

地质工作参考资料（第廿五辑）

金矿地质资料选编



福建省地质矿产局科技情报室

前 言

为了配合我省开展金矿地质工作，我们将一九八五年召开的《全国金矿地质工作经验交流会议》、《全国火山岩金、银矿地质工作经验交流会议》有关资料进行选编，供野外队从事金矿找矿工作的同志们参考借鉴。限于时间、水平，不妥之处请批评指正。

福建省地质矿产局科技情报室

一九八六年二月

目 录

一、我国金矿床的分布格局、成矿条件及扩大找矿远景的设想·····	(1)
二、沿海火山岩金矿地质和成矿规律·····	(10)
三、我国卡林型金矿地质特征及成因探讨·····	(20)
四、浅成热液型银—金矿床的概念模式·····	(34)
五、论浙江火山岩区金矿床的成矿模式和找矿标志·····	(44)
六、初论金成矿作用的后生性和迭加性·····	(55)
七、世界巨型黄金矿床地质特征及其启示·····	(60)
八、国外黄金资源现状及金矿勘查中值得注意的若干问题·····	(69)
九、哈萨克斯坦金矿化新的综合类型·····	(87)
十、矿物标志研究在评价金矿床远景上的应用·····	(91)
十一、不断提高微金测试水平, 开创金矿地质工作新局面·····	(98)
十二、团结沟斑岩金矿床成矿地质特征·····	(101)
十三、贵州省册亨县板其金矿床成矿地质特征·····	(112)
十四、广东河台金矿床地质特征·····	(136)
十五、河南省上官构造蚀变岩型金矿床地质特征及化探找金经验·····	(148)
十六、河南省嵩县祁雨沟角砾岩型金矿地质特征简介·····	(156)
十七、山西省灵邱县太那水岩金矿床地质特征·····	(161)
十八、湖北银洞沟银金矿地质特征简介·····	(172)
十九、浙江省龙泉八宝山金银矿地质特征及矿床成因初探·····	(179)
廿、安徽东溪—南关岭火山热液型金矿床地质特征·····	(187)
廿一、江苏溧水某地火山岩型金矿地质特征·····	(192)
廿二、内蒙古奈林沟金矿地质特征·····	(200)
廿三、四川砂金成矿规律和找矿法·····	(210)
廿四、江西庄湾砂金地质特征与成矿规律·····	(223)

我国金矿床的分布格局、成矿地质条件及扩大找矿远景的设想

一、我国金矿床分布格局

1. 板块构造与金矿成矿作用：越来越多的人相信，诞生在海洋地质和海洋地球物理摇篮里的板块构造，不仅现在存在，至少在显生宙以来就存在了。板块的增生、消减和转换必然在地质构造、岩浆作用、沉积作用、变质作用和成矿作用等方面留下它们的记录，应用将今论古，由洋及陆的现实主义原则，不仅可以对大陆上的地质构造、岩石组合类型、沉积建造、变质相带作出新的评价，也可以对矿床的分布格局作出新的解释。

板块增生处（大洋裂谷）是地幔供应地壳物质（包括金）的通道，但在这里除了某些伴生金的块状硫化物矿床外，大部分金仍旧呈分散状态赋存在岩石中。只有当这些新增生的洋壳被带到俯冲带消减重熔时，才有比较多的机会富集成矿。在那里由于洋壳的重熔生成钙碱系列的火山—侵入岩，导致了接触交代型、斑岩型、爆破角砾岩型以及火山、次火山岩型金或金银矿床的形成。更为有意义的是，由于洋壳的俯冲消减，在大陆一侧形成一个高热流值带，使下渗的大气水被加热，或者由岩浆直接对大气水进行加热，并混入部分岩浆析出的水，这种热水溶液反复循环，把古老的矿源层中的金淋滤出来，带到有利的构造部位成矿。所以说，由古岛弧、古俯冲带形成的褶皱带是显生宙以来金矿成矿最有利的环境。

Tatsch (1975) 用地球大地构造圈模式来解释地球形成46亿年来的金矿化历史，认为金矿化与地壳发展历史中不同时代的地震构造岩浆活动带有关，所谓地震构造岩浆活动带实际上就是板块构造的俯冲带。因此，Tatsch的观点的本质是板块运动控制了全球性金矿的分布格局。

2. 成矿域和成矿带的划分：近几年，随着板块构造观点在我国的传播，已经有一些同志试图用板块构造观点来解释我国金矿的分布格局。本文试图在这方面作进一步尝试。根据中国板块构造的轮廓（李春昱1980）以及近几年在这方面研究的新进展。我们把中国金矿划分为四大成矿域和58个成矿带。

1) 塔里木—中朝板块成矿域：以塔里木—华北地块为核心，包括其南北两侧的褶皱带（加积圈）。西伯利亚南缘褶皱带及佳木斯、柴达木地块也划入这一成矿域。

在成矿域东部的华北地块，主成矿期有两个：一是华力西期；一是燕山期。华力西期成矿作用主要表现在华北地块的北缘及内蒙—兴安华力西褶皱带，与北方蒙古古海洋板块向华北地块下俯冲消亡所导致的岩浆热事件有关。这次热事件使华北地块北缘太古代矿源中的金活化聚集成矿。如张家口、吉林夹皮沟、小西南岔等地区金矿就是在华力西期形成的。

燕山期成矿作用表现在华北地块的南缘及东部广大地区。小秦岭及秦岭褶皱带的金矿就是受秦岭古海洋向华北地块下的俯冲、扬子地块和华北地块互相碰撞所造成的岩浆热事件控

制。

华北地块东部大部分地区燕山期成矿作用与太平洋板块和亚洲大陆之间的相对运动所诱发的构造岩浆事件有关。如冀东、辽东、胶东等地区的金矿，矿源层为太古代变基性火山岩或泥质碎屑岩，但活化成矿是在中生代。辽宁华铜、山东沂南接触交代型金矿及伴生金矿、山东七宝山、黑龙江团结沟、辽宁柏杖子等斑岩金矿、吉林延边的火山岩型金矿则是这次岩浆作用的直接产物。这样在华北地块的东部地区就形成了较早的东西向华力西期矿化和较晚的北北东向燕山期矿化的重叠、交叉的复杂局面。在这两次构造事件重叠交叉又有矿源层分布的地区往往就形成矿化集中区。据以上分析，进一步将本成矿域划分为25个成矿带。

