

# 卡林型金矿自然重砂特征及其找矿意义 ——以黔西南地区为例

莫春虎<sup>1,2</sup>, 吴滔<sup>2</sup>

MO Chun-hu<sup>1,2</sup>, WU Tao<sup>2</sup>

1. 中国地质大学(武汉), 湖北 武汉 430074;

2. 贵州省地质调查院, 贵州 贵阳 550018

1. *China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China;*

2. *Institute of Geological Survey of Guizhou Province, Guiyang 550018, Guizhou, China*

**摘要:**黔西南地区是中国西南低温成矿域中卡林型金矿最重要的矿化集中区, 由于该地区金的粒径极小, 难以构成自然重砂异常, 故不能直接运用自然金矿物来指示寻找黔西南的卡林型金矿。在贵州省矿产资源潜力评价项目的工作过程中, 对黔西南地区的自然重砂矿物特征进行了较为系统的研究, 发现采用细粒黄铁矿(载金矿物)、砷矿物(伴生矿物)、锑矿物和汞矿物的自然重砂组(综)合异常对寻找黔西南地区的卡林型金矿具有一定的指导作用和找矿意义。

**关键词:**黔西南; 微细粒金; 细粒黄铁矿; 砷矿物; 自然重砂

**中图分类号:** P618.51      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1671-2552(2014)12-1999-06

**Mo C H, Wu T. Characteristics and prospecting significance of natural heavy minerals for Carlin-type gold deposits in southwestern Guizhou. *Geological Bulletin of China*, 2014, 33(12):1999-2004**

**Abstract:** Southwestern Guizhou is the most important mineralization concentration area of Southwest China low temperature metallogenic domain with micro-disseminated gold deposits. However, due to the extremely small particles of gold, it is difficult for gold to form natural heavy mineral anomalies, and hence the natural gold method cannot be applied in the direct search for such micrograined type gold deposits. The authors made a systematic study of the characteristics of natural heavy minerals in southwestern Guizhou. During the implementation of the mineral resource potential assessment project in Guizhou Province by the Natural Heavy Mineral Research Group, the authors found that anomalies of such natural heavy minerals as micro-fine grained pyrite (auriferous mineral), arsenic minerals (associated minerals), antimony minerals and mercury minerals are helpful to finding this type of gold indirectly.

**Key words:** Carlin-type gold deposit; southwestern Guizhou; micro-fine gold; pyrite; arsenic minerals; natural heavy mineral

贵州省金矿主要分布在黔东南和黔西南地区。黔东南的脉型金以自然金—石英矿石为主, 矿石矿物单一, 以自然金为主, 伴生矿物有黄铁矿、毒砂, 少量黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、磁黄铁矿, 属自然金—多金属硫化物—石英组合<sup>[1]</sup>。金的赋存形式主要为可见的自然金, 形态以微粒状、树枝状、薄片状为主。而黔西南地区金矿在原生矿中不存在大于1 μm的可见自然金或含金矿物, 氧化矿中也是以不

可见的游离金为主(占83%以上)。因此, 不管原生矿还是氧化矿均属于超显微金矿<sup>[2]</sup>。

在黔东南地区运用自然金作为重砂矿物圈定金异常, 能够较好地反应黔东南地区金矿的存在和分布范围, 较为直接地指出金矿的产出层位; 而在黔西南地区的卡林型金矿, 自然金矿物的报出率极低或是为零, 用自然重砂淘洗的方法来寻找该地区的金矿, 效果显然不理想。

收稿日期: 2014-03-14; 修订日期: 2014-10-21

资助项目: 中国地质调查局项目(编号: 1212011121021)

