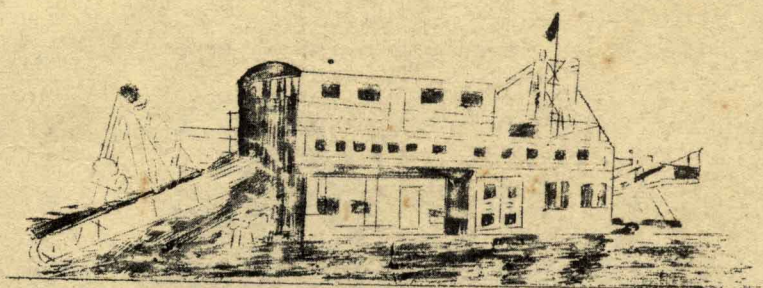


砂金专集



冶金工业部长春黄金研究所

一九八三年十二月

目

录

在勒拿河深埋砂矿床中采金船开采含金矿砂时的损失和贫化.....	1
关于大型砂金矿床的演化.....	19
冻层的水力解冻.....	40
冻层的水针解冻.....	55
冻层的阳光解冻.....	67
冻土裂土实验.....	83
关于采金船采区复田的初步探讨.....	91
略谈过采区建船.....	103
对过采区经济价值的探讨.....	107
砂金矿过采区有利用价值.....	115
关于砂金矿过采区的评价.....	122
用短锥水力旋流器回收游离金的工业应用经验.....	134
用600升采金船开采和选别含金矿砂.....	143
砂金矿地下开采.....	150
从合金矿浆中回收细粒金.....	165
处理地质勘探过程中含金矿砂试样的基本原则和新技术.....	175
采金船开采砂金矿的技术经济分析.....	181
砂矿床矿砂选别过程的强化.....	202

在勒拿河深埋砂矿床中采金船 开采含金矿砂时的损失和贫化

采金船开采法也和其他开采法一样，存在着含金矿砂的损失和贫化，也反映砂矿床开采彻底性和开采经济效益。但直到现在既没有引起足够的重视，也没有研究出具有实用价值的测定方法。只是在编制年度采掘计划和砂矿床开采设计中，为了反映它，临时假定了其值的范围为2.5~3.5%。由于采金船开采是在灌满水的采池中挖掘矿砂，并随着挖掘，把洗选后的砾石和尾砂充填在采空区中，所以也不能用肉眼直接观察工作面的回采状态及回采的彻底程度。

根据多年的实践经验、从试验观察及理论上的近似计算，都证明采金船开采的实际损失值大于其假定值，有时甚至大几倍。仅在苏联乌拉尔一个地区中，也能举出许多例子，甚至在五~十年前的过采区，再用采金船复采，其经济效益仍然很好。

曾企图在过采区复采时，查明真实损失值，但都未能实现。因为在复采中，多采了采区原有边界或者为了很快到达过采区中品位最富的地段，有意识地挖浅了部分地段，其复采的情况，在其他许多企业中也类似于上述情况。

自1957年起勒拿河金矿局和克拉斯纳雅斯克有色金属研究院的科研人员，经多次试验考察后，在封冻的采金船采池里，以线形法布置钻孔，然后直接打眼，使其勘探线与采金船采场的开采路线成十

字交叉的方式，调查了合金矿砂的损失值。也就是在采区中，采金船的进路事先做好矿山测量，确定挖掘深度及采金船工作桩的立桩点，然后把它连成矿山测量网。这样，在矿砂损失处，准确地布置了勘探线。

利用上述资料，以图解法选择了最合理的钻孔布置方案。钻孔间距一般取2米，在钻孔中取样时，取样间距，对非含金矿砂取0.5米，而对含金矿砂取0.2米。采出的所有样品都进行淘洗。

根据使用的掣动器内径和钻孔深度，求岩石体积，并以其体积，计算平均品位，最后取体积大的试样（在实际中或在计算中），同时做地灰编录，并把它做为检查打眼工艺的正确性的依据。

