

宁芜盆地白象山矿区物化探异常特征及找矿意义^{*}

张 景,陈国光,张 明,徐自生,鲁胜梅

(中国地质调查局南京地质调查中心,南京 210016)

摘要:白象山铁矿位于宁芜盆地南段钟姑矿田内,是宁芜玢岩型铁矿的重要代表。文章通过研究白象山矿区间性物性测量、物探测量及地球化学测量的实测数据,对该区物化探异常进行定性分析;以密度、磁性、电阻率等物性参数为纽带,通过定量解释,认为根据该区重力、磁法及 CSAMT 异常特征可大致定位地层与赋矿岩体的接触位置。有机烃中乙烯、丙烯异常在矿体上方出现明显高值异常,可准确指示隐伏矿体的空间位置,为在宁芜地区寻找隐伏型矿床提供新思路。

关键词:重力异常;磁异常;地球化学异常;白象山矿区;宁芜盆地

中图分类号:P631

文献标识码:A

文章编号:2096-1871(2016)02-147-05

宁芜火山岩盆地是长江中下游成矿带重要的铁矿化集中区,众多学者对其进行了系统研究,并提出“玢岩铁矿”成矿模式^[1]。白象山铁矿床属于宁芜火山盆地玢岩型铁矿中凤凰山式铁矿床,该矿床是位于宁芜火山岩盆地南段的钟姑矿田规模最大、最有代表性的一个矿床。前人已从矿床地质特征、成矿年龄和矿床成因等方面对白象山铁矿床进行研究^[2],系统分析了白象山铁矿床形成的区域构造背景和控矿因素^[1-3],但对白象山铁矿物化探综合异常特征与矿体空间对应关系,利用物化探综合异常指导火山岩覆盖区隐伏矿勘查等方面的研究还不多。

近年来,随着已有矿床的加速开采,找矿难度日益加大,隐伏矿体已成为地质勘探找矿的重点。由于深部隐伏矿体在地表的重磁异常指示较弱,如何利用物化探综合异常信息,分离挖掘出更有效的控矿指示信息,从而进行隐伏矿体的定位定量预测,一直是矿产预测中需要解决的问题。本文以白象山铁矿为例,通过系统研究矿区物化探异常特征,揭示隐伏矿床与物化探异常的关系,为火山岩覆盖区找寻隐伏矿体提供新思路。

1 地质概况

白象山矿区位于安徽省马鞍山市当涂县龙山桥

镇,处于宁芜火山岩盆地南缘的钟姑复背斜之白象山次级背斜。白象山背斜为该铁矿床的主要控矿和容矿构造^[4]。矿区处于火山岩盆地基底断裂带上,北东向、北西向断裂对铁矿床具有明显的控矿和导矿作用,铁矿体一般产于北东向短轴背斜的核部及其倾伏端,断裂构造控制了铁矿的展布形态^[5]。

白象山矿区主要赋矿地层为上三叠统黄马青组和中三叠统周村冲组(图 1),岩性为紫红色钙质页岩,局部含泥质白云岩、泥灰岩、钙质粉砂岩及薄层铁锰质层、膏溶角砾岩等。该区岩浆岩主要为闪长岩,出露于矿区南部,向北延伸,隐伏于地层之下,具高碱、富钠、贫硅、低铁的地质特征,钠化强烈。在矿床东侧有辉绿岩、二长斑岩、辉石闪长岩侵入。

2 区域物化探异常特征

2.1 重力异常特征

研究区重力异常大致分为北北东走向的三个区带,东部为江宁—姑山一带的重力高值带;西部为汤沟—和县的重力高值带;中部为马鞍山—当涂一带的相对重力低值带。引起重力异常差别的主要原因是北东向局部褶皱,其次是火山岩之下次火山岩或侵入岩岩性不同引起的差别^[5]。中部低值区应以中

