

文章编号: 1001-1412(1999) 04-0056-06

甘南高寒草甸景观区 金的表生地球化学特征

刘金海, 蒋敬业

(中国地质大学 研究生院, 湖北 武汉 430074)

摘要: 阐述了高寒草甸景观区金的表生地球化学特征, 以及制约金的表生地球化学异常发育的表生和景观因素。研究表明, 在对区域化探异常评价时, 应将它与所处的地质、表生地球化学环境作为一个整体看待, 将有利的环境标志转化为异常的评价指标, 提高金矿勘查水平和找矿效率。

关键词: 金; 表生地球化学; 景观; 甘南

中图分类号: P596; P618.51

文献标识码: A

研究区通过 1:20 万区域化探, 圈定的异常下限低, $w(\text{Au})$ 仅有 2×10^{-9} , 异常面积小, 使原来筛选评价异常的“高、大、全”准则难以奏效^[1]。但该景观区的部分区域化探异常经槽探、钻探查证后已探明为出露地表或浅埋深的大、中型微细浸染型金矿床, 这一现象令人深思。为了揭示在此景观条件下区域化探异常弱化的原因, 就必须对金在表生环境中的地球化学特征及其迁移分散机制进行系统研究。开展金的表生作用地球化学特征和各种金的次生异常形成机制的研究, 已是当前金矿地球化学勘查的迫切任务之一^[2]。

1 区域地质概况

区域构造位置属于秦岭褶皱系西段, 具体为南秦岭印支褶皱带南侧。该区出露地层主要有下震旦统白依沟群、下寒武统太阳顶群以及志留系—第三系地层。其中三叠系以碳酸盐岩为主, 系滨—浅海沉积建造, 为大水、忠曲金矿的主要赋矿地层; 下寒武统俄都组以碳硅质岩为主, 它是拉尔玛金矿的主要赋矿地层。该区主要经受了印支期及燕山期的构造运动, 褶皱和断裂构造发育, 构造线近东西向分布。其中的白龙江复背斜为本区一级褶皱。区内岩浆岩不发育, 仅有零星出露的沿断裂带产出的小岩株、岩枝和岩脉。

收稿日期: 1999-09-15;

基金项目: 原地质矿产部科技司项目(9505204) — “我国重要景观区表生地球化学异常特征及其评价体系”资助。

第一作者简介: 刘金海(1973-), 男, 现正攻读应用地球化学专业硕士学位, 研究方向为表生地球化学。

2 自然地理及地球化学景观

地表环境条件是气候、自然地理、生物、人类活动和地质诸因素的综合,它影响着元素在地表的分布和迁移规律^[1]。通过分析表生环境的特征,可以查明金的表生分配机理。

2.1 自然环境及地理特征

研究区位于甘肃省南部玛曲县和碌曲县境内。海拔 3 500~4 300 m,相对高差 100~500 m,局部高差多在 100~200 m。总体山势较缓,地面开阔,山形浑圆,丘谷相间,排列稀疏,坡度多在 10°~30°之间,地形切割深度不大,古夷平面清楚。第四系覆盖率达 80% 以上,植被发育,覆盖率达 90%,形成草甸。水系发育,但多为干涸沟,局部出现沼泽地。该区气候总的特点是寒冷、潮湿,年平均气温-1.1℃,年降雨量低于 800 mm,降水集中在 7~9 月份,10 月至次年 5 月为冰冻期。

通过对大水、忠曲、拉尔玛矿区的若干土壤剖面的观测和取样,发现其共同点是自上而下可分为草皮层、坡积层、残积层和风化基岩,厚度多在 0.8~1.7 m 之间。土壤分层结构清楚,为 A₀-A₁-A₂-AB-C 型或 A₀-A₁-A₁C-C 型,B 层不甚发育。土壤类型为高山草甸土,有机质含量丰富,腐殖质发育,具有冻土层。

2.2 土壤 pH 和 Eh

通过野外的现场测定,得到了土壤的 pH 和 Eh 值,在土壤垂直剖面中自下而上 pH 逐渐降低,但大水矿区的 pH 值高于拉尔玛矿区。前者变化范围从中性至弱碱性,而后者则为弱酸性至中性。这主要是由基岩的性质不同所造成的,大水矿区基岩以碳酸盐岩为主;而拉尔玛矿区的基岩主要为碳质硅质岩,所以其风化产物的 pH 较低。此外,由于该区植被十分发育,死亡的生物体分解后形成了大量的腐殖酸,中和了部分的 OH⁻ 离子,从而导致土壤的表层呈弱酸性或中性。本区氧化还原电位较低,使金容易以自然金形式沉淀下来,不利于金的迁移和分散。

