

中小型冶金企业丛书

怎样开采砂矿

冶金工业部有色司 編
冶金工业出版社

冶金工业出版社

這本書結合我國目前可采砂礦的情況，着重介紹了砂礦水力開采法和一些效率高的人工開采法（土法）。可供各地工人、幹部和興辦砂礦廠、礦業社的工作人員參考。

目 录

第一节 砂矿床及砂矿的岩石分类.....	1
砂矿床的成因及矿床分类.....	1
砂矿的岩石分类.....	3
第二节 砂矿开采方法.....	5
I 砂矿的露天开采.....	6
一、水枪采掘法.....	6
二、用漂浮泵水中开采法.....	9
三、砂矿机械开采法.....	13
四、采用爆破及人工的开采法.....	19
II 砂矿坑内开采法.....	36
第三节 利用水枪的开采方法.....	38
一、水枪采掘法的分类.....	40
二、水枪采掘法的基本原理和主要计算公式.....	47
三、水枪采掘砂矿所需主要的设备.....	51
四、水枪采掘的准备工作.....	57
附录：手工洗选装置.....	61

第一节 砂矿床及砂矿岩石分类

砂矿床的成因及矿床分类

含有用矿物颗粒的松散状的碎屑层或胶结的碎屑层，叫做砂矿床。

砂矿床是次生矿床，是由于原生金属矿床受破坏而生成的。从矿床开采的金属与矿物有金、铂、钨、锡和金刚石等。

砂矿床类型。根据砂矿床与原生金属矿床的相对位置关系，人们把砂矿床分为残积砂矿床、坡积砂矿床和冲积砂矿床。其中有工业意义的主要是冲积砂矿床。此外还分为湖成砂矿床，海成砂矿床和河成砂矿床。

在采矿工程上一般又把砂矿床分为以下几类：

高地砂矿床（图1）。这种砂矿床一般埋藏在较高的地方，它的特点是在草皮层下有金属；矿床埋藏很浅（很少超过1~4公尺）；矿层含带稜角的岩石碎屑，分选不明显。残积和坡积砂矿床属于这一类。

溪流砂矿床（图1）。这种矿床分布在峡谷、宽谷、拗沟、狭河谷和小溪谷地。实际上这是坡积砂矿床与冲积矿床之间的过渡类型。表土层主要是由粗粒角砾组成的，分选不明显。河谷倾斜陡急（通常大于0.04），在河谷上部的沉积深度不大，约0.5公尺，向下逐渐增大，在河谷下部达到10公尺），矿床长度0.2~0.6公里，宽度不超过20公尺。

河谷砂矿床 (图 1)。这种矿床分布在大溪流和河流的河谷中，属于冲积矿床。砂矿分布在河漫滩，沿河谷形成一个条带状与现代溪流不相连接。沉积层的砂石棱角较小，分級較明显，轉石較少，(特多是在河谷下部)。整个砂矿层中有含卵石和轉石的泥质和砂质間层。含金屬的砂层划分得很明显，通常埋藏在沉积层的下半部。在这种砂矿床中常有几个含金屬的砂层。

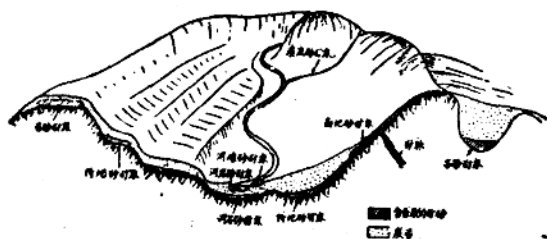


图 1 砂矿床类型

在傾斜平緩的大河谷上，这种砂矿层可連續伸展的很长，金銀含量变化較均匀。

分布在大溪流漫滩上的河谷砂矿床可长达1~8公里，傾斜0.03~0.01，深度为2到20公尺，在上游的砂矿层宽度为10公尺左右，在下游可达到150公尺。

大河河谷砂矿床的长度很大(一般为20公里左右，有的可达到50公里以上)，深度可到80公尺，在下流的宽度可达到1公里以上，傾斜不超过0.02，最小只有0.002。

河谷砂矿床的工业价值最大。

河床和河灘砂矿床 (图 1)。这两类矿床与现代湍溪和

河流的河床有关。这些矿床在开采之后还会恢复，在洪水之后能順河床下移。

河床砂矿床分布在潤溪的底部，直接埋藏在底岩上或者埋藏在河谷矿床的沉积层上。这类矿床的深度不大（一般不超过 0.8 公尺，并且上面沒有废砂层），含金屬的砂层很不整齐。

