第7卷 第2期 工程地球物理学报 Vol 7, No 2
2010年4月 CHINESE JOURNAL OF ENGINEERING GEOPHYSICS Apr , 2010

文章编号: 1672 7940(2010) 02 0207 07 doi: 10.3969/ j. issn. 1672- 7940. 2010. 02. 015

内蒙花敖包特银铅锌矿床高精度磁测找矿模式

王文龙, 张凤林
(内蒙古第十地质矿产勘查开发院, 内蒙古 赤峰 024005)

摘 要: 地面高精度磁测技术在花敖包特银铅锌矿区及外围找矿中的成功应用, 证明了在第四系覆盖较高的地区, 运用该方法找矿具有分辨弱磁性能力强以及勘探效率高、成本低、效果好等特点; 对矿区不同地段的地面高精度磁测资料进行了数据处理与解译, 总结并建立了矿区高精度磁测地球物理找矿模式, 为矿区及外围的进一步勘探提供了依据。

关键词: 银铅锌矿床; 高精度磁测; 地质- 地球物理找矿模式; 内蒙花敖包特
中图分类号: P631 文献标识码: A 收稿日期: 2010- 03- 17

High- precision Magnetic Survey and Geophysical Ore Prospecting Model in Hua obote Ag- Pb- Zn Deposit

Wang Wenlong, Zhang Fenglin
(The Tenth Geological Survey Institute of Inner Mongolia, Chifeng 024005, China)

Abstract: The paper introduces the successful application of ground high- precision magic survey in Hua obote Ag- Pb- Zn polymetal deposit, indicating that the technique has such advantages as high precision in discriminating weak anomaly, high efficiency and satisfactory prospecting effect. Through analyzing the high- precision magic survey data, the geophysical ore prospecting model has established, which can guide the ore prospecting.

Key words: Ag- Pb- Zn deposits; ground high- precision magnetic survey; geology- geophysical prospecting model; Hua obote

1 引 言

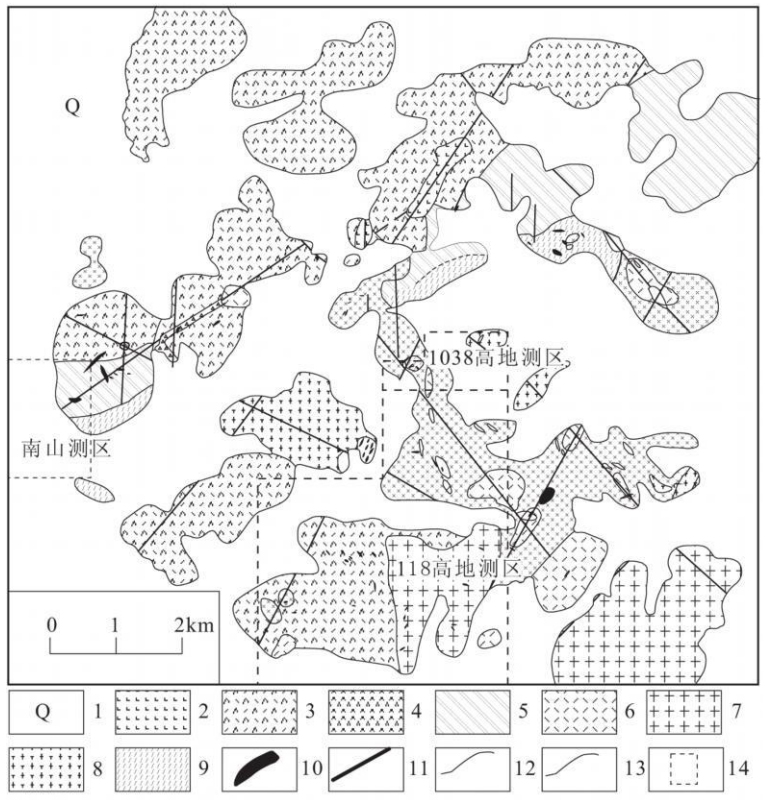
花敖包特矿区位于大兴安岭南段西坡银多金属成矿带, 是近年来新发现的又一银、铅、锌多金属矿床, 外围找矿潜力大。由于大面积第四系风尘砂覆盖, 地质体出露较差, 不利于传统的地质、化探方法找矿, 而地面高精度磁测作为一种物探找矿技术手段, 具有分辨弱磁性能力强以及勘探效率高、成本低、效果好等特点, 在隐伏矿找矿中具有极大的优势[1,2]。本文运用地面高精度磁测对花敖包特矿区及外围南山、1038 高地以及1118 高地测区进行勘查, 取得了一系列针对下一步找矿工作的新认识, 并建立了针对本矿床的地质地球物理找矿模式。

