

文章编号: 1006-6616 (2010) 01-0036-08

# 昆中断裂带同构造花岗斑岩锆石 U-Pb 年龄及其构造意义

陆 露<sup>1</sup>, 胡道功<sup>1</sup>, 张永清<sup>2</sup>, 吴珍汉<sup>3</sup>

(1. 中国地质科学院 地质力学研究所, 北京 100081;

2. 中国地质调查局 天津地质调查中心, 天津 300170;

3. 中国地质科学院, 北京 100081)

**摘 要:** 采自格尔木南昆中断裂带两个同构造花岗斑岩中的岩浆锆石采用激光烧蚀多接收器电感耦合等离子体质谱 (LA-MC-ICP MS) 方法得到的<sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U 年龄分别为 408.5 ± 2.3 Ma 和 391.2 ± 3.4 Ma。这两组年龄结果表明昆中断裂带为叠置在昆中缝合带上的新生断裂带, 形成于东昆仑加里东造山晚期陆内构造变形阶段。

**关键词:** 昆中断裂; 花岗斑岩; 锆石 U-Pb 年龄; 断裂活动; 东昆仑造山带

中图分类号: P597

文献标识码: A

昆中断裂带是青藏高原北部一条延伸上千公里且切割岩石圈的深大断裂, 构成了东昆北地体和东昆南地体的分界线<sup>[1]</sup>。由于沿断裂带基性和超基性岩成群分布, 故而此断裂又被称为昆中缝合带。研究表明, 昆中缝合带与昆中断裂带具有不同的地质涵义<sup>[2]</sup>。尽管对昆中缝合带形成时代和蛇绿岩形成期次存在很大争议<sup>[3-7]</sup>, 但研究证实了昆中缝合带的存在<sup>[1-7]</sup>; 而对叠置在昆中缝合带之上的昆中断裂带的认识主要来自地球物理资料的地质解释<sup>[8]</sup>。虽然已有的构造年代学研究表明清水泉地区的昆中断裂带在早古生代和印支期发生多次强烈的变形<sup>[2,9]</sup>, 但该断裂西延至纳赤台地区的与断裂活动时代有关的精确年代学数据尚未见报道。东昆仑造山带自然条件恶劣, 长期以来地质研究工作滞后。近年来笔者所在课题组在野外调查、年代学和遥感地质方面取得了新进展<sup>[10-15]</sup>。本研究在野外地质填图的基础上, 采用激光烧蚀多接收器电感耦合等离子体质谱 (LA-MC-ICP MS) 锆石 U-Pb 定年方法测定了纳赤台地区昆中断裂高角度逆冲构造的年代, 以探讨昆中断裂带与东昆仑造山作用的关系。

## 1 地质背景和样品特征

研究区位于青海省格尔木市南纳赤台和东温泉地区, 昆中断裂呈东西向在沙松乌拉一大干沟—红石山—海德乌拉一带横穿本区, 在纳赤台北, 一系列北西向分支断裂与其斜接 (见图 1)。断裂北侧属东昆仑北地体, 以出露古老变质岩为特征, 主要由高角闪岩相—麻粒

收稿日期: 2009-12-04

基金项目: 中国地质调查局项目 (编号: 1212010711510) 资助。

作者简介: 陆露 (1985-), 女, 硕士研究生, 构造地质学专业。E-mail: yangchunyoulu@163.com

岩相变质的中元古界万宝沟群变质碎屑岩和碳酸盐岩所组成, 经历了早古生代变质作用, 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。断裂南侧为东昆仑南地体, 主要由中元古界万宝沟群、奥陶—志留系纳赤台群浅变质碎屑岩、火山岩和碳酸盐岩及志留系赛什腾组浅变质碎屑岩、三叠系闹仓坚沟组、八宝山组火山—碎屑岩所组成。

