

Doi:10.3969/j.issn.1671-4172.2022.01.012

安徽庐江县张家地区铁铜矿勘查 重、磁异常特征及找矿方向预测

王西荣

(安徽省地质实验研究所,合肥 230001)

摘要:庐枞构造火山洼地是重要铁铜系列成矿潜力地区,张家矿区位于其北缘。为了验证测区内航磁异常,研究重、磁异常与深部地岩体的相关性,详细圈定异常范围,确定找矿靶区,划分找矿前景,确定本次首选高精度重、磁测量技术方法。通过对异常的分析获得成果有:1)在张家地区共圈定重力异常3个,磁异常6个;2)研究发现重、磁异常与矿产关系密切:重、磁同高,重低磁高部位均为矿致异常;重磁同低对找矿不利;3)预测了1个重要的找矿远景区。测区范围内的重、磁异常特征研究方法与解译结果,为本地区开展深部找矿提供依据。

关键词:庐枞火山洼地;高精度重、磁测量;重、磁同高(重、磁吻合);找矿远景区;安徽庐江县张家地区;铁铜矿勘查

中图分类号:P622;P631

文献标志码:A

文章编号:1671-4172(2022)01-0079-11

Charecteristics of anormal of gravity and magnetic and prospecting of finding mineral on exploration of iron and copper deposits in Zhangjia area, Lujiang county, Anhui province

WANG Xirong

(Anhui Geological Experimental Research Institute, Hefei 230001, China)

Abstract: Luzong volcanic basin is an important metallogenic potential area of Fe-Cu series, and Zhangjia mining area is located in the north margin. In order to verify the aero-magnetic anomaly in the survey area, the correlation was studied between anomaly of gravity and magnetic and deep geological mass, the abnormal range was delineated in detail, the prospecting target area was determined and prospecting prospect was divided, and the method was applied which are high-precision gravity and magnetic survey technology. The results of anomaly analysis are as follows: 1) 3 gravity anomalies and 6 magnetic anomalies were delineated in Zhangjia area; 2) It was found that the gravity and magnetic anomalies were closely related to the mineral resources through study, both the gravity and magnetic anomalies were the same height, and low gravity with values of high magnetic were anomalies related to mineralization in the areas; and low gravity with low magnetism was disadvantageous to prospecting. 3) An important prospecting prospect area was forecasted. The results of research methods and interpretation of anomalies of gravity and magnetic in the survey area can provide a basis for deep prospecting in this area.

Key words: Luzong volcanic depression; high precision gravity and magnetic survey; gravity and magnetic same height (gravity and magnetic coincidence); prospecting prospect; Zhangjia area, Lujiang county, Anhui province; exploration of iron and copper deposits

在庐枞火山洼地构造中采用何种技术手段和方法在巨厚的盖层隐伏区内寻找铁、铜多金属矿,一直

以来是制约着火山岩盆地深部找矿工作的重点和难点。庐枞火山洼地构造是长江中下游地区铁铜矿重要成矿区带,该火山洼地周边具有在边缘隆起部位成矿潜力,是寻找铁铜矿的重点目标区^[1]。张家矿区位于庐江县境内,属矾山镇管辖,西距矾山镇约1.5 km,东距黄屯镇约4 km,地理和大地构造位置

投稿日期:2021-02-13

基金项目:中国地质调查局项目(12120114038001)

作者简介:王西荣(1970—),男,高级工程师,硕士,皖、浙、闽、鄂、川科技厅专家,皖自然资源厅专家,主要从事地质找矿与研究工作。

均显示该地区处于该火山构造洼地的北缘,具备寻找铁铜多金属矿的潜力。测区在1956年发现了航空重、磁异常矾山-黄屯重、磁异常^[2],张家矿区位于矾山-黄屯正磁异常中心偏西部位和矾山-黄屯一带北侧呈东西向重力梯级带之重力高与重力低值带交接部位,本次在已知航空重、磁异常部位,通过开展地面重、磁详查工作,目标是验证航空重、磁异常,应用成熟的重、磁异常数据处理的理论依据对所测的异常进行数据分析与处理,准确定位找矿靶区,为下步和今后在庐枞地区开展深部找矿工作打开突破口,并为深部找矿技术和找矿方法的可行性提供依据。

本次的重、磁异常工作的重点和难点是对异常数据处理和分析解释,如何从所测的零乱而又复杂的异常数据中提取出对找矿有用的信息,圈定异常预测区是本次研究的最终目的。通过对重、磁异常的数据解释延拓(上延),一阶或二阶求导和磁异常化极处理。为了压低或消除干扰,突出有用异常,提高异常解释推断的可靠性,需要对异常数据进行解析延拓。向上延拓就是根据地面实测异常计算地面以上某一高度的异常值,目的是压低浅部地质(磁性体或密度不均匀体)的干扰,突出深部地质体产生的有用异常,向延拓相当于提高的观测平面,异常总的变化趋势是幅值降而宽度增加。

重力位高阶导数法主要用来突出局部异常,特别是对体积小、埋藏浅的磁性体引起的局部异常。用平均场等方法效果较差,但用高阶导数可以得到良好的效果。重力观测值转换为重力的一阶导数或二阶导数时,也可以使异常成分发生变化,达到划分异常的目的。

重力异常场在场源外满足拉普拉斯方程。据此可将重力垂向二阶导数的计算转化为求取沿 x 、 y 两个方向的二阶导数,即:

$$\frac{\partial^2 \Delta g}{\partial \Delta z^2} = \frac{\partial^2 \Delta g}{\partial \Delta x^2} + \frac{\partial^2 \Delta g}{\partial \Delta y^2} \quad (1)$$

根据位场的有关理论,将观测场换算为位场的高次导数。如重力的垂向梯度 $\partial g / \partial z$ 或垂向二阶导数 $\partial^2 \Delta g / \partial z^2$ 等,在这些换算后的结果中,同样包括区域因素与局部因素两部分的影响,但二者所占的比重已发生显著变化,即局部因素的影响在位场的较高次导数中将占有极为显著的地位,从而可以突出地表现出来。这也是高阶导数划分区域异常和局部异常与其他划分异常方法的不同之处。

总磁场强度观测结果的化极是指根据观测的 ΔT ,换算为磁化强度方向为垂直时的 Z_a 异常。将测区内磁性体产生的磁异常换算为假定磁性体位于地磁极处产生的磁异常,称为“化到地磁极”,即化极。在垂直磁化的条件下,磁异常的形态等比较简单,便于分析和解释。我国处于中纬度地区,属于倾斜磁化,解释难度较大,所以先进行化极处理。

