

国内外金矿

梁幼侠 刘士倜

北京铀矿地质研究所

一九八七年一月

前 言

黄金是一种贵重金属，它不仅是国际贸易中的硬通货和制作各种珍贵装饰品，而且随着科学技术的发展日益成为现代工业和国防尖端技术必不可少的原材料。其生产量与需求量与日俱增。目前世界各国普遍重视黄金的普查与勘探，投入了大量的费用，也取得了很大的成绩。最近十年来世界范围内发现了不少新类型，关于金矿的形成理论及普查找矿技术也取得了很大的进展。

我国有悠久的开采和生产黄金的历史，建国以来黄金地质也有了很大发展，但是由于各方面的原因，目前我国黄金资源和生产量都满足不了四化建设和对外贸易的需要。因此大力开展黄金矿产的资源普查和勘探已成为当务之急。

为了配合我系统保军转民，扩大找矿范围的需要，我们编写了本书，内容包括国内外金矿床类型、地理分布、成矿时代、矿化特征，找矿标志和找矿方法等。

由于水平所限，编写中不足之处在所难免，请读者批评指正。

在编写过程中，杜乐天、瞿维珍、刘文珠、李玉芬等同志提供了部分资料，在此表示感谢。

北京铀矿地质研究所 一九八七年一月

第一章	概述	(1)
一	金的性质和用途	(1)
二	金的地球化学特征	(1)
三	金的主要工业矿物	(3)
四	金的来源	(3)
第二章	国外金矿概况	(3)
一	世界黄金资源	(3)
二	世界金矿的成矿时代	(8)
三	国外金矿主要类型及其基本特征	(14)
第三章	我国金矿概况	(39)
一	我国金矿的分布	(39)
二	我国金矿的成矿时代	(41)
三	我国金矿类型及其基本特征	(44)
第四章	金的找矿方法	(72)
一	地质方法	(72)
二	地球化学方法	(73)
三	地球物理方法	(74)
四	利用放射性地球化学寻找金矿床	(74)
第五章	冶金方法	(78)
	结束语	(84)

第一章 概 述

一、金的性质和用途

金具有高度的化学稳定性，从室温到高温，一般均不氧化。金不溶于一般的酸和碱，但可溶于王水，也可溶于碱金属氰化物中。金具有高导电导热性，延展性好。

由于金具备这些优良的物理、化学性质，故除用来制做货币和装饰品外，还应用于高级仪器、仪表中的零件、电镀、电子工业、国防及宇宙航空工业上，如美国制造一架航天飞机需要 50 公斤黄金。

黄金由于用途广泛，近年来世界消耗量已接近产量，一般情况下珠宝装饰业用量较大，工业用量占总消耗量的三分之一到四分之一。目前世界上，年工业用金的耗量相当100吨级的有美国、日本、苏联；30—50吨级有西欧一些国家；不到10吨级的国家主要是发展中国家；我国为 6 吨—10吨级的。世界上按人口平均民用金消耗量最高的是阿联酋等国家。

二、金的地球化学特征

金和铜、银通常称为铜族元素。原子量为 $196.9665 \approx 197$ ，金的同位素质量从183—201，但只有质量数为 197 的最稳定，在自然界最为常见。

金在地壳中的丰度极低，比铜低 4 个数量级，较银低 1 个数量级，比铂少几倍。据推算金在地球中平均丰度为 800 ppb，在地核中为 2600ppb，在上、下地幔为 5.5ppb，地壳中最低为 3.5ppb。金的工业品位要求比它在地壳中的丰度高 3 个数量级（金富集系

数很高为1000—3000)，因而在地壳中很难成矿，这是它稀少并成为贵金属的主要原因之一。

金在地壳各部的平均丰度也不太高，地盾区为3.4ppb，褶皱区为3.5ppb，浅洋为2.9ppb，深洋4.0ppb。

金在各类岩石中丰度也比较低，火成岩中花岗质岩石平均丰度为1.7ppb，超镁质岩石为6.6ppb，碱性岩最低为1.2—1.5ppb。沉积岩中的金含量，以深海沉积岩（3.4ppb）和砂质岩石为高（3.0ppb）。在区域变质的不同等级相带中，以绿片岩相的岩石平均金含量相对较高。表1为金在各类岩石中的丰度

