

山东省 TTG 片麻岩—绿岩带 与麻粒岩带*

张自桓

(山东省地质矿产局区域地质调查队)

提要 山东省绿岩带由橄辉科马提岩、 TH_1 拉斑玄武岩、FI 中酸性火山岩和沉积岩组成, 缺少安山质岩石, 镁铁质与长英质火山岩呈二元结构。TTG 片麻岩系高 Al_2O_3 型, 与绿岩带呈侵入接触关系。绿岩带的年龄值介于 2439Ma 与至 2855Ma 之间。TTG 片麻岩的年龄值介于 2462Ma 至 2628Ma 之间。 TH_1 拉斑玄武岩、FI 中酸性火山岩与高 Al_2O_3 型片麻岩有成因联系, TH_1 镁铁质岩石的部分熔融可以是片麻岩岩源的解释。麻粒岩可能是构造带上镁铁质岩浆和长英质岩浆活动的携带物。

TTG 片麻岩—绿岩带, 这个前寒武纪的地质事实已经被接受下来。麻粒岩做为太宙的高级地体探讨过其与 TTG 片麻岩—绿岩带的成因连系。近几年来, 区域地质调查和专题研究提供的情况表明, 山东省存在着 TTG 片麻岩—绿岩带和麻粒岩带, 它们与已经研究过的同类地质体在地层柱、岩石学、地球化学、构造变形、变质作用、同位素年代学以及成矿等方面有一定的相似性。

鲁西 TTG 片麻岩—绿岩带

这一组合的出露面积约 1000km², TTG 片麻岩的面积约是总面积的 80%。绿岩集中分布在蒙山至沂山约 100km 的范围内, 呈北西—南东走向。

绿岩地层柱自下而上为雁翎关组、山草峪组和柳杭组, 合并为泰山群。和绿岩带的一般情况相似, 地层柱表现出由超镁铁质、镁铁质火山岩组合到沉积组合的结构特征。

雁翎关组主要岩性是斜长角闪岩, 夹有变粒岩、浅粒岩、长石石英岩、石英岩、变质砾岩、磁铁角闪石英片岩、石墨云母片岩、阳起透闪片岩和电气石片岩等。斜长角闪岩层在地层柱中的厚度比约 63%。变质砾岩的砾石成分以变粒岩为主, 可以见到斜长角闪岩、黑云斜长片麻岩、花岗岩、长石石英岩和脉石英等; 砾石呈棱角状或浑圆状, 大小悬殊, 含于黑云变粒岩中。黑云变粒岩可以视作砾岩的杂基部分。雁翎关组底部是透闪片岩、阳起透闪片岩和蛇纹滑石片岩。该组可以找到七个镁质片岩层, 从而表现出一定的韵律性。磁铁

* 本文为祝贺曹国权高级工程师从事地质科技事业 54 周年特约稿件。1990 年 3 月收到, 1992 年 11 月改回。

角闪石英片岩见于该组的上部,这是鲁西太古宙的重要含铁层位。

山草峪组的主要岩性是黑云斜长变粒岩,中、上部夹磁铁角闪石英片岩、浅粒岩和角闪片岩、电气石变粒岩,顶部有较多的白云石英片岩、石英片岩和黑云片岩。变粒岩或浅粒岩保留粒序层的迹象。

柳杭组底部是含砾黑云斜长变粒岩;下部以黑云斜长变粒岩为主,夹黑云片岩;中部是斜长角闪岩;上部以黑云斜长变粒岩为主,可以见到变质砾岩或含砾黑云斜长变粒岩的黑云片岩夹层。斜长角闪岩层在地层柱中的厚度比约14%。变质砾岩的砾石成分有奥长花岗岩、斜长角闪岩、脉石英等;砾石透镜状,大小悬殊,有的长径达40cm。变粒岩中见有保留粒序层的迹象。

泰山群的厚度约3500m,超镁铁质岩、镁铁质岩层在地层柱中的厚度比约25%。雁翎关组的厚度约1000m,山草峪组的厚度约2000m,柳杭组的厚度约500m。从地层角度考虑,雁翎关组和柳杭组的厚度不完整,因为前者的底部为侵入接触界面(与TTG片麻岩呈侵入接触关系),后者的顶部为角度不整合接触界面(与古生界为角度不整合接触关系)。

