

伊春市汤南林场侵入(杂)岩地球化学特征及地质意义*

李悦辉 李吉林

(河南省地质矿产勘查开发局第三地质调查队)

摘要:黑龙江省伊春市汤南林场侵入(杂)岩的特征是以基性岩为中心向边缘逐步过渡到花岗岩闪长岩。通过对侵入(杂)岩岩石化学地球化学特征分析研究,认为它是壳幔混溶的结果;其构造环境为古亚洲洋逐步发展为闭合的地质过程。

关键词:侵入(杂)岩;壳幔混溶;同碰撞

中图分类号:P622+.3

文献标识码:B

文章编号:1674-6082(2010)11-0052-03

该区位于小兴安岭东坡,属天山~兴蒙造山系一级构造单元(I),小兴安岭~张广财岭岩浆弧二级构造单元(I-3)。在漫长的地质过程中,发生过多期次岩浆侵入活动。主要经历了古生代~中元古代前寒武纪变质结晶基底、古生代古亚洲洋陆缘增生和中元古代~新生代太平洋大陆边缘活动3个主要的构造发展阶段^[1]。近年来对该地区花岗岩的形成时代、成因及其形成的大地构造背景研究取得了许多重要进展,但一些重大的基础地质问题,如花岗岩时空分布规律、显生宙花岗岩与壳幔相互作用等还存在争论。前人1:20万区调认为这套花岗岩是印支期及华力西期侵入岩;《黑龙江省区域地质志》(1993)将其大部分划为印支期,但对其成因认识存在分歧,有的认为形成于拉张环境,有的认为形成于挤压环境,有的认为先挤压后拉伸的环境;赵春荆等(1996)认为这套印支期侵入岩是海西期岩浆活动的持续产物。文中通过对该区侵入岩的出露、岩石化学、地球化学特征分析研究,提出了自己的观点,以求共识。

1 晚奥陶世侵入(杂)岩出露特征

晚奥陶世侵入(杂)岩呈同心环状,分布于汤南林场地区,岩性由内向外依次为橄榄辉长岩、辉长闪长岩、闪长岩、石英闪长岩、花岗闪长岩(见图1)。

2 晚奥陶世(杂)岩岩石化学特征

晚奥陶世(杂)岩岩石化学特征如下(见岩石化学分析结果表1)。

SiO₂含量:辉长岩类在47.26%~49.08%,闪长岩类在54.30%~63.70%,花岗闪长岩为

66.18%~66.28%;FeO含量:辉长岩类在5.50%~9.19%,闪长岩类在4.90%~6.29%,花岗闪长岩为3.29%~3.92%;Na₂O/K₂O(wt%):辉长岩类为3.48~6.67(富Na质幔源型),闪长岩类为1.12~1.17(壳幔混熔型),花岗闪长岩为0.84~0.93(陆壳改造型);AKI值:辉长岩类3.97~7.43,闪长岩类1.74~2.56,花岗闪长岩1.29~1.56;ALK值:辉长岩类1.61~3.02,闪长岩类4.46~6.48,花岗闪长岩类6.70~8.60;从不同岩性的分析结果看,FeO、CaO、MgO与SiO₂为负相关;Na₂O、K₂O与SiO₂为正相关。

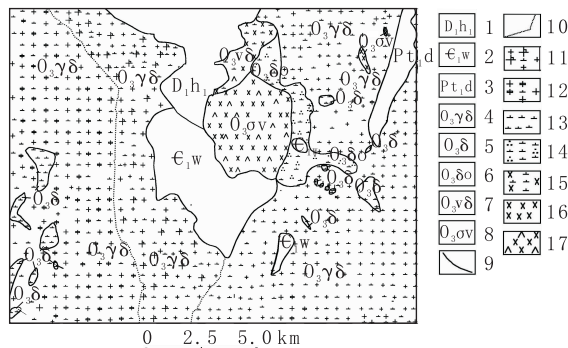


图1 晚奥陶世侵入岩分布图^[1]