表 1 金在各类岩石中的丰度（ppb）

岩 浆 岩		沉 积 岩		变 质 岩	
深成岩		砂岩及粉砂岩	3.0	泥板岩及板	
酸性		页岩	2.5	岩	1.0
花岗岩	1.7	碳酸盐岩	2.0	角页岩	8.5
花岗闪长岩	3.0	深海沉积	3.4	片岩	2.2
长英岩(包括花岗				片麻岩	3.9
岩及云英岩脉)	4.2			石英岩	4.9
中性	3.2			碳酸盐岩石	1.5
基性	4.8				
超基性	6.6				
火山岩及浅成岩					
酸性	1.5				
基性及中性	3.6				

金在造岩矿物中的含量，一般是镁铁质矿物比长英质矿物含量高，例如橄榄石、黑云母、辉石、角闪石比石英、长石含量高。同一造岩矿物的含量是与所赋存的岩石有关，例如黑云母在花岗岩中为2.6—4.8ppb，而在辉长岩中为12.5ppb。它在副矿物中的含量变化很大，但经常显著地高于所赋存的岩石。

金有两个特性，一是亲硫性和亲铁性，因而它可以和许多种金属在硫化物矿床中共生。

三、金的主要工业矿物

金矿物种类不多，自然界最常见的金矿物，是金—银系列矿物，其次是金—碲系列矿物。目前已发现的共有六十多种（包括变种和研究程度较低尚未定名的矿物）。其中最常见的有自然金、银金矿、金银矿以及碲金矿、针碲金银矿、碲金银矿、白碲金银矿、叶碲金矿等。金的工业矿物有自然金、银金矿、金银矿、方金锑矿以及各种金的碲化物。其中最主要的是自然金和银金矿，其次是金银矿和金的碲化物。金在自然界常与黄铁矿、毒砂、黄铜矿、黝铜矿、闪锌矿、方铅矿、辉钼矿等矿物共生。

四、金的来源

金有三种来源：岩金（山金、原生金）、砂金和伴生金。

第二章 国外金矿概况

一、世界黄金资源

（一）世界黄金储量

目前世界金储量已由六十年代末的10978.3吨上升到34245吨，增长约两倍多。资源量为71500吨，其中15—20%的资源是副产品，南非约占世界资源总量的二分之一，苏联、巴西和美国约占12%，比1980年增加了1万多吨，其中美国和加拿大增加幅度较大。

金储量主要分布在南非、苏联、美国、加拿大、巴西等国，

这些国家的储量总和占世界总储量的 84.3%。其中南非储量为 18040 吨, 占世界总储量的 52.7 的%, 居世界首位; 其次是苏联, 储量为 6220 吨, 占总储量 18.2%; 美国为 2645 吨, 约占 7.7%; 加拿大 1245 吨, 约占 3.6%; 巴西为 715 吨, 占 2.1%; 菲律宾为 620 吨, 占 1.8%; 澳大利亚 560 吨, 占 1.6% (详见表 2)。

表 2 世界黄金储量

国 家	金属储量(吨)	占世界总储量的百分比(%)
南 非	18040	52.7
苏 联	6220	18.2
美 国	2645	7.7
加 拿 大	1245	3.6
巴 西	715	2.1
菲 律 宾	620	1.8
澳大利亚	560	1.6
津巴布韦	465	1.3
日 本	220	0.6
加 纳	125	0.4
其 它	3390	10.0
世界总量	34245	100.0
世界资源总量	71500	

