

由于岩金矿床普遍具有热液性，往往形成比矿体规模大得多的热液蚀变晕，其遥感特点是：（1）热液蚀变晕易形成色调异常，与岩金矿体有密切关系的硅化、黄铁绢英岩化等蚀变，易形成浅色调异常。绿泥石化、褐铁矿化等蚀变，易形成深色调异常。这些色调异常，在高分辨率的图象上可直接圈定出来。（2）热液蚀变晕中的矿物，普遍含有 $(OH)^-$ 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 、 PO_4^{3-} 、 SiO_2 等基团，在红外和远红外波段具有特征性吸收带。通过多波段图象的数字图象处理，经过彩色增强和信息提取，可直接显示出蚀变晕。在圈定出热液蚀变晕的基础上，再经野外检查与室内样品分析研究，就可达到寻找岩金矿床的目的。

我国微细浸染型金矿的研究 现状及存在的问题

鲁观清

（中国科学院地球化学研究所）

微细浸染型金矿，又称卡林型金矿，是一种产于碳酸盐岩中的浸染型金矿床。由于这类金矿的储量大，引起了各国地质学家的重视。我国于七十年代末和八十年代初相继于陕西二合子、黔西南板其、丫他地区找到了类型的金矿床。近年来，此项找矿工作在我国得到了蓬勃发展，除了在黔西南、桂西北和滇东地区找到了一个很有远景的“金三角”外，据不完全统计，还在陕、川、鄂、湘、甘、宁、豫等省（区）找到了几十个该类型金矿床和矿点。实际上早在六十年代，我国就找到过此类矿床，在湖南衡东找汞矿时发现金的含量已达到工业品位，由于见不到明金，又无法提取，只作为“呆矿”不了了之，可见一种矿床类型识别的重要性。

1.从微细浸染型金矿的定义看该类型金矿的研究发展：微细浸染型金矿在国内外有许多不同的定义：卡林型金矿、微细浸染型金矿、不可见金矿、碳硅铀型金矿、浅成热液金矿等等，不同概念的内涵均有差别。

卡林型金矿的定义内涵相对狭小。按有代表性的著作《卡林金矿地质学》（A.S.Radtke, 1985），卡林型金矿的内涵主要包括：（1）含矿地层为碳酸盐类，白云岩、白云质灰岩、钙质页岩、泥，质白云岩等；（2）金的粒度特别细，大部分为显微（ $100-0.5\mu$ ）及次显微（ $<0.5\mu$ ）状赋存在黄铁矿中被膜中，另有少量呈Au有机化合物存在；（3）受断裂构造控制，与火成岩没有直接联系；（4）共生的金属硫化物有黄铁矿、毒砂、辰砂、雄黄、雌黄、辉锑矿等，其总和一般少于5%，呈浸染状、细脉状分布；（5）围岩蚀变主要有硅化、碳酸盐化、泥化、重晶石化等，卡林型金矿本身没有成因意义，如成矿物质来源等至今也不是很清楚。

随着世界范围内该类型金矿的深入研究，不少矿床符合上述特征，但也有些矿床则不符

合, 说明其某些特征不是主要的, 大多数人认为特征(1)很重要, 因而有人称之为碳酸盐岩中的金矿床。但在我国黔西南烂泥沟, 金矿产于碎屑岩中, 与碳酸盐无关。湖南邵东县高家坳中泥盆统跳马涧组的砂砾岩层中也发现了有工业价值的矿体; 宁夏(张寿岭, 1986)发现了产于下石炭统破碎砂岩和粉砂岩中的矿体。可见特征(1)并不是必不可少的, 在美国内华达州Borealis, 发现了产于火山岩中的微细浸染型金矿床, 其成因与古热泉活动有关, 向下过渡为脉型金银矿化或贱金属矿化, 由此可见, 特征(3)也不一定都能成立。至于特征(4)更值得讨论, 不同矿床矿物组合有一定差别, 一般说来, 卡林金矿的Ag含量低, Au/Ag比值大。但宁夏发现的一个微细浸染型金矿中银含量高, 并伴生有稀土矿物磷铝铈矿。可见只有特征(2)是均可符合的Au呈显微、次显微颗粒, 浸染状分布是最本质的特征, 但其载体矿物不同矿床可能有差别, 因此, 可以说卡林型金矿的实质是微细浸染型金矿。

再看其它的定义: “微细浸染型金矿”从金的赋存状态来定义, 抓住了该类型金矿的本质, 但没有成因意义。就目前来说, 该类型金矿的成因尚不明, 也不能排除不同成因、不同地质环境形成微细浸染型金矿的可能性。

“不可见金矿床”, 目前国外不少学者使用这个概念, 与微细浸染型金矿的定义有相似之处, 但过分笼统, “可见”与“不可见”的界限不明确。

“碳硅铀型金矿床”, 是我国学者提出的新概念, “碳”有两层含义, 一是产于碳酸盐岩地层中, 二是有机炭含量高, 硅是指硅岩或硅化岩, 硅化是该类矿床中普遍的围岩蚀变。但没有抓住本质。

