

山东沂沭裂谷系七宝山金铜矿床地质特征

张 建

(冶金部天津地质研究院)

沂沭裂谷系断陷盆地中的中生代中心式火山机构控制着七宝山金铜矿床。从该火山机构富轻稀土和所含微量元素推断,系含金背景值高的胶东群重熔的产物。由于岩浆在深部的分异,先后喷溢出从中基性向中偏酸性转化的环状杂岩体和放射状岩墙、岩枝。分析各岩体岩的微量金,以晚期石英闪长玢岩和花岗闪长岩岩中含量最高,与金矿化关系最密切。在隐爆角砾岩筒形成之后,金属矿化形成于其裂隙中。矿化岩石具面型蚀变,以硅化、绢云母化、黄铁矿化为主。现存矿体上部150米以内以金为主,向下以铜为主。矿石构造有分带现象,上部为角砾间的网脉加细脉浸染体。下部只有细脉浸染体。气包裹体研究证明已被剥蚀到矿体中部。金属矿物较简单,主要为黄铁矿含自然金和银金矿,次为黄铁矿、黄铜矿、菱铁矿和微量硫盐。认为该矿为斑岩型金铜矿床。

沂沭裂谷系的地质特征



沂沭裂谷的主干呈北北东方向,宽50公里以上,与东、西两侧低序次的北东、北西向分支裂谷形成扇形,统一为一个整体,称为沂沭裂谷系。从地层、构造、岩浆活动等可以看出,裂谷系从前寒武纪即已制约着两侧地质作用之发展,使其具有明显的差别^①,并直接影响着金或金铜矿床的分布。

沂沭裂谷是一个地热异常带,有一系列温泉分布,地温梯度为24.5℃/公里,热流值为1.49微卡/厘米²·秒。浅部地温(300米左右深处)比邻区高3~5℃。这种地热异常是由于该处壳层较薄(约33公里),地幔物质上涌以及构造岩浆活动的结果。就整个裂谷系而言,断裂发育,热源充足,因而火山活动比较强烈,尤以中生代最为突出,遂形成许多与之有关的金属

矿床,包括许多有经济价值的金矿。

1. 沂沭裂谷系的基底地层

泰山群和胶东群分别分布在沂沭裂谷主干的西部和东部。主干断裂带自招远至沂水一绌,基底以变质的古老中基性火山岩为主;至蓬莱掖县为蓬乔组、民山组、富阳组,厚8400余米。岩性主要为黑云斜长片麻岩、黑云片岩、黑云变粒岩,其次为斜长角闪岩及少量斜闪片麻岩、大理岩。由东向西基性程度增高。掖县富阳组变为斜长角闪岩、角闪片岩,厚1300米以上;蓬乔组斜长角闪岩增至2000米;民山组也出现大量斜长角闪岩。这就是招掖地区形成一些大型金矿的地层前提。至临沂—沂南为主干断裂西侧的泰山群,其下部为万山庄组,厚4000余米,以闪斜片麻岩、斜闪片岩为主,其次为黑云斜长片麻岩。上部太平顶组、雁翎关组、山草峪组,厚6000余米,以钾长片麻岩、花岗片麻岩、黑云斜长片麻岩为主,斜长角闪岩、闪斜片麻岩次之,厚约1700米。

沂沭裂谷带东侧基底以下元古界胶东群、粉子山群为主,其北部零星出露蓬莱群。上覆地层主要为侏

① 许志琴等:郑庐断裂中段古裂谷的基本特征,1982年。

罗纪、白垩纪红色沉积建造和中基性火山岩。这里胶东群以碳酸盐—砂泥质沉积为主,北部有鲁家乔组、马格村组、王家庄组,厚20000余米,主要是黑云斜长片麻岩,其次为黑云变粒岩、浅粒岩、黑云片岩、透辉透闪岩及大理岩、斜长角闪岩、闪斜片麻岩。南部称苍山组、洙边组、坪上组,厚16000米以上,为钾长片麻岩及黑云斜长片麻岩,其次有变粒岩、大理岩。

