼地等;

2. 火山构造洼地: 周边被新断裂围限或 1—2 面切割 (前火山或同期构造), 则称为火山构造洼地, 如崇安火山构造洼地等。

3. 火山沉陷盆地: 负地形; 围斜内倾; 中心无侵出穹隆或次火山杂岩。如福建永安, 倒竹洋火山沉陷盆地等。

4. 火山断陷盆地：周边被断裂围限或切割，则称火山断陷盆地。如仁差盆地等。

5. 破火山口：火山塌陷、休眠沉积、复活隆起集中发育部位。如云山、石牛山破火山口，福清风迹破火山口、古田杉洋破火山口等。

4.3 火山机构

包括：火山活动中心；

火口群或边缘火口群；

火山口（通道）；

隐爆角砾岩——爆裂岩筒

5 火山岩型铀矿

5.1 破火山系列新不整合型铀矿

产于火山碎屑岩、火山碎屑沉积岩、熔岩及次火山岩（包含部份与花岗岩潜火山杂岩体有关的花岗岩型、砂岩型）中的铀矿床，是一个矿床系列。它们具有一致的成矿时代、相似的成矿地质条件，相同的成因机制和控制因素，都具有演化成矿特征，即它们都是构造——岩浆演化到一定阶段产物。对火山旋型来说，破火山旋回成矿；对花岗岩型来说，补充侵入期及其后气热活动成矿，都具有鲜明的时控性（表 3、图 1）。

本区铀矿突出特点是年令新，即使产于老地层中的矿化，也是在这一新成矿期（K—E）成矿。这种矿床，可用破火山系列新不整合型铀矿加以概括。

5.2 矿床类型划分

传统上按赋矿围岩进一步划分为熔岩、次火山岩、火山碎屑岩、沉积火山碎屑岩、火山角砾岩筒等类型；也有按构造类型或矿石建造划分的。我们感到，从找矿评价实际需要出发，划分形态类型更有实际意义。从华南东部看，火山构造、控制因素、成因机制和形态类型间不是孤立的，而是存在有机联系的。下面类型划分体现了勘查模式与类型间的制约关系。

1. 体型：受隐爆角砾岩、爆裂岩控制，与次火山活动及沿深断裂晚期气热活动有关。如 570 矿床，6722 矿床、430 矿床。还有凹头、井下、党溪、板粒、李家坞、龙井下、腾云尖、溪门、大坑、碧田（u—Au—Cu）、高山英、西樵山等矿点。

2. 层型：受火山界石或断裂与界面交汇控制。如 279、石源龙、白面石、5103、缺子山、程溪、毫居、翁墩、枫口、等矿床、矿点。

3. 脉型：受火山构造或多面交汇控制。如 278 矿床、仙店、樟木头、梁化等矿床矿点。不同类型有不同找矿标志和评价准则。

表3 火山旋回与成矿用序关系表 (单位: Ma)

地 区		武夷山成矿带					赣 杭 成 矿 带				
		崇浦地区		赣南粤东地区			相山 矿田	660	670	681	
		570	石源龙	279	6722	430					紫金山
火山旋回	主火山旋回	102	112	94	100	90	136	134	120	132	
		126.9	129	112.6	120	112	147				
	破火山旋回	次火山岩	95.8	87.7	70	—	82.1	90—124	103	—	127
109.5	96.7	87.09	—	87.7	102						
	红 层	K ₃ -E	K ₃ -E	K ₁ -E	K ₃ -E	K ₃ -E	K ₃	K ₃	K ₃	K ₃	
成矿年龄		86.8	92.4								
				38—11	55—52	44	110—94	126—120	113—86	117—75	122—75
		110	124					105—88			
矿石建造		U—Mo	单 U	U—Mo	单 U	单 U	Cu—Au	单 U	U—Mo	U—Mo	单 U
控矿因素		隐爆角砾岩	火山界面	火山界面	隐爆角砾岩	火山机构	隐爆角砾岩	破火口	火山界面	隐爆角砾岩	隐爆角砾岩

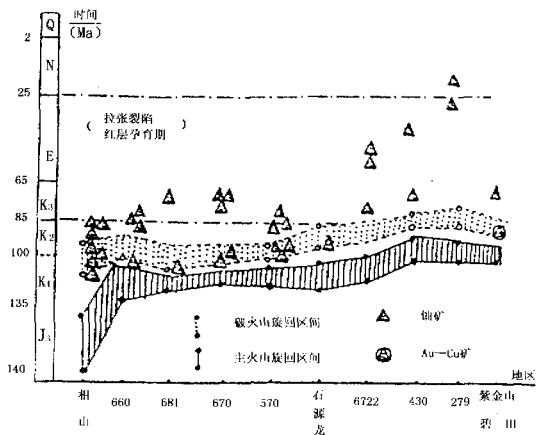


图1 火山旋回与铀成矿时间关系示意图

VOLCANIC GEOLOGY AND VOLCANIC ROCK TYPE URANIUM DEPOSIT IN FUJIAN, GUONGDONG AND HAINAN PROVINCE

Wang Yusheng

ABSTRACT The total structure of volcanic potential in the EastChina is controlled by the Hangzhou—Ruijin—Shaoguan deep—fracture zone and the Zhenghe—Dapu faulted zone. Lower subgroup of Gaojiping Group was denominated J_3 , upper subgroup and Nanyuan formation were named K_1 , Shimaoshan Group was named K_2 in Hainan and Lianhua shan, Huizhou Guangdong Province. Cretaceous period was delimited three parts, Primary K_1 corrected name K_2 , K_2 corrected K_3 . Those were matched with the regional stress, which successively evolved from compression to pull-apart, in Mesozoic—Cenozoic. At the same time, volcanic activity cycles took place, such as initial volcanic cycle, principal volcanic cycle and caldera activity cycle, and formed corresponding facies family, facies pattern and rock association. Uranium deposits, which formed concerned with caldera activity in volcanic—hosted, were incorporated into “caldera series new discordant type uranium deposit”, and divided into stereo—type, ldyer—type and Vein—type three types. There are special controlling factors, assessment standard and exploration model for each one.

KEY WORDS Volcanic potential zone, Volcanic cycle, deposit type