

文章编号: 0253-9950(2000)02-0065-08

# 酰胺荚醚对 Am( ) 和 Eu( ) 的 萃取行为研究 · 萃取机理研究

叶国安, 何建玉, 姜永青

(中国原子能科学研究院 放射化学研究所, 北京 102413)

**摘要:**以 40% 辛醇-煤油为稀释剂, 研究了三种荚醚: N,N,N',N'-四丁基-3-氧-戊二酰胺 (TBOPDA)、N,N,N',N'-四异丁基-3-氧-戊二酰胺 (TiBOPDA) 和 N,N,N',N'-四丁基-3,6-二氧-辛二酰胺 (TBDOODA) 在硝酸介质中对 Am( ) 和 Eu( ) 的萃取行为, 确定了萃合物的组成和萃取反应方程式。通过测量萃取金属离子后有机相的电离度可知, 荚醚与镅和铕没有生成离子型萃合物, 从而间接证明荚醚对镅或铕的萃取是中性配合萃取。有机相反萃实验表明: 用稀硝酸或水反萃 3 次, 可以定量反萃镅和铕。

**关键词:** 荚醚; 萃取; Am( ); Eu( )

中图分类号: O632.32; O652.62 文献标识码: A

如何有效地从高放废液 (HLLW) 中分离微量锕系元素和进行锕 (An) 镧 (Ln) 分离, 是人们十分关心的课题<sup>[1]</sup>。自从 Siddal<sup>[2,3]</sup> 首先采用双官能团萃取剂从硝酸介质中萃取 An( , ) 以来, 双官能团类萃取剂从 HLLW 中萃取 An( ) 的研究取得了迅速的发展。但是这类萃取剂都含有磷, 不能彻底焚烧。

早在 1973 年, Ammann<sup>[4]</sup> 报道了主碳链上含有氧, 两边都是羰基的开环多齿配合物的合成。1978 年 Norbert<sup>[5]</sup> 合成了一系列酰胺类链状聚醚化合物并初步研究了它的萃取性能。以后又有人研究了这类萃取剂的萃取行为<sup>[6,7]</sup>。较为实用的酰胺荚醚 (Amido Podand) 类萃取剂首见于 Stephan 等的工作<sup>[8,9]</sup>。Stephan 等系统地研究了这类化合物的萃取行为。但由于受冠醚萃取需有大的伴阴离子 (如苦味酸) 和低酸条件的限制, 以上研究工作一直局限于低酸条件下, 且稀释剂多采用芳烃。Sasaki<sup>[10]</sup> 等研究了 N,N'-二甲基-N,N'-二己基-3-氧-戊二酰胺 (DMDHOPDA) 对 Np( ) 的萃取行为, 所用稀释剂为硝基苯, 酸度范围为 pH = 0 ~ 3, 并以 ClO<sub>4</sub><sup>-</sup> 作伴阴离子; Narita<sup>[11]</sup> 提高体系酸度, 在 6 mol/L 的硝酸和盐酸中研究了 N,N'-二甲基

收稿日期: 2000-02-22; 修订日期: 2000-03-25

作者简介: 叶国安 (1964 - ), 男, 安徽南陵人, 研究员, 核化学化工专业

-N,N'-二苯基-3-氧-戊二酰胺(DMDPhOPDA)对镧系元素的萃取,但稀释剂为三氯甲烷。

近年来,四川大学合成了结构较简单的酰胺类萃取剂,如:N,N,N',N'-四丁基-3-氧-戊二酰胺(TBOPDA)、N,N,N',N'-四异丁基-3-氧-戊二酰胺(TiBOPDA)和N,N,N',N'-四丁基-3,6-二氧-辛二酰胺(TBDOODA),并把这类萃取剂用于在中等浓度的HNO<sub>3</sub>介质中进行Ln( )和Sr<sup>2+</sup>以及TcO<sub>4</sub><sup>-</sup>的萃取。这类试剂水溶性小,辐照稳定性好,合成方法简单、成本低,且不含磷,可以彻底焚烧。使用的稀释剂为辛醇和煤油,可望工业规模应用,因此具有良好的应用前景。目前关于酰胺类萃取剂萃取An系和裂变元素的研究工作刚刚开始,本文较系统地研究了上述3种萃取剂对Am( )和Eu( )的萃取行为。

