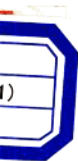


湖南贵金属地质工作
情报调研报告之一

国内外金矿主要类型 及其地质特征

湖南省地质矿产局情报图书中心科技情报室



湖南省地质矿产局情报图书中心

一九八七年六月

国内外金矿主要类型及其地质特征

(1986年1月—1987年6月)

编写单位：湖南省地质矿产局科技情报室

编写人：杨舜全、胡福祥

审查单位：湖南省地质矿产局

中心负责人：陈汉中

提交成果单位：湖南省地质矿产局情报图书中心

提交成果时间：一九八七年六月

目 录

1. 世界金矿床.....	吴美德 (1)
金的主要地球化学性质.....	(1)
金矿床在时间和空间上的分布.....	(4)
金矿类型划分及各类型的地质特征和前景.....	(8)
金矿的普查与找矿方法.....	(20)
找矿方向.....	(22)
2. 加拿大拉尔德尔湖地区绿岩带中含金脉型矿床——	
科尔-阿迪森矿床.....	史业新 (24)
区域地质背景.....	(24)
科尔-阿迪森矿床.....	(36)
3. 美国霍姆斯塔克金矿床.....	吴美德 (47)
矿床的发现及生产历史.....	(47)
矿床区域地质背景.....	(48)
矿床地质.....	(53)
流体包裹体研究.....	(56)
稳定同位素研究.....	(58)
成矿时代、物质来源及成因模式.....	(63)
矿床成因新认识对找矿的意义.....	(66)
4. 加拿大赫姆洛金矿床.....	贾忠蓬 (67)
勘查历史.....	(68)
区域地质背景.....	(70)
矿床地质.....	(73)
地球化学和同位素研究.....	(78)
矿床成因和找矿标志.....	(88)
5. 南非维特瓦特兰德金铀砾岩矿床.....	史业新 (91)
区域地质背景.....	(91)
兰德金铀砾岩矿床.....	(98)
含矿层岩石学和矿物学特征.....	(100)
成矿作用研究.....	(104)
成因研究史及找矿勘探经验.....	(109)
6. 苏联穆龙套金矿床.....	王家骥 (112)
矿区地质概况.....	(112)
金矿化特征.....	(114)

金矿床的成因探讨	(116)
地质勘探工作特点	(118)
7. 美国卡林金矿床	吴美德 (121)
矿床的发现	(121)
区域地质背景	(122)
控矿因素及矿化特点	(124)
流体包裹体及稳定同位素研究	(132)
物质来源及成矿模式	(145)
找矿勘探经验及其对寻找和发现这类金矿的意义和效果	(147)
8. 美国朗德山金矿床	贾忠蓬 李春明 林唯真 (150)
发现与开采历史	(151)
区域地质背景	(151)
矿区地质	(152)
地球化学	(163)
矿化时代	(163)
9. 加拿大辛诺拉金矿床	吴美德 (169)
矿床地质背景	(170)
矿化特征	(173)
流体包裹体及稳定同位素研究	(179)
成矿模式	(181)
矿床的类型归属问题	(182)
10. 多米尼加老村庄金-银矿床	贾忠蓬 (183)
开采与勘查历史	(184)
区域地质背景	(184)
矿区地质	(185)
岩石蚀变及其与矿化的关系	(191)
地球化学和同位素研究结果	(191)
矿床成因	(195)
11. 日本菱刈金矿床	戴自希 (197)
区域地质背景	(197)
矿床地质概貌	(200)
矿床勘查经过及勘查方法	(203)
12. 菲律宾碧瑶地区阿库潘-安塔莫凯金矿床	戴自希 (207)
区域地质背景	(208)
阿库潘-安塔莫凯矿床	(211)
阿库潘-安塔莫凯地区的地热活动	(219)
13. 澳大利亚两种新类型金矿床	张荣华 (221)
澳大利亚布丁顿风化壳型金矿	(221)
太弗尔粉砂岩型金矿	(223)

世界金矿床

吴美德

世界采金已有几千年的历史，黄金很早就用来制造货币和装饰品。虽然随着人类社会生产和空间及电子等尖端技术的发展，黄金的工业用途和需求日趋增加，但至今它仍然是国际贸易结算手段和货币信用的基础。在国际上，一个国家的货币如果没有雄厚的黄金储备做后盾是没有信誉的，是不稳定的。所以世界各国均千方百计加强金矿的勘查和开发，力图增加黄金储备以保持其在国际贸易中的实力和地位。据报道1984年世界黄金储备美国为8220吨，西德为2925吨，瑞士为2603吨，意大利为2084吨，荷兰为1371吨，比利时为1069吨，估计苏联为1866吨。然而我国黄金储备与上述国家相比相差甚多，显然与我国国际地位是不相称的。因此加强黄金地质工作、深入研究金矿成矿条件、分布规律、提高找矿技术方法和效果、突破新区和新类型是我国地质工作当务之急。

