

文章编号: 1000-0550(2009)05-0956-11

库车坳陷北缘早白垩世源区特征: 来自盆地碎屑锆石 U—Pb 年龄的信息¹

彭守涛^{1,2} 李 忠³ 许承武⁴

(1. 中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院 北京 100083; 2. 中国地质大学 北京 100083;
3. 中国科学院地质与地球物理研究所 北京 100029; 4. 大庆油田勘探开发研究院 黑龙江大庆 163712)

摘 要 通过对下白垩统亚格列木组 79 颗碎屑锆石的 LA—ICP—MS U—Pb 微区定年分析, 结果表明该时期库车坳陷的物源年龄构成复杂, 主要集中在 427~389 Ma、379~339 Ma、321~283 Ma、266~239 Ma、162~150 Ma 五组及前寒武纪基底年龄。结合对潜在的物源区天山造山带岩石属性、年龄构成调研以及以往盆地碎屑组分、重矿物研究成果, 作者认为早白垩世时期库车坳陷北缘物源受南天山皱褶带和伊犁—中天山弧造山带源区共同控制, 即南天山、塔里木北缘的南天山花岗岩—碱性岩带, 伊犁—中天山(包括中天山南缘断裂的古生代花岗岩—火山岩带)均为潜在的物源。并且, 前寒武纪基底年龄的发现反映源区剥露程度较深, 天山造山带可能存在元古代—太古代结晶基底, 但对此类锆石的成因机理尚需进一步研究。另外, 碎屑锆石年龄 162~150 Ma 暗示了天山地区可能存在晚侏罗世岩浆活动, 但有待进一步的证实。

关键词 库车坳陷 天山 白垩系 碎屑锆石 物源

第一作者简介 彭守涛 男 1979 年出生 博士后 沉积学 E-mail pengsh@pepris.com

中图分类号 P512.2 **文献标识码** A

沉积盆地与相邻造山带是不可分割的整体, 二者形成于统一的大地构造背景下, 作为盆山耦合作用的产物, 通过对盆地沉积碎屑物的研究可以提供再造山过程的信息, 探讨陆内造山过程中盆山演化及构造格局, 已经成为大陆动力学研究的新方法和突破口^[1]。目前, 对天山及其周缘盆地系统的研究已是国际大陆动力学研究的热点之一^[2-7]。以往中外学者对库车坳陷开展了大量的沉积学研究^[8-12], 包括盆地沉积相和沉积体系分析、沉降史研究、沉积碎屑组分、重矿物组合、全岩或单矿物地球化学等, 以追溯物源和分析地球动力学演化过程。天山自白垩纪开始新一轮的构造挤压隆升, 物源岩石类型复杂, 对其物源背景和源岩类型尚存争议, 有作者认为三叠纪—古近纪库车坳陷的物源一直为再旋回造山带^[13], Hendrix 认为库车坳陷中生代砂岩的源岩为上古生界碱性花岗岩和变质岩混杂体, 志留系的层状燧石和下古生界的被动大陆边缘沉积^[12]。

锆石由于富含放射性元素, 不受各种沉积循环分馏过程的影响, 是反映沉积物源区的良好示踪剂^[14]。随着高分辨率电子探针和激光剥蚀等离子质谱仪的

发展, 盆地碎屑锆石定年作为沉积物源区示踪的有效手段得到广泛应用^[15-17]。本文首次对库车坳陷内下白垩统地层代表性砂岩样品中碎屑锆石进行 U—Pb 定年分析, 并结合前人沉积碎屑组分的研究和对天山造山带的岩石学和年代学调研, 进一步明确了库车坳陷下白垩统砂岩物源的年代学和岩石属性。此研究对认识早白垩世这一关键构造变革时期的盆山格局以及盆地充填特征具有重要意义。

1 地质背景

天山造山带位于西伯利亚、伊犁伊塞克湖和塔里木三个板块的汇聚部位, 是中亚型造山带的重要组成部分。天山造山带形成于晚古生代^[18-20], 中天山南缘(SCTS)和北缘缝合线(NCTS)两条晚古生代缝合线, 将天山造山带及邻区划分为准噶尔、伊犁—中天山和塔里木三大板块^[21](图 1a)。

中—新生代由于欧亚板块南缘的一系列块体拼合作用^[22-24], 导致包括天山在内的陆内地区发生多次构造变革和大规模沉降作用, 并造就了天山两侧

¹ 国家自然科学基金项目(批准号: 40472069)和国家重点研究发展规划项目“973”(批准号: 2006CB202304)资助。

收稿日期: 2009-09-03

山前地区。库车坳陷位于天山南麓, 是塔里木盆地北缘重要的中、新生代构造单元, 其中发育了 6 000~7 000 m 的中新生代沉积, 是解析大陆盆山关系和构

造演化的有利地区。白垩系地层与上覆第三系和下伏侏罗系地层呈平行不整合或冲刷接触, 沿北缘山前带最厚, 可达 2000m, 向南变薄上超。在库车河剖面

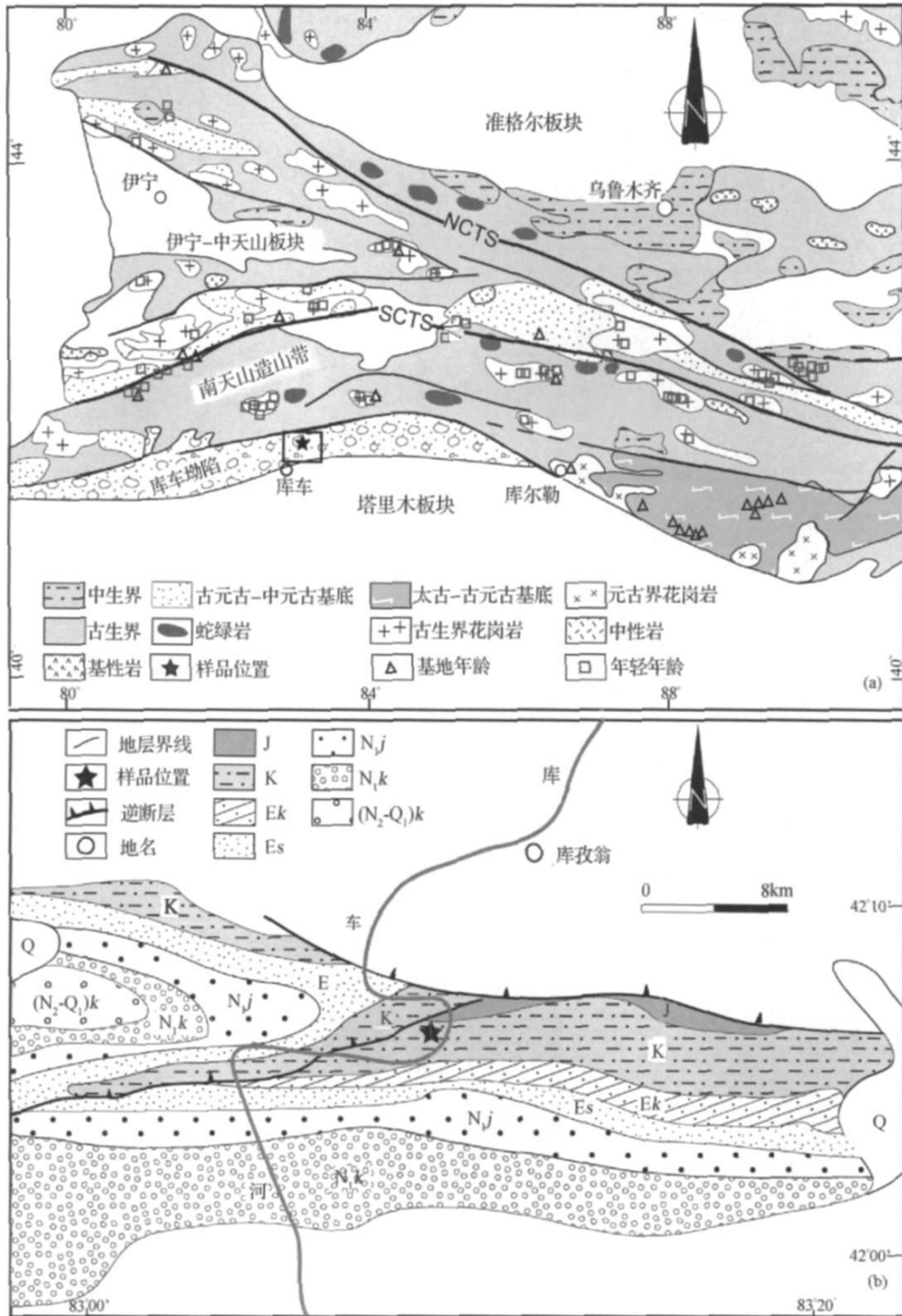


图 1 天山—库车坳陷构造格局 (a) 及库车坳陷碎屑锆石取样位置图 (b)

