

国外火山岩区金矿床

03

3-1)

58



地质矿产部科学技术司
90051-03 课题办公室
地质矿产部情报研究所

国外火山岩区金矿床

吴美德 刘曼华 楼亚儿 主编

地质矿产部科学技术司
90051—03课题办公室
地质矿产部情报研究所

1991年9月

封面设计：魏智如

国外火山岩区金矿床

国外火山岩区金矿床

吴美德 刘曼华 楼亚儿 主编

※

地质矿产部情报研究所出版

(北京阜外北街277号)

河北省抚宁县印刷厂印刷

※

开本：787×1092.1/16 印张16 字数：380 000

1991年9月北京第一版 1991年9月北京第一次印刷

印数：1—1200册

目 录

综 述

1. 国外火山岩型金矿床.....楼亚儿 (1)

成 矿 理 论

2. 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.....P. 希尔德 等 (14)
3. 火山成因块状硫化物矿床金富集的化学模式.....D. L. 休斯顿 等 (42)
4. 鄂霍次克-楚科奇火山带火山构造的金-银含矿性 (节译)
.....И. Н. 科特亚利尔 (68)
5. 中亚浅部金矿化的找矿矿物学标志和准则.....P. И. 科涅耶夫 等 (102)
6. 火山成因金-银矿化普查和预测的建造-相准则.....C. C. 瓦尔塔尼扬 等 (106)

典 型 矿 例

7. 前程无量的低温浅成热液金矿床.....孙培基 (130)
8. 斐济瓦图科乌拉地区火山岩型金-银碲化物矿床的地质特征
及矿物学和地球化学研究.....古 方 (139)
9. 新西兰怀西地区戈尔登罗斯浅成低温热液金-银矿床的
热液蚀变、稳定同位素及流体包裹体.....C. E. J. 德龙德 (155)
10. 内华达州中西部帕拉代斯峰矿区地质和K-Ar地质年代以及
盆岭形成前的拉伸作用与中新世早期贵金属矿化的关系.....D. A. 约翰 等 (179)
11. 科罗拉多州克里普尔克里克矿区的矿化脉和角砾岩.....T. B. 汤普森 等 (198)
12. 加利福尼亚州图奥勒米县和马里波萨县母矿脉若干金矿区
的矿物学、流体包裹体和稳定同位素的研究.....R. H. 小韦尔 等 (217)
13. 犹他州卡尔福克矿山的矽卡岩和高品位金矿地质.....D. E. 卡梅伦 等 (234)

国外火山岩型金矿床

楼亚儿

火山岩型金矿是指与火山岩、次火山岩和小侵入体有关的金矿床，这类矿床在空间上与火山岩、火山侵入体、火山中心和破火山口有关，它不包括太古代和元古代等古老火山-变质岩系中的金矿床。这种与火山-次火山作用有关的金矿床是重要的矿床类型之一，其约占各类金矿总储量的11%。随着八十年代四个特大型火山岩型金矿床的先后发现（日本菱刈金矿120吨，巴布亚新几内亚波尔盖拉金矿420吨，利希尔岛拉多拉姆金矿500吨，美国麦克劳克林金矿100吨），加上这类矿床具品位高、近地表产出、易采易封等特点，使火山岩型金矿日益显示其重要性。据报道，世界上25%的金储量分布在中-新生代，且大多与中-新生代火山岩、次火山岩有关。美国金矿总储量中有40%属火山岩型。有人预测，西半球未来新的金银资源将主要来自与火山和热泉有关的浅成热液金银矿，尤其是在美国、墨西哥、智利等国，这种趋势较为明显。此外在苏联、日本、巴布亚新几内亚、中国等也具有较好的成矿地质条件和找矿前景。因此，火山岩型金矿是一种潜力较大的金矿类型^[4]。

一、火山岩型金矿的分布

火山岩型金矿在全球范围内分布极为广泛，主要沿三个火山岩、次火山岩带分布，即环太平洋成矿带、地中海阿尔卑斯-喜马拉雅成矿带及蒙古-鄂霍次克成矿带，形成全球性的三个巨大金银矿带。

1. 环太平洋带：

该带包括苏联远东、朝鲜、中国、日本、菲律宾、巴布亚新几内亚、斐济、澳大利亚、新西兰、加拿大、美国、墨西哥、多米尼加、秘鲁、智利、玻利维亚等，含有世界80%以上的火山，是最重要的火山岩型含金构造带。环太平洋金矿带已产金21 000吨。环太平洋西部金-银矿化受大陆边缘火山带和岛弧系控制，从日本到新西兰北岛的西太平洋岛弧形成了一个大金矿带，储量10吨以上的金矿床有52个，生产了5 000吨黄金，其中超大型矿床（>400吨）5个，大型矿床（100—400吨）8个，这些金矿床位于俯冲带上的晚第三纪—第四纪火山深成弧形构造带上，主要类型有与斑岩、矽卡岩有关的金矿、浅成低温热液型金矿和黑矿型块状硫化物型金矿等。西太平洋岛弧许多金矿床与斑岩和火山中心有关，其中至少有70%都直接或间接起源于岩浆。而太平洋东岸的许多大型火山岩型金矿产于活动的美洲大陆边缘，受大陆边缘火山带控制。北美大多数金矿床分布于科迪勒拉褶皱区和北美地台结合部位的活动带中。环太平洋带著名火山岩型金

