

# 福建古田—溪尾 碎斑熔岩体的基本特征及成因

卢清地 黄泉祯 郭 斌

(福建地勘局区域地质调查队 三明 365001)

**提 要** 古田—溪尾地区碎斑熔岩体的形成受北东向基底断裂带控制,具明显水平和垂直分带。由中心到边缘可划分出中酸性、酸性粒状碎斑熔岩,霏细状、隐晶状碎斑熔岩等 4 种岩石类型,是晚侏罗世火山活动衰亡和火山机构塌陷时期岩浆侵出一溢流相的产物。碎斑熔岩与同期潜花崗斑岩、流纹质晶屑凝灰岩是同源岩浆分异及演化的结果,在空间上构成三相一体的共生组合体。

**关键词** 碎斑熔岩 碎斑结构 侵出一溢流相 福建省

**中图分类号** P 588.14

碎斑熔岩是指斑晶呈碎裂状,基质具有显微粒状、霏细状、隐晶状结构的一类岩石的总称,包括粒状碎斑熔岩、霏细状碎斑熔岩、隐晶状碎斑熔岩。它是东南沿海中生代火山岩系中一种特殊成因的岩石,自 60 年代福建省区域地质调查队发现并命名以来,一直受到关注。尤其是福建境内规模最大、最具代表性的古田—溪尾碎斑熔岩体,前人认为是裂隙式火山通道的产物,但对其岩石特征未作详细研究划分。笔者在 1:5 万区调及 1:50 万福建省地质图(第四代)修编工作中,对古田—溪尾碎斑熔岩体进行系统调查研究及样品测试,查明其产出地质特征及形成时代,进一步划分其岩石类型,对其形成机制也有新的认识。

## 1 碎斑熔岩体产出地质特征

古田—溪尾碎斑熔岩体位于政和—大埔断裂带的东侧,北起周宁经屏南、古田到尤溪的洋中、溪尾,长约 175 km,宽 10~35 km,碎斑熔岩体及其两侧分布的晚侏罗世鹅宅组、赤水组均呈北东向狭长带状展布(图 1),显示出火山活动受北东向区域断裂控制的中心式喷发特征。在尤溪 $\gamma$  示下洋见碎斑熔岩侵入鹅宅组上段( $Je^2$ )流纹岩、流纹质晶屑凝灰岩,古田蓝兜见碎斑熔岩超覆于赤水组下段( $Jch^1$ )英安岩之上;于尤溪华兰见碎斑熔岩与赤水组上段流纹质晶屑凝灰岩呈过渡关系;而在寿宁东溪为小溪组火山碎屑沉积岩假整合覆盖;其中心地带既有与其伴生、并呈过渡的同期潜花崗斑岩,亦见有脉动侵入的后期潜花崗斑岩。故碎斑熔岩形成时代应为晚侏罗世末期。

