

冀东金厂峪金矿区钠长岩脉及青山口花岗岩体 SHRIMP 锆石 U-Pb 定年及其意义

罗镇宽¹, 关 康¹, 裘有守¹, 苗来成²,

Y. M. Qiu³, N. J. McNaughton³, D. I. Groves³

(1. 天津地质研究院 天津 300061; 2. 中国科学院 地质和地球物理研究所; 北京 100029;

3. Centre for Strategic Mineral Deposits, Department of Geology and Geophysics,
the University of Western Australia, Nedlands 6907, Australia)

摘 要: 金厂峪金矿床是冀东最大的金矿床, 具有早期复脉型和晚期石英大脉型两种矿石类型。矿区产有多期钠长岩脉, 且与含金矿脉有密切的时间和空间关系。青山口花岗岩体位于矿区西约 2 ~ 3 km, 有研究者认为金矿床成因上与花岗岩体有关。应用先进的 SHRIMP 测年技术, 测得肉红色钠长岩脉的锆石 $w(^{207}\text{Pb})/w(^{206}\text{Pb})$ 年龄为 $(1\ 858 \pm 8)\text{ Ma}$, 青山口花岗岩体锆石 $w(^{206}\text{Pb})/w(^{238}\text{U})$ 年龄为 $(199 \pm 2)\text{ Ma}$ 。金厂峪金矿床的复脉型矿化早于肉红色钠长岩脉, 故其矿化的时代应在晚元古代。青山口岩体的年龄和区域上与辉钼矿化有关的花岗岩年龄一致, 均为燕山早期。推测金厂峪金矿床晚期石英大脉型矿化中的辉钼矿化可能与青山口花岗岩体有关, 石英大脉型金矿化时代为中生代燕山期。

关键词: SHRIMP 测年; 青山口花岗岩; 钠长岩脉; 金厂峪金矿床; 冀东

中图分类号: P597.3; P618.51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2001)04-0226-06

冀东地区相当于传统大地构造燕辽沉降带的马兰峪复背斜的位置, 是我国最古老的地体, 也是我国金矿床和沉积变质铁矿床集中地区之一。

复背斜的核部分布着太古宙—古元古代结晶基底, 包括太古宙迁西岩群、八道河岩群, 古元古代青龙群、双山子群^[1]和同时代的深成岩; 复背斜的南北两翼为中新元古代和古生代的沉积岩盖层覆盖; 中生代的陆相碎屑岩和火山岩分布在中生代断陷盆地中。区内显生宙的花岗岩特别发育, 包括都山、肖营子花岗岩基和青山口、高家店、贾家山、峪耳崖、牛心山、罗文峪、茅山等岩株(图1)。这些花岗岩与金矿床有密切的空间关系, 但成岩时代及其与金矿床的成因联系一直有不同认识。为此, 作者在与西澳大学地质系合作进行华北克拉通北缘金矿床的研究时, 分别对峪耳崖、牛心山、都山花岗岩、三家金矿区的花岗斑岩脉^[2,3]和青山口岩体、金厂峪金矿区的肉红色钠长岩脉的锆石进行了 SHRIMP U-Pb 年龄测定,

本文介绍金厂峪金矿区肉红色钠长岩脉和外围青山口花岗岩体测定结果。

1 钠长岩脉和青山口花岗岩体特征

1.1 肉红色钠长岩脉

冀东金厂峪金矿床以富含钠长岩脉为特征, 这是有别于区内其他金矿的最大特征。据野外观察描述^[4], 金厂峪金矿区的钠长岩脉可划分为 5 期, 从早到晚依次为: 暗红色钠长岩脉 → 黄褐色钠长岩 → 肉红色钠长岩 → 米黄色钠长岩脉 → 白色钠长岩脉。本文测定的是肉红色钠长岩脉, 岩石呈肉红色隐晶结构, 前人曾称为霏细岩。岩石主要由隐晶质钠长岩组成, 脉中见有石英团块, 故也称石英钠长岩脉, 野外可见肉红色钠长岩脉具有明显的变形特征, 如肠状褶曲、膝折等现象。这种肉红色钠长岩脉与石英大脉

