

大兴安岭南段森林沼泽区地球化学找矿方法研究

——以内蒙古呼伦贝尔市忠工屯一带 1 : 5 万矿调为例

张玉明¹, 张保平², 马秋霞¹

(1. 河南省地质调查院, 河南 郑州 450001; 2. 河南省地质科学研究所, 河南 郑州 450001)

摘 要: 分析了大兴安岭南段森林沼泽景观地球化学的特征, 根据地形地貌、水流、植被和沉积物介质成分, 将森林沼泽区水系-沟谷体系划分为 8 种类型。总结出该类地区表生条件下元素迁移、集散、分布规律, Pb、As、Sb、Mn 和部分 Au、Mo 常分布于较粗粒级, 富集于 -4 ~ +40 目粒级的概率是 46% ~ 71%; 而 Ag、Cu、Zn、Hg 和部分 Au 较多分布于细粒级, 富集于 -4 ~ +60 目的概率是 46% ~ 60%。根据水系沉积物测量结果, 统计计算了主要地质单元的元素含量和变异系数, 计算了各地质单元元素平均含量与测区平均含量的比值, 以此来研究和说明元素在区内各地质单元的分布、分配和富集特征。据此, 在矿调工作中, 应用森林沼泽景观中地球化学工作方法 with 异常查证评价技术, 在大兴安岭南段森林沼泽区查证了大量的找矿线索。

关键词: 森林沼泽景观; 地球化学方法; 矿产调查

中图分类号: P622

文献标志码: A

文章编号: 1009-6248(2017)02-0115-07

Geochemical Method for Prospecting Minerals in the Forest and Swamp Area of Southern Daxinganling Mountains: Example from the 1 : 50 000 Mineral Survey in Zhonggongtun Area, Hulun Buir City, Inner Mongolia

ZHANG Yuming¹, ZHANG Baoping², MA Qiuxia¹

(1. Henan Institute of Geological Survey, Zhengzhou 450001, Henan, China;

2. Henan Institute of Geological Sciences, Zhengzhou 450001, Henan, China)

Abstract: The geochemical characteristics of the forest swamp landscape in the Southern Daxinganling Mountains have been analyzed in this paper. According to the landform, water, vegetation and sediment composition, the river-valley system in the forest swamp area has been divided into 8 types. The migration, gathering and distribution of elements under the supergene conditions in the area have been summarized. Pb, As, Sb and Mn elements, as well as some Au and Mo elements are distributed as relatively coarse grain, which are concentrated on -4 to +40 mesh with the probabilities of grain size range from 46% to 71%; But Ag, Cu, Zn, Hg and partially Au elements are mainly distributed in coarse grade, which are concentrate on -4 to +60, with the probabilities of grain size vary from 46% to 60%. Based on the measurement results of

收稿日期: 2016-10-19; 修回日期: 2017-02-10

基金项目: 内蒙古自治区地质勘查基金管理中心“内蒙古呼伦贝尔市忠工屯等四幅 1 : 5 万区域矿产地质调查”(NMKD2006-13)

作者简介: 张玉明(1966-), 男, 河南郑州人, 高级工程师, 从事地质矿产调查工作。E-mail: mypdscn@126.com

stream sediments, the element content and variation coefficient of main geological units have been counted and calculated; the element mean content ratio between each geological unit and sensing area has been calculated. And then, the element distribution, allocation and enrichment characteristics of various geological units have been studied and explained. Finally, the geochemical survey method and the anomaly inspection evaluation techniques have been used in the forest swamp landscape area during carrying out the mineral survey project, and lots of prospecting clues have been verified in the forest swamp landscape area of Southern Daxinganling Mountains.

