

# 大乌苏地区水系沉积物测量 地球化学特征及成矿预测

王振宇, 胡军海

(武警黄金第三支队, 哈尔滨 150086)

**摘要:** 文章在1:50 000水系沉积物测量的基础上,分析了大乌苏地区的地球化学特征。通过对成矿元素的分布特征及相关性分析、因子分析,认为寻找铁、钒、钛、金矿床或矿化体潜力较大;根据异常特征及成矿地质条件,认为该区的成矿类型是与花岗岩有关的金矿和与玛尼吐组火山岩有关的铁、钒、钛多金属矿,进而划分出4个成矿远景区,即乌鲁喀马河、希里尼河金成矿远景区和碧洲镇、库依希罕河铁、钒、钛多金属成矿远景区。

**关键词:** 金矿;水系沉积物测量;成矿远景;大乌苏地区;大兴安岭

**中图分类号:** P632.3;P612 **文献标识码:** A

## 0 引言

大兴安岭大乌苏地区位于兴安岭—内蒙地槽褶皱区额尔古纳地块南缘的塔河过渡带内,属于额尔古纳—兴安成矿带之瓦拉里—北西里铁、金成矿亚带。区内地质构造、岩浆活动强烈,成矿地质条件较为有利,具有一定的找矿远景。本文在大乌苏地区1:50 000水系沉积物测量的基础上,分析了区内成矿元素地球化学特征、异常特征,并预测了该区的成矿远景。

## 1 区域地质概况

区域地层<sup>[1]</sup>主要有:上元古界兴华渡口群(Pt<sub>3</sub>Xh)二云斜长片麻岩、黑云二长片麻岩、黑云斜长变粒岩、绢云板岩、石墨透辉大理岩和黑云角闪片麻岩等;上元古界—下寒武统吉祥沟组(Pt<sub>3</sub>-Є<sub>1j</sub>)深灰色石英片岩、千枚岩、板岩、灰白色微晶质灰岩

及微晶片岩;上侏罗统玛尼吐组(J<sub>3</sub>mn)安山岩、玄武安山岩;下白垩统光华组(K<sub>1</sub>gn)流纹岩、英安岩、火山碎屑岩等。区域构造主要为断裂,有SE向的大乌苏河、外倭勒根河断裂,NW向的阿横内河、库依希罕河、乌鲁喀马河断裂,EW向的希里尼河断裂等。区域岩浆岩主要有呈岩基状产出的花岗岩、二长花岗岩,呈岩株状产出的闪长岩、花岗闪长岩及闪长岩脉。

## 2 测区地球化学特征

### 2.1 地球化学参数特征

对研究区水系沉积物测量样品地球化学参数进行了统计(表1),其特征为:与中国森林沼泽区水系沉积物测量结果相比,区内Au、Bi、As、W、Cu、Ag、Sb、Zn、Fe、V、Ti、Mn元素质量分数低于中国森林沼泽区的平均值,Pb元素高于中国森林沼泽区的平均值,Mo元素近似于中国森林沼泽区的平均值。变化系数的大小可反映测区元素分布的不均匀性,变化系数大的在区内分布不均匀,有富集成矿的可能性

收稿日期: 2013-03-12; 改回日期: 2013-06-13; 责任编辑: 赵庆

基金项目: 地质调查局区域地质矿产调查项目(编号:1212011220666)资助。

作者简介: 王振宇(1976-),男,工程师,主要从事地质勘查及矿床研究工作。通信地址:哈尔滨市学府路400号,武警黄金第三支队地质股;邮政编码:150086;E-mail:wjwangzhenyu@126.com

表 1 大乌苏地区水系沉积物地球化学参数统计表

Table 1 Statistics of geochemical parameters of stream sediment in Dawusu region

相关系数	Au	Ag	As	Sb	Bi	W	Mo	Ti	V	Mn	Cu	Zn	Pb	TFe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
背景平均值	0.653	0.061	5.247	0.351	0.149	1.040	1.446	2719	60.678	721.876	8.479	44.748	24.421	3.429
标准离差	1.546	1.566	1.864	1.600	1.747	1.587	1.878	1.372	1.457	1.594	2.035	1.578	1.604	1.457
变化系数	2.369	25.649	0.355	4.562	11.742	1.526	1.298	0.001	0.024	0.002	0.240	0.035	0.066	0.425
中国森林沼泽区	1.02	0.094	9.14	0.44	0.28	1.88	1.41	4445	77	840	17.18	77.06	23.46	5.04

