

东坪金矿成矿时代研究

卢德林¹ 罗修泉² 汪建军¹ 张思红² 郑宝英²

(1.武警黄金地质研究所,廊坊,2.地矿部地质研究所,北京)

摘要:东坪金矿是我国在碱性岩中发现的第一个大型金矿,本文在详细野外观察的基础上,用K-Ar法、⁴⁰Ar/³⁹Ar法测定了成矿期花岗细晶岩脉、主成矿期矿石的同位素年龄,确定东坪金矿成矿时代为燕山期。

关键词:同位素年龄 金矿床 碱性岩 河北省

成矿时代研究一直是矿床学研究中一个比较困难的问题,而金矿的成矿时代研究显得尤为困难,主要困难有以下几方面:1.金矿及其围岩的成岩成矿时差往往很大;2.构造-岩浆活动具多期次、多旋回性;3.有效的切割关系极少见;4.常规的同位素测年方法存在一定局限性,年龄数据在解释上有时会遇到困难。

⁴⁰Ar/³⁹Ar快中子活化年龄测定法是目前国际上先进的年代学方法之一。本文在详细野外观察基础上,用K-Ar法、⁴⁰Ar/³⁹Ar法对我国在碱性岩中发现的第一个大型金矿床东坪金矿的成矿时代进行了研究。

1 区域、矿区地质概况

东坪金矿位于华北地台燕辽沉降带与内蒙地轴交界部位的南侧,北距崇礼-赤城深断裂10 km(图1)。

区域上与金矿化关系最密切的地层为太古宙崇礼群花家营组和润沟河组,主要岩石为麻粒岩、变粒岩、斜长角闪岩等。区内吕梁期、五台期、海西期、燕山期岩浆活动较强,并有混合岩化作用,岩性从超基性、基性、中性、酸性到碱性都有。东坪金矿的直接围岩为海西期水泉沟碱性杂岩体,面积215 km²,主要岩性为二长岩、石英二长岩、正长岩等,岩体的平均金含量为 7.49×10^{-9} ①。

东坪金矿的矿体由石英脉、石英网脉、石英脉侧的钾长石化带等组成。主要矿石矿物为:黄铁矿、方铅矿、磁铁矿和黄铜矿等。主要脉石矿物有:石英、钾长石、斜长石,主要金矿物为:自然金和碲金矿。我们根据切割关系(图2)、镜下观察和包体测温等把热液活动划分为5个期:1.粗粒黄铁矿-石英脉期,含微量金,均一温度为329~337℃;2.黄铁矿-金-石英脉期,是金的主要矿化期之一,均一温度为315~324℃;3.多金属硫化物-金-石英脉期,

卢德林,男,29岁,工程师,矿床学专业。邮政编码:102800

1992-05-25收稿,1992-10-20修改回

① 邓乃达等,1989,水泉沟金矿田地质特征及成矿规律。黄金地质科技,第4期,1~11

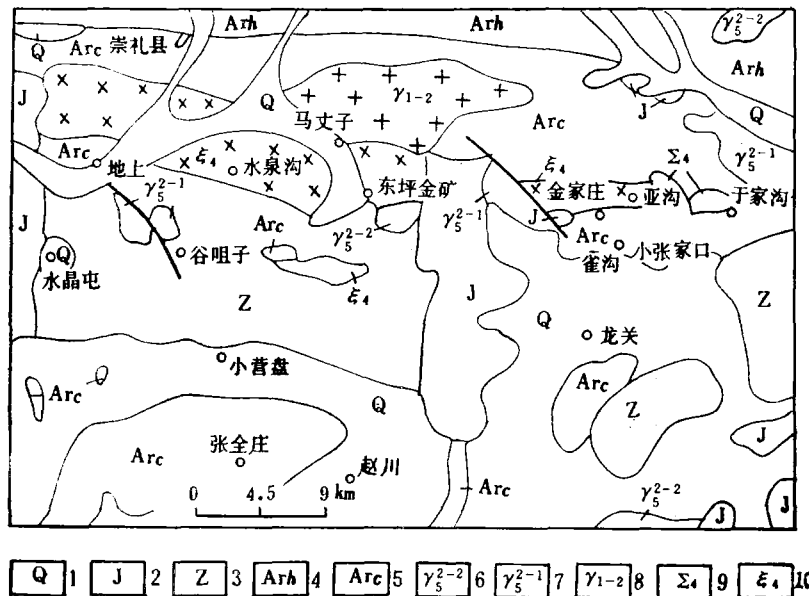


图 1 东坪金矿区域地质略图

1—第四系黄土; 2—侏罗系火山岩系; 3—长城系碎屑岩系; 4—太古宇红旗营子群变质岩系; 5—太古宇崇礼群变质岩系; 6—花岗岩、花岗斑岩; 7—钾长花岗岩、斑状花岗岩; 8—黑云母花岗岩; 9—超基性岩体; 10—碱性杂岩体

Fig. 1. Regional geological sketch map of the Dongping gold district.