作者简介: 莫春虎(1981-), 男, 在读硕士生, 工程师, 从事基础地质调查和地球化学方面研究。E-mail: 196189077@qq.com

此前利用自然金来圈定黔西南地区的金矿异常,未能取得实质性的效果,本文尝试运用该地区与金矿相关的重矿物来圈定金矿异常,以期取得较好的效果。

### 1 地质背景

笔者在贵州省自然重砂数据库中选择1:20万兴仁幅和安龙幅自然重砂数据作为本次研究的数据来源。研究区的数据分布如图1所示。

研究区位于南盘江—右江前陆盆地(V<sub>2</sub>-10)Ⅲ级构造单元(图1)。区内地层多为海相,以台地边缘相带及斜坡—盆地相沉积建造为主,其次为碳酸盐岩台地沉积建造<sup>[3]</sup>。主要出露中、下三叠统(T<sub>1-2</sub>)碎屑岩、白云岩、泥质白云岩和中二叠统龙潭组—长兴组(P<sub>3l-c</sub>)碎屑岩、灰岩、白云质灰岩、泥灰岩等(图1)。研究区内褶皱与断裂十分发育,褶皱的形态复杂多样,断层以压扭性断裂为主,呈北东及北西向展布,且有南北、东西向穿插。从西至东主要有碧痕营穹状背斜、雄武背斜、灰家堡背斜、戈塘背斜及丫他、板其穹状背斜等。

从西至东主要有碧痕营穹状背斜、雄武背斜、灰家堡背斜、戈塘背斜及丫他、板其穹状背斜等。

### 2 矿产分布及特征

#### 2.1 矿产分布

研究区内有已知金、锑、汞矿床(点)20余处(图1)。已知的锑矿分布在晴隆大厂一带,汞矿分布在回龙—者相一带,主要有大厂锑矿、太平洞汞矿和兴仁汞矿。已知金矿主要有老万场、紫木函、水银洞、烂泥沟、泥堡、戈塘、沙子井、丫他、板其等金矿,主要分布在晴隆—贞丰—册亨和兴仁—安龙一带。

#### 2.2 金矿产出特征

研究区位于南盘江—右江前陆盆地(V<sub>2</sub>-10)Ⅲ级构造单元内,区内金矿的成矿断裂构造为背斜轴部或近轴部、大型穹窿核部,二叠系中上统间区域性滑脱构造、轴向断层及旁侧层间断裂破碎带<sup>[4]</sup>。建造类型为生物碎屑泥晶灰岩、含煤碎屑岩建造,泥微晶生物屑灰岩、粉砂岩、泥岩建造,钙碱性玄武岩、凝灰质粘土岩建造<sup>[5]</sup>。

金矿主要赋存于上二叠统龙潭组底部生物灰岩、中三叠统许满组第一段砂岩及灰岩、第四段粘土岩及粉砂岩、边阳组第一段杂砂岩(浊积岩)<sup>[6]</sup>中(图2)。矿体一般呈层状、似层状、透镜状大致顺层产出,并具多层产出特征。