鲁西绿岩带的超镁铁质岩石和镁铁质岩石属于N. Arndt的橄榄质科马提岩和TH₁拉斑玄武岩。超镁铁质岩石的CaO/Al₂O₃>1(表1),镁铁质岩石的MgO<9%。两种岩石的稀土元素总量低,铈异常不明显,球粒陨石模式(图2)。绿岩带的黑云变粒岩相当于FI长英质岩石,Al₂O₃近15%,铈异常不明显,轻稀土富集模式。

斜长角闪岩Sm-Nd等时线年龄值2685Ma。黑云变粒岩U-Pb谐和图年龄值2588Ma,Pb-Pb等时线年龄值2773Ma。

TTG片麻岩的主要矿物是奥长石和石英,次要矿物是黑云母和角闪石,可以见到钾长石;矿物粒度2—5mm,钾长石较大时具似斑状结构,有片麻状构造或片麻状构造不明显;副矿物组合简单,磁铁矿含量高,另有锆石、磷灰石、榍石等。

TTG片麻岩属于高Al₂O₃型,Al₂O₃>15%(表1),铈异常不明显,具轻稀土富集模式(图1),⁸⁷Sr/⁸⁶Sr不高;0.7013—0.7083。

英云闪长岩Pb-Pb等时线年龄值2628Ma。奥长花岗岩Rb-Sr等时线年龄值2413Ma。

TTG片麻岩有做为绿岩带组分的黑云斜长变粒岩和斜长角闪岩捕虏体,片麻岩体的长轴走向、绿岩带的地质走向与区域片麻理走向一致,这些情况说明,岩浆侵位发生在绿岩受到角闪岩相的区域变质作用之后,并在侵位时同样受到北东—南西向的压应力作用。在TTG片麻岩与绿岩带的接触处,看不到热力变质迹象,这可能和岩浆深部侵位有关;这个深度,岩浆与围岩的热力条件比较接近。

泰山群达到角闪岩相的变质程度,典型矿物组合有:普通角闪石+奥长石(+铁铝榴石),奥长石+黑云母+石英(+铁铝榴石)。呈条带状分布的混合岩化系在角闪岩相变质作用之后发生的,其温度稍稍增高。韧性剪切带有两次退变作用,并具温度递降的绿片相矿物组合。

发育强直片理是泰山群较明显的特点。绿岩带片理走向近320°,南西倾,平均倾角65°。绿岩带很少见到多期褶皱叠加的现象,也很少见到流褶皱。

沿着TTG片麻岩—绿岩带的面理走向(北西—南东向)大量发育长几公里至几十公

鲁西 TTG 片麻岩—绿岩成分
(氧化物: % 稀土元素: $\times 10^{-6}$)

	超镁铁岩① (滑石蛇纹岩)	斜长角闪岩②	黑云变粒岩③	英云闪长岩④	奥长花岗岩⑤	花岗闪长岩⑥
SiO ₂	47.93	49.85	68.00	61.52	71.97	64.97
TiO ₂	0.26	0.92	0.41	0.73	0.18	0.41
Al ₂ O ₃	7.55	14.36	14.22	16.48	15.07	15.54
Fe ₂ O ₃	2.16	2.79	3.12	1.83	0.64	2.09
FeO	7.04	9.05	2.61	3.82	1.13	2.62
MnO	0.15	0.22	0.07	0.08	0.03	0.07
MgO	21.17	7.89	1.67	2.80	0.47	1.81
CaO	8.11	9.13	2.61	5.42	1.87	3.6
Na ₂ O	0.40	2.44	3.61	3.63	5.46	4.66
K ₂ O	0.11	0.43	2.08	2.07	2.37	2.88
P ₂ O ₅	0.28		0.10	0.25	0.09	0.21
CO ₂			0.15	0.14	0.27	0.19
H ₂ O ⁺			1.28	1.04	0.45	0.84
La	0.47	3.9	35	33	19.4	34
Ce	1.20	10.3	62	65.8	36.5	74.5
Pr	<0.30	1.7	8	6.5	3.4	7.6
Nd	0.58	9.3	29	29.6	14.1	33.4
Sm	0.27	3.2	6.2	5.5	2.3	8
Eu	0.06	1.2	1.3	1.6	0.62	1.6
Gd	0.28	4.2	3.0	3.9	1.6	4.3
Tb	0.07	0.63	<0.5	0.6	0.28	0.72
Dy	0.27	5.5	2.5	2.9	1.7	3.7
Ho	0.04	1.4	0.63	0.56	0.32	0.85
Er	0.17	3.2	1.6	1.5	0.76	2.3
Tm	<0.03	0.48	0.32	0.23	0.12	0.3
Yb	0.24	2.8	1.3	1.1	0.64	1.6
Lu	<0.1	0.42	0.6	0.18	0.09	0.23
Y	2.05	23	12	12.4	5.6	16.3
ΣREE	4.08	48.28	151.95	152.87	80.84	173.10
La/Yb _(N)	1.29	0.91	17.71	19.74	19.94	13.98
Eu/Eu*	0.66	1.01	0.82	1.01	0.95	0.76