① 额尔古纳成矿带

② 呼玛—嫩江成矿带

③ 佳木斯—牡丹江成矿带

④ 延边刺猬沟—小西南岔成矿带

⑤ 夹皮沟—和龙成矿带

⑥ 丹东—营口成矿带

⑦ 赤峰—朝阳成矿带

⑧ 冀东成矿带

⑨ 张家口成矿带

⑩ 灵丘—繁峙成矿带

⑪ 白云鄂博—白乃庙成矿带

⑫ 招远—掖县成矿带

⑬ 牟平—乳山成矿带

⑭ 沂南成矿带

⑮ 五河—凤阳成矿带

⑯ 大别山北麓成矿带

⑰ 小秦岭成矿带

⑱ 镇安—太白成矿带

⑲ 中条山成矿带

⑳ 北山成矿带

㉑ 祁连山成矿带

㉒ 天山成矿带

㉓ 帕米尔—昆仑山成矿带

㉔ 阿尔金山成矿带

㉕ 布尔汗布达山成矿带

2. 准噶尔成矿域：以哈萨克斯坦板块的准噶尔地块为中心，包括其周围的古生代褶皱带。据近几年的研究成果，在东、西准噶尔均发现有古生代的蛇绿岩套及俯冲带。西准噶尔托里地区的金矿就是与石炭系的蛇绿岩套有关。在准噶尔盆地以北的阿尔泰褶皱带是西伯利亚古陆南缘的加积层，也是金矿化的有利部位。

1) 阿尔泰成矿带

2) 东准噶尔成矿带

3) 西准噶尔成矿带

3. 华南成矿域: 以扬子地块为核心, 包括其周边褶皱带。台湾被划入这一成矿域。在扬子地块的东南侧, 依次有上元古代、加里东、华力西一系列的古岛弧褶皱带, 是成矿有利的构造环境。从印支期开始, 该地块西部受到印度板块的挤压, 而东部受太平洋板块的挤压, 东、西夹挤, 使印支和燕山运动在该区都表现强烈。湘西沃溪金矿的形成是在板溪群第二次褶皱(横向褶皱)之后, 第二次褶皱可能发生在印支期—燕山期, 因而, 湘西金矿的矿化时代应当在印支期或燕山期。长江中下游及其他地区的接触交代型伴生金矿、德兴斑岩型伴生金矿的成矿均为燕山期。浙江遂昌银坑山金矿矿源层为陈蔡群, 矿化是与中生代火山活动有关。新近发现的广东吴川—四会构造岩浆带的河台金矿、新洲金矿, 成矿期可能也是印支—燕山期。据以上分析本成矿域可进一步划分为28个成矿带。

- ① 宁芜—溧水成矿带
- ② 安庆—铜陵成矿带
- ③ 大冶—九江成矿带
- ④ 大别山成矿带
- ⑤ 桐柏成矿带
- ⑥ 武当山成矿带
- ⑦ 黄陵成矿带
- ⑧ 绍兴—诸暨成矿带
- ⑨ 遂昌—龙泉成矿带
- ⑩ 德兴成矿带
- ⑪ 湘东北(平江—浏阳)成矿带
- ⑫ 湘西(沅陵—益阳)成矿带
- ⑬ 湘中(隆回—新邵)成矿带
- ⑭ 湘南(常宁—桂阳)成矿带
- ⑮ 会同—天柱成矿带
- ⑯ 龙门山成矿带
- ⑰ 勉略成矿带
- ⑱ 康定—冕宁成矿带
- ⑲ 黔西南(晴隆—册亨)成矿带
- ⑳ 黔东南(丹寨—三都)成矿带
- ㉑ 桂东成矿带
- ㉒ 张公岭—龙水成矿带
- ㉓ 庞西洞—求水岭成矿带
- ㉔ 吴川—四会成矿带
- ㉕ 台湾成矿带
- ㉖ 玉树—白玉—稻城成矿带
- ㉗ 沧山—袁牢山成矿带

③ 江达—贡觉成矿带

4. 冈底斯—拉萨成矿域：以冈底斯—拉萨中间板块为核心。在雅鲁藏布江缝合线以北，有一横亘东西的新生代侵入岩带，是由于古特提斯海向冈底斯中间板块下俯冲的结果。雅鲁藏布江缝合线进入滇西变成南北向，并在滇西形成一侵入火山岩带，腾冲的火山热泉至今仍在活动，故将该区划分为2个段矿带。

① 冈底斯—拉萨成矿带

② 高黎贡山成矿带

需要说明的是，对于西北、西南一些工作程度较低的地区，矿化带划分主要是从大地构造的角度考虑，并无充分的矿化资料，有待今后实践进一步证实。

二. 成矿地质条件分析：

在我们分析成矿地质条件时，首先要考虑的问题是：①有无成矿有利的矿源层；②有无成矿有利的热动力和热流体；③有无容矿的构造条件。

1. 金矿的层控性：我国金矿的分布显示出明显的层控性，所谓层控，除了金矿产在一定的地层单元外，更为重要的是这些地层单元含有较高的金的背景值，可以作为“矿源层”，我国金矿含矿地层可以分为下列几种建造：

