

技术 方法

个旧锡矿土壤次生晕地球化学勘查的可行性分析

陶 琰,高振敏,王奖臻,张 欢

(中国科学院地球化学研究所矿床地球化学开放研究实验室,贵阳 550002)

[摘 要]对个旧锡矿高松矿田不同类型地质体元素地球化学特征研究表明,成矿热液活动对区内地表基岩、构造岩产生了系统性的热液活动影响,地表岩石的土壤化并未造成矿化指示元素显著的选择性变化,土壤样品具有与地表基岩及构造岩一样对矿化作用的指示作用,但由于主元素大量流失,微量元素得到明显富集,在土壤中矿化活动指示元素含量高于地表基岩 12 个数量级,也显著高于地表构造岩,而且土壤样品随机取样在一定程度上有相对稳定性,代表一定范围内均化的效果。区域上元素含量变化系数较大,具有可以区分的变化以反映不同的地质(矿化)情况。因此,研究认为在个旧锡矿隐伏矿床找矿上土壤次生晕地球化学勘查是一种可行的地面化探方法,相对于基岩原生晕有测定技术上易于实现、取样上人为影响较小、代表性和客观性较强等优点。

[关键词]地球化学勘查 土壤次生晕 个旧 锡矿

[中图分类号]P632.1 [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2002)05-0054-04

个旧锡矿是我国著名的 Sn、Cu、Pb、Zn 多金属超大型矿床。在矿床勘查实践中,地球化学勘查一直是重要手段之一^[1],但侧重于基岩原生晕和构造原生晕测量。通过对矿山地质调查分析,我们认为土壤次生晕地球化学勘查也可能是有效的方法之一,并在几种地面化探对象中有某些侧面上的优越性,为此,我们对个旧东部矿区高松矿田不同地质体进行了取样分析,从矿床及各类地质体元素地球化学特征方面进行比较,以期阐述土壤次生晕地球化学勘查的有效性。

1 地质情况简介

个旧锡矿是以锡为主,包括锡、铜、铅、锌、银等多金属的超大型矿床,成矿作用与花岗岩侵入有密切联系。原生矿化类型包括夕卡岩型和层间硫化物型两大类,以隐伏形式赋存于隐伏花岗岩体顶面内外接触带及上覆中三叠统个旧组碳酸盐岩地层中,主要产出在个旧断裂东侧的个旧东部矿区,受五子山复背斜控制,包括马拉格、松树脚、高松、老厂、卡房五大矿田(图 1)。

东部矿区侵位岩体隐伏于地表以下 200~1500 m^[2],侵位时代主要为燕山中晚期(81~115 Ma)^[2]。

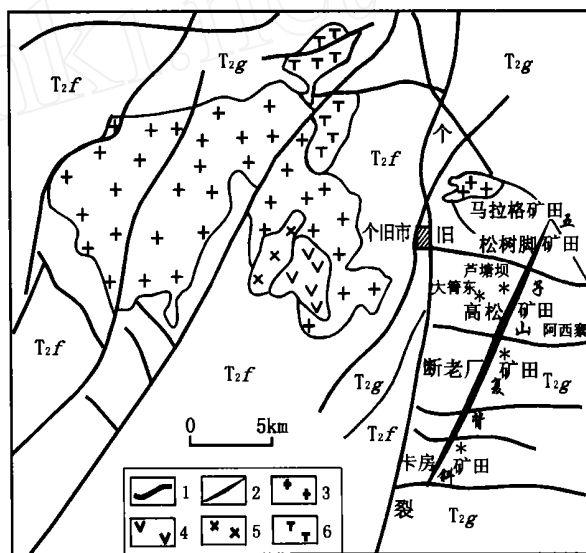


图 1 个旧锡矿地质简图

(据西南有色地勘局三〇八队)

