



# 山东五莲山-九仙山省级地质公园 地质遗迹资源及形成时代

——锆石 SHRIMP 测年的证据

王世进<sup>1</sup>, 万渝生<sup>2</sup>, 郑明伟<sup>3</sup>, 宋娟娟<sup>3</sup>, 李希学<sup>3</sup>, 颀颜强<sup>2</sup>, 宋志勇<sup>1</sup>, 王江伟<sup>4</sup>, 黄静波<sup>5</sup>

(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; 3. 五莲县国土资源局, 山东 五莲 276826; 4. 五莲山风景区管委会, 山东 五莲 276826; 5. 山东省物化探勘查院, 山东 济南 250013)

**摘要:**五莲山-九仙山地质公园, 包括2个园区组成, 是一个多种地质遗迹资源并存、综合性的中型地质公园。园区内既有代表性的地质构造剖面、独特的地质地貌景观, 又有地质灾害遗迹。查明九仙山园区西部保存了7亿年前地壳形成过程中岩浆侵入形成的侵入岩, 经历了三叠纪华北板块与扬子板块碰撞而发生强烈的变质变形, 属于新元古代荣成岩套, 锆石 SHRIMP U-Pb 测年结果, 其形成年龄 799 Ma, 变质年龄 255 Ma; 九仙山中东部和五莲山主要为中生代早白垩世崂山超单元晶洞二长花岗岩, 形成年龄 120 Ma。

**关键词:**地质公园; 地质遗迹; 形成时代; 五莲山-九仙山; 山东五莲

**中图分类号:** P96; P533

**文献标识码:** A

## 0 引言

五莲山-九仙山地质公园在山东省五莲县境内, 2012年7月被山东省国土资源厅批准为省级地质公园。该地质公园包括五莲山、九仙山2个园区。公园总面积 37.58 km<sup>2</sup>。五莲山与九仙山隔壑并峙, 五莲山园区面积 7.95 km<sup>2</sup>, 九仙山园区面积 29.63 km<sup>2</sup>。五莲山-九仙山地质公园内地质遗迹丰富, 尤其是花岗岩地貌景观遗迹<sup>[1,2]</sup>, 数量众多, 典型优美。主要的地质遗迹有: 代表性的花岗岩地貌遗迹, 典型的断裂洞穴遗迹; 典型的海蚀洞穴遗迹; 新元古代晋宁期变质变形花岗岩与中生代早白垩世晶洞二长花岗岩分界点、地质特征、侵入岩剖面; 断裂地质构造形迹遗迹; 人文古迹、自然生态环境等。初步调查五莲山-九仙山地质公园涵盖5个大类、7个类、7个小类 80 余处地质遗迹。

五莲山-九仙山地质公园的地质景观和花岗岩地貌景观资源, 在全省、全国、国际上与同类公园相

比具有独特之处, 特别是用锆石 SHRIMP U-Pb 测年方法, 研究了五莲山、九仙山的形成年龄, 查明九仙山园区西部保存了7亿年前地壳形成过程中岩浆侵入形成的侵入岩, 经历了三叠纪华北板块与扬子板块碰撞而发生强烈的变质变形, 属于新元古代荣成岩套, 形成年龄 7.99 亿年, 变质年龄 2.55 亿年; 九仙山中东部和五莲山主要为中生代早白垩世崂山超单元晶洞二长花岗岩, 形成年龄 1.2 亿年(图1)。

## 1 主要地质遗迹资源

### 1.1 地质地貌遗迹

地质地貌遗迹包括长期断裂切割、重力作用和新构造运动的影响及风化剥蚀形成的地貌遗迹, 主要有五莲山景区天竺峰、大悲峰、望海峰等代表性花岗岩地貌; 九仙山景区情侣峰、观星台、老母阁等代表性花岗岩地貌; 九仙山龙潭大峡谷; 五莲山水帘洞、九仙山水洞天等断裂洞穴遗迹。

\* 收稿日期: 2012-09-10; 修订日期: 2013-01-17; 编辑: 陶卫卫

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.