* 收稿日期:2015-06-13 改回日期:2015-08-04 责任编辑:谭桂丽

基金项目:中国地质调查局地质调查项目“长江中下游深部矿勘查方法技术示范”(项目编号:1212011120854)。

第一作者简介:张景,1982 年生,男,助理研究员,主要从事矿产资源调查方面的科研工作。

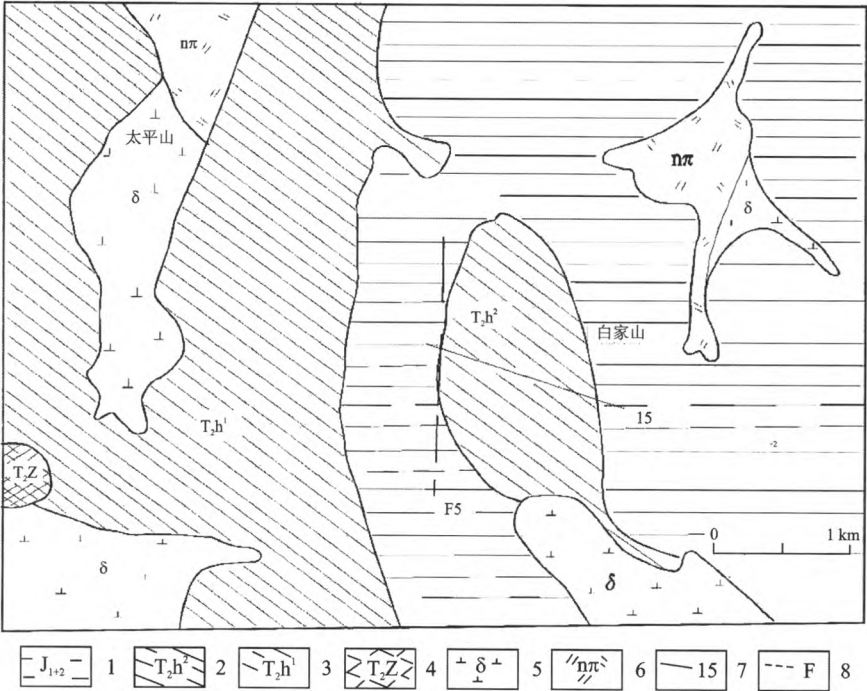


图 1 宁芜盆地白象山铁矿矿区地质略图(据综合队资料)

Fig. 1 Generalized geologic map of the Baixiangshan iron deposit in the Ningwu Basin

1-下-中侏罗统;2-中三叠统黄马青组上段;3-中三叠统黄马青组下段;4-中三叠统周冲村组;5-闪长岩;6-正长斑岩;7-勘查线及编号;8-断层

酸性岩类侵入为主,东部侵入岩体则以中-中基性的闪长玢岩类为主,由于闪长玢岩的密度较大,故形成局部重力高带,区内的梅山铁矿、凤凰山铁矿、凹山铁矿、白象山铁矿等主要矿床都位于这一高值带上。

2.2 航磁异常特征

研究区航磁为高值背景区,东部为强磁场区,磁异常特征表现为高背景场上叠加众多小型高磁异常。高背景场上局部高磁异常数量众多,分布较密集,呈串珠状相连,异常梯度较陡、强度高、形态规则,走向不一。航磁化极异常呈似椭圆状,北东走向,与重力异常大致同位,但走向不一致,表明重磁不完全同源^[4],重力异常可能主要由褶皱构造引起,而磁异常主要由铁矿体引起。

2.3 地球化学异常特征

宁芜地区地层从下到上依次为龙王山组、大王山组、姑山组和娘娘山组,大致分为龙王山组钙碱性岩系,大王山组、姑山组橄榄玄粗岩系和娘娘山组碱性岩系三个岩系,均属于高钾质岩石,火山岩从钙碱性岩系、橄榄玄粗岩系到碱性岩系 TFe、CaO 趋向减少,Al₂O₃、Na₂O+K₂O 及 K₂O/Na₂O 趋向增加。

三个岩系微量元素和主量元素随时间、岩系变化呈一定规律。各岩系均富集不相容元素,尤其是

Pb、U、Th、K 高出地幔几个数量级,而 Ba、Sr 相对亏损^[6]。钙碱性岩系、橄榄玄粗岩系及碱性岩系不相容元素富集程度趋于增加,说明壳源物质对本区三个岩系有较程度的影响。

3 白象山矿区物化探异常特征与成矿关系

3.1 矿区物性特征

研究区钻孔岩心样品实测物性数据见表 1。由表 1 可知,白象山矿区地层、围岩及矿体之间的物性差异较明显。黄马青组碎屑岩(泥质岩、粉砂岩、砂岩)密度中等,为(2.60~2.68)×10³ kg/m³;低磁(磁化率为(13~21)×10⁻⁵ SI,剩磁强度为(1.28~9)×10⁻³ A/M),中低阻(430~2130 Ω·m),低极化(0.33%~0.52%)。

