

YbCl₃·3H₂O - 18-C-6 - CH₃COCH₃ 体系 (25℃) 的相化学 研究与固态配合物的合成与性质

李谦定^{a*} 刘红科^b 任 非^c 畅柱国^b 任德厚^b

(^a 西安石油学院石油化学工程系 西安 710065)

(^b 西北大学化学系 西安 710069)

(^c 第一军医大学药学部 广州 510515)

摘要 采用半微量相平衡方法研究了 YbCl₃·3H₂O - 18-C-6 - CH₃COCH₃ 三元体系 (25℃) 的溶度, 测定了各饱和溶液的折光率, 绘制了体系的溶度图与饱和溶液折光率曲线. 考察了相平衡过程中水的行为. 体系中形成两种化学计量的新配合物: 2YbCl₃·18-C-6·6H₂O·CH₃COCH₃ (1) 与 YbCl₃·18-C-6·3H₂O·0.5CH₃COCH₃ (2), 两者均为固液异成分溶解的配合物. 比较讨论了盐的阴离子与溶剂对形成配合物的影响. 在相平衡结果指导下, 制备了固态配合物, 用化学分析、元素分析、IR、DTG、TG 与 DSC 研究了固态配合物的组成与性质. 预示了固态配合物 YbCl₃·18-C-6·3H₂O 与 YbCl₃·18-C-6 的配位结构.

关键词 三水合三氯化镱, 冠醚 18-C-6, 相化学, 三元体系, 固态配合物

Study on Phase Chemistry of YbCl₃·3H₂O - 18-C-6 - CH₃COCH₃ System at 25℃ and Synthesis and Properties of Solid Complexes

LI Qian - Ding^{a*} LIU Hong - Ke^b REN Fei^c CHANG Zhu - Guo^b REN De - Hou^b

(^a Department of Petrochemical Engineering, Xi'an Petroleum College, Xi'an, 710065)

(^b Department of Chemistry, Northwest University, Xi'an, 710069)

(^c Pharmacy Department, First Military Medical University, Guangzhou, 510515)

Abstract The solubility of YbCl₃·3H₂O - 18-C-6 - CH₃COCH₃ system at 25℃ was investigated by a semimicro method of phase equilibrium study. The refractive indexes of the saturated solutions were determined. The solubility diagram and refractive index curve of saturated solutions were constructed. The behavior of water in this system during the equilibrium was examined. The results indicated that there were two new complexes formed in this system at 25℃, namely 2YbCl₃·18-C-6·6H₂O·CH₃COCH₃ (1) and YbCl₃·18-C-6·3H₂O·0.5CH₃COCH₃ (2). Both were of incongruently in acetone. The influences of salt anions and solvents on formation of complexes were studied. Based on phase equilibrium data, the solid complexes were prepared. Their compositions and properties were investigated by IR spectroscopy, DTG - TG, DSC, as well as chemical and elemental analyses. The coordination structures were predicted for the solid complexes YbCl₃·18-C-6·3H₂O and YbCl₃·18-C-6.

Keywords trihydrated chloride ytterbium, crown ether 18-C-6, phase chemistry, ternary system, solid complex

* E-mail: qdli@xapi.edu.cn.

收稿日期: 2001-03-23, 修回日期: 2001-06-15, 定稿日期: 2001-07-08

(Received March 23, 2001. Revised June 15, 2001. Accepted July 8, 2001)

冠醚作为一类特殊的配位试剂, 从它问世起就受到人们普遍重视, 人们广泛地开展了冠醚与 f-族元素配合物的研究, 但是稀土氯化物冠醚配合物的研究报道较少^[1-3], 有关重稀土氯化物冠醚配合物的报道更少. 仅文献[4]报道了组成为 $4\text{YbCl}_3 \cdot 3(18\text{-C-6}) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 的配合物, 文献[5]报道了组成为 $(\text{YbCl}_3)_4[\text{DC18-C-6}] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 的配合物, 似再未有其它文献报道. 为了寻找合成制备固态配合物的热力学依据, 避免盲目性, 本文采用适合于稀有物质-有机溶剂热力学体系的半微量相平衡方法^[6], 在全浓度范围内研究了 $\text{YbCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O} - 18\text{-C-6} - \text{CH}_3\text{COCH}_3$ 体系 (25℃) 的相化学行为, 发现该体系中形成两种化学计量的新配合物. 在相平衡结果指导下, 制备了固态配合物, 用化学分析、元素分析、IR, DTG, TG 与 DSC 等研究了固态配合物的组成与性质.

