

doi: 10.11720/wtyht.2016.5.14

黄宁,陈国光,张景,等.综合物探方法在多金属矿找矿靶区预测中的应用[J].物探与化探,2016,40(5):929-934.<http://doi.org/10.11720/wtyht.2016.5.14>
Huang N, Chen G G, Zhang J, et al. Application and Study of Comprehensive Geophysical Methods in Prospecting Target of Iron and Copper Polymetallic Ore[J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2016, 40(5): 929-934. <http://doi.org/10.11720/wtyht.2016.5.14>

综合物探方法在多金属矿找矿靶区预测中的应用

黄宁,陈国光,张景,鲁胜梅,张宝松
(中国地质调查局 南京地质调查中心,江苏 南京 210016)

摘要:介绍了采用综合物探方法在江苏南京南门头勘查区进行铁铜多金属矿找矿靶区预测的应用与研究。通过对该区重、磁、电异常分布特征进行分析,对圈定的重低磁高、重高磁高和电性异常进行了解释和推断,结合地质和物性资料,选择区内重要异常进行剖析,并通过钻孔得到了验证,圈定了 3 处铁铜多金属矿找矿靶区,取得了较好的找矿效果。

关键词:综合物探方法;铁铜多金属矿;找矿靶区

中图分类号: P631 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8918(2016)05-0929-06

长江中下游成矿带位于下扬子拗陷区,区内分布有大量中生代特别是燕山期的岩浆岩体和许多金属矿床,是我国东部重要的铁、铜、金多金属矿产资源之一^[1]。随着我国经济的迅速发展,对多金属矿产的需求量越来越大,勘查重点逐步转向深部金属矿床,开展和优选深部矿的找矿勘查方法组合试验,成为地质工作的重点研究课题^[2]。作为深部找矿的重要手段,重力、磁法、电法等物探方法的综合应用发挥着越来越重要的作用。江苏南京南门头勘查区处于长江中下游地区宁芜火山岩盆地中部,随着深部勘查工作的不断深入,在该区发现了脉状、细脉—细脉浸染状铜矿体^[3],表明该区仍有寻找此类矿床的潜力。笔者通过对综合物探数据的分析和研究,预测了找矿有利靶区^[4-6],建立起了地质—地球物理找矿模型,为本区乃至同类地区深部找矿提供技术支撑。

1 成矿地质背景

研究区基本被第四系覆盖,出露地层主要为姑山组(K_1g),钻孔中见到的为大王山组(K_1d)和龙王山组(K_3l)(图 1)。

区内存在两组断裂,分别为横切火山岩盆地的北西向断裂带和纵切火山岩盆地的北东向断裂带。

北西向断裂带由多条断裂组成,断层走向约 315° ,断层倾向南西,倾角较陡,断层引起龙王山、大王山地层及北东向断裂带错动,沿断层见二长岩和正长岩体分布;北东向断裂带也有多条断裂组成,断层走向约 50° ,断层倾向南东,倾角较陡,断层引起龙王山、大王山两旋迴界线错动,沿断层见正长岩体分布。

区内岩浆岩未见出露。根据钻探结果,区内岩浆岩主要以火山岩为主,为龙王山、大王山、姑山等火山喷发旋迴物,区内广泛分布,成层性良好,岩性主要为一套由粗安质—安山质—石英安山质—英安质—石英粗面质火山岩及相应的火山碎屑沉积岩等,区内火山岩、次火山岩与围岩接触部位热液蚀变和热变质现象普遍发育,与铁、铜、硫矿化关系密切^[7]。

2 地球物理异常特征

2.1 岩矿石物性特征

本次采集的物性标本主要包括姑山组、大王山组、龙王山组中—基性、中偏碱性陆相火山岩,二长岩、二长花岗岩等侵入岩,以及闪长玢岩、正长岩脉。通过对本次采集的标本进行实验室测定,获得了物性参数测定结果(表 1)。

