

## 西南三江新生代矿集区的分布格局及找矿前景

王登红<sup>1)</sup> 杨建民<sup>1)</sup> 闫升好<sup>1)</sup> 徐 珏<sup>1)</sup> 陈毓川<sup>2)</sup>  
薛春纪<sup>3)</sup> 骆耀南<sup>4)</sup> 应汉龙<sup>5)</sup>

(1)中国地质科学院矿产资源研究所,北京,100037; 2)中国地质科学院,北京,100037;

3)长安大学,西安,710054; 4)四川省地质矿产勘查开发局,成都,610081;

5)中国科学院地质与地球物理研究所,北京,100029)

**摘 要** 西南三江地区是我国最重要的新生代成矿区(带),其中分布着一系列各具特色的矿集区,如以铜多金属为主(玉龙),以铅锌为主(金顶),以稀土为主(牦牛坪),以金为主(哀牢山)等等。研究中在对这些矿集区的基本特点进行归纳的基础上,探讨了矿集区分布的基本格局(即两横两纵两斜加一点)及其构造背景,认为进入新生代以来,中国经历了“东降西隆”的构造大反转,而三江正好位于枢纽部位,地壳块体水平方向强烈的挤压和垂直方向活跃的运动可能是制约三江地区地质构造和成矿格局的主要原因。在此基础上,提出了3个可以扩大远景的矿集区和3个潜在的矿集区,进一步探讨其新的找矿方向。

**关键词** 矿集区 分布格局 构造演化 新生代 西南三江 找矿方向

Cenozoic Ore Concentration Areas in the Sanjiang Region,  
SW China: Tectonic Setting and ExplorationWANG Denghong<sup>1)</sup> YANG Jianmin<sup>1)</sup> YAN Shenghao<sup>1)</sup> XU Jue<sup>1)</sup> CHEN Yuchuan<sup>2)</sup>  
XUE Chunji<sup>3)</sup> LUO Yaonan<sup>4)</sup> YIN Hanlong<sup>5)</sup>

(1) Institute of Mineral Resources, CAGS, Beijing, 100037; 2) Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100037;

3) Chang'an University, Xi'an, 710054; 4) Sichuan Bureau of Geology and Mineral Resources, Chengdu, 610081;

5) Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100029)

**Abstract** The Sanjiang (Nujiang River, Lanchangjiang River and Jinshajiang River) region in SW China is the most important Cenozoic metallogenetic belt in China, where ore concentration areas are widely distributed. For example, the largest Cu deposit in China is located in the Yulong ore concentration area, the largest Pb-Zn deposit in China occurs in Jinding area, the second largest REE deposit in China is situated in Maoniping area, the largest blue asbestos deposit in China lies in the Dali-Yao'an area, and the largest coal deposit in South China rests in the Zotong area. Generally, all of these areas show a distribution pattern of "two horizontal, two vertical, two diagonal and one spot" model. Such a distribution model is consistent with the regional tectonic setting. During Cenozoic, the Chinese earth crust changed greatly, characterized topographically by thickening in the southwest and thinning in the east or uplifting in the west and depressing in the east. Located in the central part of South China, the Sanjiang region was subjected to strong horizontal squeeze from different directions and was attacked by mantle materials and affected by heat and fluids from mantle source, resulting in the formation of complex tectonic setting and a lot of ore concentration areas. Among the nine mature ore concentration areas, three developing areas and three potential areas are delineated. Besides, this paper has put forward some views for further prospecting work in the Sanjiang region, for example, Pre-Cenozoic deposits, especially massive sulfide deposits, could be exposed to surface by large scale slip, shear or thrust structures, and geological fluids could precipitate mantle-source metals in Cenozoic basins along marginal deep faults.

