

“三江”哀牢山带蛇绿岩特征研究*

沈上越 魏启荣 程惠兰 莫宣学

(中国地质大学, 武汉 430074)

主题词 “三江” 哀牢山带 蛇绿岩

提 要 哀牢山带蛇绿岩由变质橄榄岩、堆晶杂岩和基性熔岩组成。其中二辉橄榄岩近似原始地幔岩,方辉橄榄岩为残留地幔岩。辉长岩-辉绿岩-辉石玄武岩系列及辉石岩-辉长闪长岩-钠长玄武岩-苦橄玄武岩系列分别为原始二辉橄榄岩经部分熔融产生的拉斑玄武岩浆及苦橄玄武岩浆结晶或结晶分异演化而成;前者具有洋脊玄武岩特征,后者具有准洋脊玄武岩特征,它们形成于大洋中脊环境。其形成时代不晚于早石炭世(C_1),侵位在晚三叠世一碗水组(T_{3y})之前。

“三江”(怒江、澜沧江、金沙江)地区云南哀牢山带蛇绿岩位于横断山脉南缘,是世界著名的构造岩浆带之一。自1981年段新华等^[1]报导该带存在此蛇绿岩以来,不少学者在此做过卓有成效的研究^[2-11],提出过不同的见解;但他们的工作主要集中在新平双沟一带,而对全区的蛇绿岩尚缺乏系统研究。笔者*^[12]“八五”期间对该蛇绿岩带进行了深入细致的研究;现对该带蛇绿岩的特征论述如下。

1 地质概述

哀牢山蛇绿岩带位于哀牢山断裂与墨江-藤条河断裂之间的浅变质带内,东临扬子地块,西靠太忠-李仙江弧火山岩带(图1)。蛇绿岩呈“构造岩片”产出,其中以双沟地段的蛇绿岩层序保存较为完好,典型的剖面如图2所示。

在该剖面中,蛇绿岩出露单元有:变质橄榄岩(包括二辉橄榄岩和方辉橄榄岩)、堆晶杂岩(仅有辉绿岩)、基性熔岩(钠长玄武岩)及含放射虫硅质岩单元。此外,各组成单元中的岩石分别在徐家坝、浪泥塘、老王寨、金山丫口、白腊度、平掌、帽盒山、向阳山、双沟、金厂、底码、大坪、老金山、老猛等地均有出露。

根据若干剖面图及部分地段填图,哀牢山地区蛇绿岩的各组成单元由下往上依次是:变质橄榄岩(二辉橄榄岩、方辉橄榄岩)、堆晶杂岩(辉石岩、辉长岩、辉长闪长岩、辉绿岩等)、基性熔岩(钠长玄武岩、苦橄玄武岩和辉石玄武岩等)及含放射虫硅质岩单元。放射虫鉴定其

*本文为“八五”地质矿产部找矿科技攻关项目(课题编号:85-01-003-08),并得到国家自然科学基金(49772122)的资助。

第一作者简介 沈上越,男,1941年生。教授,岩石学与材料学专业。

本文于1997年9月收到,1997年10月改回。

*莫宣学、沈上越等,1995,“三江”地区火山岩蛇绿岩与成矿关系若干关键问题的研究,地质矿产部“八五”找矿科技攻关项目课题报告,中国地质大学。

时代为早石炭世(C₁, 此轮新发现), 恢复后的蛇绿岩柱状剖面与纽芬兰岛弯的剖面较为相似*, 但层状辉长岩及辉绿岩墙不典型。

2 蛇绿岩特征

2.1 岩相学特征

变质橄榄岩: 本区变质橄榄岩由二辉橄榄岩和方辉橄榄岩组成。二辉橄榄岩由橄榄石、斜方辉石、单斜辉石及少量的液滴状熔融物组成; 具典型的熔融结构和块状构造; 液滴状熔融物中见有单斜辉石、斜长石、尖晶石、蛇纹石、绿泥石、钙铝榴石、水钙铝榴石及玻璃质等。方辉橄榄岩由蚀变橄榄石、蛇纹石化斜方辉石组成, 含有微量的尖晶石和不透明矿物, 变余残留结构、膝折结构及片状构造。

