

黄金科技丛书

金银矿产选集

第五集

冶金工业部黄金情报网
冶金工业部长春黄金研究所

一九八六年八月

前 言

黄金生产，国家极为重视，作为战略任务来抓。为了加强与促进金矿地质工作，使金矿储量能在短期内有较大幅度增长，以适应发展黄金生产需要。为此，冶金部黄金情报网继续编辑《金银矿产选集》第五、六集，是前四集的继续。《选集》自出版以来，深受大家的欢迎和鼓励。《选集》尽量做到普及与提高相结合的原则，注重刊物的先进性，科学性和实用性。从《选集》的五、六集内容中反映出，我国金矿地质工作取得了可喜的进展：特别是在寻找新类型和隐伏矿体方面有新的突破：用化探找金矿展示了广阔的前景。《选集》还选登了有关典型金银矿床地质特征及找矿经验和方法等方面的文章等。并且还介绍了国外（译文）有关金银矿床的一些研究成果，对进一步和促进在我国寻找各种新类型金银矿床有一定参考价值。

《选集》主编由冶金部黄金情报网地质站（吉林有色金属地质勘探公司研究所）杜希明工程师负责。由于业务水平所限，资料搜集不够全面，因此《选集》中不足和欠妥之处恐所难免，敬希读者批评指正。

冶金部黄金情报网

1986年7月

目 录

我国重要金矿类型及找矿方向	秦 磊 李文光 母端身	(1)
试论中国金矿床成因类型及其分类原则与矿床主要特征	林文通	(11)
试论构造地球化学找金的几个问题	徐光荣	(31)
铁帽型金矿床的基本地质特征和控矿因素	徐国凤 邵洁涟	(38)
中国的板块构造和金矿床	曹志敏	(44)
金矿集中区分布特征及在找矿远景中几点设想	张甲忠	(49)
我国北东部层控型金矿床的分布规律及其主要地质特征	李 力	(57)
鉴定金银系列矿物的几种方法	杨思学 张渠儒	(63)
金矿床研究中氢、氧同位素数据的使用和解释	王文文	(68)
石英的红外光谱研究及其含金性评价	吴尚金 于桂梅	(83)
细粒砂金的一种简易捕收方法	李尚勇 李素芳	(91)
华南加里东地槽区金的成矿时代讨论	张景荣 崔卫东	(96)
吉林海沟金矿地质特征	景芳清	(102)
一个产于太古代高级区中的金矿床—吉林夹皮沟金矿	董安金	(107)
吉林夹皮沟金矿区黑云母的化学成分及红外光谱特征	吴尚金	(115)
吉林延边北部火山岩型金矿地质特征和成矿规律	刘文法 王玉胜	(124)
河北平泉基岩金矿床石英的标型特征研究	吕瑞英 邵洁涟	(135)
河北金厂峪金矿床地质特征及成矿机理	高德玉	(140)
山东焦家金矿围岩蚀变的初步研究	陶 卫 张树儒 胡伦积	(149)
山东三山岛金矿床形成物理化学条件研究	李兆儒 黄兰英	(155)
山东掖县仓上隐伏金矿床的发现	山东省地矿局第六地质队	(166)
山东沂沭裂谷系五莲县七宝山金铜矿的地质特征	张 建	(170)
湖北省金矿地质特征及找矿远景	刘腾飞	(179)
湖北汉江流域砂金矿地质特征及物质来源初探	刘腾飞	(186)
湖北大冶鸡冠咀金矿的发现及其地质特征	张永达 卫克平	(191)
广西阳江县磷矿型含炭泥品位难选金矿矿石性质及其选金工艺	刘腾梅 王 超	(198)
陕西凤县铅锌山铅锌矿床伴生银的研究	李 徽	(203)
小寨岭金矿带西段构造蚀变岩型金矿成矿条件初探	王相 赵金龙等	(211)
浙江治岭头金—银矿床成因初探	郑明华 刘建明	(222)
论浙江火山岩区金矿床的成矿模式和找矿标志	徐国凤 邵洁涟	(229)
四川康定偏晶石型金矿的物质组成特征、矿石建造及金的运移形式探讨	帅德权 毛玉元等	(240)

广西田阳金矿床地质特征及找矿问题浅议·····	于志科	(251)
赫姆洛金矿的发现及地质特征—以克拉矿段为例·····	吴尚全编译	(258)
德硫砷银矿(DerivilLie) Ag_2AsS_2 —新确定的矿物种·····	H·贝利	(266)
硫锑铅银矿系列的新资料·····	Y. 默洛等	(273)
红土型风化剖面中金和银的活动性—据西澳大利亚的一些观察·····		
·····	A. W. 曼	(279)
产于含铁石英岩中的金矿的热液性质(以津巴布韦一些矿床为例)·····		
·····	Y. M. 尼克拉斯夫	(290)
毒砂和黄铁矿中不可见金的赋存状态问题·····	B. H. 沃依策霍夫斯基等	(299)
矿物标型特征在东乌兹别克斯金矿床的成矿预测、评价及确定剥蚀面水准 方面的应用·····	C. K 斯米尔诺娃T. H雅茨科尔科	(303)

我国重要金矿类型及找矿方向

秦 鼎 李文亢 母瑞身

(地质矿产部沈阳地质矿产研究所)

我所在研究我国金矿成矿规律的时候,曾阐述了金矿集中区的概念,并指出在对全国普查找矿的战略部署上,选定集中区的重要性,而在一个区内,则必然要从研究金的成矿作用即确定成因类型入手,以便客观的确认控矿因素,发现新的成矿地质体,从而进一步明确找矿方向。

金的成矿作用除与金元素本身属性有关外,还决定于不同地区的地质原始背景和地质发展历程。由此而形成的金矿类型除砂金和砾岩型之外,主要形成了四种热液矿床,即变质热液金矿床、交代~重熔岩浆热液金矿床、火山热液金矿床和渗滤热液金矿床,由其它地质作用形成的金矿床,或者规模小、数量少,或者是其它金属矿的伴生矿床。本文主要讨论我国这四种热液金矿床的地质特征及其找矿前景。