2 矿区地质特征

花敖包特矿床在大地构造位置上处于西伯利亚板块、华北板块、松辽板块接合部位之走向北

作者简介: 王文龙(1960 -), 男, 高级工程师, 主要从事矿产地质、地球物理勘查及技术管理工作。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net



1 第四系 2 汉洛坝组玄武岩 3 上侏罗统玛尼吐组凝灰岩 4 上侏罗统满克头鄂博组流纹岩 5 寿山沟组板岩 6 燕山早期流纹斑岩、花岗斑岩 7 花岗岩 8 闪长岩 9 华力西晚期蛇蚊岩(原岩为斜辉辉橄岩) 10 脉岩 11 磁测推测断层 12 地质界线 13 不整合地质界线 14 研究区测区范围

图 1 内蒙古花敖包特矿区地质

Fig. 1 Geological map of ore district in Hua obote, Inner Mongolia

东 北北东向的华力西褶皱带内,属中亚 蒙古地槽褶皱区、内蒙古中部地槽褶皱系之内蒙古大兴安岭地槽褶皱带晚期的华力西地槽褶皱带[3],从区域成矿带上,矿床位于华北地台大兴安岭南段北东向晚古生代增生造山带[4]。

花敖包特矿区出露地层为古生界下二叠统寿山沟组(P_1s)砂岩、细砂岩、粉砂岩;中生界侏罗系上统玛尼吐组(J_3mn)安山岩、安山玢岩和满克头鄂博组(J_3m)酸性凝灰岩、集块岩、含角砾凝灰岩及沉凝灰岩;第三系上新统五叉沟组(N_2Wc)黑色玄武岩和宝格达乌拉组(N_2b)棕色粉砂质泥岩、红色粘土和灰色砂砾岩;第四系(Q_4)冲洪积、冲坡积物及残坡积碎石、风成砂及亚砂土。

矿区断裂主要为梅劳特断裂,在断裂带及两侧发育一系列的北西向、北东向及近南北向断裂。在矿区内以二采区为中心,形成一系列环状、放射状断裂,这些断裂为矿液的运移和赋存提供了空间,断裂构造是本区的主要控矿因素,矿区断裂构造尤其发育,尤其以北西 320 左右、北东 40 左右及近南北的断裂与矿体赋存关系最为密切。

矿区内的岩浆岩主要为华力西晚期的超基性岩体和燕山期的岩株、岩墙和岩脉。矿区内所见到的主要岩浆岩有:华力西晚期超基性岩,燕山晚期中性、酸性侵入体、花岗斑岩以及次流纹岩脉、花岗斑岩与闪长玢岩脉等脉岩[5]。

3 岩石矿石物性特征

花敖包特矿区各种不同岩(矿)石的磁化率、密度特征主要表现为(表 1): 沉积岩、变质岩类,显弱磁性或无磁性,在 T 异常图上形成低值平稳场,或在与强磁性岩层接触带上形成鲜明对比的负异常场; 侏罗系火山碎屑岩类等显弱磁性,磁化率值数十单位,不足于形成特征明显的磁异常; 超基性岩类(蛇纹岩)具明显磁性,磁化率值高达数千单位,可以引起高强磁异常。斜长玢岩

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

也具有一定的磁性, 能引起较明显的异常; 主要容矿断裂两侧围岩以寿山沟组(P_1s) 砂岩为主, 断裂带内岩石除破碎外, 多具黄铁矿化, 磁黄铁矿化, 褐铁矿化、碳酸盐化、硅化、绿泥石化、高岭土化, 可以形成低背景下的弱 强的带状或线状磁异常。

