

美国冶金工业基本情况资料

美国黄金生产概况

吉林省冶金研究所编写

冶金工业部情报标准研究所

一九七八年二月

目 录

第一部分 基本情况	1
一、美国黄金工业的历史	1
二、美国的黄金储量	2
三、美国的黄金产量	2
四、美国生产黄金的原料来源	4
五、美国生产黄金的企业	5
六、美国的黄金供求状况	6
七、美国鼓励黄金生产的政策和措施	8
八、美国黄金生产的发展趋势	10
第二部分 美国黄金生产技术现状	11
一、采矿	11
（一）脉金地下开采（霍姆斯特克矿）	12
1. 采矿方法	12
2. 地下开采设备及其使用情况	13
3. 劳动生产率和成本	14
（二）脉金露天开采（卡林金矿）	16
1. 废石和矿石运输及运输设备	16
2. 采区的清理、维修和防尘	17
3. 采区到破碎厂的装运	17
4. 矿石的装载情况	17
（三）砂矿开采	18
1. 砂矿开采方法	18

2. 美国采金船开采技术的主要特点	19
3. 砂矿床开采发展动向	20
二、选矿	20
(一) 霍姆斯特克选金厂	22
1. 概况	22
2. 矿石性质	23
3. 选冶工艺流程	23
4. 技术经济指标	27
(二) 卡林选金厂	27
1. 概况	27
2. 矿石性质	27
3. 选冶工艺流程	28
4. 选冶工艺过程自动化	30
5. 金的分析	31
6. 技术经济指标	31
(三) 格特切尔选金厂	31
1. 概况	31
2. 矿石性质	32
3. 选冶工艺流程	32
4. 技术经济指标	33
第三部分 美国当前黄金科研动向	33
一、用堆浸法从低品位金矿石中回收金	33
二、氯化焙烧(氯化挥发)	34
三、从海水中回收金	34
(一) 吸附法	35

(二) 化学沉积法	35
(三) 离子交换法	35
四、溶液采矿	35
五、植物提金	36
六、细菌提金	36

美国黄金生产概况

第一部分 基本情况

长期以来，黄金主要用作货币和制做首饰以及其它装饰品。自六十年代后，随着镀金、合金等科学技术的飞速发展，黄金及其合金在喷气发动机、火箭、超音速飞机、电子仪器以及宇宙航行等尖端科学技术领域里和工业上获得广泛应用。因此，世界各主要产金国都非常重视发展黄金生产。

美国是世界主要产金国之一。美国黄金储量和产量均居世界第四位，仅次于南非、苏联和加拿大（见表1、2）。

一、美国黄金工业的历史

早在十七世纪末期，美国就在加利福尼亚州北部开采砂金矿。当时是以人工淘洗砂金为主，后来发展为以开采脉金为主。大约在1890年美国就采用了氰化法。

从1792年到1974年的一百八十多年间，美国的黄金累计产量为10,077.5吨¹，其中：

加利福尼亚州	3,296.97吨，
科罗拉多州	1,275.24吨，
阿拉斯加州	933.11吨，
内华达州	902.00吨，
犹他州	622.07吨，
蒙大拿州	559.86吨。

二、美国的黄金储量

根据美国矿务局1975年出版的《金属现况与问题》一书中记载和国外的估计²：美国的黄金储量为3,000~4,000吨（见表1），其中，可靠储量为1,000~2,000吨，一般矿石中金平均品位为10~12克/吨。

黄金储量

表 1

国家或地区	储量 (吨金)	原矿平均含金量 (克/吨)
南非	15,000	12~15
苏联	6,620	5~8
加拿大	5,000~6,000	~12.3
美国	3,000~4,000	10~12
加纳	70	9~12
菲律宾	400	3~6
日本	200	~5.7
巴西	40	~10
尼加拉瓜	20	6~7
墨西哥	1,000	7~20
世界总计	35,000~40,000	

