

新疆乌什县卡恰金矿原生晕地球化学异常特征分析

孙志明

(中钢集团天津地质研究院有限公司, 天津 300061)

摘要: 卡恰金矿床属于与火山热液有关的蚀变岩型金矿床, 金矿体多呈规模不大的脉状、透镜状、分支脉状等形态分布于构造蚀变带中。文章通过对矿区进行系统的坑道和地表原生晕地球化学取样, 分析研究了主要元素的组合、异常特征; 对比坑道和地表元素地球化学主要指标变化特征, 推测了元素向深部变化的趋势, 为矿区深部及外围找矿工作提供了参考依据。

关键词: 卡恰金矿; 元素异常; 原生晕; 安山岩; 新疆

中图分类号: P595, P618.51 **文献标识码:** A

0 引言

卡恰金矿区位于乌恰县城西北 32 km 处, 矿床受区域性津丹苏深大断裂的次级逆断层控制。卡恰金矿床从发现金矿化线索至今, 总体研究程度不高。新疆地质矿产勘探开发局第八地质大队于 1996 年化探异常检查时发现, 1998—1999 年普查为小型金矿床, 并对矿区地层、构造作了划分, 对金矿化地质特征、矿化及蚀变特征等进行了初步研究, 圈定了 I、II、III 和 IV 号金矿体^[1]; 赋矿地层为下石炭统灰岩、泥质灰岩、粉砂岩、砂岩、凝灰质粉砂岩、凝灰岩、安山岩^[2]。张丽红等^[3]曾对卡恰金矿区 Au、Ag、As、Cu、Pb、Mn、Mo 元素异常进行了研究, 异常以 Au、As 为主, 浓集中心十分明显; 在各元素异常中 Au、As 范围最大, Cu、Pb、Mn 异常范围相近; 异常的分布呈明显的 NE 向展布, 与区内的地质体和构造展布方向一致。即异常与区内的 NE 向断裂和地质体有关, 异常浓集中心分布在安山岩及凝灰岩与泥盆系生物灰岩夹粒状及砂质灰岩接触带附近, 成矿条件十分有利, 但规模不详。2006—2007 年中钢天津地质院与河南灵宝黄金公司合作开展了新疆阿

克苏地区乌什县齐甫切克(卡恰)金矿床成矿地质特征研究及深部、外围找矿预测(评价)工作^[4]。

本文在对卡恰金矿床地质特征理解的基础上, 通过坑道和地表原生晕地球化学的系统取样分析工作^[4], 重点研究了主要元素异常特征, 圈定多元素地球化学异常, 力图为矿区深部和外围找矿评价提供地球化学参考依据。

1 地质概况

1.1 成矿地质背景

卡恰金矿区地处大地构造上属于塔里木板块北缘活动带的南天山晚古生代陆缘盆地, 古生代海相火山活动比较强烈, 已知的一些矿点和矿化点多与志留纪和石炭纪火山热液活动有关^[2]。区内主要断裂为津丹苏深大断裂的分支断裂——F₈⁰ 大断裂。F₈⁰ 大断裂长度 > 50 km, 宽度 > 10 m, 走向 NEE, 倾向 NW, 产状总体平缓, 为逆掩断裂, 局部表现为逆冲断裂; 沿断裂发育次级断裂、构造角砾岩、碎裂岩^[2]。F₈⁰ 大断裂是区内主要控矿断裂构造^[4]。

1.2 矿区地质概况

卡恰金矿区出露地层主要为中泥盆统碳酸盐岩

收稿日期: 2015-09-06; 改回日期: 2016-02-05; 责任编辑: 王传泰

作者简介: 孙志明(1983—), 男, 工程师, 2006年毕业于中国地质大学(北京), 从事矿床地质研究工作。通信地址: 天津市河东区中山门广宁路友爱东道平房4号, 中钢天津地质院地质研究所; 邮政编码: 300181; E-mail: sun_zhiming2016@163.com

