

内蒙古北山地区盘陀山一带长城纪古硐井群碎屑 锆石 LA-ICP-MS U-Pb 年龄及其地质意义

程海峰¹, 徐旭明¹, 刘 广¹, 段炳鑫¹, 徐 翠¹, 管 浩²

CHENG Haifeng¹, XU Xuming¹, LIU Guang¹, DUAN Bingxin¹,

XU Cui¹, GUAN Gao²

1. 河北省区域地质矿产调查研究所, 河北 廊坊 065000;

2. 有色金属矿产地质调查中心新疆地质调查所, 新疆 乌鲁木齐 830011

1. Regional Geological and Mineral Resources Survey Institute of Hebei Province, Langfang 065000, Hebei, China;

2. Xinjiang Geological Survey, CNGS, Urumqi 830011, Xinjiang, China

摘要: 长城纪古硐井群作为内蒙古北山地区古老褶皱基底之上的第一个沉积盖层, 尚未获得可靠的年龄资料, 前人只是根据其产出的层位和岩石组合特征与燕山地区的长城系对比后, 将其置于中元古代长城纪。对古硐井群变质长石石英砂岩中碎屑锆石进行了 LA-ICP-MS U-Pb 测年, 结果显示, 锆石 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄数据 90% 介于 1.3~2.2 Ga 之间, 其余年龄介于 2.4~3.2 Ga 之间, 峰期在 1.6~2.0 Ga 之间, 最年轻的碎屑锆石 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄为 $1393 \pm 50 \text{ Ma}$ 。通过对比碎屑锆石的年龄频谱和周围古地块的形成时代, 碎屑锆石的 U-Pb 年龄限制了古硐井群的沉积时代, 应为中元古代蓟县纪, 古硐井群的沉积物可能来自北山-阿拉善和塔里木-敦煌地块。

关键词: 碎屑锆石; LA-ICP-MS U-Pb 年龄; 古硐井群; 内蒙古北山; 盘陀山

中图分类号: P597+.3 文献标志码: A 文章编号: 1671-2552(2017)08-1385-08

Cheng H F, Xu X M, Liu G, Duan B X, Xu C, Guan G. LA-ICP-MS U-Pb geochronology of detrital zircons from the Gudongjing Complex-Group in Pantuoshan area of Beishan region within Inner Mongolia during Changchengian Period and its geological significance. *Geological Bulletin of China*, 2017, 36(8):1385-1392

Abstract: Changchengian Period Gudongjing Complex-Group serves as the first sedimentary cover on the ancient folded basement in Beishan region of Inner Mongolia, but without reliable dating data. Previous researchers assigned it to Mesoproterozoic Changchengian Period only on the basis of the contrast with the Changchengian system of the Yanshan area in such aspects as formation layers and rock association characteristics. In this paper, the LA-ICP-MS zircon U-Pb method was used for the determination of the age of the detrital zircon in metamorphic quartz sandstone of the Gudongjing Complex-Group, and the test results show that the 90% ages of zircon $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ data are 1.3~2.2 Ga, the rest of ages are 2.4~3.2 Ga, peak period ages are 1.6~2.0 Ga, and the youngest $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ age of detrital zircon is $1393 \pm 50 \text{ Ma}$. Based on comparing the age spectrum of the detrital zircon with the formation age of the surrounding massif, the detrital zircon limits the sedimentary age of the Gudongjing Complex-Group as the Mesoproterozoic Jixianian Period. The sediments of the Gudongjing Complex-Group might have come from Beishan-Alxa and Tarim-Dunhuang blocks.

Key words: detrital zircon; LA-ICP-MS U-Pb ages; Gudongjing Complex-Group; Beishan area of Inner Mongolia; Pantuoshan area

收稿日期: 2016-10-10; 修订日期: 2016-12-19

资助项目: 中国地质调查局项目《内蒙古1:5万1524.6高地、二龙包西、1580.8高地、炮台山西幅区域地质矿产调查》(编号: 1212011220464)

作者简介: 程海峰(1985-), 男, 硕士, 工程师, 从事矿产地质调查研究。E-mail: 53851470@qq.com

古铜井群分布于内蒙古自治区额济纳旗南月牙山—古铜井一带,位于古、中元古界间断面之上,形成于稳定的地表海浅水环境中,为一套岩石成分成熟度高、变质程度较浅的以石英砂岩为主的陆源碎屑岩。内蒙古自治区地质矿产局认为,古铜井群区域上不整合覆于古元古界北山岩群之上,上界与圆藻山群碳酸盐岩连续沉积,无可靠的年龄资料,仅根据其产出的层位及岩石组合特征,与燕山地区的长城系做了对比,将其置于中元古代长城纪^[1]。甘肃省地质矿产局认为,在甘肃境内古铜井群上与铅炉子沟群下岩组整合接触或与圆藻山群平头山组平行不整合接触,下与敦煌岩群中深变质地层关系不明^[2]。俞伯达^[3]认为,古铜井群上覆铅炉子沟群下岩组基性火山岩 Sm-Nd 同位素年龄值为 1622~1624Ma;下伏敦煌岩群上部所夹斜长角闪岩 Sm-Nd 同位素年龄值为 2203Ma,故认为古铜井群的地质年代应早于 1624Ma,而晚于 2203Ma,置于长城纪较合适。

