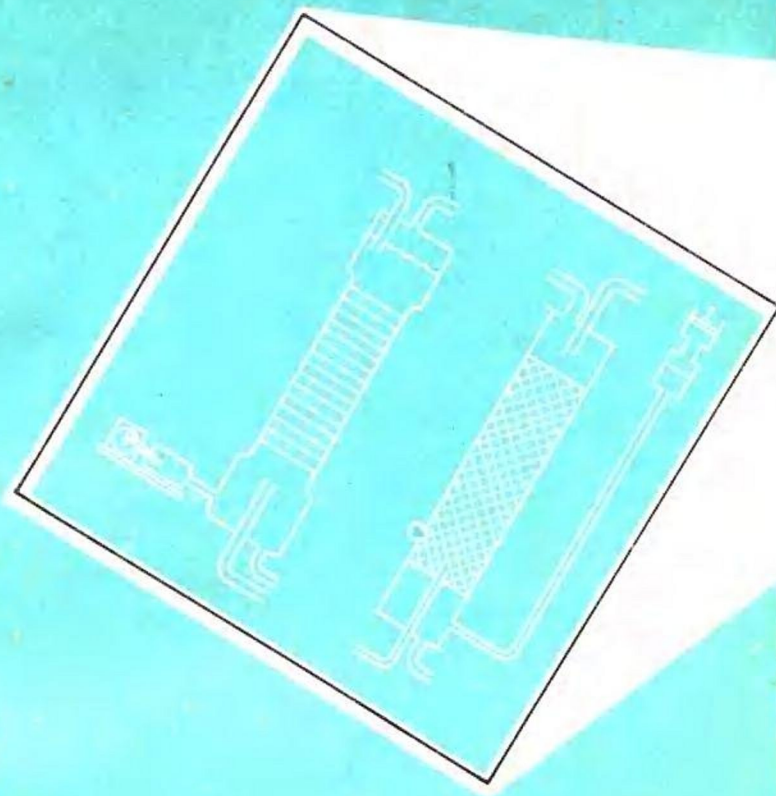


覃誠真 楊子超 編著



萃取化学

广西师范大学出版社

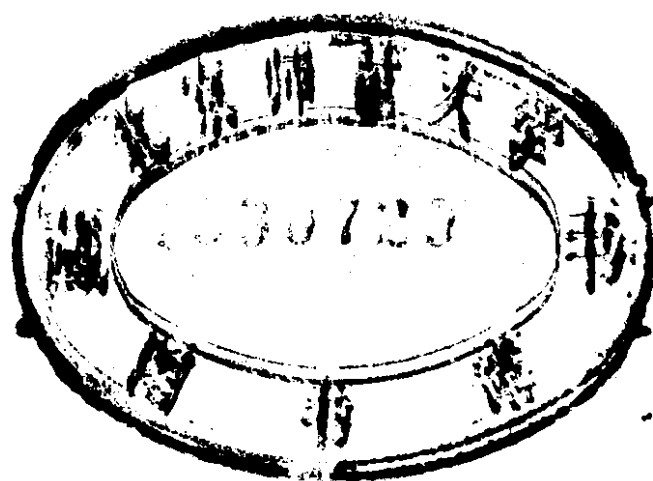
JU1/184/03

萃取化学

覃诚真

编 著

杨子超



广西师范大学出版社

萃取化学

覃诚真 杨子超 编著

☆

广西师范大学出版社出版

(广西桂林市育才路3号)

广西新华书店发行

湖南省地质测绘印刷厂印刷

*

开本 850×1168 1/32 印张 9.75 字数 253 千字

1991年8月第1版 1991年8月第1次印刷

印数: 0001—1500

ISBN 7-5633-1167-X/G·960

登记证号: (桂) 04 号 定价: 4.40 元

前 言

萃取法在无机化学、分析化学、放射化学和湿法冶金中的广泛应用促进了萃取化学的形成和发展,成为一门很有前途的新兴学科.其理论和实践正处在蓬勃发展时期,有关新萃取剂的研制、新萃取工艺的建立、萃取机理和萃取规律的研究成为现代化学研究的重要课题,使萃取化学的内涵日趋丰富和完善.