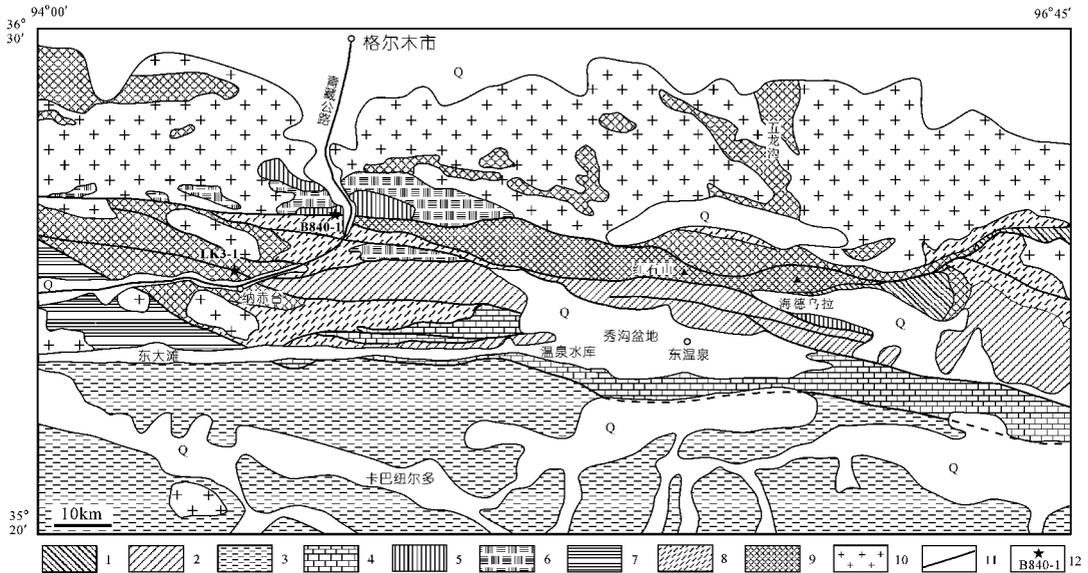


图 1 格尔木南地质构造简图及采样点位置

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

1. 下侏罗统羊曲组; 2. 中三叠统闹仓坚沟组; 3. 三叠系巴颜喀拉山群; 4. 二叠系马尔争组;
5. 上石炭统浩洛洼组; 6. 志留—泥盆系牦牛山组; 7. 志留系赛什腾组; 8. 奥陶—志留系纳赤台群;
9. 中元古界万宝沟群; 10. 花岗岩类侵入体; 11. 断层; 12. 采样点位置

详细的地质填图和露头分析表明, 沿昆中断裂带负地形为主 (见图 2a), 北侧的元古宙变质基底和花岗岩类侵入体向南逆冲到三叠系之上 (见图 2b), 在青藏公路西侧小干沟水电站西山约 120 m 宽的同构造花岗斑岩脉沿断裂带延伸超过 1 000 m (见图 2c), 后期叠加脆性变形, 弱应变域岩石新鲜、完整 (见图 2d)。纳赤台北沟可见昆中断裂至少经历了早期韧性变形和晚期脆性逆冲兼走滑运动, 中元古界万宝沟群青办食宿站组灰白色大理岩向北逆冲到下寒武统沙松乌拉组灰色细砂岩之上, 剪切带由 30 m 厚的滑石片岩组成, 沿剪切带侵入 2~3 m 厚的灰白色同构造花岗斑岩脉和 20~40 cm 左右的脉状锰矿 (见图 2e), 在后期脆性变形过程中锰矿体及花岗斑岩形成劈理及构造透镜体, 指示断裂的左旋剪切运动 (见图 2f)。

在格尔木南青藏公路西侧选择了两个同构造花岗斑岩脉进行 U-Pb 测年样品的采集 (见图 1)。样品 B840-1 取自小干沟水电站西侧昆中断裂带中的灰绿色花岗斑岩 (见图 2c), 岩石斑状结构, 块状构造, 由肉红色钾长石斑晶和隐晶质基质组成 (见图 2d)。镜下观察斑晶由半自形板状斜长石、钾长石、它形粒状石英构成 (见图 2g), 大小 0.4~6.0 mm 不等, 其中斜长石有时具斑状产出, 钾长石为正条纹长石, 石英具熔蚀状外貌。斜长石斑晶 20%、正条纹长石 10%、石英 15%。基质微细粒花岗岩结构, 由半自形板状长石及微粒状石英构成,