1—Quaternary loess; 2—Jurassic volcanic rocks; 3—Detrital rocks of changcheng System; 4—Metamorphic rocks of Archean Hongqiyingzi Group; 5—Metamorphic rocks of Archean Chongli Group; 6—Granite, granite porphyry; 7—K-feldspar granite, porphyritic granite; 8—Biotite granite; 9—Ultrabasic body; 10—Alkali complex.

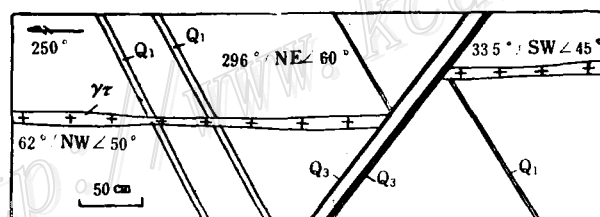


图 2 花岗细晶岩脉切割第一期石英脉, 又被第三期石英脉切割 (东坪金矿区 1 号脉群 YD3 坑道剖面图)

Q₁—第一期石英脉 γ_r —花岗细晶岩脉 Q₃—第三期石英脉

Fig. 2. A granite-aplite vein penetrating 1st stage quartz veins and cut by 3rd stage quartz veins (YD3 gallery of No. 1 vein group, the Dongping gold district).

Q₁—1st stage quartz vein; γ_r —Granite-aplite vein; Q₃—3rd stage quartz vein.

为金的最主要矿化期, 均一温度为 244~285℃; 4. 灰黑色致密玉髓状石英沿早期石英脉边部交代充填, 含微量金, 均一温度为 150~185℃; 5. 重晶石-碳酸盐-石英脉呈细脉沿早期石英脉或岩石裂隙充填。其中 4、5 两期热液活动极弱。主要热液蚀变为钾长石化、硅化、绿

帘石化。东坪金矿成矿时代的研究对研究东坪金矿的矿床成因,对该类金矿的进一步寻找具有重要意义。

2 样品采集

同位素年龄样品的采集对成矿时代研究至为重要。作者在大量细致深入的野外观察基础上,在矿区首次发现了花岗细晶岩脉和成矿期石英脉之间的切割关系,花岗细晶岩脉切割了第一阶段石英脉,又被以后各阶段石英脉切割(图2),因而可以确定花岗岩细晶岩脉形成于成矿期的初始阶段,因此,确定了花岗细晶岩脉的形成时代,也就确定了成矿时代的下限。花岗细晶岩脉在矿区分布非常广泛,对第一阶段以后各阶段的热液活动将产生重要影响。作者在远离矿体部位采集了大量新鲜花岗细晶岩脉样品供室内分析时选择。

东坪金矿的一个重要特点就是主成矿期第三期钾长石化蚀变特别强烈,最大水平宽度近百米,蚀变带最长可达200m以上。钾长石化往往形成斑晶、伟晶结构,蚀变强烈处往往形成钾长岩。第三期以后的热事件规模都极小,四、五期独立的具有一定宽度的石英脉罕见,仅见少量灰黑色玉髓状致密石英交代早期石英脉或沿早期石英脉边部充填或形成少量方解石石英细脉,而且温度很低,为150~185℃或更低。矿体极少被后期断层切割,即使有错断,断距也很小,由此可见,后期热事件干扰是很弱的。作者同样采集了大量第三期石英脉侧或脉中的强烈钾长石化蚀变岩样品,供室内分析时选择。

3 样品处理

对采集的样品均进行了显微镜鉴定,最后选择最新鲜的RM-8-19-5、RM-8-18-4号样品为K-Ar法同位素年龄样品。RM-8-19-5号样品为花岗细晶岩脉,该样品采自矿区1号脉群YD1坑道北端,矿物的粒径一般小于1mm,主要由石英、钾长石、斜长石、钙铁榴石、磁铁矿组成,它们的含量分别为:石英30%~35%,钾长石25%~30%,斜长石35%~40%,钙铁榴石0~1%,磁铁矿1%~3%。样品蚀变极弱,只有钙铁榴石有微弱的绿泥石化,长石有微弱的高岭土化,未见其它蚀变。样品经碎样、淘洗、磁选后在双目镜下仔细挑选,由于钾长石的粒度一般比斜长石大,所以挑选的单矿物绝大部分为钾长石,少量斜长石,用油浸法在显微镜下进一步鉴定表明,单矿物样品中无其它矿物。

