

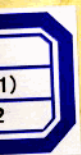
# 金矿资料汇编

——美国专家帕里希先生  
对川西北金矿技术咨询资料



西南冶金地质勘探公司

一九八六年十二月



# 前 言

应冶金工业部地质局的邀请，美国科罗拉多州博斯霍瓦赫尔金矿公司经理，金矿地质专家I、S帕里希先生作为冶金部天津地质研究院地质顾问于1986年8月21日抵达北京。根据计划安排，专家于8月26日至9月15日对四川省西北部平武，松潘等地原生金矿和砂金矿进行了实地考察和技术咨询，并在成都作了五天的金矿地质讲学。

I、S帕里希先生是美国DMBW公司成员之一，他在矿业地质、地质勘探和矿业经营等方面具有广泛的实践经验，1977年以前，他同美国地质调查所在加拿大多姆(Dome)和凯姆拜尔红湖(Campbell Redlake)金矿、魁北克帕替奴(Patino)铜矿以及新蒙特波莱桑特(Mount Pleasant)锡钨铜矿工作，他曾撰写过金、钨、钽矿地质等论文，以及矿石储量计算，品位管理、采样以及化验等应用矿山地质方面的文章。

I、S帕里希先生具有丰富的金矿找矿勘探方面的经验，在川工作期间，曾先后踏勘过响岩、平武河谷型砂金矿、松潘冰水型沉积砂金矿以及桥桥上细微浸染型原生金矿，除听取了西南冶金地质勘探公司科研所，六〇六队、六〇五队的情况介绍并对天津地质研究院和六〇六队在平武、南坪地区所开展的地质科研工作进行了技术咨询。专家工作极其认真，细致，对我们在金矿找矿中所提出的问题，都一一作了解答。专家的讲话对开展川西北地区原生金的找矿科研工作有很大启发和帮助。

为了使专家在川工作期间的讲学和技术咨询意见广为交流。我们组织了部份力量按照专家讲课的内容分为五个章节即：金对人类的挑战、金矿床的分类和浸染状金矿床、堆浸法的基本情况和基本特点、脉金矿床、和金的勘探分别按照录音做了整理，考虑到资料的完整性和准确性我们又对专家提供的一部份英文资料，选其主要的译成中文，做为学习参考资料一并刊印。目的是能对专家的讲话能有一个更为全面的了解。此外将专家的建议和问题的回答同时刊印于后。

专家在四川工作期间，曾得到了冶金部天津地质研究院的大力支持和配合，翻译工作主要是天津院谢仲恒工程师承担，对他付出的劳动，我们在此表示致意。

这份资料的整理和翻译工作得到公司科研所、六〇五队的同志们大力帮助。由于时间紧迫，我们在汇编过程中可能会存在一些错误或不尽完善之处希提出批评指正。

西南冶金地质勘探公司

科技处

1986、12、20

# 目 录

一、帕里希专家金矿讲座.....	1
第一讲 金对人类的挑战.....	1
第二讲 金矿床的分类和浸染状金矿床.....	13
第三讲 堆浸法的基本情况和基本特点.....	22
第四讲 脉金矿床.....	26
第五讲 金的勘探.....	30
二、帕里希专家对川西北微细浸染型金矿的技术咨询.....	34
三、译文：据帕里希专家讲座时提供的参考资料.....	37
1、浸染型金矿床.....	37
2、内华达卡林金矿地质.....	50
3、脉金矿床——火山衍生说.....	54
4、气成金矿.....	65
5、关于金矿床的分类和金矿化.....	68
6、金矿伴生元素.....	73
7、后生含金矿床形成过程中的交质扩张充填理论综述.....	76
8、金矿勘探.....	81
9、样品量及其在金分析中的意义.....	89
10、金的地球化学勘探.....	104
11、地球物理参数.....	111
12、四个地下金矿床表层土壤的仙影球杆菌孢子分布.....	113

黄金工业出版社

发 行 所

03 .51 .3487

# 一、帕里希专家金矿讲座

## 第一讲：金对人类的挑战

这篇文章是在1985年2月在印度邦加罗尔召开的联合国金的勘探和开发分区会议上进行过宣讲。

我们知道，从人类开采金矿以来，所采出的12.2万吨金中的65%是在本世纪开采的，直到十九世纪中期，砂金曾一直是金的主要来源，首先开采同生砂金以及古砂矿。之后，则开始注意脉型。网脉型以及作为金的重要来源的兰德型矿床的地下开采，特别是低品位的浸染型矿床。以及可能成为含金矿石的黑色页岩、泥岩等。

