

新疆东部博格达山北侧石炭系碎屑 锆石 U-Pb 定年及其地质意义

陈登超^{1,2)}, 赵省民²⁾, 邓坚²⁾

1) 中国石化胜利油田有限公司地质研究院, 山东东营, 257015;

2) 中国地质科学院矿产与资源研究所, 北京, 100037

内容提要:本文应用 LA-ICPMS 锆石 U-Pb 定年方法, 对博格达山北侧原石炭系沙雷赛尔克组及沙玛尔沙依组开展了碎屑锆石 U-Pb 年代学研究。测年结果显示沙雷赛尔克组碎屑锆石表面年龄值分布较宽(298~2215 Ma), 主要集中在 298~344 Ma, 主峰值年龄为 305 Ma, 次要峰值为 501~538 Ma, 并见有一粒 1331 Ma 及两粒 2146 Ma、2215 Ma 的碎屑锆石; 沙玛尔沙依组碎屑锆石表面年龄分布较窄(280~523 Ma)且相对集中(299~358 Ma), 主峰值年龄为 345 Ma, 次要峰值年龄为 428~450 Ma 及 507~523 Ma。通过样品岩石学特征、碎屑锆石 Th、U 含量、CL 组构特征及区域地质资料分析, 初步获得以下认识: ①博格达山北侧原定义为石炭纪地层的沉积时代应为早石炭世—早二叠世, 其中奇尔古斯套群时代为早石炭世晚期—晚石炭世早期, 居里得能组—扬布拉克组时代为晚石炭世中期及晚期, 沙玛尔沙依组时代为早二叠世早期, 缪林托凯陶山组沉积时代及其与沙玛尔沙依组的关系尚有待于进一步研究; ②沙雷赛尔克组及沙玛尔沙依组砂岩主要来自于准噶尔盆地, 主要物质供给区为区内略早于或与其同时代沉积的石炭纪地层; ③博格达晚古生代大陆裂谷在早石炭世已形成, 晚石炭世开始衰退, 并发生两次弱造山作用, 中二叠世夏子街期最终闭合。

关键词:准噶尔盆地; 博格达山; 石炭系; 碎屑锆石; LA-ICPMS U-Pb 定年

博格达山位于准噶尔盆地与吐鲁番-哈密盆地之间, 出露地层主要为石炭系(图 1), 自下而上依次为奇尔古斯套群、居里得能组、沙雷赛尔克组、扬布拉克组、沙玛尔沙依组及缪林托凯陶山组。此套地层的时代归属尚存争议: 1/20 区域地质报告中, 将奇尔古斯套群置于早石炭世, 把居里得能组及其以上层位划归到中、晚石炭世^①; 中国地层典编委会(2000)将奇尔古斯套群并入居里得能组, 在时代上将其与沙雷赛尔克组、扬布拉克组一起划归到晚石炭世, 并认为沙玛尔沙依组为晚石炭世至早二叠世沉积; 岩石地层清理(蔡士赐等, 1999)将这套地层整体上置于晚石炭世(图 2)。

博格达山晚古生代构造属性, 一直存在岛弧(马瑞士等, 1993; Allen et al., 1993)与裂谷(刘和甫等, 1994; Han et al., 1999; 顾连兴等, 2000)之争。新近的研究成果大多支持博格达造山带在晚古生代为陆内裂谷(顾连兴等, 2001a; 陈书平等, 2001; 余海洋, 2005)。但是对于陆内裂谷发育的时限尚存争议(顾

连兴等, 2000; 李锦轶, 2004; 崔泽宏等, 2007)。此外, 对该区晚古生代的构造背景及其演化, 虽然有不同学者进行相关研究(肖序常等, 1992; 顾连兴, 2001a, 2001b; 李锦轶, 2004; 张朝军等, 2006; 马庆佑, 2006; 李玮等, 2007; 汪新伟等, 2007), 但还难以取得统一认识。

盆地陆源碎屑沉积物作为区域构造背景控制下的蚀源区(或隆起区)与沉积盆地演化有机结合配置的产物(闫义等, 2002), 记录了洋陆变迁、盆山耦合及其演化历史, 可以用来示踪源区、反演构造演化历程等信息(Dickinson et al., 1979; Dickinson, 1985; Roser et al., 1986)。近年来, 碎屑锆石年代学被广泛应用于限定沉积地层时代(Fedo et al., 1996; Bruno et al., 2007; 第五春荣等, 2008)、示踪沉积物源区(Willner et al., 2003; Moecher et al., 2006; 胡波等, 2009)、确定沉积盆地基底性质及其构造演化等(Smithies et al., 2001; 李亚萍等, 2007; Wu et al., 2007)的研究。

注: 本文为中国地质大调查项目(编号 1212010633601)资助成果。

收稿日期: 2009-10-20; 改回日期: 2010-03-20; 责任编辑: 周健。

作者简介: 陈登超, 男, 1985 年生。硕士, 从事沉积学、层序地层学和石油地质学研究。通讯地址: 257015, 山东省东营市东营区聊城路 3 号, 胜利油田地质科学研究院; Email: chendengchao1985@126.com。

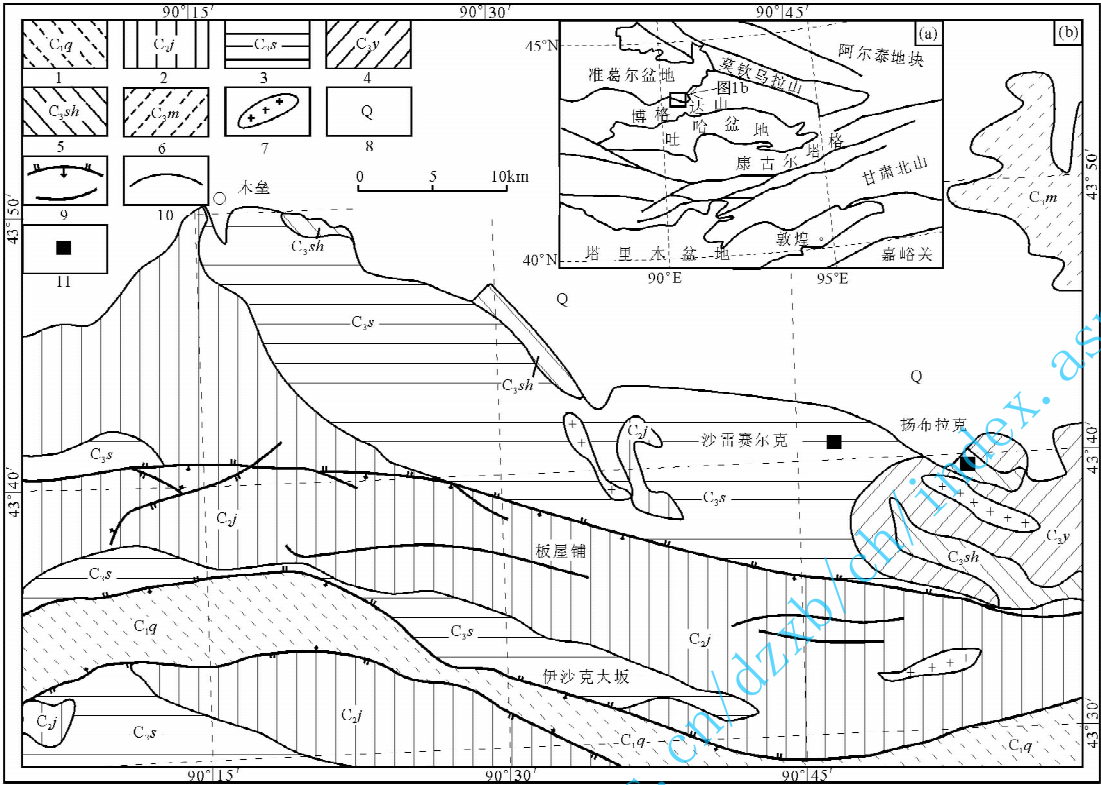


图 1 博格达山大地构造背景(a)及采样位置图(b)