“浅成热液型金矿床”是从成因角度来定义, 但内涵太窄, 外延太广, 可以包括微细浸染型金矿以外的不少金矿床, 如麦克劳林型金矿床。

综上所述, 尽管微细浸染型金矿这个定义有其不足之处, 但相对来说比较客观, 因此笔者建议使用这个概念。

2. 我国微细浸染型金矿的研究现状: 八十年代初以来, 我国已发表了50多篇关于该类型金矿的研究论文, 归纳起来, 取得了如下主要成果:

(1) 赋矿围岩的时代, 除志留纪未见报道外, 在自震旦纪至三叠纪地层中均有发现。一般说来, 黔西南、桂西北及滇东“金三角”的微细浸染型金矿多赋存于二叠、三叠纪地层中, 湘、陕、甘、宁已发现的该类矿床多在泥盆、石炭纪的地层中; 鄂、豫、黔东南已发现的矿床多赋存在比较老的地层中。据报道, 湖北走马坪地区已发现六个微细浸染型金矿的含Au层位, 自上至下为: 下寒武统石龙洞组下段(Au: 0.02—0.2g/t), 水井沱组下部(Au: 0.03—0.038g/t), 上震旦统灯影组顶部(Au: 0.02—0.2g/t), 陡山沱组下段(Au: 0.01—0.85g/t), 下震旦统南沱冰碛组(Au: 0.03g/t)及南沱砂岩组。其主要金属矿物有自然金、黄铁矿、辰砂、辉锑矿等, 围岩蚀变有硅化、泥化等。贵州三(都)丹(寨)地区的微细浸染型金矿的赋矿层位主要在寒武、奥陶纪。

(2) 赋矿围岩的岩性, 在不少地区与美国卡林一样, 以碳酸盐岩为主, 如黔西南、桂北、川、豫、甘等省区, 特别是碳酸盐岩和细碎屑岩的界面附近, 如戈塘、紫木囱等; 在湘、宁、黔西南的烂泥沟也发现了产于碎屑岩和细碎屑岩中的微细浸染型金矿; 川西发现了产于硅岩中的该类金矿; 据知广西发现了火山碎屑浊积岩中的微细浸染型金矿。但目前在我

国尚未见产在火山岩中该类金矿的报道。

(3) 我国大多数微细浸染型金矿受断层控矿明显,如紫木沟、河南祁子堂等,但也有象戈塘金矿严格受地层层位控制的矿床,该矿产于二叠系茅口组灰岩侵蚀面之上的上二叠统龙潭组底部硅化粘土为主的角砾岩层中,顶板为碳质页岩。

(4) 对于我国微细浸染型金矿中金的主要载体矿物是争论最多的问题之一。A.S. Radtke (1985) 认为在原生矿石中, Au 主要 (70—80%) 与 Hg、As、Sb、(Tl) 一道呈被膜状 (厚度 $< 2\mu\text{m}$) 产于半自形立方体和草莓状热液黄铁矿的表面, 另有少量呈自然金微粒 ($< 1\mu\text{m}$) 和 Au 有机化合物分布在岩石基质的粘土矿物和炭质中。我国大多数地质工作者认为, 金的主要载体矿物是五角十二面体为主的含砷黄铁矿; 另外有人 (陈潭钧, 1986) 报道, 以水云母为主的粘土矿物中 (含 Au 75g/t) 是板其金矿的主要载体矿物, 湖北新近发现了一个以辉锑矿为主要载体矿物的微细浸染型金矿 (刘东升, 1987)。

即使普遍认为含砷黄铁矿是主要的载金矿物, 对 Au 在其中的存在形式也还有争论, 如徐国风 (1982)、刘东升 (1987) 等人认为金没有进入黄铁矿晶格, 主要以包裹金的形式存在。但姜信顺 (1987) 则认为含砷黄铁矿中金除了包裹 Au 外还有部份进入了含砷黄铁矿的晶格中。

有人对板其以水云母为主的粘土矿物含 Au 高达 75g/t、载 Au 达 92.99%, 提出了质疑, 因为很细粒的含 Au 黄铁矿与粘土矿物的分离还存在一些技术上的问题, 可能在以粘土矿物中混有很细粒的含 Au 黄铁矿或别的含 Au 矿物。

(5) 对于微细浸染型金矿的成因, 更是众说纷纭, 主要有如下几种有代表性的观点, 有人认为微细浸染型金矿属于沉积-改造型层控矿床, 如高德黎、廖朝中 (1987) 认为戈塘金矿属于火山-沉积-改造-淋滤金矿床, 陈远明 (1987)、陈潭钧 (1987) 认为板其金矿属于沉积-淋滤改造金矿床。有人认为微细浸染型金矿与岩浆热液有关, 如陶长贵、刘觉生 (1987) 认为那亨丫他金矿与潜在的燕山期花岗岩岩浆热液有关。更多的人是认为这类金矿是循环地下热卤水对深部地层中的 Au、As、Hg、Sb、Ba 等进行强烈的淋滤作用, 再由氯化物搬运和富集成矿。这种观点与第一种观点有些相似; 但金属来源于深部地层。

