

国外金矿专辑

国外地质资料》 1980 2

Guowai jinkuang zhuanji

403

(3-1)

2469

西南、贵州、四川冶金地勘公司 情报资料室合编
贵州、昆明工学院地质系

国外地质资料

一九八〇年 第二期 (总 19 期)

编辑单位及通讯地址

西南冶金地质勘探公司 (昆明市县华寺)	西南冶金地质勘探公司地质研究所情报室
贵州冶金地质勘探公司 (贵阳市油榨街)	贵州冶金地质勘探公司情报资料室
四川冶金地质勘探公司 (成都市十里店)	四川冶金地质科学研究所情报室
贵州工学院地质系 (贵阳市蔡家关)	贵州工学院地质系情报组
昆明工学院地质系 (昆明市莲花池)	昆明工学院地质系情报资料室

印刷单位 四川冶金地质科学研究所印刷车间

前 言

冶金部地质情报网西南协作区确定于1980年下半年编译一本《国外金矿专辑》，以供我国黄金地质生产、科研与教学参考。

本专辑承冶金部西南情报网委托昆明工学院地质系为主编单位，由俞广钧、曹鲁琴赴桂林冶金地质研究所、贵阳地化所、重庆情报所等单位收集资料，汇总贵州冶金地质公司、贵州工学院提供的资料，担任统编工作。于1980年10月24日至11月7日在成都定稿，并由四川冶金地质科学研究所印刷厂代印。

参加定稿的有朱连君（四川冶金地质科学研究所），赵玉山（西南冶金地质研究所），左仲书（贵州冶金地质公司情报室），黄华斌（贵州工学院）、李志鹄、俞广钧、秦德先（昆明工学院）。

为了反映国外金矿地质的研究现状，我们选编了有关世界主要产金国家的38篇矿床地质论文，其中包括以下内容：第一部分国外金矿地质概况，第二部分金的地球化学，第三部分金矿成矿理论及矿床实例，第四部分金矿研究方法及找矿勘探方法

在选编、翻译过程中，我们试图反映国外有关金矿地质的新理论、新技术和新方法，力求使内容系统全面，具有一定代表性。由于水平有限，时间仓促，加之努力不够，很可能达不到上述要求，缺点错误也在所难免，敬希广大读者批评指正。

《国外金矿专辑》编译组

1980年11月

郑信

《国外金矿专辑》目录

一、国外金矿概况

美国金矿床	(1)
苏联金矿床	(6)
世界金矿床统计资料	(21)

二、金的地球化学

印度卡纳他卡克拉通柯拉尔和胡蒂金矿田太古代变 火山岩的地球化学	(29)
金的热液搬运和沉积	(38)
形成金银矿化的地质和矿物地球化学因素	(54)
中勘察加花岗岩类黑云母中金分布	(64)
金矿省和含金建造的地球化学特征	(78)

三、成矿理论及矿床实例

加拿大西部的脉金矿床	(84)
碧瑶金矿区金的沉积作用及其与区域地质的关系	(92)
罗马尼亚巴亚马雷热液贱金属——金矿床	(106)
乌拉尔金——硫化物——石英建造矿床形成的温度、 压力、组分条件	(119)
加拿大诺兰达金矿田	(128)
内华达州卡林热液金矿床的研究——金矿沉淀中含碳物质的作用	(131)
拉班玄武岩——玄武岩建造岩石中的金	(146)
次火山金——银矿床成矿作用的主要特征	(150)
加拿大不列颠哥伦比亚省恰皮勒金——银矿床	(158)
加拿大霍林格——麦克因蒂勒金矿床	(168)
关于中部阿尔丹含金似碧玉岩形成的某些条件	(171)
鹿儿岛布计矿山银金矿床产状和化学成分	(174)
有关富金斑岩铜矿床的某些设想	(179)
南卡罗来纳州兰开斯特郡海勒金矿的成因	(189)
美国比尤特地区的金矿床	(192)
美国霍姆斯塔克金矿床	(196)

南非维特瓦特斯兰金、铀矿床简介.....	(199)
南非前寒武纪早期金矿的成因及其富集机理的探讨.....	(202)
维特瓦特斯兰两个古砂矿中金和铀的沉积控制.....	(213)
库拉尔含金地区第三纪多层砂矿.....	(226)
冲积砂矿的地质特征.....	(229)
金矿床的分类.....	(235)
阿尔丹地盾金矿床矿化的主要类型.....	(242)

