

# 英德白沙地区地球化学特征及找矿方向

朱文斌

广东省地质调查院, 广东 广州

收稿日期: 2022年7月4日; 录用日期: 2022年8月11日; 发布日期: 2022年8月19日

---

## 摘要

分析白沙地区元素分布分配特征、共生组合和区域地质背景, 指出该地区找矿方向, 提出Cu、Ni、Au、Sb是重要的找矿元素。找构岩浆热液型铜多金属矿找矿前景好。

## 关键词

地球化学特征, 找矿方向, 白沙地区

---

# Geochemical Characteristics and Mineral Search Direction of Baisha Area in Yingde

Wenbin Zhu

Guangdong Geologic Survey Institute, Guangzhou Guangdong

Received: Jul. 4<sup>th</sup>, 2022; accepted: Aug. 11<sup>th</sup>, 2022; published: Aug. 19<sup>th</sup>, 2022

---

## Abstract

Element distribution characteristics, co-occurrence combination and regional geological background in the Baisha area have been analyzed to find out the direction of ore search in the area and to propose that Cu, Ni, Au and Sb are important elements for ore search. The prospecting prospect of structuring magmatic-hydrothermal copper polymetallic ore is good.

## Keywords

Geochemical Characteristics, Mineral Search Direction, Baisha Area

---



## 1. 引言

随着工业日益发展,对矿产品的需要越来越多,而目前在地表侦测寻找矿的难度大,因为地表土壤含矿低且贫瘠,地表裸岩少[1] [2] [3] [4] [5]。水系沉积物测量方法在这种找矿困难的时候突显了它的作用,水系沉积物是裸石风化后沉积下的产物,在组成成分上与所经流的地区的地质组成成分是极为相似的。利用这个特点,研究分析水系沉积物的元素,找出地球化学成分的特征,缩小矿区范围,为矿产勘查靶区优选提供地球化学依据[6]-[19]。

## 2. 地质概况

地层主要发育下震旦统坝里组浅变质岩,下寒武统牛角河组浅变质砂岩,中寒武统高滩组浅变质岩,上寒武统水石组浅变质砂岩,中下奥陶统下黄坑组浅变质碎屑岩,中下泥盆统杨溪组、中泥盆统老虎头组、中泥盆统春湾组为一套碎屑岩建造,中泥盆统棋梓桥组为一套碎屑岩向碳酸盐岩过渡建造,上泥盆统天子岭组为一套碳酸盐岩建造,上泥盆统帽子峰组为一套碎屑岩建造,下石炭统大赛坝组、测水组为一套碎屑岩建造,下石炭统石磴子组、梓门桥组、壶天群为一套碳酸盐岩建造,中二叠统童子岩组为一套碳酸盐岩建造,上三叠统红卫坑组、小水组、头木冲组为一套(含煤)碎屑岩建造,下侏罗统金鸡组、中侏罗统麻笼组为一套碎屑岩建造,下白垩统合水组为紫红色碎屑岩建造。

本区构造从加里东期至喜山期,运动频繁、强烈,造成错综复杂的构造形态,依其组合方式可分为东西向构造带、南北向构造带、北东向构造带、北北东向构造带、北西向构造带。其中以东西向、北东向及北北东向构造最为强劲而醒目,其方向构造带规模则显得相对柔弱而渺小[20] [21] [22]。

## 3. 地球化学特征

### 3.1. 元素的含量特征

1) 相对于广东省,调查区相对富集 Cu、Ag、Au、Ni、Cr、Co、La、Y、W、Mo,相对贫化 Pb、Zn、Sn、Hg、Cd。

2) 从变异系数上可以看出,Cu、Co、La、Sn、Mo、Bi、Y、As、Sb、Hg、Nb、Ni 背景分布的离散程度较高(CV 值 > 0.5),局部富集或贫化趋势明显,其中 Cu、Co、La、Bi、Sb、Nb、Ni 等元素变异系数值 0.6 以上,呈局部强富集或贫化,Ag、Pb、Zn、Cd 等元素离散程度稍弱。

### 3.2. 元素分布分配特征

调查区元素平均值与全省水系沉积物测量元素平均值相比较,计算出富集系数,富集系数在 1.2~1.5 之间为弱富集,富集系数 > 1.5 为强富集元素,调查区主要地层和侵入岩元素富集系数、富集序列见表 1、表 2。