根据高等师范院校的培养目标,以及化学系的学生在学过基础课之后,要开设选修课的要求,为了适应教育事业发展的需要,加强高校学生专业技术教育,提高理论联系实际、分析问题和解决问题的能力,我们编著了这本书.本书是在经多年教学实践的原有讲义的基础上,广泛收集了教师和学生的意见,几经修改补充而成.全书共分萃取化学的基础知识、萃取剂和萃取体系简介、中性配合萃取体系、酸性配合萃取体系、离子缔合萃取体系、协同萃取体系、萃取分离技术和萃取过程动力学等八章.对萃取化学的基本概念、基本理论、典型工艺和有关设备等都进行了系统论述和介绍,并注意吸取近代萃取化学研究的新成果和新进展之精华.因此,本书具有内容系统、实用、取材新的特点.

本书可作为高师化学专业选修课试用教材,也可作综合性大学、工科院校化学专业师生的试用教材,也是科研工作者和有关厂矿科技人员在有关萃取化学方面的重要参考资料.

本书内容参考了国内外颇具影响的有关专著和公开发表的有关萃取研究的论文;薛万川教授在百忙之中审阅了本书的全稿;广西师范大学出版社责任编辑汤志林同志对本书进行了认真细致的编辑工作.在此向他们表示诚挚的感谢!

由于我们水平有限,缺点和错误在所难免,敬请读者批评指正.

编著者

1990年12日

目 录

第一章 萃取化学的基本知识	(1)
§ 1-1 萃取和萃取化学的定义	(1)
§ 1-2 萃取体系的组成	(2)
§ 1-3 萃取体系表示法	(11)
§ 1-4 萃取过程的实质和萃合物的形成	(11)
§ 1-5 萃取平衡和分配定律	(14)
§ 1-6 萃取化学的常用概念	(16)
第二章 萃取剂和萃取体系简介	(20)
§ 2-1 萃取剂简介	(20)
§ 2-2 萃取体系简介	(58)
第三章 中性配合萃取体系	(67)
§ 3-1 概述	(67)
§ 3-2 中性配合萃取平衡及其影响因素	(71)
§ 3-3 应用实例	(82)
第四章 酸性配合萃取体系	(102)
§ 4-1 概述	(102)
§ 4-2 酸性配合萃取平衡及其影响因素	(107)
§ 4-3 应用实例	(127)
第五章 离子缔合萃取体系	(157)
§ 5-1 概述	(157)
§ 5-2 铵类萃取	(158)
§ 5-3 钡盐型离子缔合萃取	(186)
§ 5-4 应用实例	(189)
第六章 协同萃取体系	(195)
§ 6-1 概述	(195)

§ 6-2	协萃机理的研究	(198)
§ 6-3	协同萃取的若干规律	(212)
§ 6-4	研究协萃体系示例	(218)
§ 6-5	协萃体系的应用	(225)
第七章	萃取分离技术	(231)
§ 7-1	溶剂萃取分离条件的选择	(231)
§ 7-2	萃取过程的乳化与三相	(238)
§ 7-3	多级萃取分离	(244)
§ 7-4	萃取设备	(253)
第八章	萃取过程动力学	(263)
§ 8-1	概述	(263)
§ 8-2	化学反应控制的萃取过程	(273)
§ 8-3	传质(扩散)控制的萃取过程	(294)
§ 8-4	混合机制控制的萃取过程	(296)
主要参考文献		(301)

第一章 萃取化学的基本知识

§ 1-1 萃取和萃取化学的定义^{[1]①}

萃取实质上是利用不同物质在选定溶剂中溶解度的不同,以分离被处理溶液中的组分的方法.它是一个复杂的物理-化学过程,因而要给萃取下一个十分确切的定义是困难的,只能概括地定义为:

含有某些物质的水溶液与不相混溶的有机溶液充分接触后,通过物理或化学作用,水溶液中的某种物质选择性地转移到有机溶液的过程,叫做溶剂萃取(Solvent Extraction),简称萃取(Extraction).萃取是在基本上互不溶的两液相间质的传递过程.这种质的传递,把所需要的物质(被萃物)从一个液相选择性地转移到另一个液相.需要转移的物质是有机物者,叫做有机萃取.例如,在石油工业中用二甲亚砜从石油馏分中萃取芳烃.需要转移的物质是无机物者,叫做无机萃取.例如,在核燃料工业中用磷酸三丁酯从硝酸溶液中萃取铀.本书主要讨论无机萃取化学.