图1和图2是在深挖采金船采池中，钻孔平面布置图和采场上勘探线剖面图，在10月~11月间，砂矿床的上述指定区里用OM-431型采金船（380升）以单工作面纵向开采法（以3~6米的移步距）进行开采。

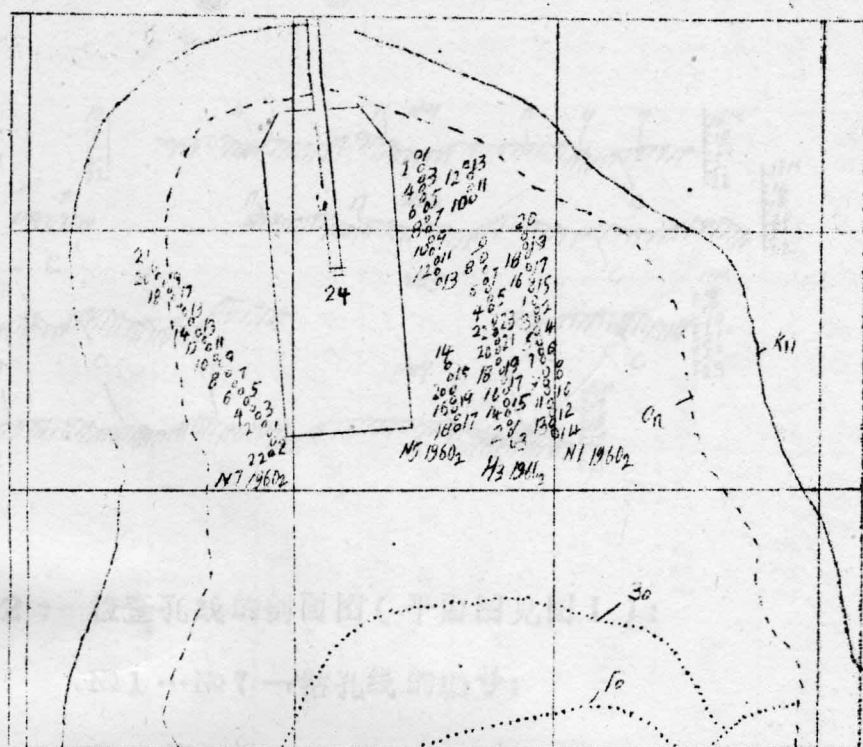


图 1： 确定开采损失用的某深挖采金船采池钻孔平面布置图。

K_n —砂矿床地表开采界线；

O_n —砂矿床底板开采界线；

S_o —尾砂堆界线；

T_o —砾石堆界线

1~23—检查钻孔编号；

№1...№7—钻孔线编号；

24—米金船冬季停船地点



图 2：检查孔线的剖面图（平面图见图 1）：

N01 ... N07 — 钻孔线的编号；

C — 底板；

II — 含金矿砂的损失。

对上述勘探资料全面分析的结果表明，在个别地点留下的矿柱中，被破碎的坚硬岩石及砂矿床底板中的金属损失都比其他地方高得多，尤其认为矿山地质条件复杂而底板不易清理的地点。在这些地点用验孔查明开采损失，资料列于表 1 中。

表1

采金船采场	打眼年度	打眼地点	打眼工程量		采区面积 m ²	相对损失 %			
						码砂损失/金属损失			
			个	米		总数	其 尾砂堆 和 砾石堆中	矿柱和破 砾岩石中	中 底板中
A	1957	采金船采池中心	8	145.2	5530	11.5 / 448	2.9 / 1.4	8.3 / 3.90	0.3 / 4.4
A	1958	同样地点	6	100.4	8340	24.1 / 420	21.1 / 2.8	1.5 / 5.1	1.5 / 3.47
B	1958	在砾石排土场中	8	156.6	8300	29.7 / 31.1	27.1 / 0.7	20 / 2.34	0.6 / 7.0
B	1959	~	26	975.5	9800	13.7 / 2.3	13.4 / 0.8	0.2 / 0.2	0.1 / 1.3
B	1960	采金船采池中心	27	391.7	9050	7.9 / 1.0	6.9 / 0.4	0.9 / 0.5	0.1 / 0.7
B	1961	采金船采池中心	86	1751.0	13500	14.9 / 3.7	14.6 / 0.3	0.2 / 2.6	0.1 / 0.2
总合	~	~	161	3520.4	54520	18.5 / 16.0	16.5 / 0.8	1.6 / 9.5	0.4 / 5.7

