

# 鲁西归来庄金矿床矿化闪长玢岩锆石 U-Pb 年龄

李世勇<sup>1</sup>, 李杰<sup>2</sup>, 蒋雷<sup>3</sup>, 宋明春<sup>3</sup>, 宋英昕<sup>4</sup>, 张英梅<sup>5</sup>

(1. 山东省物化探勘查院, 山东济南 250013; 2. 河北地质大学地球科学学院, 河北石家庄 050031; 3. 山东省地质矿产勘查开发局第六地质大队, 山东威海 264209; 4. 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; 5. 山东省鲁南地质工程勘察院, 山东兖州 272100)

## Zircon U-Pb dating of diorite porphyrite in the Guilaizhuang gold deposit, western Shandong

LI Shiyong<sup>1</sup>, LI Jie<sup>2</sup>, JIANG Lei<sup>3</sup>, SONG Mingchun<sup>3</sup>, SONG Yingxin<sup>4</sup>, ZHANG Yingmei<sup>5</sup>

(1. Shandong Institute of Geophysical and Geochemical Exploration, Jinan 250013, Shandong, China; 2. School of Earth Sciences, Hebei GEO University, Shijiazhuang 050031, Hebei, China; 3. Shandong Provincial No.6 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Weihai 264209, Shandong, China; 4. Key Laboratory of Gold Mineralization Processes and Resources Utilization Subordinated to the Ministry of Land and Resources, Jinan 250013, Shandong, China; 5. Lunan Geo-engineering Exploration Institute, Yanzhou 272100, Shandong, China)

## 1 研究目的(Objective)

归来庄金矿床是鲁西地区最大的金矿床, 具有独特的金碲矿化特征, 其大地构造位置处于华北板块东缘之鲁西隆起区, 著名的郯庐断裂带西侧(图 1a)。矿体主要赋存于萤石化隐爆角砾岩和碳酸盐岩(寒武系和奥陶系白云岩、石灰岩)中, 受 NNW 向区域性燕甘断裂的近 EW 向次级断裂控制(图 1b)。矿床成因类型被认为是中低温热液隐爆角砾岩型, 与早侏罗世的中偏碱性次火山杂岩体-铜石岩体密切相关。以往勘查研究表明, 在闪长玢岩中并未发现工业矿体。本次在矿床深部勘查的基础上, 对矿床深部矿化情况作了详细研究, 新发现了闪长玢岩脉型金矿体(图 1c、d), 测试了含矿闪长玢岩的锆石 U-Pb 年龄, 以此来限定成矿年龄的上限。

## 2 研究方法(Methods)

本次研究样品分别取自归来庄金矿床钻孔 ZK3401 中-729 m 处和 ZK4404 中-10 m 处, 岩性为闪长玢岩, 呈灰色, 斑状结构, 块状构造, 斑晶以斜长石为主, 其次为角闪石(图 1d)。锆石挑选在河北省区域地质调查研究所完成, 锆石制靶在南京宏创地质勘查技术服务有限公司完成。LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 测年在中国地质调查局成都地质调查中心完成, 使用仪器为 Agilent7700xICP-

MS, 配备 ASI Resonetics 193 nm 激光器, 束斑直径约 32  $\mu\text{m}$ 。锆石年龄采用国际标准锆石 91500 作为外标, 元素含量采用 NISTSRM610 作为外标, <sup>29</sup>Si 作为内标元素。共同铅校正采用 Anderson 推荐的方法。用 ICPMSDATECAL 程序计算样品的同位素比值和元素含量。数据处理采用 ISOPLOT 程序。

## 3 研究结果(Results)

从 2 个闪长玢岩样品中分离出的锆石颗粒呈半透明、灰-灰黑色, 棱柱状, 粒径为 80~150  $\mu\text{m}$ 。在 CL 图像中, 所有的锆石颗粒都显示出清晰的振荡环带, 没有核边结构, 显示出典型的火成岩锆石特征(图 1e、f)。样品 ZK3401 的 U 和 Th 浓度分别为  $246 \times 10^{-6} \sim 697 \times 10^{-6}$  和  $30.4 \sim 178 \times 10^{-6}$ , Th/U 比值为 0.15~0.79。样品 ZK4404 的 U 和 Th 浓度分别为  $247 \times 10^{-6} \sim 724 \times 10^{-6}$  和  $26 \sim 73 \times 10^{-6}$ , Th/U 比值为 0.29~1.02(表 1)。2 个样品的 <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U 加权平均年龄分别为  $(178.6 \pm 2.0) \text{Ma}$  (MSWD=0.91) 和  $(181.5 \pm 1.8) \text{Ma}$  (MSWD=0.83), 可代表闪长玢岩的成岩年龄。该年龄与归来庄金矿床黄铁矿的 Rb-Sr 年龄 ( $(180.8 \pm 2.3) \text{Ma}$ ) 和萤石、方解石的 Sm-Nd 年龄 ( $(181.8 \pm 15) \text{Ma}$ ) 高度吻合, 说明金矿与含矿浅成热液侵入岩(闪长玢岩)的年龄一致, 表明它们形成于早侏罗世的同一地质事件。闪长玢岩的侵位年龄可以代