由此看来,内蒙古北山地区出露的古铜井群缺少古生物化石和同位素年代学依据,而根据沉积岩碎屑锆石年龄确定碎屑岩物质来源、沉积时代和形成环境,具有其他方法不可替代的优点^[4-6]。本文以出露于内蒙古自治区额济纳旗月牙山南部盘陀山—半岛山一带的古铜井群为研究对象,通过对古铜井群变质长石石英砂岩中碎屑锆石的同位素年代学研究,确定了该地层形成的时代下限。

1 区域地质特征及样品采集

内蒙古额济纳旗月牙山南古铜井群主要分布于盘陀山和半岛山一带,出露面积约 217km²(图 1)。该套地层经历了区域低温动力变质作用改造,变质程度为低绿片岩相。1:5 万 1524.6 高地等四幅区域地质调查项目^①将古铜井群划分为 3 个组。一组主要岩石类型为灰色薄—中层状变质石英细砂岩夹灰色、灰黑色变质粉砂岩、粉砂质板岩夹少量变质长石石英砂岩,被早志留世与中奥陶世岩体侵入,接触带发育角岩化中细粒石英砂岩、黑云红柱角岩化粉砂岩、含红柱角岩化粉砂质中细粒石英砂岩、绢云黑云红柱长英质角岩、二云石英岩和含红柱石二云变粒岩。二组岩石类型主要为灰色—浅灰色中—厚层状变质细粒石英砂岩,少量深灰色—紫红色变质长石石英砂岩。三组以下部出露数层黄色

片理化结晶灰岩为特征,主体岩性为变质细粒石英砂岩夹变质长石石英砂岩、结晶灰岩。

样品采自内蒙古自治区额济纳旗赛汗陶来镇西南(图 1),地理坐标为北纬 41°6′52.63″、东经 99°13′58.46″,样品重约 20kg,岩性为古铜井群的变质(中)细粒长石石英砂岩(图 2-a)。

2 岩石学特征

区域上,作为北山地区古老褶皱基底之上的第一个沉积盖层的古铜井群,其岩石特征极其显著,主要为大套的变质石英砂岩和变质长石石英砂岩,表明这套以成分成熟度很高的石英砂岩为主的陆源碎屑岩形成于稳定的浅水环境中。本次用于测年的同位素样品为变质长石石英砂岩(图 2-b),岩石呈变余(中)细粒砂状结构,块状构造,由陆源砂屑、填隙物组成。陆源砂屑由石英(75%)、长石(15%)及少量岩屑构成,以次棱角—次圆状为主,粒间镶嵌状分布,大小以 0.05~0.25mm 的细砂为主,0.25~0.5mm 的中砂次之。以石英为主,长石次之,岩屑较少。长石包括斜长石、钾长石,斜长石具绢云母化。岩屑可见硅质岩等,少见白云母。石英具波状、带状消光,部分可见次生加大边。填隙物(10%)主要为粘土杂基,硅质胶结物少,构成颗粒支撑,孔隙式胶结类型。硅质部分重结晶为微粒状石英,填隙于砂粒间,部分长在砂粒边缘,部分作为石英次生加大边存在。粘土杂基变为微细鳞片状绢云母、绿泥石、黑云母等,填隙状定向或绕砂分布。

3 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 测年

锆石单矿物分选在河北省区域地质矿产调查研究所实验室进行,共获得 85 颗锆石。LA-ICP-MS 锆石微区原位 U-Pb 同位素测定于天津地质矿产研究所同位素实验室进行(详细仪器配置和实验流程见参考文献[8]),采用 GJ-1 作为外部锆石年龄标准,进行 U-Pb 同位素分馏校正^[9]。采用中国地质大学刘勇胜博士研发的 ICP-MSDataCal 程序^[10]和 Ludwig 的 Isoplot 程序^[11]进行数据处理。应用 ²⁰⁸Pb 校正法对普通铅进行校正^[12],利用 NIST612 玻璃标样作为外标计算锆石样品的 Pb、U、Th 含量。

