

文章编号: 1006-6616 (2010) 01-0021-07

# 东昆仑造山带纳赤台群流纹岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄

张耀玲<sup>1,2</sup>, 张绪教<sup>1</sup>, 胡道功<sup>2</sup>, 石玉若<sup>3</sup>, 陆 露<sup>2</sup>

(1. 中国地质大学, 北京 100083; 2. 中国地质科学院 地质力学研究所, 北京 100081;  
3. 北京离子探针中心, 北京 100037)

**摘 要:** 纳赤台群是东昆仑早古生代造山带中岩石组成复杂的重要岩石地层单位, 长期以来对其形成时代存在较大分歧。采用 SHRIMP 锆石 U-Pb 定年方法, 对格尔木南水泥厂地区出露的纳赤台群石灰厂组流纹岩进行了高精度年代测定, 结果表明, 流纹岩中 13 个岩浆岩锆石  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  年龄平均值为  $450.4 \pm 4.3$  Ma, 它被解释为火山作用年龄, 由此限定纳赤台群石灰厂组火山岩段形成时代为晚奥陶世。

**关键词:** 纳赤台群; 锆石 U-Pb 年龄; 晚奥陶世; 东昆仑造山带

中图分类号: P597

文献标识码: A

纳赤台群主要出露于昆中断裂以南和昆南断裂以北的东昆仑南地体内, 是东昆仑造山带中重要的岩石地层单位, 但对其形成时代的认识分歧较大<sup>[1-5]</sup>。青海地质局石油普查大队在 1962 年建立纳赤台岩系时, 将其时代置于古生代<sup>①</sup>; 青海省地质局区调队在 1:200 000 格尔木幅报告中, 根据区域对比将该岩群定为晚奥陶世<sup>②</sup>; 青海省地质局区调队在 1:1 000 000 温泉幅报告中将分布于昆仑河、秀沟一带的浅变质凝灰质千枚岩、板岩、砂岩及片岩、大理岩和片理化中酸性火山岩、火山碎屑岩、凝灰质砾岩等组成的“绿色岩系”称为“纳赤台群”, 并将其划分为 4 个岩组, 时代仍为古生代<sup>③</sup>; 中国地质科学院地质矿产研究所根据采集到的珊瑚和腕足类等化石, 将纳赤台群的时代定为早古生代至中泥盆世<sup>④</sup>; 李光岑等<sup>[2]</sup>将昆仑桥以南相当于原“纳赤台系”第二岩组的地层划为三叠系, 并认为“纳赤台群”由 3 个不完整的沉积旋回组成, 自上而下分别命名为哈拉巴依沟组、石灰厂组、水泥厂组, 依据所发现的珊瑚和腕足类等化石, 将其时代定为晚奥陶世, 但不排除有志留纪的可能性; 青海省地质矿产局在《青海省岩石地层》一书中沿用李光岑的划分方案, 并将其时代置于晚奥陶世—志留纪<sup>[5]</sup>。郭宪璞等<sup>[3]</sup>在该纳赤台群板岩和泥质岩中发现了晚二叠世孢粉化石, 将该岩群时代置于晚二叠世, 并认为部分可能延至早三叠世早期。最近, 郭宪璞等<sup>[4]</sup>在纳赤台群中又发现了古近纪中一晚渐新世孢粉化石。由此可见, 关于纳赤台岩群的时代目前仍然

收稿日期: 2009-12-04

基金项目: 中国地质调查局地质调查项目 (1212010711510) 资助。

作者简介: 张耀玲 (1984-), 女, 硕士研究生, 第四纪地质学专业。Email: yaoling\_zhang@126.com。

① 青海省地质局石油普查大队. 祁连山、阿尔金山、昆仑山地层概况 (地质报告). 1962.

② 青海省地质局区调队. 中华人民共和国区域地质调查报告——格尔木市幅、纳赤台幅 (1:200 000). 1981.

③ 青海省地质局区调队. 中华人民共和国区域地质调查报告——温泉幅 (1:1 000 000). 1972.

④ 中国地质科学院地质矿产研究所. 格尔木—拉萨路线地质报告. 1976.