(a) 海德乌拉北断层地貌特征(镜向东)



(b) 红石山北万宝沟群逆冲到三叠系八宝山组之上(镜向西)



(c) 小干沟水电站西昆中断裂带及花岗斑岩(镜向东)



(d) 小干沟水电站西花岗斑岩(镜向西)



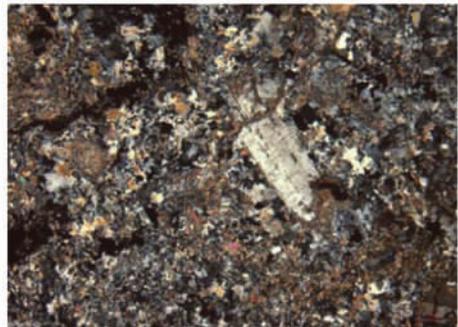
(e) 纳赤台北断裂及花岗斑岩(镜向东)



(f) 纳赤台北断裂带锰矿脉(镜向西)



(g) B840-1花岗斑岩显微结构



(h) LK3-1花岗斑岩显微结构

图2 昆中断裂花岗斑岩野外照片

Fig. 2 Photos of granitic porphyry in middle Kunlun fault

大小 0.05 ~ 0.25 mm。基质中斜长石 15%、正条纹长石 30%、石英 10%。

样品 LK3-1 取自纳赤台北沟断裂带中的黄褐色细粒花岗斑岩 (见图 2e), 花岗斑岩脉宽 2.5 m, 南侧为构造透镜体化的锰矿脉 (见图 2f) 和滑石化大理岩。岩石斑状结构, 块状构造, 由肉红色钾长石斑晶和隐晶质基质组成。镜下观察细粒花岗斑岩变余斑状结构, 斑晶由半自形板状斜长石构成, 大小 0.5 ~ 1.5 mm, 钠长石双晶、卡一钠复合双晶较发育, 斜长石斑晶含量 15%。基质变余微粒状结构, 由微粒斜长石、石英及少量近半自形板条状斜长石构成, 大小 0.03 ~ 0.20 mm。变质矿物为绢云母及少量黑云母、白云母, 鳞片状杂乱分布。基质中长石 65%、石英 20% 和少量变质矿物 (见图 2h)。

## 2 分析方法

锆石按常规方法分选, 最后在双目镜下挑纯。将分选锆石用双面胶粘在载玻片上, 罩上 PVC 环, 然后将环氧树脂和固化剂进行充分混合后注入 PVC 环中, 待树脂充分固化后将样品从靶从载玻片上剥离, 并对其进行打磨和刨光, 然后对靶上样品进行显微镜下的反射光和透射光照相以及阴极发光 (CL) 照相。

锆石 Pb、U 和 Th 同位素分析在天津地质矿产研究所激光烧蚀多接收器电感耦合等离子体质谱仪 (LA-MC-ICP MS) 上完成。多接收器电感耦合等离子体质谱仪为 Thermo Fisher 公司制造的 Neptune, 离子光学通路采用能量聚焦和质量聚焦的双聚焦设计, 并采用动态变焦 (ZOOM) 使质量色散达到 17%。仪器配有 9 个法拉第杯接受器和 4 个离子计数接受器。激光器为美国 ESI 公司生产的 UP193-FX ArF 准分子激光器, 激光波长 193 nm, 脉冲宽度 5 ns, 束斑直径为 2 ~ 150  $\mu\text{m}$  可调, 脉冲频率 1 ~ 200 Hz 连续可调。本次测试根据锆石 CL 图像和透射光及反射光照片, 利用 193 nm 激光器对锆石进行剥蚀, 设置的剥蚀坑直径为 35  $\mu\text{m}$ , 激光能量密度为 13 ~ 14  $\text{J}/\text{cm}^2$ , 频率为 8 ~ 10 Hz, 激光剥蚀物质以 He 为载气送入 Neptune, 利用动态变焦扩大色散同时接受质量数相差很大的 U-Pb 同位素, 从而进行锆石 U-Pb 同位素原位测定。用 TEMORA 作为外部锆石年龄标样, 利用 NIST612 玻璃标样作为外标计算锆石样品的 Pb、U、Th 含量。采用中国地质大学研发的 ICP MS Data Cal 程序和 Ludwig 的 Isoplot 程序进行数据处理。因  $^{204}\text{Pb}$  测量结果不准确, 用  $^{208}\text{Pb}$  校正法对普通铅进行校正。详细的实验流程见文献 [16]。