## 1 实验部分

### 1.1 试剂

3种类醚(TBOPDA、TiBOPDA和TBDOODA)由四川大学合成,经红外、核磁共振和质谱分析,纯度均大于98%,类醚使用前溶于40%辛醇-煤油中;辛醇为分析纯,北京化学试剂公司产品;煤油为锦西化工厂特制加氩煤油;<sup>241</sup>Am和<sup>152~154</sup>Eu由中国原子能科学研究院同位素研究所提供,放化纯度大于99.9%。

### 1.2 实验方法和测量

实验前将配制好的已知浓度的类醚/辛醇-煤油有机相与相应的水相硝酸溶液预平衡3次,弃去水相后加入含镅或铕的水相。用5 mL试管进行萃取,相比1:1,如无特殊说明,温度均为(25±1)℃,振荡10 min后离心分相,分别取一定量的水相和有机相用GP-型单道谱仪测量。

## 2 结果和讨论

### 2.1 硝酸浓度对萃取的影响

硝酸浓度变化对3种类醚萃取Am( )和Eu( )的影响示于图1。由图1可见,3种类醚在硝酸介质中对Am和Eu有较大的分配比。随着酸度增加,分配比均迅速增高,在水相硝酸浓度达到4~5 mol/L时,D值出现平缓或下降的趋势,继续增加酸度,D值未见明显的增加。相同条件下,3种类醚萃取铕的分配比稍大于萃取镅的分配比,这与TBP萃取三价锕系和镧系元素的规律基本一致。这可能是Eu( )的离子半径稍小<sup>[12]</sup>,其离子势大于Am( )的离子势的缘故。

一般情况下,其他含磷双官能团萃取剂对四、六价锕系元素萃取分配比较高,对三价锕、镧的萃取分配比较低<sup>[1]</sup>。类醚对三价镧系与三价锕系元素有较高的分配比,这一特点使得类醚适于从高放废液中去除较难萃取

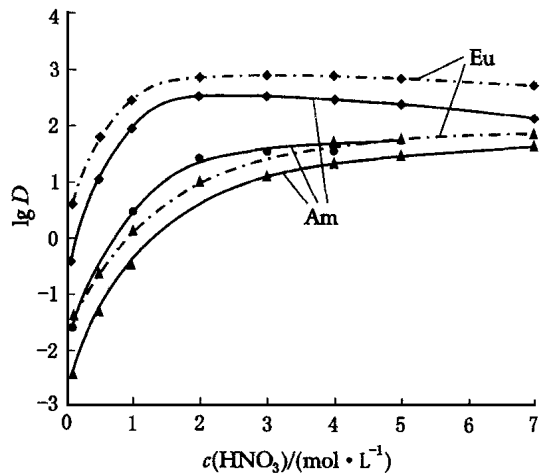


图1 硝酸浓度对类醚萃取Am和Eu的影响

Fig. 1 Effect of HNO<sub>3</sub> concentration on *D* of Am and Eu

—0.05 mol/L TBOPDA; - - -0.02 mol/L TiBOPDA;  
—0.05 mol/L TBDOODA

的三价镧系元素。由图 1 可知,三种类中, TBOPDA 对镱和铈的萃取分配比最大,实验中当萃取剂浓度为 0.2 mol/L 时,在 2~3 mol/L 硝酸中, D 值可以达到 10<sup>4</sup> 量级(这时镱和铈为示踪量级),从这一点来看, TBOPDA 可以作为三价镧、镧系元素的特效萃取剂。TiBOPDA 的萃取分配比低于 TBOPDA,三种类中 TBDOODA 的萃取分配比最低,但对镱和铈仍然有一定的萃取分配比。类在萃取能力上的差别可能与其结构有关,类分子和取代基体积越大,空间位阻也越大,生成的萃合物稳定性降低,因而分配比减小。

