地 球 物 理

不同覆盖区地电化学提取法寻找铜镍矿对比研究

曹中煌[1,2,3]， 罗先熔[2,3]， 王培培[4]， 王发明[3]

(1. 武汉钢铁集团矿业公司,武汉 430063;2. 桂林工学院广西地质工程中心重点实验室,桂林 541004;
3. 桂林工学院隐伏矿床研究所,桂林 541004;4. 中国冶金地质总局中南局,武汉 430063)

[摘 要]通过对甘肃金川南延、吉林红旗岭不同覆盖区地电化学提取法定量、定性及应用对比研究发现,虽然该方法在干旱岩屑覆盖区提取的离子量很少,但其找矿效果与湿润厚覆盖区基本相同,能客观反映元素的地球化学性质差异及成矿作用引起的元素来源差异。对比研究发现该方法能强化元素异常,一定程度上能放大异常效果,并在两矿区均圈定出多个 Ni、Cu 异常带。因此,在原生晕和次生晕异常较弱的地区,地电提取法更能达到其它常规探测方法意想不到的找矿效果。

[关键词]铜镍矿 地电提取 不同覆盖 对比研究 甘肃金川 吉林红旗岭
[中图分类号] P631.3 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2010)03-0476-07

Cao Zhong-huang, Luo Xian-rong, Wang Pei-pei, Wang Fa-ming. Comparative study of copper-nickel deposit exploration by the geoelectro-chemical extraction method in different overburden areas [J]. Geology and Exploration, 2010, 46(3): 0476-0482.

矿体在自然电场的作用下发生电化学溶解而产生动态离子晕。地电化学提取法是以地下岩石中的离子动态平衡状态为基础的地球化学方法。从离子累积空间的角度看,地电化学提取法适合于在厚且较均一的外来物或厚层残坡积物覆盖区开展,厚度从几米至上百米均可。干旱的沙漠地区由于缺乏雨水,将不利于地下水垂直循环,从而影响离子的迁移(罗先熔等,2007)。本文将对甘肃金川南延和吉林红旗岭两个不同景观区地电提取进行综合对比,以探讨分析该方法在干旱岩屑覆盖区的的找矿效果。

1 矿区地质概况

1.1 甘肃金川南延矿区

金川地区气候干燥少雨,年均降水量仅 120mm 左右。区内地形切割剧烈,沟谷纵横,地势陡峭,植被稀少,无地表径流,属戈壁区。区内仅在沟谷低洼处覆盖较明显,厚度约 0 ~ 3m,大部分地区基岩裸露,地表仅见大量岩屑。金川超大型铜、镍岩浆硫化物矿床位于阿拉善地块的西南缘龙首山隆起带上,华北板块西南边缘,矿体主要受 NW 和 EW 向断裂控制,产于超基性岩带内二辉橄榄岩中。工作区内现已发现上百超基性-基性岩脉,但尚未发现具一定规模的超基性-基性岩体。普查资料显示,区内大面积出露混合岩、辉绿岩、大理岩,并夹杂少量千枚岩、片麻岩。岩石地球化学数据显示,工作区内超基性岩 Ni、Co 元素含量是其克拉克值的 200 倍以上。

1.2 吉林红旗岭矿区

吉林红旗岭位于吉林省中南部,地处松辽平原向长白山过渡地带,属丘陵半山区,年平均降雨量 670mm,水资源丰富。矿区内地势较为平整,植被茂盛,地表第四纪覆盖物较厚,属森林覆盖区。

红旗岭大型铜、镍岩浆硫化物矿床位于吉林古生代褶皱带南缘。区内构造大体分为 NE 和 NW 向,NE 向构造主要为断裂系统,NW 向为褶皱和断裂。区内岩浆岩分布广泛,既有酸-中基性火山岩和火山碎屑岩,也有基性-超基性岩,而与成矿关系最为密切的是基性-超基性岩。主要含矿岩体为 1、3、7 号岩体,岩体类型主要为辉长岩、辉石-橄榄岩型和角闪橄榄岩(据罗先熔,2004)。

甘肃金川铜镍矿床与吉林红旗岭铜镍矿床的矿

[收搞日期]2009-11-12;[修订日期]2010-04-25;[责任编辑]郑 杰。
[基金项目]广西地质工程中心重点实验室开放基金项目(桂科能 07109011-K023),国际科技合作项目(编号:2007DFA20910),国家"十一五"支撑计划项目(编号:2006BA01B080)等项目资助。
[第一作者简介]曹中煌(1984 年-),男,硕士研究生,地球化学专业,E-mail: czhhuang@163.com。

