

浙江治岭头金银矿床的特征及成因

许金坤

(浙江省第七地质大队)

提 要 浙江治岭头金银矿床产于中下元古界陈蔡群变质岩内。断裂控矿。成矿物质来源于特定岩性段,经地下水热水循环富集,沿断裂充填沉淀,于燕山中晚期形成工业矿床。本矿床是一个地下水热水成矿的典型,成因归属笔者厘定的热水型层控矿床。

关键词 浙江治岭头 金银矿 成矿 特征 矿床成因

治岭头金银矿床矿体呈脉状,受控于基底变质岩近东西向断裂破碎带。对于矿床成因众说纷云。笔者根据多年来在矿区及外围工作成果,认为成矿流体主要是大气降水下渗地下受热环流而形成的热卤水,成矿物质主要来源于变质岩,特别是近矿围岩,被流体淋滤成含矿热液,在特定的构造条件下进入断裂破碎带沉淀成矿,归属热水型层控矿床,这是一种特殊的地下水热水成矿。

一、矿床基本地质特征

(一) 矿床产出地质背景

治岭头金银矿床产出于浙西南变质基底隆起区,遂昌变质岩断块隆起的北东倾伏端,区域北东向构造与东西向构造的交会部,金岸北西向区域性断裂带的北东侧。矿区出露地层有中下元古界陈蔡群^①变质岩系及上侏罗统火山碎屑岩系。两者呈不整合或局部断层接触。矿区燕山中晚期中酸性脉岩、岩枝以及次火山岩广泛发育(图1)。变质岩主要岩性组合为片麻岩类,尤以黑云斜长片麻岩及含石榴石黑云斜长片麻岩居多。局部发育混合岩化,其次是局部分布的变粒岩类。依其产状可分为二类:一是呈整合夹层产出的黑云斜长变粒岩、黑云变粒岩、黑云二长变粒岩;另一类呈脉状穿插的黑云斜长变粒岩及黑云角闪变粒岩。矿区内还有呈整合产状或脉状产于黑云斜长片麻岩中的浅粒岩,实为一种受变质的脉岩,这套岩性组合划归区域陈蔡群第三岩性段。原岩以杂砂岩、泥质砂岩为主,夹安山质、英安质火山岩及中一酸性火山碎屑岩,属于含有次火山岩的火山—沉积岩系。变质相按变质矿物共生组合特征定角内岩

^①近年来工作获 Rb—Sr 全岩等时线年令 1813Ma, 本队变质岩专题组, 根据区城资料拟归入下元古界。

相,大致相当都城秋穗的中压变质相系。

(二) 矿床特征

1、矿脉形态与产状:冶岭头金银矿床呈隐伏、半隐伏的盲矿体赋存在变质岩近东西向断裂破碎带中,与片麻里呈大角度相交。矿带走向长达 1850 米,被 F_1 、 F_2 南北向断层分割成三块(图 1)。中块段长 1200 米,分布标高 658 米至 295 米、矿化富集于 600 米至 440 米,形成工业矿体,由西向东侧伏,并由东向西撒开,分支成二条。倾向斜长 400 米上下。矿脉总体产状由西向东变化于 $180^\circ \angle 45^\circ - 50^\circ - 148^\circ \angle 55^\circ - 156^\circ \angle 52^\circ - 178^\circ \angle 45^\circ - 60^\circ$ 。在平面上形成中部向南突出的弧形带状分布(图 2)。矿脉在矿带内受构造裂隙制约成雁列分布。矿脉走向(由西向东)尖灭后在其上盘再现,倾向尖灭后在其下盘常见斜列新矿脉(图 3、4)。矿脉尖灭再现的首尾相接部位,都有几米至十余米的重复部,形成复脉,脉幅窄而出现分枝,分枝矿脉走向与主脉呈小角度斜列。矿脉形态常随其产状变化而变化,矿脉走向呈北东东,一般平直稳定,脉幅相对小而变化不大,矿脉之间斜列角度小、细脉或网脉不发育,脉壁界线清楚。当矿脉走向转折偏北东,则脉幅变宽,膨缩变化大,形态相对复杂,发育网脉,出现角砾状矿石,以石英网脉逐渐减少而过渡至围岩,矿化蚀变宽度较大。矿床内单脉长 60—100 米,厚不足 1 米到 20 余米。一般中部膨大向两端及上下变薄至尖灭,或转为石英网脉带。

2、矿石组份:矿石矿物组成复杂,金属矿物主要有银金矿到金银矿的金银矿物系列,其次自然银、辉银矿、碲银矿。其他硫化物有黄铁矿、方铅矿、闪锌矿和黄铜矿等。脉石矿物以石英为主,次为含锰硅酸盐及绿泥石、绢云母等。矿石中可以见到共生矿物组合有金银类矿物—石英组合,金银类矿物—多金属硫化物(主要为黄铁矿)—石英组合,碲银矿—金银类矿物—黄铁矿组合等。

