

# 我国浅成热液金矿的分类探讨

刘连登 陈国华 吴国学 张克尧 石建基 张进高

(长春科技大学地球科学学院, 长春 130026)

(福建省地质科学研究所, 福州 350011)

**摘要** 陆相浅成热液金矿是个大概念, 是数类金矿的统称。目前对其的分类, 不适应理论和应用研究的需要。本文主张以成矿地球动力学环境和矿床本质特征为准则, 实施浅成热液金矿的分类。对类型的划分努力体现成因类型和工业类型相结合的原则, 并充分反映我国的特点。在矿床类型具体命名时, 突出成矿时的浅成深度。文中将我国浅成热液金矿分为浅成脉型、浅成斑岩型和浅成矽卡岩型等三大类八个亚类。陆相浅成热液金矿在我国有广阔的找矿前景, 而且在地质产状和成矿作用等方面与国外的殊为不同, 值得对其作深入的理论与应用研究。

**关键词** 中国 浅成脉型金矿 浅成斑岩型金矿 浅成矽卡岩型金矿

**中图分类号** P618.51

**第一作者简介** 刘连登 男 62 岁 教授 博士生导师 矿床学专业 已发表“金矿与韧性剪切带及叠加构造”等论著

矿床类型的划分, 是理论和应用研究的需要, 历来倍受重视。文中在述评陆相浅成热液金矿分类的基础上, 阐释了分类准则, 提出了分类方案, 说明了分类的意义。

## 1 国内外浅成热液金矿分类述评

本世纪 70~80 年代, 金矿勘查最大的成就莫过于美国、加拿大、前苏联、日本和巴布亚新几内亚等国的世界级浅成热液金矿的发现。从而再次唤起人们对研究和勘查浅成热液金矿的热情, 但其分类不适应这一需要, 本文予以探讨。

### 1.1 国外浅成热液金矿分类的研究现状

与陆相火山/侵入岩有关的浅成热液金矿, 各家从不同的角度对其进行了分类。比较有影响的是, 按矿石金与银比值的地球化学分类, 按蚀变岩组合的分类, 按主岩的分类等。浅成热液金矿, 按矿石金/银比值将其分为金-碲型、金型和金-银型等三类<sup>[1,2]</sup>。这一地球化学分类抓住了矿床的工业品质, 提出了判别浅成热液金矿的标志; 纠正了通常认为随成矿深度变浅金矿物成色变低的“习惯看法”; 指出浅成脉型金矿含碲高时自然金类成色是很高的。此外, 此分类所列出的伴生元素、金矿物成分、金矿物浸蚀结构、金矿物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。

通过对 16 个经充分论证的浅成热液金矿特征的详细研究, 将主要以第三纪火山岩为容矿岩石的浅成热液贵金属矿床和贱金属矿床分为两类——明矾石-高岭石型(酸性硫酸盐型或称高硫型)和冰长石-绢云母型(低硫型)<sup>[3]</sup>。从我国的矿例看, 明矾石-高岭石或冰长石-绢云母的蚀变矿物组合, 具有判别浅成热液金矿的重要功效。我国不仅在浅成脉型金矿中发现了上述两类蚀变, 而且在浅成斑岩型金矿中也已发现。就矿体的主岩而言, 不仅仅是火山岩, 甚至变质岩为主岩的浅成脉型金矿中也发现了冰长石-绢云母蚀变组合。此外, 国外的矿床学专著在论及矿床分类时, 提出采用矿床类型分类法, 并把金属矿床类型的成矿地质背景、成因模型与找矿勘探联系起来<sup>[4]</sup>。

### 1.2 国内浅成热液金矿的分类现状

在中国金矿床成因分类中<sup>[5]</sup>, 将浅成热液金矿分为潜火山-热液亚类(斑岩型金矿)和火山-热液亚类(刺猬沟金矿)。此分类中提出浅成斑岩型金矿很有意义。李兆霖等提出了我国陆相火山、次火山岩区金矿的主要类型(引自文献[6])。该分类方案代表了我国浅成热液金矿的最新研究成果; 方案中定性论述的浅成和中浅成金矿, 从相关侵入岩深度相分析,