围岩蚀变主要包括黄铁矿化、白云石化、硅化、毒砂化、雄(雌)黄化、方解石化、辉锑矿化、萤石化、滑石化、辰砂化。研究区内矿物组合特征主要有石

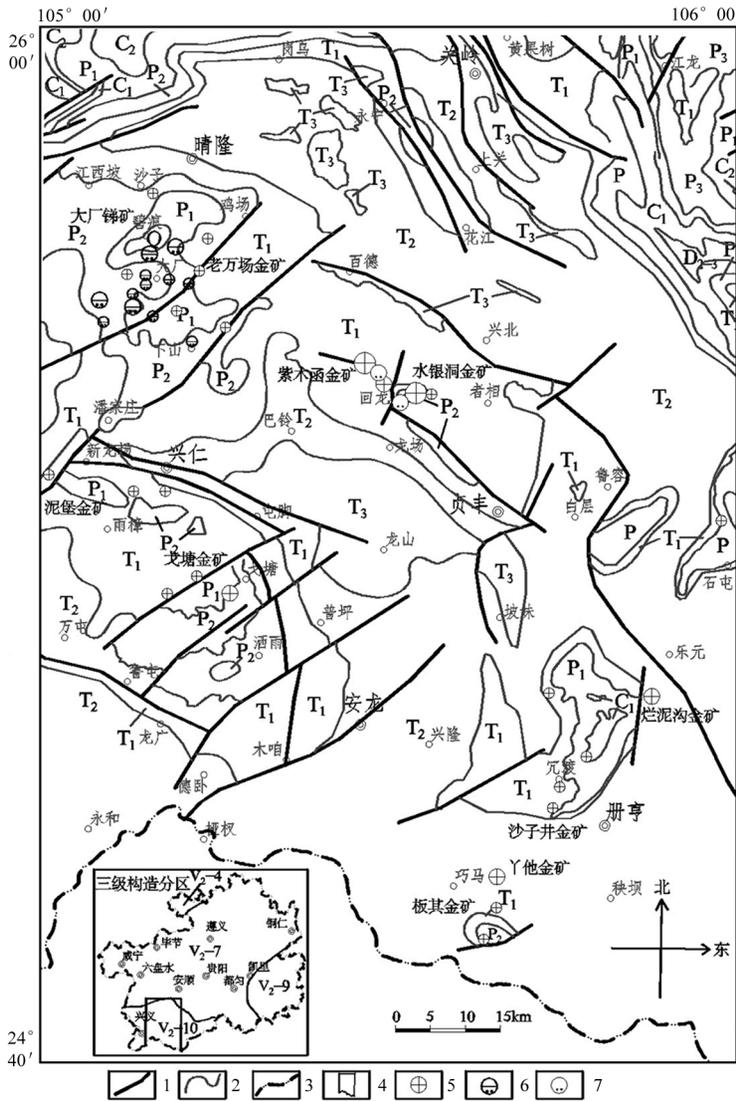


图1 黔西南地区地质矿产简图

Fig. 1 Sketch geological map of southwest Guizhou showing distribution of mineral resources

- 1—断层;2—地质界线;3—省界;4—自然重砂数据分布范围;5—金矿床(点);
- 6—锑矿床(点);7—汞矿床(点)。V<sub>2</sub>-4—川中前陆盆地;V<sub>2</sub>-7—扬子陆块南部被动边缘褶皱冲带;V<sub>2</sub>-9—雪峰山基底逆推带;V<sub>2</sub>-10—南盘江—右江前陆盆地;C<sub>1</sub>—下石炭统;C<sub>2</sub>—上石炭统;P<sub>1</sub>—下二叠统;P<sub>2</sub>—上二叠统;T<sub>1</sub>—下三叠统;T<sub>2</sub>—中三叠统;T<sub>3</sub>—上三叠统

英—黄铁矿—微细粒自然金、石英—毒砂—微细粒自然金和石英—黄铁矿—毒砂—自然金。

化探资料研究表明, Au、Hg、As、Sb 元素是与金矿密切伴生的最主要的地球化学指示元素<sup>[7]</sup>, 组(叠)合越好的 Au、Hg、As、Sb 综(组)合异常越有利于寻找金矿。

### 3 重矿物选择及图件编制

#### 3.1 重矿物选择

研究区自然金矿物粒径极小, 是一种微粒型自然金, 在自然重砂中难以形成矿物异常, 直接利用微细粒自然金来找矿显然难以达到目的。韩至钧等<sup>[4]</sup>认为黔西南地区金矿的容矿岩石中原有的草莓状同生黄铁矿的存在是导致金从溶液中淀出的重要原因; 同生黄铁矿的吸附和还原是金的主要沉淀方式。刘克云<sup>[7]</sup>研究认为, 黔西南地区出现的雄(雌)黄、毒砂多为金的伴生矿物, 黄铁矿是金的载体, 金属硫化物的粒径与金的含量呈负相关, 粒度越小, 含金量越高。在地球化学研究中, Au、Hg、As、Sb 元素与区内金矿的产出密切相关。故本区采用微细粒黄铁矿、锑、砷和汞矿

物的自然重砂组(综)合异常来圈定金的富集区域和地段较为适宜。

#### 3.2 图件编制

采样点位覆盖兴仁、安龙 2 个 1:20 万图幅, 总面积 14865km<sup>2</sup>, 共采样 4264 件, 实际鉴定数 4264 件, 采样密度为 0.3 件/km<sup>2</sup>。

根据矿物在黔西南地区的含量高低和分布情况, 结合累计频率分析, 对该地区报出的细粒黄铁矿、砷矿物、锑矿物和汞矿物含量进行了分级。矿物含量级别分为 I、II、III 和 IV 级, 几种矿物(组合矿物)的含量分级见表 1。

