

# 蚌埠隆起区五河杂岩的形成时代： 锆石 LA-ICP-MS U-Pb 定年证据

许文良<sup>1</sup> 杨德彬<sup>1</sup> 裴福萍<sup>1</sup> 杨承海<sup>1</sup> 柳小明<sup>2</sup> 胡兆初<sup>2</sup>

(1. 吉林大学地球科学学院, 吉林 长春 130061; 2. 西北大学大陆动力学重点实验室, 陕西 西安 710067)

**摘要:** 本文对蚌埠隆起区五河杂岩中的石榴斜长辉石岩进行了锆石 LA-ICP-MS U-Pb 定年研究。采自凤阳独山石榴斜长辉石岩中锆石的阴极发光图像显示出 3 种结构特征, 一种为均匀吸收的自形锆石; 另一种为内部结构清晰, 具有典型核边结构的锆石; 第三种为具有典型生长环带的自形锆石。对锆石吸收程度不同部位测定的 U-Pb 定年结果表明,  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  年龄介于  $(1783 \pm 8) \text{ Ma} \sim (1895 \pm 8) \text{ Ma}$ , 49 个测点的加权平均年龄为  $(1833 \pm 8) \text{ Ma}$ 。这一结果表明, 蚌埠隆起区五河杂岩的形成时代为古元古代。这与华北克拉通中央造山带的形成时间及胶东高压麻粒岩相变质作用的时间相吻合, 进而暗示五河杂岩应属于华北克拉通的基底。

**关键词:** 五河杂岩; 锆石; U-Pb 定年; 蚌埠隆起

**中图分类号:** P597 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3657(2006)01-0132-06

华北克拉通早期的形成与演化一直是地质学家们关注的科学问题之一。华北克拉通中部带和辽东、胶东地区是华北克拉通早前寒武纪地质演化研究的热点地区<sup>[1-6]</sup>。然而, 作为华北克拉通重要组成部分的蚌埠隆起区研究程度很低, 主要工作为 1:20 万地质调查的结果和安徽省区域地质志的认识, 即蚌埠隆起区的五河杂岩形成于新太古代<sup>[1]</sup>和古元古代<sup>①</sup>。随着近年来对位于蚌埠隆起区内“混合”花岗岩定年研究工作的深入, 改变了“混合”花岗岩形成时代的认识(原定为新太古代, 现为中生代)<sup>[7-10]</sup>。这些结果给笔者对该类花岗岩围岩——五河杂岩的形成时代提出了疑问, 它们是否为新太古代的产物? 这正是本文所要回答的问题。

## 1 地质背景

蚌埠隆起位于华北克拉通的东南部, 东临郯庐断裂带, 南为合肥盆地和大别造山带(图 1)。隆起区内出露的主要地质体包括, 原定时代为晚太古代或古元古代的五河杂岩和各类混合花岗岩、混合花岗闪长岩、混合二长花岗岩和混合正长花岗岩<sup>[11]</sup>。前者主要包括变质镁铁质岩系和表壳岩系, 主要岩石类型有石榴斜长辉石岩、石榴辉石角闪岩、石榴斜长片麻岩、蛇纹石化大理岩、辉石麻粒岩等。此外, 区内南部有

中元古界、新元古界和寒武系出露。它们与北侧的五河杂岩共同构成一个背斜构造, 具有变质核杂岩之特征。东部郯庐断裂内还分布有中、新生代地层。

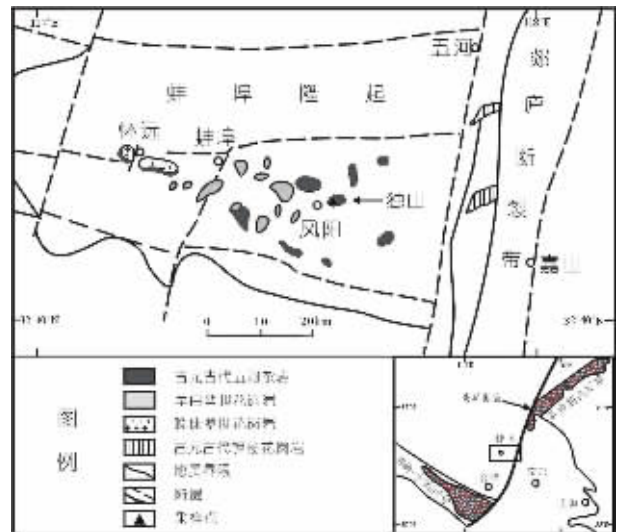


图 1 蚌埠隆起区地质略图

Fig.1 Geological sketch map of the Bengbu uplift

收稿日期: 2005-06-28; 改回日期: 2005-09-30

基金项目: 国家自然科学基金(40472033, 40133020)和西北大学大陆动力学重点实验室开放基金项目资助。

作者简介: 许文良, 男, 1959 年生, 博士, 教授, 从事岩石学研究; E-mail: xuwl@jlu.edu.cn。

① 安徽省地质局区域地质调查队. 1:20 万蚌埠幅区域地质调查报告, 1979.

