

大兴安岭北部森林沼泽区 1:5 万 水系沉积物测量方法研究

马晓阳^{1,2}, 崔玉军², 李祥佑²

(1. 中国地质大学, 北京 100083; 2. 黑龙江地质调查总院, 黑龙江 哈尔滨 150036)

摘要:通过对在大兴安岭北部森林沼泽、冻土景观区的 1:5 万水系沉积物测量方法技术的研究,发现以水系沉积物中较粗粒级的碎屑(-10~+60目)作为采样介质,可有效地排除有机质的干扰,强化异常,并提出在水系沉积物不甚发育的地区,以水系沉积物为主,辅以网格法土壤测量,则能更有效地提高找矿效果。

关键词: 风化作用 元素迁移与富集 水系沉积物 土壤 粒度 有机质

中图分类号: P632 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8918(2002)06-0433-03

大兴安岭北部地区是我国重要的砂金产区之一,由于近百年的持续开采,砂金资源已经枯竭。因此,当务之急是如何在砂金产区寻找岩金矿。由于大兴安岭地区地表植被覆盖率高,沼泽、冻土发育,地表很少有基岩裸露。长期以来,常规的矿产勘查方法效果不理想,找矿效果较差。

早期的区域化探扫面工作完全按照内地沿海地区的区域化探扫面方法执行。由于受有机质的强烈干扰,使异常面积过大,衬度低,缺少明显的异常浓集中心。90年代,有关研究单位和生产部门有针对性地对森林沼泽景观区的区域化探扫面方法进行了研究,确定采样密度为 1~2 点/4 km²,样品主要分布在二、三级水系,取样介质为较粗的砂砾质水系碎屑沉积物。这种方法使异常的清晰度明显增强,找矿效果有了提高。但后续的 1:5 万水系沉积物测量工作,由于采样密度增大,采样点主要分布在一、二级水系上,所以很难采到这种介质。如何解决这些问题是区域化探后续工作的关键所在。

1 景观地球化学特征

大兴安岭地区为森林沼泽、冻土景观,是我国较为重要的一类特殊景观区。该地貌类型主要为中低山、丘陵地貌。总的特点是地势起伏较小,山体多呈浑圆状,相对高差不大,沟谷开阔平坦,地表植被茂盛。一、二级水系流水线不明显,水系沉积物分选性差,其成份以粗碎屑、腐植质和淤泥为主。在开阔平

坦的沟谷、低缓的山坡或平坦的山顶,都不同程度地发育永久冻土层或岛状多年冻土。由于地下永冻层起到隔水层的作用,地表植被和腐植质滞水性较强,使地表水排泄不畅,易形成沼泽。

在各种风化作用中,物理风化作用在森林沼泽、冻土景观区居于主导地位,同时化学风化、生物风化作用也具有相当规模。

通常物理风化对元素迁移与富集的影响主要表现为机械搬运作用。沿岩石裂隙或节理充填的水结冰后,由于冰胀作用和冰举作用,体积膨胀,对岩石产生强大的压力,导致岩石破碎、上隆,在地表形成大片的石海或倒石堆。年复一年的冻融作用和风力、水力的冲刷磨蚀作用,使岩石进一步破碎分解,并逐渐变细,成为水系沉积物测量取样介质的主要来源。由于受永冻层的影响,森林沼泽景观区土壤分层结构中还有独特的两元结构特征,即上层为融化层(或称为活动层),下层为永冻层。这种两元结构与地理环境有关,与土壤的层位不存在对应关系。由于融化层与永冻层之间存在冰水介面,减少了摩擦力,在重力作用下,冰水介面就成为滑动面,融化层就成为活动层,并由地势高处向地势低处下滑,造成活动层与永冻层之间产生较大的位移/[1]。

大兴安岭森林沼泽景观区的表生环境中,腐植酸几乎无所不在,其中泥炭中腐植酸平均含量高达 36.31%/[1]。腐植酸对金属元素迁移的影响是双重的,一方面起固定作用(即富集),另一方面却能加

①汪明后. 黑龙江森林沼泽景观区 1:20 万区域化探扫面工作方法研究. 1994.

