

热液金矿床原生叠加晕的理想模式*

李 惠

(冶金部地球物理勘查院物化探研究所·河北保定)

从热液金矿床的成矿阶段、元素沉淀规律及成矿成晕基本特征入手,归纳出金矿床不同形式叠加晕(同阶段不同矿体、串珠状矿体、不同阶段形成的矿体等)的理想模式及其应用于找矿的几个准则。

关键词 热液金矿床 原生叠加晕 理想模式

热液金矿床的产出严格受构造控制,构造活动具有脉动性或多期性,因此金的成矿也具多期多阶段特点。找矿勘探圈出的金矿体和化探圈出的原生晕,大多是多期多阶段成矿成晕作用叠加的结果。多期叠加晕长期困扰着勘查地球化学工作者对金矿床地球化学垂直分带的研究、解释和应用,因此,研究金矿床叠加晕的特点,从理论上将其分解合成,对正确运用原生晕分带序列和原生地球化学异常分带模式寻找盲矿及判别金矿剥蚀程度,具有重要的实用价值。

金矿床的成矿阶段及其元素沉淀规律

金矿成矿阶段的划分,一般是根据矿脉穿插关系、矿物共生组合及交代关系、元素组合特征等。据此,将山东招—掖金矿带的金矿成矿作用大致划分为四个成矿阶段:Ⅰ阶段为黄铁矿—石英阶段;Ⅱ阶段为石英—黄铁矿阶段;Ⅲ阶段为金—多金属硫化物阶段;Ⅳ阶段为碳酸盐阶段。其中Ⅱ、Ⅲ阶段为主成矿阶段;Ⅰ、Ⅳ阶段为不成矿阶段。通过对四个成矿阶段的矿物组合、单矿物中微量元素含量、不同成矿阶段Au及其伴生元素含量比例关系等的研究,总结出不同成

矿阶段成矿元素(Au)、伴生元素(Ag、Cu、Pb、Zn、As、Sb、Hg、Mo、Mn等)、控矿元素(K、Na、Si、Fe)及矿化剂元素(S、F、Cl)的沉淀模式(图1)。结果表明,第Ⅰ阶段(黄铁矿—石英阶段)和第Ⅳ阶段(碳酸盐阶段)带来或沉淀的元素很少;Au及Cu、Pb、Zn、As、Sb、Bi、Hg、Mo等主要是Ⅱ、Ⅲ阶段带来。其中Au、Bi、Co、Ni在两个主成矿阶段相近,Ag、Cu、Pb、Zn、Hg等在第Ⅲ阶段(金—多金属硫化物阶段)相对较多。由此可以认为,金矿床(体)的原生叠加晕特点及其分带结构主要取决于第Ⅱ、Ⅲ两个主成矿阶段。

金矿成矿成晕的基本特点

含金成矿热液在沿断裂构造带上升、充填、渗流、扩散过程中,随着物化环境和热液成分的不断变化,由于各元素迁移形式和沉淀条件不同,导致Au及其伴生元素在沉淀时间上有先后,在空间上具分带性。研究和发现金矿床的地球化学垂直分带规律,是解决找盲矿的技术关键。由于金矿床及其原生晕是多期多阶段成矿作用叠加的结果,研究金矿单阶段成矿成晕的基本特点,是深入

