·基础地质·

再论西昆仑库地蛇绿岩及其构造意义

肖序常[1]，王 军[1]，苏 犁[2]，宋述光[3]

(1.中国地质科学院地质研究所,北京 100037;2.中国地质调查局西安地质矿产研究所,陕西 西安 710054;
3.北京大学地质环境学系,北京 100871)

摘要:近年从事西部造山带,特别是西昆仑造山带研究的国内外地质学家,对库地蛇绿岩的发生时限、环境及其构造演化讨论较热烈。原因是:它很可能是中国较早发生的古蛇绿岩之一,涉及青藏高原北缘是否存在"原(古)特提斯(Proterozoic Tethys)"大洋以及地质历史早期板块构造演化特征、Rodinia古陆的裂解-聚合等问题,讨论焦点是对该蛇绿岩发生的时限和形成环境的判别、认识问题。本文结合历次对该蛇绿岩的观察,重点就最近该蛇绿岩中石英辉长岩的锆石SHRIMP-Ⅱ测年给出510 Ma±4 Ma及其构造意义作一简要报道。

关键词:西昆仑;库地蛇绿岩;构造演化;构造意义

中图分类号:P58 文献标识码:A 文章编号:1671-2552(2003)12-0745-06

1 库地蛇绿岩组合特征及其地质背景

库地蛇绿岩出露于叶城南新藏公路135~156 km地段内，位于康西瓦大型走滑断裂带的北侧,桑珠大坂-公格尔山古断隆带的北缘，北邻阿卡子达坂(图 1)。围岩主要是中元古界蓟县系塔昔达坂群(Jx*tx*)和少部分长城系巴什考贡群(Ch*bs*)的片麻岩、片岩类等,其间尚夹花岗岩类侵入岩。

根据前人资料及我们的观测[1]❶,将该蛇绿岩剖面综合如图2所示。

从剖面可以看出，由于海拔较高，山势陡险，镁铁-超镁铁岩与基性熔岩之间尚有短距离未能观测。在造山带内完整连续的蛇绿岩剖面通常是难于保存的，但库地所出露的较厚的枕状基性熔岩及镁铁、超镁铁岩，却基本上构成了较完整的蛇绿岩组合。现将该剖面自下而上综述如下。

1.纯橄岩，致密块状为主 >200 m

2.斜辉橄榄岩，有角闪石脉穿插 >100 m

3.辉长岩夹辉长闪长岩、石英辉长岩,具堆晶结构,厚度不详

4.块状玄武岩、枕状玄武岩,上部间夹玄武安山岩,可见具清晰冷凝边的基性岩墙穿插,枕状玄武岩内夹红色硅质岩 >2000 m

断层？

5.安山质角砾岩、火山岩和凝灰岩,具薄层韵律特征

沉积间断？

6.凝灰质砂、砾岩,砂岩、粉砂岩,向上粒度逐渐变细,其间具鲍马层序特征

有关库地蛇绿岩岩石学、矿物学、地球化学等方面的研究，近年已有多家单位作了较详细的报道[2~4],其中岩石化学已有较多数据、资料。

根据上述研究成果，尤其在各类岩石化学判别图解中，库地玄武岩主要归入于低钾拉斑玄武岩,投点大多位于大洋拉斑玄武岩区内,部分位于与岛弧拉斑玄武岩过渡区内，表明其主体可能来自上地幔的部分熔融,喷溢于大洋或洋盆环境(同上文献)；镁铁-超镁铁岩岩石学和地球化学研究也说明具有蛇绿岩下部组合特征[3]。但以上组合均遭受后期消减俯冲、洋壳重熔混染作用的影响[4]。

