科 学 通 报
第42卷 第17期 Chinese Science Bulletin 1997年9月

【研究简报】

北大别榴辉岩的确定及其地质意义

魏春景 单振刚 张立飞 王式洸 常宗广
(北京大学地质学系,北京 100871)

关键词 榴辉岩 变质作用 大别造山带

近年来很多学者把大别造山带分成南北两部分,南部为碰撞杂岩,以出现榴辉岩和副片麻岩系为特征,北部为岛弧杂岩,以长英质片麻岩为主,不含有榴辉岩块体;其间的分界线为华北

参 考 文 献

1 王式洸,韩宝福,洪大卫,等.新疆乌伦古河碱性花岗岩的地球化学及其构造意义.地质科学,1994,29:373~383
2 刘 生,袁奎荣.新疆乌伦古富碱花岗岩带的地质特征.桂林工学院学报,1995,15:243~251
3 刘家远,袁奎荣.新疆乌伦古富碱花岗岩带碱性花岗岩成因及其构造环境.高校地质学报,1996,2:257~272
4 赵振华,王中刚,邹天人,等.新疆乌伦古富碱侵入岩成因探讨.地球化学,1996,25:205~220
5 刘 伟.新疆阿尔泰地区岩浆岩类的等时线年龄、地壳构造运动以及构造环境的发展演化.新疆地质科学,1993,(4):35~50
6 Bonin B, Grelou-Orsini C, Vialette Y. Age, origin and evolution of the anorogenic complex of Evsia (Corsica): a K-Li-Rb-Sr study. Contrib Mineral Petrol, 1978, 65: 425~432
7 Dickin A P, Halliday A N, Bowden P. A Pb, Sr and Nd isotope study of the basement and Mesozoic ring complexes of the Jos Plateau, Nigeria. Chem Geol, 1991, 94: 23~32
8 Stacey J S, Kramers J D. Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model. Earth Planet Sci Lett, 1975, 27: 207~221
9 Zartman R E, Haines S M. The plumbotectonic model for Pb isotopic systematics among major terrestrial reservoirs——a case for bi-directional transport. Geochim Cosmochim Acta, 1988, 52: 1 327~1 339
10 Kwon S-T, Tilton G R, Coleman R G, et al. Isotopic studies bearing on the tectonics of the West Junggar region, Xinjiang, China. Tectonics, 1989, 8: 719~727
11 金成伟,张秀棋.新疆西准噶尔花岗岩类的时代及其成因.地质科学,1993,28:28~36
12 Zonenshain L P, Kuzmin M I, Natapov L M. Geology of USSR: a plate tectonic systhesis. Geodynamic Series, 1990, 21: 242
13 Sengor A M C, Natal'in B A, Burtman V S. Evolution of the Altaid tectonic collage and Paleozoic crustal growth in Eurasia. Nature, 1993, 364: 299~307
14 Patchett P J. Isotopic studies of Proterozoic crustal growth and evolution. In: Candie K C ed. Proterozoic Crustal Evolution, Amsterdam: Elsevier, 1992, 481~508
15 贺伯初,谭克仁,吴玺虹.北疆吉木乃布氏金矿幔源岩浆岩时代及 Sr, Nd 同位素证据.大地构造与成矿学,1994,18:219~228
16 陈江峰,满发胜,倪守斌.西天山青布拉克岩带基性-超基性岩的 Nd, Sr 同位素地球化学.地球化学,1995,24:121~127
17 周泰禧,陈江峰,李学明.新疆阿拉套山花岗岩类高 ε_{Nd} 值的成因探讨.地质科学,1996,31:71~79
18 Reymer A, Schubert G. Phanerozoic addition rates to the continental crust and crustal growth. Tectonics, 1984, 3: 63~77
19 Patchett P J, Arndt N T. Nd isotopes and tectonics of 1.9~1.7 Ga crustal genesis. Earth Planet Sci Lett, 1986, 78: 329~338

(1997-01-23 收稿,1997-03-31 收修改稿)

和扬子两个板块的缝合线[1,2]. 最近,作者在大别山东段进行 1:50 000 填图时发现在所谓北大别的中心地段仍有榴辉岩块体出露. 这些榴辉岩的特征如何? 与南大别榴辉岩有何异同? 代表怎样的地质意义? 这些问题对认识整个大别山区的地质构造格局及其演化有着重要意义.

