

文章编号: 1009-3850(2003)03-0093-09

# 黔西南低温成矿域中不同层位不同类型金矿的 内在统一成矿机制探讨

刘显凡<sup>1</sup>, 吴德超<sup>1</sup>, 刘远辉<sup>2</sup>, 罗孝桓<sup>2</sup>,  
陶平<sup>2</sup>, 阳正熙<sup>1</sup>, 王雪华<sup>2</sup>

(1. 成都理工大学, 四川 成都 610059; 2. 贵州省地质调查院, 贵州 贵阳 550000)

**摘要:** 黔西南地区是扬子地台西南缘重要且极有远景的低温成矿域, 以发育金矿为主。其低温是因为该区岩浆岩露头极少, 相对远离直接的岩浆作用。矿体均赋存于地层中, 具多时代多层位赋矿特征, 成矿温度低于300℃, 矿体受深大断裂控制明显, 矿床类型以卡林型金矿为主, 次有凝灰岩型金矿。但是, 两类矿床的原生矿石性质一致, 而且成矿时代是基本一致的, 二者只是赋矿层位不同而已。据此研究表明, 该区不同层位、不同类型金矿是受深大断裂和深源流体统一制约, 并伴随深源流体改造地壳岩石而发生多期多源叠加成矿的产物。

**关键词:** 低温成矿域; 深大断裂导矿; 金矿; 黔西南

中图分类号: P618.51

文献标识码: A

笔者重点对贵州省盘县砂锅厂金矿、羊禾地金矿和普安县泥堡金矿, 以及兴仁县紫木函金矿进行了野外实地考察。前3个金矿为产于茅口灰岩( $P_{1m}$ )顶与玄武岩( $P_2\beta$ )底之间, 受凝灰岩层和构造断裂共同控制的金矿, 暂称为“凝灰岩型”金矿, 为该区新近开发的重要矿床类型; 而紫木函金矿, 是20世纪80年代发现并逐步开发的“卡林型”金矿, 产在下三叠统夜郎组( $T_{1y}$ )不纯碳酸盐岩和碎屑岩中, 并严格受断裂构造控制, 金矿储量已达大型, 为该区广泛发育于二叠系中的微细浸染(卡林)型金矿的典型代表。两类型金矿在一定条件下, 经表生化学风化在原地或异地形成凝灰岩型金矿。

## 1 矿床地质特征

### 1.1 凝灰岩型金矿

该类型金矿位于扬子地台内陆块与右江造山带

之间的过渡构造域, 主要含矿层为茅口灰岩顶部上覆的峨眉山玄武岩第一段( $P_2\beta^1$ ), 相当于第一喷发旋回, 容矿岩石为玄武质凝灰岩、沉凝灰岩; 次要含矿层为峨眉山玄武岩第三喷发旋回和第二喷发旋回夹于玄武质熔岩中的凝灰岩层。矿床控矿构造主要为北东向断裂构造和北东向背斜核部发育的轴向断裂构造, 尤以伸展和走滑断裂最为重要, 次有逆冲断层, 以及由南北向与东西向褶皱叠加形成的构造穹窿, 其容矿构造主要为沿峨眉山玄武岩与茅口灰岩间平行不整合面发育的区域性层间滑脱构造(即相当于“大厂层”)及主断裂旁侧的次级断裂(裂隙)和凝灰岩层的层间破碎带; 矿体产状严格受滑脱构造、次级断裂(裂隙和层间破碎带)控制(图1)。在羊禾地金矿, 测得茅口灰岩顶部层面产状为 $195^\circ \angle 29^\circ$ , 而上覆与其紧邻的玄武质凝灰岩层的层面产状为 $240^\circ \angle 20^\circ$ , 表明二者产状总体一致, 但在褶皱变形

收稿日期: 2003-02-10

第一作者简介: 刘显凡, 1957年生, 教授, 博士, 从事矿物学、岩石学和矿床地球化学研究。

资助项目: 中国地质调查局综合研究项目(200110200046)