2 库地蛇绿岩发生时限

库地蛇绿岩发生时限近年讨论热烈，具不完全统计，蛇绿岩本身及其相关共生的花岗岩类的同位

收稿日期:2003-10-08;修订日期:2003-10-14

地调项目:中国地质调查局项目(DKD2001001)和国际合作与科技司项目(20101020)资助。

作者简介:肖序常(1930-),男,研究员,中国科学院院士,从事构造地质学研究。

❶ 据王军博士论文,1999.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

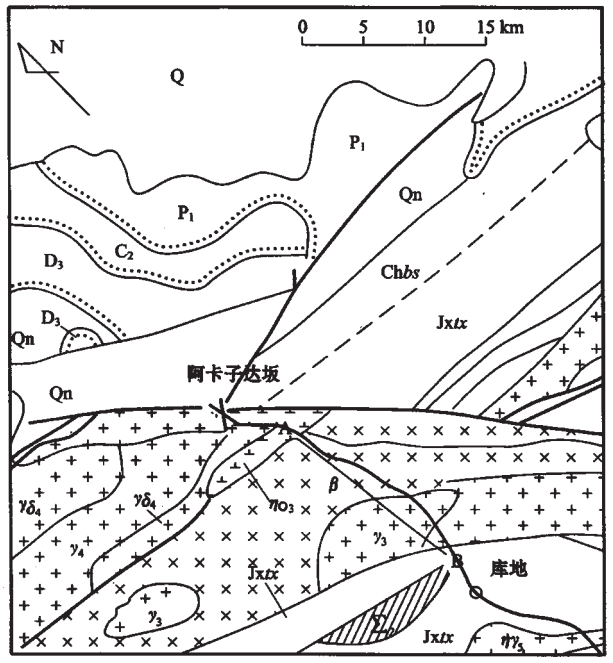


图1 库地地质略图[1]

Fig. 1 Geological sketch map of Küda, Kunlun Mountains

Chbs—长城系巴什考贡群；Jxtx—蓟县系塔昔达坂群；Qn—青白口系；D3—上泥盆统；C2—中石炭统；P1—下二叠统；Q—新生界；Σ2、β—库地蛇绿岩组合——镁铁-超镁铁岩、基性熔岩；ηo3—早古生代(？)石英二长岩；γδ4—古生代花岗闪长岩；A-B—蛇绿岩剖面位置

素测年已有30多个数据，其上部玄武岩测年结果如表1。在上述方法中，一般认为采用Sm-Nd同位素测年较Rb-Sr、K-Ar法更适用于镁铁-超镁铁岩。上述数据除一个结果显示为晚古生代外，余者均为新元古代。测年结果有出入，裁决办法应该是：①依靠古生物依据；②针对性地采用先进测年方法(锆石U-Pb SHRIMP-Ⅱ及Re-Os法)。关于古生物依据，近年已有确切的放射虫鉴定，周辉等[5]在上述枕状熔岩夹层硅质岩中发现、鉴定出早古生代放射虫*Entactinia* sp.，*Spumellaria* sp.(O_3—S)；方爱民等[6]在库地西北“依沙克群”复理石沉积中也发现早古生代和泥盆纪—石炭纪放射虫，并明确指出两者间为断层分割(与我们的观测相同)，而非同一层位。显然，含晚古生代放射虫的沉积是更晚的洋盆浊流、复理石沉积。

关于同位素测年，近年我们采集了不孜完沟沟垴与镁铁-超镁铁岩共生的、具堆晶结构的辉长岩类及“浅色岩(斜长花岗岩-英云闪长岩-辉长闪长岩-石英辉长岩…)”，目的是谋求获得较多锆石，以利用SHRIMP-Ⅱ进行测试。测试样品经鉴定为石英辉长岩，并作了岩石化学分析(表2)。

