地质·矿床

西藏马攸木金矿富 CO_2 超临界流体特征及矿床成因探讨

李腊梅[1,2]，谢玉玲[2]，杨竹森[3]，周尚国[1]

（1. 中国冶金地质总局矿产资源研究院，北京　100025；2. 北京科技大学，北京　100083；
3. 中国地质科学院矿产资源研究所，北京　100037）

[摘　要]马攸木金矿床是产于西藏雅鲁藏布江缝合带西段重要的独立岩金矿床。本文通过显微测温分析首次发现该矿床的富 CO_2 流体包裹体具有临界均一的特征，成矿流体属于超临界流体。研究结果表明：成矿流体主要为低盐度的 CO_2-H_2O 超临界流体。超临界流体可能是从岩浆出溶的，这种流体萃取了围岩中的金等成矿元素。流体经历了相分离-不均一捕获-跨越临界点-大气降水加入的过程，正是由于成矿流体在跨越临界点时析出部分成矿物质，形成早期矿化体；成矿后期流体与大气降水混合最终导致矿质大量沉淀。

[关键词]马攸木金矿　富 CO_2 超临界流体　矿床成因
[中图分类号]P618.51　[文献标识码]A　[文章编号]0495-5331(2009)05-0502-07

Li La-mei, Xie Yu-ling, Yang Zhu-sen, Zhou Shang-guo. The Characteristics of CO_2-rich supercritical fluids and the genesis discussion of Mayoum gold deposit, Tibet[J]. Geology and Exploration, 2009, 45(5): 502-508.

马攸木金矿位于西藏阿里地区普兰县，是西藏境内规模较大的独立岩金矿床。西藏的砂金资源丰富，但岩金矿床，特别是独立的岩金矿床却较少被发现[1]。本文对位于雅鲁藏布江缝合带的马攸木金矿的成矿流体特征及矿床成因进行研究，可以深化对雅鲁藏布江缝合带岩金矿床的认识，促进这一成矿区带金矿的潜力评价和找矿工作。前人对马攸木金矿床流体包裹体特征及演化、成矿年龄、矿床类型等已进行了一定的研究[2-10]。本文利用流体包裹体岩相学、流体包裹体显微测温、包裹体气液相成分的激光拉曼探针分析等方法，对马攸木金矿流体包裹体进行研究，发现大量 CO_2 包裹体具有临界均一的现象，该矿区的成矿流体具有超临界流体的特征，这是前人的研究中没有提及的。超临界流体是指处于临界温度(T_c)、临界压力(P_c)之上的流体。超临界流体是一种可压缩的高密度流体。超临界流体分子间力很小，类似气体；而密度则很大，接近液体，是一种气液不分的状态，其溶解能力和萃取能力大为提高[11]。本文在前人研究的基础上，结合马攸木金矿床的地质背景，从成矿流体特征及演化入手，对该矿床的成因进行探讨。

1　矿床地质背景

马攸木金矿床位于位于雅鲁藏布江缝合带西段拉昂错-柴曲背斜中部近轴南翼，成矿背景特殊[8]。该区域总体位于冈底斯板块与喜马拉雅板块之间。震旦-寒武系齐吾贡巴群地层呈近东西向带状分布，贯穿全区，为最主要的岩金赋矿地层。其中石英脉发育，普遍具有硅化、绢云母化、褐铁矿化、黄铁矿化、黄铜矿化等。矿区构造主要为北西向、近东西向韧脆性、脆性断裂。岩浆岩从超基性岩到酸性岩均有分布，沿雅鲁藏布江出露有延续较长的蛇绿岩套和放射虫硅质岩，主要出露中酸性-基性岩体及各种中基性脉岩[12]。矿体形态呈透镜状、脉状和似层状，产状变化较大，受断裂构造控制(图 1)。

金矿化主要有两种形式：在破碎带中部以含金石英脉形式产出或在含金石英脉周围以含金蚀变岩形式产出。金矿石中的主要金属矿物是黄铁矿、方铅矿、辉锑矿和少量黄铜矿；脉石矿物主要是石英和方解石。褐铁矿、铜蓝和黄钾铁矾见于靠近地表的氧化带中[2]。

[收稿日期]2009-04-30；[修订日期]2009-07-01。[责任编辑]杨　欣。
[基金项目]“十一五”国家科技支撑计划项目(编号：2006BAB01A04)资助。
[第一作者简介]李腊梅(1982 年—　)，女，2009 年毕业于北京科技大学，获硕士学位，主要从事矿物学、岩石学、矿床学研究。

