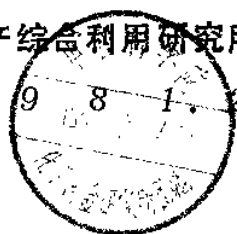


矿产综合利用

译文集

地质部矿产综合利用研究所情报室

1 9 8 1 . 2 .



目 录

1. 最佳化和强化浮选过程的理论基础	1
2. 关于在硫化矿浮选过程中捕收剂混合使用的 作用机理问题	20
3. 研究和制定从复杂组分矿泥中浮选回收锡石的工艺流程	35
4. 矿物的半导体和电化学性质在浮选过程中的作用	46
5. 关于在研究矿物与捕收剂相互作用方面某些现实的 浮选理论研究任务	62
6. 关于浮选理论发展的某些方向	68
7. 研究矿物性质以强化浮选过程的药剂制度	73

(zk552/37)

zk552/05



最佳化和强化浮选过程的理论基础

A. A. AspaMOB

浮选是一种最重要的选矿工艺过程，它的最优化和强化首先可以通过控制和调节矿浆液相，应用电化学、磁、超声波和热处理的方法对矿浆和药剂溶液进行处理，以及采用“絮凝”浮选和其它一些措施而得到实现。它们的实质就在于控制药剂在矿物表面和矿浆中相互作用的速度和产品的组成，本文的目的是研究最佳化和强化浮选过程的一些基本规律和原因。

1. 捕收剂的吸附形式影响矿物可浮性的一般规律。

矿粒的可浮性与其表面的吸附层（不仅是化学固着，而且有物理吸附的捕收剂）之间存在着重要的关系，这是一个普遍规律^[1]。

有些矿物只要在其表面存在化学固着的捕收剂就能完全浮起。但是为达到这一点需要相当高的捕收剂吸附密度（图1）。如果考虑到用丁基黄药处理过的硫化铅、铜和铁表面的疏水程度（用接触角 θ 来表示，它们的 $\theta < 74^\circ$ ）与天然疏水矿物表面的疏水程度（ $35^\circ < \theta < 75^\circ$ ）可相比拟，以及天然疏水矿物在没有物理吸附捕收剂时不能完全浮选（图2）这样一些情况，那么，所得的结果是十分有规律的（见图1）。它们的规律性已由很多试验得到证实。用油酸钠预先处理过的黄铁矿和黄铜矿，在其表面的捕收剂吸附层中除去物理吸附的油酸以后，它们的浮选效果就很不好。但是，甚至在加入很少量的乳化机油后就可使黄铁矿和黄铜矿（图3）如象天然疏水的矿物（图2）一样容易浮选。同样这些矿物，没有用油酸钠予处理时，在添加乳化机油的情况下其浮选效果也差得多（图3）。