## 3 分析结果及解释

### 3.1 小干沟水电站西侧昆中断裂花岗斑岩 (B840-1)

小干沟水电站西侧昆中断裂花岗斑岩 (B840-1) 中的锆石形态为椭圆状和长柱状晶体。在 CL 图像上为灰白色, 均发育细密或宽的震荡环带结构 (见图 3a), 显示了岩浆成因锆石的特征; Th/U 比值在 0.21 ~ 0.41 之间, 均大于 0.1, 同样显示了岩浆锆石的同位素地球化学特征。

对该岩石样品 15 颗锆石的 15 个测点进行了 U-Pb 同位素测年, 测试结果见表 1 和图 4。15 颗岩浆锆石测点皆位于谐和线上 (见图 4a),  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  表面年龄变化在  $400 \pm 4$  Ma 至  $415 \pm 4$  Ma 之间,  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  表面年龄加权平均值为  $408.5 \pm 2.3$  Ma, 代表了花岗斑岩的形成年龄。

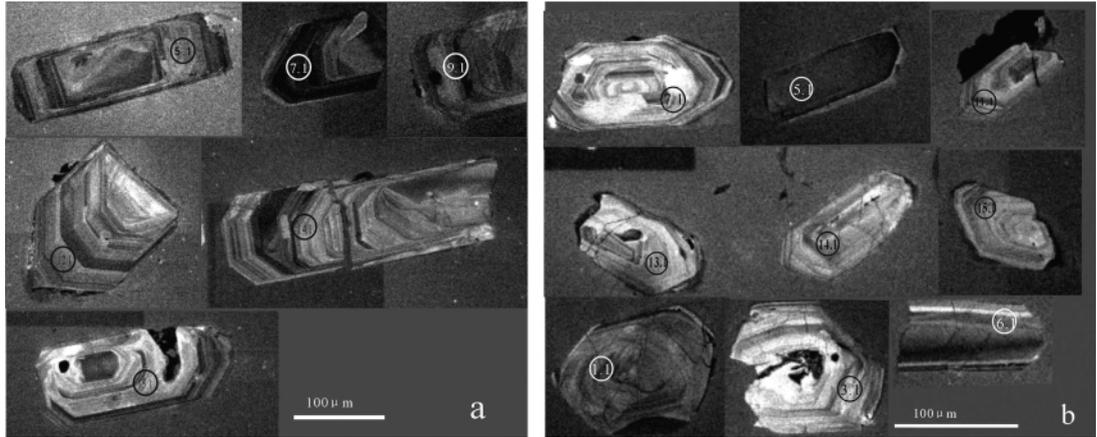


图3 花岗斑岩的代表性锆石阴极发光图像

Fig. 3 CL images of zircons from granitic porphyry

表1 B840-1 花岗斑岩锆石 LA-MC-ICPMS U-Pb 同位素年龄测定结果

Table 1 U-Pb data by LA-MC-ICP MS for zircons from B840-1 granitic porphyry

测点	含量 / ( $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ )		Th/U	同位素原子比率						表面年龄 / Ma			
	Pb	U		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$1\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$1\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$1\sigma$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$1\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$1\sigma$
1. 1	35	528	0.24	0.0653	0.0007	0.5046	0.0061	0.0561	0.0006	407	4	456	22
2. 1	29	456	0.24	0.0648	0.0006	0.4899	0.0062	0.0548	0.0006	405	4	406	23
3. 1	43	656	0.21	0.0659	0.0007	0.5078	0.0060	0.0559	0.0006	412	4	446	22