根据R.G.Coleman(1977)及Peterman(1975)的观点，上述岩类归属蛇绿岩组合中的浅色岩系

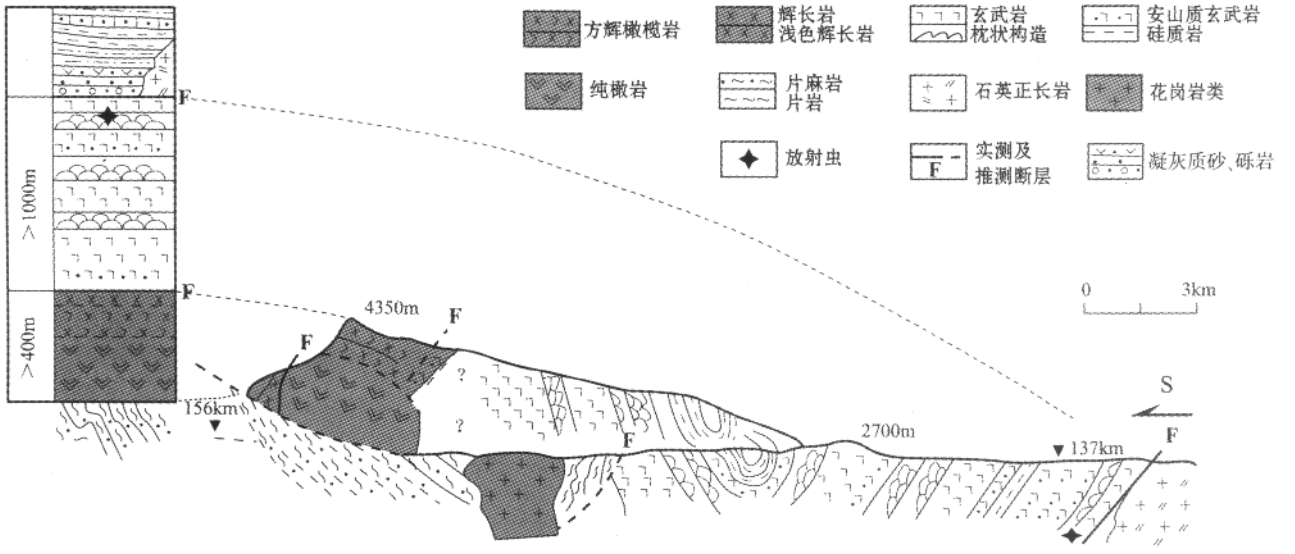


图2 西昆仑库地蛇绿岩剖面——沿新疆-西藏公路137~156 km[1]❶

Fig. 2 Küda ophiolite section in the road section from 137-km to 156km along the Xinjiang-Tibet Highway in the West Kunlun

❶ 王军博士论文，1999.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(Ophiolitic leucocratic rocks)。它们代表同源玄武岩岩浆晚期的终端分异产物(蛇绿岩组合中的"浅色岩组",在新疆、西藏蛇绿岩中均可见到)。

我们在上述石英辉长岩(亦称浅色辉长岩)中选出多粒锆石。经测定,锆石以无色透明为主,具完好的四方柱、四方双锥状晶态(图3),长宽比为1.5:1~3:1,阴极发光图像显示大部分锆石有清晰的震荡环构造(图3),以上均反映属岩浆成因锆石。SHRIMP-Ⅱ分析结果见表3。13粒锆石测试结果一致,平均年龄为510 Ma±4 Ma(表3,图4)。锆石测年由北京离子探针中心测定。根据以上锆石特征,这一测年结果应代表幔源岩浆侵入结晶年龄。

关于蛇绿岩内下部地幔岩-超镁铁岩的测年,数据较少。丁道桂等[2]对纯橄岩、辉橄岩和辉长岩的组合作过Sm/Nd等时线测年,给出结果为651 Ma±53 Ma;汪玉珍等(1981)获得超镁铁岩后期分异的"伟晶角闪石脉"中角闪石Rb-Sr同位素年龄为860.5 Ma;李向东等[1]测定的超镁铁岩K-Ar(全岩?)同位素年龄为1661.9 Ma。以上各家同位素测年数据出自不同方法,就目前测试现状、水平而言,得到一致的结果是比较困难的。但总体上说,510 Ma的锆石U-Pb SHRIMP-Ⅱ年龄代表了后期蛇绿岩分异的时代,与晚于(或稍晚于)玄武岩的早古生代放射虫时代基本可以对比,而玄武岩同位素测年结果(689~1023 Ma)早于浅色岩系,从地幔源岩浆分异演化角度看也是合理的。据此,库地蛇绿岩发生时段为新元古代至早古生代是合理可信的。