(图 1a 据新疆地质矿产局, 1994 年 1:500 万地质图修改; 构造单元划分据 Gao J *et al.*, 1998

NCTS 中天山北缘缝合线, SCTS 中天山南缘缝合线)

Fig 1 Schematic plot showing (a) the tectonic framework of the Tianshan and Kuqa Depression and (b) the location of sampling site for detrital zircons in Kuqa Depression

($42^{\circ}06'38''N$, $83^{\circ}08'38''E$)发育完整, 总体为辫状河三角洲-宽浅湖泊沉积体系。自下而上包括亚格列木组、舒善河组、巴西盖组和巴什基奇克组(图 1b)。亚格列木组以紫红色砂砾岩、砾岩为主, 横向上变化不大, 厚约 91 m; 舒善河组主要为紫红色、灰紫色泥岩、泥质粉砂岩夹薄层状细砂岩、粉砂岩, 厚约 190.8 m; 巴西盖组下部为棕红、紫红色砂质泥岩夹粉砂岩薄层, 偶夹细砂岩, 上部棕红色、紫红色中细砂岩夹暗棕色泥岩, 总厚约 273 m; 巴什基奇克组为紫红色砂岩夹粉砂岩、泥岩、砂砾岩和砾岩, 厚 247 m。磁性地

层研究揭示巴什基奇克组跨越时限约为 79.1~65.6 Ma 而亚格列木组-巴西盖组地层连续, 年龄约为 141.9~124.1 Ma 相当于早白垩世早中期^[25]。盆地内白垩系沉积时期总体上向南的古水流系统指示了北部的天山是潜在的物源区^[10]。

2 样品和分析方法

本文所涉及的砂岩样品采自库车坳陷库车河白垩系剖面亚格列木组顶部砾岩中的粗砂岩夹层, 库车河西岸(图 1b)。岩样约 3 kg 被粉碎后经多次精细

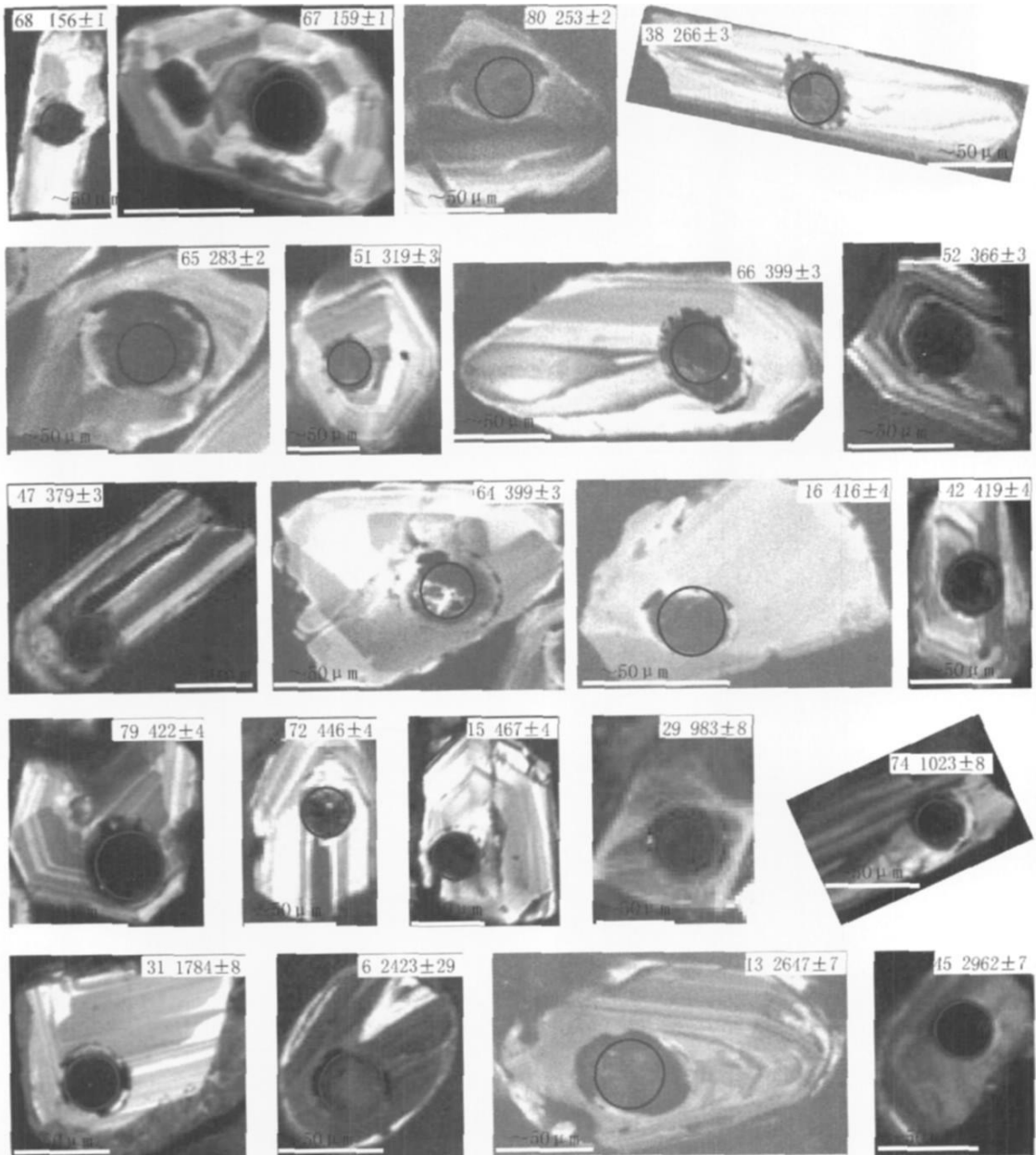


图 2 代表性锆石阴极发光图象

Fig 2 CL images of typical detrital zircons

淘洗和电磁选初步分离出重矿物组份,再经镜下挑选干净清晰、结晶完好的、单成因的和蜕晶化程度低的锆石。锆石样品靶的制备与 SHRMP 定年的锆石样品制备方法基本相同^[26]。在开始锆石 U—Pb 分析前,先进行阴极发光 (CL) 分析,以确定锆石颗粒的形态和内部结构。锆石阴极发光图像在中国科学院地质与地球物理研究所的 Cameca 电子探针仪器上完成,分析电压为 50 kV,电流为 15 nA。代表性锆石的阴极发光图像见图 2。

