

国外金矿地质专辑

COMPILATION OF OVERSEAS GOLD GEOLOGY

(一)

8

1988

全国金矿地质工作领导小组办公室
冶金工业部天津地质研究院

国外金矿地质专辑

(一)

目 录

《 综 述 》

八十年代世界金矿找矿勘探的新格局和新突破	(1)
----------------------------	-----

〈矿床类型与成矿模式〉

介绍几种金矿床的描述模式和品位—储量模式	(14)
热液金矿床成因模式.....	(31)
金—银矿床的控矿因素	(38)
含金黑色岩系及有关微细浸染型金矿床(化)的特征.....	(43)
金矿床垂直分带地质—成因模式(以外贝加尔某些构造—建造带为例) ...	(53)

〈不同成因类型金矿床〉

前寒武纪金矿成因: 空间和时间关系.....	(61)
环太平洋地区与火山热水有关的金矿化作用的成矿特征.....	(75)
北美科地勒拉与碱性岩有关的贵金属矿床.....	(90)
东西伯利亚炭质页岩有关变质—热液型金矿化形成地质条件及成矿特征 ...	(98)
烘烤效应和黑色页岩层中金矿的形成问题	(115)
西澳洲博特丁顿红土金矿床—表生富集作用产物—	(122)
马特格罗索原地红土中金的富集作用	(140)

八十年代世界金矿找矿勘探的新格局和新突破

沈承珩

八十年代在世界范围内掀起的又一次找金、采金热仍在持续而稳定地发展着。除了赫姆洛、菱刈、波格拉、利海岛等一批世界级巨型金矿床的发现以外，最近几年又有不少新的发现，一批大型金矿山陆续建成投产，不少国家和地区正在开展着大规模的强化勘察。结果是整个世界的黄金储量和产量都有明显增长。如自1980年以来黄金产量的年递增率达到10.60%、1986年世界总产量为1980年的1.336倍。其中又以澳大利亚的黄金产量增长速度最快，1986年为1980年的3.56倍（见表1）。

刺激黄金采矿业如此兴旺发达的因素远不止一个。除黄金价格的继续坚挺之外，还与全球性贱金属矿业的萧条、亏损、关闭和转产有关；与此同时有些国家对黄金采取了免征所得税的鼓励政策，如澳大利亚；实施有利的勘探财政投资政策，如加拿大；对黄金地质工作提供基金，如新西兰等；此外对黄金需求量的增长，如珠宝首饰业的繁荣增加了黄金的消耗……这些都构成了影响采金业发展的多种因素。

黄金找矿与勘探的大量实践不仅积累了丰富的资料和经验，而且开拓了思路，在对金矿成矿规律的认识上和找矿勘探方法上都取得了新的突破。

以下简要地介绍国外找金方面的一些新发现和新认识，供从事同类工作的同行们参考。

一、近年来国外新发现的金矿床的主要特点

现将部分新发现和评价的矿床之简况列于表2。从中可以看出：新发现金矿的地区更为广泛；而不只限于一些传统的产金国家；表中所列几个矿床中浅成热液型占一半以上，尤其是环太平洋岛链地区正在成为金矿勘察的“热点”，其前景是极为乐观的；其次也有一些新的金矿类型如风化铝土矿型的澳大利亚博特丁顿矿床正在引起注目；而从成矿时代看元古代金矿所占比重显然增加，并增加了新的类型：如产于细粒沉积岩系中的澳大利亚特尔佛金矿；产于蛇纹石化蛇绿岩套的产物——滑石菱

镁岩中的阿拉伯，马里、摩洛哥等国的金矿化；产于花岗杂岩体内的挪威艾兹沃尔德—奥多林金矿床；以及产于块状硫化物中的苏丹东北部红海区的伴生金矿床等。

这些新的发现正在改变着各种类型、各成矿时代的黄金资源比例，也改变着找矿勘探的布局和指导思想。

世界各国黄金产量(吨) (非社会主义国家) 表 1

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	六年内增长倍数	年产量增长率
欧 州	11.8	11.9	12.4	14.1	15.1	16.5	16.5		
北 美	美国	30.5	44.0	45.3	62.6	66.0	79.5		
	加 拿 大	51.6	53.0	66.5	73.0	86.0	90.0		
	北美总产量	82.1	97.0	111.8	135.6	152.0	169.5	1.62	12.22%
拉 丁 美 洲	巴 西	35.0	35.0	34.8	58.7	61.5	72.3		
	哥伦比亚	17.0	17.7	15.5	17.7	21.2	26.4		
	智 利	6.5	12.2	18.9	19.0	18.0	19.2		
	委内瑞拉	1.0	1.5	2.0	6.0	9.5	12.0		
	秘 鲁	5.0	7.2	6.9	9.9	10.5	10.9		
	多米尼加共和国	11.5	12.8	11.8	10.8	10.6	9.1		
	墨 西 哥	5.9	5.0	5.2	7.4	7.5	8.0		
	玻利维亚	2.0	2.5	2.5	3.0	4.0	6.0		
	其 它	4.8	6.0	6.7	8.6	5.5	8.0		
	拉丁美洲总产量	88.7	99.9	104.3	141.1	148.3	170.5	1.92	11.4%
远 东	印 度	2.6	2.6	2.2	2.2	2.0	1.7		
	菲 律 宾	22.0	24.9	31.0	33.3	34.3	37.2		
	日 本	6.7	5.8	5.6	5.9	7.0	9.0		
	其 它	4.5	4.6	5.2	5.3	7.4	9.6		
	远东总产量	33.2	35.3	41.8	44.5	48.7	55.8	1.06	11.5%
非 洲	南 非	675.1	657.6	664.3	679.7	683.3	673.3		
	津巴布韦	11.4	11.6	13.4	14.1	14.5	14.7		
	加 纳	10.8	13.0	13.0	11.8	11.6	12.0		
	扎 伊 尔	3.0	3.2	4.2	6.0	10.0	8.0		
	其 它	8.0	12.0	15.0	15.0	15.0	17.0		
	非洲总产量	708.3	697.4	709.9	726.6	734.4	725.0		
	澳洲总产量	17.0	18.4	27.0	30.6	39.1	58.5		
澳 洲	澳大利亚	17.0	18.4	27.0	30.6	39.1	58.5		
	巴布亚新几内亚	14.3	17.2	17.8	18.4	18.7	31.3		
	其 它	1.0	1.1	1.2	1.8	1.8	2.8		
	澳洲总产量	32.3	36.7	46.0	50.8	59.6	92.6	2.56	12.9%
	总产量	959.0	980.0	1028.4	1114.9	1160.1	1233.3	0.336	10.60%