1 实验

1.1 试剂与仪器

$\text{YbCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 将纯度为 99.99% 的 Yb_2O_3 与 6 mol $\cdot \text{dm}^{-3}$ 盐酸溶液反应, 制得 $\text{YbCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 在质量百分数为 80% 的 H_2SO_4 干燥器中干燥脱水至恒重, 经分析确定其组成为 $\text{YbCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. 实验表明在该条件下放置半年以上仍保持重量不变. 丙酮与冠醚 18-C-6 为分析纯试剂.

WZS-1 型阿贝折光仪; 岛津 440 型红外分光光度计; TGS-2 型热重分析仪, DSC-2 型差示扫描量热计, 2400 型元素分析仪; 恒温槽 (温度波动小于 $\pm 0.05^\circ\text{C}$); 实验所用温度计、容量仪器及砝码等均经过校正.

1.2 分析方法

德用 EDTA 配位滴定; 丙酮与水用挥发失重法测定; 80% H_2SO_4 干燥器中干燥后失重量恰为样品中所含的丙酮量; 在浓 H_2SO_4 干燥器中或真空 50°C 下恒重后失重量为水量. 冠醚 18-C-6 的含量由差减法求得. 已知样的分析结果表明: 相对误差小于 $\pm 0.3\%$.

1.3 相平衡实验

采用半微量相平衡方法^[6], 取样时准确称取各样管中所取试剂的量, 得到合成复体组成 (即物系点). 平衡温度 ($25 \pm 0.05^\circ\text{C}$). 实验表明: 该体系 14 天即达平衡, 平衡后用前述分析方法分析液相与湿固相组成, 同时取样测定各饱和溶液的折光率.

1.4 配合物的合成

根据对体系 $\text{YbCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O} - 18\text{-C-6} - \text{CH}_3\text{COCH}_3$ (25℃) 相化学研究结果确定制备条件, 在配合物 (1) 与 (2) 的二相区选点配样, 平衡 14 天后, 高速离心分离以尽量除去湿固相中的母液, 用少量丙酮洗涤, 再高速离心分离, 先后在 70% H_2SO_4 干燥器中与 98% H_2SO_4 干燥器中干燥至恒重, 得到相应的固态配合物样品, 用化学分析、元素分析确定配合物的化学组成.

2 结果与讨论

2.1 $\text{YbCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O} - 18\text{-C-6} - \text{CH}_3\text{COCH}_3$ 体系 (25℃) 的相平衡结果

根据在 25℃ 时对三元体系 $\text{YbCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O} - 18\text{-C-6} - \text{CH}_3\text{COCH}_3$ 相化学研究得到的溶度数据与饱和溶液折光率数据 (表 1), 绘制了该体系的溶度图与饱和溶液折光率曲线 (图 1).

由图 1 看出, 各液相点与相应的湿固相点及物系点均较好地落在一条直线上. 体系的溶度曲线和饱和溶液折光率曲线相互对应, 均由三支组成 (图 1 的线段 AB, BC, CD), 分别是 $\text{YbCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, 配合物 $2\text{YbCl}_3 \cdot 18\text{-C-6} \cdot 6\text{H}_2\text{O} \cdot \text{CH}_3\text{COCH}_3$ (1) 和配合物 $\text{YbCl}_3 \cdot 18\text{-C-6} \cdot 3\text{H}_2\text{O} \cdot 0.5\text{CH}_3\text{COCH}_3$ (2) 的固相对应. B 点为 $\text{YbCl}_3 \cdot 18\text{-C-6} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 与配合物 (1) 的共饱和点, C 点为配合物 (1) 与 (2) 的共饱和点. 根据相律, 在 B, C 点, 体系的自由度 $F = 0$, 故每一个共饱和点都是一个不变点. 由于高醚区液相粘度特大, 确定配合物 (2) 与 18-C-6 的共饱和点组成是很困难的. 由图 1 不难看出, 与冠醚 18-C-6 相对应的溶度曲线很短, 其二相区非常小, 这就排除了还有其它化学计量配合物形成的可能. 总之, 该体系在 25℃ 形成两种化学计量的三元配合物, 其组成分别为 $\text{YbCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, 67.43%; 18-C-6, 26.70%; CH_3COCH_3 , 5.87% 与 $\text{YbCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, 53.22%; 18-C-6, 42.15%; CH_3COCH_3 , 4.63%, 其 $\text{YbCl}_3 : 18\text{-C-6} : \text{H}_2\text{O} : \text{CH}_3\text{COCH}_3$ 的相应摩尔比分别为: 2:1:6:1 与 1:1:3:0.5. 两者均为固液异成分溶解的配合物.