一、变质热液型

一般认为,在区域变质作用过程中,原地质体中的建造水和结晶水可以形成热液,并促使原地质体中的金矿质活化,在适宜的物化条件下,进而迁移富集成矿。因此,确认本地区是否存在变质前的含金建造是具有重要意义的。含金建造有原生和转生之分,原生含金建造多为大约25亿年前,少数为以后的不同地质时代所形成的中基性含铁镁质较高的火山岩系,现已变质成含角闪石、黑云母、绿泥石、磁铁矿等暗色矿物的一套变质岩系,即绿色片岩、斜长角闪岩及暗色片麻岩、变粒岩等。将其确认为含金建造的根据是:(1)许多研究者测定的金在各种矿物及各类岩石中丰度的变化,总的趋势是由铁镁质矿物向硅铝质矿物,由超基性、基性岩石向酸性岩石金的丰度逐渐减少;(2)25亿年前广泛出现于地壳上的中基性火山岩系可简单地与铁质麻石相比拟,而后者金的丰度值总是高于其它种类麻石,因此它可以代表金在上述岩系中变质作用改造前的分布趋势;(3)在地质剖面特别是太古界剖面中,这套岩系内金矿化与铁矿化虽然往往有着一定距离,但多数是相互靠近,并有一定的空间规律,前者在下,后者在上;(4)这套岩系与伴生的铝硅酸盐岩系、碳酸盐岩系有着明显的区别,野外工作易于划分。转生含金建造是指元古代及其以后所形成的沉积-变质含金建造,它一方面继承了原生含金建造在矿物组成上的特点,另一方面又增加了有机质。不同的地壳构造分区控制着不同的含金建造,不同的含金建造决定着变质热液型金矿的找矿前景。

原生含金建造主要见于中准地台的太古界分布区,在准地台南缘和北缘的太古界变质杂岩带大致呈东西向展布,而在地台的内部则呈北北东向。太古界地质体包含了三个火成-沉积巨旋回。第一巨旋回形成于30亿年前,属此旋回的有吉林的白山杂岩、

辽宁的清源群、河北的迁西群和内蒙的丰镇群。第二巨旋回形成于30—28亿年之间，属此巨旋回的有吉林的鞍山群（狭义）、辽宁的鞍山群（狭义）、河北的八道河群、内蒙的乌拉山群和山东的泰山群。第三巨旋回形成于27—25亿年，属于此旋回的有山东的胶东群、山西的阜平群（上部）、河南的太华群、登封群与安徽的霍丘群。每个巨旋回又可分出若干亚旋回，其底部为基性火山岩，向上渐次变为火山碎屑岩和沉积岩，总体上仍以火山岩为主，并显示出由钙碱性向碱性演化的特点。原生含金建造主要发育于后两个火山沉积巨旋回中，并一起卷入大约25亿年前左右的区域变质作用中去。这可能是中朝准地台区地史上最早的一次整合化的区域变质作用，它几乎掩盖了在此之前的所有地质作用的踪迹，并统称为阜平旋回，它一方面形成了包含原生含金建造的岩石层系（地层组），一方面在这一范围内形成了变质热液型金矿。就目前资料所知，含金建造形成的年龄最早可在30亿年前，而成矿时代一般未超出24—26亿年。与太古代阜平旋回区域变质作用有关的变质热液金矿主要见于下列地区：桦甸—抚顺集中区（夹皮沟诸矿床）、燕山集中区（金厂峪诸矿床）、张家口—赤峰集中区（金厂沟梁、小营盘诸矿床）、灵宝—嵩县集中区（小秦岭诸矿床）。这些集中区的范围大体分别相当于准地台内的胶辽台隆、燕山台褶带，内蒙地轴和豫西断隆。原生含金建造分别被包含于第二巨旋回的鞍山群（狭义）三道沟组、八道河群的王厂组，第三巨旋回的胶东群蓬乔组，太华群的阎家峪组及其它相当层位。

除中朝准地台之外，原生含金建造还见于某些地槽褶皱区，例如内蒙华力西地槽褶皱带的白乃庙群、甘孜印支地槽褶皱带的碧口群等，由此而形成的变质热液金矿床大多形成于加里东至印支期，目前还未发现由各类含金建造在中—新生代所形成的变质热液金矿。

转生含金建造由沉积—变质岩石组成，它们在野外的标志性不很明显，原岩除去由暗色矿物组成的细碎屑岩（常含炭质）含金建造之外，还有含炭的泥质页岩建造和含炭的细碎屑岩夹碳酸盐岩建造。转生含金建造主要见之于下列地区：

中朝准地台区。它的基底固结于元古代晚期的中条运动，包含了五台和中条两个旋回，主要形成原岩为细碎屑岩含金建造，包含有这种建造的是五台群（义兴寨、十八顷壕金矿），辽河群（白云、四道沟、五龙金矿）及五家河群（山马庄、毛山金矿）等。

扬子准地台区。它的基底固结时间晚于北方地台。金矿床（含金石英脉）赋存于武陵旋回的冷家溪群（西冲等）和扬子旋回的板溪群（溆浦、柳林汉、沃溪、黄金洞等），除前者可能有少量原生含金建造之外，大部份属于转生的（含炭）细碎屑岩含金建造，所形成的岩石为变质砂岩、板岩、千枚岩等，变质程度显然较微弱。

华南褶皱系。它的基底褶皱时间为加里东旋回。包含两个金矿集中区，一个遂昌——建瓯集中区，金矿形成于前奥陶系，赋矿岩系陈蔡群（冶岭头）和建瓯群（东游），为转生的含炭质细碎屑岩建造，区域变质作用属中—低级相。另一个是平南—连县集中区（桃花、古袍、隆盛、爱群诸矿），赋矿岩系为寒武系水口群、八村群，也为转生的含炭质细碎屑岩建造，区域变质作用较微弱。

转生的炭质泥质页岩含金建造和含炭的细碎屑岩夹碳酸盐含金建造分布不广，仅在秦岭地区有所发现。

以上简要叙述了形成变质热液金矿的各类含金建造时空分布状况,并表明这类金矿在变质岩区的层控性,它的热液成因特征主要表现在矿体(主要为含金石英脉)受同褶皱期的断裂构造控制,具有明显的围岩蚀变,处于中低级变质相区的背景,与含金矿物相伴生的其它矿物的多阶段性等等。

这里所说的断裂构造,一般是指一个区内的次级断裂,而那些深度和规模均较大的断裂如辉发河断裂、赤峰—开原断裂及张家口—承德断裂、哀牢山断裂以及达拉布特—拉布特断裂等等,虽然对形成变质热液金矿可能有重要影响,但并非是必要条件,它们内部很少见到直接矿化,它们的重要作用在于控制了变质岩区的分布范围及展布方向,还在于它能派生出较多的次级断裂系,进而控制矿床的总体展布和单个矿体的延伸方向。

