黔东同古金矿床成矿流体地球化学探讨

吴　攀, 叶　俊, 余大龙
(贵州大学资源与环境工程学院)

摘要: 黔东同古金矿床产于元古界下江群浅变质岩系中, 矿体严格受构造控制, 矿体划分为层间脉型、破碎带型和网脉型 3 种类型, 矿石贫硫化物。通过对同古金矿床流体包裹体的成分、氢氧同位素及包裹体 CO_2 的碳同位素特征研究分析, 认为同古金矿床主成矿阶段的成矿流体是以大气降水为主的富含 CO_2 的弱酸、弱还原混合地热流体。

关键词: 成矿流体; 地球化学; 同古金矿床;
中图分类号: P618. 15　　文献标识码: B　　文章编号: 1001－ 1277(2005) 10－ 0007－ 03

湘西南、黔东一带的金矿同处于一个构造单元, 在金矿床的产出与分布上具有相似性。湘西南金矿的成因研究较多, 如漠滨金矿床、黄金洞金矿床、沃溪金矿床等[1~3]。不少学者对它们的成因及成矿模式都有较系统的研究, 但仅在热液成因上取得了一致共识, 就热液的来源等还存在不同的看法, 而对黔东地区金矿床(点) 成因的系统研究的文章仍较少。

黔东同古金矿床是这一金矿带西南缘上的一个典型矿床, 有较长的开采历史, 但其研究程度较低。地质队曾对其进行勘探评价, 仅圈定了 1. 35t 的黄金储量。随民采的不断深入, 发现了许多新的控矿地质条件和新矿体[4,5], 扩大了矿床的规模。本文通过对矿床主成矿阶段包裹体的研究, 揭示成矿流体地球化学特征, 为矿床的成因研究提供了证据。

1　矿床地质概况

同古金矿床位于江南古陆金矿带西南端, 叠加在加里东期同古向斜之上的燕山期次级褶皱——山洞背斜的西南段。

矿区内的地层主要是元古界下江群隆里组一、二段。其中隆里组第二段下部至第一段地层未出露地表, 为钻孔资料划分所得。矿区断裂构造发育, 由北东向、北西—南东向两组断裂构成网格状的构造格架。矿床受山洞背斜和北东向的断层 Fx 的控制, 构成“背斜加一刀”构造控矿特点(见图 1)。同古金矿矿体产出较复杂, 据矿体产出特征(产状、形态、空间展布等) 及相互关系, 该矿床的矿体划分为 3 种类型: 层间脉型矿体、破碎带型矿体和网脉型矿体[6]。矿化划分为 3 个阶段, 即早期的石英－ 贫金阶段; 中期的石英－ 硫化物－ 自然金阶段; 晚期的石英－ 碳酸盐阶段。

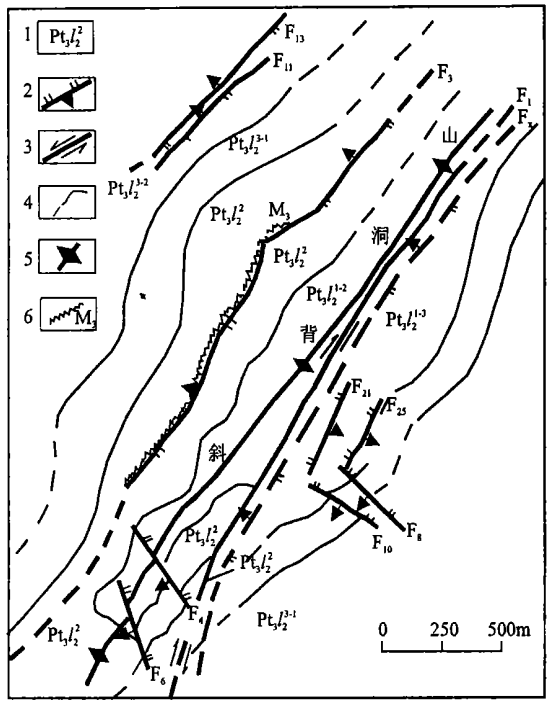


图 1　黔东同古金矿地质简图
1—地层代号　2—逆断层　3—平移断层
4—地层界限　5—背斜　6—石英脉及编号

同古金矿床属贫硫化物型金矿床, 硫化物含量低, 而且种类较单一, 非金属矿物种类也简单。矿体中的有用矿物为自然金, 硫化物以黄铁矿、毒砂为主, 次有闪锌矿、方铅矿、黄铜矿等, 硫化物总量小于 5%。脉石矿物主要为石英, 有少量铁白云石、绿泥石、方解石及白云母等, 其总量大于 95%。矿物共生组合有自然金－ 石英组合、自然金－ 石英－ 绿泥石组合和自然金－ 硫化物组合。金主要以自然金形式产