碎斑熔岩体的岩性具有明显的分带现象。在水平方向上,由中心向外依次出露内部相带的中酸性粒状碎斑熔岩、酸性粒状碎斑熔岩,过渡相带的酸性霏细状碎斑熔岩,边缘相带的酸

本文于 1996 年 12 月 26 日收到。

作者简介:卢清地,男,1963 年生,工程师,1983 年毕业于赣州地质学校,从事区域地质调查工作。

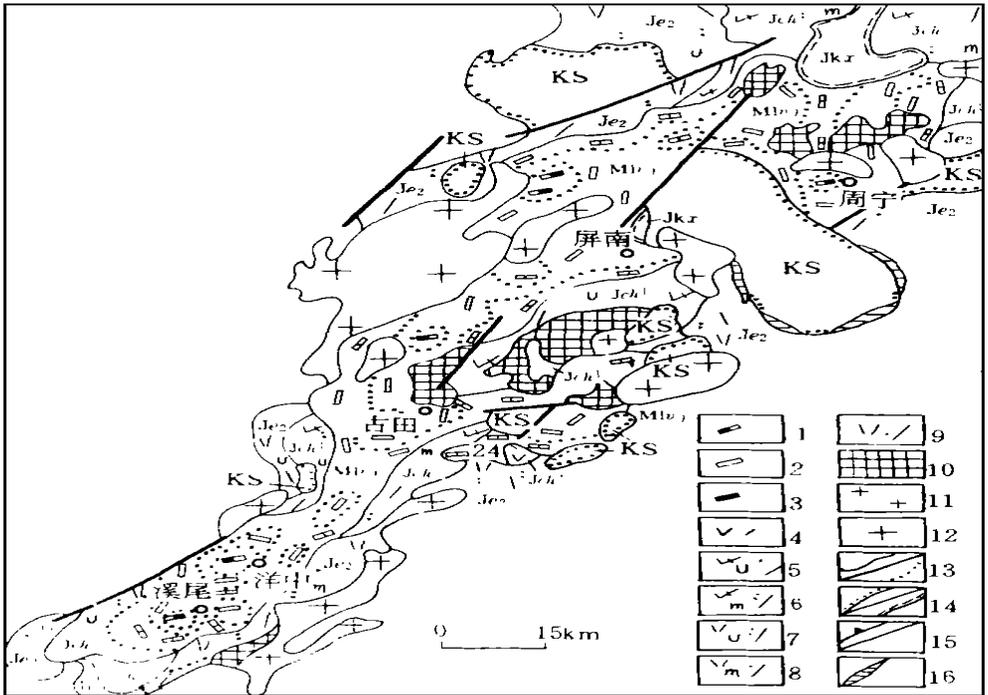


图1 古田—溪尾晚侏罗世碎斑熔岩体地质略图

Fig. 1 Geological sketch map of Late Jurassic mortar lavas in the Gutian-Xiwei area

KS—石帽山群;JK<sub>x</sub>—小溪组;Jch<sup>2</sup>—赤水组上段;Jch<sup>1</sup>—赤水组下段;Je<sup>2</sup>—鹅宅组上段;mlvJ—晚侏罗世碎斑熔岩体;1—中酸性粒状碎斑熔岩;2—酸性粒状碎斑熔岩;3—酸性霏细状—隐晶状碎斑熔岩;4—英安岩;5—英安质晶屑凝灰岩;6—英安质晶屑熔结凝灰岩;7—流纹质晶屑凝灰岩;8—流纹质晶屑熔结凝灰岩;9—流纹质晶屑凝灰岩;10—晚侏罗世潜火山岩;11—晚侏罗世侵入岩;12—白垩纪侵入岩;13—地质界线和岩性岩相分界线;14—角度不整合界线、假整合界线;15—侵入接触面产状、断层;16—环状岩脉

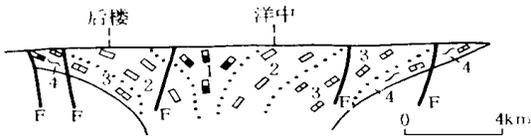


图2 洋中—后楼晚侏罗世碎斑熔岩体岩相剖面

Fig. 2 Section of Late Jurassic mortar lava facies in the Yangzhong-Houlou area

1—中酸性粒状碎斑熔岩;2—酸性粒状碎斑熔岩;  
3—酸性霏细状碎斑熔岩;4—酸性隐晶状碎斑熔岩

性隐晶状碎斑熔岩,并以洋中—后楼剖面水平分带最为清楚(图2),各相带特征见表1。尤溪大宁、白石林、三门及古田厦地等地区,碎斑熔岩体因剥蚀程度较浅,垂直分带清楚,内部相带的中酸性粒状碎斑熔岩及酸性粒状碎斑熔岩裸露于海拔600 m以下,地貌上为平缓低矮的小山丘;过渡相带的酸性霏细状碎斑熔岩分布于海拔600~900 m的陡峻山坡上;边缘相带的酸性隐晶状碎斑熔岩则分布于海拔900 m以上的环形山顶上,熔岩表面常见有冷缩龟裂纹及涡流状、皱纹状流动构造。