收稿日期 2001-12-03

速某些矿物元素的溶解(即迁移)。腐植酸的双重性是与腐植酸的结构随着溶液 pH 值的变化而发生变化有关。当 pH 值低时,腐植酸纤维组合成细网络,呈松散海绵状结构,内有很多空穴可与金属元素络合。pH 值大于 7 时,腐植酸结构定向排列、呈片状,厚度逐渐加大,易发生聚合,因而使与腐植酸络合的金属元素发生富集/[2]。即使在室内较稳定的金元素,在富含腐植酸的表生环境也属于易迁移的元素。涂光炽教授模拟森林沼泽区的特点,用实验证明,反复的冻融作用和腐植酸水溶液较强的溶金能力,对砂金成矿极为有利。

森林沼泽景观区的生物风化作用较强。植物通过根尖分泌某些有机酸或生物触媒,使结合在岩石或土壤中较稳定的元素活化为能被植物体吸收的形式。在团结构金矿,深根植物平均含金 26.8×10^{-9} (以灰分表示),浅根植物平均含金 8.5×10^{-9} 。腐植层中,金含量是其下母岩的 1.28 ~ 2.8 倍,表明植物有较强的富集金的能力。年复一年的生物循环作用对元素表生作用的影响是不容忽视的。

综上所述,大兴安岭森林沼泽冻土景观区,各种风化作用均很强烈,对元素迁移与富集的影响因素也很复杂。但总体上看,机械搬运作用占主导地位,化学作用、生物作用除了与地理条件有关外,还受元素存在形式的影响。因此,在大兴安岭森林沼泽景观区进行水系沉积物测量工作,必须尽量减少有机质的干扰,选择能客观、真实地反映区域地球化学特征的工作方法,才能达到目的。

2 方法技术研究

大兴安岭北部地区 1:5 万水系沉积物测量方法技术研究工作是以生产与试验相结合,在试验指导生产的原则下进行的。试验地点均为已知金矿,3 个试验区同属于森林沼泽、冻土景观,微景观条件略有区别,基本反映了大兴安岭北部地区的地球化学景观特征。

2.1 样品的成分及粒级分布

大兴安岭北部地区多为中低山、丘陵区,水系不甚发育。一级水系上游的沉积物属冲洪积物和坡积物的混杂堆积物,其性质介于土壤和水系沉积物之间成熟度较低的水系沉积物。这种混杂堆积物在一级水系上游分布极广,在 1:5 万水系沉积物测量中所占的比例也较大,其成分为风化基岩碎屑、粘土、砂砾质沉积物和少量的腐植质,分选性差。二、三级水系有较明显的流水线,砂砾质成分增多,在流水线两边发

育腐植质、泥炭、淤泥等。砂砾质多分布在河床底部的卵石中,或在河床拐弯的内侧。对二根河和古利库地区水系沉积物的粒度试验(表 1)表明,由一级水系到二级水系,水系沉积物样品中 - 10 ~ + 60 目粒级所占的比例逐渐增高, - 60 目粒级的沉积物含量所占的比例有降低的趋势。 - 10 ~ + 60 目粒级的物质构成样品的主要成分。

表 1 水系沉积物粒级分布

地点	样品性质	粒级	w(样品)/%	样品数
二根河	混杂堆积物	- 10 ~ + 60 目	37.5	7
		- 60 目	15.8	
	一级水系样品	- 10 ~ + 60 目	39.1	8
		- 60 目	9.6	
	二级水系样品	- 10 ~ + 60 目	61.9	7
		- 60 目	10.4	
古利库	混杂堆积物	- 10 ~ + 60 目	23.8	19
		- 60 目	18.3	
	一、二级水系样品	- 10 ~ + 60 目	32.2	14
		- 60 目	21.9	

2.2 有机质在水系沉积物中的分布

有机质广泛分布于水系沉积物中。对水系沉积物样品进行烧失量分析,可以看出,不同粒度的水系沉积物烧失量(主要为有机质)明显不同(表 2)。有机质主要在细粒级(- 60 目)中富集,在粗粒级(- 10 ~ + 60 目)中含量较低,一级水系上游的混杂堆积物中有机质含量最高,进入一级水系和二级水系沉积物中的有机质含量逐渐降低。因此,减少水系沉积物中有机质干扰的有效方法,就是选取较粗颗粒的水系沉积物。

表 2 水系沉积物的烧失量

地点	样品性质	粒级	烧失量/%	样品数
二根河	混杂堆积物	- 10 ~ + 60 目	13.74	7
		- 60 目	13.47	
	一级水系样品	- 10 ~ + 60 目	9.05	8
		- 60 目	12.02	
	二级水系样品	- 10 ~ + 60 目	3.96	7
		- 60 目	5.98	
古利库	混杂堆积物	- 10 ~ + 60 目	7.27	19
		- 60 目	7.62	
	一、二级水系样品	- 10 ~ + 60 目	4.99	14
		- 60 目	6.60	

2.3 水系沉积物中元素富集粒度研究

对二根河金矿和古利库金矿分别进行了水系沉积物中元素富集粒度的研究,结果见表 3。二根河金矿区水系沉积物中 Au、Ag、As、Sb 等成矿元素及其伴生元素主要在 - 10 ~ + 60 目粒级富集,在 - 60 目粒级贫化。古利库金矿区水系沉积物中 Au、As、Sb、Bi、Pb 等也在 - 10 ~ + 60 目粒级富集,而 Ag、Cu 等则在 - 60 目中富集,表明有机质对 Ag、Cu 等具有一定的富集作用。标准离差和变差系数反映出主成矿元素金在水系沉积物粗粒级(- 10 ~ + 60 目)中

