

金川铜镍矿床多元地学信息找矿研究

文美兰^{1,2} 罗先熔^{1,2}

(1. 桂林理工大学广西隐伏金属矿产勘查重点实验室, 广西 桂林 541004; 2. 桂林理工大学隐伏矿床预测研究所, 广西 桂林 541004)

摘要: 金川铜镍矿床是世界级典型的超大型硫化铜-镍矿床之一。根据在已知剖面上开展的多元地学信息综合找矿可行性试验结果, 结合该矿床的地质特征, 确立了地质、地球化学、地球物理找矿标志, 并建立了金川铜镍矿区深部地-物-化综合找矿模式。依据上述找矿模式, 在金川Ⅱ矿区深部开展找矿预测工作, 发现了 5 个具有找矿前景靶区, 其中在 I 类靶区②号多元信息综合异常带深部经工程验证发现了隐伏铜镍矿体。

关键词: 多元地学信息; 找矿研究; 找矿模型; 铜镍矿床; 甘肃金川

中图分类号: P618.41; P618.63 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3657(2013)02-0594-08

金川铜镍矿属于世界级超大型硫化铜-镍矿床, 以含钴、铂、钯、金、银等众多有益组分而闻名于世^[1,2]。作为中国最大的铜镍生产基地, 在国民经济发展过程中作出了重要贡献。然而, 对于金川铜镍矿这类在勘探程度高的老矿区, 在经过五十多年的开采后, 面临浅部资源枯竭、而深部和外围资源不清、产量增速大于储量增速的失衡状态^[3]。因此, 应用有效的勘查技术方法在矿山深部和外围开展接替资源勘查找矿工作显得尤为重要。

1 矿区地质概述

金川镍矿区地处中朝克拉通西南边缘的龙首山隆起带^[4]。该隆起带北侧与阿拉善台隆潮水断陷盆地相毗连, 南侧和祁连加里东褶皱带相接^[5-8]。前人通过对华北古陆西南缘和阿拉善地块南缘元素丰度、富集、分异特征研究发现, 金川铜镍矿周边位于华北古陆西南缘有较好的 Cu、Co、Ni 地球化学异常浓集带内, 且异常展布与基性、超基性岩带及构造带的分布相一致, 表明该区带存在丰富的成矿物质供应源^[9-10]。汤中立等对中国西北的重力和磁场研究结果认为北山—龙首山重力异常区揭示了构造—岩

浆带的展布和具有三期叠加的特点^[5,11]。金川镁铁—超镁铁质岩浆成矿系统位于 NW-SE 向、NEE-SW 向、E-W 向三组构造—岩浆带的交汇点上, 为成矿物质和能量的集聚中心。

矿区内出露的地层为前震旦系变质岩和第四系堆积物, 下古生界分布零散, 仅在局部地段见有寒武系薄层碎屑沉积。

区内构造不仅控制含矿岩体的侵位, 还对矿化再次富集和矿体空间定位有重要的控制作用。不同方向、不同期次的构造相互叠加, 使矿区构造更加复杂。

区内褶皱构造按轴向分为两组, 一组轴向近东西, 规模大小悬殊, 金川铜镍矿床位于近东西向复背斜的南翼。另一组褶皱轴向北东, 规模较小, 与矿区主构造线方向(NW)近于直交, 对矿体的形态, 似层状矿体局部膨大以及矿化再次富集起着重要作用。

矿区断裂构造发育, 大小不一, 主要有 4 组断裂: 压性断裂, 规模较大, 为矿区主断裂; 扭性断裂, 近南北方向, 规模小, 数量较多; 近东西方向断裂规模大, 数量较少; 横向张扭性断裂, 规模小, 数量较多。矿区断裂具有多期活动的特点, 为区内巨大铜镍矿床的成矿物质来源提供了重要的通道和富集场所。

收稿日期: 2012-12-12; 改回日期: 2013-03-05

基金项目: 中国地质调查局地质调查工作项目“独立供电偶极子地电化学技术规范研究”(1212011120207)、广西科技基础条件平台(重点实验室)建设项目(11-031-20)和桂林理工大学科研启动费项目资助。

作者简介: 文美兰, 女, 1974 年生, 副研究员, 博士, 从事地质、地球化学研究; E-mail: meilanwen112@126.com。

区内出露的火成岩以超基性岩为主,是硫化铜镍矿化的成矿母岩,也是主要的赋矿岩石。金川含矿超铁镁质岩体以 5°~10°交角不整合侵位于古元古界长城系白家嘴组,岩体直接与大理岩、片麻岩、混合岩相接触。超铁镁质岩体长 6500 m,宽 20~527 m,延深数百米至 1000 m。岩体东西两段被第四系覆盖,中部出露地表。岩体面积约 1.34 km²,倾向南西、倾角 50°~80°。岩体受北东东向压扭性断层错断,由西向东形成 4 个相对独立的岩段,依次为 III、I、II、IV 矿区(图 1)。