3、矿物结构:常见为细粒他形、半自形,其次有变胶状、细微鳞片状、固熔体分离、交代残余、交代溶蚀及包含结构、乳浊状结构。银金矿大多呈卵圆形、浑圆粒状及他形不规则粒状,少数为叶片状、树枝状、脉状等。粒径 0.003—0.117 毫米。金成色 545—629。金银矿呈他形不规则粒状、岛屿状、树枝状等。粒径 0.01—0.3 毫米,一般 0.1—0.2 毫米,金成色一般在 234—448。金银矿物常沿金属硫化物矿物间隙充填,以裂隙金为主,并不同程度交代金属硫化物。亦有呈网脉状、不规则粒状、树枝状及片状沿脉石矿物裂隙交填交代。亦有沿金属硫化物或脉石矿物的解理裂隙充填。并有呈包体存在于金属硫化物中,成包体金。黄铁矿是矿石中主要硫化矿物,占 95% 以上。成矿期黄铁矿分两个世代:早期细粒星散状黄铁矿,晶形较好,以立方体为主,次为八面体与立方体聚形。伴随早期石英生成,很少有其他硫化物共生。晚期黄铁矿呈浸染状、团块状或条带状集合体,单矿物细粒状,有时呈粉晶状,自形差,偶见晶形,两个世代黄铁矿均含金银矿、银金矿及其连生体。其他闪锌矿、方铅矿呈他形晶粒状,大都沿黄铁矿—石英裂隙充填交代,或相互嵌布共生。石英是主要脉石矿物,构成矿脉主体,主要成集合体分布的灰色细粒石英,粒径 0.01—0.2 毫米,外形呈显微他形粒状,粒间往往有金属矿物、绢云母及碳酸盐矿物分布,绢云母不同程度交代石英。另一种白色粗粒石英,他形板粒状、他形粒状,

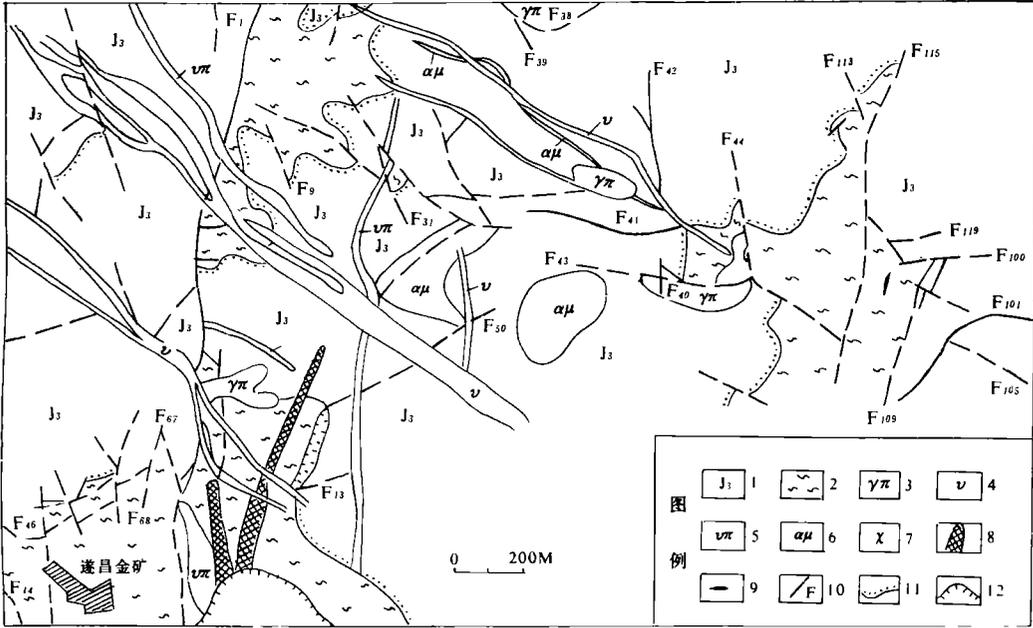


图1 治岭头矿区地质略图(据矿区原图简化)

图例说明: 1. 上侏罗统火山岩; 2. 陈蔡群变质岩; 3. 燕山中~晚期花岗斑岩; 4. 霏细岩; 5. 霏细斑岩及霏细岩; 6. 安山玢岩; 7. 煌斑岩; 8. 黄铁矿带; 9. 金银矿脉; 10. 断层及编号; 11. 不整合界线; 12. 矿石堆

