

内蒙古阿拉善地区阿拉善群(狭义)的形成时代

肖志斌,康健丽*,王惠初,高知睿,相振群,初航,任云伟

(中国地质调查局天津地质调查中心,天津 300170)

摘要:阿拉善群(狭义)主要分布于内蒙古雅布赖山、巴彦乌拉山、阿拉坦敖包一带,是一套陆源碎屑-碳酸盐建造,岩石组合为黑云片岩、石榴黑云片岩、含十字石二云片岩、石英岩和大理岩。对其中的石英岩中的碎屑锆石进行LA-MC-ICP-MS测年,得到的年龄谱范围为1206~3132 Ma,以1400~1800 Ma占主体,峰值为1737 Ma,表明该样品中的碎屑锆石主要来源于中元古代早期形成的岩石,最小谐和年龄为1206 Ma,暗示阿拉善群石英岩的形成时代应小于1206 Ma。同时,测定出与阿拉善群呈侵入接触关系产出的眼球状黑云母二长花岗片麻岩的锆石U-Pb年龄为893 Ma。综合考虑,笔者认为阿拉腾敖包一带的阿拉善群应形成于1206~893 Ma之间,属中元古代晚期-新元古代早期的沉积建造。

关键词:内蒙古;阿拉善群;变质基底;年代学;形成年龄

中图分类号: P597+.3

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2015)03-0182-10

阿拉善地区早前寒武纪变质基底过去统称为阿拉善群(广义),主要分布于雅布赖山、巴音乌拉山、阿拉坦敖包、红古尔玉林一带,大致呈北东-近东西向展布。前人对这套地层做了大量的地质工作,并且取得了很好的研究成果。早在1954年,由中国科学院地质研究所和地质部621队组成的巴彦乌拉-巴音诺尔公预查队,对巴彦乌拉-巴音诺尔公一带进行了1/20万路线地质调查,将区内大面积出露的变质岩系命名为阿拉善系,并划分为上阿拉善系和下阿拉善系两部分^①。1987年霍福臣^[1]等将该区变质岩层进行了重新划分,分为下部迭布斯格群(查干陶勒盖组和哈尔呼舒组)、中部的阿拉善群(波罗斯坦庙组和哈乌拉组)和上部阿拉坦敖包群(布达尔干组、达布苏山组、德尔和通特组、克兰尼都组和祖宗毛道组)。陈志勇等^[2]根据巴音诺尔公地区4幅1/5万的区域地质调查成果和区域对比,将该区的早前寒武系划分为中太古界乌拉山岩群(迭布斯格组、波罗苏坦庙组和哈乌拉组)、新太古界色尔腾山岩群的柳树沟岩组(哈乌拉组、大布苏山组上部、

德尔和通特组上部和祖宗毛道组)和点力素泰岩组(克兰尼都组和德尔和通特组的大理岩)、中元古代渣尔泰山群和白云鄂博群哈拉霍疙特组。前人对该套地层的岩石组合、构造环境都进行了较详尽的分析,但是限于当时的科技水平,该套地层的时代缺乏同位素年龄的支持。近年来,随着锆石U-Pb同位素测年技术的普及,越来越多的地层时代被重新厘定。耿元生等^[3,4]对阿拉善地区开展过较深入的研究工作,曾根据岩石组合特征、变质变形特点和同位素年代学资料等将原广义的阿拉善群划分为新太古代的叠布斯格岩群、古元古代的巴彦乌拉山岩组和古-中元古代的阿拉善群(狭义)以及波罗斯坦庙花岗质片麻岩杂岩和毕及格台花岗闪长质片麻岩杂岩五个不同的岩石单元。其中,新太古代的迭布斯格岩群和古元古代的巴彦乌拉山岩组已有较确定的年代学资料,而阿拉善群(狭义)由于主要由中-浅变质的碎屑岩组成,并未获得确切的年龄资料,其形成时代一直以来存在很大的争议,当时根据阿拉腾敖包苏木南部的查干都贵附近阿拉善群下部德尔和通特组含

收稿日期:2015-06-08

资助项目:中国地质调查“华北克拉通变质基底大地构造分区及其对成矿作用的制约研究(12120114034201)”、“华北地区古生代变质作用和动力学(1212011121077)”、“华北克拉通对哥伦比亚超大陆事件的响应及大地构造格架(1212011120154)”

作者简介:肖志斌(1986-),男,助理工程师,2012年毕业于西北大学,主要从事同位素年代学研究,E-mail: luqingxzb@163.com;通讯作者:康健丽(1986-),女,工程师,主要从事岩石学和地球化学研究,E-mail:kangjianliww@126.com。

^①中国科学院地质研究所和地质部621地质队组成的巴彦乌拉-巴音诺尔公预查队.甘肃省阿拉善旗巴彦乌拉、巴音诺尔公一带地质预查报告,1955。

石榴石二云母石英片岩中碎屑锆石的年龄多数在1107~1635 Ma之间,暂时将阿拉善群(狭义)置于古元古代到中元古代^[5],由于阿拉善地块研究程度较低,迄今为止,对该区变质基底的归属仍不能统一。因此,为了获得阿拉善地区变质基底中的阿拉善群(狭义)形成的准确时代,作者在阿拉善群(狭义)中采集了石英岩和花岗质糜棱岩两个样品,试图通过锆石U-Pb测年探讨阿拉善地块的归属问题,这对阿拉善地块前寒武纪地层格架的建立具有重要意义。

1 区域地质概况及阿拉善群地质特征

阿拉善地区位于华北板块、塔里木板块和兴蒙造山带的结合部位,是开展地质工作较晚和研究程度较低的前寒武纪地块之一^[6]。研究区位于阿拉坦敖包一带,区域上出露的地层主要有新太古代迭布斯格岩群、古元古代巴彦乌拉山岩组、中元古代阿拉善群(狭义)、中元古代巴音西别组,以及古生界和中-新生界地层(图1)。岩浆岩主要有太古代的变质深成杂岩(包括波罗斯坦庙花岗质片麻岩杂岩和毕及格台花岗闪长质片麻岩杂岩)、加里东期花岗岩和海西-印支期花岗岩。

阿拉善群(狭义)内部由于岩石组合不同也分为两个组,在图1中西部,主要分布以大理岩和石英岩为主的祖宗毛道组,东部主要分布以角闪片岩、云

母片岩和含透闪石大理岩等为主的德尔和通特岩组。本次研究对象为祖宗毛道组,岩石组合为石英岩和大理岩,二者以整合接触关系产出,石英岩以夹层状产于大理岩中,而大理岩与二长花岗片麻岩则呈侵入接触关系产出(图2、图3a)。石英岩很纯净,呈薄层状产出(图3b),层厚约5 m,其间夹有一些薄层状的白云母石英片岩和白云母片岩。大理岩呈条痕状,灰白色,结晶颗粒较粗大(图3c),野外露头上可见萤石矿采坑,萤石矿即产于大理岩中。二长花岗片麻岩呈片状或板状产出,局部可见长石残斑,糜棱面理发育,但线理不发育(图3d)。

