

## 中国地质学会表彰 从事地质工作五十年以上老会员名单、 对《地质学报》特别嘉奖的决定、表彰先 进集体、先进工作者、《地质学报》1982, Vol. 56, No. 3—1992, Vol. 66, No. 2 优秀 论文奖和第三届青年地质科技奖获奖者 名单

### 1 从事地质工作五十年以上的老会员(按姓氏笔划为序):

马杏垣 王鸿祯 业治铮 孙恭顺 朱国平 池际尚 关士聪 陈庆宣  
陈梦熊 苏良赫 肖楠森 沈永和 宋叙和 张炳熹 张尊光 杨开庆  
杨庆如 杨怀仁 李树勋 苗树屏 岳希新 高文泰 郭文魁 郭宗山  
徐 仁 韩德馨 贾福海 康永孚 董申保 楚旭春 游德培

### 2 中国地质学会对《地质学报》特别嘉奖的决定

《地质学报》自1922年创刊以来,70年如一日,连续出刊,经久不衰。办刊过程中精益求精,日益完善,办成了一个在国内外颇有声誉的高水平的学术刊物,卓有成效地进行了学术交流,为出成果、出人才,为我国地质科学技术与地质事业的繁荣、发展及其水平的提高,做出了重要贡献。

在创刊70周年之际,我会决定对《地质学报》予以特别嘉奖,盼在已有成绩的基础上,再接再厉,愈办愈好,为我国社会主义四化建设做出更大的贡献!

中国地质学会 1992年9月

### 3 中国地质学会1988—1999年度先进集体:

河北省地质学会	河南省地质学会	内蒙古自治区地质学会
福建省地质学会	湖北省地质学会	广东省地质学会
甘肃省地质学会	新疆维吾尔自治区地质学会	
四川省地质学会	云南省地质学会	岩石学专业委员会
岩溶地质专业委员会	探矿工程专业委员会	矿床地质专业委员会
非金属矿产地质专业委员会	水文地质专业委员会	工程地质专业委员会
地质学史研究会	地质科学普及委员会	青年工作委员会

## 4 中国地质学会1988—1992年度先进工作者 (按姓氏笔划为序):

马恒玮	王秉贤	王林棣	王泽九	王恩远	王艳君	王碧香	王 毅
尹培基	巴登珠	叶乃郑	叶乾涇	冯国强	许 力	成大均	刘丰南
刘林群	刘和甫	刘承祚	任保良	孙肇济	陈大方	陈仁明	陈世波
陈 明	陈勤五	李云凤	李明达	李维华	李维信	李毓瑞	杜汉忠
杜淑英	杨世倬	杨光荣	杨岳清	杨蓼吟	余纪扬	张之一	张克仁
张国柱	张俊英	张 荷	应育浦	沈宝琳	汪贻水	邵济新	吴耀光
范本贤	林郑楷	郝用威	郝梓国	贺自爱	禹启仁	柏 林	屈茂稳
费振璧	赵景英	徐乃安	徐外生	徐明善	莫仲达	郭克毅	钱 星
耿树方	唐 敏	陶景连	夏毓亮	景玉龙	梁宜民	龚 政	萧品芳
巢 晖	黄蕴慧	谢云鹤	谢 莘	程汝汉	曾佐勋	焦家义	彭 森
蔡体梁	魏正民						

## 5 《地质学报》1982, Vol56, No.3—1992, Vol66, No.2 优秀论文奖获奖者 (按姓氏笔划为序):

马杏垣	马宗晋	王乃文	王士天	王之田	王希斌	王鸿禎	冯志强
卢衍豪	孙殿卿	汤中立	任纪舜	乔秀夫	刘宝珺	刘湘培	孙 革
朱 夏	李子舜	李兆鼎	李思田	李春昱	李德生	张文佑	吴功建
吴必豪	吴利仁	肖序常	汪品先	陈毓川	杨遵仪	陈墨香	陈肇博
金庆焕	岳 昭	於崇文	罗惠麟	周新民	郝诒纯	柴之芳	郭令智
徐克勤	徐道一	殷鸿福	黄汲清	阎葆瑞	曾允孚	董申保	董振信

地质矿产部岩溶充水矿床水文地质类型研究组

## 6 中国地质学会第三届青年地质科技奖获奖者 (按姓氏笔划为序)

金锤奖:	石昆山	汤良杰	陈 骏	吴景勤	周国平	徐学纯	晏建国
银锤奖:	万渝生	王会祥	王英民	王鹤龄	朱儒峰	杀筱敏	阮利民
	刘金山	刘蒙华	华佑南	吴澄宇	张超群	李乃胜	李兆慧
	周 翊	郑国东	林畅松	罗先熔	侯建军	郝梓国	段太忠
	阎子忠	殷跃平	栾文楼	耿 弘	秦克章	黄建闽	舒 航
	潘 懋	蒋少涌	戴凤岩				

## 问题讨论

92, 38(6)

## 新疆西准噶尔蛇绿岩形成时代和环境的探讨

507-524

张弛 黄萱

(中国科学院地质研究所, 北京)

p588.3



西准噶尔位于西伯利亚, 哈萨克斯坦和塔里木 3 个大陆板块的交汇处, 其间存在着不同时代的洋壳残片, 有晚寒武世—中奥陶世 ( $523.2 \pm 7.2 - 489 \pm 53 \text{ Ma}$ ) 形成的夏坦河—唐巴勒蛇绿岩带, 有志留纪和泥盆纪—早石炭世 ( $395 \pm 1.2 \text{ Ma}$ ) 形成的玛依拉和达拉布特蛇绿岩带, 有奥陶纪 ( $444 \pm 27 \text{ Ma}$ ) 形成的洪古勒楞蛇绿岩带。按其岩石组合及地球化学特征可分为两种类型, 即唐巴勒和洪古勒楞两类。前者代表弧后盆地拉张的产物, 后者是在洋脊环境下形成的。从其分布大致可以反映出西准噶尔古生代洋盆不断向大陆俯冲的痕迹。

关键词 蛇绿岩 蛇绿混杂岩 弧后盆地 大洋中脊

## 1 前言

新疆西准噶尔蛇绿岩从 70 年代开始, 国内外有许多科研, 院校和生产单位相继做过研究工作, 发表了几十篇论文, 对其产出的构造环境、岩石组合、地球化学特征、大地构造性质和构造变形都有论述。本文根据作者 1986—1990 年在该区工作的部分成果, 就其形成时代和构造环境作一探讨。

西准噶尔蛇绿岩带位于西伯利亚、哈萨克斯坦和塔里木 3 大大陆板块交汇处。按照其形成时代及展布状态, 可分为 4 个带, 即夏坦河—唐巴勒岩带、玛依拉岩带、达拉布特岩带及和布克赛尔—洪古勒楞岩带。这些岩带因经历了俯冲消减, 碰撞挤压和多次板内构造活动的破坏, 现出露地表的蛇绿岩套已残缺不全, 层序不完整, 各岩石单元之间均为断层接触, 横向对比追索困难, 构成蛇绿混杂岩带。因而, 对西准噶尔蛇绿岩的形成构造环境和时代的认识出现了种种不同的看法, 如许靖华先生 (1988) 认为准噶尔是一个残留的弧后盆地<sup>[1]</sup>。R. G. Coleman (1989) 则认为象西准噶尔这样的洋壳地体提供了和今天西太平洋相似的包含洋岛体系的古特提斯洋的有利证据<sup>[2]</sup>。肖序常、冯益民 (1987—1989) 认为西准噶尔存在早、晚古生代的洋盆, 而且是快速扩张的小洋盆<sup>[3]</sup>。刘小汉等 (1990) 认为西准噶尔地区只发育有早古生代一期蛇绿岩, 是西伯利亚大陆板块陆源增生阶段的产物, 并是该区泥盆—石炭纪弧后盆地沉积基底。从上述分歧可以看出问题的关键是西准噶尔地区有没有古生代的洋壳? 其性质和时代又是如何? 这将是本文探讨的重点。

