

文章编号: 1008-0244(2001)02-0001-08

# 中国红色粘土型金矿成矿特征

饶文波 高振敏 杨竹森 罗泰义 李红阳

(中国科学院地球化学研究所矿床地球化学开放研究实验室, 贵阳, 550002)

**摘要** 中国的红色粘土型金矿是90年代初发现并开始研究的,基本上产于南方特别是西南地区。由于特殊的地质构造条件和气候、地貌条件,该类型金矿与国外的红土型金矿存在明显的差异:红色粘土型金矿剖面发育差,红土化程度低;对源岩依存度高;铁铝含量低、硅含量高;矿石处在富粘土矿物阶段,少见三水铝石,一般为伊利石和高岭石共存。金在红色粘土中以微细粒分散形式存在,且在红色粘土剖面中由于表生淋滤作用而发生活化、迁移和再沉淀。

**关键词** 红色粘土型金矿 红土型金矿 成矿特征 中国

**中图分类号:** P588.24<sup>+</sup>1; P618.51

**文献标识码:** A

红土型金矿是八十年代国际上新发现的金矿类型,1980年发现了世界上第一个大型红土型金矿——西澳大利亚的Boddington金矿床,之后相继在巴西、泰国、印度、斐济、越南、几内亚、尼日利亚、新喀里多尼亚、马里、加蓬、加纳、喀麦隆和美国等地区也陆续有发现红土型金矿的报道<sup>[1]</sup>。该类型金矿具有品位低、规模较大、易采、易选冶、见效快及效益高等特点。

类似的风化成因金矿床自80年代末期以来在我国南方也发现不少。首先发现了湖北嘉鱼县蛇屋山金矿<sup>[2-6]</sup>,之后在湖南郴州大坊、龙形寨、洪水塘<sup>[7-10]</sup>,云南北衙<sup>①</sup>、上芒岗<sup>[11-14]</sup>、金平铜厂<sup>[15-18]</sup>,广西横县陶圩、龙塘、板利<sup>[19]</sup>,贵州晴隆老万场、紫木岗<sup>[12,17-19]</sup>、砂厂、水淹塘,江西王家坊一水北、龙鞭山等<sup>[20]</sup>也发现了类似的金矿类型金矿点或矿化点。另外在江苏<sup>[21,22]</sup>等地也陆续有报道。由于这类金矿床是原生金矿(或矿源岩)经过(原地或迁移)不彻底的氧化作用和风化淋滤作用之后堆积形成的,因此涂光炽教授将这种风化成因金矿定义为“红色粘土型”金矿。寻找及探采红色粘土型金矿的热潮在我国悄然兴起。

本文对我国发育的红色粘土型金矿与国外红土型金矿进行了对比,概括了我国红色粘土型金矿的成矿特征。

## 1 红色粘土型金矿的基本特征及与红土型金矿的对比

国内许多研究者将中国这种与国外红土型金矿相似的风化成因金矿床也叫做红土型金矿,对其研究时间短,大多对地质特征和成矿条件及金的迁移富集进行了笼统的描述,只有少数人开展了元素地球化学研究,矿物学和金的分配、赋存状态等方面的研究严重缺乏。我国产于红色风化壳中的金矿,其实不能笼统地被称为红土型金矿,大部分金矿并不一定都产在红土中。在我国南方,特别是西南地区,确有少数这类金矿产在红土中,与国外的相似,但此类金矿多数富集于杂色粘土带,尽管金矿的形成与红土化作用有密切关系,根据分布于南方的金矿物质组成和剖面特征及元素分布特征,应当将此类型金矿称为红色粘土型金矿更合适。

下面从常量元素、矿物组成(图1)和剖面特征(表1)等方面论述红色粘土型金矿的基本特征及其与红土型金矿的差别:

(1)从图1看出,红色粘土型金矿(上芒岗、蛇屋山<sup>[23]</sup>和老万场<sup>[24]</sup>矿石中含有大量的SiO<sub>2</sub>,其含量在55%以上,Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的含量却在20%以内,而红土型金矿(Bahia<sup>[25]</sup>、Boddington<sup>[26]</sup>和

收稿日期: 2000-08-29; 修回日期: 2000-12-14  
基金项目: 中国科学院重大项目 A(KZ-951-A1-404-02) 和国家自然科学基金项目(批准号: 49873021)  
第一作者简介: 饶文波 (1973-) 男 博士研究生 矿床地球化学专业

① 西南有色金属地勘局, 鹤庆北衙红土型金矿(内部资料), 1996.

