

国外金矿地质专辑

COMPILATION OF OVERSEAS GOLD GEOLOGY

(二)

1990.3

国家黄金管理局地矿办公室
冶金工业部天津地质研究院

责任编辑：赵廷璧

编 辑：《冶金地质动态》编辑部
(天津市友谊路42号)

出版：冶金部天津地质研究院

印刷：冶金部天津地质研究院印刷厂

发行：《冶金地质动态》发行组

前言

人类开采、利用黄金已有五千余年的历史，最早的探采对象是以砂金矿床为主，而后是易于发现的高品位脉型原生金矿床，其中以太古代绿岩中的金矿床为最主要的来源。

现在世界上已知黄金储量39808吨，储量基础45095吨（矿业实况与问题，1985）。其中产于各个地质时期的黄金储量的大致比例为：

前寒武纪（太古～元古代）储量70%

古生代 3%

中生代 15%

新生代 10%

从黄金生产的历史来看，截至1984年底全世界累计产金已达12万吨左右。1900年后的产金总量为8万吨左右。许多著名的大型、超大型金矿床，重要黄金生产基地均为前寒武纪的金矿床。例如：加拿大的提敏斯一波丘潘金矿已产金1600吨，西澳卡尔古利金矿已产金1200吨，印度科拉尔金矿800吨，巴西莫洛维洛金矿390吨，美国霍姆斯塔克金矿1120吨等。

随着经济技术的不断发展，采选冶技术的不断进步，不同类型金矿床的经济意义及其相对重要性也在发生着显著的变化。从八十年代以来世界范围内金矿储量的新增部分便可以看出：卡林型金矿，或广义的微细浸染型金矿床、浅成热液型金矿床等都已成为具有重要经济意义的新的金矿类型。

根据法国地调局J、J、巴歇的统计数字（1987）：八十年代以来世界新增金矿储量7000吨左右，其中：加拿大816.1~1176.1吨，美国1360.2~2372.7吨，拉丁美洲>772.1吨，欧洲40.4~50.4吨，非洲（南非除外127.4吨），南非1339吨，亚洲326.4吨，大洋洲（澳大利亚除外）603.3吨，澳大利亚1305.4~13234吨。

总计6790.5~7193吨

其中规模较大的矿床有：

美国	朗德山金矿	260吨	卡林型
	金坑	306吨	卡林型
	麦克劳林	100吨	浅成热液型
	詹姆斯敦	105吨	火山热液型
加拿大	赫姆洛	250~600吨	变质火山热液型
	多姆	333吨	火山热液型
巴西	塞拉佩拉达	500吨以上	变质热液型
南非	埃兰斯兰德	777吨	古砂矿型
	朱尔根绍夫	187吨	古砂矿型
	比阿特克斯	275吨	古砂矿型
日本	菱刈	120吨	浅成热液型

印尼	婆罗洲马穆特	90吨	浅成热液型
巴布亚新几内亚	奥克合迪	138吨	浅成热液型
	弗里达	230吨	浅成热液型
	波格拉	200吨	浅成热液型
澳大利亚	奥林匹克坝铜金铀矿床	270吨	层状沉积型及角砾岩筒型
维多利亚	中西部地区	670吨	砂矿型

伴随着新类型金矿床的开发,一些新兴矿山迅速崛起,从而促使各国金产量比例之间相应的变化。例如整个西南太平洋地区今后将成为浅成热液型金矿的巨大资源和生产区。近十年来该区各国黄金总产量已增加三倍,在非社会主义国家中所占的百分比已增加了一倍。其中澳大利亚维多利亚州的巴拉腊特金矿已累计产金311吨,本底戈金矿产金157吨;巴布亚新几内亚由于将新建三个大金矿:米斯马、利海尔和波格拉,预计1992年该国黄金总产量将翻一番,达75吨。

美国西部的微细粒型金矿近十年来发展极快。过去内华达州的黄金产量不足全国的10%而今天已占全国的60%。卡林型金矿除赋存在碳质碳酸盐岩中以外,已发现在各类沉积岩、火山岩中也有该类型金矿产出;近二年又在原来氧化矿石之下发现了深部硫化物矿石,品位高、厚度大,迄今已使该地区的金矿储量增加一倍多,而且为全区深部找矿打开突破口。该区最大的产金公司纽蒙特矿业公司在400Km²范围内已获储量1710.5吨。1965~1988年间累计产金186吨,预计1990年产金46.5吨。

此外,富金的斑岩型金矿床大多赋存在太平洋西侧。西南太平洋地区过去十年中第三纪斑岩型铜矿中产金量已接近于太古代金产量的一倍,现在从斑岩铜矿中产出的金几乎等于该区所有其它各类矿床金产量的总数。这是由于铜、金价格的相对变化,使许多曾经以金为付产品的铜矿床成为名符其实的斑岩金矿床,如布干维尔(潘古纳)已成为西南太平洋地区最大金矿床,储量507吨。

至于块状硫化物矿床中的金虽然含量变化很大,一般0.2~2g/t,其中的金一直是极有意义的付产品。例如仅日本黑矿中所计算的金资源总量达165吨,因此火山成因块状硫化物矿床中金的富集模式研究已引起人们高度的重视。

总之,各种类型金矿床的经济意义越大,则对之进行勘探找矿的吸引力越大。当前世界范围内的“淘金热”正向着多种类型的方向发展。许多新问题摆在我们面前:已有的矿床类型有重新认识的必要;新的金矿类型有待于发现;许多老的采金地,已知矿床面临重新评价及深部找矿的问题。过去认为“无经济意义”的“表外矿石”,甚至是含金极低的岩石,在一定的开采,选冶条件下将成为能赢利的探采对象。

为了配合黄金地质工作者找矿与勘探的需要,我们搜集了近两年来在一些国际会议及期刊杂志上发表的有关金矿床最新研究成果的文章编辑出版以供参考。

专辑主要内容包括微细浸染型、浅成热液型、热泉型、斑岩型金矿床及含金块状硫化物矿床的一些最新发现和成矿理论。

此项工作是在国家黄金管理局的大力支持和指导下由天津地质研究院完成的,本专辑编辑过程中得到院内外许多同志的热情帮助,在此表示感谢。对编辑中的缺点和错误欢迎批评指导。

