

DOI:10.16788/j.hddz.32-1865/P.2022.02.001

引用格式:张传林,马华东,李怀坤,等.塔里木北缘库鲁克塔格地区古元古界——祝贺芮行健先生90华诞[J].华东地质,2022,43(2):133-140.(ZHANG C L, MA H D, LI H K, et al. Paleoproterozoic in Quruqtagh terrane in Northern Tarim[J]. East China Geology, 2022, 43(2):133-140.)

塔里木北缘库鲁克塔格地区古元古界 ——祝贺芮行健先生90华诞

张传林¹,马华东²,李怀坤³,朱炳玉²,邱林²,王威²

(1. 河海大学海洋学院,江苏 南京 210093;

2. 新疆维吾尔自治区人民政府国家305项目办公室,新疆 乌鲁木齐 830000;

3. 中国地质调查局天津地质调查中心,天津 300170)

摘要:库鲁克塔格地区出露了塔里木克拉通最完整的前寒武纪基底,其中新太古界—古元古界构成了塔里木早前寒武纪结晶基底。本文详细总结了该区古元古界岩石组成及变质变形特征,并获得其中的变质火山岩锆石 U-Pb 年龄为 $(1\ 965\pm13)$ Ma,代表了该区古元古界沉积年龄。结合区域地层格架、变质事件的研究,认为古元古界沉积时代为2.0~1.8 Ga,并在1.8 Ga发生角闪岩相变质。该变质事件是对北塔里木地体哥伦比亚超大陆汇聚的构造响应。依据岩石组合、前寒武纪大陆地壳生长过程及变质事件综合分析,推测北塔里木地体在中元古代之前属于印度—华北克拉通的一部分,哥伦比亚超大陆裂解过程中与印度—华北克拉通分离,形成一个独立的微陆块,并在罗迪尼亚超大陆汇聚过程中,与南塔里木地体拼合形成了统一的塔里木克拉通前南华纪基底。

关键词:塔里木克拉通;库鲁克塔格;古元古界;时代;构造意义

中图分类号:P534.3

文献标识码:A

文章编号:2096-1871(2022)02-133-08

塔里木克拉通位于我国西部的新疆维吾尔自治区,面积约60万km²,是我国三大主要克拉通(华北、华南和塔里木)之一。由于塔里木大部分被沙漠覆盖,前寒武系主要出露在周边地区,包括库鲁克塔格、阿克苏、塔里木西南、东南缘阿尔金及东段敦煌地区。近些年来,在塔里木内部的石油钻探中,获得了部分前寒武纪岩心,这充分表明,塔里木的基底并不是一个被充填的晚古生代洋盆^[1]。早期地质学家对塔里木的研究表明,塔里木克拉通具有典型的地台双层结构特征,分别为前南华纪基底和南华纪—埃迪卡拉纪盖层,南华纪—埃迪卡拉纪盖层以显著的角度不整合方式覆盖在不同时代的前南华纪基底之上^[2-5]。另外,在前南华纪基底中发育了多阶段、不同岩石组合的侵入岩。前南华纪侵入岩构成了塔里木基底的

一部分^[6]。

塔里木前南华纪基底包括了两部分,分别是太古代—古元古代结晶基底和中元古代—青白口纪褶皱基底。在库鲁克塔格地区,中元古代杨吉布拉克群以显著的角度不整合覆盖在古元古代兴地塔格群之上,二者在岩石组合、变质变形特征等方面均表现出显著差异,表明这一角度不整合代表了一次重要的造山事件^[2,7-9]。长期以来,该区古元古代兴地塔格群的沉积时代、发生角闪岩相变质的时间及其对塔里木早前寒武纪构造演化的意义存在很大争议。本文总结了兴地塔格群的岩石组合、变质变形特征,并测试了其中的变质火山岩锆石 U-Pb 年龄。结合近些年来对该区早前寒武系研究的进展,对兴地塔格群沉积及变质时代、构造意义进行讨论。

* 收稿日期:2022-02-21 修订日期:2022-03-10 责任编辑:谭桂丽

基金项目:国家305项目(编号:2019B00011-1)和国家自然科学基金(编号:42172062)项目联合资助。

第一作者简介:张传林,1968年生,男,教授,博士生导师,主要从事前寒武纪地质、岩石地球化学研究。Email:zhangchuanlin@hhu.edu.cn。

1 区域地质背景

库鲁克塔格地区是塔里木克拉通前寒武系出露最全的地区。该区早前寒武纪结晶基底包括了新太古(TTG 岩系)和古元古代角闪岩相变质岩系,其上被中元古代长城纪杨吉布拉克群不整合覆盖。库鲁克塔格地区的新太古界主要出露在托格布拉克、兴地南及库尔勒地区,主要由 TTG 质岩石组成,另有少量的斜长角闪岩和钾质花岗岩等。依据《新疆维吾尔自治区区域地质志》^[2],新太古界—古元古界与中元古代长城系为角度不整合,在不整合面之上,发育了厚 20~40 m 的底砾岩。从岩石组合分析,杨吉布拉克群下段以碎屑岩为主,向上逐渐转变为以白云质碳酸盐岩为主,并发育绿片岩相变质作用,而下伏的兴地塔格群以角闪岩相变质岩