Gentio do Ouro<sup>[27]</sup>, Serra do Pirocaua<sup>[28]</sup>, Lake Sonfon<sup>[29]</sup>) 矿石中 SiO<sub>2</sub> 含量在 45% 以下, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的含量在 20% 以上, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的含量在 35% 以内。相对于红土型金矿来说, 红色粘土型金矿表生风化作用不完全, 去硅作用不彻底。

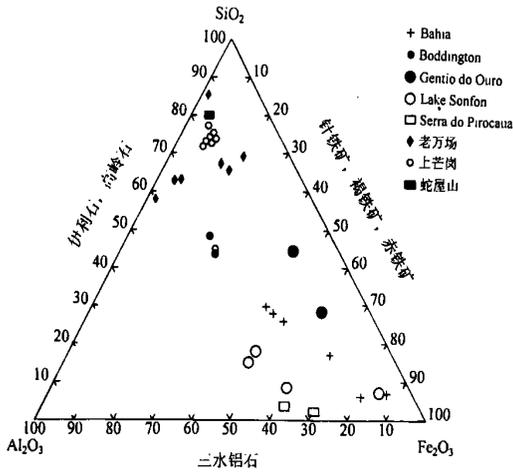


图 1 红色粘土型金矿与红土型金矿的 ASF 归一化值三角投影图

Fig. 1. Triangle diagram of ASF of the red clay-type gold deposits and laterite gold deposits.

(2) 中国红色粘土型金矿除蛇屋山金矿红色粘土剖面发育稍好外, 大部分金矿床(上芒岗、龙形寨、北衙、大坊、王家坊等)剖面发育差, 表现在土层厚度不大(个别如喀斯特溶洞堆积也可厚达几十米)、土壤成层或分层不完全, 含矿层结构松散、对基岩含金建造依存度高; 而国外红土型金矿的剖面厚度大(如博丁顿大于 17m<sup>[30, 26]</sup>, 巴伊尔大于 30m<sup>[31]</sup>)且发育较完全, 典型的红土剖面从上至下一般可分为: 表层红土—硬(铁)壳带—斑点带(铝土矿带)—杂色粘土带—腐泥带—基岩<sup>[1, 3]</sup>。

(3) 我国南方(特别是西南地区)处在亚热带, 具有形成红土化的有利气候条件, 但是新生代的构造活动强烈而频繁, 所处地区一般为高山—丘陵地貌, 地形切割强, 准平原化作用不完全, 地下水位强烈波动, 使许多此类型的金矿床氧化作用和风化淋滤作用不彻底, 氧化作用和去硅作用不完全; 国外红土型金矿床处于热带、亚热带地区, 在长期处于准平原化和地下水位无大波动的情况下, 经历了强烈的风化淋滤红土化作用, 氧化及去硅作用都很强。

(4) 红色粘土型金矿矿石仍处于富含粘土矿

物阶段, 铁质层薄, 铁、锰、铝的氧化物不多, 很少出现三水铝石, 一般为高岭石与伊利石共存<sup>[4, 9]</sup>, 其红土化仅处于初级—中级阶段。红土型金矿红土层矿物组成主要或大部分由铁(或铝)的氧化物或(和)氢氧化物构成, 粘土矿物产在红土层之下, 并主要由高岭土构成, 常见有三水铝石。

(5) 红土型金矿主矿层主要赋存于红土化比较充分的含铁带和粘土带上部; 红色粘土型金矿赋矿层位的选择在各红色粘土化带中, 无明显的倾向性, 富矿带受地形影响大, 矿体产状多呈层状、似层状、透镜状, 产状较平缓, 受风化壳底部地形形态控制, 矿石结构有土状、豆状、块状、结核状、皮壳状等。

(6) 红色粘土型金矿金矿物多为自然金和银金矿, 呈显微、次显微状, 为褐铁矿、软锰矿、粘土矿物等所吸附和包裹。由于粘土矿物对微细粒金粒(可能以微包裹形式存在于层间域)的包裹和吸附, 使得有些矿山的堆浸出率较低<sup>[34]</sup>。红土型金矿与铁(或铝)的氧化物和氢氧化物相关并以游离金的形式存在, 经常出现明金乃至狗头金, 金的粒度和纯度随剖面的特征有规律地变化, 表面经常发育溶蚀构造, 证明了金发生了化学的迁移和再沉淀, 其中的银经常被带走而使金的纯度增加<sup>[33~35]</sup>。金浸取率很高。

(7) 我国的红色粘土型金矿在矿源岩上有独特的特征, 即大部分矿源岩是沉积岩, 而且很多矿床的原生矿化是卡林型金矿化(如紫木函, 上芒岗等), 地形条件有许多是喀斯特地形(滇黔桂金三角, 云南北衙等)。红土型金矿基岩的岩性变化很大, 可以是各种岩浆岩, 变沉积岩, 也可以是绿岩带。

