

问题讨论

论中国北方三类构造环境中的蓝片岩

高长林 吉让寿 秦德余 殷勇

(地质矿产部石油地质中心实验室, 无锡)



本文主要研究和讨论中国北方三类构造环境中的蓝片岩, 认为内蒙古温都尔庙地区的蓝片岩的形成是与古蒙古海洋板块的俯冲消减有关, 为B型蓝片岩; 陕西商南松树沟的蓝片岩的成因是与板块碰撞后的仰冲作用有关, 为C型蓝片岩; 商南赵川一带的蓝片岩的形成是与大型剪切推覆有关, 为A型蓝片岩。文中对三类蓝片岩的地质地球化学特征作了一定的对比研究, 提出了各自的鉴别特征。

一般认为蓝闪石是高压低温变质作用的产物, 是大洋板块向大陆板块俯冲消减作用的岩石学证据。笔者总结几年来的工作成果, 认为蓝片岩并非总是古俯冲带的标志, 它可产于多类构造环境^[1,2], 本文仅讨论与三类构造环境有关的蓝片岩, 且暂分别称之为A、B、C型蓝片岩。

一、内蒙古温都尔庙蓝片岩:B型蓝片岩

所谓B型蓝片岩即其形成是与大洋板块的俯冲消减有关, 即与B型俯冲作用有关。

1. 标型矿物及矿物组合:

蓝闪石类矿物可分为蓝闪石、青铝闪石、镁钠闪石, 该区蓝闪石类矿物中, $Mg:Al$ 为38%, $Mg:Fe^{+3}$ 为62%, 应为青铝闪石。此外, 该变质带中尚见有硬柱石、黑硬绿泥石、多硅白云母、红帘石、迪尔石等^[3-5]。

主要矿物组合为: (1) 蓝闪石类+绿泥石+绿帘石+阳起石+钠长石; (2) 蓝闪石类+绢云母+多硅白云母+绿泥石±方解石±石英。

2. 蓝片岩类型及区域变质相系

蓝片岩类型有: 含硬柱石绿帘绿泥片岩、绿帘绿泥蓝闪片岩、绿泥钠长蓝闪片岩、蓝闪石绢云石英片岩、蓝闪石钠长石英片岩、含蓝闪石类大理岩及含霞石硬柱石绿泥片岩等, 其原岩主要为蛇绿岩套中的基性火山岩、少量泥质岩等。

区域变质相系由蓝闪石片岩相和绿片岩相组成。该变质带的形成压力为600—700MPa, 温度为250—400℃^[3], 为高压低温变质带。

3. 蓝片岩与双变质作用带

在紧邻温都尔庙高压低温变质带的南侧白乃庙一带, 存在有一与此成对的高温低压变质带。

白乃庙地区见有夕线石、蓝晶石和含锰铁铝榴石。在白乃庙之东的谷那乌苏一带，在变质的砂岩中见有大量红柱石。白乃庙地区的变质相可分为斜长角闪岩相和绿片岩相，绿片岩相由阳起石-钠奥长石带（高绿片岩相）和绿泥石-钠长石带（低绿片岩相）组成，其中斜长石变化规律为：斜长角闪岩相中，An：43—32；高绿片岩相中，An：15—12；低绿片岩相中，An：5—2。用斜长石-角闪石的Ca的分配系数地质温度计计算得斜长角闪岩（两对）的形成温度为571℃和607℃，高绿片岩相中阳起斜长片岩（两对）的形成温度为450℃和390℃（表1）。

