

地球化学负异常的地质找矿意义

周俊法

(浙江省第七地质大队)

地球化学负异常是壳源矿床的特征标志,对矿产勘查、成矿规律研究、资源预测等有着特殊意义。成矿元素活化转移形成的负异常,按其规模大小可分为矿田内的矿床级负异常和近矿围岩中的矿体级负异常。负异常区所带出的金属量是定量评价矿质来源的依据。

地球化学探矿,要在不同尺度和规模上发现和研究与成矿有关的地球化学异常,包括正异常和负异常。正异常的研究及其在找矿方面的贡献举世瞩目,而对与矿化有关的负异常目前研究甚少。但是,负异常却常常是许多壳源矿床地球化学场的重要特征之一,它与正异常的组合才是这类矿床完整的地球化学场模式。负异常提供了成矿物质活化转移及其来源的地球化学证据,对矿产勘查、成矿规律研究、资源预测等有着特殊意义。

异常值显著低于背景值的异常称之为负异常^[1]。本文定义为“地层、岩石在后继成矿作用过程中,形成的明显低于其本底含量(原始丰度)的地带,其实质是成矿作用形成的地球化学亏损地带所呈现的异常”。

(一) 负异常的形成机理

近代成矿理论把内生矿床的物质来源概括为:地球的壳下物质和地壳岩石。壳源成矿一般认为经历了成矿物质的准备阶段和后继成矿作用阶段。第一阶段形成初始富集金属的矿源层(岩),为成矿准备了物质基础,一般不形成工业富集;后继成矿阶段,即区域热动力变质、花岗岩化作用于矿源层(岩),使成矿物质发生活化转移,或者在火山热液、岩浆期后热液、渗流热液、混合热液等渗流矿源层(岩)时,成矿物质转入溶液运移,在合适的物化环境和构造空间积聚富集,形成工业矿床。地层、岩石中成矿元素被活化转移的地带其丰度值降低,产生地球化学亏损,形成负异常;在元素积聚富集地带产生地球化学增殖,形成正异常和工业矿体。正、负异常是矿源层(岩)中的成矿物质在地质地球化学作用过程中矛盾运动的结果,且位于矿床的不同空间。

地球化学负异常可作为定量评价矿质来源的依据。一个完全由地层、岩石提供矿质而形成的工业矿床,负异常区活化转移出来的金属量应该等于矿床的工业矿体和原生晕中该金属量之和。这类负异常比近矿围岩蚀变带元素带出、带入共扼带的负异常的规模要大得多。

(二) 几种不同类型壳源矿床的负异常特征

1. 鸟吞层控多金属矿床:涂光炽教授指出:相当大一部分层控矿床是多成因、多阶段的,早期沉积阶段准备了矿化地层或甚至矿床,后期地质作用才真正成矿或使矿床更加富集^[2]。矿化地层在后期地质作用下,成矿元素活化转移,重新定位富集成矿,必然在矿床的不同空间形成匹配的负异常与正异常。

乌吞铅锌矿床位于龙泉前震旦系陈蔡群变质岩隆起区。陈蔡群原岩为含火山物质的地槽型复理石建造,邻区全岩Rb—Sr等时线年龄为 1813.4 ± 9 百万年¹。成矿受层位和层间构造控制,矿体呈似层状赋存于混合岩化片麻岩中,平面投影呈等轴状,面积约0.4平方公里,平均厚9.86米。矿石类型有铅锌矿石、铅锌磁黄铁矿石、黄铜矿铅锌矿石及硫铁矿石等,有用组份除Pb、Zn、Cu外,伴生有Ag、S、Cd、Bi等多种元素。围岩蚀变有似夕卡岩化、绿泥石化、黄铁矿化等。成矿温度硫化物爆裂法测温峰值为 $350^{\circ}\text{C} \pm$ (未经压力校正),成矿时代据矿石铅同位素年龄为470~655百万年,矿床成因属复成因层控矿床范畴。

省内不同域陈蔡群变质岩Pb、Zn、Cu丰度值列于表1。由表1可见,全省和龙泉地区陈蔡群变质岩

① 许金坤:陈蔡群变质岩同位素年龄的新数据,1985年。

Pb、Zn、Cu丰度值基本相同，Pb、Zn丰度分别是地壳丰度的4倍和2倍，似为初始富集金属的矿源层；矿区三个元素的背景值要比全省及龙泉地区低得多，形成矿床级的地球化学亏损区，即负异常区。负异常区地层中成矿元素的活化转移量为Pb33,Zn75,Cu56ppm,为成矿成晕提供了大量物质。

