第 18 卷　第 1 期
2004 年 3 月

现　代　地　质
GEOSCIENCE

Vol. 18　No. 1
Mar. 2004

火山岩型金矿的地质特征及勘查准则

楼亚儿[1]，戴自希[2]

(1. 中国地质大学“岩石圈构造、深部过程及探测技术”教育部重点实验室，北京　100083；
2. 国土资源部 信息中心，北京　100812)

摘要：通过对全球典型的巨型火山岩型金矿的研究分析，总结了火山岩型金矿的地质特征：这类金矿产出的大的构造背景多为活动的大陆边缘和岛弧，其成矿时代主要集中在中生代—新生代，容矿岩石主要为第三纪钙碱性喷出岩和浅成侵入岩，容矿构造主要为火山中心、破火山口、火山颈、角砾岩筒、火山穹窿、火山背斜、破碎带、张性裂隙带等各种构造，矿化特点为金和银共生在同一矿床，往往呈自然金或银金矿出现，有些矿床中含碲较多，矿化深度浅，上部为金和银，下部往往变成锌和铅。火山岩型金矿床与地热和温泉的活动密切相关，其围岩蚀变为绢云母化、硅化、碳酸岩化、泥化、黄铁矿化和钾化发育，原生晕分带总的趋势为 Hg-Sb-As-Ag-Au（Mo、Pb、W）。提出了勘查火山岩型金矿床的选靶准则，指出中国东部地区基底具有前寒武纪矿源层的火山岩断陷盆地周边、深大断裂带上的幔源火山岩区或某些洋壳重熔形成的火山岩区找金潜力较大，尤其是中国西部的东、西准噶尔、西天山、东天山、北天山、新疆南天山、松潘—甘孜和“三江”构造-成矿带的东缘是找金最有潜力的地区。

关键词：火山岩型金矿；特征；勘查准则
中图分类号：P618.51
文章编号：1000-8527(2004)01-0017-07

0　引　言

火山岩型金矿是指与火山岩、次火山岩（斑岩）和小侵入体有关的金矿床，这类金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，是一种重要的矿床类型，约占全球各类金矿总储量的 11 %。火山岩型金矿一般靠近地表，矿体多呈脉状、透镜状和囊状，品位较富，是最易发现和开采的金矿类型。从其成因和分布来看，它与全球 3 大火山岩、次火山岩带（环太平洋带、地中海—喜马拉雅带、蒙古—鄂霍次克带）的分布相一致。近 20 年来的找矿实践证明，在环太平洋带尤其是西南太平洋带含金潜力巨大，一些国家已取得空前的突破性进展。如巴布亚新几内亚利西尔岛（金储量 500 t）、波尔盖拉（金储量 420 t）、米西马（金储量 84 t）、奥克特迪（金储量 93 t）、希登瓦利（金储量 71 t）特大型金矿的发现，打破了其金产量 100 %来源于伴生金的局面；此外，还发现了菲律宾勒斑陀远东南（金储量 441 t）、印度尼西亚格拉斯贝格（金储量 1 514 t）和凯利安（金储量 135 t）等特大型金矿[1]。日本菱刈金矿近年来储量又有大幅增长，已达 260 t。中国位于环太平洋带，具有较好的成矿地质条件和找矿前景。因次，研究火山岩型金矿的地质特征和找矿勘查准则具有十分重要的意义。

1　火山岩型金矿的地质特征

从全球典型的巨型火山岩型金矿的研究分析来看，如美国科罗拉多州的克里普尔克里克矿床（金储量 594 t，品位 11.88 t/g，容矿岩石为凝灰岩、角砾岩、安粗岩、响岩），美国内华达州的科姆斯托克矿床（金储量 265 t，品位 37.86 t/g，容矿岩石为安山质火山角砾岩），墨西哥的帕楚卡矿床

收稿日期：2003-10-08；**改回日期**：2003-11-30；**责任编辑**：楼亚儿。
基金项目：国家重大基础研究发展规划项目（G1999043206）；国家自然科学基金项目（49872025，40133020）。
作者简介：楼亚儿，女，副研究员，博士研究生，1963 年出生，矿物、岩石、矿床学专业，主要从事矿床地质学及岩浆与成矿作用的研究。