资料来源：《国外黄金生产概况》1975年吉林省冶金研究所。

三、美国的黄金产量

1970年以来，美国的黄金产量是逐年下降的（见表2）。1976年的黄金产量比1970年下降了39.25%。黄金产量下降的主要原因是：
①矿石含金品位下降；②重有色金属矿石（伴生金）采矿量减少；
③由于矿石含金品位下降，致使黄金生产费用增加，造成一些矿山停产。

美国各主要产金地区的金产量见表3。

表 2

黄 金 产 量 (吨)

年 份 国家 或地区	1940	1950	1955	1960	1962	1964	1966	1968	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
南 非	436.9	362.8	454.1	798.1	792.9	906.0	964.0	966.8	999.7	975.6	908.7	852.3	758.5	713.4	713.4
苏 联								183.5	202.2	344.8	360.2	370.6	420.0	407.9	443.6
加 拿 大	156.9	138.1	139.1	171.7	129.9	118.0	101.8	83.4	74.3	68.7	64.7	60.0	52.2	50.4	52.4
美 国	151.5	74.5	58.4	56.0	47.9	45.7	56.0	47.7	53.3	46.4	45.1	36.2	34.8	32.4	32.2
加 纳	27.6	21.4	33.3	27.6	28.9	21.3	22.5	22.2	21.7	22.5	25.0	25.0	27.6	21.4	21.0
澳大利亚	51.1	27.0	32.6	41.0	33.2	30.0	28.0	24.5	21.4	20.9	23.5	18.4	16.7	10.8	10.3
菲 律 宾	34.6	10.4	13.0	14.9	13.2	13.2	13.3	16.4	18.7	19.7	18.9	18.1	18.9	16.3	16.2
日 本	25.6	4.2	9.0	12.3	13.1	14.3	16.2	7.8	7.8	7.7	9.6	10.4	5.0		
巴布亚— 新几内亚														17.9	20.2
津巴布韦														18.6	17.1
世界总计	1,122	751.0	845.0	1,265.1	1,152.0	1,247.0	1,285.0	1,260.0	1,293.9	1,589.1	1,550.3	1,499.1	1,448.9	1,384.7	1,429.4

资料来源: 1. 美国《工程与采矿杂志》1975年4月 Vol 176 №4。
 2. 日本《稀有金属工业》1975年5月 №58。
 3. 日本《稀有金属新闻》1977年7月8日。

美国主要产金区的黄金产量 (吨)

表 3

年 份 州 名	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
南达科他	18.45	18.45	18.00	15.97	12.82	11.12	10.69	9.42
内 华 达	9.97	14.19	14.93	11.66	12.46	8.10	9.21	10.07
犹 他	10.40	3.48	12.69	12.04	11.24	9.55	8.06	5.86
科罗拉多	0.14	0.82	1.15	1.37	1.95	1.97	1.64	1.48
阿拉斯加	0.65	0.66	1.08	0.40	0.38	0.22	0.25	0.5
蒙 大 拿	0.42	0.75	0.70	0.49	0.64	0.87	0.87	0.57
总 产 量	47.7	53.19	53.0	46.4	45.1	36.2	34.8	32.4

资料来源: 1. 1968~1972年金产量摘自美国《金属现况与问题》一书, 1975年。

2. 1973~1974年金产量摘自《国外黄金生产》1977年辽宁省冶金研究所。

3. 1975年金产量摘自美国《世界采矿》Vol. 29 №7, 201~206页。

四、美国生产黄金的原料来源

美国生产的黄金来源于脉金矿、重有色金属矿和砂金矿 (见表4), 其中脉金产量占美国金产量的一半以上, 而且主要集中在南达科他州、内华达州、蒙大拿州、加利福尼亚州以及亚利桑那州等地区。

美国自矿石中生产出的黄金 (吨)

