地质与矿产

玲珑金矿西山脉岩 SHRIMP 锆石 U－Pb 年龄

孙雨沁，马晓东，牛志力，程伟，张岩，李敏

（山东省地质科学研究院，山东省金属矿产成矿地质过程与资源利用重点实验室，国土资源部金矿成矿过程与资源利用重点实验室，山东 济南　250013）

摘要：SHRIMP IIe MC 具备高分辨、高灵敏、高精度和微量及原位微区分析的特点，可以进行 20μm 范围内的原位同位素分析，保持了测定对象原有的性质。玲珑西山脉岩锆石的氧同位素值显示了幔源数据特征，也具较强的壳源特征，这指示了再循环地壳或沉积物的贡献。SHRIMP U－Pb 定年测试得出，55 号脉的成岩年龄为（125.80±0.86）Ma，成矿时代为早白垩世，后地金矿的成岩年龄为（142.77±0.96）Ma，成矿时代是燕山早期。

关键词：SHRIMP；脉岩；西山矿区；玲珑金矿

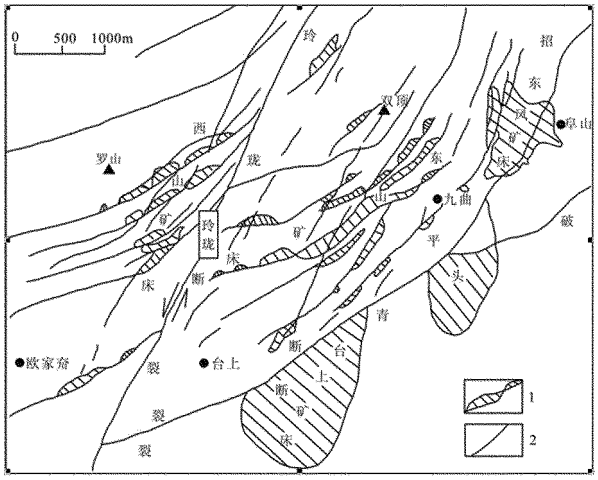
中图分类号：P618.51　　**文献标识码**：A

引文格式：孙雨沁，马晓东，牛志力，等.玲珑金矿西山脉岩 SHRIMP 锆石 U－Pb 年龄[J].山东国土资源，2016，32(3)：10－16.Sun Yuqin，Ma Xiaodong，Niu Zhili，etc. Zircon SHRIMP U－Pb Age of Xishan Vein Rock in Linglong Gold Deposit[J].Shandong Land and Resources，2016，32(3)：10－16.

山东省招远玲珑金矿地处胶东半岛西北部，东与栖霞市相临，西靠莱州市，南与莱阳、莱西两市接壤，北以龙口市相接[1]。玲珑金矿田开采历史悠久，矿区地质工作起步于 20 世纪 50 年代，实际探明 C＋D 级金金属量约 231 t（工程控制垂深度 580 m 以上），2012 年探、采矿垂深已达千米，进入第二富集带①。该文通过对玲珑西山矿区 55 号脉和后地金矿脉岩与金矿化样品的 SHRIMP 锆石 U－Pb 年龄的测试分析，指示矿化源区来源，为今后热液矿床找矿提供更多的途径。

1　成矿地质背景

玲珑金矿位于华北克拉通东缘胶东半岛，传统构造将这一地区划为胶辽台隆[2]，板块地体构造将这一地区划为胶北地体[3]。地体的西界为郯庐断裂带，是一条规模巨大的左行平移走滑断裂带[4]；地体的南东界为五莲-荣成断裂带，是华北克拉通与苏鲁造山带的分界断裂（图 1）[5－6]。



1—矿体平面投影；2—控制矿体和岩脉的断裂

图 1　玲珑金矿田控矿断裂构造及矿体平面投影图[7]

玲珑西山矿区地层发育比较齐全，地表出露以中生代、新生代地层为主，其次为古生代地层，元古宇在部分地区出露而太古宇只是零星出露[1]。区内断裂构造发育，受招平断裂、破头青断裂两大区域性断裂的联合控制①。构造岩以碎裂岩为主，其次有碎裂状花岗岩夹断层泥及构造透镜体。构造岩蚀变

