

区域化探数据在浅覆盖区地质填图中的 应用方法研究

郝立波¹ 陆继龙¹ 李 龙² 莫根生² 严光生² 时艳香¹ 赵玉岩¹

(1. 吉林大学, 吉林 长春 130026; 2. 中国地质调查局发展研究中心, 北京 100083)

摘要:区域化探数据包含丰富的地质信息,可用于浅覆盖区区域地质填图。笔者系统研究了浅覆盖区水系沉积物化学成分与基岩化学成分的关系,利用水系沉积物氧化物成分,以区域岩石化学成分为约束,提出了基岩化学成分推断方法;根据水系沉积物与其矿物化学成分间质量平衡关系,提出了基岩矿物组成推断方法。在此基础上提出了地球化学推断地质图的编制方法,并在典型森林-沼泽浅覆盖区进行了试验,地质调查和钻探工程验证了该方法的有效性。充分利用区域化探资料,提取地质填图信息,是提高浅覆盖区地质填图质量的有效途径。

关键词:地质填图;区域化探数据;浅覆盖区

中图分类号:P622⁺.3;P285.1

文献标志码:A

文章编号:1000-3657(2007)04-0710-06

1 引言

中国迄今完成了 600 多万平方千米的 1:20 万化探扫面工作,采样介质以水系沉积物为主,分析 39 种元素(氧化物),获取的大量区域地球化学数据不仅对寻找有色、贵金属矿床起了关键作用,同时也为基础地质研究、区域地质调查等领域提供了丰富的基础地球化学信息。有关如何挖掘区域化探数据资源,拓宽其应用领域的问题一直倍受关注。一些研究者对区域化探数据在基础地质研究、区域地质调查等方面的应用进行了探索^[1-3],但主要是依据元素含量、元素富集系数等指标的间接推断方法,有明显的局限性。针对区域化探数据在区域地质填图应用的关键技术方法亟待研究。重点阐述了利用 1:20 万化探数据推断浅覆盖区基岩地质填图信息的基本原理和方法,为今后浅覆盖区区域地质填图提供技术支撑。

2 基本原理与方法

水系沉积物是岩石风化产物由地表流水剥蚀与搬运形成的,其成分在一定程度上继承了岩石的化学成分特点。当水系沉积物空间位移较小时,可利用水系沉积物化学成分信

息推断汇水区域覆盖层下基岩地质信息,解决浅覆盖区由于地质露头少、地质填图信息匮乏造成的地质填图质量不高的问题。

2.1 基岩岩石类型推断方法

确定覆盖层下的岩石类型是浅覆盖区地质填图的基础。岩石化学成分、矿物成分是岩石分类命名的依据。通过水系沉积物化学成分推断出原岩化学成分和矿物成分,即可以确定基岩的岩石类型。

2.1.1 基岩岩石化学成分推断方法

水系沉积物是岩石风化的产物,风化作用使产物的化学成分“均一化”^[4-6],即元素(氧化物)含量差别明显小于原岩。有机质混入、粒度选择等因素也都对水系沉积物的化学成分产生影响。研究表明,有机质混入会破坏样品化学成分分析数据的定和性。定和性是地球化学数据的基本特点^[4],即氧化物成分总和为 1。水系沉积物样品的氧化物总和多数明显小于 1,在森林-沼泽景观区尤为明显^①。这些因素均会使水系沉积物的化学成分与原岩化学成分产生较大的差别。

虽然地质作用和采样等因素相互叠加导致水系沉积物与岩石间化学成分的复杂关系,但仍可以从水系沉积物成分出发,以区域岩石化学成分为约束,通过定和校正和“均一

收稿日期:2006-11-10;改回日期:2007-01-08

基金项目:中国地质调查局地质大调查项目(20002010002106、200320120005)资助。

作者简介:郝立波,男,1961年生,硕士,教授,主要从事地球化学的教学和研究工作;E-mail:haolb@tom.com。

通讯作者简介:陆继龙,男,博士,副教授,主要从事应用地球化学教学与研究;E-mail:lujl@jlu.edu.cn。

① 郝立波,陆继龙,等.化探方法在浅覆盖区地质填图中应用研究,2005。

化”校正,最大程度地消除风化作用因素和采样因素的影响,将其转化为相应的“岩石”化学成分。

首先,采用氧化物总和法对水系沉积物样品的氧化物含量进行定和校正。具体步骤为:(1)将水系沉积物样品的 Mn、Ti 和 P 元素含量换算成相应的氧化物含量;(2)把所有的氧化物含量相加求和;(3)将各氧化物含量/(总和+烧失量)。统计表明,岩石烧失量一般在 3%左右^[9],在计算过程中烧失量取 3 即可。