(二) 世界黄金产量

1984年, 世界黄金总产量为1434.8吨, 1985年的产量估计为1505吨, 比1984年的产量增加 5 %, 到1987年产量可能将增加到1587吨。

这些产量主要来自南非、苏联、加拿大、美国、巴西、澳大利亚、菲律宾、巴布亚新几内亚、津巴布韦和加纳等国。其中南非

表 3

世界各国黄金产量

	单位:吨										
	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
南非	758.6	713.4	713.4	699.9	706.4	705.4	675.1	657.6	664.3	679.7	683.3
苏联	420.7	407.9	443.6	444.0	444.0	346.7	290	300	295.4	283.0	286.1
加拿大	52.2	51.4	52.4	54.0	54.0	51.1	50.6	52.0	64.7	73.5	81.3
美国	35.1	32.4	32.2	32.0	31.1	29.8	30.2	42.9	45.0	60.9	71.5
津巴布韦	10.4	11.0	12.0	12.5	12.4	12.0	11.4	11.6	13.4	14.1	14.5
加纳	19.1	16.3	16.6	16.9	14.2	11.5	10.8	13.0	13.0	11.8	11.6
扎伊尔	4.4	3.6	4.0	3.0	1.0	2.3	3.0	3.2	4.2	6.0	10.0
巴西	13.8	12.5	13.6	15.9	22.0	25.0	35.0	35.0	34.8	58.7	55.1
哥伦比亚	8.2	10.8	10.3	9.2	9.0	10.0	17.0	17.7	15.9	17.9	21.3
智利	3.7	4.1	3.0	3.0	3.3	4.3	6.5	12.2	18.9	19.0	18.0
多米尼加	—	3.0	12.7	10.7	10.8	11.0	11.5	12.8	11.8	10.8	10.8
秘鲁	2.7	2.9	3.0	3.4	3.9	4.7	5.0	7.2	6.9	9.9	10.5
墨西哥	3.9	4.7	5.4	6.7	6.2	5.5	5.9	5.0	5.2	7.4	6.8
尼加拉瓜	2.3	2.2	1.9	2.0	2.0	1.1	1.9	1.9	1.6	1.7	1.5
印度	3.2	3.0	3.3	2.9	2.8	2.7	2.6	2.6	2.2	2.2	2.0
菲律宾	17.3	16.1	16.3	19.4	20.2	19.1	22.0	24.9	31.0	33.3	34.1
日本	4.5	4.8	4.5	4.8	4.8	4.3	3.4	3.3	3.6	3.4	3.5
欧洲	11.6	11.0	11.4	13.2	12.5	10.0	11.8	11.9	12.4	14.1	15.0
澳大利亚	16.2	16.3	15.4	19.2	20.1	18.6	17.0	18.4	27.0	30.6	39.0
巴布亚新几内亚	20.5	17.9	20.5	22.3	23.4	19.7	14.3	17.2	17.8	18.4	18.3
其它	8.6	8.3	11.8	11.3	11.8	11.2	19.4	25.8	31.4	38.6	39.6
合计	1417.0	1353.6	1407.3	1406.3	1415.9	1306.0	1244.4	1276.2	1320.5	1395.0	1434.8

和苏联是世界上最大的两个产金国,其产量约占世界金产量的67%。从1983—1987年,两国产量所占比例不断下降,南非所占比例将从48.4%下降到43.5%,主要是由于品位降低,开采难度变大所致,苏联则由于砂金产量减少,而来自有色金属矿山的伴生金又受到一定限制,因而其产量所占比例从20.2%下降到19%。

其它几个产金国——加拿大、美国、巴西和中国等,其产量在世界金产量中的比例将有所增长,从1983年的17.6%增至1987年的22%。估计这几个国家1985年的产量将增加14.5%,1986年增加12.6%,在1983—1987年累计产量将增加102吨。

巴西金产量1970年只有9吨,到1984年已达55吨。比1970年增加5倍,据预测到八十年代末,巴西金产量可达100吨。巴西产量增加的主要原因是巴西政府十分重视金矿的勘查工作,并积极鼓励和支持群众性的勘查和采矿活动。

近年来美国和加拿大金产量逐年增加,1984年分别为71.5吨和81.3吨,均已超过七十年代最高纪录,预计两国的金产量将会继续增长。主要是由于北美近年来发现不少新的金矿床,如美国内华达州的卡林型金矿等。另外美国利用堆浸法提取金,充分利用低品位矿石和注意伴生金的回收。这也是金产量不断增长的原因。

表3为世界各国从1974年—1984年的黄金产量。

(三). 黄金价格和开采费用

从1965年到目前,世界黄金价格变化很大,六十年代金价一般稳定在20—50美元/盎司以下。七十年代以来,金价逐年上升,1975年金价达161美元/盎司。1980年金价暴涨,竟达612—813美元/盎司。比1970年36美元/盎司增长近17倍(折合人民币1000多元/两)。从1981年开始,金价趋于稳定,目前国际黄金市场价格约430美元/盎司(详见表四)