堆晶杂岩: 本区的堆晶杂岩有辉石岩、辉长岩、辉长闪长岩、辉绿岩等。辉石岩由斜方辉石、金云母组成, 见有微量的橄榄石、钛铁矿及磁铁矿, 较自形的镶嵌结构; 斜方辉石强烈的蛇纹石化后构成希列构造。辉长岩由纤闪石化辉石和钠黝帘石化斜长石组成, 含有少量的后期蚀变的黝帘石、纤闪石细脉, 半自形粒状结构。辉长闪长岩由纤闪石化角闪石和绢云母化斜长石组成, 含微量蚀变绢云母、石英等。辉绿岩由长条状斜长石和粒状单斜辉石、普通角闪石及粒状钛铁矿组成, 辉绿结构, 局部含长结构。

基性熔岩: 该套熔岩化学成分投在 TAS 图内, 主要为玄武岩。根据火山岩命名原则^[13], 该套熔岩的主要岩石类型为辉石玄武岩、钠长玄武岩(含玄武安山岩)、苦橄玄武岩及由钠长玄武岩变质而来的变质玄武岩(残留火山结构, 片状构造)。辉石玄武岩由个别的斑晶和大量的基质组成斑状结构, 斑晶为单斜辉石; 基质为间隐间粒结构, 由微晶斜长石、单斜辉石及隐晶质矿物组成。钠长玄武岩由斑晶(20%—25%)和基质(75%—80%)组成, 典型的斑状结构, 基质为间隐结构; 局部地方的岩石为球颗结构(即球粒玄武岩), 斜长石强烈钠化蚀变成钠长石。苦橄玄武岩为蚀变残留间隐结构及杏仁构造, 岩石中隐约可见长条状斜长石组成格架, 其间为玻璃质所充填, 气孔中被绿泥石和微量硅质所充填。

基性熔岩: 该套熔岩化学成分投在 TAS 图内, 主要为玄武岩。根据火山岩命名原则^[13], 该套熔岩的主要岩石类型为辉石玄武岩、钠长玄武岩(含玄武安山岩)、苦橄玄武岩及由钠长玄武岩变质而来的变质玄武岩(残留火山结构, 片状构造)。辉石玄武岩由个别的斑晶和大量的基质组成斑状结构, 斑晶为单斜辉石; 基质为间隐间粒结构, 由微晶斜长石、单斜辉石及隐晶质矿物组成。钠长玄武岩由斑晶(20%—25%)和基质(75%—80%)组成, 典型的斑状结构, 基质为间隐结构; 局部地方的岩石为球颗结构(即球粒玄武岩), 斜长石强烈钠化蚀变成钠长石。苦橄玄武岩为蚀变残留间隐结构及杏仁构造, 岩石中隐约可见长条状斜长石组成格架, 其间为玻璃质所充填, 气孔中被绿泥石和微量硅质所充填。

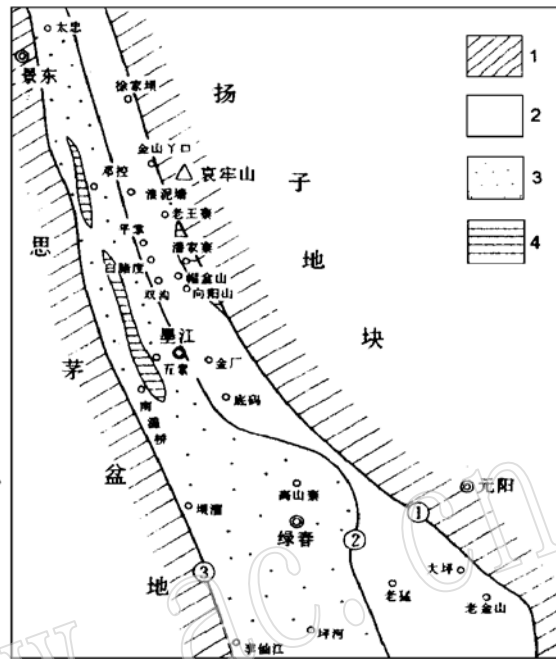


图1 哀牢山-李仙江带构造岩浆格局略图

Fig. 1 Diagrammatic geological map showing tectonomagmatic framework of Ailaoshan-Lixianjiang zone