T₂g —中三叠统个旧组;T₂f —中三叠统法郎组;1 —断裂;
2 —背斜轴;3 —花岗岩;4 —二长岩;5 —辉长岩;6 —碱性岩;
* 取样地段

矿区出露地层为中三叠统碳酸盐岩。地层对成矿的控制主要表现为由地层岩石的物理和化学性质所确定的对成矿热液流通的影响和形成有利容矿空间及

[收稿日期]2001-09-17;[修订日期]2002-03-25;[责任编辑]曲丽莉。

[基金项目]云南省院校企合作项目(2000yk-05)资助。

[第一作者简介]陶 琰(1963年-),男,1999年毕业于成都理工学院,获博士学位,现为中国科学院地球化学研究所博士后研究人员,从事矿床地球化学研究工作。

物理化学条件制约^[3]。矿床产出主要以隐伏花岗岩岩株突起为中心、环绕岩株四周和顶部分布。断裂、层间裂隙及不同岩性互层带是矿床形成的主要场所。矿床产出类型及成矿元素在地质体中的含量都表现出明显的垂向及侧向分带^①,^[2,4,5]。构造对热液活动有重要作用,从矿田到矿体的产出都受到各级构造控制,背斜构造控制了区内主要矿田的产出,多数矿体严格受构造断裂、裂隙控制,成群成带出现,表现为以花岗岩为矿源和热源、以断裂为主要导流通道的热液活动成矿系统^[3]。

高松矿田位于松树脚、老厂 2 个老矿田之间的地段,区分为中部芦塘坝矿段,西侧的大青东矿段和东侧的阿西寨矿段,70 年代认证为一个大型锡多金属隐伏矿田。芦塘坝矿段已有多多个中段的开拓工程进行探、采,大青东矿段和阿西寨矿段目前还未开拓,也是需要进一步开展地、物、化找矿工作的重点研究靶区。

2 元素地球化学特征

2.1 样品及测试

对高松矿田不同地段不同类型岩、矿石(包括土壤)取样 39 件。取样对象区分为土壤、地表基岩、地表构造岩、深部近矿蚀变围岩和矿体 5 类不同地质体。取样地段区分为高松矿田的大青东矿段、芦塘坝矿段、阿西寨矿段,另外还包括老厂和卡房两个矿田的部分样品以用于有关对比研究(图 1)。样品测试采用等离子质谱分析方法(ICP-MS),由中科院贵阳地化所矿床开放实验室漆亮、冯家义测定。

2.2 元素地球化学特征

对不同类型地质体分别计算各元素的平均含量,采用一般灰岩平均值作基准(Turekian and Wedepohl,1961)标准化,各地质体元素平均含量(标准化)组成如图 2 所示。据图 2,可以得到以下认识:

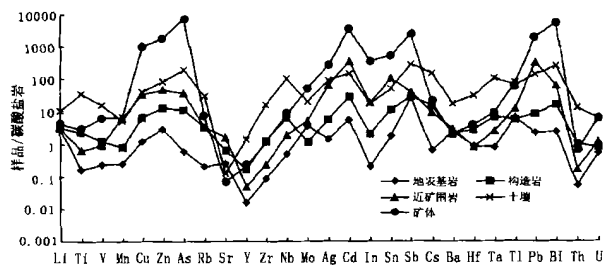


图 2 个旧锡矿高松矿田几类地质体微量元素平均含量(标准化)组成

1) 构造岩、地表基岩与矿石、近矿蚀变围岩具有

基本一致的曲线形式,反映研究区域处于统一的成矿活动体系中,成矿热液对区域内各地质体产生了系统性热液活动影响,构造岩、地表基岩含有成矿热液活动信息。

2) 在矿石、近矿蚀变围岩及构造岩中 Cu、Zn、As、Mo、Ag、Cd、Sn、Sb、Pb、Bi、U 具有较高含量,为成矿热液中的活动元素,可以作为矿化指示元素。

3) 各类地质体矿化活动指示元素含量从矿石→近矿蚀变围岩→地表构造岩→地表基岩顺次降低,结合矿床地质特征分析,认为成矿热液活动以构造断裂(包括裂隙)导流为主,孔隙渗透为次,成矿作用(不包括接触带夕卡岩型)以充填形式为主,交代作用为次。大部分成矿指示元素在地表基岩中含量较低,地表基岩对矿化作用的指示敏感性较差。

