

58-57

景观地球化学研究在土壤地球化学测量中的作用

王志华

(长春工业高等专科学校地质系·长春·130021)

p596
S151.93

通过对内蒙古大水清金矿区地球化学景观的研究,分析了该地区金矿床的次生晕形成特点,特别是在次生晕中,主要成矿元素 Au、Ag 等偏低,形成了该区所特有的景观地球化学特点。

关键词 景观地球化学 次生晕 元素迁移

土壤 地球化学测量

近几年景观地球化学研究逐步得到人们承认,特别是象俄罗斯等国家都已在规范中作了明确规定。这方面的研究成果不仅具有理论价值,重要的在于提高次生晕地球化学普查工作的经济效益。

1 研究区气候条件及作用

内蒙古大水清金矿区位于赤峰南 40 km 处,海拔高程 994.1 m ~ 123.4 m,气候为典型大陆性气候,冬季严寒、夏季炎热、多季风、雨量稀少,年平均降雨量 433.1 mm,其中 71% 集中于 6、7、8 三个月份中,年蒸发量 1980.2 mm,蒸发量大于降雨量,所以河谷常年干涸。

根据 A.N. 彼列尔曼学说,水就像景观的“血液”一样,天然水与景观的其他组成部分是处在复杂的可逆作用的相互关系之中。景观所特有的绝大部分的化学反应是在水介质中进行的。天然水是重要的运输途径,化学元素不论是在景观内,还是在不同的景观之间,都是沿着水介质这一途径进行迁移。而大气降水和潜水是土壤和疏松沉积物水分的主要来源,由于大气降水和潜水相互作用而造成的水平衡在不同景观带是不同的。它取决于水分移动的方向。潜水产出的深度,且决定于潜水向地表作毛细管上升高度的疏松沉积物的物理特性和机械特性。

根据渗透值和蒸发水分量的比例,研究区的水分动态类型按传统分类应属于渗出型水分动态,但作者认为并不完全。因为研究区气候特点除具有蒸发量大于降水量外,还应该考虑以下几方面:

1) 蒸发量大于降水量会产生水分上升运动占优势,这似乎表明该区的矿床次生晕一定会很大,或者说如果地下较深部具有矿体,那很可能在地表有异常的显示。但事实并非如此,我们在已开采的矿体地表处(地表肉眼见不到矿化现象)取样分析表明,异常显示并不很好,而反过来分析水分动态类型

时可以发现,研究区内每年自 10 月开始结冻,第二年 4 月完全解冻,平均冻期 171 天,冬季平均温度 -11.7℃,极值为 -30.9℃,平均最大冻土厚度 1.7 m,由此表明,研究区内有近一半的时间里是处于冻土型水分动态,在这段时间里,冻土层起到了隔水作用,在起隔水作用的冻土层上边的含水层中,不论是在初春时降水量远远大于蒸发量,还是在年底时蒸发量大于降水量时,由于隔水层的关系,隔断了地下水与地表水的联系,也就隔断了上部含水层(地层)与隔水层下部的地球化学的联系。因此,部分矿床在地表处异常显示不好,这是原因之一。

2) 植被条件对元素的表生迁移作用也有较大的影响。在渗出型水分动态的地区,水的损失由潜水来补充,而这种潜水通常在几米深以下,并且通过毛细管上升与土壤中的植物根系圈和地面相联系,对于典型的这类地区,如平原草甸草原景观和干草原景观中,这里潜水埋深较浅而疏松,潜水以毛细管的途径直接到达地表,而对于潜水平埋藏较深的平原地区,则潜水通过毛细管途径上升与土壤中的植物根系圈到达地表。在本区的植物根系圈很少,有的地方甚至没有,这样,对于埋藏较深的盲矿体来说,后生异常要达到地表需满足的条件是:地表到潜水面的距离一定要小,否则潜水平埋藏较深,潜水只能借助于岩石的毛细管作用上升,而由于地表处的植物根系不发育,携带有成矿信息的含矿溶液就很难在地表形成较高强度的异常值。

3) 季节性降水是对已经形成异常的破坏因素之一。前面曾指出,本区降水主要是在 6、7、8 三个月份,在这一期间,由于地表没有形成植物根系圈和较厚的土壤层,使得地表水很难与地下潜水形成循环,而由地表面流出该区。而对于蒸发量大于降水量的地区,形成蒸发富集(或者说是地球化学异常)是主要作用之一,如对于具有周期性渗出型水分动态地

