

中国红色粘土型金矿

高振敏^{1,2}, 杨竹森^{1,2}, 罗泰义¹, 陶 琰¹, 饶文波¹

(1. 中国科学院 地球化学研究所, 贵州 贵阳 550002; 2. 中国地质科学院 矿产资源研究所, 北京 100037)

摘 要:红色粘土型金矿床是近年来发现的一种与表生作用有关的新类型金矿床, 在中国南方分布广泛, 其与红土型金矿床虽然具有某些相似性, 但它们之间的差异还是十分明显的。本文选择了云南上芒岗、贵州老万场和湖北蛇屋山 3 个红色粘土型金矿床, 研究了它们各自产出的地质背景、红色粘土层特征及矿体和矿石特征, 讨论了中国红色粘土型金矿床的特点。

关键词:红色粘土型金矿; 地质特征; 红色粘土层; 矿体和矿石特征

中图分类号: P618.51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-2802(2002)01-0048-06

国外将表生风化作用形成的金矿床定名为红土型金矿; 中国则将其称为红色粘土型金矿。

这类有埋藏浅, 易开采、易冶炼、投资少、效益高等特点; 一旦发现, 便可立即开发。近年来, 对其研究已引起普遍关注。

红色粘土型和红土型金矿的差异在于含金地质体的风化程度不同, 即红色粘土型金矿床是指含金较高的地质体经不彻底的风化作用, 使所含的金活化迁移, 在风化壳的某一部位形成的表生金矿床; 红土型金矿是指含金较高的地质体经高度的红土化作用, 使所含的金活化迁移, 并沉淀富集于风化壳的某一部位而形成的表生金矿床。

国外红土型金矿发现于 20 世纪 80 年代。1980 年在西澳大利亚首先发现了博尔顿(Boddington)大型红土型金矿床^[1], 尔后在低纬度地区, 如巴西、美国、斐济、巴布亚新几内亚、印度、越南、马里、几内亚、尼日利亚、加纳、加蓬和塞拉利昂等国^[2-5]发现了大批红土型金矿。

中国的红色粘土型金矿发现于 20 世纪 90 年代。1989 年先在湖北嘉渔蛇屋山找到了表生风化成因的金矿床^[6], 继之在贵州、云南、湖南、广西、江苏等省区先后发现了一批红色粘土型金矿。

1 几个典型红色粘土型金矿床的地质特征

我国红色粘土型金矿床主要集中分布于中南和

西南地区。其矿床地质特征既有共性又具有各自的特点。本文介绍深切山区、高原岩溶区和平原-丘陵区不同地貌单元的云南上芒岗、贵州老万场、湖北蛇屋山 3 个金矿床。

1.1 云南上芒岗红色粘土型金矿床

上芒岗金矿位于云南潞西市西南 37 km, 属于横断山脉西南部的滇西深切山区, 矿区为南亚季风气候, 夏长冬短, 干湿分明, 年平均温度 19.5℃, 年均降雨量 1 653.4 mm。

1.1.1 成矿地质背景 上芒岗金矿床位于两大构造单元结合地带, 以龙陵—瑞丽大断裂为界, 北西侧为高黎贡山褶皱带, 出露元古宇高黎贡山群绿片岩相到角闪岩相变质岩和中生代的花岗闪长岩及超基性岩; 南东侧为福贡—镇康褶皱带, 以震旦—寒武系公养河群浅变质沉积岩为基底, 其上为古—中生代的间歇性沉积。在龙陵—瑞丽大断裂南东侧发育多条北东向的次级断裂, 沿断裂有岩浆侵位、热液蚀变和现代地热活动。

矿区位于龙陵—瑞丽大断裂南东侧(图 1)^[7], 中部出露下二叠统沙子坡组白云岩、白云质灰岩夹灰岩; 北西侧分布上三叠统南梳坝组砂岩、页岩夹放射虫硅质岩和中侏罗统勐戛组泥岩、砂岩、钙质粉砂岩夹灰岩; 南东侧分布中侏罗统龙海组含生物碎屑灰岩、页岩和钙质粉砂岩。第三系上新统呈较薄的红色粘土层沿与龙陵—瑞丽大断裂近于平行的北东向次级上芒岗断裂分布于冲沟和洼地内。