表 1 地质温度计算结果表
Table 1 The results of calculation of geological temperature

变质相	编 号	岩 石 名 称	单矿物	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	MnO
角闪岩相	P ₁₄₋₈	斜长角闪岩	角闪石	1.38	13.71	9.36	44.32	0.93	12.51	0.50
			斜长石	6.61	0.13	27.14	57.23	0.77	8.54	0.03
	IB ₁	斜长角闪岩	角闪石	1.63	12.77	10.08	42.76	0.58	12.14	0.71
			斜长石	6.77	0.05	27.18	56.64	0.08	9.47	0.02
高绿片岩相	P ₁₁₋₁₁	阳起斜长片岩	阳起石	0.35	18.58	4.96	50.73	0.17	13.94	0.39
			斜长石	7.77	0.03	24.80	58.83	0.12	8.60	0.02
	P ₁₁₋₁₄	阳起斜长片岩	阳起石	1.33	14.23	9.30	44.30	0.94	12.41	0.49
			斜长石	11.81	0.03	19.87	66.73	0.11	0.53	0.01
变质相	编 号	岩 石 名 称	单矿物	FeO*	阳 离 子 数			X_{Ca}^{Am}	X_{Ca}^{P1}	T(℃)
					CaO	Na ₂ O	K ₂ O			
角闪岩相	P ₁₄₋₈	斜长角闪岩	角闪石	16.01	223	44	20	0.770	0.399	571
			斜长石	0.07	152	213	16			
	IB ₁	斜长角闪岩	角闪石	17.74	217	53	12	0.77	0.434	607
			斜长石	0.09	169	218	2			
高绿片岩相	P ₁₁₋₁₁	阳起斜长片岩	阳起石	11.34	249	12	3	0.943	0.377	450
			斜长石	0.09	153	251	2			
	P ₁₁₋₁₄	阳起斜长片岩	阳起石	16.13	221	43	20	0.778	0.025	390
			斜长石	0.03	10	381	2			

桂林冶金地质研究所电子探针测定，1981年。

白乃庙高温低压变质带中两个角闪石钾-氩同位素年龄值分别为458.1和434Ma（表2）。而温都尔庙高压低温变质带中蓝片岩的变质年龄值为489和435±61Ma^[5]。

由上述资料明显可见白乃庙和温都尔庙变质带为双变质作用带，形成时代为奥陶—志留纪。

4. 蓝片岩原岩的地质地球化学特征

温都尔庙地区的蓝片岩产于温都尔庙群地层中，温都尔庙群的岩石组成顺序型蛇绿岩套。蛇绿岩可产于多类构造环境，作为被俯冲消减的古洋壳的主要特征为：

（1）温都尔庙地区的变质橄榄岩的ΣREE值为11.36ppm，大约相当于球粒陨石的3—4倍，

表 2 内蒙古白乃庙K-Ar同位素年龄
Table 2 The data of K-Ar isotope age

样 号	测定矿物	K	(Ar ⁴⁰ (10 ⁻⁶ g/g)	Ar ⁴⁰ /K ⁴⁰	年龄值 (Ma)
I-In-1	角 闪 石	0.57	0.0203	0.0305	458.1
I-In-2	角 闪 石	0.70	0.0233	0.0285	434

天津地质矿产研究所同位素室测, 1981。

A. E. Ringwood(1975)^[6]认为地幔岩的原始丰度为球粒陨石的1.4—3.6 倍, 因此, 可认为该蛇绿岩中橄榄岩的REE丰度与地幔相似。

(2) 温都尔庙群中拉斑玄武岩的SiO₂含量在41.25—48.14%之间, TiO₂含量在1.72—2.83%之间。温都尔庙地区的拉斑玄武岩大多已细碧岩化, 但现有大量研究资料表明^①, 在玄武岩细碧岩化时, 稀土元素几乎是不活动的, 该区斑状细碧岩和枕状细碧岩中的稀土元素总量ΣREE值分别为42.45ppm和50.65ppm, ΣLREE/ΣHREE值分别为1.11和1.25, 表明两类细碧岩的稀土总量低, 轻稀土不富集。

(3) 白乃庙地区的火山熔岩可分为三类, 即安山玄武岩、安山玢岩和英安流纹岩, 其Peacock钙碱指数为60.5, 为钙碱性。温都尔庙地区的火山熔岩为拉斑玄武岩和细碧岩。

白乃庙和温都尔庙两地区的变基性火山熔岩及大西洋中脊的大洋拉斑玄武岩和日本岛弧安山岩建造中玄武岩的TiO₂/SiO₂和K₂O/SiO₂值如表3和图1。由上述表图资料, 可知白乃庙与日本岛弧区的岩石可归为一类, 其K₂O/SiO₂值高, TiO₂/SiO₂值低; 温都尔庙和大西洋中脊的岩石可归为另一类, 它们的K₂O/SiO₂值低, TiO₂/SiO₂值高。

表 3 内蒙古白乃庙和温都尔庙火山岩的化学特征参数
Table 3 Chemical characteristic parameters of the volcanic rocks