2 多元地学信息综合找矿可行性研究

为了检验多元地学信息勘查技术综合找矿的有效性,本次研究工作在 II 矿区选择已有工程控制的 34 线剖面进行试验研究。

2.1 地电化学集成技术异常特征

根据 II 矿区已知 34 线的 25 件地电提取样品数据进行 R 聚类分析(图 2),在 R=0.848 水平时,可得 I (Co-Ni-Ti-Mn)、II (V-Ag)、III (Zn-Pb)、IV (Cu)4 个元素组合,与累计方差贡献达 75%以上时进行 R 型因子分析结果(表 1)所获得的 4 个主因子 F₁(Ni-Co-Mn-Ti)、F₂(Pb-Zn)、F₃(V-Ag)、F₄(Cu)

具有相似性。说明这种组合是客观存在的。其中 F₁代表了与超基性—基性岩成因联系密切的成矿作用,是主成矿阶段的元素组合;F₂代表了与岩浆期后热液活动有关的元素组合;F₃代表了与后期基性岩浆及其热液活动有关的元素组合;F₄代表了与超基性岩浆晚期熔离成矿及后期多期次岩浆热液成矿有关的元素组合。这 4 个主因子基本代表了金川铜镍矿床的成岩成矿作用不同阶段的基本特点。

由 34 线多元地学信息异常剖面图(图 3)可以看出,已知矿体上方出现了明显的与成岩成矿作用密切相关的元素组合主因子得分异常。其中,在 2-1 点间明显出现 40 m 宽的 F₁(Ni-Co-Ti-Mn)元素组合单峰异常,与已知矿体富矿体吻合非常好;在已知高品位矿体上方 14-2 点段出现了明显的 F₄(Cu)单元素组合双峰异常,异常宽度 100 m;F₂(Pb-Zn)元素组合异常在已知矿体上方 2-9 点段出现较明显的多峰异常特征;F₃(V-Ag)元素组合在已知矿体上方 10-4 点段出现了一个明显的元素组合异常,与矿体吻合较好。在剖面南西端 24-18 点出现了较明显的元素组合异常,异常宽度 50 m,推测在其深部有隐伏矿体的存在。