Fig. 1 Tectonic setting of Bogda Mountains (a) and sampling locations(b)

1—奇尔古斯套群;2—居里得能组;3—沙雷赛尔克组;4—扬布拉克组;5—沙玛尔沙依组;6—缪林托凯陶山组;7—侵入岩;
8—第四系;9—主要断层;10—地层界线;11—采样位置

1—Qiergusitao Group;2—Julideneng Formation.;3—Shaleisierke Formation;4—Yangbulake Formation;5—Shamaershayi Formation;
6—Miulinuokaitaoshan Formation;7—intrusive rocks;8—Quaternary;9—main faults;10—stratigraphic boundary;11—sampling location

基于上述认识,笔者在博格达山北侧石炭纪沙雷赛尔克组及沙玛尔沙依组砂岩中各采集砂岩样品,进行碎屑锆石年代学研究,获得了确定其沉积时代的可靠资料及其源区特征的重要信息。

1 样品采集位置及其地质特征

博格达山石炭系为一套火山-沉积岩系。火山岩主要为玄武岩、玄武玢岩、英安岩、流纹岩、流纹斑岩及扉细斑岩,另见少量熔岩及安山岩,主要发育于奇尔古斯套群、居里得能组、扬布拉克组下部及缪林托凯陶山组。沉积岩主要为火山碎屑岩与砂岩、砂砾岩、粉砂岩等正常沉积碎屑岩,少量碳酸盐岩。火山碎屑岩以中酸性凝灰岩及火山角砾岩为主,主要发育在居里得能组及沙雷赛尔克组下部。正常沉积碎屑岩主要发育在沙雷赛尔克组中上部及沙玛尔沙依组上部。沙雷赛尔克组中部岩性以硅质、钙质粉砂岩及岩屑砂岩为主,两者呈不等厚互层;上部为一套复理石沉积,岩性主要为岩屑砂岩、长石砂岩、杂砂质长石砂岩与粉砂岩不等厚互层夹钙质砂岩;沙

玛尔沙依组上部岩性主要为碳质泥质粉砂岩及长石砂岩。上述砂岩中均含大量腕足、双壳及珊瑚等海相生物化石。碳酸盐岩仅见于沙玛尔沙依组下部,岩性主要为砂质灰岩(图 2)。

用于测年样品的编号为 YBLSH-01(沙玛尔沙依组)与 YBLS-02(沙雷赛尔克组),采样地点位于木垒县东约 50 km 的扬布拉克与沙雷赛尔克,地理坐标分别为东经 90°50′22.6″,北纬 43°39′18.2″;东经 90°46′48.4″,北纬 43°40′50.0″。

样品岩性均为细粒岩屑砂岩,镜下呈不等粒粒状结构,以碎屑为主,填隙物少量。碎屑主要由岩屑、石英和长石碎屑组成,颗粒支撑,孔隙式胶结。岩屑含量约 60%~70%,主要为中酸性火山岩,少量辉绿岩及绿泥石岩岩屑,石英含量约占 10%~15%,长石含量约占 5%~10%。长石晶体破碎,部分发育双晶。砂岩分选及磨圆均较差,显示出近缘快速堆积的特点。

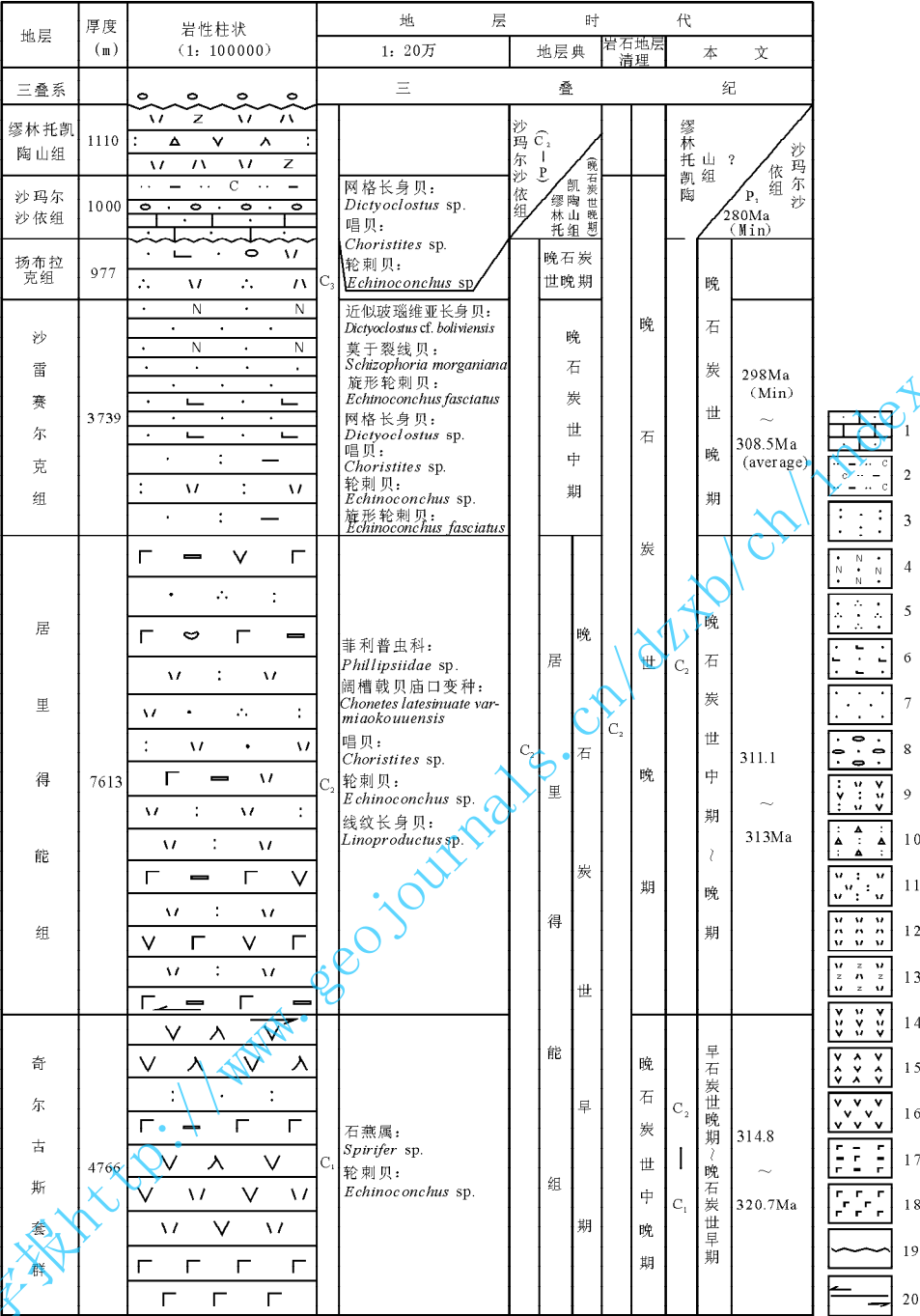


图 2 博格达山综合地层柱状剖面图[●]

Fig. 2 The comprehensive stratigraphic column section of Bogda Mountain

1—砂质灰岩;2—泥质碳质粉砂岩;3—凝灰质砂岩;4—长石砂岩;5—石英砂岩;6—钙质砂岩;7—砂岩;8—砂砾岩;9—安山质凝灰岩;10—凝灰质角砾岩;11—凝灰岩;12—流纹斑岩;13—扁细斑岩;14—英安岩;15—安山玢岩;16—安山岩;17—玄武玢岩;18—玄武岩;19—不整合;20—断层

1—Sandy limestone;2—argillaceous and carbonaceous siltstone;3—tuffaceous sandstone;4—feldspar sandstone;5—quartz sandstone;6—calcareous sandstone;7—sandstone;8—sandy conglomerate;9—andesitic tuff;10—tuffaceous breccia;11—tuff;12—rhyolite porphyry;13—felsophyre;14—dacite;15—andesitic porphyrite;16—andesite;17—basaltic porphyrite;18—basalt;19—unconformity;20—fault

