

文章编号: 0254 - 5357(2012)03 - 0507 - 04

新疆加曼特金矿流体包裹体特征及成因证据的分析方法研究

吴艳爽¹, 汪立今^{1*}, 周可法², 刘艳宾¹

(1. 新疆大学地质与勘查工程学院, 新疆 乌鲁木齐 830047;
2. 中国科学院新疆生态与地理研究所新疆矿产资源中心, 新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要: 通过对新疆加曼特金矿床矿脉中石英、闪锌矿、方解石内发育的流体包裹体进行显微测温分析, 计算出流体的盐度和密度; 同时采用激光拉曼光谱对单个流体包裹体的成分进行分析。结果表明, 加曼特金矿流体包裹体激光拉曼图谱上显示仅有 H₂O 峰, 成矿流体属 NaCl - H₂O 体系; 均一温度主要集中在 180 ~ 260℃, 盐度在 0.17% ~ 12.52%, 密度为 0.49 ~ 0.97 g/cm³, 初步认为该矿床应属于浅成低温热液型矿床, 成矿流体显示低温、低盐度和低密度的性质。
关键词: 加曼特金矿床; 流体包裹体; 显微测温分析; 激光拉曼光谱法
中图分类号: P618.51; P571; P575.1 **文献标识码:** B

Research on Fluid Inclusion Analysis of Jiamante Gold Deposit in Xinjiang

WU Yan-shuang¹, WANG Li-jin^{1*}, ZHOU Ke-fa², LIU Yan-bin¹

(1. College of Geology and Exploration Engineering, Xinjiang University, Urumqi 830047, China;
2. Xinjiang Research Center for Mineral Resources, Xinjiang Institute of Geography and Ecology, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China)

Abstract: The salinity and density of fluid inclusions in quartz, sphalerite and calcite hosted in gold-bearing veinlets of Jianante gold deposit, Xinjiang, were studied by micro temperature measurement measurement. Also, the components in fluid inclusions were studied by using Laser Raman Spectrometry. The results indicate that only a H₂O peak was shown on the Laser Raman spectrum atlas for all fluid inclusions, which was attributed to the NaCl-H₂O system. Homogeneous temperatures ranged from 180℃ to 260℃ with salinities in the range of 0.17% - 12.52% and densities in the range of 0.49 - 0.97 g/cm³. This indicates that ore-forming fluids are characterized by low temperature, low salinity and low density. The conclusion is that the Jiamante Au deposit is an epithermal deposit.
Key words: Jiamante gold deposit; fluid inclusion; micro temperature measurement; Laser Raman Spectrometry

吐拉苏—也列莫顿成矿带(火山岩)是新疆西天山地区晚古生代重要金矿成矿区, 在此成矿带中已陆续发现阿希、京西、伊尔曼得、恰布坎卓它、加曼特、铁列克特、小于赞等金矿床。该成矿带的研究随之不断深入, 李注苍等^[1]研究表明新疆阿吾拉勒山一带大哈拉军山组火山岩是陆缘弧构造环境, 董连慧等^[2]对西天山吐拉苏—也里莫墩金成矿带内金矿围岩、成矿时代、控矿构造等进行相应的研究, 沙德铭等^[3]通过研究表明西天山地区具有较好的找金前景, 同时也为该地区找矿指明了方向。

加曼特金矿具有独特的矿床成因, 受层位、构造、岩体等因素控制, 其中构造因素为最主要控矿因素, 为该矿床金矿化提供基础, 具有在岩体附近金矿化强度增强, 远离岩体区矿化逐渐减弱的特点, 而金

收稿日期: 2011 - 10 - 22; 接受日期: 2012 - 03 - 09
基金项目: 国家自然科学基金项目(40862004, U1139301); 新疆维吾尔自治区自然科学基金项目(2011211A018)
作者简介: 吴艳爽, 在读研究生, 矿物矿床专业。E-mail: wuyanshuang@sohu.com。
通讯作者: 汪立今, 教授, 从事矿物学、地质学教学和科研工作。E-mail: lj668j@163.com。

