与侵入岩有关的金矿体系①

谭运金编译
(桂林矿产地质研究院, 广西 桂林　541004)

摘　要: 与侵入岩有关的金矿体系的主要特点: 1. 大地构造位置是会聚板块边缘的内侧。这种部位的大陆岩浆作用往往形成了同时代的碱性、偏铝钙碱性和过铝成分的侵入岩; 2. 显生宙, 尤其是海西期和燕山期形成的侵入岩是与侵入岩金矿床有关的最佳侵入岩, 其中最有利的部位是已知钨、锡矿床产出部位; 3. 成矿母岩是中性到酸性成分的偏铝、次碱性侵入岩, 介于钛铁矿系列与磁铁矿系列之间; 4. 成矿流体是富碳的热流体; 5. 金属组合是 Au 与 Bi、W、As、Mo、Te 或 Sb 组合, 贱金属含量低; 6. 硫化物含量低, 一般低于 5%, 显示还原性质的矿石矿物组合, 特征的矿物组成是毒砂和磁黄铁矿, 缺失磁铁矿和赤铁矿; 7. 除了浅成条件下形成的金矿床, 该金矿体系的热液蚀变较弱, 常见的蚀变产物是白云母- 绢云母- 绿泥石- 碳酸盐集合体。

关键词: 侵入岩; 金矿体系; 成矿特征
中图分类号: P611. 1; P618. 51　　**文献标识码**: A　　**文章编号**: 1001- 5663(2002)03- 0129- 07

最近几年来, 与侵入岩有关的金矿的找矿与研究工作取得了很大的进展, 发现了许多储量超过 30t 的大型金矿床。例如, 加拿大育空和美国阿拉斯加地区的 Fort Knox (210t), Donlin Creek (315t), Pogo (160t), Dublin Gulch、True North 和 Brewey Creek (40t); 捷克共和国的 Mokrsko (120t); 哈萨克斯坦的 Vasilkorskoe (300t); 西班牙的 Salav (30t); 玻利维亚的 Korri Kollo (160t) 及澳大利亚的 Kidston (140t)。随着人们对此类矿床的重视和研究工作的深入, 将会有更多、更大的与侵入岩有关的金矿床展现在世人面前。

如图 1 所示, 与侵入岩有关的金矿床在世界上分布广泛, 主要矿床集中在地中海—中亚成矿带和环太平洋成矿带。这两个成矿带都经过我国, 其经过的地区, 不仅是我国侵入岩的重要产区, 也是我国与侵入岩有关的钨、锡、钼、铋、铜、铅锌等金属矿床集中区, 也将成为我国与侵入岩有关金矿床的产地。因此, 将国外有关"与侵入岩有关的金矿体系"(以下简称体系) 的研究成果作简要的综述, 以推动新一轮的金矿找矿高潮。

1　体系界定(定义)

与侵入岩有关的金矿体系是指在成因和空间上与侵入岩有密切联系的金矿床总称。在已往的文献中, 曾出现过"斑岩型金矿床"、"与侵入岩有关的细脉—浸染状金矿床"、"与深成岩有关的金矿床"等名称。

虽然, 与侵入岩有关的金矿床, 尤其是在浅成条件下形成的与侵入岩有关的金矿床, 在成矿作用、矿床类型及其分带特征上, 与斑岩型金矿床类似。但是, 与侵入岩有关的金矿床以其独特的成矿流体、共生侵入岩和流体的还原性、Au 与 Bi、Te、W 的特征金属组合及亏损贱金属等特征, 区别于传统的斑岩型矿床。

与侵入岩有关的金矿床与碱性 Cu- Au- Ag± Fe 矿床, 区别在于后者与橄榄玄粗岩的火山岩带及其共生的侵入岩有关。根据矿床形成的大地构造背景、相关侵入岩的岩性组成、岩浆和成矿流体的氧化—还原性质、金属组合及流体组成等特征, 可以清晰地鉴别这两类金矿床。

在侵入岩和成矿流体的还原性及成矿深度等特征上, 与侵入岩有关的金矿体类似于富锡和富钨的岩浆—热液体系。两者的区别表现为: 与侵入岩有关的金矿床系, 其成矿流体的流动性较低, 蚀变作用较弱; 相关侵入岩的过铝性低; 矿床类型的变化较复杂。两类矿床的金属组合存在着重合性, 又表现出明显的区别。