溶剂萃取是分离、提纯物质的基本方法.它具有生产量大、操作简便、选择性好、回收率高、便于连续作业和自动控制等优点.近30年来,由于尖端技术的发展,新型萃取剂的合成使萃取法在有色冶金、石油化工、原子能工业等部门得到了广泛的应用.

① [1]表示参考文献,见本书书末索引.

萃取法的广泛应用推动了萃取化学的形成和发展. 萃取化学已成为与无机化学、有机化学、分析化学、物理化学、放射化学、环境化学、湿法冶金密切相关的新兴学科. 它主要研究萃取过程中化学反应的机理和有关规律, 包括萃取剂的结构与萃取性能的关系, 萃合物的生成及破坏, 萃取过程的热力学和动力学以及各种因素对萃取平衡的影响等. 目前, 萃取化学还很年青, 还不够系统, 但萃取法的实践和理论正处在蓬勃发展的阶段, 新型萃取剂的研制, 新萃取工艺的建立, 萃取机理和萃取规律的研究日益引起人们的重视, 萃取化学的内容日趋丰富和完善.

§ 1-2 萃取体系的组成

萃取体系是由水相和有机相两部分组成的. 这两个“相”基本不互溶, 有一定的密度差异, 两相之间有明显的界面, 每个相内的物理-化学性质是完全均一的, 这些是构成萃取体系的必要条件. 现分述如下.

一、水相 (Aqueous Phase)

水相是指萃取原液、萃余液、反萃取液、富水和萃洗液.

1. 原液 (Original Solution) 萃取时所用水相原始料液, 其中含有被萃物、配合剂、盐析剂、酸或碱、其他杂质等.

(1) 被萃物 (Extracted Substance) 是指原先溶于水相后来被萃入有机相的物质, 即在萃取过程中需要转移的物质. 例如, 拜尔法处理铝土矿产出的 NaAlO_2 返回母液可作为提取镓的原液, 其中含 (g/L): Na_2O 150~200、 Al_2O_3 70~100 和 Ga^{3+} 0.18~0.24, Ga^{3+} 是提镓工艺的被萃物.

(2) 配合剂 (Complexing Agent) 是指溶于水相且能与金属离子生成配合物的试剂. 根据配合剂所起作用的不同, 又分为抑萃配合剂和助萃配合剂两类. 抑萃配合剂是溶于水, 且与被分离金属离

子形成溶于水而不溶于有机相的配合物的试剂,它能降低被萃离子的萃取率.例如,用 TBP 萃取稀土硝酸盐时,可向水相中加入 EDTA 或 NTA 作为抑萃配合剂,与稀土离子生成 1:1 的螯合物,这些螯合物含有很多亲水性基团,易溶于水相,不溶于有机相,从而使萃取率降低.抑萃配合剂有时也叫掩蔽剂,它的加入常能增大两金属离子间的分离系数,提高萃取分离效果.助萃配合剂是溶于水,且与被萃离子形成易溶于有机相的配合物的试剂,它能提高被萃离子的萃取率.例如,用 P_{350} 萃取稀土硝酸盐时,硝酸根离子是助萃配合剂,它与稀土离子生成各级配离子,如 $RE(NO_3)^{2+}$ 、 $RE(NO_3)^+$ 、 $RE(NO_3)$ 、 $RE(NO_3)^-$ 等,其中不带电荷的 $RE(NO_3)_3$ 易被 P_{350} 萃取,因而 NO_3^- 的存在,可增大稀土离子的萃取率.但它有个最佳浓度,过量或不足时都对萃取不利.此外,配合剂也常用来配制某些金属的稳定原液.例如,在非氟体系铌钽分离研究中,利用铌与硫氰酸盐形成 $KNb(CNS)_6$ 、与草酸形成 $H_3[Nb(C_2O_4)_3]$ 等稳定配合物的特性,配制成比较稳定的铌的酸性原液,为非氟体系萃取铌提供了条件.