1) 前寒武纪变质基性火山岩建造：这一建造大都由角闪岩、斜长角闪岩、斜长角闪片麻岩及角闪片岩等组成。少数为绿泥石或阳起石片岩。包括吉林夹皮沟及辽宁清远一带的鞍山群三道沟组，赤峰—朝阳一带的建平群小塔子沟组，冀东八道河群王厂组，张家口地区桑干群，山东胶东群逢矿组，小秦岭太华群，山西五台群。它们分别为上述夹皮沟—和龙成矿带、赤峰—朝阳成矿带、冀东成矿带、张家口成矿带、胶东成矿带、小秦岭成矿带、五台灵丘—繁峙成矿带的容矿岩石。这几个主要成矿带的金矿储量占我国原生金矿储量的70%以上。据微量金测定，这些地层单元有比较高的金的背景值（表1）。恢复原岩的结果都相当于基性火山岩。与加拿大、南部非洲及西澳的绿岩带相比，有下列几点不同：①时代相对较年轻，五台群和胶东群相当于下元古代；②变质程度较高，大都达到角闪岩相；③成矿时代是华力西期和燕山期。因此，不能把这些建造中的金矿与国外绿岩带的金矿等同起来。在上述几个矿带中，除产在变基性火山岩建造中的金矿外，还有一些金矿是产在比它更年轻的地层单元中或花岗岩侵入体中，但矿源层还是基性火山岩建造。如冀东的峪耳崖、洼子店，赤峰的金厂沟梁等。

2) 泥质碎屑岩建造：原岩为页岩或砂岩，变质后为板岩、千枚岩、片岩和变砂岩及石英岩、绢云石英片岩等，不同程度含有机炭及原生的硫化物。本建造包括佳木斯地块的黑龙江群（？）和麻山群，辽东的辽河群，冀东的朱杖子群，河南桐柏的歪头山组，湘西的板溪群和冷家溪群，桂东的寒武系水口群，粤西的寒武系八村群，广东震旦纪泗纶群，浙江的前泥盆系陈蔡群，秦岭褶皱带中泥盆统古道岭组，贵州寒武系三都组，黔西南晴隆—册亨一带三叠系罗楼组和新苑组以及天山褶皱带的某些含金层位（表1）。它们分别是佳木斯—牡丹江成矿带、丹东—营口成矿带，桐柏成矿带、湘西成矿带、桂东等成矿带的围岩。据分析，这些地层单元一般也含有较高的金的背景值，因而也是矿源层，可能是变基性火山岩建造及其金矿风化剥蚀再沉积形成的。

表1

我国主要金矿含矿建造微量金含量

建造	地层单元	含金量 (ppb)	矿床实例
变质 基性 火山 岩建 造	鞍山群三道沟组	5—330	夹皮沟、二道沟、三道岔、八家子、海沟等
	建平群小塔子沟组	50—130	宁城东风、赤峰莲花山、红花沟等
	八道河群王厂组	300 (平均)	金厂峪、响水沟、铍尖、蚂蚁沟、花市
	胶东群蓬矿组	5—300	新城、焦家、三山岛、苍上、玲珑等
	桑干群	7—49	小营盘、张全庄、响水沟
	太华群	10—49	金厂峪、杨寨峪、闵峪、大湖、灵湖等
	五台群	62 (平均)	义兴寨、耿庄、太那水等
泥 质 碎 屑 岩 建 造	黑龙江群	86—93 (平均)	太平沟
	麻山群	90—210 (平均)	
	辽河群盖县组	6—67	五龙、四道沟、白云、限子、分水
	辽河群大石桥组	81—82	
	桐柏、歪头山组	3—21	银洞坡、破山、老湾
	板溪群马底驿组	21 (平均)	沃溪、符竹溪、黄金洞
	寒武系水口群	80—130 (平均)	桃花、古袍、六岭、大黎、龙水
	寒武系八村群(?)		求水岭、庞西洞
	陈蔡群	5.2 (平均)	银坑山、马郢
	(广东)震旦纪酒垌群	10—480	

3) 细碧角斑岩建造: 由细碧岩和角斑岩组成, 变质浅, 多数保留有火山岩的原岩结构。包括秦岭的熊耳群、甘南的碧口群、浙江的双溪坞群、鄂西北的武当群以及祁连山褶皱带寒武—奥陶系中的细碧角斑岩系。这一建造中, 除单一的金矿床外, 还有伴生金的块状硫化物矿床, 如甘肃白银厂、小铁山、浙西绍兴西裘等铜矿中的伴生金。

4) 安山一流纹质火山岩建造: 这一建造大都由中—新生代酸性火山岩组成。包括台湾金瓜石金矿的含矿火山岩, 吉林延边上侏罗统火山岩, 宁芜—溧水火山岩盆地中的上侏罗统大王山组, 浙江遂昌—龙泉一带的上侏罗统磨石山组等, 所产金矿大部分富含银, 为金银矿床。宁芜铜井金矿、台湾金瓜石金矿则伴生铜。

此外, 还有少数碳酸盐建造中也产有金矿, 不一一赘述。

国外近年对金矿“矿源层”作了更深入的研究和探讨。部分学者提出, 矿源层中微量金含量的高低并不是成矿的决定性因素。决定性的因素是合适的成矿条件及矿源层中金的可淋滤性, 只有呈游离状态和赋存在硫化物中的金才可以被热液淋滤出来作为矿源, 以晶格形式赋存在硅酸盐中的金不具有成矿意义。在金的背景值相对较低的地层单元中, 只要金是可淋滤

的,又具备成矿的其他有利条件,同样可以形成规模可观的金矿,这一点应引起我们注意。

2.花岗岩的成矿作用:七十年代前,由于受传统成矿理论的束缚,把几乎所有的热液矿床的成矿作用都归结为与花岗岩类侵入体有关。花岗岩不仅提供了热动力和热流体,而且也带来了成矿物质。经过近几十年的研究和实践,证明这种观点是很不完全的。近几十年来,随着层控矿床的概念和变质热液成矿理论被介绍到我国,似乎又出现了一些矫枉过正的偏向。花岗岩的成矿作用被排斥到一个狭窄的范围。在金矿床领域里,尤其如此。华北地块周边几个矿化集中区的矿床,几乎全都被划为变质热液矿床的范畴。这是值得商榷的。在强调金矿床的层控特征时,并不完全排除花岗岩的成矿作用。

