浅成热液金矿研究综述

吴国学,刘连登
(吉林大学 地球科学学院,吉林 长春 130061)

摘要:厘定了浅成热液金矿的概念,阐述了其成矿地球动力学环境、矿床本质特征及矿床的分类,指出了浅成热液金矿研究中存在问题及今后的研究取向。

关键词:浅成热液;金矿;矿床成因
中图分类号:P618.51 **文献标识码**:A **文章编号**:1004-5589(2001)03-0262-05

"浅成热液"这一概念最早是由 Lindgren 提出的。对于将矿床划归为浅成热液型的最初两个特征是矿物学特征(包括矿脉和热液蚀变矿物特征)和结构特征。应该说,Lindgren 选用的分类基础依然有效。鉴别一个矿床是否属于浅成热液型的主要依据仍是矿物学和结构等特征。由于这两个特征极易观察到,因此,这就为矿床分类提供了确实依据。这两个特征都可以提供有关成矿条件的信息,并且根据这些信息可以推算出成矿温度及成矿深度[1]。

虽然我们尚未从根本上改变 Lindgren 的解释,但目前大量事实已扩大了对"浅成热液"环境的理解,尤其是在浅成热液金矿床方面研究更是如此。浅成热液金矿床指的是陆相火山岩型金矿床,既包括了那些赋存于陆相火山岩-次火山岩系中的金矿,也包括了那些产于与火山岩-次火山岩系毗邻的地质体中的而又具备陆相火山岩型金矿床地质,地球化学特征的矿床[1]。浅成热液金矿床是金矿床中十分重要的类型之一,在成矿理论研究方面已是发展最快、成果最多的,是目前金矿地质学研究的热点。在第四届国际矿床成因学术讨论会上,金矿床方面论文最多的是浅成热液金矿成矿系统。第29届、30届国际地质大会上,论文关于矿床方面也多为浅成热液金矿床成矿方面的。

浅成热液金矿成矿理论研究之所以发展这样快,是因为浅成热液金-铜矿床的成矿作用可以在现代板块聚合部位直接观察到,其研究程度高,资料翔实,引人注目;近些年来,在菲律宾、巴布亚新几内亚以及日本发现了一批新生代以来形成的大型超大型金矿床,这种巨大经济效益吸引着地质学家们和工业界;再有金的分析技术已达 10^{-9} 级,价格和冶炼技术均有提高,使得一些低品位矿石能够被利用[2]。根据近几年大量的关于浅成热液金矿床成矿理论研究成果,以浅成热液金矿床的含义、成矿地球动力学环境、矿床本质特征、存在问题及进一步研究取向等几个问题来加以讨论。由于浅成热液金矿主要是产于陆相火山岩系中或相邻岩石中的脉型矿床,所以本文以此为重点进行讨论。

1 浅成热液金矿概念的厘定

自从 Lindgren 提出浅成热液矿床以来,"Epithermal"这个词就是指发生在浅部并常在

收稿日期:2001-05-10
作者简介:吴国学(1962-),男,吉林省扶余市人,博士生,副教授,主要从事矿床学与矿产勘查学教学及研究.

火山岩中定位的矿床。但是随时代的变化其含义发生了很大的变化。就 Lindgren 在 30 年代的认识，反映当时对浅成热液成矿的认识水平，即成矿温度低，成矿深度浅。这个时期认为成矿热液及成矿物质均是岩浆分异的产物。20 世纪 70 年代，西里托则认为"浅成热液矿床"可用来描述在浅的深度上，并且通常在火山岩中定位的矿床。前苏联有人将浅成热液矿床视作与火山－深成侵入体有关的矿床，并相应地划分一系列岩浆建造和矿石建造。80 年代以来，同位素地球化学的发展使矿床研究中可以利用同位素判断成矿热液的来源，对浅成热液矿床的认识脱离了岩浆热液单一来源的束缚，而强调的是火山岩地区地热体系的成矿系统，成矿热液中大量天水的加入，成矿物质来源是含岩浆射气的热水溶液，矿石矿物是在浅成环境沉淀和富集的[3]。

