



鲁西峰山岩体的形成时代

——锆石 SHRIMP U - Pb 定年的证据

王世进¹, 万渝生², 宋志勇¹, 杨恩秀¹, 王伟², 董春艳²

(1. 山东省地质调查院, 山东 济南 250013; 2. 中国地质科学院地质研究所北京离子探针中心, 北京 100037)

摘要: 峰山岩体主要岩性为片麻状花岗闪长岩及斑状片麻状花岗闪长岩, 根据新测的锆石 SHRIMP U - Pb 年龄结果, 片麻状花岗闪长岩为 $(2\ 526 \pm 10)$ Ma, 斑状片麻状花岗闪长岩为 $(2\ 514 \pm 18)$ Ma, 其形成时代确定为新太古代晚期。该岩套出露于鲁西新太古代早期泰山岩群和英云闪长质片麻岩、条带状英云闪长质片麻岩组成的古陆核的西南部, 是地幔岩浆侵入混入地壳物质形成的。

关键词: 峰山岩体; 斑状花岗闪长岩; SHRIMP U - Pb 定年; 鲁西

中图分类号: P534. 2; P533

文献标识码: A

鲁西地区新太古代侵入岩颇为发育^[1], 广布于郯庐断裂带以西的鲁西地块上, 自早到晚划分为新太古代早期、中期、晚期 3 期侵入岩^[2-4]。新太古代早期岩浆活动形成 2 700 Ma 的英云闪长质片麻岩和条带状英云闪长质片麻岩。新太古代中期岩浆活动形成 2 620~2 610 Ma 的片麻状奥长花岗岩和花岗闪长岩。新太古代晚期岩浆活动从地幔岩浆侵入到地壳形成 2 560~2 500 Ma 的中基性—中酸性侵入岩, 导致大规模陆壳的形成。新太古代晚期侵入岩划分 5 个侵入阶段: 第一阶段形成南涝坡基性—超基性岩组合; 第二阶段形成峰山 TTG 岩套; 第三阶段形成沂水紫苏花岗岩套和傲徕山二长花岗岩套^[5-6]; 第四阶段形成四海山钾长花岗岩套; 第五阶段形成中基性侵入杂岩体——红门岩套。该区中部泰山—化马湾—白马关一带为古老陆核, 出露新太古代早期泰山岩群和英云闪长质片麻岩、条带状英云闪长质片麻岩。往北东直到沂沭断裂带, 出露大面积的新太古代晚期钾质花岗岩; 陆核的南西, 则出露大面积的新太古代晚期 TTG 质花岗岩(图 1)。反映随时间变新, 岩浆侵入活动以泰山—白马关为中心, 分别向西南和北东方向迁移(以北东方向为主), 反映了地壳横向增长的演化特点。

1 峰山岩套片麻状英云闪长岩和片麻状花岗闪长岩基本特征

1.1 窝铺片麻状中粒黑云英云闪长岩

出露于泗水县金庄镇—邹县城前镇一带及费县四亩地村等地, 呈 NW—SE 向带状产出, 出露总面积约 90 km²。岩体侵入望府山英云闪长质片麻岩, 被马家河花岗闪长岩侵入。岩体发育片麻理, 片麻理走向与区域构造线方向基本一致。

窝铺片麻状中粒黑云英云闪长岩(S0768)风化面灰白色—灰色, 新鲜面灰色—灰黑色, 具片麻理构造, 粗中粒半自形粒状结构, 矿物粒度在 3~5 mm 之间, 总体以中粒为主, 部分地段过渡为粗粒和中细粒, 暗色矿物分布亦不均匀, 有的地方角闪石含量高, 超过黑云母, 而有的地方角闪石含量少(图 2a)。主要组成矿物为斜长石(50%~65%)、石英(15%~20%)、黑云母(5%~12%)、普通角闪石(2%~8%)和微斜长石(0~8%), 含少量磷灰石、榍石、磁铁矿、绿帘石等矿物。

1.2 马家河片麻状粗中粒含角闪黑云花岗岩闪长岩

主要出露于平邑县丰阳镇—费县梁邱镇一线及峰山岩带, 呈 NW 向带状, 出露总面积约 639 km²。

* 收稿日期: 2012-02-28; 修订日期: 2012-05-22; 编辑: 王秀元

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40672127)