4 数据采集及预处理

41 数据采集

选取花敖包特矿区外围南山测区、1038 高地测区以及 1118 高地测区为工作研究区(图 1) , 地面高精度磁测工作按照矿区大比例尺地面高精度磁测工作设计野外工作方法, 参照行业标准(DZ/T 0071- 1993) 实施。

磁测仪器: 采用加拿大 GEM 公司生产的 GEM 质子旋进磁力仪及磁场梯度仪, 主要技术指标为: 灵敏度小于 0. 1nT; 分辨率 0. 01nT; 绝对精度 1nT; 测量动态范围 10000 到 120000nT; 梯度容限大于 7000nT/m; 采样率每 3~ 60s 一个读数; 工作温度- 40 C~ + 60 C。

定点: 南山测区直接用矿区内的省级测量控制三角点为基准点, 1038、1118测区从矿区的省

表 1 矿区岩石与矿石物性特征

Table 1 Physical property characteristics of rocks and ores in ore district

岩矿类	岩矿石名称	磁化率常见值		单块样密度 /g cm^{-3}	采样地点
		块数	10^{-5}SI		
沉积岩	石英碎屑砂岩	40	28. 50	1. 5566	南山测区
变质岩	灰色杂砂岩	5	5. 70	2. 327	9# 井下
	黄铁矿化砂岩	4	8. 80	1. 788	南山测区
	地表褐红色 Fe- Si 条带	10	51. 30	2. 147	南山测区
	裂隙充填 FeS_2 砂岩	2	46. 20	2. 147	II 区竖井
	Fe- Si 条带蚀变岩	5	101. 00	2. 261	南山测区
	泥岩	5	36. 00		
火山岩	角砾状风化流纹岩	35	9. 40	1. 495	II 区竖井
	杏仁状流纹岩	6		1. 789	南山测区
	风化蜂窝状流纹岩	4	0. 30	2. 046	南山测区
	黄褐色风化流纹岩	3	7. 60	2. 075	II 区竖井
	杏仁状风化流纹岩	2	13. 90	2. 029	II 区竖井
	灰白色风化流纹岩	1	20. 20	1. 555	II 区竖井
岩 脉	闪长岩	11	54		
	花岗岩	6	23		
	斜长玢岩	4	545		
	安山玢岩	3	17		
	玄武岩	4	11760		
	石英斑岩	12	5		
	石英脉	83	22		
蛇纹岩	黑绿色蛇纹岩	37	7380. 00	1. 980	南山测区
	黑绿色蛇纹岩	16	2410. 00	2. 342	II 区竖井
	蛇纹岩(辉橄岩)	4	11000		
不同结	裂隙充填 PbS 砂岩	2	40. 30	2. 488	15# 采场 V_2
构矿石	致密块状 PbS- FeS_2 矿石	64	62. 90	4. 125	9# 井下
	细粒 PbS 矿石	5	46. 70	3. 299	9# 井下
	致密块状 PbS 矿石	4	22. 60	4. 443	15# 采场 V_2
	大晶体 PbS 矿石	2	1. 40	6. 241	15# 采场 V_2
	具磁黄铁矿条带 PbS 矿石	2	225. 00		15# 采场 V_2
	磁黄铁矿化致密块状矿石	3	8350. 00	3. 120	15# 采场 V_2
	具辉锑矿化 PbS 矿石	1	60. 20	4. 157	15# 采场 V_2

岩脉及多块样本数据引用了辽宁有色物化探研究院资料(2006)

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

级测量控制三角点引入到测区设定基准点, 采用 RTK 全球定位仪定各测线的每一个测点, 共计 28095 个测点。其中: 南山测区 5022 个, 1038 高地 3720 个, 1118 高地测区 8153 个, 点线距最大平面误差值不大于 0.1m;