表 4 伦敦黄金市场年平均金价

1968年	38.56美元/盎司
1969 "	41.09 "
1970 "	35.94 "
1971 "	40.80 "
1972 "	58.13 "
1973 "	97.17 "
1974 "	159.13 "
1975 "	161.05 "
1976 "	124.83 "
1977 "	147.71 "
1978 "	193.29 "
1979 "	304.98 "
1980 "	612.38 "
1981 "	459.85 "
1982 "	374.96 "
1983 "	400 "
1984 "	300 "
1985年	300—340 "

资本主义各国中黄金生产费用以南非最低。南非1979年生产费用为118美元/盎司，1982年为187美元/盎司。生产成本最高的是菲律宾，1980年—1981年分别为273—350美元/盎司。美国1980年—1981年其费用为229—255美元/盎司，加拿大1980—1981年分别为186—240美元/盎司，澳大利亚为172—246美元/盎司。

(四) 世界黄金资源需求状况

从世界黄金资源需求状况来看，七十年代资本主义国家黄金的最大需求量为1607吨，而从1980年以来，黄金的基本需求量逐渐减少，1983年黄金需求量为1088吨，这也是黄金价格下跌的重要原因。

下表是美国矿业局1980年予测世界黄金资源未来需求情况

表 5 美国矿业局一九八〇年予测世界黄金资源未来需求简表

(单位: 万金衡盎司)

世界需求量					世界总储量	世界总储量与1978—2000年累计需求量比值
1978年	1990年	2000年	1978—2000年累积	1978—2000年平均增长率		
5,238.8	6,240	7,189.5	121,000	1.4%	1,040百万金衡盎司	0.86

(五) 黄金储备

在国际上, 黄金是国际贸易结算手段和货币使用的基础, 因此, 黄金储备是一个国家货币信誉的后盾。各国都想法增加黄金的储备。据国际货币基金组织的资料, 1984年世界主要工业国的黄金储备以美国最多, 达8220吨, 人均约31.1克(1盎司); 其次是西德2925吨; 瑞士2603吨; 法国2559吨; 意大利2084吨; 苏联1866吨; 荷兰1371吨; 比利时1069吨。

二 世界金矿的成矿时代

金的成矿时代广泛, 形成于所有地质时期和各种地质环境及岩石类型中, 从太古代到新生代, 由稳定的地盾区到活动带都有金矿分布。但从金储量来看, 主要集中于一些前寒武纪地盾和地台区, 约占世界总储量的70%, 主要产于美洲、非洲、亚洲、澳洲等地盾区(图1)。加拿大的波丘潘、耶洛奈夫, 巴西的莫罗—维霍, 印度的科拉尔, 西澳的卡尔古利, 南非的巴伯顿, 以及加纳等国的与太古代绿岩带有关的大型和特大型金矿都分布在地盾区和地台基底的个别地段。元古代金矿床储量约占世界总储量的40%, 多形成于原始地台拗陷及原始地槽拗陷区。如世界最大的南非兰德

式含金—铀砾岩型金矿，即产于地盾拗陷区。近年来，在加纳的塔库瓦，巴西的雅各宾纳，加拿大艾利奥特湖以及西澳等地区也发现了这类矿床。此外，在这时期还有一些以美国霍姆斯塔克金矿为代表的与含铁硅质建造有关的沉积变质金矿（或称变成型矿床）。以上两种类型在南非、美国、澳大利亚也占有极为重要的地位。

古生代是一个相对不重要的成矿时代，其储量仅占世界总储量的5%。但近几年，苏联金矿的储量和产量在古生代有上升的趋势。加里东期金矿主要分布在北欧、西哈萨克斯坦、阿尔泰、东萨彦岭、天山、后贝加尔及东澳塔斯玛地槽等地区（带）。海西期主要分布在乌拉尔—蒙古地槽褶皱带、东塔斯玛地槽带、北美阿帕拉契等地区（带）（图2）。

