金川南延地区地质特征及找矿远景分析*

彭桥梁[1] 曾南石[2] 李天虎[1] 覃艳引[2] 王 伟[1]
(1. 中国地质调查局西安地质调查中心; 2. 桂林理工大学地球科学学院)

摘 要 通过综合分析金川南延地区的岩石学、地球化学和地球物理特征,对其成岩环境、构造背景及基性超基性岩浆活动规律进行了调查研究,并与矿区含矿超基性岩体进行了对比,进一步深化了对金川地区成矿地质特征的认识。结合物化探工作,在研究区内圈出2个Ⅰ级综合异常区及2个Ⅱ级综合异常区,认为该区找矿前景良好,是进一步找矿的重要靶区。

关键词 基性超基性岩体 地质特征 地球化学 找矿远景

Geological Characteristics and Ore-Prospecting Vision Analysis in Nanyan Area of Jinchuan

Peng Qiaoliang[1] Zeng Nanshi[2] Li Tianhu[1] Qin Yanyin[2] Wang Wei[1]
(1. *Xi'an Center of Geological Survey, China Geological Survey*;
2. *College of Earth Science, Guilin University of Technology*)

Abstract Such information as digenetic environment, tectonic setting and basic-ultra basic magma activity rules were investigated through comprehensive analysis of the petrology, geochemistry and geophysics features in Nanyan of Jinchuan area, and then comparative study were carried out with the basic-ultra basic rocks in Jinchuan deposit. All works above make the ore-forming geological characteristics further understood in Jinchuan area. Combined with geophysical and geochemical exploration work, two Ⅰ level comprehensive abnormality areas and two Ⅱ level comprehensive abnormality areas were circled into the research area. It is considered that these areas have good the ore-prospecting vision, and are the important ore-prospecting directional and target areas.

Keywords Basic-ultra basic rock, Geological characteristics, Geochemistry, Ore-searching prospects

金川铜镍矿南延普查区位于金川铜镍矿南侧,西起塔马子沟,东至宁远堡,总面积为24.37 km^2。地理坐标为东经102°05′00″~102°11′00″,北纬38°26′30″~38°30′30″。本研究结合金川南延铜镍矿普查区地质找矿研究的最新成果,着重探讨了南延部分的岩石学、地球化学及地球物理特征,为金川外围进一步找矿勘查提供参考。

1 区域地质背景

金川铜镍矿区在大地构造上位于中朝地块阿拉善南缘龙首山隆起带,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,属龙首山铜镍多金属成矿带。区域出露地层主要有上太古界,元古界,古生界寒武系、泥盆系、石炭系、二叠系,中生界侏罗系、白垩系和第四系[1]。区内断层十分发育,多沿290°~320°方向密集分布,以压性冲断层为主,大小断裂纵横交错,极为复杂,节理发育,岩、矿石破碎。主要断裂有F_1、F_8、F_{17}、F_{23}。岩浆活动十分频繁,而且种类繁多,由吕梁期前到燕山期,既有基性-中酸性火山喷发,又有超基性-酸性岩浆的广泛侵入活动,发育有白家嘴子超基性岩、塔马子沟基性岩和河西堡花岗岩等侵入岩体[2]。侵入岩受断裂构造控制,多呈岩基、岩脉、岩墙、岩株侵入各系地层中。

2 研究区地质特征

2.1 地 层

金川铜镍矿南延普查区出露地层有上太古界白家嘴子组、下元古界塔马子沟组、上元古界震旦系烧火筒群、寒武系韩母山群、泥盆系中统老君山组、石炭系上统羊虎沟组和第四系。其中上太古界白家嘴子组、下元古界塔马子沟组、上元古界震旦系烧火筒

