

问题讨论

我国变质岩区内生金矿成矿特征及

尚待解决的问题之刍见

袁有守

(沈阳地质矿产研究所)

我国内生金矿成因类型主要有变质热液型、岩浆热液(交代-重熔岩浆)型、火山热液型和渗滤热液型四种。我国内生金矿的成矿作用特点:①对老变质岩系有明显的依存性,金矿化具有明显的地域性;②具有交代-重熔岩浆成矿作用的独特性;③具有成矿作用的多阶段性和不同形式金矿化(充填石英脉和细脉浸染型)的垂直分带性;④具有钾长石化交代蚀变作用的广泛性;⑤具有矿源层-重熔花岗岩浆作用-韧性断裂构造三位一体联合控矿特点。今后应当在矿源层的地球化学特征和微量金的赋存状态方面;在解决古老矿源层与新成矿时代的时间差的成矿机理研究方面;在花岗状岩石成岩作用特点与金成矿作用之间的成因联系方面;在郯庐断裂带生成特征对我国东部地区金矿分布格局的控制作用等方面进行较深入的研究,不断建立和发展我国金矿成矿理论。

关键词 变质岩区 内生金矿

1 我国金矿主要成因类型及特征

金元素在内生条件下的地球化学行为是以各种络合物的形式进行搬运。因此,这就决定了内生金矿的热液成矿特征。按照热液来源特点可以分为变质热液、岩浆热液、火山热液和渗滤热液四种^①。

1.1 变质热液作用特点

变质热液,有人又称变生热液,是指岩石在变质作用升温过程中,原有地质体中的变质水加温、吸取成矿物质而生成的含矿热液。变质水的来源主要包括含水矿物在前进变质作用中排出的结晶水,在成岩作用和变质作用中由于静压力而排出的层间水和孔隙水。在区域变质作用过程中,这种脱水作用是随着变质作用的加强而加强,碱金属逐渐溶于水溶液中。变质热液总是由深变质带向浅变质带迁移。而迁移过程中吸取围岩的含矿组分形成含矿热液。因此,在麻粒岩相的岩石中难以找到变质热液矿床。确定变质热液成矿作用的重要标志有:

a. 就世界范围内产于古老克拉通地块中的变质热液成因的金矿床,一般均分布在变质岩区的绿片岩相带内。绿岩带内的金矿,例如西澳(澳大利亚)地盾上诸矿床均产在绿片岩相带和低角闪岩相带内;加拿大地盾中的金矿主要产于绿片岩相带内。这是因为变质

① 毋瑞身等. 中国金矿成矿规律初步研究. 1985.

热液的迁移、流动都是由高变质相向低变质相流动的结果。而我国，产于变质岩区内的金矿床则主要产于低角闪岩相—高角闪岩相带内。

b. 近矿围岩蚀变：往往是硅化—绢云母化—黄铁矿化—绿泥石化组合。蚀变强度可弱可强，缺少分布范围较广的钾长石化带。

c. 硫同位素值变化： $\delta^{34}\text{S}$ (‰) 值的变化范围较大。然而，矿体与围岩的 $\delta^{34}\text{S}$ (‰) 值比较接近。例如，我国的小秦岭、辽东、冀东、夹皮沟等地的产于变质岩中的金矿，多数矿床的该数值与围岩相近（表 1）。国外，霍姆斯塔克金矿的单个矿体 $\delta^{34}\text{S}$ (‰) 值和其围岩霍姆斯塔克组的硫化物含量有一定的相关关系（附图），最低 $\delta^{34}\text{S}$ (‰) 值为 5.60，此值见于硫化物含量高的（8%）巨大膨胀带，而最高的 $\delta^{34}\text{S}$ (‰) 值为 8.76—9.41，见于贫硫化物（1%）拉扁的两翼，这说明硫在褶皱运动中发生了迁移和分馏。上述事实说明黄铁矿中的硫不应当是容矿岩石变质后生成的，而应当与褶皱变质作用同时形成的。