为了充分反映碎屑锆石同位素年龄频谱特

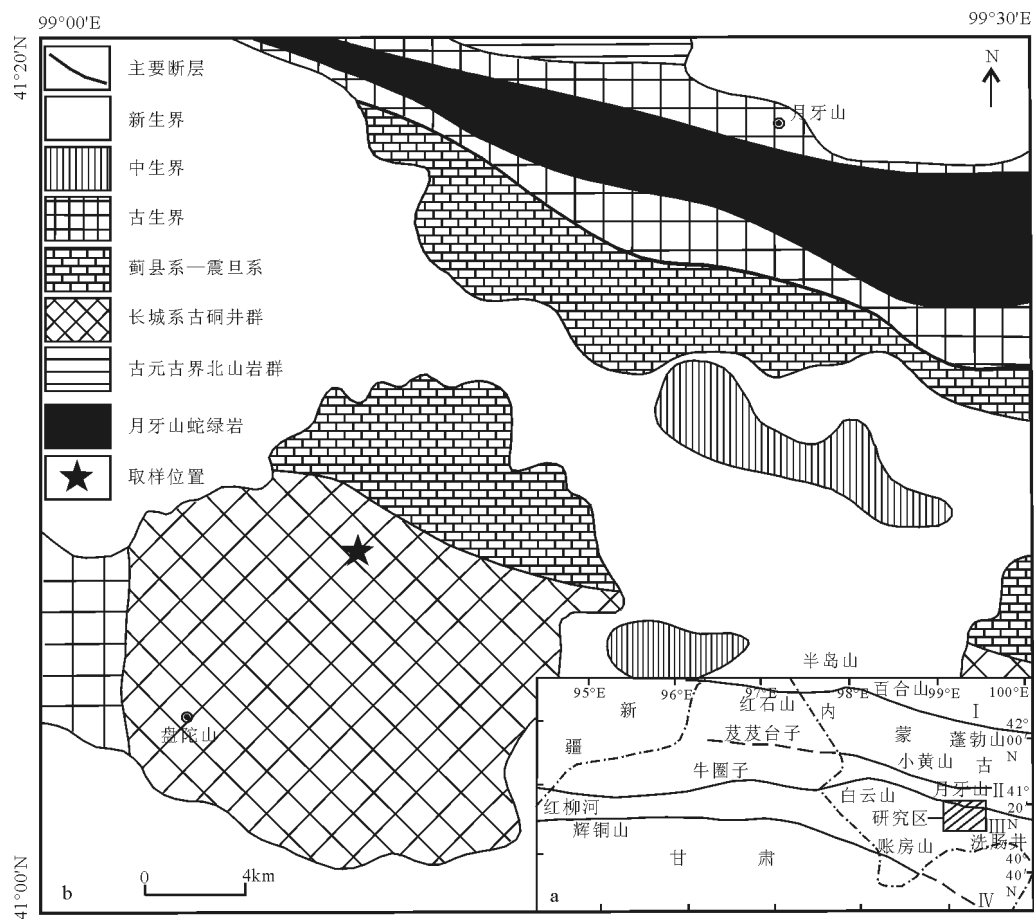


图 1 北山地区构造格架简图^[7](a)和研究区地质简图(b)

Fig. 1 Tectonic framework sketch map of the Beishan area (a) and simplified geological map of the study area (b)

I—红石山-百合山-蓬勃山蛇绿岩带; II—芨芨台子-小黄山蛇绿岩带;
III—红柳河月牙山洗肠井蛇绿岩带; IV—辉铜山-帐房山蛇绿岩带

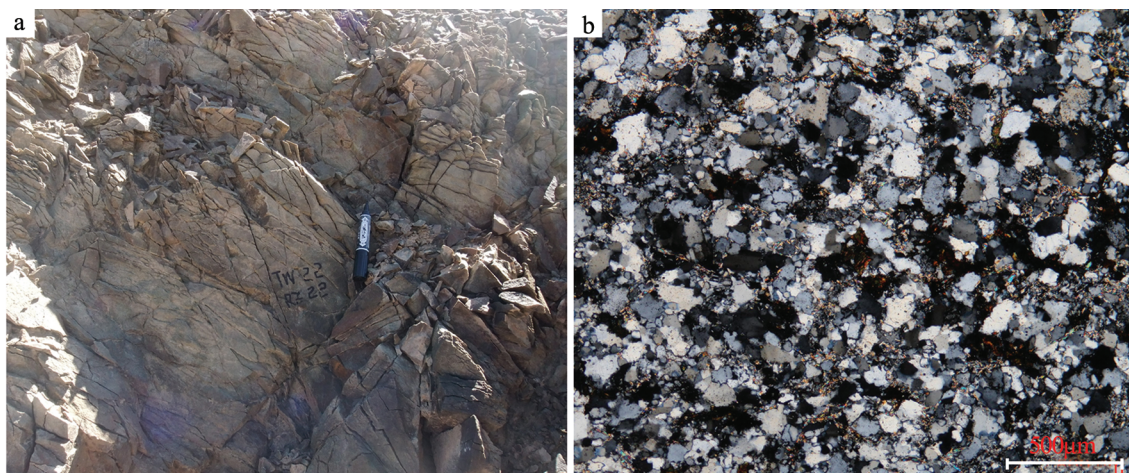


图 2 古铜井群变质长石石英砂岩野外(a)及显微(b)照片

Fig. 2 Field photo (a) and microphotograph (b) of metamorphic quartz sandstone in the Gudongjing Complex-Group