1—陆块; 2—洋脊-准洋脊蛇绿岩带; 3—弧火山岩带;
4—大陆裂谷火山带

①哀牢山断裂; ②墨江-滕条河断裂; ③李仙江断裂

* 莫宣学、沈上越等, 1995, “三江”地区火山岩蛇绿岩与成矿关系若干关键问题的研究, 地质矿产部“八五”找矿科研攻关项目课题报告, 中国地质大学。

2.2 岩石化学

变质橄榄岩: 其化学成分列于表 1, 从表中看, 二辉橄榄岩 MgO 和 Mg' 值较方辉橄榄岩低, 平均 38.24% 和 0.89, 而 CaO(平均 2.54%)、Al₂O₃(平均 4.17%)、TiO₂(平均 0.17%) 相对较高, 与大洋中脊二辉橄榄岩相似(张旗等, 1992), 接近原始地幔二辉橄榄岩的平均成分。方辉橄榄岩 MgO 和 Mg' 值较高, 平均 41.56% 和 0.90, CaO(平均 0.41%)、Al₂O₃(平均 1.92%)、TiO₂(平均 0.08%) 较低, 接近强烈亏损的方辉橄榄岩(张旗等, 1992), 类似亏损的地幔岩。

表 1 哀牢山带蛇绿岩岩石化学成分平均含量表

Table 1 Chemical composition of ophiolite in Ailaoshan belt

序号	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Mg'
1(2)	45.44	0.17	4.17	1.71	7.01	0.13	38.24	2.54	0.10	0.01	0.02	0.89
2(7)	46.29	0.08	1.92	1.79	7.04	0.11	41.56	0.41	0.26	0.06	0.04	0.90
3(1)	51.23	1.24	15.89	1.99	6.40	0.15	9.27	10.67	2.91	0.08	0.17	0.68
4(1)	49.25	1.54	16.16	2.88	1.89	0.19	8.34	9.89	3.09	0.63	0.13	0.77
5(4)	51.12	1.31	15.78	2.11	8.03	0.17	8.09	9.20	3.79	0.19	0.14	0.66
6(1)	42.76	1.87	10.88	2.42	8.12	0.16	32.00	0.21	0.95	0.56	0.07	0.88
7(1)	50.00	0.76	19.90	2.38	4.97	0.15	7.71	9.22	1.84	2.75	0.24	0.66
8(12)	51.53	1.53	19.00	2.60	8.16	0.20	7.20	4.85	3.31	1.13	0.21	0.57
9(1)	42.22	2.10	21.12	2.78	8.90	0.20	19.04	1.74	1.09	0.56	0.26	0.75

分析单位: 湖北省地矿局中心实验室; () 内数字为样品个数。

1—二辉橄榄岩(双沟); 2—方辉橄榄岩(浪泥塘、老王寨、金山丫口、双沟、金厂); 3—辉长岩(白腊度); 4—辉绿岩(双沟); 5—辉石玄武岩(浪泥塘、老王寨、平掌); 6—辉石岩(老王寨); 7—辉长闪长岩(大坪); 8—钠长玄武岩(老王寨、金山丫口、帽盒山、老金山、大坪、老猛); 9—苦橄玄武岩(帽盒山)。