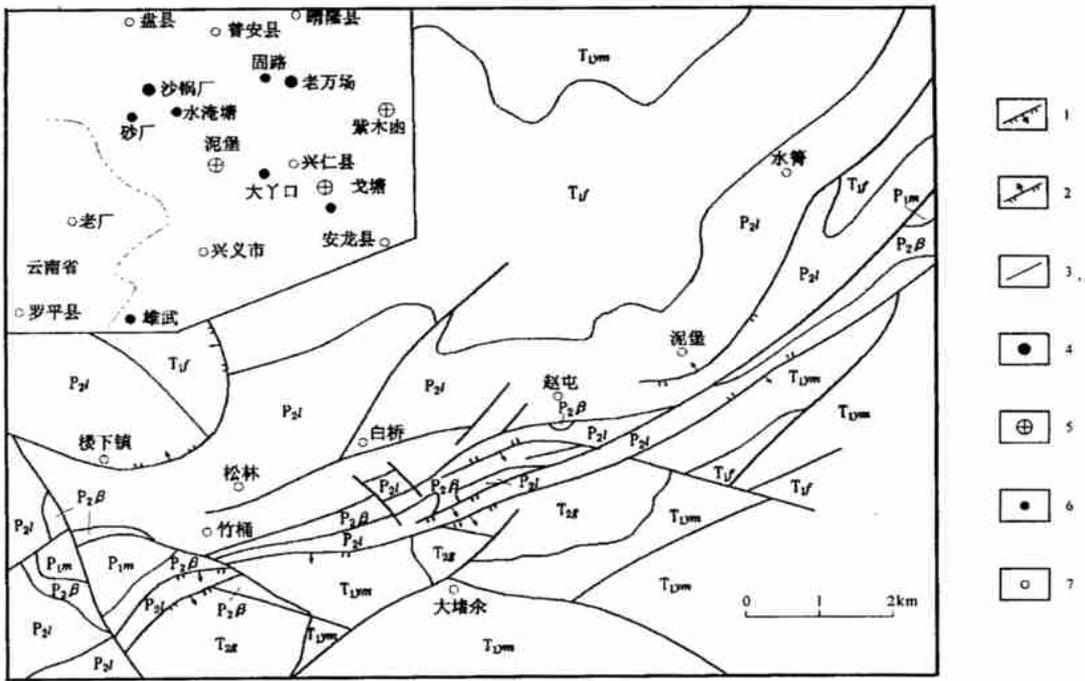


图1 普安县泥堡金矿床地质略图<sup>[1]</sup>

T<sub>2g</sub>. 关岭组; T<sub>1ym</sub>. 永岭镇组; T<sub>1f</sub>. 飞仙关组; P<sub>2l</sub>. 龙潭组; P<sub>2β</sub>. 峨眉山玄武岩组; P<sub>1m</sub>. 茅口组。1. 正断层; 2. 逆断层; 3. 性质不明断层; 4. 凝灰岩型金矿床; 5. 卡林型金矿床; 6. 凝灰岩型金矿点; 7. 卡林型金矿点

Fig. 1 Simplified geological map of the Nibao gold deposit in Pu'an (after Tao Ping, 1999)

T<sub>2g</sub> = Guanling Formation; T<sub>1ym</sub> = Yonglingzhen Formation; T<sub>1f</sub> = Feixianguan Formation; P<sub>2l</sub> = Longtan Formation; P<sub>2β</sub> = Emeishan Basalt Formation; P<sub>1m</sub> = Maokou Formation. 1 = normal fault; 2 = reversed fault; 3 = unknown fault; 4 = tuff-type gold deposit; 5 = Carlin-type gold deposit; 6 = tuff-type gold mineralized locality; 7 = Carlin-type gold mineralized locality

过程中由于两者岩性明显差异而产生层间滑脱, 从而造成二者产状一定程度的差异。矿石类型以氧化矿石为主, 原生(硫化)矿石较少, 氧化矿石多因其中的含金黄铁矿氧化为褐铁矿而呈褐色、褐黑色, 品位特高者可见显微自然金粒(片)。矿石具砂状结构、不等粒结构、交代结构、泥质结构及条纹状、层状、土状、块状、浸染状和角砾状构造。矿石中的金属矿物主要见黄铁矿、磁黄铁矿、辉锑矿、褐铁矿等; 非金属矿物除石英外, 尚有粘土矿物、碳质物和碳酸盐等, 其中褐铁矿有的呈交代黄铁矿, 有的则是在氧化过程中从水溶液中直接沉淀的氢氧化铁凝胶, 经脱水收缩而形成的肠状褐铁矿, 有的褐铁矿已转变为黄钾铁矾。成矿元素金主要赋存在硫化物(以含砷黄铁矿为主)、褐铁矿和粘土矿物中。原生矿石的标志主要是不含褐铁矿, 粘土矿物以绢云母和水云母为主, 次为蒙脱石; 而氧化矿石的标志则主要是不含原生硫化物, 粘土矿物为由绢云母或水云母向伊利石

转化, 蒙脱石向伊利石或高岭石转化, 如果氧化矿石暴露地表遭受风化淋滤(红土化), 则氧化物和铝硅酸盐遭受水解而强烈脱硅、脱钾、钠、钙而形成高铁铝氧化物含量和较低二氧化硅含量的土状矿物, 泛称凝灰岩型金矿<sup>[1]</sup>, 产于茅口灰岩的岩溶石芽侵蚀面。在泥堡金矿, 同时可见卡林型金矿的原生矿、氧化矿和凝灰岩型金矿的红土矿(典型构造剖面见图2)。而砂锅厂金矿和羊禾地金矿则以红土矿为主, 部分氧化矿, 极少残留原生矿。与金矿化有关的围岩蚀变主要有硅化、黄铁矿化、褐铁矿化、粘土化、钾长石化、钠长石化、碳酸盐化等。

根据现阶段生产实践和已有的研究资料, 对该类型金矿的倾向性认识可概述为: 在茅口灰岩形成后发生局部区域抬升, 发育一定程度的岩溶侵蚀, 之后爆发峨眉山玄武岩, 其玄武质凝灰岩和熔岩平行不整合覆盖于岩溶侵蚀面上, 从而形成埋藏的古岩溶面, 同时玄武质凝灰岩本身即为金的初始富集矿

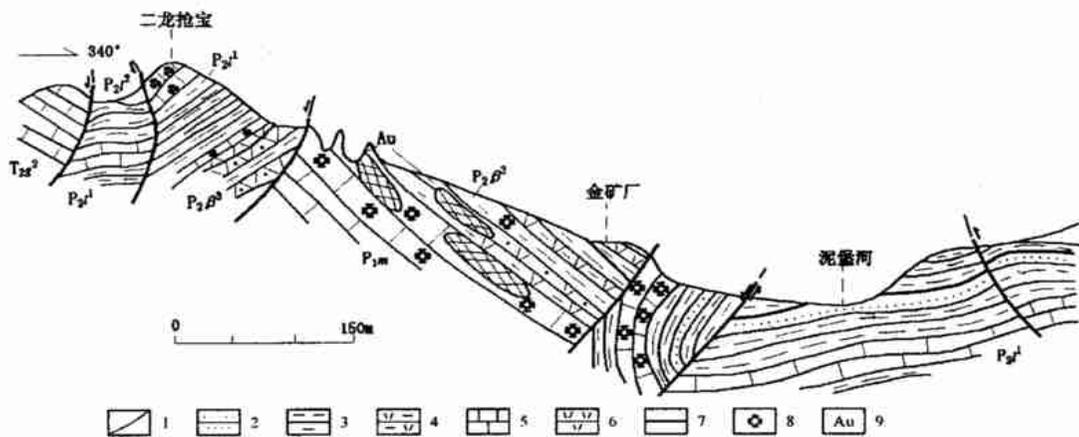


图2 普安县泥堡金矿床构造剖面图<sup>[4]</sup>

$P_{1m}$ . 茅口组;  $P_{2\beta^1}$ . 峨眉山玄武岩第一段;  $P_{2\beta^2}$ . 峨眉山玄武岩第三段;  $P_{2l^1}$ . 龙潭组第一段;  $P_{2l^2}$ . 龙潭组第二段;  $T_{2g^2}$ . 关岭组第二段。