表 1　库地蛇绿岩上部玄武岩测年

Table 1　Dating of basalt in the upper part of the Küda ophiolite

测年方法	年龄/Ma	送 测 者
Rb - Sr 全岩	359 ± 40 ~ 297 ± 45	姜春发,1986
Sm/Nd 模式年龄	698 ~ 976	邓万明,1996
K - Ar 全岩	817 ± 29	李永安,1994
全岩 Sm - Nd 等时线	824 ± 23	方爱民,1998
K - Ar 全岩	917	新疆第一区调队,1984
全岩 Sm - Nd 等时线	1023 ± 40	方爱民,1998

表 2　不孜完沟沟墕"浅色岩"主元素含量分析结果

Table 2　Contents of major elements in the Gounao "leucocratic rock", Buziwangou

岩石名称	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	H_2O	总计
石英辉长岩	57.97	0.45	16.42	1.71	4.31	0.13	4.07	7.66	2.69	2.21	0.14	4.31	97.38
辉长闪长岩	55.86	0.71	16.04	2.57	4.09	0.15	3.30	5.81	4.99	3.74	0.23	1.52	99.28

注:国家地质实验测试中心2003年1月分析;氧化物含量:%

表 3　西昆仑库地蛇绿岩中石英辉长岩(KD37)的锆石 SHRIMP - Ⅱ测试结果

Table 3　Results of zircon SHRIMP - II dating of quartz gabbro (KD37) in the Küda ophiolite, West Kunlun

测点	$U/10^{-6}$	$Th/10^{-6}$	Th/U	^{206}Pb (% comm)	^{206}Pb (10^{-6})	$^{207}Pb/^{206}Pb$	± %	$^{207}Pb/^{235}U$	± %	$^{206}Pb/^{238}U$	± %	$^{206}Pb/^{238}U$ Age(Ma)	$^{207}Pb/^{206}Pb$ Age(Ma)
KD37 - 1.1	485	422	0.90	1.32	34.9	0.05939	1.2	0.685	1.8	0.0836	1.4	518 ± 6.7	581 ± 26
KD37 - 2.1	378	173	0.47	0.03	26.9	0.05900	2.2	0.670	2.6	0.0824	1.4	511 ± 6.8	566 ± 49
KD37 - 3.1	437	252	0.60	0.35	31.4	0.05730	1.8	0.661	2.3	0.0836	1.4	518 ± 6.8	505 ± 40
KD37 - 4.1	369	191	0.54	0.16	25.8	0.05890	2.0	0.660	2.4	0.0813	1.4	504 ± 6.7	562 ± 43
KD37 - 5.1	559	238	0.44	0.18	38.9	0.05760	2.2	0.641	2.7	0.0807	1.5	501 ± 7.4	513 ± 49
KD37 - 7.1	696	517	0.77	0.15	50.7	0.05800	1.5	0.676	2.0	0.0846	1.3	523 ± 6.7	530 ± 32
KD37 - 8.1	453	248	0.57	0.23	31.6	0.05770	3.1	0.642	3.4	0.0807	1.4	500 ± 6.6	519 ± 69
KD37 - 9.1	432	205	0.49	0.68	30.3	0.05570	2.6	0.625	3.0	0.0814	1.4	504 ± 6.8	440 ± 58
KD37 - 10.1	496	343	0.72	0.45	35.1	0.05770	1.9	0.653	2.4	0.0821	1.4	509 ± 6.6	517 ± 42
KD37 - 11.1	323	152	0.49	0.42	22.7	0.05960	2.2	0.670	2.6	0.0815	1.4	505 ± 6.8	589 ± 49
KD37 - 12.1	418	120	0.30	0.31	29.0	0.05750	2.2	0.639	2.6	0.0806	1.4	500 ± 6.7	509 ± 48
KD37 - 13.1	1133	126	0.11	0.35	82.5	0.05668	0.98	0.661	1.6	0.0846	1.3	524 ± 6.6	479 ± 22
KD37 - 14.1	206	51	0.26	0.13	14.9	0.05630	4.1	0.650	4.3	0.0838	1.5	519 ± 7.3	464 ± 91