2 锆石U-Pb年代学

本次研究的两件样品的锆石分选由河北省区域地质矿产调查研究所完成,然后进行制靶,制靶的具体步骤见2002年宋彪等所写文章^[7]。锆石制靶、阴极发光均由北京锆年龄航科技有限公司完成。锆石U-Pb定年测试分析在天津地质矿产研究所同位素实验室完成,分析所用的LA-MC-ICP-MS由NewWave的193 nm激光剥蚀系统和Thermo Fisher的Neptune多接收等离子体质谱仪组成。本次分析的激光剥蚀斑径为35 μm ,频率为8 Hz,能量为5 mJ。分析时采用GJ-1作为年龄外标,NIST610作为元素含量外标。数据处理采用中国地质大学(武汉)刘勇胜教授

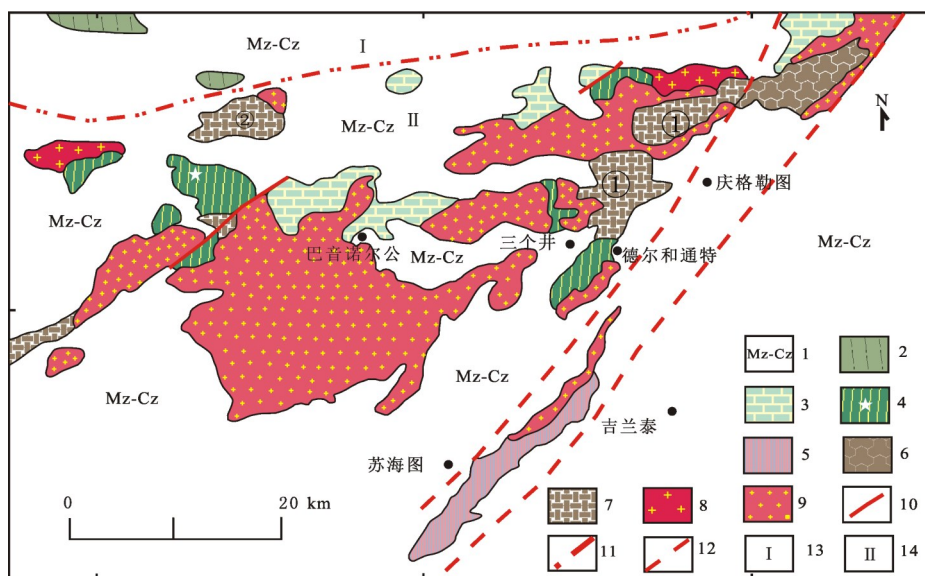


图1 阿拉善地区地质简图^[3]

Fig.1 Geological sketch map of the Alxa area

1.中-新生界;2.古生界;3.中元古代巴音西别组;4.中元古代阿拉善群(五角星为采样点);5.古元古代巴彦乌拉山岩组;6.新太古代迭布斯格岩群;7.变质深成杂岩;①波罗斯坦庙花岗质片麻岩杂岩,②毕及格台花岗闪长质片麻岩杂岩;8.加里东期花岗岩;9.海西-印支期花岗岩;10.断层;11.边界断层;12.推测断层;13.海西期造山带;14.阿拉善地块

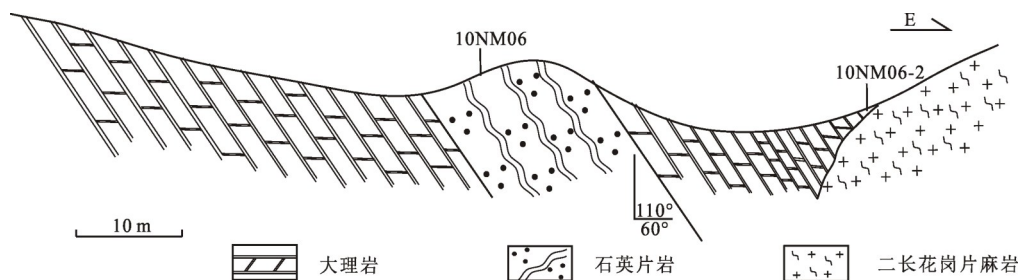


图2 阿拉腾敖包萤石矿东阿拉善群(狭义)与二长花岗片麻岩接触关系示意剖面图

Fig.2 Oute section showing the contact relationship between Alxa Group-complex(Redefinition) and Monzonitic granitic gneiss in the east of a fluorite mine , Alatanaobao

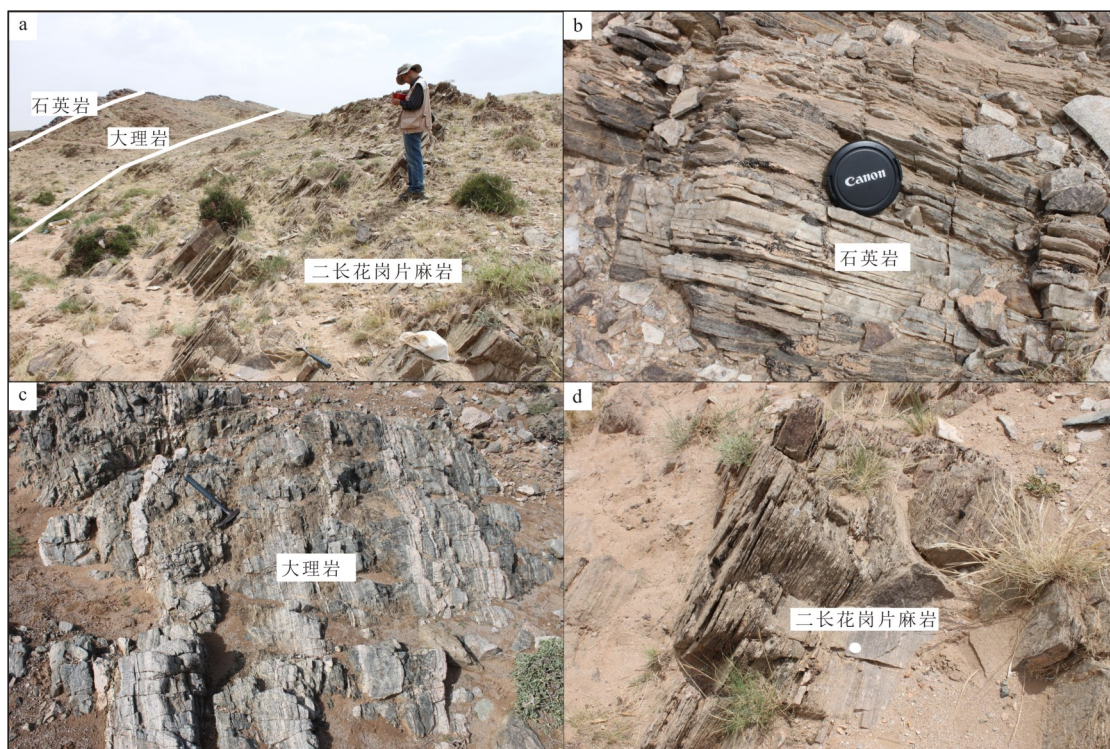


图3 阿拉腾敖包阿拉善群(狭义)与二长花岗片麻岩接触关系野外产出状态

Fig.3 Field photos showing the contact relationship between Alxa Group-complex(Special) and Monzonitic granitic gneiss in Alatanaobao