(8) 已发现的红色粘土型金矿规模多为小型、中型和大型, 但大多数品位较高, 特别是产于喀斯特地形的金矿。红土型金矿规模多为大型、特大型, 品位较低。

## 2 红色粘土型金矿分布规律

### 2.1 分类

陈大经按成矿时代把红色粘土型金矿划分为第三纪以前的古风化壳型金矿和新生代型金矿两类, 按为成矿提供矿源的原始地质体的不同可分为初生型金矿床和改造型金矿床两类<sup>[37]</sup>。曹新志<sup>[36]</sup>以第四纪为界划分为古红色粘土型金矿床和第四纪红色粘土型金矿床, 按成矿的原始地质

表 1 几个典型红色粘土型金矿和红土型金矿地质剖面特征对比  
 Table 1. Geological characters of several red-clay-type gold deposits in contrast with laterite gold deposits

类型	矿床名称	矿床剖面特征
红色粘土型金矿	老万场金矿 <sup>[18]</sup>	大型矿山规模, 红色粘土层厚 5~10m, 个别矿段达 20 多米厚, 金品位高, 为 5~9g/t;
	紫木函金矿 <sup>[18]</sup>	红色粘土层一般厚 2~6m, 个别矿段(喀斯特溶洞塌陷形成)厚几十米, 金品位 3~6g/t.
	云南鹤庆北衙 <sup>①</sup>	(1) 红土覆盖层(0~1m) (2) 硬壳层(丽江组角砾岩, 0~5m) (3) 红、赭色含铁粘土(主要含金层, 1~5m) (4) 浅色粘土带(正长斑岩风化壳, 部分含矿, 0~5m) (5) 粘土化正长斑岩或碳酸盐岩 红土层平均金品位为 2.11 g/t
	湖南洪水塘 <sup>[36]</sup>	(1) 土壤层——厚 0~0.8m, 呈黄褐色至黑褐色, 其上植被发育, 主要矿物为粘土矿物和石英、夹岩石砾块, 含金品位<0.5g/t (2) 含铁质结核红土层——厚 2~5m, 砖红色至黄红色, 为主要含矿层位, 结核含金 5~6g/t (3) 杂色粘土网纹红土层——厚 1~3m, 与上层呈渐变关系, 主要成分为粘土, 含金为 0.5~1.2g/t (4) 半风化基岩层——半风化砂岩含金 1.35g/t, 半风化灰岩含金 1.83g/t
	湖南龙形寨 <sup>②</sup>	(1) 黄褐色粘土层, 含金<0.1×10 <sup>-6</sup> (2) 红褐色粘土层, 含金最高达 13×10 <sup>-6</sup> (3) 杂色粘土层, 具铁锰硬壳 (4) 黑色粘土层, 含金最高达 20×10 <sup>-6</sup> (5) 黄色粘土层, 含金较低 (6) 具多金属矿化的古生界碎屑岩
	湖北蛇屋山 <sup>[37]</sup>	发育典型的红土型剖面(矿化层厚 10~20m, 风化层厚 40~70m) <sup>[8,9,10]</sup> ; (1) 地表腐殖土层 (2) 硬壳或硅帽层, 含金 0.2×10 <sup>-6</sup> (3) 砖红色网纹状粘土层, 含金 0.3×10 <sup>-6</sup> (4) 黄色高岭土质粘土层, 含金 0.5×10 <sup>-6</sup> (5) 灰色亚粘土层, 含金 0.1×10 <sup>-6</sup> 2~4 带金矿体 W(Au) 平均为 2.05×10 <sup>-6</sup>
红土型金矿	云南上芒岗红色粘土型金矿	(1) 表层土壤 (2) 坡积带: 棕黄色碎屑堆积物, 含金 0.45×10 <sup>-6</sup> (3) 钙华带: 灰白色粘土和透镜状钙华, 含金 0.45×10 <sup>-6</sup> (4) 残积带: 红色粘土(主要含金层位), 含金 50×10 <sup>-6</sup> (5) 腐泥岩带: 粘土层, 保留原岩结构构造, 含金 1.7×10 <sup>-6</sup> (6) 基岩带: 沙子坡组和勐嘎组地层岩石, 沿断裂分布原生矿化, 含金 1.43×10 <sup>-6</sup>
	巴西巴伊尔 <sup>[25]</sup>	(1) 表土 (2) 铁质带: 厚 25m 左右, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 从下到上含量增加, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 含量先增加后下降, Mn 含量增加, TiO <sub>2</sub> 的残余钛铁矿出现在斑点带, 在铁质带不常见, 其他的钛氧化物没有发现 (3) 斑点带: 厚 100m, 由黄到棕色的高岭土, 以斑状、块状结构为特征 (4) 杂色粘土带: 厚 20m 左右, 以白色、多色高岭石等粘土质为特征, 其它矿物有石英、钛铁矿、针铁矿等 (5) 腐泥土: 厚 40m 左右, 保存原岩结构, 矿物集合体由高岭石和其它粘土矿物组成, 也有残余原生矿物(石英、绿泥石、磁铁矿、钛铁矿、金红石、磷灰石等) (6) 未风化基岩: 主要为石英、绿泥石, 其次为方解石、钠长石云母等
	巴西马托格罗索 <sup>[38]</sup>	(1) 地表红色腐殖土层, 含金 0.07×10 <sup>-6</sup> (2) 铁壳层, 含金 0.12×10 <sup>-6</sup> (3) 富铁粘土层, 含金最高 19.4×10 <sup>-6</sup> (4) 红色粘土层, 含金<0.05×10 <sup>-6</sup> (5) 灰黄色蚀变片岩, 含金 0.08×10 <sup>-6</sup> (6) 具卡林型矿化的下古生界碎屑岩
	西澳博丁顿红土型金矿 <sup>[37, 39]</sup>	(1) 地表豆石层——厚 1~3m, 由红小豆似的豆石和坡积红土及砂组成, 有时含有冲积物 (2) 硬盖帽——红土胶结为硬壳状、角砾状胶结物, 以氧化物为主, 有少量的铝土矿(厚 2~5m), 含金 3×10 <sup>-6</sup> ] (3) 铝土矿层(金矿体)——主要由三水铝石组成, 呈灰红色(厚 8~10m), 含金 3.5×10 <sup>-6</sup> (4) 含铁粘土层、杂色粘土层(厚 18m) (5) 基岩风化壳(1~5m)