## 2.2 萃取机理研究

**2.2.1 有机相摩尔电导率和电离度的测量** 以 TBOPDA 为代表,测量 0.2 mol/L TBOPDA 从 2.0 mol/L 硝酸中萃取不同浓度钷后有机相的电导率( )和粘度( ),由此计算摩尔电导率( m),并根据电离度公式: = m / 60<sup>[13]</sup> 计算电离度。测量结果和计算值列入表 1。从表 1 可知,有机相的电离度非常低,并随着钷离子浓度增加,有机相电离度呈下降趋势。这可能是随着金属离子的萃取,排挤了有机相中的硝酸和夹带的水相的缘故。按照文献[13],如果类萃取镱或铈时,金属离子不以中性配合物的形式与萃取剂结合,而是生成缔合形式的萃合物,或者萃合物中部分硝酸根处于萃合物的外界,其结果是随着被萃金属离子浓度的增加,有机相的电离度随之增加。因此, TBOPDA 与 Nd<sup>3+</sup> 的萃合物不是以离子缔合物形式存在,从而间接证明了类对金属离子的萃取属于中性配合萃取。文献[14]研究了硝酸铈酰与 N,N,N',N'-四苯基-3,6-二氧-杂辛二酰胺(TDD)配合物的合成及性质,其结果与本文完全一致。

表 1 TBOPDA 萃取了不同浓度钷后有机相的、m 和 值

Table 1 Values of、m and of TBOPDA loaded with Nd<sup>3+</sup>

c(Nd <sup>3+</sup> )/(mol L <sup>-1</sup> )	/(μS cm <sup>-1</sup> )	m/(S cm <sup>2</sup> mol <sup>-1</sup> )	(cPa s)	/ %
5 × 10 <sup>-3</sup>	8.5	1.7	2.7	7.6
8 × 10 <sup>-3</sup>	9.0	1.1	2.9	5.3
1 × 10 <sup>-2</sup>	13	1.3	3.2	6.9
2 × 10 <sup>-2</sup>	14.4	0.7	3.2	3.7
5 × 10 <sup>-2</sup>	25.7	0.5	3.6	1.8

注(note): c(TBOPDA) = 0.2 mol/L

**2.2.2 萃取反应的一般表述** 在萃取机理尚不明确的情况下,假定萃取反应如下:



萃取平衡常数为:

$$K_{ex} = \frac{c((M(NO_3)_3)_n \cdot iS)_{(o)}}{c^{3n}(NO_3^-) c^n(M^{3+}) c^i(S)_{(o)}} \quad (2)$$

式中, M 代表镱或铈。为简化,忽略水相中 M<sup>3+</sup> 的配合,则分配比 D 为:

$$D(M^{3+}) = \frac{c(M^{3+})_{(o)}}{c(M^{3+})_{(a)}} = \frac{nc((M(NO_3)_3)_n \cdot iS)_{(o)}}{c(M^{3+})_{(a)}} \quad (3)$$

$$= n K_{ex} c^{n-1}(M^{3+}) c^{3n}(NO_3^-) c^i(S)_{(o)}, \quad (3)$$

$$\lg D = i \lg c(S)_{(o)} + \lg [K_{ex} c^{3n}(NO_3^-) c^{n-1}(M^{3+})] + \lg n. \quad (4)$$

由于在一定温度和离子强度下, K<sub>ex</sub> 恒定,固定其他条件不变,改变萃取剂浓度,可以得到:

$$\lg D = i \lg c(S)_{(o)} + C, \quad (5)$$

其他条件不变,金属离子浓度变化时:

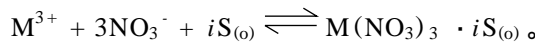
$$\lg D = (n - 1)\lg c(\text{M}^{3+}) + C' \quad (6)$$