床成因、控矿因素基本相同,而两矿区的气候、地表覆盖物截然不同。

2　金川南延、吉林红旗岭矿区地电提取法对比分析

由于地电化学提取法找矿效果取决于能有效提取到矿体上方的金属离子,因此,能否客观反映所提取离子的量的差异及性质差异将直接影响该方法的找矿预测。以下将对金川南延、吉林红旗岭矿区地电提取效果做定量、定性分析研究,并对比该方法在两个矿区的找矿效果。

2.1　地电提取法定量分析

为了研究两矿区地电提取离子量的差异,首先将对两矿区的已知区主要成矿元素 Ni、Co、Cu 电提取量做综合对比(表 1)。

表 1　金川南延、吉林红旗岭已知区电提取 Ni、Co、Cu 提取量综合对比

Table 1　Comparison of nickel, cobalt and copper amounts by geoelectro-chemical extraction in known areas of southward extension of Jinchuan and Hongqiling in Jilin

矿区	线号	元素	平均值(10^{-6})	异常值(10^{-6})	背景值(10^{-6})	衬度	平均衬度
金川南延[a]	4 线	Ni	2.07	3.14 ~ 4.20	1.57	2 ~ 2.7	1.3
		Co	0.03	0.06 ~ 0.11	0.03	2 ~ 4.0	1.1
		Cu	97.5	20 ~ 606	10	2 ~ 60	4.1
	6 线	Ni	1.83	3.14 ~ 3.82	1.57	2 ~ 2.4	1.2
		Co	0.03	0.06 ~ 0.09	0.03	2 ~ 3.1	1.1
		Cu	116.4	20 ~ 338	10	2 ~ 34	6.7
吉林红旗岭[b]	1 号岩体 2 线	Ni	39.05	52 ~ 102	20	2 ~ 5	2
		Co	27.53	40 ~ 66	20	2 ~ 3	1.4
		Cu	48.6	45 ~ 126	20	2 ~ 6	2.4
	7 号岩体 3 线	Ni	28.47	40 ~ 86	20	2 ~ 4	1.4
		Co	18.74	40 ~ 65	20	2 ~ 3	0.9
		Cu	43.1	43 ~ 110	20	2 ~ 5	2.2

注:a 样品 204 个,由桂林矿产地质研究院测试完成,2009.3;b 样品 54 个,由桂林矿产地质研究院测试完成,1997.3。

从上表可以看出,红旗岭矿区已知线 Ni 异常值比金川南延矿区已知线高 24 ~ 65 倍,背景值高 13 倍;Co 异常值高 60 ~ 1570 倍,背景值高 666 倍;但是两种元素的平均衬度却相差不大。这说明地电化学提取法在两个矿区,虽然提取的金属量相差很大,但反映元素异常的能力基本相同。两矿区 Cu 的平均值、异常值、背景值、平均衬度均相差较大,下文中将对这点进行阐述。

2.2　地电提取法定性分析

2.2.1　金川南延原生晕、电提取元素比值对比

对比金川南延原生晕和电提取数据发现,电提取 Cu/Ni、Cu/Co、Ni/Co 比值都比原生晕大(表 2),这说明,地电提取法能强化元素异常,尤其在原生晕异常较弱的地区,虽然该方法提取的离子量少,但在一定程度上放大了异常效果。

2.2.2　金川南延与吉林红旗岭原生晕、电提取元素含量相关性分析

金川南延原生晕和电提取元素含量相关性分析发现,Co 与 Ni 相关系数分别为 0.5、0.8,都相关;Cu 与 Ni 相关系数分别为 0.2、0.1 都不相关(图 1)。但红旗岭的原生晕与电提取元素含量相关性分析显示,Cu 、Ni、Co 三个元素之间相关性都很好(图 2)。是什么原因导致这种差异,以下将对这个问题进一步分析研究。

表 2　金川南延原生晕、电提取元素比值对比

Table 2　Contrast of element ratios of the primary halo and geoelectro-chemical extraction in southward extension of Jinchuan