"浅成热液型"金银矿床，又被称为"闹堂式矿床"，"第三纪型"，"与火山岩有关的贵金属矿床"或"古热泉型矿床"等。我国近年对此类矿床的主导性的命名是陆相火山岩型金矿床或次火山热液金矿床。这里把浅的深度形成的、与火山－侵入岩系有关的金矿床，成矿温度在 200～300℃之间、成矿深度在距地表 1.5 km、成矿流体为岩浆热液和大气降水混合形成的金矿床，统称为浅成热液金矿床，而浅的深度上成矿是其核心。矿床既可定位于火山岩中，也可以定位于火山岩以外的围岩中，在后一种地质产状中其往往与超浅－浅成侵入体（含岩株和脉岩）时空相随。成矿温度在 200～300℃之间，应属中－低温条件，并非严格意义上的低温，故未在命名中冠以低温。由于浅成热液金矿床中最主要的一类是脉型金矿床，故在此仅对产于火山岩到火山岩环境中的脉型金矿加以讨论。由此可见，本文的"浅成热液金矿床"与国外的浅成低温热液金矿床相当，与国内习称的陆相火山岩型金矿床、火山热液金矿床或次火山热液金矿床相当。

2　浅成热液脉型金矿床的成矿地球动力学环境讨论

涂光炽教授认为产出金矿床的中国陆相火山岩系的宏观地质背景大致可以分为两类：一类是岛弧环境，一类是大陆边缘环境。前者如台湾金瓜石金矿，赋存于新生代岛弧的更新世英安岩及砂页岩中，后者包括东北沿海诸省中生代陆相火山岩中的金矿[4]。White 认为某些陆相火山环境不利于形成浅成热液金矿床，如大陆溢流玄武岩发育区，无论玄武岩是拉斑质的还是碱性的，都不产有这类矿床，究其原因可能是岩浆房太深且（或）太小、岩浆通道狭窄，只能在地表部位形成很小的热异常，而难以在浅部形成较大的热液体系。洋中脊环境似乎也不利，可能因为洋中脊属于典型的海底环境。原始岛弧环境（如 Tonga－Kermadec 火山链）似乎也不利，可能在原始岛弧环境中尚未形成大的岩浆，因而还不具备发生大规模热液活动所需的热流条件。在日本岛弧带中，现代地热系统不发育的以铁镁质、超铁镁质火山岩为主的地区，不利于浅成热液金矿发育；而现代地热系统发育的安山岩类和英安岩类火山岩区，则利于浅成热液金矿发育。

刘连登教授几年来对浅成热液脉型金矿环境进行了研究和总结，提出浅成热液脉型金矿形成于拉张的地球动力学环境[5]。在研究烟台浅成热液金矿时，他认为欧亚板块与太平洋板块强大的北西—南东向水平挤压应力作用，早期分解的近东西向挤压力，导致鲁东和鲁西地体碰撞－拼合。晚期其分解的近南北向应力，导致左行拉张火山裂谷环境的产生。鲁东与鲁西地体碰撞－拼合导致陆壳增厚，其在地壳重力作用下产生断陷；由于地体拼合的边界断裂（郯庐断裂）因韧性剪切的走滑，导致拉张地球动力学环境的出现。烟台浅成热液金

矿及与其相关的青山组火山岩－次火山岩系，形成于此拉张地球动力学环境。

应该说浅成热液脉型金矿成矿地球动力学环境已趋共识，只是上述学者在强调的重点略有差异而已。

3 浅成热液脉型金矿床本质特征浅析

一组本质特征相同的矿床，称矿床类型。本质特征是，一类矿床与另一类矿床相区别的特征。本质特征(属性)相同的矿床，说明有共同的成因。任何关于矿床成因的见解，都必须以合理地解释其本质特征的生成原因和过程为前提。本质特征描述越细致越深刻，对矿床成因的认识就越准确，越可靠。