量的单位:  $w(\text{Au})/10^{-9}$ ,  $w(\text{TFe}_2\text{O}_3)/\%$ ,  $w_B/10^{-6}$ ; 区域平均值据文献[2]。

区内成矿元素的变化系数由大到小依次为 Ag-Bi-Sb-Au-W-Mo-Fe-As-Cu-Pb-Zn-V-Mn-Ti, 极有成矿可能的前 5 种元素是 Ag, Bi, Sb, Au, W, 其中 Ag, Au 元素在测区中背景含量相对较低, 分布不均匀, 富集成矿的可能性较大。综上所述, 结合区域成矿地质条件, 可以确定 Au 为研究区主要成矿元素。

## 2.2 元素相关性分析和因子分析

(1) 元素相关性分析。为了解研究区内元素之间的相关程度, 分析元素组合与地质构造背景的依存关系, 采用 R 型聚类方法研究全区水系沉积物中的元素(图 1)。区内元素间相关性一般, 相关性最强的元素为 V, Fe, 其相关系数为 0.938; Ti 与 V, Fe 相关系数分别为 0.867, 0.811; Cu, Zn 相关系数为 0.622, 而 Sb, Mo 相关系数 0.004 为最小。成矿元素组合主要为 V-Fe-Ti, Cu-Zn 和 Au, 这 3 个组合反映区内具有金及多金属成矿潜力。① V-Fe-Ti 组合反映可能与区内玛尼吐组火山岩及二长花岗岩有关; ② Cu-Zn 组合反映以中低温热液作用有关的矿化信息, 伴生产出; ③ Au 元素与其他元素相关性差, 反映其主要受后期热液作用, 与花岗岩有关。

(2) 元素因子分析。成矿元素的因子分析结果

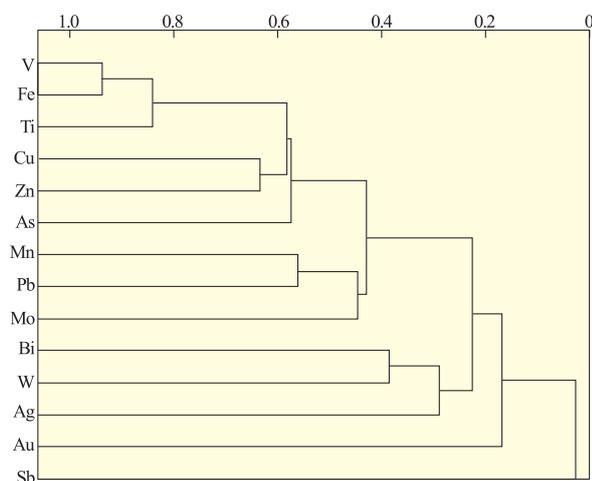


图 1 R 型聚类分析谱系图

Fig. 1 Hierarchical diagram of R-cluster analysis

(表 2, 图 2) 表明, 研究区内成矿元素来源复杂, 矿化事件相对集中, 取 3 个因子时所有变量(14 种元素)的主因子载荷集中较明显。根据因子载荷<sup>[3]</sup>, F<sub>1</sub> 因子控制 V, Fe, Ti, 即主矿化期, 主要表现为 V, Fe, Ti 的“沉淀”, 其他元素表现相对较弱, 且 F<sub>1</sub> 因子所占分数及特征值较大, 形成 V, Fe, Ti 矿化或矿床的希望较大; F<sub>5</sub> 因子控制 Au, 而其他因子对 Au 影响极弱, 可以说该区金矿化较单一, 基本由一次矿化期形成, 但所占分数及特征值不大, 推测该区可以形成金矿化或矿床, 其规模可能不大; 而 Pb, Ag, As 元素在各矿化期均有体现, 为该区伴生成矿元素。综上所述, 推测研究区找寻 V, Fe, Ti, Au 矿化或矿床的希望较大。

## 2.3 元素异常特征

根据区内成矿元素地球化学特征, 圈定多元素异常 280 处, 组合异常 39 处(其中乙类异常 11 处, 丙类异常 20 处, 丁类异常 8 处), 有望成矿远景区 4 处。

