

文章编号:1000-4734(2001)04-0654-05

## 北衙红色粘土型金矿地质特征和成矿条件

崔银亮<sup>1,2</sup> 陈贤胜<sup>1</sup> 晏建国<sup>1</sup>

(1.昆明理工大学地球科学系, 云南 昆明 650093; 2.西南有色地质勘查院, 云南 昆明 650216)

**摘要:**本文系统研究了北衙红色粘土型金矿的地质特征和矿床类型,并从金矿产出的地质背景入手,分析其形成条件,认为是本区很有代表性的一种新的金矿类型,对矿区增储和区域找矿具有重大意义。

**关键词:**北衙红色粘土型金矿;地质特征;成矿条件;云南

**中图分类号:**P618.51 **文献标识码:**A

**作者简介:**崔银亮,男,1966年生,博士研究生,高级工程师,主要从事矿产勘查与地质研究。

## 1 矿区简况

北衙金矿位于扬子准地台西缘丽江台缘褶皱带的南端,属北西—南东向展布的藏东—滇西碱性斑岩多金属成矿带,也属扬子准地台与三江褶皱带的接合部位<sup>[1]</sup>。矿区构造形态为一近南北向的复式向斜,NNE和NNW向两组断裂是本区成矿的主要断裂构造。矿区内目前已发现有浅成斑岩体13个,岩石类型以正长斑岩、石英正长斑岩为主。出露地层自下而上依次为:二叠系灰绿色玄武岩夹凝灰岩,三叠系下统腊美组灰绿色玄武质火山碎屑砂砾岩和黄绿色砂泥岩互层,三叠系中统北衙组灰褐色重结晶铁化灰岩和灰白色白云质砂屑灰岩,第三系上始新统丽江组褐黄色、紫红色砾石粘土、亚粘土、含砾粘土和灰色巨砾钙质角砾岩,第四系残坡积红土。北衙组是本区原生矿的重要矿化地层,第三系和第四系是古砂矿的赋矿层位。

任治机<sup>[2]</sup>将北衙金矿归为红土型金矿,其红土剖面为表土层、钙砾层、杂色层、败色层、腐岩层。笔者将北衙金矿成因类型划分为以下三种类型:与斑岩有关的含金磁褐铁矿型金矿(原生矿)、红色粘土型金矿(古砂矿)、残坡积型金矿。第一种类型的地质研究程度较高,第三种类型目前工业价值不大,第二种是目前认为工业价值高、开发前景好、经济效益显著的类型,本质上与真正的“红土型金矿”在成因、矿石(物)成分和结构、红土

化发育程度等方面有一定的差异,由于它在本区及区域上都有一定的潜在找矿远景和特殊性,故将其单独命名为红色粘土型金矿<sup>[3]</sup>。由于这种类型金矿无论在本区还是在区域上都很有代表性,研究其地质特征与成矿条件不仅可以指导区域上寻找类似矿床,而且可为北衙金矿资源的勘探开发提供科学决策的依据。

## 2 红色粘土型金矿自然剖面特征和红土化发育程度

## 2.1 自然剖面特征

北衙红色粘土型金矿自然剖面(第四系和第三系)自上而下简述如下:

(1)灰色紫色腐植层:由含风化褐铁矿、灰岩、斑岩等残块组成,厚0~6m,含Au 0.008~2.5g/t。

(2)红色粘土层:由红色、褐红色之砂质粘土构成,常混杂有灰岩和砂泥岩碎块,偶见褐黄色褐铁矿碎块,0~40m,含Au 0.008~0.92g/t。

(3)灰色钙质角砾岩层:为致密坚硬的块状石灰质角砾岩,角砾以灰岩为主,局部尚见有砂岩、页岩、玄武岩等成分,胶结物为泥质、灰质、铁质,是北衙矿区特有的盖层,属山麓洪积及河湖相沉积,为红色粘土型金矿上覆盖层,角砾大小0.2~25cm不等,大者0.1~1m,多呈棱角状,少量次棱角状,钙质胶结为主,厚0~47.06m,含金0.0ng/t。