Keywords: swamp forest landscape; geochemical methods; mineral survey

内蒙古忠工屯一带位于大兴安岭南段,地貌上属于森林沼泽区。森林沼泽区位于我国东北北部,主要分布在额尔古纳河流域、大兴安岭、小兴安岭和长白山地区,面积近 70 万 km^2 。气候严寒湿润,属于寒温带或中温带湿润气候区。冬季严寒而漫长,结冰期长达 200~300 天,一月份平均气温 -30°C ,最低气温低于 -40°C (赵风勇等,2008)。季节性冻土与多年冻土广泛分布,阻碍地表水自由下渗,使得土壤过度潮湿,在地势低缓、排水不良的地方,沼泽化现象十分显著。夏季气候温和,降水集中,有利于植物生长,针叶林和针阔叶混交林形成茫茫林海。山区生长植被有兴安落叶松、樟子松、兴安白桦、山杨等,灌木以大叶杜鹃分布最广,沼泽地上常有矮桦、沼柳丛生。该类地区冻融作用强,山顶和山坡常分布石海、石流(何会文等,2003)。

森林沼泽区是我国东北北部地区一种重要的自然景观,这些地区成矿地质条件优越,有色金属、贵金属矿产资源潜力巨大(汪明启等,1998)。由于森林沼泽覆盖,景观条件特殊,地质工作程度低,多年来矿产勘查进展缓慢。

2008—2012 年河南省地质调查院在内蒙古呼伦贝尔忠工屯一带开展 1:5 万区域矿产地质调查工作,应用水系沉积物测量等主要找矿手段,发现大南沟、野猪沟、横道沟、大冒梁子等以钼铅锌为主的多金属矿产地 4 处,取得了较好的找矿效果。下面以忠工屯 1:5 万矿调成果为例,初探应用水系沉积物测量主要手段在森林沼泽景观区进行找矿勘查的方法。

1 森林沼泽区自然景观及地球化学特征

除大兴安岭主脊山势较陡峭外,多数地段山体浑圆,沟谷宽阔平缓。水系上游水流缓慢,水系沉积物

以粉沙、黏土、泥炭和腐泥为主,有机质含量较高;II 级及其以下水系径流通畅,水系沉积物粒度增粗,出现较多碎屑。山地丘陵区土壤以灰化土、暗棕壤、黑土为主,沟谷低洼地带分布沼泽土(邵军等,2004)。土壤表层有机质含量高,呈酸性反应。土壤剖面自上而下依次为:有机质层(O)、腐殖层(AH)、灰化层(E)、淀积层(B)、残积层(C)、风化基岩。沼泽土土壤剖面由泥炭层(H)和潜育层(G)组成,泥炭层含有大量水分和有机质,pH 值为 5.5~6.5;潜育层主要为黏土,土体紧密结实,有机质含量低。

沼泽地区水质浑浊,成黄褐色,有腥臭味。由于大量腐殖质和有机酸进入水体,地表水呈现弱酸性或中性反应,其中呈弱酸性者居多(土壤水提取液 pH 值为 3.9~5.0)。有机酸和铁锰含量较高者,水面呈现红褐色。据测区矿化水系测量结果,地表水矿化度较低,一般不超过 500mg/L。仅测区异常水系成矿元素含量略高。根据沼泽所处的位置可分为 2 类:高位沼泽的沼泽水矿化度最低,一般不超过 45mg/L, pH 值为 3.5~5.9,腐殖酸的含量较高,约 85~140mg/L,多属硫-氯型;低位沼泽的沼泽水矿化度较高,可达 500mg/L, pH 为 6.0~7.5,腐殖酸多在每升几 mg 到数十 mg 之内(杨少平等,2009)。

忠工屯一带的森林沼泽区,结合当地的气候、地形地貌、土壤、植被、水系、介质类型等差异,森林沼泽景观进一步划分为中山-中低山森林沼泽区、低山丘陵森林沼泽区、低矮丘陵森林沼泽区、丘陵草甸森林沼泽区等 4 种亚景观类型和一些过渡类型。根据地形地貌、水流、植被和沉积物介质成分,将森林沼泽区水系-沟谷体系划分为常年径流水系、常年缓流水系、滞留水系、季节性干沟、掩埋型干沟、无水山坳、草皮沟、苔鲜沟等 8 种类型。前 6 种水系-沟谷类型是本次 1:5 万化探工作的主要采样部位。