中生代是金矿形成的重要时期之一，据统计，约占世界总储量的10%。它主要是产在环太平洋火山岩带中，一般多为银金矿。北美从阿拉斯加经加拿大的育空、不列颠哥伦比亚经美国西部的华盛顿州、爱他荷、加利福尼亚、内华达、科罗拉多直到墨西哥及中美洲等地区广泛有与中生代造山运动有关的金矿。在东亚，从西加里曼丹、穿过马来西亚、跨过中国的东部地区进入到苏联的远东是中生代一个重要的金矿带。对我国来说，这个成矿带具有特别重要的意义（图3）。这个时期的金矿以含金石英脉、网脉、含金破碎蚀变带为主，还有部分含金角砾岩爆破筒、斑岩Cu—Au矿床、含金多金属矿床及矽卡岩型矿床。

新生代为金富集的第二个重要时期，其储量占世界总储量的15%。这是世界砂金矿床成矿的主要时期，第三纪（古新世到上新世）的浅成金银矿床也十分引人注目。新生代有四大浅成热液金银矿床成矿带：即美洲西部金矿带、亚州东部金矿带、欧洲南部金矿带和亚洲南部金矿带（图4）。表6为各地质时期的金储量分布情况。

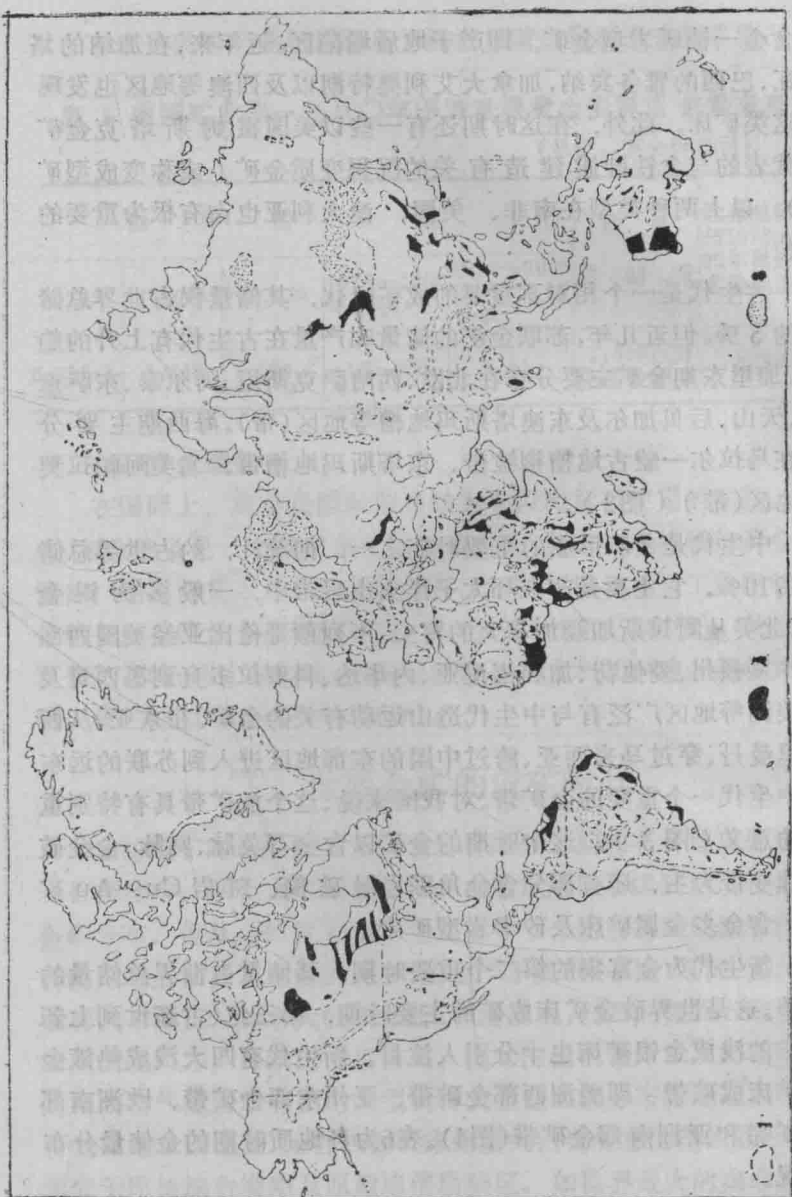