征,选定的测点位置覆盖了不同形状锆石的不同部位,共获得 81 个有效的锆石 LA-ICP-MS 测定数据(表 1)。锆石形态多为椭圆粒状和浑圆粒状,长 80~150 μm ,长宽比 1:1~2:1,大部分锆石阴极发光图像显示规则的振荡环带(图 3)。一般认为,锆石的 Th/U 值在一定程度上能指示变质或岩浆成因,变质成因锆石的 Th/U 值通常小于 0.1,岩浆成因的锆石的 Th/U 值一般在 0.1~1 之间^[13]。样品锆石的 Th/U 值变化范围较大(0.06~2.31)。24 号测点的 Th/U 值为 0.06,小于 0.1。其余 80 个测点的 Th/U 值均大于 0.1,其中 58 个测点的 Th/U 值介于 0.1~1 之间,剩余 22 个测点的 Th/U 值在 1~2.31 之间,显示典型岩浆锆石的特征^[14],属于继承的碎屑锆石。因样品年龄较老,故使用 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄。该样品锆石 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄介于 1393~

3233Ma 之间(表 1),最年轻的年龄为 $1393\pm 50\text{Ma}$,3 个峰值年龄分别为 1841Ma、1996Ma 和 1575Ma (图 4)。

4 讨论

4.1 古铜井群形成年龄

本次研究利用 LA-ICP-MS 定年法取得有地质意义的古铜井群下部层位的沉积岩碎屑锆石年龄数据共计 81 个,碎屑锆石 U-Pb 年龄介于 1.39~3.23Ga 之间,最年轻的锆石年龄为 $1393\pm 50\text{Ma}$,可以认定该数据为古铜井群沉积作用结束的最大年龄,推测古铜井群沉积岩固结成岩作用年龄小于 $1393\pm 50\text{Ma}$,为蓟县纪末期。该结果与前人研究认为的古铜井群形成时代为长城纪的观点不同。

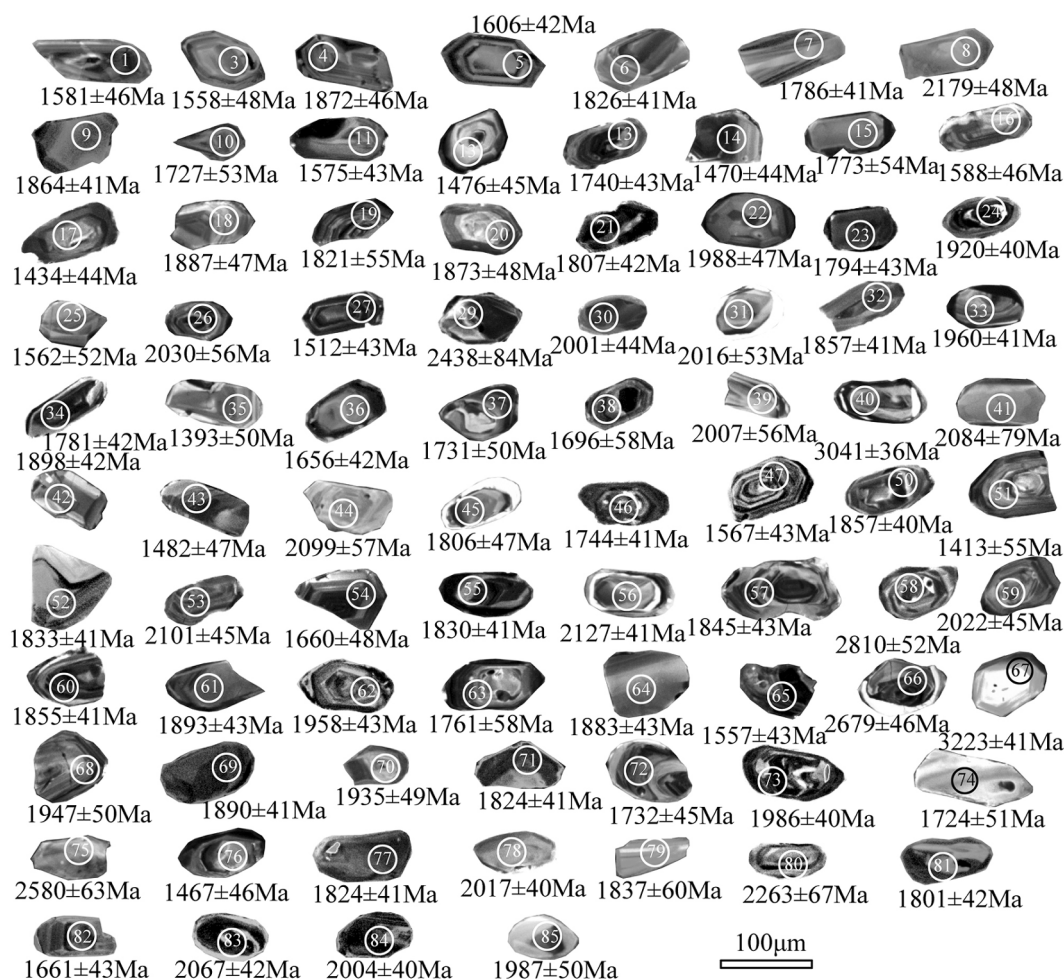


图 3 古铜井群变质长石英砂岩碎屑锆石阴极发光图像

Fig. 3 Cathodoluminescence images of detrital zircons from metamorphic quartz sandstone of the Gudongjing Complex-Group