资料来源:采矿及工程杂志 1987.12

近年来新发现的部分金矿一览表

表 2

国 家	矿床位置、名称	矿床类型及特征	成矿时代	勘探与生产简况	储量、品位
1.捷克斯洛伐克	塞莱纳—莫克尔斯科	变质热液型金矿矿化赋存在上 古代火山—沉积系内,石英脉型	元古代		100吨以上
2.沙特阿拉伯	迈赫德宰海卜	变质热液型金矿矿化赋存在中 上元古代火山岩系内, 石英脉、网脉型。	元古代	1984年建矿投产	31.2吨, 含 Au26g/t Ag93g/t, Cu0.66%, Zn2.43%
3.加 拿 大	布莱克多姆	浅成热液型银金矿床,含贵金属 石英细脉、网脉和硅化带产 于断裂带内,矿床形成于古地 表下0.5~1.2公里处	第三纪始新世	1985年勘探	27.9—64吨,含: Au15.1~34.6g/t Ag91.3~204.9g/t (边界品位 Au8.5g/t)
4.加 拿 大	夏洛特皇后岛(西诺拉)	浅成热液型金矿床矿体赋存在 多孔状火山碎屑岩内,矿化受 与层理及断层运动有关的细脉 和网脉控制	第三纪中—上 新世	1983年完成勘探	62.9吨 含 Au1.7g/t
5.澳大利亚	特 奥 拉	古老浅成热液型金矿床含矿岩 系为中志留—下泥盆统陆相中 性—长英质火山岩下泥盆统浅 海相—上泥盆统陆相碎屑沉积 岩内,矿化赋存在硅化带内	古生代	已完成勘探	14吨 品位 Au2.5g/t Ag7g/t
6.新 西 兰	豪拉基金矿田马瑟矿	浅成热液型金银矿床含矿岩系 为钙碱性火山岩系石英脉型	第三纪中—上 新世	1983年完成详细勘探	26吨 品位 Au2.6g/t
7.美 国	阿拉斯加约翰森远景 区	富金海底锌—铜—锌矿床含矿 岩系为未变质火山—火山碎屑 岩系,硫化物—石英脉型	中生代侏罗纪	1984年完成勘探	8.4~16.8吨 品位 Au0.27g/t Zn7% Cu0.7% Pb0.7%

二、浅成热液型金矿床有巨大经济意义和找矿前景

浅成热液型金矿为环太平洋成矿带上的特有金矿类型。是成因上与聚合板块边缘上伴随俯冲作用的中、新生代大陆钙—碱性火山作用有密切的联系，产于近地表低温条件下的一组矿床。

这类矿床的经济意义特殊可从日本菱刈、智利的艾尔印第奥矿床看，其特点是品位高（前者金的品位高达 100g/t ，后者富矿部分金的品位为 271g/t ）储量大（前者为 120 吨，后者为 46.5 吨）；

这类矿床在环太平洋的中、新生代火山岩地区分布极为广泛，且矿化与陆相火山作用有关；在东带有加拿大辛诺拉、美国麦克劳林、园山、克里普克里克等，西带有苏联后贝加尔的巴列依、新西兰的豪拉基、巴布亚新几内亚的波格拉，利海尔岛等一系列大型矿床；

这类矿床的成矿时代大都较新，为晚新生代和现代矿床，目前还发现少数产于古生代火山岩中的矿床，如澳大利亚特莫拉。现在还有人把前寒武纪的几个小矿床（如加拿大安大略的科伯特富 Ag—Co—Ni 矿脉等看作是这一类矿床。