* "十一五"国家科技支撑计划项目(编号:2006BAB01B08),中澳国际科技合作项目(编号:2007DFA20910)。

彭桥梁(1984—),男,硕士研究生,710054 陕西省西安市碑林区友谊东路438号。

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

群合占研究区面积的90%以上。根据岩石学特征、构造关系及有关基础地质资料，按不同时代地层的分布情况，可将研究区地层序列分作4个单元层[5]：①太古界白家嘴子组。区内最老的带状无序深变质岩系，岩性主要由具有不同程度混合岩化的均质混合岩、黑云母斜长片麻岩、绿泥石英片岩和蛇纹大理岩组成，变质程度中等，属角闪岩相。②下元古界塔马子沟组。与太古界白家嘴子组间呈不整合断层接触，与南部震旦系间同样也成断层接触。岩性主要为含二云母斜长石石英变粒岩，夹含石墨大理岩、二云母石英片岩和片麻岩。根据镜下特征和岩石化学分析结果等综合判别，原岩属碳酸盐－碎屑岩建造。③中上元古界震旦系烧火筒群组与古生界寒武系。该地层分为上下2个岩组，下岩组(Zsh^1)主要由青灰色含砾绢云母千枚岩、绢云母千枚岩、含碳千枚岩及砾状白云岩组成，上岩组(Zsh^2)主要由青灰色薄层灰岩、白云岩及砂质白云岩组成，属冰水沉积碎屑岩建造。④泥盆系。主要为紫红色钙质粉砂岩，基本不显变质特征，呈北西向分布于臭牛泉一带，与相邻震旦系间呈断层接触。

2.2　构　造

研究区位于龙首山复式向斜的近北翼，构造主要为断裂构造及单斜地层。区内断裂构造非常发育，特别是老地层整体较为破碎，包括F_2断裂在内的一系列呈北西、北西西向展布的区域性大型压性推覆断层贯穿整个普查区。沿大断裂带局部还形成了规模不等的羽状小断层，为后期岩浆的侵入提供了通道和赋存空间。

位于测区北面的白家嘴子组太古代老地层中以发育柔性层间小褶曲和韧性挤压断裂为特征，并见有近东西向及南北向正断层及平移断层，规模一般不大。北西向的韧性逆掩推覆断层F_3贯穿整个测区，同时将白家嘴子组地块与下元古界塔马子沟组地块相连接，断层两侧片理发育。北西向逆断层F_4将受到中级变质的塔马子沟组地块与受到相当绿片岩相的浅变质作用影响范围的震旦系相接。近东西向的F_8断裂为一平移断裂，沿断裂带可见有剪切形成的透镜体，从图面分析其断距近千米。该断层切断F_3断裂，而在西端被F_4断裂截断，形成时代应介于F_3和F_4形成期间，可能为长城运动或之前的产物，该断层在龙首矿附近又切穿白家嘴子含矿岩体，说明其后期仍有活动。F_1、F_2断裂则是2条比较年轻的压性构造带，F_2将未变质的泥盆系等与浅变质的震旦系、寒武系相连，F_1则使龙首山隆起掩于第四系松散冲积物之上，它们至少是喜山运动以后的产物。

2.3　基性超基性岩浆岩

研究区内出露的岩浆岩有变辉绿岩、变辉长岩、变辉橄岩、安山岩、花岗岩及伟晶花岗岩。研究区属龙首山中段超基性岩，在东北边分布有白家嘴子超基性杂岩体，西边为墩子沟超基性岩。但在工作区内尚未发现具有一定规模的超基性岩，仅分布有近百处小基性超基性岩侵入体，这些岩体的分布明显受断裂构造的控制，总体呈透镜状、长条状或脉状侵入体沿NW向分布，与主构造线方向一致，地表出露范围不等，长度20～500 m，宽度5～50 m，其分布明显受构造控制。区内地表出露最大的一条岩脉长约1 500 m，宽10～40 m。根据岩石学和岩石化学研究结果，按被改造特征可将这些基性超基性岩体分为斜长角闪岩化的辉绿岩脉、绿片岩化的辉绿岩脉和橄辉岩小侵入体、蒙脱石化及伊丁石化的辉绿岩脉3种类型[4]。

通过产出特征、岩石学特征和岩石化学特征[5]对比，本研究认为分布在震旦系到太古界的各个时代的地层中的变基性超基性岩小侵入体是与白家嘴子含矿岩体同期同源的，具有一定的找矿意义。