为主。无论是岩石组合还是变质特征均表明,在古元古代末期发生的重大构造事件相当于华北的吕梁运动^[2-3]。

2 兴地塔格群岩石学特征

库鲁克塔格地区古元古代兴地塔格群由邓自华 1957 年创名,1965 年由新疆地质局区测队正式命名^[3]。命名剖面位于新疆尉犁县辛格尔南西约 10 km 的 1636 高地,参考剖面位于尉犁县兴地南约 5 km 的兴地大沟^[3],自下而上分为喀拉阔雄组、图努尔布拉克组和辛格尔组。高振家等^[4]重新厘定了“兴地塔格群”地层涵义,指出露于兴地塔格一带,由十字石、石榴石、蓝晶石、夕线石、黑云母、白云母、石英及长石组成的石英岩、石英片岩、云母片岩、片麻岩及所夹的大理岩类(图 1)。

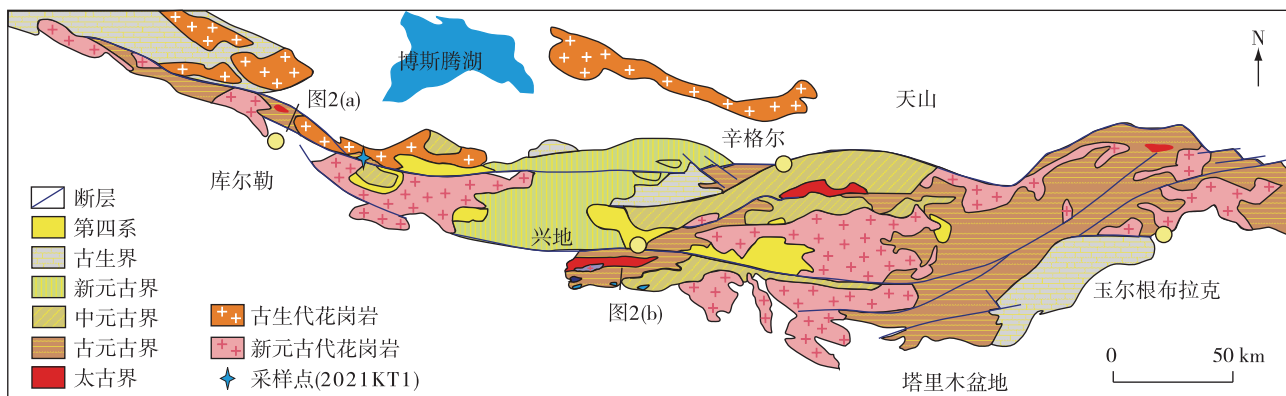


图 1 库鲁克塔格前寒武纪地质图(示古元古界分布)

Fig. 1 Precambrian geology of the Quruqtagh terrane showing the outcropping of the Paleoproterozoic

《新疆维吾尔自治区岩石地层》^[3]将兴地塔格群分 3 个亚群:下亚群以黑云石英片岩为主,夹少量夕线黑云石英片岩、石英岩、夕线二云石英片岩和十字白云片岩,含少量的斜长片麻岩及黑云斜长角闪岩;中亚群以大理岩、含夕线石榴石英片岩、二云石英片岩、含夕线石榴二云石英片岩为主,夹石榴二云石英片岩、石英岩、二云片麻岩、十字二云石英片岩、透闪透辉石岩、角闪黑云片(麻)岩;上亚群以黑云石英片岩、石英岩、石榴黑云石英片岩为主,夹少量石榴二云石英片岩、黑云片岩、角闪片岩等。由于该岩群强烈的变质变形,下亚群、中亚群、上亚群之间在岩石组合上没有本质差异,原始的沉积厚度已经无法恢复。因此,我们认为将兴地塔格群作为一套无序的角闪岩相(部分为麻粒岩相)变质岩系

更符合实际。

对库尔勒地区兴地塔格群野外地质调查表明,其主要岩石组合为一套黑云片岩、片麻岩类,局部含石榴石(图 2(a)),发育大量的变形长英质淡色脉体,另外还夹有少量黑云斜长角闪岩和长英质变粒岩。斜长角闪岩可能为基性火山岩变质作用的产物。长英质变粒岩主要矿物组合为斜长石(30%~35%)、微斜长石(15%~25%)、钾长石(20%~25%)、石英(30%~40%)和黑云母(5%~10%)组成。从矿物组合分析,其原岩应为酸性火山岩。