## 2 西准噶尔蛇绿岩形成时代和类型划分

## 2.1 形成时代

西准噶尔蛇绿岩的形成时代以往多根据共生沉积岩中保存的化石来解决。由于蛇绿岩遭受多

本文 1991 年 9 月收到, 1992 年 3 月改回, 郝梓国编辑。

次构造破坏、变形变质强烈,化石保存不完好,时代确定困难,因而众说纷纭。80年代末,G. R. Tilton 和 S. T. Kwon (1989) 用 U-Pb 法和 Pb-Pb 法测定了唐巴勒蛇绿岩带中斜长花岗岩和浅色辉长岩锆石年龄为 503 和  $523.2 \pm 7.2$  Ma<sup>[1,5]</sup>, 因此,有人认为西准噶尔只有早古生代的洋壳。

为了比较可靠的确定蛇绿岩的时代,我们采取了同位素年龄和化石年代相结合的办法定年。但是,蛇绿岩组成岩石单元的形成时间相差悬殊,如蛇绿岩下部的变质橄榄岩是残留地幔,其中组成矿物的结晶年龄可能很老,不能代表洋壳形成年龄。堆晶岩、高位侵入岩、岩墙群和底部基性熔岩是地幔岩部分熔融后岩浆分离结晶产物,它们的结晶时代基本上代表洋壳的形成年代。上部基性熔岩,由于后期的构造混杂、可能卷入不同时代和环境的熔岩,用熔岩确定洋壳形成时代,会引起混乱或者产生错误的判断。因此,用堆晶岩、高位侵入岩和部分玄武岩同位素定年的资料,再结合共生硅质岩中放射虫化石的年代,综合确定蛇绿岩的形成时代比较合理。

唐巴勒蛇绿岩的 Rb-Sr、Sm-Nd 同位素测定结果见表 1。由两个蚀变辉长岩 (TB-81.82)

表 1 唐巴勒蛇绿岩套样品 Rb、Sr、Sm、Nd 同位素结果

Table 1 Isotopic data of Rb, Sr, Sm, Nd of rocks from Tangbale ophiolite

样品号	岩石名称	<sup>87</sup> Rb (nm/g)	<sup>87</sup> Sr (nm/g)	$\frac{^{87}\text{Sr}}{^{86}\text{Sr}}$	$\frac{^{87}\text{Sr}}{^{86}\text{Sr}}$ (2σ)	<sup>147</sup> Sm (nm/g)
TB81-WR	辉长岩	33.13	338.1	0.0981	$0.704301 \pm 22$	0.5247
TB81-PY	辉石	27.98	285.8	0.0979	$0.704495 \pm 23$	0.9178
TB81-PI	长石	35.15	331.1	0.1011	$0.704353 \pm 33$	0.1372
Tb-82	辉长岩	54.52	265.9	0.0206	$0.704321 \pm 52$	0.4464
TB-37	玄武岩	67.07	297.8	0.2252	$0.705531 \pm 32$	3.123
TB-76	玄武岩	47.52	245.4	0.1325	$0.704615 \pm 14$	2.482
T-4-1	玄武岩	70.82	136.1	0.5205	$0.707015 \pm 28$	3.603
T-6-1	玄武岩	53.24	146.1	0.3644	$0.705547 \pm 19$	2.869

样品号	岩石名称	<sup>144</sup> Nd (nm/g)	$\frac{^{147}\text{Sm}}{^{144}\text{Nd}}$	$\frac{^{143}\text{Nd}}{^{144}\text{Nd}}$ (2σ)	ε <sub>Nd</sub> (O)	T (Ma)	$\frac{^{87}\text{Sr}}{^{86}\text{Sr}}$	ε <sub>Nd</sub> (T)
TB81-WR	辉长岩	2.691	0.1949	$0.512943 \pm 20$	6.6		0.703617	
TB81-PY	辉石	4.138	0.2218	$0.512997 \pm 43$	7.0	489	0.703812	5.8
TB81-PI	长石	0.918	0.1493	$0.512784 \pm 10$	2.0	$\pm 54(2\sigma)$	0.703648	$\pm 0.6$
Tb-82	辉长岩	1.911	0.2336	$0.513059 \pm 24$	8.2		0.704177	
TB-37	玄武岩	23.11	0.1351	$0.512841 \pm 8$	3.9		0.704097	
TB-76	玄武岩	17.94	0.1384	$0.512841 \pm 8$	3.9	447	0.703771	7.3
T-4-1	玄武岩	17.54	0.2054	$0.513043 \pm 15$	7.9	$\pm 56(2\sigma)$	—	$\pm 0.6$
T-6-1	玄武岩	18.82	0.1524	$0.512876 \pm 8$	4.7		0.703700 0.703226	

和 1 个斜长石 (TB 81-PI)、辉石 (TB 81-PY) 等 4 个样品组成 Sm-Nd 等时线, 得出蛇绿岩形成年龄是  $489 \pm 53(2\sigma)$  Ma (图 1)。由 4 个玄武岩 (T-4-1、T-6-1、TB-37、TB-76) 样确定 Sm-Nd 等时线得出年龄为  $447 \pm 56(2\sigma)$  Ma。前者和 Kwon 测得的年龄相近, 表明高位侵入岩的结晶在晚寒武—早奥陶世, 这和唐巴勒岩块北侧硅质岩发现的 *Ulcundia Nazarov* 时代一致 (寒武—奥陶纪) 因此, 唐巴勒蛇绿混杂岩所包含的洋壳和沉积盖层形成于晚寒武—中奥陶世。

玛依拉蛇绿岩带岩石蚀变强烈, 未能取得同位素年龄数据。但在那伦素河上游, 那伦素蛇绿

岩块旁侧含玄武岩和硅质岩块的硅质凝灰岩中发现保存较好的放射虫化石, 经李红生鉴定有 *Cerateikiscum leonides* Renz, *C. octopteura* Renz, *Palaeophocippium Paracramosum* Goodbady, *P. radices*, Goodbady, *Palaeoscenidium flammatum* Goodbady, *Palaeotripus cancellatus* Goodbady 等, 它们可以和加拿大北极群岛志留纪文洛克世的放射虫动物群相对比, 因此, 推测玛依拉蛇绿岩形成时代的为志留纪。

达拉布特蛇绿岩的 Rb-Sr、Sm-Nd 同位素测定结果见表 2。根据采自达拉布特岩块堆晶岩中的辉长岩 (DI-03、04、07、09) 和橄长岩 (DI-05) 以及个别萨尔托海岩块高位侵入岩——辉长岩 (SI-101、111) 样品的 Sm-Nd 测定结果, 拟合成的 Sm-Nd 等时线计算出的达拉布特蛇绿岩形成年龄为  $395 \pm 1.2(2\sigma)$  Ma (图 2), 属于早泥盆世。另外, 在萨尔托海混杂岩北部与玄

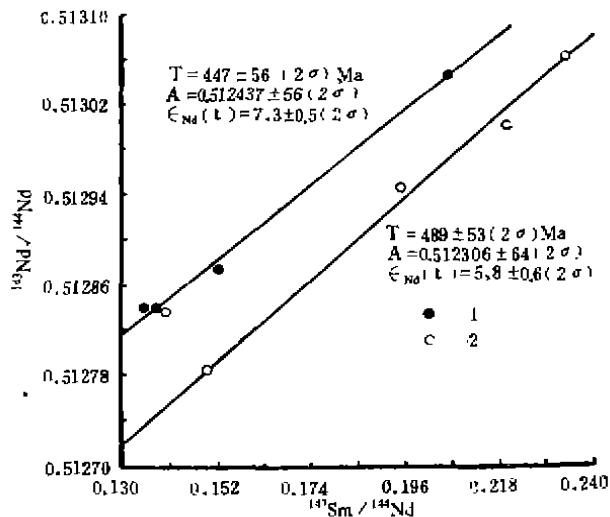


图 1 唐巴勒蛇绿岩套玄武岩、辉长岩 Sm-Nd 等时线  
Fig. 1 Sm-Nd isochrons of basalts and gabbros from Tongbale Ophiolite

