doi: 10.19388/j.zgdzdc.2022.03.09

引用格式:朱将波,汪启年,崔先文.安徽庐枞盆地中段重磁电特征及地质意义[J].中国地质调查,2022,9(3):87-95.(Zhu J B, Wang Q N, Cui X W. Features and geological significance of gravity – magnetic – electric from the middle part of Lujiang – Zongyang basin in Anhui Province[J]. Geological Survey of China,2022,9(3):87-95.)

安徽庐枞盆地中段重磁电特征及地质意义

朱将波, 汪启年, 崔先文

(安徽省勘查技术院,安徽 合肥 230031)

摘要:安徽庐枞盆地是长江中下游成矿带的重要矿集区,其深部火山岩基底性质不明,制约了矿产勘探的开展。 通过对庐枞火山岩盆地中段1:5万高精度重磁数据及大地电磁测深数据进行再处理,探讨该区地球物理场的特 征及其地质意义。结果表明: 庐枞火山岩盆地位于 NE 向古生代地层褶皱带的"鞍部",火山岩厚度与重力剩余 异常幅值变化具有较好的对应关系;火山岩之下主体为隐伏侵入岩,呈似厚层状,底界面厚度为3~4 km,黄屯— 枞阳断裂与罗河断裂是主要的深部岩浆通道。推断盆地内三叠系—石炭系主体被侵位,部分泥盆系—志留系在 隐伏侵入岩之下发育。研究成果可为庐枞盆地基础地质研究及找矿预测提供参考。

关键词: 庐枞盆地; 重磁电; 隐伏侵入岩

中图分类号: P631.1; P631.2; P631.3 文献标志码: A 文章编号: 2095-8706(2022)03-0087-09

0 引言

庐枞盆地是长江中下游成矿带的重要矿集 区^[1],具有较好的成矿地质条件。任启江等^[2]推 断庐枞盆地火山岩之下存在一个大的隐伏岩体, 顶板距地表1~4 km,岩体形态及分布范围与火 山岩盆地大体相当; 董树文等^[3]、高锐等^[4]通过 深地震反射研究,认为庐枞盆地是一个沿罗河断 裂向东发育的非对称火山盆地,排除了盆地另一 半被断在西侧红层之下的可能性; 肖晓等^[5]通过 分析大地电磁测量数据,认为庐枞盆地火山岩的 沉积厚度为1~2km,底部存在一个连续的岩浆 活动中心; 吕庆田等^[6-7]建立了矿集区 EW 向 "两拗一隆"、SN向"北隆南坳"的结构框架,提出 了庐枞盆地"多级岩浆系统"结构模型。近年来, 相关单位在罗河一小包庄、井边等地区开展了深 部钻探,对部分上述成果进行了验证^[8],但深部钻 孔均未控制隐伏侵入岩底界位置,部分钻孔可见 三叠系一石炭系灰岩^[9-10],表明火山岩基底具有

复杂性,相关地质问题需持续研究和探讨。

本文在已有地质调查成果的基础上,通过 GeoGME 重磁电一体化处理解释平台^[11]对重磁电 数据进行再处理,分析地球物理场与地质特征的对 应关系,探讨庐枞盆地中段主要地层、断裂及岩浆 岩可能的分布特征,为该区基础地质研究及找矿预 测提供参考资料。

1 地质背景

研究区位于沿江褶断带中部庐枞盆地,其东北 部连接巢湖古生代地层褶皱带,西南部连接怀宁古 生代地层褶皱带。该区出露寒武系一第四系的地 层序列(图1)。寒武系一奥陶系碳酸盐岩及碎屑 岩主要出露于研究区北部,志留系一三叠系主要出 露于庐枞盆地边部,盆地主要由早白垩世陆相火山 岩构成,厚2 530~3 323 m^[12],火山岩盆地基底为 中侏罗世罗岭组,龙桥铁矿钻探发现火山岩直接覆 盖在三叠系海相碳酸盐岩之上^[13]。