(3)盐析剂(Salting-out Agent) 是指溶于水、不与金属离子配合、本身不被萃取、但能促使被萃物转入有机相的无机盐类.例如,用 TBP 萃取 $UO_2(NO_3)_2$ 时,向水相中加入 $NaClO_4$,其水合作用吸引了部分自由水分子,使被萃物在水相中的浓度相应增大,有利于萃取,因而提高了铀的萃取率.盐析效应一般随离子强度的增加而增大,所以半径越小、电荷越多的金属离子的盐析效应越大.如果配合剂是无机盐类,除了它的配合效应外,同时也有盐析效应,所以此类助萃配合剂也叫做盐析剂.例如 NH_4SCN 、 $LiNO_3$ 等.

(4)无机酸或碱 用来控制水相酸度或参加萃取反应所加入的无机酸类或碱类,使被萃物获得较高的萃取率或较好的分离效果.例如,用 TBP 萃取铀,在硝酸浓度为 4~5mol/L 时,铀的分配比出现最大值,因此需向原液中加入一定量的硝酸和硝酸盐,以保

证萃取操作处于最佳状态. 又如, 用 P_{204} 萃取分离稀土离子时, 需要在一定酸度下进行, 因此, 通过加入不同量盐酸的方法来控制水相 pH 值, 以提高分离效果.

(5) 其他杂质 是指水相中所含被萃物以外的物质. 例如, 用 N_{263} 从钼水冶废液或钼精矿焙烧烟气淋洗液中萃取铈时, 水相中 $(NH_4)_2MoO_4$ 、 $(NH_4)_2SO_4$ 等都是杂质. 杂质的存在不仅影响产品质量, 而且消耗了部分萃取剂, 降低了萃取剂的有效浓度, 因而不利于萃取. 萃取化学研究的主要目的, 就是要研制对某种被萃物有独特选择性的高效萃取剂, 寻找分离杂质的最佳工艺条件和有关规律.

2. 萃余液(Raffinate) 经过一次或多次萃取后的残余水相. 在工业上, 萃余液中残留的被萃物极少, 可弃去或另作其他处理. 例如, 用 LIX-63 从硫酸介质中萃取锆, 经 4 级萃取, 其萃余液中锆含量降至 4mg/L 以下.

3. 反萃取液(Stripping Solution) 含有反萃剂的水溶液叫做反萃取液. 反萃剂是指能破坏富有机相中萃合物结构, 生成易溶于水相的化合物, 而使被萃物从有机相重新转移到水相的试剂. 用反萃取液与富有机相充分接触, 使被萃物从有机相重新返回到水相的过程叫做反萃取(Stripping 或 Back Extraction). 例如, 用 N_{235} 煤油溶液萃取铈而得到的含铈富有机相, 再用 5% 的氨溶液将铈反萃到水相中来, 这一过程叫反萃取, 其中 NH_3 为反萃剂; 含 NH_3 的水溶液叫反萃液. 有时纯水也可作为反萃取液. 例如, 用水可从 A_{101} 二乙苯有机相中反萃取铈.

4. 富水相(Rich Aqueous Phase) 由反萃取而得到的金属含量较高的水溶液叫做富水相. 例如, 用 N_{235} 萃取铈, 经正-反萃取操作而得到的富水相, 其铈含量比原液铈含量提高 9 倍.

5. 萃洗液(Scrub Solution) 富有机相在反萃前, 为了除去其中的杂质, 选用一定的溶液进行洗涤. 这种能洗去富有机相中的杂质

而不使被萃物转入水相的水溶液叫做萃洗液. 这一过程叫做萃洗 (Scrubbing). 萃洗液可以是纯水、稀酸、稀碱或稀氨水. 例如, 采用仲辛醇-HF-H₂SO₄ 体系从钽铌铁矿分解液中萃取分离钽铌时, 所得富有机相, 在反铌前需要用 4mol/L 的 H₂SO₄ 溶液进行酸洗, 以除去杂质, 而后再用 1mol/L 的 H₂SO₄ 溶液反萃取铌, 以保证铌产品的质量.

二、有机相 (Organic Phase)

有机相一般由萃取剂、稀释剂和添加剂三部分组成. 但有时仅包含萃取剂和稀释剂, 甚至由单一萃取剂或有机溶剂构成有机相.