方法	Cu/Ni	Cu/Co	Ni/Co
原生晕[a]	1.0	3.3	3.2
电提取[b]	5.0	27.6	5.5

注:a. b 各分析样品 204 个,由桂林矿产地质研究院测试完成,2009.3。

为了研究金川南延与红旗岭 Cu、Ni 两元素相关性的差异,对两地区的原生晕做了简单的因子分析(表 3)。

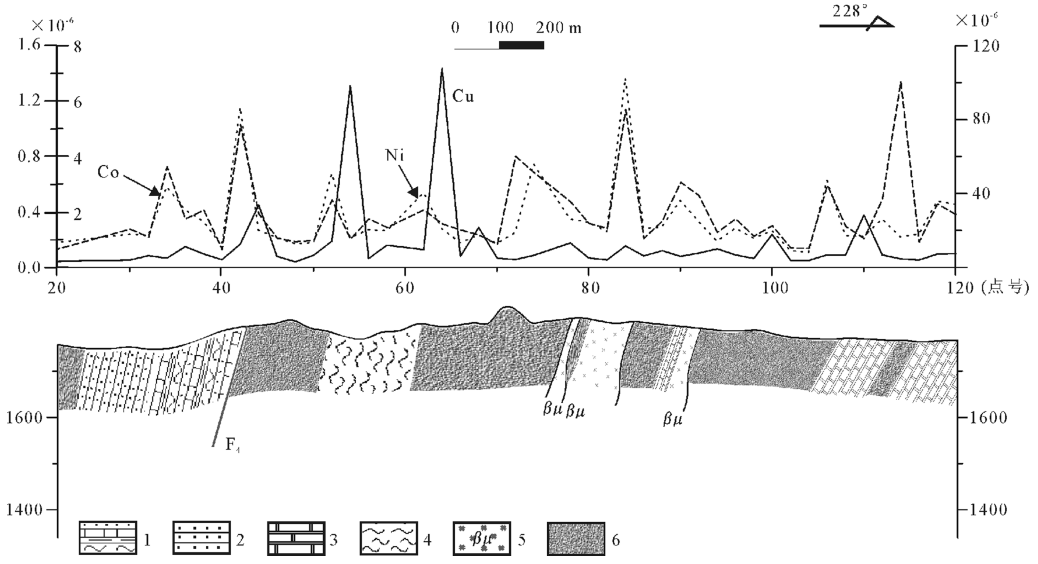

图 1 金川南延 75 线电提取 Ni、Co、Cu 异常剖面图

Fig. 1 Section of showing nickel, cobalt and copper anomalies from geoelectro-chemical extraction along line 75 in southward extension of Jinchuan

1-砂岩、千枚岩、泥质灰岩;2-紫红色粉砂岩;3-大理岩;4-千枚岩;5-辉绿岩;6-混合岩、黑云斜长变粒岩、蛇纹化橄榄砂岩

1-sandstone, phyllite and argillaceous limestone; 2-violet red siltstone; 3-marble; 4-phyllite; 5-diabase; 6-migmatite, biotiteplagioleptynite, and serpentinized peridotite

