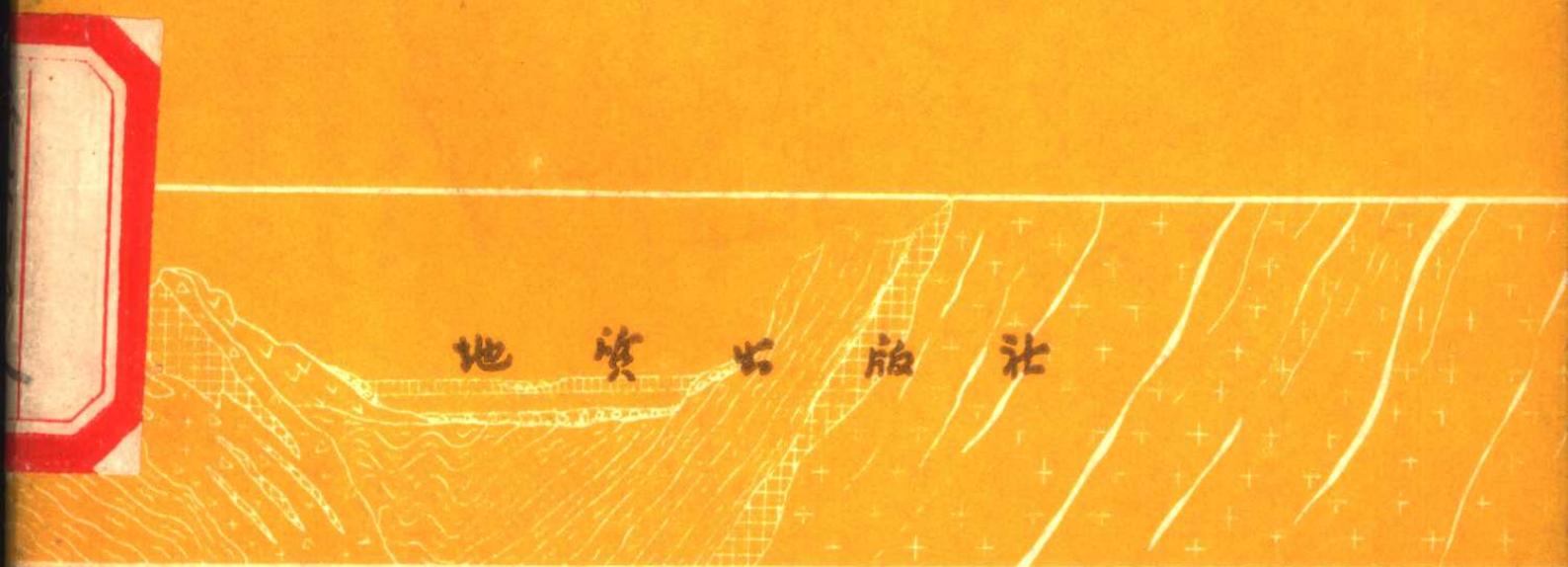


怎样找金矿

山东省地质局第六地质队编



地质出版社

统一书号：15038 · 新236

定 价：0.40 元

怎 样 找 金 矿

· 山东省地质局第六地质队编

地 质 出 版 社

在伟大领袖毛主席的无产阶级革命路线指引下，我国地质事业取得了很大的成绩。特别是经过史无前例的无产阶级文化大革命，群众性的找矿报矿、大打矿山之仗的运动正在蓬蓬勃勃地向前发展。为了“要认真总结经验”，适应综合找矿的需要，多快好省地找出更多的矿产资源，我们组织编写了一套找矿丛书，供广大从事普查找矿的地质人员和工农兵群众参考。

这套丛书包括《怎样找铁矿》、《怎样找铜矿》、《怎样找铬铁矿》、《怎样找煤》、《怎样找地下水》、《怎样找磷矿》、《怎样找金矿》等二十余种。

由于我们的水平有限，经验不足，错误之处，在所难免。欢迎读者批评指正。

怎样找金矿

山东省地质局第六地质队编

*
国家地质总局书刊编辑室编辑

地质出版社出版

地质印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

1977年10月北京第一版·1977年10月北京第一次印刷

印数1—7,600册·定价0.40元

统一书号：15038·新236

前　　言

在毛主席无产阶级革命路线指引下，我国黄金生产自解放以来有了较大发展。特别是自从无产阶级文化大革命以来，一些老矿山不断扩大，新矿山陆续投产，许多有黄金资源地区的各级党组织，坚持伟大领袖毛主席“自力更生，艰苦奋斗”和“勤俭建国”的方针，放手发动群众，因陋就简、土法上马，很快建起了一批县办、社队办中小型金矿。黄金生产战线在以华主席为首的党中央领导下，在中央和国务院领导同志的亲切关怀下，形势发展很快，很好。

为了适应县、社、队群众性的找金办矿、发展黄金生产的需要，我们编写了这本小册子。全书共分八章。第一章概说；第二章金的成矿作用和金的矿物；第三、四、五章分别说明脉金矿、砂金矿、变质金矿的形成和找矿方法；第六章为金矿的土法采选和冶炼；第七章金的化验方法；最后一章说明群众集体采金的组织管理形式和探采结合、发动群众找金办矿的一些问题。

本书主要取材于山东省产金地区的地质勘探和脉金生产矿山的生产实践资料，并收集和参考了其他一些省区的有关资料。在资料收集和编写过程中，山东省主要集体采金矿山及其领导机关，冶金部有关部门和其他一些单位，都给了很大支持和协助，省局测绘队协助绘制了部分图件，在此谨向他们表示谢意。但由于我们水平所限，时间仓促，调查研究不够，错误之处一定不少，希望读者批评指正。

一九七七年一月

目 录

第一章 概 说	(1)
一、金的性质	(2)
二、金的用途	(3)
三、金的产状和矿床工业要求	(6)
第二章 金的成矿作用和金的矿物	(10)
一、金在地壳中的分布	(10)
二、金的成矿作用	(13)
三、金的矿物和赋存状态	(22)
第三章 脉金矿床和找矿	(27)
一、几种主要脉金矿床简介	(27)
二、脉金矿的分布和金的富集	(39)
三、脉金矿的找矿和评价	(48)
第四章 砂金矿床和找矿	(59)
一、砂金矿成矿的有利条件	(59)
二、几种主要砂金矿床简介	(62)
三、砂金的富集和找矿标志	(72)
四、砂金矿的找矿和评价	(79)
第五章 变质金矿床和找矿	(85)
一、几种主要变质金矿床简介	(85)
二、变质金矿的找矿和评价	(89)
第六章 金矿的土法采选	(92)
一、脉金矿的土法采选	(92)
二、砂金矿的土法采选	(114)

第七章 金的化验	(123)
一、金的氢醌容量法测定	(133)
二、金的野外半定量分析法	(140)
第八章 大打人民战争，采金办矿	(144)
一、以阶级斗争为纲，坚持集体采金的 正确方向	(144)
二、走共同富裕的社会主义道路，坚持 联营办矿	(146)
三、大搞群众运动，土法上马，自力更 生，艰苦奋斗	(147)
四、边探边采、贫富兼采，充分利用矿源	(148)

第一章 概说

在所有金属中，黄金是最早被人类发现和使用的一种。我国是最早使用黄金的国家之一，根据古代书籍的记载，早在三代（即夏、商、周）以前，我们的祖先就已经知道使用金子了。

我国历史上最早的一本有关地质的书籍，要算是《禹贡》了。传说这本书的原文是铸在铜制的九鼎上面的，是大禹在治水的时候①，周览了全国各地，了解了各地物产情况和山川地形，铸在鼎上，用来做征税纳贡的依据。上面写道，扬州和荆州除了要贡“瑶琨”（一种玉石）和“砾砾”（研磨材料），“砮石”（铁矿石）外，还要贡“金三品”，按注解金三品为金、银、铜。说明我国从最早发现和使用黄金算起，至少已经有四千多年的历史了。

在漫长的人类历史发展的长河中，劳动人民用血汗开采出来的黄金，从进入阶级社会以来，却始终为少数统治阶级所占有，成为他们私有的物质财富。唐代一位有名的文学家刘禹锡曾经在他的诗组《浪淘沙》中描写过澄洲（今广西上林县东）妇女辛勤淘金的情景：

日照澄洲江雾开，
淘金女伴满江隈②。
美人首饰侯王印，

① 据近代人的考证，《禹贡》的著作时代要晚一些，多认为成书于战国时代。但使用黄金的时代一定要早得多。

② 嵴（音威），山、水弯曲的地方。

尽是沙中浪底来。

今天，我们劳动人民成了伟大社会主义祖国的主人。为了实现敬爱的周恩来总理遵照毛主席指示在四届人大提出的在本世纪内，全面实现农业、工业、国防和科学技术现代化，使我国国民经济走在世界前列，把我国建设成为社会主义的现代化强国的宏伟目标，为了支援世界革命人民的正义斗争，我们仍然需要黄金。

一、金的性质

黄金是一种黄澄澄、沉甸甸的很重的金属，它的比重是19.37。具有美丽的金黄色和耀眼的金属光泽。一公斤黄金的体积，约相当于每边长3.71厘米的立方体，或半径2.3厘米的圆球。金的熔点非常高，到温度1063℃才熔化，所以人们常说“真金不怕火烧”。因其体积小，携带和储存都比较方便，所以具备了作为货币的条件。纯金很软，硬度仅为2.8，大头针、迴形针就可以在它上面划出条痕。为了增加硬度、便于使用，往往加入其他金属成分成为合金，过去铸造的金币就是这样的。

金具有很高的韧性，可以打成极薄的叶片而不致碎裂。最薄的金叶，厚度仅有万分之一毫米，因此一小两①左右的黄金，就可以贴镀满9平方米的面积。这一性质使黄金适用于贴镀一类的装饰用途。利用这个性质，我们可以简便的辨别真金和其他颜色、光泽都和黄金相似的矿物——例如有“愚人金”之称的黄铁矿（硫化铁即 FeS_2 ）和黄铜矿（ CuFeS_2 ），如果我们用锤子敲打黄铁矿或黄铜矿，它立刻

① 中国目前金衡量仍沿用16两为一斤的小两，1小两等于31.25克，与国外金衡量单位盎司相近（1盎司等于31.1035克）。

碎裂成了细粒，不能象黄金一样能打成叶片。有一些金云母或绢云母矿物，它们的碎片也有些象金片，但如果把它湿润，仔细察看，它的光泽比金暗淡得多，并且容易用小刀剥离成一层层更小的细片，同时，云母碎片比重小，放在水中不易下沉，而金的比重大，放在水中很快沉底。

金具有良好的可延性。一小两纯金可以拉成长逾一百公里的细丝。利用这一性质，可以把金制成金线，与丝线交织成为各种图案，这就是我国自古以来的所谓“织金”或“绣金”。

除了地壳上含量很少的元素碲、硒和氯等可以和金化合以外，金和大部分其他元素都不容易发生化学作用而构成化合物。这一性质使金及其制品虽在空气中长期暴露而不致改变它的颜色或减少它的光泽。金有很强的抗腐蚀性，不溶于硫酸、盐酸或硝酸中，但在王水（三份盐酸、一份硝酸组成）、氰化钠或氰化钾溶液和腐植酸中能够溶解。

二、金的用途

由于上述黄金的一些性质，加上它在自然界出产较比稀少，所以自古以来，一直被用作铸造货币和装饰品的材料。公元前1500年我国就有铸造金币的著述。黄金在封建帝王和王公贵族手里，除了作为对臣仆酬功奖绩的赏赐之外，主要用于铺张装饰方面，尤以宫殿房屋的装饰，糜费最大，往往还带有浓厚的宗教迷信色彩。文化大革命期间在河北满城发现了西汉（公元前206—公元8年）中山靖王刘胜及其妻窦绾的墓。这个生前以荒淫无耻闻名于世，对其境内十四个县六十余万人民横征暴敛的大地主头子，生前过着奢侈腐朽的生活，死后身穿“金缕玉衣”。“玉衣”是由巧经琢磨的玉石细片用金线连缀而成，两人共用玉片3658片，金线57小两。金

线制做精细，有的用十二条极细的金丝拧成一股金线，既柔软，又有较大的强度。按现今工艺水平推算，汉代做这样一件玉衣，一名玉工要化十年功夫。这些“金缕玉衣”是封建统治阶级残酷剥削劳动人民的罪证，也形象地反映了我国古代劳动人民的聪明才智和精湛的手工技艺。

随着冶金技术的发展，在现代，黄金的使用范围比以前大了一些。

在做装饰品方面，用来制作各种奖章、贴镀器皿、表壳、各种首饰、金线织绣等。

在工业应用方面，除了传统的制笔、镶牙业以外，近年来有一部分黄金应用于热电偶、核反应堆、喷气飞机、火箭、电器接触部件及某些科学仪器和人造卫星的某些机件上。由于金抗热防蚀的特点，能保证电气部件线路的绝对安全，有人统计，国外在电子工业上每年用量即可达90—130吨。

直到今天，黄金仍然作为整个资本主义世界社会财富的标志，成为各资本主义国家进行贸易结算和国际清偿的主要手段。

马克思主义的基本原理告诉我们：货币是和商品生产联系的。在历史上，牲畜、皮毛、贝壳、黄金、白银等等，都曾被作为货币使用，但金、银有许多为其他商品所不及的优点，因此，其他商品作为等价物最后都被淘汰，而专由金、银充作货币。马克思曾经指出：“金能够作为货币与其他商品相对立，只是因为它早就作为商品与它们相对立。与其他一切商品一样，它过去就起等价物的作用……。渐渐地，它就在或大或小的范围内起一般等价物的作用。一当它在商品世界的价值表现中独占了这个地位，它就成为货币商品。”在当今的世界上，货币的五种职能，即价值尺度、流通手

段，贮藏手段、支付手段和世界货币，在所有的货币中，能充当起这五种职能的，能充当世界货币的，只有黄金。所以人们也常把黄金叫做“硬通货”。

黄金是现代国际政治经济斗争的一种手段。美帝苏修两个超级大国，尤其是苏修社会帝国主义，拼命地在抓黄金。

黄金是第三世界各国人民反对美苏两霸，维护政治经济独立的工具。美苏两霸常常以工业品盘剥那些以原料和农产品为主要出口商品的第三世界。例如，苏修的一台拖拉机要换25包棉花，用1吨钢材要换4吨香蕉，给第三世界国家带来巨大损失。如果用黄金支付，按一九七四年十二月国际市场价格，由于黄金涨价，每25盎司（将近中国16两制的25小两）可换铜3.5吨，换钢材17.8吨，换小麦25.2吨，换化肥15吨。显然，以黄金支付进口物资，对第三世界各国工农业的发展是十分有利的。

我国是发展中的社会主义国家。黄金既是现汇，又是国家储备资金，也是我们和苏美两霸进行国际经济斗争和贸易支付的重要手段。大力发展我国黄金生产，对于加速社会主义建设和国防建设，扩大进出口贸易，支援第三世界人民的革命斗争，都具有重要意义。

伟大的革命导师列宁说过一句名言：“我们将来在世界范围内取得胜利以后，我想，我们会在世界几个最大城市的街道上用金子修一些公共厕所。”黄金作为金钱、货币的作用，将随着人类社会的向前发展，随着资本主义社会制度的消亡而消亡。世界革命人民满怀革命豪情地深信：经过艰苦曲折的斗争，彻底铲除人剥削人的资本主义制度，在全世界实现共产主义的远大理想的的日子一定会到来，列宁的预言一定会实现！

三、金的产状和矿床工业要求

黄金是从地下开采出来的。人们常说“砂里淘金”，这是黄金的一个重要来源，人类很早就知道在一些河流淤积的砂石里，可以淘到金子。我国和世界许多国家也都是首先从这些“砂矿”里采出黄金，我国古书上常常记载着某省某地产“麸金”，就是指这种金。除了这些“砂金矿”以外，人们追根求源，顺河溪而上，往往在一些丘陵、山地里发现坚硬的含金石头——金矿石，它们虽然需要加工手续，将矿石打碎、碾细后才能淘洗出金子来，但因为石头里金的含量往往比砂子里的含量要富，所以也是可以持续开采的金矿，这就是山金矿^①。砂金矿和山金矿是黄金的主要生产来源。另一部分金产在铜、铅、锌等有色金属矿石中，这就是所谓“伴生金”，是有色金属矿石在冶炼厂冶炼时综合回收出来的。据前些年有人估计，这部分金在国外约占每年产金总量的四分之一左右。

山金矿和砂金矿要达到什么样的标准才能正式开采呢？主要有两项指标，一项是矿脉或含金层的含金量即品位，一项是矿体或矿层的厚度。矿石含金量太少或者含金矿体厚度太小，都不值得开采。一般要求是：

山金矿：县、社半机械化开采时，边界品位^②3克/吨，工业品位7—10克/吨。社、队土法手工土法开采：边界品位3—5克/吨，工业品位10—15克/吨。矿体厚度要求大于0.5—0.6米。个别矿区或矿脉品位很高的，厚度要求可相应降低。

① 山金矿包括脉金矿和变质成因的变质金矿。

② 所谓边界品位，是指可以参加金矿石储量计算和进行开采的矿石最低品位。低于这个品位的部分不算工业矿石，开采出来也不能选矿利用。工业品位是指矿体或某一矿块必须达到的最低平均品位。

如山东某矿曾开采过含金品位达到400—500克的矿体，虽然厚度仅为5—7厘米，仍具有开采价值①。

砂金矿：露天手工开采边界品位0.3克/米³，工业品位0.5—0.8克/米³。

地下开采工业品位1—1.5克/米³。

黄金虽产出不多，但据统计，从有开采记录的十五世纪末叶算起，即从1493到1974年年底，将近500年期间，人类采出的黄金总量已超过了84000吨。最近十年，即从1965年到1974年年底，共产金14200吨，每年世界产金量大致在1400—1500吨之间。现在产金最多的国家是南非（阿扎尼亚），每年平均产金九百多吨②，约占总产量的三分之二。其次产金较多的国家是苏联、加拿大、美国、澳大利亚、加纳等国（见表1）。

我国古代产金不少，可惜缺乏产量记载。从汉朝时封建统治者赏赐下级官吏动辄“数千斤”，虽然古代“斤”比现在小一些，但从这些数字看，其产量也是相当可观的。1888年我国年产金曾达到13吨之多，按当时世界各国产金量排列占第五位。

在旧社会，在国民党反动派统治之下，我国黄金生产发展缓慢。建国以来，经过廿多年来的努力，我国黄金的产量也逐渐上升，但还不能满足当前国内外形势发展的需要，我们还要加倍努力。世界主要产金国家（除我国外）近年来的黄金产量如表1。

① 为了衡量高品位的薄矿体是否达到可采要求，可采用米克值指标。

矿体米克值是指矿体厚度（米）与矿石品位（克/吨）的乘积。一般要求县社开采边界米克值≥2.5—3.5米·克/吨，最低工业米克值≥4—6米·克/吨。

② 由于资本主义经济危机、金价上涨，大量开采低品位矿石，73年开始平均年产能力750吨左右。

表1 近年来国外黄金产量

(单位: 金属吨)

国家和地区	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
南非(阿扎尼亚)	950	962	950	965	970	1000	976.6	908.7	852.3	758.5	708.1	709.1
苏联	157*	167*	177*	184*	194*	346.7	359.8	378.9	398.2	420.7	407.0	410*
加拿大	112	103	93.20	83.80	76.50	74.9	68.7	64.7	60.0	52.2	50.4	52.8
美国	52.20	56	47.50	47.80	53.20	54.2	46.4	45.1	36.2	35.1	32.4	32.0
澳大利亚	27.30	28.50	25.10	24.40	21.70	19.5	20.9	23.5	17.2	16.2	14.0	13.1
加纳	23.50	21.30	23.70	22.50	22.00	21.9	21.7	22.5	25.0	21.4	21.4	15.6
津巴布韦(罗得西亚)	17.20	17.20	16.00	16.00*	16.00*	15.0	15.0	15.6	15.6	18.6	18.6	17.1
菲律宾	13.60	14.20	15.30	16.50	18.00	18.7	19.7	18.9	18.1	17.3	16.1	16.3
哥伦比亚	9.95	8.73	8.05	7.45	6.85	6.8	5.9	6.3	6.7	8.2	10.8	11.97
日本	8.25	7.95	7.87	7.80*	7.80*	8.4	7.7	9.6	10.4	5.5	4.7	5.0*
墨西哥	6.71	6.68	5.70	4.65	6.70	6.2	4.7	4.6	4.2	3.9	4.7	4.0*
扎伊尔	2.80	4.96	4.75	5.30	5.30	5.5	5.4	2.5	2.5	4.4	3.6	4.0*
巴西	5.05	5.50	5.60	5.75	5.90	9.0	9.0	9.5	11.0	13.8	12.5	9.3
印度	4.08	3.73	3.15	3.58	2.95	3.2	3.7	3.3	3.3	3.2	3.0	2.2
其他国家	40.00	33.00	27.00	46.00	51.20	48.3	48.9	65.4	75.7	71.7	71.2	79.53
总计	1430	1440	1410	1440	1458	1638.3	1614.1	1579.1	1536.4	1450.7	1378.5	1382

注: ①资料来源: 1965—1969年及1976年的数据, 主要根据英国《矿业年报》并参考《美国金属统计局年鉴》, 1970—1975年的数据, 引自南非(阿扎尼亚)《矿业调查》。

②有*符号者为估计数字。

现在的世界黄金储量（我国除外）为40400吨，其中南非（阿扎尼亚）占40%以上（见表2）。我国建国初期集中

表2 世界金矿储量表 （单位：金属吨）

国家及地区	储量	占世界总储量百分比
南非（阿扎尼亚）	18660	46.2%
美国	3732	9.2%
加拿大	777.5	1.9%
澳大利亚	206	0.51%
其它资本主义国家	10804.5	26.7%
苏联	6220	15.4%
总计	40400	100%

资料来源：据中国地质科学院情报所根据国外资料的统计。

国民经济急需的矿产资源勘探，一九五八年以后开展了较大规模的金矿普查勘探工作，尤其自从无产阶级文化大革命以来，发现了一批大、中、小型金矿产地，金矿储量也有了较大增长，我国所探明的黄金矿产储量，已居于世界各国的前列。

第二章 金的成矿作用和金的矿物

一、金在地壳中的分布

金在自然界的分布是很分散的。具有经济价值的、可以开采的金矿石，一吨里才出几克、十几克金子。从砂里淘金的时候，每立方米砂石只出零点几克或一、两克。因此，人们把金、银、铂（白金）以及化学性质和金相似的一些其他铂族金属元素，称为“贵金属”。

地壳上的各种岩石，是由一百多种自然元素组成的，其中有九种是最主要的，按照重量百分比大小的顺序，它们是：氧47.2%，硅27.6%，铝8.8%，铁5.10%，钙3.6%，钠2.64%，钾2.6%，镁2.1%，氢0.15%。这九种元素占了地壳总重量的99.79%，这些元素因为是组成地壳各种岩石的最主要元素，所以人们也管它们叫“造岩元素”。而其他象金、银、铜、铅、锌、钨、锡、钼、锑、汞等许多金属元素，其总量还占不到组成地壳岩石总重量的0.3%，因为它们常常形成可供开采利用的金属矿产，所以人们管它们叫“造矿元素”。铁既是造岩元素，也是造矿元素。

金是造矿元素之一，据我国科学工作者的推算，它在地壳各种岩石中的平均含量，也就是元素的克拉克值，为0.0035克/吨，即平均每一千吨岩石含金3.5克。

金在地壳中的平均含量比其他一些金属元素要低得多。这是由于金的地球化学性质所决定的。

金的地球化学性质决定了金主要以原子状态，即自然元

素状态产出。这是和金原子的外层电子结构直接有关的。金外层电子最不容易失掉，即“电离势”较高，因此，它不易与其它元素化合而形成化合物。

金有明显的亲硫倾向，所以我们在金矿山经常可以看到金与黄铁矿等硫化物共生，但金本身并不跟硫化合，不形成金的硫化物，只是呈金属状态含在硫化物里。在自然界，只有少量的金与碲化合，形成碲化物。

金还是明显的亲铁元素。这在铁陨石里反映得很清楚。据分析，铁陨石的含金量可达每吨5—10克，这比地壳各种岩石平均含金量高达一千倍以上。由于地球中心是一个铁镍核心（即地面以下2900—6400公里，半径约为3500公里的地核），所以科学工作者根据铁陨石的含金情况结合其他资料推断，在地球的演化过程中，几乎全部（约占99%）的金子都进入了地核，这是地壳物质中含金相当贫乏的基本原因。此外，金在地壳中含量很低，还和它在元素周期表中所占的位置有关。根据各种元素在地壳中的分布规律，元素的平均含量具有随原子核内部结构的复杂程度加大而减少的趋势。铜、银、金三种元素在周期表中占有同一族的位置，都属于Ⅰ副族，但金的原子结构最复杂，因而它在地壳中的平均含量只相当于银的 $1/21$ ，铜的 $1/1800$ 。

地壳中各种岩石含金情况如表3。从表中可以看出，虽然所分析的八种岩石中金的含量都属于同一个数量级，即含金量都是每吨含零点零零几克，但它从富含硅、铝成分的花岗岩开始，到以富含铁、镁成分的辉绿岩、辉长岩以至超基性岩石，逐渐增高。而喷出的火山岩（如石英玢岩、粗面岩）又比在地壳较深处形成的岩石如闪长岩、花岗岩要高。国外有人为了了解这些微量金在各种矿物中的分布情况，曾对十

表3 岩石中金的平均含量

岩 石 名 称	分析样品数目	金的平均含量(克/吨)
花岗岩	33	0.0032
闪长岩	14	0.0035
花岗闪长岩	8	0.0040
正长岩	8	0.0044
石英玢岩、粗面岩	14	0.0054
辉绿岩、玢岩	29	0.0065
辉长岩	33	0.0087
超基性岩	27	0.0094

种主要组成岩石的矿物和副矿物进行了金的分析，其结果如表4所示。在所列各矿物中，以磁铁矿及富含镁、铁成分的硅酸盐矿物辉石、橄榄石含金量最高。通过一些金矿矿山的地质实践，有人认为，许多金矿的造成，很可能正是和矿山及其附近分布的富含铁、镁质的岩石有关系的。

值得一提的是，海水中也含有极微量的金。据有人分析

表4 矿物中金的平均含量

矿 物 名 称	分析样品数目	金的平均含量(克/吨)
白 云 母	7	0.0038
榍 石	2	0.0039
长 石	27	0.0040
黑 云 母	8	0.0040
角 闪 石	14	0.0059
石英	9	0.011
电气石	4	0.012
橄 榄 石	2	0.014
辉 石	8	0.016
磁 铁 矿	7	0.048

统计，现代海水中的含金量是每吨 0.000004 — 0.000008 克。海水的总量是 1.41×10^{18} 吨，因此，海水的含金总量可达600—1100万吨。含于海水中的金，是金的一个巨大潜在资源，但在目前的科学技术条件下，我们还没有办法把这些金子提取出来。

二、金的成矿作用

在自然界是很分散的金，经过各种地质作用富集起来，形成具有工业价值的金矿床。按其成因可分为内生矿床、外生矿床、变质矿床。现将各种金矿的形成和脉金矿床的金质来源问题，简述如下：

（一）各类金矿的形成

I. 内生矿床

1. 岩浆矿床

地壳是由各种坚硬岩石组成的。地壳以下，一般认为存在着炽热的硅酸盐成分的熔浆——岩浆。在长达几十亿年的漫长地质历史时期中，岩浆在地下不断地产生、不停的活动。由于它在地下深处，处于高温、高压条件下，呈熔融流动状态，因此，当地壳发生变动，在地壳浅部岩层中产生断裂、裂缝时，岩浆就顺着这些地方上升并逐渐冷凝形成各种岩浆岩。在这些岩浆冷凝结晶成岩的过程中，很少具有独立意义的金矿形成。我国内蒙有一些和铜、镍矿相伴生的金，产于辉长岩岩体内，或与其接触的围岩中。矿体为脉状、透镜状，含金量不高，金粒细小，呈浑圆状含于黄铜矿中，可综合回收。

2. 伟晶岩矿床

在岩浆冷凝结晶后产生的富含挥发组份的残余岩浆形成

的伟晶岩中，很少有重要的金矿形成。国外有含金伟晶岩矿床的例子，在我国还没有发现。

3. 接触交代矿床

当中酸性的岩浆岩，如花岗斑岩、花岗闪长岩、闪长岩一类岩石，侵入到石灰岩等碳酸盐类岩石里的时候，由于后者化学性质活泼，岩浆容易和这些岩石发生剧烈的物理化学反应，在二者相接触的部位发生相互物质成分的交换即交代作用，形成可供开采的接触交代金矿床。我国已发现并勘探了一些这种类型的金矿。

4. 热液矿床

在所有内生矿床中，以热液成因的脉金矿分布最广。

很久以来，人们一直认为含有各种金属成分的热水溶液，是在岩浆上升到地壳上部逐渐冷凝形成岩石的晚期，从岩浆中分离出来的。这些溶液除了含有挥发性成分，如水、二氧化碳、硫化氢等以外，还含有熔点较低的金属化合物和二氧化硅、氧化钾、氧化钠等成分。开始时，它们以气态从岩浆中逸出，进入围岩，并沿压力减低的方向，主要是向地壳浅处，沿着各种岩石裂缝向上运动。随着离开岩浆凝结的地方越来越远，这些含矿气体的温度也就越来越低，当达到临界温度（约400℃左右）时，便凝聚而成含有各种金属成分的热水溶液。这些含矿的热水溶液由于温度、压力仍然较高，它们就顺着地壳岩石中的断裂、裂缝继续上升，在适宜的地方将所含的金属成分沉淀下来，形成各种金属矿床。这样形成的金矿就是我们所说的热液成因的金矿床。

热液成因的金矿床根据它形成时温度的不同，可分为高温热液矿床（500—300℃）、中温热液矿床（300—200℃）和低温热液矿床（200—50℃）。当然，这是大致划分的，实际

上不少矿床从高中温到中低温，都是过渡的，我国有些金矿床就是中低温的。

高温热液矿床

这类金矿以高温形成的矿物组合为特征。金属矿物有黄铁矿、毒砂、磁黄铁矿、辉钼矿、斜方辉铅铋矿等。矿体形态不规则，多呈串珠状或网状脉。金成色较高，矿石含银较少。围岩有绢云母化、黑云母化、电气石化、钠长石化等。我国典型的高温热液成因的金矿不多，有些属中高温热液金矿。

中温或中低温热液矿床

以中温或中低温的矿物组合为特征。矿石中最常见的硫化物是黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、磁黄铁矿、白铁矿，某些矿床还含有辉锑矿、白钨矿等。脉石矿物以石英为主，含少量方解石、白云石、绿泥石、绢云母等。以硅化、黄铁绢英岩化、黄铁矿化为主要围岩蚀变，遭受蚀变的岩石（常俗称为熏头）有时含金并达到开采品位，某些矿山以含金黄铁绢英岩带或含金硅化带构成主要工业矿体。此类矿床规模大小不等，有的延长几千米，延深近千米，许多矿脉含金很富，并常伴生可以综合回收的铜、铅锌、硫等多种成分。矿石中银的含量大致和金含量不相上下，有的矿山高些，有的低些。这是很重要的一类金矿。我国这种金矿分布很广。

低温热液矿床

这类金矿的形成都和一定的火山岩有成因联系。矿石含银很富。矿石中的金除一部分为自然金以外，常含有金的碲化物。矿体形态较复杂，但延伸规模一般不很大。我国东北、内蒙、台湾等地都有分布。

六十年代中期开始，在东北陆续发现了和“次火山岩”^①有成因联系的所谓“斑岩型”金矿。

这类金矿规模大，品位低，矿体沿花岗闪长岩、花岗斑岩等小侵入体（次火山岩）与古老变质岩的接触带分布。在接触带内发育有所谓“爆发角砾岩筒”，认为是在岩体形成时所含气液冲破上层岩石爆发形成的，金矿体就产在这种爆发角砾岩内。由于矿是在近地表条件下形成的，含金热液急剧冷凝，因此形成偏低温的矿物组合，如玉髓状石英、方解石、自然金、黄铁矿、白铁矿、辉锑矿等。这类金矿也是低温热液矿床的一种。

II. 外生矿床

1. 残积—坡积砂矿床

金矿脉或含金岩石，由于遭受地表的风化作用，岩石崩解破碎，或者矿脉的硫化物遭受化学分解淋蚀，使风化的岩石细屑一部分被冲走，而金则因体重大而残留于原来的矿脉或含金岩体附近，形成残积砂金矿床，俗称本山金。这种砂金层一般无层理，金与泥砂、砾块混杂，金粒粗细相伴，多具棱角。坡积砂金矿床是含金矿脉或岩石风化后，金质和风化砂石沿着山坡被流水冲刷搬运一段距离后，在山麓或较低洼的地面上、沟谷沉积下来的砂金矿。砂砾层分选不好，金粒粗细混杂。残积—坡积砂金矿床以坡积砂金矿规模大一些，我国四川、山东及其他一些省区有分布。

2. 河流冲积砂矿床

可分为第四纪—现代河流冲积砂矿床和古代河流冲积砂

① 在火山喷发活动的末期或间歇期，常有一种与火山喷发岩浆同一来源的，但没有喷出地表，而上升、侵入到近地表浅处，充填在火山口或火山颈内、火山口周围裂隙中的火成岩体，称为“次火山岩”。

矿床两类。

第四纪-现代河流冲积砂矿床

金矿脉或岩石中的金，受流水的不断冲刷作用辗转流入河中，随着河水流速的减慢，金质和砂、砾石一起沉积于河床静水地带，形成河流冲积砂矿床。第四纪-现代河流冲积砂矿的含金砂砾层一般位于河流各种冲积物的底部（也有含金层两层或两层以上的，但上面的层次一般有一个“假底”，即粘土质层）和阶地的最下部。含金砂砾层中金粒的粗细及富集情形，要看距金质来源的远近及河床坡度与流水速度变化而定，一般靠上游含金较富、金粒粗，越到下游，金粒越细。我国东北、西北、西南及其他一些省区都有很重要的河床冲积砂金矿，有些矿区河流上游及其两侧金质来源充足，冲积砂金矿断续延长可达十几公里。

古代河流冲积砂矿床

是古老地质时期中，在古代河床（古河道）形成的冲积砂金矿。含金层多位于各个地质时期不同地层单元的底部、沉积间断面（不整合面）上，含金砂砾层大部已固结成坚硬的岩石——含金砂砾岩。东北及内蒙侏罗纪和白垩纪地层，都有含金砂砾岩层的分布。时代较新的第三纪含金砂砾岩见于山东、吉林等地，含金层一般呈透镜状，岩石较松软，呈半胶结状态，有时含金很富。

3. 滨海（湖）砂矿床

这是河流中的砂金，被河水搬运迁移到河口入海（或湖）之三角洲地带的砂砾层中，形成砂金矿。我国湖南资水流域、山东胶东半岛北部滨海地带有这种金矿。

4. 冰碛砂矿床

高寒地区的脉金矿，由于冰川的流动，常可夹带砂石和

金粒向低地迁移，在低洼处冰川溶化后，金质即沉积于冰碛石中，形成冰积砂金矿。由于未经流水分选作用，含金层泥砾混杂，黑龙江北部及湖南均有分布。

三. 变质矿床

变质矿床包括由变质作用所形成的矿床和受到变质作用影响的原来已经存在的矿床。前者是原来无工业意义的岩石中某些含量较高的元素，通过变质作用形成有用矿床；或由于热液作用使原岩中的有用元素进一步富集形成工业矿床。后者是由于变质作用使原来的矿床受到不同程度的改造，一般可使矿石品位增高。可见变质矿床的形成，首先取决于原来岩石或矿床的物质成分，它是可能形成变质矿床的物质基础，同时还取决于变质作用和热液等作用的强度，它是形成变质矿床的必要条件。

根据已有的国内外资料来看，变质金矿床多是受到变质作用或热液作用影响和改造的原来已经存在的金矿床。这种矿床的最大特征是，规模巨大并产于一定层位中。先后发现于南非（阿扎尼亚）、美国、加拿大、巴西、印度等国，近几年来在我国的东北、西北等地区也有所发现。

（二）关于脉金矿床的金质来源问题

由于脉金矿是绝大多数砂金矿和受变质砂金矿金的主要来源，因此，脉金矿的金质在地下怎样集中起来的，也就是怎样形成含金矿脉的，近年来有了一些新的认识。虽然目前研究得还不够，但由于金质来源问题的解决直接关系到到哪里去找矿，在什么样的地层或岩石中容易找到矿的问题，因此，将两种主要认识简述如下。

1. 认为含金热水溶液和金来自中酸性的岩浆侵入体，如花岗岩、花岗斑岩、花岗闪长岩等。这就是我们前面叙述

过的、从十九世纪末、廿世纪初以来在地质界广泛流行的岩浆-热液成矿说。

我国辽宁东部某金矿，就是用这种成矿说解释矿床成因的一个例子。经研究，认为该矿的形成与矿区南部三股流花岗闪长岩体有成因联系。理由是：（1）和成矿有关的几种元素银、砷、铜、铅、锌、铋、锑、钨等，在岩体内含量显著增高，即有异常现象；（2）金矿脉在空间上围绕该花岗闪长岩岩体分布；（3）矿区内已详细勘探清楚的矿脉、矿体明显地向岩体方向侧伏。

一些和火山岩、次火山岩有关的低温热液金矿，人们也认为含金热液的来源，就是那些石英斑岩、安山岩、安山斑岩以及花岗斑岩，花岗闪长斑岩等火山岩、次火山岩的侵入和喷出活动引起的。

岩浆-热液成矿说，长期以来，在各种解释脉状金属矿床成因的理论和假说中，是占主要地位的一种。

2. 认为含金热液和金质的来源，不是从地下岩浆冷凝结晶成岩时，从岩浆中分离出来的，而是来自地壳上层岩石，经过剧烈的区域变质作用和混合岩化作用产生的，即来自矿床的围岩。按照这种观点，地壳上一些富含铁、镁成分的岩石，如斜长角闪岩、角闪岩、云斜片麻岩等（地质工作者把这些岩石简称为“绿色岩系”），这些岩石本身就含微量的金。在强烈的区域变质作用和花岗岩化、混合岩化作用下，可以产生富含钾、钠以及二氧化碳、硼、氯等矿化剂成分的变质溶液，这些溶液能够溶解岩石原先含有的金和其他成分，使金聚集在这种变质溶液里，经过迁移，在相对低温、低压的部位，即地壳浅部断裂、裂隙发育的地方，形成含金矿脉。这就是脉金矿形成的变质分泌成矿说。

吉林中部某金矿是用这种成矿说解释矿床成因的一个例子。

该区海西期、燕山期两个时代的岩浆活动均很发育，但这两个时代形成的岩浆岩跟金矿的成矿关系并不密切，而只有当这些岩浆岩体穿过一种“微含金地层”，即鞍山群三道沟组地层时，它的周围才有金矿点出现。该矿及其附近很有意义的地质现象是：

(1) 有“微含金地层”的存在 前震旦纪鞍山群三道沟组地层由富含铁、镁的角闪岩、斜长角闪岩、角闪斜长片麻岩、绢云母石英片岩、绿泥片岩等岩石组成（内夹含铁石英岩及大理岩），受混合岩化很轻。这些岩石恢复变质以前的原岩，应为中一基性火山岩，经化验这些岩石未经混合岩化的“基体”部分，金含量普遍较高，一般0.01—0.07克/吨，最高可达0.2—0.3克/吨（见表5），比地壳岩石平均含金量高几倍至几十倍以上。

表5 吉林某矿三道沟组基体岩石中的金含量

采样地点	岩石名称	金含量(克/吨)	备注
大线沟	角闪斜长片麻岩	0.07	化学-光谱法测定
小东沟	角闪岩	0.08	化学-光谱法测定
老中沟	角闪岩	0.005	化学-光谱法测定
三道岔	斜长角闪岩	0.012	化学-光谱法测定
大线沟坑道	斜长角闪岩	0.33	化学-光谱法测定
三道岔坑道	斜长角闪岩	0.21	比色分析

(2) 混合岩化起作用 金矿脉的分布位置和混合岩化的剧烈程度有一定关系。常常是离含金石英脉由近而远，混合岩化程度递增，也就是矿脉分布在混合岩化最弱的地段。如三

道岔地段，近矿围岩是混合质斜长角闪岩，向两侧为条痕状混合岩，再向外是均质混合岩。有趣的是，矿脉两侧围岩越靠外，越远离矿脉，金的含量（当然是很微量的），不是越来越低（象过去人们一般认为的矿液中的一部分金质逐渐扩散到围岩中去的那样），而是相反，金含量反而逐渐增高，看来象是岩石中的金，被矿脉吸收了（见图1、2）。

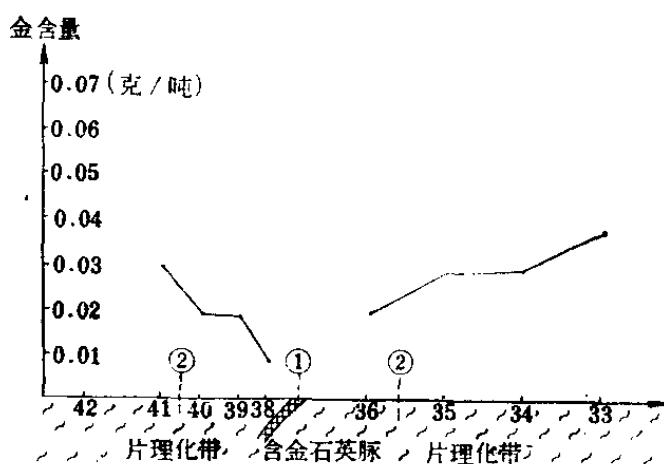


图 1 金矿脉围岩金含量变化曲线（据吉林某金矿）

图示：距离金矿脉越远，围岩中金含量反而增高。图中1—含金石英脉；
2—片理化围岩

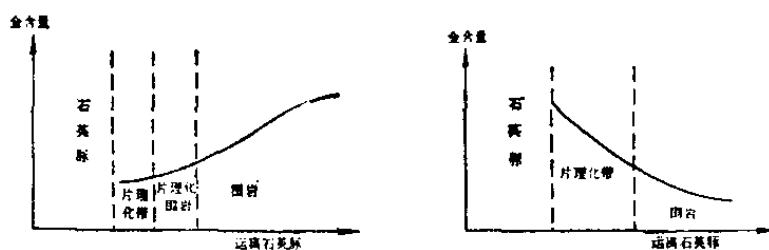


图 2 两种曲线对比图

左图—吉林某矿金矿脉围岩金含量实际变化曲线
右图—按照岩浆-热液观点臆想的金含量变化曲线

(3) 含金矿脉从围岩中攫取了某些金属成分 据近千个光谱分析统计，含金矿脉从角闪岩、斜长角闪岩中攫取了钴、镍、铬、钒、钛等成分。在某些地段含辉石角闪岩中的

铜的含量（背景值）高一些，穿插在这种岩石中的石英脉，铜也相对富集。很显然，上述钴、镍、铬、钒、钛、铜等金属成分，是通过一定的地质作用，从围岩中运移到矿脉中去了。

（4）同一条石英脉穿过不同围岩时，含矿性也不同。产于混合岩化程度较低的斜长角闪岩、角闪岩中的石英脉，含金较富，这些脉在穿到混合岩化强烈的地方（如均质混合岩），含矿较差。