闪长玢岩物性特点为高密度(2.697×10³ kg/m³),高磁化率(5529×10⁻⁵ SI),中等剩磁(152×10⁻³ A/M),高阻(5780 Ω·m),低极化(1.04%)。蚀变闪长玢岩较之未蚀变的闪长玢岩,其密度(2.615×10³ kg/m³)、磁性(28×10⁻⁵ SI,8.43×10⁻³ A/M)、电阻率(370 Ω·m)均明显降低,极化率(0.62%)下降。

磁铁矿为极高密度(3.510×10³ kg/m³),中等磁化率(404×10⁻⁵ SI),高剩磁(5460×10⁻³ A/M),中阻(1844 Ω·m),中等极化(11.15%)。

表 1 当涂地区钻孔岩心样品实测物性数据统计
Table 1 Statistics of measured physical data of borehole samples in the Dangtu area

物性组 岩 性	密度/ $\times 10^3 \text{ kg/m}^3$		磁化率/ 10^{-5} SI		剩磁强度/ 10^{-3} A/M		电阻率/ $\Omega \cdot \text{m}$		极化率/%	
	平均值	变化范围	平均值	变化范围	平均值	变化范围	平均值	变化范围	平均值	变化范围
泥质岩	2.679	2.637~2.740	21	12~25	9	4.42~20	430	241~582	0.33	0.17~0.60
黄马青组粉砂岩	2.679	2.62~2.75	19	14~25	9	0.88~25	665	198~1460	0.38	0.19~0.85
砂岩	2.590	2.492~2.677	13	9~19	1.28	0.02~2.58	2130	892~4191	0.52	0.25~0.97
闪长玢岩	2.697	2.644~2.728	5529	2620~7930	152	1.47~376	5780	308~10914	1.04	0.4~2.05
蚀变闪长玢岩	2.615	2.519~2.67	28	18~37	8.43	1.76~17.8	370	210~575	0.62	0.35~0.8
磁(赤)铁矿化层	3.510	3.491~3.529	404	399~408	5460	4910~6010	1844	1477~2212	11.15	3.27~19.02

注:物性参数为长江中下游深部矿勘查方法技术示范项目实测。

3.2 地球物理异常特征

(1) 重磁剖面异常特征

布格重力异常呈 NNW 向展布,反映白象山的次级背斜。磁异常总体呈 NE 走向,与铁矿体的延伸方向一致,11 线剖面已被钻孔控制(图 2),矿体与重磁局部异常基本对应,重磁同高的组合特征明显,表明磁铁矿体产于背斜穹窿部位。磁异常北西翼平缓,可能受浅层火山岩的影响;磁异常向南东方向衰减较快,为主铁矿体向南东倾,且南东向存在破碎带所致。依据岩矿体磁性参数、磁场强度和范围可准确判断磁性矿体的埋藏深度和地表投影位置。

(2)CSAMT 剖面

为研究白象山铁矿床电性特征,沿 11 勘查线布置了 CSAMT 法剖面测量(图 3)。CSAMT 剖面清晰地指示了赋矿部位的闪长岩体与围岩(黄马青组(T_3h)砂岩、泥质砂岩、粉砂岩)接触带,下部高阻为

闪长岩体,上部低阻为黄马青组地层。CSAMT 剖面也一定程度的反映了各地质单元蚀变情况,蚀变地段阻值降低,未蚀变地段阻值偏高。

3.3 地球化学异常特征

白象山矿区土壤中烯烃数据统计见表 2。由表 2 可知,烯烃类变异系数均 >1 ,说明烯烃在该矿区数据空间变异较大,其中乙烯、丙烯含量范围分别为 $0.000\sim 0.187 \mu\text{L/kg}$ 和 $0.000\sim 0.278 \mu\text{L/kg}$ 。

表 2 白象山矿区土壤烯烃类数据统计(单位: $\mu\text{L/kg}$)
Table 2 Statistics of soil olefin in the Baixiangshan mine district ($\mu\text{L/kg}$)