1. 断层; 2. 砂岩; 3. 粘土岩; 4. 凝灰质粘土岩; 5. 灰岩; 6. 凝灰岩; 7. 煤层; 8. 硅化; 9. 金矿体

Fig. 2 Structural profile through the Nibao gold deposit in Pu'an (after Han Zhijun et al., 1999)

$P_{1m}$ = Maokou Formation;  $P_{2\beta^1}$ = first member of the Emeishan Basalt Formation;  $P_{2\beta^2}$ = third member of the Emeishan Basalt Formation;  $P_{2l^1}$ = first member of the Longtan Formation;  $P_{2l^2}$ = second member of the Longtan Formation;  $T_{2g^2}$ = second member of the Guanling Formation. 1= fault; 2= sandstone; 3= claystone; 4= tuffaceous claystone; 5= limestone; 6= tuff; 7= coal seam; 8= silicification; 9= gold ore body

源层。此后该区稳定沉积, 直至白垩纪发生燕山运动使本区地层发生强烈褶皱、断裂并伴随岩浆活动。由于石灰岩与玄武质凝灰岩二者岩性差异明显而导致褶皱断裂过程中发生层间滑脱并形成一定区域内分布的层间构造角砾岩, 即“大厂层”, 同时伴随热液活动改造矿源层而使金在构造破碎的玄武质凝灰岩层和“大厂层”中发生局部富集形成卡林型金矿。到新生代后期(第三纪), 区内进一步叠加新构造运动而发生不等量抬升, 使茅口灰岩之上的岩层遭受强烈剥蚀并在茅口灰岩古岩溶面上进一步发展喀斯特作用。在表生溶液、气候和重力的联合作用下, 原有的卡林型金矿发生物理风化和化学淋滤而形成现今的凝灰岩型金矿。

### 2. 卡林型金矿

黔西南地区的卡林型金矿主要分布在右江造山带内三叠系中, 以兴仁县紫木函金矿为典型代表之一。其赋矿地层为下三叠统夜郎组第二段( $T_{1y}^2$ ), 容矿岩石为不纯碳酸盐岩(泥质灰岩、泥灰岩)及细碎屑岩等, 其中以不纯灰岩最为重要(图3)。此外, 茅口组与龙潭组之间、茅口组与夜朗组之间的龙潭组层位也是该类金矿的重要赋矿层位。该类型金矿严格受沿北西西向的灰家堡背斜核部及其与之平行

的逆冲断层控制。该褶皱和断裂带内的大型膝折带或共轭膝折带则是主要的容矿构造; 大型穹状背斜核部、区域性滑脱面或层间剥离构造等(图4)也是重要的容矿构造部位。矿体形态主要有两种产状类型: 一是矿体与地层斜交的所谓倾斜型(切层型); 二是矿体产状与地层大致平行的所谓平缓型(缓倾型)。由此形成所谓“多层楼”构形。倾斜型不仅矿体走向与地层斜交, 而且矿化带严格受  $F_1$  逆冲断层控制并沿其分布和产出。显然, 倾斜型金矿体的形态呈似板状或脉状, 平缓型矿体则呈似层状和透镜状。矿石类型有氧化矿石和原生(硫化)矿石, 前者多分布于地表或近地表的氧化带中, 其深度一般为 5m~50m, 最深大于 100m, 以下的较深部位或深部则几乎全部为原生矿石。戈塘和紫木函金矿的氧化矿石和原生矿石的界面基本与该地的潜水面一致, 显然氧化作用与地下水水文动态系统相关。

氧化矿石多呈褐黄、砖红、灰黄等杂色, 有的强烈泥化和褐铁矿化, 质地疏松, 有的则因强烈硅化, 质地较坚硬; 所含矿质呈不可游离胶体金, 偶见自然金粒(片); 矿石具胶状、泥状、假象和填隙结构以及浸染状、角砾状、网脉状、晶洞状、揉曲状构造。

原生(硫化)矿石多呈灰色—深灰色, 质地较坚

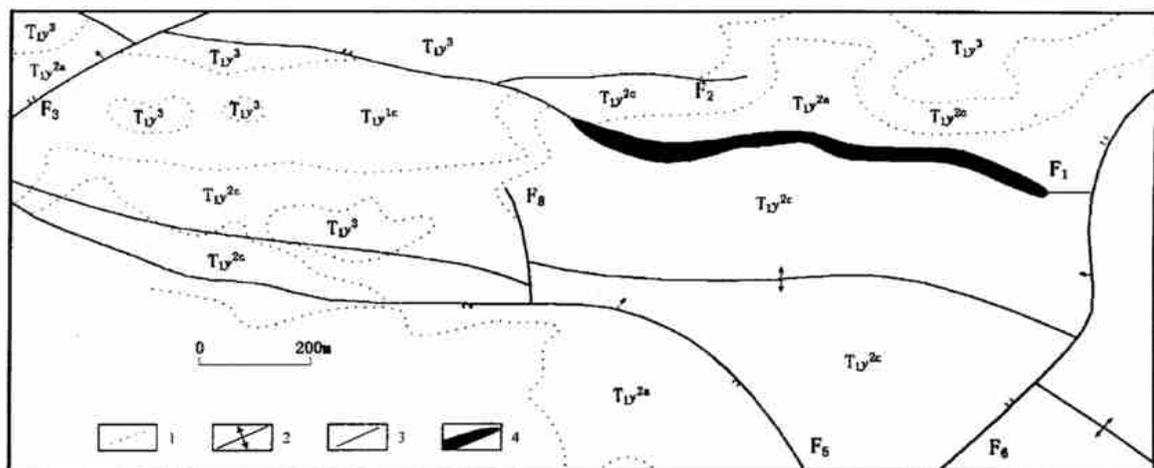


图3 兴仁县紫木函金矿床地质略图(据陈纪明, 1995)