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

(金储量 210 t，品位 2.66 t/g，容矿岩石为英安岩、流纹岩、安山岩)，智利的埃尔印第奥矿床（金储量 140 t，品位 10.9 t/g，容矿岩石为火山岩、安山岩、流纹岩、英安岩和花岗斑岩)，多米尼加的普韦布洛维霍矿床（金储量 600 t，品位 4.97 t/g，容矿岩石为砂岩、碳质沉积岩和石英斑岩集块岩组成的破火山口)，新西兰豪拉基金矿田（已知有 50 个矿床，金储量 270 t，品位 10 t/g，容矿岩石为安山岩、流纹岩、英安岩)，斐济的图科乌拉矿床（金储量 140.5 t，品位 15.44 t/g，容矿岩石为含橄榄石的玄武岩、角砾岩、凝灰岩)，澳大利亚的基兹顿金矿（金储量 80 t，品位1.79 t/g，容矿岩石为晚古生代火山角砾岩筒)，巴布亚新几内亚的拉多拉姆金矿（金储量 500 t，品位 3.5 t/g，容矿岩石为粗面玄武岩质火山角砾岩、二长斑岩)，菲律宾阿库潘—安塔莫凯金矿（金储量 350 t，品位 4.6 t/g，容矿岩石为火山角砾岩、石英闪长岩、安山岩)，日本菱刈金矿（金储量 260 t，品位 70 t/g，容矿岩石为黑色页岩、砂岩、安山质凝灰角砾岩、火山砾凝灰岩)，俄罗斯巴列依金矿床（金储量 466 t，品位 100 t/g，容矿岩石为火山岩、砂砾岩)，中国黑龙江的团结沟金矿（大型，金品位 4.01 t/g，容矿岩石为花岗闪长斑岩及结晶片岩)，火山岩型金矿具有许多共同的特征。

(1) 从大的构造背景看，火山岩型金矿床多产在活动的大陆边缘和岛弧。如太平洋东岸的美洲大陆边缘和太平洋西岸的第三纪火山岛弧中产有许多巨型的火山岩型金矿。中国东部受太平洋板块俯冲作用的影响，形成一个规模巨大的中—新生代大陆边缘板块活动带，中生代的北东向断裂构造及岩浆活动发育，形成一条北起黑龙江畔、南达南海滨的长 3 000 余 km、宽 300～800 km 的中—新生代火山活动带，火山-次火山热液型金矿主要产于该带中。

(2) 从成矿时代看，火山岩型金矿多产于年轻的褶皱带中，主要集中在中—新生代。世界上大多数这类矿床的成矿时代属侏罗纪—白垩纪和第三纪。台湾基隆—集集地区的金瓜石铜-金矿形成于第四纪更新世。许多地区仍有地热体系在进行着现代成矿作用，如巴布亚新几内亚、菲律宾和日本等地。当然也有像澳大利亚基兹顿矿床那样产于古生代火山岩中的。值得注意的是新疆天山、准噶尔地区发育的早石炭世火山岩中也有这类矿化的出现。

(3) 从容矿岩石看，火山岩型金矿的容矿岩石主要为第三纪钙碱性喷出岩和浅成侵入岩，一般为安山质集块岩、岩墙、角砾岩、熔岩流、流纹质凝灰岩、安粗岩、英安质熔岩流以及一些沉积岩和基底变质岩；也有产在长英质岩石中，如花岗闪长斑岩、二长斑岩等。

(4) 从容矿构造看，该类金矿床往往受区域构造断裂系和火山机构断裂系及各种火山机构的控制，尤其受火山中心、破火山口、火山颈、角砾岩筒、角砾岩带、火山穹窿、火山背斜、破碎带、张性裂隙带等各种构造的控制。世界上 3 个最大的火山岩型金矿（美国的克里普尔克里克矿床、多米尼加的普韦布洛维霍矿床、巴布亚新几内亚的利西尔金矿）均产在破火山口中；笔者曾研究过的江西洋鸡山金矿产在燕山早期石英闪长玢岩与泥盆纪五通组砂岩接触带附近的隐爆角砾岩筒中[2,3]。

(5) 从矿化特点看，火山岩型金矿床的金和银共生在同一矿床，往往呈自然金或银金矿出现，有些矿床中含碲较多，形成大量的碲化物。矿化深度浅，离地表 100～1 000 m 左右，上部为金和银，下部往往变成锌和铅。矿体往往呈脉状、网脉状、囊状、透镜状产出。矿石品位变化很大，有的高达 500～600 g/t，但大部分为 15～30g/t。主要矿物组合为自然金、自然银、银金矿、碲金矿、深红银矿、淡红银矿、辉银矿等；硫化物主要为黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、黄铜矿等；非金属矿物为玉髓状石英、蛋白石、冰长石、菱锰矿、蔷薇辉石、方解石、沸石和明矾石。