锆石年龄测定在西北大学大陆动力学国家重点实验室激光剥蚀电感耦合等离子体质谱仪 (LA—ICP—MS) 上完成,激光剥蚀系统 (LA) 为德国 MicroLas 公司生产的 GeoLas200M,电感耦合等离子体质谱仪为 HewlettPackard 公司最新一代带有 ShieldTorch 的 Agilent7500a ICP—MS。样品分析时激光斑束直径设定为 30 μm ,激光剥蚀样品的深度为 20~40 μm 。实验中采用 He 作为剥蚀物质的载气,采样方式为单点剥蚀,信号采集选用快速跳峰方式,接收质量峰有 ^{202}Hg ^{204}Pb ^{204}Hg ^{206}Pb ^{207}Pb 和 ^{238}U 。样品信号数据的采集按照先采集 30s 气体空白,然后开启激光采集 40s 样品信号。样品之间保持 1 min 以上的冲洗时间,以避免剥蚀出的样品颗粒在剥蚀腔或者传输管道上沉积并引起记忆效应 (即以以前的样品残余物对后续样品的干扰)。锆石年龄测定采用国际标准锆石 91500 作为外标,元素含量测定采用 NISTSRM 610 作为外标,29Si 作为内标元素 (锆石中 SiO_2 的质量分数为 32.8%)。分析过程中,分别间隔 5 次和 10 次锆石样品 U—Pb 同位素测量,各进行一次标准锆石

样品 91500 和 NISTSRM 610 分析^[27]。

数据处理是采用软件 G Litter4 Q 并应用 Andersen 介绍的方法对 Pb 同位素组成进行普通 Pb 校正^[28],然后通过 Isoplot/Ex (Rev. 2.49) 软件计算作图分析^[29]。按照碎屑锆石年龄的范围,对 ≥ 1000 Ma 的样品,由于含有大量放射成因 Pb,因而采用 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 表面年龄,但对 < 1000 Ma 的样品,由于可用于测量的放射成因 Pb 含量低和普通 Pb 校正的不确定性,因而采用更为可靠的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 表面年龄。

3 锆石年代分析结果

该样品中锆石多为无色透明,少量呈紫色,晶形以次浑圆、次棱角状、柱状为主,少数为棱角钝化的自形柱状,晶体中可见凹坑、沟槽及断口磨蚀痕迹,见裂纹和固气相包体,粒径以 0.05~0.25 mm 为主。

任意地对 79 个锆石颗粒,选择无环带重叠、裂隙和包裹体的区域,作 U—Pb 定年分析,共获得了 80 个数据点。其中 4 个高度不谐和 (不谐和度值大于 20%),可能由 Pb 丢失引起,因而未参与最后的统计分析;4 个不谐和度值中等 (20%~10%),剩下的不谐和度值全部小于 10%,表明数据总体可靠。分析结果见谐和度图 (图 3 表 1)。

锆石年龄分布的范围介于 (150 \pm 1) Ma 和 (2962 \pm 7) Ma 之间,年龄峰值集中在 427~389 Ma 379~339 Ma 321~283 Ma 266~239 Ma 162~150 Ma 五组,还有一些老的前寒武纪年龄 (图 4a b),这说明白垩系时期源区岩石类型极为复杂。

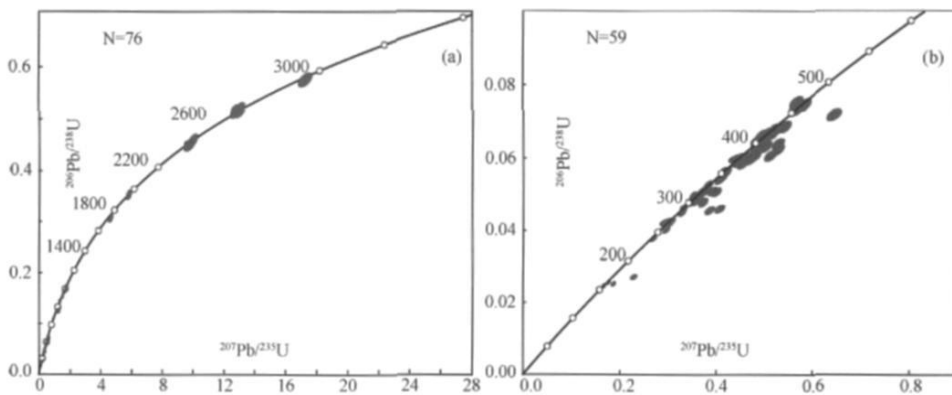


图 3 库车坳陷亚格列木组碎屑锆石年龄谐和度图 (a 0~3200 Ma b 100~500 Ma)

Fig 3 Concordia plots for the detrital zircons from sandstone samples in Yageliemu formation,

Kuqa Depression. Errors are shown at 2-sigma level.

((a) 0 to 3200 Ma grains; (b) 100~500 Ma grains; Sample codes referred to Table 1)

表 1 库车坳陷亚格列木组碎屑锆石 LA-ICP-MS U/Pb 测年数据表

Table 1 Table of LA-ICP-MS U-Pb ages of detrital zircons of Yagelium u formation in Kuqa Depression

编号	^{238}U /ppm	^{232}Th /ppm	$^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ M a	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ M a	1σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ M a	1σ	不谐和度
DK-K1y-60	860.7	410.5	0.5	178	10	151	1	150	1	1%
DK-K1y-68	324.0	394.3	1.2	174	10	157	1	156	1	1%
DK-K1y-67	251.8	191.3	0.8	379	9	174	1	159	1	9%
DK-K1y-30	274.3	298.0	1.1	195	10	164	1	162	1	1%
DK-K1y-24	121.9	74.5	0.6	661	10	209	2	171	2	20%
DK-K1y-43	134.6	160.0	1.2	272	10	242	2	239	2	1%
DK-K1y-80	303.0	144.5	0.5	358	9	263	2	253	2	4%
DK-K1y-22	1066.9	609.3	0.6	304	10	269	2	265	2	1%
DK-K1y-38	245.2	129.1	0.5	255	54	265	5	266	3	0%
DK-K1y-65	112.0	56.8	0.5	330	9	288	2	283	2	2%
DK-K1y-73	207.9	181.6	0.9	660	9	331	3	286	3	15%
DK-K1y-28	103.7	69.0	0.7	753	9	347	3	289	3	18%
DK-K1y-34	345.8	169.8	0.5	297	10	291	2	291	3	0%
DK-K1y-75	187.2	158.2	0.8	329	9	303	2	300	3	1%
DK-K1y-40	188.4	175.4	0.9	483	9	322	3	300	3	7%
DK-K1y-50	247.6	120.7	0.5	324	9	303	2	301	3	1%
DK-K1y-56	508.0	180.0	0.4	366	9	309	2	301	3	3%
DK-K1y-12	205.4	97.7	0.5	299	10	302	2	302	3	0%
DK-K1y-44	144.3	106.8	0.7	358	10	310	2	304	3	2%
DK-K1y-76	253.5	99.0	0.4	405	9	316	2	304	3	4%
DK-K1y-36	76.5	45.0	0.6	315	10	310	3	309	3	0%
DK-K1y-32	393.9	406.6	1.0	273	10	307	2	311	3	1%
DK-K1y-17	360.1	195.7	0.5	326	10	319	3	318	3	0%
DK-K1y-18	141.3	88.9	0.6	355	10	323	3	318	3	2%
DK-K1y-58	280.2	197.2	0.7	509	9	342	3	318	3	7%
DK-K1y-51	199.9	118.9	0.6	448	9	335	3	319	3	5%
DK-K1y-59	312.4	217.5	0.7	365	9	326	3	321	3	2%
DK-K1y-9	111.9	52.4	0.5	330	10	329	3	329	3	0%
DK-K1y-66	104.1	90.6	0.9	402	9	347	3	339	3	2%
DK-K1y-62	262.6	302.1	1.2	403	9	351	3	343	3	2%
DK-K1y-4	136.5	127.2	0.9	386	10	356	3	351	3	1%
DK-K1y-61	292.7	347.2	1.2	354	9	352	3	352	3	0%
DK-K1y-52	188.6	176.0	0.9	473	9	381	3	366	3	4%
DK-K1y-37	512.6	209.2	0.4	457	55	381	7	369	3	3%
DK-K1y-53	153.4	91.0	0.6	419	67	382	9	376	4	2%
DK-K1y-49	281.2	230.9	0.8	516	9	399	3	379	3	5%
DK-K1y-47	184.3	305.2	1.7	650	9	420	3	379	3	10%
DK-K1y-5	222.6	129.4	0.6	656	9	431	3	389	4	10%
DK-K1y-39	377.4	167.2	0.4	442	9	400	3	393	3	2%
DK-K1y-57	191.2	204.2	1.1	523	9	414	3	395	3	5%
DK-K1y-64	151.9	191.4	1.3	483	9	411	3	399	3	3%
DK-K1y-63	91.1	54.1	0.6	607	9	431	3	399	3	8%
DK-K1y-14	102.3	73.9	0.7	381	10	400	3	403	4	1%
DK-K1y-35	331.9	211.8	0.6	406	9	409	3	409	4	0%
DK-K1y-20	211.1	110.7	0.5	379	10	408	3	412	4	1%
DK-K1y-55	210.9	128.6	0.6	442	9	418	3	414	4	1%
DK-K1y-3	88.9	38.2	0.4	415	10	416	3	416	4	0%
DK-K1y-8	379.7	324.4	0.9	451	9	422	3	416	4	1%
DK-K1y-16	185.9	116.5	0.6	461	9	423	3	416	4	2%
DK-K1y-23	251.6	174.0	0.7	430	9	420	3	417	4	1%
DK-K1y-42	144.1	219.2	1.5	458	9	426	3	419	4	2%
DK-K1y-79	256.6	128.1	0.5	442	9	425	3	422	4	1%