$T_{1y}^3$ . 夜郎组第三段;  $T_{1y}^{2c}$ . 夜郎组第二段第三层;  $T_{1y}^{2a}$ . 夜郎组第二段第一层;  $T_{1y}^{1c}$ . 夜郎组第一段第三层。1. 地层界线; 2. 背斜轴; 3. 断层及编号; 4. 金矿体

Fig. 3 Simplified geological map of the Zimudang gold deposit in Xingren (after Chen Jiming, 1995)

$T_{1y}^3$  = third member of the Yelang Formation;  $T_{1y}^{2c}$  = third bed of the second member of the Yelang Formation;  $T_{1y}^{2a}$  = first bed of the second member of the Yelang Formation;  $T_{1y}^{1c}$  = third bed of the first member of the Yelang Formation. 1 = stratigraphic boundary; 2 = anticlinal axis; 3 = fault; 4 = gold ore body

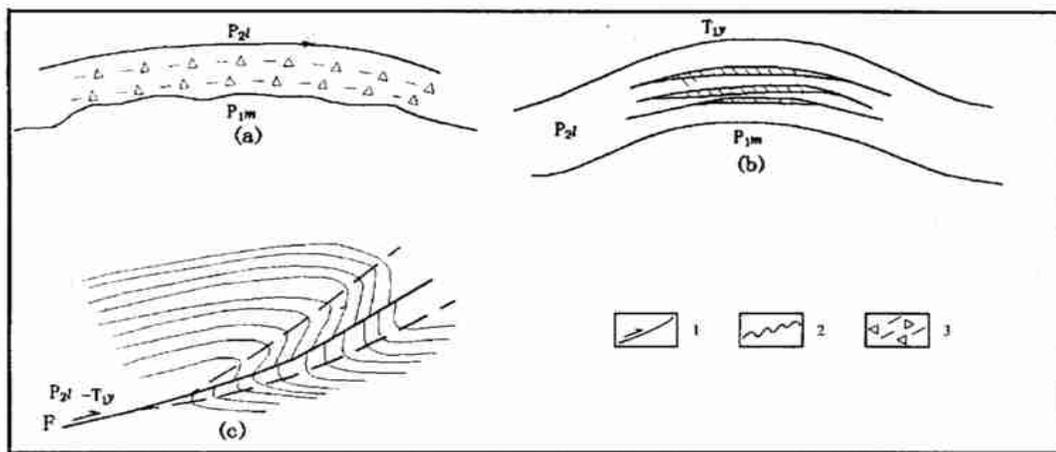


图4 黔西南碳酸盐岩区金矿控矿构造型式<sup>[1]</sup>

(a) 区域性滑脱面控矿(如戈塘); (b) 层间剥离带控矿; (c) 逆冲断层折带控矿(如紫木函)。  $P_{1m}$ . 茅口组;  $P_{2l}$ . 龙潭组;  $T_{1y}$ . 夜郎组。1. 逆冲断层; 2. 滑脱面; 3. 碎裂岩

Fig. 4 Structural patterns of ore controls of the gold deposits within the carbonate province in southwestern Guizhou (after Han Zhijun et al., 1999)

Ore controls: (a) regional decollement plane (e.g. Getang); (b) intraformational stripped zone; (c) kink band of an overthrust (e.g. Zimudang).  $P_{1m}$  = Maokou Formation;  $P_{2l}$  = Longtan Formation;  $T_{1y}$  = Yelang Formation. 1 = overthrust; 2 = decollement plane; 3 = cataclastic rocks

硬, 所含矿质呈不可见微包裹体金或超微细自然金; 矿石呈半自形—它形, 具隐晶、碎斑、细粉晶、包含、重结晶等结构及细脉状、网脉状、星散状、浸染状、环

带状、条带状、角砾状和致密块状等构造。原生矿石的矿物组合为自然金、黄铁矿、黄铜矿、斑铜矿、雄黄、毒砂、铅砷复硫酸、含铁闪锌矿、含铁砷黝铜矿、

辉锑矿、白铁矿等；氧化矿石的矿物组合为自然金、褐铁矿、水云母、方解石、白云石、石英、高岭石、黄铁矿、海绿石、锐铁矿等。粘土矿物约占80%~90%。原生矿石中的金主要呈微包裹体金或裂隙金，少量呈类质同象金的状态存在于硫化物中，尤以含砷黄铁矿和毒砂最为重要；氧化矿石中的金则主要呈游离金或吸附金的状态存在于褐铁矿和粘土矿物中<sup>[3]</sup>。

该类型金矿的围岩蚀变主要有硅化、黄铁矿化、毒砂化、雄黄化、白铁矿化、碳酸盐化和粘土化；蚀变作用具多期性。在灰家堡金矿田可见不同蚀变叠加形成的对称蚀变分带特征(图5)：中心带以断层泥和碎裂岩为主，蚀变种类多，硅化和硫化物矿化发育，是主矿体的产出部位；内带岩石破碎，发育面理化碎裂岩，围岩蚀变以黄铁矿化为主，次有硅化、毒砂化及白铁矿化等，部分金矿(化)体产于其中；外带岩层已揉皱变形，产状陡立节理裂隙发育，蚀变以碳酸盐化为主，硅化和黄铁矿化较弱，仅有零星金矿化