在已知剖面上方 6-5 点段出现明显的多峰状

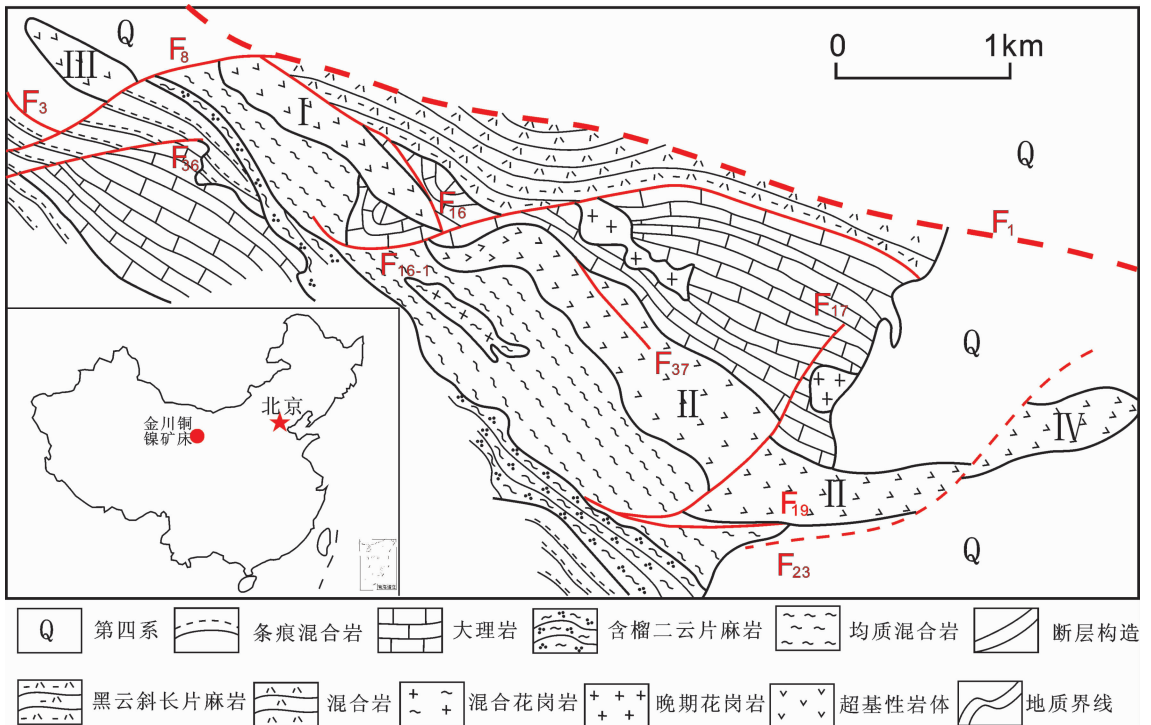


图 1 金川铜镍矿床地质构造简图

Fig.1 Sketch geological-structural map of the Jinchuan Cu-Ni deposit

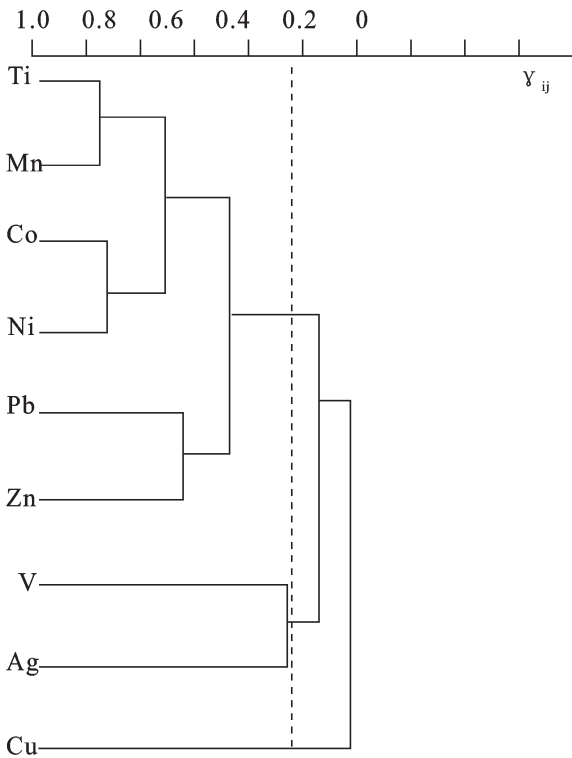


图2 二矿区已知剖面34线成矿元素聚类分析谱系图(M=25)
Fig.2 Clustering analysis pedigree chart of metallogenic elements along No. 34 line of II mining area in the Jinchuan Cu-Ni deposit

土壤离子电导率(Con)异常。6-5点段异常宽80 m,最高异常值为795 $\mu\text{s}/\text{cm}$,是背景值(130 $\mu\text{s}/\text{cm}$)的5倍以上,该异常段与已知矿体吻合较好。在已知矿体上方14-9点段出现明显的多峰热释汞(Hg)异常,异常宽度达260 m,最高异常值为69.52 ng/g,是背景值(13ng/g)的5倍以上。该异常段与已知矿体吻合较好。

2.2 物探综合异常特征

由图3可以看出,已知剖面上方大功率瞬变电磁响应电位异常(TEM)和高精度磁异常 ΔT 异常特征清晰。根据异常曲线表征,并结合已知剖面的实际地质情况可见,超基性岩体产生明显的相对宽阔的 ΔT 正异常,其异常宽度与岩体边界吻合,宽阔磁异常右侧突出的局部极大值异常与已知矿体非常吻合。200~3320 m TEM-1异常表现为不对称的宽双峰特征,左峰高于右峰,表明低阻体倾向南西,与已知矿体对应产状一致。位于南西端的0~40 m处TEM-2异常不完整,该处 ΔT 异常表现为左端弱低缓特征推测该处深部低阻体向南西方向倾斜。据已

表1 二矿区已知剖面34线成矿元素方差极大正交旋转矩阵表

Table 1 Rotated component matrix of metallogenic elements along No. 34 line of II mining area in the Jinchuan Cu-Ni deposit

变量	第一主因子	第二主因子	第三主因子	第四主因子
Ni	0.983	-0.009	0.073	-0.020
Co	0.970	0.128	0.120	-0.041
Mn	0.960	-0.030	0.128	-0.062
Ti	0.943	0.118	-0.011	-0.050
Zn	0.121	0.844	0.038	0.044
Pb	-0.005	0.823	-0.130	-0.004
V	0.168	0.016	0.865	-0.214
Ag	0.020	-0.157	0.720	0.407
Cu	-0.084	0.061	0.004	0.940

有资料,在距34线南东侧50 m的35线深部坑道中曾打钻到矿体,与本次推测位置相当。可见TEM探测到的低阻异常体是矿体的反映。

根据在金川铜镍矿区II矿区已知剖面上方开展的多方法地学信息综合找矿有效性实验表明:(1)地电化学集成技术组合异常在已知矿上方对应较好,以有Ni、Co、Cr为主因子的元素组合异常与矿体吻合程度高。因此,优先选择这类元素组合主因子作为地球化学找矿指标;其他元素组合主因子得分异常可以结合物探异常给出定性参考。(2)土壤电导率异常可以对物探异常作补充。(3)热释汞异常可以揭示断裂构造发育地段。(4)高精度磁测正异常可有效探测超基性岩体,正异常上叠加的局部正高值异常很可能是铜镍矿体的反映。(5)瞬变电磁法对探测具低阻特性的矿体有效。

可见,以矿区成矿地质背景、矿床地质特征、控矿因素、已知剖面的多方法地学信息和综合异常为基础,开展综合信息找矿研究是可行的。多种方法相互补充、印证,即能够对深部高磁、低阻地质体及其含矿性做出合理的解释。