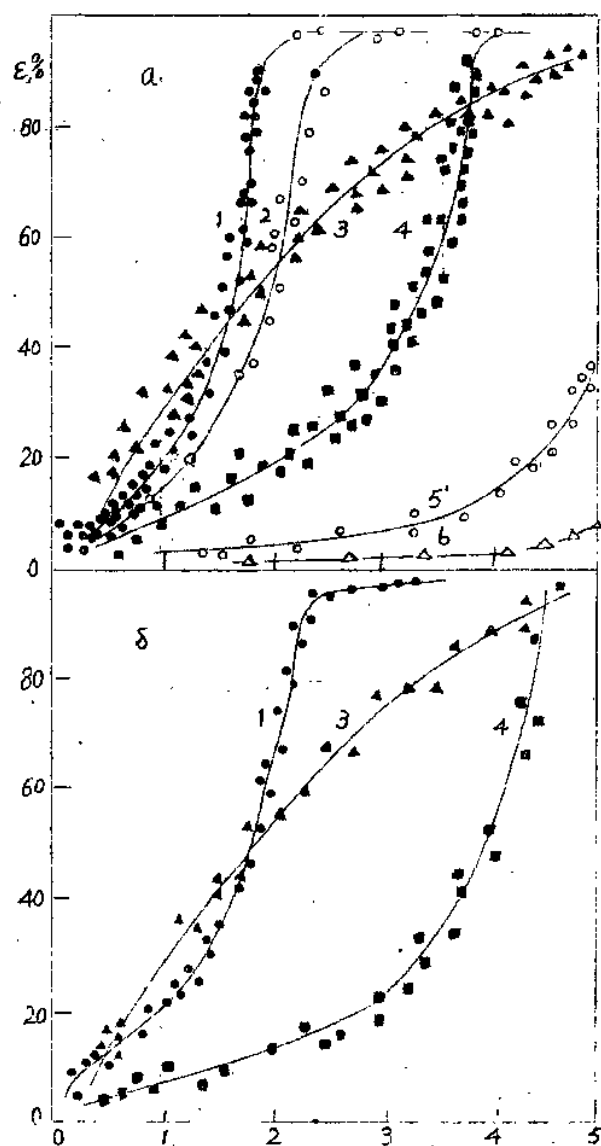


图 1：矿物的可浮性与其表面化学吸附了基黄药
(a) 和乙酸钠 (δ) 的吸附密度之间的关系

- | | |
|-------|------------|
| 1—方铅矿 | 2—经硫化后的闪锌矿 |
| 3—黄铜矿 | 4—黄铁矿 |
| 5—白铅矿 | 6—孔雀石 |

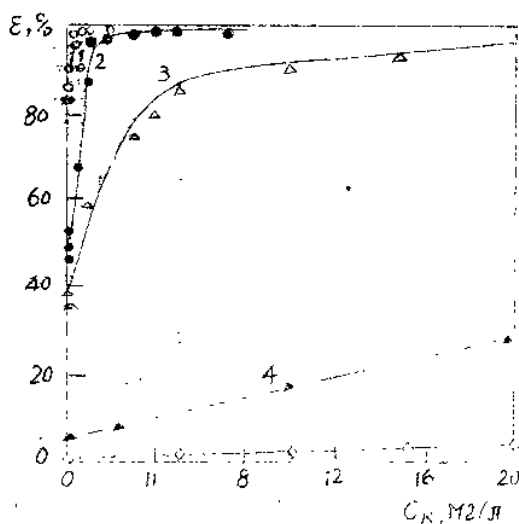


图2. 乳化油的浓度 C_K 对矿物可浮性的影响

1—自然硫 2—闪状石墨 3—辉钨矿
4—方铅矿 5—白铅矿 6—方解石

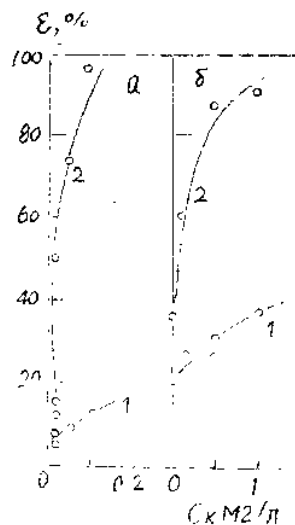


图3. 乳化油的浓度 C_K 对黄铁矿(1)和黄铜矿(2)可浮性的影响

矿物的可浮性:

1—未经油酸钠预先处理

2—表正硬油酸钠(对黄铁矿—20毫克/升, 对黄铜矿—5毫克/升)预先处理后再除去物理吸附的油酸分子

当矿物表面的吸附层中间时存在有化学固着和物理吸附的捕收剂时(图4), 发现不具有“天然”疏水性的那些矿物能最有效的浮选。并且无论是以化学固着或物理吸附的形式固着在吸附层中的捕收剂比例, 都是根据所用的捕收剂和被浮矿物的情况而有所不同, 但都不能低于捕收剂总吸附密度的10—30%。按照这一条件, 为使本文所研究的几种硫化矿能达到完全浮选, 所需的丁基黄药或油酸钠的总吸附密度不超过0.4—0.5个单分子层(图4)。