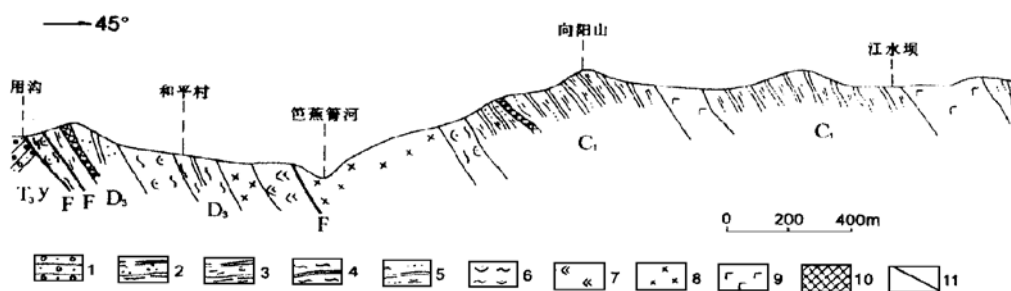


图 2 新平县川沟—向阳山蛇绿岩剖面

Fig. 2 Chuangou—Xiangyangshan ophiolite section of Xiping County

1—砂岩、砾岩; 2—变石英杂砂岩; 3—含放射虫硅质绢云板岩; 4—绢云板岩; 5—绢英岩化板岩;
6—方辉橄榄岩; 7—二辉橄榄岩; 8—辉绿岩; 9—钠长玄武岩; 10—金矿体; 11—断层

堆晶杂岩: 由表 1 可见, 堆晶杂岩中的辉石岩与变质橄榄岩相比, MgO(32.00%) 和 Mg' (0.88) 较低, Al₂O₃(10.88%)、TiO₂(1.87%)、K₂O(0.15%) 更高, m/f= 5.48, 为铁质超基性岩。堆晶杂岩中的辉长岩、辉绿岩的特征与下述辉石玄武岩特征相似; 堆晶杂岩中的辉长闪长岩与下述钠长玄武岩特征相似。

基性熔岩: 辉石玄武岩通过岩石化学成分及残留辉石的化学成分进行判别(魏启荣等, 1995) 为亚碱性拉斑系列, 其化学成分与洋脊拉斑玄武岩的平均成分非常接近^[14], 只是 SiO_2 (51.12%)、 Na_2O (3.79%)、 K_2O (0.19%, 仍为低钾型) 稍高一些, CaO (9.20%) 稍低; 化学成分投入 AFM、 $\text{MgO}-\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{FeO}^*/\text{MgO}-\text{TiO}_2$ 、 $\text{TiO}_2-\text{P}_2\text{O}_5$ 及 ATK 图, 几乎全部落在洋脊玄武岩区。钠长玄武岩与苦橄玄武岩通过岩石化学成分及微量元素投图(魏启荣等, 1995), 为亚碱性拉斑系列; 其化学成分与洋脊拉斑玄武岩的平均成分相比, Al_2O_3 (19.00%—21.12%)、 K_2O (0.56%—1.31%) 较高, 而 CaO (1.75%—4.85%) 较低, 与准洋脊玄武岩相似(沈上越等, 1994); 化学成分投入 AFM、 $\text{MgO}-\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{FeO}^*/\text{MgO}-\text{TiO}_2$ 、 $\text{TiO}_2-\text{P}_2\text{O}_5$ 和 ATK 图中, 绝大部分落于洋脊玄武岩区或靠近洋脊玄武岩区*。

2.3 稀土元素和微量元素地球化学特征

蛇绿岩的稀土元素及微量元素丰度分别列于表 2 和表 3。其稀土配分模式及微量元素配分模式如图 3 及图 4。

表 2 哀牢山带蛇绿岩稀土元素丰度 (10^{-6})

Table 2 REE abundances of ophiolite in Ailaoshan belt

序号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	ΣREE
1(2)	0.53	1.43	0.21	0.84	0.32	0.118	0.435	0.100	0.574	0.137	0.385	0.070	0.371	0.064	2.94	8.50
2(6)	0.85	1.82	0.21	0.71	0.19	0.072	0.172	0.033	0.157	0.032	0.099	0.014	0.082	0.014	0.83	5.27
3(1)	2.29	7.71	1.39	7.49	2.33	0.879	3.57	0.696	4.33	0.903	2.53	0.378	2.31	0.349	23.70	60.31
4(1)	5.12	13.65	2.61	14.21	4.54	1.729	5.933	1.093	7.592	1.522	4.479	0.639	3.885	0.535	42.35	109.90
5(4)	3.54	9.95	1.63	8.42	2.64	1.018	3.600	0.678	4.766	1.000	2.900	0.434	2.781	0.412	26.67	70.44
6(1)	4.86	15.59	2.64	14.80	4.30	0.579	4.704	0.811	4.733	0.828	2.100	0.300	1.550	0.220	20.50	78.53
7(2)	12.33	29.90	3.64	13.69	2.69	0.810	2.31	0.351	1.92	0.361	0.98	0.157	0.86	0.131	9.10	76.20
8(9)	11.89	23.44	3.51	15.64	4.03	1.637	4.694	0.848	5.15	1.060	2.935	0.454	2.665	0.402	27.27	107.49
9(1)	12.64	30.07	4.17	17.70	4.54	1.317	4.696	0.794	5.193	1.052	2.944	0.435	2.673	0.391	27.70	116.31