收稿日期: 2005－ 05－ 19
作者简介: 吴攀(1973－), 男, 贵州黎平人, 副教授(博士), 主要从事矿床地球化学和表生环境地球化学研究; 贵州省贵阳市蔡家关, 贵州大学资源与环境工程学院, 550003
© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

出,常呈不规则状、粒状及树枝状镶布于石英晶洞或石英(硫化物)晶隙中,硫化物中也见有微细粒的包裹金存在。矿床的围岩蚀变强度低、规模小,常见硅化、黄铁矿、毒砂等硫化物矿化、绿泥石化、铁白云石化;还有方解石化、绢云母化和高岭石化等。其中前几种蚀变与金矿化关系密切。

2 成矿流体地球化学特征

流体包裹体是矿物捕获的成矿流体样品,通过对其研究可以获得成矿流体的成分和性质以及成矿物理化学条件,为矿床成因研究提供证据。

2.1 包裹体一般特征

显微镜下同古金矿床主成矿阶段石英中包裹体大小以小于5μm的居多,包裹体类型以气液型为主,纯液型包裹体次之,偶见有二氧化碳包裹体,未发现含子矿物的三相流体包裹体存在。气液型包裹体中的气液比以0~5%居多。包裹体的颜色以无色为主,少数为浅灰色、灰色。这些包裹体基本特征尽管在各矿体中基本上一致,但即使在同一矿体中,仍存在着细微的差别。反映出石英晶体形成时的环境特征及物源供给等一系列物理化学环境的微小差异。

2.2 成矿温度

通过对不同矿体石英单晶(晶片)的气液型包裹体的均一法测温(未作压力校正):矿床的主成矿温度变化在200℃~300℃间,个别样品中的个别单晶(晶片)测得的温度集中在100℃~150℃间,表现出明显的多期多阶段性特点[4]。因此,矿床属中—低温热液矿床。

2.3 包裹体成分

从所做的不同矿体的成分分析结果看出(见表1):成矿流体的性质基本上一致,成矿流体的气体组成为H_2O、CO_2、CH_4、CO和H_2,其中H_2O含量最高,其次为CO_2和CH_4,而CO和H_2的含量较少。

表1 同古金矿成矿流体包裹体成分分析 10^{-6}

序号	矿样采集位置	矿体类型	气相成分						液相成分							
			H_2O	CO_2	CO	CH_4	H_2	K	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Li^+	F^-	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-
1	破碎带上盘含金石英细脉	破碎带型	498.00	10.20	0.02	1.00	0.04	0.50	8.23	2.28	0.10	0.020	0.22	11.80	0.0	14.0
2	破碎带中之石英团块	破碎带型	496.30	21.40	0.05	1.75	0.06	0.33	6.52	2.22	0.18	0.005	0.37	9.65	0.0	14.0
3	含金顺层石英脉	层间脉型	759.50	50.80	0.07	2.50	0.10	0.54	9.61	5.57	0.12	0.005	0.44	16.21	0.0	21.0
4	破碎带中石英脉	破碎带型	981.20	20.60	0.03	1.50	0.08	0.21	10.35	1.64	0.07	0.005	0.30	12.90	0.0	7.0
5	网脉状含金石英脉	网脉型	1 100.00	17.50	0.02	1.20	0.11	0.08	3.41	1.14	0.10	0.005	0.20	6.55	0.0	7.0