收稿日期: 2001-06-28; 修订日期: 2001-07-07

基金项目: 中国-澳大利亚经济技术合作研究基金项目资助, 国家攀登预选项目(95-预-25)资助。

作者简介: 罗镇宽(1937), 男, 湖南浏阳人, 教授级高级工程师, 矿床地质地球化学专业, 30年代以来一直从事金矿床研究。www.cnki.net

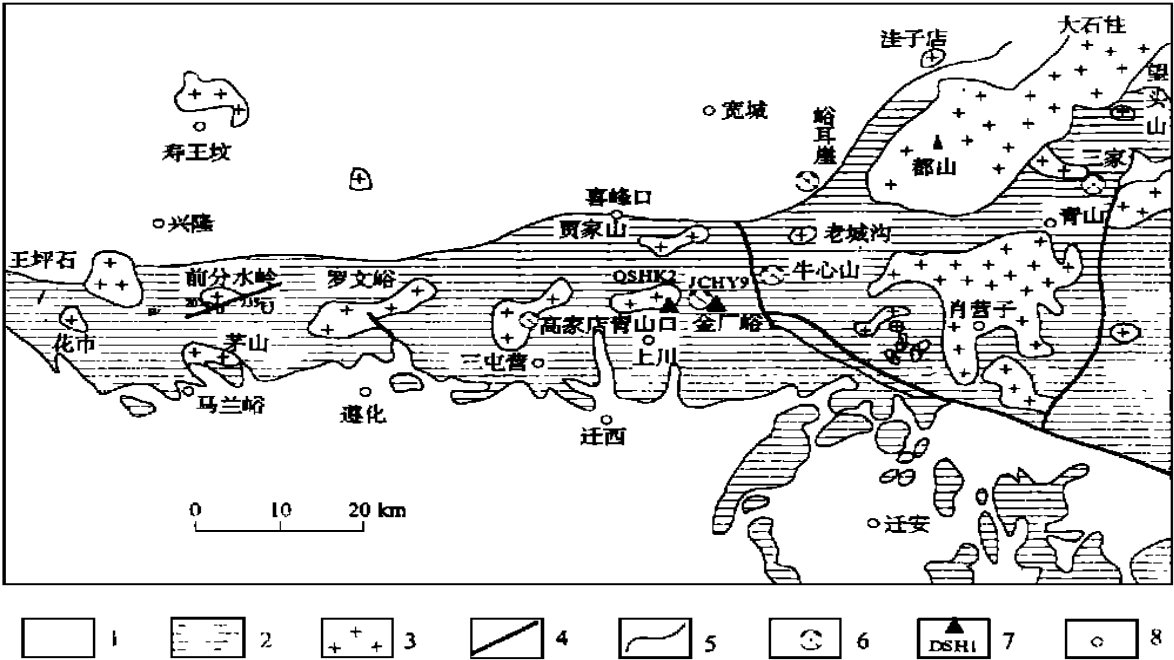


图 1 冀东地区地质及年龄样采样位置简图

Fig. 1 Geological sketch of Jidong area and the sampling locations

1. 中元古界 2. 太古宇 3. 花岗岩类 4. 断裂 5. 地质界线 6. 金矿床 7. 采样位置 8. 城镇

型矿化时空关系密切, 常见从石英大脉支出的小石英脉穿插其中, 局部构成矿体。可见它是石英大脉矿化前生成的。而黄褐色钠长岩脉与石英细脉一起构成早期复脉型矿化, 可见黄褐色钠长岩脉是复脉型矿化前形成的。钠长岩脉发育, 并与金矿脉有密切时间、空间关系, 这是金厂峪金矿床的一大特征。

1.2 青山口花岗岩体岩体

青山口岩体为复式岩体, 岩石类型复杂, 主体为黑云母花岗岩, 还有正长闪长岩、含石榴石花岗岩。岩体长轴呈近 EW 向的椭圆状, 地表出露面积为 28 km², 侵入太古宙八道河变质岩中。

(1) 正长闪长岩。分布于岩体中北部, 肉红色, 中粒-中粗粒结构。矿物主要有石英(5%)、斜长石(35%)、碱性长石(40%)、角闪石(10%)、黑云母(5%)。

