

# “三江”中南段综合信息找矿模型及找矿方向

刘洪滔 李家盛 晏建国

(云南省有色地质地球物理地球化学勘查院, 云南 昆明 650216)

**提要:**“三江”地处印度板块与扬子板块的汇集带,近年来,在其岩浆活动强烈、变质作用广泛和矿化类型多样的中南段地区,多部门(单位)在铜金铅锌(银)矿产勘查中相继取得了突破,笔者在对区内主要大、中型矿床的地质-地球物理-地球化学特征研究的基础上,对综合信息找矿模型及找矿标志进行了探讨,提出了新的时、空找矿思路及找矿方向。

**关键词:**三江;中南段;找矿模型;找矿方向;铜金铅锌(银)矿床;滇西北地区

**中图分类号:**P617      **文献标志码:**A      **文献编号:**1000-3657(2008)01-0101-10

“三江”地处印度板块与扬子板块的汇集带,是全球最复杂的造山带之一,既经历了特提斯的构造演化,又遭受印度—欧亚板块碰撞和高原隆升的强烈改造,构造复杂、岩浆活动强烈、成矿流体活跃、成矿作用复杂多样。仅“三江”中南段迄今已发现香格里拉普朗铜矿、兰坪金顶铅锌矿、鹤庆北衙金矿等大型—超大型铜金铅锌(银)矿床 16 处,达到中型规模铜金铅锌(银)矿床数十处。笔者结合近年来在北纬 28°40′~24°40′之间开展了综合信息成矿预测,对“三江”中南段铜铅锌金(银)多金属矿的找矿模型及找矿方向进行了初步探讨。

## 1 区域成矿背景

### 1.1 大地构造位置

北北西—北西向斜贯全区的金沙江—哀牢山断裂带,将滇西三江中南段分成东西两大部分,东部地区属扬子准地台的西缘或准地台古生代(主要是晚古生代)增生部分;西部地区以往曾统称“滇西地槽”或滇西地槽区,表明总体为地壳活动带。按《云南省区域地质志》划分<sup>[1]</sup>,东部地区包括松潘—甘孜印支褶皱系和扬子准地台(一级构造单元),它们之间的界线为北东向转南北向的小金河断裂—格咱河断裂南段,其西为松潘—甘孜印支褶皱系的南延—中甸

(香格里拉)褶皱带(二级构造单元),其东为扬子准地台之丽江台缘褶皱带。西部地区以位于中部的近南北向延伸的澜沧江断裂为界分属唐古拉—昌都—兰坪—思茅褶皱系和冈底斯—念青唐古拉褶皱系,澜沧江断裂以东为兰坪—思茅地区,隶属唐古拉—昌都—兰坪—思茅褶皱系,是古特提斯地槽的重要组成部分,自印支期以后又发展为地堑型拗陷盆地;澜沧江断裂以西,属于冈底斯—念青唐古拉褶皱系,据近年在晚石炭世地层中发现的以 *Eurydesma—Stepanoviella* 为代表的冷水动物群,被证实为冈瓦纳大陆的北缘部分。

### 1.2 区域地层

区内地层整体上发育较齐全,沉积类型多样,局部则变化较大。分述如下:

#### 1.2.1 东部地区

(1)前震旦纪:出露于西南边缘的哀牢山群,由一套变质程度达角闪岩相的变粒岩、片麻岩、大理岩组成。在香格里拉地区,石鼓群变质岩系原岩属中—新元古代,为一套优地槽型复理石沉积,夹有少量碳酸盐岩,变质程度已达绿片岩相至低角闪岩相。

(2)震旦纪—二叠纪:这是整个东部地区沉积岩发育的全盛时期。扬子准地台范围,均为稳定型的盖层沉积。

收稿日期:2007-06-06;改回日期:2007-10-19

基金项目:中国地质调查局地质大调查项目(1212010530403)资助。

作者简介:刘洪滔,男,1969年生,硕士,高级工程师,主要从事地质找矿科研工作;E-mail:lht0813@km169.net。

宁蒭—丽江—大理地区,是地台西部的边缘拗陷区,部分时代,如泥盆纪发育较多的硅质岩,二叠纪火山喷发持续时间较长(始于早二叠世,结束于晚二叠世晚期)且具海相喷发特征,从而显示具较强的活动性,震旦系—寒武系大部分无沉积。香格里拉地区,下古生界缺失较多,以稳定型至过渡型碳酸盐岩及浅海相碎屑岩为主。上古生界,东部总体上属稳定型碳酸盐岩建造,与扬子地台基本一致;西部特别是金沙江断裂沿线,则显示较强的活动性,火山岩(基性)发育于自下泥盆统一上二叠统各个层位。

(3)中、新生代:宁蒭—丽江地区继承了古生代以来的地台型碎屑岩—碳酸盐岩建造构成一海进旋回,但为时短暂。岩性自下而上由紫红色陆源碎屑岩—台地碳酸盐岩组成。中三叠统上部 and 上三叠统下部普遍缺失。香格里拉地区,三叠系发育齐全,并由稳定型滨海—浅海沉积逐渐发展为活动型次深水盆地相沉积,最后再逐渐转化为稳定型湖相沉积。