2.3 排水条件

排水通畅的土壤,其含金量和同一地区排水不畅的土壤相比往往要低一些。这大概是由于所有金的可溶络合物从土壤层逐渐迁出所致,其结果可能使金在不畅的排水地段富集^[3]。

通过土壤含水量的测定(表 1),可知该区的土壤中含水量较丰富,特别是草皮层(A₀)已达到了过饱和状态。可见,该区排水不畅。排水不畅不利于金的迁移,但水又是硫化物等氧化的重要条件之一,因此它可以促进化学风化的进行。

表 1 高寒草甸土含水量及有机质含量

Table 1 Contents of water and organic matter in Alpine Meadow soil

土 层	含 水 量			土 层	有 机 质 含 量		
	样品数	区 间	平均值(%)		样品数	区 间	平均值(%)
A ₀	4	31.0—56.5	44.6	A ₀	2	25.70—48.50	37.05
A ₁	4	13.6—23.0	18.1	A	4	12.10—19.20	15.12
C	2	11.3—12.3	11.8	C	4	3.49—8.16	5.45

2.4 土壤有机质

金与天然有机质之间的相互作用,是表生带中金的迁移与沉淀过程的重要组成部分^[4]。在天然水体和沉积物中,主要数量的有机质以腐殖酸形式存在。腐殖酸对金的溶解、迁移和沉淀起重要作用,它是金的聚集体。其中,富啡酸是金的螯合剂,有利于金的地球化学迁移;胡敏酸对金具有强烈的吸附作用^[5]。

表1中土壤有机质的含量是利用燃烧法测定的。可以看出,本区土壤中有机质十分丰富,在A₀层最高达48.50%,很可能使金在A₀层出现富集。从表层向下,有机质含量逐渐降低,A₀层中有机质含量约为C层的6倍以上。

通过以上分析可知,地表环境条件在垂向上对化学风化有利,显示了化学迁移具有重要意义。

3 金的表生分布与分配

3.1 金在土壤垂直剖面中的分布

为了查明金在土壤的垂向上的贫化、富集规律,通过对若干条剖面的观察和测试,选择了1条具有代表性的典型垂直剖面(图1)。从金在土壤垂直剖面中的分布图上可以看出,矿区土壤的A₀层(草皮层)和C层为富集层位,中间层位(A₁, A₂)为贫化层;从深度上看,30~70 cm是明显的贫化段。此景观区的冰冻期长,可能遭到冻结上胀作用的扰动,破坏土壤剖面,而把未风化的颗粒带上来,就有可能使上层土壤金的含量增高,从而造成冻土带金贫化,这很可能是30~70 cm的土壤层中金贫化的主要原因之一。由于表层(A₀)土壤中有有机质含量丰富,它对迁移上来的金具有强烈的富集作用,致使A₀层富金。C层富金则与母岩风化不完全有关。

3.2 金在土壤侧向剖面上的分布

通过侧向上相邻垂直剖面的对比,可以查明金在侧向上的分散迁移特征,研究结果如图2所示。垂直剖面II位于矿体正上方。从曲线上可以看出,异常峰发生了位移,但距离不大,约20~50 m,在III或IV剖面上达到峰值,向下金含量开始衰减。从曲线上也可以看出金在垂向上的分布特征,即A₁层贫化,C层富集。

当矿石或基岩风化成壤后,在重力作用下,伴随着土壤颗粒的机械运移,金元素也向下分散、迁移。但由于本区地形较平缓,植被发育,不利于颗粒的机械运移,因此迁移距离不大。当然也不能排除化学迁移的影响,例如有机质对金的固定作用等。