庐枞盆地主要发育2条基底隆起带,即黄屯一

收稿日期: 2020-07-30;修订日期: 2021-07-27。

第一作者简介:朱将波(1984—),男,高级工程师,主要从事重磁电勘探工作。Email:284162830@qq.com。

基金项目:国家重点研发计划"深部资源勘查数据处理、解释软件平台开发及综合示范(编号:2018YFC0603600)"项目资助。

枞阳基底隆起带和罗河一缺口基底隆起带,不仅影响和控制了庐枞盆地的构造格局、岩浆岩分布及火山活动,且与区域成矿作用关系密切。基底以 NE向断裂为主,主要有罗河一缺口断裂、黄屯一枞阳断裂以及陶家湾一施家湾断裂,其次为 NW 向断裂,主要有义津—陶家巷断裂等。盖层以 EW 向断裂、NE 向—SW 向断裂为主,褶皱不发育。盆地两侧,罗河镇西侧为孔城盆地,汤沟东侧为沿江构造

带,中生界-新生界发育。庐枞盆地火山岩由龙门

院旋回、砖桥旋回、双庙旋回和浮山旋回组成,4个 旋回大致呈同心环状分布,各组之间均为喷发不整 合接触,各旋回的火山岩均形成于早白垩世^[14]。

区内侵入岩发育,被划分为早晚两期:早期侵 入岩主要为二长岩类和闪长岩类,以巴家滩岩体与 拔茅山岩体为代表,成岩时代为134~130 Ma。晚 期侵入岩分为2类,第一类主要为正长岩类,以小 岭岩体为代表,成岩时代为129~123 Ma;第二类 主要为A型花岗岩,以黄梅尖岩体为代表^[15]。



第四系; 2. 浮山组; 3. 双庙组; 4. 砖桥组 5. 龙门院组; 6. 罗岭组; 7. 磨山组; 8. 中一上三叠统;
 9. 中一下三叠统; 10. 中一上志留统; 11. 石英正长岩; 12. 正长斑岩; 13. 辉石粗安玢岩; 14. 辉石二长岩; 15. 粗面玢岩; 16. 4A'重磁电剖面; 17. 主要铁矿点; 18. 钻孔位置。



Fig. 1 Geological sketch map of the study area

2 物性特征

本研究实测物性标本 1 100 余块,包括研究区 出露的全部地层及主要岩性。采用 GP-120S 电子 密度仪(固体模式测定精度 0.1 kg/m³)与 Bartington MS2 型磁化率仪(分辨率 2×10⁻⁷ SI)进行密度 及磁化率参数测定,检查率均在 10% 以上,密度测 定均方误差为 ±4.0 kg/m³,磁化率测定相对误差为 2.1%,均符合《DD 2006—03 岩矿石物性调查技术规 程》^[16]要求。岩石地层物性参数统计结果见表 1。

r J i i i i i i i i i i i i i i i i i i					
地层/矿物	代号	主要岩性	密度/ $(10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3})$	电阻率/($\mathbf{\Omega} \cdot \mathbf{m}$)	磁化率/(10 ⁻⁵ SI)
第四系	Q	黏土、砾石层	1.89	$n \times 10^1 \sim 4 \times 10^2$	23
古近系一上白垩统	$E - K_2$	砂岩、含砾砂岩	2.43	$n\times 10^1\sim 4\times 10^2$	23
下白垩统一上侏罗统	$K_1 - J_3$	凝灰岩、粗安岩、玄武粗 安岩、粗面岩	地表 2.50 钻孔 2.70	$n \times 10^2 \sim 1 \times 10^3$ $n \times 10^2 \sim 1 \times 10^3$	64 ~ 2 454 64 ~ 2 454
中侏罗统一中三叠统	$J_2 - T_2$	长石砂岩、石英砂岩	2.49	$n \times 10^2$	5
中三叠统一石炭系	$T_2 - C$	灰岩	2.68	$(4 \sim 6) \times 10^3$	5
泥盆系一志留系	D – S	砂岩、泥岩	2.56	$(1 \sim 2) \times 10^3$	5
奥陶系—寒武系	0-€	灰岩	2.71	$(5 \sim 8) \times 10^3$	5
磁铁矿			3.83		95 300
正长岩			2.49	7×10^{3}	9 598
二长岩			2.60	7×10^{3}	8 950
闪长玢岩			2.64	7×10^3	6 322
粗安斑岩			2.50		4 993

表 1 研究区岩石物性特征统计结果 Tab. 1 Statistical results of rock physical parameters in the study area