3 找矿标志和多元信息找矿模型

3.1 找矿标志

综合分析前人研究结果,并结合成矿地质特征,归纳总结出以下金川铜镍矿的综合地物化找矿标志。

(1) 地质标志。金川铜镍矿含矿超基性岩体主

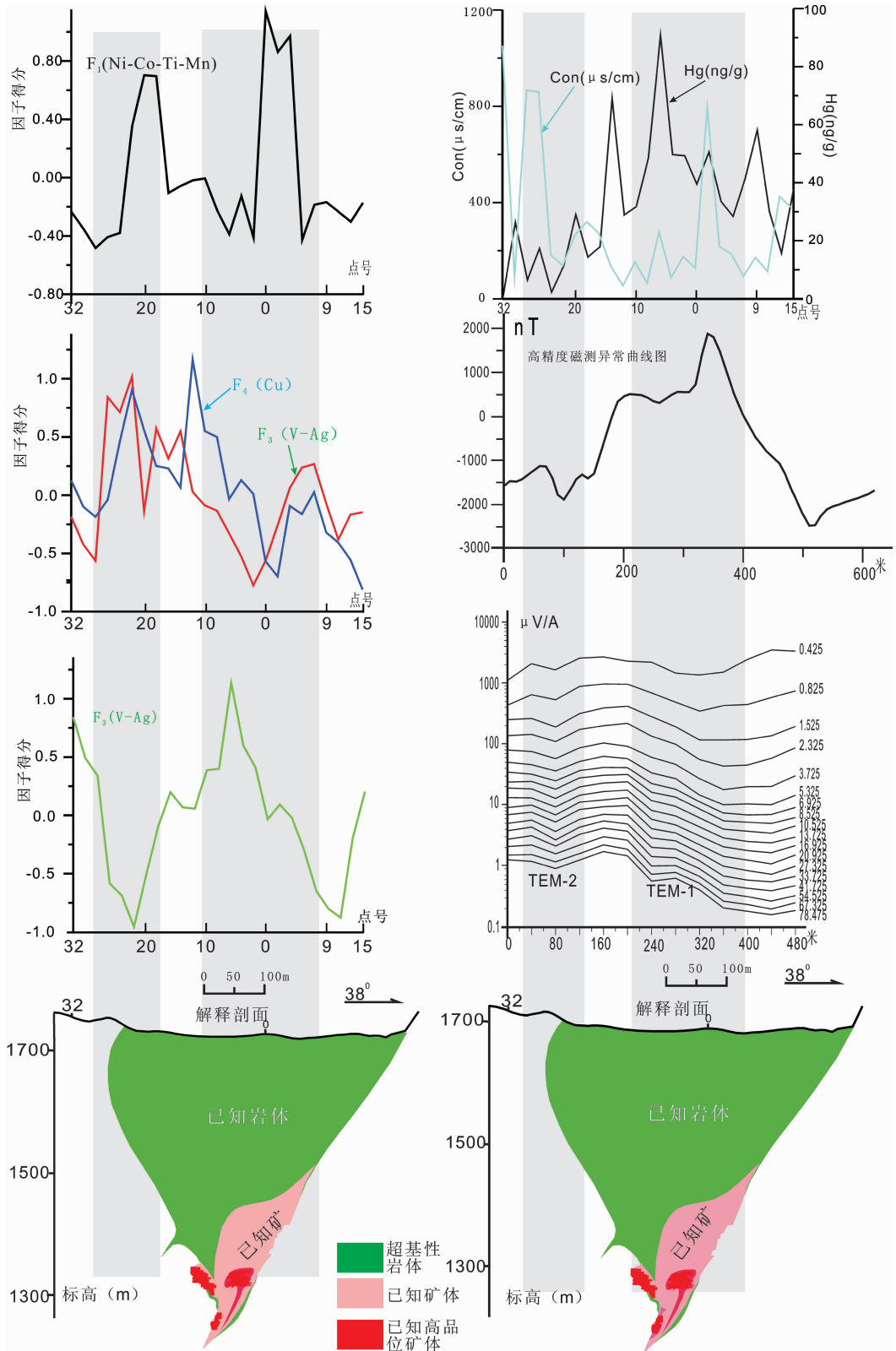


图 3 金川铜镍矿二矿区 34 线多元地学信息异常剖面

Fig.3 Cross-section of the anomalies of the multiple geosciences information along No. 34 line of II mining area in the Jinchuan Cu-Ni deposit

要侵位于白家嘴子组大理岩、片麻岩和斜长角闪岩中,这套变质岩既为含矿岩体的围岩,也是部分矿体的围岩。该矿床主要控岩、控矿构造是具有长期和多期活动叠加性质的深大断裂。因此,侵位在白家嘴子组地层中的、具有多期活动的不同方向大断裂交汇处的基性-超基性岩体是在该地区寻找硫化铜镍矿床的主要地质找矿标志。

(2)地球化学找矿标志。研究区内 Ni、Cr、Co、Cu 的元素丰度较高,是克拉克值的几十倍或几百倍以上。因此,地球化学测量中以 Ni、Cr、Co 为主的 R 型主因子得分高值区,辅以重合性较好的单峰土壤离子电导率异常和兔耳状热释汞异常,是重要的地球化学找矿指标。