网度确定: 依据研究区成矿地质背景、矿床(化) 体控制因素、矿床(化) 体空间分布形态、围岩及围岩蚀变特征等条件。结合揭示的矿床(化) 体数量多、规模小, 连续性差、构造控矿条件复杂等找矿实际问题。研究高精度磁测找矿有效性及异常结构特征, 查明深部隐伏矿床体分布状态。花敖包特 1038 高地 1.51km^2 和花敖包特南山测区 2.42km^2 按 50m 10m 网度详查, 花敖包特 1118 高地 15.42km^2。

4.2 数据校验

磁力仪性能(噪声及一致性) 校验: 采用 4 台磁力仪同时工作, 将所使用的磁力仪探头置于人文磁场干扰影响小、磁场平稳的地区, 保持探头间距 20m 以上, 同时作秒一级的日变同步测量, 取 100 个左右的观测值计算每台磁力仪的噪声均方根值 S。

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x}_i)^2}{n-1}}$$

式中: x_i 为第 i 次观测值 X_i 与起始观测值 X_0 的差值; $\bar{x}_i$ 为这些磁力仪同一时间观测差值 x_i 的平均值; n 为总观测数($i = 1, 2, 3, \cdots, n$)。

磁力仪一致性校正: 将工作仪器探头编上号, 用两台仪器作秒级同步日变观测, 其中台站型仪器和一个探头固定不变, 以此为准进行比较, 另一台仪器分别轮换同其他探头相连接, 置换探头时主机不关机, 各探头位置尽量一致, 每个探头读 30 余次以上的读数, 分别求出与台站型仪器的读数差值, 并计算各差值数组的算术平均值, 判断探头的一致性。

主机一致性校正: 使用同一个探头不同仪器轮换作日变观测, 每台主机读数 20~ 30 次绘制曲线查看仪器一致性。

日变校正: 用同等精度的磁力仪作日变观测, 读数间隔 5~ 20s。总磁场强度和梯度观测时同一对数据尽量在 3s 钟内完成测定, 梯度测量时两探头连线不偏离 10°。

4.3 数据评价

对不同测区用不同时间、不同人和不同仪器抽取部分测线进行重复性检查, 其中 1038 测区重复检查 7、9 两测线, 共计 161 个点, 占总测点的 4.3%; 1118 高地重复检查 18、25 测线, 390 个测点, 占总测点的 4.78%; 南山测区重复检查 10、13 线, 362 个点, 占总测点的 7.2%, 98% 的重复检查点重复性较好, 符合野外观测质量要求。

5 高精度磁测数据解释

5.1 南山测区

南山测区位于花敖包特山西侧, 面积 2.42km^2, 区内第四系覆盖面积约占 80% 以上, 仅在测区东侧分布有蛇纹岩及少量砂岩(P_1S), 地表可见有褐或褐红色 Fe- 硅质蜂窝状石英脉出露于测区的东侧, 地形为东高西低, 实测测区海拔高度为 941.49~ 1014.06m, 相对高差 73m。测区测网布置为正南北向, 线距 50m, 点距 10m, 总测点数 5292 个。

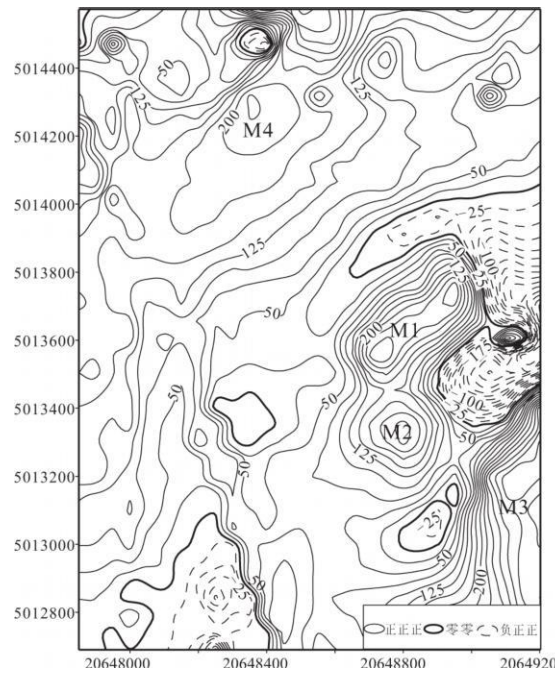


图 2 花敖包特矿区外围南山测区磁异常(T) 特征

Fig. 2 Magnetic anomaly characteristics of Nanshan area

总磁场强度(T) 极大值为 392.42nT, 极小值 561.18 nT, 总体上有 4 个高值磁异常区(图 2), 其中编号为 M1~ M3 的强磁场异常呈不规则状半环形分布, 环内为负值异常场, 依据矿区出露岩性层及测区东部钻孔揭示的岩层对比分析, 推测为不规则状蛇纹岩与砂岩接触带异常, 上部负