一、金的主要地球化学性质

金的原子序数为79，原子量为196.967，化学价为1和3，比重19.32 (20℃)，熔点1063℃。具高电导、高热导和高延展性（1盎司金可打成300平方英尺的金箔）。金的原子半径与银一致（1.48 Å），故可与20%的银形成连续的Au-Ag混合晶胞，但在自然界中看不到这种连续系列。金与铜（1.2 Å）原子半径不同，因此自然金中含铜很少，自然铜中含金也很少。实验室中金与许多金属可形成合金，尤其是与银、铜、镍、钯、铂可按任何比例掺合。金与汞的汞齐化是汞与金之间的混合、浸润及表面反应的结果。

1. 金的克拉克值

元素在地壳中的丰度研究是地球化学的重要基础任务，各国地球化学家都很重视。最早比较完整的地壳元素丰度表是1924年由F.W. 克拉克和华盛顿提出的。为表彰克拉克的功绩，A.E. 费尔斯曼提议把元素在地壳中的重量百分含量称为“克拉克值”。

由于以前确定地壳元素丰度时没有严格按莫霍面为地壳下界，而是人为地定地壳厚度为16公里，故1962年A.П. 维诺格拉多夫和S.R. 泰勒按现代大陆地壳结构并考虑地壳中硅铝层和硅镁层的比例（为2:1），采用两份花岗岩和一份玄武岩的平均成分做为地壳成分的代表。这样算出的地壳中金元素的克拉克值为：

(1) 维诺格拉多夫算得为 $4.3 \times 10^{-7}\%$ （丰度值为0.0043ppm）

(2) 泰勒算得为 $4 \times 10^{-7}\%$ (丰度值为 0.004ppm)

(3) 以前费尔斯曼计得的为 $5 \times 10^{-7}\%$ (丰度值为 0.005ppm)

上述所有地壳中元素的丰度值都是根据大陆上岩石样品分析得出的, 完全忽略了占地球表面面积 71% 的海洋地壳。为了克服这种缺点, 后来很多人采取分区计算 (如深洋区、浅洋区、地盾区、褶皱带区等), 最后再把各区平均化学成分用质量加权平均, 求出整个地壳平均化学成分。我国学者黎彤等人计得金在地壳各单元的丰度为:

深洋区 0.004ppm	洋壳 0.0035ppm
浅洋区 0.0029ppm	陆壳 0.0035ppm
地盾区 0.0034ppm	地壳 0.0035ppm
褶皱带区 0.0038ppm	结晶岩 0.0038ppm
	沉积岩 0.0051ppm

2. 克拉克值的地球化学意义

有些人认为地球化学元素丰度的资料既不能对金矿化有利或无利地区提供可靠的找矿线索, 也无助于人们确定金矿的原岩或弄清导致金矿大规模富集的作用。认为在足够长期的热液系统中, 低浓度的金也可富集成矿, 能否发生金矿化主要取决于地质、地球化学和地球物理因素, 而不是矿化系统中不同地区的金的浓度 (丰度值)。认为金的矿化区不需要与金的丰度高的地段相一致。然而也有很多人认为, 元素克拉克值在某种程度上影响着元素参加许多地球化学过程的浓度, 从而支配着元素的地球化学行为。如克拉克值低的 Rb、Cs、Br、I 等元素, 尽管它们的盐类都是易溶化合物, 但由于它们含量本来就低, 再容易溶解, 天然水中的浓度也是低的。相反, 丰度高的一些元素 (K、Na) 则在天然水中形成较高的浓度。事实证明化学性质相当近似的一些金属 (Na、K、Rb、Cs) 由于丰度不同而呈现出两种不同的地球化学行为: K、Na 在地壳各种体系中可有较大的浓度, 可形成各种独立矿物, 甚至形成易溶的盐类矿床; 相反, Rb 和 Cs 由于克拉克值低, 故在各种地质体系中的浓度也低, 难于达到饱和浓度, 不能形成独立的矿物, 而总是呈分散状态存在于其它元素 (主要是 K) 的矿物中。笔者认为金也不例外, 尽管金丰度低的地区, 在足够长期的热液系统中也可富集成矿, 但在同样的成矿作用条件下, 金丰度高的地区更易富集成矿, 甚至在热液系统活动较弱, 作用时间较短的情况下也可富集成矿。总之元素的克拉克值影响元素在地壳中的迁移、富集和分散等地球化学行为, 因为成矿条件再好如无矿质来源也是不能成矿的。所以在金矿的普查找矿中, 研究区域中各种岩石的金的丰度具有重要意义。不过笔者认为不能过分强调某一方面, 在找矿时绝不能受区域金丰度高低的限制, 但有重要的参考价值。

各种元素富集成矿的浓集程度不同, 以某元素在其矿床中的最低可采品位作为它在该地质体中的平均含量, 这一数值与克拉克值的比值即为该元素的浓集系数。我们以金的最低可采品位为 3 克/吨计算, 金要富集成矿则需要富集 6000 倍 (即浓集系数为 6000), 而铁矿浓集系数只有 6, 相差 1000 倍。

3. 金在各种岩石中的分布

美国地质调查所为了搞清金的分布模式，在“重金属”的研究项目中提出了各种地质体和岩石中金的丰度值：

地壳 0.003ppm	镁铁质火成岩 0.035ppm
海水 0.000004~0.000008ppm	长英质火成岩 0.01ppm
陨石（金属）2ppm	石灰岩 0.007ppm
陨石（硫化物）0.5ppm	砂岩 0.003ppm
超镁铁质火成岩 0.1ppm	黑色页岩 0.06ppm
光谱分析极限 30ppm	