这里所说的围岩蚀变,一方面是由于矿化体直接提供给围岩的物质形成的硅化、碳酸盐化、黄铁矿化等,另一方面则是围岩物质受热液影响发生变化而形成的绿泥石化(铁镁矿物)和绢云母化(硅铝矿物)。

这里所说控制热液金矿的变质相的总趋势是由高级相向中低级相矿化逐次增强,但不同金矿集中区所处变质相也不一样。在中朝准地台,太古代的三个巨旋回都有麻粒岩相岩石组合,在地台南北零星分布,未见金的矿化。绿片岩相岩石组合分布也很局限,且多为退变质的结果,矿化比较少,而与麻粒岩相岩石组合相邻的中级变质相岩石组合则发育广泛,金矿床主要赋存于每个集中区的中级变质相区。在扬子准地台区,控制金矿的基底基本为单相变质区,变质程度一般在绿片岩相之下。在所有地槽褶皱区内分布的金矿集中区,其区域变质作用很少达到麻粒岩相,而在角闪岩相、绿片岩相(甚至更低)的条件下都可形成金矿。

许多研究者都注意到,在地质历史上,金在全球上的成矿时间大致有两个高峰,一个是太古代,另一个是中生代。第一高峰主要形成了变质热液型金矿,我国基本情况与此相符合,根据现有资料可知,最早形成的金矿床即为中朝准地台广泛发育的变质热液型金矿,形成时间大约为24—26亿年,属阜平旋回的产物。金是一种亲铁元素,而铁元素则广泛存在于元古代及太古代地质体中,特别是属于后者的阿尔戈马型含铁建造,这就意味着,对变质热液型金矿床说来,随着地质历史的发展,矿化可能具有越来越弱的趋势,到中生代几乎还未发现变质热液金矿化。诚然,各地质时期区域变质作用的发育程度也有着一定的影响。

从上述情况可知,控制变质热液型金矿床的主要因素是发育有原生和转生、特别是前者的含金建造、同变质期的断裂构造和中低级变质相背景区。具备这些地质条件的地区即为我们所寻求的金矿普查远景区。当然,目前已确认的特别是中朝准地台范围内各金矿集中区最为有利,此外,还应注意下列远景潜在区:

1. 大别山区,即武当—淮阳隆起的东段,是西峡—南阳金矿集中区的东延部份。本区并未提供砂金矿化的明显信息,在历史上也无采金记载。本区主体由元古界—太古代(?)变质岩系即大别群、信阳群—佛子岭群、苏家河群—红安群构成。六十年代末期,在开展1:20万区测工作中,曾在佛子岭群变质岩及白垩系凤凰台组砾岩分布区发现了金的重砂异常。大别群是一套巨厚、变质程度较深、混合岩化广泛而强烈的变质岩

系, 包含黑云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩、斜长角闪岩、磁铁石英岩以及大理岩等, 其原岩除粘土、半粘土质及碳酸盐岩外, 还有基性火山岩类。其南侧的红安群、宿松群为绿色片岩和片麻岩类, 原岩也多为从基性到酸性的火山熔岩及其碎屑岩。大别群北侧的信阳群和佛子岭群则多为片岩、片麻岩和斜长角闪岩, 上述岩系构成了含金建造。值得注意的是, 湖北、河南境内的大别群、红安群中已发现了具有一定规模的含金石英脉, 安徽境内的佛子岭群上部潘家岭组也圈出了若干个含金地质体。

2. 西昌—晋宁地区, 即康滇地轴。基底为元古界变质岩系, 呈南北向带状展布, 即四川境内的会理群、河口群, 云南境内的昆阳群、大红山群。原岩是一套中酸性、中基性火山岩建造、含炭碎屑岩建造、碳酸盐岩建造等等, 富含铁、铜, 构成一个重要的铁铜矿化集中区, 推测这些岩系可构成含金建造。与此相一致的是在大红山群的红山组、昆阳群落雪组、青龙山组的变质型铁铜矿中均伴生有金。直接的含金标志除有砂金外, 还见于四川会理地区的小街、平沟、松坪、大朝门、金洞山等地的板岩、千枚岩、片岩中广泛发育含金石英脉。

3. 西天山地区, 即乌鲁木齐以西, 包括南、北天山的广大地域。历史上曾是一个砂金盛采区。西天山基本上没有保留扬子旋回古中国地台残留基底的那些变质岩系。但自此以后的地槽发展阶段中, 却孕育着新的成矿因素, 这就是奥陶系、志留系、泥盆系的中性喷出岩和下石炭系的酸性喷出岩及其碎屑岩。它们分别遭受到加里东期和海西期的区域变质作用, 特别是下石炭系, 与准噶尔地区及北山地区一样, 有可能是北天山的主要成矿岩系。南天山应予重视的有两套变质岩系, 一是下元古界的阿克苏群, 由包括绿片岩的多种片岩构成; 另一套是中志留统到中泥盆统的变基性、中基性熔岩及其凝灰岩, 目前还未发现金的矿化。

二、交代重熔岩浆热液型

岩浆本身是一个复杂的问题, 讨论其成矿作用就更加复杂。一般认为, 金在铁镁质岩浆岩(即超基性岩和基性岩)中的丰度值要高于硅铝质岩浆岩(即中酸性岩浆岩), 但是, 很少见到在铁镁质岩浆岩中直接独立成矿, 即金在岩浆阶段往往处于分散状态。在酸性岩中, 正常情况下金也是分散状态, 但当晚期碱性挥发组分增高时, 才形成易溶的络合物转移到热液中去, 进而迁移、富集成矿。在各种中酸性岩浆岩中, 交代—重熔花岗岩与金矿的关系最为密切。这类花岗岩既然是由地壳部份经重熔而形成, 因此原岩含矿质的多少必然关系到交代—重熔岩浆的含矿性, 即或受到岩浆结晶过程中液固两相中金的分配系数的影响, 也仍是如此。可见, 对交代—重熔岩浆热液金矿来说, 原岩含金量的多少虽然不是唯一决定是否成矿的因素, 但其重要性确实不能低估。换言之, 重熔前地壳岩石中金丰度值的高低直接关系到交代—重熔岩浆热液金矿床的区域前景。