国外金矿地质专辑目录

1. 我国大型、特大型金矿找矿方向讨论.....罗镇宽 (1)
2. 产于火山岩中的浅成热液贵金属矿床模式.....Harold F. Eonham, Jr (7)
3. 池田湖破火山口西边的金、银矿床群.....古宇田 亮一 (15)
4. 美国克罗拉多克里普克里克地区克雷森金矿床矿化结构
和地球化学.....J. A. Saunders (25)
5. 美国内华达州托奎马破火山口杂岩的蚀变与贵金属矿化.....Bradford A Mills (29)
6. 内华达一些浸染型金矿与前寒武纪克拉通西缘
及古地热异常之间的关系.....Charles G. Cunningham (41)
7. 日本鹿儿岛串木野矿山浅成低温热液石英脉中
Au—Ag—Te 矿石.....志贺美英 浦岛幸世 (48)
8. 铍矿物在含Hg/Au热泉矿床中的分布—依据
近红外光谱特征得出的初步证据.....M. Dennis Krohn等 (55)
9. 新西兰罗托卡瓦地热系统: 活动浅成热液中金的沉积环境.....R. E. Krupp等 (66)
10. 地热流体沉淀的硫化物矿物及其浅成金矿床的关系.....今井秀喜等 (79)
11. 苏格兰赖尼下 (Rhyne) 泥盆地含金热泉体系.....C. M. Rice, N. H. Trewin (83)
12. 热泉环境形成的金矿床.....Carl E Nelson (87)
13. 裴济未成熟岛弧的金矿化作用.....石原舜三等 (97)
14. 新西兰怀希戈尔登罗斯浅成热液 Au、Ag 矿床的
稳定同位素和流体包裹体.....C. E. J. DE RONDE等 (107)
15. 母脉金的矿物学、流体包裹体和稳定同位素.....R. H. Weir Jr, 等 (121)
16. 斑岩系中的金、银矿床.....R. H. 西里托 (131)
17. 海底多金属硫化物矿床的金、银潜力.....Mark D. Hnnington等 (144)
18. 挪威北部芬马克群比德瓦格铜—金矿床.....阿恩·比约利凯等 (150)
19. 塔斯马尼亚区Hue River紧密褶皱富含金块状硫化物矿床.....ROSSR. Large (165)
20. 魁北克格林威尔省变质岩系多金属喷气矿床:
蒙托帮北部金矿带的地质和变质作用.....路易斯·伯尔尼 (176)
21. 金矿床的同位素—地球化学模式.....H. M. ЗАИРИ等 (191)
22. 含金辉长岩—闪长岩—花岗闪长岩建造模式.....B. Л. ХОМИЧЕВ (197)
23. 层状含金—石英脉矿化的控制因素.....M. M. КОНСТАНТИНОВ等 (205)
24. 某些金矿床的定量预测评价问题.....赵廷璧 (213)
25. 世界深成—火山岩类矿床概述.....J. J. Bache (220)
26. 世界火山沉积型金矿床概况.....J. J. Bache (227)

我国大型特大型金矿找矿方向讨论

罗镇宽

一、问题的提出

大型(>20吨)、特大型(>50吨)、特别是超大型(>100吨)金矿对一个国家金矿资源起着举足轻重的作用。甚至对一个国家的国民经济发展也有十分重要的影响。如南非的维特瓦特兰德砾岩型金矿,截至1984年总共生产了36000吨黄金,约占人类有史以来生产黄金的55%,现在仍保有18040吨确定储量。无疑它是世界上独一无二的超大型金矿。美国的霍姆斯塔克金矿截至1979年已生产黄金1120吨,尚保有储量98吨。加拿大阿比提比绿岩带的波丘潘金矿(1550吨)、赫姆洛金矿(597吨,平均品位7.78g/T);印度的科拉尔金矿(700吨);澳大利亚耶尔冈地块上的卡尔古利金矿(1050吨);苏联乌兹别克共和国的穆龙套金矿等都对这些国家的金矿资源和国民经济起着十分重要的影响。

进入七十年代,世界地质找矿的热门话题是研究探索寻找超大型矿床;建立矿床成因模式,应用成因模式指导找矿。金矿也不例外,先后建立了太古代绿岩金矿、浊积岩型金矿、卡林型金矿和浅成热液金矿的成因模式,并用来指导找矿,而且见到了明显的找矿效果。仅80年代以来就发现大于100吨金属储量的超大型金矿床8处(表1),其中绿岩金矿2处,卡林型金矿3处,浅成热液型金矿3处。使这些所在国家的黄金生产有了长足的进展。

表1

八十年代国外新发现的超大型金矿

顺号	矿床名称(所在国)	发现年份	储量(T)	品位(g/T)	矿床类型	容矿岩石
1	赫姆洛(加拿大)	1981	597	7.78	绿岩带中层控浸染状	黄铁矿化绢云母片岩
2	通德拉(加拿大)	1982	150	6.2	绿岩型	长英质凝灰岩、集块岩
3	麦克劳林(美国)	1980	100	4.98	卡林型	硅化碳酸岩质凝灰岩
4	金坑(美国)	1981	258	1.3	卡林型	硅化炭质碳酸盐岩
5	深部波斯特—贝茨(美国)	1987	311	6—12	卡林型	粉砂质灰岩
6	菱刈(日本)	1980	120	80	火山浅成热液型	黑色页岩、砂岩和凝灰质角砾岩、凝灰岩
7	波尔盖特(巴布亚新几内亚)	1982	420	3.7	火山浅成热液型	火山角砾岩
8	利海尔岛(巴布亚新几内亚)	1982	500	3.5	火山浅成热液型	火山角砾岩、二长斑岩

据戴自希(1989)

我国已探明有少数储量大于50吨的特大型金矿,即新城、焦家、三山岛、玲珑、金厂峪、团结沟金矿,仅此六个矿床其总储量就占我国保有岩金储量的三分之一(300多吨)。但我国尚未发现储量大于100吨的金矿,这使我国黄金生产受到一定的限制。

消耗大量资金去研究、寻找、勘探小型矿床，勘查、基建、生产成本都比较高，不如集中力量研究、探索、寻找大型、特大型和超大型金矿有利。当然，这不是一概排除搞小型矿床。因地制宜，搞一些地方国营、集体经办的小型矿山，勘探程度不一定太高，采取边探边采的办法，逐步扩大，对促进黄金生产，搞活地方经济，支援贫困山区也是完全必要的。但要使我国黄金资源不足的被动局面有一个根本的改变，要使黄金生产稳步发展，不搞一批大型以上的骨干矿山是不能奏效的。

二、国外超大型金矿类型

目前国外已发现的特大型、超大型金矿类型主要有绿岩金矿；产在绿岩带中的层状、似层状金矿；砾岩型金矿；浊积岩型金矿；卡林型金矿；浅成热液金矿六大类。近年来，又发现有风化壳型（含金铝土矿）、接触交代型等大型金矿。

对于这些矿床的地质特征近年来国内刊物作了比较详尽的介绍）本文不赘。但仍有必要对其主要特征作简单的回顾。

1. 绿岩金矿：包括产在绿岩中的脉状、细脉状、浸染状（蚀变岩）型金矿。这是一类数量最多、规模大、总储量仅次于砾岩型金矿的重要类型。按成因，多效人认为属变质热液型床矿。但其中相当多的矿床仍不同程度与长英质侵入岩有空间关系，尚不能排除成因上与其有联系。这类矿床一般产在稳定的、变质较浅的太古代地盾区晚太古代（2900—2500Ma）绿岩建造中。早太古代和早元古代绿岩一般含金较差。相当多数的矿床为含金石英脉（Vein）型，但也不乏浸染状（蚀变岩）矿体（lode）。据不完全统计，大于50吨的这类矿床数量最多（表2）。因而具有极为重要的意义。