正常地磁场强度 T_0 与异常地磁场 T_a 的夹角为 θ ,总磁场强度为 T ,由得到磁场观测值 ΔT 的数值表达式如下:

$$\Delta T = T - T_0 = (T_0 + T_a + 2T_0 T_a \cos \theta)^{1/2} - T_0 \quad (2)$$

$$\Delta T \approx T_a \cos \theta = \frac{\partial u}{\partial t_0} \left(\text{当} \left(\frac{\Delta T}{T_0} \right)^2 - \left(\frac{T_a}{T_0} \right)^2 \ll \frac{\Delta T}{T} \text{成立} \right) \quad (3)$$

式中: $u = - \int_v \frac{\vec{I} \cdot \vec{r}}{r^3} dv$, $\vec{I}$ 为物体的磁化强度向量, $\vec{r}$ 为物体与观测面的距离向量, v 为物体分布空间; t_0 为正常地磁场方向。

要使 $\left(\frac{\Delta T}{T_0} \right)^2 - \left(\frac{T_a}{T_0} \right)^2 \ll \frac{\Delta T}{T}$ 成立,必须要求 T_a 的方向与 T_0 的方向相近或相对 T_0 很小。 T_a 的存在不能显著改变 T_0 的方向,因此 T 的方向可认为与 T_0 方向重合。

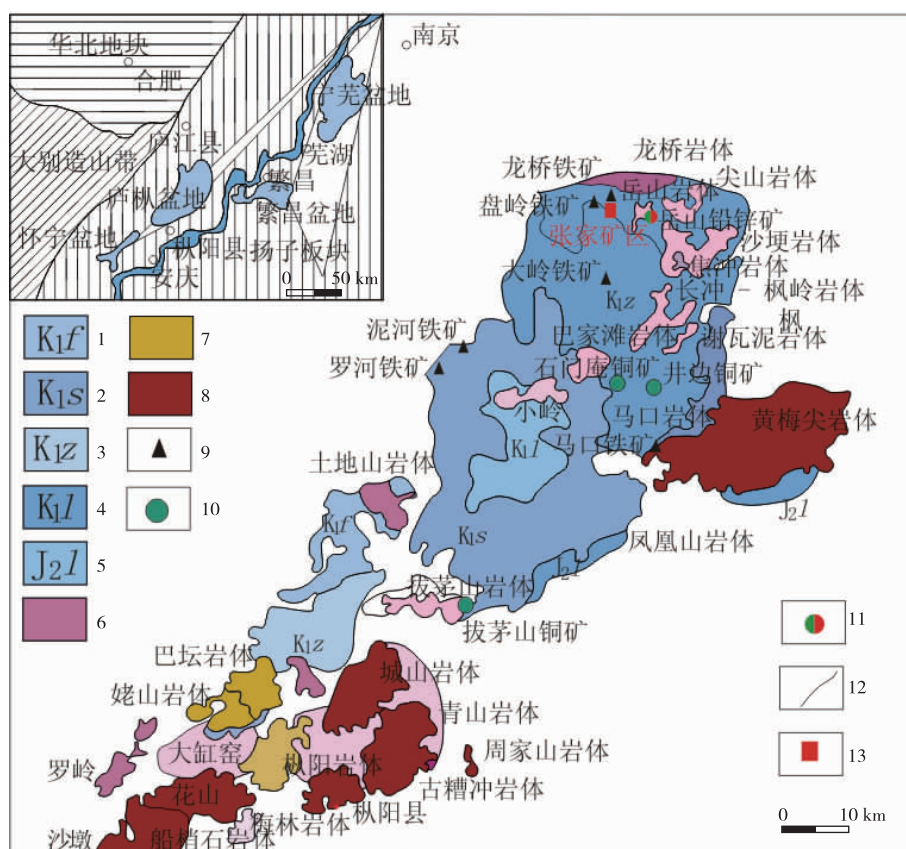
1 区域地质背景

本区位于庐枞构造火山洼地北缘(图1),区内大片出露的盖层地层由晚侏罗纪一早白垩纪火山喷出岩和火山沉积地层组成,基底由古生代寒武纪、奥陶纪、志留纪、三叠纪和中生代侏罗纪早中世地层组成,在庐枞构造火山洼地的周边地段零星出露^[3]。本区地层由老至新地层特征简述如下:

基底地层反映了由海相——海陆交互相——陆相碎屑岩演化的过程。自古生代寒武纪—奥陶纪开始,该地质时期段内的地层由一套海相碳酸岩建造和海陆交互相碎屑岩建造构成;古生代志留纪发育有早、中晚世的高家边组和坟头组,由一套砂泥质碎屑岩建造组成,岩性为砂岩、细砂岩、泥质粉砂岩等,该套岩性是庐江县沙溪——东顾山一带铜矿的主要赋矿围岩。三叠纪地层发育不全,区内以早、中三叠纪地层发育为主,缺失晚三叠纪,其中的早三叠纪为一套海相碳酸盐岩建造组成,中三叠纪由海陆交互相碎屑岩、碳酸盐岩和陆相碎屑岩组成,包括三个岩

性组:东马鞍山组、铜头尖组和拉犁尖组,三组岩石建造也不相同,中三叠纪东马鞍山组为一套海陆交互碎屑岩和碳酸岩建造组成;中三叠纪铜头尖组是一套海陆交互碎屑岩建造构成;中三叠纪拉犁尖组是一套陆相含煤碎屑岩建造构成。本组铜头尖组岩性层是庐枞火山沉积洼地主要含矿层位和成矿物质(Cu)的矿源层,该组岩性由含铜砂岩、粉砂岩、

泥质粉砂岩组成。至侏罗纪早、中世反映了陆相湖泽碎屑岩沉积,这段地质时期内的沉积建造属于陆相含煤碎屑岩建造,局部夹有碳酸岩。盖层为火山岩建造,晚侏罗纪——早白垩纪代表了陆相火山岩建造,为一套偏基性、偏碱性的橄榄粗安岩系组成,岩石类型有橄榄安山岩、安山岩、粗面安岩、粗面岩等,是火山沉积洼地 Cu 矿的主要赋矿层位^[3-4]。



1—晚白垩纪浮山组;2—早白垩纪双庙组;3—早白垩纪砖桥组;4—早白垩纪龙门院组;5—中侏罗纪罗岭组;6—二长岩;
7—正长岩;8—A型花岗岩;9—铁矿床;10—铜矿床;11—铅锌矿床;12—断层及地质界线;13—矿区位置

图1 张家矿区大地构造位置图(注:引自尚世贵等^[4],略改)

Fig. 1 The tectonic location map in Zhangjia mining area (Note: Modified slightly from SHANG Shigui et al^[4])