地 区	岩 石 类 型	样 品 数	TiO ₂ /SiO ₂	K ₂ O/SiO ₂
白 乃 庙	安 山 玄 武 岩	7	169×10 ⁻⁴	226×10 ⁻⁴
温都尔庙	拉 斑 玄 武 岩	7	492×10 ⁻⁴	13×10 ⁻⁴
温都尔庙	细 碧 岩	6	427×10 ⁻⁴	47×10 ⁻⁴
大西洋中脊 ^①	大洋拉斑玄武岩	3	420×10 ⁻⁴	56×10 ⁻⁴
日本岛弧 ^①	安山岩建造的玄武岩	129	212×10 ⁻⁴	127×10 ⁻⁴

内蒙古地质矿产局中心实验室测, 岩石化学全分析, 1981。

白乃庙和温都尔庙地区的变火山熔岩稀土元素含量分析结果(表4)及其稀土模式(图2)表明: 白乃庙地区的火山熔岩与岛弧火山岩具相似的稀土模式(陡右倾、富轻稀土, ΣREE值高); 温都尔庙地区的火山熔岩与大洋拉斑玄武岩具相似的稀土模式(平缓、轻稀土不富集, ΣREE值低)。球粒陨石标准数据据A. G. Herrman^[7]。

综上所述, 温都尔庙地区的蓝片岩产于蛇绿岩套中, 该蛇绿岩为大洋岩石组合, 温都尔庙地

① 高长林, 1989, 中国内蒙中部和陕南东部两类古大陆边缘的地球化学研究。中国地质大学(武汉)博士论文(未刊)。

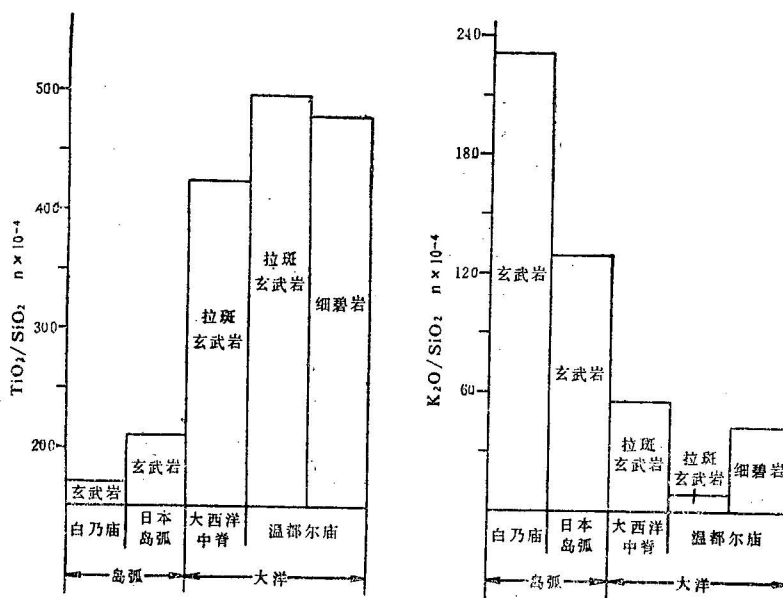
图 1 内蒙古白乃庙和温都尔庙火山岩 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 和 $\text{K}_2\text{O}/\text{SiO}_2$ 对比图

Fig. 1 Comparison of $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ and $\text{K}_2\text{O}/\text{SiO}_2$ of the volcanic rocks in Boin Sum and Ondor Sum