矿床有美国的克里普尔克里克、科姆斯托克、圣胡安、朗德山金矿，墨西哥的塔约尔提塔、拉纳蒂维达德金矿，智利的埃尔印第奥-坦博金矿，多米尼加旧普韦布洛金矿，尼加拉瓜的拉利伯塔德和圣多明各金矿，新西兰豪拉基金矿，菲律宾碧瑯地区金矿，斐济塔武阿金矿（恩佩罗和瓦图科乌拉金矿），巴布亚新几内亚的波尔盖拉金矿、利希尔夫拉多拉姆金矿，日本的菱刈金矿，中国团结沟金矿等等。^[8]

2. 地中海-喜马拉雅带:

该火山岩带包括西班牙、南斯拉夫、罗马尼亚、保加利亚、土耳其、伊朗、巴基斯坦等。金矿产于内陆和大陆边缘火山带，著名矿床有罗马尼亚阿普塞尼山脉金矿，西班牙罗达尔基拉尔金矿田，保加利亚麦迪德班岩铜-金矿床等。

3. 蒙古-鄂霍次克带:

该区包括蒙古及苏联的东北部鄂霍次克等地区，也为重要的火山岩型金矿带。矿床主要产于大陆边缘火山带和地台活动带。典型矿床有苏联的巴列伊金矿、达拉松金矿、克柳切夫金矿、多峰金矿等。

现将世界某些巨大的火山岩型金矿列于表1中。

表 1 世界某些巨大的火山岩型金矿

编 号	国 家	矿 床	金产量或已 产量(吨)	品 位 (克/吨)	容矿岩石
1	美 国	克里普尔克里克 (Cripple Creek)	653	27—35	凝灰岩、角砾岩、 安粗岩、响岩
2	美 国	科姆斯托克 (Comstock)	258	35	安山质火山角砾岩
3	美 国	圣 胡 安 (San Juan)	245	5.1	石英安粗岩
4	美 国	戈尔德菲尔德 (Goldfield)	126	75	斑状流纹英安岩
5	美 国	麦克劳克林 (McLaughlin)	100	4.98	硅化碳酸盐质凝灰 岩
6	美 国	朗 德 山 (Round Mountain)	260	1.2	熔结凝灰岩
7	墨 西 哥	瓜那华托 (Guanajuato)	141	2.5	安山岩、流纹岩
8	墨 西 哥	帕 楚 卡 (Pachuca)	210	1	英安岩、流纹岩、 安山岩
9	墨 西 哥	塔约尔提塔 (Tayoltita)	201	6	流纹岩、安山岩
10	墨 西 哥	拉纳蒂维达德 (La Natividad)	130	4.2	火山岩
11	多米尼加	旧普韦布洛 (Pueblo Viejo)	600	4.23	砂岩、炭质沉积岩 和石英斑岩兼映岩
12	尼加拉瓜	拉利伯塔德和圣多明各 (La Libertad, Santo Domingo)	120		安山岩、英安岩、 安粗岩和流纹岩
13	新 西 兰	怀 西 (Waihi)	270	10	安山岩、安山英安 岩
		整个豪拉基地区	1 362		
14	菲 律 宾	碧 瑯 (Baguio)	132	4.6	火山角砾岩、石英 闪长岩、安山岩
15	斐 济	恩佩罗(或译为皇帝) (Emperor Mine)	140.5	10.4	安山岩

续表

编 号	国 家	矿 床	金储量或已 产量(吨)	品 位 (克/吨)	容矿岩石
16	巴布亚新几内亚	利希尔岛 (Lihir Island)	500	3.5	粗面玄武岩质火山 角砾岩、二长斑岩
17	巴布亚新几内亚	波尔盖拉 (Porgera)	420	3.7	铁镁质闪长斑岩、 粉砂质页岩
18	巴布亚新几内亚	瓦 乌 (Wau)	120		
19	日 本	菱 刈 (Hishikari)	120	80	黑色页岩、砂岩、 安山质凝灰角砾 岩、火山砾凝灰岩
20	澳大利亚	基 兹 顿 (Kidston)	80	1.79	火山质角砾岩、花 岗闪长角砾岩和变 质岩类
21	中 国	团 结 沟	大型	4.01	花岗岩长斑岩
22	苏 联	巴 列 伊 (Baleg)	100	100	火成岩、砂砾岩
23	罗马尼亚	阿普塞尼山脉 (Mound Apuseni)	200		英安岩、流纹岩、 安山岩及角砾岩

世界火山岩型金矿大多产于年轻的褶皱带，时代上为中—新生代，大多分布在第三纪。也有少量火山岩型金矿产出时代较早，例澳大利亚基兹顿金矿属晚古生代，赋存在晚古生代角砾岩筒内。日本等岛弧区金矿化年代较晚，大多与第四纪火山活动有关，如菱刈金矿床属第四纪，年龄为0.9百万年。

据M.M.康斯坦丁诺夫认为，不同的金矿建造类型其形成时代不同。在环太平洋西部，造山作用、岩浆活动和金矿化依次从大陆向大洋推移；晚侏罗—早白垩世发生花岗岩类岩浆作用和金—石英矿化；早白垩世(?)成分复杂的岩浆作用和金—砷化物矿化；第三纪大陆边缘火山带的安山质和流纹质火山杂岩及金—银矿化，上新世发育于岛弧系的碱性—玄武质火山建造和金—碲矿化。在环太平洋东部，金矿化形成顺序也与西部相似，内华达期和拉拉米期造山作用形成花岗岩类深成杂岩体和金—石英矿化；晚白垩世—第三纪形成金—砷和金—铜矿化。在60—5百万年形成安山—流纹岩组成的火山—深成带和金—银矿化，在矿带最东部落基山裂谷系中，在上新世(10Ma)发育碱性—玄武岩类杂岩体和金—碲矿化。[6]