没有一个统一的认识。

分布于水泥厂一带的纳赤台群由水泥厂组、石灰厂组和哈拉巴依沟组等岩石地层单位组成,其中石灰厂组火山岩段流纹岩为确定地层形成时代提供了理想的测年对象。为此,本文采用 SHRIMP 锆石 U-Pb 定年方法对水泥厂北出露的流纹岩进行了精确的年龄测定,以约束东昆仑水泥厂地区纳赤台群形成时代。

## 1 区域地质背景与测年样品特征

研究区位于东昆仑造山带东段的东昆仑南地体,其南北两侧的东昆仑北地体和巴颜喀拉地体分别由昆中断裂和昆南—阿里玛卿断裂与之相隔<sup>[6]</sup>。东昆仑北地体出露的古老变质岩主要由高角闪岩相—麻粒岩相组成的古元古界金水口群和中元古界冰沟群浅变质的碎屑岩和碳酸盐岩所组成,上部被志留—泥盆系牦牛山组磨拉石建造不整合覆盖,早古生代及三叠纪花岗岩侵入其中。巴颜喀拉地体由三叠系巴颜喀拉山群和少量新生代地层所组成。东昆仑南地体下部由中元古界万宝沟群和奥陶—志留系纳赤台群浅变质碎屑岩、火山岩和碳酸盐岩组成,上部为志留—泥盆系牦牛山组磨拉石建造、上石炭统浩特洛洼组碎屑岩、下三叠统洪水川组和中三叠统闹仓坚沟组碎屑岩(见表1、图1)。

青海省第一区调队1981年将出露于纳赤台东北水泥厂至三道湾山一带的灰色、灰绿色、浅灰色变砂岩夹千枚岩及石灰岩凸镜体的地层限于“纳赤台群”,该套地层仅相当于原“纳赤台系”第一岩组的一部分,时代定为晚奥陶世<sup>①</sup>。而最新完成的1:50 000地质填图将奥陶

表1 纳赤台地区岩石地层单位

Table 1 Lithostratigraphic units in Naj Tal area

地质年代			岩石地层单位				
			东昆仑北地体		东昆仑南地体		
代	纪	世	群	组	群	组	段
中生代	三叠纪	中三叠世				闹仓坚沟组	
		早三叠世				洪水川组	
古生代	石炭纪	晚石炭世				浩特洛洼组	
	泥盆纪	志留—泥盆纪		牦牛山组		牦牛山组	
			奥陶—志留纪	纳赤台群	哈拉巴依沟组	砂板岩段	
	炭质千枚岩段						
	钙质千枚岩段						
	奥陶纪	奥陶—志留纪	纳赤台群	哈拉巴依沟组	碳酸盐岩段		
火山岩段							
				石灰厂组			
				水泥厂组			
中元古代			冰沟群		万宝沟群		
古元古代			金水口群				

① 青海省地质矿产局. 中华人民共和国区域地质调查报告——格尔木市幅、纳赤台幅(1:200 000). 1981.