这类矿床的地质背景都与古代或现代的地热体系、热液体系、蚀变带有关。蚀变带具有特征的矿物组合，张性石英脉、脉充填物、含矿热液角砾岩等发育。

这类矿床的控矿构造与一系列大地堑破火山口、NE、NW向等区域性断裂作用有关。

这类矿床不仅分布在上面的新生代火山岩内，往往也下延到基底岩内，如菱刈矿床、豪拉基金矿田等。

这类矿床在空间上与斑岩型铜矿床或富金铜矿床有关。因此有人认为环太平洋上的热液斑岩型铜

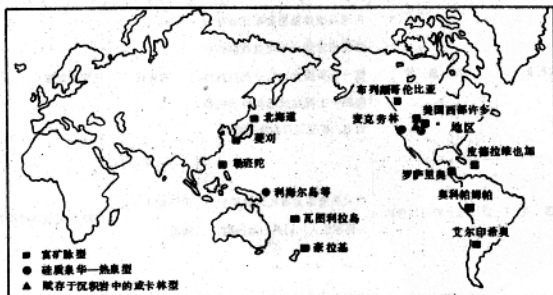


图 1 一些重要浅成热液贵金属矿床在环太平洋带上的分布

矿和浅成热液型金—银矿床是同一体系不同阶段的产物，前者产于深部高温带，后者产于浅部低温带，二者均属同一火山喷发体系。而据此观点便可把前者作为寻找浅成热液型金矿的找矿标志。

目前大规模的勘察活动在整个长达 12000 公里的太平洋岛链地区如火如荼地进行着，北自日本、菲律宾、南到巴布亚新几内亚、所罗门群岛、瓦努阿图、新西兰等地。如仅新西兰一地 1985 年来就评价了五个原生金矿准备建矿。其中包括新西兰北岛、普希普希含汞、银、锑的热液脉矿床，另有太平洋上爪达卡纳尔岛的科罗拉铜—金矿床，所罗门群岛沃岛地区金矿，以及瓦努阿图的马勒库拉岛和圣埃斯皮里岛上的新矿点。

澳大利亚也正在实施以寻找浅成热液型金矿床为目的的东部勘察计划，迄今已找到一批远景区如：维多利亚州的里尔莱特克里克、新南威尔士州中部、昆士兰州布尔港纳火山岩区、昆士兰州尼亚拉火山岩区内都已圈定出了有望热液蚀变体系。总之环太平洋上的此类型金矿前景极好。而且如果澳大利亚东部的浅成热液型金矿床的资源量能大幅度增加的话，则说明不仅环太平洋内带，而且其外带也会有新的前景，这对我国东部火山岩区找金工作部署必将产生一定影响。

三、元古代正在上升为重要的金矿成矿期，应引起我们的足够重视。

长期以来，国外的元古代金矿仅以南非维特瓦特斯兰德变质砾岩型金矿为重要实例。和赋存有大量具有一定规模的金矿床的太古代成矿期相比，元古代一直是个不重要的成矿期。

几年来的广泛勘察活动的结果是有一批成因类型各异的元古代金矿床相继被发现，因此越来越引起人们注目。除表 2 中所列的元古代金矿床外，还有：

1. 阿拉伯、马里、摩洛哥等国的晚元古代蛇绿岩中发现的金矿化。金矿化赋存在碳酸盐化杆揽岩内，与蛇纹岩化晚期阶段和蛇纹岩的构造侵位所伴随的热液活动有关。尤其是滑石菱镁岩的透镜体内金的含量可达到工业品位（1—10PPM），金与硫化物、硫砷化物或砷化物密切共生。

2. 苏丹东部红海区努比亚地盾上发现的几个火山喷气成因的多金属块状硫化物矿床，伴生有金矿化，赋存在上元古界火山—沉积杂岩系的顶部，与流纹质火山岩密切相关。

3. 挪威东南部艾兹沃尔德—奥多林地区的金矿床成矿时代为晚元古代。矿化位于糜棱岩带上，和两个大的花岗岩类杂岩体之间。

4. 元古界内，早—中元古代之间的不整合面上赋存的金矿化，多与铀矿共生，或为独立的金矿床，如澳大利亚的奥林匹克坝矿床。

5. 我国广东省合台县大型金矿床也是元古代矿床。

优地槽，浅成热液和卡林型金矿成矿特征对比

表 3

著 R.W.Hutchinson

	优地槽型 (包括绿岩型及赋存在杂砂岩中的金矿)	浅成热液型 (包括热泉—硅泉华和富矿脉型金矿)	卡林型
地质背景	海相、优地槽	岛弧和克拉通内	优地槽—冒地槽、海相
伴生的火山岩	以赋存在绿岩中的为主 成分变化大 超镁铁质—镁铁质(大量) 中性—长英质(少量) 水下海相	大量火山岩 双模式 镁铁质: 长英质—碱性火山岩 陆相—大陆火山岩	少量火山岩 镁铁质 水下海相
围岩时代	太古代, 上元古代—下元古代 (特别是产于杂砂岩中的矿床) 中生代	白垩纪—第三纪	产于古生代岩层中, 受第三纪岩浆作用的影响
矿体形态	层控、透镜状和不整合脉状, 网脉状	不整合脉状网脉状和蚀变带	层控透镜状, 只有少量为不整合脉
主要蚀变作用	铁质白云石化, 泥质—硅质蚀变(石英—细云母片岩)	钾化—硅化—泥质蚀变	硅质—去碳酸盐化, 泥化
伴生 SiO ₂ 的形态	燧石 (IF), 硅质片岩, 石英 (碳酸盐) 脉	硅质泉华, 硅质蚀变—碧玉类 石英 (碳酸盐化) 脉	燧石层, 硅质蚀变—碧玉类 石英 (碳酸盐) 脉
地球化学特征 Au / Ag	平均 9.1 范围 3:1—20:1 金高	范围很宽 20:1—1:100 一般含金高	9:1—30:1 金高
Fe 硫化物	大量	大量	大量
Cu—Zn—Pb 硫化物	常见; 少量	常见—大量	常见, 少量
毒砂	含量不定; 常见	含量不定, 常见	含量不定, 有时见
Mn	常见	常见	常见
B (电气石)	常见	无—异常量	常见
Cr(绿色白云母)	常见	无	无
W (白钨矿)	常见; 少量	极少	极少, 有些地区可见(格御尔)
Ba	极少; 有些地区大量(赫姆格)	常见	常见
Sb ₂ S ₃	极少, 有些地区可见	常见	常见
雄黄—雌黄	极少, 但存在	常见	常见
HgS	极少, 但存在 Hg 常见于银金矿中	常见	常见
MoS ₂	极少, 但存在	数量不定, 有时含量高	极少
BiS ₃	极少但存在	数量不定, 有时含量高	极少