二、火山岩型金矿类型划分

正确研究和划分火山岩型金矿的类型，对于明确找矿方向，指导找矿，选择合理有效的勘查方法都具有重要意义，故国内外一些学者都十分重视并提出了一些分类方案。由于不同学者对火山岩型金矿分类的着眼点和所强调的成矿、控矿因素不同而提出的分类也不同。这里介绍笔者认为较为合理的几种分类方案：

(一) 母瑞身等 (1985)

- (1) 火山岩型
- (2) 次火山岩型

(二) 吴美德 (1986)

- (1) 火山岩金矿 (阿库潘式 (菲)、刺猬沟式)
- (2) 次火山岩金矿 (巴列伊式 (苏)、团结沟式)
- (3) 与中酸性侵入体有关的金矿 (斯普临-希尔式 (美)、马山式)

(三) M. M. 康斯坦丁诺夫 (1981)

(1) 金-碲型

(2) 金型

(3) 金-银型

(四) E. A. 叶列瓦托夫斯基 (1982)

(1) 近地表热泉系统矿床

(2) 深部对流循环系统矿床

(五) E. M. 涅克拉索夫

(1) 正向型火山机构矿床

(2) 负向型火山机构矿床

第一、二种分类,是根据矿床产出的地质环境、容矿的火山岩相以及典型矿床进行分类的。

1. 火山岩型金矿:包括产于中性—中酸性火山熔岩、喷发岩及相应的碎屑岩中的金矿床。矿床一般多与流纹岩、安山岩等中性火山岩有关,有些与安粗岩、响岩等碱性火山岩有关。矿体多呈脉状赋存于熔岩、火山碎屑岩的火山背景下,矿脉两侧发育硅化、绢云母化、碳酸盐化及高岭土化等热液蚀变。矿化均由火山热液引起,形成于火山喷发之后,其空间位置多受区域断裂和火山机构控制。此类典型矿床有美国科罗拉多州的克里普尔克里克、内华达州科姆斯托克,菲律宾阿库潘—安塔莫凯,苏联卡拉姆肯,日本菱刈,斐济恩佩罗,中国台湾金瓜石、吉林刺猬沟等矿床。

2. 次火山岩型及与小侵入体有关的金矿:主要赋存于酸性、中酸性、少数为碱性火山活动相关的浅成、超浅成小侵入体或火山管道、爆发角砾岩筒中。矿体呈脉状赋存于岩体顶部或边坡接触带,一般受构造裂隙控制,岩体本身是矿体的真正围岩。蚀变发生在含矿岩体背景下,有硅化、钾化、黄铁矿化及碳酸盐化。此类典型金矿有苏联的巴列伊、多峰、克留切夫,巴布亚新几内亚拉多拉姆、波尔盖拉,澳大利亚兹兹顿,我国团结沟等金矿。

第三种分类,由苏联学者M. M. 康斯坦丁诺夫 (1981) 根据矿床的地球化学特征,把金、银比值作为分类依据,将其划分为金-碲型、金型和金-银型。

1. 金-碲型的金银比值为 $10:1 \sim 1:1$ 。碲含量较高,大部分金呈碲化物形式出现。矿石中碲与金、银、汞、铋、铊、铊呈化合物以微细析出物形式产于硫化物中。这类矿床位于岛弧火山带或大陆裂谷带中。与矿化有关的火山岩是碱性玄武岩或钠、钾比值大致相等的钙碱系列安山玄武岩。典型矿例有美国的克里普尔克里克,斐济群岛的恩佩罗等矿床。

2. 金型矿床的金银比值为 $1:1 \sim 1:20$ 。矿石中金呈自然金,颗粒细,成色低。在脉中,冰长石明显多于硫化物,而硫化物、硫酸盐、碲化物相对减少。矿床产于内陆型火山带,有时也产于发育于陆壳上的岛弧地段。此类矿床分布较广,罗马尼亚、日本及苏联东部均有分布。典型矿例有罗马尼亚阿普塞尼山脉中的矿床。

3. 金-银型矿床的金银比值为小于 $1:20$ 。矿床中银含量相当高,甚至形成一些含金的银矿床。硫化物含量增高,主要矿石矿物为银金矿、辉银矿、自然银。矿床主要产于大陆边缘火山带中,与矿化共生的火山岩为安山岩—流纹岩和流纹岩,伴生元素为Pb、Zn、Sn、Mo、Se等。著名矿床有美国的科姆斯托克,墨西哥的瓜那华托和帕楚卡等。

