

问题研究

湖北省富水卡林型金矿床地质特征及矿床成因初探

镇方世¹, 廖青山¹, 朱明宇²

(1. 湖北省第四地质大队, 湖北 咸宁 437100; 2. 鄂西北地质矿产调查所, 湖北 襄樊 441057)

摘要: 富水金矿产于奥陶系不纯碳酸盐岩中, 矿化受背斜层间破碎带和 E—W 向、NW 向断裂的复合控制, 破碎带均受不同程度硅化, 热液蚀变作用明显。金为微细粒浸染型金, 肉眼甚至一般光学显微镜中均不可见。笔者根据富水金矿与国内外主要卡林型金矿的异同点、金的赋存状态、矿床同位素、地质特征等对富水金矿床成因进行了探讨。

关键词: 金矿床; 地质特征; 矿床成因; 富水; 湖北

中图分类号: P618.51

文献标识码: A

文章编号: 1673-2464(2008)02-0121-06

GEOLOGICAL FEATURES AND GENESIS OF FUSHUI KARLIN-TYPE GOLD DEPOSIT IN HUBEI

ZHEN Fang-shi¹, LIAO Qing-shan¹, ZHU Ming-yu²

(1. No. 4 Hubei Geobrigade, Xianning 437100, China;

2. Northwest Hubei Geological and Mineral Survey, Xiangfan 441057, China)

Abstract: Fushui gold deposit is hosted in the Ordovician impure carbonate rocks with its mineralization jointly controlled by EW striking and NW striking faults. The fracture zone has undergone silicification and hydrothermal alteration. Disseminated gold are invisible by naked eyes or under optical microscope. This paper, based on a comparison between Fushui gold deposit and major ones alien, discusses the genesis from gold occurrence, isotope and geological features.

Key words: gold deposit; geological features; genesis; Fushui; Hubei

卡林型金矿是六十年代首先在美国内华达州卡林地区发现的新的金矿类型。近年来我国云南、贵州和广西等地相继发现了卡林型金矿床。嘉鱼县蛇屋山和阳新县富水地区是鄂东南微细粒浸染型金矿化集中区。富水金矿位于鄂东南长江中游南岸的幕阜山北麓, 分布于通山县(阳新县)富水水库(河)北岸, 西起通山县慈口乡, 东至阳新县下山下, 东西长 16 km, 南北宽 0.3~3 km, 面积约 28 km²。带内有金矿点 3 处(六甲、石印和下山下金矿点)、金矿床 1 处(富水金矿床)。富水金矿床位于扬子准地台—下扬子台坪—大冶台褶带—咸宁台褶束的坑口背斜东段核部的矿带东段^[1], 发现于 1987 年, 1991 年结束野外工作, 并对主要矿体估算金金属量 1 057 kg。氧化矿经实验室制粒柱浸试验, Au 平均浸出率 94.54%, 尾渣

品位 0.144 g/t, NaCN 用量只需 40 g/t, 后经采矿试验场采矿试验证实, 该矿可浸性极好, Au 的浸出速度快, 其浸出率高、NaCN 用量低, 具较好的经济社会效益。因而探讨其矿床成因对本地乃至长江中下游地区本类型金矿的找矿和勘探工作具有积极意义。

湖北省第四地质大队地调分队开展 1:5 万三溪口、龙港幅区域化探扫面发现了富水地区金化探异常。后经异常检查, 先后发现了通山县六甲、阳新县下山下金矿点和富水金高含量点^①。

该区为微细粒浸染型金, 肉眼甚至一般光学显微镜中均不可见。为进一步了解金异常分布范围、强度及与矿化关系, 迅速查明该区金的成矿远景, 1987 年, 该队七分队采用成本低、速度快的化探找矿手段, 开展了地表及深部地球化学找矿工作。富水金矿

收稿日期: 2008-01-29; 修订日期: 2008-03-05; 责任编辑: 车 遥。

第一作者简介: 镇方世(1957—), 男, 中专、工程师、中国地质学会会员, 主要从事地质矿产勘查管理工作。

E-mail: 382960151@qq.com

① 湖北省第四地质大队. 湖北省通山县慈口—阳新县富水镇金矿普查地质报告[R], 1992

因露头差,在面积约 8 km^2 范围内开展了网度为 $100 \text{ m} \times 20 \text{ m}$ 的土壤化探扫面,共圈定 7 个化探异常。异常沿背斜轴部分布,其异常分布与硅化破碎带吻合,异常强度大,浓集中心明显。内带异常呈东西向长近 900 m ,集中分布于背斜轴部近东西向断裂或 F15 断裂带之间,受背斜及断裂控制明显。经检查,多个异常浓集中心均有矿(化)体产出,其中最大的有 10、16 和 17 号矿体,从而发现了富水金矿床^{①②}。