2.2 相平衡过程中水的行为

我们考察了相平衡过程中水的行为 (见表 2), 结果表明: 无论在液相中还是固相中, 每摩尔三氯化镱均带有 3 摩尔水, 这进一步说明上述的相平衡结果是可靠的.

表 1 三元体系 $\text{YbCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O} - 18\text{-C-6} - \text{CH}_3\text{COCH}_3$ (25℃) 的溶解与折光率数据Table 1 Solubilities and refractive of saturated solutions of $\text{YbCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O} - 18\text{-C-6} - \text{CH}_3\text{COCH}_3$ ternary system at 25℃

合成复体组成		液相组成		湿固相组成		平衡固相	$\frac{m}{m+n} \times 100\%$	折光率
$\omega(\%)$		$\omega(\%)$		$\omega(\%)$				
m	p	m	p	m	p			
25.83	74.17	0.08	99.92	—	—	m	100.00	1.3790
14.99	83.94	0.07	99.47	53.91	45.99	m	13.21	1.3675
16.83	79.19	0.06	99.44	63.44	20.04	$m + (1)$	10.53	1.3598
22.67	68.02	0.07	99.13	47.68	33.90	(1)	7.94	1.3623
11.81	80.17	0.10	95.90	44.00	36.96	(1)	2.44	1.3657
13.42	79.16	0.11	93.89	42.06	39.11	(1)	1.80	1.3681
9.81	78.59	0.09	90.85	37.04	44.09	(1)	0.98	1.3729
10.32	74.43	0.26	87.01	44.50	26.30	(1) + (2)	1.97	1.3743
12.00	65.75	0.08	85.86	31.68	37.54	(2)	0.49	1.3820
10.34	53.39	0.08	63.46	46.55	11.95	(2)	0.22	1.3979
9.73	48.53	0.07	57.10	18.69	38.54	(2)	0.18	1.4142
9.25	41.67	0.08	49.70	41.62	14.38	(2)	0.16	1.4228
8.98	38.62	0.07	43.94	43.94	18.20	(2)	0.12	1.4308
—	—	0.00	42.15	—	—	n	0.00	1.4480

$m = \text{YbCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $n = 18\text{-C-6}$, $p = \text{CH}_3\text{COCH}_3$

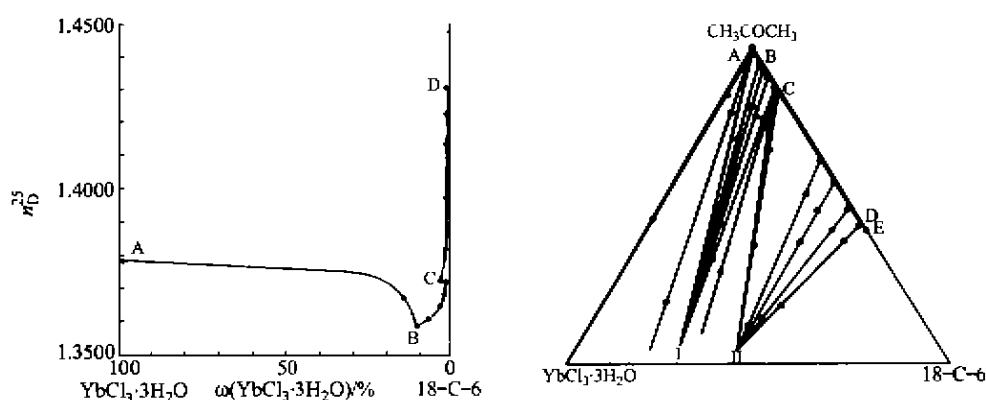
图 1 $\text{YbCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O} - 18\text{-C-6} - \text{CH}_3\text{COCH}_3$ 三元体系 25℃ 的溶解图与饱和溶液折光率曲线Fig.1 Phase diagram and refractive index curves of saturated solution of $\text{YbCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O} - 18\text{-C-6} - \text{CH}_3\text{COCH}_3$ system at 25℃