① 西南有色金属地质局, 鹤庆北衙红土型金矿(内部资料), 1996.

② 肖金生, 龙形寨矿区红土型金矿简介(内部交流), 1995.

体特征及经历的成矿作用不同,可划分为风化同生型金矿床和风化再造型金矿床。另外,对风化再造型金矿床据其经历的先成成矿作用和成矿特征不同尚可作进一步划分(表2)。刘国平等<sup>[40]</sup>根据典型矿床的剖面结构,控矿构造与矿源关系

等将中国红色粘土型金矿划分为残积型和迁积型两种。李志群<sup>[41]</sup>根据矿源体是红色粘土型金矿的主导控矿因素,将其划分为岩控型、层控型、构造型。角度不同,划分红色粘土型金矿的类型也不同。目前大都采用曹先生的划分法。

表2 红色粘土型金矿床分类\*

Table 2. Classification of the red-clay-type gold deposits

划分依据	矿床分类	成矿方式、矿床特征	典型矿床	
成矿时代	现代型金矿床	矿体产于第四纪风化壳内, 矿石结构松散, 固结程度差	湖北蛇屋山金矿	
	古风化壳型金矿床	矿体产于第三纪风化壳内, 矿石固结程度好	西澳布丁顿、云南北街金矿	
风化原始含金地质体	风化同生型金矿床	富金岩石经红土化改造使金富集成矿, 成矿为表生或土质作用过程不同阶段的产物	广东高州金矿 湖南大坊金矿	
	风化再造型金矿	铁帽型金矿床	原生含金硫化物矿床经表生风化作用使金在铁帽风化壳中相对富集	江西铁门坎金矿
		碎屑岩、碳酸盐岩中卡林型再造型金矿	卡林型金矿化(体)的金经红土化作用改造进一步迁移富集, 在地表形成红土型金矿体	湖北蛇屋山金矿 湖南龙形寨金矿 贵州老万场金矿 云南上芒岗金矿
		火山岩系浸染含金多金属再造型金矿	先成的分布于火山岩系中的贫硫化物浸染状、网脉状含金矿化经红土化改造在地表富集成矿	澳大利亚布丁顿金矿
		脉状硫化物型岩金再造型金矿	变质岩系中的石英脉, 蚀变岩型热液金矿化经红土化改造而成矿的金矿床	苏里南砂拉河金矿 巴西巴依尔金矿

\* 根据曹新志<sup>[36]</sup>、陈大经<sup>[37]</sup>、王燕<sup>[42]</sup>等资料整理。

## 2.2 分布

**2.2.1 时代分布** 从已知矿床的成矿时代分析,红色粘土型金矿主要分布于第三纪以来的风化壳中,多数形成于第四纪风化壳中。蛇屋山式及大坊式金矿均有明显的网纹状红土,龙形寨式金矿局部也可见到网纹状红土,因此长江中下游及华南红色粘土型金矿的主体应是早更新世晚期至中一晚更新世期间的产物。云南北街金矿则形成于新第三纪,上芒岗红色粘土型金矿床形成于第三纪末。