注:测试矿物为石英;测试单位为湖北宜昌地质矿产研究所

液相成分分析显示其组分主要有Na^+、Ca^{2+}、K^+、Mg^{2+}、Li^+、Cl^-和F^-,阳离子主要是Na^+,其次是Ca^{2+}、K^+和Mg^{2+},Li^+的含量则很少,阴离子主要是Cl^-和HCO_3^-,其次是F^-,而SO_4^{2-}没能检出。从各成分比值(见表2)看出:Na^+为K^+的十几倍到几十倍不等,甚至还是其它阳离子总和的几倍多。Cl^-为F^-的26~47倍,CO_2也为其它挥发气体的10~20倍。成矿流体的性质为弱酸性、低盐度和弱还原性,由此推论成矿流体为H_2O-CO_2-NaCl体系。但成矿流体在各种矿体中的成分仍有细微差异。如层间脉型矿体中的CO_2和CH_4含量明显比其它两种矿体的含量高。可能由于这种矿体的赋矿围岩在成矿流体流经此地段时起到盖层作用而得以保留较多的挥发组分造成的,而在其它两种矿体中可能是成矿流体处于相对开放空间而使流体挥发份逸出较快,致使包裹体中捕获的挥发份流体较少。另外,网状矿体中的阳离子又较其它矿体中的含量明显少,可能成矿流体在从下向上运移过程中,由于呈络阴离子或被挥发组分载体搬运的金属元素在此阶段还仍不能完全的分离出来,而被带到其它两种矿体产出的层位才释放出来的缘故。从这个角度分析成矿流体具有从下往上运移,并不断分异成矿物质而造成的这种流体分布特点。

表2 成矿流体的物理化学条件及参数

pH	盐度/%	还原参数R	$\frac{Na^+}{K^+}$	$\frac{Na^+}{Ca^{2+}+Mg^{2+}+Li^+}$	$\frac{Cl^-}{F^-}$	$\frac{CO_2}{CH_4+CO+H_2}$	$\frac{H_2O}{CO_2}$
6.60	3.76	0.359	16.46	3.43	53.64	9.623	48.824
6.70	3.31	0.290	19.76	2.71	26.08	11.505	23.192
6.85	3.11	0.181	17.80	1.69	36.84	19.026	14.951
6.75	2.13	0.288	49.29	6.03	43.00	12.795	47.631
6.60	0.78	0.329	42.63	2.74	32.75	13.158	62.857

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2.4　氢、氧同位素特征

该矿床不同矿体石英包裹体中水的氢、氧同位素研究结果表明: 不同矿体石英样品中氢、氧同位素组成非常相似(见表 3) 。$\delta^{18}O_{H_2O}$变化范围在- 1.14‰~ - 3.52‰之间, δD_{H_2O}的变化范围在- 33.4‰~ - 44.3‰之间。将这些氢、氧同位素投影在成矿热液 δD_{H_2O}- $\delta^{18}O_{H_2O}$相关图解中(见图 2) , 其投影点均落在大气降水、岩浆水与变质水之间的混合水区域内, 且更接近大气降水线附近, 集中在一个较小的范围内。成矿时该区构造活动和变质作用强烈, 表明成矿热液具有多来源的特点, 成矿流体是以大气降水为主的多种成因水的混合产物。

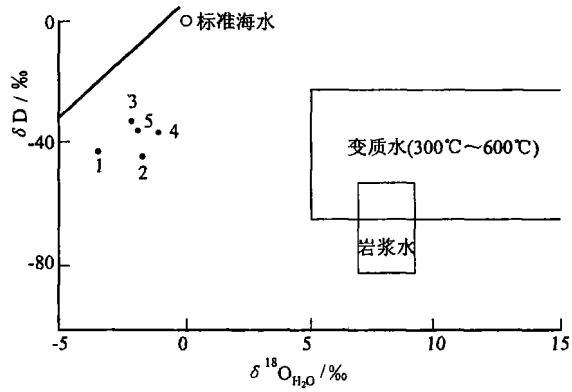


图 2　成矿热液 δD_{H_2O}- $\delta^{18}O_{H_2O}$相关图解

表 3　同古金矿床成矿流体包裹体的碳、氢、氧同位素组成

序号	样号	矿体类型	$\delta^{13}C$- PDB(CO_2) / ‰	$\delta^{18}O_{H_2O}$- SMOW/ ‰	δD_{H_2O}- SMOW/ ‰
1	JJ03	破碎带型	- 2.94	- 3.52	- 43.5
2	TG9801	破碎带型	- 7.98	- 1.61	- 44.1
3	TG9802	层间脉型	- 3.99	- 1.87	- 33.4
4	TG9803	破碎带型	- 6.18	- 1.14	- 37.1
5	TG9804	网脉型	- 2.34	- 1.96	- 36.1