作者简介: 王世进(1950—), 男, 山东烟台人, 教授级高级工程师, 主要从事区域地质、矿产、农业地质调查研究工作; E-mail: shijinw63@163.com。

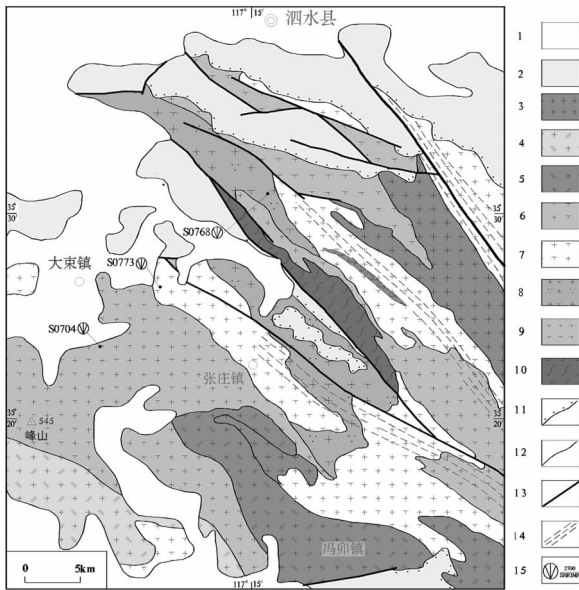


图 1 山东峰山地区早前寒武纪地质略图

1—第四系；2—古生界；3—新太古代晚期第四阶段弱片麻状中粗粒含黑云正长花岗岩；4—新太古代晚期第三阶段中细粒二长花岗岩；5—新太古代晚期第三阶段斑状中粒二长花岗岩；6—新太古代晚期第二阶段斑状中细粒含黑云花岗岩闪长岩；7—新太古代晚期第二阶段片麻状粗中粒含角闪黑云花岗岩闪长岩；8—新太古代晚期第二阶段中粒黑云英云闪长岩；9—新太古代晚期第二阶段斑状细粒含黑云角闪闪长岩；10—新太古代早期第二阶段条带状细粒含黑云英云闪长质片麻岩；11—角度不整合接触界线；12—侵入接触界线；13—性质不明断层；14—韧性剪切带；15—采样位置及编号

岩体与宁子洞斑状花岗闪长岩为渐变过渡关系，属涌动型接触。岩体侵入南涝坡岩套及弱片麻状中粗粒黑云角闪石英闪长岩、王家沟黑云石英闪长岩等岩体，被红门岩套及傲徕山岩套二长花岗岩侵入。岩体普遍发育片麻理，片麻理走向 $290^{\circ}\sim 330^{\circ}$ ，多倾向 SW，倾角多为 75° 左右，局部片麻理发育不强，矿物的自形程度较好。岩石中韧性剪切带发育，糜棱面理大多与片麻理一致。

峰山岩套马家河片麻状粗中粒含角闪黑云花岗岩闪长岩(S0773)具片麻状构造，粗中粒半自形粒状结构，局部为变余花岗结构-变晶结构，矿物粒度多在 $2\sim 5\text{ mm}$ 之间，属中粒，局部出现粗粒(图 2b)。主要由斜长石(45%~55%)、石英(15%~21%)、微斜长石(10%~20%)、黑云母(5%~10%)、角闪石(1%~8%)及少量条纹长石组成，含磷灰石、榍石、