2 分析方法和分析结果

用于定年的锆石由河北省廊坊市科大岩石矿物

分选技术服务有限公司分选。LA-ICP-MS 测定时样品靶的制作、光学显微镜下的锆石观察及阴极发光图的拍摄均在北京离子探针中心进行。锆石微量

元素含量和 U-Pb 同位素定年在中国地质大学(武汉)地质过程与矿产资源国家重点实验室(GPMR)利用 LA-ICP-MS 同时分析完成。测试仪器为电感耦合等离子体质谱仪(Agilent 7500a)和准分子激光剥蚀系统(GeoLas2005)联机,激光器为 193 nm ArF 准分子激光器,激光剥蚀斑束直径为 32 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,采用标准锆石 91500 作为外标来校正锆石 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄,元素含量校正用美国国家标准物质局研制的人工合成硅酸盐玻璃 GSE-1G 为外标, ^{29}Si 为内标。采样方式为单点剥蚀,数据采集选用一个质量峰一点的跳峰方式(peak jumping),每完成 5 个测点的样品测定,加测标样一

次。在 15 ~ 20 个锆石样品分析点前后各测 2 次 GJ-1。样品的同位素比值和元素含量数据处理采用 ICPMSDataCal (Liu et al., 2008, 2010) 程序计算,加权平均年龄及谐和图的绘制采用 IsoPlot (ver 3.0) 完成(Ludwig, 2003)。详细分析步骤及数据处理参见文献(Gao et al., 2002; 袁洪林等, 2003)。

在样品 YBLSH-01 与 YBLS-02 中分别选取 32 与 38 粒碎屑锆石进行了 LA-ICP-MS U-Pb 定年,分别获得了 35 个与 39 个测点的分析数据,基本满足年龄分布统计分析的要求(Andersen, 2005)。图 3 为碎屑锆石阴极发光图像,表 1 列出了样品中碎屑锆石 U、Pb 元素含量和表面年龄的计算结果,其中同位素比值误差为 1σ ,单个点的年龄误差为 1σ 。

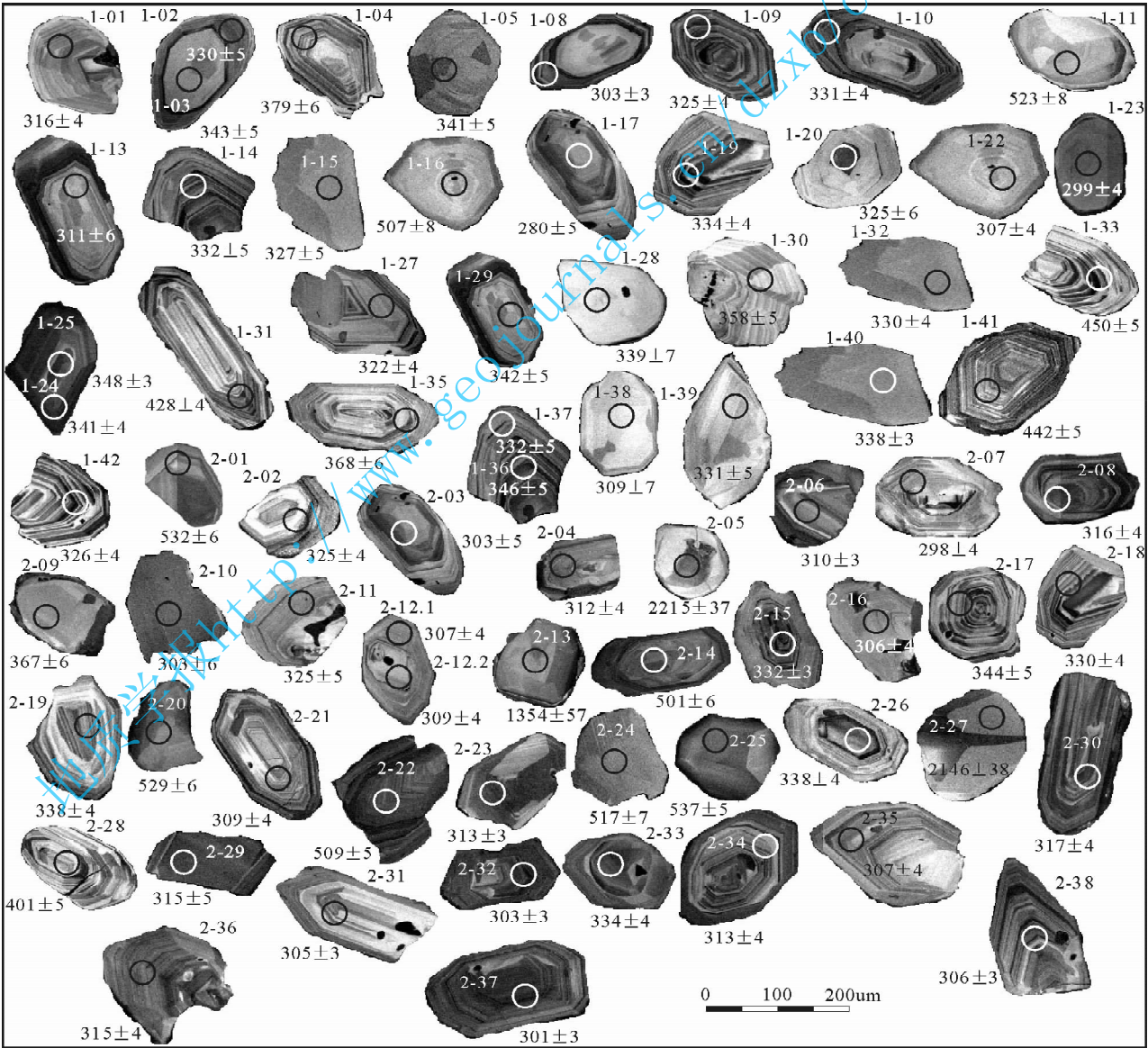


图 3 样品 YBLSH-01 与 YBLS-02 砂岩碎屑锆石阴极发光图像
Fig. 3 CL images of detrital zircons from sandstone sample YBLSH-01 and YBLS-02