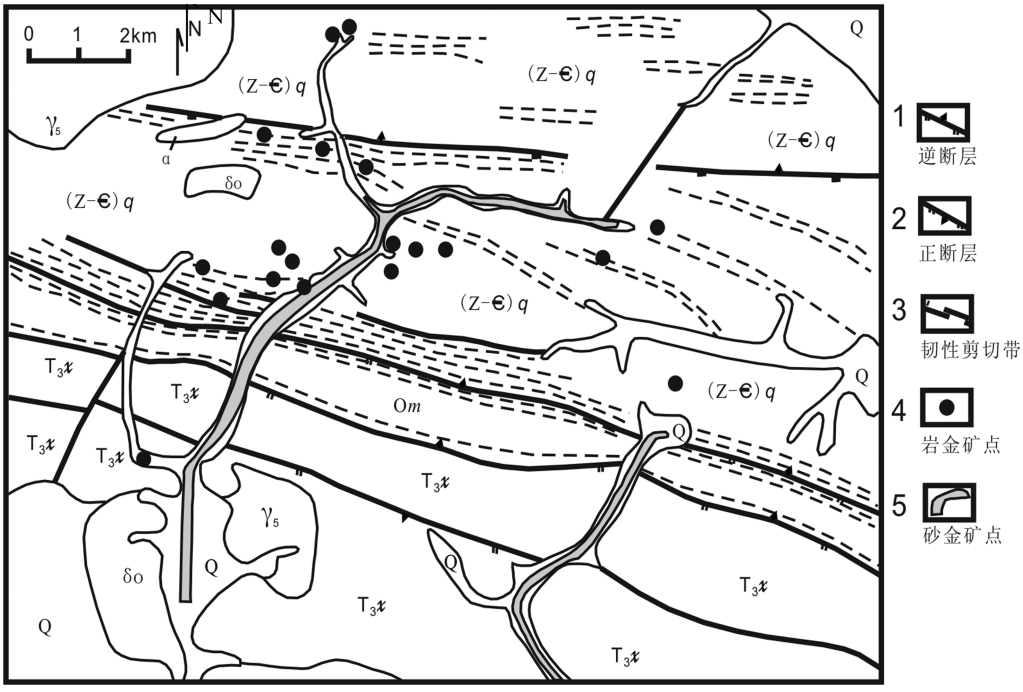


图 1　西藏马攸木金矿地质简图[2]

Fig. 1　Geological sketch map of Mayoum gold deposit, Tibet[2]

1—逆断层;2—正断层;3—韧性剪切带;4—岩金矿;5—砂金矿;
Q—第四系松散堆积; T_3x—上三叠统修康群砂板岩;Om—奥陶系幕霞群灰岩;(Z-ϵ)q—震旦系-寒武系齐吾贡巴群片岩;
γ_5—喜马拉雅期花岗岩; δ_o—石英闪长岩;α—英安玢岩

1—reverse faults;2—normal faults;3—ductile shear zone;4—rock gold;5—sand gold;
Q—Quaternary sedimentary; T_3x—upper Triassic sandy slate; Om—Ordovician limestone; (Z-ϵ)q—Sinian-Cambrian schist;
γ_5—Himalayan granite; δ_o—quartz diorite; α—dacite porphyrite

2　包裹体的岩相学特征及显微测温分析

根据温春齐等[10]对成矿阶段的划分,热液期是马攸木金矿的主要成矿期。这一时期分为 5 个阶段:石英-磁铁矿阶段、含金石英-黄铁矿阶段、银金-硫盐阶段、贫金石英-黄铁矿阶段和碳酸盐阶段。本文采集的样品分别对应石英-磁铁矿、含金石英-黄铁矿成矿阶段和贫金石英-黄铁矿阶段。另外,还采集了石英闪长岩样品,对其中石英和长石中的熔体包裹体进行岩相学观察,由于冷热台温度范围的限制,未对该类包裹体进行温度测试。

流体包裹体显微测温所用的冷热台型号为 Linkham THMS 600,采用液氮冷却,电炉丝加热,测温范围-196 ~ +600℃,冷冻数据和均一温度数据的精度分别为±0.1℃和±1℃。测定了贫 CO_2 盐水溶液包裹体的冰点(Tm_{ice}),均一温度(Th);测定了富 CO_2 包裹体中的 CO_2 固相熔化温度(Tm_{CO_2})、CO_2 水合物的熔化温度($Tm_{clathrate}$)、CO_2 部分均一温度(Th_{CO_2})和完全均一温度(Th_{total})。

根据岩相学观测,马攸木金矿床流体包裹体一种为熔体包裹体,主要存在于石英闪长岩的长石斑晶中,少量存在于石英斑晶中,其中长石斑晶中发育大量富含挥发份的熔体包裹体。另一种为流体包裹体,为富 CO_2 包裹体(AC 类)、纯 CO_2 包裹体(C 类)、贫 CO_2 盐水溶液包裹体(AV 类)。石英磁铁矿阶段和含金石英黄铁矿阶段的石英中存在气相充填度不等的 AC 类、C 类、AV 类包裹体。而贫金黄铁矿-石英阶段的石英中只有 AV 类包裹体,镜下没有观察到 AC 类和 C 类包裹体。