沂沭主干断裂西侧虽然也是泰山群,但为粉砂—泥质沉积物,厚度大于10000米,大部分是黑云斜长片麻岩,次为黑云变粒岩,夹中基性火山岩变成的斜长角闪岩、角闪片麻岩、角闪变粒岩,但不稳定,其中无金矿点。

据山东冶金地质四队在沂沭裂谷带的泰山群太平顶组、雁翎关组、山草峪组分别系统采样分析735件,太平顶组原岩为碎屑岩—中基性火山岩,含金0.07克/吨,雁翎关组以黑云角闪岩为主,平均含金0.5克/吨(?) ,山草峪组主要以二云母斜长片岩和白云母石英片岩居多,原岩为泥砂质岩,平均含金0.04克/吨。在这个区域内,微量金含量由北向南有逐渐增高的趋势,特别是在南部田家营的太平顶组有一个黑云斜长片麻岩样品含金达2.16克/吨,值得注意。

2. 沂沭裂谷系古火山机构的重要性

除胶东地区与玲珑混合花岗岩密切相关的金矿之外,主要金矿、金铜矿都与中生代火山机构有成因联系;特别是与沂沭裂谷系火山机构的关系更为密切。

沂沭裂谷系火山机构主要表现有以下特征:①整个火山活动从晚侏罗世开始,主要喷发期在早白垩世。②除面式喷发外,很大部分为断裂控制的中心式喷发产物。③岩性主要为中基性到酸性,以安山岩为主,向东酸度有增加的趋势。④由西向东岩石的钙碱指数增大。⑤钾和碱量高于标准值。⑥火山活动有3~4个旋回。⑦富轻稀土。⑧由沂沭裂谷带4条岩石圈断裂组成裂谷轴,构成隆起区,其上形成地堑,堆积了巨厚的火山物质;近轴部碱质增高,弱碱性占绝对优势。轻稀土富集异常显著(图1)。

张德全等²认为,地壳重熔对大部分酸性岩浆岩和一部分中性岩类的形成是主要的模式。据高压下弹性

波速的实验,北京房山石英闪长岩和花岗闪长岩在10000公斤/厘米²压力下(相当于深33~35公里), V_p 为6.56和6.41公里/秒,而辉长岩在10千巴时 V_p 为7.2~7.3公里/秒。华北太古代变质岩449个样品的SiO₂含量平均值为60%,因而推测华北下地壳平均成分不是基性的,应为中性。可见下地壳重熔形成中性及酸性岩浆,和基底变质岩成分变化的一致性,已得到地球物理资料的支持。

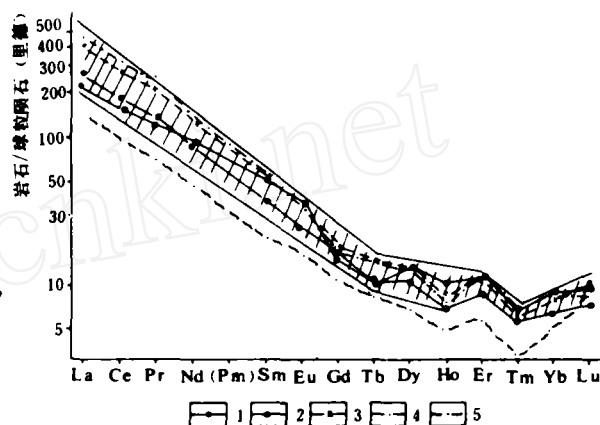


图1 用Leedy球陨石标准化了的七宝

山次火山杂岩体稀土元素含量图

1—七64号样; 2—七68号样; 3—七61

号样; 4—七59号样; 5—七67号样

与成矿有关的浅成次火山岩体和火山岩是同源的。中心式火山通道喷发的火山作用对寻找与次火山岩有关的矿床非常重要。沂沭裂谷系内斑岩型和夕卡岩型金铜及铜多金属矿均与火山岩、次火山岩、浅成岩“三位一体”的火山杂岩密切相关,并且矿化赋存在次火山岩体或其围岩的接触带中。表1所列4个矿区的矿床都与次火山岩相伴出现。