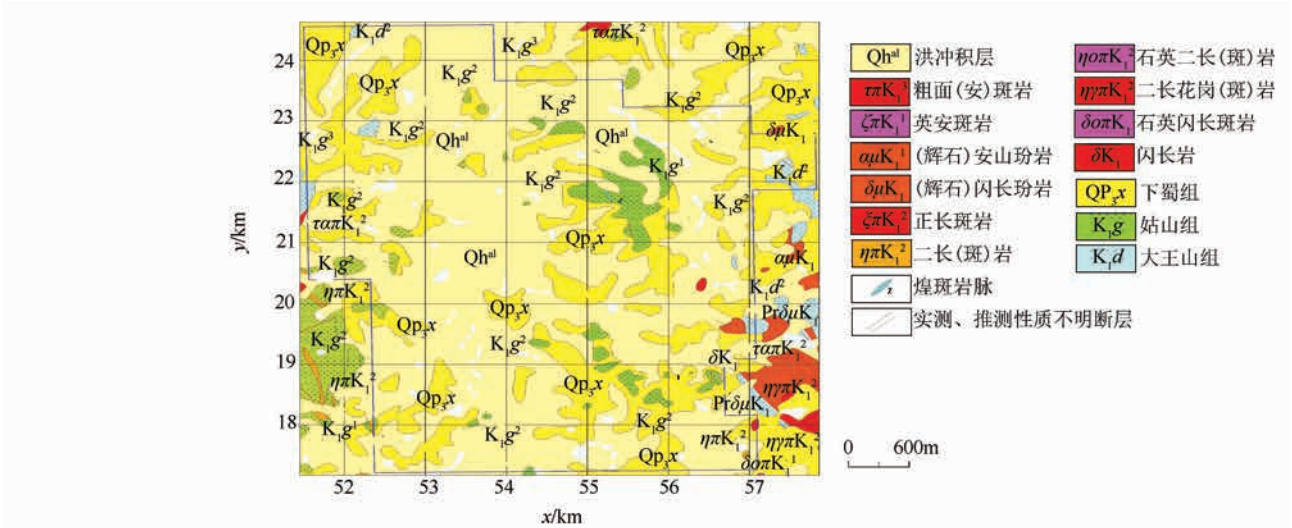


图 1 南门头勘查区地质概况

表 1 南门头测区岩石标本物性数据实测

地层	岩、矿石名称	密度 10 ³ kg/m ³	磁化率 10 ⁻⁵ SI	剩余磁化强度 10 ⁻³ A/M	电阻率 Ω·m	极化率 %
姑山组	角闪安山岩	2.668~2.813	150~32200	13~2920	570~9587	0.45~6.53
	粗安岩	2.631~2.838	1~1996	1~1980	106~4127	0.42~3.43
	火山角砾岩	2.598~2.839	0~2016	1~1020	170~2949	0.67~11.14
	凝灰岩	2.679~2.835	43~3195	1~388	67~7832	0.2~13.45
	凝灰质砂岩	2.51~2.726	40~710	1~60	107~5025	0.21~3.36
	沉凝灰岩	2.708~2.855	1~1246	2~920	560~3788	0.16~3.33
大王山组	辉石安山岩	2.677~2.95	125~59500	1~4350	117~35063	0.19~10.51
	火山角砾岩	2.609~2.914	78~40300	1~856	148~22609	0.11~10.69
	凝灰岩	2.591~2.842	182~19740	13.6~1590	260~16271	0.32~18.84
	沉凝灰岩	2.722~2.815	8790~28400	166~1070	1538~10780	0.74~4.76
	矿化火山角砾岩	2.701~3.075	415~142600	277~8140	32~27469	0.48~41.16
龙王山组	黄铜矿石	3.846	18240	2940	1.96	67.36
	角闪安山岩	2.703~2.892	4375~50800	125~7120	6959~19911	0.93~4.37
	火山角砾岩	2.739~2.887	6395~52600	127~6750	1171~16980	0.15~12.1
	角砾凝灰岩	2.672~2.779	76~14760	2~240	930~17838	0.2~1.2
	硅化凝灰岩	2.61~2.743	22~191	0~51	1085~17492	0.28~3.92
	硅化凝灰质砂岩	2.672, 2.722	18540, 22760	9260, 1610	17201, 8583	2.14, 2.99
	二长岩	2.669~2.802	835~38300	24~2090	9107~31300	0.35~15.29
	二长花岗岩	2.547~2.734	31~25160	1~1270	500~32833	0.23~5.10
	正长岩脉	2.559~2.586	55~2370	2~46	17656~24717	3.63~4.31
	闪长玢岩(蚀变)	2.70~2.77	62~609	13~50	203~659	0.72~2.5