原子吸收光谱检验极限 $0.04\text{ppm} \pm 5\%$

中子活化和火法试金综合法（美国地质调查所法）检验极限

$1\text{ppb} \pm 10\%$ （美国地质调查所）

$1\text{ppb} \pm 30\%$

从上面可以看出，虽然岩浆岩系列岩石金含量变化不大，但从超镁铁质岩石到长英质钙碱性岩石金的平均含量有逐渐降低的趋势（如图1所示）。

关于金与超基性岩石紧密相关的原因，有人认为是由于金具有很高的负电性，倾向于与最小离子键的化合物有关，故与岛状硅酸盐（橄榄石）和链状硅酸盐（辉石）密切相关，从而解释了超基性岩石金含量较高的原因。相反，架状硅酸盐类（长石、石英）却具有最大的离子键。他们还指出各种喷出岩比相应的侵入岩含有更多的金。超基性岩与金矿化密切相关的另一原因是该岩类比其它岩类易碳酸盐化，从而释放出大量的金。所以其它岩石即使含量较高或相当高，如果缺乏使之富集的机制也是很难形成矿床的。

金为亲硫、亲铁元素。亲硫性表现为金常与硫化物中的黄铁矿、毒砂共生，但本身不与硫化合而与砷化合。亲铁性表现在陨铁中含金量可达 $5 \sim 10$ 克/吨，这比岩石中要高出 $150 \sim 300$ 倍，甚至 5000 倍以上。

4. 金的迁移

关于金的溶解和运移问题，菲利普指出，金在 $150 \sim 280^\circ\text{C}$ 的碱性硫化物热水溶液中，

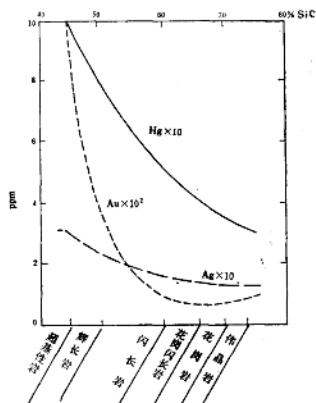


图1 火成岩中金、银和汞的丰度

由于形成稳定的含有 H_2S 和 HS^- 的金络合物而被溶解100~200ppm。西沃德(Seward)发现金在pH值为0的情况下,可溶解40~230ppm,认为主要有三种金-硫络合物;在中性溶液中为 $Au(HS)_2^-$;在碱性溶液中为 $Au_2(HS)_2S^{2-}$;在酸性溶液中为 $AuHS^+$ 。他还指出,砷-硫络合物和锑-硫络合物也可能是在相对低温溶液中携带金的化合物。亨利(Henley)等人利用氯化物溶液研究了金的溶解度,发现金溶解度随温度增高而加大,由300℃以下的10ppm增加到450℃以下的200ppm,从480℃起溶解度随温度变化明显,在510℃时约达1000ppm。如果在500到700℃下从角闪岩中放出水,并存在氯化物的话,则大部分金将和水一起进入对金来说不够饱和的溶液中。还指出在300~400℃的绿片岩相条件下,金可发生大量沉淀。此外,金的运移和沉积也可受含金流体中的二氧化碳气体压力的影响,这与碳酸盐既存在于层状金矿床也存在于脉状金矿床的情况一致。

二、金矿床在时间和空间上的分布

金矿可形成于所有的地质时期和各种地质构造环境及岩石类型中,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(图2)。但各地质时期金矿的分布是不均衡的,据报导世界70%的金储量集中在前寒武纪,25%集中在中-新生代。我国也不例外,据沈阳地质矿产研究所统计,我国56.4%的金储量集中于前寒武纪,36.2%集中在中-新生代(表1)。所以在世界范围内形成两个成矿高峰。古生代金矿较少,但近年来,苏联及世界其它地区相继发现了一些古生代金矿(如苏联穆套金矿),其储量比有可能增大。金矿这种时间分布特点给人以错觉,认为前寒武纪是最有利成矿时期,但若考虑到前寒武纪延续时间大约25亿年,为中-新生代(2.25亿年)的11倍,所以如按延续时间加权计算,中-新生代成矿程度并不亚于前寒武纪。

各地质时期的金储量比

表1

地质时代	世界范围储量比	中国金矿储量比
太古代-元古代(前寒武纪)	70%	56.4%
古生代(加里东-海西期)	5%	7.4%
中生代(燕山期)	15%	10.6%
新生代(喜马拉雅期)	10%	25.3%

在空间上,金矿分布也是不平衡的,据苏联学者(E. M. Некрасов, 1981)统计,资本主义国家和发展中国家储量主要分布于两个含金区A组古地盾、地台及中间地块含金区金储量约占3%,其中古老地盾、地台区绿岩带金矿占21.1%、古地台盖层中的金储量占45.5%、中间地块金储量仅占0.2%;B组褶皱活化区金矿总储量占26.8%,其中优地槽区占20.9%、冒地槽区占3.7%、年轻火山带占2.2%。