(2) 含石榴石花岗岩。主要出露在青山口村附近。岩石呈浅粉白色, 中-细粒结构。含石英(20%)、碱性长石(35%)、斜长石(35%)、黑云母(5%), 副矿物石榴石等。斜长石为钠长石, 呈半自形板状。碱性长石为微斜长石, 多见交代钠长石。

(3) 黑云母花岗岩。浅肉红色—肉红色, 中粗粒—粗粒斑状结构。主要矿物为石英(30%)、斜长石

(20%~30%)、碱性长石(35%~40%)、黑云母(5%~6%), 含少量白云母; 副矿物见榍石、锆石等。

根据野外穿插关系上述三类岩石的生成顺序从早到晚依次为花岗闪长岩→黑云母花岗岩→含石榴石花岗岩。

林尔为等^[5]测得青山口岩体黑云花岗岩闪长岩中黑云母 K-Ar 年龄为 195.6 Ma; 张秋生等^[4]测得岩体黑云母花岗岩全岩的 Rb-Sr 等时线年龄为 186.8 Ma。

青山口花岗岩体距金厂峪矿区的最近距离仅 2~3 km, 与岩体有关的花岗斑岩脉直接延伸到矿区, 并与金矿脉伴生。故有研究者^[7]认为金矿化与青山口花岗岩体有成因联系。

2 测定结果

为了更正确地厘定肉红色钠长岩脉和青山口花岗岩体的年龄, 并进一步讨论其与金矿化的成因关系, 作者分别对它们进行了锆石 SHRIMP U-Pb 年龄测定, 测定前锆石样品的处理参看文献[6]。测定是在西澳 SHRIMP 进行的, 每个测定的数据都是

7 次测定结果的平均值, 每对样品进行两次测定就要
对标样作一次测定, 以控制检测的误差。所有数据的
整理计算均在计算机上由专用软件自动完成。

2.1 金厂峪金矿肉红色钠长岩脉

肉红色钠长岩脉的样品(样品号: JCHY- 9) 取
自金厂峪金矿- 137 m 中段 27 线附近的 - 8 号矿
体旁, 样品新鲜。从样品中选出的锆石分为两种, 一
种呈淡褐色, 透明; 另一种呈深褐色, 不太透明, 其中

常见黑色包裹体。两种锆石晶形发育程度相似, 自形
程度差, 多为半自形、他形粒状。对选出的锆石共进
行了 13 个点的分析(表 1), 表示在 U-Pb 谐和图上。
全部分析形成一个较密集的组(图 2), 其中有 2 个分
析给出相对较老的 $w(^{207}\text{Pb})/w(^{206}\text{Pb})$ 平均年龄
($1\,895 \pm 2$) Ma。其余的 11 个分析得到($1\,858 \pm 8$)
Ma 的 $w(^{207}\text{Pb})/w(^{206}\text{Pb})$ 加权平均年龄(χ^2 检验值
= 0.86), 该年龄被认为是钠长石脉的侵位年龄。

表 1 金厂峪金矿区肉红色钠长岩脉(JCHAY- 9) 锆石 SHRIMP U- Pb 年龄测定数据

Table 1 SHRIMP U-Pb zircon dating of a yellowish pink albite dyke, Jinchangyu gold deposit, eastern Hebei, China