1 区域成矿条件

研究区地层属扬子分区大冶子区,出露中寒武世至第四纪各时代地层(缺失侏罗系),奥陶系及二叠系茅口组均属北方相系,寒武—奥陶系常组成背斜核部,二叠—三叠系常组成向斜核部,上白垩统一第三系局部残留于慈口—富水一带,第四系主要分布于河谷、山坡地带。特别是寒武系、奥陶系不纯碳酸盐岩是形成卡林型金矿的有利围岩。

区内火成岩不发育,仅于西段揭露浅部奥陶统大湾组自然硫矿钻孔中见及厚 2 m 多的杏仁状玄武岩。

研究区位于扬子准地台下扬子台褶带与华南地槽北缘的交接处,属槽台过渡类型。区内盖层(寒武系—第三系)可用重力滑动拆离构造组合来解释,相当于滑脱拉伸带与递进滑脱带相连的位置上,故两带特点兼而有之。其中褶皱组合为盖层滑脱的薄皮构造—侏罗山式,断裂表现为脆性岩层的浅部层次构造特点。区内(1:5 万三溪口幅)构造以褶皱为主,断裂为辅,具多期活动(图 1)。

褶皱主要为坑口背斜东段,背斜向东倾伏,向西延出图外,出露长 6 km 。核部主要为下奥陶统灰岩,次为中奥陶统灰岩和下志留统砂页岩。 O_1h 顶部灰岩多破碎硅化形成层间破碎带,并被后期断裂破坏剥蚀,于背斜轴部形成大片硅化岩角砾与粘土的混杂堆积。其轴面直立,局部向北倒转,为不对称褶皱或斜歪褶皱,由西向东背斜两翼产状由陡变缓,至 236 线两翼倾角 $22 \sim 24^\circ$,向东倾伏,倾伏角 15° 。