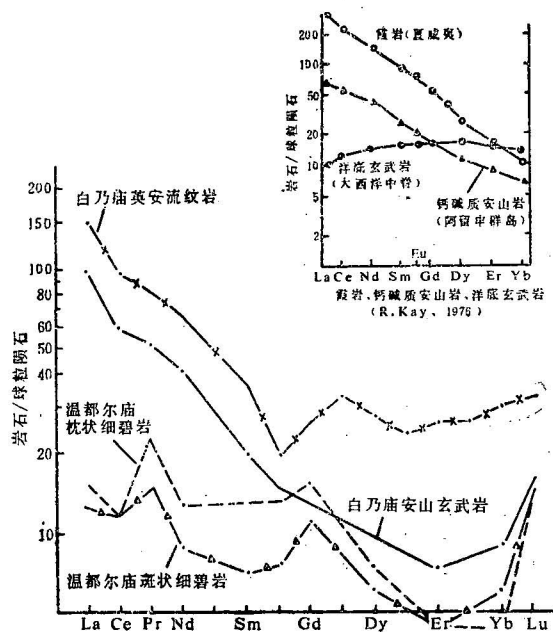


图 2 内蒙古白乃庙和温都尔庙地区的火山岩稀土模式

Fig. 2 Chondritic normalized REE pattern of the volcanic rocks in Boin Sum and Ondor Sum, Nei Mongol

区的蓝片岩与其紧邻的白乃庙地区的高温低压变质带构成一个典型的双变质作用带，它们的形成时代为奥陶—志留纪，是古蒙古海洋板块向中朝古大陆板块俯冲消减的必然产物^[8]。

日本的三波川 (Sanbagawa) 变质带和美国的弗兰西斯 (Franciscan) 变质带^[9]等被认为是

表 4 内蒙古和陕西几个地区岩石稀土元素含量 (ppm)
Table 4 The REE contents (ppm) of rocks from Nei Mongol Autonomous Region and Shaanxi Province

地 区	样 号	岩 石 类 型	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Y	Lu	ΣREE	$\Sigma \text{Ce}/\Sigma \text{Y}$
内 蒙 古	3*	(变) 安山玄武岩	29.0	49.7	6.15	23.4	4.15	1.1	3.9	0.77	3.1	0.715	1.55	0.34	1.8	17.7	0.485	143.86	3.74
	5*	(变) 英安流纹岩	44.8	82.2	9.8	37.7	7.5	1.4	7.9	1.6	8.6	1.7	5.5	0.88	6.0	53.5	1.0	270.08	2.12
	6*	斑状细碧岩	3.8	9.6	1.8	5.1	1.5	0.57	3.3	0.55	1.9	0.55	0.91	0.25	1.2	11.0	0.42	42.45	1.11
陕 西	7*	枕状细碧岩	4.6	9.6	2.7	7.5	2.8	0.97	4.6	0.84	2.3	0.73	0.93	0.26	0.88	11.5	0.44	50.65	1.25
	1	(变) 纯橄岩	0.610	1.170	0.200	0.820	0.240	0.080	0.235	0.030	0.249	0.048	0.144	0.020	0.115	1.320	0.016	5.297	1.43
	2	(变) 斜辉橄岩	0.278	0.754	0.130	0.526	0.150	0.052	0.178	0.030	0.191	0.043	0.113	0.010	0.088	0.857	0.012	3.412	1.24
	3	斜长角闪片岩 (变基性熔岩)	4.670	12.050	1.920	9.320	2.820	1.030	3.570	0.590	4.300	0.900	2.760	0.42	2.670	23.38	0.370	70.77	0.816
西 耀 岭 河 群	4	斜长角闪片岩 (变基性熔岩)	8.776	21.147	3.391	15.003	4.188	1.427	4.584	0.764	4.961	0.983	2.849	0.431	2.637	25.048	0.386	96.575	1.26
	1	安山岩	18.236	38.081	5.120	20.302	4.396	1.364	4.094	0.684	3.952	0.807	2.283	0.347	2.334	21.988	0.342	124.33	2.38
	2	英安岩	36.067	75.690	10.979	44.404	9.358	2.300	8.452	1.404	7.715	1.555	4.380	0.668	4.242	41.127	0.623	964.248	2.55

注: * 者为中国地质科学院测试技术研究所以测定, 其余为湖北省地质研究院测试中心测定。感耦等离子发射光谱。

最典型的蓝闪石片岩带。它们是与大洋板块俯冲消减作用有密切成因关系的蓝片岩。

与大洋板块俯冲消减有成因关系的蓝片岩的主要特征有：a. 蓝片岩带宽，可达数百米，高压矿物的种类多；b. 蓝片岩与蛇绿岩共生，且该蛇绿岩具层序性特征，它具大洋壳的地质地球化学特征；c. 蓝片岩为双变质作用带的一个组成部分，须指出的是：在研究蓝片岩带的同时还必须研究高温低压变质带是否存在。再者，在确定双变质作用带时，必须要有同位素年龄资料证实它们是同期变质作用的产物。因为在推覆和仰冲作用下，也能形成蓝片岩带，但不能形成双变质作用带。