四、研究方法及找矿勘探方法

金矿床的主要建造类型及其预测标志.....	(248)
菲律宾碧瑶地区脉金矿床的气液包裹体和地球化学研究.....	(262)
滨海砂矿的地球化学勘探方法.....	(280)
金——铋矿床原生地球化学晕的形态、成分和分带.....	(288)
冲积砂金矿普查勘探时地貌分析的意义和任务.....	(294)
硅——金溶液中形成过氧化氢的成矿实验.....	(302)
植物可作为加拿大不列颠哥伦比亚沃森沙洲金矿化的指示标志.....	(304)

美国金矿床

地质环境

一、地球化学

金为贵金属之一，过去五十年期间，估计金在地壳中的丰度介于0.001 PPm至0.006 PPm；现代分析方法改进后，金在地壳中丰度应为0.003—0.004 PPm，约为每300公吨中1克。据不完全的资料：金在镁铁质火成岩中的丰度比长英火成岩中要高一些，显然，沉积岩中又略比火成岩中多一些，砂岩中又比其他沉积岩为高。

富铁陨石中的含金量，远比地壳岩石中高得多，琼斯 (Jones) 提出铁陨石或陨铁的含金量可达8 PPm，古铁铁镍陨石，或石铁陨石的含金量约与陨铁的相等。球状结构石陨石含金0.15—0.27 PPm，为地壳岩石的40—70倍，然而，无球粒结构陨石的含金量与地壳中大致相同。由此可见在化学上地核与铁陨石相似，地幔与球状结构石陨石相似，这样地球上的金可能大部分深埋在地壳之下。然而，可以相信地幔的部分岩石和现今暴露在地表的岩石，都未有显著的金矿富化作用。大多数富铁岩石，纯橄榄岩的含金量，也只有地壳平均含金量的二倍。

金在海洋中的丰度，在各海洋之间及特定的海洋之内都明显不同，最近估算的两种平均含量是0.011 PPb (每九万吨海水中含金1克) 和0.05 PPb (每两万吨海水中含金1克)。

已开采的原生金矿床中，有利可图的含金量为每吨0.05盎司到1盎司或以上 (相当每吨1.56—3.11克)，但平均含量只在每吨0.3—0.5盎司 (相当9.33—15.55克/吨)。目前美国开采最大的三个金矿 (南达科他的霍姆斯塔克，内华达的卡林和科尔特兹)，平均每吨含金约0.3盎司，约相当10 PPm。此含金量对比金的平均丰度，富集了2,500—3,000倍。

金在矿床中，不形成独立的硫化矿物，一般与黄铁矿、银和铜的硫化物等矿物伴生。所有金矿都含有一些银，很多以银为主的矿石均有相当量的金，铜矿石中还可提炼出大量的副产品。

金矿床产于各种岩石中。其中以产在长英火成岩或中性火成岩中较为普遍，而产在镁铁质或超镁铁质岩类中次之。产在硅质或铝质沉积岩或变质岩类中的又比产在碳酸盐中的更为普遍。

二、矿物学

金主要呈自然金出现，常常杂有或多或少的银及其他金属如铜和铁等。除自然金外，唯一重要的金矿物是碲化物，系由金、金银、铜或铅与碲化合组成，最常见的是碲金矿 $(AuTe_2)$ 和针碲金银矿。其他金矿物罕见。在许多矿物中也有少量金出现，一般硫化物中少于5 PPm，其他矿物则少于1 PPm；然而，已有报导闪锌矿（锌的硫化物）中含金多达500 PPm。

三、金的矿床类型

金产在各种不同的地质环境中，本文将金分为七个主要类型。

一般说来，历史上生产最多的矿床类型是含金石英脉及其亚类浅成热液矿床（大矿囊）和古砂金矿。其他类型是海成砂矿，浸染状原生金矿床，以及只作为付产品金生产的其他金属矿床或矿物。

1. 含金石英脉

含金石英脉矿床类型，主要有含金石英热液脉，它们交代围岩（霍姆斯塔克）或沿裂隙带岩石空隙充填（马瑟洛德），形成在地表以下延深甚远，可深达数千英尺。大多数矿床属前寒武纪。围岩蚀变轻微（霍姆斯塔克）到广泛渗透（阿拉斯加米诺）。开采矿石的含金量大约从每吨0.3盎司到0.6盎司，而含金量超过每吨0.6盎司的大矿则较罕见，但仍有少数含金量为每吨0.1盎司的矿床开采获利。

含金石英脉的规模极为不同。许多矿山至少已开采一百万盎司（加里福尼亚格拉斯谷北星矿和帝国矿），多者可达二百万—五百万盎司（阿拉斯加米诺，澳大利亚的布朗希尔—奥罗亚等），数处甚至已达五百万—两千万盎司（安大略的波库派因，霍林格等，安大略拉尔德尔湖的克尔—阿迪生矿，巴西的莫罗维尔合），至少有两个矿的开采量已在两千万盎司以上（南达科他霍姆斯塔克和印度的科拉尔）。霍姆斯塔克是世界上开采脉金最多的矿，自1876年发现该矿以来总开采量约为三千万盎司。可是有意思的是霍姆斯塔克矿山的总产量，大约只相当于南非威特沃特斯兰德矿区（古砂矿）按现有生产水平一年的产量。

