

广西海洋山花岗体侵岩位机制

The Emplacement Mechanism of Haiyangshan Granite Plutons

李晓峰 梁金城 冯佐海
Li Xiaofeng Liang Jincheng Feng Zuohai

(桂林工学院 桂林市建干路 12号 541000)

(Guilin Institute of Technology, 12 Jianganlu, Guilin, Guangxi, 541000)

摘要 海洋山花岗岩体位于华南加里东花岗岩带内。岩体中岩石具有较低的应变结构;奥陶系围岩受到的变形变质作用较低,但作用时间较长。各种构造型式表明:该岩体的侵位机制是以同构造穹窿为主,并兼具有某些气球膨胀特征。

关键词 花岗岩 侵位机制 海洋山 广西

Abstract The Haiyangshan granite plutons is in the Caledonian granitoid belt. The rock has lower strain fabric and its wall rock has lower deformation and metamorphism. All tectonic traces indicate that Haiyangshan granite plutons was an active emplacement mechanism dominating by simultaneous tectonic dome and shared with balloon expansion.

Key words granite, emplacement mechanism, Haiyangshan /Guangxi

中图法分类号 P588.121

广西海洋山花岗岩体(以下简称海洋山岩体)地处广西北部灌阳、全州、兴安三县交界处,大地构造位置上隶属华南加里东准地台的桂中——桂东台陷中桂东北凹陷内的海洋山断褶带。岩体平面上呈近南北的椭圆形展布,出露面积约 380 km²,岩体与中、下奥陶统呈侵入接触关系,泥盆系呈角度不整合接触关系沉积于该岩体之上(图 1)。为加里东晚期花岗岩。根据物探资料,岩体呈穹窿状,有向深部扩展的趋势。

海洋山岩体是“S”型花岗岩,岩石主要成分为黑云母二长花岗岩。根据花岗岩岩石等级体制划分的原则及海洋山岩体的地质、地球化学特征,该岩体可划分为(自早到晚)五马山单元、江尾单元、白水口单元、蓝家单元四个单元,旧并为一个同源岩浆演化序列^[1]。先后单元之间呈脉动(涌动)接触,接触关系清楚。

1 近岩体围岩构造及接触带特征

1.1 近岩体围岩构造

近岩体围岩中主要发育边缘向斜和裂隙构造。边缘向斜主要发育近岩体 10 m~ 200 m 内的围岩中,向斜两翼翼间角为 30°~ 70°,为中常褶皱。靠近岩体

一翼,越靠近岩体,倾角越缓;而在另一翼,越靠近围岩,倾角越大。

在岩体外侧 30 m 左右范围内的围岩中裂隙构造也比较发育。这些裂隙呈环状或放射状展布,与侵入接触界面基本平行或直交,并被后期的石英脉所充填。一般来说,越靠近岩体,石英脉就越发育,脉幅越小;反之,石英脉脉幅越小,脉幅增大。从边缘向斜的形态和裂隙构造的发育程度来说,岩体侵位时对围岩的挤压作用力比较弱。

另外,在近岩体的围岩中还发育共轭扭折带,水平方向为弱右旋,倾斜方向岩体内侧为上冲,说明了主应力方向以铅直方向为主,是岩浆逆钟向旋转上侵作用的结果。

1.2 岩体与围岩接触带特征

岩浆上升侵位的过程也是其与围岩相互作用的过程。从而围岩以一种与岩体内部不同的方式记录下岩体侵位的变形历史。海洋山岩体与围岩奥陶系呈明显的侵入接触关系,侵入接触界面平直、光滑。整个接触界面倾向围岩,接触面产状在北部较陡,在南部较缓。岩体与围岩接触带靠近岩体一侧,存在有数米至十数米宽的岩浆固结时形成的冷凝边,冷凝边内