在坚硬的基岩（底板）中，留下的金属量很高，是因为金粒积聚在急陡的裂隙和凹地中的结果。用采金船清理这个地段的底板时，所观察的结果证实了上述推测是正确的。在计算砂金储量时，在地形复杂、底板岩石坚硬的砂矿床中，必须要考虑上述特征。因为采金船不能采出基岩裂隙和凹地中的金。所以，这部分金不列入计算储量。应当指出的是，开采底板破碎带矿砂时其金的损失是否列入开采损失中，应当具体分析对待。因为清理底板时，常常发生事故（下滚筒上斗链的脱落，斗链断裂等等）和挖掘设备的严重磨损。因此，对每个采区应根据具体情况做经济比较，并以开采成本的计算法确定边界品位。但应在计算边界品位之前，底板清理工作要做得合理一些。

根据实际观察和理论研究，查明了采金船实际可采的底板裂隙和凹处的范围（见图3）。可采出的凹地的横截面 L_3 是可变值。它取决于采金船能力，斗架下放倾角，底板岩石的一定深度 h_k 值，并考虑斗链拖工作面的外形，则 L_3 值可用下试确定：

$$L_3 = \frac{r^3 - [r - (h_k + h_z)]^2 - [r - (h_k - h_z)]^2}{0.5 \sqrt{r^2 - [r - (h_k - h_z)]^2}}$$

式中： L_3 ——底板凹处横截面大小，M；

r ——下滚筒挖掘半径；

h_k ——坚硬基岩的分层厚度；

（即挖斗刨片厚）M；

h_z —— 底板凹处松散岩层中挖斗超挖值, (可认为是基岩底部的回采界线) M ;

在各种具体条件下, 用(1)式可求出从底板凹处采出的含金矿砂体积, 即可求出从底板凹处采出的含金矿砂体积, 也可以求出回采凹处时的金量及其矿砂损失值。在下列条件下以该式求得的值是较正确的。

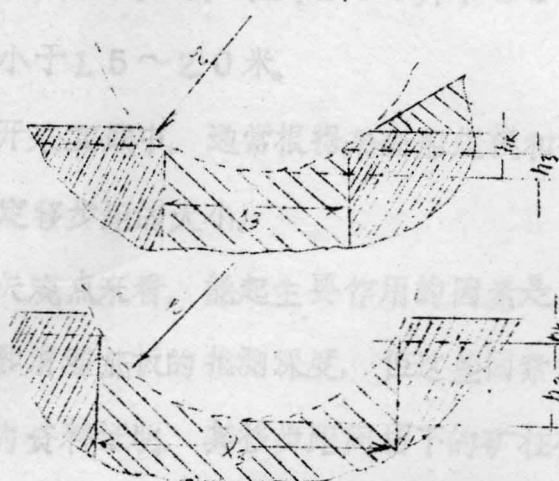


图3: 采金船斗链能清理底板的范围图

— 下滚筒挖掘半径; h_k — 扫底时挖掘分层厚度;

h_z — 扫底时超挖深度值; 3 — 扫底的横截面图

图 3

$$L_3 \leq 2r, \text{ 和 } (h_k + h_z) \leq K_3$$

K_3 值取决于斗链拖底的外形, 也取决于斗架的倾角, 被采出矿砂的坚固性和斗架下端底部的斜面结构。

根据生产实际再查资料证实, 当挖深为 10~20 米时,

$K_3 = 0.65 \text{ M}$ ，而当挖深为 $19 \sim 20$ 米时， $K_3 = 0.7$ 米。

从挖采实践证实，如底板不能挖掘的凹地面积很多时，说明其工作面中坚硬基岩对挖斗的阻力很大，故不能进一步清理底板。从表面复杂的底板中丢失的矿量分析资料中可知，随着移步距的增加，既增加凹处的矿量损失，又增加坚硬脊背处的矿量损失。因此，挖掘该类型采场时，必须减小移步距。但对 210 升和 380 升采金船而言，移步距不允许小于 $1.5 \sim 2.0$ 米。