因此，地质人员必须提高他们的技术水平，发展合理地质找矿新技术，新方法以适应金矿找矿和开采的需要。了解金矿的发展历史，发展选冶技术，提供人们合理地利用金矿资源。

### 厂史：

#### 公元前4000年以前。

大约在公元前1.8万年，人类开始使用铜。在公元前4000年以前，还没有发现人类开采金矿的遗迹，蒙黑德(Mohide)1981年研究证实，于1972年在黑海沿岸的保加利亚瓦尔纳发现世界上最老的金矿宝库，在那里曾出土了由2000粒组成的总重量为5.54公斤的金块，这些金可能是在罗马尼亚阿尔卑斯山的Transylvanian的地表或近地表开采出来的。这些金被加工成块金这一事实标志着当时的冶炼和开采的技术水平。并被保加利亚Ai Bunar、和南斯拉夫Rudna Glava这两个6000年前的铜矿山的发现所证实。

这个年代的确定是根据树的年轮和放射性碳年测定得出的。

最早发现的金是砂金矿，由于金的颜色和重量，人类利用金的比重大的特点来精选这种金属，一些古代的工程师发明了用“轰震法”从含金砂矿中提取金。

#### 公元前4000—2000年

在这一时期发现了埃及、苏丹和赞比亚的砂金和氧化残余床矿以及埃塞俄比亚的前寒武纪石英脉型金矿床。除开采砂金外，还进行了地下开采。到公元前3500年，坑道的长度长达5—6公里，坑道深达100米。并测量了坑道的方向。钻探方法简单，只能向下打1米深。

#### 公元前4000—2000年

除了埃及而外，在爱尔兰、和中国已开采砂金。但在印度和中亚的一些地区开始开采浅部石英脉型金矿。在这一时期地质思想上已认识到断裂及其交叉部位对于寻找金矿的重要意义，断层的位移已在希腊Cassandra矿山中被注意用于寻找金的错失部份。巴尔干半岛、俄罗斯等地用绵羊皮衬套在流矿槽中以提高对细粒金的回收。

冶金学在这一时期取得了三个重要进展。一是采用了混汞法，用汞来从粉碎的和冲洗过的物质中净化和收集细粒金。二是熔融法，将矿石同助熔剂一起融化，产生一种混杂的铸块，然后再将铸块与铅合铸，使其温度介于铅和铜的熔点之间，这样铅被熔出，银和金也随铅带出，再把铅提出。三是在冶金学上发现用盐(NaCl)来帮助分离金和银。

因而在这一时期产金量几乎是整个早期的产金量的三倍，所罗门年代，世界年产量

在15吨以上。

#### 公元前1000—公元前700年：

到本纪元前几个十年前为止，是产金的丰盛时期，采金业已用阿基米德螺旋排水，并在地下采矿。

#### 公元前700—1500年：

西方世界实际上没有新的金矿投入生产。世界上金的储量经由君士坦丁堡渐渐地移向东方，13世纪的炼金术发展到用硝酸来分离金和银。

在欧洲，金变得非常稀少。欧洲的暗淡年代与黄金的生产最低水平相一致。

然而，当时在亚洲兴起，从中美洲等地而来的采金者们用原始的方法开采金矿并聚积了大量黄金，1522—1547年仅从墨西哥运到西班牙的黄金就达30公吨。采金业发展到中—南美洲。大约到1600年南美洲的金占这一时期世界总产量的40%左右。

南美洲的黄金财富和在后来的300多年中发现和勘探的卡罗蒙比亚、巴西等大的砂金矿，触发了欧洲的文艺复兴和后来的工业革命。

#### 公元前1500—1850年：

十八世纪南美洲金产量超过15吨，但到十九世纪情况发生了变化，在苏联的乌拉尔山和奥克斯斯河谷金矿取得重大发现，而在北美洲仅有一些意义不大的小矿被发现，十八世纪后半期，氯化处理进入广泛的应用，直到十九世纪末氰化法处理得到发展以前，氯化处理一直是作为一种基本的方法，这种方法是用氯气在潮湿的粉碎过的矿石中使金与氯化合成金的氯化物随水带出，然后通过含铁硫酸盐沉淀出来，由此进入了化学冶金学的时代。

到十七、十八、十九世纪期间，一些欧洲人移居美洲，产巨量金的南美洲的开发把早期的移民吸引到了北美洲。很多早期北美洲的金被送回法国、英格兰和荷兰。在十

九世纪开始的几个年代，北美洲有记载的金的采矿权集中在东南部国家卡罗利纳〔波多〕，最先的开采集中在砂金矿床中，后来又对残余低品位硫化物矿石进行了开采。

#### 1850—1900年

加利福尼亚金矿的发现，开始了历史上从没有过的淘金热。据估计，从1849年起，在十八世纪的五十年间近400,000人来到这里。加利福尼亚淘金热引起了在其它地方金的发现，怎样淘金？怎样认识可利用的砂金矿，可利用的矿脉？怎样寻找金矿等知识的传播，导致了1859年美国内华达的Comstock大矿体的发现。澳大利亚人E. H. Hargreaves在认识了加利福尼亚金矿产出标志后在澳大利亚进行找金，于1851年发现了New South Wales金矿，这间接地导致了对维多利亚巴拉腊特的淘金热。1876年，两个加利福尼亚探矿者Moses和Fred Manuel在南多哥达发现了世界著名的Ilomestake金矿。