收稿日期：2015－05－29；**修订日期**：2015－07－06；**编辑**：王敏

基金项目：山东胶东金矿与深源脉岩关系研究（鲁勘字[2011]56 号）

作者简介：孙雨沁（1986—），女，江苏东台人，工程师，主要从事矿物学、岩石学、矿床学研究；E－mail：sunyuqin86@163.com

①山东省地质科学研究院，全国矿产资源利用现状调查（玲珑金矿核查区），2012 年。

弱，矿化不发育，主要有绢云母化、高岭土化①。区内岩浆岩发育，主要为玲珑序列大庄子单元，岩性为含斑粗中粒二长花岗岩，该单元是区内金矿最主要的赋矿围岩①。

55 号矿脉位于玲珑断裂带幔源脉岩带的西侧，该脉岩脉宽 3～5 m，穿脉控制长度 40 多米，附近出露地层有新太古代胶东岩群、新生代第四纪松散堆积物。控矿田地质圈在地表紧贴 108 号脉东段的浅色闪长玢岩脉，沿 NNE 向追踪张扭裂隙延长穿切 55 号脉中段。玲珑断裂带幔源脉岩带主要分布在深切沟谷的 SE 坡，即断裂的 SE 盘，以大玲珑背上 51 号脉西段的切穿该脉的 NNE 走向、近直立的煌斑岩脉群为代表，其次为切穿 36 号西段的闪长玢岩脉，以及玲珑断裂带内厚 3 m 的闪长玢岩脉（向 SEE 陡倾）。55 号脉的西段被玲珑矿田西缘幔源脉岩带穿切，以矿田西部红青顶一带、108 号脉西段的 Xj301～Xj302 井之间的闪长玢岩脉、煌斑岩脉为代表[1]①。

后地硅化绿泥石化闪长玢岩脉紧贴主矿脉产出，主矿脉 SE 50 m 处沿 NNE 向支脉下盘分布的云斜煌岩脉的下盘叠加细粒闪长岩脉、碳酸盐化绢云母化闪长玢岩脉。主脉脉宽 1～2 m，支脉之脉岩带宽 2～3 m。后地金矿矿体主要由黄铁绢英岩化碎裂岩和黄铁矿石英脉组成。矿石的主要矿物成分为石英、绢云母、黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、褐铁矿、绿泥石、方解石等。矿石结构以压碎结构、自形晶粒结构、半自形粒状结构为主，次为他形粒状结构、包含结构、交代残余结构等。矿石构造以细脉状、细脉浸染状、团块状构造为主，次为浸染状构造、网脉状构造[1]①。

2　脉岩产状和岩石学特征

2.1　55 号矿脉脉岩和金矿化样品

该次采集的 55 号矿脉脉岩样品（编号 LX110），岩石为云斜煌岩，主要由辉石、角闪石、黑云母、斜长石、方解石、石英、不透明矿物等组成，构成岩石的主要矿物按大小明显分为两部分，呈煌斑结构，斑晶主要由较自形的辉石、角闪石组成，粒径一般为 0.8～2.0 mm；基质主要由辉石、角闪石、黑云母、斜长石、方解石、石英、不透明矿物等组成，粒径一般为 0.05～0.6 mm，呈微细粒结构。斑晶中的辉石较自形，多被滑石、纤闪石、绿泥石、碳酸盐矿物交代呈其假象；角闪石呈灰黄色，柱状，有的发生碳酸盐化、黑云母化、绿泥石化；黑云母呈浅黄色，片状，有的发生绿泥石化、碳酸盐化；斜长石呈板条状，可见聚片双晶，有的发生绢云母化、碳酸盐化；方解石呈不规则粒状，多呈不规则集合体状填隙于其他矿物之间，多为其他矿物的蚀变产物；石英呈不规则粒状，多呈不规则集合体状填隙于其他矿物之间。岩石中的金属矿物呈半自形晶粒结构，稀疏浸染状构造，主要由黄铁矿、方铅矿、闪锌矿等组成，含量较少，零星分布[1]①。

金矿化样品（编号 JLX110）为含金黄铁石英脉，岩石主要由石英及少量的绢云母、方解石、黄铁矿组成，构成岩石的主要矿物多呈它形晶，粒径一般为 0.03～0.6 mm，有的矿物粒径可达 1.5 mm；为细粒结构，局部裂隙较多，较为破碎。其中石英呈它形粒状晶，多呈不规则集合体状，局部较为破碎。绢云母无色，鳞片状，有的发生绿泥石化，多与碎粒状石英一起沿裂隙及石英间隙分布。方解石呈不规则粒状，多呈不规则状集合体填隙于石英之间，有的沿裂隙充填呈脉状分布。岩石中的金属矿物呈半自形晶粒结构，稀疏浸染状构造，主要由黄铁矿、方铅矿、闪锌矿等组成。黄铁矿呈自形—半自形晶，粒径一般为 0.02～1.2 mm，有的沿周边被方铅矿交代，有的晶粒裂隙较多，零散分布，局部富集。方铅矿呈半自形晶，粒径一般为0.01～0.20 mm，有的沿周边被闪锌矿交代，零星分布，局部富集。闪锌矿呈他形晶，粒径一般为 0.02～0.20 mm，其中多见乳滴状黄铜矿小包体，多分布方铅矿附近[1]。