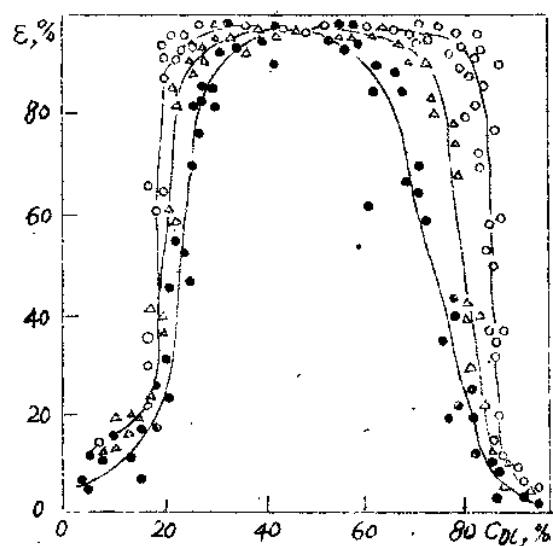
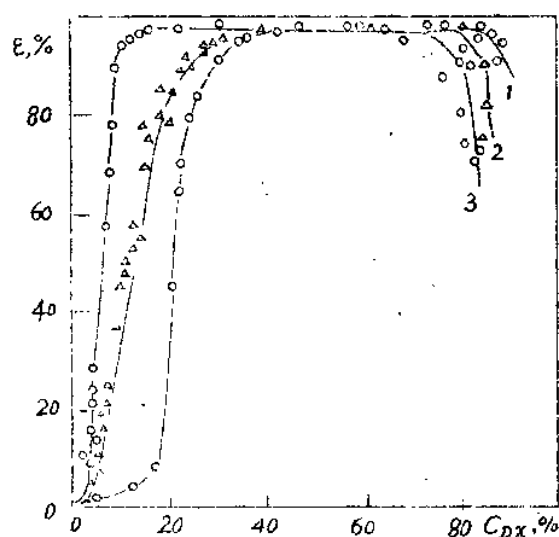


图4. 在黄药(a)和油酸钠(b)表的
吸附密度不变(45-55%单分子层)
的情况下, 物理吸附的双黄药
化合物和油酸的数目(%)对矿物可
浮性的影响

1 — 方铅矿; 2 — 黄铜矿; 3 — 黄铁矿

很多实验的结果都已证明, 无论是由化学固着, 或是物理吸附构成的捕收剂吸附层, 都具有很高的浮游活性。

例如, 油酸钠只能以油酸分子物理吸附的形式固着在未经活化的石英表面上。在它们的吸附密度达到0.6个单分子层时矿物仍不能浮选。但是在于先用铁盐活化以后, 就会有65-70%的捕收剂以“油酸铁”的形式、30-35%以油酸的形式固着在其表面上, 因此就能在捕收剂总的吸附密度相同(0.55个单分子层)的条件下很快地浮起石英。

在经过硫化处理过的氧化锌矿物(菱锌矿、异极矿)表面上, 如同在未经活化的闪锌矿表面上一样, 黄药只能以化学吸附的形式(“黄药酸锌”)固着在其表面上, 这些矿物实际上都不能浮

选。但在用硫酸铜预先对它们活化时，由于硫酸铜能使黄药形成双黄药硫化合物（占黄药吸附总量的20—40%），因而就能在矿物表面总的捕收剂吸附密度与未经活化的表面相同（0.8—0.9个单分子层）的条件下，保证它们实际上能完全达到浮选。M. Q. P. Печков^[2]，P. Толана 和 B. A. Китценер^[3] 的电化学研究成果，以及由 A. A. Голиков^[4] 和 B. A. Степанов 的工艺研究成果都证明了双黄药硫化合物在气流固着到矿物表面的过程中起着重要的作用。

根据 X. Ишбаерм^[5] 的资料，粘附在疏水性的氧化铜晶体表面的胶絮团（胶束和液滴），能大大提高它们的浮选速度和精选回收率。

应该指出，无论是混合的捕收剂吸附膜，或单纯由它的化学反应产品形成的吸附层，它们的浮选活性都与矿物表面原始的疏水性有关。方铅矿的氧化程度越低，其表面的离子化和水化作用的程度越低，那么所需的捕收剂吸附密度就越小。但是在任何一种方铅矿表面的氧化程度下，以两种固着形式出现的捕收剂吸附层的浮游活性都高于只有一种化学固着黄药吸附层时的浮游活性（图5）。并且矿物表面氧化程度越低，这种差别就越是明显。例如，铅和铜的氧化矿物经硫化处理后，就能大大提高它们的疏水程度，同时又可能在它们的表面上形成混合的捕收剂吸附膜，这样实际上就能消除有色金属的硫化矿和氧化矿之间的差别。