在兴地以东地区,兴地塔格群分布广泛,其中含有 BIF 型铁矿。依据董连惠等^[10]资料,铁矿以磁铁矿石岩为主,层位稳定,层控特征明显。在显微镜下,磁铁矿条带均匀密集分布或富集成条带状、

脉状,与石英相间分布,富矿层中磁铁矿含量达 70%。依据野外调查,该段兴地塔格群主体为一套片岩、片麻岩组合,包含了多层白云质大理岩和少

量斜长角闪岩(图 2(b))。另外,1 550 Ma 的辉绿岩呈席状侵入到兴地塔格群中,辉绿岩席具有典型的 CFB 地球化学特征^[11]。

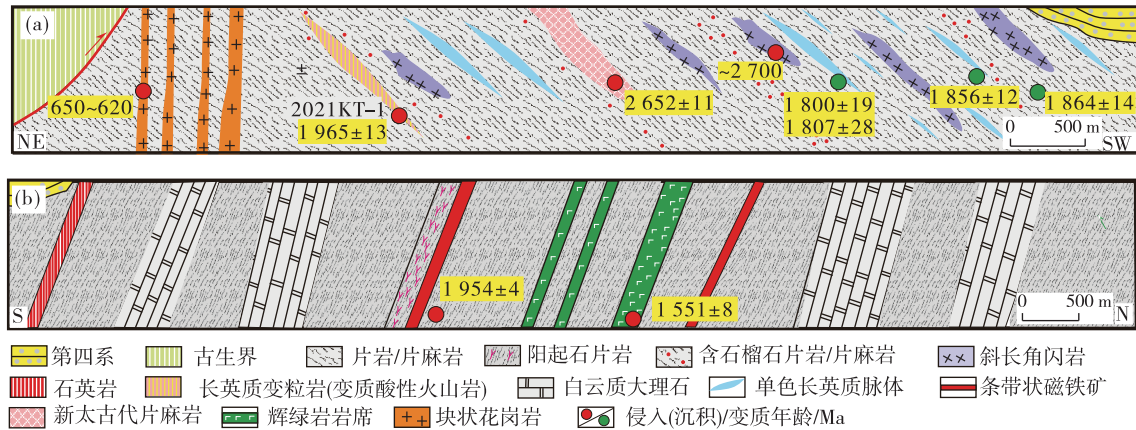


图 2 库尔勒(a)及兴地(b)兴地塔格群路线地质剖面

Fig. 2 Geological section of the Paleoproterozoic in Kuerle (a) and Xingdi (b)

3 兴地塔格群中变质火山岩锆石 U-Pb 年龄

对于兴地塔格群的沉积时代,胡霁琴等^[12]采用全岩 Rb-Sr 等时线法及 Sm-Nd 等时线法获得了 2.3~1.6 Ga 的年龄。董连惠等^[10]对托可然布拉克铁区的磁铁矿石岩样品采用 SIMS 法测试其中的锆石 U-Pb 年龄,获得不一致线上交点年龄为(1 949±19) Ma(MSWD=2.4)。从锆石形态和 CL 图像分析,所测试的锆石应为酸性岩浆结晶的锆石,但考虑到所选取的样品为化学沉积岩,对该年龄的解释应当慎重。

在库尔东段兴地塔格群中,有少量的长英质变粒岩夹层。依据矿物组合分析,其原岩应为火山岩(流纹岩或火山碎屑岩),这为确定兴地塔格群的时代提供了较可靠的测试样品。从变粒岩中取 2 kg 样品(地理坐标:86°23'17" E,41°36'39" N),经破碎后淘洗,获得了约 5 000 粒锆石。选取 200 粒锆石制靶后,抛光并进行透、反射光和阴极发光照相,选取其中的 25 粒锆石采用 LA-MC-ICP MS 进行了测试分析。样品测试分析在中国地质调查局天津地质调查中心完成,以 91 500 锆石为标样,测试仪器、测试流程见文献^[13]。测试结果见表 1。