收稿日期: 2001-07-18

基金项目: 国家自然科学基金项目(48973021)和中科院重大项目 A(KZ-951-A1-404)资助

第一作者简介: 高振敏(1939—), 男, 研究员、博士生导师, 从事矿床地球化学和矿物学研究。

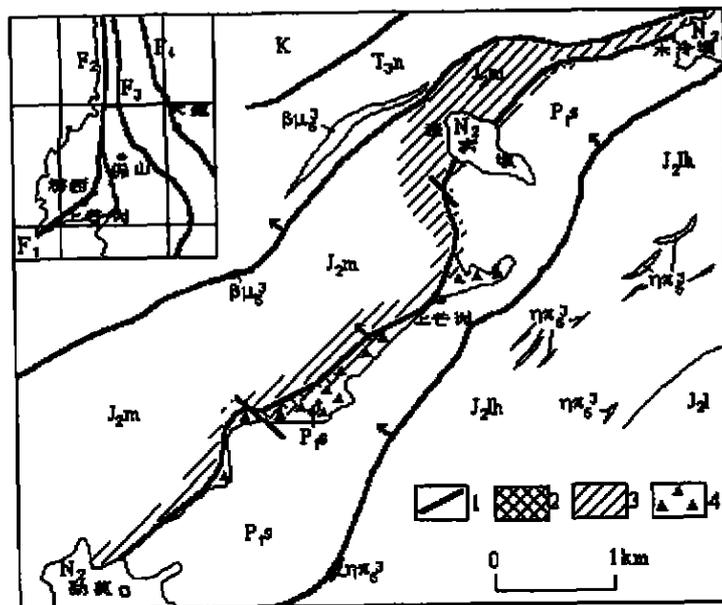


图1 云南上芒岗金矿床矿区地质略图

Fig.1 Geological sketch map of the Shangmanggang gold ore district, western Yunnan province, China
 F₁. 龙陵-瑞丽断裂; F₂. 怒江断裂; F₃. 澜沧江断裂; F₄. 金沙江-红河断裂; N₂. 上新统; K. 白垩系;
 J₂lh. 中侏罗统龙海组; J₂l. 柳湾组; J₂m. 勐戛组; T₃n. 上三叠统南梳坝组; P₁s. 下二叠统沙子坡组;
 β₁₄₃. 辉绿岩; γ₁₃. 二长斑岩; 1. 断裂; 2. 硅化带; 3. 粘土化带; 4. 岩溶坍塌角砾岩
 (据核工业云南地质调查队资料)

矿床沿上芒岗断裂呈北东向分布,全长约7 km,自北东向南西分为果园、麦窝坝、广令坡和羊石山4个矿段。矿化带宽300~500 m,主要在断裂南东侧。矿体呈近水平的似板状和透镜状分布于沙子坡组岩溶面上堆积的红色粘土层中。下部基岩中的断裂破碎带内有燕山晚期强烈的低温热液蚀变,形成原生的卡林型金矿化体,局部形成工业矿体,成为红色粘土型金矿成矿的主要矿质来源。

1.1.2 红色粘土层特征 矿区松散堆积物的成因类型主要有残积、坡积和冲洪积,局部见有崩塌堆积、温泉和沼泽堆积。除分布于现代冲沟内的冲洪积物属全新世外,其余堆积物主要为上新世,其中残积、坡积和崩塌堆积物与成矿关系密切,均经受了红土化作用,构成红色粘土层的主体。综合4个矿段红色粘土剖面的堆积特征,自上而下分为表土带、坡积带、钙华-沼泽带、残积带、腐泥岩带和基岩带(图2)^[7],其中钙华-沼泽带以上为近距离坡积、温泉和沼泽堆积,残积带和腐泥岩带为基岩或崩塌堆积物原地残积成因。各带特征如下:

(1)表土带:最大厚度2 m,由灰棕色高岭石质粘土和腐殖土组成,含有少量硅质、迪开石质砾石和褐铁矿结核。

(2)坡积带:厚4~8 m,由棕黄色、棕色粘土质亚砂土组成,以发育灰白、白色高岭石质粘土组成的枝管状体为特征,含10%的勐戛组泥岩和粉砂岩质次棱角状砾石,以及40%的石英、斜长石、迪开石脉和热液蚀变硅质岩构成的砂粒。