然后,在上述校正结果的基础上,采用“Z 分数校正法”进行风化作用因素校正,即对“元素均一化”影响校正。“Z 分数校正法”的基本思想是,通过水系沉积物校正后的“岩石”应与区域实际岩石氧化物含量的概率分布型式相同,即具有相同的均值和方差。根据已有的研究结果,地质体中的常量元素含量符合正态分布。具体步骤为:

①分别计算区域岩石和沉积物氧化物的平均值(\bar{X})和标准差(σ),用公式(1)和(2)分别把水系沉积物氧化物含量和区域岩石氧化物含量进行 Z 分数变换。

$$Z_i = (X_i^s - \bar{X}_i) / \sigma_i \quad (1)$$

$$Z_i^R = (X_i^R - \bar{X}_i^R) / \sigma_i^R \quad (2)$$

式中 S、R 代表水系沉积物和岩石,i 代表某种氧化物。

②把变换后的水系沉积物氧化物含量按公式(3)变换为“岩石”氧化物含量。

$$Y_i^s = X_i^s * \sigma_i^R / \sigma_i + \bar{X}_i^R \quad (3)$$

③变换后的“岩石”氧化物总和会发生改变,为保持氧化物的定和性,把变换后的“岩石”氧化物求和,再用(氧化物总和+烧失量)除各氧化物。

对推断结果的合理性应进行检验。一是利用岩石化学图解(如 $\text{SiO}_2 - \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$),比较转化后的水系沉积物与区域岩石成分投影点分布的一致性;二是通过地质路线观察、点槽、浅钻等方法进行地质验证。选择的区域岩石化学样品应具有代表性、统计性和随机性。

2.1.2 基岩矿物成分推断方法

水系沉积物物质组成复杂,既有残留的原生矿物(如石英、长石等),也含有次生的粘土矿物(如高岭石、蒙脱石、伊利石等)以及碳酸盐、铁锰胶体和少量有机质。虽然水系沉积物中原生矿物的种类和含量主要取决于原岩类型、风化程度、样品粒度等因素,但残留斜长石的牌号取决于原岩类型,可以直接反映原岩的特点。石英、斜长石与钾长石抗风化能力不同,它们在水系沉积物中的相对比例不仅取决于岩石类型,也与风化程度、样品粒度等有关,但在同一景观区和相近的采样条件下,可以把石英、斜长石和钾长石相对量近似看成与原岩类型有关。因此,可用水系沉积物的斜长石牌号、石英、斜长石和钾长石相对含量推测原岩的矿物组成,进而推断其岩石类型。

水系沉积物化学成分与其矿物化学成分间存在如下质量平衡关系:

$$A_{11}W_1 + A_{12}W_2 \dots A_{1n}W_n + \Delta_1 = b_1$$

$$A_{21}W_1 + A_{22}W_2 \dots A_{2n}W_n + \Delta_2 = b_2$$

.....

$$A_{m1}W_1 + A_{m2}W_2 \dots A_{mn}W_n + \Delta_m = b_m$$

其中 W_n 为水系沉积物中第 n 种矿物含量, A_{nm} 代表第 n 矿物中第 m 种氧化物的含量, Δ_m 为第 m 种氧化物偏差项(包括分析误差等)。 b_m 为第 m 种氧化物含量。

同时必须使任何矿物含量不能为负,即:

$$W_1, W_2 \dots W_n \geq 0 \quad (5)$$

因为偏差项 Δ_j 可能是正值,也可能是负值,因而令 $\Delta_j = \alpha_j - \beta_j$, 其中 $\alpha_j, \beta_j \geq 0$ (α_j 为负偏差, β_j 为正偏差), 则方程组(1)可改写成:

$$A_{11}W_1 + A_{12}W_2 \dots A_{1n}W_n + \alpha_1 - \beta_1 = b_1$$

$$A_{21}W_1 + A_{22}W_2 \dots A_{2n}W_n + \alpha_2 - \beta_2 = b_2$$

.....

