

67-70

p618.510.5

吉木乃地区金矿成矿作用、类型和成矿模式*

METALLOGENETIC PROCESS, TYPE AND
MODEL OF GOLD DEPOSITS OF JIMUNAI
REGION, NORTH XINJIANG, CHINA

谭克仁 TAN Keren 贺伯初 HE Bochu 潘传楚 PAN Chuanchu
郭定良 GUO Dingliang 吴甄虹 WU Qianhong

(中国科学院长沙大地构造研究所, 长沙 410013)

(Changsha Institute of Geotectonics, Academia Sinica, Changsha 410013)



A 文前提要 本文深入阐述了新疆北部吉木乃地区金矿成矿作用的溶解、输运和沉淀成矿化学动力学机制, 四种成矿类型和三层楼成矿模式。

关键词 吉木乃, 金矿, 成矿作用, 化学动力学, 成矿类型, 成矿模式

ABSTRACT This paper discusses the mechanism of solution, transportation, deposition and metallogenetic chemistry of gold mineralization, and four types as well as a three-storey-model of gold metallogeny in Jimunai region, North Xinjiang, China.

KEY WORDS Jimunai, gold mine, mineralization chemical dynamics, metallogenetic type, metallogenetic model

吉木乃地区金矿形成经历了从前地槽、地槽到地洼阶段的多个大地构造成矿阶段的演化历史, 受各级序构造、岩浆建造、沉积建造以及成矿物理化学环境多种因素的控制, 成矿物质以地幔来源为主, 兼有沉积热液的多种来源, 它是定位于不同环境的多种类型的多因复成矿床。

前地槽阶段和地槽阶段地槽期, 吉木乃地区内生体制活跃, 地幔进行激烈的分异, 地壳迅速增生。地幔活动初期, 分异不很强烈, 大量地幔物质直接硬化固结形成硅镁质地壳, 其成

第一作者简介 见本刊1992年(16卷)第3期。

Synopsis of the first author See also Vol. 16 No. 3.

* 本文系中国科学院“八五”重大科研项目(KY85-12)的研究成果之一。

份与目前的洋壳成份接近。在这一阶段,含金物质大量地从地幔中活化迁移到地壳里。到地槽阶段,常常形成绿岩型变质热液型金矿以及含金较高基性、中基性变质火山岩建造。吉木乃地区前地槽构造层尚未出露,没有发现前地槽阶段形成的金矿床,但是从布尔克斯岱金矿和阔尔真阔腊金矿床钨同位素模式年龄研究,反映了这两个矿床成矿作用中有前地槽阶段的成矿活动信息。

地槽阶段泥盆纪和早石炭世早期,吉木乃地区深断裂构造活动强烈,沿着深断裂带及其附近发生强烈的超基性、基性、中性和酸性岩浆喷发和侵入,在构造岩浆活动同时,含金物质不断地从地幔活化迁移到地壳上部。地槽构造层中先形成的矿源层或矿化层中含金物质又被激发,与幔源含金热液一起参加成矿作用。因此前地槽阶段和地槽阶段地槽期,金的成矿作用主要表现为活化和迁移。

在吉木乃地区萨吾尔和科克森套一带以及哈萨克斯坦萨吾尔地区,地槽阶段海西期第一旋回的侵入岩和喷发岩均为钠质系列的火成岩,钠的含量远远高于钾的含量,这种地球化学特征的岩浆建造完全有能力把大量的含金物质从地幔中迁移出来。博伊尔(1984)对金在钠和钾的硅酸盐的各种溶液中溶解性实验完全证实了这一点,博伊尔发现,在饱和偏硅酸钠溶液里,金的溶解度达到40 $\mu\text{g/mL}$,而在硅酸钾的饱和溶液里,金的溶解度只有1.2 $\mu\text{g/mL}$ 。

在地幔的分异演化过程中,含金物质不但能随钠质硅酸盐熔体向地壳上部迁移,而且还能随钠质硅酸盐热液沿着深大断裂向地壳上部迁移。塔斯特金矿包裹体,以液相包体为主,固相包裹体含有NaCl子晶,说明含矿热液中有含饱和的NaCl。1971年Vilor和Shriarupa(转引自1984,博伊尔)进行了100~400 $^{\circ}\text{C}$, H_2O 压力为100大气压的Au-SiO₂-NaCl-H₂体系金溶解实验,实验发现,同中性溶液相比,金和氧化硅的含量都随温度、压力、酸度的增高而增加。当NaCl溶液高于50 g/L时,金的分散相在这一实验温度内是稳定的。Henley(1993)进行了温度在300~500 $^{\circ}\text{C}$ 范围内金的溶解度实验,发现金的溶解度大约为 10×10^{-6} ,当温度升高到500 $^{\circ}\text{C}$,压力分别为 $1 \times 10^2 \text{ MPa}$ 时,金的溶解度猛增到 500×10^{-6} 和 1000×10^{-6} 。因此,在溶有大量金的钠质岩浆中分泌出来的含大量NaCl的热液能迅速聚集含金物质迁移到地表参与成矿作用。