*该成果为国家黄金地质攻关 90051—09 项目成果的一部分。

本文 1992 年 11 月收到。李春兰编辑。

认识和分解合成叠加晕的基础。已有的研究 结果表明, 金矿的成矿成晕具有如下特点。

成矿期		热 液 期			
成矿阶段		黄铁矿—石英 阶段	石英—黄铁矿 阶段	石英—多金属 硫化物阶段	碳酸盐阶段
矿化剂	S				
	Cl				
	F				
控矿元素	Si				
	K				
	Fe				
成矿及伴生元素	Au				
	Ag				
	Cu				
	Pb				
	Zn				
	Hg				
	As				
	Sb				
	Ba				
	Bi				
	Mo				
	Co Ni				
矿物组合	金 主	黄铁矿	黄铁矿、自然金、 银金矿	黄铁矿、自然金、 银金矿、黄铁矿	黄铁矿
	属 次	金矿物、 磁黄铁矿	磁黄铁矿、辉钼 矿、毒砂	方铅矿、闪锌矿、 磁黄铁矿、辉钼矿	
	非主	石英	石英	石英	方解石、石英
	属次	绢云母、钾长石	绢云母	绢云母	绢云母

图1 热液金矿床不同成矿阶段元素沉淀模式

1. 单阶段形成的单个矿体

单阶段形成的单个矿体有明显的地球化学分带结构, 即有自己的前缘晕、尾晕和正常的原生晕垂直分带序列。根据大量实际资料, 归纳出金矿床的原生地球化学垂直分带序列从上到下为: Hg—Sb(B、F、I、Ba)、As—Pb—Zn、Ag—Au、Cu—Mo、Bi、Mn、Co、Ni、W、Sn。

金矿床的地球化学异常综合模式表明, 前缘晕元素组合 Hg、As、Sb(F、I、B、Ba)为中外带异常, Au、Cu、(Ag、Pb、Zn)为外带异常(外、中、内带含量分别是各元素背景值的2、4~8和16倍); 矿体中

部晕元素组合 Au、Ag、Cu、Zn(Bi、Mo)呈中内带异常, As、Sb(F、Ba、Hg、I)为外带异常; 尾晕元素组合 Mo、Bi、Mn、Co(Sn)呈中外带异常, Au、Ag、Cu、Zn为外带异常。需要指出的是前缘和尾晕元素不是在每个矿床中都出现。

2. 同一阶段在同一构造体系中形成的串珠状金矿体

串珠状矿体有总体的前缘晕和尾晕, 但每个矿体又有自己的前缘晕和尾晕。如由上、下两个矿体组成时, 上部矿体有自己的尾晕, 下部矿体有自己的前缘晕, 但其规模均小于总体的前缘和尾晕, 当上、下两个矿

体相近时,二者往往叠加在一起。

3. 不同成矿阶段形成的矿体

各矿体有相似的地球化学分带结构,即有自己的前缘晕和尾晕。当先形成的金矿体及其原生晕有后期成矿热液叠加时,成矿及伴生元素往往会发生活化转移,对原矿体(晕)的分带结构有一定影响,但实际资料表明,这种变化不会破坏原来的分带特点,只是其总体分带是两个阶段叠加的结果。

金矿床原生叠加晕的理想模式

根据金矿体在构造蚀变带中的赋存空间,将金矿床(体)的原生叠加晕分为四种简单的情况,分别建立其原生叠加晕的理想模式。

1. 单阶段或两个主成矿阶段形成的矿体和原生晕完全叠加的模式(图2)