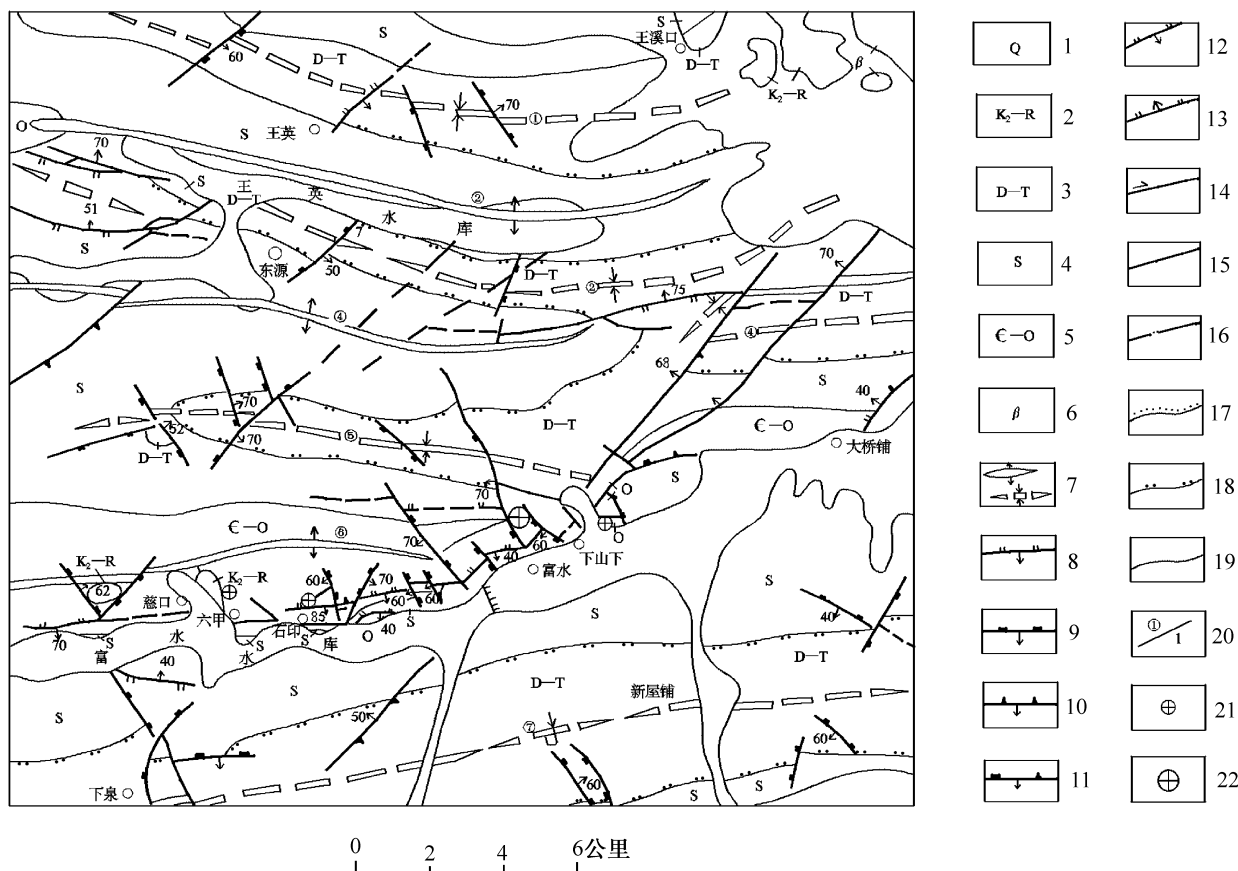


图 1 1:5 万三溪口幅区域地质构造略图

- 1—2. 大陆边缘构造层第二、一亚构造层; 3—5. 扬子地台构造层第三、第二、一亚构造亚层; 6. 玄武岩; 7. 背向斜轴; 8. 印支—燕山中期断裂; 9. 燕山中期断裂; 10. 燕山晚期断裂; 11. 喜山期断裂; 12 实测推测逆断层; 13. 实测推测正断层; 14. 实测推测平移断层; 15. 实测推测性质不明断层; 16. 影象断层; 17. 不整合岩层界线; 18. 平行不整合界线; 19. 整合岩层界线; 20. 褶皱及断裂编号; 21. 金矿点; 22. 金矿床

① 湖北省地质科学研究所, 湖北省第四地质大队. 湖北省阳新富水地区金矿化特征及控矿地质条件研究 [R], 1991

② 湖北省第四地质大队. 1:5 万三溪口幅地质图、矿产图说明书 [R], 1988

断裂构造按其空间展布及成生联系，可分为近东西向断裂，NE 向断裂和 NW 向断裂。近东西向断裂是区内主要断裂构造，具规模大、延深较深特点，其多期活动明显。早期显压性，晚期显张性，以压性断裂分布较广、数量多，为区内主要东西向断裂，产状大部分南倾，倾角较陡，且往往下部有变缓趋势。断面形态为铲状，具叠瓦式组合特点。

近东西向断裂、北西向断裂与背斜的复合处是形成卡林型金矿的有利构造。

该区位于长江中下游燕山期铜铁金铅锌银硫铁矿成矿带（P₃₄）的咸宁燕山期金锑汞矿带（VI₉）^[2]，与热液作用有关主要矿种有金、锑、汞、铀、自然硫矿，受背斜层间硅化破碎带控制。

2 矿区地质

2.1 地层

普查区位于坑口背斜东段，出露地层为奥陶系及下志留统高家边群，局部有第三系残留，第四系沿河谷、山坡及富水镇后山（老虎墩）山脊分布。上述地层除上白垩统一第三系与上、下地层为不整合接触外，其余地层均为连续沉积。层间硅化破碎带主要分布于下奥陶统红花园组、中奥陶统宝塔组和下志留统高家边群。

红花园组（O₁h）：巨厚—块状含古杯海绵、叠层石灰岩（藻礁灰岩）夹中—厚层状残余生物屑晶粒灰岩，局部可见渗滤成因的溶洞堆积物，岩性厚度稳定，质地较纯净，以含较多的角石、海百合茎、古杯海绵和叠层石等化石为特征，此层于背斜轴部常破碎硅化，是 P3 层间破碎带的产出部位，厚 74.75 m。

宝塔组（O₂b）：中层状龟裂纹含生物屑泥晶含泥质灰岩，下部为中—厚层状，均含立方体、草莓状黄铁矿，缝合线发育，含少量核形石，普遍见层间干裂和层面干裂构造，此层于背斜轴部常破碎硅化，是 P2 层间破碎带的主要产出部位，厚 7.79 m。

高家边群下段（S₁g¹）：薄—中层状含海绵骨针页岩夹粉砂质页岩，此层于背斜轴部常破碎硅化，是 P1 层间破碎带的产出部位，厚 9.32 m。

2.2 断裂构造

区内断裂构造以层间滑动断裂为主，形成层间硅化破碎带，次为近东西向和 NW 向断裂。分别控制着金异常和矿化的分布。

2.2.1 层间硅化破碎带

区内于背斜核部常见大面积分布的硅化岩，经钻探揭露及地表填图，其主要产于下志留统高家边群（S₁g¹）、中奥陶统宝塔组（O₂b）和下奥陶统红花园组（O₁h）顶部等的页岩夹粉砂质页岩和灰岩中，沿一定层位分布，据此自上而下划分为 P1、P2 和 P3 层间硅化破碎带。破碎带主要分布于背斜核部，以 P3 破碎带最发育。P2、P3 破碎带控制着金异常分布，局部见金矿化，破碎带特征见表 1。