(1)第四系一上白垩统,主要为低阻、低密度和 弱磁化率层。

(2)下白垩统一上侏罗统,主要为火山岩。总体为中等电阻率(n×10²Ω·m),电阻率值低于侵入岩。中等密度,地表样品密度平均值为2.50× 10³ kg/m³,其中凝灰岩密度偏低,为2.44×10³ kg/m³, 粗安岩及安山岩密度较高,为2.54×10³ kg/m³;钻 孔中,火山岩密度显著增大,平均值为2.70×10³ kg/m³, 其中粗安岩密度达2.73×10³ kg/m³,可引起显 著的重力异常。磁化率总体为中低值,但变化 较大。

(3) 中侏罗统一中三叠统, 以砂岩为主, 为低 阻、中低密度和弱磁化率层。

(4)中三叠统一石炭系,以灰岩为主,为高阻层,电阻率平均值为5×10³Ω・m,呈层状分布,是 该区电性标志层;高密度,地表样品密度平均值为 2.70×10³ kg/m³;弱磁性层。

(5)泥盆系一志留系,以砂岩、页岩为主,电阻率值为(1~2)×10³ Ω·m,为研究区低阻标志层;
 中低密度、弱磁性层。

(6)奥陶系—寒武系,以灰岩为主,为高阻、高 密度和弱磁性层。

(7)侵入岩及潜火山岩,磁性由酸性-中性-基性而增长,其中正长岩、二长岩为中等磁性,闪长 玢岩磁性略低。

(8)磁铁矿,密度为3.83×10³ kg/m³,磁化率
 为95 300×10⁻⁵ SI。

3 数据处理

3.1 数据来源及精度

本文使用的地球物理数据来自中国地质调查 局在庐枞地区开展的区域地质综合调查成果,其中 1:5万地面磁测采用 G-856高精度磁力仪,经日 变改正、高度改正和正常场改正后,磁异常总精度 为3.75 nT; 1:5万重力工作采用高精度 CG-5重 力仪,经地形、正常场及布格等各项改正后,布格重 力异常总精度为0.096×10⁻⁵m/s²;大地电磁采用 V5-2000测量系统,采用远参考,五分量观测方 式,测点点距2 km,观测频率0.0005~320 Hz,经 SSMT-2000进行 Robust 处理、功率谱编辑后,一级 测点占比 90%,二级测点占比 10%。

3.2 数据处理技术

(1)重磁数据。在对平面重磁场开展去噪、数据扩边、网格化及地磁场化极预处理之后进行位场 分离及边界识别。主要通过小子域滤波、垂向二阶 导数方法,突出重力场线性梯级带分布,用于断裂 等线性构造的分析和识别;对磁 ΔT 化极异常开展 多参数高通滤波计算,分离和识别叠加异常。

(2)大地电磁数据。通过曲线编辑、二维滤波、 静态矫正及极化模式识别,进行各向异性和定性分 析,采用 TM 模式进行二维反演^[17]。

(3)重磁电联合建模技术。以已有地质、钻孔成 果为基础,大地电磁二维反演建立的电性结构为约 束,建立初始地质模型,赋予物性参数,对比实测与 正演地球物理场,实时交互,反馈修正地层厚度变 化、构造起伏及断层接触关系、岩体空间位置等,使 构建的剖面地质模型理论重磁异常逼近实测异常, 获得符合地质规律及地球物理场分布特征的地质 模型。

4 异常分析与解译

4.1 重磁场分析

研究区 1:5 万重力异常分离后获得的重力剩 余异常分布图(图 2(a)),能够更好地反映重力场 特征。重力剩余异常等值线以 NE 向为主,在罗 河、砖桥—小岭、横埠及周潭地区等值线密集,形成 显著梯级带。其中罗河、周潭地区的重力梯级带将 重力场划分为罗河镇西北重力异常变化平缓区、汤 沟东南重力异常变化平缓区以及中部重力高值变 化区。中部重力高值变化区重力剩余异常高低相 间分布,异常变化范围为(-6~5)×10⁻⁵m/s²;重 力剩余异常高值地区有罗河一泥河铁矿、砖桥 东一小岭东、井边、横埠一周潭等,异常皆以 NE 向为主,其中罗河一泥河铁矿所在异常强度最大; 重力剩余异常低值地区有浮山村、白梅乡、黄梅尖 地区等,这些低异常等值线走向多变,形态各异, 反映低密度地质体的发育特征。研究区重力线性 异常分布图(图2(b))能反映断裂等线性构造信 息。在罗河、砖桥一小岭、横埠及汤沟地区存在4 组 NE 向线性异常,这些线性异常带由研究区的 主要断裂引起。