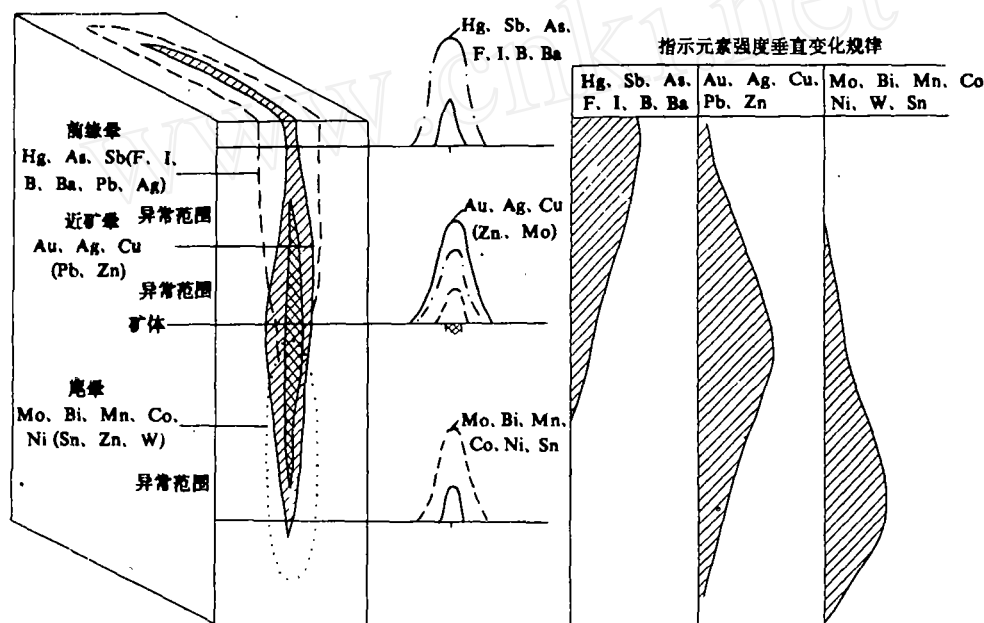


图2 金矿床原生叠加晕的理想模式—1

(单阶段或两个阶段完全重叠在一起的情况)

在构造蚀变带中只圈出一个矿体,如果金矿成矿分为三个阶段,可理解为主成矿阶段形成的矿体;如果金矿成矿分为四个阶段,则可理解为两个主成矿阶段形成的叠加矿体(晕),这种两阶段完全重叠的矿体(晕),虽然晚阶段对早阶段有一定影响,但总体属于正常分带,其垂直分带序列和异常模式均为正常分带。

2. 两个主成矿阶段形成的两个矿体(晕)部分叠加的模式(图3)

两个主成矿阶段形成的两个矿体(晕)

部分叠加,其结果加大了矿体在轴向(或垂向)的延深。

由于上、下两个矿体的前缘晕和尾晕分别叠加,导致总体前缘和尾晕长度和强度增加,但其叠加晕基本属正常分带,垂向分带序列也是正向分带。其找矿预测标志是:①当Au含量较低,前缘晕特征元素Hg、Sb、F、I、B、As异常强度大,则指示深部有盲矿;若尾晕元素Bi、Mo、Mn、Co、Ni等异常强度大,则指示深部无矿。

②若已为金矿体,其原生晕中前缘和尾晕元

素都较发育, 则指示矿体是两期叠加的结果, 矿体延深较大, 若前缘晕元素异常强度比尾晕元素强度高, 则指示矿体延深很大;

若前缘晕元素强度比尾晕元素低, 则指示矿体还有一定延深。

3. 串珠状矿体原生叠加晕理想模式(图 4)