(3)地球物理找矿标志。金川铜镍矿床块状铜镍硫化物矿体具有强磁和低电阻特性,在矿体上方多出现磁、电异常。因此,高磁、低阻体是在矿区寻找深部盲矿体的地球物理找矿标志。

3.2 多元地学信息找矿模型的建立

根据在金川铜镍矿 II 矿区已知剖面所获得的多元地学信息异常形态特征,并结合研究区内的地质特征、找矿指标,建立了集地电提取测量、土壤离子电导率测量、热释汞测量、高精度磁测、大功率瞬变电磁测量等相互组合的多元地学信息找矿模型(图 4),为在金川矿区深部找矿方法选择及异常解释提供一定依据。

(1)深部隐伏铜镍矿体由于受各种地质作用影响,会在矿体及其周围形成一个强大的活动态的原始金属离子晕^[12,13]。因此,应用地电提取测量所获得的 Co、Ni、Cr、Cu、Pb、Zn、V、Ti、Mn、As、Sb 等成矿元素异常能指示深部隐伏铜镍矿的存在;并且尤以利用 R 型因子分析所得的以 Co、Ni、Cr 为主的元素组合主因子得分单峰高的正值指标在地电提取测量非常有效;其异常形态清晰、异常强度大,与已知矿体的赋存位置十分吻合。

(2)根据地电化学成晕的机制可知,不管在矿体形成过程中还是在矿体形成之后都会形成一套多种可溶性离子群,这些离子通过各种地质作用迁移至地表,形成与矿源有着直接或间接的关系的离子晕。结合实际实验工作发现,在隐伏铜镍矿上方土壤离子电导率异常表现为清晰的宽峰异常。

(3)汞在热液成矿过程中多以自然汞和汞化合物形式存在 Cu、Mo、Pb、Zn、Fe 等硫化物中,或伴随

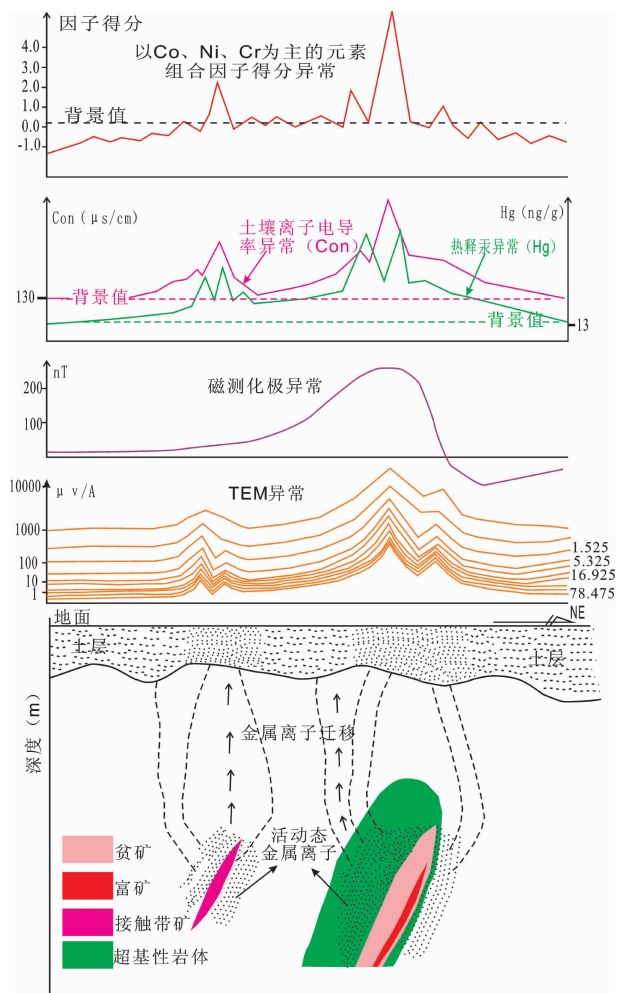


图 4 多元地学信息找矿勘查模型

Fig.4 The model of ore-prospecting based on multiple geosciences information for the Jinchuan Cu-Ni deposit

挥发组分扩散渗滤到岩石和矿物的裂隙或包体中,形成汞的原生分散晕^[14]。在表生条件下,金属硫化物中的汞能以气态汞的形式穿透至地表被土壤吸附形成汞气异常。隐伏深处的铜镍硫化物中的汞通过各种地质作用上升到地表,在矿体上方形成指示隐伏矿存在的热释汞异常。

(4)利用大功率瞬变电磁法测深可探测低阻地质体的规模和电性特征,并推测其空间位置、埋度和产状。金川地区含矿超基性岩体的 TEM 异常形态表现为双峰不对称异常特征。与围岩相比较,铜镍矿石具有明显的强磁性特征,就金川矿区而言,当其他成矿条件具备时,对大于 500 nT 的正局部高磁异常,应注意排查深部存在隐伏铜镍矿体的可能性。

