

蛇绿岩带碳酸盐化超基性岩金矿床的成矿特征*

黄婉康 冉红彦

(中国科学院广州地球化学研究所, 广州 510640)

关键词 金矿床 超基性岩 碳酸盐化 蛇绿岩

近年来,我国在蛇绿岩带陆续发现一些金矿床,如新疆达拉布特蛇绿岩带的萨尔托海 I、V 金矿,云南哀牢山蛇绿岩带北段老王寨矿田及南段墨江金矿,陕西碧口群蛇绿岩煎茶岭金矿等大型和中型矿床。这些矿床分布在碳酸盐化超基性岩体内及内、外接触带上,它们被称为超基性岩蚀变热液型金矿床^[1],或含金蛇绿岩建造中的蚀变蛇绿岩型金矿床^[2]。本文着重研究与碳酸盐化超基性岩有关的金矿床及有关矿区金矿的成矿特征和成矿模式。

1 超基性岩是成矿的重要物质来源

各矿区的超基性岩属镁质超基性岩,并发生强烈碳酸盐化形成了滑镁岩、菱镁岩,同时析出大量 SiO₂ 形成(岩体边缘的)硅化带,蚀变岩型金矿石就在此基础上发育而成。如萨尔托海 I 的金矿体产在岩体中间,煎茶岭矿体围绕岩体边缘。

该类型矿床金矿石的共同特点是 Ni、Cr、Co 元素含量高。在煎茶岭矿区,蚀变白云岩型金矿石的 Ni、Cr、Co 含量分别为 1505、1566 和 79($\times 10^{-6}$),它们比非矿白云岩中相应元素含量高 2.5~23 倍,而与蛇纹岩的相应元素含量(2124、1720、75 $\times 10^{-6}$)相当。各类型金矿石中均有一些 Ni、Co 矿物,各矿区与金矿化关系密切的蚀变矿物铬水云母的普遍出现等,都显示了金矿石继承超基性岩的地球化学特征,而各矿区的超基性岩和基性岩又都具有较高的 Au 背景值,萨尔托海岩体 Au($10\sim 40$) $\times 10^{-9}$,煎茶岭岩体 9×10^{-9} 。因而,这些矿区的超基性岩是金矿床的重要物质来源。

2 构造对成矿的控制

蛇绿岩带的超基性岩体均分布于长期活动的、多旋回构造-岩浆活动的深断裂带上,它们及其次级断裂系既是成矿流体活动的通道又是赋矿的有利部位。哀牢山蛇绿岩北段金矿成矿带受区域韧性剪切带和蛇绿岩带的复合带所控制,矿体常赋存于 NW 向之韧性剪切带与东西向逆冲断裂带交汇部位的次级断裂及其派生的层间破碎带中^[3];墨江金矿受金厂逆冲推覆构造控制,其次级北西向及早期东西向构造是赋矿部位。况且,萨尔托海金矿体赋存的碳酸盐化超基性岩体呈雁行排列,以及煎茶岭矿区金矿体的形态和品位受制于断裂的舒缓变化等,都表

收稿日期:1996-1-8;修改稿:1996-4-29 第一作者简介:黄婉康 女 1935年生 研究员 矿物学 地球化学
* 本文英文稿刊于《中国科学院广州地球化学所第 30 届国际地质大会文集》(英文,1996)

明有利的构造部位是矿床形成的关键。

在这些矿区,金矿石的类型是多种多样的。除了滑镁岩型、菱镁岩型金矿石外,还有蚀变白云岩型金矿石、钠长斑岩型金矿石(煎茶岭)、石英岩型金矿石、石英脉型金矿石(墨江)、蚀变玄武岩型金矿石、煌斑岩型金矿石、绢云母千枚岩型矿石、变石英杂岩型矿石(老王寨)等。这种情况表明金矿化对母岩岩性的选择并不强,只要在构造有利部位,蚀变超基性岩、基性岩和围岩都可能成为矿化体。由于该类超基性岩体处于深断裂上,而且在 CO_2 流体的作用下比其它岩石更容易发生变化,因而是最有利的成矿母岩。超基性岩体与围岩的接触带及碳酸盐化过程产生的硅化体由于性脆易于发生断裂,故而矿体常产在这些部位。

3 成矿阶段和蚀变作用

与金矿化关系密切的蚀变作用是硅化、黄铁矿化、碳酸盐化、滑石化、蛇纹石化及特征的铬水云母化。这类矿床金矿化大体分以下几个阶段:(1)早期硅化阶段:形成了岩体边部及围岩中的硅化体,并可能有弱的金矿化。(2)硅化-黄铁矿化-碳酸盐化阶段:这时在早期硅质体中发育了铬水云母、黄铁矿、碳酸盐,稍晚可有网脉状石英脉,形成了各矿区的蚀变超基性岩型金矿石、蚀变白云岩型矿石、石英岩型矿石等。这些矿石金品位一般为数克/吨,形成了成色很高(煎茶岭 981.16, 萨-I 943)的微细粒金。(3)多硫化物(硫盐)-硅化阶段:不同于早期形成的乳白色无石英脉。本阶段的含金石英脉带淡灰色色调,墨江矿区的富金石英脉还呈特别的“裙边构造”,系由硫化物和碳酸盐矿物呈花边状排列而成。脉中除有黄铁矿、辉砷镍矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿等外,含锑硫盐和辉锑矿也频频出现,包括黝铜矿、砷黝铜矿、银黝铜矿、硫锑铜矿等。此阶段又分为两个亚阶段。早期的硫盐-石英脉亚阶段金品位高,一般为数十克/吨,也可达数百克/吨,并形成工业矿体。稍晚的辉锑矿-石英脉亚阶段矿化规模小,但出现明金,金的成色降至 810~850(墨江矿区)。(4)碳酸盐-石英脉阶段是金矿化之后发育的很弱的石英-方解石-白云石脉,并可含辉锑矿(墨江)、雄黄和雌黄(煎茶岭)等矿物。