① 收稿日期: 2002- 02- 10　作者简介: 谭运金(1941-), 男, 湖南衡阳市人。教授级高级工程师, 长期从事地质找矿及矿床研究工作

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

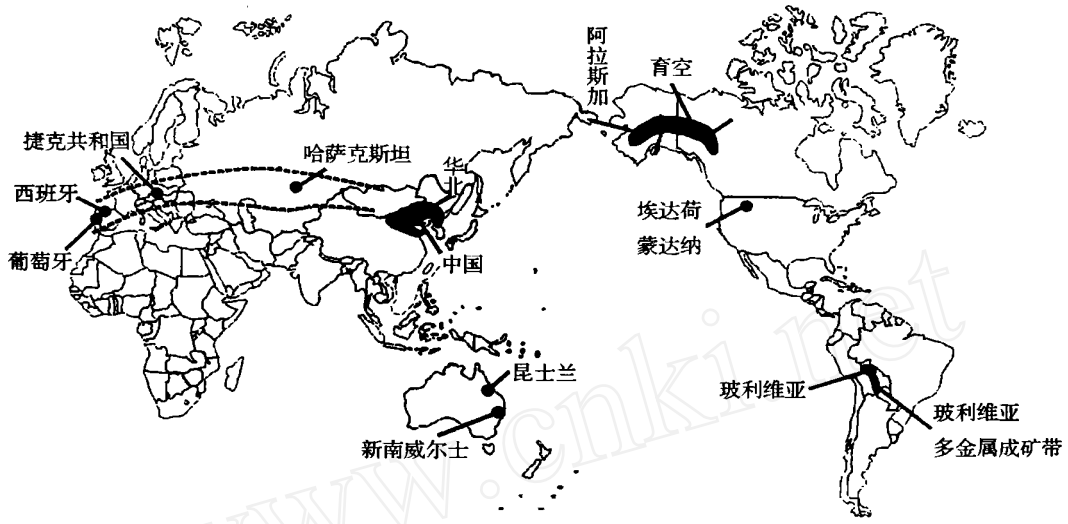

图 1　主要的与侵入岩有关的金矿体系及其相关深成岩区的位置(据 Thompson 等 1999 和 Lang 等 2000)

Fig 1　Location of major, recognized intrusion-related gold systems and related plutonic provinces. Diagram after Thompson et al. 1999 and lang et al 2000

"造山带"脉状金矿床具有与侵入岩有关的金矿体系的许多特征, 尤其是流体的组分, 金属组合和蚀变作用特征等。它们的差别在于与侵入岩有关的金矿体系, 其成矿作用在时间和空间上表现分带性, 从侵入岩的席状脉或网脉系统演变为侵入岩外侧的富贱金属脉;"造山带"金矿床未出现这种分带现象。"造山带"金矿床以强烈的绢云母—铁白云石—碳酸盐蚀变为典型特征, 碱性长石蚀变作用较弱, 甚至缺失。

鉴于在形成矿床的岩浆—热液性质、成矿方式、矿床的金属组合及其与有关侵入岩的空间联系等方面具有共性, Lang 等(2000)提议, 采用"与侵入岩有关的金矿床体系"名称。

与侵入岩有关的金矿床系的基本特征是:

(1)与这类金矿床有空间、成因联系的侵入岩, 其岩性是介于磁铁矿系列与钛铁矿系列之间的中性到酸性的偏铝、次碱性侵入岩。

(2)成矿流体是岩浆分异演化成的富碳热液;

(3)矿石的成矿元素组合是 Au 与 Bi、W、As、Mo、Te 或 Sb 等组成的各种元素组合。它们以贫 Cu、Pb、Zn 等贱金属的元素为特征。

(4)矿床中的硫化物含量低, 一般少于 5%。矿石的矿物组合具还原特征, 标型矿物是毒砂、磁黄铁矿和黄铁矿, 缺失磁铁矿和赤铁矿。

(5)除了浅成条件下形成的金矿床外, 这类矿床的近矿热液蚀变作用较弱。常见的蚀变作用产物是白云母—绢云母—绿泥石—碳酸盐类矿物组合;

(6)矿床产出的大地构造位置是会聚于板块边缘的内侧。这种部位的岩浆活动产生了同时代碱性、偏铝钙碱性和过铝成分岩石组成的侵入岩;

