文章编号:1009-3850(2005)04-0033-04

西藏马攸木金矿床含金脉石英的$^{40}Ar/^{39}Ar$快中子活化定年及其地质意义

范小平[1], 多 吉[2], 温春齐[3], 郭建慈[2],
胡先才[1], 陈惠强[1], 李小文[1]

(1. 西藏地热地质大队, 西藏 拉萨 850032; 2. 西藏自治区地质矿产勘查开发局, 西藏 拉萨 850000; 3. 成都理工大学 地球科学学院, 四川 成都 610059)

摘要:西藏马攸木金矿床金矿化晚阶段含金硫锑铅矿脉石英样品$^{40}Ar/^{39}Ar$快中子活化法坪年龄为22.46 ±1.20Ma, 坪年龄代表石英的结晶年龄。测试结果表明,马攸木金矿床金的成矿作用可能延续到喜马拉雅中晚期。

关 键 词:$^{40}Ar/^{39}Ar$法定年;石英;金矿床;马攸木;西藏
中图分类号:P618.51 **文献标识码**:A

马攸木金矿床位于西藏雅鲁藏布江成矿带西段拉昂错-柴曲背斜核部。该背斜核部为震旦—寒武系齐吾贡巴群绿泥石英片岩、绢云母石英片岩、绢云母绿泥石方解石片岩等,是矿体主要赋存层位;两翼为晚古生代和中生代地层。吾贡巴群发育构造蚀变破碎带及成群出现含硫化物石英脉,断裂带控制着该区岩金矿化。1999年由西藏地热地质大队发现砂金异常,后经预查、普查、详查,发现大型砂金矿床 1 个、中型砂金矿床 1 个、砂金矿点10余个(多吉等, 2002,内部报告)[1]。在马攸木砂金矿勘查的同时,在河流沟部两侧发现褐铁矿化蚀变破碎带和石英脉,显示其良好的岩金找矿线索[1]。2001—2003年通过岩金预查、普查工作,在马攸木矿区圈出岩金矿化带 5 条,发现矿体16个,矿体形态主要呈透镜状、脉状和似层状。矿体长度一般50～712m,平均284.19m。矿体厚度一般为0.86～8.00m,主要为1.40～3.50m,平均厚度2.43m。矿体金品位为(2.23～69.56) $\times10^{-6}$,平均31.84 $\times10^{-6}$。经研究对比,认为马攸木金矿床属热泉型金矿床,具有成为超大型岩金矿床的地质背景(多吉等,2001,2002, 2003,内部报告)。

1 样品采集与分选

岩石矿物中 K 元素的^{40}K母体放射性同位素可按放射性同位素衰变成稳定子体^{40}Ar。测定岩石矿物中形成以来被保存的子母体含量,根据放射性同位素衰变定律计算其形成时间,该法即称 K-Ar (^{40}K-^{40}Ar)法。$^{40}Ar/^{39}Ar$ 法是根据^{40}K-^{40}Ar 法原理产生的新兴的测年方法,利用高能核反应堆快中子照射活化测年样品,使其中的母体^{39}K进行 n(中子) p(质子)核反应形成^{39}Ar,即$^{39}K(n,p)^{39}Ar$ 核反应,它可同时在质谱仪上进行^{39}Ar、^{40}Ar 测定,免去了化学测定 K 含量,这不仅提高了精度和准确性,同时避免了样品中由于 K 的非均匀性所带给的年龄误

收稿日期: 2005-06-09
第一作者简介: 范小平,42 岁,高级工程师,从事地球物理勘查与矿产勘查。
资助项目: 国家自然科学基金项目(40472058)、973 项目"印度与亚洲大陆主碰撞成矿带作用"(2002CB412600)下属课题"西藏雅鲁藏布江结合带西段成矿地质背景及金属矿床类型研究"(2002CB412600)、西藏自治区重点科研项目(2004-66)。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