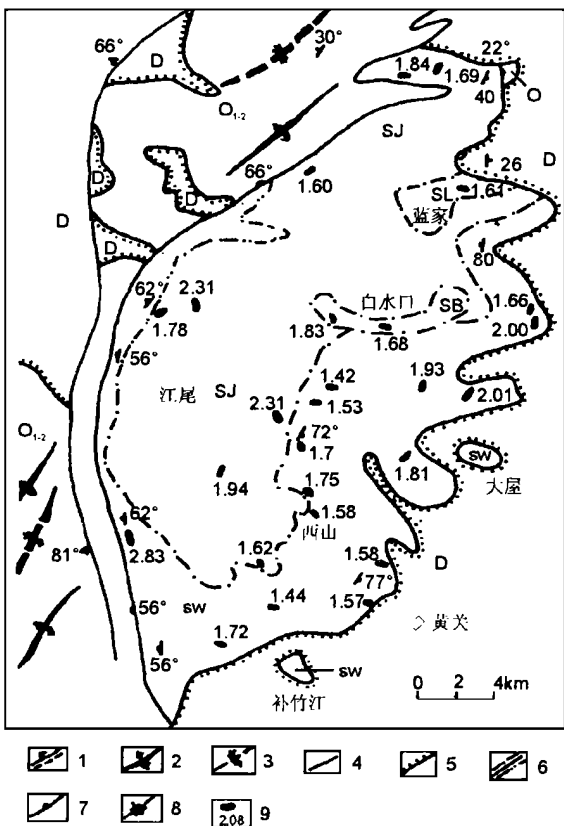


图 1 海洋山花岗岩体地质简图

Fig. 1 Geological sketch map of Haiyangshan granite plutons

1. 实测、推测断层及产状 Identified or unidentified fault and its occurrence; 2. 背斜 Anticline; 3. 向斜 Syncline; 4. 地质界线 Line of geological limitation; 5. 角度不整合地质界线 Angular line of geological limitation; 6. 脉动 涌动型侵入接触界线 Pulsation/Tide intrusive contacts line;

7. 侵入接触面及产状 Intrusive contacts and its occurrence; 8. 地层/叶理产状 Stratum/Foliation occurrence; 9. 富云质包体及其长、短轴比 Surmicaceous enclave and the ratio of its long axis and short axis. O₁₋₂ 中、下奥陶统浅变质石英砂岩、板岩 Middle and lower Ordovician metamorphism quartzose sandstone and slate; D 泥盆系砂岩、碳酸盐岩及硅质岩 Devonian system sandstone, carbonate and silicalite; SL: 蓝家单元 Lanjia unit; SB 白水口单元 Baishuikou unit; SJ 江尾单元 Jiangwei unit; SW: 五马山单元 Wumashan unit

矿物结晶较细 (0.2 mm~ 0.5 mm), 长石斑晶有明显的定向性, 排列方向与侵入接触界面相协调。局部地段, 岩体与围岩同化混染作用较强, 混染带宽几米至十几米, 带内岩石成分较复杂。虽看不到围岩团块, 但在显微镜下可看到大量围岩的矿物成分。在岩体与围岩接触带靠近围岩一侧, 环绕海洋山岩体, 有一宽 200 m~ 1000 m 的热接触变质带, 并与侵入接触面产状相关。根据显微镜下观察, 依据带内特征矿物组合、结构和含量, 热接触变质带可划分为红柱石带、黑云母带、绿泥石带。由于围岩成分及局部岩浆活动规模的差异, 岩体与围岩接触面的形状、产状、构造

作用叠加等因素的影响, 使接触变质带宽度不一, 变质程度不等, 致使其中的红柱石带、黑云母带呈不连续分布。但总的来说, 整个热接触变质带大都以钠长绿帘角岩相为主, 局部接近普通角闪石角岩相。变质带内石英、黑云母等矿物的定向及黑云母 S-型轨迹的大量出现, 变斑晶的很少出现, 说明岩体侵位时对围岩的挤压力较弱, 围岩经受的变形变质作用时间较长。