资料来源:1:20万泰安幅、新泰幅区调,泰山群专题研究,鲁西地区太古代绿岩带研究,山东雁翎关地区太古宙镁铁质—超镁铁质岩的岩石成因和变质作用研究。

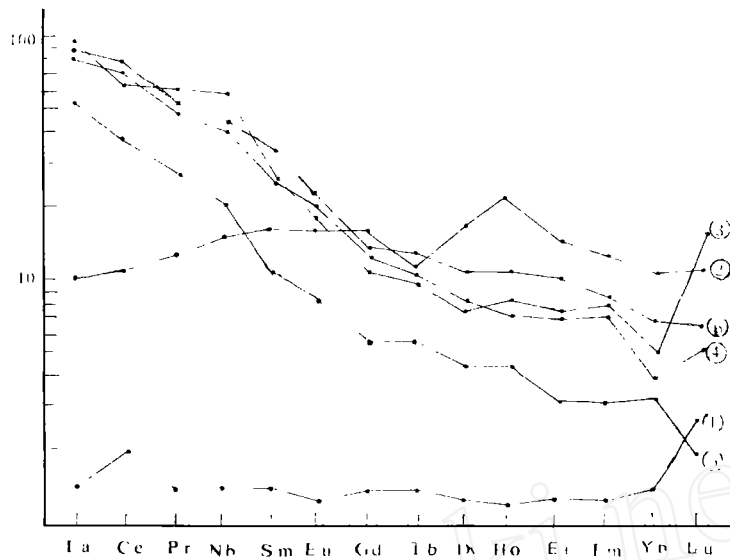


图1 鲁西 TTG 片麻岩—绿岩带稀土元素球粒石标准化图解

- ①超镁铁岩;②斜长角闪岩;③黑云变粒岩;
④英云闪长岩;⑤奥长花岗岩;⑥花岗闪长岩

里、宽几百米至几公里的韧性剪切带。韧性剪切带多具右行走滑性质。多数韧性剪切带形成在 TTG 岩浆侵位之后,但也见到过英云闪长岩穿插韧性剪切带中的绢英片岩。韧性剪切带的形成年代集中在早元古代。存在着糜棱岩、糜棱片麻岩和条带状混合岩等三种形式的韧性剪切带,它们可能是三个不同深度层次的产物。

胶东 TTG 片麻岩—绿岩带

这一组合的出露面积约 3000km²。绿岩带集中分布在唐家庄以北至龙山店以南宽约 100km 的范围内,呈东—西走向。

绿岩带地层柱自下而上为唐家庄组、英庄介组、齐山组、林家寨组,合并为胶东群。

唐家庄组的主要岩性是黑云变粒岩,夹斜长角闪岩、二辉麻粒岩、磁铁二辉或紫苏麻粒岩、石榴二辉麻粒岩。

英庄介组被认为是叠置在唐家庄组之上的地层单元,但未得到这方面的证据,两者为断层分割。该组的主要岩性是黑云斜长变粒岩,夹有黑云斜长片麻岩、斜长角闪岩、透闪阳起片岩和紫苏磁铁石英岩。

