

胶东—苏北—大别山 榴辉岩—石榴石橄榄岩带及其地质意义

韩宗珠

(青岛海洋大学海洋地质系)

从山东东部经鲁南、苏北到大别山地区分布的太古界—早元古界胶东群或大别群角闪岩相变质杂岩中有众多的榴辉岩、石榴石橄榄岩及橄榄岩体出露,有些以单一岩石类型的岩体出现,有些是榴辉岩与石榴石橄榄岩或橄榄岩密切伴生,大多数岩体与围岩呈整合接触,即岩体边界产状与围岩片麻理产状相一致。这条榴辉岩—石榴石橄榄岩带(或称为深成高压变质岩带)延绵一千余公里,宽近百公里,有数千个岩体出露,大者数平方公里,小者长仅数米。这条岩带分三个区集中出露,一是山东东部区,包括山东荣成、威海、文登和乳山;二是鲁南、苏北区,包括山东日照和莒南,江苏东海、新沂和赣榆;三是大别山区,包括安徽岳西和潜山,湖北浠水等地。这条榴辉岩—石榴石橄榄岩带同华北地台与扬子地台之间的一级大地构造单元分界线相平行,两者之间相距仅数十公里(图1),这种现象肯定不会是一种偶然的巧合,而是中国大地构造演化的必然结果。

解放以后,我国广大地质工作者曾对这条岩带上的基性超基性岩体进行过地质普查,并对一些重要岩体如山东日照梭罗树岩体、安徽金寨跋绕寨岩体和碧溪岭岩体等进行了地质填图和研究,发现在这条岩带上的基性超基性岩成矿作用很弱,仅有少数岩体成矿元素局部富集,不能作为矿床开采,七十年代末期终止了这一地区的基性超基性岩的普查工作。

我们将这条带上的基性超基性岩同我国内蒙、新疆和燕山沉降带中含矿的基性超基性岩体相比较可以发现,内蒙、新疆和燕山沉降带中的基性超基性岩体分异作用明显,同一个岩体可划分出许多岩相带,岩石类型复杂,有时岩体周围还发育有砂卡岩带。而胶东—苏北—大别山榴辉岩—石榴石橄榄岩带上的基性超基性岩体分异作

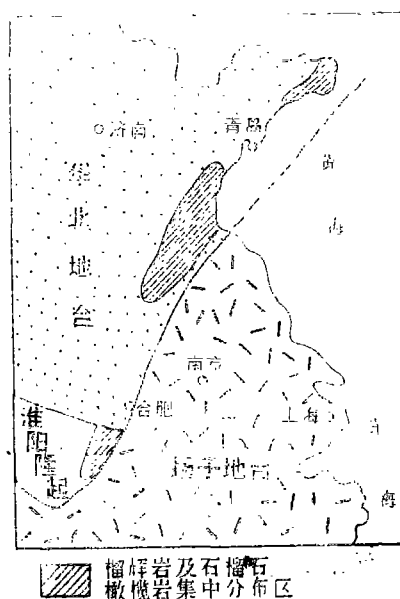


图1 榴辉岩及石榴石橄榄岩集中分布区示意图

用差,绝大多数岩体岩石类型单一,岩体规模小,一般不足一平方公里,只有极少数岩体可分出几个不对称的相带,如山东日照梭罗村岩体、安徽金寨跋绕寨岩体等,岩体规模也较大,有数平方公里,但成矿作用十分微弱。大家知道,铬、铂等矿床的形成与超基性岩浆的早期分异有关,镍、铜等矿床的形成与基性超基性岩浆的晚期分异有关,没有岩浆的分异,就不可能形成矿床,所以在胶东—苏北—大别山榴辉岩—石榴石橄榄岩带上的基性超基性岩中很难找到铬镍铂铜等矿床。那么胶东—苏北—大别山榴辉岩—石榴石橄榄岩带上的基性超基性岩,为什么很少发生分异、大多数岩体由单一类型的岩石所组成呢?

