

云南省会泽金红铅锌矿区岩石地球化学特征 ——以车家坪地区为例

祁昌炜¹, 朱杰勇^{1,2}, 刘益^{1,2}, 刘磊¹, 王佳音¹, 田鹏¹

(1. 昆明理工大学 国土资源工程学院, 云南 昆明 650093;

2. 云南灾害测报防治高技术开放实验室, 云南 昆明 650093)

摘要 滇东北地区是我国铅、锌、银的重要产地之一, 已发现铅锌矿床、矿点和矿化点多处。车家坪位于会泽县金红地区, 该矿区距矿山厂、麒麟厂等大型铅锌矿较近, 具有极大的找矿潜力。以车家坪地区为例, 在详实的地质工作基础上, 开展 1:10000 大比例尺岩石地球化学找矿工作。选用迭代法确定背景值和异常下限, 确定 Pb、Zn、As、Cu、Cd 五个元素组合作为本次研究的最佳指示元素。通过分析岩石地球化学异常形态、规模、浓度分带等, 圈定找矿靶区 3 处, 为寻找盲矿体, 缩小靶区提供依据。

关键词 岩石地球化学测量 铅锌矿床 车家坪 云南

LITHOGEOCHEMISTRY OF THE JINHONG LEAD-ZINC OREFIELD IN HUIZE AREA, YUNNAN PROVINCE: A Case Study of Chejiaping Area

QI Chang-wei¹, ZHU Jie-yong^{1,2}, LIU Yi^{1,2}, LIU Lei¹, WANG Jia-yin¹, TIAN Peng¹

(1. Faculty of Land and Resources Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China;

2. Yunnan Hi-tech Open Laboratory of Disaster Prediction and Control, Kunming 650093, China)

Abstract : Northeastern Yunnan Province is an important region for lead, zinc and silver resources, with quite a few Pb-Zn deposits and mineralized spots. Chejiaping area in Huize is close to the large Pb-Zn mines such as Kuangshanchang and Qilinchang, with great prospecting potentiality. On the basis of detailed geological work, the 1:10000 scale geochemical survey is carried out in the area. The iteration method is adopted to determine the background value and anomaly threshold, with the assemblage of Pb, Zn, As, Cu and Cd as the best indicator. By analysis on the geochemical anomaly shapes, scale and zonation, 3 prospecting targets are delineated, which will provide basis for the searching of blind orebodies in the area.

Key words : geochemical survey; Pb-Zn deposit; Chejiaping; Yunnan Province

0 前言

滇东北地区是我国铅、锌、银的重要产地之一, 已发现铅锌矿床、矿点和矿化点多处。区内铅锌矿层赋矿围岩多为碳酸盐岩, 尤以白云岩为主, 如灯影组的藻白云岩和硅质白云岩, 渔户村组的含磷白云岩, 摆佐组和宰格组的粗晶白云岩等。研究区车家坪位于会泽县海镇, 距矿山厂、麒麟厂等大型铅锌矿区仅 8 km, 属同一成矿带, 成矿地质条件相似。本区出露

C₁b 地层, 麒麟厂断层、鲁纳断层和大菜园断层穿过矿区, 牵引构造和次级裂隙发育。类比矿山厂、麒麟厂等铅锌矿床(点)成矿地质条件, 该区有较好的找矿潜力。

原生晕是成矿过程的一种表现, 在形式上与主要或伴生成矿元素有关, 常常只有通过分析测试岩石中的元素含量才能确定^[1]。大量金属矿床原生晕的研究显示, 矿体原生晕是矿体范围的几十倍和上百倍, 有些

收稿日期 2011-09-17 修回日期 2011-10-29 编辑 李兰英

作者简介 祁昌炜(1986—), 男, 在读硕士研究生, 地球化学专业, 矿床地球化学研究方向, 通信地址 云南省昆明市学府路 昆明理工大学莲华校区学生社区 8C-711, 650093, E-mail: 330872709@qq.com

矿床深埋千米但地表原生晕仍然明显^[3]。本研究在详细的地质工作基础上,对车家坪地区开展了岩石地球化学找矿工作。目前在车家坪地区圈定综合异常区 3 处。其中 A 级异常 1 处,B 级异常 1 处,C 级异常 1 处,圈定的综合异常区元素叠加较好,且有浓集中心。