区内构造活动强烈,主要有北东向、北西向、北北东向、东西向四个系统的深大断裂,不同方向的断裂构成了区内独特的网络状断裂构造体系^[5-6]。盆地的基底隆起构造、火山机构及其派生的环状及放射断裂构造等,均为区内重要的控岩控矿构造,它们同时也控制着火山洼地的内部构造及其邻区的构造形迹的展布方向。

庐枞火山岩盆地的基底断裂可划分为四组,即北东向(北北东向)、近东西向、南北向及北西向^[3-4,7-9]。其中缺口—罗河基底断裂,殷家渡基底断裂,大安山—马鞍山基底断裂为庐枞火山岩盆地的边界断裂,它们控制了盆地的形态及火山

岩的分布。北东向的基底断裂是庐枞盆地的主干断裂,其形成时间最早,活动最强烈,它们不仅控制了火山岩盆地的形成、演化和成矿作用,而且对盆地基底地层的空间分布有着明显的制约,甚至对庐枞地区早、中侏罗世的沉积作用也产生影响。特别是缺口—罗河及黄屯—枞阳两条基底断裂,在庐枞火山岩盆地中占有十分重要的位置。近东西向基底断裂是在早期东西向断裂基础上继承、演化而来,以右行剪切为主,兼挤压性质。它对盆地基底隆起带产生重要影响,一系列的近东西向基底断裂将基底隆起带切割,产生右行错位,并使基底隆起带由北向南呈阶梯式下

降。东西向基底断裂还明显地控制了晚期岩浆的侵入活动,使得盆地内的晚期侵入岩体呈东西向展布。南北向基底断裂以左行剪切为主。南北向与近东西向基底共轭断裂将盆地的基底切割成网格状。同时,在这两组基底断裂的交汇处为一构造薄弱部位,应力集中,往往是火山喷发、岩浆侵入以及成矿作用发生的最佳地段。北西向基底断裂形成最晚,对庐枞盆地的形成、演化影响不大,但对晚期的脉状铜矿分布有一定的控制作用。

燕山期岩浆岩活动代表着本区岩浆活动的一次重要构造热事件,燕山期的火山岩和火山熔岩、次火山岩和侵入岩均有分布,岩性从中基性到酸性都有见及。燕山期的岩浆活动对本区金属矿产的形成起着重要作用,且与成矿物质的富集关系密切。本区岩浆活动强烈,岩浆活动主要集中在燕山期,既有大量的火山岩和火山熔岩,也有超浅成的次火山岩,以及大规模的侵入岩。岩浆活动具有多期次的特点。岩石类型较多,主要有中基性、中性、中酸性、中偏碱性岩石类型。区内主要金属矿产的成矿均与燕山期岩浆活动和演化有关,尤其是与燕山期的次火山岩、浅—超浅成的中性斑岩密切相关^[2-3]。

2 矿区重、磁特征

2.1 岩矿石重、磁参数

通过地质调查与系统采集岩矿石的样品,对测区内岩矿石的重、磁参数等物性测量,测量结果见表1,区内岩矿石的密度可以分为三类:火山岩及碎屑岩类,密度最小,其分布范围 σ 为 $2.43\sim 2.53\text{ g/cm}^3$,岩性有粗安岩、安山质熔岩、次生石英岩、砂页岩、正长岩、粗面岩、凝灰岩及红层砂岩等;燕山期岩体类(二长岩、闪长岩、闪长玢岩),密度次之,其分布范围 σ 为 $2.62\sim 2.63\text{ g/cm}^3$;强磁(弱磁)性矿石类(磁铁矿、赤铁矿、铁矿),密度最大,其分布范围 σ 为 $3.67\sim 4.00\text{ g/cm}^3$ 。三种不同岩性层之间存在密度差异,特别是含矿(赋矿)层位地层与非矿地层之间存在明显的密度界面,是本区开展重力勘查的主要依据。

区内岩矿石的磁性参数有明显的差异,亦可分为三类:微磁或无磁类岩石、磁性强度中等和磁性变化不稳定、强磁性;沉积岩、火山碎屑岩、次生石英岩等为无磁或弱磁性;各类侵入岩磁性中等,可引起数百nT的异常;各类火山岩的磁性不均匀,同类岩石在不同地区磁性变化往往很大;含矿层中的磁铁矿具强磁性,磁化率高达 $2.136\text{ SI}(\kappa)$,剩磁 J_r 为 15 A/m ,含磁地层与围岩存在显著的磁性差异,是本区引起磁异常的主要原因之一。

表1 区内岩矿石物性参数测定结果表

Table 1 Tested results of physical property of rocks and ores in the area

岩石类型	地点	密度/($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	样品数/块	磁化率 I_s/SI	剩磁 $J_r/(\text{A} \cdot \text{m}^{-1})$	样品数/块
磁铁矿石	罗河	4.00	25	2.136	15.0	154
赤铁矿	大包庄	3.67	28	0.006	5.3	5
闪长玢岩		2.63	95	0.041	1.1	75
二长岩		2.62	238	0.067	0.6	
粗安岩、熔岩		2.52	600			
次生石英岩		2.51	631			
砂页岩	庐枞地区	2.51	190	微磁	微磁	109
正长岩		2.48	400	0.017	0.6	401
粗面斑岩		2.57	29			
凝灰岩		2.44	737	0.01	0.6	87
粗面岩		2.41	212	微磁	微磁	
红层砂岩		2.43	38			

注:岩矿石物理数据来源于:内部资料,安徽省地质实验研究所,安徽省庐江县张家地区铁铜矿普查报告,2014年

2.2 工作布置与成果数据处理技术

生产用的磁力仪和重力仪按规程要求进行了检查和测试,数据采集满足规程要求,采用1954年北京坐标系布设测网,重力测网为 $100\text{ m} \times 40\text{ m}$,磁力测量与重力测量同步进行,点距加密至 20 m ,测量面积 3 km^2 ,共完成重力测量点780个(含质检点

24个),磁力测量点1550个(质检点50个),经过三级质量检查验收,所采重、磁测量数据满足相关规范要求:重力测量精度优于 $\pm 50 \times 10^{-8}\text{ m/s}^2$,磁力测量精度优于 $\pm 50\text{ nT}$ 要求。

对测量的重力数据进行逐点校验核对,利用中国地调局开发的《重、磁数据处理系统》对测量的数

据进行网格化和低通滤波处理,为突出重力场特征,对预处理重力成果做了向上 100 m 延拓处理,以突出局部重力场特征。再对向上延拓的重力成果进行重力垂向二次导数处理。磁测数据处理:由于测区位于北纬 $31^{\circ}17'$,首先对预处理后的磁测成果数据进行化极处理,为突出磁力场特征,对预处理磁测化极成果同时做了向上 100 m 延拓处理,最后成图。