测点 编号	U ($w_{\text{B}}/10^{-6}$)	Th ($w_{\text{B}}/\%$)	$f(^{206}\text{Pb})$ ($w_{\text{B}}/\%$)	$w(^{207}\text{Pb})/$ $w(^{206}\text{Pb})$	$w(^{208}\text{Pb})/$ $w(^{206}\text{Pb})$	$w(^{206}\text{Pb})/$ $w(^{238}\text{U})$	$w(^{207}\text{Pb})/$ $w(^{235}\text{U})$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄(Ma)	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄(Ma)	谐和率 (%)
1- 1	234	14	0.03	0.1142 ± 8	0.0167 ± 7	0.3393 ± 60	5.343 ± 106	1883 ± 29	1867 ± 13	101.00
2- 1	285	12	0.07	0.1125 ± 8	0.0114 ± 6	0.3301 ± 58	5.123 ± 101	1839 ± 28	1841 ± 12	100.00
3- 1	297	351	0.03	0.1141 ± 7	0.3398 ± 13	0.3367 ± 59	5.298 ± 102	1871 ± 28	1866 ± 11	100.00
3a- 1	234	20	0.07	0.1127 ± 8	0.0225 ± 7	0.3323 ± 59	5.165 ± 102	1850 ± 28	1844 ± 13	100.00
22- 1	183	8	0.06	0.1136 ± 10	0.0122 ± 11	0.3269 ± 58	5.119 ± 106	1823 ± 28	1857 ± 16	98.00
d- 1	119	7	0.04	0.1162 ± 12	0.0175 ± 14	0.3313 ± 61	5.307 ± 118	1845 ± 29	1898 ± 19	97.00
60- 1	188	139	0.00	0.1145 ± 8	0.2180 ± 13	0.3423 ± 61	5.405 ± 108	1898 ± 29	1872 ± 13	101.00
61- 1	174	135	0.04	0.1130 ± 9	0.2313 ± 14	0.3357 ± 60	5.231 ± 106	1866 ± 29	1848 ± 14	101.00
62- 1	126	52	0.05	0.1131 ± 10	0.1251 ± 13	0.3420 ± 62	5.335 ± 113	1896 ± 30	1850 ± 16	102.00
23- 1	234	8	0.00	0.1149 ± 7	0.0108 ± 2	0.3360 ± 59	5.321 ± 103	1867 ± 29	1878 ± 11	99.00
24- 1	137	6	0.00	0.1132 ± 9	0.0128 ± 3	0.3375 ± 61	5.267 ± 109	1875 ± 29	1851 ± 15	101.00
15- 1	289	103	0.04	0.1135 ± 7	0.1100 ± 8	0.3307 ± 58	5.176 ± 100	1842 ± 28	1857 ± 11	99.00
27- 1	269	198	0.02	0.1159 ± 7	0.2196 ± 11	0.3312 ± 58	5.291 ± 103	1844 ± 28	1893 ± 11	97.00

注: 表中 $f(^{206}\text{Pb})$ 为非放射性成因铅在总的 ^{206}Pb 中所占的百分比; 谐和率% = concordant%, 即年龄值与谐和线的一致程度; 表中数据为
连续 7 次分析的平均值, 误差为 1σ , 最终年龄的误差为 2σ ; 表 2 同此表