1 区域地质

研究区大地构造位置属扬子准地台西南缘 (I 级单元) 之滇东台褶带 (II 级单元) 的会泽台褶束 (III 级单元)。

1.1 地层

滇东北地区地层由褶皱基底和沉积盖层组成,两者之间呈角度不整合接触。褶皱基底为中元古界昆阳群,主要为一套中—浅变质的浅海相复理石碎屑岩夹火山岩、碳酸盐建造,出露于东川、会泽、巧家渭姑和牛首山等地。该层包括海相古生界盖层和陆相中新生界盖层。海相盖层由震旦系至二叠系地层组成,中新生界地层则构成了陆相盖层^[4](表 1)。

1.2 构造

滇东北地区构造从展布的方向来看可分为南北向和北东向两组,南北向主要是小江断裂和昭通—曲靖隐伏断裂,北东向主要是巧家—大关构造带、会泽—彝良构造带和矿山厂—金牛厂构造带等(见图 1)。车家坪地区位于小江断裂以东,处于小江断裂带、垭都—水城断裂带和弥勒师宗断裂带围成的近似三角形区域中。

1.3 区域地球化学特征

滇东北灯影组、渔户村组、筇竹寺组、沧浪铺组、摆佐组和宰格组等地层中,Pb、Zn、Ag、Cu 等成矿元素的地球化学背景值很高,并形成了众多地球化学异常区。从滇东北土壤晕、重砂晕、分散晕综合异常图(图 2)可看出,多数远景区都呈北东向展布,且滇东北异常叠加较好的异常区与已知铅锌银矿床(矿点)重合,例如矿山厂铅锌矿、茂租铅锌矿等,都位于地球化学综合异常叠加较好的区域内,这说明圈定的地球化学异常区的正确性和有效性。

2 研究区地质特征

2.1 地层

普查区出露地层有:上泥盆统宰格组(D_{3zg}),下石炭统大塘组(C_{1d}),摆佐组(C_{1b})、中石炭统威宁组(C_{2w})、上石炭马平组(C_{3m}),下二叠统梁山组(P_{1l})、栖霞

表 1 区域地层岩性简表
Table 1 Regional stratigraphy and lithology

时代	代号	地层	岩性	
新生界	第四系	Q	砾石、砂、黏土	
	第三系	E	泥灰岩、泥岩及砂岩	
中生界	侏罗系	J	砂岩、粉砂岩、泥岩	
		T ₃	须家河组 杂砂岩、粉砂质页岩夹煤	
	三叠系	T ₂	关岭组 杂色砂岩、泥岩、白云岩	
		T ₁	永宁镇组 泥质灰岩、钙质杂砂岩、长石岩屑杂砂岩	
			飞仙关组 泥质粉砂岩、长石岩屑砂岩、粉砂质泥岩	
		上古生界	二叠系	P ₂
峨眉山玄武岩 玄武岩、火山角砾岩				
P ₁	茅口组 灰岩、白云质灰岩			
	栖霞组 灰岩夹白云岩			
	梁山组 石英砂岩、页岩夹煤			
石炭系	C ₃			马平群 骨屑灰岩、鲕状灰岩夹粗晶白云岩
	C ₂		威宁组 灰岩、生物灰岩夹白云岩	
	C ₁		摆佐组 灰岩、白云质灰岩、白云岩	
			大塘组 灰岩、泥灰岩、砂页岩	
			岩关组 灰岩夹白云岩	
	泥盆系		D ₃	宰格组 白云岩、泥质白云岩夹灰岩
D ₂			海口组 石英砂岩	
			红崖坡组 白云岩、石英杂砂岩	
			缩头山组 石英杂砂岩夹页岩	
D ₁			坡脚组 页岩、粉砂质页岩	
			翠峰山组 石英杂砂岩、长石砂岩	
下古生界	志留系		S ₃	菜地湾组 下部泥砂岩、上部砂泥质白云岩
			S ₂	大路寨组 泥岩、粉砂岩及碳酸盐岩
				嘶风崖组 砂泥质碳酸盐岩
				黄葛溪组 泥岩及碳酸盐岩
		S ₁	龙马溪组 砂泥岩及碳酸盐岩	
			奥陶系	Q ₃
	Q ₂	上巧家组 长石砂岩偶夹粉砂岩、页岩		
	Q ₁	下巧家组 长石石英砂岩、白云岩		
		红石崖组 石英砂岩、长石砂岩夹页岩		
	ε ₃	二道水组 白云岩、粉砂质白云岩		
	寒武系	ε ₂		西王庙组 长石砂岩、粉砂岩夹石膏
			陡坡寺组 粉砂岩、细砂岩夹白云岩	
		ε ₁	龙王庙组 白云岩夹泥土质白云岩、页岩	
			沧浪铺组 泥质砂岩夹碳酸盐岩	
筇竹寺组 粉砂岩、页岩、泥岩				
渔户村组 白云岩、泥质白云岩、硅质白云岩、磷块岩				
新元古界	震旦系	Z _b	灯影组 白云岩夹藻白云岩	
			陡山沱组 浅海相碳酸盐岩及滨海相碎屑岩	
			南沱组 紫色冰碛砾岩	
		Z _a	澄江组 杂色砂岩、凝灰岩、板岩	