开发的 ICPMSDataCal 程序^[8-10], 最后用 Ludwig 的 Isoplot/Ex_ver3 程序^[11]对锆石年龄作图。

石英岩测年样品(10NM06)和二长花岗片麻岩测年样品(10NM06-2)采自阿拉坦敖包附近(地理坐标为:北纬40°18.08'、东经104°18.08')。石英岩中锆石为碎屑锆石,大部分的锆石具有很明显的震荡环带^[12,13](图4);Th/U比值均>0.1,而且除4颗锆石外,Th/U比值均>0.4。这些特征表明石英岩中的锆石属于岩浆锆石^[13-17],其测试结果见表1。本次研究共对该样品的40颗锆石进行了测试分析,对结果中的和谐年龄进行 Isoplot 作图,得到锆石年龄谐和图和锆石年龄分布频率直方图。锆石年龄分布频率直

方图采用 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄。这是因为年龄>1 Ga 的古老锆石大多存在着一定程度的 Pb 丢失,而且在相同的初始条件和类似的地质环境条件下, ^{207}Pb 和 ^{206}Pb 的变化趋势是相同的,使得二者之间的比值保持着一定的稳定性。因此采用 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄作为古老岩石的成岩年龄更符合事实^[18]。另外,分别用 $(^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U})/(^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}) \times 100\%$ 和 $(^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U})/(^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}) \times 100\%$ 来计算碎屑锆石的谐和度,剔除其中两个谐和度都不在 90%~110% 范围内的锆石颗粒。由图5可以看出,石英岩的锆石 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄分布范围为 1206~3132 Ma,以 1400~1800 Ma 占主体,峰值为 1737 Ma,表明该样品中的碎屑锆石主要



图4 石英岩(10NM06)中锆石的CL图
Fig.4 CL images of zircon in quartzite(10NM06)

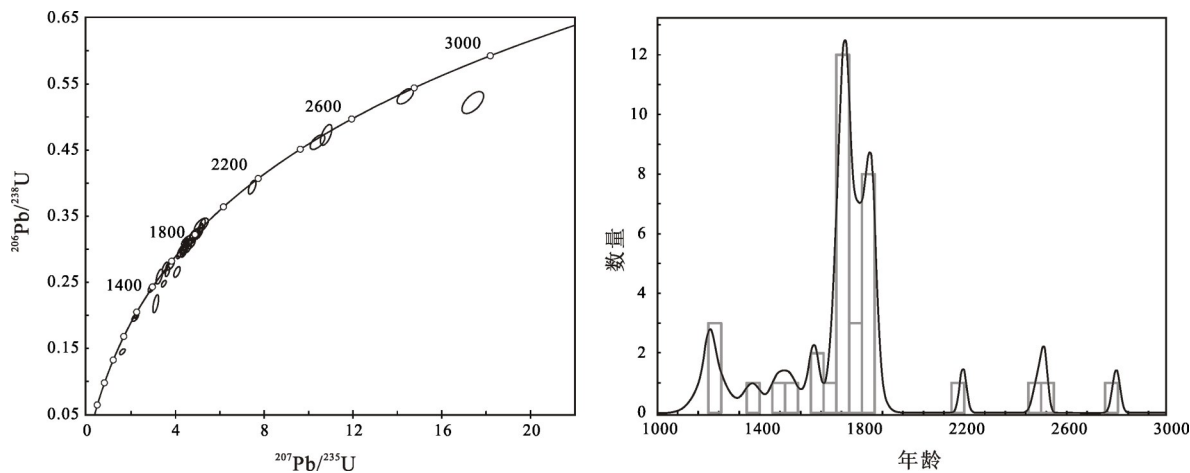


图5 石英岩(10NM06)中锆石的年龄谐和图和频谱图
Fig.5 concordia plot and relative probability density diagram of zircon ages in quartzite(10NM06)

来源于中元古代初期形成的岩石,部分来源于古元古代末期形成的岩石。最小一组谐和年龄为~1210 Ma。本次碎屑岩中获得多组1812~1849 Ma的年龄。据2010年耿元生等^[19]的研究,波罗斯坦庙花岗质片麻杂岩中的锆石记录了1839 Ma的岩浆事件,由此推断石英岩中1812~1849 Ma的锆石可能来源于波罗斯坦庙花岗质片麻杂岩。

二长花岗片麻岩(10NM06-2)中的锆石呈长柱状,振荡环带明显,Th/U为0.05~0.37,为典型的岩浆锆石(图6)。对样品中的40颗锆石进行了测试分析,测试结果见表2,其²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb年龄为821~985 Ma,

去掉8个年龄离群的点,其余32个测点基本落在谐和曲线上或者附近,得到其加权平均年龄为893±3.7 Ma(图7),该年龄代表了阿拉坦敖包地区二长花岗片麻岩的成岩年龄。

3 讨论和结论

耿元生等^[3]重新厘定的阿拉善群(狭义)自下而上分为两个组:德尔和通特组和祖宗毛道组。德尔和通特组主要以角闪片岩、钙质绿泥绢云长英片岩、黑云长英片岩、角闪阳起片岩、白云石英片岩、含堇青电气二长片岩、含红柱石碳质绢云母板岩、含透闪

表1 石英岩(10NM06)中锆石U-Pb测年分析结果
Table 1 Analysis result of U-Pb dating for zircons in quartzite(10NM06)

