

中蒙边界地区 1:100 万地球化学填图研究

聂兰仕^{1,2,3)}, 王学求^{2,3)}, 陈正⁴⁾, 刘汉粮^{2,3)}

1) 中国地质大学地球科学与资源学院, 北京 100083; 2) 中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所, 河北 廊坊 065000; 3) 中国地质科学院应用地球化学开放实验室, 河北 廊坊 065000; 4) 中国地质调查局发展研究中心, 北京 100037

地球化学填图已经被证明是矿产快速勘查评价的最有效方法, 地球化学填图是多层次的, 包括全球尺度, 国家尺度和区域尺度。本次工作主要利用 1:100 万国家尺度地球化学填图方法, 在中蒙边界地区, 迅速制作出小比例尺 (1:100 万) 地球化学图, 获取 69 种化学元素在全区的地球化学分布特征, 并对境内外元素分布特征进行对比研究。

1 研究区地质概况

研究区主要位于中国和蒙古两国边界地区的阿尔泰山脉、蒙古高原南部和大兴安岭以西, 大体上沿两国边界线各延伸约 100~50km 范围, 中蒙两国边境线长达 4673km, 蒙古境内自西向东涉及巴彦乌列盖省、科布多省、戈壁阿尔泰省、巴彦洪格尔省、南戈壁省、东戈壁省、苏赫巴托尔省和东方省, 中国境内自西向东主要涉及新疆维吾尔自治区伊犁哈萨克自治州阿勒泰地区、昌吉回族自治州、哈密地区、甘肃省酒泉市以及内蒙古自治区阿拉善盟、巴彦淖尔市、包头市、乌兰察布市、锡林郭勒盟、兴安盟和呼伦贝尔市。地理坐标: 东经 86°~120°; 北纬 41°~50°, 总面积约 130 万 km²。

研究区地处哈萨克斯坦、塔里木、华北克拉通与西伯利亚地台之间的中亚-蒙古巨型造山带内, 属准噶尔-南蒙古-大兴安岭古生代造山带中东部主要由一系列向南凸的弧形构造-岩浆岩带所构成。西部属阿尔泰造山带、准噶尔造山带、北天山造山带、北山造山带, 中东部属中蒙古-额尔古纳造山带、南蒙古-兴安造山带、内蒙古造山带。

2 样品采集方法

2.1 采样密度

根据地球化学制图要求, 在图纸上每 1cm² 至

少有 1 个数据的原则, 换算成 1:100 万比例尺, 就是每 100 km² 要有 1 个采样点位, 为了布点和采样方便, 以每一个 1:2.5 万图幅 (7.5' × 5.0', 面积约 100 km²) 采 1 个样。采样密度: 1 个样/100km², 重复采样不小于 5%; 使用 GPS 定位, 在测区内要求采样点位基本均匀分布。

2.2 采样布局

为了让每个采样点都尽可能覆盖足够大的面积, 要根据地形图, 尽量让采样点布设在相对低洼处。野外样品采集在 50 米范围内多点组合采样 (一般 3-4 点)。重复样在同一点位不同采样地点 (最少相隔 2m 以上), 其数量为总采样量的 5%。选择重复采样格子时需使重复采样格子在图幅上较均匀分布。

2.3 采样介质、层位、粒级、重量等

中蒙边界地区可主要划分为三种景观类型: 干旱荒漠戈壁区、半干旱草原区和山地森林区。干旱戈壁区和半干旱草原区水系不发育, 没有明显的地表径流, 地形相对平坦, 地形相对高差大部分小于 50~100 米, 但大部分地区盆山交错, 发育有明显的汇水盆地。汇水盆地沉积物是低密度地球化学调查的最为理想采样介质。所有样品晾干后筛取-100 目的细粒级样品。由于样品粒度细、介质均匀, 因而代表的面积也大; 同时细粒级样品的独特吸附特性, 可以将含矿信息捕获与富集。采样重量为 500-1000g 左右。

3 样品分析

为满足矿产勘查、基础地质和生态环境的需要, 同时分析除中国区域化探扫描面的 39 种元素以外, 增加稀土元素和环境有关的元素。分析测试指标: Au Ag Cu Pb Zn As Sb Bi Hg U Mo W Sn Pt Pd Cr Co Ni Mn Sc Ti V Li Be B Rb Cs Sr Ba La Ga Ge Y Th Nb Ta Zr Hf Cd F Cl SiO₂ Al₂O₃ TFe₂O₃ MgO CaO Na₂O K₂O 以及稀土元素等 69 多种元素。

4 69 种元素地球化学元素含量统计

中蒙边界地区沉积物 69 种化学元素含量的变异系数(CV1)较大(>1.00)有 13 个元素,分别是与成矿有关的元素 Au、Bi、Cd、U、Mo、W 以及与土壤形成环境有关的元素 Cl、Br、I、N、S、Te、Corg,多为变异系数在 0.50~1.00 的元素有 15 个元素,分别是 As、Sb、Hg、Se、MgO、Cu、Ni、Zn、Sn、In、Cs、F、B、CaO、TC,多为亲硫元素以及与土壤形成环境有关的元素,余下的 41 种元素含量的变异系数均小于 0.50,主要包括氧化物、稀土元素、铁族元素。