2.4　变质岩与变质作用

研究区出露包括从太古代到古生代的一系列地层。在漫长的地质年代里，这些地层特别是老地层的原始沉积建造已被彻底改造。根据所出现的岩石矿物组合、结构构造特征和空间分布规律等分析，研究区变质岩发育以区域变质岩为主，次为动力变质岩、接触变质岩，主要岩石类型有千枚岩、片岩、变粒岩、斜长角闪岩、变砂岩及大理岩类。这些岩石主要分布在龙首山构造带，分布时代为晚太古代—早古生代；其中上太古界为一套深变质岩系；下元古界为中深变质岩系，经历了高角闪岩相区域变质作用、帘闪岩相区域变质作用及绿片岩相动力退化变质作用；中元古界属区域动力热流变质作用，绿片岩相变质岩系；早古生代属区域低温变质作用，为绿片岩相－低绿片岩相变质岩系。

3　地球化学异常特征

在南延地区的化探扫面工作中，将与超基性岩熔离硫化矿化有关的Cu、Co、Ni、Cr及与期后热液活动有关的、渗滤性较好的Pb、Zn、As、Sb等元素作为重点考察对象。

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

根据分析结果,Ni 含量为 $58\times10^{-6}\sim1\ 900.8\times10^{-6}$,其低浓度晕的分布不仅受地层岩性影响,而且受构造左右,不均匀地分布在整个碎屑建造范围,且集中于挤压、剪切发育部分。异常的总体分布形态与碎屑岩建造出露范围基本吻合,碳酸盐和混合岩地段无异常显示。这种异常分布特征反映 Ni 在不同岩性的地球化学背景差异。

与低 Ni 异常不同,所圈出 Ni 的中高浓度带呈一个个孤立的小透镜体状,见图 1。这些浓集中心在测区中、上部较为零散,但在测区下方呈串珠状分布,形成一条近北西向展布的高异常带。与地质填图结果相对照,这些高 Ni 异常与地表出露的超基性小入侵岩体形态相对应。

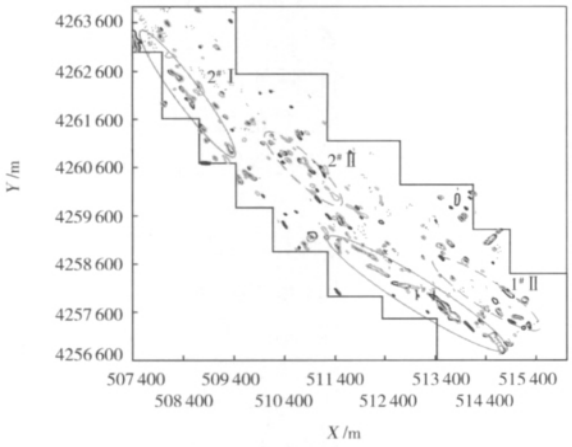
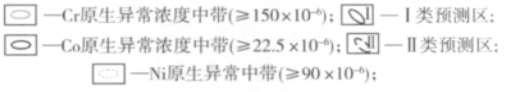


图 1　南延综合异常分布



Cr 含量为 $65.1\times10^{-6}\sim4\ 518.2\times10^{-6}$,其异常分布特征与 Ni 的异常分布基本一致,同样在测区可得到与碎屑岩建造相对应的低浓度异常,以及与超基性小岩体相对应的中、高浓度异常。但对 Cr 而言,其均匀地分布在碎屑沉积成因的变质岩中,反映了碎屑建造的高 Cr 元素地球化学背景。金川地区的超基性岩体 Cr 含量远高于那些碎屑岩围岩地层和早期的辉绿岩侵入体,不受硫化物相制约。因此,可认为它是在这一地区寻找与铜镍矿化有关的超基性岩体的最佳指示元素。