这类矿床的产量究竟占世界金产量多少，尚难于估计，大多数在廿世纪初期就已开始生产，特别是加里福尼亚矿床早于1900年以前便开采了，少数如印度科拉尔可能在两千年以前甚至更早就已开采了。这类脉矿自1900年以来的总产量可能占世界矿产金的25%，1969年则占世界矿产金的20—25%。

本类矿床除少数例外，都产于前寒武纪岩石中，主要是绿岩——花岗岩共生体中受变质火山岩和沉积岩，西伯利亚许多金矿床也产于前寒武纪岩石中。在前寒武纪地区如加拿大，巴西——瓜亚纳，和非洲阿拉伯地盾，将有可能发现新的更多的金矿床。

2. 浅成热液（大矿囊）矿床

这类热液矿床以产于北美科迪勒拉为代表，呈“大矿囊”状，含有金、石英、碳酸盐矿物、重晶石和萤石，以含金的碲化物及大量与金共生的银为其特征。这些矿床主要充填在岩石裂隙中，其中大多为第三纪强蚀变火山岩。矿床距地表数千英尺范围内形成，最大深度也只有两三千英尺。矿石含金量各不相同，内华达金矿区含金量达每吨20盎司，而大多数矿床每吨可能只含金0.5—1盎司，略高于含金石英脉。

“大矿囊”金矿床开采量从数百万至数亿盎司都有，如内华达的托诺帕（一百九十万盎司金加上一亿盎司的银），新西兰北岛豪拉基地区的瓦希（四百万盎司金）和泰晤士（一百五十万盎司），墨西哥的埃尔阿罗（二百万盎司）等。

这类综合的金矿床可能已开采了数千年，首先是在埃及和巴尔干。美国的开发时间大约始于1860年，直到十九世纪廿年代仍是金的主要来源，目前已很少开采。

目前“大矿囊”已很少开采，实际上近代砂矿的生成时代主要为第四纪，少数为晚白垩纪至第三纪。

3. 近代砂矿

砂矿床主要由未固结或半固结的砂、砾组成，含少量自然金及其他重矿物。多数沿现代河谷或各阶地分布。一般看来，海滨砂矿规模小，如阿拉斯加的诺姆，或是残留矿床，如美国东南的腐泥土（风化较深的岩石）中的矿床。一个很富的砂矿床每吨砂砾只含几克金）。最大的砂矿生产金数百万盎司，但大多数砂矿则小得多。

砂矿容易发现也容易开采，所以在古代对砂金的发现和开采就成了金极重要的来源，直到十九世纪都是如此。砂矿在世界总产量中所占的百分比难于确切估计，可能是总数的1/4到1/3之间，约在七亿五千万和十亿盎司之间。

美国开始采金以来，砂矿已产金约一亿一千四百万盎司，约占有采金量的36%。

若干年来砂矿的产金量正在减少，目前还在大量生产的只有苏联和哥伦比亚；产量可能占世界产量的5—10%。1969年美国砂金生产只有25,418盎司。减少的原因是多种多样的——发现和开发都容易，也必然先采尽，加上施工费用增加，特别在美国，环境问题诸如水的污染和淤塞都是原因。

4. 古砂金矿

古砂金矿的例子有南非共和国的威特沃特斯兰德地区，加纳的塔库瓦和巴西的巴伊亚，塞拉迪贾科宾纳等。这类矿床多在前寒武纪形成，且已固结为砾岩。这类砾岩由磨圆度好的石英卵石组成，石英卵石又被含黄铁矿和云母等矿物基质固结。另外还含有一系列重矿物和稳定矿物，其中最有价值的是金、沥青铀矿和铂族金属。各个砾岩层一般只有二、三英尺厚，而横向延伸数英里，已知深度大于两英里。金的含量从每吨0.2到0.8盎司，在威特沃特斯兰德地区，1893年到1969年之间，磨碎的矿石中金平均品位每吨约为0.35盎司，塔库瓦（加纳）矿石平均含金每吨0.2盎司，在贾科宾纳所采矿石中金的含量每吨约为0.5盎司。

古砂金矿床将来的重要性很难过高估计。威特沃特斯兰德的储量很大，最近估计约为六亿盎司，表明若干年内仍将继续成为世界金的主要产地。

5. 海成砂矿

海成砂矿例子一直比较缺乏。据称世界上有几处海底沉积物中含有少量金，其中多半来源于大陆，经河流搬运到海洋盆地，与碎屑沉积物一起沉积在海底。一些则由含金岩石改造而来，在海底沉积，目前这类矿床尚未开采。

