

doi: 10.11720/wtyht.2015.2.26
胡树起, 刘崇民, 马生明. 铅硫同位素在地球化学勘查中的应用[J]. 物探与化探, 2015, 39(2): 366–370. <http://doi.org/10.11720/wtyht.2015.2.26>
Hu S Q, Liu C M, Ma S M. The application of lead and sulfur isotopes to geochemical exploration[J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2015, 39(2): 366–370. <http://doi.org/10.11720/wtyht.2015.2.26>

铅硫同位素在地球化学勘查中的应用

胡树起, 刘崇民, 马生明

(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)

摘 要: 铅硫同位素用于地球化学勘查是一项探索性的工作。为进一步证实其在多金属矿床勘查中的作用, 选择热液铅锌矿床开展铅同位素追踪深部矿体试验, 选择斑岩型铜矿床开展硫同位素识别矿化蚀变分带试验及 $\delta^{34}\text{S}$ 垂向变化规律探讨。试验结果表明, 铅同位素组成和三维拓扑 V 值可预测深部矿体, 由上而下, 数值增高预示着深部还有矿体; 水平方向上, $\delta^{34}\text{S}$ 均值由高温蚀变区到低温蚀变区呈现出增高的趋势, 此特点可用于鉴别矿化蚀变分带; 垂直方向上, 矿体 $\delta^{34}\text{S}$ 均值总体随深度增加逐渐增大, 若不同层位(标高)的岩石性质及其硫同位素背景存在差异, 当其与成矿溶液叠加后, 可导致 $\delta^{34}\text{S}$ 均值呈跳跃式变化。

关键词: 铅同位素; V 值; 硫同位素; $\delta^{34}\text{S}$; 蚀变带; 地球化学勘查

中图分类号: P632 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8918(2015)02-0366-05

利用同位素对多金属矿床进行地球化学勘查是一项具有探索性的研究工作, 这方面的研究成果还不太多, 文献报道多以铅硫同位素为主。

铅同位素地球化学勘查始于 20 世纪 60 年代, Cannon^[1]等提出了铅同位素模式法、血型铅法和分带关系法等用以评价矿床; 70 年代以来, Doe^[2]、Gulson^[3]、芮宗瑶^[4]、Foley^[5]和 Huang^[6]等先后应用铅同位素打靶法, 作为评价未知区有矿、无矿的标准; 1994 年, 何厚强^[7]研究了不同成因类型矿床的铅同位素组成特征与成矿元素之间的关系, 肯定了其在地球化学异常评价中的作用; 1993 年, 朱炳泉^[8]提出了铅同位素三维空间拓扑投影特征值的数据处理方法, 在隐伏矿预测评价中取得了良好效果。

国内外应用硫同位素找矿的案例也有相应的报导。2007 年, Paul^[9]对加拿大的一个 Cu-Zn 块状硫化物矿床, 从统计学上用硫同位素区分了贫铁硫化物带和 Cu-Zn 块状硫化物矿体; 于凤金^[10]等通过对辽宁清原地区铜锌矿床的研究发现, 矿体 $\delta^{34}\text{S}$ (‰) 值由浅至深增大, 矿床的 $\delta^{34}\text{S}$ (‰) 值小于 1, 而矿点中的 $\delta^{34}\text{S}$ (‰) 值大于 1。一些研究指出, 成矿的早期和晚期, 成矿溶液物质之间的同位素组成并没有

完全达到平衡, 显示出越往后期硫同位素组成变化越大的特点^[11]。因此, 可利用硫同位素的这种特点进行矿化蚀变带划分。

以上简要介绍了铅硫同位素地球化学勘查的初步成果, 目前该方法尚处在试验摸索积累资料阶段, 真正用于金属矿勘查还需要大量的试验研究。为进一步确定铅硫同位素在多金属矿床地球化学勘查中的作用, 笔者选择铅锌矿床和斑岩型铜矿床开展铅硫同位素地球化学勘查研究, 其中铅锌矿应用铅同位素组成和三维空间拓扑投影特征值开展了矿体深部追踪的试验工作, 斑岩型铜矿应用硫同位素比值进行了矿化蚀变带识别和矿体 $\delta^{34}\text{S}$ 垂向变化规律探讨。