3. 七宝山金铜矿区的次火山岩

以爆发式喷发为主的火山杂岩区,出露面积约12平方公里,呈椭圆形,分布于胶南隆起西部边缘,基底是以斜长角闪岩、片麻状花岗岩为主的胶东群。次火山岩侵入于以粗安质火山岩为主的青山组中,下亚组,岩体周围微拱。杂岩体分为4个岩相(图2),按生成顺序为:①角闪安山玢岩、粗安玢岩相,分布在周边部。②辉石二长岩、闪长玢岩相,为杂岩主体。③安山玢岩、粗安玢岩相,可能是火山通道。④石英闪长玢岩、花岗闪长斑岩相,呈岩墙、岩株或岩枝,

² 张德全、孙桂英:中国东部中生代岩浆岩的化学成分特征及其与基底变质岩成分的关系,1979年。

沂沭裂谷系中四个火山机构的岩相组合

表 1

岩 相	七 宝 山 金 矿	沂 南 金 矿	香 芥 铅 锌 矿	王 家 庄 铜 矿
浅成相	辉石二长岩、辉石 闪长岩、闪长岩	闪长岩、石英 闪长岩	花岗闪长斑岩、角 闪花岗闪长斑岩	苏长辉长岩、闪长岩、 二长岩、石英正长岩
次火山岩相	石英闪长玢岩、花岗闪 长斑岩、粗安岩、安山岩	角闪石英闪长玢岩、 石英闪长玢岩	流纹质英安斑岩、 安山质英安斑岩	安山玢岩、粗安玢岩、 英安斑岩、粗玄岩
喷出相	粗安岩、安山岩、 粗面岩	安山质凝灰岩、辉石安 山玢岩、角闪安山玢岩	英安质—流纹 质火山岩	玄武岩、玄安岩、 粗面岩、安山岩

七宝山金铜矿岩体平均化学成分 (%)

表 2

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Na ₂ O+K ₂ O	$\frac{SiO_2}{Na_2O+K_2O}$	$\frac{K_2O}{Na_2O+K_2O}$	$\frac{Fe_2O_3}{(FeO)}$	C A
63.04	0.5	14.97	2.45	2.28	0.14	2.67	2.86	3.69	3.73	7.42	8.5	0.5	0.52	56~57
国内大中型斑岩矿床										7~8	8~9.5	>4.5(平均)	>4.5(平均)	53~62

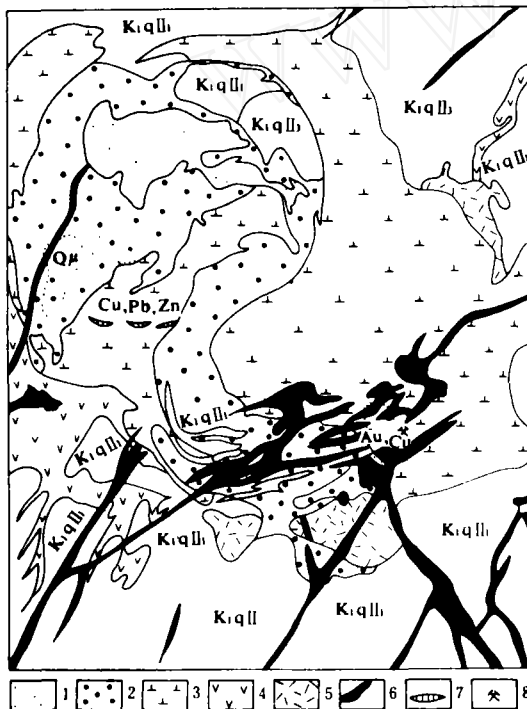


图 2 五莲县七宝山金铜矿地质略图

- 1—细斑粗安玢岩；2—粗斑粗安玢岩；
3—辉石二长岩—辉石闪长岩；4—安山
玢岩；5—角闪安山玢岩；6—石英闪长
玢岩—花岗闪长斑岩；7—含黄铜矿、方
铅矿、闪锌矿脉；8—金、铜矿区；K1qll：
—安山质火山角砾岩，凝灰角砾岩夹凝灰
岩；K1qll：—安山质火山角砾岩、熔岩角
砾岩夹凝灰岩；Q₁—一次生石英岩