#### 1) 元素的分配特征

第四系弱富集 La 元素;三叠系强富集 Cu-Sb-Cr-Co-Au-Ag,弱富集 Mo-Bi-Ni;石炭系主要富集 Cu-Sb-Cr-Co-Ni-Au-Ag,弱富集 Bi;泥盆系主要富集 Sb-Co 等元素,其它元素富集水平普遍偏低。因本区地层面积较小,水系沉积物样品较少(如石炭系地层样品总数为 39 个),且与岩浆岩紧密相连,故认为这些数据不能完全代表地层区元素的真实含量,而是接触带附近地层中的元素含量。

**Table 1.** Elemental enrichment coefficients of major geological units**表 1.** 主要地质单元元素富集系数

元素	第四系	三叠系	石炭系	泥盆系	白垩世侵入岩	中侏罗世侵入岩	晚侏罗世侵入岩
Cu	0.61	1.67	1.60	0.85	0.19	0.26	0.23
Pb	0.96	0.84	0.84	0.54	0.88	0.90	0.76
Zn	1.02	0.93	1.13	0.63	0.57	0.80	0.58
W	0.61	0.72	0.75	0.52	0.31	0.35	0.46
Mo	0.96	1.21	1.16	0.61	0.41	0.59	0.47
Bi	0.97	1.27	1.49	0.67	0.47	0.52	0.74
Sb	0.62	23.98	5.47	23.68	0.19	0.27	0.17
Cr	0.02	2.13	2.09	0.99	0.15	0.14	0.14
Co	0.68	1.82	2.15	1.73	0.35	0.45	0.35
Cd	0.64	0.91	0.92	0.56	0.30	0.39	0.36
Hg	1.02	0.61	0.60	0.25	0.17	0.20	0.24
Ni	0.41	1.47	1.79	1.10	0.10	0.40	0.13
Au	0.75	2.59	1.97	1.09	0.52	0.53	0.49
Sn	0.50	0.45	0.52	0.33	0.50	0.54	0.45
As	0.49	16.73	7.80	0.94	0.12	0.21	0.14
Ag	0.85	1.03	0.98	0.80	0.52	0.51	0.55
La	1.40	0.72	0.73	0.61	0.68	0.95	0.52
Y	1.10	0.89	1.13	0.81	0.93	1.02	0.61
Nb	0.93	0.68	0.81	0.61	1.11	1.05	0.85

**Table 2.** Enrichment sequence of main stratigraphic elements**表 2.** 主要地层元素富集序列

	强富集元素(富集系数大于 1.5)	弱富集元素(富集系数介于 1.2 至 1.5)
第四系		La
三叠系	Cu-Sb-Cr-Co-Au-Ag	Mo-Bi-Ni
石炭系	Cu-Sb-Cr-Co-Ni-Au-Ag	Bi
泥盆系	Sb-Co	

岩浆岩区虽没有明显的富集元素(富集系数  $< 1.2$ ), 这与岩浆岩区面积大, 异常集中有关; 需进行进一步讨论。

## 2) 元素的分布特征

调查区元素分布极不均匀的主要元素有( $CV \geq 0.65$ , 剔除离群数据, 下同), Bi、La、Y、Nb, 分布很不均匀的有( $0.5 \leq CV < 0.65$ ): Cu、W、Sn、Mo、As、Sb、Hg、Ni, 分布不均匀的有( $0.4 \leq CV < 0.5$ ): Co、Zn、Cr、Cd。总计 19 种元素, 全区分布不均匀( $CV \geq 0.4$ )的有 16 种元素。

地层中分布极不均匀的有 Cu、Bi、Y、Sb、Nb、Ni，分布很不均匀的有 Co、Pb、Zn、Sn、Mo、Hg，分布不均匀的有 Au、W、As、Cr、Cd，总计 19 种元素，地层区分不均匀( $CV \geq 0.4$ )的有 17 种元素。

岩浆岩中分布极不均匀的有 La、Y、Nb，分布很不均匀的有 Cu、W、Sn、Mo、Bi、As、Sb、Hg、Ni，分布不均匀的有 Co、Zn、Cr、Cd，总计 19 种元素，地层区分不均匀( $CV \geq 0.4$ )的有 16 种元素。