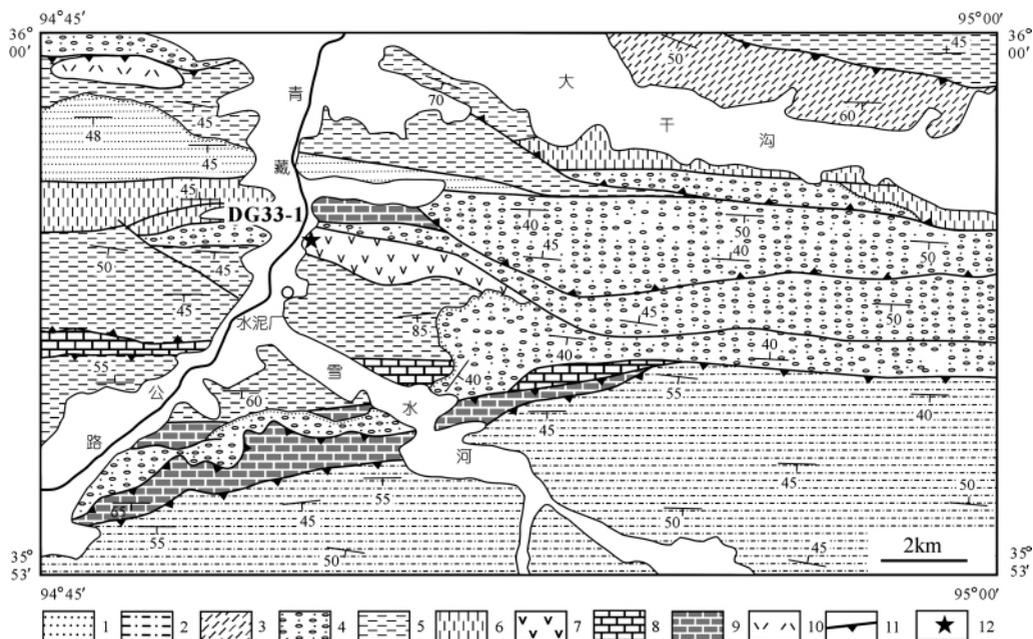


图 1 格尔木南地质构造简图及采样点位置

Fig. 1 Geological map of south to Golmud and sample sites

- 1-中三叠统纳仓堡组; 2-下三叠统洪水川组; 3-上石炭统浩洛洼组; 4-志留-泥盆系牦牛山组;  
 5-奥陶-志留系纳赤台群哈拉巴依沟组; 6-奥陶-志留系纳赤台群石灰厂组碳酸盐岩段;  
 7-奥陶-志留系纳赤台群石灰厂组火山岩段; 8-纳赤台群水泥厂组; 9-中元古界万宝沟群碳酸盐岩组;  
 10-志留纪流纹英安斑岩; 11-逆断层; 12-采样点位置

系—志留系纳赤台群解体为水泥厂组、石灰厂组和哈拉巴依沟组等不同的岩石地层单位<sup>①</sup>。本项目在该地区进行地质填图过程中,对区域地质和纳赤台群进行了研究,为新获得的纳赤台群年龄解释提供了地质和时代依据<sup>[7-10]</sup>。

测年样品(DG33-1)取自格尔木市水泥厂北约2 km处的青藏公路东侧(N35°57'17.9", E94°49'06.6")铁路旁,取样层位为石灰厂组火山岩段,样品岩性为灰白色流纹岩。样品采自火山岩段的中部,岩层总体走向北西西向,产状近直立(见图2)。流纹岩具有斑状结构和流纹构造显微特征(见图3)。斑晶由它形一半自形粒状石英及少量透长石构成。石英呈聚斑产出,大小0.3~2.0 mm,含量10%,透长石少。基质由扉细、微粒状长英质构成,大小0.01~0.05 mm。似透镜状定向分布的长英质重结晶集合体大小0.05~0.30 mm。基质中长石约80%,石英约10%。变质矿物绢云母似豆荚状分布。

## 2 测试方法

锆石按常规方法分选,最后在双目镜下挑纯。将分选锆石与锆石标样(TEM)一起制靶,然后进行光学照相和阴极发光(CL)图像分析。SHRIMP锆石U-Pb测年在澳大利亚

<sup>①</sup> 青海省地质调查院. 中华人民共和国区域地质调查报告——水泥厂幅、忠阳山幅、黑刺沟幅(1:50 000). 2004.



图2 纳赤台群石灰厂组流纹岩  
地质特征和采样点位置

Fig. 2 Characteristics of the rhyolite from Shihuichang  
Formation of Naij Tal Group and sample sites

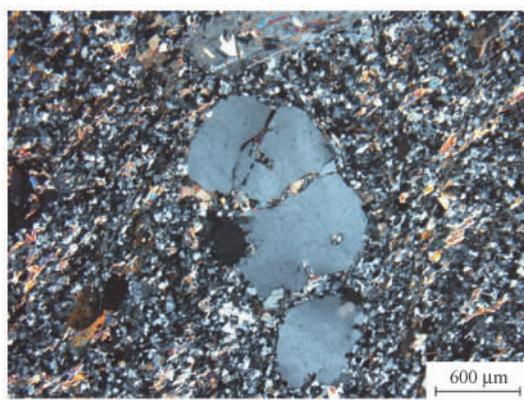


图3 纳赤台群石灰厂组流纹岩  
显微结构 (正交偏光)

Fig. 3 Microtexture of the rhyolite from  
Shihuichang Formation of Naij Tal Group

