

中国火山岩地区金的成矿环境及分布规律

王碧香¹ 杨岳清² 史仁灯¹ 银剑钊² 石 森³

(1~2 中国地质科学院, 北京: 1. 地质研究所; 2. 矿床地质研究所; 3. 地质矿产部地质调查局, 北京)

提 要: 中国是一个火山岩广泛分布的国家, 火山岩区的金矿不论其数量和储量在全国均占有重要地位。根据金和火山活动的关系, 可划分出 6 种金矿类型, 它们主要分布在 6 个火山岩区中。不同地区金的成矿作用各有其特色, 总体可概括出 7 条成矿特征, 这对于在我国广阔的火山岩区寻找金矿具有重要的指导意义。

主题词: 火山岩地区 金矿类型 成矿特征 中国

1 中国火山岩分布概况

中国是一个火山岩分布十分广泛的国家, 从太古宙到新生代, 都有强烈的火山岩浆活动^[1]。从总体看, 海相和海陆交互相火山岩多分布在古生代及其以前的变质岩系中, 而陆相火山岩则广泛分布在中、新生代地层中。

太古宙火山岩因变质较深, 其原岩一般难以恢复。该期变火山岩主要分布于华北地台北缘、南缘、秦巴地区及新疆塔里木等地, 目前所能辨认的主要有三种岩石组合: ①以玄武质火山岩为主, 英安质和流纹质火山岩次之, 代表了古陆核的上地壳物质; ②主要由拉斑玄武质和钙碱性玄武质火山岩所组成, 相当于古洋壳; ③由拉斑玄武质火山岩为主, 流纹质火山岩为次的岩石组合, 以双峰式火山岩为特征, 可能形成于古陆核边缘的拉张环境中。

目前对是否存在由该时期火山活动直接形成的金矿还有争议, 但以它的变火山岩为容矿围岩的金矿较多, 主要有迁西群、鞍山群、夹皮沟群、集宁群、胶东群、太华群、秦岭群等。

元古宙火山岩变质一般较浅, 其中早、中元古代火山岩系主要分布于华北、扬子地台和昆仑—祁连—秦岭地区。晚元古代时, 火山活动有向东南(武夷山)、西北(天山)和西南方向扩展之势。在元古代的活动带, 如准噶尔—兴蒙、昆仑—祁连—北秦岭等地, 从基性→中性→酸性火山岩浆活动均有发生, 但以钙碱性系列为主。在元古代的稳定区, 如华北、塔里木等地则见有大洋拉斑玄武岩, 在北秦岭出现高钾火山岩, 大别山—大洪山等地则出现富钠质玄武岩和流纹岩组成的双峰式火山岩组合。总体看来, 都是在太古代陆核基础上的拉张环境中产生的。

元古宙变质火山岩系主要作为显生宙时形成的金矿的围岩, 主要有黑龙江群、老岭群、二道洼群、熊耳群、二郎坪群、碧山群、陈蔡群、双溪坞群及板溪群等。

国家“八五”重点黄金科技攻关项目——“中国火山岩地区金矿的研究”下属课题(编号: 90051-03-5-3)

王碧香, 女, 1938 年生, 研究员, 从事火成岩及有关矿产研究。邮政编码: 100037

1996-03-22 收稿, 1996-11-26 修改回

古生代时,火山活动也因时因地而异:

(1) 早古生代火山岩主要分布于准噶尔—兴蒙、昆仑—祁连—秦岭等构造-岩浆域,以奥陶纪时的火山活动最为强烈。火山岩岩性主要有三种组合:蛇绿岩组合;钙碱性系列的玄武质、安山质火山岩组合或安山质和英安质火山岩组合;与碳酸盐岩系相伴生的拉斑系列玄武岩组合。反映了沟-弧-盆的构造背景。

(2) 晚古生代火山岩主要分布于准噶尔—兴蒙、羌塘—扬子 and 塔里木—天山、北山等构造-岩浆域,它们多为海相和海陆交互相火山岩,局部地区在二叠纪时有陆相火山岩出现。这些火山岩基本是造山带的产物,常构成蛇绿岩套的一部分,火山岩浆活动一般先由拉斑玄武质火山岩浆喷发和基性、超基性岩浆侵入,构成了缝合岩带,随后为中性、中酸性和酸性火山岩浆喷发,并随之形成火山碎屑沉积岩,最后构成了岛弧—活动大陆边缘火山岩带。

古生代火山岩也常构成一些中—大型和特大型金矿床的围岩,甚至为矿源层,如下石炭统大哈拉军山组(C_1d)中的阿希金矿,老王寨组(C_1l)中的冬瓜林、老王寨金矿等。