### 3.3. 元素的共生组合特点

主要针对调查区的 Ag、As、Bi、Cd、Co、Cr、Cu、Hg、La、Mo、Nb、Ni、Pb、Sb、Sn、W、Y、Zn、Au 等 19 种主要元素讨论。

由全区因子分析(表 3)及水系沉积物数据进行相关性分析(表 4)得出：以 0.5 的相关系数可将元素分出两个关系密切的元素组，即 Cu、Ni、Cr、Co 和 La、Y，其它元素相关性较差，其中 Cu、Ni、Cr、Co 组合主要集中在花岗岩与地层交接带地层一侧，而 La、Y 组合则主要集中在交待带靠近岩体一侧。

另外图幅南侧元素组合特征相较于北侧差，这表明，元素的富集严格受岩体与地层接触带控制。

**Table 3.** Factor rotation composition matrix

**表 3.** 因子旋转成份矩阵

	成份					
	1	2	3	4	5	6
W	0.077	<b>0.847</b>	0.175	0.101	-0.002	0.132
Mo	0.091	0.325	0.371	0.082	-0.034	0.271
La	0.007	-0.007	0.087	-0.005	<b>0.98</b>	0.037
Cu	<b>0.546</b>	0.495	0.089	0.312	-0.004	0.192
Pb	-0.052	-0.02	<b>0.733</b>	0.168	0.014	0.055
Zn	0.411	0.053	<b>0.664</b>	0.052	0.116	0.265
Co	<b>0.792</b>	0.127	0.071	0.154	0.026	0.26
Nb	-0.118	0.101	<b>0.716</b>	-0.179	0.089	-0.151
Sb	0.154	-0.091	0.081	<b>0.871</b>	-0.013	0.043
Bi	0.033	<b>0.829</b>	0.071	0.045	0.003	0.003
Cr	<b>0.921</b>	0.014	-0.016	0.147	-0.015	-0.027
Ni	<b>0.957</b>	0.018	0.012	0.108	-0.015	0.052
Cd	0.172	0.008	0.099	0.062	0.051	<b>0.914</b>
As	0.298	0.299	0.038	<b>0.833</b>	-0.007	0.111
Hg	0.143	-0.048	0.261	0.17	0.017	0.158
Y	0.002	0.017	0.165	-0.007	<b>0.972</b>	0.003
Sn	-0.008	0.446	0.686	-0.065	0.103	-0.064
Ag	0.186	0.313	0.069	0.174	-0.015	<b>0.825</b>
Au	0.234	0.451	0.019	<b>0.647</b>	0.009	0.13

**Table 4.** Elemental correlation coefficients in the survey area**表 4.** 调查区元素相关系数表

	Cu	Pb	Zn	Cr	Ni	Co	Cd	W	Mo	As	Sb	Bi	Hg	Sn	Ag	La	Y	Au
Cu	1																	
Pb	-0.12	1																
Zn	0.3	0.41	1															
Cr	0.5	-0.44	0.06	1														
Ni	0.45	-0.33	0.15	0.81	1													
Co	0.55	0	0.49	0.43	0.5	1												
Cd	0.34	0.18	0.64	0.06	0.09	0.33	1											
W	0.28	0.04	0.28	0.11	0.12	0.26	0.15	1										
Mo	0.05	0.29	0.08	-0.21	-0.23	-0.05	0.16	0.01	1									
As	0.6	0.01	0.35	0.13	0.13	0.34	0.53	0.18	0.13	1								
Sb	0.58	-0.01	0.51	0.3	0.27	0.5	0.37	0.44	0.1	0.56	1							
Bi	0.43	0.08	0.48	0.15	0.16	0.37	0.32	0.61	0.12	0.43	0.81	1						
Hg	0.16	0.03	0.21	0.1	0.08	0.08	0.17	-0.04	0.02	0.07	0.1	0.05	1					
Sn	0.24	0.12	0.32	0.03	0.04	0.24	0.07	0.57	0.12	0.23	0.67	0.69	0.02	1				
Ag	-0.01	0.15	0.24	-0.09	-0.08	-0.06	0.32	-0.01	0.02	0.06	0.04	0.03	0.25	-0.02	1			
La	-0.03	0.33	0.15	-0.02	0.06	0.24	0.05	0.04	0.04	-0.03	0.04	0.08	-0.16	0.11	-0.07	1		
Y	-0.05	0.3	0.26	-0.15	-0.03	0.32	0.07	0.31	0.05	-0.04	0.08	0.17	-0.12	0.25	-0.08	0.67	1	
Au	<b>0.67</b>	0.01	0.49	0.18	0.19	0.48	0.45	0.14	0.11	0.56	0.44	0.35	0.22	0.11	0.04	-0.06	0.01	1