在采金船开采实践中，通常根据采金船规模和被挖掘矿砂的物理机械性质来确定移步距的大小。

从矿量损失观点来看，能起主要作用的因素是斗链松紧程度，零部件磨损程度和清理底板的推测深度，但这些因素往往不好估计。从验证孔图解法的资料证明，其移步距间留下的矿柱横断面形状，是一个梯形（见图4）。该梯形的上底和下底都近于水平，并具有 r_1 和 r_2 倾角的倾斜面，角 r_1 是从水下采出土岩而形成的自然安息角，故可用它来表示，而角 r_2 是以挖深，斗架下端底部形状及其长度与水平面所成的倾角来表示。根据 OM—431 型采金船的采区钻孔资料，在连斯克砂矿床中，当挖深为 5 到 30 米时，这些角的变化范围是 $r_1 = 41 - 66^\circ$ ， $r_2 = 5.5 - 35^\circ$ 。如图3所示，角 r_2 是随着挖深的变化而变化。

根据OM—430和OM—431型采金船在挖掘深埋砂矿床时，不清理底板的理论和实践资料为基础，来分析所得的移步距间留下的矿柱断面图。

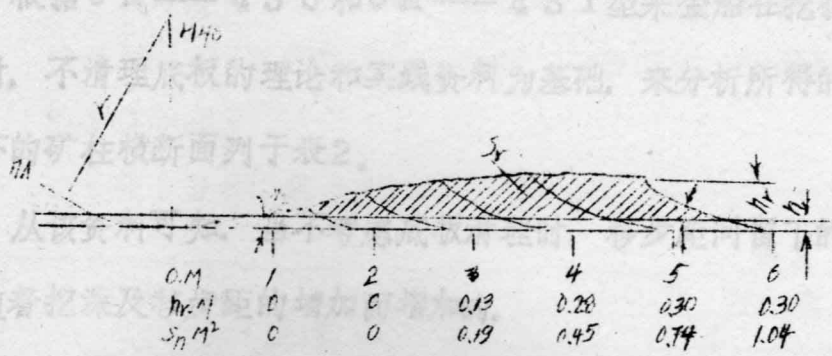


图4：380开OM—431型采金船对挖深达到11M的砂矿床，当具底板超挖0.2M时，随着移步距的变化的移步之间的矿柱断面图。

移步距间留下的矿柱大小是根据宽度、单工作面移步距，清理底板的深度以及冲积层和底板岩石的物理机械性质、采金船规模、斗链的松紧程度和挖掘机组结构特点来确定。

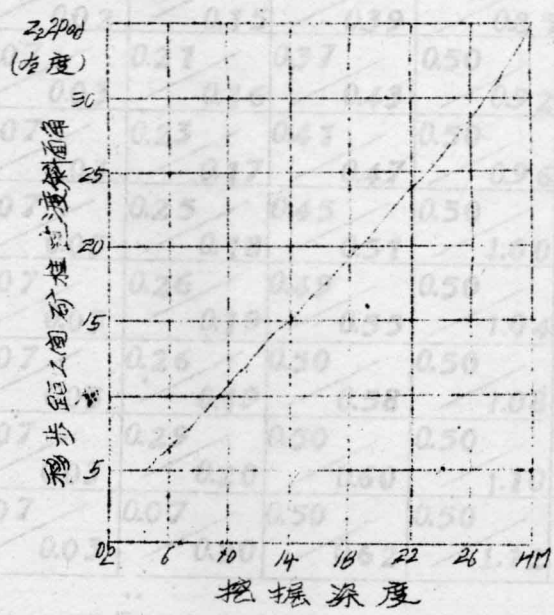


图5：用OM—431型深...

