

贵州水银洞金矿床成因探讨及成矿模式

刘建中^{1,2}, 刘川勤^{1,2}

(1. 贵州地矿局 105 地质大队, 贵州 贵阳 550018; 2. 贵州紫金矿业股份有限公司 贵州 贞丰)

[摘 要] 水银洞金矿床为贵州 20 世纪 90 年代中期通过成矿预测发现的层控型隐伏矿床, 为中国第一个 I 勘探类型的卡林型金矿床。通过 10 年来的勘查, 成为滇黔桂“金三角”继烂泥沟之后的又一个特大型金矿床。本文简要介绍了矿床基本特征, 从岩性、蚀变、孔隙度、同位素、包裹体等几个方面进行了研究, 对矿床进行了成因探讨、建立了矿床成矿模式, 总结了找矿标志, 以期对下一步区域找矿提供借鉴。

[关键词] 水银洞; 金矿; 同位素; 包裹体; 模式; 贵州

[中国分类号] P618.51 [文献标识码] A [文章编号] 1000-5943 (2005) 01-0009-05

1 矿床基本特征

水银洞金矿床大地构造位处扬子准地台西南缘与华南褶皱系右江褶皱带之交接部位。位于兴仁—安龙金矿带之灰家堡金矿田 (插图 1)。

水银洞金矿床为赋存于二叠系龙潭组地层中, 矿体以层控型为主、断裂型为辅的复合型隐伏矿床。主要矿体以呈层状、似层状赋存于灰家堡背斜轴两侧近 300m 范围内的生物碎屑灰岩中而独具特色, 矿体产状与岩层产状一致, 具厚度薄、品位富, 走向上具波状起伏向东倾没、空间