说明同表 1。

表 3 哀牢山带蛇绿岩微量元素丰度 (10^{-6})

Table 3 Trace element abundances of ophiolite in Ailaoshan belt

序号	Rb	Sr	Ba	U	Nb	Ta	Zr	Hf	Sc	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn
1(2)	1.8	7.0	20	0.89	2.0	0.20	25	0.86	12.4	67	2035	76	1877	21	33
2(6)	1.9	5.3	27	1.06	1.0	0.22	18	0.87	9.01	46	2658	95	2352	30	69
3(1)	1.5	149	23	0.41	4.2	0.54	52	1.25	39.4	213	479	38.6	86	135	43
4(1)	9.1	216.6	39	0.98	5.4	0.29	109	3.07	35.0	276	283	32	164	35	73
5(4)	1.7	142.0	53	2.05	4.8	0.76	95	2.49	39.1	302	255	38	77	78	90
6(1)	13.7	14.9	198	1.61	6.7	0.20	162	4.7	29.9	109	680	33	452	18	57
7(1)	87.4	512	809	0.42	5.4	1.74	61	1.85	23.5	124	27	30.3	113	105	91
8(9)	47.0	205	117	1.52	11.2	0.84	140	3.73	29.7	253	268	40.9	96	130	159
9(1)	9.3	98.3	88	2.03	9.9	0.73	182	4.59	36.4	268	274	24	48	230	473

说明同表 1。

* 莫宣学、沈上越等, 1995, “三江”地区火山岩蛇绿岩与成矿关系若干关键问题的研究, 地质矿产部“八五”找矿科技攻关项目课题报告, 中国地质大学。

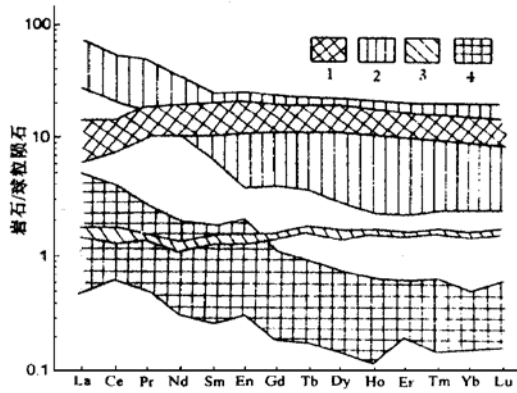


图 3 哀牢山带蛇绿岩稀土元素配分模式
Fig. 3 Chondrite-normalized REE patterns of ophiolite in Ailaoshan belt

1—辉长岩-辉绿岩-辉石玄武岩系列; 2—辉石岩-辉长闪长岩-钠长玄武岩-苦橄玄武岩系列; 3—二辉橄榄岩; 4—方辉橄榄岩

岩-辉石玄武岩系列为代表, 稀土元素配分模式总趋势为轻稀土元素略亏损的平坦型, 与洋脊玄武岩类似(沈上越等, 1994); 另一类以辉石岩-辉长闪长岩-钠长玄武岩-苦橄玄武岩系列为代表, 稀土元素总量较前者高, 稀土元素配分的总的趋势是呈轻稀土元素右倾斜型, 与准洋脊玄武岩类似(沈上越等, 1994); 其中辉石岩有明显的负铕异常($\delta Eu 0.4$), 而钠长玄武岩却有明显的正铕异常($\delta Eu 1.27$), 表明该岩石系列发生过明显的结晶分异作用。

