

金矿成矿模式中若干问题的讨论

周明宝

(长春冶金地质专科学校)

提要 金矿成矿一般模式为矿源、能源和热液流通构造系统的组合。

关键词 金矿源 能源 热液介质 成矿模式

前 言

1982年,笔者在七十年代金矿地质勘探实践与成矿理论研究成果的基础上,曾提出过金矿成矿模式的初步设想。随着全球性新“采金热”的掀起,在南美和北美、在澳州与日本,在中国和苏联……在许多产金国家和地区,又涌现出一大批不同成因类型的金矿床,在找矿勘探中取得了重大的成功。它更新和突破了人们对金矿成矿理论的原有的认识,扩大了视野,出现了新的思路;在金矿成矿实验中的新进展,又补充修正、丰富和深化了成矿理论的解释,且建立了新的概念。为此,笔者拟在本文中对金矿成矿模式中的一般性特征与同行作进一步的切磋与探讨。

一、关于金矿的矿源

对于金矿矿源的探讨,与其它矿种类似,是研究成矿作用的关键,它不可避免地会有多种不同的甚至会有对立的认识。然而,在各产金国或地区,金矿床(点)经常成群分布和集中出现的事实,使人们无可置疑地承认,在客观上有金矿矿化集中区的存在。例如南非的维特瓦特斯兰德金矿带、加拿大安大略省的阿比提比金矿带、西澳的卡尔古里~康巴尔达金矿带等都是世界级的著名实例;中国的山东招掖金矿带、吉林省桦甸的夹皮沟金矿带和陕豫交界的小秦岭金矿带也同样是众所周知的金矿矿化集中区。在七十年代,有很多人都赞成或持有这样的认识,即在金的矿化集中区内,存在了含金丰度值较高的矿源层(岩)。其中占优势的是古老的含金岩石,特别是太古代花岗绿岩带中,富镁铁质的变质火山岩类,它常含有超过金克拉克值多倍,甚至超过1~2个数量级的微量金,即从几十ppb到几百以至可到达低品位金矿化的程度。进一步的金矿化,就是在这些含金丰度高的矿源层附近,通过尔后的地质事件,如区域变质和混合岩化等作用在有利的情况下逐步富集成矿的。这种或类似的解释,确实能合理地说明许多

在古老含金地体分布区内金矿化集中区存在的主要原因。然而,在七十年代末期以来,于环太平洋带勘探成功的新实例,使人们对金矿源的认识,又有了新的突破。例如日本菱刈鹿儿岛,美国加州麦克劳弗林,智利安第斯山科奎博地区埃·印弟奥等特大型火山~次火山热液型金矿的形成,显然系与深源的新金源有关,与太平洋板块相对于大陆板块的俯冲带分布区有关,而与富金的古老地体并无直接联系。我国的吉林刺猬沟金矿、台湾金瓜石金矿也有类似的深源特点。换言之,在环太平洋岩浆构造带,新时代(中、新生代)的深源金源是客观存在的。同时,进一步的金矿化,系与新时代的火山~次火山活动有直接关系,特别是与该地质事件的热液活动有密切的联系。应当认为,这类新时代的深源金矿源,是形成环太平洋带或其它时代较新的岩浆~构造活动带金矿化的基础,它有别于上述第一类古老金源形成的金矿化,它构成了新的金矿化集中区。

1984年,苏联公布了科拉半岛超深钻井的宝贵资料,Е·А·КОЗЛОВСКИЙ提出了大陆壳内在4.5~4.9公里下部,存在了一个液态的金矿源层,我国的张秋生教授正在深入开展这方面的研究。初步研究成果表明,该矿源层具有在高压下高浓度矿液的特点,由于后期浅成花岗质岩浆活动的侵位、火山作用及深断裂活动,使陆壳中的深源液态金矿源层中的金活化、迁移而富集成矿,从而控制了金矿化集中区的分布。这对于在深断裂发育与年轻的花岗质中小侵入体或火山岩分布区内存在的金矿化集中区,提供了一种新的矿源和成矿机理的认识。有人认为,该液态深源金矿源层的形成,是由于在上覆不透水层的复盖下,使长期活动于深部的富含卤素的自由水,经脱挥发作用后而形成的。G·N·Phillips和D·J·Groves 1986年也认为金是深源的产物。因而深源金源的研究显然应予以足够的重视。