**2.2.2 地理分布** 红色粘土型金矿的分布具有一定的分带性,与红土型金矿一样在世界范围内集中在北纬30°和南纬30°之间或左右。我国红色粘土型金矿位于北纬31°以南,最北为湖北蛇屋山金矿,其纬度为北纬30°左右。

我国的红色粘土型金矿主要集中在滇西地区,云贵高原及华中、华南地区。滇黔境内红色粘土型金矿分布在滇西地区,主要分布于山间盆地中的丘陵地带和元江以东的云贵高原上的丘陵地带,因新构造运动形成了一系列剥夷面,红色粘土型金矿多分布在这种剥夷面上<sup>[43]</sup>,富存于岩溶洼地(老万场、镇吁)、岩溶漏斗(下甲上弄米、下弄

米)、溶洞等微型地貌中;华中及华南地区的红色粘土型金矿主要分布在山前丘陵(龙形寨)、低山丘陵(大坊、王家坊)、准平原(蛇屋山、斛塘)等地貌区。

## 3 成矿条件

### 3.1 原岩条件

红土发育地区存在含金岩系或原生金矿体是形成该类金矿床的物质基础。地层中的某些含金层位、含金侵入岩类及火山岩、古老变质岩类都可构成红色粘土型金矿的成矿母岩。

有利的原岩条件决定了成矿物质来源。蛇屋山金矿<sup>[4]</sup>的含金基岩有两种:一种为志留系与奥陶系之间的黑色粘土岩,另一种为存在于奥陶纪灰岩中的构造碎裂岩,这些岩石的金含量约0.5~1 g/t。湘南龙形寨矿区的基岩泥盆系跳马涧组砂岩,黄铁矿化、硅化、绿泥石化、褪色化强的,其金含量达1.00 g/t,大坊矿区岩体金含量为0.159 g/t。洪水塘金矿<sup>[26]</sup>的含金基岩为粉砂岩、灰岩、砂岩,三角架段的新鲜原岩平均含金0.25 g/t,欧家垅段的新鲜原岩平均含金1.49 g/t。北街金矿<sup>[4]</sup>的含金原岩主要为含金碱性斑岩,金含量小

于1.0 g/t。黔西南盘县一带红色粘土型金矿基岩为峨眉山玄武岩。因此,我国红色粘土型金矿的基岩主要为具原生矿化的沉积岩,且含较多的碳酸盐岩,此外少数金矿的基岩为含金火山岩和碱性斑岩。

基岩含金性好,形成红色粘土型金矿的可能性大。相反,即使其它条件具备也很难成矿。另外,金的矿源体类型、规模、品位和产状控制红色粘土型金矿的类型、品位和规模。再者,基岩中其它元素的含量将会影响到金的表生迁移能力和迁移形式。最后,基岩岩性不同会直接影响到红土剖面的组分。

### 3.2 气候及地理条件

在高温潮湿的热带、亚热带地区,降雨量大以及高温使化学风化强烈进行,有机质也被快速分解,产生的CO<sub>2</sub>多向大气逃逸,而腐殖酸被大量的雨水稀释,地表水可呈中性到弱碱性,使SiO<sub>2</sub>、Ca、Mg、K、Na等大量淋滤流失。特别是去Si作用强烈,形成三水铝石,Al、Fe等氧化物残留下来形成红土剖面;在温暖湿润气候条件下,植被发育,地表水呈酸性,常形成以高岭石、蒙脱石为主的风化剖面;干旱条件下,风化作用以机械作用为主,对风化剖面的形成不利<sup>[44]</sup>。

南北纬30°之间的地带可获得到达地球的太阳总辐射能的60%,该带元素的交换和循环过程强烈。这些都是形成红土化的基本动力条件。红色粘土型金矿和红土型金矿一样在南纬33°到北纬30°之间的区域内产出。在此区域内,湿热同季、旱雨分明的气候有利于红土化作用的进行。

### 3.3 地貌条件

强烈切割的陡峻高山地貌区,地下水位低,植被缺少,以物理风化作用为主,风化产物难以保存,风化作用不彻底,不利于红色粘土型矿床形成;十分平坦的地形或由冲积层覆盖和地下水面很高的地区,也不利于红色粘土型矿床形成。