矿物主要以自然金为主,并以包裹金形态赋存于黄铁矿、方铅矿、石英以及褐铁矿等矿物中。前人在加曼特金矿地质特征和成矿时代等方面作了部分研究^[4-5],但在流体包裹体方面的研究尚需进一步深入。流体包裹体是研究流体成矿作用的“化石”或“探针”^[6],对矿床类型的划分及成矿流体温度、压力、成分的研究有着重要的作用。本文以最新的地质资料为基础,结合流体包裹体研究,实地采集样品,挑选出能够用于研究的流体包裹体,对其进行显微测温分析,并采用激光拉曼光谱对单个流体包裹体的成分进行分析,确定其成矿类型,为该地区的成矿环境和拓展金矿床的矿床成因研究提供依据。

1 样品选择和制备

根据采样的原则,对应采样位置,采选的样品要具有代表性,并选择可能含包裹体多、物性稳定和普遍存在的矿物,岩石和矿物必须是新鲜的和未经风化破坏的^[7]。本文包裹体研究样品主要采自加曼特金矿床的 I 号矿化带的钻孔岩芯和探矿坑道的矿石矿脉中。

双面抛光的矿物薄片是成功进行包裹体测温研究和激光拉曼探针分析的关键。经过手标本观察,切取所要研究的黄铜黄铁矿-石英脉、铅锌矿-石英脉和方解石脉,磨制成双面抛光薄片,其厚度介于 0.1~0.3 mm^[7]。

通过显微岩相学观测,加曼特金矿流体包裹体主要发育在石英、闪锌矿、方解石中,数量较少,类型较单一,主要是水溶液包裹体(W型),根据流体包裹体室温下的相态以及气液相比例^[6-7],主要为富液相包裹体、富气相包裹体、纯液相包裹体(图1)。

2 包裹体分析测试方法与讨论

2.1 显微测温分析

包裹体测温的原理比较简单,只要在光学显微镜上附加一种测温设备,就能在地质上有意义的各种透明(半透明)矿物中广泛应用。该方法是在详细观察和辨认包裹体中含流体的各种物相(固相、气相、液相)的基础上,通过升温或冷冻来测量各种瞬间变化的温度^[7]。

2.2.1 仪器及工作条件

实验所用仪器为 Linkam THMS600 冷热台,其工作条件为:在-120~-70℃温度区间的测定精度为±0.5℃,-70~100℃区间为±0.2℃,在100~



图1 加曼特金矿床流体包裹体显微照片

Fig. 1 Microphotographs of fluid inclusions of the Jiamante gold deposit

A—石英中的 L 型包裹体; B—闪锌矿中的 L 型包裹体。

500℃区间为±2℃。测试之前,运用美国 FLUID INC 公司的人工合成流体包裹体标准样品进行冷热台温度标定。实验中选择大小适中、形态完整的原生包裹体,对其先降温,通常在-60~-50℃之间达到过冷却,再逐渐回温,记录冰恰好全部融化时的温度,再通过加热测定均一温度。测试过程的升温速率一般为 0.2~5℃/min,相转变点附近(如水溶液包裹体的冰点和完全均一,固态 CO₂和笼合物熔化)的升温速率降低为 0.2℃/min。

盐度可根据冰点温度查表换算^[8],该表基于公式: $w_{\text{NaCl}} = 0.00 + 1.78X - 4.42 \times 10^{-2}X^2 + 5.57 \times 10^{-4}X^3$,其中 X 为冰点温度的绝对值^[9]。密度则是根据 Bodnar (1983)^[10]投图得到。

2.1.2 流体包裹体的测温结果

流体包裹体显微测温结果显示(表1和图2),均一温度介于 140~390℃,主要集中在 180~260℃。冰点温度为-0.9~-0.1℃。通过查表计算得出,对应的盐度为 0.17%~12.52%;密度为 0.49~0.97 g/cm³。