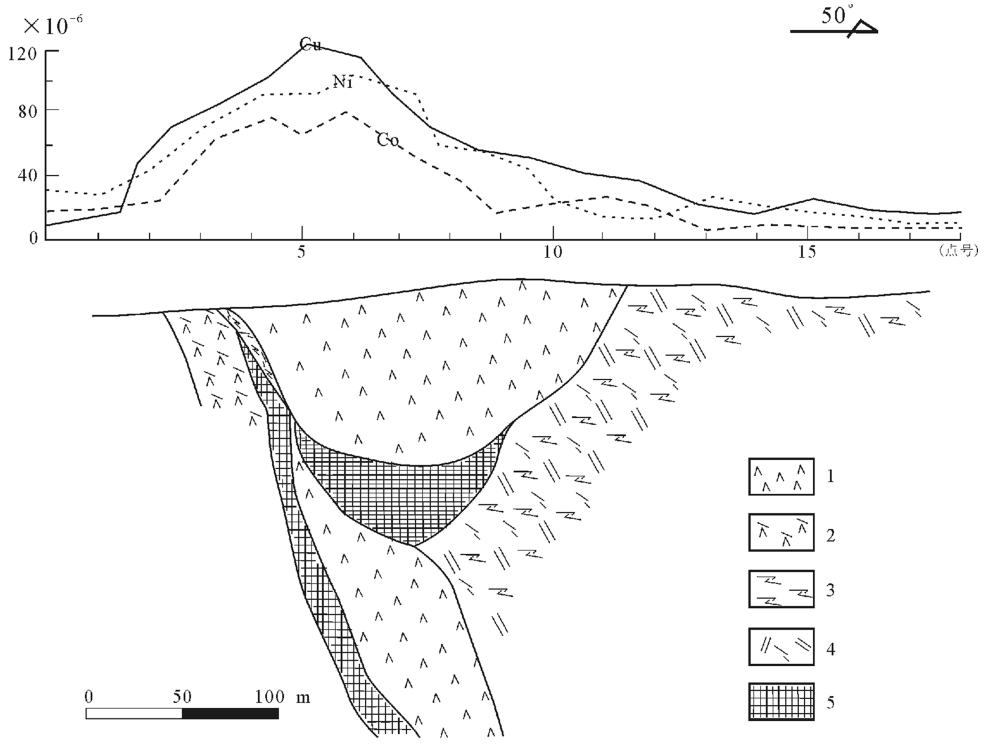

图 2 吉林红旗岭 1 号岩体 22 线地电提取异常剖面图(据罗先熔等,2004)

Fig. 2 Section showing anomalies from geoelectro chemical extraction along line 22 of Hongqiling copper nickel deposit (after Luo *et al.*, 2004)

1-云母片麻岩;2-橄辉岩;3-辉橄岩;4-蚀变辉岩;5-工业矿体

1-mica gneiss; 2-olivine pyroxenolite; 3-pyrolite; 4-altered pyroxenite; 5-industrial orebody

原生晕因子分析发现:金川南延因子分析(表 3) F1 因子 Ni、Co、Cr 载荷大于 0.763,Cu 仅为 0.496,其它元素的载荷则很小。F2 因子 Cu、Pb、Zn 载荷都大于 0.503,而 Ni、Cr 载荷为-0.44。F3、F4 则基本与 Cu、Ni 无关。结合前人研究成果,可以推断金川南延的 Cu 至少有两种来源:1)与 Ni 密切相关的深部熔离、贯入型;2)与 Ni 无关的岩浆期后热液交代型。

表 3　金川南延原生晕微量元素因子分析结果

Table 3　Factor analysis result of microelements of primary halo in southward extension of Jinchuan

元素	F1	F2	F3	F4
Cu	0.496	0.503	0.003	-0.626
Pb	0.116	0.665	-0.117	0.568
Zn	0.366	0.611	-0.317	0.395
Co	0.763	0.200	-0.173	-0.473
Ni	0.859	-0.440	0.055	0.238
Cr	0.828	-0.461	0.050	0.287
As	0.231	0.241	0.725	0.084
Sb	0.005	0.227	0.781	0.030

注:分析样品 5189 个,由桂林矿产地质研究院测试完成,2009.3。

红旗岭的 1 号岩体(表 4) F1 因子 Ni、Co 、Cu、Zn、S 载荷均大于 0.97,其它因子基本与 Cu、Ni 无关。7 号岩体(表 5) F1 因子 Ni、Co、Cu、Zn 载荷均小于-0.7,其它因子基本与 Cu、Ni 无关。说明红旗岭的 Cu 来源较为单一,主要以与 Ni 密切相关的深部熔离、贯入型为主。

表 4　红旗岭 1 号岩体微量元素因子分析结果(据董耀松等,2004)

Table 4　Factor analysis result of microelements at No. 1 rock body in Hongqiling(after Dong *et al.*,2004)

元素	F1	F2	F3	F4
Cr	-0.332	-0.762	-0.056	-0.455
Co	0.993	0.043	-0.011	0.042
Ni	0.987	0.13	0.008	0.043
Cu	0.977	0.139	-0.006	0.049
Pb	0.616	0.677	0.186	-0.104
Zn	0.989	0.113	-0.055	0.026
As	0.032	0.304	0.912	-0.161
S	0.994	0.06	0.012	0.038
Sb	-0.35	-0.63	0.199	0.661

表 5　红旗岭 7 号岩体微量元素因子分析结果(据董耀松等,2004)

Table 5　Factor analysis result of microelements at No. 7 rock body in Hongqiling(after Dong *et al.*,2004)

