

河台金矿床金赋存状态研究

姚德贤 孙晓明 杨荣勇

(中山大学地质学系, 广州 510275)

摘要 河台大型金矿床金的赋存状态呈独立矿物和分散状态两种. 前者以自然金为主, 有包裹金、晶隙金和裂隙金. 后者则存在于硫化物晶格中. 首次发现含金碲铋矿.

关键词 金的赋存状态, 独立金矿物, 分散金, 河台金矿

分类号 P618.51

1 矿区地质简介

河台金矿床产于震旦系C组变质岩地层中(片岩、变粒岩、片麻岩等, 受不同程度混合岩化), 矿区西北部为均质混合岩—混合花岗岩, 东部出露斑状黑云母二长花岗岩. 数组NE向平行雁列式糜棱岩带迭加于片岩与混合岩中. 主要金矿体产于糜棱岩带内及其后期迭置的断裂构造中. 整个矿田有高村、云西、太平顶及尚台等矿床.

本文以高村主要矿体(V₁₁)为研究对象. 矿体呈脉状及脉带产出, 产状与糜棱岩带基本一致, 仅局部穿出糜棱岩带外. 除矿体出露地表经风化形成部分氧化矿石外, 原生金矿石大致划分为3种类型: ①硫化物(黄铁矿, 黄铜矿)石英型; ②黄铁矿硅化糜棱岩型; ③含硫化物石英脉型. 河台金矿的矿物组合比较简单(表1).

表1 矿石的矿物成分

Tab. 1 The composition of ore minerals

含量	金属矿物				脉石矿物
	自然金属	金属互化物	硫化物	氧化物	
主要	自然金	银金矿	黄铁矿	褐铁矿	石英、云母
次要		含金碲铋矿	黄铜矿	磁铁矿	长石、方解石、绿泥石、石
			方铅矿	赤铁矿	榴石、绿帘石、锆石、榍石
			闪锌矿	菱铁矿	
			毒砂	软锰矿	

本矿床矿石含金较富, Au 平均品位 9.5g/t, Ag 3g/t, Cu 0.224%, Au 与 Ag, Bi, Cu 相

收稿日期: 1994-12-22

关性大,分别为 0.98,0.99,0.90.

2 主要矿物特征

2.1 自然金

金黄色-浅黄色,呈细微不规则粒状、鳞片状、星点状、树枝状、薄膜状. 占有金矿物的 90%~95%. 粒径 0.03~0.074mm 的粗粒金占 8.99%; 粒径 0.074~0.01mm 的中细粒金占 71.69%; 粒径 0.01~0.003mm 的微粒金者占 13.32% (据光片中自然金测定统计). 自然金化学成分用金的成色表示,金的成色 = $(Au/Au + Ag) \times 1000$. 自然金经电子探针分析结果见表 2.

表 2 Au-Ag 互化物电子探针分析

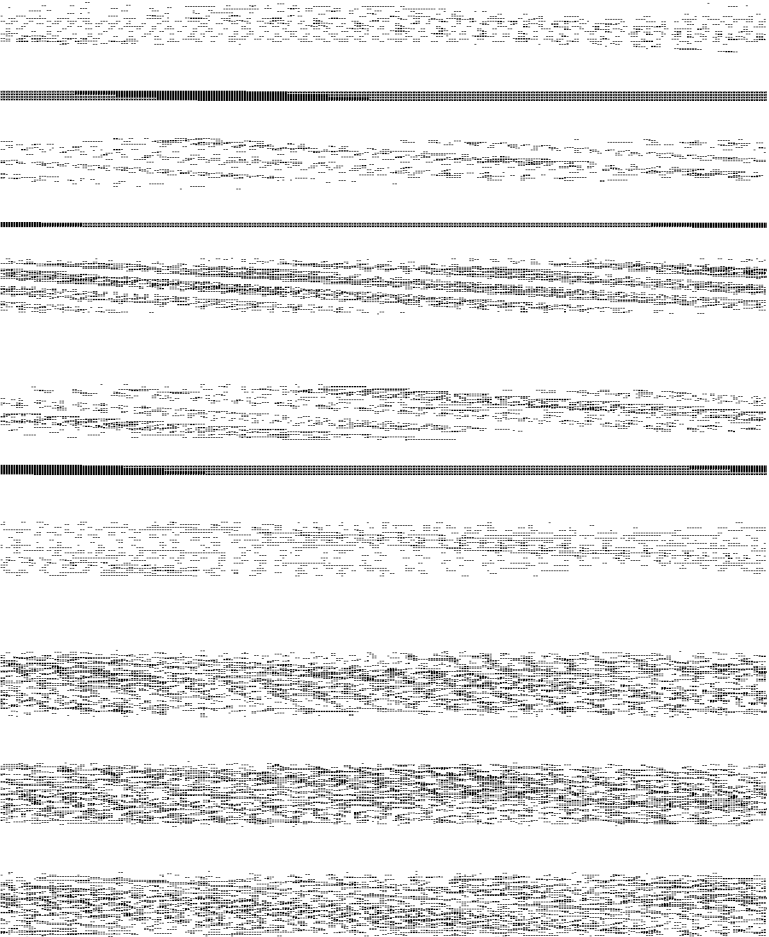
项目	V ₁₁₋₁	V ₁₁₋₂	V ₁₁₋₃	V ₁₁₋₄	V ₁₁₋₅	平均
Au	98.936	96.783	94.318	92.112	90.281	94.48
Ag	1.854	3.742	4.967	5.765	7.835	4.82

