青海省高寒草甸区西部表生地球化学作用

杨少平1 汪明启2 刘应汉1

(1. 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;2. 中国地质大学,北京 100083)

摘要:依托大场大型金矿床对青海省高寒草甸区西部的表生地球化学作用进行了研究,发现风成沙集中在-40~+160 目粒级段,富含 SiO₂,而绝大多数元素的含量均很低;-20 目残坡积土和-5~+20 目草皮层土富集或基本 富集了大部分金矿化指示元素,均可代表近源物质。从基岩→残坡积层→草皮层→水系沉积物,金矿化主要指示 元素 Au、As、Sb 的平均含量在逐步降低,其他元素也多如此。在高寒准平原—丘陵区,地表存在着元素(特别是 Au、As、Sb)被不同程度贫化或均一化的地球化学作用。

关键词 清海省 高寒草甸区 表生地球化学作用

中图分类号: P632 文献标识码: A 文章编号: 1000 - 8918(2005)03 - 0194 - 07

高寒草甸区是广义的高寒山区的次级景观区, 主要指地形起伏较小(丘陵—准平原),草甸植被几 乎覆盖到山顶的高寒山区,其主体位于青藏高原的 北部和东部边缘。

青海省高寒草甸区主要分布在青海省南部的玉

树和果洛地区,呈北西—南东向展布在通天河—阿 尼玛卿山之间(图1),东南到省界,面积约17万 km²,该景观区向东南延伸到四川省西北部和甘肃 省南部,是青藏高原的一部分。该景观区以西部黄 河源头的巴颜喀拉山区最为典型。



据《中华人民共和国草场分布图》[●]缩编 图1 青海省高寒草甸区分布状况

表生地球化学特征研究是地球化学勘查中重要 的基础性工作,但在高寒草甸区此类研究工作很少。 李洪祥根据四川甘孜地区2个多金属矿区和1个钨 矿区试验研究,发现川西北高寒草甸区铝硅酸盐的 化学风化以碱质和硅质被逐渐淋失最为特征;同时 成矿元素大量淋失,残坡积层中化学风化强度自下 向上由弱渐强,进入水系顺流迁移中继续增强^[1]。 刘大文等讨论了四川西北部若尔盖草原区地表土壤 中 Ag、Cu、Zn、Fe、As、Hg、Au、Pb、Mn、Sb 的有机结合 态、粘土吸附态、水溶态的分布特征^[2]。杨少平等 发现在高寒草甸区东部生物地球化学作用是地表疏 松层中 Au、As、Sb 迁移、富集的重要因素之一^[3]。

[●] 中华人民共和国农林部畜牧总局、中国科学院植物研究所.中华人民共和国草场分布图(1: 250 万).1977 收稿日期 2004 – 06 – 22

基金项用,病物质有产部青海省高寒草甸区化探异常查证方法研究项目(地科定 98-18)

1 景观特点

本次研究区位于黄河源头的青海省曲麻莱县大 场大型金矿区。本区海拔一般在3500~4500 m 左 右。草甸植被发育、第四系覆盖较为普遍。地形起 伏较小,流水的冲刷作用相对较弱,搬运能力相对较 低 岩(矿)石的风化产物运移距离相对较近。

研究区气候寒冷,年均气温0℃以下,年降水量 180~440 mm^[4];夏季短暂、冬季漫长,日温差和年 温差都非常大。全年都有霜冻,季节性冻土和永久 冻土均很发育;季节性融化层一般只有1.2~2 m 深,冻融作用十分发育,构成了现代表生风化作用的 主要营力。区内植被主要为蒿草、苔草、杂草类低草 草甸,少量为蒿草、苔草、莎草低草沼泽草甸(中华 人民共和国农林部畜牧总局、中国科学院植物研究 所,1977)。植被覆盖度很大,一般情况下植被一直 覆盖到山顶;该区水土保持较好,是我国珍贵药材 ——虫草的盛产地。

2 地表疏松层特征

研究区地表疏松层发育广泛,分布均匀,按照成 因分为含风成沙土层(混有风积物的各种成因的地 表土层),坡积层、残坡积层、残积层、冰碛层和水系 沉积物,其中以残坡积土层为主。区内基岩露头虽 然较少,但在大部分地段埋藏较浅,多在2m以内。