表 1 古铜井群变质长石石英砂岩碎屑锆石 LA-ICP-MS U-Th-Pb 同位素测年结果

**Table 1 The results of detrital zircon LA-ICP-MS U-Th-Pb dating
of metamorphic quartz sandstone from the Gudongjing
Complex-Group in Beishan area, Inner Mongolia**

点号	Pb/10 ⁻⁶	U/10 ⁻⁶	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U		²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb		Th/U
			比值	1σ	比值	1σ	比值	1σ	年龄/Ma	1σ	
1	78	784	0.0908	0.0024	1.2255	0.0509	0.0977	0.0024	1581	46	0.95
3	44	133	0.2549	0.0025	3.3912	0.0965	0.0965	0.0025	1558	48	1.17
4	67	209	0.2619	0.0043	4.1302	0.1112	0.1145	0.0029	1872	46	0.79
5	110	391	0.2437	0.0030	3.3274	0.0863	0.0991	0.0022	1606	42	0.80
6	160	448	0.3019	0.0032	4.6451	0.1194	0.1116	0.0025	1826	41	0.79
7	91	276	0.2936	0.0051	4.4209	0.1296	0.1092	0.0025	1786	41	0.60
8	102	358	0.2174	0.0027	4.0829	0.1293	0.1362	0.0037	2179	48	1.26
9	128	342	0.3169	0.0041	4.9805	0.1332	0.1140	0.0026	1864	41	0.93
10	116	495	0.1987	0.0034	2.8923	0.0795	0.1057	0.0031	1727	53	0.97
11	105	426	0.2479	0.0032	3.3288	0.0894	0.0974	0.0022	1575	43	0.18
12	73	265	0.2338	0.0073	2.9790	0.1203	0.0924	0.0022	1476	45	0.92
13	120	544	0.2041	0.0032	2.9964	0.0811	0.1065	0.0025	1740	43	0.90
14	211	871	0.2217	0.0019	2.8171	0.0724	0.0921	0.0021	1470	44	0.59
15	65	262	0.2060	0.0022	3.0808	0.1020	0.1084	0.0032	1773	54	0.95
16	66	279	0.2086	0.0043	2.8189	0.0797	0.0981	0.0024	1588	46	0.74
17	100	370	0.2310	0.0022	2.8791	0.0734	0.0904	0.0021	1434	44	1.07
18	37	149	0.2012	0.0067	3.1993	0.1222	0.1155	0.0030	1887	47	1.91
19	119	434	0.2362	0.0026	3.6245	0.1187	0.1113	0.0034	1821	55	1.01
20	47	155	0.2442	0.0051	3.8534	0.1113	0.1146	0.0030	1873	48	0.98
21	88	298	0.2820	0.0047	4.2922	0.1179	0.1104	0.0026	1807	42	0.32
22	70	196	0.2899	0.0030	4.8866	0.1554	0.1222	0.0032	1988	47	1.32
23	211	787	0.2332	0.0029	3.5242	0.0902	0.1097	0.0026	1794	43	0.82
24	222	1129	0.2008	0.0021	3.2569	0.0827	0.1176	0.0027	1920	40	0.06
25	35	130	0.2420	0.0025	3.2265	0.0918	0.0967	0.0027	1562	52	0.52
26	155	577	0.2433	0.0042	4.1887	0.1200	0.1251	0.0040	2030	56	0.54
27	167	626	0.2392	0.0023	3.1068	0.0762	0.0942	0.0021	1512	43	0.77
29	75	221	0.2594	0.0023	5.6698	0.3084	0.1583	0.0078	2438	84	0.80
30	149	477	0.2586	0.0059	4.3797	0.1167	0.1231	0.0031	2001	44	0.94
31	46	123	0.3138	0.0027	5.3705	0.1688	0.1241	0.0037	2016	53	0.70
32	130	408	0.2933	0.0025	4.5903	0.1129	0.1135	0.0026	1857	41	0.52
33	75	212	0.3220	0.0029	5.3400	0.1388	0.1203	0.0028	1960	41	0.46
34	188	619	0.2691	0.0024	4.0388	0.1005	0.1089	0.0025	1781	42	0.66
35	68	274	0.2033	0.0016	2.4809	0.0707	0.0885	0.0023	1393	50	1.46
36	179	1147	0.1447	0.0020	2.0297	0.0553	0.1017	0.0023	1656	42	0.99
37	34	161	0.2003	0.0054	2.9217	0.0922	0.1060	0.0029	1731	50	0.52
38	161	733	0.1696	0.0024	2.4345	0.1008	0.1039	0.0033	1696	58	1.37
39	56	213	0.2043	0.0028	3.4852	0.1413	0.1235	0.0039	2007	56	1.45
40	192	288	0.5617	0.0086	17.7007	0.5198	0.2285	0.0052	3041	36	0.52
41	53	161	0.2893	0.0070	5.1710	0.3418	0.1290	0.0058	2084	79	0.57
42	69	273	0.1996	0.0034	3.1950	0.0879	0.1162	0.0027	1898	42	1.34
43	82	360	0.2083	0.0016	2.6628	0.0734	0.0927	0.0023	1482	47	0.53