Curtin 大学完成, 详细分析流程和原理参考宋彪等<sup>[11]</sup>及 Williams 等<sup>[12]</sup>的研究成果。在分析时, 应用澳大利亚国立大学标准锆石 SL13 (572 Ma, U 含量为 238  $\mu\text{g/g}$ ) 标定 TEM 标准锆石和样品的 U、Th 及 Pb 含量, 应用 TEM (417 Ma) 进行元素间分馏校正, 计算 Pb/U 及 UO/U 的校正值, 并计算样品年龄。数据处理采用 Ludwig SQUID1.0 及 ISOPLOT<sup>[13, 14]</sup>程序。普通铅根据实测<sup>204</sup>Pb 校正。测试结果见表 2, 表中测试数据的误差均为  $1\sigma$ , <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U 年龄的加权平均值误差为  $2\sigma$ 。

表 2 纳赤台群流纹岩 DG33-1 锆石 SHRIMP 分析数据

Table 1 SHRIMP U-Pb data for zircons from rhyolite in Naij Tal Group

测点	<sup>206</sup> Pb / %	含量 / ( $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ )			Th/U	同位素原子比率						表面年龄 / Ma	
		<sup>206</sup> Pb*	U	Th		<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1 $\sigma$ / %	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	1 $\sigma$ / %	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	1 $\sigma$ / %	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb
1. 1	0.28	24.6	174	156	0.93	0.07050	1.60	1.594	2.5	0.1641	1.9	979 $\pm$ 17	942 $\pm$ 32
2. 1	0.06	37.8	89	383	4.42	0.17290	10.00	11.720	2.2	0.4917	2.0	2578 $\pm$ 43	2586 $\pm$ 17
3. 1	0.25	172.0	2677	1008	0.39	0.05632	1.30	0.578	2.2	0.0744	1.8	462.9 $\pm$ 7.9	465 $\pm$ 29
4. 1	0.04	61.2	985	140	0.15	0.05642	1.00	0.562	2.1	0.0723	1.8	450.0 $\pm$ 7.8	469 $\pm$ 23
5. 1		230.0	3450	800	0.24	0.05562	0.45	0.595	1.8	0.0776	1.8	481.9 $\pm$ 8.2	437.1 $\pm$ 10.0
6. 1	0.07	81.9	1315	332	0.26	0.05568	0.84	0.556	2.0	0.0725	1.8	451.1 $\pm$ 7.8	439 $\pm$ 19
7. 1	0.01	52.4	128	248	1.99	0.16230	10.00	10.630	2.2	0.4749	1.9	2505 $\pm$ 40	2480 $\pm$ 17
8. 1	0.08	41.4	671	160	0.25	0.05542	1.60	0.548	2.5	0.0718	1.9	446.9 $\pm$ 8.1	429 $\pm$ 36
9. 1	0.09	115.0	1875	334	0.18	0.05565	0.64	0.549	1.9	0.0715	1.8	445.1 $\pm$ 7.7	438 $\pm$ 14
10. 1	0.03	122.0	1952	389	0.21	0.05551	0.69	0.558	1.9	0.0729	1.8	453.8 $\pm$ 7.8	433 $\pm$ 15
11. 1	0.01	126.0	2037	399	0.20	0.05559	0.65	0.550	1.9	0.0717	1.8	446.5 $\pm$ 7.7	436 $\pm$ 14
12. 1		160.0	2583	485	0.19	0.05596	0.58	0.555	1.9	0.0720	1.8	448.1 $\pm$ 7.7	451 $\pm$ 13
13. 1	0.03	344.0	5099	1189	0.24	0.05514	0.45	0.596	1.8	0.0784	1.8	486.6 $\pm$ 8.3	418 $\pm$ 10
14. 1	0.09	61.3	255	209	0.85	0.10002	0.86	3.862	2.1	0.2801	1.9	1592 $\pm$ 26	1624 $\pm$ 16
15. 1	0.18	36.2	601	344	0.59	0.05510	1.90	0.531	2.6	0.0699	1.8	435.4 $\pm$ 7.7	417 $\pm$ 42
16. 1	0.04	192.0	2990	717	0.25	0.05588	0.60	0.575	1.9	0.0746	1.8	464.0 $\pm$ 7.9	447 $\pm$ 13
17. 1	0.31	150.0	2365	1042	0.46	0.05441	1.00	0.553	2.1	0.0738	1.8	458.8 $\pm$ 7.9	388 $\pm$ 23
18. 1	0.14	116.0	1880	267	0.15	0.05501	0.88	0.544	2.0	0.0718	1.8	446.9 $\pm$ 7.7	413 $\pm$ 20
19. 1	0.15	118.0	1901	374	0.20	0.05487	0.96	0.544	2.0	0.0719	1.8	447.8 $\pm$ 7.7	407 $\pm$ 21