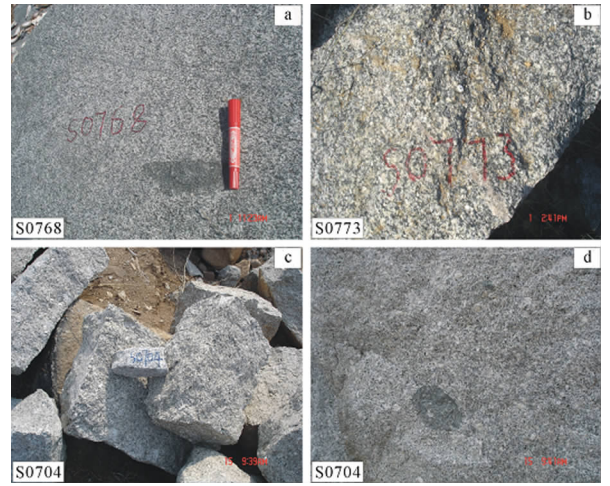


图 2 峰山岩套片麻状英云闪长岩和花岗闪长岩野外照片

a—窝铺片麻状中粒黑云英云闪长岩(S0768)；b—马家河片麻状粗中粒含角闪黑云花岗岩闪长岩(S0773)；c,d—宁子洞斑状片麻状含黑云花岗岩闪长岩(S0704)

磁铁矿、绿帘石等矿物。

主要出露于泗水县泗张镇-平邑县白彦镇一线及峰山岩带，呈 NW 向带状，出露总面积约 443 km^2 。岩体与马家河花岗闪长岩为渐变过渡关系，属涌动型接触。岩体内含有百草房变角闪辉长岩、西北峭角闪石英闪长岩及王家沟黑云石英闪长岩等包体，被红门岩套及傲徕山岩套岩体侵入。岩体具弱片麻状构造，以具似斑状结构为特征，斑晶主要为微斜长石，有个别为斜长石，斑晶通常为较自形的斑柱局部定向排列，斑晶含量 $5\%\sim 20\%$ 。一般在 $10\%\sim 15\%$ 之间，斑晶数量及大小均不均匀。

峰山岩套宁子洞斑状片麻状含黑云花岗岩闪长岩(S0704)中可见细粒闪长质及石英闪长质包体带，包体带最宽可达 2 km 。包体形态多为椭圆状、透镜状及不规则状，其大小多为几厘米至几十厘米，个别大的直径可达数米。受包体的影响，整个包体带的寄主岩石暗色矿物含量增多，包体带的成因可能为基性岩浆混染所形成(图 2c,d)。岩石具弱片麻状构造、块状构造，似斑状结构，斑晶为微斜长石，基质为中粒半自形粒状结构，基质粒度在 $1\sim 5\text{ mm}$ 之间，多数在 $2\sim 3\text{ mm}$ 之间，主要组成矿物有斜长石(45%~55%)、微斜长石(12%~25%)、石英(18%~25%)、黑云母(5%~15.3%)，并有少量角闪石、磁铁矿、磷灰石、榍石、绿帘石等矿物。

3 分析技术

重砂分选、制靶以及透、反射光和阴极发光在北京离子探针中心完成。SHRIMP II 仪器分析流程与 Williams(1998)描述的类型，一次离子 O² 流强度约为 7 nA，束斑直径约为 30 μm。标准锆石 BR266(U 含量为 909 μg/g)和 TEMORA(年龄为 417 Ma)用于未知样品 U 含量标定和年龄校正。选取放射性损伤弱的锆石进行年龄测定，TEMORA 和待测样之比为 1:3~4。所有样品测定为 5 组扫描，待测样品使用 ²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb 年龄，使用 ²⁰⁴Pb 进行普通铅校正。数据处理采用 SQUID 和 ISOPLOT 程序。单个数据点误差为 1σ，加权平均年龄误差为 95%置信度。

4 峰山岩套锆石特征和测年结果

4.1 窝铺片麻状中粒黑云英云闪长岩(S0768)

样品采自泗水县圣水峪镇小河村南。锆石呈柱状，长轴通常大于 100 μm。透射光下，绝大多数锆石干净透明，可见其他矿物的微粒包体，极少数不透明或发育裂隙。阴极发光下岩浆环带不明显(图