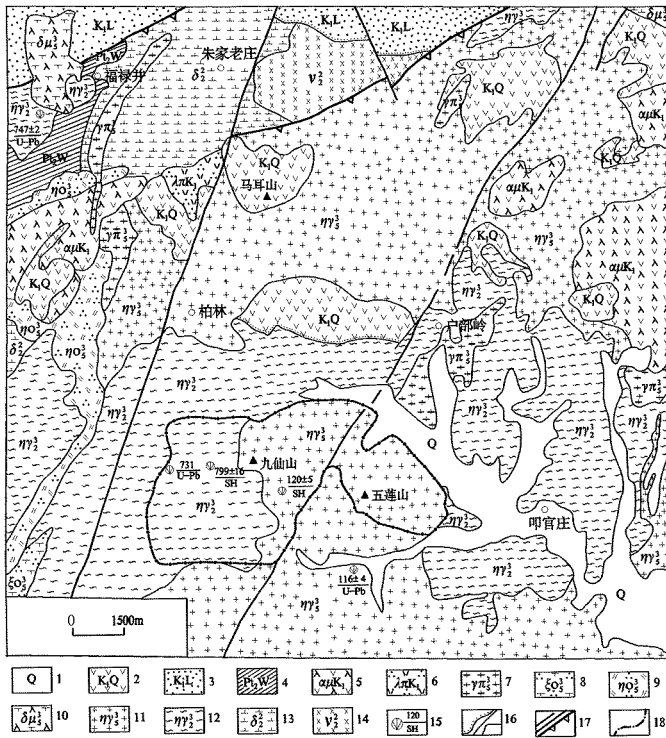


图 1 五莲山—九仙山地区区域地质图

1—第四系;2—中生代青山群;3—中生代莱阳群;4—中元古代五莲群;  
5—安山玢岩;6—流纹斑岩;7—花岗岩;8—燕山晚期石英正长岩;9—  
燕山晚期石英二长岩;10—燕山晚期闪长玢岩;11—燕山晚期崂山超单  
元晶洞二长花岗岩;12—新元古代荣成岩套变质变形二长花岗岩;13—  
中元古代闪长岩;14—中元古代变辉长岩;15—同位素测年样采样地点  
及年龄值(Ma);16—地质界线/不整合地质界线;17—断裂/板块边界断  
裂;18—地质公园边界

1.1.1.1 五莲山

经长期断裂切割、重力作用和新构造运动的影响及风化剥蚀形成的地貌遗迹。五莲山景区天竺峰、大悲峰、望海峰等代表性花岗岩地貌<sup>[1]</sup>,可谓峰峰雄异,如削如凿,形奇势伟。主要由早白垩世崂山

超单元八水河单元中粒晶洞二长花岗岩组成。九仙山景区情侣峰、观星台、老母阁等代表性花岗岩地貌,老母阁景区奇峰怪石林立,万寿峰、梳妆台、观海峰、老母阁、朝天猴、观星台、八峰垛等奇峰依次排列,是最具观赏性的游览区之一。

五莲山园区各种奇峰怪石、悬崖峭壁和深谷峡洞众多,景观壮美,有五莲峰、天竺峰、望海峰、大悲峰等 28 峰,可谓峰峰雄异,如削如凿,形奇势伟。主峰五莲峰俗称五朵峰,五峰并峙,远望如莲花初放,山名五莲源出于此。天竺峰凌空高耸,直插云霄,其下有织女洞,长 70 余米,沿洞上攀,可至峰顶。与天竺峰遥相对峙的望海峰,险奇陡峻,气势巍峨。峰顶有巨石相拱成棚,壮若洪波涌起,上有古人题刻“石浪飞空”四个大字,因名石浪棚。仲夏登临,凉风习习,令人心旷神怡。望海峰的标志景物是清代建筑望海楼,三层八角,青砖灰瓦,高约 8 m。五老峰、婆婆峰、媳妇峰、大悲峰、观音峰等无不活灵活现,惟妙惟肖,栩栩如生(表 1)。

1.1.1.2 九仙山

九仙山园区内山峰峭拔,悬崖壁立,深沟峡谷,洞壑幽深,异常险要。有被誉为“江北双绝”的万亩野生杜鹃花园和龙潭大峡谷。漫山遍野的杜鹃花,春夏之交,竞相开放,千姿百态,似云锦,像流霞。漫步其中,令人陶醉。峡谷内蜿蜒谷中的潺潺流水,山泉中甘冽的泉水,飞流直下的瀑布,使人仿佛进入了一幅山水画的长卷中。群峰连绵,峡谷纵横,登高峰“一览众山小”。莅峡谷,峰回路转,听泉水叮咚,抚萋萋芳草,观奇峰怪石,使人心旷神怡,超然脱俗。流云峡、烟雨涧和老母阁一带是景区内最典型的核心区,这一带山势险峻,颇有深奥莫测之感(表 2)。