岩浆热液金矿床的特点早在五十年前就被艾孟斯详细论述过, 这里不再重述, 但现在所说的与金矿有关的花岗岩侵入体已经远远不是艾孟斯的概念了。

这类金矿主要见之于中朝准地台的基底岩系分布区、华南地槽加里东褶皱带、吉黑地槽海西褶皱带等地区。其中山东招—掖诸矿床(三山岛、新城、焦家、灵山沟、黄埠岭、玲珑等)规模较大, 研究得也最详细。直接控制这些矿床的岩浆岩的玲珑杂岩体, 则

是由太古界胶东群演化而来。胶东群构成东西向的栖霞复背斜，自下而上分为蓬奇组、民山组 and 富阳组，其中蓬奇组属于原生含金建造。特别要强调下列地质事实：（1）玲珑杂岩体内部有大量变质岩残留体，片麻状黑云母花岗岩中残留体主要是黑云片麻岩和黑云变粒岩，而角闪花岗岩中残留体则多为斜长角闪岩和角闪变粒岩；（2）岩体与胶东群是过渡和侵位两种接触关系；（3）岩体内大量变斑晶的出现，交代结构的广泛发育；（4）岩体总体方向呈北东向，与区域断裂方向一致而与地层总走向斜交等等。所有这些地质现象均表明玲珑杂岩体是胶东群交代—重熔作用的产物，并处于塑性—半塑性、原地—半原地状态。其中以交代作用为主者即形成了黑云母片麻状花岗岩和角闪花岗岩，重熔占主导的则形成黑云母钾长花岗岩，分别称为玲珑型岩体、郭家岭型岩体和诸家河型岩体。它们组成了一个岩性相异、时代相近、空间同位的统一体，由此提供了矿质和热液。各矿区之矿石与胶东群蓬奇组之硫同位素组成特点相同，玲珑岩体和各种岩脉与蓬奇组之硫同位素组成相同，均表现以混合硫为主的特点，显示了地层、岩浆岩和矿化的一致性。成矿年龄为19亿年，属于元古代中条旋回。

还需指出，受断裂构造控制的矿化形式有两种：一种以充填为主形成含金石英脉（“玲珑式”），一种以交代为主形成含金破碎带蚀变岩（“焦家式”）。所以产生这种差异，是由断裂构造的性质和规模所决定。有些研究者指出，地质环境使断裂构造处于脆性状态下多显张性，则形成了前者，并位于高水平；若处于塑性状态下，多显剪切性质，则易形成后者，并位于低水平。还需提及，塑性状态下形成的含金破碎带蚀变岩中，成分与结构很不均匀，某些部份强烈石英化，某些部分强烈绢云母化，某些部分则出现石英团块和石英细脉，这些石英团块还可见到定向拉长现象。黄铁矿等金属硫化物或呈星散状，或呈团块状或呈细脉分布其中，另外结构也很复杂，可见到上述成分的角砾，也可见到原岩被交代的残体和新生矿物。应当强调的是，含金矿物也只赋于石英和金属硫化物之内，而其它新生矿物如绢云母中则从未见及。由此可见，这种矿化特点与含金石英脉并无本质差别。蚀变岩中的某些新生矿物，如石英、绢云母除由热液本身晶出之外，另一部份则为原岩（花岗岩类）经热液活动使原生矿物长石分解而成，故而连同钾化一起的广泛绢英岩化也成为这种矿床的典型特征。

在讨论岩浆热液金矿床的找矿前景时应注意下列问题：

1. 前面已经谈过，基性、超基性岩体内很少见有金的独立矿化，而其丰度值却很高，甚或可形成Cu—Ni—Pt的伴生矿床，这就意味着在后期地质作用的改造下可以进一步富集成矿。许多研究者在超基性岩的热液改造后新生矿物（如蛇纹石、石棉、滑石、绿泥石、石榴石以及碳酸盐矿物等）中见到了金的富集并可见到明金。我国黑龙江省的萝北桦皮沟地区、青海的拉脊山区以及河北赤城的小张家口等超基性岩体，经后期地质作用的改造，可以在其中圈出金的矿化体；有些具有一定规模的矿床，如云南墨江金厂、新疆西准噶尔托里地区萨尔托海、铭门沟等，矿体并未在岩体内圈定，而是在与围岩接触部位，多以含金石英脉形式出现。虽然对其成因认识各异，但两者在空间上的毗邻关系却向人们提出问题，例如，金在岩浆阶段是否可以成矿？在后期改造阶段形成矿床的热液来源是什么？或者仅仅是空间上的偶合等等。总之，金矿床与超基性、基性岩体的关系还是一个有待深入研究的问题。

2. 寻找交代—重熔岩浆热液金矿床主要应在变质岩系背景上发育的花岗岩区。在中朝准地台的基底部份,曾发育多期的中酸性岩浆活动,其中太古代岩浆岩,如约28亿年前形成的奥长花岗岩—英云闪长岩套,26亿年前形成的绿岩组合中的奥长花岗岩,均未见金的矿化。元古代由原生含金建造转生而来的岩浆岩则形成了一系列金矿床。中生代岩浆活动十分强烈,岩体不具交代—重熔特征,很可能多属同熔岩浆产物,能否形成具有一定规模和一定数量的金矿床还不很清楚,目前所知仅仅是一些小型矿床(含金石英脉、角砾岩体、砂卡岩体等)。在某些地槽褶皱区,例如南方的华南加里东褶皱系的云开大山褶皱带(加里东期和燕山期花岗岩),北方的大兴安岭优地槽褶皱带及佳木斯隆起(元古代和海西期花岗岩),都有可能找到这类矿床。

3. 一些研究程度较低的地区有可能成为金的研究区,例如甘新交界的北山地区、祁连山区等。

北山地区广泛发育着奥陶系—二叠系的变质中性火山岩。在此背景下,海西旋回中酸性岩浆活动广泛发育,已经发现的金矿化分别集中于北部的明水地区和南部的红柳园一带。

祁连山区是一个砂金分布较广并有悠久采金历史的地区。本区发育两套不同的变质岩系,并见矿化,一套是中国地台基底的残块,另一套是下古生界属蛇绿岩套的“绿岩化”岩系。区内有两条超基性岩体群,南部的属加里东期,北部的属海西期,也见金的矿化。花岗岩也有两套,分布较广,岩性比较复杂,规模比较小;第一套为前寒武纪片麻状花岗岩,未见矿化;第二套为地槽阶段所形成,北祁连主要为加里东期,南祁连主要为海西期,与金矿化关系密切的可能主要是加里东期小侵入体。