挖采金船开采时，随挖掘深度H的变化而变化的移步距之间矿柱在过渡斜面角值的图表。

根据OM——430和OM——431型采金船在挖掘深埋砂矿床时，不清理底板的理论和实践资料为基础，来分析所得的移步距间留下的矿柱横断面列于表2。

从该资料可知，当不考虑底板清理时，移步距间留下的矿柱高度是随着挖深及移步距的增加而增加的。

表2

挖掘深度M	取决于采金船移步距的矿柱横断面的主要尺寸						
	1	2	3	4	5	6	7
5	0.05 / 0.02	0.11 / 0.09	0.18 / 0.24	0.27 / 0.43	0.36 / 0.83	0.45 / 1.25	0.50 / 1.73
7	0.05 / 0.02	0.15 / 0.11	0.24 / 0.30	0.35 / 0.62	0.47 / 1.08	0.50 / 1.56	0.50 / 2.06
9	0.06 / 0.02	0.17 / 0.13	0.29 / 0.35	0.42 / 0.75	0.50 / 1.24	0.50 / 1.74	0.50 / 2.24
11	0.06 / 0.02	0.19 / 0.15	0.33 / 0.39	0.48 / 0.85	0.50 / 1.34	0.50 / 1.34	0.50 / 2.34
13	0.07 / 0.03	0.21 / 0.16	0.37 / 0.43	0.50 / 0.92	0.50 / 1.42	0.50 / 1.92	0.50 / 2.42
15	0.07 / 0.03	0.23 / 0.17	0.41 / 0.47	0.50 / 0.96	0.50 / 1.46	0.50 / 1.96	0.50 / 2.46
17	0.07 / 0.03	0.25 / 0.18	0.45 / 0.51	0.50 / 1.00	0.50 / 1.50	0.50 / 2.00	0.50 / 2.50
19	0.07 / 0.03	0.26 / 0.19	0.49 / 0.55	0.50 / 1.04	0.50 / 1.54	0.50 / 2.04	0.50 / 2.54
21	0.07 / 0.03	0.26 / 0.19	0.50 / 0.58	0.50 / 1.08	0.50 / 1.58	0.50 / 2.08	0.50 / 2.58
23	0.07 / 0.03	0.29 / 0.20	0.50 / 0.60	0.50 / 1.10	0.50 / 1.60	0.50 / 2.10	0.50 / 2.60
25	0.07 / 0.03	0.07 / 0.20	0.50 / 0.62	0.50 / 1.12	0.50 / 1.62	0.50 / 2.12	0.50 / 2.62

注：分子是脊背的高度（M）；分母是横断面积（M²）

从对连斯克砂矿床的开采条件来说，其值的范围为 $0 \sim 0.5 M$ 。在这步距之间不留含金矿砂矿柱，就不存在其金属损失。利用理论分析资料和一些条件的移步距值 a 的范围不大于挖斗节距的 4 倍。

在 1961~1962 年间，380 升和 210 升采金船开采不同类：

移步距 的 实际值	380 升 深 挖									
	A					B				B
	1961 年		1962 年		1961 年		1962 年		1961 年	
	移步 次数	%	移步 次数	%	移步 次数	%	移步 次数	%	移步 次数	%
0.5~1.0	—	—	5	2.5	—	—	—	—	1	0.7
1.0~1.5	4	5.0	5	2.5	3	2.2	—	—	—	—
1.5~2.0	3	4.0	10	5.0	7	5.1	6	3.2	9	6.3
2.0~2.5	4	5.0	26	13.5	10	7.4	9	4.8	9	6.3
2.5~3.0	8	10.0	21	10	20	14.7	25	13.3	13	9.2
3.0~3.5	10	12.5	21	10	22	16.2	24	12.7	29	20.4
3.5~4.0	9	11.0	20	9.8	28	20.6	42	22.4	29	20.4
4.0~4.5	10	12.5	24	12.5	13	9.6	26	13.8	21	14.8
当 $a \leq 4 \times t \times y$ 时	48	60.0	132	65.8	103	75.8	132	70.2	111	78.1
4.5~5.0	6	7.5	21	10.0	9	6.6	15	8.0	12	8.5
5.0~5.5	12	15.5	20	9.8	11	8.1	10	5.3	8	5.7
5.5~6.0	6	7.5	11	5.0	6	4.4	11	5.9	4	2.8
大于 6.0...	8	10.0	20	9.4	7	5.1	20	10.6	7	4.9
当 $a > 4 \times t \times y$ 时	32	40.0	72	34.2	33	24.2	56	29.8	31	21.9
总 计	80	100.0	204	100.0	136	100.0	188	100.0	142	100.0
移步距平均值	3.75	—	3.5	—	4.00	—	4.20	—	4.05	—