表 1 五莲山园区地质遗迹特征及类型

序号	名称	地质遗迹类型		
		大类	类	亚类
1~17	五朵莲花峰、天竺峰、大悲峰、望海峰、无字碑、说法台、挂月峰、玉烛峰、太乙峰、系马峰、石老人、楞伽峰、八戒石、宝葫芦、蘑菇石(球状风化)、童子拜观音石、猴子拜佛	地貌景观类	岩石地貌景观	花岗岩地貌景观
18~21	水帘洞、锡扣泉、光明泉、织女洞	水体景观	泉水景观	冷泉景观
22~23	晶洞中粒二长花岗岩、细晶岩	地质体	岩浆岩体	典型酸性岩体
24~25	铁胡同关、公试剑石	地质构造	构造形迹	中小型构造
26	五莲山西门崩塌遗迹	环境地质遗迹景观	地质灾害	山体崩塌遗迹
27	晶洞中粒二长花岗岩海蚀洞	地貌景观类	构造地貌景观	构造地貌景观
28~29	晶洞中粒二长花岗岩被细晶岩穿插(望海楼、说法台北侧)	地貌景观类	构造地貌景观	构造地貌景观
30	两条伟晶岩脉穿插晶洞中粒二长花岗岩(万里长城)	地貌景观类	构造地貌景观	构造地貌景观

表 2 九仙山园区地质遗迹特征及类型

序号	名称	地质遗迹类型		
		大类	类	亚类
1~24	抱塔峰、兔耳峰、笔架峰、苍傲岭、万寿峰、情侣峰、八峰塚、观海峰、观音峰、老母阁、梳妆峰、摘星台、五角棚、象鼻峰、大石峰、石鲛鱼、群僧拜佛、雄狮卧岗、企鹅望卵、靴石村靴石、元宝石、八戒石、骆驼石、抓鬃石	地貌景观类	岩石地貌景观	花岗岩地貌景观
25~30	洗耳泉、天泉、地泉、白龙潭、黑龙潭、元潭、小瑶池	水体景观	泉水景观	冷泉景观
31	变质变形花岗岩(毛家河)	地质体	岩浆岩体	超高压地质体
32	晶洞中粒二长花岗岩(万寿峰)	地质体	岩浆岩体	典型酸性岩体
33	辉绿岩(白龙潭—毛家河之间有 7 组多条辉绿岩)	地质体	岩浆岩体	典型基性岩脉
34~35	水洞天(孙臆书院东侧)、龙潭大峡谷	地质构造	构造形迹	中小型构造
36~37	丁家庄西侧崩塌遗迹、小瑶池东侧崩塌遗迹	环境地质遗迹景观	地质灾害	山体崩塌遗迹
38	情侣峰晶洞中粒二长花岗岩被细晶岩穿插	地貌景观类	构造地貌景观	构造地貌景观
39~40	中生代晶洞二长花岗岩侵入新元古代变质变形花岗岩(毛家河村西小瑶池东北侧)	地质剖面	岩浆岩剖面	侵入关系剖面
41~43	辉绿岩侵入变质变形花岗岩(白龙潭东侧、龙王庙西侧 4 条、毛家河西北侧)	地质剖面	岩浆岩剖面	侵入关系剖面
44	变质变形花岗岩中的斜长角闪岩残留体(白龙潭东侧)	地质剖面	岩浆岩剖面	侵入关系剖面
45	变质变形花岗岩中的强烈褶皱斜长角闪岩残留体(龙王庙与毛家河之间)	地质剖面	岩浆岩剖面	侵入关系剖面
46	闪长玢岩侵入变质变形花岗岩(九仙山西大门)	地质剖面	岩浆岩剖面	侵入关系剖面
47~49	晶洞二长花岗岩海蚀洞(六角棚、情侣峰、和尚石)	地貌景观类	构造地貌景观	构造地貌景观
50~51	中生代晶洞二长花岗岩侵入新元古代变质变形花岗岩(毛家河村西、小瑶池东北侧)	地质剖面	岩浆岩剖面	侵入关系剖面