RM-8-18-4号样品为第三期蚀变钾长石,该样品采自东坪金矿1号脉群1464坑道CM22中第三期石英脉的边部,石英脉围岩原岩为石英二长岩、二长岩,中细粒结构,岩石在石英脉边部发生强钾长石化,在脉侧形成斑晶状钾长石,粒径最大可达3.5cm,和原岩明显不同。镜下观察表明,钾长石绝大部分为微斜长石,具有典型格子双晶,粒度较粗或呈斑晶状,仅见微量颗粒较小的残留斜长石,也有少量石英细脉,表明钾长石化相当强烈。样品加工时,先进行粗碎,挑选其中的钾长石斑晶进一步碎至40~60目,双目镜下挑纯,经显微镜进一步鉴定,样品为纯钾长石。

为了进一步排除后期热事件对样品的干扰,我们又用 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 法测定了主成矿期第三期RM-8-18-4蚀变钾长石样品的同位素年龄。

4 测年结果

K-Ar 法和 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 阶段升温法测年技术请参阅文献[1]。它们的测定结果分别列于表 1 和表 2。考虑到钾长石的 K-Ar 法年龄往往比实际年龄略有偏低, 故成矿时代的下限应等于或略大于 $(191.0 \pm 2.9) \times 10^6 \text{ a}$, 主要成矿期时代应等于或略大于 $(148.1 \pm 2.2) \times 10^6 \text{ a}$ 。这种不确定性通过 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 阶段升温测年得到了较好的解决。图 3 是根据表 2 数据作的 RM-8-18-4 样的年龄谱。该年龄谱在 1~6 阶段年龄有起伏, 但总体成递升趋势。这是样品受后期扰动的反映, 可能在 $120 \times 10^6 \text{ a}$ 左右有过一次热力事件。后三个阶段析出氩量较大 (三个阶段累计 ^{39}Ar 为 59.39%), 总体上形成一个年龄坪。由七和九阶段求得坪年龄为 $(156.7 \pm 0.88) \times 10^6 \text{ a}$ (第八阶段因偏离平均值过大, 可剔除不计)。因为高温坪基本上未受后期扰动影响, 故坪年龄应代表样品的生成年龄。换言之, K-Ar 法年龄实际上偏低 5.5%。考虑到同一地区的钾长石受后期扰动有相似性, 故可以认为 RM-8-19-5 钾长石 K-Ar 年龄

表 1 钾长石 K-Ar 法测年数据

Table 1. Data on K-Ar dating of K-feldspar

样号	取样位置和地质情况	K (%)	$^{40}\text{Ar}^* \times 10^{-9}$ mol/g	$^{40}\text{Ar}^*$ (%)	年龄值 ($10^6 \text{ a}, \pm 1\sigma$)
RM-8-19-5	1号脉群 YD1 坑道北端, 侵入于 1,2 期之间的花岗细晶岩脉	7.7	2.6398	92.35	191.0 ± 2.9
RM-8-18-4	1号脉群 1464 坑道, CM 22, 第三期钾长石化蚀变岩	7.95	2.1282	83.35	148.1 ± 2.2

表中 $^{40}\text{Ar}^*$ 表示放射成因氩

表 2 RM-8-18-4 钾长石阶段升温 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 测年数据Table 2. Data on $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating for step-heating run of RM-8-18-4 K-feldspar

样重 = 0.1397 mg J = 0.013272

升温阶段	温度 (°C)	$\left(\frac{^{40}\text{Ar}}{^{39}\text{Ar}}\right)_m$	$\left(\frac{^{36}\text{Ar}}{^{39}\text{Ar}}\right)_m$	$\left(\frac{^{37}\text{Ar}}{^{39}\text{Ar}}\right)_m$	$^{39}\text{Ar} \times 10^{-14}$ (mol)	$\frac{^{40}\text{Ar}^*}{^{39}\text{Ar}}$	年龄 ($10^6 \text{ a}, \pm 1\sigma$)	^{39}Ar 累计百分数
1	570	6.664	0.0050	0.324	0.338	5.215	120.7 ± 1.9	8.51
2	670	6.824	0.0055	0.266	0.264	5.204	120.5 ± 1.5	15.15
3	770	7.102	0.0027	0.253	0.465	6.314	145.2 ± 2.5	26.85
4	860	9.170	0.0101	0.774	0.134	6.236	143.5 ± 3.2	30.22
5	930	8.178	0.0071	0.544	0.308	6.115	140.8 ± 2.6	37.97
6	960	10.448	0.0138	0.982	0.105	6.434	147.8 ± 3.9	40.61
7	1025	8.285	0.0048	0.323	0.198	6.887	157.8 ± 1.8	45.60
8	1140	7.509	0.0033	0.256	0.506	6.560	150.6 ± 2.1	58.34
9	1400	7.136	0.0011	0.043	1.657	6.800	155.9 ± 1.5	100.00