元素	F1	F2	F3	F4
Cr	0.111	0.877	-0.001	0.041
Co	-0.906	-0.236	0.009	0.106
Ni	-0.872	-0.317	0.105	0.089
Cu	-0.714	-0.228	0.518	0.051
Pb	-0.653	-0.278	0.589	-0.022
Zn	-0.909	-0.262	0.251	0.077
As	0.148	-0.396	-0.372	0.489
S	-0.921	-0.264	-0.137	-0.054
Sb	0.231	-0.493	-0.38	-0.462

因此,金川南延的 Ni、Cu 相关性弱,吉林红旗岭的 Ni、Cu 相关性强,这与两已知矿区电提取元素含量相关性结果一样。同时,这也解释了第一节中两矿区的 Cu 平均值、异常值、背景值、平均衬度均相差较大的问题。所以地电提取法在干旱岩屑覆盖与湿润第四纪厚覆盖区都能客观、正确反映元素的地球化学性质差异。

2.3　不同气候、覆盖区找矿应用对比分析

为了进一步证明地电提取法在不同气候、覆盖区找矿预测的有效性,下面将对电提取法在金川南延和吉林红旗岭未知区的找矿预测做对比分析。

2.3.1　金川南延未知区找矿预测

根据普查资料,在金川南延地区相对具有成矿潜力的部位不等距布置了 7 条剖面,本文选其中较近的 67 线、68 线、69 线、75 线 4 条剖面进行研究分析。

测区内地电提取 Ni 的背景值为 1.57×10^{-6},大于 2.9×10^{-6}划为异常带;Cu 的背景值为 10×10^{-6},大于 15×10^{-6}划为异常带。结合该地区的地质、物探资料,圈定出 4 个 Ni 异常带、2 个 Cu 异常带,依次为 Ni1、Ni2、Ni3、Ni4、Cu1、Cu2(图 3)。

总体上,Ni、Cu 异常规模不大、重合性差,但符合上述因子分析结论。普查资料显示,区内大面积出露混合岩、混合岩化黑云斜长变粒岩、蛇纹石化橄榄石白云大理岩,剖面线左侧断裂很发育。其中 Cu1、Cu2 异常带内,大理岩化发育;Ni1、Ni2、Ni3、Ni4 异常带内多有辉绿岩体出露。

2.3.2　吉林红旗岭未知区找矿预测

在测区 $1km^2$ 范围内按不等距布置了四条剖面,开展了地电化学测量的扫面工作,结果在测区内发现了很好的地电化学 Ni、Cu 异常。

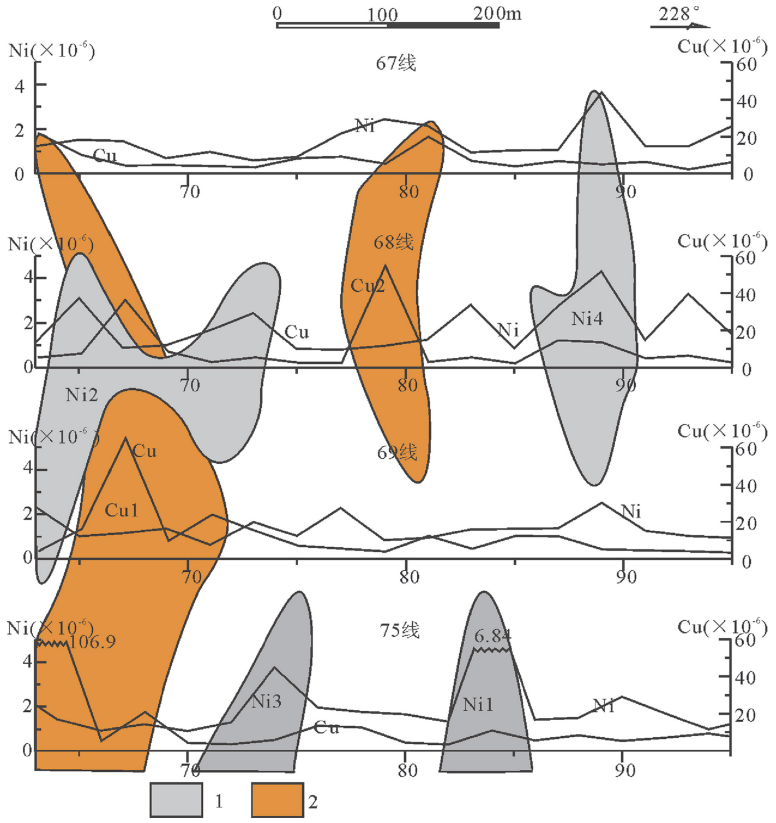

图 3　金川南延地电提取 Ni、Cu 异常平剖面图

Fig. 3　Plane-section of geoelectro-chemical extraction nickel and copper in south border of Jinchuan