（5）金矿点分布在特定地层中。该矿及其附近的近200处金矿点，有70—80%分布在“微含金地层”三道沟组地层中。前震旦纪两次混合岩化和变质分异作用产生的含金热液造成了金矿脉在这个地区的集中分布。已证实混合岩化的派生产物——混合质钾长花岗岩派生的伟晶岩有时含金，说明了前震旦纪金矿化的存在。海西期、燕山期岩浆活动又对区内分散的和已聚集起来的金起着重新聚集、重新分配、形成新的金矿的作用。

河南秦岭地区某金矿和其他某些省区金矿也有类似的例子。许多新的资料说明，对某些脉金矿来说，用这种变质分泌成矿说解释矿床形成的机理，并用以指导找金工作，更符合客观实际。非洲大陆、巴西、加拿大、印度等地的一些产于古老变质岩系中的金矿，不少地质工作者也认为矿床的形成是和周围地层有关，是花岗岩化、变质分泌成矿作用的产物。

三、金的矿物和赋存状态

（一）金的矿物

金的矿物比较简单，常见的有自然金及银金矿，在部分矿山有金银矿及金的碲化物。兹分述如下。

自然金：一般又称“明金”，但自然界纯金极少，多数都含有银，一般含量可达4—15%。金黄色，含银较多时为黄白色。条痕为金黄色。标准金属光泽。硬度2.5—3。具延展性。比重一般为15.6—18.3。

野外鉴定自然金，主要根据金黄的颜色、强烈耀眼的光泽，硬度小而柔软，用小刀、大头针可以刻划、用牙咬有印痕。

银金矿：自然金含银大于15%时叫银金矿。银金矿实际上是由金与银两种金属元素的天然合金。我们知道各种元素都是由分子构成的，分子又是由原子构成的。金和银两者原子的半径相同，都是 1.44 \AA （埃），两者晶体结构相同，因此极易形成天然合金，即所谓“固溶体”。银金矿含银最多可达30—50%，由于它是大多数脉金矿主要的含金矿物，因此常常讲的金成色的高低，很大程度上是由银金矿的含银量决定的。

金银矿：为金银系列矿物中少见的一种。含银 $>50\%$ 至90%，含金 $<50\%$ 至10%。颜色比银金矿更浅淡，多呈淡淡的黄白色及白色带黄的色调。

金还有一些含其它杂质的矿物，如铜金矿，含铜20%，含银10—15%；钯金矿，含钯5—11%，含银4%；铋金矿，含铋4%；铂金矿，含铂10.5%，以及含铼、锇、铑的矿物等，但这些矿物很少见到。

碲金矿：化学分子式为 AuTe_2 。该矿物含金44%。颜色为银白色至钢灰色。强金属光泽。比重7.9—8.3。

碲金矿在我国少数金矿山可以见到。

碲金矿还有一些类似的矿物，如针碲金矿(AuAgTe_4 ，含金25—27%)、叶状碲金矿 $\text{Au}_2\text{Pb}_{14}\text{Sb}_3\text{Te}_7\text{S}_{17}$ ，含金6—

13%）及一些含金又含银的碲金银矿物等，它们分布的就更少了。

（二）金的赋存状态

黄金在自然界大多数以自然金及银金矿产出。由于自然金和银金矿是由含银杂质的多少作为主要标志来区分的，因此，在采金时人们常说的“毛金”，既包括自然金，也包括银金矿。

自然金的结晶属等轴晶系，但在金矿山上很少见到结晶完好的晶体。常见到的多为粒状、片状、树枝状、网格状、粉末状及不规则块状等。

自然金的粒度大小不等，小的要用高倍显微镜才能看到，大的则可成为巨块。我国四川松潘砂金矿曾采出过重几十两的块金，广西东南金矿也采出过长5厘米左右的刷状暗黄色金块。世界上最大的金块是1858年在澳洲发现的，重83.93公斤，但这样大块的“狗头金”在世界任何地方都是不常见的。

由于许多金矿山矿石中的银金矿和自然金的颗粒大部分在0.5毫米以下，因此，可见金只占矿石中金含量的极少部分，大部分金隐藏在各种硫化物矿物中，一部分含于石英等脉石中。

我国许多金矿山的主要含金矿物是黄铁矿。一般地说，黄铁矿结晶程度差的，即晶形不好的，以及晶粒比较细小的，比那些结晶粗大、晶形完整的，含金要富一些。有的矿区挑选了黄铁矿单矿物进行了分析，可以清楚地看到黄铁矿颗粒越细金的含量越富的情况（见表6）。

除黄铁矿以外，黄铜矿、方铅矿、毒砂、磁黄铁矿也是常见的含金矿物。此外，闪锌矿、辉锑矿、黝铜矿等在一些

表6 某金矿不同粒度黄铁矿的金含量表

样品编号	矿物名称	粒度(毫米)	含金量(克/吨)
7	粗粒黄铁矿	>5	5.6
504	中粗粒黄铁矿	3—5	24.2
11	中粒黄铁矿	3	83.9
9	中细粒黄铁矿	1—3	138.0
12	中细粒黄铁矿	1—3	219.4
8	中细粒黄铁矿	1—3	294.9
10	细粒黄铁矿	0.1—0.5	512.2

矿山也含金。

许多矿山有一部分金含于脉石矿物中。这些矿物包括石英、碳酸盐类矿物（如方解石等）、绿泥石、石墨等，其中以石英最为主导。

银金矿或自然金含在黄铁矿等硫化物中，主要有三种形式：

(1) 金在黄铁矿等硫化矿物中成为机械包裹物，即所谓“包体金”。

(2) 金呈微小细脉穿插在黄铁矿等硫化矿物的裂纹（裂隙）中，即所谓“裂隙金”。有些矿石含有粗大黄铁矿，但这些黄铁矿晶面上裂纹比较明显，含金较富，就是这个原因。

(3) 一部分金可以存在于黄铁矿的各个矿物晶体之间，或含于其他硫化物、石英晶体之间，成所谓“晶隙金”。

书末所附照片1、2为金在硫化矿物中赋存的两种情况。由于许多金矿山金的粒度大部分只有百分之几至千分之几毫米，要想提取这些金子，矿石就要粉碎得很细了。在选厂建

立初期，要十分注意金的赋存状态和金的粒度问题，必要时做一些矿石光片、薄片进行显微镜下鉴定，以确定合理的选矿方法和流程，避免选矿中细粒级金的流失，提高选矿回收率。

第三章 脉金矿床和找矿

一、几种主要脉金矿床简介

为了找矿工作的方便，现把我国几种主要脉金矿类型，大致按工业意义的大小和分布广泛程度的顺序，简述如下。

（一）含金石英脉型金矿

不论在我国还是在世界上，这是分布最广、人类自古以来就广泛开采的一种最主要的金矿床类型。这类金矿中、小型规模的比较多，也有大型或特大型的。矿石含金量多数较富，一般都在 10—20 克/吨以上，还常常伴生其他可以综合回收利用的成分，因此，很适于县、社、队组织群众集体开采。

含金石英脉的围岩各色各样。以分布在各种片岩、片麻岩等年代较老的变质岩岩层里的比较多，有的分布在沉积岩地层和花岗岩类岩石里。成矿有利的围岩是富含铁、镁质成分的岩石，如斜长角闪岩、角闪岩以及云斜片麻岩、混合岩化程度较低的混合岩类岩石。有的地区大面积出露的、具有混合岩化特点的花岗岩类岩石，也是有利的成矿围岩。

形成含金石英脉的有利构造部位，在沉积岩、变质岩地区，是背斜轴部及其两翼倾没端，在花岗岩等侵入岩分布地区，是岩体受区域挤压应力剧烈、断裂发育的地带。直接控制矿脉展布的，大多是挤压带、压扭性断裂①、层间断裂，

① 压扭性断裂，指地壳岩石受水平方向的挤压和扭动力以后产生的断裂。岩层破裂错断后，断层面以上的岩层（一般称为上盘）顺着断面上冲，并有水平位移。张扭性断裂性质与此相反，是岩层主要受引张（拉伸）的力或重力作用后形成的。断层面之上的岩层向下滑动，并有水平位移。

少部分为张扭性断裂。

含金石英脉的规模大小不一。一般延长不到一、二百米至上千米，宽几十厘米到一两米以内的比较多^①，也有延长几公里至十几公里、宽几米至一、二十米的大脉，但这样规模的大脉分布不多。也有长几十米、脉幅仅几厘米、一、二十厘米的“细线”，因为含金很富，仍有开采价值。

含金石英脉是地下含金热水溶液在地壳中沿着岩石的各种裂隙上升充填形成的。这种矿脉在一个矿区、矿点里，有时是稀疏的单脉，但也常常沿着一定的方向，有规律地彼此平行，成群成带地分布（图3）。因此，找到了一条矿脉，还有可能发现更多的矿脉。矿脉的产状受控矿断裂、裂隙控制，一般倾斜都比较陡，不论沿走向和倾斜方向，都常见有矿脉的分叉、合并现象。在图4中，剖面上的五条脉有四条脉是⑨号脉的支脉，它们在深部都与主脉汇合了。产在压扭性断裂中的矿脉，沿着石英脉的边缘（脉壁）与围岩接触

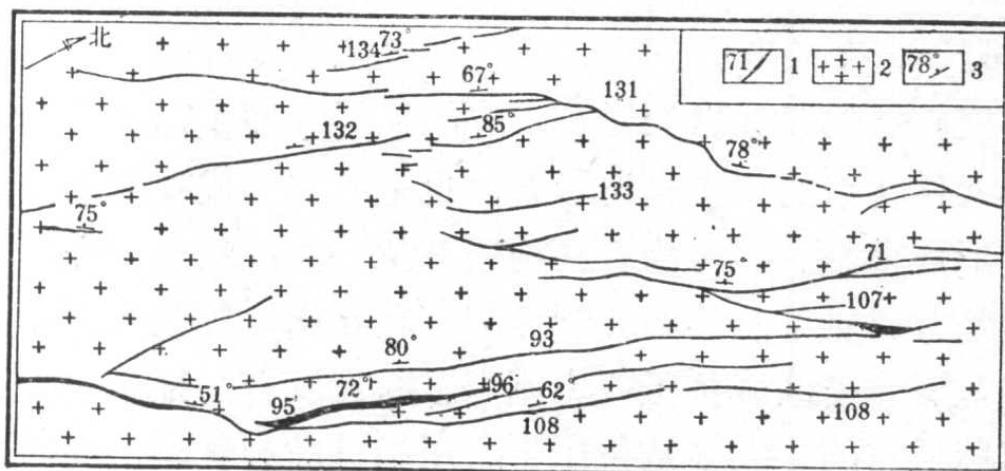


图 3 某处花岗岩中含金石英脉的分布形态
1—矿脉及编号；2—花岗岩；3—矿脉倾向及倾角

① 由于一些脉金矿大多倾斜较陡，倾角也都有变化，因此在工作中经常提到的矿脉宽度，一般是指地表出露的水平宽度。

处，经常可以看到岩层发生过错动的痕迹——断层面及其上面的擦痕，这个面一般都比较光滑平整，在北方某些金矿山，群众常管它叫“大滑帮”。“大滑帮”的存在往往预示着矿脉在水平和倾斜方向上，都有一定规模的延伸。

含金石英脉矿石的主要成分是石英。石英不论在我国南方和北方，人们都把它叫做“火石”，所以人们也常把含金石英脉叫“含金火石线”。在一条矿脉里，含金石英脉并不一定是连续分布的，常一段段的，呈所谓“豆荚状”或“透镜状”。在掘进探矿坑道时往往打一段就没有了，但顺着岩层中的断裂面再掘进去，一个新的豆荚体又可能出现了（图5）。两个豆荚体之间顺着断裂面常有宽几厘米至几十厘

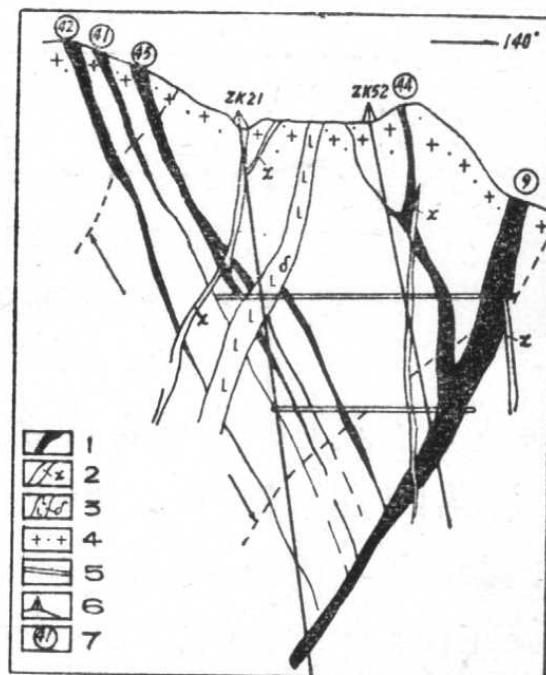


图4 一个含金石英脉型金矿的剖面

1—矿脉；2—烂斑岩；3—闪长岩；
4—花岗岩；5—穿脉坑道；6—
钻孔及编号；7—矿脉编号

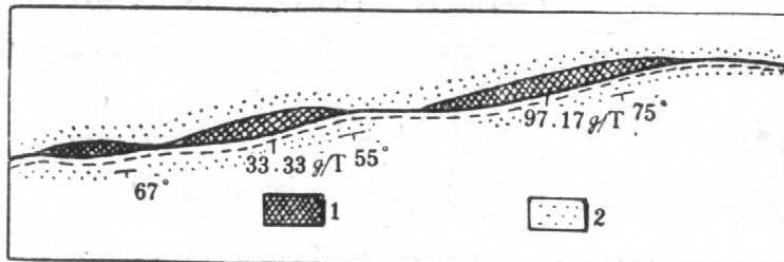


图5 矿体沿走向的豆荚状排列与含金最富部位

1—含金石英脉；2—蚀变花岗岩

米的“白泥线”，也就是岩层错断时产生的断层泥，这种断层泥是引导坑道向前掘进、找到新的豆英体的标志。有时在一条矿脉里各个豆英体并不正好衔接，而是互相错开一点，呈所谓“雁行排列”，如图 6。

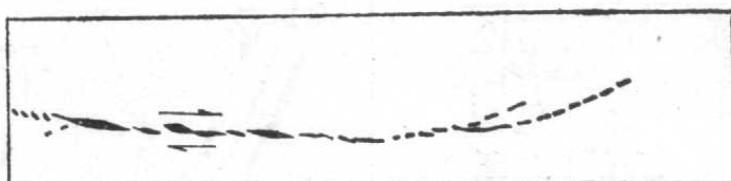


图 6 含金石英脉的雁行状排列

←表示含矿断裂两侧岩石错动方向

含金石英脉矿石中常常含有一些金属硫化矿物，如黄铁矿（人们常叫铁矽）①、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、磁黄铁矿、毒砂等，有的矿山还含有白钨矿、辉锑矿，如果其中一种或几种矿物含量达到综合利用标准，就可以在选矿、冶炼中予以回收。我国一些金矿山，根据矿石中黄铁矿以及其他金属硫化物的种类和含量，分为含金石英脉矿石、含金石英黄铁矿矿石（也叫含金硫化矿）和含金多金属矿石三种。第一种一般只回收金、银；第二种除金、银外还回收硫以制作硫酸；第三种往往可以回收多种组份，即除金、银外，还回收硫、铜、铅、锌、有的矿山回收钨、锑（如湘西）等。我们在采选时要尽量注意各种有用成分的综合回收。如果采出的部分矿石除含金外，其他金属成分含量较高，社、队暂时限于技术条件又无法将这些伴生金属提取出来，可将这部分矿石手选以后单独堆放，以备送就近冶炼厂冶炼，或留待将

① 在我国许多地方，群众把黄铁矿叫铁矽（矽，音汞），把黄铜矿叫“铜矽”，把方铅矿叫“铅矽”。据古籍记载，古时“矿”字写作矽，矽字现在在地质学上很少用了，但在民间采矿中却流传了下来。

来选矿技术提高后处理。

在一条含金石英脉里并非所有的部分都达到可采品位，在可采的矿体部分，相邻的地方含金贫富差别也很大。图 7 是

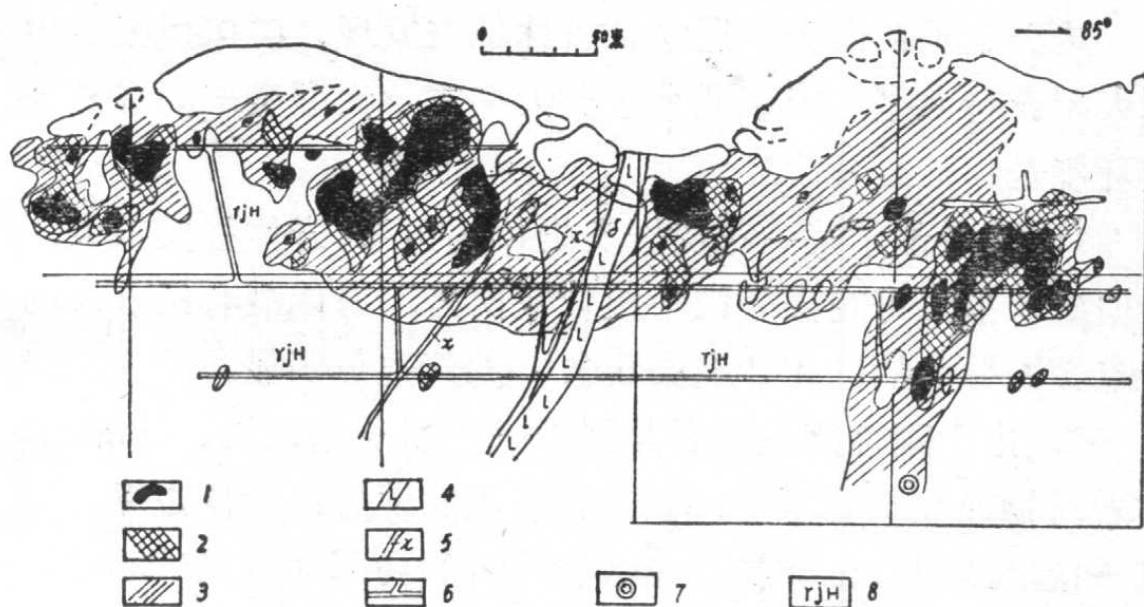


图 7 含金石英脉工业矿体形态及金品位等值线图

1—金品位 >20 克/吨；2—金品位10—20克/吨；3—金品位3—10克/吨；
4—闪长岩脉；5—煌斑岩脉；6—沿脉坑道；7—钻孔；8—矿化蚀变岩

山东某矿44号脉工业矿体形态及金品位等值线图。可以看出其中的富矿体（>20 克/吨的黑色部分）是很不规则的，它们的分布，受含矿断裂面某些局部波状起伏控制。

含金石英脉不仅脉体本身含金，两侧的岩石也常常受到矿化，有时含金可达5—15克/吨以上，成为可采矿石。一般地说，矿脉比较破碎、含金石英脉比较膨大的地段，围岩矿化比较强烈，含金较好。这种矿石有的地方叫“边矿”，大多成绿灰色，由丝绢光泽的绢云母和石英等成分组成，含星点状黄铁矿，这就是我们最常见的含金蚀变岩石“黄铁绢英岩”。有时其中穿插许多几毫米、几厘米宽的含黄铁矿石

英细脉或网脉，它们的存在，是含金较富的标志。硅化、绢云母化、绿泥石化、黄铁矿化都是含金石英脉常见的围岩蚀变。

(二) 含金蚀变破碎带和网状脉

这类金矿在山东、辽宁、吉林都有发现，矿床规模多中到大型或特大型。山东几个这类大型或特大型金矿的成矿地质环境是：

1. 矿多位于某一花岗岩类岩体的边缘。岩体规模很大，为似斑状黑云母花岗岩或中粗粒花岗岩，岩体既有侵入岩的特点又有显著的同化、混染现象，尤其边部明显。

2. 由于刚性的花岗岩与围岩——斜长角闪岩、片麻岩类岩石物理性质的不同，在二者接触的地方或岩体边缘，形成“接触断裂”，金矿就产在这种断裂的局部地段里(图8)。

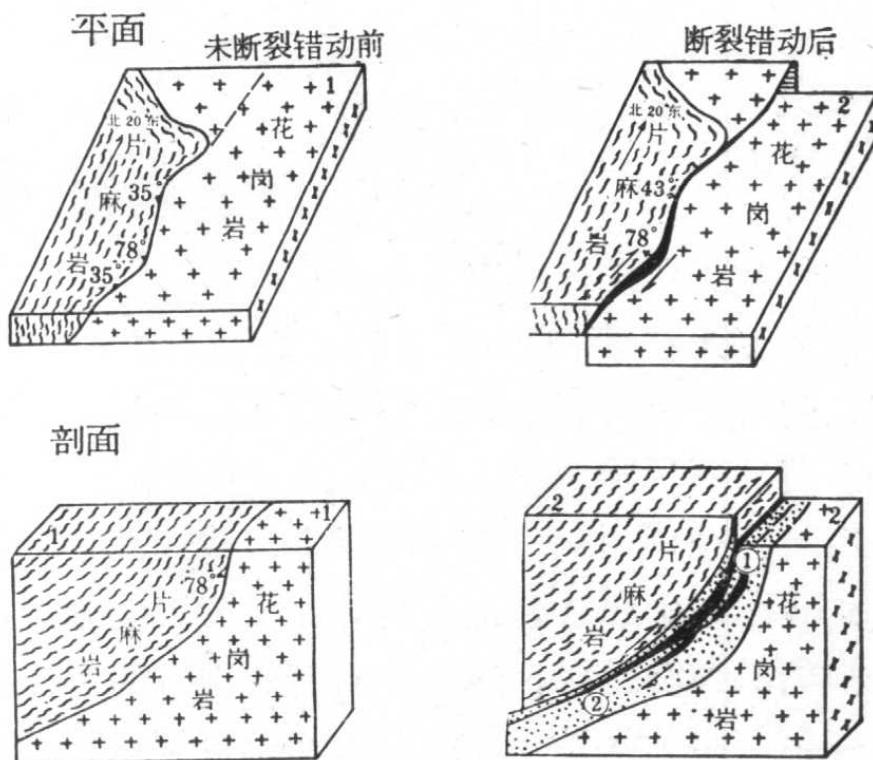


图 8 接触断裂和金矿的形成
图中：①为金矿体；②为矿化蚀变岩石（黄铁绢英岩）

3. 矿体在断裂中的分布有一定规律性，常分布在断裂局部弧形转弯的地方（图9）。控矿断裂规模很大，延长几公里至几十公里，属压扭性断裂，常形成几米、几十米至一、二百米宽的受挤压、搓碎产生的破碎带，含金热液在上述局部地段交代蚀变已经破碎了的岩石——主要是花岗质碎裂岩和角砾岩，形成矿体。

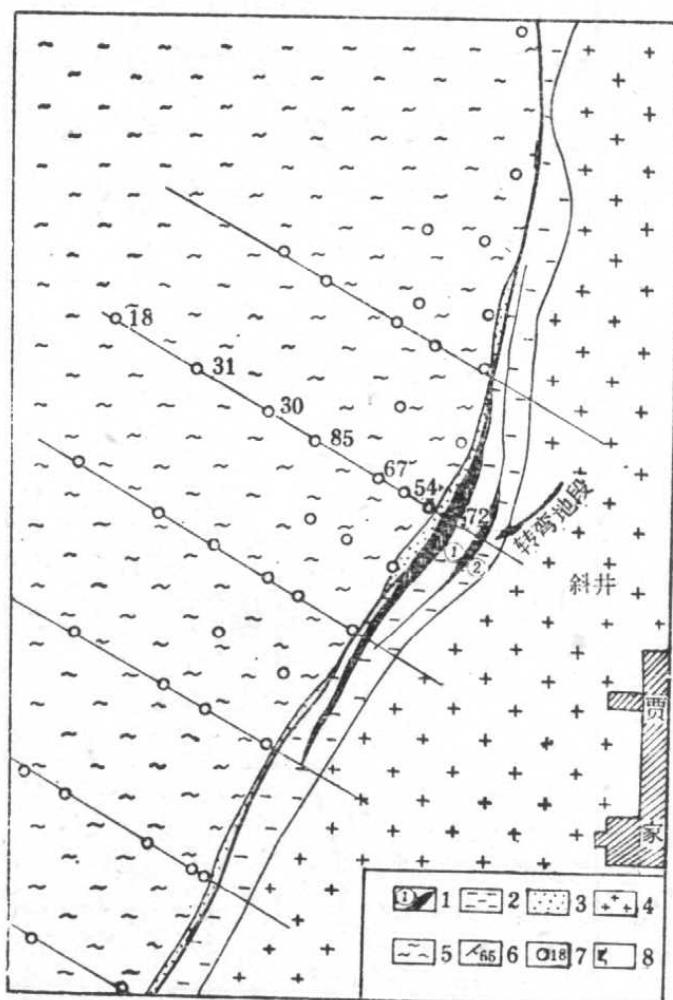


图 9 位于花岗岩岩体边缘接触断裂里的大型金矿

- 1—矿体及编号；2—绢英岩化碎裂岩；3—蚀变碎裂岩；4—花岗岩；
- 5—斜长角闪岩；6—矿体和断裂的倾向、倾角；7—钻孔及编号；8—斜井位置

含金蚀变破碎带的矿化蚀变以硅化、黄铁矿化、黄铁绢云岩化为主，从中心向外，蚀变强度由强变弱，有时有明显

的分带性，对这类含金矿化岩石，有人简称为“含金蚀变岩”。矿体由含金的黄铁绢英岩、黄铁绢英岩化花岗质碎裂岩、黄铁绢英岩质角砾岩、硅化花岗岩构成，金的品位一般5—15克/吨，也有超过20—30克/吨的。矿石中含有石英细脉或网状脉特别多，脉宽仅几毫米至二、三厘米，平行或穿插交错，含金特富。单分析结果，这些细脉含金可达70—80克/吨至数百克/吨。金呈银金矿和自然金出现，与黄铁矿和黄铜矿、方铅矿等硫化物关系密切。有的矿区地质构造条件相似，但沿断裂及其次级裂隙围岩蚀变轻微（一般表现为褪色化、弱绢云母化、局部硅化较强），内含大量平行或交错含金细

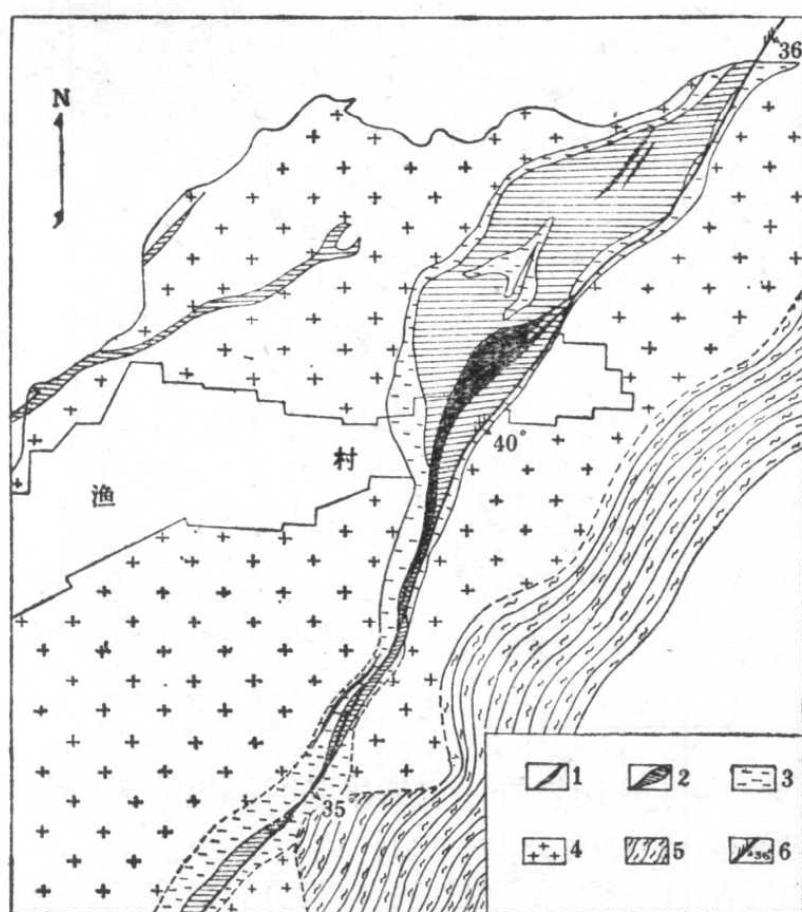


图 10 一个含金蚀变破碎带型金矿的地质平面图

1—矿体；2—微含金蚀变岩(黄铁绢英岩)；3—黄铁绢英岩化花岗岩；
4—花岗岩；5—斜长角闪岩；6—压扭性断裂及倾向、倾角

脉和网脉，形成细脉—网脉侵染状矿石，这就是所谓“网状脉”金矿，与含金蚀变破碎带有许多特点相似。

含金蚀变破碎带和网状脉矿体规模都较大。单个矿体可延长500—600米至千余米，倾斜延深可达900米以上。矿体形态为脉状、饼状，厚一般2—10米，最厚30—50米以上。矿体产状多较平缓，倾角在35—45°以内，某些厚大矿体浅部可露天开采。图10和图11为这类金矿的一个平、剖面示意图。

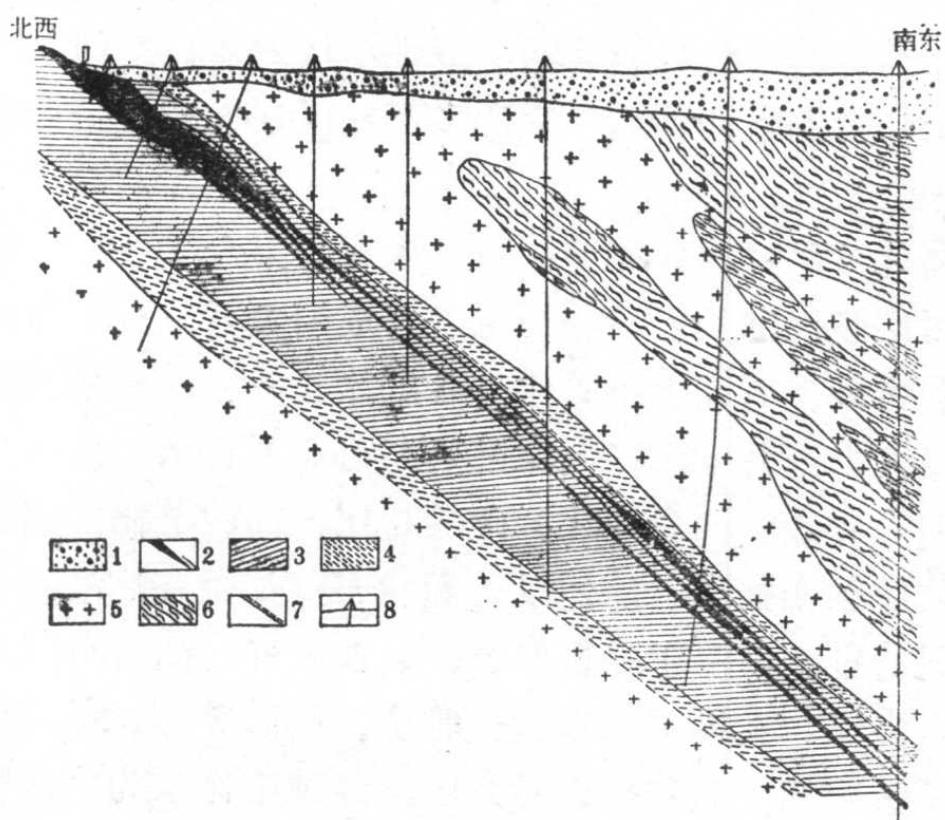


图 11 一个含金蚀变破碎带型金矿的地质剖面图

1—砂土层；2—矿体；3—黄铁绢英岩；4—黄铁绢英岩化花岗岩；5—花岗岩；6—混合岩化斜长角闪岩；7—断层；8—钻孔

河北某金矿产于挤压片理带岩石中，由含金石英单脉、复脉、密脉和网脉综合体组成，根据含金脉体的规模和形态，分为大脉型和复脉型两类。矿区内有若干个矿带，各矿体彼

此大致平行，雁行分布，长几十米至几百米，厚1—6米，被称为“复脉型金矿”，其矿化特点和产状形态与含金蚀变破碎带型金矿有相近之处。

（三）“斑岩型”金矿

所谓“斑岩型”金矿，是指那些与次火山岩——在火山喷发末期或间歇期间，在靠地表浅处侵入的中酸性侵入体——有成因关系的金矿，因为这些岩石多数为不等粒的“斑状结构”，故称“斑岩型”金矿。黑龙江、吉林等地已发现这类金矿。

此类金矿与时代较新的中酸性小侵入体在空间、时间、成因上均有明显的关系，它们多产在区域性褶皱带火山岩发育的地区。

东北某矿经勘探证明：金矿生成与距今1.0—1.02亿年的白垩纪花岗闪长岩、花岗斑岩有成因关系。金矿体作北西向带状排列，有几十条矿体，各矿体长一、二百米到七百多米，厚几米至几十米，向深部延深可达几百米。矿体与围岩没有明显界线。围岩硅化、碳酸盐化、高岭土化、绢云母绿泥石化等蚀变强烈。矿体以玉髓状石英及含金热液硅化作用为主要特征。矿石中除自然金、黄铁矿外，尚含少量辉锑矿、自然银、黄铜矿、雄黄、雌黄、辰砂等矿物。图12和图13是该矿的平面和剖面示意图。经过工作认为，两种不同性质岩石的接触构造，即火山岩系和下元古界变质岩之间的不整合，控制了含有金矿的火成岩体的侵入和分布。矿体产状很缓，倾角仅20—30°。平行火成岩体与片岩的接触带排列。该矿的生成条件人们的认识还不一致。多数认为花岗斑岩是火山成因，含金热液是由这种岩体分泌出来的，上部花岗斑岩形成的角砾岩带是由于含矿的气水溶液压力较大，冲

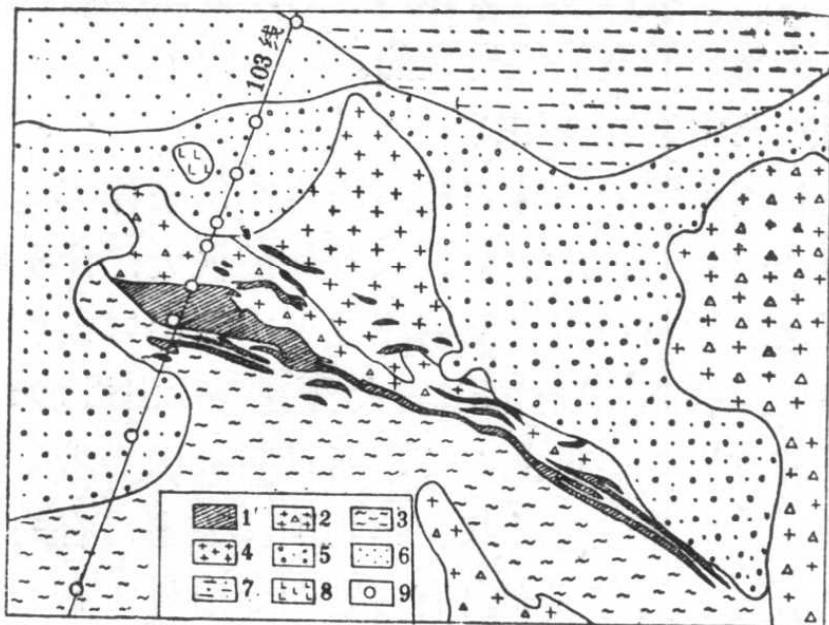


图 12 一个与花岗斑岩有关的脉金矿

矿体为不规则带状，顺着花岗斑岩与片岩的接触带分布，矿体两侧的这种岩石被压碎、碎裂

图中：1—矿体；2—压碎和碎裂花岗岩；3—压碎片岩；4—花岗斑岩；
5—凝灰质砾岩；6—凝灰岩；7—泥灰质砂岩；8—玄武岩；9—勘探钻孔

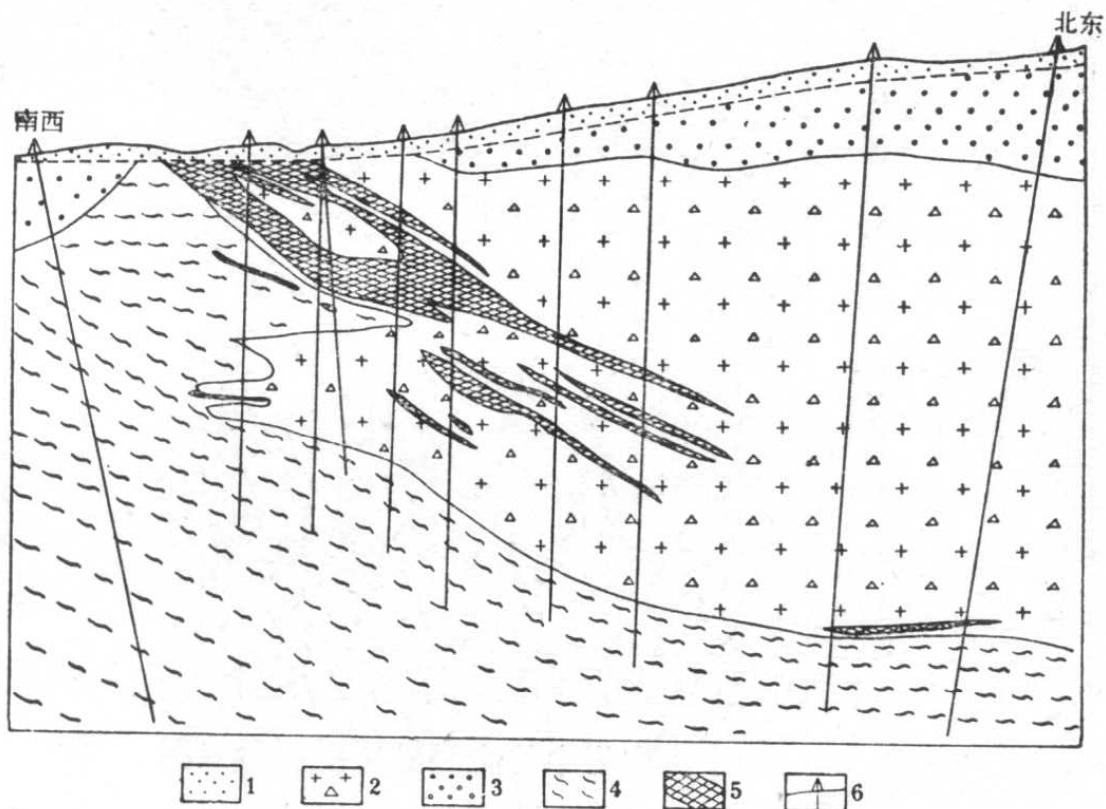


图 13 图12中103勘探线的剖面示意图

1—砂土层；2—压碎和碎裂花岗岩；3—凝灰质砂砾岩；
4—压碎片岩；5—矿体；6—钻孔

破上层岩石，使上层岩石破碎形成的，应属“斑岩型”金矿。但也有人认为是低温热液类型的。

(四) 火山岩型金银矿

也是石英脉型的一种金矿，因为产出条件不同，含矿成分不同而分出来了。这类金矿有时规模很大，含金很富。

这类金矿多与白垩纪至第三纪火山喷出岩或浅成的火成侵入体有成因联系。矿脉的围岩大部分是火山岩，如安山岩、粗面岩、流纹岩等（见图 14），所以叫火山岩型。矿脉规模常不很大，矿体以呈脉状、不规则状为主，有的为巢状及细脉浸染状。有的与围岩没有一定明显边界，有的围绕火山口呈放射状排列。由于矿脉是距地表很近形成的，冷得快，石英多是细粒的，有时是玉髓，光泽暗淡，具条带或梳状构

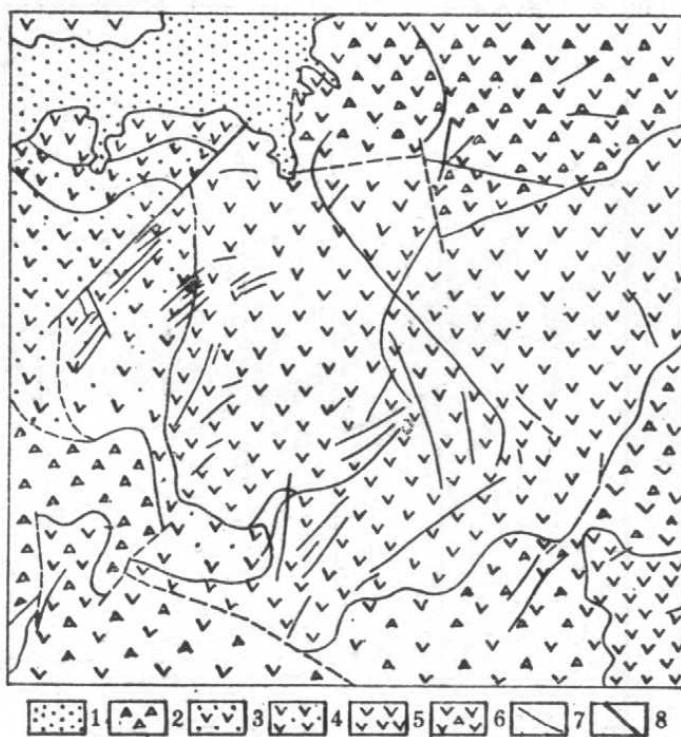


图 14 一个火山岩中的金银矿床平面示意图

1—砂土层；2—火山角砾岩；3—安山质砾岩、砂岩；
4—角砾安山岩和安山岩；5—安山岩；6—角砾安山
岩；7—矿脉；8—断层

造。

这类矿床矿石含银很高，银：金大约为5:1到30:1，有的甚至为50:1至200:1，含银矿物为辉银矿，形成金银矿床。矿石常为灰白色或灰绿色，内含绿帘石、绿泥石等绿色矿物较多，是所谓“青盘岩化”形成的。矿石还含有方解石、重晶石、蛋白石、冰长石以及辰砂、辉锑矿等硫化物。冰长石在地表多变为高岭土，矿床附近河流冲积层中含有辰砂，是这类矿床的找矿标志。这类金矿在我国东北三省、内蒙，以及东亚环太平洋区域有关国家和地区均有分布。我国台湾省的金瓜石金矿也是这个类型的，三十年代中期曾产金十六万两。