最有名的海底含金区域是在白令海北部，那里在很大范围内发现含金量达30—100 PPb。离开俄勒冈和加里福尼亚北部的大陆架上，已发现含金量从10 PPb到390 PPb，据信这类矿床是在较低的海平面上下部形成的。

海成金矿如白令海砂矿的前途如何尚难于估价，但可能变为次要的砂矿。原因是可资开采的量大，但含金量很低，且开采条件艰难。

6. 浸染状金矿床

浸染状金矿床例子有卡林、科尔特兹、格特奇尔(Getchell)和金地，全在内华达。这类矿床为金矿主要新类型。这类矿床由非常细粒的金(0.01—10微米，或0.00001—0.010mm)浸染于粉砂质和炭质白云质灰岩中；在卡林和科尔特兹两地的围岩是志留纪的。金与重晶石二氧化硅，少许黄铁矿和其他硫化矿伴生，矿石由热液交代围岩形成。含金量约每吨0.3盎司，伴生很少的银，一般不到含金量的十分之一，以及具有特征性的一组痕量元素——砷、锑、汞、和普遍较为少量的钨。某些矿床属第三纪，其他矿床可能稍早一些；卡林矿床的年代未经精细测定，估计可能亦在相同时代内。

由于浸染状金矿床只发现几处，对该类矿床含金的总量还了解不多。卡林和科尔特兹两个矿床含金总量超过一百万盎司，格特奇尔矿已经生产将近五十万盎司。根据世界黄金产出的情况，对本类矿床的前途尚难于估计。但已有不少专题对此进行研究。

7. 付产品金

金是贱金属矿石中常见的一种次要组分，熔炼与精炼这些矿石时，就可回收金。这种矿石尽管含金量很少，但每吨仍含0.001—0.025盎司(0.04—0.9 PPm)。由于每年采矿吨位大，即使含金量微小从这些矿石取得的金产量也很可观。通常付产品金占美国金总产量的40%，美国最大的产金矿山中，二十五家中就有十九家只作金付产品的生产。付产品生产有80%来自铜矿石，其余的主要来自铅、锌和铜的复合矿石。犹他州盐湖县，宾厄姆有个大的露天铜矿，1969年生产的付产品金占美国金产量的一半以上。付产品金占世界总产量的5—10%。

储量与资源

世界和美国的金储量与资源已有许多估算资料，部分列于表二。金的世界总储量约为十亿盎司，其中60%在南非。按目前生产速度，世界储量将在廿年至廿五年内耗尽。美国的金储量有五千万至八千万盎司，其中约一半来自矿石的付产品。其余多半来自浸染状矿床和脉状矿床。

美国金的最大蕴藏资源是在第三纪或白垩纪砂矿床和含金砾岩中，按储量递减顺序，依次为浸染状矿床，脉矿、“大矿囊”和其他砂矿床。

表二：世界金储量*¹和蕴藏资源*²（以百万盎司计）几种不同的估计数

数据来源* ³	A* ⁴		B		C		D	
	储量	蕴藏资源	储量		储量	蕴藏资源	储量	
美国		* ⁵ 9	399	50		* ⁶ 53	* ⁷ 244	82
南非			950	}	}	}	600	600
加拿大								25
澳大利亚								10
其他非共产主义国家								83
共产主义国家（除南斯拉夫外）								200
世界总产量				1000		353	844	1000

- *1. 工业储量：在现有技术及目前经济条件下提取其中矿物能有利可图的鉴定矿床。
- *2. 蕴藏资源：在现有技术及目前经济条件下不能有效回收，对于能否回收或品位好坏都未查明的矿床。
- *3. A：美国矿业局（1967年） B：美国地质调查所
C：阿该顿（Ageton） D：美国矿业局（1972）
- *4. 不包括付产品金
- *5. 每盎司35美元时可生产
- *6. 1968年金价每盎司约40美元时可生产，包括三千万盎司付产品金
- *7. 金价升至每盎司145美元时可生产，包括三千万盎司付产品金

美国第三纪——白垩纪砂金矿蕴藏丰富，但目前开采还不合算。怀俄明西北的含金砾岩含35—200 PPM的金，体积超过50立方英里，含金量可达几亿盎司（相当于威特沃特斯兰德 6—10 年的产量）。内华达山脉第三纪的砂矿，计有砂砾三十——四十亿立方码，含金二千——三千万盎司。上述两个地区在可预见的将来一段时间内，遇到的不可克服的棘手的技术问题与法律问题，可能会影响这些资源的利用。