(6) 一般来说微细浸染型金矿不含银或含银很低, Au/Ag 比值常大于 10, 在我国绝大多数该类矿床中基本如此。但近来在宁夏发现了一个伴生有银和稀土矿物 (磷铝铈矿) 的微细浸染型金矿床 (张寿岭, 1986)。贵州丹寨汞金矿中 Ag 的含量也比较高。

3. 我国微细浸染型金矿研究中存在的问题: (1) 有必要加强矿田构造和矿田内热液活动系统的研究。黔西南、桂北、滇东地区是我国微细浸染型金矿集中产出的“金三角”。但对该区的矿田构造研究还不多, 矿田与板块活动的关系也不清楚。美国地质学家近年来对美国西部微细浸染型金矿带有了一些新认识: 内华达州大金矿带并不是一个简单的南北向大断裂, 按板块构造的观点, 应是板块在一个热点上运动的形迹, 矿产均产于有利构造和这个形迹的交汇处。这些新认识有参考意义。另外, 目前我们仍习惯于把各个矿床 (点) 作为独立活动的成矿结果来看待, 而没有去寻找它们之间的内在联系。笔者认为“金三角”地区各矿床 (点) 在热液活动系统中可能存在某些关系。因此, 除了用传统的断裂系、与汞、锑矿床的伴生关系作为区域找矿线索外, 更要着眼于确立某一热液活动系统, 确认热液活动通道和含矿溶液沉淀的容矿构造。这当然还需要做大量的研究工作。

(2) 通过二十多年来国内外微细浸染型金矿的研究, 看来该类型金矿广泛赋存于碳酸盐岩中, 不是必要条件, 细碎屑岩、碎屑岩中一样也可以有该类型金矿床。但我们对火山岩中的微细浸染型金矿的认识还不够, 特别是古热泉系统中的微细浸染型金矿更值得注意。

(3) 金的赋存状态, 据研究, 我国微细浸染型金矿中金的主要载体矿物似乎比其它任何国家都要丰富得多。主要有含砷黄铁矿、毒砂、伊利石、水云母、辉锑矿等。主要与硫化物和粘土矿物有关。然而, 赵景德(1986)指出, 他利用同步辐射技术研究了美国内华达州的微细浸染型金矿, 发现金主要以显微、次显微粒状包裹在与成矿有关的很细粒的“基质”中, 从而否定了A·S·Radtke(1985)等人金主要与黄铁矿有密切关系的看法。这些“基质”到底是什么, 目前还不清楚。这一观点或许能给我们一些启发。

(4) 成因研究我们仍处于初步阶段, 对该类金矿的成矿物质来源、成矿流体的性质等都不很清楚。要对这个问题进行比较深入的研究, 就得在扎实的野外及室内常规研究的基础之上, 借助于一些新的地球化学和矿物学方法, 对某些有代表性的矿床进行深入的解剖。

有关找金方法的某些体会

郑作平

(中国科学院地球化学研究所)

目前, 找金乃是热门话题。本文着重从研究金本身的特点着手, 谈点看法和点滴体会。

1. 金粒的获取方法: 金粒的获取方法一般有三种: 汞板吸附法、氧化还原法和人工重砂及天然重砂法。前两种是工业上及小规模开采金矿所采取的方法。重砂法简便易行, 为广大研究人员所采用。

(1) 人工重砂法: 首先对研究区的岩性特征做深入研究, 并在可能的情况下将岩性归类, 确定含金规律。通常检测岩石中的含金数量, 多采用手工操作, 配备必要的化验和筛选工具。野外的习惯做法是: 在对含金岩石初步了解后, 将含金岩石打碎淘洗, 了解自然金的最大粒度。这样粗碎首先脱落出来的是裂隙金(金在岩石中的赋存状态有晶隙金、裂隙金、包裹金), 金粒最大, 有时自然金会被磨成片状, 贴到筛底上, 应注意检查筛底。

(2) 天然重砂: 在河床的有利位置或河道斜交岩层的缝隙里取砂, 进行淘洗取金。天然重砂中, 金粒的发现与否对该区寻找金矿有着重要的参考价值和意义, 是找金矿的第一步。

2. 金粒特点与金矿成因: (1) 金粒的成色: 反映金矿形成时的温度、深度、时代、颜色、含银量。钾化与金的成色有关。统计表明, 钾化强度增加, 金的品位呈平方数增加, 但后期钾化能使高成色的自然金变成低成色的银金矿(表1)。此外, 金粒的搬运距离也影响其成色。