1　区域地质特征

工作区位于安徽省大别山东段(图 1),两条明显的区域断裂把工作区分成 3 个岩石构造区. 北部为梅花尖-母子尖推覆断层,是一条由北向南的推覆断层. 断层以北为北淮阳佛子岭群,在区内为望湖寨绿帘角闪岩相和绿片岩相表壳岩系;断层以南为北大别变质杂岩,包括水竹河角闪岩相表壳岩系、官庄角闪岩相片麻岩系(原岩为花岗质-花岗闪长质侵入岩)和五里十湾绿帘角闪岩相表壳岩系. 南部为犁头尖-桃花岩断层,也是一条由北向南的推覆断层,断层以南为南大别碰撞杂岩,由片麻岩、云母片岩和榴辉岩块体组成,断层以北为北大别变质杂岩.

在北大别变质地体中发育一条明显的区域反向推覆断层,称为麻岩岭断层,沿大别山分水岭北坡出露,断层面向南缓倾,断层带及其两侧的岩石均受强烈的糜棱岩化改造,其中断续分布着一些榴辉岩－斜长角闪岩块体.

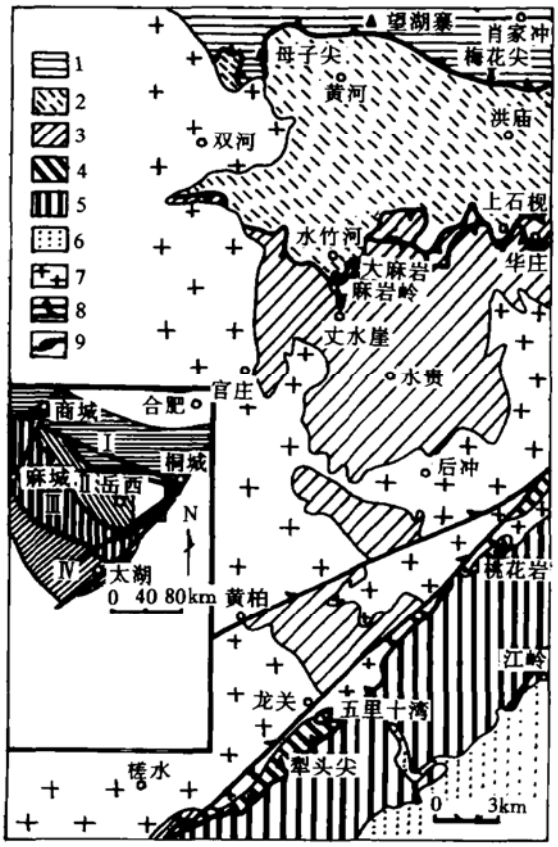


图 1　安徽省境内大别山东段地质简图

1. 望湖寨绿帘角闪岩相-绿片岩相表壳, 2. 水竹河角闪岩相表壳岩系, 3. 官庄角闪岩相片麻岩系, 4. 五里十湾绿帘角闪岩相表壳岩系, 5. 南大别碰撞杂岩, 6. 新生界, 7. 燕山期岩浆岩, 8. 断层, 9. 榴辉岩-斜长角闪岩块体, Ⅰ——北淮阳变质带, Ⅱ——北大别变质杂岩, Ⅲ——南大别碰撞杂岩, Ⅳ——扬子北缘低温高压变质带

2　榴辉岩块体的野外分布及其岩石学特征

沿麻岩岭断裂带及其旁侧共发现 6 个榴辉岩-斜长角闪岩块体,见于水竹河、丈水崖、大麻岩、祝家岭、上石枧及华庄等地(图 1).

(1)水竹河榴辉岩-斜长角闪岩块体沿沟谷断续出露达 500 m 宽,其两侧岩石为受强烈糜棱岩化改造的长英质片麻岩. 榴辉岩块体也遭受了强烈的变质改造,原生组合仅剩下石榴石和金红石(样品 6087/2),原来的绿辉石均变成了由细小角闪石和斜长石构成的后成合晶,有时变成粗大的普通辉石. 在榴辉岩块体的边部完全变成斜长角闪岩,其中出现明显的多晶石英条带,可能为经历角闪岩相重结晶的糜棱岩.

