

·勘查技术·

# 金属矿床有机烃气常见异常模式和成因机理研究

陈远荣<sup>1</sup>, 戴塔根<sup>1</sup>, 贾国相<sup>2</sup>, 庄晓蕊<sup>2</sup>, 徐庆鸿<sup>2</sup>

(1 中南大学地质系, 湖南 长沙 410083; 2 桂林矿产地质研究院, 广西 桂林 541004)

**提 要:**作者通过对十几个典型金属矿床进行试验研究后,初步总结了各类金属矿床上方有机烃气和汞气的常见模式,即不对称对偶双峰式、对称对偶双峰式、顶端单峰(或峰丛)式和双峰、单峰混合式,并从烃气和汞的运移通道、成矿期的热差效应、金属硫化物的氧化作用、氧化还原条件等方面剖析了这些异常模式的成因机制。

**关键词:**金属矿; 烃气; 异常模式; 成因机制

有机质对金属成矿的影响早为地质、地球化学工作者所关注,如Манская和Дроздово 1964年在《有机质的地球化学》一书中,着重讨论了沉积岩有机质对U、V、Cu、Mn、Co、Ni、Au、Ag、Zn等元素的富集作用<sup>[1]</sup>; Dozy 1970年以密西西比河谷型铅锌矿床为例,系统论述了卤水-石油-金属的关系; 1980年在华盛顿金属矿床中有机质的地球化学讨论会上,在讨论有机质与成矿溶液问题时,从地球化学角度也论述了油田与金属矿床之间的关系; 杨蔚华、刘友梅1983年研究了干酪根热降解产生的CH<sub>4</sub>与层控铜矿床浅色层的形成关系; 傅家谟、刘德汉1983年研究了有机质演化与汞、水晶等层控矿床的成矿; 杨敏之1989年研究了有机质参与下金的搬运形式<sup>[2]</sup>; 涂光炽等1988年在中国层控矿床地球化学(第三卷)一书中,系统地论述了有机质在层控矿床成矿中的作用,明确指出了有机质的热演化及其产物,对层控矿床的形成有着各种直接或间接的成因联系<sup>[3]</sup>。众多研究者还从实验角度进行了研究,结果表明,有机物对金属元素的吸附、活化、迁移和富集沉淀成矿均有重要作用。而各类金属矿床矿物包裹体成分分析的结果表明,有机质不但参与了层控矿床的成矿作用,而且参与了许多岩浆热液矿床的成矿。为此,许多有识之士都曾提出过将有机烃气测量应用于金属矿床勘查的设想(涂光炽,1988; 卢焕章,1990; 阮天健,1985; 刘英俊,1990; 傅家谟,1984; 李生郁,1990),部分研究院所亦开展了一些方法有效性试验研究。本文旨在抛砖引玉,以期该方法进一步完善并在金属找矿中广泛应用。

## 1 烃类和汞气测量的优点

由于烃类和汞等气体组分具有挥发性强、运移距离远、运移通道受限于裂隙构造、异常范

收稿日期:2001-01-31; 修订日期:2001-02-22

围局限而集中、与背景的衬度也较明显等特性,因而它在地质找矿,尤其是探测隐伏矿床中具有其它传统地球化学方法无法比拟的独特优越性。同时,烃类和汞既是石油、天然气燃料矿产的主要成分,又是大多数有色、贵金属矿床的重要伴生组分,有关烃、汞气体测量技术的研究,可促进成矿作用、成矿过程、成矿规律、气体运移规律和成矿预测的全面认识,对有机地球化学和无机地球化学、固体地球化学和气体地球化学、勘查地球化学与矿床学等不同学科之间的连接亦起着重要纽带作用。

## 2 主要异常模式

通过对各类典型金属矿床进行试验研究,发现烃、汞等气体组分在剖面上具有下述主要模式:

1) 不对称对偶双峰式。这种模式的\*\*最大特点是:无论烃类的甲烷、乙烷、丙烷等或是吸附相态汞,在矿体上方(剖面上)它们均表现为不对称对偶双峰异常,一侧异常峰值高、另一侧异常峰值低,两异常峰分别对应于矿体地表投影的两侧,异常双峰之间的相对低值区与矿体的主要赋存部位或矿体主要富集地段相对应,相对地,烃类的高值异常峰分布于矿体倾斜方向中下部,吸附相态汞的主要异常峰则偏向于矿体中上部或头部;两异常峰的距离越宽,指示矿体的产状越平缓,反之则越陡。一般来说,其两异常峰的对称性差异越大,表示矿体的产状越陡,反之则越平缓。平面上,这些指标异常表现为不对称的环带状或断续环带状。