1-泥盆系下统黑龙江组; 2-寒武系下统五星镇组; 3-下元古代东风山岩群; 4-晚奥陶世花岗闪长岩; 5-晚奥陶世闪长岩; 6-晚奥陶世石英闪长岩; 7-晚奥陶世辉长闪长岩; 8-晚奥陶世橄榄辉长岩; 9-岩性地层界线; 10-岩相界线; 11-含斑花岗闪长岩; 12-似斑状花岗闪长岩; 13-闪长岩; 14-石英闪长岩; 15-辉长闪长岩; 16-辉长岩; 17-橄榄辉长岩

3 晚奥陶世(杂)岩地球化学特征

3.1 微量元素特征

元素地幔标准化值根据1988年因特网上国际地球化学参考模型数据,作出汤南林场地区侵入(杂)岩微量元素对原始地幔标准化“蛛网图”,从微

* 基金项目:黑龙江省省级资源补偿项目(编号:HJKD2006—16)。

李悦辉(1970-),男,工程师,464000 河南省信阳市。

表1 晚奥陶世(杂)岩岩石化学分析结果*

分析内容	橄榄辉长岩 E16D0498	橄榄辉长岩 E16D0499	辉长岩 P10 - TC88	辉长岩 P10 - LT71	辉长闪长岩 P14 - LT1	辉长闪长岩 E16D0256	闪长岩 P21 - LT1	闪长岩 P9 - TC16	花岗闪长岩 P14 - TC39	花岗闪长岩 E16D0491
SiO ₂	47.26	47.52	48.82	49.08	54.30	56.66	60.86	63.70	66.28	66.18
TiO ₂	0.36	1.02	0.34	0.90	0.87	1.07	0.66	0.60	0.39	0.39
Al ₂ O ₃	18.79	18.46	19.85	20.25	17.42	16.42	16.72	15.55	15.05	15.05
Fe ₂ O ₃	0.60	0.15	0.07	0.29	1.41	0.16	0.67	1.35	0.60	0.60
FeO	5.87	9.19	5.50	8.02	6.29	7.54	5.07	4.90	3.92	3.92
MnO	0.13	0.17	0.12	0.14	0.14	0.14	0.10	0.13	0.08	0.08
MgO	8.94	8.86	8.62	5.91	5.75	5.23	3.51	2.08	0.68	0.68
CaO	15.05	10.05	13.49	10.72	7.39	7.39	5.39	3.89	2.83	2.83
Na ₂ O	1.40	2.46	1.74	2.50	3.47	2.80	3.25	3.42	4.14	4.14
K ₂ O	0.21	0.56	0.50	0.42	1.96	1.66	2.18	3.06	4.46	4.46
P ₂ O ₅	0.04	0.20	0.07	0.23	0.22	0.21	0.16	0.16	0.14	0.14
H ₂ O	0.28	0.28	0.82	0.46	0.40	0.70	0.62	0.54	0.34	0.34
烧失量	0.34	0.02	0.90	0.02	0.44	0.38	0.64	0.66	0.38	0.38
总量	99.27	98.96	100.84	98.94	100.06	100.36	99.83	100.04	99.29	100.10
ALK	1.61	3.02	2.24	2.92	5.43	4.46	5.43	6.48	8.60	9.20
AKI	7.43	3.97	5.83	4.43	2.23	2.56	2.17	1.74	1.29	1.29
A/CNK	0.63	0.81	0.71	0.84	0.82	0.83	0.96	0.97	0.90	0.98
P	126	1006	306	947	967	1058	937	747	668	607
Rb	10	15	19	15	60	73	59	112	177	167
Sr	605	620	555	630	557	323	447	262	244	228
Ba	76	257	91	420	705	431	889	872	730	1413
Th	4.6	3.6	4	4.8	9	6.7	10.4	11.5	16	15.8
U	0.7	0.8	1.2	0.7	1.7	2.7	2.6	3.7	6.1	5.1
Nb	2.3	5.3	3.6	4.5	11.9	11.2	10.5	13.1	16.1	18.7