(4)紫红色粘土层:由紫红色、紫黄色、褐红色等为主色调的粘土、亚粘土和氧化铁矿块构成,含

收稿日期:2001-10-24

基金项目:云南省院省校科技合作项目(YK98008-2)

少量( $<5\%$ ),次棱角状至磨圆状砾石,砾径 $0.1\sim 1.0\text{ cm}$ 。主要成分为褐铁矿、磁铁矿、赤铁矿、铁锰质结核、长石、石英等,少量为斑岩、玄武岩、灰岩、砂岩碎块。主要粘土矿物为高岭土、水云母、伊利石、绿泥石等,厚 $3\sim 15\text{ m}$ ,含 $\text{Au } 0.0n\sim 0. n\text{ g/t}$ 。

(5)紫红色含砾粘土层:由紫红色、褐黄色粘土、砂砾及氧化铁矿块构成,砾石呈次棱角状至磨圆状,大小 $0.1\sim 2\text{ cm}$ ,大者 $5\text{ cm}$ ,成分以褐、磁铁矿、铁锰结核、长石、石英为主,厚 $0.2\sim 40\text{ m}$ ,最厚 $110\text{ m}$ ,含 $\text{Au } 0. n\sim n\text{ g/t}$ ,高者为 $n\times 10\text{ g/t}$ 。

(6)褐黄色砂砾石层:砾石为磨圆状,大小 $0.3\sim 10\text{ cm}$ ,砾石主要成分为灰岩、砂岩、斑岩、玄武岩、磁铁矿、褐铁矿、赤铁矿、铁锰质矿物、长石砂岩、钙质胶结或砂泥质半胶结砾岩、角砾岩等,砂砾为铁染粘土胶结,厚 $0\sim 47\text{ m}$ ,含 $\text{Au } 0.00n\sim 0.0n\text{ g/t}$ 。

(7)褐黄色砂质粘土层:偶夹粉砂岩,其矿物成分大致同前层,岩屑、角砾、粘土、砂混存一起,成分复杂,厚 $0\sim 10\text{ m}$ ,含 $\text{Au } 0.0n\sim n\text{ g/t}$ 。

(8)腐岩层:即风化基岩层(灰岩、斑岩等),矿区不同位置其厚度和含金量各异,一般含金 $1.53\text{ g/t}$ ,多呈浅黄色、灰白色、褐黄色、灰绿色的砂质粘土、砂粒、氧化矿块和疏松原岩砂屑出现。含矿原岩为正长斑岩者,风化后为土黄色、浅灰色,主要由高岭土、伊利水云母等组成;含矿原岩为煌斑岩者,风化为灰绿色,由绿泥石、蒙脱石、长石等组成;含矿原岩为灰质白云岩,风化呈褐黄色,由粘土化、土状、砂糖状碳酸盐矿物和铁锰质土组成。

上述自然剖面与红土化理想剖面所包括的“表土层、豆石层、红土层、杂色层、浅色层、腐质

层、腐岩层、基岩层”对比,发育不完整,红土化程度较浅,主要表现为铁的次生迁移与富集,多未达到铝、硅的迁移富集,因此称为红色粘土型金矿。该类型矿床规模较大,埋藏浅,开发利用价值高,为矿区中的一个重要类型。据统计北衙红色粘土型金矿中有 $76\%$ 的金分布在红色含铁粘土层中,浅黄色粘土层中的金约为 $23\%$ 左右。