4. 1	18	276	0.25	0.0657	0.0007	0.4998	0.0060	0.0552	0.0006	410	4	421	23
5. 1	40	598	0.23	0.0661	0.0007	0.5026	0.0059	0.0551	0.0005	413	4	418	22
6. 1	86	1345	0.25	0.0640	0.0007	0.4918	0.0070	0.0558	0.0006	400	4	443	26
7. 1	85	1229	0.25	0.0665	0.0007	0.5074	0.0065	0.0554	0.0006	415	4	427	24
8. 1	15	205	0.41	0.0653	0.0008	0.4970	0.0064	0.0552	0.0006	408	5	420	25
9. 1	47	712	0.26	0.0646	0.0008	0.5057	0.0061	0.0567	0.0006	404	5	481	24
10. 1	12	166	0.25	0.0656	0.0008	0.5103	0.0062	0.0565	0.0006	409	5	470	24
11. 1	27	379	0.33	0.0652	0.0007	0.5047	0.0071	0.0561	0.0006	407	4	458	25
12. 1	34	508	0.21	0.0651	0.0007	0.5040	0.0072	0.0562	0.0006	407	4	458	26
13. 1	49	734	0.25	0.0657	0.0007	0.5029	0.0061	0.0555	0.0006	410	5	432	24
14. 1	63	930	0.26	0.0651	0.0007	0.5065	0.0062	0.0565	0.0006	406	5	471	23
15. 1	26	375	0.31	0.0665	0.0007	0.5081	0.0068	0.0554	0.0006	415	4	430	24

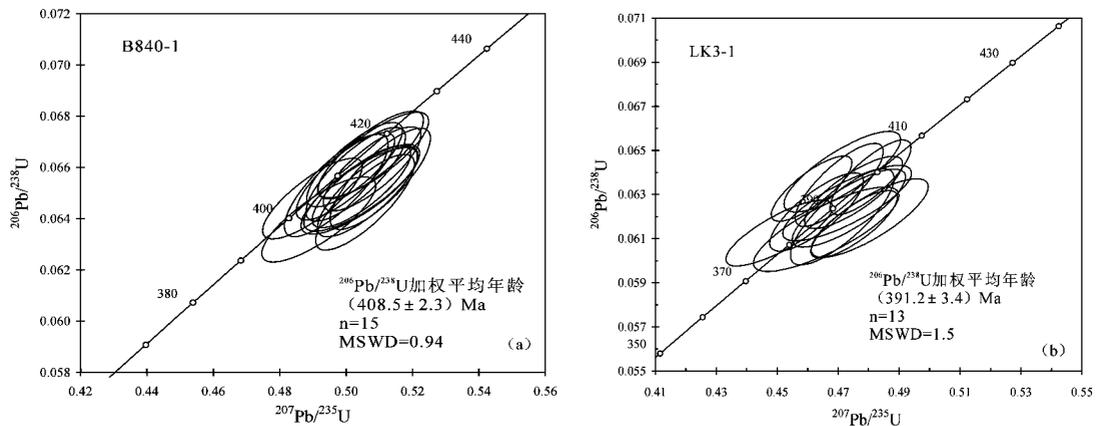


图4 花岗斑岩锆石 U-Pb 年龄谱和曲线图

Fig. 4 Concordia diagrams of U-Pb ages of zircon from granitic porphyry

### 3.2 纳赤台北断裂花岗斑岩 (LK3-1)

纳赤台北断裂花岗斑岩 (LK3-1) 中的锆石按结构可分为 2 类: 一类锆石形态为椭圆状和短柱状, 在 CL 图像上为灰白色, 除 1.1 号锆石外其余锆石均发育细密或宽的震荡环带结构 (见图 3b), 显示了岩浆成因锆石的特点; 1.1 号锆石内部结构简单, 无环带结构, 表面可见裂纹。另一类锆石的形态为长柱状晶体, 在 CL 图像上为灰黑色, 这类锆石内部结构简单, 无环带发育或发育平行细密环带, 表现为岩浆锆石的特点。这两类锆石的 Th/U 比值在 0.20 ~ 0.48 之间, 同样表现为岩浆锆石的同位素地球化学特征。