(6) 火山岩型金矿床与地热和温泉的活动密切相关。矿区范围内有现代地热系统活动的迹象。如巴布亚新几内亚拉多拉姆和波尔盖拉矿区，地表可见一个个气孔冒出的白烟，可闻到硫磺的气味，白色硅华、黄色硫华到处可见，皮球大小的卤水气泡在泥浆中翻滚，卤水含金 5g/t。在菲律宾安塔莫凯矿区，地表沉淀的泉华含金达 4g/t。古地表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) 从围岩蚀变看，火山岩型金矿床的绢云母化、硅化、碳酸岩化、泥化、黄铁矿化和钾化发育。钾化的蚀变矿物主要为冰长石、明矾石和水云母等。区域的青磐岩化也波及到矿脉附近的火山岩。

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2　火山岩型金矿的地球化学特征

2.1　元素分布特征

从地球化学特征看，火山岩型金矿床原生晕的主要组分是 Au、Ag，其次为 As、Sb、Hg、Mo，再次为 W、Pb。各种元素在晕中的分布是分带的，总的趋势是最大聚集区从上到下按下列顺序更替：Hg-Sb-As-Ag-Au（Mo、Pb、W）。

M. M. 康斯坦丁诺夫根据矿床的地球化学特征，按金、银比值将火山岩型金矿床划分为金-碲型、金型和金-银型。

(1) 金-碲型矿床的 w（Au）/ w（Ag）为 10∶1～1∶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、锑、砷呈化合物以微细析出物形式产在硫化物中。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钙碱系列安山质玄武岩。典型矿例有美国的克里普尔克里克金矿、斐济的恩佩罗矿床等。

(2) 金型矿床的 w（Au）/ w（Ag）为 1∶1～1∶20。矿石中金呈自然金出现，颗粒细，成色低。矿脉中冰长石明显多于硫化物，硫化物、硫酸盐、碲化物相对减少。矿床产在内陆型火山带，有时也发育于陆壳上的岛弧地段。此类矿床分布较广，罗马尼亚、日本及俄罗斯均有分布。

(3) 金-银型矿床的 w（Au）/ w（Ag）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，主要矿物为银金矿、辉银矿、自然银。矿床主要产在大陆边缘火山带中，与矿化共生的火山岩为安山岩和流纹岩，伴生元素为 Pb、Zn、Sn、Mo、Se 等。著名的矿床有美国的科姆斯托克矿床、墨西哥的瓜那华托和帕楚卡矿床等。

2.2　同位素特征

(1) 硫同位素：低硫浅成热液型金矿床的硫同位素指示硫源复杂，既有岩浆来源的硫，又有基底变质岩和容矿围岩的硫源。不同矿床其硫源不同，以某一种硫源为主。而高硫浅成热液型金矿床的硫同位素的 $\delta^{34}S$ 值一般在 0 附近，表明硫是岩浆来源的，它可能直接来自深部，或是由火山岩围岩派生而来。富碲浅成热液型金矿床的 $\delta^{34}S$ 值变化范围不太大，根据物理化学参数计算的 $\delta^{34}S_{\Sigma S}$ 值与下伏基底的硫同位素接近，硫可能主要来自火山岩之下的基底中含膏盐层的沉积岩系，但某些矿床的硫同位素显示硫源是以幔源硫为主的壳幔混合源[4]。

(2) 铅同位素：低硫浅成热液型金矿床的铅同位素指示为混合铅，其模式年龄一般介于火山岩成岩年龄和基底变质岩年龄之间。而高硫浅成热液型金矿床的铅同位素表明多数方铅矿的铅同位素与周围的火山岩极其相似，说明铅的来源或是附近的围岩，或是岩浆流体；而有的矿区则显示混合铅的特征；还有的则显示出其有相当一部分铅来自上地壳的前寒武纪岩石。富碲浅成热液型金矿床的铅同位素得出的结果与硫同位素基本一致，方铅矿中呈放射成因的原始铅的比值表明铅的主要组分可能来自火山岩之下的基底岩系。