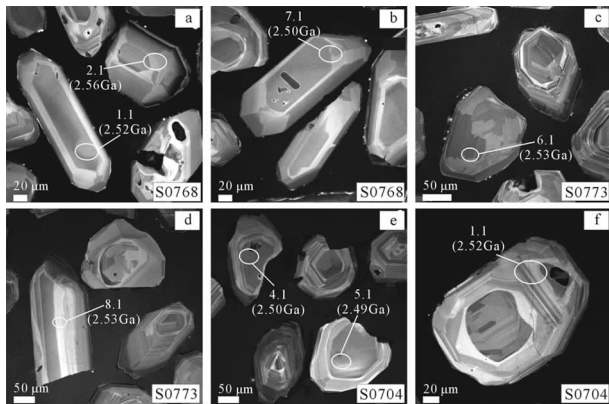


图 3 峰山岩套片麻状英云闪长岩和花岗闪长岩锆石阴极发光图像

a, b—窝铺片麻状中粒黑云英云闪长岩(S0768); c, d—马家河片麻状粗中粒含角闪黑云花岗闪长岩(S0773); e, f—宁子洞斑状片麻状含黑云花岗闪长岩(S0704)

3a, b)。共在 8 颗锆石上进行了 8 个数据点分析，U, Th 含量和 Th/U 比值分别为 (29~124) × 10⁻⁶，(23~95) × 10⁻⁶ 和 0.70~1.15(表 1)。数据点均在谐和线上或附近，个别呈反向分布。²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb 加权平均年龄为 (2 532 ± 9) Ma, (MSWD=1.2)(图 4a)，

代表岩浆锆石的形成年龄。

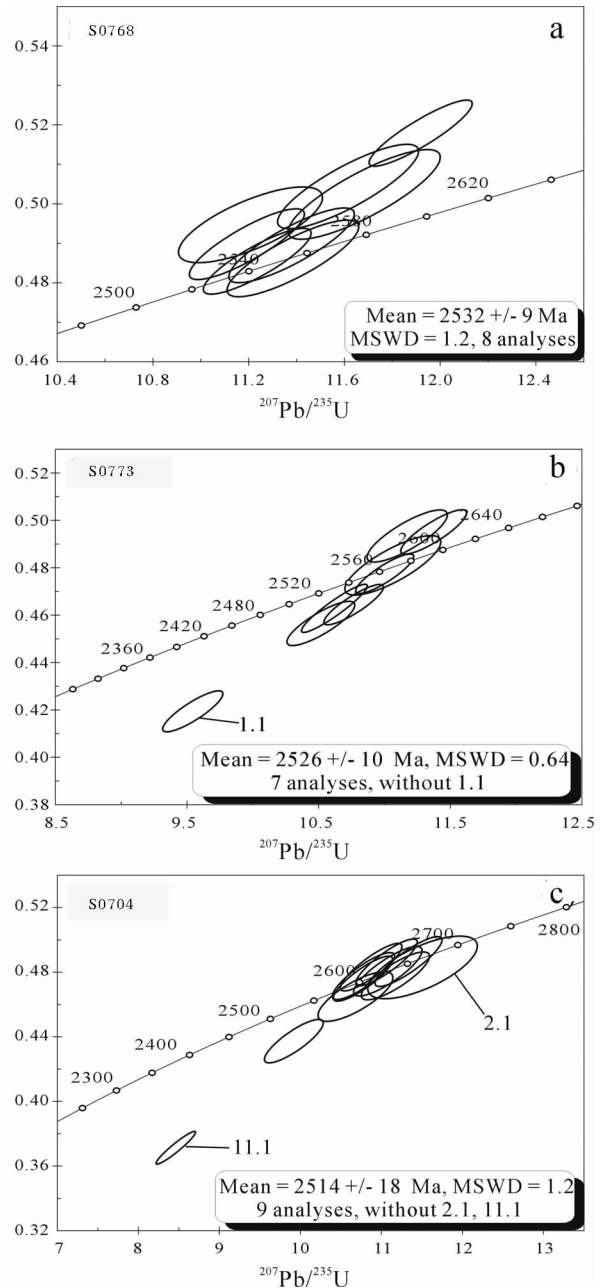


图 4 峰山岩套英云闪长岩、花岗闪长岩 SHRIMP 锆石 U - Pb 谐和曲线

a—窝铺片麻状中粒黑云英云闪长岩(S0768); b—马家河片麻状粗中粒含角闪黑云花岗闪长岩(S0773); c—宁子洞斑状片麻状含黑云花岗闪长岩(S0704)

4.2 马家河片麻状粗中粒含角闪黑云花岗闪长岩(S0773)