## 2 样品描述与分析方法

所分析样品产自凤阳县北部的独山采石场,岩石类型为石榴斜长辉石岩,中粗粒结构,块状构造。主要组成矿物为单斜辉石、斜长石和石榴石,根据发育的裂理和消光角确定该单斜辉石为易剥辉石变种。石榴石和单斜辉石的外侧有角闪石的退变边,同时石榴石的外侧可见到由斜长石构成的退变圈(所谓的白眼圈),其中的副矿物为锆石、磷灰石、黄铁矿和磁铁矿。

锆石用常规方法将样品粉碎,并用浮选和电磁选方法进行分选,再在双目镜下挑选出晶形和透明度较好的锆石颗粒,然后将其与标准锆石 91500 和 TEMORA 1 一起粘贴在环氧树脂表面,抛光后将待测锆石进行透射光、反射光、阴极发光和背散射扫描电镜显微照相。通过对阴极发光图像分析,选择吸收程度均匀的区域进行分析。应用标准锆石 91500 进行分

馏校正。锆石 U-Pb 同位素分析在西北大学大陆动力学重点实验室的 LA-ICP-MS 仪器上用标准测定程序进行。详细的实验原理和流程见参考文献[12]。利用本方法对标准锆石 TEMORA 1 作为未知样品测定获得的年龄为  $(415 \pm 4)\text{Ma}$  ( $\text{MSWD}=0.112, n=24$ )<sup>[12]</sup>,该锆石的 ID-TIMS 年龄为  $(416.75 \pm 0.24)\text{Ma}$ 。激光束的束斑为  $20\ \mu\text{m}$ 。实验获得的数据采用 Andersen<sup>[13]</sup>的方法进行同位素比值的校正,以扣除普通 Pb 的影响。所给定的同位素比值和年龄的误差(标准偏差)在  $1\sigma$  水平。

从阴极发光图像(图 2)中可以看出,蚌埠独山石榴斜长辉石岩中的锆石具有 3 种结构特征,其一为内部结构清晰,核边结构明显,内部具有生长环带(岩浆成因特征),外侧为无生长环带(变质成因特征)的锆石,该类锆石占主体(图 2-a, 2-c, 2-d);其二为内部结构均匀,多呈长条状,吸收程度均匀的锆石(图 2-b);其三为具有岩浆生长环带的锆石,其边部没有形成退变边(图 2-b)。