	含量($\times 10^{-6}$)		同位素比值										年龄(Ma)					
	Pb	U	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1σ	Th/U	1σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1σ		
10NM06.1	24	52	0.322	0.0036	4.8628	0.0919	0.1095	0.002	1.1073	0.0081	1799.4	20.4	1795.8	33.9	1791.7	32.9		
10NM06.2	75	327	0.2004	0.0021	2.2207	0.0255	0.0804	0.0008	0.5025	0.0042	1177.5	12.6	1187.6	13.6	1206.0	19.3		
10NM06.3	49	137	0.3044	0.0032	4.4771	0.0491	0.1067	0.0010	0.5705	0.0033	1713.1	18.0	1726.7	18.9	1743.3	17.3		
10NM06.4	90	234	0.3305	0.0034	5.1155	0.0499	0.1122	0.0009	0.5366	0.0032	1840.9	19.0	1838.7	17.9	1836.2	14.3		
10NM06.5	48	151	0.2924	0.0029	4.1715	0.0440	0.1035	0.0009	0.3708	0.0015	1653.6	16.2	1668.4	17.6	1687.1	16.7		
10NM06.6	36	58	0.5313	0.0048	14.3587	0.1501	0.1960	0.0018	0.3769	0.0058	2746.7	24.7	2773.7	29.0	2793.4	14.7		
10NM06.7	55	154	0.3281	0.0035	5.1131	0.0579	0.1130	0.0011	0.3847	0.0016	1829.2	19.7	1838.3	20.8	1848.5	17.1		
10NM06.8	117	390	0.3014	0.0033	4.3796	0.0487	0.1054	0.0010	0.1158	0.0001	1698.0	18.8	1708.5	19.0	1721.4	17.2		
10NM06.9	32	94	0.2984	0.0044	4.3907	0.0693	0.1067	0.0014	0.5674	0.0050	1683.5	24.6	1710.6	27.0	1743.9	24.6		
10NM06.10	40	133	0.2477	0.0020	3.4770	0.0443	0.1018	0.0012	0.6515	0.0030	1426.7	11.5	1522.0	19.4	1657.1	21.8		
10NM06.11	52	166	0.2994	0.0032	4.3881	0.0474	0.1063	0.0010	0.2857	0.0015	1688.5	17.8	1710.1	18.5	1736.7	17.6		
10NM06.12	62	145	0.3938	0.0043	7.4610	0.0709	0.1374	0.0011	0.3471	0.0006	2140.3	23.3	2168.3	20.6	2195.0	13.6		
10NM06.13	103	288	0.3095	0.0029	4.4524	0.0417	0.1043	0.0008	0.6092	0.004	1738.3	16.4	1722.1	16.1	1702.6	14.6		
10NM06.14	13	30	0.3128	0.0038	4.6070	0.1344	0.1068	0.0030	1.4126	0.022	1754.7	21.2	1750.5	51.1	1745.6	51.5		
10NM06.15	43	121	0.306	0.0045	4.6012	0.0593	0.1091	0.0011	0.683	0.0025	1720.8	25.1	1749.5	22.5	1784.0	19.0		
10NM06.16	70	224	0.3057	0.0039	4.4815	0.0513	0.1063	0.0010	0.2034	0.0005	1719.6	22.0	1727.5	19.8	1737.2	17.7		
10NM06.17	99	439	0.2173	0.0056	3.1149	0.0528	0.1040	0.0010	0.2444	0.0031	1267.7	32.4	1436.4	24.4	1695.9	17.8		
10NM06.18	53	136	0.336	0.0039	5.2038	0.0568	0.1123	0.0011	0.6471	0.0040	1867.6	21.6	1853.2	20.2	1837.2	18.4		
10NM06.19	64	187	0.3133	0.0036	4.6902	0.0468	0.1086	0.0009	0.4697	0.0009	1756.8	20.4	1765.5	17.6	1775.8	15.4		
10NM06.20	102	187	0.4728	0.0064	10.7956	0.1053	0.1656	0.0012	0.4910	0.0222	2495.7	33.9	2505.7	24.4	2513.7	12.2		
10NM06.21	32	83	0.3226	0.0037	4.9358	0.0628	0.1110	0.0012	0.7874	0.0089	1802.5	20.9	1808.4	23.0	1815.2	20.3		
10NM06.22	45	127	0.3064	0.0031	4.4916	0.0506	0.1063	0.0011	0.6788	0.0046	1722.8	17.6	1729.4	19.5	1737.5	18.4		
10NM06.23	23	77	0.2719	0.0034	3.5429	0.0557	0.0945	0.0014	0.5269	0.0055	1550.3	19.6	1536.8	24.2	1518.4	27.5		
10NM06.24	30	84	0.3088	0.0035	4.7163	0.0756	0.1108	0.0016	0.6054	0.0028	1734.9	19.5	1770.1	28.4	1811.9	26.6		
10NM06.25	22	72	0.2756	0.0030	3.7599	0.0759	0.0989	0.0019	0.5532	0.0027	1569.4	17.1	1584.2	32.0	1604.1	35.9		
10NM06.26	24	147	0.1447	0.0018	1.6096	0.0513	0.0807	0.0023	0.5134	0.0071	871.2	10.8	974.0	31.1	1213.5	57.1		
10NM06.27	50	170	0.2657	0.0030	3.6426	0.0400	0.0994	0.0009	0.5588	0.0060	1519.0	17.3	1558.9	17.1	1613.3	17.5		
10NM06.28	19	53	0.2979	0.0040	4.3276	0.0913	0.1054	0.0021	1.0141	0.0098	1680.8	22.6	1698.6	35.8	1720.7	36.7		
10NM06.29	26	95	0.2408	0.0026	2.9072	0.0558	0.0876	0.0016	0.6529	0.0011	1390.8	15.3	1383.8	26.6	1372.9	34.4		
10NM06.30	15	68	0.1965	0.0023	2.1888	0.0598	0.0808	0.0021	0.6382	0.0011	1156.6	13.7	1177.5	32.2	1216.0	50.7		
10NM06.31	30	105	0.2583	0.0046	3.2775	0.0589	0.0920	0.0014	0.5115	0.0036	1481.3	26.3	1475.7	26.5	1467.7	27.9		
10NM06.32	12	33	0.3361	0.0044	5.1674	0.1274	0.1115	0.0026	0.4942	0.0041	1867.9	24.7	1847.3	45.6	1824.1	42.3		
10NM06.33	23	61	0.3233	0.0037	5.0040	0.0905	0.1122	0.0019	0.6648	0.0035	1806.0	20.6	1820	32.9	1836.1	29.9		
10NM06.34	49	72	0.4619	0.0045	10.4031	0.1354	0.1633	0.0019	1.5034	0.0134	2447.9	23.9	2471.3	32.2	2490.6	19.1		
10NM06.35	41	117	0.3043	0.0029	4.4178	0.0569	0.1053	0.0012	0.6543	0.0024	1712.5	16.5	1715.7	22.1	1719.6	20.8		
10NM06.36	90	226	0.3007	0.0027	4.3741	0.0493	0.1055	0.0010	1.2248	0.0067	1694.7	15.3	1707.5	19.2	1723.2	17.7		
10NM06.37	103	158	0.5217	0.0068	17.4008	0.1994	0.2419	0.0021	0.5702	0.0016	2706.5	35.1	2957.2	33.9	3132.5	14.1		
10NM06.38	42	125	0.3078	0.0026	4.5765	0.0551	0.1078	0.0012	0.3963	0.0009	1730.1	14.9	1745.0	21.0	1763.0	20.4		
10NM06.39	50	143	0.3059	0.0030	4.4884	0.0540	0.1064	0.0012	0.5908	0.0027	1720.4	16.8	1728.8	20.8	1739.1	19.8		
10NM06.40	59	164	0.2654	0.0033	4.0705	0.0585	0.1112	0.0015	1.0965	0.0063	1517.2	18.7	1648.4	23.7	1819.9	23.9		

注:本样品年龄测试由天津地质矿产研究所同位素实验室完成

表2 二长花岗岩片麻岩(10NM06-2)中锆石U-Pb测年分析结果
Table 2 Analysis result of U-Pb dating for zircons in Monzonitic granitic gneiss (10NM06-2)

