

选矿文集

浮选

5

冶金工业出版社

选矿文集

第 5 輯

浮 选

冶金工业出版社

选矿文集 (第5辑)

浮 选

冶金工业出版社出版 (地址: 北京市灯市口甲45号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第093号

冶金工业出版社印刷厂印 新华书店发行

— * —

1960年2月 第 一 版

1960年2月北京第一次印刷

印数 3,012 册

开本 $850 \times 1168 \cdot 1/32$ • 100,000 字 • 印张 $4 \frac{8}{32}$

— * —

统一书号 15062 • 2068 定价 0.56 元

編者的話

选矿是冶金工业中不可缺少的一环，几年来，随着国民經济的不断发展，我国选矿工业也已取得很大成就。过去几年来从其他国家、特别是从苏联介紹过来的选矿先进經驗，在提高我国选矿技术水平和丰富我国广大选矿工作者的知識等方面起了很大作用。

但是，直到目前为止，我国还没有一本全国性的选矿技术刊物，过去有关选矿方面的技术經驗，大都散见于一般綜合性的刊物上，讀者参考起来很不方便。

因此，为了更好地报导国内外先进选矿科学技术成就，在一定程度上弥补上述缺点以滿足讀者需要，我們准备将国内外有关选矿方面較好的技术资料，尽可能按内容分类汇集成册，以“文集”的形式不定期出版。

本書（第五輯）介紹了氧化鉛鋅矿石的浮选，用溶液中析出的空气浮选微粒矿泥，泡沫矿化作用方程式的推导和生产实践中浮选动力学方程式运用的实例以及某些浮选葯剂的研究結果等九篇，对各地从事浮选研究与生产的选矿工作人員很有用处。

“选矿文集”的編輯出版工作对于我們來說是一个新的尝试，尚缺乏經驗。因此，一定会有很多缺点，希望讀者能在选题、内容等方面提出改进意見，並在供稿方面給予支持，从而使“选矿文集”能成为我国广大选矿工作者所喜愛的讀物，並發揮它更大的作用。

目 录

用重油作捕收剂浮选硫化铜矿的試驗

研究……………东北工学院选矿教研室……5

麸質——某些浮选矿浆的凝聚剂…苏联 Н.Р. 罗曼諾夫 ……18

从上浮的油酸的混合硫化一氧化产品中获取标准

輝鉬矿精矿的問題……………苏联 Л.И. 格罗斯馬……26

浮选时黃药的行为……………苏联 Л.А. 格拉祖諾夫 ……32

用阳离子捕收剂浮选磁黃鉄矿…日本 石原遼, 各务泰道…37

十二烷基苯磺酸鈉对螢石和石英的浮游性的

影响……………日本 向井滋, 加納源太郎……48

新浮选葯剂的試驗……………苏联 А.М. 費克羅娃 ……62

用溶液中析出的空气浮选微粒

矿泥……………苏联 В.И. 克拉辛, И.Ф. 弗歇里亚柯夫……72

成分复杂的氧化鉛矿物浮选……………苏联 А.С. 謝維列娃 ……82

泡沫矿化作用方程式的推导和生产实践中浮选动力学

方程式运用的实例……………苏联 Н.В. 馬特溫科……94

氧化鉛鋅矿的浮选現狀……………张卯均 ……108

用重油作捕收剂

浮选硫化銅矿的試驗研究

东北工学院选矿教研室

一、緒 論

在祖国一天等于廿年的大跃进的时代里，各項建設事业都在飞速地发展着。随着鋼鉄遍地开花，有色金屬工业，尤其是銅的生产也将走上遍地开花的道路。为此，就必须迅速地解决选矿中的一系列問題，包括动力、机械設備以及浮选葯剂等，使之适应于遍地开花的条件。我院选矿专业的师生在党的领导下，除接受了研究适于遍地开花的浮选机外，也接受了适用于銅矿浮选遍地开花的浮选葯剂的研究。