景观调研资料显示,森林沼泽区地表发育2种介质系列(金浚等,2007):其一是以石海、石流坡、岩块、岩石碎屑、水系碎屑沉积物为代表的碎屑介质系列,该介质系列是在低温严寒环境下,基底岩石在冻融作用和物理风化作用影响下形成岩石、矿物碎屑,通过重力和流水进行机械搬运,沿水系-沟系在地表形成碎屑异常,介质物质组分主要反映介质物源原生状态下的地质特征和矿化特征;其二是以黏土、腐殖土、生物遗体形成的各种腐殖质、水系沉积物中的软泥、泥炭、腐泥为代表的富含水和有机质的表生介质系列,这一介质系列是表生条件下,岩石风化产物在地表水、空气、生物、微生物参与下形成的,金属元素以元素活动态形式和其他易溶形式,通过地表水、生物、微生物活动进行迁移,在地表形成生物成因异常和水成异常,其介质组分主要反映介质物源表生状在介质成分、元素存在形式、物质迁移机制和地球化学异常特征等方面存在较大差异,是导致该类地区异常成因复杂、影响因素众多的重要原因。

2 表生条件下元素迁移集散规律

森林沼泽区地表疏松层中有机质、铁锰氧化物、黏土矿物的吸附作用与地表水淋溶作用共存,对介质中元素富集与分散产生影响(李宝强等,2004)。往往在矿化地段和背景地段显示出2种不同的分散模式。背景地段地表疏松层中吸附作用大于淋滤作用,自岩石到残坡积层、腐殖层,元素含量多有增高趋势。矿化地段疏松层中淋滤作用大于吸附作用,自矿化岩石向上到残坡积层、腐殖层,成矿元素出现不同程度的贫化特征。两种不同分散模式使得土壤异常衬度降低,这是森林沼泽景观区影响土壤测量效果的因素之一。

水系沉积物中的2类介质(水系碎屑沉积物和泥炭)显示出的异常信息具有明显差异(程志中等,2005)。水系碎屑沉积物较好地继承了水系上游相关矿化地质体的元素组合、含量、元素存在形式等原始矿化信息,自水系上游至下游元素含量呈规律性递减,异常衰减梯度明显,对成矿地段有较好的指示作用;而水系中的泥炭虽然也携带了水系上游矿化地质体的部分成矿信息,但由于泥炭对金属元素的吸附、携带和缔合在不同元素之间存在的明显差异,

迁移过程中成矿信息往往会发生一定程度的畸变,元素迁移分散规律性差,对成矿地段的指示效果欠佳。因此,水系碎屑沉积物是这次1:5万矿调化探工作中最佳采样介质。

水系沉积物采样粒度试验结果表明,不同元素存在明显差异。Pb、As、Sb、Mn和部分Au、Mo常富集于较粗粒级,而Ag、Cu、Zn、Hg和部分Au较多富集于细粒级。然而这种富集趋势不是绝对的,而是显示出一定概率。根据试验结果统计,Pb、As、Sb、Mn和部分Au、Mo富集于-4~+40目粒级的概率是46%~71%;Ag、Cu、Zn、Hg和部分Au富集于-4~+60目的概率是46%~60%。

成矿物质组分沿山体斜坡下滑进行横向迁移,在沟谷底部形成沟谷沉积物异常。沟谷沉积物异常在近矿地段衬度较大,梯度变化明显,对矿化地段有较好指示作用;沿沟谷向下运移,随着与矿体距离的增加,异常值递减,有波动起伏,但仍有异常显示。沟谷沉积物异常可以指示沟谷上游有矿体存在。

3 矿调工作地球化学采样方法

忠工屯一带1:5万矿调按照地貌类型的不同分别采用不同的布样、采样方法:水系发育的中山-中低山森林沼泽区、低山森林沼泽区应采用水系沉积物测量方法,水系分布较少地段可以用沟谷沉积物测量作为辅助方法。采样前应横穿沟谷踏勘,寻找具有常年径流的主流水系,选择适当部位,使用多点组合方法采集水系碎屑沉积物样品。当水系沉积物中有机质含量较高时,为了消除有机质干扰,应使用“漂洗法”采集样品。没有水系时,可垂直沟谷的走向,运用剖面法多点采集沟谷沉积物样品。采样粒度可以根据地形、植被、水流、水系沉积物情况和主攻矿种,采用-4~+60目粒级。尽量避免采集泥炭沉积物样品。采样密度为3~5点/km²。水系不发育的低山丘陵森林沼泽区和丘陵森林沼泽区可以采用沟谷沉积物测量作为主要方法。沟谷沉积物测量沿着沟谷体系实施,沟谷较窄时可沿沟谷使用多点采样法采集组合样品;沟谷较宽时垂直沟谷使用剖面法采集组合样品,以保证样品的代表性。采样时应穿过草皮层和腐殖层,样品加工粒度为-4~+40目。采样密度为4~6点/km²。地形起伏小、沟谷不发育的低矮丘陵森林沼泽区、丘陵草甸森林沼泽区可以采用土壤-岩屑