差,而且可以进行坪年龄测定、内部等时线年龄测定,研究 Ar 的丢失、过剩,弥补 K-Ar 法的不足,研究岩石矿物形成的热历史、构造热历史和地球化学特性等。

马攸木金矿区自北向南分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ矿化带,该矿床中矿石类型主要为石英脉型和破碎蚀变岩型。为了进一步了解金矿的形成时代,采用含矿脉石英进行成矿年龄测试。样品 Ht76-1Si 采自马攸木金矿床Ⅰ矿带 2 号矿体的硫锑铅矿脉石英。从矿石组构及矿物共生组合看,石英与硫锑铅矿属同期次矿物。从该探槽中采取的矿石样品测试分析成果见表 1,矿石中普遍含金、银。含矿脉石英经破碎后拣选石英,再破碎、过筛,直至粒级为 40～60 目。然后通过砂盘淘洗,自然晾干,磁选,最后在双目镜下检查提纯,纯度达99 %以上。

2 分析方法和结果

样品测定是在英制 MM-1200型稀有气体同位素质谱计上进行的。该仪器灵敏度为3×10^{-4}安培/毛,真空度为10^{-9}mmHg。^{40}Ar 本底10^{-14}moles,^{36}Ar、^{37}Ar、^{38}Ar、^{39}Ar 本底10^{-16}moles。样品经快中子照射,样品质量0.1724g,照射参数J = 0.0109027,快中子照射总通量为1.3×10^{18}n/cm^2,用于监测的标准样品采用全国共用的JBH 黑云母,其年龄值为132.5Ma。照射后的样品冷却139天后装入全不锈钢超高真空提取、纯化系统,系统真空度为10^{-8}mmHg;样品由电子轰击炉进行各阶段加热和控制温度。各阶段析出气体经海棉钛、蒸发钛纯化后,转入质谱,进行各Ar(^{36}Ar、^{37}Ar、^{38}Ar、^{39}Ar、^{40}Ar)同位素峰值静态测定,峰值由计算机直接采读,并分别进行 Ca、K 由于快中子照射所产生的^{36}Ar 和^{40}Ar 同位素干扰校正,Ca、K 照射产生干扰 Ar 同位素的校正因子 $(^{36}Ar/^{37}Ar)_{Ca}=0.00032$, $(^{39}Ar/^{37}Ar)_{2a}=0.00108$, $(^{40}Ar/^{39}Ar)_K=0.0087$。数据经过各项校正后计算Ar同位素比值与各阶段年龄,以及绘制坪年龄和等时线谱图。测试结果如表 2和图 1、2所示。

3 分析与讨论

马攸木 Ht76-1Si 样品的$^{40}Ar/^{39}Ar$ 年龄谱较平直(图 1),变化范围在22.01～29.31Ma之间,第 1、2 加热阶段(500 ℃、700 ℃)和第 7 加热阶段(1300 ℃)^{39}Ar 的析出量占整总量的14 %,年龄测量误差在15.1 %～60.9 %之间,没有参加坪年龄的统计。3～6加热阶段^{39}Ar的析出量占总量的86 %,由

表 1 马攸木金矿床样品测试分析成果表($w_B/10^{-6}$)

Table 1 Chemical compositions of the gold-bearing boulangerite from the Mayum gold deposit ($w_B/10^{-6}$)

样品编号	样品名称	Cu	Pb	Zn	As	Sb	Hg	Ag	Au
Ht-92	硫锑铅金矿石	2090	280000	523	6.45	321000	0.31	656	7.51
Ht-93	硫锑铅金矿石	2900	411000	281	8.70	288000	0.30	682	6.47
Ht-114	硫锑铅金矿石	142000	302000	14900	1960	174000	7.04	1959	50.6
Ht-117	脉状方铅矿石	510	773000	148	174	6500	0.27	1174	0.95

测试单位:西南冶金地质测试中心(2005)

表 2 西藏马攸木金矿床石英$^{40}Ar/^{39}Ar$ 年龄测定实验数据

Table 2 $^{40}Ar/^{39}Ar$ age determinations for quartz from the Mayum gold deposit

