

桂东南宁潭岩体地质特征及其构造环境初探

陆济璞, 蔡贺清

(广西地勘总院基础地质调查院, 广西 桂林 541003)

[摘 要] 宁潭岩体是由马田、亭子、陈冲、老虎头 4 个单元组成的遭受了变形变质改造的花岗岩复式岩体。岩石学、岩石化学、地球化学特征反映该岩体属后碰撞强过铝花岗岩。其源区既包含有不成熟的富含长英质物质的特性,也有成熟的、富含粘土的特性。岩体的形成温度为 $850 \sim 925$,同位素年龄为 $354 \sim 440$ Ma。可能是加里东期扬子板块与华夏板块碰撞后,在拉伸构造作用下岩浆底辟侵位而成。

[关键词] 后碰撞; 强过铝; 构造环境; 复式岩体; 宁潭

[中图分类号] P 588.11⁺ 1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003 - 7861(2002)04 - 0011 - 6

花岗岩形成的构造环境是花岗岩成因分类的基础。随着造山带地质填图的深入开展,地学工作者更加注重从构造和地球化学方法入手,探索花岗岩形成演化及其动力学,从而探讨地壳的生长方式。因此,花岗岩构造环境越来越受到人们的关注。近几年来国内外学者将后碰撞花岗岩从碰撞花岗岩分离出来作为一个单独的成因类型,对造山带内广泛出露的后碰撞强过铝花岗岩进行了总结研究,这无疑具有重要意义。强过铝花岗岩是指铝饱和度(A/KNC) 1.1 的花岗岩。后碰撞指的是“后碰撞构造环境”,代表比主碰撞期晚,但仍与碰撞作用有关的构造作用产生的构造带。通常为主海洋关闭以后,连续的板块汇聚导致产生陆内的逆冲、扭动构造和地块的横向挤压或逃逸,或沿巨大剪切带仍然有大量水平方向块体运动的陆内环境。

本文所讨论的宁潭岩体位于桂东南博白—岑溪断裂带南东侧的博白县那卜—宁潭一带,呈似椭圆状的岩基(图 1)。其长轴呈 NE-SW 向展布,与该区的总体构造线方向一致。岩体的围岩是寒武系、奥陶系和下志留统,为一套由变质砂岩、石英岩、变质泥岩、碳质泥岩等组成的复理石建造,构成宁潭复式背斜,核部地层是寒武系。宁潭岩体大致沿着背斜的核部侵位。由于宁潭岩体及其围岩已遭受了自加里东期以来多期次、强烈的(韧性)变形变质作用改造,而且从总体上看,围岩中的片理、劈理、糜棱面理与岩体中的片麻理、糜棱面理产状基本一致,呈 NE-SW 向展布;在岩体的外接触带上,除了局部残留有热接触变质特征外,岩石已遭受了变形变质作用叠加改造,局部有花岗岩呈细脉状沿地层的构造面理方向贯入,造成岩体与地层具有“渐变过渡”的接触关系现象,形成具有贯入式边缘混合岩特征接触带。因此,对宁潭岩体是属于“岩浆成因”还是“混合岩”^[1],曾经是一个有争议的问题。从最近的区域地质调查对该岩体的研究成果表明,宁潭岩体是由多个侵入体组成的复式岩体,是遭受了变形变质作用改造的后碰撞强过铝花岗岩。

1 岩体的地质特征

1.1 岩体的岩石组成及其特征

宁潭岩体遭受变形变质作用改造的表现是内部韧性剪切变形带非常发育,并具有明显的强弱分带性,单条变形带宽几米至几公里不等。变形带自中心向两侧往往又出现对称的强、中、弱三级分带,岩性依次为花岗糜棱岩(变形变质最强处为变晶糜棱岩、糜棱片麻岩)—花岗质初糜棱岩—糜棱岩化花岗岩、片麻状花岗岩,它们之间呈渐变过渡关系。在弱变形带中岩石具有典型的花岗结构特征,强带内表现为花岗变晶结