地质学报<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

地质学报<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

表 1 样品 YBLSH-01 与 YBLS-02 碎屑锆石 LA-MC-ICPMS U-Pb 测年分析结果

Table 1 Zircon LA-MC-ICPMS U-Pb dating of sample YBLSH-01 and YBLS-02

层位	点号	Pb ($\times 10^{-6}$)	^{232}Th ($\times 10^{-6}$)	^{238}U ($\times 10^{-6}$)	Th/U	同位素比值						表面年龄(Ma)						谐和度 (%)
						$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$1\sigma(\%)$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$1\sigma(\%)$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$1\sigma(\%)$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ	
沙玛尔沙依组	1-01	12.42	185.94	221.02	0.84	0.0513	0.23	0.36	1.67	0.050	0.064	254	104	310	12	316	4	98
	1-02	4.03	54.25	70.13	0.77	0.0567	0.35	0.40	2.24	0.053	0.085	483	137	342	16	330	5	96
	1-03	12.11	141.28	209.12	0.68	0.0528	0.23	0.40	1.75	0.055	0.075	320	102	339	13	343	5	99
	1-04	7.27	50.43	121.85	0.41	0.0541	0.29	0.45	2.35	0.061	0.096	376	122	376	16	379	6	99
	1-05	6.92	120.35	108.16	1.11	0.0546	0.35	0.41	2.50	0.054	0.079	394	138	346	18	341	5	98
	1-08	21.10	216.10	429.41	0.50	0.0504	0.20	0.34	1.42	0.048	0.056	213	91	295	11	303	3	97
	1-09	30.37	397.82	541.20	0.74	0.0584	0.15	0.42	1.01	0.052	0.059	546	56	353	7	324	4	91
	1-10	19.57	208.04	349.01	0.60	0.0538	0.19	0.39	1.42	0.053	0.059	365	80	336	10	331	4	98
	1-11	6.05	15.82	75.12	0.21	0.0612	0.34	0.70	3.66	0.084	0.139	656	119	541	22	523	8	97
	1-13	5.53	77.16	100.46	0.77	0.0546	0.37	0.36	2.41	0.049	0.090	394	152	315	18	311	6	99
	1-14	10.42	135.49	174.13	0.78	0.0555	0.28	0.40	1.98	0.053	0.074	432	110	342	14	332	5	97
	1-15	3.49	25.91	67.78	0.38	0.0596	0.45	0.42	3.08	0.052	0.080	589	165	359	22	327	5	90
	1-16	4.60	30.15	53.21	0.57	0.0577	0.59	0.62	4.94	0.082	0.133	520	224	491	31	507	8	97
	1-17	5.03	70.43	103.23	0.68	0.0584	0.35	0.35	2.01	0.044	0.079	543	164	305	15	280	5	91
	1-19	20.54	214.77	368.13	0.58	0.0524	0.20	0.39	1.47	0.053	0.062	302	89	331	11	334	4	99
	1-20	7.12	118.16	120.09	0.98	0.0584	0.33	0.41	2.39	0.052	0.091	543	126	352	17	325	6	92
	1-22	5.61	58.54	110.92	0.53	0.0564	0.34	0.38	2.18	0.049	0.069	478	134	325	16	307	4	94
	1-23	10.98	78.63	235.70	0.33	0.0516	0.23	0.34	1.47	0.047	0.062	265	102	295	11	299	4	99
	1-24	33.60	529.77	534.93	0.99	0.0541	0.16	0.41	1.25	0.054	0.059	372	67	347	9	341	4	98
	1-25	31.66	388.27	523.89	0.74	0.0521	0.17	0.40	1.27	0.055	0.055	300	74	342	9	348	3	98
	1-27	14.01	294.74	218.27	1.35	0.0501	0.25	0.35	1.65	0.051	0.062	198	115	306	12	322	4	95
	1-28	2.89	35.51	49.87	0.71	0.0605	0.46	0.44	3.43	0.054	0.110	620	160	368	24	339	7	91
	1-29	5.83	67.03	99.24	0.68	0.0564	0.31	0.43	2.34	0.054	0.081	478	122	360	17	342	5	95
	1-30	6.34	63.91	104.08	0.61	0.0520	0.28	0.41	2.15	0.057	0.084	283	150	347	16	358	5	97
	1-31	34.67	324.38	469.99	0.69	0.0533	0.16	0.51	1.56	0.069	0.072	339	38	415	11	428	4	97
	1-32	13.34	170.45	232.42	0.73	0.0552	0.30	0.40	2.25	0.053	0.069	420	119	343	16	330	4	96
	1-33	18.53	172.15	237.84	0.72	0.0541	0.18	0.54	1.85	0.072	0.082	376	76	439	12	450	5	97
	1-35	9.32	74.93	159.24	0.47	0.0521	0.26	0.42	2.09	0.059	0.094	300	111	357	15	368	6	97
	1-36	6.87	66.99	119.15	0.56	0.0540	0.32	0.41	2.32	0.055	0.084	369	135	346	17	346	5	100
	1-37	9.24	125.75	160.43	0.78	0.0535	0.30	0.39	2.10	0.053	0.075	350	128	333	15	332	5	100
	1-38	3.37	46.92	63.64	0.74	0.0571	0.45	0.39	3.11	0.049	0.106	494	168	331	23	309	6	93
	1-39	3.86	28.79	73.88	0.39	0.0558	0.34	0.40	2.33	0.053	0.088	443	135	339	17	331	5	98
	1-40	24.56	317.23	412.99	0.77	0.0529	0.17	0.39	1.25	0.054	0.057	324	69	336	9	337	3	100
	1-41	16.58	128.33	222.98	0.58	0.0579	0.21	0.57	2.05	0.071	0.089	524	81	456	13	442	5	97
	1-42	16.70	276.83	276.72	1.00	0.0522	0.24	0.37	1.67	0.052	0.062	295	107	321	12	326	4	98

续表 1

层位	点号	Pb ($\times 10^{-6}$)	^{232}Th ($\times 10^{-6}$)	^{238}U ($\times 10^{-6}$)	Th/U	同位素比值						表面年龄(Ma)						谐和度 (%)
						$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1 σ (%)	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1 σ (%)	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1 σ (%)	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1 σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1 σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1 σ	
沙雷赛尔克组	2-01	16.21	75.08	183.88	0.41	0.0576	0.19	0.68	2.19	0.086	0.095	522	70	528	13	532	6	99
	2-02	11.01	118.10	202.18	0.58	0.0536	0.24	0.38	1.68	0.052	0.067	354	100	328	12	325	4	99
	2-03	3.01	42.05	57.56	0.73	0.0556	0.39	0.36	2.53	0.048	0.083	435	12	315	19	303	5	96
	2-04	11.60	149.28	216.86	0.69	0.0497	0.22	0.34	1.47	0.050	0.060	189	104	296	11	312	4	95
	2-05	37.54	53.99	86.21	0.63	0.1390	0.30	7.46	16.45	0.388	0.427	2215	37	2168	20	2113	20	97
	2-06	11.64	87.38	235.58	0.37	0.0499	0.21	0.34	1.43	0.049	0.057	191	92	297	11	310	3	96
	2-07	9.06	92.04	185.04	0.50	0.0552	0.26	0.36	1.61	0.047	0.073	426	107	311	12	298	4	96
	2-08	21.88	234.23	414.39	0.57	0.0530	0.17	0.37	1.16	0.050	0.057	328	74	317	9	316	4	100
	2-09	5.34	81.76	75.61	1.08	0.0583	0.35	0.47	2.76	0.058	0.091	539	168	389	19	366	6	94
	2-10	3.65	71.09	62.91	1.13	0.0581	0.57	0.37	3.44	0.048	0.097	532	221	323	25	303	6	94
	2-11	10.03	92.54	190.71	0.49	0.0494	0.21	0.35	1.48	0.052	0.074	169	92	306	11	325	5	94
	2-12.1	7.09	77.96	136.80	0.57	0.0535	0.29	0.36	1.85	0.049	0.072	350	116	309	14	307	4	99
	2-12.2	9.32	127.26	167.17	0.76	0.0549	0.25	0.37	1.75	0.049	0.065	409	102	322	13	309	4	96
	2-13	22.93	56.96	91.58	0.62	0.0867	0.26	2.71	7.82	0.23	0.268	1354	57	1331	21	1317	14	99
	2-14	11.99	90.37	136.07	0.66	0.0577	0.23	0.64	2.47	0.081	0.098	517	92	502	15	501	6	100
	2-15	22.41	181.30	414.77	0.44	0.0519	0.16	0.38	1.23	0.053	0.052	283	72	327	9	332	3	98
	2-16	6.19	51.55	126.18	0.41	0.0528	0.28	0.35	1.76	0.049	0.063	320	120	305	13	305	4	100
	2-17	6.62	53.50	118.03	0.45	0.0548	0.27	0.41	2.04	0.055	0.076	406	111	352	15	344	5	98
	2-18	11.41	130.12	200.26	0.65	0.0570	0.24	0.42	1.78	0.053	0.071	494	93	353	13	330	4	93
	2-19	10.40	109.11	182.14	0.60	0.0513	0.22	0.38	1.53	0.054	0.061	254	98	327	11	338	4	97
	2-20	13.31	114.48	138.88	0.82	0.0578	0.19	0.68	2.16	0.086	0.095	520	69	527	13	529	6	100
	2-21	9.07	108.18	171.50	0.63	0.0594	0.24	0.40	1.61	0.049	0.060	583	117	342	12	309	4	89
	2-22	29.99	109.05	375.06	0.29	0.0562	0.15	0.64	1.62	0.082	0.076	461	25	501	10	509	5	98
	2-23	17.35	279.27	306.83	0.91	0.0517	0.18	0.35	1.21	0.050	0.054	272	81	308	9	313	3	98
	2-24	5.10	35.49	57.84	0.61	0.0599	0.27	0.69	3.14	0.083	0.124	611	96	533	19	517	7	97
	2-25	18.12	72.95	212.49	0.34	0.0598	0.18	0.72	2.10	0.087	0.088	594	63	549	12	538	5	98
	2-26	12.12	133.46	211.49	0.63	0.0525	0.23	0.39	1.64	0.054	0.061	309	100	333	12	338	4	99
	2-27	31.84	41.59	76.30	0.55	0.1300	0.29	7.02	15.16	0.38	0.386	2146	38	2113	19	2078	18	98
	2-28	17.39	124.21	264.86	0.47	0.0534	0.20	0.47	1.80	0.064	0.079	346	85	392	12	401	5	98
	2-29	7.74	54.96	159.02	0.35	0.0562	0.30	0.39	2.14	0.050	0.074	457	116	333	16	315	5	94
	2-30	21.21	173.34	421.65	0.41	0.0528	0.18	0.37	1.28	0.050	0.061	320	76	319	10	317	4	99
	2-31	10.86	166.02	201.07	0.83	0.0506	0.22	0.34	1.39	0.049	0.055	220	102	295	11	305	3	96
	2-32	21.03	292.10	407.12	0.72	0.0518	0.17	0.34	1.14	0.048	0.054	276	78	300	9	303	3	99
	2-33	18.76	364.34	286.04	1.27	0.0568	0.20	0.42	1.44	0.053	0.062	483	81	354	10	333	4	94
	2-34	8.84	94.79	172.03	0.55	0.0521	0.19	0.36	1.38	0.050	0.063	300	83	312	10	313	4	100
	2-35	11.80	148.67	228.56	0.65	0.0523	0.27	0.35	1.84	0.049	0.064	298	119	308	14	307	4	100
	2-36	12.28	191.63	219.90	0.87	0.0503	0.20	0.35	1.35	0.050	0.058	209	90	303	10	315	4	96
	2-37	27.26	204.79	578.68	0.35	0.0513	0.13	0.34	0.88	0.048	0.049	254	66	297	7	301	3	99
	2-38	21.83	297.74	408.17	0.73	0.0517	0.17	0.35	1.17	0.049	0.056	272	78	304	9	306	3	99