美国近几年来在卡林型金矿勘探中的重大进展,特别是金坑金矿(Gold Quarry)的发现,不仅开创了寻找低品位微细浸染状金矿的新途径,同时,对金矿源层(岩)的涵义提出了新的概念。在内华达州古生代优地槽和冒地槽区分布的卡林型金矿,其主要矿源层志留-泥盆系罗勃兹山建造等含金层的金丰度均较上述几类矿源层为低,大多平均仅在8~12ppb范围内,即仅比克拉克值略高。然而在这一地区证实的大中型金矿已有二十余处,显然也是一个重要的金矿化集中区。我国辽宁白云山金矿也有类似情况,金矿明显受辽河群盖县组中段岩石所控制。该段的大理岩、片岩、变粒岩等多种岩石经吉林有色地质研究所分析,含量大部达到ppb级。湘西桂东一带金矿,据南京大学刘英俊的资料,赋矿层位含金也仅为4~9ppb。(如板溪群的五强溪组含金9.2ppb),与地壳中金的丰度值属同一数量级,这对金矿源层必须含高丰度金的概念带来了修正的必要性。智利埃·印弟奥金矿中的块状硫化物型金矿脉,在地下深达几十~一百二十米处的氧化带内,发现了因淋滤而次生富集的金矿;我国安徽铜陵地区发现且评价了分布广泛的铁帽金,从事实上说明了赋存在易溶围岩中的金是可以淋滤富集或残余富集的。卡林型金矿床中,有一类富炭质的原生矿石,其平均品位一般略高于其它矿石类型,而在六十年代,由于当时对在炭质物中的金尚未查清其赋存状态,在选矿工艺技术上还有困难而长期呆滞未能利用,直至七十年代初期,采用了强压预氧工艺才有所解决。联系到金在矿源层中的活化迁移特点,应当认为含金量固然重要,而金的赋存状态及含金围岩的物理化学性质也同样十分关键。人们还从研究卡林型矿床的成矿机制中得到重要启示。卡林型矿床的含矿围岩通常就是它的矿源层,虽然初始的金丰度颇低,但是这些岩石虽然包括了多种岩性,而其共

性是都具有较高的有效孔隙率(包括裂隙),可使循环热水易于流通;同时,这些围岩的组成矿物大多含有相当数量的易溶组分,如碳酸盐类矿物与硫化物等,使赋存于其中的微量金,在长期的循环热水作用下活化,迁移,再在适宜的地段沉淀富集。我国陕西二台子热水溶滤金矿的围岩(中泥盆统古道岭组)据微量金分析结果为8—24ppb,平均值为13—14ppb,仅略高于金的地壳平均丰度。但古道岭组的岩性为含粉砂岩、泥岩薄层的石灰岩、钙质细砂岩和钙质粉砂岩等,它们不仅孔隙率高,而且含相当数量的碳酸盐组份。或者岩石本身即为石灰岩。这些成分在热水溶滤过程中都极易被溶解淋滤,金可从中释放出来,转移到适当地点富集成矿。上述实例说明了在这种条件下形成的金矿化,虽然形成高品位的并不多,却常常可形成矿化规模较大的金矿。可以认为,金矿源层的涵义,应包括两方面的基本内容:其一,为含金丰度相对较高且具有一定规模的含金地质体。含金丰度较高系相对于金的克拉克值而言,其中既包括在特定地质条件下形成的高丰度含金地质体如太古代花岗—绿岩带中的富镁铁质火山岩类等古老变质岩系,也包括符合下述条件金丰度仅略高于克拉克值的含金地质体。其二,该地质体的物质组成与金在其中的赋存状态能在地质作用下相对较易于活化和迁移。

以上扼要地讨论了几种金源和有关矿源层(岩)的新概念,至于金的宇宙源问题,从推理上讲,如果加拿大肖德贝里铜镍矿的宇宙(陨石)成因能够证实,对于金矿也应有此可能。因为铁质陨石和球粒陨石中的金丰度远高于任何已知岩石类型。但至少目前还缺乏必要的实际材料作为实质性讨论的依据,故暂不列入金的宇宙源。