浸染状金矿床——称为卡林型矿床——可能为美国国内黄金第二大资源，它们的含金品位按目前的金价，或较高的金价下，已足够开采。

未查明的金矿资源，无疑仍会在脉矿型和“大矿囊”型矿床中发现，但与浸染矿床相比，其蕴藏量可能不大。矿脉和“大矿囊”矿床已寻找了多年，由于采用了现代的勘探技术，大多数可能都已找到了。脉状矿床主要产于前寒武纪具有复杂地史的岩石中。我们每年都在增长这类岩石的地质知识，应及时用于指导找矿以加速新矿床的发现。围绕“大矿囊”型矿床周围的广泛蚀变晕，对其地球化学加以认真研究，就有助于我们认识隐伏矿床的蚀变晕圈。然而，近年来为此目的已竭尽全力，但至今还没有新矿床发现的报导。

近代砂金矿床的资源毕竟小些；这类矿床易于发现并已广泛开采，还遗留有相当规模而未被发现的可能性是很小的。

由于金可以回收甚至富集较低时也能回收，因此含金量接近地壳丰度的物质，或许可以考虑作为未来的蕴藏资源。这种物质将包括，海底沉积物如白令海中的沉积物或海水本身，二者估计可能含有大量的金，但金的含量均过低，目前成本回收不了。

事实上，海水中的平均含金量是如此微小，以致在可预见的将来一段时间内，严格讲不应作为蕴藏资源（按中等含金量为0.03 PPb）。

勘探技术

由于金的特性——比重大，具抗腐蚀性，并且耀眼醒目，若金粒够大，淘金盘至今仍然是有用的工具。但对于碲化金或象卡林型具有非常细的金粒，用淘金盘检验则不大可靠。直到最近对看不见的金进行测定，仍采用火试金法分析。但由于该法成本高、时间长，很大程度上已被原子吸收光谱所代替。这是快速而经济的方法，样品中金含量少到20 PPb亦能测定。这种方法有可能成为大量样品的常规分析，并且对金矿的勘探给予了极大的便利。

节译自：《美国矿产资源》（1973版）P.263—274

作者：F. S. 西蒙思等。

译者：昆明工学院 陈淑贞

校者：四川冶金地质研究所 葛嘉沛

苏联金矿床

一、矿床分类

金矿床有内生、外生和变质三大类。苏联以外生（砂矿）和内生矿床为主，此外在开采铜镍、黄铁矿类、铜钼及其它组合矿石时附带回收的金也具有重要意义。

内生矿床

金的岩浆建造分为三大类：1）富镁玄武岩浆分异侵入体，形成于地台环境，伴随产出含金铜-镍矿；2）褶皱带玄武质火山建造和火山-深成建造系列，伴随产出含金黄铁矿（本身就是金矿床），火山-深成岩含金建造与辉长-闪长岩和斜长花岗岩小侵入体有关，并出现石英脉和含金硫化物浸染带；3）碱性和次碱性岩，典型的代表是中阿尔丹小侵入体，这种小侵入体由花岗正长岩、正长岩、歪长正长细晶岩及白榴斑岩组成。

按毕利宾资料，这些岩石属地幔成因。

内生矿床形成于不同深度，按其形成深度主要划分为三类：1）近地表（数米至1—2公里）矿床，多数与强烈的火山活动和次火山侵入有关，形成于混合的含水岩浆熔体中；2）中深（1—1.5公里至5公里）矿床，与浅成侵入体有关；3）深成（大于5公里）矿床，与深成侵入体伴生。

根据现有资料，划分出如下含金建造：

1. 金——石英（硫化物含量最高5%）建造：金常呈自然金产出，按建造中硫化物成分划分为不同的矿物类型。热液蚀变相对较弱，主要是绿泥石化、硅化，有时碳酸盐化、绢云母化和电气石化。这种矿床建造是古老地盾和冒地槽所特有的。

2. 金——石英——硫化物建造（硫化物含量5—20%）：主要有如下矿物类型：（1）黄铁矿——毒砂；（2）黄铁矿——黄铜矿——闪锌矿——方铅矿；（3）黄铁矿——黄铜矿——闪锌矿——方铅矿和泡铋矿、硫砷铅矿、黝铜矿、银黝铜矿及其它含硫盐、硫化物。金以自然金和分散状态产出。这种建造的矿床广泛分布于优地槽褶皱带、褶皱晚期活动带和地台构造——岩浆活动带，在地盾和冒地槽区很少见。成矿作用伴随出现强烈的热液蚀变，其中最广泛发育的是黄铁细晶岩化、滑石菱镁矿化，局部发育钠长石化和电气石化。

3. 金——硫化物建造：主要矿物有黄铁矿、闪锌矿、方铅矿和黄铜矿，其含量变化不定。脉石矿物有石英、重晶石，有时有碳酸盐，含量10—15%，金呈自然金和分散状态产出。这种建造的矿床发育于优地槽区，产于造山阶段。