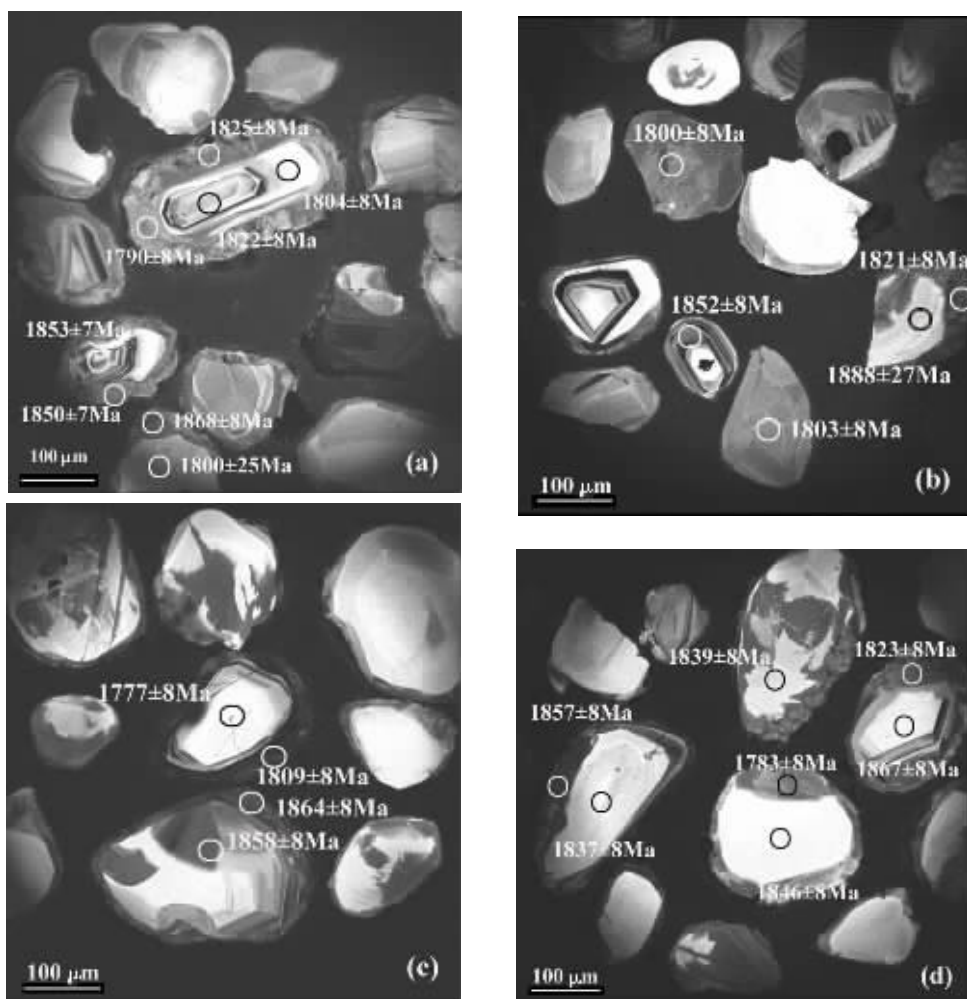


图 2 蚌埠石榴斜长辉石岩中锆石的阴极发光(CL)图像

Fig.2 Cathodoluminescence (CL) images of selected zircons from the Bengbu garnet-plagioclase pyroxenite

表 1 蚌埠石榴斜长辉石岩中锆石 LA-ICP-MS U-Pb 分析结果  
Table 1 LA-ICP-MS zircon U-Pb analytical results of the Bengbu Grt-Pl pyroxenite