自早石炭世晚期开始,地槽发生局部褶皱回返,地壳挤压上升,接受海陆交互相和陆相沉积碎屑岩和含碳碎屑岩沉积以及幔源基性、中性、酸性乃至碱性岩浆侵入和喷发以及褶皱断裂构造活动,在这一时期,由于强烈地幔构造岩浆活动,地幔中含金物质继续向地壳上部迁移,在构造岩浆活动的同时,先成的含矿层的含金物质发生活化迁移,因此来自地幔的和地壳的成矿物质一起参与成矿作用,另一方面,含金热液沿着断层破碎带迁移过程中,由于成矿环境变化而发生沉淀而形成金矿床。

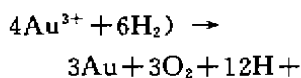
布尔克斯岱金矿床包裹体研究发现,液相中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 含量低,碱质含量高, $\text{F}^{-1}/\text{Cl}^{-1}$ 值稳定,为0.26~0.44,富 Cl^{-1} ,气相成份中 CO_2 、 H_2O 含量高, CH_4 、 CO 含量亦较高 O_2 含量低,而且靠近碱性花岗岩, CH_4 、 C_2H_2 、 C_2H_6 含量偏低,围岩为沉积岩的石英包裹体中, CH_4 、 C_2H_2 和 C_2H_6 含量高,说明了在成矿热液中,有大气降水和大量有机物的参与成矿作用。

含矿溶液中有有机物质对金的活化和迁移机制还有不同的争论,但是目前倾向性意见认为,金在自然界常常作为胶体形式活化迁移的。Ong和Swanson认为,金在溶液中作为氯化金被酸类物质还原成金属金的带电荷的胶体,这种胶体被其周围的有机化合物分子构成的保护层包围而显得更加稳定,从而使金元素在土壤或者其他天然水体中具有相当高的活动性。

Goni 等人 (1967) 通过实验发现, 离子态金和金属态金能生成稳定的胶体悬浮液, 使得能够作长距离的迁移。从化学角度讲, 胶体悬浮液是由溶解的金被腐殖酸和富里酸分别在酸性和碱性溶液中还原而形成, 从力学的角度讲, 金的胶体是通过金的颗粒长期磨蚀而成, 在这两种胶体金活化迁移机制中都发现, 金是作为氢氧化铁胶体和氧化硅胶体形式长期稳定存在和迁移的。

含矿溶液进入断层破碎带或侵入岩的接触带附近沉淀, 形成金矿床。

金具有很强的惰性, 对电子具有很强亲合力, 从 Au-H₂O 系 Eh-pH 图 (图1) 中可以看出, Au³⁺ 具有极强的氧化能力, Au³⁺ 容易与水起反应生成金属金和氧气。



只有在电极电位很高和酸度较大的环境中, 也就是说在含矿溶液中必须有强氧化剂如 MnO₂、Fe³⁺、As⁶⁺、Cu²⁺ 和氧气存在和 Cl⁻ 及 (CN)⁻ 等络离子存在时, 金保持 Au³⁺ 的活动态而迁移, 一旦上述条件受到破坏, 金就容易还原成金属金而沉淀形成矿床。

金从含金热液沉淀有四种形式:

(1) 钠质火成岩系列向钾质火成岩系列转化, 由于钾质偏硅酸盐的金溶解度急剧下降而使含金物析出沉淀, 例如塔斯特金矿就是在钠质花岗岩中由钾化作用而形成的金矿床。布尔津南 4 km Au-1 异常也可能是这样成矿机制;

(2) 由于温度和压力下降, NaCl 浓度降低, 介质电位降低和酸度下降, 或者其他成份如 Ca²⁺、CO₃²⁻ 的加入, 使含 Au³⁺ 溶液不稳定而沉淀形成金矿床, 例如阔尔真阔腊金矿床。

(3) 含金的胶体由于环境改变而凝聚、沉淀, 形成金矿床。引起沉淀的原因有 pH-Eh 的变化, 不同有机物加入, 含不同盐类的卤水的加入。

(4) 由于含金胶体是带负电的, 它可能被带正电荷的粘土矿物吸附沉积等, 例如布尔克斯岱金矿床等。

吉木乃地区金矿床按照其定位环境不同, 划分如下四种类型:

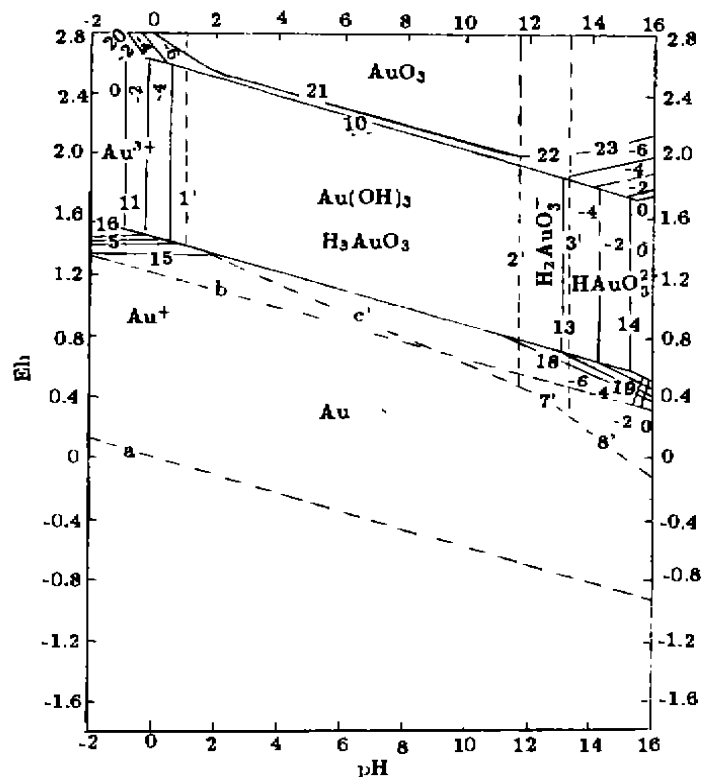


图1 Au-H₂O 系 Eh-pH 图 (据黎鼎鑫等, 1991)

Fig. 1 Eh-pH diagram of Au-H₂O system (after 1991, Li *et al.*)

(1) 产于钠质花岗岩中断层破碎带里的金矿床。这类金矿床呈脉状, 以含金岩浆热液成矿作用为主, 具有钾长石化、碳酸盐化、绿泥石化、硅化蚀变, 目前发现的矿化规模较小, 如塔斯特金矿床, 布尔津南4km的Au-1异常^①也可能是这类金矿床所致;

(2) 产于钠质花岗岩体内外接触带中的金矿床, 区内钠质花岗岩发育, 它与地槽构造层的砂岩、粉砂岩、碳酸盐岩有及中性、酸性火山岩建造接触。含金热液沿接触带附近沉淀而形成各种金矿床, 目前尚未发现这种类型的金矿床, 但是沿这些接触带发育大量金的综合异常, 例如Au-13、Au-14、Au-2、Au-3可能是这种类型的金矿床所致。

(3) 产于地槽构造层中粉砂岩、泥岩、含碳粉砂岩、含碳泥岩挤压破碎带中的金矿床。这类矿床受断层控矿明显, 具硅化、黄铁矿化、碳酸盐化蚀变作用, 有大气降水和有机物质参加成矿作用, 矿化规模大, 具有好的成矿远景, 目前发现的布尔克斯岱金矿床等。

(4) 产于地槽构造层火山岩建造中的破碎蚀变岩型金矿, 这型矿床受断层控制明显, 具有硅化、钠长石化、绿泥石化、黄铁矿化、碳酸盐化作用明显, 以岩浆含矿热液成矿为主, 矿床规模大, 具有巨大的找矿潜力。例如阔尔真阔腊金矿床就是, Au-28、Au-19、Au-27可能是这种类型的金矿所引起。

综合上述成矿作用和类型, 吉木乃地区金矿可归纳为三层楼综合成矿模式:

自下而上分别为:

第一层楼: 是吉木乃地区成矿较深的金矿床, 例如塔斯特金矿, 矿床产于岩体内部的断层破碎带中, 受挤压破碎控制明显, 岩体规模较大, 蚀变主要有钾长石化、绿泥石化、黄铁矿化和黄铜矿化。成矿时温度较高, 压力也较大, 含矿热液以岩浆热液为主, 因为含金热液中的金具较大的“活动性”, 因此成矿规模较小, 剥蚀深度较大, 目前只发现一些小型矿体。

第二层楼: 主要以形成接触带型金矿床为主, 成矿深度较浅, 成矿条件有利, 目前尚未发现这类的金矿床, 有深入探索。

第三层楼: 发育地壳最表层, 矿床分布于砂岩、粉灰岩、泥岩以及含碳粉砂岩、砂岩和泥岩中或者产于中性、中酸性火山岩、次火山岩中, 为超浅成矿床, 含矿热液除了岩浆期后热液外, 还有大气降水淋滤吸取先成矿源层或矿化层的含金物质形成新的外生含矿热液参加成矿, 受脆性变形断裂构造控制明显, 具硅化、钠长石化、绿泥石化、黄铁矿化、碳酸盐化蚀变, 矿床规模大, 是本区主要的找矿对象, 目前发现的布尔克斯岱金矿和阔尔真阔腊金矿就是产于第三层楼中的矿床。

参 考 文 献

- 1984 R W 博伊尔. 金的地球化学及金矿床 北京: 地质出版社
1991 黎鼎鑫, 王永录. 贵金属提取与精炼. 长沙: 中南工业大学出版社

(本文1995年12月收到)

① 1995 谭克仁等. 新疆吉木乃矿化区成矿规律及找矿预测. 中国科学院“八五”重大科研项目(KY85-12)专题报告