区,前人曾已作出过结论:即这里虽然全年的蒸发量高于降水量,但由于地形坡度较大,排水有利,太阳辐射量小,所以在降水期水分动态属于冲洗型,而在旱季水分动态则属渗出型。该区一般旱季远远超过降水期,该类区上置盐晕较发育。根据以上结论我们对本区研究中得出不同的是:区内的主要区域盐晕并不发育,其原因主要是:季节性降水具有强烈的淋滤作用又不同于平原地区,平原地区的淋滤往往使土壤中的 A、B 层的元素转移到 C 层,而一旦淋滤减弱,出现蒸发为主时,这些元素就能很快地在地表形成新异常带。而在本区则不然,由于降水的淋滤作用以侧向为主,即被淋滤出的元素大部分由地表土壤转入水系,而形成了永久性“丢失”。当雨季结束以后,蒸发量大于降水量时,就需要元素重新由深部迁移到地表,这种迁移的动力源很小,而如果与淋滤作用比较起来,前者大大小于后者,所以本区的上置盐晕也很不发育。为此,本人在区内做样品对比试验中得出:在已知 4×10^{-6} 的矿脉地表 1 m 深的土壤中取样, Au 的含量为 0.1×10^{-6} ,其它主要成矿元素含量下降也较大。

4)较寒冷的气候影响着区内元素的地球化学行为。人们过去侧重于常温下元素的地球化学行为研究。在这些较为温暖地区,天然水系为非饱和溶液,特别是对于微量元素来说,在水和岩石间处于不平衡状态,而且任何时候也不会达到平衡。因此水是侵蚀性的,它的化学成分之形成在很多情况下取决于风化作用和溶解速度,亦即决定于水和岩石相互作用的时间。而在象本区这样的寒冷、干燥的气候下(年平均气温为 6.2°C),水的成分与岩石成分的相关性小,水的侵蚀作用往往下降。

2 研究区地形与地质条件及作用

2.1 地形因素

地形也是景观中的一个重要因素之一。在各种风化作用力影响下,岩石变成各种粘土矿物的疏松物质,当气候适合,平原或波状地形和静止的构造状况下是形成厚层风化壳的最有利条件,在这种情况下残积物可达数十米。而沿着岩石裂缝和破碎带风化作用可深及几百米。而当地形较陡时,风化壳的厚度不超过数米。在任何气候条件下的山区、陡坡上都不能形成较厚的风化壳,由此可见地形的作用因素。本区地形特点是整个测区西南高、东北低,坡角在 $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$,一般北坡平缓、南坡相对陡峻,第四系覆盖以东北面积较大,厚度不一,山脊以残积物为

主,厚约 0.3 m 左右,山麓多为残坡积物,厚度为 0.5 m ~ 1 m,沟谷以冲积、洪积物为主,厚度一般为 1 m ~ 3 m 之间。

以地形为主要作用特点,作者把测区内的风化壳分成以下几种类型:A 型:主要位于测区东北部,其风化壳最厚,以粘土矿物为主,主要组成为上游冲积物和风成物质。其地球化学特点是具有较强的吸附作用,在我们的地球化学异常成果图中,该类型的区域主要为 As、Sb 等异常;B 型:主要位于沟谷部位,以冲积洪积物为主,主要矿物成分是石英、长石等,其地球化学特点是较富集重金属元素,如在本次工作中分析该类型样品 47 件,其中 Co、Ni、Sn、Mn 等元素的含量高于背景值 n 倍 $\sim n \times 10$ 倍;C 型:主要位于山坡处,由残坡积层组成;D 型:主要位于山脊、山顶处,基本上是由半风化的基岩组成,其地球化学特点是元素受到强烈的淋滤作用。这从我们的地球化学成果图中反映的更清楚,当异常穿过山脊时总是异常宽度变窄。

2.2 地质体地球化学性质

正如前苏联学者彼列尔曼所说:“大气候和地质条件的统一是景观的特征”,而地质体的地球化学性质又是地质条件的主要因素之一。这具体表现在:

在地面一系列条件下地质因素可决定表生过程的地球化学类型。如硫酸型风化壳分布的基本规律取决于地质因子,即取决于相应岩石和矿床的分布规律性。因此,一些风化壳分布服从于地带性,但地带性是在决定硫化物岩石和矿床分布的更普遍的地质规律背景上起作用的。土壤、风化壳较深层中的过程在很多情况下取决于岩石的组成。在同一个气候条件下,石灰岩、黄铁矿化页岩、盐岩与其它岩石中表生过程是以不同方式进行的。

区内表生地球化学行为也受区内地质体化学成分制约:区内主要出露的是燕山期花岗岩侵入体,而区域上矿点也都与该岩体有关。区内的花岗岩体具有斑状结构,岩石有斑状二长花岗岩,斑状石英二长岩和斑状花岗闪长岩(其主要常量元素含量见表 1、微量元素见表 2)。根据彼列尔曼的分类,把那些具有决定着后生过程的地球化学特点的化学元素、离子和化合物称为标型元素、标型离子及标型化合物,而且标型程度取决于元素克拉克值和迁移能力。表 1 中的元素大都为标型元素,而表 2 中微量元素对整个环境制约能力不大,但它们是否受到标型元素的影响和受到怎样的影响却意义重大,因为它们对成矿信息的指示作用往往要高于标型元素。从表中

表1 研究区花岗岩体岩石主要元素化学成分表

(%)

