

浙江景宁花岗岩基的解体划分及其演化

王天德 曹金用

(浙江省地矿厅第七地质大队 丽水 323000)

提 要 根据同源岩浆演化的观点,运用岩石谱系单位的划分方法,将景宁花岗岩基解体,划分为 9 个单元,归并成 2 个超单元。岩体定位方式为断裂扩张型。

关键词 浙江 景宁花岗岩基 单元 超单元 断裂扩张型

中图分类号 P588.121

1 岩基概况

景宁岩基位于浙江南部,受北北东向丽水—余姚深断裂控制,近南北向展布,北窄南宽,总面积约 230 km^2 。被侵入的最新围岩为上侏罗统火山岩,岩体的同位素年龄为 116.9 Ma ,侵入时代属早白垩世。据岩体的岩石成分、结构构造、接触关系及演化特征,将岩基解体为 60 多个侵入体,划分了 9 个单元,归并成 2 个超单元(图 1)。岩石类型从早到晚有闪长岩、石英二长闪长岩、花岗闪长岩、二长花岗岩、钾长花岗斑岩和霏细斑岩等。

2 单元特征

2.1 三枝树单元

该单元有 5 个侵入体,面积 1.5 km^2 ,呈条带状出露于岩基北部,侵入于中侏罗统毛弄组。岩石为深灰色中细粒闪长岩,矿物粒径 $1\sim 3 \text{ mm}$,矿物含量见表 1。斜长石呈半自形柱状、板状,具细密聚片双晶, An^{40} 。钾长石、石英呈他形粒状,角闪石长柱状,铁黑云母鳞片状。副矿物组合为磁铁矿—锆石—磷灰石型,锆石晶体大多为四方双锥短柱状。

2.2 大祭单元

仅一个侵入体,面积约 1.5 km^2 ,出露于岩基南边缘,侵入于上侏罗统九里坪组流纹岩,围岩蚀变不明显。单元岩石为深灰色细粒石英二长闪长岩,矿物粒径 $\leq 1 \text{ mm}$ (表 1)。斜长石大部分呈半自形柱状, An^{32} 。钾长石、石英呈他形粒状,铁黑云母鳞片状。副矿物组合为磁铁矿—锆石—褐帘石型,锆石晶体多为四方双锥柱状、短柱状。岩石具绢云母化、绿泥石化蚀变。

2.3 溪下库单元

主要出露于岩基的西部及南部边缘,共 8 个侵入体,面积约 11 km^2 。多呈北北东向条带状产出,侵入于中侏罗统沉积岩和上侏罗统火山岩,后者局部角岩化明显,宽度约 10 m 。与大祭单元脉动接触,内接触带边部结构略变细并含有较多捕虏体(大祭单元石英二长闪长岩),其形态呈次圆椭圆状,直径 $10\sim 50 \text{ cm}$ 。捕虏体发育地带宽度 10 m 左右。

本文于 1997 年 7 月 20 日收到。

(作者简介:王天德,男,1944 年生,高级工程师,1967 年毕业于北京地质学院地质系,从事区域地质工作。 <http://www.igc.cn>)

岩石为灰白色中细粒花岗闪长岩，矿物粒径 1~4 mm，矿物含量见表 1。条纹长石他形粒状。斜长石半自形板状、柱状，An26，多具聚片双晶，少部分为卡钠复合双晶，部分具环带构造。石英呈他形粒状、填隙状产出，角闪石呈长柱状，铁黑云母呈半自形片状。副矿物组合为磁铁矿—锆石—磷灰石—褐帘石型，出现磷钇矿。因受断裂活动和后期岩体侵入的影响，该单元产生明显的动力变质和接触变质，出现叶理构造和重结晶现象，暗色矿物局部相对集中呈长条状、透镜状定向分布，部分石英波状消光，黑云母呈变晶集合体产出。

2.4 白岸单元

呈卫星式零散出露于岩基的北侧和西侧，共 15 个侵入体，面积约 18 km²。侵入于上侏罗统火山岩，与早期侵入体呈脉动接触。该单元属补充期岩体，岩石为二长花岗斑岩，斑晶含量 10%~40%，有钾长石、斜长石、石英，其粒径 2~5 mm，个别斑晶达 0.8×1.5 cm。斜长石呈半自形板状，钾长石呈半自形板状或他形粒状，石英他形粒状。基质为微粒或隐晶结构。副矿物组合为磁铁矿—锆石—磷灰石型。