(3) 氢、氧同位素：低硫浅成热液型金矿床的氢、氧同位素组成表明，流体均以再平衡大气降水为主，成矿早期有一定的再平衡岩浆水，但成矿期及成矿后期则以大气降水为主。高硫浅成热液型金矿床的氢、氧同位素的研究表明，金矿化流体基本上为大气降水，铜矿化流体有少量再平衡岩浆水。富碲浅成热液型金矿床的 $\delta^{18}O_{H_2O}$ 和 δD 值的变化不大，但有些矿床因发生了“氧同位素漂移”现象，$\delta^{18}O_{H_2O}$ 值可有一定的变化；主成矿期的流体多数是再平衡岩浆水和大气降水的混合水，一般以再平衡岩浆水为主[4]。

3　勘查火山岩型金矿的选靶准则

勘查火山岩型金矿床的区域的选靶准则首先是选在活动的大陆边缘和岛弧的火山岩带。研究表明全球存在环太平洋带、地中海—喜马拉雅带、蒙古—鄂霍次克带 3 大火山岩、次火山岩带，尤其是环太平洋的大金环，金成矿区域围绕着太平洋盆地及其大陆边缘，从俄罗斯的楚科奇到斐济群岛和新西兰，又从育空到合恩角，这是选靶的总前提。同时，还应优选考虑下列准则。

3.1　基底准则

中—新生代火山岩层之下的基底地层是火山岩型金矿床成矿的重要控制因素之一。许多矿床赋存在基底与火山岩层界面附近和基底地层的裂隙中。地层的含金性为金矿化提供部分金的来源；基底的张性断裂、裂隙为矿液的运移和沉淀提供了良好的场所。以日本菱刈金矿为例，新第三纪火山岩之下的基底为白垩纪到老第三纪由黑色页

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

岩和砂岩组成的四万十群。原来只考虑在新第三纪安山质凝灰岩中勘查此类矿床，后发现在四万十群中有高品位的金矿脉，并在四万十群与安山岩类的不整合面上赋存有富矿。显然是热液流入由于基底突起所产生的 NEE 向裂隙而生成的，基底突起的原因是由于侵入斑岩岩浆的上升运动所致。另外，像澳大利亚基兹顿金矿是赋存在穿插于元古代基底岩层的古生代角砾岩筒内或边缘。黑龙江的团结沟金矿是燕山期花岗闪长斑岩与元古界黑龙江群结晶片岩基底相接触部位所形成的大矿。浙、闽火山岩金银矿也与基底陈蔡群片麻岩相毗邻。

综上所述，勘查火山岩型金矿床的选靶准则之一是选择在大面积火山岩中有基底的出露，在其界面附近的基底隆起带和构造窗以及基底上的火山构造洼地，尤其是火山洼地内，带有隆起结晶基底的上升断块的边缘部分，找矿远景最大。也就是说，要在新（火山岩）中有老（基底），老的周边和新、老交接处寻找火山岩型金矿床。

3.2 构造准则

火山岩区金矿床的产出往往受区域构造断裂和火山构造机构的双重控制。两组构造的交切为火山岩的侵入和喷发提供了场所。所以，火山中心、破火山口、火山洼地、火山穹窿一般均沿断裂及其交叉处产出。深大断裂是重要的导矿构造。美国内华达州的科姆斯托克金矿就产于一巨型断裂内，矿化产在其中的大型破碎带中，矿化与断裂是同时发生的。

在火山构造中，特别引人注目的是破火山口的控矿作用，其中往往有火山角砾岩筒，矿体产在破火山口中的角砾岩带内或破火山口周边的放射状及环状断裂中。破火山口在地貌上常形成低平火山口，并且常被季节性湖泊所占据。如世界上 3 个最大的火山岩型金矿床均产在破火山口中。美国的克里普尔克里克矿床赋存于在前寒武纪岩石中发育的第三纪大型破火山口中，该破火山口位于 NW 向和 NE 向深断裂的交汇处，破火山口的面积为 6.4 km ×3.1 km ；巴布亚新几内亚的拉多拉姆金矿位于明显塌陷的 5.5 km ×3.5 km 的破火山口中，金矿带在地表形成一个直径为 1.5 km 的环状金异常；斐济的瓦图科乌拉金矿赋存于直径 6 km 的破火山口内，显示复杂的环形构造；中国团结沟金矿也产于破火山口内，破火山口受 NNE 和 NW 向两组交叉构造的控制。破火山口向西开口，中心火山通道为角砾状花岗闪长斑岩占据，剖面上呈漏斗状，主要矿化即产于此。