2.3.2 微量元素特征

从表 3 及图 4 看出, 变质橄榄岩单元其大离子亲石元素 K、Rb、Sr、Ba 的丰度普遍较低, 不活动元素 Nb、Ta、Zr、Hf 的丰度亦较低, 而放射性生热元素 U、Th 丰度较高; 此外, 方辉橄榄岩较之二辉橄榄岩更富集 Cr、Ni 元素, 贫不相容元素。堆晶杂岩及基性熔岩单元: 从图 4 显示, 辉长岩-辉绿岩-辉石玄武岩系列其模式基本近平坦型, 与洋脊玄武岩特征类似(沈上越等, 1994); 而辉石岩-辉长闪长岩-钠长玄武岩-苦橄玄武岩系列, 其模式为大离子亲石元素(Rb、Sr、K、Ba)上隆的近似平坦型, 略具有大陆玄武岩特征, 与准洋脊玄武岩特征类似(沈上越等, 1994)。将二个系列岩石中的有关 V、Ti、Zr 分别投入 V-Ti 与 Zr-Ti 图, 几乎全落入或十分靠近洋脊玄武岩和洋

2.3.1 稀土元素特征

变质橄榄岩单元: 由表 2 及图 3 变质橄榄岩的稀土元素特点可明显将其分为两类: 一类以典型二辉橄榄岩为代表, 其稀土元素特点是 ΣREE 相对方辉橄榄岩较高, 是球粒陨石的 1.5—2 倍, 变化范围较小, $\Sigma REE = 5.57 \times 10^{-6}$, 轻重稀土分馏不明显, $La_N/Yb_N = 0.94$, 配分模式近平坦型, 为国内外所罕见^[15], 显示了一种原始地幔岩的特征。另一类以方辉橄榄岩为代表, 其稀土特点是 ΣREE 相对较低, 平均 $\Sigma REE = 4.44 \times 10^{-6}$, 但变化范围较大, 轻重稀土分馏明显, $La_N/Yb_N = 8.15$, 配分模式总趋势是呈右倾斜斜式, 反映了一种残留地幔岩的特点。

堆晶杂岩及基性熔岩: 由表 2 及图 3 可知, 该二单元的稀土元素变化较大, 稀土元素配分特点可分为二类, 一类以辉长岩-辉绿

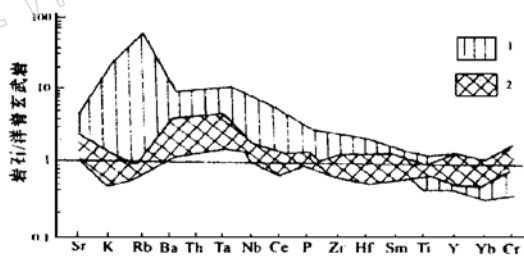


图 4 哀牢山带蛇绿岩微量元素配分模式
Fig. 4 Trace element partitioning patterns of ophiolite in Ailaoshan belt

1、2 说明同图 3。

底玄武岩区*。

2.4 蛇绿岩成因分析

2.4.1 原始岩浆的判别

根据判别原始岩浆的标准(M 值 68—72 之间, Cr 380×10^{-6} , Co 27—80 $\times 10^{-6}$, Sc 15—28 $\times 10^{-6}$, 固结指数 SI 为 40 或更大), 本区辉石玄武岩 M 67.85, Cr 346×10^{-6} , Co 28×10^{-6} , Sc 38.3×10^{-6} , SI 40; 苦橄玄武岩 M 79.23, Cr 274×10^{-6} , Co 24×10^{-6} , Sc 29.3×10^{-6} , SI 58.82; 与判别标准比较, 其中辉石玄武岩为原始岩浆, 而苦橄玄武岩非常接近原始岩浆; 结合前述岩相学研究表明, 该区存在着二种原始岩浆——拉斑玄武岩浆和苦橄玄武岩浆。

2.4.2 部分熔融程度的估算

利用批式熔融公式和杠杆图解法计算^①, 本区的拉斑玄武岩浆是二辉橄橄榄岩经过近 11% 部分熔融的产物; 而苦橄玄武岩浆是二辉橄橄榄岩经过近 17% 部分熔融的产物。

2.4.3 蛇绿岩的形成过程

从上面的研究表明, 蛇绿岩的形成过程综合归结为: 具有熔融结构的原始二辉橄橄榄岩——熔出后形成残留方辉橄橄榄岩; 熔出 11% 土形成拉斑玄武岩浆, 演化成辉石玄武岩—辉绿岩——辉长岩系列; 熔出 17% 土形成苦橄玄武岩浆, 演化成苦橄玄武岩—钠长玄武岩—辉长闪长岩—辉石岩系列。