4) 土壤样微量元素(标准化)组成曲线形式与地表构造岩及地表基岩等前述几类地质体曲线形式基本一致,但含量高于地表构造岩及地表基岩。

3 地面化探不同勘查对象的特征元素含量对比

常规地面化探勘查对象主要有土壤、地表基岩和构造岩 3 类。为进行对比研究,在分析样品中包括有大青东、芦塘坝、阿西寨等几个矿段采集的多组同点位的样品,每组包括构造岩、地表基岩及土壤样。在构造岩、地表基岩及土壤样中的主要矿化指示元素含量列于表 1,各组样品微量元素组成对比如图 3 所示。

从表 1 可以看出,地表基岩矿化指示元素含量最低,一般低于构造岩样 510 倍,而且,一般仅 Mo、Sn、Sb、Cd、(Zn、Pb) 几个元素含量高于一般灰岩,其它矿化指示元素含量都很低,因此,地表基岩化探一方面对元素测定方法要求最高,另一方面由于元素含量很低(在一般灰岩平均值水平附近),容易受非矿化本底和样品随机干扰的影响,据此认为,在已知成矿区内以勘查隐伏矿体为目的的地表基岩化探存在明显的不足之处。构造岩中大部分的矿化指示元素都具有较高的含量水平,包括 Cu、Zn、As、Ag、Cd、Sn、Sb、Pb、Bi 等,一般高于灰岩平均水平几倍到十几倍。土壤样品矿化指示元素含量水平最高,比构造岩样又高出 510 倍,仅 Sr 有相对于下面基岩的贫化(或无明显富集),表明岩石主要元素在土壤

① 冶金工业部西南地勘公司物探队:个旧东部矿区锡—多金属矿床地球化学(原生晕)模式及找矿预测研究,1983。

化作用中大量流失使大多数微量元素得到较高度度的富集,而且与基岩及构造岩在微量元素组成上(图 3)有相似的曲线形式,可以认为大部分矿化及微量

元素在岩石土壤化的过程中并未造成显著的选择性变化,因此,土壤元素地球化学特征具有一定的成矿指示意义并具有易于检测的优点。

表 1 高松矿田主要矿化指示元素在构造岩、地表基岩及土壤样中的含量

10⁻⁶

采样位置	样品类型	样品编号	Cu	Zn	As	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Pb	Bi	U
大青东	地表基岩	G65	6.406	100.473	0.250	0.287	0.094	0.559	0.809	0.981	35.118	0.038	0.994
	构造岩	G65'	14.422	164.993	8.901	0.288	0.419	1.964	0.991	4.930	78.626	0.169	1.254
	土壤	G65-s	32.602	971.838	36.751	3.550	1.547	4.779	20.063	7.186	555.744	1.628	7.573
阿西寨	地表基岩	A95	2.875	30.093	0.370	0.275	0.041	0.141	0.832	1.143	7.662	0.015	1.218
	构造岩	A95'	8.897	88.709	2.712	0.417	0.078	0.836	1.607	4.730	68.235	0.096	0.981
	土壤	A95-s	84.863	869.225	85.745	12.517	0.656	1.595	17.547	46.023	680.886	2.040	8.891
芦塘坝	地表基岩	A221	4.879	62.386	0.489	0.821	0.064	0.056	0.670	1.483	7.871	0.010	0.752
	构造岩	A220	13.335	179.451	11.737	0.297	0.078	0.678	5.293	3.317	71.463	0.078	0.893
	土壤	A221-1-s	102.329	1537.713	131.655	2.745	2.821	4.196	6.976	44.410	498.453	1.344	8.123
老厂	地表基岩	L1	4.341	161.425	2.325	0.206	0.229	0.342	1.299	3.828	40.181	0.163	1.039
	土壤	L1-s	295.942	1129.095	268.468	24.877	1.702	2.754	56.464	46.076	1938.839	25.516	18.890
卡房	土壤	KFB-5'	152.779	1504.422	233.892	5.953	2.712	1.443	12.428	120.373	1220.073	2.515	22.479