2.2　后地金矿脉岩和金矿化样品

该次采集的后地金矿脉岩样品（编号 DD1）位于＋46～＋65 m 中段，岩石为硅化绿泥石化的闪长玢岩，岩石主要由斜长石、黑云母、方解石、绿泥石、石英、绢云母、磷灰石、不透明矿物等组成，构成岩石的主要矿物按大小明显分为两部分，呈斑状结构；斑晶主要由黑云母、斜长石组成，粒径一般为0.6～1.5 mm；基质主要由斜长石、黑云母、方解石、绿泥石、石英、不透明矿物等组成，粒径一般为 0.03～0.3 mm，呈微粒结构。局部定向分布。其中斜长石呈

① 山东省地质科学研究院，全国矿产资源利用现状调查（玲珑金矿核查区），2012 年。

半自形板柱状，可见双晶，多发生绢云母化、硅化、碳酸盐化；黑云母呈灰绿色，片状，多发生绿泥石化、碳酸盐化、绢云母化，多被完全交代呈其假象，有的发生暗化分解；方解石呈不规则粒状，多为斜长石及黑云母的蚀变产物；绿泥石呈浅绿色，鳞片状，多为黑云母的蚀变产物；石英呈不规则粒状，可见波状消光，多呈不规则集合体状。绢云母呈无色，鳞片状，多为斜长石及黑云母的蚀变产物；磷灰石呈自形晶，零星分布。岩石中的金属矿物呈半自形晶粒结构，稀疏浸染状构造，主要由黄铁矿、黄铜矿、磁铁矿等组成。其中黄铁矿呈自形—半自形粒状晶，粒径一般为0.05～1.5 mm，零星分布，局部富集，有的晶粒裂隙较多；黄铜矿呈半自形—他形粒状晶，粒径一般为 0.01～0.05 mm，零星分布；磁铁矿呈半自形粒状晶，粒径一般为 0.01～0.15 mm，零星分布[1]。

金矿化样品 JDD1 为含黄铁绢英岩，岩石主要由石英、绢云母、钾长石、方解石、黄铁矿组成，构成岩石的主要矿物粒径一般为 0.03～0.6 mm，有的可达 2.0 mm；多为鳞片状或粒状，彼此呈镶嵌紧密状分布，呈鳞片粒状变晶结构。其中石英呈不规则粒状，可见波状消光，多呈不规则集合体状；钾长石呈不规则粒状，有的发生碳酸盐化，有的其中可见石英包体；绢云母呈无色，鳞片状，多呈不规则状集合体围绕石英分布，局部富集；方解石呈不规则粒状，多为钾长石的蚀变产物。岩石中的金属矿物主要由黄铁矿、磁铁矿等组成，呈自形—半自形晶粒结构，稀疏浸染状构造。其中黄铁矿呈自形—半自形粒状晶，粒径一般为 0.1～3.0 mm，有的可达 5.0 mm，有的裂隙较多，较为破碎，零散分布，局部富集。磁铁矿呈他形粒状晶，粒径一般为 0.01～0.15 mm，零星分布[1]。

3　锆石 U－Pb 年龄和氧同位素组成

3.1　锆石 U－Pb 年龄

该文对 LX110 样品中的 14 颗锆石和 DD1 样中的 10 颗锆石进行测年分析，锆石样品按常规方法进行分选，然后在双目镜下挑选出晶型完好、具有代表性的锆石颗粒制成样品靶，将靶上的锆石颗粒打磨至中心部位出露后进行抛光。然后进行可见光和阴极发光(CL)照相，以检查锆石的内部结构，从而帮助选定最佳的待测锆石部位和数据解释[8－10]。该次测试的锆石晶体主要为黄色，多为柱面和锥面组成的简单聚形，面、棱较清晰。CL 图像如图 2 显示。测试由北京离子探针中心测试，测试仪器为 SHRIMP IIe MC 质谱仪，测试数据如表 1 所示。

由表 1、图 3 可知，样品 LX110 的 5 颗同岩浆锆石数据的加权平均年龄为(127.6±2.5)Ma，这指示了该金矿的成矿时代为早白垩世，云斜煌岩岩脉的成岩年龄为(125.80±0.86)Ma。由表 2、图 4 可知，DD1 样中的 8 颗锆石年龄是燕山早期，成岩年龄为(142.77±0.96)Ma。