样品采自邹城市大束镇赵家庄村东北侧路边。锆石呈等轴状或柱状。透射光下，大部分锆石干净

透明,少数不透明或发育裂隙,含有其他矿物的微粒包体. 阴极发光下,通常发育较明显的环带结构(图 3c,d). 共在 8 颗锆石上进行了 8 个数据点分析, U,Th 含量和 Th/U 比值分别为(25~111)×10⁻⁶, (17~115)×10⁻⁶和 0.65~1.34(表 1). 个别锆石

存在不同程度铅丢失. 除分析点 1.1 远离谐和线外,靠近谐和线的 7 个数据点²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb 加权平均年龄为(2 526±10)Ma(MSWD=0.64)(图 4b),代表岩浆锆石的形成年龄.

表 1 峰山岩套片麻状英云闪长岩和花岗闪长岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄结果

数据点	U 10 ⁻⁶	Th 10 ⁻⁶	²³² Th/ ²³⁸ U	²⁰⁶ Pb* 10 ⁻⁶	²⁰⁷ Pb* / ²⁰⁶ Pb*	±%	²⁰⁷ Pb* / ²³⁵ U	±%	²⁰⁶ Pb* / ²³⁸ U	±%	err corr	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U Age	±	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb Age	±	Discordant (%)	
S0768 英云闪长岩 窝铺片麻状 中粒黑云	1.1	60	66	1.15	25.1	0.1657	0.74	11.19	1.4	0.4898	1.2	0.852	2570	±26	2515	±12	-2
	2.1	45	38	0.87	18.8	0.1698	0.90	11.38	1.6	0.4862	1.3	0.826	2554	±28	2556	±15	0
	3.1	124	95	0.79	55.1	0.16691	0.54	11.92	1.2	0.5179	1.1	0.892	2690	±23	2527	±9	-6
	4.1	34	26	0.80	14.7	0.1670	0.92	11.62	1.7	0.5044	1.4	0.836	2633	±30	2528	±15	-4
	5.1	29	23	0.80	12.7	0.1687	1.0	11.68	1.8	0.5024	1.5	0.830	2624	±32	2544	±17	-3
	6.1	49	33	0.70	20.8	0.1686	0.83	11.38	1.5	0.4895	1.3	0.838	2568	±27	2544	±14	-1
	7.1	51	51	1.04	21.6	0.1643	1.2	11.21	1.8	0.4947	1.3	0.722	2591	±27	2501	±21	-4
	8.1	84	82	1.01	35.2	0.1679	0.69	11.24	1.3	0.4855	1.1	0.855	2551	±24	2536	±12	-1
S0773 含角闪黑云 花岗闪长岩 马家河片麻状 粗中粒	1.1	67	86	1.34	24.0	0.1650	0.81	9.54	1.6	0.4194	1.4	0.859	2258	±26	2508	±14	10
	2.1	65	56	0.89	25.4	0.1671	0.90	10.52	1.6	0.4565	1.3	0.833	2424	±27	2529	±15	4
	3.1	77	48	0.65	30.8	0.1681	0.69	10.77	1.4	0.4644	1.2	0.870	2459	±25	2539	±12	3
	4.1	111	76	0.71	44.0	0.16640	0.57	10.62	1.6	0.4629	1.4	0.930	2452	±30	2522	±9.6	3
	5.1	68	44	0.67	28.8	0.1666	0.75	11.37	1.5	0.4951	1.2	0.858	2593	±27	2524	±13	-3
	6.1	103	115	1.16	42.1	0.1671	0.65	11.00	1.3	0.4775	1.2	0.869	2516	±24	2529	±11	1
	7.1	49	45	0.95	20.6	0.1642	1.0	11.17	1.8	0.4934	1.5	0.815	2585	±31	2500	±18	-3
	8.1	25	17	0.72	10.4	0.1668	1.3	11.06	2.2	0.4810	1.7	0.792	2532	±36	2526	±22	0
S0704 含黑云花岗 闪长岩 宁子洞斑状 片麻状	1.1	36	28	0.79	14.7	0.1666	1.8	10.68	2.9	0.465	2.2	0.76	2461	±45	2524	±31	2
	2.1	18	12	0.69	7.73	0.1728	2.8	11.51	3.9	0.483	2.6	0.68	2540	±56	2585	±47	2
	3.1	49	48	1.01	18.5	0.1645	1.3	9.92	2.4	0.4373	2.0	0.84	2339	±40	2503	±22	7
	4.1	85	99	1.21	34.9	0.1641	1.2	10.77	2.2	0.4760	1.9	0.86	2510	±40	2499	±19	0
	5.1	55	61	1.15	22.8	0.1637	1.2	10.78	2.4	0.4776	2.0	0.85	2517	±42	2494	±21	-1
	6.1	39	29	0.77	16.3	0.1672	1.4	11.08	2.5	0.481	2.1	0.84	2530	±44	2530	±23	0
	7.1	66	75	1.19	27.6	0.1651	1.1	11.06	2.3	0.4861	2.0	0.87	2554	±41	2509	±19	-2
	8.1	53	44	0.87	22.1	0.1689	1.2	11.33	2.4	0.487	2.1	0.87	2556	±44	2547	±20	0
	9.1	58	54	0.96	23.9	0.1696	1.4	11.17	2.5	0.4777	2.0	0.82	2517	±43	2554	±24	1
	10.1	59	47	0.82	24.8	0.1632	1.1	10.87	2.3	0.4831	2.0	0.87	2541	±42	2490	±19	-2
	11.1	235	219	0.96	75.2	0.1653	0.61	8.46	1.9	0.3713	1.8	0.95	2036	±31	2511	±10	19