(1) 12-HS-12 号异常。该组合异常分布于侏罗系上统玛尼吐组中, 岩性为流纹岩、英安岩及各种流纹质火山碎屑岩。异常由 3 种元素组成(表 3), 元素套合关系好, 元素规模较大, 强度较高, 呈近 SN 向展布。Au 为主要成矿元素, Au 元素的规模较大, 面积 1.13 km<sup>2</sup>, 平均  $w(\text{Au}) = 2.86 \times 10^{-9}$ ,  $w(\text{Au})$  极大值为  $8.70 \times 10^{-6}$ , 具有明显的浓集中心和

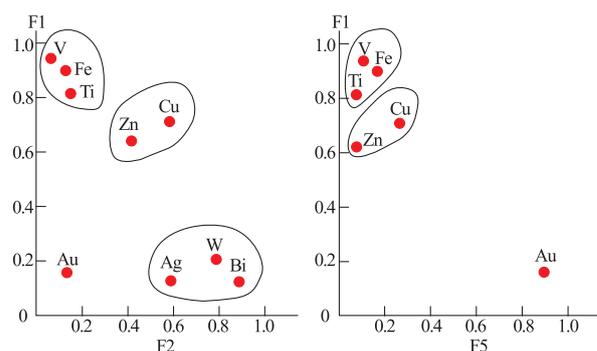


图 2 成矿元素因子载荷图

Fig. 2 Factor loading diagram of ore elements

浓度分带,强度较高,且与前缘指示元素 As, Sb 套合好,显示深部具有找矿潜力。

(2)12-HS-19 号异常。该组合异常分布于侏罗系上统玛尼吐组中,岩性为流纹岩、英安岩及各种流纹质火山碎屑岩。异常处于 2 组 NW 向断裂之间,由 5 种元素组成(表 3),以贵金属为主。元素套合

关系较好,强度较高,元素规模一般,Au, As 元素具有明显的浓度分带及浓集中心。Au-16 面积 1.57 km<sup>2</sup>,平均  $w(\text{Au}) = 2.53 \times 10^{-9}$ ,  $w(\text{Au})$  极大值为  $3.90 \times 10^{-9}$ ,且与前缘指示元素 As 套合好,指示深部具有一定的找矿潜力。

表 2 成矿元素因子载荷特征

Table 2 Characteristics of factor loading analysis of the ore elements

元素	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>	F <sub>5</sub>	F <sub>6</sub>
Au	0.094	0.158	0.032	0.005	0.939	0.002
Ag	0.070	0.674	0.179	0.241	0.151	0.017
As	0.313	0.016	0.647	0.083	0.470	0.024
Sb	0.024	0.008	0.017	0.000	0.006	0.999
Bi	0.067	0.853	0.121	0.054	0.018	0.000
W	0.116	0.792	-0.014	-0.032	0.037	-0.001
Mo	-0.005	0.167	0.075	0.924	0.027	0.004
Ti	0.887	0.081	0.132	0.026	0.027	0.019
V	0.952	-0.003	0.148	0.094	0.067	0.011
Mn	0.295	0.006	0.449	0.706	-0.008	-0.007
Cu	0.667	0.510	-0.089	0.036	0.140	-0.007
Zn	0.623	0.410	0.413	0.206	0.018	0.020
Pb	0.161	0.208	0.858	0.241	-0.068	0.010
TFe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.937	0.064	0.183	0.055	0.090	0.008
特征值	5.125	1.876	1.592	1.061	0.997	0.701
%	36.605	13.401	11.369	7.581	7.121	5.006