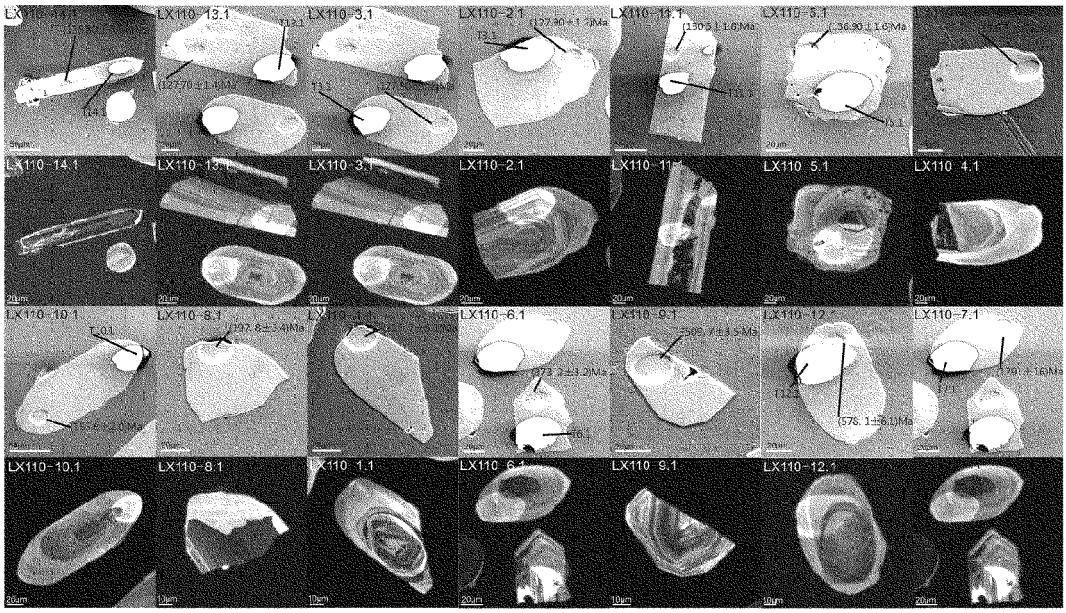
3.2　氧同位素

SHRIMP IIe MC 具备高分辨、高灵敏、高精度和微量及原位微区分析的特点，可以进行 20μm 范围内的原位同位素分析，而不必经过复杂的化学分离过程，保持了测定对象原有的性质[8]。澳大利亚国立大学的 SHRIMP IIe MC 质谱仪可以测定锆石的氧同位素比值，其测定精度可以达到 0.4‰(95% 置信度)。该次测试使用北京离子探针中心的 SHRIMP IIe MC 对 55 号脉 LX110 样品的锆石进行了氧同位素分析，锆石样品在 SHRIMP 测定前用环氧树脂贴合在平台上，磨至一半，抛光、清洗、照相，最后在其表面镀金，使表面具有最大的导电性[6]。测定结果显示，$\Delta^{18}O$ 值：8.61，8.70，7.26，6.93，7.73，7.20，8.30，3.92，9.58(表 3)。

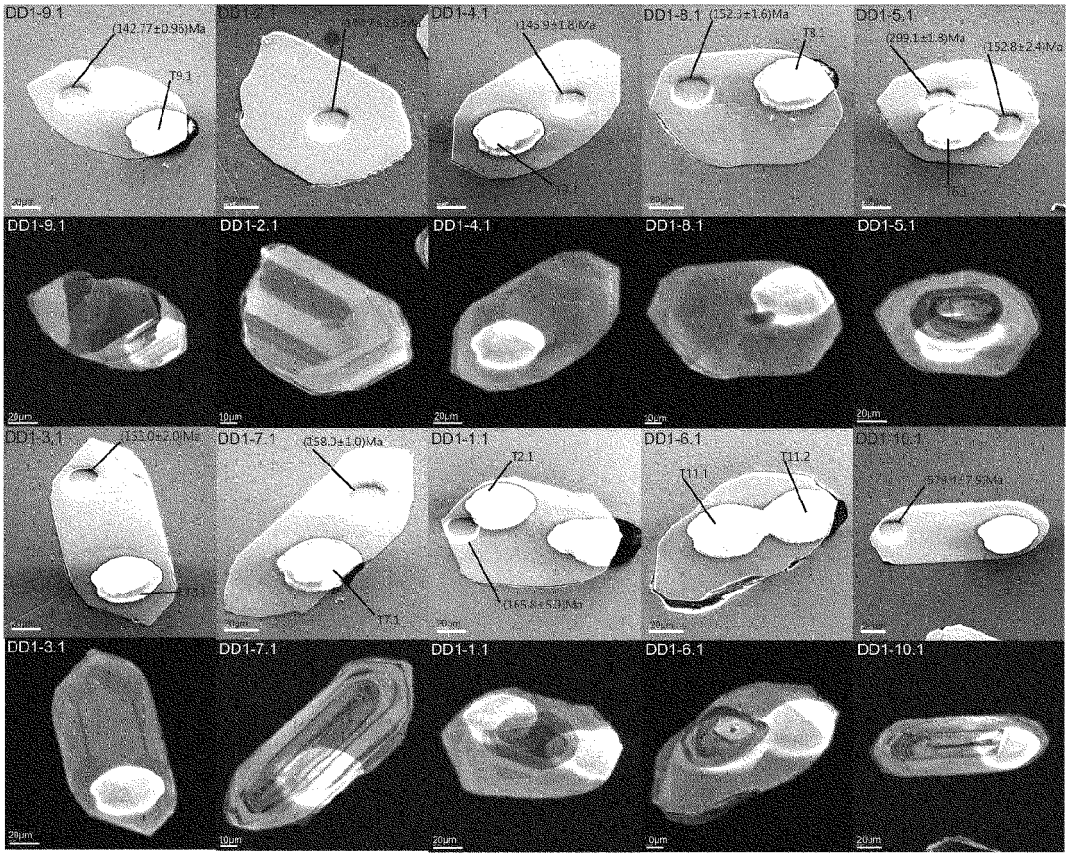
由此可见，样品 LX110 的同岩浆锆石的氧同位素变化范围为 3.92～9.59，显示了幔源数据，也具较强的壳源特征，这指示了再循环地壳或沉积物的贡献。