**Key words** ore concentration area tectonic setting Cenozoic Sanjiang (Nujiang-Lanchangjiang-Jinshajiang) region exploration suggestion

本文为国家重点基础研究项目“大规模成矿作用及大型矿集区预测”(G1999043203)的成果之一,并得到地质大调查项目(K1.4-3-4)、国家计委专项及国土资源部1999年一般项目(992024)资助。

改回日期:2002-2-4;责任编辑:官月萱。

第一作者:王登红,男,1967年生,研究员,长安大学兼职教授,主要从事成矿学研究。

西南三江地区在此是指“大三江”,即包括松潘-甘孜褶皱带,其北、东、西界分别以东昆仑-西秦岭、龙门山-锦屏山和滇西那弄-高黎贡断裂带为限,向南延入中印半岛,总体上为 SN 向延伸的构造带(骆耀南等,2001)。这里是中国新生代构造最活跃、也是成矿作用最发育的地区之一,已经成为西部矿产勘查与开发的最佳目标区(戴自希等,2001)。中国目前最大的成型铜矿(玉龙铜矿)、铅锌矿(金顶铅锌矿)、锗矿(临沧锗煤矿)、蓝石棉矿(高峰寺蓝石棉矿)及中国南方最大的稀土矿床(牦牛坪稀土矿,仅次于白云鄂博)和煤矿(昭通煤矿)、硅藻土矿(寻甸先锋硅藻土-煤矿)等一批重要矿床均位于此,并形成于新生代这一极其短暂的地质历史时期,因而具有重要的意义。三江地区地质复杂,地势险要,工作程度低,是一个极具找矿潜力的地区,如四川义敦-夏塞一带随着银矿的不断突破很可能在近期内发展成为国内最大的以银为主的矿集区。另外,大渡河和哀牢山是两个金矿集中的地区,大部分的金矿正在开采,为发展国民经济起了重要作用,同时也有新的发现,如云南发现了小水井金矿。因此,虽然对于西南三江的成矿作用和区域成矿规律已经进行过大量工作(陈文明等,2000;骆耀南等,2001;王成善等,2001),并取得了显著的进展,但从成矿集中区的角度来研究西南三江的成矿规律仍然很有必要。另外,对于西南三江的构造环境及其演化历史,前人已经进行了广泛的研究,取得了大量的成果(潘桂棠等,1990;尹安,2001),但还很少有人从矿集区的角度来探讨区域构造演化问题,在此将对这一问题进行初步的探讨。

## 1 矿集区的基本特征

从成矿作用本身的特点出发,结合区域地质背景和成矿程度,将西南三江地区主要形成于新生代的矿集区划分为玉龙、大渡河、冕宁-德昌、金顶、哀牢山、腾冲、个旧和昭通等 8 个成熟的矿集区,义敦、杨柳坪和大理等 3 个近期可扩大的矿集区和三江蜂腰、木里-潞西及东川等 3 个潜在的矿集区。此处,“成熟的”、“近期可扩大的”和“潜在的”都是相对的概念,其中,成熟的矿集区是指已经拥有大型甚至超大型矿床的地区;近期可扩大的矿集区是指已经有了大型或多个重要矿床但通过近期工作仍可能取得较大进展的矿集区;潜在的矿集区则是指成矿条件

较好、矿点较多,但由于工作程度低等原因而尚未取得突破的地区。

**玉龙矿集区:**位于察雅中新代凹陷区,成矿时伴随有剪切断裂和右行走滑。是中国目前最大的铜矿集中区。成矿作用主要与 52~37 Ma 期间中酸性斑岩有关,并在表生过程中得到氧化富集,包括玉龙、马拉松多、莽总、多霞松多等斑岩型铜钼矿床,伴生有金、银、铅、锌。

**义敦矿集区:**位于德格-乡城银铅锌多金属成矿带,该成矿带是在昌台-乡城晚三叠世岛弧构造带的基础上发展起来的,成矿作用从中生代延续到新生代,是近年来在找矿方面进展很快的一个矿集区。包括 3 个矿床成矿亚系列,即中生代初期岛弧环境下与中酸性火山岩有关的铅锌银多金属矿床成矿亚系列(以呷村为代表)、中生代晚期-新生代初期碰撞造山过程中形成的与花岗岩有关银锡多金属成矿亚系列(以夏塞为代表);造山隆升后陆内剪切-走滑构造带与流体作用有关的金矿床成矿亚系列(如嘎拉金矿)。