#### 1.2.2 西部地区

(1)兰坪—思茅地区:区内地层出露欠完整。中、上泥盆统残缺不全,南部为富含火山凝灰质的滨海—陆相砂、页岩;北部多为泥质碳酸盐岩。石炭—二叠系出露较广泛,各地变化较大,东、西两侧靠近深断裂部位,以碎屑岩、火山岩为主,夹碳酸盐岩,属稳定型、局部为过渡型沉积。下三叠统缺失,中上三叠统在中至新生代形成的上三叠拗陷两侧以碎屑岩为主,夹碳酸盐岩,中—上部火山岩发育;在盆地中部地区,自下而上形成砂页岩、灰岩、页岩(海侵期滨海—浅海相)和陆源碎屑岩(海退期滨海沼泽相)。从侏罗纪起至早古近纪始新世,大体上组成3个大沉积旋回:侏罗纪(燕山早期)旋回,以湖相为主;白垩纪(燕山晚期)旋回,为河湖交替相,盆地逐渐向中间收缩;古近古新世—始新世中期(早喜马拉雅山期)旋回,形成含盐建造,盆地进一步沿轴部断裂带往中部收缩,成为狭长的堑沟。始新—渐新世,为红色粗碎屑岩,具有磨拉石建造特点;中—上新世,则为断陷湖沼盆地。

(2)保山—腾冲地区:区内以南部的保山—镇康地区地层发育最为齐全,且基本属于稳定型沉积,其他则显得比较复杂。

目前已知最老的地层(具高绿片岩相—低角闪岩相的变质结晶岩系除外)有东部的澜沧群和西部的公养河群。澜沧群为一套优地槽型复理石及基性

火山岩建造,已普遍变质为各类片岩、板岩、千枚岩;公养河群属冒地槽型类复理石砂、页岩,夹硅质岩及少量灰岩透镜体,变质轻微。其余各时代地层,除缺失上寒武统、下奥陶统和石炭系外,基本发育齐全。

### 1.3 区域构造

#### 1.3.1 东部地区

(1)哀牢山深断裂以东,程海断裂以西地区:以南北向为主的断裂和褶皱,代表性褶皱有阿拉山背斜、大安向斜、炼硐河向斜、松桂向斜等。褶皱多为两翼对称、平缓开阔的短轴褶皱。

(2)香格里拉地区:金沙江断裂以东、小金河断裂以西的地区。以发育一系列轴向北西—北北西的紧密线状褶皱和走向冲断裂为特征。北部地区褶皱完整,背、向斜相间排列;中部和南部地区褶皱多被断裂破坏而不完整。

#### 1.3.2 西部地区

(1)兰坪—思茅地区:区内构造格架清晰、稳定,虽经过较长的活动历史,但始终受到东界的金沙江—哀牢山断裂及西界的澜沧江断裂带的控制,构造线方向亦与之一致。变质作用与区域性大断裂(带)紧密相伴,因此,变质岩亦作带状延伸,构成若干构造—变质(岩)带。

(2)保山—腾冲地区:区内构造线主要受南北向和北东向两组断裂控制,从而显示以南北向为主,兼有北东走向的构造格局;或者在两组构造的复合部位,形成向东突出的弧形褶断系统。变质作用与构造活动带紧密相伴。从分布地域上看,本区变质岩系主要发育于西部(高黎贡山—腾冲—梁河)及东部(昌宁—勐海);从变质作用主发生时期及主要类型上看,低温区域动力变质作用发生于华力西末至印支早期(澜沧运动),低压区域动力热流变质作用则发生于元古代晚期(?晋宁运动)。但多期、多类型变质叠加是本区的一个明显特点。

### 1.4 区域岩浆岩

区内岩浆活动强烈,且往往同一地带持续活动,构成较大规模的构造岩浆带。

#### 1.4.1 东部地区

(1)前震旦纪:金沙江—哀牢山断裂以东地区的岩浆岩包括喷出岩和侵入岩均较发育。喷出岩以玄武岩为主。侵入岩包括基性—超基性岩和酸性岩,少量中性岩。

(2)震旦纪—二叠纪:岩浆活动相对较弱。华力

西期玄武岩浆大规模喷出,与之同源,有较多的基性侵入活动和局部(元谋地区)的铁质超基性的“环状”和“层状”侵入体,构成含铂钼超基性-基性岩带。在香格里拉地区,特别是金沙江断裂沿线,基性火山岩发育于下泥盆统一上二叠统各个层位。

(3)中、新生代:宁蒗—丽江地区,在印支—燕山期地壳活动性较强,伴有酸性-碱性浅成斑岩活动,局部形成含铜、金、铅锌的斑岩带,尤其在香格里拉地区,中上三叠统火山岩,具岛弧火山岩性质,从早期至晚期,总体从基性-中性-酸性演化;与中酸性火山岩同源,有较多印支期石英闪长玢岩、石英二长斑岩、石英钠长斑岩、花岗闪长斑岩等浅成-超浅成中酸性斑(玢)岩带(普朗、雪鸡坪等)分布;晚三叠世后,有较多的酸性岩(燕山期)和浅成酸性-碱性斑岩(喜山期)侵入体;新生代,有大量偏碱性火山岩及次火山岩分布(剑川)。