根据物性数据统计结果可知,姑山组、大王山组、龙王山组陆相火山岩系总体呈高密度、强磁性、高电阻率、低极化率的特点。龙王山组、大王山组安山岩密度最高,达到 $2.844\times10^3\text{ kg/m}^3$ 和 $2.813\times10^3\text{ kg/m}^3$ (均值,下同),姑山组相对密度较低。

磁性与密度有相似的变化规律:龙王山组岩石磁性最强,大王山组明显减弱,姑山组最弱,剩磁强度变化趋势类似。值得注意的是,中基性火山岩磁性强且变化范围大,应具体问题具体分析。

电性方面,火山熔岩电阻率明显高于火山碎屑岩及火山碎屑沉积岩类,其中龙王山组安山岩和火

山角砾岩电阻率最高,大王山组略低,姑山组明显下降。总体上,龙王山组、大王山组岩石电阻率较高,姑山组较低。姑山组、大王山组、龙王山组岩石的极化率没有明显差异,均值一般低于 4%,相对而言,凝灰岩、沉凝灰岩极化率略高,可达 5%~10%,但同岩性中,极化率变化相对较大,最高值 10%~20%。

2.2 磁异常特征

磁测 ΔT 化极经上延 50 m 处理后(图 2),地表杂乱的正、负干扰异常被剔除,磁异常被进一步凸显,北东走向磁高值带更加突出,局部磁高异常减弱或消失。异常整体表现为西北部高磁场区、中部杂