上述 4 个单元归并成张村超单元，总面积约 32 km²，岩石成分显示由中性向酸性演化。

2.5 澄照单元

出露于岩基的中北部，有 3 个侵入体，面积约 21 km²。被侵入的围岩有中侏罗统毛弄组和元古界龙泉群，前者角岩化明显，局部出现红柱石，后者局部产矽卡岩。与早期的溪下库单元呈超动接触，并使之重结晶、局部角岩化。岩石为灰白色含巨斑粗中粒二长花岗岩，巨斑分布不均，一般含量 1%~3%，局部达 20%~30%，其矿物以条纹长石为主，粒径 1.5×3 cm，少数达 2×8 cm 或 4×5 cm，部分石英粗达 1~2 cm。条纹长石呈板状、柱状，晶体内有斜长石、角闪石嵌晶。基质粒径 4~6 mm（表 1），其中钾长石呈他形粒状，少数颗粒内包有斜长石嵌晶；斜长石多为中更长石，An31，半自形板状、矩形柱状，多数有细密的聚片双晶，部分具环带构造；黑云母板柱状，内有锆石和磷灰石包体；普通角闪石呈短柱状，石英呈他形粒状。副矿物组合为磁铁矿—锆石—独居石—榍石—磷灰石型。本单元中发育有深灰色及灰黑色暗色包体，成分为微晶闪长岩和细粒石英二长闪长岩（相当于三枝树单元和大溪单元的岩石），形态以圆状、椭圆状为主，较大包体边界呈港湾状，包体长轴<20 cm。

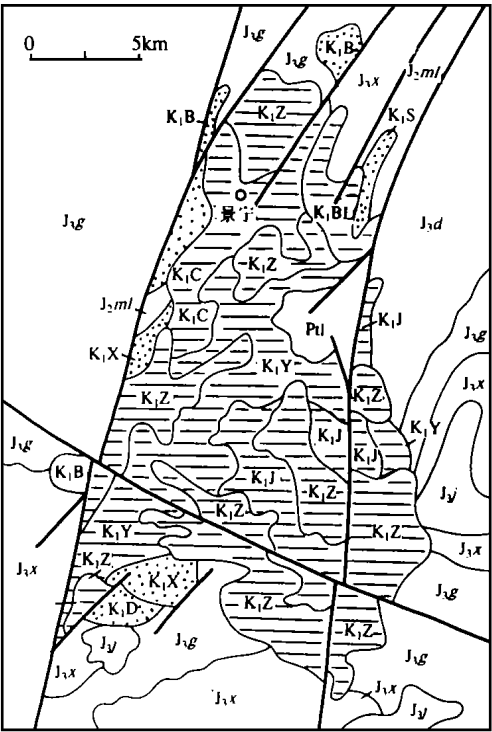


图 1 景宁岩基地质略图
Fig. 1 Geological sketch map of the Jingning granite batholith

J3j—上侏罗统九里坪组；J3x—上侏罗统西山头组；
J3g—上侏罗统高坞组；J3d—上侏罗统大爽组；
J2ml—中侏罗统毛弄组；Pl—元古界龙泉群

鹤溪超单元	K1Bl—半岭单元 K1Z—张山岙单元 K1J—溪头单元 K1Y—岩下单元 K1C—澄照单元	张村超单元	K1B—白岸单元 K1X—溪下库单元 K1D—大溪单元 K1S—三枝树单元
-------	--	-------	--

表 1 景宁花岗岩基各单元矿物含量

Table 1 Mineral contents of various units of the Jingning granite batholith

超单元	单元	岩石名称	矿物含量(%)				
			钾长石	斜长石	石英	黑云母	角闪石
鹤溪	半岭	霏细斑岩	斑晶约占 5%~40%，由钾长石、斜长石、石英组成，基质霏细结构，由隐晶状长英质组成				
	张山岙	细粒钾长花岗岩	58	11	29	1	
	祭头	斑状细粒二长花岗岩	41	26	31	≤1	
	岩下	粗一中粒二长花岗岩	39	32	28	1	
	澄照	含巨斑粗一中粒二长花岗岩	31	38	25	4	4
张村	白岸	二长花岗斑岩	斑晶含量 10%~40%，由钾长石、斜长石、石英组成，基质为长英质隐晶结构或微粒结构				
	溪下库	中一细粒花岗闪长岩	23	53	20	4	
	大祭	细粒石英二长闪长岩	8	70	18~20	1~2	
	三枝树	中一细粒闪长岩	≤2	82	≤5	10	2