岩脉产出，多集中在杂岩体东南部。

杂岩体各类岩石化学特征主要表现在： SiO_2 含量大都在51~56%，属中基性，与二长岩成分（据戴里）比较，其 SiO_2 、FeO、MgO和CaO的含量较低，而 Fe_2O_3 、 Na_2O 、 K_2O 偏高。但七宝山含矿岩体与总平均成分不同（表2）。其中后5项与国内大中型斑岩矿床近似，为含矿岩体的特征。

从七宝山各种岩相中K、Na的变化可以看出，石英闪长玢岩、蚀变安山岩的 $Na > K$ ，辉石二长岩 $Na \approx K$ ，辉石闪长岩以及矿化的石英闪长玢岩 $K > Na$ ，说明矿化与钾质的变化关系是很明显的。

金 矿 地 质

1. 金矿赋存的地质条件

(1) 金矿化在以花岗闪长斑岩—石英闪长玢岩为主的隐爆角砾岩筒及其向下延伸带内，从上往下岩性由花岗闪长斑岩过渡到石英闪长玢岩。

(2) 矿化在角砾之间的孔隙或节理裂隙中，呈网脉状。角砾大小不一，直径由数厘米至1~2米不等，故矿化极不均匀。地表以下150米内以金为主，往下直达510米则以铜为主，金居次要地位，其间为逐渐过渡的垂直分带。

2. 矿石矿物成分与化学成分

(1) 矿石矿物组成如表3。镜铁矿为金的主要载体，自形、鳞片状、板状、粒度不等（0.15~0.6毫米），粗细可达2.5毫米，多呈放射状或束状集合体。与石英、

七宝山金铜矿矿石矿物组成表

表 3

主 次	金 属 矿 物				脉 石 矿 物
	自 然 金 属	硫 化 物	氧化物	碳酸盐类	
主要的	自然金、银金矿	黄铁矿、黄铜矿	镜铁矿	菱铁矿	石 英
次要的	—	斑 铜 矿	褐铁矿	—	—
少量的	自 然 银	辉铜矿、方铅矿、磁黄铁矿	孔雀石	—	重晶石、铁白云石
微量的	自 然 铜	白铁矿、辉钼矿、蓝辉铜矿、铜蓝、脆硫铜矿、硫铜铋矿、针硫铋铅矿			—

菱铁矿、黄铁矿、黄铜矿伴生，有的叶片状者被黄铜矿交代。

黄铁矿分布最广，他形或自形，细粒（0.15~0.75毫米），多呈浸染状，也有细脉状的。压碎的裂纹中偶见金粒，也有被黄铜矿、斑铜矿充填的。在矿石中它与石英、镜铁矿、黄铜矿、斑铜矿、菱铁矿伴生。黄铁矿局部细粒块体中含有包裹体金。

自然金、银金矿、自然银等多为细粒、片状、细脉状充填在镜铁矿、石英、黄铁矿等裂隙中。

石英粗细不等，自形程度不好，一般含金的多为他形。紫色者不含金。

铁白云石，粒状、半自形，伴生菱铁矿、镜铁矿，有的具包裹体金。

(2) 矿石中有益组份为Au、Ag、Cu、S。

3. 矿石的结构构造

以自形片状、自形或他形晶粒结构为主，压碎、填隙、交代残余结构次之；并有包含、乳浊、格子状及胶状结构。矿石构造主要为角砾状、细脉状，其次为脉状、晶洞及细脉浸染状。角砾状的为蚀变岩石角砾，被矿石矿物及绿泥石等胶结。脉状、网脉状的由含金的铁铜硫化物、镜铁矿、石英等集合体组成。