从锆石形态及 CL 图像分析,大部分锆石具有典型的岩浆锆石特征,如明暗相间的生长环带,另有一些锆石显示条带状构造(图 3),这与它们 Th/U

值(0.3~0.5)变化是一致的(表 1)。对 25 粒锆石的 25 次分析结果表明,有少量的测试点具有不同程度的放射性成因铅丢失,20 个测点具有一致且谐和的²⁰⁶Pb/²³⁸U 表面年龄和²⁰⁷Pb/²³⁵U 表面年龄(表 1)。然而,所有测试点数据在 U-Pb 谐和图(图 3)中,构成了 1 条很好的不一致线,其上交点年龄为(1 965±13) Ma(MSWD=0.64, N=25)。另外,获得谐和度>90%的 20 个测点的²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb 年龄平均值为(1 962.8±4.4) Ma(MSWD=1.21, N=20)。上交点年龄和²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb 年龄平均值在误差范围内完全一致,代表了变粒岩的形成年龄(火山喷发年龄)(图 3)。我们注意到,本次获得的锆石 U-Pb 年龄与董连惠等^[10]从磁铁矿中选取的锆石 U-Pb 年龄在误差范围内一致,因此,推测磁铁矿沉积时,可能有少量的火山碎屑加入。

4 库鲁克塔格古元古代晚期变质事件及其对哥伦比亚超大陆汇聚的响应

库鲁克塔格地区太古界和古元古界均记录了太古代晚期的变质事件。出露在兴地的新太古代英云闪长岩中的锆石,具有显著的增生边,通过 SHRIMP 定年,获得了增生边的年龄为(1 832±22) Ma^[14]。另外,在库尔勒 315 国道分布的古元古代兴地塔格群片麻岩中获得了 1 820~1 850 Ma 的变质锆石 U-Pb 年龄^[14]。在这一地区,Ge R F 等^[15]及 LONG X P

等^[16-17]也获得了 1.90~1.80 Ga 的变质锆石 U-Pb 年龄。我们统计了库鲁克塔格地区及塔中隆起带内早前寒武系记录的古元古代末期的变质年龄(图 4(a))，

从统计结果分析,北塔里木地体早前寒武系变质年龄的峰期在 1.83 Ga 左右,另外还有少量 1.95~1.85 Ga 的变质年龄记录^[14-20]。

表 1 兴地塔格群中变质火山岩锆石 U-Pb 测年数据

Table 1 Zircon U-Pb dating age of the metamorphic volcanic rock from Xinditage Group

样品编号	含量/ 10^{-6}			同位素比值(1 σ ,%)			同位素年龄/Ma							
	Th	U	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	err%	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	err%	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	err%	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1 σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1 σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1 σ
sam.1	134	404	0.120 0	1.40	5.754 4	1.63	0.3479	1.26	1 956	25	1 940	32	1 924	24
sam.2	31	389	0.121 0	1.39	5.684 8	1.62	0.340 8	1.25	1 971	25	1 929	31	1 890	24
sam.3	182	462	0.119 0	1.38	5.470 3	1.62	0.333 4	1.26	1 941	25	1 896	31	1 855	23
sam.4	187	500	0.121 8	1.38	5.362 0	1.61	0.319 3	1.24	1 983	25	1 879	30	1 786	22
sam.5	94	482	0.120 4	1.38	4.937 1	1.70	0.297 3	1.32	1 963	25	1 809	31	1 678	22
sam.6	133	338	0.120 3	1.38	5.888 1	1.64	0.355 0	1.28	1 961	25	1 959	32	1 958	25
sam.7	128	358	0.119 8	1.38	5.674 0	1.79	0.343 5	1.42	1 953	25	1 927	34	1 904	27
sam.8	183	343	0.120 9	1.38	5.990 0	1.63	0.359 5	1.28	1 969	25	1 974	32	1 980	25
sam.9	233	421	0.120 3	1.38	4.922 9	1.66	0.296 7	1.31	1 961	25	1 806	30	1 675	22
sam.10	155	486	0.120 8	1.38	5.831 7	1.62	0.350 1	1.24	1 968	25	1 951	32	1 935	24
sam.11	73	377	0.121 5	1.39	6.019 6	1.62	0.359 3	1.25	1 978	25	1 979	32	1 979	25
sam.12	469	818	0.114 5	1.40	4.051 6	1.62	0.256 6	1.23	1 873	25	1 645	27	1 472	18
sam.13	142	366	0.121 3	1.41	5.885 0	1.68	0.352 0	1.28	1 975	25	1 959	33	1 944	25
sam.14	59	317	0.120 2	1.41	5.913 1	1.67	0.356 7	1.29	1 960	25	1 963	33	1 966	25
sam.15	326	414	0.119 8	1.42	5.648 9	1.68	0.342 0	1.29	1 953	25	1 924	32	1 896	25
sam.16	134	155	0.119 3	1.43	5.838 2	1.65	0.355 0	1.26	1 946	26	1 952	32	1 958	25
sam.17	181	775	0.116 5	1.43	3.561 4	1.90	0.221 7	1.45	1 903	26	1 541	29	1 291	19
sam.18	99	382	0.120 8	1.39	5.936 6	1.64	0.356 3	1.28	1 969	25	1 967	32	1 965	25
sam.19	134	272	0.120 2	1.39	5.807 5	1.66	0.350 5	1.30	1 959	25	1 948	32	1 937	25
sam.20	241	499	0.120 2	1.43	5.140 6	1.97	0.310 2	1.46	1 959	26	1 843	36	1 742	25
sam.21	143	380	0.119 8	1.38	5.650 2	1.64	0.341 9	1.28	1 954	25	1 924	32	1 896	24
sam.22	257	546	0.114 8	1.40	4.467 8	1.63	0.282 3	1.24	1 876	25	1 725	28	1 603	20
sam.23	262	359	0.120 2	1.39	5.749 4	1.63	0.346 9	1.26	1 959	25	1 939	32	1 920	24
sam.24	78	404	0.118 9	1.39	5.717 2	1.62	0.348 8	1.26	1 940	25	1 934	31	1 929	24
sam.25	137	283	0.120 6	1.40	5.876 4	1.70	0.353 4	1.34	1 965	25	1 958	33	1 951	26