在銅矿浮选走上遍地开花的今天，过去常用的化学捕收剂（黄葯，黑葯）在数量上是远远滿足不了需要了，因此对浮选葯剂的研究乃成为刻不容緩的任务。这项研究工作是在党的直接领导下，始終貫徹着多快好省，土洋結合，充分利用祖国資源条件来建設社会主义的精神进行的。这项研究工作除了試制新的葯剂外，为了很快地能用于工业生产，目前主要把力量放在寻找来源充足，价格便宜，随时随地可以获得的捕收性能較好的油类捕收剂上。

油类捕收剂在浮选初期在相当长的时期里曾广泛地被利用。而在化学捕收剂出現之后，便逐漸讓位，以致使大家忘記。油类捕收剂虽然不如化学捕收剂那样成分一定，选择性强，但另一方面，它的价格低廉，来源充足，在一些場合也能得到良好的浮选指标。所以我們也就注意了这一問題，开始研究。同时我們也知道在化学捕收剂全盛的今天，少数的浮选厂还仍然使用着。尤其

是資本主义国家，化学捕收剂是以各种各样的莫明其妙的令人难解的商品名称出現的，例如巴列得 1 号及鼓风爐油是属于重油之类的油类捕收剂，巴列得 635 号是属于煤焦油之类的油質捕收剂，克利布兰·克利夫·利芬因是属于木焦油之类的油类捕收剂，G.N.S.8号是属于松焦油之类的油类捕收剂，加利福尼亚燃料油是属于提炼石油的残渣。

这次的試驗，主要是以鞍鋼化工总厂的重油为捕收剂进行銅、鉛、鋅硫化矿及部分氧化矿的浮选試驗。另外也曾用撫順石油一厂的頁岩輕柴油（0#及10#）作了几个試驗，結果不如重油，同时由于价格高于重油所以暫停，由于時間所限，不能有系統的进行条件試驗和用更多的油类捕收剂进行比较，而只用重油在其他条件完全相同条件下与黃药进行比较。这样不一定合适，因为重油也可能有它更适宜的浮选条件，例如，pH值，起泡剂的种类及用量等。但是从初步的試驗結果看来，还是令人滿意的，若有系統地进行試驗，定会得到良好結果。試驗本身虽然存在着一些缺点，但是由于客觀的需要，現將一部分硫化銅矿的初步浮选試驗結果整理一下，以便大家参考和指正，并希大家动手就地取材进行試驗。

二、矿石及捕收剂

1. 矿石

石咀子硫化銅矿及新宾銅矿（含銅硫化鉄矿）。

2. 重油

技术規格：

比重（20°C）	1.04~1.07
成分	<0.5%
酚	<0.5%
沉淀物	夏25°C，冬15°C 无

蒸馏試驗：

200°C前馏出部分	< 3%
230°C前馏出部分	< 12%
300°C前馏出部分	> 85%
360°C前馏出部分	> 95%

3. 黄药

乙基黄酸钠，沈阳选矿剂厂出品（工业用）。

丁基黄酸钠，沈阳选矿剂厂出品（工业用）。

三、試 驗

石咀子銅矿，首先在本試驗室根据以往可选性研究資料拟出大致的浮选条件和流程，进行了浮选指标的比較，并未作条件試驗。因此一般講来，指标都是不高的。但却可以看出重油的浮选效果是較好的。为了能很快地应用于生产，便又到石咀子选矿厂試驗室进行了試驗。新宾銅矿是利用选矿教研室所作的可选性研究报告拟出的浮选条件和流程，試驗所用的浮选机是新式水輪机械攪拌式的。