本矿区自然金的成色 920‰~989‰,平均 952‰. 从表 2 看出 Au₉₉Ag_{1.85}-Au₉₀Ag_{7.8}, Au, Ag 组分出现了连续性变化,证明了 Au 与 Ag 固熔体的存在. 自然金还平均含 Cu 0.017%, Pb 0.006%, Zn 0.007%. 自然金比重 17.31^[1]. 反射率(平均值): R₄₇₀ = 47.22%, R₅₄₆ = 74.64%, R₆₄₀ = 88.42%, R₆₈₀ = 90.70%, 自然金的反射率随其成色变化而变化,金成色降低,反射率高;金成色高,则反射率低.

对自然金 6 个样品的 X 射线粉晶分析,求得晶胞参数 a_0 为 0.40783~0.40928nm. 晶胞参数系统而有规律的变化,是由于自然金中 Ag 的含量而引起的. 当 Ag 取代 Au 时,自然金的晶胞参数变小,Ag 含量越高,晶胞参数越小.

据电子探针微区分析,自然金的 Au, Ag 呈反消长关系(图 1),有些呈现“银壳结构”,即自然金边缘的 Ag 含量高于中心的含量,Ag 线扫描峰形呈“凹”字型(图 2),“银壳结构”是成矿热液的物理化学条件不稳定所致,因为 Au-Ag 混熔程度的高低与其形成的物理化学条件密切相关. 此外,还与 Au, Ag 的氯络合物在热液中稳定性不同有关. 根据石英包裹体液相成分分析,阴离子只出现 Cl⁻, 含量 9.72~1.88mg/kg^[2], 反映含矿热液富含 Cl⁻. Au, Ag 以 [AuCl₄]⁻ 和 [AgCl₄]⁻ 的形式迁移. [AuCl₄]⁻, [AgCl₄]⁻ 在热液中的稳定性受温度、压力、氧化还原电位的综合影响. Au 是变价元素,其迁移与沉淀的价态不同. 当体系的 Eh 值下降, pH 值升高时,即遇低价铁的黄铁矿等硫化物或围岩含炭时,即引起 [AuCl₄]⁻ 还原成 Au⁰ 沉淀. 由于 [AuCl₄]⁻ 与 [AgCl₄]⁻ 在热液中的稳定性差异, [AgCl₄]⁻ 较 [AuCl₄]⁻ 稳定,故 [AuCl₄]⁻ 早于 [AgCl₄]⁻ 还原而使 Au 先沉淀下来, Ag 则较晚沉淀而分布在金的外面形成“银壳结构”.

银金矿呈淡的金黄色,多以细小点滴状、粒状产于石英脉中微裂隙中. 约占 5%. 银金矿含 Ag 10%~15%, Au 90%~85%.



浸染状产于硅化岩和硅化糜棱岩中,且常具有环带结构,环带之间孔隙中常沉淀次显微粒状自然金。黄铁矿成分变化大,其分子式为 $Fe_{1.03}S_2 - Fe_{0.984}S_2$ 。除含金外,其他微量元素平均含量:Co 0.035%,Ni 0.031%,Co/Ni>1,Cu 0.58%,Zn 0.03%,Se 3.1~22.8 mg/kg, S/Se= $2.5 \times 10^4 \sim 16 \times 10^4$,Sb 0.015%。爆裂温度 $420 \sim 320^\circ\text{C}$,平均 350°C 。因为该期黄铁矿颗粒细,结晶差,碎裂多,且具晶格缺陷,反映其结晶速度快。所以,金在最初沉淀过程便有无数的黄铁矿核心使其沉淀,而黄铁矿的构造缺陷容易接纳金原子而构成固溶体,所以金常在早期黄铁矿阶段富集。