含量分级包括单矿物和组合矿物。单矿物主要为细粒黄铁矿; 组合矿物为砷矿物(雌雄黄、毒砂)、锑矿物(辉锑矿、锑华)和汞矿物(辰砂、自然汞)。

在对矿物进行含量分级的基础上, 根据汇水盆地的分布, 结合矿物在水系中出现的连续性、含量高低、地形地貌、已知矿产、成矿地质条件等圈定自然重砂单(组合)矿物异常, 并对异常进行分级和编号, 异常共分 I 级、II 级和 III 级, 其找矿有利程度为 I 级 > II 级 > III 级。在次生条件下, 水系中多种矿物异常相互

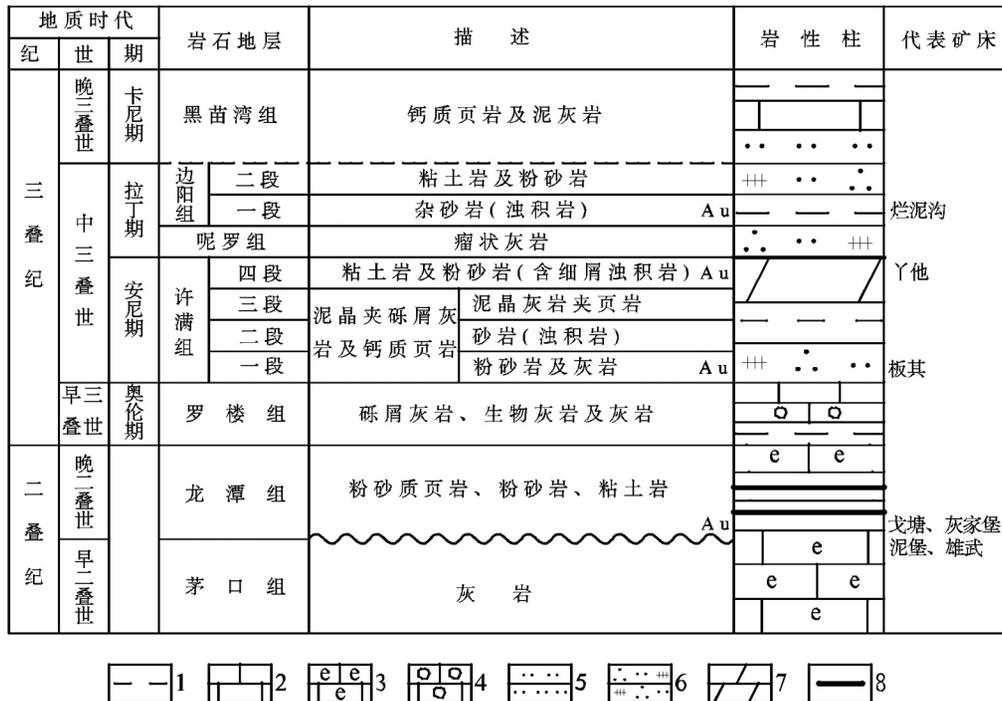


图 2 黔西南地区金矿产出层位柱状图

Fig. 2 Geological columnar section showing horizon of gold deposits in southwest Guizhou

1—泥岩(粘土岩); 2—灰岩; 3—生物屑灰岩; 4—砾屑灰岩;  
5—粉砂岩; 6—杂砂岩; 7—泥灰岩; 8—含金层位

表1 自然重砂矿物含量分级

Table 1 Content classification of natural heavy minerals

矿物名称	I级	II级	III级	IV级
黄铁矿	<1%	1%~10%	11%~30%	≥31%
砷矿物	3~6粒	7~30粒	31~60粒	≥61粒
锑矿物	1~5粒	6~20粒	21~60粒	≥61粒
汞矿物	3~9粒	10~30粒	31~80粒	≥81粒