(a) 重力剩余异常分布



图 2 研究区重力异常特征 Fig. 2 Gravity anomaly map in the study area

研究区 1:5 万地磁 ΔT 化极异常如图 3(a)所示,提取的磁局部异常如图 3(b)所示。地磁 ΔT 化极异常等值线以 NE 向为主,NW 向次之,在罗河、砖桥一小岭及横埠存在显著的磁异常梯度变化带。根据磁异常幅值变化,可划分为中部地磁异常高值变化区和罗河镇西北、横埠东南低值平静区。在中部地磁异常高值变化区,地磁异常变化范围 300~1 800 nT,其中在白梅乡和钱铺乡一黄梅尖地区,地磁异常相对较低,一般为 500~800 nT;在罗河一小包庄铁矿、小岭北、巴家滩西及井边地区发育强磁异常。在磁局部异常上,白梅乡、钱铺乡一黄梅尖地区表现为显著的低磁异常,形态清晰;罗河一小包庄铁矿磁局部异常强度最大,异常幅值超过 2 400 nT;

小岭北、巴家滩西磁局部异常呈 NE 向展布;井边 一带磁局部异常形态多变,是浅部磁性体所致。

研究区重力剩余异常及地磁 ΔT 化极异常均表 现出中部高,西北和东南部低的分布特征,对应庐 枞盆地及两侧的孔城盆地和沿江构造带,反映了区 域构造的基本特征。研究区中部重磁高值异常区 来源于区内基底抬升与岩浆活动的作用。罗河— 小包庄铁矿与泥河铁矿所在位置存在重力剩余异 常高值,地磁局部异常呈尖峰状,表现为重磁同高 的异常组合,是典型的铁矿矿致异常。白梅乡、七 家山一带出露浮山组,表现为重力剩余异常低值和 地磁异常相对低值,且重磁异常分布形态与浮山组 分布范围相当,形成重磁同低的组合特征,推断为 低密度、低磁性的浮山组及其火山构造所致。钱铺 乡--黄梅尖--带重力剩余异常为低值圈闭,对应地 磁异常相对低值,由低密度、低磁性的黄梅尖岩体 所致,重力线性异常(图2(b))清晰刻画了该低值 圈闭范围与黄梅尖岩体出露范围一致,该异常表明 研究区大规模出露的岩体对应较稳定的重磁场,是 周边其他重磁异常推断解释的重要对比标志。并 边、石门庵地区的重力剩余异常及磁异常均为高 值,该处 LZSD-01 钻孔揭示深度 1 600 m 以浅为 砖桥组,其下为正长岩,通过与相邻的黄梅尖岩体 重磁场特征进行对比,发现重力正异常是1600 m 厚的砖桥组所致,局部高磁异常则为深度1600m以 浅的次火山岩及火山岩所致。因此,该区重磁异 常,特别是重力剩余异常与火山岩厚度分布具有相 关性,火山岩越厚,重力剩余异常越高。周潭、汤沟 一带重高磁低,为火山岩盆地东南边缘三叠系等基 底地层局部出露所致。

研究区西北部的孔城盆地重磁异常均为低值, 新生界发育,岩浆活动弱。沿江构造带重力剩余异 常高低相间分布,磁异常以低值为主,表明中三叠 统一石炭系的高密度地层起伏强烈。研究区存在 多组 NE 向断裂: 罗河断裂 Fi 对应罗河重磁梯级 带,该梯级带西北侧为孔城盆地,重磁均为低值,平 缓分布:东南侧重磁异常显著增大,是基底抬升和 强烈岩浆活动的表现。黄屯一枞阳断裂 F。位于小 岭--砖桥重力梯级带,重力剩余异常西高东低,推 断西侧火山岩厚度大, 月沿断裂走向分布巴家滩 东、小岭北等多个高磁异常。F、断裂为盆地东部边 界断裂,表现为周潭一横埠重磁梯级带。该梯级带 北段,两侧重力剩余异常西北高东南低;南段两侧 重力剩余异常西北低东南高。周潭—横埠重磁梯 级带北段和南段的磁异常均表现出西北高、东南低 的分布特征。F₄断裂控制了汤沟重力梯级带,重力 剩余异常西北高、东南低,断裂西北侧三叠系等高 密度地层出露,东南侧新生界发育,沿梯级带有带 状磁异常分布。此外,NW 向泥河—七家山北重力 低值带发育显著的 NW 向磁异常,是该区存在 NW 向断裂的标志。