[收稿日期] 2002 - 09 - 01; **[修订日期]** 2002 - 10 - 23

[作者简介] 陆济璞(1971 -),男,1991年毕业于广西地质学校,主要从事区域地质调查工作。工程师。

广西地矿局,广西壮族自治区 1:50 万数字地质图及说明书,1999。

广西地矿局,1:5 万良田、旺茂幅区域地质调查报告,1981。

广东地矿局,1:20 万合浦幅区域地质调查报告,1963。

广西地矿局,1:5 万长山、那卜幅区域地质调查报告,2000。

构,岩体内部普遍发育片麻状构造,强变形变质域内出现条带、条纹状、眼球状构造。变形带走向为 NE-SW 向。对岩体的变形变质特征进行系统研究结果表明,加里东期主要表现为形成片麻状构造,在岩体的北西边缘形成韧性剪切带;海西—印支期形成以那卜韧性剪切带为中心、具强弱分带的 NE 向韧性剪切带和呈 NW 走向的韧性剪切带 (图 1)。

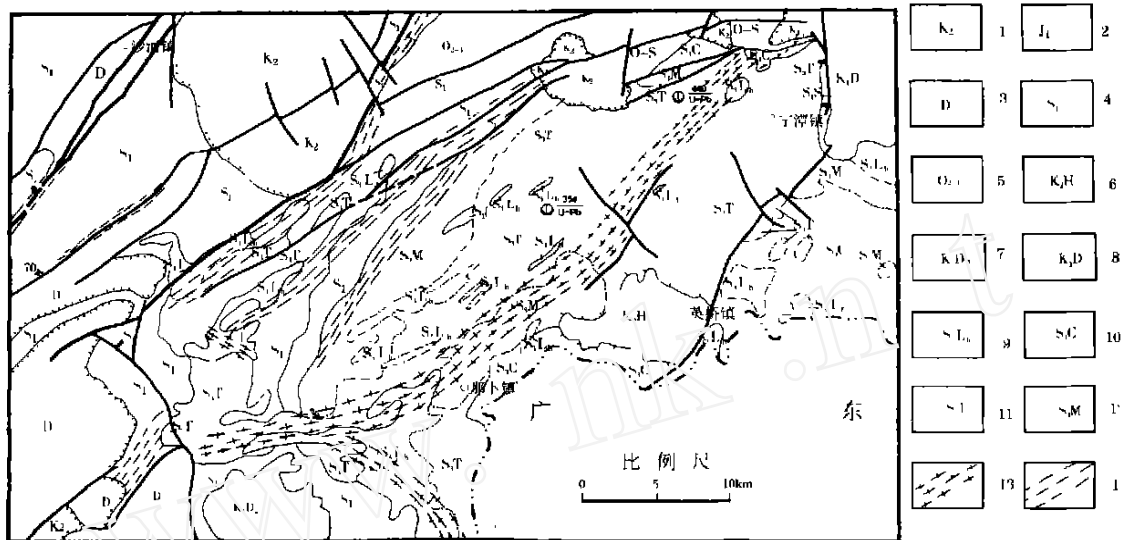


图 1 那卜地区地质图

- 1 - 上白垩统; 2 - 下侏罗统; 3 - 泥盆统; 4 - 下志留统; 5 - 中上奥陶统; 6 - 英桥超单元汉平单元; 7 - 米场超单元大王岭单元; 8 - 陆川超单元大桥单元; 9 - 宁潭超单元老虎头单元; 10 - 宁潭超单元陈冲单元; 11 - 宁潭超单元亭子单元; 12 - 宁潭超单元马田单元; 13 - 海西—印支期韧性剪切带; 14 - 加里东期韧性剪切

岩体的岩石呈灰白色、浅灰色,具变余似斑状结构,斑晶为钾长石,少量斜长石和石英,受变形改造,斑晶多呈眼球状、长条状,在垂直片麻理走向截面上呈椭圆状;基质主要由钾长石、斜长石、石英、黑云母和少量白云母、石榴子石等组成。在弱变形变质带中,可根据岩性、结构构造、矿物成分特征划分侵入体,并根据侵入体之间的接触关系分别归并为马田、亭子、陈冲、老虎头 4 个单元(图 1),这 4 个单元在时空上紧密相关,具同源演化特征,可归并为同一个超单元,由此建立了宁潭超单元。各单元的岩石特征见表 1。各单元的岩石在 QAP 图解上,绝大部分投影点落在二长花岗岩区内,老虎头单元、亭子单元有个别点落入钾长花岗岩区。