表 1 不同地区金矿体与围岩硫同位素值 (‰) 对比

Table 1 S-isotopic values in gold orebodies and wallrock of various areas

地质体	小秦岭	辽 东	冀 东	夹皮沟
矿 体	-9.9—22.9	+7.67	-1—4	+2.1
围 岩	?	+8.7	-2.05	+5.7

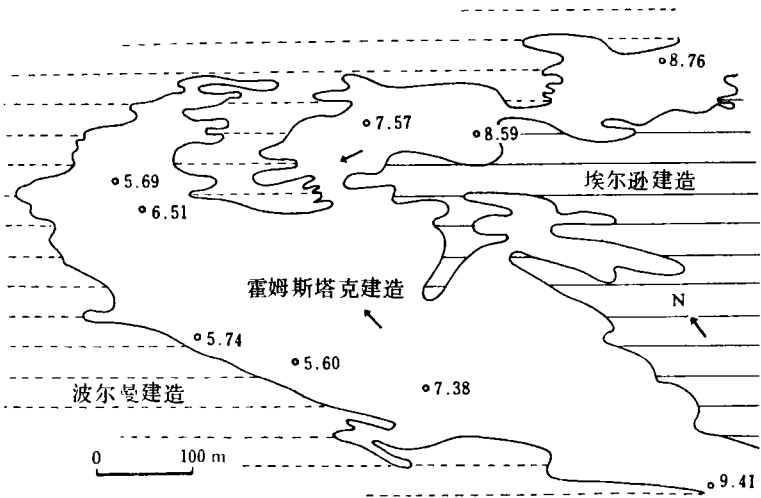


图 霍姆斯塔克金矿 13 号脉矿体 5900 水平段硫同位素值分布

Fig. S-isotopic values in level 5900 of No.13 lode in Homestark gold deposit

(据朱奉三引自美国资料)

d. 围岩岩性特征: 在华北地台太古宙变质岩区, 金矿体围岩岩性主要是斜长角闪岩、角闪片麻岩、角闪变粒岩等。在元古宙以来的变质岩地区其围岩主要是含碳质变质砂岩、云母石英片岩等。

1.2 岩浆热液 (主要是交代-重熔岩浆热液) 作用及其特点

金矿形成与花岗岩有着密切的关系^①。在我国, 这种关系显得特别的重要和独特, 因为, 我国最重要的金成矿区和特大型金矿就产在花岗质岩石中 (如胶东金成矿区)。它的独特性表现为金矿成矿作用与花岗质岩石的成岩作用有着不可分割的联系, 也就是说, 与金矿有关的花岗岩, 是在古老基底变质岩石 (往往又是矿源层) 基础上产生的交代-重熔花岗岩及其衍生的重熔岩浆热液^②。我国华北地台区, 晚太古一早元古代的古老变质岩系原岩建造以火山建造为主体, 由此演变而来的花岗质岩石显示出“T”型或“同熔型”特征^③; 而在华南褶皱区, 褶皱基底是以晚前寒武纪变质岩系为主, 其原岩以陆源沉积建造为主, 显示出“S”型或“改造型”的特征^④。

确定岩浆热液型金矿床的重要标志有:

a. 矿床地质准则 这是一切判别原则的基础。金矿床产于岩体向外倾伏一侧的外接触带 0—6km 范围内; 在矿区内、或矿体附近, 有较多的中基性岩脉群分布, 主要岩性有闪长玢岩、细粒闪长岩、辉绿玢岩及煌斑岩等^④。在岩体周围, 矿化类型有明显的水平分带性。如广东信宜银岩地区, 围绕银岩花岗斑岩体, 近岩体为 Sn 矿化, 往外则是 Au 矿化或 Au-Ag 矿化。

b. 蚀变类型组合 常见的有硅化、绢云母化、黄铁矿化、碳酸盐化、绿泥石化和钾长石化等, 而钾长石化则为该类型矿床的标型蚀变, 其特点是: 分布范围广、蚀变带宽度大, 呈不规则团块状微斜长石集合体产于该蚀变带中。它是最早的矿化围岩蚀变, 分布于矿化蚀变带的最外带, 并被后期蚀变叠加。在胶东、冀东、粤西地区金矿床均见有此种现象。它的形成不取决于矿体围岩岩性, 而决定于成矿热液母体——钾质花岗岩体的存在。它是一种高温气液蚀变作用。

c. 副矿物特征 矿体中副矿物以金属硫化物为主, 而成矿热液母体 (花岗岩) 中一般也相应有多数相同的金属硫化物^②, 最常见的是黄铜矿、方铅矿、闪锌矿。

d. 稳定同位素特征 对矿体与花岗岩中的石英气液包裹体同位素研究发现它们的氧同位素有较大的相似性, 花岗岩中氧同位素与岩浆热液金矿床氧同位素值的范围基本是一致的^⑤。