研究区大部分地段的土壤分为草皮层、残坡积 层、残积层。草皮层一般为含有风成沙的残积土或 残坡积土,含有较多的活草根,厚度为5~30 cm,略 具粘土化,不同地段风成物质掺入程度差异较大,局 部出现完全的风成沙层,在大场矿区的探槽和采坑 中还多处见到风成沙土沿冻胀裂隙呈楔形深入到1 m左右的土层中,在现代河床附近表现为沼泽化黑 色腐殖土。残坡积层主要出现在山坡较陡的地段, 是坡积和残积综合作用的结果,通常以坡积作用为 主。残积层一般由粗骨土组成,其成分主要取决于 原生基岩的成分,土层厚度一般为20~50 cm。

在有长流水的三级以上水系的沟谷底部常发育 冰沼土 ,厚度可达2 m 以上 ,其剖面垂直分层(自上 而下)通常为 :草皮层→灰粘层→铁质淀积层→砂 砾层。研究区的水系沉积物主要是洪积作用的结 果。其中的砂金分布十分普遍。

3 研究区地质特征●

大场金矿区内出露的地层主要为三叠系中统巴颜喀拉山都在她都下部的粉砂质泥质板岩夹少量长

石石英砂岩、含砾砂岩和粗砂岩,金矿化就产在这一 层位中。下二叠统布青山群分布在矿区北缘,由蚀 变玄武岩、角砾状结晶灰岩及少量细粒薄层砂岩组 成。第四系松散岩类(冰水碛、冲积、洪积、冲洪积、 坡积、残坡积等成因)广泛分布于河谷底及缓坡地 带,并且表层堆积有厚度不等的风成沙。

矿区内无侵入岩体分布,只发育石英脉及少量 碳酸盐脉,部分石英脉与成矿有关。

矿区内主体构造呈北西—南东向。地层普遍遭 受区域变质作用,但程度较浅;多为不对称的小褶 皱,总体上为一向南倾的单斜构造,倾角55°。沿断 裂发育宽20~100 m 的硅化蚀变破碎带,矿区附近 糜棱岩化较明显,往西呈构造角砾岩。次级断裂构 造较发育,局部密集成带,多期次多阶段活动迹象明 显,是矿区内主要的容矿构造,后期叠加的变质热液 与金矿成矿有较为密切的关系。

与金矿化有关的蚀变主要有硅化、泥化、绢云母 化、硫化物化、高岭土化、绿泥-绿帘石化等,原生矿 石中还具电气石化、辉锑矿化、毒砂化。金矿化的强 弱与构造变质和热液蚀变的强弱及其叠加程度一 致。目前矿床规模已达大型。

4 样品采集、加工和测试

在研究区选择有代表性的数条穿越已知矿 (化)体的探槽,分别采集含风成沙土、残坡积土、风 化基岩作为样品。

土壤样品风干后,含风成沙土用不锈钢筛筛取 -5~+20目截取粒级送分析,样品量200g;残坡 积土筛取-20目混合粒级送分析,样品量200g。 部分含风成沙土样品进行了-5~+20目、-20~ +60目、-60目的分级过筛。全部土壤和岩石样品 送室内用无污染碎样机碎至-200目后测试。分析 方法为;原子吸收法分析Au、Ag、Cu、Pb、Zn,原子荧 光法分析As、Sb、Bi、Hg,极谱法分析W、Mo。

中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所 中心实验室承担了碎样和分析工作。

5 研究结果讨论

5.1 大场金矿床的主要指示元素

根据大场金矿区主要原生金矿带(Ⅲ、Ⅲ号矿带)中矿石组分测试结果(表1),大场金矿床的主要 指示元素为 Au、As、Sb、Ag、Hg、W。其中 Au、As 含

易平乾 陈建洲 ,李连松 ,等.青海省曲麻莱县大场大型金矿 区普查地质报告.青海省地质矿产局第四地质大队 ,1999.