## 2.2 红土化发育程度

红土型金矿的形成必须经历一定程度的,伴随 $\text{Si}$ 淋滤和 $\text{Al}$ 、 $\text{Fe}$ 富集的红土化作用。所以,红土化发育程度是关键,可用风化系数或风化率来衡量红土层的成熟度或风化程度,用得最多的是硅铝系数( $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ )、铝铁系数( $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$ )、铝铁硅系数( $\text{R}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ )。前两者越小,后者越大,红土化进行得越彻底。李文达等<sup>[4]</sup>将铝铁硅系数的倒数称为红土化指数,对华南大量红土剖面研究后,得出结论:当红土化指数 $>1$ 时,表明处于红土化前期或初始阶段,而 $<1$ 时为成熟阶段。冯金良<sup>[2]</sup>也将红土风化过程大致分为三个阶段即粘土化阶段、富铁化阶段、富铝化阶段。有学者认为在我国红土化进行得不彻底,并得出找寻红土型金矿前景不佳的结论。孙承兴<sup>[5]</sup>认为不一定需要红土化发育到成熟阶段或强富铝化程度,在金的初始富集区,只要经历了一定程度的红土化作用,就有形成该类矿床的可能。从表1数据可看出北衙地区红土属轻度富铝化粘土,反映了红土化作用初始阶段的特点,即粘土化阶段。

## 3 红色粘土型金矿类型

红色粘土型金矿根据产出特征可分为三类。

表1 北衙红土自然剖面氧化物含量和特征值

Table 1. The oxide contents and some characteristic values of the Beiya lateritic natural section in BeiYa

| 红土剖面分层   | 厚度<br>/m | 样数<br>/件 | 化 学 成 分 /%     |                         |                         |              |              |                      |                       | 特 征 值                                |   |       |
|----------|----------|----------|----------------|-------------------------|-------------------------|--------------|--------------|----------------------|-----------------------|--------------------------------------|---|-------|
|          |          |          | $\text{SiO}_2$ | $\text{Al}_2\text{O}_3$ | $\text{Fe}_2\text{O}_3$ | $\text{CaO}$ | $\text{MgO}$ | $\text{K}_2\text{O}$ | $\text{Na}_2\text{O}$ | $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ | $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$ | 红土化指数 |
| 灰色紫色腐植层  | 1.10     | 2        | 35.16          | 21.47                   | 26.73                   | 0.94         | 1.08         | 0.09                 | 1.26                  | 2.79                                 | 1.26  | 1.55  |
| 红色粘土层    | 2.30     | 2        | 33.41          | 24.30                   | 27.13                   | 0.89         | 1.15         | 0.13                 | 1.07                  | 2.33                                 | 1.40  | 1.37  |
| 灰色钙质角砾岩层 | 3.15     | 2        | 1.81           | 0.68                    | 0.73                    | 31.35        | 18.10        | 0.11                 | 0.91                  | 0.01                                 | 1.46  | 2.66  |
| 紫红色粘土层   | 1.90     | 2        | 34.13          | 15.29                   | 31.77                   | 0.68         | 0.89         | 0.13                 | 1.42                  | 3.80                                 | 0.75  | 1.63  |
| 紫红色含砾粘土层 | 1.73     | 3        | 33.61          | 14.47                   | 32.78                   | 0.80         | 0.94         | 0.09                 | 1.23                  | 4.00                                 | 0.69  | 1.65  |
| 褐黄色砂砾石层  | 1.52     | 2        | 33.40          | 14.16                   | 33.70                   | 0.70         | 0.83         | 0.15                 | 1.33                  | 4.00                                 | 0.66  | 1.60  |
| 褐黄色砂质粘土层 | 2.65     | 3        | 32.81          | 15.27                   | 33.83                   | 0.73         | 0.92         | 0.13                 | 1.37                  | 3.67                                 | 0.71  | 1.53  |
| 腐岩层      | $>1.70$  | 3        | 16.9           | 4.00                    | 5.93                    | 46.38        | 7.93         | 3.10                 | 0.08                  | 0.39                                 | 4.67  | 0.80  |