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

异常区轮廓清晰, 推测为花敖包特矿区含矿断裂带的西延伸部分, 区内地形较高地段可见氧化铁帽分布于负磁异常区, 为有利找矿勘查区。从上延磁异常特征可见, 具有向西南弧形转折的趋势, 构成外围及深部找矿远景区。

M4 磁异常为北东向展布的中高磁场面状特征, 由于缺少地质资料, 但从磁异常特征分析推测为隐伏不深的花岗岩或花岗闪长岩岩体引起, 有待于进一步查证。

5.2　1038高地测区

1038 高地测区位于花敖包特矿区南段约 1km 处, 面积 1.51km^2, 区内第四系覆盖面积约占 70% 以上, 在测区北侧地形高处可见寿山沟组(J_3m) 地层, 岩性为弱磁性、高阻低极化率的灰色　灰白色酸性含角砾岩屑、晶屑凝灰岩。向南 1038~1118 间地表可见有褐红色 Fe-硅质蜂窝状石英脉出露, 地形为北高南低, RTK 差分 GPS 实测测区海拔高度为 957.49~1041.91m, 相对高差 75m。测区测网布置为正南北向, 线距 50m, 点距 10m, 总测点数 3720 个。

总磁场强度(　T) 极大值为 1330.3nT, 极小值-3079.43 nT, 总体上有 4 个高值磁异常区, 其中 M1、M2、和 M4 的强磁场异常呈不规则状椭圆形分布, 长轴近东西向, 与测区北侧的低值磁异常长呈扇形波状接触, 已施工的钻孔揭示 0~168m 闪长岩, 168~191.61m 为花岗闪长岩, 依此推测测区北侧的低值磁异常为花岗闪长岩。M4 异常为较小的近地表高磁地质体, 上延 500m 后已经消失, M3 磁异常呈近南北向分布, 与东侧的花岗闪长岩呈断裂接触, 1038 测区磁异常虽然级差大, 但正异常在上延处理后很快减弱至负异常, 推测测区的南侧和西部为花岗斑岩和安山流纹岩类互层。

从磁异常表征分析 1038 测区成矿前景不可观, 测区西侧的 M3 异常与花岗闪长岩断裂接触带有利于成矿, 可作为进一步勘查的靶区(图 3)。

5.3　1118测区

1118 高地测区位于花敖包特矿区南段约 3km 处, 与 1038 高地测区相接, 面积 15.42km^2, 区内第四系覆盖面积约占 85%以上, 在测区地形高处可见寿山沟组(J_3m) 地层以及风化或半风化状态酸性火山岩, 向南局部在 1038　1118 间地表可见有褐或褐红色 Fe-硅质蜂窝状石英脉出露, 地形为北低南高, 相对高差 50m 左右。测区测网布置为正南北向, 线距 100m, 点距 20m, 总测点数 8153 个。

测区东北角有铁塔高阳输电线通过, 在高压线附近(约 100m 范围) 造成强干扰, 形成带状强干扰磁异常带, 使总磁场强度(　T) 极大值达到正十几万 nT, 极小值负十几万 nT。

该测区高精度磁测异常在浅部为近似于哑铃状, 深部逐步成为等轴状, 依据磁异常强度和形态特征, 结合已完工的工程揭示情况, 初步推测 1118 高地测区中心为一个以流纹质凝灰岩、流纹质碎屑熔岩、长石石英斑岩为主, 夹杂有多种岩脉的杂岩体, 依据磁异常上延不同高度变化情况, 北浅中部深, 周围以寿山沟组(J_3m) 地层为主, 在杂岩体周围断裂比较发育。该区的地质找矿工作应加强杂岩体内外接触带含矿性评价, 特别是杂岩体产状变化较大部位, 在优选的找矿远景区中, 进