1.2 有重要价值的地质剖面和构造形迹

地质剖面和构造形迹遗迹包括:新元古代晋宁期变质变形花岗岩与中生代早白垩世晶洞二长花岗岩分界点;新元古代晋宁期变质变形花岗岩剖面;中生代早白垩世晶洞二长花岗岩。

1.2.1 九仙山西部为南华纪荣成岩套变质变形的二长花岗

九仙山公园西部(西大门—毛家河村东 1 km)保存了 7 亿年前地壳形成过程中岩浆侵入形成的侵入岩,经历了三叠纪华北板块与扬子板块碰撞而发生强烈的变质变形,主要为新元古代荣成岩套,均为糜棱岩化二长花岗岩,岩石动力破碎较强,但仍保留

有不少的斜长石(钠长石)和钾长石碎斑,有些长石斑晶虽已破碎,但碎斑之间尚依似可拼,说明糜棱岩化发生的温度较低,尚没有引起长石的动态重结晶。但石英已发生了明显的动态重结晶<sup>[3]</sup>。周建波等(2003)获得五莲花岗片麻岩锆石 U-Pb 年龄分别为(672±4)Ma,(742±8)Ma,(747±14)Ma<sup>[4,5]</sup>,在九仙山西大门变质变形二长花岗岩测得锆石 U-Pb 年龄 731 Ma。该次地质公园调查在九仙山园区毛家河村西南测得变质变形的二长花岗岩锆石 SHRIP U-Pb 年龄(799±16)Ma,变质年龄 255Ma(表 3、图 2)。属于中国中央造山带-秦岭-大别-苏鲁造山带的重要组成部分。

表 3 九仙山西部新元古代荣成岩套变质变形二长花岗岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄

Spot (S1123)	<sup>206</sup> Pb <sub>e</sub> (%)	U 10 <sup>-6</sup>	Th 10 <sup>-6</sup>	Th/U	<sup>206</sup> Pb*/ <sup>207</sup> Pb* / ±%	<sup>207</sup> Pb* / <sup>235</sup> U ±%	<sup>206</sup> Pb* / <sup>238</sup> U ±%	err corr	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U Age	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> PbDiscordant Age	%
1.1	0.55	881	62	0.07	31.0 0.0543 4.1	0.305 4.4	0.04064 1.7	.397	257 ±5	389 ±90	34
1.2	0.06	239	221	0.96	27.4 0.0635 1.8	1.170 2.6	0.1336 1.8	.699	808 ±14	727 ±39	-11
2.1	0.19	79	68	0.89	9.49 0.0641 4.1	1.232 4.6	0.1393 2.1	.465	841 ±17	747 ±86	-13
3.1	1.08	222	190	0.88	25.2 0.0579 8.9	1.048 8.8	0.1309 1.9	.216	793 ±14	533 ±190	-49
4.1	0.29	69	83	1.23	8.04 0.0703 3.5	1.304 4.1	0.1344 2.2	.534	813 ±17	939 ±71	13
5.1	0.50	74	67	0.93	9.04 0.0602 3.6	1.179 4.2	0.1419 2.2	.516	855 ±17	614 ±78	-39
7.1	1.14	69	83	1.24	8.17 0.0598 3.8	1.127 4.4	0.1363 2.2	.497	823 ±17	603 ±82	-36
8.1	0.25	59	56	0.99	7.01 0.0641 4.2	1.228 4.8	0.1387 2.3	.479	837 ±18	748 ±89	-12
9.1	0.54	57	72	1.30	6.80 0.0616 5.1	1.172 5.5	0.1379 2.3	.420	833 ±18	662 ±110	-26
10.1	0.00	191	219	1.18	21.6 0.0674 2.4	1.218 3.1	0.1311 1.9	.625	794 ±15	850 ±50	7