注: <sup>206</sup>Pb<sub>c</sub> 为普通铅、<sup>206</sup>Pb\* 为放射性铅; <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U 年龄的加权平均值误差为  $2\sigma$ , 其余数据误差为  $1\sigma$

### 3 分析结果和解释

样品 DG33-1 中锆石颗粒细小。根据锆石内部结构和外形特征，可识别出 2 组锆石，其中 A 组锆石呈浑圆状或它形锥柱状（图 4 中点 1.1, 2.1, 7.1 和 14.1），Th 和 U 含量低，Th/U 比值高，在 CL 图像中亮度较高，无明显的振荡环带结构，表明它们经历过一定距离的搬运和磨蚀作用，为碎屑锆石；其余锆石为 B 组，多呈锥柱状晶体，自形程度高，具有高 U 含量和低 Th/U 比值，锆石 CL 图像灰暗，可见振荡环带式阴极发光结构，属岩浆锆石。

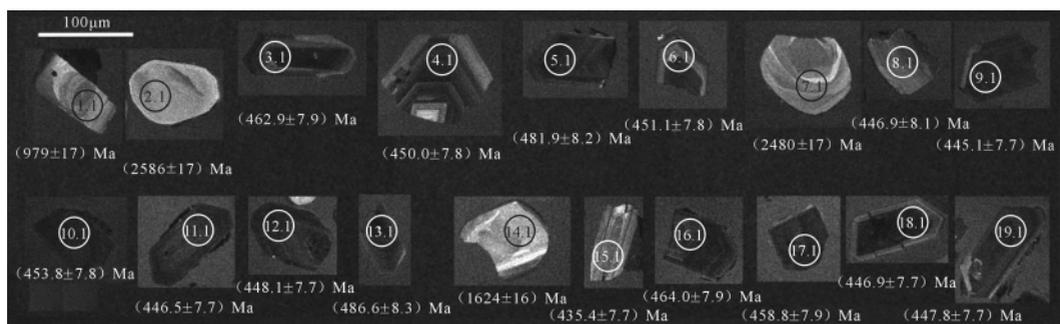


图 4 流纹岩中锆石 CL 图像

Fig. 4 CL images of zircons from rhyolite in Naj Tal Group

共对该样品 19 粒锆石进行了 19 点分析。4 个 SHRIMP 分析点结果较离散，其年龄从 979 Ma 到 2 586 Ma（见图 5a、表 1）。这些点为 A 组锆石，解释为碎屑锆石的结晶年龄。另有 13 个 SHRIMP 分析点构成一个相关年龄组，在一致曲线图中接近一致，且集中分布，给出  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  的加权年龄平均值为  $450.4 \pm 4.3$  Ma，这些测点均为 B 组锆石，因此，该年龄被解释为岩浆锆石的结晶年龄。点 5.1 和 13.1 锆石 U 含量高，分别为  $3\ 450\ \mu\text{g/g}$  和  $5\ 099\ \mu\text{g/g}$ ，锆石呈灰黑色，岩浆环带结构不清， $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  的表面年龄值偏高，在计算平均年龄时剔除。