袁荣林^[1]^[2]曾对苏北、鲁南和胶东的榴辉岩和石榴石橄榄岩进行了详细研究,胥怀济等^[3]和应思淮等^[4]对苏北、鲁南的榴辉岩作了岩石学研究,本文作者¹⁾²⁾对大别山地区的榴辉岩和石榴石橄榄岩进行了系统的矿物学、岩石学和地球化学研究,并对山东荣成的榴辉岩和石榴石橄榄岩作了实地考察。

我们选择了大别山地区安徽岳西碧溪岭榴辉岩—石榴石橄榄岩伴生岩体作为重点研究对象,该岩体规模较大,近一个平方公里,露头较好,有新开的公路横切整个岩体,为观察研究提供了极大方便。碧溪岭岩体主体由榴辉岩组成,石榴石橄榄岩呈条带状或透镜状分布于榴辉岩中,两者之间界限清晰。根据榴辉岩的化学组成,可将碧溪岭岩体中的榴辉岩分为三种类型,第一种为富镁的榴辉岩, $MgO > 14\%$, 与科尔曼等^[5]的A类榴辉岩,即地幔来源的榴辉岩相似;第二种为正常的B类榴辉岩,即与产于高级变质杂岩中的榴辉岩相一致;第三种为低镁高铁富钛型, $MgO < 8\%$, $\langle FeO \rangle$ (全铁) $> 10\%$, $TiO_2 > 1\%$, 相当于科尔曼等的C类榴辉岩,即相当于产于高压剪切带蓝闪石片岩相中的榴辉岩。石榴石橄榄岩属钙碱性系列铁质超基性岩。榴辉岩和石榴石橄榄岩均亏损难熔元素,富集易熔元素,其微量元素分析结果见表1,各元素的分析精度均已严格控制允许分析误差之内。

榴辉岩和石榴石橄榄岩的岩石化学分析结果见表2,表中同时列出了山东荣成、日照、莒南,江苏东海的榴辉岩的岩石化学分析结果,以便与大别山地区碧溪岭岩体相比较。

大别山地区碧溪岭岩体中的榴辉岩和石榴石橄榄岩均为轻稀土元素富集型,具正铈异常,从石榴石橄榄岩到榴辉岩,其稀土元素演化符合端利分馏定律,为同一来源的基性超基性岩浆的分异产物经深成变质作用而成。利用Raheim和Green(1974)的石榴石—单斜辉石地质温度计和利用Elliss和Green(1979)的石榴石—单斜辉石地质温度计估算的榴辉岩的成岩温度均为600—800°C;利用O'Neill和wood(1979)的石榴石—橄榄石地质温度计估算的石榴石橄榄岩的成岩温度为600—700°C,两者形成温度相近;利用wood(1974)的石榴石—斜方辉石地压计估算的榴辉岩和石榴石橄榄岩的成岩压力均为20千巴,即两者形成于相似的物理化学环境。

1) 韩宗珠等,安徽岳西碧溪岭榴辉岩及伴生石榴石橄榄岩岩石学和地球化学,待刊。

2) 韩宗珠等,大别山地区榴辉岩及伴生石榴石橄榄岩的矿物化学研究,待刊。

表1 碧溪岭岩体榴辉岩和石榴石橄榄岩微量元素分析结果

岩石类型	样品号	Ti	V	Cr	Mn	Co	Ni	U	Th	Zr	Nb	Ta
榴辉岩	Yxb-1	3942	160	100	2110	50	90	0.51	1.8	42	0.9	0.40
	Yxb-7	20800	301	40	3100	30	—	0.34	0.8	63	0.9	0.12
	Yxb-13	3310	190	170	1200	50	100	0.48	0.6	28	0.9	0.12
	Yxb-19	750	59	270	1460	80	200	0.18	0.5	28	0.9	0.16
	Yxb-20	2310	92	710	1900	120	650	0.08	0.8	21	1.4	0.21
	Yxb-31	4570	133	250	1630	80	200	0.28	2.1	49	0.9	0.08
	Yxb-43	11300	270	30	2500	50	—	0.51	1.5	83	0.7	0.25
石榴石橄榄岩	Yxb-6	2670	117	840	2100	130	1050	0.20	0.4	35	1.4	0.16
	Yxb-34	3350	119	1540	2240	150	1060	0.32	1.1	14	0.9	0.12

单位为ppm;—为未检出含量。

表2 胶东—苏北—大别山榴辉岩及石榴石橄榄岩岩石化学分析结果(%)