式中  $C, C'$  均为常数。

**2.2.3 图解法求  $n$  值**  $\text{Eu}^{3+}$  浓度变化对 TBOPDA 和 TBDOODA 萃取分配比的影响结果示于图 2。由图 2 可知,在  $\text{Eu}^{3+}$  浓度小于  $10^{-2} \text{ mol/L}$  的情况下, TBOPDA 和 TBDOODA 萃取点可连成两条直线,斜率都近似为零。即有  $n - 1 = 0$ , 则  $n = 1$ 。因此在萘醚萃取过程中,当金属离子浓度较低时,一个萃合物分子中三价铕、镧离子的个数为 1。

**2.2.4 图解法求  $i$  值** 以 TBOPDA 和 TBDOODA 为例,固定平衡水相硝酸浓度,改变萃取剂浓度,以  $\lg D$  对  $\lg c(\text{S})_{(o)}$  作图并示于图 3 和图 4。由图 3、4 可知, TBOPDA 萃取  $\text{Am}(\text{III})$ , 水相酸度为 0.5 和 2.0 mol/L 时,直线斜率分别为 3.2 和 2.9; 萃取  $\text{Eu}(\text{III})$ , 水相酸度为 1.0 mol/L 时,直线斜率为 3.2。因此,可以认为 TBOPDA 萃取三价铕、镧元素时直线斜率近似为 3。TBDOODA 萃取  $\text{Am}(\text{III})$  和  $\text{Eu}(\text{III})$  时,直线斜率分别为 2.5 和 2.4, 取值为 2.5。因此对式(1), 当 S 为 TBOPDA 时,  $i = 3.0$ , 由于 TiBOPDA 与 TBOPDA 是同分异构体, 因此可以认为对 TiBOPDA, 也有  $i = 3.0$ ; 当 S 为 TBDOODA 时,  $i = 2.5$ 。即一个萃合物分子中含 3 个 TBOPDA 或 TiBOPDA; 当萃取剂为 TBDOODA 时, 萃合物中萃取剂分子数为 2.5, 这里  $i$  不是整数, 其原因有待进一步研究。

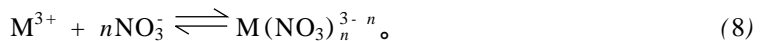
**2.2.5 硝酸根浓度的影响** 由以上结果可知, 萃取反应方程式可以写成:



式中,  $i = 2.5$  (对 TBDOODA) 或 3 (对 TBOPDA 和 TiBOPDA)。为了进一步证实硝酸根的系数, 进行了硝酸根浓度影响实验, 即向体系中加入  $\text{LiNO}_3$ , 增加了溶液的离子强度, 使得离子的有效浓度发生变化。其热力学平衡常数可表示为:

$$K_{ex} = \frac{c(\text{M}(\text{NO}_3)_3 \cdot i\text{S}_{(o)}) \cdot c(\text{萃合物})}{c^3(\text{NO}_3^-) \cdot c(\text{M}^{3+}) \cdot c^i(\text{S}) \cdot c^3(\text{NO}_3^-) \cdot c(\text{M}^{3+}) \cdot c^i(\text{S})} \quad (7)$$

式中,  $\gamma$  表示活度系数, 由于水相中  $\text{M}^{3+}$  存在下列平衡:



因此, 平衡时水相中  $\text{M}^{3+}$  的总浓度:

$$c(\text{M}^{3+})_{(a)} = c(\text{M}^{3+}) \left[ 1 + \sum_{n=1}^{\infty} n c^n(\text{NO}_3^-) \right] \quad (9)$$