注:原始数据由西南有色地质测试中心柳昆华测定。

### 3.1 (古)掩埋喀斯特洞穴堆积红色粘土型金矿

正在发育的和保留有洞穴空间的,或仅被表层现代残坡积物充填的喀斯特称为现代喀斯特;被沉积物、侵入物和塌陷物充填的喀斯特称为古喀斯特或掩埋喀斯特,二者都存在过渡状态,无严格明显的界线<sup>[6]</sup>。各式各样喀斯特洞穴为红土成矿作用提供了重要的储矿场所。浅部的掩埋喀斯特充填金矿体已被大量开采,矿体形态十分复杂,常常富含矿囊。喀斯特洞穴堆积红色粘土型金矿体的规模可以很大。如笔架山深部开采的一个矿体,为典型的掩埋喀斯特洞穴堆积的红色粘土型金矿体,矿体(洞穴)直径大于40 m、高大于50 m,其含金砂泥呈黄褐色。据采矿的民工介绍,矿体金品位介于2.0~5.0 g/t之间,易采。

### 3.2 (古)河床阶地和古风化壳相红色粘土型金矿

古河床阶地、古风化壳砂矿是北衙地区主要的红色粘土型金矿类型,分布于该区第三系上始新统丽江组下部杂色-紫色含砾粘土中,区内独有分布,特征明显。矿体的分布也具河床相特征<sup>[6]</sup>,剖面上呈槽状或倒梯状,平面上蜿蜒曲折,矿体厚度1~15 m,产出较不稳定。万福山东坡和西坡一带,矿体直接不整合产在糖粒状蚀变灰岩之上,其上部普遍发育一层湖相沉积粘土,矿体的下界面凸凹不平,具有在地表喀斯特发育起来的湖相沉积特点,矿体厚5~25 m,平均品位1~3 g/t。

### 3.3 现代残坡积和喀斯特洞穴堆积红色粘土型金矿

原生矿和上述两类矿床、矿化体在暴露地表后遭受风化剥蚀搬运和改造迁移,形成残坡积或充填于洞穴、漏斗中。矿石特点是褐红色的岩屑、角砾、砂、红色粘土混合在一起,成分复杂,因剥蚀区地层、岩性、矿床特征而变化,无胶结或松散钙质、泥质胶结。这种类型虽然不能构成大规模工业矿体,但可能形成局部富集,已是民采的重要目标之一。从找矿角度来看,其分布特征和富集程度具有重要指示意义。大多分布在铁矿塘—桅杆坡、桅杆坡—笔架山、笔架山西坡、金沟坝—红泥塘、北衙坝子等地。

## 4 矿体特征

红色粘土型金矿呈面型分布,系自然金和含

金褐铁矿被粘土胶结。红色和褐红色是矿区的基本色调。矿体一般多呈似层状、层状、“毡”状、扁豆状、透镜状产出,产状平缓。其上为厚薄不等的盖层覆盖,南厚北薄,平均厚度45.15 m。矿区北段埋藏较浅,向南埋深增大,矿区及外围有第三系分布区都可能有该类型矿体的产出,是一种具有较大潜在资源远景的新类型。

矿区以80号红色粘土型金矿体为代表,其特征是:金矿体为产于第三系上始新统丽江组底部的紫红色含褐铁矿、磁铁矿砾石砂质粘土,总体赋存于不整合面之上,呈缓倾斜似层状面型分布。已控制南北长800 m,倾斜宽220 m。在0.176 km<sup>2</sup>范围内,投入的13个工程,见矿率为100%,矿体厚1.00~17.42 m,平均厚度6.66 m,金品位0.60~4.18 g/t,平均1.64 g/t。厚度变化系数62%,品位变化系数67%,属规模中等,品位较均匀,厚度较稳定的似层状矿体。