对该岩石样品 15 颗锆石的 15 个测点进行了 U-Pb 同位素测年, 测试结果见表 2 和图 4。除 1.1 和 7.1 号测点之外, 其余 13 个锆石测点全部落在谐和曲线上或邻近谐和线 (见图 4b)。1.1 和 7.1 号测点的  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  表面年龄分别为  $834 \pm 11$  Ma 和  $821 \pm 8$  Ma, 其余的 13 个测点  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  表面年龄变化在  $383 \pm 4$  Ma 至  $400 \pm 5$  Ma 之间,  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  表面年龄加权平均值为  $391.2 \pm 3.4$  Ma, 代表了花岗斑岩的形成年龄。

表 2 LK3-1 花岗斑岩锆石 LA-MC-ICP MS U-Pb 同位素年龄测定结果

Table 2 U-Pb data by LA-MC-ICP MS for zircons from LK3-1 granitic porphyry

测点	含量 / ( $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ )		Th/U	同位素原子比率						表面年龄 / Ma			
	Pb	U		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1 $\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1 $\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1 $\sigma$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1 $\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1 $\sigma$
1.1	74	526	0.20	0.1382	0.0019	1.2653	0.0222	0.0664	0.0010	834	11	819	30
2.1	27	418	0.34	0.0614	0.0008	0.4661	0.0098	0.0550	0.0009	384	5	414	37
3.1	22	348	0.28	0.0612	0.0006	0.4507	0.0072	0.0534	0.0007	383	4	344	29
4.1	23	451	0.33	0.0622	0.0007	0.4629	0.0063	0.0540	0.0006	389	5	370	26
5.1	30	463	0.44	0.0626	0.0007	0.4729	0.0086	0.0548	0.0008	391	4	404	33
6.1	24	399	0.28	0.0616	0.0006	0.4752	0.0058	0.0559	0.0006	386	4	449	23
7.1	37	270	0.37	0.1358	0.0013	1.2356	0.0168	0.0660	0.0007	821	8	806	23
8.1	16	244	0.30	0.0620	0.0009	0.4713	0.0070	0.0551	0.0007	388	6	418	29
9.1	27	440	0.48	0.0633	0.0006	0.4613	0.0054	0.0529	0.0005	395	4	324	22
10.1	55	783	0.46	0.0624	0.0007	0.4735	0.0076	0.0551	0.0007	390	5	414	29
11.1	12	178	0.37	0.0638	0.0007	0.4806	0.0054	0.0547	0.0005	399	4	398	22
12.1	14	207	0.30	0.0634	0.0008	0.4703	0.0059	0.0538	0.0006	396	5	362	25
13.1	16	216	0.37	0.0631	0.0007	0.4750	0.0066	0.0546	0.0006	394	4	396	25
14.1	19	287	0.40	0.0640	0.0007	0.4714	0.0078	0.0534	0.0007	400	5	345	30
15.1	15	231	0.33	0.0619	0.0007	0.4804	0.0079	0.0563	0.0007	387	5	462	29

## 4 讨论与结论

东昆中断裂带由于其中众多的蛇绿岩产出, 过去一般将之等同于东昆中缝合带或东昆中蛇绿混杂岩带<sup>[2, 17, 18]</sup>。野外实地观察表明, 纳赤台一五龙沟一带沿昆中断裂带中并无蛇绿岩出露, 而是表现为一横贯东昆造山带的线性构造变形带。昆中断裂带中同构造花岗斑岩的锆石  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  年龄 ( $408.5 \pm 2.3$  Ma 和  $391.2 \pm 3.4$  Ma) 记录了昆中断裂这一活动过程。本文获得的年龄与东部清水泉地区高角度逆冲变形带内白云母  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  年龄 ( $408.2 \pm 0.3$  Ma) 一致<sup>[19]</sup>。因此, 昆中断裂与东昆中缝合带或东昆中蛇绿混杂岩具有不同的含义, 它代表了叠置于蛇绿岩带之上的深大断裂。昆中断裂带作为统一的纵贯东昆造山带的线性构造变形带形成于加里东期陆内构造变形阶段。加里东造山晚期陆内变形阶段昆中断裂带的继承性活动也为矿液运移和沉淀提供了空间。昆中断裂活动时代的限定对深入研究东昆造山过