1.2 岩体的围岩特征

宁潭岩体的北西侧围岩是由劈理化石英岩、云母石英片岩、糜棱岩、糜棱片岩等组成的层状无序地层体(图 1)。地(岩)层的变形变质特征主要表现为:第一期(加里东早期)发生绿片岩相—角闪岩相区域热流变质作用,形成绢云母—白云母带、黑云母带,局部出现砂线石带等变质带,同时形成滑脱(拆离)型韧性剪切带,以及顺层的片理、劈理、掩卧褶皱和拉伸线理、矿物生长线理等具有“褶皱层”特征的构造形迹;第二期(加里东晚期)表现为低绿片岩相退变质作用,伴随形成一系列的逆冲推覆韧性剪切带和逆冲牵引褶皱^[2]。地层中的片理、劈理、糜棱面理呈 NE-SW 走向,倾向 NW,产状与岩体内片麻理产状基本一致。岩体的南西侧为遭受绿片岩相变质作用改造的下志留统含笔石的半深海—深海相复理石建造,其变形变质程度明显比岩体的北西侧围岩低,岩层的层理、层序比较清楚。

1.3 岩体与地层的接触关系特征

岩体侵入中下奥陶统、下志留统,界限清楚,特别是与石英岩之间的接触面呈截然突变关系,并可见有岩枝侵入地层中。在岩体的北西侧,内、外接触带中韧性剪切带发育(图 1),接触面较平滑,倾向围岩,产状与

广西地矿局,广西壮族自治区 1:50 万数字地质图说明书,1999。
广西地矿局,1:5 万长山、那卜幅区域地质调查报告,2000。

岩体内的面理及围岩的片理产状基本一致。南西端岩体呈岩枝状侵入下志留统,接触面切割地层片理和劈理(层理)。在外接触带上,局部可见(残留)1.5~60 m 宽的热接触变质现象,形成云母角岩、云母石英角岩、长英质角岩等。

表 1 宁潭岩体特征简表

单元	主要岩石	结构、构造	样品数	斑晶（%）					基质（%）						
				大小 (cm)	钾长石	斜长石	石英	粒径 (mm)	斜长石 牌号	含量	钾长石	石英	黑云母	白云母	石榴子石
老虎头	糜棱岩化细粒含细斑状黑云母二长花岗岩	变余细粒花岗岩结构、似斑状结构、糜棱结构、片麻状、条带状构造	5	(0.4 ×0.7) ~ (1.2 ×1.8)	2~5	1~2	0~2	0.17~2	13~27	20~27	38~40	25~30	2~4	3~8	
										24.6	39.3	27.6	3	4.5	
陈冲	糜棱岩化中粒(粗)中斑状含石榴黑云二长花岗岩	变余中粒花岗岩结构、似斑状结构、糜棱结构、片麻状、局部具条带状、眼球状构造	4	(0.8 ×1.2) ~ (4 ×4.5)	15~30	0~1	0~1	2~5		26~28	38~40	25~28	3~5	1~2	1~2
										27.3	39	26.5	4	1.5	1.5
亭子	糜棱岩化中粒含细斑状黑云二长花岗岩	变余中粒花岗岩结构、似斑状结构、糜棱结构、片麻状、局部具条纹状、眼球状构造	5	(0.6 ×0.8) ~ (1.5 ×2.5)	15~20	2~3	0~1	1.8~3.5	22~29	27~30	32~40	21~30	8~9	4~8	
										28.5	36	25.5	9	4	<1
马田	糜棱岩化细中粒细斑状黑云二长花岗岩	变余细中粒花岗岩结构、似斑状结构、糜棱结构、片麻状构造	6	(0.6 ×0.8) ~ (1.5 ×2)	10~15	0~1	3~4	1~3	24~37 环带	24~32	26~30	31~34	6~12	0~2	
										28	28	32.5	8	1	