DK-K1y-69	218.9	143.6	0.7	469	9	430	3	424	4	1%
DK-K1y-25	201.8	112.1	0.6	469	9	433	3	425	4	2%
DK-K1y-41	141.2	103.2	0.7	509	9	440	3	427	4	3%
DK-K1y-72	62.8	38.4	0.6	785	9	505	4	446	4	12%
DK-K1y-27	196.8	206.6	1.1	458	9	456	3	455	4	0%
DK-K1y-54	106.1	64.0	0.6	489	9	468	3	464	4	1%
DK-K1y-15	127.7	160.5	1.3	405	10	457	3	467	4	2%
DK-K1y-46	576.2	517.4	0.9	792	9	763	5	753	6	1%
DK-K1y-10	63.2	53.1	0.8	1039	9	839	6	764	7	9%
DK-K1y-70	162.3	177.4	1.1	896	9	805	5	773	7	4%
DK-K1y-7	305.1	132.0	0.4	810	9	851	5	865	8	2%
DK-K1y-71	139.1	116.0	0.8	950	8	933	6	927	8	1%
DK-K1y-29	177.2	226.7	1.3	999	9	989	6	983	8	1%
DK-K1y-74	150.6	142.6	0.9	1023	8	1020	6	1019	8	0%
DK-K1y-77	281.1	137.2	0.5	1023	8	1020	6	1019	8	0%
DK-K1y-31	17.8	18.7	1.1	1784	8	1751	8	1723	14	2%
DK-K1y-21	85.6	56.0	0.7	1951	8	1949	8	1947	16	0%
DK-K1y-6	238.2	152.0	0.6	2423	29	2410	12	2394	20	1%
DK-K1y-19	591.2	103.8	0.2	2423	7	2423	8	2420	19	0%
DK-K1y-1	101.1	78.7	0.8	2434	7	2436	9	2437	19	0%
DK-K1y-13	140.2	70.2	0.5	2647	7	2660	9	2675	20	1%
DK-K1y-2	112.1	44.7	0.4	2674	7	2684	9	2694	21	0%
DK-K1y-78	127.0	5.2	0.0	2683	7	2680	8	2678	19	0%
DK-K1y-45	57.2	0.9	0.0	2962	7	2949	9	2930	21	1%

a) 对 ≥ 1000 M a 的样品, 采用 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 表面年龄; 对 < 1000 M a 的样品, 用 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 表面年龄; b) 不谐和度 = $2 * (^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U} - ^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}) / (^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U} + ^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}) * 100%$, 这里仅列入不谐和度 $\leq 20%$ 的数据

4 物源分析

4.1 物源区岩石属性和年龄构成

对源区岩石构造属性和年代构成的了解是物源分析的基础。南天山造山带中分布有两条时代不同的蛇绿混杂岩带, 一条为南天山北缘古生代蛇绿岩带^[30], 沿长阿吾子—库米什延伸, 包括长阿吾子、古洛沟、乌瓦门和库米什硫磺山—铜花山—榆树沟蛇绿岩; 另一条为南天山南缘晚古生代蛇绿岩带, 沿黑英山—欧西达坂延伸^[31] (图 1a)。中天山南缘大面积出露古生代花岗岩、前寒武纪角闪岩相变质基底和少量火山岩, 其南缘发育一条高压低温变质带, 主要由榴辉岩、蓝片岩、多硅白云母片岩和绿片岩组成, 其北以韧性剪切带为界, 与由斜长角闪岩、角闪斜长片麻岩和夕线石片麻岩所组成的前寒武纪地块为邻; 该变质带之南也以韧性剪切带为界, 与互层状的大理岩和绿泥石白云母片岩相邻。南天山主体由一套古生界海相硅质泥岩、页岩、粉砂岩组成的浊积岩夹灰岩、大理岩和代表古洋壳残余的基性、超基性岩、杂岩、紫红色硅质岩并夹酸性火山岩组成, 理论上这些岩石类型都是潜在的物源。前人对天山造山带的研究中积累

了大量的有关岩石同位素年代学数据, 但多集中在中天山南缘碰撞缝合带、南天山高压变质带以及南天山南缘断裂带中 (图 1)。笔者统计了前人发表的 65 个 U—Pb 年龄数据, 分析表明: 中天山和南天山造山带年龄分布大致相似, 主要存在 3 组年龄, 300~230 M a, 380~320 M a, 460~390 M a, 还有一些老的基底年龄 (图 4c, d, e, f)。有作者认为^[32] 460~390 M a 这组年龄记录了南天山洋向伊犁—中天山板块俯冲的过程, 主要表现为沿中天山南缘断裂北侧那拉提山—额尔宾山分布的花岗岩和火山岩带以及沿塔里木北缘的哈尔克山南坡—霍拉山一带分布的南天山花岗岩—碱性岩带; 380~320 M a 记录了塔里木板块和伊犁—中天山板块碰撞的事件, 分布在伊犁中天山板块南缘的高压变质带与该事件有关, 榴辉岩峰期变质事件可能发生在早石炭世; 300~250 M a 为天山造山带后碰撞演化阶段, 赵振华等^[33] 认为其记录了西天山由碰撞造山向后碰撞伸展拉张的转换事件, 相关的岩石产物主要为中天山南缘碱性钾长花岗岩, 塔里木北缘南天山一带的碱性侵入岩以及塔里木盆地内部的二叠纪基性岩带; 250~230 M a 为榴辉岩锆石边部年龄数据^[34], 可能代表了后期流体作用事件^[32]。