1. 石咀子銅矿

(1) 本試驗室开路試驗

試驗条件：

磨矿細度：—200目 占80%。

石灰：300克/吨 添加于球磨机中。

捕收剂：重油，添加于条件槽中攪拌5分鐘或添加于球磨机中；乙基黄药添加于条件槽中攪拌一分鐘。

起泡剂：二号起泡剂10克/吨，在捕收剂之后添加于条件槽中攪拌0.5分鐘。

分次刮泡：第(1)部分，2分鐘；第(2)部分，12分鐘。

开路試驗結果列于表1（見附表1）。

从以上开路試驗的結果看来，添加重油的試驗，不論其用量

表 1

試驗編號	捕收剂名称	用量,克/吨	产品名称	产率, %	品位, % Cu	采收率, % Cu	备 注
I	2	3	4	5	6	7	8
II-12	乙基黃藥	50	精矿(1)	3.17	12.90	41.91	
			精矿(2)	6.95	5.75	40.96	
			精矿(1)+(2)	10.12	7.99	82.87	
			尾矿	89.88	0.186	17.13	
			原矿	100.00	0.98	100.00	
II-14	重 油 乙基黃藥	20 30	精矿(1)	6.47	12.93	84.72	重油添加于条件槽中(关闭浮选机的空气吸入口), 搅拌均匀5分鐘, 然后再加乙基黃藥攪拌1分鐘, 以后試驗皆相同
			精矿(2)	8.69	0.62	5.44	
			精矿(1)+(2)	15.16	5.89	90.16	
			尾矿	84.84	0.115	9.84	
			原矿	100.00	0.99	100.00	
II-13	重 油 乙基黃藥	30 20	精矿(1)	6.22	13.13	83.22	重油添加于条件槽中
			精矿(2)	4.89	0.93	4.64	
			精矿(1)+(2)	11.11	7.76	87.86	
			尾矿	88.89	0.134	12.14	
			原矿	100.00	0.98	100.00	

續表 1

試驗編號	捕收劑名稱	用量,克/噸	產品名稱	產率, %	品位, % Cu	采收率, % Cu	備 注
1	2	3	4	5	6	7	8
I-15	重 油	50	精礦(1)	4.02	20.20	86.04	重油添加于条件槽中
			精礦(2)	3.17	1.86	6.27	
			精礦(1)+(2)	7.19	12.10	92.31	
			尾礦	92.81	0.078	7.69	
			原礦	100.00	0.94	100.00	
I-16	重 油	50	精礦(1)	9.06	9.32	85.36	重油添加于球磨机中
			精礦(2)	6.14	0.62	4.01	
			精礦(1)+(2)	15.20	5.82	89.37	
			尾礦	84.80	0.124	10.03	
			原礦	100.00	0.99	100.00	
I-17	重 油	70	精礦(1)	8.29	10.95	87.87	重油添加于球磨机中
			精礦(2)	6.49	0.38	2.39	
			精礦(1)+(2)	14.78	6.31	90.26	
			尾礦	85.22	0.118	9.74	
			原礦	100.00	1.03	100.00	

多少和添加地点的不同，精矿（2）的品位和采收率较单用黄药时都是較低的。也就是說明第二次精矿的刮泡時間不需要那样长，很可以用試驗Ⅰ—12（单用黄药的）的精矿（1）+（2）和其他試驗的精矿（1）相比較（表2）。

这可能是由于重油添加到条件槽中攪拌5分鐘，与单用黄药时相比增加了攪拌時間；添加到球磨机中时，也同样地增加了攪拌時間，另外也可能由于重油的起泡性的影响。

上列試驗中，单用黄药的浮选指标与其他試驗相比是較差的。另外，試驗Ⅰ—15单用重油50克/吨的浮选指标特別优越。这两个試驗相比較，重油的效果远远超过了黄药。是否能这样是有疑問的。为了驗證此問題和进一步确定在工业生产中有中矿返回时，用重油是否也能达到較好的指标，而进行了試驗室的閉路試驗。

表 2

試驗編號	捕收剂种类及用量, 克/吨	精矿(1)或精矿(1)+ (2)的产率, %	精矿(1)或精矿(1)+ (2)的品位 Cu%	精矿(1)或精矿(1)+ (2)的采收率 Cu%
Ⅰ—12	乙基黄药50	10.12	7.99	82.87
Ⅰ—14	重 油 20	6.47	12.98	84.72
	乙基黄药30			
Ⅰ—13	重 油 30	6.22	13.13	83.22
	乙基黄药20			
Ⅰ—15	重 油 50	4.01	20.20	86.04
Ⅰ—16	重 油 50	9.06	9.32	85.36
Ⅰ—17	重 油 70	8.29	10.95	87.87