Fig. 1. Schematic geological map of Zhi Lingtou mining area

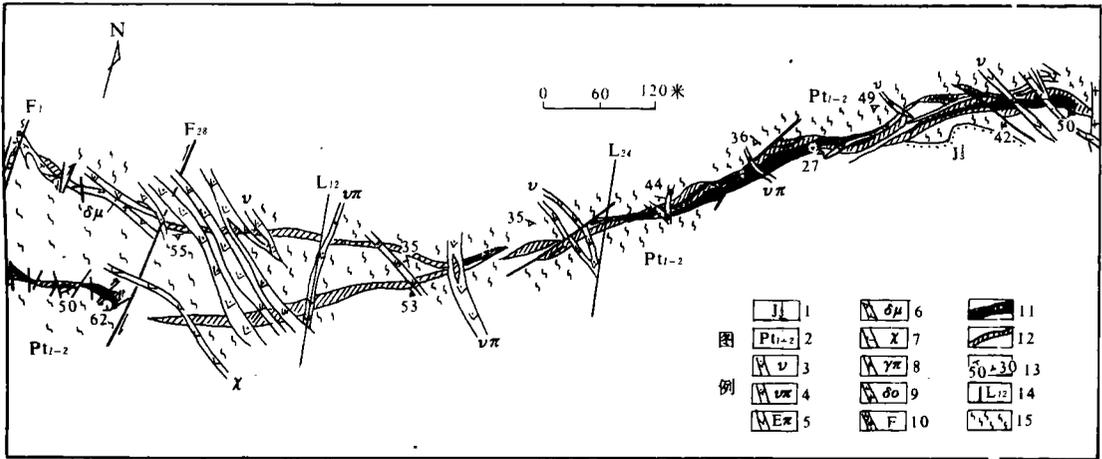


图2 矿区500米标高矿体地质平面图

图例说明: 1. 上侏罗统火山岩系第一段 2. 中下元古界陈蔡群变质岩 3. 霏细岩 4. 霏细斑岩 5. 石英钠长斑岩 6. 闪长玢岩 7. 煌斑岩 8. 花岗斑岩 9. 石英闪长岩 10. 构造带及编号 11. 金银工业矿体 12. 金银矿化带(Au > 0.2g/t) 13. 矿体产状 14. 剖面线及编号 15. 黑云斜长片麻岩

Fig. 2. Plane map of ore bodies at 500m above sea level of Zhi Lingtou Au-Ag deposit

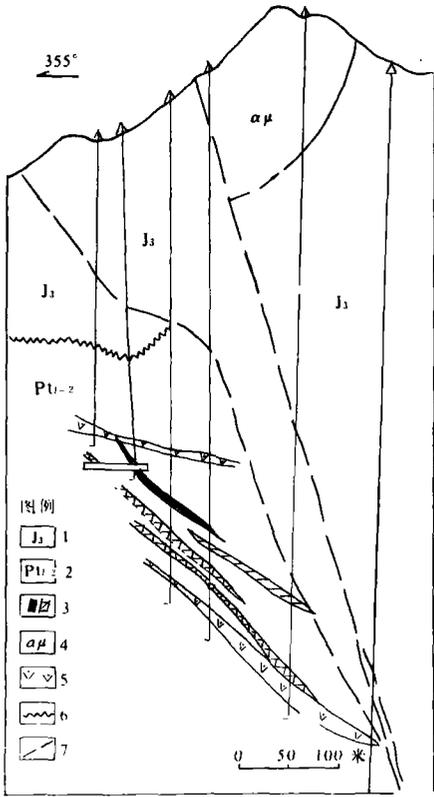


图3 矿区24线地质剖面图

- 1. 侏罗系上统火山岩
- 2. 陈蔡群变质岩
- 3. 矿体、矿化带
- 4. 安山岩
- 5. 霏细岩
- 6. 不整合
- 7. 断层

Fig. 3. Geological section of the 24th line

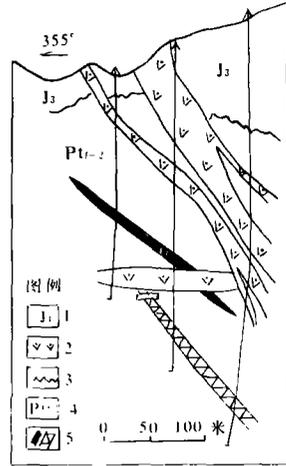


图4 矿区12线地质剖面图

- 1. 侏罗系上统火山岩
- 2. 霏细岩
- 3. 不整合
- 4. 陈蔡群变质岩
- 5. 矿体、矿化带

Fig. 4. Geological section of the 12th Line

往往具有平行排列而构成栉状构造。这种石英与金银成矿无关。但常见白色粒状石英破碎成角砾被灰白色细粒石英胶结。表明成矿是脉动性的。蔷薇辉石多呈团块状集合体与粗粒石英紧密共生。菱锰矿结晶程度低与细粒石英及金属矿物密切共生。矿石矿物组构反映了近地表浅成热液矿化的特征。

形成的矿石构造有浸染状、星散状、斑杂状、团块状、角砾状、条带状构造等。

4、矿床金银含量特征：矿体主要有用组份金银、伴生有用组份为铜、铅、锌。金银密切共生，两者线性相关，相关系数0.8。单矿体平均含量8.42—46.17g/t，含银165.10—684.86g/t，Ag/Au值14.82—26.07，平均21.87，金银含量有一定的空间变化规律，沿矿带分段富集，大致每隔100—150米出现一个金的高值区，且往往是两组不同方向构造的交会处，这种现象可能反映了裂隙的等间距性与等间距浓集中心。亦是成矿过程中的沸腾中心。金银组份在走

向上、倾向上的变化规律如下表(表 1.2)。

矿带(中块段)走向金银组分变化对比表

表 1

Table 1. Variation of Au and Ag along the strike

对比项目	西 段	东 段
金 银 比	1: 8——1: 10	1: 10—1: 25
成 色	> 700	600—700
金银矿物	自然金、银金矿 ⁺ 、金银矿 ⁺	自然银、金银矿 ⁺ 、银金矿 ⁺
矿物粒度	0.003—0.117mm 以 0.04—0.03mm 为主	0.01~0.3mm 以 0.01—0.038mm 为主

矿带(中块段)倾向金银组份变化特征表

表 2

Table 2. Variation of Au and Ag along the dip

标高(米)	金 成 色	主 要 特 征 变 化
600 以上	≤ 250	以富银贫金矿石为主,矿石金银比较低
580—500	250—500	富金银矿石,矿石金银比中偏低
500 以下	≥ 500	中品位金银矿石,金银比较高