齐山组的下部是黑云斜长变粒岩与斜长角闪岩互层,夹滑石片岩,上部以黑云斜长变粒岩为主,夹斜长角闪岩。斜长角闪岩层在地层柱中的厚度比约 30%。齐山组被认为整合于英庄介组之上。

胶东群厚约 7000m,其中超镁铁质岩层、镁铁质岩层在地层柱中的厚度比约 20%。

绿岩带的超镁铁质岩石和镁铁质岩石属于橄榄科马提岩和 TH₁ 型拉斑玄武岩。超镁铁质岩的 $CaO/Al_2O_3 < 1$, $MgO > 20\%$ (表 2)。镁铁质岩石的 $MgO < 9\%$ 。镁铁质岩石的稀土元素总量低, 铈异常不明显, 球粒陨石模式(图 2)。黑云变粒岩相当于 FI 型长英质岩石, $Al_2O_3 > 15\%$, 铈负异常, 轻稀土富集模式。

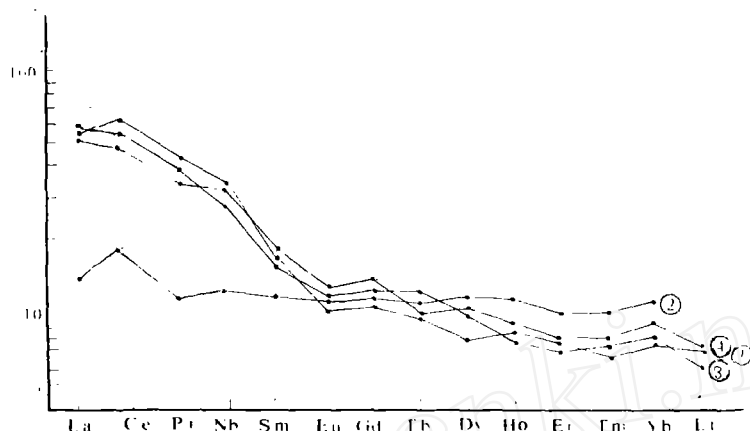


图 2 胶东 TTG 片麻岩—绿岩带稀土元素球粒石标准化图解

①超镁铁岩;②斜长角闪岩;③黑云变粒岩;④英云闪长岩

黑云斜长变粒岩 U—Pb 谐和图年龄值 2858Ma、2818Ma、2665Ma、2625Ma、2439Ma。

TTG 片麻岩的主要矿物是奥长石、石英,次要矿物是黑云母、角闪石;副矿物组合简单,磁铁矿的含量很高,另有锆石、磷灰石和榍石等。片麻岩的 Al_2O_3 近 15% (表 2), K_2O 不高,铈负异常,具轻稀土富集模式(图 2)。奥长花岗岩与英云闪长岩 U—Pb 谐和图年龄值分别是 2831Ma、2663Ma、2462Ma。

TTG 片麻岩与绿岩带为侵入接触关系,在片麻岩中可以见到做为绿岩带组分的黑云斜长变粒岩和斜长角闪岩捕虏体,见到绿岩带被片麻岩穿插的现象,这说明 TTG 岩浆侵位发生在区域变质作用之后。一般说,TTG 片麻岩体的长轴走向与区域片麻理走向一致,TTG 片麻岩的片麻理产状与区域片麻理的产状一致,不过,两者都见到过斜交的情况,这同样提示 TTG 岩浆侵位晚于区域变质作用。

绿岩带受到角闪相高温段的变质作用,典型的矿物组合有:普通角闪石+奥—中长石(+铁铝榴石),奥—中长石+黑云母+石英(+铁铝榴石)。可以识别出两期与韧性剪切带有关的退化变质作用,具绿片岩相矿物组合,并显结晶温度递降趋势。

绿岩带的片理东—西走向,南倾居多,倾角 50°左右。胶东群可以识别出 3 期或 4 期褶皱叠加。

在 TTG 片麻岩—绿岩带中有三期韧性剪切带存在着条带状混合岩韧性剪切带、糜棱片麻岩韧性剪切带、糜棱岩韧性剪切带等三种不同温压条件或深度条件的韧性剪切带。

表2 胶东 TTG 片麻岩—绿岩成分
(氧化物: % 稀土元素: $\times 10^{-6}$)