金矿找矿的这一突破，使世界金产量增加了8倍，从1800—1850的每年产金24吨，发展到1851—1900年每年产金200多吨。

这种增长主要应归之于新概念，新技术和选采方法的引入和迅速传播。

电动机的效率和适用性，戏剧性地改变了采矿的景况，如图1所示。

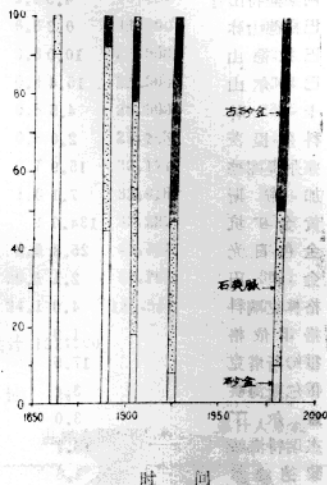
1862—1863年，探矿者们引进的第一台金刚石钻机是由一个瑞典工程师Jean Kudoilpe Lescho:设计，由巴黎的Pichet制造成功的，这种机器是由两人手工操作的。1876年M. C. Bullcock改进为蒸汽发动机的钻机。而今天的钻机是以电或石油为动力的。

采矿的老问题——涌水得到了解决，在Cornish Tin矿山首先使用蒸汽泵来排出涌水。

美国第一个大的露天金矿坑（尤他州宾

## 金的来源

图1



厄姆)是在十八世纪80年代设计并开始开采的,1891年,McArthur Forrest 氰化处理方法从坚硬的矿石中提取金,首先在尤他州MerCur 矿获得成功,其回收率由原来的70%上升到90%。氰化处理中,经粉碎的细粒矿石中的金被溶解在氰化物溶液中,再用锌粉从这种溶液中沉淀出金(Merrill Crowe 方法)。1900年代早期,硫化物颗粒浮选法再次提高了人们从难处理的矿石中回收金的能力。

金能够从坚硬的岩石中获取,为地质学家的找矿开辟了新区域。

1880年印度科拉金矿被“重新发现”,至今仍在继续开采。加拿大北部与科拉类似的岩石中找金也获得了成功,发现了Kirkland湖,ValDor和Porcupine等大矿区。1829年在勒拿河发现了Russian 矿床,1867年,阿穆尔矿床被发现,1872年发现远东的滨海矿床,斐济的皇帝矿床是在1870年发现的,但直到二十世纪中才开发出来。

最重大的发现是在南部非洲和津巴布韦。在津巴布韦发现的用来铸币用的皂石与埃及Ramces博物馆图画上的几乎一模一样。1884年维持瓦特斯兰德矿床投入生产,至今100年中生产的金,占世界6000年总的金产量的40%以上。

### 1900—1985年

从五十年代到现在,采矿、冶金和地质理论方面的一系列重要变化在金矿采矿工业上产生了新的活力。

首先在采矿方面,1950年以前,大多数金是自砂矿或浅部金矿中采取的,且往往是矿井开采(见图1)。而现在的方法是露天采矿。在美国,采矿成本为每短吨一美元以下。

在冶金学上,1950年美国矿业局从碳中

提取金获得成功,从而在冶金学上发生了重大突破,很多年来,人们就知道碳能从氰化溶液中提出金,它是通过从可重复使用的碳中吸附金,然后进行电解,使金象钢毛一样电解到阴极上来实现低成本回收金。