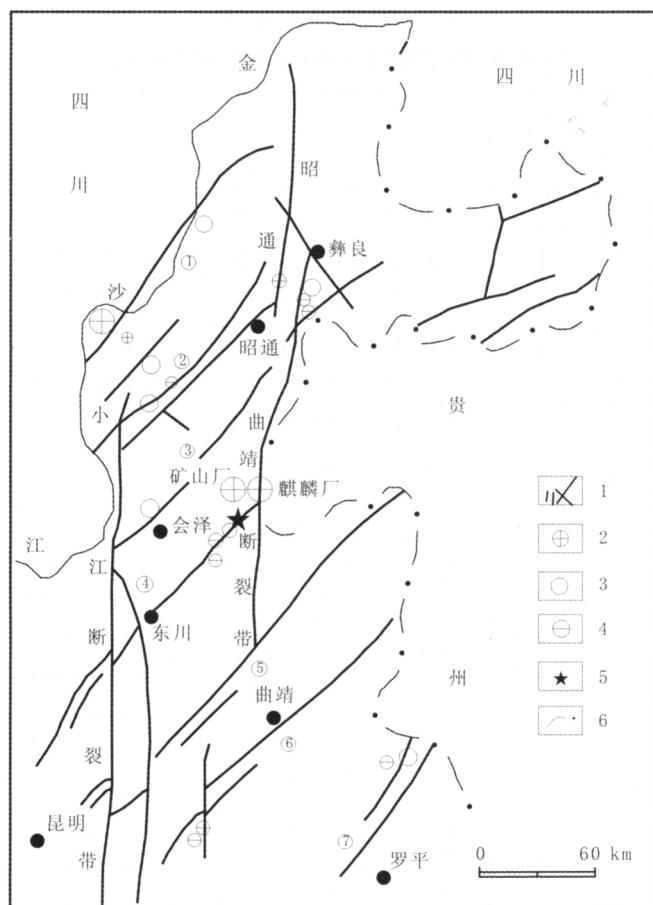


图1 滇东北地区构造体系分布图
(据柳贺昌、林文达, 1999, 改绘)

Fig. 1 Tectonic system map of Northeastern Yunnan Province
(modified from LIU He-chang and LIN Wen-da, 1999)

1—断裂带(fault belt); 2—大型铅锌矿床(large Pb-Zn deposit); 3—中型铅锌矿床(medium-sized Pb-Zn deposit); 4—小型铅锌矿床(small Pb-Zn deposit); 5—研究区(studied area); 6—省界(provincial boundary); ①巧家—金沙厂构造带; ②巧家—大关构造带; ③会泽—彝良构造带; ④雨碌构造带; ⑤寻甸—宣威构造带; ⑥牛首山构造带; ⑦弥勒—师宗构造带

霞组(P_1q)、茅口组(P_1m), 中二叠统峨眉山玄武岩组($P_2\beta$) (图3)。

摆佐组是滇东北铅锌矿重要的含矿层位, 岩性为浅灰色—灰白色灰岩、鲕状灰岩、白云质灰岩夹灰白色—米色中粗晶白云岩(或互层)及肉红色白云岩。全组厚度变化大, 有良好的成层性。中粗晶白云岩中方解石团块径长逾 10 cm, 在中粗晶白云岩中黄铁矿化分布比较常见^[4]。

2.2 构造

普查区断层主要呈南北向、北西向延伸, 主要与矿山厂地质特征相似, 北东向断裂经历右行扭性—左行压扭性—右行扭(压)性—左行扭(压)的力学转变, 北

西向断裂经历了张性—扭性(左行)—扭性(右行)的转变。在 F_2 (大菜园断层) 东侧形成一耳状背斜和圆弧状车家坪背斜, 摆佐组(C_1d) 地层出露范围较广。耳状背斜为一箱状倾伏背斜, 北北西向长约 930 km, 倾伏向北东。背斜为近南北向大菜园断层和车家坪断层夹持, 西侧被一北北西向次级断层切失。 F_1 (麒麟厂断层) 断裂控制了普查区内的次级构造分布。普查区内另外可以圈出大量的次级构造, 以南北、北西向为主。另外在车家坪发育有弧形断裂。