测量方法,均匀布点。为了加大每个采样点的控制范围,尽量将采样点布设在有利于物质沉积的沟谷或相对低洼处。采样时应穿过草皮层和腐殖层,采样粒度可以根据介质发育情况和主攻矿种,采集-4~+40目粒级。采样密度为5~8点/km²。

4 地球化学异常特征及异常查证评价

4.1 地球化学异常特征

根据水系沉积物测量结果,统计计算了主要地质单元的元素含量和变异系数,计算了各地质单元元素平均含量与测区平均含量的比值,以此来研究和说明元素在区内各地质单元的分布、分配和富集特征(表1)。

(1)中奥陶统多宝山组(O₂d):Au、As、Sb、Cd呈富集分布,Ag、Cu、V呈高背景分布,Mo、W、Sn、Bi、Pb、Zn呈正常背景分布。据其变异系数,Bi、Au、As、Cd呈极强分异型、强分异型,Ag、Mo呈分异型,Cu、Pb、Zn、Sb呈不均匀型,Sn、W、V、Ti为基本均匀型、均匀型。

该地层中除W、Sn、V、Ti不具富集条件外,上述各元素在该地层的分配均为不均衡到极不均衡,具有富集乃至强富集特征,并形成较大规模的Au多金属异常。故认为该地层为找金的重要层位。

(2)上侏罗统满克头鄂博组(J₃m):该地层中14种元素均呈正常背景分布。Cd呈极强分异型,Au、Mo呈强分异型,Ag、Bi、Pb呈分异型,Cu、Zn为不均匀型。Sn、Sb、As、W、V、Ti为均匀型。在该地层中Au、Mo、Ag、Bi、Pb、Cu、Zn、Cd等元素的含量分配为不均衡到极不均衡,具有富集乃至强富集趋势,其他元素则不具富集条件。从地球化学图和地质矿产图上可以看出:上述具富集趋势的元素多在岩体接触带具有明显的富集,形成较大规模的异常。在其他地段只零星分布有弱小异常。说明诸元素在该地层中可能是通过接触交代而富集。

(3)上侏罗统玛尼吐组(J₃mn):该地层中除Cd表现为高背景分布外,其余元素均呈正常背景分布。Mo、Cd呈极强分异分布,Ag、Bi、Pb呈强分异分布,Au、Cu、Zn为不均匀分布,Sn、As、Sb、W、V、Ti为基本均匀、均匀分布。表明该地层中由不均匀到极强分异的元素均具有不同程度的富集、强富集趋势,并形成了一系列有规模的多金属异常。认为该组地

层为区内成矿有利层位。

(4)早白垩世中粗粒黑云二长花岗岩(K₁ηγ):该地质单元中除Ag、Bi、Mo呈高背景分布外,其余元素均呈正常背景分布。Cd呈极强分异分布,Ag、Mo呈强分异分布,Pb、Zn、Bi呈分异型分布,Au、Cu、W呈不均匀分布,Sn、As、Sb、V、Ti为基本均匀、均匀分布。反映了Ag、Mo、Cd、Pb、Zn、Bi等元素在该类岩体中具有较强的迁移富集条件,常形成较大规模的区域性异常。Au、Cu、W亦显示了一定程度的相对富集,并在局部形成异常。Sn、As、Sb、V、Ti等则呈较分散状态。