程和成矿作用均具有重要意义。

### 参 考 文 献

- [1] 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.
- [2] 王国灿, 张天平, 梁斌, 等. 东昆仑造山带东段昆中复合蛇绿混杂岩带及“东昆中断裂带”地质涵义 [J]. 地球科学——中国地质大学学报, 1999, 24 (2): 129~133.  
WANG Guo-can, ZHANG Tian-ping, LIANG Bin, et al. Composite ophiolitic mélangé zone in central part of eastern section of eastern Kunlun orogenic zone and geological significance of “Fault belt in central part of eastern section of eastern Kunlun orogenic zone” [J]. Earth Science-Journal of China University, 1999, 24 (2): 129~133.
- [3] 高延林, 吴向农, 左国朝. 东昆仑山清水泉蛇绿岩特征及其大地构造意义 [R]. 西安: 中国地质科学院西安地质矿产研究所, 1988. 17~28.  
GAO Yan-lin, WU Xiang-nong, ZUO Guo-chao. The characters and tectonic significance of ophiolite first discovered in the east Kunlun area [R]. Xi'an: Xi'an Institute of Geology Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, 1988. 17~28.
- [4] 古风宝. 东昆仑地质特征及晚元古代-中生代构造演化 [J]. 青海地质, 1994, (4): 4~13.  
GU Feng-bao. Geological characteristics of east Kunlun and tectonic evolution in late Palaeozoic-Mesozoic era [J]. Qinghai Geology, 1994, (4): 4~13.
- [5] 姜春发, 杨经绥, 冯秉贵, 等. 昆仑开合构造 [M]. 北京: 地质出版社, 1992. 1~224.  
JIANG Chun-fa, YANG Jing-sui, FENG Bing-gui, et al. Opening-closing tectonics of Kunlun orogenic zone [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1992. 1~224.
- [6] 解玉月. 昆中断裂东段不同时代蛇绿岩特征及形成环境 [J]. 青海地质, 1998, (1): 27~36.  
XIE Yu-yue. Features of ophiolite with different period in the Eastern sector of middle Kunlun fault and its original environment [J]. Qinghai Geology, 1998, (1): 27~36.
- [7] 郑健康. 东昆仑区域构造的发展演化 [J]. 青海地质, 1992, (1): 15~25.  
ZHENG Jian-kang. Regional tectonic evolution of east Kunlun [J]. Qinghai Geology, 1992, (1): 15~25.
- [8] 许志琴, 姜枚, 杨经绥. 青藏高原北部隆升的深部构造物理作用 [J]. 地质学报, 1996, 70 (3): 195~206.  
XU Zhi-qin, JIANG Mei, YANG Jing-sui. Tectonophysical process at depth for the northern part of the Qinghai-Tibet Plateau [J]. Acta Geologica Sinica, 1996, 70 (3): 195~206.
- [9] Chen N S, He L, Sun M, 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.
- [10] 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.
- [11] 吴芳, 张绪教, 张永清, 等. 东昆仑仓坚沟组流纹质凝灰岩锆石 U-Pb 年龄及其地质意义 [J]. 地质力学学报, 2010, 16 (1): 44~50.  
WU Fang, ZHANG Xu-jiao, ZHANG Yong-qing, et al. Zircon U-Pb ages for rhyolite tuff of the Naocangjiangou Formation in the east Kulun orogenic belt and their implication [J]. Journal of Geomechanics, 2010, 16 (1): 44~50.
- [12] 高万里, 张绪教, 王志刚, 等. 基于 ASTER 遥感图像的东昆仑造山带岩性信息提取研究 [J]. 地质力学学报, 2010, 16 (1): 59~69.  
GAO Wan-li, ZHANG Xu-jiao, WANG Zhi-gang, et al. ASTER remote sensing image-based lithologic information extraction of the east Kulun orogenic belt [J]. Journal of Geomechanics, 2010, 16 (1): 59~69.
- [13] 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.