表 4

年 份 来 源	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971
砂 金	5.74	3.90	3.09	2.86	2.02	1.15	0.79	1.20	0.51
原生矿石和 硅酸盐矿	23.27	24.76	28.86	32.30	33.76	29.07	32.22	32.63	27.73
铜 矿	13.64	13.39	17.65	17.00	9.99	12.62	18.01	17.20	14.83
铅 矿	0.08	0.19	0.20	0.18	0.10	0.07	0.13	0.02	0.06
锌 矿	0.08								
铜 铅 矿	2.41	3.01	3.12	3.61	3.28	2.97	2.64	3.08	3.25
其他矿石	0.005	0.055	0.114	0.150	0.124	0.100	0.121	0.015	0.059
总 计	45.22	45.30	53.04	56.09	49.27	45.98	53.91	54.22	46.50

资料来源: 《美国第二十五届金属统计年鉴》1972年版, 116页。

美国从重有色金属矿（特别是铜矿）冶炼中回收的黄金占美国黄金产量的40%左右，居世界首位。这种含金的有色金属矿主要分布在犹他州、亚利桑那州、内华达州、卡罗来纳州、蒙大拿州、科罗拉多州及新墨西哥州等地区。在美国25个主要产金矿山中有19个是有色金属矿山以副产品形式回收。

美国砂金矿集中在加利福尼亚州和阿拉斯加州等地。一般用采金船开采，生产效率较高。阿拉斯加州有14条采金船，加利福尼亚州有8条，哥伦比亚州有5条³。美国西南部几个州（内华达州、新墨西哥州、亚利桑那州及犹他州）砂金矿点很多，开采历史较长，目前金储量虽然不多，品位不高，但因金价上涨，仍为人们所重视。美国从砂金矿中回收黄金的产量逐年减少，目前只占黄金总产量的1~2%。

五、美国生产黄金的企业

美国的产金企业约有140个，其中有25个产金企业的金产量约占美国金产量的98%。在这25个主要产金企业中，有四个大金矿公司的金产量约占美国产量的75%左右¹。

霍姆斯特克公司是美国最大的金矿公司，位于南达科他州的利德城。该矿已有一百年的采金历史。开拓方式为地下开采。处理能力为5250吨/日。年产量为12~15吨。卡林金矿公司位于内华达州北部的埃尔科—尼犹。该矿的处理能力为2500吨/日。1965年正式投产。年产金量为6吨左右。该矿的金储量较大。开拓方式为露天开采。柯特茨金矿位于内华达州，是美国第三个大金矿，是露天开采，处理能力为2400吨/日，年产金量6吨左右。格特切尔金矿的处理能力为1500矿/日。肯尼科特铜公司是美国最大的副产黄金的企业。

业，其年产金量约为10—12吨。

六、美国的黄金供求状况

由于黄金在国际贸易和现代科学技术上的作用日益重要，从六十年代后，美国工业黄金消耗量逐年增多。但是美国的黄金产量却逐年减少，出现了黄金产量与消耗量供不应求的矛盾（见表5）。

美国黄金产量与消耗量 表 5

	1960年	1970年	1971年	1972年	1973年	1974年	1975年
产量(吨)	56.0	53.0	46.4	45.1	36.2	34.8	32.4
工业消耗量 (吨)	90.0	185.7	215.3	226.6	209.3	160.6	124.4

资料来源：1. 日本《稀有金属工业》1975 №58。
2. 《国外黄金生产》1977年辽宁省冶金研究所。

美国在第二次世界大战初期，拥有资本主义世界黄金储备的70%以上，成为资本主义世界货币体系的霸主。然而，由于连续发生经济危机，扩军备战和进行侵略战争，致使国内黄金外流。到1974年6月末，美国的黄金储备减少到8,584吨，只占资本主义世界黄金储备的23.4%（见表6，7）。