以 100×10^{-6} 作为异常下限,在化探扫面结果中 Co 的浓度分布没有出现类似于 Ni 和 Cr 与地层相对应的低浓度异常。用 $100\times10^{-6}\sim200\times10^{-6}$ 所圈出的浓度异常呈不规则的小斑点散布于白家嘴子、塔马子沟和震旦系老地层中。以 $200\times10^{-6}\sim400\times10^{-6}$ 所圈出的异常值区基本上反映出与超基性小岩体的分布形态相似的特征。推测那些分散的低值异常可能是来自早期的玄武岩脉,因为它们也多限于出露在白家嘴子组和塔马子沟组等老地层范围,表明它们之间也有一定的依存关系。

所圈出的 Cu 异常不规则低浓度分散于整个工作区。测区没有出现特别的 Cu 高浓度区。根据对白家嘴子含矿岩体的不同岩相所携带的 Cu 浓度变化分析,Cu 并不是一个非常理想的矿化标志; 它的高浓度分布范围很窄,仅限于矿体及其边部,偏离矿体的一般岩体边缘相含 Cu 均很低。

在测区圈出了 Zn 的中浓度异常,其分布与其他元素异常不同,限于塔马子沟组下部变粒岩出露范围。推测这与其原岩沉积物质来源比较特殊有关。As 的浓度值很低,但在震旦系基性超基性岩脉较集中部位也略有显示,可能与这一时期的断裂活动有关。Sb 的浓度异常则出现在泥盆系分布范围,反映了这一时期的沉积物具有相对较高的背景值。Pb 的浓度异常尚无明显的规律。

4　高精磁测量与磁异常特征

研究区高精度磁测以 100 m × 20 m 测网进行,仪器为美国生产的 G856 型高精度质子磁力仪。野外实际完成测线 103 条(-18 线至 84 线),测点 11 381个。根据测量结果发现研究区高精度磁测 ΔT 化极异常主要成片出现在测区的中部及南东段,中轴线北东一带,走向北西。在这里自北西向南东将大片的磁异常区分别编号为 M -1 异常及 M -2 异常带和 M -3 异常带[图],见图 2。

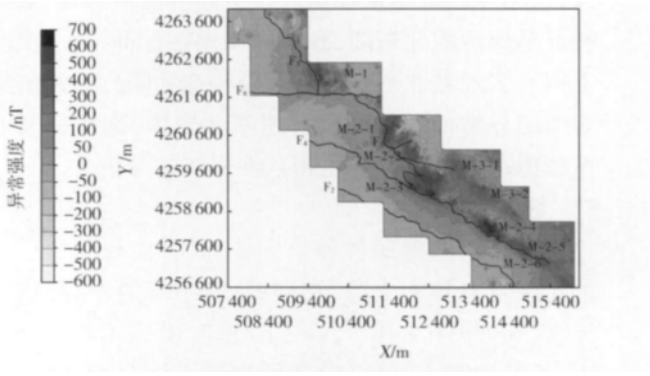


图 2　金川南延地区 ΔT 磁化异常分布规律

M -1 异常位于测区北西段,距北边界约 1.8 km,走向近南北,长约 600 m,宽约 500 m,呈椭圆状。极大值为 500 nT。异常等值线特征为北东陡南西缓,表明宏观磁性体向南西陡倾。

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

M－2异常带由6个局部异常组成，M－2－1与M－2－2异常走向近南北，M－2－3至M－2－6异常走向转为北西，异常带走向长约7 km，宽200～500 m。M－2－1、M－2－2、M－2－4异常极大值为500 nT左右，最大达到700 nT，异常等值线特征同为北东陡南西缓，伴生负异常出现在北东侧，表明宏观磁性体向南西陡倾。M－2－3为复杂叠加异常，M－2－5、M－2－6异常极大值降低至300 nT以下，宽度变窄，异常等值线特征基本对称或反向。

M－3异常带位于M－2异常带中部北东侧，距离在300 m左右。异常带走向北西，长约2 km，宽400 m左右。异常带由2个异常组成，异常极大值200 nT左右。M－3－1异常等值线特征为基本对称，相对低缓，宽度稍大。M－3－2异常等值线特征为北东陡南西缓，宽度稍大。