据1:5万区调及TM遥感影像解译,洋中、溪尾为两个火山群,在空间上它们相互套叠,呈

北东向展布;时序上,洋中火山群结束时间相对较晚,以致其火山断裂切穿、破坏了溪尾火山群。中酸性粒状碎斑熔岩分居洋中、溪尾两火山群中央,酸性碎斑熔岩环绕其分布;中酸性、酸性火山碎屑岩、碎屑熔岩、熔岩则分别呈环状分布于两火山群的边部;喷发—沉积相的火山碎屑沉积岩仅沿周边环状断裂断续出露。两火山群各由一系列火山机构或潜火山岩体呈规律的环状分布所组成。环状断裂十分发育,延伸5~30 km不等,各自绕其中心呈环状、半环状或弧状分布,且大环套小环并相互交切,从而构成一幅复杂的环状火山构造图像。

表1 碎斑熔岩与同期火山岩、潜火山岩特征对比

Table 1 Comparative features of mortar lavas and their synchronous volcanic and subvolcanic rocks

岩石类型 特征	正常喷出 火山岩	碎斑熔岩			潜火山岩
		边缘相带	过渡相带	内部相带	
岩性	流纹质晶屑凝灰熔岩	酸性隐晶状碎斑熔岩	酸性霏细状碎斑熔岩	酸、中酸性粒状碎斑熔岩	潜二长花岗斑岩
基质主体结构	凝灰熔岩结构	隐晶质结构	霏细状结构	显微粒状结构	显微花岗结构
基质中流动构造及产状特点	流动构造极发育,常见熔离碎屑和条带,成层性明显,产状平缓,倾角10~25°	流动构造发育,成层性明显,产状平缓,倾角10~25°,常见涡流状流动构造	流动构造较发育,产状较平缓,倾角30~60°	局部见流动构造,产状陡倾,倾角50~80°,呈块状构造	不见流动构造,呈块状构造
基质中黑云母含量	基本不含黑云母	基本不含黑云母	偶见黑云母	常见鳞片状黑云母,含量3%~4%	常见鳞片状黑云母,含量5%
斑晶再生边或珠边结构	无	无	偶见再生边,但不发育,边很窄	常见再生边,是特征结构	
斑晶中黑云母暗化现象	常见	常见	少见	少见	不见
岩石外来角砾、岩屑及捕虏体	普遍	普遍	较少	少	无
岩石中同成分角砾、集块或岩块	少	少	较常见	常见	无
岩石节理发育情况	薄板状节理	薄板状、板柱状节理	柱状、块状节理	块状节理	块状节理
斑晶碎裂程度及含量	斑晶破碎强烈,多为碎屑状晶屑,含量约20%~30%	斑晶碎裂程度高,以晶屑为主,碎斑较少,含量30%~35%	斑晶碎裂程度中等,碎斑与晶屑含量接近相等,含量30%~40%	斑晶碎裂程度低,以碎斑为主,含量40%~50%	保存完好晶形,斑晶呈聚斑状出现,含量45%~55%
钾长石2V角	46~56°	50°	54~66°	56~70°	74°
斜长石牌号	20~22	23	22~31	30~40	34~36
斜长石有序度	0.05~0.3	0.25	0.3~0.45	0.55~0.65	0.75
SiO <sub>2</sub> 、K <sub>2</sub> O	偏高	偏高	...→	略偏低	略偏低
CaO、MgO、Na <sub>2</sub> O	偏低	偏低	...→	略偏高	略偏高
成岩温度(斜长石地质温度计)	1299.7~1329.8℃	1264.8℃	1215~1262.9℃	1148.8~1165.8℃	1153.6℃

## 2 碎斑熔岩的岩石学特征

据碎斑熔岩矿物成分、结构的差异可分为中酸性粒状碎斑熔岩、酸性粒状碎斑熔岩、酸性霏细状碎斑熔岩、酸性隐晶状碎斑熔岩,其化学成分见表2。碎斑熔岩的共同特征是具有碎斑结构,斑晶多已破碎呈碎屑状,部分斑晶仅沿裂纹、解理“断开”并被基质充填、分隔,少数破碎

的斑晶位移很小,仍可恢复其晶形。珠边结构(指碎斑矿物外缘由与其成分相同或不同矿物组成的环状镶边结构)是碎斑熔岩常见的另一种特征结构,是基质结晶阶段形成的原生成因结构,各碎斑矿物中均有发育。以中酸性、酸性粒状碎斑熔岩中发育较好,且珠边较宽;酸性霏细状碎斑熔岩中发育较差,珠边较窄;酸性隐晶状碎斑熔岩中不发育。