高等学校博士学科点专项科研基金(No. 97018706)项目的部分研究成果

收稿日期 1998-11-03

刘连登等 论角砾/网脉-斑岩型金矿, 矿床地质(待刊)

属本文定义的浅成范围。胡受奚等<sup>[7]</sup>在评述国内外与火山—次火山—侵入—热液作用相关的金矿分类的基础上, 提出并强调以成矿系列的概念才能作出合理、全面和正确的分类。涂光炽等主要从成矿的地质背景出发, 着重考虑含矿岩系, 并兼顾矿床成因和工业利用, 对我国金矿(岩金)进行了分类<sup>[8]</sup>; 其中对火山岩型金矿, 先分为陆相和海相火山岩型金矿, 对陆相火山岩型金矿的亚类划分同文献<sup>[3]</sup>。划分陆相和海相火山岩型金矿, 对理论与应用研究有重要指导意义。

本文在探讨我国浅成热液金矿分类时, 充分考虑了上述见解。鉴于我国浅成的脉型和斑岩型金矿中均发现了冰长石化或明矾石化, 而且斑岩型金矿—矽卡岩型金矿—脉型金矿存在过渡关系, 以矿床类型分类可能更简明。统计资料表明, 我国浅成热液金矿的成矿温度以中温为主。因此, 本文不趋同将浅成与低温严格的对应起来。我国相当一部分浅成热液矿床, 其容矿围岩并非火山岩, 甚至可以说矿床的围岩是随机的。地质产状上往往远离火山岩或火山机构, 产于次火山脉岩发育的环境。上述可能是我国浅成热液金矿的特殊之处。

### 1.3 按主岩对浅成热液金矿分类的思考

主岩可以理解为容矿围岩。凡矿石矿物遍及岩石而散布时, 这种岩石可称为主岩; 主岩术语仅仅表示岩石和矿石的空间关系<sup>[9]</sup>。由于主岩的成分不同, 可能导致矿床特征的某些不同。霍利斯特将浅成低温热液贵金属矿床分为两类, 产于火山岩(脉型)和产于沉积岩(卡林型)中的金矿。尽管此分类强调主岩成分对矿床特征的影响, 但成因上它们均为浅成热液成因。将主岩作为矿床本质特征的描述性内容是有意义的, 但以其划分矿床类型可能会产生误导, 或者掩盖了矿床成因研究的某些实质问题, 而且也不利于金矿勘查, 尤其在我国。笔者趋同于涂光炽的论断, “火山岩型金矿”并不是以“主岩”划分矿床类型的用语。而是泛指与火山岩有某种关系的金矿床, 而不论其主岩如何, 只是避开了“火山热液”的用语。

我国浅成热液金矿(尤其是浅成脉型金矿)的地质产状可归纳为五种: 产于火山构造内(含破火山

口, 或火山口); 产于火山盆地内, 主岩为火山岩; 产于火山盆地周边的次火山岩环境; 远离火山盆地, 但与次火山脉岩的环境; 远离火山盆地, 未见火山岩—次火山岩或次火山脉岩出露的地段, 它们的时空关系较隐蔽。尽管我国浅成脉型金矿分布广泛, 但以火山岩为主岩的所占比重较小, 而且规模相对较大的矿床的主岩往往是早前寒武纪变质岩, 可见, 中外浅成热液金矿的地质产状和主岩成分差异甚大。

总之, 我国的浅成脉型金矿的地质产状显示, 与火山岩—次火山岩的时空关系以及与火山构造的空间关系较国外的疏远, 而更多的是产于次火山脉岩发育的环境, 主岩中变质岩占的比重较大。在我国以火山岩为主岩的金矿分类, 难以反映它的特殊性, 起不到指导理论和应用研究的作用。浅成热液金矿的分类准则和金矿类型, 需重新考虑。