4. 金——银建造：特点是含银高，有大量银矿物，硫化物、复硫盐、碲化物等金属矿物，含量变化大（1%到20—30%）。金呈自然金和分散状态产出。金——银矿床对火山岩带是特征的，它们常产于火山喷发中心或火山颈附近。类似该矿石建造的矿床也产于褶皱晚期活动带和地台活动带。与矿化有关的热液蚀变是青盘岩化，而且明矾石、高岭石及冰长石相也极为普遍。

在已划分的所有金矿建造中，金常与碲化物共生。

含金的主要大地构造类型划分如下：

1. 古地台：古地台的主要内生矿床有含金石英脉建造和金——石英——硫化物建造，在中深——深成条件下形成，与花岗岩岩浆有关。

2. 由不同发育类型的冒地槽和优地槽产生的褶皱带：金矿床的成分是各种各样的，上述各类型的含金建造都有出现，其中以含金石英脉和金——石英——硫化物建造为主。

3. 褶皱晚期活动带和地台区活动带：金矿化与各种成分和不同成因的小侵入体有共生关系，出现近地表金——银建造和中深金——石英——硫化物建造，在少数情况下出现金——硫化物建造。

4. 火山岩带：以安山——英安质火山岩和金——银建造矿床为其特征。

外生矿床

按形成条件分为两类：1）风化壳矿床：包括富硫化矿石氧化带（铁帽型）和残积

砂矿；2）沉积矿床，由机械沉积作用形成的砂矿属于此种类型。

富硫化物矿石氧化带矿床，在风化壳矿床中具有重要的工业意义，它们通常在岩石风化条件下形成。

残积砂矿直接形成于脉——网脉或网脉——浸染状原生矿床之上。在物理风化和化学风化过程中，含在矿石中的金被释放，并呈自然金残留在松散的高岭土风化产物中。

机械沉积金矿床呈含金的碎屑层出现，广泛分布于含金地区。

变质矿床

包括古老（主要是前寒武纪，少数古生代）砂矿床的变质产物含金砾岩。含金砾岩分为三类：1）产于古地盾活动拗陷带中的元古代受变质的含金砾岩；2）产于浅变质地区的轻度受变质含金砾岩；3）产于古生代褶皱带的受不同程度变质的含金砾岩。

一般金矿床可作如下分类：

I. 内生矿床

1) 近地表矿床

2) 中深矿床

3) 深成矿床

II. 外生矿床

1) 风化壳矿床

2) 机械沉积（砂矿）矿床

III. 变质矿床

二、各类矿床特征

I. 内生矿床

1) 近地表矿床

在近地表条件下形成了各种金矿床和含金矿床。它们形成于构造——岩浆旋回发展不同阶段，在不同类型的大地构造区出现。其矿石成分是不一样的：有的以石英脉型为主，有的以金——石英——硫化物型为主，还有的以金——硫化物型为主。所有这些矿床都具有一些共同特征，其中主要是：1）主要与近地表的安山——英安质火山作用有成因联系，出现多次交替的岩浆活动和成矿作用；2）成矿前弱青盘岩化广泛发育，典型的近围岩蚀变是硅化、冰长石化、绢云母化，水云母和粘土矿物发育；3）具裂隙充填与交代作用的成矿特征，因为除具有特征的鸡冠状、晶线状及类似构造的矿脉外，与围岩呈逐渐过渡的交代作用形成的矿体非常普遍；4）在矿物共生组合中出现了大量氧化物、硫化物、含硫盐、砷化物、自然金属等矿物种类；5）金矿化分布的极不均匀性；6）大多数矿床存在一些典型的金矿物组合。