测点	Th <sup>232</sup> /10 <sup>-6</sup>	U <sup>238</sup> /10 <sup>-6</sup>	Th/U	Pb <sup>206</sup> /10 <sup>-6</sup>	同位素年龄/Ma									同位素比值					
					<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1σ	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	1σ	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	1σ	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1σ	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	1σ	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	1σ	<sup>206</sup> Pb/ <sup>232</sup> Th	1σ	
BB0-1	1.83	20.12	0.09	26	1839	8	1733	8	1648	13	0.1124	0.0012	4.512	0.043	0.2914	0.0027	0.07433	0.00095	
BB0-2	41.35	232.04	0.18	318.4	1838	7	1783	8	1738	14	0.1124	0.0011	4.791	0.043	0.3094	0.0028	0.07759	0.00055	
BB0-4	22.55	137.15	0.16	186.3	1841	7	1776	8	1723	14	0.1125	0.0011	4.750	0.043	0.3064	0.0028	0.08076	0.00058	
BB0-5	32.51	143.05	0.23	205.6	1808	8	1808	8	1810	14	0.1105	0.0011	4.936	0.045	0.3242	0.0029	0.08362	0.00060	
BB0-6	5.56	23.68	0.24	32.9	1842	8	1797	8	1760	14	0.1126	0.0012	4.871	0.046	0.3140	0.0029	0.07835	0.00066	
BB0-8	6.73	30.37	0.22	38.5	1817	8	1685	8	1582	13	0.1111	0.0012	4.257	0.040	0.2782	0.0025	0.07077	0.00060	
BB0-9	12.65	75.22	0.17	109.9	1843	8	1840	8	1837	14	0.1127	0.0011	5.121	0.047	0.3298	0.0030	0.08920	0.00066	
BB0-10	48.18	164.35	0.29	220.9	1853	7	1773	8	1708	14	0.1133	0.0011	4.733	0.043	0.3033	0.0028	0.08445	0.00060	
BB0-11	96.31	265.66	0.36	370.5	1850	7	1803	8	1764	14	0.1131	0.0011	4.904	0.044	0.3147	0.0029	0.08888	0.00062	
BB0-12	28.54	110.51	0.26	144.0	1822	8	1734	8	1662	13	0.1114	0.0011	4.514	0.041	0.2941	0.0027	0.07394	0.00053	
BB0-13	12.6	58.33	0.22	79.6	1804	8	1764	8	1732	14	0.1103	0.0011	4.682	0.043	0.3081	0.0028	0.08056	0.00059	
BB0-14	40.96	166.81	0.25	240.3	1790	8	1793	8	1796	14	0.1095	0.0011	4.844	0.044	0.3212	0.0029	0.08490	0.00060	
BB0-15	47.88	133.85	0.36	173.3	1825	8	1730	8	1653	13	0.1116	0.0011	4.495	0.041	0.2923	0.0027	0.07571	0.00054	
BB0-16	2.2	14.21	0.16	20.2	1868	8	1828	8	1793	14	0.1143	0.0012	5.050	0.048	0.3207	0.0029	0.09195	0.00094	
BB0-18	4.43	22.28	0.20	32.4	1836	8	1832	8	1829	15	0.1122	0.0012	5.075	0.049	0.3281	0.0030	0.08804	0.00079	
BB0-19	30.38	168.57	0.18	238.9	1809	8	1798	8	1790	14	0.1106	0.0011	4.877	0.044	0.3200	0.0029	0.08354	0.00059	
BB0-20	149.0	628.07	0.24	838.1	1844	7	1764	8	1698	14	0.1127	0.0011	4.682	0.042	0.3014	0.0027	0.08014	0.00056	
BB0-21	240.27	864.3	0.28	1254.5	1848	7	1837	8	1828	14	0.1130	0.0011	5.105	0.046	0.3279	0.0030	0.08677	0.00061	
BB0-22	526.64	1672.5	0.32	2420.7	1847	7	1834	8	1823	14	0.1129	0.0011	5.088	0.046	0.3269	0.0030	0.08759	0.00061	
BB0-23	16.57	159.41	0.10	228.0	1802	8	1803	8	1805	14	0.1102	0.0011	4.904	0.044	0.3231	0.0029	0.10587	0.00077	
BB0-24	30.66	147.87	0.21	201.1	1802	8	1761	8	1727	14	0.1101	0.0011	4.663	0.042	0.3072	0.0028	0.08577	0.00061	
BB0-25	35.13	203.01	0.17	281.6	1854	8	1801	8	1758	14	0.1133	0.0011	4.896	0.044	0.3134	0.0029	0.08375	0.00060	
BB0-26	168.08	624.88	0.27	918.5	1841	8	1845	8	1849	15	0.1125	0.0011	5.152	0.047	0.3321	0.0030	0.08891	0.00063	
BB0-27	20.53	83.54	0.25	119.2	1844	8	1821	8	1801	14	0.1127	0.0011	5.009	0.046	0.3224	0.0029	0.08548	0.00063	
BB0-29	21.13	127.93	0.17	184.7	1822	8	1821	8	1821	14	0.1114	0.0011	5.011	0.046	0.3264	0.0030	0.08840	0.00065	
BB0-30	23.27	96.94	0.24	139.5	1803	8	1809	8	1815	14	0.1102	0.0011	4.941	0.045	0.3252	0.0030	0.08775	0.00064	
BB0-31	59.51	328.55	0.18	493.9	1852	8	1870	8	1886	15	0.1133	0.0011	5.304	0.048	0.3398	0.0031	0.09569	0.00068	
BB0-33	20.55	94.44	0.22	133.3	1821	8	1802	8	1785	14	0.1113	0.0011	4.896	0.045	0.3191	0.0029	0.09215	0.00067	
BB0-34	58.58	192.58	0.30	263.9	1800	8	1767	8	1740	14	0.1100	0.0011	4.700	0.043	0.3099	0.0028	0.08532	0.00061	
BB0-35	1.09	23.94	0.05	34.7	1895	8	1859	8	1828	15	0.1160	0.0012	5.242	0.049	0.3279	0.0030	0.07453	0.00141	
BB0-36	1.14	22.08	0.05	30.5	1797	8	1772	8	1752	14	0.1099	0.0011	4.729	0.045	0.3123	0.0029	0.08649	0.00136	
BB0-37	4.12	23.23	0.18	33.4	1888	8	1849	8	1815	14	0.1155	0.0012	5.176	0.049	0.3251	0.0030	0.09114	0.00079	
BB0-38	5.37	25.05	0.21	36.6	1776	8	1810	8	1840	15	0.1086	0.0011	4.944	0.047	0.3303	0.0030	0.08796	0.00074	
BB0-39	7.72	47.39	0.16	63.7	1858	8	1778	8	1712	14	0.1136	0.0012	4.762	0.044	0.3041	0.0028	0.07940	0.00062	
BB0-40	55.39	266.64	0.21	406.7	1864	8	1889	8	1911	15	0.1140	0.0011	5.424	0.049	0.3451	0.0032	0.10170	0.00073	
BB0-41	1.55	16.8	0.09	23.7	1777	8	1782	8	1786	14	0.1087	0.0011	4.782	0.046	0.3192	0.0029	0.09452	0.00115	
BB0-42	22.49	200.88	0.11	272.4	1809	8	1763	8	1725	14	0.1106	0.0011	4.679	0.043	0.3069	0.0028	0.08632	0.00063	
BB0-43	0.51	16.82	0.03	23.0	1838	8	1783	8	1737	14	0.1123	0.0012	4.791	0.046	0.3093	0.0028	0.03053	0.00249	
BB0-44	1.08	20.13	0.05	28.7	1880	8	1838	8	1801	14	0.1150	0.0012	5.110	0.049	0.3224	0.0030	0.09026	0.00149	
BB0-45	8.96	43.54	0.21	59.8	1805	8	1772	8	1744	14	0.1103	0.0011	4.727	0.044	0.3108	0.0029	0.08036	0.00064	
BB0-46	18.95	64.21	0.29	90.3	1844	8	1811	8	1783	14	0.1127	0.0011	4.950	0.046	0.3185	0.0029	0.08877	0.00066	
BB0-47	2.69	14.23	0.19	19.3	1837	8	1776	8	1724	14	0.1123	0.0012	4.747	0.046	0.3067	0.0028	0.07755	0.00082	
BB0-48	8.53	44.58	0.19	59.6	1857	8	1774	8	1705	14	0.1135	0.0012	4.738	0.044	0.3027	0.0028	0.08611	0.00068	
BB0-49	2.72	19.74	0.14	28.9	1783	8	1815	8	1843	15	0.1090	0.0011	4.977	0.048	0.3310	0.0031	0.09040	0.00094	
BB0-50	7.48	36.26	0.21	48.0	1846	8	1761	8	1690	14	0.1128	0.0012	4.663	0.043	0.2997	0.0028	0.08789	0.00069	
BB0-51	3.08	22.25	0.14	30.2	1867	8	1791	8	1726	14	0.1142	0.0012	4.833	0.046	0.3071	0.0028	0.08655	0.00080	
BB0-52	70.75	307.91	0.23	444.6	1823	8	1823	8	1824	15	0.1114	0.0011	5.024	0.046	0.3271	0.0030	0.09090	0.00066	
BB0-53	0.07	10.34	0.01	13.6	1839	8	1754	8	1684	14	0.1124	0.0012	4.626	0.047	0.2985	0.0028	0.06997	0.01698	
BB0-54	0.31	11.87	0.03	16.8	1828	9	1810	9	1794	15	0.1118	0.0013	4.943	0.053	0.3208	0.0030	0.07911	0.00063	