富水金矿位于幕阜山隆起北翼，随着幕阜山的进一步隆起，产生由南向北的重力滑脱拆离构造。之

后，随着地质作用的加强，背斜产生层间滑动和断裂构造，热液沿断裂上升，由于岩性的差异，碳酸盐岩性脆易于破碎而发生破裂，其上方含泥较高岩石（泥质瘤状灰岩、页岩等）产生塑性形变并对热液产生阻挡作用。又由于背斜轴部应力集中，所以形成轴部厚向两翼变薄并逐渐尖灭的“星月形”层间硅化破碎带。

下山下一带 P3 破碎带隐入地下，保存较好，垂向上分带明显，自上而下可分为：①弱硅化构造角砾岩带：厚 2 m 左右，该带局部有矿体产出；②硅化碎裂岩、硅化构造角砾岩带：厚 17~40 m，局部形成次生石英岩，可见复角砾构造，普遍具溶蚀，黄铁矿呈星散状、细脉状或沿角砾分布，该带金异常发育，见金矿体。③方解石胶结的构造角砾岩带：为破碎带晚期形成，角砾成份为硅化岩，d=1~3 cm，胶结物主要为方解石，d=1~2 cm，呈接触式或孔隙式胶结，未见金矿化。

2.2.2 东西向断裂

主要形成于褶皱后期，多表现为逆断层性质，造成地层的重复与缺失，少数控制着金矿体的分布。主要有 F19、F20 断裂和东西向断裂带（F₄）。

表 1 P1—P3 层间硅化破碎带特征表

编号	层位	发育地段	规模	金异常	金矿化
P1	S ₁ g ¹	出露于下山西側山顶处，沿背斜轴部分布	东西长 1.1 km，南北宽近 200 m，延深不详	仅见弱小异常	未见矿化
P2	O ₂ b	分布于上山一下山下的南坡，沿背斜轴部分布零星见于北翼	东西断续长 2.6 km，宽 80~550 m，东段浅部厚 10~20 m，呈透镜状，厚度变化较大	土壤金异常发育，矿浅部异常与破碎带吻合	多处见金矿（化）体
P3	O ₁ h	断续分布于万家塘至下山处，沿背斜轴部分布，东段浅部形态较稳定，呈轴部稍厚的“星月形”	东西长 4.4 km，南北宽约 800 m，至山下隐入地下，浅部厚 12~50 m	异常大面积积分分布，以老虎墩处最发育，平面上与破碎带吻合	金矿（化）体主要产出部位

此外发育于背斜核部的走向断裂，控制着大部分金矿化的分布，因风化残积层厚度大，其形迹不明。

2.2.3 NW 向断裂

区内 NW 向断裂较多，其形成时间较晚，具多期活动特点，早期控制着金异常和矿化的分布，晚期对

矿体有改造和再富集作用。其中对矿体具一定影响的有 F15 断裂带、F14 和 F18 断裂等。

3 矿床地质特征

3.1 金矿体特征

按 $Au \geq 1 \text{ g/t}$ 和 $0.5 \text{ g/t} \leq Au < 1 \text{ g/t}$ 全区共圈出金矿体 30 个、金矿化体 33 个。主要分布于背斜核部, 除老虎墩处矿化规模较大外, 其余规模较小, 且多为单工程控制, 主要金矿体特征如下:

Au10: 为含(硅化岩)砾粘土的氧化矿, 呈脉状, 近东西走向, 倾向南, 倾角约 30° 。可能受背斜轴部 P3 破碎带与东西向断裂的复合控制, 地表控制长 86 m, 宽 7.2 m, 平均品位 3.49 g/t , 最高品位 9.10 g/t , 剖面上厚 $1.35 \sim 9.55 \text{ m}$, 平均品位 2.19 g/t , 最高品位 6.17 g/t 。剖面上该矿体下方有厚 6.61 m 、