式中,  $\beta_n$  为累积稳定常数。而

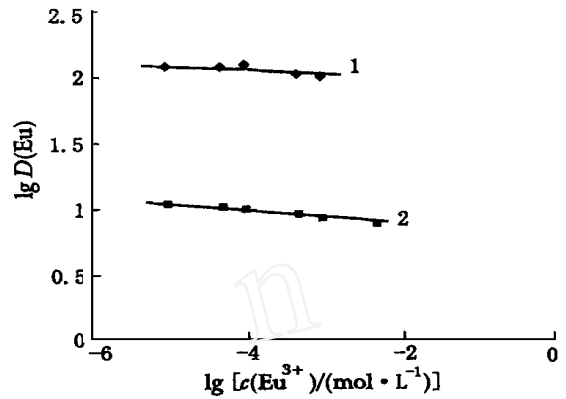


图 2  $\text{Eu}^{3+}$  浓度变化对分配比的影响

Fig. 2 Dependence of  $D$  on the concentration of  $\text{Eu}(\text{III})$

$c(\text{HNO}_3) = 2.0 \text{ mol/L}$ ;

1 — 0.05 mol/L TBOPDA, 2 — 0.05 mol/L TBDOODA

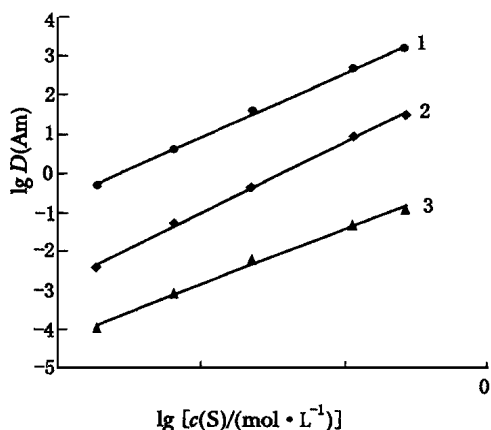


图 3 萃取剂浓度对萃取 Am 的影响

Fig. 3 Dependence of  $\lg D$  of Am on the concentration of extractant

1 —TBOPDA, 2. 0 mol/L HNO<sub>3</sub>; 2 —TBOPDA, 0. 5 mol/L HNO<sub>3</sub>; 3 —TBDOODA, 0. 5 mol/L HNO<sub>3</sub>

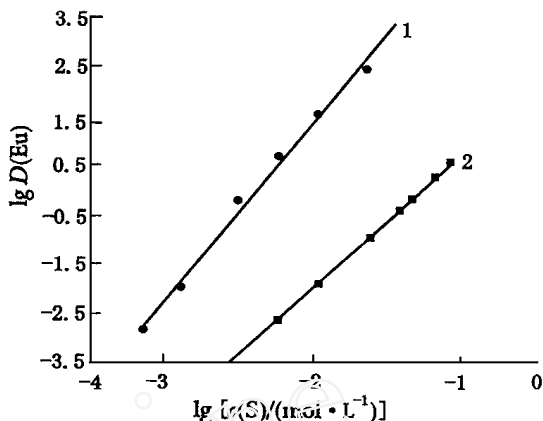


图 4 萃取剂浓度对萃取 Eu 的影响

Fig. 4 Dependence of  $\lg D$  of Eu on the concentration of extractant

$c(\text{HNO}_3) = 1.0 \text{ mol/L}$ ;  
1 —TBOPDA, 2 —TBDOODA

$$D(\text{M}^{3+}) = \frac{c(\text{M}(\text{NO}_3)_3 \cdot i\text{S})_{(o)}}{c(\text{M}^{3+})_{(a)}} = \frac{c(\text{M}(\text{NO}_3)_3 \cdot i\text{S})_{(o)}}{c(\text{M}^{3+}) [1 + \frac{n}{1} n^n (\text{NO}_3^-)]} \quad (10)$$

由此,  $K_{ex}$  可以写成:

$$K_{ex} = \frac{D [1 + \frac{n}{1} n^n (\text{NO}_3^-)] (\text{萃合物})}{c^3(\text{NO}_3^-) \cdot c^i(\text{S}) \cdot c^3(\text{NO}_3^-) \cdot (\text{M}^{3+}) \cdot c^i(\text{S})} \quad (11)$$