1) 黑龙江团结沟、山东七宝山、辽宁柏杖子等斑岩金矿、辽宁华铜、山东沂南等接触交代型金矿,河南祁雨沟、山西耿庄、江西羊鸡山等爆破角砾岩型金矿以及峪耳崖、洼子店、金厂沟梁等产在花岗岩中及其附近的金矿,是公认的“岩浆热液”金矿。与成矿有关的岩体大部分属同熔型(I型)岩体,本身同熔有部分矿源层,岩体可能从深部带来部分成矿物质,由岩浆本身析出的水和由岩浆加热的大气水还可以将矿源层中的金淋滤出来成矿。由此可见这类矿床成矿物质来源和热流体的来源是比较复杂的,但花岗岩的成矿作用则是毋庸置疑的。

2) 长江中下游大冶—九江成矿带和安庆—铜陵成矿带的许多伴生金的接触交代型Fe—Cu、Cu—S和Cu—多金属矿床与花岗岩长岩侵入体有着极为密切的关系。这类花岗岩长岩被一些研究者列入同熔型或“I型”。铜陵地区这类岩体的锆同位素初始比值为0.7070—0.7078(王联魁,1982),较地幔物质的标准值(0.7035)略高,说明岩体为地幔和地壳的同熔产物。地球物理资料也表明,长江中下游地幔是上隆的。安徽冶金地质勘探公司812队对马山金矿的矿体、岩体和地层中的硫化物进行了硫同位素测定,矿体中的59个样 $\delta S^{34}\%$ 值的变化范围是+4.56—+10.4,平均+6.39,岩体8个样的变化范围为+3.4—+8.7,平均+5.11,地层5个样的变化范围是-13—35.4,平均-27.3。矿体与岩体的硫同位素组成接近一致,而与地层相差甚远,说明硫主要来自岩体。该矿床的容矿围岩为石炭系黄灰岩及部分船山灰岩和二叠系栖霞灰岩。据区域少数样品微量金的测定,含金1.53—5.22ppb,小于或接近地壳平均值(3.5ppb)。从这一分析结果看,地层也不可能提供大量的金。因此,我们认为这类矿床中Au主要来源于岩体。

3) 山东胶东地区的玲珑花岗岩及郭家岭花岗岩长岩可能是胶东群就地重熔半侵位的重熔花岗岩,继承了胶东群矿源层的高金背景值。玲珑花岗岩平均含金16.04ppb。两岩体分布范围大,这就意味着被重溶的胶东群的体积相应也大,胶东群平均含金23.6ppb,这样使得大量的金在花岗岩形成过程中被活化,为成矿提供了丰富的物质来源,这也许是胶东地区原生金矿特别集中的原因所在。

4) 华北地块南北两缘的小秦岭、张家口、冀东、赤峰、夹皮沟等矿化集中区的金矿,“矿源层”是太古代变基性火山岩建造这一点没什么争议。但对矿床成因和成矿时代却有较大的分歧。矿床成因有变质热液矿床、岩浆热液矿床和混合岩化后改造型热液矿床等多种说法。成矿时代有太古代、加里东期、华力西期和燕山期之争。

金矿床的变质分泌成矿学说是国外学者从加拿大、南部非洲、西澳等稳定地盾区绿岩带金矿的研究中总结出来的,将这一理论应用到华力西和燕山期构造岩浆活动都十分发育的中

国东部地区是值得商榷的。

就我国上述几个矿化集中区看,含金石英脉穿插了大部分岩脉(小秦岭),或者岩脉、矿脉赋存在同一构造空间(夹皮沟),这些岩脉绝大多数没有受到高、中级的变质作用和强烈的片理化,显然是在区域变质作用后侵位的。许多有同位素年龄数据的大都为华力西期(夹皮沟、张家口)或燕山期(冀东、小秦岭、赤峰)。据此推测,金矿成矿时代应当是华力西期和燕山期。鉴于这一事实,变质热液的观点尽管在文献中到处被引用,但在当地工作的多数同志却一直难以接受。

在上述几个矿化集中区,同时做过矿石Pb—Pb法模式年龄和K—Ar法年龄的矿区,往往出现两种方法所获同位素年龄的矛盾。如张家口小营盘,含金石英脉中微斜长石的K—Ar年龄为 $223.1 \pm 2.2 \text{ m} \cdot \text{y}$ (王秀璋, 1983),而矿石铅的等时线年龄为 $1880 \text{ m} \cdot \text{y}$ (中国地质科学院地质力学研究所);冀东地区,与成矿有关岩体的K—Ar法年龄 $149-169 \text{ m} \cdot \text{y}$,而矿石铅的模式年龄为 $1500-2200 \text{ m} \cdot \text{y}$;夹皮沟,含金石英脉中钾长石的K—Ar法年龄为 $161 \text{ m} \cdot \text{y}$ (王义文, 1977),被含金石英脉穿插的花岗闪长岩、正长斑岩、结晶岩脉的K法—Ar法年龄分别为 $268 \text{ m} \cdot \text{y}$ 、 $272 \text{ m} \cdot \text{y}$ 和 $205 \text{ m} \cdot \text{y}$,而矿石铅的模式年龄分别为 $230 \text{ m} \cdot \text{y}$ 、 $1000 \text{ m} \cdot \text{y}$ 和 $1400 \text{ m} \cdot \text{y}$ (王秀璋, 1983)。众所周知,Pb—Pb法是利用 U^{235} 、 U^{238} 、 Th^{232} 衰变形成的 Pb^{206} 、 Pb^{207} 与 Pb^{208} 的比值来计算年龄的。铅一旦脱离它赖以形成的U—Th—Pb系统,进入到一个新的理论上再没有放射性铅加入的环境就成了普通铅,此时 $\text{Pb}^{206}/\text{Pb}^{204}$ 、 $\text{Pb}^{207}/\text{Pb}^{204}$ 、 $\text{Pb}^{208}/\text{Pb}^{204}$ 不再改变,这样在一个年轻的地质体中可以保留古老铅,此时用Pb—Pb法求出的模式年龄不代表成矿年龄,而只反映它的来源。K—Ar法用在老变质岩系中已失去了意义,但对时代较新的侵入体和岩脉;它仍旧说明一些问题,从上述地区的K法—Ar法年龄值看,成矿时代也应当是在华力西期和燕山期。