4.3 宁子洞斑状片麻状含黑云花岗闪长岩(S0704)

样品采自邹城市匡庄镇钓鱼台村村南 1 km 采石场. 大部分锆石呈短柱或等轴状. 透射光下,部分锆石可见其他矿物的微粒包体,阴极发光下通常发育较明显的环带结构,个别锆石中可能存在残余锆石(图 3e,f). 共在 11 颗锆石上进行了 11 个数据点分析,U,Th 含量和 Th/U 比值分别为(18~235)×10⁻⁶,(12~219)×10⁻⁶和 0.69~1.21(表 1). 部分锆石存在铅丢失. 数据点 2.1 获得(2 585±47)Ma 的²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb 年龄,比其他靠近谐和线的分析点年龄偏大 60 Ma,但误差较大. 除去 2.1 和远离谐和线的数据点 11.1,其余 9 个数据点²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb 加权平均年龄为(2 514±18)Ma(MSWD=1.2)(图 4c),代表岩浆锆石的形成年龄.

5 讨论和结论

峰山岩套广泛出露于蒙山山脉、尼山和峰山等地,规模较大,出露面较广. 呈 NW 向的条带状复式岩基、岩株状产出. 侵入泰山岩群和新太古代早、中期侵入岩及南涝坡基性超基性岩组合,被新太古代晚期钾质花岗岩侵入岩穿切. SHRIMP U-Pb 锆石定年结果表明片麻状中粒黑云英云闪长岩为(2 532±9)Ma,片麻状粗中粒含角闪黑云花岗闪长岩为(2 526±10)Ma,斑状片麻状含黑云花岗闪长岩为(2 514±18)Ma,均代表岩浆锆石的形成年龄,确定其形成时代为新太古代晚期.

该岩套英云闪长岩、花岗闪长岩分布面积较大,岩体的造岩矿物表现为镁铁质矿物递减和长英质矿物递增,向富含石英和钾长石的方向演化. 岩体中暗色岩石包体比较常见,各岩体间的侵入关系比较

清楚。属同熔型深成花岗岩,是由幔源组分和壳源组分不等量混熔而成。在岩浆作用早期,以幔源物质为主,所形成的闪长质岩体铁镁质矿物较多,Cr, Ni, Co, V 含量较高,稀土元素总量和分馏程度较低,表现为幔源拉斑玄武岩质岩浆部分熔融特征;在岩浆作用晚期,岩浆中有大量壳源物质的熔入,岩性演化为英云闪长岩—花岗闪长岩,成为以壳源物质为主的混源型岩浆岩类。