4 综合解释评价及找矿预测

根据上述建立的多元地学信息找矿模型,结合 II 矿区的地质特征,笔者在 1 号矿体与 2 号矿体的接合部及两侧(26 行至 34 行之间)(图 5),利用地电化学集成技术、高精度磁测、大功率瞬变电磁法等多元地学信息勘查技术组合开展找矿预测研究。并将各方法技术平面异常投影到 II 矿区地质图上,得到研究区内多元地学信息综合异常平面特征图(图 5)。根据成矿地质条件和所获得的多元地学信息异常特征,可划分出 I 类靶区 3 个(①号异常区,②号异常区和③号异常区)、II 类靶区 1 个(④号异常区),III 类靶区 1 个(⑤号异常区)。

①异常区:位于研究区南部的超基性岩体内,呈

一不规则的长葫芦形沿 NW-SE 向展布,横跨 30 行 6-3 测点之间、32 行 8-5 号测点之间、34 行 10-7 号测点之间 3 条行线范围内。该异常区各方法异常强度强烈,重合性好,可作为 I 类异常靶区。根据已知勘探情况,该异常区与深部 2 号矿体相对应。

②号异常区:位于研究区超基性岩体西南边界及其与混合岩的接触带附近,呈狭长的刀刀状沿着西南端边缘展布,从 28 行 32-24 点之间开始逐渐穿过 30 行 32-18、32 线 32-18、34 行 32-16 点间地段。该异常区各行线对应的各种方法异常明显清晰,重合性较好,可作为 I 类异常靶区。区内岩性复杂,构造发育,时有基性-超基性岩脉出露,并参考金川铜镍矿含矿超基性岩体的总体特征,该异常区将作为重点找矿靶区。并且经生产单位在 II 矿区 1 号矿