这类异常模式主要见于:(1)矿体呈倾斜展布的层状、似层状、透镜状的矿床,如贵港庆丰铅锌矿、泗顶铅锌矿、中条山桐木沟铜矿、康家湾铅锌金银矿(图1)、太白双王金矿等;(2)矿体呈脉状、似层状、但已出露地表或接近出露地表的金属硫化物矿床,如云南水泄铜矿、岩美山金矿、会泽五星厂铅锌矿、大海八角地铅锌矿;(3)矿体呈囊状,但规模大、埋藏深的盲矿床,如会泽麒麟厂铅锌矿。

2) 对称对偶双峰式。这种模式与不对称对偶双峰式的异常特征很相似,区别在于本模式之两异常峰的异常值相等,而不对称对偶双峰式则呈一边高一边低的特点。因此,前者又可看作是后者的一种特例。

这种模式多见于:(1)矿体产状水平或平缓的层状、似层状、透镜状矿床上方,如云南锡矿的松矿、中条山桐木沟铜矿、康家湾铅锌金银矿。(2)矿体呈脉状且产状很陡的矿床上方,如赤峰柴胡栏子金矿(图2)、云南水泄铜矿。

3) 顶端单峰式。这种模式的特点是:剖面上,烃、汞等气体均于矿体头部上方显示为单峰异常,平面上则为块状、条带状、串珠状,异常分布区与断裂构造的地表出露点(带)相对应。

这种模式主要见于:矿体严格受断层控制且产状较陡的隐状矿床上方,如贵州水城青山铅锌矿。另外,在一些深大断裂和导矿构造的非矿化地段上方,亦会形成这种异常。但异常组分多限于Hg和甲烷,而乙烷、丙烷等重烃组分则很少,这也是赋矿构造和非矿构造区分的标志之一。

4) 烃类双峰、汞单峰镶嵌式。这种模式的特点是:烃类组分具对偶双峰异常(可以对称,也可以不对称)特征,而吸附相态汞则表现为大片高值分布于烃类双峰异常间的相对低值区,两者具镶嵌结构。