(5)晚侏罗世中细粒黑云二长花岗岩(J₃ηγ):该地质单元中除Pb、Zn、Bi呈低背景分布外,其余元素均呈正常背景分布。Pb呈极强分异型分布(Cv>3),Cd呈分异型分布,Ag、As、Mo呈不均匀分布,Au、Sn、Sb、Bi、Pb、Zn、V、Ti呈基本均匀、均匀分布。表明了Pb、Cd、Ag、As、Mo在该地层中具有不同程度的迁移富集,主要形成了Pb异常。其他元素则呈较分散状态。

(6)早白垩世中粗粒花岗闪长岩(K₁γδ):该类岩体中除As为低背景外,其余13种元素均呈正常背景分布。Cd呈极强分异型分布,Ag、Bi、Mo呈强分异型分布,Cu呈分异型分布,Au、As、W、Pb、Zn呈不均匀分布,Sn、Sb、V、Ti呈基本均匀分布、均匀分布,反映了该类岩体中Au、Ag、Cu、Pb、Zn、W、Mo经历了不同程度的迁移富集、强富集过程,在其岩体的内外接触带上形成众多的多金属异常。

4.2 异常圈定与查证

通过1:5万地球化学测量,在大南沟一带获得3处综合异常(图1)。

(1)29-乙₃:Mo、W、Zn、Bi、Cd异常。该异常带以中高温元素组合为特征,该异常呈不规则带状,面积12.03 km²。元素组合以Mo、W为主,伴生Zn、Bi、Cd等。Mo异常面积大,强度高。有2个单元素异常,总面积10 km²,Mo平均值为14.75×10⁻⁶和15.11×10⁻⁶,单点值最高为91.22×10⁻⁶;W异常2个,总面积10 km²,W元素含量平均值分别为4.01×10⁻⁶和5.07×10⁻⁶,单点值最高为16.38×10⁻⁶;Zn异常2个,总面积10 km²,Zn元素含量平均221×10⁻⁶,单点值最高为297×10⁻⁶。Mo具内、中、外带,浓集中心明显。各异常套合较好,多具有三级浓度分带,显示了极好的找矿前景。

表 1 测区主要地质单元元素含量特征值表

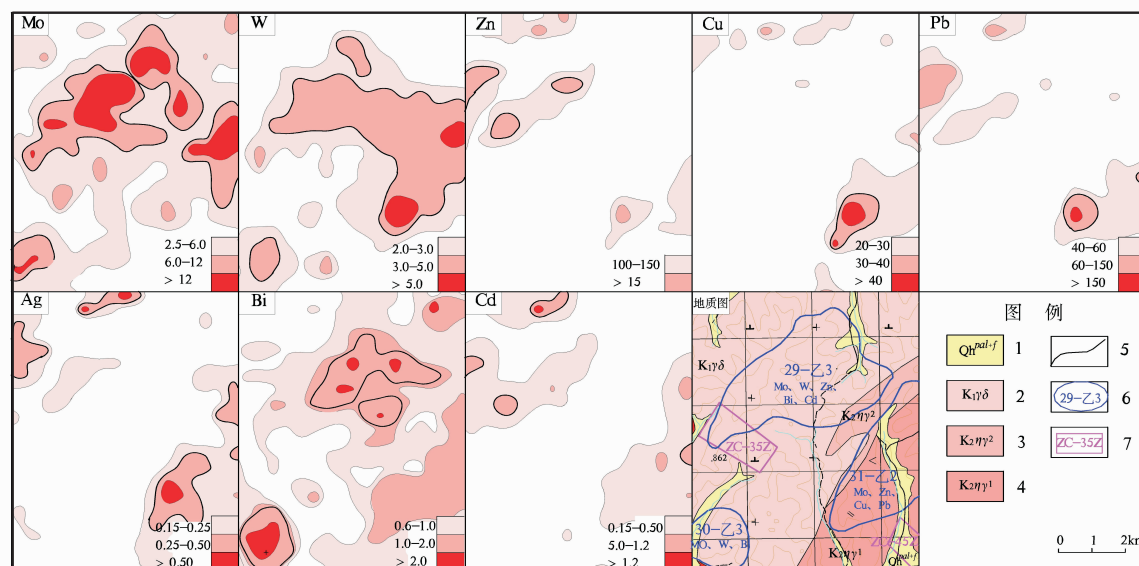
Tab. 1 The characteristic values of the elements in the main geological units of the survey area