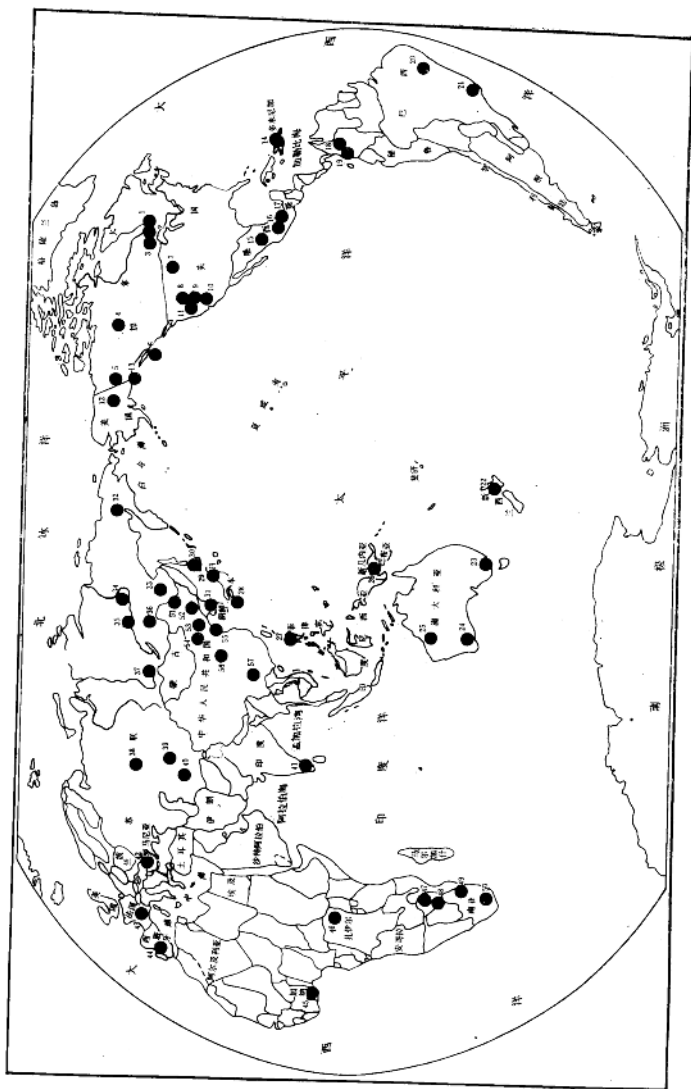


图 2 世界主要金矿分布图, 表示本专题所讨论的各矿区的位置

图2注:

- | | | |
|-------------|--------------------------------|-------------------|
| 1. 柯克兰湖 | 21. 莫罗-维洛 | 41. 科拉尔 |
| 2. 波丘潘 | 22. 泰拉基 | 42. 阿普塞尼山脉 |
| 3. 赫姆洛 | 23. 本迪戈、巴拉腊特 | 43. 萨尔西涅 |
| 4. 耶洛奈夫 | 24. 卡尔古利 | 44. 韦尔瓦 |
| 5. 克朗代克 | 25. 太弗尔 | 45. 塔库瓦 |
| 6. 辛诺拉 | 26. 波拉拉 | 46. 基洛莫托 |
| 7. 霍姆斯塔克 | 27. 阿库潘 | 47. 加图马地区 (卡姆和莫托) |
| 8. 卡林、贝尔、金坑 | 28. 安列 | 48. 沃巴契奎 |
| 9. 朗德山 | 29. 佐渡 | 49. 巴伯顿 |
| 10. 麦克劳克林 | 30. 鸿舞 | 50. 维特瓦特斯兰德 |
| 11. 母矿脉 | 31. 朝鲜 | 51. 团结构 |
| 12. 费尔班克斯 | 32. 苏联东北部 (科累马、
卡拉姆普、哈康德仁等) | 52. 夹皮沟 |
| 13. 朱诺 | 33. 阿穆尔 | 53. 金厂峪 |
| 14. 老村庄 | 34. 雅库特 | 54. 小营盘 |
| 15. 圣路易斯波托西 | 35. 勒拿区 | 55. 招-掖地区 |
| 16. 瓜那华托 | 36. 后贝加尔 (巴列伊、
塔谢夫等) | 56. 小秦岭地区 |
| 17. 帕楚卡 | 37. 西西伯利亚 | 57. 黔西南地区 |
| 18. 安提奥基亚 | 38. 乌拉尔 | |
| 19. 乔科 | 39. 哈萨克 | |
| 20. 雅各宾纳 | 40. 穆龙套 | |