$$A_{m1}W_1 + A_{m2}W_2 \dots A_{mn}W_n + \alpha_m - \beta_m = b_m$$

根据上述条件,可将其转化为最优化方法中的线性规划问题:

$$\min z = \sum_{j=1}^m (\alpha_j + \beta_j)$$

$$A_{11}W_1 + A_{12}W_2 \dots A_{1n}W_n + \alpha_1 - \beta_1 = b_1$$

$$A_{21}W_1 + A_{22}W_2 \dots A_{2n}W_n + \alpha_2 - \beta_2 = b_2$$

.....

$$A_{m1}W_1 + A_{m2}W_2 \dots A_{mn}W_n + \alpha_m - \beta_m = b_m$$

$$W_1, W_2 \dots W_n \geq 0$$

$$\alpha_1, \alpha_2 \dots \alpha_m \geq 0$$

$$\beta_1, \beta_2 \dots \beta_m \geq 0$$

其中 $b_1, b_2 \dots b_m$ 为水系沉积物氧化物含量,一般可选择 SiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO 、 Na_2O 、 K_2O 、 MgO 和 TFeO (全铁)作为计算用的氧化物,利用最优化方法解出各种矿物的含量。具体方法见相关文献^[9-11]。值得注意的是:(1)根据样品粒级确定可能出现的矿物组合,对于 20 目以上的样品可认为不出现粘土矿物,20 目以下的样品应包含粘土矿物;(2)应根据是火山岩区和侵入岩区使用相应的钠长石分配相图;(3)在沉积岩区和变质岩区仅做参考。

2.2 地质推断解释

2.2.1 地质填图单元

确定地质填图单元的性质和边界是地质填图的关键。一个地质填图单元是相同地质年代的岩石组合,一般具有相同和相似的元素组合。采取多元统计的方法从水系沉积物分析数据中提取特征元素组合,根据元素组合及其样品的空间关系圈定“地球化学区”。在地球化学分区基础上,根据地球化学区内的岩石类型特点和区域填图单元的岩石组合对比,通过“地球化学区”分解与合并,将“地球化学区”转化成地质填图单元。并根据“地球化学区”界线推断地质单元的界线。

地球化学分区具体方法和步骤是:(1)进行 R 型因子分析,确定因子负载矩阵;(2)根据因子负载的大小和符号找出每个因子所代表的元素组合,即确定变量组合类型;(3)根据每

个样品在各因子中得分的最大值确定样品所属于的元素组合类型;(4)将空间上相邻的具有相同元素组合样品点连接,形成不同的地球化学区。

2.2.2 断裂构造

根据地球化学分区接触边界的几何形态、矿化剂元素(As、Sb、Hg等)组合的空间分布形态确定断裂构造。基本原则是:(1)两个元素组合区接触边界呈平直突变,且在空间上呈线状展布的地段;(2)呈线状分布的矿化剂元素组合地段;(3)根据矿化剂元素组合在断裂两侧的规模和形态确定断裂倾向,根据矿化剂元素地球化学迁移理论,断裂倾向为矿化剂元素组合面积和规模大的方向。

3 应用实例

3.1 研究区概况

塔河地区位于黑龙江省西北部大兴安岭北段东坡,属低山丘陵地形。区内植被十分发育,一般腐殖土层加残坡积碎石层厚在2m左右,局部地段可达3m以上。山间谷地至山顶均为植被和残坡积层覆盖,露头很少,是典型的森林-沼泽浅覆盖区。

区内地层主要以中生代火山岩为主,约为30%。侵入岩较发育,占研究区总面积的一半以上,岩石类型复杂,从基性岩到酸性岩均有出露,以中深成的花岗岩为主。

研究区岩石风化以物理风化为主,化学风化作用相对较弱,导致风化产物中含有大量的原生矿物碎屑和岩屑。由于特殊的景观条件,水系沉积物在空间上位移较小,为利用1:20万区域化探数据推断覆盖区基岩地质填图信息提供前提条件。