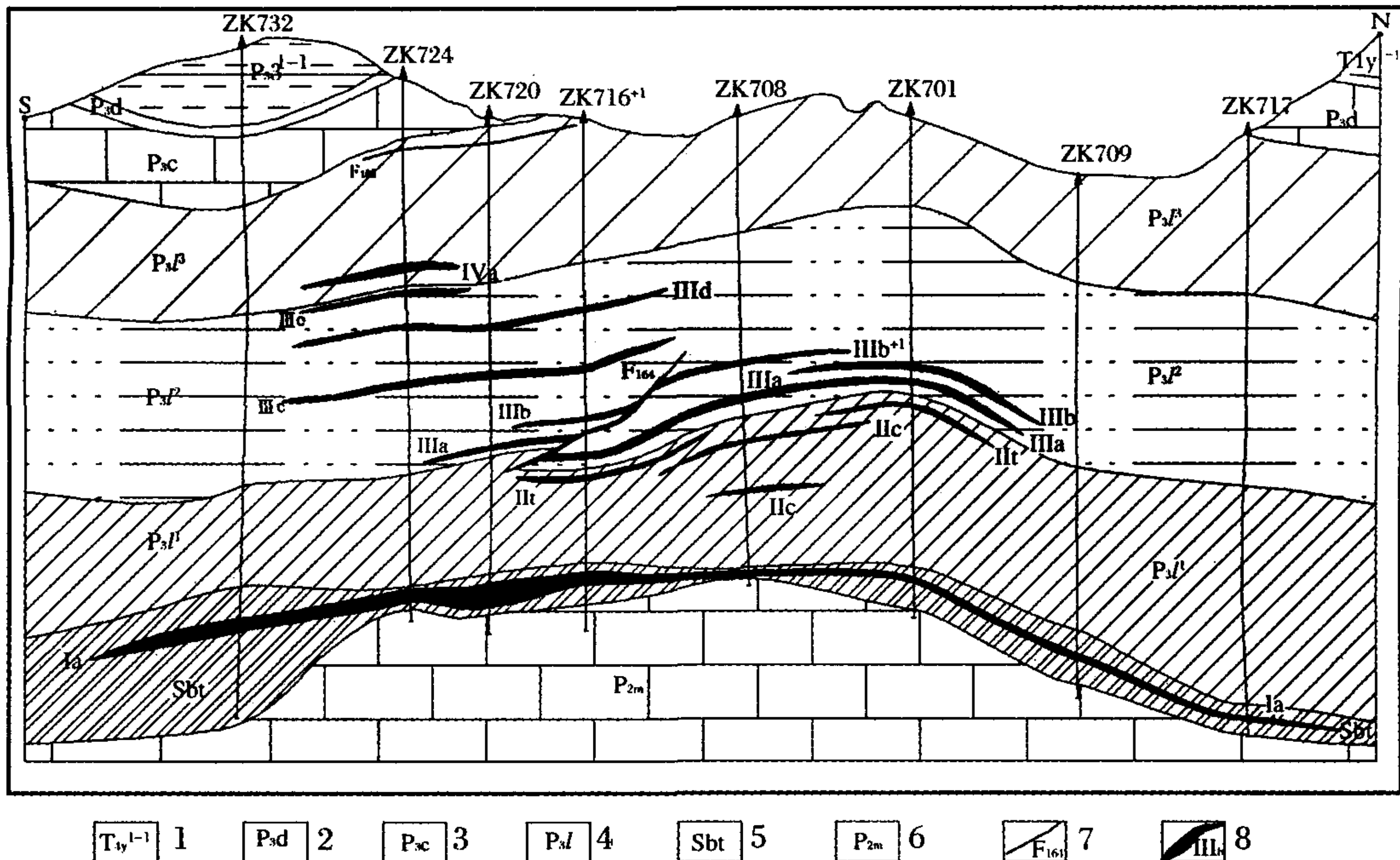


图 1 贵州省贞丰县水银洞金矿 7 勘探线剖面图

1—夜郎组一段第一亚段; 2—大隆组; 3—长兴组; 4—龙潭组;
5—构造蚀变体; 6—茅口组; 7—断层及编号; 8—矿体及编号

[收稿日期] 2004-11-30

[作者简介] 刘建中, (1966-), 仡佬族, 地质高级工程师, 长期从事矿床地质勘探工作。联系地址: 贵州省贵阳市新天寨 105 地质大队; 邮政编码: 550018; 电话: 13985987895。

上多个矿体上下重叠、单个矿体的规模大（其中Ⅲc、Ⅲb、Ⅲa、Ⅱf、Ⅰa五个矿体分别达中型矿床规模）的特点（插图2）；主要矿体规模大、有用组分均匀、厚度稳定、后期构造破坏