4　结论

55 号脉成矿年龄为(127.6±2.5)Ma，云斜煌岩岩脉的成岩年龄为(125.80±0.86)Ma，这指示了该金矿的成矿时代为早白垩世。后地金矿的成矿时代是燕山早期，成岩年龄为(142.77±0.96)Ma。55 号脉的同岩浆锆石的氧同位素变化范围为3.92到9.59，显示了幔源数据，也具较强的壳源特征，这指示了再循环地壳或沉积物的贡献。



LX110



DD1

图 2　锆石二次电子图像和阴极发光图像及$^{206}Pb/^{238}U$年龄

每个锆石颗粒对应 2 个图，上面的为二次电子图像，下面的为 CL 图像。由短线引导的二次电子图像上的“凹坑”为 SHRIMP 测定时的斑点；由于在完成SHRIMP测定后又进行了镀金膜，故CL图像中无法显示出斑点。每个图像对应的数值为$^{206}Pb/^{238}U$年龄及误差、测定点编号

表 1　LX110 中锆石 SHRIMP U－Pb 年龄测定数据

样品点	元素含量(10^{-6})			同位素比值												
	U	Th	Th/U	(1) $^{238}U/^{206}Pb^*$	±%	(1) $^{207}Pb^*/^{206}Pb^*$	±%	(1) $^{207}Pb^*/^{235}U$	±%	(1) $^{206}Pb^*/^{238}U$	±%	误差校正	(3) $^{238}U/^{206}Pb^*$	±%	(3) $^{207}Pb^*/^{206}Pb^*$	±%
1	85.40	57.09	0.69	29.66	2.4	0.05	5.70	0.25	6.20	0.03	2.40	0.39	28.84	2.4	0.08	5.30
2	220.57	162.16	0.76	48.98	1.1	0.05	5.80	0.14	5.90	0.02	1.10	0.18	48.96	1	0.05	4.10
3	281.80	235.20	0.86	49.9	0.96	0.05	3.30	0.14	3.50	0.02	0.96	0.28	49.74	0.96	0.05	2.90
4	76.33	24.73	0.33	41.51	1.6	0.05	10.00	0.16	10.00	0.02	1.60	0.15	41.29	1.5	0.05	5.60
5	278.89	142.26	0.53	46.59	1.2	0.05	10.00	0.15	11.00	0.02	1.20	0.11	46.78	1	0.05	4.70
6	557.89	344.02	0.64	12.155	0.71	0.06	1.00	0.65	1.20	0.08	0.71	0.57	12.18	0.71	0.06	1.10
7	44.28	25.66	0.60	4.509	1.3	0.15	1.90	4.62	2.30	0.22	1.30	0.58	4.625	1.3	0.13	2.90
8	188.77	78.12	0.43	32.1	1.7	0.05	26.00	0.23	26.00	0.03	1.70	0.07	32.58	1.2	0.04	26.00
9	222.78	104.61	0.49	16.78	0.89	0.05	3.00	0.45	3.10	0.06	0.89	0.29	16.76	0.89	0.06	2.90
10	119.26	11.18	0.10	40.93	1.3	0.05	5.20	0.18	5.30	0.02	1.30	0.24	41.01	1.3	0.05	4.40
11	111.24	7.38	0.07	48.9	1.4	0.05	7.00	0.15	7.20	0.02	1.40	0.20	49.05	1.4	0.05	5.40
12	220.90	90.92	0.43	10.66	1.1	0.09	2.60	1.15	2.90	0.09	1.10	0.39	10.27	1.1	0.12	3.60
13	249.25	4.94	0.02	49.97	1.1	0.05	7.40	0.14	7.50	0.02	1.10	0.14	49.8	1	0.05	4.50
14	1718.95	26.16	0.02	50.74	0.69	0.05	1.80	0.13	1.90	0.02	0.69	0.36	50.68	0.69	0.05	1.20