上述金成矿阶段及各阶段共生元素都与法国中央地块北部剪切带金矿化的三期成矿模式相似^[4]。蚀变岩型矿石中出现黄铁矿的压力影、层状蚀变矿物的膝折、黄铁矿-石英网脉的微型褶皱等也显示成矿过程有剪切性质的构造活动。

4 成矿时代与岩体侵位时代

该类型金矿的成矿时代可能与岩体侵位时代相近,而更多的情况是金矿化发生于更晚的构造-岩浆旋回中。几个矿区中只有达拉布特蛇绿岩带的形成时代($395 \pm 12 \text{ Ma}$)与金矿化时代相近($346.6 \pm 1.1 \text{ Ma}$),即古生代。在哀牢山,沿九甲—墨江深断裂分布的超基性岩在海西晚期—印支期已侵位,而南段墨江矿区金矿成矿时代为燕山晚期($70 \sim 112 \text{ Ma}$),北段老王寨等矿区金的成矿时代为燕山晚期(115.9 Ma)及喜马拉雅期($28.4 \sim 43 \text{ Ma}$)^[5];煎茶岭矿区超基性岩体侵位于晚元古代,此后又发育了加里东期及海西期构造运动和中-酸性岩浆活动,金的成矿时代则可能在海西期^[5]或燕山期(144.2 Ma)^[6]。这些情况表明,本类型矿床可以是蛇绿岩带超基性侵位后紧接着成矿,或是在经历了后期(多次)构造-岩浆活动旋回后而成矿,甚至出现两次矿化(哀牢山北段)。

5 成矿流体的多来源及其活动的区域性

上述各金矿床出现了多种元素,它们具不同的来源,包括超基性岩元素簇群 Cr、Ni、Co,酸性元素簇群 W、Mo、Cu、Pb、Zn、Sb、B、F 和成矿热液携入的元素 Hg、As、Bi 等。

各矿区的氢、氧、硫等稳定同位素成分指示了成矿流体的性质和来源。萨-I 矿区矿石 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 12.45‰~17.12‰,与其平衡的水的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 为 7.99‰~11.73‰^[7]。煎茶岭矿区蛇纹岩样品的氢、氧同位素成分分布范围与萨 I 相似^[8]。墨江矿区石英样品 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ -4.44‰~3.55‰, $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$ -95.74‰~-170.51‰^[9]。哀牢山北段金矿带的全硅化超基性岩型矿体中的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 为 1.54‰~2.86‰, $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$ 为 -105.1‰~-94.1‰;绢云母千枚岩型矿石石英的 $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$ 是 -95.8‰, $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 为 3.38‰;晚期辉锑矿-石英脉中 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 是 6.91‰~7.21‰^[3]。由此可见,不同矿区甚至不同矿化阶段成矿流体的性质和来源都不尽相同,它们可能是与蛇绿岩同构造-岩浆旋回的岩浆水和海水的混合,也可以是后构造-岩浆旋回的酸性岩浆热液、大气降水、区域的或各种成因的变质热液。

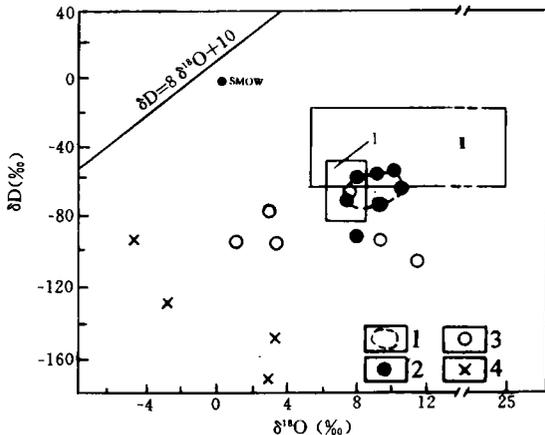


图1 蛇绿岩带碳酸盐化超基性岩金矿床成矿流体的 $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$ - $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 关系

1. 萨尔托海-I 金矿石(周美付,1987);
2. 煎茶岭矿区的蛇纹岩(庞春勇等,1991);
3. 哀牢山北段金矿石(唐尚鹤等,1994);
4. 墨江矿区金矿石(李元,1992)