(3)钙华-沼泽带:厚0~4 m。在麦窝坝矿段由灰白、灰色粘土和透镜状钙华组成,含少量石英、斜长石砂粒。在广令坡矿段由灰黑色碳质亚粘土组成,含20%的石英和5%的泥岩、硅质岩。迪开石脉构成的砂粒有大量植物碎屑和少量硅藻、啮齿类骨骼碎片。

(4)残积带:厚2~8 m,为主要赋矿层位,由紫红色砂质亚粘土组成。顶部含20%~30%的赤铁矿和褐铁矿,呈网脉状、结核状,时有黄铁矿假象,并有10%的石英砂。向下赤铁矿逐渐消失,褐铁矿减少,而石英砂增加到30%,并含10%~20%的石英砂岩、泥岩、硅化和粘土化的砂岩、泥岩及迪开石脉构成的次棱角状细砾。

(5)腐泥岩带:在断裂附近岩溶洼地里厚度约8 m,局部漏斗中可达12 m,主要由杂色含砾的粘土质亚砂土组成。

(6)基岩带:由沿断裂分布的低温热液蚀变岩(局部构成卡林型小型工业矿体)及北西侧的中侏罗

统勐戛组细碎屑岩和南东侧的下二叠统沙子坡组白云岩构成。

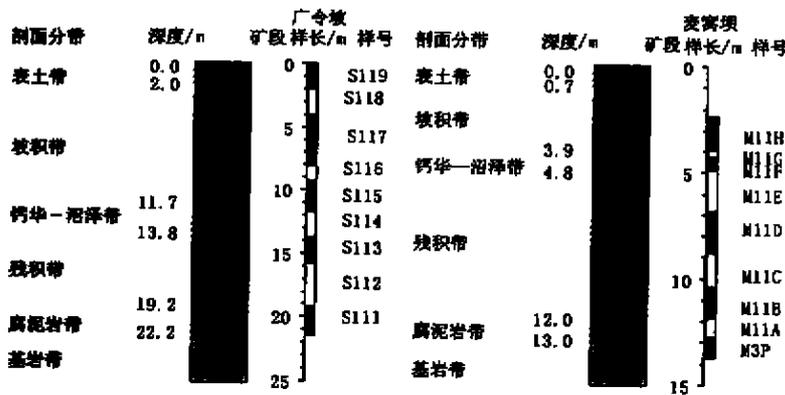


图2 云南上芒岗金矿床红色粘土剖面分带
Fig.2 Red clay profiles of the Shangmanggang gold deposit

1.1.3 矿体和矿石特征 矿体主要赋存于基岩侵蚀面上的红色粘土层中,残积带中金的品位最高。以广令坡矿段为例:在1000×300m范围内共发现3个矿体(表1)。由西向东排列为GI、GII、GIII号矿体。每个

矿体多为长143~240m,宽61~170m。红色粘土层的南西端较厚(最厚40m),北东端较薄(5~6m),故南西端的GI号矿体规模最大,其资源量占该矿段总资源量的82.64%。麦窝坝矿段有5个矿体。

表1 云南上芒岗金矿广令坡矿段红色粘土型矿体特征

Table 1 Characteristics of red clay type orebodies at Guanglingpo ore body of Shangmanggang gold deposit in Yunnan

矿体编号	形状	产状	长度/m	宽度/m	平均垂厚/m	平均品位($\times 10^{-6}$)	厚度变化系数(%)	品位变化系数(%)
GI	透镜状	290°_22°	240	110	11.65	4.74	65.08	88.91
GII	短透镜状	110°_15°	143	170	5.54	3.16	45.09	84.99
GIII	透镜状	256°_16°	233	61	6.48	2.35	58.86	41.63