样品中大多数锆石均具有明显的韵律环带， $^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$ 值介于 0.21~1.35 之间，表明样品中的碎屑锆石大多为岩浆锆石。 $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ - $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 谐和图显示(图 4、图 5)，所有测点基本上都落在谐和线及其附近，呈现出较好的谐和性，表明不存在明显铅丢失。

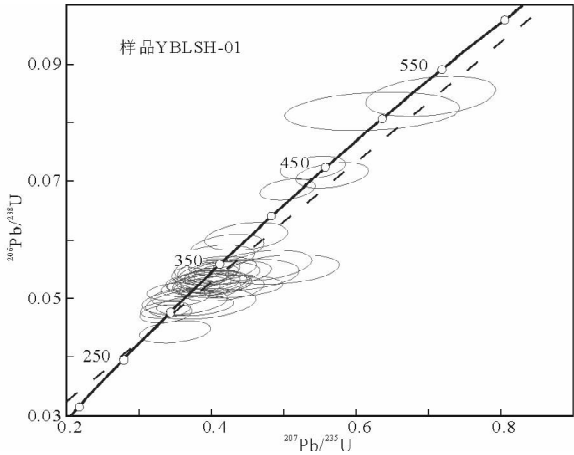


图 4 样品 YBLSH-01 碎屑锆石 U-Pb 谐和图
Fig. 4 U-Pb concordia diagram of detrital zircons from sample YBLSH-01

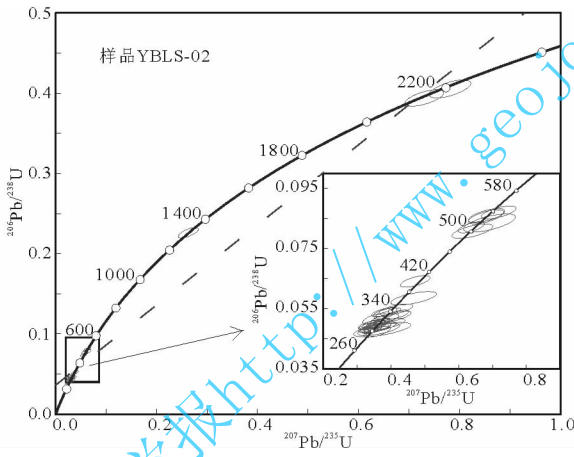


图 5 样品 YBLS-02 碎屑锆石 U-Pb 谐和图
Fig. 5 U-Pb concordia diagram of detrital zircons from sample YBLS-02

从碎屑锆石 U-Pb 年龄分布图中可以看出(图 6、图 7)，沙雷赛尔克组碎屑锆石表面年龄值分布范围较宽(298~2215 Ma)，但主要集中在 298~344 Ma，主峰值为 305 Ma，次要峰值为 501~538 Ma，并见有一粒 1354 Ma 及两粒 2146 Ma、2215 Ma 的碎屑锆石；沙马尔沙依组碎屑锆石表面年龄分布较窄(280~523 Ma)且相对集中(299~358 Ma)，主峰值年龄为 345 Ma，次要峰值年龄为 428~450 Ma 及

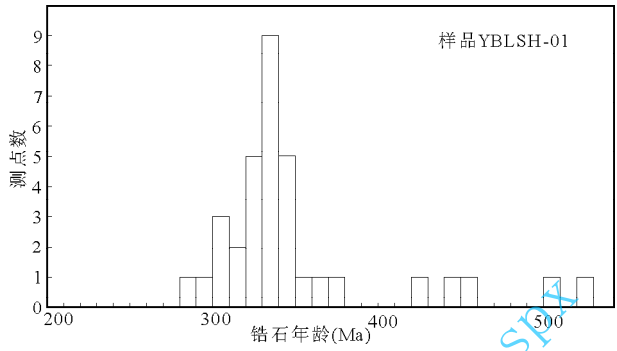


图 6 样品 YBLSH-01 碎屑锆石年龄直方图
Fig. 6 Histogram of detrital zircon sample U-Pb ages of YBLSH-01

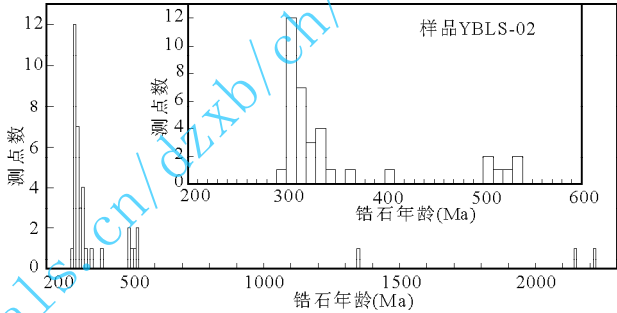


图 7 样品 YBLS-02 碎屑锆石年龄直方图
Fig. 7 Histogram of detrital zircon sample U-Pb ages of YBLS-02

507~523 Ma。
根据碎屑锆石年龄分布、Th、U 元素组成及 CL 组构特征，将两个样品的碎屑锆石分为以下 7 个年龄段。

(1)280 Ma,1 粒锆石(图 4 中 1-17)。锆石长约 220 μm ，宽约 100 μm ，长宽比为 2.2 : 1。Th、U 含量及 Th/U 值分别为 70.4 $\mu\text{g/g}$ 、103 $\mu\text{g/g}$ 和 0.68。CL 组构特征显示，锆石具较为明显的韵律生长环带，并含有少量包裹体，说明锆石系岩浆成因，并在形成过程中受到过流体作用的影响。锆石晶形完整，呈棱柱状，略具磨圆。