小，成为中国第一个Ⅰ勘探类型的卡林型金矿床。通过10年来的地质勘查，水银洞金矿床已成为滇黔桂“金三角”地区继烂泥沟之后的又一个特大型金矿床。

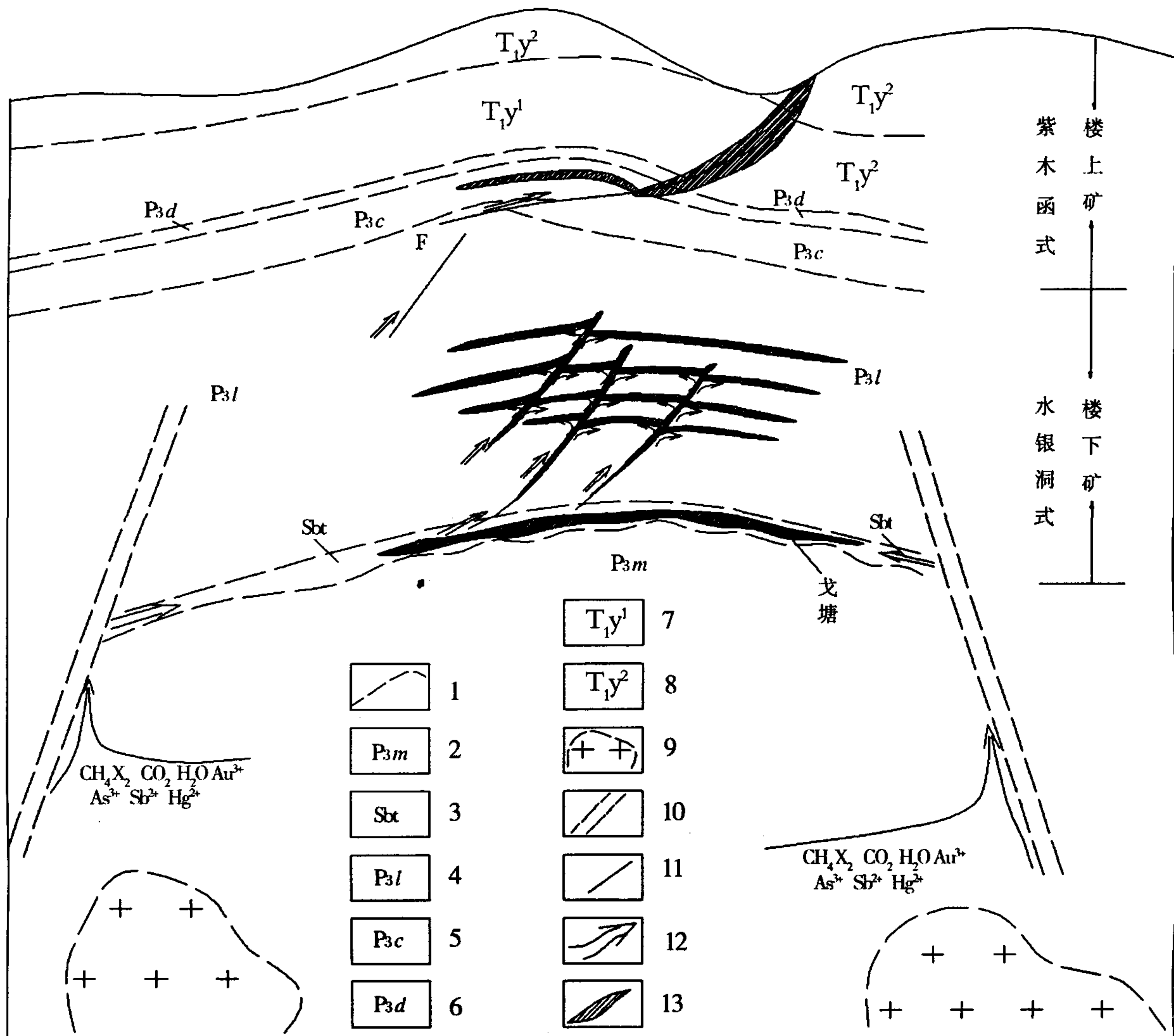


图2 水银洞金矿床“两层楼”成矿模式图

1—地层界线；2—茅口组；3—构造蚀变体；4—龙潭组；5—长兴组；6—大隆组；7—夜郎组一段；8—夜郎组二段
9—隐伏检花岗岩体；10—深大断裂；11—断层；12—矿液运移方向；13—金矿体

2 矿床成因探讨

(1) 金矿化对岩性具有明显的选择性。绝大部分矿体（Ⅲc、Ⅲb、Ⅲa、Ⅱf）都赋存于碳酸盐岩中，仅少部份小矿体（Ⅱc、Ⅱb）赋存于碎屑岩中。主矿体严格受碳酸盐岩控制，金含量在碳酸盐岩中与其顶底板碎屑岩中呈突变关系。碳酸盐岩与其顶底板的粘土岩（或粉砂质粘土岩）成为金成矿的有机组合体，顶底板的粘土岩

（或粉砂质粘土岩）形成的良好的屏蔽障，是形成水银洞高品位层控型金矿床（金超常富集）的最直接原因（产于 P_3l^1 钙质粉砂岩中的小矿体的品位之所以低的原因，是因为无屏蔽障使然）。