3.2 水系沉积物化学成分特征

该区1:20万水系沉积物样品粒级为60目,分析项目为37项。除个别元素(W、Cd、Mo)外,数据质量普遍较高。水系沉积物化学成分与区域岩石有较大差别,水系沉积物的TiO₂、Al₂O₃、TFeO、MnO、P₂O₅、Ag、As、B、Co、F、Hg、Li、Mo、Sn、V、Zn、Zr含量高于区域岩石,SiO₂、MgO、CaO、Na₂O、K₂O、Cr、Cu、W含量低于区域岩石。除MnO、Sb外,水系沉积物化学成分含量标准差明显小于区域岩石,化学成分含量具有明显的“均一化”。全区水系沉积物的SiO₂、TiO₂、Al₂O₃、TFeO、MnO、MgO、CaO、Na₂O、K₂O和P₂O₅含量总和在70%~95%,多数低于80%。

3.3 解释推断结果

1:25万塔河县幅涉及4个1:20万图幅,图幅间有些元素存在一定的系统误差,采用边界极限方法^[10]进行了校正。在此基础上,对该区水系沉积物化学成分分别进行了定和校正和Z分数校正。在Z分数校正时,按照代表性、统计性和随机性的原则,筛选了595件区域岩石样品作为计算样品。根据校正的SiO₂、Na₂O、K₂O氧化物成分,采用邱家骥(1982)的SiO₂-(Na₂O+K₂O)岩石学分类方案将转化后的水系沉积物样品分为15个岩石化学类型。

X射线衍射分析和红外光谱分析表明,研究区水系沉积

物主要矿物组成有长石、石英、黑云母、高岭石、蒙脱石、伊利石和少量的碳酸盐及铁锰胶体。选择SiO₂、Al₂O₃、CaO、Na₂O、K₂O、MgO和TFe(全铁)作为计算用的氧化物,计算水系沉积物的矿物组成,编制了斜长石牌号分布图、斜长石和钾长石比例关系等矿物学分布图。

通过水系沉积物数据的因子分析,筛选出6个有地球化学意义的变量组合,分别是Be、Nb、Sn、Y、Rb组合;Co、TFeO、Cr、Ni、V、Ti、MgO组合;SiO₂、K₂O、Na₂O、组合;Al₂O₃、Li、F组合;CaO、Sr、Ba组合;As、Sb、Bi组合。其中,As、Sb、Bi组合主要用于构造识别。依据地球化学分区方法对研究区进行了分区和断裂识别。

与区域地质资料对比表明,地球化学分区与地质单元有良好的对应关系,但是地质填图单元明显多于地球化学分区,一个地球化学分区对应数个地质单元。同时也存在一个地质单元包括了数个地球化学分区的情况。因此,地球化学

表1 研究区水系沉积物和岩石化学成分

Table 1 Chemical composition of stream sediments and rocks in this area

化学成分	平均值		标准差		变异系数	
	水系	岩石	水系	岩石	水系	岩石
SiO ₂	58.22	66.48	5.82	7.64	0.10	0.11
TiO ₂	0.78	0.40	0.11	0.22	0.15	0.55
Al ₂ O ₃	15.15	14.44	1.48	2.66	0.10	0.18
TFeO	5.24	3.84	1.26	2.30	0.24	0.60
MnO	0.11	0.08	0.07	0.03	0.51	0.55
MgO	1.21	2.50	0.33	4.64	0.27	1.86
CaO	1.37	2.60	0.54	3.69	0.40	1.42
Na ₂ O	1.67	3.43	0.48	1.07	0.29	0.31
K ₂ O	2.35	3.32	0.34	1.32	0.14	0.40
P ₂ O ₅	0.23	0.15	0.09	0.10	0.37	0.68
Ag	112.91	68.88	60.11	106.65	0.53	1.55
As	8.85	4.67	5.04	8.07	0.57	1.73
Au	1.19	1.44	1.02	2.86	0.85	1.98
B	21.04	11.97	7.17	12.70	0.34	1.06
Ba	679.64	762.37	103.32	317.35	0.15	0.42
Be	2.44	2.53	0.52	1.03	0.22	0.41
Bi	0.26	0.42	0.10	1.70	0.38	4.07
Cd	0.08	0.10	0.09	0.22	1.09	2.16
Co	13.94	11.12	4.35	10.20	0.31	0.92
Cr	57.27	70.03	17.02	84.86	0.30	1.21
Cu	19.12	33.79	6.22	89.21	0.33	2.64
F	484.39	441.96	109.68	240.48	0.23	0.54
Hg	44.08	23.31	28.68	43.13	0.65	1.85
Li	34.05	17.23	5.94	11.34	0.17	0.66
Mo	1.43	0.90	0.73	0.85	0.51	0.94
Nb	14.06	12.37	3.33	6.57	0.24	0.53
Ni	20.81	17.83	6.78	30.06	0.33	1.69
Pb	24.45	22.60	7.17	12.59	0.29	0.56
Sb	0.53	0.40	2.45	0.61	4.61	1.53
Sn	2.74	1.81	0.90	1.24	0.33	0.69
Sr	226.80	423.22	72.75	349.25	0.32	0.83
V	71.82	60.91	17.58	54.22	0.24	0.89
W	1.73	15.20	0.64	26.81	0.37	1.76
Y	24.02	20.59	5.15	11.14	0.21	0.54
Zn	78.72	61.59	23.88	41.21	0.30	0.67
Zr	245.05	208.67	52.67	97.03	0.21	0.46

