

黑龙江森林沼泽区地球化学亚景观类型划分

耿卫华^{1 2} 杨乃峰^{1 3} 马晓阳^{1 4}

(1. 中国地质大学, 北京 100083 2. 黑龙江省地质调查研究总院, 黑龙江 哈尔滨 150036 3. 黑龙江省地球物理勘察院, 黑龙江 哈尔滨 150036 4. 黑龙江省第四地质勘察院, 黑龙江 阿城 150322)

摘 要: 森林沼泽景观区条件复杂, 亚景观类型众多, 长期以来一直缺少大面积区域性的地球化学景观研究工作。根据黑龙江森林沼泽区的特点, 从研究森林沼泽区风化作用的主要形式和影响因素出发, 对黑龙江森林沼泽区亚景观类型进行了划分。

关键词: 森林沼泽区 地球化学景观 风化作用 黑龙江

中图分类号: P632 文献标识码: A 文章编号: 1000-8918(2006)04-0293-05

我国森林沼泽景观区主要分布在内蒙古东部、黑龙江省和吉林省东部山区。这一地区成矿地质条件优越, 但长期以来化探找矿效果却远远落后于全国其他各类景观区。近年来, 国内一些研究机构和在这一地区工作的生产部门从理论上和方法技术上进行了深入的探索^[1-2], 使这一地区的化探找矿取得了较为明显的效果。但这些研究工作主要集中在矿区附近, 缺少大面积区域性的地球化学景观研究工作。由于这一地区景观条件复杂, 亚景观类型众多, 不同亚景观类型采用相同的工作方法不可能取得普遍性的找矿效果, 因此, 有必要对不同亚景观类型进行划分。

1 地貌与地质概况

黑龙江省地处我国最北部, 地势大体上西北高, 东南略低。山区、半山区均为森林所覆盖, 属于森林沼泽景观区。西北部是大兴安岭的最北段, 山体形态浑圆, 一般海拔 1 000 m 左右, 沟谷中沼泽发育, 地下有永久冻土层, 土壤层发育不完全, 分布不连续, 水系沉积物分选性差。东、南部山地海拔 600 ~ 1 000 m, 山势低缓, 其中老爷岭地区较高, 切割深度相对较大。沟谷中亦有沼泽发育, 土壤层发育较完全, 分布较连续, 水系沉积物分选性较好。

全省气候类型属寒温带—温带、湿润—半湿润季风气候, 冬季漫长寒冷, 夏季短促。全年平均气温 -6 ~ 4 ℃, 全年无霜期 90 ~ 120 d, 年平均降水量 250 ~ 700 mm。山区、半山区植被发育, 生长着茂盛

的森林, 主要以松、桦、杨、柳为主, 林下为茂密的灌木和草本植物。北部主要为针叶林, 东、南部主要为阔叶林, 呈现出地带性分布的特点。

黑龙江省地层分布广泛, 新太古界地层主要分布在东部地区, 为一套中—深变质岩系; 古生界地层主要分布在东部的宝清和北部的罕达气—兴隆地区, 为一套浅变质岩; 中生界地层分布广泛, 东部以海陆交互相和河湖相沉积为主, 三叠纪为深海相沉积, 局部地区中—酸性火山岩较发育; 北部地区以陆源碎屑沉积为主, 夹有河湖相沉积, 同时, 中—酸性火山岩十分发育; 新生代为河流—湖沼相沉积, 夹两期玄武岩。

黑龙江省岩浆活动十分频繁, 侵入岩极为发育, 出露面积约 11 万 km², 其中酸性、中酸性花岗岩类最为发育。共有超基性、基性岩体 268 个, 中酸性、酸性岩体 300 余个^[3]。

黑龙江省地处古亚洲构造域和濒太平洋构造域的交接复合部位, 构造发展多阶段、多旋回性明显, 地壳活动性较强。地壳升降频繁, 断裂、褶皱发育, 因而地质构造错综复杂。尤其是新生代以来的构造运动, 强烈地影响着全省的地貌景观。