火山穹窿、火山背斜等正向的火山机构也是重要的控矿构造，它们组成了特征的火山地貌。火山穹窿和火山背斜往往由岩流穹丘复合体组成，矿化往往呈脉状、网脉状产于穹丘浅处或边缘，矿化发生在穹丘侵位的晚期，矿石沉淀范围可以从地表以下几百米深处开始直到地表。新西兰的豪拉基金矿田即产于由陆相安山岩、英安岩和流纹岩组成的大型火山穹窿上；菲律宾的阿库潘 — 安塔莫凯矿床产于近南北向火山背斜的西翼。

找矿实践表明，勘查火山岩型金矿，尤其要注意火山岩区的线性密集带、线环夹杂带，即深断裂、张性断裂裂隙带、破碎带、破火山口、爆发角砾岩筒及季节性湖泊所显示的地带。

3.3 蚀变准则

火山岩型金矿的成矿主要与火山热液及地热系统有关，以热液涌出部位为中心的蚀变有广泛的青磐岩化（由绿泥石、黄铁矿、碳酸盐、蒙脱石、伊利石组成的矿物组合）和较局限的硅化-冰长石化-钠长石化。但青磐岩化蚀变分布太广，而且往往是成矿前区域蚀变引起的，不能用来选作靶区。而硅化-冰长石化-钠长石化蚀变又太窄，找到这种蚀变的同时也就找到了矿石。火山岩型金矿显示的蚀变一般为低 pH 值的矿物组合，包括明矾石、绢云母、伊利石、高岭石、蒙脱石以及高岭土粘土矿物的某一种或全部矿物。这种被称为“褪色作用”的蚀变作用在单个矿体周围形成一个蚀变晕，或在单个矿体上面形成一个蚀变“帽”；在矿体附近的上盘形成一个狭窄的但总是向上变宽的蚀变晕，而沿矿体顶部向上扩张或“开放”。低 pH 值的蚀变带一直可延伸到古地表。在古地表热泉喷口处，硅华和蛋白石与明矾石和高岭石混合在一起，或者覆盖在明矾石和高岭石上面。这些矿物层厚度常可达数十米，矿物层的下面是伊利石、冰长石和绿帘石蚀变矿物组合，在裂隙周围形成一个宽阔的晕圈。应用这种勘查准则有助于勘查那些没有受到剥蚀因而没有出露地表的矿床，但需要进行蚀变矿物组合的填图。对美国亚利桑那州奥特曼和墨西哥瓜那华托两个已知矿区的填图结果表明，低 pH 值的蚀变矿物组合的分布范围与下伏矿体的大小成正比。在奥特曼矿区，

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

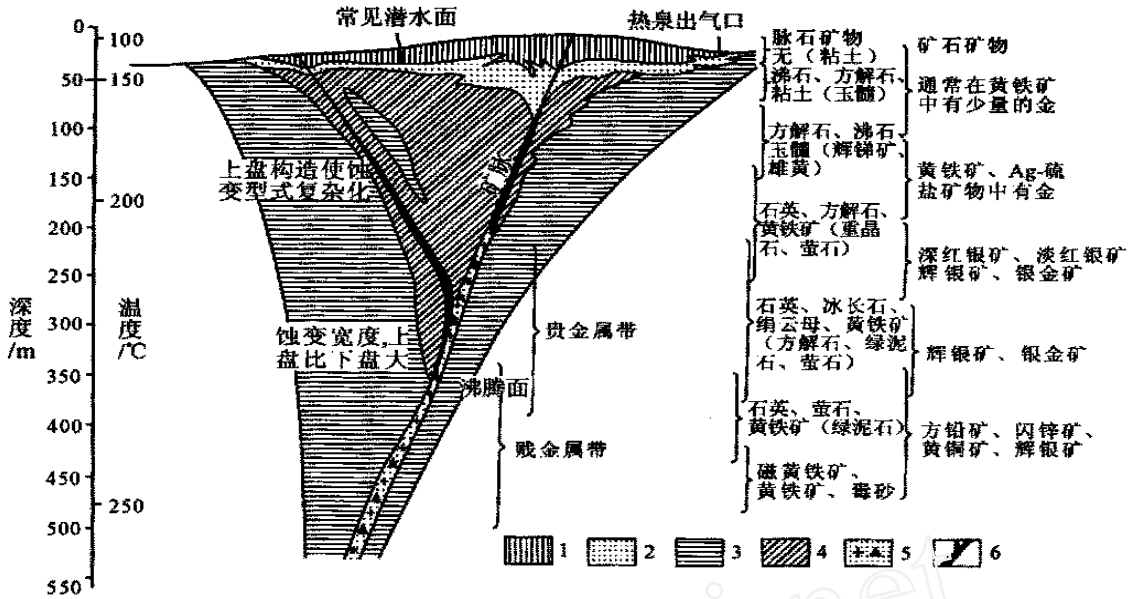

图 1　浅成火山热液金银矿床成矿模式的理想剖面图

Fig. 1　General geologic characteristic of volcanic-hosted epithermal gold-silver deposits