注:水系沉积物样品数为2727,岩石样品数为215。氧化物含量单位为%,Au、Ag、Hg为10⁻⁹,其他元素为10⁻⁶。

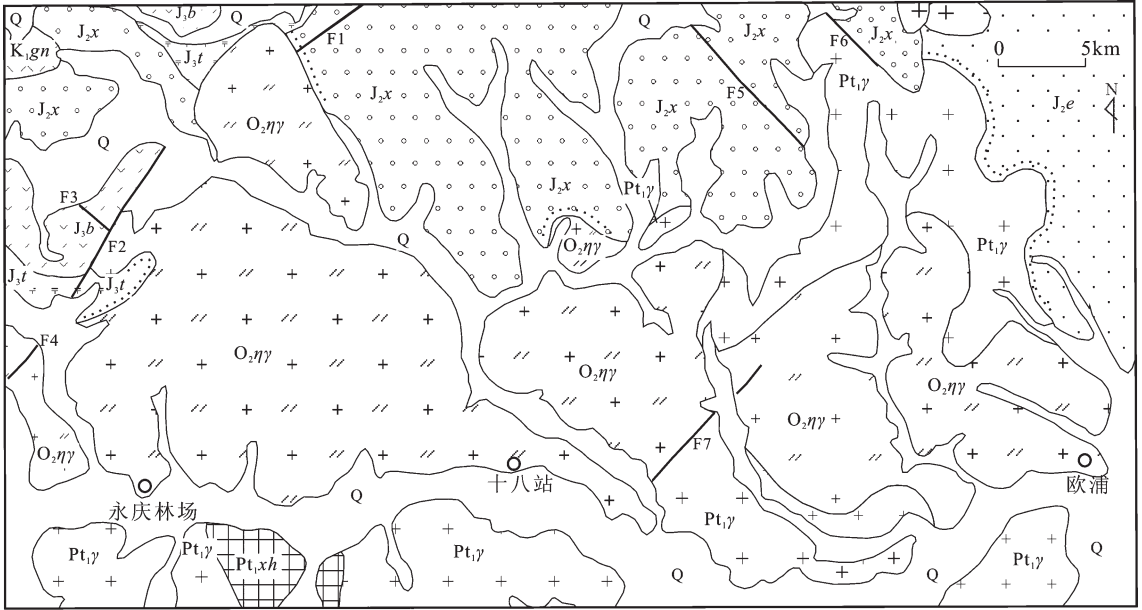


图 1 塔河地区地球化学推断地质图

Q—第四系;K_{1gn}—光华组酸性火山岩;J_{3b}—白音高老组中酸性火山岩;J_{3t}—塔木兰沟组中性火山岩;J_{2e}—二十二站组泥岩、粉砂岩;J_{2x}—绣峰组砂岩、砾岩;Pt_{1,xh}—兴华渡口群斜长角闪岩、大理岩;O_{2ηγ}—中奥陶世二长花岗岩;Pt_{1,γ}—古元古代花岗岩;F—断裂