鉴于以上事实,我们认为把这些地区的金矿划为变质热液矿床是欠妥当的。加拿大、西澳、南部非洲地盾区有它独特的地质发展史,固结的时间比较早(25—30亿年),固结后比较稳定,很少遭受到像中国东部那样强烈的古生代和中生代构造岩浆作用。但这些地盾区的绿岩带中却有广泛的同時代的花岗岩,在南部非洲和西澳的绿岩带这种花岗岩分布面积占了70%,正如有些学者所指出的,这种花岗岩导致或加强了绿岩的变质作用。从这个意义讲,这些地盾区绿岩带的变质热液金矿的形成与同时代的花岗岩也是存在成因联系的。

我国华北地块周边的金矿集中区,没有广布的太古代花岗岩,却有着广泛分布的华力西期和燕山期的花岗岩,尽管这些岩体不提供成矿物质,甚至也不提供成矿流体,但至少提供了热动力。总括地说,我们认为这些地区,矿源层是太古代变基性火山岩建造;成矿热液的主要成分—水是来自大气水和地层水,也不排除混入部分岩浆析出的水;成矿的热动力则来自华力西或燕山期花岗岩。为了与真正的岩浆热液矿床区别,我们将其称之为“岩浆热源热液矿床”。

3. 构造控矿作用:板块构造控制我国金矿的大分布格局,第一节已作了讨论。这里主要是讨论金矿的容矿构造。

从目前获得的资料看,无论是现代砂金矿床或古砂金,按原生品位要求,大都达不到工业品级。因此不经改造的原生沉积金矿是很罕见的。兰德型砾岩金矿被认为是被改造的古砂金矿。除了某些伴生金的Cu—Ni硫化物矿床,真正原生的岩浆型金矿床是极为少见的。从

这意义上讲，几乎所有的原生金矿都是热液矿床（不管其热液是什么性质的）。因此，容矿构造就显得特别重要。我们粗略地把金矿的容矿构造划分为下列几大类：

1) 断裂构造：绝大部分金矿是赋存在断裂构造中，断裂可根据其形成的力学性质划分为张性、张扭、扭张、压张、张压等不同性质，单一的压性和扭性断裂对成矿是不利的。大部分太古代变基性火山岩中的金矿及部分古、中生代金矿都是受断裂控制。

2) 褶皱构造：背斜的鞍部、转折端、向斜的槽部以及由褶皱构造引起的层间破碎带和轴部复杂的节理、裂隙系统是金矿容矿的又一重要的构成类型。辽宁的四道沟、白云金矿，河南桐柏银洞坡金矿，湘西的沃溪金矿以及桂东的许多金矿，主要是受褶皱和由褶皱引起的层间破碎带及轴部的节理、裂隙控制。褶皱构造控矿是我国元古代和古生代泥质碎屑岩建造中金矿床的一大特征，世界范围内似乎也有这种共性。

3) 火山构造：破火山口的环状、放射状断裂、火山颈、火山角砾岩筒及火山口附近的其他不规则断裂是中、新生代火山岩、次火山岩型金(银)矿床的主要容矿构造。如延边的刺猾沟，五凤，五星山，小西南岔等火山岩金矿，浙江遂昌银坑山，龙泉八宝山、天台大岭口、河北洪山等金矿或金银矿床就是受火山构造控制。

4) 爆破角砾岩筒：由浅成侵入作用引起的爆破角砾岩筒也是金矿的重要的容矿构造之一。如河南祁雨沟，山西耿庄，辽宁锦西水泉，江西洋鸡山等金矿就是受爆破角砾岩筒的控制。黑龙江团结沟金矿，山东七宝山金矿是公认的斑岩金矿，但绝大部分金矿体的容矿构造是爆破角砾岩。

5) 物理化学性质上有利的围岩圈闭：岩石物理性脆，易裂隙化或孔隙度大，化学性质活泼易熔蚀交代也造成一种对矿液圈闭的有利条件，起到容矿的作用。细脉浸染型金矿(卡林型)以及某些接触交代型金矿或伴生金矿就是受这种机理控制。

三. 扩大找矿远景的几点设想

我国比较重视黄金生产和金矿的找矿勘探工作不过是近十来年的事。金矿床含量低，自然金的颗粒一般较小，不易发现，这也增加了找矿的难度。鉴于以上两方面的原因，可以说我国金矿找矿勘探工作方兴未艾，大有作为。

我国几乎70%的原生金矿集中在华北地块周边的几个矿化集中区内。这些地区是我国目前开发的主要对象。近几年，这些地区(如山东胶东、小秦岭)，年年有储量增长。毋庸置疑，应当进一步加强这些地区的找矿工作。但从长远考虑，要使我国黄金生产有较大的突破，我们的目光不能仅停留在这些地区。