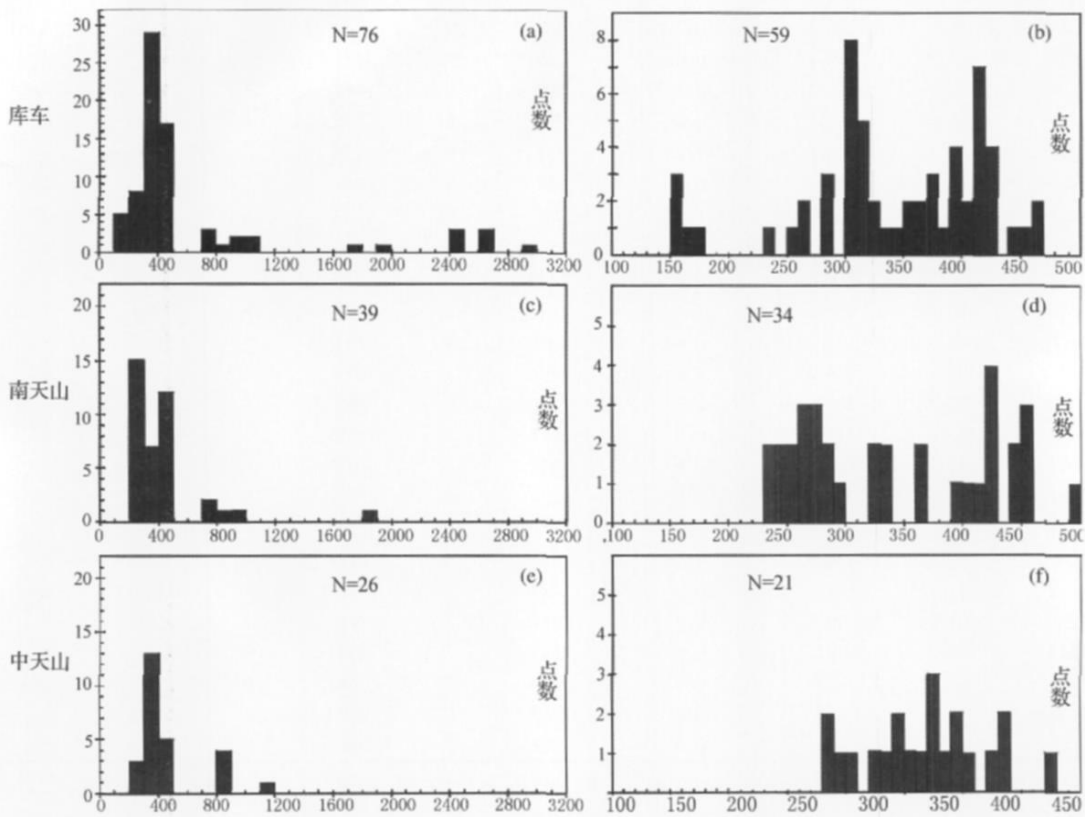


图 4 库车坳陷亚格列木组碎屑锆石年龄分布 (a 0~3200 Ma b 100~500 Ma)、南天山年龄数据统计分布 (c 0~3200 Ma d 100~500 Ma)、中天山年龄数据统计分布 (e 0~3200 Ma f 100~500 Ma)

Fig. 4 Age-probability plots of U-Pb ages of the detrital zircons from sandstone samples in Yageliemu Formation, Kuqa Depression

((a), (c), (e): 0 to 3200 Ma grains; (b), (d), (f): 100~500 Ma grains. Sample codes referred to Table 1)

4.2 讨论

对各组年龄的物源意义讨论如下:

对于晚侏罗世 162~150 Ma 这组物源年龄, Th/U 比值介于 0.47~1.1, 而岩浆锆石具有相对较高和稳定的 Th/U 比, 一般 > 0.4; 变质锆石一般不存在分带结构, 有低而分散的 Th/U 比, Th/U 值一般 < 0.1^[35-36]。该组锆石阴极发光图像大都具备岩浆成因锆石所具有的规则韵律生长环带 (图 2), 也说明其以岩浆成因类型为主。5 颗锆石除了 1 颗 ²⁰⁶Pb/²³⁸U 表面年龄较高外, 其余 4 颗的 ²⁰⁶Pb/²³⁸U 表面年龄值在误差范围内一致, 平均值为 156.8 Ma。它们可能属于同一次岩浆活动结晶的产物。目前尽管在西北地区发现众多的侏罗纪火山岩, 如安西-敦煌地区托格多坝沟和芦草沟等地见中侏罗世碱性玄武岩^[37], 但是, 在天山地区除了在西南天山托云盆地及其以西的吉尔吉斯境内的天山部分发现有中生代岩浆活动外^[38], 天山地区尚未发现二叠纪之后的岩浆活动, 仅

在新疆侏罗系齐古组红层中发现有灰白火山凝灰岩^[39], 托云地区中生代火山岩 K-Ar 年龄为 123~101 Ma^[40]。锆石总体晶形较为完整, 多呈次浑圆、次棱角状, 尽管显示搬运磨蚀迹象, 但是不可能为远源沉积。由此, 推测天山地区可能存在晚侏罗世岩浆活动, 但分布比较局限, 由于后期强烈的构造活动和风化作用而被剥蚀。

321~283 Ma 该组年龄包含 16 粒碎屑锆石, 大部分为岩浆锆石。这一时期天山陆内造山作用开始, 伴随着大规模的火山活动和花岗岩侵入, 主要为中天山南缘碱性钾长花岗岩, 塔里木北缘南天山一带的碱性侵入岩。年龄证据如下: 科克苏河的后造山碱性钾长花岗岩单颗粒 U-Pb 年龄 280~266 Ma^[32], 塔里木北缘黑英山克其克可勒露霞锆石单颗粒 U-Pb 年龄 275 Ma, 依南里克黑云霞石歪长伟晶岩锆石单颗粒 U-Pb 年龄 273 Ma^[41], 南天山褶皱带中闪长岩锆石 U-Pb 年龄 298.2 Ma, 似斑状花岗岩锆石 U-Pb

年龄 $284 \pm 4 \text{ Ma}^{[42]}$ 。根据锆石年龄的相似性, 上述类型岩石早白垩世可能成为库车坳陷的物源。 $266 \sim 239 \text{ Ma}$ 该组年龄包含 4 粒碎屑锆石, 其中 2 粒为变质锆石。这与在南天山褶皱带中碱长花岗岩锆石 U—Pb 年龄 $264 \sim 230 \text{ Ma}^{[42]}$ 较一致。

$379 \sim 339 \text{ Ma}$ 该组年龄包含 9 粒碎屑锆石 (图 4b), 谐和度良好, 从 CL 图像结构特征观察极少数为变质成因锆石。该组年龄在天山造山带广泛存在 (图 4d, f), 如艾尔宾山花岗岩体锆石 U—Pb 年龄 $378 \text{ Ma}^{[43]}$ 、中天山南缘新源那拉提山二长花岗岩锆石 U—Pb 年龄 $370 \text{ Ma}^{[44]}$ 、库米什北部花岗岩锆石 U—Pb 年龄 $365 \text{ Ma} \sim 336 \text{ Ma}^{[45]}$ 。该时期是塔里木板块与伊犁—中天山板块主碰撞阶段, 晚泥盆世—早石炭世花岗岩与此相关, 并在早白垩世时期向库车坳陷提供物源。另外, 峰期变质事件可能在早石炭世发生, 岩石产物主要是伊犁中天山板块南缘俯冲带增生楔内的变质俯冲杂岩^[32]。但是, 该期变质事件在盆地中却少有记录, 可能与高压变质带分布较局限有关。

$427 \sim 389 \text{ Ma}$ 该组年龄包括 18 粒碎屑锆石, 约占全部有效年龄数据的 25.0%, 不谐和度都 $\leq 10\%$, 平均年龄约为 410.8 Ma 。其突出的化学特征是具有高的 Th/U 比值, 从 0.40 到 1.50。此外, 它们的阴极发光图像大都具备岩浆成因锆石所具有的规则韵律生长环带 (图 2), 说明该组锆石也主要为岩浆成因, 约占 72.7%。中天山南缘带中, 拉尔墩达坂钾长花岗岩锆石 U—Pb $457 \text{ Ma}^{[46]}$ 、新源那拉提山二长花岗岩锆石 SHRMP U—Pb 年龄为 $436 \text{ Ma}^{[44]}$ 、巴仑台北糜棱岩化花岗岩锆石 SHRMP U—Pb 年龄 $416 \sim 405 \text{ Ma}^{[47]}$ 、库米什北中天山花岗闪长岩锆石 U—Pb 年龄 $415 \sim 398 \text{ Ma}^{[45]}$ 、独库公路南段库尔干道班黑云母花岗岩体锆石 TMSU—Pb 年龄 $425.1 \text{ Ma}^{[48]}$ 、库勒湖基性辉长岩中锆石 U—Pb 年龄 425 Ma 等, 证实了早古生代花岗岩或蛇绿岩的存在^[49]。该组年龄主要分布在中天山南缘断裂北侧那拉提山—额尔宾山的花岗岩和火山岩带以及沿塔里木北缘的南天山花岗岩—碱性岩带, 少量为蛇绿岩体, 其形成可能与南天山洋的扩张或南天山洋向伊犁—中天山板块俯冲过程有关^[32]。这些岩石在早白垩世时期开始暴露, 并为库车坳陷提供物源。