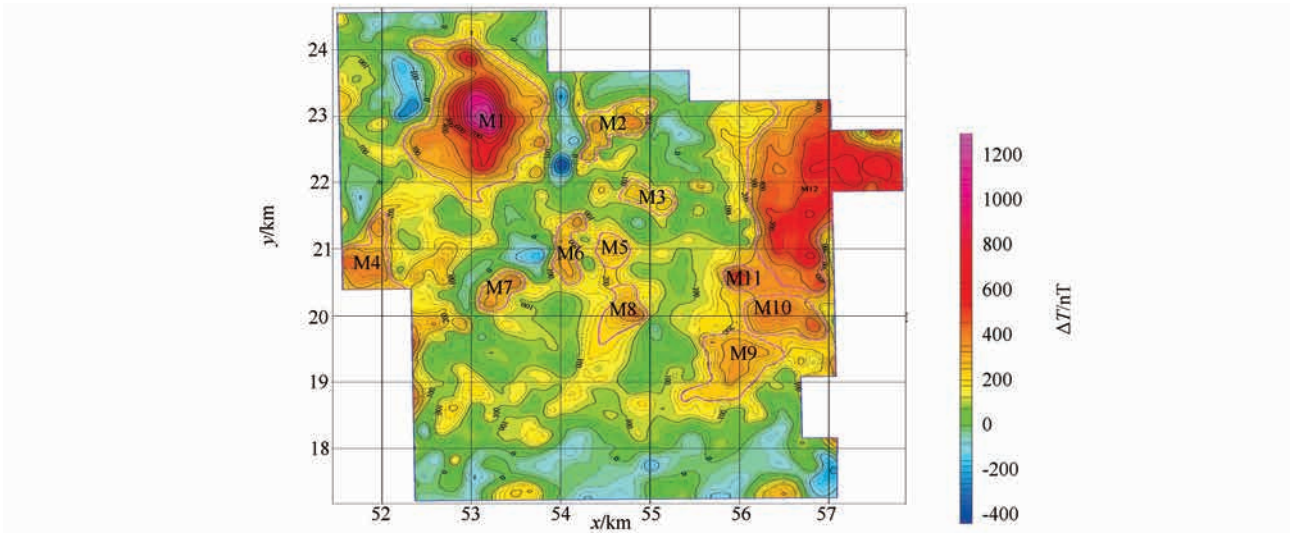


图 2 南门头测区高精度磁测 ΔT 化极上延 50 m 等值线

乱磁场区和东部高磁场区,变化范围为 $-400\sim1\,225$ nT,本次共圈定了 12 处磁高局部异常。

西北部异常带由 M1 和 M4 局部磁异常组成,构成一磁高异常带。其中 M1 磁异常范围较大,呈椭圆形,近南北走向,异常幅值达 1 225 nT,是区内最高的磁异常,也是宁芜地区为数不多的高值磁异常。

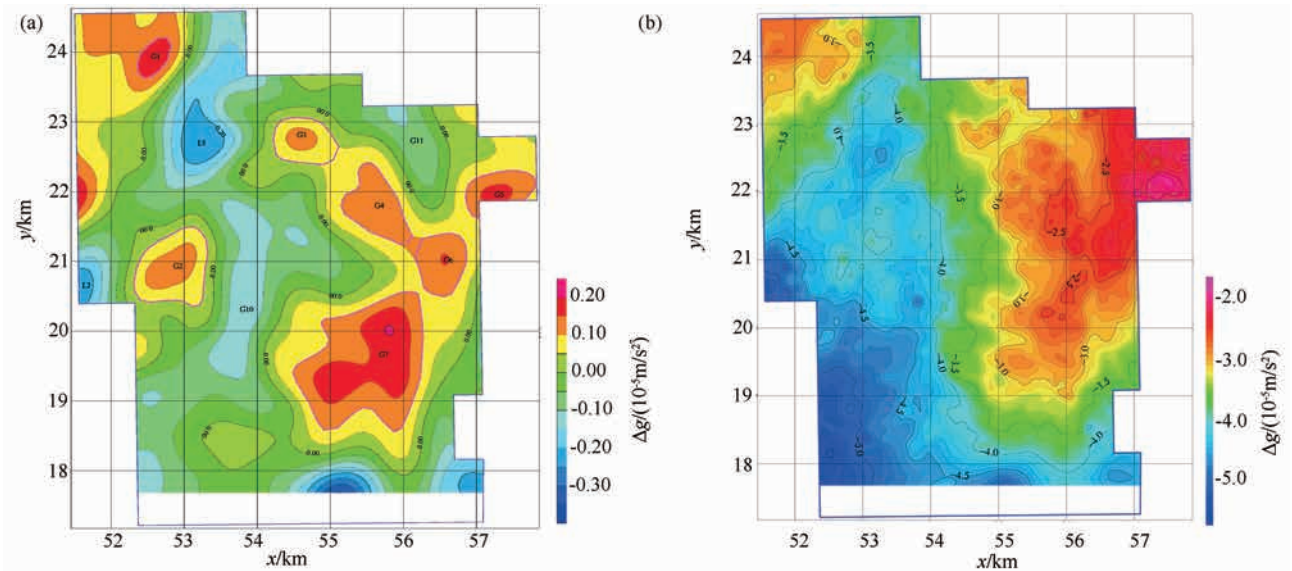
中部磁异常带由 M2、M3、M5、M6、M7 和 M8 这 5 个异常组成,异常杂乱无章,形态不规则,走向大致为近南北向和北东向,以 M8 异常的磁异常强度最大,中心处最大值为 415 nT,磁异常形态规整。

东部异常带由 M9、M10、M11 和 M12 局部磁异常组成;异常整体处于磁场波动区,其中 M12 异常强度最大,幅值达 600 nT,但异常形态不完整。

2.3 重力异常特征

对区内布格重力场进行了异常分离,以提取局部异常,本次共划分出了 7 处重力高和 2 处重力低异常,重力高命名为 G1~G7,重力低命名为 L1~L4 (图 3)。