总之元古代矿床的意义正有待评价,继续开拓,应成为我们注意的对象。

在新发现的元古代金矿床中,有一些是过去作为铜矿床(如挪威北部元古代金矿床),或铅—锌矿床(如加拿大魁北克晚元古代的金矿床)而开采的,因为金和贱金属硫化物有密切的空间上,成因上的联系,只是在对其中所含的金进行再评价时才发现金矿床。因此研究这种元古代金矿床和块状硫化物矿床之间的关系有助于发现更多的新的金矿。

四、深部构造和大型构造对大型金矿床的控制作用是选择靶区的宏观依据

这里所指的深部构造系地壳层内的、基底内的、以及隐伏的区域性深大断裂,不能用填图的方法直接测绘出来,而必须通过其它手段间接地推断出来的一些大型构造。它们对矿化作用的控制意义正在越来越被人们认识。

澳大利亚的维多利亚州借助于陆地卫星图象所进行的大面积线性构造和矿化间关系的研究,发现该区的金矿化都与由 EW、NE、NW 三组主要方向的线性构造组成的格子状区域构造格局有密切的关系,肯定了已知大型金矿床大都分布在二个或更多个岩体线性构造(即一些贯穿大岩体的主要线性构造)的交点上;同时这种格子状构造格局也控制该区古生代~新生代的火成岩体、火山喷口和重要矿产分布,是控制该区主要地质事件的根本要素。由此进一步推测出该区格子状构造形成是地表下 3.5~17 公里处的中壳层内几组构造要素交叉处的位错的结果。该位错是控制全区热能释放中心位置的根本条件。因此,以此位错交叉点为中心,在半径 1.5~2.5 公里范围内呈一垂直向上倒锥形的金矿化富集区,而此锥体之外的地区则为小型矿化或品级较低矿化赋存部位,当然还要考虑其剥蚀深度。这种假说为该区下步勘探提供了具有实际价值的找矿方向。

基底构造控矿的实例也见于日本菱刈金矿。经过几年区域地质环境的深入研究,最终确定了日本大型菱刈金矿的深部控矿要素是基底的隆起部位,与隐伏的花岗岩体有关,矿化受地表下 500 米左右一个不整合面的控制。

菱刈金矿位于基底的隆起部位是根据高重力异常带及垂向电阻率法测出的低阻带确定的。矿石中硫同位素数据($\delta S^{34}=0$)说明其为岩浆源。控矿的环状破火山口构造和线状构造说明矿化与火山活动引起的陷落运动有关,矿床位于基底断块的边界上,与基底内断裂活动有关。

我国华北地区一些重要的金矿床大都受其基底的格子状构造控制,尤其是与 E—W 向深位大断裂的关系密切。如沿康保—开源,张家口—平泉两个近东两向大断裂对张家口—赤峰金矿集中区内矿床的分布有明显的控制作用。对整个地区基底构造的深入研究将能提供有力的靶区选择的依据。

五、重视和推广遥感、电子计算机等先进的技术方法在地质找矿领域中的作用

我国金矿找矿工作及研究起步较晚，虽然现在已大规模地铺开，但尚未取得重大突破。为在有限的技术力量、财力条件下快速地进行选区和评价，和找到更多资源，战略部署是否得当将起关键性的作用。因此吸取国外找矿勘探的新格局和新的指导思想以及新的技术方法尤为重要。

遥感地质方法能在很大面积内快速确定区域构造体系、线性构造和环状构造等与矿化有关的构造。八十年代以来发展起来的专题制图仪方法（TM）目前已能较准确地区分出各种岩性单元，在圈定蚀变带分布，蚀变矿物组合方面已有了明显效果，再加上对已知矿床、有望区地质背景的模拟和对比等技术都大大有利于快速准确地选定靶区，为详细勘察活动的布局提供有利依据。

我国当前存在的问题是这种技术方法尚不为广大地质工作者掌握，进行工作的成本较高，因此还未普及，其效果也不明显。有必要引起重视，制定普及推广的措施，使之成为地质工作者人人能应用的方法，这从长远看，从大面积项目来看是省时、省钱的。

至于电子计算机技术在综合地质资料中的应用方面，当前美国、加拿大、澳大利亚等国已走到前面。他们普遍采用计算机技术，以地质类比为理论基础，将研究区内各类资料包括深部地质、地表地质、物化探资料，航卫片资料……一切可能获得的资料积累和归纳在一起通过建立地质—地化模型等手段把各类资料有效地联系起来，在和已知矿床对比过程中筛选出最有利的靶区，从而避免了种种人为的因素，加速了综合研究的步骤和成果，目前已有不少成功实例，值得我们借鉴。