	含量($\times 10^{-6}$)		同位素比值										年龄(Ma)			
			$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		Th/U		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	
	Pb	U	1 σ		1 σ		1 σ		1 σ		1 σ		1 σ		1 σ	
10NM06.2.1	62	424	0.0023	0.1465	1.4222	0.0177	0.0704	0.0008	0.1957	0.0033	881.6	14.1	898.3	11.2	939.6	23.7
10NM06.2.2	45	306	0.0018	0.1484	1.4355	0.0180	0.0701	0.0008	0.1858	0.0004	892.2	10.6	903.8	11.4	932.5	23.6
10NM06.2.3	44	305	0.0015	0.1456	1.4031	0.0244	0.0699	0.0012	0.1189	0.0005	876.2	9.1	890.3	15.5	925.4	34.7
10NM06.2.4	63	415	0.0013	0.1400	1.8551	0.02256	0.0961	0.0012	0.1064	0.0018	844.6	8.1	1065.2	13.0	1549.9	24.1
10NM06.2.5	74	532	0.0019	0.1466	1.3980	0.0157	0.0692	0.0007	0.0527	0.0036	881.7	11.6	888.1	10.0	904.2	19.7
10NM06.2.6	102	572	0.0026	0.1860	2.1333	0.0367	0.0832	0.0011	0.0680	0.0040	1099.5	15.5	1159.6	20.0	1273.8	25.0
10NM06.2.7	33	212	0.0020	0.1503	1.4014	0.0241	0.0676	0.0010	0.2882	0.0004	902.5	11.9	889.5	15.3	857.5	31.3
10NM06.2.8	51	353	0.0020	0.1476	1.3846	0.0193	0.0680	0.0008	0.1437	0.0083	887.7	12.0	882.4	12.3	869.3	25.2
10NM06.2.9	46	321	0.0020	0.1486	1.4090	0.0212	0.0688	0.0009	0.1301	0.0043	893.2	12.0	892.7	13.4	891.6	26.2
10NM06.2.10	55	365	0.0027	0.1498	1.4593	0.0227	0.0707	0.0009	0.2031	0.0007	899.8	16.2	913.7	14.2	947.6	27.3
10NM06.2.11	85	605	0.0025	0.1485	1.4021	0.0167	0.0685	0.0006	0.0806	0.0008	892.7	14.8	889.8	10.6	882.8	18.4
10NM06.2.12	53	365	0.0018	0.1491	1.4330	0.0184	0.0697	0.0008	0.1482	0.0019	896.1	11.0	902.8	11.6	919.2	22.9
10NM06.2.13	83	587	0.0024	0.1477	1.4192	0.0193	0.0697	0.0008	0.0868	0.0003	888.1	14.5	897.0	12.2	919.1	22.5
10NM06.2.14	53	400	0.0014	0.1314	1.2554	0.0197	0.0693	0.0010	0.2338	0.0035	795.9	8.6	825.8	12.9	907.3	30.0
10NM06.2.15	46	313	0.0019	0.1448	1.3736	0.0182	0.0688	0.0008	0.2629	0.0031	871.5	11.4	877.7	11.6	893.4	23.0
10NM06.2.16	76	533	0.0018	0.1494	1.4348	0.0164	0.0696	0.0007	0.0752	0.0005	897.7	10.8	903.6	10.3	917.9	19.7
10NM06.2.17	98	708	0.0021	0.1466	1.4033	0.0162	0.0694	0.0006	0.0650	0.0003	881.7	12.5	890.3	10.3	912.0	18.9
10NM06.2.18	50	342	0.0013	0.1488	1.4384	0.0169	0.0701	0.0008	0.2057	0.0029	894.1	8.0	905.1	10.6	931.8	22.3
10NM06.2.19	24	132	0.0014	0.1479	1.4257	0.0293	0.0699	0.0014	1.0614	0.0090	888.9	8.3	899.8	18.5	926.5	40.2
10NM06.2.20	73	558	0.0026	0.1360	1.2809	0.0160	0.0683	0.0006	0.1036	0.0038	822.1	15.6	837.3	10.5	877.8	18.8
10NM06.2.21	83	730	0.0014	0.1137	1.2266	0.0122	0.0782	0.0010	0.0990	0.0016	694.1	8.5	812.8	8.1	1153.2	24.2
10NM06.2.22	31	205	0.0025	0.1468	1.4434	0.0255	0.0713	0.0010	0.3741	0.0050	882.8	14.8	907.1	16.0	966.8	28.5
10NM06.2.23	69	473	0.0020	0.1497	1.4324	0.0164	0.0694	0.0007	0.1567	0.0016	899.2	11.8	902.6	10.3	910.8	20.0
10NM06.2.24	70	495	0.0023	0.1485	1.4304	0.0189	0.0698	0.0007	0.0820	0.0014	892.7	13.9	901.7	11.9	923.9	22.0
10NM06.2.25	55	386	0.0015	0.1473	1.4615	0.0177	0.0720	0.0008	0.0980	0.0005	885.8	9.3	914.6	11.1	984.8	23.1
10NM06.2.26	63	429	0.0016	0.1509	1.4526	0.0163	0.0698	0.0007	0.1381	0.0031	906.2	9.7	911.0	10.2	922.5	20.1
10NM06.2.27	61	421	0.0019	0.1461	1.4932	0.0184	0.0741	0.0008	0.1644	0.0033	879.0	11.5	927.6	11.4	1045.1	21.5
10NM06.2.28	62	435	0.0014	0.1486	1.4332	0.0150	0.0699	0.0006	0.0844	0.0010	893.1	8.6	902.9	9.5	926.8	18.4
10NM06.2.29	41	267	0.0011	0.1514	1.4413	0.0183	0.0690	0.0008	0.2604	0.0034	908.8	6.7	906.3	11.5	900.1	24.0
10NM06.2.30	32	206	0.0016	0.1476	1.3749	0.0229	0.0675	0.0010	0.3352	0.0005	887.7	9.8	878.3	14.6	854.4	31.0
10NM06.2.31	52	364	0.0014	0.1497	1.4334	0.0161	0.0694	0.0007	0.0820	0.0010	899.5	8.5	903.0	10.2	911.4	21.0
10NM06.2.32	25	165	0.0017	0.1478	1.4091	0.0302	0.0692	0.0014	0.2893	0.0047	888.5	10.5	892.8	19.1	903.4	41.8
10NM06.2.33	48	321	0.0025	0.1484	1.4309	0.0216	0.0699	0.0009	0.2175	0.0022	892.3	14.8	901.9	13.6	925.6	25.9
10NM06.2.34	52	355	0.0014	0.1512	1.3862	0.0177	0.0665	0.0008	0.1463	0.0015	907.8	8.5	883.1	11.3	821.6	23.6
10NM06.2.35	52	367	0.0022	0.1490	1.4160	0.0205	0.0689	0.0007	0.0633	0.0004	895.1	13.1	895.7	13.0	897.1	22.0
10NM06.2.36	49	339	0.0022	0.1471	1.4096	0.0177	0.0695	0.0007	0.1041	0.0005	884.7	13.5	893.0	11.2	913.7	21.3
10NM06.2.37	61	485	0.0013	0.1294	1.1691	0.0164	0.0655	0.0008	0.0826	0.0016	784.6	7.8	786.2	11.0	791.0	24.5
10NM06.2.38	81	620	0.0012	0.1329	1.4593	0.0145	0.0797	0.0007	0.0940	0.0006	804.3	7.1	913.7	9.1	1188.4	17.4
10NM06.2.39	16	107	0.0026	0.1481	1.4154	0.0377	0.0693	0.0016	0.1402	0.0038	890.3	15.4	895.4	23.9	908.0	47.0
10NM06.2.40	55	378	0.0017	0.1502	1.4041	0.0181	0.0678	0.0008	0.0771	0.0003	902.3	10.5	890.7	11.5	861.9	23.4