$1023 \sim 753 \text{ Ma}$ 该组年龄范围内共有 8 粒锆石, 除一粒锆石不谐和度为 9%, 其它的表面年龄不谐和度都 $\leq 4\%$ 。本组年龄范围内的锆石岩浆和变质成因

各占 50%。该时期与罗丁尼亚 (Rodinia) 超大陆裂解—聚合期相当, 天山地区表现为强烈变质作用和岩浆活动^[43, 53], 主要的年龄证据于下: 西天山前寒武纪天窗花岗片麻岩锆石 U—Pb 年龄 $798 \text{ Ma}^{[54]}$ 、西天山温泉群混合岩化片麻岩锆石 U—Pb 年龄 821 Ma 、西天山独库公路拉尔敦达坂处花岗片麻岩锆石 U—Pb 年龄 $882 \text{ Ma}^{[55]}$ 、南天山库勒湖蛇绿岩基性熔岩 7 粒锆石 SHRMP U—Pb 平均年龄 $917 \text{ Ma}^{[49]}$ 、塔里木板块阔克苏地区片麻状石英闪长岩锆石 U—Pb 年龄 $868 \text{ Ma}^{[56]}$ 。年龄分布表明, Rodinia 超大陆解体的影响在天山及邻近盆地都有显示, 盆地碎屑锆石记录了该事件, 但尚难确定其来源。

$1951 \sim 1784 \text{ Ma}$ 相当于早元古晚期, 该组年龄仅有 2 粒锆石, 年龄高度谐和, 都为变质锆石。该时期为天山、昆仑、阿尔金造山带基底形成时期, 发生重要的壳幔分异事件^[43], 相关年龄有伊犁地块北部温泉群片麻岩 Sm—Nd 全岩年龄 $1727 \text{ Ma}^{[57]}$; 10 个角闪石 Nd 模式年龄集中在 $1800 \sim 1600 \text{ Ma}$ 。这两粒锆石可能与该期壳幔分异活动有关。

$2674 \sim 2423 \text{ Ma}$ 相当于晚太古—早元古早期, 该组年龄范围内共有 6 粒锆石, 年龄高度谐和, 锆石呈浑圆—次浑圆粒状, 无明显的结晶环带, 都为变质锆石。从年龄统计分布来看, 基底年龄报道多集中在塔里木板块东北的库鲁克塔格区及中天山南北两缘的缝合带中 (图 1a)。天山内部结晶基底年龄局限在 $1900 \sim 700 \text{ Ma}$, 尚无太古代—古元古代年龄报道 (图 4c, e), 只在塔里木板块东北的库鲁克塔格地区有老于古元古代的基底年龄报道, 如红卫庄地区早前寒武纪表壳岩系斜长角闪岩锆石 U—Pb 年龄 2492 Ma 、托格地区灰色片麻岩锆石捕获晶年龄 2660 Ma 、库鲁克塔格西段蓝石英花岗岩锆石 Pb 蒸发年龄 $2487.7 \text{ Ma}^{[58]}$ 。胡德琴等认为塔里木盆地属于古大陆太古宙—古元古代 ($3200 \sim 2200 \text{ Ma}$) 基底区, 天山属于古—中元古基底区 ($2100 \sim 800 \text{ Ma}$)^[43]。根据年龄对比, 塔里木板块东北的库鲁克塔格可能为库车坳陷提供物源, 但是其东西向古水流不明显; 按照物源方向推断, 库车坳陷白垩系时期天山是潜在的物源区, 这样盆地碎屑锆石老的基底年龄似乎暗示了天山造山带存在太古代基底, 但有待进一步的发现。若此推论成立, 则可能支持了南天山微板块说的观点^[21], 即南天山是由塔里木北部被动大陆边缘发生地壳拉张作用而解体形成的, 二者可能具有统一的基底。当然, 并不排除下白垩统的碎屑沉积中有可能包含古生

代碎屑沉积的再循环组份, 古生代沉积中的太古代碎屑可能来自塔里木基底。

综上, 中天山弧造山带物源与南天山褶皱冲断带在早白垩世时期都可能为库车坳陷提供物源。南天山在晚中生代(140~100 Ma)发生较大规模的隆升和剥蚀^[50, 51], 但是, 南天山的隆升高度尚不足以完全遮挡中天山的物源贡献。有通过对库车坳陷白垩系—新近系砂岩中重矿物含量特征和碎屑石榴石和电气石的化学组成分析认为: 南天山在渐新世以来进一步隆升才逐渐遮挡了中天山对库车坳陷的物质贡献^[52]。另外, 前寒武纪锆石的揭示反映该时期物源区暴露已有相当程度。

值得指出的是, 以往沉积记录研究揭示库车坳陷白垩系物源区的构造背景是再旋回造山带, 其源区母岩主要由高级变质岩、沉积岩和酸性火山岩组成^[10]。南天山大面积出露古生界海相碳酸岩, 夹少量基性岩、超基性岩、酸性火山岩, 而碳酸岩和基性岩中锆石的产出量极少, 据对哈尔克山和克孜勒塔格地区石炭系主干剖面岩性厚度统计, 估计南天山石炭系火山岩体积约占总岩石产出量的 7.1%。这说明南天山再旋回造山带物源被盆地碎屑锆石所记录的量很小。这也是应用盆地碎屑锆石年龄分析物源必须考虑的一个问题, 即不同的岩石类型单位体积的锆石产出量是不对等的, 所以必须结合盆地碎屑组分、重矿物组合及地球化学特征先确定物源背景和母岩类型, 再由碎屑锆石年龄进一步限定源区位置。

5 结论

库车坳陷北缘下白垩统亚格列木组沉积源区是相当复杂的, 本文通过碎屑锆石 LA-ICP-MS U-Pb 年龄研究表明:

(1) 该组沉积的物源年龄构成主要有 427~389 Ma, 379~339 Ma, 321~283 Ma, 266~239 Ma, 162~150 Ma 五组, 还有一些老的前寒武纪年龄, 说明了该时期源区物源类型比较复杂。

(2) 早白垩世时期中天山弧造山带物源与南天山褶皱冲断带共同为库车坳陷提供物源, 源区剥露已有相当程度。

(3) 该组沉积记录的碎屑锆石年龄 170~150 Ma 指示了天山地区可能存在晚侏罗世岩浆活动, 但对其存在的可能性、动力来源以及与天山白垩世隆升的动力机制之间的关系有待进一步探索。老的碎屑锆石年龄揭示了天山地区可能存在太古代和元古代

基底, 但对其来源和机理尚需进一步研究。

致谢 锆石年龄测定得到西北大学大陆动力学国家重点实验室柳晓明教授、第五春荣博士和林慈奎硕士的帮助, CL 图像分析得到中国科学院地质与地球物理研究所电子探针室毛騫、马玉光工程师的帮助, 锆石年龄解译得到了高俊研究员、陈福坤研究员的指导, 在此谨向他们表示由衷的感谢!