表2 世界主要超大型绿岩金矿一览表

矿田或矿床所在国	矿体主要形态特征及类型	储量 (T)	延深(米)
科拉尔(印度)	脉带、细脉带、透镜体带	700	3500
莫罗-维络(巴西)	细脉浸染矿带	250	3000
肖-莫托尔(津巴布韦)	脉和细脉带	150	2000
格洛布-菲尼克斯(津巴布韦)	块状脉及树枝状脉	120	1500
累奥诺腊(澳大利亚)	脉	80	1500
芒特-马格内特(澳大利亚)	浸染状矿带和矿柱	40—50	1510
恩(加拿大)	层状和带状浸染矿体	230	>1300
德湖马德森(加拿大)	浸染状矿带	60	1280
波丘兹(加拿大)	脉带、细脉带和细脉浸染状矿体	1550	1200
卡尔古利(澳大利亚)	浸染状矿带、少量树枝状脉	1050	1200
诺斯曼(澳大利亚)	脉、细脉状和浸染状矿体	120	1030
沃布腊伊登(加拿大)	脉	65—75	1000
布雷洛恩-派欧尼尔(加拿大)	脉	120	1200
算术平均		349	1639

据吴美德 (1986)

2. 绿岩带中的层状、似层状金矿。指的是绿岩带含铁建造中的雷姆斯塔克金矿和绿岩建

造上部中酸性火山岩向沉积岩转变过渡带绢云母片岩中的赫姆洛金矿。

霍姆斯塔克金矿产在美国南达科他州前寒纪一套低—中级变质的千枚岩、变火山岩和变辉石岩层序中。具体含矿的霍姆斯塔克组为镁菱铁石英片岩或镁铁闪石片岩（深变质相）故有人称之为碳酸盐相含铁建造。另一方面矿层中常含有磁黄铁矿、黄铁矿、毒砂以及闪锌矿、方铅矿、黄铜矿等硫化物，故又称之为硫化物相含铁建造。金最经常与毒砂伴生。根据矿床地质和同位素地球化学研究，认为金、砷、硫、二氧化硅是由热泉带到沉积环境下，与铁、镁、碳一起沉积下来，后来在地层发生变质变形作用过程中，被活化带到扩容带中成矿的。第三纪的流纹岩墙侵入产生的热流体只是对已形成的矿层进行改造，对成矿元素作了重新分配，形成了少数第三纪矿体。国内常常把这类矿床划为沉积变质矿床这是不妥当的。实际上金的富集主要是在变质热液作用下完成，应当还是属于变质热液矿床。

赫姆洛金矿是80年代在加拿大绿岩建造上部酸性火山岩向沉积岩转变的过渡带发现的一种新矿床类型。容矿岩石为中—酸性火山岩变质形成的绢云母片岩中。组成岩石的矿物主要是黑云母、白云母、石榴石、十字石、直闪石、堇青石、硬绿泥石、兰晶石、重晶石和黄铁矿等。矿体呈层状，与岩层基本整合。关于赫姆洛金矿的成因众说纷纭，几乎各种成因观点都有一海底喷气沉积、浅成热液、变质剪切交代等等。从矿床地质特征和稳定同位素地质学特征分析，最可能是海底火山喷气沉积形成的胚胎矿，后经成岩—变质作用改造形成。

3. 砾岩型金矿。这类矿床以南非的维特瓦特斯兰德金矿为代表。它的巨大的经济价值是其他任何类型无法相比的。与兰德金矿相似但又不完全相同的砾岩型金矿还有加纳的塔库瓦、巴西的雅科比纳、加拿大的盲河—埃利奥特湖等。但这些矿床的规模均无法与兰德金矿相比。

南非的大多数地质学家强调兰德金矿是变质改造的古砂金矿床。也有些地质学家包括R.W. 哈奇逊强调它属海底喷气沉积改造。他认为兰德金矿之所以规模如此之大与成矿时代及含矿建造有关。在所有的砾岩型金矿床中，只有兰德型金矿的含矿地层与绿岩型金矿含矿地层时代一致（2900—2500Ma）；古砂金的含矿建造中，也只有维特瓦特斯兰德含有厚层的拉斑玄武岩，这种拉斑玄武岩岩石化学成分与太古代绿岩金矿脉伴生的拉斑玄武岩相似。

砾岩型金矿规模巨大，但分布不如绿岩型金矿普遍，整个欧亚大陆至今尚未发现一个有重要经济价值的砾岩金矿。

4. 浊积岩型金矿：是指产在浊积岩系中的金矿，容矿地层时代从前寒武纪到第三纪都有，但主要是产在元古代和古生代地层中。包括产在东澳塔斯曼地槽奥陶统沉积岩系中的巴腊纳特一本迪戈金矿；加拿大新斯科舍省早古生代麦克马群中的金矿；苏联乌兹别克共和国南天山褶皱带下古—上元古代地层中的穆龙套金矿。其容矿岩石主要是变质砂岩、板岩、片岩、千枚岩，或多或少含有炭质物和原生沉积成因的硫化物。这些岩层不一定是浊流形成的，故本文倾向于将其称之为产在变泥质碎屑岩中的金矿。矿床明显受地层控制，硫、铅等同位素特征表明，容矿围岩就是矿源层。构造上，矿床主要是受褶皱构造控制，矿体多产在背、向斜的轴部、转折端鞍状矿脉、层间脉或网脉状，层间滑脱面上的顺层脉，蚀变层间破碎带等。矿床成因多为成岩改造或变质热液矿床，有些也与侵入岩有密切的成因联系。

5. 卡林型金矿：是以60年代在美国内华达州古生代碳酸盐岩夹细碎屑及泥质岩石中发现的卡林金矿命名的矿床类型。这类金矿的最大特征是容矿岩石的岩性为碳酸盐岩、细碎屑岩

和泥质岩石；矿体呈层状和似层状；矿石呈浸染状；有一套特殊的低温矿物组合和特征的伴生元素组合—Au、As、Sb、Hg、W、Tl；矿石中的金常为呈不可见形式赋存在黄铁矿、毒砂和粘土矿物中的次显微晶或吸附状态的金。由于它与浅成热液矿床有相同的大地构造位置，有相似的围岩蚀变特征；它也与近代热泉有密切的空间和成因联系。据此，许多研究者认为它属浅成热液矿床。另有一些学者根据其容矿岩石为细碎屑岩和泥质岩石，把它归到浊积岩型金矿，或者是一种浅成热液叠加改造的浊积岩型金矿。