中生代是我国陆相火山岩最为发育的时期,特别是我国东部更为广泛,其岩类主要为钙碱性系列玄武质、安山质和流纹质火山岩组合、英安质和流纹质火山岩组合,其次为偏碱性粗安质和粗面质火山岩组合,它们主要形成于从挤压至拉张构造环境中。

我国西部的中生代火山岩主要分布于西南“三江”和西藏地区,在“三江”构成较特征的沟-弧-盆火山岩体系。

中生代火山岩浆活动对一些地区,特别是滨太平洋构造域中金矿的形成有重要的影响,如八宝山金矿、东溪金矿、南大线金矿、奈林沟金矿等直接赋存在陆相火山熔岩及其碎屑岩中。

新生代火山岩主要分布于我国东部环太平洋和西部特提斯-喜马拉雅构造-岩浆域中,以碱性系列玄武岩相对其它时代发育为特征,它们大部分为陆相火山岩,仅局部见有海相和海陆交互相,它们主要产生于大陆裂谷拉张构造环境。

与新生代火山岩有关金矿主要分布于我国西南地区 and 台湾省。滇西两河热泉型金矿则与上新世末至早新世时期的火山活动有关。还有与更新世火山作用有直接关系的台湾超大型金瓜石金矿床。

2 我国火山岩地区金矿类型

本文中所应用的金矿类型则以“八五”国家重点黄金科技攻关项目“中国火山、次火山岩地区金矿的主要类型、成矿条件、矿床模式和找矿方向的研究”成果中所确定的金矿类型为基础^[2]。

(1) 浅成热液型:主要形成于地表或近地表环境,根据矿石中矿物组合不同,可进一步分成3个亚类:①低硫冰长石-绢云母型^[10]或石英绢云母型;②高硫石英-明矾石型或石英-明矾石-高岭石型;③富碲化物型或碱性火山岩型。

(2) 块状硫化物型及伴生金矿:该类型金矿主要形成在海底或水下浅部火山活动环境中,其容矿围岩产出的岩相条件为岩颈相、火山穹丘相、喷出相。

(3) 火山沉积型和伴生金矿:该类型金矿床产出的岩相条件为海底喷发-沉积相。其容矿围岩为钙碱性英安质、流纹质火山岩或拉斑玄武质火山岩。

(4) 中浅成热液型：主要形成于地下中浅深度环境中，其容矿围岩为浅成-超浅成相的中酸性、酸性小侵入体（如岩株、岩脉等）。

(5) 斑岩型及伴生金矿：其容矿围岩为次火山岩或超浅成侵入岩，虽然它们与火山穹丘同具斑状结构，但其蚀变矿物组合有较大差异。

(6) 后矽卡岩型和伴生金矿：形成于火山根部相的浅成环境内，金矿化在空间上虽与矽卡岩重叠，但在矿化时间上晚于矽卡岩化阶段。

3 中国火山岩区主要金矿区（带）

中国火山岩在空间上虽然分布广泛，但相对也有集中分布的特点，总体可划分出19个火山岩区，其中金矿较集中分布的有6个区（带）。

3.1 华北地台北缘火山岩地区金矿区（带）

该区是我国太古宙变火山岩系广泛分布的地区之一^[3]，其后又经历了多期次构造-岩浆活动，特别是燕山期的活动波及范围很广，岩浆岩类型也发育齐全，在它们的影响下孕育形成了一系列与火山岩系有关的金矿床，如辽西义县红石金矿床，内蒙欧巴拉格铜-金矿床。该火山岩区金矿区（带）的金矿类型主要有：①中浅成热液型；②浅成热液型；③斑岩型。

中浅成热液型金矿是与斑状花岗岩株及花岗斑岩脉等浅—中成酸性侵入岩有关的一类金矿床。金矿床往往围绕中、酸性浅成侵入体的内外接触带分布，岩体多出现于古老的变质岩系中。矿体多为脉状或石英大脉。此类金矿的金成色较稳定，其硫同位素组成多为正值，碳源则具有深部壳源的特征， δD 、 $\delta^{18}O_{H_2O}$ 组成显示其成矿热液多为大气降水与岩浆水的混合物。

浅成热液型金矿明显于火山活动有关，并产出于火山盆地中，其成因与火山旋回末期的火山-次火山岩浆含金热液活动有关。矿石常具角砾状，围岩蚀变常以青磐岩化为标志，矿石矿物中以冰长石的出现为鲜明特征，同时出现大量银矿物。具有较典型的低温成矿特征。

斑岩型金矿往往不是孤立产出，而是与Cu或Mo矿共生或伴生。这类金矿的成矿温度及深度均较前二类高，金的成色不仅较高而且也较稳定，S、C、O、H及Pb同位素所反映的信息则与浅成热液型金矿有类似的内容。