表1 鲁西归来庄金矿床矿化闪长玢岩LA-ICP-MS锆石U-Pb分析结果

Table 1 LA-ICP-MS zircon U-Pb analytical results of diorite porphyrite in the Guilaizhuang gold deposit, western Shandong Province

Spot	Pb /10 <sup>-6</sup>	Th /10 <sup>-6</sup>	U /10 <sup>-6</sup>	Th/U	同位素比值						表面年龄/Ma					
					<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
ZK3401-1	25.6	89.7	442	0.20	0.0490	0.0051	0.1912	0.0174	0.0287	0.0009	150	226	178	14.9	183	5.4
ZK3401-2	20.2	67.3	372	0.18	0.0530	0.0062	0.1998	0.0199	0.0289	0.0008	328	268	185	16.8	184	4.7
ZK3401-3	32.2	105	640	0.16	0.0527	0.0043	0.2013	0.0148	0.0281	0.0007	317	187	186	12.5	179	4.3
ZK3401-4	38.9	159	612	0.26	0.0491	0.0047	0.1901	0.0167	0.0275	0.0006	154	207	177	14.2	175	3.6
ZK3401-7	25.3	122	430	0.28	0.0471	0.0049	0.1780	0.0145	0.0288	0.0008	53.8	233.3	166	12.5	183	5.0
ZK3401-10	36.8	166	651	0.25	0.0467	0.0039	0.1820	0.0140	0.0280	0.0007	35.3	198	170	12.1	178	4.2
ZK3401-11	34.7	138	606	0.23	0.0497	0.0054	0.1926	0.0172	0.0287	0.0007	189	228	179	14.7	182	4.4
ZK3401-12	20.6	69.8	475	0.15	0.0511	0.0071	0.1856	0.0213	0.0276	0.0007	243	357	173	18.2	176	4.5
ZK3401-13	24.5	96.6	507	0.19	0.0497	0.0068	0.1865	0.0242	0.0276	0.0007	189	289	174	20.7	176	4.2
ZK3401-14	30.4	101	479	0.21	0.0545	0.0057	0.2031	0.0194	0.0273	0.0007	391	206	188	16.4	174	4.5
ZK3401-15	31.6	142	456	0.31	0.0504	0.0053	0.1919	0.0165	0.0280	0.0007	217	226	178	14.0	178	4.4
ZK3401-16	29.8	117	498	0.23	0.0478	0.0046	0.1933	0.0150	0.0293	0.0007	100	206	179	12.8	186	4.3
ZK3401-17	34.6	148	491	0.30	0.0540	0.0067	0.1814	0.0168	0.0272	0.0009	369	281	169	14.5	173	5.6
ZK3401-19	19.6	74.8	354	0.21	0.0469	0.0065	0.1988	0.0274	0.0295	0.0008	55.7	291	184	23.2	187	5.3
ZK3401-23	73	458	579	0.79	0.0522	0.0058	0.2060	0.0202	0.0280	0.0007	295	257	190	17.0	178	4.3
ZK3401-24	11.35	30.4	246	0.12	0.0523	0.0075	0.2008	0.0223	0.0290	0.0010	298	296	186	18.9	184	6.0
ZK3401-30	38.4	178	697	0.26	0.0524	0.0054	0.1971	0.0182	0.0277	0.0007	302	235	183	15.4	176	4.5
ZK3401-31	32.9	155	606	0.26	0.0529	0.0061	0.1924	0.0179	0.0273	0.0007	324	265	179	15.2	174	4.5
ZK3401-32	28.2	113	507	0.22	0.0490	0.0061	0.1787	0.0202	0.0273	0.0009	146	267	167	17.4	174	5.5
ZK3401-33	32.8	151	603	0.25	0.0502	0.0054	0.1965	0.0197	0.0286	0.0008	206	233	182	16.8	182	4.9