古老绿岩带金矿床主要产于非洲、美洲、亚洲、澳洲等地盾、地台区。如加拿大的波丘潘、耶洛奈夫, 巴西莫罗-维洛, 印度的科拉尔, 西澳的卡尔古利, 南非的巴伯顿、美国的霍姆斯塔克以及加纳等国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。我国地台、地轴区一些金矿, 如河北的金厂峪、河南的文峪、吉林的夹皮沟、丹东的五龙等金矿可能皆属此类矿床。古地台盖层中金矿多形成于原始地台拗陷及原始地槽拗陷区。前者如南非的维特瓦特斯兰德含金-铀砾岩型金矿, 后者有加纳的塔库瓦含金砾岩型金矿。古生代金矿中, 属加里东期的有苏联的哈萨克斯坦以及库兹涅斯克等地的金矿; 属海西期的有苏联乌拉尔、天山、阿尔泰的一些金矿 (如穆龙套金矿) 以及澳大利亚的本迪戈和巴拉腊特等金矿。中-新生代金矿主要沿环太平洋带和地中海-喜马拉雅带以及蒙古-鄂毕次克带分布, 这个时代的金矿大都与火山岩、次火山岩或侵入岩有关, 一般多为银金矿, 如美国西部、墨西

哥、秘鲁、智利，苏联东部、日本、菲律宾、巴布亚新几内亚一些金矿及斑岩铜-金矿床多属此类。我国这类矿床除台湾金瓜石金矿外，近年来在东北和浙闽沿海地区也多有发现，如吉林五凤-五星山、刺洞沟、小西南岔、黑龙江团结沟及浙江遂昌冶岭头等金矿都与该期火山岩、次火山岩和小侵入体有关。

关于成矿时代含金性的演化问题，有人认为总的趋势是演化方向不可逆性和成矿特点的周期性显示。这种不可逆性总的表现为随着时间的推移，金矿的赋存条件更加复杂，矿床类型更加多样。此外还表现为由古到今各成矿期的延续时间逐渐缩短，各成矿期之间无矿的所谓“空白”间隔逐渐减小，矿床的规模变小而数量增多。成矿周期性特点表现为以内生为主时期和以外生富集为主时期的交替出现。原生金的带入在成因上与玄武岩浆的演化有关，

世界金储量和资源基础的地理分布 表 2

地区或国家	储量① (吨)	储量基础② (吨)	储量所占比例 (%)
北美：美国	2488	3110	6.3
加拿大	1306.2	1555	3.3
其它	933	933	2.3
合计	4727.2	5598	11.9
南美：巴西	715.3	633	1.8
其它	528.7	933	1.3
合计	1244	1866	3.1
欧洲：苏联	6220	7775	15.6
其它	311	311	0.8
合计	6531	8085	16.4
非洲：加纳	217.7	311	0.5
南非	23636	24880	59.4
津巴布韦	311	466.5	0.8
其它	311	466.5	0.8
合计	24475.7	26124	61.5
亚洲：日本	311	311	0.8
菲律宾	559.8	622	1.4
其它	466.5	622	1.2
合计	1337.3	1555	3.4
大洋洲：澳大利亚	715.3	933	1.8
其它	777.5	933	2.0
合计	1492.8	1866	3.8
世界总计	39808	45095	

注：① 所列国家的储量，除美国、加拿大和南非外，有些国家可能包括推定的储量。

② 储量基础包括当前经济的探明资源（储量）、远景经济的（边界储量）和一些当前次经济的（次经济资源）。

资料来源：《Mineral Facts and Problems》1985。

主要是在太古代和中-新生代，但两者又有区别，即在中-新生代金矿形成中，地壳同化作用起的作用比在太古代大些。古生代的金矿主要是由于花岗岩在地壳内部形成时金发生了重新分布而形成的。元古代和现代金矿基本是在表生条件下富集的。

世界金储量在地理分布上主要集中在南非、苏联、美国、中国、加拿大、巴西和澳大利亚等地区，以上六个国家（中国除外）就占世界总储量的88.2%（见表2）。

三、金矿类型划分及各类型的地质特征和前景

金矿类型的研究和划分是矿床地质学家的重要任务，对矿床的发现和确定有效的勘查方法具有指导性的意义，所以各国都十分重视这方面的研究。从各国采金史来看，大都是从采砂金开始的，后来逐步发现和开采脉金，故长期有砂金和脉金（山金）之分。本世纪以来，随着地质科学的进步和采金业的发展，逐渐认识到所谓砂金和山金具有不同的地质背景、产出条件和成因。因此许多学者为阐明金矿形成条件、分布规律，以利对金矿深入了解和工业利用，提出更为详尽的金矿分类。但由于在不同历史时期，不同国家的不同学者对金矿分类的着眼点和所强调的成矿、控矿因素等划分准则不同，所以提出了各有特色的金矿分类：如有强调成矿深度和温度的分类；按矿体产状和形状的分类；按成矿建造、容矿岩石的分类；有强调物质来源、成矿作用、元素和矿物组合的分类；按工业开采要求、经济意义和标型矿床的分类以及按地球化学特点的分类。现举几例金矿分类如下：

刘祖一（1959）

内生

气成

浅成热液

中深热液

深成热液

外生

M. B. 博罗达耶夫斯卡娅（1974）

内生

近地表矿床

金-银建造

金-石英建造

金-石英-硫化物建造

中深矿床

深成矿床

外生金矿床

风化壳型

机械沉积型（砂矿）

变质-变成型金矿床

B. И. 斯米尔诺夫（1959）

石英-金热液矿床

含金石英脉

含金石英-碳酸盐脉

含金石英-重晶石矿脉

含金石英-电气石矿脉

金-银-碲热液矿床

黄铁矿-金热液矿床

含金围岩交代热液矿床

受变质含金砾岩

砂矿

弗兰克S. 西蒙斯（1973）

含金石英脉型矿床

低温热液“矿囊”型矿床

砂金矿床

古砂金矿床

海洋砂金矿床

浸染型金矿床

伴生金矿床

郑明华等 (1983)