近地表矿床的一般分类如表1。

表 1

近 地 表 金 矿 床 分 类

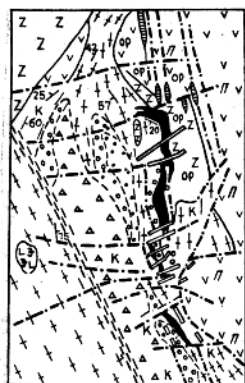
建造	亚 建 造	金的成色	矿物组合类型	典 型 矿 物	岩 浆 组 合	构 造 环 境	矿 床 实 例
金—银	含金的银矿 (Au:Ag = 1:100~ 1:10)	<500	辉银矿	辉银矿、深红银矿、 脆银矿、硫铋铜银 矿、含银黄铁矿、白 然银	安山—英安—流 纹岩系列的火山 岩 (火山颈、次 火山)	年轻的火山岩带	墨西哥帕丘卡, 美国 托诺波、科姆斯托 克, 日本科诺马伊、 季托西、莫季科西、 苏联哈坎德日
	金—银矿 (Au:Ag = 1:10~ 1:1)	500~750	黄铁矿—辉 银矿	毒砂、黄铁矿、银的 硫酸盐、银金矿、辉 银矿	安山—英安—流 纹系列火山岩	年轻的火山岩带	墨西哥埃利—奥罗尔 苏联勘察加 (中新世 金矿化)
			黄铁矿—毒 砂	毒砂、白铁矿、银的 含硫酸盐、辉银矿、银 金矿、金的磷化物	同 上	阿尔卑斯褶皱带 年轻火山带 海西褶皱带	苏联卡拉姆肯 苏联勘察加 苏联格达克
	含银的金矿 (Au:Ag = 1:1~ 1:0.1)	≥750	黄铁矿—泡 银矿	泡银矿、辰砂、金的 磷化物、硫铋银矿 硫铋铜银矿、斜方硫 铋矿	同 上	年轻的火山带 古老褶皱区活动 带	美国戈尔—非利德 苏联德礼林达
			黄铁矿—深 红银矿	毒砂、黝铜矿、深红 银矿、银金矿、金和 银的磷化物	流纹质火山岩	古老褶皱区活动 带	苏联巴尔耶

近地表金矿床分类(续)表1

建造	亚建造	金的成色	矿物组合类型	典型矿物	岩浆组合	构造环境	矿床实例
金—石英	无砷化物的金—石英	≥750	金—黄铁矿	黄铁矿、白铁矿、辉银矿	次火山和浅成小侵入体	地台活动带晚海西褶皱带和年轻火山带	苏联库拉纳赫 苏联姆纳戈维希诺
	含砷化物的金—石英		黝铜矿—银金矿	黝铜矿、砷黝铜矿、毒砂、脆硫锑铅矿、硫锑铅矿及其它硫酸盐、针碲金矿、针碲银矿、叶碲矿及其它碲化物、辰砂	安山—英安—流纹系列火山岩(火山颈、火山栓及次火山)次火山和浅成小侵入体	年轻火山带 阿尔卑斯褶皱带	美国克里普尔—克里克 罗马尼亚尼亚塞凯尔恩及其它矿床, 苏联佐德
金—石英—硫化物	含金和银的硫化物	850—900		含硫酸(硫锑铅矿、银黝铜矿等), 含金的砷黝铜矿、黝铜矿、辰砂	安山—英安—流纹火山、次火山岩碱性次火山及浅成小侵入体	晚海西褶皱带 活动地台	苏联斜奇布拉克 苏联列别金斯克
金—石英—方铅矿—闪锌矿	自金银矿至850			黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、黄铜矿, 无辰砂或少量辰砂	安山—英安—流纹火山岩	阿尔卑斯褶皱带	捷克斯洛伐克什捷姆尼查, 罗马尼亚巴尼亚, 斯普里耶、卡普尼克等, 苏联别列戈夫斯克
金—黄铁矿—多金属			金—黄铁矿—多金属	黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、砷黝铜矿、辉银矿、.....	同上	各时代优地槽	苏联兹麦伊诺尔斯克

近地表矿床实例——哈坎德日矿床

哈坎德日金矿床位于鄂霍茨克——丘科茨克火山岩带内，是金——银建造的典型代表。矿区由白垩系下部火山沉积岩组成，白垩系覆于二迭——上三迭统海相类复理石建造之上。火山岩为角闪安山岩和层凝灰岩。按П.巴勃金的资料，这些岩石被晚白垩世第一次喷出的英安岩、流纹——英安岩、第二次喷出的流纹岩和微晶花岗岩正长岩、花岗斑岩岩脉以及更晚的安山——玄武岩、粗玄岩岩脉穿插（图1）。



L L	1	OP	14
Z Z	2	K	15
V V	3	Э	16
—	4	П	17
▲	5		
●	6		
●	7		
▲	8		
—	9		
—	10		
▲	11		
—	12		
—	13		

图1 哈坎德日矿床地质构造图

1. 安山岩 (Cr_2)
2. 英安岩和流纹岩 (Cr_2)
3. 安山岩 (Cr_1)
4. 辉长岩和粗安岩脉
5. 花岗斑岩和花岗正长岩岩脉
6. 球状熔岩
7. 球状流纹岩
8. 熔岩角砾岩
9. 流纹岩和块状流纹岩
10. 流纹岩相界线
11. 矿带
12. 破碎带
13. 构造断裂
- OP. 早期钾长石化
- Э. 绿帘石化
- П. 碳酸盐——绿泥青盘岩化
- K. 热液石英