富 CO_2 包裹体(AC 类):该类包裹体还可以根据室温下的相态分为两类:两相 CO_2 包裹体(L_{H_2O}-L_{CO_2})(图 2a、2b),三相 CO_2 包裹体(L_{H_2O}-L_{CO_2}-

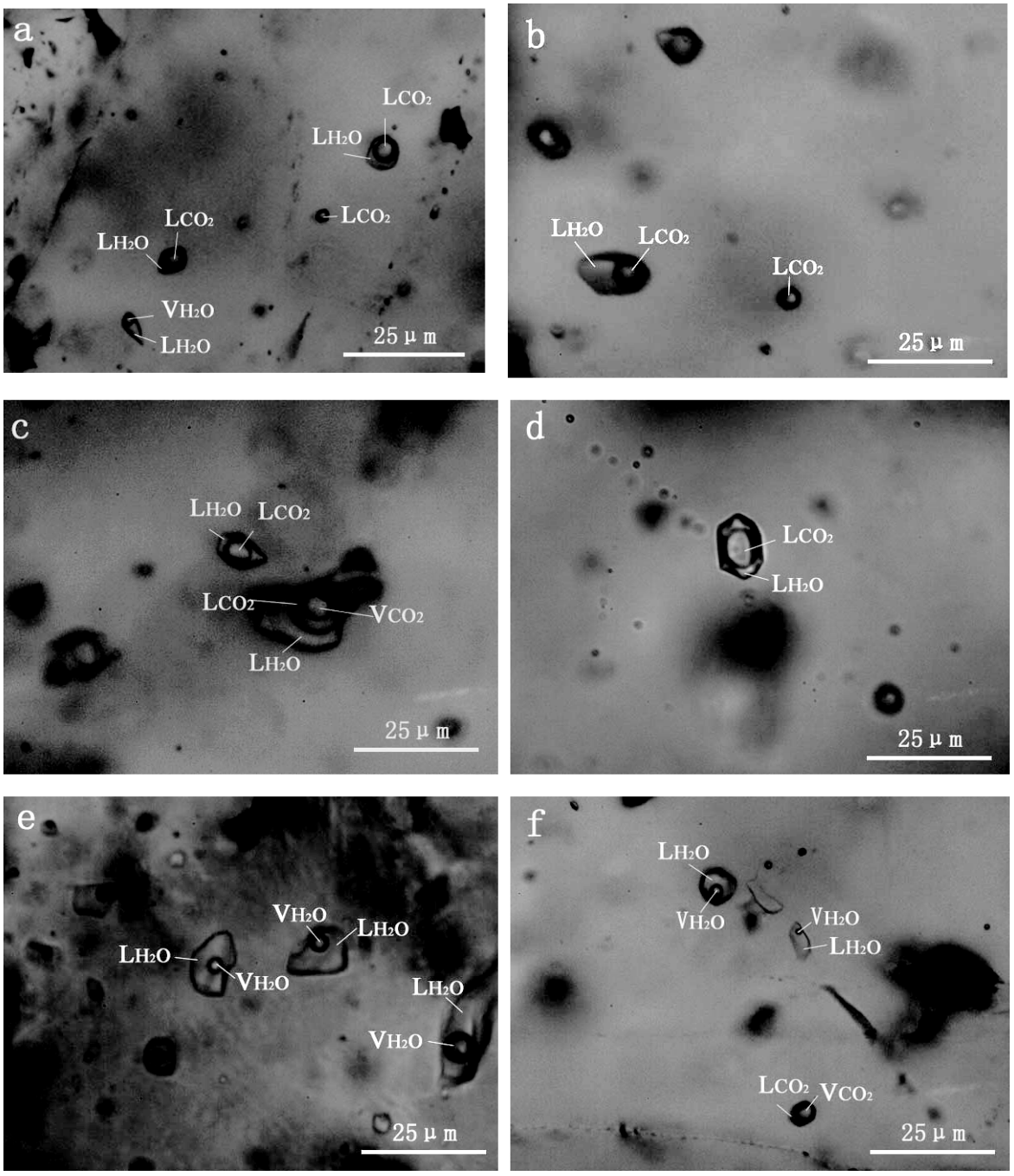


图 2 马攸木矿区流体包裹体显微镜下照片

Fig. 2 The microscope photos of fluid inclusions of Mayoum gold deposit

a—AC, AV, C 类包裹体共生;b—AC, C 类包裹体共生;c—两相富 CO_2 包裹体(AC_1 类)和三相富 CO_2 包裹体(AC_2 类);d—AC 类包裹体呈负晶形;e—AV 类包裹体;f—AC, AV 类包裹体共生

a—symbiotic AC-, AV-, C-type fluid inclusions; b—symbiotic AC-, C- type fluid inclusions; c—two-phase and three-phase CO_2-rich inclusions; d—AC- type fluid inclusions of negative crystal; e—AV- type fluid inclusions; f—symbiotic AC-, AV- type fluid inclusions