**杨柳坪矿集区:**位于四川丹巴变质核杂岩外围古生代地层分布区,根据近年来四川区调队等单位的工作,变质作用持续到新生代,并且在杨柳坪铜镍铂多金属矿床的围岩(黑云母角闪岩)中测得 62.3 Ma 的热事件年龄,而杨柳坪矿区除了形成于古生代的岩浆型铜镍硫化物矿床外,还存在时代未定但属于热液型的铂族元素成矿作用,2000~2001 年期间,在鱼海子等地发现 3 条切割古生代地层的 Pt-Au 矿脉,表明成矿作用不只局限于古生代。证明这是一个很有潜力的新矿集区,除了铜镍铂矿外,还有铜炉房等金矿,同时也是我国仅次于阿尔泰的第二大伟晶岩型白云母矿床集中区,伟晶岩的容矿围岩(混合花岗岩)形成于 62.0~63.2 Ma(锆石和 Rb-Sr 等时线年龄,1:5 万丹巴幅资料),而伟晶岩中白云母和长石的年龄为 24.5~25.0 Ma<sup>①</sup>。

**大渡河矿集区:**主要位于康滇地轴之康定杂岩分布区并可延伸到康定杂岩的震旦系盖层分布区,成矿作用是随着早、晚第三纪之间(25 Ma 左右)的一次区域性构造事件而发生的,伴随有康定杂岩的隆升、局部的伸展、基性岩墙的侵入和大规模的构造走滑与剪切;成矿流体具有明显的深部来源特点,不排除成矿物质及部分流体直接来自于地幔的可能性。典型矿床有黄金坪、三碛、白金台子、黑金台子、

① K-Ar 法和 Ar-Ar 法,为四川地质科学研究所提供。

若吉、偏岩子等金矿。

**冕宁-德昌矿集区:**主要分布于攀西构造-成矿带的中部,是中国南方最重要的轻稀土矿床集中产区,已发现牦牛坪和德昌2个大型矿床及1个中型和5个小型矿床。成矿作用主要与来自于地幔的碱性花岗岩类有关,形成于新生代造山过程中。该地区具有巨大的找矿潜力,是中国稀土资源的重要基地(Wang Denghong 等,2001)。

**金顶矿集区:**位于昌都-思茅陆块上的中新生代凹陷带,是兰坪-思茅铅锌银多金属成矿带的主体,形成于青藏高原整体隆升之前的走滑拉分盆地中,成矿过程中有显著的幔源流体和成矿物质的加入,成矿后由于EW向的逆冲推覆而使矿体被推覆、覆盖。除了超大型的金顶铅锌多金属矿床外,近年来又发现了白秧坪、金满、富隆厂等地的Ag、Cu、Co、Au多金属矿床。

**大理矿集区:**位于滇中新生代凹陷的北部,既受到NW、NE和NS向三组主要构造断裂的围限,又有大量的新生代岩浆岩侵入,因此成矿作用异常活跃,矿床类型多样化且比较特殊,包括高峰寺的蓝石棉矿、姚安的镜铁矿型金矿、老街子的碱性岩型银铅锌矿、金厂箐和马厂箐的斑岩型铜钼矿床及扎村和北衙等地的斑岩型金多金属矿床。

**腾冲矿集区:**主体位于怒江断裂带的西侧,成矿作用与中新世代的岩浆作用关系密切,除了形成梁河来利山的锡矿、百花脑的稀有金属矿床、贡山培里和小龙河的锡矿、麻花坪的W-Be矿床等(毛景文,1988),还有一系列的与第四纪火山岩有关的硅藻土等沉积矿床。