- 成矿物质来源于上地幔玄武岩浆的金矿床
 - 与超基性-基性岩体有关的岩浆金矿床
 - 与砂卡岩有关的接触交代金矿床
 - 与斑岩有关的次火山气液金矿床
 - 与火山熔岩和凝灰岩有关的火山金矿床
- 成矿物质来源于硅铝层重熔-再溶混浆的金矿床
 - 与重熔酸性侵入体有关的热液金矿床
 - 与再熔混浆侵入体有关的热液金矿床
- 成矿物质来源于壳内岩石(或矿石)的金矿床
 - 与太古代绿岩带有关的变质热液金矿床
 - 与硅铁质岩系有关的变质热液金矿床
 - 与黑色岩系有关的变质热液(或地下水热液迭加)金矿床
 - 与碳酸盐岩系有关的地下水热液金矿
 - 与碎屑岩系有关的地下水热液金矿
- 成矿物质来源于地表岩石(或矿石)的金矿床
 - 与风化壳有关的风化金矿床
 - 与砂、砾(岩)层有关的沉积金矿床
- 成矿物质来自上述四种来源(任意两种以上来源)的迭生矿床

金矿床地球化学类型

栾世伟等 (1983)

- | | |
|------------------|--------------------------|
| Au-Fe型 | Au-Sb型 |
| Au-Fe-Cu亚类 | Au-Sb-W亚类 |
| Au-Fe-Pb(Zn)亚类 | Au-Sb-Hg亚类 |
| Au-Fe-Ag亚类 | Au-U型 |
| Au-Ag型 | Au-U-Fe亚类 |
| Au-Ag-Bi亚类 | Au-As型 |
| Au-Ag-Sb亚类 | Au-As-Hg亚类 |
| Au-Ag-Se (Te) 亚类 | Au-Co型 |
| Au-Ag-As亚类 | Au-Co-Fe亚类 |
| Au-Cu型 | Au- Σ Pt型 |
| Au-Cu-Ag亚类 | Au- Σ Pt-Cr亚类 |
| Au-Cu-Pb(Zn)亚类 | Au- Σ Pt-Ni(Cu)亚类 |
| Au-Cu-Co亚类 | |
| Au-Cu-As亚类 | |
| Au-Cu-Mo亚类 | |

中国地质学会矿床分会贵金属组 (1985)

(中国金矿床成因类型)

岩浆-热液金矿床

重熔岩浆热液金矿床：硫化物-金建造 (河北峪耳崖)

混合岩化-重熔岩浆热液金矿床：硫化物-金建造 (山东玲珑、焦家)

接触交代-热液金矿床：铅-锌-金建造 (湖南水口山)；

铜-金建造 (辽宁华铜、山东沂南)

火山及次火山-热液金矿床：

火山-热液金矿床：银-金建造 (台湾金瓜石、吉林刺龙沟)

次火山-热液金矿床：硫化物-金建造 (黑龙江团结沟)

沉积-变质金矿床

铀-金建造 (黑龙江东风山)

变质-热液金矿床

古老绿色岩系中的金矿床：硫化物-金建造 (吉林夹皮沟、河北金厂峪、

河南小秦岭)

含炭质 (火山) 碎屑岩系中的金矿床：硫化物-金建造 (辽宁四道沟、白云山)；

铅-锌-银-金建造 (河南银洞坡)；钨-铋-金建造 (湖南沃溪)；砷-金建造 (吉林二道甸子)

地下热 (卤) 水溶滤金矿床

碳酸盐系中的金矿床：石英-铁白云石-金建造 (陕西二台子)；

方解石-金建造 (广西叫曼)；菱铁矿-金建造 (四川西昌)

碎屑岩系中的金矿床：砷-铋-汞-金建造 (贵州板其、丫他)

风化壳金矿床

残余 (铁帽) 金矿床：褐铁矿-金建造 (四川木里耳泽)

淋积金矿床：铜-银-金建造 (甘肃白银厂)

残 (坡) 积金矿床：碎屑-金建造 (内蒙金盆)

沉积金矿床

冲积砂金矿床：河床-河谷-河漫滩砂金建造 (黑龙江兴隆沟)；

阶地砂金建造 (黑龙江桦南)

洪积砂金矿床：(内蒙金盆)

岩溶砂金矿床：(湖南隆回、岩口)

冰碛 (水) 砂金矿床：(青海大场、四川樟腊)

砾岩金矿床：(吉林老头沟)

从上述金矿分类可以看出除所强调的划分准则不同外，并且随着历史的进程，地质科学研究逐步深入，新的技术测试手段的高、精发展，新类型的不断发现以及对矿床形成、演化认识日益深化，金矿分类也愈加完善，并日趋接近客观的成矿作用和规律。然而从找矿角度