样品点	同位素比值					年龄(Ma)											
	(3) $^{207}Pb^*/^{235}U$	±%	(3) $^{206}Pb^*/^{238}U$	±%	误差校正	(1) $^{206}Pb/^{238}U$ Age	1σ	(2) $^{206}Pb/^{238}U$ Age	1σ	(3) $^{206}Pb/^{238}U$ Age	1σ	(1) $^{207}Pb/^{206}Pb$ Age	1σ	(1) $^{208}Pb/^{232}Th$ Age	1σ
1	0.37	5.90	0.03	2.40	0.42	213.7	±5.1	212.8	±5.2	219.8	±5.9	367	±130	161	±9.5
2	0.14	4.20	0.02	1.00	0.25	130.3	±1.4	130.2	±1.4	130.3	±1.6	151	±140	130	±4.2
3	0.14	3.00	0.02	0.96	0.31	127.9	±1.2	127.8	±1.2	128.3	±1.5	170	±78	125	±2.7
4	0.17	5.80	0.02	1.50	0.25	153.5	±2.4	153.7	±2.3	154.3	±2.4	85	±240	138	±16
5	0.14	4.90	0.02	1.00	0.21	136.9	±1.6	136.6	±1.4	136.4	±1.6	222	±240	143	±11
6	0.63	1.30	0.08	0.71	0.55	509.7	±3.5	509.7	±3.5	508.8	±3.9	509	±23	518	±5.5
7	3.97	3.20	0.22	1.30	0.41	1,291	±16	1,193	±20	1,262	±18	2,359	±32	1,647	±69
8	0.17	26.00	0.03	1.20	0.05	197.8	±3.4	197.1	±3.4	194.9	±3.3	325	±590	240	±41
9	0.45	3.00	0.06	0.89	0.30	373.2	±3.2	373.1	±3.3	373.5	±3.5	383	±67	369	±7.3
10	0.17	4.60	0.02	1.30	0.28	155.6	±2.0	155	±2.0	155.3	±2.0	290	±120	176	±26
11	0.14	5.60	0.02	1.40	0.25	130.5	±1.8	130	±1.8	130.1	±1.8	258	±160	168	±43
12	1.57	3.70	0.10	1.10	0.30	578.1	±6.1	557.8	±6.7	598.9	±6.8	1,397	±51	251	±9.5
13	0.14	4.60	0.02	1.00	0.22	127.7	±1.4	127.6	±1.4	128.2	±1.3	173	±170		
14	0.13	1.40	0.02	0.69	0.50	125.8	±0.86	125.9	±0.86	125.95	±0.86	82	±43	64	±41

注：误差是 1σ，Pb^* 代表放射产生的部分。标准校准误差为 0.18%。(1)中的 Pb 是用所测得的 ^{204}Pb 进行校正；(2)中的 Pb 是假设 $^{206}Pb/^{238}U$～$^{207}Pb/^{235}U$ 年龄和谐来校正；(3)中的 Pb 是假设 $^{206}Pb/^{238}U$～$^{208}Pb/^{232}Th$ 年龄和谐来校正。