陈蔡群变质岩不同域Pb、Zn、Cu丰度值(ppm)表1

地 域	样本数	Pb	Zn	Cu
全 省	280	49	147	56
龙泉地区	123	49	142	49
矿 区	89	16	67	17
地壳丰度(泰勒, 1964)		12.5	70	55

* 据董岩翔, 1983年。

钻孔岩石测量资料的深入研究(乌岙矿床地球化学研究组, 1985)表明, 近矿围岩中成矿元素又被进一步活化、淋析带出。矿上围岩Pb、Zn含量基本在背景值范围内波动, 沿裂隙有线状正异常分布; 矿下围岩则呈现明显的Pb、Zn、Cu负异常(图1)。负异常区Pb、Zn的平均值分别为5.8和27.3ppm, Cu的负异常多分布在矿体尾部, 其平均值为5.6ppm。负异常规模由Cu→Zn→Pb递增, 在垂向上Pb在上部, Cu在下部。近矿负异常元素带出量: Zn39.7, Pb10.2, Cu11.4ppm。容矿空间及F₁断裂带成矿元素大量带入, 产生地球化学增殖, 形成正异常。近矿围岩中正、负地球化学异常构成对偶的共轭带。

上述表明, 乌岙铅锌矿床存在两级负异常: 即矿

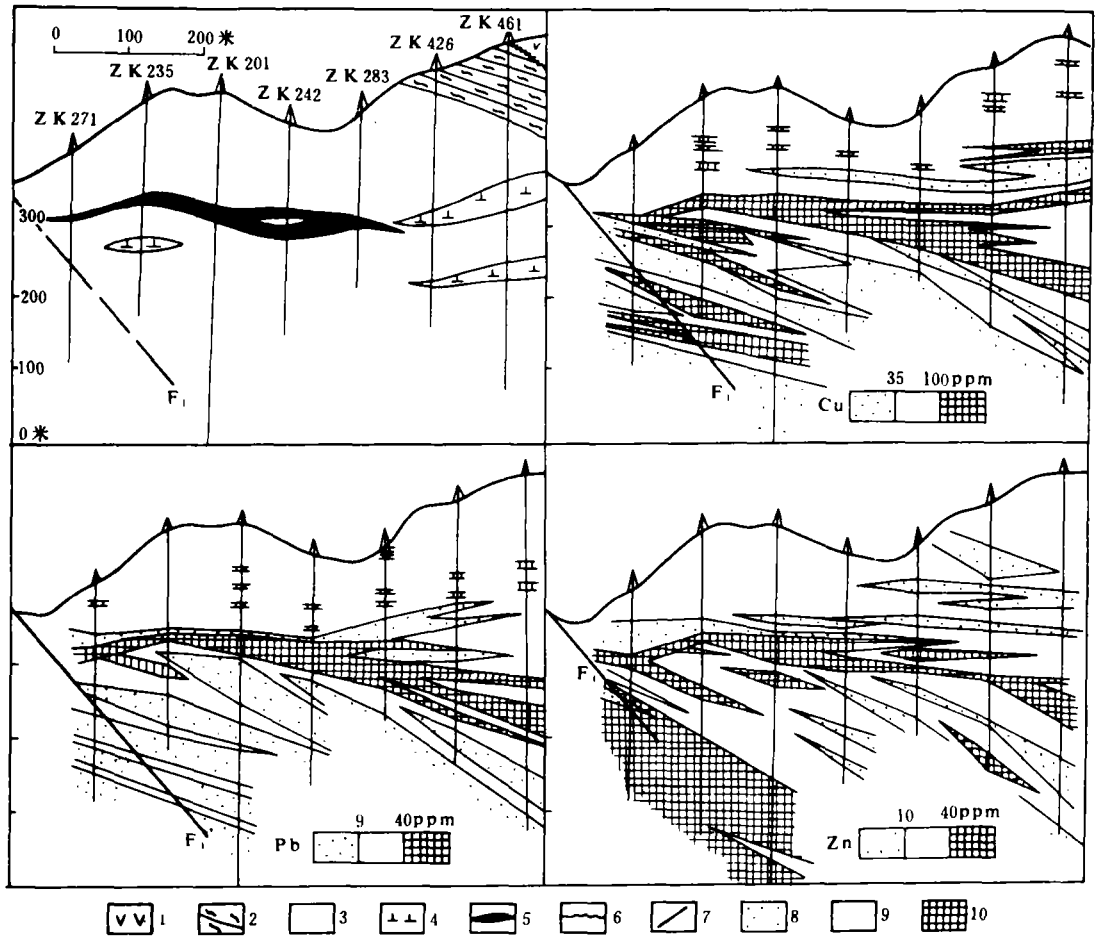


图1 乌岙矿区19线Pb、Zn、Cu正负异常区的分布

1—上侏罗统火山碎屑岩; 2—陈蔡群片岩; 3—陈蔡群片麻岩、混合岩化片岩; 4—闪长玢岩; 5—矿体; 6—不整合面; 7—断层; 8—负异常区; 9—矿区正常场; 10—正异常区