1-Ni 异常带(>3.0ppm);2-Cu 异常带(>14.2ppm)

1-anomaly zones of Ni(>3.0ppm);2- anomaly zones of Cu(>14.2ppm)

测区内地电提取 Ni、Cu 背景都为 20×10^{-6},大于 45×10^{-6}划为异常内带,按此标准,在区内共圈出三个 Ni 异常内带和三个 Cu 异常内带,按规模大小记为 Ni1、Ni2、Ni3、Cu1、Cu2、Cu3 号异常(图 4)。

总体上,测区内 Ni、Cu 地电提取异常规模相对较大、重合性好。异常带位于测区的东、中、西部,基本呈 NW—SE 向等距分布,平均异常值高出背景值 3~6 倍,Ni 的最高异常值达 699×10^{-6},异常平均宽度 50~100m,推测 Ni1、Cu1 地电提取异常内带是寻找隐伏镍矿体的有利部位。

2.3.3　应用对比分析结论

从金川南延、吉林红旗岭的未知区找矿预测可以看出,电提取法在两未知区均发现较好的 Ni、Cu 异常,并圈定了多个 Ni、Cu 异常带,取得较好的找矿效果,这表明了地电提取法在干旱岩屑覆盖与湿润第四纪厚覆盖区找矿预测的有效性。

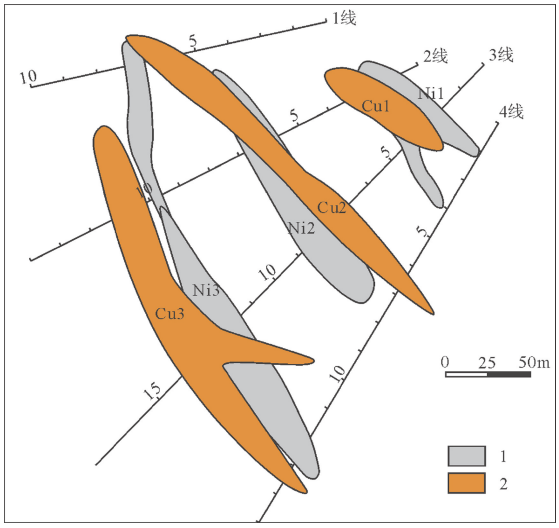

图 4　吉林红旗岭 1、3 号岩体地电提取 Ni、Cu 异常平面图

Fig. 4　Plane diagram of nickel and copper anomalies from the geo-electrochemical extraction around rock bodies No. 1 and No. 3 in Hongqiling of Jilin

1-Ni 异常带(>45ppm);2-Cu 异常带(>45ppm)

1-anomaly zones of Ni(>45ppm);2-anomaly zones of Cu(>45ppm)

3　结论与认识

通过以上对金川南延、吉林红旗岭不同覆盖区地电提取法定量、定性及应用对比研究发现:

1. 定量分析表明,虽然该方法在干旱岩屑覆盖区提取的离子量很少,但由于其强化元素异常的特性,使其异常衬度与湿润厚覆盖区基本相同,都能凸显异常。

2. 定性分析表明,在干旱岩屑覆盖与湿润第四纪厚覆盖区都能正确反映元素之间相关性,能客观反映元素的地球化学性质差异及成矿作用引起的元素来源差异。

3. 地电提取法在金川南延、吉林红旗岭未知区的找矿应用对比表明,该方法在干旱岩屑覆盖与湿润第四纪厚覆盖区都能很好的反映元素异常,都取得很好的找矿效果,证明了该方法在不同景观区找矿预测的有效性。

综上所述,在干旱岩屑覆盖区,地电提取法同样能应用于硫化物矿床的找矿预测。

[References]

Chen Xi-quan, Luo Xian-rong, Tang Lei, Chen Biao. 2009. Prospecting for blind stibium deposit by muli-information: a case of Muli stibium deposit Yunnan[J]. Geology and Exploration, 45(5): 595-599

Committee of Chinese Doposits. 1989. Chinese Doposits(volume 1)[M]. Beijing: Geological Publishing House: 157-168

Dong Yao-song, Fan Ji-zhang, Yang Yan-chen. 2004. Study on the metallogenic feature and ore genesis of Hongqiling copper-nickel deposit, Jilin province[J]. Geoscience, 18(2): 199-200