(2)298~317 Ma,26 粒锆石，其中沙马尔沙依组含 6 粒，沙雷赛尔克组含 20 粒。锆石长约 100~250 μm ，宽约 80~120 μm ，长宽比为 1.5 : 1~4 : 1。Th、U 含量分别为 42~298 $\mu\text{g/g}$ 、57.6~579 $\mu\text{g/g}$ ，Th/U 值 0.33~1.13。CL 组构特征中，锆石可以分成两类：一类具有较为明显韵律生长环带(如 1-1、1-8、2-7、2-12.1 等)，另一类内部结构均匀，不具有明显韵律环带结构(如 1-23、1-38、2-03、2-10 等)。但两者年龄相似，说明两者系同期岩浆活动的

产物,CL 组构的不同可能系锆石结晶时的深度及温度等环境条件差异所致。锆石晶形完整,多呈棱柱状,磨圆较差。

(3)322~358 Ma,29 粒锆石,其中沙玛尔沙依组含 21 粒,沙雷赛尔克组含 8 粒。锆石长约 150~250 μm ,宽约 80~160 μm ,长宽比约为 1:1~2.5:1。根据锆石的 Th、U 含量及其 CL 组构特征,可以将这些锆石分成两类:一类具有较高的 Th、U 含量和明显的韵律环带结构(如 1-9、1-14、2-8、2-18 等),系岩浆成因锆石,锆石大多晶形完整,呈棱柱状、柱状,少数锆石晶形破碎,形状不规则;另一类 Th、U 含量较低,多为几十毫克每克,Th/U 值介于 0.38~1.11,具有岩浆锆石的典型特征,但大多数锆石韵律环带较宽或者不发育韵律环带结构,部分锆石还具有核幔结构(如 1-02.1、1-03.1 及 1-36.1、1-37.1),说明此类锆石可能为基性—超基性岩浆锆石。U-Pb 年龄显示核部与幔部年龄差别不大,说明这两粒锆石的核部和边部很可能是在同一次岩浆活动中环境发生变化所致。大多数锆石磨圆均较差。

(4)366~379 Ma,3 粒锆石(1-4、1-35 及 2-09)。锆石长约 150~210 μm ,宽约 100~120 μm ,长宽比 2:1 与 1.4:1。Th、U 含量分别为 50.4~81.8 $\mu\text{g/g}$ 、75.6~159 $\mu\text{g/g}$,Th/U 值分别为 0.41~1.08。CL 组构特征中,前两者均具有较为明显的韵律环带,锆石晶形完整,呈棱柱状,磨圆均较差;后者内部无明显韵律环带结构,晶形不完整,稍具磨圆。

(5)401~450 Ma,4 粒锆石(1-31、1-33、1-41 及 2-28)。锆石长约 150~320 μm ,宽约 80~140 μm ,长宽比为 1.5:1~4:1。Th、U 含量分别为 124~324 $\mu\text{g/g}$ 、223~470 $\mu\text{g/g}$,Th/U 值 0.47~0.72。CL 组构显示,锆石均具有清晰的密集的韵律生长环带,为典型岩浆锆石。锆石晶形较为完整,呈棱柱状或柱状,磨圆较差。

(6)501~538 Ma,8 粒锆石(1-11、1-16、2-01、2-14、2-20、2-22、2-24 及 2-25)。锆石长约 100~200 μm ,宽约 50~150 μm ,长宽比约为 1:1~3:1。Th 含量较低,为 15.8~114 $\mu\text{g/g}$,U 含量为 53.2~375 $\mu\text{g/g}$,Th/U 值 0.21~0.82。CL 组构特征中,锆石可以分成两类:一类发育韵律环带结构,但韵律环带较宽且环带之间衬度反差较小;另一类锆石无内部结构或者呈斑块状(补丁状)结构。锆石多呈棱柱状、等轴状或不规则状。

(7)1354~2215 Ma,3 粒锆石(2-05、2-13 及 2-27)。锆石 Th、U 含量较低,分别为 41.6~57.0 $\mu\text{g/g}$ 、76.3~91.6 $\mu\text{g/g}$,Th/U 值 0.55~0.63。CL 组构特征中,锆石不发育韵律生长环带结构,多有不规则亮色区域分布其中,锆石 2-13 边部发育有很薄的增生边。锆石多呈浑圆状。从上述特征来看,这 3 粒锆石应为变质成因锆石,其较高的 Th/U 值可能系原岩锆石重结晶程度较高所致。

3 讨论

3.1 取样地层时代

如前文所述,博格达山北侧这套火山-沉积岩系地层的确切时代归属尚存争议,其焦点集中在奇尔古斯套群及沙玛尔沙依组。

笔者曾在 1:20 万地质图八一公社幅奇尔古斯套群及小草湖幅居里得能组分别采集了 3 件和 1 件中酸性火山岩样品,进行 LA-ICP-MS 原位 U-Pb 同位素年龄测试,所获取的奇尔古斯套群火山岩 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 表面年龄分别为 $321\pm 8\text{ Ma}$ 、 $317\pm 6\text{ Ma}$ 及 $313\pm 7\text{ Ma}$,居里得能组火山岩 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 表面年龄为 $311\pm 9\text{ Ma}$ (未发表)。锆石 U-Pb 表面年龄表明,奇尔古斯套群时代应为早石炭世晚期—晚石炭世早期,而居里得能组时代应为晚石炭世早期—中期。

本次研究所获取的沙雷塞克组 39 组年龄数据中,有近 20 组年龄集中在晚石炭世,加权平均年龄为 $309\pm 5\text{ Ma}$,最小年龄为 $298\pm 5\text{ Ma}$,表明其沉积时代不应早于晚石炭世中期,其下限可延续至石炭纪末期。沙玛尔沙依组所获取的 35 组年龄数据中有 7 组年龄介于晚石炭世与早二叠世,加权平均年龄为 $303\pm 10\text{ Ma}$,最小年龄为 $290\pm 5\text{ Ma}$,表明其沉积时代不应早于晚石炭世晚期,并可能延续到早二叠世中期。

从地层接触关系来看,沙玛尔沙依组与扬布拉克组为不整合接触,扬布拉克组与沙雷赛尔克组及沙雷赛尔克组与居里得能组均为整合接触(图 2)。区域构造研究表明,受石炭纪末期构造运动及火山活动影响,准噶尔盆地及其周缘二叠系多与下伏石炭系呈角度不整合或假整合接触(张朝军等,2006)。博格达山东南部七角井一带下二叠统与上石炭统的不整合接触关系也证实了上述认识(顾连兴等,2000)。据此,笔者认为研究区沙玛尔沙依组与扬布拉克组之间的不整合面即为石炭系与二叠系之界面,不整合面之上的沙玛尔沙依组为早二叠世沉积,

其下的扬布拉克组为晚石炭世沉积。

综上所述,博格达山北侧这套原定义为石炭纪的地层的沉积时代应为石炭纪一早二叠世。其中奇尔古斯套群时代为早石炭世晚期一晚石炭世早期,居里得能组、沙雷赛尔克组及扬布拉克组时代为晚石炭世中期及晚期,沙玛尔沙依组时代为早二叠世早期,繆林托凯陶山组沉积时代及其与沙玛尔沙依组的关系尚有待于进一步研究。

3.2 物源区判别

从砂岩特征来看,采样砂岩以中酸性、基性火山岩岩屑及长石等不稳定组分为主,少量石英等稳定组分,并且砂岩分选及磨圆均较差,表明区内石炭系很可能是先前沉积地层随即遭受剥蚀而就近再沉积的产物。

古水流分析表明,在博格达山前木垒一带,沙雷赛尔克组砂岩及沙玛尔沙依组砂岩中古流向优势方位分别为 169° 及 82° (李玮等,2007),这表明沙雷赛尔克组及沙玛尔沙依组砂岩很可能来源于博格达山西北侧及西侧的准噶尔盆地。