浅成热液脉型金矿是在近地表处形成的，金矿化垂直深度一般不超过 1 500 m。火山环境中的浅成热液脉型矿床的赋矿围岩多为中性的安山岩、中酸性的英安岩及火山碎屑岩，有一些是次火山岩相，而产于基性火山岩中的金矿则为数较小。矿多形成于张性构造环境，区域断裂及火山机构在矿床形成中常起十分关键的导矿构造及控矿构造的作用，破火山口环境是很有利的成矿场所，但破火山口并非浅成热液矿床发育的先决条件；在美国西部，125 个已知破火山口中只有 14 个含矿。浅成热液金矿中矿体通常呈脉状产出。矿石和伴生矿物主要是以裂隙充填形式沉积，少数以交代浸染形式出现。脉石矿物常见有结晶良好的次生加大，而矿石矿物则以细粒状为主，一般来说，金含量高的地方，石英颗粒细小，并同时含有冰长石或绢云母。矿床中常伴有大量的 Hg、As、Sb 和少量 Se、Te。Au/Ag 比值变化很大，主要的矿石矿物为自然金、自然银、银金矿、金银矿，辉银矿和含银的砷－绿硫盐矿物。脉石矿物主要为石英和方解石，其次为冰长石、重晶石、萤石、黄铁矿、绢云母和绿泥石等。热液交代作用非常强烈，金矿化通常与硅化伴生(包括冰长石化)，两侧为伊利石－绢云母和粘土蚀变带。青磐岩化蚀变在矿区内广泛分布。在深部矿脉中含冰长石化和钠长石化，而地表附近以较宽的泥质蚀变为显著特征，有些泥质蚀变含明矾石。金矿化的成矿温度从 200℃左右到 300℃以上，平均 240℃，盐度一般低于 3% NaCl。

系统地总结浅成热液脉型金矿本质特征应强调以下 7 个方面[5]：(1)矿体与矿脉地质，(2)矿石组成特征，(3)矿石地球化学特征，(4)近矿围岩蚀变，(5)金矿的同源与异源脉岩，(6)成矿深度，(7)成矿时代。上述内容在烟台金矿和双旗山金矿的研究中都进行了比较深入的讨论。这里较前述浅成热液脉型金矿的特征更加详细和具体，并且提出了一些新的认识。主要表现在：(1)对矿脉概念进行了定义，提出矿脉是成矿元素的线性异常带，其由韵律状产出的矿体与矿化地段相间构成。矿体只是矿脉中的一小部分，完全充满矿体的矿脉甚少。矿脉中矿体是分段富集的，其对应性，重现性及规律性均不强。(2)强调了矿石中自然金的成色低，常见有特征矿物雄黄、雌黄及辰砂等。(3)提出了矿石地球化学特征上 Ag、Pb、Zn、As 和 Sb 明显高于中深脉型金矿的，但 Cu、Bi 和 Co 低于中深脉型金矿的。(4)强调了脉岩主要是中性及酸性脉岩。(5)指出矿体延深小、规模小及品位低是其最大特点，在胶东成矿年龄集中在燕山期，年龄在(100 ± 20) Ma。

4 浅成热液金矿床的分类评介

目前，国内外对浅成热液金矿的分类方案较多，每一种分类方案都不尽相同，各有优缺点。比较有影响的是，国外的按矿石金与银比值的地球化学分类，按蚀变岩组合的分类，按

主岩的分类；国内的学者也对浅成热液金矿的分类进行了有益的探讨[6]。

康斯坦丁诺夫等，考虑金与银的克拉克值的比值，将陆相浅成热液脉型金矿分为金－碲型、金型和金－银型，并说明了它们间的差别，以后瓦尔塔尼扬也探讨了这一问题。这一分类提出了判别浅成热液金矿的标志，并指出了浅成脉型金矿含碲高时自然金类成色也是很高的。此外，该分类描述的伴生元素、金矿物成分、金矿物侵蚀结构、金矿物含碲含量和共生矿物等，对判别我国浅成脉型金矿有普遍指导意义。但其对金矿产出的地壳类型、火山岩带型、火山建造和矿田构造特征等的论述，与我国的有一定差异。