2.3 重、磁异常特征

2.3.1 布伽重力异常特征与解译

张家地区布伽重力异常总体上表现为近东西向的弧形梯级带,它是区域上矾山镇——黄屯一带北缘重力梯级带的一部分^①,其基本特征是等值线疏

密不均和扭曲变形,形成重力高和重力低值带,梯级带的重力场值由南边的 $7.5 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$ 增加到北边的 $11.5 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$ (图 2a),重力异常向上延拓 100 m 后,等值线大致呈等间距分布(图 2b),说明布伽重力异常等值线的疏密不均均是浅部地层密度不均匀的反映,延拓后的布伽重力异常似横写的“S”形。从布伽重力异常图上看异常南北明显不同,长岗洼——何家墩一线以北,表现为近东西向高值带分布区,长岗洼——何家墩一线以南,表现为近东西向重力低值带分布区。通过本区对剩余布伽重力异常的计算,结果显示在测区东北部和在测区西南角地段形成一个半岛形式和一个弧岛状的重力正值高分布区,其余地段均为重力负值区(图 2c)。

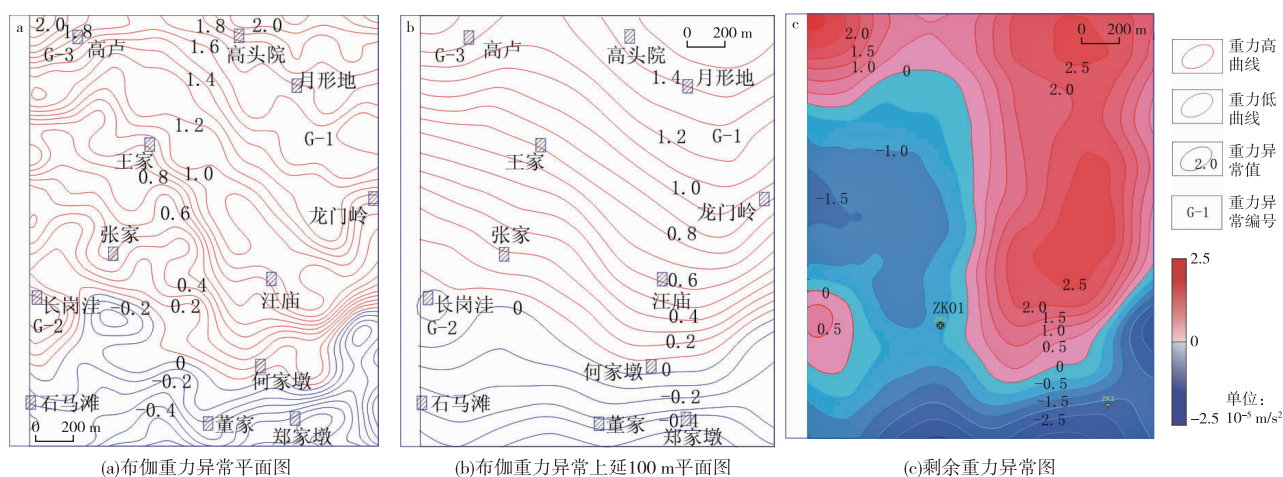


图2 庐江县张家地区布伽重力异常及上延 100m 平面等值线图 and 重力异常剖析图

Fig. 2 Bouguer gravity anomaly and horizontal contour map of 100 m upward extension in Zhangjia area, Lujiang county

本着找矿优先原则,张家地区重力测量后,仅对本区的重力高的异常进行重点研究与解剖,共圈闭局部重力异常 3 个,编号 G-1~3。根据本区异常分类原则,现将异常特征介绍如下:

月形地——汪庙重力异常(G~1),位于测区东部月形地——汪庙一带。重力异常二次导数后异常带南北控制长约 1 500 m,东西宽约 650 m。布伽重力异常为近东西向弧形梯级带,其等值线有明显的扭曲,显示出近南北向的重力高。二次垂向导数值为 $1.0 \times 10^{-9} \text{ m/s}^2$ 等值线圈闭,分别于南北两处形成了以 $2.50 \times 10^{-9} \text{ m/s}^2$ 为极值的两个重力高中心。该重力异常的高值边部及其附近地段均有较明显的磁异常存在,成矿条件有利,具备寻找隐伏铁矿的良

好前提(图 2a 所示)。

长岗洼重力异常(G~2),位于测区西南角长岗洼一带,重力异常二次导数后异常带南北长约 500 m,东西宽约 300 m。布伽重力异常图有 $8.3 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$ 等值线圈闭,为走向 NNW 向的椭圆形, $\Delta g_{\max} > 8.5 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$,二次垂向导数值为 $0.5 \times 10^{-9} \text{ m/s}^2$ 等值线圈闭,其形态和走向类似布伽重力异常。该重力异常与磁力低吻合较好,重力异常的南北均有磁异常 M~1 和 M~5 存在,异常所处的地质背景是分布在白垩纪晚世砖桥组地层范围,根据岩矿石磁参数及已知地段的磁异常特征,推测是岩体的反映,经深部钻探研究证实底部为石英二长花岗岩分布区。

① 内部资料,安徽省庐江县张家地区铁铜矿普查报告,2014 年。

高卢重力异常($G \sim 3$),位于测区西北角高卢地带,测区显示有二次垂向导数值为 $1.0 \times 10^{-9} \text{ m/s}^2$ 等值线圈闭趋势,极值可达 $3.0 \times 10^{-9} \text{ m/s}^2$ 。布伽重力异常位于平缓负磁场区。异常所处的地质背景是大面积第四系覆盖范围,第四系下面推测为侏罗纪中世罗岭组地层,根据岩矿石磁参数及已知地段的磁异常特征,推测异常是侏罗纪中世罗岭组地层引起。该重力异常无明显的磁异常相伴,对寻找深部矿体意义不大。

2.3.2 地面磁异常特征

张家地区的磁场以张家——龙门岭一线为界分为南北两个磁场特征完全不同的场区,北侧是负磁场区,其上叠加低缓磁异常;南部是正负磁场变化区,其上叠加磁场强度大,梯度陡变和形态、走向各异的正负局部磁异常(图3),磁场向上延拓100 m后,等值线规整,磁场强度衰减迅速,衰减率达 $10\,000 \text{ nT/km}$ 以上,形态简单,一些局部异常消失,说明引起这些局部异常的磁性体埋藏较浅。