各矿区硫同位素组成也显示了成矿流体多来源的特征。萨-I 矿区黄铁矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 变化范围是 +0.1‰~+4.3‰,平均为 0.76‰,哀牢山北段金矿床矿石中硫化物 $\delta^{34}\text{S}$ 是 -2.22‰~+2.77‰,平均为 +0.13‰,它们接近地幔的硫同位素值;墨江矿区矿石样品 $\delta^{34}\text{S}$ 变化范围是 -1.7‰~-7.0‰,平均值 -4.0‰,煎茶岭矿区各类型金矿石的 $\delta^{34}\text{S}$ 为 8.6‰~17‰^[5]。这两个矿区的超基性岩、酸性岩、镍矿石中硫化物的硫同位素组成又都在金矿石的分布范围内;煎茶岭矿区全区样品的峰值为 10‰~11.1‰,矿区碳质板岩中黄铁矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 为 24.7‰。看来,矿区的硫是多来源的,可能是酸性岩浆、区域地层及超基性岩硫的混合。从这两个矿区各地质单元中硫同位素成分差别不大以及勉略宁地带各种类型的金矿床(包括绿岩型金矿化、基性岩

型及变质火山岩型金矿床等)的 $\delta^{34}\text{S}$ 峰值也都在 +9‰~+12‰范围内等情况看来,该成矿流体曾在区域内活动,并对各种地质体进行了广泛的交换平衡。

根据上述成矿特征,对碳酸盐化超基性岩型金矿床提出如下成矿模式:在蛇绿岩形成超基性岩侵位之后,深部富 CO_2 流体受该构造带热流的驱动而对流、循环,并对所有地质体(首先是超基性岩和基性岩)进行平衡交换,使超基性岩发生碳酸盐化和硅化作用,并使各种成矿元素汇集于流体中。在有利的成矿环境和成矿部位形成贫金硅质体。随着构造发育和流体的循

环,最后形成富金硅质体。

金的成矿作用可以发生于形成蛇绿岩带的同一构造旋回中,也可以发生在深断裂带复活并伴有中-酸性岩浆侵入的后期多次构造-岩浆旋回中。与蛇绿岩带同构造-岩浆旋回成矿的金矿床成矿物质可能主要来自蛇绿岩带,其成矿流体具地幔特征,如萨-I矿床。另一方面,后构造-岩浆旋回成矿金矿床的物质则比较复杂,其成矿流体混合了岩浆水、区域变质水、大气水。哀牢山南带和北带的金矿床及煎茶岭金矿床就是后构造-岩浆旋回成矿的。

参 考 文 献

- 1 张海涛,杨家瑞,薛道政. 超基性岩蚀变热液型金矿床——云南金厂矿床成因探讨. 云南地质,1984,8(4): 311~325
- 2 杨芳林. 蛇绿岩含金建造及其成矿机理探讨. 见:沈阳地质矿产研究所编. 中国地质科学院沈阳地质矿产研究所集刊(第1号). 北京:地震出版社,1992. 211~219
- 3 唐尚鹤,李经典,何叔欣等. 哀牢山北段构造蚀变带金矿成矿条件及找矿方向. 见:沈阳地质矿产研究所编. 中国金矿主要类型找矿方向与找矿方法文集. 北京:地质出版社,1994. 35~98
- 4 Bonnemaison M and Marcoux E. Auriferous mineralization in some shear-zone: A three-stage model of metallogenesis. Miner. Deposita,1990,25(2): 96~104
- 5 罗才让等. 陕西勉略宁地区金矿类型、找矿预测和靶区优选,见:崔岚,寸圭主编,黄金地质科研成果摘要汇编. 天津:天津科学技术出版社,1994. 17~20
- 6 黄婉康,甘先平,单祖翔等. 陕西煎茶岭金矿区的岩石及成矿时代. 地球化学,1996(待刊)
- 7 周美付. 新疆托里萨-I金矿化特征及成因研究. 地质找矿论丛,1987,2(3): 8~19
- 8 庞春勇,陈民扬. 煎茶岭地区同位素年龄数据及其地质意义. 矿产与地质,1991,7: 354~360
- 9 李元. 墨江金矿床成矿物质来源探讨. 云南地质,1992,11(2): 130~142

The Metallogenetic Characteristics of Gold Deposits Related to Carbonatized Ultramafites in Ophiolites

Huang Wankang Ran Hongyang

(Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640)

Abstract The metallogenetic characteristics of gold deposits related to carbonatized ultramafites, such as Sartohey-I, Mojiang and Jianchaling gold deposits as well as Laowangzhai gold ore-field, are reported as follows: 1) Many ore-forming materials of gold deposits are inherited from the ultramafites; 2) The tectonic and fracture systems are not only as the channels of the ore-fluid movement, but also as the beneficial ore-forming positions; 3) There are several ore-forming stages and characteristic alterations; 4) Their metallogenetic epoch may be close to the time of ultramafite emplacement, but they are mostly produced during the later structure-magmatic cycles; 5) The isotopic data show that their metallogenetic fluids come from polysources. On the basis mentioned above, the mineralization model for this kind of gold ores is suggested.

Key words gold deposit; ultramafite; carbonation; ophillite