量超过矿区岩矿石平均值1个数量级以上;Sb、W 超过矿区岩矿石平均值5倍至1个数量级以上;多 数样品中的Ag、Hg含量超过矿区岩矿石平均值2 倍至1个数量级以上。这6种元素构成了大场金矿 床的特征指示元素。多数矿石样品中 Cu、Pb、Zn、Bi 含量比矿区岩矿石平均值略高一点,对 Au 矿化带 的指示作用可能要弱的多。Mo 则处在低背景中,对 金矿化带的指示作用将十分有限。

表1 青海省大场金矿床矿石中主要指示元素含量

样品号	Au	As	\mathbf{Sb}	Ag	W	Hg	Mo	Cu	Pb	Zn	Bi
TC38-9-1	3141	4452.9	77.03	45	5.81	49.2	0.27	20	15.2	63	0.16
TC38-8-1	12405	9341.1	83.73	136	11.86	58.8	0.539.9	19	90.1	0.25	
TC38-28-1	7357	2493.5	28.67	44	4.77	49.8	0.25	38.7	20.4	85.7	0.23
TC38-30-1	12201	814.9	71.01	224	15.48	113.3	0.2	25.1	23.6	39.6	0.14
TC38-31-1	5625	3118.3	97.13	120	6.49	58.2	0.42	32.5	27.5	109	0.26
TC38-32-1	4573	8149.5	294.73	243	30.9	199	0.35	34.5	95.5	60.9	0.44
P44 – 8-1 A	9052	498.7	112.53	134	25.77	206.2	0.92	31.8	67	115	1.32
P44-4-1	5639	2752.6	40.99	731	6.66	39	0.35	29.2	21.9	84.8	0.2
P44-12-1	20965	4128.5	48.9	131	6.66	133.7	0.27	74.5	39.6	142	0.41
矿区岩矿石平均值	159	56	9.2	43	1.7	22	0.6	25	20	80	0.24

注:含量单位 ¼(Au, Ag, Hg)/10⁻⁹ ¼(其他元素)/10⁻⁶ 浙区岩矿石平均值的统计样品数为55

5.2 风成沙的地球化学特征

在高寒草甸区西部,风成沙无处不在,主要以掺入地表土壤和水系沉积物的形式出现,局部地区形成半固定—半流动沙丘(如研究区东南的大沙河一带)。风成沙是该区区域化探扫面首先要面对的介质,其对客观获取测区地球化学资料构成重大干扰。

从表 2 中可发看出,研究区风成沙粒级分布主 要集中在 – 40 目以下粒级中,其中 – 40 ~ +160 目 粒级段的占 92%,其他粒级段所占比例微乎其微, 缺失 20 目以上粒级。风成沙中元素含量具有以下 规律 ① 风成沙中富含 SiO₂,含量高达 70% 以上,说 明这里风成沙的主要成分为石英、长石等硅酸盐矿 物 ② 风成沙 - 40 ~ +80 和 - 80 ~ +160 目两个优 势粒级中 绝大部分元素的含量明显低于矿区岩矿 石平均值,特别是 As、Sb、Hg、W 等大场金矿主要指 示元素含量均低于矿区岩矿石的平均值,Sb、Hg 甚 至低了近 1 个数量级,Cu 低了近 5 倍。③ 风成沙 中 Ag、Pb、Mo 含量略高于矿区岩矿石平均值。

表 2 风成沙粒级分布及其地球化学指标含量

粒	级	重量	Ag	As	\mathbf{Sb}	W	Hg	Mo	Cu	Pb	Zn	Bi	Cd	Ba	Co	Zr	CaO	SiO_2	Ni
20 ~	40 目	3	34	21.6	0.7	0.75	6.6	0.72	15	22	58	0.13	162	440	5.4	88	6.27	77.09	15
40 ~	80 目	62	39	12.5	0.45	0.51	6.6	0.45	9.8	14	34	0.09	111	330	3.1	56	5.8	80.67	8
80 ~	160 目	30	47	12	0.69	0.71	6.6	1	11.7	16	35	0.12	101	368	3.6	83	6.42	77.79	10
- 1	60 目	5	42	11.6	1.1	1.08	6.6	0.67	14.9	19	43	0.15	112	514	5	437	7.4	71.89	12
矿区岩矿	└石平均值	43	56.0	9.2	1.70	22.0	0.56	25.0	20.0	80	0.24								
40~ 80~ 一1 矿区岩矿	80 目 160 目 60 目 ⁻ 石平均值	62 30 5 43	39 47 42 56.0	12.5 12 11.6 9.2	0.45 0.69 1.1 1.70	0.51 0.71 1.08 22.0	6.6 6.6 6.6 0.56	0.45 1 0.67 25.0	9.8 11.7 14.9 20.0	14 16 19 80	34 35 43 0.24	0.09 0.12 0.15	111 101 112	330 368 514	3.1 3.6 5	56 83 437	5.8 6.42 7.4	80. 77. 71.	67 79 89