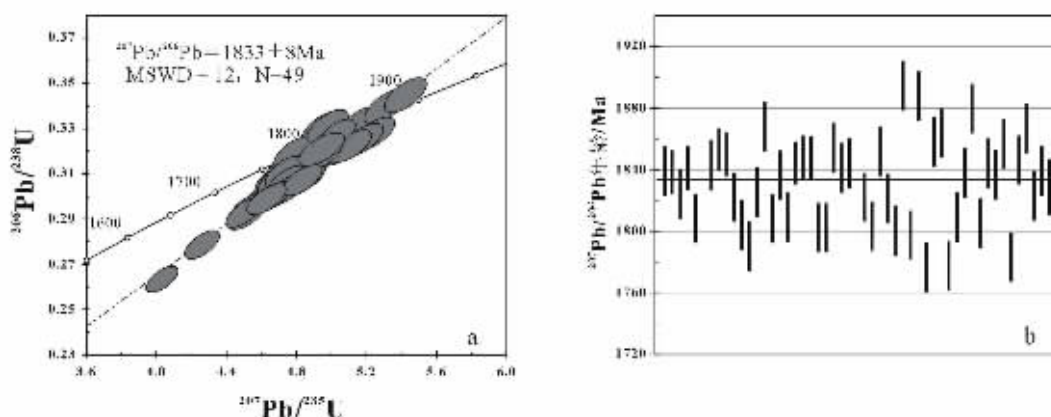


图 3 蚌埠石榴斜长辉石岩中锆石 LA-ICP-MS U-Pb 谐和图(a)和加权平均值(b)