二、金矿成矿作用中的能源与介质讨论

仅有金源,如果没有适宜的地质作用来提供能源以促使金的活化和迁移,是不能形成金的富集的,地质证据和实验研究表明,金的物理化学性质和地球化学行为证实了金活化迁移的主要形式是在不同酸碱度的热水溶液中,以多种金络合物的形式进行的,其次为低温(可达室温以下)水溶液中的金络合物、胶体、极微细粒乃至机械碎屑;而在固态下在岩石中的扩散迁移或在岩浆熔体中以原子状态的运移皆仅仅具有理论意义而与成矿作用关系不大。因此,与金矿化有关的能源主要为各种成因的热源和动力,如岩浆活动,火山作用、区域变质与混合岩化等,这些均已有多方面论述,故在此兹不赘述。而在诸能源中,常受忽视的是构造成矿作用。过去,对于各种构造,特别是断裂构造往往只强调在成矿过程中可为成矿溶液提供通道或成为容矿储矿的空间,对于各种构造岩,也常从岩性特点来观察它的含矿性或矿化类型。而近期的新观点则还需着重构造运动,尤其是断裂运动在促使成矿物质活化、转移乃至富集成矿中的能动作用。断裂运动本身可产生巨大的机械能,且能转换为热能与化学能,因而它也是金矿成矿作用中的重要能源。鉴于金等成矿物质在迁移中的总趋向,系从高能位至低能位。断裂正是能量集中后释放的低能部位,又具有必要的空间,因而断裂构造,特别是低级别的断裂构造发育处,常常是成矿、容矿的有利地段。例如在吉林的夹皮沟金矿和河北的金厂峪金矿,金矿化多发育在角闪岩相围岩中动力退化变质带的各类构造岩中;加拿大赫姆洛地区,部分金矿化产于高变质相片麻岩分布区的韧性剪切带与其它断裂构造中,这些实例都说明了断裂构造在金矿

成矿过程中的重要作用。

热水溶液在活化、迁移与沉淀富集金的过程中,是极为重要的介质。迄今为止,在世界各地,尚未证实有工业意义独立的岩浆型金矿床和伟晶岩型金矿存在。这一事实表明,金在硅酸盐熔体结晶成岩期及伟晶岩的形成中难以富集成矿。不论持有何种观点,在广义的各种内生金矿中皆具有热液活动的特色。例如产于鞍山群中的夹皮沟金矿带的多数矿床系区域变质热液金矿,但后期岩浆热液活动对其有迭加改造作用,而同一矿带的红旗沟金矿,金厂金矿则系热水溶滤成因,该区北部地槽区的二道甸子金矿则属接触变质热液型金矿。这说明了同一矿带中不同类型的金矿化皆与不同成因的热液有关。其他如胶东金矿则系混合岩化热液或重熔岩浆热液金矿。黑龙江团结构金矿为斑岩型金矿,台湾金瓜石为火山热液型金银矿,金矿几无例外皆与热液活动有关。即使是外生的沉积金矿,沉积作用本身所形成的金的富集,一般只能达到现代沉积金矿即砂金的富集程度,若需达到金的最低工业矿化,一般也需经不同成因热液的迭加改造。如南非“兰德”型沉积变质改造金矿就具有明显的变质作用迭加和热液活动痕迹。所以,从某种意义上讲,几乎所有的岩金矿床,都具有程度不同的热液活动。也可以认为,没有热液活动,就难以形成金的富集。其实,形成砂金的富集,有工业意义的也离不开流水的作用。只不过这种流水的水温低,平均在室温以下不能称作“热液”而已。至于热液的来源或成因,当然也是多种多源的。可以“多元”的术语来概括。有岩浆热液、火山热液、变质热液到混合岩化热液,还可有来自天水的下渗受热形成的热液。以前,对于热液来源的解释常常从直观的地质背景出发,如在变质岩或混合岩分布区,在岩浆岩或火山岩地区,常认为热液就是相应地质事件的产物,而在国内外许多金矿如美国的卡林和我国的二台子等金矿虽在矿区附近有中、新生代的火成活动,但热液性质证实为非岩浆热液也非火山热液,而是火成活动加热的天水,由此可见,对成矿热液的成因必须具体分析。

三、关于金矿成矿的一般模式

这里系指在不同成因类型的金矿成矿作用中,其某些基本特点是共同的。

金矿成矿作用首先是需要有矿源,文中已作过论述,金的来源既有深源即幔源及地壳深部,也有浅源即大部分壳源及近地表。概括而言是“多源”的,而对某一具体金矿床而言,常以某一种来源为主而迭加了其它次要的来源。查明矿质来源,是研究成矿作用的重要基础。

其二,需要有驱动或促使在不同矿源中金活化迁移的能源。能源种类和成因也是多种多样的,地史中的任一地质事件,几乎都可提供不同类型和规模的能源,因而研究矿区的区域地质发展史,特别是深入研究各个地质事件的特点和证据,将是研究成矿作用的关键。