这种简单和经济方法,同60年代、70年代的堆浸法相结合,提供了以最少量的费用回收金的方式,工艺成本每短吨不到10美元。

除了在采选和冶金学方面的进展外,人们在地质思想方面,对一些储量大,品位低

# 美国西部的金矿床——品位和规模

表 1

	储量 (百万短吨)	品位 (盎司/短吨)	品位 (克/吨)
阿莱盖特山脊	4.5	0.080	2.7
巴拉德山脉	0.2	0.100	3.4
巴拉德山	10.0	0.040	1.4
巴特尔山	15.4	0.140	4.8
卡 林	4.5	0.160	5.5
科尔提茨	2.0	0.160	5.5
弗尔提图德	15.9	0.148	5.1
加 布 斯	7.1	0.140	4.8
黄金矿坑	134.0	0.048	1.6
金色日光	25.8	0.045	1.5
金 矿 田	2.1	0.070	2.4
格林克瑞科	4.0	0.100	3.4
格雷依格	1.0	0.180	6.2
霍姆斯塔克	17.5	0.190	6.5
霍尔斯海峡	3.4	0.067	2.3
查 尔 丁	3.0	0.220	7.5
杰瑞特海峡	13.7	0.274	9.4
黎 德 维 尔	1.8	0.087	3.0
马集克瑞科	3.6	0.079	2.7
麦克劳林	18.2	0.160	5.5
梅秋尔峡谷	13.6	0.099	3.4
皮 卡 秋	9.0	0.030	1.0
郎 德	230.0	0.042	1.4
圣胡安山脊	32.7	0.096	3.3
南 麦 秋 尔	1.9	0.070	2.4
图尔尼尔/艾勃雷特	3.8	0.100	3.4
胜利者(攻不破)	2.7	0.060	2.1
松尔特曼—兰达斯基	28.6	0.023	0.8

部份据 Hillman等(1984)

## 世界金产量 (公吨)

表 2

时期	年产金量	产量	占总量的百分比	累计产量	累计百分比
公元前4000—2000	1.5	3,000	2.5	3,000	2.5
公元前2000—1000	12	12,000	9.9	15,000	12.3
公元前1000—0	8	8,000	6.6	23,000	18.9
0—700	6	4,000	3.3	27,000	22.2
700—1200	1	500	0.4	27,500	22.2
1201—1493	3	1,000	0.8	28,500	23.5
1493—1600	7	715	0.6	29,215	24.1
1601—1700	9	896	0.7	30,111	24.8
1701—1800	19	1,904	1.6	32,015	26.3
1801—1850	24	1,212	4	33,227	27.3
1851—1900	210	10,430	8.6	43,657	35.9
1901—1950	730	36,607	30.1	80,764	66.1
1951—1984	1210	41,280	34.1	121,544	100.0

共计 122,000

## 金的人均数

表 3

时 期	累计金产量 *	世界人口数 **	累计人均数 盎司Au
公元前4000—2000	96.5	15	6.4
公元前2000—1000	482.2	38	12.7
公元前1000—0	739.5	100	7.4
0—700	868.1	200	4.3
700—1200	884.1	265	3.3
1201—1493	916.3	360	2.5
1493—1600	939.3	435	2.2
1601—1700	968.1	575	1.7
1701—1800	1029.3	700	1.5
1801—1850	1068.2	1,000	1.1
1851—1900	1403.6	1,400	1.0
1901—1950	2580.5	2,100	1.2
1951—1984	3907.6	3,500	1.1

百万盎司 \*

百万 \*\*



的矿床进行了重新认识和评价。堆浸法，块断开采和碳技术应用于低品位金矿床，为寻找金的新资源开辟了新的领域，研究工作中强调构造上的有利区域，如上冲板块，酸性火山岩和塌陷火山口作为主要的目标，通过碳或PH值变化控制的化学沉积的重要性已为人们所认识。广泛的蚀变晕是寻找热点(heat Cells)的标志。有工业意义的品级已下降到0.3或0.5g/t。表1给出了美国西部主要金矿床的平均品位和规模。

目前世界上年产量1500公吨左右。八十年代以来，采得的金为6000吨，比七世纪到十八世纪间的1100年产量总量还多(包括墨西哥和秘鲁的储量在内)。

据估计，自公元前4000年以来，人类共采出122,000吨金，相当于边长为18.5米的立方体的体积。1493年以来的生产记录早已被许多文献阐明，为29.9亿盎司，即93,000吨，占总产量的75%。1493年以前的记录较少并存在争议。根据记录，公元前4000年以来的金产量估算详见表2和图2、图3

本世纪金的生产量戏剧性地增长是令人吃惊的，近世界总产量的65%是在本世纪开采的，时间上仅占公元前4000年以来时间的1.4%。然而如图4和表3所示，按人口平均累计生产金基本上没有上升，相反，从公元1000年起以10%的比例稳定下降。由于最近以来工业上的耗费，自然灾害等原因，人平均金的真实下降比由这些数字表示的一千年以来金的减少还要明显。

过去的二千年中，世界上每人大约有1盎司的金。人口统计学家们预计，1982—2000年，人口将增加15亿。这将需要在18年时间内，每年采出2500吨，金的储量为15亿盎司(46000吨)的新矿山的发现。正如我们从人平均金图上公元2000年的点上予想的，这样的增长是乎是不可能的。这种人均金量的缩减及要求上的增加，将会