表中 m 和 $^{40}\text{Ar}^*$ 分别表示测定值和放射成因氩

也偏低了 5.5% 左右, 按此估算, 其生成年龄应为 202.1×10^6 a。

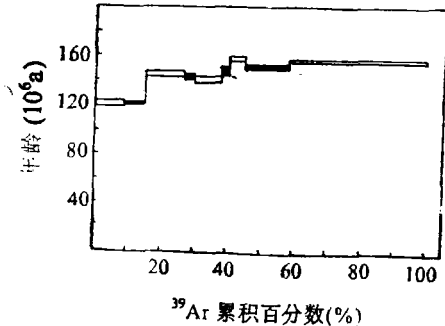


图 3 钾长石分阶段加热年龄谱
Fig. 3. Age spectrum for step-heating run
of RM-8-18-4 K-feldspar.

5 问题讨论

前人认为, 东坪金矿是与海西期水泉沟碱性杂岩体有关的岩浆期后热液矿床 (宋官祥, 1987; 宋瑞先, 1988; 李志梁, 1989; 邓乃达, 1989)。我们认为, 东坪金矿的形成与矿区东南的燕山期上水泉花岗岩岩株、矿区的花岗细晶岩脉的岩浆活动密切相关。我们注意到, 水泉沟岩体已被剥蚀成岩基, 面积 215 km^2 , 这样大的岩基其岩浆期后热液成矿是相当困难的, 特别是难以形成东坪金矿这样的大型金矿。矿区附近燕山期岩浆活动相当强烈, 而东坪金矿的矿体却极少被脉岩、断层切割, 即使有切割, 断距也很小。我们还注意到, 随着矿脉离上水泉花岗岩株由近及远, 石英脉包裹体的均一温度逐渐降低, 黄铁矿热电势逐渐升高, 矿物组合由磁铁矿、黄铁矿相对高温组合逐渐变为方铅矿、黄铁矿相对低温组合。这些事实表明, 东坪金矿的成矿与燕山期的岩浆活动密切相关。

测年结果更进一步证实了上述观点。花岗细晶岩脉的 RM-8-19-5 钾长石样品年龄 (202.1×10^6 a) 代表了成矿时代的下限, 第三阶段蚀变钾长石 (RM-8-18-4, 156.7×10^6 a) 年龄, 代表了最主要的成矿期。因此, 从开始矿化到矿化高峰期至少经历了 45×10^6 a。

除了 120×10^6 a 左右的弱的热事件干扰以外, 上述同位素年龄时代均为侏罗纪, 矿区附近最新的比较强烈的岩浆活动时代也为侏罗纪, 形成大面积的侏罗纪火山岩, 花岗岩株侵入到侏罗纪火山岩中, K-Ar 年龄为 177×10^6 a^①, 也是侏罗纪。成矿时代与花岗细晶岩脉、花岗岩株、侏罗纪火山岩的时代相一致, 从而进一步证明成矿与上水泉花岗岩株、花岗细晶岩脉的岩浆活动有关, 成矿时代为燕山期, 这与中国东部金矿的主要成矿时代是一致的。

而水泉沟岩体中角闪石的 K-Ar 年龄为 226×10^6 a^②, Rb-Sr 等时线年龄为 260×10^6 a^②, 与成矿时代相差较远。

6 结 语

本文通过野外观察和 K-Ar、 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 同位素年龄测定, 确定东坪金矿的成矿时代为燕山期, 硅同位素^[3]、氢、氧同位素、稀土、包体成分、微量元素的研究进一步表明, 燕山

① 李峰广, 1989, 河北宣化大营盘矿床地质特征及成因探讨. 地质科技参考, 第 1 期, 9~13

② 邓乃达等, 1989, 水泉沟金矿田地质特征及成矿规律, 黄金地质科技. 第 (4) 期, 1~11

期花岗岩株、花岗细晶岩脉的岩浆活动为东坪金矿的成矿提供了热动力来源、主要矿化剂来源和部分金等矿质来源, 水泉沟碱性杂岩体为东坪金矿的成矿提供了部分矿化剂来源和金等主要矿质来源, 关于这一点, 作者将在另文中加以阐述。由上可见, 仅仅围绕水泉沟碱性杂岩体找矿是远远不够的, 必须对水泉沟岩体中或其附近的燕山期花岗岩株、正长岩株等给予足够的重视。