表 2 部分样品中水与盐的摩尔比

Table 2 $\text{H}_2\text{O}:\text{YbCl}_3$ molecular ratios of some samples

$\text{YbCl}_3[\omega(\%)]$	$\text{H}_2\text{O}[\omega(\%)]$	$\text{H}_2\text{O}/\text{YbCl}_3$ (摩尔比)	$\text{YbCl}_3[\omega(\%)]$	$\text{H}_2\text{O}[\omega(\%)]$	$\text{H}_2\text{O}/\text{YbCl}_3$ (摩尔比)
53.16	10.28	3.00	39.60	7.56	3.01
39.95	7.70	2.99	15.89	3.04	2.97
31.04	6.04	3.02	34.88	6.78	3.01
37.57	7.24	2.99	28.99	5.60	3.00
26.54	5.17	3.02	39.20	7.60	3.01

2.3 盐的阴离子对形成配合物的影响

表 3 比较了 $\text{YbX}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O} - 18\text{-C-6} - \text{CH}_3\text{COCH}_3$ 体

系 (25℃) 的相化学研究结果 ($X = \text{Cl}^-$, NO_3^- [7] 与 ClO_4^- [8]).

表3 三元体系 $\text{YbX}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O} - 18\text{-C-6} - \text{CH}_3\text{COCH}_3$ (25°C) 的主要相平衡结果Table 3 The major result of phase equilibrium of $\text{YbX}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O} - 18\text{-C-6} - \text{CH}_3\text{COCH}_3$ system at 25°C

X	配合物			文献
	种数	组成	性质	
Cl^-	2	$2\text{YbCl}_3 \cdot 18\text{-C-6} \cdot 6\text{H}_2\text{O} \cdot \text{CH}_3\text{COCH}_3$	固液异成分	本文
		$\text{YbCl}_3 \cdot 18\text{-C-6} \cdot 3\text{H}_2\text{O} \cdot 0.5\text{CH}_3\text{COCH}_3$	固液异成分	
NO_3^-	1	$\text{Yb}(\text{NO}_3)_3 \cdot 18\text{-C-6} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	固液同成分	[7]
ClO_4^-	2	$\text{Yb}(\text{ClO}_4)_3 \cdot 18\text{-C-6} \cdot 3\text{H}_2\text{O} \cdot 2\text{CH}_3\text{COCH}_3$	固液同成分	[8]
		$\text{Yb}(\text{ClO}_4)_3 \cdot 2(18\text{-C-6}) \cdot 3\text{H}_2\text{O} \cdot \text{CH}_3\text{COCH}_3$	固液同成分	

造成上述三体系相化学行为差异的主要原因是阴离子的配位能力强弱与其体积大小, Cl^- 与 NO_3^- 的配位能力强, ClO_4^- 仅有微弱的配位能力. 理论计算表明^[9], 阴离子的配位原子与 RE^{3+} 离子间的化学键的共价性按 $\text{RE} - \text{Cl} > \text{RE} - \text{O}(\text{NO}_3^-) > \text{RE} - \text{O}(\text{ClO}_4^-)$ 的顺序依次减小. 其间的化学键共价成分越高, 则越不利于形成高醚量的配合物. NO_3^- 在 1:1 型稀土冠醚配合物中, 以双齿配位, 加上 18-C-6 的 6 个氧原子的配位, Yb^{3+} 离子的配位可能已达饱和, 这既不利于形成高醚量的配合物, 也不利于形成高盐、醚摩尔比的配合物. $\text{Yb}(\text{ClO}_4)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 与 18-C-6 在丙酮中形成了 1:2 型的高醚量配合物, 其原因除 ClO_4^- 的弱配位能力外, 其体积较大也是一个原因. 因此, 它易与体积较大的阳离子 $[\text{Yb}(\text{ClO}_4)_3 \cdot (18\text{-C-6}) \cdot 3\text{H}_2\text{O}]^{(3-n)+}$ 形成稳定的中性配合物.