#### 1.4.2 西部地区

(1)兰坪—思茅地区:本区岩浆岩以喷出岩最为引人注目,此外,基性-超基性岩、中-酸性侵入岩出露也较为广泛。基性-超基性岩以呈群成带分布为特征。中酸性侵入岩则遵循分别集中于澜沧江、金沙江两断裂带的分布规律。此外,本区内沿金沙江断裂带,尚有较多喜马拉雅期的浅成(酸-碱性)斑岩分布。

(2)保山—腾冲地区:本区岩浆岩的特点是酸性深成岩体十分发育,此外,本区亦有多多个时代的火山岩和基性-超基性侵入岩。

## 2 综合找矿信息

### 2.1 物探异常场找矿信息

云南省地质矿产局物探队曾通过对航磁、地震资料的研究,进一步将云南地壳深部构造分为 5 个大区,14 个小区<sup>①</sup>。

区内可分为 4 个地幔拗陷区(香格里拉地幔拗陷区、剑川—南涧地幔拗陷区、南华地幔拗陷区、临沧—勐海地幔拗陷区)及 2 个地幔梯变带(德钦—维西地幔梯变带、宁蒗—永胜地幔梯变带),大—中型矿床往往产于地壳深部构造分区界线附近(图 1),尤其大型—超大型金矿床沿哀牢山断裂深部界线呈等间距分布特征,反映出成矿物质与地壳深源物质之间的联系。

### 2.2 化探异常找矿信息

通过对三江地区云南段北纬 28°40′~24°40′之

间,共 11 个 1:20 万分幅的 1:20 万水系沉积物地球化学图进行数字化,结合 1:20 万数字地质图,在使用“金属矿产资源快速评价预测系统(MORPAS3.0)”“证据权”模块<sup>②</sup>对区内成矿因素计算机综合统计分析的基础上,根据三江中南段多元素综合异常的元素组合及分布特征、所处地质环境、已知矿床(点)的分布特征,可将与铜铅锌金(银)矿产有关的重要异常划分为 30 个异常带(区),如图 2 所示。

### 2.3 矿化异常提供的找矿信息

(1)矿床(点)空间分布特征:区内铜矿床(点)有 419 个,金矿床(点)有 38 个,铅锌(银)矿床(点)有 128 个,按其分布特征,可划分为 2 个矿带、11 个成矿集中区(图 3)。根据矿床类型,大致可分为以澜沧江为轴线的沉积-改造型西矿带(I)、以格咱河—红河断裂为轴线的斑岩型矿床东矿带(II)。

(2)赋矿层位:区内铜铅锌金(银)矿床具有明显的时控性,区内矿床的主要赋矿层位为中—新生代阶段地层单元,其次为古生代阶段地层单元(图 4)。

(3)斑岩型矿床(点)分布特征:斑岩型矿床是区内最重要的一类矿床,其分布特征从图 5 可看出,本区是寻找斑岩型铜铅锌金(银)矿床的有利地段。

## 3 综合信息找矿模型及找矿标志

### 3.1 斑岩型铜金铅锌多金属矿床

#### 3.1.1 普朗式斑岩型铜矿

##### (1)地质特征模型

①构造:岛弧、大陆造山带附近多组深大断裂的交切部位<sup>③</sup>。②含矿围岩:丰铜的砂板岩、灰岩、大理岩夹火山岩等。③含矿母岩:次火山岩或超浅成的同熔型中性到酸性系列,特别是石英二长斑岩、花岗闪长斑岩、石英闪长玢岩、闪长玢岩等多种岩类构成的杂岩体,往往有斑岩型或矽卡岩型铜(多金属)矿产出。④蚀变分带为:以矿体为中心向两侧的矿化蚀变分带为:强硅化带—钾硅化带—绢英岩化带—青磐岩化带。⑤地表直接找矿标志:矿体露头,矿物转石和矿物重砂异常。

##### (2)找矿标志

①物探标志:大片负磁异常中间出现正磁异常,较高的视极化率。②化探标志:土壤测量有明显的 Cu、Pb、Zn、Au、Ag、Mo 等元素组合异常,矿床上方土壤的 Cu 异常强度为  $100 \times 10^{-6} \sim 1000 \times 10^{-6}$ , Mo 异常强