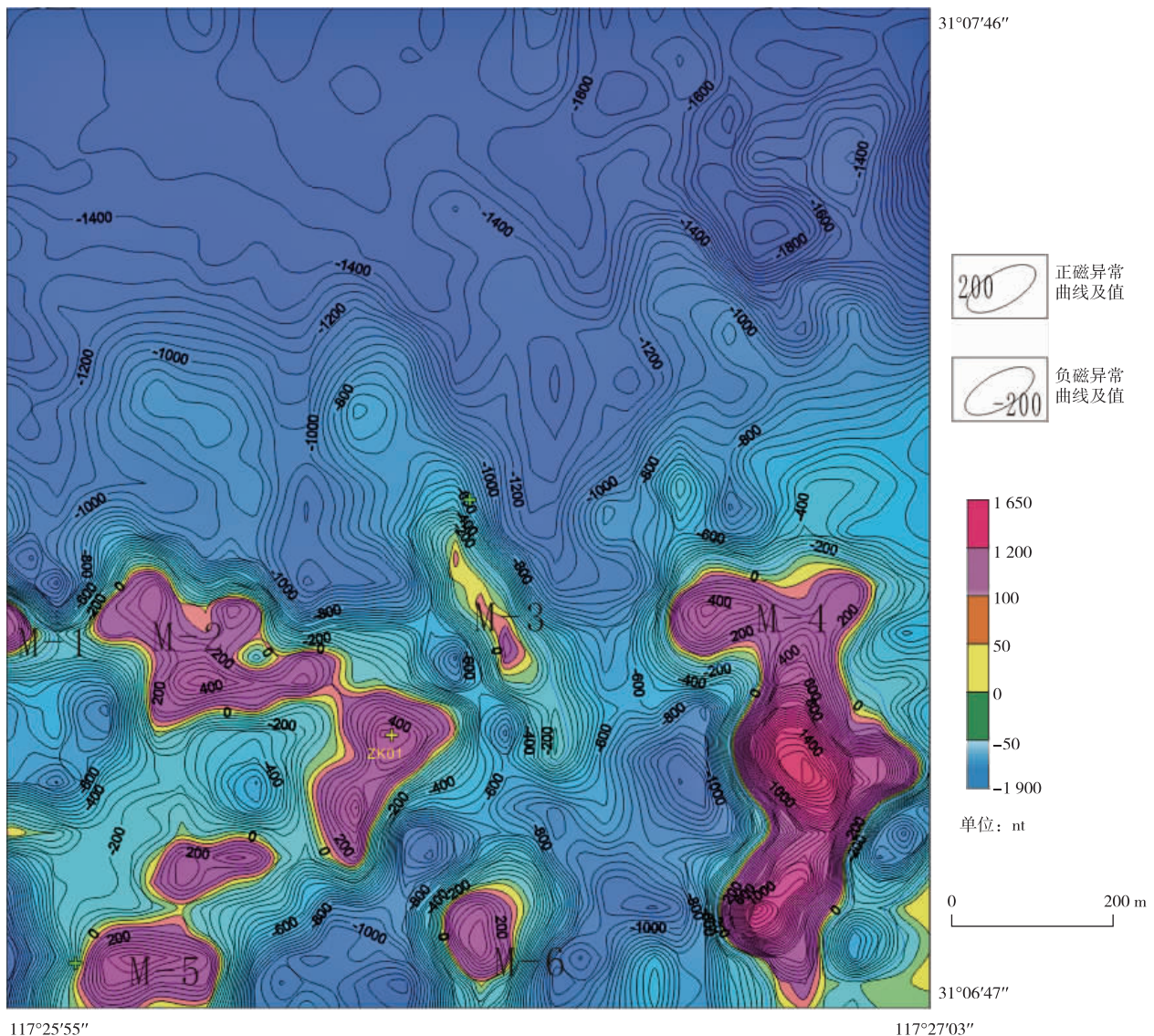


图3 张家地区磁异常等值线图

Fig. 3 Isoline map of magnetic anomaly in Zhangjia area

向上延拓成果,区内显示出长岗洼和汪庙两个深源磁性体的磁场特征,继续向上延拓300 m,张家——龙门岭等值线均匀平直,长岗洼、汪庙深源磁

性体磁场平缓,衰减缓慢,衰减率为 $3\,300 \text{ nT/km}$ 左右。

测区内共圈定了6个磁异常,特征见表2。

表 2 张家地区磁异常特征表

Table 2 Characteristics of magnetic anomalies in Zhangjia area

异常编号	分布位置	异常特征	异常解释	异常分类
M~1	长岗洼西	异常以 400 nT 等值线圈闭,异常由孤立状态出现,异常向西出图外,位于局部重力高与重力低值带交接部位。	异常远离重力高,位于重力低值带中心偏南部位,处于推测的近东西向断裂南侧。	B
M~2	长岗洼东	异常以 450 nT 等值线圈闭成三个主异常,异常西部由一个圈闭构成,呈北西向,长约 450 m,南北最宽处约 300 m, $\Delta T \perp_{\max} > 1\,250$ nT.;东部由 2 个圈闭组成,呈倒垂葫芦状,葫芦顶部异常 $\Delta T \perp_{\max} > 1\,550$ nT;葫芦底部(东侧)等值线密集,并有较强的负磁异常, $\Delta T \perp_{\max} > 1\,250$ nT。磁异常西部位于局部重力低值带的近中心部位;磁异常东部位于弧形重力梯级带中的局部重力高的鞍部。	远离重力高,位于重力低值带中心偏南部位,北侧异常处于推测的近东西向断裂和北西向断裂交汇部位,南部倒垂葫芦状异常处于两个重力低值带级带的鞍部之间。推测为岩体引起异常。	B 施工 1 孔,见岩体。
M~3	张家	呈长条状,走向 NW,长 650 m,宽 150~200 m,异常中部南北等值线稀疏,东西密, $\Delta T \perp_{\max} > 950$ nT。磁异常位于重力高与重力低值带交接部位,推测是隆起带边缘部位。	根据异常所处的地质背景为白垩纪晚世砖桥组地层分布区,是经地质佐证的矿源层,结合 ΔT 化极异常向上延拓,推测局部异常可能是构造(推测为近南北向)或不同岩性层交接面综合反映。	A
M~4	汪庙—何家墩—郑家墩	异常由南、北两个圈闭组成,北部异常形态呈椭圆形,SN 走向,长轴 150 m,短轴 80 m,东侧密集并与平行分布的负磁异常相邻,西侧稍疏。该异常位于弧形重力梯级带中的局部重力高的中心部位;南部异常以 550 nT 等值线圈闭,呈饼状,西侧等值线密集,梯度陡, $\Delta T \perp_{\max} > 1\,900$ nT,中间 $\Delta T \perp_{\max} > 2\,650$ nT,东侧 $\Delta T \perp_{\max} > 2\,300$ nT。磁异常位于弧形重力梯级带中的局部重力高的南端。	根据异常所处的地质背景为白垩纪晚世砖桥组地层范围,岩矿石磁参数及已知地段的磁异常特征,推测是基底地层隆起的结果。推测异常北部可能是磁铁矿层或岩体的综合反映。(北部重、磁吻合,属重、磁同高,南部重低磁高)	北部为 A 类,南部为 B 类
M~5	石马滩	异常以 450 nT 等值线圈闭,呈似哑铃状,走向 NEE,长约 250 m。异常由东西两个组成,东端走向 NW,呈长方形,面积约 0.0025 km ² , $\Delta T \perp_{\max} > 950$ nT;哑铃西端强度略大, $\Delta T \perp_{\max} > 1\,100$ nT,面积约 0.002 km ² 。	推测异常南部位于重力高处,可能是磁铁矿层或岩体的反映。(北部重低磁高,南部重、磁同高)	B
M~6	董家	异常以 0 nT 等值线圈闭,呈近等轴状,直径 540 m。西部和南部等值线密集,东部和北部等值线稀疏,负磁异常分布于周边。中部主异常 $\Delta T \perp_{\max} > 1\,050$ nT。磁异常位于弧形重力梯级带中的重力低值带的鞍部。	重力低值带场中,局部磁场高(重低磁高),推测异常可能是磁铁矿层或岩体的反映。	B