兴地塔格群的岩石组合以含富铝变质矿物(如夕线石、石榴石等)的副变质岩系为主。然而,在这些变质岩中,多区段内夹有少量的黑云斜长角闪岩,且其中部分长英质变质岩原岩可能为酸性火山岩。另外,在兴地塔格群中还发育了 1.94~1.93 Ga 的具有岛弧特征的石英闪长岩和花岗闪长岩^[21]。结合 1.95~1.85 Ga 的变质年龄,表明兴地塔格群可能代表了一个古元古代晚期的造山带(活动大

陆边缘)。

从全球范围来看,2.1~1.8 Ga 的碰撞造山带是哥伦比亚超大陆聚合的标志。这些碰撞造山带包括南美和西非之间 2.1~2.0 Ga 的 Trans-Amazonian-Eburnean 造山带;北美 1.95~1.85 Ga 的 Trans-Hudson 造山带或与之相当的一些造山带(如 Taltson-Thelon、Wopmay、New Quebec、Foxye、Makkovik、Ungava 和 Torngat Orogens 等)^[22-24];

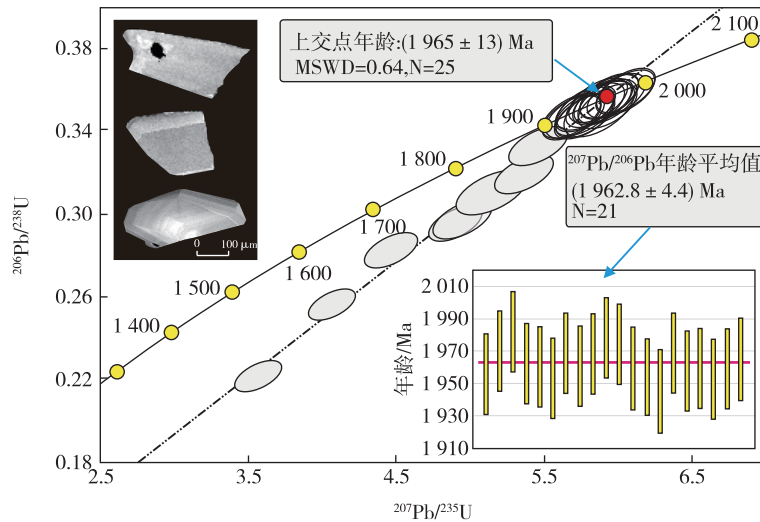


图 3 兴地塔格群中变质火山岩锆石 U-Pb 年龄图

Fig. 3 U-Pb concordia diagram of the zircons from the metamorphic volcanic rock in Xingditage Group

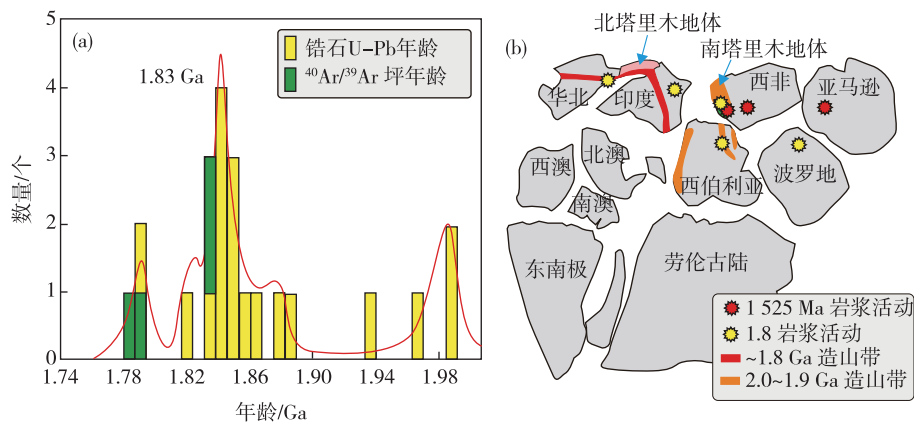


图 4 北塔里木地体太古界—古元古界变质年龄直方图(a)及南、北塔里木地体在 Columbia 超大陆中的位置(b)(图 4(a)据文献[14-19]、图 4(b)据文献[21]综合编制)