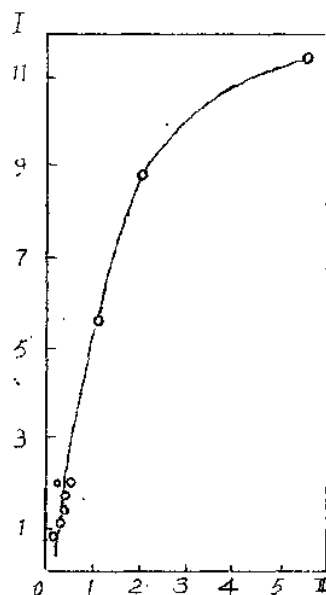


图5. 浮选几种方铅矿样时，只有一种化学吸附捕收剂时所需的吸附密度(I)与：在吸附层中同时存在有化学和物理吸附的黄药时的吸附密度(II)之间的关系。

根据上述由我们的研究所得的结果以及近年来发表的红外光谱研究^[6,7]、双电层电容测定^[8]和应用选择性溶解法^[9]所得的研究结果,可以假定,在实际中经常发现的所需的捕收剂吸附密度比较低这一情况,在很大程度上可以解释为是由于在矿物表面存在有两种形式捕收剂吸附的缘故。

此外,在泡沫浮选过程中,起泡剂分子在很多情况下可以起到物理吸附的捕收剂的作用。例如,用方铅矿进行的试验结果已经证明了这一点,在方铅矿表面上大约有一个单分子层化学固着的油酸盐或黄原酸盐,可是方铅矿总共只能得起13—19%。但是,甚至在增加很少量物理吸附的十二醇(大约0.3—0.4个单分子层)时,方铅矿的可浮性就马上提高到81—99%。应该指出,只固着一种0.3—0.4个单分子层的十二醇,或使原来化学固着的捕收剂的数目再增加0.3—0.4个单分子层时,对方铅矿的可浮性没有产生很大的影响。

M.A. Зүтєлєс^[10]的试验结果证明,在有起泡剂存在时,可以大大缩短表面捕收剂除水处理后的矿粒在气泡上的粘附时间。混合捕收剂吸附膜具有很多的浮游活性(见图3、4),与单一化学固着或物理吸附的捕收剂吸附层的浮选活性很低(图1)一样,可以认为捕收剂的每种吸附形式有着各自不同的作用,这是由它们的固着机理和固着动力学以及矿粒在气泡上的行为时间所决定的。

2. 捕收剂的吸附形式在浮选过程中的作用

矿粒在固着到气泡的过程中,主要的位垒是必须使它们之间在位置的水化层厚度降低到临界值。根据Фрукин—Перягин曲线,在通常的情况下,为了固着在水—气界上,矿粒必须克服由于本身的动能而产生的位垒 $e_s d^2$,其中 d^2 为气泡—固体的接触面积,而 e_s 为中间水层的比表面动能。在接触面积 d^2 值较小的突起部分,显然比在光滑的表面上更易达到这一点。最近由П. А. Рєсунгер^[11]的研究结果也可以得出,曲率最大地区的水化壳更易破裂。突起部分的疏水性越强,为使水化层减薄到临界值所需的力

就越小，水化层也就越易在某一位置破裂。因此，很显然，碳氢油滴首先是极细矿粒（它们的表面由于异极性捕收剂的作用而变成疏水的）选择性絮凝的中心。

现在可以认为，物理吸附的捕收剂不会沿着天然疏水的或经捕收剂作用而变得疏水的矿粒表面漫流，而是形成一些液滴。后者不仅由理论上得到证实，而且也被很多实验研究所证实。并且在形成混合的捕收剂吸附膜时，捕收剂的化学固着点可以作为凝聚物理吸附捕收剂分子的中心，以及形成表面活性试剂或非极性试剂（油酸双黄尿酸化合物、阳离子捕收剂的半胶束、煤油等）微滴的中心。

在矿粒表面形成的有机试剂的微小液滴能有助于矿粒与气泡局部地区液层的减薄。并且在一定意义上来说，这些液滴的影响有点类似于细粒疏水矿泥对消泡作用的影响⁽¹³⁾，类似于微气泡⁽¹⁴⁾和胶粒的活化作用。按照 M. A. Jurene⁽¹⁰⁾ 的资料，这些都会大大缩短矿粒在气泡上固着时的诱导时间。

疏水性的微小液滴与气泡之间的水化层厚度在降低到临界值以后就会破裂。这种水化层的局部破裂会使一部分表面活性物质由液滴转到重新形成水—气界面，并迅速扩大气泡沿疏水固体表面上的接触周边。气泡的毛细压力能促使这些过程发生，因为毛细压力能增加三相周边气泡的环形地区，这是由于后者的液—气值低于气泡的其余表面地区。表面的疏水程度越大，矿粒在气泡上固着的可能性和速度也就越大，并且其接触面积显然取决于表面能减少的最大值和矿粒的几何形状。