注:据内部资料,安徽省庐江县张家地区铁铜矿普查报告,2014 年,统计分析。

3 找矿预测

3.1 重、磁异常类别划分

测区周边地区已知矿体产生的重、磁异常不仅具有客观的普遍性,又具有独特性,普遍性在于均具有强度大、异常梯度高的特征^[10-12]。罗河铁矿床中,其布伽重力与磁力异常平面图,成了圈闭的局部异常,在重力高值异常中,分布有磁场高的异常,通过钻探验证证实发现了罗河铁矿;独特性在于火山沉积洼地的个别铁矿床重、磁异常特征具有低缓重力叠加磁场高,且位于凹陷边缘隆起地段。龙桥铁矿的发现则是在布伽重力异常呈平缓的重力低值带处,磁异常等值线发生明显扭曲,通过垂向二次导数法研究,异常等值线趋于规律性,并圈闭成孤立的异常。上述这些地面上详磁异常特征与航磁异常具有

一定的对应性与吻合性,罗河铁矿的航磁化极异常结果,显示了异常在平面上为呈一定走向、形态不整齐的圈闭异常,而龙桥铁矿的航磁化极异常呈 NE 向圈闭的椭圆形,二者均具有独立性^[13-14]。在安徽境内南北(北部的合肥火山沉积盆地和南部庐枞火山岩盆地)两大火山沉积洼地中,铁矿的探查均依据上述重、磁异常特征,发现并证实了数量可观的大中型铁矿床(见表 3)。

表 3 中统计数据反映南北火山沉积洼地的重、磁特征,虽然是两种不同的铁矿成因类型,但利用上述找矿方法,均获得较为丰富的找矿成果。可以总结出如下规律:重、磁吻合,重力高叠加正磁场,低缓重力高叠加正磁场部位,且处于基底凹陷与隆起交接部位均见矿,是矿致异常;重力低值带叠加局部低缓正磁场,对找矿效果不大。

表 3 霍邱铁矿航磁异常查证情况与张家矿区磁异常特征对比表

Table 3 Comparison table of characteristics aeromagnetic anomaly between Huoqiu iron mine and Zhangjia mining area

名称	规模/km	航磁异常	重、磁异常特征	钻探验证情况
		走向与极值(γ)		
罗河铁矿	2.3~2.0	近椭圆形,中心极值 $\Delta T_{\max}=2\,500\text{ nT}$,正负磁异常相伴, $\Delta T_{\max}=-1\,200\text{ nT}$	重、磁吻合,重力高叠加正磁场	见矿
小包庄铁矿	2.3~1.7	近椭圆形,中心极值 $\Delta T_{\max}=2\,400\text{ nT}$,正负磁异常相伴, $\Delta T_{\min}=-1\,200\text{ nT}$	重、磁吻合,重力高叠加正磁场	见矿
泥河铁矿	2.4~0.8	北东向长条形,中心极值 $\Delta T_{\max}=350\text{ nT}$,正负磁异常相伴, $\Delta T_{\max}=-1\,200\text{ nT}$	重、磁吻合,低缓重力高叠加正磁场,且正负异常相伴	见矿
马口铁矿	1.2~0.6	形态较规则。2个异常组成,C1~1异常低缓,异常强度达400 nT,C1~2为正负异常伴生的局部次级异常,强度为900 nT,	重、磁吻合,低缓重力高叠加正磁场,且正负异常相伴	为正长岩中磁铁矿引起。见矿
马鞭山铁矿、下湾铁矿	1.5~0.6	NE向异常带(I号异常带)。正负相伴的低缓正异常带。幅值由1 000 nT逐渐下降为200 nT,负极值由-800 nT下降为-1 000 nT,梯度较缓。I号异常带为重要的成矿构造岩浆带,具有较好的找矿潜力。异常带上有C1~C4号局部异常。根据地质及物性资料,推测C1号异常由马鞭山和下湾铁矿引起,	重、磁吻合,低缓重力高叠加低缓正磁场,且正负异常相伴	见矿
黄屯硫铁矿	/	马鞭山一下湾—黄屯异常带中圈定的C2号异常由黄屯硫铁矿下部铁矿引起,	重、磁吻合,低缓重力高叠加低缓正磁场,且正负异常相伴	见矿
岳山铅锌矿	1.2~0.8	马鞭山一下湾—黄屯异常带中圈定的C3号异常由岳山铅锌矿隐伏粗安斑岩(含矿)引起。	重、磁吻合,低缓重力高叠加低缓正磁场	见矿
龙桥铁矿	2.3~1.6	/	低缓重力高叠加正磁场,凹陷边缘与隆起交接部位	见矿
霍邱张庄	/	SN,4 900 nT	重力高叠加正磁场	
霍邱周集	8~1.5	NNE,2 340 nT	重力高叠加正磁场,正磁异常呈北东向延伸	见矿
霍邱付老庄	1~0.5	750 nT	重力高边部叠加椭圆形正磁场	见矿
霍邱李老庄	1~1	等轴,950 nT	重力高边部叠加椭圆形正磁场	见矿
霍邱草楼	3~2	SN,2 250 nT	重力高叠加正磁场,正磁异常呈北东向延伸	见矿
霍邱周油坊	2~1.5	NW,1 900 nT	重力高叠加正磁场,正磁异常呈北东向延伸	见矿
霍邱吴集	1.5~1	NW,1 670 nT	重力高叠加正磁场,正磁异常呈北东向延伸	见矿
霍邱重新集	1.2~0.9	SN,460 nT	重力高叠加正磁场,正磁异常呈北东向延伸	见矿
霍邱何家楼	2.8~1.8	NW,1 530 nT	重力高叠加正磁场,正磁异常呈北东向延伸	见矿
霍邱吴集	3.5~2.5	NW,3 680 nT	重力高叠加正磁场,正磁异常呈北东向延伸	见矿
霍邱吴家面坊	4.5~1.5	NE,160 nT	平缓重力低值带,局部低缓正磁场	未见矿
霍邱范桥	0.9~0.7	等轴,230 nT	重力高叠加正磁场,正磁异常呈北东向延伸	见矿
寿县寿西湖	3~1	NE,200 nT	重力低值带叠加局部正磁场	未见矿
寿县正阳关	5~3.5	NE,450 nT	重力低值带叠加局部正磁场	未见矿
霍邱临水集	10~-1	SN,60 nT	平缓重力高叠加局部正磁场	见矿