**个旧矿集区:**位于哀牢山断裂带的北东侧,以锡为主的多金属成矿作用主要发生在燕山晚期,但延伸到新生代,并且在第四纪形成了相当大比重的砂锡矿(占锡矿储量一半以上)。

**哀牢山矿集区:**位于哀牢山板块缝合带,特提斯的碰撞构造带到了新生代仍有活动并且表现为大规模的走滑或“逸出”,成矿作用与煌斑岩或正长斑岩有关,部分矿体产在蚀变基性-超基性岩体中(如墨江金矿),部分产在地层中(如小水井);成矿时代跨度较大。

**昭通-小龙潭煤矿矿集区:**主要分布于滇东古生界地层分布区,但在三江地区也有大量的聚煤盆地,聚煤作用均主要发生在第三纪的断陷盆地中。一般来说,滇东的煤矿已经不属于三江地区,但盆地及成矿作用的发生与第三纪特别是晚第三纪喜马拉雅运

动的远程影响以及深大断裂的影响密切相关(但又没有被造山运动破坏而保留下来),构成中国南方新生代最重要的煤-硅藻土矿集区。在三江构造带也有一系列的新生代沉积盆地,其中煤的规模虽然不大,但Ge和U(可能还有其它分散元素)的聚集作用却是不可忽视的。

**三江蜂腰、东川和木里-泸西矿集区:**此类属于潜在的矿集区,调查和研究程度很低,但成矿条件较好,其中三江蜂腰和东川2个矿集区呈SN向排列,受到强烈的EW向构造挤压,一些古老的变质岩已经被剥露出来,从其盖层中脱离出来的流体很可能最终定位于“干巴巴”的变质岩及其周边的构造带中,并可能形成类似于大渡河型的金矿床,东川地区布卡和拖布卡2个金矿的发现即是证明(李志伟等,2000)。近年来在木里-泸西矿集区的中段发现的梭罗沟金矿也产于变质岩穹隆外围的三叠系盖层推覆-剪切带中。因此,只要深入工作并根据成矿规律来找矿,这三个潜在的矿集区一定会取得突破而成为真正的矿集区。

## 2 矿集区的分布格局及构造背景初探

西南地区是中国新生代内生成矿作用和外生成矿作用均发育的地区,金属矿产包括铜钼、铅锌、金(含砂金)银、锡、锑、稀土、稀有、铀等,非金属矿产包括石油、天然气、煤、泥炭、蓝石棉、硅藻土及各种盐湖矿产资源。其中,内生金属矿床主要与构造-岩浆活动有关,非金属矿产资源除了与大地构造环境有关外,还在很大程度上受到表生环境及气候条件等多种元素的制约。

从图1可以明显看出,西南三江地区新生代矿集区的分布构成“两横两纵两斜加一点”的宏观格局,其中,“两横”(图上未圈出)包括“北横”和“南横”,“北横”指四川北部、三江(及大渡河、嘉陵江)上游主要由砂金矿床和泥炭等通过表生成矿作用形成的矿集区(大部分矿床已经出图),“南横”包括云南南部主要由红土型金矿、风化型镍矿等通过表生作用形成的矿集区。“两纵”包括“西纵”和“东纵”,“西纵”是指沿怒江、澜沧江及金沙江上游一带分布的矿集区,包括玉龙、义敦、金顶、三江蜂腰和腾冲,“东纵”包括大渡河沿线的金矿集区和杨柳坪矿集区,攀西的稀土矿集区及其南部潜在的东川金矿矿集区。“两斜”的“北西斜”是指沿NW向构造带分布的矿集区,包括玉龙、金顶、大理、哀牢山和个旧,“北东斜”是指沿NE向构造带(实际上平行的或近于平行