注:^{206}Pb comm(%)指普通铅中的^{206}Pb占全铅^{206}Pb的百分数;所有误差均为1σ;普通铅用^{204}Pb校正

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

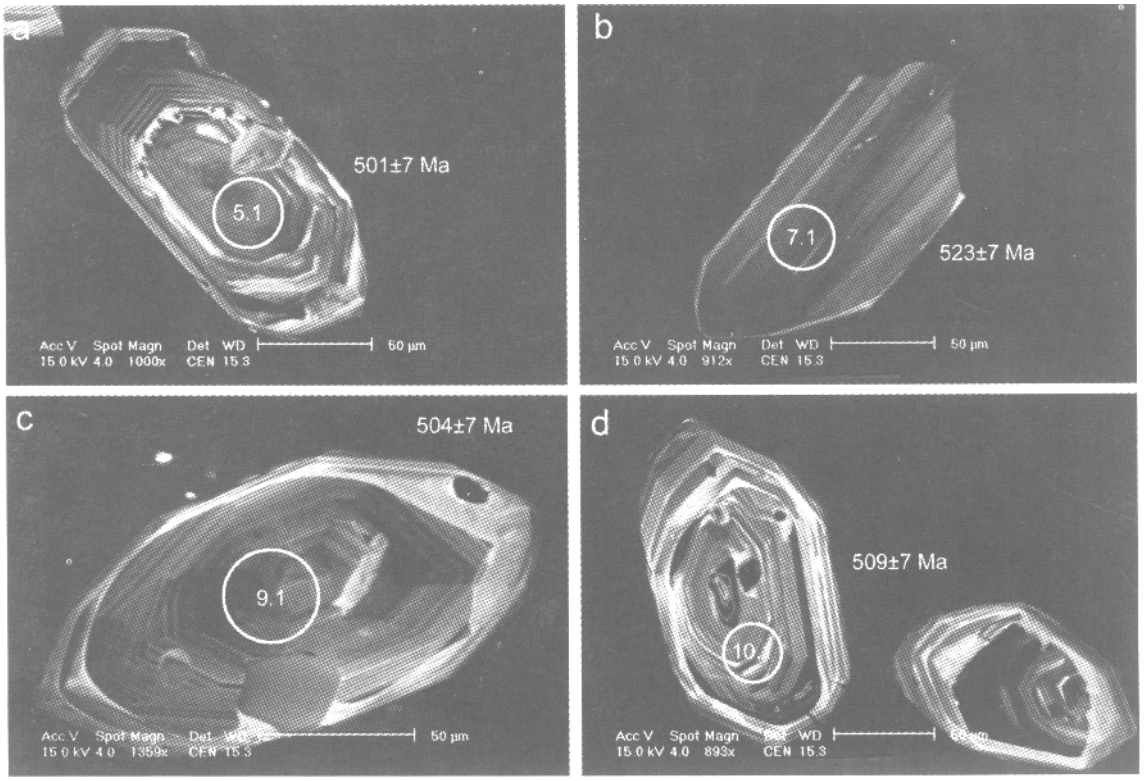


图3 锆石阴极发光及SHRIMP测点位置

Fig. 3 Positions of measuring points of zircon cathodoluminescence and SHRIMP analyses