Fig.3 LA-ICP-MS zircon U-Pb concordia diagram (a) and weighted mean age (b) of the Bengbu garnet-plagioclase pyroxenite

### 3 分析结果

从蚌埠隆起区独山石榴斜长辉石岩中锆石的 LA-ICP-MS U-Pb 定年结果(表 1)和所有的 U-Pb 同位素分析数据(图 3)中可以看出,虽然锆石的 CL 图像显示出不同的结构,如具有不同吸收程度的核边结构以及不同形态、不同吸收程度的锆石,其 U-Pb 测定年龄结果基本上相同,49 个测点的  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  年龄值为  $(1783\pm 8)\text{Ma}$ ~ $(1895\pm 8)\text{Ma}$ ,其加权平均值为  $(1833\pm 8)\text{Ma}$ 。这表明蚌埠隆起区五河杂岩的形成时代为古元古代。

### 4 讨论与结论

蚌埠隆起区五河杂岩的形成时代一直是该区地质研究中争论的问题之一。早在该区 1:20 万区域地质调查过程中,曾将五河杂岩的形成时代确定为古元古代<sup>①</sup>,而在安徽省区域地质志编写过程中,将其形成时代确定为新太古代<sup>[4]</sup>。从笔者对不同结构锆石所测定的 U-Pb 年龄结果来看,它们具有类似的年龄,即使是具有变质成因特征的锆石外侧生长边,其年龄与其内部具有岩浆成因特征锆石的年龄差别不大(图 2),结合锆石的 Th/U 比值(多数介于 0.11~0.36 之间,仅有 9 个测点 Th/U 比值小于 0.10,表 1)和锆石 CL 图像所显示的特征,可以认为  $(1833\pm 8)\text{Ma}$  的年龄应该是反映了该类岩石原岩形成的时代,即岩浆侵位结晶的年龄,而锆石边部具有变质成因特征的年龄与该类岩石原岩的形成年龄差别不大,暗示在岩浆结晶之后的不长时间便发生了变质作用。

对华北克拉通主要构造单元和演化的研究已经表明,东部与西部块体的聚合时间为古元古代  $(1800\sim 1870\text{Ma})$ <sup>[2]</sup>; Zhai 等<sup>[3]</sup>在研究苏鲁北段的石榴辉石麻粒岩时也得到了

$(1743\pm 79)\text{Ma}$ 、 $(1752\pm 30)\text{Ma}$  和  $(1846\pm 76)\text{Ma}$  的 Sm-Nd 等时线年龄,反映了高压麻粒岩相变质作用的发生与存在;唐俊等<sup>[9]</sup>对胶东地块西部变质岩锆石 U-Pb 定年结果表明,在 1700~1800 Ma 该区曾发生一次强烈的构造变质事件,在局部地区发生麻粒岩相变质作用和混合岩化作用<sup>[9]</sup>;李永刚等<sup>[13]</sup>对该区麻粒岩岩石的矿物内部 Sm-Nd 等时线测定的年龄为  $(1752\pm 30)\text{Ma}$ <sup>[13]</sup>。上述结果均表明,古元古代是华北克拉通内部高压麻粒岩相变质作用发生的最主要时期,表现为不同块体之间的拼合作用。蚌埠独山石榴斜长辉石岩中锆石  $(1833\pm 8)\text{Ma}$  的 U-Pb 年龄,结合蚌埠隆起区五河杂岩的近东西向展布特征,暗示该区可能是华北克拉通南缘的一个重要的古元古代构造岩浆拼合带。

近年来,对胶东地块东部变质岩以及大别山造山带超高压变质岩锆石 U-Pb 年龄的研究已经表明,它们的原岩都具有新元古代和古元古代至太古宙的年龄<sup>[5,15]</sup>。在华北克拉通与扬子克拉通相接触的部位,新元古代和古元古代至太古宙的年龄均有出现<sup>[16]</sup>。然而,目前普遍认为新元古代岩浆作用是扬子克拉通所具有的典型特征,华北克拉通普遍缺乏这一期岩浆活动<sup>[1,17-20]</sup>。结合这一原则,笔者认为,由于蚌埠隆起五河杂岩中没有新元古代年龄的显示,故认为五河杂岩应该属于华北克拉通的范畴。

**致谢:**衷心感谢河北廊坊区调所实验室李林庆主任在样品分选过程中给予的帮助,同时感谢西北大学大陆动力学重点实验室在锆石 LA-ICP-MS U-Pb 分析中给予的支持。

#### 参考文献(References):

- [1] Zhao G C. Paleoproterozoic assemblage of the North China Craton [J]. Geological Magazine, 2001, 138:89~91.