华北地台北缘火山岩区金矿的成矿时代基本上限于燕山中晚期。

3.2 秦巴—祁连—北山火山岩地区金矿区（带）

该区是我国重要的地壳活动带，总体上处于中朝板块南缘。其中秦巴地区所经历的构造变动最为复杂和强烈，特别是晚古生代以来强烈的岩浆喷发和侵入活动将地幔及下地壳中的金等成矿物质带至地壳浅部创造了良好条件。北山地区则以古生代岩浆活动发育为特征，特别是喷发活动之后的侵入活动，为浅成热液型金矿床的形成提供了丰富的矿源。祁连山地区以早古生代强烈的海底喷发活动为特征，为含金块状硫化物矿床的形成创造了良好的环境。

在秦巴—祁连—北山火山岩区最发育的是浅成热液型金矿。该类矿床既包括以火山岩系为容矿围岩的浅成热液构造蚀变岩型，也包括国内少见的角砾岩型，其共同特征是金矿与脆-韧性断裂带及热液蚀变作用密切相关。

火山-沉积型金矿在该区分布也较广泛，它们是与火山活动密切相关并具层控特征的矿床，但由于含矿火山岩系沉积成矿后，又受到后来不同地质作用的改造，故可进一步分成火

山沉积-受变质矿床和火山沉积再造矿床。前者以秦巴东沟坝黄铁矿型含金银多金属矿床为代表；后者以湖北竹山银洞沟金矿为代表。

块状硫化物型伴生金矿在本区也有一定代表性，它们主要发育在祁连山地区，其中以白银厂矿田最具代表性，含金黄铁矿型铜矿呈扁豆体、透镜状、似层状赋存在早期长英质火山喷发-沉积旋回中的石英角斑凝灰岩层中，围岩蚀变主要有绿泥石化、碳酸盐化、重晶石化。

3.3 长江中下游火山岩地区金矿区（带）

本区位于扬子准地台下扬子台坳带。本区经历了雪峰、加里东、海西、印支、燕山等构造岩浆活动，其中以后者最为显著，火山岩浆活动在晚侏罗世—早白垩世形成了几个规模不等的串珠状火山岩盆地。

本区的金矿并不主要以中生代火山岩系为容矿围岩，而大多数与变质基底岩系相关，断裂及中酸性火山-次火山岩浆活动促进了含金层位中金的活化转移，并在一定构造部位形成金矿床。

金矿以后砂卡岩型及斑岩型为主，前者可分成后砂卡岩型铁-硫-金矿床和铜-金矿床两类。有关的侵入体以石英闪长岩、花岗闪长岩及石英二长岩、二长花岗岩为特征。斑岩型金矿根据成矿元素组合可分成铅锌-银（金）矿、铜金矿、金（银）矿。金矿床的产状、规模与斑岩体的形态密切相关。一般情况下以斑岩体规模相对较大，形态较规正，具多次侵入活动的近圆柱状复式岩体对金矿的形成有利。

3.4 东南火山岩地区金矿区（带）

该区带主要包括浙江、福建、广东、台湾等省。前震旦系和古生界变质岩系构成了基底，其原岩许多是基性、中基性火山岩，含金丰度较高，金矿床基本都分布在变质基底出露地段及附近。中生代时主要形成了陆相火山岩系。火山活动始于早、中侏罗世，但其强度十分微弱，从晚侏罗世至早白垩世火山活动则变得十分剧烈，其分布范围也广，形成厚度巨大的陆相火山岩系，岩性以流纹质熔结凝灰岩和流纹岩为主，夹凝灰岩、玄武岩、安山岩等。

燕山期火山岩系基本上是先挤压后拉张的构造环境下的产物，金矿主要形成于从挤压到拉张的构造转变时期。值得注意的是燕山期十分强烈而频繁的岩浆侵入活动对本区金矿的形成也有重要的影响，但主要与晚期、浅成小岩体有关。

本区的金矿类型以浅成热液型为主，它们主要产于具有中基性变质火山岩基底和中酸性火山岩盖层的上叠式火山岩盆地边缘地带。它可分成低硫的冰长石-绢云母型（如浙江龙泉八宝山金矿）^[4]和高硫的石英-明矾石型（如福建上杭紫金山金矿）。但二者的构造环境基本相似，均与板内活化带上叠式断陷盆地中的钙碱性英安质、流纹质火山岩及火山穹丘、潜火山岩有关。矿石中以出现大量低温矿物为特点。冰长石-绢云母型金矿的围岩蚀变侧向分带明显，而垂直分带不明显。石英-明矾石型金矿不仅具侧向分带，垂直分带也很显著，如紫金山金矿^[5]，顶部为极其发育的硅化，向下逐步转变为迪开石化，再往下为绢云母化、黄铁矿化。