高差不大的山区,丘陵地形特别是封闭或半封闭的小盆地对红色粘土型矿床最有利。由于坡度平缓、地下水位高、植物繁茂、化学风化和生物风化作用强烈,并且风化产物能大量残留原地或近原地堆积,有可能使矿物彻底分解,形成大量粘土矿物,加之原生金矿和矿源岩提供成矿物质,会形成有价值的红色粘土型金矿。

### 3.4 地质构造条件

在地壳的构造演化过程中,相对稳定的地台

期,最有利于红土化作用的进行及红土层的保存。地壳缓慢抬升,引起地下水面逐渐下降,比较有利于形成厚大的红土层。强烈的地壳运动常导致地表水流条件和地形发生急剧变化,不利于红土化作用进行。

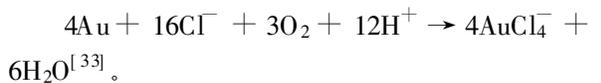
总之,相对稳定的表生地质条件,有相对固定的潜水面和稳定的地表水——地下水补给系统,有利于红土化作用进行。

## 4 红色粘土型金矿的成矿机理讨论

人们普遍认为,金在低温条件下其化学性质很稳定,自然界中常以自然金形式出现,不易与其它元素化合。其实不然,现在许多学者经实验证明Au在表生低温条件下是可溶的,在特定条件下可形成Au<sup>+</sup>和Au<sup>3+</sup>。在表生条件下,可溶性金配合物的形成是红色粘土型金矿成矿的关键。

### 4.1 金的活化迁移

成矿实验表明<sup>[45]</sup>,金和其它金属一样,在低温自然条件下是可配合的,并可在水溶液中迁移搬运。由于溶液介质pH值和温度的影响,金的活化具有选择性;金元素在[Cl<sup>-</sup>]存在、酸性条件下以AuCl<sub>3</sub>形式存在和迁移(200℃下)。其反应式如下:



这是在酸性氯化物溶液中金形成了氯化物配合物。

由于金常与银伴生,在金活化的同时,银在一定条件下也得到活化。金溶解需高氧逸度,而银需要低氧逸度,所以银从银金合金中优先淋滤:

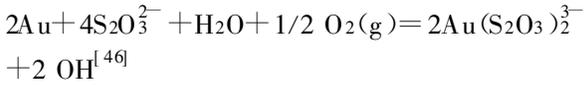


以上反应在近潜水面处常发生,那儿Cl<sup>-</sup>、H<sup>+</sup>、O<sub>2</sub>很丰富,没有Fe<sup>2+</sup>或很少有Fe<sup>2+</sup>。

金元素在[Cl<sup>-</sup>]存在、碱性条件下转变成金的氢氧化物,这个配合物不稳定(100℃下),会沉淀富集成金矿化。

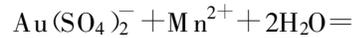
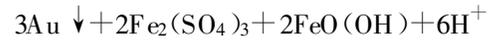
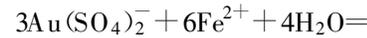
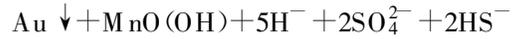
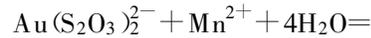
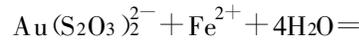
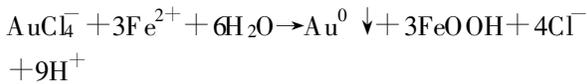
中国红色粘土型金矿的矿源岩大部分为沉积岩,而且很多矿床的原生矿化是卡林型金矿化。上芒岗红色粘土型金矿床就是在上芒岗卡林型金矿床基础上形成的。碳酸盐岩为赋矿围岩,在其附近常发生这种反应:CaCO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O = Ca<sup>+</sup> + HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> + OH<sup>-</sup>, CaCO<sub>3</sub>的加入,使地下水碱性增高,有利于S<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>2-</sup>的稳定<sup>[46]</sup>。用去离子水浸泡红

色粘土样品,测其 pH 值介于 5.74 ~ 7.34 之间。在这种弱酸—弱碱性环境下,上芒岗红色粘土型金矿床中金活化成金的配合物,主要以硫化物、双硫化物和硫代硫酸盐的形式迁移,而以氯化物的形式迁移的可能性不大,而且  $\text{Cl}^-$  的浓度较低。金在碱性条件下在硫代硫酸盐溶液中溶解:



#### 4.2 次生富集作用

由于大气水和地下水的下渗作用,含金溶液到达潜水面附近,下渗的大气水和地下水的 Eh、pH 以及水文条件就会发生急剧变化,呈配合物形式迁移的金在潜水面附近遇上了由地下水动力作用产生的  $\text{Fe}^{2+}$ 。带负电荷的含金配合物胶体被 Fe、Mn 的含水氧化物吸附而一同沉积,部分被粘土矿物所吸附,同时发生以下反应<sup>[26,41]</sup>:



在剖面中常见针铁矿、赤铁矿、软锰矿等。

$\text{Fe}^{2+}$  是含金配合物表生沉淀的还原剂,针铁矿和锰氢氧化物的形成有利于金的沉淀<sup>[41]</sup>。针铁矿使金配合物的分解是在中酸性条件下进行的,而锰矿物形成并分解金的反应是 pH 值较高条件下发生的。

由于气候、地质地形条件和流体性质决定,使得金在铁质壳和豆粒层得到富集,含针铁矿豆粒、鲕粒、结核的部位和(铁)锰质结核层位是金富集层位的标志。

#### 参 考 文 献

- [1] 红土型金矿的找矿标志。黄金地质信息, 1993, (3): 2.
- [2] 李松生, 湖北蛇屋山红土型金矿地质特征和成因。地质与勘探, 1993, 1: 12 ~ 15.
- [3] 蛇屋山红土型金矿发现的启示。黄金地质, 1995, 1(4): 67.
- [4] 刘腾飞, 湖北蛇屋山红土型金矿地质特征与勘探。黄金地质, 1996, 2(3): 25 ~ 30.
- [5] 李松生, 湖北蛇屋山红土型金矿地质特征和成因。地质与勘探, 1993, 1.
- [6] 李松生, 再论蛇屋山红土型金矿的成因。湖北地质, 1997, 11(2): 15 ~ 23.
- [7] 蒋年生, 湘南红土型金矿地质特征及控矿因素。湖南地质, 1999, 18(2, 3): 79 ~ 83.
- [8] 洪金益、杜智明、陆术华、谢国柱, 湘南红土型金矿的成矿条件分析。中南工业大学学报, 1996, 27(5): 511 ~ 515.
- [9] 洪金益等, 湘南红土型金矿的成矿条件分析。中南工业大学学报, 1996, 27(5): 511 ~ 515.
- [10] 吕伯西, 云南省红土型金矿找矿前景。云南地质科技情报, 1994, 2: 1 ~ 3.
- [11] 江培鑫, 滇东南地区金矿类型及其成矿地质条件分析。云南地质科技情报, 1996(1): 1.
- [12] 滇黔桂发现“红土型”新类型金矿。黄金地质信息, 1997, (3): 14.
- [13] 杨玉华, 金平铜厂红土型金矿主要控矿因素的正交分析。有色金属矿产与勘查, 1999, 8(3): 171 ~ 175.
- [14] 李志群, 云南红土型金矿床地质特征及成矿条件研究。矿产与地质, 1998, 12(3): 160 ~ 166.
- [15] 张学书, 滇西北衙红土型金矿特征及其找矿前景。有色金属矿产与勘查, 1998, 7(3): 156 ~ 159.
- [16] 王瑞湖, 广西红土型金矿基本类型及找矿前景分析。有色金属矿产与勘查, 1999, 8(6): 687 ~ 688.
- [17] 刘幼平, 贵州金矿床类型与分布规律。西南矿产地质, 1997, (3~4): 43 ~ 53.
- [18] 周茂基, 黔西南卡林型、次生富集型金矿。黄金地质, 1996, 2(4): 15 ~ 20.
- [19] 刘幼平, 贵州红土型金矿的成矿与找矿。有色金属矿产与勘查, 1999, 8(6): 353 ~ 358.
- [20] 何维基, 赣西红土型金矿床地质特征、成矿地质条件和找矿前景分析。矿产与地质, 1998, 12(5): 329 ~ 334.
- [21] 邱祖林、陈福鑫, 江苏某地红土型金矿地质特征及成矿机理分析。江苏地质, 1998, 22(1): 27 ~ 30.
- [22] 张昆生, 论江西砂金矿中的红土化成因。金银矿产选集第二集, 1984, 230 ~ 233.
- [23] 湖北省第四地质大队, 湖北蛇屋山式红土型金矿床的地质特征。湖北地质, 1994, 8(2): 25 ~ 33.
- [24] 陈履安, 晴隆老万场红土型金矿常量元素地球化学特征及红土化作用。贵州地质, 1999, 16(4): 307 ~ 314.