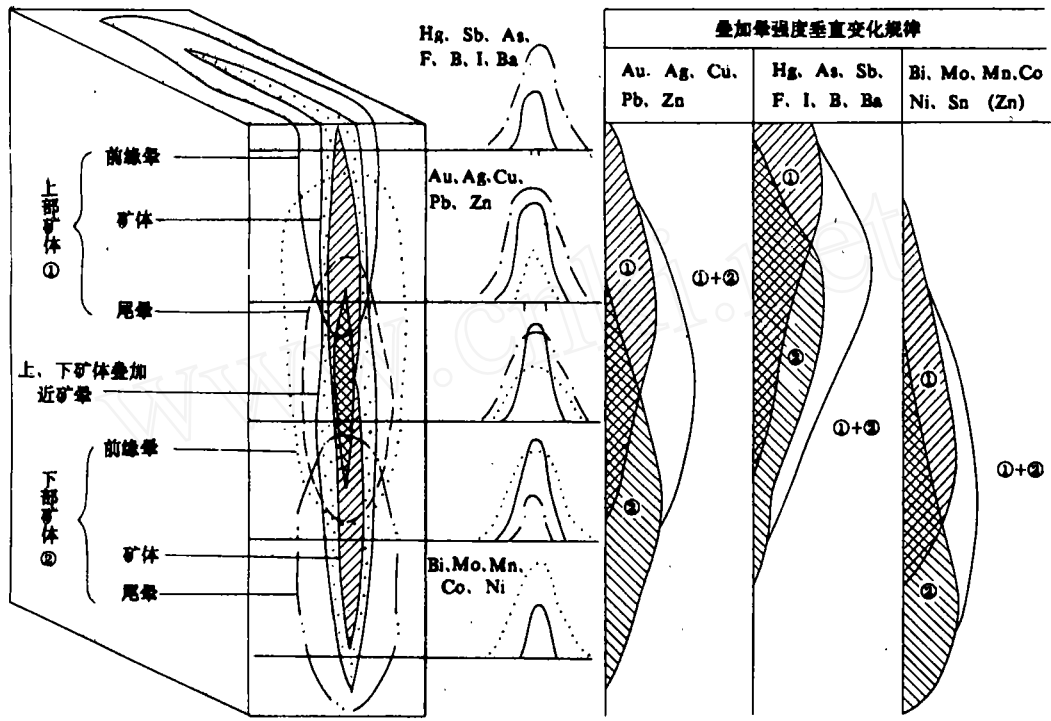


图 3 金矿床原生叠加晕理想模式—2
(两个主成矿阶段形成的矿体晕部分叠加)

串珠状或尖灭再现矿体, 可能是同一阶段形成, 也可能是两个主成矿阶段形成。其特点是上部矿体的前缘晕和下部矿体的尾晕基本上不受叠加影响, 关键是上部矿体的尾晕和下部矿体的前缘晕叠加在一起, 若工程只控制到上部矿体的根部, 则上部矿体的原生晕会出现反常现象, 即矿体下部或尾部出现 Hg、Sb、I、B、As 等前缘晕元素的强异常; 计算垂直分带序列也出现反分带, 即 Hg、Sb、As、F 等出现在分带序列的下部; 计算分带性指数或累乘比值, 在上部几个标高连续上升或下降, 到矿体下部则出现转折, 突然下降或上升, 这些现象预示深部有盲矿或有第二个富集中段。

4. 晚期矿体叠加在早期串珠状矿体中

间的叠加模式 (图 5)

该模式可理解为第一主成矿阶段形成两个串珠状矿体, 第二主成矿阶段形成的矿体叠加在其间, 也可能由三个阶段形成的 3 个矿体叠加在一起。这种情况金矿体延深相当大, 也是金矿体延深大于延长的一个重要因素。叠加晕的特点是 3 个矿体的前缘晕和尾晕分别叠加合成, 大大加长了前缘晕和尾晕的延伸 (延长), 同时也加大了前缘晕和尾晕的重叠部分。这种矿体的整体原生晕分带和分带序列基本上是正常的, 但当取矿体靠上一部分计算分带序列则出现反常。叠加晕的预测标志是: ① 当 Au 含量很低, 前缘晕元素异常强度大, 指示深部有盲矿; 若尾晕元素强度大, 指示深部无矿。② 当前缘和尾