（五）接触交代型含铜（铁）金矿

这类金矿在我国分布不多。多为中、小型。

矿体产于闪长岩、二长岩、石英闪长岩、花岗斑岩与石灰岩的接触处及其附近。矿体形态不规则，常为透镜状、囊状。厚一、两米至五、六米不等，延长几十米至数百米。矿体的形成受岩体、接触带的形态、产状控制，含金品位5—15克/吨，常常伴生黄铜矿或黄铁矿、磁铁矿，可综合回收。我国长江流域中下游许多接触交代型的铁矿、铜矿也常伴生一些金，可作为副产品予以回收。

二、脉金矿的分布和金的富集

（一）脉金矿的分布

实践证明，脉金矿的分布受两个主要因素控制：一个是一些火成岩岩体；一个是岩层的褶皱和断裂裂隙构造。

和脉金矿有关的火成岩

内因是根据，外因是条件，火成岩岩体的存在就是脉金

矿形成的根据。在我国华北、华东、东北以及西北等地的某些金矿，都在矿区或其附近找到了火成岩侵入体。其中有的矿区研究的比较详细，确定了金矿形成的成矿母岩，即从其中分泌出含金热液的那些火成岩侵入体。据现有资料，生成金矿的火成岩以花岗岩、花岗斑岩最为普遍，花岗闪长岩、石英闪长岩、石英二长岩等，也有的与金矿生成有成因联系。金矿脉分布在这些岩体内部、或其边缘，有时则距岩体很远，几公里甚至几十公里。但不是所有的这些火成岩侵入体都能找到金矿脉，只不过是在这些岩体内找到金矿的希望要大得多。

花岗岩类侵入岩是一次一次地从地下上升、侵入形成的。因此，花岗岩的时代有新有老。我国与金有关的花岗岩类侵入体，相当大一部分是燕山期，即距今七千至一亿五、六千万年这段时期形成的。也有老的，为“前震旦纪”即大约十七亿年以前形成的，它们大多是混合花岗岩或花岗片麻岩，经历了剧烈的地壳变动和变质作用。有些和金矿形成有关的侵入体的生成时代介于上述二者之间。某些金矿的形成不只和某一次花岗岩活动有成因联系，而是和几次岩浆活动都有联系。如吉林某矿，已确定前震旦纪混合岩化作用形成的混合花岗岩、混合岩类岩石与金矿形成有关，但海西期及燕山期的中酸性岩浆活动也有金矿的形成，对原有金矿和岩层中的金质起重新聚集、重新分配的作用。山东胶东半岛许多金矿的形成，有的和印支期花岗岩侵入活动和混合岩化作用有关，有的跟燕山期花岗岩侵入体有关，反映了金在地下聚集成矿的过程是复杂的长期过程。

和金矿有成因联系的花岗岩类岩体的规模大小不一。小的不到一平方公里至几平方公里，大的可达几百或几千平方

公里。黑龙江某斑岩型金矿，和超浅成的花岗斑岩有关，属特大型金矿，但含矿岩体地表出露面积仅0.66平方公里。山东胶东半岛某花岗岩体延长300公里，宽30—50公里，岩体内外分布金矿很多。

中酸性的火山岩，如安山岩、粗面岩、流纹岩等，常常是低温金银矿床的围岩和成矿母岩。形成这些岩石的火山活动，是造成金银矿床的重要条件。

应该指出，在进行了较细致的分析研究以后，“变质分泌”成矿说在解释某些矿床的形成上越来越引起了人们的重视。吉林中部某矿的研究表明：该区鞍山群的三个组地层，富铁、镁质的二道沟组岩石本身含金量较高，它是矿脉金的主要来源。山东烟台地区有关地质队也认为，胶东半岛北部某些金矿的金质，也可能来源于富含铁、镁质的围岩——胶东群蓬夼组斜长角闪岩、云斜-闪斜片麻岩类。该区斜长角闪岩含金背景值为0.28克/吨①，为金的克拉克值50倍以上，侵入其中的印支期花岗岩有明显的混合岩化特征，该期岩体在空间上与金矿有密切的共生关系。河南秦岭某金矿产于混合花岗岩类岩石中。这些混合杂岩平均含金量较高，约为克拉克值的2—10倍，混合岩的基体岩石为云斜片麻岩和斜长角闪片麻岩，随着混合岩化强度的加深，金含量有增高的趋势。江南古陆的大多数金矿及广西东南部一带金矿，也有人认为是变质分异或侧分泌作用形成的，矿质来源于围岩。

上述事实说明，在古老变质岩分布地区，富含铁、镁质的岩层存在，中基性火山岩的变质产物斜长角闪岩、云斜-闪

① 据少数样品化验资料。

斜片麻岩的存在，在附近区域有花岗岩化、混合岩化作用的情况下，也是形成金矿的有利条件。

褶皱和断裂构造对矿脉分布的控制

在层状岩石即沉积岩和变质岩地层中，在地层褶皱剧烈的地方，尤其是背斜隆起的地方，由于那里形成层与层之间较大的间隙，构成含金矿液良好的沉淀空间，因此，常常在这些背斜顶部裂隙处，形成矿脉。图15就是一个例子。因为背斜两翼岩石是向外方倾斜的，我国南方俗称“外山梁子”。外山梁子的顶部也就是背斜的顶部，采金工人叫“牛脊背”，含金很富。由于填充的矿脉形态很象“牛轭”，所以又叫“牛轭矿”（如图16）。我国湖南有个名叫牯牛背的背斜层，组成一个突出地面很高的一条长山脊，延长15公里，有廿多个产金地点，曾产金很多。因此，在背斜顶部的某一地方发现了金矿时，就必须循此山脊的延长方向进行找矿。

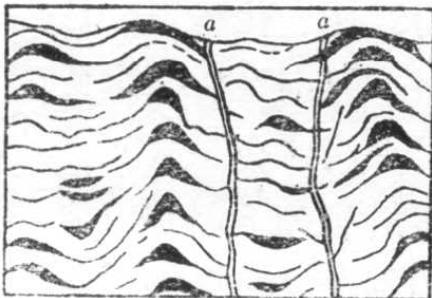


图 15 在背斜顶部的鞍状矿脉
黑色部分为充填矿脉
a 为岩脉

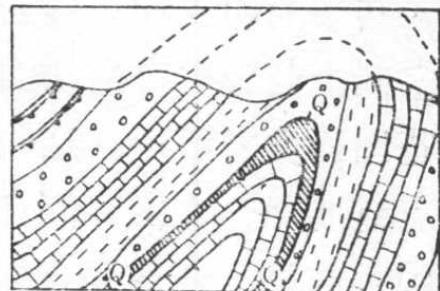


图 16 含金石英脉 (Q—Q)
充填在背斜层袋状空隙里，
因好象牛轭，故俗称“牛轭矿”

一般地说，在向斜层，即“内山梁子”中的矿脉，由于岩层之间空隙狭小，矿脉短小而不规则，含金贫或不含金。

图17是国外一个沿一系列平行的背斜脊线分布的金矿平面示意图。

层状岩石的另一种有利构造就是“层间断裂”。这种断裂往往是顺着沉积岩或变质岩的层面滑动、破裂的，也常常是形成金矿脉的良好构造。这种断裂如分布在背斜层，则它往往切过背斜顶部。

层状岩石除上述两种构造外，斜切或横切岩层走向的断裂，有时同样也有金矿脉的分布。

在火成岩侵入体与被侵入的围岩相接触的地带，常形成“接触断裂”，是金矿生成的有利构造条件。要特别注意这种断裂弧形转弯的地方，局部弧形的凹凸和凸出部位，这些地方易于形成金矿。

在火成岩岩体内部，一般压扭性断裂含矿较好。这种断裂的标志是：断裂面或充填其中的矿脉延伸较平直，有时有波状弯曲；断裂面光滑平整，有的地方形如刀切，不论沿走向和倾向都很连续；紧靠断裂面有断层泥（白泥线）和糜棱岩发育^①。在一个地区，如果有许多这种断裂，那么，在相

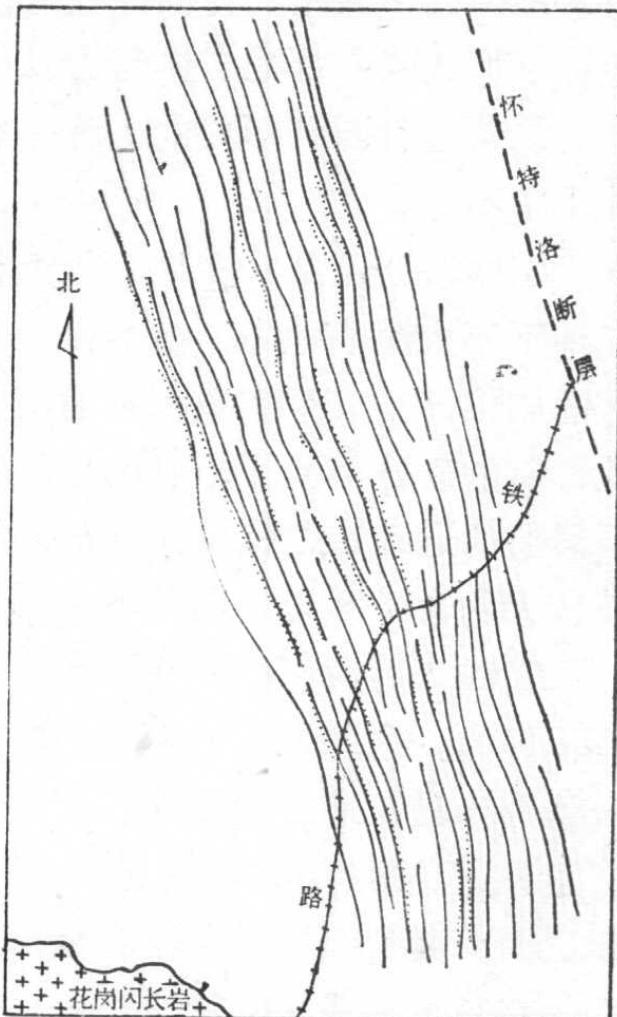


图 17 沿一系列平行的背斜脊线分布的金矿脉
(实线为背斜脊线，点线为分布于背斜脊部的含金矿脉 澳大利亚本迪戈金矿平面示意图)

① 糜棱岩是一种常常呈黄褐色至栗色的、致密状的岩石，由断裂搓碎的岩石细粒组成，有时显条纹状，分布在断层面附近。

当大范围内，其延长方向往往大体一致。它们是在相同地质环境下形成的，都是岩体受力发生扭动以后，岩块位移的结果。沿着这种断裂形成的矿脉一般规模较大，延长数百米至几千米不等。

实践表明：某些在地表相距很近的两三条平行的矿脉，在地下不太深的地方，就会由于断裂的交会而变成一条了。有的矿山，地表分布很密集的矿脉群在地下几十米，上百米处，有的矿脉交汇了，有的小脉则尖灭了。这说明了地壳表层岩块的运动、位移要比下部剧烈，复杂一些。只有那些规模较大的含矿断裂，向地下才有较大的延深。

实践告诉我们，一些张性或规模不大的张扭性断裂含矿是不好的。这就是人们常说的“地皮线”。所以叫“地皮线”，就是因为只在地表浅部才有矿，向地下延深不远，就几乎没有了。这种断裂的特点是：没有显著的滑帮——较平直的断层面；断裂面粗糙，不完整；断层泥（白泥线）没有或很少。有时也形成很富的金矿脉，但延长不远，储量不大。

（二）金在矿脉里富集的规律

自然界石英脉分布非常多，什么样的石英脉含金，什么样的矿脉或其中的某一段落含金较富呢？由于肉眼很难从矿石里看到金，我们可以根据下面一些标志和规律来判断，如果结合用“碗金法”淘洗一点样品，就更有把握了。

1. 石英本身的颜色、结晶情况

洁白色的、结晶程度高、呈块状结构、反光性强、具有强烈玻璃光泽的，这种石英在有的地区人们叫它“豆腐脑”，有的地方叫“玻璃矿”。它的组成成分很纯粹，很少见到金属矿物，如果有一点，也是呈立方体的结晶完整的黄铁矿。这样的石英脉一般不含金，或含金很少。有时偶尔能见到明

金，甚至局部地方含金很富，但这样的石英脉总体上说含金很差。而那些颜色深一点的，石英为淡灰白色、灰白色、灰色、灰黑色时，含金量相对地要高一些。这样的矿石多显油脂光泽，结构细密，如果肉眼再能看到一些细粒沙糖状的黄铁矿，就是含金很富的标志了。石英脉颜色较深含金多，是因为深色石英脉内含许多极细粒黄铁矿的缘故（参看书末照片3），这些细粒黄铁矿是与金的沉淀密切相关的。

2. 矿石中伴生矿物的种类、结晶好坏

黄铁矿是金矿脉最普通、最常见的一种伴生矿物。一般地说，黄铁矿本身的结晶好坏，常常标志矿石含金量的高低。含金最不好的是所谓“瞪眼矿”，也就是矿石中只含少量完整立方体黄铁矿，常含金很少。黄铁矿结晶不完整的（所谓半自形或他形的），表面有裂纹的，或者是细粒的黄铁矿，含金较富。

矿石含有多种金属的硫化矿物，常含金富。地质工作的实践和矿石的显微鉴定说明：在许多情况下，一条含金石英脉的形成并不是一次成功的，而是地下矿液几次上升活动的结果。就象炉上的一壶水开了，水汽顶着壶盖，一次一次地把壶盖顶开，大量水汽一股一股地冒出来一样，矿液从地下上来也是一股一股的。有先上来的，也有后上来的。后上来的矿液所生成的新石英脉，常常切穿早先生成的脉（图18）。在许多金矿区，这样的活动大都可以分为三期到五期，这就是成矿阶段。一般早期的以石英及少量黄铁矿为主，成分较单纯，含金量不高。含金最好的是中间阶段，即第二、三或第四成矿阶段，含有各种金属矿物成分，如黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、毒砂、磁黄铁矿等。因为这一阶段的石英脉含有多种金属的硫化物，所以叫它“多金属硫化物阶段”。我

国北方如山东等地，这一阶段生成的黄铜矿较多，所以采金工人常说“有黄矿（指黄铜矿）就有金”。我国南方某些矿山，金和方铅矿关系密切，矿场上把方铅矿叫蓝信，并有一个歌：“一花蓝信一花金，十花蓝信一分金”，形象地说明了方铅矿与矿石含金的关系。

为什么有了黄铁矿、黄铜矿、方铅矿等各种金属矿物以后，矿石含金会富呢？原来自然金或银金矿的微细颗粒就包在这些矿物里，呈所谓“固溶”状态。书末照片4可以看到自然金就含在黄铜矿的细脉里，这些细脉穿插了黄铁矿。

3. 矿脉转弯或矿脉分叉、会合的地方含金富

矿脉沿走向有小的转弯的地方（如图19），沿倾斜方向产状突然变陡或变缓的地方，往往含金都很富。这是由于这些

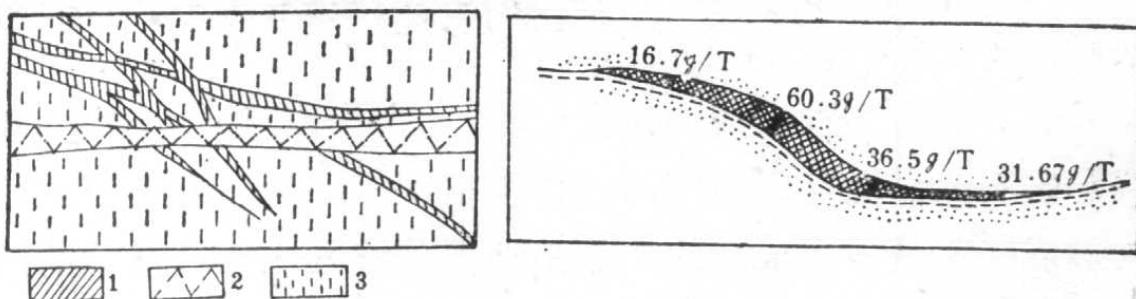


图 18 两期石英脉穿插关系

1—灰白色石英脉；2—乳白色石英脉；3—矿化围岩

图 19 矿体产状转弯处金的富集

转弯处在地壳变动时受力比较剧烈，这里的岩石往往比较破碎，形成较大的成矿空间，便于矿液和金子的沉淀。同样，在矿脉分叉、会合部位，裂隙空间也较大，也往往形成富矿，过去一些老采坑也常打在矿脉的这个部位（图20）。

4. 受脉岩阻隔的部位含金富

在金矿山常有一些火成岩脉切穿矿脉，它们有的形成确实比矿脉晚，但有的比矿脉早。如一些云斜煌斑岩等，它们

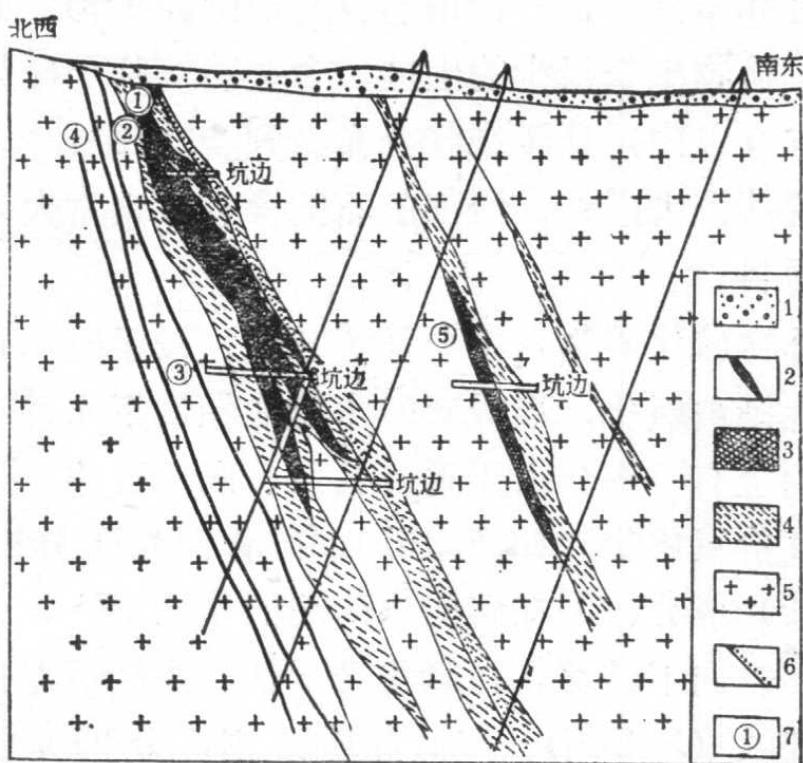


图 20 矿脉分叉会合处的含金富矿体

1—砂土层；2—富矿体；3—矿体；4—矿化岩石(黄铁绢英岩)；5—花岗岩；6—压扭性断裂；7—矿脉编号

阻隔了含金矿脉，它们的边缘受到了蚀变，微含金。这种脉岩的一侧或两侧，矿脉由于受到岩脉的阻隔，含金常很富。

5. 围岩性质与金的富集

含金矿脉可以穿插到各种不同成分的岩石中去。不同物理性质和化学成分的岩石对金矿脉的品位高低是有影响的。一般含碳质的岩石，如石墨片岩、碳质板岩等作为围岩时，含金常较富，如吉林某矿。在断裂控矿的含金石英脉分布区，坚硬的花岗岩、花岗闪长岩类岩石比那些比较柔性的岩层，如页岩、千枚岩、板岩、片岩等含矿性要好。一些砂岩或砾岩作为填充矿脉的围岩时，因质地疏松，含矿溶液容易顺着岩石孔隙流失，不利于矿质沉淀。

6. 金的次生富集现象

自然金和银金矿是一种很不容易溶解的矿物。如果是在岩石裸露、植物生长很少的山区，含金石英脉中硫化物很少（如在3—4%以内）且浸染状分布，则金转移较少。除表层金粒风化脱落流失以外，浅部矿石的含金量常常大体代表了它本来的面目。

金矿脉含硫化矿物（主要是黄铁矿）较多时，硫化物在近地表处逐渐被氧化，形成硫酸水溶液随地下水移动，含在硫化物中的金有一部分由于重力关系，向下迁移。如果岩石中有锰的高价氧化物（如硬锰矿）、矿脉内或近脉围岩有氯化钠（食盐）成分，则在硫酸水溶液的作用下①，金呈氯化物而被溶解、向下转移。在氧化带下部，在缺氧的条件下，遇到硫酸亚铁(FeSO_4)、碳质等还原剂，金即沉淀，形成次生富集带。这个带一般位于氧化带的最下部，也就是褐色蜂窝状矿石的底部，有的呈不规则的形态分布在氧化带的其他一些个别段落，成为局部的含金富集带。在某些金与黄铁矿、黄铜矿密切共生的矿区，在原生带顶部硫化矿石中有烟灰状的辉铜矿粉末的存在，是含金很富的标志。

含金硫化物矿脉的氧化带深度，由十几米至几十米，有的深达百米。在氧化带，金的品位变化要比原生带大些。

三、脉金矿的找矿和评价

（一）选择找矿区和找矿标志

由前所述，我国脉金矿床的生成大部分与一定的火成岩有成因联系，产在这些火成岩岩体内或其附近的围岩中。因

① 锰的氧化物和硫酸、氯化钠化合能够形成初生态的氯，而初生态的氯是很强的氧化剂，它与金化合形成氯化金，顺着地下水向下迁移。

此，在选择找矿区域时要注意中酸性火成岩，主要是花岗岩、花岗斑岩、花岗闪长岩等侵入岩以及安山岩、流纹岩、粗面岩等火山岩的分布区。要特别注意坚硬的火成岩岩体与周围围岩接触的地带。在火成岩岩体内部，注意较大构造断裂带的分布①。在古老片麻岩、片岩等变质岩层分布的地区，不一定有火成岩侵入体的出露，要特别注意斜长角闪岩、角闪岩、云斜-闪斜片麻岩分布的地区，注意这些岩层混合岩化较轻微，褶皱剧烈、断层发育的地方。在沉积岩分布地区，要选择褶皱比较剧烈的地区，特别注意背斜和背斜的顶部，看是否有金的矿化现象。要注意各个地质时代底部的、坚硬的砾岩层，运用人工淘洗的方法检查这些层位是否含金。

金矿的找矿线索和标志有：

产金地名或山川名 我国采金历史悠久，有大量以金命名的村镇和山川沟谷。如金沙江、小金河、金山、金子顶、金牛山、金厂、金乡、金沟等等。这是一个重要线索。

旧采坑或废矿堆 有的采坑早已不见了，只是微微下凹的洼地。有的老采坑因泥土掩埋较厚，今天看来只是庄稼长得比别的土层薄的地方好一些。下雪天我们可以看到覆盖在掩埋的旧采坑遗迹上面的积雪首先溶化。以石英为主的废矿堆也是一个重要标志。

石英脉露头或转石 石英脉，特别是一些较宽大的石英脉，由于致密坚硬，抗风化能力强，因此常突出地表。有的

① 过去有一种说法，认为大的构造断裂只作为含矿热液上升的通道，它本身不含金矿，金矿只存在于附近的小断层、裂隙中。这种说法经实践证明是片面的，是不符合客观实际的。我国已在延长几十公里的大断裂破碎带上找到了一个又一个大型金矿。

象一道白色的围墙，有时构成山脊，是很好的标志。有时在山坡、沟谷或河溪两侧可能发现石英转石，我们可以沿沟而上，找到山上生根的露头。

铁帽和鸡爪子线 金矿脉中的黄铁矿氧化以后，常形成褐红色的、由褐铁矿和石英成分为主构成的矿脉露头，即“铁帽”，北方一些地方管它叫“红熏头”，是重要的找金线索。颜色一般棕褐色（栗色）或黑褐色，有许多密集的蜂窝眼，更是很可能含金的标志。含金矿脉有时不是明显的大石英脉，而是一些细小平行的或交叉的石英细脉，有的细脉仅1—2厘米甚至更细，这些细脉或鸡爪子线有时就含金，尤其是在一些低温的火山岩型的金银矿床，是很好的找矿标志（照片5）。

岩石的破碎和蚀变 某些地方见到的岩石破碎现象和热液蚀变，是金矿的重要找矿线索和标志。

岩层或岩块大的断裂错动，往往产生厚大的挤压破碎带。破碎带宽几米、几十米至百余米，岩石普遍被搓碎。在靠近主要错断面的地方，岩石被剧烈改造，形成片理化带或糜棱岩。在紧靠断裂面处，有以高岭土成分为主的断层泥——白泥，它的厚度从一两米至几米。我们要仔细观察这些破碎带岩石有无金属硫化矿物，如黄铁矿、黄铜矿及铅锌硫化物颗粒，或者含这些硫化物的石英细脉。如果有，就要用碗淘洗一下看有没有金，或取一些拣块样。

有时含金矿脉的上部，仅仅是一条几毫米宽的岩石裂缝。沿着这个裂缝两侧的岩石，我们在地表可以看到象刀切的一样，从中间割开了。打开这个裂面，用手摸一下比较光滑，上面有时有很薄薄的一层白色粘土质沾着，它是岩层位移时搓碎磨细的岩石细粉。注意观察这个面附近有没有金属

硫化矿物。在山东金城地区，地质队和有的社队沿着细小的矿化裂隙找到了金矿体。

岩石的蚀变现象是重要的找矿标志。要特别注意由星点状黄铁矿、绢云母和石英组成的“黄铁绢英岩”和绢英岩化带。要注意地表松软的高岭土化带。有的重要金矿，在地表仅仅是一些黄白色、褐黄色的花岗岩质的碎裂岩带，岩石破碎后风化得很厉害，在地表水淋滤作用下已高岭土化，用铁锹一铲就铲下来了，其中所含金属硫化物很少。此外，岩石的硅化、绿泥石化、青盘岩化也都是金矿脉常常伴有的蚀变现象。

（二）找金方法

1. 路线踏勘找矿法

这是在岩石出露较多，又没有产过砂金线索情况下使用的一种方法。

找矿之前，可以对过去探采情况做一番调查访问，或者由曾经开过矿的老矿工、老贫农带领一起去，或者了解一下老一辈流传下来的那里产过金的传说，这样找矿目的性就更明确一些。也可以了解一下以前地质队在这里填制的各种比例尺的地质图或矿产图。有条件的话还可以阅读一下地方志或县志，看一下古代本地有无采金记载。

如果没有产金线索，在选定地区上山找矿，一般要垂直当地地层走向进行。如果顺着岩层走向找，我们就会老是在一个岩层层位里走，如果这个层位没有矿，走半天也找不到矿。如果垂直岩层走向或火成岩岩体的断裂裂隙方向走，我们会看到一种又一种不同的岩石，也会有机会看到一些断层。如某一岩层或断裂中没有矿，走过这一层或断裂，还能见到另一岩层或断裂。

在确定了总的行动路线以后，要注意顺着岩石出露好的地方，如顺着沟谷或山脊走，效果要好些。一般在一个地区要多跑几条线，开始时路线间距可以大点，如一公里一条线。如果发现好的线索，可以加密观察路线，或者顺着矿脉跟踪追索。

找矿中要仔细观察，注意每一块可疑的石头，看里面有那些矿物，有没有可能含金的硫化矿物。遇到含金矿脉露头后，可以用“碗金法”进行淘洗，看是否含金。

“碗金法”是我国劳动人民在采矿实践中常用的简易半定量试验金的方法。找到的矿石含不含金，含多少，只要一把手锤、一个粗瓷饭碗，在野外就可以就地试验了。其方法是：

(1) 把估计可能含金的岩石或矿石，取半个拳头那么大小，在一块很平整的大石块上砸碎，然后用手锤逐渐磨碎碾细，象灰尘、水泥那样细。风化后成红褐色的氧化矿石(窝砂)，磨得可以粗一点；硫化矿石，或是金的粒度很细的矿石，研磨的要细一些。一个人把要试的矿石砸碎、研细，大约得15—25分钟。

(2) 取吃饭用的粗瓷碗一个，直径约12—15厘米，最好先磨去碗里面那层光滑的釉子。要求没有滑感，好象砂玻璃那样。把研好的矿粉扫入碗内。在河溪内，或在水盆、水桶内浸满水，用手搅拌，洗去泥土质及比重轻的石英细粉等，反复淘洗数次。为了磨细矿粉，可用手锤在碗内的某一侧聚集矿砂继续研磨，而后将锤头上沾的矿粉仔细冲入碗内。碗里加满水，搅动矿粉，将轻的矿粉洗掉。

(3) 待碗内只剩下磁铁矿、黄铁矿等矿物细粒组成的暗灰色重砂后，旋转摇动瓷碗，使金聚集于重砂的中心。这

时，在碗里只留下能浸满重砂粉的水量。两手捧紧两侧碗边，象簸箕那样摇动。由于水的重力分选，金粒向碗的上方集中，如果含金，就在上方尖端看到了。

(4) 此法简便易行，初学者可先由淘洗氧化矿石、富矿石入手，而后试验原生矿石及品位低一些的矿石。根据山东采金工人的经验，一块半个拳头大小的矿石，经过淘洗，按百斤矿石折算，“见金毛卡分”，“拉尖卡钱”。即如果能见“金毛”，一百斤矿砂可产金一分（相当毛金6克/吨），如果在碗里能“拉”出一个金粒聚集的三角形“尖”端，则一百斤矿砂可产金一钱（即相当毛金60克/吨）。

2. 重砂找矿法

我们如果发现或了解到哪个冲沟、河溪里淘出过黄金，就可以用淘金簸箕顺河溪而上，进行砂砾石层的淘洗，追根求源。如果在山坡的砂砾层中有金，而这些砂砾层中的砾石和卵石的排列没有明显的方向性，则可能离金矿脉近了。这些金可能就是从山上不远的地方沿斜坡冲下来的，因搬运距离近，砂砾层中所含砾石块多带棱角，金粒磨蚀较差，也带棱角，这都是快要发现脉金矿的迹象。

(三) 取样

经过“碗金法”试验，如能见金，就要在矿脉露头上系统采样，以便化验。采样方法，可采用连续拣块法或刻槽法。

连续拣块法，就是在矿脉露头上用手锤按等距离在矿脉厚度方向上凿取一系列小石块，合并成样。采样前要去掉表土，露出新鲜矿石，然后凿取。一般小于一米厚的作为一个样化验即可，超过一米的宽大矿脉，可以一米长作一个样，化验后再计算平均品位。样品重量最少不要少于1—1.5公

斤，以便具有代表性。

刻槽取样，用钻子凿取。首先要铲去风化的表层和岩石的风化面，露出新鲜矿石，顺着矿脉厚度方向，尽量在露头较平坦的地方布置样槽。可以按不同的矿石类型（如含金石英脉、矿化的含金围岩）取样，但分样长度不宜过细，一般最短不小于0.3—0.5米，个别含金特富的几厘米及一、二十厘米宽的“细线”例外。这时样品的分段长度按着这种“细脉”的厚度确定。矿脉很厚时，可以分段连续采样，一个接一个，一米长作为一个样。刻槽断面可采用十厘米宽、三厘米深的断面。个别“细线”可加大断面规格，或者“剥层”取样，即顺着脉剥取长0.5—0.8米深3—5厘米的一层，掌握样品重量不少于1—1.5公斤即可。

采样时注意两个矿样不要相混。注意保证采样质量。

（四）矿脉评价及矿石储量计算

发现了具有一定规模的金矿脉，并经化验含金量达到可采品位以后，就要进行地表探矿。

要用探槽对矿脉进行揭露，以确定矿脉露头之间是否相连，并确定矿脉各个部分的金含量。探槽之间的距离一般可采用80米或40米一条，如果附近是农田，尽量把探槽布置在浮土较浅的陡坎、水沟、小路旁边，以便少占农田。如果矿脉不止一条，而是一些平行的矿脉群，也可以横穿这些矿脉布置一些较长的主干槽，以揭穿所有的矿脉，发现新的平行矿脉。

探槽挖好后，要在槽子的某一壁，采矿石化验样品。在揭露地表矿脉的后期，可以用罗盘及皮尺测绘一张1/2000—1/1000比例尺的矿脉分布图。如果公社或大队有技术力量，能测一张带地形的矿脉分布图就更好了。

社队采金在开矿的初期要求矿脉的贮藏量不一定很大。如果经过地表工作，能圈出延长一、二百米的地表矿体，就可以开采一段时间了。但由于金矿地表含金量常常很不规律，有的由于氧化关系含金量很贫，或者矿脉仅仅是一些品位并不高的“细线”（薄矿脉）。为了了解矿脉下部的情况，就要布置一些坑道探矿工程。

探矿工程的布置要在充分了解和利用了旧有采探坑道的情况下进行。如果古代采矿井或平巷恢复工作量不大就能进去，要尽先安排恢复，而后在里面适当布置样品，进行采样化验。旧采坑往往打在矿脉含金较富的部分，充分利用这些坑道，可以节约一部分探矿工作量，有时还可以接着旧坑道继续开采。

如果矿脉出露在较平缓的丘陵地区，可以布置顺着矿脉掘进的沿脉斜井。一般可每隔一二百米布置一个，根据社队的力量打两三个或三四个就可以了。斜井深度一、二十米或二、三十米不等，以打穿氧化带，能见到原生的石英脉矿石或硫化矿石为原则。见到矿体以后，在井底还可以顺着矿脉走向拉一段沿脉平巷（顺槽），以了解矿脉变化。

在陡峻的山区，如果地形有利，可以在半山腰或沟谷两侧开掘沿脉平巷进行探矿（见图22）。

一般地说，在社队采金办矿的开始阶段，由于金矿脉变化比较大，为了以后能较持续地进行采矿生产，往往需要打三五个探矿井巷工程，要投入百十米甚至一二百米的探矿工作量，见矿后逐步转入开采，边探边采。

兹假定表7表示分布于某地甲村和乙村之间的含金矿脉品位、厚度，它是根据各个探槽采样资料算出的。图21为矿体平面示意图。共挖40米间距的探槽8条，5条见矿，圈出

金矿体两个。根据图21和表7，我们可以计算一下该矿点的金矿石和纯金储量。

表7 一个金矿点矿体的厚度、金平均品位计算表

样品编号	金品位	样品水平厚度	各工程中矿体的 平均品位(克/吨) 水平厚度(米)	矿体的 平均品位(克/吨) 平均厚度(米)
	(克/吨)	(米)		
TC ₁ —1	1.20	0.40		
TC ₂ —1	10.40	0.50	10.40 0.50	
TC ₃ —1	12.30	0.60	12.30 0.60	
TC ₄ —1	0.40	0.70		11.00 0.60
—2	15.30	0.30		
—3	10.70	0.40		
—4	1.70	0.40		
TC ₅ —1	0.70	1.20		
—2	0.45	0.84		
TC ₆ —1	0.70	1.00		
—2	18.70	0.50	18.70 0.50	
TC ₇ —1	0.30	0.70		
—2	20.30	0.60		
—3	0.50	1.20		
TC ₈ —1	0.90	0.50		

矿石量计算：

$$\text{矿石量} = \text{矿体长度(米)} \times \text{矿体平均水平厚度(米)} \\ \times \text{矿体垂直延深(米)} \times \text{矿石平均体重(吨/米}^3)$$

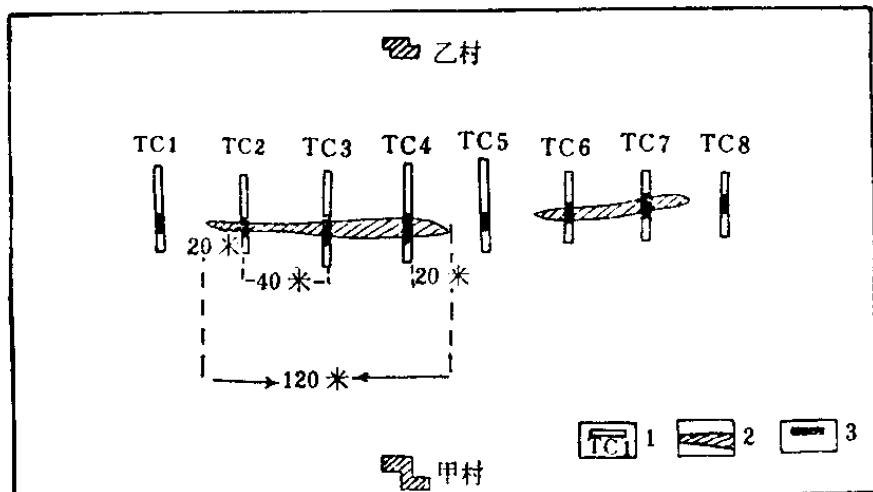


图 21 矿体平面示意图

1—探槽及编号；2—金矿体；3—采样位置

根据图21及表7，我们知道1号矿体(图左的矿体)：

矿体长度：为120米（三个探槽控制80米，两侧探槽各向外推20米，共120米）；

矿体平均水平厚度：据计算平均为0.6米；

矿体垂直延深：据推断为50米。

矿石平均体重：应进行测定。一般金矿石体重随硫化物含量不同而不同，介于2.7—3.2(吨/米³)之间。在找矿阶段，在硫化物含量3—5%以内可取2.7—2.8；硫化物含量较多(如>15—25%)时，可采用3.0—3.2。这里取3.0。

因此，1号矿体的矿石量：

$$120 \text{ 米} \times 0.6 \text{ 米} \times 50 \text{ 米} \times 3 \text{ 吨}/\text{米}^3 = 10800 \text{ 吨}$$

金属量的计算=矿石量×矿体平均品位

因此，1号矿体的金属储量为：

$$10800 \text{ 吨} \times 11.9 \text{ 克}/\text{吨} = 129000 \text{ 克} = 129 \text{ 公斤。}$$

图22为上述矿体的纵剖面示意图，图中仅表示了见矿的探槽，探槽TC1和TC8由于当时没有见矿，以后又打了浅井，证实无矿。沿冲沟两侧各掘进一条探采平巷，并绘出了储量

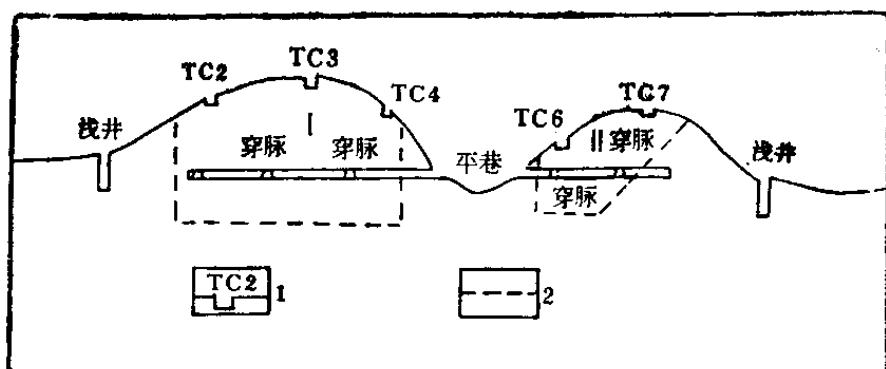


图 22 矿脉纵剖面示意图
1—探槽及编号，2—储量计算边界线

计算的推断边界。

第四章 砂金矿床和找矿

一、砂金矿成矿的有利条件

砂金矿形成的有利条件有如下几点：

(一) 含金矿脉和含金岩石的广泛出露 金矿脉和其他含金岩石越多，出露地面的越广泛，对砂金矿的形成越有利，形成具有开采价值的砂金矿的可能性也越大。这种矿床有时甚至比原来的脉金矿规模大、品位高。据目前的资料看，我国内蒙、黑龙江、吉林、山东、河南、湖南等地的砂金矿，在其附近都有含金石英脉的广泛分布。含金石英脉不一定很大就能形成很有工业价值的砂金矿。在某些省区含金石英脉很细小，没有开采价值，但砂金矿规模却很大。四川某地区解放前曾采出几十万两黄金，以后工作证实，脉金矿却很难找出较大的矿体。黑龙江某河的一个支流有个大型砂金矿，沿河分布长达28公里。在沿河几十平方公里的范围内有许多含金石英脉、金矿化岩石、含金砂砾岩，供给砂矿矿源，但值得开采的脉金矿却极少。

(二) 良好的地貌因素 构造剥蚀较剧烈地区的山间洼地、河床和冲沟，对砂金矿床的形成非常有利。由于构造侵蚀、剥蚀等作用，造成山脉指状延伸和转折剧烈的山脊线，形成了“迎门山”、“关门咀”等有利砂金富集的地貌。“迎门山”指支流与主流汇合处的下方或河流迎面有低山丘陵，阻挡水流前进，使水流速度变缓，这些低山丘陵称为“迎门山”，它们有利于砂金矿的形成。“关门咀”指在河谷一侧或

两侧有低山丘陵凸出伸向河谷，两山相距很近，使河谷变窄，形如水门闸，谓之“关门咀”，也是形成砂金的有利场所。

(三) 河道的变化 在脉金分布地区，附近的河道最好在某一地质时期有过弯曲变化、宽窄变化和坡度变化，因为只有在这种情况下，河水的流速才容易有缓急的变化。比重大的砂石、金粒等，才会在水流速度缓慢的地方沉积下来。我国很多省区的冲积砂金矿，多属这种情况。当河流水量增大、流速变快时，水流就能携带大量泥砂、砾石、金粒等向河的下游方向移动，当水量减少、流速变慢时，水流携带的泥砂、砾石、金粒等，就沉积下来。

河流的搬运和沉积往往是密切相连，相伴出现。在搬运过程中，粗的，比重大的搬运得慢些、近些，细的、比重小的搬运得快些、远些。因此，一般地说，大的重的先沉积，多分布在上游或靠近河床的地方，小的轻的后沉积，多分布在下游及离河床稍远的地方。这种沉积物在河谷内呈有规律地分布，显示出明显的分选性，使有用的重矿物如金等富集起来，形成砂金矿。

(四) 河床底部“基岩”的低洼凹下部位 河床底部的岩石，也就是所谓“基岩”的起伏情况，对砂金矿的成矿有控制作用。若“基岩”是软硬相间的岩石，在水流作用下，坚硬的岩石凸起来，而软的岩石变成凹槽。金粒在河床中，经过长期的分选作用以后，大部分砂金集中在凹槽之中。如图23。这种凹槽，按其与水流方向的关系可分为“横凹槽”、“斜凹槽”、“直凹槽”三种。前两种凹槽往往积金很富，而“直凹槽”一般无金。

如果“基岩”是粘土质的岩石，如粘土岩、页岩等，在

水流长期浸湿后，就被软化成粘性很强的粘土，可把金粒粘住不致跑掉。

(五) 在河流形成时期，特别是初期，伴随主河流沉积物的形成，是砂金的主要沉积阶段。在这种情况下，砂金的富集与大于10厘米的砾石含量有正比关系，与小于2厘米的砂粒成反比。当金和砾石沉积以后，由于金比重大及水动力作用，致使在上层中的金子逐渐向下层迁移富集，故一般在砂含量显著减少的砾石层底部或其下部层位集金较富，靠近“基岩”附近积金最富（如图24）。还要注意，在河床“基岩”面上的风化岩石中和风化面以下的坚硬岩石裂隙中也常含金，有时这种裂隙中的砂金深入“基