由中科院贵阳地化所矿床开放实验室 ICP-MS 方法测定,分析者:漆亮、冯家义。

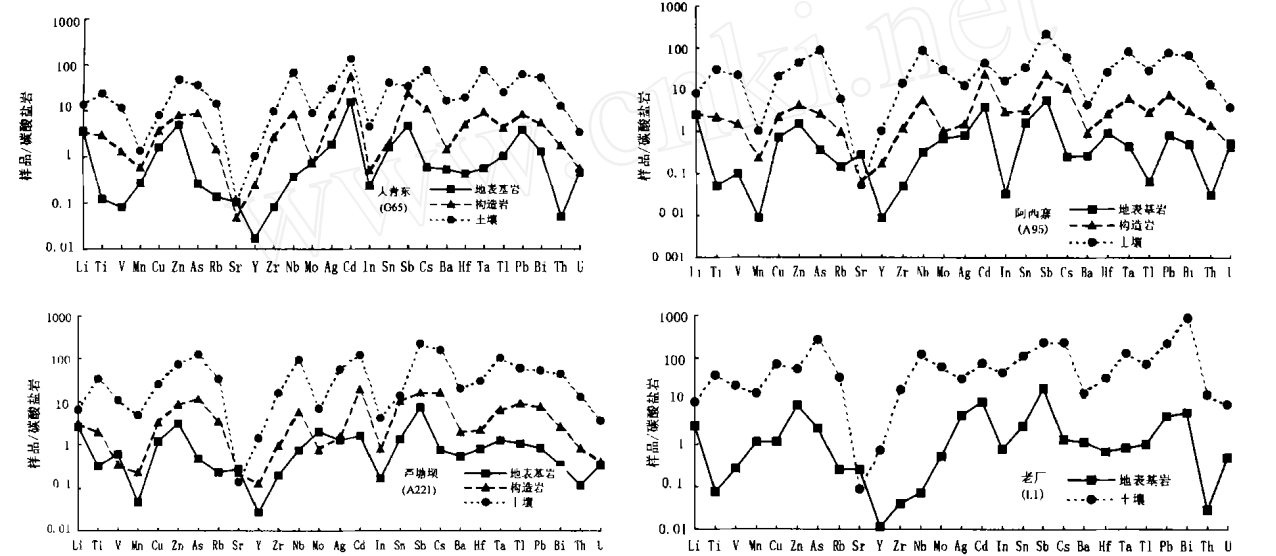


图 3 微量元素在构造岩、地表基岩及土壤样中的含量(灰岩标准化)对比

4 土壤样区域性变化及其与矿化的关系

对土壤、地表基岩和构造岩样分类统计微量元素含量的变化系数,如表 2 所列,土壤的变化系数与地表基岩或构造岩基本相当,部分主要成矿指示元素如 Sn、Cu、Ag、Cd 甚至高于地表基岩或构造岩。土壤样品的大部分微量元素含量的变化系数在 1 左右,如果以高于平均值两倍均方差作为化探异常阈值^[6],则阈值可达平均值的 3 倍左右,显然,土壤化探异常阈值在数据上的显著性是很高的,可以期望土壤地球化学勘查获得较高的异常衬度。因此,土

壤微量元素含量与地表基岩和构造岩一样,具有在区域上显著的变化以反映不同的地质(矿化)情况。

不同地段土壤样品的主要矿化指示元素含量表现出卡房、老厂>芦塘坝>大青东、阿西寨,含量高低一般相差几倍到十几倍(表 1)。结合已知条件分析,不同地段元素含量变化的系统表现是合理的,矿体愈浅,土壤矿化指示元素含量愈高。大青东、阿西寨、芦塘坝处于同一地貌单元并统称高松矿田,以具有已知矿化的芦塘坝矿段为基准,两未知区段中均有部分矿化指示元素接近或高于芦塘坝矿段,指示一定的找矿前景,与现有该区有关物探及地质资料吻合。

表 2 主要成矿指示元素在不同地质体中的变化系数

地质体类型	地表基岩	构造岩	土壤
样本数	8	7	9
Cu	0.4016	0.9567	0.7561
Zn	0.9015	1.4097	0.8293
As	1.1444	1.2363	0.9652
Mo	2.0518	1.1104	0.8643
Ag	0.8840	0.9177	1.2401
Cd	0.9779	0.5771	1.0980
Sn	0.2672	1.1702	0.7614
Sb	1.6931	0.6234	0.7475
Pb	1.0029	0.7112	0.6474
Bi	1.1841	1.6739	1.2811