表2 洋中、溪尾地区碎斑熔岩及同期火山岩、潜火山岩化学成分表  
Table 2 Chemical compositions of mortar lavas and synchronous volcanic and subvolcanic rocks in the Yangzhong-Xiwei area

样号	岩石名称	岩石化学成分(%)													
		SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO <sub>2</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O	灼碱	总量
1	中酸性粒状碎斑熔岩	66.64	0.55	15.68	2.06	2.06	0.084	1.22	3.27	3.70	3.94	0.143	0.72	0.40	100.47
2	酸性粒状碎斑熔岩	70.33	0.38	14.37	1.60	1.74	0.071	0.90	2.08	3.54	4.46	0.079	0.43	0.268	100.25
3	酸性粒状碎斑熔岩	71.74	0.35	13.73	1.17	1.40	0.059	0.74	1.94	3.46	4.48	0.067	0.05	0.267	99.45
4	酸性霏细状碎斑熔岩	74.17	0.22	12.16	0.75	1.48	0.055	0.53	1.29	2.76	4.76	0.037	0.87	1.426	100.51
5	酸性霏细状碎斑熔岩	74.96	0.24	12.55	0.83	1.20	0.049	0.53	1.08	3.20	4.84	0.040	0.47	0.593	100.58
6	酸性隐晶状碎斑熔岩	74.57	0.20	12.38	0.48	1.61	0.070	0.36	1.09	2.50	4.73	0.080	0.83	0.74	99.60
7	流纹质晶屑凝灰熔岩	74.73	0.23	12.41	0.65	1.48	0.050	0.54	0.85	2.71	5.21	0.10	0.81	0.62	100.39
8	流纹质晶屑凝灰熔岩	73.23	0.23	12.96	0.36	1.92	0.090	0.60	1.10	3.54	3.97	0.32		1.345	99.88
9	潜二长花岗斑岩	66.32	0.47	14.24	1.13	1.63	0.063	1.06	2.66	3.44	4.52	0.105	1.40	3.62	99.44

样号	岩石名称	CIPW 标准矿物成分									
		Ap	Ilm	Mt	C	Q	Or	Ab	An	Hy	En
1	中酸性粒状碎斑熔岩	0.31	1.05	2.99		21.17	23.28	31.31	14.54	4.08	2.84
2	酸性粒状碎斑熔岩	0.17	0.72	2.32	0.13	26.47	23.26	29.96	9.80	3.62	2.24
3	酸性粒状碎斑熔岩	0.15	0.67	1.70		28.99	26.47	29.28	8.70	2.79	1.72
4	酸性霏细状碎斑熔岩	0.08	0.42	1.09	0.21	35.61	28.13	23.36	6.16	3.16	1.32
5	酸性霏细状碎斑熔岩	0.09	0.46	1.20	0.18	34.28	28.60	27.08	5.10	2.53	1.32
6	酸性隐晶状碎斑熔岩	0.18	0.38	0.70	1.36	38.17	27.95	21.16	4.98	3.26	0.90
7	流纹质晶屑凝灰熔岩	0.22	0.42	0.94	1.01	35.82	30.79	22.93	3.56	3.25	1.35
8	流纹质晶屑凝灰熔岩	0.70	0.44	0.52	1.60	23.72	23.46	29.96	3.37	4.51	1.49
9	潜二长花岗斑岩	0.23	0.89	1.64		21.92	26.71	29.11	10.07	3.08	2.01

注:闽西地质大队实验室分析

从碎斑熔岩体内部相带至边缘相带,基质主体结构由显微粒状结构变为霏细状结构、隐晶状结构,结晶程度逐渐变差,呈渐变过渡关系。

中酸性粒状碎斑熔岩中碎斑含量45%~50%,以中长石、钾长石、石英为主,辉石、黑云母次之,少量角闪石;酸性粒状碎斑熔岩中碎斑含量40%~50%,以钾长石、石英为主,更长石次之,少量黑云母、角闪石;酸性霏细状、隐晶状碎斑熔岩中碎斑含量分别为30%~40%和25%~35%,均以钾长石、石英为主,少量更长石,偶见黑云母、角闪石。