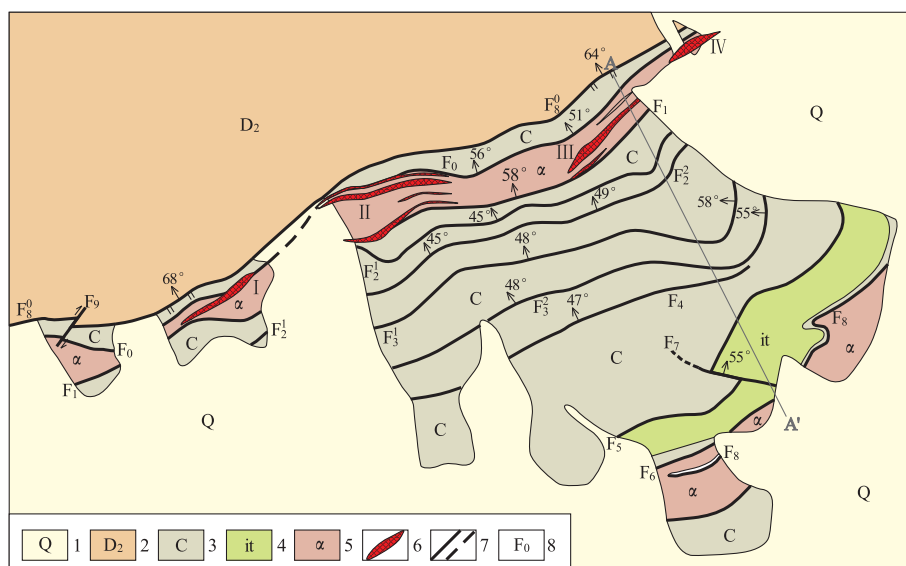


图1 新疆乌什县卡恰金矿床地质简图

Fig. 1 Geological sketch of Kaqia gold deposit in Wushi County, Xinjiang

1. 第四系; 2. 中泥盆统; 3. 中-下石炭统; 4. 熔结凝灰岩; 5. 安山岩;

6. 金矿体及编号; 7. 实测、推测断裂; 8. 断裂及编号

建造与中-下石炭统的碎屑岩—碳酸盐夹火山岩建造, 两者呈断层接触。矿区构造整体上为一个单斜褶皱构造, 且区内断裂构造发育, F_0^0 大断裂贯通全区, 平行 F_0^0 大断裂发育多条次级层间断裂, 金矿(化)体主要产出在中-下石炭统内次级断裂 F_0 和 F_1 控制的(北)蚀变安山岩中(图1)。赋矿岩石及围岩均为安山岩, 主要蚀变类型有绢云母化、黄铁矿化、硅化和褐铁矿化等。

金矿(化)体形态呈脉状、透镜状、分支脉状等, 产状与控矿断裂基本一致, 总体走向 $45^\circ \sim 75^\circ$; 矿体长 $40 \sim 110$ m, 平均厚度 $2 \sim 6$ m 左右; 金品位分布不均, 总体品位不高, 平均 $w(\text{Au}) = 1.14 \times 10^{-6} \sim 2.35 \times 10^{-6}$, 属于低品位矿。

金矿石类型以蚀变安山岩为主, 安山质构造角砾岩和碎裂岩次之。金属矿物以黄铁矿为主, 毒砂次之, 有少量自然金; 非金属矿物为石英、绢云母、方解石。矿石组构多为他形—自形粒状结构, 交代假象结构等; 以浸染状构造为主。

2 方法选择

卡恰金矿区属于温暖大陆半干旱气候区, 地表土层覆盖稀少, 且地形坡度大, 不易采到有代表性的土壤样品。因此, 实施地质属性确切利于对比研究

的原生晕方法更有效^[5]。地表原生晕采样选用多点拣块法采集样品, 采样线间距 40 m, 点距 10 m (重要地段 5 m); 坑道内原生晕采样选择主要部位采样, 点距 5 m。