物理吸附的捕收剂沿着三相接触周边的集中⁽¹¹⁻¹⁴⁾不仅有助于气泡与矿粒的接触，而且还能在受到脱落力作用的情况下使矿粒与气泡的接触增强很多倍⁽¹⁵⁾。根据实验资料，⁽¹¹⁾与它同时发生的在三相周边药剂浓度的提高，会大大提高气泡在矿粒上的附着强度。

因此，物理吸附的捕收剂的主要作用，首先就在于确保矿粒和气泡之间水化层的有效破裂，其次是保证它们之间能牢固的接触。

但是这只有在下述那样一些情况下才能导致使矿粒固着在气泡上，也就是如果矿粒表面具有很大的疏水性或经捕收剂作用后变得疏水，并确保气泡在它们的三相接触周边分布的可能性。

图2、4的数据以及在只用一种乳化油浮选各种矿物时所得的结果（图2），都很明显地证明了这一点。固着在表面的非极性试剂（煤油）的液滴只能大大提高象自然硫、鳞片石墨和辉钼矿等一些表面具有天然疏水性的矿物的可浮性。有色金属硫化矿的浮选结果就差得多，而亲水性更强的碳酸盐矿物实际上就根本不能浮选（见图2）。

在文献[16]中也已表明，物理吸附的捕收剂沿三相润湿周边漫流只发生在具有一定疏水性的或者是经异极性捕收剂预先处理而产生疏水性的。

可以假定，化学固着捕收剂的主要功能就是使矿粒表面产生疏水作用，因而也就为气泡沿三相接触周边分布创造了条件。利用极性——非极性试剂作为捕收剂时，它的极性基团能化学固着在被浮矿物的表面。为达到这一目，需要中和矿粒表面所有那些未被补偿的链，因为这些链在表面与水的偶极分子相互作用过程中起着很大的作用，使它们互相吸引，并形成水化壳，同时又由于药剂非极性部分的作用，致使水分子上复盖有捕收剂烃基的矿物表面相互作用的能量比水分子相互间作用的能量小得多，也就是使矿粒表面达到疏水。自然，为使矿粒表面产生疏水作用而所需化学固着的捕收剂吸附密度，取决于矿物破裂面上所产生的链的形式，它们的被捕收剂补偿的均匀程度以及捕收剂的固着牢度。

化学固着捕收剂的限制作用是由以下情况引起的，在吸附复盖层中没有物理吸附的捕收剂时，气泡有固着到自然疏水表面的潜在（热力学的）可能性（见图2），以及固着到有化学吸附捕收剂的疏水表面上就很难实现（见图1）。因此，在一般情况下，只有当吸附复盖层中两种捕收剂吸附形式的比例很合适时，才能使矿物达

到有效浮选。

3. 捕收剂吸附层组分最佳化的途径和强化

浮选过程的方法

捕收剂吸附层组分的最佳化，在很大程度上是通过现有的改进和强化浮选过程的方法来实现。其实质就在于采用不同的方法控制铁分离矿物表面的物理吸附和化学固着捕收剂的比例，以及使浮选过程中产生的气泡得到活化。

a) 在用疏氨基、氧烷基和阳离子捕收剂浮选矿物时补充添加非极性捕收剂的乳化液

补充添加非极性有机化合物的方法，首先在浮选下述矿物时是很有必要的，即这些矿物的表面的原子价力在很大程度上没有被捕收剂所补偿，或者恰恰相反，由于矿物表面对捕收剂有着很高的化学活性（例如硫化铜对黄药），可以在矿物表面存在过剩的化学反应产品。在这两种情况下都会妨碍在捕收剂吸附层中形成必需数目的物理吸附的捕收剂（例如双黄巯基化合物）。

添加非极性捕收剂乳化液后，就可增加被浮矿物颗粒与气泡之间水化层发生破裂的可能位置以及发生破裂的比率，因此也就增加了它们回收到精矿中的可能性。文献[12.17]中的结果都已证明，表面复盖有非极性试剂的液滴的矿粒附着到气泡的速度和浮选速度有很大提高。K.A. Разумов⁽¹⁸⁾在分析了由它们可获得的下列方程式以后，提出了提选可浮性指数（在固着矿粒时体系比自由能的下降）的理论依据，它能决定应用于聚结浮选（коалесцентная флотация）时的浮选比率。

$$F_K = \sigma_{M-B} (1 - \cos \gamma) + \sigma_{M-B} \frac{S + S \cos \gamma}{g} \quad (1)$$