1.3 渗滤热液成矿作用特征

由于渗滤热液是在地壳表层形成的, 因而此种成矿作用是一种在浅成、低温、低压环境下的成矿作用。我国目前发现的微细浸染型金矿就属此成因。确定其性质的主要标志有:

a. 金矿体的容矿围岩是各个时代的碳酸盐、粉屑岩、凝灰质岩石等化学性质活泼的、渗透性好的岩石。含矿岩系属碳酸盐-泥质岩建造。

① 裘有守, 凌井生等. 云开大山及其外围金矿区域成矿条件及预测 (科研报告). 1990.

② 裘有守等. 云开大山 (广宁-信宜) 地区金矿区域成矿条件科研报告. 1989.

b. 矿化期比较简单,一般见不到相隔时间较长的多期的成矿作用的叠加和穿切现象,反映出是在相对长期稳定的构造环境中形成的。

c. 矿石矿物及脉石矿物以及蚀变(作用)矿物反映中-低温热液的特点。金属矿物有毒砂、黄铁矿、雄黄、雌黄、辰砂、辉锑矿组合;硅化作用反映出的脉石矿物有蛋白石、玉髓、玉髓状石英(燧石)和方解石、重晶石的组合;蚀变作用主要是高岭土化、低温硅化、蒙脱石化、伊利石化和水云母化、碳酸盐化。强蚀变带仅限于矿体内,矿体围岩蚀变一般急剧变弱一无。

d. 稳定同位素特征:这类矿床的氧、氢同位素特征一般与当地的地下水、雨水的氧、氢同位素值相当。例如,黔西南地区的此类矿床中的石英 $\delta^{18}\text{O}$ 一般在+15.31‰—27.51‰,以+20‰—+26‰居多^[3]。

e. 微量元素地球化学特征:一般来讲,含砷较高,无论是在原生矿石中,还是在风化-沉积物的地球化学区内都比其它成因类型的金矿含砷量高。

1.4 火山热液型金矿成矿作用特点

火山热液,实际上是一种在地壳表部循环流动的岩浆热液和火山活动地表水渗入地下被加热产生的渗滤热液相混合的一种成矿热液。确定其成因的主要标志有:

a. 地质背景为火山岩发育区,由拉斑玄武岩浆分异的中酸性偏碱性的火山岩发育。在火山岩区内具有同源的侵入小岩株和岩钟等花岗岩体。

b. 容矿岩石大多数是中酸性火山碎屑岩、碎屑熔岩流中凝灰质的河湖相沉积岩及次火山岩侵入体。亦可以是火山岩区内的前寒武纪变质岩。如美国科罗拉多州火山岩金矿的容矿岩石有黑云母片麻岩、花岗岩、花岗闪长岩、石英二长岩、响岩、安山粗面岩、正长岩、碱性玄武岩、层流纹岩及爆破角砾岩等。

c. 火山机构是控矿构造的主要形式,如破火山口、火山穹丘、次火山岩体、放射状及环状裂隙等。火山岩型金矿田往往受破火山口、火山构造洼地边缘的控制,而矿体或矿床则多产在火山颈边缘的放射状裂隙及网状裂隙带中,有时亦产于爆破角砾岩带中。

d. 区域性的青磐岩化(西欧、北美地区称绿磐岩化)可以成为区域成矿预测准则之一。近矿围岩蚀变有绢云母化、泥化(高岭土化、伊利石化、粘土化)、明矾石化等。蚀变具水平和垂直分带性。水平分带由内至外依次为硅化-绢云母化-泥化-青磐岩化;垂直分带由上至下为粘土化蚀变帽-硅化带-贵金属矿化带-弱绿泥石化带-贱金属带。

e. 特征性的矿物有玉髓、冰长石、碲化物、锰矿物、金银矿和自然银。金矿物成色较低,一般小于600。

2 我国金矿主要成矿特点

2.1 对古老变质岩系有明显的依存性

a. 在某一地区金矿化或金矿床的分布受一定建造或一定层位的控制。也就是说,金矿床或金成矿区受一定矿源层的控制^[5](表2)。

b. 金矿化具有明显的地域性,从我国内生金矿床分布来看,全国共有23个金矿化集中区和8个潜在区(据毋瑞身等),其中最主要的有桦甸-抚顺集中区,产有夹皮沟大型金矿;招远-乳山集中区,产有玲珑、焦家、新城、台上、大尹格庄等特大型金矿;燕山