5、近矿围岩蚀变:矿脉两侧形成明显的对称矿化蚀变带。宽数米至 20 多米。以中—低温热液蚀变为主,主要有绢云母化、硅化、绿泥石化、黄铁矿化、绿帘石化等。整个蚀变带大致可分内外带,内带强烈硅化,较窄(0.5 米至数米)。外带较宽,可达数十米,以绢云母化为主。黄铁矿化主要发育于矿体旁侧。在多种蚀变迭加的地段则形成黄铁绢英岩(往往是矿体)。绢云母化主要表现为微细鳞片状绢云母集合体交代围岩中的斜长石。硅化为微细粒石英集合体交代或原有石英颗粒次生加大,硅质来源除热液带入外,绢云母化释放的 SiO₂ 也可能起一定作用。绢云母化在空间上分布广泛,时间上发生最早,延续也较长,且随着成矿作用在时间上的推移,溶液理化性质和介质条件的变化,蚀变作用还显现出阶段性选择交代和蚀变程度逐渐加强的特征。硅交代作用与绢云母化同时发生,而终止较晚,几乎贯穿热液交代蚀变作用的全过程,在空间上硅交代作用向着矿体逐渐加强,与金银矿化关系极为密切。轻度硅化相伴绢云母化,绿泥石化分布于矿化蚀变带边部,强硅化和强绢母云化、黄铁矿化相伴而近邻矿体,强硅化形成的交代石英岩即为矿化体或矿体。从正常围岩到矿脉是一个蚀变交代的连续变化过程,随蚀变的增强,矿物种类由多变少,矿物组合由复杂变简单,金银矿化增强。

各岩性段金值变化(断块西段)

表 3

Table 3. Au-abundance of the various rock units

岩性段	样品数	金量 (ppb)	
		区间	平均
四	13	1—6	2.4
三	54	1—30	2.7
二	17	1—17	2.6
一	44	1—16	2.0

二、成矿条件与控矿因素

(一) 成矿受特定的构造控制

矿区内发育近南北向右行剪切断裂, 规模不一, 形成时间有先有后。规模较大的 F_1 、 F_{11} 断裂控制了矿带的走向边界。规模稍小的 F_2 等断裂控制了矿段的范围, 规模更小者则往往控制了矿脉的长短。这类断裂在基底变质岩与复盖层火山岩中发育程度不一, 规模大者穿透盖层, 规模小者局限于变质岩内。一般形成于成矿前, 在成矿过程中以致成矿后继承性活动。断裂早期以扭性活动为主, 封闭性好, 在成矿过程中往往起着通道与聚矿的隔挡作用。本身有弱的金银矿化。成矿后继承性活动以张性或张扭性为主, 常常错开矿体而成为燕山晚期铅锌矿、黄铁矿化的容矿空间。部分断裂还被花岗岩斑岩侵位充填。根据构造地球化学资料, F_1 、 F_2 等规模较大的南北向断裂是形成金银矿床的主要导矿构造(图 5)。

矿区北东—北东东向(近东西向)张—张扭性赋矿断裂破碎带为主要容矿构造, 是追踪变质岩中原有的北东向及东西向构造裂隙而形成的, 是在特殊应力场中出现的派生构造。矿区位于区域基底变质岩北东向与东西向构造带的交会部位。又是金岸北西向断裂带的侧缘。据物探资料, 金岸北西向断裂是切地壳的区域性大断裂。侏罗纪后断裂带频繁活动成为断陷带, 在金岸一带发生中性火山喷发, 往南东延伸形成狭长断陷盆地, 沉积朝川组红色砂砾岩。断裂带两侧(特别是北东侧)派生一系列南北向断裂。矿区南北向断裂即属于其中一部分(图 6)。矿区南北向断裂的不断活动, 形成被断裂分割的块体, 由于边界条件的改变而演变为块体扭动, 造成对角线方向的压与张, 进一步形成追踪基底北东向、东西向构造裂隙的近东西向张扭性断裂破碎带。由于盖层与基底不整合界面的构造虚脱作用, 加之上下构造差异, 以致东西向构造破碎带仅发育于基底变质岩内, 顶界为不整合面圈闭。从宏观分析, 本矿床产于基底变质

岩隆起的北东倾伏端，区域性构造的交会部位，有其理想的构造环境，加上火山岩盖层造成了一个良好的封闭系统，限制了在液的逸散，金银矿化未进入盖层火山岩，这便是治岭头金银矿床形成的特定构造条件。金银矿床形成后发生了一系列北西向断裂，波及盖层与基底，错切矿脉，并较多为中酸性脉岩充填。

(二) 成矿物质主要来源于近矿围岩——高丰度金银的变质岩

本区陈蔡群变质岩金银丰度值较高，根据均匀分布于遂昌变质岩区(200多平方公里)352个采自各类变质岩石样品，微金分析数据平均值6.9PPb，大致代表了变质岩的背景值，也反映了变质原岩金的原始丰度。其中含矽线石片麻岩(原岩为粘土岩)含金普遍较低。富含角闪石的变质岩类一般含金较高(达17PPb)。区域变质岩划分为四个岩性段：由下而上第一岩性段以黑云二长片麻岩为主；第二岩性段以黑云角闪二长片麻岩为主；第三岩性段以黑云斜长片麻岩为主，富含石墨、夹黑云片岩；第四岩性段以二长片麻岩为主。各岩性段含金量有小幅变化(表3)。