据弗氏台测定,碎斑熔岩体自内部相带到过渡相带、边缘相带:钾长石2V角从56~70°到54~66°、50°;三斜度从0.1到0;斜长石有序度从0.55~0.65到0.30~0.45、0.25;An从30~40到22~31、23。环带构造由发育良好、各种类型均有、多而密集,变为不发育或仅见韵律环带;黑云母由不见暗化现象到暗化现象常见,并常弯曲成“S”型。显示出各相带之间的岩石存在着一定的差异性和过渡性。

### 3 碎斑熔岩形成的物理化学条件

碎斑熔岩中石英碎斑常含有熔融体包裹体,对古田洋板、屏南溪坪石英碎斑的熔融体包裹体进行成岩温度测定,均匀法测定为1350℃,淬火法测定为1220℃。用斜长石地质温度计方

法计算碎斑熔岩及同期火山岩、潜火山岩的成岩温度(表 1)结果表明:洋中地区碎斑熔岩体具有明显的温度分带现象,内部相带为 1 148.8~1 165.8℃,过渡相带为 1 215~1 262.9℃,边缘相带为 1 264.8℃。即从碎斑熔岩体的内部到边缘(或从岩浆房下部到上部)温度逐渐增高,同时,内部相带的岩石成岩温度更趋于潜火山岩,边缘相带的岩石成岩温度与正常喷发的火山岩更接近。上述各种方法测定的碎斑熔岩成岩温度,与目前国内外报道的火山岩成岩温度(1 100~1 400℃)甚为接近。对洋中地区碎斑熔岩岩石化学成分 CIPW 计算结果(表 2)表明,在 Ab-Or-Q 图解中,其岩浆房顶部所处的压力约为 50 MPa。据黑云母计算的压力值为 64.8~87.1 MPa。推测岩浆房顶部大致深度为 1.7~3 km。

古田一溪尾碎斑熔岩体中斜长石和钾长石均发育有环带构造。斜长石环带多、密、窄,An 含量高者以不连续正环带为主,An 含量低者多为韵律环带,有时同一颗粒中,内部为不连续正环带,边缘为韵律环带;钾长石环带少而宽,从环带内部到边缘 Ab 含量增高。这表明岩浆结晶作用早期,熔浆冷却较快或压力由大变小时;岩浆结晶作用晚期,岩浆物理化学环境处于动荡状态,温度、压力、组分频繁交替变化,从而发生以平衡结晶作用为辅、不平衡结晶作用为主的结晶作用过程,导致产生岩浆分异作用、岩浆房成分及温度分带。

#### 4 碎斑熔岩的岩相划分

碎斑熔岩的岩相划分问题,长期以来众说纷纭、莫衷一是。溢流熔岩说将其归于熔岩或凝灰熔岩,潜火山岩说定为花岗斑岩、微晶花岗岩,火山碎屑岩或变火山岩说认为是熔结凝灰岩经岩浆侵入活动引起的热变质产物。笔者经过系统调查研究证实:①碎斑熔岩岩性单一,成分稳定,没有其他火山岩或沉积岩夹层。②碎斑熔岩体具有明显的分带现象(表 1),其内部各相带间呈渐变过渡关系,根部或下部侵入早期喷发的火山岩,顶部或边部则超覆于早期火山岩上,并与同期喷发的流纹质晶屑凝灰熔岩呈渐变过渡关系,且在同一火山构造单元中,与同期潜火山岩呈过渡关系或被后期潜火山岩脉动侵入,构成三相一体的共生组合地质体。从潜花岗斑岩—碎斑熔岩—流纹质晶屑凝灰熔岩,酸性斜长石中 Ab 组分递增,环带和双晶类型趋向单一,表明它们是同源岩浆分异演化的产物。③边缘相带的酸性隐晶状碎斑熔岩中常见有涡流状、皱纹状流动构造及龟裂纹现象,具有熔岩流沿地表流动的特征。④碎斑熔岩体剖面形态呈蘑菇状或穹状,边缘相带岩石产状平缓,倾角 10~25°;内部相带岩石产状陡倾,倾角 60~85°。⑤碎斑熔岩成岩温度、钾长石 2V 角、斜长石牌号及有序度均显示出内部相带岩石向潜火山岩过渡,边缘相带岩石与同期喷发的流纹质晶屑凝灰熔岩无显著的差别。这些特点表明,碎斑熔岩体形成深度或产出状态处于正常喷出的火山岩与潜火山岩之间,熔岩流前缘部分具有沿地表流动之特征,其喷发性质及强度介于宁静喷溢与超浅成侵入之间,形成的物理化学环境也介于正常喷发的火山岩与潜火山岩之间。因此,将其岩相归属于侵出一溢流相较妥。