	超镁铁岩① (蛇纹岩)	斜长角闪岩②	黑云变粒岩③	英云闪长岩④	奥长花岗岩⑤
SiO ₂	41.97	50.24	68.20	64.46	72.04
TiO ₂	0.22	1.06	0.28	0.48	0.19
Al ₂ O ₃	3.77	14.61	15.92	15.55	14.85
Fe ₂ O ₃	5.85	3.76	1.99	1.59	0.81
FeO	2.89	7.98	1.62	3.00	1.40
MnO	0.13	0.21	0.049	0.10	0.04
MgO	32.16	5.65	1.26	2.45	0.51
CaO	2.46	9.19	3.15	4.12	1.34
Na ₂ O	0.28	2.68	4.58	4.18	4.32
K ₂ O	0.05	1.52	1.32	2.16	2.50
P ₂ O ₅	0.03	0.14	0.18	0.21	0.09
CO ₂		1.00			
H ₂ O ⁺	7.12	1.32	1.66	0.82	1.23
La	21.6	5.33	19.57	22.44	
Ce	62.2	16.12	47.77	52.71	
Pr	6	1.53	4.56	4.66	
Nd	22.2	8.46	21.49	20.76	
Sm	4	2.60	4.24	4.13	
Eu	0.83	0.83	0.97	0.84	
Gd	3.6	3.53	4.00	4.02	
Tb	0.55	0.57	0.51	0.58	
Dy	3.3	4.36	3.77	3.59	
Ho	0.66	0.86	0.70	0.70	
Er	2	2.22	1.76	1.60	
Tm	0.29	0.36	0.27	0.24	
Yb	1.8	2.47	1.92	1.67	
Lu	0.28	0.37	0.23	0.22	
Y	19.2			15.69	
ΣREE	136.43	49.61	111.76	118.16	
La/Yb _(N)	7.90	1.42	6.71	8.84	
Eu/Eu*	0.66	0.85	0.72	0.63	

资料来源: 1:20万莱阳幅、潍坊幅区调, 1:5万栖霞幅区调。

流褶皱主要见于条带状混合岩韧性剪切带中。

沂水与胶东麻粒岩带

沂水麻粒岩带的走势尚不清楚,在沂水断裂带内和其西都见到麻粒岩。断裂带内的麻粒岩由超镁铁质岩石、镁铁质岩石和长英质岩石组成。断裂带的麻粒岩组合命名为石山官庄组,斜长角闪岩、变粒岩组合命名为林家官庄组,合并为沂水群。

做为麻粒岩带的主要岩石有暗色二辉麻粒岩、黑云二辉麻粒岩、紫苏斜长角闪岩、紫苏黑云斜长变粒岩,以及各种深成岩:紫苏花岗岩、英云闪长岩、奥长花岗岩、花岗闪长岩、二长花岗岩。

暗色麻粒岩的 $MgO > 30\%$ (表 3)。二辉麻粒岩的稀土元素总量高,铈负异常,具轻稀土富集模式(图 3)。斜长角闪岩的 $MgO < 9\%$,稀土元素总量低,铈正异常,具球粒陨石模式。黑云斜长变粒岩的 Al_2O_3 接近 15%,稀土元素总量不高,铈正异常,具轻稀土富集模式。紫苏花岗岩铈正异常, $Kp/Pl > 1$ 。