2.5 大地构造环境分析

2.5.1 蛇绿岩形成的构造环境

蛇绿岩中基性熔岩单元: 辉石玄武岩无论是岩相学、岩石化学、稀土元素、微量元素等均表明具有典型洋脊拉斑玄武岩特征; 钠长玄武岩和苦橄玄武岩在岩石化学、稀土元素和微量元素除具有洋脊玄武岩的某些特征外, 尚有某些洋岛玄武岩的特点, 即沈上越等人(1994)指的准洋脊玄武岩的特征。

硅质岩单元: 根据化石特征及组合, 判断其为半深海环境, 老王寨地段所采放射虫炭质硅质岩, 硅同位素($\delta^{30}\text{Si}$) 含量为 0.2‰, 位于丁悌平等人^[16]划分的深海环境范围; 白腊度、老王寨放射虫硅质岩的稀土元素数值及模式图与深海硅质岩的特征类似^①; 王义昭曾多次面告(1993, 1994), 新平平掌早石炭世地层中采集到紫红色放射虫硅质岩, 代表着远洋沉积。综上所述, 本区硅质岩的形成环境应是深海环境。

上述分析表明, 哀牢山蛇绿岩形成于大洋中脊环境, 相当于张旗等(1992)划分的西地中海型蛇绿岩。

2.5.2 蛇绿岩形成的时代

据张旗等(转引自莫宣学等, 1993)测得蛇绿岩中辉长岩 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 全岩年龄为 339Ma (早石炭世); 杨岳清等(1993)测得玄武岩的 Rb—Sr 等时年龄为 341Ma; 唐尚鹑等(1992 面告)测得帽盒山钠长玄武岩的 Rb—Sr 等时年龄为 320Ma (早石炭世); 李光勋^[18]等测得老王寨地段硅质岩中的板岩 Rb—Sr 等时年龄为 $345 \pm 18.5\text{Ma}$ (早石炭世)。笔者在白腊度钠长玄武岩之上的硅质岩中采到放射虫化石, *Albaillella paradoxa Deflandre*, *Astroentactinia*

* 莫宣学、沈上越等, 1995, “三江”地区火山岩蛇绿岩与成矿关系若干关键问题的研究, 地质矿产部“八五”找矿科技攻关项目课题报告, 中国地质大学。

multispinosa Won, 化石鉴定时代为 C₁, 上述多种资料表明, 哀牢山带蛇绿岩形成的时代不晚于早石炭世。

在新平双沟墨江金厂多处见到上三叠世一碗水组(T_{3y})叠覆在变质橄榄岩之上, 而 T_{3y} 的底部砾岩中含有下伏变质橄榄岩的砾石团块, 蛇绿岩侵位的时代应在晚三叠世(T₃)之前。

3 结论

(1) 哀牢山蛇绿岩组成单元自下而上为: 变质橄榄岩(二辉橄榄岩和方辉橄榄岩)、堆晶杂岩(辉长岩、辉绿岩和辉石岩、辉长闪长岩等)、基性熔岩(辉石玄武岩及钠长玄武岩、苦橄玄武岩等)和放射虫硅质岩组成, 层状辉长岩与辉绿岩墙不发育。

(2) 综合研究表明, 该区原始地幔岩-二辉橄榄岩经不同程度的部分熔融产生了二种原生岩浆及其派生的二套演化岩石系列, 其中原生拉斑玄武岩浆及其演化的岩石系列具有洋脊玄武岩特征; 而原生苦橄玄武岩浆及其演化的岩石系列具有准洋脊玄武岩的特征。

(3) 根据二套岩浆及其演化的岩石组合系列所具有洋脊玄武岩或准洋脊玄武岩特征, 结合其共生的硅质岩中放射虫生态环境和硅质岩硅同位素、稀土元素显示深海环境的特征判断; 哀牢山蛇绿岩具有洋壳性质。哀牢山带蛇绿岩形成的时代不晚于早石炭世, 定位的时代在晚三叠世一碗水组沉积之前。