2 区域地球化学特征

黑龙江省主要成矿元素在不同地区表现出明显不同的地球化学场。北部的上黑龙江盆地 Au、Ag、Pb、Zn、Mo 地球化学高背景场; 呼中—塔河地区表现为有色金属元素的强烈富集; 黑河—孙吴地区

表 1 黑龙江省不同亚景观区地球化学参数								
亚景观区	参数	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	W
I	$\bar{X}$	1.9	105.97	17.84	21.1	69.3	1.12	1.57
	K	1.36	0.83	0.99	0.81	0.92	0.67	0.93
II	$\bar{X}$	1.5	153.14	19.49	29.4	86.8	2.01	1.79
	K	0.88	1.20	1.08	1.13	1.15	1.20	1.06
III	$\bar{X}$	1.6	96.42	22.03	21.9	65.9	1.48	1.87
	K	1.14	0.91	1.15	0.93	0.87	1.03	1.05
IV	$\bar{X}$	1.1	102.51	17.22	23.3	82.9	1.42	1.88
	K	0.79	0.96	0.90	0.99	1.09	0.99	1.06
V	$\bar{X}$	1.1	90.94	25.61	22.5	87.6	1.22	1.93
	K	0.79	0.85	1.32	0.95	1.16	0.85	1.08
VI	$\bar{X}$	1.1	99.01	37.15	21.96	108.57	1.33	2.23
	K	1.00	1.09	1.45	0.98	1.24	1.09	1.16
黑龙江省	$\bar{X}$	1.4	106.38	19.15	23.6	75.8	1.44	1.78

注 K 为富集系数, $\bar{X}$ 为平均值; Au、Ag 含量单位为 10^{-9} , 其他元素含量单位为 10^{-6} 。

Au、Cu、Mo、W 平均值高于全省平均值, Ag、Pb、Zn 平均值略低于全省平均值, 小兴安岭—张广才岭地

区 Ag、Pb、Zn、Mo、W 为正常或偏高的地球化学背景场, 完达山地区主要为平缓背景场和低背景场, 东部新生代玄武岩区为铁族元素富集区。不同的景观类型, 不同的大地构造单元, 不同的区域地质条件, 表现出各不相同的区域地球化学特征(表 1)。

3 森林沼泽区亚景观类型

根据黑龙江省景观特点, 充分考虑影响元素表生地球化学行为的诸因素, 以风化作用的主要类型为基础, 以元素的表生迁移规律和条件为主要研究手段, 进行亚景观类型划分。亚景观类型划分在考虑地域分布的同时, 遵循以下原则: ①同一亚景观类型有相同或相近的自然地理环境; ②同一亚景观类型有着相同或相近的岩性组合; ③同一亚景观类型有相同或相近的表生风化类型; ④同一亚景观类型有相同或相近的元素表生迁移、富集规律。根据上述内容和划分原则, 将黑龙江省森林沼泽区划分为 6 个亚景观类型, 各景观类型特征见表 2。

表 2 黑龙江省森林沼泽区景观类型特征								
亚景观类型区	纬度	地貌	海拔高程 m	相对高 差 m	年平均气温 ℃	年降雨量 mm	土壤发育状况	水系发育状况
I	52°以北	低山丘陵	600~800	100~200	-8	470	较发育	较发育
II	50°~52°	中低山	900~1100	300~400	-5	500	不发育	发育
III	48°~50°	低山丘陵	600~800	200~300	-2	500	较发育	较发育
IV	44°~48°	中低山	800~1200	300~400	2	600	发育	发育
V	46°~48°	低山丘陵	400~600	100~200	3	700	发育	较发育
VI	44°~46°	中低山	900~1100	300~400	2	700	不发育	较发育