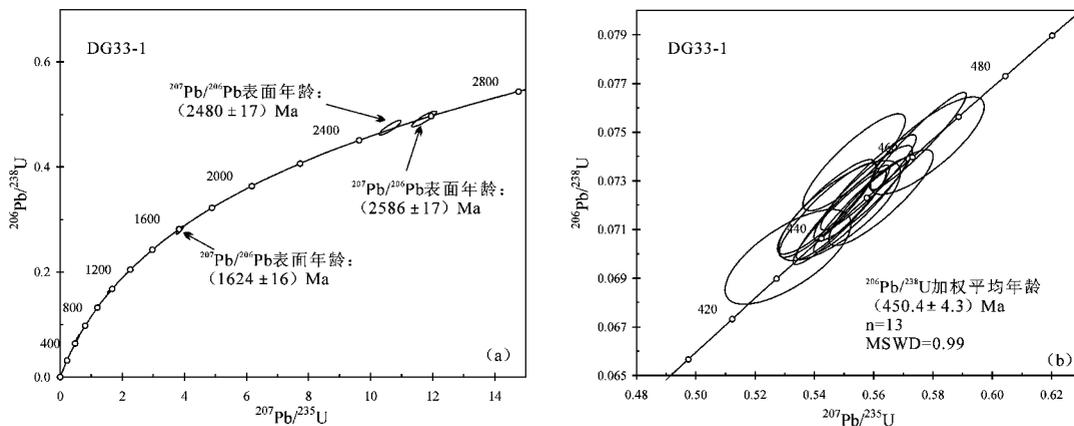


图 5 锆石 U-Pb 一致曲线图

Fig. 5 The zircon U-Pb concordia diagrams of rhyolite from Naj Tal Group

## 4 讨论与结论

自青海省地质局石油普查大队首次命名“纳赤台系”<sup>①</sup>以来,对其形成时代一直存在分歧。最初创名时通过地层对比将其时代定为早古生代;1:200 000 纳赤台幅和1:50 000 水泥厂幅根据采集到的化石将其定为晚奥陶世<sup>②③</sup>;李光岑等根据灰岩中发现的珊瑚、腕足类和头足类等化石,将时代大致定为晚奥陶世—志留纪<sup>[9]</sup>;而郭宪璞等<sup>[3]</sup>将纳赤台群分为基质系统和外来系统两大系统,并根据基质系统中产出的孢粉化石,认为基质系统时代为渐新世。

本文给出了纳赤台群精确的锆石 U-Pb 年龄数据。纳赤台群石灰厂组火山岩段流纹岩中所获得的  $450.4 \pm 4.3$  Ma 一组年龄表示该岩石形成于晚奥陶世。丰成友等<sup>[1]</sup>获得的驼路沟石英钠长石岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄为  $468 \pm 9$  Ma,属于中奥陶世,意味着水泥厂流纹岩形成时代要晚于驼路沟含钴金矿的火山—碎屑岩系,而与东昆仑造山带东段大陆裂解过程有关的火山—沉积岩系中火山岩单颗粒锆石 U-Pb 年龄 ( $448 \pm 4$  Ma) 接近<sup>[15]</sup>。由此可以认为火山岩段及火山—沉积岩系形成于中—晚奥陶世。

那么,石灰厂组火山岩段和碳酸盐岩段与区域北侧分布的纳赤台群哈拉巴依沟组碎屑岩系又有怎样的关系呢?特别是驼路沟含钴金矿的火山—碎屑岩系与哈拉巴依沟组是否为同一套地层这一问题值得探讨。由于哈拉巴依沟组中化石缺乏,所获得的化石的可靠性存在争议,目前对其时代主要根据地质特征推测。最近笔者在该区填图时发现了2个确定其形成时代上限的地质证据:一是小干沟东南侧流纹英安斑岩侵入到哈拉巴依沟组砂岩中,流纹英安斑岩激光探针(LA-MC-ICP MS)锆石 U-Pb 年龄  $425.9 \pm 2.6$  Ma<sup>[8]</sup>;二是大干沟南牦牛山组最下部的流纹岩激光探针(LA-MC-ICP MS)锆石 U-Pb 年龄  $423.2 \pm 1.8$  Ma (另文发表),水泥厂东牦牛山组角度不整合覆盖在哈拉巴依沟组之上。由此可以限定哈拉巴依沟组形成于距今约426 Ma之前,即中志留世中期之前,但不排除奥陶纪的可能性。这一认识对厘定东昆仑地区纳赤台群火山—沉积岩系的时代,探讨早古生代地质演化和区域找矿,均具有重要的科学意义。

## 参 考 文 献

- [1] 丰成友,张德全,党兴彦,等. 青海格尔木地区驼路沟钴(金)矿床石英钠长石岩锆石 SHRIMP U-Pb 定年——对“纳赤台群”时代的制约[J]. 地质通报,2005,24(6):501~505.  
FENG Cheng-you, ZHANG De-quan, DANG Xing-yan, et al. SHRIMP zircon U-Pb dating of quartz albitite from the Tuolugou cobalt (gold) deposit, Golmud, Qinghai, China—Constraints on the age of the Naj Tal Group [J]. Geological Bulletin of China, 2005, 24(6): 501~505.
- [2] 李光岑,林宝玉. 昆仑山东段几个地质问题的探讨[A]. 见:青藏高原地质文集(1) [C]. 1982. 28~48.  
LI Guang-cen, LIN Bao-yu. Discussion on geological problems in east Kunlun mountain [A]. In: Contribution to the geology of the Qinghai-Tibet Plateau (1) [C]. 1982. 28~48.