①云南省地质矿产局地球物理地球化学勘查队,云南省区域物化探资料综合研究报告,1990。

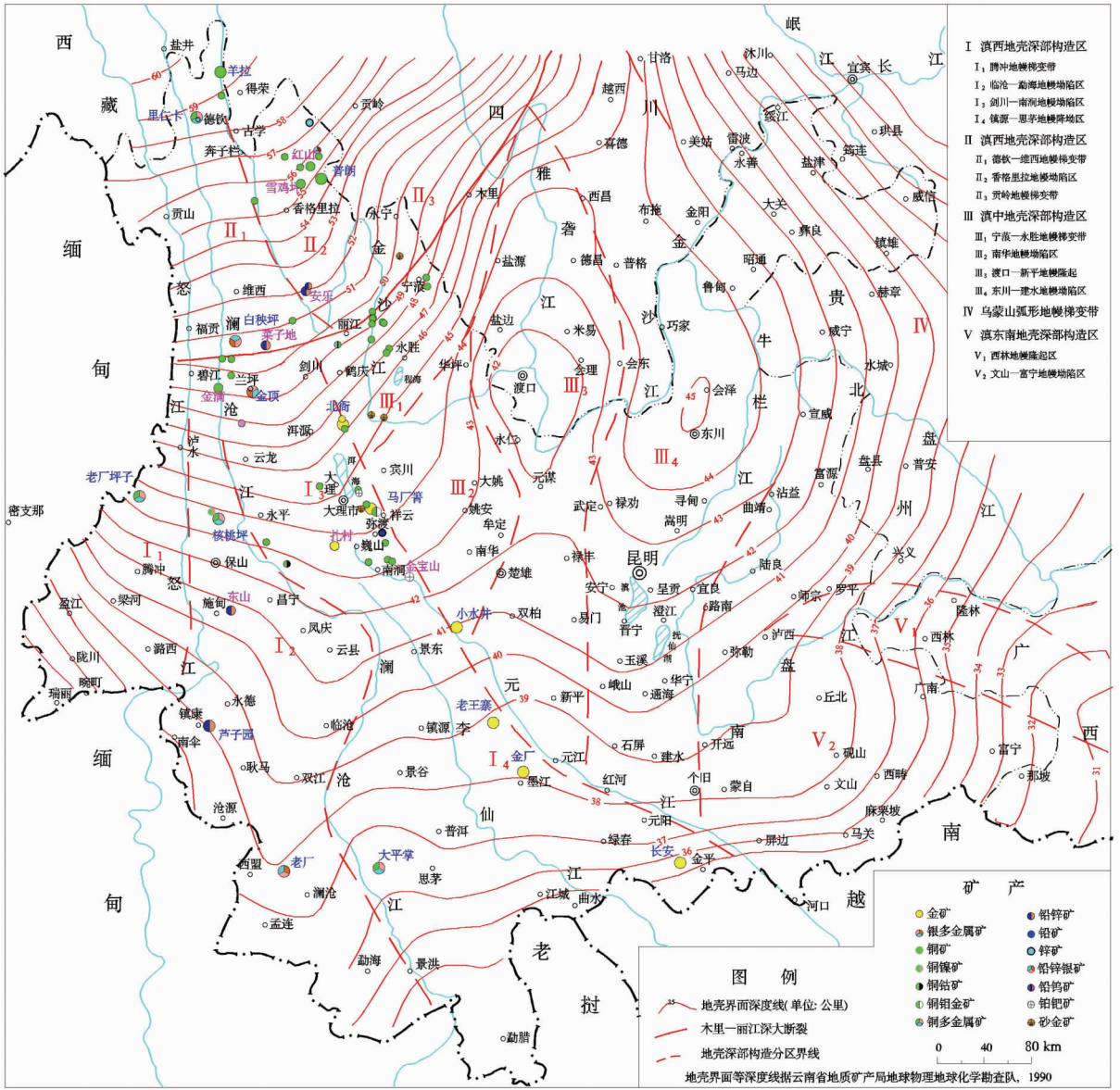


图1 地壳界面等深度线与铜金铅锌(银)矿床分布简图

Fig.1 Depth contour of the crustal interface and distribution of Cu-Au-Pb-Zn-Ag polymetallic deposits

度为  $5 \times 10^{-6} \sim 250 \times 10^{-6}$ , 异常元素从矿体中心向外呈现 W、Mo-Cu、Au-Pb、Zn、Ag 的水平分带特征<sup>[9]</sup>, 即 Pb、Zn 异常位于外带, 对应的矿化类型为钨钼矿化-铜金矿化-铅锌银矿化组合。③遥感影像特征: 环形构造为主体的线-环构造复式组合。④地形地貌标志: 负地形, 局部残崖, 褪色, “火烧皮”等色异常。

3.1.2 北衙式金(铜)铅锌矿

(1) 地质特征模型

①构造: 区域深大断裂旁侧的次级断裂附近, 多组或两组深大断裂交汇、复合部位, 晚期构造活动强

烈挤压破碎, 构造裂隙发育地段。②含矿围岩: 与富碱斑岩有关的金矿的赋矿围岩十分广泛, 基本上涉及到了本区出露的各时代地层, 其中处于较老层位中的矿床有祥云马厂箐金矿, 为下奥陶统向阳组和下泥盆统的康廊组, 处于较新层位中的矿床有姚安铅矿、北衙金矿、剑川金子沟等地, 围岩为古近系始新统、渐新统砂岩或砂砾岩等, 其他主要赋矿地层还包括白垩系、二叠系、三叠系等。③含矿母岩: 金矿化主要同中-中晚期(40~20 Ma)形成的岩体(脉)关系密切, 相关的岩石类型主要为正长斑岩、二长斑岩和