1.4 岩体内包体特征

岩体内包体比较发育,主要是大小不一,形态各异的白云母石英片岩、糜棱片岩、石英岩等表壳岩包体,在马田单元和亭子单元中偶见有闪长质包体。表壳岩包体已遭受强烈的变形变质改造,呈不规则状、透镜状、长条状等,长轴方向与岩体的面理走向一致,有的包体内仍残存有与岩体北西侧围岩中第一期(伸展滑脱)变形特征相同的构造形迹。包体与寄主岩之间呈突变接触,界限清楚,局部由于有花岗质脉体沿片理贯入而呈“渐变”过渡关系。

1.5 岩体的岩石化学、微量元素、稀土元素特征

岩体的岩石化学成分见表 2。与华南二长花岗岩平均值(贵州地化所,1979)对比,SiO₂、K₂O 略高,TiO₂、CaO、MgO、Na₂O 低,且 K₂O>Na₂O,具高硅、富钾贫钠的特点。Al₂O₃ 平均值为 13.80,略低于华南二长花岗岩平均值。

表 2 花岗岩单元岩石化学成分平均值 (%)

单元	样品数	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	灼失量	总和
老虎头	3	75.19	0.08	13.26	0.54	1.51	0.98	0.13	0.06	4.67	2.50	0.16	0.59	0.17	0.63	99.71
陈冲	2	71.00	0.25	15.04	0.67	2.34	1.28	0.59	0.057	5.46	2.48	0.13	0.70	0.19	0.66	99.96
亭子	3	75.07	0.11	13.49	0.54	1.45	1.17	0.31	0.05	4.61	2.60	0.19	0.72	0.15	0.65	100.24
马田	1	72.80	0.24	14.43	0.73	2.05	2.00	0.79	0.052	3.26	2.26	0.156	0.80	0.27	0.56	99.33

据 1 5 万长山、那卜幅区域地质调查报告(取平均值,下同)。

在岩石化学有关参数(表 3)中,铝饱和度(A/ KNC)值为 1.19~1.33;铝过饱和指数(ALI)为 1.24~

1.37,反映该岩体属于强过铝质花岗岩;碱铝比值(A_{KL})为0.5~0.69,属钙碱性岩;分异指数(DI)79.20~88.58,平均值84.98,表明岩体的岩浆分异作用较好。

各单元微量元素含量平均值见表4。其中W、Sn、Pb、Sc、Rb、Cs等元素含量明显高于二长花岗岩的平均值,其它元素略低。各单元的微量元素含量变化不明显。

表 3 有关特征参数(平均值)

单元	样品数	ALI	CIK	OXI	FMI	SI	N/ K	AKI	AR	DI	A/ CNK	No
老虎头	3	1.26	0.14	24.37	0.94	1.44	0.53	0.69	2.08	88.58	1.21	25.34
陈冲	2	1.26	0.16	20.61	0.83	5.24	0.47	0.68	2.48	84.04	1.22	33.16
亭子	3	1.24	0.16	24.43	0.87	3.26	0.57	0.69	2.10	88.10	1.19	27.71
马田	1	1.37	0.36	24.26	0.78	8.69	0.69	0.50	1.76	79.20	1.33	46.77
超单元		1.28	0.21	23.46	0.86	4.66	0.57	0.64	2.11	84.98	1.24	

注: ALI- 铝过饱和指数; CIK- 钙碱指数; OXI- 氧化指数; FMI- 铁镁指数; SI- 固结指数; N/ K- Na₂O/ K₂O; AKI- 碱铝比值; AR- 碱度率; DI分异指数; A/ CNK- 铝饱和度; No- 斜长石牌号。

表 4 花岗岩单元岩石微量元素含量平均值 (单位 $\times 10^{-6}$,其中 Au 为 $\times 10^{-9}$)

单元	样品数	W	Sn	Mo	Cr	Cu	Pb	Zn	Nb	Ta	Be	Li	Rb	Sr	Ni	Co	V	Ti	Ba	Zr	Cs	Ag	Au
老虎头	1	3.8	9.6	0.9	5	0	63	55	7.8	0.88	4.6	52.9	259	49	3	2	16	890	280	70	11.8	0.148	0.98
陈冲	2	3.5	7.95	1.55	6.5	1	59	67	12.5	1.2	4.2	45.8	278.5	90.5	5	6.5	31.5	1910	645	117.5	12.7	0.053	1.5
亭子	2	13.5	10.65	0.85	5	1	28.5	49.5	9.3	0.83	6.6	55.1	287	59	3	7	22	820	335	64	15.3	0.042	0.63
马田	1	3.1	5.4	0.8	16	7	33	57	7.2	0.71	3.9	37.2	160	160	7	6	39	1870	870	120	11.8	0.225	0.89