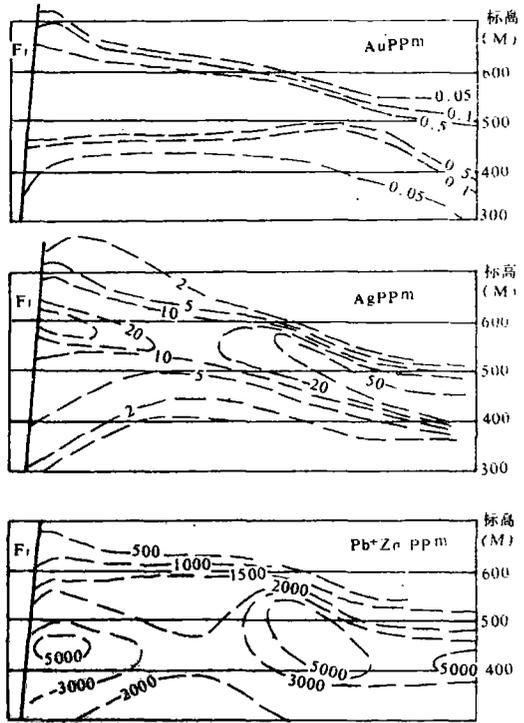


图5 矿带原生晕纵投影图

Fig. 5. Longitudinal projection diagram of the primary halo of the ore zone

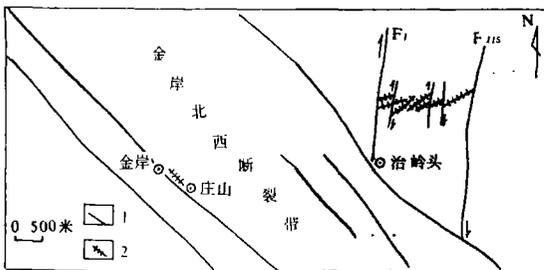


图6 金岸—治岭头断裂构造图

图例：1. 断裂 2. 金银矿床
Fig. 6. Showing the structural Pattern of Jinan-Zhi Lingtou area

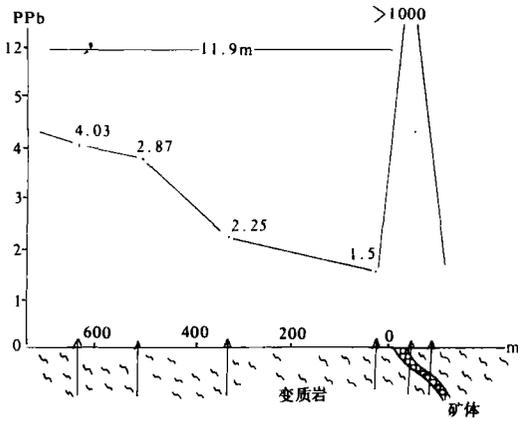


图7 矿区变质岩地球化学剖面图
(据刘建民)

Fig. 7. Geochemical section of the metamorphic rock in the mining area

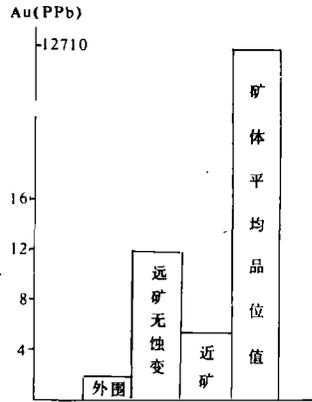


图8 变质岩中金量平均直方图
(刘建民根据矿区资料统计)

Fig. 8. Histogram of the averaged gold value of the metamorphic rock

第三岩性段含金较高,可能与黑云片岩的原岩及本段岩性富石墨有关。对比不同变质深度,含金量有较明显的变化,下部一、二两个岩性段混合岩化强,表中数值不能完全代表原地层的金丰度,第四岩性段变质程度相对较低,反映原始金的丰度较低。变质及混合岩化作用会造成金的转移,即金由深变质向浅变质的方向迁移(表4)。治岭头一带变质岩是金的高值地区^①,从矿区50个远矿无蚀变的各类变质岩石微金分析值得出平均含金量11.9PPb。其中片麻岩类平均12.4PPb,变粒岩类平均11.3PPb。治岭头一带变质岩是遂昌变质岩断块隆起区含金量较高的地段,是区域背景丰度上的高含量异常区。其高丰度形成原因有:(1)这一带变质岩主要属于第三岩性段,原始金的丰度较高。(2)相对变质程度、混合岩化强度弱,属于区域变质岩的低变质岩区,在区域变质与混合岩化过程中形成金的迁移富集区。

矿区中生代火山岩据较多样品分析,含金量较低,酸性火山岩及熔岩平均含量1.78PPb,略高于区域同类岩石的背景值(1.27PPb)。矿区酸性次火山岩平均含金1.51PPb,相近区域同类岩石背景值(1.50PPb)。从区域到矿区中生代火山岩系金的丰度变化不大,相对较低,不可能提供成矿物质来源。而变质岩相比火山岩金的丰度要高近十倍。具有提供成矿物质的条件。根据变质岩地球化学研究,特别是近矿围岩地球化学研究,我们认为治岭头金银矿床成矿物质主要来自变质岩。刘建民根据矿区分析资料整理作出的曲线图及矿区勘探资料足以证明

①刘健民:浙江省治岭头金银矿成因探讨 1984

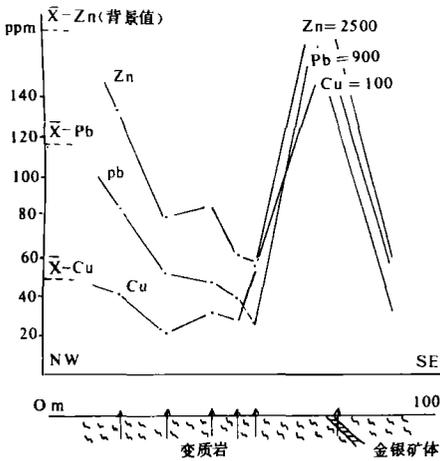


图9 矿区某勘探线变质岩 Cu、Pb、Zn 地球化学剖面图。(刘建民根据矿区资料整理)

Fig. 9. Cu、Pb、Zn geochemical section of a drilling line in Zhi Lingtou mining area.