(7)侵入岩的成岩时代以显生宙(主要是海西期和燕山期晚期)为主。岩浆区内存在钨、锡矿床的区域尤为重要。

2　体系的地质构造环境

与侵入岩有关的金矿床体系, 其产出的大地构造环境的研究尚待完善。Goldfarp 等(2000)在分析了某些与侵入岩有关的金矿体系及其相关深成岩产出的大地构造环境后, 认为与侵入岩有关的金矿体系, 其产出的最有利的区域构造—岩浆环境是与大陆增生到碰撞、俯冲作用有关的造山带。根据这种认识, 他们提出, 华北地块的中生代岩石展布区和从伊伯利亚(Iberia), 经过中亚, 抵达中国北部的造山带是与侵入岩有关的金矿床找矿前景最佳的区域。Flanigan 等(2000)研究了 Tintin 金矿带后发现, 与侵入岩有关的金矿床也可以产于在时间和空间上有变化的构造环境中。例如, 构成 Tintin 金矿带东北端的中白垩世深成岩带的 Tombston 深成岩套, 是由同时代的碱性

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

偏铝侵入岩和过铝侵入岩组成, 它们可能是在沿主要的逆掩断裂发生局部扩张时, 侵位于古老大陆壳内, 给人们造成它们是在弧后或前陆环境中形成的印象。阿拉斯加西南部的晚白垩世侵入岩明显地具有与消减作用直接联系的证据。绝大多数或甚至全部的与侵入岩有关的金矿体形成在古老的典型克拉通大陆壳内部, 在岩浆活动时, 它们已经远离会聚边缘活动带。

3 与体系相关的火成岩及其特征

与侵入岩有关的金矿体系, 其相关的火成岩是岩浆迅速侵位、快速冷凝的多相杂岩, 它们呈岩基、或大或小的深成岩体、不规则状岩瘤、岩穹, 或岩墙和岩床群产出。

侵入岩周边发育了宽达数公里的接触变质晕圈, 如育空和阿拉斯加地区。有的地区, 如伊伯利亚北部, 其侵入岩的接触变质晕圈的宽度有限。

与侵入岩有关的金矿体系, 其相关侵入岩的岩性组成变化很大, 最常见的岩石类型是偏铝、次碱性的中性到酸性侵入岩。在微量元素判别图上, 包括了板内的、碰撞的和火山弧的各种岩石类型。在许多地区的侵入岩中, 含有少量的硅质过饱和至硅质未饱和的碱性侵入岩。Newberry 等(2000)发现, Tintin 金矿带的相关侵入岩, 其岩性组成在空间和时间上表现出极大的变化。在 Tombston 深成岩套, 沿岩带的长轴方向往往出现碱性侵入岩和少量的煌斑岩岩墙, 显示曾经广泛发育过基性、碱性岩浆活动。在育空地区, 既存在着大的、弧立产出的深成岩体, 也有呈带状产出的细小岩体, 它们是巨大的偏铝侵入体的分异作用产物。在伊伯利亚的岩套中, 过铝深成岩是其主要的岩石类型。一般说来, 与侵入岩有关的金矿体系, 其相关侵入岩是在空间和时间上出现重叠的碱性偏铝火成岩和过铝火成岩。

根据地球化学有关参数和钛铁矿、磁铁矿的存在与否或含量多少, 可以判断侵入岩形成环境的氧化—还原条件。鉴于与侵入岩有关的金矿体系, 其相关侵入岩含少量至大量钛铁矿, 缺失或仅含微量的磁铁矿, 确定这类侵入岩是在氧逸度较低的还原条件下形成的。但是, 不同的金矿床体系, 其有关参数差别较大。例如, 在碱性侵入岩中出现磁铁矿—钛铁矿组合, 过铝侵入岩总是富含钛铁矿, 显示前者成岩时的氧逸度较高, 后者成岩时的氧逸度较低。绝大多数侵入岩形成于中等氧逸度条件, 与 Thompson 等(1999)标定的主要金属的岩浆—热液矿床和不同组成的侵入岩之间的经验关系一致(图 2)。采用与碱度、氧化状态相关的地球化学模式, 可以鉴别哪种组成的侵入岩最有利于形成金矿床。

在与侵入岩有关的金矿系的形成中, 岩浆活动是最基本的和关键的因素。其中尤为重要的是: 岩浆来源、岩浆的分异演化作用和岩浆内的挥发组分及其熔出作用。

Nd- Sr- O- Pb 同位素资料表明, 与侵入岩有关的金矿体系, 其相关侵入岩的成岩物质主要来自古老大陆地壳, 也不排除软流圈或岩石圈地幔的潜在作用。在与基性的碱性岩浆同时间、同空间形成的典型酸性至中性次碱性侵入岩中, 地幔组成的重要性是显而易见的。基性的碱性岩浆的作用是为钙碱性熔浆提供挥发组分和金属, 也可以作为这类熔浆的挥发组分析出和金属迁移的催化剂。这两种作用对于与侵入岩有关的金矿体系的成矿作用来说, 都是十分重要的。

