第9卷第2期
2001年4月

黄金科学技术
Gold Science and Technology

Vol. 9, No. 2
Apr. 2001

广西乐业县浪全金矿床地质特征与矿床成因探讨*

陈锡光[1], 周文芳[2]

(1. 广西百色市黄金管理局, 广西 百色 533000; 2. 广西百色地区黄金管理局, 广西 百色 533000)

摘 要: 详细论述了浪全金矿床地质特征, 该矿床为微细粒浸染型金矿床, 规模为中型。从矿床地质特征、矿石物质成分、金矿的赋存状态、围岩蚀变、成矿期次以及地层含金性、矿物包裹体、稳定同位素等方面探讨矿床成因, 认为浪全金矿床先后经历了沉积、热液和表生3个成矿期富集成矿, 矿床主要受地层和断裂构造控制。中三叠统百缝组是主要的矿源层; 主要的控矿构造是浪全断裂带, 矿体产于构造活动较强部位; 热液期可分为4个阶段, 金矿化主要与中、低温热液的二、三阶段有关。

关键词: 广西乐业县; 微细粒浸染型; 金矿床; 地质特征; 矿床成因

中图分类号: P611/P618.51 **文献标识码**: A **文章编号**: 1005-2518(2001)02-0012-06

浪全微细粒浸染型金矿床位于广西乐业县雅长乡境内, 矿床规模为中型, 矿体埋藏浅, 厚度大, 为单一工业矿体, 品位较高, 属氧化易浸矿石, 矿石含泥量高, 宜采用制粒堆浸和露天开采, 开采条件便利, 是一个经济效益高的金矿床。

矿床主要受地层和断裂构造控制, 与热液活动和表生作用密切相关。

1 区域地质概况

浪全微细粒浸染型金矿床位于华南淮地台右江再生地槽桂西坳陷区西林—百色断褶带之乐业"S"型构造北段。区域地层有泥盆系、石炭系、二叠系、三叠系、第三系及第四系, 其中以三叠系分布最广, 金丰度值高, 是该区微细粒浸染型金矿之矿源层。区域构造以乐业"S"型构造为基本骨架, 可分为北、中、南段, 北段主要是由金竹洞背斜和浪全断裂带组成; 中段由武称背斜及北东向张扭性断裂组成; 南段由大龙贯背斜及一系列NE向、NW向压扭性断裂组成。区域上岩浆岩不发育, 仅在什良短轴背斜见到辉绿岩侵位于二叠系地层中。区内矿产丰富, 主要有煤、铀、粘土、磷、汞、锑、砷、金等, 分布于乐业"S"型构造北、中段背斜之两翼。

2 矿区地质

2.1 地层

矿区出露的地层较简单, 有二叠系, 下、中三叠系, 其中以中三叠统分布最广, 是矿源层(图1)。

上二叠统(P_2)分布在矿区东部, 岩性为灰色厚层状含生物碎屑灰岩和白云岩, 金丰度值不高。下三叠统逻楼群(T_1l)出露在浪全断裂带下盘, 与上二叠统呈假整合接触, 为青灰色含生物碎屑微晶灰岩、灰色豆状灰岩、

* **收稿日期**: 1999-7-10; **修订日期**: 2000-11-13

作者简介: 陈锡光(1964-), 男, 工程师, 从事黄金地质堪探和黄金选冶工作.

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

黄铁矿化微晶白云岩、杂色硅质岩, 厚度约 20 m。中三叠统(T_2)分布于浪全断裂带之西侧。可分为百蓬组(T_2b)和河口组(T_2h)。百蓬组三段一层(T_2b^{3-1})岩性为灰黑、暗灰色中薄层含碳质、含黄铁矿泥岩, 厚度 20～40 m, 金丰度值高, 为浪全金矿主要矿源层; 百蓬组三段二层(T_2b^{3-2})岩性为灰、暗灰色泥质粉砂岩; 百蓬组三段三层(T_2b^{3-3})岩性为灰、暗灰色中、薄层钙质粉砂质泥岩夹细砂岩。河口组(T_2h)为青灰色中厚层块状钙质粉砂岩夹薄层状钙质泥岩、泥灰岩和泥质粉砂岩, 与下伏地层呈整合接触。