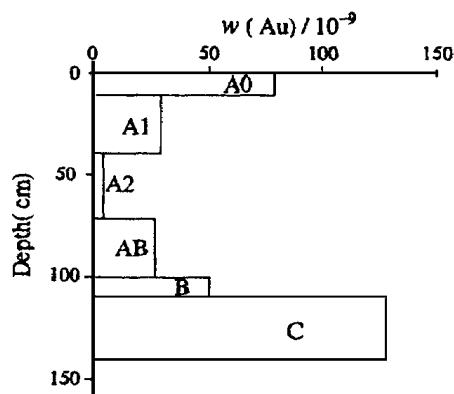


图1 大水金矿 D₁₀₂-II 土壤垂直剖面中金的分布

Fig.1 Gold distribution in the D₁₀₂-II vertical soil section of Dashui gold mine

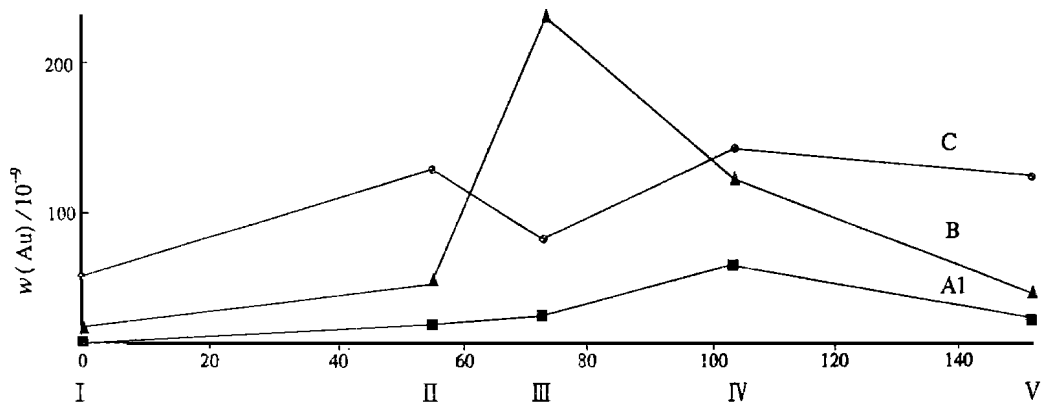


图 2 金在土壤侧向剖面上的分布

Fig. 2 Distribution of gold in lateral soil section

* 横坐标表示距离, 单位为 m; 纵坐标表示金的含量; I … V 表示土壤垂直剖面的位置;
A₁、B、C 分别表示土壤层位。

3. 3 金的存在形式特征

金矿化探中, 金的偏提取分析应用的可能性, 以及金的表生地球化学行为的阐明, 均与表生介质中金的存在形式特点有关。因此, 表生介质中金的存在形式的研究将是金的表生地球化学研究的核心问题^[2]。

表 2 各相态金在土壤中的分配(占金总量的百分数)

Table 2 Distribution of various phase states of gold in the soil(percent of total gold)

土 层	A		B		C	
	区 间	平均值	区 间	平均值	区 间	平均值
水溶相	1. 4~9. 4	5. 7	2. 5~8. 3	4. 7	1. 6~7. 2	4. 5
吸附相	0. 5~6. 3	2. 9	3. 9~5. 1	4. 6	0. 8~5. 9	2. 8
游离自然金相	16. 6~79. 8	44. 9	14. 6~47. 5	32. 2	6. 1~77. 5	35. 3
碳酸盐相	2. 0~7. 0	4. 2	6. 9~13. 0	9. 6	1. 7~9. 0	4. 7
有机相	4. 3~32. 8	20. 3	11. 4~34. 5	25. 5	9. 0~44. 9	19. 5
铁锰氧化物相	1. 3~7. 0	5. 5	2. 8~10. 1	6. 5	1. 4~27. 2	8. 7
硫化物相	2. 1~6. 3	3. 7	1. 7~7. 8	4. 3	0. 8~5. 9	4. 2
硅酸盐相	7. 0~26. 1	13. 4	8. 2~14. 6	12. 5	8. 4~21. 7	14. 3
样品数	9		3		11	

该区金的存在形式分析测试结果(表 2) 表明, 自然金相是本区土壤中金的主要存在形式; 有机相占第二位, 仅次于自然金相, 与有机质含量丰富有关; 占第三位的是硅酸盐相, 达 10% 以上; 其余各相相差不多。

将三个矿区的样品分别投点于 Au-S 体系的 Eh-pH 图解上, 可以发现绝大多数样品均落在自然金的优势场里, 仅有极少数拉尔玛矿区的样品落在 $[Au(S_2O_3)_2]^{3-}$ 的优势场里。这从理论上解释了为何该区的自然金相占第一位。拉尔玛矿区硫化物含量较高, 经氧化后可产生较多的 $(S_2O_3)^{2-}$ 离子, 与 Au^+ 结合形成 $[Au(S_2O_3)_2]^{3-}$ 络离子, 显示了金的迁移能力较强。