1 铅同位素勘查应用研究

铅有四种稳定同位素: ^{204}Pb 、 ^{206}Pb 、 ^{207}Pb 和 ^{208}Pb , 其中 ^{204}Pb 为非放射性成因, 其丰度不变, 而 ^{206}Pb 、 ^{207}Pb 和 ^{208}Pb 的构成既包含原始铅, 又包括通过 ^{238}U 、 ^{235}U 、 ^{232}Th 衰变而不断增加的放射性成因铅^[12]。研究证明, 热液型多金属矿床成矿物质来源普遍具有壳幔相互作用, 导致成矿作用引起元素分异, 在矿化前缘和浅矿形成铅同位素值很高、变化范

围大的特点^[13],这也是开展深部矿预测研究的理论基础。

笔者运用常规铅同位素组成法,并结合三维空间拓扑投影法,在浙闽沿海成矿带的浙江乌岙层状铅锌矿床和大岭口热液型铅锌矿床开展了铅同位素深部矿体追踪和评价预测研究。三维空间拓扑投影特征值法是以朱炳泉的研究为依据:首先获取样品分析的原始数据²⁰⁴Pb、²⁰⁶Pb、²⁰⁷Pb、²⁰⁸Pb,统计样品中的 $w(^{206}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$ 、 $w(^{207}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$ 、 $w(^{208}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$ 值,计算 $\Delta\alpha$ 、 $\Delta\beta$ 、 $\Delta\gamma$,求出拓扑投影 V_1 、 V_2 值^[8],然后利用铅同位素组成和 V_1 、 V_2 值来预测深部矿体。该数值增大显示深部存在新矿体,减小表明矿化减弱并接近尖灭^[13]。

1.1 乌岙热液铅锌矿床

乌岙铅锌矿床^[14]是一个隐伏层状矿床,矿体赋存在前震旦系陈蔡群黑云斜长片麻岩层间褶曲构造中。矿床已经开采三十多年,矿体基本开采完毕,目前可供开采的矿体极少,矿石量十分有限,已属于深度危机矿山。

研究工作分别在三个采矿中段位置(390、320、285 m)进行,采集了 10 个方铅矿单矿物样品,分析铅同位素。表 1 列举出乌岙矿区铅同位素组成和按照三维空间拓扑投影特征值法获得的特征值 V_1 、 V_2 。

表 1 乌岙铅锌矿床不同中段铅同位素组成与特征值

段位/m	$\frac{w(^{206}\text{Pb})}{w(^{204}\text{Pb})}$	$\frac{w(^{207}\text{Pb})}{w(^{204}\text{Pb})}$	$\frac{w(^{208}\text{Pb})}{w(^{204}\text{Pb})}$	V_1	V_2
390(2)	18.186	15.709	39.048	50.867	22.998
320(7)	18.163	15.680	38.958	48.051	22.228
285(1)	18.163	15.660	38.893	46.497	22.488

注:括号内为样品数

表中数据显示,在不同中段铅同位素组成 $w(^{206}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$ 、 $w(^{207}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$ 、 $w(^{208}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$ 虽然数据之差较小,但还是有一定的差异。上部 390 m 中段要高于下部的 320 m 和 285 m 中段的铅同位素组成,320 m 中段的 $w(^{207}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$ 、 $w(^{208}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$ 又高于下部的 285 m 中段的铅同位素组成,总体由上向下降低,以 $w(^{207}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$ 、 $w(^{208}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$ 相对突出一些。

通过三维空间拓扑投影特征值法计算的 V 值显示出更明显的变化规律,由上向下,从 390 m 中段→320 m 中段→285 m 中段, V_1 值从 50.867→48.051→46.497 呈递减趋势。此矿床 V_2 有跳跃,规律性不明显,有待于进一步研究。

乌岙铅锌矿床不同中段铅同位素组成与 V_1 值表明,矿床在形成过程中,从矿体下部向上,²³⁸U、²³⁵

U、²³²Th 呈现有规律地衰变,而且矿体上部衰变程度明显。就 V_1 来看,从海拔 285 m→390 m, V_1 值从 46.497 升到 50.867,显示矿体形成的过程是 U、Th 衰变不断进行的过程,越到上部衰变越强,导致上部铅同位素组成与 V_1 值高。由此可以推测,该 V_1 值越大越有利于找矿。结合表中数据, V_1 大于 50 是矿体上部的标志, V_1 小于 46.497 有可能是矿体底部的标志。该矿床各方面的地质勘探工作表明,285 m 以下矿化已经到底部,目前开采的 260 m 中段矿体属于矿体尖灭端。