参考热液型金矿床原生晕法找矿有关研究资料^[6-7], 结合卡恰金矿区具体情况和实际研究需要, 选择 Au、Ag、As、Sb、Bi、Cu、Pb、Zn、Sn、Co、Ni、Mo、Ba 和 Sr 元素进行分析。

3 地球化学异常特征

3.1 背景值及异常下限确定

了解和确定元素的背景值及异常下限, 对划分异常区和背景区、正确圈定和解释地球化学异常意义重大^[5]。本次从卡恰金矿区内所获得的全部样本中, 利用 SPSS 软件常用统计手段及分形理论与方法对样本数据进行筛选分析, 最终获得 40 个比较理想的背景样本数据, 用筛选后的样本数据进行背景值的计算及异常下限的确定。

上述 40 个背景样品数据进行的统计分析结果显示, Bi、Cu、Pb、Co、Ni、Zn、Sn、Ba、Sr 元素服从或接近正态分布; Au、As、Sb 服从或接近对数正态分布; Ag、Mo 不服从或不接近正态或对数正态分布。考虑到背景样品数据的数量问题, 在此不宜再进行

筛分,因此按对数正态分布对 14 个元素的背景值等相关参量进行计算,结果见表 1 所述。

3.2 元素异常特征

3.2.1 成矿元素组合特征

本次对卡恰金矿区样本数据进行了简单相关分析、聚类分析和因子分析。相关及聚类分析结果表明,Au 元素与 As、Sb、Ba、Ag 等元素为正相关关系,Au、As 元素密切相关;因子分析中,因子的提取方法为主成分法,第一主因子具有最大的方差,随后的因子方差依次变小,其中第一主因子为金矿化因子,由 Au、Sb、Ag、Ba、Co 构成。

根据对样品数据的相关及聚类分析和因子分析,获得的卡恰金矿区金矿(化)的指示组合元素为 Au、As、Sb、Ba、Ag。

3.2.2 矿区岩石元素异常特征

根据卡恰金矿区地质工作成果,其已发现的金矿(化)体主要分布在矿区北部的安山岩带内,即(北)安山岩带,与金矿化有关的岩石类型也主要是

安山岩类,因此,对全区不同岩石类型中元素分散和集中的特点以及在剖面上的变化特点进行分析,对进一步了解和认识矿区金元素异常的分布有重要意义。

(1)不同岩石类型中元素分布

本次工作通过对全区样品数据进行初步筛分,共获得 263 个准背景样品数据,根据岩性进行归类,利用各元素含量的中位数除以各元素的背景值来计算区内主要岩石类型的衬度系数,然后确定各元素在各类岩石中的集中和分散程度。图 2 为区内不同岩石类型的元素的衬度系数雷达图,此图直观地反映了各元素在不同岩类中的集中和分散特征。

从图 2 中不难看出,在安山岩类中,As、Sb、Sr、Sn、Ba、Mo 等元素集中,Bi 等元素分散;南安山岩 Cu 元素含量略高,北安山岩 As、Sb、Au 等元素含量略高。与金矿化相关的岩石类型是凝灰岩、构造角砾岩、熔结凝灰岩、断层泥和碎裂岩,其特点是 As、Sb 等元素集中。与金矿化相关的岩性,以集中 As

表 1 卡恰金矿区背景样品诸元素异常下限及衬度系数计算表(n=40)

Table 1 Calculation of lower limit and contrast parameter for each element of the background samples from Kaqia gold deposit