美元危机的连续爆发，引起了美元急剧贬值。使保持了38年左右的每盎司35美元的黄金兑换价格于1971年末开始动摇，金价连续上涨（见表8）。1974年末自由市场的金价达到每盎司 197.5 美元的高峰。近一年来，金价有所下降。1976年12月降到 133.87 美元/盎司，1977年1月为132.26美元/盎司。金价下跌的原因是：①随着世界经济危机和通货膨胀的发展，资本家抢购黄金的兴趣减低，转向能带来更多利润的传统资产方面进行投资；②美国金库和国际货币

基金组织正式抛售黄金。但是，随着资本主义国家黄金产量的逐年下降和工业耗金量的增加，今后黄金的价格仍有可能重新上涨⁴。

黄 金 储 备 (1976年6月末) 表 6

国 家 或 地 区	储 备 量 (吨)	国 家 或 地 区	储 备 量 (吨)
美 国	8,540	南 非	575
加 拿 大	680	其他非洲国家	357
菲 律 宾	1,312	日 本	656
法 国	3,139	其他亚洲国家	560
意 大 利	2,566	中 南 美 洲	880
荷 兰	1,690	中 东	895
葡 萄 牙	869	其 他 国 家	413
瑞 士	2,588	国 际 机 构	4,965
英 国	652	资本主义国家合计	36,713
西 德	3,658	苏联 (估计数)	2,702
其他欧洲国家	1,667		

资料来源：日本《稀有金属工业》1975年5月№58。

美 国 黄 金 储 备 表 7

年 度	储 备 量 (吨)
1964年	13,746.86
1965年	12,269.54
1966年	11,759.48
1967年	10,720.69
1968年	9,695.79
1969年	10,474.99
1970年	9,837.40
1971年	9,069.20
1972~1974年	8,584.01

资料来源：美国《金属现况与问题》一书1975年。

黄 金 价 格

表 8

单 位 年 月	1934~1971年	1972年	1973年	1974年
美元/盎司	35	54	80.3~180	141.75~197.5
美元/克	1.13	1.74	2.5~5.8	4.56~6.04

单 位 年 月	1975年					
	1月	2月	3月	4月	5月	6月
美元/盎司	178~185	173~ 182.75	179.25~ 177.0	168.25~ 176.25	166.25~ 171.75	163.1~ 165.25
美元/克	5.72~5.94	5.56~5.77	5.76~5.69	5.42~5.66	5.34~5.84	5.24~5.25

资料来源：1. 美国《工程与采矿杂志》，1975年176卷，第1期。

2. 美国《世界采矿》1973年26卷，第7期。

七、美国鼓励黄金生产的政策和措施

美国政府为了促进和鼓励黄金生产，缓和国内黄金供不应求的矛盾，专门制定了以下的政策和措施。

1. 在六十年代，美国将黄金及其它贵金属列为战略物资；颁布了以找金矿为主的所谓“重金属计划”。在这些政策的鼓励下，陆续发现和开办了一些新矿山。卡林金矿公司就是在1962年完成地质勘探工作，1965年投产的世界上采金企业中机械化和自动化程度最高的矿山。

2. 在六十和七十年代美国政府对金矿企业颁布了一些特殊政策，提供租地、给予津贴和其他补助，还规定由美国矿物勘探地质调查科用政府贷款形式向金矿提供75%的勘探补贴。

3. 美国政府规定对进口金矿石、金精矿或金锭实行免税，但是对各种黄金半成品仍需缴税5~20%。

4. 重视从含金的有色金属矿中回收金和从废品中回收再生金。美国的黄金再生回收的数量也是相当大的，远远超过其黄金产量，但不计入美国的黄金产量内（见表9）。1967年美国再生金的数量为95.49吨，1974年下降到56吨左右。再生黄金的来源主要是从废金、镀金及电子、军事等工业的废液、废料中回收。为此，美国还专门设立了代办机构，形成了一个广泛的收集系统。