分布。

此外，该类型金矿中还有一类产于中三叠统斜坡到盆地相陆源硅质碎屑浊积岩系，岩性较单一，以砂岩、粘土岩及其过渡岩石为主，赋矿岩石地层单元自下而上包括边阳组( $T_2by$ )、尼罗组( $T_2nl$ )、许满组( $T_2xm$ )、罗楼组( $T_1l$ )。金矿严格受赖子山背斜、纳板穹窿、白层背斜、包树背斜及与之平行或斜交的逆冲断层控制，其它控矿地质条件与前述类似。

目前对黔西南产于三叠系不纯碳酸盐岩和碎屑浊积岩中的卡林型金矿成因的倾向性认识可概述为：该区发育于右江盆地的三叠系地层构成金的初始预富集层(矿源层)，此后，进入燕山-喜马拉雅期，使右江盆地强烈褶皱造山，并伴随断裂和隐伏岩浆侵入及热液活动，进而改造三叠系矿源层，并在其中适宜的容矿部位富集成矿。

## 2 成因讨论和评价

上述成因认识有一个基本共同点是：先有预富

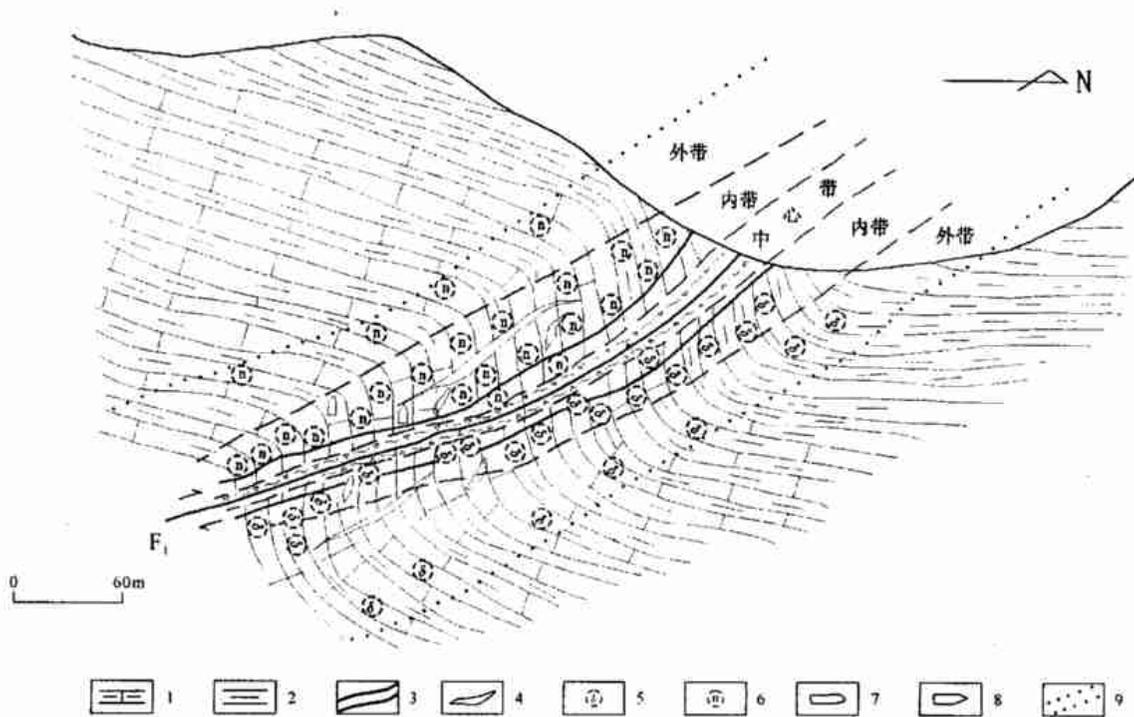


图5 紫木凶金矿  $F_1$  断层含金蚀变带分带示意图<sup>[2]</sup>

1. 泥灰岩; 2. 粘土岩; 3. 金矿体; 4. 方解石脉; 5. 褐铁矿化; 6. 黄铁矿化; 7. 毒砂; 8. 雄(雌)黄; 9. 蚀变带边界

Fig.5 Schematic diagram showing the zonation of the gold-bearing alteration belts within the  $F_1$  fault of the Zimudang gold deposit (after Han Zhijun et al., 1999)

1= marl; 2= claystone; 3= gold ore body; 4= calcite veins; 5= limonitization; 6= pyritization; 7= arsenopyrite; 8= realgar (orpiment); 9= alteration belt boundary

集的矿源层,而后经过构造和热液对矿源层实施改造而使矿质进一步富集成矿。然而,这一成因认识尚不能回答和解释以下基本地质事实:

(1) 已有地质资料表明,凝灰岩型金矿的原生矿石性质与卡林型金矿的原生矿石性质一致,且两者原生矿和氧化矿的成矿时代是基本同步的,只是赋矿层位不同而已,这与从区域上看卡林型金矿的赋矿层位具多时代、多层位特征是一致的。因此,凝灰岩型金矿与卡林型金矿必定存在某种内在联系。

(2) 卡林型金矿的“大厂层”和与凝灰岩型金矿的红土矿有关的岩溶石芽所在层位是相同的,完整保留“大厂层”者没有岩溶石芽,而发育岩溶石芽者,“大厂层”消失或仅有少量崩塌残留体,如在泥堡金矿的岩溶石芽中见少量崩塌的“大厂层”中的构造角砾岩残块。因此,查明“大厂层”及其与岩溶石芽成因的关系,有助于探讨卡林型金矿的成因及其与红土型金矿的关系。

(3) 出露于贵州西部的峨眉山玄武岩明显地分为3个不同碱度的区域(图6),在弥勒-师宗断裂附近的黔西南区发育“大厂层”、岩溶石芽和凝灰岩型金矿的区域,正好是偏碱性的碱钙性玄武岩区。因