借助于电子计算机方法进行矿床勘探区的选择时常常使用人工信息的方法。

例如 F. E. Mutschler 等在研究北美科迪勒拉与碱性岩有关的贱金属矿床时曾使用过如下程序：

1. 首先根据岩石主要氧化物含量的有关数据库资料，运用岩石化学方法定义、区分碱性和亚碱性岩；
2. 根据主要氧化物定义有利于贵金属矿化的碱性岩石组合；
3. 根据主要氧化物的某些参数定义能指示已知含金矿化体系的蚀变相，如钾化、氧化还原和碳酸盐化等蚀变带。
4. 定义与矿化有关的微量元素特征，如经过对 21 种微量元素分析对比后确定该区贵金属矿化的最佳指示元素是 Au、Te。
5. 用计算机对比已收集到的化学分析资料的“指纹”特征，从中确定具有最佳矿化潜力的代表性岩类和背景；
6. 结果的评价和探讨。

通过以上处理方法,该区80%以上的与碱性岩有关的贵金属矿化都可据岩石化学分析资料确认出来。此外还发现了5个新的远景区(过去均无产金史);发现了3个适于海底喷气型、斑岩型、铜—贵金属体系发育的区域地层组合。结论是这种方法对太古代以来产于活动大陆—大洋裂谷环境下同类型矿化的其它地区也同样适用。

又如加拿大S.Aronoff在他们论文中介绍了综合数据处理方法在阿拉斯加斑岩型铜矿床地区的试验也取得成功。

这种方法的概念是把不同来源的多种数据(如地球物理、地球化学、地震、遥感、卫星图象等)按不同比例尺配准、合成统一的座标系统,通过数字化、图象分析等方法突出其间有用的相互关系,尤其是重要的与矿化有关的各种特征。

具体作法是利用图象分析系统把各种有关图纸数字化,这样不仅有利于图纸内容的更新,而且便于以图象形式综合各类数据。同时分别采用扩大法把一些与矿化有特殊关系的热液蚀变和地球化学异常等因素按一定比例加权,并用不同的颜色及深浅不同表示异常图象,扩大异常场;其次是把以点、线、几何图形等不同形式表示的数据统一起来以量值来表示。

分析综合法的工作过程就是以分数来代表各类数据“有利性”的高低,以加权后的各系统数据的分数代表识别潜在靶区时所用的系数。若在同一象元中同时出现的肯定指示条件越多,则合并后的分数越高,得分最高的象元均以鲜艳颜色表示,效果十分显著。

运用这种方法的优点是能把数值大小、类别、数据的空间条件进行迅速计算和图象显示,能灵活自如地进行综合分析,能运用已获取的全部数据组检验地质工作者本身的思路。

总之,把现代的技术引入到地质领域中来,以减少繁琐的重复劳动,增加工作的科学性和地质概念的定量化是提高地质工作水平的必由之路,也是增加黄金资源的有力手段。

最近几年新发现的一些金矿床的地质特征

1. 捷克波希米亚地块上的金矿化及其代表性矿床:塞莱纳—莫克尔斯科。

过去十年中在波希米亚地块前寒武纪岩层中通过化探找到了具有重要经济意义的金和白钨矿床,而仅塞莱纳—莫克尔斯科一个矿床的储量估计100吨以上。

波西米亚晚元古代和泥盆纪的火山—沉积岩系与金矿化有重要的成因关系,其岩性特征和太古代绿岩带类似,其中金含量较高,是金矿化的主要源岩,最高含量见于元古代燧石、碧玉岩内。

金的富集作用与源区的构造—变质历史有关。最初是与海底火山作用有关，其后与贱金属硫化物矿床的形成有关。具工业意义的金矿化与低级变质作用有关，并受早华里西期（360M.Y）花岗岩侵入的影响。

因此有两种不同类型的金矿化存在：即原生的层状金矿化和后期再富集而成的含金热液石英脉型矿化。含金脉和细脉中的矿化受早期华力西花岗岩（波西米亚中部深成岩体）以及侵入体附近弱变质岩层的物理特性的控制，花岗岩使金和钨再分布，并集中在侵入体和低变质岩间的高温梯度区内。

在波希米亚中央成矿带内，金和白钨矿化成平行带状分布，局部重迭。金矿化主要分布在低级变质区，而白钨矿化则分布在高级变质区。

波希米亚南部还有深变质杂岩中的另一种矿床，即 Kasperske Hory 带，其中金和白钨矿化是重迭的，受岩性和构造的控制，也有低成色的含金脉（银金矿）产出。

2. 沙特阿拉伯地盾上已知的最大金矿床迈赫德宰海卜。

该矿床位于阿拉伯前寒武纪地盾的中部，吉达市东北 300 公里，位于一个古老金矿的外围地区。据 1980 年通过钻孔和坑探完成的评价工作，可供年产 12 万吨矿石的矿山开采 10 年。其品位为 $\text{Au } 26\text{g/t}$ ， $\text{Ag } 93\text{g/t}$ ， $\text{Cu}^{0.66}\%$ ， $\text{Zn } 2.43\%$ 。1984 年该区矿山建成正式进行地下开采。