引起金产量和价格的提高。

为了满足这个要求，使人平均金恢复到早先的水平，应当积极寻找和开发新资源，更新技术，以更有效的方法提高金的产量。

## 未 来

文章的下半部分中，我们将探讨可能取得重大进展和进一步的一些领域中的问题。

## 冶 金 学

Pizarro和Schlitt(1984)对近代冶金学上的技术改革进行了评论，并对予期的改革和进步作了估计。两个引起人们兴趣的研究途径是，更活跃的浸出剂或淋滤剂的发展和更新金的吸附剂。

一种可能的浸出剂是硫脲。从而使系统成了酸性的，而不再是碱性的，金是作为阳离子络合物而不是阴离子络合物被溶解。

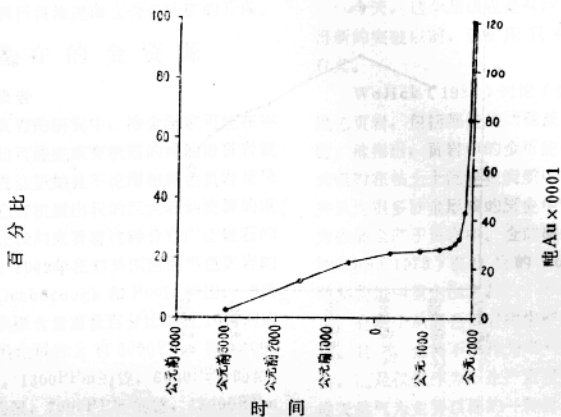
细菌也被用来帮助促进硫化物矿石的氧化作用的淋滤循环(Mining Eng, 1984)。

碳作为吸附剂的不足之处，是必须进行热反应和周期性的酸洗石灰质污浊。澳大利亚和南非在顺利进行用合成树脂吸附金的研究，这样一种树脂能降低对污浊的敏感度，它较之碳能在更低的温度下吸金，从而减少投资和经营成本。

这项改变了北美采金面貌，意义如此深远的革新技术，很快地在亚洲得到应用。印度科纳附近的Bahrt金矿有限公司，着手准备了一个500吨/日的实验工厂来处理该地100多年采选中堆积的四千万吨尾矿矿的一部份。在联合国的资助下和在Derrr、Michener和Booth等公司的帮助下Bahrt金矿的代表们参观了美国西部的堆浸操作和研究中心。美国西部发展情况的揭露和介绍将导致如同1949年加利福尼亚淘金热产生的信息传播所带来的金生产量的剧增。越来越多的亚洲采矿者了解了碳技术和堆浸法的

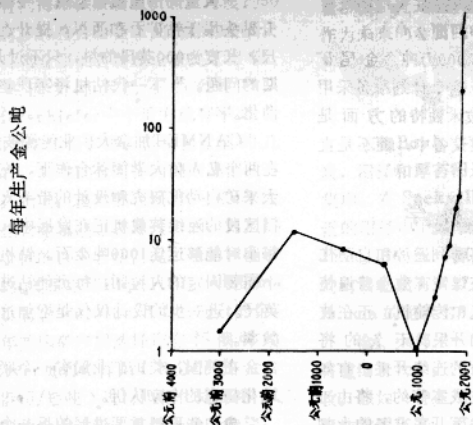
# 金的累计产量

图 2



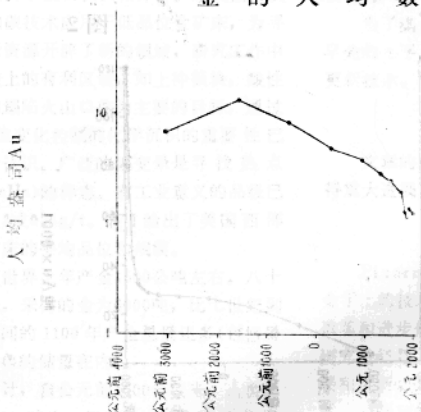
# 金的生产速率

图 3



## 金的人均数

图 4



用途。亚洲地质学家将他们的潜在指标的金矿产地进行开发，包括迄今被人们忽视的地区。仅尾矿就提供了最直接和初期的堆浸开发对象。地质学家们现在正在开始重新评价第三纪火山地区，破火山口，碳酸盐沉积，和其它一些曾被认为只具边界品级的矿化带。

在非洲，一项处理15000万吨含金尾矿的计划已于1983年公布，这个计划准备采用CLL碳淋滤技术，该项技术独特的方面是尾矿泥浆化后再泵入处理设备中，而不是直接送入固体尾矿。

## 自动化科学

在采矿方面，我们将看到遥控和自动化设备的用途越来越广。在煤炭工业上普遍使用了几十年的连续采矿机和输送机，正在被用于页岩和其它软岩石的开采。不久的将来，人们将看到坚硬岩石的连续开采。有如露天矿坑大块下采带来的成本节约，将由工程师，设计师们为矿床地下开采准备的大规