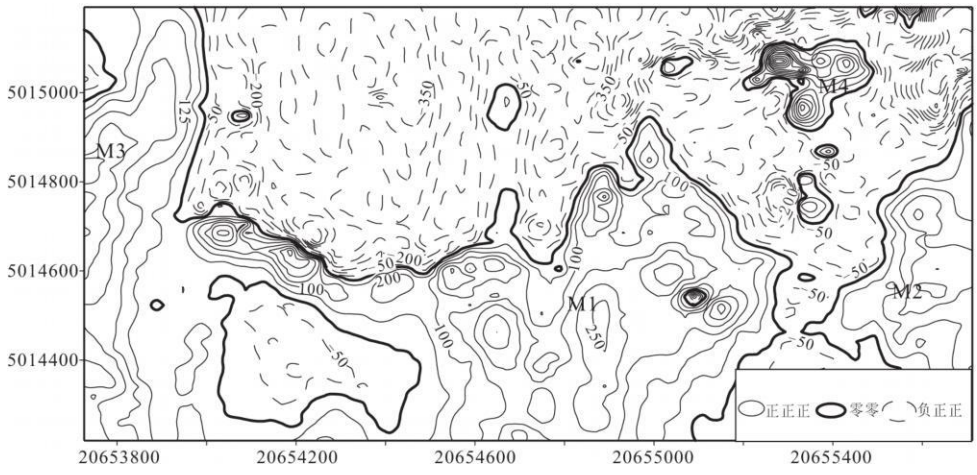


图 3　花敖包特外围 1038 高地高精度磁测磁源重力异常等值线

Fig.3　Pseudogravity anomaly contour map of No. 1038 highland

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

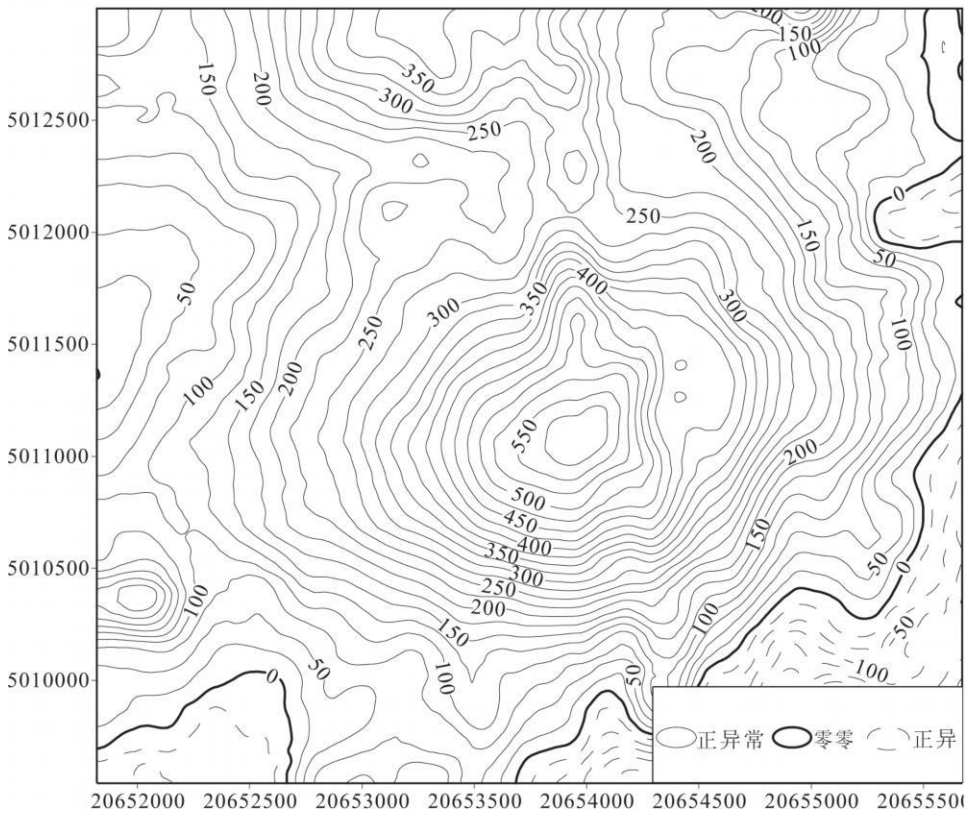


图 4 花敖包特矿区外围 1118 高地测区磁异常(*T*) 特征

Fig. 4 Magnetic anomaly characteristics of No. 1118 highland

一步加强详查评价, 优先第一成矿远景区的详查评价工作, 首先在杂岩体内外接触带上利用地质、地球物理、地球化学实测剖面进行含矿性评价, 由点到线、由线到面系统解剖。

6 地质- 地球物理找矿模式

依据已知矿床上磁异常、激电异常特征和围岩、矿石的物性差异, 结合高精度磁测数据解译, 把花敖包特 Pb、Zn、Ag 多金属矿床的物探找矿预测模式归结如下(图 5) 。

1) 在蛇纹岩与砂岩含矿断裂蚀变带上, 形成强磁场与弱磁场极差大于 4600nT 的正(总磁场正异常可达 1800nT 以上) 负(总磁场负异常低于 - 2800nT) 梯度带, 蛇纹岩一侧陡而砂岩(或流纹岩等其他岩性) 一侧缓, 负异常带与含矿断裂蚀变带吻合, 形态与产状对应。