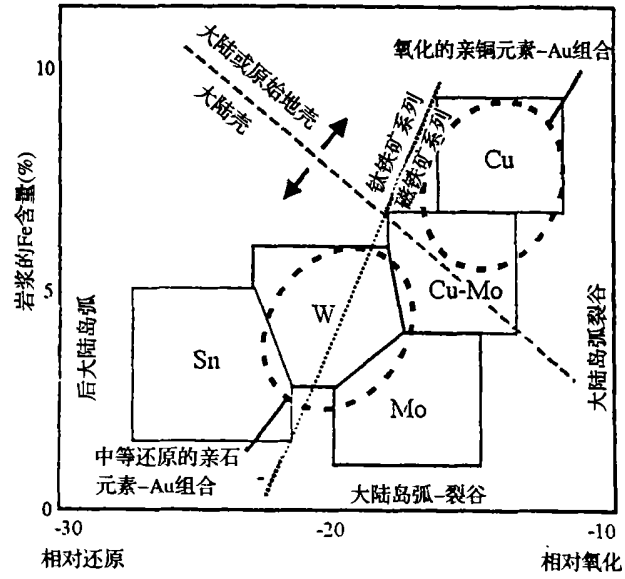

图 2 成矿特征不同的岩浆的分异程度与其氧化态的关系图

Fig 2 A schematic representation of the relationship between degree of fractionation and oxidation state for magmas associated with different dominant metal assemblages

在某些与侵入岩有关的金矿床的成矿作用中, 岩浆分异作用是十分重要的。例如, 在 Fort Knox 和 Timbarra 矿床中, 金矿化与岩浆岩中分异最好的岩相之间存在着空间和时间联系。在育空和 Timbarra, 则普遍出现晚阶段的含矿细晶岩和伟晶岩, 它们沿走向渐变为含金石英脉, 这一现象表明, 成矿流体聚集在岩浆演化的晚阶段岩相中。黑云母和磷灰石的矿物化学资料表明, 即使是难以鉴别的岩浆分异作用, 都

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

存在着挥发组分活动性的明显变化。

在与侵入岩有关的金矿体系的热液脉内,其流体包裹体含有丰富的CO_2。据此推断,与成矿有关的岩浆含有高含量的CO_2,这对岩浆的形成及其结晶作用产生重要影响。最新的实验研究表明(Kaszuba 和 Wendland 2000),在大陆壳内产生碱性岩浆,其关键是CO_2的含量。在地幔岩浆的形成及其运移、聚集到上覆地壳的过程中,CO_2具有重要作用。CO_2在中性熔浆结晶过程中发挥的作用,是由于它们具有比纯水低得多的溶解度,因此,在高压条件下,它们于纯水之前析出。这就能解释与侵入岩有关的金矿体系,其成矿的深度区间较之贫CO_2的斑岩铜矿床的成矿深度区间宽。它们与某些富CO_2的、以钼矿为主的岩浆-热液体系的成矿深度区间类似。因此,在与侵入岩有关的金矿体系的成矿过程,即从初始岩浆的形成至晚阶段的分异演化各阶段中,CO_2的大量出现是分异作用和挥发组份析出的关键因素(图 3)。

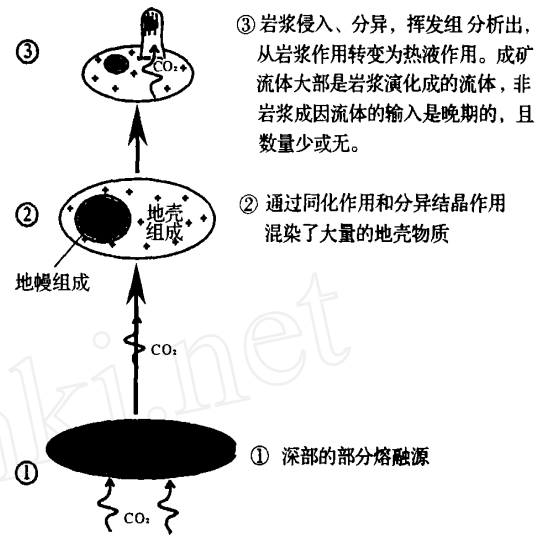

图 3　与侵入岩有关的金矿床的母岩形成过程示意图

Fig 3　Schematic model illustrating the critical processes which generated magmas associated with intrusion-related gold deposits

