

浮选药剂的 化学原理

朱玉霜 朱建光 编



**FUXUAN
YAOJIDIHUA XUEYUANLI**

● 中南工业大学出版社 ●

浮选药剂的化学原理

朱玉霜 朱建光 编

● 中南工业大学出版社 ●

1987年·长沙

内 容 简 介

本书系统地介绍国内外研究过或正在使用的一百余种浮选药剂，有关我校研究的浮选药剂如苄基胂酸、甲苄胂酸、烷基亚氨基二乙酸、烷基亚氨基二次甲基膦酸、亚磷酸酯、甘苄油、W—02、氧化松香钠皂、硫酸化松香钠皂等，亦作了详细叙述。对每种药剂均按制法、性质、浮选性能、作用机理四方面进行叙述，并说明其化学原理。

本书可供浮选厂、药剂厂技术人员，选矿专业学生及教师参考，也可作选矿专业教材。

浮选药剂的化学原理

朱玉霜 朱建光 编
责任编辑 肖梓高

*

中南工业大学出版社出版发行
中南工业大学出版社印刷厂印刷
湖南省新华书店经销

*

开本：787×1092 1/16 印张：20 字数：512千字
1987年2月第一版 1987年2月第一次印刷
印数：0001—3000

*

ISBN 7-81020-020-8/TD·001
统一书号：15442·014 定价：3.40元

编 者 的 话

《浮选药剂的化学原理》是编者根据长期的教学和科研经验编写而成。本书文献收集到1985年12月底止，书中系统介绍国内外研究过或正在使用的百余种浮选药剂，同时对编者研究或参加研究的几种浮选药剂，如苄基胂酸、甲苄胂酸、烷基氨基乙酸、浮锡灵、烷基亚磷酸酯、仲辛醇、甘苄油、W-02、单宁酸、末食子酸等也在本书作了较详细的介绍。

本书的特点是对每一种药剂的制法、性质、浮选性能和作用机理进行了叙述。由于这几方面都与化学反应有关，故此书取名《浮选药剂的化学原理》。

本书可供选矿药剂科技人员、选矿科技人员及高等院校选矿专业师生参考。

由于编者水平有限，书中出现缺点错误在所难免，请读者批评指正。

编 者

一九八六年四月

目 录

绪 言	(1)
第一章 烃类油捕收剂	(3)
第一节 煤油	(5)
第二节 煤焦油	(13)
第三节 木焦油	(13)
参考文献	(14)
第二章 硫化矿捕收剂	(16)
第一节 黄药	(16)
第二节 双黄药	(22)
第三节 黄原酸酯类捕收剂	(25)
第四节 O-烷基-N-烷基硫逐氨基甲酸酯——简称硫氨酯	(27)
第五节 黑药	(29)
第六节 双黑药	(34)
第七节 烃基二硫代磷酸硫醚酯——黑药酯	(36)
第八节 N,N-二烷基二硫代氨基甲酸盐——硫氮类捕收剂	(37)
第九节 N,N-二烷基二硫代氨基甲酸酯——硫氮酯	(40)
第十节 胺醇黄药	(42)
第十一节 硫醇类捕收剂	(44)
第十二节 几种硫化矿新捕收剂	(48)
第十三节 硫化矿捕收剂的进展	(52)
参考文献	(54)
第三章 羧酸类捕收剂	(57)
第一节 怎样从动植物油中提取脂肪酸	(57)
第二节 脂肪酸的捕收机理	(59)
第三节 脂肪酸烃基的结构与捕收性能的关系	(64)
第四节 癸二酸下脚	(69)
第五节 妥尔皂——硫酸法纸浆废液	(71)
第六节 氧化松香钠皂和硫酸化松香钠皂	(75)
第七节 碱渣	(81)
第八节 氧化煤油和氧化石蜡	(82)
参考文献	(89)

第四章 含硫、磷的氧化矿捕收剂	(91)
第一节 烷基磺酸钠.....	(91)
第二节 烷基苯磺酸钠.....	(93)
第三节 烷基硫酸钠.....	(97)
第四节 磷酸酯.....	(100)
第五节 烃基膦酸.....	(103)
第六节 亚磷酸酯.....	(111)
第七节 烷基- α -羟基-1, 1-二膦酸.....	(118)
第八节 烷基- α -氨基-1, 1-二膦酸.....	(123)
第九节 烃基氨基次甲基膦酸.....	(126)
参考文献.....	(135)
第五章 烃基胂酸类氧化矿捕收剂	(137)
第一节 烷基胂酸.....	(137)
第二节 甲苯胂酸.....	(138)
第三节 苄基胂酸的制法.....	(141)
第四节 苄基胂酸的捕收性能.....	(146)
第五节 甲苯胂酸的合成.....	(149)
第六节 甲苯胂酸的捕收性能.....	(152)
参考文献.....	(154)
第六章 含氮的氧化矿捕收剂	(155)
第一节 胺.....	(155)
第二节 酰胺.....	(162)
第三节 两性捕收剂.....	(164)
第四节 羟肟酸.....	(176)
第五节 2, 3-烷二酮二肟.....	(185)
第六节 酰胺类氧化矿捕收剂.....	(189)
参考文献.....	(194)
第七章 起泡剂	(196)
第一节 松油.....	(196)
第二节 二号油.....	(197)
第三节 合成樟脑.....	(202)
第四节 樟脑油.....	(203)
第五节 桉树油.....	(205)
第六节 从低温焦油中提取酚作起泡剂.....	(206)
第七节 从脱酚油中提取重吡啶.....	(208)
第八节 醇类.....	(209)
第九节 酯类.....	(213)
第十节 醚类起泡剂.....	(216)