另外,在同一断裂带上相距 200 m 采集的两个样品(DQB - 4',DQB - 5'),矿化指示元素含量基本接近(图 4),反映土壤样品随机取样在一定程度上的稳定性,即土壤化对矿化指示元素富集受局部地貌的影响不大。

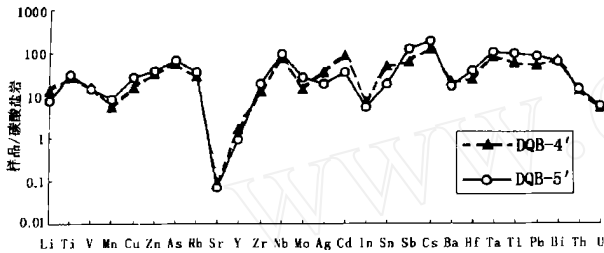


图 4 同构造带不同点位土壤样品微量元素含量对比

基岩样品及构造岩样品取样时,往往在同一个取样点上存在不同特征的岩石,如裂隙、脉体发育程度不等,脉体类型不同,产生较强的人为影响,另外,构造岩取样还必须在对构造体系有系统认识的基础上工作,对构造体系认识或掌握上的偏差会直接影响到取样系统及构造原生晕圈定,而土壤取样人为影响较小,样品能代表一定面积范围地表岩石包括构造岩均化的效果,受样品随机性干扰较小,代表

性、客观性较强。

5 结 论

土壤样品有与对应基岩样品及构造岩样品基本一致的元素分布形式,基岩及构造岩中的矿化指示元素在土壤样品中同样具有矿化指示意义。

相对基岩样品及构造岩样品,土壤样品矿化指示元素有较高分度的富集,利于元素的检出。

土壤矿化指示元素富集受局部地貌的影响不大,随机取样在一定程度上具有稳定性。

不同地段土壤矿化指示元素含量有较大变化,并与实际矿化作用有系统的相关联系,较高的数据变化系数,可以期望土壤地球化学勘查获得较高的异常衬度。

根据以上分析,我们认为,土壤可以作为地面化探的重要勘查对象,具有测定技术上易于检出,取样上人为影响较小,代表性、客观性较强等优点。如与基岩原生晕及构造原生晕组合分析,能够起到相互补充、相互修正的作用,并可能提供更多更全面的深部找矿信息。

本文仅从部分样品的元素地球化学特征进行了讨论,土壤元素地球化学勘查的实际效果还有待于勘查实践的进一步检验。

[参考文献]

[1] 李孝祥. 云南化探找矿主要效果[J]. 云南物化探. 1980, 7, 121.
[2] 庄永秋, 王任重, 杨树培, 等. 云南个旧锡铜多金属矿床[M]. 北京. 地震出版社, 1996, 185.
[3] 党玉涛. 加强找矿, 增加资源, 延长矿山寿命[J]. 矿产与地质, 2000, 14(3): 178~181.
[4] 冶金工业部西南地勘局地质勘探队地质研究室. 某夕卡岩型锡、铜矿床的成矿特点[J]. 地质与勘探, 1974(4): 9~14.
[5] 於崇文. 云南个旧锡—多金属成矿区内生成矿作用的动力学体系[M]. 北京. 中国地质大学出版社, 1988.
[6] G J S Govett, Rock geochemistry in mineral exploration [M]. Amsterdam: Elsevier, 1983(3): 2947.

FEASIBILITY OF GEOCHEMICAL SOIL SURVEY IN EXPLORING CONCEALED ORE OF GEJIU TIN DEPOSITS

TAO Yan, GAO Zhen - min, WANG Jiang - zhen, ZHANG Huan

(Open Laboratory of Deposit Geochemistry, Institute of Geochemistry, C A S, Guiyang 550002)

Abstract :Based on the study of geochemical characteristics of Gaosong deposit in Gejiu Tin mine, the bedrock and tectonite in ground surface are impacted by hydrothermal system of mineralization. Soil has the same trace element distribution patterns as bedrock and tectonite, but the contents higher than the later two. It shows that the variation of trace elements in soil may indicates deep mineralization. So, geochemical soil survey is a good way to explore concealed ore in Gejiu Tin deposits. What 's more, it has some advantages such as easy detect in technology and little influenced by sampling.

Key words :geochemical survey, secondary holo, Gejiu, Tin deposit