此外，与侵入花岗岩有关的中—浅成热液型金矿在本区分布也较广泛。

3.5 西南火山岩区金矿区（带）

该区（带）金矿以连接藏东、川西和滇西的三江流域最为集中^[6]，在大地构造上处于特提斯构造域东段。火山岩浆活动从海西到喜马拉雅期均有发生。石炭-二叠纪以基性火山岩浆活动为主，三叠纪以中酸性为主，燕山-喜马拉雅期从中酸性—酸性浅成-超浅成侵入活动为主。

石炭纪—二叠纪时期的火山活动主要集中于三江地区南段,以碱性-过渡性玄武岩发育为特征;代表着地壳开裂而成的洋盆雏型环境。该构造环境不仅造就了老厂、大平掌含金块状硫化物矿床,而且导致了哀牢山北段矿带金矿化的初步富集。

该区北部的甘孜—理塘洋盆于晚三叠世早—中期向西俯冲,导致义敦岛弧的诞生,在弧间裂陷阶段,与双峰式火山活动相伴,产生块状硫化物型含金富银多金属矿床^[7]。

燕山晚期—喜马拉雅期,金沙江洋板块继续向西侧的陆内俯冲,在藏东形成与之平行的含金斑岩铜矿带。在哀牢山一带,洋板块向北东及东俯冲,在结合带及大陆一侧形成一系列含金斑岩体和浅成小花岗岩体,它们对该区金矿的形成具有重要的作用。在波密—腾冲一带,除了大面积分布燕山晚期与喜马拉雅期中酸性侵入岩外,还发育晚新生代的中基性火山岩,它们可能属于滞后型岛弧火山岩,是我国火山热泉型金矿发育区。

3.6 新疆火山岩区金矿区带

和该区的火山岩及相关侵入岩有关金矿主要分布于北疆,以阿尔泰、东西准噶尔和天山中东段最为集中,目前在天山西段火山岩分布区金矿也呈现出极好的前景。

新疆地区火山岩中海相和陆相并存,但主要为海相。以泥盆纪和石炭纪火山岩最发育,它们是岛弧及古陆边缘活动带的产物,如克拉麦里岛弧和达拉布特岛弧,阿尔曼泰-淖毛湖岛弧,阿尔泰古陆边缘活动带内的克兰河构造-岩浆岩带,准噶尔古陆隆起区的克拉麦里陆缘隆起,塔里木北缘古隆活动带内的库鲁克塔活动陆缘等,金矿基本仅分布于这些地区。

最主要的金矿是浅成热液型,约占已知矿床总数的60%,已探明储量总数的70%。主要分布于康古尔塔格地区,含金火山岩系以石炭系为主,岩石类型较多,大致可分成流纹质-英安质-安山质火山岩组合,玄武质-安山质-英安质火山岩组合,蛇绿岩组合。但岩石多遭受区域埋深变质,金矿形成过程中产生的热液蚀变有硅化、绢云母化,绿泥石化、冰长石化、明矾石化等。

中-浅成热液型约占金矿床总数的20%,主要分布于阿勒泰及东准噶尔地区,在大地构造单元上基本属陆缘活动带,少部分在岛弧带。

另外还有块状硫化物型及斑岩型,但矿床数量很少,而且以伴生金矿为主。

4 火山岩区金矿分布规律

我国火山岩区金矿总体受火山活动制约,它们与其它地区金矿相比主要有如下产出特征。

4.1 火山岩地区金矿类型

在金矿类型中,全国火山岩区均以浅成热液型为主,它们占全国火山岩区金矿总数的47%,储量占44.3%,其次是斑岩型(表1)。从地区看,我国东部火山岩区的金矿无论在数量上或是储量上均比西部火山岩区占优势。东部火山岩区的金矿数量约占全国火山岩区金矿数量的64.7%,其储量占66.6%,显然这和我国东部地区火山岩的广泛发育具有较明显的联系。

在金矿类型方面,东、西火山岩区也有较大差异(表1)。在数量上,东部地区以浅成热液型、中-浅成热液型、斑岩型及后矽卡岩型占优势,几乎缺少块状硫化物型;西部地区则以

表 1 火山岩地区金矿数量及储量在不同类型中的比例 (%)

Table 1. Proportions of different types of gold deposits in volcanic regions

金矿类型		浅成热液型	块状硫化物型	火山-沉积岩型	中-浅成热液型	斑岩型	后矽卡岩型	总计
金矿数量比例	东部地区	40	0	3	21	19	17	100
	西部地区	59	10	6.6	8.6	10	5.7	99.9
	全国	47	3.7	4.4	16	16	13	100.1
金矿储量比例	东部地区	34	0	4	10	25	28	101
	西部地区	66	7	5	9	9.9	3	99.9
	全国	44.3	2.2	4.2	9.9	19.7	19.6	99.9

浅成热液型、块状硫化物型和斑岩型为主。在储量上：东部地区以浅成热液型、后矽卡岩型和斑岩型为主，而在数量上具有一定优势的中-浅成热液型的储量比例则不大；西部地区的金矿储量明显以浅成热液型占优势。