1. 萃取剂 (Extractant 或 Extracting Agent) 能与被萃物发生化学反应, 形成易溶于有机相的萃合物的有机试剂叫做萃取剂. 萃取剂可按其本身组成为含氧萃取剂、含磷萃取剂、含氮萃取剂、含硫萃取剂等类型; 又可按萃取剂的结构特征和萃合反应机理, 将其分为中性配合萃取剂、酸性萃取剂、胺类萃取剂、螯合萃取剂等类型. 萃取剂的萃取性能与其结构关系密切, 有关这方面的问题, 将在 § 2-1 中进行讨论. 萃取剂在室温下可以是液体, 也可以是固体. 例如, TBP、P₃₅₀、N₂₃₅ 等为液体, N₂₆₃、HTTA、HO_x、PMBP 等为固体. 当然, 固体萃取剂总要溶解在某种有机溶剂后才能使用.

2. 有机溶剂 (Organic Solvent) 难溶于水, 且能构成连续有机相的有机液体. 根据有机溶剂在萃取过程中所起的作用的不同, 分为萃取溶剂和惰性溶剂两大类.

(1) 萃取溶剂 (Extracting Solvent) 能与被萃金属离子发生化学结合, 生成萃合物的溶剂. 因它在萃取过程中, 起着萃取剂和有机溶剂的双重作用, 故称萃取溶剂. 例如, iAmoH、TBP 和 MIBK 就属萃取溶剂.

(2) 惰性溶剂 (Inert Solvent) 与被萃金属离子不发生化学结合, 只改变有机相的物理性质的溶剂, 称为惰性溶剂, 又称稀释剂. 在工业上常用的稀释剂有煤油、重溶剂油、二乙苯、环己烷、四氯化

碳和三氯甲烷等,其中最主要的是煤油.

常用有机溶剂的物理性质列于表 1-1 中.

表 1-1 常用有机溶剂的物理性质^[2]

溶 剂	化学式	分子量	沸点 K	密度 g/cm ³	粘度 C · P	介电常数	在水中 溶解度 W%
正己烷	C ₆ H ₁₄	86.17	341.15	0.6594	0.313	1.890	0.00095
煤油			473.15 ~533.15	0.795	0.02	2.0 ~2.2	0.007
环己烷	C ₆ H ₁₂	84.16	353.85	0.7786	0.980	2.023	0.010
苯	C ₆ H ₆	78.11	353.25	0.8790	0.649	2.283	0.178
甲苯	C ₇ H ₈	92.13	383.75	0.8669	0.587	2.240	0.052
邻-二甲苯	C ₈ H ₁₀	106.16	417.15	0.8760	0.756	2.568	0.0175
间-二甲苯	C ₈ H ₁₀	106.16	412.15	0.8599	0.581	2.374	0.0196
对-二甲苯	C ₈ H ₁₀	106.16	411.15	0.8567	0.605	2.260	0.0190
氯仿	CHCl ₃	119.38	334.35	1.489	0.563	4.9	0.710
四氯化碳	CCl ₄	153.82	349.9	1.5947	0.965	2.205	0.081
氯苯	C ₆ H ₅ Cl	112.56	404.84	1.106	0.803	5.649	0.048
溴苯	C ₆ H ₅ Br	157.01	438.35	1.4951	1.08	5.53	0.0446
邻-二氯苯	C ₆ H ₄ Cl ₂	147.00	452.15	1.3064		6.8281	<0.126
正戊醇	C ₅ H ₁₂ O	88.13	411.21	0.82	3.31	15.8	1.7
异丙醚	C ₆ H ₁₄ O	102.17	340.65	0.7281	0.329	3.88	1.2
环己酮	C ₆ H ₁₀ O	98.14	428.65	0.9504	2.453	18.3	2.3
甲基异丁基酮	C ₆ H ₁₂ O	100.16	388.95	0.8009	0.590	13.11	1.7 ~2.0
乙酸戊酯	C ₇ H ₁₄ O ₂	130.18	422.35	0.879	0.924	4.75	0.17
二硫化碳	CS ₂	76.14	318.15	1.2628	0.363	2.641	0.169
磷酸三丁酯	C ₁₂ H ₂₇ O ₄ P	266.32	450.65	0.9766	4.0	7.959	0.039