该矿床为一层控矿床，矿化是由与中上元古代火山作用有关的热液活动形成。含矿岩系为安山岩、集块岩、流纹岩、晶屑凝灰岩等，矿化呈浸染状。石英脉和网状脉产于集块晶屑凝灰岩中。大部分矿脉位于斑状流纹岩内部及其附近。矿石矿物有自然金和银，银金矿、黄铁矿、黄铜矿、斑铜矿、铜兰、辉铜矿、新兰辉铜矿、深红银矿、闪锌矿、方铅矿、黝铜矿、辉银矿和一些 Au、Bi、Ag、Pb 的碲化物。

贵金属矿物的颗粒细小，为 $1\sim 200\mu\text{m}$ ，平均 $30\sim 10\mu\text{m}$ 。

区域性的低级区域变质作用对矿石及构造均有影响。矿床显示中等～明显的碎裂结构，局部角砾化和糜棱岩化结构；变质作用也导致重结晶作用。据共生次序研究表明，原生硫化物的沉积至少有两期，其后有一期变质活化作用。

3. 加拿大布列颠哥伦比亚亚布莱克多姆浅成热液银金矿床。

该矿床位于加拿大 B、C 省南中部，克林顿镇西北方 70 公里左右。

矿床位于一个大的浅成热液贵金属体系内，面积 4500×1500 米。于 1986·5 开始生产，年产量 40,000～45,000 盎司，银 220,000 盎司。1985 年进行的勘探工作圈定了探明储量（Proven～）及推断储量（Possible～）总计 184,695 吨，品位为 $15.1\sim 34.6\text{g/t}$ 金， $91.3\sim 204.9\text{g/t}$ 银，（边界品位 $\text{Au } 8.5\text{g/t}$ ）。

矿化赋存在始新世亲钙—碱性的火山岩系内，大地构造部位属北美大陆上增生的加拿大科迪勒拉外来体一部分的火山岛弧体系。

矿化为含贵金属石英细脉、网脉和硅化带产于主要断裂带内的张性破裂中，破

裂又与火山穹隆上升作用有关，成矿流体与古地热田有关，地热流体的特征是低盐度。

矿区普遍遭受了青盘岩化，局部有强烈的泥质蚀变作用，绢云母化。

矿石矿物有自然金、自然银、银金矿、螺状硫银矿、银黝铜矿，几种未定名的银硫酸盐、辉银矿和硒银矿等。贱金属硫化物，软锰矿常呈次生薄膜复于脉裂隙表面。

矿床形成深度约为古地表下 0.5~1.1 公里处，由上升热流体与下降的冷水（水相迁后沉淀而成。含金属相可能是在流体周期性沸腾时沉淀的，含矿流体以大（水）为主，岩浆水可能占 10%。

该矿床与北美西部典型浅成热液型金矿床在许多方面是类似的。

4. 加拿大夏洛特皇后岛金矿：位于夏洛特群岛北的格雷厄姆岛上。该矿床也称为西诺拉，贝伯，斯克空纳。自 1970 年发现矿化露头，至 1983 年完成最终勘探工作，历经十余年。1979~1983 年间共完成地表占孔 20 个，地下占孔 12 个，总进尺 28.600 米，平巷 461.9m（矿体内），已公布储量为 3700 万吨，含金 1.7g/t。

矿床是成因上与中新世~上新世流纹岩颈有关的多孔状火山碎屑~碎屑岩中的浅成热液金矿，矿体整个赋存在碎屑岩内，这种碎屑岩的原生孔隙度是控制矿石沉淀、蚀变的重要因素。

矿带上的主要岩石类型为多成分砾岩，粗粒部分平均砾径 3cm，占砾岩的 30%。砾石岩性 60% 为长英质火山岩，20% 为镁铁质火山岩，10% 粉砂岩，有利矿化岩性是长英质火山碎屑岩和碎屑沉淀物，并已普遍受到硅化，绢云母化，伊利石，高岭土泥质蚀变。

矿化是受与层理及断层运动有关的细脉，网脉控制，高温矿化包括很细粒石英，玉髓、黄铁矿、白铁矿、赤铁矿、自然金和辰砂，黄铜矿，闪锌矿少量，重晶石，很细的碳质物产在硅质脉中，方介石、冰长石不明显，黄铁矿和白铁矿为最常见的硫化物，但部分不含金，金呈极细粒状自然金、或有时在黄铜矿中呈小包裹体。

金矿化有两个阶段，早期为极细粒金， $Au: Ag=1: 3$ ，平均品位 1 克左右，无 Cu、Pb、Zn 硫化物。矿化受地层孔隙控制，第二阶段矿化与陡倾脉及切割碎屑的细脉有关。金粒稍大一些， $An: Ag=1$ ，石英脉的平均品位为 8.59g/t 左右，出现贱金属硫化物受陡倾及近垂直的脉、细脉控制。

目前认为该矿床，部分迭加在流纹斑岩上，斑岩的侵入可能产生了一个热液体系，其中上升的流体是富 Au、Ag、Hg、As、Sb、的，当其流经多孔状碎屑岩系时，发生了早期循环阶段沉淀的金，接着生成晚期石英脉阶段沉淀的金。