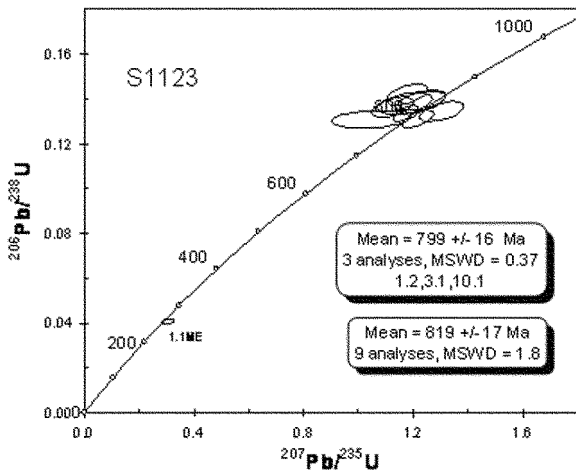


图 2 九仙山西部新元古代荣成岩套变质变形二长花岗岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄

1.2.2 九仙山中东部和五莲山主体岩性

九仙山中东部和五莲山主要为中生代早白垩世

崂山超单元晶洞二长花岗岩。该侵入体均呈岩株状产出在苏鲁超高压变质带内部,野外可见该岩体侵入到花岗片麻岩中,在岩体内部也可见花岗片麻岩的包体,五莲山岩体的代表性岩石为中粒晶洞花岗岩,岩石呈肉红色,块状构造,晶洞构造普遍发育,主要矿物组成为钾长石、斜长石、石英,副矿物为磁铁矿、磷灰石和榍石等。锆石以自形晶为主,无色透明-浅黄色,纯净,表面无熔蚀磨圆现象,反映岩浆成因特征。周建波等(2003)在五莲山岩体南侧王家庄晶洞二长花岗岩测得锆石 U-Pb 谐和年龄(116 ± 4) Ma<sup>[6]</sup>。该次地质公园调查,在九仙山万寿峰下崂山超单元晶洞二长花岗岩测得锆石 SHRIP U-Pb 年龄(120 ± 5) Ma(表 4、图 3)。与在青岛浮山测得晶洞二长花岗岩锆石 SHRIP U-Pb 年龄(120 ± 2) Ma<sup>[7]</sup>基本一致。属于燕山晚期中国东部花岗岩浆带的重要组成部分。

表 4 九仙山万寿峰下崂山超单元晶洞二长花岗岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄

Spot (S1125)	<sup>206</sup> Pb <sub>c</sub> (%)	U 10 <sup>-6</sup>	Th 10 <sup>-6</sup>	<sup>232</sup> Th/ <sup>206</sup> Pb * <sup>207</sup> Pb* / <sup>238</sup> U	± %	<sup>207</sup> Pb* / <sup>235</sup> U	± %	<sup>206</sup> Pb* / <sup>238</sup> U	± %	err corr	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U Age	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb Discordant Age	%
2.1	3.07	82	239	3.00	1.41	0.050	4.0	0.135	3.9	0.113	123 ± 5	222 ± 900	44
3.1	0.80	405	704	1.80	6.64	0.0446	8.1	0.1167	8.3	0.267	121 ± 3	-68 ± 190	276
4.1	0.63	1518	3185	2.17	21.3	0.0440	6.8	0.0986	6.9	0.265	104 ± 12	-106 ± 160	198
5.1	2.03	1681	2472	1.52	23.7	0.0415	11	0.0927	11	0.185	103 ± 2	-235 ± 270	144
6.1	4.86	196	495	2.61	3.32	0.039	3.8	0.102	3.6	0.129	120 ± 6	-370 ± 930	132
7.1	0.89	754	998	1.37	11.3	0.0444	5.5	0.1058	5.7	0.334	110 ± 2	-82 ± 130	234
8.1	0.81	813	1049	1.79	12.0	0.0418	6.7	0.0984	6.9	0.269	109 ± 2	-229 ± 170	148
9.1	1.07	1480	1028	0.72	20.1	0.0457	7.9	0.0990	8.0	0.243	100 ± 2	-8 ± 190	1424
10.1	0.78	589	711	1.25	8.84	0.0481	4.6	0.1152	5.0	0.393	111 ± 2	109 ± 110	-1
1.1	0.15	836	1042	1.29	11.9	0.0497	3.4	0.1134	3.8	0.476	106 ± 2	181 ± 79	42