① 安徽省地质局区域地质调查队, 1:20 万蚌埠幅区域地质调查报告, 1979.



- [2] Zhao G C, Sun M, Wilde S W. Major tectonic units of the North China Craton and their Paleoproterozoic assembly [J]. Science in China (Series D), 2003, 46(1):23~46.
- [3] Zhai M G, Cong B L, Guo J H, et al. Sm-Nd geochronology and petrography of garnet pyroxene granulites in the northern Sulu region of China and their geotectonic implication [J]. Lithos, 2000, 52:23~33.
- [4] 李三忠, 韩宗珠, 刘永江, 等. 辽河群区域变质特征及其大陆动力学意义[J]. 地质论评, 2001, 47:9~18.  
Li Sanzhong, Han Zongzhu, Liu Yongjiang, et al. Continental dynamics and regional metamorphism in the Liaohe Group [J]. Geological Review, 2001, 47:9~18 (in Chinese with English abstract).
- [5] 唐俊, 郑永飞, 吴元宝, 等. 胶东地块东部变质岩锆石 U-Pb 定年和氧同位素研究[J]. 岩石学报, 2004, 20(5):1039~1062.  
Tang Jun, Zheng Yongfei, Wu Yuanbao, et al. Zircon U-Pb ages and oxygen isotopes of high-grade metamorphic rocks in the eastern part of the Shandong Peninsula [J]. Acta Petrologica Sinica, 2004, 20(5):1039~1062 (in Chinese with English abstract).
- [6] 唐俊, 郑永飞, 吴元宝, 等. 胶东地块西部变质岩锆石 U-Pb 定年和氧同位素研究[J]. 岩石学报, 2004, 20(5):1063~1086.  
Tang Jun, Zheng Yongfei, Wu Yuanbao, et al. Zircon U-Pb ages and oxygen isotopes of metamorphic rocks in the western part of the Shandong Peninsula [J]. Acta Petrologica Sinica, 2004, 20(5):1063~1086 (in Chinese with English abstract).
- [7] 靳克, 许文良, 王清海, 等. 蚌埠淮光“混合花岗岩长岩”的形成时代及源岩: 锆石 SHRIMP U-Pb 地质年代学证据[J]. 地球学报, 2003, 24(4):331~335.  
Jin Ke, Xu Wenliang, Wang Qinghai, et al. Formation time and sources of the Huaiguang “migmatitic granodiorite” in Bengbu, central China: evidence from SHRIMP zircon U-Pb geochronology [J]. Acta Geoscientia Sinica, 2003, 24(4):331~335 (in Chinese with English abstract).
- [8] 许文良, 王清海, 杨德彬, 等. 蚌埠荆山“混合花岗岩”SHRIMP 锆石 U-Pb 定年及其地质意义[J]. 中国科学(D辑), 2004, 34(5):423~428.  
Xu Wenliang, Wang Qinghai, Yang Debin, et al. SHRIMP zircon U-Pb dating in Jingshan “migmatitic granite”, Bengbu and its geological significance [J]. Science in China (series D), 2005, 48(2):185~191 (in Chinese).
- [9] 杨德彬, 许文良, 裴福萍, 等. 蚌埠隆起区混合花岗岩形成时代及岩浆源区性质: 锆石 LA-ICP-MS U-Pb 定年与示踪[J]. 地球化学, 2005, 34(5):443~454.  
Yang Debin, Xu Wenliang, Pei Fuping, et al. Chronology and magma source of granite in Bengbu uplift: LA-ICP-MS zircon U-Pb dating and tracing [J]. Geochemica, 2005, 34(5):443~454 (in Chinese with English abstract).
- [10] 徐祥, 侯明金, 邱瑞龙, 等. 华北陆块东南缘蚌埠地区花岗岩与相关脉岩  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  [J]. 中国地质, 2005, 32(4):588~595.  
Xu Xiang, Hou Mingjin, Qiu Ruiling, et al.  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  dating of granites and dikes in the Bengbu area on the southeastern margin of the North China block [J]. Geology in China, 2005, 32(4):588~595.
- [11] 安徽省地质矿产局. 安徽省区域地质志[M]. 北京:地质出版社, 1987. 262~468.  
Bureau of Geology and Mineral Resources of Anhui Province. Geological Memoirs of Anhui Province [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1987. 262~468 (in Chinese).
- [12] Yuan H L, Gao S, Liu X M, et al. Accurate U-Pb age and trace element determinations of zircon by Laser ablation - inductively coupled plasma mass spectrometry [J]. Geosand. Newsl., 2004, 28:353~370.
- [13] Andersen T. Correction of common lead in U-Pb analyses that do not report  $^{234}\text{Pb}$  [J]. Chem. Geol., 2002, 192:59~79.
- [14] 李永刚, 翟明国, 刘文军, 等. 胶东莱西地区高压麻粒岩的 Sm-Nd 同位素年代学[J]. 地质科学, 1997, 32(3):283~290.  
Li Yonggang, Zhai Mingguo, Liu Wenjun, et al. Sm-Nd geochronology of the high-pressure basic granulite in Laixi, Eastern Shandong [J]. Scientia Geologica Sinica, 1997, 32(3):283~290 (in Chinese with English abstract).
- [15] Zheng Y F, Fu B, Gong B, et al. Stable isotope geochemistry of ultrahigh pressure metamorphic rocks from the Dabie-Sulu orogen in China: Implications for geodynamics and fluid regime [J]. Earth Science Reviews, 2003, 62:105~161.
- [16] Zheng Y F. Neoproterozoic magmatic activity and global change [J]. Chinese Science Bulletin, 2003, 48(16):1705~1720.
- [17] Wan T F, Zeng H L. The distinctive characteristics of the Sino-Korean and the Yangtze plates [J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2002, 20:881~888.
- [18] 郭敬辉, 翟明国, 叶凯, 等. 胶东海阳所高压变质基性岩的岩石化学和地球化学[J]. 中国科学(D辑), 2002, 32(5):394~404.  
Guo Jinghui, Zhai Mingguo, Ye Kai, et al. Petrochemistry and geochemistry of HP metabasites from Haiyangsuo in Sulu UHP belt of eastern China [J]. Science in China (Series D), 2002, 32(5):394~404 (in Chinese).
- [19] Li Z X, Li X H, Kinny P D, et al. Geochronology of Neoproterozoic syn-rift magmatism in the Yangtze Craton, South China and correlations with other continents: evidence for a mantle superplume that broke up Rodinia [J]. Precambrian Research, 2003, 122:85~109.
- [20] 张宏远, 侯泉林, 曹代勇. 胶东东部中生代走滑逆冲构造带的超微构造研究[J]. 中国地质, 2005, 32(4):571~578.  
Zhang Hongyuan, Hou Quanlin, Cao Daiyong. Ultramicrostructure of the Mesozoic strikeslip thrust belt in eastern Jidong [J]. Geology in China, 2005, 32(4):571~578 (in Chinese with English abstract).