局部重、磁吻合异常与矿产有着密切关系,已知测区周边地区的重、磁同高异常,或低缓重力高叠加正磁异常均被证实为矿致异常,如罗河铁矿、泥河铁矿均属前者;龙桥铁矿属于低缓重力高叠加正磁高异常,且处于凹陷边缘隆起地段。由于测区属覆盖区,异常分类可依据重、磁异常组合特征划分,将重、磁吻合或重低磁高的异常,可能是矿致异常或找矿有密切关系的异常确定为A类,找矿意义未定的或找矿不相关的重、磁异常定为B类(表2)。

由于测区内大部分磁异常产于重力高的边部,其所处的地质背景均位于对成矿有利的地层(矿源层)三叠纪地层^[8-11]分布范围内;沿断裂侵位的岩浆岩或岩浆岩与三叠纪地层接触带之间形成沉积——热液叠加改造型铁铜矿,这些往往是磁异常存在的反映,磁场上相吻合的梯级带是南北向断裂的反映,被确认的火山洼地北部边界位置,是寻找铁铜矿的有利地段。对于这部分异常通常也将其定为A类(表2)。

3.2 找矿预测

重高磁高异常被证实为矿致异常,如罗河铁矿、泥河铁矿均属前者,龙桥铁矿属于低缓重力高叠加正磁高部位^[15-16]。由于测区属覆盖区,异常分类可依据重、磁异常组合特征划分。据此将重、磁吻合或重低磁高的异常,通过对重、磁异常解译,结合深部钻探验证结果,初步优选出最佳找矿区位有1处(图4),5处部位找矿效果不佳或性质不明。1处最佳部位分别是张家矿区(M~3),其余的是汪庙—何家墩—郑家墩(M~4);长岗西、长岗洼东、董家磁异常和石马滩异常均处于重力低值带处,结合地表与深部钻探验证,推断为岩体引起的磁异常,找矿意义不明。根据上述原则划分出三级找矿预测区,编号分别为I、II和III:I级找矿区范围包括(G~1,M~3,M~4),重、磁同高;II级找矿区范围包括(G~2,M~1,M~2,M~6),重力低值带叠加正磁异常;III级找矿区范围包括(M~5),重力低值带叠加正磁异常。