(a) 地磁△T 化极异常

(b)磁局部异常

图 3 研究区地磁异常 Fig. 3 Magnetic anomaly map of the study area

4.2 重磁电剖面分析

重磁电探测技术在岩浆岩发育区能取得较好的地质效果^[18-22]。本文采用人机交互 2D 剖面正 反演技术获得罗河—汤沟 AA'重磁电异常综合剖 面(图 4),剖面布格重力异常拟合误差为 $3.4 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$,地磁 ΔT 拟合误差为 36 nT。

由 AA'重磁异常曲线(图 4(a))及大地电磁二 维反演剖面(图 4(b))可知,电阻率东西分段、上下

分层显著,火山岩盆地及周边电性结构清晰,揭示 了研究区的基本地质结构。西端孔城盆地的电阻 率由上至下呈"低、次高、高"的分布特征,重磁均为 平缓低值异常;火山岩盆地,电阻率由浅至深呈 "中、高、低"的分布特征,重磁均呈现高值异常;沿 江构造带电阻率由上至下呈"低、高、低、次高"的分 布特征,地磁平稳低值,布格重力异常幅值则向东 逐渐降低。根据重磁电特征及物性统计,建立综合 解释剖面(图4(c))。

(1)地层。第四系一中三叠统为一套低密度、 低磁性、低电阻率的物性"三低"层,主要分布在 AA′重磁电异常综合剖面西段孔城盆地和东段沿江 构造带(图4(b)),最厚处约2km。总体上,重磁 异常低值平缓,浅部以低电阻率为主,向盆地方向 逐渐减薄至缺失。中三叠统一石炭系以灰岩为主, 为研究区高密度高阻标志层,主要发育在剖面东西 两段。东段高阻层厚度为1~1.5km,最大顶埋深 2km,向火山岩盆地方向变浅至深度0.5km左右, 对应的布格重力异常幅值从 - 15×10⁻⁵m/s²增至 -2×10⁻⁵m/s²。泥盆系一志留系也是该区低阻标 志层之一,厚度近1km,在沿江构造带较发育,在孔 城盆地较薄。在火山岩盆地块状高阻体之下普遍 发育一套低阻层系,根据地层展布及物性特征,认 为是泥盆系一志留系的可能性最大。

(2)断裂。F₁断裂位于 AA'重磁电异常综合剖 面 8 km 处,为罗河断裂,控制了火山岩盆地的西边 界,引起了显著的地球物理场变化。该断裂对应重 磁梯级带,在反演电阻率剖面中,浅部低阻层在孔 城盆地西侧较厚(约 2 km),在孔城盆地东侧极薄, 且等值线倾向北西,深部电阻率等值线则相反,倾 向南东。因此,F₁断裂具有早期逆断层与晚期正断 层的性质。F₂断裂位于 AA'重磁电异常综合剖面 16 km 处,与黄屯一枞阳断裂位置相当,控制了七 家山火山机构和浮山组的发育,断裂所在位置电阻 率较两侧显著降低,等值线倾向北西,较F₁断裂更 陡立。F₃断裂位于 AA'重磁电异常综合剖面 28 km 处,具有逆断层性质,断裂所在位置电阻率值西侧 较高,控制火山岩盆地的东边界。F₄断裂位于 AA' 重磁电异常综合剖面 35 km 处,具正断层性质,断 裂东侧低阻层较西侧显著增厚。

(3)岩浆岩。火山岩分布在 AA'重磁电异常综 合剖面 8~27 km 处,为一套中等电阻率层(图 2 (b)),幅值 n×10² Ω·m,埋深一般为深度1 800 m 以浅,其中剖面 8~12 km 处最深,火山岩厚度最 大,16 km 处火山岩发育薄,其余地段火山岩厚度 约1 km。火山岩之下为区域性块状高阻体,底界面 一般 3~4 km,在黄屯一枞阳及罗河断裂附近高阻 体向下延伸至 5 km 以上,且重磁均为高值异常。 联合建模表明,该高阻体赋予岩体的物性参数,与 其上火山岩产生叠加磁异常及实测拟合较好。此 外,罗河 ZK01、井边 LZSD-01 等钻孔在不同深度遇 到了岩体,推断该高阻体为隐伏侵入岩(图2(c))。