资料来源:核工业云南地质调查队,云南省路西县上芒岗金矿床广令坡矿段勘探报告,1993。

这些矿多呈纺锤状,矿体主要分布于红色粘土剖面的残积带、腐泥岩带以及坡积带的底部(图3)。

矿体产状平缓,顶板较平,底板随基岩地形而起伏,在岩溶洼地处厚度增大,向两侧逐渐减薄,平均厚度

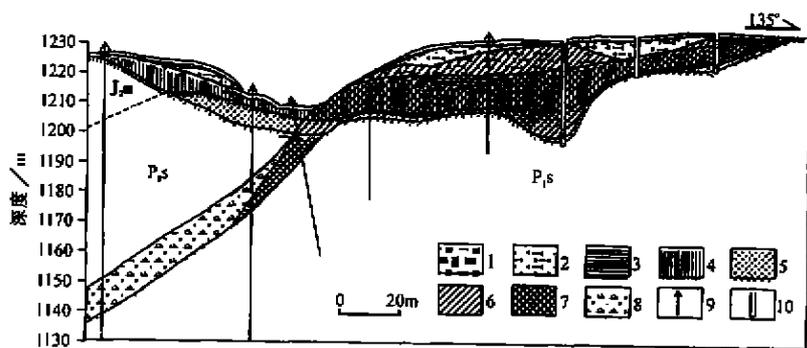


图3 云南上芒岗金矿床0号勘探线剖面图

Fig.1 Geological section along No.0 exploration line of the Shangmanggang gold deposit
J_{2m}, 中侏罗统勐戛组; P_{2s}, 下二叠统沙子坡组; 1. 表土带; 2. 坡积带; 3. 钙华-沼泽带; 4. 残积带;
5. 腐泥岩带; 6. 红色粘土型金矿体; 7. 卡林型金矿体; 8. 断裂带; 9. 钻孔; 10. 浅井
(据核工业云南地质调查队1993资料修改)

5.54~11.65 m,矿体平均品位 $(1.5\sim 8.0)\times 10^{-6}$,大部分矿体位于地下潜水面之上,适于露采。

矿石分为两类:1)红色粘土型矿石占总矿石量的95%以上。矿物成分由粘土矿物、铁矿物、铝矿物和基岩残留的石英、长石及泥质岩、细碎屑岩、硅质岩的岩屑和砾石组成。粘土矿物以伊利石为主,次为高岭石,另有少量绿泥石和蒙脱石;铁矿物主要为针铁矿;铝矿物主要为三水铝石,含量较少。化学成分中以 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 为主。高价铁含量远大于低价铁, $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ 平均值达25.30。粒度以粉粒级($76\sim 2\ \mu\text{m}$)和粘粒级($< 2\ \mu\text{m}$)为主,次为粗砂—砾级。矿石结构有泥质、细砂—粉砂状、含砾状、胶状、显微鳞片状、假象粒状和环边氧化等结构,矿石构造有块状、土状、蜂窝状、斑点状、皮壳状和薄层状等。2)碎裂白云岩型矿石位于矿体底部(风化不整合面)以下1~3 m,由下二叠统沙子坡组白云岩风化的角砾和泥质填隙物组成,具砾状、泥质结构,角砾状构造。品位与泥质填隙物和上覆红色粘土型矿石的品位有关,后者的品位越高,其下的碎裂白云岩型矿石品位越高;故此类矿石多分布于富矿地段。

1.2 贵州老万场红色粘土型金矿床

位于贵州晴隆县南西约40 km处。属云贵高原东部第二梯面的斜坡地带,岩溶作用十分发育,是典型的高原岩溶区红色粘土型金矿床。为大型矿床。

1.2.1 成矿地地质背景 矿区位于扬子陆块西南部褶皱冲断带的弱变形域——碧痕营穹状背斜上(图4)。背斜核部为下二叠统茅口组灰岩,两翼为上二叠统峨眉山玄武岩及龙潭组含煤陆源细碎屑岩夹灰岩,背斜轴迹呈近南北向,南、北两段均被北东向断层破坏。玄武岩底部为火山碎屑岩金含量较高($54.33\sim 58.24$) $\times 10^{-9}$,形成所谓的“大厂层硅质岩”,其内有铈、金等的矿化或矿体。

矿区内主要出露茅口组中下部的厚层状生物碎屑灰岩夹含燧石结核灰岩,产状平缓,被NEE向的高角度安谷断裂切割。该断裂晚近活动比较明显,沿断裂带落水洞、漏斗呈串珠状分布。区内岩浆岩不发育,仅见风化残余的峨眉山玄武岩。基岩中尚未发现热液活动迹象。金矿体赋存在一些岩溶负地形或表面上残存的第四纪红色粘土层中。