续表 1

点号	Pb/ 10^{-6}	U/ 10^{-6}	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		Th/U
			比值	1 σ	比值	1 σ	比值	1 σ	年龄/Ma	1 σ	
44	19	88	0.1835	0.0023	3.2904	0.1191	0.1301	0.0042	2099	57	0.54
45	48	167	0.2581	0.0025	3.9266	0.1047	0.1104	0.0029	1806	47	0.71
46	230	888	0.2643	0.0020	3.8895	0.0957	0.1067	0.0024	1744	41	0.22
47	164	616	0.2437	0.0033	3.2583	0.0944	0.0970	0.0022	1567	43	0.83
50	85	280	0.2872	0.0019	4.5020	0.1078	0.1136	0.0025	1857	40	0.62
51	71	274	0.2096	0.0020	2.5869	0.0841	0.0894	0.0026	1413	55	1.22
52	99	305	0.3085	0.0024	4.7707	0.1168	0.1120	0.0026	1833	41	0.34
53	140	511	0.2413	0.0033	4.3330	0.1115	0.1302	0.0033	2101	45	0.99
54	85	376	0.1997	0.0025	2.8080	0.0709	0.1020	0.0026	1660	48	0.96
55	156	500	0.2620	0.0021	4.0431	0.0997	0.1119	0.0025	1830	41	0.83
56	77	224	0.2557	0.0027	4.6615	0.1248	0.1322	0.0031	2127	41	1.22
57	139	473	0.2319	0.0031	3.6088	0.1093	0.1128	0.0027	1845	43	0.88
58	142	209	0.4750	0.0040	12.9717	0.4447	0.1980	0.0063	2810	52	1.08
59	48	125	0.2952	0.0029	5.0706	0.1452	0.1245	0.0031	2022	45	0.95
60	134	524	0.2198	0.0032	3.4403	0.0983	0.1135	0.0026	1855	41	0.89
61	57	202	0.2618	0.0036	4.1846	0.1165	0.1159	0.0028	1894	43	0.57
62	133	467	0.2577	0.0041	4.2701	0.1275	0.1201	0.0029	1958	43	0.60
63	77	286	0.2260	0.0053	3.3490	0.1002	0.1077	0.0034	1761	58	1.16
64	43	121	0.3342	0.0036	5.3079	0.1437	0.1152	0.0028	1883	43	0.41
65	102	366	0.2530	0.0027	3.3648	0.0850	0.0965	0.0022	1557	43	0.67
66	78	342	0.1835	0.0075	4.6039	0.1641	0.1828	0.0050	2679	46	2.03
67	45	171	0.1620	0.0074	5.7586	0.3066	0.2578	0.0067	3233	41	1.34
68	34	132	0.1952	0.0030	3.2099	0.0909	0.1194	0.0033	1947	50	1.93
69	126	365	0.3165	0.0033	5.0471	0.1265	0.1157	0.0026	1890	41	0.53
70	50	221	0.2074	0.0018	3.3900	0.0973	0.1186	0.0032	1935	49	0.56
71	158	924	0.1501	0.0040	2.3078	0.0814	0.1115	0.0025	1824	41	0.91
72	51	140	0.2892	0.0043	4.2272	0.1250	0.1060	0.0026	1732	45	1.16
73	237	854	0.2433	0.0064	4.0918	0.1421	0.1220	0.0027	1986	40	0.80
74	29	113	0.2150	0.0026	3.1312	0.1000	0.1056	0.0029	1724	51	0.89
75	33	182	0.1326	0.0054	3.1262	0.1063	0.1723	0.0065	2580	63	1.53
76	61	244	0.2166	0.0074	2.7503	0.1249	0.0920	0.0022	1467	46	0.80
77	110	362	0.2878	0.0035	4.4238	0.1137	0.1115	0.0025	1824	41	0.36
78	98	279	0.3078	0.0028	5.2707	0.1300	0.1242	0.0028	2017	40	0.57
79	27	119	0.1826	0.0052	2.8241	0.1186	0.1123	0.0037	1837	60	0.91
80	140	564	0.2039	0.0078	3.9925	0.1109	0.1430	0.0056	2263	67	1.34
81	103	380	0.2468	0.0051	3.7457	0.1167	0.1101	0.0025	1801	42	0.75
82	113	341	0.2595	0.0021	3.6504	0.0929	0.1020	0.0024	1661	43	1.28
83	204	658	0.2976	0.0057	5.2358	0.1374	0.1277	0.0031	2067	42	0.33
84	244	809	0.2793	0.0054	4.7449	0.1358	0.1232	0.0028	2004	40	0.58
85	42	239	0.1390	0.0062	2.3290	0.0964	0.1221	0.0034	1987	50	2.31