此,碱性玄武岩的后期流体改造与金矿化耦合的内在联系应引起重视,因为这种流体改造从时代和作用性质看,与该区凝灰岩型金矿和卡林型金矿的原生成矿有密切的成因联系。

(4) 根据已积累的大量地层含金统计资料表明,金矿与容矿围岩和相关岩系的金丰度值间不存在必然联系。在赋矿地层岩石的含金背景值统计中是否做到了严格剔除带有构造破碎和矿化蚀变的岩石?在构造叠加的成矿部位,从客观上分析和理解,与其说由构造挤压和岩浆作用驱使热液活动去萃取矿源层中的矿质后,再局部富集导致异常致矿,就地改造容易发生,倒不如说由构造挤压和岩浆作用驱使的含矿热液导致矿致异常,异地改造来得更为直接和容易。这就需要建立成矿物质来源的新思维。

(5) 从已初步富集成矿元素的矿源层中,再活化迁移并进一步富集金,从正常的物理化学机制上应有利于金粒合并增大,并使浸取难度减弱,而事实却正好相反。

因此,从深源或异地直接来源和多源叠加复合的成因物源思维,抓住统一内在联系机制,可能更客观和较好地解释和理解复杂多变的成矿现象。

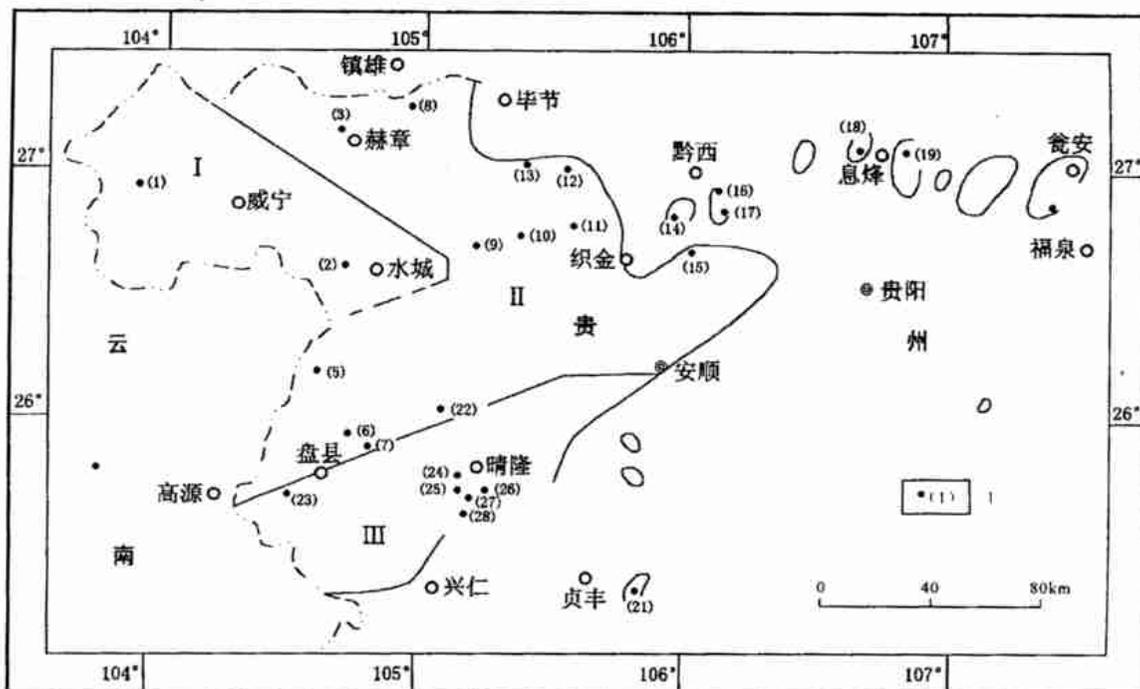


图6 黔西南峨眉山玄武岩碱度分布图<sup>[4]</sup>

I. 钙性区; II. 钙碱性区; III. 碱钙性区; 1. 采样点及顺序号

Fig. 6 Distribution of the alkalinity of the Emeishan basalt (after Zheng Qiqian, 1985)

I = calcareous field; II = calc alkaline field; III = alkali-calcareous field. 1 = sampling site and its number

### 3 成因新认识

#### 1. 关于玄武岩碱度与成矿的关系

据已有资料<sup>[4]</sup>表明,贵州西部的峨眉山玄武岩分布呈西厚东薄,其玄武质凝灰岩的分布到兴仁—安顺和福泉—瓮安一线尖灭。大致以盘县—安顺为界,西北为陆相喷发,东南为海陆交互相,其间穿越弥勒—师宗断裂。与此对应,在海陆交互相区的玄武岩和凝灰岩呈碱性,而且主要是钠的含量增高所致,进而有利于挥发份和成矿元素的富集。碱性玄武岩以富钠为特征,其稀土配分模式表现为较强烈的轻稀土富集型<sup>[5]</sup>,反映玄武岩成岩后受到了燕山—喜马拉雅期地幔流体的交代作用,弥勒—师宗深大断裂为这种富钠地幔流体运移至地壳提供了通道,而不是有些研究者认为的由海解作用(主要是钾)造成玄武岩碱度、挥发份和矿质的聚集<sup>[6]</sup>。

#### 2. 关于“大厂层”形成与成矿的关系

“大厂层”实质上是产于茅口灰岩与峨眉山玄武岩之间(如晴隆锦金矿)或龙潭组底部之间(如戈塘金矿)的一套特殊层位。它不是沉积地层,而是由于在构造作用下沿不同能干性的岩层界面发育拆离、滑脱而形成的层间构造角砾岩层,其分布西起富源—盘县—普安—晴隆—关岭一线,东至安龙—贞丰一线尖灭,较峨眉山玄武岩分布的东限更宽,因而在晴隆一线的构造角砾岩层中的角砾成分除灰岩外,还含有上覆的玄武质熔岩和凝灰岩;而在戈塘一带,角砾中则含有上覆龙潭组含煤陆源碎屑岩。显然,构造角砾岩层在不同接触部位的贯通性,表明“大厂层”的形成是在峨眉山玄武岩之后的一次构造作用的结果。而且,该层无疑是伴随构造作用的含矿热液运移和赋存的有利空间。