表 2　DD1 中锆石 SHRIMP U－Pb 年龄测定数据

样品点	元素含量(10^{-6})			同位素比值												
	U	Th	Th/U	(1) $^{238}U/^{206}Pb^*$	±%	(1) $^{207}Pb^*/^{206}Pb^*$	±%	(1) $^{207}Pb^*/^{235}U$	±%	(1) $^{206}Pb^*/^{238}U$	±%	误差校正	(3) $^{238}U/^{206}Pb^*$	±%	(3) $^{207}Pb^*/^{206}Pb^*$	±%
1	179	33	0.19	38.4	3.60	0.05	7.90	0.17	8.70	0.03	3.60	0.42	38.30	3.60	0.05	3.40
2	35	8	0.24	44.05	1.80	0.05	17.00	0.17	17.00	0.023	1.80	0.1	44.16	1.40	0.05	7.20
3	134	57	0.44	41.63	1.30	0.05	3.50	0.16	3.70	0.02	1.30	0.36	41.68	1.30	0.05	2.40
4	104	34	0.34	43.68	1.30	0.05	9.10	0.15	9.20	0.02	1.30	0.14	43.87	1.20	0.04	7.80
5	69	22	0.33	41.70	1.60	0.05	12.00	0.17	12.00	0.02	1.60	0.13	41.83	1.50	0.05	6.40
6	773	8	0.01	21.05	0.60	0.08	0.95	0.51	1.10	0.05	0.60	0.53	21.04	0.60	0.08	0.94
7	414	130	0.32	40.30	0.65	0.05	4.30	0.17	4.40	0.02	0.65	0.15	40.04	0.61	0.05	2.10
8	160	49	0.32	41.84	1.10	0.05	8.10	0.16	8.10	0.02	1.10	0.13	41.78	0.96	0.05	4.00
9	384	193	0.52	44.66	0.68	0.05	4.50	0.15	4.60	0.02	0.68	0.15	44.78	0.65	0.05	2.90
10	274	180	0.68	10.63	1.40	0.06	1.30	0.81	1.90	0.09	1.40	0.73	11.00	1.40	0.04	10.00

续表 2　DD1 中锆石 SHRIMP U－Pb 年龄测定数据

样品点	同位素比值					年龄(Ma)									
	(3) $^{207}Pb^{*}/^{235}U$	±%	(3) $^{206}Pb^{*}/^{238}U$	±%	误差校正	(1) $^{206}Pb/^{238}U$ Age	1σ	(2) $^{206}Pb/^{238}U$ Age	1σ	(3) $^{206}Pb/^{238}U$ Age	1σ	(1) $^{207}Pb/^{206}Pb$ Age	1σ	(1) $^{208}Pb/^{232}Th$ Age	1σ
1	0.18	5.00	0.03	3.60	0.72	165.8	±5.9	166.3	±5.9	166.3	±6.1	57	±190	149	±25
2	0.16	7.30	0.02	1.40	0.19	144.7	±2.5	143.7	±2.1	144.4	±2.2	381	±380	154	±43
3	0.16	2.80	0.02	1.30	0.48	153.0	±2.0	153.0	±2.0	152.8	±2.2	151	± 82	155.7	± 5.1
4	0.14	7.90	0.02	1.20	0.15	145.9	±1.8	146.2	±1.9	145.3	±1.9	60	±220	158	±13
5	0.16	6.60	0.02	1.50	0.22	152.8	±2.4	152.2	±2.3	152.3	±2.4	294	±270	162	±22
6	0.51	1.10	0.05	0.60	0.54	299.1	±1.8	290.0	±2.1	299.4	±1.8	1,129	± 19	153	±19
7	0.17	2.20	0.02	0.61	0.28	158.0	±1.0	158.01	±0.98	159.0	±1.0	155	±100	138.5	± 7.8
8	0.17	4.10	0.02	0.96	0.24	152.3	±1.6	152.2	±1.5	152.5	±1.6	179	±190	148	±15
9	0.14	3.00	0.02	0.65	0.22	142.77	±0.96	143.02	±0.94	142.4	±1.0	74	±110	147.2	± 4.9
10	0.44	10.00	0.09	1.40	0.14	579.4	±7.9	577.2	±8.1	561.1	±9.2	692	± 28	749	±13

注：误差是 1σ，Pb* 代表放射产生的部分。标准校准误差为 0.18%。(1)中的 Pb 是用所测得的 ^{204}Pb 进行校正；(2)中的 Pb 是假设 $^{206}Pb/^{238}U$～$^{207}Pb/^{235}U$ 年龄和谐来校正；(3)中的 Pb 是假设 $^{206}Pb/^{238}U$～$^{208}Pb/^{232}Th$ 年龄和谐来校正。

表 3　LX110 锆石 SHRIMP U－Pb 氧同位素测定数据

样号点位	T2.1	T3.1	T5.1	T6.1	T7.1	T10.1	T11.1	T12.1	T13.1
$\delta^{18}O$	8.61	8.70	7.26	6.93	7.73	7.20	8.30	3.92	9.58