## 4. 找矿方向

### 4.1. 异常分布特征

根据元素地球化学异常特征,结合地质图和实地调查结果,共圈出 10 个综合异常,其中有找矿潜力的异常共 3 个,占 30%。异常呈带状、环状展布,其中 AS1、AS2、AS4 具有异常面积大、元素含量高的特征,为找矿前景最好区域,易于找矿突破。

### 4.2. 找矿潜力分析

#### 1) 成矿地质背景分析

白沙地区除东北角出露少量沉积岩外,其余基本被岩体覆盖。该区地质构造较复杂、岩浆活动较强烈,成矿地质条件良好,是南岭成矿带中段的重要组成部分,一直为地质界和矿业界所重视。

自早古生代以来,几乎每一次地壳运动都伴随有岩浆活动,尤其以燕山期的岩浆活动最为强烈,形成了大规模的花岗岩岩基或岩株。岩浆岩出露面积约占全区面积的三分之一(图 1)。主要有两条东西向展布的复式花岗岩带,北部为大东山-贵东-九连山岩带,主要分布在曲江沙溪-贵东一线,构成主岩体岩性的主要为燕山早期(侏罗纪)的黑云母二长花岗岩,受控于贵东大断裂;南部为佛冈-新丰江岩带,主要分布在佛冈高岗-新丰江一带,构成主岩体岩性的主要为燕山早期(侏罗纪)黑云母花岗岩类,受控于佛冈-丰良深断裂带。