产地	胶东(荣成)*		鲁南(日照、莒南) [△]		苏北(东海)*		大别山(岳西)				
样品号	Re-6	Re-7	RS7-66	Jl-1	DH-4	DH-19	Yxb-19	Yxb-13	Yxb-7	Yxb-6	Yxb-34
岩石类型	榴辉岩	榴辉岩	榴辉岩	榴辉岩	榴辉岩	榴辉岩	榴辉岩	榴辉岩	榴辉岩	石榴石橄榄岩	石榴石橄榄岩
SiO ₂	47.35	46.26	53.60	46.34	47.97	39.09	45.85	49.86	45.75	40.01	40.38
TiO ₂	0.08	0.17	0.74	0.24	0.44	1.47	0.27	0.38	2.74	0.94	0.80
Al ₂ O ₃	15.52	13.28	12.39	13.04	17.63	13.61	19.12	18.15	16.13	6.74	7.38
Fe ₂ O ₃	1.69	6.74	6.25	5.29	1.96	10.00	0.77	0.88	1.70	4.11	3.70
FeO	4.18	7.16	5.27	6.09	11.57	13.71	6.95	4.99	13.44	9.20	9.30
MnO	0.18	0.24	0.12	0.12	0.32	0.15	0.21	0.18	0.38	0.25	0.29
MgO	10.05	12.40	9.39	13.42	6.72	6.63	14.81	8.76	6.73	29.69	29.71
CaO	18.96	10.80	11.05	13.07	8.94	11.60	9.56	14.12	9.31	4.88	4.84
Na ₂ O	0.94	2.33	1.42	-2.16	2.06	2.81	1.97	1.99	2.34	0.67	0.60
K ₂ O	0.11	0.13	0.10	0.28	0.16	0.02	0.06	0.30	0.05	0.03	0.03
P ₂ O ₅	0.31	0.19	0.01	0.00	0.60	0.05	0.00	0.00	0.19	0.00	0.01
H ₂ O ⁺	0.31	0.28	0.35	0.26	0.63	0.20	0.46	0.32	0.43	2.75	2.17
H ₂ O ⁻	0.20	0.33	0.07	0.03	0.62	0.21	0.13	0.11	0.39	0.62	0.58
Total	99.88	100.36	100.76	100.34	99.62	99.64	99.56	100.04	99.58	99.87	99.79

* 袁荣林未刊资料;

△ 胥怀济等(1974)资料。

表3中列出了作者在核工业部北京第三研究所完成的榴辉岩和石榴石橄榄岩的铷同位素分析结果。由于榴辉岩和石榴石橄榄岩样品中Rb含量为零, Sr含量较高, 故 Sr^{87}/Sr^{86} 值可以被认为是初始值。从表3中可以看出, 榴辉岩和石榴石橄榄岩均具有较高的铷同位素比值, 并非简单的地幔或地壳来源。

表3 碧溪岭岩体榴辉岩和石榴石橄榄岩的铷同位素分析结果

岩石类型	样品号	Rb (ppm)	Sr (ppm)	(Sr^{87}/Sr^{86}) (原子比)
榴辉岩	Yxb-7	0.0	330	0.7043
	Yxb-19	0.0	130	0.7047
	Yxb-43	0.0	17	0.7057
石榴石橄榄岩	Yxb-6	0.0	95	0.7088
	Yxb-34	0.0	101	0.7095

根据以上岩石学、矿物学和地球化学特点, 推测这类榴辉岩和石榴石橄榄岩伴生岩体可能为地球演化早期在“均质”地球表面形成的基性超基性岩外壳, 即相当于上壳岩。后来地球演化出地壳, 位于地壳之下, 上地幔之上的这一基性超基性岩“外壳”发生深成变质作用, 分别形成了伴生的榴辉岩和石榴石橄榄岩。

在胶东(山东荣成大疃迟北店)和苏北(江苏东海蒋庄)都已发现这类伴生岩体, 其岩石学和地球化学特征均与大别山地区相似, 榴辉岩多为B类榴辉岩, 兼有A类榴辉岩^[6]。