4　体系的矿床类型

在矿床类型和矿床与侵入岩体的空间关系上,与侵入岩有关的金矿床系表现出广泛的变化范围(图 4)。根据矿床与侵入岩体的空间关系,Hart 等(2000)将与侵入岩有关的金矿体系分为三类:侵入岩为主岩的金矿床、近侵入岩的金矿床和远侵入岩的金矿床。

侵入岩为主岩的金矿床,其矿体是产于侵入岩内的含金席状脉,少部分为细小网脉,在侵入岩的晶洞充填物中,也发现了自然金;这类矿床的典型金属组

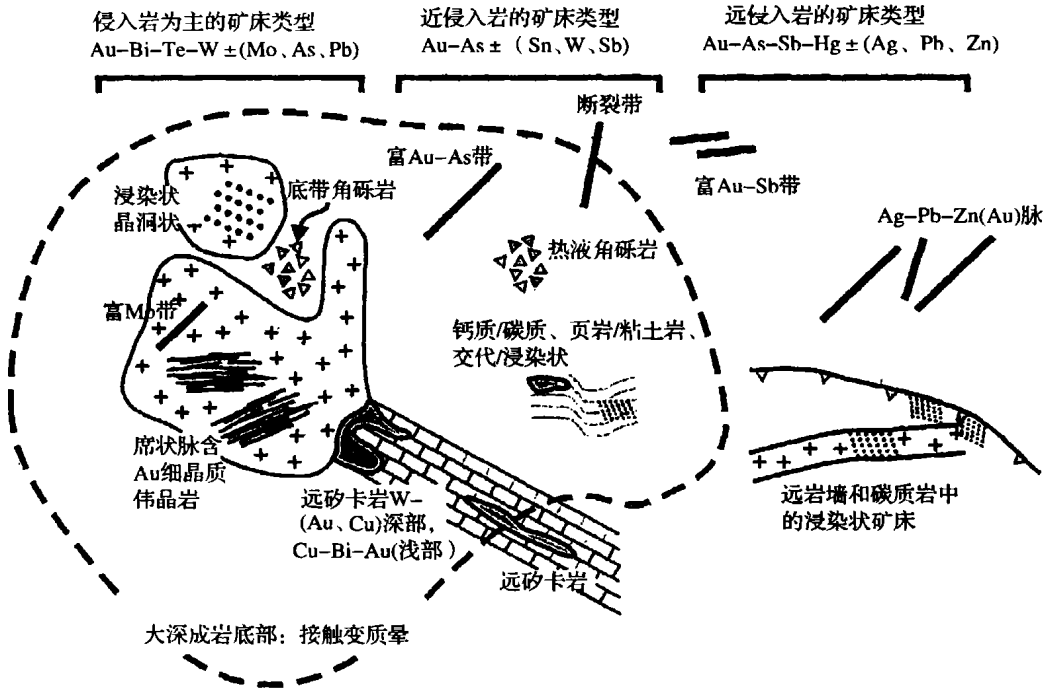

图 4　与侵入岩有关的金矿体系的地质和勘查模式图

Fig 4　Schematic geological and exploration model for intrusion-related gold deposits illustrating the variation in styles from intrusion hosied to proximal and distal deposits

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

合是Au- Bi±Te±As±Mo±W; 其矿石矿物的含量为 1%～ 3%, 个别矿床成矿带的矿石矿物含量达 20% 以上(西班牙的 Salave 和中国河北省的牛形山)。矿石矿物组合复杂, 由含碲矿物、含铋矿物、自然金、金的合金、硫盐矿物及硫化物组成, 因各种矿物相对含量不同, 使矿石的矿物组合复杂多变。在某些侵入岩为主岩的矿床中, 金与铋呈强烈的相关关系, 与碲具明显的相关性, 与As、Mo、Ag 及 Pb 的相关关系较复杂。金与钨在空间上共存一处, 但是, 两者之间没有很好的相关关系,Maloof 等(2000)认为, 产于长石石英脉内的白钨矿是成矿早阶段的产物, 与绢云母- 绿泥石- 碳酸盐蚀变共生的Au- Bi- As±Te 矿化为成矿晚阶段产物, 它们充填在裂隙内, 或交代了成矿早阶段形成的脉体。

近侵入岩的矿床产于侵入岩附近, 也可产于离侵入岩稍远处, 但必须是赋存在与侵入岩有关的接触变质晕圈内的岩石中。常见的矿床类型是具有W ±Cu ±Au 或Cu- Bi- Au±W 组合的矽卡岩, 钙质岩石内的高硫化物至低硫化物的交代体, 变沉积岩内的含锡、富铜角砾岩及火山通道, 脉状和浸染状矿床。