注: 测试矿物为石英; 测试单位为湖北宜昌地质矿产研究所

2.5　碳同位素特征

大多数研究者[7] 在研究地幔流体所参与的各种地质作用中都充分考虑流体 CO_2 等挥发分所起的作用。常用碳同位素来研究流体及相关的地质作用, 用它作为重要的示踪手段来揭示流体 CO_2 的成因来源以及伴随流体发生的各种地质作用。从表 1 看得出, 该矿床成矿流体包裹体中的 CO_2 的含量较高, 在层间脉型矿体中的含量高出另两种矿体类型的 2 倍有余。大量的事实和观察表明金的矿化强度与 CO_2 的含量呈正相关。

所作的不同矿体包裹体 CO_2 的碳同位素组成(见表 3) 看: $\delta^{13}C$ 以网脉型矿体为最大- 2.34‰, 层间脉型矿体 $\delta^{13}C$ 次之, 最小的为破碎带型矿体(有一个例外(- 2.94‰)) 。从包裹体的成分分析结果(见表 1) 可知, 由于 CO 和 CH_4 含量很少(CO_2/ (CO+ CH_4) > 10) , 气相中碳主要以 CO_2 形式存在。流体液相中有一定量的 HCO_3^- , 按同位素平衡分馏, 重碳富集于液相中。因此, 保存在不含碳矿物——石英中的全碳同位素组成应比流体 CO_2 的组成更大。因此认为成矿流体是地层变质作用去气(海相和非海相沉积有机质(- 5‰~ - 30‰)) 和地幔去气作用(深源碳酸盐、金刚石(- 4‰~ - 10‰)) 释放的 CO_2 参与作用的结果。

2.6　流体中金的迁移讨论

目前认为, 金在溶液中主要是以金硫配合物或金氯配合物等形式迁移。根据以上分析得知成矿流体性质为富含 CO_2 的弱酸性和弱还原性, 结合矿石中的贫硫化物特点推论: 同古金矿床 Au 的迁移是以与 K、Na 形成的各种金氯配合物[$Na(AuCl_2)^-$, $K(AuCl_4)^-$] 形式迁移为主。而矿床容矿构造等差异引起的成矿流体的物理化学性质的改变导致流体中金的沉淀, 也是导致矿床中不同矿体流体差异的重要原因。

3　结　论

同古金矿床在成矿构造地质环境与邻区同类型金矿有相似性, 但它仍具有其独特之处, 产出矿体类型较复杂。通过对成矿流体地球化学的研究得出以下认识:

(1) 成矿流体是以大气降水为主的富含 CO_2 的弱酸、弱还原混合地热流体。

(2) 成矿流体中 Au 的迁移是以与 K、Na 形成各种氯的配合物[$Na(AuCl_2)^-$, $K(AuCl_4)^-$] 形式迁移为主。

[参考文献]

[1]　罗献林. 论湖南黄金洞金矿床的成因及成矿模式[J]. 桂林冶金地质学院学报, 1988, 8(8): 225~ 239.

[2]　周德忠, 叶大元, 余大龙. 湖南漠滨石英脉型金矿成因探讨[J]. 矿床地质, 1989, 8(1): 51~ 62.

[3]　彭建堂, 戴塔根. 湘西南金矿床成矿流体地球化学研究[J]. 矿床地质, 1999, 18(1): 73~ 81.

[4]　吴攀, 余大龙. 黔东同古金矿床地质特征及成因探讨[J]. 地质地球化学, 1998, 26(4): 27~ 31.