胶东—苏北—大别山榴辉岩—石榴石橄榄岩是如何形成的, 位于莫霍面附近的榴辉岩、石榴石橄榄岩和橄榄岩又是如何运移到地表的呢? 徐树桐等^[7]通过对大别山地区早前寒武纪变质杂岩的构造分析, 提出了在早元古代末期和中、晚元古代大别山地区曾发生两次向南仰冲的大型滑动构造, 徐氏的这一结论可以比较圆满地解释大别山地区榴辉岩和石榴石橄榄岩的运移是由于早元古代末期的大型逆冲滑动构造造成的。那么胶东和苏北等地的榴辉岩和石榴石橄榄岩又是怎样运移到地表的呢? 我们认为在早元古代末期在苏北和胶东都有一次与大别山地区相类似的大型逆冲滑动构造, 这一榴辉岩—石榴石橄榄岩带基本上代表着这次北东向大型滑动构造的前缘。

伴随这次向南仰冲的大型滑动构造, 以及后来的同类构造运动, 除榴辉岩以及它们的伴生岩体之外, 尚有大量的橄榄岩、辉橄岩、辉石岩和辉长岩等基性超基性岩, 它们作为地幔物质的碎块被带到地表, 呈整合接触分布于片麻岩之中, 普遍遭受强应力挤压, 形成条带状构造和片麻状构造, 分异作用不明显, 岩石类型单一, 在岩体边界无热接触变质带, 因此在这条带上的基性超基性岩很难成矿。

胶东—苏北—大别山榴辉岩—石榴石橄榄岩带的存在决不是偶然的。为什么我国其它高级变质区如冀东、辽东和山西等地都没有榴辉岩和石榴石橄榄岩分布? 为什么这一

榴辉岩—石榴石橄榄岩带同华北地台与扬子地台之间的一级大地构造单元分界线相平行，且两者相距仅数十公里？为什么这条带上的基性超基性岩很少成矿？这些问题都有待于我们进一步工作之后，才能更客观地揭示出其根本原因。

致谢：本文参阅了导师袁荣林教授的未刊资料；张保民教授审阅全文，并提出许多修改意见；工作中得到中国科学院地球化学研究所江成忠、曾世光，中国原子能科学研究院倪帮发，核工业部北京三所郭虹，湖南省矿产测试利用研究所盛兴土等同志大力协助；黄际遂老师协助清绘图件；作者在此深表谢忱！

参 考 文 献

- [1] 袁荣林, 1993, 鲁南苏北榴辉岩类岩石的研究, 中国科学院地球化学研究所年报(1982—1983), 136—136, 贵州人民出版社.
- [2] 袁荣林, 1988, 苏北及安徽大别山石榴石橄榄岩及榴辉岩中的石榴石及单斜辉石, 中国科学院地球化学研究所年报(1986), 277—278, 贵州人民出版社.
- [3] 胥怀济等, 1979, 莒南日照地区的深源榴辉岩, 地震地质, 1(2), 57—66.
- [4] 应思淮等, 1981, 江苏红土山青龙山榴辉岩的变质作用和成因问题, 地震地质, 3(4), 17—32.
- [5] Coleman, R. G. et al., 1965, Eclogites and eclogites, Their differences and similarities, Geological Society of American Bull., Vol. 76, 483—508.
- [6] 韩宗珠, 1987, 中国榴辉岩类岩石的研究现状, 地质科技通报, 第四期, 31—33.
- [7] 徐树桐等, 1984, 大别山东段(安徽)大别杂岩中的断层构造岩和推覆构造, 科学通报, 298—301.

THE ECLOGITE—GARNET PERIDOTITE ZONE IN
THE JIAODONG—SUBEI—DABIESHAN REGION
AND ITS GEOLOGICAL SIGNIFICANCE

Han Zongzhu

(Department of Marine Geology, Qingdao Oceanic University)

Abstract

In this paper the author defined and described the eclogite—garnet peridotite zone in the Jiaodong (Eastern Shandong Province)—Subei(Northern Jiangsu Province)—Dabieshan region, and presented briefly the results of the petrological and geochemical study on the eclogite and garnet peridotite in the Dabieshan mountain area. A comparison of the basic and ultrabasic rocks in this zone with those in Xinjiang Inner Mongolia and Yanshan Depression areas was made and finally, the genesis of this eclogite—garnet peridotite zone and its geological significance was proposed.