各单元的稀土元素含量平均值见表5。岩体稀土总量(REE)的平均值为 165.35×10^{-6} ;轻重稀土比值为1.83~3.41,平均2.16,轻稀土元素富集程度不高。铕异常系数(Eu)为0.26~0.86,平均0.36(据王中刚,1986),马田单元Eu(0.86)>0.7,属于基性岩浆分异的花岗岩;亭子单元(0.28)、陈冲单元(0.32)、老虎头单元(0.26),均<0.7,反映是上地壳经熔融形成的岩浆。稀土元素球粒陨石标准化图(图2)曲线呈右倾斜,La-Sn曲线较陡,Gb-Lu曲线平缓,具重熔型花岗岩的特征。从图上可见,除马田单元在Eu处呈现浅V型谷之外,其余各单元呈深—中等V型谷,曲线模式相似,反映岩体内(超单元)各单元稀土元素具有同源岩浆演化的特征。

表 5 稀土元素含量表

单元	样品数	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	REE	Ce/ Y	Eu
老虎头	1	19	39.7	3.91	13.3	3.91	0.37	5.13	0.93	6.04	1.3	3.69	0.56	3.26	0.49	34.7	136.29	1.83	0.26
陈冲	2	33.4	75.15	6.47	22.95	6.72	0.73	7.31	1.3	8.78	1.92	5.52	0.75	4.57	0.71	50.65	226.89	1.93	0.32
亭子	2	22.05	44	4.48	14.2	4.23	0.44	5.13	0.88	5.91	1.29	3.83	0.57	3.39	0.51	36.3	147.2	2.12	0.28
马田	1	33.8	64.2	6	22	5.22	1.25	3.43	0.65	4.64	0.98	2.58	0.37	2.29	0.34	23.6	171.35	3.41	0.86

2 岩体形成的构造环境及其就位机制浅析

2.1 岩体形成的构造环境

从上述宁潭岩体的地质特征可以看出,宁潭岩体属岩浆成因无疑。其特征与“S型”花岗岩^[3]有许多相同之处。马田单元、亭子单元中含有闪长质包体,以及马田单元Eu为0.86,稀土元素球粒陨石标准图曲线较平缓,与基性岩较相似,说明岩浆形成的初期可能有幔源的基性岩浆分异参与,反映出宁潭岩体是由壳—幔相互作用形成的岩浆经演化侵位形成的特征。岩体的围岩在岩体侵入时的主期变质作用以绿片岩相为主,仅局部有(残留)角闪岩相,这些现象并不支持该岩体是“混合岩”成因的观点。

与后碰撞强过铝花岗岩^[4]对比,以下特征说明宁潭岩体属于后碰撞强过铝花岗岩: 岩石呈浅灰、灰白色,普遍含有白云母、石榴子石; 岩石化学具高硅、富钾贫钠的特点; A_{KL}值0.5~0.69,是钙碱性

岩;A/ KNC 值为 1.19~1.33,说明该岩体属于强过铝花岗岩;在 $Al_2O_3/TiO_2 - CaO/Na_2O$ 图解(图 3)中投影点落入后碰撞强过铝花岗岩区内。