图1 世界前寒武纪原生金矿和产地分布图

1 前寒武纪地盾和露源区 2 原生金矿床和露源区 3 原生金产地



图 2 世界古生代原生金矿和产地分布图

1 受古生代造山运动影响的古生代岩石露源区 2 原生金矿床和金矿区 3 原生金产地

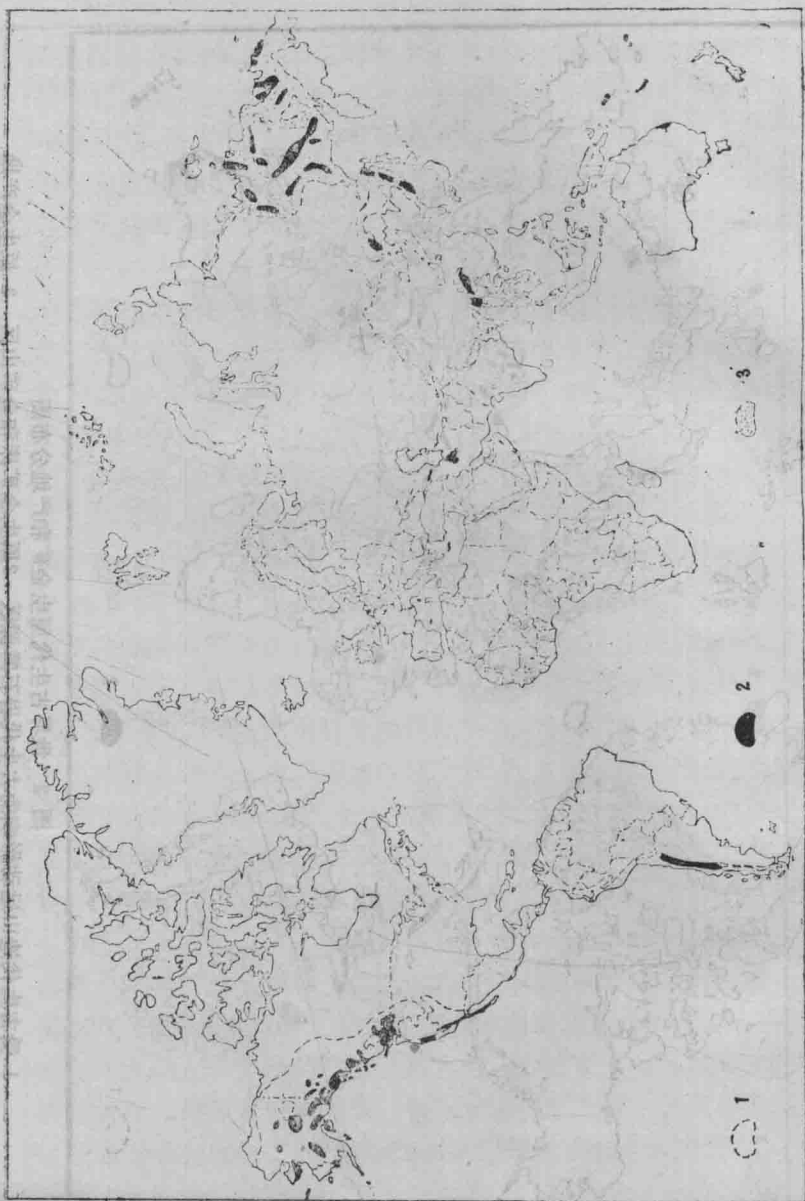


图3 世界中生代原生金矿和产地分布图

1 受中生代造山运动影响的中生代岩石露源区 2 原生金矿床和金矿区 3 原生金产地

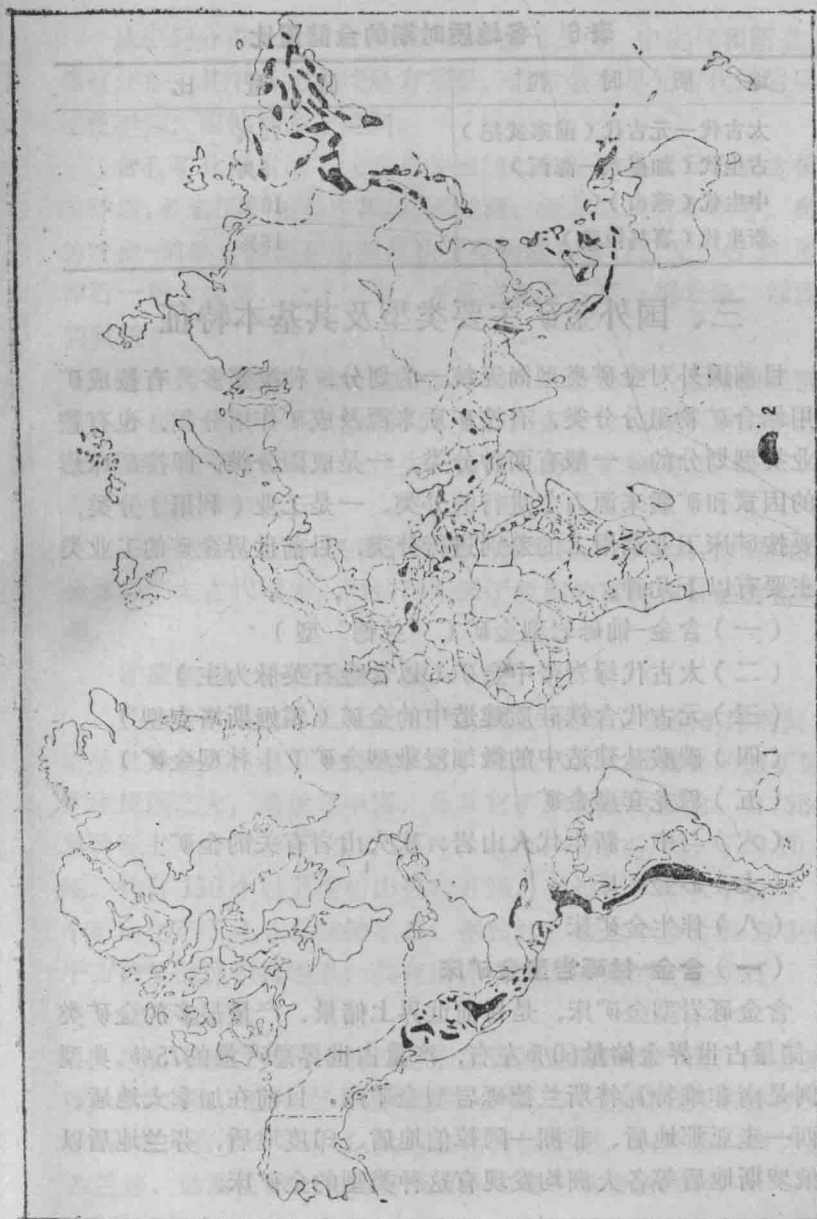


图 4 世界新生代原生金矿和产地分布图（可能包括某些第三纪前的矿床）
1 受新生代造山运动影响的新生代和更老的岩石露源区 2 原生金矿和金矿山区

表 6 各地质时期的金储量比

地 质 时 代	储 量 比
太古代—元古代（前寒武纪）	70%
古生代（加里东—海西）	5%
中生代（燕山）	10%
新生代（喜马拉雅）	15%

三、国外金矿主要类型及其基本特征