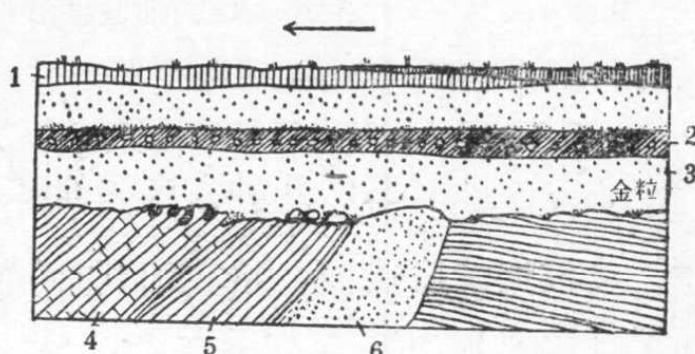


图 23 砂金富集与河底基岩的关系

1—砂土层；2—固结砾岩层；3—冲积砂砾层；4—石灰岩；5—页岩；6—岩脉

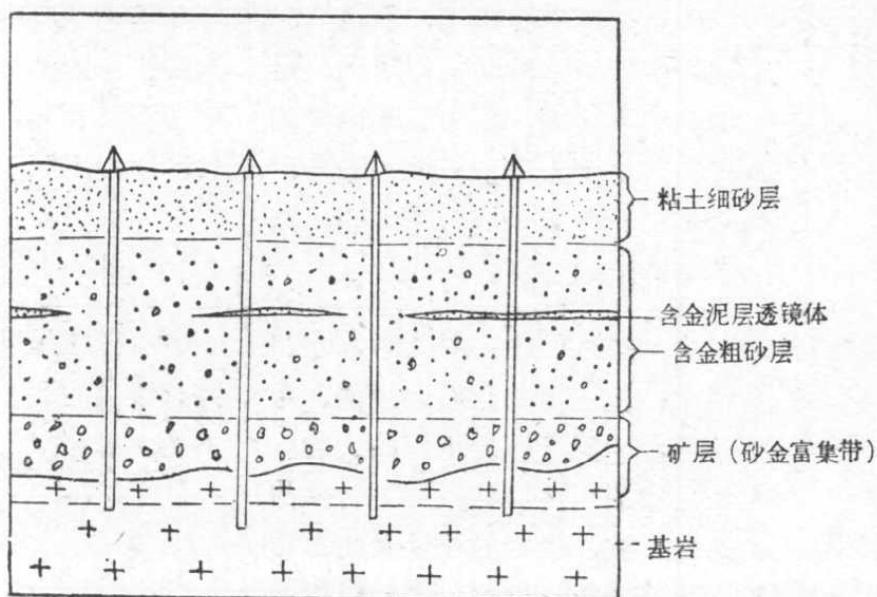


图 24 山东省金河地区冲积砂金矿剖面示意图

岩”面以下0.2—1米，在砂金矿的评价和开采中是不可忽视的。

二、几种主要砂金矿床简介

现根据矿床成因，将我国几种主要砂金矿及其特点列表如下（表8）。

表8 砂金矿床的主要类型和特征

生 成 时 代	类 型	各 类 砂 金 矿 的 形 成	矿 床 特 征
近 代	残积砂金矿	金矿体或含金岩石，由于遭受风化作用，岩石崩解破碎，或者金矿体中的硫化物遭受化学分解淋蚀，风化的岩石碎屑一部分被水冲走，比重大的矿物如金粒等，则残留在原生矿附近，形成砂金矿。这种砂矿都分布于原生矿附近，砂矿的成分与下伏的基岩成分基本相同，构成砂矿的碎屑物质有棱角，未经分选	一般规模不大。含金层产状平缓，埋藏较浅，金分布不均匀。经常可见带脉石矿物和围岩碎屑的结核
	坡积砂金矿	砂石、碎屑金粒等，在重力、地表水、潜水的共同作用下、沿山坡向下移动，在山麓或低洼的地方沉积下来，形成坡积砂金矿。砂矿的成分多是混合的含有出露于山坡上的各种岩石碎屑	多是小型或中型。矿层厚度往往因地形的陡峭及弯曲程度而异，产状多倾斜，埋藏不深
	洪积砂金矿	当季节性的山洪暴发时，水势很大，把山里的碎石、金块、金粒等，冲积于溪流出口的地方。当洪水流出溪口转入平地时水流速度顿减，较大的石块及比重较大的金子等，则停积于沟口附近的砾石层中、形成洪积砂金矿	矿层往往呈夹层沉积于具有棱角的碎石中，多是小型金矿

续表

生成时代	类 型	各 类 砂 金 矿 的 形 成	矿 床 特 征
近 代	河床冲积砂金矿 (河谷型砂矿)	岩屑、砾石、金粒等受流水的冲刷及搬运作用，辗转流入河中，随着河水流速的减弱、金粒、金片及其他重矿物，沉积于河床静水地带的砂砾层中。一般的情况是，上游集金较富，金粒较大，愈到下游则金粒变小，和金伴生的砂砾磨圆度较好	矿层通常位于靠近基岩的砂砾层中，产状水平，埋藏不深，由小型到中大型
	滨岸砂金矿	这种砂金矿，多呈狭窄的带状平行于海岸(湖岸)分布。从水位来看，现代的砂矿一般都位于海平面以上或略下，含金层多位于砂和砂砾层的互层中	矿层往往是不只一层，产状水平。埋藏较深，品位较稳定，常含有用的重矿物
	风成砂金矿	风力吹集而成，经常因为气候干燥，金在泥中胶结很紧。一般金粒很细	一般规模不大，品位不高，但有局部富集。多是小型矿床
古 代	冰川砂金矿	高山冰川的滑动，常夹带砂砾石和金子等，向低处迁移，被冰川迁移的物质转到低地以后，冰川溶化，金子沉积于砾石之中，堆积于山谷之外，形成一定厚度的冰水含金砾石层	含金层为含金冰碛泥砾及含金砂砾层。产状倾斜或缓倾斜，中型或大型。金品位变化较大
古 代	古阶地砂金矿	含金砂砾层分布在河床两岸高地，甚至高出河面几十米的半山腰，一般与河床方向相平行。它是由于含金层沉积以后，地壳上升，河流发生下切作用，形成高于现代河床的阶地	矿层多呈半胶结状，产状多为缓倾斜，金品位变化较大，矿床规模一般也较大

续表

生成时代	类 型	各 类 砂 金 矿 的 形 成	矿 床 特 征
古 代	掩 盖 砂 金 矿	古代河道的含金砂砾岩层及中、新生代的含金砂砾层，被后来的玄武岩所掩盖的砂金矿床	含金层多为半胶结状，产状水平或缓倾斜，矿床规模中等
	含 金 砾 岩	含金砾岩分布很广，产在不同时代的底砾岩中。形成时代愈早，胶结得愈坚硬。有的成了岩石就叫含金砾岩。按其矿物组合特点可分变质的和不变质的两种，这里是指不变质的含金砾岩	矿层多呈层状，产状倾斜或缓倾斜，金品位有高有低

根据目前生产情况看，我国砂金矿以河谷与阶地冲积砂矿为主，残积—坡积砂矿，冰川砂矿等，只在某些省区具有开采价值。第四纪以前的古代砂金矿，近年来发现了很多含矿层位和可采的矿床。华北、中南和西南地区，在震旦系砾岩层中发现含金，湖南省泥盆纪的底部砾岩中有金；黑龙江、内蒙等省区，侏罗纪和白垩纪砂砾岩中含金，其中有的地区有开采价值。山东有第三系中胶结的含金砂岩层。为了说明我国各类砂金矿床的一般特点，列举几个矿床实例简介如下。

1. 华北金盆地区砂金矿

这个矿是残坡积形成的砂金矿。

产金地区，面积可达上百平方公里。金主要产于下白垩统上面的第四系残积、坡积层里，一部分产在洪积层里。

含金层为黄褐色、土黄色、杂色含砾石砂质粘土—粘土质砂砾层。砂砾层由粗砂（含量25—50%），砾石（含量>25%），粘土（25%左右）组成。碎石成分为杂色岩石，一般

砾石越多，含金越富。残积、坡积砂金矿体，大多分布在山间碟形、勺形洼地和冲沟中，山坡上也有，但较贫。洪积层砂金矿分布在谷口附近。一般矿体长千余米，宽几百米，厚度平均在1米以上。碟形洼地中心的金品位很高。含金层呈层状，矿体形态随地形而变化，在勺形洼地和过去的冲沟中，矿体形状不规则或呈长条状，如图25、26。

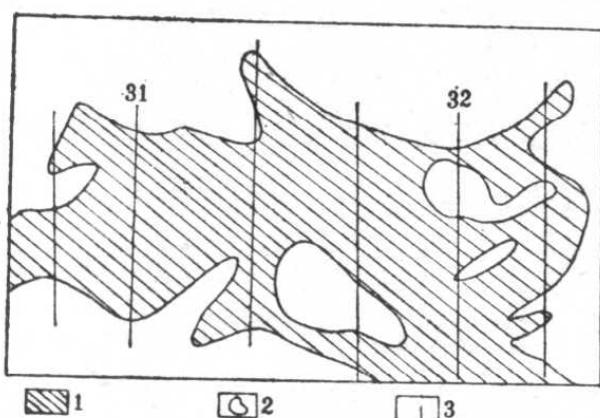


图 25 金盘矿区砂金矿层平面示意图

1—砂金矿层；2—无矿段；3—勘探线及编号

重矿物除金以外，还有磁铁矿、赤铁矿、钛铁矿、石榴子石、榍石、独居石、黄铁矿、闪石、白钛矿、锆石等。金的形状为片状、厚板状、粒状、树枝状等。表面有擦痕。粒度较大，一般0.5—2毫米。最大金块重达203.8克。

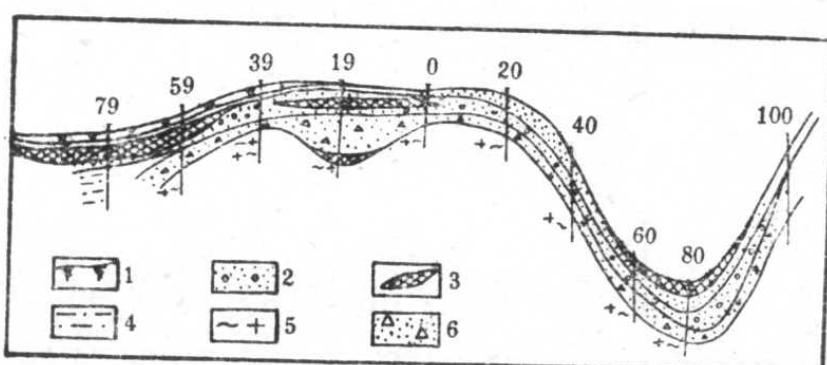


图 26 金盘矿区勘探线地质剖面示意图

1—植物生长层；2—砂砾层；3—砂金矿层；4—砂质粘土层；5—花岗片麻岩；6—残积层

2. 东北地区新龙沟冲积砂金矿

这是一个河床冲积砂矿，即河谷型砂矿。

砂金矿位于一个大河的主要支流上，砂矿层产状近水平，沿河在二、三十公里长范围内断续分布。根据系统工作，河流沉积层从“基岩”到地表，可分七层。I 碎石层，II 砂质粘土层，III 下部砂砾层，IV 上部砂砾层，V 粘土层，VI 粗巨砾石层，VII 腐植土。主要含金层是 I、III、IV 层及基岩。图27是这个砂金矿横穿河流的地质剖面图的一部分。

砂金矿矿体规模一般较大，矿体沿河流伸展方向延长数公里，宽数十到数百米。砂层总厚度几米。

金的粒度以0.25—0.5毫米粒级为主，其次为0.5—1毫米的粒级。金的成色一般在70—90%之间变化。金的形状以板状、片状、不规则状为主，次为似粒状、棒状、鳞片状。大多数磨圆度较好，仅有10—20%呈半棱角状。有1—5%的金粒与石英连生，有5%左右的金被铁质或锰质污染。有少量金粒表面附着有高岭土。与金伴生的重矿物有石榴石0.3—1000克/米³，锆石1—10克/米³，钛铁矿100—1000克/米³。金的富集与较粗粒的重砂矿物，有非常密切的伴生关系。

3. 东北地区洛河阶地砂金矿

这是一个阶地型砂金矿。

该阶地大部分被剥蚀破坏，部分保存或残留的阶地呈带状顺河流两岸分布（见图28）。

含金砂砾层延长数千米，宽几百米，矿层厚度十几米。金主要聚集在含金砂砾层内，一般上贫下富。金的含量在水平方向变化较大，有局部富集。

金为深黄色或浅金黄色。表面粗糙，凸凹不平，往往具有褐铁矿薄膜。多呈粒状，板状、厚板状、不规则状，其中

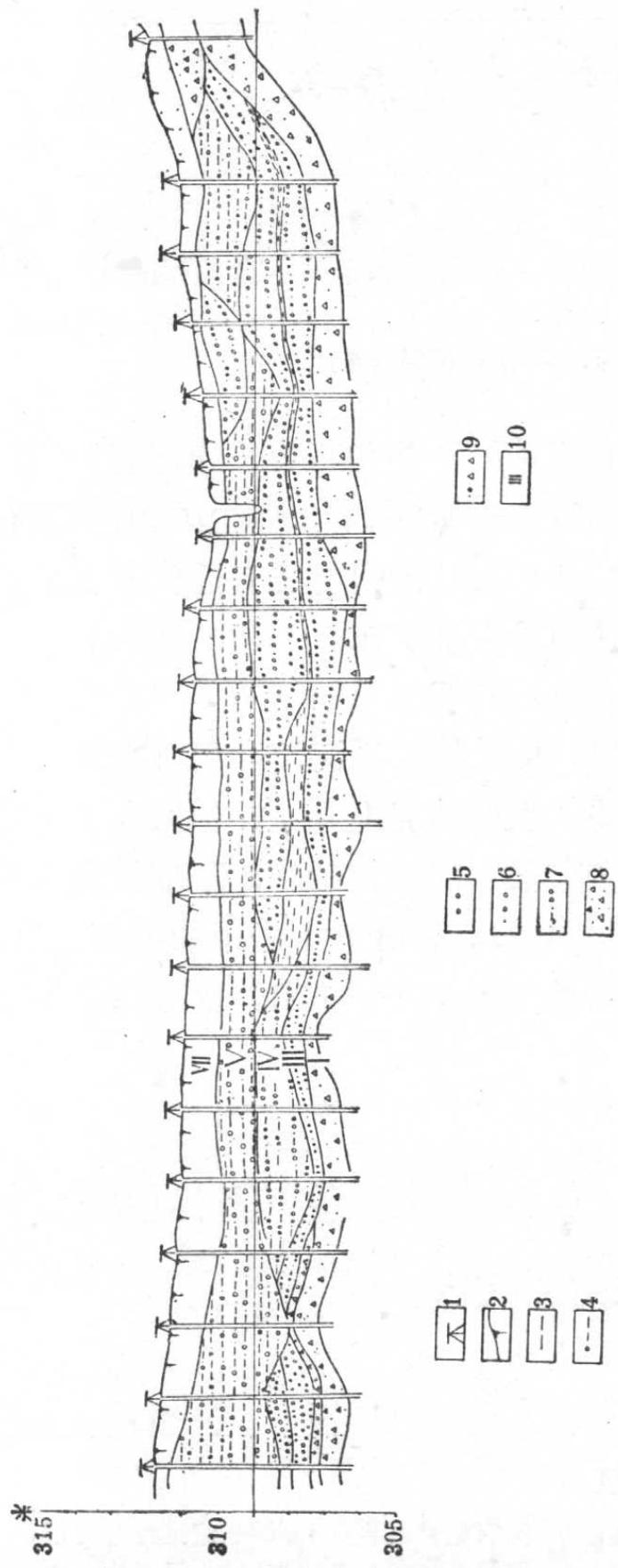


图 27 东北地区新龙沟砂金矿地质剖面部分示意图

1—砂钻孔位置；2—腐植土层；3—粘土层；4—含砂砾粘土层或砂砾土层；5—砾石层；6—含砂砾石层或砂砾石层；7—含粘土砂砾石层或粘土砂砾石层；8—砾石层；9—含砂砾石层或砂砾石层；10—岩层序号

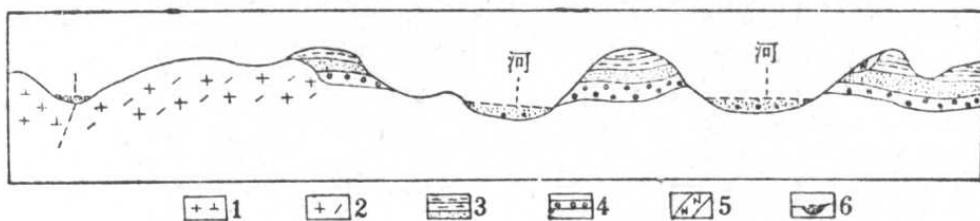


图 28 东北地区洛河阶地砂金矿示意剖面图

1—闪长玢岩；2—花岗岩；3—含金砾岩层；4—含煤层；5—气孔状玄武岩；6—近代河谷砂金矿

不规则粒状的金多具有流蚀孔，并和石英、绿泥石、透闪石连生。金的粒度一般为0.01—0.2毫米。伴生矿物，主要有锆石、钛铁矿、锐钛矿、独居石。沿河谷也有近代砂金矿的沉积，故又可称为阶地及河谷砂金矿床。

4. 山东省红山掩盖砂金矿

这种掩盖式砂金矿，原是第三系河流冲积砂金矿层以后为稍晚的玄武岩所覆盖，虽然地壳上升了，仍保存了下来。

矿层中、上部为含金很少的细粒砂岩，下部是含金砂砾岩，产状近于水平（如图29）。含金砂砾岩中的砾石，呈棱角状、半滚圆状。砾石直径一般0.05—1米。泥砂质充填于砾

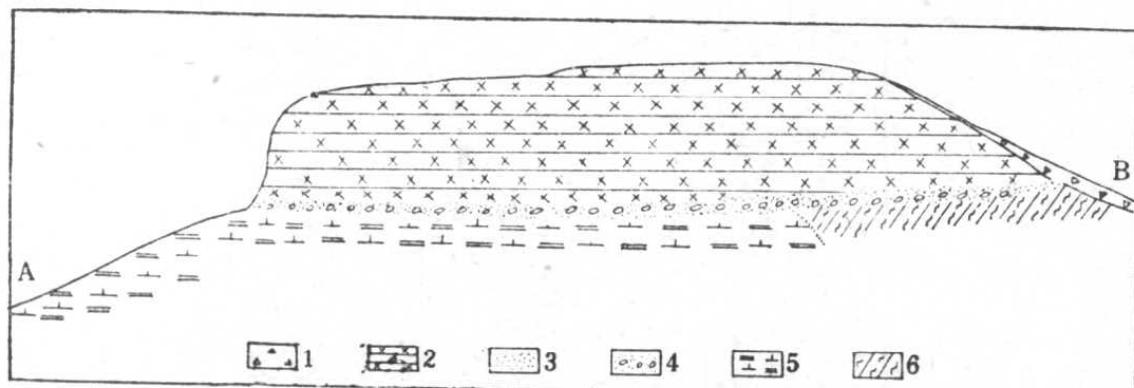


图 29 山东红山第三纪掩盖砂金矿剖面示意图

1—第四纪残积及坡积层；2—第三纪玄武岩；3—第三纪细粒砂岩层；4—第三纪含金砂砾岩层；5—绿泥石化斜长角闪岩；6—云斜片麻岩

石之间，构成了整个含金砂砾层。金富集于砂砾层最底部，分布于古河床的适当地段。原河漫滩地段含金贫。在古河床基底上面的凹洼处、节理裂隙发育的部位、“基岩”风化较强烈的部位含金都较富。矿层主要是一层（偶见两层），矿体长几十米至几百米，厚度0.3—1米。

重矿物除金以外，还有锆英石、磷灰石、白钨矿、锐钛矿、辰砂、重晶石、铬尖晶石等。金多呈片状、小米粒状、条状、枝状。粒径一般不超过1毫米，偶见数十至数百克的金块。含金砂砾层的含金量，从平面分布来看，顺着古河床的河流流向方向上变化较小，在垂直古河床流向方向上变化较大，因而构成了沿河流流向延伸的条状矿体。

5. 华北某区白垩纪古砂金矿

在太古界片麻岩基底上，沉积有白垩纪砂砾岩。其底部红色、杂色砂砾岩中含金。矿层底板为红色泥岩（图30）。

含金层呈褐黄色、红褐色。砂砾层为砾石（5—25%）、砂（50%±）、粘土（25%）组成。砾石为花岗岩、花岗片麻岩，磨圆度较好，排列混乱。矿体呈长条状和透镜状。产状平缓。

6. 某地含金砾岩型金矿

该含金砾岩型金矿，分布于一个断陷盆地的南侧。地表矿体呈不连续的块体，产于中生代晚侏罗世含煤组的底部，断续延长10公里以上。宽200—800米。中心厚度大，两侧变薄（0.9—10余米）。砾石排列方向与水流方向相反，显示河床沉积特点。含金砾岩风化后呈褐色、铁锈色。砾石成分主要由细粒花岗岩、石英、混合岩及少量钾长石、页岩组成。胶结物主要是粘土及铁质。含金砾岩中金的颗粒大小不一，最大为6毫米，小的肉眼看不见。一般呈不规则的粒状、柱

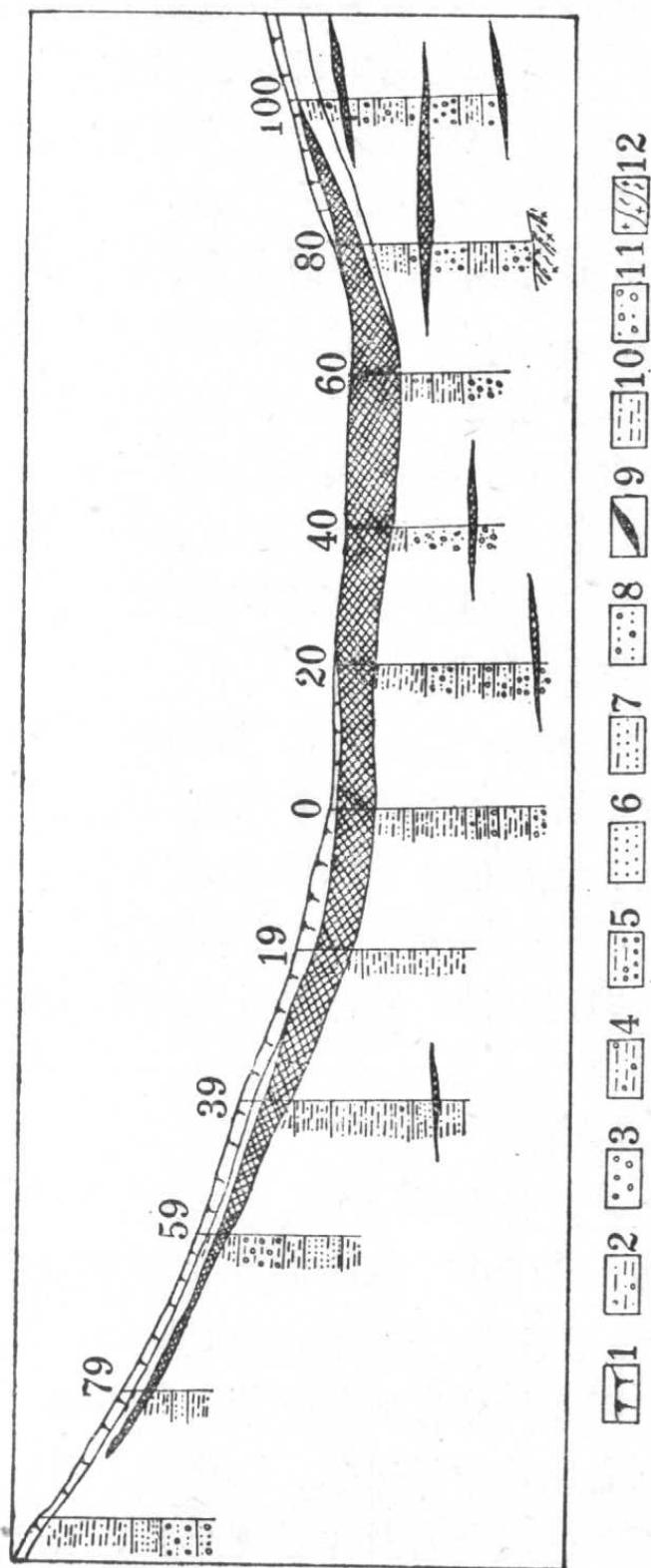


图 30 华北某地白垩纪砂金矿地质剖面图

1—植物生长层；2—含砾石粘土质砂砾层；3—砾石层；4—洪积含粘土砂砾层；5—含粘土砂质砾岩层；6—砂层；7—含粘土砂层；8—砾石层；9—砾石层；10—砂矿层；11—砂砾层；12—花岗片麻岩

状、板状、片状、树枝状，棱角及半棱角状。有时金的表面具铁质薄膜。常见金和石英呈连生体及金被石英包裹的现象。金的成色低，为64—72%。与金伴生的矿物主要有石英、长石、绿帘石、锡石、锆英石、独居石，磷灰石、金红石，锂云母、锐钛矿等。金在砾岩中分布不均匀，主要含在胶结物中。金的富集规律是：砾石成分复杂、粒级多则含金量增高；石英砾石占的比例大而胶结物为泥砂质（含黑云母、铁质）时，含金富；砾石周围与胶结物接触处含金较富；金与锆英石有正消长关系，如图31所示。总的看来，沿垂向，金赋存于砾岩层的底部；沿纵向，中部集金富，厚度也较大。

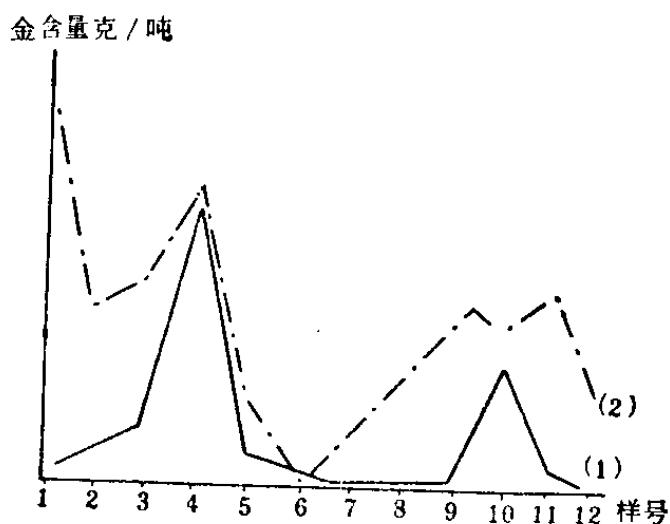


图 31 金与锆英石含量对比曲线图

(1) 金, (2) 锆英石

7. 东北地区某冰川砂金矿

该矿属第四纪冰川砂金矿。砂金赋存于冰碛泥砾、粘土角砾及砂砾层中，这些堆积物分布于巨大U谷底部、盆状或瓢状洼地之中、分水岭两侧及部分分水岭之上。含金层直接覆于基岩之上。金与粘土、角砾、砂及砾石混杂一起，轻重悬殊。角砾略经磨蚀，呈半棱角状及棱角状，与滚圆状砾石

混杂。含金层中的砾石、金粒及伴生的重矿物都表现为冰川研磨、刮挖、刻划的特征，常见清晰的钉头鼠尾状擦痕，刻槽呈U形等。

含金层中的矿体呈不规则状、宽条带状，有时呈连续的狭窄条带及囊巢状分布。金的富集有如下几个特点：

- (1) 往往在矿体的核部集金特富，但横向变化较大。
- (2) 金的富集不受谷底“基岩”地形的控制，但与坚硬岩石的裂隙发育程度有关。裂隙多而大时，有黄褐色或黄灰色粘土填充时集金特富。
- (3) 当有矿源的支冰川汇入主冰川时，则在支冰川下游富金；当无矿源的支冰川汇入主冰川时，砂金常赋存在对岸的一侧。
- (4) 冰川谷道转弯时，谷地两岸砂金的富集无选择性；但冰坎上游宽谷地段集金较富，窄谷地段往往无金或集金极少。

三、砂金的富集和找矿标志

含金砂层的各个部份的含金量，不仅在垂直方向上有变化，在水平方向上也有变化。最常见的情况是：在含金砂层的某一地段集金特富，在另一地段含金就贫。根据现有资料来看，砂金的富集与河床地形、伴生砾石及矿物有关。这些常常是互相联系的，在实际工作中应综合运用。

1. 砂金的富集与河床地形有关

一般按照河床地形的特征，可分为宽谷地形、拐弯地形、起伏地形及河漫滩地形等。

(1) 宽谷地形 河谷呈直线状，水流急，无金。当河面骤然展开时，则自上游带来的泥砂、砾石、金粒等，就沉

积于河面变宽处。较大的砾石停积下来，形成砂洲，而从上游带来的较大的金粒，就从粗大的砾石缝隙中坠入下部。金子在砾石层中呈面状分布，一般底部积金最富，俗称开门金，如图32A。与此相反，当河面骤然变窄，流水进入峡谷时，水流被阻，流速顿减，粗砂砾石等，沉积于峡谷指向上游的一端，构成巨大的砂洲。往往在砾石层的底部积金很多，俗称关门金，如图32B。常构成有价值的砂金矿床，四川某地砂金矿，就是这种类型。

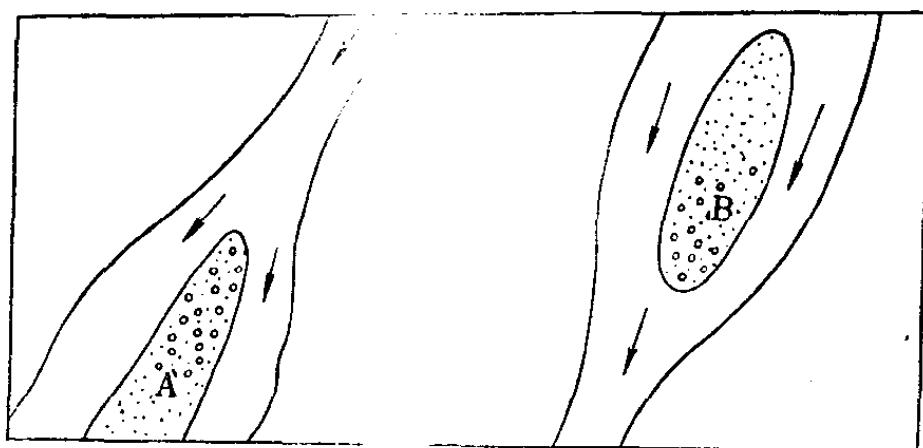


图 32 宽谷式地形对砂金聚积情况

A—开门金；B—关门金

(2) 拐弯地形 河道弯曲的地方，砂金常呈条带状聚积于沙滩的指向上游的一端，如图33。这种地形不论古阶地



图 33 河道拐弯形成条带状砂金的聚积

砂金矿，或现代河床冲积砂金矿，都具有重要的经济价值。按流水方式，其砂金有如下的富集规律：

- ①河道拐弯近90度或大于90度时，在河曲凹岸外侧处有利于砂金富集；
- ②河道拐弯小于90度时，砂金容易在河曲凹岸内侧富集；
- ③河道呈“S”形时，砂金容易在河道S形的凹岸下部处富集；

(3) 河床“基岩”洞穴地形 由于河床“基岩”的地质构造和岩性不同，在水流冲刷作用下，形成“悬潭”，有的被水流溶解成为溶洞，从而造成了积金的两种形式：

①漩水金：河床弯曲的凹岸是流水冲刷的主要对象。冲刷的结果，使得外岸(凹岸)岩壁陡峻，俗称“照山”。由于照山底下的河床“基岩”受了水力的强烈冲刷作用，逐渐加深成为“悬潭”(如图34B)。这种悬潭是由急剧冲刷而成，砂砾和金质等不能在此沉积，但河床呈急转弯时，则河床内湾处即照山的对岸，必定有山咀突出河心。若河曲的下端为一峡谷时

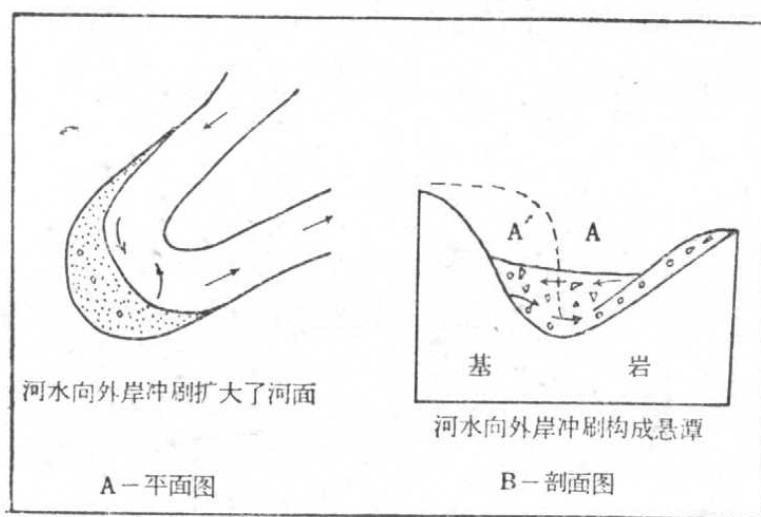


图 34 河水向外岸冲刷扩大了河面或造成悬潭

(如图34 A)，则流水被峡谷阻挡，流水继续向其凹岸冲刷，积年累月，就会使河床凹岸逐渐向外迁移，形成扩大的河面(如图35)。这个扩大的河面好比一个胃口袋一样，流速减少，当洪水时期，河面宽处就会发生漩水作用，使金富集在已形成的悬潭之中，集金特富。故有“水打漩漩成窝，折水关门漩水金”之说。

②鸡窝金：若河床“基岩”是可溶性的石灰岩等，被流水溶解后产生溶洞，在溶洞中常集金较富，叫“鸡窝金”，如图36。金的多少与金的来源及洞穴的大小深浅有关，这种洞穴在地面不易看出来，但在开采时常可遇到这种洞穴，集金特富。

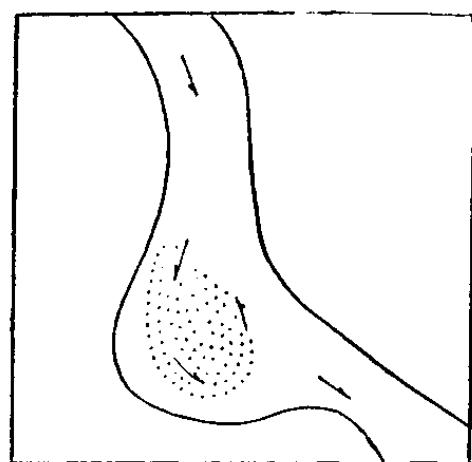


图 35 漩水作用下集金平面图

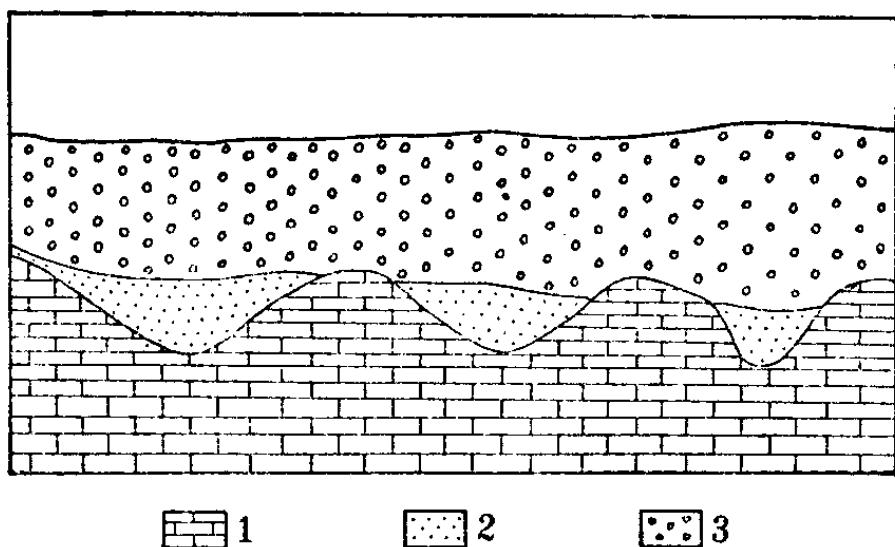


图 36 鸡窝金
1—石灰岩；2—砂矿；3—泥炭

(4) 河漫滩地形：这种地形上的砂金多成层状。一般有三种情况：第一种是当一条河流的支流注入主流时，由于流速减小，由支流携带来的泥砂和金粒等，沉积在两河交会的地方（图37），并构成了砂滩。砂滩形状为上窄下宽的

扇形，这种砂金矿，有人称它为会流金。第二种是水流速度在河的中心流速快，沿河两岸流速慢，当洪水时期，河水带来的大量泥砂及金粒等，呈条带状沉积在沿河的两岸，形成长条状的砂滩，俗称“富砂线”。又因为河流的流道是经常变动的，金粒的沉积由来已久，所以富砂线的位置不一定与目前的流道相一致。富砂线的形状又常是不规则的，并且可能有分支线（图38）。

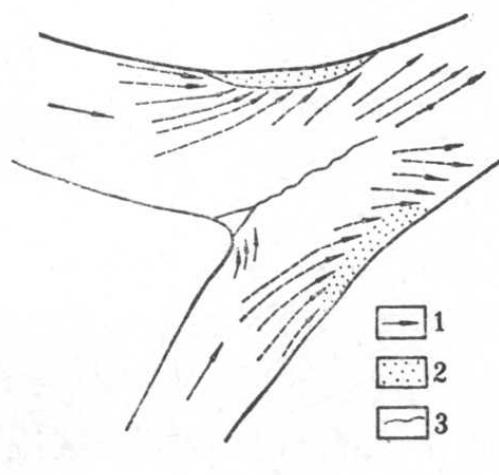


图 37 主支流会合处、砂金的富集

1—会合后流向；2—砂矿；
3—最大流速带

冲积砂金矿生成以后，在后来的地质时代中，由于地壳

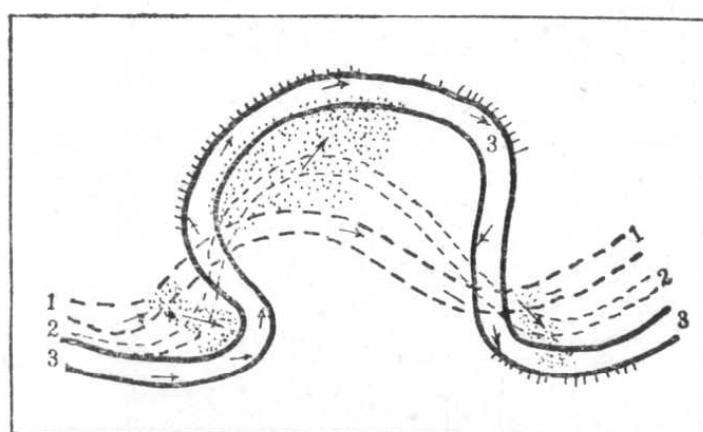


图 38 河流流道的改变与砂金的沉积

1—原河道；2—第一次改变后的河道；3—现河道

的上升和河流的下切，也可以在河谷两岸升高成为“阶地”，而砂金仍保存在这些阶地的砂层里面。如果同样变化重复进行，结果河谷两岸可有好几个富金“阶地”，如图39。我国湖

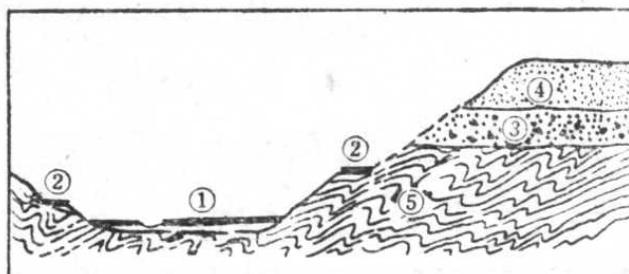


图 39 河谷阶地砂金矿

1—现代河谷砂砾（含金）；2—低阶地砂砾（含金）；3—高阶地砂砾（含金）；4—高阶地砂砾（不含金）；5—河谷基底岩石

北长江、汉江两岸及其支流的一级阶地高出河水水面2.5—62米，最下部有几米至十几米的含金砂砾层；二级阶地高出水面20—90米，下部有含金很富的砾石层，其厚度可达一、二十米。第三种是当某一岩脉（或坚硬岩层）的走向与河流流向直交或斜交时，由于岩脉（或坚硬岩层）抵抗风化力强，而突出河面或隐藏在水面以下，水流带来的泥砂金粒等，就沉积在突出部位的两侧，如图40，俗称“翻墙金”。如果含金矿脉和河流成直交或斜交，往往在原生矿脉附近的下游形成三角形的砂金聚积，如图41。

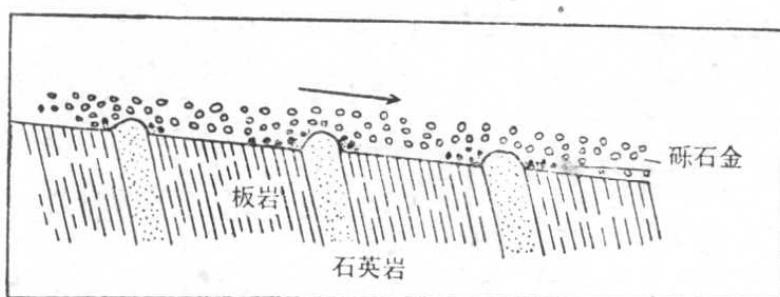


图 40 河床中坚硬岩石突出部分的上下集金最富

2. 砂金的富集与伴生砾石的成分和形状有关

含金砂砾层中，砾石的成分是各色各样的。若砾石层为黑色、白色、黄色等杂色的砾石组成时，一般含金情况不太好。如果在砂砾层中含有较多黑色砾石时，因这种砾石体重大，往往和金质一起停积下来，常是含金较富的标志。

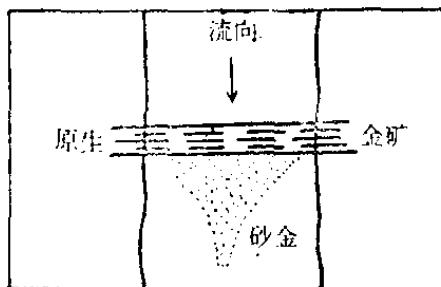


图 41 金富集在含金矿脉的附近下游

扁平状的砾石常与金伴生。这种砾石，平铺在砾石层中，被水冲刷的面积较小，但与下伏的接触面积大；在分选高的地方，受水冲力较小，不易把它冲走，故常与金伴生一处。

金的富集与砾石的排列情形也常有很重要的关系。如砾石乱七八糟地混杂在一起，一般说来，这种乱石里不含金或含金很少。如果砾石是扁平的排列在沙滩或砾石层中，其分布具有一定的排列方向，而石块的倾斜面，总是倾向流水的上游，这显示着分选度高，一般可视为含金较富的象征，如图42。