表 3 不同介质中元素的主要存在形式						
亚景观类型区	水系沉积物		水系泥炭	土壤		
	-10~+60 目	-60 目	-60 目	A 层	B 层	C 层
I	硅酸岩、硫化物、铁锰氧化物	铁锰氧化物、硫化物、有机相	有机相、铁锰氧化物	有机相、铁锰氧化物、硅酸岩	硅酸岩、铁锰氧化物、有机相	硅酸岩、铁锰氧化物、硫化物
II	硅酸岩、铁锰氧化物、硫化物	有机相、铁锰氧化物、硅酸岩	有机相、铁锰氧化物	有机相、铁锰氧化物、硅酸岩	硅酸岩、铁锰氧化物、硫化物、有机相	
III	硅酸岩、铁锰氧化物、硫化物	铁锰氧化物、有机相、硅酸岩	有机相、铁锰氧化物	有机、铁锰氧化物、硅酸岩	硅酸岩、铁锰氧化物、硫化物	硅酸岩、铁锰氧化物、硫化物
IV	硅酸岩、硫化物、铁锰氧化物	铁锰氧化物、硅酸岩、有机相	有机相、铁锰氧化物	铁锰氧化物、有机相、硅酸岩	硅酸岩、铁锰氧化物、有机相	硅酸岩、铁锰氧化物、硫化物
V	硅酸岩、硫化物、铁锰氧化物	铁锰氧化物、有机相、硅酸岩	有机相、铁锰氧化物	铁锰氧化物、有机相、硅酸岩	硅酸岩、铁锰氧化物、硫化物	硅酸岩、铁锰氧化物、硫化物
VI	硅酸岩、铁锰氧化物	铁锰氧化物、硅酸岩、有机相	有机相、铁锰氧化物	有机相、铁锰氧化物、硅酸岩	硅酸岩、铁锰氧化物、硫化物、有机相	

注: 表中各相态按主要成矿元素 Cu、Pb、Zn、Ag 所占比例由大到小排序。

各亚景观类型并不局限在一定的地理区域内, 划分的 6 个类型只是反映了不同景观类型的集中分布区, 随着海拔高度和温度、湿度等的变化, 每个亚

景观类型主要分布区也可以包含其他亚景观类型。元素在不同亚景观类型中、同一亚景观类型的不同介质中的存在形式有着较为明显的区别(表 3)。

3.1 上黑龙江低山丘陵亚景观类型(I)

此类景观主要分布于大兴安岭北部,属北寒温带湿润气候,冬季严寒漫长、夏季湿热短暂。本区为低山丘陵地貌,地形较缓,总体地势西北高东南低,地形坡度多在 $0^{\circ} \sim 15^{\circ}$,地形切割较浅,沟谷宽阔并强烈发育沼泽。本区为森林覆盖区,地表植被极为发育,树木以落叶松、樟松、桦树为主,沟谷及其边缘生长茂盛的喜湿灌木,山阴坡及潮湿地带生长喜湿的石松及苔藓类低等植物。土壤为棕色针叶林土,大部分地区土壤层位发育较齐全,上部为 $10 \sim 30$ cm的腐殖质层,其下为残坡积层和风化基岩层。土壤具有独特的两元结构特征,上层为季节性融化层,下部为永冻层,冬季成为一个整体。两层之间的冰水界面使摩擦力大大减小,成为滑动面,可以使土壤向下滑动较远的距离。水系沉积物不甚发育,分选性差,以淤泥、有机质、砂砾质混合为特征,一级水系上游多为干沟,沟底为介于坡积土壤与水系沉积物之间的一种成熟度较低的冲洪积物,其成分以淤泥、有机质、岩屑为主。在一级水系下游及二、三级水系的主河道中,水系沉积物则主要为淤泥、细砂、粉砂及较粗的岩屑。