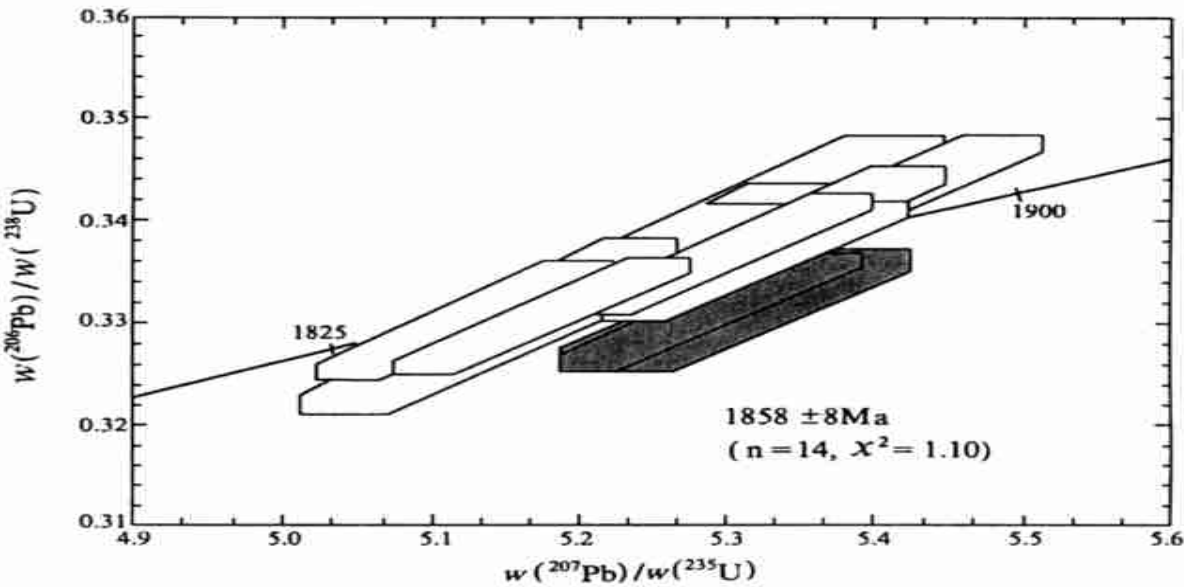


图 2 金厂峪金矿区成矿前钠长石脉 JCHY- 9 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄谐和图

Fig. 1 Zircon SHRIMP U-Pb dating concordia diagram of sample JCHY- 9 from pre-gold mineralization
albite dyke in the Jinchangyu gold deposit, eastern Hebei Province