平均品位 0.57 g/t 金矿化。矿体南侧探槽中按长 3 m , 宽 27 m 系统采取刻线样, $Au > 300 \text{ ppb}$ 。

Au11: 受背斜北翼 P3 破碎带与 F19 断裂的复合控制, 矿石为金矿化重晶石化硅化碎裂岩、弱硅化粘土岩。矿体长 40 m , 宽 5.30 m , 平均品位 3.44 g/t , 最高品位 6.15 g/t 。该矿体呈楔形, 走向与断裂产状一致, 为近东西向, 倾向南, 倾角约 50° 。矿体向下约 50 m 有 ZK7301 孔控制, 见较好的金矿化, 向下约 90 m 于 O_1 碎裂灰岩中见连续的金异常出现。剖面上该矿体上方有厚 5.30 m 、平均品位 0.71 g/t 金矿化(图 2)。

Au17: 为含(硅化岩)砾粘土的氧化矿。地表有间距 $30 \sim 65 \text{ m}$ 不等的 4 条探槽控制, 受背斜北翼 P3 破碎带及 F15NW 向次级断裂控制, 控制长 152 m , 宽 9.10 m , 平均品位 2.02 g/t , 最高品位 4.15 g/t , 剖面厚 $5.05 \sim 18.10 \text{ m}$, 平均品位 3.20 g/t , 最高品

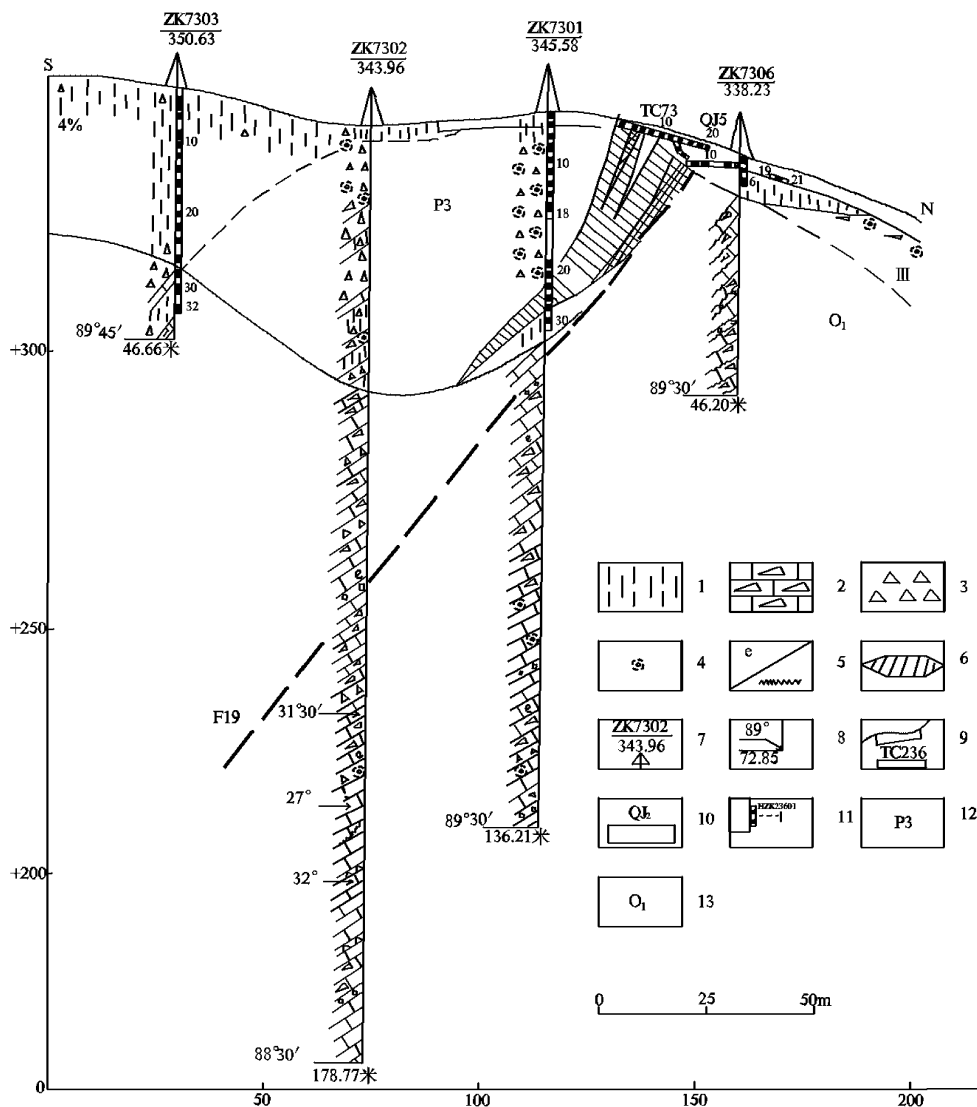


图 2 73 线剖面图

1. 粘土; 2. 破碎灰岩; 3. 构造角砾岩; 4. 硅化; 5. 生物屑缝合线; 6. 金矿化体; 7. 钻孔位置;
8. 钻孔倾角及终孔深度; 9. 探槽及编号; 10. 开口浅井及其编号; 11. 钻孔劈心样及其编号;
12. P3 (O_1h) 层间硅化破碎带; 13. 地层代号