(图 7.8.9)。图 7 说明形成矿床的金元素是就近取材于两侧围岩(变质岩)。刘建民等统计了矿区 18 勘探线占孔微金分析数据得出矿脉两侧千米范围内变质岩平均金值 4.77PPb, 略低于区域变质岩平均值, 远远低于矿区变质岩的平均值, 表明近矿两侧围岩中大量金被带出进入矿带, 这从图 8 有了清楚的说明。图 9 是矿区 52 勘探线占孔样品分析数据统计, 亦说明金银矿体中的 pb、Zn、Cu 等来自近矿围岩。我队统计上万件岩石矿石光谱分析数据, 得出金银矿石和片麻岩的微量元素特征相似, 矿石继承了变质岩中的微量元素, 而与其他岩石则有很大的差别(表 5)。主要载金矿物黄铁矿的微量元素特征如表 6。矿体与变质岩中黄铁矿具有相似的微量元素含量, 说明矿石硫化物主要来源于变质岩。

从铅同位素研究中亦得出成矿物质主要来自变质岩。笔者收集到 13 件矿床铅同位素资料(样品均为与金银矿共生或连生的方铅矿), 铅同位素 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 17.115-18.258$, 主要

集中于 $17.592-17.963$ 。 $^{207}\text{Pb} / ^{204}\text{Pb} = 15.457-15.974$ 。 $^{208}\text{Pb} / ^{204}\text{Pb} = 38.355-40.088$, 主要集中于 $38.355-38.926$ 。除个别样品外, 一般变化不大, 铅的组份比较简单。矿石铅同位素模式年龄 4.78—7.138 亿年, 主要集中于 5—6.5 亿年间, 与赋矿围岩一组反映区域变质作用时间的铷—锶等时线年龄(6.17 亿年)较接近。这就印证了矿石铅主要来自变质岩。硫同位素指示硫源主要是变质岩。针对不同矿化阶段硫化物硫同位素数据进行统计(表 7), 矿床 $\delta^{34}\text{S}\text{‰}$ 值变化于 $+0.33-+7.4$, 主要集中于 $+5-+6$, 偏离零值一侧。矿石中 $\delta^{34}\text{S}_{\text{黄铁矿}} > \delta^{34}\text{S}_{\text{方铅矿}} > \delta^{34}\text{S}_{\text{闪锌矿}}$, 已基本达到硫同位素平衡。不同矿化阶段黄铁矿 $\delta^{34}\text{S}$ 相似, 多金属矿化阶段及后期黄铁矿化的黄铁矿 $\delta^{34}\text{S}$ 稍高。早期金银矿化阶段黄铁矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 比较接近于变质岩中黄铁矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 。笔者认为: 从硫化物特别是黄铁矿 $\delta^{34}\text{S}$ 对比, 说明成矿溶液中的硫主要来源于变质岩。归纳起来, 冶岭头金银矿床主要成矿元素 Au、Ag、Cu、Pb、Zn 及 S 主要来源于变质岩。

(三) 成矿流体属于热卤水

根据省地科所提供的矿区氢氧同位素资料(表 8), $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}\text{‰}$ 值均小于 +4, 变化于 $-2.25-+3.41$ 间, 平均值 +1.06; $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}\text{‰}$ 值平均 -60。在 $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}} - \delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 座标图上, 投点均位于变质水与雨水线之间(图 10)。 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}\text{‰}$ 随着均一温度升高而增大。尤其引人注目的是所有样品的 $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}\text{‰}$ 值几乎完全一致, 在座标图上连成一条平行于 $\delta_0\text{O}$ 轴的水平线。出现偏离大气

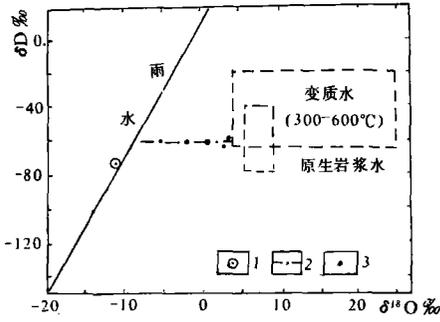


图 10 冶岭头矿床 δD_{H_2O} — $\delta^{18}O_{H_2O}$ 图解

图例说明:

- 1. 矿区现代大气降水;
- 2. 氧同位素漂移线;
- 3. 矿床成矿溶液

Fig. 10. Plot of δD_{H_2O} — $\delta^{18}O_{H_2O}$ Of Zhi Lingtou deposit

降水线“ ^{18}O 漂移”。这是大气降水成矿热液最显著的特点之一。大气降水与岩石(矿物)相互作用过程中,发生以氧同位素平衡为主的平衡交换作用,而导致“ ^{18}O 漂移”。冶岭头矿床成矿溶液据氢氧同位素资料主要是下渗雨水。也就是说大气降水进入岩石圈被加温形成热液进行成矿。这种热液应该属于热卤水性质。值得指出,矿区片麻岩中条带状石英比含金石英脉之石英的 $\delta^{18}O_{H_2O}$ ‰值要高,表明本矿床矿化石英脉体不是区域变质的直接分异产物,亦不是混合岩化作用所形成的石英脉体。矿床矿物包裹体数量多而个体小,形状不规则,类型齐全组份复杂。在同一样品,甚至同一矿物颗粒之中可见三相包体共存,包体气液比变化很大,这是较为典型的沸腾包体群。表明矿物沉淀时热液曾发生沸腾,以致迅速变成不

混溶的各种相。包体测试结果表明成矿热液具有酸性、贫硫、氧化性较强、 Cl^- 活度中等、低盐度、矿化度较高的特点。金银在溶液中主要以 $AuCl_2^-$ 和 $AgCl_2^-$ 的形式存在。根据包裹体测温资料成矿温度在 285° — $315^{\circ}C$ 。从图解得成矿压力为 200—300 巴,推测成矿深度小于 2 公里,属于中低温浅成热液成矿。具有热卤水成矿特征。

遂昌变质岩断块金丰度变化(PPb)

表 4

Table 4. Au-abundance of Suichang metamorphic block

剖面位置	西端唐根	西段沙口	东段遂昌镇	东端冶岭头
样品数	78	84	105	85
平均金丰度	1.6	2.3	3.8	20
变质与混合岩化	强 ←—————→ 弱			
金迁移方向	西 —————→ 东			

三、成矿作用与矿床成因

区域中下元古界地槽凹陷沉积阶段,来自海底火山作用与古陆风化溶蚀的金银等成矿物质,随着火山—沉积作用,形成金银等在铝硅酸盐岩石中的原始高背景值。特别是第三岩性段

富黑云母、石墨层(原始富有机质沉积夹中基性火山岩)丰度更高,是原始金银矿源层。其后历经多次区域变质或其他地质作用,特别是中一晚加里东期区域造山变质作用,致使金在不同性质的溶液中以不同形式的易溶稳定络合物进行迁移,向低压、低化学位带渗透—迁移,由深变质区向低变质带迁移,形成治岭头地区变质岩第三岩性段低角闪相带的金银高含量异常区。

矿区岩矿石微量元素比值

表 5

Table 5. Ratio of micro-element Pair of ore and rock in the mining area

岩矿石	Y/Yb	Ni/Co	Ti/V
金银矿石	3.16	2.38	57.4
片麻岩	2.15	2.14	43.4
火山岩	10.11	1.19	126.7
石英闪长岩	0.82	1.18	39.1

治岭头地区处在构造枢纽部位,构造作用频繁强烈,变质岩构造裂隙发育,是一个构造裂隙发育区。燕山中一晚期,金岸北西向壳下断裂带继承性频繁活动,形成变质岩中的近东西向张扭性断裂破碎带。中生代本区大规模火山喷发,晚侏罗世属于牛头山火山喷发区,早白垩世又处在上江火山喷发区的边缘。频繁的酸性—中酸性火山喷发、喷溢及以石英二长岩侵入岩株为代表的中—浅成岩浆侵入活动。因此这段时期本区一直处于地下热活动区,是一个地热异常区。

治岭头地区在燕山中一晚期是一个地热异常区,基底变质岩是金银高丰值异常区,又是构造裂隙发育区,这是形成治岭头金银矿床的三个很重要的条件。这一时期大气降水下渗地下(高角度的南北向断裂是天水下参与其后热液上升的通道),在裂隙发育、金银丰度高、地温高的变质岩中迅速形成环流热卤水,从流经的岩石中活化浸取出金银等成矿物质,进而形成具有酸性、高温、贫硫、氧化性高以及中等 Cl^- 浓度的含矿硫化物,即成矿热液。在构造应力及热动力驱动下进行流动。通过矿区内 F_1 等断裂,流体部份汇集于近东西向断裂破碎带,进入扩容减压带。流体一方面反复向断裂带两侧围岩进行渗透、溶蚀、交代、浸出其中成矿物质(包括 SiO_2 等)进一步提高溶液的矿化度(成矿物质的浓度)。另一方面由于压力骤然下降、降至溶液的饱和气压时,热液就会发生减压沸腾。这是一个物理化学参数急剧变化的绝然膨胀过程。由于各项物理化学参数发生不同程度的改变,结果导致流体卸载,沉淀成矿。在沸腾过程中单相流体变液气两相共存,由于易挥发物质的大量逸出,液相部份的矿化度不断升高,PH 值增高,氧化性减弱,金属络合物稳定性下降,发生成矿物质的化学沉淀。分离出的气相在特定的环境下又冷凝成酸性较强、温度不高的液体,并在围岩中产生酸性蚀变(绢云母化等)。

金矿流体进入扩容减压带发生减压—沸腾,成矿物质沉淀成矿,这是治岭头金银矿床成矿的机理。沸腾到沉淀是一个反复断续的过程。由于中生代火山岩盖层及南北向隔挡断裂致使形成一个很好的封闭空间,可以大量积聚成矿流体,又可迫使长时间的间断性沸腾成矿。由于