剩余重力异常整体表现为北东向和北西向梯级带变化,异常平缓,等值线稀疏,变化范围为 $(-0.35\sim0.20)\times10^{-5}\text{ m/s}^2$ 。在测区北部、西部和南部表现为重力低,中部和东部表现为重力高。其中 L1 重力低对应磁测高 M1,L2 重力低对应磁测高 M4。重低磁高推断主要为隐伏的低密度、高磁二长岩体引起。G3 重力高对应磁高 M2,G5、G6、G7 重力高分别对应磁高 M10、M11 和 M12,磁异常叠合与岩浆活动密切相关,是很好的指示铁成矿远景区的异常区^[8-9]。



a—剩余重力异常;b—布格重力异常

图 3 南门头测区重力异常

2.4 电性特征

根据本次测定 CR 法剖面的结果,本区视电阻率(ρ_s)总体呈现低阻异常的特征,又显示一定的分层特征。视充电率(m_s)与电阻率总体上具有相似性(图 4);第一层约在 600 m,为低视充电率层,根据

测井资料,该电性层与安山岩和凝灰岩类地层相当,以安山岩为主;第二层约在 600~1 100 m,断续出现视充电率异常,且普遍具有较高的黄铁矿化或磁铁矿化;第三层在 1 100 m 以下,为中等视充电率层,该电性层内部地区仍存在视充电率异常。