注:含量单位为: u(Ag,Hg)/10⁻⁹ u(CaO SiO₂)/% u(其他元素)/10⁻⁶ 矿区岩矿石平均值的统计样品数为55

上述表明,风成沙对土壤和水系沉积物原始地 球化学特征的干扰主要是造成2类介质中大部分元 素含量的降低和少量元素背景含量略有抬升(如 Ag、Pb、Mo);从而使测区地球化学分布的客观模式 发生畸变,地球化学异常大大弱化或消失。欲真实 反映测区元素的地球化学模式,就必须想办法滤掉 混在土壤和水系沉积物中的风成沙,对混有风成沙 的土壤和水系沉积物截取+40目的粒级段,将有效 地消除风成沙的干扰。

5.3 土壤不同粒级的地球化学特征

土壤不同粒级地球化学特征的研究以草皮层和 残坡积层分别为研究对象,按照矿化地段、异常地 段、背景地段分别进行。不同地段的划分原则为地 质上确定的杂物格化)体分布地段为矿化地段,残坡 积层中 u(Au)>40×10⁻⁹和草皮层的-5~+20 目 粒级部分中 u(Au)>20×10⁻⁹的地段为异常地段, 其余为背景地段。

5.3.1 矿化地段

矿化地段土壤不同层位、不同粒级中元素含量 分布特点示于表3中,从中可见:

(1)在-20目粒级的残坡积层中,金矿化指示 元素 Au、Sb、Hg、Pb、Cu 的含量略高于-5~+20目 粒级部分;Ag、As 在不同剖面中的表现各异,规律性 不明显。

(2)进入草皮层以后,情况发生了很大的变化。 金矿化主要指示元素 Au、As、Sb 在 -5 ~ +20 目的 粗粒级部分出现最大值,随着粒级变细,这些元素含 量逐级以数倍的速率下滑,于 -60目的细粒级中出

表 3 大场金矿区矿化地段不同土层不同粒级中各元素含量

土层	样品编号	粒级	Au	Ag	As	\mathbf{Sb}	W	Hg	Bi	Cu	Pb
	P44-12-4-1	-5~+20 目	5343	53	4188.6	9.608	3.02	16.1	0.19	30.5	22
草	P44-12-4-2	-20~+60 目	4168.8	66	2202.9	8.777	2.11	14.1	0.193	35.5	25.8
亡	P44-12-4-3	-60 目	1661	55	970.1	3.075	1.68	10.6	0.183	24.8	21.1
IX.	P44-8-4-1	-5~+20 目	659	64	779.3	11.589	3.1	13.6	0.125	40.4	19
层	P44-8-4-2	-20~+60 目	144	56	166.7	8.381	1.97	14.6	0.213	32.1	24.6
	P44-8-4-3	-60 目	9.4	68	53	1.517	1.54	13.6	0.162	23.3	17.5
残	P44-12-2-2	-5~+20 目	19009	128	9107.1	22.414	10.06	30.8	0.101	25.8	37.9
坡	P44-12-2-1	-20 目	30313	188	9341	30.943	19.63	53	0.137	31.5	73.5
积	P44-8-2-2	-5~+20 目	5580	500	7119	10.711	7.45	53.5	0.472	29.8	13.2
层	P44-8-2-1	-20 目	6521	301	5897.8	15.472	6.96	63.6	0.73	53.3	27.4

注:表中 Au、Ag、Hg 的质量分数为 10⁻⁹ 其他元素的为 10⁻⁶

现了最小值。对金矿化有一定指示作用的 W 也有 类似的分布趋势。初步认为,上述现象主要是由于 不同土层中远距离搬运的风成沙掺入程度不同所引 起。残坡积层埋藏于地下,掺入的风成沙极少,所以 不同粒级中元素含量的差异很小。草皮层处于地 表,掺入的风成沙很多,从而造成与风成沙优势粒级 复合的 – 60 目粒级中主要矿化指示元素含量的大 幅度降低。以上讨论表明, – 20 目的残坡积层土壤 或 -5~+20目的草皮层土壤均富集了金矿化主要 指示元素,都是近源物质成分的代表。预示着在研 究区开展土壤测量时,采集 -20目的残坡积土壤或 -5~+20目的草皮层土壤,都可以发现大场金矿 床。