这类模式多见于:规模小,但埋藏浅的矿床上方。如云南大海八角地铅锌矿、贵港庆丰铅

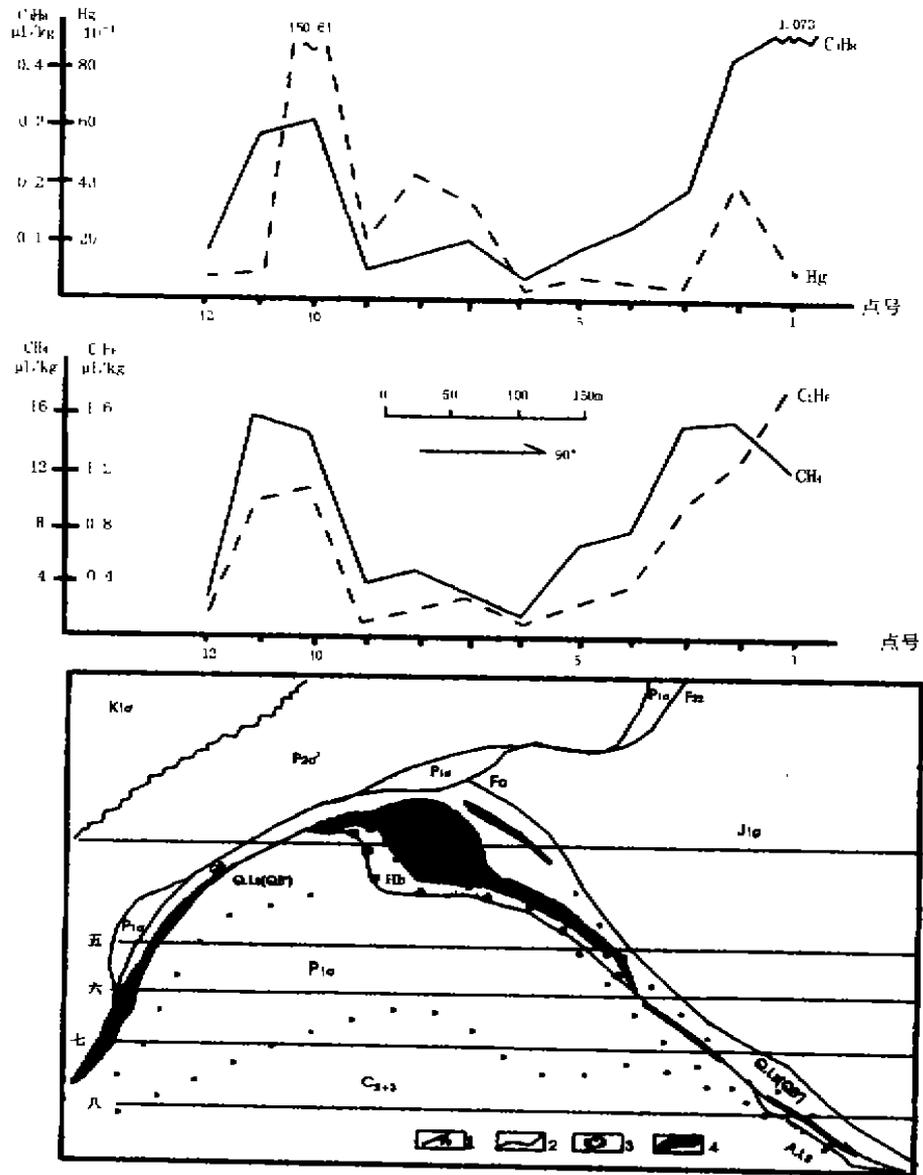


图1 康家湾某剖面地质、化探异常剖面图

Q.Ls(QB)-含锰石灰岩(硅化)角砾岩;QB-硅质(硅化)角砾岩;Hb-岩溶带;A.Ls-含碳质泥灰岩;  
 K<sub>1d</sub>-下白垩统东井组;J<sub>1g</sub>-下侏罗统;P<sub>2d</sub><sup>1</sup>-上二叠统斗岭组;P<sub>2d</sub>-下二叠统当冲组;P<sub>1q</sub>-下二叠统栖霞组;  
 C<sub>2+3</sub> 石炭系壶天群;1-断层;2-地质界线;3-溶洞;4-矿体

锌矿的薄层矿化体分布区。

5)多峰(峰丛)式。这种模式最明显的特征是:烃类或烃类中某些组分和汞在矿体上方呈多峰分布,根据这些异常峰与矿体的空间对应关系还可进一步细分为顶部多峰式和侧向多峰式两种。顶部多峰式的特点是两边部异常峰正好分布于矿体两侧,其它异常峰则分布于矿体地表投