东、西部金矿类型上的差异和二地区火山活动特点、火山岩组合类型和控制火山岩的构造格局等有一定关系。东部地区为前寒武纪变质岩系为基底的中新生代构造-岩浆活化区，以中新生代陆相火山-次火山岩为围岩的金矿发育为特征；西部则为显生宙以来的地壳活动区，并组成中间地块与造山带相间带状排列的构造格局，板块结合带的存在不仅决定了火山岩的线型分布，同时也造成了块状硫化型矿床在西部地区的相对发育。

4.2 火山岩地区金矿的分布规律

金矿的分布不仅以六大火山岩区为基点构成规模较大的金矿区带，即使在一个火山岩区中，金矿区（田）也有相对集中的特点，如：秦岭地区，与火山岩系有关金矿相对集中在秦岭东部，构成熊耳—外方山金矿田；祁连山地区金矿相对集中在北山地区；西南地区金矿以哀牢山板块结合带中发育为特点；华北地台北缘与中-浅成侵入岩有关金矿集中分布于地台边缘一级断裂构造带附近，并明显形成几个集中区；我国东南部中生代火山岩区金矿，主要沿北北东向构造带展布。这些集中区是地质历史上构造-岩浆热事件多发地区，是含金岩系与构造-岩浆热事件配套发育地段，这些地区或地段金矿的产出和地质环境有一定关系。

(1) 板块边界和地壳拼接地带控制了矿带的分布（图 1）：从世界范围看，与火山及相关侵入活动有关金矿主要分布于环太平洋成矿带、地中海阿尔卑斯-喜马拉雅成矿带和蒙古-鄂霍茨克成矿带。这些成矿带中由于洋壳和陆壳的强烈碰撞，构造-火山岩浆活动十分发育。我国与火山岩系有关金矿都与上述三个带有关，例如台湾超大型金瓜石金矿就产在西太平洋岛弧型消减带中，滇西哀牢山金矿带基本沿金沙江—哀牢山板块结合带分布，天山金矿带和华北地台北缘金矿带与伊林哈别尔杂—西拉木伦板块结合带有关。

除了板块结合带外，做为诱发岩浆上升的深大断裂的两侧及断裂交汇部位也是火山岩区金矿相对集中分布地区（图 1）。我国东西向的西拉木伦断裂和华北陆块北缘断裂与大兴安岭—太行山—武陵山大断裂的联合，不仅使大兴安岭—燕山火山岩带向南迅速减弱，以至消失，并在交汇处形成了红石砬子、马代沟、奈林沟等一系列浅成热液型金矿。上述断裂与郯庐断裂的交汇地带，亦是我国浅成热液型金矿的重要分布区，如五凤、五星山、刺猬沟、九三沟等