1.2.2 红色粘土层特征 在岩溶谷地和剥表面上保留有红土化的第四纪松散堆积物,厚度变化大,最大可达50 m以上。主要有坡残积、崩塌积及冲洪积,局部见洞穴堆积,坡残积和崩塌积与成矿关系密切。

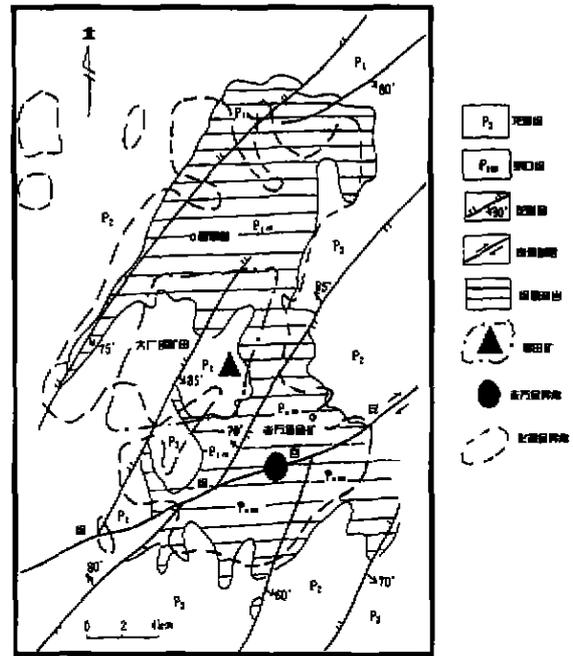


图4 贵州晴隆老万场金矿区域地质略图
Fig.4 Geological sketch map of the Laowanchang gold ore deposit district, Guizhou province, China

(据盛学庸等,1998)

坡残积物以坡积物为主,包括残积及寒冻风化堆积,主要为红色粘土及亚粘土,其成分多为玄武岩、硅化灰岩、硅质岩及凝灰岩等,分布于岩溶丘丛山地的坡麓至坡顶地带;崩塌积物是随岩溶地貌演化多次崩塌、塌陷的堆积物,岩性为硅质岩、玄武岩和砂页岩块等,其中部分风化强烈的硅质岩和硅化凝灰岩含金可达工业品位。

剖面自上而下分为6个带:表土带、红色粘土带、富铁质粘土带、浅色粘土带、富锰质粘土带和基岩带。浅色粘土带以上为近距离崩塌积、坡残积部分,富锰质粘土带为原地残积部分。除基岩带外,各带均可成为含矿层位。金含量平均 3.0×10^{-6} ,其中红色粘土带和富铁质粘土带金含量较高,最高为 20.0×10^{-6} 。

1.2.3 矿体和矿石特征 矿体数量较多,大小差别很大,长度几米至千米不等,构成5个矿体群。主矿体(I号矿体)位于第三级剥夷面(1330~1360 m)上,长约100 m,宽80~250 m。

矿体呈似层状、透镜状、漏斗状和不规则状,常占据整个剖面或位于剖面的中部,产状受地形控制,底板随岩溶侵蚀面的起伏而变化,在溶沟内突然增

大,在石芽、石柱处迅速减小。厚1~60 m,平均厚12 m。品位 $(1\sim 36)\times 10^{-6}$,平均 2.82×10^{-6} 。

矿石分硅质矿石和粘土质矿石。前者为碎屑状或块状,岩块以硅化灰岩居多,其中的硫化物已全部氧化成褐铁矿,呈黄铁矿及其他硫化物假象。粘土质矿石呈红色或砖红色,疏松土状,显微镜下呈砂状、粉砂状结构。胶结物为粘土及少量胶状褐铁矿,呈基底式胶结。

矿石以粉粒级($54\sim 2\mu\text{m}$)和粘粒级($<2\mu\text{m}$)组分为主,因此矿石主要为含砾粉砂质亚粘土。粗粒级矿物成分主要为石英,有少量长石和萤石等。粘粒级矿物以高岭石和绿泥石为主,其次为针铁矿、伊利石和石英,另有少量三水铝石、埃洛石、蒙脱石和无定形二氧化锰及微量锐钛矿。自然金呈次显微颗粒,吸附于粘土矿物和针铁矿边缘。矿石的化学成分以 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 为主,在粘土层底部含有较多的 MnO_2 。