Fei Xi-quan. 1992. Geoelectro-chemical extraction ion method [M]. Beijing: Geological Publishing House Editors: 53-138

Feng Shou-zhong. 2004. Metallogenic regularities of copper-nickel sulphide deposits in Jilin[J]. Journal of Guilin Institute of Technology, 24(1): 7-12

Fu Li-chun, Luo Xian-rong, OuYang Fei. 2006. Contrast research of geoelectro-chemical extraction technique condition[J]. Geology and-Prospecting, 42(6): 62-66

Guo Hong, Li Xia, Mao Qi-gui, Zhang Ji-en. 2006. Characteristics of Magmatic Cu-Ni Sulfide Deposits and Their Geodynamic Mechanism in the east Tianshan[J]. Xin Jiang Geology, 24(2): 135-139

Lai Jian-qing, Lin Cai-shun, Peng Sheng-lin, Yang Mu, Shao Yong-jun, Yang Bin. 2004. The geoelectro-chemical extraction technique and ore prespecting for hidden copper deposits in the Fenghuangshan mine[J]. Geology and Prospecting, 40(3): 60-63

Liu Ming-wu, He Ying. 2003. A Study of Deep Segregation and Ore-forming Process of Jinchuan Nickel-Copper Sulfide Deposit [J]. Mineral Deposits, 22(3): 301-305

Liu Ying-jun, Cao Li-ming, Li Zhao-lin, Wang He-nian, Chu Tong-qing, Zhang Jing-rong. 1984. Element Geochemistry [M]. Beijing: Science Publishing House: 72-243

Luo Xian-rong. 1990. Exploration and deeper-prospecting of geoelectro-chemical[M]. Beijing: Metallurgical Industry Press: 123-176

Luo Xian-rong. 1995. A few new method of find out concealed deposits and their effet[J]. Geology and Prospecting, 35(1): 44-49

Luo Xian-rong, Kang Ming, OuYang Fei, Wen Mei-lan, Hou Bao-hong. 2007. Research of geoelectro-chemical halo-forming mechamism、methods and techniques and prospecting[M]. Beijing: Geological Publishing House: 91-201

Luo Xian-rong, Zhou Tao-fa. 2005, Ionic conductivity anomaly characteristics and ionic components of soil in gold deposits in the Daxing'anling forest overburden region[J]. Geology and Prospecting, 42(2): 46-51

Luo Xian-rong, Zhou Tao-fa. 2004. Feature and forming mechanism of geoelectro-chemical anomalyof the Hongqiling copper-nickel deposit and its prediction in Jilin Province[J]. Journal of Jilin University (EarthScience Edition), 34(2): 305-308

Tang Lei, Luo Xian-rong, Chen Xi-quan. 2009. Prospecting and prediction model for Lashuixia copper-nickel deposit in Qinghai [J]. Journal of Guilin University of Thchnology, 29(1): 25-30

Tang Zhong-li, S. J. Barnes. 1998. Halo-forming mechanism of magmatic sulfide deposit[M]. Beijing: Geological Publishing House: 41-120

Wen Mei-lan, Luo Xian-rong, OuYang Fei, Xiongjian. 2008. The study of prospecting concealed gold deposit in geoelectro-chemical methods [J]. Mineral Resources and Geology, 22(4): 347-352

Xi Ai-hua, Gu lian-xing, Li Xu-jun, Zheng Yuan-chuan. 2006. The Magmatic Sulphide Cu-Ni Deposits and Their Earth Dynamics Setting in North Orogenic Belt of China: A Case Study of Hongqiling Deposits[J]. Act A Geologica Sinica, 80(11): 1722-1728

Yan Hai-qing, Su Shang-guo, Jiao Jian-gang, Tang Hua. 2005. Metallogenetic epoch of Jinchuan Cu-Ni(PGE) magmatic sulfide deposit[J]. Earth Science Frontiers, 12(2): 309-315

[附中文参考文献]