6. 浅成热液金（银）矿床：正如上文所述，这类矿床是近年找矿进展最大的一类矿床。它的最大特征是分布位置，它们常常产在是中新生代板块消减叠接带或碰撞对接带的钙碱系列火山岩或临近的较老的地层中。世界上有两个巨大的火山浅成热液金银矿床成矿带，一个是环太平洋成矿带，它基本上与环太平洋火山岩环一致；另一个是阿尔卑斯——喜马拉雅成矿带，它与古特提斯海洋第三纪的碰撞对接带一致。这类矿床是当今研究最详细、而且也是有条件进行较深入研究的矿床，其地质特征及同位素地球化学特征与现代热泉所留下的记录完全一致。根据这一地质特征，矿床地质学家们为它建立了热泉成因、爆破沸腾的成因模式。关于这些详细情况，近几年的刊物已有不少介绍，此处不赘。

除以上六种类外，接触交代型、风化壳型（含金铝土矿）也有一些大型矿床，这里不一介绍。

三、超大型金矿床的共同特征

上述各类超大型金矿床有一些共同的特征，也有一些独有的特征，当然还有一些尚未被人们认识的规律。总结这些共同特征对进一步指导找矿是有意义的。

1. 大多数超大型金矿床显示出一定的大地构造位置。绿岩型金矿、绿岩带中的层状、似层状金矿主要产在西澳、南非、巴西、印度、加拿大一些稳定的、变质程度相对较低、绿岩建造发育比较完善的地盾区。除印度以外的欧亚大陆目前尚未发现典型绿岩金矿、霍姆斯塔克金矿和赫姆洛金矿，也未发现有经济价值的砾岩型金矿。浊积岩型金矿则主要产在元古代—古生代地槽褶皱带。而卡林型金矿和浅成热液金（银）矿床则主要产在中新生代板块俯冲带一侧的大陆边缘活动带或岛弧活动带。

2. 由于它们受一定大地构造环境控制，大多数大型、特大型金矿是成带、成片产出。只有砾岩型金矿、霍姆斯塔克金矿似乎是世界独一无二的。

3. 多数大型、超大型金矿受一定的地层单元控制。绿岩型金矿、霍姆斯塔克金矿，赫姆洛金矿、浊积岩型金矿、卡林型金矿大都如此。即它们的胚胎矿或矿源层是同生形成，后来的成矿作用只是对其进行改造，进一步富集。只有浅成热液矿床的层控特征不十分明显。

4. 部分超大型或大型金矿具有多次矿化叠加复成因特征。如砾岩型金矿，它不是单一原生沉积成因，而是经历了成岩、变质热液改造形成。又如霍姆斯塔克金矿，不仅经历了沉积变质改造，后来还经历了第三纪次火山热液叠加的改造。

四、我国大型以上金矿的找矿方向

近几年，不少金矿地质工作者和有关领导纷纷出国访问、考查、实地调查了许多国外重要金矿的成矿地质条件、矿床地质特征，学习国外的找矿勘探经验，借鉴这些经验无疑是

必要的。但一是要从中国的具体地质条件出发,把主观需要和客观地质条件可能两者结合起来,选择一些中国有利成矿的矿床类型和有利的成矿的远景区,重点突破。笔者根据近几年对全国主要金矿的野外调查所得,提出一些不成熟的认识,与同行们一起讨论。

中国没有大规模砾岩型金矿的成矿条件,不必再在这方面耗费人力、物力。这一认识涂光炽先生已在多次学术会议上作过论述,笔者同意这一认识。霍姆斯塔克金矿和赫姆洛金矿在中国的成矿条件也不利,至少目前看不出有这种希望。

根据我国的成矿大地构造背景和成矿条件,有希望找到大型金矿的类型主要有下列5类。

1.产在太古代变基性火山岩(绿岩)建造中的金矿。包括华北地块上的夹皮沟、胶东、小秦岭、燕辽、内蒙乌拉山等地区的金矿。从矿体形态和组构特征看,这类矿床包括含金石英脉型和含金的蚀变破碎带型。我国已发现的6个特大型金矿有5个就属于这种类型。其中玲珑、金厂峪属石英脉型。新城、焦家、三山岛属蚀变破碎带型。此外还有许多大型金矿也属于这种类型,如夹皮沟、红花沟、金厂沟梁、小营盘、文峪、杨寨峪等等,大都是含金石英脉。这类矿床可以近似地与国外的绿岩金矿类比。它们主要产在太古代变基性火山岩(绿岩)分布区,铅、硫同位素表明其矿源层就是太古代变基性火山岩。但其成矿时代相对较晚,成因上主要不属变质热液矿床,而与显生宙的构造岩浆活动有密切的关系。除在夹皮沟的某些矿床、冀东的金厂峪金矿看到有前寒武纪变质热液矿化的痕迹外。其他矿床则主要是在显生宙海西期和燕山期形成的。这就造成我国这类金矿的一个重要特征,即“矿源层”老,但成矿时代相对较新。

这类金矿是我国目前的主要生产矿山。有证据表明,这类矿床成矿条件相对较好。无论是现在已发生矿量危机的矿床正还是处生产兴旺时期的矿山,其外围和深部都有希望进一步扩大矿量。如胶东地区,又新发现了台上,大尹格庄、河东、金青顶等一批大型、特大型矿床。台上矿区的一口千米深钻,在907.31米至946.6米处见到30.93米厚品位为5.49g/T的厚大矿体,显示其巨大的潜在储量,有希望成为一个超大型金矿。牟平—乳山成矿带的金青顶金矿,原探明储量6吨,经开采已耗尽。重新评价新增储量21吨,品位高达18.56g/T。及时满足了矿山需求。小秦岭金矿田,继杨寨峪之后,又探明了四范沟、大湖、竹峪等一批大、中型矿床。

总之,这类金矿床成矿地质条件好,许多都是开采多年的老矿山,积累了丰富的资料,工作条件好,有可能在其外围和深部找到新的大型矿床,许多中小型矿床可望扩大成为大型金矿。勘探、开发这类矿床,经济效益好,这是不言而喻的。为此加强这类矿床的找矿勘探,加强这类老矿山外围及深部的成矿预测和找矿勘探是当务之急。

2.与变泥质碎屑岩建造有关的金矿。这类金矿与前述“浊积岩型”金矿相当。其主要特征上文已作了介绍。我国有大面积分布的元古代和古生代变泥质碎屑岩建造。包括辽东河群;吉林东部的集安群和老岭群;桐柏地区的毛集群歪头山组;江南古陆上的板溪群、冷家溪群、双桥山群;粤西桂东地区的“震旦系”和寒武系八村群和水口群。汉中—安康—大巴山一带的变黑色页岩建造;新疆塔里木地块北缘的南天山褶皱带中的有关层位,都具有这类金矿找矿的良好地层背景。我国已发现与变泥质碎屑岩有关的大型金矿有丹东五龙、盖县猫岭、桐柏银洞坡、湘西沃溪、粤西河台。其中猫岭、河台是80年代发现的,显示出这类矿床在我国的良好找矿前景。过去对这类矿床重视不够,加上它并不都是石英脉型,常呈层间蚀