三、火 山 热 液 型

火山活动本身也属岩浆活动范畴,但它形成的金矿床与(侵入)岩浆热液金矿床比较有着许多独特之点。第一,矿脉物质组成具有低温特点,石英多被玉髓、蛋白石代替,钾长石则常为冰长石,碳酸盐矿物和绢云母等广泛发育。金属矿物中除金的成色常常降低之外,黄铁矿常被白铁矿代替,含银矿物如辉银矿、深红银矿等广泛发育。有时还出现特殊的矿物共生现象。矿脉组构也常常反映低温低压特点,如细脉群、网脉群、晶洞构造、角砾构造、胶状结构及梳状结构等。第二,含矿围岩多为安山岩—英安岩,少量见之于碱性和酸性火山岩。在空间分布上,世界范围内以环太平洋带为主,我国涉及范围是此带的岛弧带和东部沿海陆缘带,向西消失于贺兰—六盘—横断山南北构造带。环太平洋带普遍被认为是一个独立的安山岩带,并携带了一部份陆壳物质。我国东部地区中生代的火山活动通常不都是安山岩,在东南沿海陆缘地区酸性岩反而增加,其展布范围或受火山断陷盆地限制,或受平行深断裂控制而成宽带状。第三,火山岩及金矿化都是形成于中—新生代,我国的火山热液型金矿床形成时代可能略早,即主要是中生代。地史上的火山活动是经常见及的地质现象,但在此之前则多为海底喷发,尚未见到独立的热液金矿床,但新疆地区可能例外,如东准噶尔金山沟金矿。第四,在含矿地质体中常常出现含金矿物高度富集的“窝子”或“闹堂”,本身系由自然金、银金矿、辉银矿、玉髓状石英和绢云母组成的矿物集合体,或充填于石英脉的晶洞,或沿石英脉一侧交代

围岩或交代石英脉中的围岩角砾,这种特殊状况,就造成了其它类型少见的“风暴”品位。

我国火山热液型金矿床不是地槽阶段的产物,只是因为在中生代时东部地区强烈活化,因此它们的形成除受大地构造影响外,而且也受形成火山岩的原始物质的影响。

本类矿床按所在的火山岩相可分成火山岩型(狭义)和次火山岩型两种。

火山岩型(狭义)金矿一般与中性火山岩有关,矿体呈脉状赋存于熔岩、火山碎屑岩的构造裂隙带中。在其自变质的青盘岩化背景上,于脉矿两侧发生硅化、绢云母化、碳酸盐化及高岭土化等热液蚀变。吉林汪清—延吉一带,在石炭—二叠系变质岩和海西期花岗岩基底之上,其南部有中生代延吉盆地,北部为东西向的杜荒岭—汪清中生代火山岩带,五凤、刺猬沟等金矿与此有关。浙闽地区等金矿则位于陈蔡群、建瓯群变质岩交界部位的侏罗系中酸性火山岩里。

次火山岩型金矿主要赋存于酸性、中酸性、少数为碱性的浅成、超浅成小侵入体或火山管道中,矿体呈脉状。岩体本身是矿体的真正围岩,蚀变发生于含矿岩体背景之上。黑龙江团结沟金矿即属此类。

继续寻找火山热液金矿床应考虑下列问题:

1. 显然,形成火山热液金矿床的主要地区是在我国东部,即燕山运动所能波及到的区域。在这个区内,形成火山热液金矿床的那些火山盆地或火山岩带,总是位于含金(变质)建造分布区的背景之上或与其毗邻,例如,乌拉嘎火山盆地形成于元古界包含含金建造的黑龙江群背景之上,浙闽火山岩带则与古生界包含含金建造的陈蔡群相毗邻。这就是说,我国火山热液型金矿的成矿过程可能与含金的变质岩系具有内在的联系。一些研究者通过对大量化学资料的分析处理,认为我国东部沿海地区中生代的喷出岩与该区基底变质岩成分的变化有明显的依赖关系,可能是基底岩石重熔喷出的结果。这就意味着,我国东部火山热液金矿床的前景是与基底变质岩系中含金建造的状况紧密相关的。据此可以推测,我国北东部的火山盆地可能比东南部的火山岩系中寻找这类金矿更有希望。

2. 有关火山热液金矿某些特征的总结都是来自我国东部地区,西部地区有无前项目前尚不清楚,但值得重视的是天山、准噶尔地区早石炭世广泛发育有火山岩系,并发现若干处中基性火山机构,且有金的矿化,例如东准噶尔金山沟等地,有些酸性火山岩系的人工重砂中也发现过若干颗自然金粒。

四、渗滤热液型

除岩浆作用和变质作用外的另一种热液矿床,是由地下水经渗滤作用而形成的低温金矿床。这类矿床的成矿物质主要来源于周围含金丰度相对较高的岩层,其成矿作用是由天水渗入地下,在某种热源影响下而演化为地下水(或热卤水),经往复循环,带出分散于围岩中的成矿组份,在温度、压力、热液性质等物化条件改变的情况下,金矿物沿断裂裂隙和渗透性较好的岩石沉淀成矿。美国的卡林金矿便是这一类型的代表,其特点是矿床规模大、埋藏浅,虽然金的粒度非常微细,某些矿床品位偏低,但由于选冶技术的突破和工艺流程的改进而成为易选矿石,因而具有巨大经济价值。近年来,在我国贵州西南部,陕西李家沟、二台子、太白双王等地新发现的金矿,皆可划入

这一类型，尽管它们产出的表现形式不尽相同，但其成矿作用是相似的。

综合目前已知渗滤热液型金矿的地质特征，大体可归纳为：

1. 矿床在空间分布上，常沿不同大地构造单元的边缘或衔接地带出现，或在地槽一侧，或在地台一侧的沉积盖层中。在成因上与一定构造作用有关，主要受区域性高角度断层、褶皱及穹窿的控制，其中高角度断层主要是为含矿溶液提供通道，使下部热液得以上升。在褶皱和断裂作用下，岩石变形、破碎，从而增加了有效空间，成为含矿溶液渗滤、扩散和沉淀的有利场所。在一般情况下，含矿溶液沿断层上升，并首先在断裂带附近开始矿化，而后向有利岩性渗透，随着远离断裂带，矿化逐渐减弱，矿石变贫。