3 问题讨论

据我们所掌握的资料,库地蛇绿岩是目前西藏高原西北缘(包括西构造结)保存较齐全、时限有所依据的蛇绿岩。它反映了自新元古代岩石圈开始引张裂解到早古生代洋盆逐渐聚合、消减的过程。但对这一洋盆发生的地质背景、延伸、规模,各家认识尚有分歧:某些研究者认为,库地蛇绿岩及其上伴生的浊流复理石沉积向西可与乌依塔格、柯岗蛇绿岩(?)对比,向东可与苏巴什等蛇绿岩(?)对比,因而存在广阔的"原(古)特提斯"大洋[7];类似的认识还有"古昆仑大洋"、"秦祁昆大洋"等。这些认识对研究青藏高原北缘地质构造演化起到了一定的促进作用。但就现有资料并结合我们的观测,诸如乌依塔格、柯岗、苏巴什蛇绿岩(?)组合等,其发生时限、形成的地质环境等,尚需作进一步观测、对比研究。仅据某一地段发现的蛇绿岩——洋盆残留体,就提出存在广阔大洋,似不能令人信服,今后尚需作多方面综合、分析、判别,提出更确切的地质依据。

关于库地蛇绿岩,目前已达成的基本共识是:新元古代—早古生代,西藏高原西北缘岩石圈曾发生过引张、裂解—聚合、消减的洋盆演化过程,但这一洋盆的时、空分布以及演化,尚需继续探讨。就现有资料分析,从大区域上看,库地蛇绿岩被中元古代晚期蓟县系塔昔达坂群为主的地层围限及少量后期中酸性岩浆岩侵入(1:150万新疆地质图,1993,及和田地区地质矿产图及说明书,1989等),相比之下,库地蛇绿岩——洋盆残留体占据的空间是极小的。是否存在一个偌大、宽阔、延伸远的"原(古)特提斯洋"确是一个值得探讨的问题。从其围岩看,其东部邻区桑珠大坂一带塔昔达坂群主要是一套片岩-片麻岩类,据研究报道,原岩主要是一套浅海—次深海相、稳定环境的沉积(西昆仑—喀喇昆仑河尾滩地区1:100万区调报告,1984)。塔昔达坂群之上的震旦系—寒武系,目前缺乏深入研究,但据现有资料分析,邻区相当于震旦系(?)的塞图拉群主要为各类片岩、石英岩、大理岩夹中基性火山岩,下部尚有一套较稳定的冰碛岩。前者原岩恢复为一套海相碎屑岩,其上寒武系为一套海相-陆屑碎屑沉积(和田地区地质