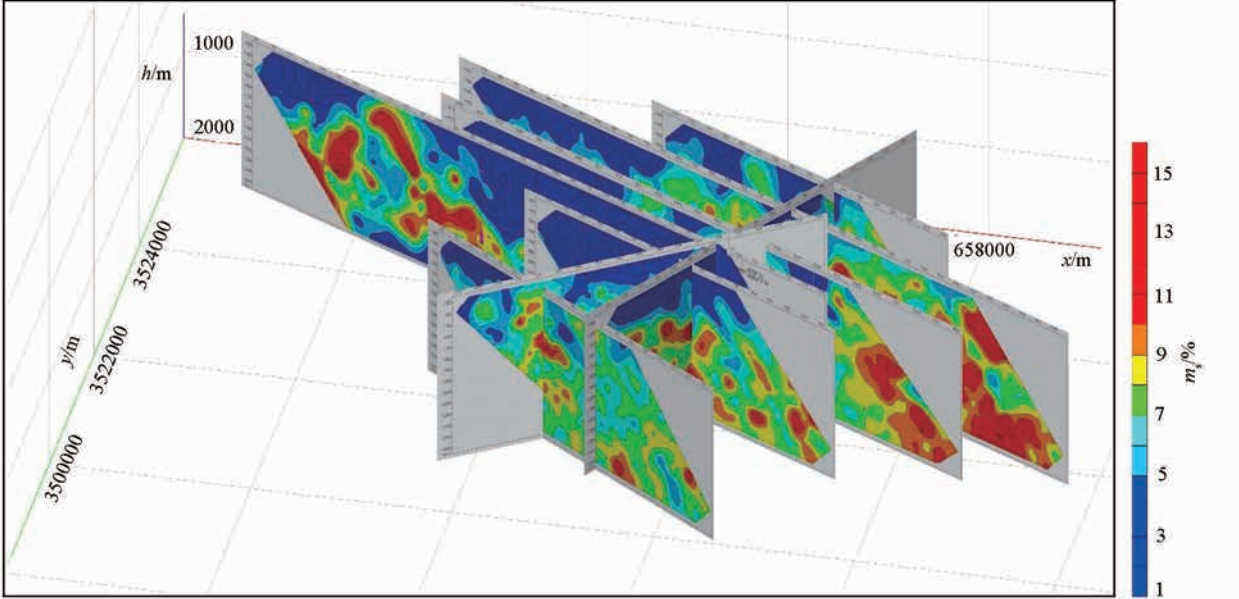


图 4 南门头测区视充电率立体图

3 异常查证与找矿靶区预测

3.1 异常特征剖析与验证

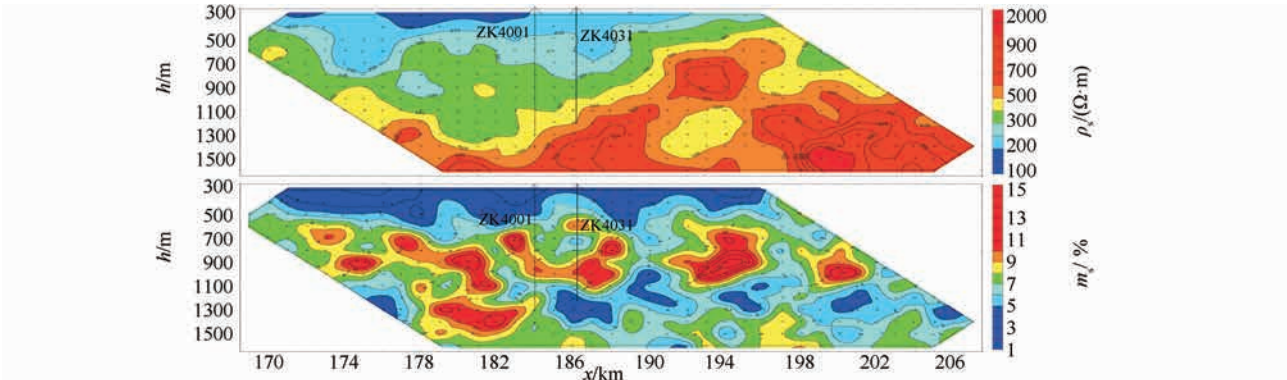
以 G6 与 M12 重、磁同高异常为例进行分析。
响水 G6 与 M12 重、磁同高异常,但重力异常与磁异常中心不完全叠合。G6 重力异常整体走向北北东,形态为椭圆形,幅值约为 $0.15 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$; M12 磁异常整体走向近南北带状,长约 2.0 km,宽约 0.5 km,中心处最大值为 600 nT。

穿过该异常中心的电法剖面有 CR 法测量 5 线和 CSAMT 法测量 5 线,北东 30°方向布设。根据 CR 法 5 线视电阻率和视充电率剖面(图 5),在异常区间段,浅部视电阻率值低于 $500 \Omega \cdot \text{m}$,深部约

1 100 m 以下为高阻,视电阻率高于 $900 \Omega \cdot \text{m}$,对应 800~1 000 m 左右存在视充电率大于 10%的激电异常。

从 CSAMT 法 5 线反演电阻率断面(图 6)上可以看出,在 1 400~2 400 m 段,深 100~350 m 电阻率表现为高阻,约为 $750 \Omega \cdot \text{m}$;深 350~500 m 表现为低阻,小于 $500 \Omega \cdot \text{m}$ 。据测井资料,该电性层与受蚀变的安山岩和凝灰岩地层相当,且多伴有破碎带^[10-13],与 CR 法低阻段相对应;600 m 以下为中高阻层,电阻率大于 $1 000 \Omega \cdot \text{m}$;1 600 m 以下为次高阻,应为龙王山组地层。