变破碎带、矿化的韧性剪切带形式产出，比较不易识别。加强这类矿床的研究和找矿是完全必要的。特别是在新疆西天山褶皱带，阿尔泰褶皱带能否找到穆龙套式的金矿，是金矿地质工作应当回答的问题。

3.微细粒浸染型金矿。是指80年代在我国西南地区粉砂岩、泥质岩石发现的一种新类型。包括黔西南的板其、丫他、戈扩、紫木垭；桂西的高龙、金牙；川西北的东北赛、甘孜丘洛；甘南的拉日玛；秦岭的二台子、双王；湘中的高家坳等。多数达到大型规模。这类矿床是受美国卡林型金矿发现的影响找到的。它们之间的确有许多相似之处。许多刊物上已进行过介绍。但也表现出一些重大的差别。

美国卡林型金矿分布在內华达州—加利福尼亚州的近南北向带内，属环太平洋成矿带的组成部分，与火山浅成热液矿床同构造空间，因此卡林型金矿也被划为浅成热液矿床。卡林型金矿还与第三纪的次火山岩侵入体有密切的空间和成因联系，岩浆活动为成矿提供了热动力。而我国西南地区发现的微细粒浸染型金矿，除川西北地区与卡林型金矿有类似的大地构造环境外，其他地区还看不出有这种构造环境；同时大部分矿床也未发现与成矿有关的岩体；卡林型金矿以碳酸盐为主要容矿岩石，粉砂质泥质岩次之，我国发现的微细粒浸染型金矿则以粉砂质、泥质岩石为主，碳酸盐岩次之。因此，本文认为这类矿床应属中国的新类型，不能与卡林型金矿完全对比。

在我国西南、西北地区，显示出这类金矿的良好找矿前景。包括黔西南、桂西、滇东、湘中、川西北、甘南、秦岭冒地槽褶皱带等地区。应当结合中国的具体情况，进一步加强这类金矿成矿条件的研究，包括成矿大地背景，容矿地层（矿源层），成矿地球化学背景，控矿构造性质的研究。不受卡林型金矿成因模式的约束，但又要借鉴卡林金矿的经验，建立起符合我国实际情况的成因模式，更好地指导找矿。

4.浅成热液矿床：与中生代火山活动有关的浅成热液矿床近年取得了重大的突破。引起了各国地质工作者的瞩目。上文提到两个巨大的浅成火山热液矿床都经过中国。

我国东部地区属环太平洋成矿带的组成部分，有广泛分布的中生代火山岩，已发现一些浅成热液矿床，如团结沟金矿、吉林五凤—五星山、赤卫沟金矿、浙江逐昌银坑山金（银）矿、龙泉八宝山金（银）矿。其中团结沟金矿达特大型。如按1g/T的边界品位，3g/T的工业平均品位计算，储量接近100吨。银坑山金矿也接近大型，并共生有436.6吨银。此外，台湾的金瓜石。不过中国东部除台湾外，大陆上主要属中生代成矿的外带，火山岩主要是由陆壳重熔形成，而不是洋壳（拉斑玄武岩）直接下插重熔形成。因此金矿化不如日本、菲律宾、印尼、巴布亚新几内亚岛弧环境有利，也不如美洲西海岸有利。在美洲，洋壳直接俯冲在大陆下。在北美洲，洋壳连同海洋中脊一起淹没在大陆下，成矿更为有利。这也许是北美洲浅成热液矿床、卡林型金矿特别发育的原因所在。在中国东部，正如许多研究者所指出的，要有一个有利的前寒武纪矿源层为结晶基底的地区，上覆火山岩才有利成矿。也就是说成矿作用虽然发生在中生代，但矿源层是前寒武纪的。因此，在东部地区寻找火山浅成热液矿床一定要考虑到这一因素。

中国西南大部分地区属阿尔卑斯—喜马拉雅成矿带的组成部分。分布有印支期、侏罗纪、白垩纪、第三纪火山岩带。蛇绿岩套与钙碱系列火山岩成对产出，表明那里的钙碱系列火山岩是由洋壳重熔形成的。火山岩的规模并不比东部逊色，只是因为地形条件差，没有进行深

入的研究。1977—1984四川地矿局在甘孜白玉县已初步评价了一个超大型含金富银的多金属矿床。专家们公认属日本黑矿型矿床。表明该区也应有浅成热液矿床的成矿条件。

在滇西腾冲,现代热泉仍在活动。据我院郭光裕等人采样分析,由热液爆破形成的硅质岩平均含金 0.2225g/T (148个样平均),最高含金 4.65g/T ,大于等于 1g/T 的样品占21%。表明现代热泉的成矿作用仍在进行。热泉水的含金平均为 0.0451g/T ,最高达 0.16g/T 。比一般热泉含金都高。

从上述特征看,西南地区比东部地区似乎更有利于形成浅成热液矿床。

5. 与同熔型花岗岩有关的接触交代型和脉状铜(多金属)金矿。

这类矿床总的来说已经不是重要的金矿床,主要是伴生金矿。近期,它的重要性越来越明显。国外属于这类的大型矿床有加拿大的镍板矿床(年产金4吨),美国巴特山山的福提德金银矿床(年产金约8吨)、麦科依矿床(年产金2.82吨)、澳大利亚的亚雷德多姆(芒加纳)金矿床(储量39吨,品位 2.6g/T ,1987年投产,计划年产金2吨)等。

我国是一个接触交代型矿床比较发育的国家。目前已发现的这类金矿有湖南常宁水口山,据估计,该矿床单一、共生、伴生金的总储量可望达到100吨金属量。鄂东地区已探明两个大型铜金共生矿床—鸡冠嘴和鸡笼山。江西德兴银山金铜矿床也可望成为一个大型Cu、Au共生矿床。长江中下游还有相当多的Fe—Cu—Cu—S多金属矿床伴生金,规模达大型甚至特大型。吉林延边小西南岔为一石英脉型铜金共生矿床。由于过去对金不够重视,许多伴生金的接触交代型矿床,样品代表性不够,重新工作后,有可能变为共生金矿。辽宁华铜就是一例。

接触交代型金矿主要产在同熔型中酸性小岩体与碳酸盐接触带内外。一般矿化发生在矽卡岩硅酸盐矿物形成之后的硫化物阶段。多与钙矽卡岩有关。控矿构造一般为断裂复合叠加的接触带。我国有利寻找这类矿床的地区有长江中下游、湘中南、赣东北、山东沂沭断裂带及吉林延边地区。

参考文献略

产于火山岩中的浅成热液 贵金属矿床模式*

Harold F.