第十一节	醚醇起泡剂	(221)
	参考文献	(226)
第八章	无机调整剂	(227)
第一节	硫酸铜	(228)
第二节	氢氟酸和氟化钠	(230)
第三节	硫化钠	(231)
第四节	硫酸锌	(234)
第五节	氰化钠和氰化钾	(237)
第六节	二氧化硫、亚硫酸和亚硫酸钠	(243)
第七节	石灰和二氧化碳	(246)
第八节	重铬酸盐	(248)
第九节	五硫化二磷和氢氧化钠混合抑制剂	(251)
第十节	水玻璃	(252)
第十一节	氟硅酸钠	(256)
第十二节	六偏磷酸钠	(260)
	参考文献	(262)
第九章	有机抑制剂	(263)
第一节	羟基羧酸	(263)
第二节	硫代酸盐	(267)
第三节	巯基化合物	(269)
第四节	萘磺酸和苯磺酸	(272)
第五节	单宁	(277)
第六节	氯化木素与木素磺酸	(282)
第七节	羧甲基纤维素和羟乙基纤维素	(285)
第八节	腐植酸	(289)
第九节	淀粉	(291)
	参考文献	(297)
第十章	絮凝剂	(299)
第一节	絮凝剂在固体表面的吸附机理	(299)
第二节	聚丙烯酰胺及改性聚丙烯酰胺	(301)
第三节	苯乙烯-马来酸酐聚合物及其它絮凝剂	(310)
	参考文献	(313)

绪 言

什么是浮选药剂？在浮游选矿过程中，用来改变矿物表面物理化学性质或创造条件调节矿物可浮性的药剂，称浮选药剂。例如，某铅、锌、萤石矿选厂所处理的矿石中，含方铅矿、闪锌矿、萤石等有用矿物，脉石主要是石英。将矿石破碎并磨至有用矿物单体解离后，调成矿浆，采用优先浮铅抑锌的方法浮选，浮铅时先用 Na_2CO_3 调整矿浆 $\text{pH} = 7-7.5$ 后，用 ZnSO_4 和 NaCN 抑制闪锌矿，用黑药和黄药捕收方铅矿，加二号油使鼓入的气泡稳定，首先将方铅矿浮出。浮选方铅矿以后的尾矿，用 Na_2CO_3 将矿浆 pH 调至8左右，加 CuSO_4 活化闪锌矿，再加黄药并加二号油浮选闪锌矿。浮选闪锌矿后的尾矿，用 Na_2CO_3 调 $\text{pH} = 8-9$ ，加水玻璃抑制石英，用油酸捕收萤石，浮出萤石，脉石从尾矿排掉。在这个例子中要解决的问题是：有用矿物和脉石分离，有用矿物各个分离。解决的方法是优先浮选法。浮选过程中用到的黄药、黑药、油酸、二号油、 ZnSO_4 、 NaCN 、水玻璃、 Na_2CO_3 、 CuSO_4 等化合物都是浮选药剂。

为什么这些药剂将能有用矿物与脉石及有用矿物之间彼此浮选分离呢？因为这些药剂能改变矿物表面的物理化学性质，调整矿物的可浮性，创造条件使有的矿物易浮而另一些矿物不易浮，从而达到分选目的。

矿物的可浮性决定于两个因素，一是内因，即决定于矿物的组成和结构，有些矿物由于本身的组成和结构的亲水性大，天然可浮性小，如石英、云母等；有些矿物亲水性小天然可浮性大，如石墨、辉钼矿、自然硫等。仅利用矿物天然可浮性的差别是难于达到分选目的的。另一个因素是外因，是人为的创造条件改变矿物表面的物理化学性质，调整其可浮性，从而达到分选目的。使用浮选药剂的目的是改变矿物表面的物理化学性质，调节矿物的可浮性。浮选药剂对矿物分选起着重要的作用。

从上述实例看，没有黄药、黑药的捕收作用，方铅矿和闪锌矿就不能浮游；没有油酸的捕收作用，萤石也不能浮游；没有水玻璃对石英的抑制作用，被污染了的石英就会在油酸的捕收作用下与萤石一道浮游，达不到分选目的；没有 CuSO_4 对闪锌矿的活化作用，被 ZnSO_4 和 NaCN 抑制过的闪锌矿就不能浮出，而二号油则是使矿浆产生较稳定的泡沫，这种泡沫能将浮游的矿物带出矿浆表面，使有用矿物与脉石分离。

浮选技术和浮选药剂的发展是互相联系的。20年代浮游选矿发展的初期，只有几种矿物油和焦油作为浮选药剂使用，药剂简单，能分选的矿物种类也不多。待到黄药、黑药、氰化物等药剂发现和应用之后，就使复杂的硫化矿的分选发展起来。随着生产的需要，各种比较特效的药剂不断出现，浮选矿物的类型及分选效果也随着不断增加和改善。