二、陕西商南松树沟蓝片岩：C型蓝片岩

所谓C型蓝片岩即该类蓝片岩的形成是与板块碰撞后的仰冲作用有关。

从陕西的丹凤、商南的松树沟到河南西峡县的洋淇沟及其东的柳树庄、信阳南湾一带组成一个长达千余公里的蛇绿岩带^[10,11]，松树沟—洋淇沟出露有东秦岭最大的橄榄岩体，并有低温高压变质带伴生。叶大年等(1979)^[12]在信阳一带首先发现低温高压变质带的特征矿物及岩石——3T型多硅白云母和C类榴辉岩。安三元等(1985)^[13]发现陕西商南松树沟存在有高压环境中所形成的亚蓝闪石、冻蓝闪石及C类榴辉岩。蓝闪石类矿物产于闪岩系中，闪岩系分布于松树沟超镁铁质岩体的两侧，走向约300—315°，露头宽度约200—1000余米，广泛分布于武关河、松树沟、洋淇沟一带。产有蓝闪石类矿物的岩石类型是：含亚蓝闪石斜长角闪岩、含亚蓝闪石眼球状榴闪片岩、含冻蓝闪石的块状榴闪岩与角闪石岩。利用亚蓝闪石、冻蓝闪石中Al^{IV}-Si的关系，求得500MPa左右的压力值^[13]。

商南松树沟一带存在有不完整的蛇绿岩套。其中变质纯橄岩和斜辉辉橄岩与地幔岩具相似的稀土元素地球化学特征(表4, 图3)。紧邻上述超镁铁质岩体两侧的斜长角闪片岩，经岩石学和岩石化学方法研究后，都是正变质岩，而且都落在大洋拉斑玄武岩范围内。上述超镁铁质岩体两侧的斜长角闪片岩，其稀土元素含量和稀土模式如表4、图3，与大洋拉斑玄武岩具相似的稀土模式(平缓、轻稀土不富集)。

从上述资料可见松树沟一带的蛇绿岩是在洋盆环境中形成的。

商南—丹凤断裂以南的秦巴地区发育一系列的呈WNW向延伸、断面近北倾的规模巨大的逆冲系。在志留纪末—泥盆纪初的晚加里东运动，不大的早古生代秦岭洋以仰冲兼右行平移方式关闭，全区先前的拉张深大断裂系以逆掩的方式向南南东方向推覆，商南—丹凤韧性推覆带将不完整的蛇绿岩套推掩仰冲到变质碎屑岩和碳酸岩之上，根据所测得的古构造应力场最大主压力方向结合同构造期前陆海盆展布方位并结合后期块体旋转方向，判定当时的最大主应力方向为NNW

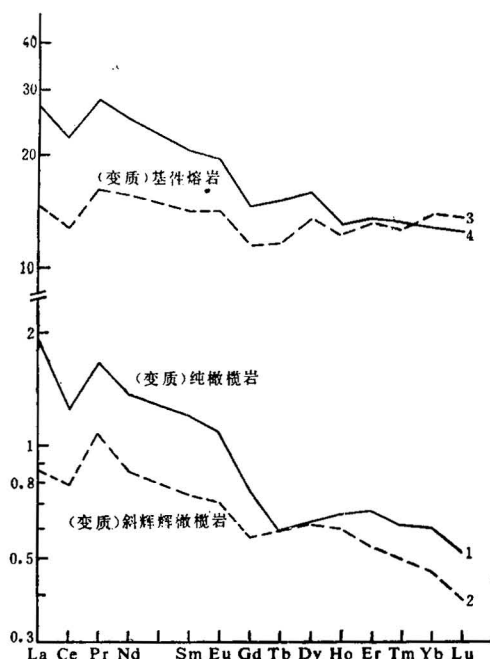


图3 商南松树沟变质超镁铁质岩和变质火山岩的稀土模式

Fig. 3 Chondritic normalized REE pattern of the meta-ultramafites and meta-volcanic rocks in Songshugou, Shangnan