第四种分类, 由E. A. 叶列瓦托夫斯基根据侧分泌理论, 从火山岩金矿形成的环境来进行分类, 划分成近地表热泉系统矿床和深部对流循环系统矿床。〔5〕

1. 近地表热泉系统矿床: 有经济价值的矿化出现在地表或地表附近, 这类矿床通常与热泉、间隙喷泉、破火山口环境相伴生, 具有硅质盖层或角砾岩层。热泉金矿床由复合的蘑菇状矿体组成, 每个矿体具有窄而深的构造控制的热液通道(如美国的博雷利斯, 日本的南萨矿床)。单个矿体一般小于100万吨, 但矿床总的规模较大。单个矿体均围绕一个喷发中心, 它们可以重叠形成一个可用单一露天开采的大型矿床(如麦克劳克林)。贵金属含量最高的地方常常是在硅质层下面的沸腾中心附近及混合粘土矿物层的上面。浸染状矿化出现在透水层与沸腾中心相交的地方。热泉金矿床具Au、Ag、As、Hg、Sb、Ba、Tl异常。贵金属异常加上其规则的形态是潜在金矿化的有望标志。近地表富集有Hg、Sb、Tl的窄分带, 反映矿化热泉系统的陡地热梯度和浅沸腾面的特征。许多金矿床, 尤其是Ag-Au组合的矿床有复杂的矿物, 包括硫盐、硒和碲的硫化物, 而一些Au-Ag矿床中黝铜矿是重要的(如, 科罗拉多州克里普尔克里克, 斐济恩佩罗火山和罗马尼亚的一些矿床)。矿床中自然金、银金矿、碲金银矿、银碲盐等矿石矿物常与隐晶质石英、蛋白石硅华、自然硫、冰长石、明矾石、方解石、高岭石等伴生。蚀变类型包括硅化、粘土化作用, 冰长石化等。蚀变分带中心为矿化的硫化物硅化核心, 核心受泥岩化圈的包围, 向外渐变为未蚀变的围岩, 没有或只有弱青磐岩化。含硫化物硅化带伸展至古地表。泥岩化边缘可窄到只有几米, 广泛分布的泥岩化, 特别是由方石英-明矾石-高岭石组成的高级泥岩化, 如果出现, 则叠加在含硫化物硅化之上。金的品位在泥岩化岩石中甚至增高了, 这是硅酸盐基质酸性淋滤的结果。

热泉系统在整个活动期间, 当广泛发育有高级泥岩化和(或)具有地下潜水面时, 其浅部金矿化则贫乏。热泉金矿化形成于经受过幕式高热流释放的体系中。幕式高热流释放的标志是在热液通道周围形成厚达5—50米的硅质泉华沉积。上覆于热泉金矿床的泉华一般是玉髓质的。蛋白石泉华或碳酸盐石灰华可能保存在玉髓质硅华的顶部或在热泉体系矿化部位的周边。完全为蛋白石的热泉系统只有很小的找金潜力。玉髓质泉华, 尤其在年轻热泉系统中, 被认为是反复蚀变和矿化的产物, 具有较大的找矿潜力。

与热泉系统有关的金矿床特征见表2。这类矿床著名矿例有加利福尼亚的麦克劳克林金矿、内华达州朗德山金矿。爱达荷州的德拉玛矿床至少一部分矿化作用是形成于近地表的温泉环境中。如: 麦克劳克林矿床产于第四纪火山岩和中生代弗朗西斯科组岩石中, 该矿床是在曼哈顿老汞矿区发现的, 金矿化作用产生在泉华、爆发角砾岩、热液角砾化的沉积岩和火山岩中, 金与辉钨矿、硫化汞、黄铁矿、白铁矿相伴生, 储量达1800万吨, 含金5.0g/t。矿区内钾化和硅化蚀变广泛发育, 多期交代蚀变的叠加形成了宽约100—200米, 走向延长2公里, 向下渐渐变窄的玉髓石英网脉带。含金矿脉局部切穿了地表沉积的硅质泉华, 并向下延伸约有300米以上。

2. 深部对流循环系统有关的矿床: 深部对流循环系统是在很深的地方形成的, 所以这类矿床比较复杂, 可能有很厚的覆盖层。与热泉系统不同, 这种类型的矿床中硫化物矿物数量多, 矿物复杂, 缺少地表角砾岩。成矿环境是在破火山口边缘、靠近火山侵入体或火山中心地区, 受断裂、背斜脊、剪切带和角砾岩带控制。在地表显示为浅色的褐

表 2 与热泉系统有关的金矿床特征

深度	地表至1000米
形成温度	50至300℃ (主要为170—250℃)
流体来源	大气水, 虽然某些组分为岩浆的
矿床形态	细脉至大脉, 网脉状, 浸染状, 交代体
矿石构造	开放空间充填物, 皮壳状, 胶带状, 梳状构造, 角砾状
成矿元素	Au, Ag, (As, Sb), Hg(Te, Tl), (Pb, Zn, Cu)
蚀变	硅化, 进泥化, 蒙脱石/伊利石化, 冰长石化, 青磐岩化
普遍特征	细粒玉髓质石英, 方解石呈石英假象, 水力压裂 (角砾岩化)

铁矿露头或硅化露头。围岩具Hg, As, Sb的异常富集。矿石矿物较复杂, 有自然金、银金矿、银金砷化物和碲化物、含金黄铁矿、含金黄铜矿及毒砂、硫砷铜矿、闪锌矿、磁黄铁矿等。脉石矿物为石英、含锰方解石、菱锰矿、重晶石等。蚀变作用包括局部青磐岩化、绿泥石化、碳酸盐化和黄铁矿化。

由于氧化作用和富集作用, 地表附近形成的铁帽中可残留大量金, 在由褐铁矿或赤铁矿组成的铁帽之下, 一般在地下水位上下有硫化物次生富集带。在深部, 很可能有金含量较低而硫化物含量较高的原生矿石。与深部对流循环有关的矿床, 容矿火山岩为似长石玄武岩、碱玄岩、玻基辉橄岩 ($\text{SiO}_2 < 46\%$); 玄武岩、包括粗玄岩和橄榄中长玄武岩 (SiO_2 含量46~54%); 安山岩和粗安岩 (SiO_2 54—62%); 英安岩、流纹英安岩、石英英粗岩、粗面岩 (SiO_2 62~70%), 流纹岩 ($\text{SiO}_2 > 70\%$)。由基性岩到酸性岩, 金似乎是逐渐减少的。矿床实例有科罗拉多州的尤里卡、斯内费尔和南锡尔弗顿矿区, 内华达州的科姆斯托克和托诺帕矿区以及墨西哥的瓜那华托矿区。