1. 玄武岩; 2. 辉长岩及其组合矿物  
1. Basalts; 2. gabbros and minerals

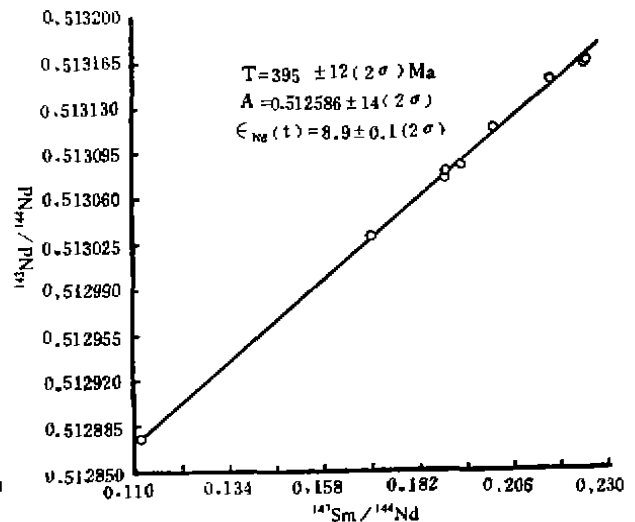


图 2 达拉布特岩带堆晶岩 Sm-Nd 等时线图  
Fig. 2 Sm-Nd isochron of gabbro from Dalabute ophiolite

武岩、晶屑凝灰岩共生在一起的异地灰岩中发现的珊瑚化石, 经廖卫华鉴定为 *Cliseophyllum?* sp 和 *Amplaxus?* sp, 时代为石炭纪, 并在满洞山附近的凝灰砂岩岩块中发现石炭纪的 *Albacellella* sp 放射虫化石。西安地矿所在哈图山与玄武岩共生的硅质岩中, 发现属于中泥盆世的 *Tetradactinia* cf *baryshaera* Foreman., *Cenosphaera* sp., *Heliodiscus* sp., *Conodiscus* sp. 等放射虫化石<sup>[5]</sup>。综合上述资料, 达拉布特蛇绿岩形成时代为泥盆纪-早石炭世为宜。

洪古勒楞蛇绿岩的 Rb-Sr、Sm-Nd 同位素测定结果见表 3, 用其中堆晶岩的辉长岩 (H<sub>2</sub>-3), 橄长岩 (H<sub>2</sub>-5)、斜长岩 (H<sub>2</sub>-2) 和上部的玄武岩 Sm-Nd 测定结果拟合成的等时线计算的蛇绿岩形成年龄为  $t = 444 \pm 27(2\sigma)$  Ma, 时代属于奥陶纪 (图 3)。再结合和洪古勒楞岩块——同构成混杂岩带的布鲁克其组, 其时代为中奥陶世。因此, 其形成时代为奥陶纪<sup>[6]</sup>。

通过上述 4 个蛇绿岩带形成时代的讨论, 西准噶尔地区存在 3 个时期的洋壳, 即南北两侧为寒武—奥陶纪洋壳, 以夏坦河-唐巴勒及和布克赛尔—洪古勒楞岩带为代表; 南部偏西为志留纪洋壳, 以玛依拉岩带为代表; 中部偏东为泥盆纪-早石炭世洋壳, 以达拉布特岩带为代表。这些不同时代的洋壳在空间上分布, 大致反映出古生代洋盆逐渐消亡, 不断向大陆逆冲的蛛丝马迹。

表 2 达拉布特蛇绿岩组合样品 Rb、Sr、Sm、Nd 同位素结果

Table 2 Isotopic data of Rb, Sr, Sm, Nd of rocks from Dalabute ophiolite

样 品 号	岩石名称	$^{87}\text{Rb}$ (nm/g)	$^{87}\text{Sr}$ (nm/g)	$\frac{^{87}\text{Rb}}{^{86}\text{Sr}}$	$\frac{^{87}\text{Sr}}{^{86}\text{Sr}}$ ( $2\sigma$ )	$^{147}\text{Sm}$ (nm/g)	$^{143}\text{Nd}$ (nm/g)
SJ-101	辉长岩	169.7	532.4	0.318 8	$704\,949 \pm 9$	3.299	17.41
SJ-111	辉长岩	2.99	279.4	0.010 6	$702\,954 \pm 8$	2.589	12.01
DL03-WR	辉长岩	15.99	741.1	0.021 5	$704\,018 \pm 14$	2.496	11.16
DL03-PY	辉石	10.67	443.8	0.014 7	$703\,961 \pm 19$	0.003	0.01
DL03-PI	长石	21.55	1458.0	0.147 8	$703\,983 \pm 28$	0.594	3.71
DL-09	辉长岩	26.45	942.6	0.028 0	$703\,798 \pm 24$	1.708	8.47
DL-05	橄长岩	10.73	842.8	0.012 7	$703\,598 \pm 22$	2.603	23.41
DL-07	辉长岩	34.74	570.1	0.060 9	$703\,862 \pm 24$	2.011	10.42
DL-04	辉长岩	17.27	940.2	0.018 3	$703\,826 \pm 42$	3.334	19.41
样 品 号	岩石名称	$\frac{^{147}\text{Sm}}{^{144}\text{Nd}}$	$\frac{^{143}\text{Nd}}{^{144}\text{Nd}}$ ( $2\sigma$ )	$\epsilon_{\text{Nd}}(\text{O})$	T (Ma)	$\left(\frac{^{87}\text{Sr}}{^{86}\text{Sr}}\right)_i$	$\epsilon_{\text{Nd}}(\text{T})$
SJ-101	辉长岩	0.189 4	$0.513\,072 \pm 5$	8.5	$396 \pm 12(2\sigma)$	0.703 153	8.9 $\pm 0.1$
SJ-111	辉长岩	0.215 5	$0.513\,149 \pm 7$	10.0		0.702 894	
DL03-WR	辉长岩	0.223 7	$0.513\,153 \pm 13$	10.2		0.703 901	
DL03-PY	辉石	0.225 1	$0.513\,155 \pm 12$	10.2		0.703 825	
DL03-PI	长石	0.189 1	$0.513\,077 \pm 19$	8.5		0.703 901	
DL-09	辉长岩	0.201 7	$0.513\,114 \pm 13$	9.2		0.703 640	
DL-05	橄长岩	0.111 2	$0.512\,875 \pm 7$	4.6		0.703 526	
DL-07	辉长岩	0.193 1	$0.513\,083 \pm 65$	8.5		0.703 519	
DL-04	辉长岩	0.171 8	$0.513\,029 \pm 45$	7.5		0.703 722	

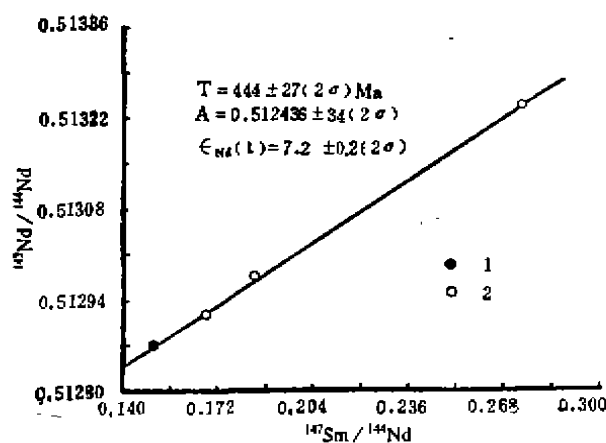


图 3 洪古勒蛇绿岩套堆晶岩 Sm-Nd 等时线图

Fig. 3 Sm-Nd isochron of cumulated rocks from Honggulen ophiolite belt

1. 玄武岩; 2. 堆晶岩; 1. basalts;  
2. Cumulated rocks

表 3 洪古勒楞蛇绿岩套 Rb、Sr、Sm、Nd 同位素结果  
Table 3 Isotopic data of Rb, Sr, Sm, Nd of rocks from Hongguleleng ophiolites