远侵入岩的矿床赋存在角岩带之外的围岩中, 它们包括了沿陡倾斜断裂产出的中温至低温的含金硫化物石英脉, 富Ag±Au 的热液角砾岩和贱金属脉, 产于钙质和碳质变沉积岩内的侵染状金矿化。这类矿床的金属组合是Au- As- Sb±Hg, 类似于卡林型金矿床的成矿元素组合。

侵入岩为主岩的矿床和近侵入岩的矿床是最为特征的与侵入岩有关的金矿床。在这些矿床中, 发育了受裂隙控制的蚀变作用, 偶而为弥漫状蚀变作用。常见的蚀变作用包括了长石化、绢云母化、硅化、云英岩化和钙硅酸盐蚀变, 后期叠加了泥化。以钠长石或钾长石为主的长石化是早阶段的蚀变作用, 其产出广泛, 与钨- 钼矿化关系密切。金及其相关金属矿化总是与晚阶段发育的绢云母化共生, 有时, 与含绿泥石、碳酸盐和黑云母的云英岩共生。硅化仅局部发育。钙- 硅酸盐蚀变仅发育在交代矽卡岩或靠近侵入岩的接触变质钙质岩石中。侵入岩内部的蚀变作用往往局限在矿脉两侧的蚀变带内, 在某些地段, 这种蚀变可以汇聚成弥漫状蚀变。近侵入岩的矿床和远侵入岩的矿床, 其蚀变作用的空间分布受侵入前和侵入时的构造控制, 它们紧紧地围绕这些构造产出。

某些侵入岩为主岩的金矿床, 如育空的 Emerald Lake 和葡萄牙的 Penedono 地区, 其重要特征之一是, 金是以接近侵入岩凝固温度至低温条件下沉淀的(金产于侵入岩的晶洞、岩浆晚期的伟晶岩和细晶岩, 不同矿物组合的热液脉内)。它们的形成温度从高于 500℃至低于 250℃。

5 体系的成矿环境

现有的矿物流体包裹体和稳定同位素研究资料表明: (1)除了某些在浅成条件下形成的矿床外, 成矿流体中普遍存在富CO_2 的流体; (2)当矿床形成的压力低于 1.5kPa 的环境时, 其成矿流体是以CO_2 过饱和至CO_2 未饱和的氯化物热卤水; (3)成矿流体从早阶段的含碳流体演化为晚阶段的热卤水; (4)在高压条件下形成的侵入岩为主岩的矿床, 近侵入岩的矿床或远侵入岩的矿床中, CH_4、N_2 和 H_2S 的含量最高; (5)金及其相关金属的沉淀温度和压力条件分别是: 从< 200～ > 600℃, < 0.5～ > 3.0Kpa; (6)成矿流体的组成、矿化主岩的成分与成矿压力之间存在相互依存关系。

侵入岩为主岩的金矿床, 其成矿流体以岩浆分异演化成的流体为主, 变质流体和大气降水在某些矿床的成矿流体中也具有重要意义。在岩浆热液活动叠加于区域变质作用发育的地区, 变质流体占重要作用。在远侵入岩的Ag- Pb- Zn±Au 脉状矿床, 如育空的 Keno Hill 地区, 大气降水发挥了重要作用。

在某些与侵入岩有关的金矿床中, 其成矿流体存在着不混溶现象, 即由最初的中等盐度的流体分离为高盐度卤水和低盐度水蒸气或含碳气体。这类矿床形成的深度, 其压力小于 1.5kPa。在成矿深度较大的矿床, 或成矿流体中注入了卤水(盐度低于 20%NaCl 当量)的金矿床中, 普遍地存在着由不混溶作用产生的低盐度含碳流体。这一现象可能反映了中性熔浆中的含碳流体与纯水流体的溶解度不同, 成矿流体的退化沸腾或流体混合作用。