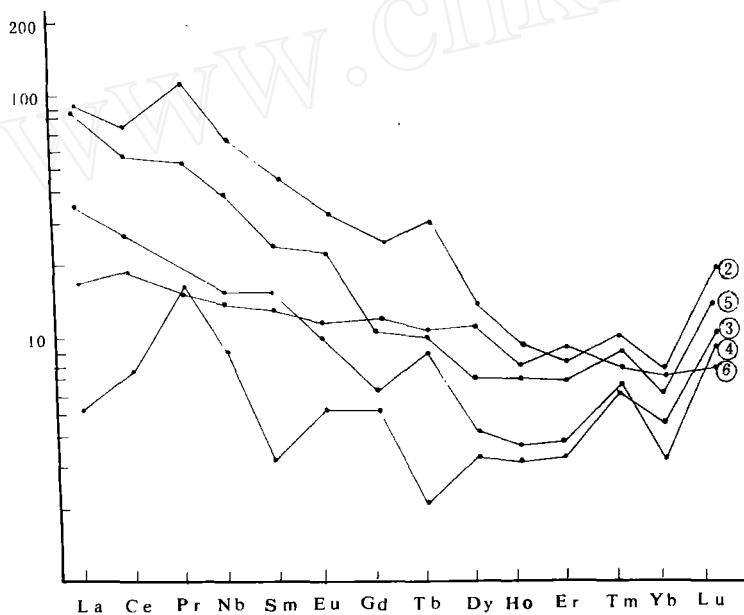


图 3 沂水、胶东麻粒岩稀土元素球粒石标准化图解

②二辉麻粒岩;③斜长角闪岩;④黑云变粒岩;⑤紫苏花岗岩;⑥二辉麻粒岩(胶东)

斜长角闪岩 Sm—Nd 等时线年龄值 2997Ma。紫苏花岗岩 Pb—Pb 等时线年龄值 2706Ma。

麻粒岩的典型矿物组合是紫苏辉石+透辉石+基性奥长石或中长石(+石榴石)。

表3 沂水、胶东麻粒岩成分
(氧化物: % 稀土元素: $\times 10^{-6}$)

	暗色二辉麻粒岩①	二辉麻粒岩②	斜长角闪岩③	黑云变粒岩④	紫苏花岗岩	二辉麻粒岩⑥ (胶东)
SiO ₂	47.70	57.02	50.08	64.20	67.00	47.86
TiO ₂	0.25	0.51	0.78	0.56	0.38	1.84
Al ₂ O ₃	9.41	14.03	15.35	14.84	14.80	5.06
Fe ₂ O ₃	3.25	3.90	2.77	5.19	1.11	14.21
FeO	6.99	5.49	8.92	0.87	3.12	0.327
MnO	0.20	0.16	0.17	0.06	0.05	3.92
MgO	23.06	5.23	7.29	2.10	1.84	8.75
CaO	6.37	6.74	10.18	2.14	2.83	1.92
Na ₂ O	1.48	3.39	2.70	3.95	3.44	0.12
K ₂ O	0.14	1.83	0.80	2.30	4.31	0.38
P ₂ O ₅	0.03	0.27	0.16	0.32	0.16	0.07
CO ₂	0.12	0.10		0.10	0.11	0.48
H ₂ O ⁺	0.7	0.72		2.83	0.78	
La		35	1.9	13	34	6.4
Ce		75.5	8.1	28	56	18
Pr		17.5	2.3	14.6	7.3	2.2
Nd		45.5	2.7	10.7	28	10.2
Sm		9	0.78	3.4	5.2	3
Eu		2.305	0.42	0.88	1.9	1
Gd		6.75	1.4	2.0	3.4	3.8
Tb		1.59	<0.1	0.53	<0.5	0.57
Dy		5	1.08	1.72	2.9	3.7
Ho		0.81	0.25	0.27	0.64	0.7
Er		2.12	0.82	0.79	1.7	2.2
Tm		0.39	0.18	0.19	0.35	0.32
Yb		1.76	1.11	0.74	1.4	1.7
Lu		0.686	0.5	0.39	0.46	0.3
Y		19.5	7.0	6.9		19.2
ΣREE		203.91	21.64	77.21	143.75	51.09
Lu/Yb _(N)		13.08	1.13	11.56	15.98	13.16
Eu/Eu*		0.77	1.23	0.96	1.31	0.91