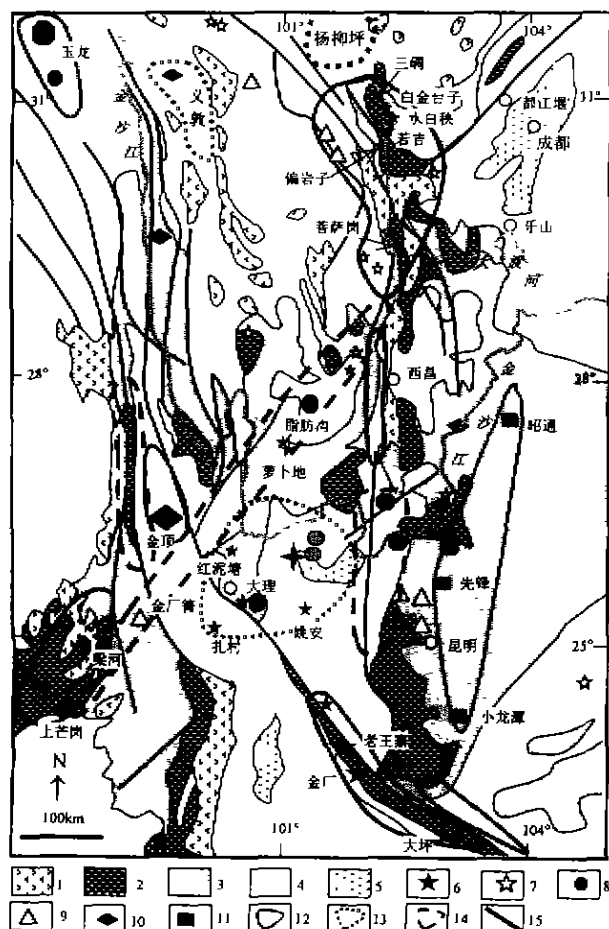


图1 三江地区新生代矿集区分布概况

Fig. 1 The distribution map of major Cenozoic ore concentration areas in Sanjiang region

- 1-花岗岩; 2-前寒武纪变质岩; 3-古生界; 4-中生界; 5-新生代;  
6-时代明确的金矿; 7-未测年的金矿; 8-铜矿; 9-砂金矿;  
10-铅锌矿; 11-煤矿; 12-成熟的矿集区; 13-近期可  
扩大规模的矿集区; 14-潜在的矿集区; 15-主要断裂

1-granitic rocks; 2-Precambrian metamorphic rocks; 3-Palaeozoic Erathem; 4-Mesozoic Erathem; 5-Cenozoic Erathem; 6-dated gold deposit; 7-undated gold deposit; 8-copper deposit; 9-placer gold deposit; 10-lead and Zinc deposit; 11-coal mine; 12-mature ore concentration area; 13-waited-to-be-enlarged ore concentration area; 14-potential ore concentration area; 15-main fault

的NE向断裂不止一条)分布的矿集区,包括木里断裂带和潞西-高黎贡断裂带。“一点”是指位于NW向构造带和NE向构造带交汇处偏东侧的大理矿集区(表1)。

矿集区的这种分布格局是偶然的还是有其内在的必然性?这是一个值得深入探讨的问题。对于“两横”,显然与表生过程有关,“北横”与三江源头的水系分布格局有关;“南横”则受到热带-亚热带气候

条件的制约。对于“两纵”和“两斜”显然与区域性构造作用有关,但同一构造带的不同部位形成的矿集区差别甚大,又与各自的地质环境及演化历史密切相关,如大渡河的金矿发育在康定杂岩的老基底上,而哀牢山的金矿发育在古特提斯碰撞带上;玉龙矿集区与大理矿集区同样产斑岩铜矿(玉龙相对集中,大理比较分散且复杂),但其背景和演化历史则不同(大理矿集区受到晚第三纪岩浆-流体作用的强烈叠加)。