叠加,在一定程度上显示了汇水面积内可能存在的某种矿产。在单(组合)矿物异常圈定的基础上,结合区内地质矿产分布情况,圈定自然重砂组(综)合异常。

#### 4 异常特征及其与矿的关系

##### 4.1 重矿物分布及特征

研究区内与金矿产出相关的矿物有微细粒黄铁矿和锑、砷、汞矿物,现将矿物在区内的分布特征和标型特征分述如下。

**微细粒黄铁矿:**在研究区内普遍存在,主要集中在区内大厂、上关—花江、贞丰—回龙、戈塘、册亨—兴隆、巧马一带,具有矿物含量高、分布面积广等特点。矿物呈淡黄—古铜色,金属光泽,多呈不规则细粒状、碎屑状,偶见立方体,粒径一般小于等于0.1mm,平均含量10~30粒,最高914~2306粒,其次偶见毒砂1~2粒相伴出现。

**雄黄:**在研究区内分布普遍,集中分布在北部上关—花江、贞丰—回龙及南部德卧—安龙—册亨一带。矿物一般呈红色,金刚、油脂光泽,矿物呈棱角状—次棱角状、粉末状,粒径一般小于0.1mm,平均含量6~20粒,最高9000粒,氧化矿为雌黄,常与雄黄相伴出现。

**锑矿物:**研究区内集中分布在晴隆大厂地区,具有矿物分布范围集中的特点。见辉锑矿和锑华2种,呈铅灰色,金属光泽,矿物呈碎屑状,其次为圆粒状、块状、针状,粒径0.1~0.2mm,最大0.4mm,含量2~5粒,最高大于20粒。

**辰砂:**在研究区内普遍分布。高含量集中分布在贞丰—回龙、上关—花江一带及已知汞矿点分布区。具有矿物含量较高、分布范围广等特点。矿物为鲜红色,呈棱角状、次滚圆状、粉末状,粒径0.1~0.2mm,含量10~20粒,最高19000粒。

##### 4.2 自然重砂异常分布及特征

区内共圈定细粒黄铁矿异常6处、砷矿物异常

11处、锑矿物异常2处和汞矿物异常12处(图3)。

砷矿物、细粒黄铁矿异常遍及全区,集中分布在戈塘、雄武、灰家堡、永宁镇—花江及南部板其、丫他等地。异常呈椭圆状、姜状及不规则长条状,在区内相互叠加,沿背斜轴部延伸。细粒黄铁矿异常一般150~600km<sup>2</sup>,最大749km<sup>2</sup>,平均含量为40~200粒,最高2306粒。砷矿物异常面积20~100km<sup>2</sup>,最大174km<sup>2</sup>,平均含量10~20粒,最高8889粒。

锑矿物异常主要分布在晴隆大厂,异常呈不规则块状及椭圆形,多与砷异常相互重叠,异常面积4~24.4km<sup>2</sup>,平均含量70~150粒,最高233粒。

汞矿物异常分布普遍,异常呈块状、姜状沿断层和相变带方向延伸,异常除少量与砷矿物异常叠加外,多数单独出现,异常内汞矿床(点)分布密集,物质来源于已知汞矿床(点)。异常面积200~400km<sup>2</sup>,平均含量20~60粒,最高104粒。

根据细粒黄铁矿、砷、锑、汞矿物自然重砂异常的分布和特征,全区共圈定7个综合异常(图3),异常编号为综合1~7。所圈定的综合异常分布普遍,多呈姜状、不规则状,面积100~750km<sup>2</sup>,自然重砂异常特征如表2所示。

##### 4.3 自然重砂异常与矿的关系

反应金矿存在的砷、锑、汞矿物和细粒黄铁矿的自然重砂异常呈完全重叠或半重叠,集中分布在背斜轴部和翼部。已知金矿床(点)均落入所圈定的自然重砂组(综)合异常内(图3),异常与矿(床)点在空间上的吻合程度很高。

区内北东、北西向断裂构造发育,出露上二叠统龙潭组碎屑岩、礁灰岩,下三叠统砾屑灰岩、生物碎屑灰岩,中三叠统泥晶灰岩、砾屑灰岩、粘土岩、粉砂岩、杂砂岩、页岩及上三叠统钙质页岩、泥灰