2 岩体内部构造

海洋山岩体内部构造 (这里仅谈与侵位应力有关的构造) 比较简单, 原生流动构造不太发育, 侵位塑性变形构造相对发育。

2.1 岩体的侵位塑变构造

岩体中由石英集合体、钾长石斑晶等定向排列所表现出的线理、面理构造普遍发育。面理的展布在空间上与岩体和围岩的接触面以及岩体内部各单元间的接触面大体一致, 且发育程度边部强于中间部位。另外, 在显微镜下还可看到石英矿物的波状消光及岩体内包体中黑云母的膝折等晶内变形和“次岩浆”状态的破裂构造。

2.2 富云质包体的形态及长、短轴比

岩体各单元中富云质包体含量不均, 除蓝家单元只有少量包体外, 其它单元相对较多。富云质包体大多呈扁平的透镜状或椭球状, 它是岩浆源区岩石经部分熔融残留下的难熔碎块, 与岩浆经历了一致的历程, 能够体现和代表岩石的总体变形, 可以作为应变标志体。

采用长、短轴法对一定的露头作包体统计 (每个点 20~ 30 个), 其统计结果见表 1。由图 1 表 1 可知: (1) 在平面上富云质包体长轴方向基本上与岩体和围岩内不同单元间接触面相协调; (2) 平面上早期单元包体长、短轴之比稍大于晚期单元, 自五马山单元到蓝家单元, 包体的轴比依次是 1.76、1.74、1.63、1.61。同一单元内部边缘包体长、短轴之比稍大于中心。

3 围岩和岩体的石英光轴组构特征

远离岩体围岩的石英光轴组构图 (图 ①) 和近岩体围岩石英光轴组构图 (图 ②) 都以极密分布占优势, 但二者的趋势判别参数 (k 分别为 9.4918 和 1.3590) 和优先分布强度 (c 分别为 0.5532 和 0.7172) 各不相同 (表 2), 这说明前者组构为区域运动所致; 后者显示在区域构造运动之上叠加有岩体侵位作用力。泥盆系岩石石英光轴组构图 (图 ③) 以

环带分布占优势,说明岩体侵位之后受到了单轴压扁变形作用

岩体中五马山单元、江尾单元石英光轴组构图以环带分布占优势,但五马山单元石英光轴组构(图④⑤)的优选分布强度大于江尾单元(图⑥、表2);表1 海洋山花岗岩体各单元富云质包体应变特征表

Table 1 The strain characteristic value of surmicaceous enclaves of Haiyangshan granite plutons

单元 Unit	点号 Location	Rs	Rn	长轴方位 Long axis orientation
五马山单元 Wumashan unit	G03	1.63	1.75	337°
	G26	1.10	1.58	145°
	G41	1.29	1.70	153°
	G42	1.47	1.76	270°
	G45	1.23	1.59	234°
	G53	1.31	1.57	126°
	G54	1.18	1.75	125°
	G57	1.25	1.73	302°
	G60	1.18	1.42	306°
	G61	1.28	1.53	297°
	G64	2.06	2.00	313°
	G68	2.61	2.83	320°
	G79	1.18	1.66	179°
	G114	1.15	1.56	273°
	G117	1.39	1.47	214°
G118	1.62	2.01	27°	
G119	1.69	1.93	350°	
G56	1.49	1.44	97°	
G1211	1.25	2.00	360°	
平均值 Average value	1.42	1.76		
蓝家单元 Lanjia unit	G129	1.19	1.61	268°
白水口单元 Baishuikou unit	G82	1.31	1.68	110°
	G85	1.27	1.83	147°
	G86	1.23	1.38	138°
	平均值 Average value	1.27	1.63	
江尾单元 Jiangwei unit	G31	1.15	1.63	128°
	G33	1.30	1.82	117°
	G34	1.86	1.86	77°
	G37	1.29	1.65	147°
	G39	1.50	1.66	47°
	G44	1.26	1.95	205°
	G46	1.36	1.61	148°
	G49	1.54	2.13	123°
	G811	1.28	1.76	160°
	G812	1.40	1.52	170°
	G88	2.04	2.31	347°
	G93	1.51	1.47	248°
	G94	1.28	1.41	155°
	G95	1.50	1.79	40°
	G109	1.26	1.63	182°
G110	1.26	1.84	60°	
G113	1.31	1.60	41°	
平均值 Average value	1.41	1.74		