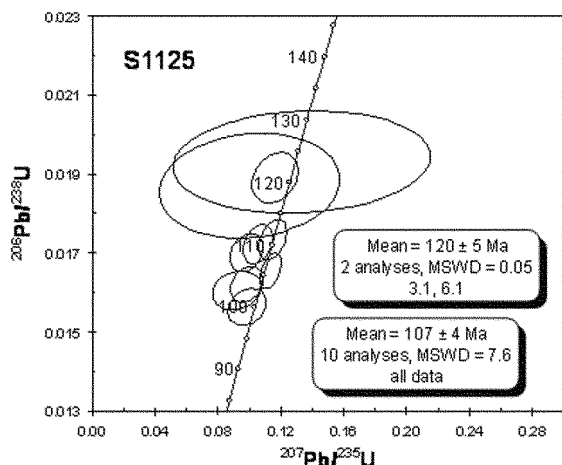


图 3 九仙山万寿峰下崂山超单元晶洞二长花岗岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄

1.2.3 中生代晶洞二长花岗岩侵入新元古代变质变形花岗岩

上述不同时代形成的花岗岩,是研究该时期地质作用的典型地区,具有极高的科学价值。九仙山毛家河村东和小瑶池北侧,均可以清晰地见到新元古代晋宁期荣成岩套变质变形二长花岗岩与中生代燕山晚期崂山超单元晶洞中粒二长花岗岩地质分界标志点。此界线以西为新元古代晋宁期荣成岩套变质变形二长花岗岩,形成年龄 7.99 亿年;标志点以东为中生代燕山晚期崂山超单元晶洞中粒二长花岗岩,形成年龄 1.2 亿年。

1.3 断裂构造遗迹

龙潭大峡谷是新元古代晋宁期荣成岩套变质变

形二长花岗岩断裂形成峡谷。五莲山铁胡同、一线天、水帘洞和九仙山水洞天等景点是中生代燕山晚期崂山超单元晶洞二长花岗岩断裂形成。

#### 1.4 水体景观遗迹

主要有五莲山水帘洞,九仙山小瑶池、洗耳泉、天泉、地泉等,由断裂构造形成的泉水较多。

#### 1.5 海蚀洞遗迹

九仙山情侣峰北,九仙山六角棚,五莲山望海峰等地发现中生代燕山晚期崂山超单元晶洞二长花岗岩海蚀洞遗迹。

#### 1.6 地质灾害遗迹

五莲山-九仙山地质公园内花岗岩节理裂隙极其发育,风化作用沿节理裂隙发育较好。在地震或降雨的诱发下,易引起山石崩塌现象。九仙山东南麓的叩官镇丁家楼子村西保存 300 a 前郯城大地震造成的山石崩塌。崩塌遗迹崩塌体为花岗岩石块,大小不一,直径约 0.2~4.0 m,位于峡谷内。九仙山小瑶池东北侧也可见到 300 a 前郯城大地震造成的山石崩塌遗迹。

## 2 地学旅游资源评价

地质遗迹的典型性和美学价值,在科学研究上也具有重大的研究意义,由于形成这些地质遗迹的地质环境或其他特殊地理环境的地质作用,是研究地球形成和演化、地质作用绝好的实验室和课堂。

### 2.1 典型性

该地质公园地质遗迹资源具有 3 个方面的典型特点。

#### 2.1.1 具有苏鲁造山带新元古代荣成岩套变质变形花岗岩剖面

新元古代荣成岩套变质变形二长花岗岩测得锆石 SHRIP U-Pb 年龄 7.99 亿年,变质年龄 2.55 亿年。该带属于中国中央造山带-秦岭-大别-苏鲁造山带的重要组成部分。白龙潭-毛家河之间的变质变形二长花岗岩中,有褶皱复杂的斜长角闪岩、黑云变粒岩等表壳岩残留体,并有多条辉绿玢岩脉穿插。薛怀民等(2006)认为五莲新元古代花岗岩类 Sr 和 Nd 同位素组成的变化范围较大,显示混合源的特征,其最有可能的成因是太古宙的 TTG 片麻岩在压力约 0.8 GPa(相当于~25km 的中下地壳)