注:本样品年龄测试由天津地质矿产研究所同位素实验室完成



图6 二长花岗片麻岩(10NM06-2)中锆石的CL图

Fig.6 Concordia plot and relative probability density diagram of zircon ages in quartzite(10NM06)

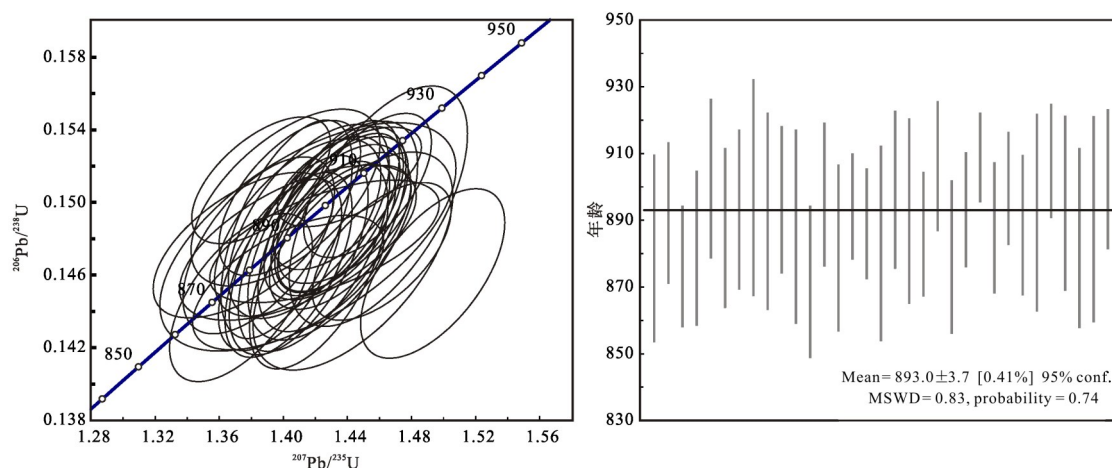


图7 二长花岗片麻岩(10NM06-2)中锆石的年龄谐和图与加权平均年龄图

Fig.7 CL images of zircon in Monzonitic granitic gneiss (10NM06-2)

石大理岩等组成,其原岩为一套碎屑至泥砂质建造。祖宗毛道组以石英岩和大理岩为主,其原岩为一套硅质碎屑-碳酸盐建造。关于阿拉善群(狭义)的沉积时代目前尚无定论。1/20万阿拉坦敖包幅区域地质报告依据大理岩中的核形石和叠层石等藻类化石与五台山地区溇沱群的藻类化石对比,推断其属于古元古代的沉积建造。耿元生等^[5]认为阿拉善群(狭义)可能形成于中元古代。本次研究的阿拉善群石英岩样品(10NM06)的碎屑锆石测年结果显示石英岩的形成时代应小于~1210 Ma,与耿元生等^[4]在毕几尔台采集的阿拉善群乌拉岩组石英岩中锆

石测试结果相近。而与石英岩呈侵入关系接触的眼球状黑云母二长花岗片麻岩(10NM06-2)的年龄为893±4 Ma,因此,阿拉腾敖包一带的阿拉善群(狭义)应形成于1200~900 Ma之间,属中元古代晚期-新元古代早期的沉积建造。

目前学术界对阿拉善地区变质基底的归属存在不同的意见。一种看法是:阿拉善地块属于华北克拉通,与其他陆核或微陆块共同构成华北克拉通早前寒武纪变质基底。任纪舜等^[20]将“阿拉善地块”称“阿拉善台隆”为中朝准地台最西部的二级构造单元。后来诸多地质学家,如白瑾等^[21]、伍家善等^[22]、邓

晋福等^[23]、翟明国等^[24-25]、赵国春等^[26-28]、陈志勇等^[2]、耿元生等^[19]、宫江华等^[29-31],在论述华北克拉通早前寒武纪构造演化时,有许多证据支持将“阿拉善地块”作为华北克拉通之上早期的微陆块或者陆核。

另一种看法则表示阿拉善地块属于塔里木或扬子克拉通。自2000年以后,地质学家们陆续在阿拉善地块发现了新元古代岩浆活动的地质记录^[32-34]。这些地质记录在华北古陆范围内是不存在的,因此一些学者提出了该区不属于华北古陆的新认识。葛肖虹等^[35, 36]、李廷栋等^[37]将阿拉善地块归入西域岩石圈块体。郭进京等^[38]也提出过柴达木-祁连-阿拉善统一地块与扬子地块关系密切,在震旦纪之前可能属于扬子地块的组成部分。陆松年等^[39]认为阿拉善微陆块和欧龙布鲁克微陆块在前晋宁期都属于塔里木陆块东缘的微陆块。另外,耿元生等^[33-34]、彭润民等^[40],他们的年龄数据和陆松年等^[39]在中央造山带内北塔里木库鲁克塔格、柴达木南、北缘、秦岭等地发现有较强烈的新元古代早期岩浆活动是一致的,说明阿拉善地块的基底和塔里木、柴达木地块一样形成于晋宁期,属于“扬子型”基底。

还有一类看法是阿拉善地块可能属于独立的块体或造山带中的微陆块。最早黄汲清等^[41]曾提出阿拉善地块固结时代为晋宁期,杨振德等^[42]和王萍等^[43]分别从地质和地震活动图像方面提出阿拉善断块或活动块体是晋宁期从华北古陆上分离出的一个小块体,周围是形成稍晚的断褶带。王廷印等^[44]认为阿拉善地块是华北古陆的西延部分,但在晚古生代转变为活动大陆边缘。张振法等^[45, 46]据古地磁研究提出阿拉善-敦煌地块与华北地块在寒武纪、奥陶纪时古纬度接近,属同一块体。李俊健等^[47-48]据对阿拉善地块古生代花岗岩Sm、Nd多元同位素示踪研究,提出阿拉善地块整体上可能为亲兴蒙造山带微陆群的微陆块。郑昭昌等^[49]认为阿拉善地块是界于华北地台与塔里木地台之间较小的独立的稳定地块,该地块的南北缘在早古生代分别构成活动大陆边缘。李锦轶等^[50]、张进等^[51]根据新资料并结合获得的碎屑锆石年龄资料,推测华北与阿拉善两个古陆拼合发生在中奥陶世或之后才拼贴在一起。陆松年等最近在开展华北克拉通早前寒武纪变质基底边界研究的过程中也认为,阿拉善地块的演化特征与华北克拉通之上其他几个古老地块(陆核)的演化特征明显不同。