美国内华达州为数众多的“卡林型”金矿床比较集中地出现在优地槽与冒地槽接触带的两侧，多数矿床分布具一定方向性，呈线形排列，与这个地区所发育的北西向断裂带相吻合。我国已知同类型金矿也具有相似特征，如贵州西南的金矿床位于扬子准地台西南边缘或与华南褶皱系之间的断陷盆地中，多数矿体受东西向断裂的控制。陕西已知的几个矿床（点）如双王、二台子、李家沟等皆位于中朝准地台与扬子准地台之间的秦岭褶皱系中。这些矿床几乎无例外地受褶皱、断裂和裂隙的控制。

2. 含矿岩石及时代。多数含矿岩石为碳酸盐岩类和细碎屑岩类，少数为粘土岩和硅质（硅化）岩，此外还有由构造作用而形成的碎裂、碎裂和角砾状岩石。其中碳酸盐岩主要有两种岩石类型，一是介于石灰岩与白云岩之间的过渡岩石类型，即组成岩石的矿物成分上含有方解石或白云石，如白云质灰岩、含白云质的石灰岩或灰质白云岩和含灰的白云岩，而纯的石灰岩或纯的白云岩则少见。另一类是含有陆源碎屑和粘土矿物的不纯碳酸盐岩，如泥质灰岩（白云岩），粉砂质灰岩（白云岩）或泥砂质灰岩（白云岩）等。前一类常见于美国的“卡林型”金矿床中，后一类除卡林金矿外，如泥质灰岩等也见于我国黔西南的部份矿区。

碎屑岩类以细碎屑岩为主，多数为粉砂级和细砂级，其岩石包括粉砂岩、泥质粉砂岩、钙质粉砂岩和细砂岩等。在一般情况下，砂级（中、粗砂级）岩石含矿要低于粉砂级岩石。据美国地质学者对内华达州雷恩矿区不同粒级的碎屑岩含金统计，在相同地质条件下，粉砂岩含金均高于砂岩，我国黔西南地区产于碎屑岩中的金，亦以粉砂和细砂级岩石为主，而中、粗砂岩中则少见。

含矿岩石普遍具有微层—薄层状、条带状或角砾状构造，尤其是在碳酸盐岩和粘土岩中表现更为明显。另外还含有多量的碳质物和粘土矿物，这是一个比较普遍的现象，无论是国内抑或国外已知矿床均有这一特点，这是成矿作用的一个重要因素。

关于含矿岩石的时代，一般来说，时代的控制性不很严格。美国西部的“卡林型”金矿含矿岩石时代从寒武纪到三叠纪，我国黔西南金矿从二叠纪到三叠纪，向南到广西可能还包括泥盆纪或更早的岩石，陕西金矿则包括震旦纪和泥盆纪等。往往在一个矿区或矿田中可包含若干个层位，有时即使是近在咫尺的两个矿床的其含矿层位和时代也迥然不同。

3. 围岩蚀变，其种类较多，包括硅化、黄铁矿化、碳酸盐化、高岭土化、绢云母化、重晶石化、白云石化和铁碳酸盐化等等，其中以硅化和黄铁矿化最为重要，在各个矿床均可见及，其与矿化关系密切，可作为找矿标志之一。而其他类型的蚀变则因地而

异,在不同矿床中表现不一,如陕西双王、除上述蚀变类型外,还有钠长石化,二台子还有大理石化等。

4. 金及伴生矿物。主要是一套低温矿物组合,常见的有黄铁矿、雄黄、雌黄、辉锑矿、辰砂及毒砂等。此外在不同矿区还有黄铜矿、闪锌矿、方铅矿、自然银等,但它们与金无一定相关关系。伴生的非金属矿物常有石英、方解石、白云石、重晶石、萤石及粘土矿物等。

金矿物一般比较单一,以自然金为主,还有银金矿等。多数金颗粒极其微细,为显微和次显微状。卡林金矿金颗粒一般为0.5—1微米,极少达到0.1毫米,黔西南金矿的金颗粒更细,多数都在微米以下,陕西二台子金矿多在0.05—0.001毫米之间或更细,只有在含金角砾岩中金粒较大,达0.5—1.5毫米。

5. 与金伴生的微量元素通常有As、Sb、Hg、Mo、Cu、Pb、Zn、W、Ba、Te等。其中常以As、Sb或Hg为组合,组成异常区,某些矿区,如卡林矿床等还有Tl、Te等元素。

归纳渗透热液型金矿的某些地质特征和控矿条件,作为找矿工作,对具有以下一些特征的地区应予以注意,即:

1) 不同地质构造单元的边缘,特别是断裂和褶皱发育地区。由其成矿作用所需要,为含矿溶液提供通道和沉淀场所是成矿的重要条件,一些延伸较深的区域性断裂、褶皱、穹窿以及裂隙带等。往往是矿带、矿床和矿体的分布地区。

2) 在火山岩发育地区或其附近,特别是一些“舌”状火山岩的外延地带。虽然还没有见到火山作用与成矿之间的直接关系,但早期火山活动可以给围岩(矿源层)带来成矿物质,作为初始的矿质来源。而成岩期后的火山活动,可为溶液提供热源和动力,促进含矿溶液活动。

3) 地下热循环水发育地区,表现为诸如热泉等的广布。如美国内华达州为数众多的渗透热液型金矿,其间热泉发育,有的热泉现代成矿作用明显。我国已知矿床与卡林相比,成矿时代较早,地质条件不尽相同。但作为新区探索,可以借鉴。

4) 富含碳质和一定量粘土的微细层状、条带状不纯碳酸盐岩、细碎屑岩或具有碎裂、碎斑和角砾状的岩石组合。

5) Au的丰度值相对较高地区和As、Sb、Hg或包括Ag、Tl、Mo、Cu、Pb、Zn等元素组成的异常区。以及雄黄、雌黄、辉锑矿、汞等的矿化发育地带。

6) 蚀变作用发育地区,主要是硅化和黄铁矿化。在以这两种蚀变为基础的前提下,再进一步注意其他类型的蚀变。

结合我国地质条件分析,在区域找矿方面,首先应注意两台(中朝准地台和扬子准地台)西部边缘的台、槽两侧,中朝准地台的北缘,扬子准地台的南及西南缘,以及两台之间的秦岭褶皱系。