表 3 水系沉积物测量元素异常特征

Table 3 Characteristics of element anomalies of stream sediment

组合异常编号	异常编号	面积/km <sup>2</sup>	形状	平均值	最高值	衬度	规模	分带
12-HS-12	Au-9	1.13	不规则形	2.86	8.70	2.20	2.48	外、中、内带
	As-9	0.32	条带形	25.3	25.7	1.41	0.45	外带
	Sb-8	1.00	条带形	1.68	2	1.68	1.67	外、中带
12-HS-19	Au-16	1.57	不规则形	2.53	3.90	2.11	3.32	外、中带
	Ag-14	0.34	半圆形	0.19	0.23	1.27	0.43	外带
	As-13	1.24	不规则形	29.1	67.1	1.62	2.00	外、中、内带
	Sb-11	0.69	不规则形	1.53	2.10	1.53	1.06	外带
	Mn-12	0.45	椭圆形	2525	2706	1.68	0.36	外带
12-HS-26	Au-22	2.67	条带形	5.05	15.6	3.88	10.38	外、中、内带
	Ag-18	2.47	条带形	0.36	0.51	2.4	5.94	外、中带
	Cu-6	1.87	条带形	113.32	152.7	3.78	7.06	外、中、内带
	W-8	1.58	不规则形	15.31	40.6	6.13	9.68	外、中、内带
	Bi-11	2.08	不规则形	1.98	4.61	3.96	8.25	外、中、内带
	Zn-10	1.82	不规则形	192.45	271.7	1.92	3.51	外带
	Fe-15	1.17	条带形	6.45	6.54	1.07	1.25	外带
12-HS-38	Au-45	1.30	条带形	13.50	39.40	9.00	11.69	外、中、内带
	Ag-23	0.63	条带形	0.37	0.39	3.08	1.94	外、中带
	Cu-10	0.54	条带形	45.25	54.6	1.51	0.81	外带
	W-14	1.07	条带形	4.38	9.00	1.75	1.88	外、中带
	Bi-14	0.7	不规则形	0.81	1.24	2.03	1.42	外、中带

量的单位:  $w(\text{Au})/10^{-9}$ , 其他元素  $w_B/10^{-6}$ 。

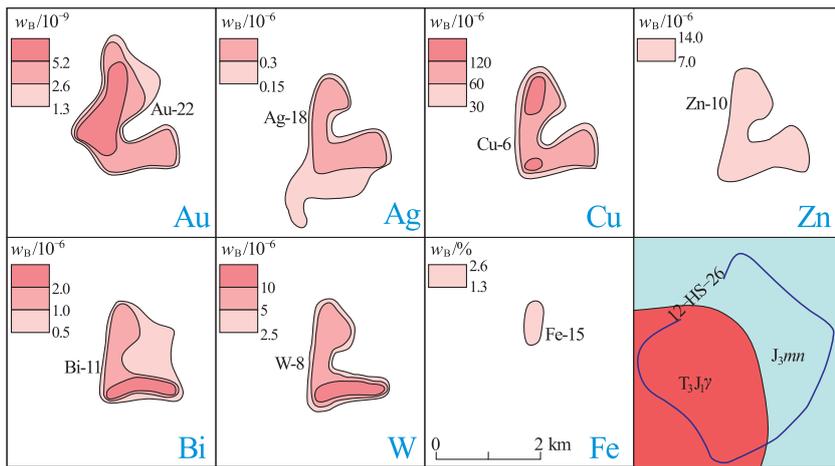


图3 12-HS-26号组合异常剖析图

Fig. 3 Profile chart of the integrated anomaly 12-HS-26

(3)12-HS-26号异常。该组合异常主要分布于侏罗系上统玛尼吐组与晚三叠-早侏罗世花岗岩( $T_3J_1\gamma$ )接触部位,岩性为流纹岩、英安岩及各种流纹质火山碎屑岩。该异常由7种元素组成(表3),以金及多金属为主,Au-22面积 $2.67\text{ km}^2$ ,平均 $w(\text{Au})=5.05\times 10^{-9}$ , $w(\text{Au})$ 极大值 $15.60\times 10^{-9}$ ,具有一定的浓集中心及浓度分带,强度高,且与Cu,Zn,W,Fe,Bi套合好。

(4)12-HS-38号异常。该异常位于上元古界-下寒武统吉祥沟组与侏罗系上统玛尼吐组接触带上,吉祥沟组岩性为片岩、片麻岩、斜长角闪岩、变粒岩、磁铁石英岩;玛尼吐组岩性为流纹岩、英安岩及各种流纹质火山碎屑岩。异常东部有侵入岩出露。该异常由5种元素组成(表3),元素套合关系较好,以贵金属为主,元素规模大,强度较高,具有一定的浓集中心及浓度分带。从元素组合上看,Au,Ag元素为该异常主要成矿元素,Bi,W为次要元素。主成矿元素Au面积 $1.30\text{ km}^2$ ,平均 $w(\text{Au})=13.50\times 10^{-9}$ , $w(\text{Au})$ 极大值为 $39.40\times 10^{-9}$ 。