Bonham, Jr

(内华达州地质矿山局)

(内华达州里诺大学)

摘

要

本文提出了产于火山岩中的浅成热液贵金属矿床成矿模式。根据蚀变矿物,主要的和微量金属含量以及有关的火成岩类型,可将这些矿床分成三大类。

第一大类为低硫型,与石英—冰长石—碳酸盐—绢云母蚀变有关。总硫量低。银/金比值通常较高,有大量的Mo、W、Mn、F和Se地球化学异常以及数量不等的贱金属硫化物。

* 本文译自:美国西部可采贵金属矿床会议论文集,1989年。(以下同)

该类矿床的代表为美国内华达州的托诺帕和墨西哥的帕丘卡雷尔德尔山。

第二大类以泥质蚀变发育为特征。金与硫砷铜矿族矿物有关。总硫量高,呈硫化物和硫酸盐产出。该类矿床在时间上、空间上和成因上与中性成分的钙—碱性火成岩有关。在该类矿床分布的许多地区,含银的黝铜矿、砷黝铜矿、方铅矿和闪锌矿相对于金—硫砷铜矿呈带状排列,而在另一些地区则没有这种情况。对于该类矿床来说,Bi、Mo、Te是重要的微量金属,正如W是某些矿床的重要微量金属一样。该类矿床典型代表为智利的艾耳印地奥,美国内华达州的金田和多米尼加共和国的普韦布洛维埃乔。

第三大类以石英—萤石—碳酸盐—冰长石—钼云母蚀变为特征,银/金比值低,金一般以碲化物产出。该类矿床在成因上与碱性火山岩有关。F和Te是该类矿床的特征地球化学标志,而Cu、Pb、Zn含量小。该成矿体系总硫量低,其典型代表为美国科罗拉多州的克里普克里克和裴济的布罗德兰茨。

引 言

最近几年来,许多地质学家如Buchanan (1981), Ashley (1982), Berger (1982), Berger (1982), Silberman (1982), Heald—Wetlaufer等 (1983), Giles和Nelso (1983), Bonham和Giles (1983), Bonham (1984), Sillitoe和Bonham (1984), Walthier等提出了浅成热液贵金属矿床的概念和描述模型。近来的许多文章,包括上述的一些作者,提出了产于沉积岩中的浅成热液贵金属矿床的成矿模式,但这些不在本文评论之列。

本文主要目的是检验上述文章所提出产于火山岩中的浅成热液贵金属矿床的成矿模式,并提出适合于这些矿床的总体分类。

通过对近来研究文章所提出的浅成热液贵金属矿床模式的对比分析,明显地看出这些矿床可分成四类:(1) 热泉矿床;(2) 以低硫或不太发育硫化蚀变组合和硫化物矿物为特征的矿床;(3) 以高硫或发育硫化物组合为特征的矿床,这些矿床被Ashley (1982)和Bonham和Giles (1983)称为硫砷铜矿—金矿类型;(4) 与碱性岩有关的金—碲化物—萤石矿床。

由于热泉环境形成的贵金属矿床可以产生在其他三类矿床中,因此本文不把它当作一个独立的矿床类型而作为其他三类矿床的亚类。

低 硫 模 式

Buchanan(1981), Berger (1982), Berger和Eimon(1982), Giles和Nelson (1983) 试图将所有类型的浅成热液贵金属矿床从地表的热泉环境到基部的浅成热液脉系统的蚀变矿物和矿化归纳于一个图解中。这些作者提出的模式的差异在于成矿深度、金/银比值和贱金属含量不同而已。图1表明该模式的基本特征。

其他一些作者,如Heald—Wetlaufer等 (1983), Bonham和Giles (1983), Bonham (1984) 认为,有一类特殊的浅成热液贵金属矿床,该类矿床具有图1所示的低硫型的特征。

低硫贵金属矿床的围岩为典型的钙—碱性或碱—钙性安山岩、英安岩、流纹英安岩或流纹岩。流纹岩有高硅的也有低硅的,虽然可能不是重要的围岩,但也常出现在该类矿床分布的地区。在一些地区,如美国内华达州的托诺帕,已广泛地进行地质年代学研究。流纹质的火山作用在时间上和空间上与低硫贵金属矿床有关。与这些类型矿床有关的含二氧化硅高铝流

纹岩其Mo、W、F、Nb和Sn的含量也明显地高，可能代表了Burt和Sheridan (1984, 1986)，Sillitoe和Bonham (1984) 所提出的顶峰型斑岩钼矿系统的上部。

该成矿模式的矿液为碱性到近乎中性，低盐度 (0—5%NaCl)，CO₂和CH₄含量不等，总硫量低，主要为H₂S和二硫化物络合物。这类矿液大体上相当于内华达州的汽艇泉和新西兰的Broadlands低硫地热系统的现代地热流体 (Heaerquist 和 Henley, 1985)。

在低硫系统中，开放空间充填作用以形成脉状结构为特征，其典型构造为胶状、壳状和梳状构造。热液角砾岩化作用常见，但不是渗透性的。交代结构很常见，但成为主要结构的不多。

表 1 列出低硫浅成

热液矿床的脉石矿物，蚀变矿物和矿石矿物。石英、冰长石、白云石锰碳酸盐为主要的脉石矿物，萤石和重晶石普遍存在，但象科罗拉多的克里德矿床中那样大量出现的不多。

表 1 低硫体系的典型蚀变和矿物

矿石矿物：砷、锑、钼硫化物，银金矿，银的硫化物和硫盐，银的硒化物贱金属硫化物
岩脉，网状脉和裂隙中及其附近的蚀变矿物：石英、冰长石、方解石、白云石和/或镁碳酸盐和硅酸盐，少量的萤石和重晶石
岩脉或裂隙蚀变矿物组合：高岭石和伊利石或绢云母，和/或绿泥石、伊利石、蒙脱石、钠长石、方解石、沸石，某些矿床还出现绿帘石
绿盘岩化蚀变通常范围大。

典型的岩石蚀变组合及其分带模式如图1、图2、和表 1 所示。高岭土化和绢云母化蚀变主要在脉体的顶板，这种蚀变反映在矿液沸腾期间H₂S变成了蒸气。泥化和绢云母化蚀变基本上限于垂直或接近垂直的脉带里。