(2) 孔隙度

岩石孔隙度的多寡，决定了含矿热液的运移能力。特殊的生物碎屑灰岩或生物屑砂屑灰岩因强白云石化而形成大量的孔隙，粒间孔、晶间孔、粒间溶孔广泛存在，孔隙度3~15%，大大增强了含矿热液的运移能力，同时也是金选择碳酸盐

岩就位的原因。

(3) 矿石矿物组成: 黄铁矿、毒砂、赤铁矿、辉锑矿 (偶见)、辰砂 (偶见)、雄黄 (偶见); 石英、白云石、方解石、水云母、绢云母、高岭石、萤石、海绿石、沸石、有机炭、变质沥青。

(4) 热液蚀变类型: 黄铁矿化、白云石化、硅化、毒砂化、雄 (雌) 黄化、方解石化、辉锑矿化、萤石化、滑石化、辰砂化等。硅化、白云石化、黄铁矿化 (因矿石中毒砂含量少, 故毒砂化仅处于相对较次要的位置) “三化” 组合是成矿的必备条件。有利的容矿岩石 (生物碎屑灰岩或生物屑砂屑灰岩) 能否成矿, 取决于是否具有相应的热液蚀变。矿石金含量的高低, 取决于黄铁矿 (热液期) 化的强弱。

(5) 矿石的结构构造: 莓状结构、球状结构、胶状结构、自形晶结构、交代结构、假象结构、碎裂结构, 星散浸染状构造、缝合线构造、脉 (网脉) 状构造、晶洞状构造、生物遗迹构造、角砾状构造、条纹状构造、薄膜状构造等。

(6) 构造蚀变体 (Sbt): Sbt 普遍具金矿化的事实, 说明了深部含矿热液沿 $P_2 m$ 与 $P_3 l$ 之间的不整合间断面 (在区域构造作用下, 能干性大的灰岩与能干性小的碎屑岩间产生滑脱构造, 成为热液通道) 运移并交代岩石, 形成区域金矿化, 局部地段富集成矿 (如 ZK720、ZK716⁺¹、ZK1130、ZK1534、ZK2330、ZK3101 等产于 Sbt 中的 I a 矿体)。

(7) 多期多次的构造活动, 不仅造就了有利的成矿空间, 而且是金赖以活化迁移、富集成矿的主要热源和动力源。含矿热液沿构造变形强烈地段 (背斜轴部) 出现的一系列斜交层面的缓倾斜断裂 (F_{162} 、 F_{163}) 或大型节理运移, 于有利的成矿地段 (孔隙度大的生物碎屑灰岩或生物屑砂屑灰岩) 顺层交代矿化富集而成矿 (III c、III b、III a、II f) 或直接赋存于断层角砾岩中 (F_{162} 、 F_{163})。

(8) 同位素测定结果:

据 6 件黄铁矿样品的测定结果可以看出:

(a) 矿体部份 3 件样品 $\delta^{34}S\%$ (+3.18 ~ +7.00), 极差 3.82, 平均值 +5.63;

围岩部份 3 件样品 $\delta^{34}S\%$ (+6.01 ~ +8.67), 极差 2.66, 平均值 +7.19。(b) 6 件样品总体来看, 明显富 S^{34} , 其 $\delta^{34}S\%$ (+3.18 ~ +

8.67), 极差 5.49, 平均值 +6.42。

(c) 矿体部份和围岩部份的 $\delta^{34}S\%$ 都非常靠近。

由于样品挑选过程中未能将热液成因的砷黄铁矿环带与成岩成因的黄铁矿内核分离, 特别是矿石中本身即含有相当数量的微细粒成岩成因黄铁矿, 因此, 矿石的硫同位素组成仍表现为地层中沉积硫的特征。