### 3 成矿远景区划分

在水系沉积物(组合)异常评序及对主要异常解释、推断的基础上,结合区域成矿地质条件、路线地质调查,圈定具有一定找矿潜力的远景区4处。

#### 3.1 乌鲁喀马河成矿远景区

远景区位于乌鲁喀马河上游,成矿远景区面积约 $43\text{ km}^2$ 。区内出露地层主要有侏罗系上统玛尼吐组、上元古界-下寒武统吉祥沟组,侵入岩为晚三

叠-早侏罗世花岗岩。其中,玛尼吐组与吉祥沟组可为本区成矿提供物质来源,晚三叠-早侏罗世侵入体为成矿物质的运移、富集提供热液和热源。

远景区有12-HS-25,12-HS-26(图3),12-HS-27号3个组合异常。区内成矿元素复杂,异常反映的是贵金属-有色金属元素组合。其中,12-HS-26号组合异常中Au,Ag异常与Cu,Zn,W,Bi元素套合好,各元素异常面积大、强度高,可能形成矿化体,为区内重要的贵金属-有色金属成矿区。

#### 3.2 碧洲镇成矿远景区

远景区位于碧洲镇以南,成矿远景区面积约 $65\text{ km}^2$ 。区内出露侏罗系上统玛尼吐组,岩性为流纹岩、英安岩及流纹质火山碎屑岩,侵入岩为早白垩世花岗岩闪长岩( $K_1\gamma\delta$ )。区内断裂构造发育,成矿地质条件有利。

远景区有12-HS-12(图4),12-HS-13,12-HS-16,12-HS-22号4个组合异常,为贵金属-有色金属元素组合。其中,12-HS-12号组合异常Au元素面积较大,强度高,与As,Sb套合好,有形成金矿化体的可能;有色金属主要有Fe,V,Ti等元素异常,虽然强度不高,但异常面积较大,套合好,可能形成多金属矿化体。

#### 3.3 库依希罕河成矿远景区

远景区位于库依希罕河上游,成矿远景区面积约 $48\text{ km}^2$ 。区内出露地层为侏罗系上统玛尼吐组,岩性为流纹岩、英安岩及流纹质火山碎屑岩,处于2组NW向断裂之间,成矿地质条件较有利。

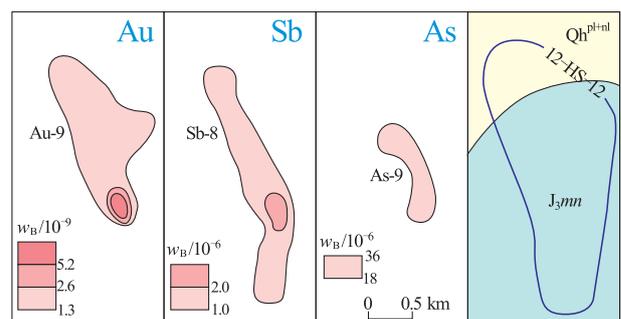


图4 12-HS-12号组合异常剖析图

Fig. 4 Profile chart of the integrated anomaly 12-HS-12

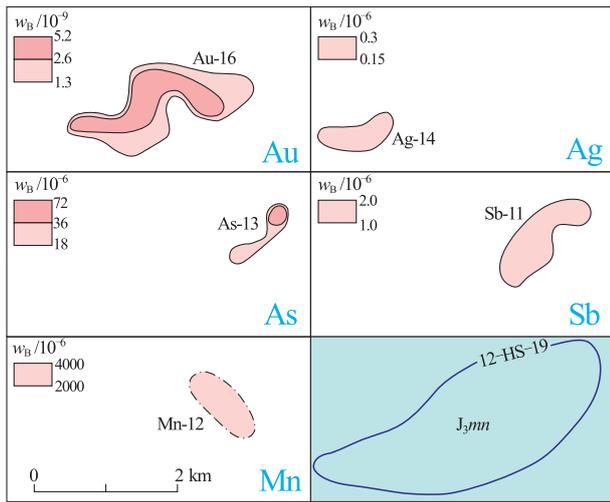


图 5 12-HS-19 号组合异常剖析图

Fig. 5 Profile chart of the integrated anomaly 12-HS-19

远景区有 12-HS-17, 12-HS-18, 12-HS-19 (图 5), 12-HS-23 号 4 个组合异常, 为贵金属-有色金属元素组合。12-HS-19 号组合异常 Au 元素异常面积较大, 强度较高, 且与其他元素套合较好, 可能形成金矿化体; 12-HS-23 号组合异常 Fe, Zn, Pb, Sb 元素异常面积较大, 强度一般, 各元素套合较好, 可能形成多金属矿化体。