## 2 我国浅成热液金矿分类准则与金矿类型

矿床理论是, 以成矿地球动力学环境、成矿条件和成矿物质来源为制约, 对矿床本质特征的成因原因和过程所作的理论解释。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。因此, 认识矿床必须对其进行分类。

### 2.1 浅成热液金矿的分类准则

要使一个分类有用, 它必须要包括所有的矿床, 能起到框架作用和提供讨论的术语<sup>[10]</sup>。1987年, 涂光炽论述了“任何矿种分类都要遵循的6项原则”<sup>[11]</sup>。浅成低温热液矿床, 可用于描述在浅的深度上, 并且通常在火山岩中位置的矿床<sup>[12]</sup>。浅成低温热液具有工业意义的贵金属矿床, 一般系在古热泉表面以下100~1000 m深度处形成的。本文使用浅成热液矿床, 而不强调“低温”其理由前已述。浅成热液金矿是在浅的深度由热液形成的后生金矿床, 浅的深度是对应于中深和深成而言。矿床类型分类, 是用统一的原则对矿床类型有序的归类。本文采用淡化矿床成因类型, 以矿床类型为分类的原则。就目前的认识程度, 确定矿床类型主要是依据成矿地球动力学环境和矿床本质特征。

矿床是地壳变革的产物, 也是地壳变革的重要事件, 具有地壳变革的成矿地球动力学环境的深刻烙印。例如胶东地区存在两类成因不同的脉型金矿: 中深脉型金矿, 形成于挤压地球动力学环境, 成生于郭家岭期(135~126 Ma), 与郭家岭花岗岩类时空相附和成因相关(深部岩浆同源说); 浅成脉型金矿,

霍利斯特 V F (1985). 浅成低温热液贵金属矿床 周明宝等译 新疆有色金属工业公司等, 1988  
涂光炽 在朝阳的学术报告, 记录稿(未刊), 1992

形成于拉张地球动力学环境, 成生于艾山期(或称青山期, 124~ 100 Ma), 与青山组火山/侵入岩系时空相随或关系较隐蔽, 成因上与青山组火山/侵入岩系有关(深部岩浆同源说)。成矿地球动力学环境, 从宏观上控制了矿床的区域分布和宏观地质特征。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。

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, 都必须以合理的解释其本质特征的成因和过程为前提, 因此矿床本质特征是划分矿床类型最重要的参数。浅成热液金矿的下列参数属矿床本质特征: (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。限于篇幅, 对上述描述参数的具体内容说明从略。

笔者趋同于“避开火山热液”的见解, 其原因除前外, 尚因为热液的来源与性质不具判别矿床成因的意义。多源成矿说认为, 热液矿床的成矿介质(热液)往往是异源的<sup>[13]</sup>。热液矿床形成过程, 几种不同来源的水易于混合, 并产生介于端元组分的同位素组成。水的真正来源显然不是形成热液矿床的控制因素, 更重要的是水热溶液环流所处的大地构造背景<sup>[14]</sup>。许多矿床都可以证明, 至少是由两种来源水形成的<sup>[15]</sup>。如果承认, 洋水及经过演变的同生水能与洋壳一起俯冲入地幔, 这样幔源硅酸盐熔融体含的水不是初始值了; 地壳深处的岩浆水大部分可能是由变质作用的岩石转移过来的<sup>[16]</sup>。因此, 采用“浅成热液”, 可能较强调“火山热液”或“次火山热液”更具科学意义。

热液矿床的成矿深度, 是其第二重要问题<sup>[17]</sup>。成矿深度对矿体形态、产状、延深, 甚至规模, 矿石矿物成分及组构等有深刻的影响。成矿深度与矿体延深的模型研究表明, 脉型金矿的成矿深度和矿体延深, 总体上有一定的对应关系。例如, 胶东中深和浅成脉型金矿成矿时深度与矿体垂向延深的累积频率的理论值研究表明: 中深脉型金矿的成矿深度大于 2 km, 绝大部分矿体延深大于 500 m, 位于大值区; 而浅成脉型金矿的成矿深度小于 2 km (占理论比值的 85%), 绝大部分矿体的延深在 200~ 500 m 间, 位于小值区<sup>[17]</sup>。