元素	中奥陶统多宝山组(O ₂ d)					上侏罗统满克头鄂博组(J ₃ m)				
	$\bar{X}_1$	X ₂	S	Cv	KK	$\bar{X}_1$	X ₂	S	Cv	KK
Au	0.557	0.928	1.43	1.179	1.666	0.557	0.594	0.961	1.407	1.066
Ag	0.1	0.133	0.126	0.792	1.33	0.1	0.091	0.099	0.846	0.91
Sn	2.341	2.391	0.674	0.281	1.021	2.341	2.406	0.615	0.252	1.028
As	6.508	11.608	17.421	1.066	1.784	6.508	7.618	3.49	0.434	1.171
Sb	0.382	0.631	0.544	0.721	1.652	0.382	0.408	0.126	0.299	1.068
Bi	0.413	0.398	0.85	1.589	0.964	0.413	0.371	0.339	0.755	0.898
W	1.701	1.775	0.353	0.197	1.044	1.701	1.709	0.477	0.273	1.005
Mo	1.806	1.96	1.955	0.816	1.085	1.806	1.496	2.84	1.193	0.828
Cd	0.085	0.136	0.217	1.173	1.6	0.085	0.085	0.456	2.667	1
Cu	15.913	19.507	16.193	0.708	1.226	15.913	16.45	9.525	0.547	1.034
Pb	30.862	30.584	18.505	0.473	0.991	30.862	30.962	35.113	0.964	1.003
Zn	74.563	88.071	57.247	0.561	1.181	74.563	76.947	56.286	0.629	1.032
V	62.424	77.579	27.252	0.345	1.243	62.424	66.291	18.691	0.282	1.062
Ti	3172	3493	850	0.244	1.101	3172	3326	857.848	0.258	1.049

元素	上侏罗统玛尼吐组(J ₃ mn)					早白垩世中粗粒二长花岗岩(K ₁ ηγ)				
	$\bar{X}_1$	X ₂	S	Cv	KK	$\bar{X}_1$	X ₂	S	Cv	KK
Au	0.557	0.666	0.423	0.576	1.196	0.557	0.585	0.338	0.53	1.05
Ag	0.1	0.117	0.169	1.083	1.17	0.1	0.12	0.152	1.01	1.2
Sn	2.341	2.267	0.657	0.285	0.968	2.341	2.278	0.758	0.33	0.973
As	6.508	6.745	2.447	0.36	1.036	6.508	5.572	2.433	0.43	0.856
Sb	0.382	0.387	0.096	0.247	1.013	0.382	0.353	0.099	0.28	0.924
Bi	0.413	0.38	0.886	1.457	0.92	0.413	0.548	0.673	0.99	1.327
W	1.701	1.635	0.515	0.303	0.961	1.701	1.751	1.365	0.67	1.029
Mo	1.806	1.635	8.359	2.257	0.905	1.806	2.324	6.88	1.46	1.287
Cd	0.085	0.112	0.336	1.714	1.318	0.085	0.089	0.513	2.21	1.047
Cu	15.913	17.209	8.896	0.486	1.081	15.913	15.422	8.636	0.53	0.969
Pb	30.862	28.964	66.216	1.451	0.939	30.862	31.537	34.639	0.9	1.022
Zn	74.563	76.471	65.82	0.674	1.026	74.563	74.211	93.781	0.95	0.995
V	62.424	70.19	15.266	0.22	1.124	62.424	55.17	22.002	0.39	0.884
Ti	3172	3329	868.703	0.261	1.049	3172	2871	1061	0.37	0.905

