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

温春齐[1],多　吉[2],孙　燕[1],范小平[2],
徐　凌[1],　霍　艳[1],格桑多庆[2],罗小军[3]

(1.成都理工大学,四川 成都 610059;
2.西藏自治区地质矿产勘查开发局,西藏 拉萨 850000;3.西南交通大学,四川 成都 610031)

摘要:对西藏阿里地区马攸木金矿床含金石英脉样品进行$^{40}Ar/^{39}Ar$快中子活化法测年,其坪年龄为44.08 Ma±0.39 Ma,等时年龄为44.10 Ma±0.20 Ma,坪年龄代表石英的形成年龄。测试结果表明,西藏阿里地区可能存在喜马拉雅期金的成矿作用,且喜马拉雅期可能是西藏冈底斯-雅鲁藏布江成矿带形成金矿的主要时期。

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;P597^{+}.3　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1671-2552(2004)07-0686-03

马攸木金矿床分布于冈底斯-雅鲁藏布江成矿带西段拉昂错-柴曲背斜核部。该背斜核部为震旦系—寒武系齐吾贡巴群绿泥石英片岩、绢云石英片岩、绢云母绿泥石方解石片岩等,是矿体主要赋存层位(围岩),两翼为晚古生代地层和中生代地层。在震旦系—寒武系齐吾贡巴群中发育构造蚀变破碎带及成群出现的含硫化物石英脉,断裂带控制着本区岩金矿化。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,确定为大型砂金矿床[1,2]。2000年通过砂金矿体索源追溯,找到了就近的岩金矿体[2]。2001年通过岩金预查工作,在马攸木一带圈出岩金矿化带4条,断续相连长约4 km;单条矿化体长600~1200 m,宽30~50 m,矿化体总体走向75°~80°,总体南倾,倾角40°~60°;矿体平均厚度1.16 m,矿体平均品位12.39×10^{-6},具有可能成为大型岩金矿床的地质条件[3]。2002年外围预查发现矿化带长达16 km,圈定矿体11个,矿体长120~460 m,厚度0.64~8.00 m,平均厚度2.31 m;金品位1.65×10^{-6}~99.6×10^{-6},平均品位29.24×10^{-6},具有可能成为超大型岩金矿床的地质背景[4]。

1　样品采集与分选

马攸木金矿区自北向南分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ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。为了了解金矿的形成时代,采用含矿脉石英进行成矿年龄测试。由于石英中K含量较低,采用常规K-Ar稀释法很难测定其同位素地质年龄。据桑海清等[5]研究,采用$^{40}Ar/^{39}Ar$快中子活化定年法,通过石英中$^{39}K(n\cdot p)^{39}Ar$核反应,把微量K的化学分析转化为^{39}Ar静态质谱法测定,对样品挑选、样品用量、照射时间、实验流程、质谱分析及数据处理诸环节严格把关,使Cl和过剩Ar的干扰降低到最小限度,就能得到比较可靠的年龄数据,进而获得含金石英脉的成矿时代。

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。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。

收稿日期:2003-08-28;修订日期:2004-04-07
科研项目:西藏自治区重点科技项目资助。
作者简介:温春齐(1945-),男,教授,博士生导师,从事矿产资源与矿床地球化学的教学与研究工作。E-mail:wcq@cdut.edu.cn

2 分析方法和结果

石英$^{40}Ar-^{39}Ar$样品在中国原子能科学研究院的49-2反应堆H8孔道中心位置进行快中子照射,使样品中的^{39}K经过$^{39}K(n\cdot p)^{39}Ar$核反应变成^{39}Ar。照射时间为53 h,中子积分通量为$1.32\times10^{18n}/cm^2$。用于监测中子通量的标准样为:中国标准样ZBJ角闪石(132.8 Ma±1.4 Ma)和澳大利亚标准样GA1500黑云母(98.8 Ma±0.5 Ma)。测试仪器为英国RGA-10气体源质谱计(VSS公司)测量Ar同位素,原始数据做了时间零点、质量歧视、分馏效应、空白(空白为$^{40}Ar=2.4\times10^{-14}$mol,$^{39}Ar=5.8\times10^{-16}$mol,$^{38}Ar=4.6\times10^{-16}$mol,$^{37}Ar=3.1\times10^{-16}$mol,$^{36}Ar=5.4\times10^{-16}$mol)和K、Ca、Cl干扰同位素及$^{37}Ar$放射性衰变校正。样品质量为0.2123 g,照射参数J=0.010832,$\lambda=5.543\times10^{-10}/a$。对$^{40}Ar^*/^{39}Ar$同位素比值和年龄误差以1 σ计。测试结果如表1和图1、2所示。