则

$$\lg \frac{D [1 + \frac{n}{1} n^n (\text{NO}_3^-)]}{(\text{M}^{3+})} = 3 \lg [ (\text{NO}_3^-) c(\text{NO}_3^-) ] + \lg \left[ \frac{K_{ex} c^i(\text{S})}{(\text{萃合物})} \right] \quad (12)$$

因此, 用  $\lg \frac{D [1 + \frac{n}{1} n^n (\text{NO}_3^-)]}{(\text{M}^{3+})}$  (设为  $\lg D$ ) 对  $\lg [ (\text{NO}_3^-) c(\text{NO}_3^-) ]$  (设为  $\lg a$ ) 作图, 可得到一直线, 其斜率应该为 3。

$\text{Am}^{3+}$  和  $\text{Eu}^{3+}$  的活度系数可用  $\text{Nd}^{3+}$  的活度系数代替, ( $\text{Nd}^{3+}$ )、 $\gamma_1$  和  $\gamma_2$  可从文献[15]中用内插法求出, ( $\text{NO}_3^-$ ) 值也可以从文献[16]中查出。测出的  $D$  值和文献上的有关参数列入表 2。以  $\lg D$  对  $\lg a$  作图并示于图 5。由图 5 可知, TBOPDA 和 TBDOODA 萃取 Am( ) 时, 直线的斜率分别为 3.2 和 3.1; TBOPDA 萃取 Eu( ) 时, 直线的斜率为 3.3。表明英醚在萃取三价铜、镧离子时, 有 3 个硝酸根参与了萃取反应。因此萃取反应式可以写成下式:

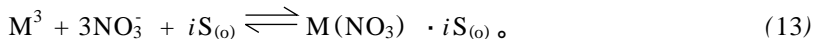


表 2 溶液中离子强度增加时有关常数和测得的分配比

Table 2 Values of experimental  $D$  and concerning constants while ion strength varying

$I/(\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1})$	Am( )				Eu( )			
	1	2	$D_{\text{TBOPDA}}$	$D_{\text{TBDOODA}}$	1	2	$D_{\text{TiBOPDA}}$	(Nd <sup>3+</sup> )
1.0	1.82	0.38	4.5	0.003	2.04	0.38	1.1	0.108
1.5	1.68	0.34	15.89	0.006	1.93	0.34	3.06	0.101
2.5	1.50	0.28	85	0.045	1.74	0.28	22.9	0.095
3.5	1.45	0.25	357.9	0.16	1.62	0.26	100	0.109
4.5	1.37	0.25	1120.5	0.514	1.54	0.25	240.3	0.121

注 (notes) :  $c(\text{HNO}_3) = 0.5 \text{ mol/L}$ , 萃取剂浓度为  $0.02 \text{ mol/L}$  ( $c(\text{extractant}) = 0.02 \text{ mol/L}$ )

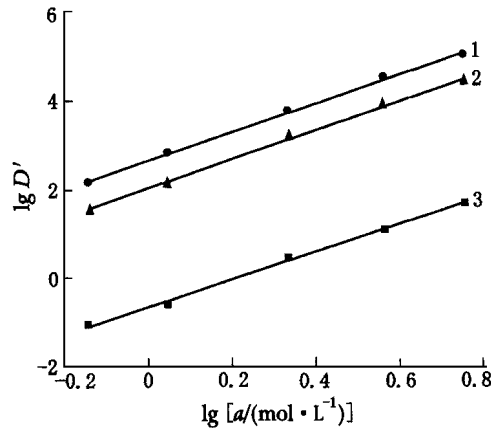


图 5 盐浓度对英醚萃取 Am( ) 和 Eu( ) 的影响

Fig. 5 Dependence of  $\lg D'$  of Am( ) and Eu( ) on the concentration of  $\text{LiNO}_3$ 

$c(\text{HNO}_3) = 0.5 \text{ mol/L}$

1 — Am( ),  $0.02 \text{ mol/L}$  TBOPDA; 2 — Eu( ),  $0.02 \text{ mol/L}$  TiBOPDA; 3 — Am( ),  $0.02 \text{ mol/L}$  TBDOODA