矿石结构主要为泥状结构、砂状结构、砂泥状结构、残余结构等;矿石构造主要有土状、多孔状、角砾状、网纹状、蜂窝状、炉渣状、皮壳状、结核状、豆状、胶状等。主要金属矿物有褐铁矿、磁铁矿、赤铁矿、针铁矿、软锰矿,非金属矿物主要有长石、蒙脱石、方解石,少量高岭土。矿物成分上主要表现为红色亚粘土、粘土为主和大量褐铁矿(针铁矿)出现,未见三水铝石、次生硅壳等富铝硅矿物大量出现。金矿物以自然金和银金矿为主,粒度细(0.5~9 μm),为显微金-次显微状单体,呈不规则粒状、不规则片状、树枝状被褐铁矿(针铁矿)、软锰矿、粘土矿物吸附,嵌布在这些矿物的边缘、孔洞、粒间和裂隙中,有时为褐铁矿膜包裹。金矿物成色为873.2,与国内外大多数红土型金矿相比稍低<sup>[7]</sup>,反映了快速抬升区红土型剖面发育程度差异导致了金银分离不足的特点。

## 5 红色粘土型金矿与含金磁褐铁矿型金矿的关系

野外观察和室内分析发现,红色粘土型金矿的产出和分布与含金磁褐铁矿型金矿呈紧密伴生关系。矿区在三叠系北衙组形成之后,在J—E漫长的地质年代中,一直为古风化侵蚀地区,原生含金磁褐铁矿经风化剥蚀迁移,在其附近凹陷盆地及河谷中经红土化成矿作用便形成红色粘土型金矿,后者的富集则受物源和地貌的控制,如万福山52号矿体与80号红色粘土型矿体在平面、剖面

上均表现出这种明显的依存关系(图 1 和图 2)。因此,矿区经初步勘查探索,红色粘土型金矿在万洞山两侧盆地凹陷地段及红泥塘与笔架山间凹陷盆地内富集较好。在矿区工作中发现的这一规律为在红色粘土型金矿旁侧北衙组地层中找含金磁褐铁矿型金矿或在含金磁褐铁矿旁第三系地层中寻找红色粘土型金矿起到重要的指导作用。

## 6 红色粘土型金矿的形成条件

### 6.1 矿源体

能为形成红色粘土型金矿提供金来源的地质体称为矿源体,可分为含金较高的岩石和原生金矿(化)体或矿脉。地处扬子地台西缘的北衙矿区,自印支期以来,多次受到青藏板块的俯冲、挤压,沿金沙江—哀牢山深断裂带旁侧深部幔源碱性岩浆多期次上升侵位、萃取深部的成矿物质,为

金多金属硫化物矿的形成提供了物质来源和热源。区内丰富的富含金多金属的富碱斑岩(包括煌斑岩)及蚀变岩石和原生金矿体(脉)是形成红色粘土型金矿的基础和前提。

### 6.2 地理和气候

红土化主要发育在热带和邻近回归线的亚热带地区,与炎热且干、湿交替的气候因素有关。早第三纪云南古气候以炎热干旱-半干旱为主,不利于红土化成矿作用进行。新构造运动期内,晚第三纪云南处于低纬度区,大部分地区为热带-亚热带高原湿润气候区,雨量充沛,气候温暖潮湿。北衙矿区三叠纪以前本区以海相沉积为主,并间夹数次滨海-沼泽相沉积,属温暖潮湿的气候。据上覆丽江组钙结砾岩及角砾岩以及邻区侏罗系、白垩系及古新世、始新世红层和盐矿的沉积孢子花粉等其它证据,说明这段时期为半干旱亚热带气