该区出露有元古宇、泥盆系、侏罗系、白垩系、古近系、新近系和第四系地层。元古宇地层主要为不同类型的混合岩,泥盆系为一套砂板岩地层,侏罗系地层主要由陆相山间砾岩、河道相、湖泊相沉积岩及中基性火山喷出岩、熔岩和火山碎屑岩构成,白垩系主要为一套中酸性火山岩,白垩纪至今一直处于剥蚀沉积环境。该区侵入岩以晋宁期花岗岩类为主,其次为燕山期酸性、中酸性侵入岩类,并发育一些与中生代火山岩相伴生的中酸性岩脉。本区地质构造复杂,中生代构造最为发育,漠河推覆构造是变质变形最强烈地段,岩石片理化、破碎及错断、糜棱岩化现象明显。

该区风化作用以物理风化为主,化学风化、生物风化次之。寒冻、重力、冰胀作用是该区物理风化的主要特征。在地形较陡、基岩裸露地区形成石流坡、倒石堆、岩屑锥或岩屑裙,在地表平缓、土壤层薄的山坡或山顶形成石海或倒石堆。地表水呈弱酸性,pH 值在 $4 \sim 6.8$ 之间,河水含有较高的有机质,有机质含量 $20 \sim 47$ mg/L,大大高于世界河流均值 $2 \sim 10$ mg/L,封闭的沼泽水有机质含量更高。多数元素特别是 Ag、Zn、Cd 等在表层土壤中富集,说明有机质对元素表生分散起着重要的控制作用^[4]。以物理风化为主的地区,表生介质中金属元素主要以硫化物、硅酸岩等稳定形式存在,而化学风化作用较强

的地区,元素在表生条件下发生的变化相对较大,表现为稳定形式比例相对降低,活动形式比例相对增高。

3.2 呼中—塔河中低山亚景观类型(II)

该景观类型主要位于大兴安岭北段东坡,属寒温带大陆性气候。地势南高北低,地形切割较深,山体陡峻,一、二级水系沟谷多成“V”字形。水系发育,沿山脊多形成放射状或平行状的水系。沼泽主要发育在宽阔的二、三级沟谷中,沼泽宽度多在 $1 \sim 3$ km,沿水系分布,一级水系地形较陡,一般不发育沼泽。本区土壤层不发育,分布不连续,土壤类型为棕色针叶林土及灰化土,土壤层很薄,有机质在表层积累,剖面分为A层和C层,缺少B层或B层不发育,土壤的性质在很大程度上还保留着母质的特征。沟谷中永久冻土层发育,季节性融化层薄,阴坡大部分为倒石堆所覆盖,缺少细粒土壤,残坡积物均为棱角状岩石碎屑,基本保持着基岩特征。水系沉积物较发育,但分选性极差。一、二级水系沉积物以粗砂、细砂及岩屑为主,淤泥较少,有机质含量很高,三级水系细粒成分增加。

本区最老地层为古元古界变质岩,寒武系地层主要为砂板岩、灰岩,侏罗系以基性、酸性火山岩为主,夹有河湖相碎屑沉积岩,白垩系主要为酸性火山岩。侵入岩主要为晚古生代张广才岭期花岗岩类,呈岩基产出。本区断裂构造发育,成矿条件优越。

本区以物理风化为主,化学风化、生物风化次之。冰胀、冰举作用十分普遍,石流坡、石海、大片的倒石堆随处可见。阳坡土壤层较厚,土壤层位发育较齐全,腐殖层厚一般为 $10 \sim 40$ cm,下部为残坡积层和风化基岩层,也具有两元结构。阴坡则几乎缺失土壤层。

本区林木茂盛,7月河水温度低于 10°C 。河水含有较高的有机质,pH 值平均 6.4 。疏松残坡积层中,元素主要以硫化物、硅酸岩形式存在,随着土壤的成熟度增高,呈现出多种赋存形式。该区溪水中大多数微量元素含量偏低,说明化学风化作用相对较弱,主要以原生矿物(硫化物)和岩屑形式迁移。Cu、Pb、Zn、Ag 在水系泥炭中明显富集。

3.3 黑河—孙吴低山亚景观类型(III)