来看,大多数矿床都是在找到以后,经过长期研究才搞清其矿质来源、成矿作用等因素的,甚至有的矿床直到采完闭坑,其成因还未搞清。地质工作者们都知道,在某地区找矿之前所了解的常常仅是该区的大地构造位置,区域地层、岩石建造类型等基本地质情况。从这一角度进行金矿类型划分,或许便于根据不同区域地质条件,注意寻找某种类型金矿。基于这种认识笔者提出以下主要按构造单元、容矿岩石和典型矿床划分的金矿类型:

(一) 前寒武纪地盾、地台花岗绿岩区金矿

- (1) 含金石英脉、网脉、硅质剪切带中的金矿(波丘潘式[加]、夹皮沟式)
- (2) 含铁硅质建造中的金矿(霍姆斯塔克式[美]、东风山式)
- (3) 变质碎屑岩(火山碎屑岩)中的层控浸染状金矿(赫姆洛式[加]、银洞坡式?)
- (4) 混合岩化破碎蚀变岩中的金矿(焦家式)

(二) 元古代原始地台拗陷及原始地槽拗陷区含金铀-砾岩金矿

(兰德式[南非]、塔库瓦式[加纳])

(三) 古生代置地槽优地槽褶皱区金矿

- (1) 弱变质的砂岩、千枚状片岩中的脉状和菱状金矿(穆龙套式[苏])
- (2) 碳酸盐、粉屑岩、泥质岩建造中的微细浸染型金矿(卡林式[美]、板其式)

(四) 中生-新生代与火山岩、次火山岩、小侵入体有关的金矿

- (1) 火山岩金矿(阿库潘式[菲]、刺猬沟式)
- (2) 次火山岩金矿(巴列伊式[苏]、团结沟式)
- (3) 与中酸性侵入体有关的金矿(斯普临-希耳式[美]、马山式)

(五) 现代砂金矿床

- | | |
|----------|-------------|
| (1) 残积砂矿 | (5) 滨湖砂矿 |
| (2) 坡积砂矿 | (6) 滨海砂矿 |
| (3) 洪积砂矿 | (7) 潜蚀-残余砂矿 |
| (4) 冲积砂矿 | (8) 冰碛(水)砂矿 |

(六) 伴生金

上述分类既不是成因分类也不是工业分类,它主要是根据现有的主要金矿所属的地质背景等因素划分的。总之,不是一个系统、完整的分类,肯定存在很多缺点和错误。相信随着重大的新类型金矿的发现将会得到不断修改和补充,使之逐步完善。现在只是想通过这种分类能在普查找矿中起到一点指导和有益的参考作用。

1. 前寒武纪地盾、地台花岗绿岩区金矿

1) 含金石英脉型(波丘潘、夹皮沟式)

绿岩型金矿,这一类型名称是七十年代由国外引进的,其实这是一种早已成为开采对象的老金矿类型。不过在早期研究人员鉴于这类金矿多呈脉状、构造控制明显,且多与岩脉、岩株有伴生关系,故认为金矿与花岗岩类岩石有成因联系,金来源于花岗岩类岩石,是典型的后成热液矿床。我国也有许多研究者认为我国分布于地盾、地台区的大量石英脉型金矿主要是中生代成矿期金矿,与印支期或燕山期花岗岩有关。但近十多年来发现这类金矿主要

产在古老火山岩变质而成的绿岩中，特别是通过稳定同位素的研究，认为金是绿岩本来就有的组分，是在前寒武纪区域变质作用期间，由变质热液使金运移富集的，并主要受层位控制。这一新的认识不仅有助于今后的金矿找矿工作，同时也向人们指出这类金矿可能还有很大潜力。这就给我国地质工作者提出一系列问题，我国有无绿岩带？与国外绿岩带相比其特点如何？含金远景如何？通过国内外有关金矿资料分析，笔者发现我国华北准地台区的金厂峪、小营盘、夹皮沟、小秦岭、玲珑等一些金矿也多呈含金石英脉，产于斜长角闪岩、角闪斜长片麻岩中。这种岩石与国外典型绿岩带相比，其时代和变质程度可能相应晚些和深些，但总的来看是可以对比的，并提出太古代绿岩带金矿值得注意（1977）。

所谓绿岩带是指一套普遍绿化了了的超基性、基性、酸性火山岩和部分沉积岩系，是世界重要的含金岩系。除产有大量中、小型金矿外，还含有很多特大型金矿。如加拿大波丘潘金矿总产量达1600吨；西澳大利亚卡尔古利金矿已产金1200吨；印度科拉尔金矿也已产金800吨左右。据报道，与绿岩带有关的金矿其金总产量大约12160吨，占世界黄金累计产量的13%。

这类矿床最大特点是金矿化都与古老火山岩变质而成的绿岩有密切关系，其含矿层位和岩性方面都可很好地进行对比（表3）。但不同地区也有些各自的特点。如南非绿岩带相对其它地区太古代绿岩带特别是相对加拿大的绿岩带含有大量的超基性岩石，而中性到酸性岩较少。这可能反映南非绿岩带具有年代更老的特点，除金外，偏重于铬、镍、铁、铂族金属的发育，而加拿大绿岩带除金外则偏重于铜、镍的发育。此外含矿岩系的变质程度一般为绿片岩相，但个别地区或地段可达到角闪岩相。如印度科拉尔金矿就产于角闪石-绿泥石片岩中。