白水口单元石英光轴组构图(图⑦)为环带与极密分布的过渡类型;而蓝家单元(图⑧)则以极密分布占优势。此外,同一单元不同部位石英光轴组构也有明显差异,一般边部优选分布强度较大,而中心部位优选分布强度较小。如五马山单元石英光轴组构在中部的环带开角较小,一般为70°~80°在边部环带开角较大,一般为130°~150°,环带轴近于直立,说明五马山单元边部比中部经受过更强的应力与应变。

4 岩体侵位机制

4.1 岩体的侵位驱动力及侵位空间

4.1.1 岩体的驱动力

经过对海洋山岩体、近岩体围岩和岩浆源区的残留体(富云质包体)进行系统的密度测定,结果显示:围岩平均密度为2.75 g/cm³,岩浆源区残留体平均密度2.761 g/cm³,海洋山岩体岩石平均密度2.65 g/cm³。因此,密度倒置所产生的浮力是岩浆上侵的驱动力。

在岩体侵位期间,强烈的挤压导致地壳水平缩短,使岩浆房内岩浆总体处于挤压状态,由于岩浆流体所来自四壁的作用力是均匀的,在这种情况下,岩浆流体必然向岩浆房顶部,应力相对薄弱的地方迁移。另外,研究区内的地层在加里东晚期发生褶皱,背斜上隆,在背斜核部的虚脱空间所造成的压力梯度,又为岩浆的上侵提供了另一驱动力。

4.1.2 岩体侵位空间

海洋山岩体在侵位过程中,一方面侵位于背斜核部的虚脱空间,更重要是以自身的膨胀力挤压围岩强力侵位。

4.2 岩体侵位机制

根据海洋山岩体的三维空间形态,岩体内部构造、围岩构造及接触带特征,结合区域地质背景,初步建立海洋山岩体的侵位机制。

加里东晚期扬子地块与华夏地块发生碰撞对接,强烈的挤压引起地壳缩短,地壳局部增厚使放射性同位素衰变产生的热量集中,地壳温度升高,发生重熔,形成岩浆房。由于来自源区的岩浆的不断供给,使岩浆房内岩浆体积增大。当其生长到一定体积(临界体积)后,岩浆所受到的以浮力为主要驱动力的综合驱动力大于地壳对其束缚力时,岩浆开始上侵,这便是最早的五马山单元。炽热的岩浆流一方面与围岩相互作用,产生热接触变质矿物并形成了热接触变质带,岩浆膨胀产生的挤压作用导致边缘向斜、裂隙构造和与接触界面相协调的叶理的产生。另一方面,岩浆携带的源区残留体(富云质包体)和早期结晶的钾长石

表 2 海洋山花岗岩体及围岩石英光轴组构特征表

Table 2 The characteristic table of the quartz axis fabric of Haiyangshan granite plutons and its wall rocks

编号 Number	标准特征值 Standard characteristic value			趋势判别参数 Trend discriminant feature (k)	优选分布强度 Preferred distribution intensity (c)	等密线密度级序 Density order of isopycnic (%)	组构形态 Fabric shape	环带开角大小 Angle of zoning	应变类型 Strain feature
	Sk	Sy	Sz						
1	0.2779	0.4584	0.2636	9.4918	0.5532	0.7- 1.9- 3.1- 4.3	极密		单轴压缩
2	0.4652	0.3077	0.2271	1.3590	0.7172	0.7- 1.7- 2.7- 3.7	极密		单轴压缩
3	0.5039	0.3578	0.1382	0.360	1.2935	0.7- 1.9- 3.1- 4.3	环带	90°±	单轴压扁
4	0.3883	0.3673	0.2443	0.1365	0.4634	0.7- 2.2- 3.7- 5.2	环带	70°±	单轴压扁
5	0.3790	0.4496	0.1714	0.2155	0.9642	0.7- 2.3- 3.9- 5.5	环带	140°±	单轴压扁
6	0.3446	0.4540	0.2104	0.5133	0.8130	0.7- 2.0- 3.3- 4.0	环带	50°±	单轴压扁
7	0.3126	0.4764	0.2110	1.0723	0.8124	0.7- 1.9- 3.1- 4.3	环带+ 极密		平面应变
8	0.3140	0.4181	0.2670	1.7167	0.4495	0.7- 2.1- 3.5- 4.9	极密		单轴压缩