第五种分类, 是由苏联学者按容矿的火山机构提出的, 分成 (1) 负向型火山机构矿床, (2) 正向型火山机构矿床。[15]

1. 负向型火山机构矿床: 是指形成于各种负向型火山机构 (破火山口、向斜、地堑) 内的矿床, 一般分布在陆内火山带、陆缘火山带和岛弧火山带的破火山口内, 或破火山口边缘的断裂内, 少数矿床产于地堑中, 矿床与环状断裂及放射性断裂体系有关, 容矿断裂很多, 在继承早期断裂基础上具剧烈弯曲, 往上分枝, 在弯曲处膨胀等特点。在覆盖于火山岩之上的沉积岩中, 有缓倾细脉浸染状矿体, 矿体受迭加在破火山口构造之上的陡倾断裂控制, 整合断裂也可能成为控矿构造。

形成于破火山口机构中的矿床, 矿化垂向延深最大, 尤其是那些分布在大陆火山带内部的破火山口中的矿床。产在陆缘带向斜和地堑中的矿床, 矿化垂向延深最小 (100—500米)。

矿体以脉状为主, 其次为浸染状矿层及产在爆发角砾岩中的细脉浸染状矿筒。矿体具金-石英、金-碲化物和金-银组合。此类矿床金的总储量约为1500吨。典型矿例有美国的克里普尔克里克矿床 (矿化几乎全部分布在破火山口内); 多米尼加的旧普韦布洛金矿 (产于破火山口内); 斐济的恩佩罗矿床 (产在紧靠破火山口边缘的断裂带中); 美国的共和矿床 (产于地堑中部) 等等。

2. 正向型火山机构矿床: 是指产于正向型火山机构 (火山穹窿、火山背斜构造、地垒) 内的矿床, 主要为Au-Ag矿床和Au-碲化物矿床。在此类矿床中, 有许多超大型和

大型矿床，其金的总储量约为2100吨。此类大型矿床常产在火山穹窿机构中，其次为背斜穹窿或火山背斜中。在某些矿化地段中，发育浅成侵入体。但是，产在火山穹窿机构中的每一个矿床几乎都出现次火山岩。矿床也发现于岛弧火山带和陆缘带。矿化可形成于不同的构造单元，但均产在两种断裂内：一种近于平行延伸的断裂体系，另一种为叠加在火山机构或褶皱构造之上的一个或一组含矿断裂。该类矿床与控矿断裂的空间关系更为明显。事实上，所有大型含矿地段都集中在区域控矿断裂或与其相交的局部控矿断裂带。在很多情况下，矿化直接产在这些断裂带内。矿床实例有菲律宾碧瑶金矿床（矿体位于近南北向地垒-背斜火山构造的西翼，受NW和NE向两组局部断裂体系控制），墨西哥帕楚卡金矿床（矿体多半产在火山穹窿构造的北部和西北部，矿脉群产在容矿断裂及其羽状断裂内），瓜那华托金银矿床（分布在阿尔卑斯期陆缘火山带内，主矿体位于奥克锡登塔尔大背斜的北东翼），美国戈尔德菲尔尔德金矿（矿床产在椭圆形老第三纪火山机构中），新西兰怀西矿床（产于大型火山穹窿机构内，主脉受NNE、NEE向陡倾断裂体系控制）。

在火山背斜内的矿床往往形成深度最大，上部矿体形成于数百米至1500米厚的“岩盖”之下。

矿石常含银金矿和金银矿。陆内火山带浅成金矿石和金碲化合物矿石中金的成色最高，而陆缘火山带金银矿石中的成色最低。

三、火山岩型金矿总体特征和成矿模式

1. 总体特征

(1) 火山岩型金矿床产出的大地构造背景大多为活动的大陆边缘和岛弧。分布在年轻的火山岛弧（日本岛、中国台湾岛、菲律宾岛、印度尼西亚群岛、巴布亚新几内亚、斐济、新西兰的科罗曼德尔半岛、中美洲的安的列斯群岛等），阿尔卑斯期的陆缘褶皱系的优地槽内（西班牙的东南部、罗马尼亚的东喀尔巴阡山、墨西哥和中美洲的科迪勒拉山、哥伦比亚、秘鲁、智利的安第斯山），中生代陆缘褶皱系优地槽带内（加拿大和美国的科迪勒拉），阿尔卑斯内陆火山带（南朝鲜和美国科罗拉多带）和晚中生代地台活化地段内（东亚）。

(2) 火山岩型金矿床在时间上的分布为①第三纪（最重要），②第四纪更新世（次重要），③中生代（重要），④石炭—二叠纪（次要）。大多数火山岩型金矿床的成矿时代属第三纪。如，环太平洋矿带亚洲分支金矿床绝大多数为老第三纪火山成矿作用的产物，环太平洋矿带美洲分支金矿化始于晚白垩纪中期，在晚白垩纪末期最为强烈，结束于老第三纪早期。在老第三纪40—20Ma年前形成了少数特大型浅成火山热液金矿（如美国的科姆斯托克和墨西哥的瓜纳华托金银矿床），欧洲地中海某些金矿床（如罗马尼亚的巴亚-马雷金矿）也是在这个时期形成的。中新世形成的金矿有美国的克里普尔克里克、菲律宾的阿库潘、斐济的塔武阿（Tavua）等金-碲型矿床。我国台湾基隆-集集地区有第四纪更新世形成的脉状铜-金矿床（金瓜石、瑞芳等矿床）。苏联东北部浅成火山热液金矿的成矿时代为晚侏罗世（147—151Ma）、早白垩世（100—138Ma）和第三