集中区, 产有东北寨、丘洛等大型金矿; 粤西-海南集中区, 产有河台高村、云西等大型金矿。所有这些金矿大多产于前寒武系变质岩中, 或由其演化而来的花岗质岩石中, 少数产于古生代浅变质岩系中。

表 2 我国变质岩区内内生金矿床围岩岩性

Table 2 Lithology of wallrock in endogenic gold deposits in the metamorphic rocks areas of China

集中区名称	群	组	主 要 岩 性
桦甸-抚顺	鞍山	夹皮沟	斜长角闪片麻岩
灵宝-嵩阳	太华	阎家峪	斜长角闪片麻岩、斜长角闪岩
招远-乳山	胶东	蓬 乔	斜长角闪岩、角闪变粒岩及其演化的混合花岗岩
燕 山	迁西	上 川	斜长角闪岩
张家口-赤峰	桑干	谷嘴子	斜长角闪变粒岩、角闪斜长片麻岩

c. 金矿床受一定层位的中高级变质岩的控制。国外一般内生金矿床产出的围岩, 绝大多数为浅变质岩系, 一般均是绿片岩相岩石。而我国产于古老地块变质岩系中的内生金矿床围岩则主要是高角闪岩相变质岩。这是由于我国现存的花岗-绿岩区(带)的区域地质特征所决定的, 即它们都处于华北板块的边缘, 构造-岩浆-变质作用强烈, 造成了它们的变质作用比国外相对稳定的地块区要强烈得多。因此, 它们的成矿作用, 就不能简单套用国外变质热液由高变质相向低变质相运移成矿的理论, 去论述它们的特征, 而应当运用变质-交代-重熔岩浆的成岩、成矿作用特点去总结。

2.2 交代-重熔岩浆作用的成岩成矿作用

在我国几个重要的金矿化集中区内, 广泛分布有相当于花岗岩类的酸性岩石。按其与围岩的接触关系可以分为两种类型, 一种为与围岩呈和谐渐变接触的片麻状花岗岩, 一种为与围岩呈突变接触的块状花岗岩^[3]。前一种花岗岩是以交代作用为主形成的, 而后一种在很多情况下则是变质岩经交代作用进一步演化, 是原地-半原地重熔的产物, 它们往往在空间上密切伴生, 在成岩作用中又是连续的成岩系列^[2]。这种交代-重熔岩浆作用及对金矿的控制, 构成了我国金矿又一有别于世界金矿的地质特征。例如在胶东地区, 玲珑(交代作用生成)、郭家岭(交代作用生成)、滦家河(重熔作用生成)三种不同岩石类型在空间上密切伴生, 构成了一个完整的交代-重熔花岗岩系列。在粤西地区, 可以看到交代花岗岩与重熔花岗岩同生于石洞混合岩田之中, 有时各自形成独立的岩体, 有时又相互伴随, 形成杂岩体, 如云楼岗花岗岩杂岩体, 在胶东牟平-乳山地区的昆崙山岩体, 以交代花岗岩为主, 但在局部地区仍出现有重熔的块状花岗岩(冯家一带)。而这二个地区的金矿就产在与重熔花岗岩接触带外侧的交代花岗岩中。在粤西地区, 河台金矿田中的高村、云西大型金矿就产于交代-重熔云楼岗花岗岩杂岩中的云群变质岩残留体中。

交代-重熔岩浆作用虽然可以分为交代和重熔岩浆二个成岩阶段, 然而, 它们形成的地

质环境是相似的。例如, 黑云母成分分析中得到的氧化系数表明(表3), 它们是在相同的或近似的深度内形成的。地球化学特征表明^{①(6)}, 它们都是原始变质岩基底经变质-交代、重熔作用的产物, 是一种原地-半原地型的花岗岩石。虽然 在花岗岩岩石化学的

表3 不同成因花岗岩中黑云母氧化系数

Table 3 Oxydation coefficient of biotite from granites of various genesis

岩 性	山 东	粤 西
交代花岗岩	0.24	0.11
重熔花岗岩	0.40	0.09

$A (Al+K+Na) - C (Ca) - F (Fe+Mg)$ 图解上, 有的落入“*I*”型花岗岩区(如胶东地区), 有的落入“*S*”型花岗岩区(如粤西地区), 但这是由于前者变质原岩是以基性火山岩为主体而后者变质原岩是以陆源碎屑岩为主体, 因而造成上述的特征差别。