4. 金的赋存状态

金银矿物均为细小的单体，分布在矿体里，主要是自然金、银金矿及少量自然银。地质科学研究院做了15个探针样，自然金平均成色为823，银金矿成色为777，几乎各占一半。粒度很小，以0.02~0.085毫米者居多，少量达到0.1~0.15毫米。我们做了4个探针样均为自然金，成色为800~880。

据山东地矿局四队和我们的研究，金的赋存状态有三种情况：

(1) 晶隙金 为金矿物的主要存在形式，镜铁矿晶隙中含金最多，石英间隙中较少。

(2) 包裹体金 自然金等微粒包裹在黄铁矿（浅部已褐铁矿化）、碳酸盐（含铁白云石）以及个别黄铜矿中。

(3) 裂隙金 自然金不规则地分布在镜铁矿的裂隙中，呈棒状、片状。

5. 热液蚀变

火山作用与热液作用既同时又交替发生，为本区成矿的一大特点，是找矿评价的一个重要标志。矿化空间是在强烈热液蚀变部位，而且是在蚀变晚阶段形成的。

蚀变范围相当广泛，但强烈蚀变处在石英闪长玢岩—花岗闪长斑岩和辉石二长岩—辉石闪长岩里。在这两类岩石的接触部位有广泛而强烈的硅化、绢云母化、碳酸盐化及黄铁矿化。矿区西北部高山及3.8公里以外，也有同样蚀变。

(1) 硅化 多为石英集合体，伴生绿泥石。大致可分三期：早期多细粒浸染状，于强蚀变处与绢云母形成花岗鳞片变晶结构。中期为他形粒状细脉或单脉，有时含重晶石，间或伴生碳酸盐、绿泥石、绢云母。最后形成晶簇生于含铜硫化物、镜铁矿、菱铁矿石英脉中。

(2) 绢云母化—伊利石化 为矿区比较普遍而强烈的蚀变，以绢云母化为主。早期多细小片或鳞片绢云母，与鳞片状隐晶质伊利石集合体伴生，交代部分斜长石与钾长石，呈变余结构。晚期为细小鳞片，与黄铁矿、石英、碳酸盐类等沿岩石小裂隙生成细脉，出现在含矿部位。

(3) 绿泥石化 与石英伴生，交代暗色矿物。此

外, 多与石英、黄铁矿形成细脉或与石英、钾长石生成细脉, 出现在含矿处。

(4) 黄铁矿化 很普遍, 可分三期。早期为细粒(0.06~0.6毫米), 呈断续的小细脉或浸染在蚀变岩石中。中期的与石英、绢云母、碳酸盐等构成充填的小细脉。晚期的在含金铜硫化物石英脉中, 也是金的载体。