取样位置	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	样品数
边缘相	61.20	0.60	16.88	2.31	2.46	0.06	1.89	3.69	4.37	4.35	9件
中心相	66.45	0.51	15.45	1.87	2.22	0.04	1.30	2.40	4.66	4.56	27件
脉岩	74.60	0.20	12.54	0.49	0.55	0.05	0.07	0.60	0.83	0.96	1件

表2 研究区花岗岩微量元素含量表

元素	本区平均含量(K ₁)	酸性岩平均值(K ₂)	K ₁ /K ₂	含量单位
Au	17.94	4.50	3.99	10 ⁻⁹
As	3.10	1.50	2.07	10 ⁻⁶
Sb	0.30	0.26	1.15	10 ⁻⁶
Bi	1.02	0.01	102	10 ⁻⁶
Cu	43.80	20.00	2.19	10 ⁻⁶
Pb	26.63	20.00	1.33	10 ⁻⁶
Mo	1.07	1.00	1.07	10 ⁻⁶
Ni	10.55	8.00	1.32	10 ⁻⁶
Mn	702.30	600	1.17	10 ⁻⁶
Sn	1.51	3.0	0.50	10 ⁻⁶
W	2.76	1.50	1.84	10 ⁻⁶
Co	7.54	5.00	1.51	10 ⁻⁶
Ag	0.41	0.05	8.20	10 ⁻⁶
Zn	25.92	60.0	0.43	10 ⁻⁶
Se	0.05	0.50	0.10	10 ⁻⁶
Te	1.00	10.00	0.10	10 ⁻⁶
S	0.084	0.04	2.10	10 ⁻²
Ga	9.00	20.00	0.45	10 ⁻⁶
Cd	0.22	0.10	2.20	10 ⁻⁶
Ba	848.6	830.0	1.02	10 ⁻⁶
Sr	666.3	300.0	2.22	10 ⁻⁶
F	517.4	800.0	0.65	10 ⁻⁶

样品数共18件

的化学成分可得出:应用后生作用的分类,本区具有碳酸盐化过程特征,即钾、钠、钙、镁含量大大超过强阴离子氯、硫、磷、钒等的含量。这样,大量的阳离子进入溶液,阴离子的不足是以水解离时发生的变化和氢氧根含量的增加以及相应的氢离子含量降低来补充的。长石风化的结果,形成重碳酸钠水,这是研究区广泛分布的自然过程。与碳酸盐化作用过程相对立的是,研究区还存在着一定程度的酸性过程,这可以从二方面来证明:一是从分析结果中看出,硫的含量高于正常酸性岩;二是在野外观察中,见黄铁矿化呈带状与构造线吻合。这就说明,在研究区局部地方还有酸性过程存在,但在不同程度上,与碳酸盐化过程相互制约,正是这种相互矛盾的作用,产生了

在区内有些部位矿异常显示好,而有些则不佳。

2.3 构造条件

地质构造在后生过程中的作用随着深度而增加,构造作用在土壤中所产生的影响较小,但由原岩在构造作用引起的影响较大:在构造不发育的部位异常小,而沿走向追踪时我们发现,构造带变宽时组合异常好。

3 结论

通过以上研究,在研究区进行土壤地球化学测量过程中采取了相应的措施:

1)在研究区找矿工作中确定出了区内与成矿有关元素在该景观条件下元素的迁移活动序列为: Au → Bi → Ag → S → Sr → Sb → Ba → Hg → W → As → Fe → Cu → Mn → Sn → F → Mo → Zn → Cd → Ga → Co → Pb → Se。这样对区内元素的后生活动情况有了整体的了解;

2)在此基础上,又对元素应用变异系数比值进行分类,确定元素本身迁移强度;

3)综合以上指标,进一步确定出各种元素异常下限值,即在应用公式 $C_a = C_0 + K\sigma$ 计算异常上限时,对 Au、Bi、Ag 等在该景观条件下迁移性强元素所选的 K 值低,以突出异常,如 Au 的 K 值为 1.0。

在此基础上,圈出 6 个异常,其中第 3 号、6 号异常经过地表探槽的工程揭露,初步验证为具有一定工业意义的矿化地段。说明搞好景观地球化学研究对土壤地球化学测量有着较为重要的作用。

参考文献

- 1 彼列尔曼,后生地球化学.北京:科学出版社,1975
- 2 徐光荣,王志华.成矿构造地球化学.长春:吉林科学技术出版社,1997

APPLICATION OF LANDSCAPE GEOCHEMISTRY TO GEOCHEMICAL SURVEY OF SOIL

Wang Zhuhua

The Dashuiting gold mine is exemplified to exhibit the characteristics of secondary halo of gold deposits in this region. The study on landscape geochemistry indicates that the secondary halo is characterized by lower contents of Au and Ag.

Key words landscape geochemistry, primary halo, migration of element

第一作者简介:

王志华 男,1959年生。1982年长春地质学院应用地球化学专业毕业,1990年在长春地质学院岩化系获硕士学位。现任长春工业高等专科学校地质系副教授、系副主任。长期从事应用地球化学研究工作。

通讯地址:吉林省长春市同志街80号 长春工业高等专科学校地质系 邮政编码:130021