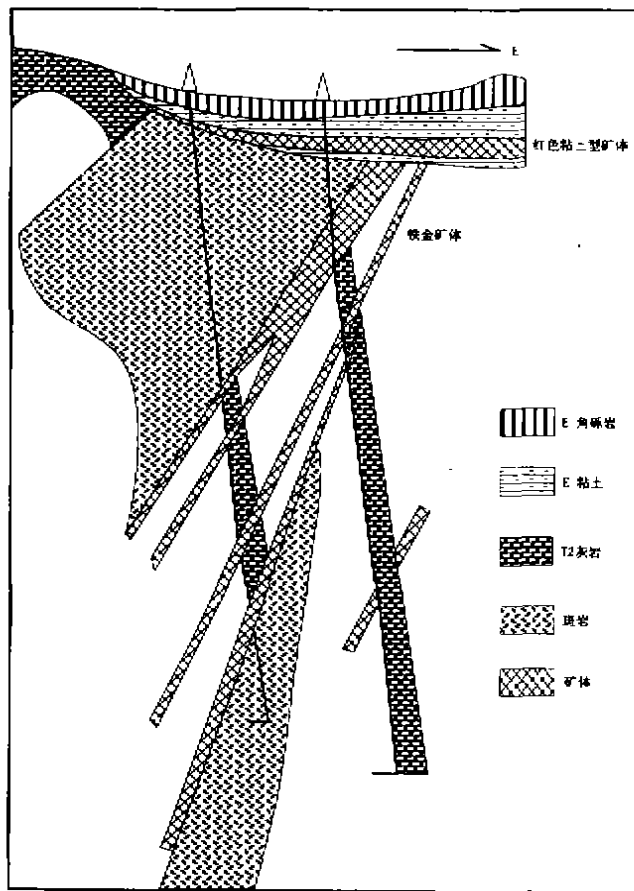


图 1 北衙红色粘土型金矿与含金磁褐铁矿型金矿关系剖面图

Fig. 1. The relationship profile between gold-magnetic-limonite- and laterite clay-type gold deposits.

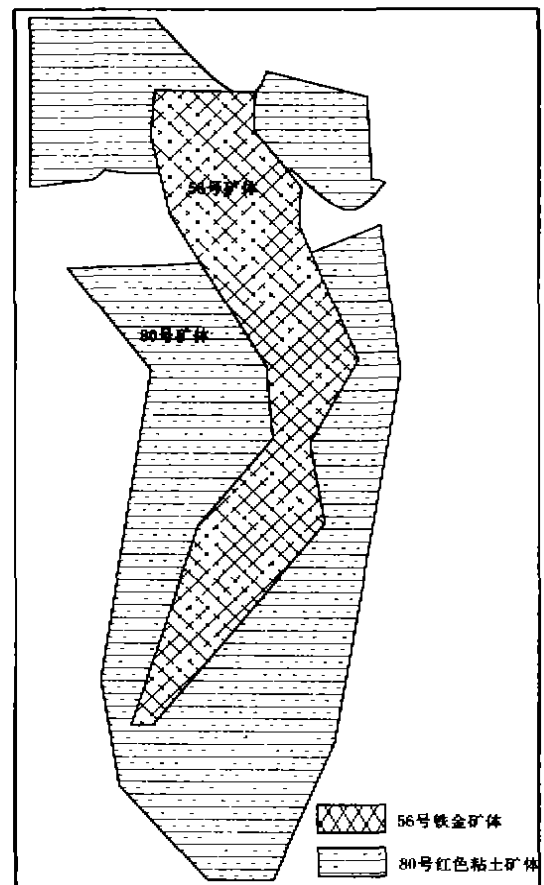


图 2 红色粘土型与含金磁褐铁矿型金矿赋存关系水平投影图

Fig. 2. The horizontal projection of host relations between gold-magnetic-limonite- and laterite clay-type gold deposits.

候,该区年平均气温约 18.6℃,年降雨量约 913 mm,80%的降雨量集中于 6~8月的雨季,是长年干湿交替的亚热带气候,加上新老第三纪的红土化夷平期和第四纪红土化沉积期<sup>[2]</sup>。这些基本条件均有利于红土化成矿作用的进行,气候对红土化起着决定性的作用。