元素	Au	As	Sb	Bi	Mo	Ag	Cu	Pb	Zn	Co	Ni	Sn	Ba	Sr
背景值(C ₀)	1.0	9.7	0.4	0.21	1.3	0.073	27.0	18.3	55.2	9.1	20.2	2.5	242	77
标准差(S)	2.1	1.8	1.6	0.05	1.6	0.033	7.7	4.7	17.0	2.4	3.4	0.8	74	52
变异系数	2.16	0.18	3.74	0.23	1.22	0.45	0.28	0.25	0.31	0.26	0.17	0.32	0.31	0.68
异常下限(C _A)	5.2	13.2	3.7	0.30	4.5	0.139	42	28	89	14	27	4	390	181
2C _A	10.4	26.5	7.3	0.61	9.0	0.279	85	55	179	28	54	8	780	363
5C _A	26	66	18	1.52	22.4	0.697	212	138	446	69	135	20	1950	907
10C _A	52	132	37	3.05	44.8	1.394	424	276	893	138	270	41	3899	1813
20C _A	104	265	73	6.10	89.6	2.787	848	553	1786	277	540	82	7798	3627
50C _A	261	662	183	15.24	224.0	6.968	2119	1381	4464	692	1350	204	19496	9066
100C _A	522	1323	365	30.49	448.1	13.94	4239	2763	8928	1385	2700	408	38992	18133
区域背景	1.42	2.29	0.16	0.24	1.93	0.05	53.6	14.2	75.5	23.7	94	5.9	449	240
衬度系数	0.69	4.23	2.64	0.88	0.67	1.46	0.50	1.29	0.73	0.38	0.22	0.43	0.54	0.32

量单位:ω_B/10⁻⁶。

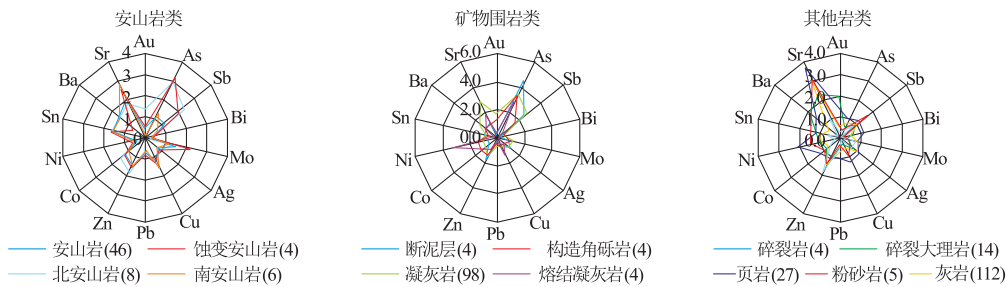


图 2 卡恰矿区主要岩类各元素衬度系数雷达图

Fig. 2 Radar map of the contrast parameter for each element of main rock types in the Kaqia deposit

(Sb、Ba)为特征;与金矿无关的岩性,以集中 Sr(Ni)为特征。

(2)沿剖面线元素地球化学指标变化

本次工作对卡恰金矿区 A—A'地质剖面(见图1)进行了原生晕采样分析,绘制元素异常折线图(剖面图横坐标与具体地质属性对应,纵坐标采用元素对数含量标度),据此可直观反映各指标在剖面上的变化特征(图3)。

从图3中不难得出,元素 Au、As、Sb、Ba 及 $w(\text{Au})/w(\text{Ag})$ 值在剖面上表现出由南向北有逐渐增高的趋势;Au 及 $w(\text{Au})/w(\text{Ag})$ 值除在安山岩表现异常外、在构造角砾岩、粉砂质灰岩和凝灰岩中也呈现有弱异常。Ba 元素在安山岩、碎裂状灰岩和粉砂质灰岩上都有明显异常,但在北安山岩及其南侧的碎裂状灰岩中其含量交替增高。北安山岩中的 Au、As、Sb 及 $w(\text{Au})/w(\text{Ag})$ 值的成矿能^[9-10]指标明显高于南安山岩。