参 考 文 献

- 1 段新华, 赵鸿. 论哀牢山-滕条河断裂——古板块俯冲带. 地质学报, 1981, (4): 258—266.
- 2 张旗, 张魁武, 李达周等. 云南新平双沟蛇绿岩的初步研究. 岩石学报, 1988, (4): 37—48.
- 3 张旗, 赵大升, 李达周. 云南新平双沟蛇绿岩中地幔岩初始熔融物. 岩石学报, 1991, (1): 1—15.
- 4 张旗, 张魁武, 李达周. 横断山区镁铁-超镁铁岩. 科学出版, 1992, 51—57.
- 5 张旗, 周德进, 李秀云. 云南双沟蛇绿岩的特征和成因. 岩石学报, 增刊(蛇绿岩专集), 1995: 190—202.
- 6 张旗, 周德进, 陈雨等. 一种新的洋壳类型及其动力学. 科学通报, 1996, 41(11): 1025—1027.
- 7 周德进, 张旗, 李秀云等. 双沟地幔岩中初始熔融体的 REE 地球化学研究. 科学通报, 1993, (1): 96.
- 8 周德进, 张旗, 李秀云. 双沟地幔岩中初始熔融物的地球化学. 岩石学报, 增刊(蛇绿岩专集), 1995: 203—211.
- 9 黄忠祥, 韩松, 张旗等. 云南新平县双沟蛇绿岩稀土元素地球化学研究. 岩石矿物学杂志, 1993, (3): 205—211.
- 10 黄忠祥, 贾秀勤, 董金泉. 云南双沟变质橄榄岩中蛇纹石的稀土元素空间分布. 岩石学报, 1995, (1): 16—27.
- 11 李秀云, 周德进, 张旗等. 云南双沟地幔橄榄岩中部分熔融物的 REE 特征. 岩石学报, 1993, (9): 308—311.
- 12 魏启荣, 沈上越. 哀牢山北段老王寨—浪泥塘一带蛇绿岩及形成环境. 特提斯地质, 1995, (19): 56—70.
- 13 莫宣学, 路凤秀, 沈上越等. 三江特提斯火山作用与成矿. 地质出版社, 1993: 3—7, 104.
- 14 沈上越, 张保民, 魏启荣. 金沙江带洋脊/准洋脊火山岩特征研究. 特提斯地质, 1994, (18): 130—142.
- 15 王希斌, 鲍佩声, 戎合. 中国蛇绿岩中变质橄榄岩的稀土元素地球化学. 岩石学报, 增刊(蛇绿岩专集), 1995: 24—41.
- 16 丁梯平, 蒋少涌, 万德芳等. 硅同位素地球化学. 地质出版社, 1994: 38—42.
- 17 杨岳清, 田农. 金沙江—澜沧江—怒江地区金矿类型及成矿条件. 地质学报, 1993, (1): 63—75.
- 18 李光勋, 蒋志文, 薛啸峰等. 对哀牢山老王寨一带(含金)地层层序及时代的认识. 云南地质, 1989, (2): 178—180.

Characteristics of Ophiolites in Ailaoshan Belt, "Sanjiang" Region

Shen Shangyue Wei Qirong Cheng Huilan Mo Xuanxue
(China University of Geosciences, Wuhan 430074)

Key words: "Sanjiang" region; Ailaoshan belt; ophiolite

Abstract

Ophiolites of Ailaoshan belt are composed of meta-peridotite, cumulate complex and basic lava, in which lherzolite is similar to primary pyrolite, and harzburgite is relic pyrolite. The gabbro-diabase-pyroxene basalt series and the pyroxenite-gabbro-diorite-albite basalt-picritic basalt series were formed respectively by crystallization or crystallization-differentiation of tholeiitic magma and picritic basaltic magma produced by partial melting of primary tholeiite; the former is characterized by oceanic ridge basalt, whereas the latter by paraoceanic ridge basalt, both formed in an environment of mid-oceanic ridge. Their formation time was not later than Early Carboniferous (C_1), and the emplacement took place before the formation of Late Triassic Yiwanshui Formation (T_{3y}).