参考文献 (References)

- 肖庆辉, 李晓波, 贾跃明. 当代造山带研究中值得重视的若干前沿问题 [J]. 地学前缘, 1995, 21(2): 43-50
- Windley B F, Allen M B, Zhang C, *et al*. Paleozoic accretion and Cenozoic reformation of the Chinese Tien Shan Ranges, central Asia [J]. *Geology*, 1990, 18: 128-131
- Burman V S, Skobelev S F, Mohar P. Late Cenozoic slip on the Taks-Ferghana fault, the Tien Shan, Central Asia [J]. *Geological Society of America Bulletin*, 1996, 108: 1004-1021
- Burman V S. Cenozoic crustal shortening between the Pamir and Tien Shan and a reconstruction of the Pamir-Tien Shan transition zone for the Cretaceous and Paleogene [J]. *Tectonophysics*, 2000, 319: 69-92
- Sobel E R. Basin analysis of the Jurassic-Lower Cretaceous southwest Tarin Basin, NW China [J]. *Geological Society of America Bulletin*, 1999, 111(5): 709-724
- Allen M B, Vincent S J, Wheeler P J. Late Cenozoic tectonics of the Kepingtage thrust zone: Interpretation of the Tien Shan and Tarin Basin, Northwest China [J]. *Tectonics*, 1999, 18: 639-654
- Chen J, Burbank D W, Scharer K M, *et al*. Magnetochronology of the Upper Cenozoic strata in the Southwestern Chinese Tien Shan: rates of Pleistocene folding and thrusting [J]. *Earth and Planetary Science Letters*, 2002, 195: 113-130
- Zhong Li, Wenjie Song, Shoutao Peng, *et al*. Mesozoic-Cenozoic tectonic relationships between the Kuqa subbasin and Tien Shan, northwest China: constraints from depositional records [J]. *Sedimentary Geology*, 2004, 172: 223-249
- 李忠, 郭宏, 王道轩, 等. 库车坳陷—天山中、新生代构造转折的砂岩碎屑与地球化学记录 [J]. *中国科学: D 辑*, 2005, 35(1): 15-28
- 李忠, 王道轩, 林伟, 等. 库车坳陷中—新生代碎屑组分对物源类型及其构造属性的指示 [J]. *岩石学报*, 2004, 20(3): 655-666
- Graham S A, Hendrix M S, Wang L B, *et al*. Collisional successor basins of western China: impact of tectonic inheritance on sand composition [J]. *Geological Society of America Bulletin*, 1993, 105: 323-344
- Hendrix M S. Evolution of Mesozoic sandstone compositions, southern Junggar, northern Tarin, and western Turpan basins, Northwest China: a detrital record of the ancestral Tien Shan [J]. *Journal of Sedimentary Research*, 2000, 70(3): 520-532
- 邱方强, 丁勇, 王辉. 库车盆地沉积物源分析 [J]. *新疆地质*, 2000, 18(3): 252-257

- 14 Morton A C, Cloué-Long J C, Berge C. Shrimp constraints on sediment provenance and transport history in the Mesozoic Stratigraphy Formation, North Sea [J]. *Journal of Geological Society* 1996, 153: 915-929
- 15 Sircombe K N, Wouter B, Richard A. Detrital zircon geochronology and grain-size analysis of a ~2800 Ma Mesoproterozoic cover succession, Slave Province, Canada [J]. *Earth and Planetary Science Letters* 2001, 189: 207-220
- 16 Morton A C, Whitham A G, Fanning C M. Provenance of Late Cretaceous to Paleocene submarine fan sandstones in the Norwegian Sea: Integration of heavy mineral, mineral chemical and zircon age data [J]. *Sedimentary Geology* 2005, 182: 3-28
- 17 李任伟, 万渝生, 陈振宇, 等. 根据碎屑锆石 SHRIMP-U-Pb 测年恢复早侏罗世大别造山带源区特征 [J]. *中国科学: D 辑*, 2004, 34(4): 320-328
- 18 Coleman R G. Continental growth of Northwest China [J]. *Tectonics* 1989, 8: 621-635
- 19 Carroll A R, Liang Y, Graham S, *et al*. Junggar Basin, northwest China: A Trapped Late Paleozoic ocean [J]. *Tectonophysics* 1990, 186: 1-14
- 20 Sengr A M C, Natalin B A, Burman V S. Evolution of the Altaid tectonic collage and Paleozoic crustal growth in Eurasia [J]. *Nature* 1993, 364: 299-307
- 21 Gao J, Li M, Xiao X, *et al*. Paleozoic tectonic evolution of the Tianshan Orogen, northwest China [J]. *Tectonophysics* 1998, 287: 213-231
- 22 Dewey J F, Shackleton R, Chang C, *et al*. The Tectonic evolution of the Tibetan Plateau [J]. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 1988, A327: 379-413
- 23 Avouac J P, Tapponnier P, Bai M H, *et al*. Active thrusting and folding along the northern Tianshan and late Cenozoic rotation of the Tarim relative to Dzungaria and Kazakhstan [J]. *Journal of Geophysical Research*, 1993, 98(B4): 60755-60804
- 24 Lu H, Howell D G, Jia D, *et al*. Rejuvenation of Kuqa foreland basin, northern flank of the Tarim basin, northwest China [J]. *International Geology Review*, 1994, 36: 1151-1158
- 25 Peng S, Li Zh, Huang B, *et al*. Magnetostratigraphic study of Cretaceous depositional succession in the northern Kuqa Depression, Northwest China [J]. *Chinese Science Bulletin*, 2006, 51(1): 97-107
- 26 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, 5(增刊): 26-30
- 27 Yuan H, Gao Sh, Liu X, *et al*. Accurate U-Pb Age and Trace Element Determinations of Zircon by Laser Ablation-Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry [J]. *Geostandards and Geoanalytical Research*, 2004, 28(3): 353-370
- 28 Andersen T. Correction of common lead in U-Pb analyses that do not report ^{204}Pb [J]. *Chemical Geology*, 2002, 192: 59-79
- 29 Ludwig K R. *Isoplot/Ex rev. 2.49: A Geochronological Toolkit for Microsoft Excel* [M]. Berkeley Geochronology Center, Special Publication No. 1a, 2001: 56
- 30 肖序常, 汤耀庆. 古中亚复合巨型缝合带南缘构造演化 [M]. 北京: 科学技术出版社, 1991
- 31 李春昱, 等. 亚洲大地构造图说明书 [M]. 北京: 地图出版社, 1982
- 32 高俊, 龙灵利, 钱青, 等. 南天山: 晚古生代还是三叠纪碰撞造山带 [J]? *岩石学报*, 2006, 22(5): 1049-1061
- 33 赵振华, 白正华, 熊小林, 等. 西天山北部晚古生代火山-浅侵位岩浆岩 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 同位素定年 [J]. *地球化学*, 2003, 32(4): 317-327
- 34 张立飞, 艾永亮, 李强, 等. 新疆西南天山超高压变质带的形成与演化 [J]. *岩石学报*, 2005, 21(4): 1029-1038
- 35 Rubatto D, Gebauer D. Use of cathodoluminescence for U-Pb zircon dating by ID-Microprobe: some examples from the western Alps [J]. *Cathodoluminescence in Geoscience*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg Germany 2000, 373-400
- 36 Müller A, O'Brien P J, Kennedy A, *et al*. Linking growth episodes of zircon domains from UHP garnet-rich mafic rocks and late pegmatoids in the Rhodope zone (N Greece): Evidence for Early Cretaceous crystallization and Late Cretaceous metamorphism [J]. *Chemical Geology* 2002, 184: 281-299
- 37 张志诚, 郭召杰, 韩作振. 敦煌盆地中侏罗世火山岩的地球化学特征及其地质意义 [J]. *北京大学学报: 自然科学版*, 1998, 34(1): 72-79
- 38 Sobel E R, Amdur N. Cretaceous-Paleogene basaltic rocks of the Tuoyun basin, NW China and the Kyrgyz Tianshan: the trace of a small plume [J]. *Lithos* 2000, 50: 191-215
- 39 陈丕基. 中国陆相侏罗、白垩系划分对比述评 [J]. *地层学杂志*, 2000, 24(2): 114-119
- 40 韩宝福, 王学潮, 何国琦, 等. 西南天山早白垩世火山岩中发现地幔和下地壳捕虏体 [J]. *科学通报*, 1998, 43(23): 2544-2547
- 41 刘楚雄, 许保良, 邹天人, 等. 塔里木北缘及邻区海西期碱性岩岩石化学特征及其大地构造意义 [J]. *新疆地质*, 2004, 22(1): 43-49
- 42 姜常义, 穆艳梅, 白开寅, 等. 南天山花岗岩类的年代学、岩石学、地球化学及其构造环境 [J]. *岩石学报*, 1999, 5(2): 298-308
- 43 胡蔼琴, 张国新, 陈义兵, 等. 新疆大陆基底分区模式和主要地质事件的划分 [J]. *新疆地质*, 2001, 19(1): 12-19
- 44 朱志新, 王克卓, 郑玉洁, 等. 新疆伊犁地块南缘志留纪和泥盆纪花岗岩侵入体锆石 SHRIMP 定年及其形成时构造背景的初步探讨 [J]. *岩石学报*, 2006, 22(5): 1193-1200
- 45 Hopson C, Wen J, Tilton G, *et al*. Paleozoic plutonism in East Junggar, Bogdoshan and eastern Tianshan, NW China. *EOS Transactions* [J]. *American Geophysical Union* 1989, 70: 1403-1404
- 46 韩宝福, 何国琦, 吴泰然, 等. 天山早古生代花岗岩锆石 U-Pb 定年、岩石地球化学特征及其大地构造意义 [J]. *新疆地质*, 2004, 22(1): 3-11
- 47 杨天南, 李锦轶, 孙桂华, 等. 中天山早泥盆纪陆弧: 来自花岗岩质糜棱岩的地球化学及 SHRIMP-U-Pb 定年的证据 [J]. *岩石学报*, 2006, 22(1): 41-48
- 48 徐学义, 马中平, 夏祖春, 等. 天山中西段古生代花岗岩 TMS 法锆石 U-Pb 同位素定年及岩石地球化学特征研究 [J]. *西北地质*, 2006, 39(1): 50-75