3. 砂金的富集与伴生矿物有关

河床冲积砂金矿，都是金子与砂砾石相伴而富集。金的比重大，因此和金伴生的矿物及砾石也必然是重砂矿物和较重的砾石。常与金伴生的矿物有磁铁矿、黄铁矿、锡石、钨砂、金红石、石榴石等。当在河沙中发现了上述重

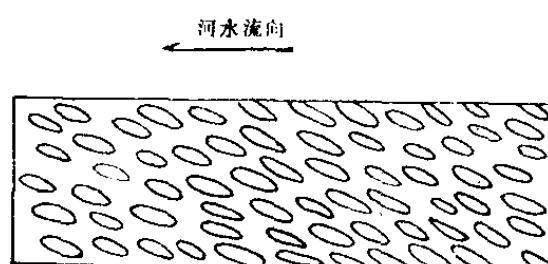


图 42 砾石在沙滩上整齐排列

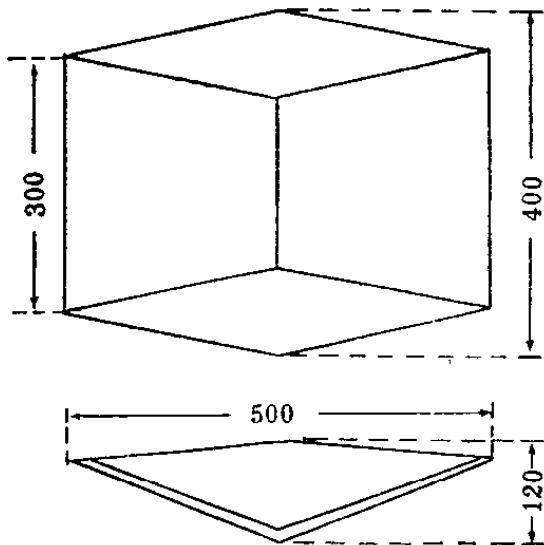
矿物，就是可能找到金的预兆。在探采砂金时，常见有含氧化铁的红色污染水，自硐口流出，一般称“锈水”，它反映了底部砂砾层含磁铁矿等重砂矿物较多，也是预见砂金矿富集的标志。如果较大的砾石，沿砂砾层方向平铺分布，且距底部基岩不远，其间有厚度不同的砂砾层夹层时，也往往是含金较好的标志。

四、砂金矿的找矿和评价

重砂法是寻找和评价砂金矿的主要方法。如果通过走访群众和重砂法找矿，发现了砂金矿点或含金层位，就可用探采结合的形式，布置适量的探采工程，了解矿床规模和金的含量，作出评价。

(一) 砂金矿的寻找 找矿前要对找矿区域的地质条件，作必要的了解和分析。并要准备必要的工具，如铁镐、铁锹、取样袋、记录本、淘砂盘（或淘金碗）等。淘砂盘：是一个特制的木盘，用整块的木材制成的，常用的淘砂盘的规格如图43。准备工作完成之后，就可出野外以重砂法为主进行找矿，沿着河床、河流两侧、阶地、陡坎、山坡等进行重砂取样淘洗。一般取样重量10公斤左右。取样可在一点上，也可以在附近的几个点上采取然后合成一个，以确定含金情况。

重砂的取样位置，要



尺寸单位：毫米

图 43 淘砂盘

按前述砂金富集部位和找矿标志进行布置。要优先考虑以下几种情况：砂洲的顶部；砂滩的内侧；河道中障碍物的前头；河谷变宽处；河床的支流部分；河床床底凸凹不平的槽中；阶地的砾石层；各不同时代地层的底砾岩。当发现了含金的砂砾层就要进行评价工作。

(二) 砂金矿的评价 对已发现的砂金矿点，首先要对周围的地形、地貌、河流的变化及河流上游或旁侧，是否有脉金矿、古代砂金矿等情况，进行概括了解。如果该点是以前开采过的砂金矿点，还要了解过去的采掘情况、开采位置、开采规模。并按前述不同类型砂金矿的富集规律，沿着它的伸展方向追索淘洗，以圈定含金砂层的分布范围。在可能的条件下，可用皮尺配合罗盘测绘一张1/2000—1/10000平面图，把含金砂层的可能分布范围填制出来。其次，在野外垂直河流走向和估计的含金砂层的延长方向，布置几条普查线。线与线的距离要根据河流大小和估计的含金层位分布的可能长度，采用400、800或1600米。根据含金砂层在河床和河岸分布的宽度，在每条线上布置二、三个或四、五个工程，各线上的工程间距为80、40甚至20米，如图44。在探矿工程的布署上，要注意由疏到密；各工程要基本上垂直含金砂层的可能延长方向；探、采工程可结合施工；要确保工程和取样质量。砂金矿的探矿工程主要有以下几种：

(1) 探槽：适用于残、坡积砂金。探槽深度要在三米以内。如果泥砂表层厚时，可用小圆井或砂钻进行探矿取样。探槽取样，分样长度一般为0.4—0.6米，取样断面可采用 0.4×0.2 米。

(2) 小圆井：适用于覆盖不太厚(4—5米)的现代河床，或有巨砾石分布的地段。小圆井直径为1—1.1米，边掘

进，边对壁刻槽取样。样品基本长度0.2米（小于0.1米时合并于前一样中），刻槽断面 0.4×0.2 米。

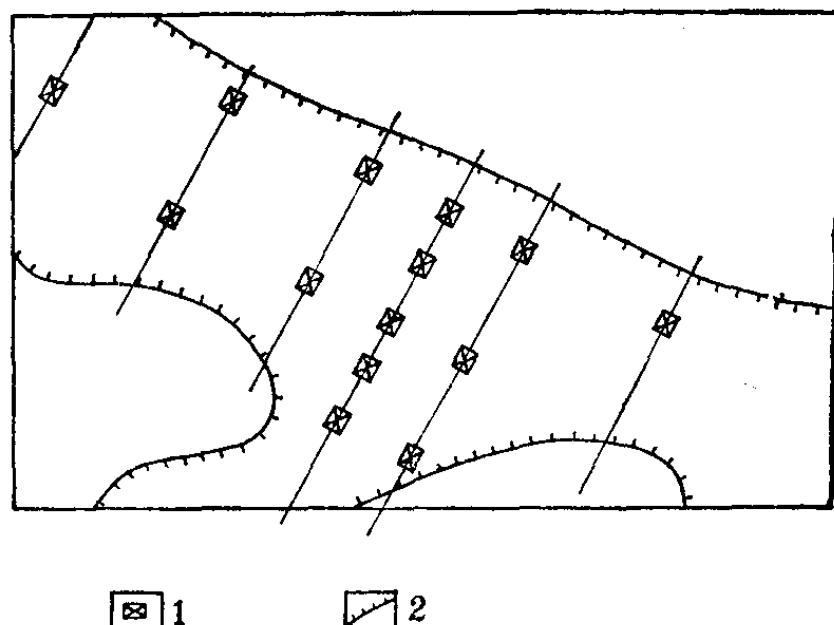


图 44 砂金矿探矿工程布置平面图

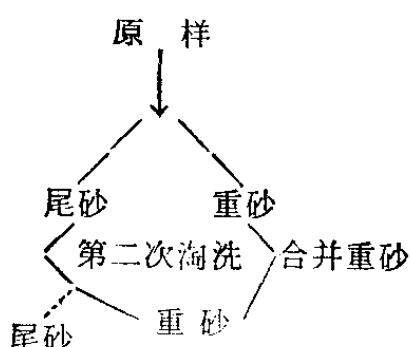
1—探矿工程位置及编号；2—含金砂层可能分布的边界线

(3) 平硐和斜井：适用于阶地含金砂砾层的探采。阶地大都高出现代河面，没有水患或水量较小。开直井、平巷或斜井，进行探矿取样比较方便。样品长度0.5—0.6米，刻槽断面 0.2×0.2 、 0.25×0.25 米。

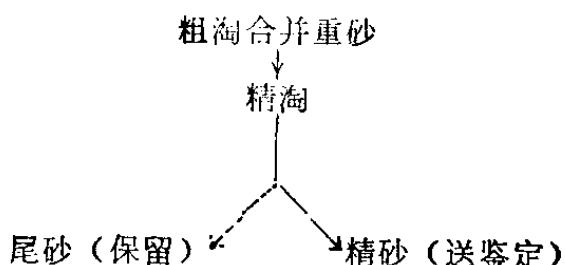
(4) 砂钻：砂钻的种类很多，常用的有三种，即人工推磨钻（班加钻），黄浦砂钻，北京200-1型岩心钻。前两种适用于埋藏较深的（>5米）现代砂金矿。后一种适用于胶结较坚硬的古砂矿。边钻边进行分层取样。为检查钻孔取样质量，一般要选择具有代表性的位置施工少量探井，进行验证。样品的加工处理：所取的砂金样，若金颗粒较大(>0.8毫米)，可用木槽或淘砂盘淘洗。一般是粗淘1—2次，细淘2—3次。淘洗人员用淘砂盘淘洗，粗淘去泥去砾石，然后淘至灰色；其尾砂再次淘洗，将所有淘洗样品合并，在白瓷盘

内晒干或用小火烘干后，倒在纸上包好。在纸包上，详细注明产地、取样地点、砂层的层位及淘洗砂砾的数量，并顺序编号。精砂经鉴定得出的金子重量除以原样体积即得样品的金品位。如砂金的颗粒很细， <0.08 毫米或更细，必须采用其它方法，如混汞法等，以摄取细粒的金质。样品粗淘和细淘的程序如下：

样品的粗淘程序



样品的细淘程序



(三) 含金砂层的储量计算 砂金矿的储量计算方法，多用地质块段法。按照储量计算工业指标要求，在矿层水平投影图上，圈定储量块段，根据块段中各个探矿工程内所见矿体厚度、品位，以算术平均法求得所划分计算块段的平均厚度、平均品位，然后算出矿层的金储量（参看图45）。

储量计算参数的确定：

块段面积：在矿体水平投影图上，用几何图形法计算。

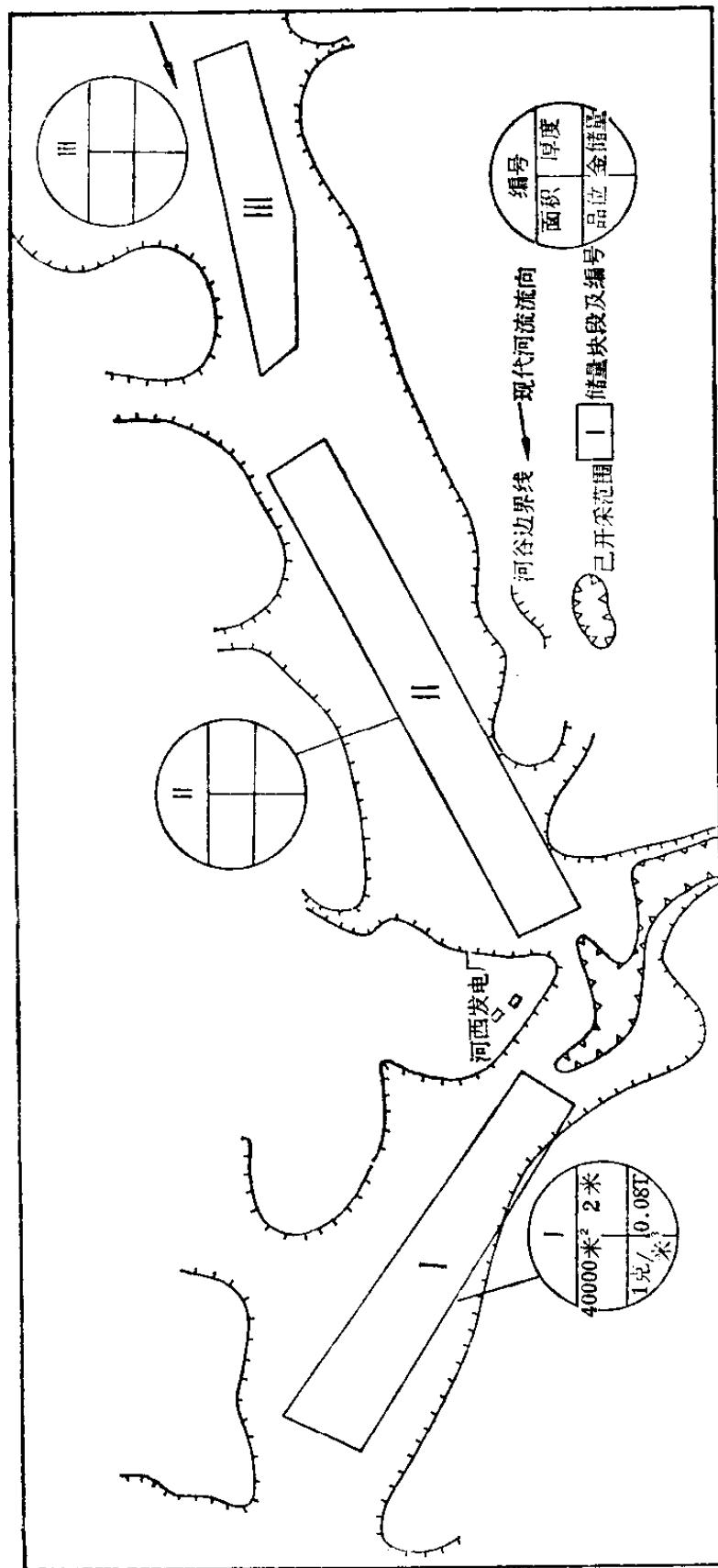


图 45 砂金矿储量计算矿层(体)水平投影图

$$\text{块段平均厚度} = \frac{\text{各工程砂层(矿体)厚度之和}}{\text{工程数}}$$

$$\text{块段平均品位} = \frac{\text{各工程平均品位之和}}{\text{工程数}}$$

金储量可按下式求得：

$$\begin{aligned}\text{金储量(公斤)} &= \text{块段面积(米}^2\text{)} \times \text{块段平均厚度} \\ &\quad (\text{米}) \times \text{块段平均金品位(克}/\text{米}^3\text{)}\end{aligned}$$

假定已测得第一块段面积40000平方米，平均厚度2米，平均品位1克/米³。那么块段的金属量可用上述公式计算出来：

$$\text{金属储量} = 40000 \text{米}^2 \times 2 \text{米} \times 1 \text{克}/\text{米}^3 = 80000 \text{克} = 80 \text{公斤}$$

各块段金属量之和，即为该砂金矿总金属量。

第五章 变质金矿床和找矿

一、几种主要变质金矿床简介

(一) 变质含金铀砾岩型金矿

这是世界上产金量最大的一种金矿。产于元古界石英片岩系的砾岩层内。主要含矿层系由石英砾岩组成，胶结物质为石英、绢云母及少量绿泥石。自然金成微粒状散布于胶结物中。一部分金产在黄铁矿的细脉内。富矿多在粗一中粒砾岩层内，靠近“基岩”底部最富，与其他重矿物如铂矿(白金)、锇铱矿、铬铁矿、锆英石等共生。一般认为金是与砾石同时沉积的，在变质过程中，有一部分金被溶解发生迁移，并与硫化物沉淀在一起。含金砾岩中有沥青铀矿充填于裂隙间，这可能与变质热液有关。这种矿床的最大特征是规模大，并具有一定层位，除金外铀也常有重要工业价值。

例如：南非(阿扎尼亚)维特瓦特斯兰德矿床，简称“兰德式”金矿即属这一类型。

该矿床从1886年开采到现在，已产金35000吨以上。金矿产于下元古界兰德群地层中，含金砾岩层数较多，由数十层到200多层，构成一个大的含矿带，矿带走向延长达340公里。单矿层沿走向常有尖灭，厚度0.5—5米不等，含金品位低者1.5—3克/吨，一般5—6克/吨，有的矿区高达

7—8克/吨。某些含粗大砾石并分选较好的层位含金特富。平均铀含量0.03%。矿层沿倾斜延伸，品位无大变化。现已采深3000余米。含金层为以致密坚硬的石英成分为主的砾岩，砾石为滚圆状半透明石英，排列紧密，胶结物为石英颗粒，矿石中除金外，还有沥青铀矿、沥青铀钍矿、铂矿(白金)、黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、磁铁矿、钛铁矿、锇铱矿等。

近年来，随着我国金矿地质工作的发展，在变质含金砾岩方面，有了新的进展。在华北的某些地区发现了一批变质含金砾岩型金矿点和矿化点。

产于太古界上部地层中的含金砾岩，见于华北地区某地，位于当地“二道洼子群”底部风化剥蚀面上。含金层为透镜状，厚0.2—1.8米，岩相变化大，沿走向常变为绢云母石英片岩。砾岩中的砾石以石英岩、大理岩、片麻岩为主，硅质胶结。金在胶结物中，多呈粒状或片状。另外在某地震旦系中下部地层中，见有含金砾岩层分布，砾石以脉石英为主，硅质胶结，含金较贫。

(二) 含铁硅质建造中的金矿床

这种矿床现在统称为“霍姆斯塔克”型金矿，因首先在美国中西部黑山区霍姆斯塔克发现而得名。矿区出露地层属前寒武纪变质岩系，主要由石英-云母片岩、石榴石片岩、含铁石英岩、板岩、千枚岩、绿色片岩、变质白云岩等组成。第三纪的响岩、流纹岩岩脉也比较发育。

含金矿层主要产于上述变质岩系地层里，在含铁石英岩(相当于我国鞍山式铁矿)建造中。矿层呈层状、透镜状、脉状分布于一套镁铁闪石绿泥石片岩中，矿体长由数百米到数千米，厚数十米到数百米，随地层褶皱而弯曲，如图46。

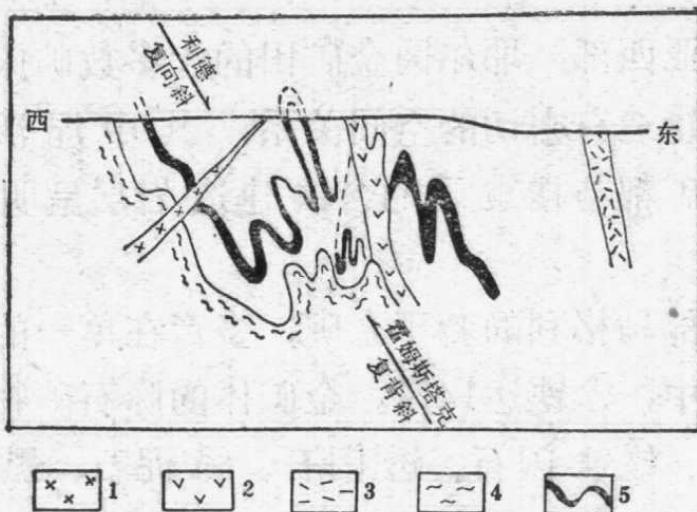


图 46 霍姆斯塔克型金矿剖面图

1—斑状响岩；2—流纹岩岩墙；3—石英斑岩；4—千枚岩及含黄铁矿板岩；5—铁-金-石英建造层

矿体大致以 45° 倾角向下延深，金品位8—12克/吨。和金伴生的矿物有磁铁矿、毒砂、磁黄铁矿、黄铁矿、绿泥石、蛇纹石、石榴石、白云石、方解石等。金主要赋存在碳酸盐相的方解石、白云石建造和硫化物中。金的富集多在褶皱的轴部。据已报道的资料，金的富集与伴生矿物亦有很密切的关系，绿泥石堆积的地方往往金品位增高，自然金常产在蛇纹石中，与此相反，当矿层中有菱铁矿出现时含金量明显变低。

除霍姆斯塔克金矿外，还有许多国家有金矿与前寒武纪富铁沉积岩密切共生的实例：

非洲刚果的谋托区，一个浸染型金矿就产在铁质白云石片岩中；坦桑尼亚的格塔金矿，矿体呈整合的含金硫化物透镜体，产在褶皱并变质了的氧化铁建造中；南非（阿扎尼亚）的巴伯顿金矿田，大多数的金矿体都与铁质白云岩或含铁燧石岩共存；津巴布韦（罗得西亚）的许多金矿也产在含铁

建造中。

澳大利亚西部，耶尔冈金矿田的大多数矿床都显示出与条带状含铁建造有密切的空间关系，其中涅沃里亚和科珀希得两个矿都与褶皱了的含铁建造岩层呈明显的整合产状。

印度南部马格利的若干金矿，多产在单一的富含碳酸盐的千枚岩层中，含铁达14%。金矿体的脉石矿物主要为透辉石、角闪石、镁铁闪石、透闪石、绿泥石、黑云母和石榴石。有人认为，其中的金是在该区发生沉积作用和火山作用时期就已存在。

根据已知的矿床资料，“霍姆斯塔克型”金矿的特点可初步归纳如下几点：

1. 产于前寒武纪地层里，矿层多在含铁硅质建造中，特别是含铁碳酸盐相和硫化物相的含铁建造中。

2. 矿体受褶皱构造控制，与近矿围岩多是整合接触，褶皱轴部是金富集的有利部位，规模巨大，有的一个矿区的储藏量可达千吨以上。

3. 矿体中常有金-磁黄铁矿-毒砂-石英组合的存在，没有分带现象，但有与火山岩共生的特点。

4. 在时间和空间上与深成岩没有明显的关系，在变质矿物中绿泥石多于绢云母，矿石具变质结构。

（三）我国东北某地沉积变质型金铁矿

金矿体赋存在震旦系，硅质板岩中的沉积变质条带状磁铁矿体的下部或邻近的石榴石铁闪石硅质板岩中。受褶皱构造控制，分布于向北北东倾伏的紧密背斜构造的核部。南端及下部为花岗岩所切割，北部延深较大，如图47。

根据现有资料，矿体除含金、铁外，还含有钴。金可分

单体金和包体金两种，以单体金占主要。金的粒径 <0.01 — 0.02 毫米，多为细小不规则的粒状呈散点状分布，有一些金在毒砂中呈细小的包体。

此外，变质岩区的含金石英脉型金矿，在我国分布很广，多成群出现，单个矿脉一般规模不大，金品位较高，是当前开采的主要对象之一。金矿脉多受褶皱构造和层间断裂裂隙控制，它与岩浆岩区中的石英脉型金矿，有一些不同之处，但是否是变质作用形成的，多数还需要进一步研究确定。

二、变质金矿的找矿和评价

变质金矿的找矿方法和评价要求，可参考三、四章的有关部分。由于变质金矿成矿环境和金富集规律的特殊性，在找矿方法和评价手段上，必须注意多种方法互相配合。

找矿实践说明：寻找变质金矿，使用地球化学法和地球物理法已取得了显著效果。

地球化学法：也叫金属量测量。在一个成矿远景区内按所选择比例尺规定的线距和点距，在岩石中取样（原生晕）或在近“基岩”的土中取样（次生晕），作光谱半定性分析。用砷、钴作为指示元素。根据含量的多少划出异常区，可作为寻找沉积变质型金矿的线索。

地球物理法：也叫物探法。其原理，是利用含矿体与围岩及其他地质体的物理特性，如磁化率、导电性、放射性强度、密度的不同，用仪器观测它们的细微变化，圈定异常区，作为进一步找矿的线索。

前寒武纪变质火山岩区的含铁建造，特别是碳酸盐和硫化物相的含铁建造，一般是形成金矿的良好环境。大规模地

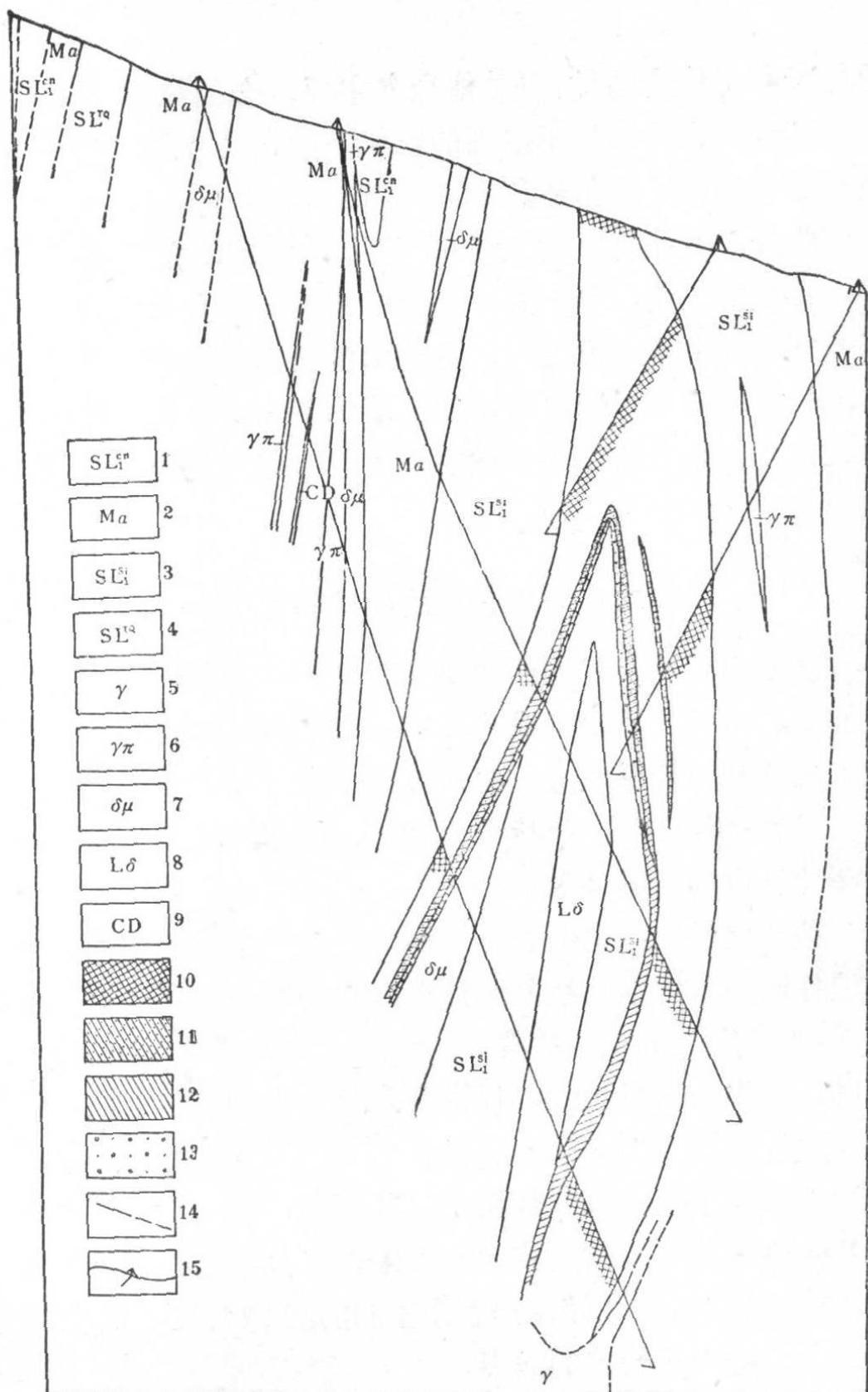


图 47 某沉积变质金、铁矿剖面示意图

1—含碳泥质板岩；2—结晶灰岩及角砾状结晶灰岩；3—硅质板岩；4—一条带状石英板岩；5—花岗岩；6—花岗斑岩；7—闪长玢岩；8—细晶闪长岩；9一方解石脉；10—一条带状磁铁矿；11—铁钴金矿体；12—铁钴矿体；13—钴金矿体；14—实测及推断地质界线；15—钻孔

圈定这种环境，一个重要的方法就是利用磁法。如果在变质砾岩型金矿成矿有利的地区，开展找矿工作，可配合放射性测量，因为“兰德式”金矿中常含较多的沥青铀矿、沥青铀钍矿、磷钇矿等矿物。

第六章 金矿的土法采选

近年来，我国农村集体采金事业有了很大发展。许多中小金矿自力更生、艰苦奋斗，因陋就简、土打土闹，逐步从小到大，实现了采选的半机械化和机械化。下面就分布最广的石英脉型金矿和近代砂金矿的采选方法，根据山东、河北、东北等地民采金矿的经验和有关资料，扼要说明如下。

一、脉金矿的土法采选

(一) 采矿

中小型金矿的采矿，在没有进行过地质工作和没有地质资料的情况下，应以边采边探的方法进行。开始摊子铺的不要太大，也不要急于搞些复杂的机械设备。待搞一些浅部探矿以后，在槽探的基础上，当在几个探井或地上平巷发现和圈出了一定的可采矿体以后，再着手全面布置。探井一般深一二十米，水量不大时可以打到三十米以上，以打到原生矿石——硫化矿或原生的含金石英脉为原则。必要时井底还可以拉一段平巷，以便了解矿体长度和含金量高低。地形陡峻、又有沟谷切割，也可以沿沟帮或半山腰开掘地上平巷。发现了有一定规模的工业矿体，估算了一定储量，即由探矿转入采矿。

脉金矿绝大部分矿体厚度在1—2米以内，因此，一般采用坑道地下开采的方法。只有那些岩石普遍矿化，含金矿体呈椭圆形或圆形，才采用地表扒大窝子的办法，进行露天开采。

1. 矿床开拓

开拓工程是指为开采矿体，由地表掘进到矿体这一段的工程。山东金城地区目前普遍采用两种开拓方案：

平硐接力盲斜井开拓 此方案多用于山岭地区。如该区某矿二矿区，围岩稳固。在山腰打一平硐直达矿体。矿床分阶段从上往下开采。在阶段中用盲斜井切成一块一块的采区，采区高度最好采用10米或15米（目前有些采区高度为5米）。采区中的回采方向是由下往上回采，采用前进式回采。现该井深达130米，共27节。如图48所示。

接力小斜井开拓 此种方案多用于平地和半山区丘陵地带。某金矿接力小斜井深达150米，下掘28节，如图49所示。

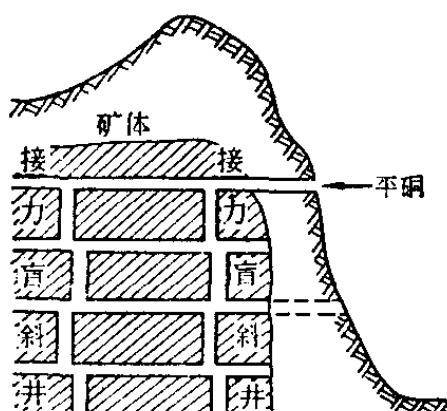


图48 平硐和接力盲斜井开拓示意图

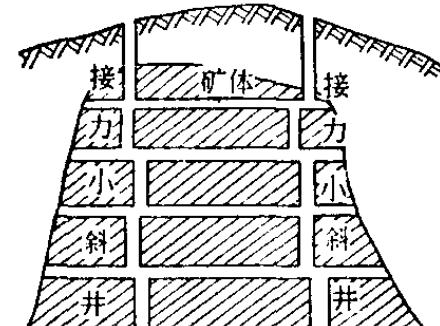


图49 接力小斜井开拓示意图

2. 采矿方法

根据金城地区矿体薄而小的特点，一般采用削壁充填法和分采充填法。对于矿体厚度小于0.8米的采用削壁充填法，对于大于0.8米的采用充填法。这种边采边充填，从下往上的充填回采方法，很适合群众采金（参阅图50）。

3. 凿岩、井下运输和提升

金城地区普遍采用手工打眼、放火炮^①。较大矿山配备了一部分风动凿岩机，压风机。

井下运输采用小推车，把矿石运到小斜井口，装筐（约50斤），用辘轳接力提升到地面，也有用手提篮等其他工具的。有的大队经营金矿自制土卷扬机，效果很好，每天可提升250公斤，从50米井底深处把矿石提到地面。

4. 通风和排水

群众采金一般以挖较富矿石为主，沿脉掘进，即顺着矿脉拉顺槽。因此，采矿不能完全正规化以形成机械通风系统。一般采用人力风车或电动扇风机进行通风。

为了坑内能自然通风，不少矿山都是在整个开采系统铺开后，一般开有两个地面出口。所以要么一打一对井，向下一定深度沟通；要么打完一个井巷工程后再打一个“气眼”，这样靠两个井口地面与地下之间的温差自然通风。

排水用人工（辘轳水桶或水车）或农用小水泵。

5. 矿内运输

采出矿石后多用小推车人力推到选厂。分布在地形陡峻的高山上有的也用架空索道，从山上用提篮或木制矿

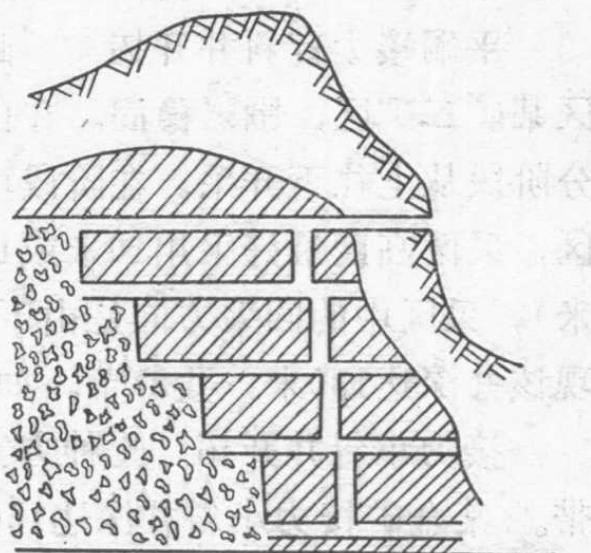


图 50 充填法开采示意图

① 一些民采单位认为，由于群众采金矿山一般不固定专职放炮员，为了杜绝事故，保证安全生产，放火炮比放电炮更好一些，所以多采用火炮。

箱运到山脚下，再由小车推到选厂。

(二) 选矿和氰化

金城地区群众采金处理金矿石采用的方法，是重力选矿法加氰化法。经过流板（溜槽）选矿，选出的毛砂就送去提炼成赤金。拉流（即流板选矿）后大量毛砂被水冲走混在尾砂中，收集起来再进行氰化处理，这样可以把拉流跑掉的金再收回来。所以氰化法是处理拉流尾砂的。氰化法的使用可以提高金的回收率，降低成本，故氰化法已在该区广泛采用。

1. 选矿流程

该区金矿石除提金外，大部分矿石可综合回收银及硫或硫、铜，故可将矿石分为含金硫化矿（矿石含硫量 $>10-15\%$ ）、含金铜硫化矿（含铜 $>0.5\%$ ，硫 $>10-15\%$ ）及含金石英脉矿（含硫 $<4-5\%$ ）及氧化矿（泥矿）等。

据选矿试验样品的试验，金大部分呈单体自然金或金银矿产出。金粒直径大部分在0.015—0.045毫米之间， >0.2 毫米及 <0.01 毫米的所占比例不大。金大部分含在黄铁矿、黄铜矿矿物中，成包裹体或沿矿物裂隙充填。

该区群众集体采金的选厂有土法的，半土半洋的和洋法的（日处理50吨矿石的小选厂）等几种，下面着重介绍土法（或半土半洋的）三种选金流程。

(1) 某公社联营金矿流程：是山东、河北等省脉金最常用的民采选金流程，如图51。

(2) 某县社队联营金矿土选厂选金流程：如图52。

(3) 星火大队选金流程：该流程优点是摇床尾砂与拉流尾砂分别氰化，工艺合理，重砂含硫高，可作硫酸原料（图53）。

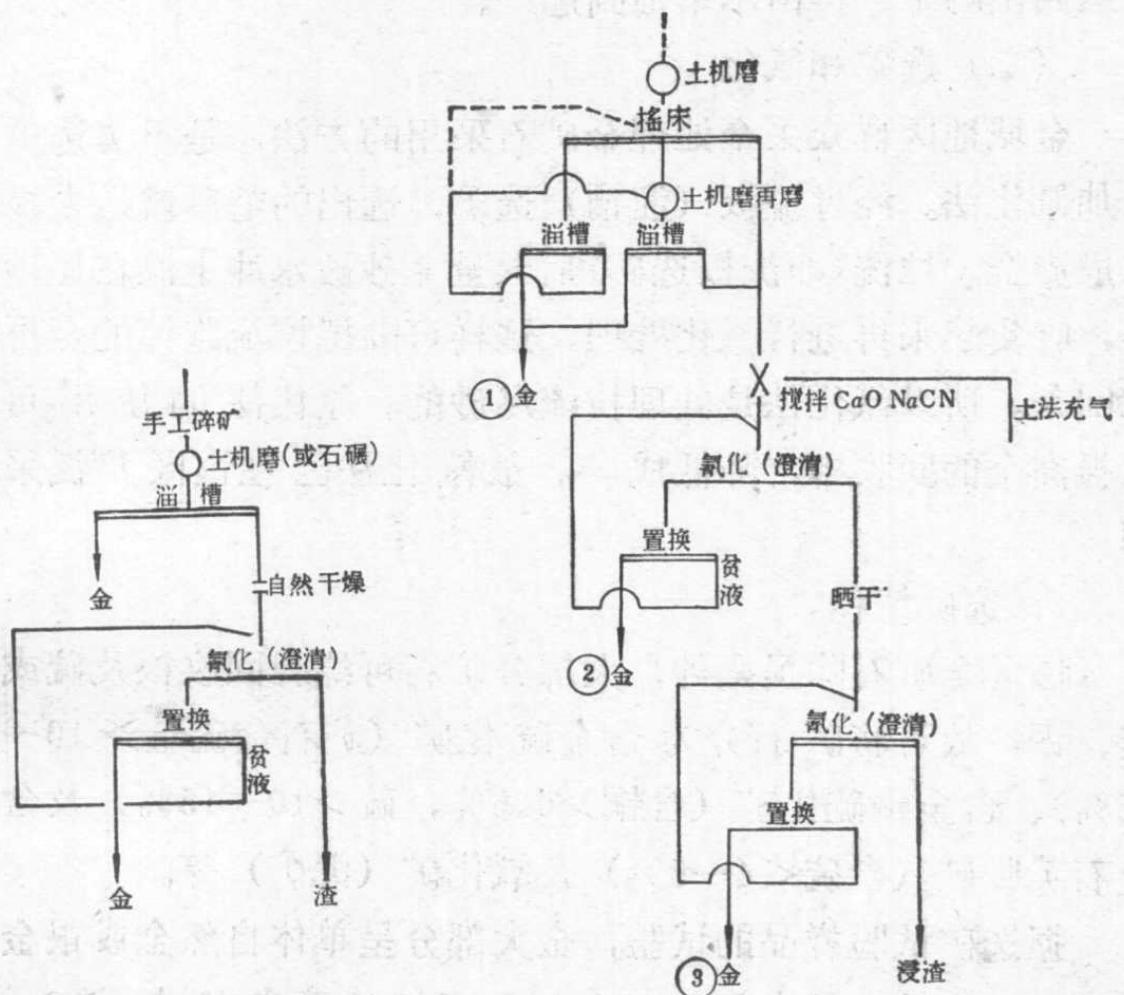


图 51 常用的民采选金流程

图 52 某土选厂选金流程

以上三种选矿工艺流程，基本原理是一样的。重力选矿和氰化作业相当大一部分是用人工方法进行的，选矿过程是连续作业的。整个过程可分为主要作业、辅助作业和服务作业。主要作业是破碎、磨矿、重选（摇床和溜槽）、氰化。辅助作业是干料和粉矿的搬运。服务作业是供水。其详细过程见图54。

2. 选矿设备及工具

破碎工具

手锤：重一斤，用于人工粗碎矿石。

石对辊：柴油机带动。石对辊有大小之分。构造为圆形

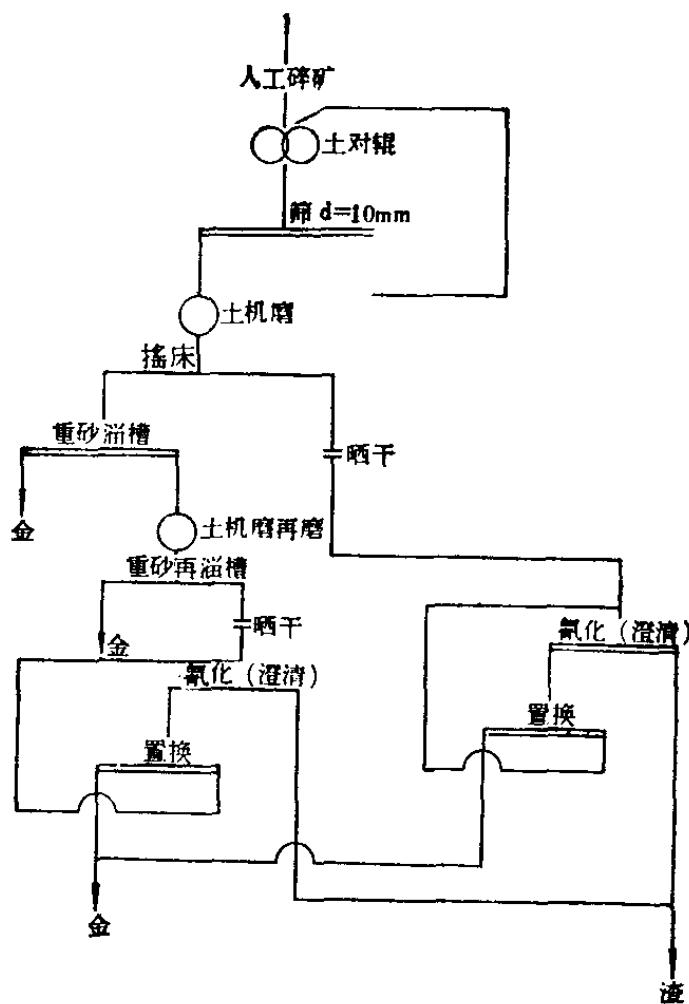


图 53 星火大队选金流程

的长柱，用花岗岩或其它坚硬岩石制成，直径大的约1米，小的约0.5—0.7米。辊长约1米。动力5—10千瓦。轴直径100毫米。转速70—100转/分，见图55及照片6。

石对辊是很好的土法细碎工具。石辊由于两辊轴的间距可以调动，石辊磨损厉害了还可以重新将辊面铲好，一直使用到辊子太小为止。

石磨：有大小之分，均用于磨矿。大磨用于细碎后的矿砂，小磨用于进一步磨细清流后的尾砂。大磨为圆形，用花岗岩等坚硬岩石制成。下盘有8—10个齿，齿深1—2厘米；上盘与下盘大致相同，不同地方是龙口齿通磨眼，好输运碎