#### 3. 关于岩溶石芽的形成与凝灰岩型金矿的关系

大量资料表明,岩溶石芽的层位均在茅口灰岩上部,显然与“大厂层”的底部层位是重合的。实地考察也表明,岩溶石芽发育的地区,石灰岩层强烈波状起伏,“大厂层”消失或石芽沟缝中偶见构造角砾岩的崩塌残留块,而保留“大厂层”的部位则不存在岩溶石芽,由此可以推证“大厂层”形成在前,岩溶石芽发育在后,且“大厂层”形成于玄武岩之后,因此有充分的理由认为不存在形成于玄武岩之前的古岩溶侵蚀面。从区域上看,尽管茅口灰岩与峨眉山玄武岩之间有短暂沉积缺失而呈平行不整合接触,但并

未形成波状起伏的岩溶侵蚀。在云南昭通和四川峨眉山可见到茅口灰岩与峨眉山玄武岩的平行不整合接触,即间接证明了这一点。所以,笔者认为岩溶石芽是在燕山运动后,伴随喜马拉雅运动和新构造运动强烈抬升剥蚀并暴露地表,进而在表生风化淋滤作用下伴随红土型金矿而形成的。

#### 4. 初步认识

地幔流体从深部地幔源区上升,运移到岩石圈地壳,甚至逸入大气圈,推测与地球脱气作用有关,具有相应的地球动力条件及全球构造背景,其基本控制因素包括:

(1) 地球的原始化学组分不均一性、核幔间及下地幔—上地幔间物质与能量的交换、深部地幔对流机制等,可能导致地幔,以及核幔热界面地幔柱源区的产生与原始挥发份和活动元素的高度富集,进而构成地幔喷流柱<sup>[7]</sup>。

(2) 大陆热点、裂谷系等岩石圈破裂的产生及持续活动起着抽水系统的作用,使得其四周的上地幔广阔范围内变成矿源储存库,聚集挥发份和活动元素,而此时地壳的基底起着屏障作用,阻挡着深部地幔流体的逸出,挥发份处于近似平衡的分布状态<sup>[8]</sup>。在这种充满力平衡的一触即发的条件下,一旦再次发生超壳深大断裂,尤其是发生热点穿刺的部位,便成为地球脱气作用或上地幔成矿流体形成巨流穿越壳幔界面进入地壳或达到地球表面的通道。

已有研究表明<sup>[3]</sup>,黔西南地区自泥盆纪开始到三叠纪结束,伴随裂谷的发育和演化<sup>[9]</sup>,深大断裂和岩浆活动的发展,尤其是双峰式火山岩的形成和地幔隆起起到了类似抽水系统的作用,使其四周的上地幔广阔范围变成矿源贮存库,聚集了大量富含挥发份、活动组分和成矿元素的高热流体。具体表现为:在裂谷发育期,该区元古界基底在晚古生代—三叠纪产生裂隙,发育泥盆系的磨拉石建造和石炭—二叠系的碳酸盐建造;到二叠纪末,谷内地块发生短暂大面积上升出现沉积间断,并与紧接着后的峨眉山玄武岩构成平行不整合接触,而该期大规模玄武岩浆喷发被认为是深部地幔热柱强烈活动的表现<sup>[10,11]</sup>,同时形成高地热场<sup>[12]</sup>;进入中生代,伴随裂谷的封闭和消亡阶段,发育巨厚的三叠系复理石浊积岩系和晚三叠统的磨拉石建造,同时发育双峰式火山岩;裂谷封闭后,进入燕山期,基底断裂再度

复活,并与成矿期断裂一起切穿地壳,再次引起地幔上隆、岩浆侵入和异常高地温,并使二叠纪以后的岩石发生强烈褶皱和断裂,形成切穿地壳的统一的深部成矿流体运移的通道;在挤压褶皱的同时,下二叠统茅口灰岩与上二叠统玄武质凝灰岩之间由于岩石的能干性差异较大,因而沿其界面发生拆离、滑脱形成构造角砾岩层(即“大厂层”);与此同时,早已聚集并处于一触即发状态的上地幔分异成矿流体沿深大断裂通道进入地壳,并沿途萃取地层中的物质(或矿质),同时地层建造水和大气降水加入,必然不同程度改变深源成矿流体的物理化学性质,进而沿途选择适宜的次级构造和岩性空间富集形成不同层位的卡林型金矿,其中包括二叠系地层中的层间剥离构造和三叠系地层中的次级断裂容矿空间。

在此过程中,岩浆活动热源也是不可忽视的因素,该区在燕山运动时期,虽未见大的侵入岩基,但岩浆作用仍很发育,表现为:①大量地球物理资料证实<sup>[13]</sup>,黔西南区地壳深部隐伏有大量侵入岩体;②黔西南地区有多处偏碱性的超基性基性岩脉或岩墙露头,可视为深部隐伏岩体的直接显示,经同位素年龄测定为130~99~77Ma(杨科佑等,1992,滇黔桂地区微细浸染型金矿成矿条件和矿床预测研究)<sup>[14]</sup>,显然属燕山期产物。

由此可见,该区卡林型金矿成矿流体的形成和上升运移机制与深部地质作用和壳幔混染机制密切相关。卡林型金矿形成后,进入新生代,伴随喜马拉雅运动和新构造运动,使该区进一步强烈差异性升降,抬升强烈地段,下二叠统上覆岩层被严重剥蚀,在此过程中,化学风化产生的酸性淋滤液对石灰岩产生喀斯特作用,同时将其上覆的多层位卡林型金矿(“大厂层”、凝灰岩层、下三叠统不纯碳酸盐岩层、中三叠统碎屑浊积岩层等)破碎、崩塌、溶解并搬运堆积在喀斯特负地形,或相对平缓的地段等储集场所内,再经红土化作用形成凝灰岩型金矿。