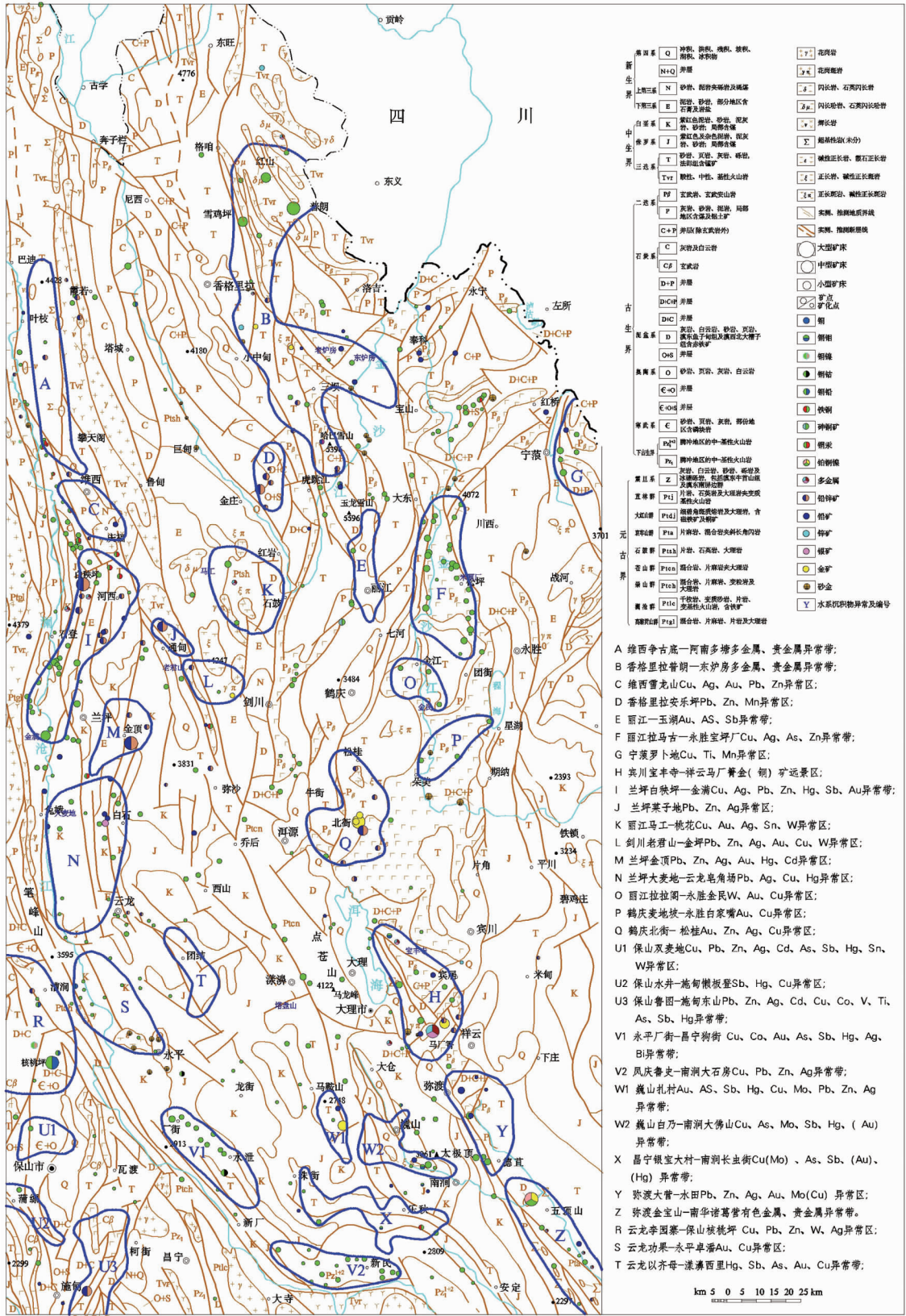


图 2 “三江”中南段化探异常分区简图

Fig.2 Divisions of geochemical anomalies in the south-central segment of the Sanjiang metallogenic belt