该景观类型主要分布于小兴安岭北端,属北寒温带湿润气候。地势多为丘陵山地,高差较小,沟谷开阔平缓,地势北高南低。在宽缓的山间谷地及山坡发育大片的沼泽,一级水系多为宽缓干沟,无固定河道和流水线,主要由苔草塔头和鱼鳞坑组成,下部为半腐烂的纤维状苔草根和泥炭。二、三级水系两

侧沼泽带宽一般在 500 ~ 1 000 m ,河床两侧苔草发育 ,河床多呈“U”形 ,河漫滩不发育。该区丘陵山地多被森林覆盖 ,林下多为杜鹃、苔草等灌木和草本植物。本区属于岛状多年冻土区 ,土壤较发育 ,层位齐全 ,分层明显 ,属寒冷森林灰化土和温带草原半灰化土。各层土壤发育厚度因地形而异。腐殖质层下黑钙土和栗钙土 ,厚度在 15 ~ 30 cm 不等 ,富含有机质。残坡积层为褐色或红棕色砂质壤土 ,厚度因地貌、岩性不同而不等。本区水系沉积物较为发育 ,分选性较差。水系沉积物和 A 层土壤中含有大量的有机质 ,一级水系上游多为干沟 ,沟底为冲洪积物 ,其成分以淤泥、黏土和有机质为主。

本区地层出露较齐全 ,前寒武纪地层主要为片麻岩、片岩、变粒岩 ,奥陶系地层以中—浅变质相的中基性火山岩和变质砂板岩为主 ,志留系岩性主要为砂板岩 ,石炭系地层主要为陆源碎屑岩 ,侏罗系地层为砂岩、玄武岩及中酸性凝灰岩 ,白垩系地层主要为基性—酸性火山岩及泥岩、页岩、油页岩等 ,第三系地层一套松散砂砾岩 ,第四系火山岩断续分布在五大连池一带。侵入岩主要以华力西期、印支期侵入岩为主 ,并有小面积的燕山期侵入岩 ,岩性主要为花岗岩类。本区断裂构造发育 ,局部地区糜棱岩化强烈 ,岩石破碎促进了元素的表生迁移。

本区的风化作用总体上以物理风化为主 ,化学风化、生物风化次之 ,但具有相当的规模和强度。河水水流多处于平稳状态 ,水多呈黄褐色 ,河水有机碳含量较高 ,在 19 ~ 47 mg/L ,一般在 25 ~ 35 mg/L ,明显高于世界河水均值^[4]。水系泥炭中有机质平均含量 55.53% ,泥炭的分解度为 20% ~ 30%。河水呈弱酸性 ,pH 值在 5.8 ~ 7.3 ,各层土壤 pH 值变化不大 ,均呈弱酸性。Cu、Pb、Zn 等元素在水中主要呈离子或胶体形式迁移 ,土壤中主要赋存在有机质、硫化物和硅酸岩相中。

3.4 小兴安岭—张广才岭中低山亚景观类型(Ⅳ)

本区地势以中低山为主 ,冬季相对较长 ,夏季较短。该区冻土多为季节性冻土 ,局部地区存在岛状多年冻土。土壤成熟度较高 ,层位发育齐全 ,土壤细粒部分占主导地位 ,地表腐植层相对较薄 ,上部为未腐烂的植物残体 ,下部有少许的黑色腐植土 ,多数腐植质被地表水淋失到低洼处形成沼泽。沼泽区域多沿二、三级水系分布 ,一级水系及山坡不发育沼泽。二、三级水系及平缓地带的沼泽区基本呈褪化的沼泽 ,被开垦成大片的农田 ,沼泽区域的泥炭腐植化程度较高。区内水系较发育 ,一级水系多为残坡积、冲洪积混合物 ,以黏土质及粗碎屑物为主 ,有机质含量