4.2 古硃井群物源区及其地质意义

本次研究的变质长石石英砂岩由细粒的碎屑沉积物组成,碎屑沉积物在沉积过程中,已遭受均

匀的混合,能反应源区的整体特征。锆石具有高硬度及封存温度大于750℃的特性^[15],因此利用沉积岩碎屑锆石U-Pb年龄,可推测其源区主要的热事件

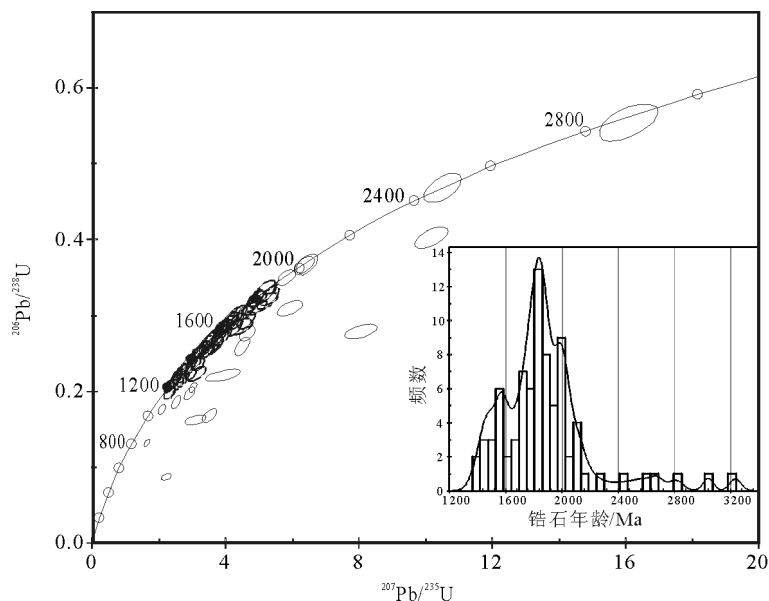


图4 碎屑锆石U-Pb谐和图

Fig. 4 U-Pb concordia diagram of detrital zircons

年代,继而示踪碎屑沉积物的源区^[16]。

本次获得的81个碎屑锆石U-Pb年龄频谱图(图4)显示,锆石年龄介于1.3~2.2Ga之间,约占总数的90%,其余年龄介于2.4~3.2Ga之间,约占10%,峰期在1.6~2.0Ga之间。根据研究区周围老地块和同位素年龄频谱图推测古铜井群沉积物来源如下。

研究区处于塔里木-敦煌地块与北山-阿拉善地块的连接地带^[17]。塔里木-敦煌地块位于研究区南,于晚太古代-古元古代形成,其主体为敦煌岩群。敦煌岩群上部所夹斜长角闪岩的Sm-Nd同位素年龄值为2203Ma。另外,Gehrels等^[18]指出,塔里木地块有1.7~2.9Ga的岩浆活动,故推测古铜井群部分沉积物源区为敦煌地块。

北山-阿拉善地块于晚太古代-古元古代形成,主体为绿岩-花岗质岩(北山岩群),形成后发生多次熔融和重结晶,K-Ar法定年结果主要有1700~2856Ma和100~500Ma两期^[19-21];额济纳旗标山西侧北山岩群石英岩中碎屑锆石U-Pb同位素峰值年龄为1.95Ga、2.55Ga和2.7Ga,在侵入于北山岩群的斜长角闪岩(基性岩脉)中获得的锆石U-Pb同位素年龄为1821±12Ma(辛后田,未刊数据);额济纳旗七一山一带北山岩群石英岩中获得的碎屑锆石最小²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb年龄为1458±21Ma,大多集中在1800Ma左右^[22]。由此推测,古铜井群中部分沉积物也可能

来自于北山-阿拉善地块。

位于塔里木-敦煌地块东北缘的安南坝岩群,属中元古界蓟县系,其碎屑锆石年龄介于1.7~2.6Ga之间,且峰值出现在1.8~2.0Ga之间^[23]。位于北山-阿拉善地块的古元古界龙首山岩群的碎屑锆石SHRIMP年龄介于1.7~2.7Ga之间,峰期在1.8~2.0Ga之间^[16]。古铜井群碎屑锆石的年龄频谱与安南坝岩群和龙首山岩群类似。古铜井群可能同时接受来自塔里木-敦煌地块和北山-阿拉善地块的沉积物,在古地理上敦煌地块和阿拉善地块亲缘性较强。

5 结论

(1)古铜井群变质长石石英砂岩中,最年轻的碎屑锆石²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb年龄为1393±50Ma,反映该地层形成的时代下