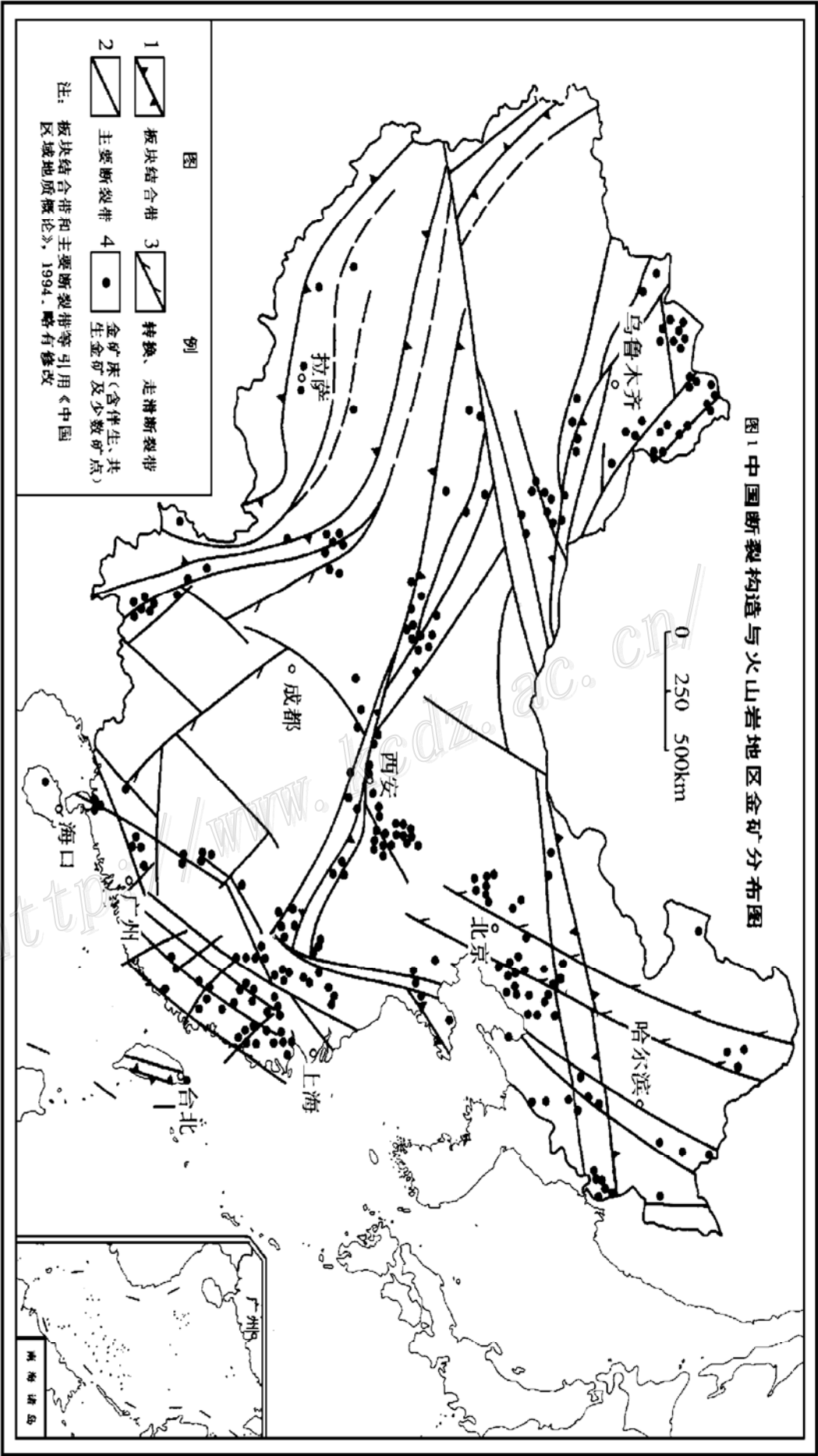


Fig. 1. Diagrammatic map of China showing fault structures and distribution of gold deposits in volcanic regions.

1 — Plate junction ; 2 — Major faulted zone ; 3 — Transform , strike-slip fault zone ; 4 — Gold deposit (including associated gold deposit and in a few cases , gold occurrence).

金矿就产于该交汇带中。

(2) 火山断陷盆地是金矿田(床)产出的有利环境:多数情况下,与火山断陷盆地有关金矿多集中在这些盆地的边缘部位,如五凤、五星山金矿分布在延吉火山断陷盆地的北缘,刺猬沟金矿位于老松岭火山断陷盆地西缘,红石砬子金矿位于阜新-义县断陷盆地南缘,紫金山金矿位于上杭火山盆地东缘等等。这是由于盆地边缘及附近的断裂或深断裂,既控制了整个火山盆地的沉陷,又是火山熔浆和成矿热液上升的良好通道,从而也控制了金矿的产出。

(3) 火山机构和其中的裂隙控制了矿床和矿体的分布:火山机构的各种扩容环境是矿体赋存的有利空间。破火山口内塌陷或非塌陷角砾破碎带或环状、放射状断裂常是金矿富集部位,新疆阿希金矿即产出在这类环境中。此外,火山穹窿构造中的裂隙系统亦有利于矿脉的充填,如虎墟金矿床位于赛阳关穹窿构造核部之石英闪长玢岩岩体西南边缘突出部位的裂隙中。

在浅成热液系统中形成的热液爆破角砾岩也是火山岩地区金矿十分有利的赋矿场所,如秦岭地区的双王金矿就是在热液爆破角砾岩中的后期构造裂隙诱导下,成矿热液侵入角砾裂隙后形成的。在热液体系内释放的高速蒸气流,亦可能使构造扩容带的岩石破碎搬运,形成磨圆度极不均一,大小也不一致的角砾岩,紫金山金矿床中的角砾岩有可能是这样形成的。

4.3 火山岩地区大地构造对金矿的控制

不同大地构造单元有不同的成矿作用,在我国三大构造域的火山岩区内,形成的金矿类型各有其特征。

在古亚洲构造域中发育的金矿具有二次成矿特征,前寒武纪变质火山岩系主要构成该区金矿的矿源层,而中生代以来的构造岩浆活动则促成了矿源层中的金在一定的构造部位富集成矿,所以金矿围岩岩性较复杂,有的直接以中生代火山岩为赋矿围岩,而有的则赋存于古老的变质火山岩中,甚至以正常沉积的变质岩系为赋矿围岩。

在环太平洋构造域的不同部位,金矿产出的特点还有所不同:在其内带常构成岛弧和边缘海盆;外带的主要部分重叠于欧亚板块东缘构造岩浆带,构造隆起带和断陷盆地上。在内带与火山活动有关金矿储量目前已超过 5000 t,如我国台湾金瓜石金矿,它不仅储量巨大,而且以矿石矿物种类少、类型简单为特征。在外带金矿类型则较复杂,并常构成众多金矿集中区,并以形成有色金属为主的伴生金矿为特征。