续表

溶 剂	化学式	分子量	沸点 K	密度 g/cm ³	粘度 C · P	介电常数	在水中 溶解度 W%
二氯乙醚	C ₄ H ₁₀ OCl ₂	143.02	451.95	1.2192	2.41	21.2	1.02
乙酸丁酯	C ₆ H ₁₂ O ₂	116.16	399.25	0.882	0.693	5.01	1.0
乙酸戊酯	C ₇ H ₁₄ O ₂	130.18	422.35	0.879	0.924	4.75	0.17
己酸	C ₆ H ₁₂ O ₂	116.16		0.9314	2.814	2.63	0.958
硝基苯	C ₆ H ₅ NO ₂	123.11	484.05	1.1983	2.165	34.82	0.19
正辛醇	C ₈ H ₁₇ OH	130.23	469.43	0.8255	10.640	10.34	0.0538
二丁醚	C ₈ H ₁₈ O ₂	130.23	415.12	0.7725	0.741	3.06	0.01

从萃取化学的角度来看,稀释剂在萃取过程中主要有以下三种作用:

①改变萃取剂的浓度,控制萃取剂的萃取能力,使之有利于元素的分离.例如,用 N₂₃₅-仲辛醇-煤油溶液从钼精矿氧压煮浸出液中萃取分离铈钼时,低浓度的 N₂₃₅(2.5%)有机相可从原液中优先萃取铈,而钼不被萃取,留在水相中;然后再用高浓度的 N₂₃₅(25%)有机相从萃铈余液中萃取钼.首次提出用不同浓度的同种萃取剂 N₂₃₅萃取分离铈钼的新方法.

②改变萃取剂的萃取性能,提高萃取效率.实践证明,对于同种萃取剂,使用不同稀释剂时,其萃取性能有时会显著差别,引起这种差别的原因之一是稀释剂与萃取剂之间发生了某种作用.例如,用 P₂₀₄萃取金属离子时,P₂₀₄的聚合程度随稀释剂的极性而改变.当 P₂₀₄溶于非极性溶剂苯($\epsilon=2.283$)中时,呈二聚状态存在,其二聚常数 $K_2=4000$;在弱极性溶剂氯仿($\epsilon=4.9$)中,由于 P₂₀₄与氯仿发生缔合作用,使其自相缔合作用减小,它的 $K_2=500$;在极性更大的正戊醇($\epsilon=15.8$)中,由于正戊醇的 OH 基与 P₂₀₄形成氢键,

破坏了萃取剂分子间的缔合,使其呈单体状态存在.由此可见,稀释剂的极性越小,萃取剂二聚状态越多,与金属离子形成的萃合物越稳定,因而萃取金属离子的分配比越大.

③改变萃合物在有机相的溶解度.稀释剂不仅与萃取剂发生作用,有时也与萃合物发生作用,从而影响到对金属离子的萃取率,这种作用集中表现在萃合物在稀释剂中溶解度的大小上.例如,在用羧酸萃取金属离子时,萃合物常带有水化层,稀释剂的极性越强,与水化层的作用越强,萃合物在稀释剂中的溶解度越大,因而对金属离子的萃取率也就越高.

在选择稀释剂时,除考虑其物理性能好、化学稳定性高、溶剂损失小、价廉易得等因素外,还应考虑稀释剂对萃取剂的选择性、萃取率和萃取容量等方面产生的影响.

3. 添加剂(Additive Agent) 在有机相中为了避免产生第三相而加入的有机试剂,叫做添加剂或助溶剂.例如, N_{263} 不溶于煤油,但易溶于10%TBP+90%煤油的混合溶剂中,形成均匀而稳定的有机相,在此TBP为助溶剂.又如,在用 N_{235} 煤油溶液从盐酸介质中萃取钚(Ⅱ)时,有机相出现浑浊,向其中加入20%高碳醇 A_{1416} 后,溶液变清,分相良好.常用的助溶剂除TBP、 A_{1416} 外,还有Octanol-2和MIBK等.

在萃取操作中,有机相可分为以下三种.

(1)萃取相 用于正萃取操作的有机相.

(2)富有机相 萃取分层后而得到的含有较多被萃物的负载有机相.

(3)贫有机相 经反萃取而得到的含有极少被萃物的有机相.贫有机相经再生处理后,返回到正萃取段,进行循环使用.