目前国外对金矿类型尚无统一的划分，种类繁多，有按成矿作用结合矿物组分分类，有按矿质来源及成矿作用分类，也有按工业类型划分的。一般有两种分类，一是成因分类，即按矿床形成的因素和矿质来源为主进行的分类。一是工业（利用）分类，主要按矿床工业利用上的差别进行分类，目前世界金矿的工业类型主要有以下几种：

- （一）含金—铀砾岩型金矿（“兰德”型）
- （二）太古代绿岩带中金矿（以含金石英脉为主）
- （三）元古代含铁硅质建造中的金矿（霍姆斯塔克型）
- （四）碳酸盐建造中的微细浸染型金矿（卡林型金矿）
- （五）穆龙套型金矿
- （六）与中、新生代火山岩、次火山岩有关的金矿
- （七）砂金矿床
- （八）伴生金矿床

（一）含金—铀砾岩型金矿床

含金砾岩型金矿床，是目前世界上储量、产量最多的金矿类型。储量占世界金储量60%左右，产量占世界总产量的75%。典型矿例是南非维特瓦特兰德砾岩型金矿床。目前在加拿大地盾、巴西—圭亚那地盾、非洲—阿拉伯地盾、印度地盾、芬兰地盾以及俄罗斯地盾等各大洲均发现有这种类型的金矿床。