ZK4404-1	81	537	724	0.74	0.0486	0.0042	0.1917	0.0148	0.0285	0.0006	128	193	178	12.6	181	3.6
ZK4404-2	66	442	514	0.86	0.0492	0.0041	0.1905	0.0147	0.0282	0.0006	167	176	177	12.5	179	3.9
ZK4404-3	30.9	182	364	0.50	0.0473	0.0049	0.1864	0.0166	0.0286	0.0007	64.9	230	174	14.2	182	4.1
ZK4404-5	56.1	356	463	0.77	0.0491	0.0047	0.1922	0.0177	0.0283	0.0007	154	207	178	15.0	180	4.2
ZK4404-8	59.3	391	541	0.72	0.0501	0.0044	0.1962	0.0161	0.0289	0.0007	198	193	182	13.7	184	4.2
ZK4404-9	35.0	208	390	0.53	0.0495	0.0048	0.1982	0.0170	0.0287	0.0008	172	211	184	14.4	183	4.7
ZK4404-12	56.6	391	385	1.02	0.0534	0.0053	0.2064	0.0189	0.0281	0.0009	346	232	191	15.9	178	5.5
ZK4404-13	59.7	433	439	0.99	0.0476	0.0049	0.1775	0.0175	0.0277	0.0007	79.7	226	166	15.1	176	4.1
ZK4404-14	28.7	134	395	0.34	0.0491	0.0056	0.1987	0.0182	0.0297	0.0008	154	312.92	184	15.4	189	4.8
ZK4404-17	39.4	259	364	0.71	0.0559	0.0061	0.2133	0.0175	0.0289	0.0008	450	243	196	14.7	184	5.0
ZK4404-20	73.0	455	633	0.72	0.0476	0.0040	0.1877	0.0156	0.0284	0.0007	79.7	254	175	13.3	180	4.1
ZK4404-21	21.9	110	309	0.36	0.0500	0.0064	0.1961	0.0204	0.0290	0.0008	198	280	182	17.3	184	5.3
ZK4404-22	21.2	105	247	0.43	0.0528	0.0081	0.1934	0.0252	0.0288	0.0010	320	318	180	21.5	183	6.1
ZK4404-23	52.9	332	447	0.74	0.0494	0.0043	0.1953	0.0147	0.0295	0.0008	165	202	181	12.5	188	4.8
ZK4404-27	56.7	383	465	0.82	0.0539	0.0056	0.2197	0.0192	0.0296	0.0008	369	232	202	16.0	188	4.8
ZK4404-28	32.1	154	376	0.41	0.0547	0.0059	0.2151	0.0193	0.0296	0.0008	467	245	198	16.1	188	5.0
ZK4404-29	37.6	182	521	0.35	0.0497	0.0045	0.1908	0.0168	0.0277	0.0006	183	206	177	14.3	176	3.8
ZK4404-30	28.9	157	361	0.43	0.0494	0.0058	0.1973	0.0183	0.0295	0.0008	165	252	183	15.5	187	4.9
ZK4404-31	32.4	166	498	0.33	0.0514	0.0052	0.1913	0.0170	0.0276	0.0006	257	235	178	14.5	175	3.9
ZK4404-34	51.6	293	598	0.49	0.0498	0.0044	0.1951	0.0141	0.0287	0.0006	183	193	181	12.0	183	3.8
ZK4404-35	27.4	160	334	0.48	0.0529	0.0047	0.1964	0.0135	0.0278	0.0007	324	206	182	11.4	177	4.7
ZK4404-36	26.0	122	428	0.29	0.0498	0.0047	0.1960	0.0180	0.0283	0.0008	187	207	182	15.3	180	4.8
ZK4404-40	36.6	214	504	0.42	0.0572	0.0057	0.2142	0.0172	0.0284	0.0007	498	222	197	14.4	181	4.4