-SSE向。需要指出的是,该区蓝闪石类矿物分布于超镁铁质岩体两侧的斜长角闪岩中,由此亦可推断该区蓝闪石类矿物的形成是伴随本区蛇绿岩仰冲作用过程中的必然产物。

由上述资料可知商南松树沟一带的蓝片岩与蛇绿岩共生,该蛇绿岩的层序性不好,没有同时期所形成的双变质作用带。

在国外,也有很多类似的情况,在意大利南部的卡拉布里亚地区,在某些推覆体的下部也见有蓝片岩,但这些推覆体(迪阿曼特-特腊诺瓦、季米利亚诺)是由蛇绿岩和与蛇绿岩有关的沉积岩组成的^[14]。在希腊褶皱带中,蓝片岩相变质作用的产物主要出现在硅铝层岩系中,该褶皱带逆掩岩系柱状剖面以一个结构复杂的推覆岩系告终,侏罗纪一早白垩世蛇绿岩是这个推覆岩系的重要组成部分。在西班牙安达卢西亚山脉,蓝片岩相变质作用出现在内带,即在安达卢西亚带本身之内,这里可观察到岩石化学性质与碱性大陆玄武岩相符的稀疏变基性岩岩墙,还可观察到更稀疏的构造成因的蛇绿岩透镜体^[14]。很多研究者认为这类蓝片岩的形成是与仰冲作用有关。

综上所述,C型蓝片岩的主要特征有:a.蓝片岩与蛇绿岩共生,但此类蛇绿岩的层序性较差(仰冲之故);b.没有双变质作用带。

三、商南赵川蓝片岩: A型蓝片岩

所谓A型蓝片岩,即蓝片岩的形成是与陆内A型俯冲有关,大型剪切推覆作用是A型蓝片岩的形成条件。

陕西东秦岭商南赵川一带产有蓝片岩,分布于赵川、大苇园、十里坪、石柱河、三官庙等地。赵川一带的蓝片岩主要是沿上震旦统灰岩与耀岭河群中的中、基性火山岩之间的构造接触带分布,接触带岩石挤压破碎,具剪切滑动特征^[15]。

主要矿物组合有镁钠闪石-阳起石-钠长石;镁钠闪石(青铝闪石)-硬绿泥石-绢云母;镁钠闪石-钠长石-多硅白云母^[15]。

主要岩石组合有蓝闪石(类)阳起石绿泥片岩、蓝闪石(类)多硅白云母石英片岩、蓝闪石(类)钠长绿泥片岩和含蓝闪石(类)大理岩等。耀岭河群火山岩岩性为钙碱性的玄武岩、玄武安山岩、安山岩、英安岩等。耀岭河群火山岩中安山岩、英安岩的稀土元素含量及其稀土分配型式如表4、图4,它们的稀土元素含量高,稀土元

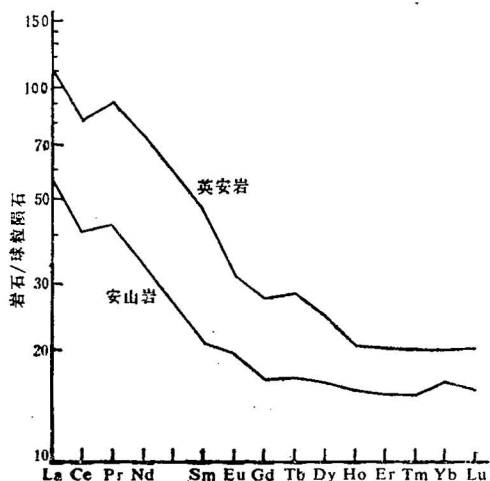


图4 耀岭河群火山熔岩稀土元素分配型式
Fig. 4 Chondritic normalized REE pattern of the volcanic rocks in Yao ling he Group

素分配型式为陡右倾、富轻稀土,不具大洋拉斑玄武岩的稀土元素地球化学特征,其为陆壳拉张环境下所形成的火山岩^①。

印支阶段,在强大的NNE-SSW挤压区域构造应力场作用下,使山阳-榨水和留坝-镇安一带的泥盆纪一中三叠世的海槽以仰冲兼左行平移的方式封闭。山阳-榨水-赵川一带是这次运动表现极强烈的地区,出现了规模巨大的剖面剪切推覆构造,产于赵川一带的蓝片岩与该期大型剪切推覆作用密切相关。在该带,至今尚未发现蛇绿岩,该区内的蓝片岩受壳内断裂带控制。这恰与陕