要提高浮选指标，合成更有效的浮选药剂也是途径之一。熟悉浮选药剂的来源、性能和作用机理，一方面可以更好使用药剂，帮助掌握和调整浮选工艺，另一方面可以寻找或合成新的药剂，为选矿事业作出贡献。

在浮选工业中，曾经试验作为浮选药剂并有一定效果的物质有8000种以上，而用得较多的约有100种。这些浮选药剂，在选矿过程中，按其作用划分，可分为如下几类：

捕收剂——在矿浆中能够吸附（物理吸附或化学吸附）在矿物表面形成疏水薄膜，使矿物的疏水性增大，从而增加矿物的浮游性的药剂称为捕收剂，如黄药、黑药、油酸等。

起泡剂——在矿浆中能使气泡稳定的药剂，如二号油、酚、醇等。

pH调整剂——调整矿浆pH的药剂称为pH调整剂，如 H_2SO_4 、 Na_2CO_3 、 NaOH 等。

抑制剂——在矿浆中使矿物表面生成亲水薄膜而降低矿物的浮游性的药剂称为抑制剂，如 ZnSO_4 、 NaCN 、淀粉等。

活化剂——能改变矿物表面性质，促进矿物与捕收剂发生作用的药剂称活化剂，如 CuSO_4 是闪锌矿和黄铁矿的活化剂。

絮凝剂——使细粒矿物絮凝，以便浮选或脱水的药剂称为絮凝剂。絮凝剂的功能在于降低或中和矿粒的表面电性，或起“桥链”作用使细粒絮凝。

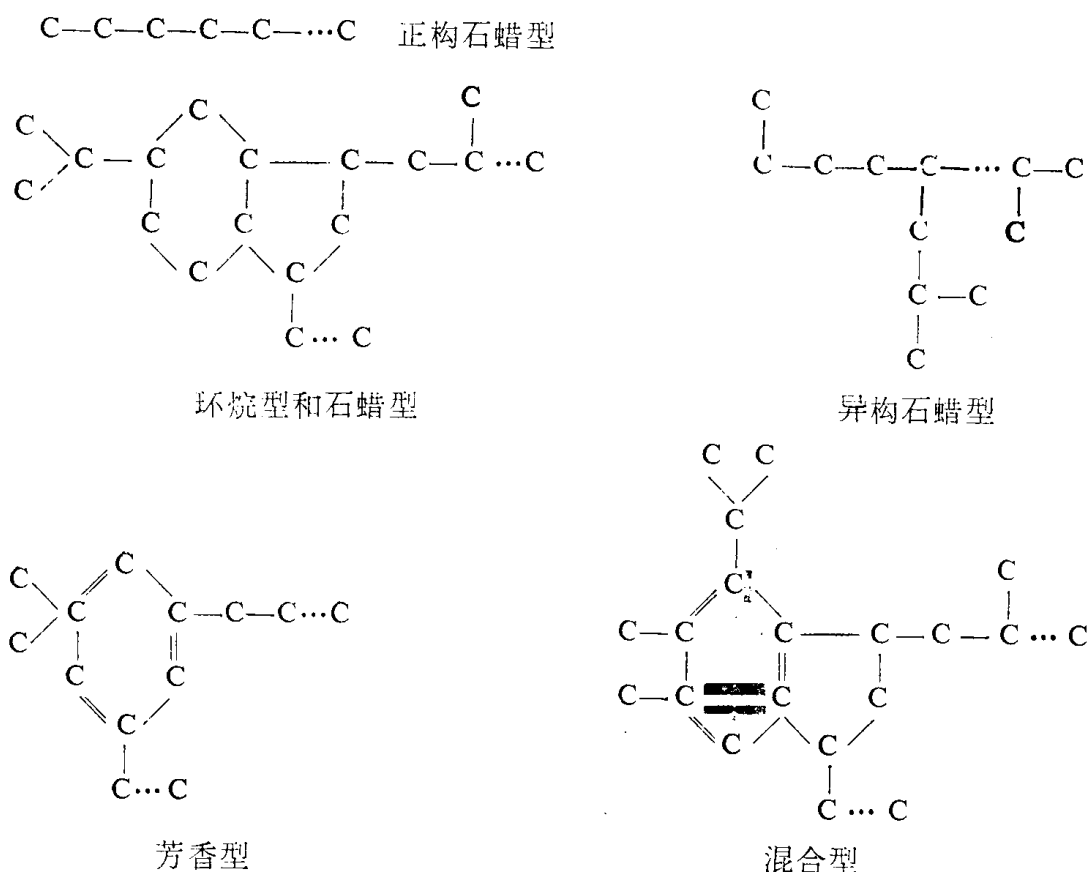
同一种药剂在不同浮选条件下，往往有不同作用，例如水玻璃对矿泥有分散作用、对石英有抑制作用，也能调整矿浆pH。所以药剂分类有它的灵活性，水玻璃既可以作抑制剂又可作分散剂。