(原始资料据 L.J. 布坎南)

1. 硅质风化壳：蛋白石、方石英、锐钛矿、HgS、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晕；3. 青磐岩化：绿泥石、伊利石、碳酸盐、蒙脱石，绿帘石随深度的增大而增多；4. 在较高部位为伊利石、绿鳞石，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：在沸腾面之上不出现钠长石或有少量钠长石，在沸腾面之下出现少量至大量的钠长石

低 pH 值的蚀变矿物组合包括伊利石和蒙脱石；在瓜那华托矿区，裂隙附近的低 pH 值蚀变矿物组合包括高岭石和埃洛石，向外过渡为绢云母、伊利石和蒙脱石。因而这种低 pH 值的矿物组合或褪色蚀变现象就可以作为矿床的一种选靶准则（图 1）。当然，热泉、温泉等现代地热系统活动迹象更是直接的找矿标志。

3.4　物探—化探异常准则

在西南太平洋火山岩型金矿勘查中广泛应用化探手段。对区域规模的勘查来说，更为活动的主要元素（K、Na、Ca、Mg、Si）的地球化学标志可以圈定大面积的热液蚀变，伴生的特征探途元素（Sb、As、Hg、Ti、Mo、W、Mn）的异常富集可指示潜在矿化的热液系统，低含量 Au 的地球化学标志可提供更直接的空间上分布的矿化标志。对勘探区规模的勘查来说，K 含量高、Na 和 Ca 的淋滤可以预测地热活动中心，利用高含量的 As、Sb、Ti、Te，且伴有贵金属元素这一特征也可以确定靶区。周围蚀变带可有异常的 Hg 和 Mn，局部有贱金属。痕量元素分带也可帮助评价确定脉、网脉和角砾岩系统。地热矿化系统下部的特征是有高含量的贱金属、Ag、Bi、Mo、Te 和 Co；上部可有异常量的 Sb、Ba、F、Hg、B 和 Ti。卡林金矿带的所有金矿床就是根据砷、汞、锑等化探异常打钻发现的。

物探(航空电磁法和地面电阻率法)在日本菱刈金矿的发现中起了重大的作用。通过1∶25 000 区域地质调查、重力测量、航空电磁法测量、1 km间距大功率电法测量后，认为重力高（深部四万十群砂页岩隆起部位）和低电阻带吻合处可能是矿化的有利部位。结果施工 3 个钻孔验证航空电磁法确定的低电阻带，在四万十群砂页岩中均打到高品位的金矿脉。

遥感技术能如实地反映地表和浅部的地质信息，而火山岩型金矿恰好多是近地表的浅成热液矿床。实践证明利用卫星图像选择火山岩区的普查区是有效的。前苏联某地近地表的金-银矿化赋存于火山岩中，矿体为一些石英脉、网脉和硅化角砾岩带，推测矿化可能主要产在巨大的火山构造的边缘，这些构造在地表表现为一些洼地。另外，大断裂特别是隐伏断裂对矿化的空间分布也有重要的作用。为弄清该区的控矿构造及查明隐

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

伏的断裂带，对所拍摄的 1∶100 万卫星照片进行解译，查明大量线性断裂和环状构造。这些环状构造直径 5～60 km，是卫片解译时首次发现的，在照片上以细而亮的、偶尔为暗色的条带要素被解译出来。在环状构造内部通常分布着次火山岩和喷出岩，可能是火山活动中心，环形边界显然是构造裂隙或断裂。在作出卫片解译略图之后，将已知的原生金矿点标在该图上，结果发现大约 80 %的矿点都落在环状构造内，且大部分在直径 25～50 km 的构造内。在解译出 10 个直径为 25～50 km 的环状构造中，有 7 个已证实是含矿构造。可见通过图像研究与已知金矿床空间分布的对比，可以圈出局部勘查区。