限为1393±50Ma,不是前人认为的长城纪,而可能为中元古代蓟县纪。

(2)古铜井群主要碎屑锆石年龄介于1.3~2.2Ga之间,峰期在1.6~2.0Ga之间,通过比对碎屑锆石的年龄频谱和周围古地块的形成时代,古铜井群的沉积物可能来自塔里木-敦煌地块和北山-阿拉善地块,而不太可能来自华北古陆。

致谢:河北省区域地质矿产调查研究所胡醒民教授级高级工程师和中国地质科学院地质研究所李锦轶研究员对本文提出了宝贵的修改意见,在此表示诚挚的谢意。

参考文献

- [1] 内蒙古地质矿产局. 内蒙古自治区岩石地层[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1996.
- [2] 甘肃省地质矿产局. 甘肃省岩石地层[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1997.
- [3] 俞伯达. 关于甘肃长城纪地层划分的新认识[J]. 甘肃地质学报, 1997, 6(1): 1-15.
- [4] 万渝生, 张巧大, 宋天锐. 北京十三陵长城系常州沟组碎屑锆石SHRIMP年龄: 华北克拉通盖层物源区及最大沉积年龄的限定[J]. 科学通报, 2003, 48(18): 1970-1975.
- [5] 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.
- [6] 裴先治, 李佐臣, 李瑞保, 等. 祁连造山带东段早古生代葫芦河群

- 变质碎屑岩中碎屑锆石 LA-ICP-MS U-Pb 年龄:源区特征和沉积时代的限定[J]. 地学前缘, 2012, 19(5): 205-224.
- [7] 杨合群, 李英, 赵国斌, 等. 北山蛇绿岩特征及构造属性[J]. 西北地质, 2010, 43(4): 26-36.
- [8] Jackson S E, Pearson N J, Griffin W L, et al. The application of laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry to in situ U-Pb zircon geochronology[J]. Chemical Geology, 2004, 211: 47-69.
- [9] Liu Y S, Gao S, Hu Z C, et al. 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 from mantle xenoliths[J]. J. Petrol., 2009, 51: 537-571.
- [10] Ludwig K R. User's manual for Isoplot/EX, Version 3.00: A geochronological Toolkit for Microsoft Excel[M]. Berkeley Geochronology Center Special Publication, 2003, 4: 1-70.
- [11] Anderson T. Correction of common lead in U-Pb analyses that do not report ^{204}Pb [J]. Chemical Geology, 2002, 192(1/2): 59-79.
- [12] Sun S S, McDonough W F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes[J]. Geological Society, London, Special Publications, 1989, 42: 313-345.
- [13] Zhou M F, Yan D P, Kennedy A K, et al. SHRIMP U-Pb zircon geochronological and geochemical evidence for Neoproterozoic magmatism along the western margin of the Yangtze Block, South China[J]. Earth Planet. Sci. Lett., 2002, 196: 51-67.
- [14] 谢桂青, 胡瑞忠, 蒋国豪, 等. 锆石的成因和 U-Pb 同位素定年的某些进展[J]. 地质地球化学, 2001, 29(4): 64-70.
- [15] Spear F S, Parrish R R. Petrology and cooling rates of the Valhalla complex British Columbia, Canada[J]. J. Petrol., 1996, 37: 733-765.
- [16] 董国安, 杨宏仪, 刘敦一, 等. 龙首山岩群碎屑锆石 SHRIMP U-Pb 年代学及其地质意义[J]. 科学通报, 2007, 52(6): 688-697.
- [17] 孟繁聪, 张建新, 相振群, 等. 塔里木盆地东北缘敦煌群的形成和演化: 锆石 U-Pb 年代学和 Lu-Hf 同位素证据[J]. 岩石学报, 2011, 27(1): 59-76.
- [18] Gehrels G E, Yin A, Wang X F. Magmatic history of the northeastern Tibetan Plateau[J]. Geophys. Res., 2003, 108(B9): ETG5-1-ETG5-14.
- [19] 杨振德, 潘行适, 杨易福, 等. 阿拉善断块及邻区地质构造特征与矿产[M]. 北京: 科学出版社, 1988.
- [20] 沈其韩, 耿元生, 王新社, 等. 阿拉善地区前寒武纪斜长角闪岩的岩石学、地球化学、形成环境和年代学[J]. 岩石矿物学杂志, 2005, 24(1): 21-31.
- [21] 沈其韩, 耿元生, 宋彪, 等. 华北和扬子陆块及秦岭-大别造山带地表和深部太古宙基底的新信息[J]. 地质学报, 2005, 79(5): 616-627.
- [22] 范志伟, 内蒙古额济纳旗北山岩群中石英岩岩组形成时代——LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 测年的证据[J]. 地质找矿论丛, 2015, 30(4): 575-581.
- [23] 汤中立, 来云来. 华北板块西南边缘构造大型、超大型矿床的地质构造背景[J]. 甘肃地质学报, 2000, 9(1): 1-15.
- ① 天津市地质调查研究院内蒙古 1:5 万 1524.6 高地、二龙包西、1580.8 高地、炮台山西幅区域地质矿产调查报告. 2015.