样品号	岩石名称	$^{87}\text{Rb}$ (mm/g)	$^{86}\text{Sr}$ (mm/g)	$\frac{^{87}\text{Sr}}{^{86}\text{Sr}}$	$\frac{^{87}\text{Sr}}{^{86}\text{Sr}}$ (2 $\sigma$ )	$^{147}\text{Sm}$ (mm/g)	$^{144}\text{Nd}$ (mm/g)
H-2-2	橄长岩	9.403	283.3	0.034 23	0.703 081 $\pm$ 17	0.060 3	0.360 6
H-2-3	辉长岩	10.710	878.3	0.012 18	0.702 847 $\pm$ 12	0.190 9	0.697 1
H-2-4WR	辉长岩	1.904	39.1	0.048 79	0.703 074 $\pm$ 36	0.084 8	0.461 1
H-2-5	橄长岩	1.617	100.6	0.016 07	0.702 442 $\pm$ 15	0.124 6	0.678 1
H-5-2	玄武岩	12.250	332.6	0.036 82	0.703 442 $\pm$ 21	3.641 0	24.310 0
样品号	岩石名称	$\frac{^{147}\text{Sm}}{^{144}\text{Nd}}$	$\frac{^{143}\text{Nd}}{^{144}\text{Nd}}$ (2 $\sigma$ )	$\epsilon_{\text{Nd}}(\text{O})$	T (Ma)	$\left(\frac{^{87}\text{Sr}}{^{86}\text{Sr}}\right)$	$\epsilon_{\text{Nd}}(\text{T})$
H-2-2	橄长岩	0.167 1	0.512 916 $\pm$ 49	10.6	114 $\pm$ 127(2 $\sigma$ )	0.702 866	7.2
H-2-3	辉长岩	0.273 8	0.513 232 $\pm$ 48	11.5		0.702 769	$\pm$ 0.2
H-2-4WR	辉长岩	0.183 9	0.512 993 $\pm$ 94	7.6		0.702 765	(2 $\sigma$ )
H-2-5	橄长岩	0.183 8	0.512 973 $\pm$ 17	10.0		0.702 340	
H-5-2	玄武岩	0.149 5	0.512 870 $\pm$ 7	4.6		0.703 209	

## 2.2 类型划分

蛇绿岩的类型划分(或洋壳形成环境,从70年代末期就有种种看法和方案。如根据玄武岩的常量元素含量分出岛弧和洋脊蛇绿岩<sup>[7]</sup>。根据玄武岩微量、稀土元素含量划分出N型和E型洋脊、洋岛和岛弧蛇绿岩的亚类<sup>[8]</sup>。F. Boudier (1986)根据地幔岩的岩石组合、变形特点、堆晶岩和岩墙发育程度分出了HOS和LOS两种蛇绿岩的亚类<sup>[9]</sup>。M. Marchal (1984)以堆晶岩岩石组合特点将蛇绿岩分出大洋型和岛弧型两类。肖序常(1990)结合A. Nicolas的分类将新疆北部的蛇绿岩分为慢速扩张,快速扩张和准蛇绿岩三个亚类。西准噶尔蛇绿岩的类型也是众说纷纭。冯益民(1989)认为是弧后和弧前盆地的产物,肖序常和朱宝清(1987)则认为是小洋盆, R. G. Coleman (1989)根据古地磁资料认为在哈萨克斯坦和西伯利亚板块之间有一个古特拉斯大洋盆地存在。

我们认为蛇绿岩类型的划分必须考虑各种标志,综合分析判断。蛇绿岩下部的变质橄长岩是地幔部分熔融的残留物,其上的洋壳既可以来自于其中,也可以来自于更深的部位或其它位置,因此,用变质橄长岩的岩石组合及变形特点判断洋壳类型会产生张冠李戴之误。蛇绿岩顶部玄武岩,在洋壳移动的过程,它可能产于不同构造环境,具有不同的地球化学特点,尤其在构造混杂岩中,使得各种类型玄武岩一起出现,造成判断混乱。堆晶岩、高位侵入岩和岩墙群是地幔熔融,分离结晶,形成洋壳重要阶段的产物。它的岩石组合地球化学特点,则是判断洋壳形成环境的主要依据。另外,与蛇绿岩共生沉积岩的特点也是重要标志之一。所以,以堆晶岩-岩墙群的岩石,地球化学标志为主,再结合变质橄长岩、玄武岩和其共生沉积岩的特点,采用地质历史分析方法划分西准噶尔蛇绿岩类型。据此,将西准噶尔蛇绿岩划分的唐巴勒和洪古勒楞两个亚类。

### 2.2.1 唐巴勒亚类

唐巴勒亚类是代表岛弧和弧后盆地环境下形成的蛇绿岩。首先,表现在堆晶岩是以二辉岩和

表 4 唐巴勒蛇绿岩带

Table 4 The element contents for the all rocks

岩石名称 样号	方辉橄 榄岩	二辉橄 榄岩	纯橄岩	辉 长 岩				斜 长		
元素	T'13	T' 8	T' 5	T'20	T'19	T'1094	T'81	T'1088	T'1090	T'77
(ppm)Sc	6.27	8.17	2.51	55.3	45.2	38.2	26.0	40.9	17.2	13.9
Ti		539	299.5	2 216						
V										
Cr	2 280	2 070	1 970	234	173	79.9	78.3	93.2	21.3	5.64
Mn		851.4	774	1 548						
Fe		49 602	56 239	74 298						
Co	94	94.3	190	41.7	57	25.8	19.0	24.4	10.1	1.11
Ni	2 180	2 110	2 360	198	290	119	88.7	71.3	48.9	52.0
Zn	28.8	33.3	29.1	111	100	104	72.3	190	125	99.0
La	0.183	0.282	0.207	1.77	1.44	1.93	1.25	2.53	3.41	3.39
Ce	0.311	0.507	0.366	4.39	3.79	4.72	3.21	6.41	8.10	7.39
Nd	0.15	0.252	0.15	3.17	2.78	3.58	2.25	4.55	6.28	5.79
Sm	0.035 9	0.047 8	0.038	0.994	0.919	1.12	0.662	1.46	1.78	1.73
Eu	0.006 87	0.022 4	0.010 7	0.502	0.418	0.60	0.457	0.487	0.343	0.517
Tb	0.005 33	0.008 9	0.004 89	0.232	0.202	0.352	0.168	0.364	0.413	0.441
Yb	0.43 6	0.081	0.027 8	1.02	0.907	1.17	0.594	1.53	1.48	1.78
Lu	0.009 43	0.016 7	0.005 13	0.157	0.141	0.177	0.088 4	0.24	0.219	0.274
(La/Yb) <sub>cn</sub>	2.77	2.28	4.90	1.15	1.05	1.09	1.39	1.09	1.52	1.26
(La/Sm) <sub>cn</sub>	3.11	3.59	3.32	1.08	0.95	1.05	1.15	1.04	1.16	1.19
(Ta/Lu) <sub>cn</sub>	0.36	0.338	0.604	0.93	0.90	1.26	1.20	0.96	1.19	1.02
Eu/Eu*	0.604	0.68	1.0	1.42	1.47	1.34	1.86	0.925	0.53	0.81
Rb	5.83	3.57		0.276		15.6	17.7	10.0	28.5	29.5
Ba					172.3	338	192	175	124	113
U				166.3						
Sr					370			228	383	135
Ta				187				0.378	0.35	0.172
Zr								188	100	147
Th					0.30	0.648	0.179	0.587	1.20	0.733
Hf						0.699	2.63	0.948	0.958	1.28
Cs	0.67	0.615	0.30			1.08	0.853	1.28	1.45	0.599