3.2.3 矿区成矿元素异常特征

采用研究区各元素异常下限值,并利用 Suffer

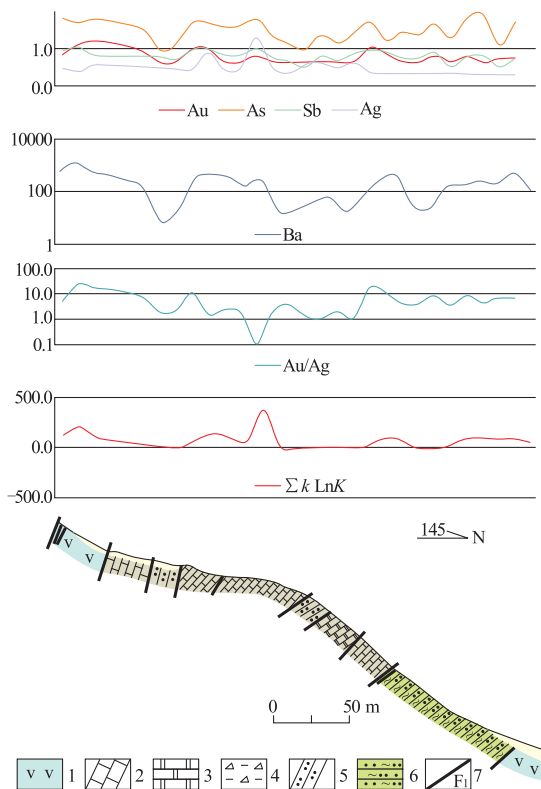


图3 卡恰矿区地球化学指标沿剖面变化特征示意图

Fig. 3 Sketch showing the variation characteristics

of the geochemical indexes along the section

in Kaqia gold deposit

1. 安山岩;2. 灰岩;3. 大理岩化灰岩;

4. 构造角砾岩;5. 粉砂岩;6. 熔结凝灰岩;7. 断裂及编号

8.0 克里格插值法可绘制主要指示元素地球化学异常等值线图。本次为了使各元素浓集中心定位清晰、异常含量间隔合理,等值线以 1、2、5 序列的整数倍于异常下限的间隔绘制,并分析各指示异常特征。

(1)Au 元素异常。Au 元素异常的空间分布规律明显,异常总体按 NE60° 方向沿(北)安山岩及临近凝灰岩展布,其异常与地表已知的 I—IV 号矿体对应较好($\text{Au} \geq 26$)(图4)。

(2)Ag、As、Sb、Ba 元素异常。通过对与金密切相关的元素作异常等值线图发现,Ag 呈现三级浓集中心($\text{Ag} \geq 0.7$),但异常范围较小,且 IV 号矿体无异常显示;As 三级浓集中心清晰,异常在空间分布上与 I—IV 号矿体对应较好,且 I 和 II 号矿体、III 和 IV 号矿体的 As 异常($\text{As} \geq 76$)分别相连;Sb、Ba 元素均呈现二级异常($\text{Sb} \geq 7.3$ 、 $\text{Ba} \geq 780$),且 Sb 异常范围小($\text{Sb} \geq 3.7$),但对金矿体的定位性良好;Ba 异常范围大($\text{Ba} \geq 390$),呈现前缘或远程指示元素异常特征。

(3) $w(\text{Au})/w(\text{Ag})$ 值。元素对的比值在三维空间的变化是随其所处的空间位置的变化而变化的,有些元素对的比值具有一定的规律性,对指导找矿具有重要的实际意义。卡恰金矿区的 $w(\text{Au})/w(\text{Ag})$ 值异常与金矿体的空间分布密切相关(见图3),其在描述金矿体分布方面不仅保留了 Au 元素异常较好的矿体定位性,而且还较好地显示了异常的连续性。