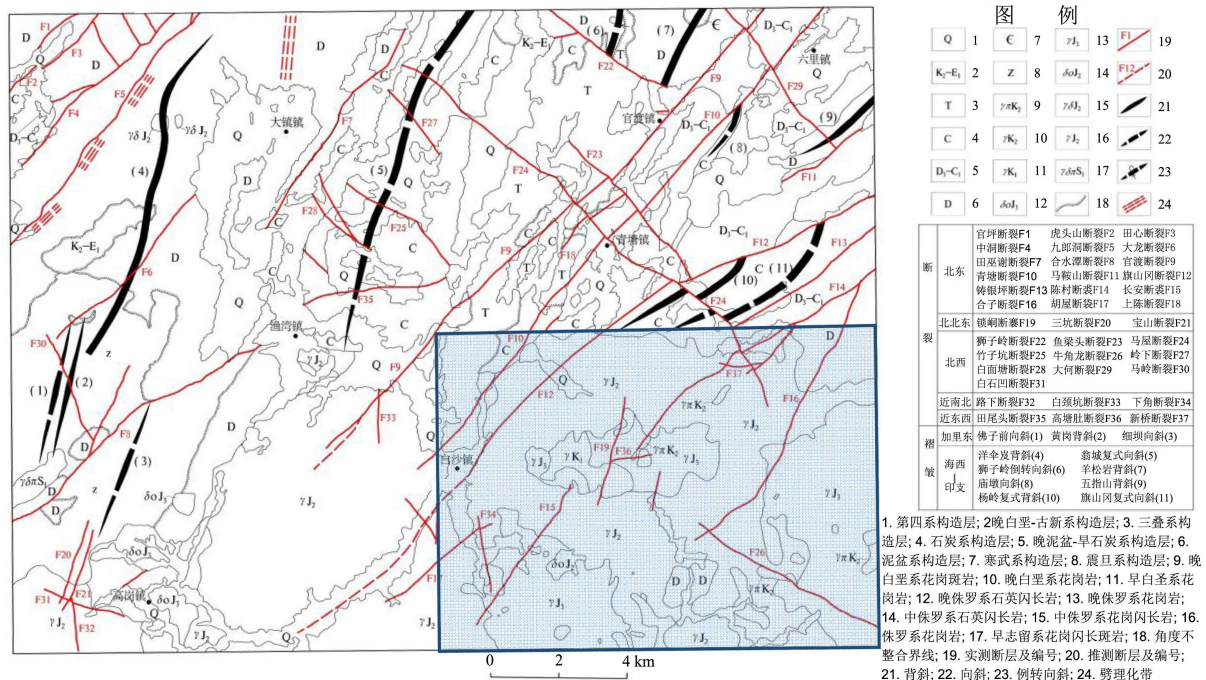


Figure 1. Geotectonic location of Baisha and surrounding areas

图 1. 白沙及周边地区大地构造位置示意图

花岗岩类侵入产状有岩基、岩株、岩瘤、岩墙、岩脉等，而以岩基和岩株为主。

燕山期岩浆活动与成矿关系密切。其中燕山第三期(晚侏罗世)和燕山四期岩浆活动与钨锡铋钼、铅锌铜银、稀土铌钽、铍砷成矿关系密切，如大宝山多金属矿、大宝山钨钼矿、红岭钨矿、金门铜铁矿、单竹坑钨铜矿、来石稀土矿、陈村铁矿、大顶铁矿等均与燕山三期岩浆活动有关。

在本区寻找铜铅锌铁等多金属矿有良好的岩浆热动力条件。

### 2) 实例分析

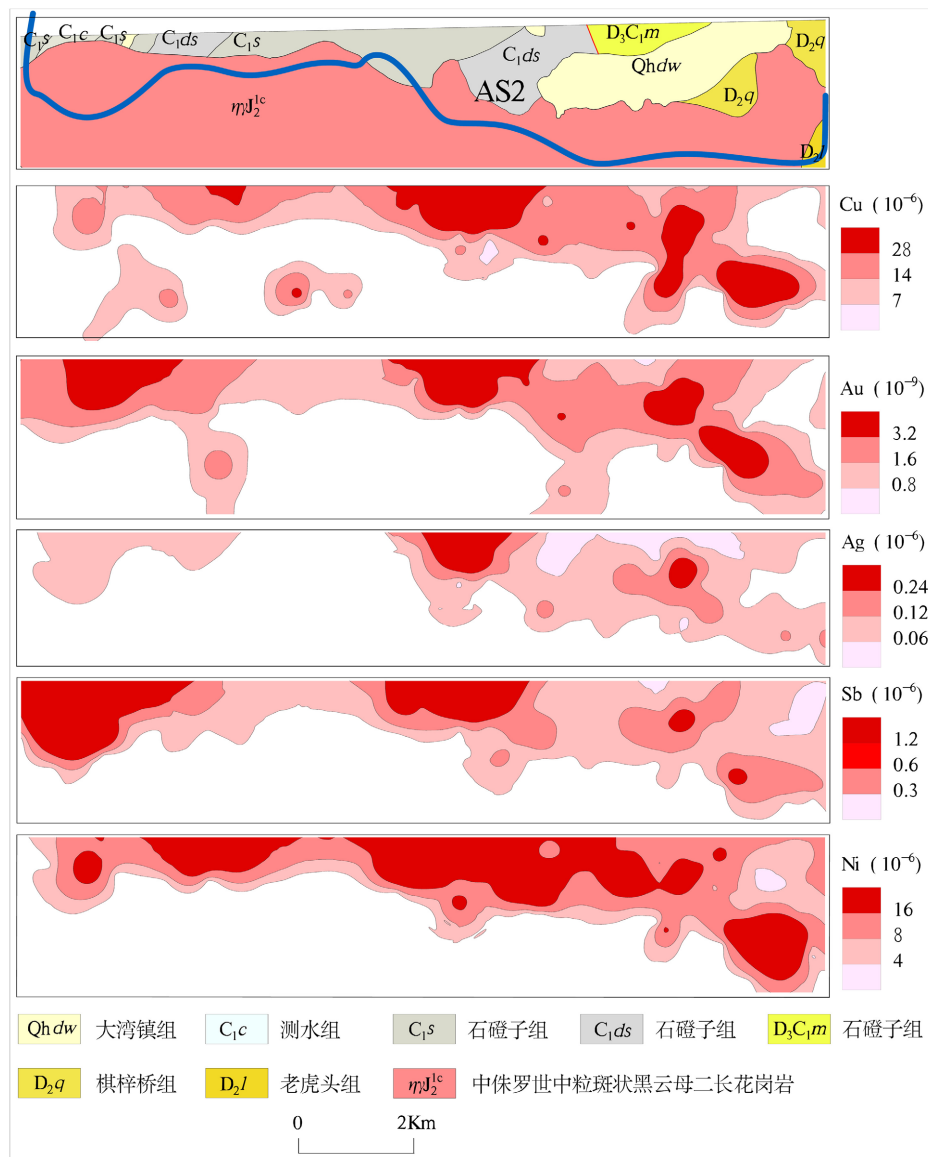
AS2 异常位于回龙镇西约 3 Km，异常分带明显，呈东西长条状，异常面积约 24 Km<sup>2</sup>。异常位于中侏罗世斑状黑云母花岗岩与泥盆 - 石炭地层交界部位，地质情况较复杂，界线北侧为中泥盆世棋梓桥组灰岩白云岩、晚泥盆 - 早石炭世帽子峰组砂质钙质泥岩，早石炭世大赛坝组含砾细砂岩、石磴子组灰岩白云岩、测水组砂页岩及曲江组硅质岩。