特提斯-喜马拉雅构造域是晚古生代以来特提斯海经过扩张和消减,至白垩纪时冈瓦纳古陆解体,随着印度洋的扩张,印度洋板块向欧亚大陆板块俯冲所形成的构造格局,它以板块缝合带及岛弧中的金矿、火山热泉型金矿发育为特征。

4.4 火山岩区金矿赋存围岩

火山岩地区金矿赋存围岩较复杂,从总体看,金矿对赋矿围岩没有明显的选择性,但从全国看,火山岩系(包括火山-变质岩、火山-沉积岩)仍为金矿主要的赋矿围岩,约占 67.8%。在赋矿火山岩中,又以中性—中酸性火山岩占优势,如五凤、刺猬沟、奈林沟、南大线等金矿床的赋矿围岩为安山质熔岩及其火山碎屑岩,阿希、南金山、八宝山等金矿床的赋矿围岩为英安质或流纹质火山熔岩或其碎屑岩。产于次火山岩中的金矿床,赋矿围岩多为中酸性、酸性岩类。但有时在同一矿床中,矿体产于多种类型岩石中,如老王寨金矿,既产于火山岩、又产于超基性岩、碳酸盐岩和陆相红层中,但均处于同一含矿的构造裂隙系统内^[8]。

4.5 火山岩地区金矿的成矿时代

我国火山岩区金矿的成矿时代主要为中生代。中生代金矿的数量占全国火山岩区金矿总数的61.3%，储量占73%。其中尤以燕山期金矿更为重要，其次是古生代，该时期金矿的数量占全国火山岩区金矿总数的29.9%，储量占17%。新生代和前寒武纪金矿不论是数量还是储量在全国火山岩区金矿总量中所占比例均较低。

在区域分布上，东部火山岩地区以中生代金矿为主，其数量占东部火山岩区金矿总数的95%，储量占93%。西部地区则以古生代金矿为主，其数量占西部火山岩区金矿总数的53.9%，储量占48.4%。中生代金矿在西部火山岩区金矿总数和储量上仅分别占到34.7%和34.4%；新生代金矿的数量和储量则比东部火山岩区有明显上升，分别占到11.3%和17.2%。上述差异和不同地区不同时代火山岩浆活动的强度明显有关。

4.6 火山岩地区金矿的围岩蚀变

火山岩区金矿的围岩蚀变普遍发育，其中尤以浅成热液型更为强烈，低硫亚类的蚀变矿物有石英、冰长石、绢云母、绿泥石、绿帘石、方解石、黄铁矿、钠长石、沸石等，以绢云母和冰长石的发育为特征，较典型的金矿是团结沟、五凤、刺猬沟、奈林沟、八宝山、阿希等。高硫亚类金矿中的蚀变矿物有石英、明矾石、高岭石、迪开石、绢云母、叶腊石、硬水铝石、自然硫、重晶石、硬石膏、黄钾铁矾等，较典型的金矿是金瓜石、紫金山、虎墟、铜井、七宝山等。

5 火山岩浆活动在金矿形成中的作用

岩浆从其地壳深部产生时，往往包含了较丰富的贵金属，地壳乃至地球不同层位元素成分的差异性充分说明了这一点。当岩浆从地壳深部沿构造向地壳浅部侵位，乃至喷到地表时，岩浆中的金一部分分散到冷凝的火山岩系中^[9]，另外一部分可在特定的构造环境中形成不同类型的金矿床。

如前所述，不同时代有不同特征的含金火山岩系，在它们之中金的丰度值一般是地壳金丰度值的2~20倍，多数在5~10倍。但部分火山岩型金矿床赋矿火山岩系金的丰度低于地壳克拉克值，如红石砬子金矿区，新鲜火山中金含量很少能达到 4×10^{-9} ，阿希金矿床赋矿火山岩系中金的平均丰度也只有 0.67×10^{-9} ，但是在这些地区金的丰度值变化较大。

另外，当深部岩浆在向地表运移过程中，它还能使围岩、特别是古老基底变质岩石中的金和其它成矿元素发生活化迁移，在有利的构造部位富集成矿。但也应指出，基底变质岩系的含金性虽是一个较重要的因素，但金在岩石中的赋存状态也是十分重要的，当金存在于易于分解的硫化物中时，在后期热液活动中最有利于活化迁移。以浙、闽、赣地区为例，这些地区的前寒武纪变质基底中，普遍发育星散状黄铁矿等硫化物，岩石中的金主要赋存在它们之中，在显生宙以来的岩浆-热液活动中，其中的金很易被淋滤出来参与后期的成矿作用，而当岩石中的金分散于硅酸盐等矿物中时，则很难为后期的成矿作用提供物质。