5.3.2 异常地段

异常地段土壤不同层位及其不同粒级中各元素 统计参数列于表4中。从表中可见:

表4 大场金矿区不同地段不同土壤层不同粒级中元素统计参数

地段	土层	参数	粒级	Au	Ag	Cu	Pb	As	Sb	Bi	Hg	W
			-5~+20 目	34.3	52	28.35	22.3	127.3	6.067	0.24	9	2.05
		中位数	-20~+60 目	17.65	60.5	33	24.3	169.65	7.215	0.236	10.35	1.82
e	草皮层		-60 目	9.95	70.5	24.5	20.25	48.05	2.123	0.178	12.35	1.61
Ŧ	(n = 10)		-5~+20 目	1.034	0.953	0.227	0.117	0.733	0.471	0.200	0.338	0.204
常	. ,	变差系数	-20~+60 目	0.671	0.832	0.175	0.100	0.477	0.529	0.203	0.206	0.975
地			-60 目	0.488	0.802	0.063	0.099	0.316	0.435	0.141	0.237	0.131
EД	残坡积层	中位数	-5~+20 目	131	77.5	41.6	22.7	573.7	10.935	0.213	17.7	3.74
+X			-20 目	135.5	79	36.05	23.85	521.35	12.150	0.256	29.3	5.395
	(n = 10)	亦羊玄为	-5~+20 目	0.862	0.109	0.227	0.200	0.903	0.455	0.272	0.401	0.315
	. ,	又左尔奴	-20 目	1.109	0.763	0.274	0.225	0.767	0.519	0.382	0.335	0.356
			-5~+20 目	10.9	50	25.9	20.7	108	6.909	0.205	8.75	1.735
	中位数	中位数	-20~+60 目	10.15	60	31.6	24.5	122.4	7.166	0.218	10.35	1.82
코티			-60 目	6.1	60	24.05	19.7	44.65	2.182	0.183	11.35	1.61
	(n = 12)		-5~+20 目	0.3142	0.176	0.166	0.084	0.451	0.273	0.162	0.178	0.173
景		变差系数	-20~+60 目	0.275	0.180	0.085	0.057	0.235	0.343	0.117	0.228	1.046
地			-60 目	0.239	0.173	0.043	0.088	0.150	0.504	0.104	0.243	0.163
EД		由荷粉	-5~+20 目	7.4	65	44.4	22.7	58	11.703	0.284	14.1	2.26
+X	残坡积层	て世奴	-20 目	9.3	77	40.6	24.7	44.4	9.719	0.284	19.2	2.11
	(n = 13)	亦羊玄为	-5~+20 目	0.634	0.208	0.113	0.195	0.551	0.721	0.143	0.360	0.308
		又左尔奴	-20 目	0.562	0.479	0.187	0.185	0.471	0.713	0.227	0.239	0.288

注:Au、Ag、Hg的质量分数中位数为 10^{-9} 其他元素的为 10^{-6} n 为样品数

(1)在-20目粒级的残坡积层中,金矿化重要 指示元素Au、Ag、Sb、Pb、Hg、W、Bi的中位数均略高 于-5~+20目的粗粒级部分;同时,Au、Ag、Sb、 Pb、Bi、W的变差系数也都略高于粗粒级部分。表 明-20目细粒级中可出现较明显的地球化学异常。

(2)进入草皮层以后,Au、Bi、W依然在-5~
+20目的粗粒级部分出现最大值,其中Au元素,从
粗粒→细粒,其中位数以成倍的速率逐级下滑,于60目的细粒级中出现最小值;Bi、W具有类似的趋势。Hg、标准输下粒级中的分布趋势与Au正好相

反,中位数的最大值出现在 - 60 目的细粒级中。 As、Sb、Cu、Pb 中位数最大值则出现在 - 20 ~ + 60 目粒级段,-5 ~ +20 目的粗粒级段略低,最小值则 出现在 - 60 目的细粒级段。各元素的变差系数的 最小值都出现在 - 60 目的细粒级段,且多数元素 (Sb和W例外)都呈现逐级降低的趋势。说明随着 草皮层土壤粒级的变细,风成沙对各元素含量的均 一化作用大大加强,对发现地球化学异常十分不利。