（2）閉路試驗条件及流程

閉路試驗是分三組来进行的，每組的捕收剂条件各与Ⅰ—12（单用乙基黄药50克/吨），Ⅰ—13（重油30克/吨；乙基黄药20克/吨），Ⅰ—15（重油50克/吨）相同。閉路試驗的流程如图1。

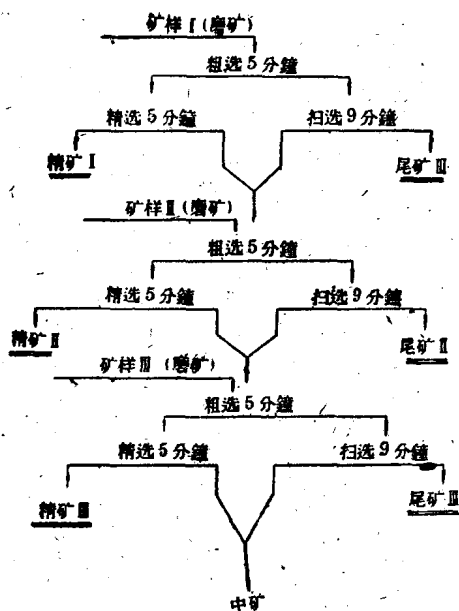


图 1 閉路試驗流程

閉路試驗結果列于表 3:

表 3

試驗編号	捕收剂种类及 用量, 克/吨	产 品 名 称	产率, %	品名, % Cu	采收率, % Cu
I—25	乙基黄药 50	精矿 (精矿 III)	5.62	16.23	84.30
		尾矿 (尾矿 III)	94.38	0.18	15.70
		原矿	100.00	1.08	100.00
I—23	重油 30 乙基黄药 20	精矿 (精矿 III)	8.89	9.85	94.31
		尾矿 (尾矿 III)	71.11	0.058	5.69
		原矿	100.00	0.93	100.00
I—24	重油 50	精矿 (精矿 III)	6.78	12.76	91.14
		尾矿 (尾矿 III)	93.24	0.09	8.85
		原矿	100.00	0.95	100.00

浮选指标是根据最后一个試驗, 即第 III 个試驗的結果算出

的。中矿从未列入計算中，这是根据新进入过程的物料，将呈最終产物由过程中分出的原則而决定的。

閉路試驗結果証明，重油的浮选結果也是很好的。这說明石咀子銅矿进一步进行試驗完全有可能采用重油作捕收剂。在完全采用重油或部分采用重油作捕收剂时，根据对精矿質量的要求可以改变精选次数等来达到。

(3) 在石咀子矿进行的开路試驗

为了能很快地将重油用于生产，便到石咀子选矿厂的試驗室进行了試驗。試驗在該厂的党政领导的支持和工作同志的热心协助下，取得了良好的結果。茲將試驗条件和結果摘录如下：

試驗是在該厂試驗室过去所找出的最适宜的条件下逐渐增加重油用量，减少丁基黃药用量进行的，其它条件完全相同，只在起泡剂用量上作了一些变动。共作了13个試驗。这里只抄录其一部分。

試驗条件：

磨矿細度 —200目，占68.5%。

石灰 1800克/吨 添加于球磨机中。

重油：攪拌 5 分鐘。

丁基黃药 攪拌 2 分鐘。

起泡剂 (2# 起泡剂) 攪拌 1 分鐘。

刮泡

第 (1) 部分 2 分鐘；

第 (2) 部分 2 分鐘；

第 (3) 部分 4 分鐘。

試驗結果列于表 4。

从表 4 的結果可以看出，試驗 №11 和試驗 №12，即采用重油 30克/吨，丁基黃药 10克/吨，并且将起泡剂減至 21~14克/吨时，浮选指标是很令人滿意的。这个指标超过了单用丁基黃药的場合。№11在精矿品位上和采收率上都超过了单用丁基黃药。№12在采