pH调整剂、抑制剂、活化剂、絮凝剂、分散剂通称调整剂。总的来说，浮选药剂按其作用可分为捕收剂、起泡剂、调整剂三大类。本书按这种分类法编写。

第一章 烃类油捕收剂

烃类可分为脂肪烃、脂环烃和芳香烃三类，它们的特点是分子中的碳氢原子都通过共价键结合，难溶于水，不电离，故又称非极性捕收剂。

从石油中提取的烃类油属那一类烃，视石油产地而异，有人分析了三十八种原油^[1]。归纳起来有下述类型：



从焦油中提取的烃类主要是芳香烃，还含有少量酸性和碱性有机物。通常用作捕收剂的烃类油是煤油、变压器油、太阳油和焦油等。

烃类油化学活性很低，一般不与矿物表面发生化学反应。油滴吸附到矿石表面的原因是有的矿物有一定的亲油性（除完全亲水，接触角等于零的之外），矿物表面疏水性愈强则亲油性愈大。烃类油在矿物表面固着而起浮选作用的过程如图 1-1

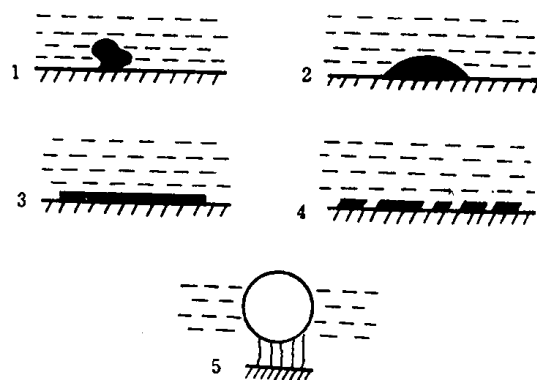


图1-1 烃类油在矿物表面附着示意图

所示。首先油滴附着在矿物表面如1，如果矿物的亲油性大，则油滴向矿物表面展开如2，逐渐形成的油层如3，矿物表面就成为疏水性油膜。

对于亲油性不大的矿物表面，由于油滴间的兼并，也可能形成个别油滴及不连续的油团如图1-1的4，使矿粒也具有一定的疏水性，矿物表面具疏水性油膜后，很易吸附在气泡上如5所示，气泡带着矿粒上浮。

烃类油捕收剂的用途主要是浮选表面呈非极性、天然疏水性好的辉钼矿、煤、石墨、硫、滑石等。烃类油用作捕收剂时，其捕收性能与化学结构有关，以浮选辉钼矿为例，浮选效果列于表1-1、表1-2、表1-3中。

表1-1 用酚、苯、二甲苯、甲苯酚浮选辉钼矿结果^[2]

药剂名称	用量 (g/T)	β_{Mo} (%)	ϵ_{Mo} (%)
酚	68	1.78	21.21
苯	122	2.72	21.29
二甲苯	56	1.44	24.60
甲酚	54	1.71	25.11

从表1-1看出，苯、甲苯等单环芳烃对辉钼矿的捕收能力不强；从表1-2看出，萘（双环芳烃）对辉钼矿有较强的捕收能力，这是由于萘分子较大，疏水性增强，但其捕收能力较煤油弱。表1-3表明三环芳烃对辉钼矿的捕收能力很强，比煤油的捕收能力略强。另据报道^[3]，分子大的芳香烃对辉钼矿的浮选效果最好。高粘度的环烷烃和脂烷烃得到相似的浮选效果，低

表1-2 用萘浮选辉钼矿结果^[2]

捕收剂名称	用量 (g/T)	起泡剂名称和用量 (g/T)	β_{Mo} (%)	ϵ_{Mo} (%)
煤油	150	二号油 20	6.08	72.35
萘	50	—	6.51	37.05
萘	200	—	5.43	35.03
萘	400	—	4.58	43.35

表1-3 三环芳烃浮选辉钼矿结果^[2]

煤油 (g/T)	三环芳烃 (g/T)	起泡剂名称和用量 (g/T)	β_{Mo} (%)	ϵ_{Mo} (%)
150	—	二号油 30	3.49	83.20
150	50	二号油 30	5.56	84.67
—	100	二号油 50	3.57	84.86
—	150	二号油 85	3.01	86.26
—	200	二号油 100	3.96	87.13

粘度的环烷烃和脂烷烃比较，环烷烃的浮选活性比脂烷烃大。因此，在提炼煤油的残余物中，含有一定数量分子较大的芳香烃，很适宜于辉钼矿的浮选。

又据报道， ≥ 11 碳原子的烷基芳烃浮选辉钼矿能增加选择性和回收率，例如用 0.63kg/T 二异丙基萘^[4]作捕收剂，辉钼矿回收率为94.6%。由环烷型原油与低分子油混用浮选辉钼矿得到优良结果^[1]，而芳香型原油与低分子油混用浮选辉钼矿得不到良好效果。

从上述报道，很难找到完全一致的观点，有些规律还互相矛盾。这可能与所试验的矿石性质不同、油的组成不同有关。要找出共同的规律是不太容易的，那一种烃油适合那一种矿石，必须由浮选试验确定，以上叙述只作参考。