河滩砂矿床分布在浅滩上部，这类砂矿床的沉积物顆粒小，磨得很圆，金屬顆粒也很小。

在河滩砂矿层的上部，金屬埋藏在很薄的砂层中，这些砂层与废砂薄层呈互层。砂矿层的总厚度約 0.5 公尺，其中含金屬砂层极不整齐。

阶地砂矿床（图 1）。是老河谷砂矿床的殘留部分：这类砂矿床一般分布的地点比现代河谷漫滩高。許多河流的河谷有几个标高不同的阶地砂矿床，位置最高的阶地砂矿床有时比漫滩高 70~100 公尺。阶地砂矿床的构造和大小与河谷砂矿床同。

古砂矿床（图 1）。这类矿床的型式很不一致，图 1 的右部表示古河床砂矿床，左部表示古海成砂矿床。

砂礦的岩石分类

水力开采的砂矿床的岩石分类如表 1 所示、一般分成五級。

表 1

級 別	岩 石 性 質
I 級	无树根的泥炭，松散的植物土层，泥炭，卵石和泥砂的旧废石堆。中粒或粗粒非粘結的石英长石質矿砂，有时混有少量的卵石和碎石。非粘結的砂質粘土和石，中間或含有卵石，淤泥及混有少量的粘土。砂質卵石土壤(砂質爐姆有时含有卵石和碎石)稍粘結的砂質卵石土壤。
II 級	緊密或粘結的(粘土脫結的)砂質卵石或卵石粘土質岩石，含有不超过30%的卵石和碎石。
III 級	粘性的粘土(含砂粘土)，含粒径为50公分的轉石达15%的殘积矿层，即分布很乱的稜角形的底岩碎块(碎石，条石和片石)被粘土粘結着。崩落成小块的粘土質片岩，砂質粘土片岩，炭質片岩，含云母片岩和石灰質片石，並含有树根。
IV 級	粘性粘土(含砂粘土) 含有粒径大于 50 公分的漂砾达 30% 未破坏的粘土脫結的泥灰岩和砂岩。裂縫致密的火成岩，脫結弱的砾岩，含有冻结层达30%
V 級	粘性特別强的粘土(含砂粘土) 含有粒径大于50公分的轉石达 50%。半破碎的大块砂岩。各分向的裂縫极发达的火成岩，含有冻结层达50%

第二节 砂矿开采方法

砂矿开采方法的分类根据现有国内外的资料，大体可以归纳如下：

I 露天开采

一、水枪采掘法

(一) 按供水和砂浆运输方法的分类

(二) 按水枪采掘方法的分类

1. 水枪直接采掘法

2. 预先松散水枪冲洗法

二、用漂浮设备水中采掘法

(一) 采金船水中采掘法

(二) 漂浮砂泵水中采掘法

(三) 采砂筏开采法

三、机械开采法

(一) 使用各种挖掘机的开采法

(二) 使用拖拉机式输送机 and 推土机开采法

四、采用爆破及人工的开采法

II 坑内开采

一、采用水枪的坑内水力开采法

二、采用机械设备的坑内开采法

本書結合國內目前砂矿开采的具体情况，着重介绍露天开采的水枪采掘法和人工开采法，其它露天开采法只作一般的介绍。砂矿的坑内开采目前国内尚未采用，在苏联也仅有少部分的砂矿和深成冻结的砂矿层以及部分煤矿采用坑内水力开采，因此仅作简单的介绍。

I. 砂礦的露天开采

一、水槍采掘法

水槍采掘法在第三节專題敘述。

二、用漂浮設備水中开采法

这种开采方法是用来采掘水中的冲积砂礦的，它是把水力开采的机械設備裝置在漂浮的平底船上来进行采矿。

这种开采方法一般可分为：采金船水中采掘法和漂浮砂泵水中采掘法。

(一) 采金船水中开采法

采金船是一种漂浮的采掘和洗选联合机械設備（见图2）。采金船的漂浮設備是用铁制或木制的平底船，目前一般多用铁制平底船；采掘設備即循环鏈式挖斗；篩洗設備主要是圓筒篩；选矿設備是按砂礦床的矿砂性質而不同的，一般装备搖床、跳汰机、水力旋流器或螺旋分离器等，另外还有排棄尾砂的設備、移动設備、以及絞車和发动机等設備。采金船长度一般为30—40公尺，寬15—20公尺。采金船是开采砂礦床最好的方法，是保証获得高度生产率和經濟效果的方法。它的适用条件和优缺点如下。