式中 $F_K = \sigma$ — 聚结固着（коалесцентное закрепление）时的可得性指标； σ_{M-B} — 油—水界面的比表面能， γ — 由油—水界

面和矿粒表面形成的接触角； S 和 S' ——固着在表面积为 S 的矿粒晶面上的液滴的油—水和油—固界的表面积。对同一种非极性试剂来说， σ_{M-B} 和 γ 为常数，因此，对给定的矿物来说，方程式(1)中的第一项也是常数；而且第二项将随着矿粒表面油滴数的增加而增大(18)。因此，非极性油的浮选效果就很有规律地随着它的用量和乳化液分散程度的增加而提高，但应防止在矿粒表面出现过密的薄膜，因那时的表面就矿粒与气泡间的水化层来说已丧失“刺透”能力。Таггапр的试验证实了这一点，按他的观点在由溶液中析出气泡或气泡受到挤压时，气泡不能粘附到水中纯净的液态烃类上。此外，文献[11, 16]的结果也表明，在通过非极性试剂的薄膜固着时，矿粒和气泡之间的结合力就减弱，并有可能使矿粒从气泡上脱落下来。因此很明显，在非极性油的用量过大时，例如辉钼矿和烟炱的浮选回收率就下降。

固着在液滴表面的非极性油的刺透能力能起很大的作用，并且这种刺透能力又与厚度有很大的关系，后者在很大程度上又是由可用乳化液的分散程度所决定的。乳化液的最佳厚度一般在1—3微米。这时可以在添加最少非极性试剂的情况下获得最佳的选矿工艺指标。

在浮选泥状物料时，乳化油的这种刺透能力特别有利(17)，因为它能使疏水的被浮矿粒发生选择性絮凝。

在存在有非极性油的情况下，提高气泡—矿粒的接触强度对粗粒物料的浮选具有重要的意义。按照B.И. Мелюк-Гайказян⁽¹⁵⁾的观点，由于浮游力 P_{ϕ} 的迅速增加，因而气泡—颗粒的接触得到强化，而浮游力 P_{ϕ} 的迅速增加又取决于气泡环形表面对周围颗粒吸引的表面张力的急剧增加，这是由于表面上的油—水界面上换上了具有很高表面能的空气—水界面，同时也由于在脱落时接触角 θ 增大(图6)。伴随捕收剂分子吸附膜破裂而产生矿粒对气泡表面的局部拉力，只能在气泡环形表面很小地区内使 σ 值发生变化。因此，

在脱落时接触角的增大不仅是由于脱落力的作用；而且还由于增加了表张力 σ ，它能使气泡表面弯曲以便补偿由于表面其它地区

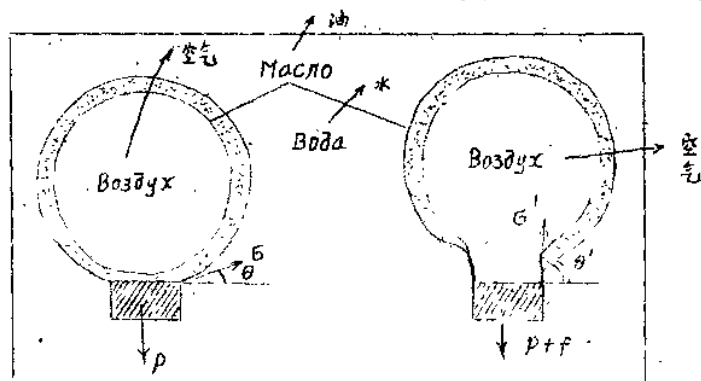


图6. 在存在有非极性捕收剂(油类)时, 脱落力对气泡—矿粒体系影响的示意图

(没有受到拉伸的) 表张力 σ 的下降而造成的毛细压力的不足。

接触的强化可用在脱落时的浮游力 P_{ϕ}' 和脱落前的浮游力 P_{ϕ} 的比值来表示

$$\frac{P_{\phi}'}{P_{\phi}} = \frac{\sigma' \sin \theta'}{\sigma \sin \theta} \quad (2)$$

因为在脱落时 $\theta \rightarrow 90^\circ$, 而 σ'/σ 的比值又可达到 α , 那么在这种情况下可以达到的最大强化就等于

$$\frac{P_{\phi}'}{P_{\phi}} = \alpha \frac{1}{\sin \theta} \quad (3)$$

如果 $\theta = 30^\circ$, 那么在脱落前的 P_{ϕ}' 值几乎比 P_{ϕ} 大40倍。这就在很大程度上决定了粗粒矿物浮选时添加烃基油会产生良好的作用。