1.2 大岭口热液铅锌矿床

浙江天台大岭口银铅锌矿床^[15]是一个陡倾斜的大型复脉状热液型铅锌多金属矿床,矿体产在侏罗系火山凝灰岩中,受北东向构造带控制。矿体呈现雁行排列,分两个大的矿体,上部第一大组矿体赋存在 316~0 m 中段,第二大组矿体分布于 0~-300 m 中段。目前矿床开采还在第一组矿体内,开采深度已控制到海拔 96 m。在工作中利用 5 个坑道(316、286、156、126、96 m 中段)采集方铅矿单矿物样品,共计 28 件,进行铅同位素组成以及三维空间拓扑投影特征值的计算,结果列于表 2。

表 2 大岭口铅锌矿床不同中段铅同位素组成与特征值

位段/m	$\frac{w(^{206}\text{Pb})}{w(^{204}\text{Pb})}$	$\frac{w(^{207}\text{Pb})}{w(^{204}\text{Pb})}$	$\frac{w(^{208}\text{Pb})}{w(^{204}\text{Pb})}$	V_1	V_2
316(1)	18.370	15.611	38.635	45.51	34.11
286(3)	18.367	15.608	38.618	45.23	34.06
156(7)	18.381	15.625	38.679	46.66	34.46
126(8)	18.386	15.630	38.756	48.61	33.99
96(9)	18.386	15.630	38.686	47.51	34.68

注:括号内为样品数

表中不同中段铅同位素组成数据显示,随着矿体由浅入深,铅同位素组成 $w(^{206}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$ 、 $w(^{207}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$ 、 $w(^{208}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$ 的数据分布是有差别的,在上部 316 m 中段和 286 m 中段, $w(^{206}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$ 为 18.367~18.370, $w(^{207}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$ 为 15.608~15.611, $w(^{208}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$ 为 38.618~38.635。在中部的 156 m 中段铅同位素组成开始有一定幅度的增高,到下部的 126 m 和 96 m 中段还有所增高,总体显示出从上向下增大的趋势。

三维空间拓扑投影特征值 V_1 在上部两个中段(286~316 m 中段)介于 45.23~45.51,到中部 156 m 中段开始增大到 46.66,到下部中段(96~126 m 中段)继续增大,变化为 47.51~48.61。

数据显示,铅同位素比值规律性好, V 值有些跳跃,但总趋势明显,在下部 126 m 中段和深部 96 m 中段较上部有明显增高,这种继续增高的趋势说明

矿体往下应有一定的延伸。实际勘探结果证明,96 m 中段以下还有一个较大规模的第二大组矿体,比上部第一大组矿体规模还要大,矿体向下延伸超过 300 m,且矿体稳定,铅锌品位高。

1.3 铅同位素勘查标志

三维拓扑方法是以岩石样品直接分析铅同位素进行的,而我们的工作采用方铅矿单矿物,虽然样品有差异但规律很明显。数据显示,乌岙铅锌矿和大岭口铅锌矿 V_1 值 >40 , V_2 值 >20 ,与华南地块矿石铅同位素值一致,矿床具有富 U-Pb,同时又富 Th-Pb 的特征^[8]。

铅同位素组成和三维拓扑 V 值可预测深部矿体。在矿体的前缘,同位素组成和 V 值较大,从矿体上部到矿体下部,铅同位素组成比值降低。如果深部有相当规模的矿体或另一组矿体存在,则铅同位素组成和 V 值向下继续增高。铅同位素分异的这种变化规律可转化为预测隐伏矿体的同位素勘查指标。

2 硫同位素勘查应用研究

自然界中的硫以³²S、³³S、³⁴S 和³⁶S 四种同位素形式存在,其丰度分别为 95.02%、0.75%、4.21% 和 0.02%^[12]。天然物质中硫同位素比值用 $\delta^{34}\text{S}(\text{‰})$ 表示,陨石硫 $\delta^{34}\text{S}\approx 0\text{‰}$,生物成因硫 $\delta^{34}\text{S}\approx 30\text{‰}$,而岩浆热液成因的矿床,其硫同位素组成偏离陨石硫组成较小,每个矿床内 $\delta^{34}\text{S}$ 的变化范围也较窄,约为 5‰~10‰^[16]。