3.2.4 元素深部变化趋势分析

卡恰金矿区 2208 平硐采样样品和与其对应位置的地表采样样品各项地球化学分析指标的对比结果如表2所述。

分析结果表明,除元素 Sr、Pb、Zn、Ni 外,平硐样品的大部元素分指标都不同程度地低于地表样品,尤其是 Au、As、Ag 元素,以及 $w(\text{Au})/w(\text{Ag})$ 值、 $w(\text{Ba})/w(\text{Sr})$ 值、累乘指数等示金指标值比相应地表值更低,这说明平硐 Au 元素富集水平远低于地表。根据各地球化学指标的这些变化趋势特点,可推测平硐 2208 以下一定深度范围内存在金矿(化)体的可能性很低。

4 讨论

成矿作用是一个复杂的地质过程,原生晕作为成矿作用的产物,其所表现的元素地球化学信息或特征在 Au 矿找矿和预测中具有重要的实践意义,作为一种重要的方法和手段,原生晕地球化学能够

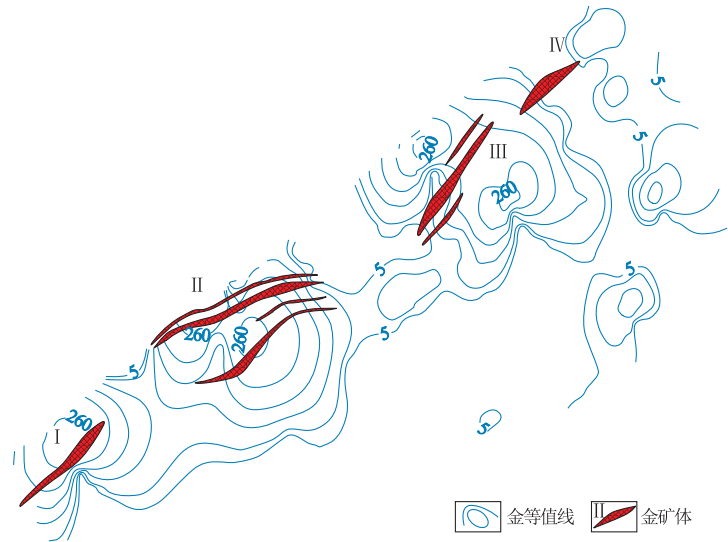


图 4 卡恰矿区地表 Au 元素异常等值线及矿体空间分布示意图
Fig. 4 Sketch showing isoline of Au anomaly and spatial distribution of ore bodies in Kaqia deposit

表 2 卡恰金矿区 2208 平硐工程与对应地表样品各项地球化学指标对比表

Table 2 Comparison of each geochemical index for samples from adit 2208 and the correspondent samples from surface

指标	Au	As	Sb	Bi	Mo	Ag	Cu	Pb	Zn	Co	Ni	Sn	Ba	Sr	Au/Ag	Pb/Zn	Co/Ni	Ba/Sr	累乘指数
硐表	146	1712	5.1	0.2	2.8	0.4	22	18	110	12	21	4	729	238	589	0.2	1.0	7.5	12.7
平硐	4.5	55.7	0.9	0.1	2.0	0.1	16	18	111	9	21	3	303	297	58	0.1	0.6	2.0	0.36
比值	0.03	0.03	0.2	0.5	0.7	0.3	0.8	1.0	1.0	0.8	1.0	0.7	0.4	1.3	0.1	0.5	0.6	0.3	0.03

注:量单位: $w_B/10^{-6}$; $Au/Ag=w(Au)/w(Ag)$, $Pb/Zn=w(Pb)/w(Zn)$, $Co/Ni=w(Co)/w(Ni)$, $Ba/Sr=w(Ba)/w(Sr)$;
累乘指数= $w(As) \times w(Sb) \times w(Ba)/10000 \times w(Bi) \times w(Mo) \times w(Co)$ 。