鉴于中国这个陆块的特殊性，固结时间晚，活动性大，反复遭受到显生宙的构造岩浆活动，变质程度深，对于寻找砾岩型金矿和绿岩带中的变质热液金矿并不是十分有利的。但我国有广泛的元古代地层分布，我国古生代和中、新生代的褶皱带和造山带十分发育，岩浆活动强烈，具有寻找时代较新的金矿床的有利条件。诚然，和太古代相比，古、中、新生代的金矿要逊色得多，但也不乏大型矿床，如美国60年代发现的卡林型金矿，苏联乌兹别克的穆龙套金矿和乌拉尔的别列佐夫金矿等，为此，我们提出下列几点设想：

1) 重视元古界地层的找矿工作：我国江南扬子地块有广泛的元古界地层分布，有名的湘西W—Sb—Au矿就产在元古界冷家溪群和板溪群中。近几年在江西德兴一带的元古界双

桥山群中发现具有明显层控特征的金矿化。在双桥山上部，震旦系下部发现中元古界火山岩地层，在火山岩的炭质硅质岩夹层中，发现了较好U、Au矿化。有些同志认为扬子地块与冈瓦纳大陆有许多相似之处，因此，有无可能在扬子地块上找到类似于南澳的Cu—U—Au矿是值得好好研究的。

辽宁东部的辽河群，分布面积广，目前已发现有五龙、四道沟、白云、分水等大、中、小型金矿。辽河群有可能是鞍山群风化剥蚀再沉积的产物，据研究大石桥组 and 盖县组都有较高的金的背景值，其间层破碎带是很好的容矿构造。又地处东部沿海，中生代岩浆活动强烈，具有很好的成矿条件和找矿远景。

豫陕交界的小秦岭地区，在太华群上覆盖有元古代熊耳群中基性火山岩系，面积大于太华群若干倍。以往局限在太华群中找金矿。前几年，河南地调一队用地球化学方法在熊耳群中找到了大型破碎蚀变带金矿（上官金矿），这无论在找矿实践和成矿理论上都是一个突破。据分析熊耳群本身金的背景值就比较高，又下伏有太华群，有充分的物质供应，构造位置也十分有利。

此外，还有冀东的朱杖子群、秦岭的宽坪群、浙江的双溪坞群、鄂西北的武当群、甘南的碧口群、四川的会理群等，都是值得注意的。

2) 进一步推广破碎蚀变带型金矿的找矿经验：自从焦家式破碎蚀变带型金矿的找矿经验推广以来，不仅在山东胶东地区取得良好的效果，而且已在全国各地开花结果。我国几个储量大于50吨的特大型矿床，除团结构外，都是破碎蚀变带型。上文提到的上官金矿以及近年在广东吴川一四会断裂带发现的高要河台金矿、清远新洲金矿，从广义上讲，都属于破碎蚀变带型。破碎蚀变带型金矿不受时代、岩性限制，而过去往往不为人们重视。在我国大面积的古生代褶皱带和中生代造山带，这种类型具有很好的找矿前景。

3) 在西北地区开展穆龙套式金矿的找矿研究：穆龙套金矿产在我国天山褶皱带的西延部分塔什干正西。含矿地层为下古生界志留系（有人认为属元古界）含炭质的泥质碎屑岩建造，由变质砂岩、粉砂岩、千枚状片岩呈互层组成复理石状岩系。矿体呈网脉状产在总体走向东西的复杂裂隙系统中。矿石品位低，只有0.5—3.5克/吨。矿石硫化物含量仅0.5—1.3%。可以想像，风化后是非常不引人注目的。据Petrov (1972) 关于穆龙套金矿的地球化学论文报导，含矿片岩富含Au(10—100ppb)，As (<100ppm)，W (<1000ppm)，Bi (10ppm)，Cu (4—10ppm)，Zn (2—3ppm)，和Co (1.5—2ppm)。他提出该矿床系共生形成。目前年产金143吨，占苏联总产量的二分之一。我国天山褶皱带绵延近2000公里，在塔里木地块的南侧还有帕米尔—昆仑山褶皱带、阿尔金山褶皱带以及柴达木盆地南侧的布尔汗布达山褶皱带，存在有类似穆龙套金矿的成矿地质条件，且业已发现一些矿化学线索。配合当前开发大西北的计划，应组织一支专门队伍，探索研究西北地区寻找穆龙套式金矿的可能性，一旦突破，就会对我国黄金生产起到举足轻重的影响。

4) 开展细脉浸染型（卡林型）金矿的找矿：卡林型金矿是美国六十年代在西部内华达州碳酸盐夹细碎屑岩地层中发现的一种微细粒浸染状金矿。七十年代被介绍到我国后，已经逐步开展了这类矿床的找矿研究，目前一般认为属卡林型金矿的有陕西镇安二台子，勉县李家沟，湖南衡东石峡，贵州三都苗龙，册亨板其、丫他。大部分为小型矿床，仅贵州册亨板其、丫他矿化较好。卡林型金矿从本质上讲属于浅成热液矿床，它的形成与美国西部环太平

沿海火山岩金矿地质和成矿规律

我国沿海火山岩区黄金开采历史悠久。七十年代以来,随着国家对黄金需求量的日益增长,金矿地质工作有较大的发展,各有关省局找到或重新评价了一大批金矿床,做出了很大的成绩。近年来我们在开展对浙闽赣中生代陆相火山岩区成矿规律研究的同时,搜集了沿海火山岩区的部份金矿资料,有些资料正在测试和整理中。应会议要求草就此文,不当之处,敬请批评指正。

一、沿海火山岩带的构造背景

中国东部沿海地区自燕山期以来,进入了一个崭新的地质历史发展阶段。

印支运动以前,中国东部沿海地区区域构造总方向主要为近东西向至北东东向,自北至南分别由内蒙—兴安岭褶皱系、中朝板块、秦岭褶皱系、华南板块、华南褶皱系和东南沿海褶皱系等组成。进入到侏罗纪以后,改变了这一构造格局,而被统一的新生成的北北东方向的构造岩浆成矿带所代替。其主要特点是:

1. 北北东向侧列的大型沉降带和隆起带;
2. 北北东向展布的断裂带,如郯庐、长诏等;
3. 总体呈北北东向分布的中新生代火山岩带;
4. 和隆起带相伴产出的燕山期花岗岩及浅成侵入岩;

洋火山带有关。我国西南地区由于古特提斯海向江南古陆下俯冲,形成一系列中—新生代火山岩带,西南地区又有广泛的古、中生代碳酸盐地层分布,具有卡林型金矿的成矿地质条件。

特别要提到的是从青海玉树经四川白玉、义敦直至稻城一带的印支期火山岩弧,广泛发育上三叠统酸性火山岩及燕山期花岗岩。在三叠统图姆沟组安山—流纹质火山岩中,发现了麻耶含金富银多金属矿床,银为特大型,伴生金达大型,类似日本黑矿。附近还有多处原生金和砂金矿点,1985年6月5日—6月8日,在白玉县的孔隆沟,连续采得2.1斤,2.7斤,8.4斤的三大金块。表明该带有充分的金矿资源。该带东南木里耳泽金矿为产在三叠系碳酸盐地层中的残积金矿,原生矿为浸染在碳酸盐地层中的含金菱铁矿黄铁矿细脉,类似于苏联南雅库梯的Kurankh型残积金矿。Boyle把这类矿床的原生矿划为细脉浸染型。因此,义敦火山岩弧不仅是火山岩型金矿找矿远景区,也是卡林型金矿找矿远景区。

Hg、Sb、As、(W)是卡林型金矿经常伴生的元素,美国西部内华达州—加利福尼亚州的卡林型金矿,几乎都是用上述元素的地球化学方法找到的。我国湖南、贵州是汞、锑矿化集中区,具有卡林型金矿成矿的地球化学背景,应在这些老汞、锑矿床中重新检查金。贵州三都苗龙金矿就是由汞矿发展成为金矿的,湖南衡东石峡也是如此,最近又在三都丹寨汞矿中发现了金矿化。在湖南、贵州应特别注意这种共生矿床。

(据天津地质研究院罗镇宽等人文)

5. 与大型隆起带相伴生的中生代内生金属成矿带, 与大型沉降带伴生的中生代能源、非金属及层状金属矿产成矿带。两者共同组成了统一的、规模巨大的成矿系列。

正如上述, 中生代以来的构造岩浆成矿带是在近东西向的不同构造岩浆成矿单元的基底上产生和发展起来的, 因而其构造、岩浆和成矿特征又受基底构造单元的影响和制约, 使情况更加复杂化。即它们在总体上受中生代兴起的环太平洋构造岩浆成矿带的控制, 按距洋壳的远近划分出外带和内带。而在北北东延伸方向可分成若干区段, 其中的差别显然是受东西向的基底构造岩浆成矿单元所制约的。众所周知, 浙闽、苏皖、鲁东、燕山、兴安岭的火山岩的岩性岩相都存在某些差异, 矿床组合方面也有差别就是最好的例证(详后)。

近年来, 苏联加强了对远东新生代火山岩区构造岩浆成矿带的研究。他们划出岛弧火山岩带、地槽(蛇绿岩)火山带、大陆边缘火山岩带和构造岩浆活化区火山岩带, 同时阐明了各火山岩带的成矿特征。其中后两个带和中国东部沿海火山岩带有许多相似之处。

二、沿海火山岩带的地质概况

沿海火山岩带北北东向延长近4000公里, 宽200—1500公里, 一般宽500公里左右。大致可分为兴安岭区、老爷岭区、燕山区、山东区、苏皖区、赣粤区、东南沿海区和台湾区等。

(一) 地层及岩石

我们把中国区域地层表(1978—1979)侏罗系和白垩系中的火山岩地层编绘成中国东部中生代火山活动示意图(图1)

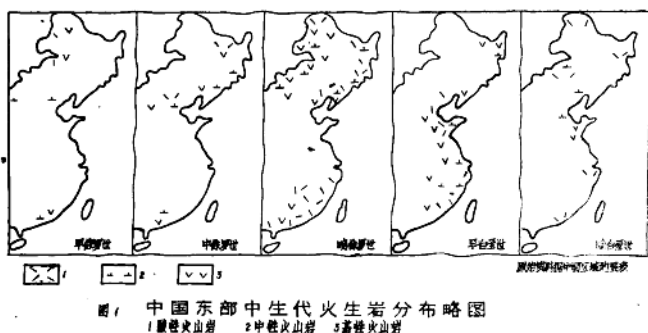


图1清晰地表明, 火山活动首先由大兴安岭、燕山和粤东等地开始的。岩性前者主要为酸性火山岩, 后二者为中性及中基性火山岩, 活动位置相对偏西; 中侏罗世, 火山活动向东稍有扩展, 在兴安岭地区以酸性火山岩为主, 老爷岭、燕山及粤东地区以中基性火山岩为主; 晚侏罗世是火山活动的鼎盛期, 无论从分布范围之广、喷发期次之多、火山岩系厚度之大都占全区之冠。大兴安岭、老爷岭和燕山地区的火山岩系下部以中基性为主, 上部以酸性为主。苏皖地区中基性为主, 晚期向碱性方向演化。东南沿海地区早期以酸性为主, 中期为酸性岩类, 晚期部分地段有向碱性方向演化之趋势。赣南粤北地区由互相间夹的流纹岩、英安流纹岩和玄武岩所组成, 缺失英安岩及安山岩等中间产物, 应属双模式岩浆演化的

表1 中国东南沿海侏罗—白垩纪地层及同位素年龄对比

[illegible]

产物；早白垩世，火山活动东移，尤以山东一带更为发育，岩性以酸性火山岩为主，但在郯庐断裂带和那丹哈达岭等地则以基性、中基性、酸性及碱性岩共生为特征，应属大陆裂谷型岩浆组合；晚白垩世是火山活动的余动期，火山活动范围大有减少，火山岩系的厚度较小，岩性以酸性火山岩为主，部份地区偏碱性方向发展。此时在台湾的玉山和南湖大山一带则兴起了中基性火山活动，它应属于岛弧火山活动带的范畴。