模，低费用操作流程来实现。

“Alimak”提升钻头的广泛使用是这方面行将到来的技术进步的先兆。最近一期(Dec. 6, 1984)加拿大周刊Northern Miner描述了加拿大的设备设计现状：

“大量的用微机信息机来控制的大型提升钻头用于钻矿石和通风，提升直径为10英尺，长度为900英尺的料，只不过是几个星期的问题。”下一代钻机将实现整个钻进自动化。

CANMET加拿大矿业能源技术中心，在两个私人大学和团体合作下，充当了加拿大采矿自动化研究和设计的带头人。用于专门区段的连续装载机正在发展中，这种机械每小时能够运送1000吨废石。钻机现在可以不需要固定的人控制，每班能钻进200—400英尺。进一步的设计仅仅是增加这些机械的效率。

在美国，美国矿业局有一个联合开展自动化研究的专家队伍。

我们能取得重要进展的另一个领域是海

底开采。海底铁锰结核是一个重要的铜、镍、钴、钼和锌矿资源。21世纪海底开采技术的发展将推进海底含金砂矿的开采。

## 潜在的金资源

### 黑色页岩

在油页岩的研究中，冶金学家可能在本世纪末以前可能完成有机质的或油母页岩键的破裂。在这里姑且不论海相黑色页岩是呈母质和其它有机质出现的巨大石油资源的重要意义，让我们来看看这种分布广泛岩石的金属含量。1982年在对美国西部黑色页岩的研究中，Desborough和Poole指出：“美国西部有机碳含量重量百分比超过10%的古生代海相黑色页岩含有5000PPm钒，1000PPm的钼，1300PPm的镍，6000PPm的钴，16PPm的银，7000PPm的铬，18000PPm的锌，280PPm的铜。350PPm的硒。”

Boyle (1979)指出：德国Kupferschiefer含黄铁矿页岩含有180PPm的Ag和0.5PPm的Au。波兰的leohstein页岩含金量在0.3PPm以上。这些单层为薄层的含沥青的海相泥灰岩或页岩，厚度约50公分，含有多种符合冶金工业指标的金属。计算这些异常金属的各种理论被提了出来，在这里，成因实际上已不那么重要。仅仅Kupferschiefer一个地方就有平均含铜0.3%和显著的铅、锌、银和金含量的几千万吨岩石，其中的金可作为副产品回收。

同时还指出：虽然黑色页岩一般含金量低，但一些含金量超过普通页岩的，其灰烬或焙烧残金物的百分含量仍是可观的和能够加以回收的。美国南部Blue Hill, Alabama的石墨化页岩含有0.08oz/T或2.7g/t的金。

1922年美国矿产局选择取自怀俄明的Green River页岩的样品（其分析出金含量为0.03盎司/短吨）进行用氰化处理和氧化处理来回收金的试验，其结果令人失望，

只回收了3.2%，这种含金量在那个时候被认为是不太经济的。

今天，这个品级应是有意义的，但在取得新的突破以前，该矿床只有理论上的意义。

WoJick (1984)讨论了含金量异常黑色页岩，包括那些能“截获”金的黑色页岩。他指出，页岩中的金可能是以自由的形式吸附在粘土上沉淀在炭质中的黄铁矿中。并认为很多砂金形成的历史中的第一步是作为碎屑金产于页岩中。金的碳化物已由Kucha (1973)在波兰的Fore-Sudetic单斜构造中鉴定出来。

有两个从黑色页岩中生产金的途径被期望。其一，金将不是作为唯一有价值的项，而是仅仅作为以生产页岩中储藏的石油或天然气为主要目标的一种副产品，或是几种金属副产品中的一种来生产。铀在很多黑色页岩中明显地集中(0.006%或更高)。特别是在美国中部的Chattanooga页岩中。正如很早就注意到的、在一些地区铜和银也有明显地集中。其二，是先将页岩蒸馏或燃烧，使原先分散的金属在灰烬中集中，然后作为未来的金属回收工厂的“矿石”或原料。

## 泥 炭

正如Boyle (1979)指出的，金在象泥炭，沼泽和厚苔沼这样的腐殖沉积物中趋于集中。在Sackville, New Brunswick附近的沼泽中干燥物中含铜达4%，金2.3PPm。Bensusan (1933)指出New Guinea的有机物质有着27.920PPm的金。Lower Burma的泥炭含0.285PPm的金。

金，大都是一种胶体紧紧地束缚在褐色腐殖络合物中，用汞或其它常规方法不能回收。假如一种适用于集中腐殖质中的金的装置被发明出来，将出现一个可供找矿和勘探

# 世界金的资源量

表 4

(总资源量公吨)