(2)大麻岩榴辉岩块体分布在大麻岩西北坡靠近山峰一带的灌木丛中,围岩主要为糜棱岩

化的花岗片麻岩,未见新鲜露头. 但从转石中采集的榴辉岩标本很新鲜(样品 6088/1),由石榴石和绿辉石组成,含少量的金红石和角闪石等.

(3)华庄一带的榴辉岩-斜长角闪岩块体出露宽度达 150m,围岩为糜棱岩化的花岗质片麻岩. 在块体中心采集的标本原生组合主要为石榴石和金红石(样品 6283/1),其余均为由细小的角闪石和斜长石构成的后成合晶,石榴石周围退变形成的冠状体呈同心环状,内环(靠近石榴石)为倍长石,外环出现细小无色的斜铁辉石. 榴辉岩块体的边部为具有稳定平衡组合的斜长角闪岩(样品 6283/2).

(4)祝家岭一带的榴辉岩块体均受到了强烈的退变改造,主要由细小的石榴石和大量蓝绿色角闪石组成,含少量的榍石和磁铁矿等. 丈水崖斜长角闪岩块体核部岩石由细小的角闪石和斜长石构成的后成合晶组成,出现少量的绿帘石、榍石及磁铁矿等;边部岩石为具有典型花岗变晶结构的透辉斜长角闪岩. 上石枧一带的斜长角闪岩块体仅由角闪石和斜长石等组成,具有典型的花岗变晶结构.

3 变质矿物特征

区内不同榴辉岩-斜长角闪岩块体中的变质矿物探针分析见表 1,具有以下主要特征:(ⅰ)虽然不同榴辉岩块体的退变质改造程度不同,但其石榴石成分相似,镁铝榴石为

表 1 变质矿物有代表性的电子探针分析

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
样品	6087/2				6088/1					6283/1				6283/2	
矿物	Gt	Aug	Ts	Pl	Gt	Gt	Om	Om	Has	Gt	CFs	MHb	Pl	Par	Pl
分析点	c	r	s	s	c	r	c	r	c	c	I	s	s	r	r
SiO_2	37.70	51.27	42.39	54.51	38.48	38.28	54.73	54.69	42.69	37.38	48.80	47.47	50.37	42.95	60.19
TiO_2	0.00	0.04	0.83	0.00	0.13	0.22	0.08	0.03	0.39	0.07	0.01	0.31	0.10	0.94	0.06
Al_2O_3	21.57	2.88	13.20	28.87	21.57	21.46	6.33	6.61	12.23	21.72	0.75	7.43	31.85	10.27	25.21
FeO	25.44	13.21	13.61	0.38	26.03	25.07	7.36	7.61	16.26	23.49	32.37	17.08	0.32	17.00	0.26
MnO	0.38	0.03	0.08	0.00	0.17	0.12	0.11	0.00	0.17	0.51	1.07	0.24	0.09	0.68	0.00
MgO	4.74	13.35	12.40	0.14	5.08	4.82	10.29	10.48	11.61	5.35	13.19	12.11	0.03	10.19	0.11
CaO	9.57	18.11	11.44	10.81	9.41	10.13	17.07	17.00	11.62	10.26	0.62	11.59	14.56	12.90	6.44
Na_2O	0.21	0.92	2.24	5.81	0.22	0.07	5.01	4.91	3.71	0.44	0.29	1.18	3.11	1.20	8.05
K_2O	0.000	0.02	0.00	0.02	0.000	0.00	0.00	0.02	0.30	0.00	0.00	0.12	0.04	1.21	0.35
总量	99.61	99.83	96.19	100.54	101.09	100.17	100.98	101.35	98.91	99.22	97.10	97.53	100.47	97.34	100.67

c,颗粒核部;r,颗粒边部;s,后成合晶中的矿物;m,基质中的矿物;Aug,普通辉石;CFs,斜铁辉石;Gt,石榴石;Has,绿钙闪石;MHb,镁角闪石;Om,绿辉石;Par,韭闪石;Pl,斜长石;Ts,钙镁角闪石. 表中数据由北京大学地质系电子探针室分析