① 青海省地质局石油普查大队. 祁连山、阿尔金山、昆仑山地层概况(地质报告). 1962.

② 青海省地质矿产局. 中华人民共和国区域地质调查报告——格尔木市幅、纳赤台幅(1:200 000). 1981.

③ 青海省地质调查院. 中华人民共和国区域地质调查报告——水泥厂幅、忠阳山幅、黑刺沟幅(1:50 000). 2004.

- [ 3 ] 郭宪璞, 王乃文, 丁孝忠, 等. 青海东昆仑纳赤台群基质系统与外来系统的关系 [J]. 地质通报, 2003, 22 (3): 160 ~ 164.  
GUO Xian-po, WANG Nai-wen, DING Xiao-zhong, et al. Relationship between the matrix system and the exotics system in the Naj Tal Group in the East Kunlun Mountains [J]. Geological Bulletin of China, 2003, 22 (3): 160 ~ 164.
- [ 4 ] 郭宪璞, 王乃文, 丁孝忠, 等. 东昆仑纳赤台岩群混杂堆积的古生物学证据及其地质意义 [J]. 地质论评, 2006, 52 (3): 289 ~ 296.  
GUO Xian-pu, WANG Nai-wen, DING Xiao-zhong, et al. Palaeontological proof of the Naj Tal Group-Complex as mélange aggregation in the eastern Kunlun orogenic belt and its geologic significance [J]. Geological Review, 2006, 52 (3): 289 ~ 296.
- [ 5 ] 青海省地质矿产局. 青海省岩石地层 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1997. 142 ~ 172.  
Bureau of Geology and Mineral Resources of Qinghai Province. Stratigraphy (lithostratic) of Qinhai Province [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1997. 142 ~ 172.
- [ 6 ] 许志琴, 杨经绥, 李海兵, 等. 造山的高原——青藏高原地体的拼合、碰撞造山及隆升机制 [M]. 北京: 地质出版社, 2007. 1 ~ 458.  
XU Zhi-qin, YANG Jing-sui, LI Hai-bing, et al. Orogenic plateau: Terrane amalgamation, collision and uplift in the Qinghai-Tibet Plateau [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2007. 1 ~ 458.
- [ 7 ] 倪晋宇, 胡道功, 周春景. 东昆仑造山带纳赤台群形成的大地构造环境探讨 [J]. 地质力学学报, 2010, 16 (1): 11 ~ 20.  
NI Jin-yu, HU Dao-gong, ZHOU Chun-jing. Discussion on tectonic environment of Naj Tal Group, East Kunlun Orogenic Belt [J]. Journal of Geomechanics, 2010, 16 (1): 11 ~ 20.
- [ 8 ] 周春景, 胡道功, Barosh P J, 等. 东昆仑三道湾流纹英安斑岩锆石 U-Pb 年龄及地质意义 [J]. 地质力学学报, 2010, 16 (1): 28 ~ 35.  
ZHOU Chun-jing, HU Dao-gong, Barosh P J, et al. Zircon U-Pb dating of the rhyolite-dcite porphyry in the Sandaowan of east Kunlun MTS and its geological significance [J]. Journal of Geomechanics, 2010, 16 (1): 28 ~ 35.
- [ 9 ] 陆露, 胡道功, 张永清, 等. 昆中断裂带同构造花岗斑岩锆石 U-Pb 年龄及构造意义 [J]. 地质力学学报, 2010, 16 (1): 36 ~ 43.  
LU Lu, HU Dao-gong, ZHANG Yong-qing, et al. Ziron U-Pb age for syntectoin granitic porphyry and its teconic significance in the middle Kunlun fallt belt [J]. Journal of Geomechanics, 2010, 16 (1): 36 ~ 43.
- [ 10 ] 张紫程, 张绪教, 高万里, 等. 东昆仑左行韧性剪切带形成时代的锆石 U-Pb 年龄证据 [J]. 地质力学学报, 2010, 16 (1): 51 ~ 58.  
ZHANG Zi-cheng, ZHANG Xu-jiao, GAO Wan-li, et al. Evidence of zircon U-Pb ages for the formation time of the east Kunlun left-lateral ductile shear belt [J]. Journal of Geomechanics, 2010, 16 (1): 51 ~ 58.
- [ 11 ] 宋彪, 张玉海, 万渝生, 等. 锆石 SHRIMP 样品靶制作、年龄测定及有关现象讨论 [J]. 地质论评, 2002, 48 (增刊): 26 ~ 30.  
SONG Biao, ZHANG Yu-hai, WAN Yu-sheng, et al. Mount making and procedure of the SHRIMP dating [J]. Geological Review, 2002, 48 (Supp.): 26 ~ 30.
- [ 12 ] Williams I S, Claesson S. Isotopic evidence for the Precambrian provenance and Caledonian metamorphism of high grade paragneisses from the Seve Nappes, Scandinavian Caledonides [J]. Contributions to Mineralogy and Petrology, 1987, 97 (2): 205 ~ 217.
- [ 13 ] Ludwig K R. Squid 1.02: A user manual [M]. California: Berkeley Geochronological Center, 2001.
- [ 14 ] Ludwig K R. User's Manual for Isoplot/EX, version 2.0: A geochronological toolkit for Microsoft Excel [M]. California: Berkeley Geochronological Center, 1999.
- [ 15 ] 陈能松, 何蕾, 孙敏, 等. 东昆仑造山带早古生代变质峰期和逆冲构造变形年代的精确限定 [J]. 科学通报, 2002, 47 (8): 628 ~ 631.  
CHEN Neng-song, HE Lei, SUN Min, et al. Precise timing of the Early Paleozoic metamorphism and thrust deformation in the eastern Kunlun orogen [J]. Chinese Science Bulletin, 2002, 13: 76 ~ 79.