从上可见, 我国花岗-绿岩区中花岗岩成岩作用主要是造山运动后期广泛区域变质作用不断深化的产物, 这与国外类似地区以深源物质侵位的同动型或后动型花岗岩是不一样的。

交代-重熔花岗岩之所以与金矿有密切的成因联系, 是因为它们形成的物质基础是古老含金变质岩系。这些含金岩系在被交代-重熔过程中, 微量的金元素被热液萃取, 以各种络合物的形式迁移出来, 尤其是重熔岩浆作用的形成、定位深度较大, 因此, 它所含的气水溶液具有较高的温、压和较低的氧逸度。在这种相对还原的环境中, 变质岩系中的金(尤其是矿源层中)就更易于进入溶液中迁移。据近十几年的研究, 在南岭地区出露的大片花岗岩是以陆壳改造型花岗岩为主, 它们是以古生代沉积物为基础的重熔、深熔作用而形成的。但是, 由于下述二个原因, 使其很少具有金的成矿作用: 一是缺乏原始矿源层, 花岗岩形成的物质基础是非含金建造⁽⁷⁾, 二是由于它们成岩作用特点, 主要是在加里东以后的岩浆旋回中的深熔作用上侵形成的, 岩浆不可能携带足量的金向上迁移。所以说, 花岗岩成岩作用特征制约了金成矿作用的发生和发展。因此, 在我国研究花岗岩与金矿化的成因关系过程中一定要注重成岩特征的研究。

2.3 不同金矿化形成的垂直分带性及成矿的多阶段性

我国内生金矿床的矿化形式(也可称矿化类型)主要有石英脉、细脉浸染两大类。后一种类型以山东焦家金矿首先发现而得名“焦家式”金矿。

热液作用形成的金矿体主要受到断裂构造的控制, 而断裂构造的应力作用性质不同可以控制不同的矿化形式, 这种现象在我国是比较普遍的。在胶东地区, 脆性张性断裂控制了“石英脉型”, 而塑性剪切断裂则控制了“细脉浸染型”⁽²⁾。这二种矿化形式在垂向上有

① 袁有守. 云开地区(广宁-信宜)金矿区域成矿条件研究(科研报告). 1990.

分带性,即下部以细脉浸染型金矿为主,在上部则以石英脉型金矿为主⁽²⁾。

成矿的多阶段性在许多矿区都可以见到。金矿形成不是一次地质作用的产物,而往往是多阶段成矿作用的叠加。从金矿的矿物组合、热液成分特征及稳定同位素研究发现,它们往往是不同成因的成矿热液作用叠加的产物。在粤西河台金矿区,早期阶段金矿化是变质热液形成的,受塑性剪切作用形成的糜棱岩带控制,金矿化一般沿糜棱岩面理分布,而晚期阶段的金矿化是重熔岩浆热液形成的,受晚期脆性变形阶段的网状裂隙和羽状裂隙控制,并斜切早期糜棱岩面理。我们把成矿作用总结为“构造双阶段多元成矿”模式。即,矿源层在后来的构造热事件受到了区域变质作用和混合岩化作用,其中的Au也随同活化、迁移并重新富集;中朝准地台的活化,处于上地壳底部矿源层发生重熔,形成重熔岩浆,后者有的形成原地一半原地花岗岩,有的则由于构造作用上侵定位于含有未重熔矿源层岩石之中;矿源层中的Au再次活化、迁移,重新富集,同时受到重熔岩浆热液叠加矿化,形成金矿床⁽³⁾。

2.4 钾交代蚀变作用的广泛性

这里阐述的钾交代作用,主要是指钾质热液交代作用形成的钾长石化作用。这种交代作用在胶东地区诸矿床的围岩蚀变中分布尤为广泛和强烈。在其它地区,如粤西地区、辽南地区、冀北-辽西地区、内蒙古乌拉山地区、吉林夹皮沟地区⁽⁸⁾均发育有钾长石化。