元素	晚侏罗世中细粒黑云二长花岗岩(J ₃ ηγ)					早白垩世中粗粒花岗岩闪长岩(K ₁ γδ)				
	$\bar{X}_1$	X ₂	S	Cv	KK	$\bar{X}_1$	X ₂	S	Cv	KK
Au	0.557	0.609	0.269	0.442	1.093	0.557	0.469	0.239	0.461	0.842
Ag	0.1	0.091	0.048	0.475	0.91	0.1	0.108	0.143	1.051	1.08
Sn	2.341	2.569	0.655	0.255	1.097	2.341	2.306	0.749	0.322	0.985
As	6.508	5.924	2.872	0.477	0.91	6.508	5.032	3.463	0.645	0.773
Sb	0.382	0.381	0.107	0.281	0.997	0.382	0.35	0.141	0.394	0.916
Bi	0.413	0.322	0.118	0.361	0.78	0.413	0.47	0.848	1.305	1.138
W	1.701	1.604	0.479	0.299	0.943	1.701	1.734	0.854	0.456	1.019
Mo	1.806	1.899	1.354	0.675	1.051	1.806	2.418	5	1.386	1.339
Cd	0.085	0.07	0.076	0.854	0.824	0.085	0.081	0.302	2.054	0.953
Cu	15.913	12.83	4.924	0.384	0.806	15.913	14.413	12.333	0.772	0.906
Pb	30.862	22.374	156.301	3.817	0.725	30.862	30.925	19.855	0.581	1.002
Zn	74.563	59.393	21.823	0.363	0.797	74.563	69.671	52.347	0.664	0.934
V	62.424	63.617	18.025	0.283	1.019	62.424	58.201	17.943	0.306	0.932
Ti	3172	3169	1058	0.334	0.999	3172	3063	1087	0.352	0.966

注: X₁:测区元素平均含量; X₂:地质单元中元素平均含量; S: 离散; Cv:地质单元中元素变异系数; KK:地质单元中元素平均含量/测区元素平均含量。表中元素平均含量 Au: ×10⁻⁹, 其他元素: ×10⁻⁶。



1. 冲洪积及泥炭腐殖层; 2. 斑状中粒花岗岩闪长岩; 3. 中粗粒二长花岗岩; 4. 中粗粒黑云二长花岗岩;
5. 地质界线; 6. 土壤综合异常; 7. 物探异常及编号

图 1 测区 1:5 万水系沉积物异常剖析图

Fig. 1 The analysis of abnormal sediment in 1:50000 river system

(2) 30-乙₃: Mo、W、Bi 综合异常。呈椭圆状, 面积 3km², 以 Mo、W 为主, 伴生 Bi 异常。Mo 平均含量 11.17×10^{-6} , 最高为 19.07×10^{-6} ; W 平均 5.07×10^{-6} , 最高为 5.33×10^{-6} 。Mo、W、Bi 三元元素套合较好, 且分带明显, 浓集中心突出。异常元素组合显示了热液型钼钨成矿特征。

(3) 31-乙₂: Mo、W、Cu、Pb、Zn、Ag、Bi、Cd 综合异常。面积 6km², 以 Mo、W 为主, 伴生 Pb、Zn、Ag、Cd、Bi 等。Mo 一般为 $5 \times 10^{-6} \sim 20 \times 10^{-6}$, 最高为 60×10^{-6} ; W 一般为 $3 \times 10^{-6} \sim 5 \times 10^{-6}$, 最高为 16.38×10^{-6} 。各异常套合较好。Mo、W 具内、中、外带, 浓集中心突出。异常元素组合亦显示了热液型钼钨成矿特征。

4.3 地球化学异常中矿体特征

针对 1:5 万水系沉积物测量圈定的综合异常, 应用地质、物探、槽探和钻探等手段, 分别在 29-乙₃、30-乙₃ 综合异常中发现高品位的钼钨多金属矿体。其中钼矿体 5 条, 含量最高为 0.36%, 矿体真厚度为 1~5m; WO₃ 矿体 1 条, 含量最高为 2.124%, 矿体真厚度为 1m。

5 结论

(1) 森林沼泽区景观条件复杂, 圈定地球化学异常时影响因素众多。因此必须针对研究区景观和存在的干扰因素, 确定相应的工作方法, 才能取得预期找矿成果。

(2) 针对森林沼泽区景观特点, 为了消除有机质干扰和强化找矿信息, 分别划分出不同的地貌类型采用不同布样、采样方法, 能够较好地圈定与成矿作用有关的异常信息。

(3) 在内蒙古呼伦贝尔忠工屯一带 1:5 万区域矿产地质调查中, 运用针对森林沼泽区所制定的化探方法和异常查证评价技术, 在 1:5 万矿调区范围内的大南沟、大冒梁子沟、横道沟等圈定了多处规模大、浓集中心好, 分带明显的以 Mo、Pb、Zn 为主要元素的综合异常。在这些综合异常区中应用大比例的土壤化探扫面和 1:5000 的地物化综合剖面的查证, 在所获异常区中准确地圈定出矿体和矿化地段位置。通过后续地质找矿手段工作, 分别在大冒梁子沟、大南沟一带发现了具有较大远景的钼铅锌矿产地, 表明所制定的应用地球化学方法技术在森