Fig. 1. Geological map inferred by regional geochemical data of the Tahe area

Q—Quaternary;K_{1gn}—Acid volcanic rocks of the Guanghua Formation;J_{3b}—Intermediate-acid volcanic rocks of the Baiyingaolao Formation;J_{3t}—Intermediate volcanic rocks of the Tamulangou Formation;J_{2e}—Mudstone and siltstone of the Ershierzhan Formation;J_{2x}—Sandstone and conglomerate of the Xiufeng Formation;Pt_{1,xh}—Amphibolite and marble of the Xinghuadukou Group;O_{2ηγ}—Middle Ordovician monzogranite;Pt_{1,γ}—Paleoproterozoic granite;F—Fault

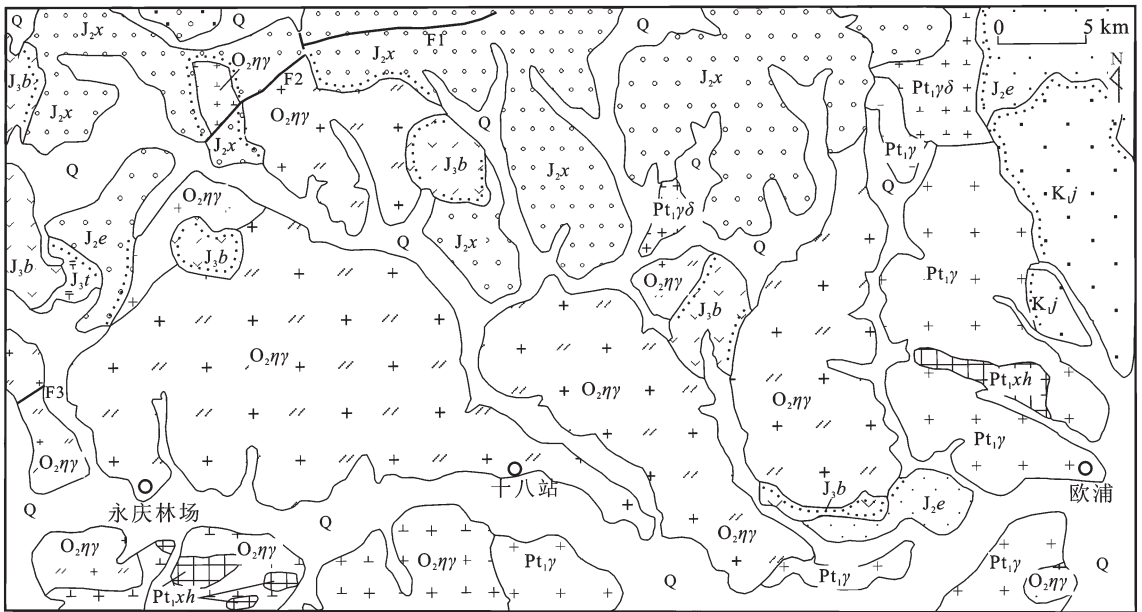


图 2 塔河地区地质图

Q—第四系;K_{1j}—九峰山组砂岩;J_{3b}—白音高老组中酸性火山岩;J_{3t}—塔木兰沟组中性火山岩;J_{2e}—二十二站组泥岩、粉砂岩;J_{2x}—绣峰组砂岩、砾岩;Pt_{1,xh}—兴华渡口群斜长角闪岩、大理岩;O_{2ηγ}—中奥陶世二长花岗岩;Pt_{1,γδ}—古元古代花岗岩闪长岩;Pt_{1,γ}—古元古代花岗岩;F—断裂

Fig.2 Geological map of the Tahe area

Q—Quaternary;K_{1j}—Sandstone of the Jiufengshan Formation;J_{3b}—Intermediate-acid volcanic rocks of the Baiyingaolao Formation;J_{3t}—Intermediate volcanic rocks of the Tamulangou Formation;J_{2e}—Mudstone and siltstone of the Ershierzhan Formation;J_{2x}—Sandstone and conglomerate of the Xiufeng Formation;Pt_{1,xh}—Amphibolite and marble of the Xinghuadukou Group;O_{2ηγ}—Middle Ordovician monzogranite;Pt_{1,γδ}—Paleoproterozoic granodiorite;Pt_{1,γ}—Paleoproterozoic granite;F—Fault