从 CR 法导电性参数总体上看,异常具有较明显的低阻高极化响应。



万方数据

图 5 南门头测区 5 线 CR 法测量剖面

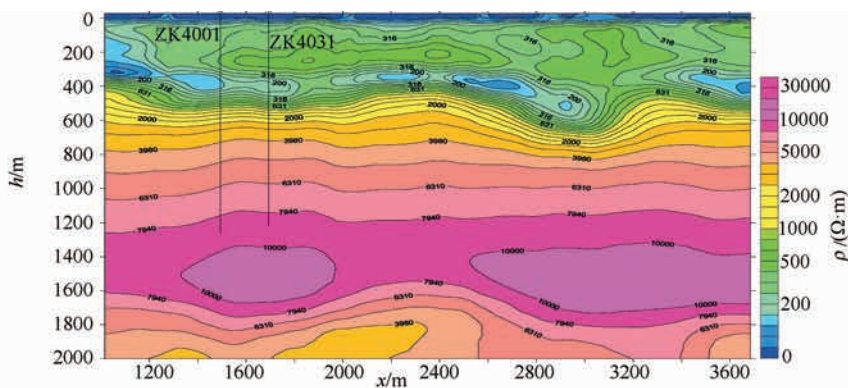


图6 南门头测区5线CSAMT法电阻率反演断面

为验证重、磁同高异常,在本区实施了2个钻孔,分别为ZK4001和ZK4031。ZK4001剥去表层黏土层即为姑山组安山岩,在100~1200m段为大王山组安山岩、角砾安山岩、安山质角砾熔岩,随后见正长岩。钻孔内见2段构造破碎带,带内见镜铁矿晶体和黄铜矿晶体分布于岩石的裂隙中,脉石矿物主要为石英、方解石,围岩为含角砾安山岩,破碎带蚀变较明显,主要为绿泥石化及碳酸盐化;见一段黄铜矿化,真厚度为0.76m,脉石矿物为方解石,围岩为安山质角砾熔岩,岩石的断裂面受绿泥石化、绿帘石化和钾化蚀变作用明显。

ZK4031剥去表层覆盖层为姑山组安山岩、安山质火山熔岩及凝灰岩,在80~570m段主要岩性为大王山组安山岩、安山质火山熔岩、凝灰熔岩、凝灰岩等,随后为灰黑、青灰色安山岩、安山玢岩,上部夹安山质角砾熔岩,深部约1000m以下为正长岩。孔内见黄铜矿化和磁铁矿化,围岩为角砾安山岩,真厚度为0.98m,侵染状产出,矿石成分见黄铜矿、黄铁矿和磁铁矿。

依据本次钻探及物探资料,推断G6与M12重磁同高异常是由正长岩类岩体侵入,引起大王山组、龙王山组隆起以及局部黄铁矿化体引起。

3.2 找矿靶区预测

依据对研究区地球物理及钻探资料的分析,确定了本区的找矿模式^[14],并对本区的找矿靶区进行了预测,本次共预测了3个找矿靶区。

1) G5找矿靶区,找矿靶区范围为G5与M12磁异常叠合上,电性表现为低高阻过渡带上。该异常区实施钻孔ZK4331,孔内见明显的黄铜矿,黄铜矿晶体呈脉状分布于岩石的裂隙中,累计见矿视厚度1.11m,真厚度为0.6m,成因类型属构造热液蚀变岩型铜(金)矿。总之,该异常区成矿条件有利,有极大的找矿前景。

2) G6找矿靶区,找矿靶区范围为G6与M12

重、磁同高异常区。钻孔实测极化率显示异常段内硫化物矿化强烈,与构造破碎带矿化相对应。铜矿体主要产于大王山组安山质火山岩的构造裂隙中,控矿构造走向NW,在矿体下部见石英二长—正长岩侵入到大王山组火山岩中。在综合分析该异常区物探异常和成矿规律的基础上^[15],结合矿区具体情况,预测铜矿资源量1.357万t,找矿前景良好。

3) G7找矿靶区,G7找矿靶区范围为区内G7、M9重、磁同高异常区。该异常区是南门头地区唯一一个重高、磁高异常中心叠合的重磁异常。电法资料显示为低电阻率和高极化率,异常对应关系较好。在附近的钻孔内均见到了辉石闪长玢岩脉体和磁铁矿脉,且在深部发现有规模较大、较为稳定的Ba-As-Sb-Hg-Ag低温元素组合异常,预示其周边具有较为强烈的矿化活动^[16-17],也是一个具有较好找矿前景的找矿靶区。

4 结论

经过对南门头地区多种物探方法的综合应用与优选,摸索出了高效、快速的重力、磁法、电法等多种物探手段组合方法,建立了一套地质—地球物理找矿模型,并经过钻探得到了验证,缩小了找矿范围,成功预测了3处找矿靶区,表明开展综合物探方法进行深部找矿是行之有效的,为本区找矿工作提供了重要的理论依据和技术支撑。

参考文献:

- [1] 车林睿,余金杰,王铁柱,等.宁芜北段与梅山铁多金属矿床有关的辉长闪长玢岩的LA-MC-ICP-MS锆石U-Pb定年:对岩浆热液成矿系统时限的约束[J].中国地质,2014,41(6):1805-1820.
- [2] 刘国辉,孙士辉,徐晶,等.综合物探在内蒙古东部某多金属矿勘查中的应用[J].工程地球物理学报,2011,8(1):55-60.
- [3] 周小栋,郭坤一,陈国光,等.宁芜北部脉状铜矿床地质与成矿流体特征研究[J].中国地质,2013,40(5):1622-1633.