本文是“八五”国家重点黄金科技攻关项目三级编图课题中的部分内容，在课题执行过程中得到项目负责人李兆鼎和母瑞身研究员的帮助和指导，参加工作的还有张元奇高级工程师和曾广瑜工程师。此外，还得到戚建中、任富根、崔惠文等研究员的大力支持，提供了有

关资料, 在此一并表示衷心感谢。

参 考 文 献

- 1 王碧香. 中国火山岩地质图 (1:800 万) 及其说明书. 火山岩. 火山作用及有关矿产, 北京: 地质出版社, 1993, 17~22
- 2 李兆鼎, 母瑞身. 中国火山岩地区金矿的主要类型. 控矿条件和成矿模式. 地学研究, 1993, (27): 103~108
- 3 程裕洪主编. 中国区域地质概论. 北京: 地质出版社, 1994
- 4 王碧香, 张元奇, 杨崇辉等. 略谈遂昌—龙泉火山岩区金的成矿条件和成因. 中国地质科学院南京地质矿产研究所刊, 1991, 9 (2): 45~52
- 5 张德全, 李大新, 赵一鸣等. 福建紫金山矿床——我国大陆首例石英-明矾石型浅成低温热液铜金矿床. 地质论评, 1991, 37 (6): 481~490.
- 6 杨岳清, 田农. 金沙江—澜沧江—怒江地区金矿类型及成矿条件. 地质学报, 1993, 67 (1): 63~75
- 7 叶庆同. 四川呷村含金富银多金属矿床成矿地质特征和成因. 矿床地质, 1991, 10 (2): 107~118
- 8 唐尚鹑, 李经典, 何叔欣. 哀牢山北段金矿成矿带成矿规律初探. 云南地质, 1991, 10 (1): 44~69
- 9 李红阳, 阎升好, 王金锁等. 初论地幔热柱与成矿——以冀西北金银多金属成矿区为例. 矿床地质, 1996, 15 (3): 253~255
- 10 Pamela Heald et al. Comparative anatomy of volcanic-hosted epithermal deposits: acid-sulfate and adularia-sericite types. Econ. Geol., 1987, 82 (1): 12~22

GEOLOGICAL SETTING AND TEMPORAL-SPATIAL DISTRIBUTION OF GOLD DEPOSITS IN VOLCANIC TERRAINS OF CHINA

Wang Bixiang¹, Yang Yueqing², Shi Rendeng¹,

Yin Jianzhao² and Shi Sen³

(1 *Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037;*

2 *Institute of Mineral Deposits, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037;*

3 *Geological Survey Bureau, Ministry of Geology and Mineral Resources, Beijing 100812)*

Key words: volcanic terrain, gold deposit, temporal-spatial distribution

Abstract

Volcanic rocks of various ages and their intrusive equivalents are widespread in China, with the existence of a great variety of rock associations. The distribution of various types of gold deposits is generally associated with the features of volcanic rock associations, i. e., a particular type of gold deposit is related to a specific rock association. Large and supergiant gold deposits have been found in volcanic terrains. Through an intensive study of six genetic types of gold deposits in volcanic terrains, the authors have come to the conclusion that the principal metallogenic epoch of gold deposits in volcanic terrains of China is Mesozoic. Meso-

(下转第 40 页 to be continued on p. 40)

5.5‰ for bastnaesite, and 3.5‰~4.5‰ for monazite from banded fluorite ores. $\delta^{13}\text{C}$ values are $-1.1\text{‰} \sim -3.4\text{‰}$ and $-5.8\text{‰} \sim -5.2\text{‰}$ for bastnaesite from dolomite ores and that from banded fluorite ores respectively. Based on these data together with an analysis of the geological features of the ore deposit, it is held that the formation of banded fluorite ores and late stage veins in the ore district might have had to do with deep source hydrothermal solution, whereas REE are characterized by multi-source multiphase mineralization.

~~~~~

(上接第 20 页 Continued from p. 20)

zoic gold deposits account for 61.3% of the total gold deposits in volcanic terrains and contribute 73% of the reserves. Late Paleozoic gold deposits are next in number and reserves. In terms of geographic distribution, Mesozoic gold deposits are dominant in eastern China (in volcanic terrains with metamorphosed basement), while Paleozoic ones predominate in western China. The most important gold deposits in China's volcanic terrains are of epithermal type. In comparison with the other five types, this type accounts for 47% of the total number and 44.3% of the total reserves. On the basis of the relations of the distribution of gold deposits to rock associations and structures in volcanic terrains, the authors advance the viewpoint of multifactor mineralization, i.e., gold deposits are formed by circulation of hydrothermal fluids together with auriferous substances at the intersection of two sets of faults (or terranes).