3.5 组合找矿标志准则

在当今找矿难度增大的情况下，应强调地质勘查、地球物理勘查（包括遥感）和地球化学勘探信息的综合。对由不同方法取得的数据进行统一解释，从而形成 综合找矿信息和组合找矿标志，有效地指导找矿。从勘查火山岩型金矿的战术来看，可以在区域化探扫面和遥感的线性影像、环形影像、蚀变颜色、地貌特征的解译基础上，进行各种比例尺的区域地质测量工作，包括区域物探和地质填图工作。在火山岩区中寻找出露的下伏变质基底、断裂破碎带、破火山口、角砾岩筒、次火山岩体以及各种蚀变矿物组合。把多种信息的交汇点试作勘查靶区，步步筛选。如日本菱刈金矿最终总结出其主要找矿标志为：(1) 物探标志为低电阻、重力高异常区；(2) 地质标志为矿脉上部的粘土化蚀变、基底隆起、不整合面附近的破碎带及温泉。调查表明，同一火山岩区火山岩型金矿和斑岩型的金矿、银矿、铜矿与各种热液型、接触交代型等多种金属在成矿地质背景、成矿作用、矿化特点等方面有一定的成因联系和某些共同特点，常可互为找矿标志。近年来在智利北部新发现的马里昆加浅成热液金矿—斑岩金矿带的成矿特点和发现史就是个例证。马里昆加金矿带位于智利铜矿带之上，分布有马尔泰、洛博、雷富希奥等大型和特大型斑岩金矿或斑岩铜金矿以及拉科伊帕和拉佩帕等酸性硫酸盐浅成热液型矿床。斑岩型金矿化(如雷富希奥、洛博、马尔泰等斑岩金矿) 分布在斑岩(岩株) 内的顶部，高硫化(酸性硫酸盐) 浅成热液型矿床(如埃尔韦索、乔克林皮等矿床) 产在斑岩型金矿化的上方，低硫化(冰长石-绢云母) 浅成热液型矿床(如法赖德金矿) 和接触交代型矿床(如安达科约金矿) 则产在斑岩型金矿化的四周，这种认识对指导找矿具有重大意义。

4 对中国火山岩区找金潜力的认识

中国东滨西太平洋，北邻蒙古—鄂霍次克带，西、南处于地中海—喜马拉雅带东段，具有良好的成矿条件和找矿前景。火山岩型金矿在空间上大致可构成几个矿带：(1) 最东边是沿海的浙江、福建、台湾、广东等地的金矿带；(2) 紧接上带往西，从张广才岭、老爷岭及山东、江苏、安徽境内的郯庐断裂及其两侧地区的金矿带；(3) 再往西到大兴安岭、阴山东段及燕山地区的金矿带；(4) 在西部，天山、准噶尔地区古生代火山岩系中的金矿化带等。主要的矿床有黑龙江的团结沟金矿、吉林的刺猬沟金矿、延吉县的五凤金矿、江苏的铜井金矿、福建的紫金山金矿、浙江的八宝山金矿、遂昌县治岭头金矿、内蒙古敖汉旗奈林沟金矿、河南的祁雨沟金矿、安徽的东溪金矿、山西灵邱的太那水金矿、新疆伊宁县阿希金矿以及台湾省的金瓜石金矿等。中国中生代—新生代火山岩分布广泛，但与同处于环太平洋大金环中的其他地区相比，显然发现的矿床规模相对较小。一些研究者[5]认为，中国东部为陆壳活化成矿，而不是洋壳俯冲重熔活化成矿，成矿条件不如南北美洲安第斯型活动大陆边缘和西太平洋岛弧环境有利。但东部基底具有前寒武纪矿源层的火山岩断陷盆地周边（如辽宁北票—朝阳火山岩盆地、黑龙江北乌拉嘎火山岩盆地）、深大断裂带上的幔源火山岩区或某些洋壳重熔形成的火山岩区（郯庐断裂带、吉林延边等地区）可作为找矿靶区。尤其是中国西部的东、西准噶尔、西天山、东天山、北天山、新疆南天山、松潘—甘孜和“三江”构造-成矿带的东缘是找金最有潜力的地区。北天山—北山成矿带是找大规模火山岩型金矿的重点区，广泛分布有石炭系岛弧成因的钙碱性系列火山岩。西天山产有新疆最大的陆相火山岩型金矿床——阿西金矿（赋存在吐拉苏火山盆地中）和中型的伊尔曼得金矿和一些金矿点。东天山金矿集中在吐哈盆地南缘的康古尔金矿带上，矿体产在下石炭统雅满苏组和中石炭统底坎尔组的中酸性火山熔岩、火山碎屑岩中，区内黄山—秋格明塔什形