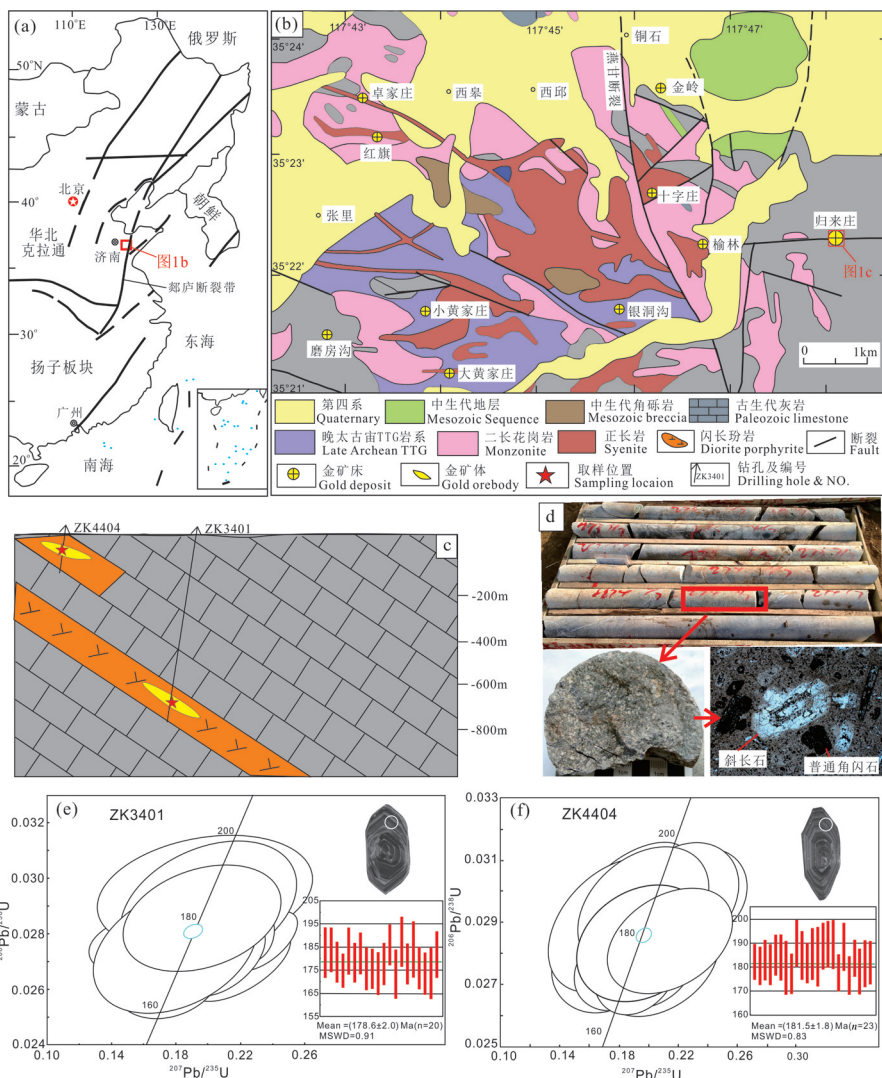


图1 中国东部大地构造简图(a), 归来庄金矿区域地质简图(b), 地质剖面 and 取样位置图(c), 闪长玢岩岩相学特征照片(d), ZK3401 和 ZK4404 样品锆石 U-Pb 谐和年龄和加权平均年龄(e, f)

Fig. 1 Simplified tectonic map of east China(a), regional geological map of the Guilaizhuang gold deposit(b), geological section and sampling location(c), petrographic photos of diorite porphyrite(d), concordia age and weighted mean U-Pb age of zircons for sample ZK3401 and ZK4404(e, f)

表金矿化年龄的上限, 萤石或方解石的年龄则代表了金成矿年龄的下限, 二者年龄非常接近, 说明金矿是在短时间内形成的。

#### 4 结论(Conclusions)

归来庄金矿床矿化闪长玢岩的锆石 U-Pb 年龄为  $(181.5 \pm 1.8) \text{Ma} \sim (178.6 \pm 2.0) \text{Ma}$ , 与区域上的铜石碱性杂岩体时代  $(188 \sim 178 \text{Ma})$  一致, 同属于中国东部早侏罗世岩浆-成矿事件。早侏罗世, 华北克拉通开始遭到破坏, 但目前很少发现克拉通破坏早期的金矿床。归来庄金矿床为研究克拉通破坏早期

的成岩成矿事件提供了很好的范例。

#### 5 致谢(Acknowledgments)

基金项目: 本研究得到河北省自然科学基金面上项目(D2020403061)、山东省泰山学者建设工程专项经费(ts201511076)和山东省重点研发计划(2017CXGC1604)联合资助。

作者简介: 李世勇, 男, 1981年生, 高级工程师, 地球化学专业; E-mail: dikechulsy@126.com。

通讯作者: 李杰, 男, 1982年生, 副教授, 地球化学专业; E-mail: lijiesue@163.com。