Fig. 4 Histogram of the metamorphic ages of the Neoproterozoic-Paleoproterozoic in Northern Tarim terrane (a) and the Columbia configuration showing the locations of the Northern Tarim and Southern Tarim terranes

南非 2.0~1.9 Ga 的 Limpopo 碰撞带;澳大利亚西部 2.0~1.9 Ga 的 Capricorn 造山带;格陵兰 1.9~1.8 Ga 的 Nagssugtoqidian 造山带;波罗地 1.9~1.8 Ga 的 Kola-Karelia、Volhyn-Central Russian 和 Pachelma 造山带;西伯利亚 1.9~1.8 Ga 的 Akitkan 造山带以及中国 1.85~1.80 Ga 的华北中部造山带等^[24-26]。库鲁克塔格地区兴地塔格群记录的变质事件以及该区中元古代长城系以角度不整合覆盖在兴地塔格群之上的事实,表明库鲁克塔格地区(北塔里木地体)属于古元古代晚期造山带。结合前人对该区新太古代 TTG 质岩石以及与哥伦

比亚超大陆裂解的有关岩浆岩记录,推测北塔里木地体是从印度—华北克拉通上裂解出来的 1 个微陆块(图 4(b))^[27]。由于北塔里木地体和南塔里木地体在前寒武纪物质组成、大陆地壳生长过程、岩浆作用以及构造事件上的显著差异,大多数地质学家认为它们分别来自不同的前寒武纪克拉通,最终于新元古代中期发生汇聚,形成了统一的基底^[27-30]。

5 结论

(1)塔里木北缘古元古代兴地塔格群主要由角闪岩相副变质岩组成,夹有少量的基性和酸性火山

岩, 沉积时代为 2.0~1.80 Ga。

(2) 北塔里木地体古元古代晚期峰期变质事件发生在 1.80 Ga 左右, 结合古元古代具有岛弧特征的侵入岩以及持续的变质作用, 表明北塔里木地体属于古元古代晚期造山带, 它可能是从华北—印度克拉通上裂解出来的一个前寒武纪微陆块。

(3) 北塔里木地体和南塔里木地体分别来自不同的前寒武纪克拉通, 它们在新元古代中期才最终汇聚, 形成塔里木克拉通统一的前南华纪基底。

致谢: 2000 年我博士毕业, 同年到南京地质矿产研究所(现更名为中国地质调查局南京地质调查中心)工作, 在国家 305 项目的支持下, 跟随芮行健老师开展塔里木及西昆仑地区地质矿产调查和相关研究工作, 一直工作到现今。芮老师在新疆地区从事了近六十年的矿产和基础地质研究, 他首次在阿勒泰地区获得岩金矿床找矿的重大突破, 为边疆地区经济发展做出了杰出贡献。另外, 他于 60 年代编制的阿勒泰地区 1:50 万地质矿产图, 至今仍有重要的参考价值。值此芮老师九十华诞及南京地质调查中心建所六十周年, 写此小文以铭记, 衷心祝愿芮老师身体健康、阖家幸福。