6 体系的地质模型及其特点

图 5 简略地描绘了与侵入岩有关的金矿体系的地质模型。从图中可以归纳以下特点。

(1)与成矿有关的侵入岩是呈岩枝状产出的中性至酸性的偏铝、次碱性侵入岩, 深部存在规模大的深

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

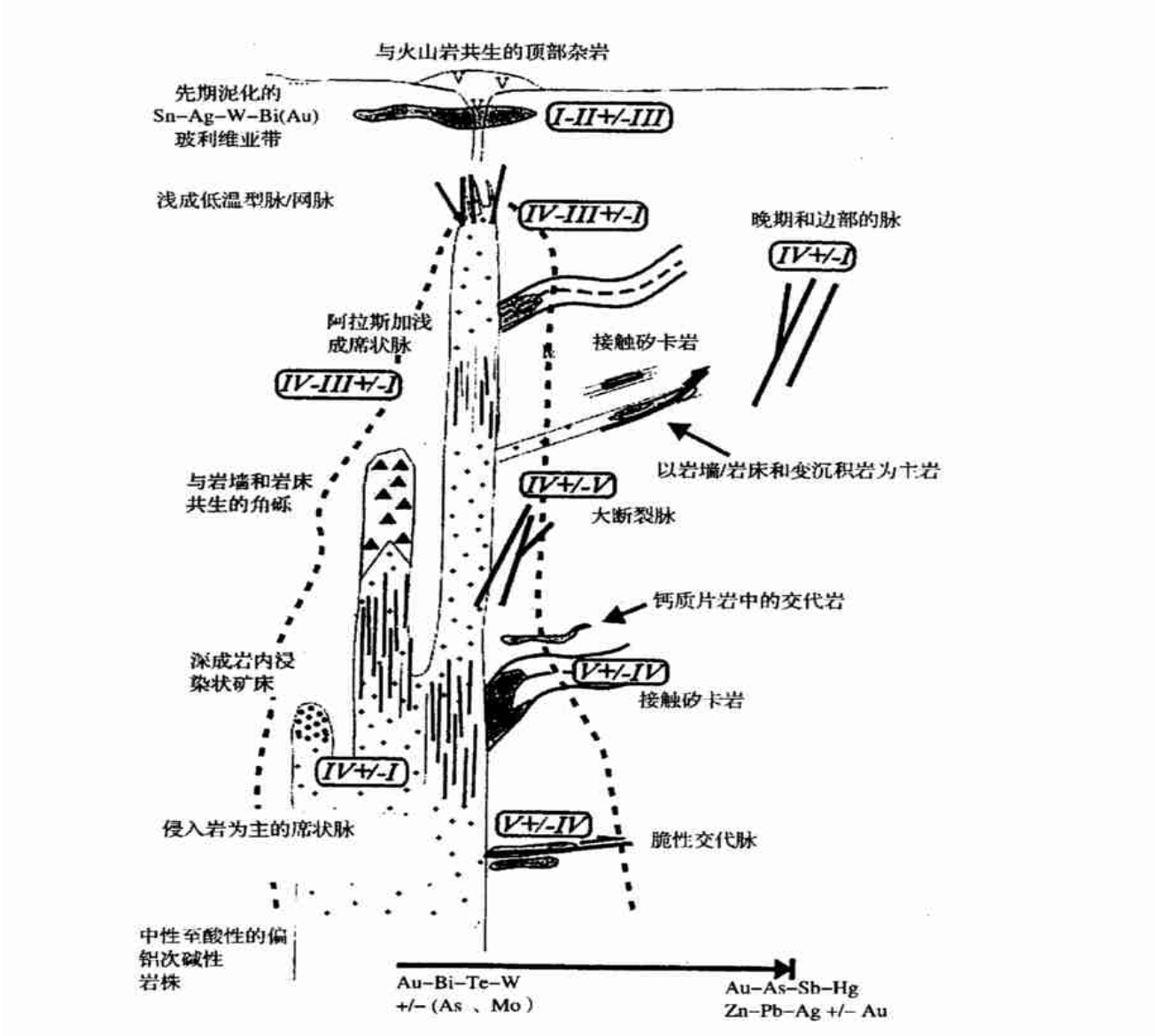

图 5　与侵入岩有关的金矿体系的地质和勘查模式图，突出了矿床类型流体特征和金属标记的垂直和水平变化

Fig 5　Schematic geological and exploration model for intrustion-related gold systems emphasizing the vertical and lateral variation in deposit slyles, fluid characteristics, and metal signatures

成岩，在深成岩的接触变质晕圈内，形成了以侵入岩为主岩的金矿床和近侵入岩的金矿床。远侵入岩的金矿床赋存在深成岩的接触变质晕圈以外。

(2) 与侵入岩有关的金矿床，按其与侵入岩的空间关系，可划分为侵入岩为主岩的金矿床、近侵入岩的金矿床和远侵入岩的金矿床。侵入岩为主岩的金矿床，其成矿元素组合为Au- Bi- Te- W ±(Mo、As、Pb)；近侵入岩的金矿床，其成矿元素组合为Au- As ±(Sn、W、Sb 和贱金属)；远侵入岩的金矿床，其成矿元素组合为Au- As- Sb- Hg±(Ag、Pb、Zn)。