三、矿浆萃取简介

萃取体系一般是由水相和有机相两部分组成的,但是随着萃取法在湿法冶金中的应用和发展,现已试验成功利用固-液-液三

相矿浆直接萃取法,即不需将浸出液与矿渣分离而直接用有机相从矿浆中萃取有价值金属的工艺.例如,钽铌精矿经氢氟酸-硫酸混酸分解后,所得矿浆液采用仲辛醇矿浆萃取法提取钽和铌,其原则工艺流程如图 1-1 所示^[3].直接矿浆萃取与清液萃取比较有以下优点:

1. 免除了分解残渣的过滤和洗涤过程,缩短了生产周期,节约了过滤工序的费用;
2. 减轻了劳动强度,改善了劳动条件,有利于过程的密闭化和连续化;
3. 减少了附属设备,提高了分解槽的生产能力;
4. 减少了固-液分离时的金属损失,提高了钽铌的回收率.清液萃取的分解残渣虽然经过多次洗涤,但残渣仍含有 1~5%(Ta, Nb)₂O₅.矿浆萃取残液含 (Ta, Nb)₂O₅ < 0.1g/L,损失在渣中的钽铌也很少;
5. 矿浆萃取能适应钽铌比变化大的原料,也能适应低品位的钽铌精矿.

矿浆萃取是在箱式混合澄清槽中进行的.

矿浆萃取槽 3~5 级萃取.

酸洗槽 酸洗 10 级.

反铌槽 反萃取铌 8 级.

反钽槽 反萃取钽 10 级.

钽铌精矿经 HF-H₂SO₄ 混酸分解制得的矿浆液(分解液)的成分和经矿浆萃取得到的矿萃富有机相的成分对比列于表 1-2 中.

表 1-2 钽铌精矿分解液和矿萃富有机相的成分(g/L)

料液	Ta ₂ O ₅	Nb ₂ O ₅	Fe	Si	Ti	W	Sn	Mn	总酸 (mol/L)	H ₂ SO ₄ (mol/L)
分解液	125.0	148.0	18.0	35.0	7.5	15.0	0.20	1.60	8.5	3.6
矿萃富有机相	69.0	66.0	0.06	2.10	0.01	0.30	0.01	<0.01	2.55	—