- [ 25] Weishengzang and Willam S. Fyfe, A Three-Stage Genetic Model for the Igarape Bahia Lateritic Gold Deposit. *Economic Geology*, 1993, 88: 1768 ~ 1779.
- [ 26] Davy R. And El-ansary M., Geochemical patterns in the laterite profile at the Boddington gold deposit, Western Australia. *J. Geochem. Explor.* 1986, 26: 119 ~ 144.
- [ 27] Ibon Guimarães Carvalho etc. Geochemical evolution of laterites from two areas of the semiarid region in Bahia State, Brazil. *J. Geochem. Explor.*, 1991, 40: 385 ~ 411.
- [ 28] Marcondes Lima da Costa etc., Application of multi-element geochemistry in the Au-phosphate-bearing lateritic crusts for identification of their parent rocks. *J. Geochem. Explor.*, 1996, 57: 257 ~ 272.
- [ 29] Davies T. C. etc., Geochemistry and mineralogy of laterites in the Sula Mountains greenstone belt, Lake Sonfon gold district Sierra Leone. *J. Geochem. Explor.*, 1989, 32: 75 ~ 98.
- [ 30] Da Costa M. L., Gold distribution in lateritic profiles in South American, Africa and Australia: Application to geochemical exploration in tropical regions. *J. Geochem. Explor.*, 1993, 37(1 ~ 3): 143 ~ 163.
- [ 31] 陈大经、杨明寿, 红土型金矿床的找矿评价标志. 矿产与地质, 1996 (2): 5 ~ 6.
- [ 32] 金景福等, 滇黔桂微细浸染型金矿矿石热液和表生溶液的低温地球化学行为—原生矿石向氧化矿石转化机理探讨. 中国科学院矿床地球化学开放实验室资助项目报告(9308), 1995.
- [ 33] Mann A. W., Mobility of Gold and Silver in Lateritic Weathering Profiles; Some Observations from Western Australia. *Economic Geology*, 1984, 79: 38 ~ 49.
- [ 34] Fressinet P. H., Morphology and geochemistry of gold grains in lateritic profiles of southern Mali. *J. Geochem. Explor.*, 1989, 32(1): 17 ~ 32.
- [ 35] Fabrice Colin et al., Gold: A tracer of the dynamics of tropical laterites. *Geology*, 1997, 25(1): 81 ~ 84.
- [ 36] 曹新志, 中国红土型金矿床研究综述. 地质科技情报, 1998, 17(1): 50 ~ 54.
- [ 37] 陈大经、杨明寿, 红土型金矿床地质特征、成矿条件及找矿评价标志. 矿产与地质, 1996, 10(2): 73 ~ 80.
- [ 38] 李文达, 王文斌、程忠富等, 华南红土化作用地球化学及红土型金矿形成的可能性. 北京: 地质出版社, 1995, 5 ~ 6.
- [ 39] 黄佳展编, 澳大利亚布丁顿红土型金矿. 冶金地质动态, 1996, (3): 11 ~ 14.
- [ 40] 刘国平, 王东波、徐勇, 中国红土型金矿类型, 成因和找矿. 地质与勘探, 1999, 35(3): 14 ~ 16.
- [ 41] 李志群, 云南红土型金矿的成矿条件及地质特征. 黄金地质, 1998, 4(2): 27 ~ 31.
- [ 42] 王燕, 红土型金矿床的勘察及研究现状. 有色金属矿产与勘察, 1999, 8(6): 546 ~ 550.
- [ 43] 王砚耕等, 南盘江地区浅层地壳结构与金矿分布模式. 贵州地质, 1995, 12(2): 91 ~ 184.
- [ 44] 陈根文、任治机、刘继顺, 红土型金矿研究中的几个问题及在云南的找矿方向. 有色金属矿产与勘察, 1999, 8(3): 153 ~ 159.
- [ 45] 王恩德等, 硫化物矿床氧化带金表生富集作用研究. 沈阳黄金学院学报, 1995(4): 308 ~ 313.
- [ 46] 李志群, 含金硫化物基岩区红土型金矿的成矿作用. 矿产与地质, 1996, 10(6): 380 ~ 387.

## CHARACTERS OF MINERALIZATION OF THE RED-CLAY-TYPE GOLD DEPOSITS IN CHINA

Rao Wenbuo Gao Zhenmin Yang Zhusen Luo Taiyi Li Hongyang  
(Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences Guiyang 550002)

### Abstract

The red-clay-type gold deposits in China were discovered in the early 1990's in South China, especially

in the southwest of China. The gold deposits are obviously different from laterite gold deposits abroad. The red-clay-type gold deposits depend on these rocks that provide gold. Iron and aluminum are low while silicon is high. Ore is in the phase of clay minerals in which gibbsite is less and kaolinite commonly coexists with illite. Gold occurs in the red-clay profile as micro-fine and dispersed particles. These gold particles are mobilized, transported and precipitated under leaching action.

**Key words:** red-clay-type gold deposit; laterite gold deposit; characters of mineralization; China