(5) 碳酸盐化 以菱铁矿为主, 伴生少量铁白云石, 多交代斜长石。也有与黄铁矿、石英等组成细脉分布在含矿段中的。

蚀变程度虽有强弱之分, 但无分带现象。矿化多在蚀变较强地段, 在弱蚀变岩石中几乎不含矿或者含量很低。

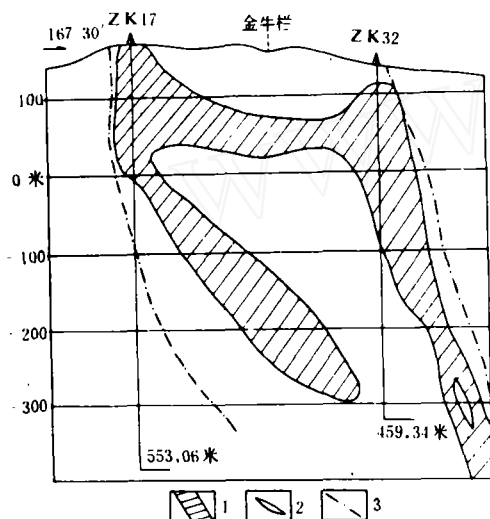


图3 七宝山牛栏金铜矿床筒状矿体纵剖面图
(据山东地质四队)
1—矿带; 2—夹石; 3—镜铁矿化带界线

6. 矿床原生金属矿化分带

七宝山金铜矿筒状矿体垂向分布是连续的(图3), 上部主要是金, 下部主要是铜, 其间逐渐过渡。概括起来有如下特点:

(1) 矿石矿物的分带现象比较明显 上部矿物组合以镜铁矿为主, 次为黄铁矿、白铁矿、黄铜矿、黝铜矿、斑铜矿及少量方铅矿、磁黄铁矿、蓝辉铜矿、自然金、菱铁矿等。脉石矿物主要为石英、绢云母、高岭石、重晶石、方解石等。下部除黄铁矿看不出分带现象外, 其他金属矿物则较有规律, 黄铜矿随深度向下逐渐增加, 镜铁矿、黝铜矿、自然金、方铅矿、菱铁矿以及蚀变的绢云母、高岭石、重晶石等相对减

少。这种情况直接反映在金、铜品位的变化上(表4)。

七宝山金铜矿垂向品位变化 表4

矿体	Au, 克/吨	Cu, %
上部	3.65	0.26
中部	2.33	0.35
下部	1.93	0.47

(2) 矿石构造分带 上部矿石多为角砾间形成的网脉状, 其次为细脉状, 浸染状。下部多为细脉浸染状, 网脉明显减少。

矿床成因

七宝山金铜矿主要赋存在隐爆角砾岩筒中。该岩筒位于火山穹窿内最晚期的次火山岩旋回的石英闪长玢岩—花岗闪长斑岩里, 为岩浆分异的结果。当岩浆岩上部聚集的挥发物质内压大于围压时产生爆发, 使围岩碎裂, 但由于挥发组份含量的限制, 达不到碎裂岩位移的程度, 遂形成隐爆角砾岩。这种岩筒的形成深度据国外统计在数百米至1公里, 本区已控制的矿床深度为500米, 下部岩石碎裂程度已不明显, 岩石碎裂从上向下逐渐减弱。

1. 关于物质来源成与矿物质的时代问题

利用同位素资料进行了研究。硫同位素样品做了17件, $\delta^{34}\text{S}$ 平均为+3.07‰, 接近陨石值, 使我们联想到该区基底的原岩应为幔源, 由于重熔后的分馏作用, 导致重硫增加。

铅同位素样品测试了2个, 为单阶段铅模式年龄, ϕ 值为610~705百万年。从而推测其成矿物质来源可能是基底——胶东群重熔并混染其上部盖层的结果。

锶同位素样品测得2个, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 为0.70923与0.70928。根据G. Faure等按 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值的差异对花岗岩类的成因划分法, 与硫同位素配合, 说明七宝山矿区岩体应为壳源型。

另据П. H. 奥夫尼科夫等从岩浆岩中微量元素的平均含量(表5), 研究其物质来源的可能性。从表5七宝山杂岩体中Mo、Sn、W、Pb、Zn等含量, 显然都接近地壳重熔花岗岩的条件。

七宝山金铜矿区与一般火山机构的成矿机制具有共同的特点, 火山气水溶液大量析出和集中是在剧烈的火山爆发之后, 但它的活动时间很长, 其演化有继

承性和阶段性。它与岩浆期后热液没有本质的区别，因为都属于岩浆派生物。

七宝山金铜矿岩浆岩中微量元素 (ppm) 表 5

元 素	七花 宝岗 山岩	地壳 花岗岩 类	原花 岗岩类 的	基性 花岗岩 类
Rb		200	178.4	37.1
Zr		200	238.8	138.0
Zn	154	60	25.1	31.4
Li		40	24.7	53
Nb		20	14.7	13.2
Pb	174	20	21	7.7
Cu		20	16.4	62.7
Be		5.5	1.6	0.9
Cs		5	2.2	2.0
Ta		3.5	0.83	0.36
Sn	108	3	—	1.5
W	77	1.5	0.7	0.7
Mo	8	1	0.8	1.3

