

缓冲体系与金的成矿作用

张 华 成

(中南冶金地质研究所·宜昌市)

文中引入了一个新的概念——缓冲体系，试图从一个新的角度阐明pH值在金成矿过程中的重要作用。祈使地勘部门避免盲目圈定找金靶区，提高钻探有效率。同时，对隐伏矿体的预测提供理论依据。

关键词：缓冲体系；金；成矿作用

缓冲体系的概念

缓冲体系在化学上是盐和弱酸或弱碱组成的溶液，它具有将酸碱度稳定在一定范围的特征。地质上的缓冲体系不限于液体，可以由固体甚至气体组成，它可将热流体的酸碱度稳定在一定范围内，并且空间范围大、量大，作用时间长。

典型的缓冲体系

最典型的缓冲体系是硅质（二氧化硅质）岩石—碳酸盐岩体系，主要由碳酸盐岩和二氧化硅质岩石组成。二氧化硅质岩石可以是硅质岩、硅质页岩、石英砂岩、粉砂岩等。

二氧化硅质岩—碳酸盐岩体系具有独特的成矿环境。这一体系，遇到酸性流体，碳酸盐岩起中和作用；遇到碱性流体，二氧化硅质岩石起中和作用。因此，无论是什么流体，在这一体系中都能将流体的酸碱度控制在中性附近，因为是固体，与化学上的缓冲体系不一样，它没有量的限制。

金的沉淀条件一般是 $T=100\sim 350^{\circ}\text{C}$ ， $P=100\times 10^5\sim 1500\times 10^5\text{Pa}$ ，还原条件，酸碱度为中性附近。中性酸碱条件可降低 f_{S_2} ，使金大量沉淀。这些条件中， T 、 P 、 E_h 等条件只要是一定深度的热流体即具备，它们是不不断变化的，而稳定的中性酸碱条件只有缓冲体系才能维持。没有缓冲体系

的沉淀环境，金沉淀后有溶解和运移的可能。

二氧化硅质岩—碳酸盐岩体系具备了金沉淀的条件，只要含金流体渗入其中，金即沉淀。含金流体经过的次数越多，金沉淀也越多，品位越高。含金流体的量越大，金矿的贮量越大。因此，多期次蚀变对金的成矿具有重要作用。一般时代较老的地层金丰度较高，金矿较多，老地层蚀变机会较多是原因之一。

碳酸盐岩易于破碎、溶蚀，渗透性好，是热流体渗透和滞留的有利环境。

岩浆岩和构造的作用

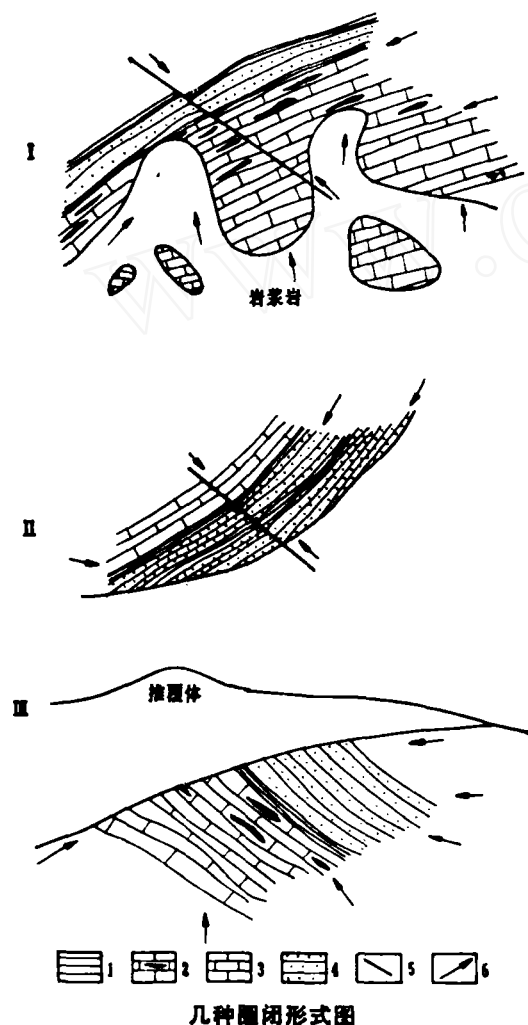
岩浆岩为金的成矿提供了热源和含金的热流体，它们大多为酸性。岩浆的残余液含有丰富的金，它在浸蚀一些非缓冲体系时，还可溶解活化其中的金，运移至缓冲体系或别的地方。

断裂破碎为含金的热流体的运移提供了通道、容留空间和一部分动力。断裂破碎带的连续活动为热流体的源源不断和强烈渗透提供了有利条件；同时，它对缓冲体系的充分作用有利。

圈闭对缓冲体系的缓冲作用具有重要意义。附图是圈闭的几种形式。另外，构造破碎带可自成一种圈闭。构造推覆体、胶结致密的石英砂岩或其他渗透率低的岩石是组成

圈闭的岩石。这类岩石能形成一种具有选择性渗透作用的隔挡层，有利于缓冲体系的各部位充分混匀，缓冲作用充分，使流体中的金充分沉淀。这种情况符合成矿作用时间长、金矿富集慢的特点。