(9) 包裹体特征

(a) 包裹体形态大小: 孤立状、不规则状分布、负晶形为其特征, 一般大小 (直径) 5 ~ 60 μm , 多数为 10 ~ 50 μm 。

(b) 包裹体类型及物质组成

按室温 (25℃) 下包裹体的相态特征以及冷冻过程中相的变化, 可划分为液态 $\text{CH}_4\text{—N}_2\text{—CO}_2$ ($\text{LCH}_4+\text{N}_2+\text{CO}_2$)、气相 $\text{CH}_4\text{—N}_2\text{—CO}_2$ ($\text{VCH}_4+\text{N}_2+\text{CO}_2$)、气液相 $\text{VCH}_4+\text{N}_2+\text{CO}_2+\text{H}_2\text{O}$ 、富 CO_2 流体包裹体四大类。

对近 200 个不同类型流体包裹体的激光 Raman 光谱研究表明, 除纯 CO_2 相包裹体之外, 其他类型流体包裹体中都含有较高的 CH_4 (2 913 ~ 2 919 cm^{-1})、 N_2 (2 330 cm^{-1}) 和 CO_2 (1 285 cm^{-1} 、1 388 cm^{-1}), 其中 $\text{VCH}_4+\text{N}_2+\text{CO}_2$ 包裹体中 CH_4 含量高达 63mole%、 N_2 为 18mole%、 CO_2 为 19mole%。

(c) 包裹体测温及压力结果

对近 200 个流体包裹体显微测温结果表明, 主成矿期 $\text{VCH}_4+\text{N}_2+\text{CO}_2+\text{L}$ 相流体包裹体的均一温度为 200℃ ~ 220℃, 盐度 5wt% ~ 6Wt% NaCl; 与 $\text{VCH}_4+\text{N}_2+\text{CO}_2+\text{L}$ 共存的富 CO_2 相流体包裹体也显示相同的均一温度范围 (200 ~ 220℃)。初步压力计算表明, 成矿流体具有很高的压力 (1 000 ~ 2 000bar), 显示了超压流体的性质。具中一低温超高压热液成矿的特点。

(10) 矿石中的主要载金矿物为黄铁矿、毒砂, 两者都呈微细浸染状出现。硫化矿物含金 84.5%, 硅酸盐矿物含金 9.88%, 碳酸盐矿物含金 0.5%, 其它矿物含金量甚微。黄铁矿是金的主要载体。含金黄铁矿粒度主要在 0.0005mm ~ 0.05mm 即 0.5 μm ~ 50 μm 之间, 呈莓状、球状、皮壳状、环带状等。热液期黄铁矿颗粒细小, 肉眼难以见及, 电镜下表现为沿自形黄铁矿内核生长成的含砷黄铁矿环带。早期 (沉积期) 黄铁矿不含金, 金赋存于含砷黄铁矿环带中, 据电子探

针波谱分析, 含砷黄铁矿环带含金量高达 $600 \times 10^{-6} \sim 1800 \times 10^{-6}$ 。热液期黄铁矿明显表现为两期, 第一期为沿沉积期的不规则状或草莓状黄铁矿内核生长成的砷黄铁矿环带, 第二期为金沉淀后于砷黄铁矿环带外的黄铁矿生长表层。

(11) 成矿期及成矿阶段的划分

根据矿床构造、围岩蚀变、矿物共生组合和矿石的结构构造, 将水银洞金矿床划分为沉积成岩期和构造-热液期两个成矿期, 构造-热液期划分为三个成矿阶段 (见表 1)。

表 1 成矿期与成矿阶段划分表

成矿期与 成矿阶段	沉积成岩期		构造-热液期	
	方解石-黄铁矿阶段	石英-白云石阶段	自然金-黄铁矿-毒砂阶段	雄黄-辰砂-石英-方解石阶段
矿物组合	黄铁矿、方解石	玉髓、石英、白云石	自然金、黄铁矿、毒砂	雄黄、辰砂、方解石、石英、辉锑矿
结构构造	自形半自形结构、生物碎屑结构、块状构造	自形半自形结构、交代结构、包含结构、空洞状构造、生物遗迹构造	自形半自形结构、交代结构、包含结构、假象结构、生物遗迹构造、星散浸染状构造、薄膜状构造、环带状构造	自形半自形结构、空洞状构造、角砾状构造、脉 (网脉) 状构造、缝合线状构造
围岩蚀变		硅化、白云石化	黄铁矿化、毒砂化	硅化、方解石化、雄黄化、辉锑矿化
标型元素	Fe, S, Ca	Si, Mg	Au, S, Fe, As	Si, As, Hg, Sb
成矿温度			200℃ ~ 220℃	
成矿压力			1000 ~ 2000bar	