Ta	0.44	0.37	0.361	0.32	0.657	0.91	0.81	1.03	1.36	1.876
Zr	29	53	84	52	217	160	193	215	234	427
Hf	1.6	2.2	3.3	2.5	6.2	3.9	4.6	6	6.7	10.9
Ga	10.87	14.9	11.88	17.65	24.61	24.02	26.33	23.64	23.56	23.89
Y	6.69	13.69	9.74	12.59	40.08	39.73	33.98	34.13	44.19	46.4
Pb	9	11.2	16.2	11.1	16.30	25.1	14.6	27.9	26.9	31.4
Sc	48.63	20.94	43.72	20.14	29.25	24.88	14	13.42	8.15	13.36
V	93.2	139.4	94	129	164	155.5	69.4	65	30.7	22.9
Cr	118.6	70.2	108.7	51.8	28.5	88.5	27	8.2	6.7	10
Co	31	34.7	25.7	30.3	19.4	26.8	16.9	12.5	6.7	9.8
Ni	41	47.9	36.1	35.6	5.60	17.9	10	2.9	2.6	3.6
Zn	52.5	75.9	172	76.9	108.50	160.5	71.3	108.8	100.3	107.8
F	104	290	140	140	820	716	490	542	1300	626
Y/Nb	2.91	2.58	2.70	2.80	3.37	3.55	3.24	2.61	2.74	2.48
Ga/Al	1.09	1.52	1.13	1.64	2.67	2.76	2.96	2.87	2.95	2.85
La	1.88	8.50	7.61	8.75	30.98	23.73	31.46	25.98	40.8	28.12
Ce	4.51	18.52	16.37	19.06	66.92	48.37	62.7	59.36	80.1	62.48
Pr	0.67	2.41	2.11	2.43	8.48	6.24	7.29	6.33	9.276	8.352
Nd	3.62	11.10	9.33	11.1	38.55	27.06	28.6	25.62	35.72	34.08
Sm	1.11	2.57	2.10	2.49	7.93	6.14	5.14	5.17	6.94	6.959
Eu	0.56	1.14	0.63	1.19	1.42	1.63	1.06	1.13	0.85	1.459
Gd	1.24	2.61	2.08	2.50	7.48	6.22	4.83	5.11	6.71	6.811
Tb	0.24	0.45	0.35	0.42	1.21	1.11	0.73	0.85	1.12	1.195
Dy	1.46	2.70	2.09	2.50	7.05	6.98	4.09	5.08	6.83	7.489
Ho	0.28	0.53	0.40	0.49	1.34	1.39	0.79	1.00	1.36	1.496
Er	0.78	1.51	1.10	1.37	3.72	4.04	2.25	2.93	4.11	4.519
Tm	0.11	0.22	0.16	0.19	0.52	0.58	0.32	0.43	0.62	0.684
Yb	0.66	1.40	1.03	1.22	3.20	3.73	1.99	2.75	4.09	4.452
Lu	0.10	0.22	0.16	0.20	0.47	0.57	0.31	0.44	0.64	0.705
ΣREE	17.22	53.00	45.51	53.88	179.70	137.79	151.56	146.16	199.16	168.801
LREE/HREE	2.54	4.59	5.186	5.07	6.17	4.59	8.90	6.87	6.82	5.174
(La/Yb) _N	1.92	4.10	4.98	4.82	6.52	4.29	10.65	6.37	6.72	4.26
δEu	1.45	1.33	0.92	1.44	0.56	0.799	0.64	0.66	0.37	0.64