18.5%～24.2%,铁铝石榴石为 40.6%～54.3%,钙铝石榴石为 21.2%～29.4%,锰铝榴石仅为 0.3%～1.6%,没有明显环带. 石榴石的成分与南大别榴辉岩中的石榴石相似. (ⅱ)仅大麻岩一带的榴辉岩中有新鲜的绿辉石,其中硬玉分子为 19.1%～20.6%. (ⅲ)角闪石按产状可分成 3 类:早期角闪石一般晶体较粗大,有蓝绿色、黄绿色多色性,在化学成分上为绿钙闪石,有微弱环带,从核部到边部 Si 含量降低;后成合晶中的角闪石为镁钙闪石和镁角闪石;晚期叠加变质形成的角闪石为韭闪石、镁角闪石和浅闪角闪石等,主要见于榴辉岩块体边部的斜长角闪岩中. (ⅳ)斜长石有两类,后成合晶中的斜长石富钙,An = 51%～72%,但榴辉岩块体边部斜长角闪岩中的斜长石 An = 31%.

4 榴辉岩的变质演化阶段及其 *P-T* 条件

本区的榴辉岩一般经历了 4 个变质演化阶段:(ⅰ)榴辉岩峰期阶段,矿物组合为石榴石 +

绿辉石 + 金红石，根据石榴石-单斜辉石地质温度计[3]得到变质温度为 770～780℃，根据绿辉石中的硬玉分子含量得到其最低压力为 1.3GPa；(ⅱ)早期高压退变阶段，南大别及其它地区的大部分榴辉岩发育这一变质阶段，其特征为发育粗大的含水矿物如角闪石、多硅白云母、黝帘石/绿帘石等[4]，虽然本区新鲜榴辉岩少见，但仍可见这一阶段的指示矿物，即出现粗大蓝绿色的角闪石；(ⅲ)后成合晶阶段，以绿辉石和石榴石发育细小角闪石和斜长石构成的后成合晶为特征，与榴辉岩的快速抬升有关；(ⅳ)后期叠加变质阶段，以榴辉岩块体边部发育角闪岩相矿物组合为特征，与区域角闪岩相变质相适应，是在广泛的区域推覆作用(导致榴辉岩块体的快速抬升)之后出现的热松弛所致.

对不同的榴辉岩块体来说，由于其所处的具体构造部位不同，上述不同变质阶段的发育和存留程度各不相同. 有的块体保存完好的峰期组合，有的只剩下后成合晶，也有的均变为稳定的角闪岩相组合.

5　北大别榴辉岩带的地质意义

大别造山带作为华北和扬子两大板块的碰撞带已无多大异议，但对于两个板块之间的缝合线位于何处则有不同认识. 徐树桐等人[5,6]强调整个大别杂岩都是扬子板块的俯冲基地，两大板块之间的缝合线位于晓天－磨子潭一带；Cong 等人[1]和董树文[2]以五河－水吼及龙关断裂为界，划分出南大别碰撞杂岩和北大别岛弧杂岩，其划分标准之一就是北大别没有榴辉岩. 因此，初看起来，北大别榴辉岩带的发现支持了某种认识，否认了另外一种认识. 但要仔细分析其特征及所处的构造部位，不难看出其明确的地质意义.

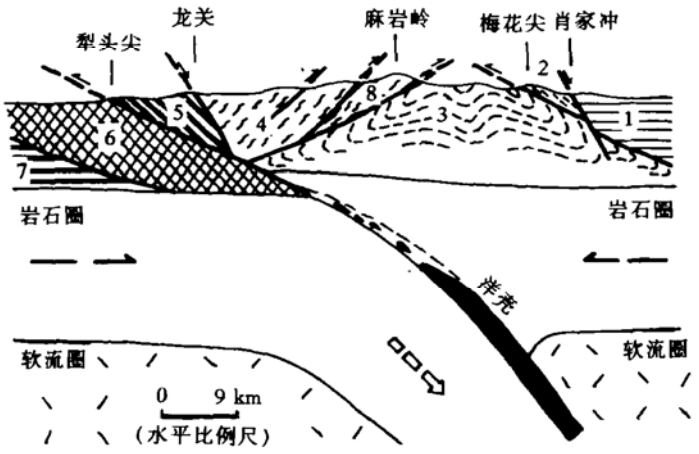


图 2　大别山东段示意剖面图

1. 望湖寨绿片岩相表壳岩系，2. 望湖寨绿帘角闪岩相表壳岩系，3. 水竹河角闪岩相表壳岩系，4. 官庄角闪岩相片麻岩系，5. 五里十湾绿帘角闪岩相表壳岩系，6. 南大别碰撞杂岩，7. 扬子陆壳，8. 榴辉岩块体