深成矿物一如自然硫，明矾石和其它硫酸盐 (除重晶石外) 几乎完全局限于低硫体系中

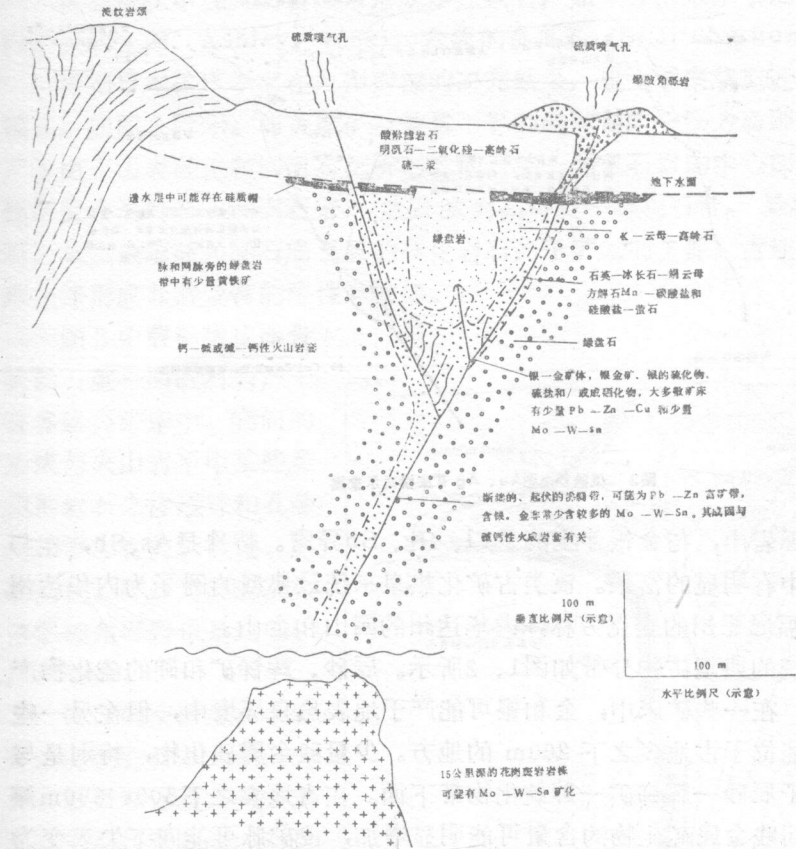
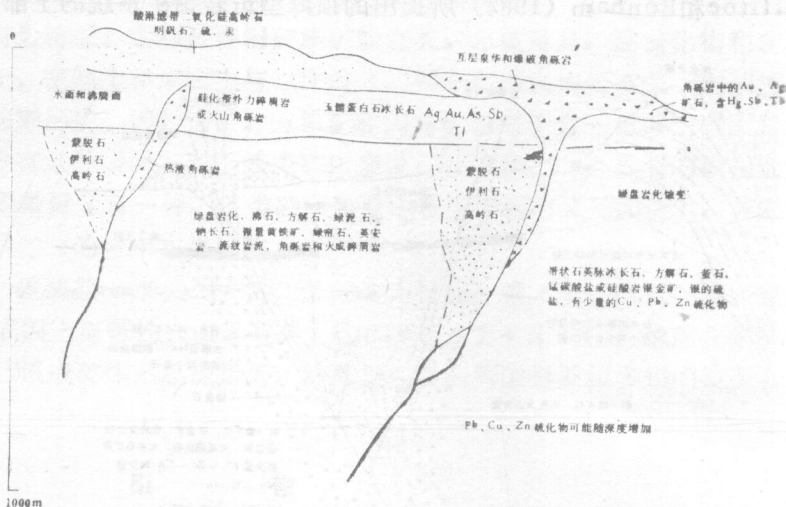


图1 与花岗岩/流纹岩岩浆作用有关的低硫浅成热液贵金属矿化的示意剖面图

沸腾面以上的汽相蚀变带内(如图2所示)。大多数浅成热液贵金属矿床中,酸性淋滤带和热泉矿床都已剥蚀掉了。



在矿化的泉华和爆破角砾岩中,与金银伴生的是Tl、Hg、Sb异常。特殊是As、Sb,在与贵金属矿床伴生的热泉泉华中有明显的富集。该类古矿化热泉系统最典型的例子为内华达州哈斯布鲁克和萨尔弗,加利福尼亚州的麦克劳林,内华达州的园山和金山。

低硫系统矿石矿物的主要变化包括金/银比值和贱金属总量的变化。低硫系统中可以划分出三种主要类型：（1）高金，贱金属总量低，如内华达州的园山；（2）高银、贱金属总量低，如内华达州的托诺帕；（3）高金和/或银，贱金属含量高，如新西兰的维希，秘鲁的科尔基和科罗拉多的森尼塞德矿及尤里卡矿。

Ashley (1982), Bonham和Giles (1983), Heald—Wetlaufer等 (1983), Bonham (1984), Walthier等提出了高硫或硫砷铜矿—贵金属矿床模式。上述作者认为, 可以分出一类浅成热液贵金属矿床, 该矿床以富硫为特征 (形成硫化物和硫酸盐); 同时可分出一组矿石矿物, 这些矿物以明显的硫化作用并形成特殊的蚀变矿物组合为特征。

纹岩。Ashley (1982) 指出, 与这些矿床在时间上和空间上有关的中性火山岩总是斑状的, 斑晶很明显。典型的斑晶矿物为斜长石、正长石、角闪石、黑云母和辉石。

这些斑状中性火山岩通常形成熔丘杂岩, 如秘鲁的朱尔卡尼 (Peterson等1977); 美国内华达的金田 (Ashley, 1982), 台湾的金瓜石 (Sillitoe和Bonham, 1984)。

根据日本矿床学家在九州南部的研究结果, 建立了南萨型近地表高硫贵金属矿床的成矿模式, 如图3所示。与黄铁矿及数量不等的硫砷铜矿—四方硫砷铜矿、重晶石伴生的银金矿产于由安山岩硅化和明矾石化所形成的石英—明矾石岩的中心部位。石英—明矾石带向两侧逐渐变为高岭石—明矾石带, 然后变为高岭石—蒙脱石带, 最后向四周过渡为绿盘岩化岩石。与热液爆破角砾石成互层的硅化岩石产于矿床的上部。古地下水面的沸腾带的变化在矿床上部形成非常发育的酸性淋滤带。

图3中蘑菇状或棒骨状的石英—明矾石岩产于许多这类矿床中。它们的形成与火山岩系中某些类型的岩石之渗透性和孔隙度的增加有关。硅化、糜棱岩化、砾石角砾岩及热液爆破角砾岩也是这些矿床的特征。

高硫的南萨型贵金属矿床实例有日本九州的岩户、春日 and 赤石, 美国内华达的帕拉戴兹峰。对日本的这类矿床中液包体研究结果表明, 成矿温度大约为160—280℃, 盐度相当于0.5—2%的NaCl, 成矿溶液处于沸腾状态。