2.3 岩浆岩

峨眉山玄武岩是车家坪地区唯一出露的岩浆岩, 分布于该区东北部, 岩性主要为暗绿、深灰色致密块状玄武岩、杏仁状玄武岩。

3 岩石地球化学研究方法

3.1 化探布置及样品测试

依据中华人民共和国地质矿产行业标准——《岩石地球化学测量规范 DZ/T 0248-2006》, 结合研究区植被覆盖较差、基岩出露较多的情况, 在车家坪地区进行 1:10000 大比例尺的岩石地球化学测量。共布设测线 27 条, 采用 100 m × 40 m 网度采样 522 个。本次样品分析由国土资源部昆明矿产资源监督检测中心承担。根据本区地球化学特征, 结合该区的成矿特点, 共选择 Pb、Zn、Cu、Ag、Mn、Cd、Ge、As 8 个主成矿元素及伴生元素进行测试。元素分析方法及检出限见表 2。

3.2 背景值和异常下限的确定

地球化学找矿中背景值和异常下限的确定, 是圈定异常和解译异常的基础。确定地球化学背景值与异常下限的方法有很多种, 如迭代法、长剖面法、直方图法、概率格纸图解法、移动平均分析法等^[5]。

对于车家坪利用迭代法确定背景值和异常下限, 将测区视为一个整体区域, 利用统计软件 SPSS 进行统计分析。①计算出各个元素原始数据的平均值($\bar{X}$)、标准偏差(S)、中位数、最大值和最小值; ②按照 $\bar{X} + 2S$ 的条件剔除一批高值后获得一个新数据集, 再计算新数据集的平均值($\bar{X}$)、标准偏差(S), 重复以上步骤直到无高值存在; ③求出最终数据集的($\bar{X}$)和(S), 将 $\bar{X}$ 作为背景值 C_0 , $\bar{X} + 2S$ 作为异常下限。本次用迭代法求出的异常下限见表 3。

3.3 岩石地球化学特征与评价

运用 SPSS 统计分析软件对原始岩石地球化学数据进行了相关分析(见表 4)。相关性上元素 Pb、Zn 与伴生元素 Ag、As、Cu、Ge、Mn 在含量上呈正相关关系,