表 4

試驗編号及药 剂条件	产品名称	产率, %	品位 Cu, %	采收率 Cu, %	备 注
1	2	3	4	5	6
№ 1 丁基黄药40克/吨 2#起泡剂35克/吨	精矿 1	2.97	21.96	71.05	这项試驗条件是 該試驗室过去所 找出的最适宜的 条件
	精矿 2	2.02	6.78	14.91	
	精矿 3	2.60	2.588	7.34	
	精矿 1+2+3	7.59	11.28	93.30	
	尾矿	92.41	0.0653	6.70	
	原矿	100.00	0.918	100.00	
№ 3 重油20克/吨 丁基黄药20克/吨 2#起泡剂28克/吨	精矿 1	3.73	18.65	77.11	
	精矿 2	1.95	5.891	12.74	
	精矿 3	2.29	1.901	4.82	
	精矿 1+2+3	7.97	10.02	9.467	
	尾矿	92.03	0.0523	5.33	
	原矿	100.00	0.902	100.00	
№ 5 重油40克/吨 2#起泡剂28克/吨	精矿 1	4.32	15.48	74.55	
	精矿 2	1.44	4.576	7.35	
	精矿 3	1.13	2.341	0.95	
	精矿 1+2+3	6.89	11.05	84.85	
	尾矿	93.11	0.146	15.15	
	原矿	100.00	0.897	100.00	
№ 4 重油30克/吨 丁基黄药10克/吨 2#起泡剂28克/吨	精矿 1	4.42	11.68	73.00	
	精矿 2	2.07	4.50	10.49	
	精矿 3	2.10	20.27	4.79	
	精矿 1+2+3	8.59	9.15	88.28	
	尾矿	91.41	0.123	11.72	
	原矿	100.00	0.889	100.00	
№ 11 重油30克/吨 丁基黄药10克/吨 2#起泡剂21克/吨	精矿 1	3.47	21.17	80.87	
	精矿 2	1.82	5.554	11.13	
	精矿 3	2.25	1.583	3.92	
	精矿 1+2+3	7.54	11.56	95.92	
	尾矿	92.46	0.0434	4.08	
	原矿	100.00	0.9084	100.00	

續表 4

試驗編號及葯 劑条件	产品名称	产率, %	品 位 Cu, %	采收率 Cu, %	备 注
1	2	3	4	5	6
№12	精矿 1	2.98	22.86	75.67	
重油30克/吨	精矿 2	1.10	10.37	12.67	
丁基黃葯10克/吨	精矿 3	1.22	3.556	4.82	
2#起泡剂14克/吨	精矿 1+2+3	5.30	15.82	93.16	
	尾矿	94.70	0.065	6.84	
	原矿	100.00	0.9003	100.00	

收率上略低于单用黃葯，但精矿品位很高，已达 15.82%。总的来讲，在 №11 和 №12 的条件范围内，在流程上可以不做较大的变更便可得到不低于单用丁基黃葯时所获得的浮选指标。当然上述的条件并不是最好的浮选条件，若进行系统的試驗还有可能找出更适宜的浮选条件。必須指出，在此試驗中很突出地表现出起泡剂的影响，因为重油本身兼有起泡性，所以应适当地减少起泡剂用量（见图 2）。