综上所述, 本矿床属产于沉积碳酸盐岩中的“卡林型”金矿, 为构造-热液成矿, 具中-低温超高压成矿特点。

3 矿床模式

浅部由断裂破碎带控制的与断层产状基本一致的金矿体及由断层上盘牵引背斜核部虚脱空间控制的金矿体称为“楼上矿”; 深部产于龙潭组地层中受岩性控制的与地层产状一致的层控型矿体及盲断层控制的断裂型矿体称为“楼下矿”。

与深部隐伏花岗岩有关的富含 $\text{CH}_4\text{—N}_2\text{—CO}_2$ 和 Au^{3+} 、 Sb^{2+} 、 Hg^{2+} 、 As^{3+} 、 H_2O 的热液, 在燕山期区域构造作用下沿深大断裂上涌, 沿 P_2m 与 P_3l 间的不整合界面 (区域构造滑脱面) 侧向运移 (与岩石产生交代形成 Sbt, 局部形成金矿体或矿床。如: 水银洞 I a 矿体、戈塘金矿床), 于有利部位 (背斜及断裂) 富集成矿 (插

图 3)。

4 找矿标志

4.1 构造标志

矿床依附于区域性短轴状灰家堡背斜轴部高点位置。黔西南地区普遍存在的 Sbt 及背斜构造是良好的构造找矿标志。背斜轴部易于形成断裂而成为深部含矿热液向上运移的通道或就矿场所。