- [14] 张耀玲, 张绪教, 胡道功, 等. 东昆仑造山带纳台群流纹岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄 [J]. *地质力学学报*, 2010, 16 (1): 21 ~ 27, 50.
- ZHANG Yao-ling, ZHANG Xu-jiao, HU Dao-gong, et al. SHRIMP-based zircon U-Pb ages for rhyolite of the Naij Tal Group in the east Kunlun orogenic belt [J]. *Journal of Geomechanics*, 2010, 16 (1): 21 ~ 27, 50.
- [15] 薛腊梅, 赵希涛, 张耀玲, 等. 遥感技术在东昆仑新生代地质填图中的应用 [J]. *地质力学学报*, 2010, 16 (1): 70 ~ 77.
- XUE La-mei, ZHAO Xi-tao, ZHANG Yao-ling, et al. Application of remote sensing technique in the east Kunlun Cenozoic geological mapping [J]. *Journal of Geomechanics*, 2010, 16 (1): 70 ~ 77.
- [16] 李怀坤, 耿建珍, 郝爽, 等. 用激光烧蚀多接收器等离子体质谱仪 (LA-MC-ICP MS) 测定锆石 U-Pb 同位素年龄的研究 [J]. *矿物岩石地球化学通报*, 2009, 28 (增刊): 77.
- LI Huai-kun, GENG Jian-zhen, HAO Shuang, et al. Research on the dating zircon U-Pb age by LA-MC-ICP MS [J]. *Bulletin of Mineralogy, Petrology and Geochemistry*, 2009, 28 (Supp.): 77.
- [17] 潘裕生, 周伟明, 许荣华, 等. 昆仑山早古生代地质特征与演化 [J]. *中国科学 (D 辑)*, 1996, 26 (4): 302 ~ 307.
- PAN Yu-sheng, ZHOU Wei-ming, XU Rong-hua, et al. Geological characteristics and evolution of Kunlun orogenic zone in the Early Paleozoic era [J]. *Science in China (Series D)*, 1996, 26 (4): 302 ~ 307.
- [18] 朱云海, 张克信, Pan Yuanming, 等. 东昆仑造山带不同蛇绿岩带的厘定及其构造意义 [J]. *地球科学——中国地质大学学报*, 1999, 24 (2): 134 ~ 139.
- ZHU Yun-hai, ZHANG Ke-xin, Pan Yuanming, et al. Determination of different ophiolitic belts in eastern Kunlun orogenic zone and their tectonic significance [J]. *Earth Science-Journal of China University*, 1999, 24 (2): 134 ~ 139.
- [19] CHEN Neng-song, SUN Min, HE Lei, et al. Precise timing of the Early Paleozoic metamorphism and thrust deformation in the eastern Kunlun orogen [J]. *Chinese Science Bulletin*, 2002, 47 (13): 1130 ~ 1133.

## ZIRCON U-Pb AGE FROM SYNTECTONIC GRANITIC PORPHYRY IN THE MIDDLE KUNLUN FAULT BELT AND ITS TECTONIC SIGNIFICANCE

LU Lu<sup>1</sup>, HU Dao-gong<sup>1</sup>, ZHANG Yong-qing<sup>2</sup>, WU Zhen-han<sup>3</sup>

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

2. *Tianjing Institute of Geology and Mineral Resources, China Geological Survey, Tianjin 300170, China;*

3. *Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100081, China)*

**Abstract:** A measurement by LA-MC-ICP MS for two samples of zircon from granitic porphyry collected at Golmud, in south part of the middle Kunlun fault belt has yielded two U-Pb ages of  $408.5 \pm 2.3$  Ma and  $391.2 \pm 3.4$  Ma, respectively. The results show that the middle Kunlun fault belt should be a newly generated fault belt superposed on the middle Kunlun suture zone, and formed during the tectonic deformation of continental interior in late Caledonian orogeny of the east Kunlun Mountains.

**Key words:** middle Kunlun fault; granitic porphyry; zircon U-Pb age; fault activities; eastern Kunlun orogenic zone