参考文献

- [1] KSÜ K J. Relict back-arc basins: Principles of recognition and possible new examples from China [M]. KLEINSPEHN K L, PAOLA C. New Perspectives in Basin Analysis. New York: Springer, 1988: 245-263.
- [2] 新疆维吾尔自治区地质矿产局. 新疆维吾尔自治区区域地质志[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1993: 5-57. Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Resources. Regional geology of Xinjiang Uygur Autonomous Region[M]. Wuhan: Chinese Geology University Publishing House, 1993: 5-57.
- [3] 新疆维吾尔自治区地质矿产局. 新疆维吾尔自治区岩石地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1999: 150-183. Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Resources. Lithostratigraphy of Xinjiang Uygur Autonomous Region[M]. Wuhan: Chinese Geology University Publishing House, 1999: 150-183.
- [4] 高振家, 陈晋霁, 陆松年. 新疆北部前寒武系[M]. 北京: 地质出版社, 1993: 1-171. GAO Z J, CHEN J P, LU S N. Precambrian of the Northern Xinjiang [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1993: 1-171.
- [5] 陆松年. 新疆库鲁克塔格地区前寒武纪地质演化[J]. 前寒武纪地质研究, 1992, 26/27: 1-15. LU S N. Precambrian evolution of the Quruqtagh in Xinjiang. Precambrian Geology Research, 1992, 26/27: 1-15.
- [6] ZHANG C L, LI H K, ZOU H B. Tectonic framework and evolution of the Tarim Block in NW China [J]. Gondwana Research, 2003, 23: 1306-1315.
- [7] 陆松年, 于海峰, 李怀坤. 中国西部前寒武纪重大地质事件及构造演化[M]. 北京: 地质出版社, 2006: 1-206. LU S N, YU H F, LI H K. Precambrian great geological events and tectonic evolution of the Northwestern China [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2006: 1-26.
- [8] 张传林, 李怀坤, 王洪燕. 塔里木地块前寒武纪地质研究进展评述[J]. 地质论评, 2012, 58(5): 923-936. ZHANG C L, LI H K, WANG H Y. A review on the Precambrian tectonic evolution of Tarim Block: possibility of interaction between Neoproterozoic plate subduction and mantle plume [J]. Geological Review, 2012, 58(5): 923-936.
- [9] 芮行健, 贺菊瑞, 郭坤一. 新疆塔里木前寒武纪构造演化与成矿[M]. 北京: 地质出版社, 2002: 5-87. RUI X J, HE J R, GUO K Y. Precambrian tectonic evolution and mineralization of the Tarim Block in Xinjiang [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2002: 5-87.
- [10] 董连慧, 徐兴旺, 赵树铭. 新疆库鲁克塔格 1.95 Ga 磁铁矿石建造(BIF)发现及意义[J]. 新疆地质, 2012, 30(4): 371-376. DONG L H, QU X W, ZHAO S M. Discovery and Significance of 1.95 Ga BIF in the Kuluketage Area, Xinjiang [J]. Xinjiang Geology, 2012, 30(4): 351-357.
- [11] 张健, 李怀坤, 张传林, 等. 塔里木克拉通北缘 Columbia 超大陆裂解事件: 库鲁克塔格地区辉绿岩床的地球化学、锆石 U-Pb 年代学和 Hf-O 同位素证据[J]. 地学前缘, 2018, 25(6): 106-123. ZHANG J, LI H K, ZHANG C L, et al. New evidence for the breakup of the Columbia supercontinent from the northeastern margin of Tarim Craton: rock geochemistry, zircon U-Pb geochronology and Hf-O isotopic compositions of the ca. 1.55 Ga diabase sills in the Kuruktag area [J]. Earth Science Frontiers, 2018, 25(6): 106-123.
- [12] 胡霁琴, 张国新, 张前锋, 等. 天山造山带基底时代和地