5. 澳大利亚特莫拉金矿床—目前已知的最古老的浅成热液型金矿床。

该矿床位于澳大利亚东南部新南威尔士州特莫拉城北 15 公里。

矿床经勘探后圈定的可供露天开采的矿石储量为 5.6 百万吨, 金品位为 2.5g/t, 银品位为 7g/t。

矿化产于古生代火山和沉积岩系内, 包括中志留统~下泥盆统陆相中性~长英质火山岩, 下泥盆统浅海相~上泥盆统陆相碎屑沉积岩, 位于 NWW 和 NE 两组线性构造的交汇处。

矿化均赋存在几个硅质蚀变带内, 其外又为石英—叶腊石—黄铁矿岩所围绕。富矿体的分布与较强烈的破碎带一致, 矿化集中于褐铁矿化细脉和节理内。矿床内发现了几种类型的角砾化作用, 有自然破裂角砾岩, 热液角砾岩, 以后者含金银量高, 分别达 10g/t 和 48g/t。

热液蚀变主要表现为前进泥质蚀变作用, 及外围的青盘岩化蚀变, 矿带下面的明矾石富集带。

金呈自然金颗粒 ($<15\mu\text{m}$), 或呈包体产于石英、黄铁矿、硫砷铜矿和斜方砷铁矿中。其它含金属矿物有铜兰、砷黝铜矿、辉银矿、自然银、角银矿和碘银矿。

特莫拉矿床既有浅成热液金矿床的特征, 又属于高硫的矿化类型, 且与斑岩铜矿体系的上部有关。

6. 新西兰豪拉基金矿田

该矿田位于新西兰岛的东北部, 为一著名的浅成热液 Au—Ag 成矿区, 具有百余年采金历史面积约 $200\text{KM} \times 40\text{KM}$ 呈带状, 含矿岩系为中新世~上新世钙碱性火山岩及下复中生代杂砂岩基底。金矿田与陆相安山岩、英安岩和流纹岩一致, 中新世安山岩中赋存有大矿床, 区域构造主要是 NWW 走向, 使基底抬高, 又被 NE—NEE, NW—NNW 向大的正断层切割成断块, 矿田东侧有一系列地堑和破火山口。

矿床由断层控制的张性石英脉或脉系构成石英脉陡倾, 一般宽 0.3~5 米, 长 200~160 米, 延深 170~300 米, 怀希矿的最大脉宽 30 米, 深 600 米, 脉系外围有 5×3 公里的热液蚀变带, 为绿盘岩化、泥化、较高级的硅质—千枚状蚀变:

银金矿和螺状硫银矿为主要造矿矿物, 其它有黄铁矿常见; 金银的碲化物、硒化物、深红银矿、毒砂、黝铜矿、辉锑矿、辰砂常见。

据认为这一金矿田是个部分被剥蚀的古地热田, 与现代活动地热体系—陶波火山带类似。

在原来的马瑟矿山 (过去金产量的 80% 都来自此) 1980~1983 年进行的详细勘探工作已圈出可供露天开采的资源 1000 吨, 品位为含金 2.6g/t。据流体包裹体、围岩蚀变矿物成份及硫化物矿物研究资料, 该区的石英脉是在 $220^{\circ}\text{C} \sim 270^{\circ}\text{C}$ 下, 深约 400~1000 米的古地表下沉淀的。其它产地地还有科尔曼弟尔矿田、泰晤士矿田、科马塔、戈尔登科劳斯、卡拉干哈克等。

北部的莫诺怀勘探区经钻探圈出的高品位资源 143.000 吨, 含金 14g/t, 银

59g/t, 铜 0.6%

7. 阿拉斯加约翰森远景区侏罗纪的富金海底矿化.

该远景区位于阿拉斯加半岛 Amchoroge 西南约 225KM. 位于活火山 Iliamna 山脚. 首次于 1975 年发现矿化, 1981~82 年评价勘探过程中占孔中发现了 50 米厚, 品位为 $0.59^{oz}/t$ 金, 9.4%Zn, 2.8%Pb, 1.12%Cu. 至 1984 年止经 9294 米金金刚石钻探确定了推断储量 1~2 百万吨, 金品位为 $0.27^{oz}/t$, Zn7%, Cu0.7%, Pb0.7%.

矿化赋存在下侏罗纪未变质的火山~火山碎屑岩系的中部以英安岩为主的金—Zn—Cu—Pb 矿床. 矿化为一列水下凝灰岩和碎屑岩流内的不整合石英~硫化物脉状体. 矿化和蚀变可分为早、晚两期: 早期普遍的结核状硬石膏—镁绿泥石—粘土—绢云母阶段, 基本上不含贱金属和金; 晚期为石英硫化物含金阶段, 伴生重晶石, 铁绿泥石, 绢云母和脉型硬石膏, 硫酸盐数量大大超过该区硫化物总量. 从全岩组分和硅化及硬石膏化绿泥石岩中大量存在的开放空间结构表明: 蚀变和矿化都发现在未固结的凝灰岩中, 在压实和石化作用之前. 从脉状构造演化有弯曲、不规则状细脉, 伴随有大量石英出现~到脆性破裂或以角砾化构造为主, 说明热液体系在早期是以海水为主的流体, 形成大面积的硬石膏和镁绿泥石, 到晚期为含金属的热液流体, 形成富石英矿化, 并含有黄铜矿、闪锌矿、方铅矿、黄铁矿、自然金和铁绿泥石.