其三,要有热水溶液流动的构造系统。它既包括区域性及矿区范围内的岩石原生构造,更重要的是在区域及矿区内出现的断裂和褶皱构造,特别是前者,在构成热水溶液流通中是十分必要的条件。

概括而言,在有矿源,又有能源的地区,加上在该地具备了驱动热水溶液流通的构造系统,则就有可能在有利的地段形成不同规模的金的富集。这就是金矿成矿的一般模式。各种不同

成因类型的金矿床,就是矿源不同,能源不同和构造系统相异的某种金矿类型,可以下式作为金矿成矿作用一般模式的概括:

能源类型(变质、岩浆、火山、地热……)十介质(各种成因的水溶液)十通道(围岩孔隙、裂隙、不同性质的断裂、褶皱)→流动热液十矿源(围岩、浅源、深源……)→含矿热液运移(或分散或富集成矿)

四、结语

中国金矿的成矿模式显然也应遵循上述的一般模式。但由于中国地台具有明显的活化特点,中国境内的地壳发展演化特点与国外主要产金国不尽相同,因而其成矿模式也将具有某些自身的特点。如产于华北地台的太古代绿岩带金矿与西澳乌伦娜诺斯曼绿岩带金矿,南非巴比顿绿岩带金矿,加拿大阿比提比金矿带相比,后者在形成之后相对比较稳定,变质程度较低,大部分含金建造为绿片岩相,达角闪岩相者少见,而前者(如桦甸、迁西)在绿岩带形成后,多次遭受后期重大地质事件影响,含金建造普遍为角闪岩相或变质更深,先成矿床经受了后阶段成矿作用的叠加、改造、富集形成多阶段、多源、多成因的具有中国特色的绿岩带金矿。其他类型金矿也有类似情况,如中国的沉积变质改造型金矿,变质程度也较强烈,在古老变质含金建造附近混合岩化与重熔特点十分明显,由于陆壳不同地带含金建造分布不均匀。即使同一类型金矿在不同地区也有不同特征,如下元古界含铁硅质建造中的金矿床,在我国黑龙江东风山为金-钴建造。而在美国 Homestake 金矿则为金-镍建造。综上所述,虽然一般的金矿成矿模式也应适用于中国金矿。但仍有其本身的特色。在建立中国金矿成矿模式中,应该突出符合中国金矿成矿规律和地质背景的特点。

参考文献

- (1)周明宝 金矿成矿模式的探讨<长春地质学院学报>1983年2期
- (2)陈光远 金的成矿机理<四川地质科技情报>1983年增刊
- (3)朱奉三 国外金矿地质与勘探的现状与发展趋向<地质与勘探>87年1期
- (4)张秋生 大陆边缘古地壳深部液态含金矿源层——环太平洋成矿带会议发言稿
- (5)朱奉三 我国金矿地质勘探与科研工作的回顾与展望——冶金地质金矿学术讨论会论文 87年10月
- (6)J. J. Bache Les Gisements D'or dans Le Monde 1980
- (7)V. F. Hollister Discoveries of Epithermal Precious Metal Deposits 1985

DISCUSSION ON SOME PROBLEMS CONCERNING Au—METALLOGENIC MODELS

Zhou Mingbao

(Chang Chun College of Geological Technology)

Abstract

This paper is a supplement and further discussion of the author's article- "Discussion on the Gold Genetic Model" Published in 1983.

According to the new discoveries of large gold deposits located around the Circum-Pacific Belt since 70's, it is possible to assume that certain gold source may be existed in a deep site beneath the areas of gold mineralization-concentration zones.

This paper points out to revise the concept of shallow source bed is necessary, i. e. the absolute contents of trace gold in source bed is not necessary to be very high, moreover, the existing state of gold in minerals & rocks and the lithologic property of host rocks are of the same importance with the abundance of Au in these rocks.

The problem of energy source and medium of old migration are discussed here, further more the author expounds the mechanical energy may transfer to heat & chemical energy during faulting movement, and become one of the main sources of energy during gold mineralization. Several examples are introduced to demonstrate that "hydrothermal solution"—the medium, always plays an important role in gold mineralization, however we have to notice the practical function of hydrothermal activity in each case. Finally, the author proposes a general model of gold mineralization, and suggests that the main idea of designing the particular genetic model of gold deposits in China, i. e. this model has to match peculiar features of the geologic background and practical gold mineralization in China.