林沼泽区找矿行之有效。

致谢:对于参加1:5万忠工屯矿调项目组、大南沟钼多金属矿预查项目全体同仁所付出的努力,在此一并表示致谢。

参考文献(References):

- 汪明启,刘应汉,任天祥,等.中国东北大兴安岭森林沼泽区永冻条件下多金属矿床周围元素表生分散规律和区域地球化学勘查方法研究[A].第30届国际地质大会论文集[C].北京:地质出版社,1998.
- WANG Mingqi, LIU Yinghan, REN Tianxiang, et al. Study on the element dispersion regularity and the regional geochemical exploration method of the polymetallic deposits around the permafrost in Greater Khingan Range, China[A]. Proceedings of the thirtieth International Geological Congress [C]. Beijing: Geological Publishing House, 1998.
- 邵军,王世称,张炯飞.大兴安岭原始森林覆盖区化探异常查证方法研究与实践[J].地质与勘探,2004,40(2):66-70.
- SHAO Jun, WANG Shicheng, ZHANG Jiongfei. Research and Practice on the verification method of geochemical anomalies in the original forest cover area of Greater Khingan Range[J]. Geology and Exploration, 2004, 40(2): 66-70.
- 金浚,丁汝福,陈伟民.森林沼泽景观表生介质元素存在形式研究[J].地质与勘探,2007,43(6):76.
- JIN Jun, DING Rufu, CHEN Weimin. Element occurrence in the secondary mediums from forest-swamp landscape [J]. Geology and Exploration, 2007, 43(6): 76.
- 杨少平,刘还林,刘新华,等.森林沼泽景观区水系沉积物中腐殖作用的地球化学特征[J].物探与化探,2009,33(5):529-530.
- YANG Shaoping, LU Hualin, LIU Xinhua, et al. Geochemical characterist of humification in stream sediments of the forest swampland scapearea[J]. Geophysical & Geochemical Exploration, 2009, 33(5): 529-530.
- 赵风勇,张玉明,展峰,等.内蒙古呼伦贝尔市忠工屯等四幅1:5区域矿产地质报告[R].郑州:河南省地质调查院,2008-2012.
- 程志中,王学求,谢学锦,等.黑龙江森林沼泽区超低密度地球化学调查采样介质对比[J].物探与化探,2005,29(3):202-203.
- CHENG Zhizhong, WANG Xueqiu XIE Xuejin, et al. A comparison of sampling media in ultra-low density geochemical investigation in the forest-swamp area of NGJIANG province [J]. Geophysical & Geochemical Exploration, 2005, 29(3): 202-203.
- 李宝强,孙泽坤.区域地球化学异常信息提取方法研讨[J].西北地质,2004,37(1):102.
- LI Baoqiang, SUN Zekun. Study on the method of geochemical anomalies analysis[J]. Northwestern Geology, 2004, 37(1): 102.
- 王云,魏复盛.土壤环境元素化学[M].北京:中国环境科学出版社,1995.
- WANG Yun, WEI Fusheng. The chemical elements in soil environment[M]. Beijing: Chinese Environmental Science Press, 1995.
- 祁腾飞,石振华,赵晓敏.内蒙古阿尔善地区土壤地球化学异常特征及找矿意义[J].吉林地质,2011,30(4):76-77.
- QI Tengfei, SHI Zhenhua, ZHAO Xiaomin. Soil geochemical anomalies and prospecting significance in Alshan region of Innet Mongolia[J]. Jilin Geology, 2011, 30(4): 76-77.
- 何会文,武利文,张明,等.内蒙古大兴安岭地区1:25万M51C004002(扎兰屯市幅)区域地质调查报告[R].呼和浩特:内蒙古自治区地质调查院,2003-2005.