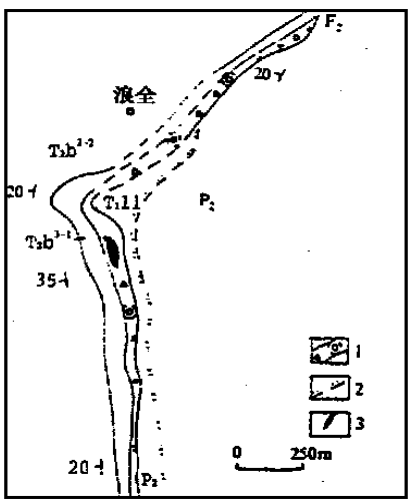


图 1　乐业县浪全金矿床地质略图

T_2b^{3-2}—百蓬组三段二层; T_2b^{3-1}—百蓬组三段一层; T_1ll—逻楼群; P_2—上二叠统(下同); 1. 浪全构造破碎带; 2. 推测平行不整合界线; 3. 金矿体

2.2　构造

矿区内地层属乐业"S"型构造金竹洞背斜西翼组成部分, 具单斜构造特征, 褶皱程度较弱, 总体产状倾向南西, 倾角一般 20°左右。主要断裂构造为浪全断裂带(F_1), 沿灰岩与碎屑岩接触部位发育, 呈弧形展布于金竹洞背斜的北西翼部, 全长 36 km。矿区位于该断裂带南端, 在矿区内断裂带走向 12～35°, 倾向北西, 倾角 26～37°, 总体形态复杂, 沿走向膨胀收缩现象十分明显, 沿倾向倾角变化大, 一般宽 5～20 m, 最宽可达 50 m。带内充填物为硅化角砾岩、硅化破碎岩、硅化破碎灰岩、蚀变泥岩破碎岩、蚀变破碎泥岩、糜棱岩及晚期石英细脉、方解石细脉、岩溶堆积物等。断裂带下盘与灰岩接触界清楚, 界面较平直, 属突变关系, 上盘与碎屑岩呈渐变过渡关系, 无明显破裂结构面。

3　矿床地质特征

浪全金矿床矿体形态、产状、规模及空间分布严格受浪全断裂带控制。

3.1　矿体形态与规模

矿床由单一矿体组成, 矿体直接产于浪全构造破碎带(F_1)中, 呈不规则透镜状, 走向 NNE, 倾向NW, 倾角 20～40°, 地表长 90 m, 深部长 120 m, 斜深 120～130 m, 垂深 67 m。矿体底板为灰岩, 顶板为灰黑色含黄铁矿、含碳质泥岩(图 2)。矿体厚度 2.48～20.59 m, 平均厚 10.25 m, 厚度变化系数 43.29%。金品位由地表往深部由低变高, 平均品位 5.48×10^{-6}, 变化系数 56.90%。

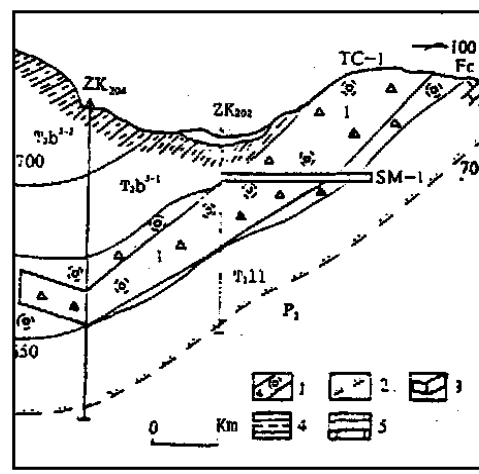


图 2　浪全金矿 I 号矿段 2 号勘探线剖面图

1. 浪全构造破碎带; 2. 地层界线、平行不整合界线; 3. 圈定的工业矿体; 4. 含碳质、含黄铁矿泥岩; 5. 含生物碎屑灰岩

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

3.2 矿石特征

矿石类型主要为氧化矿石,局部有极少量的原生矿石。氧化矿石岩性为硅化角砾岩、硅化破碎岩、蚀变泥岩等,颜色为褐红、褐黄、黄色。根据化学成分和矿物组成,可划分为3种类型:泥质矿石、硅质矿石和角砾矿石,这3种矿石在矿床中无明显的分布规律,其中泥质矿石是主要矿石,也是最富的矿石。

矿石化学成分主要为SiO_2,含量一般在65%以上,其次为Al_2O_3、Fe_2O_3、K_2O,含少量的FeO、MgO、Na_2O、TiO_2、CaO、P_2O_3、H_2O;与围岩相比,矿石中SiO_2、Al_2O_3、Fe_2O_3、K_2O增高,Na_2O、CaO、MgO、FeO降低,As、Pb、Ti、Cr、Ag、Sb增加幅度较大,Au与Sb呈正相关,Au与As、Cu不相关。