流纹岩体分布于含矿地区中部，在平面上呈椭圆形，北西走向，产于向北西缓倾斜的晚白垩世控浆断裂内。球粒结构，无斑隐晶结构和流纹状、球状及角砾状构造为流纹岩特征。

矿床构造具有断块特征。北东向基性岩脉为横向断块界线；北北西（近南北）向陡倾斜破碎带为斜交断块界线，其中充填了石英——冰长石交代岩；走向近东西向南倾斜的断裂为纵向断块界线，其中产有酸性岩屑、晶屑凝灰岩。Φ. 维利佳克索夫等人认为，金矿化与晚白垩世第二期流纹岩有共生关系。

在硅化流纹岩和安山岩接触带的硅化流纹岩范围内，平行接触带产出几条近于平行的矿带。所研究的主要矿带，本身就是角砾岩化流纹岩带，具强烈的冰长石化和硅化，并被大量石英脉穿插。主要矿带呈北北西向延伸。主要矿体呈线状和板状，前者就是具金——辉银矿——硫锑铜银矿化的硅化和冰长石化带；板状矿体由石英、蔷薇辉石和菱锰矿组成，主要具黄铁矿、黄铜矿化。

按П.巴勃金等人的资料，主要原生矿物有石英、冰长石、水云母、绢云母、粘土矿物、黄铁矿、黄铜矿、蔷薇辉石、菱锰矿、绿帘石、玉髓、磷灰石和锆石。在矿石中

还有辉银矿、银金矿、硫锑铜银矿、辉银——硫锑铜银矿、方铅矿、黄铜矿、闪锌矿、自然金、灰砷晶石、硫锑银矿、砷硫锑铜银矿、白铁矿、硫银铁矿、辰砂及重晶石。在贫矿石中主要矿物有紫水晶、方解石、菱锰矿、蔷薇辉石、锰方解石、赤铁矿、钙蔷薇辉石及少量毒砂、沸石、白云石。

在成矿作用中以大量锰矿物富集为其特征，有如下矿物共生组合：1) 石英——蔷薇辉石——菱锰矿（早阶段），贫金；2) 金——辉银矿——硫锑铜银矿（晚阶段），是主要组合。

金银矿体呈柱状分布，并在水平面上被破碎带和成矿后基性脉岩穿插和破坏。

金粒度小（ $<0.3\text{mm}$ ），形态多样。上部呈八面体、立方体、八面——立方体、菱形十二面体及其连生体。下部仅有立方体和八面体。

岩石热液蚀变类型有：1) 青盘岩化（绿泥石——碳酸盐相和碳酸盐——绿泥石相），新生矿物有绿泥石、碳酸盐、石英、沸石，在东北断裂带特别多；2) 在矿体附近形成石英——冰长石岩（含高岭土）；3) 矿田边部以发育水云母——石英岩为特征；4) 沿北东向断裂构造带出现粘土化。按照M·安德列夫的资料，前三类蚀变为成矿前蚀变，后一类蚀变为成矿后蚀变。

2) 中深矿床

形成于中等深度（从1—1.5公里到4—5公里）的金矿床具有重要意义。这些矿床也是许多砂矿床的主要物质供给者。

上述颇大的成矿深度范围决定于矿化与各种深度的侵入相（从次火山根部到中浅侵入体）的共生关系。在许多地区，利用恢复地层厚度的方法来确定成矿上界，利用勘探和开采坑道研究矿化垂直范围。

这类矿床的绝大部分产于褶皱带，金矿化与岩浆活动有关，矿体分布、富集条件及矿石成分变化大。中深金矿床也产于古地盾、中间地块及褶皱晚期活动带。

上述各大地构造单元中矿化特征如表2。

所有中深矿床具有一系列共生特征，主要的是：

(1) 大部分矿床与花岗岩岩浆活动有成因联系，首先与花岗岩长岩成分的分异作用有关，大多数矿床与硅铝层的花岗岩岩浆源有关，但在优地槽区，伴随硅镁地壳或地幔成因的辉长——斜长花岗岩产出的金矿床也是人所共知的。矿化在空间和时间上与小侵入体有关，中深矿床矿石建造的多阶段性，是因为溶液分离成与侵入作用有关的不同相。

(2) 特有的热液蚀变类型，其中最典型的是黄铁细晶岩化和滑石菱镁矿化。最后出现的蚀变岩建造主要取决于蚀变前的岩石成分，在许多情况下由于黄铁细晶岩和滑石菱镁矿被交代，故主要发育石英岩、石英——碳酸盐、碳酸盐——绿泥石——绢云母岩等。

(3) 在空间上矿化除产于与其共生的岩墙和侵入体内之外，已知许多矿床远离侵入体。其可能的原因是，大部分所研究的金矿床，在区域地壳显著固结的情况下，当构造控制为矿化富集的主要因素时形成。