我国东部火山岩比较发育,应注意火山岩分布区中的沉积盆地,以及火山或火山碎屑岩中与渗透热液有关的微细浸染状金矿。

以上简要地讨论了我国内生金矿类型的主要控矿因素和找矿方向,但是,各类型之间均有内在联系,因此它们总的分布趋势总是受区域成矿背景所控制。阴山—天山和秦岭—昆仑山两条巨大的东西向构造带,将我国地域分割成具不同地质特征的南北中三大

部份，它们长期控制着我国地壳的发展，成为我国地质结构上两条东西向分界线。同样贺兰山—六盘山—龙门山—横断山则成为我国地质结构上一条南北向的分界线。由这些分界线所划分出来的不同地区，不仅具有各自的地质特点，而且也直接关系着金的成矿区域。显然，目前所知的金矿床主要集中于东部，特别是其中段和北段，这里有着良好的成矿条件，由于工作程度较高，发现新矿床的难度无疑较大，但仍然是我们继续工作的重点区域。西部特别是西北部，与东部比较则有着许多特殊之处，例如残留的前寒武纪古地台基底并未见金的矿化，而后来地槽阶段却孕育着新的成矿条件；某些古生界细碎屑岩—碳酸盐岩系不是稳定阶段而是活动阶段的产物，其中已发现明显锑汞矿化，有金的矿化还不清楚；火山活动不是中生代，而主要在晚古生代；区域动力变质作用的广泛发育等等。这些特殊的地质条件，都有可能成为形成金矿的有利因素，只是目前还未被认识到。另外，西部地区研究程度较低，有些地区例如阿尔泰，砂金广布，开采历史悠久，但有无原生金矿仍然未获解决。因此，对西北地区开展金矿的探索工作是十分必要的。

上接37页

0.25、0.5m、1.0m、1.5m、2.0m、2.5m、3.0m、5.0m、10m，再往外以10m间距采至离接触线100m—200m处。这样作的好处主要是便于了解在矿体或蚀变带与其围岩的接触带上有无Au的异常存在，便于考察Au及其有关指示元素在剖面上异常曲线的具体形态特征，考察它们在不同岩石和地层中的丰度和背景值。

(四) 样品加工过程中，一定不能过筛。防止因自然金的巨大韧性在过筛中造成人为的贫化，导致某些高含量样品的降低和分析的差错。

(五) 测试方法和灵敏度的选择

为了有效地应用“以金找金”的方法，关键的一环是Au的检出限必须达到0.1PPb级，这一要求在国内外已不存在什么困难，对于其它有关指示元素的检出限一般应达PPm级，其中对于Sb、Hg、Te、Ag应达PPb级，尽量不用或少用半定量发射光谱，因为，这种方法虽是价格便宜，生产效率高，由于检出限太粗，难以满足地球化学找矿的技术要求。

为了节省分析费用，加快工作节奏，对于指示元素的选择，在经过充分试验研究的基础上，宜少而精，比如，仅选择Au、Ag、As、Sb甚至仅选择Au或Sb一个元素作为远程指示元素以指示寻找隐伏金矿体。

(六) 资料的整理

参考和应用指示元素的理想分带模式，编制地质地球化学剖面图和相应的平——剖面图，圈定异常曲线和异常等值线图。通过系统的试验工作建立区分矿致异常和非矿异常的标志和方法，优选根据比较充分，规模比较大，施工条件比较方便的可能的矿致异常进行工程验证。

试论中国金矿床成因类型及其分类原则与矿床主要特征

林 文 通

(合肥工业大学)

一、前 言

近年来我国金矿地质科研和地质找矿工作都取得很大的进展,发现了不少新的金矿床及金矿的新类型,也积累了不少金矿的新资料。这些资料均说明我国金矿资源丰富,金矿分布广泛,金矿类型众多,金矿业的开发具有广阔的前景。所有这些情况,都为划分我国金矿成因类型打下了基础。

国内一些单位和学者进行了我国金矿成因类型划分的尝试。例如,成都地院郑明华等,沈阳地矿所母瑞身等,贵阳地化所王秀璋等,南京大学王鹤年等,长春地院胡伦积等,和吉林省冶金地探公司研究所朱奉三等,都提出了中国金矿床成因分类方案。特别是中国地质学会矿床地质专业委员会贵金属矿床地质专业组,采取各家之长,综合地提出“中国金矿床成因类型划分”(第二次讨论稿,1983)。同时,该“专业组”指出:“为了进一步发展我国黄金生产,以适应“四化”建设的需要,开创黄金勘探评价和生产的新局面,从我国实际情况出发,提出反映我国特点的黄金矿床成因分类,对指导金矿地质研究和勘探评价,具有重要理论和实际意义”。我们也就是在这个认识的基础上,提出“试论中国金矿床成因类型及其分类原则与矿床主要特征”一文,请教国内金矿专家与学者,并请提出批评和修改意见。

二、金矿床成因类型的分类原则及其存在问题

由于金矿的成矿物质和成矿溶液的来源,形成条件,空间和时间分布特点,成矿具有长期性和继承性以及矿物共生组合等都极为复杂,所以,目前各国对金矿床成因分类还没有统一的分类方案。

金矿床成因类型分类的原则与其它金属矿床成因类型的分类原则基本相同。一般说矿床成因类型的分类原则主要考虑:①成矿作用,②成矿物质来源,③成矿类型,④成矿溶液来源,⑤地质构造部位与环境,⑥岩石建造,⑦矿物共生组合所形成的含矿建造和矿石建造,⑧地球化学特征,⑨矿床埋藏深度,⑩根据围岩岩性特点,⑪根据工业指示元素和⑫按经济矿床学观点等来划分的。国内外金矿床成因类型所提出的分类方案数以百计,但各家所提出的分类常常是突出上述的一项或少数几项来考虑的。这也是造成金矿床成因类型的分类得不到统一的主要原因之一。

同时,对个别著名的金矿床,在其成因上各有不同的假说,甚至有意见完全相反的假说。因此,对这些矿床该划归哪一类,意见也是多种多样的。而且,在学术上很难做到求大同,存小异;常出现百家争鸣、各执己见,这也是得不出统一分类的原因。例如,南非维特瓦特兰德含金铀斑岩型矿床,开始多认为是热液型,后来有人提出是沉积型,沉积—变质型,古砂矿受变质型,日本人认为是淋积型。最近几年由于卤水成矿学说抬头,又有人认为是卤水成矿的。又如,我国胶东半岛玲珑、焦家等金矿床的成因问题,开始也认为热液型,目前各家观点也不统一。