## 岩石元素含量表

from the Tangbale ophiolitic belt

岩石名称 样号 元素	花岗岩	玄武岩			枕状玄武岩				安山岩	
	T75	T21	T35	T40	T14-1	T14-2	T14-3	T16	T15-1	T15-2
(ppm)Sc	8.5	52	29.1	25.5	46.6	48.7	46.5	9.13	13.7	15.1
Ti		2765	4852			5870	5810	14436		
V		190	253	187	269	228	200	379		
Cr	21.6	222	21.6	26.1	84.1	78.8	71.0	16.5	25.9	22.8
Mn		2995				1398	1625	1471		
Fe		93912			75800	72812	73271	35931	34400	36400
Co	7.49	54.0	29.8	35.7	51.3	52.1	50.3	4.5	7.97	7.20
Ni	31.3	198	137	176	143	176	160	49.0		
Zn	89.9	128	123	119	77	77.7	78.7	44.5		
La	3.19	1.35	3.34	3.21	3.99	4.17	4.32	21.9	16.6	14.2
Ce	7.46	3.79	7.90	7.51	10.1	10.5	10.5	37.2	37.4	31.7
Nd	5.12	2.68	5.19	5.67	7.78	8.97	8.35	20.6	25.7	22.0
Sm	1.32	0.853	1.51	1.61	2.60	3.16	2.98	3.77	5.05	4.92
Eu	0.42	0.383	0.514	0.496	0.813	0.987	0.968	1.20	1.44	1.15
Tb	0.333	0.305	0.31	0.424	0.682	0.792	0.665	0.883	0.845	0.697
Yb	1.24	1.30	1.18	1.51	2.81	2.93	2.87	3.26	3.10	2.70
Lu	0.192	0.213	0.175	0.231	0.437	0.448	0.434	0.463	0.465	0.421
(La/Yb) <sub>ON</sub>	1.89	0.686	1.85	1.40	0.93	0.94	0.99	4.43	3.54	3.47
(La/Sm) <sub>ON</sub>	1.47	0.99	1.34	1.21	0.93	0.8	0.88	3.55	2.00	1.76
(Ta/Lu) <sub>ON</sub>	1.10	0.91	1.12	1.16	0.99	1.12	0.97	1.21	1.15	1.05
Eu/Eu*	1.15	1.08	1.02	0.82	0.84	0.86	0.97	0.638	0.905	0.80
Rb	3.57	18.4	45.1	7.71	12.1	10.1	10.7	61.7	33.4	27.1
Ba	103	86.7	158	161	82.2	88.4	83.2	24	53.5	486
U			0.652	0.291					0.902	0.84
Sr	99.1	160	170	183	141	98	101	111	243	269
Ta	0.106	0.228	0.231	0.162	0.16	0.315	0.319	0.158	0.207	0.284
Zr	67.5	36.0			63.5	74.8	64.2	187	100	139
Th	1.67	0.32	0.527	0.598	0.269	0.329	0.296	2.33	1.90	1.67
Hf	1.13	0.51	1.31	1.15	2.03	1.76	1.95	3.24	2.98	3.08
Cs	1.47		1.09	1.26	0.491	0.464	0.521	0.949	1.02	1.28

辉长岩组合为主,超镁铁质的堆晶岩少见,而且,堆晶岩厚度小,高位侵入岩块规模不大,岩墙相对发育,有比较多的辉绿岩墙和斜长花岗岩体共生在一起。岩石蚀变强,辉石都变成角闪石, $\epsilon\text{Nd}(\text{T})$ 值偏低为5.8, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值偏大( $0.7038 \pm 0.0002$ ),说明地壳薄( $<3-6\text{ km}$ ),有海水渗入和强烈的水化深熔作用,与A. Nicolas (1985)提出的LOS类型的堆晶岩特点相似,它们是在低速扩张( $<10\text{ mm/a}$ )初始大洋环境下形成的,与红海裂谷早期发展阶段相对应,G. R. Coleman (1989)也认为上述特点的堆晶岩是在岛弧之下生成的,反映高压岩浆房的特点。另外,堆晶岩中辉长岩不相容元素Sr和Ba含量高,分别为187—370 ppm和166—388 ppm,和岛弧辉长岩含量(400—200 ppm)接近。斜长花岗岩相对富集了Rb、Ba、Th、亏损了Ta、Ce、Hf、Zr、Sm和Yb。见表4。

其次,表现在玄武岩成分复杂,各种类型熔岩和火山碎屑岩共生在一起,而且多为钙碱系列或碱性系列的岩石,贫Ti富K,REE丰度高,LREE强烈富集 $\{(\text{La}/\text{Yb})_{\text{CN}}=4.43\}$ ,并含有较多的安山岩和英安岩岩块,其地球化学特点与岛弧和弧后盆地玄武岩相近(图4)。

第三,表现在变质橄榄岩中斜方辉石、单斜辉石的易熔组分含量低,前者CaO在0.60%—0.66%之间, $\text{Na}_2\text{O}$ 为0.02%—0.08%,后者 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 含量为0.87%—2.87%, $\text{Na}_2\text{O}$ 为0.09%—0.45%,二种辉石的 $\text{Mg}^*$ 也相应较低为89.4—91.2,说明其亏损程度较高(表5.6)。根据变质橄榄岩的REE和易熔组分含量推测<sup>(11)</sup>,可能相当于15%—25%部分熔融程度的残留地幔。但是,这样高的部分熔融程度和用J. C. G. Mercier (1976)的地质温度计方法计算唐巴勒二辉橄榄岩和方辉橄榄岩的平衡温度( $972-1007^\circ\text{C}$ )<sup>(12)</sup>较低相矛盾,这可能由于地壳较薄,有水的渗入,降低了熔融温度所致。另外,枕状玄武岩的 $\text{TiO}_2$ 含量(0.98%)比洋脊玄武岩平均值低(1.5%),究其原因可能是在岛弧环境下, $\text{P}_{\text{H}_2\text{O}}$ 、 $\text{P}_{\text{CO}_2}$ 和氧逸度的增高,导致钛铁矿在早期分离析出,造成晚期岩浆Ti的亏损。从唐巴勒蛇绿岩较低的熔融温度和岩浆房较高应力状态的推论,是弧后拉张环境下形成的又一佐证。