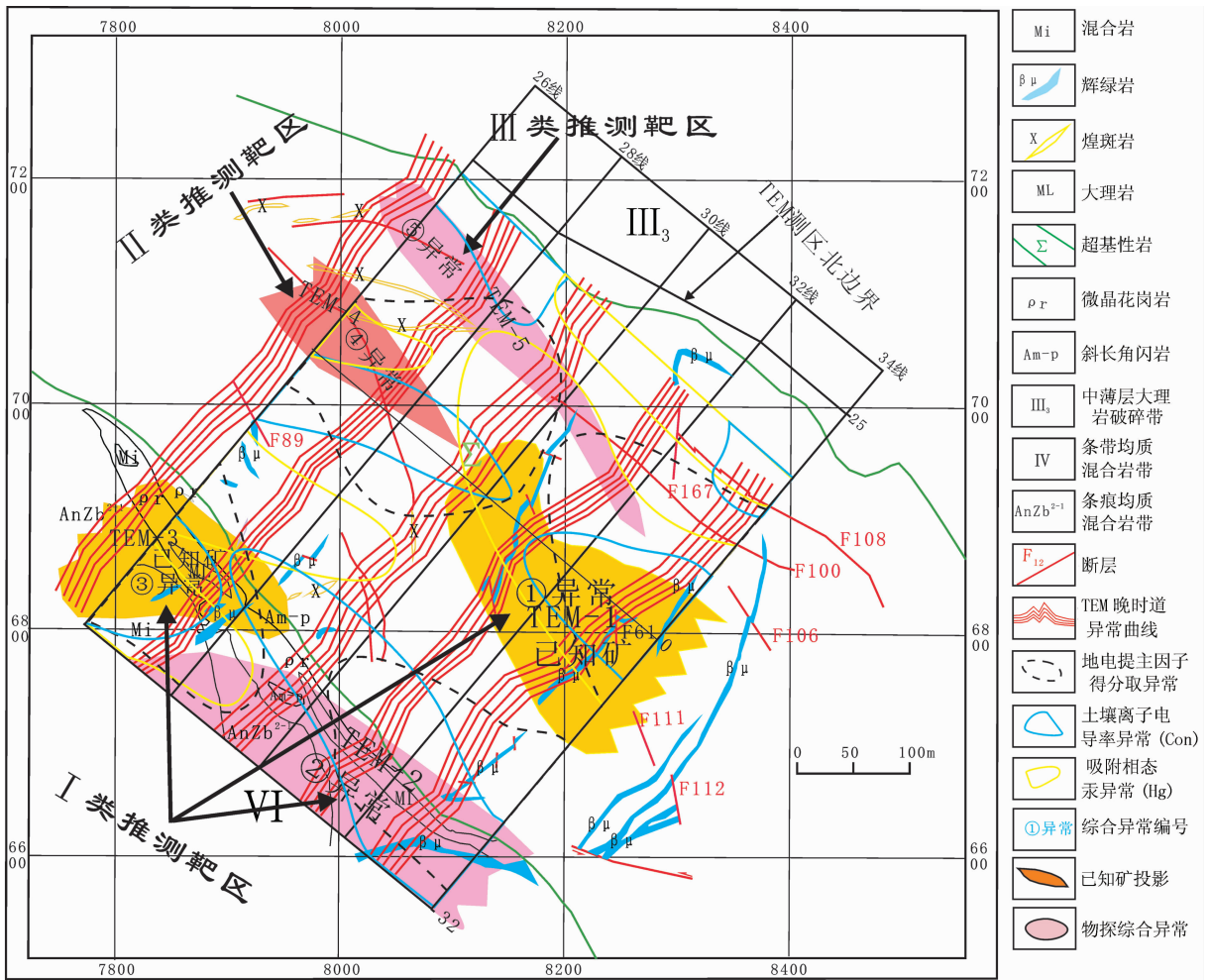


图 5 金川铜镍矿 II 矿区多元信息综合异常平面特征及靶位预测图

Fig.5 Map of anomalies of multiple geosciences information and predicted prospective targets in II mining area of the Jinchuan Cu-Ni deposit

体和 2 号矿体接合部 1000 水平以下 27-30 行探获到隐伏铜镍矿体。

③号异常区:位于研究区西北角超基性岩体与混合岩接触带上,呈一梨状沿 NW-SE 向倒挂在研究区西南角,横跨 26 行的 32-16 与 28 行的 20-8 测点之间范围。区内出露有超基性、基性、中性及酸性岩体(脉),断裂发育。行线上各种方法异常清晰强烈、重合性好,可作为 I 类异常靶区。实际工程资料显示,该异常区是深部 1 号矿体多元地学信息的显示。

④号异常区:位于区北部的超基性岩体分布区内,呈一刀尖状从 26 线的 0-3 号测点间沿 NW-SE 向延伸到 28 行的 3-5 号测点间附近。该区断裂发育,出露有多条煌斑岩脉。该区地电提取元素组合主因子得分异常比较清晰,热释汞异常浓度分带明显,物探综合异常较弱,可作为 II 类异常靶区。结合实际地质资料,该异常区可作为下一步找矿重点区。

⑤号异常区:位于测区北东部超基性岩体北边缘附近,呈一长条状沿 NW-SE 展布。异常带从 26 行的 7-13 穿越 28 行 5-11、30 行 3-15 测点间段,到达 32 行 7-11 号测点间段附近。该异常区段地电提取元素组合主因子得分异常及物探异常较弱,而热释汞异常非常强烈,认为该异常带很可能是由于该区段断裂非常发育和出露的多个煌斑岩脉所致。结合该异常带所处的地质背景,该异常区可作为 III 类异常靶区,可为下一步找矿工作提供参考依据。

5 结 论

(1)根据在 34 线已知剖面上开展的可行性试验研究表明,利用多元地学信息在金川铜镍矿深边部寻找隐伏铜镍矿是有效可行的,为今后在该地区寻找类似隐伏矿提供了一种可供选择的方法手段。

(2)根据金川铜镍矿床的地质特征,结合可行性找矿试验研究,确立了多元地学信息找矿标志,尤以 Ni、Cr、Co 为主的多元元素主因子和低阻高磁,辅以热释汞高异常是该地区地球物理和地球化学找矿标志。在此基础上建立了一套地质-地球物理勘探-地球电化学勘查多元地学信息综合找矿模型,为该地区下一步的找矿工作提供了理论依据。

(3)通过对金川铜镍矿 II 矿区深边部测区以多元地学信息综合勘查技术寻找隐伏铜镍矿研究,发现了该区存在 5 个有利的多元地学信息找矿靶区,其中 I 类靶区 3 个、II 类靶区 1 个、III 类靶区 1 个。

其中在 I 类靶区②号多元信息综合异常带 27-30 线之间深部经工程验证发现了隐伏铜镍矿体。

参考文献(References):