该综合异常由 Cu、Ag、Ni、Au、Sb 等元素异常组成，成矿元素有 Cu、Ni、Au、Sb，各元素异常浓度中心较集中，均有三级浓度分带，各异常套合较好(图 2)，异常浓集中心由内依次往外，反映了不同的成矿期次，异常参数见表 5。

在 AS2 铜金银镍锑浓集中心，部署的土壤测量结果(表 6)表明：土壤中发现 Au、Ag、Cu、Ni 元素含量相对较高，特别是 Au，最大值高达 45.6 ng/g，均值 2.83 ng/g。

经异常检查，确认 Cu、Ni、Au、Sb 异常浓集中心指示意义好，存在找矿前景。同时，异常区内存在铁矿。地质调查发现，异常区位于地层与花岗岩接触部位，蚀变作用强烈，成矿条件有利。因此，根据区内成矿地质条件和异常类别划分原则，异常类别： $\frac{AS2}{甲_1}$ 。

异常剖析图(图 3)显示：井塘土壤异常呈椭圆状，轴向北西向，异常强度较大，多种元素套合好，除 Ni、Cu 异常仅具有外带外，其余元素均分布有外、中、内带；Au、Ag 元素异常内带分布面积较大，

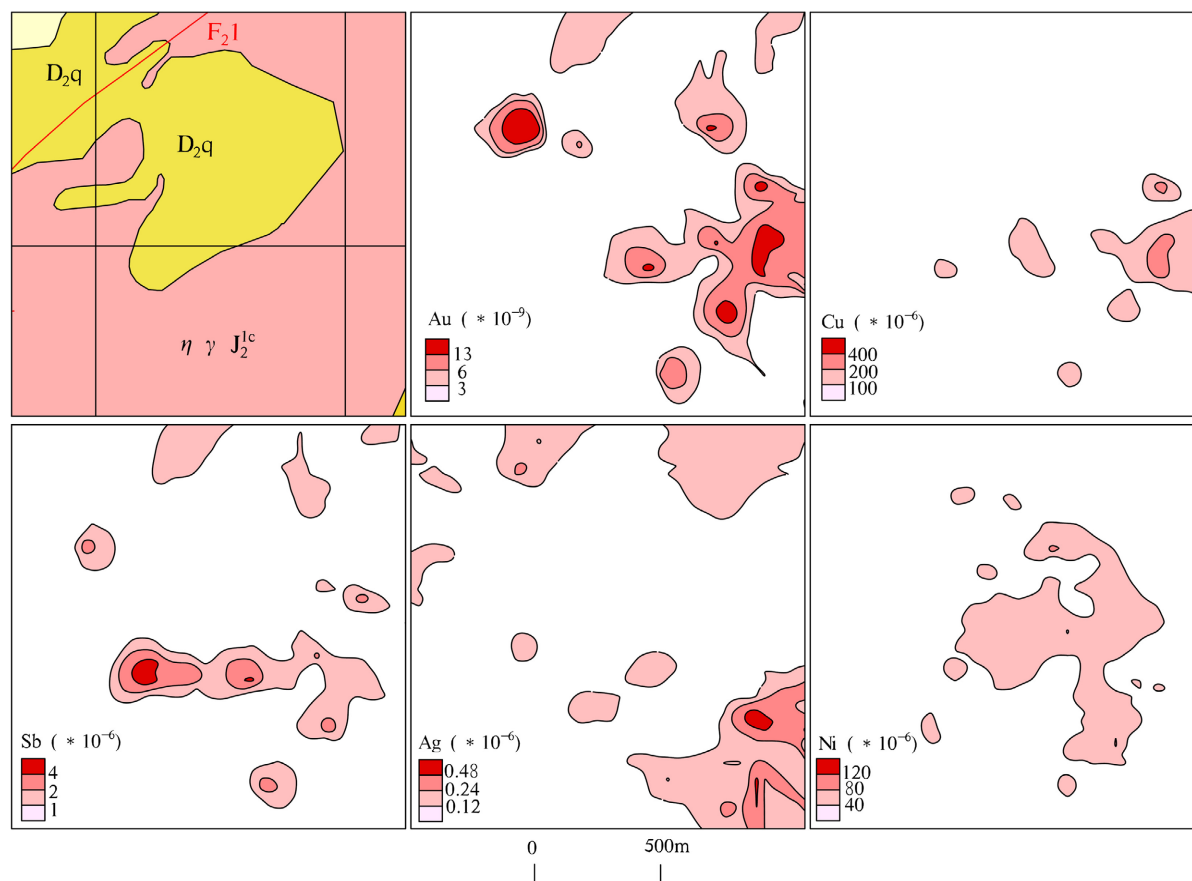


**Figure 2.** AS2 copper, gold, silver, nickel and antimony comprehensive anomaly profile  
**图 2.** AS2 铜金银镍锑综合异常剖析图

**Table 5.** Chemical parameters of the AS2 copper, gold, silver, nickel and antimony comprehensive anomaly area  
**表 5.** AS2 铜金银镍锑综合异常区化学参数表

元素	Cu	Ag	Ni	Au	Sb
异常面积(km <sup>2</sup> )	16.8	13.2	17.1	17.6	18.5
平均值	16.79	0.08	12.76	1.94	0.68
最高值	203	0.85	71.7	26.9	9.64
异常下限	7	0.07	4	0.79	0.3
衬值(K)	2.4	1.14	3.19	2.46	2.27
衬值规模(NAP)	40.32	15.05	54.55	43.3	42

含量单位: Au 为 ng/g, 其它为 μg/g。