上述讨论表明:在异常地段,残坡积层出现的富 集粒级与矿体地段一致,都是 - 20 目粒级段;草皮 层中则出现复杂化的趋势,Au、Bi、W 富集在 -5~+20 目的粗粒级段;其他矿化指示元素富集在 -20~+60 目粒级段,但 -5~+20 目粗粒级段仅仅略低一点,而且粗粒级段还具有最大的变差系数,从发现异常角度着眼,仍然需要采集 -5~+20 目的粗粒级才能更好地发现地球化学异常。

5.3.3 背景地段

背景地段土壤不同层位及其不同粒级中各元素 分布特征研究(表4)发现:

(1)在残坡积层中,-20 目粒级中 Au、Ag、Pb、 Hg 的中位数均略高于-5~+20 目粗粒级部分; As、Sb、W、Cu 中位数均略低于-5~+20 目粗粒级 部分 2 个粒级中位数的差异均不大。但 Au、Ag、 Cu、As、Bi、Hg 变差系数差异较大,其差值均在 0.1 左右,甚至 Ag 达到1 倍左右。Pb、Sb、W 的变差系数 差异不大。

(2)在草皮层中,主成矿元素 Au 中位数最大值 保持在 $-5 \sim +20$ 目粗粒级段,从粗粒→细粒,其中 位数逐级下滑,于 -60 目的细粒级中出现最小值; 且变差系数的变化趋势与中位数相同。这表明 Au 在 $-5 \sim +20$ 目粒级段的分布具有较强的不均匀 性,预示着在草皮层这一粒级段将圈定出明显的 Au 异常。矿化指示元素 Hg 在各个粒级中的分布趋势 与 Au 正好相反,中位数和变差系数的最大值均出 现在 -60 目的粒级段。Ag 的中位数和变差系数的 高值都出现在 $-20 \sim +20$ 目粒级段,且各粒级间的 差异不大。As、Sb、W、Pb、Bi、Cu 在 $-20 \sim +60$ 目的 中粒级段出现略高于 $-5 \sim +20$ 目的粗粒级段的最 大值;其最小值依然出现在 -60 目的细粒级段;它 们的变差系数分布则各不相同 ,As、Bi、Cu 在 – 5 ~ +20 目的粗粒级段中最大 ,Sb 则正好相反。

通过以上讨论,基本上可以得出与异常地段一 致的结论:残坡积层中大部分元素富集在 - 20 目粒 级段,而草皮层中大部分元素富集在 - 5 ~ +60 目 粒级段,其变差系数也比较大。

综上所述,在高寒草甸区的西部,残积层中 - 20 目和 -5~+20目的粒级段都富集了金矿化的主要 指示元素 2 种粒级均可代表源地物质,都可以有效 地发现测区的金矿化。在残坡积层基础上发育起来 的研究区草皮层中,其 -5~+20目粗粒级段基本 上是近源物质成分的代表,其中富集了大部分金矿 化指示元素;而 - 60 目细粒级段由于风成沙的掺 入,金矿化大部分指示元素含量均遭到大幅度的稀 释贫化和异常被均一化。

5.4 不同土壤层地球化学特征

根据土壤不同粒级中元素分布特征的研究结 果,在研究不同土壤层的地球化学特征时,草皮层土 壤使用 – 5 ~ +20 目的粗粒级,残坡积层土壤使用 <20 目的混合粒级。

为了使不同剖面之间能够在同一个含量水平上 进行对比,以各个剖面上的基岩含量为标准,对土壤 不同层位的含量进行标准化后再作统计。研究区矿 化地段和背景地段土壤不同层位中各元素的活动规 律示于图 2 中,从中可以发现以下两大特点。

(1)在矿化地段,从基岩→残坡积层→草皮层, 所有的金矿化指示元素都发生了程度不同的贫化。 其中 Sb、Hg 贫化的幅度最大,进入残坡积层其含量 即减了一半,到草皮层以后只剩下1/5;Bi有类似的



图 2 大场金矿区不同地段土壤不同层位中元素分布

分布趋势。Ag、As、W、Cu、Pb 从基岩至残坡积层,贫 化幅度不大,含量降低1/3 左右,它们从残坡积层至 草皮层,却发生了较大幅度的贫化,含量剩下2/5 左 右。成矿元素 Au 具有相似的表生活动特点,从基 岩→残坡积层→草皮层,基本上是均匀的衰减,在草 皮层中其含量还剩下一半。