位 8.60 g/t。矿体呈脉状,产状与 F15 断裂一致,走向 310°,倾向南,倾角 40°。剖面上该矿体下方仍有多层金矿(化)体,累计厚约 25 m。

Au30:产于 P2 破碎带含黄(白)铁弱硅化龟裂纹灰岩中,为单工程控制的呈一向南缓倾的层状盲矿矿体,厚 4.99 m,平均品位 1.78 g/t,最高品位 2.61 g/t。向南约 120 m 有 ZK26002 控制,见厚 0.90 m、平均品位 0.70 g/t 的金矿化。

3.2 矿石特征

3.2.1 矿石类型

根据矿石中金的赋存状态、容矿岩石特征、矿石加工技术条件可分为氧化矿石和原生矿石两类^[3]。

氧化矿石:该类型是本矿主要矿石类型,占总储量的 85%。呈土状、半土状,多孔质松软,呈浅色、砖红色等杂色,矿物成分以粘土矿物、褐铁矿为主。金属矿物主要有褐铁矿、黄铁矿及自然金,脉石矿物有石英、玉髓、水云母、高岭石、方解石等。矿石平均品位 1.06 ~ 3.20 g/t,金主要以吸附金形式存在,选冶性能优良。矿石结构为压碎结构、砂砾状结构、粉砂泥质结构、生物屑结构、含砾不等粒砂状结构等,构造为块状构造、土状构造和多孔构造。

原生矿石:含矿岩石主要为褐铁矿化硅化碎裂岩、硅化构造角砾岩、硅化碎裂杂砂砾岩、硅化碎裂交代石英岩和硅化龟裂纹灰岩等。矿物有石英、玉髓、水云母、高岭石、方解石、褐铁矿、黄铁矿、白铁矿、重晶石等。矿石平均品位 1.78 ~ 3.44 g/t。金主要以包裹金形式存在。矿石结构有隐晶结构、交代结构、碎裂结构、假象结构、交代残余结构、生物屑结构、泥晶结构等,构造有块状构造、胶状构造、纹层状构造、斑点(杂)状构造和层状构造。

3.2.2 矿石成分

3.2.2.1 矿石矿物成分

根据大量的光、薄片和 15 个人工重砂鉴定,本区共发现各种矿物达 60 余种,最为常见的金属矿物为褐铁矿、赤铁矿、针铁矿、黄铁矿;非金属矿物为石英、玉髓、粘土矿物(水云母、高岭石等)、碳酸盐矿物(方解石和白云石)、重晶石等。其他不常见矿物有白铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、毒砂、磁铁矿、辰砂、雄黄、辉锑矿、电气石、独居石、锆石、胶磷矿、尖晶石、黝帘石、白钨矿、金红石、角闪石、石榴石、白钛石、钛铁矿、阳起石、绿帘石、黑云母等,并见自然金出。

此外,物质成分样及堆浸实验样中分别见斑铜矿和锆英石等。自然金呈十分细小的不规则状、片状分布于石英、褐(赤)铁矿等矿物的颗粒之间,反光显微镜下其粒度一般不足 0.004 × 0.002 mm,通过对重 67.7 kg 原矿样的人工重砂分析,仅发现 12 颗颗粒较大的自然金,直径最大 0.05 mm,一般在 0.02 ~ 0.04 mm 之间,故一般显微镜下难以发现。

3.2.2.2 矿石化学成分

对硅化压碎岩、硅化构造角砾岩和碎裂交代石英岩等硅质矿石和泥质矿石粘土岩化学分析结果显示,矿石中除 Ca、Mg 带出外,其余元素均带入。一般高

出地层 4 ~ 8 倍,带入最多者是 Si,可高出地层近 20 倍,与美国卡林型金矿硅质矿石比较,Al₂O₃、Na₂O、CaO、MgO、FeO、Fe₂O₃ 略高,约为卡林的 1 ~ 2 倍,而 SiO₂、K₂O、TiO₂ 略低,约为卡林的 0.56 ~ 0.92 倍,矿石品位高以富 Al₂O₃、CaO、MgO、MnO、FeO 为特征。

矿石中微量元素均高于地层,并以 Au、Sb、As、Hg 差别最大,以克拉克值较之,除 Cu、Zn 在各类矿石中均贫化外,其余元素均富集,以 Au、Sb、As、Hg 浓集系数高,尤以泥质矿石最高。