2.2 青山口岩体

青山口花岗岩体的样品(样品号: QSHK- 2) 采自公路旁采石场, 岩石新鲜, 未受蚀变。对该样品中的 20 颗锆石进行了 SHRIMP 分析, 背散射电子图

象研究显示, 被测锆石均具典型的岩浆锆石形貌特征。在 20 颗锆石上共进行了 20 个点的分析, 分析结果见表 2, 并示于 U-Pb 谐和图(图 3) 上。

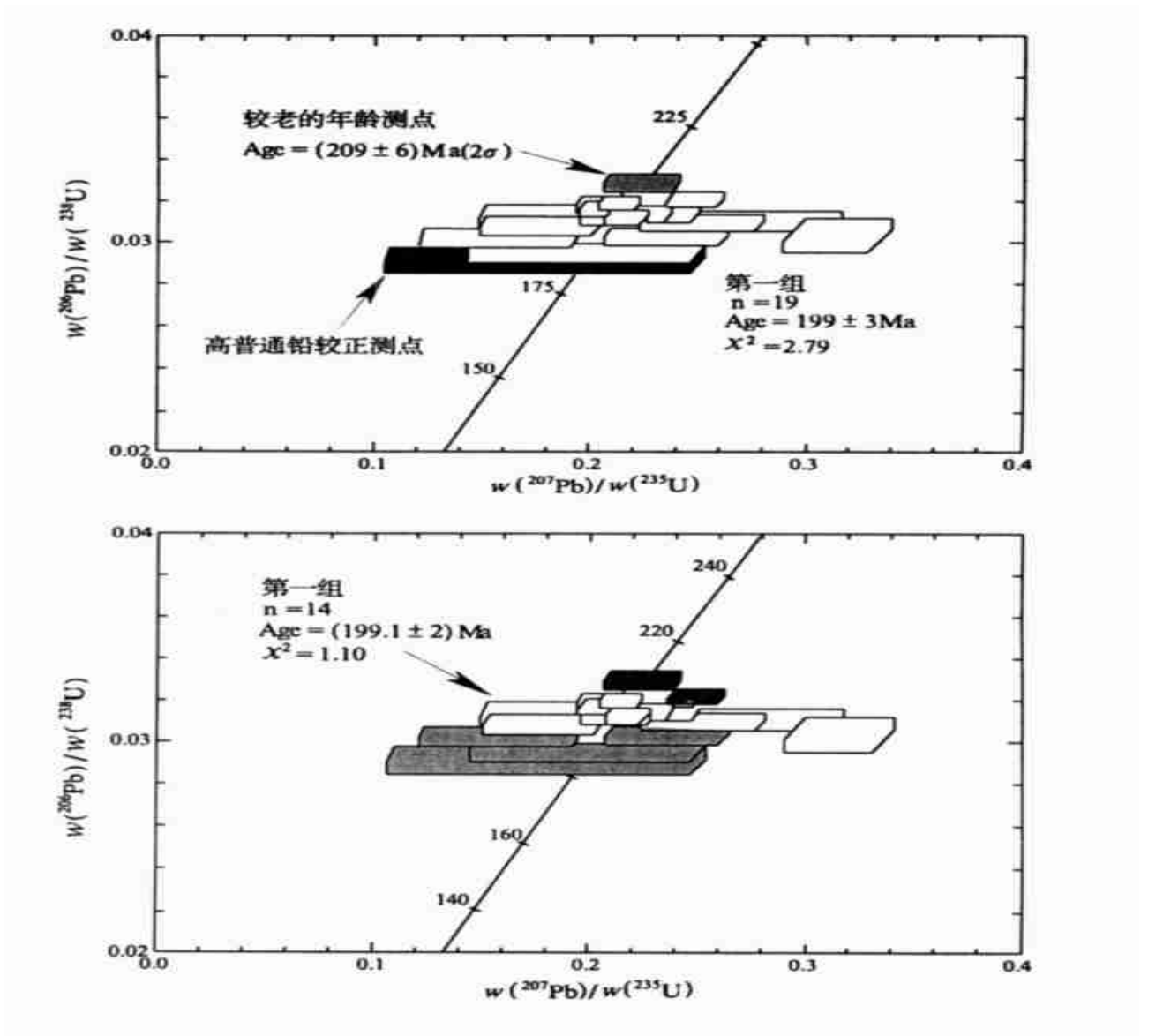


图 3 青山口花岗岩体 QSHAK- 2 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄谐和图

Fig. 3 Concordia diagram summarizing zircon SHRIMP U-Pb age data of sample QSHK- 2 from the Qingshankou plutonic granite, eastern Hebei Province

所有的分析在谐和图上形成密集的一簇, 被认为属单一锆石组。这 20 个分析结果的 $w(^{206}\text{Pb})/w(^{238}\text{U})$ 年龄的加权平均值为 $(199 \pm 3) \text{ Ma}$, χ^2 检验值为 3.28。在这些分析值中某些有较高的普通铅(f^{206}

$\text{Pb} > 2\%$) 较正, 如果剔除这些分析点, 余下的 14 个分析值得出的加权平均年龄值 $(199 \pm 2) \text{ Ma}$ (χ^2 检验值为 1.1)。这个年龄被认为是青山口岩体的侵位年龄。

表 2 青山口花岗岩体(QSHK-2)锆石 SHRIMP U-Pb 年龄测定数据

Table 2 Zircon SHRIMP U-Pb dating of sample QSHK-2 From Qingshankou plutonic granite