考虑到成矿单元与构造单元的不一致性,特别是有的成矿单元受到某些深大断裂的控制,而这些深大断裂可能是两大构造单元的界线,其两侧的地质体属于不同的构造单元,因受到该深大断裂控制的成矿作用却可以在其两侧的不同构造单元中同时进行,因此,没有必要强调构造单元与成矿单元的一致性,也不可能完全一致。当深部岩浆及流体作用强烈时,成矿作用的发生完全可能超越构造单元的“制约”,从而出现成矿区带跨越构造单元的现象。因此,在研究成矿作用时,西南三江的地域与构造单元上的“三江构造带”可能不一致,而成矿作用发生的范围可能更加超越狭义的“三江地域”,甚至超出“三江构造带”。本文西南三江的区域只有宏观界线而无具体界限,这一点请读者在审阅时注意。

西南三江地区之所以形成了较多的新生代矿集区,与该地区新生代的构造演化密切相关。中国在中新生代经历了一场构造“反转”的大变动,可以用“东降西隆”来形容。中生代时,中国东部拥有燕山运动形成的一系列山脉,而西部为残留海或处于多岛海状态(骆耀南等,2001);到了新生代尤其是晚第三纪以来,随着青藏高原的隆起和东部平原的形成,才出现现今的构造与地貌格局。三江地区位于青藏高原的东部,处于“东降西隆”的枢纽位置,水平方向的应力和垂直方向的应力在此交汇,因而构造运动、岩浆活动及流体作用均表现得格外复杂。西南三江地区的矿集区是三江地区地壳演化到不同阶段的产物,各自具有不同特点,但又相互联系,其中,最先形成的是个旧以锡为主的矿集区,形成于燕山晚期,但延续到喜马拉雅期,并与中国东部的燕山期成矿作用具有密切的成因联系;然后是金顶矿集区,形成于新生代初期,是残余海盆地消亡过程中、深部流体沿盆地边界断裂上升汇聚的产物;而后是玉龙矿集区(早第三纪)和大理矿集区,此时深源但浅成的岩浆作用显得异常活跃,并带来了大量的成矿物质,不但矿种多且规模大;早第三纪-晚第三纪之间,随着强

表1 三江地区主要新生代矿集区的分布及特点概况

Table 1 Distribution and features of major Cenozoic ore concentration areas in Sanjiang region

名称	方向	主要地质作用	主要成矿作用
两横	北横	沉积	(“大三江”江河源头)青藏高原东北部油气、盐湖、泥炭、砂金矿成矿
	南横	风化	热带亚热带湿气候条件下煤-盐-风化壳型金矿(上芒岗)-镍矿
两纵	东纵	岩浆-构造	大渡河及其南延老基底上的新生代岩浆-构造成矿(金、稀土)
	西纵	岩浆-构造	三江蜂腰-萨尔温江老基底-特提斯-燕山期-新生代岩浆-构造-流体活动成矿(锡-铅-锌-两河金-汞-锑-硅灰石-硅藻土)
两斜	北东斜	构造-岩浆	木里-潞西北东向构造-岩浆-流体成矿(金-铜)
	北西斜	构造-岩浆	三江上游-哀牢山构造-成矿带(铜-铅-锌-金)
一点	点	大理热点(?)	新生代碱性岩浆-幔源流体成矿(铜-钼-金-铅-锌-蓝石棉等矿种)

烈的构造走滑和剪切,上地壳的沉积岩可能发生快速脱水,脱离出来的“水”形成流体并在构造作用下发生大规模活动,有利于形成一系列的中温脉状金矿床,从而构成大渡河、哀牢山等的金矿集中区(实际上在剥蚀较弱、盖层较厚的地区出现浅成低温热液型金矿,并很可能在深部存在中温乃至高温或剪切带型金矿,在川西等印支期褶皱带有新生代岩浆活动的地区可能找到实例;进入晚第三纪,现今的大地构造格局开始形成,不同的地壳块体基本拼合但并未焊接成一体,因而构造调整与深部的岩浆及流体活动同时存在,形成了稀土矿集区,在走滑拉分盆地聚集了煤和铀、锆等资源。第四纪,在腾冲一带伴随着火山岩的喷发形成了一系列具有“内生外成”特点的优质硅藻土矿床和热泉型金矿;而三江源头及沿江砂矿(金)及热带-亚热带风化型矿床(钛铁矿、镍)大量发育。