最近,康云骥(1998)、彭少梅(1995)等研究均认为岑溪—博白断裂带是云开地体与桂东南地体的分界线^{[5][6]},将岑溪—博白断裂带作为一个构造单元分界线赋予了更深层次的理解;洪大卫(2002)认为扬子板块与华夏板块的碰撞对接带(结合带)——杭州—诸广山—花山(HZH)带延至广西花山后,向西可能沿岑溪—博白断裂分布。早古生代末扬子板块与华夏板块沿着这条带发生碰撞,导致两板块间的海槽消亡,并形成大量的加里东期花岗岩^[4]。在广西,志留纪末,强烈的广西运动使钦州、玉林一带以外的其它地区普遍褶皱上升,结束了自元古代以来的地槽沉积的历史,并伴随大量的岩浆侵入,加里东晚期花岗岩主要分布于岑溪—博白一带上^[1]。宁潭岩体在 Rb - Yb + Nb 图解上(图 4),投影点落入同碰撞花岗岩区,反映岩体的形成与碰撞作用有关;而岩体侵入下志留统,在岩体中取得的 U - Pb 法同位素年龄值为 $(354 \pm 13) \sim 440$ Ma,说明宁潭岩体是在加里东末期侵位的。结合上述,宁潭岩体可能代表扬子板块与华夏板块在加里东主期碰撞后侵位的后碰撞花岗岩。

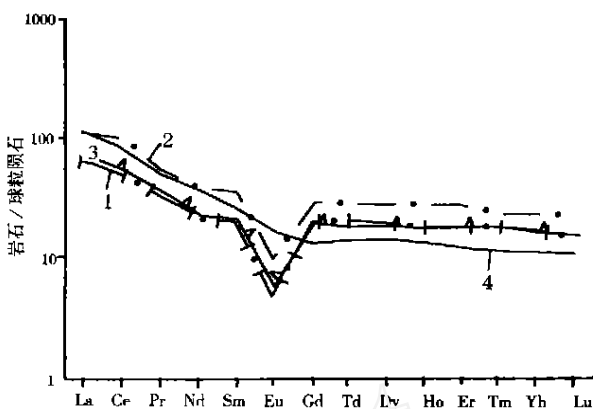


图 2 稀土元素球粒陨石标准化图式
1 - 老虎头单元; 2 - 陈冲单元; 3 - 亭子单元; 4 - 马田单元

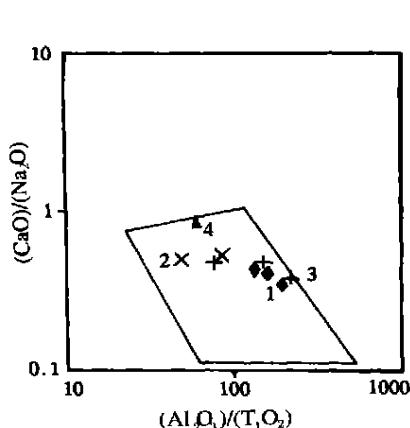


图 3 Al_2O_3/TiO_2 对 CaO/Na_2O 图解

1 - 老虎头单元; 2 - 陈冲单元; 3 - 亭子单元; 4 - 马田单元

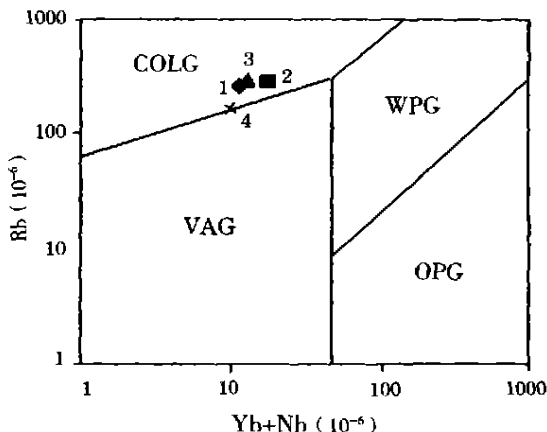


图 4 Rb - (Yb + Nb)图解

COLG 同碰撞花岗岩; VAG 火山弧花岗岩
WPG 板内花岗岩; ORG 洋脊花岗岩

1 - 老虎头单元; 2 - 陈冲单元; 3 - 亭子单元; 4 - 马田单元

2.2 岩体的源区和熔融温度

根据实验资料(Skjerkie 和 Johnston, 1996)并与天然的后碰撞强过铝花岗岩进行比较表明,利用 CaO/Na_2O 比值和 Rb - Sr - Ba 系统可以判断后碰撞强过铝花岗岩源区成分。由泥岩产生的熔融物具有低的 CaO/Na_2O 比值 (< 0.3),由砂屑岩产生的熔融物具有高的 CaO/Na_2O 比值 (> 0.3)。利用 Al_2O_3/TiO_2 比值判断其形成温度^[4],比值越低,其形成温度越高。如果由泥质岩和砂屑岩派生出来的强过铝后碰撞花岗岩具有高的 Al_2O_3/TiO_2 比值,说明它是在更低的温度下生成。