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

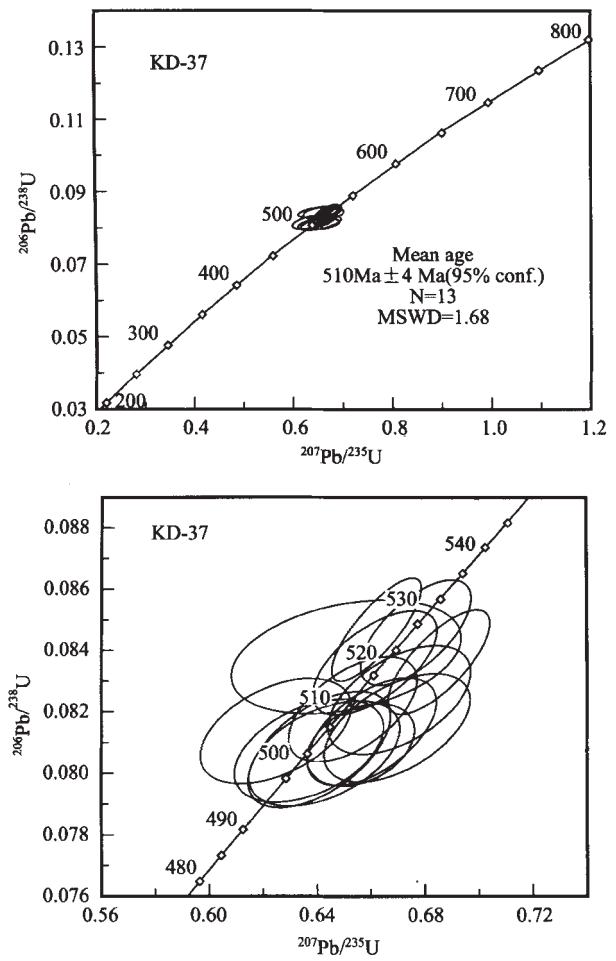


图4　库地蛇绿岩中石英辉长岩(KD37)的锆石SHRIMP-II测年

Fig. 4　Zircon SHRIMP-II dating of quartz gabbro (KD37) in the Küda ophiolite

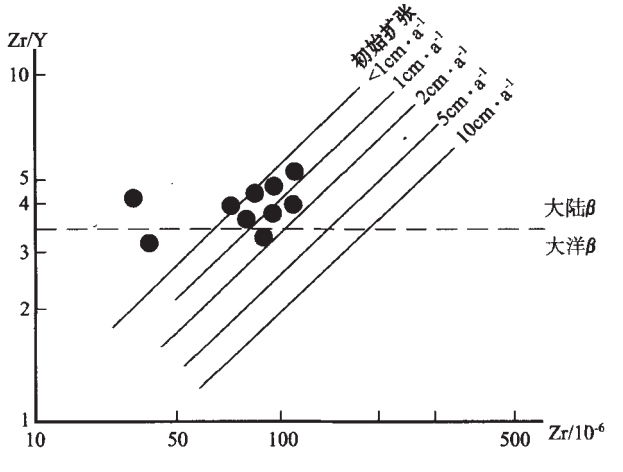


图5　库地蛇绿岩中玄武岩Zr/Y-Zr判别图

Fig. 5　Zr/Y-Zr discriminant diagram of basalt in the Küda ophiolite

图(1:50万)说明书,1989)。因而从与库地蛇绿岩大体同一时期的相邻地层、沉积相乃至古生物来看,尚未有因大洋相隔造成的明显变异。岩石学、地球化学所反映的有关库地蛇绿岩的生因环境,值得提到的是,邓万明[3]已注意到库地低钾玄武岩与盖孜-乌依塔格玄武岩-钙碱性火山岩在地球化学上反映不同构造环境,认为后者"洋壳发育尚不够典型和成熟",是否代表大洋残片值得"深入研究"。我们根据库地蛇绿岩中玄武岩地球化学特征Zr/Y-Zr判别图[8],在目前没有较确切判别图的情况下,仍沿用此方法,从图5中可看出其代表的扩张速率是很低的,大部分小于1 cm/a,甚至属大陆玄武岩范畴。根据库地蛇绿岩中超镁铁岩岩石化学的判别,其形成环境主要也是大陆边缘及岛弧环境,与大西洋、印度洋内超镁铁岩有所区别[9]。

纵观以上资料,目前尚得不出青藏高原北缘早期(新元古代—早古生代)存在延伸长远、广阔的"原(古)特提斯"大洋的结论。近年在祁连山、祁曼塔格以及阿尔金等地有早古生代蛇绿岩的报道,但其组合、时限以及与库地蛇绿岩的对比等也尚需进一步研究。我们曾强调过,在漫长地质历史中,岩石圈结构、演化-裂解与聚合在时、空上是不均匀的,因而古大洋、古大陆的再造是一复杂课题,显然今后多学科、多方法手段的结合进一步综合分析研究是十分必要的。就目前地质、地球物理及地球化学资料,如果着重从蛇绿岩、沉积相以及古生物区系等方面考虑,初步结论是,在新元古代—早古生代青藏高原北缘岩石圈时、空上发生过不均一的引张裂解、汇聚消减,存在陆块、岛弧与洋盆、深海槽(裂陷槽等)相间的"多岛(多陆)洋"的构造演化格局。