**Figure 3.** AS2 copper, gold, silver, nickel and antimony concentration 1:10,000 soil anomaly profile

**图 3.** AS2 铜金银镍锑浓集中心 1:1 万土壤异常剖析图

**Table 6.** AS2 copper, gold, silver, nickel and antimony concentration center 1:10,000 soil mineralization element parameters table

**表 6.** AS2 铜金银镍锑浓集中心 1:1 万土壤成矿元素参数表

元素	样品数	最大值	最小值	平均值 X	标准差 S	变异系数 CV
Au	438	45.6	0.254	2.83	4.62	1.63
Ag	438	1.81	0.032	0.09	0.1	1.08
Cu	438	461	1.24	48.08	52.68	1.1
Sb	438	9.2	0.09	0.78	0.98	1.26
Ni	438	167	1.75	26.96	20.56	0.76

含量单位：Au 为 ng/g，其它为 μg/g。

异常值高，分别达到 45.6 ng/g、1.81 μg/g。Au、Ag 的组合异常较为明显，这对寻找蚀变岩型金矿有较好的指示意义。由此可知，该综合异常规模较大，元素组合较复杂，成矿元素 Cu、Ni、Au、Sb 浓度分带性好，地质条件有利，异常区附近分布有新丰井塘铁矿等。

通过对白沙圩幅 1:5 万水系沉积物数据整理与分析发现(表 7)，区内部分成矿元素具高含量特征，成矿元素富集明显，Cu、Ni、Au、Ag、Sb、Cr 等均具较好的异常；从变异系数看，As、Sb 背景分布的离散程度较高(变异系数值 > 0.5)。



**Table 7.** Single element anomaly parameters in the survey area  
**表 7.** 调查区单元素异常参数表

元素	Cu	Pb	Zn	Ag	Sn	W	Mo	Bi	Sb
异常个数	9	11	10	7	7	12	6	9	10
异常面积 km <sup>2</sup>	97	17	114	72	62	44	56	79	63
元素	Co	Cr	Ni	Cd	As	Nb	Hg	Au	
异常个数	6	6	6	20	7	10	7	11	
异常面积 km <sup>2</sup>	88	127	124	63	70	74	83	93	