回采工作面时，清理底板的深度为0.4~0.5 M，移步距为4 M，移步结果，可以求出不损失含工业品位矿砂的移步距。一般来讲，能满足这的采区时，移步距的实际值列于表3中。

表3

船							210 升 采 金 船			
I			II				III			
年	1962 年		1961 年		1962 年		1961 年		1962 年	
%	移步 次数	%	移步 次数	%	移步 次数	%	移步 次数	%	移步 次数	%
0.7	—	—	1	1.2	2	2.2	2	2.2	18	2.7
2.8	—	—	2	2.5	7	7.6	8	8.8	64	9.0
5.6	7	3.6	2	2.5	10	10.9	17	19.0	149	21.0
8.4	11	5.7	12	15.0	4	4.4	23	2.6	241	34.0
9.8	29	15.0	12	15.0	17	18.5	13	14.4	64	9.0
12.5	24	12.4	17	21.2	14	15.1	8	8.8	57	8.0
4.9	52	27.1	12	15.0	14	15.1	7	7.6	46	6.5
11.2	21	10.9	4	5.0	7	7.6	6	6.6	37	5.2
55.9	144	74.3	62	77.4	75	81.4	71	79.9	593	83.7
19.6	23	11.4	4	5.0	4	4.4	3	3.3	19	2.3
8.4	5	2.6	4	5.0	5	5.4	3	3.3	15	2.0
5.6	14	7.2	3	3.8	1	1.1	—	—	—	—
10.5	8	4.1	7	8.8	7	7.7	—	—	—	—
44.7	49	25.3	18	22.6	17	18.6	19	20.8	117	16.3
100.0	193	100.0	80	100.0	92	100.0	90	100.0	710	100.0
—	410	—	346	—	430	—	233	—	169	—

大多数采金船回采时，移步距间留下的矿柱，所含矿砂和金属损失列表4。

表4

采金船	挖斗容积 (升)	砂矿床平均厚度(M)	损失 %	
			矿砂	金属
B	380	20	1.40	2.47
F	210	5	1.95	5.63
A	380	18	0.82	0.81
B	380	22	0.58	2.95

对个别砂矿床采场来说，当采区横断面及工业界线形状的不同时，所选择的开采方法也不同。采金船进路间留下的矿柱及砂矿床边界上的矿砂贫化及损失问题，对选择开采方法有着特殊的意义。现代化采金船，特别对深挖采金船来说，尽管挖掘半径和排土半径几乎相等，但砾石仍堆放在采池边上。此时，在深埋砂矿床中，其边坡塌陷高度，应从底板算起达15米或更大些。OM—430型采金船在砂矿床上所形成的排土场，其实际分布如图6所示。