组分	平均值	最小值	最大值	变异系数
乙烯	0.029	0.000	0.187	1.40
丙烯	0.033	0.000	0.278	1.45

注:土壤烯烃类数据为长江中下游深部矿勘查方法技术示范项目实测。

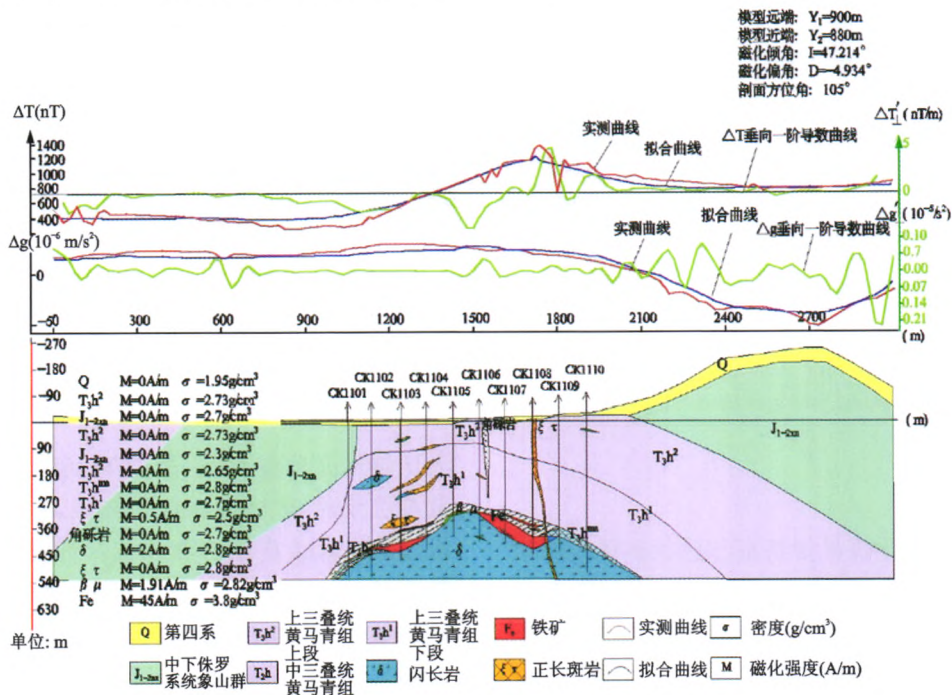


图 2 白象山铁矿 11 线重磁异常拟合图
Fig. 2 Gravity and magnetic anomaly fitting map of exploration line 11 in the Baixiangshan iron deposit