4 金的表生地球化学分散特征

制约金的表生地球化学异常发育的因素是多方面的, 就本景观区来说, 其中的表生和景观条件对异常的发育具有重要的作用。通过上述的分析可以知道, 本区的表生环境和景观条件对金的表生地球化学异常的发育是不利的, 有抑制作用, 不利于金的迁移和分散。

通过不同介质中金及其他微量元素含量对比(表 3) 也证明了这一点。近矿围岩经风化作用形成土壤, 金发生了很大程度的贫化, 金含量呈一或二个数量级的衰减, 然后经分散、迁移至水系沉积物中, 再次发生了强烈的衰减, 以致于水系沉积物中 $w(Au)$ 仅为 $1 \times 10^{-9} \sim 2 \times 10^{-9}$ 。其他元素也有大幅度衰减, 但比金元素小, 特别是从土壤到沉积物的过程中, 衰减的幅度就更小了。研究表明, 两个矿区的土壤地球化学异常中金、汞、锑异常组合好, 而且强度大, 但是随着采样密度的降低, 金的含量则发生大幅度衰减, 异常强度明显降低, 进一步说明了该景观条件下金的分散迁移能力较差。

表 3 不同介质金及其它微量元素含量对比(Au: $w \cdot 10^{-9}$, 其它元素: $w \cdot 10^{-6}$)

Table 3 Contents of gold and other trace elements in different mediums

矿区	介 质	Au	As	Sb	Ag	Cu	Mo
拉 尔 玛	近矿围岩	433	351	3712	3.375	178.7	43.5
	土 壤	44.69	34.75	34.0	0.70	91.25	4.56
	水系沉积物	1.91	17.79	2.27	0.169	29.14	2.85
大 水	近矿围岩	1120	169	51	0.762		
	土 壤	76.35	105.7	10.74	0.076		
	水系沉积物	1.19	14.75	1.11	0.078		

以上分析结果反映到化探异常上, 势必出现 1:20 万区域化探异常弱化、强度降低的现象。

5 结论

(1) 金的表生地球化学特征。金在土壤垂直剖面上的分布, 既受层位的控制, 也受深度的影响, 金在土壤的草皮层(A₀) 和 C 层富集, 30~70 cm 一般为贫化段; 金在土壤中主要以自然金

相存在, 有机相占第二位。

(2) 有机质、Eh、pH、土壤排水条件、气候、地形和植被发育等表生条件是影响金的表生地球化学特征和异常发育的主要因素。

(3) 此景观区, 地形平缓、植被发育、排水不畅、有机质含量丰富、氧化还原电位低等表生环境条件对金的表生迁移是不利的, 影响了金在侧向上的迁移能力和迁移量。因此, 当母岩(矿)释放的金沿着分散流方向分散、迁移至水系时, 金的含量已经发生了强烈的衰减, 从而造成了异常的弱化。为此, 在对区域化探异常进行评价时, 应该将地球化学异常与所处的地质、表生地球化学环境作为一个整体看待, 将有利的环境标志转化为地球化学异常的评价指标。这样才能对异常进行正确的评价, 提高金矿勘查水平和找矿效率, 扩大到整个景观区, 也具有实际效益。

参考文献:

- [1] 任天祥, 等. 区域化探异常筛选与查证的方法技术[M]. 北京: 地质出版社, 1998.
- [2] 王继伦, 等. 中国金矿床物探、化探方法技术的研究与应用[M]. 北京: 地质出版社, 1997.
- [3] Boyle R W. 金的地球化学及金矿床[M]. 北京: 地质出版社, 1984.
- [4] Bap a M. Be xa o a T K. apa o a H H. 金与天然水、土壤、岩石中腐殖质的相互作用[J]. 国外铀金地质, 1992 (2).
- [5] 关广岳, 等. 中国金矿床表生地球化学[M]. 沈阳: 东北大学出版社, 1994.

SUPERGENE GEOCHEMICAL FEATURES OF GOLD IN ALPINE MEABOW LANDSCAPE REGION, SOUTH OF GANSU

LIU Jin-hai, JIA NG Jing -ye

(China University of Geosciences, Wuhan, 430074, China)

Abstract: The supergene geochemical features and the factors that control the supergene geochemical anomaly of gold in alpine meadow landscape are expounded. The study makes known that regional geochemical prospecting anomaly should be integrated with its geologic setting and supergene geochemical environment when we evaluate it. This will be beneficial to improving the level of gold ore geochemical exploration and promoting prospecting efficiency.

Key words: gold; supergene geochemistry; landscape; south of Gansu