本次工作得到阿拉善群(狭义)的形成时代为

1200~900 Ma,碎屑锆石年龄谱以1400~1800 Ma占主体。柴达木盆地北缘的沙柳河岩群^[52]、鱼卡河岩群^[53]以及陆松年等^[54]对比的秦祁昆造山带的北大河岩群、湟源岩群、化隆岩群、金水口岩群、陡岭岩群和秦岭岩群有相似的形成时代(中新元古代)1190~928 Ma^[52, 54-57]和碎屑锆石年龄特征(1400~1800 Ma中元古代锆石年龄高频区),其特点与本文样品中元古代碎屑锆石年龄分布非常相似。阿拉善地块目前并没有中元古代岩浆事件报道,因此认为中元古代碎屑物质可能来自祁连地块。阿拉善地块虽受到了华北克拉通以孔兹岩系为特征的古元古代晚期的造山带的影响^[19],但与华北克拉通明显不同的是,阿拉善地区的前寒武纪变质基底受到了古生代构造热事件的明显改造^[5, 34],再参考宫江华等人的证据^[29-31],笔者更倾向于阿拉善地块可能是一个独立地块,其不同阶段有自己的演化特征。

参考文献:

- [1] 霍福臣,曹景轩,董燕生,等. 贺兰山—阿拉善地区下、中前寒武系的划分对比及其变质、成矿作用特征[J]. 长春地质学院学报,1987,(01): 35-46.
- [2] 陈志勇,杨帅师,孟二根,等. 内蒙古阿拉善左旗巴音诺日公地区前寒武系的厘定[J]. 地质通报,2004,(04):345-351.
- [3] 耿元生,王新社,沈其韩,等. 内蒙古阿拉善地区前寒武纪变质基底阿拉善群的再厘定[J]. 中国地质,2006,(01):138-145.
- [4] 耿元生,周喜文,王新社,等. 内蒙古贺兰山地区古元古代晚期的花岗岩浆事件及其地质意义:同位素年代学的证据[J]. 岩石学报,2009,(08): 1830-1842.
- [5] 耿元生,王新社,沈其韩,等. 内蒙古阿拉善地区前寒武纪变质岩系形成时代的初步研究[J]. 中国地质,2007,(02): 251-261.
- [6] 李俊建,骆辉,陈安蜀,等. 内蒙阿拉善地区成矿远景区划[J]. 矿床地质,2002,(S1): 152-155.
- [7] 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,(S1): 26-30.
- [8] Liu Y, Hu Z, Gao S, et al. In situ analysis of major and trace elements of anhydrous minerals by LA-ICP-MS without applying an internal standard[J]. Chemical Geology, 2008, 257(1): 34-43.
- [9] Liu Y, Hu Z, Zong K, et al. Reappraisal and refinement of zircon U-Pb isotope and trace element analyses by LA-ICP-MS[J]. Chinese Science Bulletin. 2010, 55(15): 1535-1546.
- [10] Liu Y, Gao S, Hu Z, 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]. Journal of Petrology. 2010, 51(1-2):

- 537-571.
- [11] Ludwig K R. User's manual for Isoplot 3.00: a geochronological toolkit for Microsoft Excel[M]. Kenneth R. Ludwig, 2003.
- [12] 简平,程裕淇,刘敦一. 变质锆石成因的岩相学研究——高级变质岩U-Pb年龄解释的基本依据[J]. 地学前缘, 2001,(03):183-191.
- [13] 吴元保,郑永飞. 锆石成因矿物学研究及其对U-Pb年龄解释的制约[J]. 科学通报, 2004,(16):1589-1604.
- [14] 李长民. 锆石成因矿物学与锆石微区定年综述[J]. 地质调查与研究, 2009,(03): 161-174.
- [15] 唐俊华,顾连兴,张遵忠,等. 咸水泉片麻状花岗岩锆石热液增生边阴极发光及稀土元素特征[J]. 自然科学进展, 2008,(07):769-777.
- [16] 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, 2002,(01):64-70.
- [17] Hermann J, Rubatto D, Korsakov A, et al. Multiple zircon growth during fast exhumation of diamondiferous, deeply subducted continental crust (Kokchetav Massif, Kazakhstan)[J]. Contributions to Mineralogy and Petrology, 2001, 141(1): 66-82.
- [18] Black L P, Kamo S L, Williams I S, et al. The application of SHRIMP to Phanerozoic geochronology; a critical appraisal of four zircon standards[J]. Chemical Geology, 2003, 200(1-2): 171-188.
- [19] 耿元生,王新社,吴春明,等. 阿拉善变质基底古元古代晚期的构造热事件[J]. 岩石学报, 2010(04): 1159-1170.
- [20] 黄汲清,任纪舜,姜春发,等. 中国大地构造及其演化[M]. 北京: 科学出版社, 1980,214.
- [21] 白瑾,黄学光,王惠初,等. 中国前寒武纪地壳演化[M]第二版. 北京: 地质出版社, 1996,259.
- [22] 伍家善,耿元生,沈其韩,等. 华北陆台早前寒武纪重大地质事件[M]. 北京: 地质出版社, 1991,115.
- [23] 邓晋福,吴宗絮,赵国春,等. 华北地台前寒武花岗岩类、陆壳演化与克拉通形成[J]. 岩石学报, 1999,(02): 31-39.
- [24] 翟明国,郭敬辉,赵太平. 新太古-古元古代华北陆块构造演化的研究进展[J]. 前寒武纪研究进展, 2001,(01): 17-27.
- [25] 翟明国. 克拉通化与华北陆块的形成[J]. 中国科学:地球科学, 2011,(08): 1037-1046.
- [26] Zhao G, Cawood P A, Wilde S A, et al. Metamorphism of basement rocks in the Central Zone of the North China Craton: implications for Paleoproterozoic tectonic evolution[J]. Precambrian Research, 2000, 103(1): 55-88.
- [27] Zhao G, Sun M, Wilde S A, et al. A Paleo-Mesoproterozoic supercontinent: assembly, growth and breakup [J]. Earth-Science Reviews, 2004, 67(1): 91-123.
- [28] 赵国春. 华北克拉通基底主要构造单元变质作用演化及其若干问题讨论[J]. 岩石学报, 2009, 25(8): 1772-1792.
- [29] 宫江华,张建新,于胜尧. 阿拉善地块南缘龙首山岩群及相关岩石的起源和归属——来自LA-ICP-MS锆石U-Pb年龄的制约[J]. 岩石矿物学杂志, 2011, 30(5): 795-818.
- [30] 宫江华,张建新,于胜尧,等. 西阿拉善地块~2.5 Ga TTG岩石及地质意义[J]. 科学通报, 2012,(Z2): 2715-2730.
- [31] 宫江华,张建新,于胜尧. 阿拉善地块南缘龙首山东段“龙首山岩群”的再厘定——来自碎屑锆石U-Pb定年的证据[J]. 岩石矿物学杂志, 2013,(01): 1-22.
- [32] 李献华,苏犁,宋彪,等. 金川超镁铁侵入岩SHRIMP锆石U-Pb年龄及地质意义[J]. 科学通报, 2004,(04): 401-402.
- [33] 耿元生,王新社,沈其韩,等. 阿拉善地区新元古代晋宁期变形花岗岩的发现及其地质意义[J]. 岩石矿物学杂志, 2002,(04): 412-420.
- [34] 耿元生,周喜文. 阿拉善地区新元古代岩浆事件及其地质意义[J]. 岩石矿物学杂志, 2010, 29(06): 779-795.
- [35] 葛肖虹,刘俊来. 被肢解的“西域克拉通”[J]. 岩石学报, 2000,(01):59-66.
- [36] 葛肖虹,马文璞,刘俊来,等. 对中国大陆构造格架的讨论[J]. 中国地质, 2009,(05):949-965.
- [37] 李廷栋. 中国岩石圈构造单元[J]. 中国地质, 2006,(04): 700-710.
- [38] 郭进京,张国伟,陆松年,等. 中国新元古代大陆拼合与Rodinia超大陆[J]. 高校地质学报, 1999,(02):29-37.
- [39] 陆松年,于海峰,金巍,等. 塔里木古大陆东缘的微大陆块体群[J]. 岩石矿物学杂志, 2002,(04):317-326.
- [40] 彭润民,翟裕生,王建平,等. 内蒙狼山新元古代酸性火山岩的发现及其地质意义[J]. 科学通报, 2010,(26): 2611-2620.
- [41] 黄汲清,任纪舜,姜春发,等. 中国大地构造基本轮廓[J]. 地质学报, 1977, 51(02):117-136.
- [42] 杨振德,潘行适,杨易福,等. 阿拉善断块层间滑动断裂和推覆构造[J]. 地质科学, 1986,(03):201-210.
- [43] 王萍,王增光. 阿拉善活动块体的划分及归宿[J]. 地震, 1997,(01): 103-112.
- [44] 王廷印,王金荣,刘金坤,等. 宗乃山-沙拉扎山陆壳基底火山弧火成岩组合及地球化学特征[J]. 地球化学, 1994,(S1): 162-172.
- [45] 张振法,李超英,牛颖智. 阿拉善——敦煌陆块的性质、范围及其构造作用和意义[J]. 内蒙古地质, 1997,(02):1-14.
- [46] 张振法. “北山晚华力西地槽褶皱带”(西阿拉善)的性质、归属及有关问题探讨[J]. 内蒙古地质, 1997,(01): 24-33.
- [47] 李俊建,翟裕生,桑海清,等. 内蒙古阿拉善欧布拉格铜-金矿床的成矿时代[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2010,(04): 323-327.
- [48] 李俊建,翟裕生,杨永强,等. 再论内蒙古阿拉善朱拉扎嘎金矿的成矿时代:来自锆石SHRIMP-U-Pb年龄的新证据[J]. 地学前缘, 2010,(02): 178-184.
- [49] 郑昭昌. 贺兰石及其成因[J]. 地球, 1986,(03): 22.
- [50] 李锦轶,张进,曲军峰. 华北与阿拉善两个古陆在早古生代晚期拼合——来自宁夏牛首山沉积岩系的证据[J]. 地质论评, 2012,(02): 208-214.
- [51] 张进,李锦轶,刘建峰,等. 早古生代阿拉善地块与华北地块之间的关系:来自阿拉善东缘中奥陶统碎屑锆石的