V_{CO_2})(图 2c)。气相充填度为 20% ~90%。大小 5 ~20μm,主要集中于 8 ~15μm。包裹体呈负晶形或似圆形(图 2d),主要沿似圆形(图 2d),主要沿生长条带分布或呈孤立状随机分布。包裹体 CO_2 相的三相点温度($t_{m,\ CO_2}$)为-59.1 ~ -59.6℃,略低于纯 CO_2 的三相点,表明除 CO_2 外还含有少量其它组分,后经 LRM 证实,其中含少量 N_2。CO_2 相部分均一温度($t_{h,\ CO_2}$)为 10.7 ~27.5℃,均一到液相 CO_2。CO_2 密度为 0.68 ~0.80g/m^3。笼形水合物熔化温度为 8.1 ~ 9.8℃,据此推测的盐度为 0.43 ~

3.71wt%。完全均一存在三种情况,一是均一到液相,均一温度为 268.2 ~ 390℃;二是均一到气相,均一温度为 249 ~ 332℃;三是临界均一,均一温度为 287 ~ 318℃。

纯 CO_2 包裹体(C 类):室温下为单相(L_{CO_2})(图 2b)。包裹体大小 7 ~ 12μm。包裹体呈负晶形状或似圆形,主要与 II-1 类包裹体一起沿生长条带分布或孤立存在。均一温度为 19 ~ 22.1℃,据此估算的 CO_2 密度为 0.76 ~ 0.79 g/m^3。

贫 CO_2 盐水溶液包裹体(AV 类):包裹体呈负晶形、长条形或不规则状,主要沿生长条带分布或呈孤立状随机分布,还有一些沿裂隙分布的次生包裹体(图 2e、2f)。室温下为两相。气相充填度小于 20%,大多数小于 10%。大小 4 ~ 35μm,主要集中于 8 ~ 16μm。冰点(T_m)为 -0.3 ~ -3.6℃, NaCl 盐度为 0.43 ~ 5.86 wt%,均一温度为 137 ~ 326℃。磁铁矿化石英中此类包裹体均一温度明显高于贫金黄铁矿化石英中包裹体均一温度。

从流体包裹体均一温度统计直方图(图 3)得出均一温度集中于 280 ~ 320℃。富 CO_2 包裹体(AC 类)很多呈临界均一,说明此类包裹体是在临界状态下被捕获的。从显微测温结果可知此类包裹体的临界均一温度为 287 ~ 318℃,这和包裹体均一温度统计直方图的结果一致,因此可以得出成矿温度为 280 ~ 320℃。这和侯增谦等(2006)[7] 研究该矿床的流体特征时得到的成矿温度(240 ~ 280℃)相近,略高于霍艳等(2004)[6] 通过流体包裹体均一温度统计直方图得到的峰值(225 ~ 235℃)。

利用 AC 类包裹体的临界均一温度和 C 类包裹体的 CO_2 密度进行估算,估算包裹体捕获压力为 120 ~ 140 MPa,深度为 4.36 ~ 5.08 km。

3　包裹体激光拉曼探针分析

文中包裹体气液相成分激光拉曼探针分析是在中国科学院地质与地球物理研究所进行的,测试仪器为 Renishaw-2000 型显微共焦激光拉曼光谱仪,光源为 Spectra-Physics 氩离子激光器,波长 514nm,激光功率 20mW。

测试结果表明:AC 类包裹体 CO_2 相中除了含有大量的 CO_2(特征峰值 1383 ~ 1387 cm^{-1})还含有少量的 N_2(特征峰值 2327 cm^{-1})(图 4a);液相成分主要为 H_2O(特征峰值 3461 ~ 3464 cm^{-1})(图 4b)。C 类包裹体成分主要为 CO_2(特征峰值 1385 cm^{-1})(图 4d)。AV 类包裹体气相和液相成分主要为 H_2O(特征峰值 3450 ~ 3458 cm^{-1})(图 4c)。