以往硫同位素的地质应用主要集中在热液矿床成因及其硫源的判断方面,用于地球化学勘查的案例较少,笔者尝试运用硫同位素比值对富家坞铜矿床进行矿化蚀变分带鉴别,并对铜厂铜矿床垂向变化规律开展研究。

2.1 富家坞斑岩铜矿床

富家坞斑岩型铜钼矿床^[17]以花岗闪长斑岩为中心,周围由新元古界双桥山群浅变质岩(千枚岩、变质沉凝灰岩)组成。矿床围岩蚀变发育,主要蚀变由岩体向外依序为:早期石英—钾长石化→中期硅化—绢云母化→晚期绿泥石—绿帘石化。热液蚀变不同阶段相对应伴随一系列金属矿物的沉淀,如早期蚀变(石英—钾长石化)主要形成少量辉钼矿—黄铜矿—黄铁矿组合。中期蚀变(硅化—绢云母化)阶段伴生有大量矿质的沉淀,几乎赋存着全部工业矿体,主要金属矿物是黄铁矿—黄铜矿组合。晚期蚀变(绿泥石—绿帘石化)金属矿物为黄铁矿—方铅矿—闪锌矿—镜铁矿组合。

在矿区地表不同蚀变带内,分别采集了黄铁矿单矿物样品 26 件,表 3 列举了各蚀变带 $\delta^{34}\text{S}$ 的变化范围和均值。

表 3 富家坞斑岩铜矿不同蚀变带 $\delta^{34}\text{S}$ 分布特征

蚀变带	样品数	变化范围	均值 1	均值 2
		‰	‰	‰
岩体及钾长石化带	4	0.3~1.0	0.75	0.75
石英—绢云母—水白云母化带	2	0.3~0.9	0.6	1.48
水白云母—伊利石化带	9	-0.2~2.8	2.35	
绿泥石—绿帘石化带	11	0.7~4.0	2.18	2.18

表中石英—绢云母—水白云母化带、水白云母—伊利石化带,是石英—绢云母化带的进一步划分^[18],矿体主要赋存在石英—绢云母—水白云母化带。

数据显示,富家坞斑岩铜矿 $\delta^{34}\text{S}$ 在 -0.2‰~4.0‰ 之间,变化范围较窄,矿石硫主要来源于上地幔^[16]。 $\delta^{34}\text{S}$ 在各蚀变带的分布差异表明,矿床在成矿过程中,随着从中心高温蚀变到外围低温蚀变, $\delta^{34}\text{S}$ 的组成发生分馏作用。靠近岩体的蚀变(钾化带),属于高温热液蚀变, $\delta^{34}\text{S}$ 均值为 0.75‰;进入石英—绢云母化带, $\delta^{34}\text{S}$ 均值增大为 1.48‰;再向外,温度继续降低, $\delta^{34}\text{S}$ 均值继续增大,为 2.18‰。

$\delta^{34}\text{S}$ 在不同蚀变带的分布特点说明,虽然蚀变带是造岩矿物由于水热作用造成元素带出带入重新分配的结果,但在成矿作用时,这个过程也导致了 $\delta^{34}\text{S}$ 发生相应变化。因此, $\delta^{34}\text{S}$ 可用于鉴别斑岩型铜矿高温和低温蚀变分带,可作为找矿环境指标。

2.2 铜厂斑岩铜矿床

铜厂斑岩型铜钼矿床^[19]属于德兴斑岩铜钼矿田内一个大型矿床,矿床周围地层、含矿岩体、蚀变特征、矿体、矿石、矿物组合与德兴富家坞铜钼矿床地质特征十分相近。矿床开采已经几十年,揭露采坑深度达到 400 余米,深部已达钼矿体部位,铜矿体主要富集在 170 m 标高以下。

工作中沿采坑壁采集了 5 个断面(350、290、170、100、15 m 中段)的黄铁矿单矿物样品 14 件,控制深度 300 余米,表 4 是铜厂不同中段 $\delta^{34}\text{S}$ 同位素值。

表 4 铜厂斑岩铜矿不同标高黄铁矿 $\delta^{34}\text{S}$ 组成

蚀变带	中段/m	样品数	变化范围	均值 1	均值 2
			‰	‰	‰
弱千枚岩化带	350	2	-0.0~0.2	0.1	0.1
	290	2	-0.4~0.4	0	0.4
强千枚岩化带	170	2	-0.6~2.2	0.8	
中强蚀变花岗	100	4	-1.4~1.7	0.46	0.72
闪长斑岩	15	4	-0.9~3.7	0.97	