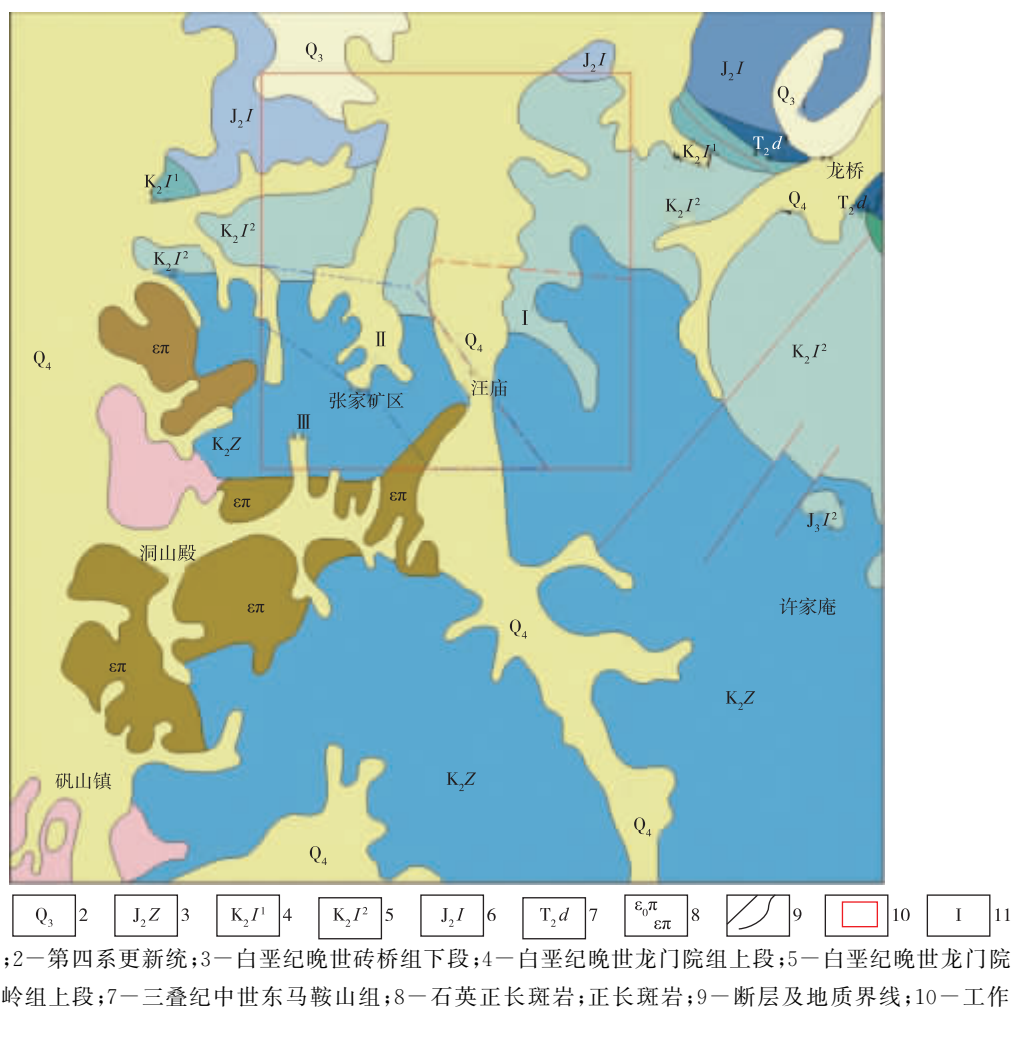


图4 张家地区找矿预测区图

Fig. 4 The map of prospecting and prediction in Zhangjia area

4 结论

1)本次在张家地区重、磁测量后,共圈闭局部重力异常3个,编号G1~3,局部磁力异常6个,编号M1~6。

2)重、磁场相吻合的梯级带是东西向断裂的反映,被确认的火山洼地北部边界位置,是寻找铁铜矿的有利地段。在庐枞铁矿区,依据重力高叠加正磁场或低缓重力高叠加低缓正磁场部位,且处于基底凹陷与隆起交接部位均见矿,是矿致异常。重力低值带叠加局部正磁场,对找矿效果不大。沿断裂侵位的岩浆岩或岩浆岩与三叠纪地层接触带之间地带反映了正磁异常,往往形成沉积—热液叠加改造型铁铜矿,也是找矿不可忽视的地段。

3)通过对重、磁异常解译,初步优选出最佳找矿区位1处,5处部位找矿不明。1处最佳部位是张家矿区(M~3),其余的是汪庙—何家墩—郑家墩(M~4),属于重、磁同高异常带处;长岗西、长岗洼东、董家磁异常和石马滩异常均处于重力低值带处,结合地表与深部钻探验证,推断为岩体侵入部位,对找矿不利或性质不明。

参 考 文 献

- [1] 赵美玉,胡云沪. 庐枞矿集区的地质背景及控矿作用[J]. 吉林地质,2016,35(1):1-4.
ZHAO Meiyu, HU Yunhu. Ore control and geological background of Luzong ore concentration area [J]. Jilin Geology, 2016, 35(1): 1-4.
- [2] 贾利萍. 安徽庐枞铁铜整装勘查区成矿远景预测中遥感技术的应用[J]. 安徽地质, 2016, 26(2): 123-126.
JIA Liping. Application of remote sensing technology in prognosis of ore-forming prospect in the Luzong iron, and copper package exploration zone in Anhui [J]. Geology of Anhui, 2016, 26(2): 123-126.
- [3] 吴明安,汪青松,郑光文,等. 安徽庐江泥河铁矿的发现及意义[J]. 地质学报, 2011, 85(5): 802-809.
WU Ming'an, WANG Qingsong, ZHENG Guangwen, et al. Discovery of the Nihe iron Deposit in Lujiang, Anhui, and its exploration significance [J]. Acta Geologica Sinica, 2011, 85(5): 802-809.
- [4] 尚世贵,张千明,高昌生,等. 安徽庐枞矿集区罗河—小包庄矿区重、磁场特征及找矿预测[J]. 合肥工业大学学报(自然科学版), 2014, 37(6): 730-735.
SHANG Shigui, ZHANG Qianming, GAO Changsheng, et al. Characteristic of gravity magnetic field in Luohe Xiaobaozhuang iron ore district in Lujiang-Zongyang ore district in Anhui province and prospecting prediction [J]. Journal of Hefei University of Technology (Natural Science Edition), 2014, 37(6): 730-735.
- [5] 江满容. 安徽庐江泥河铁矿矿床地质特征及成矿规律研究[D]. 武汉: 中国地质大学, 2011.
JIANG Manrong. Geological characteristics and metallogenic regularity of Nihe iron deposit in Lujiang, Anhui [D]. Wuhan: China University of Geosciences, 2011.
- [6] 吴礼彬,陈芳,杜建国,等. 安徽庐枞地区铁矿成矿条件和综合信息标志[J]. 地质通报, 2010, 29(10): 1572-1578.
WU Libin, CHEN Fang, DU Jianguo, et al. Analysis on metallogenic condition and integrated information signs of iron deposits in Lujiang-zongyang area, Anhui province [J]. Geological Bulletin, 2010, 29(10): 1572-1578.
- [7] 张景,陈国光,袁平,等. 庐枞盆地泥河矿区物化探异常特征及意义[J]. 地质学报, 2016, 40(1): 156-162.
ZHANG Jing, CHEN Guoguang, YUAN Ping, et al. Geophysical and geochemical anomalies of the Nihe mine in the Luzong basin and their prospecting significance [J]. Geological Journal, 2016, 40(1): 156-162.
- [8] 许强平,付光明,周乾,等. 庐枞盆地东北部马鞭山—黄屯—鹤毛河地区地球物理特征及找矿预测[J]. 华东地质, 2020, 41(2): 151-158.
XU Qiangping, FU Guangming, ZHOU Qian, et al. Geophysical characteristics and prospecting prediction of Mabianshan Huangtun Hemaohe area in northeastern Luzong Basin [J]. Geology of East China, 2020, 41(2): 151-158.
- [9] 杨迪,袁峰,邓宇峰,等. 庐枞盆地王庄铜矿地质特征及成因[J]. 合肥工业大学学报(自然科学版), 2019, 42(10): 1394-1403.
YANG Di, YUAN Feng, DENG Yufeng, et al. Geological characteristics and genesis of Wangzhuang copper deposit in Luzong Basin [J]. Journal of Hefei University of Technology (Natural Science Edition), 2019, 42(10): 1394-1403.
- [10] 许强平. 地面磁测与磁测井技术在安徽庐江小包庄铁矿勘探中的应用[J]. 地质学报, 2019, 43(3): 434-441.
XU Qiangping. Application of surface magnetic survey and magnetic logging technology in the exploration of Xiaobaozhuang iron mine in Lujiang, Anhui province [J]. Geological Journal, 2019, 43(3): 434-441.
- [11] 肖晓,王显莹,汤井田,等. 安徽庐枞矿集区大地电磁探测与电性结构分析[J]. 地质学报, 2014, 88(4): 478-495.
XIAO Xiao, WANG Xianying, TANG Jingtian, et al. Conductivity structure of the Lujiang Zongyang ore concentrated area, Anhui province: Constraints from magnetotelluric data [J]. Acta Geologica Sinica, 2014, 88(4): 478-495.
- [12] 温冰冰,张招崇,谢秋红,等. 安徽庐枞盆地小包庄铁矿的矿床地质特征和成矿机制以及与罗河铁矿的关系[J]. 地质学报, 2018, 92(7): 1474-1492.
WEN Bingbing, ZHANG Zhaochong, XIE Qiuhong, et al. Geological characteristics and metallogenic mechanism of Xiaobaozhuang iron deposit and their genetic relationship with the Luohe iron deposit in Luzong basin, Anhui province [J]. Acta Geologica Sinica, 2018, 92(7): 1474-1492.