由于矿床成因类型长期存在争论,有的甚至矿已开采完了,而对该矿床的成因还不能“盖棺定论”,这样就很难做到用矿床的成因研究来指导找矿工作。为了摆脱这一局面,因此,目前有人从实用出发,循着找矿思路,采用找矿分类法,如苏联学者Н·Н·卡费罗诺夫(Н·Н·КАФЕРОНОВ)等对所有金属矿床,从矿石成份及其与围岩的差别,提出适应地球化学普查的所谓“普查分类法”。对于金矿床的类似分类法,有如加拿大地球化学家R·W·博尔(R·W·博尔(1978)提出的根据地质—地球化学背景的金矿床成因类型分类法。

我们会体会到,中国金矿床成因类型的划分,必须考虑两个问题:第一,应有利于指导金矿床的普查与勘探这一原则。为了这个目的,在划分金矿床成因类型时,应以能最客观地阐明金矿床产出的层位(岩石)和构造部位及其环境以及地球化学特征,以便能在那些类似的地质环境的地区对金矿的找矿做出某种预测。第二,应以我国金矿地质实际情况出发,提出能反映我国特点的金矿床成因类型的分类方案,这样也才能够指导在新地区寻找相类似的金矿床。根据上述的两点认识,我们提出了“中国金矿床成因类型”划分的初步方案,但它也只能看成是对中国金矿床成因类型划分的一次尝试。

三、中国金矿床成因类型的分类原则及其简要说明

“中国金矿床成因类型”的分类原则主要根据:成矿作用、成矿物质来源、成矿类型、成矿热源来源、矿石建造、含矿围岩建造及构造部位与成矿物理化学条件及形成深度等因素来划分的。下面对上述原则分别简述如下:

(1)成矿作用:金矿床形成的成矿作用分为内生与变质成矿作用和外生与表生成矿作用两大类。这样的划分是为了避免繁琐而简化了的。例如在内生与变质成矿作用的矿床中,在某一种金矿床的成矿作用全过程中可能包括沉积成因的“矿源层”或矿体的形成阶段。

(2)成矿物质来源:形成金矿床的成矿物质来源,可分为“幔源系列”,即成矿物质来自上地幔的金矿床;“壳源系列”,即成矿物质来自地壳的金矿床。它是变质基底矿源层—绿岩带经历了区域变质、混合岩化、花岗岩化、再熔岩浆或岩浆热液迭加形成的金矿床。以及由变质基底衍生矿源层(由基底绿岩带长期隆起、风化剥蚀、沉积而成的含金岩石)经某一种热液迭加形成的金矿床。“过渡系列”(即幔源加壳源系列),成矿物质来自幔源加壳源,主要与同熔岩浆有关的金矿床。以及还可以增加一个“表生系列”,即成矿物质自地表的原生金矿床或含金地质体,经过化学风化和机械沉积而形成的。

(3) 成矿类型: 根据成矿特点, 可以把金矿床分为岩浆型、改造型(或多成因型)、重熔岩浆热液型、同熔岩浆热液型及化学风化与机械沉积型等五种成矿类型。

(4) 成矿热液来源: 形成金矿床的成矿热液的来源可以分为来自“岩浆”热液、变质热液、混合岩化热液、花岗岩化热液、地下渗流热卤水和地下热水溶液等。

(5) 含矿建造(或含矿围岩建造): 含矿建造是指金矿赋存的一套地层或岩石。它是有关金矿床和矿石的特征。一般说, 金矿赋存的层位常常反映出金矿床形成的成矿物质和成矿溶液源、构造部位和矿床成因。含矿建造可分为岩浆建造、沉积建造和变质建造三类。而与金矿床形成的有关含矿建造有: 岩浆建造可分为基性—超基性杂岩建造、花岗岩类建造、细碧角闪岩海相火山建造和中—酸性陆相钙碱性火山岩建造。变质建造可分为变质绿岩建造、混合岩化建造、花岗岩化建造和再熔岩浆建造。沉积建造可分为石灰岩、白云岩、碎屑岩、石英岩、和页岩粘土岩建造。

(6) 矿石建造: 是指组成金矿石的矿物共生组合。各种成因类型的金矿床常有它特征性的矿石建造, 如铀—金建造、石英—金建造、多金属—金建造、铜—钴—金建造、铂—金建造等。

(7) 构造部位: 金矿床常在一定的大地构造部位产出。大地构造一般分为地槽区(优地槽、冒地槽、混合地槽)、造山带(即后地槽阶段)、地台区、地台沉积盖层区和构造—岩浆活化区(即后地台阶段)。而金矿则在上述构造的特定部位产出。它也常反应出成矿的物理化学条件及形成的深度。

(8) 金矿床成因类型: 主要分为1、硅镁质岩浆分异型; 2、绿岩型; 3、黑色页岩型; 4、沉积(火山)变质型; 5、砾金型; 6、沉积(火山)热液型; 7、岩浆热液型(重熔); 8、近地表陆相火山热液型(重熔); 9、火山—一次火山热液型(同熔); 10、风化壳型; 11、机械沉积砂金型等。它们还可以根据成矿热液的来源等再细分为若干类型。

总之, 按照上述分类原则划分的金矿床成因类型的分类方案, 可能将能够最客观地阐明金矿床产出的层位(岩石)和构造部位及其环境、而且以这种明确的归属和金矿床的地球化学特征, 以及, 根据这些重要的结论, 将能够对金矿床的成因进行判别, 同时, 更重要的是将有利于在类似的地质环境的地区, 做出金矿找矿的某种预测。

四、中国金矿床成因类型

在上一节, 我们已讲了“中国金矿床成因类型”的分类原则。为了使我国各类型金矿床的特征, 便于互相比较、对比, 特根据分类原则, 把我国各类型金矿床列表格式, 现将“中国金矿床成因类型表”列于下面, 如表1。它是由我们在1984年12月为安徽省地质矿产局六六四地质队举办的“黄金讲座”编写的《金矿成矿与找矿概论》中有关金矿床成因类型补充修改而成的。