## ZIRCON U-Pb AGES FOR RHYOLITIC TUFFS OF THE NAOCANGJIANGOU FORMATION IN THE EAST KULUN OROGENIC BELT AND THEIR IMPLICATION

WU Fang<sup>1</sup>, ZHANG Xu-jiao<sup>2</sup>, ZHANG Yong-qing<sup>3</sup>, ZHANG Yao-ling<sup>1</sup>

(1. Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Science, Beijing 100081, China;

2. College of Earth Science and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China;

3. Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, Tianjin 300170, China)

**Abstract:** By using La-Mc-ICPMS method, accurate zircon U-Pb dating has been made for volcanic rock samples from the Naocangjiangou Formation in the Xiugou basin of the East Kunlun orogenic belt. The zircons from the rhyolitic tuff (sample DG25-4) showed oscillatory growth patterns in its cathodoluminescence image, indicating a typically magmatic origin. The  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  surface ages of 15 magmatic zircons are concentrated in the range of 239-249 Ma, averaging  $243.5 \pm 1.7$  Ma, which records the forming age of those volcanic rocks, that is, the Naocangjiangou Formation was formed in the early Middle Triassic. Early Paleozoic and Proterozoic zircons were also found in volcanic rocks of the formation, suggesting the possible presence of Proterozoic basement in the Kunlun southern terrain.

**Key words:** Naocangjiangou Formation; tuffs; U-Pb age; Middle Triassic; East Kunlun orogenic belt

(上接第 27 页)

## SHRIMP ZIRCON U-Pb AGES OF RHYOLITE FROM THE NAIJ TAL GROUP IN THE EAST KULUN OROGENIC BELT

ZHANG Yao-ling<sup>1,2</sup>, ZHANG Xu-jiao<sup>1</sup>, HU Dao-gong<sup>2</sup>, SHI Yu-ruo<sup>3</sup>, LU Lu<sup>2</sup>

(1. China University of Geosciences, Beijing 100083, China;

2. Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Science, Beijing 100081, China;

3. Beijing Center of Ion Microprobe, Beijing 100037, China)

**Abstract:** The Naij Tal Group is a major lithostratigraphic unit with a complex composition in the East Kunlun Paleozoic orogenic belt, and there has long been debate on its formation time. The average SHRIMP zircon  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  age of  $450.4 \pm 4.3$  Ma has been obtained for 15 rhyolite samples collected from the Shihuichang Formation of the Naij Tal Group south of Gelmud. It was interpreted as the age of a volcanic activity, so the Shihuichang Formation of the Naij Tal Group can be considered to form in the Late Ordovician.

**Key Word:** Naij Tal Group; zircon U-Pb age; Late Ordovician; eastern Kunlun orogenic belt