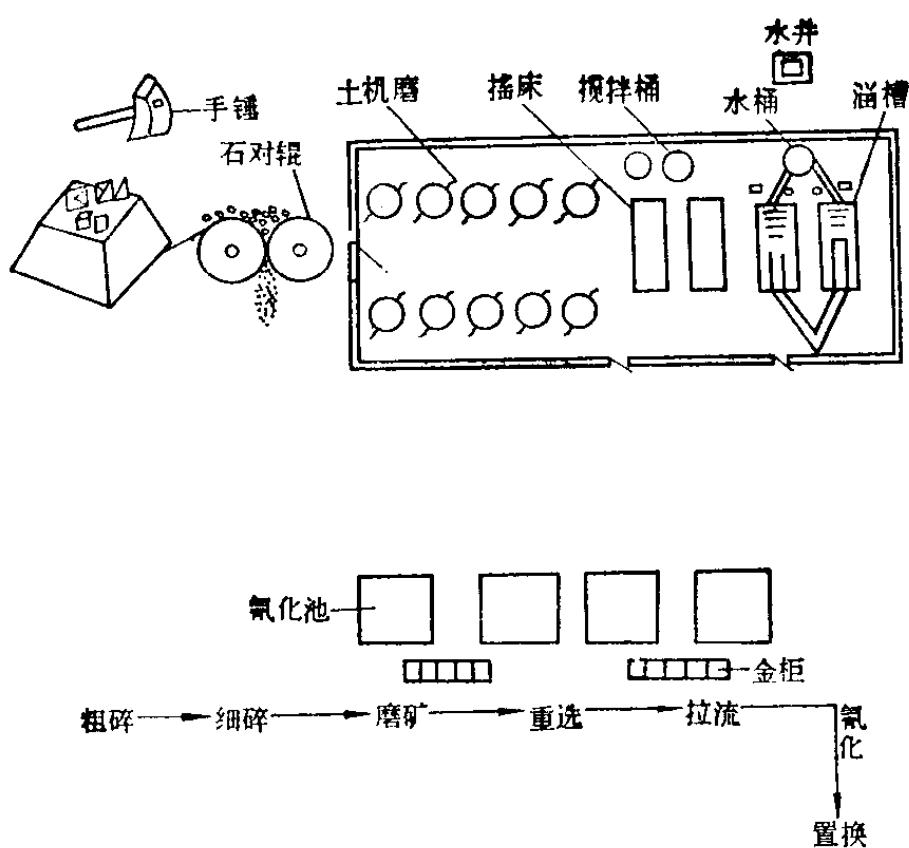


图 54 选矿过程平面图

矿。龙口齿距磨心眼的垂直距离一般为50毫米，其距离大小严重影响磨矿时的轻重与碎矿粒度的大小。石磨的详图见图56。

摇床： 摆床是重力选矿中的一种主要选矿机械。它利用水流在摇床床面上不对称的往复运动及摩擦力的综合作用，根据进入选矿浆中所含各种矿物比重、粒度的不同，在水流的作用下，分选出含金的重矿物。为了提高选矿回收效率，金城地区的某些民采选厂增加了摇床选矿流程。衡阳厂造6-S型摇床构造如图57所示。

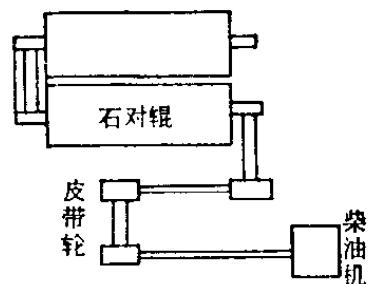


图 55 石对辊示意图

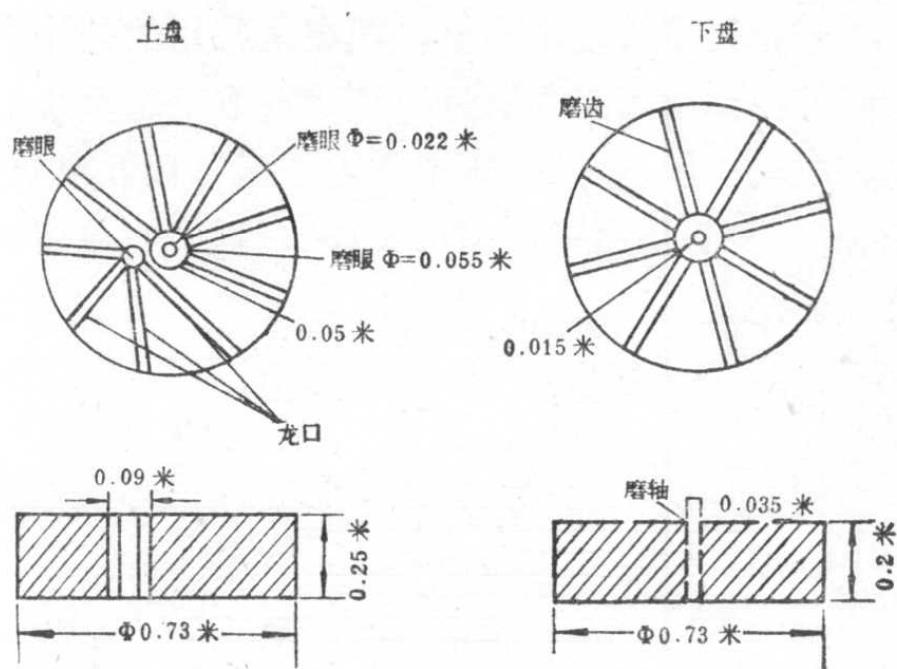


图 56 石磨

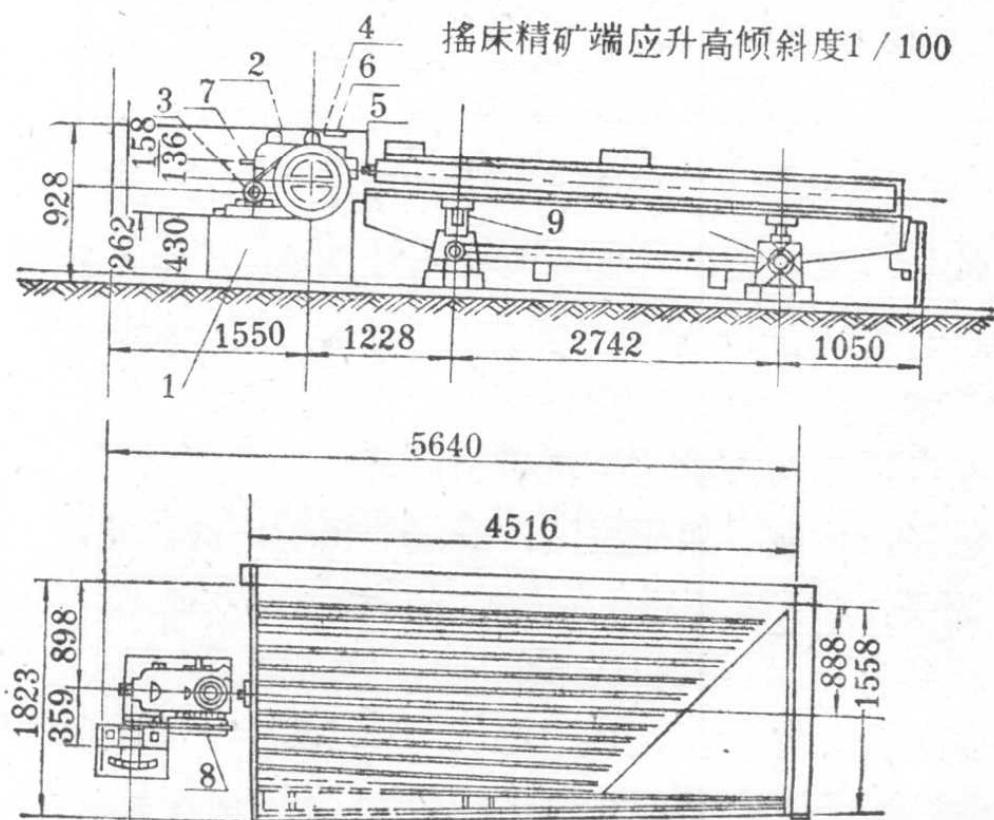


图 57 摆床 (上为侧视图、下为正视图)

拉流选矿设备：

溜槽：可分大溜槽及小溜槽。现在最常用的是小溜槽，为选金主要工具，如图58。通过拉流，选取毛金。小溜槽建造时先砌好斜土台子，上敷一倾斜的木流板（板面粗糙多毛，易于存积金粒），其斜度一般为 $15-18^{\circ}$ ，视矿石中所含金粒粗细等条件而定。

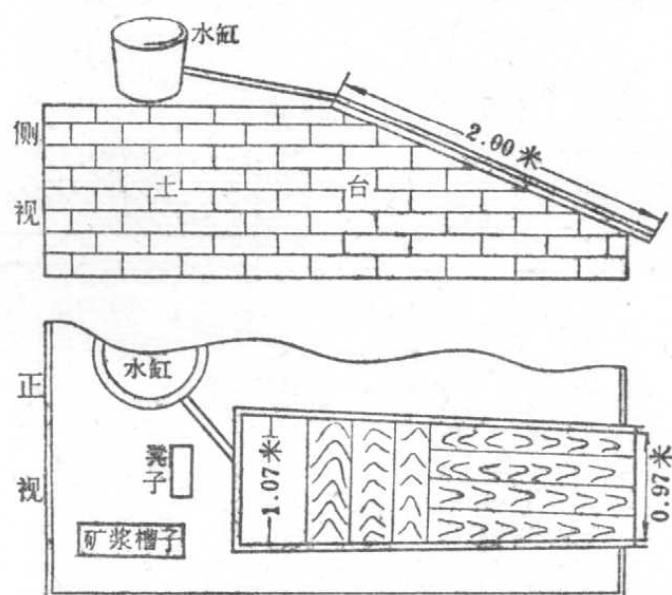


图 58 小溜槽

扒子：木把铁齿（也有木齿的），齿宽及齿间距离均为2.5厘米，齿长19厘米，扒幅27厘米。木把长一般1.4米左右，扒齿与木把成 $70-80^{\circ}$ 的夹角。

条帚：用粘高粱穗脱粒后制成。

槽子：木制。用于拉流、清流的粗精矿的收集。

簸子：用厚9.5厘米的樟木制成。长78厘米，宽36厘米，深约9厘米，底宽15厘米。

细筛：用细铜丝编成，筛孔为0.5毫米。用作粗精矿的筛分。

3. 选矿操作

破碎矿石

采出的矿石经手选后的块度大都在50毫米以上。首先用手锤把矿石粗碎，粗碎后的矿石块度一般均在30—50毫米，然后用石对辊进行细碎。细碎后，小于6毫米的矿粒送到磨矿车间进行磨矿（粉碎），大于6毫米的矿粒重新进行细碎。把原矿粗碎成30—50毫米的矿块，每工班可处理800—1000公斤。石对辊细碎生产率约为6—10吨/台班。

磨矿

将细碎后的矿粒放入斗子内，加入适量的水以便在石磨中磨矿。磨矿时，矿粒（此时成泥状）的加入要均匀。加入的量多则磨重，并且产品的粒度大；加入量过小则生产率低，所以加料工作要由一个有经验的磨工进行。磨细矿石用土机磨最好，金城地区县社及大队采金普遍采用了土机磨，一台12马力柴油机可以带动直径0.7—0.8米的土机磨6—8台，昼夜磨矿1.8—3.6吨。有电力条件的用电动机带动最好。一个加料工可看土机磨二台。一名磨工每工班磨矿约为200—300公斤。

照片7是磨工在给土机磨加料。

摇床选矿的操作

由专人将磨好的矿浆用小铁桶送到搅拌桶（有的金矿是采用槽沟自流至搅拌桶）。然后加水搅拌，桶的底部安一胶管通往摇床的上角盘面，同时向盘面给冲洗水（预先调整好水量）。摇床也要预先通过试验，调整好冲程和主轴转数等，找到分选最好的参数，把它固定下来。

摇床在工作中床面明显分成四个区，如图59。

在操作中，如控制得好，矿砂在精选区第一条床条（沟槽）末端被明显分出，并呈一条稳定的直线与粗选区有明显

的分界，否则表示不良，应调解水量及坡度。

操作因素控制

给矿浓度：浓度与给矿粒度和含泥量有关。如给矿粒度粗、含泥少，浓度则较大，一般20--30%；矿泥床粒度细、含泥多，浓度则较小，一般为15—25%。浓度较小易产生急流与拉沟现象。若粒度粗浓度突然增大，易产生铺床现象。用手摸

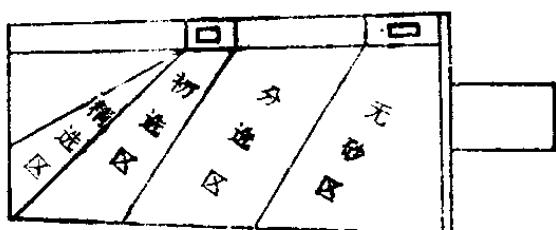


图 59 摆床矿砂分选示意图

或观察床面，如床面有拉沟现象，矿流速度大，表明浓度过小。如矿砂孔堵塞、床面起砂洲(堆)，说明浓度过大。用调节水量和适当控制矿砂量来调节。

给矿粒度：给矿中粒度范围越窄（较均匀），回收率越高。最大给矿粒度一般不超过2毫米，最有效的回收级别为0.15—0.037毫米（即100—400目）。给矿中要尽量减少粗中夹细和细中夹粗的现象。矿砂床发现给矿有粗中夹细，可适当加大水量。发现矿泥床给矿有细中夹粗现象，可适当减少水量。

给矿量：要适当。给矿量过大影响指标下降，过小影响处理量，也使回收率下降。粗选床处理量一般为0.3—1.2吨/台时（矿砂床0.6—1.2吨/台时，矿泥床0.3—0.6吨/台时）。精选床一般为0.2—0.9吨/台时。观察无砂区及分层区，如无砂区边线过短，分层区矿层厚，不见床条，说明矿量过大，相反则过小。用调节水量和矿砂量的方法调节。

横向坡度及补加水：横向坡度与水量密切相关，它与给矿浓度、粒度、矿物比重差及所要求的产品质量有关。一般要求大坡度小水量为宜，但要灵活掌握。粗选一般坡度较

小，精选坡度较大。水量与坡度相对调节。坡度大，水量减小；坡度小，水量加大。

冲程冲次：一般采用冲程为18—24毫米，冲次250—300次/分。矿泥床冲程8—16毫米，冲次300—340次/分。冲程过大，精矿带形成零乱不稳定，精砂损失大。冲程过小，矿砂不够松散，矿带分不清，部分精矿跑入富中矿（紧靠精矿带，含一定数量重矿物的部分），搬运速度慢。冲程不合理，可及时调正，若冲次不合理，最好更换马达皮带轮。

铺床现象的判断和处理

铺床现象往往是在给矿突然变化情况下产生。这时，要求能在最短的时间内判断出来。其方法是观察分层区，若给矿突然增加，最高点凸出水面，有矿砂堆积的情况，就是铺床现象。处理方法是：首先移动精矿截取板，然后加大补加水及横向坡度，直到清除铺床现象再恢复正常操作条件。

摇床用电量不大。平均每个摇床消耗0.6马力，设置电动机容量，可根据摇床规格大小和处理能力取0.75—1马力，最大可取至1.4马力。

摇床生产率不能单纯以处理矿量来计算。据试验，800×4400毫米摇床在不同粒度级情况下的处理量由2.5吨/台日至14.5吨/台日。

小溜板初选操作

小溜板（即小溜槽）操作简单，但掌握好技术则较复杂。

用铁锹将磨好的浓矿浆（或摇床选出的粗精矿）送到流板上端铺开，用扒齿压成一排浅沟，然后放水，水沿浅沟流至流板。同时，将置于流板上端的矿浆扒松，使之顺水流下进行分选。此时，精矿因比重大，不易冲走，积在流板上

端，脉石比重较小，被水冲走，从而使脉石与精砂矿分开，这样一直进行到将上端的矿泥浆选完为止。然后，用条帚将流板下部的脉石扫下（参见照片8），流入毛砂池中，并仔细的把上部的精矿扫入槽子里，这样就完成了这道工序。

操作中应注意放水量。放水量过大则流板上水流速度加快，精矿砂被水冲走，造成精矿损失；放水量过小则脉石不易冲走，达不到分选目的。此外，一次拉流处理的矿浆量及矿浆在流板上分布的均匀程度，都直接影响选矿效果。流板的倾斜度也是决定选矿效果的主要因素之一。倾斜度过大，会造成精矿砂的损失，同时也给分选带来困难。合理的倾斜坡度在实践中确定。

小流板拉流生产率，一般每个工班处理 150 公斤左右的毛砂。

小流清流精选

清流精选作业是用小流板进行的。即将小流选出的精矿砂用小筛（筛孔为0.5毫米）筛分。大于0.5 毫米的矿砂，送至小磨重新磨细。小于0.5毫米的精矿砂就进行清流精选。

小流的清流操作：用手将收集的精矿砂，在流板上端左右摩擦，精矿砂即随水流而下，在流动过程中进行分选。金精矿比重大，易沉积在流板上部，脉石及杂质因其比重小，随水冲走，流至槽子里收集起来（脉石内仍含少量金）。在流板上精矿沉积到一定的数量即停止精矿砂的供应。此时用条帚把精矿扫入碗内，在清扫过程中不时地将脉石扫入槽子里，清扫干净后也就完成了本工序。

在实际清流工作中，清扫过程就是选矿过程。这就要求，必须由有足够经验的、熟练的工人进行清扫工作，否则会造成大量的精矿损失。在有些群众采金单位，小流板初选

和小流精选两工序是合并成一道工序进行的。

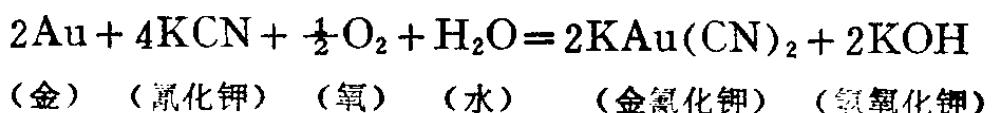
用簸金的方法精选毛金

簸金为选矿的最后一道工序。技术性要求高，专由有经验的老工人进行这一工序。

方法是将清流后选出的精矿放入金簸子内，加入适量清水，用两手搬起，左右摆动，使金子沉于簸子底部。脉石即随水浮起。在摆动过程中，还不时的用右手猛击簸沿，使矿砂悬起便于分选进行。在摆动一段时间后，即将簸子里的水放出，脉石随水流出。随后再加清水，重新摆动簸金，一直进行到选出毛金为止（见照片9）。

4. 氧化

氰化法提取金，是基于金银成分能与氰化物溶液进行化学反应的原理进行的。在有氧存在的条件下，尾砂中的金能溶解在一种叫氰化钠（或氰化钾）的有毒溶液中，使固体的金成为含金的化学溶液，然后用锌丝从这种溶液中将金子置换提取出来。显然，氰化法是一种化学的提金方法。金在氰化物溶液中的溶解可用下式表示：



金在氰化物溶液中的溶解作用，只有在有氧的条件下，才能顺利进行。如无氧的“去极”作用，则金的溶解速度减慢，甚至停止溶解。

氰化法是近代炼金工业最普遍采用的方法。这种方法使我们不但能够采选以石英为主的金矿石，也能开发金粒很细的硫化矿脉、含砷矿脉等。北方一些省区的群众集体采金多用此法来处理尾砂，提取重选后留在尾砂中的金。

尾砂氰化处理过程

含金尾砂，即拉流后的尾砂处理过程，包括主要作业、辅助作业、服务作业。主要作业是尾砂的晒干、装池、挖出尾砂（二次浸出）提取金。辅助作业是干料的运输，每个池内分配物料、药剂的搅拌、尾矿的排弃。服务作业是水和药剂的供应。其流程如图60。

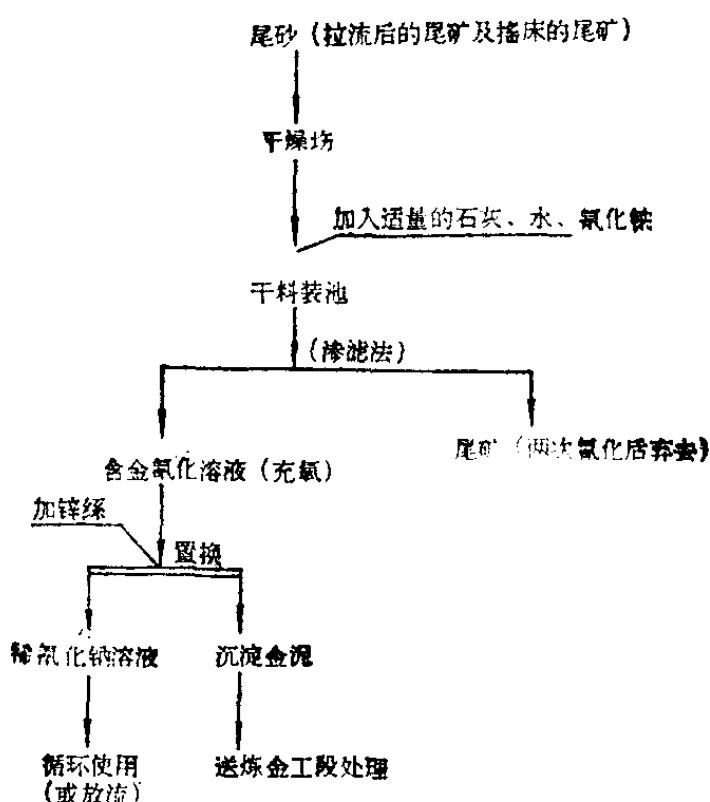


图 60 土氯化操作过程示意图

氯化设备及工具

氯化设备包括水泵（水源）、氯化池（或氯化缸）及置换槽（金柜）。

水泵（水源） 要求建立在氯化车间附近。

氯化池（或氯化缸） 氯化池为氯化含金尾砂的池子，一般用混凝土和砖等材料砌筑成长方形，其规格根据生产量的大小确定。一般长×高×宽为 $3 \times 3 \times 1$ 米或 $2.5 \times 2.5 \times 1.3$

米，池子容量为8立方米（参见照片10）。如果氰化的尾砂量少，可以用氰化缸（即普通大缸）。

置换槽（金柜） 是一个长方形木制或水泥制箱子（图61），箱子用间壁横隔分成几个部分（分室），这些间壁与箱底紧密连接，但没有达到置换槽上缘。又在每一个部分中再建一个间壁，此间壁的上部边缘与置换槽的上部边缘相同，但按水平方向有一定的间隙，而下部边缘不达到箱底。这样的构造是为了使溶液由置换槽的下面进入到每个部分中。在每个部分中装入适量的锌丝。

在氰化时所使用的工具有：石碾（花岗岩等石料制成，用来将干燥场地上晒干的尾砂块碾碎）、铁锹、水桶、条编抬筐、铁制小撮子（用作撮取置换槽中沉淀的金泥）、细筛子。

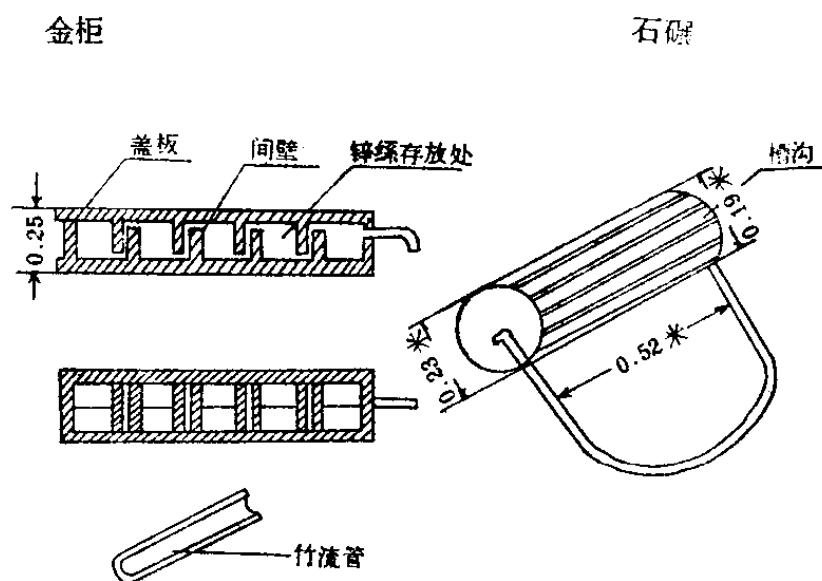


图 61 金柜和石碾

氰化的操作过程

将拉流选矿处理的大量尾砂及摇床尾砂（毛砂）收集起来。对含金硫化矿石，由于拉流后所含杂质及硫很多，给氰

化带来很多害处，须在氰化前进行尾砂投洗。在水池投洗过的尾砂要在露天干燥场上晒干、碾碎，再送到氰化池。

装池的尾砂要加入适量的石灰。如某矿八立方米氰化池加料7吨；加石灰200公斤。混匀后加入氰化钠30公斤，混匀装入池内并放水淹没尾砂。池子装料不能太满。装入池中的尾砂要形成一致的疏散层。装池后将氰化钠溶液倒入池内，溶液慢慢浸过矿砂层。经过1.5—2天，就可以从池底小孔放出含金溶液，经竹流管流入金柜。如在溶液中有较高的硫分，预先要在金柜的头格放入适量生铁，使含金溶液流过生铁，除去溶液中硫分。这一过程约需半天左右。以后将生铁从金柜中取出，再将适量的锌丝装入金柜的各个格子里，各格内锌丝量从第一格向下依次递减。最后从含金氰化溶液中沉淀出金来（参见照片11）。

流过金柜的溶液通过小水车返回来，重复进行尾砂的渗滤，直至池内尾砂中所含的金全部渗滤出来为止。当发现流出来的溶液很清亮，流过金柜时并不与锌丝起反应（不起泡），即表示氰化过程已经结束。从氰化开始到结束，约需7—10天。此时氰化后的废液仍含少量的氰化钠，可留作下次氰化使用。

氰化作业中石灰的消耗量与尾砂中硫化物含量有关，硫化物多，消耗大；硫化物少，耗量少。

含金尾砂的氰化处理是用不同浓度的氰化钠溶液进行的。开始用强溶液（0.1—0.2%），以后用中等浓度的（0.05—0.08%），最后用稀溶液（0.03—0.06%）。在实际操作中可事先制成浓度为0.1—0.2%的氰化钠溶液，经过渗滤后溶液浓度减弱了，经过几次渗滤的溶液，浓度逐次下降。为满足标准浓度，可经常加入氰化钠，但氰化钠溶液实际上很难达

到标准浓度。

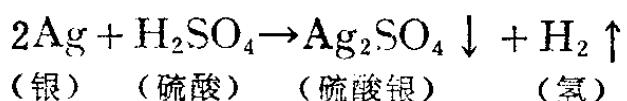
金城地区某矿八立方米氰化池一次投入尾砂7吨，加氰化纳8—30公斤不等，每次产金可达1.5—3两。实践证明氰化钠消耗量与硫化物的含量有关，金品位高，耗量多。

锌丝消耗量大约一两赤金需0.5—0.7公斤。

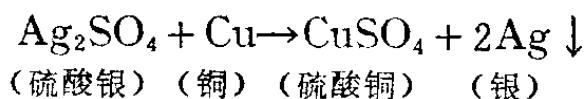
(三) 金泥的熔炼

1. 原理

金的冶炼原理简单。在焙火（即炒砂子）的过程中，主要使金泥中的水分除去，以便于在熔炼时除去氧化物杂质。金与其他化合物加热至摄氏1000多度以上熔化。由于金的比重很大，沉淀到下方，析出毛金。再用火硝、硼砂进行冶炼，将其中杂质分出。金泥中一般都含一些银。提银的原理是应用金不与酸起化学反应，而合金中的银则在加酸后变成硫酸银沉淀。其反应式为：



加铜板到硫酸银溶液中，应用置换原理，铜把银置换出来，提取出银。



2. 熔炼设备及其工具

熔炼金的设备工具主要有：冶金炉、铅锅、敞罐、炒锅、钳子、坩埚（金锅）、坛子及瓷盆等。

炒锅：即一般民用作饭铁锅。用来对金泥焙火（即炒砂子）。

铅锅：有大小之分。大铅锅用来冶炼炒砂后的金泥，而

小铅锅用来进一步冶炼取得毛金。

坩锅（金锅）：用来冶炼毛金，提取赤金。其结构如图62。

蹴罐：用作处理熔炼后的合金溶液——焙烧后之精矿溶液。熔液在蹴罐内承受蹴击使金多沉积于金罐的下方（图63）。

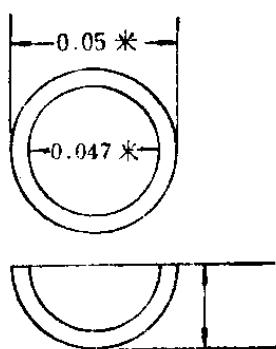


图 62 坩锅

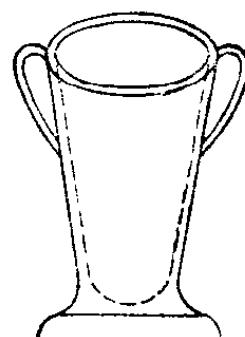


图 63 蹴罐

钳子：有大有小，冶炼金时夹取工具用。

瓷盆：一般洗脸盆即可。

坛子：一般民用坛子，装酸溶液提取银之用。

冶金炉：即炼金炉，是炼金主要设备，是用砖坯砌成的大炉，用焦炭或煤作燃料，利用风匣送风助燃。

3. 金的冶炼操作

炼金的操作方法有两种，即金泥的冶金和金砂的冶金，二法大致相同。所不同者，金砂（即毛金，内含杂质银）冶金是直接在金锅内提炼赤金，工序简单。而金泥的冶金，首先要将金泥放在铁锅里炒红（焙火），然后倒入大铅锅里进行熔化，熔化后再倒入蹴罐里蹴击，金全部沉于蹴罐底部。待熔液凝固后倒出，将金块打下，放入小铅锅内进一步冶炼。冶炼之后，再送入金锅（坩锅）内最后冶炼成赤金。其主要

步骤是：

金泥的提取

金泥是从金柜里取得的。氰化处理后，首先将金柜里的液体排出，再用一细布铺在一细罗（过滤筛）上，并垫上几层毛纸，然后用小撮子将沉积于金柜底部的金泥，倒在纸上包好并进行挤压，使水流出，最后取出金泥送去焙烧。

金泥的焙烧

金泥的焙烧，金城地区农民称为“炒糜子”，即将金泥放入用火加热的铁锅内炒，一直炒红为止。使金泥中的硫化物变成氧化物，然后倒在大铅锅里熔炼。

金泥的熔炼

将内涂油脂的大铅锅预先放在冶金炉上烧红，再将经过焙烧炒红的金泥倒入，加热熔化。待金泥全部熔化成液体，即停止加热。将金泥熔液倒入蹾罐内（内涂油脂），然后用双手提起蹾罐进行蹾击，蹾数次后，因金比重大沉于罐底，杂质浮于上部。待熔液凝固后将金块倒出，再放入小铅锅内进一步熔炼。击落的杂质收集起来送磨矿车间磨细仍可选金。

原金的获得

金泥熔炼后，金内仍含少量杂质。为了除去杂质获得赤金，必须在金锅（坩埚）内再提炼。首先将金锅放在加热炉中加热烧红，再加入少量硼砂粘去金锅内杂质，并检查金锅是否破裂（有裂隙的金锅不能用作提炼赤金）。检查无误后，将毛金金块装入金锅内加热。待全部熔化后，加入少量火硝，析出金液的杂质；然后加入少量硼砂，将杂质分出（硼砂在金溶液上生成气泡，气泡排出，杂质即被带出），一直到金液如荷叶上的水珠一样洁白，即表示杂质完全被驱除。此时停止加入火硝、硼砂。最后将金液倒入内涂油脂的金槽中，

待冷却凝固后即成赤金。

提银足色

在通常情况下，金锅内冶炼出来的金仍然含银，金与银成合金状态存在。由于银的存在影响金的价值，为了提高金的成色，需将银子提出。一般金呈六成时，无需提银，但金呈四五成时，要提银足色。

提银方法有两种。一种是用铜置换硫酸银的方法。首先将小铅锅内放入少量银子加以熔化。待准备提银足色的金金银合金也在这个小铅锅内全部熔化后，倒入盛有清水的坛子内，同时用条帚在坛内搅拌，使倒入的金银液冷却成鳞片状沉淀。随时将这些金银片取出放入瓷盆中，加入强硫酸，银即与硫酸反应生成硫酸银沉淀。此时用一瓷盆扣起，用开水冲洗盆底，少量开水即沿盆沿流入盆内，当瓷盆内水充满后停止浇水，并将盆内稀硫酸倒入罐内，再次浇水，直至硫酸银及硫酸溶液全部冲出为止。此时金质呈软绵状，取出烘干后放入金锅内熔化，除去杂质（加火硝、硼砂、与熔炼时同）。之后将金液倒入金槽内，冷却后即成足色赤金。

银的提取方法是以铜片放入盛装硫酸银的罐子内，经过化学的置换作用生成硫酸铜，银即被析出沉淀。经过熔炼除去杂质，即成纯银。

再一种是不用铜，而是用氯化银法提取银。

将鳞片状金银粒放在缸内，加入浓硝酸生成硝酸银。为了降低硝酸银液的浓度，需加水稀释（每一公斤金银粒加水40—50公斤）。另外再加食盐溶液（是将食盐放在盆内溶解，500克金银合粒加350克食盐），及时搅拌，即产生氯化银的白色沉淀。注意食盐加的不要过量，否则不能生成氯化银沉

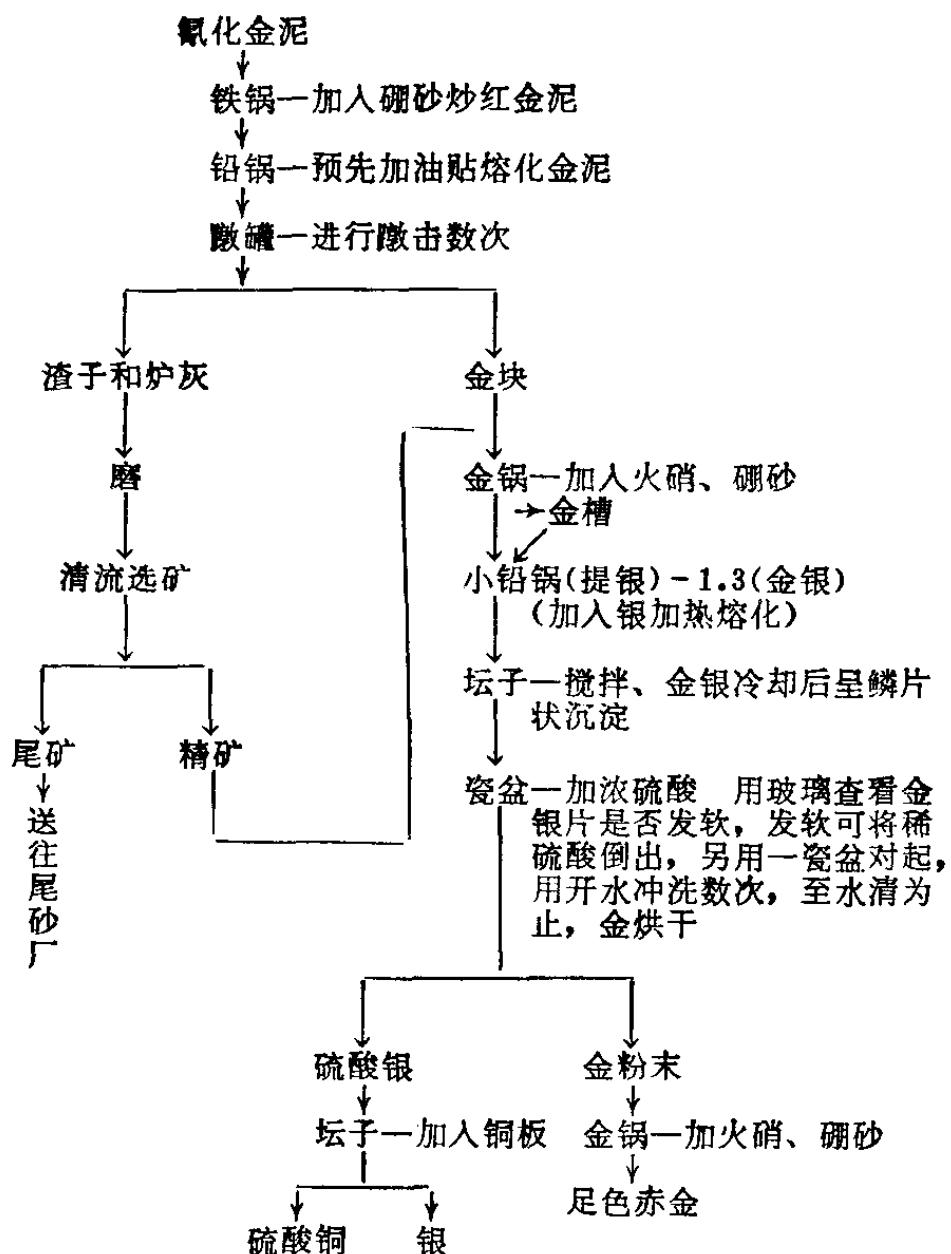
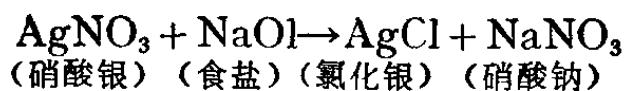


图 64 金泥熔炼过程

淀，银呈二氯化银离子 (AgCl_2^-) 又转入溶液。



氯化银沉淀液，经再过滤，夏季将白色沉淀物晒干（冬

季可用锅炒干，不要急火，以免熔化粘锅）。晒干后的每一公斤粉末，加入150克碱面(Na_2CO_3)、100克小麦粉，混合均匀，装入烧红的坩埚内。装坩埚不要超过四次，每次加入，须在上次加入的氯化银全部熔化后进行。氯化银与纯碱、小麦粉的混合物全部熔化后（最多不超过半坩埚），表面出现一些银珠，这时再加入少量硼砂，去掉杂质，待银珠全部聚集在一起时，便倒在罐内，就变成纯银。小麦粉主要起还原作用。这种方法节省铜的消耗，回收率高，原材料消耗也低。

金泥的整个熔炼过程如图64。其中提银是按铜板置换硫酸银的方法绘出的。

二、砂金矿的土法采选

（一）采 矿

砂金矿的土法开采，根据含金层埋藏深度和所处地形位置的不同，可分为露天开采和地下坑道开采两类。现分述如下。

1. 露天开采

由于含金层的掩埋深度直接影响矿砂的挖掘、提升方法，因此可按砂层埋深分为以下四类：

（1）河面砂金矿 这种砂金是现代沉积砂金矿的一种，属季节性河溪沉积，下雨之后河水上涨，在水流作用下，金粒分选富集，退水之后在河溪局部地段形成规模不大的金的富集坑（点），这种金往往分布在沉积物的表层。开采这种砂金，可用锹、镐直接挖掘。如果沉积物很薄，金子常富集于基岩裂缝中，这时就可用锹、镐剥去毛砂，用条帚沿基岩凹坑裂缝进行清扫，然后用淘金盘淘洗，选出砂金。

（2）埋深1—2米的砂金矿 开采时首先要剥离毛砂，

再开采含金砂层。剥离时使用铁锹一排一排地进行，先剥离第一排（一般宽2—3米）采出砂金矿，再剥离第二排，并将剥离出的毛砂，填到第一排的废坑内，再开第二排的砂金矿（如图65）。

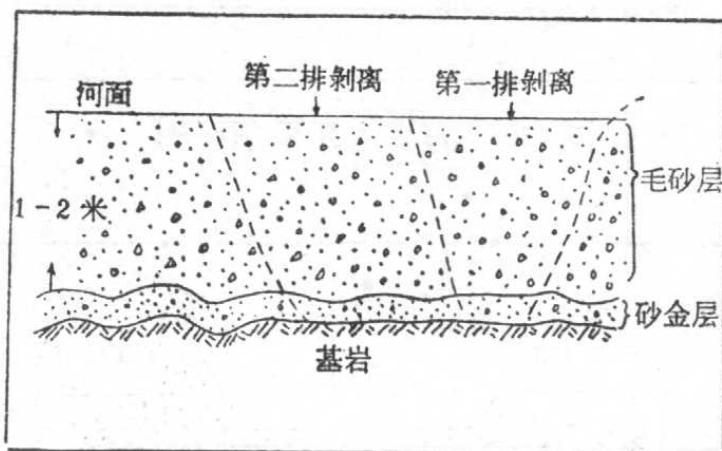


图 65 河床砂金矿剥离程序剖面图

(3) 埋深2—4米的砂金矿 开采方法有两种。一是沟槽法（如图66），人工挖掘，清除毛砂层，然后开采砂金矿。二是阶梯式剥离法，根据埋藏深度剥离两个或三个阶梯，先剥出第一个阶梯再剥离第二个阶梯，剥离第二个阶梯时，土石可翻倒在第一个阶梯，由第一个阶梯倒至地面。之后开采第二个阶梯下面的砂金矿（如图67）。

(4) 埋深4—8米砂金矿 可用打大平塘的开采方法（平塘规格 40×30 米或 60×60 米不等）。先划出开采范围，也可与修建小水塘结合搞，然后进行剥离和开采。浅部剥离可使用铁锹挖掘，深部剥离必须增设提升排水设备。提升方式主要有三种：

挑杆提升法

应用杠杆的原理，在采坑地沿上埋一根木桩，取一根长3—4米的粗木杠，在大致相当于三分之二的位置固定一个铁

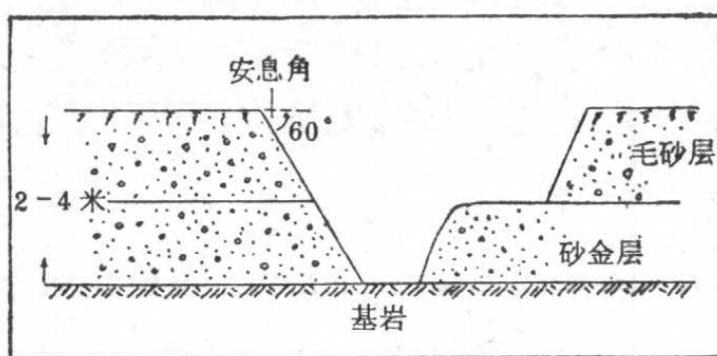


图 66 沟槽法开采剖面图

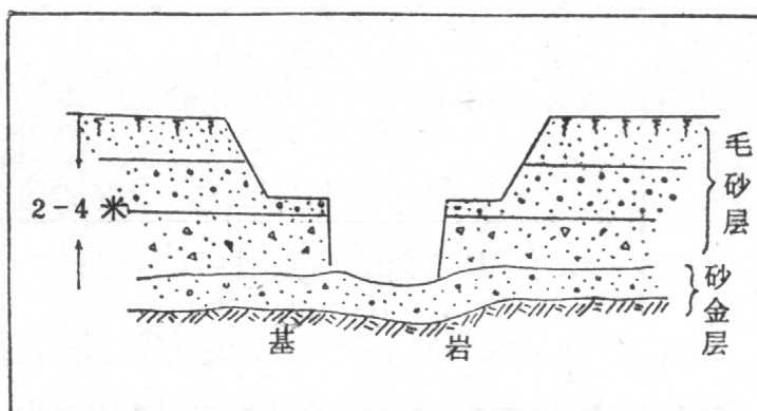


图 67 阶梯式开采剖面图

环，以便与木桩连接。木杠的一端挂合适重物，另一端（相当三分一长度）拴个长0.2米的皮套。另取长3米左右木质坚勒而光滑的木杆（或粗麻绳），一端与皮套连接，一端安上铁钩以备挂提篮（如图68）。此法简单，可就地取材。