加热阶段	加热温度/℃	Ar(40/36)	Ar(39/36)	Ar(37/39)	$(^{40}Ar_{放}/^{39}Ar_K)_{校}$	$^{39}Ar/10^{-12}$mol	^{39}Ar/ %	$(^{40}Ar_{放}/^{40}Ar_{总})$/ %	年龄/Ma	误差/Ma
1	500	1138.7283	685.920998	0.08305	1.2293	0.106	3.57	73.66	24.02	8.59
2	700	1026.3981	538.343089	0.06061	1.3577	0.238	7.98	70.89	26.51	3.99
3	800	1100.5587	642.785176	0.03048	1.2525	0.701	23.54	72.78	24.47	1.43
4	900	1024.2634	632.031931	0.02775	1.1530	0.900	30.24	70.77	22.54	1.21
5	1000	1057.2451	676.624087	0.05427	1.1258	0.689	23.14	71.65	22.01	1.63
6	1100	1133.9217	676.623948	0.08169	1.2391	0.270	9.08	73.56	24.21	4.65
7	1300	1071.8172	516.655045	0.26721	1.5026	0.073	2.45	72.13	29.31	17.84

注:桂林矿产地质研究院测试中心测试,2004

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

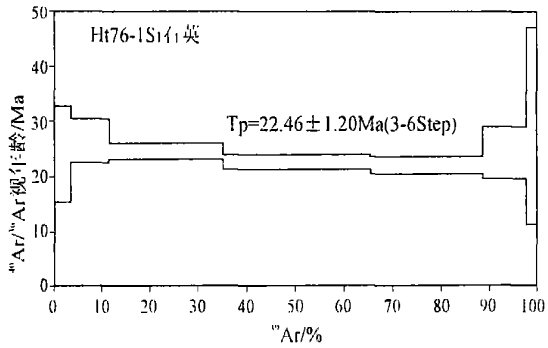


图 1　马攸木金矿床中石英的$^{40}Ar/^{39}Ar$ 测年年龄谱

Fig. 1　$^{40}Ar/^{39}Ar$ age spectrum for quartz from the Mayum gold deposit

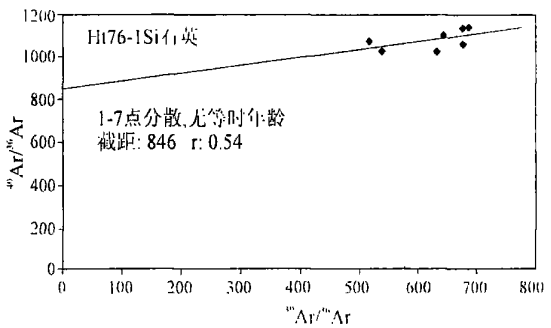


图 2　马攸木金矿床中石英的$^{40}Ar/^{39}Ar$ 测年等时线图

Fig. 2　$^{40}Ar/^{39}Ar$ isochron diagram of quartz from the Mayum gold deposit

3～6 加热阶段 4 个数据点构成的坪年龄为22.46 ±1.20Ma。最小视年龄为22.01 ±1.63Ma。坪年龄代表石英的结晶年龄。将全部 7 个数据点作等时线(图 2),其线性相关性差,无等时年龄。用 3～6 数据点作等时线,其线性相关性更差。因此该样品测试结果无等时年龄与坪年龄比较。

根据野外观察和对矿石的结构构造及矿物共生组合关系的初步研究认为,马攸木金矿床的形成至少经历 3 个矿化期,即热液期、风化期和沉积期。岩金矿床主要形成于热液期,富集于风化期;砂金矿床则形成于沉积期。热液期是马攸木金矿床的主要成矿期。主要金矿物为自然金,次为含银自然金和银金矿;伴生矿物从早期的氧化矿物到金成矿早阶段的黄铁矿、黄铜矿,主阶段的银金矿、硫盐矿物;脉石矿物石英基本为贯通性矿物,即每个成矿阶段都有石英出现,只不过晚阶段含量减少,而被碳酸盐矿物(主要为方解石)取代。热液期又可分为至少 4 个阶段:①氧化物阶段,主要形成铁的氧化物和石英,未见明显的金矿化;②金-硫化物阶段,形成含金硫化物的石英脉,为马攸木地区最早的金矿化阶段;③银金-硫盐阶段,形成含银金矿物与硫盐矿物的石英脉,主要的硫盐矿物有黝铜矿、块硫锑铅矿和硫锑铜银矿等,可能为马攸木金矿区主要的成矿阶段;④(石英-)碳酸盐阶段,形成碳酸盐细脉,也见石英脉和硫化物,但没有金矿化或达不到边界品位,又称为贫金(硫化物)阶段。