资料来源: 1: 5万沂水幅、夏蔚幅区调, 1: 20万莱阳幅、潍坊幅区调。

深成岩的片麻理与麻粒岩的片麻理的产状一致,可以见到斜交的情况。麻粒岩为深成岩侵入或做为其包体产出。

在沂水麻粒岩带中同样可以见到沿区域片麻理发育的走滑性质的韧性剪切带。韧性剪切带可分为条带状混合岩型、糜棱片麻岩型和糜棱岩型等三种类型。

胶东麻粒岩带的露头自河头店至唐家庄一段比较连续,该段以西明村、赵戈庄和该段以东唐家泊、桃村也见到过。该带走向呈东—西方向,与区域片麻理走向一致。麻粒岩带的长度可能超过 100km。由于相互平行的北北东向断裂的错动,胶东麻粒岩带在地质图上表现为斜列形式,其总体走向呈北东东。

麻粒岩的典型矿物组合是紫苏辉石+透辉石+中长石(+石榴石)。二辉麻粒岩的 $MgO \approx 9\%$ (表 3), 稀土元素的总量低, 铀异常不明显, 具轻稀土富集模式 (图 3)。用 Pb—Pb 单颗锆石蒸法测得其年龄值 2419Ma。

讨 论

①山东省绿岩带的超镁铁质岩石和镁铁质岩石由地层柱的下部至上部逐渐减少, 地层柱中缺少安山质岩石, 镁铁质岩石和长英质岩石呈双模式结构, 以及沉积组合主要出现在地层柱的上部等, 这些与世界其他地区见到的一般情况比较一致。韵律性和旋回性在地层柱中同样表现得比较明显; 火山岩的成分和喷发相的变化, 沉积岩的成分和结构变化, 以及火山作用和沉积作用交替造成地层柱特有的结构。鲁西绿岩带的砾屑岩石有可能是火山成因, 但其中的石英岩、长石石英岩、硅铁质岩石、石墨质岩石和浊积岩是绿岩带常见的岩石类型。从岩石化学和地球化学特征来看, 山东绿岩带的超镁铁质岩石与橄榄科马提岩相当, 镁铁质岩石与 TH_1 型拉斑玄武岩相当, 长英质岩石与 FI 型中性火山岩相当。已经获得的年龄数据介于 2439Ma 至 2855Ma 之间, 这是多数绿岩带的年龄范围。金矿、铁矿, 以及与伟晶岩有关的非金属矿产同样是山东绿岩带的重要矿产。

②与世界绿岩带的一般情况不同, 山东绿岩带的科马提岩不甚发育, 并缺少沉积成因的砾屑岩石和碳酸盐岩。地层柱中存在碳酸盐岩, 这在同属华北克拉通的五台山和辽北地区都可见到。绿岩带经受了角闪岩相和角闪岩相高温段的变质作用。在韧性剪切带中可以识别出两期显示温度递降的绿片岩相变质作用。绿岩带已经鉴别出叠加的三期或四期褶皱和三期韧性剪切带。普遍存在的条带状混合岩韧性剪切带, 糜棱片麻岩韧性剪切带和糜棱岩韧性剪切带, 可能是三个不同深度或温度层次的产物。由于多期次的强烈的变质变形作用和 TTG 片麻岩的侵位, 绿岩带的地质剖面的完整性受到破坏, 这有别于那些变质变形作用弱的地层剖面比较完整的绿岩带的情况。

③鲁西绿岩带的地层剖面要比胶东绿岩带的完整一些。胶东群无石英岩、长石石英岩、石墨质云母片岩和浊积岩, 说明其地层柱中的沉积组分要比泰山群少。泰山群的电气石变粒岩、电气石片岩胶东群未见到。文中提到的胶东群的厚度 (7000m), 可能由于地层和构造鉴别上的原因而过于夸大, 如唐家庄组和英庄乔组的部分黑云片麻岩可能是深成岩, 分布十分局限的林家寨组与齐山组的地层关系并不明确。无论是泰山群还是胶东群的厚度, 都不是原始意义的地层厚度, 把它看成是经过构造置换后的统计数字更接近真

实情况。比起来,胶东群经受过程度更深的变质作用(属于角闪岩相高温段),并且,其经受的变质变形作用的期次也多些。太古宙的更深的变质作用和期次更多的变质变形作用,以及后来的大规模的构造和酸性岩浆活动,是胶北金矿成矿较鲁西更加优越的明显原因。