纪(7—60Ma), 与我国主要浅成火山热液型金矿床的成矿时代相同。

(3) 火山岩型金矿床的容矿岩石主要为第三纪钙碱性喷出岩和浅成侵入岩。岛弧矿床形成于粗面玄武-角砾岩和安山-角斑岩火山岩建造中, 较少产在K-Na系列安山-流纹英安岩建造中。矿化通常发生在岩浆作用末期, 有时在矿化后有安山岩或流纹岩喷溢。陆内火山带矿床形成于以巨厚陆壳为特征的地台活化带, 容矿岩石为粗面玄武-流纹岩和粗面安山-流纹岩(或粗面流纹岩)建造的钾富于钠的深成-火山岩。陆缘火山带矿床均与安山流纹岩和安山岩建造的岩石伴生。成矿期后形成玄武质岩被和岩流。最接近成矿作用的是筒状和岩墙状爆破角砾岩体。

(4) 火山岩型金矿床的容矿构造为各种正向和负向火山机构, 并受区域构造断裂带和火山机构断裂系控制。岛弧矿床主要分布在破火山口内, 较少产在线性背斜构造和火山穹窿中。陆内火山带矿床形成于构造倾伏的破火山口地段, 极少出现在地堑中。陆缘火山带矿床可出现在各种正向型和负向型火山构造中。含矿火山机构几乎总是分布在两组古断裂弯曲和交叉部位。矿体产在这些断裂带和羽状裂隙、以及放射性和环状断裂内。在火山机构中, 这些断裂起了双重作用。断裂的下部作为导矿的通道, 同时作为火山机构及其周边矿化的控矿构造。断裂的上部为容矿构造, 赋存有金银的主要矿体。

(5) 国外特大型和大型火山岩型金矿床的特点为矿化深度较浅, 一般在100—1000米范围内。已知矿化垂向延伸超过1公里的极少, 只有克里普尔克里克、锡尔弗顿-特柳赖德(即圣胡安)、舒沃尔和巴亚-马雷(罗马尼亚)。形成于破火山口机构中的矿床, 尤其是那些分布在大陆火山带内部的破火山口中的矿床, 矿化垂向延深最大。产在岛弧破火山口内及陆缘带向斜和地堑中的矿床, 其矿化垂向延深最小(100—500米), 矿床伴生有明矾石和高岭石。矿化垂向分带不明显, 但随深度增加, 金的品位逐渐降低, Fe、Mn氧化物和碳酸盐、重晶石和萤石减少。矿体主要以脉状为主, 包括复杂的树枝状脉、板状脉、细脉和网状脉。其次为交代浸染状矿层及产在爆发角砾岩中细脉浸染状矿筒、囊状透镜体等, 这些矿体的形成都与断裂、裂隙通道、节理、角砾岩体构造断裂接触带有关。矿石品位变化很大, 最高可达500—600g/t, 大部分为15—30g/t。矿石组合分金矿石、金-碲化物矿石、金-银矿石和金-石英-碲化物矿石。主要矿石矿物为自然金、自然银、银金矿和金银矿、碲金矿、深红银矿、淡红银矿、辉银矿等。碲化物为黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、黄铜矿等。非金属矿物为石英、玉髓、绢云母、蛋白石、菱锰矿、蔷薇辉石、方解石、沸石、萤石、重晶石、明矾石、高岭石、冰长石等, 但以玉髓、冰长石、菱锰矿、蔷薇辉石和钠明矾石为较特征的标型脉石矿物。陆内火山带浅成金矿石和金碲化物矿石中金的成色最高, 而陆缘火山带金银矿石中金的成色最低。

(6) 许多火山岩型矿床与地热体系和热泉环境有关。一些热泉型和富矿脉型贵金属矿床产出在现代活动的地热田内或其附近。加里福尼亚州麦克劳克林热泉金矿床产出在诺克斯维尔已知地热资源区的古热泉部位。日本菱刈富矿脉金矿床(品位80g/t, 金储量120t)赋存在桐岛活动地热田的古地热泉部位。许多火山岩型金矿床矿区范围内有现代地热体系活动的迹象。如, 巴布亚新几内亚拉多拉姆和波尔盖拉金矿区, 地表可见冒白烟的气孔, 散发出硫磺气味, 到处出现硅华和硫华, 泥浆中翻滚的卤水含金高达5g/t。菲律宾安塔莫凯矿区, 地表沉淀的泉华含金达4g/t。古地热热泉出口处发育硅质泉华、蛋白石、钠明矾石、伊利石、高岭石等, 形成粘土矿物“帽”。

(7) 火山岩型金矿床的围岩蚀变主要为硅化、黄铁矿化、绢云母化、绿泥石化，其次是碳酸盐化、高岭土化、冰长石化、明矾石化。区域的青磐岩化也波及到矿脉附近的火山岩。

(8) 矿床原生晕具垂直分带性，Hg、As、Sb为典型矿上晕，Mo、W、Co、Ni为典型矿下晕。

2. 几种矿床模式

关于火山岩型金矿床的模式，许多学者基于近代成矿理论概念，结合考虑火山热液金矿的环境、特点等因素，先后提出了一些成矿模式。这里简单介绍几种火山岩型金矿的较为典型的成矿模式。

1981年，L.J.布坎南在综合了北美南部60个产在火山岩中的脉状金银矿床的地质资料后，建立了“瓜那华托矿床综合性浅成火山热液金银矿床成矿模式”的理想剖面图。该模式示出了典型浅成热液矿区的垂直和水平矿物分带，矿物的沉积条件和金属的分布，见图1。可以认为，它代表了一般的浅成火山热液金银矿床的成矿模式。