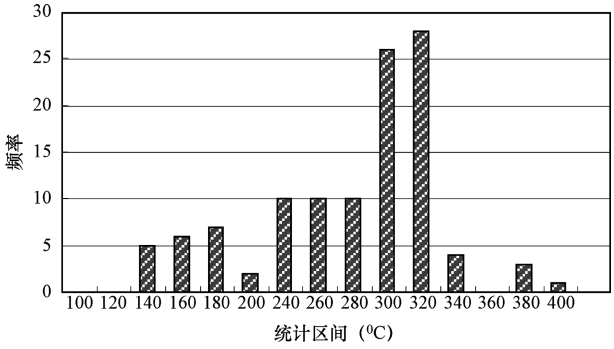


图 3　流体包裹体均一温度统计直方图

Fig. 3　Statistical histogram of homogenization temperature of fluid inclusions

4　成矿流体演化及矿床成因探讨

谢玉玲等(2006)[14] 在研究冈底斯斑岩铜矿带冲江铜矿的流体演化时发现冲江铜矿矿化斑岩中的石英斑晶中可见少量熔体包裹体,其中可见少量挥发份,且其周边常分布有卫星状流体包裹体群。这和本文发现的石英闪长岩中的长石斑晶和石英斑晶中熔体包裹体特征相似。李荫清等(1981)[15] 认为,从岩浆直接分异出的是一种超临界流体,随着温度、压力下降,这种流体从均一的超临界态变为两相不混溶流体。本文中的超临界流体应该是从岩浆出溶的。本文中的流体包裹体从贫 CO_2 包裹体到富 CO_2 包裹体存在连续过渡,应该是非均一捕获的结果。这和藏东玉龙斑岩铜矿床富气相流体包裹体过渡到高盐度含子矿物多相流体包裹体的现象一致[16]。国内很多矿床是含子矿物多相包裹体与不同气相充填度的液相包裹体、气相包裹体共存,且均一温度相近.但盐度相差很大[17,18]。这类包裹体的岩相学特征和本文研究的包裹体特征易混淆,但是通过显微测温分析发现本文中的流体包裹体具有临界均一的特征,这是沸腾包裹体群不具有的特征。同时也排除了流体沸腾成矿的可能性。

马攸木金矿床石英闪长岩中的长石斑晶和石英斑晶中存在大量富挥发份的熔体包裹体,表明成矿流体可能由于岩浆出溶而形成。这种出溶的流体在早期是超临界流体,随着温压条件的变化,超临界流体发生相分离,继而被不均一捕获,在早期石英脉中大量出现充填度有连续过渡的 CO_2 包裹体,包括临界包裹体。流体由深部运移到浅部的过程中,温度或压力下降到流体的临界值,流体的溶解度会突然

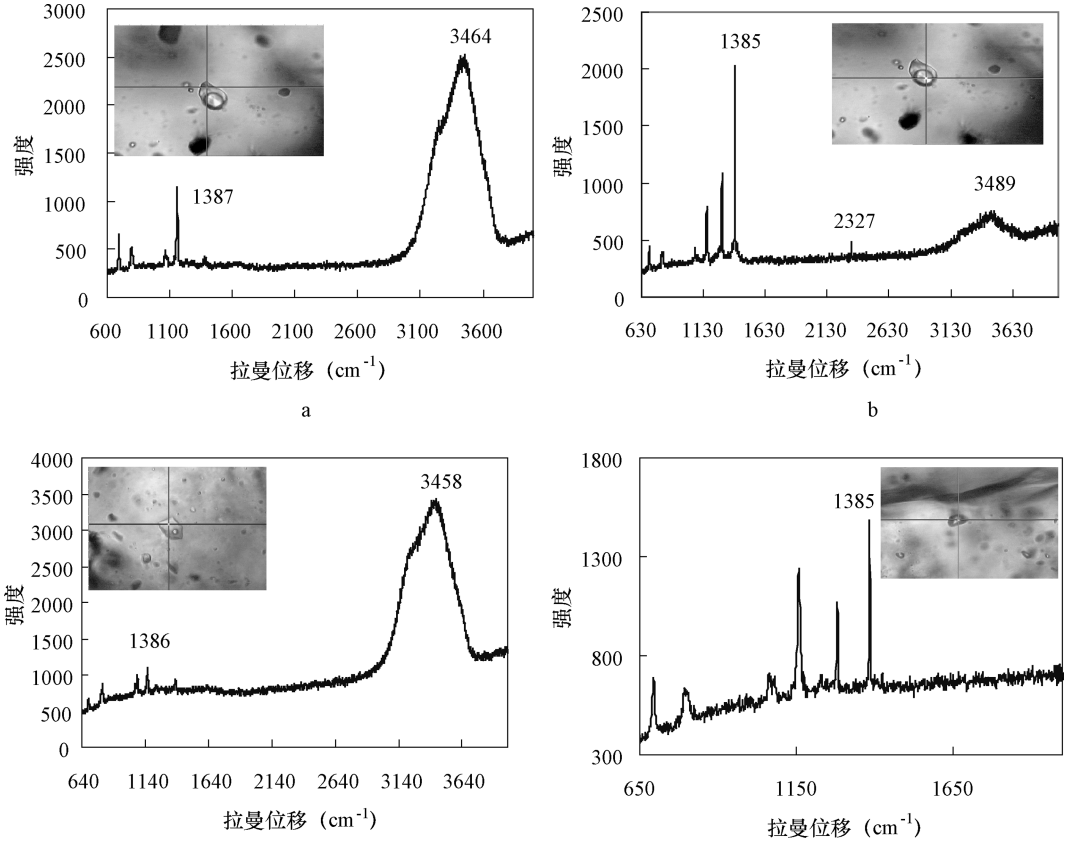


图 4　包裹体成分的激光拉曼探针分析谱图

Fig. 4　The fluid inclusions component analysis of the spectra of LRM

a—AC 类包裹体中的 H_2O 以及少量的 CO_2；b—AC 类包裹体气相中的 CO_2 以及少量的 N_2；c—AV 类包裹体液相中的 H_2O 以及少量 CO_2；d—C 类包裹体中的 CO_2

a—H_2O and little CO_2 in AC- type fluid inclusions; b—CO_2 and little N_2 in gas-phase of AC- type fluid inclusions; c—H_2O and little CO_2 in AV- type fluid inclusions; d—CO_2 in C- type fluid inclusions