2) 含矿断裂蚀变带上形成总磁场(*T*) 强度、化极垂直(*Z*) 分量、磁源重力、视密度、延拓处理、剩余异常的梯级带, *X* 分量(*X*) 、衬度(或局部与区域异常比值) 异常的负异常带, 和局部 Y 分量(*Y*) 的正异常带。

3) 围岩的密度一般在 1. 5~ 2. 5g/ cm^3 之间, 而矿石的密度值常见范围为 3. 0~ 6. 0 g/ cm^3, 浅覆盖小矿体群或深隐伏中大型矿体均可以形成较强的矿体顶端正异常, 高精度重力测量可以辅助矿体定位预测。

4) 矿石具有中高电阻率、高极化的特征, 矿体上方激电异常常见范围为 $_s$ = 3. 0% ~ 7. 0%, 高值异常基本与矿化体对应, 形成顶端异常, 而含矿断裂蚀变带以中低极化、低电阻率为主要特征, 利用大极距供电激发极化法、双频激电法、TEM、Eh4、CSAMT 等电磁法有利于解释含矿断裂带的空间形态, 指导深部找矿预测。

5) 地面高精度磁测圈定含矿断裂蚀变带和相关岩性体的分布, 快速圈定找矿有利靶区, 利用高精度重力和激电、电磁法(TEM、Eh4、CSAMT) 进行异常查证和深部含矿信息采集, 进行综合地球物理找矿预测, 是本区行之有效的勘查地球物理方法组合。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