矿石结构有泥状、细砂—粉砂状、含砾状、胶状、显微鳞片状、假象粒状和环边氧化等。矿石构造有块状、土状、蜂窝状、斑点状、皮壳状和角砾状等。

1.3 湖北蛇屋山红色粘土型金矿床

位于湖北嘉鱼县西南约16 km,属江汉平原与鄂南丘陵区过渡地带。该矿床是我国发现最早的红色粘土型金矿床,目前控制资源量达大型规模。

1.3.1 成矿地质背景 位于下扬子台坪武汉—大冶褶皱带西端,嘉鱼—赤壁弧形构造带内侧的蛇屋山倒转背斜中段。矿区及外围第四系广泛分布,基岩零星出露。蛇屋山倒转背斜轴部和倒转翼发育一组东西向的逆冲断裂,在含泥质的灰岩破碎带中发育不同程度的热液蚀变,主要类型有硅化、重晶石化、方解石化、黄铁矿化和雄(雌)黄化,偶见辰砂化。伴随热液蚀变,沿断裂发育原生金矿化。原生金矿化蚀变岩和矿体是红色粘土型金矿的矿源体。

矿区内第四纪覆盖面积达95%,主要由全新统平原组及中更新统善溪窑组残积和残坡积物组成。矿体主要赋存于中更新统的红色粘土层中。

该区气候温暖湿润,年平均降雨量约1100 mm,对金矿的形成十分有利。

1.3.2 红色粘土层特征 矿区第四系松散堆积物广泛发育,厚度较大,最厚达110 m。松散堆积物的成因类型有残积、坡积和冲积、湖积。红土化作用的残积和坡积物与成矿关系最密切。残积物主要为砖红、棕黄、棕色含砾亚粘土,具网纹状构造,砾石主要

为蚀变成因硅质岩、硅化碎裂岩、硅化灰岩,在洼地处最厚可达近百米。坡积物主要为黄红、砖红色粘土质砾及砾质亚粘土,砾石成分主要为硅化岩及微量燧石、重晶石,多呈次棱角状,大小悬殊,最大可达1 m左右,无分选性,断续分布于丘陵顶部山脊上,厚0~25 m,局部可达45 m。

蛇屋山金矿剖面自上而下划分为6个带:表土带、硅质角砾带、网纹粘土带、浅色粘土带、棕色粘土带和基岩带。所有的带中都或多或少含有金,以浅色粘土带为主要含矿层位,金含量为 $(0.3\sim 12.5)\times 10^{-6}$,众值 $(1.6\sim 2.2)\times 10^{-6}$ 。

1.3.3 矿体和矿石特征 矿床由单一矿体组成,呈不规则长条形,全长1520 m,宽170~480 m,分布于蛇屋山—金山南坡,矿体基本连续,呈面状分布。

矿体呈似层状,赋存于网纹粘土带与棕色粘土带之间,产状平缓,略向南或南西倾斜,倾角 $6^\circ\sim 10^\circ$ 。矿体顶板平缓,底板随基岩侵蚀面呈波状起伏,边缘有分叉现象,标高为50~30 m,一般在0 m上下。矿体厚1.0~44.3 m,平均厚13.2 m,矿石品位为 $(1.05\sim 6.88)\times 10^{-6}$,平均为 2.10×10^{-6} ,属不均匀类型。

矿石属含砂砾粘土金矿石,主要由粘土构成。结构疏松。主要矿物成分为石英、高岭石和伊利石,次为埃洛石和针铁矿,并有微量的硬锰矿、胶磷矿、绿泥石、炭质、黄铁矿和重晶石等。金矿物主要为自然金,呈次显微颗粒吸附于粘土矿物和针铁矿边缘。矿石化学成分中 SiO_2 占主要地位($60\%\sim 75\%$),其次为 Al_2O_3 和 Fe_2O_3 ,矿石结构有泥质、粉砂质、含砂砾质、交代残留等结构。矿石构造有土状、条带状、混杂砾状、网纹状、多孔状及铸模孔状等构造。