金呈自然金以包体形式 (平均 6 微米) 产于硫化物中, 自然金与黄铁矿、黄铜矿共生, 局部与方铅矿共生, 但闪锌矿中无金. 含金最高部位是含大量 Cu 矿化的地层的最高层位, 而贫 Cu 富 Zn 的部分含金低. 高品位含 Au 带内 Ag/Au 比一般略小于 1. Ag 最高品位见于石英—重晶石—闪锌矿处, 品位常达 $10g/t$.

参考文献 (略)

介绍几种金矿床的描述模式

和品位—储量模式

谢仲恒编译

1987年美国地质调查所出版了 Dennis P.Cox 和 Donald A.Singer 主编的《矿床模式》一书。该书是在美国地质调查所与 Ingeominas 之间始于 1983 年合作对哥伦比亚项目开展评价工作的基础上进一步充实积累完成的, 全书共收集 85 个矿床描述模式和 60 个矿床品位—储量模式, 其中 65 个矿床描述模式和 37 个矿床品位—储量模式已应用于哥伦比亚的找矿勘探和评价项目中。

现将该书中有关金矿床部分译成中文, 以供工作参考。可惜的是, 书中金矿床并不囊括全部类型, 所举类型亦多适应特定地区所需。然而, 不足之中亦有美事, 所举类型竟多属时代晚近的浅成低温类, 恰为环太平洋地区近时找矿之热门, 亦为我国地质人员目前众所欲克之对象。

根据模式, 不仅有着定性的标志, 亦可得其定量的梗概。举例如碳酸盐岩中 Au-Ag 矿床 (卡林型), 以 33 个已知矿床统计, (矿石量) 储量规模: >24 百万吨者 2 个, $5.1—24$ 百万吨者 15 个, $1.3—5.1$ 百万吨者 14 个; 金品位: $>7.6\text{g/t}$ 者 3 个, $2.5—7.6\text{g/t}$ 者 14 个, $0.69—2.5\text{g/t}$ 者 16 个。由此数据粗略估计, 半数以上矿床其储量属 5 百万吨 (矿石量) 级, 同样半数以上矿床金品位 $>2.5\text{克/吨}$, 具备这些基本数据在胸, 对其勘探评价工作自然有所裨益。

然而, 模式之应用, 无时不受地质条件的复杂性和差异性以及人们认识深浅程度的制约, 连编者本人也不禁提出以下问题:

- 诸模式数目是否已尽其限?
- 是否每一矿床都必须套入一模式中?
- 是否每一矿床只能套入一模式中?
- 何人 (及何时) 来确定一个模式的正确与否及其完善程度?
- 模式能真正完善吗?
- 模式应是如何完善程度才能有用?

显然, 我国地质人员还会提出一些问题来, 并且在实践过程中随地域 (应用地质学的主轴) 的差异性实现应变和发展。

一、斑岩 Cu-Au 矿床的描述模式

1. 概貌: 斑状侵入体和同时代火山岩中细脉网状黄铜矿、斑铜矿和磁铁矿。

英闪岩类
Au(ppm):Mo(%) > 30

2.地质条件

岩石类型: 英闪岩—二长花岗岩; 与侵入岩同时代的英安岩、安山岩流和凝灰岩。还有正长岩、二长岩及同时代的高钾低钠火山岩。(橄辉玄粗岩)

结构: 侵入岩为斑状, 具细—中粒细晶质石英基。

时代范围: 白垩纪—第四纪。

成矿环境: 同时代火山岩及侵入其中的斑岩, 两者皆含大量角砾岩。斑岩有时呈岩墙, 具火山中心特征; 侵位深度 1—2 公里。

构造背景: 岛弧火山; 火山活动晚期, 也属大陆边缘与裂谷有关的火山作用。

伴生矿床: 斑岩 Cu—Mo; 砂金矿。

3.矿床描述

矿物组合: 黄铜矿±斑铜矿; 痕量自然金、银金矿、针碲金矿和碲银矿。石英+钾长石+黑云母+磁铁矿±绿泥石±阳起石±硬石膏。黄铁矿+绢云母±粘土矿物±方解石可能出现在晚期细脉中。

结构构造: 细脉和浸染状。

围岩蚀变: 石英±磁铁矿±黑云母(绿泥石)±钾长石±阳起石±硬石膏在内部, 青盘岩化为外带。晚期石英+黄铁矿+白云母+粘土可能迭加在早期长石蚀变带之上。

控矿条件: 密集的石英、硫化物、钾长石、磁铁矿、黑云母或绿泥石的细脉和裂隙。矿化带具钟状形态, 其中心位于火山—侵入活动中心。高品位矿石通常位于岩株成分叉的部位高度上。

风化作用: 原生矿中若黄铁矿含量少时, 地表铁染或弱或无。出现铜硅酸盐和碳酸盐。残积土中含较多金红石。

地化特征: 中心为 Cu、Au、Ag, 周边为 Mo。如晚期绢云母、黄铁矿强烈时, 周边可出现 Pb、Zn、Mn 异常。矿化带中 Au(ppm): Mo(%) > 30。金富集于矿体上的残积土中。侵入体上可出现高磁异常, 周围的黄铁矿晕之上可出现低磁异常。

4.矿床实例

矿床名称		国家
多斯波伯雷斯	Dos Pobres	美 亚利桑那
阿夫顿	Afton	加 英属哥伦比亚
贝尔科珀	Bell Copper	加 英属哥伦比亚
卡里布贝尔	Cariboo Bell	加 英属哥伦比亚
科珀山	Copper Mountain	加 英属哥伦比亚