4.2 蚀变标志

细粒浸染状黄铁矿化、硅化、白云石化是找金的蚀变标志。凡有金矿化的地方, 都具有这几种蚀变组合。

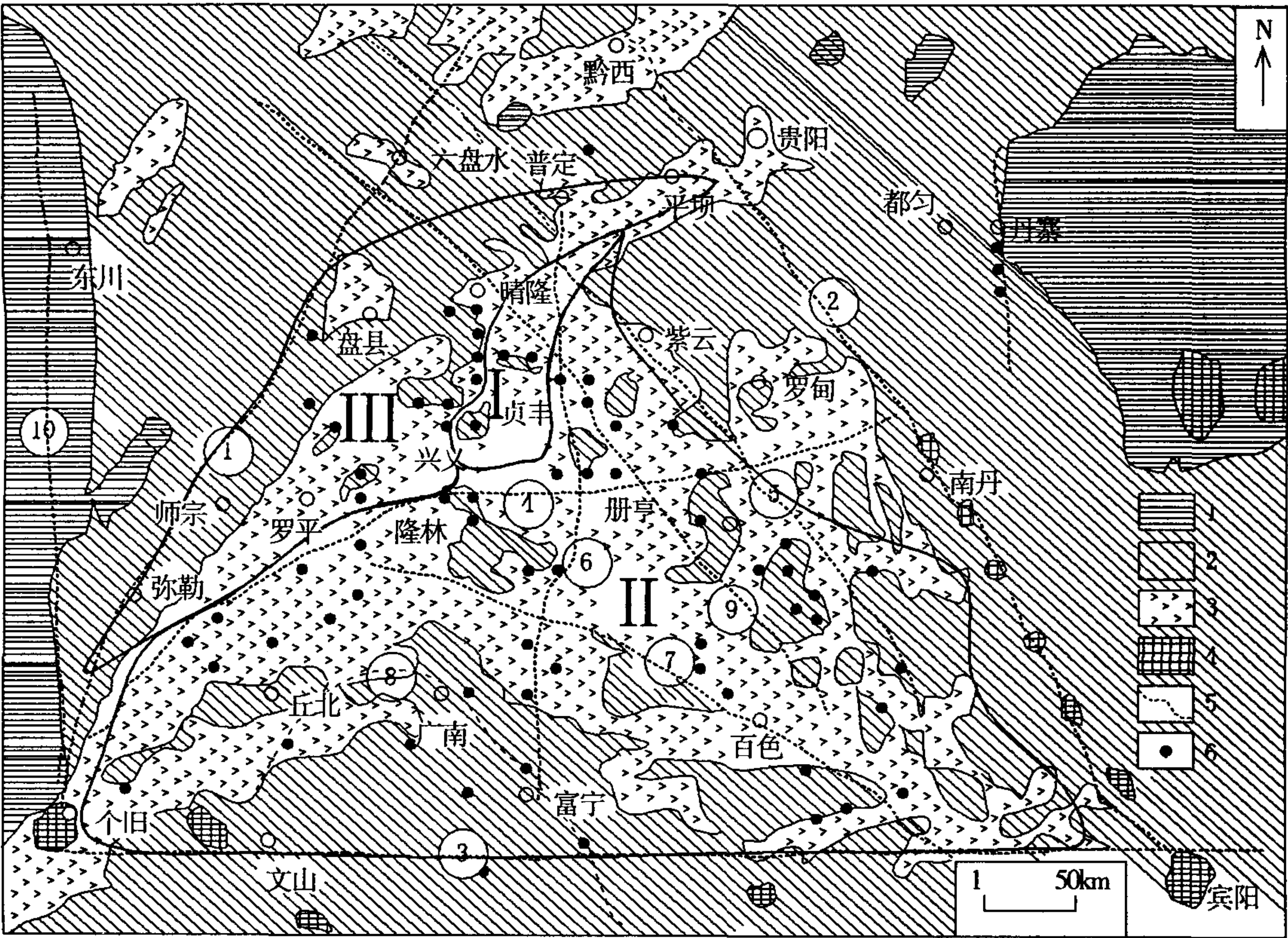


图3 中国西南滇黔桂金三角区地质简图 (据杨科佑 1992 年资料改编)

1—元古宇—震旦系; 2—古生界; 3—三叠系; 4—花岗岩体; 5—深断裂; 6—金矿床和金矿点

①—师宗—弥勒深断裂; ②—南丹—昆仑关深断裂; ③—一个旧—宾阳深断裂; ④—开远—平塘深断裂; ⑤—紫云—塘都深断裂; ⑥—普定—册亨深断裂; ⑦—右江深断裂; ⑧—文山—广南—富宁弧形深断裂; ⑨—晴隆—册亨深断裂; ⑩—小江深断裂⑪—兴仁—安龙金矿带; ⑫—右江金矿带; ⑬—晴隆—罗平金矿带

4.3 地层岩性标志

海陆交互相区的龙潭组地层中的碳酸盐岩是找寻类似于水银洞金矿床的地层岩性标志。特别是厚度较薄的碳酸盐岩与厚度大的碎屑岩不等厚互层的组合最为有利。

4.4 地球化学标志

Au, Hg, As, Sb 元素组合沿构造轴线分布, 指示着成矿元素 Au 等在有利构造带的富集规律。Au 与 Hg, As, Sb 之间往往表现为“不在其中, 不离其踪”的特点。

[参考文献]

[1] 刘建中. 贵州省贞丰县岩上金矿床地质特征 [J]. 贵州地质, 2001, 18 (3): 174-178.

[2] 刘建中. 贵州灰家堡金矿田 Au/Ag 比值特征及找矿意义 [J]. 贵州地质, 1999, 16 (2): 97-102.

[3] 刘建中. 贵州省水银洞金矿床矿石特征及金的赋存状态 [J]. 贵州地质, 2003, 20 (1): 30-34.

[4] 张兴春, 等. 贵州烂泥沟和水银洞金矿床金的赋存状态研究及其意义 [A]. 第一届贵州地质矿产发展战略研讨会论文集 [C]. 2003.