2 中国红色粘土型金矿的主要特征

综上所述,不同地貌单元的红色粘土型金矿床不仅与区域地质背景密切相关,又与地貌和气候环境密不可分。

(1)各矿床均处于北纬 30° 以南的湿热气候区。矿床均产于上第三纪和第四纪更新世红色粘土层中,成矿物质均来自附近的原生金矿体或矿原岩。

(2)各矿床的红色粘土层主要由残积、坡积和崩塌积形成;下部为原地堆积,上部为近距离搬运堆积。

(3)各矿床矿体的规模大小悬殊,主要与其所处地区新构造运动的活动性有关。构造运动稳定的

地区有利于红土化作用,形成的矿体规模较大,如蛇屋山金矿床。构造运动活跃对红土化作用不利,形成的矿体规模较小,如上芒岗金矿。目前在中国发现的大型红色粘土型金矿仅有蛇屋山和老万场两个金矿床。

(4)矿体在平面上的分布特征与基岩中矿源体的空间产状相关,均受基岩中的构造(主要是断裂构造)所控制。在红色粘土剖面中,主要矿体或矿体的主要部分均位于红色粘土剖面的中下部。

(5)各矿床矿石的表生矿物主要有高岭石、伊利石、绿泥石和针铁矿,其次有埃洛石、蒙脱石和锐钛矿等。其中上芒岗金矿以伊利石为主,老万场金矿以高岭石和绿泥石为主,蛇屋山金矿以高岭石和伊利石为主。三个金矿床的三水铝石都很少。

参考文献:

[1] Davy R, El-Ansary M. Geochemical patterns in the laterite profile at

the Boddington gold deposit, western Australia[J]. *J. Geochem. Explor.*, 1986, 26: 119-144.

[2] Weisheng Zang, Fyfe W S. A three-stage genetic model for the Igarape Bahia lateritic gold deposit, Carajas, Brazil[J]. *Econ. Geol.*, 1993, 88: 1768-1779.

[3] Heylman E B. Nickel-iron-gold laterites in Washington State[J]. *California Mining Journal*, 1986, 56(2): 55-57.

[4] Santosh M, Omana P K. Very high purity gold from lateritic weathering profiles of Nilambur, southern India[J]. *Geology*, 1991, 19: 746-749.

[5] Freyssinet Ph, Leconte P, Edimo A. Dispersion of gold and base metals in the Mboroguene lateritic profile, east Cameroon[J]. *J. Geochem. Explor.*, 1989, 32: 99-116.

[6] 李松生. 湖北蛇屋山红土型金矿床地质和成因[J]. *地质与勘探*, 1993, 29(1): 12-15.

[7] 杨竹森, 高振敏, 饶文波, 等. 滇西上芒岗红色粘土型金矿成因研究[J]. *矿床地质*, 2000, 19(2): 97-104.

[8] 盛学庸, 韩至钧. 一种新类型金矿——试谈老万场式金矿成因及其找矿方向[J]. *贵州地质*, 1998, 15(1): 37-42.

The Red Clay Type Gold Deposits in China

GAO Zhen-min¹, YANG Zhu-sen^{1,2}, LUO Tai-yi¹, TAO Yan¹, RAO Wen-bo¹

(1. *Open Laboratory of Ore Deposit Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guizhou, Guizhou 550002, China;*

2. Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China)

Abstract: The red-clay type gold deposit discovered in southern China is a new type of gold deposit formed by supergenic processes. Although similarities to lateritic gold deposit in out-looking, the red-clay type gold deposit has obviously different features to lateritic gold deposit. Three examples of red-clay type gold deposit were investigated in this work, which are Shangmanggang gold deposit in western Yunnan province, Laowanchang gold deposit in southwestern Guizhou province, and Shewushan gold deposit in southern Hubei province, China. Comprehensive studies have been carried out on the features of red-clay profile, on the features geological background to lateritization and mineralization, on features of ore body and ore. The ore forming geological condition and the main characteristic of red-clay type gold deposit in China were summarized.

Key words: red-clay type gold deposit; geological feature; red-clay profiles; orebody and ores feature