表2 黔西南地区自然重砂综合异常特征

Table 2 Anomaly characteristics of natural heavy minerals in southwestern Guizhou

编号	名称	面积	级别	矿物组合	推断矿种
综合-1	晴隆大厂	237km <sup>2</sup>	I级	黄铁矿、锑	金、锑矿
综合-2	兴仁者相	749km <sup>2</sup>	I级	黄铁矿、砷、汞	金、汞矿
综合-3	安龙戈塘	316km <sup>2</sup>	I级	黄铁矿、汞	金矿
综合-4	安龙德卧	103km <sup>2</sup>	II级	砷、汞	金矿
综合-5	安龙乐平	602km <sup>2</sup>	II级	黄铁矿、砷、汞	金、汞矿
综合-6	册亨丫他	152km <sup>2</sup>	II级	黄铁矿、砷、汞	金矿
综合-7	关岭花江	256km <sup>2</sup>	II级	黄铁矿、砷、汞	金矿

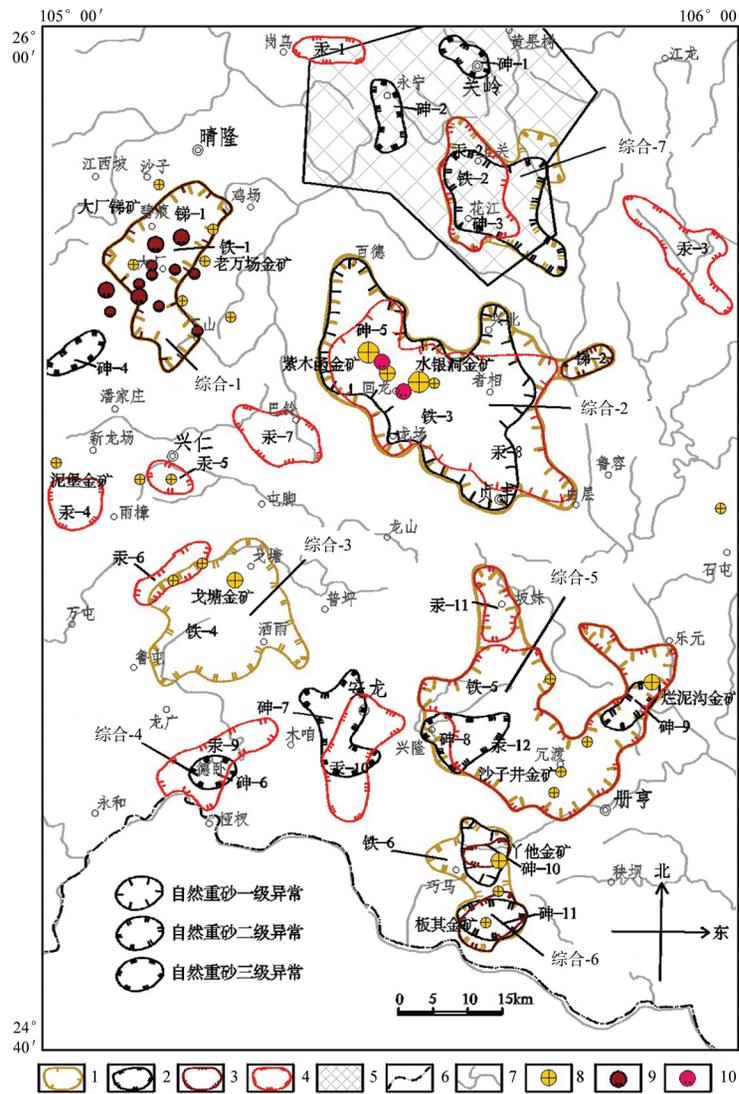


图 3 黔西南地区自然重砂异常分布

Fig. 3 Anomaly distribution map of natural heavy concentrate in southwestern Guizhou

1—细粒黄铁矿异常;2—砷矿物异常;3—铋矿物异常;4—汞矿物异常;5—成矿有利地段;6—省界;7—水系;8—金矿床(点);9—铋矿床(点);10—汞矿床(点)