(3) 侵入岩为主岩的金矿床和的近侵入岩的金矿床，其矿床类型和成矿元素组合，随矿化产出部位的不同，表现出规律性变化。从深部到浅部，侵入岩为主岩的金矿床，其矿床类型依次为侵入岩为主岩的席状脉、深成岩内的浸染状矿化，与岩墙或岩床共生的含矿角砾岩筒、侵入岩上部或顶壳部位的浅部席状脉和浅成低温脉状或网脉状矿体、赋存在与火山岩共生的堆积杂岩内的矿床。矿床的成矿元素组合相应地由Au- Bi- Te- Mo- W- As，经Au- Mo- Bi- Te-(W、As)，Au- Cu- Mo- W- Bi- (As、Te)、Au-

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

Ag- As- Sb- Hg, 变为 Sn- Ag- W- Bi- (Au)。近侵入岩的金矿床, 其矿床类型依次为韧性交代脉, 接触交代矽卡岩, 钙质页岩中的交代矿体, 受大断裂控制的脉状矿床, 以岩墙、岩床或变沉积岩为主岩的矿床和浅部接触交代矽卡岩矿床。矿床的成矿元素组合相应地由 Au- Bi- As- W- (Mo), 经 W- Bi±(Au、Cu、Mo)、Au- As±(Bi、W)、Au- As- Sb-(Bi)、Au- As- Sb- (Hg), 变为 Cu- Au- Bi-(Zn)。

(4) 按组分和盐度特点, 成矿流体分为五类: Ⅰ类为低盐度至中等盐度的富液相水; Ⅱ类为低盐度的富气相水; Ⅲ类为含石盐的高盐度流体; Ⅳ类为 CO_2- H_2O ±CH_4, Ⅴ类为: CH_4- CO_2- H_2O。以侵入岩为主岩的金矿床, 其成矿深度较大时, 成矿流体属Ⅳ类流体, 有时出现Ⅰ类流体, 随成矿深度减小, 其成矿流体变为以Ⅲ、Ⅳ类流体为主, 局部出现Ⅰ类流体。近侵入岩的金矿床则以Ⅳ、Ⅴ类流体为主。远侵入岩的金矿床, 其成矿流体以Ⅳ类流体为主, 局部出现Ⅰ类流体。

参考文献:

[1] Lang J. R, Baker T, Hart CJR, Mortensen JK (2000). An exploration model for intrusion- related gold systems[J]. Soc Econ Geol News, 40(1): 7-15.

[2] Leonardos OH, Santos MD, Giuliani G, Araujo LR (1997). The Cumaru mesothermal granodisrite- hosted gold mineralization, Amazon craton, Biazil[J]. Brazil Gold'91, Balkema, Rotterdam, 557-561.

[3] Mustard R (2001). Granite- hosted gold mineralization at Timbarra, northern New South Wales, Australia[J]. Miner Deposita 36(6): 542-562.

[4] Maloof TL, Baker T, Thompson JFH. The dublin Guich intrusion- hosted gold deposit, tombston plutonic suife, Yukon Territory, Canada[J], Miner Deposita 36(6): 583-593.

INTRUSION- RELATED GOLD SYSTEMS

TAN Yung-jin

(*Guilin Research Institute of Geology for Mineral Resources, Guangxi Guilin* 541004, *China*)

Abstract: The main features of intrusion-related gold deposits system are:

1. A tectonic setting is the inboard of convergent plate boundaries, where contiental magmatism commonly formed coeval intrusion of alkalic, metaluminous calcalkalic, and peraluminous compositions;

2. Intrusion formed during the phauerozoic, especially hercynian and yanshanian is best for intrusion-related gold system. A best location in magmatic provinces for intrusion-related gold system is the known tungsten and/or tin deposits.

3. Intrusion is metaluminous, subalkalic intrusions of intermediate to felsic composition that lie near the boundary between ilmenite and magnetite series.

4. An ore-formed fluid is the carbonic hydrothermal fluids.

5. A metal assemblage is characterized by variably combinations of gold with Bi, W, As, Mo, Te, or Sb and low concentrations of base metals.

6. A low sulfide mineral content commonly < 5% Vol, with a reduced ore mineral assemblage, that typically comprises arsenopyrite, pyrrhotite, and pyrite and lacks magnetite or hematite.

7. Except the gold formed at hypabyssal condition hydrothermal alteration of the gold deposit system is relatively weak with muscovite-sericite-chlorite-carbonate assemblage as common alteration production

Key Words: Intrusion; gold systems; ore-forming character

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net