(2)在背景地段,土壤不同层位中各元素的表 生活动规律与矿化地段有明显的不同。从基岩→残 坡积层→草皮层,Au、Ag、As 出现程度不同的富集。 其中 Ag、As 富集幅度较大,在残坡积层中的出现三 者含量最高值。Sb、Bi、Hg、W、Cu 从基岩→残坡积 层→草皮层基本上表现为程度不同的贫化,其中 Cu、W 在残积土中略有富集,进入草皮层以后才发 生贫化,Sb、Bi、Hg 则不断发生着贫化。只有 Pb 表 现为十分的稳定,从基岩→残坡积层→草皮层,其含 量几乎没有发生变化。

上述讨论表明,从基岩→草皮层,在矿化地段大部分元素显示出不断贫化的趋势,背景地段多数元 素如此,只有 Au、Ag、As 出现富集,这预示着 Au、 Ag、As 异常有被均夷的危险,这一点在本区土壤地 球化学勘查中应引起足够的注意。

5.5 水系沉积物中元素的分布特征

大场研究区水系沉积物中主要矿化指示元素的 统计参数列于表 5●,为了便于对比,在表中将残坡 积土的统计参数一并列出。从表中可以发现:

> 表5 大场金矿区及其外围残坡积土和 水系沉积物中元素统计参数

介质	样品 数	特征值	Au	As	\mathbf{Sb}	Cu	Pb	Zn
残坡	222	算术平均值	17.99	45.75	6.58	32.12	17.65	72.17
积土	223	变差系数	234.91	134.50	121.55	23.22	20.97	19.86
	1366	算术平均值	5.99	37.95	4.58	38.03	20.59	91.69
水系沉		变差系数	311	82	95	40	19	16
<u></u> 八 积 物		区域背景 平均值 *	3.24	29.84	2.73	37.05	20.62	88.72
	高	寒山区背景 平均值	1.50	12.91	0.83	20.42	21.34	62.58

注:* 据任天祥、庞庆恒、杨少平等1996年资料;Au 质量分数为 10⁻⁹ 其他元素为10⁻⁶

(1)自残坡积土至水系沉积物,金矿化主要指标Au、As、Sb的平均含量出现了程度不同的降低, 其中Au降低的幅度最大,其变差系数大幅度上升, 从234.91%→311%。这表明进入水系沉积物以后,Au局部富集的程度大大加强,这可能是区域砂金富集成存的指示。 (2)自残坡积土至水系沉积物,对金矿化有一 定指示作用的 Cu、Pb、Zn 的平均含量和标准离差略 有增加。这表明在区内水系中存在着 Au、As、Sb 的 流失或均一化的地球化学环境,其中 As、Sb 异常衬 度与土壤相比将会有所降低,同时,存在着 Cu、Pb、 Zn 不同程度富集的地球化学环境。这一点对研究 区土壤和水系沉积物中的异常找矿远景的解释推断 非常重要。

就水系沉积物本身来说,从高寒山区背景平均 值→区域背景平均值→研究区平均值,Au、As、Sb、 Cu、Zn 的含量均在不同程度的逐步攀升;其中 Au、 As、Sb 成倍升高(表5),表明研究区处在 Au、As、Sb 的高背景区,这对 Au 成矿是十分有利的。

从水系沉积物中各元素变差系数来衡量,Au 稳 居各元素之首,高达311%,高出其他元素3倍至1 个数量级;主要矿化指标As、Sb的变差系数也超过 其他元素1倍以上,分别达到82%和95%。这说明 在区内的水系沉积物中存在着Au、As、Sb局部高度 富集的地球化学环境,预示着在研究区将会出现高 衬度的水系沉积物Au、As、Sb异常。

综上所述,在高寒草甸区的西部,各元素的表生 地球化学活动规律明显不同,从基岩→残坡积层→ 草皮层→水系沉积物,金矿化主要指示元素 Au、As、 Sb 的平均含量在逐步降低,变差系数则出现分离, Au 局部发生进一步富集(变差系数明显增加),As、 Sb 则进一步均一化(变差系数明显降低)。表明在 低温、高寒、准平原—丘陵的景观条件下,主要 Au 矿化指示元素 Au、As、Sb 在总体上存在着不同程度 的流失或均一化和局部高度富集构成砂金矿床的地 球化学环境。