采金船的适用条件：

1. 砂礦儲量丰富，一般要有足够开采10年以上的儲量。
2. 砂礦产地平坦，应具有足以通行采金船的寬度，砂礦埋藏深度不要超过采金船的采掘深度。
3. 开采地区要有使采金船漂浮（深于吃水深度）、形

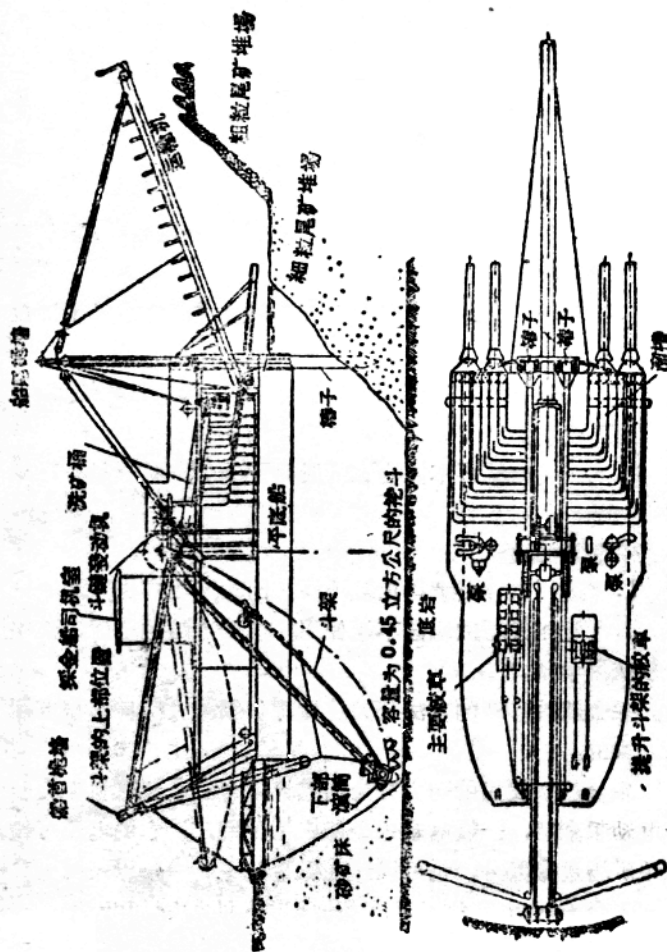


图 2 采金船至坑

成采掘场和淘洗矿砂用的足够的水量。

4. 砂矿层中不含大量的大块卵石，并要求砂层下部的底岩较平，否则矿砂损失大，和影响采金船的工作。

5. 常年冻结的砂矿层和水流很急的河流中不适用采金船开采。

采金船的优点：

1. 采金船开采的劳动生产率最高，一般要比人工开采时的劳动生产率高数十倍以至数百倍。

2. 由于采金船的生产能力大，所以在同样条件下，采金船每立方公尺的采掘费要大大地减少。

3. 采金船的设备简单，便于管理，较建同样处理能力的机选厂投资要少的多，劳动力需要的也很少。

4. 一般机选厂不能处理的低品位砂矿，采金船可以处理。

采金船的缺点：

1. 适用条件要求得比较严格，因此不能广泛采用。

2. 常年冻结的地区不能使用，冬季冻结的地区，全年仅能使用半年。

采金船按移动的方法分为桩柱式和钢绳式两种，也有用混合式的。

采金船使用的动力分为内燃机采金船、蒸气机采金船和电动采金船，一般电动采金船应用的最广。它的电站可设在采矿场边缘部分，也可以设在采金船上。

采金船能力(根据挖斗容积)分为小型、中型和大型，一般挖斗容积在 150 公斤 (0.15 公尺³) 以内的属于小型；挖斗容积在 210 公斤 (0.21 公尺³) 以内的属于中型；而挖斗

容积在 210 公斤以上的便是大型采金船。

苏联制造的采金船如表 2 所列。

苏联制采金船的规格

表 2

采金船型式	挖斗容积 (公升)	生产能力		采金深度 (公尺)	所需劳动力 (工/日)	所需电力 (瓩)	动力种类	移动方法
		(公尺 ³ /小时)	(公尺 ³ /年)					
甲、小型采金船							蒸汽电动机, 煤气发生炉	槽柱式, 钢丝绳槽柱混合或钢丝绳式
50 型	50	20						
150 型	150	90~100	500,000	9~10	65	700	蒸汽电动机	
乙、中型采金船								
210 型	210	140~155	1,000,000	13	70~75	800~900	同上	钢丝绳槽柱混合式
丙、大型采金船								
380 型	380	240~270	2,000,000	30	80~85	1000~1200	同上	同上
500 型	500			50				(正在试验阶段)