空中提升法 在采坑外地面和采坑内各埋设一根木杆，拉上粗铁丝作为提升的跑道，地面用辘辘卷扬，用麻绳或钢丝绳连接提篮和辘辘，用辘辘拉出采坑（如图69）。这种提升方法可在几个方向同时进行。

土吊车法 在采坑外设一木杆，一头伸到采坑上空，一头固定在土转盘上，并在土转盘附近安一辘辘作为卷扬设备，木杆的另一端固定一个滑轮，用麻绳或钢丝绳连接提

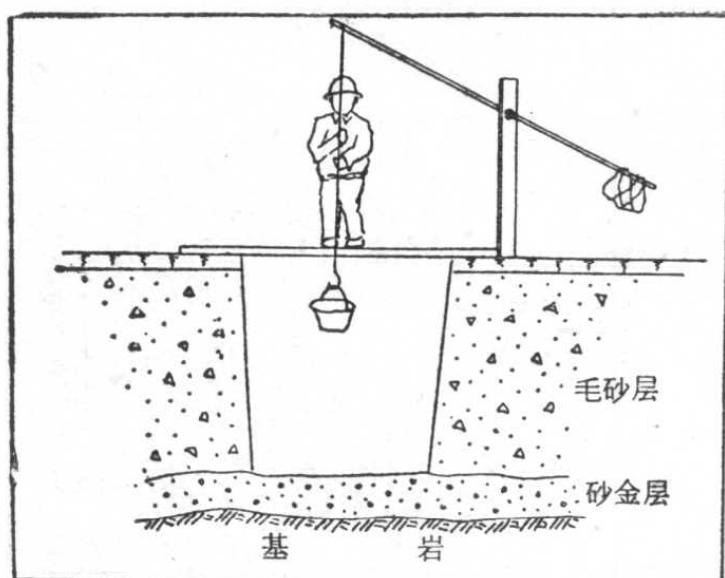


图 68 挑杆提升剖面图

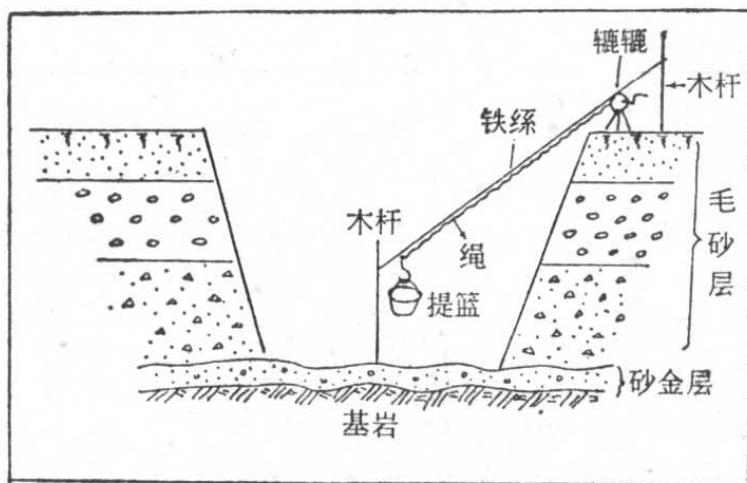


图 69 空中提升剖面图

篮和辘轳，卷动辘轳，提篮被提升到滑轮附近，然后推动土转盘，提篮就移出坑外（如图70）。

近年来，某些产金地区对埋深3—4米以内的砂金矿，用推土机进行剥离。这是半机械化的开采方法，剥离面积大，效率高，并可在几个方向进行。为了配合农田基本建设，采矿尽量和改土造田、疏通河道以及兴修公路、植树造林等结合起来，作到统一规划。

半机械化开采埋深4—8米的金矿可用露天大采坑法，如

图71，人工挖掘，用传送带提升。

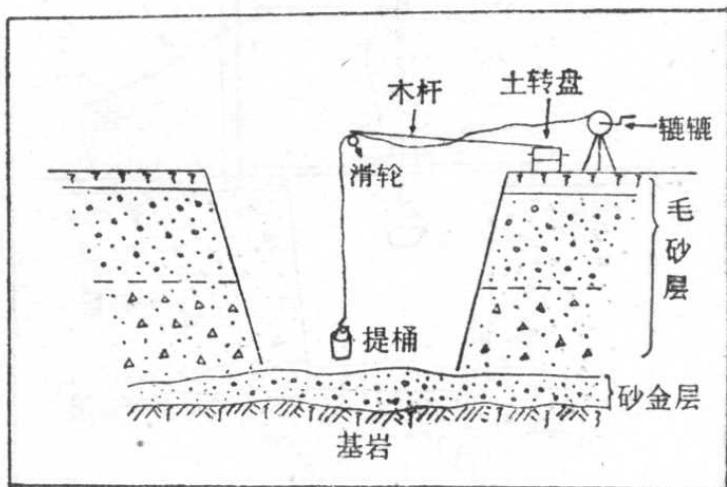


图 70 工吊车提升剖面图

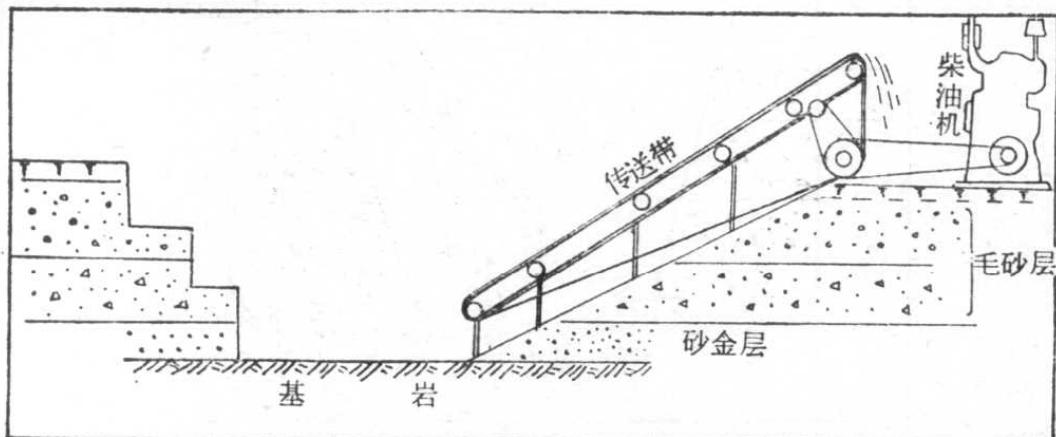


图 71 半机械化提升剖面图

上述露天采矿方法，适用于未胶结的现代砂金矿。由于砂层较松软，向下开采时要有一定的坡度角，这个坡度角就叫“安息角”，一般以 60° 为宜。如果不注意安息角，就容易发生坍塌、片帮现象，造成矿坑工作面缩小或人身事故。采坑中涌水量较大时，要进行人工或水泵排水。假若砂层胶结较牢固或为冻土区，出露地形条件有利、涌水量又不大，亦可进行地下开采。

2. 地下开采

对埋藏较深的砂金矿，要进行地下开采。采矿方法主要用平巷法和浅井法两种。分布在山坡阶地上的砂金矿，多采用平巷法采矿，浅井法则适用于分布在低平地区的砂金矿。这里重点介绍一下浅井法（如图72）。由地表下掘垂直井，边

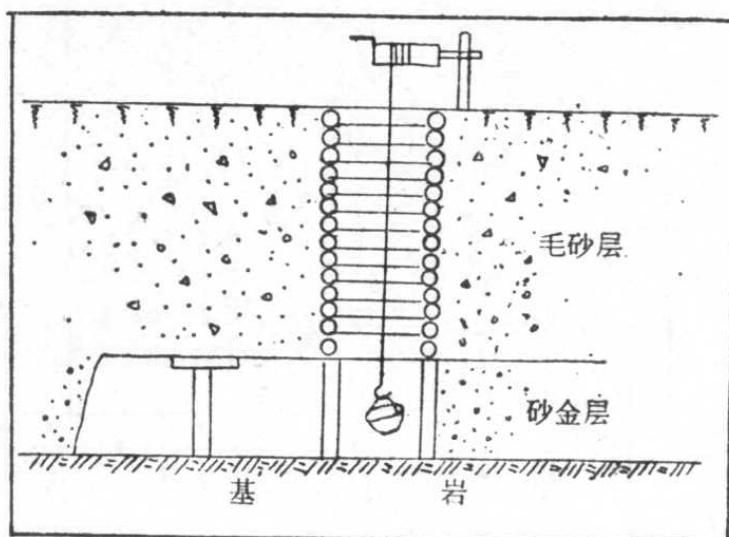


图 72 浅井开采剖面图

下掘，边支护，掘至基岩后，沿砂金层开凿平洞，最后由里而外，由远而近的进行两侧采矿。采用此法开采时，务必搞好支护、通风、排水，确保安全作业。

为了发挥集体采矿的力量，可布设一批浅井实行群采（如图73）。浅井规格以直径0.7米为宜，浅井间距可按 2.5×15 米的网度布置。要注意边掘进，边排水，边采矿，互相协作，提高生产效率。

在地下采掘中若遇有流砂层（指含大量地下水的细砂层），要采取必要的措施，否则会有大量的流砂涌出，造成周围及顶板砂层大面积冒落，严重时能导致局部以致整个井巷工程的报废。处理流砂层的关键是管好地下水。因此在井巷掘进中，要根据流砂层的具体情况因势利导，采取各种办

法排除地下水，从而降低砂的流动性，增强砂层的稳定性。采掘实践说明：如设备、人力条件允许，应尽量预先疏干矿床地下水；若条件不允许，也要尽量创造条件，对矿床进行预先疏干或局部疏干。

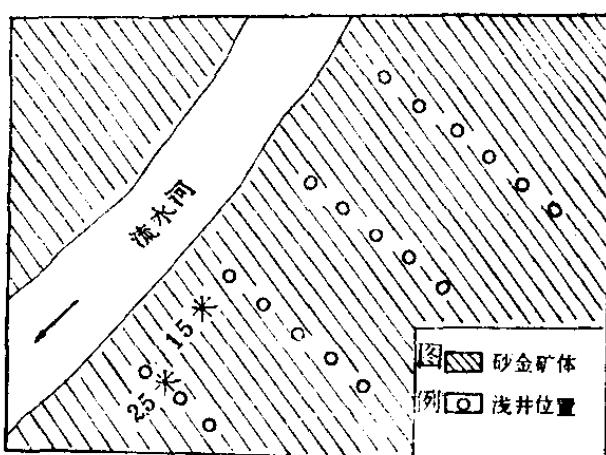


图 73 浅井群采平面图

3. 矿内运输

正规砂金矿选矿场有固定式和移动式两种。为确保固定式选矿正常生产，必须不断地把含金矿砂运至选矿场。运输工具，根据各地条件可用人力小推车、大马车、拖拉机、汽车等。矿砂运至选矿场后，以人工或传送带把矿砂投入受矿装置，清除砾石进行选矿。

(二) 选矿

砂金矿的选矿方法简便易行。兹介绍几种选矿方法如下：

1. 淘金盘法 是最古老的选金方法。在一个不到三尺长的淘金盘里进行选金的全部操作，即碎散、分级、粗选和重砂的最终精选，直到选出砂金。此法工具简单、携带方便、操作容易，适用于采选零星分散的砂金富集点。淘金盘的材料以樟木、椴木、柳木为好，其参考规格(如图74)。

淘金盘法作业包括下列几步工序：正确放置淘金盘，用

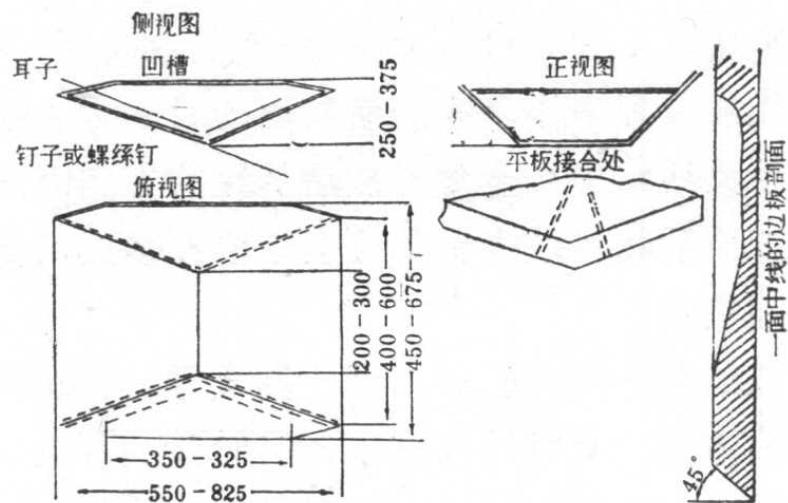


图 74 木质淘金盘

耙子进行擦洗（碎散）作业；除去砾石，使砂金沉集；除去废砂并精洗重砂，簸出毛金并取出精矿。洗选前，将矿砂装入淘金盘，占其容量的60—70%，然后将盘高的一半浸入水内（如图75），将盘斜放，大致与水面成10—15°，盛满水。

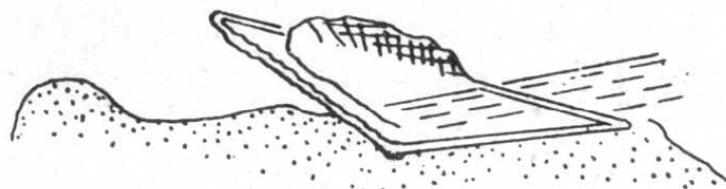


图 75 洗选前淘金盘的放法

然后用手或耙子擦洗砾石，并由淘金盘内挑出。经过连续不停地从盘底到表面用力将矿砂混合搅动（约每秒钟一次），使矿砂团被揉散，细泥处于悬浮状态，砾石被挤到上层，含有金的细矿砂则通过砾石中间的空隙沉到淘金盘的底部。这样，大块在上层，细的在下层。洗选含有微细金粒的砂时，要特别注意，以免将漂浮的砂金损失掉。在这种情况下，不能用耙子来擦洗，而要用手擦洗。假若盘上尚存留有很多未洗净的矿砂，则要反复进行擦洗作业和排除砾石，一直缩减

到盘上的矿量仅1—2公斤。当淘金盘在水面上，以左右100毫米和可能最大频率作急速的横向摆动时，金子就沉下来；这样用双手灵活掌握淘金盘，然后从纵的方向以同样的摆动进行洗选。最后物料按比重和粒度分成许多层，金子和重砂在盘内分别集聚。

对于胶结和难洗的矿砂，可使淘金盘迴旋运动、即急剧的改变盘的方向，有时转向这边，有时转向那边。

洗选废砂（细砂）是极困难和最重要的作业。把淘金盘浮在水面缓缓放入水里，借盘的往复运动配合它的倾斜运动的方法进行。每一次倾斜运动，盘就会带进一些水，使它流向后面的板上，搅动矿砂；然后再使它流到前面，在盘的前部冲洗矿砂。这个过程延续到盘内剩下深灰色重砂为止。为了选出金子，将淘金盘浮上水面，并使它向前成一小坡度倾斜。这样使水在板面分布成薄薄的一层，再让它开始由盘的前边流出。使淘金盘呈摇荡运动（向内摇得慢、向外快），并时常注入少量的水。在惯性作用下，当急速改变淘金盘的运动方向时，金子就会沉到盘的后边板上，而在它的另一边铺着最重的重砂（黑色）。洗出重砂和金子，将淘金盘倾斜到角的一边，同时泼水冲洗底盘上的物料。然后仔细的检查淘金盘，置于水中洗涤，再着手洗选后一批物料。每班终了，将重砂在盘中反复洗选两三次，分出金子来。

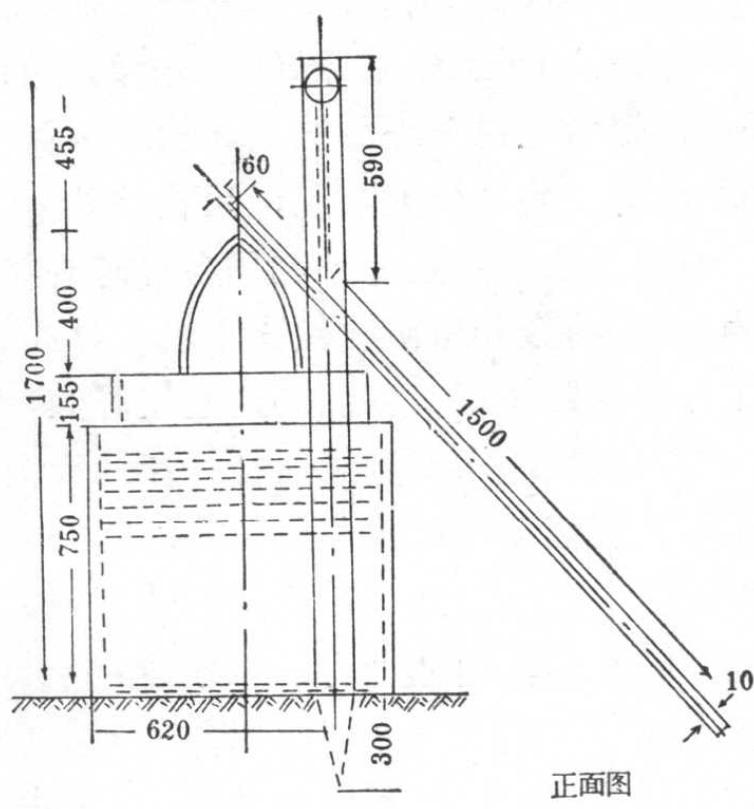
淘金盘上的混汞作业，用于最终精选含微粒金子的重砂。为此，每批矿砂不是选出金子，而只是洗至含有金粒的暗黑色的重砂。这种重砂是在一班内收集起来的。每次装入淘金盘的重砂约2.5公斤，同时注入水银约30克，与重砂一同研磨一些时间，直到所有金子不再吸收水银为止。然后从淘金盘小心地洗出重砂，再收集汞金。经过处理就得纯金。

一个淘金盘每洗一次矿砂，需3—12分钟。淘砂金时，每班可洗100盘；如果工作条件好，一个熟练的同志，可以淘洗到200盘，也就是说一班可洗1.5—2.0吨矿砂。

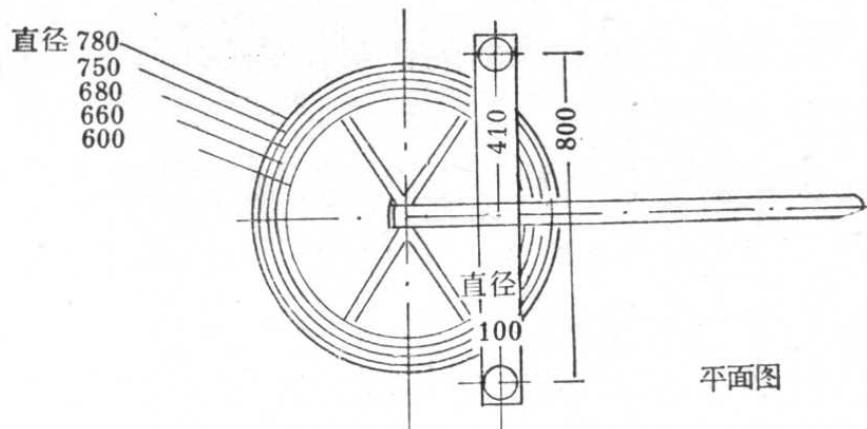
2. 跳汰法 为了最大限度地回收砂矿中的细粒金和重砂矿物，常用此法。这是一种利用各种矿物在垂直水流中沉落速度的差别，将金和重矿物按比重进行分选的原理进行的。

(1) 手摇跳汰桶：如图76，是较好的一种人工操作重选设备。带有筛板的木箱利用连杆挂在杠杆上，然后用人力使它在水中往复摇动，80次/分钟。摇动时必须造成剧烈上升的上升水流，要注意到，在返回运动时一定要慢些，要造成较小的下降水流。周期进行1—4分钟的分选，就这样使矿砂按粒度和比重不同起到分层作用。矿砂在筛内分为上、中、下三层，上层为尾矿，最下层为精矿，此后用铲子将最上面一层铲出，再向筛上加一些新的矿砂。当最下层的精矿集中到一定数量时，即将其排出。这种手摇跳汰桶每昼夜一般可以处理15—25吨矿砂。一般一次作业加入30—40公斤矿砂。筛板的冲程可取25—40毫米。做跳汰运动的槽子容积约250升，处理粒度2—16毫米。

(2) 鼓动水力跳汰机（隔膜跳汰机）：其结构如图77。规格如表9。高压水(3—15米)给到机内后，对橡皮膜施以压力，压缩弹簧的活门而由主管进入机器内，形成上升流；当水进入后，因有一部分静压力变成动压力，因而使作用在隔膜上的压力减弱活门关闭，以后静压力又增加，再使活门打开。这样便形成了间断的上升流，频率的大小可借变换弹簧的压力来调节。因为它是在间断上升流中分选，故一般可选别粒度范围窄或比重差较大的物料。这种跳汰机可以安装在磨矿机与分级机的闭路循环内，同样也适用于粗选



正面图



平面图

图 76 手摇跳汰桶

和精选作业。

(3) 活塞跳汰机：其结构如图78。系由木材或金属制成。①筛网、②活塞、③偏心柄。借偏心柄使活塞上下运动而在筛网室形成交变的上升和下降水流，有时并可在活塞下面接一水管，间断地或连续地给入上升水流和交变水流配合达到分选作用。

3. 摆床法 所处理的物料粒度不超过4—6毫米。揆床选矿不但可以作为一个独立作业，也可作浮选、跳汰以及其他选矿过程的辅助作业。

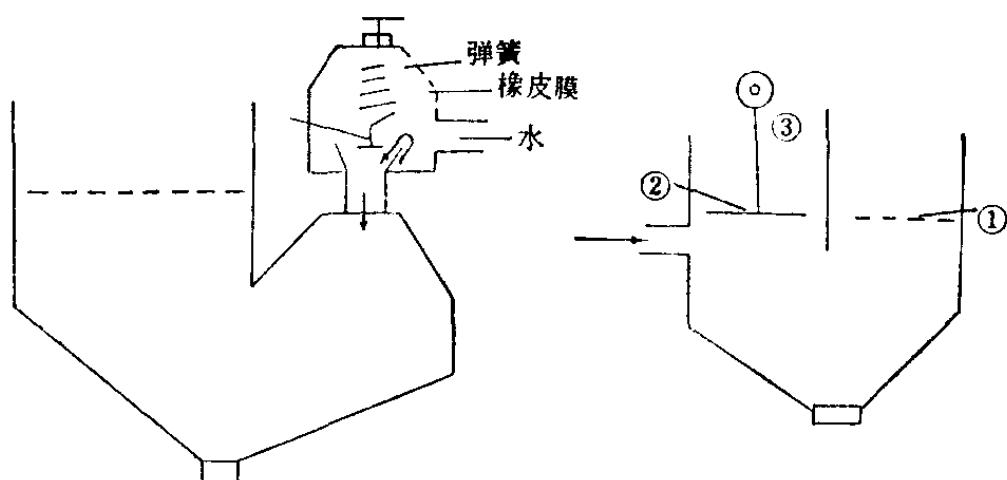


图 77 鼓动水力跳汰机

图 78 活塞跳汰机

表9 隔膜跳汰机规格表

名称及规格	室数	筛室面积(米 ²)	给矿粒度(毫米)	生产能力(吨/时)	冲积(毫米)	冲次(次/分)	补加水量(吨/时)	电动机		
								型号	功率(千瓦)	电压
隔膜跳汰机										
150×150		0.015	0—3	0.1—0.6		420		J0-224	0.4	220/380
双斗隔膜跳汰机										
300×450	2	0.27	—12	2—6	0—26	322	2—4	J02-21-4	1.1	220/380

选矿之前，一般先把矿砂按等落比（水力分级）或粒度（筛分）进行分级，实际上水力分级比筛分更常用些。揆床按照所选矿石的种类、分为矿砂床和矿泥床两种，二者机械结构相同，只是床面不同。

(1) 手摇摇床和脚踏摇床：在没有电力情况下，可用手摇摇床(图79)和脚踏吊式摇床(图80)。这两种摇床摇动方式不同，前者只能带少量床面，后者带得多。一人脚踏可以带动4—10台，摇床转数为160转/分，冲程为20—30毫米。若床面尺寸是2米×1.2米的摇床，一台摇床的处理能力为2吨/日。

图81为矿物在摇床上的分选示意图。由于摇床的纵向运

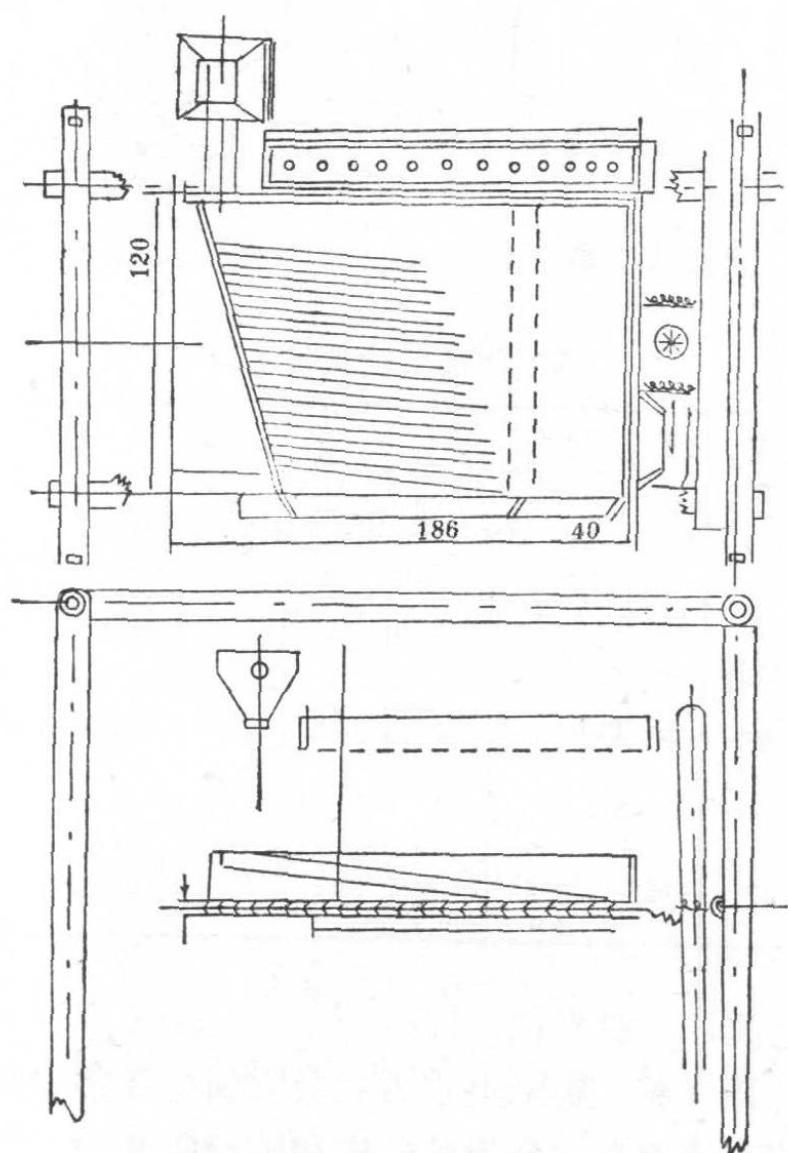


图 79 手摇摇床

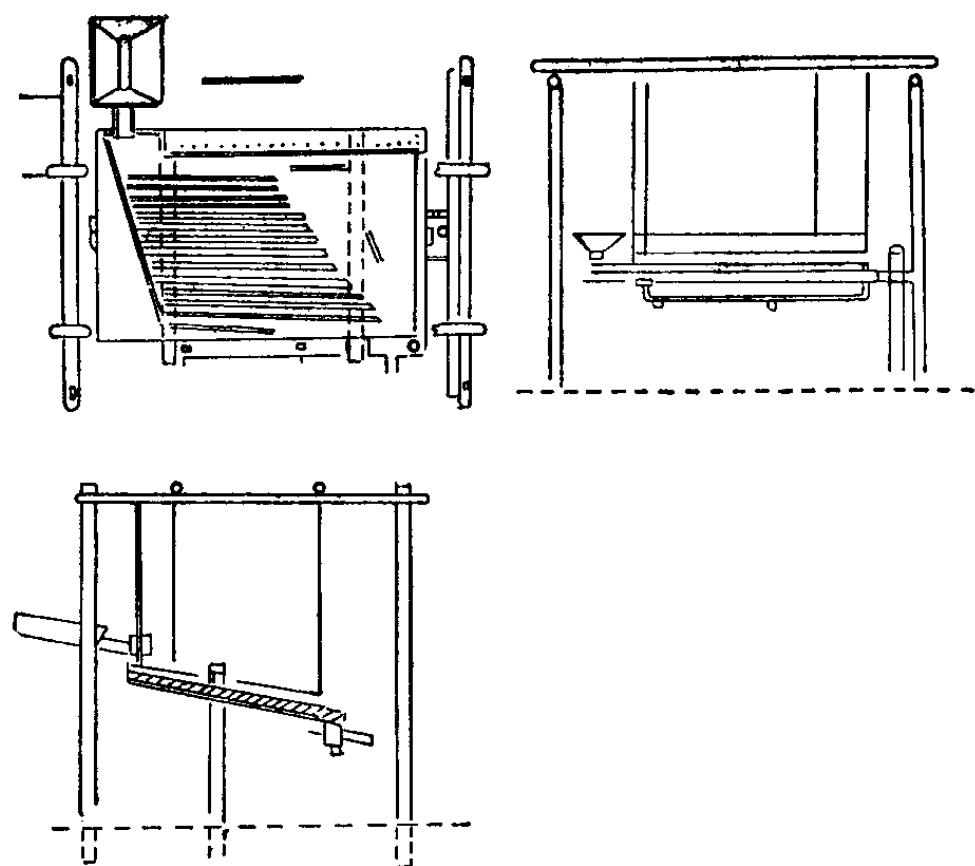


图 80 脚踏吊式摇床

动和洗水的横向压力，矿粒在床面上形成一个由三个矿带组成的扇面：上面一条带含较重的矿物——精矿，中间的含连生体（即还没有和金分离开的脉石矿物），即为中矿，下带则含较轻的矿物——尾矿。

（2）摇床：摇床由电动机带动，因为床面大，所以在前进行程的最后一刹那间停止时，所有位于其床面上的矿砂，由于惯性力的作用，继续向摇动方向前进。而手摇摇床或脚踏摇床，则由于传动仅是作纵向往复等速运动，因此不能象电动摇床那样使矿砂在床面上前进时爬坡，而应下坡。土法的摇床纵向坡度应该这样设计：使给矿的一端高，排矿的一端低，一般在 $1-2^{\circ}$ 为宜。它的横向坡度，随处理物料粒度的粗细不同而有所变化。当处理粗粒时横向坡度应大些，相

反，则小些，一般为 $3-5^{\circ}$ 左右。在操作过程中，床面上的矿粒集中在给矿的一端或补充水端时，不能很好地分布在床面上起分选作用。应尽可能的调整摇床的坡度，不应随便加大补充水量，因为两者的调整所达到的目的是一样的，而这样可以节约用水量。

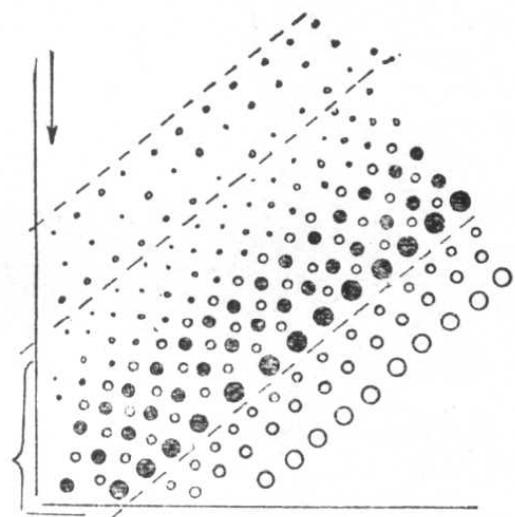


图 81 产品的扇形分布图

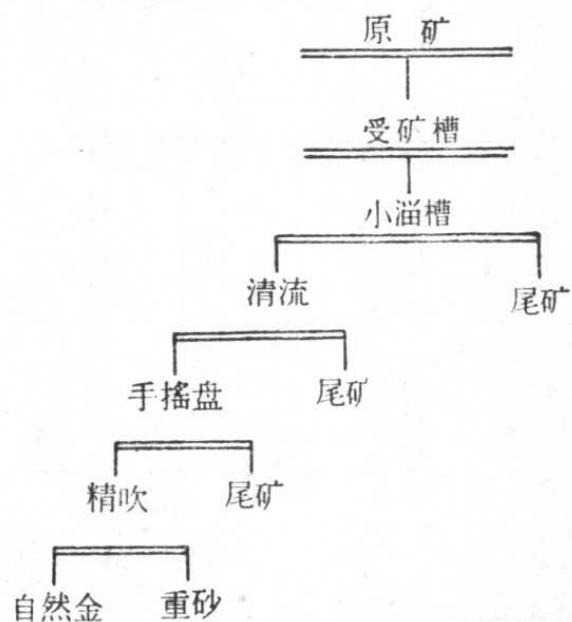


图 82 小溜槽工艺流程

4. 小溜槽法 是目前推广使用的一种土法选矿方法。小溜槽结构简单，经济效果又好。生产工艺流程如图82。这种小溜槽的选矿特点是：

(1) 处理矿砂量大。每台每天可处理矿砂 8—12 立方米，比手摇淘金盘高十几倍。

(2) 回收率高。如使用得当，回收率可达60—70%，而手摇淘金盘只有30—50%。

(3) 劳动条件好。劳动强度小，操作人员可以站在地面连续给水，连续给矿。避免站在水里操作。

(4) 制造简单容易且不用动力。是社、队土法开采砂金

矿一种较好的选矿工具。小溜槽的具体结构如图83。

溜槽体长4米、宽0.6米、高0.16米，安装坡度8.7—12.2%（即倾斜5—7°）；格筛由直径15毫米钢筋组成，格条间距15毫米。溜槽体结构严密无缝，支架牢固；在地形允许的条件下，可把溜槽放置在砂矿底板上。

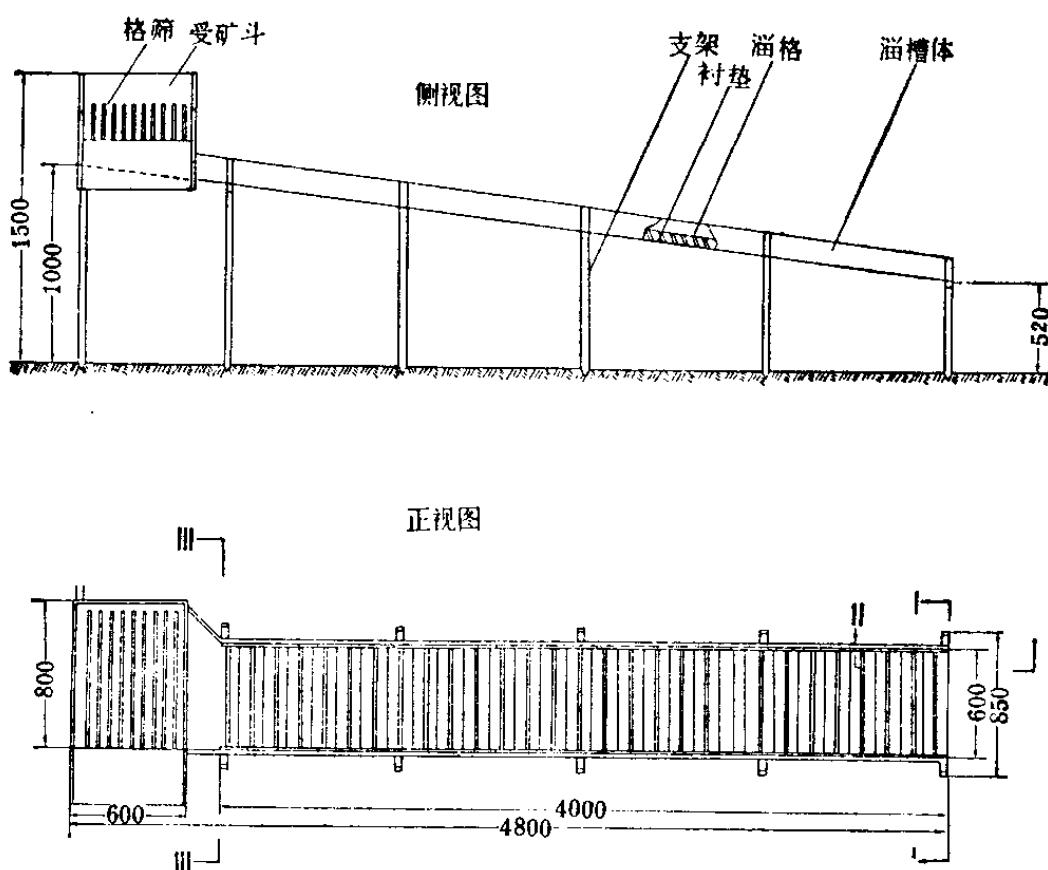


图 83 小溜槽结构图

操作时，先在溜槽底上铺衬垫（麻袋布、粗布或特制的橡胶板），衬垫尺寸同溜格。在衬垫上部放置溜格，再沿溜格两侧放置压条，并用楔子紧固。木质溜格与衬垫须贴紧，防止砂层流动。水砂比10—15:1，即每处理一立方米矿砂最少需水10—15吨。人力给矿，利用自然压头水流（或水泵供水）冲洗矿砂，用铁耙在格筛上进行碎解，自然块金可在格

筛上手选。为防止泥砂在溜格中淤塞过紧，经常用钉耙顺溜格（即垂直水流方向）松动砂层。一般4—8小时清流一次。清流时，先打开楔子，取下压条，溜格（用水冲洗），将溜槽精矿连同衬垫取下，冲洗衬垫；最后用淘金盘回收砂金。

5. 大溜槽法 此法是近期试验成功的一种新方法，其工艺流程如图84。与上述小溜槽相比，增加了简易水枪洗矿，使泥团松散；增加弧型筛、横格筛，起到了进一步洗矿的作用，有利于砾石和泥砂的分离；对溜格也进行了改进，有利于提高回收率。这种方法适用于较大规模的采选。

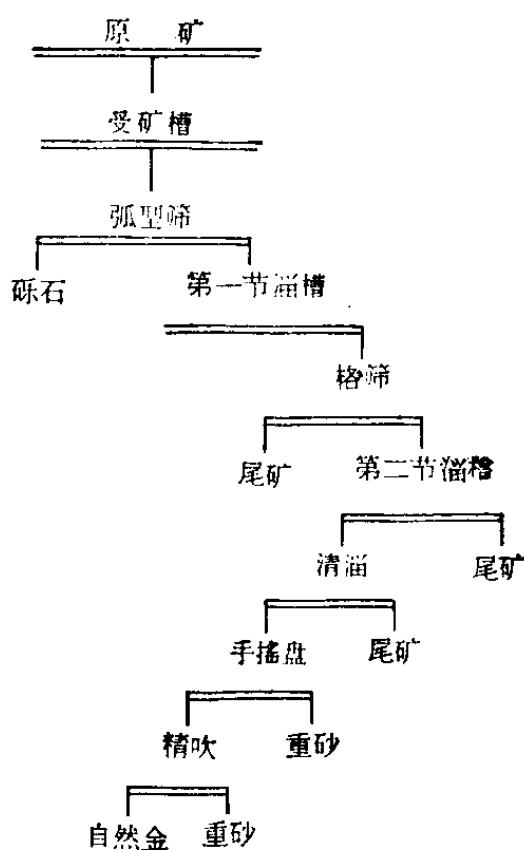


图 84 大溜槽工艺流程

6. 皮槽螺旋选矿机法 这种选矿机是将溜槽弯成螺旋形状(如图85)，其断面成椭圆形。给入螺旋槽的矿浆向下流

动，在离心力、摩擦力和重力的作用下，在槽内偏移到它的外缘。粗而轻的矿粒，靠近槽的外缘，细而重的矿粒靠近槽的内缘。螺旋槽上的矿浆流好似淘汰盘(摇床)上的矿物呈扇形分布一样。如图86。螺旋槽设截取器截取重矿物，最后槽子流出尾矿。在砂金矿的选矿中使用这种工具，主要是为了回收大量的重矿物。

这种选矿机可由4—6个用废的汽车外胎胶接而成，联结螺距应一样，内部光滑平整(与火补轮胎一样)，放在支架上，最好是螺距能调节。截取器是一个直径50毫米的管段，管段上部开有一个孔口，在孔口两侧有两个与矿流相对的刮板，伸向外缘的刮板随所截取的重矿物数量可以调节。截取器的位置和个数可视螺旋槽内敷设冲洗水管而定。补加冲洗水时，要使水均匀流过槽的内缘进行冲洗。

这种选矿机可处理6—0.1毫米的物料，下限为0.07毫米。这种设备构造简单、操作维护容易、生产能力大、不消耗动力，处理比重大于4的重砂矿物回收率达97%，自然金达96%。

关于砂金的熔炼，见本章脉金矿的土法采选金泥的熔炼

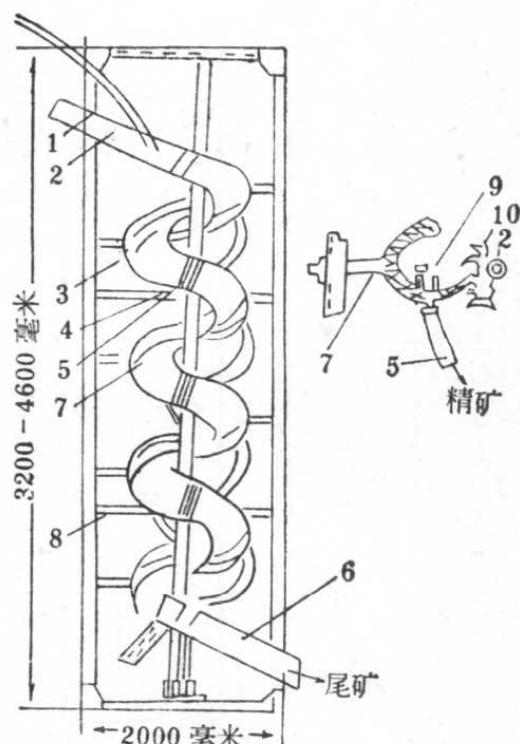


图 85 皮槽螺旋选矿机

1—给矿斜槽；2—冲洗水的软管；3—螺旋槽；4—螺旋槽螺旋的法定盘；5—截料器的软管；6—排矿斜槽；7—槽与架子的装固装置；8—架子；9—截料器；10—冲洗水的旋塞