2.6 岩下单元

出露于岩基中部，呈北东向展布，共有 4 个侵入体，面积约 48 km²。侵入于上侏罗统大爽组火山岩和中侏罗统毛弄组沉积岩，前者出现红柱石角岩并有硅化、黄铁矿化蚀变，后者角岩化宽度达 100 m 以上，岩体边部矿物略变细。与澄照单元呈脉动接触，岩性突变无接触变质和冷凝边。岩石为灰白色粗中粒二长花岗岩，其结构和成分在不同部位稍有变化，矿物粒径 3~6 mm(表 1)。条纹长石或微斜长石呈他形粒状，部分为板状；斜长石呈半自形板状、板柱状，An₂₉，部分具环带构造；石英他形粒状，常呈集合体出现，部分与钾长石组成文象连晶。岩石普遍具绢云母化蚀变。副矿物组合为磁铁矿—锆石—独居石型，并出现金红石和石榴石。单元中暗色包体数量少，个体大，一般 50~100 cm，形态呈圆状椭圆状，其成分为微晶石英二长闪长岩(相当于大祭单元的岩石)。

2.7 祭头单元

主要出露于岩基的东南，有 13 个侵入体，面积约 33 km²。侵入于上侏罗统大爽组，围岩角岩化宽度达 0.8~1 km，局部出现红柱石角岩。与岩下单元接触界线一般渐变过渡，局部突变明显，接触带上分布有花岗质伟晶岩囊，长轴一般<50 cm。该单元局部还出现韵律构造及暗色矿物条带，含有少量暗色包体，形态为圆状及次圆状，长轴一般<20 cm。个别包体边界呈港湾状，并有寄主岩石的倒挂脉。包体成分为微晶石英二长闪长岩。该单元岩石为浅灰白色或浅肉红色斑状细粒二长花岗岩，似斑状结构，斑晶含量 10%~40%，斑晶矿物有斜长石、微斜长石、条纹长石及石英，粒径 0.3~1 cm。基质矿物粒径 1~2 mm(表 1)。微斜长石及条纹长石呈他形粒状或半自形板状；斜长石呈半自形板状，有聚片双晶，An₂₇，部分具环带构造；石英呈他形粒状、填隙状，部分为聚合体；铁黑云母呈片状。岩石普遍绢云母化。副矿物组合为磁铁矿—锆石—褐帘石—针石型，以出现电气石、刚玉、萤石、金红石等为特征。

2.8 张山岙单元

主体出露于岩基东南部,有7个侵入体,面积约 93 km^2 。侵入于上侏罗统火山岩,并使之角岩化,局部宽度达 1 km ,且出现红柱石角岩。有岩枝穿插于三枝树单元呈超动接触;与澄照单元脉动接触,岩性突变接触面平直;与岩下单元脉动接触,界线呈锯齿状;与 δ 祭头单元脉动接触,界线呈折线状,内接触带具细粒冷凝边并发育有伟晶岩团块,局部尚有 δ 祭头单元捕虏体及暗色矿物条带。该单元暗色包体发育,且多分布于侵入体边部,局部数量较多呈砾岩假象。包体长轴一般为 $10\sim 100\text{ cm}$,个别长轴达 2 m ,形态以椭圆状、纺锤状、圆状为主,也有棱角状、扁平状及长条状。包体成分为微晶闪长岩或微晶石英二长闪长岩。单元岩石为浅灰、浅肉红色细粒钾长花岗岩,矿物粒径 1 mm 左右,局部有少量斑晶($2\sim 4\text{ mm}$)(表1)。微斜长石他形粒状,个别较粗者呈板状;斜长石呈板柱状,部分具环带构造,An $_{26}$;石英他形粒状,部分与微斜长石组成文象结构;铁黑云母片状稀疏分布。岩石具绢云母化。副矿物组合为磁铁矿—锆石—钼石型,以出现石墨、电气石、金红石、独居石等为特征。

2.9 半岭单元

呈北北东向展布,共7个侵入体,面积约 25 km^2 。侵入于前述各单元,与溪下库单元呈超动接触,内接触带具流动构造。该单元属补充期岩体,岩石以霏细斑岩为主,局部为霏细岩、微细花岗岩。斑晶含量 $5\%\sim 20\%$,由钾长石、斜长石、石英组成,粒径 $1\sim 5\text{ mm}$,长石斑晶半自形板柱状或他形粒状,石英他形粒状。基质霏细结构,由长英质组成。