第一节 煤 油

(一) 煤油的来源和提取

煤油是从石油中提炼出来的产品之一，石油成分复杂，随产地而异。我国大庆油田的石油主要成分是烷烃，玉门石油含有环烷烃，属烷-环混合型，苏联巴库石油属环烷烃型，印尼石油属芳香型。

将石油分馏，收集不同沸点的馏分，得到各种产品，根据需要可将石油分馏为多种产品。一般的馏分如表1-4所示。

我国石油资源丰富，用石油产品作原料或从石油提取煤油作捕收剂都是很合适的。

表1-4 石油分馏产品

沸点 (°C)	成 分	名 称	用 途
40—100	$C_5H_{12}-C_7H_{16}$	石油醚	作溶剂
100—200	$C_6H_{14}-C_{12}H_{26}$	汽油	汽车、飞机、内燃机燃料
200—275	$C_{13}H_{28}-C_{15}H_{32}$	煤油、柴油	拖拉机燃料，浮选药剂原料，非极性矿物捕收剂
275—400	$C_{16}H_{34}-C_{20}H_{42}$	润滑油	润滑剂
	$C_{18}H_{38}-C_{22}H_{46}$	凡士林	医药，润滑剂
	$C_{20}H_{42}-C_{24}H_{50}$	石蜡	选矿药剂原料
残余物		沥青	铺路

(二) 煤油与二号油混合物对辉钼矿的捕收性能^[5]

试验用辉钼矿成分及筛分结果列于表1-5和表1-6，所用煤油各馏分性质列于表1-7中，浮

表1-5 辉钼矿矿物成分^[5]

矿 样	品 位 (%)				
	MoS ₂	Fe	S	SiO ₂	Al ₂ O ₃
A	8.18	5.99	8.89	71.41	5.84
B	1.44	5.71	4.73	80.93	4.34

选是在50g叶轮浮选机中进行，刮泡5 min.，pH = 6.4—6.6，矿浆温度15.7—17℃，浮选结果如图1-2所示。从图1-2看出，辉钼矿回收率随着混合油中煤油的百分数增加而逐渐下降，

表1-6 矿样的筛分分析^[5]

粒 度 (mesh)	产 率 (%)	
	矿 样 A	矿 样 B
+ 100	35.6	0.3
100— 150	23.0	29.1
150— 200	7.5	14.3
200— 270	13.1	25.8
270— 400	8.4	13.2
- 400	12.4	17.3

表1-7 各种馏分煤油的物理性质^[5]

沸点范围 (°C, 1 atm)	产 率 (%)	比重 (D_4^{20})	折射率 (n_D^{20})
—	100.00	0.786	1.4427
<150	2.53	0.670	1.4300
150—180	13.62	0.770	1.4347
180—200	31.70	0.871	1.4390
200—220	43.91	0.794	1.4451
220—235	1.29	0.802	1.4488
>235	6.95	0.809	1.4519

铁的回收率随着混合油中煤油的百分数增加而显著下降，例如，当没有煤油时， MoS_2 和 Fe 的回收率分别为96.3%和73.7%；当混合油中含95%煤油时， MoS_2 和 Fe 的回收率分别为86.2%和7.5%。值得注意的是，当用煤油百分数较高的混合油时，铁的回收率急剧下降。另一方面，用95%煤油的混合油时，泡沫产品中 MoS_2 的品位从30.17%提高到62.89%。这些结果表明煤油的百分数大于二号油时，可以有效地改善对辉钼矿的选择性（与黄铁矿相比较）。从图1-2还看到，当煤油的百分数在80%以上，精矿中 MoS_2 的品位得到显著改善。铁品位显著下降。煤油与二号油混合油对矿样A 也得到良好的浮选结果。

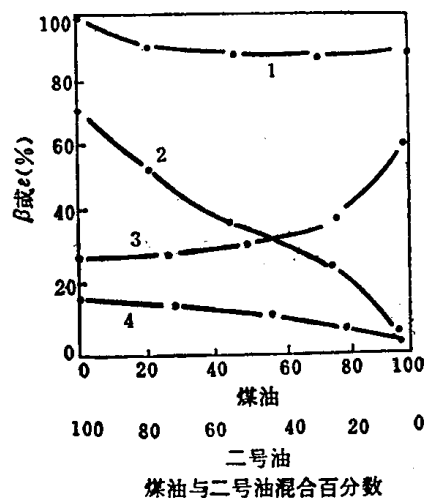


图1-2 煤油与二号油混合百分数对浮选矿样B的影响^[5] (混合油用量1400g/T)

1. e_{MoS_2} (%) 2. e_{Fe} (%)
3. β_{MoS_2} (%) 4. β_{Fe} (%)

(三) 各种馏分煤油的捕收性能

图1-3和图1-4列举了使用1400g/T各种馏分煤油的浮选结果。图1-3表明，对矿样A用沸点为150—180℃馏分的煤油， MoS_2 可得很好的回收率。可是，无论用那种馏分煤油，对 MoS_2 的回收率变化都不大，而铁的回收率随着馏分温度的提高逐渐提高。图1-4是试样B所获得的