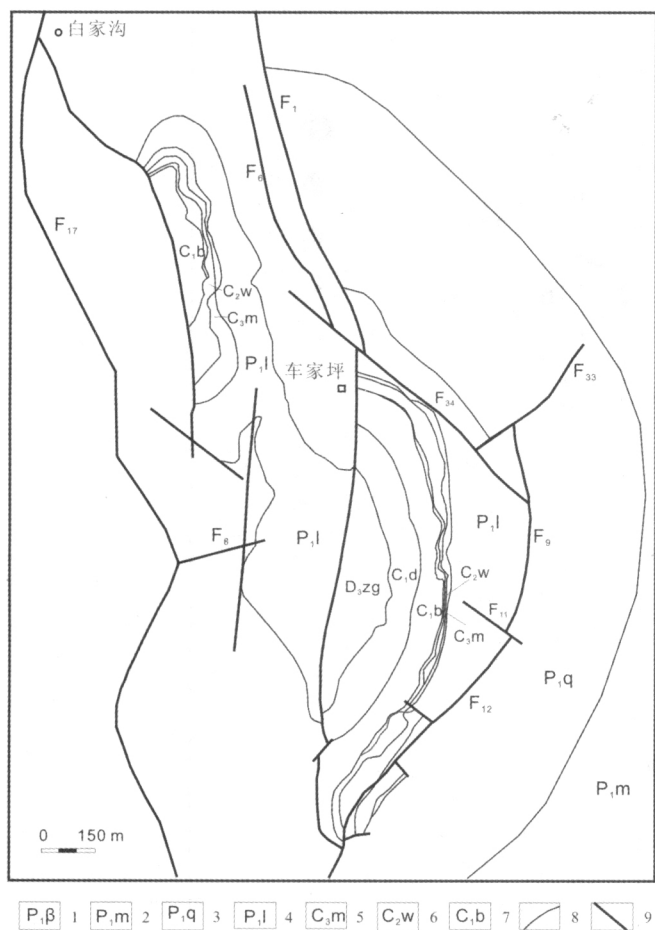


图3 车家坪地区地质略图

Fig. 3 Geologic sketch map of Chejiaping area

1—杏仁状、气孔状玄武岩 (amygdaloidal and vesicular basalt); 2—白云质灰岩、灰岩 (dolomitic limestone and limestone); 3—灰岩夹白云质灰岩 (limestone with dolomitic limestone); 4—石英砂岩 (quartz sandstone); 5—角砾灰岩、灰岩 (brecciola and limestone); 6—含方解石细脉灰岩 (limestone with calcite veinlet); 7—白云岩夹灰质白云岩 (dolostone with lime dolostone); 8—地层界线 (stratigraphic boundary); 9—断层及编号 (fault and number)

表2 车家坪地区岩石地球化学元素分析表

Table 2 Geochemical analysis result of the rocks in Chejiaping area

分析方法	测定项目	方法检出限	
		要求	实测
发射光谱法 (ES)	Ag	0.05	0.038
	Cu	1	0.5
	Pb	5.0~10.0	5
等离子质谱法 (ICP-MS)	Zn	10	5
	Mn	30	20
	Gd	0.2~10.0	0.1
原子吸收法 (AAS)	Cu、Pb、Zn	>1000	0.1
原子荧光光谱仪	As	0.5~1	0.5
	Ge	0.1	0.05

表3 车家坪地区岩石地球化学测量元素地球化学特征参数

Table 3 Geochemical characteristic parameters of the elements in the rocks in Chejiaping area

元素	样品数	平均值	均方差	均方差倍数	异常下限
Pb	522	5.36	2.13	2	9.61
Zn	522	11.34	3.36	2	18.05
Ag	522	0.07	0.01	2	0.09
As	522	0.52	0.17	2	0.86
Cd	522	0.63	0.24	2	1.10
Cu	522	1.37	0.38	2	2.13
Ge	522	0.21	0.06	2	0.32
Mn	522	18.02	6.47	2	30.97

含量单位 :10⁻⁶.

表4 车家坪地区岩石地球化学相关系数

Table 4 Geochemical correlation coefficients of the rocks in Chejiaping area

元素	Pb	Zn	Ag	As	Cd	Cu	Ge	Mn
Pb	1							
Zn	0.227	1						
Ag	0.098	0.025	1					
As	0.834	0.108	0.092	1				
Cd	-0.033	0.142	-0.011	-0.018	1			
Cu	0.115	0.151	-0.022	0.026	-0.008	1		
Ge	0.18	0.143	0.095	0.149	-0.005	0.323	1	
Mn	0.16	0.149	-0.001	0.156	0.022	0.391	0.214	1

样品由国土资源部昆明矿产资源监督检测中心分析.

其中 Pb 与 As 的相关系数最大为 0.834,Zn 与 Cu 的相关系数最大为 0.151;主成矿元素 Pb 与 Cd 在含量上呈负相关关系,为-0.033. 一般来说,热液矿床中与主要成矿元素呈正相关的元素,都是成矿晕作用下带入的. 负相关的元素,主要成矿元素沉淀时由围岩中活化而迁出的元素,或由含矿溶液析出时由于分异作用在含量上与主要成矿元素呈反消长的元素,两者都可以作为指示元素^[9]. 因此,笔者把 Pb、Zn、As、Cu、Cd 这 5 个元素组合作为本次研究的最佳指示元素.

3.4 异常圈定

各元素的异常均以衬度 (测量值与元素异常下限的比值) 表示. 衬度大于 1 的点均为异常点,将异常点用等值线圈起来就构成了各元素的异常图. 由于各元素的浓集程度不同,各异常图不进行统一的异常分带,而是以衬度等值线表示. 如果等值线的值为 2,则表示其带内各点的元素含量均高于 2 倍异常下限^[9]. 本次采用 GOLDEN 软件公司的 Surfer 软件,完成 Pb、Zn、As、

Cu、Cd 5 种元素的岩石地球化学异常图。根据计算结果,本次工作采用异常下限值的 1、2、4 倍来划分异常外带、中带、内带。结果显示,车家坪岩石地球化学测量有很好的浓集中心,且呈多元素叠加趋势,圈定的综合异常区异常等级高(图 4)。