表1 加曼特金矿流体包裹体显微测温结果

Table 1 Microthermometric data of fluid inclusions of the Jiamante gold deposit

样品编号	寄主矿物	数量/个	均一温度 θ /℃	冰点温度 θ /℃	盐度 w_R /‰	流体密度 ρ /(g·cm ⁻³)
ZK1202-1	闪锌矿、石英	61	137~325	-0.32~-0.2	0.3~5.2	0.66~0.96
ZK1202-2	石英	19	182~394	-0.6~-0.1	0.2~1.0	0.49~0.86
CM2001	闪锌矿	18	197~259	-5.4~-1.7	2.5~8.4	0.83~0.91
CM1101	闪锌矿	18	123~215	-2.9~-1.2	2.0~5.2	0.88~0.96
YM-3	方解石	11	186~247	-8.7~-2.3	5.5~12.2	0.88~0.97

鉴于 350℃ 和 200℃ 是共识的高温、中温和低温热液作用的分界温度^[11]。因此,加曼特金矿床成矿流体显示低温、低盐度和低密度的性质。

2.2 激光拉曼探针分析

2.2.1 测试方法及仪器

由于拉曼光谱是一种散射技术,它对样品的要求不高,只要包裹体的主矿物透明,就可以把激光光束聚焦到待分析的单个包裹体上进行分析。将样品表面清洗干净后,可以直接置于拉曼探针显微镜的载物台上,选择合适的物镜,将需要分析的包裹体置于镜头中央的十字丝下待测。然后只需确定特征拉曼特征峰的位置就可以对其成分进行判断^[12-14]。本文选择石英、闪锌矿中发育的单个包裹体进行测试。

实验所用仪器为 RM-1000 型拉曼光谱仪,使用 514.5 nm 氩激光器,计数时间为 10 s,每 1 cm⁻¹ (波数)计数一次,50~4000 cm⁻¹ 全波段一次取峰,激光斑束大小为 2 μm,光谱分辨率 ±2 cm⁻¹。

2.2.2 激光拉曼图谱分析

在闪锌矿和石英中的水溶液包裹体激光拉曼图谱上,除寄主矿物闪锌矿和石英的特征峰以外,仅有 H₂O 峰显示 (图 4),表明闪锌矿和石英中捕获的包裹体成分以 H₂O 为主。

3 结语

包裹体显微测温分析和激光拉曼探针分析技术,作为目前最流行和最广泛应用的非破坏性分析方法,已经广泛应用到矿床研究中,显微测温主要观察包裹体相变温度,而激光拉曼探针是对包裹体进行定性和定量分析,两种技术相互补充验证,且分析结果符合地质研究的要求。本文通过对加曼特金矿流体包裹体测温分析和成分鉴定等研究,数据成果显示该矿床成矿流体总体特征与浅成低温热液矿床一致,其中少数具有大于 350℃ 的均一温度指示,所以该矿床可能属于热液成矿系统从深部到浅部的过渡,这一成果在一定程度上对指导该矿区深部找矿具有重要的指导意义。

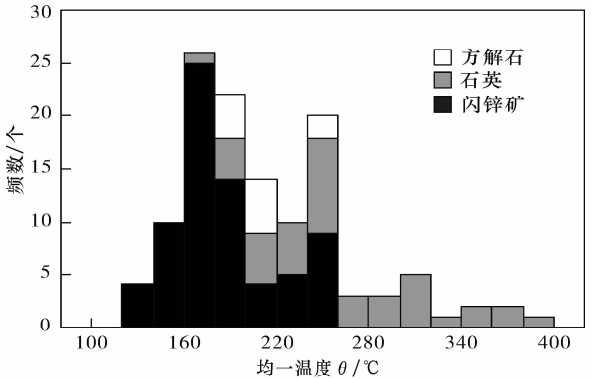


图2 加曼特金矿流体包裹体均一温度直方图
Fig. 2 Histograms of homogenization temperatures of fluid inclusions