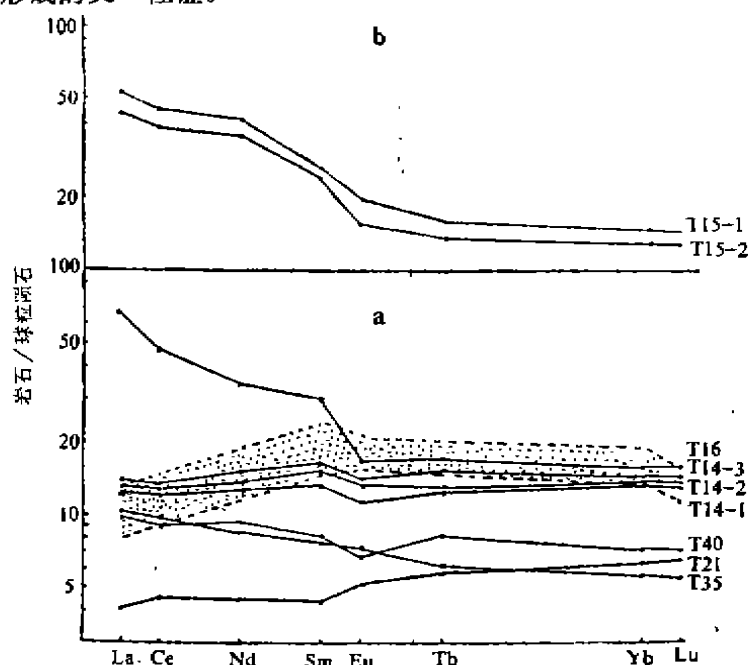


图4 火山岩球粒陨石标准化的稀土元素分配型式

Fig. 4 Chondrite normalized REE patterns of volcanic rocks

a. 玄武岩; b. 安山岩; a. Basalts; b. andesites

表 5 变质橄榄岩斜方辉石化学成分

Table 5 Chemical compositions of orthopyroxene in meta-peridotite

产地	岩石	序号	样品号	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	NiO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Total	W <sub>80</sub>	En	Fs	Mg*	T	P
萨尔托海	二辉 橄辉岩	1	M1-41	54.30	0.22	2.73	0.70	0.00	7.14	0.00	0.10	32.40	0.76	0.04	0.00	98.18	1.48	87.56	10.97	89.01	1044.3	2.16
	方辉 橄辉岩	2	284	55.83	0.00	2.17	0.84	0.00	5.45	0.20	0.14	33.76	1.78	0.07	0.00	100.54	3.35	88.11	8.21	91.70	1233.8	3.95
	二辉 橄辉岩	3	H162	55.82	0.00	4.23	0.72	0.00	5.88	0.10	0.17	31.77	1.10	0.00	0.05	99.81	2.30	88.37	9.44	90.60	1123.8	2.45
	方辉 橄辉岩	4	H42	56.38	0.16	1.67	0.68	0.00	5.77	0.00	0.09	33.83	1.05	0.00	0.00	99.63	1.99	89.33	8.68	91.27	1105.7	3.39
唐巴勒	二辉 橄辉岩	5	HTB22	55.61	0.00	2.60	0.61	0.00	6.55	0.11	0.21	32.06	0.48	0.00	0.00	98.26	0.95	88.57	10.47	89.73	970.7	2.09
		6	HTB22	55.49	0.22	2.33	0.65	0.00	6.01	0.32	0.19	32.30	0.50	0.00	0.00	98.01	0.99	89.32	9.62	90.56	976.4	2.13
		7	HTB22	56.27	0.00	2.86	0.54	0.00	6.58	0.24	0.30	32.22	0.60	0.00	0.00	99.61	1.18	88.35	10.57	89.73	1005.0	2.21
		8	HTB61	55.58	0.19	2.65	0.64	0.00	6.35	0.00	0.21	31.90	0.47	0.00	0.00	97.99	0.94	88.82	10.24	89.96	969.2	1.95
		9	HTB61	56.45	0.00	2.98	0.67	0.00	6.42	0.15	0.06	32.68	0.82	0.02	0.00	100.25	1.60	88.56	9.81	90.08	1059.3	2.51
		10	HTB113	56.49	0.08	2.03	0.60	0.00	6.15	0.00	0.12	32.61	0.80	0.13	0.03	98.94	1.57	88.82	9.60	90.41	1054.9	3.04
		11	HTB178	55.27	0.23	5.34	0.71	0.00	7.00	0.26	0.37	31.84	0.55	0.23	0.02	101.82	1.09	87.55	11.37	89.03	998.5	1.36
		12	HTB178	54.57	0.00	4.94	0.67	0.00	6.53	0.11	0.15	31.14	0.45	0.23	0.02	98.81	0.92	88.44	10.64	89.48	973.4	1.58
	方辉 橄辉岩	13	HTB147	55.88	0.10	3.44	0.65	0.00	5.70	0.18	0.13	32.02	0.33	0.03	0.06	98.52	0.67	90.13	9.20	90.93	926.1	1.34
		14	HTB117	56.23	0.11	3.60	0.45	0.00	6.28	0.21	0.32	32.12	0.63	0.08	0.00	100.06	1.25	88.55	10.21	90.12	1015.7	2.08
		15	HTB161	56.20	0.00	2.92	0.55	0.00	6.01	0.13	0.19	32.56	0.34	0.00	0.00	98.90	0.67	89.74	9.58	90.62	923.6	1.56

表 6 变质橄榄岩中单辉石化学成分

Table 6 Chemical compositions of clinopyroxene in meta-peridotite

产地	岩石	序号	样品号	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	NiO	MnO	MgO
萨尔托海	二辉橄榄岩	1	M1—41	51.25	0.39	4.69	1.14	0.00	2.46	0.00	0.00	16.29
	方辉橄榄岩	2	M1—15	53.48	0.04	2.78	1.13	0.00	2.32	0.00	0.08	16.75
		3	M1—15	52.37	0.04	2.48	0.77	0.00	2.00	0.00	0.05	17.35
洪古勒楞	二辉橄榄岩	4	H160	51.98	0.24	4.52	1.08	0.00	2.64	0.00	0.13	16.44
唐巴勒	二辉橄榄岩	5	HTB22	54.01	0.10	2.85	0.79	0.00	1.85	0.00	0.09	16.94
		6	81—214	53.38	0.09	2.16	0.56	0.82	2.62	0.06	0.12	17.18
	方辉橄榄岩	7	HTB44	54.40	0.13	1.22	0.19	0.00	3.71	0.00	0.11	16.35
		8	HTB44	53.84	0.13	0.94	0.08	0.00	3.62	0.13	0.12	16.21
产地	岩石	序号	样品号	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Total	Wo	En	Fa	Mg <sup>a</sup>	
萨尔托海	二辉橄榄岩	1	M1—41	22.62	0.30	0.00	99.14	47.93	48.01	4.06	92.30	
	方辉橄榄岩	2	M1—15	22.95	0.01	0.01	99.57	47.69	48.42	3.89	92.80	
		3	M1—15	23.59	0.00	0.05	98.70	47.83	48.93	3.24	93.93	
洪古勒楞	二辉橄榄岩	4	H160	21.14	0.00	0.00	98.17	45.79	49.53	4.68	91.74	
唐巴勒	二辉橄榄岩	5	HTB22	23.74	0.15	0.03	100.55	48.63	48.27	3.10	94.23	
		6	81—214	21.72	0.27	0.00	98.98	44.94	49.44	5.62	90.12	
	方辉橄榄岩	7	HTB44	24.71	0.33	0.09	101.24	49.00	45.09	5.91	88.72	
		8	HTB44	24.65	0.23	0.07	100.02	49.19	44.99	5.82	88.88	

世界上与唐巴勒类型相似蛇绿岩有美国加利福尼亚州的 Trinity 岩体,意大利西部的 Plemontliguria 和 Lanzo 岩体,希腊的 Othris 岩体和红海的 Zabarged 岛岩体。

### 2.2.2 洪古勒楞亚类

洪古勒楞亚类是代表在大洋中脊环境下形成的蛇绿岩,包括N型和E型洋脊蛇绿岩。它们具有洋脊蛇绿岩所有岩石类型,堆晶岩比较发育,岩石类型齐全,堆晶韵律明显,主要由斜辉橄榄岩、橄长岩、层状辉长岩和辉长岩组成。不同层序堆晶岩中的过渡金属和稀土元素的含量,显示了良好的递变和相互消长关系(表7)(图5),说明了它们是在洋脊之下低压岩浆房内,经过结晶分异而形成的。顶部玄武岩稀土和不相容元素地球化学特征与N-MORB相近,轻稀土元素亏损或者不富集,在Hf/3-Th-Ta玄武岩生成环境判别图解上全部落入MORB区域(图6)。

西准噶尔达拉布特和玛依拉蛇绿岩属于洪古勒楞亚类。除了构造破坏强烈,未见到比较大的堆晶岩块以及玛依拉岩带的萨雷诺海岩块中见比较多的辉石岩块外,从堆晶岩和玄武岩的整体比较,其岩石类型,地球化学特征与洪古勒楞亚类基本相似。

世界上属于此亚类的岩体很多,如阿曼的 Semail 岩体,纽芬兰的岛湾岩体,菲律宾的 Zam-balos 岩体,新加里多尼亚的 Massif du Sud 岩体和美国俄尔冈州的 Canyon 山岩体等。