美国黄金统计（吨）

表 9

项 目 \ 年 份	1966年	1967年	1968年	1969年	1970年
美国矿山产金量	55.99	49.14	46.03	53.19	55.68
精炼量					
新 金	55.99	47.59	47.90	53.50	55.68
再生金	71.54	95.49	90.51	90.82	93.31
总进口量（包括硬币）	37.32	38.93	184.76	174.18	171.07
总出口量（包括硬币）	406.53	893.31	745.25	9.33	31.10
消耗量	188.49	195.64	205.29	208.40	183.51

资料来源：南非《采矿考察》1974.4. №74。

5. 加强了对处理低品位金矿和含金尾矿的研究和生产试验工作。目前美国正在研究试验处理低品位金矿的氰化堆浸法，如内华达州的爱达荷矿业公司曾用堆浸法处理了20,000吨含金废石，每吨含金1.5克。萨马公司处理了老矿坑的含金3.1克/吨的矿石。氰化堆浸法的浸出率可达70~75%左右。美国还设立了专门处理含金尾矿的选金厂，如海尔斯和梅荷金矿公司分别重新处理了克里培尔和克里克金矿的旧尾矿。

6. 为了解决国内黄金的供求矛盾，美国还进口大量黄金（见表9、10）。仅在1974年美国就用了一亿三千万美元从国外进口242.6吨黄金⁵。

美国黄金进出口价值对照

表 10

年 度	进口价值 (美元)	出口价值 (美元)
1961	56,211,039	775,001,144
1962	150,932,355	380,962,268
1963	44,414,071	203,784,355
1964	40,888,451	422,744,252
1965	101,688,506	1,285,096,510
1966	42,004,065	457,333,168
1967	32,547,288	1,005,198,738
1968	226,262,274	839,159,740
1969	236,905,439	12,286,905
1970	237,464,158	40,789,412
1971	283,947,789	51,249,352
1972	357,689,161	63,053,460

资料来源：《美国第二十五届金属统计年鉴》1972年116页。

八、美国黄金生产的发展趋势

由于黄金的价格昂贵，作用特殊，因而黄金供求的平衡问题就有着重要的意义。根据对过去的趋势和未来增长指数的分析，在本世纪内，预计美国对黄金的需求量每年将以 3.4% 的速度增长，在 2000 年时可达到 528.76 吨。但是，概率分析表明，到 2000 年时，美国黄金的年产量只能达到 68.43 吨。这样，在本世纪末，美国的黄金需要量和产量还相差 460.33 吨，这就需要从进口黄金、国家黄金储备和再生金中得到补给¹。

七十年代以来，国外黄金产量除苏联有较明显的增长外，其他各主要产金国和地区，如南非、加拿大、美国等的金产量都有较大的下降。近几年美国黄金产量平均每年下降 4% 左右。据报导：近年来，由于新金矿的开拓工作有所进展，特别是一些新建大型有色

金属矿山的陆续投产,副产黄金的产量将会逐渐增加,估计到1977~78年以后,美国的黄金生产将有所回升。

第二部分 美国黄金生产技术现状

一、采 矿

美国黄金生产的原料来源于脉金矿、含金多金属矿和砂金矿。采矿设备配套齐全,趋向大型化,采矿的机械化和自动化程度较高,采矿劳动生产率高,成本低。在大规模的露天矿开采中,利用电子计算机分析各种生产因素,确定最佳采掘效率。地下开采费用比脉金地表开采和砂矿开采费用高。据报导,地下开采一吨矿石的费用为10~60美元,而地表开采一吨矿石的总费用为1~5美元。如果每米³矿砂含价值为39~46美分的砂金时,用采金船和水力开采在经济上是合算的(阿拉斯加州每米³矿砂含价值为65~130美分的砂金)。地下开采多半采用留矿法、方框支柱采矿法、分层充填采矿法,深孔崩矿法等。也有采用水力充填法,但不普遍。对冲积矿床和海相沉积矿床多半采用采金船挖掘。在含巨砾的较小的矿床采用索斗电铲或水枪开采。在缺水的地区,则采用干法采矿,例如采用风箱或其他造风设备¹。美国一些主要产金矿山的生产能力见表11。表中将生产规模划为五个级别,分别用A、B、C、D、E来表示:

A = 300万吨/年; B = 100~300万吨/年;

C = 50~100万吨/年; D = 30~50万吨/年;

E = 15~30万吨/年。

又将开采方式用U、P、A表示:

U = 地下开采；P = 露天开采；

A = 砂矿开采

1975年美国主要脉金矿和合金多金属矿山

表 11

矿 山 名 称	位 置	开采方式	生产规模	产 品
卡 林	内 华 达 州	P	C	金
霍姆斯特克	南达科他州	U	B	金
柯 特 茨	内 华 达 州	P	B	金
阿 霍	亚利桑那州	P	A	铜、金、银
莫 伦 西	亚利桑那州	P	A	铜、金、银
圣马努尔	亚利桑那州	U	A	铜、钼、金、银、铼
犹 他 铜	犹 他 州	P	A	铜、钼、金、银、铼
	科罗拉多州	U	D	锌、铅、钼、金、银
	科罗拉多州	U	E	铅、锌、金、银
	科罗拉多州	U	E	铅、锌、金、银
	亚利桑那州	U	C	铜、金、银

资料来源：美国《采矿杂志》1976年9月。

（一）脉金地下开采矿（霍姆斯特克矿）

脉金地下开采以南达科他州的霍姆斯特克金矿为代表。该矿是一个具有一百年开采历史（1876年开始生产）的老矿，目前是美国最大的产金矿，而且是一座现代化的采选冶联合企业。现有矿石储量1,540万吨，平均品位7.78克/吨，矿石年开采量约160万吨⁶。1975年该矿产金9.48吨，占美国总产金量的29.27%。该矿的黄金生产好坏对美国产金量来说，举足轻重。因此，搞清该矿的采选情况，具有一定的参考价值。现将其具体生产情况概述如下。

1. 采矿方法

该矿最初用露天开采和浅层地下开采法开采接近地表的矿体。现在开采是在581米以下进行，预计将在2438米水平进行开采⁶。

1953年以前，先是采用留矿法和方框支柱采矿法。后来采用分层充填采矿法，有些采区采用方框支柱充填采矿法³。近几年来，该矿为了提高劳动生产率和生产效率，采用深孔崩落回采法，并且完成了两个新的深孔崩落回采工作面的开拓工作⁶。地下开拓进尺，按照该矿1973年制定的所谓“巨大”的新勘探和开拓计划，要求每年正常完成12,192米的水平巷道掘进，但因削减费用而被推迟。现在，该公司正在考虑加速水平巷道掘进的步伐，要求每年达到20,421,6米左右。该矿的年开拓进尺见表12。

1973年和1975年的开拓进尺						表 12
年 度 \ 类 别	铺轨水平巷道掘进 (米)	分段掘进 (米)	普通天井 (米)	钻孔天井 (米)	金 刚 石 钻头钻进 (米)	共 计 (米)
1973	5,984	914.7	964.4	1,519.7	15,158	24,540.9
1975*	609.6		96.9	169	1,981.2	2,856.6

* 1975年在 1,798.3 和 2,072.6 米水平之间的开拓进尺

2. 地下开采设备及其使用情况

(1) 在1386.8米水平暗井的锁口盘处安有两台直径205.74厘米摩擦轮提升机，提升能力250吨/小时，从新六号竖井的 2468.88 米水平提升矿石⁶。

(2) 在2106.77米水平配置了箕斗用的装载机，2468.88米水平也正在配备。

(3) 在1479.8米水平使用两台串连的6吨的机车，牵引8吨的底卸式矿车。2468.88 米水平投产后，也将使用类似上述的架线电力机车运输。

(4) 按照所谓“巨大”的新勘探和开拓计划，将运输的铁轨轨距由45.72厘米改成76.2厘米⁶。