钾长石化属金矿体的围岩蚀变范畴,主要表现特征是:它分布于蚀变带最外带,宏观上显示不规则状、团块状钾长石集合体,主要交代原岩中的斜长石,有的钾长石化呈富钾长石的钾长-石英脉⁽⁸⁾(如乌拉山地区),钾长石化可以出现在矿化的交代花岗岩中,亦可出现在变质岩系的容矿岩石之中,具有钾长石化的矿化地段附近都有富含钾质的酸性花岗岩。例如,胶东地区的滦家河型岩体⁽²⁾,小秦岭地区的闵峪岩体,夹皮沟地区的木箕河、黄泥岭和黄匣沟岩体,乌拉山地区的大桦背岩体等。钾长石化带的形成温度大致在360—400℃范围内⁽⁹⁾,它已超过水的临界温度374℃,因此,是一种高温气-液蚀变作用,与重熔的钾质花岗岩浆的演化具有成因联系。

2.5 矿源层-花岗岩浆活动-韧脆性构造三位一体的联合控矿

经过近十几年的工作,许多学者发现我国地台区及部分地槽区的变质岩基底隆起区中的金矿,明显地受到上述三个地质因素的联合控制。这种联合控制有其特定的地质内涵,即矿源层是指太古宙的绿岩区(带)、元古宙的浅变质的含碳细碎屑岩陆源沉积建造;花岗岩浆活动是指元古宙以来的原地一半原地重熔岩浆活动和燕山期的深熔侵位酸性岩浆活动;构造是指古老成生的并经多期的早期韧性和晚期脆性活动的断裂构造。例如,在胶东地区,主要受到胶东群(尤其是蓬乔组)-滦家河重熔型花岗岩-北东向韧性断裂带的控制;近年来又发现,矿体受到成矿前的北东向和北西向断裂交汇处控制。在小秦岭地区,主要受到太华群(尤其是闫家峪组)-文峪深熔侵位花岗岩-北东与东西向断裂构造交汇处的控制。在冀东地区主要受迁西群和八道河群,尤其是王厂组和金厂峪组-燕山期重熔花岗岩-大型东西向韧性剪切带控制。在粤西-桂东南(云开大山)地区,则是受云开群-云楼岗花岗杂岩-广宁-罗定断裂带中的韧性剪切带控制。

在“三位一体”的联合控矿特征中,作者强调成矿物质来自于矿源层,在岩浆作用中作者强调它们提供的热液对淋滤、迁移矿源层中的金元素的重要作用,在构造控矿上强调韧

性和脆性断裂对多期、多阶段成矿的控制作用。

3 尚待进一步研究的地质问题

3.1 关于矿源层的问题

本文论述了金矿对矿源层的依存性,包括两个方面,其一,金矿在空间上密切与其伴生;其二,矿源层的含金量相对较高。但是,也有些地区地层被确认为矿源层,含金量较低,甚至低于地壳平均值。这就涉及到如何去判定金的矿源体问题。现存的金成矿区的地质事实表明,在成矿条件基本相同的情况下,由于地幔岩中金分布的不均一性,在某一地区矿源层中金丰度值越高,则有用元素集中的可能性越大,且越强烈。在胶东的招—掖一带和牟平—乳山一带,从其成矿背景和成矿条件看是基本相同的。但是,就矿源层胶东群蓬乔组而言,前者金丰度值在 20×10^{-9} ,而后者仅 5.26×10^{-9} 。因此,前者比后者拥有多得多的储量。所以,矿源层中金含量的大小与成矿有直接关系。但是金含量高与低又都可以成矿,这又决定于成矿作用的强弱。另外,矿源层中金的赋存状态是影响能否活化、迁移的重要因素^[12]。因此,在研究含金量的同时,应 对此进行深入研究,讨论它们活化、迁移、富集的可能性。

3.2 古老矿源层与成矿时代较新的问题

越来越多的资料表明,我国金成矿的主要时期是中生代,而成矿物质则来源于前寒武纪的古老变质岩系,持有矿源层成矿观点的研究者又强调了矿源层在成矿过程中金的活化 and 迁移。那么,这就提出了一个十分重要的问题,就是古老矿源层形成期与新的成矿时代的时间差,也即晚期的岩浆活动如何使早已固化的、上升于表壳的矿源层中的金活化?也有的学者提出过中生代的混合岩化问题,这也同样存在这样一个问题,即中生代时期,在不断上升隆起的台隆地区,如何会发生面状的混合岩化?