### 3 找矿方向的探讨

西南三江地区进入到新生代阶段,已经基本上结束了海相历史,因此,各种类型的矿床基本上是在大陆地质背景上形成的,而且是在大陆正在生长、构造特别活跃的时期形成的(Luo Junlie 等, 2000; Wang Denghong 等, 2000),与稳定大陆或古老地台上形成的矿床具有显著的区别。在这样的环境下,今后应注意的找矿方向除了上述提到的外,还可包括:

(1)古特提斯(及新特提斯)洋中形成的矿床,由于印支运动以来特别是新生代强烈的构造挤压、剪切和推覆运动而“折返”上来。特别是龙门山新生代造山带推覆构造大量发育并强烈隆升的地区、三江

中上游新生代持续走滑-推覆并强烈剥蚀的地区,以及其他构造岩片尤其是切穿海相火山岩地层的构造岩片发育的地区等。在喜马拉雅-克什米尔地区,也不乏此类矿床。四川境内折多山新生代花岗岩大岩体西北边部的农戈山铅锌矿也是典型的已经受到剪切的矿床,除了加大深部探测外,还应沿鲜水河断裂带进行追踪。

(2)前新生代洋壳及残留盆地消失的构造部位,尤其是洋壳的两侧及盆地的边界断裂,不管其俯冲的性质、断裂的产状如何,都要注意对独立流体矿床的寻找。此处的独立流体是指虽然不可避免地要出现在岩浆岩、变质岩或沉积岩分布的地区,但在本质上与岩浆作用、变质作用及沉积作用并没有必然的直接的因果关系(即不是岩浆派生的流体,也不是变质产生的流体或沉积流体),其本身具有相当大的“活动能量”。金顶铅锌矿可能是此类矿床的代表,其成矿流体和成矿物质具有幔源特点;建议在兰坪-思茅盆地的两侧边界断裂带加强找矿评价工作。

(3)三江地区新生代的构造格局总体上是强烈的水平方向的挤压与垂直方向的物质运动的叠加。在这样的格局中,除了需要特别注意大型构造带(如红河-哀牢山断裂-走滑带)旁侧的小构造(如走滑拉分盆地和圈闭构造)外,还要特别注意大构造欠发育或远离主线性构造带地区的小岩体。三江地区的一些走滑拉分盆地虽然规模不大但却堆积了大量的成矿物质,如临沧的锆矿,难以想像这么多的成矿物质是盆地本身所拥有的,因此在评价盆地成矿时不能就盆地论盆地。小盆地实际上也是大构造的产物,何况“小盆地成大矿”也不乏实例。小岩体也不可轻视,绝大多数的矿集区多分布有小岩体和岩脉,如大

渡河金矿集中区的辉绿岩岩墙、哀牢山金矿集中区的煌斑岩岩群、大理金、铅、锌、银多金属-蓝石棉矿集区的高钾碱性斑岩岩脉等。云南小水井地区,金矿体延伸十几公里而煌斑岩(王登红等,2001b)和正长斑岩只找到有3个小露头,均只有几十平方米的范围,像这样的地区绝对不能因为岩体小而轻易放弃,因为伴随的流体活动要远远超出这一范围,并且可能来源于地幔。

总之,西南三江地区是在中国乃至世界上都占有重要地位的新生代成矿带,其中已经探明的成矿集中区至少有8处,另有3处可望在近期取得较大进展,此外至少还有3处潜在的矿集区。这些矿集区大致呈现出“两横两纵两斜加一点”的分布格局,显示了矿集区的形成与新生代大地构造格局之间密切的联系。

**致谢** 工作中得到罗君烈先生、付德明先生和李志伟博士、杨伟光博士、楚萤石高工、蒲广平高工等的帮助,并得到973项目首席科学家毛景文和胡瑞忠研究员的指导,在此一并致谢。限于篇幅,成文过程中还参考了大量文献,不能详细列出,在此也向有关作者致谢。