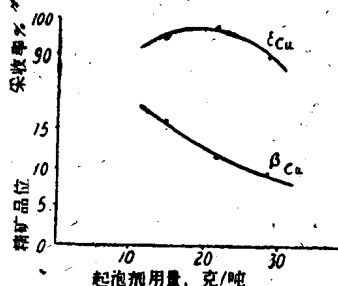


图 2. 起泡剂用量对浮选指标的影响

2. 新宾銅矿

新宾銅矿是含銅黃鉄矿，部分黃銅矿极細地嵌布于黃鉄矿中，属于难选的一种矿石。

試驗条件：

磨矿細度 ~ 200 目 占 85%

石 灰 2,000 克/吨

捕收剂：重油，乙基黃葯

起泡剂：二号起泡剂 75 克/吨

分次刮泡：第 (1) 部分—6 分鐘，第 (2) 部分—6 分鐘。

試驗結果列于表 5。

从表 5 的試驗結果証明，重油的浮选效果是相当好的，与黃葯相比并无逊色。其規律性大致上与石咀子銅矿相同，精矿品位

的高低是与产率大小相互关联的。新宾铜矿也完全有可能采用重油作捕收剂。在部分或完全采用重油作捕收剂时，根据对精矿质量的要求，浮选回路可能要作某些变更。

表 5

試驗编号	捕收剂名称	用量, 克/吨	产品名称	产率, %	品位, % Cu	采收率, % Cu
I-13	乙基黄药	70	Cu 精矿(1)	18.17	8.12	78.30
			精矿(2)	2.88	1.07	1.60
			精矿(1)+(2)	21.05	7.16	79.90
			尾矿	78.95	0.48	20.10
			原矿	100.00	1.86	100.00
I-14	重 油 乙基黄药	20	Cu 精矿(1)	26.22	6.22	86.99
			精矿(2)	2.05	0.70	0.77
		50	精矿(1)+(2)	28.27	5.82	87.76
			尾矿	71.73	0.32	12.24
			原矿	100.00	1.87	100.00
I-15	重 油 乙基黄药	40	Cu 精矿(1)	26.65	6.25	86.77
			精矿(2)	1.75	0.60	0.55
		30	精矿(1)+(2)	28.40	5.90	87.32
			尾矿	71.60	0.34	12.68
			原矿	100.00	1.71	100.00
I-16	重 油	70	Cu 精矿(1)	14.32	9.41	70.98
			精矿(2)	2.82	0.73	1.08
			精矿(1)+(2)	17.14	7.98	72.07
			尾矿	82.86	0.64	27.93
			原矿	100.00	1.90	100.00

四、結 語

1. 根据石咀子铜矿和新宾铜矿浮选試驗結果証明，对硫化铜矿完全有可能采用重油作捕收剂。尤其是重油和黃药混合使用所得到的指标特別优秀，是今后必須加以研究的。

2. 由于重油本身兼有起泡性，因此在采用重油作捕收剂时須选择适当的起泡剂和相应地减少其用量。

3. 在采用重油作捕收剂时,对各种浮选药剂以及浮选条件須有系統地进行考查,因为重油本身可能有它最适宜的浮选条件。必要时,須在連續設備上进行半工业性試驗。

4. 重油是炼焦的副产品,价格便宜,来源充足,是今后必須加以应用的有效的油类捕收剂。另一方面,重油的成分随着原料产地和生产过程变动較大,因此希望每个选矿厂最好用同一炼焦厂的重油进行生产,并且每次所購的重油最好也进行一些检查性試驗。

附 記

1. 数种捕收剂的价格:

捕收剂名称	单价 (元/公斤)	出厂
重油	0.18	鞍山化工总厂
乙基黃药	3.12	沈阳选矿剂厂
丁基黃药	4.44	沈阳选矿剂厂
25#黑药	4.60	沈阳选矿剂厂

2. 寿王坟銅矿, 試驗室試驗結果証明重油与黃药混合(1:1)使用, 可得到滿意的浮选指标。这样可以节省 $\frac{1}{2}$ 的黃药,降低捕收剂成本47.12%。若将所节省的起泡剂量考虑在內, 則所节省的药剂成本更大。

3. 我院选矿教研室过去对硫化后的氧化鉛矿浮选, 以重油和丁基黃药(2:1)混合使用得到了滿意的浮选指标。

4. 对清原銅、鋅, 硫多金屬矿和桓仁的銅、鉛、鋅多金屬矿也进行了試驗。根据初步試驗結果看来, 多金屬硫化矿的优先浮选完全有可能采用重油作捕收剂。桓仁銅鉛鋅混合浮选时, 即便将重油加到磨矿回路中, 然后用硫酸銅活化閃鋅矿, 同样可以得到良好結果, 并且在銅、鉛分离时, 重鉻酸鉀对鉛的抑制也是很銳敏的, 清原矿石以100克/吨, 丁基黃药(占全黃药的 $\frac{2}{3}$)浮选硫化鉄矿是不經濟的, 据我們試驗結果認為以重油70克/吨和丁