单元的分解或归并是关键。根据地球化学分区与地质单元对应关系,建立地质单元的元素组合、岩石化学类型、矿物学特征识别标志。当存在多解时,考虑区域主要地质填图单元的岩石类型和岩石组合、地质体在区域上分布规律、地质填图单元间的时空组合关系等资料,采用逐步排除的方法确定地球化学分区地质归属,编制了地球化学推断地质图(图1)。通过浅钻验证,推断正确率达70%以上。与编制的1:25万的地质图(图2)对比表明,该方法推断地质体是有效的,特别是在岩浆岩区具有较高准确性。通过编制地球化学推断图也发现了许多新的地质现象,不仅为浅覆盖区1:25万区域地质填图提供了重要的地球化学参考依据,也为区域基础地质问题研究提供重要的科学依据。

4 结论与建议

(1)充分利用1:20万区域化探数据,可以提高浅覆盖区1:25万区域地质调查质量和效率。

(2)区域化探数据包含了丰富的地质信息,可为区域地质填图中的岩石类型确定、地质填图单元(地质体)划分、侵入体对比与期次划分、沉积环境再造、断裂构造识别和深化区域基础地质问题的认识等提供丰富的地球化学信息。

(3)地球化学推断地质图可以发现许多常规地质填图方法难以发现的问题,对提高浅覆盖区填图质量和解决区域基础地质问题有重要参考价值。地球化学推断地质图含有丰富的地球化学信息,合理地引入传统区域地质图可大大增加其信息承载量。

(4)区域化探数据用于地质填图具有一定的局限性,主要是:①由于样品密度的限制,圈定地质界线的精度较低;②在较小的区域内,难以识别深部构造。应与地球物理、遥感等方法紧密结合,发挥各自优势,取长补短;③化探方法尚难以解决部分同成分的侵入岩、火山岩和变质岩的识别问题,应充分发挥综合技术的优势。

参考文献(References):

- [1] 马晓阳,白显清,臧晓凡,等.黑龙江沙兰站幅森林沼泽区基础地质调查中的区域化探新方法[J].物探与化探,2005,29(2):108-110.
Ma Xiaoyang, Bai Xianqing, Zhang Xiaofan, et al. New regional geochemical exploration methods in basic geological survey of Shalanzhan sheet forest-swamp area, Heilongjiang Province [J]. Geophysical & Geochemical Exploration, 2005, 29 (2):108-110(in Chinese with English abstract).
- [2] 刘德鹏,丁峰,汤正江.区域化探在森林沼泽区地质填图应用初探[J].物探与化探,2004,28(4):209-217.
Liu Depeng, Ding Feng, Tang Zhengjiang. A tentative application of geochemical exploration to the basic geology study of Xiaoergou area[J]. Geophysical & Geochemical Exploration, 2004, 28(4):209-217(in Chinese with English abstract).
- [3] 时艳香,纪宏金,郝立波,等.利用水系沉积物地球化学数据判别