#### 5 碎斑熔岩的形成及演化

调查研究资料表明,碎斑熔岩形成前,曾经历过大规模的猛烈火山喷发活动,导致火山构造塌陷作用,形成大型破火山口或火山洼地。而后岩浆房内残存岩浆再次分异演化或得到深部岩浆的补充,其活力又逐渐增强,岩浆以比较缓慢型式沿先前的火山通道上涌,到达地表并以侵出一溢流方式喷发,形成碎斑熔岩体。由于岩浆房内岩浆对流和沸腾作用的动力影响,或

岩浆向上运移至地表时,温压条件骤变,气体逸出,使斑晶产生裂纹、裂开、崩解或碰撞、摩擦而破碎,形成碎斑现象。当含碎斑的岩浆侵出一溢流定位后,即发生冷却和基质结晶作用。碎斑熔岩体由边缘至内部,因冷却条件不同,造成基质结晶程度及珠边结构的差异,从而形成碎斑熔岩体的分带现象。在碎斑熔岩形成之后或是基本同时,残余的岩浆沿其中心或边部侵入,形成斑状、聚斑状结构的潜花岗斑岩。

## 6 结 论

(1)古田—溪尾碎斑熔岩体的形成受北东向火山基底断裂带控制,是晚侏罗世大规模火山活动衰亡阶段火山机构塌陷时期形成的岩浆侵出一溢流的产物。其岩浆由酸性向中酸性逆向演化,是独立的地质体,属于侵出一溢流这一过渡的岩相类型。

(2)碎斑熔岩体具有明显的分带现象,自中心向外,依次为内部相带的中酸性、酸性粒状碎斑熔岩,过渡相带的酸性霏细状碎斑熔岩,边缘相带的酸性隐晶状碎斑熔岩。内部相带的岩石具有向潜火山岩过渡,边缘相带的岩石向正常喷发的火山岩过渡之特征。

(3)碎斑熔岩具有特殊的碎斑结构、珠边结构。珠边结构是基质结晶阶段形成的原生成因结构。

(4)碎斑熔岩与同期潜花岗斑岩、流纹质晶屑凝灰熔岩是同源岩浆分异演化的产物,空间上密切共生,构成三相一体的共生组合地质体。

全文承福建省区域地质调查队韦德光教授级高级工程师和冯宗帜、宋泳宪、陈泽霖等高级工程师审阅并提出了宝贵意见,在此深表感谢。

## BASIC FEATURES AND ORIGIN OF MORTAR LAVAS IN THE GUTIAN—XIWEI AREA, FUJIAN PROVINCE

Lu Qingdi, Huang Quanzhen and Guo Bin

(Regional Geological Survey Party, Fujian Bureau of Geology  
and Mineral Exploration, Sanming, Fujian)

**Abstract** The formation of mortar lavas in the Gutian-Xiwei area, Fujian, was controlled by the NE-trending basement fault zone. They have a distinct vertical zoning extending horizontally. From the center to the borders, four rock types may be distinguished, i. e. intermediate-acid and acid granular mortar lavas and acid felsitic-cryptocrystalline lavas. They are the product of viscous magma extrusive-effusive facies during the decline of Late Jurassic volcanic activity and the collapse of volcanic edifices. Mortar lavas and their synchronous granite porphyry and rhyolitic crystal tuff are the product of comagmatic differentiation and evolution and in space they form a trinity.

**Key words:** mortar lava, mortar texture, extrusive-effusive facies, Fujian province