上述5个单元归并成鹤溪超单元,总面积 210 km^2 。岩石成分变化微弱,主要显示岩石结构从粗到细的变化规律。

3 超单元特征

根据各单元的矿物组成、结构构造、岩石化学成分和相互间的接触关系,将上述的9个单元归并成2个超单元(表2)。

3.1 张村超单元

由三枝树、 δ 祭、溪下库和白岸4个单元组成,主要分布于岩基的周边。本超单元从早到晚岩石结构变化不明显,但成分由中性向酸性演化明显,岩石类型从闪长岩 $\rightarrow$ 石英二长闪长岩 $\rightarrow$ 花岗闪长岩 $\rightarrow$ 花岗斑岩。主体期单元的矿物含量变化钾长石从少到多($\leq 2\%\rightarrow 8\%\rightarrow 23\%$),斜长石从多到少($82\%\rightarrow 70\%\rightarrow 53\%$),石英从少到多($\leq 5\%\rightarrow 18\%\rightarrow 20\%$),黑云母从多到少。 SiO_2 、 K_2O 、 Na_2O 等从低到高,其他成分由高到低。长石牌号从高到低($40\rightarrow 32\rightarrow 26\rightarrow 20$);固结指数(SI)从高到低,分异指数(DI)、长英指数(FI)、铁镁指数(FM)从低到高。微量元素除 $\text{V}+\text{Co}+\text{Ni}$ 从高向低演化外,其余从低向高演化。稀土总量(ΣREE)、轻重稀土比值($\Sigma\text{Ce}/\Sigma\text{Y}$)从低向高演化。

3.2 鹤溪超单元

由澄照、岩下、 δ 祭头、张山岙及半岭5个单元组成。从早到晚岩石成分变化微弱,总体由酸性向弱碱性演化(表2),但岩石结构从粗到细演化明显(含巨斑粗中粒 $\rightarrow$ 粗中粒 $\rightarrow$ 斑状细粒 $\rightarrow$ 细粒 $\rightarrow$ 霏细)。主体期单元的矿物含量变化,钾长石、石英逐渐增多,斜长石、黑云母逐渐减少。 SiO_2 、 K_2O 、 Na_2O 从低到高,其他氧化物从高到低。岩石固结指数从高到低,分异指数、长英指数、铁镁指数均由低到高;长石牌号由高到低($31\rightarrow 29\rightarrow 27\rightarrow 26$);微量元素从低向高演化,

常量元素从高向低演化;轻重稀土比、铈异常系数从高向低演化。

表 2 超单元特征对比

Table 2 Comparison of the characteristics of the super-units

超单元名称		张村	鹤溪
侵入作用	岩浆形成环境	大陆边缘活动带(挤压环境)	
	物质来源	上地幔及下地壳	
	定位机制	断裂扩张	
	成岩时代	早白垩世(K ₁)	
演化趋势	岩石类型	闪长岩→石英二长闪长岩→花岗闪长岩→二长花岗斑岩	二长花岗岩→钾长花岗岩→细斑岩
	结构	不明显	粗→细
	SiO ₂ 、Na ₂ O、K ₂ O		低→高
	Al ₂ O ₃ 、MgO、CaO		低→高
	DI、FM、FI		低→高
	SI		高→低
相关参数	Na ₂ O/K ₂ O	0.73~1.44	0.66~1
	A/NCK	0.83~1.01	0.88~1.13
	ΣCe/ΣY	3.34~5.41	1.09~2.68
	δEu	0.56~0.97	0.25~0.85
	Rb/Sr	0.07~0.34	0.19~0.71
	Mg/(Mg+Fe+Mn)	>0.38	>0.38
A-C-F图解		斜长石-黑云母-透辉石区	斜长石-黑云母-角闪石区

综上所述,两个超单元的岩石成分呈连续变化,SiO₂ 含量 58.22%→78.15%,总体由中性向酸性演化。但各自有不同的演化特征,早期的张村超单元成分演化明显,SiO₂ 含量 58.22%→69.96%,结构变化不明显;晚期鹤溪超单元的岩石结构从粗到细演化明显,岩石成分由酸性向碱性变化,SiO₂ 含量 70.88%→78.15%。前者的 ΣREE、δEu、ΣCe/ΣY 与 DI 呈正相关趋势,而后者则呈负相关。张村超单元的稀土总量和轻稀土总量均高于鹤溪超单元,稀土配分曲线形态前者相对平滑,而后者呈“V”字型具明显的负铈异常。张村超单元的副矿物组合种类少,主要为磁铁矿、锆石、磷灰石,局部还有褐帘石、磷钇矿和榍石;鹤溪超单元的副矿物组合种类多,除上述几种外,还有钛铁矿、金红石、独居石、钽石、电气石、刚玉、石榴石及石墨。鹤溪超单元中常见有成分相当于早期张村超单元的暗色包体。