矿区产于矿体与变质岩中黄铁矿微量元素对比

表 6

Table 6. Content of micro-element of Pyrite in ore bodies and metamorphic rock

黄铁矿来源	产 状	样品数	平均含量(ppm)				Ag/Au	Ni/Co
			Au	Ag	Ni	Co		
矿 体	细粒浸染	7	117.74	695.36	91.57	71.29	5.90	1.28
变质岩	细粒浸染	5	8.50	65.60	383.20	205.16	7.72	1.87

注:资料来自梁子豪等。

矿床硫同位素 $\delta^{34}\text{S}\text{‰}$ 统计表

表 7

Table 7. Statistical $\delta^{34}\text{S}\text{‰}$ S isotopes

矿化阶段	测定矿物	样品数	平均值	均方差
金银矿化阶段	黄铁矿	58	5.42	0.89
多金属硫化物阶段	闪锌矿	12	4.33	1.34
多金属硫化物阶段	方铅矿	10	3.14	0.53
多金属硫化物阶段	黄铁矿	12	5.75	0.64
后期黄铁矿化	黄铁矿	10	5.88	0.64
变 度 岩	黄铁矿	6	4.7	1.48

构造的继承性频繁活动,亦促使脉动性沸腾成矿。同时致使流体的沸腾面在一定范围内波动,因此矿床形成于一定标高内(金银矿的沉淀结晶位置应该与沸腾带一致)。应该指出沸腾面还受到变质岩顶界不整合面的控制,矿区由西向东不整合界面标高由高到低,与矿体顶界由西向东降低是同步的。

从矿床共生矿物组合及生成顺序分析,早期进入容矿空间的流体主要是高硅,而且是以金银为主的简单组份,因此早期成矿形成金银—石英脉,少量星散状分布的黄铁矿。成矿主阶段,流体已逐步集积金属元素成为富金属热液,沉淀形成含金银的多金属硫化物—石英组合。鉴于本矿床是在断裂构造频繁活动中形成的,因此导矿构造与容矿断裂亦在间断性、继承性活动,以致本矿床多阶段脉动式成矿。

冶岭头金银矿床矿石中石英氢氧同位素组成(SMOW)

表 8

Table 8. Isotopic Composition of H and O of Quartz in Zhi Lingtou Au-Ag deposit

样 号	取 样 位 置	样 品 名 称	测定矿物	均一温度	$\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}\text{‰}$	$\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}\text{‰}$
AB22	YD500W 采场	灰白色含金脉石英岩	石 英	248℃	-2.25	-60.2
AB18	YD500 SCD11	灰白色含金脉石英岩	石 英	290℃	+0.54	-58.6
AB8	YD500 SCD29	灰白色含金脉石英岩	石 英	345℃	+2.55	-61.4
AB7	YD500 SCD29	蚀变黑云斜长片麻岩	石 英	303℃	+3.41	-61.4

综上所述:冶岭头金银矿床是热卤水成矿,其成矿过程可归结为高角度断裂提供天水下渗与成矿热液上升的通道——天水下渗受热并演变成地下热(卤)水即成矿流体——在构造动态

驱动与热源的驱动下形成循环的热力学系统,溶滤(活化)了变质岩中的微量金等成矿物质而形成矿液——进入特定的容矿构造而减压沸腾逐步沉淀富集成矿。其实质是一种在特定条件下的特殊地下水成矿。将其归属于笔者所厘定的热水型层控矿床。本矿床形成时间大致在早白垩世朝川期,同位素年龄令在 97—107Ma 前后,属于燕山中晚期成矿。需要指出,本矿床形成后,南北向断裂仍然有活动,但以张性为主,切断已成矿脉,并为燕山晚期花岗斑岩类贯入,还有后期黄铁矿及铅锌矿脉充填(局部穿插于金银矿体中),这是燕山晚期与火山作用密切有关的火山热液成矿,对金银矿床产生部份成矿迭加,局部使金银矿物活化——重新组合形成新的含金银矿物。

参考文献

- [1] 都城秋穗,《变质作用与变质带》,地质出版社,1979
 [2] Hoefs. f. , *Stable Isotope Geochemistry*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 1980
 [3] 邵洁涟,浙江遂昌某金矿床蔷薇辉石的研究,岩石矿物及测试, 4 (1) 1985

CHARACTERISTICS OF ZHI LINGTOU Au-Ag DEPOSIT IN ZHEJIANG PROVINCE

Xu Jinkun

(The Zhejiang Provincial geological Team)

Abstract

This ore deposit and ore bodies occur as veins in a fractured zone (trending roughly E-W) developed in the metamorphosed rock of Chencai Group. The ore veins are arranged as en echelon. Ore-forming elements are dominated by gold and silver. There are two main mineralization i. e. sulfide-poor-gold (silver) -quartz veins and Au (Ag) -multi-metal quartz veins. Wall rock alterations of silicification sericitization and Pyritization are symmetrically developed.

Zhi Lingtou area is located in a low grade metamorphism belt with well development of fractures and high Au-abundance. And here is the geothermal anomaly area during Late Jurassic and Early Cretaceous. All this is the special condition favourably to form this deposit.

The deposit were formed during Late Yanshan Movement as a super-hydrothermal Au—deposit whose ore-forming materials were derived from Chencai Group. Ore fluid is the descending meteoric water-formed hot brine which were driven by structure and heat source to circulate and leach out Au, Ag and other ore-forming material from Chencai Group and emplaced in the ore-locating structural space through F_1 fracture and the like.