只要不是绝对化的运用, 成矿时的温度和深度

是热液矿床分类的重要参数, 对此目前的认识是趋同的。但温度对矿床本质特征的影响程度, 远不如深度; 而且成矿时的深度与温度之间存在函数关系(以爆裂温度和均一温度的函数关系, 利用公式可求出成矿时的压力, 并换算成矿深度)。综上本文主张突出热液矿床的深度分类。

目前, 各家对矿床形成时深度的划分方案不尽相同。斯米尔诺夫将矿床形成时的深度分为: 超深带(莫霍面—到离地表 10~ 15 km)、深成带(离地表约 3~ 5 km 或 10~ 15 km)、浅成带(离地表 1~ 1.5 km 到 3~ 5 km)和近地表带(地表到 1~ 1.5 km)<sup>[18]</sup>。赫奇逊将斑岩型铜矿分为, 深成的(5~ 3 km)、浅成的(3~ 1 km)、火山的(0.5~ 0.45 km)<sup>[14]</sup>。塔塔林诺夫的划分方案为, 极深(距地表大于 3 km 到 8~ 10 km)、中深(1.5~ 3 km)、浅深(数百米~ 1.5 km)<sup>[19]</sup>。

参考以上各家的成矿深度划分方案, 结合我国的金矿实际, 本文提出可供参考的我国金矿的成矿深度划分方案如下。深成的(5~ 10 km)、中深的(3~ 5 km)和浅成的(近地表~ 1.5 km)三大类。深成金矿相当于国外的太古宙绿岩带金矿, 我国有一定规模的形成于太古代的绿岩型金矿迄今尚未发现<sup>[20]</sup>。中深成金矿是我国最重要的金矿, 胶东(绝大部分)、小秦岭(绝大部分)、夹皮沟、五龙和金厂峪等与中深成侵入体相关的金矿床属此。浅成热液矿床, 在我国分布广泛, 有良好的找矿前景。

## 2.2 浅成热液金矿类型

据上述分类原则, 将我国浅成热液金矿分为浅成脉型金矿、浅成斑岩型金矿和浅成矽卡岩型金矿三大类。同一大类的金矿床据其成矿作用在不同的时间域(成矿阶段数量)和空间域(控矿构造类型)的演化产物, 进一步划分亚类(表 1)。

脉型金矿并非矿体呈脉状的金矿形态分类, 是指产于金矿脉中的金矿体构成的矿床。金矿脉是金的线性异常, 其据金的背景值圈定的。矿脉由韵律状产出的矿体与矿化地段相间组成, 矿体在矿脉中分段产出和分段再现, 而且矿脉的侧伏方向对矿体的侧伏方向有明显的控制作用。脉型金矿的金矿体往往不呈脉状, 但严格产于矿脉中。值得指出的是, 一个矿床可由不同亚类的矿体组成, 甚至一个工业矿体可由不同亚类的矿体组成。烟台金矿的 2 号矿体为单脉型, 其 1 号矿体为网脉型; 福建双旗山金矿的 13 号矿脉, 由单脉/网脉型共同组成工业矿体。

表1 中国浅成热液金矿分类  
Table 1 The classification of epizonal gold deposits in China

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	江西德兴
	角砾/网脉型	团结沟(含冰长石)、紫金山铜金矿(含明矾石)
	单脉/网脉型	河北峪耳崖、牛心山
浅成砂卡岩型	铜-金型	湖北鸡笼山
	铁-铜-金型	山东沂南铜井、临朐铁寨

注: 石英脉型, 矿体产于石英脉中, 贫硫化物, 脉石英为主要载金矿; 单脉型(在我国习称的石英脉型金矿, 而不是上述意义上的石英脉型), 由多阶段金-硫化物叠加在石英脉中而构成矿体, 硫化物为主要载金矿物(中或富硫化物型); 由主脉与支脉及共轭脉的矿脉组合, 构成系脉型; 网脉型即习称的蚀变型