许多金矿床具有清晰的“蚀变前缘线”，它是矿体与围岩的分界线，也是圈闭的边缘线。



大多数金矿床在矿区或附近总是伴有岩体和构造，金矿床往往位于构造交汇部位。

金矿床实例

国内外许多金矿都表现有与缓冲体系有关的特征。成矿溶液的pH值一般都接近中性。赋矿岩石一般是二氧化硅质岩石或碳酸

盐岩。硅化、碳酸盐化、脱钙脱碳作用、绢云母化、泥化、成矿液 CO_2 含量高等特征是缓冲作用过程中必然出现的。黄铁矿化是缓冲体系利于黄铁矿等硫化物沉淀的结果。

附表是几个金矿区的矿床特征。

硫化物石英脉型及卡林型金矿

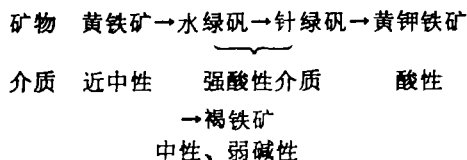
硫化物石英脉中硫化物和石英形成一缓冲体系，它是金沉淀的有利岩石组合。

卡林型金矿正是具备了稳定的金沉淀条件才形成。大多数热液通常皆为酸性，而碳酸盐岩具弱碱性，渗透性好，酸性流体经过碳酸盐岩时，必引起金沉淀。实际上，该体系是“准缓冲体系”。广西叫曼金矿是一个较好的例证，其岩石组合主要是方解石。

碳酸盐岩的多次蚀变就可以形成大的富金矿。

金在氧化条件下的再富集

金的主要携带矿物是硫化物、石英。在氧化条件下，硫化物不稳定。如黄铁矿在氧化条件下发生如下变化：



在此，如果黄铁矿含金，金就会溶解和再沉淀，在沉淀过程中聚集、变富。这是我国铁帽金品位、成色高于原岩的主要原因。

鄂东宋家湾地区的黄铁矿，在镜下难于看到其中的金，因其品位低（5g/t），颗粒细（小于 0.2μ ），而由黄铁矿氧化而成的褐铁矿中金品位高，成色好，颗粒大（60~40g/t，980以上， $0.3\mu\sim 3\text{mm}$ ），镜下见金在胶状褐铁矿中呈胶核、胶环出现。

金矿预测及找矿

我们认为，缓冲体系与岩体的复合部位或缓冲体系的蚀变带是金矿成矿的有利地段。其地下产出部位则是隐伏矿体的赋存有利地段。如果该地段构造发育，则潜力更大。时代较老的地层优于年轻的层位。

代表性金矿区的矿床地质特征表

矿床名称	胶东灵山沟	小秦岭	河台	长江中下游	美国卡林
赋矿岩石	胶东群斜长角闪岩中石英脉及蚀变岩	太华群含金富铁沉积岩, 位于大理岩与石英岩界面上	震旦系C组地层与奥陶系三尖群浅变质岩系糜棱岩中	角砾岩、碳酸盐岩与岩体接触带	碳酸盐岩为主, 含粉砂岩、砂岩、页岩, 燧石
构造	次级断裂	走向断裂, 纬向系复式背、向斜	广宁—罗定韧性剪切带, 宝鸭塘—坑尾断裂	接触带或破碎带	罗伯茨山推覆体, 挤压褶皱
蚀变特征	硅化、碳酸盐化、黄铁绢英岩化、钾化	硅化、硫化、碳酸盐化	硅化、黄铁矿化、黄铜矿化、碳酸盐化、绢云母化、绿泥石化	硅化、黄铁矿化、碳酸盐化、绢云母化、绿泥石化	硅化、碳酸盐化、黄铁矿化、泥化、局部脱碳、脱钙作用
成因条件 (包裹体研究)	$T = 200 \sim 300^{\circ}\text{C}$; $P = 300 \sim 900 \times 10^5 \text{Pa}$; $Eh = -0.22 \sim -0.23 \text{V}$; $\text{pH} = 5 \sim 5.7$	$T = 200 \sim 320^{\circ}\text{C}$; 还原环境 $6 \sim 8 \text{wt}\%$ NaClE_q ; CO_2 很高; $\text{pH} = 5 \sim 5.54$	$T = 150 \sim 300^{\circ}\text{C}$ $6 \sim 8 \text{wt}\%$ NaClE_q ; CO_2 较高; 近中性		$T = 150 \sim 300^{\circ}\text{C}$ $P = 800 \sim 1500 \times 10^5 \text{Pa}$
矿液来源、热源	岩浆热液	重熔花岗岩变质热液	岩浆热液	岩浆热液	大气降水、火山热液

Buffer System and Metallogenesis of Gold

Zhang Huacheng

In attempt to expound the important role paid by pH value in metallogenesis of gold ores from a new point of view, a buffer system, is introduced in this paper. This conception provides a theoretical basis for prognostication of concealed gold ore body, Thus the blindness in delineating gold ore exploration target can be overcome.

(上接第42页)

校正意义不大。当两条频测曲线相差不大时, 可用简单的算术平均值作为改正值; 频测曲线相差较大时, 说明地下电性构造较为复杂, 这时应适当减少扇形施工范围 (即图1中的 θ 角), 并在重复点上采用 $\theta=0$ 的赤道装置补充观测, 以利于资料的对比解释。

参 考 文 献

- [1] 曹昌祺, 地球物理学报, 1981, 第2期。
- [2] 毕德显, 《电磁场理论》, 电子工业出版社, 1985年。
- [3] 考夫曼, A. A., 《大地电磁测深法》, 地质出版社, 1980年。

Source Overprint Effect in CSAMT Measurements and

Its Relationship with Geoelectric Structures

Du Shuchun

Based upon practical field measurements, the corresponding relations between the overprint effect of a CSAMT transmitting source with electric structures are dealt with in this paper. Some basic characteristics of the source overprint effect are summed up and discussed in terms of theory. It is believed that the effect is mainly resulted from the lateral heterogeneity of the underground electric structure and the finiteness of the transmitter-receiver distance.