矿石构造有浸染状构造、条带构造、脉状构造、银河状构造、角砾状构造及蜂窝状构造。

矿石结构有泥质结构、粉砂泥质结构、显微莓粒结构、自形~半自形结构、胶状结构、包裹结构、交代残余结构、假像结构。

通过宏观和微观分析,浪全金矿床共有矿物41种,主要有水云母、褐铁矿、石英等。

3.3 自然金特征

经显微镜、电子探针等方法测定,浪全金矿床的金矿物,只有自然金一种,以显微金为主,粒级在1~2 μm,自然金形态多种多样,多为不规则粒状、薄片状、树叶状、棒槌状、浑圆状及乳滴状,呈规则晶形的很少见。金的产出状态以单体金为主,多分布在粘土矿物中;在黄铁矿或石英中见有少量的包体金;粒间金或裂隙金更少见,分布于黄铁矿颗粒间或裂隙中。自然金中Au的分布很均匀,金的成色高,为918.5~933.8。

3.4 矿化蚀变

浪全金矿床矿化蚀变有硅化、粘土化、褐铁矿化、碳酸盐岩化以及黄铁矿化。硅化、粘土化、褐铁矿化与金矿化关系密切。

硅化:主要发育在浪全断裂构造带内,可分为3期:一期硅化呈细小的白色石英脉分布,石英脉中含金量低;二期硅化呈肉红色硅质脉,胶结围岩角砾,该期硅化宽度可达3 m,并被后期细小的含金石英脉所穿插,伴生矿物见有少量黄铁矿和极少量的闪锌矿;三期硅化,一种为细小的乳白色石英脉,脉宽小于5 cm,该石英脉切穿了早期的石英脉,另一种为白色或黑色石英砂窝,这种石英胶结很差,由一个个小石英晶体组合在一起,石英具有较好的晶形。

褐铁矿化:在矿床中普遍发育,是由黄铁矿氧化而成,常见有褐铁矿呈黄铁矿假像,褐铁矿呈浸染或细脉穿插于矿石中。在显微镜下见有自然金产于褐铁矿的边缘及孔隙中。

粘土化:在矿床中普遍发育,以水云母为主,其次是地开石、高岭石,粒径一般在1~2 μm,粘土矿物是一种重要的载金矿物。

黄铁矿化:一般以浸染状产出为主,也有呈单脉或与石英组成脉体。

3.5 成矿构造特征

浪全金矿床的形成主要受浪全断裂带的控制,金矿体赋存于破碎带饼状体或透镜体的中间部位,这些部位构造活动强烈且多期次活动,岩石破碎范围较大,矿化蚀变强,热液活动、成矿作用多期次。矿化地段断裂构造底板凹凸不平,“凸起”和“凹陷”相间出现,矿体产于构造底板“凹陷”部位,构造底板“凸起”部位无矿体。矿化构造带下盘岩溶发育,局部岩溶堆积物亦有金矿化。

3.6 成矿期次

根据野外观察,综合室内镜下鉴定、矿物包体测温等资料,矿床的形成经历了3个时期。

(1) 沉积成岩期。矿物组合为粘土矿物、陆源碎屑石英、长石、黄铁矿、炭质物和一些副矿物,在这一时期金得到初步富集,金的主要载体是黄铁矿、粘土矿物和炭质物。

(2) 热液期。根据脉本的穿插关系、围岩蚀变、矿物共生组合及包体测温资料,把热液

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

期分为 4 个阶段。

①石英—黄铁矿早期阶段。形成温度高于 300℃, 矿物组合为石英——黄铁矿, 黄铁矿呈脉状产出, 未见有自然金。

②石英—黄铁矿主期阶段。形成块状微晶、隐晶石英, 在矿区中分布最广, 黄铁矿呈团块状或细脉状、浸染状分布, 偶尔见到微粒金。

③石英—黄铁矿晚期阶段。这个阶段形成的矿物种类较多, 多是一些低温热液矿物, 矿物组合为石英—黄铁矿—辉锑矿—自然金, 金属硫化物呈脉状、细脉状或囊状与石英共生, 微粒金在这阶段形成较多, 是主要的成矿期。