表 1 69 种元素数据统计

元素	最小值	中位数	最大值	平均值	方差	变异系数
Ag	7	58.0	1576	62.3	27.8	0.45
As	0.1	8.10	223	9.10	6.40	0.70
Au	0.1	0.79	235	1.34	5.90	4.40
B	0.82	35.8	513	40.3	22.3	0.55
Ba	125	563	1742	549	109	0.20
Be	0.10	1.98	18.3	2.05	0.56	0.27
Bi	0.02	0.25	46.0	0.29	0.56	1.93
Br	0.1	2.37	117	4.23	6.28	1.48
Cd	4	112	10010	128	162	1.27
Cl	6	78.6	100650	534	2618	4.90
Co	0.38	9.70	55.1	10.2	3.52	0.35
Cr	1	55.7	797	59.1	28.0	0.47
Cs	0.12	4.84	86.6	5.42	3.12	0.58
Cu	0.95	20.1	676	21.6	12.7	0.59
F	85	402	11407	454	273	0.60
Ga	1.5	14.9	33.3	15.0	2.35	0.16
Ge	0.06	1.25	5.32	1.25	0.20	0.16
Hf	0.2	8.05	89.3	8.75	3.92	0.45
Hg	2	16.5	712	18.8	14.4	0.77
I	0.1	1.15	36.4	1.58	1.61	1.02
In	0.003	0.048	1.63	0.051	0.030	0.59
Li	1.0	22.5	400	24.5	10.1	0.41
Mn	20	604	6852	634	224	0.35
Mo	0.10	0.84	85.0	0.97	1.31	1.35
N	20	583	16706	1031	1135	1.10
Nb	0.2	12.13	85.4	12.74	4.48	0.35
Ni	1.14	19.9	393	22.2	13.7	0.62
P	124	651	6511	704	335	0.48
Pb	1.9	19.4	494	19.9	8.01	0.40
Rb	9.10	88.4	327	90.3	22.4	0.25
S	20	208	56400	679	2265	3.34
Sb	0.02	0.70	25.4	0.79	0.59	0.75
Sc	0.46	9.93	40.4	10.4	3.71	0.36
Se	0.01	0.14	3.43	0.17	0.15	0.88
Sn	0.45	2.37	78.7	2.59	1.53	0.59
Sr	23	254	3917	276	130	0.47
Ta	0.18	1.02	26.4	1.11	0.54	0.49
Te	0.002	0.040	9.59	0.047	0.14	2.98

Th	0.70	8.92	176	9.60	4.63	0.48
Ti	721	3800	19961	3855	1040	0.27
Tl	0.02	0.55	2.30	0.55	0.16	0.29
U	0.07	2.10	336	2.54	4.13	1.63
V	4.94	71.6	367	73.1	23.4	0.32
W	0.16	1.41	223	1.73	3.55	2.05
Zn	3	55.0	1942	58.3	36.7	0.63
Zr	46	310	3187	334	142	0.43
Y	7	22.8	339	24.1	8.5	0.35
La	1.2	28.2	341	29.7	10.5	0.35
Ce	2.4	54.4	769	57.4	22.0	0.38
Pr	0.38	6.93	91.4	7.38	3.41	0.46
Nd	1.6	26.5	348	28.1	12.4	0.44
Sm	0.39	5.30	69.5	5.59	2.02	0.36
Eu	0.09	1.17	4.98	1.21	0.30	0.25
Gd	0.35	4.57	68.5	4.84	1.79	0.37
Tb	0.06	0.77	11.1	0.81	0.30	0.37
Dy	0.36	4.42	62.0	4.69	1.74	0.37
Ho	0.08	0.90	11.5	0.95	0.36	0.38
Er	0.17	2.51	31.4	2.66	0.98	0.37
Tm	0.03	0.43	4.55	0.45	0.16	0.36
Yb	0.18	2.67	27.5	2.82	1.01	0.36
Lu	0.02	0.43	4.17	0.45	0.16	0.36
SiO ₂	15.77	65.03	85.59	64.39	6.53	0.10
Al ₂ O ₃	2.65	12.42	20.30	12.38	1.29	0.10
TF ₂ O ₃	0.59	4.00	21.53	4.07	1.29	0.32
MgO	0.18	1.61	13.53	1.71	0.89	0.52
CaO	0.07	2.83	44.45	3.40	2.52	0.74
Na ₂ O	0.34	2.48	39.74	2.51	0.84	0.33
K ₂ O	0.18	2.61	4.55	2.61	0.42	0.16
OrgC	0.02	0.54	13.56	0.93	1.03	1.11
TC	0.01	0.95	18.32	1.34	1.27	0.95

注: 含量单位: Ag, Au, Hg, 为 ng/g; 氧化物为%; 其它为 μg/g, 变异系数=方差/平均值。

5 结论

获得中蒙边界地区 130 万 km² 69 种元素高质量地球化学数据, 编制出世界上首份中蒙边界地区 69 种元素地球化学图, 为今后在中蒙边界地区的矿产勘查提供了第一手的资料; 其中许多元素的地球化学图都是首次制作出来的。这些地球化学图可为中蒙边界地区基础地质研究、区域成矿规律研究、环境影响评价等研究提供最基础的资料。

69 种元素分析中首次新增加了 15 种稀土元素的分析, 位于中蒙边界地区世界级著名的白云鄂博稀土矿是我国重要的稀有元素成矿区, 利用稀有元素地球化学图, 将为中蒙边界地区稀有元素找矿的部署提供基础性资料, 将会极大地推动中蒙边界地区稀有元素的找矿勘查工作。