李兆鼐等提出的分类方案反映了我国浅成热液金矿的最新研究成果：

(1)浅成热液型(地表及近地表环境)。

低硫冰长石－绢云田型或绢云母型、高硫石英－明矾石型或石英－明矾石－高岭石型、富碲化物或碱性火山岩型。

(2)中浅成热液型(中浅成环境)，容矿围岩为浅成－超浅成相的中酸性、酸性侵入体。

(3)斑岩型及伴生金矿(容矿围岩为次火山岩或超浅成侵入体，具斑状结构)。

(4)后夕卡岩型和伴生金矿(火山根部相的浅成环境)。

此外，胡受奚等，涂光炽等也都提出了自己的分类方案，且都有一定的指导意义。

刘连登等在充分考虑国内外浅成热液金矿分类方案的基础上，提出了浅成热液金矿的分类方案，该方案以成矿地球动力学环境为准则，以矿床类型－矿床本质特征为基础作了如下划分[5]：

表 1　中国浅成热液金矿分类

Table 1　The classification of epithermal gold depsits

类	亚型	典型矿床
浅成脉型	石英脉型	吉林刺猬沟、五星等矿床(贫硫化物、含冰长石)
	单脉型	辽西二道沟、内蒙金厂沟梁(冰长石－绢云母型)
	系脉型	内蒙金厂沟梁 26 号系脉(冰长石－绢云母型)
	网脉型	烟台金矿 1 号矿脉
浅成斑岩型	伴生/共生型	
	角砾/网脉型	团结沟(含冰长石)、紫金山铜金矿床(含明矾石)
	单脉/网脉型	河北峪耳崖、牛心山
浅成夕卡岩型	铜－金型	
	铁－铜－金型	山东沂南铜井、临朐铁寨

该分类方案突出了深度的重要性，体现了矿床成因类型和工业类型相结合的原则。共同的本质特征说明有相同的成因，而不论成因细节是否清楚，在矿床分类中可归为同一类。

5　存在问题及今后研究取向

(1)一些矿床甚至是地球动力学环境的指示物。矿床地质及成因上似是而非的争议，相当一部分与成矿地球动力学环境的认识不同有关。浅成热液金矿形成的地球动力学环境应加强研究，以其从宏观上更清楚地认识研究这类矿床。

(2)浅成热液金矿的本质特征应重点研究，因为矿床本质特征是，一类矿床区别于另一

类矿床的地质属性。任何关于矿床成因的见解,都必须要以合理地解释其本质特征的成生原因和过程为前提。因此,应加强其研究,使其描述参数更具体、更完整、更全面、更实际、更具代表性。

(3)浅成热液金矿类型划分应把矿床的成矿地质背景、成因模型与矿床勘查联系起来,使其更具理论意义和应用上的经济意义。因为矿床勘查是以矿床类型为依据,选择勘查方法和决定勘查程序的。

(4)浅成热液金矿的成因与岩浆热液及地下水循环热液的关系研究应重视。这是一个很有意义且涉及到找矿方向的大问题。进一步搞清浅成热液金矿与钙碱性岩系的火山岩-次火山岩是否一定是一种深部岩浆同源关系,并提出有力的证据。

(5)浅成热液金矿床形成的基底岩石及容矿岩石的地球化学特征研究,建立有效的找矿标志。

参考文献:

[1] WHITE N C. 浅成低温热液成矿环境和矿化类型:变化性和变化原因及勘查准则[J]. 国外火山地质,1992,(2):1-14.

[2] 庞奖励. 辽宁二道沟金矿床成矿地质化学条件研究[j]. 地质地球化学,1996,(4):25-29.

[3] 张秋生,刘连登. 矿源与成矿[M]. 北京:地质出版社,1982.

[4] 涂光炽. 中国火山岩型金矿床[M]. 中国金矿床研究新进展·第一卷(上篇). 北京:地震出版社,1994.65-82.

[5] 刘连登,陈国华,吴国学. 我国浅成热液金矿的分类探讨[J]. 长春科技大学学报,1999,29(3):222-226.

[6] 沈远超. 山东省金矿类型及找矿方向探讨[J]. 黄金科学技术,1998,(3):1-5.

The Summarize of Epithermal Gold Deposits Research

WU Guo-xue, LIU Lian-deng

(*College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun* 130061, *China*)

Abstract: In the paper it is discussed that the conception of epithermal gold depposits and its geodynamics environment of mineralizing, its essence character and classfication of deposits, the problems of epithermal gold deposits research and the tropism in the aftertime.

Key words: epithermal; gold deposit; genesis of diposit