* 氧化物含量单位: $\times 10^{-2}$, 微量元素、稀土元素单位: $\times 10^{-6}$

量元素“蛛网图”上明显看出,辉长岩类较平缓右倾;闪长岩类、花岗闪长岩明显右倾,且富集大离子亲石元素;微量元素含量花岗闪长岩大于闪长岩类,闪长岩类的微量元素含量大于辉长岩类。表明该区岩浆的形成是在流体参与下微量元素随热流及应力作用下迁移的结果。

3.2 稀土元素特征

根据汤南林场地区晚奥陶世侵入(杂)岩稀土元素球粒陨石标准化配分曲线^[2],稀土元素的特征为:辉长岩类平滑状右倾斜,闪长岩类、花岗闪长岩为平滑状分馏型;闪长岩类、花岗闪长岩为轻稀土富集型(LREE/HREE = 4.59 ~ 10.95);闪长岩类、花岗闪长岩 $\delta Eu < 1$,为负异常。

4 成因和构造环境探讨

花岗岩构造环境研究在 20 世纪 90 年代随着碰撞构造环境及相关术语的提出,取得了重大进展。依据 1997 年在法国召开的“后碰撞岩浆作用”国际花岗岩会议对碰撞作用、后碰撞作用、后造山作用、板内环境的涵义所作的新规定,理想的造山演化过程为同造山→后造山→非造山(板内裂谷),其中同造山阶段经历了岛弧型活动边缘→同碰撞→后碰撞(常为陆内环境)演化过程^[3]。而地幔柱概念的提出和板块构造学说的形成和发展是密不可分的^[4],但较少见到地幔柱与板块碰撞构造两者相统一的报道。在实际研究中,欲全面地剖析花岗岩的成因过程,必须将成岩物质来源、构造环境和壳幔作用三方面综合起来考虑,进行一体化研究,才能得出符合客观实际的结论^[5]。其实地幔柱是塑性上地幔的一种上升涡旋,形成于板块碰撞前,消失于碰撞后。

此处出露的花岗岩在微量元素构造环境判别图解上(图 2),样品投点落在火山弧花岗岩区及同碰撞花岗岩区内,属部分重熔幔源型花岗岩;在 A-C-F 图解上,样品投点多落在 S 型花岗岩区(图 3),另外两个样品投点落在 I 型花岗岩区,表明该区侵入岩成因为两种类型;在 R_1 - R_2 图解上,两个橄榄辉长岩样品投点落在地幔分离区;7 个样品投点落在同碰撞前区域(图 4),从其样品投点位置可以看出花岗岩浆的演化顺序。综合该区花岗岩的岩石化学特征、地球化学特征、同位素测年特征,表明该期岩体的成因为动态的地幔柱熔融了亏损的下地壳,形成于活动大陆边缘沟~弧盆造山带中。

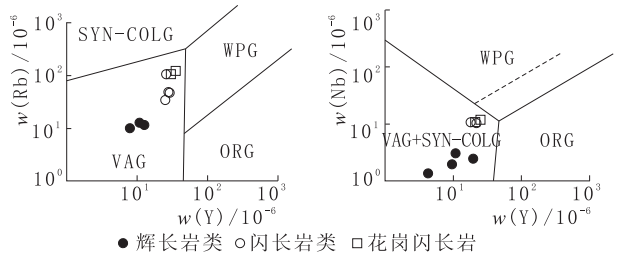


图 2 微量元素构造环境判别图解

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

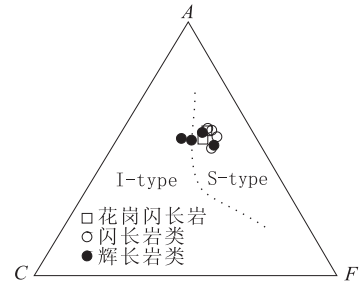


图 3 A-C-F (两类重熔花岗岩类)图^[6]

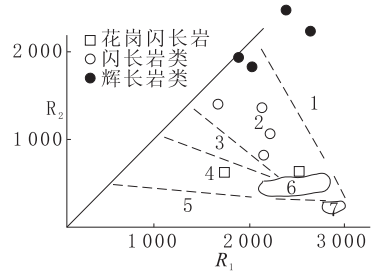


图 4 R_1 - R_2 构造环境判别图解^[7]

1-地幔分离; 2-板块碰撞前期; 3-板块碰撞后期; 4-造山晚期; 5-非造山期; 6-同碰撞期; 7-造山后期

参 考 文 献:

- [1] 韩振哲,赵海玲,等.小兴安岭东南伊春一带早古生代花岗岩与多金属成矿作用[J].中国地质,2010(1):74-85.
- [2] Bateman R. on the role diapirism in the segregation ascent and final emplacement of granitoid magmas [J]. Tectophysics, 1984, 110:211-231.
- [3] 肖庆辉,邓晋福,等.花岗岩研究思维与方法[M].北京:地质出版社,2002,21-36.
- [4] 肖龙,徐义刚,何斌.试论地幔柱构造与川滇西部古特提斯的演化[J].地质科技情报,2005(4):5-6.
- [5] 王德兹,沈渭洲.中国东南花岗岩成因与地壳演化[J].地学前缘,2003(3):209-220.
- [6] 王入镜.岩石化学[M].武汉地质学院发行,1983.
- [7] 邱家骥,林景仟.岩石化学[M].北京:地质出版社,1991.

(收稿日期 2010-04-13)