火山岩浆期后的最早阶段由于压力急剧下降，熔体沸腾，Cl、F、B 等酸性气体析出，形成部分原生岩浆热液。但大部分酸性气体被充满在岩石中的地下水溶解，并使之变热。所形成的火山—热液在高温高压区运动，可以萃取火山岩及其他围岩中的各种成矿组份。火山—热液的第二阶段相当于1000~600米深度，由于压力下降，地下高温热液沸腾，失去溶解于其中的物质，酸性溶液变成中性和碱性，析出高中温矿物组合。且由于压力和温度梯度大，可以出现氧化物、硫化物、硫酸盐和玉髓等矿石的胶状构造。

七宝山矿区火山—热液作用与一般火山机构类似，富集的元素以Fe、Pb、Zn、Au、Ag、Hg、Sb、U、Sn、和F、S、P、As、B、Ba等为特征。

2. 成矿作用的物理化学特征

仅以矿物组合、包裹体测温和盐度（参考南京大学的《地球化学》）及硫同位素讨论一下金的沉淀机制。

前面已经论述了矿物组合及硫同位素特征，现在补充含钙矿物的分布。那就是上部多方解石，下部多石膏、硬石膏。另外，包裹体资料表明，成矿温度为160~350℃，盐度为8~30%，并富含CO₂，这对成矿是有利因素。整个矿化过程从浸染开始，矿物是黄铁矿、碳酸盐、石英及少量黄铜矿；逐渐发展到细脉浸染，细脉以他形石英、黄铁矿为主，局部有碳酸盐、绿泥石或绢云母脉，以后为镜铁矿脉，常穿过黄铁矿

石英细脉，在矿床上部稍宽，为角砾的胶结物，自边缘向中央增多了对称分布的细粒石英、镜铁矿、粗粒石英菱铁矿脉，夹自形黄铁矿、黄铜矿、斑铜矿。

另外，石英单矿物中微量元素的平均值很高（表6）。

七宝山金铜矿石英单矿物中微量元素平均值 表 6

元 素	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Sb	Te	As	Se
含量 (ppm)	2.3	3.8	18	11.4	270	17.8	0.075	6	0.43

根据这些特点，探讨一下成矿溶液。从硫同位素可以看出，成矿的硫似乎来源于下地壳。成矿溶液为重熔的岩浆期后热液。成矿温度从高中温（石膏、黄铁矿硫同位素温度为647℃）到中温、中低温（<200℃）。主要金属沉淀温度为310~160℃。成矿溶液盐度高（平均15~20%），离子强度I=3.0。石英中微量元素含量具惊人的一致性以及石英的结晶化学特征，可以认为石英捕获与热液元素浓度成正比的微量元素，尤其是Au/Ag值与矿区地质储量的金银比基本一致。还有与矿物学一致的半金属、矿化剂元素，可以认为它们就代表了成矿溶液。

3. 金矿物的沉淀机制

成矿以前火山喷发的间歇期，深部热能使集中在最后的中酸性岩株下部的热液气化，不断向地表扩散，由于fco₂含量上升，pH值下降，岩石中产生碳酸盐化和绢云母化、黄铁矿化等广泛的围岩蚀变。同时产生裂隙充填的含碳酸盐、绢云母、黄铁矿的石英细脉。此时体系基本上仍属封闭的，具较高的温度，硫与金属（特别是铜）在深处形成以铜为主的浸染矿化，并产生了强烈的围岩蚀变，沉淀了硬石膏。随着岩浆的进一步演化，内压增大，发生隐爆。使已形成的或正在形成的矿物碎裂，新生成大些的空隙，切穿了细脉，体系近于开放，热液立即进入新裂隙，压力剧减，气体成分逸出地表。fco₂大为下降，沉淀了镜铁矿，同时脉旁受强烈绢云母化、绿泥石化。由于与金络合物的Cl⁻、HS⁻、S²⁻等逸失，Au¹⁺、Au³⁺析出，因ppb级浓度的Au¹⁺、Au³⁺促使H₂O氧化成H⁺+O，镜铁矿有特别大的表面能而吸附金。随着角砾被不断胶结，裂隙被充填，热液的蒸气压力又上升，fco₂增高，使菱铁矿取代镜铁矿而沉淀，以后才生成硫化物，