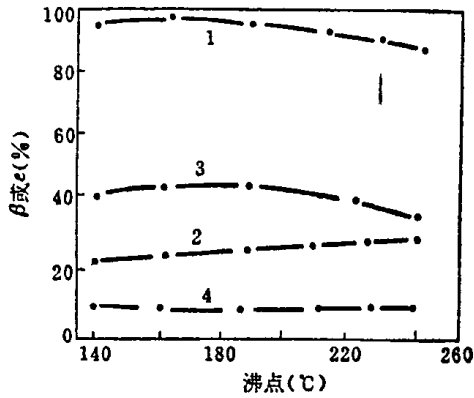


图1-3 各种馏分煤油的浮选效果
(矿样A) [5]
1. ϵ_{MoS_2} (%) 2. ϵ_{Fe} (%)
3. β_{MoS_2} (%) 4. β_{Fe} (%)

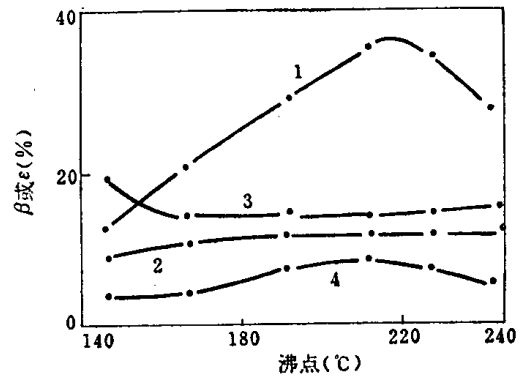


图1-4 各种馏分煤油的浮选效果
(矿样B) [5]
1. ϵ_{MoS_2} (%) 2. ϵ_{Fe} (%)
3. β_{MoS_2} (%) 4. β_{Fe} (%)

试验结果，各种煤油的添加量均为660g/T，不同馏分煤油对矿样A和矿样B的浮选性能不完全相同，但200—220℃和220—235℃馏分煤油都可获得最好的效果。其它文献报道的与这一结果相符^[6,7,8]。例如测定辉钼矿在煤油的各种馏分乳浊液中的接触角结果列在表1-8中，表中

表1-8 辉钼矿接触角值

药 剂	接 触 角 (θ)
蒸馏水	59.5
初级煤油	60.3
150℃馏分煤油	63.1
150—180℃馏分煤油	73.2
180—220℃馏分煤油	76.0
高于220℃馏分煤油	84.5

180—220℃馏分煤油和高于220℃馏分煤油与辉钼矿形成的接触角最大。浮选试验证明，表1-8的煤油馏分的接触角愈大的，浮选效果愈好。

(四) 同沸点馏分煤油中的正构烃对辉钼矿的捕收能力较煤油的捕收能力强^[9]

杨家杖子矿务局选矿厂的试验结果证明石油五厂生产的液状石蜡(简称重蜡)对辉钼矿的捕收性能优于历来使用的煤油，经试验室及生产实践证明，使用重蜡作捕收剂较现用煤油提高粗选回收率1-2%，提高总回收率1%以上，并能减少二号油用量10g/T，但增加了黄铁矿的浮游性，须稍增加NaCN的用量。所用重蜡是从沸程180—310℃馏分的煤油中提出来的，

该馏程的煤油主要成分是烷烃、环烷烃和芳香烃的混合物。重蜡是用尿素与煤油作用脱出来的，正构烷烃占90%以上，成分列于表1-9中，小型浮选试验结果列于表1-10中。从表1-9和表1-10数据得出这样的结论：在试验沸程范围内，正构烷烃对辉钼矿的捕收能力较煤油强。

表1-9 重蜡组分分析

碳链长度	C ₁₂ 烷以下	C ₁₃ 烷	C ₁₄ 烷	C ₁₅ 烷	C ₁₆ 烷	C ₁₇ 烷	C ₁₈ 烷	C ₁₉ 烷	C ₂₀ 烷
试样 1 (%)	微量	8.73	19.27	22.20	21.35	15.87	—	3.7	微量
试样 2 (%)	2.96	9.61	18.81	21.61	20.38	16.27	7.93	2.47	—

表1-10 浮选辉钼矿小型试验指标

矿 样	药剂用量 (g/T)		β_{Mo} (%)	ϵ (%)	ϵ 提高幅度 (%)
	煤 油	重 蜡			
矿样 I ($\alpha_{Mo}0.11\%$)	160		3.63	93.10	1.12
		160	3.48	94.22	
矿样 II ($\alpha_{Mo}0.11\%$)	155		5.28	84.52	1.33
		155	5.36	85.85	