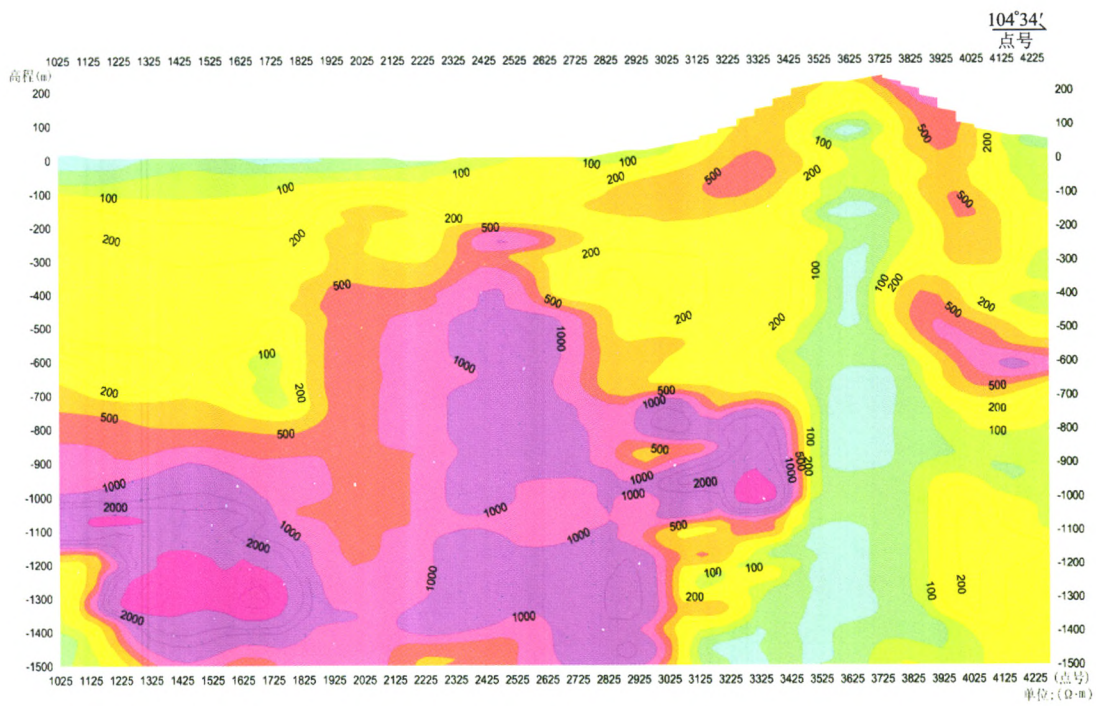


图 3 白象山铁矿 11 线 CSAMT 勘查电阻率断面图

Fig. 3 CSAMT prospecting resistivity section of exploration line 11 in the Baixiangshan iron deposit

白象山矿区 11 号土壤烯烃剖面如图 4。可知其在近矿体上方显示明显的高值异常峰值。烯烃类高值异常分布与三叠系地层分布基本吻合，

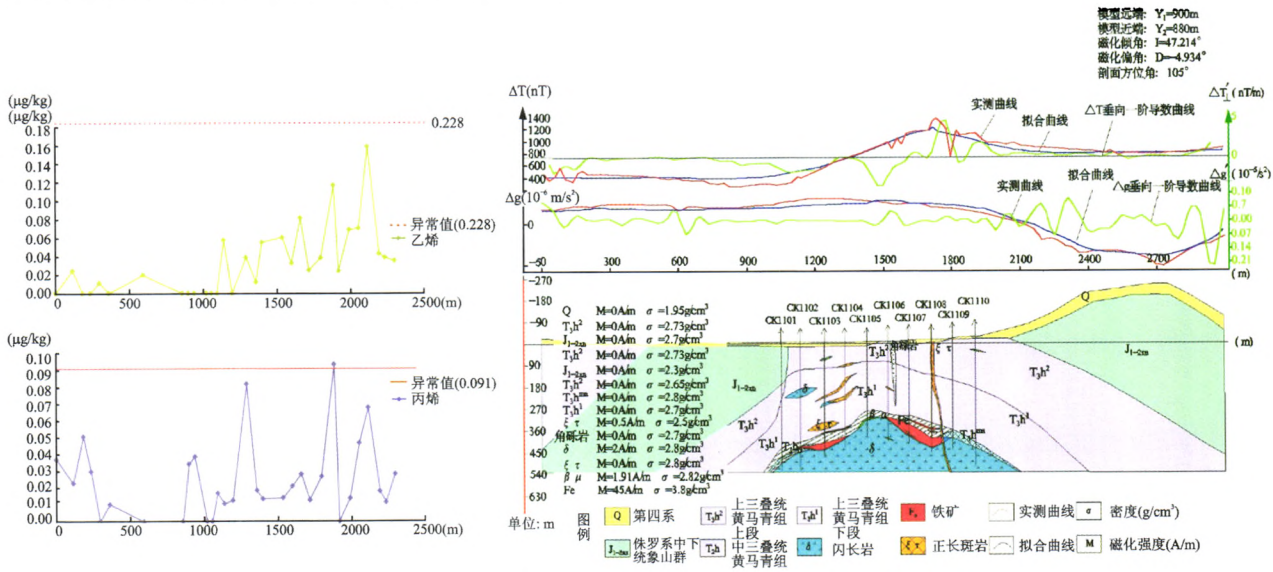


图 4 白象山矿区 11 线物化探综合异常剖面图

Fig. 4 Geophysical and geochemical anomaly profiles of exploration line 11 in the Baixiangshan mine district

4 找矿意义

白象山矿区物化探异常特征与隐伏矿体空间位置对应关系研究,对在宁芜盆地开展矿产勘查工作具有指导意义。首先,充分了解工作区的地质、矿产、物化探背景,熟知区内典型矿床的成矿模式,查明与成矿有关的层位和岩体。在此基础上进行大比例尺面积性高磁和重力测量,在异常明显部位开展

大比例尺高精度高磁、重力剖面测量^[7]。若工作区覆盖层较薄,矿体埋深位置较浅,重力异常、磁法异常通常能直接指示矿体位置。但随矿体埋深增加,重磁异常的指示逐渐变弱,此时辅以 CSAMT 和地球化学测量,其中 CSAMT 法能反映较大深度范围内赋矿岩体的分布状况,可用来定位地层与赋矿岩体的接触位置。而有机烃中乙烯、丙烯在矿体上方易显示高值异常,结合重磁电异常,可较准确地指示