伴生/共生斑岩型金矿是众所周知的, 开采时金为副产品称伴生型, 若金与主元素的产值近似或略小则称共生型。相当一部分浅成斑岩型金矿受角砾岩筒或角砾岩及其相关的裂隙构造控制, 而且角砾状矿石和网脉型矿石又难以单独圈矿体, 故合称角砾/网脉斑岩型金矿。我国这一亚类斑岩型金矿中, 冰长石化较发育(团结沟、耿庄、祁雨沟和琵琶沟), 个别矿床(紫金山)见明矾石化, 这在国外较罕见<sup>[21]</sup>。主要产于浅成的小岩株内, 由单脉型金矿体和网脉型金矿体共同组成的金矿床, 而且以贫铜为特征, 称浅成单脉/网脉斑岩型金矿, 这种矿例也很少见。浅成砂卡岩型金矿, 主要与次火山岩或浅成侵入岩有关。

### 3 结论与讨论

陆相浅成热液金矿指, 形成于大陆拉张地球动力学环境, 与火山-次火山岩或浅成侵入体有时空和成生关系的, 一类本质特征相同的热液金矿。严格说, 目前相当一部分矿床的成因细节并不很清楚。例如, 块状硫化物矿床虽趋同认为属火山喷气沉积或喷气沉积成因, 但其成因细节目前有“对硫环成因”

“岩浆热液沉积成因”和“含水层成因”三种见解, Lydon 在综述这些成因观的基础上评论说, 企图用一种观点来解释海底块状硫化物矿床的成因可能是错误的<sup>[22]</sup>。尽管如此, 目前只要一说海底块状硫化物矿床, 就能知道它的矿床地质含义。因此, 按矿床类型的分类是有意义的。

相同的地球动力学环境中, 一类(一组)本质特征相似的矿床称矿床类型; 共同的本质特征说明有相同的成因, 而不论其成因细节是否清楚, 在矿床分类中可归为同一类。本文论述的浅成热液金矿的分类及其亚类的划分, 正是这样考虑的。浅成脉型金矿并非浅成脉状金矿的“死灰复燃”, 其赋予了矿脉的新概念, 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。我国已知的浅成热液金矿规模最大的是, 具面型环状冰长石化或明矾石化的角砾/网脉斑岩型金矿, 在勘查中应予优先考虑。角砾/网脉斑岩型金矿中发育冰长石化或明矾石化, 具有重要研究意义。

热液矿床成矿时的深度, 对矿床有一系列的影响。由于对浅成热液金矿缺乏应有的认识, 勘探时网度过稀, 导致矿山投产后储量负变达40%~50%, 使矿山蒙受极大的经济损失并非个别矿例。这无疑说明, 正确认识成矿时深度的重要性。

我国浅成热液金矿有广阔的找矿前景, 加强其成矿地球动力学环境和矿床本质特征的研究, 完善现有的分类, 有效地分析成矿条件, 分层次地总结成矿规律是当务之急。

### 参 考 文 献

- 1 金银矿化的地球化学类型 庄耀民译 见: 周济群等译 火山岩型金银矿床地质 北京: 地质出版社, 1988 176~187
- 2 瓦尔塔尼杨 等 火山成因金-银矿化普查和预测的建造—相准则 刘曼华译 见: 吴美德等主编 国外火山岩区金矿床 地矿部情报所等, 1991 106~129
- 3 希尔德D 等 以火山岩为容矿岩石的浅成热液矿床——酸性硫酸盐型和冰长石-绢云母型矿床的比较剖析 见: 吴美德等主编 国外火山岩区金矿床 地矿部情报所等, 1991 42~41
- 4 Richard Edwards, Keith Atkinson. Ore deposits geology. Cambridge: Great Britain at the University Press, 1986 137~138
- 5 中国矿床编委会 中国矿床(中册). 北京: 地质出版社, 1994 191