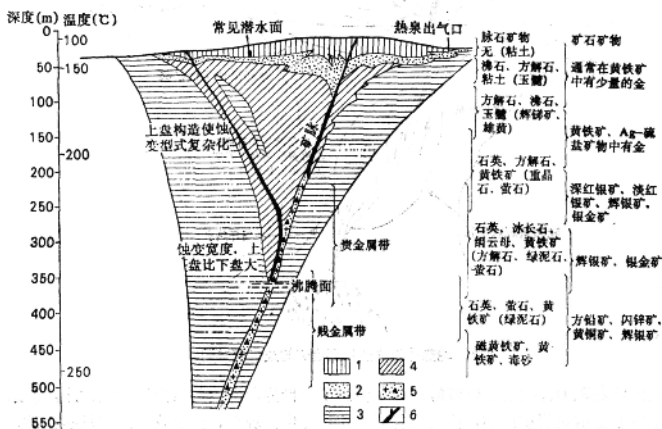


图1 墨西哥瓜那华托浅成火山热液金银矿床成矿模式理想剖面图

(原始资料据L.J.布坎南)

- 1——硅质火山化: 蛋白石, 方石英, 锐钛矿, H_2SiO_3 , 少量黄铁矿; 2——明矾石, 高岭石, 黄铁矿, 常常沿矿脉向下延伸, 在矿体周围或上方形成高岭石蚀变带; 3——青磐岩化: 绿泥石, 伊利石, 碳酸盐, 蒙脱石; 绿泥石随深度的增大增多; 4——在较高部位为伊利石, 绿泥石, 随深度的增大可能变为绢云母, 冰长石; 5——硅化, 通常有冰长石或少量钠长石; 6——冰长石化, 在沸腾面之上没有或少量钠长石, 在沸腾面之下有少量到大量钠长石

八十年代以来, 随着人们对火山岩型金矿的重视和找矿工作的深入展开, 人们发现地热体系中低温热液金矿和斑岩铜矿床中的金银矿床是两类新的火山岩型金矿, 在全球广泛分布, 尤其是在环太平洋带分布最多, 是两类重要的矿床类型, 并掀起了勘探高

潮。于是，一些学者又提出了这两类金矿的成矿模式。

1982年，美国学者贾尔斯和内尔逊研究了地热体系中的低温热液金矿的形式，提出了浅部以角砾岩为容矿岩石的热泉金矿和浸染状金矿化模式，见图2，该模式较好地反映了热泉金矿的沉积环境、矿石分带和矿床成因。

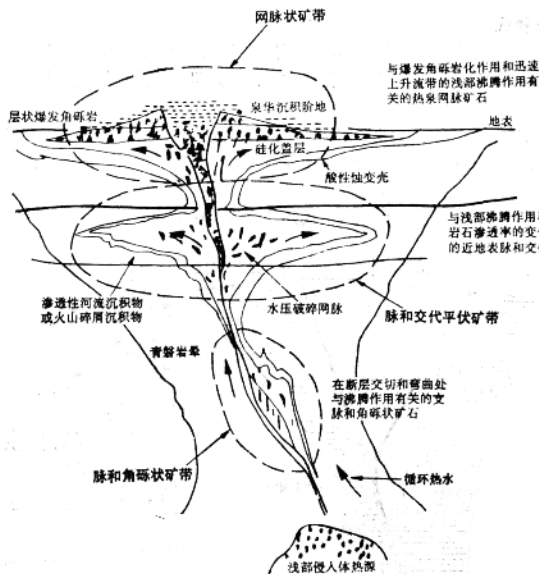


图2 地热体系内热泉型金矿的成矿模式图

英国学者R.H.西利托(1979,1984)论述了全世界范围内的富金斑岩铜矿床，总结出了在富含金的斑岩矿床中，金是在钾质硅化蚀变中出现的，通常含有大量的磁铁矿。

D.P.考克斯在综合西利托等人资料的基础上，提出了斑岩铜-金矿床的描述性模式(图3)。

此后，R.H.西利托(1989)分析了不同类型的金、银矿化，认为许多金、银矿化类型都是斑岩铜矿和斑岩钼矿系统的组成部分，并将其归入到一个产状模式中，建立了斑岩系统铜-金矿化类型模式(图4)。为在斑岩系统中，进一步寻找大型金银矿床提供了目标和依据。这类矿床大多形成于岛弧火山环境，尤其是在火山旋回的衰退阶段，还有产于大陆边缘，与断裂和火山作用有关。岩石类型为英云闪长岩至二长花岗岩，英安岩，与侵入岩同时的安山岩流和凝灰岩，还有正长岩、二长岩和同时期的高钾低钛的火山岩(橄榄玄粗岩)。岩石具细-中粒细晶质的斑状结构。矿体呈钟状位于火山-侵入体中心之上，最高品位的矿石一般在岩株分叉的部位上。矿石组合为黄铜矿、斑铜矿、自然

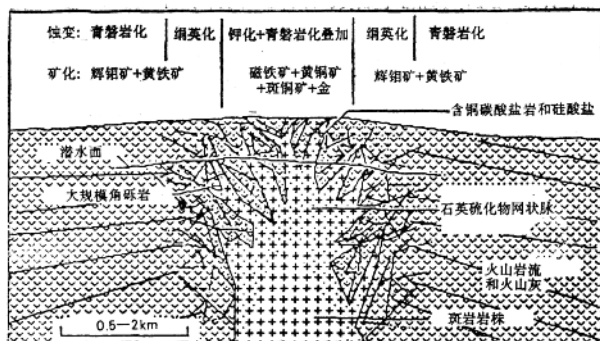


图3 斑岩铜-金矿床的示意剖面图
(据Langton和Williams, 1982资料修改)