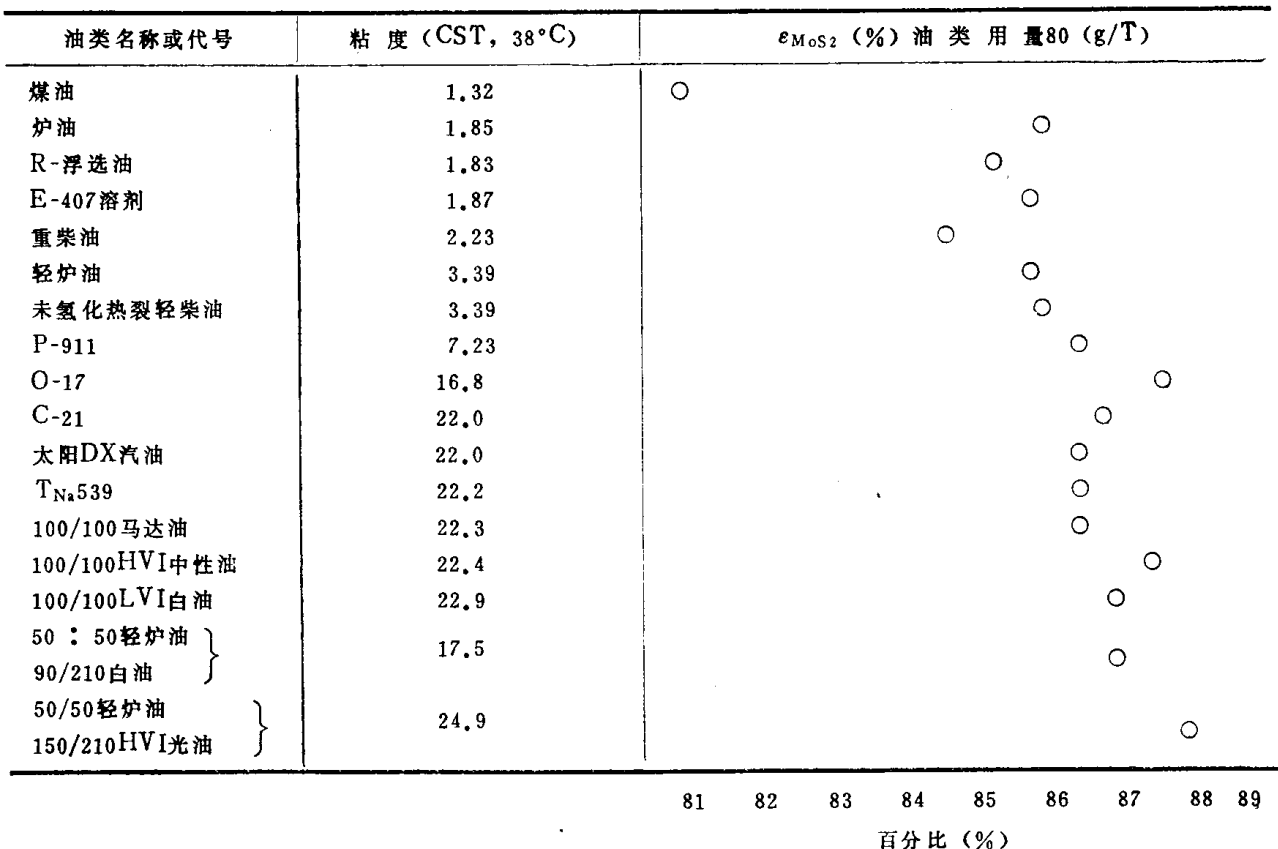


图1-5 辉钼矿回收率与油类捕收剂粘度的关系^[10]

(五) 烃类油的粘度对捕收能力的影响^[10]

试验用辉钼矿品位为 MoS_2 0.35%，经破碎磨矿后，粒度分布见表1-11。

表1-11 磨矿后粒度分布^[10]

粒度 (mesh)	重量 (%)	累积重量 (%)
42	12.8	12.8
60	9.3	22.1
80	12.2	34.3
115	11.2	45.5
170	14.6	60.1
250	5.1	65.2
325	6.6	71.8
- 325 (砂)	13.8	85.2
- 325 (泥)	14.8	100.0

油类名称或代号	粘度 (CST _{38°C})	ϵ_{MoS_2} (%) 油类用量160 (g/T)
煤油	1.32	△
炉油	1.85	
R-浮选油	1.83	
E-407溶剂	1.87	
重柴油	2.23	
轻炉油	3.39	△
未氢化热裂轻柴油	3.39	
P-911	7.23	
O-17	16.8	
C-21	22.0	
太阳DX汽油	22.0	△
T _{Na} 539	22.2	
100/100马达油	22.3	△
100/100HVI中性油	22.4	
100/100LVI白油	22.9	△
50:50轻炉油	17.5	
90/210白油		
50:50轻炉油	24.9	
150/210HVI光油		

图1-6 辉钼矿回收率与油类捕收剂粘度的关系^[10]

试验室中，将表1-11粒度的给矿，用100g的机械搅拌浮选机进行浮选，当其它条件相同时，用不同粘度的烃类油作捕收剂，经一次粗选所得结果列于图1-5、图1-6和图1-7中。图中的烃类油捕收剂是按粘度增加的顺序排列的，从煤油开始至未氢化热裂轻柴油，这一组称低粘度油；P-911至100/100LVI白油，这一组称为高粘度油；90/210白油和150/210 HVI光油是十分高粘度油，它们的粘度在38℃时分别为435.0和590CST。由于它们的粘度太大，故用别的油稀释，使其粘度大致与高粘度油相似。