3 讨论与结论

马攸木金矿床石英样品给出的$^{40}Ar/^{39}Ar$年龄谱属于马鞍型或U型年龄谱(图1),"马鞍型"年龄谱表明测试样品石英含过剩Ar[5~7]。这类过剩的^{40}Ar主要有2个相:一为低温相,主要含在流体包裹体之中,通常在400~700℃之间析出,所占比例一般较小;二是高温相,主要赋存于石英晶体之中,通常在1000℃以后析出,这部分过剩^{40}Ar所占比例较大[5]。所以低温和高温部分气体给出的视年龄一般不具地质年代学意义,而年龄谱中坪年龄或最小视年龄一般代表了石英的形成时代[5,6]。

由图1可见,马攸木金矿床石英的$^{40}Ar/^{39}A$坪年龄由4个加热阶段的数据点构成,由于$^{40}Ar-^{39}Ar$定年实验是在1个样品(而不是1组样品)上完成的,故参加坪年龄计算的数据点满足等时线对样品同时、同源和化学

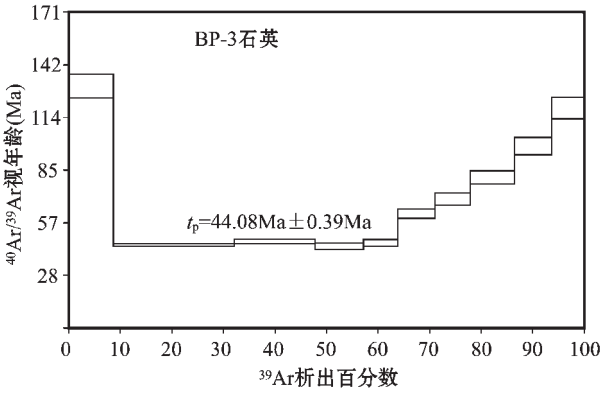


图1 马攸木金矿床中石英的$^{40}Ar-^{39}Ar$测年年龄谱

Fig.1 $^{40}Ar-^{39}Ar$ age spectrum of gold-bearing quartz from the Mayum gold deposit

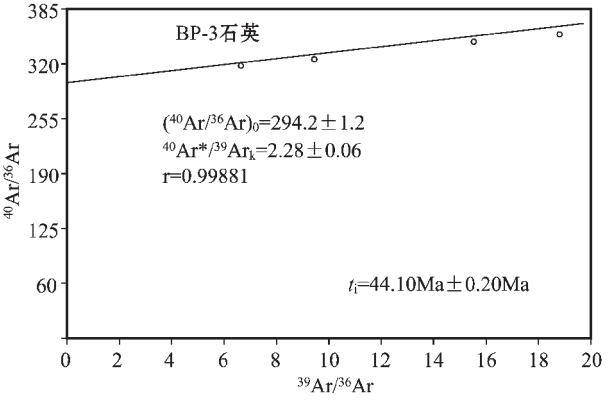


图2 马攸木金矿床中石英的Ar-Ar测年等时线

Fig.2 $^{40}Ar-^{39}Ar$ isochron age of gold-bearing quartz from the Mayum gold deposit

表 1 西藏马攸木金矿床石英$^{40}Ar-^{39}Ar$年龄测定实验数据

Table 1 $^{40}Ar-^{39}Ar$ fast-neutron activation dating of quartz from the Mayum gold deposit

加热阶段	加热温度(℃)	$(^{40}Ar/^{39}Ar)_m$	$(^{36}Ar/^{39}Ar)_m$	$(^{37}Ar/^{39}Ar)_m$	$(^{38}Ar/^{39}Ar)_m$	$^{39}Ar_k$ (10^{-12}mol)	$(^{40}Ar^*/^{39}Ar_k)$ ±1σ	$^{39}Ar_k$ (%)	视年龄(t ±1σMa)
1	400	51.934	0.15384	1.5321	0.42197	1.054	6.838±0.047	8.65	128.9±6.1
2	480	14.032	0.0403	0.94772	0.17096	2.874	2.258±0.016	23.6	43.60±0.88
3	560	16.585	0.0487	1.0687	0.19024	1.901	2.334±0.018	15.6	45.05±0.99
4	660	25.600	0.0799	1.6996	0.31600	1.158	2.227±0.031	9.51	43.0±1.5
5	780	35.714	0.11428	2.2384	0.41142	0.8107	2.307±0.042	6.65	44.5±2.0
6	900	33.894	0.10526	2.1141	0.43947	0.8803	3.136±0.0451	7.22	60.3±2.8
7	1050	37.638	0.11666	2.4160	0.48055	0.8338	3.554±0.049	6.84	68.2±3.4
8	1200	32.727	0.0977	1.9918	0.41590	1.019	4.175±0.042	8.37	79.8±3.5
9	1350	37.307	0.11025	2.3152	0.47948	0.9033	5.103±0.049	7.41	97.1±4.8
10	1500	47.343	0.14062	2.3860	0.48750	0.7411	6.213±0.052	6.08	117.5±6.1

注:中国科学院地质与地球物理研究所Ar-Ar定年室桑海清测试(2003)