田内的矿床级负异常和近矿围岩中矿体级负异常。近 矿围岩中负异常带出的面金属量和矿体与原生晕中面

金属量总量计算结果表明,矿体级负异常提供的成矿元素量不超过10%,起富化作用;成矿元素主要由矿源层在区域变质作用中元素活化转移形成的矿床级负异常提供。

2.变质热液型金矿床:变质热液型金矿床是金的重要矿床类型。区域变质作用及相应的含金变质岩区,是这类矿床的第一控制因素,含矿组份来自建造本身或邻近建造。金在变质作用、混合岩化作用中的活化转移可以肯定,但对迁移机制有人强调变质相的压力差、温度梯度(B. A. 布梁克),有人则认为造成热液迁移和停留的主要因素是以裂隙形式出现的低压扩容带^②。变质岩区金的不均匀性和多重分布特征是找金决策的重要地球化学依据。

冶岭头金银矿床位于遂昌前震旦系变质岩隆起的北东端,两组基底断裂复合部位。矿区地质已有较多报道^[3-4],其基本情况是:有两个构造层,下部为前震旦系变质岩基底,上部为燕山期陆相火山岩建造;成矿受岩性和构造双重控制,矿体赋存于以黑云斜长片麻岩和含榴黑云斜长片麻岩为主的变质岩中,受东西—北东向张扭性断裂制约;矿体由贫硫化物石英脉、网脉及脉旁黄铁绢英岩组成,除金银矿物系列外,尚有辉银矿、螺状硫银矿、金银碲化物等,矿体中Au、Ag比值低(平均1:22);勘探与开采未见矿体直接插入上覆火山岩,但火山岩中见金银矿化。矿床成因说法很多,归纳起来有变质热液、火山热液、岩浆期后热液、变质热液成矿后期热液叠加和层控型地下水热液成矿等^[4]。对矿质来源也有不同认识。

现有资料表明,前震旦系陈蔡群变质岩是富含金、银、铅、锌等多种成矿元素的矿源层,矿区无矿地段变质岩和遂昌变质岩块含金性系统研究显示:由西南向北东随着变质相带和混合岩化作用由强至弱的演变,含金量由沙剖面接近地壳片麻岩类平均丰度,经IV—1剖面显著富化区段,至位于基底断裂复合部位的矿区迅速增加(图2),说明金在变质岩块确实存在着区域性的活化转移,并在低压扩容构造富集,活化转移量为其本底含量的45%左右,IV—1剖面区段出现的负异常围绕矿区正异常分布。金在变质作用中过程活化转移的另一个重要证据是剖面上不同变质相带岩石

中金的分配(表2)。金的迁移趋势是由深变质相带向变质程度低的地带迁移,这与E. H 别列夫米夫^[5]等人的研究结果是一致的。

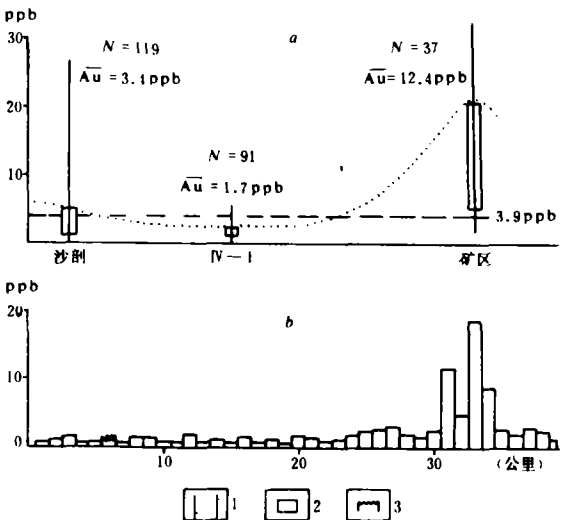


图2 遂昌变质岩块金的区域变化

1—含量变化区间; 2—常见值; 3—片麻岩类金的平均值

沙剖面不同变质相带岩石中金的分配(ppb) 表2

岩性段代号	样本数	区间值	平均值	变质相
AnZch ⁴	13	1~6	3.5	低角闪岩亚相
AnZch ³	54	1~30	2.7	高角闪岩亚相
AnZch ²	17	1~17	2.6	混合岩化
AnZch ¹	44	1~16	2.0	高角闪岩亚相