从区域古地理背景看,早石炭世一早二叠世,准噶尔盆地南侧发育博格达裂谷盆地(陈书平等,2001;崔泽宏等,2007),虽然自晚石炭世中晚期开始,裂谷开始衰亡,但直到早二叠世在北天山、吐哈等地仍残留局限海盆(方世虎等,2006;张朝军等,2006)。因此,该盆地以南吐哈盆地及其周缘的碎屑岩不可能越过此盆地进入到准噶尔盆地东南缘。因此,其南侧古陆及其周缘的碎屑岩不可能越过上述盆地进入到准噶尔盆地东南缘。

从锆石 U-Pb 年代学看,沙雷赛尔克组及沙玛尔沙依组中碎屑锆石 U-Pb 表面年龄主要集中在 298~358 Ma,即早石炭世及晚石炭世,与研究区内奇尔古斯套群、居里得能组火山岩年龄相吻合,表明区内先前沉积或同期沉积的石炭纪地层是沙雷赛尔克组及沙玛尔沙依组砂岩物质的主要来源。

综合上述分析,本文认为,博格达山北侧沙雷赛尔克组及沙玛尔沙依组砂岩主要来自于准噶尔盆地东部,主要物质供给区为区内略早于或与其同时代沉积的石炭纪地层。

3.3 博格达山晚古生代构造环境

本次研究所获得的 74 组年龄中,晚古生代碎屑锆石共有 60 粒,占据了全部碎屑锆石的 80%,其中泥盆纪 4 粒,早石炭世 30 粒,晚石炭世 25 粒,早二叠世 2 粒。锆石 Th、U 含量及其 CL 组构特征显示,这些锆石大多是岩浆锆石。从时代上看,上述碎

屑锆石的年龄与博格达山石炭纪火山岩相吻合,但物源区分析表明,样品碎屑锆石主要来源于准噶尔盆地一侧。因此,我们推断准噶尔盆地东南部很可能发育与博格达山石炭系相似的火山岩或岩浆活动。顾连兴等(2000,2001a)认为,博格达山中下石炭统火山岩形成于以陆壳为基底的裂谷环境。因此,至少在早石炭世,博格达山地区已经处于大陆裂谷环境。

晚石炭世,受海西运动影响,博格达地区区域应力场环境由伸展转为挤压(顾连兴等,2001a;马庆佑,2006),并于晚石炭世中期(310~316 Ma)发生一次不甚强烈,但较为明显的构造-岩浆事件(王宗秀等,2003)。此次构造-岩浆事件并没有导致博格达裂谷闭合(蔡忠贤等,2000)。

石炭纪末(300 Ma 前后),新疆北部的板块碰撞和造山运动导致大规模以中酸性为主的岩浆活动(胡霭琴等,1997;李锦轶,2004)。沙雷赛尔克组及沙玛尔沙依组砂岩中大量 300 Ma 左右碎屑锆石很可能与此期的岩浆活动有关。但两组含有大量海相生物化石的特征却表明,晚石炭世一早二叠世早期,博格达山裂谷仍为海相环境。

繆林托凯陶山组沉积时期,海水向南退却,仅在北天山一吐哈一带形成北天山有限洋盆(张朝军等,2006)。研究区内博格达山发生隆升,沉积环境转变为陆相淡水湖泊(李玮等,2007)。至中二叠世夏子街期,博格达东部一哈尔克一线也开始隆升,形成分隔准噶尔盆地与吐哈盆地之间的低隆起,北天山有限洋盆闭合,准噶尔地区全面进入内陆湖盆演化阶段(张朝军等,2006)。

此外,本次研究在沙雷赛尔克组样品中获取了 3 粒中元古代—古元古代碎屑锆石,其 $t_{7/6}$ 表面年龄分别为 1131 Ma、2146 Ma 及 2215 Ma。3 粒锆石的 3 组 U-Pb 同位素年龄值均较为接近,其 $t_{7/6}$ 年龄代表了锆石的形成年龄(胡霭琴等,2003)。这与前人在准噶尔盆地东部原泥盆系卡拉麦里组砂岩及哈尔里克山南麓石炭系砂岩中所获取的新元古代—古元古代碎屑锆石相一致(孙桂华等,2007;李亚萍等,2007),表明准噶尔盆地东部基底中中元古代—古元古代古老地质体的存在。

4 结论

(1)通过锆石年代学研究及区域地质特征分析,笔者认为博格达山北侧这套原定义为石炭纪地层的沉积时代应为石炭纪一早二叠世。

(2)砂岩组成特征、古水流分析、区域古地理背景及碎屑锆石 U-Pb 年代学等的综合分析表明,博格达山北侧沙雷赛尔克组及沙玛尔沙依组砂岩主要来自于准噶尔盆地东部,主要物质供给区为区内略早于或与其同时代沉积的石炭纪地层。

(3)博格达晚古生代大陆裂谷在早石炭世已形成,晚石炭世开始衰退,并发生两次弱造山作用,中二叠世夏子街期最终闭合。

注 释

① 新疆地质局. 1970. 1:20 万区域地质矿产报告—木垒哈萨克自治县幅.