(二) 漂浮砂泵水中开采法

漂浮砂泵开采法是将砂泵装设在木制或铁制的船上, 在进行水力开采的同时又进行水力运输。漂浮砂泵的主要设备有平底船, 船上装设砂泵及水泵设备(水泵为冲洗泥管用), 吸入及挖掘设备, 移动浮船的绞车, 及漂浮的泥管设备等, 如图 3 所示。

用漂浮砂泵开采砂矿的过程, 首先是松动或破碎水中的砂矿层。松动或破碎的方法根据砂矿的性质而异, 一般有两种方法。一种是用压力水破碎, 另一种是机械破碎。如砂矿

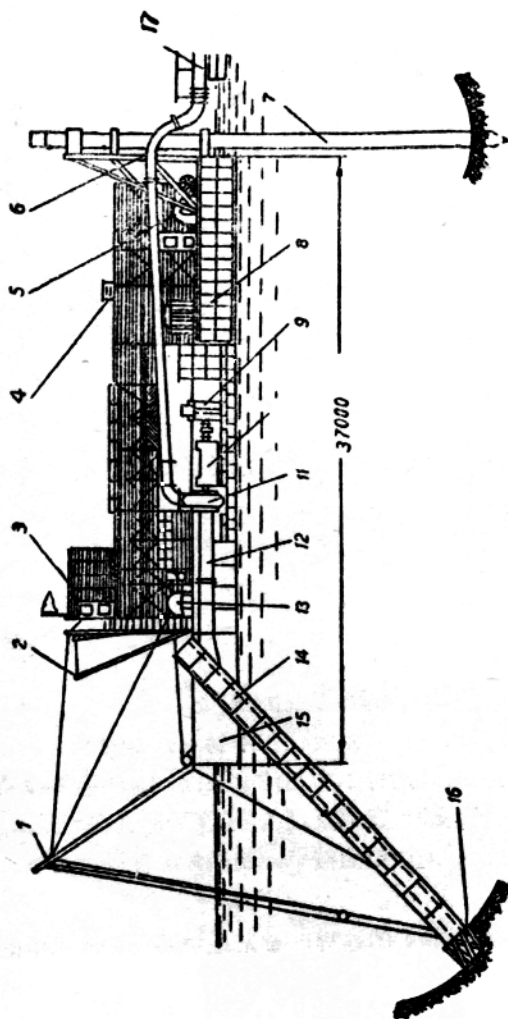


图 3 1000—80型漂浮砂泵 (縱断面图)

1—吸入管的吊架；2—槽架；3—破碎装置操纵室；4—通风口；5—立槽装置校车；6—立槽装置；7—立槽；8—变压器；9—砂泵电动机；10—砂泵轴承箱；11—砂泵；12—吸入管；13—吸入管和破碎装置校车；14—吸入管和破碎装置校车；15—平底船的金属外壳；16—铁链；17—漂浮砂泵管

含有大量的粘土，則必須用机械破碎。图 3 所示的就是机械破碎法，即在砂泵吸入管的頂端装設圆柱形的破碎装置（破碎装置由刀子組成），用电动机經過轉动軸来带动。砂泵工作时破碎装置也同时工作，在破碎装置的中間有个吸入口，破碎的砂矿，經吸入口吸入砂泵管子內。通过漂浮管子揚送到采場的岸上。漂浮管子一端与漂浮砂相連，另一端通到陆地上。漂浮砂泵設備的主要优点是設備簡單和工作时不要从外部供給压力水，一般消耗在破碎装置上的电力比消耗在压力水上的电力要小，因此电力消耗比水枪开采并用压力水运输的开采方法要少。

漂浮砂泵主要就是砂泵設備，因此其型式主要也是根据装設砂泵的型式和台數而定，一般有两种型式，如表 3 所示。

表 3

型 式	砂泵裝置的牌号	
	8H ₀	ЭГМ
ТНП I (I型)	2	2
ТНП II (II型)	8	10

漂浮砂泵所裝設砂泵的型式和性能

表 4

	砂 泵 型 式					
	8HЭ	12HЭ	ЭГМ-2	300-40	500-60	1000-80
砂泵牌号	8HЭ	12HЭ	ЭГМ-2	20P-11	500-60	1000-80
揚程 (公尺)	25	27.5	43	40	60	80
砂泵矿漿的揚升能力 (公尺 ³ /小时)	800	1400	1400	3400	6500	12,000
砂泵采掘砂矿能力 (公尺 ³ /小时)(矿 漿含10%的砂矿)	80	140	140	340	650	1200
电动机功率 (瓩)	140	270	330	1200	3000	4800