Fig. 4 Integrated gravity – magnetic – electric section and geologic interpretation of line AA'

AA'重磁电异常综合剖面上高阻体的分布区范围与 火山岩大体一致,推断层厚一般约2km,在黄屯一 枞阳断裂及罗河断裂深部显著增厚,形成似漏斗状, 为其深部主要的岩浆通道^[7]。黄屯一枞阳断裂东南 侧,高阻体浮于低阻层之上,推断也是隐伏侵入岩, 但其侵位受到 NW 向断裂、近 EW 向断裂控制。

根据地表地质、重磁场特征及反演剖面电阻率 分布特征,认为庐枞火山岩盆地在走向上位于巢 湖、庐枞、怀宁 NE 向古生代地层褶皱带中部;垂直 走向上,重磁电特征揭示三叠系一石炭系发生了褶 皱,向盆地方向抬升至地表,在晚侏罗世一早白垩 世强烈的岩浆活动之后,三叠系被隐伏岩体侵位、 破坏,上部被火山岩覆盖,因此,火山岩盆地位于褶 皱带的"鞍部"。

罗河一小包庄铁矿位于 AA'重磁电异常综合剖 面 8.5 km 处,对应重磁局部高异常。根据 ZK1 钻 孔揭示,罗河铁矿埋藏深度 500~800 m,位于钻桥 组火山岩中,对应中等电阻率分布区。深部小包庄 铁矿埋藏深度 1 350~1 800 m,对应深部团块高阻 体,即闪长玢岩顶部。AA'重磁电异常综合剖面揭 示罗河一小包庄铁矿位于罗河断裂边部,多种地球 物理场的强烈变化表明该处是沉积地层抬升、隐伏 磁性岩体侵位的多重地质现象叠加部位。

5 结论

(1)研究区三叠系一石炭系是高阻电性标志 层,主要分布于盆地外围及边部,盆地主体被岩浆 侵位。泥盆系一志留系是低阻标志层,不仅沿江构 造带厚度稳定,而且还发育在隐伏侵入体之下。

(2) 庐枞盆地位于 NE 向古生代地层褶皱带的 "鞍部"。罗河断裂早期为逆断层, 后期转为正断 层, 控制西侧新生界沉积。中部黄屯一枞阳断裂主 体倾向北西。

(3)研究区火山岩厚度变化与1:5万重力剩余 异常幅值呈正相关,重力剩余异常越高,火山岩厚 度越大。隐伏侵入岩呈厚层状,厚度一般约2km, 底界面厚度为3~4km,在罗河断裂、黄屯一枞阳断 裂底界面变深至5km以上,这2条断裂是深部岩 浆的主要来源通道,控制着隐伏侵入岩的分布。

参考文献(References):

[1] 吴明安,侯明金,赵文广.安徽省庐枞地区成矿规律及找矿方

向[J].资源调查与环境,2007,28(4):269-277.

Wu M A, Hou M J, Zhao W G. Mineralization regularity and exploration direction in Luzhong area, Anhui [J]. Resour Surv Environ, 2007, 28(4):269 – 277.

- [2] 任启江,王德滋,徐兆文,等. 安徽庐枞火山 构造洼地的形成、演化及成矿[J]. 地质学报,1993,67(2):131-145.
 Ren Q J, Wang D Z, Xu Z W, et al. Formation and development of the Mesozoic Lujiang Zongyang volcanic structural depression in Anhui Province and their relation to mineralization [J]. Acta Geol Sin, 1993,67(2):131-145.
- [3] 董树文,项怀顺,高锐,等.长江中下游庐江—枞阳火山岩矿 集区深部结构与成矿作用[J].岩石学报,2010,26(9):2529-2542.

Dong S W, Xiang H S, Gao R, et al. Deep structure and ore formation with in Lujiang – Zongyang volcanic ore concentrated area in Middle to Lower Reaches of Yangtze River [J]. Acta Petrol Sin, 2010,26(9):2529 – 2542.