- 6 王碧香, 杨岳清, 史仁灯, 等. 中国火山岩地区金的成矿环境及分布规律. 矿床地质, 1997, 16(1): 11~ 20
- 7 胡受奚, 王文斌. 与火山-次火山-侵入-热液作用有关金矿床分类探讨. 黄金地质, 1997, 3(3): 25~ 29
- 8 涂光炽. 中国火山岩型金矿床. 见: 中国金矿研究新进展 (第一卷, 上篇). 北京: 地震出版社, 1994. 65~ 82
- 9 埃克斯特兰德 O R. 加拿大矿床类型地质概要. 黄典豪等译. 北京: 地质出版社, 1990. 1~ 111
- 10 Evans A N. 金属矿床学导论. 冯钟燕译. 北京: 北京大学出版社, 1980. 1~ 253
- 11 涂光炽. 中国铅锌矿床. 见: 中国矿床编委会主编, 中国矿床. 上册. 北京: 地质出版社, 1989. 118
- 12 Sillitoe R H. 与陆相火山作用有关的金属矿化(综述). 见: 火山成矿作用. 李文达等译. 北京: 地质出版社, 1977. 116~ 137
- 13 张秋生, 刘连登. 矿源与成矿. 北京: 地质出版社, 1982. 278
- 14 赫奇逊 C S. 矿床及其构造背景. 张炳熹等译. 北京: 地质出版社, 1990
- 15 Barnes H L. 主编. 热液矿床地球化学(上册). 陈浩琮译. 北京: 地质出版社, 1985
- 16 怀特 D E. 不同起源的地下水. 沈照理节译. 地质科技情报, 1987, (1): 78~ 81
- 17 陈国华, 刘连登, 王晓东. 胶东脉型金矿床成矿深度与矿体延深模型研究. 长春科技大学学报, 1999, 29(2): 127~ 130
- 18 斯米尔诺夫. 矿床地质学《矿床地质学》翻译组译. 北京: 地质出版社, 1985. 54~ 57
- 19 塔塔林诺夫. 矿床成因论. 周超和等译. 北京: 地质出版社, 1958. 111
- 20 刘连登. 金矿床分类及金矿床模型建模参数. 见: 张贻侠, 寸圭, 刘连登, 等主编. 中国金矿床: 进展与思考. 北京: 地质出版社, 1996. 10~ 21
- 21 Richard H Sillitoe. Gold metallogeny of Chilean introduction. Econ Geol, 1991, 86(6): 1187~ 1205
- 22 Lydon J W. Ore deposit model #41. Volcanogenic massive sulphide deposit, Part 2: Genetic models. Geoscience Canada, 1987, 15: 43~ 65

## A D ISCUSSION ON THE CLASSIFICATION OF EPIZONAL GOLD DEPOSITS IN CHINA

Liu Liandeng, Chen Guohua, Wu Guoxue

(Changchun Univ. of Sci. and Tech., Changchun 130026)

Zhang Keyao, Shi Jianji, Zhang Jingao

(Research Institute of Geology of Fujian Province, Fuzhou 350011)

**Abstract** The concept of continental epizonal gold deposits is quite wide in meaning, which is the general name for several types of gold deposits. The current classification is not suitable for both theoretical and practical studies. The authors of this paper suggest that the classification of epizonal gold deposits should be based on metallogenic geodynamic setting and the key features of ore deposits, and can embody the rule of the combination of genetic and industrial types of ore deposits. The classification should reflect the characteristics of gold deposits in China. The name of the deposit type highlights ore-forming depth. It is proposed that China's epizonal gold deposits can be divided into three types, i.e. epizonal vein, epizonal porphyry and epizonal skarn types, and eight sub-types. Continental epizonal gold deposits are of big prospecting perspective in China. Due to the radical difference between China's and foreign epizonal gold deposits in geological setting and ore-forming process, etc., it is necessary to do theoretical and practical research on them.

**Key words** China, epizonal vein type gold deposit, epizonal porphyry type gold deposit, epizonal skarn type gold deposit