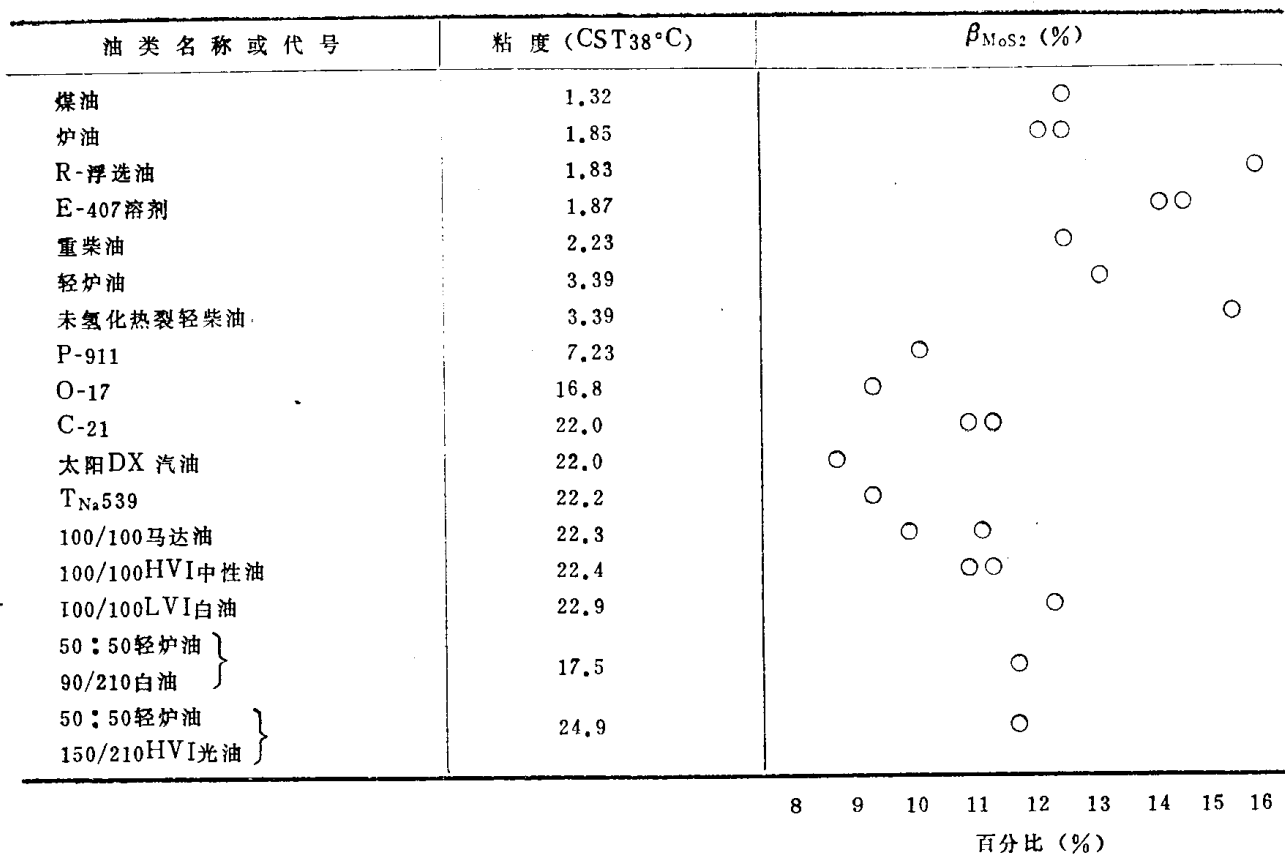


图1-7 辉钼矿精矿品位与油类捕收剂粘度的关系^[10]

图 1-5 表明，烃类油的粘度与辉钼矿回收率的关系，从低粘度油改为高粘度油浮选，一般来说，回收率增加 2 % 左右；十分高粘度油用别的油以 1 : 1 混合使用，回收率更高，效果更好。例如 50 : 50 轻炉油与 150/210HVI 光油混合使用，效果最好，煤油和 O-17 效果不正常。

图1-6是五种油浮选辉钼矿的结果，捕收剂用量增加一倍（160g/T），回收率增加，显示出80g/T的用药量不足。值得注意的是油的粘度对回收率的影响，在用量为160g/T 时比用量为80g/T时大。

图 1-7 的数据表明，烃类油捕收剂的粘度与钼精矿品位的关系，从图中看出，从煤油到未氢化热裂轻柴油这一组低粘度油，钼精矿品位在 12—16 %。但从高粘度油到两种混合油，钼精矿品位降低至 8—11.6 %。

总的来说，低粘度油作辉钼矿捕收剂，得到的精矿品位高回收率低；高粘度油作辉钼矿捕收剂，回收率高精矿品位低。如果规定的回收率能达到，用低粘度油作辉钼矿捕收剂较为合适。

高粘度油作辉钼矿捕收剂能得到高回收率（如果油分子正构和异构相同）是因为油类的粘度反映出油分子的大小，粘度大则油分子大，疏水性强，使细泥状辉钼矿更易吸附在气泡上；另一方面，粘度大的油能捕收颗粒较大的辉钼矿和辉钼矿的连生体，故粘度大的油作捕收剂的回收率高。

从泡沫的性质和产量看，用低粘度油作捕收剂所得泡沫色浅而干，产量少，故品位高回收率低。用粘度大的油作辉钼矿捕收剂，所得泡沫色深而湿，产量大回收率高品位低。