① 高长林,1989,中国内蒙中部和陕南东部两类古大陆边缘的地球化学研究。中国地质大学(武汉)博士论文(未刊)。

南泥盆纪一中三叠世海槽是早古生代不大的秦岭洋以仰冲兼右行平移的方式关闭时所形成的推掩前陆盆地且这类海槽盆地是在陆壳上形成的大地构造背景相吻合。

在国外，类似例子也很多。如在北高加索、西阿尔卑斯、意大利南部的卡拉布里亚等地^[14]，发现蓝闪石变质作用出现在很多构造推覆体中，在这些蓝片岩带及其周围，都没有蛇绿岩，蓝片岩往往受断裂控制。

综上所述，成因与大型剪切推覆作用有关的蓝片岩（A型蓝片岩）的主要特征有：a. 蓝片岩产于各类正、副变质岩中，明显受断裂带控制；b. 在蓝片岩及其周围没有蛇绿岩，该类蓝片岩产于陆壳岩石中；c. 没有双变质作用带。

结 语

蓝闪石形成机理的实验岩石学研究表明蓝闪石类矿物的形成压力在 500~800MPa，温度在 250—450℃。因此可认为自然界只要存在有形成蓝闪石类矿物的物质基础的情况下，某些地质作用如能产生上述的温度和压力等条件，即可形成蓝闪石类矿物。而在地质历史过程中存在有多种多样的地质作用，因此，蓝片岩的形成不一定都与大洋板块俯冲消减有关。在一定的构造条件下必然产生一定的物理化学条件，也必然产生一定的矿物岩石组合，上述三类构造环境之间也存在

表 5 三类蓝片岩的特征
Table 5 Characteristics of the three blueschists

特 征		蓝 片 岩 类 型		
		B	C	A
标 型 矿 物	种 类	多	较 多	较 少
	蓝 闪 石 类	蓝闪石、青铝闪石	亚蓝闪石、冻蓝闪石、镁钠闪石、青铝闪石	镁钠闪石、青铝闪石、亚蓝闪石
	其它高压型矿物	硬柱石、黑硬绿泥石、多硅白云母、红帘石、迪尔石	多硅白云母	多硅白云母
分 布 特 征	分布范围	宽阔，达数百到数千米	较窄，达数十到数百米	窄
	变 质 相 带	可分出蓝片岩相和绿片岩相，蓝片岩相带宽	蓝片岩相带窄，蓝闪石变质迭加在其它早期的变质岩之上，分布于蛇绿岩的两侧	蓝片岩相带窄，受壳内断裂带控制
产 出 的 岩 石 特 征	岩 石	产于蛇绿岩套中，蛇绿岩的层序性好	产于蛇绿岩及其它岩石中，蛇绿岩的层序性不完整	没有蛇绿岩，蓝片岩产于各类正、副变质岩中
	地质地球化学	蛇绿岩具大洋壳的地质地球化学特征	蛇绿岩不一定具大洋壳的地质地球化学特征	
有无双变质作用带		有	无	无
有无C类榴辉岩		有	有	有或无
压 力 差 异		稍高←—————800—500MPa—————→稍低		
温 度 差 异		略高←—————450—250℃—————→略低		
形 成 机 制		大洋板块俯冲	板块仰冲	陆壳内大型剪切推覆

着一定的物理化学条件的差异,因此,上述三类构造环境下所形成的蓝片岩的规模、矿物组合和岩石组合及地球化学特征之间也必然产生一定的差异。所以,笔者认为建立在各类构造环境下所形成的蓝片岩的矿物和岩石组合及地球化学特征,能进一步确定各类蓝片岩的构造学意义。本文所研究的三类构造环境中蓝片岩特征见表5。

最后,值得注意的是可能还有其它类型的蓝片岩,即还有形成于其它构造环境中的蓝片岩,如大型平移剪切推覆过程中也可形成蓝片岩,发育于安徽省嘉山张八岭群中的蓝片岩即可能如此。

本文写作过程中得到张本仁教授、孙肇才研究员指导和张渝昌研究员阅改文稿,鞠惠如同志清绘图件,一并表示感谢!