(下转第 49 页)

品较少,且未能发现其他高压变质矿物,其成果有待于进一步验证。

[参考文献]

- [1] 李献华. 1999. 广西北部新元古代花岗岩锆石 U - Pb 年代学及其构造意义 [J]. 地球化学, 28 (1): 1 - 9.
- [2] 夏斌. 1984. 广西龙胜元古代两种不同成因蛇绿岩岩石地球化学及侵位方式研究 [J]. 南京大学学报 (自然科学版), 20 (3): 554 - 566.
- [3] 李江海, 穆剑. 我国境内格林威尔期造山带的存在及其对中元古代末期超大陆再造的制约 [J]. 地质科学, 1999, 34: 259 - 272.
- [4] 王江海. 元古宙罗迪尼亚 (Rodunia) 的重建研究 [J]. 地学前缘, 1998, 5: 235 - 242.
- [5] 凌文黎, 程建萍. Rodinia 研究意义、重建方案与华南晋宁期构造. 地质科技情报 [J]. 2000, 19 (2): 7 - 11.
- [6] D, Agrella - Filho MS, Trindade RTF, Siqueira R, et al. Paleo - magnetic constraints on the Rodinia supercontinent; implications for its Neoproterozoic break - up and the formation of Gondwana. International Geology Review, 1998, 40: 171 - 188.
- [7] Weil AB, Vander Voo R, Mac Niocaill C, et al. The Proterozoic supercontinent Rodinia: paleomagnetically derived reconstructions for 1100 to 800 Ma. Earth Planet Sci. Lett., 1998, 154: 13 - 24.
- [8] Piper JDA. The Neoproterozoic supercontinent: Rodinia or Palaeopangaea? Earth Planet. Sci. Lett., 2000, 176: 131 - 146.

A Discovery of High - pressure Metamorphic Minerals within the Sibao Group in Abutting Area Between Guizhou and Guangxi

ZENG Zhao - guang, TANG Yun - hui, PENG Ci - gang, FENG Yun - fu
(117 Geological Team, Guizhou Bureau of Geology and Mineral Exploration & Development,
Guiyang 550018, Guizhou, China)

[Abstract] The metamorphic rocks of Sibao Group in the border of Guizhou and Guangxi are attributed to greenschist facies, which have been considered as the products of lower - pressure condition previously. Through recent years' regional surveying, the crystallinity of muscovite is determined of d_{001} exceeding 0.904 nm by X - ray diffraction way, which featured the phengite as a high pressure type of metamorphic mineral. The definite high pressure mineral as an evidence contributes to researching on the aggregation of Rodinia Supercontinent at the end of Middle Proterozoic in this area.

[Key Word] Sibao Group; high pressure metamorphic mineral; geology implication; Guizhou - Guangxi - Yunnan

(上接第 13 页)

Origin and Metallogenic Model for Shuiyindong Gold Deposit of Guizhou

LIU Jian - zhong^{1,2}, LIU Chuan - qin^{1,2}

(1 Geologic Team 105, Guizhou Bureau of Geology and Mineral Exploration & Development;
2 Zijin Holding Company Ltd., Guizhou, China)

[Abstract] As a stratabound concealed deposit found by metallogenic forecasting in the mid 1990's, the Shuiyindong gold deposit is a first I - level exploration pattern of Carlin - type deposit in China, which has been developed into a super - sized gold deposit for ten years succeeding to the Lannigou gold deposit in the region of Guizhou - Yunnan - Guangxi Gold Triangle. In this paper the deposit is outlined essentially, the studies are carried out in terms of lithology, alteration, porosity, isotopes and inclusion, etc., besides, the genesis of the deposit is deduced, and a metallogenic model for the deposit and ore - seeking signs are offered aiming at a next - phase regional prospecting.

[Key Word] Gold deposit; shuiyindong; Isotopes; metallogenic model; Guizhou