地区	资源量 (公吨)
北美洲和中美洲	2,015
加拿大	7,440
美国	775
墨西哥	775
其他	11,005
南美洲	1,085
巴西	9,300
其他	775
苏联	10,075
其他	920
非洲	775
加赞比亚	30,380
南非	930
其他	48,415
亚洲	310
日本	775
菲律宾	775
其他	1,860
大洋洲	1,705
澳大利亚	620
其他	2,325
世界总量	74,765

据 Mohide 1981

来源: 国际采矿设备

# 世界矿山生产储量——金

(百万盎司)

表 5

	矿山开采 1977	产量 1978	储量 (地质)
加拿大	1.7	1.7	45
美国	1.1	0.9	110
南非共和国	22.5	22.9	580
其他自由经济市场	5.7	5.8	200
中央计划经济体	8.0	8.2	260
世界总量	39.0	39.6	1,200

资料来源：矿产一览表 美国内政部矿业局

据 Mohide 1981

# 世界金属储量

(1979年估计)

表 6

金属	保有年数
金	13
银	17
锌	24
锡	39
铅	46
钨	52
铜	74
镍	84
钼	86
钴	92
铂族金属	117
锰	250
铬	358

据 Mohide 1981 美国内政部矿业局

注：1979年，全年产量为1237.5吨，13年则应是16088吨或者说是16000吨。

的新的巨大的资源。

## 红 海 软 泥

第三个未来的可能资源是红海软泥和海底的类似沉积产物。

在一篇近期的文章中，Bischoff等(1983, 12)讨论了Juan de Fuca洋脊和Galapagos断陷谷附近的海底块状硫化物矿床的金属含量，其中金达到0.17 PPM，有重要意义的是锌和银，但金可作伴产品回收。文章指出勘探工作的最大障碍不是技术本身，而是法律。至今尚没有适用的国际协议来指导海洋矿产资源的开发。

正如1982年和1983年的《矿业年鉴》描述的一项开采红海软泥的计划仍在制订中，根据预测和统计学研究表明，可以回收184万吨的锌，3400吨的银，金和其它金

属。Hendricks等(1969)年给出的含金属红海软泥中金的含量为5.6 PPM。

## 储 量 和 资 源

矿产经济学家，社会规则工作者和老的地质学家都试图给出世界金的盎司或吨的数据，他们的图径往往是彼此矛盾的。Mohide(1981)用一连串的三个表给出的世界金储量分别为12亿盎司(37.325吨)，16.100吨或74.765吨(见表4、5、6)。其中的问题是储量和资源的术语定义问题，另一方面的问题是在划分矿体，矿脉还是废石上无一定的经济指标。这种经济指标由于预测不精确判定技术上的改进或调节的影响，因而是未知的。

刘红军根据I.S.Parrish先生讲课和文章翻译整理

## 第二讲、金矿床的分类和浸染状矿床

### 一、金矿床的分类

自然界的金矿是一个连续的成矿过程，相互间具有内在的联系。分类是人们根据各种不同因素来划分，仅提供人们对矿床的了解，因此，不要求人们非采用某一种金矿床的分类。我参考加拿大地质调查所莫根先生的分类，同时还作了一些基本修改，我把他的几个分类重新划分成几个组，我的分

类的目的，是提供工业界的地质人员使用。我把金矿床分为四个组：即A、同生矿床，B、混合矿床，C、后生矿床，D、伴生矿床（伴生于铜矿床）。同生矿床是金属与围岩同时形成，后生矿床是围岩形成后形成的。我们主要讲A、C两类，其它两类不是主要对象。详见下表。

### 金矿床分类表

A	B	C	D
同生矿床	混合矿床	后生矿床	伴生(伴生于铜矿床)
1、砂矿 a 古砂矿 b 近代砂矿	矽卡岩矿床	1、脉状矿床 a 产于火山岩 b 产于沉积岩 e 产于侵入岩	
2、火成原生矿床		2、浸染状矿床	
3、沉积原生矿床		a 产于火山岩 b 产于沉积岩 c 产于侵入岩	

实际上这种划分是根据三种因素——成因、岩性和形态。

同生火成矿床包括花岗斑岩的矿化，超基性的蚀变碳酸盐岩的矿化，而火成的碳酸盐含矿不是很重要的。产于火山岩的脉状矿床是很重要的，它包括产于前寒武纪绿岩带里的脉状矿，如加拿大、巴西的金矿。产于沉积岩里的脉状矿床是有一定的价值，至于产于侵入岩里的脉状矿床，目前价值不大。浸染状矿床，首先是现在火山岩化的浸染矿床，这里指的火山岩是指块状的纯的火山

岩，不包括凝灰岩和火山角砾岩的浸染状矿床，而我把凝灰岩以及凝灰质物质包括火山角砾岩划入到沉积岩，沉积岩中的火山碎屑岩，这种类型的矿床是有一定价值。而产于侵入岩里的现在没有经济价值。