封闭条件的要求[5,6,8,9],可以进行等时线年龄计算。其计算结果如图2所示，马攸木金矿床石英样品等时线年龄为44.10 Ma±0.20 Ma，初始值 $(^{40}Ar/^{36}Ar)_0$=294.2±1.2。可见,坪年龄(44.08 Ma±0.39Ma)、最小视年龄(43.0 Ma±1.5 Ma)、等时年龄(44.10 Ma±0.20 Ma)这3个年龄值十分接近,反映了石英样品44.08 Ma坪年龄具有地质意义,该年龄应代表石英的形成时代。

另一方面,初始值 $(^{40}Ar/^{36}Ar)_0$=294.2±1.2,与尼尔值(295.5±5)基本一致,亦表明所测试样品中无显著的过剩Ar或Ar的丢失，即测试结果受过剩^{40}Ar的影响很小,坪年龄准确可信[5]。

石英样品$^{40}Ar/^{39}Ar$定年表明,马攸木金矿床含矿石英的形成年龄为44.08 Ma，根据矿石的结构构造特征,马攸木金矿床的成矿年龄可能晚于或略晚于这个年龄。这一年龄值相当于古近纪始新世中期或中晚期,属于喜马拉雅早期的成矿作用。Chung等[10]对西藏高原东部的金云母(橄榄玄武岩中)、黑云母(粗安岩、正长岩、花岗正长岩中)、钾长石(正长岩、花岗正长岩中）进行了Ar-Ar和K-Ar年龄测试,其年龄最小值为31.4 Ma±0.5 Ma，最大值为41.0 Ma±0.7 Ma,即年龄域为 30.9~41.7 Ma。研究认为,西藏高原不同时代的隆升始于40 Ma前,表明印度与亚洲陆-陆碰撞时代相当于古近纪始新世中期 (42.1~38.6 Ma)到渐新世早期(35.4~29.3 Ma)[11]。可能暗示喜马拉雅早—中期，印度与亚洲陆-陆碰撞时可能引起成矿流体的向上运移而形成该金矿床中的含金石英脉。

参考文献：

[1]多吉,等.西藏自治区普兰县马攸木矿区砂金Ⅰ号矿体详查报告[R].西藏自治区地质矿产勘查开发局,2002.

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

[3]多吉,等.西藏自治区普兰县马攸木矿区岩金预查地质报告[R].西藏自治区地质矿产勘查开发局,2001.

[4]多吉,等.西藏自治区普兰县马攸木矿区岩金外围预查地质报告[R].西藏自治区地质矿产勘查开发局,2002.

[5]桑海清,王松山,胡世铃,等.石英$^{40}Ar/^{39}Ar$定年方法及Ar同位素质谱分析[J].质谱学报,1994,(2):138~148.

[6]Zeitler P K, Fitz G J D. Saddle-shaped $^{40}Ar/^{39}Ar$ age spectra from young, microstructurally complex potassium feldspars [J]. Geochimica et Cosmochimica Acta, 1986,50(6):1185~1199.

[7]Harrison T M, McDougall I. Excess ^{40}Ar in metamorphic rocks from Broken Hill, New South Wales: implications for $^{40}Ar/^{39}Ar$ age spectra and the thermal history of the region [J]. Earth and Planetary Science Letters, 1981, 55(1):123~149.

[8]Lanphere M A, Dalrymple G B. Identification of excess $^{40}Ar/^{39}Ar$ age spectrum technique [J]. Earth and Planetary Science Letters, 1976,32(2):141~148.

[9]Foland K A. $^{40}Ar/^{39}Ar$ incremental heating plateaus for biotites with excess argon[J]. Chemical Geology, 1983,41(1):3~21.

[10]Chung Sun Lin, Lo Ching Hua, Lee Tung Yi, et al. Diachronous uplift of the Tibetan Plateau starting 40 Myr ago [J]. Nature, 1998,394(6695):769~773.

[11]王鸿祯,李光岑编译.国际地层时代对比表[S].北京:地质出版社,1990.

^{40}Ar–^{39}Ar dating of quartz from gold-bearing quartz veins in the Mayum gold deposit, Burang, Tibet, and its geological significance

WEN Chunqi[1], DUO Ji[2], SUN Yan[1], FAN Xiaoping[2],
XU Ling[1], HUO Yan[1], Duoqing Gesang[2], LUO Xiaojun[3]

(1. *Chengdu University of Technology, Chengdu* 610059, *Sichuan, China*;
2. *Tibet Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Lhasa* 850000, *Tibet, China*;
3. *Southwest Jiaotong University, Chengdu* 610031, *Sichuan, China*)

Abstract: Quartz from gold-bearing quartz veins of the Mayum gold deposit in the Ngari area, Tibet, was dated by using the $^{40}Ar/^{39}A$ fast-neutron activation technique, which gave a plateau age of 44.08±0.39 Ma and an isochron age of 44.10±0.20 Ma.The plateau age represents the age of quartz formation. The analysis suggests that there might occur Himalayan gold mineralization in Ngari, Tibet,and that the Himalayan stage may be the main metallogenic epoch for gold deposits in the western part of the Gangdise-Yarlung Zangbo metallogenic belt.

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