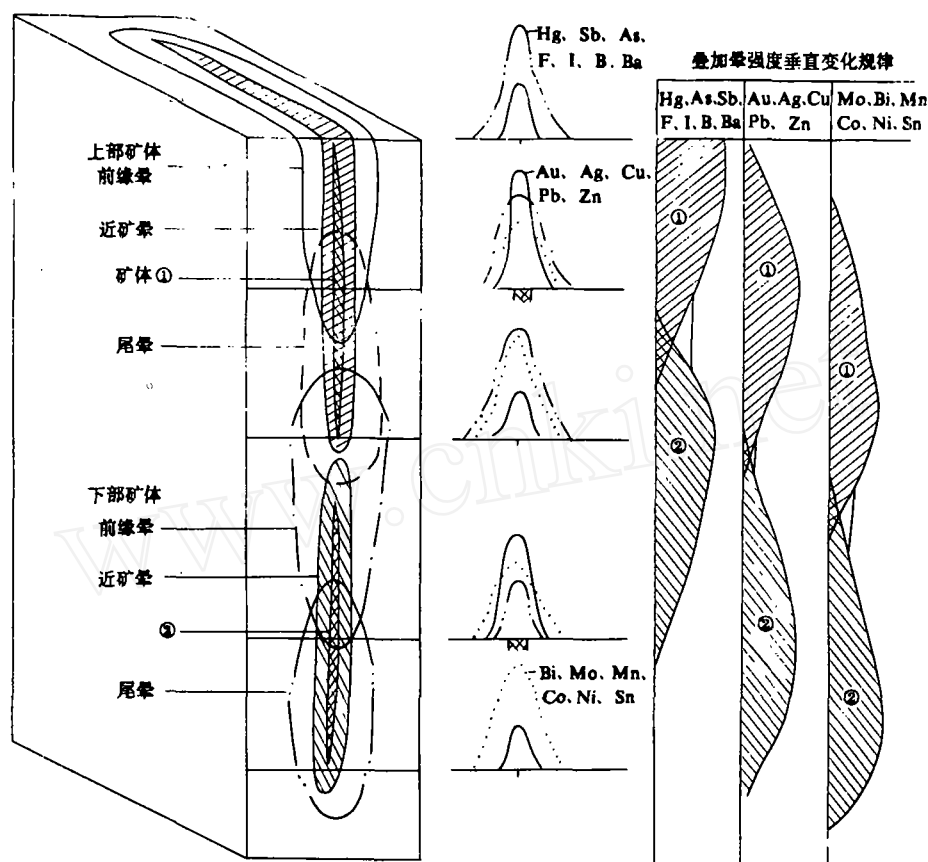


图4 金矿床原生叠加晕理想模式—3

(①、②矿体为一个主成矿阶段尖灭再现或由两个主成矿阶段形成)

晕元素共存时,指示有多期成矿叠加,若前缘晕元素强于尾晕元素,指示矿体延深很大;若前缘与尾晕元素强度相当,指示矿体延深相当大;若尾晕元素强于前缘晕,指示矿体还有一定延深。

叠加晕用于找矿的五个准则

根据金矿不同情况叠加晕的分解与合成特点,总结出应用叠加晕找盲矿和判别金矿剥蚀程度的五条参考准则。

1.当 Au 异常强度较低,而有 Hg、As、Sb、B、I、F、Ba 等前缘晕特征指示元素的强异常出现时,指示深部有盲矿存在。

2.当 Au 含量很低($< 0. \text{ng/t}$),若有 Mo、Bi、Mn、Co、Ni、Sn 等尾晕特征指

示元素的强异常显示,指示深部无矿。

3.反分带准则:当计算金矿床原生晕垂直分带序列出现反分带,即 Hg、As、Sb、F、I、B、Ba 等典型前缘晕元素出现在分带序列的下部时,指示深部还有盲矿或第二个富集中段。

4.共存准则:矿体及其原生晕中既有 Hg、As、Sb、F、B 等前缘晕元素的强异常,又有 Bi、Mo、Mn、Co、Ni、Sn 等尾晕元素的强异常时,则指示矿体向下延深很大。

5.反转准则:计算矿体或晕的地球化学参数(比值或累乘比值)时,若有三个以上标高连续上升或下降,第四个标高突然反转,即由升转为降或由降转为升,这种现象指示矿体向下延深很大。