提供直接或间接的找矿信息。

卡恰金矿直接指示元素 Au 的异常受构造及岩性控制特征明显,整体沿(北)安山岩带分布,受次级断裂 F_0 及 F_1 控制,金异常浓集中心和矿体露头位置逐一对应;与 Au 密切相关的 As、Ag、Sb、Ba 等元素异常,以及 $w(Au)/w(Ag)$ 值异常,其与 Au 异常有很好的套和性;通过对比平硐和地表对应点的样品地球化学参数的变化,分析金矿(化)体往深部的变化趋势特点,结果显示矿区 Au 矿(化)体不具备往深部延伸的元素地球化学条件。

5 结语

通过对卡恰金矿区原生晕地球化学异常特征分析,并结合平硐地球化学数据进行对比研究,可得出以下几点认识。

(1)矿区 Au 矿(化)指示元素组合为 Au、Ag、As、Sb、Ba,元素异常浓集中心清楚,浓集中心与已

知矿体露头位置对应良好。

(2)Au 矿(化)异常主要受次级断裂 F_0 和 F_1 控制,沿(北)安山岩分布;主要富集元素具有中低温热液蚀变岩型金矿元素组合特征。

(3)Au 及相关元素指标平硐内显示的异常特征相比地表弱化明显,显示 Au 矿(化)体往深部延伸的地球化学信息不充分。

(4)采用相关统计分析软件对成矿元素地球化学特征进行研究,查明相关元素组合特征,并有效圈定成矿元素异常,可为矿区找矿工作提供科学的参考依据。

参考文献:

[1] 新疆地质矿产勘查开发局第八地质大队. 新疆乌恰县卡恰金矿普查地质报告[R]. 乌鲁木齐:新疆地质矿产勘查开发局, 1999.

[2] 杨富全, 毛景文, 王义天, 等. 新疆西南天山金矿床主要类型、特征及成矿作用[J]. 矿床地质, 2007, 26(4): 361-379.

[3] 张丽红, 郑珺, 程军. 新疆西南天山地区水系沉积物地球化学测量方法研究[J]. 矿业工程, 2013, 11(2): 14-16.

- [4] 中钢天津地质院. 新疆阿克苏地区乌什县齐甫切克(卡恰)金矿床成矿地质特征研究及深部、外围找矿预测(评价)[R]. 天津:中钢集团天津地质研究院有限公司, 2007.
- [5] 杨小峰, 刘长垠, 等. 地球化学找矿方法[M]. 北京:地质出版社, 2007.
- [6] 邵跃. 热液矿床岩石测量(原生晕法)找矿[M]. 北京:地质出版社, 1997.
- [7] 刘崇民. 金属矿床原生晕研究进展[J]. 地质学报, 2006, 80(10): 1528-1538.
- [8] 黎彤, 倪守斌. 塔里木—华北板块的地壳和岩石圈元素丰度[J]. 地质与勘探, 1998(01): 20-24.
- [9] 杨利民, 杨自安, 罗铁良, 等. 成矿能量在化探综合异常提取中的应用研究[J]. 矿产与地质, 2008, 22(1): 74-77.
- [10] 徐锡华. 成矿能-克里格双模型在化探数据处理中的特殊功效[J]. 地质找矿论丛. 2002, 17(1): 51-56.

Analysis on characteristics of geochemical anomaly in the primary halo of Kaqia gold deposit in Wushi county, Xinjiang

SUN Zhiming

(Sinosteel Tianjin Geological Academy Co., Ltd., Tianjin 300061, China)

Abstract: Kaqia gold deposit is a altered rock type deposit related to volcanic hydrothermal fluid. Ore bodies generally occur as vein, lens and dendroid vein in cataclastic alteration zone. Geochemical samples are collected systematically from the primary halo in tunnels and at surface and study are made on combination of elements and anomaly characteristics. Characteristics of major geochemical index variation for element in tunnel and at surface are compared. Variation tendency of elements are inferred to depth providing evidence for further ore prospecting in surroundings and to depth of the deposit.

Key Words: Kaqia gold deposit; element anomaly; primary halo; andesite; Xinjiang