表 3 水系沉积物中元素富集粒度

$w_{Au}/10/-9, w_{其它元素}/10/-6$

地区	工作项目	参数	Au	Ag	As	Sb	Hg	Bi	Cu	Pb	备注
二根河	方法实验 - 10 ~ + 60 目	X	5.50	0.209	48.5	5.88	0.248	0.27	10.2	16.7	枯水期 $n = 133$
		S	10.3	0.123	28.4	6.60	0.577	0.23	9.2	7.7	
		CV	1.87	0.59	0.59	1.12	2.33	0.85	0.90	0.46	
	实际生产 (- 10 ~ + 60) 目	X	3.4	0.188	46.7	4.67	0.097	0.19	9.4	14.1	丰水期 $n = 143$
		S	3.8	0.100	33.0	5.84	0.142	0.06	16.3	7.6	
		CV	1.12	0.54	0.71	1.25	1.46	0.32	1.73	0.54	
	1989 年生产 - 60 目	X	2.3	0.187	28.2	4.18	0.056				丰水期 $n = 130$
		S	2.8	0.113	22.2	7.47	0.036				
		CV	1.20	0.60	0.79	1.79	0.65				
古利库	- 10 ~ + 60 目	X	12.5	0.272	26.4	0.89		0.33	17.1	25.2	枯水期 $n = 159$
		S	23.8	0.475	13.8	0.82		0.19	5.78	8.07	
		CV	1.90	1.75	0.52	0.92		0.58	0.34	0.32	
	- 60 目	X	6.8	0.344	20.9	0.86		0.31	18.1	243	
		S	8.8	0.600	10.8	0.80		0.17	6.19	6.34	
		CV	1.29	1.74	0.52	0.93		0.55	0.34	0.26	

分布不均匀,表现为浓集中心明显,异常清晰。

老沟林场试验区,仅对水系沉积物中 - 20 目和 - 60 目粒级进行了研究,试验结果与二根河和古利库相似(表 4),证明 Au 在粗粒级(- 20 目)中富集,并能很好地反映元素的地球化学分布规律。表 4 还反映出,在不同的季节,水系沉积物中的元素含量变化很大。枯水期(五月)水系沉积物中的元素含量都高于丰水期(七、八月),主成矿元素 Au 在枯水期的含量是丰水期的 1.6 倍。因此,在同一地区进行大面积的 1:5 万水系沉积物测量,在野外采样和异常评价时要综合考虑季节的影响。

表 4 老沟林场不同介质中金含量 10/- 9

介 质	平均值	标准离差	变差系数
土壤样($n = 159$)	1.7	2.00	1.17
混杂堆积物($n = 122$)	2.7	12.77	4.61
一级水系沉积物($n = 279$)	3.0	13.20	4.40
二级水系沉积物($n = 117$)	5.2	17.80	3.24

2.4 工作方法的选择

近 2 年的实际工作表明,在大兴安岭北部森林沼泽、冻土景观区进行 1:5 万水系沉积物测量,其最佳取样粒度是 - 10 ~ + 60 目,并消除假颗粒,尽量减少有机质的干扰,才能提高异常的清晰度。一级水系上游的混杂堆积物,在 - 10 ~ + 60 目之间的样品与一、二级水系沉积物 - 10 ~ + 60 目粒级的样品性质相似,均能客观地反映区域地球化学特征。

由于大兴安岭北部多为低山、丘陵区,水系不甚发育,为满足采样密度的要求,在以水系沉积物测量为主的前提下,在水系不发育的地区辅以网格法土壤测量。土壤测量以 0.25 km² 为一个采样小格,沿地形等高线采取 2 ~ 3 处土壤样,合并成一个组合样品。土壤样品应采自残坡积层,能够有效地发现矿体或矿化体异常。通常的土壤取样深度在 50 cm 左右,避免了表生富集作用形成的假异常。

由于不同季节水系沉积物中元素含量差别极大,

因此,同一测区的水系沉积物测量要尽量控制在同一季节。如果周期较长,则在异常评价时要考虑季节影响因素。同时由于水系沉积物与土壤属于不同的采样介质,因此要根据当地土壤与水系沉积物中元素变化规律来圈定和评价异常。

3 应用效果

生产实践证明,在大兴安岭北部地区开展 1:5 万水系沉积物测量,以水系沉积物测量为主,辅以土壤测量,使采样密度达到 4 ~ 5 点/km²,能够更有效地发现异常,截取水系沉积物中的 - 10 ~ + 60 目的物质进行分析,能够减少有机质的干扰,使异常清晰度明显增高,取得明显的找矿效果。