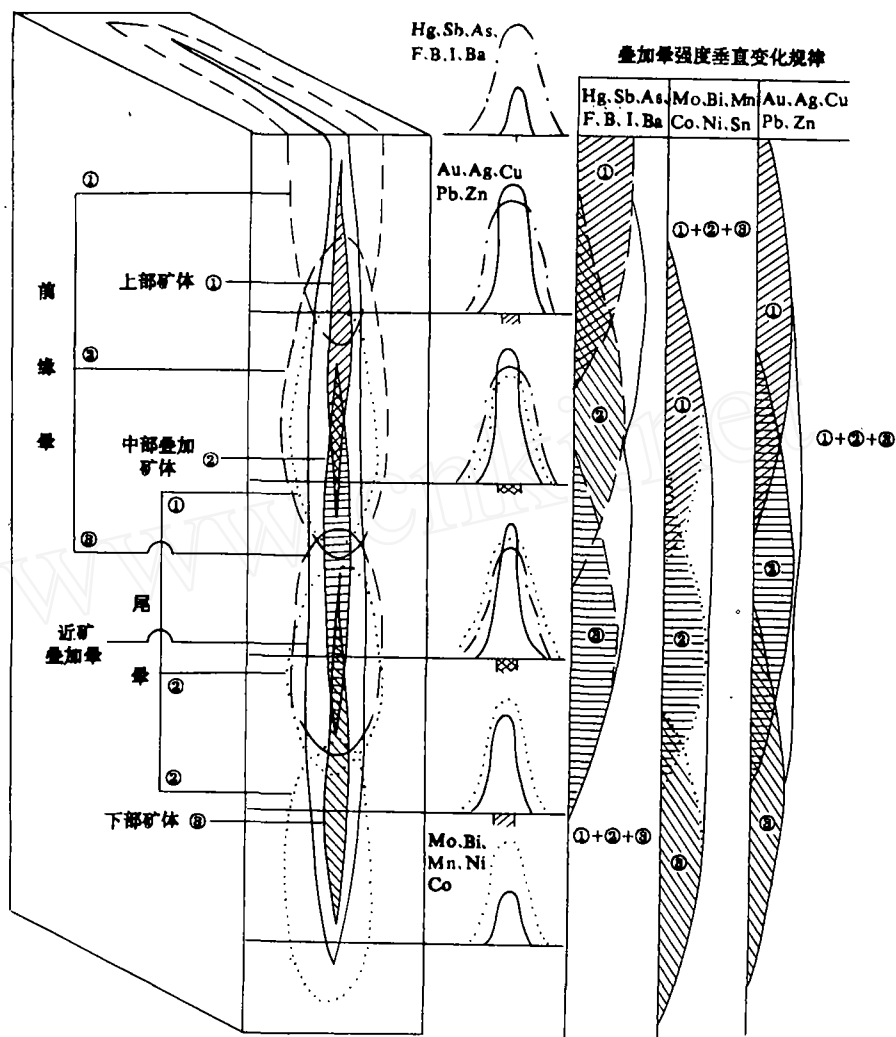


图5 金矿床原生叠加晕理想模式—4

(第一主成矿阶段形成①、③矿体，第二主成矿阶段形成②矿体叠加其间)

上述五条准则可单独使用，如能综合考虑，将几条准则共用，其预测效果会更好。

中国地质大学出版社，1989，第5页。

[2] 李 惠，《石英脉和蚀变岩型金矿床地球化学异常模式》，科学出版社，1991，第16~55页。

参考文献

[1] 郭光裕，《脉状金矿床深部大比例尺统计预测初探》，

An ideal Pattern of Primary Superimposed Halo of Hydrothermal Gold Deposits

Li Hui

Proceeding from the basic characteristics of the metallogenetic stages, the regularity of element depositions, and the ore and halo formation of hydrothermal Au deposits, an ideal pattern for different types superimposed halos of Au deposits (including different ore bodies of same metallogenetic stages, stringer ore bodies, and ore bodies formed in different stages) is established, and some criteria for the application of this pattern to ore exploration are suggested.