[5]　余大龙, 吴攀. 锦屏花桥金矿床地质特征[J]. 贵州地质, 1998, 15(3): 254~ 258.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

岩浆热液系统金矿床研究进展

张元厚[1,2], 张世红[1]
(1. 中国地质大学地质和资源学院; 2. 吉林大学地球科学学院)

摘要: 众多研究资料表明了岩浆热液成矿系统发育于板块碰撞造山带环境, 或形成于拉伸环境, 或位于板内裂谷环境中。文中介绍国外近期对岩浆成矿系统的矿床类型, 以及这些矿床所产出的大地构造环境、岩浆岩特征、矿化蚀变特征和成矿热液系统的认知和研究现状。对产于这些环境中的岩浆系统特征及其与之伴生的矿床类型的了解, 对区域成矿带的划分和深部找矿勘探工作具有十分重要的意义。

关键词: 岩浆热液成矿系统; 斑岩型矿床; 浅成低温热液型矿床
中图分类号: P618.51 文献标识码: B 文章编号: 1001-1277(2005)10-0010-05

已知的岩浆热液系统中的所出露斑岩型 Cu-(Mo-Au)已勘探完毕, 现今利用地球物理、地球化学和深部所提供的表部地质信息等方法来寻找和发现深部及重新评价已勘探工作区矿床, 这就需要区域尺度的地质演化历史和产于各种各样构造环境的岩浆热液系统中的矿床形成的认知等知识。从地质上, 同位素年代学测年工作的进展, 越来越多的资料表明了这些与成矿有关的岩浆系统发育于板块碰撞造山带[1,2], 或形成于造山运动后期的拉伸环境, 或位于裂谷环境中[3]。碰撞俯冲形成的岩浆岩类型有 I 型、S 型, 在板内拉张环境通常为富钾到 A 型。这些岩浆热液系统通常伴有有色金属矿产和贵金属矿产。因此, 对产于这些环境中的岩浆系统特征及其与之伴生的矿床类型的了解, 对区域成矿带的划分和深部找矿勘探工作具有十分重要的意义。

1 岩浆热液系统金矿床类型

岩浆热液系统的金矿床类型包括直接与侵入体密切相关的斑岩型网脉状矿床, 接触交代型的矽卡岩矿床以及独特的 Porgera 矿床, 寄生于火山岩中的酸性硫酸盐型(高硫型)和冰长石绢云母型(低硫型)热液矿床。这些最基础资料证明了这些矿床在某种程度与寄主岩浆岩套成分有关。75% 矿床与侵入体有关的金矿和浅成低温热液矿床归属于斑岩铜矿系统中。斑岩矿床和高硫型热液矿床产于矿化岩株的上部和顶部, 而高硫型热液矿床则产于火山岩中心, 低硫型热液矿床趋于远离岩株而围绕岩株分布。

斑岩型 Cu-(Mo-Au)是世界主要 Cu 和 Mo 的来源, 也是 Au 的重要来源。像美国 Bingham Canyon 等大型斑岩型矿床成为重要的勘探目标。在世界上, 这些矿床形成主要与板片俯冲带岩浆有关。斑岩铜

收稿日期: 2005-05-08

作者简介: 张元厚(1963-), 男, 辽宁庄河人, 博士, 从事矿床学研究; 长春市建设街 2199 号, 吉林大学地球科学学院, 130061

[6] 吴攀. 黔东同古金矿床矿体地质特征及控矿规律研究[D]. 贵州工业大学(硕士论文), 1999.

[7] 柳少波, 王联魁, 张生. 热液(金)矿床中碳同位素矿源示踪综述和讨论[J]. 地质地球化学, 1996, 24(4): 21~24.

Geochemistry of metallogenic fluid in Tonggu gold deposit, eastern Guizhou Province

Wu Pan, Ye Jun, Yu Dalong
(College of Resource and Environment, Guizhou University)

Abstract: Located in eastern Guizhou, Tonggu gold deposit occurs in epimetamorphic rock series of Proterozoic Xiajiang group. The ore body which is strictly controlled by tectonic can be divided into three types, intercalated vein, alteration terrane and network vein. The sulfide in the ore is infrequent. By analyzing the fluid inclusion component, H/O isotope and the C isotope of the CO_2 inclusion, the paper shows that the metallogenic fluid of the main metallogenic period of Tonggu gold deposit is a kind of weak acidic and weak reductive mix-geothermal fluid which consists mainly of CO_2-rich atmospheric water.

Keywords: metallogenic fluid; gold deposit; Tonggu gold deposit (编辑: 宿晓静)

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net