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

成了一条东西长 200 km、南北宽 5～10 km 的韧性剪切带[6]，已发现多个金矿，还有大量的金地球化学异常，是极有找矿潜力的地区。北山地区古生代处于塔里木、哈萨克斯坦和西伯利亚 3 大板块的聚合部位，晚古生代形成岛弧带和弧后盆地，石炭纪—二叠纪有拉张-闭合构造发生，形成规模较大的火山喷发和岩浆侵入作用，为金矿的形成提供了有利条件。区内金矿总体受古生代裂谷带的控制，主要有甘肃马庄山（次火山岩中）、南金山、新疆金窝子 210 金矿（火山碎屑岩中）和老金厂、新金厂金矿（火山熔岩中），具有较好的找金潜力。松潘—甘孜成矿带跨越四川、青海、西藏 3 省，面积约有 25 万 km^2[6]，微细浸染型金矿广泛分布于中—上三叠统碎屑岩类火山岩、碳酸盐岩的类复理石岩石中。“三江”构造-成矿带的东缘与扬子地台西缘交界处的金沙江附近产有云南老王寨—冬瓜林和墨江金矿等，构成哀牢山金矿成矿带，主要含金岩系为下古生界浅变质岩系中的基性熔岩、基性含碳变火山凝灰岩—含碳变沉积凝灰岩—变沉积碎屑岩，金矿带明显受断裂构造控制。该带地质工作程度低，值得进一步研究。

综上所述，我们可以通过研究国内外火山岩型金矿的成矿特征和找矿规律，着眼于大型火山岩型金矿的研究，结合中国的实际地质情况，合理选用有效的勘探方法，使地质研究与物化探、遥感方法相配合，加强综合找矿，取得火山岩型金矿找矿的新突破。

参考文献：

[1] 中国地质矿产信息研究院. 国外矿产资源［M］. 北京：地震出版社，1996. 16—18，192—199.

[2] 崔彬，梅建明，楼亚儿，等，江西洋鸡山金矿床组合特征及其成因［J］. 现代地质，1993，7（增刊）：25—31.

[3] 梅建明，崔彬，楼亚儿. 江西洋鸡山金矿研究［J］. 现代地质，1993，7（增刊）：53—66.

[4] 陈毓川，李兆鼐，母瑞身. 中国金矿床及其成矿规律[M]. 北京：地质出版社，2001.

[5] 叶胜勇. 中国超大型金矿床类型及找矿方向[J]. 贵金属地质，1996，5（2）：120—127.

[6] 戴自希，白冶，吴初国，等. 中国西部和毗邻国家铜金找矿潜力的对比研究［M］. 北京：地震出版社，2001.

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND EXPLORATION CRITERIONS OF VOLCANOGENIC GOLD DEPOSIT

LOU Ya-er[1], DAI Zi-xi[2]

(1. *China University of Geosciences, Beijing* 100083, *China*;
2. *Information Center, Ministry of Land and Resources, Beijing* 100812, *China*)

Abstract: Volcanogenic gold deposit is an important type of gold deposits. The geological characteristics of volcanogenic gold deposits are summarized by analysing some typically large gold deposits: the tectonic settings are active continental margin and island arc; the mineralization period are mostly Mesozoic—Cenozoic; the host rocks are mainly calc-alkali extrusive rock and hypabyssal intrusive; the host structures are volcanic center, caldera, neck, breccia pipe, zone of fractures, etc.; gold and silver minerals occur in same deposit, and some gold deposits contain telluride; the depth of mineralization is shallow; the wall-rock alterations are sericitization, silication, carbonation, argillation, pyritization and potash-alteration; the zones of primary halo are Hg-Sb-As-Ag-Au (Mo, Pb, W); the deposit is related to geotherm and thermal spring. The authors put forward exploration criterions of volcanogenic gold deposit, and suggest that the volcano-fault basin with Pre-Cambrian source bed and mantle-derived igneous rock province above deep-fracture zones in east of China, especially in western China, Zhunger, Tianshan, Songpan—Ganzi and the east margin of "Three Rivers" tectono-metallogenic belt are the most potential gold exploration regions.

Key words: volcanogenic gold deposit; geological characteristic; exploration criterion

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net