宁潭岩体中老虎头单元、陈冲单元、亭子单元、马田单元的 CaO/Na_2O 分别是 0.392、0.516、0.45、0.885,均 > 0.3 ,反映其源区是砂屑岩; Al_2O_3/TiO_2 分别是 165.76、60.16、122.64、60.125,相对而言,马田单元的形成温度最高,其次是陈冲单元,亭子、老虎头两单元形成温度低。在 Rb/Ba - Rb/Sr 图解(图 5)上,

广西地矿局,广西壮族自治区 1:50 万数字地质图及说明书,1999。
广东地矿局,1:20 万合浦幅区域地质调查报告,1963。

老虎头单元、陈冲单元、亭子单元落入富粘土源岩区内“估算由泥岩产生的熔融”,马田单元落入贫粘土源岩区中“估算由砂屑岩产生的熔融”。结合 $Al_2O_3/TiO_2 - CaO/Na_2O$ 图解(图3),它们与天然火山碎屑副片麻岩人工无蒸汽熔融实验结果极为相似,与之对比可知,亭子单元、老虎头单元的形成温度为 $850 \sim 875$,陈冲单元约 900 ,马田单元约 925 。综上所述,宁潭岩体的源区既包含有不成熟的富含长英质物质的特性,也有成熟的、富含粘土的特性,属于混合源区。老虎头单元、陈冲单元、亭子单元的源区含更多的泥质岩;马田单元的源区可能主要是砂屑岩,其中含有闪长质包体, Eu 反映岩浆形成可能有幔源的基性岩浆分异渗入,与此分析相符合。岩体的形成温度为 $850 \sim 925$ 。由于构造作用和地幔热渗入,岩浆形成初期其温度高,随上升侵位岩浆温度随之降低;陈冲单元形成温度较高,反映岩浆侵入中期可能又有地幔热渗入。

2.3 岩体就位机制及其后生变化简述

综合上述地质特征,对宁潭岩体的就位机制归纳为:加里东运动,扬子板块与华夏板块发生碰撞后,沿岑溪—博白断裂带地壳由挤压(造山)作用转为区域拉伸构造环境。在区域拉伸应力作用下,产生强烈的滑脱析离作用导致地壳拉薄、岩石圈发生析沉作用,地幔热和幔源岩浆上侵,导致地壳深部物质发生熔融作用形成花岗岩岩浆。地壳深部的岩浆以底辟式大规模侵位。岩浆经过演化,先后分4次呈热气球膨胀模式侵入,最终形成由4个单元组成的宁潭(复式)岩体。

岩体的变形变质特征表明,加里东末期,在逆冲推覆韧性剪切作用下,在岩体内形成了片麻状构造。海西—印支期运动,岩体遭到强烈的变形变质改造,形成了以那卜韧性变形带为中心,波及整个岩体并具有强弱分带性的韧性变形带。岩石发生糜棱岩化,变形变质强带内形成糜棱岩、糜棱片麻岩等。

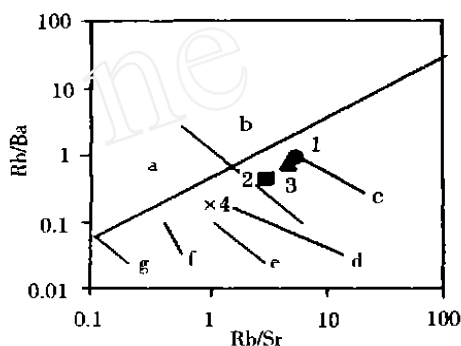


图5 Rb/Ba - Rb/Sr 图解

a - 贫粘土源岩; b - 富粘土源岩; c - 估算由泥岩产生的熔融; d - 估算由砂屑产生的熔融; e - 页岩; f - 硬砂岩; g - 玄武岩。1 - 老虎头单元; 2 - 陈冲单元; 3 - 亭子单元; 4 - 马田单元