有关部分。

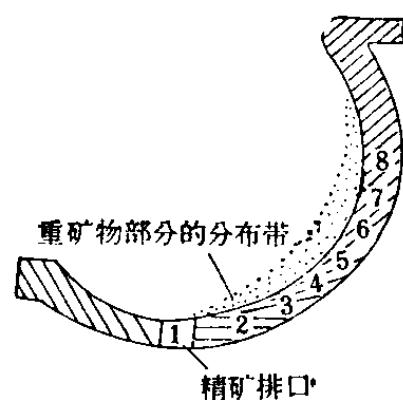


图 86 矿浆流在螺旋槽的截面上的分布示意图

第七章 金的化验

为了准确确定矿石中金的含量，在探采阶段和进行小规模开采以后，都要采集有代表性的样品，进行化验分析。

金的化验方法大体可分为火法和湿法两种。两种方法的主要区别是在化验时，对金的富集方法不同。

火法是经过对样品的熔炼，形成铅扣富集金。湿法是将溶解出来的金用活性碳吸附富集金。

火法设备较复杂，就象小型炼金一样，成本高，化验速度慢。湿法设备简单，成本低，速度快，所以火法试金已逐渐被湿法所代替。湿法中，用活性碳将金吸附后，也有不同的化验方法，如孔雀绿或结晶紫比色法，碘量法或氢醌（音昆）容量法等。

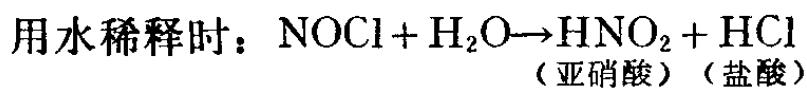
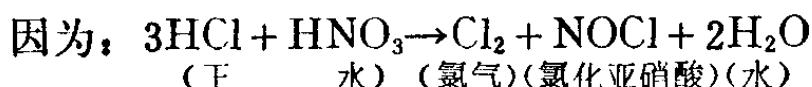
本章介绍湿法分析中的氢醌容量法。除定量分析外，并介绍一下金的野外半定量分析方法。

一、金的氢醌容量法测定

（一）方法原理

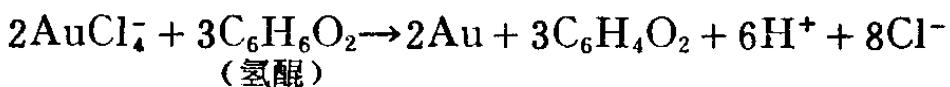
将矿石样品中的金用王水溶解，在酸性溶液中，用活性碳将溶液中的金全部吸附，然后灼烧，灰化。再用王水溶解金，将金氧化呈三价状态，蒸干。在酸碱度（pH值）为2.5的磷酸盐溶液中，用联苯胺做指示剂，用氢醌作为标准溶液进行滴定。

金在王水中的反应如下：



亚硝酸可使三价金还原，所以在水浴蒸干时必须蒸至无酸味，除尽氯化亚硝酸 (NOCl)，以防结果偏低。

氢醌 (即对苯二酚) 与金的反应：



(二) 样品的加工

由于化验样品要求粒度比较小，所以化验前要把样品粉碎。所取金矿样原样一般重一两公斤，有的甚至四五公斤以上，而化验时一般只要30克就够了。这样，如果将原样全部碎至所需细度，一方面工作量大，同时也不必要，只取出少量样品进行加工处理即可。

为了使最后用来化验的少量矿粉能代表整个原样，这就不仅需要对原样初步粉碎，而且在加工中要不止一次地将矿样混匀、缩分。所以样品加工一般包括四个工序，即粉碎、过筛、混匀与缩分。混匀样品时，可将已粉碎、过筛后的样品，放在正方形塑料布或油布上，然后拿着塑料布的两个对角进行折叠混合，混合后再拿另外两个对角混合，这样反复进行多次，直到样品均匀。样品每次缩分后，只留四分之一，丢弃四分之三。因为进行了混匀，保证了留出的样品的含金量，代表了原样的含金量。

在样品加工中，究竟最后要缩分几次，应该留出多少矿

粉呢？我们一般都遵循一个从经验中总结出来的公式：

$$Q = Kd^2$$

式中： Q ——表示缩分后应留出样品的最小重量，以公斤为单位表示。

d ——为样品中最大颗粒的直径，也就是所通过的筛子筛孔的直径，以毫米为单位表示。

K ——是矿石的特性系数。金矿一般取0.4就可以了，但遇到含粗粒金（直径大于0.6毫米）的金矿石， K 值就应取0.6—0.8。

这个公式总的意思就是：样品经粉碎，通过了直径为 d 的筛子后，经混匀缩分，最少要留出 Q 公斤的矿粉，样品才具有代表性。

以上介绍的是样品加工基本知识，下面将具体操作过程介绍一下：

先将矿样称重并记下重量，然后用捣臼将样品捣碎，使样品全部通过20号筛（筛孔的直径为0.84毫米）。然后在塑料布上对角将样品充分混匀（对角混合数十次）。混匀后进行缩分，即将样品摊平成圆形，再用十字形板，把样品分为四个等分，若留取二分之一，即将其中一份连同对角部分留出，其余部分扔掉。若一次缩分后样量还大，可再行混匀、缩分，直至留出不少于按公式 $Q = Kd^2$ 计算出来的重量为止。然后将样品在70—75℃下烘干，再用药碾子将样品碾细，并用200号筛子（筛孔直径为0.074毫米）过筛。通不过筛子的部分，再用碾子或研钵研细，直至全部通过200号筛。将碾至200号的样品充分混匀（对角混匀约150次）即可。

整个样品加工过程应仔细操作。不要使样品损失。样品经过一系列的加工处理，累计损失不得超过总重量的5%。

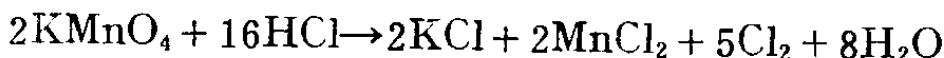
缩分样品时，每次缩分重量的误差不得超过 2 %。

(三) 试剂制备

1. 王水：三份盐酸与一份硝酸混合均匀而成（用时现配）
2. 1:1王水：用新配的王水与等体积的水混合即可
3. 盐酸：甲、工业盐酸
乙、分析纯盐酸
4. 硝酸：甲、工业硝酸
乙、分析纯硝酸
5. 磷酸：分析纯
6. 活性碳：二、三级均可（粒度最好200目左右）
7. 20%氯化钾：称取20克氯化钾，溶于100毫升水中
8. 10%的磷酸二氢钾缓冲溶液：称取 10 克磷酸二氢钾溶于 100 毫升水中，加入浓磷酸 3 毫升（磷酸及磷酸盐均要先检查，保证无还原性物质；如果有，可加入适量的氯水氧化。煮沸赶尽氯气，用联苯胺作指示剂进行外检查，直至此溶液 5 毫升加一滴联苯胺不变黄为合格）。然后以磷酸或氢氧化钠溶液调节pH值为2.5（用pH试纸检验）。冷却后 蒸发掉的水分再用纯水补充至原体积。

9. 氯水的制备：

以高锰酸钾加盐酸即得，其反应如下：



制备时，先于烧瓶中加入10克高锰酸钾，由分液漏斗中慢慢加入比重为1.19的纯盐酸，即得均匀的氯气流。最好先打开烧瓶放气孔，将瓶内空气排出，然后氯气缓缓注入事先已盛有 300 毫升的纯水瓶中，使液体呈现黄绿色为止（此实验须在通风条件下进行，以防氯气中毒）。

10. 0.1%联苯胺指示剂：称取0.1克联苯胺，先用数滴冰醋酸溶解后，用水稀至100毫升（由于联苯胺不纯，在配制前，须将联苯胺溶解于热水中，加入少量活性碳，吸附有机物质、趁热过滤，冷却后联苯胺结晶析出，在105℃烘干备用），或直接采用盐酸联苯胺指示剂。

11. 标准金液的配制：称取化学纯氯金酸2克（含金量48%）用水溶解，加入83.3毫升分析纯盐酸，稀释至1000毫升，呈1当量的盐酸溶液，再用重量法标定。

标定手续：用吸液管吸取50毫升标准金液（100微克/毫升），注入250毫升烧杯中，然后加入20—30毫升30%亚硫酸溶液，放在水浴上加热半小时至一小时。待溶液澄清，使金全部沉淀以后，用致密定量滤纸过滤，以5%盐酸洗5次，再用蒸馏水洗至无氯根，把洗好之沉淀包好，移入已恒重的坩埚中烘干，灰化。放入500—700℃的高温炉中灼烧半小时称至恒重，计算每毫升金的含量，再取此母液稀释至每毫升相当100微克金。

12. 标准氢醌的配制：准确称取分析纯氢醌0.8370克溶于400毫升水中，加入浓盐酸20毫升，用水冲稀至1000毫升，摇匀，此液每毫升相当于1毫克金，每次使用时都必须用标准金液进行标定。

标定手续：用吸液管准确吸取5毫升标准金液放入25毫升坩埚中。加入新配王水2—4滴，在水浴上蒸发一会。加入20%氯化钾2—3滴，继续蒸干。加入数滴盐酸，再蒸干

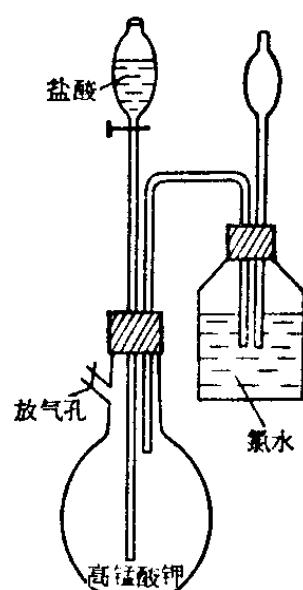


图 87 氯水的制备

至无酸味。取下放置10分钟左右，加入pH=2.5的磷酸盐缓冲液5毫升，用标准氢醌液滴入2—3毫升，加入联苯胺指示剂二滴，继续滴至终点，计算每毫升氢醌，就相当于金的微克数。

(四) 分析手续 称取通过200筛目的样品30克放入250毫升烧杯中，用水润湿。(对含硫较高的黑矿样须稍加入点王水与样品作用一会，用吸液管吸取工业发烟硝酸处理样品至黄色)。加入1:1稀王水120毫升，摇匀，盖上表皿，放在已预热的电热板上加热煮沸，使样品全部分解，并继续加热煮沸、去掉大部分酸，保持溶液体积约30毫升左右。取下稍冷一会、吹洗表皿，把矿渣搅起来，用布氏漏斗和500毫升抽气瓶抽气过滤。以自来水(或井水)冲洗烧杯，并用橡皮玻璃棒擦净杯壁，以水洗净。再洗漏斗上矿渣，至滤液无色，将滤液倾入预先放有0.5克活性碳烧杯中，用水洗净抽气瓶，稀释体积至200毫升左右，经充分搅拌，使活性碳对溶液中的金进行吸附。待20分钟后，再加入0.5克活性碳、再行充分搅拌，放置。待活性碳下沉，用定性滤纸以长颈漏斗过滤，用小片滤纸擦净玻棒及烧杯壁，以5%盐酸洗7—8次，再以蒸馏水洗5—6次以洗净铁离子。将滤纸包好活性碳。移入18—30毫升坩埚中，低温烘干灰化(即把滤纸和活性碳都烧成白色)。并在700℃将活性碳烧净、取出冷却，加入1毫升王水，3滴20%的氯化钾，在水浴上蒸干加入数滴盐酸、再蒸干至无酸气味。取下稍冷，加入pH=2.5的磷酸盐缓冲溶液5毫升，联苯胺指示剂一滴，用氢醌标准液滴定至溶液不再呈现黄色为终点。

$$\text{计算：金的含量 (克/吨)} = \frac{T V}{G} = KV$$

T : 氢醌标准液对金的滴定度 (微克/毫升)

V : 滴定时消耗氢醌的体积 (毫升)

G : 试样重量 (克)

K : 常数, 即 $\frac{T}{G}$

注意事项:

1. 溶矿应在高温电热板上进行, 使矿样随着沸酸翻腾起来, 保证样品全部溶好。否则结果会偏低。
2. 对碳酸盐或硫砷矿可酌量多加王水。
3. 试样分解后, 滤液中如有白色氯化铅沉淀析出, 可将体积冲稀, 待氯化铅全部析出、再过滤。如在抽滤瓶中发现氯化铅, 可放置待氯化铅全部沉淀出来, 重新抽滤。否则结果偏低。
4. 用布氏漏斗过滤, 铺上滤纸后, 应先将滤纸抽紧, 再将待测溶液及矿渣倾入漏斗中。这样做不致于穿滤。若有穿滤现象, 应重新过滤除去。否则会影响终点的判断。
5. 加入活性碳的量, 要保证把金全部吸附为宜。因活性碳具有极多孔洞, 粒度越小表面积越大, 吸附力也越强。
6. 活性碳对金的吸附酸度, 一般在 3 个当量的溶液中金有较高的回收率。如果酸度过大, 金的回收率显著降低。
7. 灰化活性碳时, 应灰化完了。否则黑色活性碳存在会影响滴定时终点的判断。
8. 用盐酸、硝酸分解金时, 须在水浴上蒸干, 以免使三价金还原成一价或单体金。
9. 在水浴上蒸干时, 必须蒸至无酸味, 以除去氯化亚硝酸, 防止结果偏低。
10. 氢醌和指示剂与氯金酸的反应都较慢, 滴定速度不

宜过快。如有回头现象，必须继续滴定，并加上滴定读数。

11. 滴定含金量高者，不宜先加入指示剂。最好先滴定一段时间以后，再加指示剂。否则部分指示剂将显色不正常，使终点难以辨别，且结果偏低。金量高低可由加入缓冲液后的颜色深浅判断，黄色越深含金越高。

12. 联苯胺指示剂不宜太浓，也不能加得过多。一般0.1%的指示剂加4—5滴，否则会使结果偏低。

13. 金盐在水浴上蒸干后，应迅速滴定。不宜放置时间过长，以防结果偏低。

14. 滴定后的坩埚，必须用王水煮沸处理，进行冲洗始可再用。

二、金的野外半定量分析法

本法原理同金的氢醌容量法测定部分，不同之处是所用仪器设备简单（全套仪器设备可放入一个随身携带的木箱里），分析速度快，适用于野外或简易实验室测定。因所用样品粒度较大，称样量少，代表性差，操作又较粗糙，故只能得到可供参考的近似结果。

(一) 试剂

1. 王水：三份盐酸和一份硝酸混合（现用现配）
2. 1:1王水：以所配王水与等体积的水混合
3. 盐酸：甲、工业盐酸
乙、分析纯盐酸
4. 硝酸：甲、工业硝酸
乙、分析纯硝酸
5. 活性碳：化学纯（粒度为200筛目）
6. 氯化钾溶液：15克氯化钾溶于100毫升水中

7. 缓冲液：同定量分析部分
8. 指示剂：同定量分析部分
9. 金标准溶液：同定量分析部分
10. 氢醌标准溶液：称出对苯二酚 0.8370 克于 400 毫升水中，加入 20 毫升盐酸，用水冲稀至 1000 毫升，此溶液 1 毫升相当于 1000 微克金，做为储备液。吸取此溶液 25 毫升，用水稀释至 1000 毫升，配成 1 毫升相当于 25 微克金的氢醌工作液。

标定手续：吸取 2 毫升金标准液，置于 25 毫升瓷坩埚中，加入王水 2—4 滴，在水浴上蒸发一会，再加入 20% 氯化钾 2—3 滴在水浴上蒸干，再加入浓盐酸数滴，再蒸干至无酸味。以下步骤同操作手续，由消耗氢醌数算出每毫升氢醌相当于金的微克数。

(二) 样品加工

原理同定量分析样品加工部分。先将矿样用捣臼捣碎，再根据公式 $Q = Kd^2$ (详见定量分析样品加工部分) 多次混匀缩分后，用研钵代替药碾，最后将缩分出的样品研细至用手捻无粒状感觉。

(三) 主要仪器设备

1. 戾（音等）子：最大称量为 5 克
2. 烧杯：150 毫升
3. 表面皿：直径为 7 厘米
4. 洗瓶：500 毫升（可用平底烧瓶或三角瓶制）
5. 玻璃漏斗：直径为 8 厘米
6. 酒精灯
7. 酒精喷灯
8. 石棉网

9. 泥三角
10. 铁三角架
11. 止血钳或镊子
12. 简易水浴锅，可用铝饭盒改制
13. 滴定管：25毫升
14. 滴定台
15. 蝴蝶夹
16. 小滴瓶：50毫升
17. 量筒：50毫升
18. 滤纸：定性快速的，直径为11厘米
19. 磁坩埚：20毫升
20. 漏斗架

(四) 操作手续

称出研细矿样3克置于150毫升烧杯中（若含硫量高，须先加浓硝酸处理，方法是先加入少许1:1王水，再加数滴浓硝酸，照此轮翻处理直至样品呈现黄色）。加入1:1王水20—30毫升，盖上表皿，在酒精灯上加热煮沸20—30分钟。取下吹洗表皿，趁热用定性快速滤纸过滤。以150毫升的烧杯承接滤液，用水洗漏斗上的矿渣至滤液无黄色，滤液体积大约50毫升。在滤液中加入0.2克活性碳，搅拌均匀，放置约15分钟后，再加入0.1—0.2克活性碳搅拌均匀，放置15分钟后，用定性快速滤纸过滤。用5%的盐酸洗净烧杯，并洗活性碳6—8次至滤纸无黄色，再用水洗5—6次，将活性碳用滤纸包好放于20毫升瓷坩埚中，用酒精喷灯将活性碳灼烧灰化（全部烧成白灰为止）。取下冷却，加入1毫升王水，15%氯化钾三滴，在简易水浴锅上蒸干，加盐酸数滴，再蒸干至无酸气味，加入pH等于2.5的缓冲液5毫升，盐酸联苯胺指

示剂1—2滴，用氢醌滴定至溶液不再呈现黄色为终点。

$$\text{计算: 金的含量(克/吨)} = \frac{TV}{G} = KV$$

式中, T : 氢醌标准液对金的滴定度 (微克/毫升)

V : 滴定时消耗氢醌的体积 (毫升)

G : 试样重量 (克)

$$K: \text{常数, 即 } \frac{T}{G}$$

(五) 注意事项

1. 若矿样为碳酸盐或硫砷矿应补加王水。
 2. 溶矿后过滤所得滤液若有白色氯化铅沉淀析出应重新过滤一次除去。若活性碳吸附后仍有白色氯化铅析出，则应采取倾泻法过滤，烧杯中的氯化铅用热水溶解，再用热水洗漏斗中的活性碳。
 3. 加活性碳后应搅匀，使金完全吸附。
 4. 灼烧活性碳时应全部烧尽，否则影响终点观察。
- 其他注意事项同金的氢醌容量法定量部分。

第八章 大打人民战争， 采金办矿

根据已有地质资料说明，在我们辽阔的国土上，贮藏着丰富的黄金资源。许多脉金和砂金矿含金量较富，采选技术又比较简单，投资少，收效快，便于土法开采。因此，发动群众集体采金，是产金地区农村贯彻农业“以粮为纲，全面发展”方针，为社、队积累资金、支援农业、促进农业机械化、发展地方“五小”工业，壮大农村人民公社集体经济，巩固农村社会主义阵地的重要措施。

近年来，一个群众性的采金办矿的热潮，已经在党的领导下，在我国许多产金地区蓬勃兴起。广大农村群众集体采金已成为黄金生产战线上的一支重要力量，群众集体采金的产量已占全国黄金总产量的相当一部分比重，对产金地区开展农业学大寨、普及大寨县的群众运动起着积极的作用。

为了坚持群众集体采金的正确方向，根据山东金城地区和其他地区采金办矿的经验，县、社、队组织集体采金时，应注意如下几个方面：

一、以阶级斗争为纲，坚持集体采金的正确方向

实践证明，在发展群众集体采金的过程中，始终存在着两个阶级、两条道路、两条路线的斗争，必须在党的一元化领导下，以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，狠抓思想教育工作，坚持集体采金的社会主义方向。要广泛宣传发展集体采金办矿的重要意义，使广大群众明白大搞黄金生产，对

于巩固无产阶级专政，加速社会主义建设的重大意义。当前，要结合农村农业学大寨、普及大寨县群众运动的开展，进行党的基本路线教育，打一场大揭大批王、张、江、姚“四人帮”反党集团的人民战争，揭发批判他们“三反一砍”、篡党夺权、复辟资本主义的滔天罪行，批判他们干扰破坏发展黄金生产的罪恶行径。要教育干部、社员树立为革命采金的思想，认真执行“以粮为纲，全面发展”的方针，坚持以农为主，不误农时，以金促农的正确方向。

大量事实生动说明：只要加强党的领导，正确处理好采金和农业生产的关系，采金不但不会影响农业生产，而且可以促进农业生产。如金城地区娄山公社，在保证农业生产前提下，利用本社范围内黄金资源较多的有利条件，全社抽出近千名劳动力采金，几年来，获得了农业生产和黄金生产的双丰收，为发展农业生产提供了资金，促进了农业的发展。全社平均粮食亩产越过千斤，比一九七一年增加400斤。还有一个大队，过去一度是有名的“三靠”队（吃饭靠统销、花钱靠贷款、生活靠救济），一九六五年以后发展群众采金，用采金收入的钱购置了柴油机、脱谷机等农用机械，促进了农业机械化，推动了农业生产的发展。现在，这个队已变成集体有存款、队队有储备、户户有余粮的“三有”队。

金城地区黄金资源丰富，县委加强了对黄金生产的领导，大力组织群众集体采金，没用国家投资，五年来共产黄金若干万两。他们利用采金积累的资金，建设了年产一万吨的硫酸厂、年产两万吨的磷肥厂各一座，建起了黄金矿山机械厂，还购置了拖拉机、汽车、农机具等，有力地支援了农业生产的发展。全县一九七四年平均粮食亩产800斤，过了长江，和一九七一年相比，平均每年亩产增长93斤，在一九七

五年全国农业学大寨会议上，被评为“农业学大寨”的先进县。

二、走共同富裕的社会主义道路，坚持联营办矿

伟大领袖和导师毛主席指出人民公社的特点是一大二公。实践证明：联营办矿是农村社队充分发挥人民公社一大二公优越性，多快好省地发展集体采金事业，走共同富裕的社会主义道路的好形式。目前金城地区群众集体采金有三种联营形式：县、社、队三级联营办矿（三级所有，县为基础）；社、队联营办矿；队、队联营（指大队之间）办矿。联营办矿的好处是：

1. 有利于劳动力调配使用。以农为主，不误农时，农闲大干，农忙小干，专业队长年不断线。这些采金社员不占国家劳动力指标，在矿上记工分，由矿山统一向社、队拨采金收益，采金社员除在本大队参加分配外，并在矿上给予一定补助费及口粮差额，收入大都稍高于一般社员。采取这种办法，矿山解决了劳动力问题，生产队增加了公共积累，促进了农业生产；社员增加了收入，各方面都很满意。

2. 可以充分开发地下黄金资源。联营金矿人多力量大，小集体不能采的矿，它可以开；国家矿山不便开采的小型金矿，它可以开。金城地区由于放手发动了群众，全县十七个公社有十四个公社有采金联营，其他暂时无矿源的三个公社加入了县联营，参加了采金。由于是三种联营形式，开采矿点多达七十二处，规模大小不等，矿量大的能开，储量只有几十公斤的也能开；探得了一定储量的能开，有的规模小，边采边探也能开。目前县、社、队三级联营金矿已逐步发展成初具规模的采、选、炼联合企业，现开掘大小矿井十六

个，一九七〇年以来已生产黄金若干万两，还生产了银和铜各若干吨。

3. 壮大了集体经济，增加了社有经济比重。以纪岭公社为例。联营前的一九七〇年和组织联营后的一九七四年相比，公社一级的经济收入占全社收入的比重，由2.2%增加到16%；大队收入比重由21.4%增加到26.8%；生产队收入占的比重由76.4%下降为57.2%。娄山公社联营采金以来，利用采金收入，搞农田水利建设，支援社办工业，社有经济比重，由一九七〇年的5%，提高到一九七四年的30%。随着生产的发展，社员收入逐年提高。这个公社社员的现金收入，一九七四年比一九七一年增加30%，户户有存款。

4. 有利于缩小三大差别。采金人员既是工人，又是社员。联营采金既促进了县社“五小”工业发展，又促进了农业生产，壮大了集体经济，改变着产金地区广大农村的面貌。这对于培养一批又一批既懂工业、又懂农业，既有较高的政治觉悟，又掌握各种生产斗争知识的无产阶级革命事业的接班人，并为现在人民公社的“三级所有，队为基础”的所有制，逐步过渡到公社集体所有制和全县集体所有制，进而过渡到全民所有制，创造了条件。

三、大搞群众运动，土法上马，自力更生，艰苦奋斗

为了迅速发展黄金生产，必须大搞群众运动。毛主席说：“什么工作都要搞群众运动，没有群众运动是不行的。”凡有资源条件的地区、县、社、队，都要在党的领导下，发动群众，采金办矿。专业地质队要积极配合地方党委和有关部门，广泛宣传发展黄金生产的重要意义，展出各种矿石标本，举办找金采金学习班，培训社队找金办矿骨干，发动群

众找金办矿。金城地区通过发动群众，仅一九七五年上半年即发现新矿点二十余处。有个大队社员在打水井时发现了金矿脉，马上报告了矿山局，经鉴定矿脉较好，及时组织群众进行了开采。

群众集体采金要坚持因陋就简，土法上马，由土到洋，逐步发展的原则。要因地制宜，有砂金资源条件的地方，可首先开采砂金。和脉金相比，砂金开采成本低，采选工艺及设备简单，机动性强，投资小，收效快。开采砂金还可以同疏通河道、兴修水利，进行农田基本建设结合起来。脉金生产要坚持自力更生、艰苦奋斗、勤俭办矿的精神，可以先搞土机磨、土对辊、土氰化，这些都可以就地取材，容易办到。在南方有水力条件的地方，可以利用水力解决一部分动力来源。群众集体采金矿山，随着生产的发展，资金有了积累，再逐步改造和扩建，逐步由土到洋，土洋并举。在生产中要发动群众，不断进行技术革新，提高劳动生产率，提高采选回收率。

四、边探边采、贫富兼采，充分利用矿源

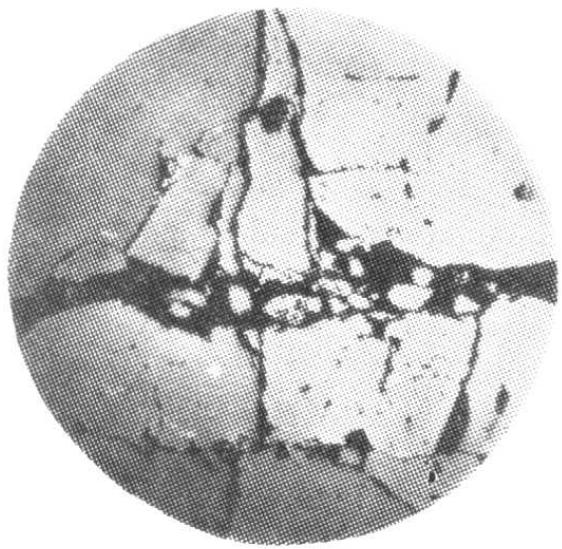
金矿埋藏在地下，大多数矿体变化复杂。同一条矿脉，同一个含金砂层，在不同地段，金含量变化很大。因此，群众集体采金要十分重视边探边采、探采并举的问题。由于金矿开采容易上马，基建工程不多，因此，有些矿点不一定要作许多地质工作，也不一定探清楚了再开采。只要找矿坑道或矿井中见到了较好矿体，即可小规模开采。为了矿山的持续生产，在生产中要有计划有目的地安排一定数量的探矿工程，以期不断发现新的矿体，扩大矿山规模。如果有条件，争取地、县有关部门或专业地质队配合一下，在矿脉较深部打

些钻孔，探一下深部矿体，那就更有把握了。

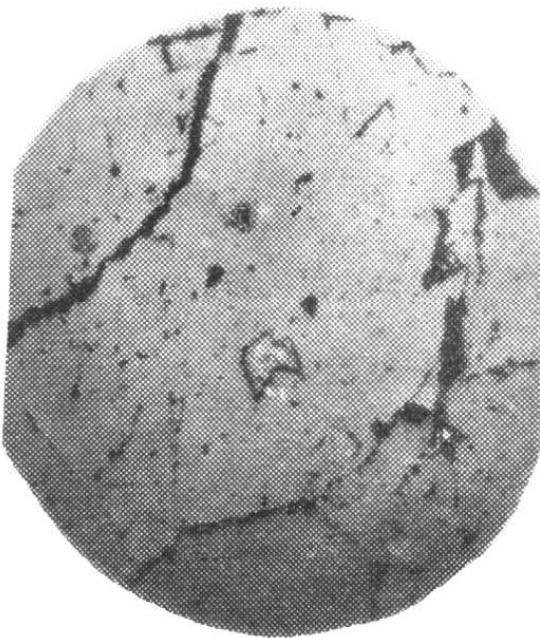
由于群众集体采金一般在开始时机械化水平不高，可先采选含金较富矿石。但是，为了不致于把那些暂时还不能处理的低品位矿石白白丢在采空区里（这些采空区以后一般都很难进去），在采矿时要尽量把那些分布在富矿体两侧或边缘的低品位矿石一并采出来。一般金品位在4—5克/吨左右的矿石，随着采选机械化程度的提高，以后都是可以加工处理的。

由于集体采金矿山的选矿能力所限，为了更好地回收不同品级金矿石中的金，对采出的矿石一般都进行手选。按含金量的高低和伴生金属组份，分成特砂子、一砂子、二砂子、三砂子、等外砂子等，分级分别堆放。对那些暂不进行选矿处理的低品位砂子或等外砂子，一定注意仔细拣出并单独堆放，不要将这些低品位矿石和不含金的毛石（围岩）放在一起，以便于日后选矿。

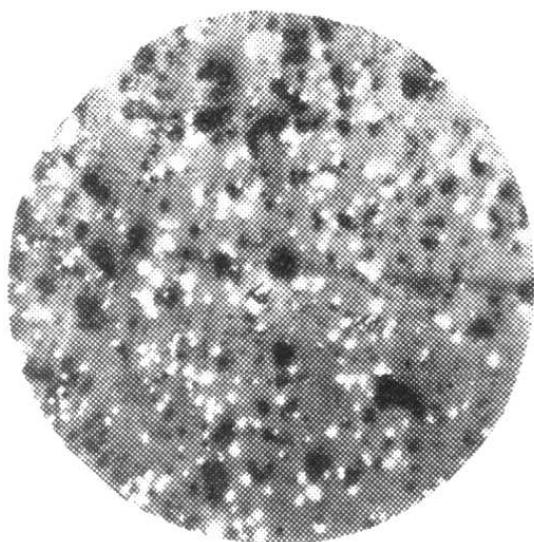
伟大领袖毛主席说：“人民群众有无限的创造力。他们可以组织起来，向一切可以发挥自己力量的地方和部门进军，向生产的深度和广度进军，替自己创造日益增多的福利事业。”我们相信，在毛主席无产阶级革命路线指引下，在华国锋主席为首的党中央领导下，我国广大产金地区人民一定会以毛主席所赞颂的“可上九天揽月，可下五洋捉鳖”的英雄气概，大打人民战争，用我们勤劳的双手向地球开战，要地球献宝，把找金采金的群众运动，更加轰轰烈烈地开展起来，为有力地支援农业学大寨、普及大寨县的群众运动、为实现我国农业的现代化作出贡献！



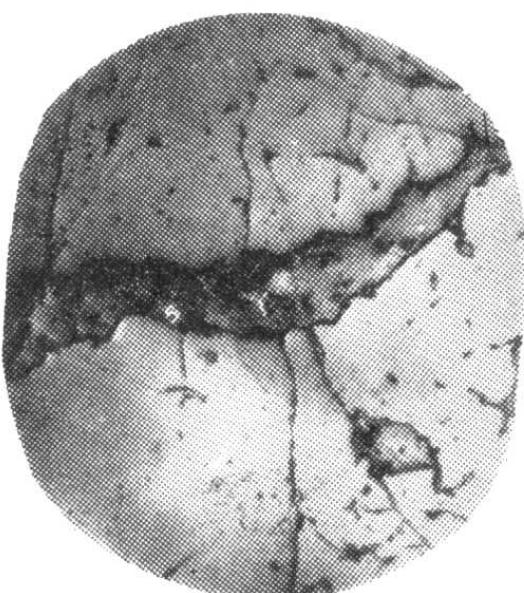
照片 1 黄铁矿裂隙中的金
金粒(白色)沿黄铁矿裂隙
(黑色)充填。灰色部分为
黄铁矿
显微照片, 放大 100 倍



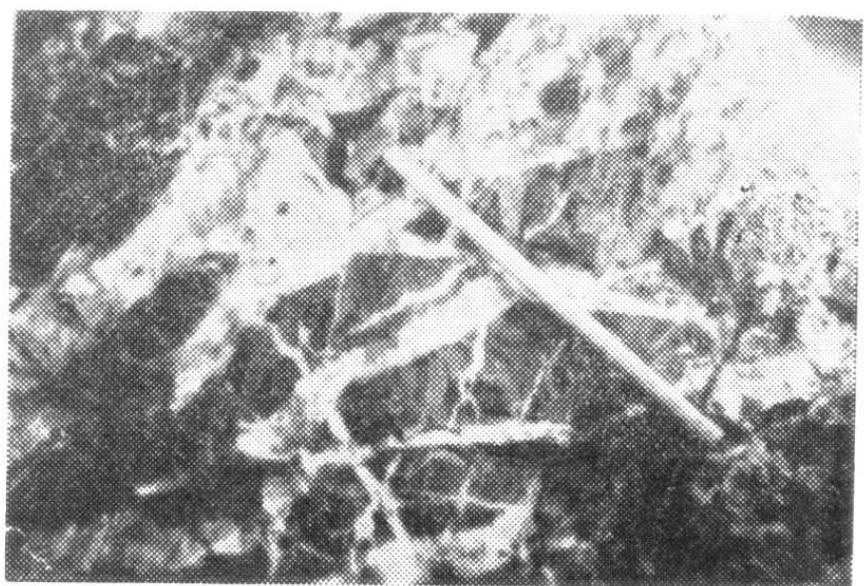
照片 2 黄铁矿晶体中的包
体金, 灰色部分为黄铁矿
显微照片, 放大 100 倍



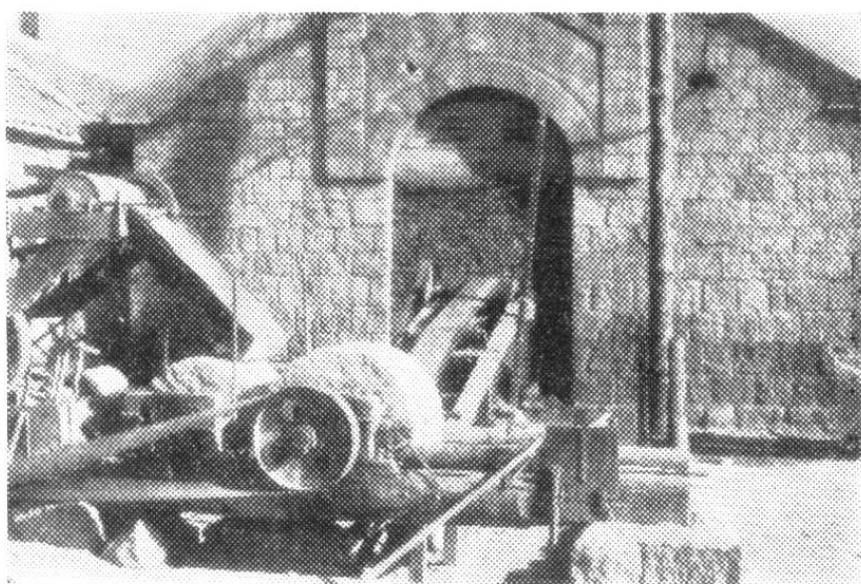
照片 3 灰黑色含金石英脉
白色星点为黄铁矿微粒, 它
是石英脉颜色较暗的原因
显微照片



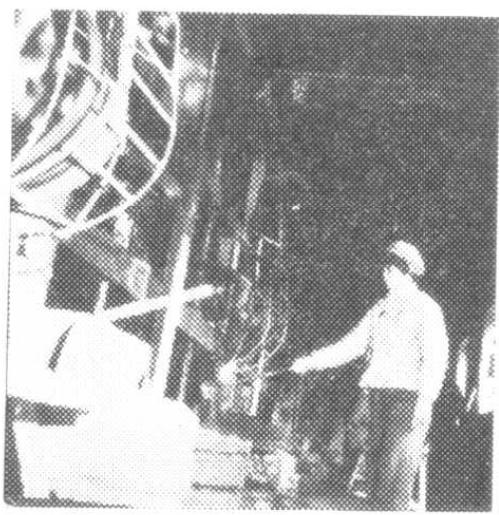
照片 4 多金属硫化物阶段
形成的自然金
多金属硫化物阶段形成的黄
铜矿细脉(深色树枝状部分)
穿插在黄铁矿(灰色)裂隙
中, 内含自然金(白色)
显微照片



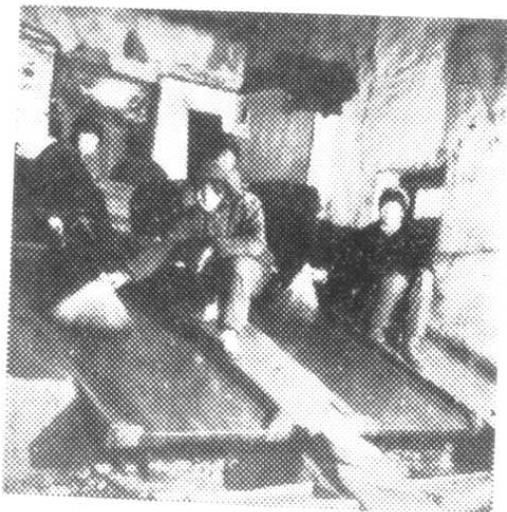
照片 5 相互交错的网状脉
白色部分为含金石英脉，网状，穿插在围岩中



照片 6 石对辊（用以细碎矿石）对辊由花岗岩制
成，柴油机带动



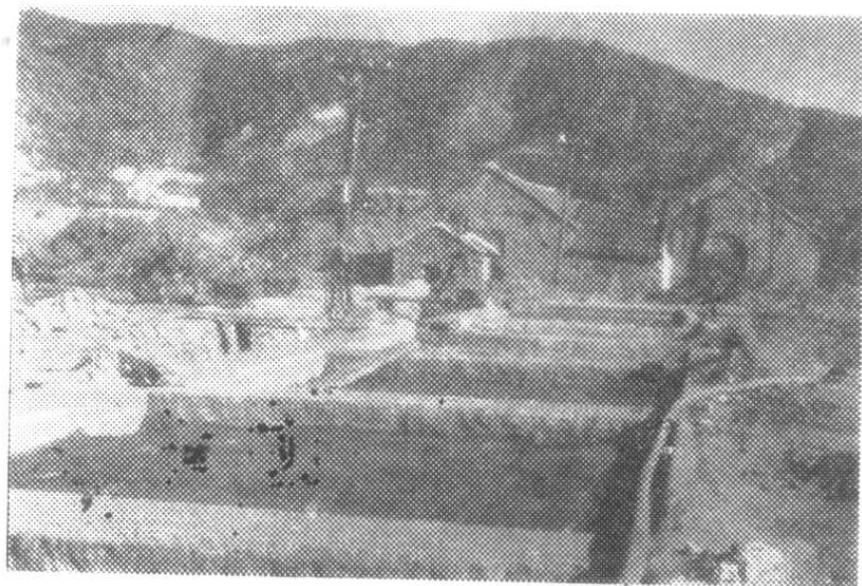
照片 7 石磨（用以细碎矿石）



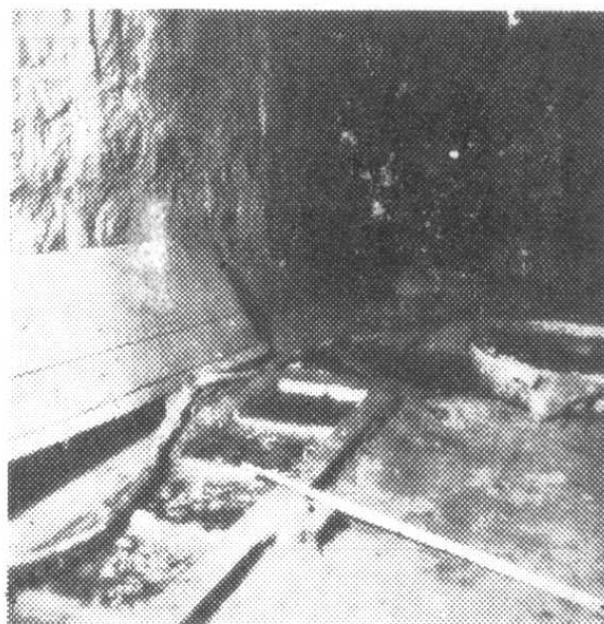
照片 8 溜槽选矿（拉流）



照片 9 簸金（精选毛金）



照片 10 氯化池



照片 11 置换槽（金柜）

Images have been losslessly embedded. Information about the original file can be found in PDF attachments. Some stats (more in the PDF attachments):

```
{  
  "filename": "MTEyMzI4MjMuemlw",  
  "filename_decoded": "11232823.zip",  
  "filesize": 14388254,  
  "md5": "dc1055991e3cc7e91adc977b7c3eb14b",  
  "header_md5": "6877dcfe33d5a9c7d39ea09e36af5504",  
  "sha1": "0510f1cd4945aadc71812ca7c7b74427939ea2ca",  
  "sha256": "0d301ba062db364dce5ef12fb39c804acb46a5f234b61f8a65e74ee28875268b",  
  "crc32": 1930901441,  
  "zip_password": "wcpfxk&*^TDwcpfxk",  
  "uncompressed_size": 15257908,  
  "pdg_dir_name": "",  
  "pdg_main_pages_found": 149,  
  "pdg_main_pages_max": 149,  
  "total_pages": 160,  
  "total_pixels": 524143312,  
  "pdf_generation_missing_pages": false  
}
```