④梳状石英—方解石阶段。只形成一些结晶较好的方解石或梳状石英, 金属硫化物很少, 未见有微粒金。

(3) 表生期。形成大量的表生矿物, 矿物组合为褐铁矿、自然金, 热液期形成的金矿体经过强烈表生氧化淋滤后, 金得到进一步的富集。

4　矿床成因探讨

4.1　成矿的物质来源

从地层的含金性、岩、矿石稀土组成特点和硫、铅同位素组成等方面探讨成矿的物质来源。

(1) 地层的含金性。三叠系地层在桂西北分布广, 桂西北的微细粒浸染型金矿大部分产于此地层中, 浪全矿区中三叠统地层, 据统计, 金的丰度为 6.30×10^{-9}, 均方差 9.91, 离散度高; 不同岩性金的丰度不同, 泥岩类金丰度为 6.32×10^{-9}, 均方差 8.90; 粉砂岩类金的丰度为 7.81×10^{-9}, 均方差 6.75; 砂岩类金的丰度为 1.78×10^{-9}, 均方差 0.78, 金主要富集在泥、粉砂岩中。

中三叠统百蓬组地层, 尤其是在三段一层地层(T_2b^{3-1})中最常见的金属矿物是黄铁矿, 约占岩石重量的 3%, 呈立方体、他形晶出现, 顺层、浸染状、团状产出, 粒度大小不等, 0.03～1.0 mm, 一般小于 0.5 mm, 取样分析, 含金量 1.48×10^{-6}～9.31×10^{-6}; 偶见黄铁矿结核, 具同心结构, 是成岩结核, 结核制作的光片中, 发现有自然金颗粒, 地层中黄铁矿是原始主要载金矿物。

中三叠统地层金丰度值高, 地层中黄铁矿含金量大, 并偶见自然金, 说明中三叠统地层是浪全金矿的矿源层。

(2) 硫同位素。从地层和矿体中取黄铁矿进行硫同位素测定, 地层中黄铁矿的 δS^{34} 变化范围较大, 为 -3.7‰～+11.2‰, 极差 14.9‰, 为分散型, 具有明显的沉积硫特点; 矿体中黄铁矿 δS^{34} 为 -0.7‰～+4.0‰, 极差 4.7‰; 矿体中黄铁矿硫同位素变化均局限在地层黄铁矿的硫同位素变化范围之内, 表明矿石硫同位素组成与地层中硫同位素组成有依属关系。

(3) 铅同位素。矿石和围岩中的黄铁矿铅同位素测定结果为: $^{206}Pb/^{204}Pb$: 18.402～19.802, $^{207}Pb/^{204}Pb$: 15.620～15.791, $^{208}Pb/^{204}Pb$: 38.594～38.744; 样品的铅同位素组成相对较稳定, 矿石与地层的铅同位素组成基本一致, 反映了浪全金矿床的形成与地层有依属关系。

(4) 稀土元素配分及其分布型式。对矿床中的矿石作了稀土组成的 X—萤光分析, 所有样品稀土丰度高, ΣREE 高于 126.86×10^{-6}, 矿石与围岩稀土型式总体相似, 金矿化作用并没有明显改变稀土元素在岩石中的配分, 由此推测, 金来源于地层。

4.2　成矿的物理化学条件

(1) 成矿温度、盐度、密度与压力。成矿温度是根据矿物包裹体的均一温度测定的。包体样品的两相气液包体数量较少, 分布零星, 包体形状多为不规则的椭圆形、多边形, 大小约 0.10～0.015 mm, 颜色多为无色透明, 分界线清晰, 气泡多呈浅灰色。

对矿体不同矿化阶段的石英包体测定,

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

最低温度 115℃, 最高 351℃, 大多低于 200℃。由早期到晚期温度逐渐下降。

从早期到晚期, 密度与气液比越来越大; 盐度为低盐度, 成矿主期阶段比早、晚阶段略高(表1)。至于成矿当时的深度, 若按深度每增加 1 km, 压力大致增加 250×10^5Pa 计算, 则约为 1 500 m。

(2) 成矿溶液的化学成分。包体成分分析结果表明, 含矿流体的气相成分主要是 H_2O, 其次是 CO_2, 并含有少量的 CH_4 和 H_2; 在液相中, 阳离子主要是 Na^+、K^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}, 阴离子主要是 Cl^-、HCO_3^-, 其次是 SO_4^{2-}、F^-。

表1 石英包体温度、盐度、密度及压力测定结果

测定结果	热液成矿期		
	早期	主期	晚期
形成温度(℃)	289~351	148~174	115~123
盐度(wt/%)	0.2~0.4	1.7~4.0	0.1~0.2
密度(g/cm^3)	0.568~0.734	0.909~0.934	0.940~0.947
气液比	1∶3~1∶6	1∶8~1∶14	1∶15~1∶20
压力(10^5Pa)	168~231	345~435	40~70