(1)北大别榴辉岩的石榴石特征及其变质演化阶段基本可以与南大别对比[5].

(2)麻岩岭断层是一条反向推覆断层(图 2)，沿断层分布的榴辉岩块体可能与犁头尖－桃花岩断裂以南的榴辉岩相同，它们只是在回返途中分离.

因此，笔者认为北大别榴辉岩带的存在并不能否认南、北大别的划分，南、北大别之间除了榴辉岩的有无之外，更重要的差别在于它们的岩石组合及构造样式等.

致谢　本工作为国家自然科学基金(批准号:49302024)和地质矿产部 1:50 000 填图资助项目.

科 学 通 报
第42卷 第17期 Chinese Science Bulletin 1997年9月

【研究简报】

倒数第二次冰期气候快速变化的一个例证：会宁黄土的气候不稳定性记录

任剑璋① 丁仲礼② 刘东生② 全 浩①
(①中日友好环境保护中心开放实验室，北京 100029；②中国科学院地质研究所，北京 100029)

关键词 黄土 倒数第二次冰期 气候不稳定性

目前，PAGES研究的重大发现是气候系统存在较强的不稳定性[1,2]. 但公开报道的气候不稳定性记录仅局限于末次间冰期以来的时段[1~4]. 对此阶段之前的研究尚不多见. 这使得人们提出这样的问题：倒数第二次冰期气候稳定性如何？本文通过甘肃会宁高分辨率黄土记录来回答这个问题.

1 黄土地层与样品采集

会宁李家塬(36°7′N, 104°51.5′E)地处大陆腹地，距腾格里沙漠南缘仅百余公里，属干旱-半干旱区，年均降雨量为300 mm左右，蒸发量达1 500 mm.

李家塬倒数第二次冰期旋回的黄土与古土壤厚度约20 m，其中L2黄土厚度为16.5 m，S2古土壤厚度为3.5 m. 据野外观察，S2土壤可分两层(分别为S2-1和S2-2)，中间呈过渡状态. S2土壤层之下为L3黄土，以浅色调与S2相区别. 野外以2 cm间距连续采样，共采集1 000余块. 若以线性堆积速率计算，L2黄土层样品的平均分辨率可达80 a，S2土壤层的分辨率为200 a.

2 磁化率与粒度测定结果

黄土与古土壤的磁化率与成土过程中形成的磁性矿物关系较大，它反映了成土强度，可作

参 考 文 献

1 Cong B, Wang Q, Zhai M, et al. Ultrahigh pressure metamorphic rocks in the Dabie-Su-Lu region, China: their formation and exhumation. The Island Arc, 1994, 3: 135～150
2 董树文. 大别造山带的基本结构及其成因(中国西部特提斯构造演化及成矿作用). 见：地质矿产部成都地质矿产研究所主编. 学术讨论会文集. 成都：电子科技大学出版社，1991. 133
3 Krogh E J. The garnet-clinopyroxene Fe-Mg geothermometer——a reinterpretation of existing experimental data. Contrib Mineral Petrol, 1988, 99: 44～48
4 魏春景，王式光，张立飞，等. 对中国中部超高压榴辉岩的 *P-T* 轨迹及回返机制的新认识. 岩石学报，1996 12(1)：70～78
5 徐树桐，江来利，刘贻灿，等. 大别山(安徽部分)的构造格局和演化过程. 地质学报，1992, 59(4)：279～285
6 徐树桐，刘贻灿，江来利，等. 大别山的构造格局和演化. 北京：科学出版社，1994

(1997-01-29收稿，1997-04-04收修改稿)