综前所述，高精磁测得出的主要磁性体信息与含磁性混合岩层分布基本吻合，主要磁性异常的分布不连续性归结于一些近东西向平移断裂（如F_8）将该岩性带错断。由于含磁性混合岩带规模较大，所引起的干扰也非常强，它已将测区南部出露的小基性－超基性岩侵入体所携带的中－弱磁信息基本掩盖。从宏观意义上看，北西走向的磁异常带可能与深大断裂有关。测区北侧的已知矿带有F_1大断裂，F_1南西侧有自北西向南东的三矿区、一矿区、二矿区和四矿区，与超基性岩体有关的磁异常分布是一致的。在一矿区，这种异常已延至F_1附近，已知矿下盘的隐伏超基性岩体异常已被测到。在南延测区，高精度磁测结果显示北西走向的磁异常带，宏观特征是南西缓北东陡，磁性体规模在深部增大，横向上似有多处被北东走向的断裂构造切断。这种迹象表明磁异常带深部可能有超基性岩体，南西侧及北东侧深部可能有这种主超基性岩体的分枝。

5　找矿前景

根据所获得的各种信息叠加，将由地层所引起的化探背景异常去除，利用Cr、Ni、Co的中、高浓度异常（Ni为90×10^{-6}，Cr为150×10^{-6}，Co为45×10^{-6}）与出露变基性、超基性岩侵入体进行叠加，按其分布与衔接程度，可在测区南部的塔马子沟组和震旦系中圈定出2个较明显的走向北西的Ⅰ类综合异常；在测区中部塔马子沟组和东部的白家嘴子组范围圈出2个Ⅱ类综合异常[4]，见图1。它们分别对应位于南部潜在的、下部贯通的超基性岩墙，以及在中部地区一些深部的隐伏超基性岩体。

1#Ⅰ类异常位于测区东南震旦系范围。在1#Ⅰ类异常中，富铬的小侵入体呈串珠状分布，显示出与北面呈北西展布的白家嘴子含矿超基性岩体十分相似的构造特征，认为它们属充填在同一个拉张性构造体系的同源、同期产物。

2#Ⅰ类异常位于测区北西角，呈NWW走向，应是1#Ⅰ类异常所圈定的超基性岩带向北西的延续部分。Ⅰ类异常延长达8～9 km，1#和2#异常间下部可能是相互贯通的，深部有可能存在连通的较大墙状超基性岩体。

1#Ⅱ类异常位于测区东南白家嘴子组范围，2#Ⅱ类异常位于测区中部塔马子沟组范围。它们中间出现零星岩体，但显示出较强的高浓度Cr等原生晕异常和较好的多峰磁异常，它们可能仅是一些孤立的小岩枝，也可能是与深部大岩体相通的岩脉。

6　结　论

Ⅰ类综合异常区为研究区找矿前景相当好的地区，异常区内出露的基性超基性岩和矿区含矿岩体具有相类似的特征，可在该区开展大比例尺填图，详细研究其地层时代及构造，以便为进一步找矿工作提供更可靠信息。物探高磁异常与化探高异常并不完全重合，归因于研究区内混合岩磁性较强，将基性超基性岩所带磁性覆盖，如何消除混合岩含磁带来的干扰仍需进一步研究，这对研究区乃至整个金川外围地区进一步找矿有着非常重要的意义。

参　考　文　献

[1] 甘肃省地质矿产局第六地质队．白家嘴子硫化铜镍矿床地质[M]．北京：地质出版社，1984.

[2] 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.

[3] 曾南石，罗先熔，彭桥梁，等．金川铜镍硫化物矿床南延地区找矿与勘探[J]．西北地质，2009，42（增）：78-81.

[4] 彭桥梁，曾南石，罗先熔，等．金川铜镍硫化物矿床南延地区基性超基性岩活动规律研究——类型、分布与改造[J]．西北地质，2009. 42（S）：64-66.

[5] 彭桥梁，曾南石，同锐灵，等，金川南延地区基性超基性岩特征及其与矿区含矿超基性岩体的对比研究[J]．矿物岩石地球化学通报，2010，29（4）：409-416.

[6] 曾南石，王　钟．金川南延铜镍矿普查区地质找矿工作报告[R]．桂林：桂林理工大学，2008.

（收稿日期　2012-07-17）

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