两种不同构造环境产出的蛇绿岩特征归纳在表8中。

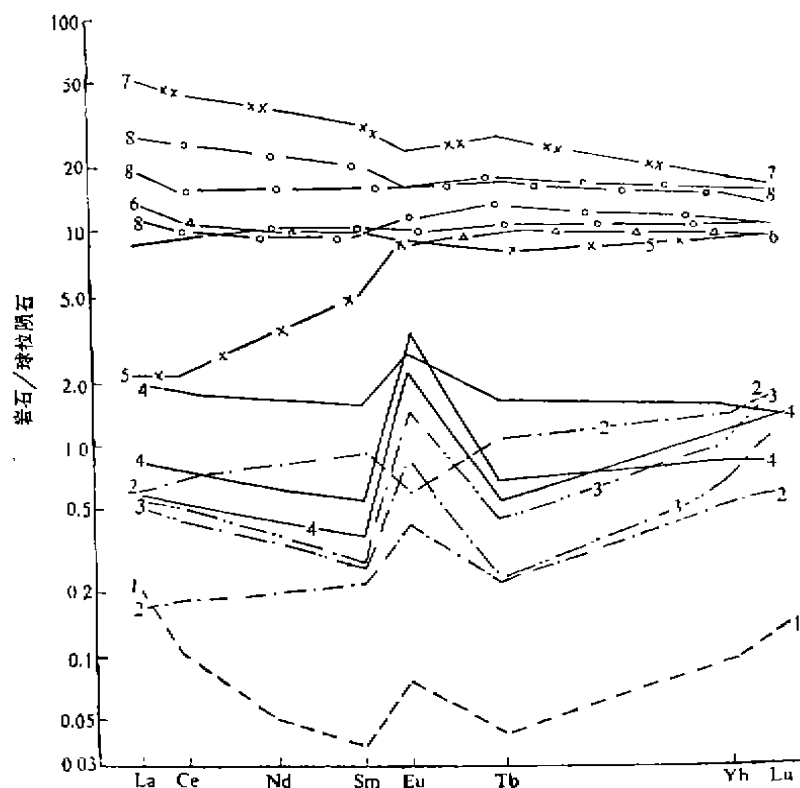


图 5 洪古勒楞蛇绿岩球粒陨石标准化稀土元素分配型式图

Fig. 5 REE patterns of ophiolites in Hongguleleng

1. 方辉橄辉岩; 2. 纯橄岩; 3. 含长辉橄岩; 4. 橄长岩; 5, 6, 7. 辉长岩; 8. 玄武岩;  
1. Harzburgite; 2. dunite; 3. Pl-harzburgite; 4. troctolite; 5, 6, 7. gabbro; 8. basalt

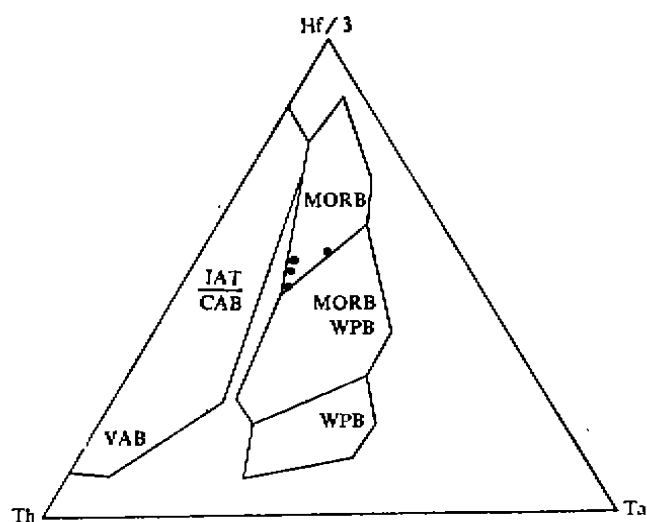


图 6 Hf/3-Th-Ta 图解 (Wood 1980)

Fig. 6 Hf/3-Th-Ta diagram (after Wood, 1980)

表 7 洪古勒楞蛇绿岩

Table 7 The element contents for all rocks

岩名 样号 元素	方辉橄榄岩	纯 橄 岩		含长辉橄岩		橄 长	
	X-44	X-55	X-57	X-40	X-41	X-42	X-13
(ppm)Sc	9.85	5.62	5.18	5.47	1.98	2.36	4.39
Ti		119.9	179.8	339.8	179.8	119.8	299.7
V							
Cr	3360	52.8	6620	3900	327	435	387
Mn	1007	1084	852	1084	465	465	232
Fe	57200	67550	66950	60550	27850	21450	13050
Co	176	122	138	109.7	47.2	30.8	17.1
Ni	2245	1965	2175	1470	633	404.5	202
Zn	51.1	4.61	30.1			8.67	
La	0.0717	0.0514	0.186	0.154	0.166	0.181	0.253
Ce	0.0881	0.148	0.558	0.350	0.394	0.421	0.586
Nd	0.0309	0.12	0.174	0.204	0.216	0.251	0.355
Sm	0.00747	0.0417	0.175	0.0189	0.0505	0.069	0.104
Eu	0.0955	0.0301	0.0417	0.0594	0.101	0.164	0.236
Tb	0.00204	0.0106	0.0496	0.0107	0.0201	0.0241	0.0303
Yb	0.0204	0.111	0.293	0.126	0.194	0.220	0.16
Lu	0.00482	0.0195	0.0548	0.0326	0.05	0.0385	0.026
(La/Yb) <sub>cn</sub>	2.326	0.51	0.42	0.81	0.57	0.54	1.04
(La/Sm) <sub>cn</sub>	6.1	0.74	0.64	1.91	2.00	1.60	2.85
(Ta/Lu) <sub>cn</sub>	0.44	0.31	0.43	0.35	0.42	0.44	0.77
Eu/Eu*	2.02	1.9	0.61	3.50	4.83	5.33	5.74
(ppm)Cs	0.238	0.19	0.229	0.403	0.173	0.176	0.332
Rb	4.87	6.51	6.13	0.233	1.88	5.85	16.8
Ba	51.0	39.1	27.2	50.5	39.8	170	26.65
U	0.0872	0.0765	0.0273	0.0388	0.0162	0.0358	0.0541
Sr	67.45	35.0	35.7	38.2	25.5	34.2	68.5
Ta	0.979	0.0538	0.0599	0.044	0.0467	0.025	—
Zr	16.4	31.4	30.2	42.9	23.0	36.5	39.9
Th	0.0938	0.118	0.172	0.125	0.116	—	0.112
Hf	0.137	0.158	0.174	0.20	0.178	0.118	2.83

各类元素含量表

from the Hongguleleng ophiolitic belt

岩名 样号 元素	岩	长 岩			玄武岩		
	HG62	X-46	HG19	HM12	H5-5	H5-10	H5-8
(ppm)Sc	32.8	25.9	32.9	13.1	30.6	33.8	34.7
Ti	359.6	3 956	2 877	10 189.8	7 863	13 080	
V					242.4	395.4	410.4
Cr	503	310.5	619	75.7	234	84	133.3
Mn	309	775	929	1781	1 391	1172	
Fe	30 200	26 250	37 800	24 530	70 310	90 919	62 800
Co	47.8	20.1	28.2	31.3	30.4	31.8	31
Ni	409	153	314	26.6	93.4	57.3	19.1
Zn	42.5	<5.73	<97.7	<96.2	69.1	21.4	37.5
La	0.579	0.665	4.06	15.8	5.95	8.8	2.71
Ce	1.42	1.75	9.13	36.0	13.1	21.1	7.16
Nd	0.955	1.90	6.37	22.3	9.13	12.6	5.98
Sm	0.295	0.951	1.90	5.85	2.91	3.82	1.88
Eu	0.185	0.621	0.669	1.70	1.15	1.15	0.149
Tb	0.073 6	0.354	0.469	1.21	0.831	0.761	0.586
Yb	0.299	1.77	1.89	3.53	3.08	2.90	2.21
Lu	0.042 5	0.28	0.287	0.583	0.487	0.42	0.338
(La/Yb) <sub>cn</sub>	1.28	0.25	1.42	2.99	1.30	2.1	0.83
(La/Sm) <sub>cn</sub>	2.40	0.43	1.30	1.64	1.20	1.45	0.91
(Ta/Lu) <sub>cn</sub>	1.0	0.83	1.01	1.41	1.15	1.16	1.17
Eu/Eu*	1.72	1.56	1.03	0.81	0.99	0.86	0.97
(ppm)Cs	<0.275	0.471	<0.601	<0.668	2.15	<1.27	<1.25
Rb	4.1	3.71	13.5	29.7	8.8	4.3	8.6
Ba	71.0	93.8	<44.0	122	40.4	64.1	58.9
U	0.065	0.12	0.30	0.372	0.905		0.843
Sr	42	77.1	74.8	22.1	272	163	162
Ta	0.039 2	0.102	0.058 4	1.51	0.258	0.287	0.283
Zr	<36.5	80.6	83.5	89	85.1	93.1	181.1
Th	0.086 9	0.109	0.721	3.12	0.82	0.64	0.31
Hf	0.961	0.988	1.51	4.28	2.03	3.16	2.24