在老沟林场,依据 1:5 万水系沉积物测量发现的金异常,结合地质特征分析,从中优选出 2 处异常进行查证,结果证明,这 2 处异常都反映了金矿体。

在七号林场、二十四站开展的 1:5 万水系沉积物测量,发现一条北北东向和一条近东西向的 Au、Ag、As、Sb、Hg 等元素成矿带,这 2 条成矿带均处在 2 条断裂带附近,成矿条件有利。在这 2 条成矿带上圈出 8 处主要异常,其中 2 处异常是由已知金矿引起的,优选出的另 2 处异常经初步查证,已发现金矿化。值得注意的是,其中一处异常正是由于选用以水系沉积物测量为主,在水系不发育区辅以网格法土壤测量的工作方法才得以发现的。

对砂宝斯、老沟林场 1:5 万水系沉积物测量发现的老沟西异常进行查证,结果证明了异常是由金矿体引起的。

4 结论

BASED ON ArcView3.2 TO THE QUANTITATIVE EVALUATION OF
THE INTERLAYER OXIDATION ZONE SANDSTONE URANIUM DEPOSITS

HAN Shao-yang, HOU Hui-qun, HUANG Shu-tao
(Beijing Institute of Geology for Nuclear Industry, Beijing 100029, China)

Abstract : This paper describes the evidence weighting method and its theoretical basis. Based on the metallogenic theory of interlayer oxidation zone sandstone uranium deposits and applying information system software for exploration of sandstone uranium deposits which was formed by secondary development of ArcView3.2, the authors extracted ore-controlling information from Klulun basin, analyzed integrated evidence factors through evidence weight, and finally completed prospective prognosis of the interlayer oxidation zone within the basin.

Key words : evidence weighting method ; metallogenic information extraction ; the quantitative prediction of interlayered oxidation zone ; prospective prognosis

作者简介 : 韩绍阳(1975 -),男,1998 年华东地质学院地球科学系应用地球物理专业毕业,2001 年获核工业北京地质研究院硕士学位。现任核工业北京地质研究院物化探研究中心助理工程师,研究方向 GIS 与地球物理信息处理技术,发表论文 3 篇。

上接 435 页

表生变化的因素复杂,总体上以物理风化作用占主导地位。物理风化形成的碎屑往往保留原岩特征,受有机质干扰少,因此能够较真实地反映汇水域的地球化学特征 ;1:5 万水系沉积物测量在该区应以粗粒级砂质沉积物为主,样品的截取粒级以 - 10 ~ + 60 目为宜 在低山、丘陵区,运用水系沉积物测量的同时,辅以网格法土壤测量,能更有效地发现异常,找矿效果更为理想 ;对不同的亚景观或微景观,要有针对性地采取适宜的工作方法 ;对异常查证的结果要结合野外工作方法进行深入详细的分析研究。

参考文献 :

[1] 任天祥,张华,杨少平,等. 高寒山区表生作用地球化学特征的初步研究 [A]. 第一届勘查地球化学学术讨论会论文选编 [C]. 1982,1 - 19.
[2] 王启军,陈建渝. 油气地球化学 [M]. 武汉 :中国地质大学出版社,1988.
[3] 袁见齐,朱上庆,翟裕生. 矿床学 [M]. 北京 :地质出版社,1985, 233 - 236.
[4] 谢学锦,侯智慧,刘树信. 黑龙江团结沟地区砂金成因探讨 [J]. 地质与勘探,1987,(10),46.
[5] 涂光炽. 低温地球化学 [M]. 北京 :科学出版社,1998,146 - 226.

TECHNIQUES OF 1:50 000 STREAM SEDIMENT SURVEY IN
FOREST-SWAMP AREA OF NORTHERN DA HINGGAN MOUNTAINS

MA Xiao-yang^{1,2}, CUI Yu-jun², LI Xiang-you²
(1. China University of Geosciences, Beijing 100083, China ; 2. Heilongjiang Institute of Geological Survey, Harbin 150036, China)

Abstract : Based on a study of the techniques for 1:50 000 stream sediment survey in forest swamp-frozen soil landscape area of northern Da Hinggan Mountains, the authors have discovered that the adoption of relatively coarse grained fragments (- 10 ~ + 60 mesh) in stream sediments can effectively eliminate the interference of organic matter and strengthen the anomaly. It is also held that in areas where stream sediments are not well developed, the utilization of stream sediment survey with the help of grid soil survey can obviously raise the ore-prospecting efficiency.

Key words : weathering ; migration and enrichment of elements ; stream sediments ; soil ; grain size ; organic matter.

作者简介 : 马晓阳(1965 -) 男,高级工程师。1988 年毕业于长春地质学院岩化系找矿地球化学专业,现为中国地质大学(北京)博士生。一直从事森林沼泽区地球化学勘查工作,发表论文数篇。