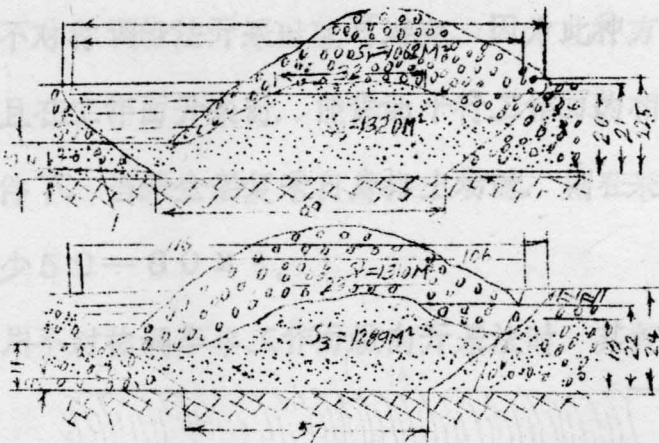


图6: OM—430型380升深挖采金船在单工作面开采时砾石排土场和尾砂排土场实际分布图。

ST, S_T' — 砾石排土场断面积;

S_B, S_B' — 尾砂排土场的断面积;

I — 含金层

在砂矿床开采中，当采用单工作面纵向开采法或以相邻工作面纵向开采法时，若把达到工业品位的整个砂矿床宽度做为一个采幅进行开采时，则在采池边帮上堆积的砾石堆，对回采工作没有影响。若开采宽度较大的砂矿床时，必然要采用横向开采法 或采用若干个进路的相邻工作面开采法。此时，在够工业品位的采池边帮上堆放砾石，也很难挖掘底板矿柱中大量含金矿砂。当回采这部分矿砂时，则采金船必须复采相当大的砾石堆。据矿山测量资料报导，该体积的平均比为1:12。为了避免矿砂的大量贫化和采金船利用率的显著降低，在相邻工作面挖掘时，必须在进路之间留水下矿柱。这样，势必造成含金矿砂损失，但其值应小于清理底板时所造成的损失值。在用相邻工作面开采法时，用验孔证实，进路之间留有矿柱其含金损失相当大。

但采用不对称调船法开采时就可避免，因为此种方法能使排土场单侧布置。且在工作面开采时，能保证平行工作面的相应超前值。在保持一定条件下，当采金船复采自身排土场时，则在采金船进路每一沿米上能减少 $50—60\text{ M}^3$ 。

采用不对称调车单工作面纵向开采法时，其挖掘情况如图7所示。

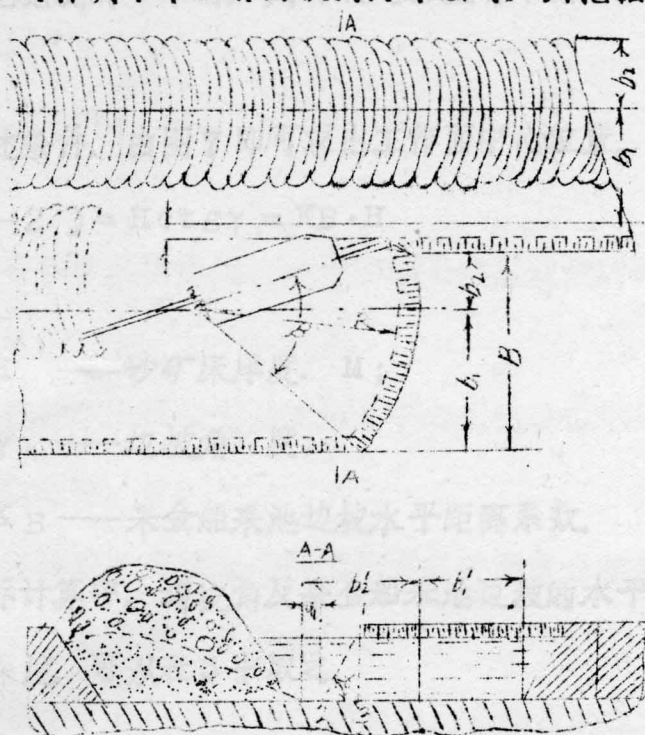


图7：不对称单工作面纵向开采法开采砂矿床图

在布置若干工作面开采中心时，为创造砂矿床的彻底挖掘条件，必须调整好它们之间的上述关系。否则，在进路间和工作面间会留有矿柱。也因排土不当，会造成采池边缘的贫化。即采用相邻工作面开采法时，采金船进路的宽度，靠砂矿床的采空区边部，使采金船的采