6 结论

在高寒草甸区的西部,风成沙的优势粒级为-40~+160目;其中富含 SiO₂,Pb 和 Mo 含量也较高;而绝大部分元素的含量均低于矿区岩矿石平均值。风成沙对土壤和水系沉积物的干扰主要是造成2类介质中大部分元素含量降低和少量元素含量抬升(如 Pb、Mo),从而使地球化学分布的客观模式发生畸变,地球化学异常被大大弱化或消失。

在大场金矿区,残坡积层中 - 20 目和 - 5 ~ + 20 目的粒级段都不同程度富集了金矿化主要指示 元素,两种粒级均可代表源地物质,都可以有效地发

[●] 王福德,易平乾.青海省曲麻莱县大场—扎拉依金异常Ⅲ级 查证报告.青海省地质矿产局第四地质大队,1997.

现测区的金矿化。在残坡积层基础上发育起来的草 皮层中,其-5~+20目的粗粒级段基本上是近源 物质成分的代表,富集了大部分金矿化指示元素,而 其-60目的细粒级段由于风成沙的掺入,金矿化大 部分指示元素均遭到大幅度的稀释和贫化。预示着 在研究区开展土壤测量时,采集-20目的残积土或 -5~+20目的草皮层,都可以发现大场金矿床。

从基岩→草皮层,在矿化地段,大部分元素显示 出不断贫化的基本趋势,背景地段多数元素亦然,但 Au、Ag、As 出现富集。预示着 Au、Ag、As 异常有被 均夷、出现异常强度降低的危险。这一点在研究区 的土壤地球化学勘查中应引起足够的注意。

在青海省高寒草甸景观区西部,从基岩→残坡 积层→草皮层→水系沉积物,金矿化主要指示元素 Au、As、Sb的平均含量在逐步降低,变差系数则出现 分离,Au发生局部进一步富集(变差系数明显增 加),As、Sb 却进一步均一化(变差系数明显降低)。 在低温、高寒、准平原—丘陵的景观条件下,主要金 矿化指示元素 Au、As、Sb 总体上存在着不同程度的 流失、均一化或局部高度富集构成砂金矿床的地球 化学环境。

参考文献:

- [1] 李洪祥.四川甘孜地区丘状高原表生地球化学若干特点[J]. 物探与化探,1985 9(1)9-18.
- [2] 刘大文,王学求,程志中,等. 金属活动态与地球气测量技术在 高寒草甸区的试验研究[A]. 谢学锦,等. 走向 21 世纪矿产 勘查地球化学[C]. 北京 地质出版社,1999. 246 – 256.
- [3] 杨少平、孔牧、赵传东. 高寒草甸区东部地表疏松层中金、砷、
 锑的存在形式[J].物探与化探 2004 28(3) 233 236.
- [4] 王越.中国市县手册[M].杭州:浙江教育出版社,1987,601 -603.

SUPERGENE GEOCHEMICAL PROCESS IN THE WESTERN PART OF THE HIGH AND COLD MEADOW AREA IN QINGHAI PROVINCE

YANG Shao-ping1 ,WANG Ming-qi2 ,LIU Ying-han1

(1. Institute of Geophysical and Geochemical Exploration CAGS Langfang 065000 China ; 2. China University of Geosciences , Beijing 100083 China)

Abstract Backed by the large-size Dachang Gold Deposit, the authors made a preliminary study of the supergene process in the western part of the cold and high meadow area in Qinghai Province. It has been found that eolian sands are concentrated in $-40 \sim +160$ mesh and rich in SiO₂, while contents of most elements are very low. Most of the indicator elements for gold deposits are basically concentrated in residual soil and clinosol of -20 mesh and meadow surface soil of $-5 \sim +20$ mesh representing proximal sediments. The contents of the gold indicator elements Au As and Sb tend to decrease in order of bedrock—residual and slope sediments—meadow surface soil—stream sediments and things are similar for other elements. All this indicates that there exist geochemical processes of impoverishment or homogenization of elements especially Au As and Sb on the surface of cold and high land peneplain-hilly landscape.

Key words Qinghai Province cold and high meadow area supergene geochemical process

作者简介:杨少平(1953 –),男,教授级高级工程师,1978年毕业于北京大学,长期从事不同地理景观区勘查地球化学基础理 论和方法技术研究工作,发表论文30余篇。