- [4] 高锐,卢占武,刘金凯,等. 庐一枞金属矿集区深地震反射剖面解释结果——揭露地壳精细结构,追踪成矿深部过程[J]. 岩石学报,2010,26(9):2543-2552.
 Gao R,Lu Z W,Liu J K, et al. A result of interpreting from deep seismic reflection profile: Revealing fine structure of the crust and tracing deep process of the mineralization in Luzong deposit area[J]. Acta Petrol Sin,2010,26(9):2543-2552.
- [5] 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 X, Wang X Y, Tang J T, et al. Conductivity structure of the Lujiang - Zongyang ore concentrated area, Anhui Province: Constraints from Magnetotelluric data [J]. Acta Geol Sin, 2014, 88(4):478-495.
- [6] 吕庆田,吴明安,汤井田,等. 安徽庐枞矿集区三维探测与深部成矿预测[M]. 北京:科学出版社,2017.
 Lv Q T, Wu M A, Tang J T, et al. Three Dimensional Exploration and Deep Metallogenic Prognosis in Luzong Ore District, Anhui Province [M]. Beijing:Science Press,2017.
- [7] 吕庆田,刘振东,汤井田,等. 庐枞矿集区上地壳结构与变形:
 综合地球物理探测结果[J]. 地质学报,2014,88(4):447 465.

Lv Q T, Liu Z D, Tang J T, et al. Upper crustal structure and deformation of Lu – Zong Ore District: Constraints from integrated geophysical data[J]. Acta Geol Sin,2014,88(4):447 – 465.

[8] 高文利,孔广胜,潘和平,等. 庐枞盆地科学钻探地球物理测井及深部铀异常的发现[J]. 地球物理学报,2015,58(12):
 4522-4533.

Gao W L, Kong G S, Pan H P, et al. Geophysical logging in scientific drilling borehole and find of deep Uranium anomaly in Luzong basin[J]. Chin J Geophys,2015,58(12):4522-4533.

 [9] 谢杰,张千明,吴文龙. 安徽省庐枞火山岩盆地中部生物碎屑 灰岩发现的意义[J]. 安徽地质,2019,29(2):86-88.
 Xie J,Zhang Q M,Wu W L. Significance of bioclastic limestone discovery in the central Lu - Zong Volcanic basin, Anhui Province [J]. Geol Anhui, 2019, 29(2):86-88.

[10] 张赞赞,张舒,吴明安,等. 庐枞盆地小包庄铁矿床地质特征及⁴⁰ Ar - ³⁹ Ar 同位素年代学研究[J]. 矿床地质,2017,34
 (6):795-815.

Zhang Z Z, Zhang S, Wu M A, et al. Geological characteristics and $^{40}\,Ar$ – $^{39}\,Ar$ geochronology of Xiaobaozhuang iron deposit in Luzong volcanic basin[J]. Miner Deposits,2017,36(4):795–815.

- [11] 王永涛,陶德强,廉国芬,等. 重磁电处理解释系统 GeoGME V2.0[J].石油科技论坛,2016,35(S1):13-15.
 Wang Y T,Tao D Q,Lian G F, et al. GeoGME V2.0 GME data processing and interpretation system [J]. Oil Forum, 2016, 35(S1):13-15.
- [12] 安徽省地质局.1:50 000 矾山镇幅、将军庙幅区域地质调查 报告[R].合肥:安徽省地质局,1981.

Anhui Geological Bureau. 1:50 000 Regional Geological Survey in Fanshanzhen, Jiangjunmiao Sheet [R]. Hefei: Anhui Geological Bureau, 1981.

[13] 吴明安,张千明,汪祥云.安徽庐江龙桥铁矿[M].北京:地质 出版社,1996.

Wu M A, Zhang Q M, Wang X Y. Longqiao Iron Deposit in Lujiang, Anhui[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1996.

[14] 周涛发,范裕,袁峰,等.安徽庐枞(庐江一枞阳)盆地火山岩的年代学及其意义[J].中国科学 D辑:地球科学,2008, 38(11):1342-1353.

Zhou T F, Fan Y, Yuan F, et al. Geochronology of the volcanic rocks in the Lu – Zong basin and its significance [J]. Sci China Ser D Earth Sci,2008,38(11):1342 – 1353.

- [15] 周涛发,范裕,袁峰,等. 庐枞盆地侵入岩的时空格架及其对成矿的制约[J]. 岩石学报,2010,26(9):2694-2714.
 Zhou T F,Fan Y,Yuan F, et al. Temporal spatial framework of magmatic intrusions in Luzong volcanic basin in east China and their constrain to mineralizations [J]. Acta Petrol Sin, 2010, 26(9):2694-2714.
- [16] 中国地质调查局. DD 2006—03 岩矿石物性调查技术规程[S]. 2006.