参 考 文 献

- 蔡土赐,等. 1999. 新疆维吾尔自治区岩石地层. 武汉:中国地质大学出版社, 84~88.
- 蔡忠贤,陈发景. 2000. 准噶尔盆地的类型和构造演化. 地学前缘, 7(4):431~40.
- 陈书平,张一伟,汤良杰. 2001. 准噶尔晚石炭世—二叠纪前陆盆地的演化. 石油大学学报:自然科学版, 25(5):11~15.
- 崔泽宏,汤良杰,王志欣. 2007. 博格达南、北缘成盆过程演化及其对油气形成影响. 沉积学报, 25(1):59~64.
- 第五春荣,孙勇,袁洪林,王洪亮,钟兴平,柳小明. 2008. 河南登封地区嵩山石英岩碎屑锆石 U-Pb 年代学、Hf 同位素组成及其地质意义. 科学通报, 53(16):1923~1934.
- 方世虎,贾承造,郭召杰,宋岩,徐怀民,刘楼军. 2006. 准噶尔盆地二叠纪盆地属性的再认识及其构造意义. 地学前缘, 13(3):108~21.
- 顾连兴,胡受奚. 2000. 东天山博格达造山带石炭纪火山岩及其形成地质环境. 岩石学报, 16(3):305~16.
- 顾连兴,胡受奚. 2001a. 论博格达俯冲撕裂型裂谷的形成与演化. 岩石学报, 17(4):585~97.
- 顾连兴,胡受奚. 2001b. 博格达陆内碰撞造山带挤压—拉张构造转折期的侵入活动. 岩石学报, 17(2):187~98.
- 胡霁琴,王中刚,涂光炽. 1997. 新疆北部地质演化及成岩成矿规律. 北京:科学出版社, 90~105.
- 胡霁琴,韦刚健. 2003. 关于准噶尔盆地基底时代问题的讨论——据同位素年代学研究结果. 新疆地质, 21(4):398~406.
- 胡波,霍明国,郭敬辉,彭澎,刘富,刘爽. 2009. 华北克拉通北缘化德群中碎屑锆石的 LA-ICP-MS U-Pb 年龄及其构造意义. 岩石学报, 25(1):193~211.
- 李锦轶. 2004. 新疆东部新元古代晚期和古生代构造格局及其演变. 地质论评, 50(3):304~22.
- 李玮,胡健民,黎敦朋,刘金侠,孙宜朴,梁积伟. 2007. 新疆博格达山北缘晚古生代—中生代古水流样式转折及其构造意义. 沉积学报, 25(2):283~292.
- 李亚萍,李锦轶,孙桂华,朱志新,杨之青. 2007. 准噶尔盆地基底的探讨:来自原泥盆纪砂岩碎屑锆石的证据. 岩石学报, 23(7):1577~1590.
- 刘和甫,梁慧社. 1994. 天山两侧前陆冲断系构造样式与前陆盆地演化. 地球科学:中国地质大学学报, 19(6):727~41.
- 马庆佑. 2006. 新疆博格达山的构造特征与中、新生代的造山活动. 中国地质大学(北京)硕士学位论文.
- 马瑞士,王锡银,叶尚夫. 1993. 东天山构造格架及地壳演化. 南京大学出版社, 1~225.
- 孙桂华,李锦轶,朱志新,李亚萍,杨之清. 2007. 新疆东部哈尔里克山南麓石炭纪砂岩碎屑锆石 SHRIMP U-Pb 定年及其地质意义. 中国地质, 35(4):778~789.
- 汪新伟,汪新文,马永生. 2007. 新疆博格达山的构造演化及其与油气的关系. 现代地质, 21(1):116~24.
- 王宗秀,周高志,李涛. 2003. 对新疆北部蛇绿岩及相关问题的思考 and 认识. 岩石学报, 19(4):683~91.
- 肖序常,汤耀庆,冯益民,朱宝清,李锦轶,赵民. 1992. 新疆北部及其邻区大地构造. 北京:地质出版社, 104~121.
- 闫义,林舸,王岳军,郭锋. 2002. 盆地陆源碎屑沉积物对源区构造背景的指示意义. 地球科学进展, 17(1):85~106.
- 余海洋. 2005. 新疆博格达地区晚海西期原型盆地发育及其对成藏的控制. 中国地质大学(北京)硕士学位论文.
- 袁洪林,吴福元,高山,柳小明,徐平,孙德有. 2003. 东北地区新生代侵入体的锆石激光探针 U-Pb 年龄测定与稀土元素成分分析. 科学通报, 48(14):1511~1520.
- 张朝军,何登发,吴晓智,石昕,罗建宁,王宝瑜,杨庚,管树巍,赵霞. 2006. 准噶尔多旋回叠合盆地的形成与演化. 中国石油勘探, 11(1):47~58.
- 中国地层典编委会. 2000. 中国地层典—石炭系. 北京:地质出版社, 55~95.
- Allen M B, Windley B F, Zhang Chi. 1993. Paleozoic collisional tectonics and magmatism of the Chinese Tien Shan (Tianshan Mts) central Asia. Tectonophysics, 220(1~4):89~115.
- Andersen T. 2005. Detrital zircons as tracers of sedimentary provenance: limiting conditions from statistics and numerical simulation. Chemical Geology, 216:249~270.
- Bruno D, Bosch D, Bruguier O, Cabya R, Pourtales S. 2007. Age, provenance and post deposition metamorphic overprint of detrital zircons from the Nathorst Land group (NE Greenland)—a LA-ICP-MS and SIMS study. Precambrian Research, 155:22~46.
- Dickinson W R. 1985. Interpreting provenance relations from detrital modes of sandstones. In: Zuff G G, ed. Provenance of Arenites. Dordrecht, The Netherlands. D. Reidel, 333~361.
- Dickinson W R, Suczek C. 1979. Plate tectonics and sandstone compositions. AAPG Bulletin, 63:2164~2182.
- Fedo C M, Erikseon K A. 1996. Stratigraphic framework of the 3.0 Ga Buhwa Greenstone Belt: a unique stable-shelf succession in the Zimbabwe Archean Craton. Precambrian Research, 7(3):161~178.
- Gao Shan, Liu Xiaomin, Yuan Honglin, Hattendorf Bodo, Gunther Detlef, Chen Liang, Hu Shenhong. 2002. Analysis of forty two major and trace elements of USGS and NIST SRM Glasses by LA-ICPMS. Geostand News, 22:181~195.
- Han Baofu, He Guoqi, Wang Shiguang. 1999. Post-collisional mantle-derived magmatism, underplating and implications for basement

- of the Junggar basin. *Science in China (Series D)*, 42(2):113~119.
- Liu Yongsheng, Hu Zhaochu, Gao Shan, Günther Detlef, Xu Juan, Gao Changgui, Chen Haihong. 2008. In situ analysis of major and trace elements of anhydrous minerals by LA-ICP-MS without applying an internal standard. *Chemical Geology*, 257: 34~43.
- Liu Yongsheng, Gao Shan, Hu Zhaochu, Gao Changgui, Zong Keqing, Wang Dongbing. 2010. Continental and oceanic crust recycling-induced melt-peridotite interactions in the Trans-North China Orogen: U-Pb dating, Hf isotopes and trace elements in zircons of mantle xenoliths. *Journal of Petrology*, 51:537~571.
- Ludwig K R. 2003. *ISOPLOT 3.00: A Geochronological Toolkit for Microsoft Excel*. Berkeley: Berkeley Geochronology Center, California.
- Moecher D P, Samson S D. 2006. Differential zircon fertility of source terranes and natural bias in the detrital zircon record; implications for sedimentary provenance analysis. *Earth and Planetary Science Letters*, 247:252~266.
- Roser B P, Korsch R J. 1986. Determination of tectonic setting of sandstone-mudstone suites using SiO_2 content and $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ ratio. *Journal of Geology*, 94:635~650.
- Smithies R H, Nelson D R, Pike G. 2001. Development of the Archaean Mallee Basin, Pilbara Craton, northwestern Australia; a study of detrital and inherited zircon ages. *Sedimentary Geology*, 141-142:79~94.
- Willner A P, Sintern S, Metzger R, Ermolaeva T, Kramm U, Puchkov V, Kronz A. 2003. Typology and single grain U/Pb ages of detrital zircons from Proterozoic sandstones in the SW Urals (Russia): early time marks at the eastern margin of Baltica. *Precambrian Research*, 124:1~20.
- Wu Fuyuan, Yang Jinhui, Wilde S A, Liu Xiaoming, Guo Jinghui, Zhai Mingguo. 2007. Detrital zircon U-Pb and Hf isotopic constraints on the crustal evolution of North Korea. *Precambrian Research*, 159:155~177.

U-Pb Dating of Carboniferous Sandstone Detrital Zircon from the North of the Bogda Mountains, Eastern Xinjiang, and Its Geological Significances

CHEN Dengchao^{1,2)}, ZHAO Xingmin²⁾, DENG Jian²⁾

1) *Institute of Geological Science, Shengli Oil field, Sinopec, Shangdong, Dongying, 257015;*

2) *Institute Minerals Resource, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100037*

Abstract

This paper studied the age distribution of detrital zircons of sandstone in Shaleisaiyerke Formation and Shamaershayi Formation of Carboniferous System using LA-ICPMS U-Pb isotopic age of zircons. The results show that the detrital zircons of Shaleisaiyerke Formation has a wide range of zircon age from 298 Ma to 2215 Ma, and distributes mainly between 298 Ma and 344 Ma, with a peak at 305 Ma and a second peak at between 501~538 Ma. In addition, there is also one detrital zircon with an age of 1354 Ma, and other two detrital zircons with ages of 2146 Ma. and 2215 Ma. The Shamaershayi Formation has a narrow (280~523 Ma) and centralized age distribution (299~358 Ma), with a dominant peak at 345 Ma, and some lesser peaks between 428~450 Ma and 507~523 Ma, respectively. Based on the petrology of samples, the contents of Th & U, CL image of dated zircon, in combination with regional geology analysis, the following conclusions have been achieved. (1) The age of the strata in the northern part of Bogda mountain, which was originally defined to be Carboniferous period, should be early carboniferous to early Permian; the age of the Qisiguertao Group is later Early Carboniferous to early Late Carboniferous. Julideneng Formation~Yangbulake Formation and Shamaershayi Formation should be middle or later middle Carboniferous to early Late Carboniferous and early Early Permian respectively. (2) The sandstones of the Shaleisaiyerke Formation and Shamaershayi Formation come from the eastern of Junggar basin, with the main source of the sandstone forming earlier than or the same age as the Carboniferous stratum in the study area. (3) The Late Paleozoic Bogda rift started in Early carboniferous, and began to decay in Late carboniferous with two weak orogenies, then finally declined during the Xiazhihe Stage of middle Permian.

Key words: Junggar basin; Bogda Mountains; detrital zircon; LA-ICPMS U-Pb dating