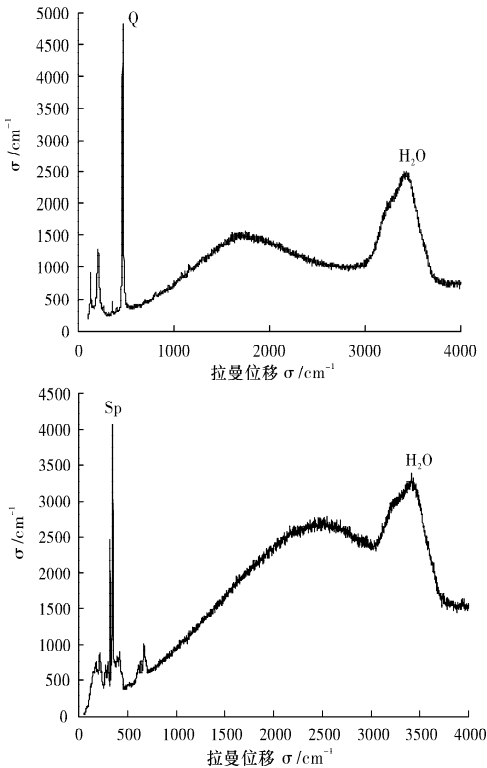


图3 加曼特金矿水溶液包裹体激光拉曼光谱
Fig. 3 Laser Raman spectra of NaCl-H₂O inclusions of the Jiamante gold deposit
Q—石英; Sp—闪锌矿。

致谢:北京大学陈衍景教授和李诺、邓小华、杨永飞、钟军、钟日晨等博士对研究工作提供大量的指导和帮助,陈衍景教授对研究工作提供了资助,特此致谢!

4 参考文献

- [1] 李注苍,李永军,李景宏,栾新东,郭文杰. 西天山阿吾拉勒一带大哈拉罕山组火山岩地球化学特征及构造环境分析[J]. 新疆地质, 2006, 24(2): 120–124.
- [2] 董连慧,田昌烈. 西天山吐拉苏—也里莫墩金成矿带简述[J]. 地质与资源, 2001, 10(2): 85–90.
- [3] 沙德铭,董连慧,鲍庆中,王宏,胡秀军,张建东,孙加鹏. 西天山地区金矿床主要成因类型及找矿方向[J]. 新疆地质, 2003, 21(4): 419–425.
- [4] 韩刚. 新疆尼勒克县加曼特金矿床地质特征及成因浅析[J]. 新疆有色金属, 2010(2): 34–37.
- [5] 白建科,李智佩,徐学义,茹艳娇,李婷. 新疆西天山吐拉苏—也里莫墩火山岩带年代学:对加曼特金矿成矿时代的约束[J]. 地球学报, 2010, 32(3): 322–330.
- [6] 陈衍景,倪培,范宏瑞, Pirajno F, 赖勇, 苏文超, 张辉. 不同类型热液金矿系统的流体包裹体特征[J]. 岩石学报, 2007, 23(9): 2085–2108.
- [7] 卢焕章,范宏瑞,倪培,欧光习,沈坤,张文淮. 流体包裹体[M]. 北京:科学出版社, 2004: 487.
- [8] Bodnar R J. Revised equation and table for determining the freezing point depression of H_2O -NaCl solutions [J]. *Ceochimica et Cosmochimica Acta*, 1993, 57(3): 683–684.
- [9] Hall D L, Sterner S M, Bodnar R J. Freezing point depression of NaCl-KCl- H_2O solutions [J]. *Economic Geology*, 1988, 83: 197–202.
- [10] Bodnar R J. A method of calculating fluid inclusion volumes based on vapor bubble diameters and PVTX properties of inclusion fluids [J]. *Economic Geology*, 1983, 78: 535–542.
- [11] 胡受奚. 矿床学[M]. 北京:地质出版社, 1982: 312.
- [12] 陈勇, Ernst A J Burke. 流体包裹体激光拉曼光谱分析原理、方法、存在的问题及未来研究方向[J]. 地质论评, 2009, 55(6): 851–861.
- [13] 葛云锦,陈勇,周瑶琪. 流体包裹体成分测定的低温相变和显微拉曼光谱分析技术研究进展[J]. 岩矿测试, 2008, 27(3): 207–210.
- [14] 张敏,张建锋,李林强,邱林飞. 激光拉曼探针在流体包裹体研究中的应用[J]. 世界核地质科学, 2007, 124(4): 238–244.