- 壳增生的 Nd 同位素制约[J].中国科学,1999,29(2):104-112.
- HU A Q,ZHANG G X,ZHANG Q F, et al. Age and crustal growth of the basement of Tianshan Orogenic Belt: constraints from Nd isotope compositions[J].Sciences in China (series D),1999,29(2):104-112.
- [13] 李怀坤,朱士兴,相振群,等.北京延庆高于庄组凝灰岩的锆石 U-Pb 定年研究及其对华北北部中元古界划分新方案的进一步约束[J].岩石学报,2010,26(7):2131-2140.
- LI H K, ZHU S X, XIANG Z Q, et al. Zircon U-Pb dating on tuff bed from Gaoyuzhuang Formation in Yanqing, Beijing: further constrain on the new subdivision of the Mesoproterozoic stratigraphy in the northern North China Craton[J].Acta Petrologica Sinica,2010,26(7):2131-2140.
- [14] ZHANG C L, LI H K, SANTOSH M, et al. Precambrian evolution and cratonization of the Tarim Block, NW China: Petrology, geochemistry, Nd-isotopes and U-Pb zircon geochronology from Archaean gabbro-TTG-potassic granite suite and Paleoproterozoic metamorphic belt[J].Journal of Asian Earth Sciences,2012,47(2):5-20.
- [15] GE R F, ZHU W B, WILDE S A, et al. Archean magmatism and crustal evolution in the northern Tarim Craton: insights from zircon U-Pb-Hf-O isotopes and geochemistry of 2.7 Ga orthogneiss and amphibolite in the Korla Complex[J].Precambrian Research, 2014, 252:145-165.
- [16] LONG X P, YUAN C, SUN M, et al. Achean crustal evolution of the northern Tarim Craton, NW China: Zircon U-Pb and Hf isotopic constraints [J]. Precambrian Research, 2010, 180:272-284.
- [17] LONG X P, YUAN C, SUN M, et al. The discovery of the oldest rocks in the Kuluketage area and its geological implications[J].Science in China (D-series), 2011, 54(4):342-348.
- [18] CAI Z H, JIAO C L, HE B Z, et al. Archean-Paleoproterozoic tectonothermal events in the central Tarim Block: Constraints from granitic gneisses revealed by deep drilling wells[J]. Precambrian Research, 2020, 347:105776.
- [19] YANG H J, WU G H, KUSKY T M, et al. Paleoproterozoic assembly of the North and South Tarim terranes: New insights from deep seismic profiles and Precambrian granite cores [J]. Precambrian Research, 2018,305(2):1104-1123.
- [20] LONG X P, SUN M, YUAN C, et al. Zircon REE patterns and geochemical characteristics of Paleoproterozoic anatectic granite in the northern Tarim Craton, NW China: Implications for the reconstruction of the Columbia supercontinent[J]. Precambrian Research, 2012, 222/223(12):474-487.
- [21] LEI R X, WU C Z, CHI G X, et al. Petrogenesis of the Palaeoproterozoic Xishankou pluton, northern Tarim block, northwest China: implications for assembly of the supercontinent Columbia[J].International Geology Review,2012,54(2):1829-1842.
- [22] ZHAO G C, CAWOOD P A, WILDE S A, et al. Review of global 2.1-1.8Ga orogens: implications for a pre-Rodinia supercontinent [J]. Earth-Sciences Review,2002,59(2):125-162.
- [23] ZHAO G C, CAWOOD P A. Precambrian geology of China[J].Precambrian Research, 2012, 222/223(12):13-54.
- [24] ROGERS J J W, SANTOSH M. Configuration of Columbia, a Mesoproterozoic Supercontinent [J]. Gondwana Research,2002,5(1):5-22.
- [25] ZHANG S H, LI Z X, EVANS D A D, et al. Pre-Rodinia supercontinent Nuna shaping up: a global synthesis with new paleomagnetic results from North China[J]. Earth and Planetary Science Letters,2012, 353/354:145-155.
- [26] ZHAI M G, LIU W J. Paleoproterozoic tectonic history of the north China Craton: a review[J].Precambrian Research,2003,122:183-199.
- [27] ZHANG C L, ZOU H B, SANTOSH M, et al. Is the Precambrian basement of the Tarim Craton in NW China composed of discrete terranes? [J].Precambrian Research,2014,254:226-244.
- [28] XU Z Q, HE B Z, ZHANG C L, et al. Tectonic framework and crustal evolution of the Precambrian basement of the Tarim Block in NW China: new geochronological evidence from deep drilling samples[J]. Precambrian Research,2013,235:150-162.
- [29] ZHU G Y, CHEN Z Y, CHEN W Y, et al. Revisiting to the Neoproterozoic tectonic evolution of the Tarim, NW China [J]. Precambrian Research, 2020, 345:120053
- [30] ZHANG C L, YE X T, ERNST R E, et al. Revisiting the Precambrian evolution of the Southwestern Tarim terrane: Implications for its role in Precambrian supercontinents[J].Precambrian Research, 2019, 324:18-31.

Paleoproterozoic in Quruqtagh terrane in Northern Tarim

ZHANG Chuanlin¹, MA Huadong², LI Huaikun³, ZHU Bingyu², QIU Lin², WANG Wei²

(1. *College of Oceanography, Hohai University, Nanjing 2100932, Jiangsu, China;*

2. *National 305 Project Office, Urumuqi 8300003, Xinjiang, China;*

3. *Tianjin Centre, China Geological Survey, Tianjin 300170, China*)

Abstract: Precambrian basement of the Tarim Craton was well preserved in the Quruqtagh terrane at its northern margin. Among them, the crystallized basement was mainly composed by Neoproterozoic-Paleoproterozoic. In this contribution, we have a comprehensive synthesis on the rock assemblage and metamorphism of the Paleoproterozoic in this area and also measured the zircon U-Pb age of a meta-volcanic rock sample. Zircons from this sample yielded an excellent age of $(1\ 965\pm13)$ Ma. Combining new data obtained in this study and previous works on regional stratigraphic framework and metamorphic events, we suggest that the Paleoproterozoic deposited during 2.0~1.8 Ga and the amphibolite-facies metamorphism took place during 1.90~1.80 Ga, which is coupled with the assembly of the Columbia supercontinent and northern Tarim terrane. Rock association, Precambrian continental crustal growth process and metamorphic features of the Northern Tarim terrane reveal that the northern Tarim terrane could be a continental massif drifted from the North China-India Craton during the breakup of the Columbia. During the assembly process of the Rodinia, the Northern Tarim terrane and Southern Tarim terrane amalgamated together, leading to the final formation of the basement of the Tarim.

Key words: Tarim Craton; Quruqtagh; Paleoproterozoic; age; tectonic implication