2.4 溶剂对形成配合物的影响

$\text{YbCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O} - 18\text{-C-6} - \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 体系 (25°C) 相化学行为研究^[8]指出, 该体系中形成了三种化学计量

的新配合物: $3\text{YbCl}_3 \cdot 18\text{-C-6} \cdot 9\text{H}_2\text{O} \cdot \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, 不是 $2\text{YbCl}_3 \cdot 18\text{-C-6} \cdot 6\text{H}_2\text{O} \cdot \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 与 $\text{YbCl}_3 \cdot 18\text{-C-6} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, 前两个为固液异成分溶解的配合物, 第三个为固液同成分溶解的配合物, 与本文结果比较, 可以看出, 溶剂对形成配合物的种数、性质与溶度有明显的影响. 显然, 这可能是由于 $\text{YbCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 在丙酮中的溶度很小, 导致体系中形成配合物的可能相区变小, 使得高盐、醚摩尔比(3:1)配合物不可能形成. 因此, 制备固态配合物时, 选择合适的溶剂与相平衡结果的指导是非常重要的.

3 配合物表征

3.1 组成与存在条件的关系

配合物样品的化学分析、元素分析结果列于表 4, 可以看出, 分离并经后处理后的配合物组成与母液处于相平衡状态的配合物组成是不相同的.

表4 配合物的分析结果(%)

Table 4 Analytical data and drying for the complexes

干燥条件	YbCl_3	18-C-6	H_2O	C	H	配合物组成
70% H_2SO_4	57.65(57.67)	27.30(27.28)	11.15(11.15)	17.39(17.29)	4.26(4.15)	$2\text{YbCl}_3 \cdot 18\text{-C-6} \cdot 6\text{H}_2\text{O} \cdot 0.65\text{CH}_3\text{COCH}_3(3)$
80% H_2SO_4	59.96(60.01)	28.45(28.38)	11.55(11.61)	15.65(15.48)	4.10(3.89)	$2\text{YbCl}_3 \cdot 18\text{-C-6} \cdot 6\text{H}_2\text{O}(4)$
80% H_2SO_4	46.69(46.74)	44.28(44.21)	9.03(9.04)	24.35(24.10)	4.91(5.06)	$\text{YbCl}_3 \cdot 18\text{-C-6} \cdot 3\text{H}_2\text{O}(5)$
98% H_2SO_4	51.38(51.39)	42.62(42.61)	0	26.85(26.51)	4.29(4.45)	$\text{YbCl}_3 \cdot 18\text{-C-6}(6)$

括号内为计算值.

3.2 配合物的红外光谱

表 5 列出 18-C-6 及其配合物的红外光谱分析结果. 可以看出, 冠醚 18-C-6 的若干特征吸收峰在配位前后发生明显的位移. 它们吸收度的相对比值在配位前后也发生了明显的变化. 说明 18-C-6 参与了对接离子的配位.

配合物(4)与(5)分别在 3360 cm^{-1} , 1621 cm^{-1} 与 3370 cm^{-1} , 1631 cm^{-1} 处有水的两个吸收峰, 说明配合物中有水分子存在, $\text{YbCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 的两个吸收峰分别出现在 3380 cm^{-1} 与 1628 cm^{-1} . 两个吸收峰的吸收度相对比值依次为: 1:0.48; 1:0.62 与 1:0.85. 这表明在配合物中水的配位状态发生明显的变化.

表 5 固态配合物与 18-C-6 的主要吸收峰(cm^{-1})与其吸收度的相对比值

Table 5 The relative ratio of absorptive capacity of some IR characteristic absorption for the 18-C-6 and it's complex

化合物	$\rho_s(\text{CH}_2)$	$\nu_s(\text{C}-\text{O}-\text{C})$	$\rho_s(\text{CH}_2)\nu_m(\text{C}-\text{O}-\text{C})$	$\rho_s(\text{CH}_2)$	吸收度的相对比值
18-C-6	1278	990	1120	855	1:1.29:1.18:1.25
$2\text{YbCl}_3 \cdot 18\text{-C-6} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	1250	955	1095	837	1:0.87:0.95:0.90
$\text{YbCl}_3 \cdot 18\text{-C-6} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	1255	957	1098	836	1:0.65:0.89:0.86