关于古砂矿（A—1—a）这是目前储量产量最大的类型，具体说就是指南非的维特瓦特斯兰类型的金矿，它的产量占目前世界产量的50%。还有巴西的沙特皮拉和加拿大的一个层位都属这种类型的矿床，矿床特征除含石英、砾石外，还有大量黄铁矿及少



量硫化物、砷化物和放射性铀矿物。金是自然金，粒度一般少于 $80\mu$ 。金伯利砂矿主要产金，还有独居石、锡矿物、钼矿及黑钨矿、白钨矿等。A(2)火成同生矿床的金含量可达 $0.003\text{PPm}$ ，某些斑岩岩墙金丰度可达 $0.1\text{PPm}$ ，金主要出现在硫化物中。某些侵入的岩墙和岩床，含有更高的金，但目前都没有什么经济价值，不过火成岩里的金可作为后生金矿床重要金物质来源之一。沉积岩中的原生矿床包括黑色页岩、泥炭及某些灰岩，当然现在没有什么经济价值，不过我相信在不久的将来它是重要的资源。

B—混合成因矿床，主要指接触变质类型或砂卡岩矿床，这里的金多是伴产品，如钨矿里的，当然在某些特定情况金可作为主要金属出现。这种矿床多出现在变质较深的地区，矿床出现在花岗岩与碳酸盐接触带。前寒武纪很少出现这类矿床，主要出现在较年青的古生代和中生代，南美和中美洲的尼加拉瓜朝鲜的一个矿床便是例证。

C—1—a 产于火成矿体内的脉状矿床有相当的意义，这种矿床基本上出现在前寒武系，特别是太古代，其次是第三系。主要岩性是基性、超基性岩，而第三系，主要是安山岩，这些就组成所谓的绿岩带，里面有不同岩性互层，加上硅质条带，就是我们说的硅铁建造。前寒武系地层出现的脉状金矿有脉状、网脉状及岩筒，通常与断裂有关，沿走向延伸很长，深部延长深。第三系的这种矿床，一般称火成岩的富矿体，其特征是矿床延伸较短，亦跟断裂有关，一般出现在近代火山活动区域，加拿大的洪湖矿床和印度的科拉矿床便是产于老地层的金矿；第三系矿床的例子如美国加利福尼亚的玛德洛矿床和大西洋州机飞岛的皇帝矿床。日本新近发现的一个矿床，不仅与第三系有关，而且第四系还在继续成矿，这与目前含金浓度很高的热水成矿有关。关于C—1—b 矿床，以

澳大利亚的卡拉那这一带矿床为例，矿床产出大量的金，主要围岩都是海相的页岩、砂岩、硬砂岩，脉石矿物有石英、长石、云母，也含钼、钨、汞、砷。关于桥梁上的上部矿带，以汞的出现为主，内含一定的金，矿化出现海相的呈页岩状的砂岩中，也出现在某些破碎带，目前，我个人认为它不属于这种矿床。C—1—C 就是产于侵入岩中呈脉状的后生矿床，如阿拉斯加的一个矿床，同样出现在断裂带中，时代主要为中生代。后生浸染状矿床一般都是浸染状或网脉状，主要金属是Au，也可含少量银和贱金属，金品位一般很低，而且变化大可由 $1-15\text{g/T}$ ，但最大特征就是矿石产量大。关于C—2—C 产于侵入岩中的后生浸染状矿床，矿化形式主要呈网脉状，同时含一定的硫化物，围岩主要是花岗质和混合岩质的岩石，加拿大洪湖矿床就是这种类型，我个人认为山东招远焦家矿床可能也属此类矿床。产于火山岩中的浸染状后生矿床，矿化主要出现在火山岩流中，含金品位低，目前不具有经济价值，含金一般在 $0.01$ 盎司，即 $0.3\text{g/T}$ ，但这种矿的特征是矿石储量大，将来可能成为有用矿床。产于沉积岩的浸染后生矿床有二种，一种是含大量凝灰物质和火山角砾的矿床，它主要出现在前寒武纪地层，如加拿大哈德矿床，这种矿床的特徵是沿走向，倾向延伸很大，并伴生于硅铁建造，主要含金属是Au和贱金属。另一种即大家熟悉的浸染状矿床，它发现于美国西部，岩性是碳酸盐和碳酸质砂岩、粉砂岩等，时代有古生代、中生代和第三系，矿床一般为大型，金非常细，品位低，变化于 $0.5-12\text{g/T}$ ，平均在 $3\text{g/T}$ ，某些矿床只在 $1\text{g/T}$ 。

## 二、浸染状金矿床

浸染状卡林矿床及低温热液矿床，它们是一系列的矿床类型。

### 一)、卡林矿床：