综上所述,黔西南地区是扬子地台西南缘重要的、极有远景的低温成矿域,其低温是因为该区相对远离直接的岩浆作用,但成矿却与深大断裂和深源

流体有直接关系。有理由认为,只有浅源流体作用而无深源流体参与,很难或不可能形成大矿;但若深源流体和地壳岩石中的矿质很少或无,即便两者相互作用与很难或不可能成矿;凝灰岩型金矿的形成则是原生和氧化矿床存在的必然标志。

#### 参考文献:

- [1] 陶平. 黔西南泥堡卡林型金矿地质特征及其与附近“红土型”金矿的关系[J]. 贵州地质, 1999, 16(3): 213—220.
- [2] 韩至钧, 王砚耕, 冯济舟, 等. 黔西南金矿地质与勘查[M]. 贵阳: 贵州科技出版社, 1999.
- [3] 倪师军, 刘显凡, 金景福, 等. 滇黔桂三角区微细粒浸染型金矿成矿流体地球化学[M]. 成都: 成都科技大学出版社, 1997. 98—102.
- [4] 郑启钤. 贵州境内峨眉山玄武岩的基本特征及其与成矿作用的关系[J]. 贵州地质, 1985, 3(1): 1—16.
- [5] 毛德明, 张启厚, 安树仁. 贵州西部峨眉山玄武岩及其有关矿产[M]. 贵阳: 贵州科学技术出版社, 1992.
- [6] 张启厚. 晴隆大厂锑矿床容矿层硅质来源的研究[J]. 贵州地质, 1999, 16(2): 111—116.
- [7] MCDONOUGH W F et al. Isotopic and geochemical systematics in Tertiary-Recent basalts from southeastern Australia and implications for the evolution of the sub-continental lithosphere [J]. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 1985, 49(10): 2051—2067.
- [8] BAILEY D K. Volcanism, earth degassing and replenished lithosphere mantle [A]. *The Evidence for Chemical Heterogeneity in the Earth's Mantle* [C]. London: The Royal Society of London, 1980. 173—186.
- [9] 夏邦栋, 刘洪磊, 吴运高, 等. 滇黔桂裂谷[J]. 石油实验地质, 1992, 14(1): 20—29.
- [10] SUN S S, MCDONOUGH W F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implication for mantle composition and process [C]. London: Blackwell Scientific Publications, 1989. 313—345.
- [11] 张成江, 李晓林. 峨眉山玄武岩的铂族元素地球化学[J]. 岩石学报, 1998, 14(3): 299—304.
- [12] 庄新国. 桂西北地区古地热场特征及其在微细浸染型金矿床形成中的作用[J]. 矿床地质, 1995, 14(1): 82—89.
- [13] 王砚耕, 王立亭, 张明发. 南盘江地区浅成地壳结构与金矿分布模式[J]. 贵州地质, 1995, 12(2): 79—100.
- [14] 刘显凡, 苏文超, 朱赖民. 滇黔桂微细浸染型金矿深源流体成矿机理探讨[J]. 地质与勘探, 1999, 35(1): 14—19.

# The genetic mechanisms of the gold deposits in low-temperature mineralization area in southwestern Guizhou

LIU Xian-fan<sup>1</sup>, WU De-chao<sup>1</sup>, LIU Yuan-hui<sup>2</sup>, LUO Xiao-huan<sup>2</sup>, TAO Ping<sup>2</sup>, YANG Zheng-xi<sup>1</sup>, WANG Xue-hua<sup>2</sup>

(1. Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China; 2. Guizhou Institute of Geological Survey, Guiyang 550000, Guizhou, China)

**Abstract:** Southwestern Guizhou area is considered highly prospective for gold deposits and an important low-temperature mineralization area on the southwestern margin of the Yangtze platform. It is referred to as a low-temperature mineralization area because it is relatively far from direct magmatic sources, and thus the magmatic exposures are rare in this area. The gold ore bodies are generally hosted in the stratial horizons of different ages, and controlled by deep faults. The mineralization temperatures are less than 300 °C. The gold deposits consist dominantly of Carlin-type gold deposits, with subordinate tuff-type ones. These types of gold deposits are identical in the nature of primary ores and mineralization ages of ore deposits, and only quite variable in host horizons. The results of research in the study show that all the gold deposits in varying horizons in this area are obviously constrained by deep faults and deep-seated fluids. The gold deposits have multiphase and polyphyletic origins, and resulted from the reworking of crustal rocks by deep-seated fluids.

**Key words:** low-temperature mineralization area; deep fault-controlled ore deposit; gold deposit; southwestern Guizhou

## 资料简介

### 云南省维西-云龙地区有色贵金属资源评价

完成单位: 西南有色地质勘查院、贵州有色地勘院

内容简介: 工作区位于兰坪-思茅微板块北段西部, 西临澜沧江深大断裂, 出露地层以中生代陆相红色碎屑岩建造为主, 该区是云南省铅锌矿产地和矿产资源储量最多、最大的一个矿带, 共有矿床(点) 107处, 其中有超大型铅锌矿 1处; 大型银多金属矿 1处; 中小型以上矿床 6处。本次工作较全面收集了工作区内的地质、物化探资料, 通过对有关资料的系统分析研究, 选定率段的维西箐口塘异常区和南段的云龙功果异常区为异常查证区, 开展地质测量及坑道、槽探工程, 获得以下成果: (1) 矿点、异常成群成带出现; (2) 箐口塘两条矿脉概算远景储量铅 56756 吨、锌 76902 吨, 该片区有进一步扩大远景的条件; (3) 云龙功果地区概算远景储量金 48 吨; (4) 该区铅、锌、铜远景资源量分别在 50 万吨以上、金远景资源量在 100 吨以上。

(由中国地质调查局西南资料分馆提供)