本文的研究表明, 成矿时代研究虽然具有一定的难度, 但是, 在深入细致的野外观察基础上, 与先进的同位素测年方法相结合, 确定成矿时代还是有可能的, 这无论是对基础研究还是对成矿预测都非常重要。

参 考 文 献

- 1 罗修泉等. 广西大容山一十万大山花岗岩岩基地质年代表. 岩石矿物学杂志, 1992, 11(1): 31~42
- 2 白金立等. 燕山金矿带西段的蚀变岩型金矿. 地质科技情报. 1990, 9(1): 75~80
- 3 卢德林等. 硅同位素在金矿成矿物质来源研究中的应用. 地质与勘探, 1992, 28(1): 28~31

THE METALLOGENIC EPOCH OF THE DONGPING GOLD DEPOSIT

Lu Delin and wang Jianjun

(Gold Geological Research Institute, Gold Headquarters of MMI, Langfang, Hebei Province)

Luo Xiuquan, Zhang Sihong and Zheng Baoying

(Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing)

Abstract

Based on detailed field observations, the authors, using K-Ar and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ methods, made a study on metallogenic epoch of the Dongping gold deposit, the first large-sized gold deposit ever discovered in alkaline rocks of China.

Located in Chongli County, Hebei Province, the Dongping gold deposit is hosted by the Hercynian Shuiquangou complex 215 km² in area, which consists mainly of monzonite and adamellite and has an average gold content of 7.49×10^{-9} . Orebodies are composed of quartz veins and K-feldspathization zones flanking the quartz veins; Wall rock alterations [comprise K-feldspathization and silicification, the 3rd stage K-feldspathization being most intense; the major gold minerals include native gold and calaverite.

According to cutting relationships, observations under microscope and inclusion thermometry, the hydrothermal activities in the ore district might be divided into five stages, in which the 2nd stage (pyrite-gold-quartz veins) and, especially, the 3rd stage (polymetallic sulfides-gold-quartz veins) are

major gold mineralization stages. Through thorough and detailed field observation, the authors have found out for the first time the cutting relationships between granite-aplite veins and quartz veins of the ore-forming period in the ore district; the granite-aplite veins cut the 1st stage quartz veins but are cut by quartz veins of the later stages, indicating that granite-aplite veins were formed at the fairly initial phase of the ore-forming period.

Using K-Ar dating and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ step-heating dating, the authors determined K-feldspar ages of the granite-aplite veins and the 3rd stage K-feldspathized rocks; the K-Ar age of the granite-aplite veins is $191 \times 10^6 \text{a}$, that of the 3rd stage K-feldspathized rocks is $148.1 \times 10^6 \text{a}$, and the $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ plateau age of the 3rd stage K-feldspathized rocks is $156.7 \times 10^6 \text{a}$. In addition, a late stage heat disturbance took place at 120×10^6 or so. These data suggest that the Dongping gold deposit was formed in Yanshanian period, consistent with the major gold deposits of East China in metallogenic epoch.

在全国首届科技期刊评比中我刊获奖

1992年进行的全国首届科技期刊评比中,《矿床地质》获国家科委、中宣部、新闻出版署联合评选表彰的优秀科技期刊三等奖(获奖刊物约占全国正式科技期刊数的10%)、中国科协评选的三等奖、地质矿产部的二等奖和北京科技期刊编辑学会、北京市新闻局的双奖(编辑质量奖和办刊条件奖)。

在此,谨向我们的作者、读者以及所有关心、支持本刊的人们致以诚挚的谢意。

《矿床地质》编辑部

九州矿产科技开发公司成立

九州矿产科技开发公司是在北京市西城区工商行政管理局登记注册(注册号:02161418),挂靠中国地质科学院矿床地质研究所的集体所有制企业。公司主要业务范围:矿产资源经济评价和有关科技信息咨询;各类矿产科技开发项目;矿山设计及采选技术;矿产综合利用和尾矿利用;矿产品深加工和新型矿物材料的开发咨询服务;宝玉石改善、改色、加工和销售服务;地质和铁物标本及奇异观赏石;水文及工程地质项目;代办各类岩矿石分析测试;大型仪器设备及计算机维修;各种贸易中介。本公司注重信誉,信守合同,愿意和全国各地有志于矿产科技开发同仁通力合作,欢迎来人来函洽谈业务。

公司联系地址:北京百万庄路26号矿床地质研究所九州矿产科技开发公司

电话:8311133—336 邮政编码:100037 电报挂号:2913 经理:沈建忠