本文参考、引用了20世纪80年代中、晚期新疆地矿局下属单位编著的西昆仑—喀喇昆仑地区有关1:100万及1:50万地调图幅及报告(未正式出版)和丁道桂等、潘裕生、邓万明、周辉、方爱民等的专著和论文以及新疆305项目办公室有关课题的研究报告等;同位素测试承蒙刘敦一、简平、宋彪等的安排、指导;岩石矿物鉴定由鲍佩声承担;先后在野外一起工作的还有刘训、王永、张招崇、罗照华等同志;在此一并致谢。

项目组成员李向东同志不幸英年早逝,他在承担项目期间勤奋工作,特别是奋战于西昆仑-喀喇昆仑高山峻岭,取得大量实际资料和优秀科研成果,

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

谨以此短文,以志哀悼。

参考文献:

[1] 李永安,李向东. 中国新疆喀喇昆仑羌塘地块及康西瓦构造带构造演化[M]. 新疆地矿局地质研究所,1994.

[2] 丁道桂,等. 西昆仑造山带与盆地[M]. 北京:地质出版社,1996.

[3] 邓万明. 库地-苏巴什蛇绿岩带[A]. 见:喀喇昆仑-昆仑山地质演化[C]. 北京:科学出版社,2000. 53~67.

[4] 王志洪,等. 西昆仑库地蛇绿岩地质地球化学及其成因研究[J]. 地质科学,2000,35(2):151~160.

[5] 周辉,等. 西昆仑库地蛇绿混杂岩带中早古生代放射虫的发现及其地质意义[J]. 科学通报,1998,43(22):2448~2450.

[6] 方爱民,等. 新疆西昆仑"依沙克群"中的放射虫组合及其形成时代探讨[J]. 地质科学,2000, 35(2):212~217.

[7] 潘裕生. 青藏高原第五缝合带的发现与论证[J]. 地球物理学报,1994,37(2):184~191.

[8] Pearce J A. Geochemical evidence for the genesis and eruptive setting of lava from Tethys ophiolite kj[M]. 1979.261~272.

[9] 李嵩龄,张志德. 西昆仑阿尔金晚元古代超基性岩岩石化学特征及成岩地质环境[J]. 西安地质学院学报,1985,7(3):58~69.

A further discussion of the Küda ophiolite, West Kunlun, and its tectonic significance

XIAO Xuchang[1], WANG Jun[1], SU Li[2], SONG Shuguang[3]

(1. *Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing* 100037, *China*;
2. *Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources, China Geological Survey, Xi'an* 710054, *Shaanxi, China*;
3. *Department of Geological Environment, Peking University, Beijing* 100871, *China*)

Abstract: In recent years geologists who undertake the study of orogenic belts in western China, especially the West Kunlun orogenic belt, have had a heated discussion of the timing, environment and tectonic evolution of the Küda ophiolite in the West Kunlun. The reason is that it is very likely to be one of the ancient ophiolites that occurred earlier in China and concerns such problems as whether there existed a "Proterozoic Tethys" ocean on the northern margin of the Qinghai-Tibet Plateau, as well as the characteristics of tectonic evolution of plates in the early stages of the geological history and break-up and convergence of Rodinia. The discussion focuses on the judgment and understanding of the timing and genetic environment of the ophiolite. In combination of previous observations of the ophiolite, this paper mainly reports the recent zircon SHRIMP-II dating of quartz gabbro in the Küda ophiolite (which yields an age of 510 Ma±4 Ma) and its tectonic significance.

Key words: West Kunlun; Küda ophiolite; tectonic evolution; tectonic significance

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net