注: 核工业北京地质研究院三室包体组分析。

(3) 成矿溶液的 Eh、PH 值、氧逸度和硫逸度。所测的矿物液体包裹体, PH 值为 4.76~6.10, 属弱酸性, 氧化—还原电位(Eh)为 -0.3068~-0.4079V, 属于低值范畴, 这种条件有利于金的沉淀。

成矿流体属于氧逸度较低范畴($lgfo_2$: -42.1889~41.5377), 硫逸度变化较大($lgfs_2$: -1.9263~-23.1296), 表明热液成矿过程并非都在封闭系统中进行。

(4) 成矿溶液的氢、氧同位素组成及其来源。矿床中与矿化密切相关的石英, 形成温度一般为 115℃~152℃, 石英的 δO^{18} 值为+11.56%~+21.05%, 由于所测的 δO^{18} 值为矿物的固体氧值, 根据石英的形成温度, 计算出与石英平衡时水溶液的 δO^{18} 值为-6.03‰~0.04‰, δD 值为-49.53‰~-47.52‰; 根据氢、氧同位素组成特点, 成矿热液应是被加热的大气降水。

6.3 矿床成因

浪全微细粒浸染型金矿的形成受浪全断裂带及中三叠统百蓬组矿源层的双重控制, 与地下热(卤)水溶液作用及表生氧化淋滤作用直接有关。

中三叠统百蓬组地层是矿源层, 它具有金丰度值高, 变异系数大, As、Hg、Sb、黄铁矿含量高, S、Pb 同位素及稀土元素组成特点, 也说明了矿质来源主要是地层本身。

浪全断裂带控制着金矿床的形成, 该断裂带曾多次活动, 早期为压扭性、晚期为张性, 既是导矿构造, 又是容矿构造, 金矿体产于构造活动强烈、岩石破碎范围较大部位。

成矿热液来源于大气降水, 为弱酸性, 它具有负的氧化还原电位, 氧逸度及硫逸度变化范围大, 热液期分 4 个阶段, 金矿化主要与中、低温热液的二, 三阶段有关。

浪全金矿床是长期、多阶段的地质作用形成的。沉积——成岩作用成矿物质得到初步富集, 形成矿源层, 构造、热液作用主要形成金矿体, 表生氧化淋滤作用使金得到进一步富集, 最终才形成了工业矿体。

参考文献

[1] 广西地质矿产局. 广西壮族自治区区域地质

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

志[M]. 北京: 地质出版社, 1985.
[2] 徐文炘 . 矿物包裹体成分数据的热力学计算方法及应用[J]. 矿产与地质, 1985, (1): 23—28.
[3] 沈渭洲 . 稳定同位素地质[M]. 北京: 原子能出版社, 1987.
[4] 侯宗林, 杨庆德 . 滇黔桂地区微细浸染型金矿成矿条件及成矿模式[J]. 地质找矿论丛, 1989, 4(3): 15—20.
[5] 李甫安 . 桂西北主要金矿床地质特征[J]. 广西地质, 1990, 3(3): 21—26.

Geological features and discussion on genesis of gold deposit at langquan, Leye Country, Guangxi

CHEN Xi-guang, ZHOU Wen-fang
(1. *Gold Administrative Bureau of Baise City, Baise, Guangxi* 533000, *China*;
2. *Gold Administrative Bureau of Baise Prefecture, Baise, Guangxi* 533000 *China*)

Abstract: The geological features of gold deposit at langquan are described detailedly. With middel scale, this deposit is microfine-grained disseminated gold deposit. From geological features of gold deposit, material composition of ores, hosting status of gold, alteration of wall rocks, metallogenetic epoch as well as gold-bearing proerty of strata, inclusions of minerals, stable isotopes, etc , the author has discussed the genesis of this gold deposit and considered ahat this deposit underwent sedimentary, hydrothermal and supergene enrichment stages and was controlled by strata and fault structures. The strata of Beipeng Formation of Middle Triassic have high abundance of gold and are the major source beds; The langquan fault zone is the main ore-control structure and the ore bodies occur in the stronger active structures; The hydrothermal epoch may be divided into four stages and the gold mineralization is principally associated with the second and the third stages, namely mesothermal stage and epithermal stage.

Key words: Guangxi, microfine-grained disseminated gold deposit, geological fealtures, discussion on genesis

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net