较高。二、三级水系沉积物多为粗碎屑、砂质物质 ,黏土较少 ,河道边缘及河漫滩区以大量的细粒黏土质为主 ,并有大量的黑色泥炭质成分。

本区最古老的地层为太古宇麻山群 ,主要岩性为麻粒岩、变粒岩、混合岩等 ;元古宇地层为一套浅变质岩 ,寒武系地层多呈捕虏体零星分布 ,奥陶系主要为炭质板岩、变质粉砂岩、大理岩 ,泥盆系岩性为砂砾岩、砂板岩、结晶灰岩等 ;石炭系为一套火山—沉积建造 ;二叠系为一套砂板岩夹灰岩的陆源沉积 ,侏罗系地层 ,其岩性由蚀变安山岩、酸性凝灰质砾岩、砂岩夹板岩组成。白垩系上统以湖相、河流相沉积为主 ,下统属山间盆地型火山阶—陆相碎屑沉积建造。本区侵入岩以规模巨大的酸性侵入岩为主 ,各个时代均很发育。构造以断裂为主。

该区物理风化、化学风化、生物风化作用都表现出相当的强度。不同土壤层自下而上从偏碱性逐渐变为偏酸性 ,多数元素在表层土壤中富集。残坡积层中 ,元素的存在形态以硅酸岩非晶质铁锰氧化物态为主 ,腐植层则显示出以有机态为主的趋势 ,元素有机态比率与有机炭积累程度密切相关。水系沉积物中 ,随着粒度的变细 ,有机炭含量增加 ,多数元素都发生不同程度的富集。该区元素在各种表生介质中的含量变化复杂 ,影响元素表生迁移、富集的因素众多 ,特别是生物循环作用及各种介质中的腐植酸对表生元素的地球化学行为产生重要影响。

3.5 完达山低山丘陵亚景观类型(Ⅴ)

该类景观位于黑龙江省东部地区 ,地势以低山丘陵为主 ,森林资源较丰富 ,丘陵山地多被森林所覆盖 ,林下多为杜鹃、苔草等植物。该区为季节性冻土地区 ,局部地区存在岛状多年冻土。土壤成熟度较高 ,层位发育齐全 ,土壤细粒部分占主导地位 ,土壤腐植层相对较薄 ,以棕色针叶林土和森林暗棕壤为主。沼泽区域多沿二、三级水系分布 ,一级水系及山坡不发育沼泽。二、三级水系及平缓地带沼泽发育 ,但多被开垦为农田 ,沼泽区域的泥炭腐植化程度较高。区内水系较发育 ,一级水系多为残坡积、冲洪积混合物 ,以黏土质及粗碎屑物为主 ,有机质含量较高。二、三级水系沉积物多为粗碎屑、砂质物质 ,黏土较少 ,水系沉积物有一定的分选性 ,河道边缘及河漫滩区以大量的细粒黏土质为主。

本区主要分布二叠系、三叠系及白垩系地层。二叠系地层多呈外来岩块产于早中生代混杂岩中 ,发育中基性火山岩夹碎屑岩及碳酸岩 ,其中碳酸岩最为发育 ,质地较纯。三叠系地层主要为陆相—海陆交互相—深海相沉积 ,主要岩性为硅质岩 ,偶夹砂

板岩、泥岩 ,东部夹多层镁铁质、超镁铁质岩。白垩系地层主要为中酸性火山岩及其凝灰岩 ,夹正常碎屑沉积岩。本区侵入岩主要为花岗岩类及基性、超基性岩 ,断裂构造发育。

该区化学风化、生物风化作用较强 ,物理风化也表现出相当的强度。不同土壤层自下而上从偏碱性逐渐变为偏酸性 ,多数元素在富含有机质的表层土壤中富集。残坡积层中 ,元素的存在形态以硅酸岩相、非晶质铁锰氧化物相、硫化物相为主 ,表层土壤以有机态为主 ,元素有机态比率与有机炭含量成正比。水系沉积物中 ,随着粒度的变细 ,有机炭含量增加 ,多数元素都发生不同程度的富集。该区元素在各种表生介质中的含量变化复杂 ,特别是生物循环作用及各种介质中的腐植酸对元素的表生地球化学行为影响强烈。