岩。金矿由下至上主要赋存于龙潭组下部的不整合面、中三叠统许满组和边阳组中。对各综合异常所在位置的地质条件分述如下。

综合-1:异常位于晴隆大厂一带,位处碧痕营东紧密褶皱区,北东向断裂构造发育,其次为北西向。出露地层有下二叠统栖霞组—茅口组灰岩、泥灰岩、燧石灰岩及白云岩,顶部为硅质蚀变岩;上二叠统玄武岩和龙潭组、长兴组碎屑岩及灰岩。异常由1个I级铋异常和1个I级黄铁矿异常组成,两者完全重

叠,异常面积较大,强度高。有已知的铋、金矿床(点)10余处,代表矿床有大厂铋矿、老万场金矿。铋异常来源于已知矿床(点)和北东向断层破碎带,特别是硅化蚀变带中,黄铁矿异常主要反应了金矿的存在和分布。

综合-2:异常位处回龙背斜上,有2组断裂最发育,以北西向为主,其次为北北东向。出露地层有上二叠统龙潭组、长兴组碎屑岩及泥灰岩;中、下三叠统碎屑岩及灰岩、白云岩。异常由1个I级黄铁矿异常、1个I级砷异常、1个I级汞异常和1个II级铋异常组成,黄铁矿、砷、汞矿物异常完全重叠,铋矿物异常呈椭圆状分布于前者之中。异常面积大、强度高。已知金、汞矿床(点)有6处,汞矿物异常主要来源于已知矿床(点),黄铁矿、砷矿物异常主要反应了金矿的存在和分布范围,铋矿物异常则可能由局部地层含矿并在河床有利部位富集引起,代表性矿床有紫木函金矿、水银洞金矿。

综合-3:异常位处安龙戈塘背斜,北东向和北西向断裂构造发育,区内出露中二叠统茅口组灰岩,上二叠统龙潭组—长兴组砂页岩夹煤层、硅质页岩夹灰层,下三叠统夜郎组—永宁镇组粘土质粉砂岩及灰岩。异常由1个II级黄铁矿异常和1个II级汞异常组成,两者呈半重叠,异常面积较大,强度较高。有已知的金矿床1处,黄铁矿异常主要由已知金矿床引起,汞矿物异常可能由局部地层含矿在河床有利部位富集或是人为污染引起,代表性矿床为戈塘金矿。

综合-4:异常位处顶效向斜南东端,南部有近东西向雷公滩背斜,北东向断裂构造发育,中三叠统边阳组和关岭组呈相变接触。出露地层有中三叠统杨柳井组、关岭组白云岩、灰岩、粘土岩,次有少量坡段组生物碎屑灰岩。异常由1个III级汞异常和1个III级砷异常组成,两者完全重叠,异常面积小,强度不高,汞、砷异常可能由局部地层含矿在河床有利部位富集引起。

综合-5:异常近南北向沿背斜轴及相变带方向

延伸,东部为赖子山背斜,断裂构造不发育,出露地层有中—上石炭统灰岩、白云质灰岩,石炭系—二叠系过渡层灰岩及碎屑岩,二叠系栖霞组—长兴组碳酸盐岩及碎屑岩、中三叠统灰岩及碎屑岩。异常由1个Ⅰ级黄铁矿异常、2个Ⅱ级汞异常和2个Ⅱ级砷异常组成,三者完全重叠,异常面积大、强度高。已知的金矿床有5处,黄铁矿、砷矿物异常主要反应了金矿的存在和分布范围,汞矿物异常则可能由地层局部含矿在河床有利部位富集引起。代表性矿床有烂泥沟金矿和沙子井金矿。

综合-6:异常位处纳板穹隆上,东西向褶皱断裂发育。北部出露中三叠统新苑组凝灰岩、灰岩、燧石灰岩及碎屑岩。异常由1个Ⅱ级黄铁矿异常、1个Ⅰ级砷异常、1个Ⅱ级砷异常和1个Ⅱ级锑异常组成,各异常完全重叠,异常面积较大,强度较高。已知的金矿床有3处,黄铁矿、砷矿物异常主要反应了金矿的存在和分布范围,锑矿物异常则可能由地层局部含矿在河床有利部位富集引起。代表性矿床有丫他金矿和板其金矿。