- [1] 汤中立,钱壮志,姜常义,等.中国镍铜铂岩浆硫化物矿床与成矿预测[M].北京:地质出版社,2006.
Tang Zhongli, Qian Zhuangzhi, Jiang Changyi, et al. Magmatic Ni-Cu-PGE Sulphide Deposits and Metallogenic Prognosis in China[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2006(in Chinese).
- [2] 施俊法,唐金荣,周平,等.世界找矿模型与矿产勘查[M].北京:地质出版社,2010.
Shi Junfa, Tang Jinrong, Zhou Ping, et al. The Prospecting Model and Mineral Exploration in the World [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2006(in Chinese).
- [3] 金川集团有限公司.金川铜镍硫化物矿深部及外围综合勘查技术研究报告[R]. 2010.
Jinchuan Group Co., LTD. The Research of Comprehensive Exploration Technology at Depths and Peripheries in Jinchuan Cu-Ni sulfide Deposits[R]. 2010.
- [4] 杨振德,潘行适,杨易福.阿拉善断块及邻区地质构造特征与矿产[M].北京:科学出版社,1988.
Yang Zhende, Pan Xingshi, Yang Yifu. The Geological Structure Characteristics and Mineral in the Area of A'Lashan Fault Block [M]. Beijing: Science Press, 1988(in Chinese).
- [5] 汤中立,白云来.华北板块西南边缘大型、超大型矿床的地质构造背景[J].地质学报,2002,76(3):423-432.
Tang Zhongli, Bai Yunlai. The geotectonic setting of the large and superlarge mineral deposits in southwest margin of North China Paleoplate [J]. Acta Geologica Sinica, 2002, 76 (3):423-432 (in Chinese with English abstract).
- [6] 汤中立,白云来.北祁连造山带两种构造基底岩块及成矿系统[J].甘肃地质学报,2001,10(2):1-10.
Tang Zhongli, Bai Yunlai. The two types of the tectonic foundation block and its metallogenic systems in the northern Qilianshan Orogenic Belt [J]. Acta Geologica Gansu, 2001, 10 (2):1-10 (in Chinese with English abstract).
- [7] 汤中立,白云来.华北古大陆西南边缘构造格架与成矿系统[J].地学前缘,1999,6(2):271-283.
Tang Zhongli, Bai Yunlai. Geotectonic framework and metallogenic system in the southwest margin of North China paleocontinent [J]. Earth Science Frontiers, 1999, 6 (2):271-283 (in Chinese with English abstract).
- [8] 汤中立,李文渊.金川铜镍硫化物含铂矿床成矿模式及地质对比[M].北京:地质出版社,1995.
Tang Zhongli, Li Wenyuan. The Metallogenic Model and Geological Contrast on Jinchuan Cu-Ni-PGE Deposits [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1995(in Chinese).
- [9] 涂光炽.中国超大型矿床[M].北京:地质出版社,2000.
Tu Guangchi. The Super Large Ore Deposits in China[M]. Beijing:

- Geological Publishing House, 2000(in Chinese with English abstract).
- [10] 翟裕生. 中国区域成矿特征及若干值得重视的成矿环境[J]. 中国地质, 2003, 30(4):337-342.
- Zhai Yusheng. Regional metallogenic features and some important ore-forming environments of China [J]. *Geology in China*, 2003, 30(4):337-342(in Chinese with English abstract).
- [11] 闫海卿, 苏尚国, 焦建刚, 等. 金川 Cu,Ni(PGE)岩浆硫化物矿床成矿时代研究[J]. 地学前缘, 2005, 12(2):309-315.
- Yan Haiqing, Su Shangguo, Jiao Jiangan, et al. Metallogenic epoch of Jinchuan Cu-Ni (PGE) magmatic sulfide deposit[J]. *Earth Science Frontiers*, 2005, 12(2):309-315(in Chinese with English abstract).
- [12] 罗先熔, 康明, 欧阳菲, 等. 地电化学成晕机制、方法技术及找矿研究[M]. 北京:地质出版社, 2007.
- Luo Xianrong, Kang Ming, Ouyang Fei, et al. Halo-forming Mechanism Methodology and Application of Geoelectrochemical Technology in Exploration for Mineral Deposits [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2007(in Chinese).
- [13] 罗先熔. 地球电化学勘查及深部找矿[M]. 北京:冶金工业出版社, 1996.
- Luo Xianrong. Geoelectrochemical Propecting Methods and Searching for Deep Ore Deposits [M]. Beijing:Metallurgical Industry Press, 1996(in Chinese).
- [14] 刘英俊, 曹励明, 李兆麟, 等. 元素地球化学[M]. 北京:科学出版社, 1984.
- Liu Yingjun, Cao liming, Li Zhaolin, et al. Element Geochemistry [M]:Beijing:Science Press, 1984(in Chinese).

A study of the ore-prospecting work based on multiple geosciences information in the Jinchuan Cu-Ni deposit

WEN Mei-lan¹, LUO Xian-rong¹

(1. a. Guangxi Key Laboratory of Hidden Metallic Ore Deposits Exploration, b. Research Institute of Forecasting Ore Deposit, Guilin University of Technology, Guilin 541004, Guangxi, China)

Abstract: The Jinchuan Cu-Ni deposit is one of the world-famous typical superlarge copper-nickel deposits. Based on the feasibility test of the integrated ore-prospecting work based on multiple geosciences information on the known profile, in combination with geological characteristics of the ore deposit, the authors determined geological, geochemical and geophysical ore-prospecting criteria and established a geological-geophysical-geochemical model for ore-prospecting work in the depth and the lateral areas of the Jinchuan Cu-Ni deposit. Based on this model, the authors carried out ore prognostic work in the depth and the lateral areas of the II ore district within the Jinchuan Cu-Ni deposit and found five target areas with ore-prospecting potential. In the No. 2 multiple information integrated anomaly zone of Type I target area, drilling verification revealed a concealed Cu-Ni ore body.

Key words: multiple geosciences information; ore-prospecting research; ore-prospecting model; copper-nickel sulfide deposit; Jinchuan in Gansu province

About the first author: WEN Mei-lan, female, born in 1974, associate researcher, doctor, engages in the study of geology and geochemistry; E-mail: meilanwen112@126.com.