### 3.4 希里尼河成矿远景区

远景区位于西里尼河下游, 成矿远景区面积约

61 km<sup>2</sup>。区内出露地层为白垩系下统光华组、上元古界-下寒武统吉祥沟组; 侵入岩为早白垩世花岗闪长岩。异常处于 EW 向断裂两侧, 成矿地质条件有利。

远景区有 12-HS-33, 12-HS-34, 12-HS-37, 12-HS-38 (图 6) 号组合异常, 为贵金属-有色金属元素组合。Au 元素异常面积大, 强度高, 且与 Ag 及其他元素套合好, 可能形成金矿化体; As, Bi, W 元素异常强度一般, 但元素套合较好, 也可能形成多金属矿化体, 为区内主要的贵金属-有色金属成矿区。

## 4 结论

(1) 研究区内元素相关性较好, 矿化阶段较为集中, 找寻与玛尼吐组火山岩有关的铁、钒、钛多金属矿以及与花岗岩有关的金矿潜力较大。

(2) Au 异常强度高、规模较大, 与 Ag, Cu, Bi, Zn 异常套合好, 找矿潜力大, 圈定金成矿远景区 2 处, 即乌鲁喀马河上游成矿远景区和希里尼河成矿远景区。

(3) Fe, V, Ti 多金属异常强度及规模较大, 元素间套合好, 圈定铁钒钛多金属成矿远景区 2 处, 即碧洲镇成矿远景区和库依希罕河成矿远景区。

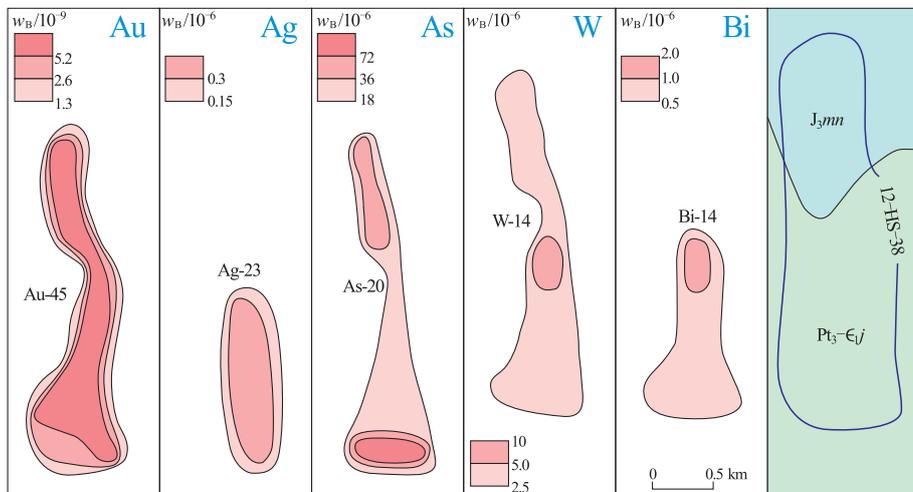


图 6 12-HS-38 号组合异常剖析图

Fig. 6 Profile chart of the integrated anomaly 12-HS-38

**参考文献:**

- [1] 黑龙江省地质矿产局. 黑龙江省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1993.
- [2] 迟清华,鄢明才. 应用地球化学元素丰度数据手册[M]. 北京:地质出版社,2007.
- [3] 卫万顺,张宇辉. 金矿床模型[M]. 北京:中国大地出版社,2008.

## **Geochemical characteristics of stream sediment in Dawusu region and metallogenetic prediction of the region**

**WANG Zhenyu, HU Junhai**

*(No. 3 Gold Geological Party of CAPF, Heilongjiang, Harbin 150086, China)*

**Abstract:** Based on stream sediment survey at scale 1:50 000 in the Dawusu region we analyze the geochemical characteristics of the region. Analysis of distribution, characteristics of the ore elements, their correlation analysis and factor analysis show that it is potential to carry out prospecting of Fe, V, Ti and Au deposits in the region and geological characteristics and metallogenetic conditions indicate that possible ore deposits in the region are: the first, gold deposits related to granite; the second, Fe, V, Ti poly-metal deposits related to volcanics of Manitu formation. Then Wulukemahe river, Xilinihe river areas are delineated the prospect area for Au deposit prospecting and Bizhouzhen, Kuyixihanhe river, the prospect areas for Fe, V, Ti poly-metal deposits

**Key Words:** gold deposit ; stream sediment survey ; prospect area ; Dawusu area ; Daxinganling