4 成因探讨

4.1 物质来源

张村超单元的岩石类型为中性-酸性,Na₂O 为 3.26%~3.85%,Na₂O/K₂O 的比值 0.73~1.44,A/NCK 0.83~1.01,Rb/Sr 为 0.07~0.34,U 为 1.54×10⁻⁶~6.09×10⁻⁶,ΣCe/ΣY 为 3.34~5.41,δEu 0.56~0.97,在 A-C-F 图解中投影点全部落在斜长石-黑云母-角闪石区及斜长石-角闪石-透辉石区,这些特征与徐克勤总结的华南同熔型花岗岩基本一致,岩浆物质主要来源于上地幔及部分下地壳,属“I”型花岗岩。

鹤溪超单元的岩石类型为酸性-碱性,Na₂O 为 3.27%~4.63%,Na₂O/K₂O 比值 0.66~1,A/NCK 为 0.88~1.13,部分 Rb/Sr 为 0.19~0.71,部分 δEu 0.5~0.85,在 A-C-F 图

解中投影点全部落在斜长石—黑云母—角闪石区, U 含量 $< 10 \times 10^{-6}$ 。上述特征与华南同熔型花岗岩相似。但 $Ni < 10 \times 10^{-6}$, $\Sigma Ce / \Sigma Y$ 为 1.09~2.68, 部分 δEu 0.25~0.38, 部分 Rb/Sr 为 1.82~2.34, 副矿物中出现刚玉、石墨、石榴石、独居石、钼石等, 这些又与华南改造型花岗岩相似, 说明岩浆演化晚期混入更多的陆壳物质, 由“I”型转化为“S”型。

4.2 构造环境及定位机制

景宁岩基地处中国东南沿海大陆边缘活动带, 受丽水—余姚深断裂控制, 呈北北东向展布。在 $Rb-(Yb+Nb)$ 成岩环境判别图上, 全部投影点都落在火山弧区, 表明形成景宁岩基的原始岩浆是在挤压环境下产生的。燕山早期随着太平洋板块对欧亚板块南北向对扭作用的加剧, 诱发库拉板块朝北西斜向扩张俯冲, 致使整个东南沿海处于北西—南东向挤压应力场中。随着挤压增强, 产生了北北东向丽水—余姚深断裂, 呈左行压扭活动并深切下地壳深部的同熔岩浆房。燕山晚期区域应力场由挤压转为松弛拉张, 产生了便于岩浆迁移运行的构造通道和定位空间。由于上覆静压力的降低, 在岩浆自身浮力作用和密度差的驱动下, 岩浆沿断裂带上侵定位, 先形成张村超单元, 尔后随着断裂的间歇性多次活动, 岩浆沿断裂带的薄弱部位多次脉动上侵侧向扩展, 将早期超单元及围岩推开, 不断扩张所占据的范围形成鹤溪超单元。根据标准矿物 $Q-Ab-Or$ 图解和岩石化学组分 $ab-an-di$ 图解, 张村超单元成岩深度 > 13 km, 成岩温度 $1\ 300 \sim 1\ 400^{\circ}C$ 。鹤溪超单元成岩深度 $1.6 \sim 12$ km, 成岩温度 $1\ 250 \sim 1\ 320^{\circ}C$ 。

综上所述, 景宁岩基的物质来源于上地幔及下地壳同熔, 张村期上地幔成分多些, 鹤溪期下地壳成分多些, 总体属同源壳幔同熔型岩浆, 从早到晚由“I”型花岗岩转化为“S”型花岗岩。构造环境为大陆边缘活动带的深断裂由挤压转化为松弛拉张, 岩基定位模式为断裂扩张型。

野外工作期间曾得到周新民教授和高秉璋高级工程师的指导, 在此表示衷心感谢。

DISINTEGRATION AND DIVISION OF THE JINGNING GRANITE BATHOLITH IN ZHEJIANG—WITH A DISCUSSION OF ITS EVOLUTION LAW

Wang Tiande and Cao Jinyong

(No. 7 Geological Party, Zhejiang Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Lishui, Zhejiang)

Abstract From the viewpoint of comagmatic evolution and using the method of lithodemic division, the Jingning granite batholith is divided into nine units, which are incorporated into two super-units. The emplacement mechanism of the granites is of fracture propagation type.

Key words: Zhejiang, Jingning granite batholith, unit, super-unit, fracture propagation type