据汪士清资料(1985)修改。

矿区钻孔岩石地球化学测量资料表明,Au的背景平均值为12.4ppb,异常下限为20ppb,在矿带Au的正异常两侧出现Au的相对负异常(图3),负异常区段Au的平均值<5ppb,越往深部负异常规模越大。Au的这种分布特征说明,在成矿过程中矿液从控矿构造带两侧早期区域变质作用形成的富Au岩石中摄取了部分Au,富化了矿体和脉旁原生晕,而在控矿构造带旁侧形成了相对负异常,从负异常区活化转移出的Au约为矿区背景平均值的60%。在找金矿时,地层或岩浆岩中Au的区域性高背景值是有利条件之一,在矿床预测和异常评价时,Au的活化转移量可作为估计矿床规模的依据。

3.与陆壳改造型花岗岩有关的钨锡矿床:华南与陆壳改造型花岗岩有关的钨钼钼等矿床的成矿物质来自矿源层,含矿岩体成矿元素和稀碱金属比地壳克拉克值高得多,造岩矿物中也有较高的含量,这是造成

②母瑞身等:中国金矿成矿规律的初步研究,1985年。

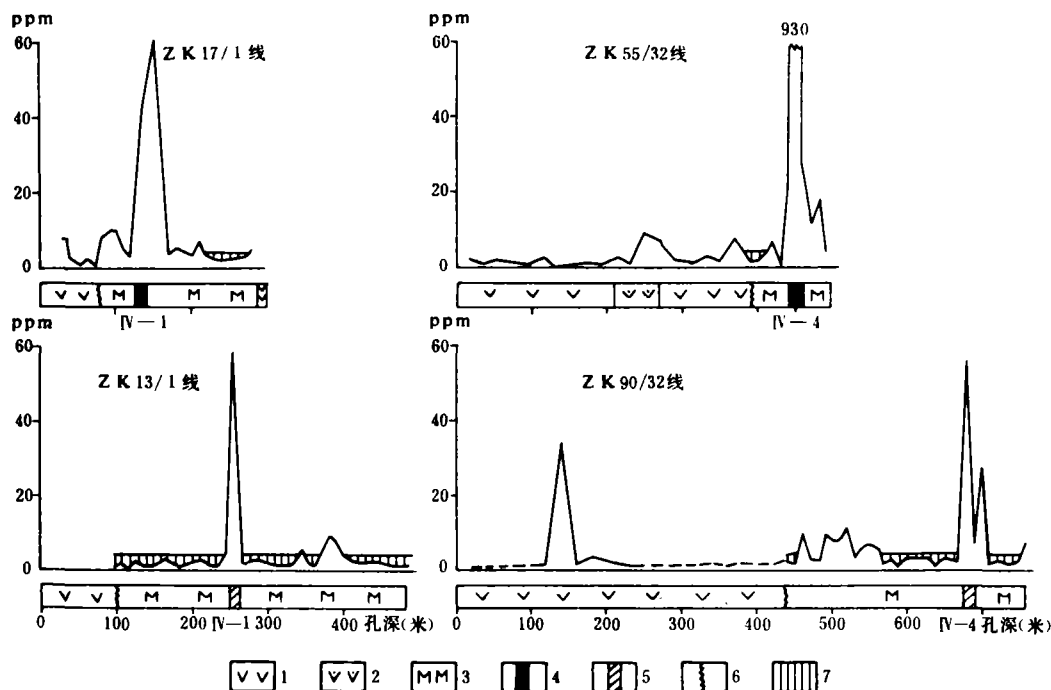


图3 冶岭头金银矿区矿带旁侧变质岩中Au的负异常
(据河南省地质局实验室1982年分析资料绘制)

1—上侏罗统火山碎屑岩；2—霏细岩；3—前震旦系

变质岩；4—矿体及编号；5—矿化带；6—不整合面；7—变质岩中Au的负异常 $[Au < (C_b - 2\sigma)]$

碱质交代过程中成矿元素活化转移的物质基础^[6]。成岩后的蚀变交代如黑云母的白云母化、斜长石的钠长石化、成矿元素的主要载体矿物被钾长石交代等，使W、Sn、Mo等成矿元素转入成矿溶液，并逐步富集成矿。成矿元素从自变质带、碱交代带被淋析、带出，必然在岩体及造岩矿物中形成相对其原始含量的低值带，即地球化学负异常。