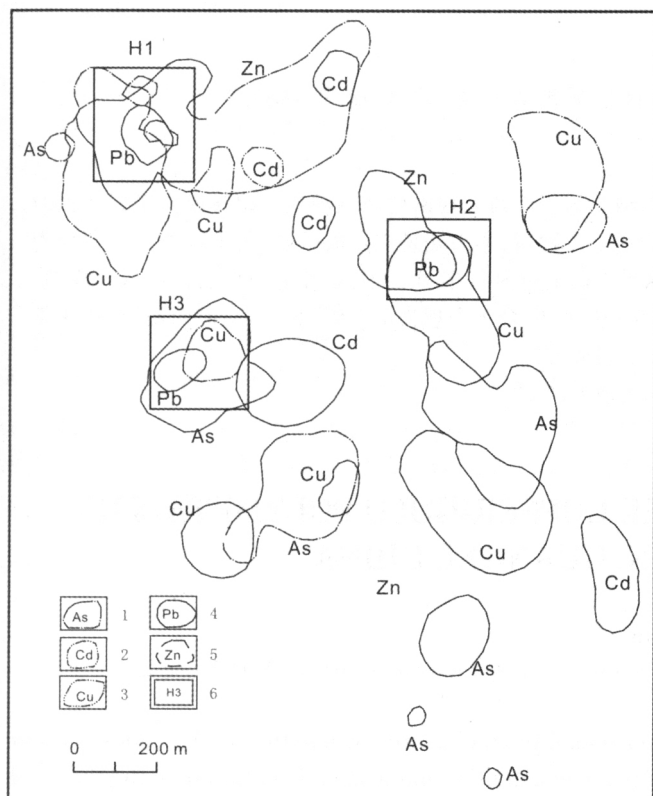


图4 车家坪地区岩石地球化学综合异常图

Fig. 4 Geochemical composite anomaly map of Chejiaping area
1—As 异常(As anomaly); 2—Cd 异常(Cd anomaly); 3—Cu 异常(Cu);
4—Pb 异常(Pb anomaly); 5—Zn 异常(Zn anomaly); 6—综合异常
(composite anomaly)

3.5 岩石地球化学异常评价

由岩石地球化学综合异常图可知,异常区的排列呈串珠状沿北东向展布。按照岩石地球化学找矿信息的异常衬度、异常规模、浓度级、异常吻合度、地质条件

等因素评价异常,圈定找矿靶区 3 处。其中 A 级异常(H1) 1 处,B 级异常(H2) 1 处,C 级异常(H3) 1 处。A 级异常区 Pb、Zn、As、Cu 呈现良好的叠加。B 级异常 Pb、Zn、Cu 呈现良好的叠加。C 级异常 Pb、As、Cu、Cd 呈现良好的叠加。A 级元素异常叠加比较好的区域位于下石炭统摆佐组,也就是目前发现矿山厂铅锌矿的赋矿层位。这在一定程度上推进了车家坪的铅锌找矿工作,为下一步工作提供了依据。

4 结论

在详细的地质工作基础上,对车家坪地区开展了岩石地球化学找矿工作。文中用迭代法确定了岩石地球化学的异常下限,并对岩石地球化学各元素的相关性做了分析。通过对岩石地球化学元素的相关分析,总结出车家坪地区岩石地球化学原生晕组合主要为 Pb、Zn、As、Cu、Cd,异常有很好的浓集中心,且呈多元素叠加趋势,圈定的综合异常区异常等级较高。目前车家坪地区圈定了综合异常区 3 处。A 级异常(H1) 1 处,B 级异常(H2) 1 处,C 级异常(H3) 1 处。

参考文献:

- [1] 叶·米·克维亚特科夫斯基,编. 岩石化学找矿法(内生金属矿床岩石化学普查方法) [M]. 张国容,邱郁文,译. 北京:地质出版社,1981: 54.
- [2] 刘崇明,马生明,胡树起. 金属矿床原生晕勘查指标 [J]. 物探与化探,2010,34 (4) .
- [3] 陈启良. 滇东北渔户村组富铅锌矿成矿地质特征及找矿标志 [J]. 地质与勘探,1999,38 (1) : 22—26.
- [4] 柳贺昌,林文达. 滇东北铅锌银矿床规律研究 [M]. 昆明:云南大学出版社,1999: 65—70.
- [5] 黄薰德,吴郁彦,等. 地球化学找矿 [M]. 北京:地质出版社,1986: 40—44.
- [6] 蔡朝阳,孙德有,吴国学. MapGIS 与 Surfer 相结合在黑河市化探工作中的应用 [J]. 物探与化探,2009,33 (2) .