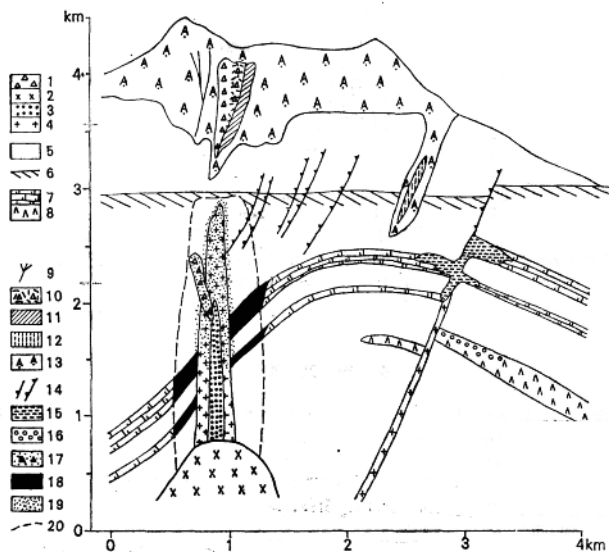


图4 斑岩铜矿床内、外和上部的金、银矿化类型示意图

1. 热液角砾岩; 2. 晚期矿化斑岩; 3. 中期矿化斑岩; 4. 成矿前斑岩; 5. 安山质火山岩; 6. 基底顶部; 7. 石灰岩; 8. 流纹岩; 9. 斑岩铜-金矿脉; 10. 斑岩铜-金角砾岩; 11. 斑岩铜-金交代体; 12. 浸染交代体; 13. 高级泥化; 14. 贱金属-金矿脉; 15. 碳酸盐交代体/似碧玉岩含Au-Zn-Pb; 16. 浸染型; 17. 容Cu-Au角砾岩; 18. Cu-Au砂卡岩; 19. Cu-Au网脉; 20. K硅酸盐交代外部界线

- [11] 戴自希, 1990, 火山岩型金矿及其勘查的选靶准则, 《金矿遥感及其综合评价方法工作 例 案》(一), 地矿部情报所
- [12] D. O. 海巴等, 火山岩为主岩的浅成低温热液贵金属矿床的地质、矿物和地球化学特征, 《金属矿床地质与勘查译丛》, 1990, 中国有色金属工业总公司矿产地质研究院
- [13] D. P. 考克斯, 斑岩铜-金矿床的描述性模式, 《矿床模式》, 1989, 地质出版社
- [14] R. B. 伯杰, 浅成热液贵金属矿床的概念模式, 《矿床模式专辑》, 1988, 地质矿产部情报研究所
- [15] E. M. 涅克拉索夫, 与火山构造有空间关系的近地表矿床和浅成矿床, 《金属矿床地质与勘查译丛》第15辑, 中国有色金属工业总公司矿产地质研究院

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

P. 希尔德 等

摘 要

通过对16个经充分论证的浅成热液矿区的特征进行详细研究,将主要以第三纪火山岩为容矿岩石的浅成热液贵金属和贱金属矿区分为两种类型。所研究的特征包括:矿石矿物、脉石矿物和蚀变矿物组合,这些矿物组合的空间和时间分布,容矿岩石成分,矿石沉淀作用与容矿岩石就位之间的时间关系,矿区的规模,矿物沉淀温度,流体的化学成分,古深度估计值,流体的成因,区域地质背景。对上述每种特征在区分浅成热液贵金属和贱金属矿床类型方面的相对价值也作了估计。脉石矿物和蚀变矿物组合是最为重要的因素,矿石沉淀作用与容矿岩石就位之间的时间关系看来也是很重要的。所划分出的两大类型是酸性硫酸盐型(内华达州戈德菲尔德矿区)和冰长石-绢云母型(科罗拉多州克里德和内华达州朗德山矿区),两者均有富金和富银的亚类型。酸性硫酸盐型矿床的贱金属含量较高,含铜较富,而冰长石-绢云母型矿床之贱金属含量变化范围大,但大多相对贫铜。冰长石-绢云母型矿床的数目要比酸性硫酸盐型矿床多得多。

这两种矿床类型似乎是在相似的压力-温度条件下形成的,但它们在古地热系统中的地质和地球化学环境有差别。酸性硫酸盐型矿床形成在火山穹窿的根部地带,是从含有残余岩浆挥发份的酸性水中沉淀的。冰长石-绢云母型矿床形成于地表水与深部受热盐水在侧向流动状态中相混合的地热系统中,矿床产出位置高踞于深部热源上方并可能向旁侧偏移,成矿流体以中性至弱酸性的碱金属氯化物水居主导地位。

前 言

根据W.林格伦(1922、1933)对“浅成热液”这一术语所下的定义,浅成热液矿床包括种类繁多的贵金属(±碲化物或硒化物)、贱金属、汞和辉铋矿等矿床,据他的看法,这些矿床是在低温(低于200℃)和中压条件下从充有火成喷气的含水流体中形成的。目前普遍认为,这些矿床中曾存在过温度略高(200—300℃)、压力低于几百巴的以大气水为主的流体。然而,人们仍用“浅成热液”这一术语来对这些矿床进行归类。本文根据以第三纪火山岩为容矿岩石的16个矿区(表1)之地质特征的详细对比,描述了浅成热液贵金属和贱金属矿床的两种重要类型(Heald-Wetlaufer等,1983;