峰山岩套在区域上呈 NW 向带状展布,侵入体内部的岩石包体长轴方向也具有同样的展布方向,并与区域韧性剪切带的方向一致,显示断裂扩张式定位特征。岩体侵位前 NW 向的区域性构造即已存在,其不但控制了岩体的侵位,而且在岩浆冷却过程中塑造岩体内部组构,调整侵入体的空间形态。可见,区域性活动断裂是引导和控制岩体就位的基本机制,岩浆沿断裂上侵过程中,不断有围岩物质的加入,逐步改变岩浆成分。由于断裂两盘地质体的相对运动,使岩石发生韧性变形而形成构造片麻理、变形分异条带和韧性剪切带。

峰山岩套各单元岩石中的暗色岩石包体比较常见,是岩浆混合作用形成微晶闪长质包体或暗色微粒包体。在较浅色的花岗质岩石中常常发育暗色的微粒闪长质包体,被认为是岩浆混合作用的重要记录,常常看作为岩浆的机械混合作用(magma mingling)的产物^[7,8]。峰山岩套各岩体间的侵入关系比较清楚,属同熔型深成花岗岩,是由幔源组分和壳源组分不等量混熔而成。稀土元素总量和分馏程度在总体增长的过程中波动较大,表明在岩浆演化过程中不断有壳源物质的加入,逐步成为以壳源物质为主的混源型岩浆岩类。该套侵入岩在区域上呈 NW 向带状展布,侵入体内部的岩石包体长轴方向也具有同样的展布方向,并与区域韧性剪切带的方向一致,显示断裂扩张式定位特征。当岩浆沿断裂上侵过程中,受构造应力作用影响,岩石发生韧性变形而形成构造片麻理、变形分异条带和韧性剪切带。峰山岩套同构造花岗岩意味着花岗岩浆侵位与变形是同时的,而且是相辅相成的。

作为华北克拉通重要组成部分,鲁西早前寒武纪变质基底不仅有 >2.70 Ga 的花岗-绿岩带^[9,10],而且大量 2 500~2 550 Ma 的花岗质岩石遍布鲁西各地,形成时代与华北克拉通其他地区十分相近。峰山岩套 TTG 类岩石是鲁西地块新太古代晚期壳

幔岩浆活动的产物,傲徕山岩套二长花岗岩是前述 TTG 类壳幔岩浆活动之后在新太古代晚期发生的大规模陆壳增生活动形成的^[11]。全球范围内,太古宙克拉通广泛记录了 2 700 Ma 的构造岩浆热事件,与之不同,华北克拉通除记录了前述构造岩浆热事件外,还记录了大量 2 500~2 550 Ma 构造岩浆热事件信息^[12]。新太古代末期花岗岩浆活动非常强烈,花岗岩事件与前述碰撞造山有关^[13]。新太古代晚期除广泛分布 TTG 质花岗岩外,壳源花岗岩在五台、胶辽、吉南等地也有分布^[14-16]。表明 2 500~2 560 Ma 是该区主要的地质热事件,可能是新太古代末期向古元古代过渡时,地壳重新活动加剧的反映^[10]。大陆生长是指地幔物质通过各种作用进入地壳,导致地壳物质数量增加和体积增大^[17]。鲁西地块前寒武纪变质基底主要在 2 500~2 560 Ma 的新太古代晚期大规模岩浆侵入活动形成,其中峰山岩套 TTG 类岩石是 2 560~2 530 Ma 壳幔岩浆活动的产物,岩体普遍具有片麻状构造,表明经历变质变形作用;傲徕山岩套二长花岗岩是 2 530~2 500 Ma 地壳重熔(或深熔)作用形成的,岩体保留岩浆形成时的组构。2 530 Ma 是鲁西地区重要的构造热事件,峰山岩套遭受区域变质作用,未受区域变质作用的傲徕山岩套大规模壳源花岗岩是前期组成地壳的物质部分熔融形成的,与华北克拉通新太古代末超大陆拼合有关^[13]。

致谢:样品靶由陶华、叶青制作。锆石标准由 Nasdala 和 Black 提供。该文得到山东省地质系列图件编制与综合研究项目(1212010811029)、中国地质调查局重点项目(1212010811033, 1212010711815)和国家自然科学基金资助项目(40672127)资助。

参考文献:

- [1] 曹国权. 鲁西早前寒武纪地质[M]. 北京:地质出版社, 1996: 1-27.
- [2] 王世进, 万渝生, 张成基, 等. 鲁西地区早前寒武纪地质研究新进展[J]. 山东国土资源, 2008, 24(1): 10-20.
- [3] 陆松年, 陈志宏, 相振群. 泰山世界地质公园古老侵入岩系年代格架[M]. 北京:地质出版社, 2008: 45-80.
- [4] 王世进, 万渝生, 王伟, 等. 鲁西地区蒙山龟蒙顶岩体和云蒙峰岩体的形成时代: 锆石 SHRIMP-U-Pb 定年的证据[J]. 山东国土资源, 2010, 26(5): 1-6.
- [5] 沈其韩, 宋彪, 徐惠芬. 山东沂水太古宙蔡峪和大山岩体锆石年代学[J]. 地质论评, 2004, 50(3): 275-284.

- [6] 王伟,王世进,董春艳,等. 山东鲁山地区新太古代壳源花岗岩锆石 SHRIMP-U-Pb 定年[J]. 地质通报, 2010, 29(7): 993-1000.
- [7] 肖庆辉,邓晋福,邱瑞照,等. 花岗岩类与大陆地壳生长初探—以中国典型造山带花岗岩类岩石的形成为例[J]. 地质通报, 2009, 36(3): 1131-1138.
- [8] 王涛. 花岗岩混合成因研究及大陆动力学意义[J]. 岩石学报, 2000, 16(2): 161-168.
- [9] 庄育勋,王新社,徐洪林,等. 泰山地区早前寒武纪主要地质事件与陆壳演化[J]. 岩石学报, 1997, 13(3): 313-330.
- [10] 杨淳 宋彪 潘森 张胜祥,等. 鲁西蒙山山脉中段早前寒武纪花岗岩质岩石岩石学和单锆石年龄[J]. 地球学报, 1997, 18(3): 324-329.
- [11] 侯贵廷,李江海,金爱文,钱祥麟. 鲁西地块早前寒武纪构造-岩浆活动区划及演化的新认识[J]. 高校地质学报, 2004, 10(2): 239-249.
- [12] 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.
- [13] 翟明国,卞爱国. 华北克拉通新太古代末超大陆拼合及古元古代末—中元古代裂解[J]. 中国科学(D辑), 2000, 30(增刊): 129-136.
- [14] 赵祯祥,杜晋锋,李营辉,等. 五台山新太古代碰撞造山带的形成及构造岩片划分[J]. 地质调查与研究, 2004, 27(1): 5-12.
- [15] 伍家善,耿元生,沈其韩. 中朝古大陆太古宙地质特征及构造演化[J]. 北京:地质出版社, 1998: 192-211.
- [16] 李俊建,沈保丰,李双保,等. 辽北-吉南早前寒武纪大陆壳的地质特征和演化[J]. 中国区域地质, 1998, 17(1): 30-38.
- [17] 肖庆辉,邱瑞照,邢作云,等. 花岗岩成因研究前沿的认识[J]. 地质论评, 2007, 53(增刊): 17-27.

Forming Age of Yishan Rock in Luxi Area

—Evidences of SHRIMP Zircon Dating

WANG Shijin¹, WAN Yusheng², Song Zhiyong¹, YANG Enxiu¹, WANG Wei², DONG Chunyan²

(1. Shandong Geological Surveying Institute, Shandong Jinan 250013, China; 2. Beijing SHRIMP Center of Geological Institute of Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China)

Abstract: Major properties of Yishan rock are gneissic granodiorite and porphyritic gneissic granodiorite - monzonite. According to new measurements of zircon SHRIMP U - Pb dating result, the age of gneissic granodiorite monzonite is 2525Ma, porphyritic gneissic granodiorite is $2522 \pm$ Ma and (2514 ± 18) Ma. Its formation age is determined to be late Archean. This rock series exposed in the southwest of ancient continental nucleus composed by early period of Taishan group in Neoproterozoic in Luxi area, tonalite gneiss and banded tonalitic gneiss. It is formed by mantle magma intrusion mixed with crustal materials.

Key words: Yishan rocks; porphyritic granodiorite; SHRIMP zircon dating; Shandong province