各期次火山喷发活动均伴随有浅成次火山岩的侵入，而且越接近晚期次火山岩活动有增多之趋势。

近年来，我所对浙闽赣中生代火山岩的年代学进行了研究（表1），所获资料表明，除江西省相山地区的火山岩系属晚侏罗世以外，其他均形成于早白垩世。这样就把山东、苏皖和东南沿海火山活动的时代基本统一起来，而且和苏联远东地区很好地联系在一起。

综上所述，尽管在火山地层方面存在着许多尚待解决的问题，但火山活动由西向东推进的总趋势已表现得很清楚了。由于火山活动在不同的基底构造单元上产生，因而其生成物—岩浆和成矿物质或多或少地受基底性质的影响。

（二）构造

1. 构造层，如以中生代火山岩系为研究重点则可分为三个构造层，即前中生代火山岩系基底构造层（简称下构造层）、中生代火山岩系构造层（中构造层）和后中生代火山岩系构造层（上构造层）。下构造层和中构造层之间普遍存在着区域性的角度不整合。上中构造层之间在许多地区存在着角度不整合，在一些大型沉积物陷盆地中，不整合关系不显著。

下构造层：如前文所述，下构造层由总走向近于东西的构造单元所组成。按李春昱关于亚洲古板块的划分方案，北部为西伯利亚板块，中部为中朝板块，南部为华南板块。前两个板块的地层结构是，下部为太古代及元古代的变质岩，其中含有较多的基性及中基性火山岩夹层。上部为古生代地台型沉积物。后者的下部较少出露，并局限在板块边缘，由含有较多的中基性火山喷发物的前寒武系变质岩组成；上部为古生代及三迭系的地台型沉积物。石炭一二迭纪时在局部地区也有火山活动。

在西伯利亚板块和中朝板块之间，隔着广阔的天山—兴安岭地槽褶皱带，其中有零星的前寒武系中间地块，它们主要出露在额尔古纳、兴安岭、老爷岭—小兴安岭等地的大面积分布的中新生代盆地之间。这些中间地块内也有中基性火山岩系的夹层。

在中朝板块和华南板块之间分布有一狭长的秦岭地槽褶皱带。

在华南板块的东南部为华南地槽褶皱带，带内夹杂着前寒武系中间地块。它们主要出露在建瓯、龙泉、陈蔡、江绍和武夷一带的中生代火山岩盆之间，多以穹隆及地垒的形式产出。中间地块中大量存在着中基性火山岩的夹层。

中构造层特征前文已述，不赘。

上构造层是以新生代拗陷为主的沉积层

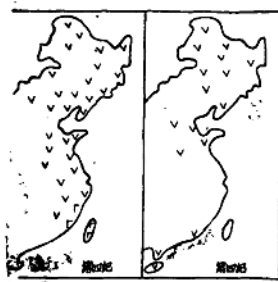


图2 中国东部新生代火山岩分布图
1. 前寒武系基底 2. 中生代火山岩系

表 3

下构造层中各类岩石金的丰度 (ppm)

地 区	次英安岩、 闪长玢岩、 角闪石片岩 、角闪斜长 片麻岩	云母片岩、 片麻岩、变 粒岩、千枚 岩	绿片岩类	磷铁石英岩	混合岩、混 合花岗岩	构造岩、 糜棱岩	后寒武纪陆 源碎屑沉积 岩
兴安岭	0.04015	0.0006				0.0445	0.001
老爷岭	0.107	0.038	0.04	0.00	0.0247		
燕 山	0.17— 0.37	0.03— 0.26		0.03—0.10			
胶 东	0.28— 0.8						
赣 北	0.032— 0.12						
闽 北	0.076— 0.20						
样品 地壳	8—217.5	0.15—95	10	0—25	6.18	11.13	0.25

注：地壳克拉克值为0.004ppm

如黄淮、松辽等地。在沉积拗陷边缘的隆起带，常分布有第三纪高原玄武岩。较著名的有汉诺坝、嵯县、方山和五叉沟玄武岩等。在台湾地区和福建沿海地区则分布着岛弧型绿岩带，由基性和超基性火山侵入岩组成。第四纪高原玄武岩继续活动，喷发期至少有三次。较著名者有海南岛和雷州半岛的玄武岩及橄榄玄武岩、潮汕玄武岩和东北地区的大黑沟、五大莲池、镜泊湖和天池玄武岩等（见图2）。

2. 区域线性断裂带

中国东部沿海地区区域线性断裂带特别发育，各大地构造学派对其均有深入地研究和精湛的论述。我们从研究中新生代火山活动的角度出发认为：（1）各种区域线性断裂带都有着长期的孕育、发展和演化过程。在燕山运动前以东西向、北东东向和北东向断裂为主，进入燕山期以后，北北东向断裂带特别发育，燕山晚期到喜山期，除北北东向断裂带继续发挥巨大作用外，北西向断裂带作用比较明显，在不少地区它们联合控制了火山岩带的分布；（2）北北东向的断裂带，总体上和太平洋的西海岸平行，根据航磁和重力资料，除郯庐断裂带、那丹哈达断裂带等少数几带外，反应都不太明显，这可能说明，它们的切割深度较浅，很难作为上地幔物质的上升通道；（3）各组主断裂带均派生出一些低级别的断裂，它们在储岩储矿方面都起到较大的作用，如赣东北大断裂旁侧铜矿断裂、郯庐断裂旁侧的五莲和沂南断裂等；（4）多数断裂晚近隆断仍有活动，这对火山岩及有关矿床的改造、重建和破坏均有明显的影响。

3. 火山构造

我们依据古火山成组成群或成带分布，占据了特定的面积，相互间在火山类型、活动时