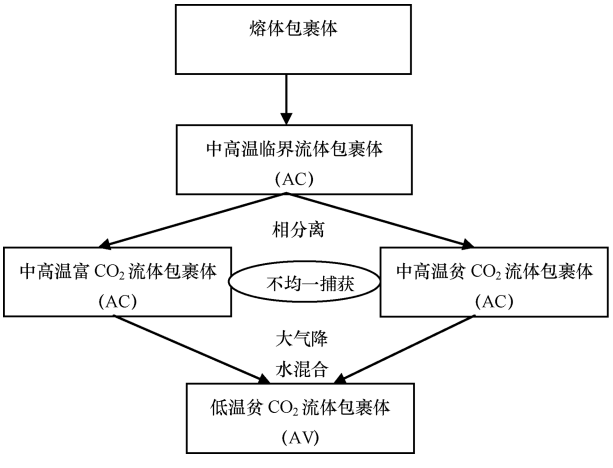


图 5　马攸木金矿床成矿流体演化示意图

Fig. 5　Schematic fluid evolution of Mayoum gold deposit

降低，成矿物质大量析出，形成成矿早期矿化体。后期大气降水的混入使得流体的温度压力迅速下降，此时捕获的流体表现为低温贫 CO_2 包裹体，流体混合最终导致矿质大量沉淀，以上可能是马攸木金矿床形成的两个主要原因。含有临界包裹体的早期石英脉有弱矿化，这证明在成矿流体在跨越临界点附近时卸载了部分成矿物质。关于同位素的研究也证明马攸木金矿床主要经历了两个矿化阶段，温春齐等(2004)[13]对变胶状针铁矿含金石英脉样品进行 $^{40}Ar/^{39}Ar$ 中子活化法测定时，得出坪年龄为 44.08 ±0.39Ma。范小平等(2005)[3]对硫锑铅矿含金石英脉样品进行 $^{40}Ar/^{39}Ar$ 中子活化法研究，得出坪年龄为 22.46±1.20Ma。两个年龄分别对应于金-黄铁矿阶段和银金-硫盐阶段。温春齐等(2006)[10]在研究马攸木矿床流体包裹体氢氧同位素时得出：流体包裹体水的 H、O 同位素组成 $\delta^{18}O=$

4.34‰ ~ 11.65‰,δD = -89‰ ~ -79‰,成矿流体 δD-$\delta^{18}O$ 图解上,6 件样品靠近岩浆水域而远离变质水域。显示成矿流体可能与岩浆水有关,但又不是典型的岩浆水,成矿流体可能为大气降水与岩浆水的混合。所以笔者认为马攸木金矿床早期石英中捕获的的超临界流体是从岩浆出溶的,这种流体溶解携带金等成矿元素的能力很强。在碰撞造山的过程中,流体上移并萃取围岩中的金等成矿元素,在韧性剪切带内流体温度或压力突然降到临界值以下,形成早期矿化体。后期成矿流体与大气降水混合,导致流体性质改变并卸载大量的金。即流体经历了相分离-不均一捕获-跨越临界点-大气降水加入的过程,正是由于韧性剪切带内温度、压力的改变导致早期矿化,成矿后期流体与大气降水混合最终导致矿质大量沉淀(图 5)。

5　结论

利用流体包裹体岩相学、流体包裹体显微测温、包裹体气液相成分的激光拉曼探针分析等方法研究马攸木金矿床的成矿流体特征并探讨矿床成因,研究结果表明:

1) 富 CO_2 包裹体具有临界均一的特征,成矿流体主要为低盐度的 CO_2-H_2O 超临界流体;

2) 成矿温度集中在 280 ~ 320 ℃,捕获压力为 120 ~ 140MPa,估算的成矿深度为 4.36 ~ 5.08 km ;

3) 超临界流体可能是从岩浆出溶的,这种流体萃取了围岩中的金等成矿元素。流体经历了相分离-不均一捕获-跨越临界点-大气降水加入的过程,成矿过程经历了两个阶段,首先流体在跨越临界点时析出部分成矿物质,形成早期矿化体。而后成矿后期流体与大气降水混合最终导致矿质大量沉淀。

[参考文献]

[1] 杜光树,冯孝良,陈福忠. 西藏金矿地质[M]. 成都:西南交通大学出版社,1993:19-23.
Du Guang-shu, Feng Xiao-liang, Chen Fu-zhong. The geology of the gold deposits in Tibet[M]. Chengdu: Southwest Jiaotong Univ. Pub. House, 1993:19-23.