据实验室堆浸试验样和物质成分样所作矿石化学分析和光谱分析,造岩元素主要为地表条件下的 SiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃,其他组分含量甚微。硅质矿石、粘土质矿石中各组分含量均在一个数量级中变化,氧化矿石中以贫 S、Na₂O,富 Al₂O₃ 为特点,微量元素 Sb、As、Zn、S 及有机碳含量低,对矿石氧化极为有利。

3.3 矿体围岩蚀变特征

区内蚀变主要为硅化、泥化(高岭石、水云母和绿泥石等)、次有褐(赤)铁矿化、硫铁矿化和重晶石化等。金矿化与上述蚀变关系密切。

硅化是区内分布最广的一种蚀变,可分为面状硅化和脉状硅化两种^[4]。前者在东西长 16 km 金矿带范围内沿背斜轴部及南翼的 P1—P4 破碎带断续分布。可分两期:早期形成硅化岩,晚期 SiO₂ 呈胶结物充填于硅化角砾间或裂隙中。随着硅化作用的加强,粘土矿物、黄铁矿含量增加,碳酸盐矿物含量减少。脉状硅化属最晚期硅化,其分布范围与面状硅化基本吻合,并常出现于正常岩石中。石英常与高岭石、重晶石、黄铁矿等共生。每一次硅化均有一次金的富集作用。早、中期面状硅化形成了“后生矿源层”一层间硅化破碎带,局部形成矿化,晚期硅化多受东西向断裂控制,与矿化关系密切。

泥化主要分布于富水 P2、P3 破碎带的局部,主要为水云母、高岭石类粘土矿物交代围岩形成粘土质压碎岩、多孔含砾不等粒状杂砂岩、多孔状硅化粘土岩等。随着泥化作用的加强,黄铁矿含量亦随之增加,硅化减弱。

硫铁(黄铁矿、磁黄铁矿和白铁矿)矿化主要见于新鲜硅化岩中,地表多氧化成褐铁矿。黄铁矿多呈 $d=0.02 \sim 0.30$ mm 微细粒状、立方体或五角十二面体晶形,浸染于硅化岩中。或呈脉状、草莓状产出,含量 1 ~ 5%。硫铁矿可见 3 个世代:成矿热液对沉积型硫铁矿的改造;成矿热液呈浸染状淀出硫铁矿;与石英、高岭石、重晶石等呈脉状产出的黄铁矿和对早期磁黄铁矿、黄铁矿改造而成的白铁矿。

重晶石化:重晶石具自形、半自形柱状、板柱状呈脉状、团块状产于破碎带中。局部见碳酸盐泥晶包体,可见直径达 10 cm 重晶石团块,与矿化关系密切。

4 矿床成因探讨

4.1 富水金矿与国内外主要卡林型金矿床地质特征对比

通过富水金矿与国外 6 个、国内 7 个共 13 个卡

林型金矿主要地质特征的对比情况可以看出^[5], 富水金矿与这些国内外较典型的卡林型金矿床有许多相似之处:

1) 金矿赋存的构造部位基本相似, 主要矿化均赋存在褶皱近轴部, 并受近走向断裂控制, 也就是通常习称的“背斜加一刀”规律, 而富水金矿还要复杂一些。

2) 含矿岩性相似, 多为不纯的碳酸盐岩、构造岩、粘土岩等, 与贵州的紫木垭特别相似。

3) 矿石类型、矿物成分、微量元素组成相似, 矿石类型以氧化矿石为主(浅部), 或以浸染状矿石为主, 矿物成分以低温矿物为主, 微量元素较特征的为 Au、Sb、Hg、Ag、As、Tl 等, 这些元素或它们的组合常形成异常或组合元素异常及浓度分带。

4) 围岩蚀变以中低温热液蚀变为主, 常见的为硅化、次有黄(白)铁矿化、泥化、碳酸盐化、重晶石化等。

5) 金的产状多为浸染状, 粒度多呈微细粒级, 一般多为自然金, 赋存在硫化物矿物中或被粘土矿物表面吸附, 可能存在胶体金、裂隙金。

4.2 富水金矿同位素组成

氢、氧同位素组成表明溶液中水主要来自下降的地表水。脉方解石的碳同位素组成表明来自围岩, 硫同位素则反映来自深部或围岩。

通过同位素地球化学、包体地球化学等方法测定得出如下结论:

1) 矿体附近脉方解石中包体溶液可能属氟硫酸—镁型水。成矿温度小于 250°C, 压力约 300×10^5 Pa, PH=4.5, 偏酸性。

2) 金矿体附近方解石、石英 $\delta^{18}O\text{‰}$ 分别为 14.55、16.05, 与美国卡林型金矿蚀变岩石或矿化岩石中重结晶的方解石、石英 $\delta^{18}O\text{‰}$ 分别为 12.7 ~ 18.0 和 9.3 ~ 20.4 是一致的。

3) 测得金矿体附近破碎带或角砾岩中方解石 $\delta D\text{‰}$ 为 -58.07, 与贵州板其金矿的方解石和温泉水 $\delta D\text{‰}$ 相当接近。 $\delta C\text{‰}$ 为 -3.13 与国内外有关金矿床中方解石 $\delta C\text{‰}$ 基本一致。测得破碎带中黄铁矿 $\delta^{34}S\text{‰}$ 为 +3.4 和 +4.3, 两个数据接近, 变化范围小, 反映的硫源一致。与广西金牙金矿围岩中黄铁矿的 $\delta^{34}S\text{‰}$ (+3.3) 基本一致。

4) 矿体中 Pb 同位素测定结果: Au ≥ 1 g/t 时, Pb206/Pb204 为 19.534 5 ~ 20.601 8; Au < 1g/t 时, Pb206/Pb204 大于 20.601 8。本区铅同位素比较接近上地壳和造山带演化曲线。

上述同位素千分值经计算, 其形成时溶液中水来源均在大气降水的 H、O 碳酸盐带同位素变化范围内。水主要来自大气降水, 次为封闭于沉积岩层中原生水。其热源主要为构造活动所产生的热效应、局部地热异常(原核工业部 309 队钻孔水温 26°C ~ 30°C, ZK23604 孔手感水温较高)、放射性蜕变(富水铀矿化)和岩浆热液(慈口安玄岩)。矿质主要来源于层间硅化破碎带—“后生矿源层”, 间接来源于热液循

环所涉及的地层。

4.3 富水金矿与国内外卡林型金矿的不同点

1) 矿体主要受层间破碎带和走向、NW 向断裂的复合控制。

2) 地表浅部矿床具清楚的“三元结构”, 即上部的硅化带、中部的泥化带和下部的碳酸盐带, 矿体主要赋存于泥化带中且多为氧化矿, 目前碳酸盐带仅发现零星原生矿化。

3) 富水金矿泥化带中大量水云母、高岭石等粘土矿物的存在, 表明矿床形成过程中, 表生氧化富集作用是一个重要的阶段。

4) 区域上多处有温泉, 区内钻孔中水温偏高, 氢、氧同位素组成漂移大气降水线, 而介于其与热泉或热卤水的氢氧同位素之间, 方解石包体成分中卤族元素氟、氯含量偏高等, 在本区内有热泉或热卤水参与成矿作用。

4.4 金的赋存状态

对物质成分样通过电子探针、电子显微镜分析, 矿石中金属次显微—显微金, 其赋存形式有 3 种:

1) 以吸附金形式存在: 主要以高岭石、次为水云母、伊利石等晶体边缘吸附有小圆球状不规则粒状显微金 ($d < 0.1 \mu\text{m}$)。能谱仪证实为自然金, 是金的主要存在形式。

2) 以包裹金形式存在: 褐(赤)铁矿中电子探针分析, 在放大 6000 倍的 Au K α —X 射线扫描分析图像中, 可见金的明显富集区, 电子探针分析为自然金。说明褐(赤)铁矿中金以包裹金(间隙金)形式存在。

3) 以粒间金形式存在: 个别矿物(如石英)的颗粒之间见显微金存在, 是金的次要存在形式。

5 结论

综合上述, 富水金矿产于奥陶系不纯碳酸盐岩中, 矿化受背斜层间破碎带和 E—W 向、NW 向断裂的复合控制, 破碎带均受不同程度硅化, 热液蚀变作用明显。根据富水金矿地质特征和方解石包体成分中 F⁻、Cl⁻ 含量偏高等情况, 确定富水金矿床属中、低温渗滤热卤水型金矿床—卡林型金矿床。

参考文献

- [1] 湖北省地质矿产局. 湖北省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1990
- [2] 李均权, 谭秋明, 李江洲, 等. 湖北省矿床成矿系列[M]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 2005
- [3] 李月生. 减少金属矿山安全经济投入的有效途径[J]. 资源与产业, 2007(1): 45-46
- [4] 袁爱国, 五庆飞, 徐浩. 国内金属矿产资源供应力的现状与对策浅析[J]. 资源与产业, 2007(2): 68-69
- [5] 黄照祥, 刘晓慧. 江西吴村微细粒型金矿床地球化学找矿模式[J]. 资源与产业, 2007(6): 46-47