接触的强化是暂时的, 因为破裂后的吸附膜会逐渐恢复, 并且体系又会恢复到原来的状态。在受到拉伸后的气泡表面上吸附平衡恢复的速度取决于捕收剂的表面活性、粘度、总浓度, 以及某些能决定它们动力学性质的其它参数。

在提出的很多组化合物中, 工业上已得到广泛应用的是各种非

极性油，戊基黄原酸丙烯酯和有机聚硅氧烷⁽¹⁹⁾。它们的使用可以提高被浮矿粒的浮选速度和回收率，这是由于它们能在降低主要捕收剂用量的条件下改善某些边缘尺寸（粗粒和极细粒）矿粒的可浮性⁽¹⁹⁾。

5) 起泡剂的选择

正如由上述结果可以看出，既然在固着起泡剂以后，它们能改变在表面上化学和物理吸附形式的捕收剂比例，因而也能在很大程度上影响矿物的可浮性，那么起泡剂的选择就具有很重要的意义，并应根据具体条件进行选择。例如在浮选重-金属矿石和难浮矿物时，希望采用特别难溶的，但又能很好乳化的起泡剂。相反，在制取和分选混合精矿时，利用起泡能力较弱的、但易溶于水的起泡剂是很合理的，这样可不必使用很多的药剂量以便从被抑制矿物表面的吸附层中除去起泡剂，从而使浮选分离过程变得复杂化。

6) 用混合捕收剂进行浮选

捕收剂混合使用是一种普遍采用的手段，以便根据具体情况使被浮矿物表面上化学和物理吸附的捕收剂数量达到一定的比例。特别在利用黄药作捕收剂时，由于低级和高级黄药在矿物表面上氧化成双黄原酸化合物的能力不同，所以这就显得更有可能⁽²⁰⁾。在生产实际中，常将乙基、异丙基和丁基黄药混合使用。在二元混合物中，每种黄药的比例通常都由实验方法确定的。不同选厂采用不同比例的黄药混合物，这是由于被浮矿物表面上层中孔穴和电子的比例不同所决定的。根据处理物料的不同，也可采用不同类型的捕收剂（例如硫氮型和阳离子型、脂肪酸型和硫氮型或阳离子型和脂肪酸型）来控制吸附层中化学和物理吸附的捕收剂比例。在文献中报导有效利用这样一些混合捕收剂的实例已越来越多。

1) 用电化学方法处理捕收剂溶液

在用阴极或阳极电解的方法处理溶液时，溶液中的捕收剂的状

态和成分会发生变化。例如，在用电化学方法氧化黄药溶液时，在阳极上捕收剂离子会氧化成双黄尿酸化合物分子。从阳极上解吸下来的双黄尿酸化合物，由于具有很高的正电荷而处于分子分散状态。双黄尿酸化合物的产率随着溶液中的捕收剂浓度以及施加到电极上的电压的提高而增加。对黄药溶液进行部分电化学氧化时，在通常条件下就可补偿在矿物表面形成双黄尿酸化合物的缓慢的反应阶段，并确保在被浮矿物表面上的捕收剂吸附形式达到最佳比例。黄尿酸 $\rightleftharpoons$ 双黄尿酸化合物反应的减慢是由于在它们表面上空穴和电子的比例不太合适而引起的。电子浓度越高，那么在加入到浮选过程以前黄药溶液予先电化学氧化程度就应越高。电化学处理阳离子捕收剂的良好效果可解释为是由于形成了不太稳定的自由基，以及药剂可能发生了某些化学变化，因而除了提高捕收剂在溶液中的分散程度以外，还提高了它们的化学活性。

丙) 应用X射线、放射性辐射或通电的方法处理矿粒

矿物经过处理以后，其表面和内部的晶格缺陷的数目会发生变化，因而也会改变电流的载体——电子和空穴的浓度和比例。这时还会使表面的氧化还原反应动力学以及吸附层组成发生变化。在各种方铅矿样品表面的捕收剂吸附层中，物理吸附的双黄尿酸化合物分子的比例与矿物中的电子体积浓度之间存在的重要关系证明了这一点。