④ TTG 片麻岩的主要矿物是奥长石和石英,次要矿物是黑云母和角闪石;其副矿物组合比较简单,磁铁矿含量很高。片麻岩的 $Al_2O_3 \geq 15\%$, $K_2O < 3\%$, Eu 异常不明显,具轻稀土富集模式, $^{87}Sr/^{86}Sr$ 0.7013—0.7038, 这些情况与高铝型 TTG 片麻岩接近。TTG 片麻岩与绿岩带呈侵入接触关系,其侵位时间可能在绿岩带经受顶峰变质作用(角闪岩相变质作用)之后。另外,片麻岩穿插韧性剪切带绢英片岩说明,有的片麻岩体侵位在韧性剪切带形成之后。片麻岩与绿岩带之间见不到接触带中常见的淬火、同化混染、蚀变和热变等现象(一般说,区域变质作用不大可能将其完全抹去),这可能是深部侵位的特点,在那儿,岩浆和围岩的温度条件比较接近。山东省 TTG 片麻岩—绿岩带,其高 Al_2O_3 型片麻岩、 Th_1 镁铁质岩石和 F1 长英质岩石组合,提示了深成岩与绿岩带的成因联系;片麻岩不高的 $^{87}Sr/^{86}Sr$ (0.7013—0.7038) 表明,它可能和 Th_1 镁铁质部分熔融有关。

⑤ 麻粒岩带与 TTG 片麻岩—绿岩带的关系是太古宙研究不断涉及的问题;根据麻粒岩带的岩石组成和变质变形特征,对麻粒岩带提出过中间活动带(片麻岩—绿岩之间)、深部带和不同构造环境成因等多种说法。麻粒岩成带分布,这是研究者共同肯定的事实。从胶东麻粒岩的年龄数据(2419Ma)来看,它仍可视作太古宙的产物。多数麻粒岩都呈透镜状或似层状产出,并且,做为岩体其规模不大。麻粒岩的围岩可以是斜长角闪岩或片麻岩;在进行变质相分析的时候,麻粒岩与围岩的不匹配性是明显的,这和榴辉岩的情况差不多。以上情况说明,麻粒岩的成因和构造岩浆活动有关;这儿要强调的是在构造带上,镁铁质岩浆和长英质岩浆活动时,麻粒岩从深部被携带的看法。

⑥ 牟即断裂带以东,威海、臧家庄和海阳所一线见到的麻粒岩可能和鲁东榴辉岩有成因联系。搜集的资料证实,在鲁东和苏北地区,自北向南发育麻粒岩带、榴辉岩带、白片岩带和蓝片岩带,这四带并存有可能是陆—陆碰撞的最典型的情况。

参 考 文 献

- [1] 白瑾等,1986年,五台山早前寒武纪地质,天津科学技术出版社。
- [2] 张秋生等,1988,辽东半岛早期地壳与矿床,地质出版社。
- [3] 郭林安,1988,河南中部太古代登封花岗岩—绿岩地体中 TTG 片麻岩与绿岩带关系及其地壳演化意义。地质论评,第 34 卷,第 2 期。
- [4] 陈伟邦等,1988,华北某些太古代花岗岩类副矿物的初步研究。地球化学,1988,第 4 期。

TTG GNEISSES—GREENSTONE BELT AND GRANULITE BELT IN SHANDONG

Zhang Zihuan

*(The Regional Geological Survey Brigade, Shandong
Bureau of Geology and Mineral Resources)*

Abstract

The greenstone belt in Shandong province is composed of olivine Komatiite, Th₁ tholeiites, FI intermediate—acidic volcanics and sedimentary rocks, lacking andesitic rocks. The mafic and felsic volcanic rocks show a binary structure. The TTG gneisses which belong to the high—Al₂O₃ type have intrusive contacts with the greenstone belt. The age values of the greenstone belt are between 2439Ma and 2855Ma whereas those of the TTG gneisses are between 2462Ma and 2628Ma. The Th₁ tholeiites, FI intermediate—acidic volcanics and high—Al₂O₃ gneisses have a genetic relationship. The origin of the gneisses can be explained by partial melting of the Th₁ mafic rocks while the granulite(s) may be the product(materials) generated by mafic and felsic magmatic activity along the structural belt(s).