马攸木金矿床测定了一件含金石英脉$^{40}Ar/^{39}Ar$ 法年龄(2003年,表 3)[2]。样品 MBP-3 采自马攸木金矿床Ⅳ矿带的变胶状针铁矿含金石英脉,镜下可见少量中细粒自然金和极少量残留的黄铁矿,属成矿早期的金-硫化物阶段矿石。样品MBP-3 的坪年龄为44.08 ±0.39Ma,代表金矿化早阶段含矿石英的形成年龄,表明马攸木金矿床的成矿作用可能始于喜马拉雅早期。本次测定的Ht76-1Si硫锑铅矿脉石英属银金-硫盐阶段金矿石,其坪年龄为22.46 ±1.20Ma,代表金矿化晚阶段石英的形成年龄,表明马攸木金矿床金的成矿作用可能延续到喜马拉雅期中晚期[3]。有成果表明,冈底斯-雅鲁藏布江成矿带西段可能存在喜马拉雅中期的岩浆喷发作用[5]。岩浆活动不仅提供了大量热源,而且可能是部分金属元素(如 Au)的来源,从而使喜马拉雅中晚期成为马攸木金矿床的主要成矿时期。

表 3　马攸木金矿床$^{40}Ar/^{39}Ar$ 年龄表

Table 3　$^{40}Ar/^{39}Ar$ age determinations for the ore samples from the Mayum gold deposit

样品编号	样品名称	坪年龄/ Ma	等时年龄/ Ma
MBP-3	石英	44.08 ±0.39	44.10 ±0.20[2]
BP-9-1	黑云母	34.16 ±0.12	33.54 ±0.05[4]
Ht76-1Si	石英	22.46 ±1.20	—

参考文献:

[1] 多吉,温春齐,等. 西藏普兰县马攸木砂金矿床的发现及意义[J]. 地质通报,2003,22(11/12):896 - 899.

[2] 温春齐,等. 西藏普兰县马攸木金矿床石英的$^{40}Ar/^{39}Ar$ 年龄及其地质意义[J]. 地质通报,2004,23(7):686 - 688.

[3] 王鸿祯,李光岑. 国际地层时代对比表[M]. 北京:地质出版社,1990.

[4] 温春齐,等. 西藏马攸木金矿区黑云母的$^{40}Ar/^{39}Ar$ 法定年[J]. 矿物岩石,2004,24(2):53 - 56.

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

$^{40}Ar/^{39}Ar$ fast-neutron activation dating and geological significance of quartz from the gold-bearing quartz veins in the Mayum gold deposit, Xizang

FAN Xiao-ping[1], DUO Ji[2], WEN Chun-qi[3], GUO Jian-ci[2], HU Xian-cai[1], CHEN Hui-qiang[1], LI Xiao-wen[1]

(1. *Xizang Party of Geothermal Geology, Lhasa* 850032, *Xizang, China;* 2. *Xizang Bureau of Geology and Mineral Resources, Lhasa* 850000, *Xizang, China;* 3. *Chengdu University of Technology, Chengdu* 610059, *Sichuan, China*)

Abstract: The quartz from the gold-bearing quartz veins of boulangerite sample formed during the later stages of gold mineratization in the Mayum gold deposit, Xizang was dated by using the $^{40}Ar/^{39}Ar$ fast-neutron activation technique, which gave a plateau age of 22.46 ±1.20 Ma. This plateau age represents the age of quartz crystallization. This determination shows that the mineralization of the Mayum gold deposit may be traced back to the middle and late Himalayan.

Key words: $^{40}Ar/^{39}Ar$ dating; quartz; gold deposit; Mayum; Xizang

www.cnki.net

《沉积与特提斯地质》
2006 年征订启事

《沉积与特提斯地质》(原《岩相古地理》)系国土资源部主管、成都地质矿产研究所主办的地学学术期刊。

《沉积与特提斯地质》办刊 20 余年来,已形成了沉积学的专业特色和青藏高原的地域特色,集中反映最新的沉积学(含岩相古地理)、区域地质调查、石油地质,以及其他基础地质、矿床地质、能源地质、环境地质等方面的研究成果和信息。

《沉积与特提斯地质》为季刊,大 16 开本,112 页,逢季末出版,国内外公开发行,自办发行。

定价 10 元/期,全年 40 元。

欢迎订阅!

电话:(028)83234636;电子信箱:cdgeo@163.com

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net