陈希泉,罗先熔,汤　磊,陈　彪. 2009. 利用多元信息寻找隐伏锑矿-以云南木利锑矿为例[J]. 地质与勘探,45(5):595-599

《中国矿床》编委会. 1989. 中国矿床(上册)[M]. 北京:地质出版社:157-168

董耀松,范继璋,杨言辰. 2004. 吉林红旗岭铜镍矿床的地质特征及成因[J]. 现代地质,18(2):199-200

费锡铨. 1992. 地电提取离子法[M]. 北京:地质出版社:53-138

冯守忠. 2004. 吉林省岩浆铜镍硫化物矿床成矿规律[J]. 桂林工学院学报,24(1):7-12

付立春,罗先熔,欧阳菲. 2006. 地电化学提取技术条件的系统对比研究[J]. 地质与勘探,42(6):62-66

郭　宏,李　霞,毛启贵,张继恩. 2006. 新疆东天山岩浆铜镍硫化物矿床地质特征及成矿环境[J]. 新疆地质,24(2):135-139

赖健清,林才顺,彭省临,杨　牧,邵拥军,杨　斌. 2004. 凤凰山矿区地电提取法寻找隐伏铜矿的研究[J]. 地质与勘探,40(3):60-63

刘民武,赫　英. 2003. 金川铜镍硫化物矿床深熔-就地成矿作用过程研究[J]. 矿床地质,22(3):301-305

刘英俊,曹励明,李兆麟,王鹤年,储同庆,张景荣. 1984. 元素地球化学[M]. 北京:科学出版社:172-243

罗先熔. 1990. 地球电化学勘查及深部找矿[M]. 北京:冶金工业出版社:123-176

罗先熔. 1995. 多种新方法寻找隐伏矿的研究及效果[J]. 地质与勘探,35(1):44-49

罗先熔,康 明,欧阳菲,文美兰,侯宝宏. 2007. 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:91-201

罗先熔,周涛发. 2005. 大兴安岭森林覆盖区金矿土壤离子电导率异常特征离子成分的研究及找矿预测[J]. 地质与勘探,42(2):46-51

罗先熔,周涛发. 2004. 吉林红旗岭铜镍矿床地电化学异常特征、成晕机制及找矿预测[J]. 吉林大学学报(地球科学版),34(2):305-308.

汤 磊,罗先熔,陈希泉. 2009. 青海拉水峡铜镍矿产综合找矿模型及找矿预测[J]. 桂林工学院学报,29(1):25-30

汤中立,S. J. Barnes. 1998. 岩浆硫化物矿床成矿机制[M]. 北京:地质出版社:41-120

文美兰,罗先熔,欧阳菲,熊 健. 2008. 地电化学法寻找隐伏金矿研究[J]. 矿产与地质,22(4):347-352

郗爱华,顾连兴,李绪俊,郑远川. 2006. 中国北方造山带岩浆铜镍硫化物矿床及其地球动力学背景一以吉林红旗岭矿床为例[J]. 地质学报,80(11):1722-1728

闰海卿,苏尚国,焦建刚,汤 华. 2005. 金川 Cu、Ni(PGE)岩浆硫化物矿床成矿时代研究[J]. 地学前缘,12(2):309-315

Comparative Study of Copper-Nickel Deposit Exploration by the Geoelectro-chemical Extraction Method in Different Overburden Areas

CAO Zhong-huang[1,2,3], LUO Xian-rong[2,3], WANG Pei-pei[4], WANG Fa-ming[3]

(1. *Wuhan Iron&Steel Group Minerals Company*, *Wuhan* 430063; 2. *Key Laboratory of Geological Engineering Centre of Guangxi Province*, *Guilin University of Technology* 541004; 3. *Research Institute of Hidden Ore Deposits Prediction*, *Guilin* 541004; 4. *Chinese Metallurgy Geology Bureau Central and South China Bureau*, *Wuhan* 430063)

Abstract: We have made a comparative study of quantitative and qualitative analysis and application of the geoelectro-chemical extraction method in different overburden areas in southward extension of Jinchuan in Gansu province and Hongqiling in Jilin province. We found that this method extracted very few ions in arid areas covered with debris, but the prospecting effect was almost the same as that in moist areas covered with thick overburden. And this method could show objectively differences of geochemical characters and original differences produced by mineralization. The comparative study discovered that this method can strengthen the anomalies, and enlarge prospecting effect to a certain extent. In addition we delineated several nickel and copper anomaly zones in these two areas. Therefore the geoelectro chemical extraction method can achieve unexpected prospecting effect compared with other detection methods in areas with weak anomalies of primary halo and secondary halo.

Key words: copper-nickel deposit, geoelectro-chemical extraction, different overburden, comparative study, Jinchuan in Gansu province, Hongqiling in Jilin province