参 考 文 献

- [1] 桥本光男, 1985, 日本の藍閃變成帯の2つの型。岩石鉱物鉱床学会志, Vol. 80, No. 3, pp. 113—117。
- [2] 张兆忠、冯锦江, 1986, 中国的蓝片岩和板块构造。岩石学报, 第2卷, 第4期, 第31—40页。
- [3] 胡晓, 1983, 内蒙地槽区的蓝闪片岩及其地质特征。河北地质学院学报, 第1期, 第16—29页。
- [4] 颜竹筠、唐克东, 1984, 内蒙古温都尔庙群高压变质带中几个标型矿物特征。中国地质科学院院报, 第10号, 第79—94页。
- [5] 高延林, 1984, 中国的蓝片岩。中国地质科学院院报, 第10号, 第61—76页。
- [6] Ringwood, A. E., 1975, Composition of petrology of the earth's mantle, McGraw-Hill,
- [7] 赵伦山、张本仁, 1988, 地球化学。第155页, 地质出版社。
- [8] 李春昱、王荃、刘雪亚、汤耀庆, 1984, 亚洲大地构造的演化。中国地质科学院院报, 第10号, 第3—12页。
- [9] 周云生译(都城秋穗著), 1979, 变质作用与变质带。第339—385页, 地质出版社。
- [10] 林潜龙、石铨曾、符光宏, 1985, 河南东秦岭板块构造轮廓与矿产分布初探。中国区域地质, 13辑, 第77—86页。
- [11] 汤耀庆、卢一伦, 1986, 东秦岭蛇绿岩的形成时代和构造环境。成都地质学院学报, 第13卷, 第2期, 第52—65页。
- [12] 叶大年、李达周、董光复、邱秀文, 1980, 华北断块的形成与发展。第122—132页, 科学出版社。
- [13] 安三元、王瑞荣、苏春乾, 1985, 陕西商南秦岭群闪岩系的原岩恢复与多期变质作用。中国区域地质, 13辑, 第159—170页。
- [14] Сомин м. л., 1984, Некоторые аспекты Тектонической обстановки глаукофанового метаморфизма, геотектоника, №. 6, pp. 8—20。
- [15] 许志琴、卢一伦、汤耀庆、张治洮, 1988, 东秦岭复合山链的形成。第101—115页, 中国环境科学出版社。

BLUESCHISTS IN THREE TECTONIC ENVIRONMENTS IN NORTHERN CHINA

Gao Changlin, Ji Rangshou, Qin Deyu and Yin Yong

(Central Laboratory of Petroleum Geology, Ministry of Geology and Mineral Resources, Wuxi)

Abstract

This paper deals with the characteristics of A-, B- and C-type blueschists in three tectonic environments.

1. The origin of blueschist in Ondor Sum, Nei Mongol, is related to the subduction of the Mongolian paleo-oceanic plate. It is classified as B-type blueschist and its main characteristics are as follows:

a) The blueschist belt is wide and there are a great variety of high-pressure minerals in this type of blueschist,

b) The blueschist is associated with ophiolite. The ophiolite exhibits a strata sequence and the geological and geochemical characteristics of oceanic crust.

c) The blueschist belt is a part of the paired metamorphic belts.

2. The origin of blueschist in Songshugou (Shangnan, Shaanxi) is related to the obduction of the plate. It is classified as C-type blueschist and the main characteristics are:

a) The blueschist is associated with ophiolite which has either the geological and geochemical characteristics of oceanic crust or oceanic-continental transitional crust.

b) The blueschist belt is narrow and there are no paired metamorphic belts.

3. The blueschist in Zhaochuan, Shangnan, Shaanxi, is classified as A-type blueschist and the main characteristics are:

a) The blueschist is obviously controlled by fault zones and may occur in various types of ortho- and para-metamorphic rocks.

b) The blueschist is not associated with ophiolite.

c) The blueschist belt is narrow and there are no paired metamorphic belts

作者简介

高长林, 1945年生。1968年毕业于南京大学地球化学专业, 1981年获中国地质大学(北京)地球化学硕士学位, 1988年获中国地质大学(武汉)地球化学博士学位。现任地质矿产部石油地质中心实验室工程师。通讯处: 江苏省无锡市916信箱。