作者认为,基于上述问题就要重视变质作用的研究,尤其要重视断裂变质作用的研究,在粤西地区发现,高变质的岩石或混合岩化岩石与低变质的绿片岩相岩石有时可以在小范围内相间排列,甚至穿切低变质相带^①。断裂变质带可以在不同地质时期,尤其可在中生代以来的地质时期内产生,具有其特殊的地质特征,可以导致发生变质作用、构造岩的生成及重熔作用的产生^②。它们的形成机理可能是由于构造应力的增加,引起温度的升高;由于深部固态物质的机械位移(粘性流动)而引起的热能的释放;断裂导致挥发分和碱金属在断裂中的聚集而大大降低岩石的熔点。这就可以解释为何在中生代成矿时期会出现由于变质作用的演化造成的矿源层中金元素的迁移、富集。

3.3 花岗状岩石成岩作用特点研究

目前对花岗岩的分类方案较多,比较常用的有以原岩物质为基础划分出的 S、I、M、A 型四种;有以物质来源深度为基础划分的幔源、壳源、壳幔源(过渡型);也有以成岩方式为基础划分的交代(改造)型、重熔型和同熔型三种。对于金矿形成有较重要意义的是花岗状岩石的成岩方式。不同成岩特征对金矿形成的影响在于:交代型花岗岩往往

① 袁有守,凌井生等.云开大山及其外围金矿区域成矿条件及预测(科研报告).1990.

② 莫柱孙.论断裂变质作用.广东地质科技,1982(2).

作为赋矿的围岩而存在。如胶东的玲珑型、郭家岭型花岗岩,广东的石润混合岩、凤村岩体等。重熔型花岗岩,尤其是原地一半原地重熔花岗岩往往是成矿热液(或热源)的主要提供者,金矿床往往产于它们的周围,在胶东、小秦岭、粤西等地均表现明显。同熔型花岗岩它既可提供成矿物质,又提供成矿热液,金矿往往产于它与围岩接触的内、外接触带上。如冀东的峪耳崖岩体、粤西-桂东南的英桥、陆川岩体。

花岗状岩石成岩作用方式对金矿形成的重要作用,其实质是对原始矿源层的改造程度。当在交代作用演化至重熔作用时,矿源层中的金就能充分活化、迁移,并集中于岩浆晚期的气-液之中^[2]。同时,对于含在部分硅酸盐中的金也能被充分的活化出来。由于金元素的地球化学特性的相对惰性和大的比重,所以它在内生成矿作用中,只能以络合物形式在热液中进行相对距离的迁移,而在岩浆分异作用中其往往是在下部岩浆源体附近而较少可能向上部作大规模的迁移。因此,这可能决定了它与原地一半原地重熔型花岗岩有密切关系。所以有些研究者把与金矿有关的花岗岩说成“四不象”的岩体^[8],而找不出它们在地球化学上的专属性的原因。因而,开展这方面的研究,以查明花岗状岩石与金矿内在联系的重要因素,如生成环境、成岩方式、地球化学专属性、岩石化学特征等,诸因素中,作者认为成岩方式可能是重要的。

3.4 郯庐断裂带对我国东部金矿分布的控制作用

郯庐断裂带纵贯我国东部,呈北东或北北东向延伸。从目前已有资料可知,在这一巨型断裂带两侧分布有我国若干重要的金成矿区。由北至南在嘉荫-萝北金矿化集中区,有与中生代岩浆活动有关的团结沟金矿;吉林至辽宁的桦甸-抚顺集中区,有夹皮沟大型金矿;丹东-营口集中区有与元古宙变质岩系及混合花岗岩有关的四道沟、五龙大型金矿;招远-乳山集中区有玲珑、焦家、三山岛、台上、大尹格庄、西邓各庄、乳山等一大批特大型和大型金矿。如果说,此断裂过庐江后,顺赣江断裂南下^①,与广东吴川-四会断裂带相连,则在该处又产有博白-罗定金矿集中区和江西景德镇市西的板溪群中金山大型金矿。作者曾引述过郯庐断裂带的阶段性、对扭性和垂直性的主要特征^[5]。近期国外学者又认为它可能具有转换断层特点。这就说明它是超壳型的、深达地幔层的断裂。由于它切割了前震旦纪的深变质岩系、早古生代浅变质岩系,控制了中生代以来的岩浆活动、火山活动,并产生了强度不同的热动力变质带及动力破碎带。同时,在其两侧产生了不同时代的次级大型断裂(带),因此,研究它们的成生发展,特别是研究这个带上地幔层上拱的变化规律,对探讨我国东部石英脉和细脉浸染型金矿的形成规律,对于找矿新区的确定都有十分重要的作用。同时,对于我国东西向古老断裂带与郯庐断裂带交汇处对金矿的控制作用亦急待研究,这对远景区的预测有着重要意义。

4 参考文献

- 1 博伊尔 RW. 金的地球化学及金矿床. 地质出版社, 1984.
- 2 裘有守. 山东招远-掖县地区金矿区域成矿条件. 辽宁科学技术出版社, 1988.