表中千枚岩化带即为石英—绢云母化带^[18],样品控制范围(335 m)内蚀变主要涉及钾化和石英—绢云母化。 $\delta^{34}\text{S}$ 值变化不大,说明蚀变温度变化并不剧烈。

数据显示, $\delta^{34}\text{S}$ 值分布在 $-1.4\sim 3.7\text{‰}$ 之间,表现为幔源特征^[16]。从不同蚀变带 $\delta^{34}\text{S}$ 均值分布看, $\delta^{34}\text{S}$ 具有明显的垂直分带性,表现为随深度增加逐渐增大的特点,即从 $0.1\text{‰}\rightarrow 0.4\text{‰}\rightarrow 0.72\text{‰}$,与于凤金等研究结果一致^[10]。从不同中段 $\delta^{34}\text{S}$ 均值分布看, $\delta^{34}\text{S}$ 均值呈跳跃式变化,引起这种变化的一个重要原因是,不同中段的岩石性质及其硫同位素背景存在差异,当其与成矿溶液叠加后,导致 $\delta^{34}\text{S}$ 均值在纵向上呈跳跃式变化;另外一种可能是发生了后期热液叠加,即热液成矿的多期次性问题。

比较表 3、表 4,铜厂铜矿床与富家坞铜矿床有一个共同的特点,即在矿体赋存部位 $\delta^{34}\text{S}$ 均值小于 1。对于富家坞铜矿床而言,在较外围蚀变带,如水云母—伊利石化带、绿泥石—绿帘石化带, $\delta^{34}\text{S}$ 均值大于 1,实际情况是该部位仅表现为矿化。这种数据特征亦与前人研究结论相吻合^[10]。

2.3 硫同位素勘查标志

矿体部位 $\delta^{34}\text{S}$ 均值小于 1,矿化部位 $\delta^{34}\text{S}$ 均值大于 1。这一特征可用于深部矿体追踪。

水平方向上,由含矿岩体中心向外,硫同位素组成不同, $\delta^{34}\text{S}\text{‰}$ 均值由高温蚀变区到低温蚀变区呈现出增高的趋势。这种分布特点可用于鉴别矿化蚀变分带。

矿体 $\delta^{34}\text{S}$ 均值具有明显的垂直分带性,总体表现为随深度增加逐渐增大。若不同层位(标高)的岩石性质及其硫同位素背景存在差异,当其与成矿溶液叠加后,可导致 $\delta^{34}\text{S}$ 均值在纵向上呈跳跃式变化。

3 结论

通过对乌岙铅锌矿、大岭口铅锌矿和富家坞铜矿、铜厂铜矿铅、硫同位素的研究,获得以下两点认识:

(1) 对于热液型铅锌矿床,铅同位素组成和三维拓扑 V 值可预测深部矿体。如果矿体遭受剥蚀程度大,深部矿体规模变小,从上部向下,铅同位素组成是降低的;但如果深部还有相当规模的矿体存在,铅同位素组成和 V 值则继续增高,预示着深部还有矿体。这种现象可转化为预测深部隐伏矿体的同位素勘查指标。

(2) 对于斑岩型铜矿床,水平方向上,由含矿岩

体中心向外, $\delta^{34}\text{S}$ 均值由高温蚀变区到低温蚀变区呈现出增高的趋势,这种分布特点可用于鉴别矿化蚀变分带;垂直方向上,矿体 $\delta^{34}\text{S}$ 均值总体随深度增加逐渐增大,若不同层位(标高)的岩石性质及其硫同位素背景存在差异,当其与成矿溶液叠加后,可导致 $\delta^{34}\text{S}$ 均值在纵向上呈跳跃式变化。

参考文献:

[1] Cannon R S,Stieff L R,Stern T W.Radiogenic lead in non-radioactive minerals: a clue in the search for uranium and thorium[J].U. N. Int. Conf. Peaceful Uses of At. Energy. Proc.,1958, 2: 215-223.

[2] Doe B R,Stacey T S.The application of lead isotopes to the problems of ore genesis and ore prospect evaluation: A review[J].Economic Geology, 1974, 69: 757-776.

[3] Gulson B L,Large R R,Porritt P M.Gold exploration using lead isotopes at Tennant Creek, Australia[J].Applied Geochemistry, 1988, 3: 243-254.