氧逸度下降,甚至有方黄铜矿沉淀在镜铁矿颗粒间。在矿床上部可能曾生成大颗粒重晶石和石英,已被剥蚀。成矿后有大气水进入,使锰氧化成软锰矿,铁被褐铁矿化。

4.七宝山金铜矿体遭受的剥蚀程度

我们利用两个气相包裹体分析结果做了尝试性的研究(表7),虽不一定准确,仍可供参考。从中求得 $\text{CO}_2/\text{YB} + \text{H}_2$,即 $17.2/3.6 + 3.9$ 与 $16.7/4.8 + 8.3$,简化为2.29与1.27。按照B. B. Певницкий和Б. Г. Детин (1981):“包裹体的气相成分——热液矿床侵蚀截面的标志”的例证来判断,这两个数据表现为矿体下部,大量矿化部分已被剥蚀。但由于没有 N_2, O_2 , C,就无法得出H:C:N:O的比值,上述 $\text{CO}_2/\text{YB} + \text{H}_2$ 的数据只反映了一个侧面。

七宝山金铜矿气体包裹体分析结果* ($\mu\text{l/g}$) 表7

样号	样 品	CH_4	CO_2	CO	H_2	N_2	O_2
七一11	重晶石	3.6	17.2	4.6	3.9	—	—
七一11	石 英	4.8	16.7	6.0	8.3	—	—

* 本院包裹组测定。

结 束 语

本文是综合多方面的资料而成的,得出的认识还不成熟,有待于实践的检验。尽管如此,它对我国东部火山岩区金矿的找矿评价工作仍不失为有效的参考。

主 要 参 考 文 献

- [1] 高维明等:地震地质,1980,第3期
- [2] 丛柏林等:中国科学,1979,第3期

Geological Features of Qibaoshan Au-Cu Deposit in Yishu Rift System, Shandong Province

Zhang Jian

(Tianjin Geological Research Academy, Ministry of Metallurgical Industry)

Abstract

The Qibaoshan Au-Cu deposit is hosted in the Mesozoic central vent type volcanic edifice within the depressed basin of Yishu Rift system. This volcanic edifice, rich in light REE and some other trace elements, is inferred as an anatectic product of the high gold Jiaodong Group. The intermediate-basicity and intermediate-acidity magma erupted successively formed the ring complex and radial dykes or apophyses due to magma differentiation at depth. Analyses of the trace amount gold in different magmatites indicate that late magmatic quartz diorite porphyrite and granodiorite porphyry have the highest gold contents and closely associated with gold mineralization. After the concealed explosion-breccia pipe was formed, metallizations were deposited in the fissures of the pipe. Mineralized rocks have a planar alteration, predominant in silicification, sericitization and pyritization. In the upper part of the existing orebody within a range of 150 m gold is the main mineralization while in the lower part gold is gradually substituted by copper. Zonality of ore structure has been observed with stockwork and veinlet disseminated ore in the upper part and veinlet disseminated ore in the lower part of the orebody. Gas inclusion studies prove that the disintegration of the orebody has reached into its central part. The main metallic mineral is specularite containing native gold and electrum. Subordinate minerals are pyrite, chalcopyrite, siderite and a very small amount of sulfosalt. It is believed that this Au-Cu deposit can be grouped as porphyry type.