一般认为成矿岩体W、Sn等成矿元素丰度愈高，对成矿愈有利。朱焱龄等^[7]研究了西华山复式岩体的地球化学特征与成矿关系后指出：对脉状钨矿床来说，不能认为岩体中钨的背景含量愈高矿化就愈有利，它们之间不具正比关系，还有很重要的一面是构造条件。西华山复式岩体是燕山期多次、多阶段侵位形成的，各阶段形成的岩体W的丰度和呈副矿物形式出现的黑钨矿含量见表3。与西华山岩体有关的黑钨—石英脉矿床规模最大，但该岩体中W的丰度和呈副矿物出现的黑钨矿含量是复式岩体中最低的；而与W丰度和黑钨矿含量最高的罗坑岩体、马鞍山岩体有关的脉状钨矿却大为逊色。其原因在于前者存在发育的“适时性

西华山变代岩体W丰度(ppm)与黑钨矿含量(g/t)表3

岩体名称	罗坑	西华山	荡坪	生龙口	马鞍山
代号	γ_3^{10}	γ_3^{10}	γ_3^{10}	γ_3^{10}	γ_3^{10}
W丰度	153	48	87	43	70
黑钨矿含量	24.9	0.2	3.2	12.4	29.8

据朱焱龄《赣南钨矿地质》一书资料摘编。

构造”，残浆中聚集的 $[WO_4]^{2-}$ 集中进入构造，形成黑钨矿—石英脉，从而使岩体W的丰度和副矿物黑钨矿含量降低，在复式岩体中呈相对负异常；后者没有适时性构造或不发育，残浆中聚集的 $[WO_4]^{2-}$ 只能分散在岩体中，形成散染状产出的副矿物—黑钨矿。这说明高背景岩体与适时性构造联合有利于形成工业矿床。

以上简要论述和实例可知，不论是全部还是部分成矿物质来源于地壳岩石的矿床，在其形成工业富集过程，成矿元素从地层、岩石或造岩矿物中析出进入成矿溶液，或者成矿溶液运移过程中淋析地层、岩石或造岩矿物中的成矿元素，均形成不同规模的负异常。因此，地球化学负异常是壳源矿床的特征标志，这类

矿床的地球化学模式是联合的正、负地球化学异常地球化学负异常至少可分为矿床级和矿带(矿体)级两级,后者是在前者的基础上发展形成的。负异常区所带出的金属量,是定量评价矿质来源及预测可能形成矿床规模和富集程度的依据。

参 考 文 献

- [1] 地质部地质辞典办公室:《地质辞典》(五),地质出版社,1982年
[2] 涂光炽等:《中国层控矿床地球化学》,科学出版社,1984年

- [3] 梁志豪等:地质论评,1985, Vol. 31, No. 4
[4] 郑明华等:矿床地质,1986, Vol. 5, No. 1
[5] B. H. 斯米尔诺夫等(秦国兴等译):《内生矿床的矿质来源》,地质出版社,1981年
[6] 徐克勤等:《花岗岩地质和成矿关系国际讨论会论文选》,科学出版社,1982年
[7] 朱焱龄等:《赣南钨矿地质》,江西人民出版社,1981年

The Geological Exploration Implication of Negative Geochemical Anomalies

Zhou Junfa

(No. 7 Geological Brigade, Bureau of Geology and Mineral Resources, Zhejiang Province)

Abstract

The negative geochemical anomaly is a characteristic guide of a mineral deposit derived from the crust, and has a special implication on mineral exploration, metallogenetic study and resource prognosis. Negative anomalies formed by the activation and migration of metallogenic elements may be classified into two groups according to their size: those due to the deposits located in an ore-field and those caused by ore-bodies occurred in near by wall rocks. The amount of metals carried away from the negative geochemical anomaly area is an important basis for the quantitative evaluation of source materials.

某些矿物的导电类型与找矿

已知黄铁矿和方铅矿的导电性可划分为空穴导电、电子导电、离子导电和混合型导电性。在硫化物矿床中,黄铁矿和方铅矿的导电性类型具有明显的垂直分带性,可作为判断矿床侵蚀程度的标志。对许多硫化物矿床中的黄铁矿和方铅矿测试表明,其总的分带规律性是:下部层位中的黄铁矿和方铅矿以电子导电性为特征;中部变为混合型导电性;上部以空穴导电性为主。如果在金矿床的地表,电子导电性的黄铁矿与空穴导电性的

黄铁矿之比例为70%,则意味着该矿床的侵蚀程度为70%。

根据黄铁矿导电性类型的不同,可估计金矿化的工业意义。含金石英脉中的黄铁矿多具有空穴导电性,而无石英英脉中的黄铁矿则具有电子导电性,在某些情况下,特大型金矿床都产在具有混合型导电的黄铁矿或毒砂发育带中。

[初绍华]