## Age of the Wuhe complex in the Bengbu uplift: evidence from LA-ICP-MS zircon U-Pb dating

XU Wen-liang<sup>1</sup>, YANG De-bin<sup>1</sup>, PEI Fu-ping<sup>1</sup>, YANG Cheng-hai<sup>1</sup>,  
LIU Xiao-ming<sup>2</sup>, HU Zhao-chu<sup>2</sup>

(1. College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061, Jilin, China;

2. Key Laboratory of Continental Dynamics, Northwest University, Xi'an 710069, Shaanxi, China)

**Abstract:** This paper reports the LA-ICP-MS zircon U-Pb dating results of garnet-plagioclase pyroxenite in the Wuhe complex in the Bengbu uplift. The cathodoluminescence (CL) images of zircons from the garnet-plagioclase pyroxenite show three textural types of zircon, i. e.: euhedral zircon of homogeneous absorption, zircons with a distinct internal structure and typical core-rim structure and euhedral zircons with typical growth zones. The zircon U-Pb dating of spots with different intensities of zircon absorption indicates that their  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  ages range from  $1783\pm 8$  to  $1895\pm 8$  Ma and that the weighted mean age of 49 analyzed spots is  $1833\pm 8$  Ma. This result suggests that the Wuhe complex was formed in the Paleoproterozoic, which is in agreement with the age of formation of the central orogenic belt of the North China craton and the age of high-pressure granulite-facies metamorphism in Jiaodong, and further implies that the Wuhe complex should belong to the basement of the North China craton.

**Key words:** Wuhe complex; zircon; LA-ICP-MS U-Pb dating; Bengbu uplift

**About the first author:** XU Wen-liang, male, born in 1959, Ph.D and professor, engages in the research on petrology; E-mail: xuwl@jlu.edu.cn.