晚期黄铁矿为淡黄色、粗粒的立方体和八面体晶体。因其形成条件比较稳定,结晶中心少,结晶速度缓慢,氧化还原电位高,不利于金的沉淀,所以不含金或只含极微量金。晚期黄铁矿爆裂温度为 $250 \sim 175^\circ\text{C}$,平均 210°C 。

2.3.2 黄铜矿 黄铜色,部分含金而颜色加深,呈细粒状或粒状集合体;也单独成细脉或与黄铁矿共生细脉,产于硅化糜棱岩和石英脉的微细裂隙中。在氧化带常变成斑铜矿、辉铜矿、铜兰等。镜下可见黄铜矿包裹自然金。Au X-ray 面扫描未发现分散金。

2.4 含金碲铋矿

国内未见报导含金量高的碲铋矿(Bi_2Te_3)。在闽浙中生代火山岩带银坑山金银矿床中,曾报导过有碲铋矿的存在(罗镇竟等,1985年),但没有含金银的报导。发现的含金碲铋矿为板状晶体,与黄铁矿连生。电子探针分析:Te=44.22%,Bi=54.15%,Au=0.58%,Fe=1.04%,计算其化学式为 $Bi_{2.25}Au_{0.026}Fe_{0.16}Te_3$ 。含金碲铋矿含Fe较高的原因,可能因其与黄铁矿连晶之故。经Au X-ray 面扫描,金在碲铋矿中呈质点状均匀分布。Au,Te,Bi的地球化学性质决定了Au与Te的亲合力强于与Bi的亲合力,Au存在于碲铋矿中估计是Au取代Bi而呈晶格金。

3 金的赋存状态

河台金矿金主要以独立金矿物存在,约占金量的90%以上,其余则以分散状态进入黄铁矿的晶格中。

3.1 金矿物的嵌布形式

镜下可见,金矿物在其他矿物中的嵌布形式有3种:①裂隙金,金矿物以不规则粒状产于硅化糜棱岩、硫化物石英脉的微细裂隙、石英颗粒裂隙中,或以微细脉穿插于各矿物中;②晶隙金,金矿物嵌布于同种或不同种矿物晶体之间;③包裹金,金矿物包裹在载金矿物之内。石英中的包裹金较大,达 $5 \sim 12\mu\text{m}$,而黄铁矿中的包裹金小于 $5\mu\text{m}$ 。镜下统计,裂隙金占48.5%,晶隙金占39.2%,包裹金占12.8%。

电镜下可见黄铁矿具环带结构,环带间的孔隙充填链状自然金。说明黄铁矿晶体生长的同时,晶面吸附和还原金,使金在黄铁矿的晶面上沉淀下来,随着黄铁矿晶体的继续生长,金便被包裹在晶体内。当金沉淀在黄铁矿晶面时,还可引起黄铁矿晶体变形,晶体的自由能因而随之升高,为了使体系中的自由能降低到最低限度,金就向附近化学势低的位置——裂隙和晶粒间隙逐渐迁移,并结晶形成裂隙金和晶隙金。



互相置换. 所以, 黄铁矿中的 Sb 可以与进入黄铁矿晶体内的 Au 结合, 而使任何电荷差别得到中和, Au 就可以留在黄铁矿的晶格内, 或许这也是形成晶格金的方式之一.

参 考 文 献

- 1 凌井生. 广东河台金矿床地质特征. 广东地质, 1986(1): 62~63
- 2 符力奋. 河台金矿区矿床成因探讨. 广东地质, 1989(4): 41~42
- 3 陈伟, 张振儒. 黄铁矿晶格金的萃取实验及其问题的初步研究. 金银矿产选集, 1988(10): 16~17

A Study on the Occurrence of Gold in Hetai Gold Deposit

Yao Dexian Sun Xiaoming Yang Rongyong*

Abstract The gold in large - scale Hetai gold deposit exists in two forms; isolate gold - mineral and dispersion phase. The former is mainly native gold, which occurs in inclusion, intracrystalline failure and crack. ICP, electron microprobe analyses and Au X - ray plane scanning show that some of the gold may occur in the crystal lattice of sulfides as dispersion phase. Gold - bearing tellurobismuthite was first discovered in the mining area.

Keywords occurrence of gold, isolate gold mineral, dispersion gold, Hetai gold mine

* Department of Geology, Zhongshan University, Guangzhou 510275