### 6.3 构造环境和地貌

地貌是新构造运动过程中红土发育的主要控制因素。北衙的封闭汇聚向斜盆地与层状岩溶洞穴地貌是本区金银等矿化元素次生迁移富集成矿的基本条件。

大地构造环境直接或间接地影响着区内金矿体的形成和保存。据国外资料,Boddington之所以能形成目前世界上最大的红土型金矿,其中一个重要原因就是它地处长期稳定的皮尔巴拉地盾上;我国蛇屋山红土型金矿也是处于相对较稳定的扬子准地台内。现有资料表明,构造稳定并伴随有相对缓慢上升,以及相对平坦的地貌环境有利于红土层及其矿产的形成。

岩相古地理研究表明,中三叠世,丽江—大理一带为稳定的潮坪环境,沉积了北衙组化学性质

较活泼的灰岩;新生代由于该区不断缓慢抬升隆起,构造活动相对稳定;早第三纪始新世的山麓冲积、洪积作用,在北衙向斜盆地内沉积了含金红色粘土和砾石层。三叠纪末诺利期后,本区处于隆起成陆后的剥蚀期,因而缺失侏罗系和白垩系,在岩体侵入成矿后的几十个百万年间,一直处于氧化剥蚀阶段,潜水面以上氧化带内矿体的氧化程度高,地表常见软锰矿、硬锰矿。

新构造期是云南红土型金矿的主要成矿期<sup>[7]</sup>。可进一步分为两个亚期:一是中新世到上新世,地壳活动主要是断块运动,云南的古夷平面开始解体,广大地区形成低山丘陵和星罗棋布的湖盆,地形高差不大,红土化作用稳定发展,形成厚度较大的红土风化壳,该时期以湖泊水系为主,剥蚀力较弱,有利于风化壳的保存,这是新生代云南红土型金矿形成的极好构造和地貌环境;另一亚期表现为第四纪地壳间歇性抬升,湖盆先后消失,河流贯通,河谷下切,出现河流水系,并逐步形成高山区及山间盆地地貌。北衙红色粘土型金矿主要形成于第三纪始新世及其之后,并集中分布在北衙向斜盆地内的缓坡、平台及低凹地带。向斜盆地是红色粘土型金矿的有利聚集场所。

### 参 考 文 献

- [1] 云南省地质矿产局. 云南省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1989. 572-573.
- [2] 任治机,刘继顺. 三江南段试验区 Cu、Au 等矿产区域成矿条件及区域综合找矿模型研究[R]. 西南有色地质勘查局科研报告, 2000. 64-65.
- [3] 晏建国,崔银亮,陈贤胜. 北衙金矿成矿预测、验证设计与地质经济评价[R]. 西南有色地质勘查院,2000. 4-5.
- [4] 李文达,王文斌,程忠富,周汉民. 华南红土化作用地球化学及红土型金矿形成的可能性[M]. 北京:地质出版社,1995. 24-41.
- [5] 孙承兴,罗梓,戴福盛. 红土型金矿某些地质特征、成矿条件再认识及其意义[J]. 云南地质,1999,18(4):435-436.
- [6] 蔡兴平,赵大升,刘秉光. 滇西北衙金矿床特征、成因及靶区预测[R]. 中国科学院地质研究所科研报告,1994. 2-3.
- [7] 李志群. 云南红土型金矿床地质特征及成矿条件研究[J]. 矿产与地质,1998.12(3):160-161.

## GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND METALLOGENIC CONDITION OF LATERITIC CLAY-TYPE GOLD DEPOSITS IN BEIYA

Cui Yinliang Chen Xianshen Yan Jianguo  
(Southwest Minerals Exploration Institute, Kunming 650216)

**Abstract:** The paper comprehensively and systematically studies the geological characteristics and types of the lateritic clay-type gold deposits in Beiya, and analyses the ore-forming condition starting with the geological background of gold deposits. The authors considered that this type of gold deposits is a representative, new deposit type in this area and is of great significance in expanding ore reserves of the mining area and regional prospecting

**Key word:** lateritic clay-type gold deposits in Beiya; geological characteristics; metallogenic condition; Yunnan