China Geological Survey. DD2006–03 Technical Specifications for Physical Properties of Rock and Ore[S].2006.

[17] 蔡军涛,陈小斌.大地电磁资料精细处理和二维反演解释技术研究(二)——反演数据极化模式选择[J].地球物理学报,

2010,53(11):2703-2714.

Cai J T, Chen X B. Refined techniques for data processing and two – dimensional inversion in magnetotelluric II : Which data polarization mode should be used in 2D inversion [J]. Chin J Geophys, 2010, 53(11):2703 – 2714.

[18] 陶德强,赵文举,张嵘鑫,等.重磁电震联合建模正反演在火成岩解释中的应用[J].石油地球物理勘探,2018,53(S1): 330-334.

Tao D Q, Zhao W J, Zhang R X, et al. Joint modelling and inversion of gravity, magnetic, electromagnetic and seismic data in igneous rock exploration [J]. Oil Geophys Prospect, 2018, 53 (S1):330 – 334.

[19] 朱将波,汪启年,洪东良,等.综合物探技术在钟姑地区三维 地质填图和成矿预测中的应用效果[J].安徽地质,2016, 26(1):10-16.

Zhu J B, Wang Q N, Hong D L, et al. Result of application of integrated geophysical exploration technique to 3D geological mapping and metallogenic prognosis in the Zhonggu area[J]. Geol Anhui, 2016,26(1):10-16.

[20] 张家嘉,张顺林,汪青松,等.综合物探方法在覆盖区找矿中的应用——以皖东五河金矿整装勘查为例[J].中国地质调查,2020,7(6):109-115.
 Zhang J J,Zhang S L, Wang Q S, et al. Application of comprehensive geophysical prospecting method in ore prospecting in coverage

sive geophysical prospecting method in ore prospecting in coverage area: A case study of integrated survey area of Wuhe Gold Mine in Eastern Anhui[J]. Geol Surv China,2020,7(6):109-115.

 [21] 朱将波,汪启年,张键,等. 赣南新林屋—均村地区低磁性隐 伏岩体的识别:来自重磁场的证据[J]. 华东地质,2019, 40(2):108-113.

Zhu J B, Wang Q N, Zhang J, et al. Identification of low magnetic concealed granitic complex in the Xinlinwu – Juncun area, southern Jiangxi Province: evidence from gravity and magnetic fields[J]. East China Geol, 2019, 40(2): 108 – 113.

[22] 何柳昌,郑光文,牛强强. 庐枞矿集区中东部七家山—马口地区 深部找矿潜力分析[J]. 中国地质调查,2018,5(5):21-28.
He L C, Zheng G W, Niu Q Q. Analysis on deep mineral prospecting potential of Qijiashan - Makou area in central and eastern Luzong ore - concentrated area[J]. Geol Surv China, 2018,5(5): 21-28.

Features and geological significance of gravity – magnetic – electric from the middle part of Lujiang—Zongyang basin in Anhui Province

ZHU Jiangbo, WANG Qinian, CUI Xianwen

(Anhui Geological Exploration Technologies Institute, Anhui Hefei 230031, China)

Abstract: Lujiang – Zongyang basin is an importatant ore concentration area in middle – lower reaches of Yangtze, and the characteristics of volcanic basement were unclear, which had restricted the mineral exploration. Based on the reprocessing and understanding of 1:50 000 high precision gravity – magnetic data and magnetotelluric measurement data in the research area, the researchers in this paper discussed the characteristics and geological significance of the geophysical field. The results show that the Lujiang – Zongyang volcanic basin is located in the saddle of the Paleozoic fold belt with NE trending, and the thickness of volcanic strata is related to the distribution of local gravity anomaly values. The hidden intrusive rock is under the volcanic strata, which is thick – bedded, with depth of bottom surface of $3 \sim 4$ km. The Huangtun – Zongyang fault and the Luohe fault are the main tunnel for hypomagma. The Triassic – Carboniferous strata was intruded, and the Silurian – Devonian strata was developed under the hidden intrusive rock. This research provides important clues for the fundamental geology research and ore prospecting prediction in Lujiang – Zongyang volcanic basin.

Keywords: Lujiang - Zongyang basin; gravity - magnetic - electric; hidden intrusive rock

(责任编辑:魏昊明)