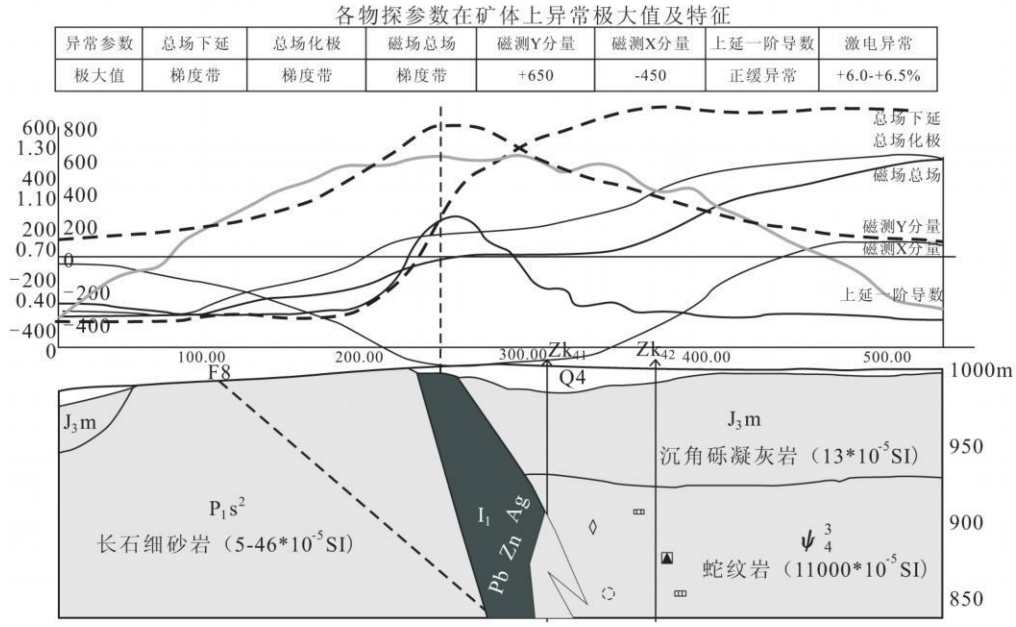


图 5　矿区地质地球物理找矿模型

Fig. 5　Ore prospecting model of geology- geophysics of orefield

7　结　论

1) 通过对花敖包特矿区及外围南山、1038 及 111 测区的地面高精度磁测, 有效地揭示了有利赋矿空间, 即: 正负异常或磁场梯级带是矿体赋存的重要部位, 确定了第四系覆盖区重要的地质界限, 提出了有利于成矿的勘查靶区。

2) 建立矿区高精度磁测地球物理找矿模式, 总结提出了地球物理找矿标志, 认为在强弱磁性含矿断裂蚀变带上, 形成强磁场与弱磁场极差大于梯度带, 负异常带与含矿断裂蚀变带吻合, 形态与产状对应。含矿断裂蚀变带上形成总磁场(T) 强度、化极垂直(Z) 分量、磁源重力、视密度、延拓处理、剩余异常的梯级带, X 分量、衬度(或局部与区域异常比值) 异常的负异常带, 和局部 Y 分量的正异常带, 可作为致矿异常的判别标志。

3) 磁异常梯度带往往受不含矿的磁性地质体干扰, 使异常解译复杂化, 并且磁异常的规模范围远大于矿床体的规模, 导致定位预测困难, 而矿石的密度值常见范围为 3. 0~ 6. 0 g/ cm^3, 远大于围岩, 重力受干扰小, 浅覆盖小矿体群或深隐伏中大型矿体均可以形成较强的矿体顶端正异常, 可以在磁异常区选择代表性剖面进行高精度重力测量可以辅助矿体定位预测。

4) 地面高精度磁测圈定含矿断裂蚀变带和相关岩性体的分布, 快速圈定找矿有利靶区, 运用该方法具有时间短、效率高、找矿效果好的特点, 利用高精度重力和激电、电磁法 (TEM、Eh4、CSAMT) 进行异常查证和深部含矿信息采集, 进行综合地球物理找矿预测, 将是本区进行下一步找矿工作行之有效的勘查地球物理方法组合。

参考文献:

[1] 许东青, 白大明, 李荣光. 大比例尺高精度磁测在卡休他他铁(金、钴) 矿生产中的应用[J]. 地质与勘探, 2006, 42(3): 76~ 80.

[2] 周竹生, 魏亦文, 王通. 地面高精度磁测在青海某铅锌矿普查区的应用[J]. 西部探矿工程 2007(2): 101~ 103.

[3] 刘建明, 张锐, 张庆洲. 大兴安岭地区的区域成矿特征[J]. 地学前缘, 2004, 11(1): 269~ 277.

[4] 赵一鸣, 王大畏. 内蒙古东南部铜多金属成矿地质条件及找矿模式[M]. 北京: 地震出版社, 1994.

[5] 李振祥, 谢振玉, 刘召, 等. 内蒙古西乌珠穆沁旗花敖包特银铅锌矿矿床地质特征及成因初探[J]. 地质与资源, 2008, 17(4): 278~ 281.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net