① 见1980年郯庐断裂学术讨论会论文摘要汇编.

- 3 秦鼎等. 中国金矿主要类型区域成矿条件. 地质出版社, 1988.
- 4 姚凤良, 刘连登等. 胶东西北部脉状金矿. 吉林科学技术出版社, 1990.
- 5 裘有守. 我所金矿地质研究工作的进展与展望. 中国地质科学院沈阳地质矿产研究所刊, 1987, (16)
- 6 裘有守. 山东招-掖金成矿区重熔型(滦家河型)花岗岩研究. 金矿地质论文集, 地质出版社, 1988.
- 7 南京大学地质学系. 华南不同时代花岗岩类及其与成矿关系. 科学出版社, 1981.
- 8 赵 礼. 钾长石化是中国古克拉通岩金找矿重要标志(摘要). 国际金矿地质与勘探学术会议论文集, 1989, 461—464.
- 9 王孔海, 裘有守, 崔克英等. 山东招远-掖县地区金矿控矿条件. 中国地质科学院沈阳地质矿产研究所刊, 1984, (9).
- 10 周世泰. 华北地台老变质岩系金丰度值研究的现状及改进意见. 辽宁地质学报, 1991, (1).
- 11 林宝钦, 陶铁铺等. 豫陕小秦岭地区太古代主要含金地层研究. 中国金矿主要类型区域成矿条件文集, 地质出版社(3).
- 12 Sagas R, Meyer M, Muff R. Gold distribution in supracrustal rocks from Arachean greenstone belts of southern Africa and Paleozoic complexes of the European Alps: metallogenic and geochemical implications. *Economic Geology*, 1982, (1).

A PRELIMINARY VIEW IN MINEROGENETIC CHARACTERISTICS AND PROBLEMS OF ENDOGENETIC GOLD DEPOSITS IN METAMORPHIC ROCKS AREAS OF CHINA

Qiu Youshou

(Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources)

Abstract

There are four Main genetic types of gold deposit in eastern China, namely metamorphic-hydrothermal, magma-hydrothermal, volcano-hydrothermal and infiltration-hydrothermal types. Among them, the major deposit of the magma-hydrothermal type is metasomatic-anatectic magma-hydrothermal-deposit.

In eastern China, vein-like and veinlet-dissemination gold deposits are mainly distributed in grano-greenstone area and upwarped district of folded area in North China platform. They are characterised mainly by 1, distinct dependence on ancient metamorphic rocks with common host rocks of amphibolite and biotite-amphibole gneiss of high amphibolite facies, 2. most deposits related with autochthonous or para-autochthonous metasomatic-anatectic magmatism, 3. vertical zonation of various gold mineralization and multiple minero genesis, 4. widespread metasomatism of K-feldsparization and 5. ore-controlling of ore-source bed-granitic magmatic

activity-faults in "three to one", combination.

The following problems should be solved in future. 1. Thorough study of ore-source bed. The especial attention should be paid to occurrence of gold in ore-source bed and later geological reformation, which is an important factor to activate and migrate gold from ore-source bed. 2. Study of minerogenetic time. In the present, isotopic datings show the major minerogenetic stage of gold deposits in China is Mesozoic. How did Mesozoic geologic process lead the migration of gold from ancient ore-source bed? Attention should be paid to study of faulting metamorphism and its evolution. 3. The formation of granitoid rocks. It is probable that metasomatic-anatectic magmatism is the major power of gold minerogenesis in China. And 4. the significant gold minerogenetic areas are all distributed in the both sides of Tancheng-Lujiang fault. Therefore, it is important to study the controlling of this great fault to gold deposits in eastern China and the controlling of ancient E-W faults intersecting with the Tancheng-Lujiang fault to gold prospect areas.

Key words metamorphic rocks area endogenetic gold deposit