表 8 两类蛇绿岩特征对比表  
Table 8 Contrast of characteristics of two type ophiolites

类型 特征	洪 古 勒 楞 亚 类	唐 巴 勒 亚 类
共生的沉积相	远洋流沉积	远洋沉积、火山岛弧沉积
地壳剖面最大厚度	2—7 km	1—3 km
堆晶岩类型和特点	橄长岩——辉长岩堆晶岩厚大, 岩石类型连续过渡	辉石岩——辉长岩厚度小, 变化快
高位侵入岩	以辉长岩为主, 斜长花岗岩不发育	辉长岩和斜长花岗岩
岩 墙	岩墙群, 在西准噶尔出露少	有辉绿岩和粗玄岩的岩脉出露
玄 武 岩	拉斑玄武岩, REE 分配型式呈平坦型	拉斑玄武岩—钙碱玄武岩, REE 分配型式有平坦型和 LREE 富集型
地幔剖面		
变质橄榄岩	方辉橄榄为主, 含少量纯橄岩和二辉橄岩	方辉橄榄岩、含较多的纯橄岩
岩石化学特征	SiO <sub>2</sub> 、TiO <sub>2</sub> 、Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 、Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 、TFe 及 Al' 值偏高, MgO、CaO、K <sub>2</sub> O、Na <sub>2</sub> O 低 Mg* 91 $Al' (= Al^{3+}/2Ca^{+2} + K + Na) > 1$	Mg* 平均为 $92.7 \pm 0.7$ Al' 值 < 1
主要造岩矿物	橄榄石 Mg* 值变化小, 多在 90—92 斜方辉石富 Al, 富 Ca 单斜辉石富 Al, 富 Ti	低 Al, 低 Ca 低 Al, 低 Ti
铬尖晶石类型	附生铬尖石主要为铝铬铁矿、晶胞原子数 $Cr^{3+} < 10$ , 造矿铬尖晶石与附生者相比, $Cr^{3+}$ 略高、Al <sup>3+</sup> 略高	附生铬尖晶石主要为铬铁矿, 晶胞原子数 $Cr^{3+} > 10$ , 造矿与附生铬尖晶石成分相近
铬铁矿物	多	少

### 3 结束语

西准噶尔四个蛇绿岩带的时代和类型不完全相同, 夏坦河-唐巴勒岩带是晚寒武世—中奥陶世 ( $523.2 \pm 7.2 - 489 \pm 53$  Ma) 弧后盆地中的不成熟洋壳。玛依拉岩带是志留纪的洋壳。达拉布特岩带是泥盆纪—早石炭世 ( $395 \pm 1.2$  Ma) 的弧后盆地不成熟洋壳。洪古勒楞岩带是奥陶纪 ( $444 \pm 27$  Ma) 的洋壳。根据洋壳各岩石单位岩石组合及其地球化学特点, 可以划分为两种类型, 即堆晶岩以辉石-辉长岩为主, 上部火山岩组合复杂, 轻稀土元素富集, 在弧后环境下形成的蛇绿岩, 如唐巴勒蛇绿岩。另一类是堆晶岩发育, 以橄长岩-辉长岩为主, 上部火山岩为洋脊玄武岩, 轻稀土元素亏损或者不富集, 在洋脊环境下形成的蛇绿岩, 如洪古勒楞蛇绿岩。



## 参 考 文 献

- 1 Kenneth J Hsui, Principles of recognition and possible new examples from china, 12 Relict Backarc Basins, 1988.
- 2 Coleman R G, Continental growth of Northwest China, Tectonics, 1989, 8(3): 621—633.
- 3 冯益民, 西准噶尔蛇绿岩生成环境及其成因类型, 中国地质科学院西安地矿所刊, 1986, 13: 37—45.
- 4 Tilton G R, Kwon S T, Coleman R G, Xiao X, Isotopic studies from the west Jungger MTS, NW China, Geol. Soc. Amer. Abst. with Programs, 1986, 18: 773.
- 5 朱宝清, 王来生, 王连晓, 西准噶尔西南地区古生代蛇绿岩, 中国地质科学院西安地矿所刊, 1987, 17: 1—64.
- 6 彭根永, 鲍佩声, 王希斌, 郝梓国, 新疆洪古勒楞蛇绿岩中含长二辉橄榄岩的成因探讨, 岩石矿物学杂志, 1991, 10(2): 114—126.
- 7 Miyashiro A, Classification, characteristics and origin of ophiolite, Jour of Geol, 1975, 83: 249—281.
- 8 Saunders A D, Jarney J, Geochemical characteristics of [basaltic volcanism within backarc basins, Marginal basin geology, Blackwell, 1984.
- 9 Boudier F, Nicolas A, Harzburgite and lherzolite subtypes in ophiolitic and oceanic environments, Earth and Planetary Science letters, 1986, 76: 84—92.
- 10 Marchal M, The OPHRA bank ofioliti, 1984, 9: 633—676.
- 11 Ringwood A E, Composition and Petrology of Earth's mantle, new York: McGrawhill Pub, 1975.
- 12 Mercier J C C, Single-pyroxene geothermometry and geobarometry, Amer. Mineralogist, 1976, 61, 603—615.
- 13 Wood D A, The application of a Th-Hf-Ta diagram to problems of tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crustal contamination of basaltic Lavas of the British Tertiary volcanic Province, Earth Planet. Sci. Lett. 1980, 50, 11—30.

## THE AGES AND TECTONIC SETTINGS OF OPHIOLITES IN WEST JUNGGAR, XINJIANG

Zhang Chi and Huang Xuan

(*Institute of Geology, Academia Sinica, Beijing*)

### Abstract

Four different ophiolite belts occur in West Junggar. They have been strongly tectonized and thus dismembered. The ages of crystallization of the cumulates therein are different. The Tangbale ophiolite is considered to be Late Cambrian ( $489 \pm 53$  Ma) in age and represents an incompletely oceanic crust which formed in a back-arc basin. The Honguleleng ophiolite formed in the Ordovician ( $444 \pm 27$  Ma) and represents typical oceanic crust in West Junggar. The age of the Mayila ophiolite is considered to be Silurian, which is determined by the age of radiolarians in the cherts associated with basalt. The Dalabute ophiolite formed in the Devonian-Early Carboniferous, because most radiolarians in the cherts associated with pillow lavas are determined to be Early Carboniferous in age. It might form in a contractive small oceanic basin near an island arc. In fact, these ophiolite belts are fragments of oceanic crust of the ocean between the Siberian plate and the Kazakhstan plate, which were emplaced onto the continental margin during different tectonic stages. According to petrologic and geochemical data, West Junggar ophiolites are classified into two types. (1) The first type is the incomplete ophiolite of the cumulate sequence made up of pyroxenite and gabbro. The upper volcanic sequence is complicated, with rich LIL elements which was formed in a back-arc basin, as exemplified by the Tangbale ophiolite. (2) The other type is the ophiolite of the cumulate sequence which was formed in typical magma chambers of mid-ocean ridges. The cumulate sequence is composed of troctolite-gabbro. The geochemistry of the upper volcanic sequence indicates that it might form in an oceanic ridge environment and that the LIL elements are not enriched, as exemplified by the Honguleleng ophiolite.

**Key words:** ophiolite, back-arc basin, oceanic ridge

### 作者简介

张弛, 1933年8月7日出生, 1955年毕业于长春地质学院地勘系, 长时间在新疆和西北地区从事矿产普查勘探, 区域地质调查和地质科研工作, 现任中国科学院地质研究所研究员。通讯地址: 北京德外祁家豁子中国科学院地质所三室。邮政编码: 100029。