(三) 采砂筏开采法

位于河底的砂矿可用采砂筏开采。图 5 所示的采砂筏曾在苏联乌拉尔北部开采过河底砂矿。筏用 4 根木材作成，在这 4 根木材的前部用木板作了一个平台，上面放着洗选桶。采砂筏的挖斗用厚 4 公厘的錫爐鐵板做成，容积 0.01 立方公尺，可盛 15 公斤左右的砂矿。斗柄是木质的，与挖斗成 35° 的角。筏上有一个手摇卷筒（轆轤），用来升降挖斗。这个采砂筏各部分的尺寸如图 4 所示。采砂筏上有 4 个人工作，一个人用挖斗挖砂，第二个人用卷筒提升挖斗，第三个人用洗选桶洗选矿砂，第四个人帮助提升挖斗和洗选。洗选桶的用水可用手泵打。

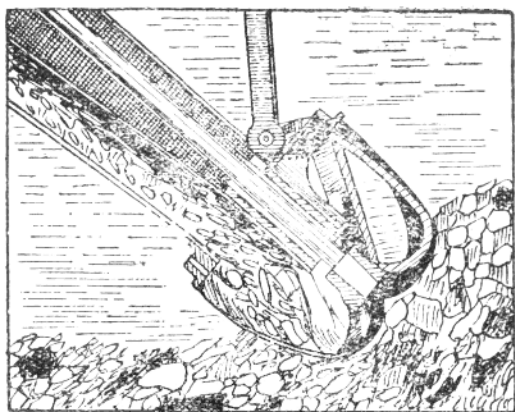


图 4 松散和破碎装置示意图

根据具体条件和用途，可以作大小不同的采砂筏。探矿用小木筏（图 6a）比较经济。图 6b 表示一个较大的采砂筏

根据苏联的经验，用采砂筏开采砂矿，每人在10到11小时内可以处理0.5到1立方公尺砂矿。一般采用砂筏开采深3公尺以内的砂矿。

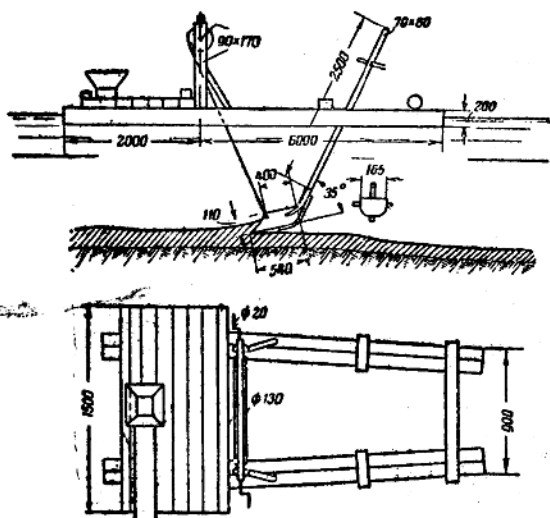


图5 采砂筏

三、砂矿机械开采法

砂矿采用机械的开采方法与一般露天矿机械化开采法基本上是相同的，所采用的机械设备也一样。一般露天机械化开采法可以分为使用各种挖掘机的开采法及使用拖拉机式输送机 and 推土机开采法。

使用挖掘机的开采方法，根据挖掘机的类型不同又可以分为单斗式和多斗式；一般我们常用的挖掘机即所谓电铲属

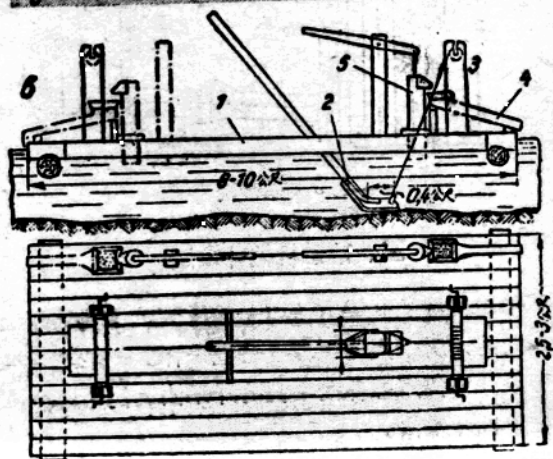


图6 探矿和采矿用的采砂筏

а—探矿采砂筏；б—采矿用采砂筏；в—采矿用采砂筏尺寸图；
1—木筏；2—挖斗（用5~8公厘厚的铸锻铁板制成）；3—手摇卷筒（1个或两个）；4—洗选矿筒；5—唧筒