表明: 该岩体的侵位机制是以同构造穹窿为主体, 并兼具有某些气球膨胀特征的主动侵位机制

同构造穹窿侵位机制特征有:

(1) 海洋山岩体产出于加里东晚期扬子地块与华夏地块碰撞带的西侧, 该区花岗岩均产出于穹窿构造的核部。

(2) 海洋山岩体平面上呈椭圆形, 与围岩具规则而清楚的接触界线, 早已存在的区域构造线走向环绕岩体。

(3) 岩体与围岩接触面倾向围岩, 两者呈协调式接触。

(4) 岩体、围岩的密度倒置所产生的浮力和水平缩短作用是岩浆上升的主要驱动力。

(5) 岩体构造及围岩构造表明: 岩体及围岩岩石变形较弱。

具有某些气球膨胀特征有:

(1) 岩体内部各单元中富云质包体具有一定程度的应变。

(2) 围岩中发育有中常类型的边缘向斜及规模较小的裂隙构造。

致谢

参加野外工作的还有郭建文、杨国荣、罗勇、刘志权、高巍等同学及广西第一地质队海洋山区调分队的地质同行, 在此向他们表示衷心的感谢。

参考文献

1 冯佐海, 李晓峰, 梁金城等. 广西海洋山花岗岩体岩石谱系单位划分. 桂林工学院学报, 1996, 16 (3): 237~ 244.

(责任编辑: 莫鼎新 邓大玉)

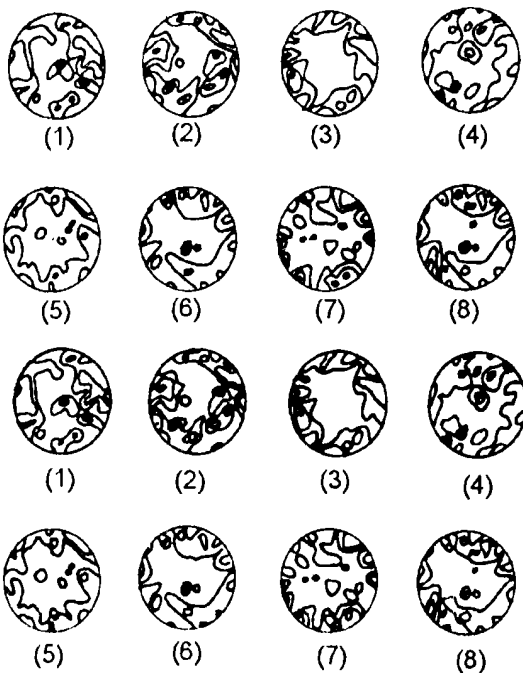


图 2 海洋山花岗岩体及围岩石英光轴组构图

Fig. 2 The quartz axis fabric graph of Haiyangshan granite plutons and its wall rocks

斑晶在岩浆上升力的作用下, 形成定向组构。由于岩浆房内岩浆达到一定的体积需要一定的时间, 从而导致岩浆周期性的侵位。江尾单元、白水口单元、蓝家单元在五马山单元之后依次上升侵位, 它们一方面在密度倒置产生的浮力作用下上升; 另一方面由于膨胀作用对早期单元边界产生单向压力, 使先期单元的应变进一步加强。

海洋山岩体的上述侵位模式及其地质构造特征