- 49 龙灵利, 高俊, 熊贤明, 等. 南天山库勒湖蛇绿岩地球化学特征及其年龄 [J]. 岩石学报, 2006, 22(1): 65-73
- 50 杜治利, 王清晨. 中生代天山地区隆升历史的裂变痕迹证据 [J]. 地质学报, 2007, 81(8): 1081-1101
- 51 Dumitru T A, Da Zhou Chang E Z *et al* Uplift exhumation and deformation in the Chinese Tian Shan [C] // Hendrix M S, Davis G A, eds. Paleozoic and Mesozoic Tectonic Evolution of Central Asia: From continental Assembly to Intracontinental Deformation. Colorado Geo Soc Amer Memoir 194, 2001: 71-99
- 52 李双建, 石永红, 王清晨, 等. 白垩纪以来库车坳陷碎屑重矿物组成变化 [J]. 地质科学, 2007, 42(4): 709-721 [Li Shuangjian, Shi Yonghong, Wang Qingchen *et al*. Changes of detrital heavy minerals composition in the Kuqa Depression from Cretaceous [J]. *Scientia Geologica Sinica*, 2007, 42(4): 709-721.
- 53 廖宗廷, 马婷婷, 周征宇, 等. Rodinia 裂解与华南微板块形成和演化 [J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2005, 33(9): 1182-1185 [Liao Zongting, Ma Tingting, Zhou Zhengyu *et al*. Review on Rodinia and Tectonics in South China [J]. *Journal of Tongji University*, 2005, 33(9): 1182-1185]
- 54 陈义兵, 胡霏琴, 张国新, 等. 西天山前寒武纪天窗花岗岩麻岩的锆石 U-Pb 年龄及 Nd-Sr 同位素特征 [J]. 地球化学, 1999a, 28(6): 515-520 [Chen Yibin, Hu Aiqin, Zhang Guoxin *et al*. Zircon U-Pb age and Nd-Sr isotopic composition of granitic gneiss and its geological implications from Precambrian window of western Tianshan, NW China [J]. *Geochemistry*, 1999a, 28(6): 515-520]
- 55 陈义兵, 胡霏琴, 张国新, 等. 西天山独库公路花岗岩麻岩的锆石 U/Pb 年龄及其地质意义 [J]. 科学通报, 1999b, 44(21): 2328-2332 [Chen Yibin, Hu Aiqin, Zhang Guoxin, *et al*. Zircon U-Pb age of granitic gneiss on Duku highway in western Tianshan of China and its geological implications [J]. *Chinese Science Bulletin*, 1999b, 44(21): 2328-2332]
- 56 胡霏琴, 王中刚, 涂光焯, 等. 新疆北部地质演化及其成岩成矿规律 [M]. 北京: 科学出版社, 1997. 9-105 [Hu Aiqin, Wang Zhonggang, Tu Guangzhuo *et al*. Geology evolution and petrogenesis and mineralization mechanism [M]. Beijing: Science Press, 1997: 9-105]
- 57 朱杰辰, 孙文鹏. 中天山变质岩的成岩时代及演化探讨 [J]. 新疆地质, 1986, 4(4): 47-52 [Zhu Jiechen, Sun Wenpeng. Discussions on the petrogenesis age and evolution of the metamorphic rock of the Central Tianshan [J]. *Xinjiang Geology*, 1986, 4(4): 47-52]
- 58 郭召杰, 张志诚, 刘树文, 等. 塔里木克拉通早前寒武纪基底层序与组合: 颗粒锆石 U-Pb 年龄新证据 [J]. 岩石学报, 2003, 19(3): 537-542

Provenance of Early Cretaceous Deposits in Kuqa Subbasin, the Southern Margin of Tianshan: Implication from Detrital Zircon LA-ICP-MS Age Data

PENG Shou-tao^{1,2} LI Zhong³ XU Cheng-wu⁴

(1 Institute of Exploration & Development, SINOPEC, Beijing 100083; 2 China University of Geosciences, Beijing 100083;

3 Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029;

4 Institute of Exploration and Development, Daqing Oil Fields, Daqing Heilongjiang 163712)

Abstract There are some quite different disputes about the provenance types and tectonic attributes of early Cretaceous deposits in Kuqa Subbasin, northern margin of the Tarim Basin, with very complicated source rocks. In order to reveal further detailed information on the nature of the source terranes, a typical sandstone samples from the Yageliemu Formation in early Cretaceous strata is collected for U-Pb dating of 79 detrital zircons. The lower Cretaceous sample shows a complicated provenance geochronological constitution, with new peak ages of 427~389 Ma, 379~339 Ma, 321~283 Ma, 266~239 Ma, 162~150 Ma and some Precambrian basement zircons. Investigating on the rock attributes and age constitution of the Tian Shan Orogen, the potential source area, together with the previous results of sandstone framework grains and detrital heavy minerals in Kuqa Subbasin, we suggest that the provenance supply is mainly resulted from denudation process of the South Tian Shan, the granite-alkaline rocks belts in South Tian Shan and Yili-Central Tian Shan (including the Paleozoic granites and volcanic rocks at the southern margin of the Central Tian Shan), related to the Middle-Late Jurassic volcanism and the Ordovician-Permian tectonic events. Additionally, the several clusters of Proterozoic-Archean ages of this sample probably reflect that some provenance areas were deeply exhumated and the Archean-Proterozoic basement maybe exist in the Tian Shan Orogen. In addition, the detrital zircons age spectra of 162~150 Ma indicates that there was possible magma activity in late Jurassic in Tian Shan area, which require further work.

Key words Kuqa Subbasin, Tianshan, Cretaceous, detrital zircon, provenance