加拿大、西澳大利亚、印度、南部非洲等地盾区含矿岩系对比表

表 3

	加拿大地盾 (波丘潘矿田)	西澳大利亚地盾 (卡尔古利矿田)	印度地盾 (科拉尔矿田)	南部非洲地盾 (巴伯顿矿田)
年龄(亿年)	24~27	27~29	29	26~36
层位	基瓦丁群	卡尔古利群	达尔瓦超群	斯威士兰超群
性岩	为一套变质火山岩组成的绿岩。底部由夹熔岩的石英岩、角闪岩、超基性岩系以及片麻岩化花岗岩组成。	为基性熔岩流和条带状含铁石英岩。基性熔岩流中有少量凝灰岩夹层，具有细碧岩特征，常为枕状构造。条带状含铁石英岩发育不广。	为角闪石-绿泥石片岩。下部变为绿岩系的火山-沉积杂岩。	上部为砂、泥质沉积岩系；中部为基性到酸性岩系；下部为超基性岩系。上、中、下部都有条带状含铁层。

这类矿床大部分为含金石英脉和细脉带。矿床多限于绿岩带，受构造控制明显，以陡倾或近直立的为主，延深较大，可达千米以上。不过也有少数金矿产于小岩株或花岗岩钟边缘部，但它们大都靠近与绿岩带的接触带或靠近岩体中绿岩捕虏体残余的地方。这类矿床很多

属于所谓“深延矿床”，1980年苏刊发表了一篇讨论有关深延金矿一般特征和类型的文章（E.M.涅克拉索夫），认为国外（苏联以外），已知有30个（或多一点）开采深度达1公里和更深的金矿床，并把这种深延矿床分为五类。其中第一类就是所谓产于绿片岩系和角闪石化陆源-火山岩系中的矿床（见表4），占深延金矿床的50%。其特点是矿化深度大（最深3500米，平均1600米）、金储量大（最大1550吨，平均367吨），而且每加深1米储量的增加额也较大（0.12吨/米）。认为这类矿床在预测深部矿化以及评价矿石储量等方面都比较可靠，而且开采也较简单，是最有远景的金矿类型之一。

苏联以外国家深延金矿田和矿床的主要参数（E.M.涅克拉索夫）

表 4

矿田和矿床（国家）	矿体主要形态类型	H(米)	储量(吨)	P(吨/米)
科拉尔（印度）	脉带、细脉带、透境体带	3500	700	0.20
莫罗-维洛（巴西）	细脉浸染矿带	3000	250	0.08
肯-莫托尔（津巴布韦）	脉和细脉带	2000	150	0.08
霍姆斯塔克（美国）	脉带以及细脉状和浸染状矿体	1900	900	0.25*(0.47)
格洛布-菲尼克斯（津巴布韦）	块状脉及树枝状脉	1500	120	0.08
累奥诺腊（澳大利亚）	脉	1500	80	0.06
芒特-马格内特（澳大利亚）	浸染状矿带和矿柱	1510	40~50	0.03
洛内利（津巴布韦）	浸染状矿脉和矿带	1500	50~60	0.04
霍恩（加拿大）	筒状和带状浸染矿体	>1300	230	0.18
雷德湖马德森（加拿大）	浸染状矿带	1280	60	0.05
波丘潘（加拿大）	脉带、细脉带和细脉浸染矿体	1200	1550	0.25*(1.29)
布雷洛恩-派欧尼尔（加拿大）	脉	1200	120	0.10
卡尔古利（澳大利亚）	浸染状矿带、少量树枝状脉	1200	1050	0.25*(0.87)
诺斯曼（澳大利亚）	脉、细脉状和浸染状矿体	1000	120	0.12
沃布腊伊登（加拿大）	脉	1000	65~75	0.07
算术平均值		1640	367	0.12

注：* 计算时采用的参数P的平均值

H—已用山地工程确定的垂向矿化范围

P—矿床每加深1米金储量的增长额

储量数字由于资料来源不同与本文所用数字有差别

关于这类金矿成因问题，有很多设想，有人提出热卤水对流成矿模式。认为向下渗透的卤水，当受热达到500℃时能把金和其它金属从绿岩中淋滤出来。500℃大体上相当于绿片岩变质作用温度的上界。这样富含金属的热卤水（金-氯络合物）就向上对流，使金发生运移，并大约在400℃等温线附近沉淀在绿岩中的裂隙中，形成脉状金矿。当温度梯度较大时，卤水可把Au和Fe、As、Si、S以及Mn、Ti、Cu、Pb、Zn、Co和Ag等金属从基性-超基性火山岩层中淋滤出来，这种含有大量的金-硫络合物热卤水可以上升到海底而沉淀，形成含铁硅质建造中的层状金矿床。最近还有人提出超基性岩蚀变为滑石-碳酸盐时可释放出大量的金和硅，因而在一些有利的裂隙构造中可形成含金石英脉，在一些破碎带可形成含金石英细脉和