隐伏矿体的空间位置,同时利用物探软件技术结合区域地质背景和物性特征做好正、反演工作,最后在成矿有利部位进行钻探验证。

5 结语

通过白象山矿区物探(重力、磁法、电法)测量及地球化学测量等工作,认为在宁芜火山岩覆盖区开展矿产地质调查工作,要充分了解区域成矿规律、区域地质背景及区域物化探异常,在此基础上综合分析该区已开展的多种勘探手段所反映的各类异常特征,根据不同类型异常反映的客观信息,找出综合异常的最佳浓集部位加以验证。

有机烃测量以往多用于找寻铜、金、铅锌等矿床。在白象山矿区有机烃异常与铁矿体呈现较好的空间对应关系,说明今后在类似铁矿找矿靶区开展地质调查工作时,应重视有机烃测量所反映的异常特征。

参考文献

- [1] 邸思维,范裕,张乐骏,等.宁芜盆地白象山铁矿床地质特征及成因分析[J].合肥工业大学学报(自然科学版),2011,34(1):123-127.
- [2] 贾蔡,袁峰,张明明,等.宁芜盆地白象山铁矿床成矿作用过程数值模拟[J].岩石学报,2014,30(4):1031-1040.
- [3] 李晓晖,袁峰,张明明,等.宁芜盆地白象山矿区人工神经网络三维成矿定位预测研究[J].地质学报,2014,88(4):644-657.
- [4] 徐善修,汤正江,张凯,等.安徽省龙桥、沙溪、白象山地区物探勘查工作成果报告[R].合肥:安徽省勘查技术院,2011:93-98.
- [5] 刘晓明,卜保全.钟姑矿田白象山式铁矿床成因探讨[J].矿业快报,2002,395(17):12-14.
- [6] 陈志贵,刘聪,陈上达,等.宁芜地区中生代火山岩地球化学特征及其成岩模拟[J].江苏地质,1992,16(Z1):188-194.
- [7] 覃永炎,周金华,黄经明,等.芙蓉锡矿田地球物理地球化学特征及找矿意义[J].华南地质与矿产,2007,(2):71-76.
- [8] 王元龙,张旗,王焰.宁芜火山岩的地球化学特征及其意义[J].岩石学报,2001,17(4):565-575.
- [9] 赵守秋.与隐伏矿有关的物化探异常的识别[J].黑龙江科技信息,2012,(25):70.
- [10] 邱家骧,王人镜,王方正,等.长江下游中生代火山岩岩石化学特征及成因分析[J].地球科学,1981,(1):170-182.
- [11] 周涛发,范裕,袁峰.长江中下游成矿带成岩成矿作用研究进展[J].岩石学报,2008,24(8):1665-1678.
- [12] 周涛发,范裕,袁峰,等.长江中下游成矿带火山岩盆地的成岩成矿作用[J].地质学报,2011,85(5):712-730.
- [13] 卢冰,胡受奚,蔺雨时,等.宁芜型铁矿床成因和成矿模式的探讨[J].矿床地质,1990,9(1):13-25.

Geophysical and geochemical anomalies of Baixiangshan mine district in the Ningwu basin and their prospecting significance

ZHANG Jing, CHEN Guo-guang, ZHANG Ming, XU Zi-sheng, LU Sheng-mei
(Nanjing Center, China Geological Survey, Nanjing 210016, China)

Abstract: The Baixiangshan iron deposit located in the Zhonggu ore field in the southern section of Ningwu Basin, is an important representative of the Ningwu porphyrite iron deposits. On the basis of in-site measurement data of physical property and geophysical and geochemical prospecting, this study carried out qualitative analysis on the geophysical and geochemical anomalies in the Baixiangshan mine district. Quantitative interpretation was also conducted using parameters such as density, magnetic and resistivity. It can be concluded that characteristics of gravity, magnetic and CSAMT anomalies can basically define the contact zones of ore-bearing rock mass and the strata. Ethylene and propylene show high anomaly values at the position of the orebodies, which can precisely indicate the spatial positions of concealed orebodies. This will provide a new approach to search for concealed deposits in the Ningwu area.

Key words: gravity anomaly; magnetic anomaly; geochemical anomaly; Baixiangshan mine district; Ningwu basin