研究这些方铅矿样品在含有黄药(5毫克/升)时的氧化动力学结果表明，随着矿物的电子浓度和电导率的提高，它们的标准电极电位的负值越来越大，也就是说，在它们的表面上存在有还原气氛更强的介质，这一点会阻碍黄尿酸盐离子氧化成双黄尿酸化合物。在具有不同电物理参数的各种黄铁矿样品中也证明有这种现象存在。

c) 控制矿浆液相的氧化还原电位和状态

矿浆液相的氧化还原电位决定着矿物表面与溶液中的离子和分子相互作用的几率和速度，而且控制氧化—还原电位使其接近最佳值，这样就可防止产生副反应或大大减慢付反应的速度，并能在降低捕收剂利用量的情况下确保形成所需组合的捕收剂吸附层和稳定浮选过程及提高工艺指标。用以下几种方法可以控制矿浆的氧化还原电位：

添加氧化剂或还原剂：这在优先浮选铜—锌矿石和分离铜—铜转矿时是一种广泛采用的方法；

在不专门添加还原剂（或氧化剂）的条件下对矿浆进行电化学处理：到目前为止，在贵金属和铜矿石浮选过程中试验用这种方法控制氧化—还原电位已取得了良好的效果；

矿浆加热处理：苏联巴尔哈什选矿厂在铜—铜转矿分离过程中采用的“蒸气”浮选就是一例^[21]。在提高温度的条件下往矿浆中通蒸气可以降低矿浆中的氧浓度，大大减慢硫化物离子（它们能抑制硫化铜矿物的浮选）的氧化速度，并确保能在很低的抑制剂用量下使浮选过程稳定的进行；

矿浆的碱处理：在很多的情况下对矿浆进行碱处理可以控制矿浆液相的状态。已有的资料表明，矿浆预先碱处理可以改变水的润湿能力、气体在水中的溶解度以及它们在硫化矿氧化时的活性，同时还能改变药剂（水玻璃、硫酸锌等）对浮选作用的活性和选择性，以及提高浮选工艺的指标。但是，所发现的这些现象目前在很多方面都还没弄清楚，因而就阻碍着矿浆碱处理的方法在提高浮选指标方面的应用。

水) 气泡大小和表面组成的最佳化

用下列几种方法都可使气泡得到活化，从而达到强化浮选过程：

创造一定的条件以确保在矿浆中形成大量微小气泡。用这种方法原则上可以达到与往主要捕收剂中添加非极性油乳浊液同样的目的。如同非极性试剂的微小液滴一样，微小气泡首先析出在疏水性的或经捕收剂作用而变得疏水性的矿粒表面^[14]，提高了它们刺透矿粒与气泡间水化层的能力，并使它们提升到泡沫层中。这时矿粒的可浮性指数 F (показатель флотуемости F) 都得到了提高。这可由 K. A. Разумов^[18] 得到的方程式 (4) [类似于方程式 (1)] 可以看出：

$$F = \sigma (1 - \cos \theta) + \sigma \frac{S + S \cos \theta}{g} \quad (4)$$

式中 σ — 水—气界面的表面能， θ — 水—气表面与被浮矿粒表面的接触角。形成的微小气泡越多，浮选速度就越快；并且在很多情况下被浮矿物的回收率就越高^[14]。当矿浆中的微小气泡浓度很高，并同时存在有较大的气泡时，由矿粒和大小不同的气泡所形成的气泡絮凝体就能将粗粒矿物提升到矿浆表面。很多微小气泡粘附在粗粒矿物上，而另一些气泡又通过细粒被浮矿粒附着在这些微小气泡上。絮凝体的平均比重小于矿浆的比重，因此它就能漂浮到矿浆表面。微小气泡除能有效地浮选细粒矿物外，还能浮选粗粒矿物，这就是 Г. С. Берзер 所提出的充气絮凝体浮选法 (аэрофлокуляционная флотация) 的优点。浮选时的充气絮凝方式是决定回收率（例如粗粒的磷块岩和磷灰石）的重要因素之一。为了创造充气絮凝浮选的条件，矿粒表面必须达到一定的疏水程度，这可通过混合使用非极性捕收剂与适当粘度的非极性烃类来达到。

气泡的活化：M. A. Зүзевус 和 M. A. Волоба 都已证明^[10]，在矿浆中药剂相互作用的产物，当它们固着到气泡上以后，就可使浮选的基本行为得到活化并提高浮选速度。气泡的“活化”效应只有在一定粒度的药剂相互作用产物和气泡表面没有被它们完全充满的情况下才可发现。可以假定，它是由于固着矿粒对于气泡和被浮矿