从表中数据可见，矿浆萃取分离杂质元素的效果是很好的。

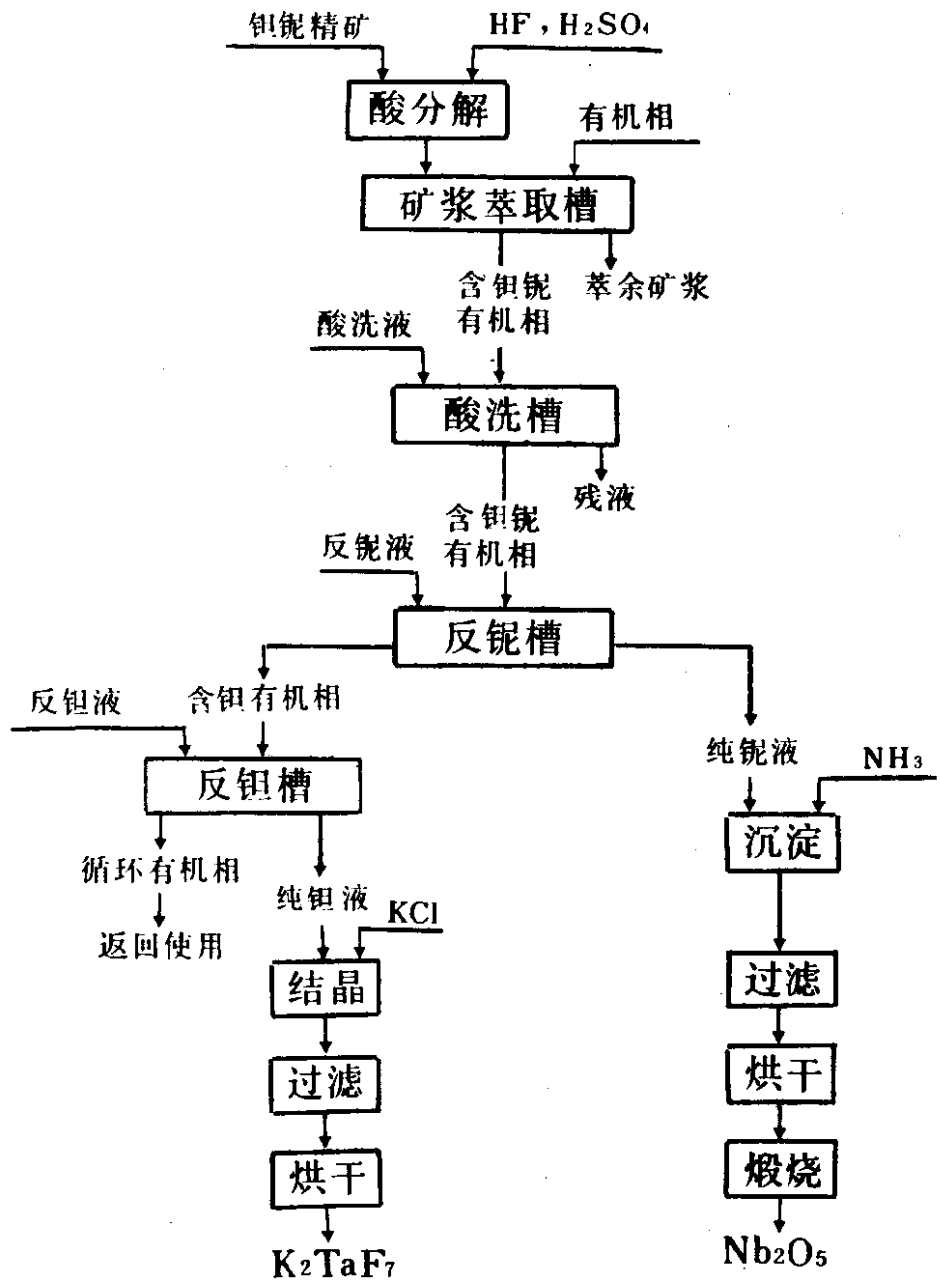


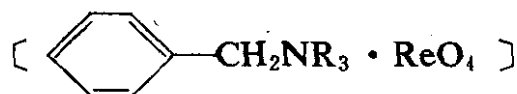
图 1 - 1 萃取工艺原则流程图

§ 1-3 萃取体系表示法^[1]

由上节讨论可知,萃取体系所含物种较多,用文字叙述比较麻烦.为了表达方便起见,徐光宪先生建议用下列式子来表示萃取体系^[1]:

被萃物(起始浓度)-可萃杂质/水相组成/有机相组成[萃合物分子式]

例 1 $\text{ReO}_4^- (300\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}) - \text{MoO}_4^{2-} / 200\text{g} \cdot \text{L}^{-1} (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 / 10\%7407 - 10\% \text{TBP} - 80\% \text{煤油}$



表示用 10%氯化三烷基苄基铵-10%磷酸三丁酯的煤油溶液从 $200\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫酸铵溶液中萃取 ReO_4^- , 铼的起始浓度为 300mg/L , 在水相中含有大量的杂质钼, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 是盐析剂, 萃合物的组成为



例 2 $\text{La}(\text{NO}_3)_3 (100 \sim 200\text{g} \cdot \text{L}^{-1} \text{La}_2\text{O}_3) - \text{Ce}^{4+} / 0.5\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HNO}_3, 8\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_4\text{NO}_3 / 70\% \text{P}_{350} - \text{煤油} [\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 3\text{P}_{350}]$ 表示用 70%甲基磷酸二甲庚酯的煤油溶液从 $0.5\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HNO}_3$ 溶液中萃取硝酸镧, 它的起始浓度范围是 $100 \sim 200\text{g/L} \text{La}_2\text{O}_3$, 在水相中含有少量杂质 Ce^{4+} , HNO_3 和 NH_4NO_3 是助萃配合剂或盐析剂. 萃合物的组成为 $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 3\text{P}_{350}$.

§ 1-4 萃取过程的实质和萃合物的形成

在用萃取法分离和提纯物质时,正萃取是被萃物从水相转入有机相,反萃取是被萃物从有机相转入水相,物质在两相间转移的方向是受萃取条件左右的.为了控制萃取条件和物质转移方向,