3 结 语

宁潭岩体是由马田、亭子、陈冲、老虎头4个单元组成的花岗岩复式岩体。因此,文中所述宁潭岩体,实际上是同一岩浆热事件中,多次侵位的全部产物,具有同源岩浆演化序列的特点,可归并为一个超单元,即宁潭超单元。在岩石特征、岩石化学特征、地球化学特征等方面表现为后碰撞强过铝花岗岩。它可能是扬子板块与华夏板块发生碰撞后,在区域拉伸构造环境中及有幔源物质参与下,地壳深部物质发生熔融形成的岩浆底辟侵位形成的。海西—印支运动造成岩体发生了强烈的变形变质作用改造,形成具有条带(纹)状或眼球状的花岗质初糜棱岩、糜棱岩、变晶糜棱岩、糜棱片麻岩。

致 谢

本文引用的地质资料大多来自于1:5万长山、那卜幅区域地质调查报告。在此谨对参加该项目工作的同志,以及在本文成文过程中给予热情帮助并提供宝贵意见的李江高工、康云骥博士、古文泉高工表示感谢!

〔参 考 文 献〕

- [1] 广西壮族自治区地质矿产局. 广西壮族自治区区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1985.
- [2] 覃小锋. 桂东南射广峰伸展滑脱韧性剪切带探讨[J]. 广西地质,2000,13(4):11-16.
- [3] 高秉璋,洪大卫,等. 花岗岩类1:50000区域地质填图方法指南[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1991.
- [4] 肖庆辉,等. 花岗岩研究思维与方法[M]. 北京:地质出版社,2002.
- [5] 康云骥,等. “天堂山地体”初探[J]. 广西地质,1998,(3):1-4.
- [6] 彭少梅,等. 云开地块构造演化及片麻状花岗质岩石的剪切深熔成因[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1995.

(英文摘要下转第26页)

- [2] 庄逢甘,陈述彭. 卫星遥感与政府决策 [M]. 北京:宇航出版社, 1997.
- [3] 庄逢甘,陈述彭. 遥感与新世纪 [M]. 北京:气象出版社, 1999, 8.
- [4] 庄逢甘,陈述彭. 遥感科技论坛 [M]. 北京:宇航出版社, 2000, 10.
- [5] 庄逢甘,陈述彭. 遥感科技论坛 [M]. 北京:地震出版社, 2001, 6.

THE PROCESS METHOD AND APPLICATION OF SATELLITE SPOT IMAGES

ZHONG Shi - quan, HU Zi - ning, SHI Jian - long

(Guangxi Remote sensing Center, Nanning 530023, China)

Abstract : This article is mainly on the technical study about using the ENVI image processing software to produce composite images by the satellite SPOT data and TM data. Through many experiments , we have succeeded in producing the false color remote sensing images with obviously different colors and high resolution , providing a method and technique for application and development of satellite and remote sensing images. The article concisely introduces the process method and its application about the image processing so as to promote the application further.

Key Words : SPOT data ; process method ; application

(上接第 16 页)

PRIMARILY DISCUSSION ON GEOLOGICAL FEATURE AND STRUCTURE ENVIRONMENT OF NINTAN INTRUSIVE IN SOUTHEAST GUANGXI

LU Ji - pu, CAI He - qing

(The Branch of Foundational Geological Survey, Guangxi Institute of Geological Explore, Guilin 541003, China)

Abstract : Nintan intrusive , which had undergone a long cause of strong distortion and metamorphose , is a granite complex that composes of 4 units (Matian , Tinzi , Chenchong and Laohutou) . It 's petrology , petrochemistry and geochemistry feature show the intrusive is post - collision and strongly - peraluminous granite. Its source area not only shows a property of un - mature felsic material but also shows a property of mature clay material. It 's forming temperature is 850 ~ 925 , and isotope age is 354 ~ 440 Ma. Nintan intrusive is possibly post - collision and strongly - peraluminous granite in a spread environment , after the collision between Yangtze Block and Huaxia Block in Caledonian.

Key Words : post - collision ; strongly - peraluminous ; structure environment ; complex ; Nintan