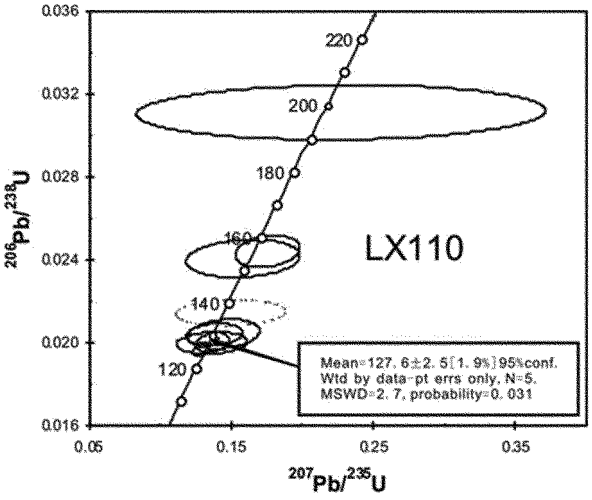


图 3　LX110 锆石 $^{206}Pb/^{238}U$ 数据协和图

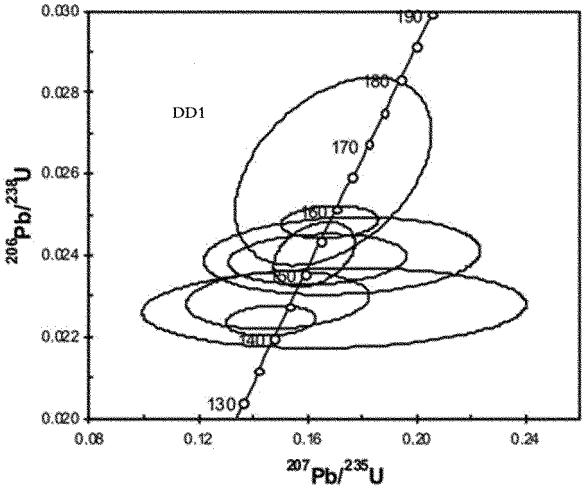


图 4　DD1 锆石 $^{206}Pb/^{238}U$ 数据协和图

致谢：感谢北京离子探针中心主任刘敦一及杨淳先生安排测试了胶东金矿带深源脉岩的锆石年龄，在 2013 年 7 月提供了测试报告。感谢山东黄金集团有限公司武际春、刘维民等协助该项目成员下矿井、采大样。感谢张志敏老师、杨德平及刘鹏瑞研究员的悉心指导。感谢院领导的重视与有关同事的支持，在此一并谢过。

参考文献：

[1]　赵泳越.山东省玲珑金矿矿床成因研究[D].长春：吉林大学，2012.

[2]　任纪舜，姜春发，张正坤，等.中国大地构造及其演化——1/400万中国大地构造图说明书[M].北京：科学出版社，1981，29－37.

[3]　胡受奚，王鹤年，王德滋，等.中国东部金矿地质学及地球化学[M].北京：科学出版社，1998，27－49.

[4]　徐嘉炜，马国锋.郯庐断裂带研究的十年回顾[J].地质论评，1992，38(4)：316－325.

[5]　曹国权，王致本，张成基.山东胶南地体及其边界断层五莲—荣成断裂的构造意义[J].山东地质，1990，6(1)：1－14.

[6]　李俊建，罗镇宽，刘晓阳，等.玲珑金矿区成矿后花岗斑岩脉的锆石 SHRIMP U－Pb 年龄对胶北地体演化的制约[J].地学前

缘,2005,12(2):317-323.
[7] 杜松金,李洪喜,张庆龙,等.山东招远玲珑金矿田控矿构造及其形成机制[J].高等地质学报,2003,9(3):420-426.
[8] 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,2002,48(增刊):26-30.
[9] 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):1-5.
[10] 王世进,万渝生,郭瑞朋,等.鲁东地区玲珑型(超单元)花岗岩的锆石 SHRIMP 定年[J].山东国土资源,2011,27(4):1-7.

Zircon SHRIMP U-Pb Age of Xishan Vein Rock in Linglong Gold Deposit

SUN Yuqin, MA Xiaodong, NIU Zhili, CHENG Wei, ZHANG Yan, LI Min
(Shandong Institute of Geological Sciences, Shandong Key Laboratory of Geological Processes and Resource Utilization in Metallic Minerals, Key Laboratory of the Ministry of Land and Resources of Gold Mineralization Process and Resource Utilization, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract: SHRIMP IIe MC has the characteristics of high resolution, high sensitivity, high precision, trace analysis and in-situ analysis. In-situ istopic analysis within the scope of 20μm can be carried out. Thus, the original property of the determination object can be kept. Zircon oxygen isotopic value of Xishan vein rocks in Linglong gold deposit shows the characteristics of mantle-derived source. It also has the characteristics of crust source. It indicates the contribution of recycled crust or sediments. As showed by SHRIMP U-Pb zircon dating, rock-forming age of No. 55 vein is (125.80±0.86)Ma, metallogenic age is the early Cretaceous; while rock-forming age of Houdi gold deposit is (142.77±0.96)Ma, and metallogenic age is the early Yanshan.

Key words: SHRIMP; vein rock; Xishan mining area; Linglong gold deposit