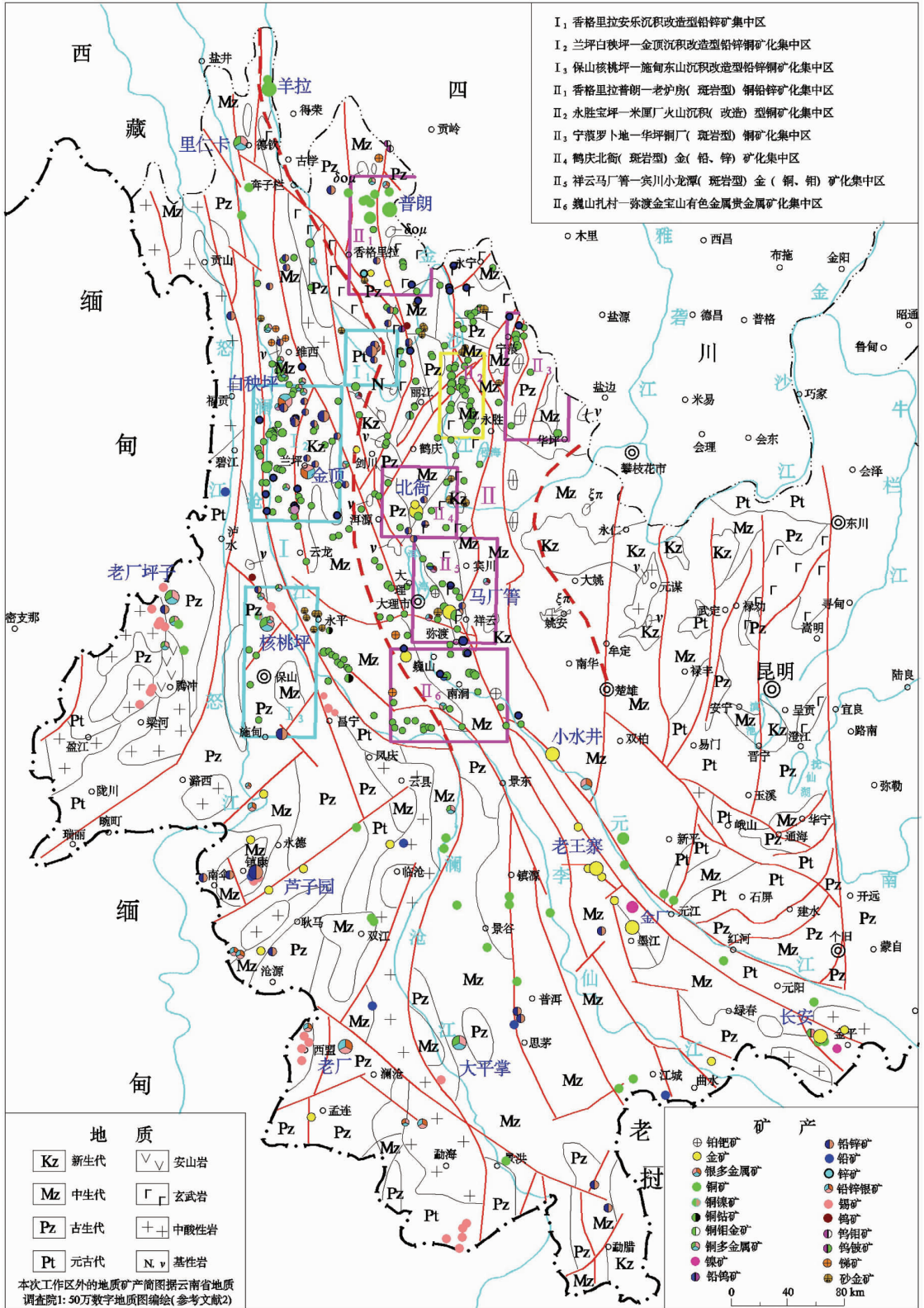


图3 “三江”中南段化探异常分区简图

Fig.3 Divisions of geochemical anomalies in the south-central segment of the Sanjiang metallogenic belt



图 4 “三江”成矿带主要赋矿层位示意图

Fig.4 Main ore horizons in the south-central segment of the Sanjiang metallogenic belt

花岗斑岩等。④蚀变:与金矿化有关的围岩蚀变有钾化、绢云母化、矽卡岩化、硅化、大理岩化、绿泥石化、绿帘石化、黄铁矿化、褐铁矿化等。蚀变的强弱往往反映出金矿化的强弱。地表往往伴有强烈的褐铁矿化或松散的褐铁矿块、砂,甚至褐铁矿脉。⑤火山机构:火山角砾岩筒,尤其是爆破角砾岩筒的接触带往往是矿化的有利部位。

(2)找矿标志

①物探标志:与斑岩有关的大型金矿床一般都

伴随较大的磁异常、激发极化异常,故激电异常与磁异常可指示或圈定蚀变矿化范围。②化探标志:具有 Au、Ag、Pb、Cu、Zn、Mn、As、Bi、Mo 元素组合,其中 Au、Ag、Pb、Zn、Cu、Mn 元素的岩石、土壤异常具有一定规模、强度,浓度分带明显,尤其 Au 强度较大。在北衙矿区 Au 矿体中 Au、Pb、Ag 与 Mo、Bi、W 含量累乘比值 ≥2000 为浅剥蚀矿体,8~2000 为中剥蚀体,<8 为深剥蚀矿体。③遥感影像特征:斑岩型大型金矿床大都发育较好的环形影像,矿区多位于环形