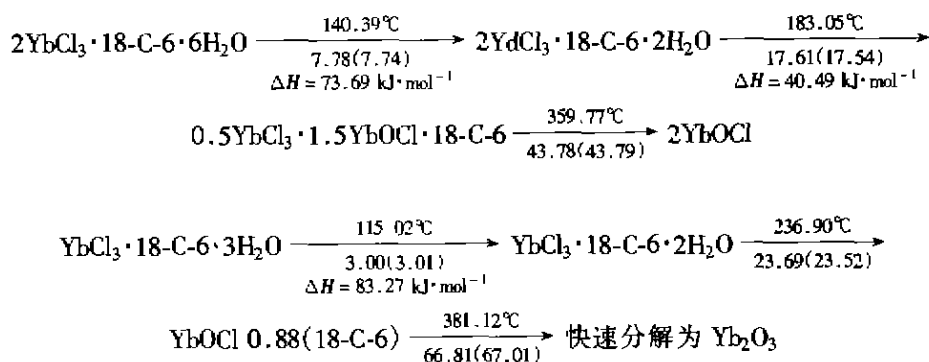
文献[3]报道配合物 $\text{RECl}_3 \cdot 18\text{-C-6} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ($\text{RE} = \text{Sm}, \text{Gd}, \text{Tb}$) 是等结构的, 晶体均属正交晶系, $P2_12_12_1$ 空间群, 配位结构均为 $[\text{RECl}(\text{H}_2\text{O})_2 18\text{-C-6}] \text{Cl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. 我们推断配合物 $\text{YbCl}_3 \cdot 18\text{-C-6} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (5) 也应有相似的配位结构 $[\text{YbCl}(\text{H}_2\text{O})_2 18\text{-C-6}] \text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 其中 18-C-6 的 6 个氧原子和分别位于冠醚环两侧的 2 个水分子的氧原子与 1 个氯离子配位于 Yb^{3+} 离子, 配位数为 9.

按照文献[10]稀土冠醚配合物的 INDO 计算结果可以预料, 在无水配合物 $\text{YbCl}_3 \cdot 18\text{-C-6}$ 中, 除了

18-C-6 的 6 个氧原子配位于 Yb^{3+} 离子外, 还有 3 个氯离子分别从冠醚环的两侧配位于 Yb^{3+} 离子, 配位数为 9.

3.3 配合物的热分析

用 TGS-2 热分析仪考查了固态配合物 (4) 与 (5) 的热失重行为, 得到了它们的 DTG 与 TG 曲线, 由 TG 曲线推测了两种配合物的热分解过程, 并与实验结果比较 (温度为相应的 DTG 峰温, 括号内为失重百分率的计算值) 如下: 用 DSC-2 热分析仪考察了两种配合物的热分析行为, 测得一些热分解过程的焓变, 结果见下式.



为了考察上述的热分解机理, 用 IR 光谱鉴定在配合物 (4) 第二步的脱水过程的中间产物有冠醚 18-C-6 的特征吸收峰出现, 说明产物中有 18-C-6. 配合物 (4) 在 359.77 $^\circ\text{C}$ 的最终分解产物为 YbOCl , 而配合物 (5) 的第二步分解过程为脱水分解与失去冠醚 18-C-6 的过程, 最后一步快速分解 (18-C-6 燃烧) 为 Yb_2O_3 .

这些结果, 说明我们关于配合物热分解过程的推断是比较符合实际的.

References

- 1 Semirara, A.; Musmeci, A. *Inorg. Chim. Acta*, **1980**, 39(1), 9.
- 2 Bungli, J. C. G.; Wessner, D.; Oanh, H. T. T. *Inorg. Chim. Acta*, **1979**, 32(1), 133.
- 3 Rogers, R. D.; Nurihara, L. K.; *Inorg. Chem.*, **1987**, 26, 1498.
- 4 Wang, X.; Tan, M. - Y. *Acta Chim. Sinica*, **1984**, 42(5), 434 (in Chinese).
- 5 Zou, J. - P.; Tan, M. - Y. *J. Chin. Rare Earth Soc.*, **1983**, 1(1), 34 (in Chinese).
- 6 Jiang, H. - Y.; Ren, D. - H.; Xue, H. - F. *Acta Chim. Sinica*, **1983**, 42(7), 610 (in Chinese).
- 7 He, M. - A.; Zhang, X. - Z. *J. Northwest Univ.*, **1986**, 16(3), 44 (in Chinese).
- 8 Li, Q. - D.; Chen, H. - J.; Ren, D. - H. *Huaxue Tongbao*, **1995**, 12, 20 (in Chinese).
- 9 Li, Z. - X.; Ni, J. - Z.; Xu, G. - X. *Chin. Sci. Bull.*, **1985**, 30(22), 1717 (in Chinese).
- 10 Li, Z. - X.; Ni, J. - Z.; Xu, G. - X. *Chin. J. Inorg. Chem.*, **1986**, 2(1), 1 (in Chinese).

(Ed. SHEN Hong)

(DONG Hua - Zhen)