综合-7:异常位处花江和多乐运背斜上,北西向断裂构造发育。出露上二叠统碎屑岩及泥岩,中三叠统关岭组、杨柳井组灰岩、白云岩、粘土岩。

## 5 异常评价及找矿意义

### 5.1 异常评价

区内成矿构造及成矿岩性条件有利,反应金矿存在的自然重砂异常完全叠加且位居已知金矿床(点)之上,根据这一现象类比,在戈塘南部箐口—木科、龙场—洒雨、灰家堡背斜南部龙场—贞丰等地的二叠系和中三叠统出露区,还有扩大已知矿找矿远景的希望。在灰家堡背斜东侧永宁—花江一带北西向断裂深部推测有隐伏金矿存在。

### 5.2 找矿意义

类比区内成矿地质构造条件和异常矿物重叠情况,在关岭—花江一带划出了找矿有利地段(图3,综合-7)。

该地段位处扬子古陆与右江前陆盆地衔接地带,关岭县南西富家凹背斜上。区内北西向断裂构造发育,出露二叠系龙潭组—长兴组粘土岩、粉砂岩、砂岩、燧石灰岩、泥灰岩及钙质页岩,下三叠统夜郎组、永宁镇组页岩、钙质页岩、微晶灰岩、白云岩,中三叠统灰岩及泥质灰岩。

该地段内有1个黄铁矿异常(载金矿物异常)和3个砷矿物异常(伴生矿物异常)。砷矿物异常与黄铁矿异常呈半重叠或侧列式重叠。2种矿物所圈定异常与南部及西南部之烂泥沟、戈塘、灰家堡已知金矿分布区的成矿地质构造条件完全吻合。砷矿物、黄铁矿异常面积较大,矿物粒径小,可能是微粒金矿的伴生矿物和金的载体矿物引起的。从地层构造条件分析,在关岭富家凹往南6~8km的北西向断裂带深部龙潭组下段,特别是断层破碎带部位,推测有微粒型金矿富集地段,具有进一步找矿远景。

## 6 结论

(1)以1:20万兴仁、安龙幅自然重砂数据为例,分析了黔西南地区的砷、锑、汞矿物和细粒黄铁矿的分布特征和矿物特征,并圈定了各重矿物(组合矿物)的自然重砂异常,在此基础上划分出7个综合异常。异常的分布和所处的地质条件分析显示,在该地区所圈定的自然重砂组(综)合异常对寻找卡林型金矿具有较好的指示作用。

(2)运用间接方法(与金矿相关的矿物,特别是细粒黄铁矿)圈定自然重砂异常可以为运用自然重砂指导找矿提供一种新的思路。

(3)运用间接方法对扩大找矿远景有一定的指导作用。分析黔西南地区自然重砂矿物、异常特征后,划出了关岭—花江找矿的有利地段。为黔西南地区卡林型金矿的成矿预测提供了较为直接的自然重砂依据。

**致谢:**成文过程中得到贵州省地质矿产局易国贵高级工程师、冯济舟教授级高工和中国地质大学(北京)董国臣教授的指导和帮助,在此表示衷心的感谢。

## 参考文献

- [1]陶平,王尚彦,戴传固,等.黔东地区金矿床类型及其基本特征[J].贵州地质,2005,22:229-235.
- [2]刁椒琴.黔西南微细粒金的赋存状态及可选性回收评述[J].贵州地质,1987,3:379.
- [3]王砚耕.试论黔西南卡林型金矿区域成矿模式[J].贵州地质,1994,1:1-7.
- [4]韩至钧,盛学庸.黔西南金矿及其成矿模式[J].贵州地质,1996,13:147-151.
- [5]冯学仕,郭振春.黔西南地区金矿产出模式及找矿潜力[J].贵州地质,2002,19:109-111.
- [6]刘平,李沛刚,李克庆,等.黔西南金矿成矿地质作用浅析[J].贵州地质,2006,23:83-97.
- [7]刘克云.黔西南微细浸染型金矿的找矿标志[J].贵州地质,1991,2:176-177.