- 浅覆盖区岩性与构造—欧氏距离法[J].物探化探计算技术,2004,26(3):243-246.
- Shi Yanxiang, Ji Hongjin, HaoLibo, et al. Identification of the lithologic characters and structures in the shallow overlay area using the geochemical data of stream sediment:method of Eudidean distance [J]. Computing Techniques for Geophysical and Geochemical Exploration, 2004, 26 (3):243-246 (in Chinese with English abstract).
- [4] 郝立波,陆继龙,马力.浅覆盖区土壤化学成分与基岩化学成分的关系及其意义—以大兴安岭北部地区为例[J].中国地质,2005,32(3):477-482.
Hao Libo, Lu Jilong, Ma Li. Relation between the chemical compositions of residual soils and bedrocks in shallow overburden areas and its significance—a case study of the northern Da Hinggan Mountains [J]. Geology in China, 2005, 32(3):477-482(in Chinese with English abstract).
- [5] 郝立波,马力,赵海滨.岩石风化成土过程中元素均一化作用及机理:以大兴安岭北部火山岩区为例[J].地球化学,2004,33(2):131-138.
Hao Libo, Ma Li, Zhao Haibin. Elemental homogenization during weathering and pedogenesis of volcanic rocks from North Da Hinggan Ling [J]. Geochimica, 2004, 33 (2):131-138 (in Chinese with English abstract).
- [6] 段国正,马力,郝立波,等.大兴安岭地区火山岩风化过程中的微量元素均一化[J].吉林大学学报(地球科学版),2003,33(4):434-436.
Duan Guozheng, Ma Li, Hao Libo, et al. The trace element homogenization in weathering process of volcanic rocks in the Greater Xing An Mountains [J]. Journal of Jilin University (Earth Science Edition), 2003, 33(4):434-436(in Chinese with English abstract).
- [7] 时艳香,纪宏金,陆继龙.地球化学数据的定和化及其在系统误差校正中的应用[J].物探化探计算技术,2005,27(1):48-50.
Shi Yanxiang, Ji Hongjin, Lu Jilong. Addition of geochemical data and its application in systematic error correction [J]. Computing Techniques for Geophysical and Geochemical Exploration, 2005, 27 (1):48-50 (in Chinese).
- [8] 鄢明才,迟清华.中国东部地壳与岩石的化学组成[M].北京:科学出版社,1997:45-155.
Yan Mingcai, Chi Qinghua. Chemical Composition of Crust and Rocks in Eastern China[M]. Beijing:Science Press, 1997:45-155(in Chinese).
- [9] 郝立波.一种新的计算岩石中实际矿物的方法—线性规划法[J].矿物岩石,1990,10(2):97-101.
Hao Libo. A new method of calculating mineral content—linear programming[J]. Journal of Mineralogy and petrology, 1990, 10(2):97-101(in Chinese with English abstract).
- [10] 郝立波,陆继龙.土壤粘土矿物含量计算方法研究[J].土壤通报,2006,37(3):456-459.
Hao Libo, Lu Jilong. A method for the calculation of clay minerals content of soil [J]. Chinese Journal of Soil Science, 2006, 37(3):456-459 (in Chinese).
- [11] 郝立波,赵洪振,陆继龙,等.中酸性火山岩中造岩矿物含量的

定量计算方法[J]. 岩石学报, 2006, 22(2): 480-483.

Hao Libo, Zhao Hongzhen, Lu Jilong, et al. The quantitative calculation method of the petrogenetic mineral content in intermediate-acid volcanic rock[J]. Acta Petrologica Sinica, 2006, 22(2): 480-483(in Chinese with English abstract).

[12] 代永刚, 郝立波, 陆继龙. 区域化探中多图幅系统误差的校正[J].

吉林大学学报(地球科学版), 2005, 35(1): 128-130.

Dai Yonggang, Hao Libo, Lu Jilong. The systematic error correction of maps in regional geochemical prospecting [J]. Journal of Jilin University(Earth Science Edition), 2005, 35(1): 128-130(in Chinese with English abstract).

Method of using regional geochemical data in geological mapping in shallow overburden areas

HAO Li-bo¹, LU Ji-long¹, LI Long², MO Gen-sheng², YAN Guang-sheng²,
SHI Yan-xiang¹, ZHAO Yu-yan¹

(1. Jilin University, Changchun 130026, Jilin, China; 2. Development and Research Center, China Geological Survey, Beijing 100037, China)

Abstract: Regional geochemical data contain abundant geological information and can be used in regional geological mapping in shallow overburden areas. The relationship between the chemical composition of stream sediments and bedrocks in shallow overburden areas is studied and the method of inferring the chemical composition of bedrocks is proposed by using the oxide composition of stream sediments and the chemical composition of regional rocks as the constraint. According to the mass balance between the chemical compositions of stream sediment and its minerals, the inference method of the mineral composition of bedrocks is presented. The compilation method of inferring geological maps according to the regional geochemical data is put forward and is tested in the typical forest-swamp overburden area and the validity of the method is verified by geological survey and drilling. Thus making full use of regional geochemical data to extract geological mapping information is a valid approach to improving the geological mapping quality in shallow overburden areas.

Key words: geological mapping; regional geochemical data; shallow overburden area

About the first author: HAO Li-bo, male, born in 1961, master and professor, mainly engages in the teaching and study of applied geochemistry; E-mail: haolb@tom.com.

About the corresponding author: LU Ji-long, male, doctor and vice professor, engages in the teaching and study of applied geochemistry; E-mail: luji@jlu.edu.cn.