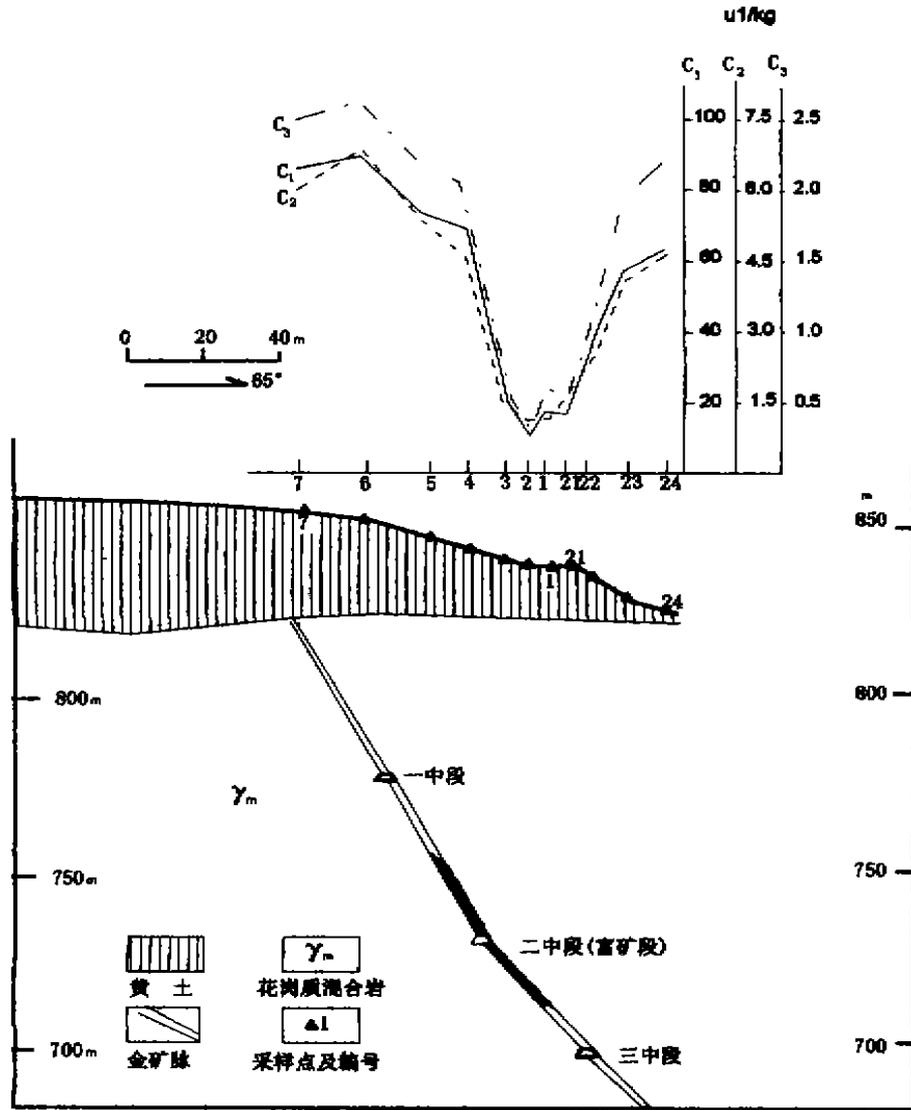


图 2 赤峰柴胡栏子金矿王府矿区 16-1 线烃类异常剖面图

影之正上方,这种模式多见于多层矿或多个矿体断续分布或多期成矿作用叠加的矿床上方。如云锡松矿、水泄铜矿。侧向多峰式的特点是,其中某个异常峰分布于控矿构造地表出露点附近,其它异常峰则与矿体两侧的地表投影点相对应,这种模式多见于缓倾斜构造控矿的矿床上方。

总之,烃类组分和汞在各类矿床上方,主要包括对偶双峰式、顶端单峰式和多峰式三大类异常模式,并以对偶双峰式居多,而根据不同指标的变化特征及其与矿体之间的空间对应关系还可进一步细分为多种异常模式。

值得指出的是,无论是何种模式,烃类组分之间,尤其是乙烷、丙烷、丁烷等重烃组分之间,

在大多数情况下具有很好的相关性。换言之,它们在同一矿床上方,具有十分相似的异常分布模式,显示了这些组分异常的同源性以及它们的地球化学行为和经受地质历程的相似性。

### 3 各类异常模式成因机制探讨

如上所述,从形态上看,剖面上烃类和Hg在各类矿床上方主要显示为对偶双峰式,个别时候为顶端单峰式或多峰式,平面上则多为环状、似环状、港湾状,少数为块状、条带状和串珠状,这与油气田(藏)上方烃类多为环状、半环状、港湾状十分类似。

长期以来,众多研究结果表明,油气田上方烃气的环带异常,是由于:油气圈闭盖层的封堵性较好,而圈闭边部各种裂隙、微裂隙相对较发育,能为气态烃气的气流、渗滤等散失运移提供通道,同时油气藏边部的油水边界是油田水排泄最为活跃的区域,油田水排泄为烃气呈微气泡、溶解烃等形式运移又提供了另一动力和媒介等各种因素共同作用的结果。

关于金属矿床上方,烃、汞等气体组分形成各类异常模式的机理,目前之研究还很肤浅,但种种迹象表明其决定因素主要有三:一是运移通道,其次是成矿期的热差效应,第三是金属硫化物的氧化作用,现就各种模式的成因机制分述如下:

1)顶端单峰式形成机制。构成这种模式的矿床,其矿体产状通常很陡,且常严格受断层构造的控制,而这些断层构造无疑亦是烃、汞等气体运移到达地表最为便捷的通道,从而在剖面上形成分布范围较窄的顶端单峰异常,平面上则表现为块状、条带状和串珠状异常。换言之,运移通道的定向性是形成这类异常模式的决定性因素。

2)对偶双峰式形成机制。如前所述,大部分金属矿床上方具有这种异常模式,但不同成因、不同产状的矿床,其异常形成的机理也不相同。

对于矿体呈近水平或缓倾斜延展的层状、似层状、透镜状矿床和埋藏较大、矿体呈囊状的大型隐伏矿床,各组分运移通道是其主要控制因素。因为这些矿床的矿体上盘盖层特征与油气藏类似,矿体正上方的围岩封堵性相对较好(这是保证成矿热液不致于大量分散掉而在一定构造空间聚集成矿的必要条件),而矿体边部构造裂隙相对较发育,烃类和Hg等气体组分将主要通过这些位于矿体边部的构造裂隙向上运移,从而在地表构成环带异常(平面上)和对偶双峰异常(剖面上)。同时,矿体周边构造裂隙的不均匀性以及烃类等气体组分运移量的差异性导致了环带异常的不连续性以及剖面上对偶双峰异常的不对称性。