条件下发生部分熔融,并混入了不同比例的年轻地幔来源物质。地幔来源物质的加入对于五莲新元古代花岗岩类的成因起着重要作用<sup>[3]</sup>。

#### 2.1.2 具有中生代早白垩世晶洞花岗岩剖面

五莲山-九仙山中东部出露中生代早白垩世晶洞花岗岩。九仙山万寿峰中粒晶洞花岗岩锆石 SHRIP U-Pb 年龄 1.2 亿年。与青岛浮山测得晶洞二长花岗岩锆石 SHRIP U-Pb 年龄 1.2 亿年<sup>[8]</sup>一致。该区的岩浆侵入体记录了中生代造山作用的演化历史,其地质特征也与中国东部地区大面积分布的燕山期花岗岩相似,可能反映中国东部侏罗纪末-白垩纪初出现的区域拉张和岩石圈减薄,对应于大别-苏鲁造山带从 EW 向构造体制向环太平洋域的 NNE 向构造体制转变<sup>[6]</sup>。

#### 2.1.3 花岗岩峰林地貌省内罕见

五莲山、九仙山中生代早白垩世晶洞花岗岩峰林地貌发育,与青岛崂山、江西三清山同时代形成,其花岗岩地貌景观可媲美。古代文学家苏轼曾登临九仙山,留下了“白鹤楼”题刻<sup>[1-2]</sup>,在诗中赞誉“九仙今已压京东”,盛赞五莲山“奇秀不减雁荡”。明代万历进士、天启初礼部尚书翁正春称五莲山为“真齐鲁间最圣地也”。清代知名文人张侗赞曰:“岱以崇隆显,崂以幽显,五莲以峭削显”<sup>[9]</sup>。

### 2.2 科普科研价值

五莲山-九仙山地质公园具有较高的科学研究价值,是开展苏鲁造山带地质研究,探索板块碰撞、花岗岩类形成演化机制的绝佳场所。现有的研究表明,新元古代岩浆岩的形成与约 740~760 Ma 的 Rodinia 超大陆裂解有关的裂谷岩浆活动有关<sup>[7]</sup>。岩体中含有较多沉积成因的胶南表壳岩包体,表壳岩一般无完整的地层层序,呈残片状产出,这些特征指示荣成岩套原岩可能来自于胶南表壳岩的部分熔融<sup>[10]</sup>,岩石普遍经受了韧性剪切变质变形作用<sup>[9]</sup>。新生地壳物质作为热源启动了热液蚀变,并局部形成了低  $\delta^{18}\text{O}$  岩浆。而中生代岩浆岩则是俯冲陆壳在加厚造山带背景下的部分熔融产物,岩浆源区物质由于所处深度较大没有受到明显的高温大气降水热液蚀变<sup>[7]</sup>。

该区是山东省降水量最多的地区,森林覆盖率 85%,局部高达 95% 以上,茂密的森林和原始的生态环境,使这里成为名副其实的“天然氧吧”,是开展生态学研究的良好场所。

### 2.3 经济价值评价

五莲山、九仙山不仅地质遗迹资源丰富,人文景观也很著名。五莲风景区早在宋代就有僧人在此建起了云堂寺和侔云寺,明万历三十年(1602年)西蜀僧明开卓锡五莲后,敕建护国万寿光明寺,香火日盛,至清代,五莲之光明,九仙之侔云已成为与长清之灵岩,青州之法庆齐名的山东四大禅院;明末清初山东省名文学家丁耀亢在九仙山东南麓丁公石祠中,完成了他的著名长篇世情小说《续金瓶梅》;五莲山石佛园主要雕像有五莲大佛、四大菩萨、十八罗汉、佛界生灵等雕像,五莲大佛是依据自然山体大悲峰雕刻而成,是现在江北最大的一尊天然石刻释迦牟尼佛像;五莲山-九仙山杜鹃花园,素有“江北第一杜鹃园”之称。以五莲山-九仙山独特的地质地貌与地质遗迹景观资源为主体,充分利用各种自然与人文旅游资源建设地质公园,以地学的视角赋予景观资源以全新的内涵,提高了旅游产品的科学品位,为人们提供旅游观光、休闲度假、保健疗养、科学研究、教育普及、文化娱乐的场所,对于促进当地旅游业的繁荣和发展,推动县域经济的科学发展具有重要的作用<sup>[11-12]</sup>。