[2] 多　吉,温春齐,陈惠强. 西藏雅鲁藏布江缝合带西段热泉型金矿找矿靶区研究[M]. 拉萨:西藏自治区地质矿产勘查开发局,2003:53 ~ 70.
Duo Ji, Wen Chun-qi, Chen Hui-qiang. Research of hot spring type gold exploration target in the west of brahmaputra suture zone in Tibet. Lhasa: Tibet Autonomous Region Bureau of Geology and Mineral Resources Exploration and Development, 2003:53-70.

[3] 范小平,多　吉,温春齐,郭建慈,胡先才,陈惠强,李小文. 西藏马攸木金矿床含金石英的 $^{40}Ar/^{39}Ar$ 快中子活化定年及其地质意义[J]. 沉积及特斯提地质,2005,25(4):33-36.
Fan Xiao-ping, Duo Ji, Wen Chun-qi, Guo Jian-ci, Hu Xian-cai, Chen hui-qianhg, Li Xiao-wen. $^{40}Ar/^{39}Ar$ fast neutron activation dating and geological significance of quartz form the gold-bearing quartz veins in the Mayoum gold deposit in Tibet. Sedimentary Geology and Tethyan[J]. Geology, 2005, 25(4):33-36.

[4] 郭建慈,多　吉,温春齐,陈惠强,范小平,李小文. 西藏马攸木金矿床成矿背景和成矿阶段[J]. 沉积与特斯提地质,2006,26(1):60-66.
Guo Jian-ci, Duo Ji, Wen Chun-Qi, Chen Hui-qiang, Fan Xiao-ping, Li Xiao-wen. Mineralization background and stages of the Mayoum gold deposit in Tibet [J]. Sedimentary Geology and Tethyan Geology, 2006, 26(1):60-66.

[5] 霍　艳,温春齐,李保华,孙　燕. 西藏马攸木金矿床流体包裹体特征初步研究[J]. 地质找矿论丛,2004,19(2):100-104,113.
Huo Yan, Wen Chun-qi, Li Bao-hua, Sun Yan. Preliminary study on geochemical characteristics of fluid inclusions of Mayoum gold deposit inTibet[J]. Contributions To Geology and Mineral Resources Research, 2004, 19(2):100-104, 113.

[6] 霍　艳,温春齐,李保华,孙　燕. 西藏马攸木金矿床流体物理化学条件初步研究[J]. 地质找矿论丛,2005,20(3):156-160.
Huo Yan, Wen Chun-qi, Li Bao-hua, Sun Yan. Preliminary study on the fluid physicochemical conditions of Mayoum gold deposit in Tibet[J]. Contributions To Geology and Mineral Resources Research, 2005, 20(3):156-160.

[7] 侯增谦,杨竹森,徐文艺,莫宣学,丁　林,高永丰,董方测. 青藏高原碰撞造山带:I. 主碰撞造山成矿作用[J]. 矿床地质,2006,25(4):337-358.
Hou Zeng-qian, Yang Zhu-sen, Xu Wen-yi. Metallogenesis in Tibetan collisional orogenic belt: I. Mineralizationin main collisional orogenic setting[J]. Mineral Deposits, 2006, 25(4):337-358.

[8] 江思宏,聂凤军,刘翼飞. 西藏马攸木金矿床的矿床类型讨论[J]. 矿床地质,2008,27(2):220-229.
Jiang Si-hong, Nie Feng-jun, Liu Yi-fei. The discussin of deposit type of the Mayoum gold deposit in Tibet, 2008, 27(2):220-229.

[10] 温春齐,多　吉,范小平,胡先才,李保华,孙　燕,刘文周,霍　艳,温　泉,任文静. 西藏西部马攸木金矿床成矿流体的特征[J]. 地质通报,2006,25(1):261-266.
Wen Chun-qi, Duo Ji, Fan Xiao-ping, Hu Xian-cai, Li Bao-hua, Sun Yan, Liu Wen-zhou, Huo Yan, Wen Quan, Ren Wen-jing. Characteristics of ore fluids of the Mayoum gold deposit, western Tibet, China[J]. Geological Bulletin of China, 2006, 25(1-2):261-266.

[11] 周仲清. 超临界二氧化碳化学[J]. 上海华工,1996,21(3):35-37.
Zhou Zhong-qing. Supercritical carbon dioxide Chemistry[J]. Shanghai Huagong, 1996, 21(3):35-37.

[12] 温春齐,多　吉,范小平,陈惠强,胡先才,李小文,张胜祥,刘文周,孙　燕,李保华. 西藏马攸木金矿床地质特征及成因初

探[J]. 成都理工大学学报(自然科学版),2006,33(2):123-133.