对于已出露地表或埋藏很浅的隐伏矿床,矿床中硫化物的氧化作用是构成烃类对偶双峰异常的主要因素。如前所述,土壤酸解烃测量提取的烃类组分主要赋存于次生碳酸盐矿物中,而矿床中硫化物的氧化作用可生产大量的 $H^+$ 离子,使其周围处于pH值较小的酸性环境,这种酸性环境导致碳酸盐矿物的大量分解,破坏烃类组分的保存条件,烃类含量也随之降低,从而在这类矿床的正上方或两侧,构成对偶双峰异常。同时,硫化物的氧化作用对吸附相态汞的保存没有重大影响,因而在这类矿床上方Hg仍呈顶部晕,剖面上为单峰异常,且与烃类的双峰异常正好形成镶嵌结构。

对于各类成矿热液呈贯入式或充填交代式成因的矿床,成矿时期的成矿热液与围岩之间的温差效应也可能是导致金属矿上烃类等气体形成环带异常的控制因素之一。由于成矿热液的温度较高,其中的伴生烃类以及有机络离子将向围岩低温区扩散,并在周围一定距离形成富集,同时,围岩受到成矿热液的高温烘烤,其中有机物受热后转化生成的烃气亦向外扩散,导致

矿体(矿化区)烃类相对贫化,矿化区外缘则相关富集,从而形成晕圈异常。

关于矿体呈倾斜展布的矿床上方,烃类对偶双峰异常中,其主要异常高值区(异常中心)偏向于矿体中下部的成因,则主要与地温及氧化还原环境有关:(1)地温,在矿体中下部,埋深相对较大,地温也相对较高,这有利于有机质的热解作用,产生更多的烃类组分。(2)氧化还原环境,相对地,矿体中下部氧逸度较低,具有较好的还原环境,而在还原环境下,有利于有机质的保存和向烃类转化,提供更多的烃气。而在氧化条件下,烷烃容易被氧化成酮酸,环烷烃氧化成环烷酸、醇等,另一方面,绝大多数情况下,烃气主要通过微裂隙垂直向上运移,因此,在对应于矿体中下部的地表投影部位是烃类对偶异常的主要高值分布区。

#### 参考文献:

- [1]Манская С.М. и Дроздова,Т.В.,Геохимия Органического Вещества,“Наука”, Москово.1964.159~271.  
 [2]Dozy J. J. A geological model for the genesis of lead-zinc ores of the Mississippi Valley, USA[J].Trans. Inst. Min. Metal. Sec. B. 1970; 163~170.  
 [3]杨蔚华,刘友梅.滇中中生代层控铜矿床的地球化学[J]中国科学,B辑,1983  
 [4]付家谟,刘德汉.有机质演化与沉积矿床成因(Ⅱ).煤成烃类与层控矿床[J].沉积学报,1983,(4).  
 [5]杨敏之.金矿床新类型.金矿床地球化学.金矿床成矿预测原理(上册)[M].冶金天津地质研究院编 天津:天津出版社,1989.  
 [6]涂光炽,等.中国层控矿床地球化学(第三卷)[M].北京:科学出版社,1988.

(上接第48页)

#### 2.2.2 地下水开采资源

地下水开采资源是指在一定经济技术条件下,不严重影响地质环境和不造成地质灾害的前提下,可以开发利用的地下水资源。山区地下水资源的开采条件差,开发利用的社会经济效益也较差,一般不提倡大规模开发利用,仅在缺水山区进行适当开采,以满足当地居民饮水和少量的工农业用水。由于水文地质勘查程度低,未进行山区地下水资源评价,目前地下水资源开采量在1.5~2亿 $m^3/a$ 之间。

北京市平原区地下水开采资源评价是根据地下水补给量、地下水开采状况、地下水资源动态变化趋势、枯水年份地下水的自然消耗量和地下水具有多年调节的特点等,进行综合分析评价确定的。北京市平原区地下水多年平均开采资源量为24.55亿 $m^3/a$ 。

北京市地下水开采资源量为26.33亿 $m^3/a$ ,各区县地下水开采资源量详见(表5)。

表5 北京市地下水开采资源量统计表

单位:亿  $m^3/a$

地区 项目	城近郊	通州	大兴	房山	昌平	延庆	顺义	密云	怀柔	平谷	合计
山区	0.15			0.46	0.16	0.10		0.37	0.24	0.30	1.78
平原	6.05	1.90	2.80	2.90	2.20	0.90	4.30	0.70	0.80	2.00	24.55
全市	6.20	1.90	2.80	3.36	2.36	1.00	4.30	1.07	1.04	2.30	26.33

北京市地下水开采资源评价数据是经过多年开采和地下水动态观测验证的,其开采资源的保证程度较高,已作为市、区县规划建设和开发利用的依据。