测点 编号	U ($w_B/10^{-6}$)	Th ($w_B/\%$)	$f(^{206}\text{Pb})$ ($w_B/\%$)	$w(^{207}\text{Pb})/$ $w(^{206}\text{Pb})$	$w(^{208}\text{Pb})/$ $w(^{206}\text{Pb})$	$w(^{206}\text{Pb})/$ $w(^{238}\text{U})$	$w(^{207}\text{Pb})/$ $w(^{235}\text{U})$	$w(^{208}\text{Pb})/$ $w(^{232}\text{Th})$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄(Ma)	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{U}$ 年龄(Ma)	谐和率 (%)
1-1	240	119	0.534	0.506±92	0.1627±213	0.030±1	0.21±4	0.0100±13	193±3	225±373	86
2-1	439	600	0.377	0.515±37	0.4133±103	0.031±0	0.22±2	0.0095±3	199±3	262±166	76
4-1	427	403	0.962	0.593±66	0.3092±159	0.031±0	0.25±3	0.0102±5	197±3	578±245	34
5-1	49	32	0.000	0.0755±55	0.2465±143	0.030±1	0.32±3	0.0115±7	193±5	1082±146	18
6-1	605	683	1.267	0.0527±42	0.3564±106	0.032±0	0.23±2	0.0101±3	203±2	317±184	64
10-1	368	255	0.329	0.0566±67	0.2299±158	0.030±0	0.24±3	0.0100±7	192±3	475±264	40
13-1	810	936	0.179	0.0566±29	0.3674±75	0.032±0	0.25±1	0.0102±2	204±2	475±112	43
15-1	590	686	22.397	0.0448±183	0.3750±428	0.029±1	0.18±7	0.0094±11	185±4	0±19	0
16-1	1120	1156	0.643	0.0489±21	0.3114±55	0.032±0	0.22±1	0.0096±2	202±2	145±98	140
17-1	212	102	1.633	0.0486±131	0.1506±303	0.030±1	0.20±5	0.0093±19	188±4	130±536	145
19-1	372	423	2.682	0.0420±64	0.3327±157	0.031±0	0.18±3	0.0090±4	196±3	0±56	0
21-1	280	186	2.008	0.0381±89	0.1979±208	0.030±0	0.16±4	0.0090±10	192±3	0±75	0
22-1	406	345	0.086	0.0529±51	0.2661±122	0.031±0	0.23±2	0.0098±5	199±3	323±218	62
23-1	428	791	0.592	0.0498±38	0.5532±110	0.033±0	0.23±2	0.0099±2	209±3	185±168	113
24-1	344	282	4.972	0.0639±103	0.2792±239	0.031±1	0.27±4	0.0106±9	197±3	739±345	27
27-1	1226	1393	0.419	0.0506±21	0.3516±56	0.031±0	0.22±1	0.0097±2	198±2	222±96	89
29-1	1210	1355	2.374	0.0495±37	0.3480±90	0.031±0	0.21±2	0.0097±3	198±2	172±166	115
30-1	731	1506	3.558	0.0501±55	0.6543±143	0.032±0	0.22±2	0.0101±3	202±2	198±236	102
31-1	785	812	0.508	0.0480±29	0.3192±74	0.032±0	0.21±1	0.0098±3	201±2	102±135	197
40-1	203	84	1.395	0.0464±116	0.1162±265	0.031±1	0.20±5	0.0087±20	198±4	32±497	617

3 讨论

(1) 本文测得肉红色钠长岩脉锆石的 $w(^{207}\text{Pb})/w(^{206}\text{Pb})$ 年龄为(1 858±8) Ma, 表明它形成于元古代吕梁期。据张秋生等^[4] 观察描述: 肉红色钠长岩脉穿切了复脉型矿体, 表明这种肉红色钠长岩脉是在复脉型矿化之后形成的; 在肉红色钠长岩脉中见到从石英大脉中分支的石英细脉矿化, 表明肉红色钠长岩脉是在石英大脉型矿化前生成。复脉型矿化是在围岩(新太古代辉长岩) 变质并发生了韧性剪切变形之后, 肉红色钠长岩脉侵位((1 858±8) Ma) 之前形成的, 推测复脉型矿化形成于古元古代晚期, 不可能与肉红色钠长岩脉有成因联系。

(2) 本文测得青山口花岗岩锆石的 $w(^{206}\text{Pb})/w(^{238}\text{U})$ 年龄为(199.1±2) Ma, 这一年龄与张秋生等^[4] 测得黑云母花岗岩全岩 Rb-Sr 等时线年龄(186.8 Ma) 和林尔为等^[5] 测得青山口岩体黑云花岗闪长岩中黑云母 K-Ar 年龄(195.6 Ma) 很接近, 表明青山口花岗岩体形成于燕山早期。黄典豪等采用 Re-Os 法测得华北克拉通北缘与花岗斑岩有关的钼

矿床辉钼矿的 Re-Os 模式年龄范围 177~192 Ma, 与钼矿床成矿有关的花岗岩体年龄应当略早于这个年龄, 大体上也是形成于燕山早期。金厂峪金矿床石英大脉型矿化早期成矿阶段有辉钼矿化, 全矿区 $w(\text{Mo})$ 平均为 0.071%, 达伴生有用元素品位要求, 推测矿区辉钼矿化成因上很可能是与青山口花岗岩体有关。余昌涛等^[7] 认为金厂峪金矿床与青山口花岗岩体有关, 从年龄测定结果并不能得出肯定的结论。

4 结论

(1) SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄测定确定金厂峪金矿区肉红色钠长岩脉的年龄为(1 858±8) Ma, 属古元古代末吕梁运动的产物。由于岩脉是在复脉型金矿化后, 石英大脉型矿化之前形成, 推测复脉型金矿化发生在古元古代。