Wen Chun-qi, Duo Ji, Fan Xiao-ping, Chen Hui-qiang, Hu Xian-cai, Li Xiao-wen, Zhang Sheng-xiang, Liu Wen-zhou, Sun Yan, Li Bao-hua. Geological characteristics and genetic analysis of the Mayoum gold deposit, Tibet, China[J]. J. Chengdu University of Technology (Science& Technobgy Edition), 2006, 33(2):122-133.

[13] 温春齐,多 吉,孙 燕,范小平,徐 凌,霍 艳,格桑多庆,罗小军. 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]. 2004,23(7):686-688.

Wen Chun-qi, Duo Ji, Sun Yang, Fan Xiao-ping, Xu Ling, Huo Yan, Gesangduoqing, Luo Xiao-jun. $^{40}Ar/^{39}Ar$ dating of quartz from gold-bearing quartz veins in the Mayum gold deposit, Burang, Tibet, and its geological significance[J]. Geological Bulletin of China, 2004, 23(7):686-68.

[14] 谢玉玲,侯增谦,徐九华,杨志明,徐文艺,何建平. 藏东玉龙斑岩铜矿床多期流体演化与成矿的流体包裹体证据[J]. 岩石学报,2005,21(5):1409-1415.

Xie Yu-ling, Hou Zeng-qian, Xu Jiu-hua, Yang Zhi-ming, Xu Wen-yi, He Jian-ping. Evolution of multi-stage ore-forming fluid and mineralization: Evidence from fluid inclusion in Yulong porphyry copper deposit, East Tibet[J]. Acta Petrologica Sinica, 2005, 21(5):1409-1415

[15] 李荫清,芮宗瑶,程莱仙. 玉龙斑岩铜(钼)矿床流体包裹体及成矿作用研究. 地质学报,1981,55(3):216-230.

Li Yin-qing, Rui Zong-yao, Cheng Lai-xian. Fluid inclusions and mineralization of the Yulong porphyry copper(Mo) deposit. Acta Geological Sinica, 1981, 55(3):216-230.

[16] 谢玉玲,衣龙升,徐九华,李光明,杨志明,尹淑苹. 冈底斯斑岩铜矿带冲江铜矿含矿流体的形成和演化:来自流体包裹体的证据[J]. 岩石学报,2006,22(4):1023-1030.

Xie Yu-ling, Yi Long-sheng, Xu Jiu-hua, Li Guang-ming, Yang Zhi-ming, Yin Shu-ping. Characteristics of ore-forming fluids and their evolution for Chongjiang copper deposit in Gangdise porphyry copper belt, Tibet: Evolution from fluid inclusions. Acta Petrologica Sinica, 2006, 22(4):1023-1030.

[17] 梁业恒,孙晓明,翟 伟,李爱菊,徐 莉,汤 倩,梁金龙. 印度尼西亚索林帕萨铜多金属矿成矿流体地球化学和矿床成因[J]. 地质与勘探,2009,45(1):41-45.

Liang Ye-heng, Sun Xiao-ming, Zhai Wei, Li Ai-ju, Xu Li, Tang Qian, Liang Jin-long. Geochemistry of ore-forming fluids and genesis of Soripesa Cu-pplymetallic deposit in Indonesia[J]. Geology and Exploration, 2009, 45(1):41-45.

[18] 杨志明,谢玉玲,李光明,徐九华. 西藏冈底斯斑岩铜矿带驱龙铜矿成矿流体特征及其演化[J]. 地质与勘探,2005,41(2):21-26.

Yang Zhi-ming, Xie Yu-ling, Li Guang-ming, Xu Jiu-hua. Characteristics and forming processs of ore-forming fluids at Qulong cooper deposit in Gangdise porphyry copper belt, Tibet[J]. Geology and Exploration, 2005, 41(2):21-26.

The Characteristics of CO_2-rich Supercritical Fluids and The Genesis Discussion of Mayoum Gold Deposit, Tibet

LI La-mei[1], XIE Yu-ling[2], YANG Zhu-sen[3], ZHOU Shang-guo[1]

(1. *Institute of Mineral Resources Research, China Metallurgical Geology Bureau, Beijing* 100025; 2. *University of Science and Technology Beijing, Beijing* 100083; 3. *Institute of Mineral Resources Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing* 100037)

Abstract: Mayoum Gold deposit is located in the western part of the Brahmaputra suture zone, Tibet, as an important independent rock gold deposit. The present paper first found that the CO_2 fluid inclusions have the characteristics of the critical uniform by temperature test. The ore-forming fluids are supercritical fluids。The results show that the ore-forming fluids are low salinity supercritical CO_2-H_2O fluids. Supercritical fluids may exsolute from the magma, and then extract the elements such as gold from the rock. Fluids experienced phase separation, heterogeneity capture, across the critical point, precipitation adding processes. Ore-forming fluids across the critical point precipitate ore-forming elements, and form the early mineralization body. Fluids mix with the precipitation eventually, which lead to mass ore precipitation during the late ore forming stage.

Key words: Mayoum gold deposit, CO_2-rich supercritical fluids, genesis of the deposit