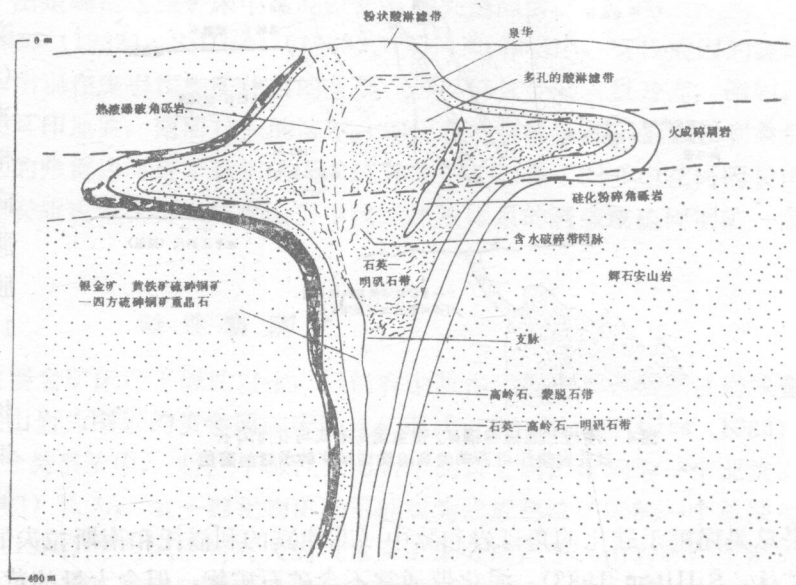


图3 南萨型热泉金矿床模式示意图

图4为产于火山岩的高硫浅成热液贵金属矿床成矿模式图。该模式是根据智利的艾耳印地奥, 菲律宾的利潘托, 美国内华达的金田、科罗拉多的萨米特维尔, 台湾的金瓜石, 卡瓦索的塞罗德帕斯科和秘鲁的朱尔卡尼等地区的矿床特征建立起来的。

该类矿床的典蚀变矿物组合见图4和表2, 主要为泥质的, 石英—高岭石—钾云母, 石英—伊利石—蒙脱石, 或石英—高岭石。Ashley (1982) 指出, 在热液的主要通道及其附近的泥化带中发育前锋泥化带。他列举了前峰泥化带的矿物组合: 石英—明矾石—高岭石, 石英—明矾石—自然硫, 石英—硬水铝石, 石英—叶腊石—硬水铝石, 石英—明矾石—叶腊石—硬水铝石和石英—明矾石—绢云母。

各个地区的前锋泥化带可能含有全部的泥化矿物组合, 或仅含其中的几个。在这些地区, 通常分布有大量的、含百分之几黄铁矿的绿盘岩化中性火山岩。这些黄铁矿氧化后使大片岩石表面退色和铁染, 形成“红拇指”型 (Redthumb) 露头。干旱和半干旱环境的矿床

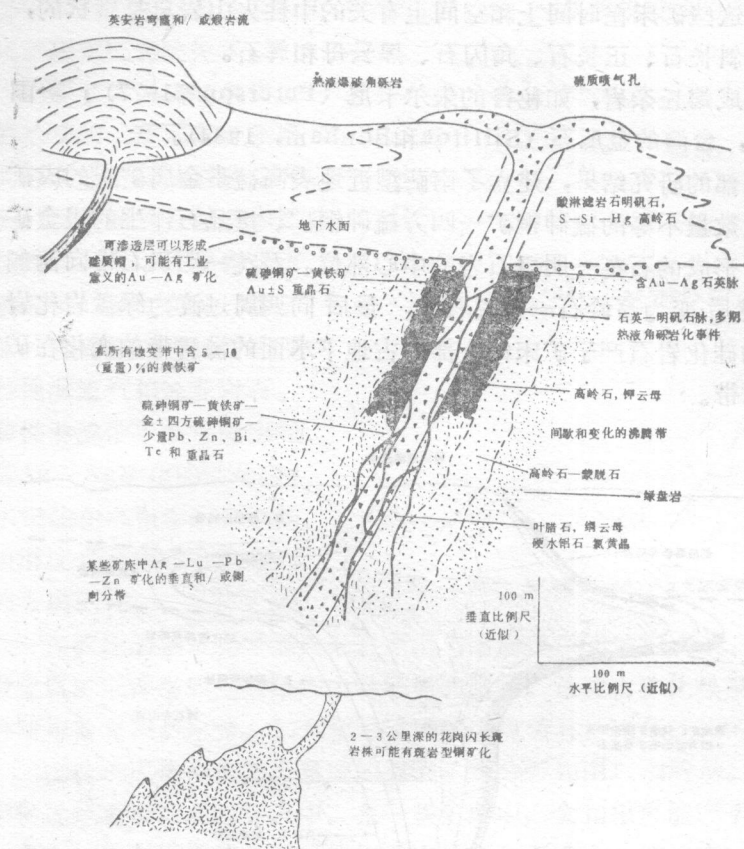


图4 浅成热液硫砷铜矿/贵金属矿床或与花岗闪长-英安岩浆作用有关的高硫类型矿床的示意剖面图

均具有这种特征。

有时, 前锋泥化蚀变矿物组合在一些地区表现出垂直分带。例如, Walthier和其他一些作者指出, 艾耳印地奥地区似乎有这样的分带, 即石英-重晶石-明矾石-粘土矿物, 向上变为石英-明矾石-绢云母。内华达州的金田, 其上部为石英-明矾石-高岭石, 向深部变为石英-明矾石-叶腊石 (Ashley, 1974)。日本大多喜八丁春地热区, 其垂直分带表现为方英石-明矾石, 向下和两侧变为高岭石-叶腊石, 然后变为绢云母-蒙脱石-绿泥石 (Yuhara等, 1973)。

上述矿床的典型矿石矿物列于表2。总是含有硫砷铜矿族矿物是该类矿床的特征。该类矿床的矿石矿物几

乎总是局限于硅化的角砾岩和脉中 (菲律宾的利潘托和南斯拉夫的博尔形成块状硫化物交代矿体, Sillitoe, 1983)。泥化带通常不含矿石矿物, 但含大量的黄铁矿。该类矿床垂向和/或侧向的理想矿石矿物分带可表示如下: 上部或近地表带含辉砷矿和辰砂, 向下变为含硫砷铜矿-四方硫砷铜矿的中部带, 该带可能在垂向上和侧向上变为黝铜矿-砷黝铜矿、黄铜矿和辉砷矿, 然后变为闪锌矿和方铅矿, 如秘鲁的朱尔卡尼 (Peterson等, 1977)。有意义的金矿化一般出现在硫砷铜矿带。但是, 内华达州的帕拉戴兹峰金矿产于辰砂带。银也产于硫砷铜矿带, 但在砷黝铜矿-砷黝铜矿带最富, 如秘鲁的朱尔卡尼 (Peterson等1977)。Walthier

表2

高硫体系的典型蚀变及矿物

矿石矿物: 钼、锑、硫化物, 硫砷铜矿-四方硫砷铜矿族矿物, 黝铜矿-砷黝铜矿族矿物, 铜兰、自然金和/或银金矿, 银的硫化物和硫盐, 辉砷矿, 贱金属硫化物, 碲化物 (包括Au-Ag碲化物)
岩脉、岩筒等矿化构造及其附近前锋泥化矿物组合: 石英-明矾石-高岭石, 石英-明矾石-自然硫-重晶石, 石英-叶腊石-氟黄晶-硬水铝石, 石英-硬水铝石, 石英-明矾石-叶腊石-硬水铝石, 石英-明矾石-绢云母
邻近前锋泥化蚀变的中间泥化蚀变带矿物: 高岭石, 绢云母, 蒙脱石
区域性的绿帘岩化蚀变。