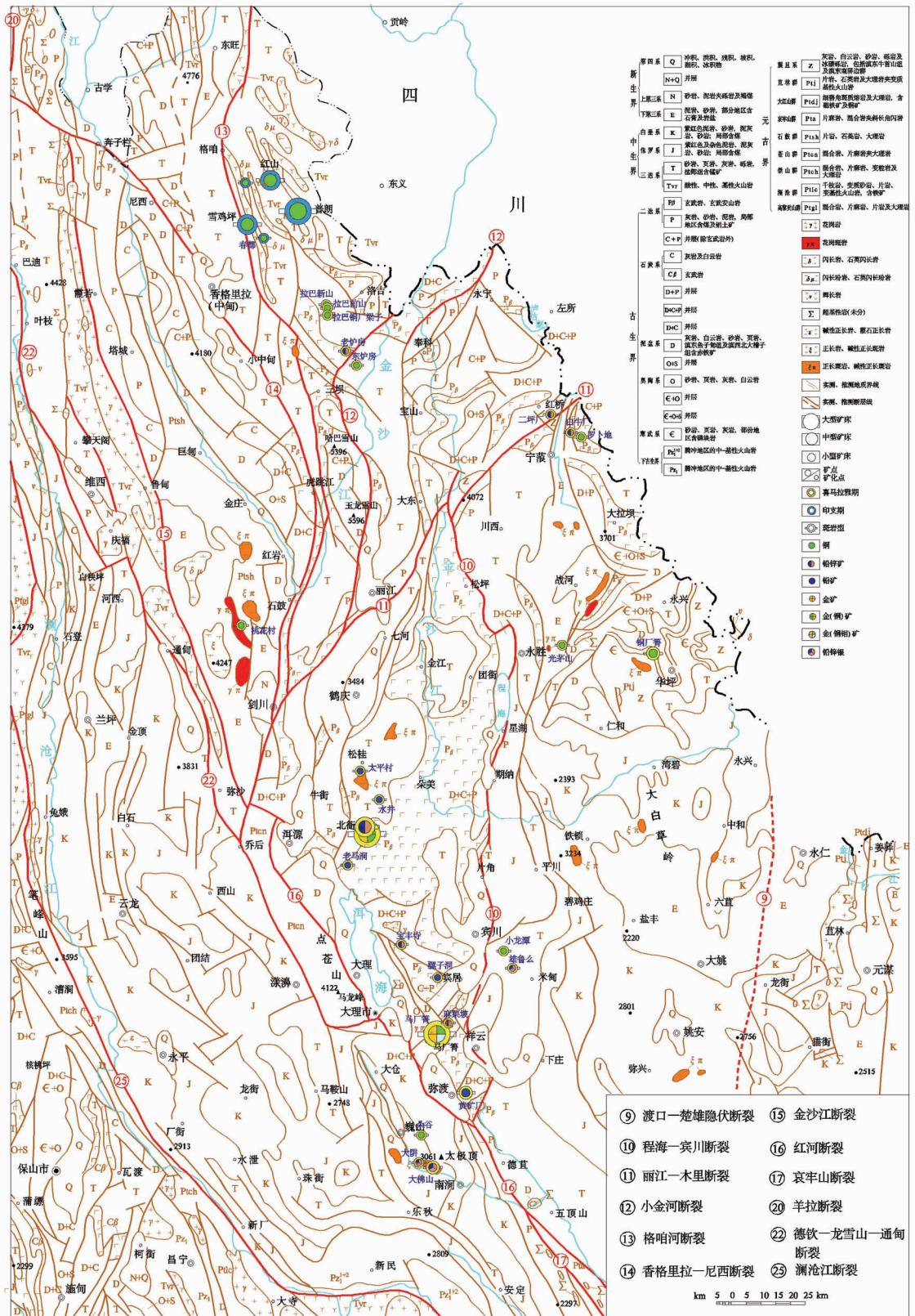


图5 “三江”中南段斑岩型矿产分布图

Fig.5 Distribution of porphyry ore deposits in the south-central segment of the Sanjiang metallogenic belt



内部或环形边部。除环形构造影像外,还常伴有辐射状、切线状的线性构造影像。

### 3.2 沉积改造型铜铅锌(银)矿床

#### (1)地质特征模型

①由北向南矿化层位逐渐升高,核桃坪铅锌矿赋存于上寒武统,大平掌铜多金属矿产于中泥盆统一下石炭统。②矿化多处于特定地层层位,以碳酸盐类岩石为主,富矿多出现在复合岩性中。③地表未见与成矿有关的岩浆岩分布,围岩蚀变弱,以硅化、绿泥石化、方解石化为主。④地下环流热卤水携带原岩中矿物质在有利构造、岩相、岩性条件下成矿,形成与围岩产状一致的层状、似层状矿体,未见穿层现象,部分矿体受断裂控制。⑤按矿种分为两大类:一是砂岩铜矿和沉积岩层状铜矿;另一类为沉积改造铅锌矿床(包括碳酸盐岩型和砂砾岩型),最典型的如兰坪金顶。

#### (2)找矿标志

地质标志:①矿体露头:矿床中的矿体露头,若以短轴形态出露,则剥蚀少,保留多,这样的露头为最好的标志;②古采矿遗址及民采址;③矿化岩石的转石;④矿物岩石标志:如岩石的颜色、金属矿物的分带等可作为找此类矿的标志。

化探标志:①岩石异常:Cu、Ag、Hg、As 组合异常,可作为此类矿床的找矿标志;②土壤异常:可用 Cu、Ag、Pb、Zn、Mo、Hg、As 等异常组合来圈定矿化地段。