[4] 芮宗瑶,李宁,王龙生.关门山铅锌矿—盆地热卤水成矿及铅同位素打靶法[M].北京:地质出版社,1991:129-162.

[5] Foley N. K,Ayuso R A.Lead isotope compositions as guides to early gold mineralization: The north Amethyst vein system, Creede District, Colorado[J].Economic Geology, 1994, 89: 1842-1859.

[6] Huang B.Assessment of geochemical anomalies for gold exploration using lead isotopes in west Hainan, China[J].J. Geochem. Explor., 1995, 55: 33-48.

[7] 何厚强.铅同位素特征在化探异常评价中的作用[J].有色金属矿产与勘查,1994,3(6):349-354.

[8] 朱炳泉.矿石 Pb 同位素三维空间拓扑图解用于地球化学省与矿种区划[J].地球化学,1993,(3):209-216.

[9] Paul P,Kurt K,David L,et al. Application of sulphur isotopes to discriminate Cu-Zn VHMS mineralization from barren Fe sulphide mineralization in the greenschist to granulite facies Flin Flon-Snow Lake-Hargrave River region, Manitoba, Canada[J].Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis 7: 130-138.

[10] 于凤金,王恩德,闫鹏仁,等.红透山式块状硫化物铜锌矿床地球化学特征及找矿意义[J].矿产与地质,2005,19(2):117-121.

[11] 尹观,倪师军.同位素地球化学[M].北京:地质出版社,2009:161-162.

[12] 魏菊英,王关玉.同位素地球化学[M].北京:地质出版社,1988:59-61,153.

[13] 常向阳,朱炳泉,邹日.铅同位素系统剖面化探与隐伏矿深度预测——以云南金平老蚌河铜矿为例[J].中国科学:D 辑,2000,30(1):33-39.

[14] 徐外生,刘崇民,周俊法,等.乌岙铅锌矿床地球化学特征及其成因的探讨[J].物探与化探,1987,11(6):443-455.

[15] 封益城,章纯荪,芮行健,等.浙江天台大岭口银铅锌矿床的地质背景和成因[J].中国地质科学院南京地质矿产研究所所刊,1983,4(4):61-79.

[16] 卢作祥,范永祥,刘辅臣.成矿规律和成矿预测学[M].武汉:中国地质大学出版社,1989:89-91.

[17] 吴承烈,徐外生,刘崇民.中国主要类型铜矿勘查地球化学模型
[M].北京:地质出版社,1998:34.

[18] 胡树起,马生明,刘崇民.斑岩型铜矿勘查地球化学研究现状及
进展[J].物探与化探,2011,35(4):431-437.

[19] 朱训,黄崇軻,芮宗瑶,等.德兴斑岩铜矿[M].北京:地质出版
社,1983:95-121,151-157.

The application of lead and sulfur isotopes to geochemical exploration

HU Shu-Qi, LIU Chong-Min, MA Sheng-Ming

(Institute of Geophysical and Geochemical Exploration, CAGS, Langfang 065000, China)

Abstract: The application of lead and sulfur isotopes to geochemical exploration is still at the stage of exploratory work. In order to further confirm its effect on the exploration of polymetallic deposits, the authors selected a hydrothermal lead and zinc deposit to trace deep orebody by means of Pb isotope and a porphyry copper deposit to detect alteration zoning by means of S isotope and, on such a basis, discussed the $\delta^{34}\text{S}$ vertical regularity. The test results demonstrate that Pb isotopic composition and V value of three-dimensional topology can predict deep orebodies, the V value increases from the top to the bottom, suggesting the existence of orebodies in the depth. The $\delta^{34}\text{S}$ mean value in the horizontal direction shows increasing tendency from the high-temperature alteration area to the low-temperature alteration area, and these characteristics can be used to distinguish mineralization and alteration zone. General speaking, the $\delta^{34}\text{S}$ mean value gradually increases with depth in the vertical direction, there are differences in rock properties and the background values of S isotope in different horizons, and the stacking of the rocks and ore-forming solution may lead to the saltatorial change of the $\delta^{34}\text{S}$ mean value.

Key words: lead isotope; V value of three-dimensional topology; sulfur isotope; $\delta^{34}\text{S}$; alteration zone; geochemical exploration

作者简介: 胡树起(1968-),男,教授级高级工程师,1992年毕业于桂林冶金地质学院,现主要从事勘查地球化学方法技术研究工作。