### 参考文献

- 陈文明,李永森,元绍玖. 2000. 青藏高原有色金属矿产分布特征. 地球学报, 21(1): 26~37.
- 戴自希,白冶,朱明玉. 2001. 中国西部和毗邻国家铜金找矿潜力的对比研究. 北京:地震出版社.
- 李志伟,钱祥贵,田敏. 2000. 东川拖布卡-布卡地区金矿地质特征及找矿意义. 大地构造与成矿学, 24(增刊): 37~43.
- 骆耀南,俞如龙. 2001. 西南三江地区造山演化过程及成矿时空分布. 岩石矿物, 21(2): 153~159.
- 毛景文. 1988. 云南腾冲地区火成岩系列和锡多金属矿床成矿系列的初步研究. 地质学报, 62(4): 342~352.
- 潘桂棠,王培生,徐耀荣,焦淑沛,向天秀. 1990. 青藏高原新生代构造演化. 北京:地质出版社. 190.
- 王成善,唐菊兴,顾雪祥,陆彦. 2001. 喜马拉雅构造-成矿域及其成矿效应初步分析. 矿物岩石, 21(3): 146~152.
- 尹安. 2001. 喜马拉雅-青藏高原造山带地质演化. 地球学报, 22(3): 193~230.
- ### References
- Chen Wenming, Li Yongsen, Qi Shannan, Zhang Chengxin. 2000. Distribution of Nonferrous metallic mineral resources in Qinghai-Tibet plateau. Acta Geoscientia Sinica, 21(1): 26~37 (in Chinese with English abstract).
- Dai Zixi, Bai Ye, Wu Chuguo et al. 2001. Comparative study on the potentiality of exploration for copper and gold deposits in western China and about countries. Beijing: Seismic Press, 201 (in Chinese).
- Huang Jiqing, Chen Guoming, Chen Bingwei. 1984. Preliminary analysis of the Tethys-Himalayan tectonic domain. Acta Geologica Sinica, 58(1): 1~17 (in Chinese with English abstract).
- Li Zhiwei, Qian Xianggui, Tian Min. 2000. Geological features of gold ore deposits in the Tuobuka-Buka area, Dongchuan and their ore-prospecting significance. Geotectonica et Metallogenia, 24(Sup.): 37~43.
- Luo Junhe, Chen Yuchuan, Wang Denghong. 2000. Chronogenesis of endogenetic mineralization on the east side of the Qinghai-Xizang Plateau. Acta Geologica Sinica, 74(3): 447~451.
- Mao Jingwen. 1988. The igneous rock series and the tin polymetallic mineralization series in the Tengchong area, Yunnan. Acta Geologica Sinica, 62(4): 342~352 (in Chinese with English abstract).
- Pan Guitang, Wang Peisheng, Xu Yaorong, Jiao Shupai, Xiang Tianxiu. 1990. Cenozoic tectonic evolution of the Qinghai-Xizang Plateau. Beijing: Geological Publishing House, 190 (in Chinese with English abstract).
- Wang Chengshan, Tang Juexing, Gu Xuexiang, Lu Yan. 2001. Preliminary analysis on Himalayan tectonic-metallogenetic domain and its mineralization effect. Journal of Mineralogy and Petrogeology, 21(3): 146~152 (in Chinese with English abstract).
- Wang Denghong, Chen Yuchuan, Xu Jue, Yang Jianmin, Xue Chunji, Yan Shengbao. 2000. Cenozoic Metallogeny in China, as a key to past mineralization and a clue to future prospecting. Acta Geologica Sinica, 74(3): 478~484.
- Yin An. 2001. Geologic evolution of the Himalayan-Tibetan orogen in the context of Phanerozoic continental growth of Asia. Acta Geoscientia Sinica, 22(3): 193~230 (in Chinese with English abstract).