## 5. 结论

调查区多种成矿元素具高含量特征, 相对广东省区域背景值, 异常区 Cu、Ni、Au、Ag、Sb、Cr 元素均相对富集。这与异常区地层与花岗岩接触带关系密切。该区花岗岩的侵入特性主导了元素含量分配特征, 成矿元素的离散表明了该区存在多期次成矿元素富集过程。

## 参考文献

- [1] 李宝强, 孙泽坤. 区域地球化学异常信息提取方法研讨[J]. 西北地质, 2004, 37(1): 102-108.
- [2] 阮天健, 朱有光. 地球化学找矿[M]. 北京: 地质出版社, 1985.
- [3] 谢学锦. 区域化探[M]. 北京: 地质出版社, 1979.
- [4] 於崇文. 南岭地区区域地球化学[M]. 北京: 地质出版社, 1987.
- [5] 赵兴元. 南岭地区泥盆系主要成矿元素地球化学[J]. 地球化学, 1988(1): 69-78.
- [6] 窦磊, 杜海燕, 黄宇辉, 等. 珠江三角洲经济区农业地质与生态地球化学调查成果综述[J]. 中国地质调查, 2015, 2(4): 47-55.
- [7] 李树军, 牛丽新, 王文明. GPS 在 1: 5 万水系沉积物测量中的应用[J]. 黄金科学技术, 2006, 14(3): 35-37.
- [8] 夏祥标, 郑来林. 普迟亚地区水系沉积物测量地球化学特征及找矿方向[J]. 物探与化探, 2009, 33(6): 626-629+634.
- [9] 陈翠华, 倪师军, 何彬彬, 等. 江西德兴矿集区水系沉积物重金属污染的时空对比[J]. 地球学报, 2008, 29(5): 639-646.
- [10] 戴慧敏. 大兴安岭查巴奇地区水系沉积物地球化学特征及找矿方向[J]. 现代地质, 2012, 26(5): 1043-1050.
- [11] 闫永生, 李向文, 聂春雨, 等. 黑龙江富克山地区水系沉积物测量地球化学特征及找矿远景预测[J]. 物探与化探, 2013, 37(1): 23-29.
- [12] 赵武强, 崔森, 邹先武, 等. 湖南禾库地区水系沉积物地球化学特征及找矿预测[J]. 中国地质, 2014, 41(2): 638-647.
- [13] 赵君, 乔树岩, 戴慧敏. 水系沉积物测量在阿巴通德拉扎卡地区找矿应用[J]. 物探与化探, 2011, 35(1): 24-27.
- [14] 郭奎城, 王磊, 金哲岩, 等. 物化探方法在黑龙江古金厂地区水系沉积物异常查证中的应用[J]. 世界地质, 2010, 29(2): 336-340.
- [15] 汤正江, 程治民, 洪大军, 等. 太平沟水系沉积物异常特征及找矿效果[J]. 物探与化探, 2011, 35(5): 584-587.
- [16] 张再天, 潘家永, 夏菲, 等. 江西玉华山地区水系沉积物化探数据处理及找矿靶区划分[J]. 物探化探计算技术, 2013, 35(1): 86-92.
- [17] 戴慧敏, 宫传东, 鲍庆中, 等. 区域化探数据处理中几种异常下限确定方法的对比——以内蒙古查巴奇地区水系沉积物为例[J]. 物探与化探, 2010, 34(6): 782-786.
- [18] 董毅. 因子分析在水系沉积物测量地球化学分区中的应用探讨——以青海都兰地区为例[J]. 矿产与地质, 2008, 22(1): 78-82.
- [19] 马晓阳, 崔玉军, 李祥佑. 大兴安岭北部森林沼泽区 1: 5 万水系沉积物测量方法研究[J]. 物探与化探, 2002, 26(6): 433-435+449.

- [20] 广东省地质局. 中国区域地质志·广东志[M]. 北京: 地质出版社, 2021.
- [21] 广东省地质局. 中国矿产地质志·广东卷[M]. 北京: 地质出版社, 2021.
- [22] 朱文斌, 赵艺, 马莉, 张国欢. 广东雪山嶂地区铜多金属矿整装勘查区矿产调查与找矿预测 1:5 万水系沉积物测量成果报告[R]. 广州: 广东省地质调查院, 2019.