3.6 镜泊湖—鸡东新生代玄武岩覆盖区(VI)

该区位于黑龙江省东部地区 ,地势以中、低山为主 ,山顶平缓 ,沟谷狭窄。南部森林资源较丰富 ,多为森林覆盖 ,以针叶林为主 ,林下多为灌木。

本区岩性单一 ,主要为分布于敦密断裂带上的新生代玄武岩。岩石风化程度低 ,以强烈的物理风化作用为主 ,机械搬运是元素迁移的主要形式。土壤层不发育 ,表层土壤含大量的有机质 ,腐植层下一般为厚度不大的黑褐色砂质土壤层 ,夹粒度不等的岩屑和砾石 ,土壤成熟度较低。水系不甚发育 ,一、二级水系沟谷多呈“ V ”字形。水系沉积物分选性

差 ,以巨大的砾石和岩屑为主 ,细粒级物质很少 ,含大量有机质。沼泽区域沿二、三级水系分布 ,一级水系及山坡不发育沼泽 ,沼泽区域的泥炭腐植化程度较低。

4 结 论

黑龙江省森林沼泽区表生地球化学条件复杂 ,亚景观类型多样 ,不同的亚景观区在温度、湿度、地貌、水系、土壤、元素的地球化学分布等方面均表现出较大幅度的差异 ,元素的表生迁移富集规律差别更为明显。因此 ,在该区开展地球化学勘查工作 ,首先应注意对地球化学景观条件的研究。将黑龙江森林沼泽区初步划分为 6 个地球化学亚景观类型 ,还很不完善 ,在实际工作中还应当进行详细研究 ,特别是开展大比例尺化探工作时 ,更应注意对不同地区微景观条件的研究。

参考文献 :

[1] 汪明启 ,孔牧 ,任天祥 ,等. 黑龙江森林沼泽景观区异常追踪和查证方法研究 [J]. 物探与化探 ,2002 ,26(2) :97.
[2] 马晓阳 ,崔玉军 ,李祥佑. 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 [J]. 物探与化探 ,2002 ,26(6) :433.
[3] 张海骅 ,周庆仁 ,陈德森 ,等. 黑龙江省区域地质志 [M]. 北京 :地质出版社 ,1993.
[4] 程志中 ,王学求 ,胡忠贤. 森林沼泽区富含有机质样品中金的 存在形式及对分析的影响 [J]. 物探与化探 ,2004 ,28(3) :205.

THE PRELIMINARY CLASSIFICATION OF GEOCHEMICAL SUBLANDSCAPE TYPES IN THE FOREST-SWAMP AREA OF HEILONGJIANG PROVINCE

GENG Wei-hua^{1 2} ,YANG Nai-feng^{1 3} ,MA Xiao-yang^{1 4}

(1. China University of Geosciences ,Beijing 100083 ,China ;2. Heilongjiang Academy of Geological Survey ,Harbin 150036 ,China ;3. Heilongjiang Institute of Geophysical Exploration ,Harbin 150036 ,China ;4. No. 4 Institute of Geological Exploration ,Acheng 150322 ,China)

Abstract : The forest-swamp landscape area has very complex geographic conditions and is composed of numerous sublandscape types. Large-area regional geochemical landscape researches have not yet been sufficiently carried out. Based on characteristics of the forest-swamp area of Heilongjiang Province and starting with the main weathering forms and the affecting factors in the forest-swamp area ,this paper has classified the sublandscape types of the forest-swamp area in Heilongjiang Province.

Key words forest-swamp area ,geochemical landscape ,weathering ,Heilongjiang

作者简介 :耿卫华(1966 -) ,女 ,高级工程师。1988 年毕业于长春地质学院找矿地球化学专业 ,长期从事勘查地球化学工作 ,参加多项省部级化探及综合研究项目。