[4] 罗明强.河南省舞阳铁矿地质特征与找矿靶区[J].西部探矿工程,2009(12):128-130.

[5] 李光斗.云南澜沧老厂银铅锌铜矿床地质特征、控矿要素及找矿靶区[J].矿产与地质,2010,24(1):59-63.

[6] 付洋,王建新,赵利刚,等.物化探成果在找矿靶区预测中的应用[J].世界地质,2010,29(2):327-356.

[7] 陈国光,宋世明,张宝松,等.长江中下游成矿带及整装勘查区综合研究与勘查示范成果报告[R].南京地质调查中心,2015.

[8] 王会敏,李永明,罗春林,等.江西九瑞地区铜多金属矿整装勘查区成矿规律与找矿靶区优选[J].资源调查与环境,2012,33(4):245-253.

[9] 汪青松,吴明安,袁平,等.安徽省庐江县泥河铁矿重磁异常特征[J].地质与勘探,2012,48(1):148-154.

[10] 王凯,雷宛,陈思宇.CSAMT 在深部矿产勘查中的应用[J].河南科学,2013,31(7):1069-1072.

[11] 王振亮,林天亮,蔡永文,等.CSAMT 法在东岗铜、铁矿勘查中的应用[J].物探与化探,2015,39(2):268-272.

[12] 马振波,燕长海,宋要武,等.CSAMT 与 SIP 物探组合法在河南省栾川山区隐伏金属矿勘查中的应用[J].地质与勘探,2011,47(4):654-662.

[13] 陆桂福,刘瑞德.大功率激电和 CSAMT 在隐伏矿产勘查中的应用[J].物探与化探,2014,38(5):921-923.

[14] 魏克涛,冯毓华,黄智辉,等.找矿靶区综合信息预测在已知矿山深部找矿中的应用[J].资源环境与工程,2011,25(3):252-255.

[15] 张宝松,陈国光,赵牧华,等.综合物探方法在安徽黄山岭铅锌矿矿产预测中的应用[J].资源调查与环境,2013,34(4):243-248.

[16] 黄苏锦.江西东乡铜矿成矿地质特征与找矿靶区优选[J].采矿技术,2011,11(4):114-117.

[17] 张云,朱自强,严文婕.航磁在秘鲁 12 区找矿靶区中的作用[J].物探与化探,2010,34(3):367-371.

Application and study of comprehensive geophysical methods in prospecting target of iron and copper poly-metallic ore

HUANG Ning, CHEN Guo-Guang, ZHANG Jing, LU Sheng-Mei, ZHANG Bao-Song
(Nanjing Center of Geological Survey, Nanjing 210016, China)

Abstract: The author mainly introduces the application and research of comprehensive geophysical prospecting method in iron and copper poly-metallic ore prospecting target area in Nanmentou exploration area of Nanjing, Jiangsu province. By analyzing the gravity-magnetic-electrical abnormal distribution characteristics, to explain and infer the anomalies delineation of gravity low and magnetic values high gravity high and magnetic values high and electrical property. The selection of important anomalies in the area are analyzed combined with geological and geophysical data, and has been verified by drilling holes, and three iron and copper poly-metallic ore prospecting target areas delineated and better prospecting results achieved.

Key words: comprehensive geophysical prospecting method; iron and copper poly-metallic ore; prospecting target area

作者简介: 黄宁(1983-),女,河南商丘人,工程师,硕士,主要从事地球物理勘探方向的工作和研究。E-mail:wtgz2012@163.com