物探标志:①激发极化异常:是寻找该类型隐伏矿床的标志;②电测深异常:是寻找及追索深部矿体的标志。

## 4 找矿方向

(1)作为中国重要的铜金铅锌(银)成矿带之一,“三江”中南段现已探明有 3 种类型的斑岩型矿床:(1)产于印支期石英二长斑岩与石英闪长玢岩岩体及接触带中的铜矿床,如普朗、雪鸡坪;(2)产于喜山期石英正长斑岩与黑云母正长斑岩岩体及接触带中的金(铜)矿床,如北衙;(3)产于喜山期花岗斑岩岩体及接触带中金(铜、钼)矿床,如马厂箐。它们在空间分布上与地壳深部构造有密切联系,并沿地壳深部构造分界线呈等间距分布特征,其北段以铜为主,南段以金为主。

(2)在“三江”中南段,铜、金、铅、锌、银矿产呈

一定的时空规律分布,其主要赋矿层位为中—新生代阶段地层单元,其次为古生代阶段地层单元;在空间分布上形成以澜沧江为轴线的沉积—改造型西矿带、以格咱河—红河断裂为轴线的斑岩型矿床东矿带。西矿带是寻找沉积改造型铜、铅锌(银)矿床的有利地段,赋矿层位在北部地区主要为中—新生代地层单元,南部为古生代阶段地层单元,找矿应注意岩石及矿物分带特征;东矿带是寻找与岩浆活动有关的隐伏金、铜为主矿床的有利地段,找矿应侧重隐伏岩体及其含矿性评价,普朗式斑岩型铜矿重点找矿地段建议集中于以下 2 区:①香格里拉普朗—老炉房(斑岩型)铜铅锌矿化集中区(图 3-Ⅱ<sub>1</sub>);②宁蒗萝卜地—华坪铜厂(斑岩型)铜矿化集中区(图 3-Ⅱ<sub>3</sub>)北衙式金(铜)铅锌矿重点找矿地段集中于以下 3 区:香格里拉普朗—老炉房(斑岩型)铜铅锌矿化集中区(图 3-Ⅱ<sub>1</sub>);鹤庆北衙(斑岩型)金(铅、锌)矿化集中区(图 3-Ⅱ<sub>4</sub>);祥云马厂箐—宾川小龙潭(斑岩型)金(铜、钼)矿化集中区(图 3-Ⅱ<sub>5</sub>)。

### 参考文献(References):

- [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, 1990:542-609.  
Bureau of Geology and Mineral Resources of Yunnan Province. Regional Geology of Yunnan Province [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1990:542-609(in Chinese with English abstract).
- [2] 陈永清, 夏庆霖, 黄静宁, 等. “证据权”法在西南“三江”南段矿产资源评价中的应用[J]. 中国地质, 2007, 34(1):132-141.  
Chen Yongqing, Xia Qinglin, Huang Jingning, et al. Application of the weights-of-evidence method in mineral resource assessments in the southern segment of the "Sanjiang metallogenic zone", southwestern China[J]. Geology in China, 2007, 34(1):132-141(in Chinese with English abserace).
- [3] 熊鹏飞, 等. 中国若干主要类型铜矿床勘查模式, [M]. 武汉:中国地质大学出版社, 1994:4-32.  
Xiong Pengfei, et al. Some Main Exploration Models of Copper Deposits in China [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1994:4-32(in Chinese).
- [4] 范玉华, 李文昌. 云南普朗斑岩铜矿床地质特征[J]. 中国地质, 2006, 33(2):352-363.  
Fan Yuhua, Li Wenchang. Geological characteristics of the Pulang porphyry copper deposit, Yunnan [J]. Geology in China, 2006, 33(2):352-363(in Chinese with English abserace).

## **Integrated information ore-finding model and direction in the south-central segment of the “Sanjiang metallogenic belt”, southwestern China**

LIU Hong-tao, LI Jia-sheng, YAN Jian-guo

*(Yunnan Institute of Nonferrous Geological, Geophysical Geochemical Exploration, Kunming 650216, Yunnan, China)*

**Abstract:** The “Sanjiang metallogenic belt” in southwestern China is tectonically located in the convergence zone between the Indian plate and Yangtze plate. In recent years, breakthroughs have been made successfully in copper, gold and lead-zinc (silver) exploration in the south-central segment of the belt where magmatism was strong, metamorphism was extensive and mineralization types were highly varied. Based on geological, geophysical and geochemical studies of major large and medium-sized mineral deposits in the metallogenic belt in Yunnan, China, the paper discusses the integrated information ore-finding model and indicators and presents new ore-finding ideas and direction in terms of time and space.

**Key words:** “Sanjiang metallogenic belt”; south-central segment; ore-finding model; ore-finding direction; Cu-Au-Pb-Zn (-Ag) polymetallic ore deposit; northwestern Yunnan

---

**About the first author:** LIU Hong-tao, male, born in 1969, master and senior engineer, specializes in mineral deposit geology; E-mail: lht0813@km169.net.