- 信息[J]. 岩石学报, 2012, (09): 2912–2934.
- [52] 王惠初, 袁桂邦, 辛后田, 等. 柴达木盆地北缘鱼卡河岩群的地质特征和时代[J]. 地质通报, 2004, (04): 314–321.
- [53] 辛后田, 周世军, 王惠初, 等. 柴达木盆地北缘“沙柳河岩群”的重新启用[J]. 西北地质, 2004, (01): 26–33.
- [54] 陆松年, 陈志宏, 李怀坤, 等. 秦岭造山带中两条新元古代岩浆岩带[J]. 地质学报, 2005, (02): 165–173.
- [55] 陆松年, 于海峰, 李怀坤, 等. “中央造山带”早古生代缝合带及构造分区概述[J]. 地质通报, 2006, (12): 1368–1380.
- [56] 陆松年, 李怀坤, 王惠初, 等. 秦–祁–昆造山带元古宙副变质岩层碎屑锆石年龄谱研究[J]. 岩石学报, 2009, (09): 2195–2208.
- [57] 陆松年, 李怀坤, 相振群. 中国中元古代同位素地质年代学研究进展述评[J]. 中国地质, 2010, 37(4): 1002–1013.

Formation Age of Alxa Group-complex (Special) in Alxa Area, Inner Mongolia

XIAO Zhi-bin, KANG Jian-li*, WANG Hui-chu, GAO Zhi-rui,

XIANG Zhen-qun, CHU Hang, REN Yun-wei

(1. Tianjin Centre, China Geological Survey, Tianjin 300170, China)

Abstract: The Alxa Group-complex(Special) is mainly located in Yabrai Hill, Bayan Urals and Altan Obo in Inner Mongolia, which consists of biotite schist, garnet biotite schist, staurolite two-mica schist, quartzite and marble. By LA-MC-ICP-MS U-Pb Dating, this study gets the age of 1206 ~ 3132 Ma from detrital zircons of the quartzite. The youngest ages (~ 1206 Ma) indicate that the formation age of the quartzite is younger than 1206 Ma. Simultaneously, the Zircon U-Pb age of augen biotite monzonite granite gneiss intruding into Alxa Group-complex is ~ 893 Ma. In summary, it is suggested that The Alxa Group-complex (Special) should form between 1206 ~ 893 Ma, belonging to the late Proterozoic-Early Neoproterozoic sedimentary formation.

Key words: Alxa Group-complex; chronology; formation age; Alxa area; Inner Mongolia

Geochemical Characteristics, Zircon U – Pb Age of the Early Permian Alkaline Granite and Its Geological Significance in the Aershanbulage, Inner Mongolia

XIAO Zhong-jun

(No.1 Institute of Geological and Mineral Resources Survey, Development of Geology and Mineral Resources
of Henan Province, Luoyang 471000, China)

Abstract: The authors carry out some geochemical analysis on a alkaline granite pluton in the Aershanbulage, Inner Mongolia. The age of this pluton is around 297 ± 3 Ma ~ 295.8 ± 1.4 Ma according to the U-Pb dating by LA-ICP-MS. Rock generally contains aegirine, riebeckite, such as alkaline dark minerals, and with high silicon, alkali rich, poor FeO, MgO style characteristics. Aluminium saturation index A/CNK is between 0.85 ~ 1.02. Trace elements are rich in Rb, Th, Zr, Hf and depleted of Ba, Ti, Nb, Sr, P. The LREE of these samples are highly differentiated, but the HREE present flat distributions. The element of Eu displays obvious negative anomaly with the δEu between 0.25 and 0.69. All the geochemical features above define this monzontic granite as the A-type granite, indicating the early Permian area has entered the post-tectonic tectonic environment.

Key words: Aershanbulage; alkaline granite; Zircon U - Pb age; A-type granite