### 2.3 TBOPDA 和 TiBOPDA 萃取后的反萃

TiBOPDA 萃取 Am( ) 和 Eu( ) 后, 分别用  $0.01$ 、 $0.001 \text{ mol/L}$   $\text{HNO}_3$  和水反萃, 结果列入表 3。由表 3 可知, TiBOPDA 萃取镅和铕后用稀硝酸或水反萃 3 次, 可以定量反萃镅和铕。

表 3 TiBOPDA 萃取镅和铕后的反萃实验结果

Table 3 The stripping of Am and Eu from TiBOPDA

反萃剂 (reextractants)	$M^{3+}$	$E'_1$	$E'_2$	$E'_3$	$E'_T$	%
$0.01 \text{ mol/L HNO}_3$	Am( )	9.6	56.0	15.7	81.3	
$0.001 \text{ mol/L HNO}_3$	Am( )	91.4	6.9	1.3	99.6	
$\text{H}_2\text{O}$	Eu( )	92.8	4.2	2.9	99.9	

注 (note) :  $c(\text{TiBOPDA}) = 0.2 \text{ mol/L}$

TBOPDA 萃取 Am( ) 和 Eu( ) 后的反萃一般用水, 如果 TBOPDA 浓度较低, 则用稀硝酸反萃也可以, 结果列入表 4。

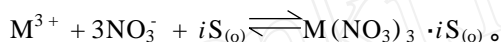
表 4 TBOPDA 萃取镭后的反萃实验结果

Table 4 The stripping of Am from TBOPDA		%			
$c(\text{TBOPDA}) / (\text{mol L}^{-1})$	反萃剂(reextractants)	$E'_1$	$E'_2$	$E'_3$	$E'_T$
0.2	H <sub>2</sub> O	65.3	31.5	3.0	99.8
0.02	0.1 mmol/L HNO <sub>3</sub>	75.9	23.3	0.6	99.8

### 3 结 论

(1) 在硝酸介质中, 英醚对三价镧系和锕系元素均有较高的萃取分配比。三种英醚中, TBOPDA 对镭和镭的萃取分配比最大, TBDOODA 的萃取分配比最低。

(2) 英醚对 Am( ) 和 Eu( ) 的萃取属于中性配合萃取, 萃取反应方程式可以写成:



当 S 为 TBOPDA 和 TiBOPDA 时,  $i = 3.0$ ; 当 S 为 TBDOODA 时,  $i = 2.5$ 。

(3) 萃入有机相中的 Am( ) 和 Eu( ) 可用稀硝酸或水反萃。

**致谢:** 感谢四川大学化学系放化教研室的合作, 以及陈文俊教授和丁颂东副教授等的帮助和支持。

### 参考文献:

- [1] 朱永贻. 十年来强放废液中锕元素去处研究的进展[J]. 核化学与放射化学, 1989, 11(4): 212 ~ 222.
- [2] Siddall TH. Bidentate Organophosphorus Compounds As Extractants. Extraction of Cerium, Promethium and Americium Nitrates[J]. J Inorg Nucl Chem, 1963, 25(7): 883 ~ 892.
- [3] Siddall TH. Bidentate Organophosphorus Compounds As Extractants. Extraction Mechanisms for Cerium Nitrates[J]. J Inorg Nucl Chem, 1964, 26(11): 1991 ~ 2003.
- [4] Ammann D, Pretsch E, Simon W. 178 Darstellung von Neutralen, Lipophilen Liganden für Membranelektroden Mit Selekt. Itat für Erdalkali-Ionen[J]. Helv Chim Acta, 1973, 56(5): 1780 ~ 1787.
- [5] Norbert NL, Robert K, Funck JJ, et al. Extraction von Alkali- und Erdalkalimetallpikraten Aus Wasserigen Lösungen in Methylenchlorid Durch Ungeladene Azyklische Ionophoren. Quantitat. Interpretation [J]. Helv Chim Acta, 1978, 61(6): 2019 ~ 2039.
- [6] 杨裕生, 丁玉珍. 键状聚醚用作萃取剂的研究. 三甘醚双(二苯胺)和四甘醚双(二苯胺)对裂变产物的萃取[J]. 核化学与放射化学, 1984, 6(4): 196 ~ 200.
- [7] Schefer U, Ammann D, Pretsch E, et al. Neutral Carrier Based Ca<sup>2+</sup>-Selection Electrode With Detection Limit in the Sub-Nanomolar Range[J]. Anal Chem, 1986, 58: 2282 ~ 2285.
- [8] Stephan H, Goe K, Beger J. Liquid-Liquid Extraction of Metal Ions With Amido Podands[J]. Solvent Extr Ion Exch, 1991, 9(3): 459 ~ 469.
- [9] Stephan H, Goe K, Beger J. Liquid-Liquid Extraction of Strontium With Amidopodands[J]. Solvent. Extr Ion Exch, 1991, 9(3): 435 ~ 458.
- [10] Sasaki Y, Choppin GR. Extraction of Np( ) by N,N'-Dimethyl-N,N'-Diethyl-3-Oxapentanediamide[J]. Radiochim Acta, 1998, 80: 85 ~ 88.
- [11] Narita H, Yaita T, Tamura K, et al. Solvent Extraction of Trivalent Lanthanoid Ions With N,N'-Dimethyl-N,N'-Diphenyl-3-Oxapentanediamide[J]. Radiochim Acta, 1998, 81: 223 ~ 226.

- [12] 克勒尔 C. 超铀元素化学[M].《超铀元素化学》编译组译.北京:原子能出版社,1977.140.
- [13] 徐光宪,王文清,吴瑾光,等.萃取化学原理[M].上海:上海科学技术出版社,1984.77.
- [14] 刘伟生,谭民裕,谭干祖.硝酸铀酰与 TDD 配合物的合成及性质研究[J].核化学与放射化学,1994,16(4):249~251.
- [15] Horwitz HP, Muscatello AC, Kalina DG, et al. The Extraction of Selected Transplutonium( ) Ions by Di-hexyl -N,N-Diethylcarbamoylmethylphosphonate From Aqueous Nitrate Media[J]. Sep Sci Technol, 1981, 16(4):417~437.
- [16] Marcus Y, Kertes AS. Ion Exchange and Solvent Extraction of Metal Complexes[M]. London: Wiley-Interscience, A Division of John Wiley and Sons Ltd. 1969. 925.

## STUDY ON THE EXTRACTION OF Am( ) AND Eu( ) WITH AMIDO PODAND . STUDY ON EXTRACTION MECHANISM

YE Guo-an, HE Jian-yu, JIANG Yong-qing

(China Institute of Atomic Energy, P. O. Box 275(26), Beijing 102413, China)

**Abstract** :By using *n*-octanol(40%) -kerosen as diluent, the extraction behavior of Am( ) and Eu( ) from nitric acid solution is studied with N,N,N',N'-tetrabutyl-3-oxa-pentanediamide (TBOPDA), N,N,N',N'-tetraisobutyl-3-oxa-pentanediamide (TiBOPDA) and N,N,N',N'-tetrabutyl-3,6-dioxa-octanediamide (TBDOODA). The distribution ratios of Am and Eu increase rapidly with HNO<sub>3</sub> concentration in the range of  $c(\text{HNO}_3) < 3.0 \text{ mol/L}$ , then increase slowly. The composition of the extraction complexes and the extraction mechanism are examined. The extraction equilibrium is expressed. It is elucidated indirectly that the extraction is neutral complexation by measuring the electroconductivity of organic phase loaded with metal ion. Am( ) and Eu( ) in organic phase can be stripped by dilute nitric acid or by water.

**Key words** : amido podand; extraction; Am( ); Eu( )