### 3 结语

五莲山-九仙山省级地质公园是一个集科研科普、观光旅游、休闲度假于一体的多功能、高品味“科学公园、生态公园”。它是一座地球古气候变迁的天然博物馆,是一本花岗岩地质地貌学的鲜活教科书,是一张内容丰富的多姿画卷,是一处养生健体的氧吧会所,是地学花坛中的一朵奇葩,是齐鲁大地上的这颗明珠。

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] 王家奉,厉永律,王康烈,等.五莲县志[M].北京:中国人民大学出版社,1992,1-702.
- [2] 秦幸福.仙境五莲[M].济南:山东美术出版社,2011,1-119.
- [3] 薛怀民,刘福来,孟繁聪.苏鲁造山带五莲新元古代花岗岩类成因的 Sr-Nd 同位素证据[J].地球科学——中国地质大学学报,2006,31(4):497-504.
- [4] 周建波,郑永飞,李龙,等.扬子大陆板块俯冲的构造加积楔[J].地质学报,2001,75(3):338-352.
- [5] 周建波,郑永飞,吴元宝.苏鲁造山带西北缘五莲花岗岩中锆石 U-Pb 年龄及其地质意义[J].科学通报,2002,47(22):1745-1750.
- [6] 周建波,郑永芍,赵子福.山东五莲中生代岩浆岩的锆石 U-Pb 年龄[J].高校地质学报,2003,9(2):186-194.
- [8] 王世进,万渝生,王伟,等.山东崂山花岗岩形成时代——锆石 SHRIMP U-Pb 定年[J].山东国土资源,2010,26(10):1-6.
- [7] 黄洁,郑永飞,吴元保,等.苏鲁造山带五莲地区岩浆岩元素和同位素地球化学研究[J].岩石学报,2005,21(3):545-568.
- [10] 宋明春,韩景敏,宫述林.苏鲁造山带大规模岩浆活动的证据:新元古代多成因花岗岩片麻岩[J].矿物岩石,2007,27(2):22-31.
- [9] 王来明,宋明春,王沛成,等.苏鲁超高压变质带的结构与演化[M].北京:地质出版社,2005:15-17.
- [11] 郭士昌,姚春梅,林存来,等.山东沂蒙山国家地质公园遗迹资源特点及保护[J].山东国土资源,2009,25(8):57-62.
- [12] 张莉莉,王元波,王心兵,等.青州国家地质公园地质遗迹资源类型及评价[J].山东国土资源,2011,27(9):25-28.

## Geological Heritage Resources and Forming Age of

## Wulianshan - Jiuxianshan Provincial Geopark in Shandong Province

### —— Zircon SHRIMP Dating Evidence

WANG Shijin<sup>1</sup>, WAN Yusheng<sup>2</sup>, ZHENG Mingwei<sup>3</sup>, SONG Juanjuan<sup>3</sup>, LI Xixue<sup>3</sup>, JIE Hangqiang<sup>2</sup>, SONG Zhiyong<sup>1</sup>, WANG Jiangwei<sup>4</sup>, HUANG Jiangbo<sup>5</sup>

(1. Shandong Geological Surveying Institute, Shandong Jinan 250013, China; 2. Beijing SHRIMP Center of Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China; 3. Wulian Bureau of Land and Resources, Shandong Wulian 276826, China; 4. Wulian Mountain Scenic Spot Management Committee, Shandong Wulian 276826, China; 5. Shandong Geophysical and Geochemical Exploration Institute, Shandong Jinan 250013, China)

**Abstract:** Wulianshan – Jiuxianshan geopark includes two parks. It is a comprehensive medium geopark with a variety of geological heritage resources. There are not only representative geological structural sections and unique geological landscapes, but also geological disaster relics. It is identified that intrusive rocks formed by magma intrusion in the crust formation process existed in west of Jiuxianshan park in 700 million years ago. It has experienced intense metamorphism and deformation formed by the collision of Triassic North China plate and Yangtze plate, and belongs to the Neoproterozoic Rongcheng rock series. According to zircon SHRIMP U – Pb dating results, the formation age is 799Ma, and metamorphic age is 255Ma. Middle and eastern part of Jiuxianshan and Wulianshan are adamellite of miarolitic cavity in Laoshan superunit in Mesozoic early Cretaceous period. Its forming age is 120Ma.

**Key words:** Geoparks; geological heritage; forming age; Wulianshan – Jiuxianshan; Wulian county in Shandong province