(3) SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄测定确定金厂峪金矿区外围青山口花岗岩体的年龄为(199.1±2) Ma, 属中生代燕山早期。这个年龄和区内与钼矿床有关的花岗岩的年龄一致, 推测金厂峪金矿床的辉钼矿化与青山口花岗岩有关, 金矿化应当晚于这个

年龄,大体上也是在中生代燕山期。

致谢:本研究项目得到中国-澳大利亚经济技术合作研究基金和国家攀登预选项目(95-预-25)的资助。锆石样由本院夏荷英女士提纯;锆石分析是在西澳大学、Certin 大学和西澳地质调查所联合实验室的 SHRIMP II 上进行的,测试工作由 Yumin Qiu 博士和 Neal McNaughton 博士共同完成;野外工作得到金厂峪金矿床周以柏和祁学义总工程师的帮助和支持。在此对上述个人和单位表示诚挚的感谢。

参考文献:

[1] 孙大中. 冀东早前寒武纪地质[M]. 北京:地质出版社,1984. 3-34.

[2] 罗镇宽, 裴有守, 关康, 等. 冀东峪耳崖和牛心山花岗岩体 SHRIMP 锆石 U-Pb 定年及其意义[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2001, (待刊).

[3] 罗镇宽, 裴有守, 关康, 等. 冀东都山花岗岩基及三家金矿区花岗岩斑岩脉 SHRIMP 锆石 U-Pb 法定年及基质意义[J]. 地球化学, 2001, (待刊).

[4] 张秋生, 杨振升, 高德玉, 等. 冀东金厂峪地区高级变质区地质与金矿床[M]. 北京:地质出版社, 1991. 278-306.

[5] 林为尔, 郭裕嘉. 冀东金矿集中区的铅同位素研究[J]. 长春地质学院学报, 1985, (4): 1-10.

[6] 苗来成, 罗镇宽, 黄佳展, 等. 山东招掖金矿带内花岗岩类侵入体锆石 SHRIMP 研究及其意义[J]. 中国科学(D 辑), 1997, 27 (3): 207-217.

[7] 余昌涛, 贾斌. 冀东主要类型金矿床的成因及形成机理研究[A]. 见:沈阳地质矿产研究所. 中国金主要类型区域成矿条件文集(2)冀东地区[C]. 北京:地质出版社, 1989. 1-49.

ZIRCON SHRIMP U-Pb DATING OF ALBITE DYKE IN JINCHANGYU GOLD MINE, JIDONG AREA, HEBEI, CHINA

LUO Zheng-kuan¹, GUAN Kang¹, QIU You-shou¹, MIAO Lai-cheng²,
Y. M. Qiu³, N. J. McNaughton³, D. I. Groves³
(1. *Tiangji in Geological Academy Tianjing 300061 China;*
2. *Institute of Geology and Geophysics of the Chinese Academy of Sciences;*
3. *Center for Strategic Mineral Deposits, Department of Geology amd Geophysics, the University of Western Australia, Nedlands 6907, Australia*)

Abstract: Jinchangyu gold deposit is the largest one in Jideong area consisting of the early composite vein type ore and the late quartz dyke type ore. Albite dykes of several stages occur in the mining area and show close spatial and temporal relation to the gold ore. Qingshankou granitic body is about 2~3 km in the west of the mining area. Some researchers considered the granite to be genetically related to the gold deposit. Zircon SHRIMP dating of pink albite dyke in the mining area is $1\,858\pm8\text{ Ma}$ ($^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$) and the dating of Qingshankou granite $199\pm2\text{ Ma}$ ($^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$). Because the composite vein type ore of Jinchangyu gold deposit pre-dates the pink dyke the gold mineralization should occur in late Proterozoic era. The age of Qingshankou granite and that of regional molybdenite mineralization belongs to early Yanshanian period. It is inferred that molybdenite mineralization in late quartz dyke is related to Qingshankou granite and the quartz dyke type Au mineralization occur in Yanshanian period of Mesozoic era.

Key words: SHRIMP dating; Qingshankou granite; albite dyke; Jinchangyu Au deposit Jidong area