



\*\*\*\*\*  
\*  
\* 法展技术座谈总结报告 \*  
\*  
\* 液液离心萃取器 \*  
\*  
\*\*\*\*\*

离心萃取器座谈小组

一九七四年六月

## 前 言

从一九七四年五月十日到六月八日来自二院，四〇四厂，二一三所，四〇一所，四院，八二七厂，二一一所七个单位，共十二名同志组成了这次“法国工业科学和技术展览会”的座谈小组。在团结，协作的气氛中完成了有关座谈的各项工作。

本小组参加了有关的学习班，学习了形势，对外方针、政策，对外工作注意事项。明确了这次座谈会是在国内外形势一片大好，我国革命外交路线取得重大胜利的情况下举办的。以批林批孔为纲，坚持无产阶级政治挂帅，在“又斗争，又联合多做工作积极协助，热情接待”的方针上，按照主席独立自主，自力更生，洋为中用的教导，做好对外工作，争取技术上有所收获。

在充分做好政治思想准备的基础上，就离心萃取器的具体技术问题，采取会内会外结合的方式。组内兄弟单位充分交流了各自的研究情况，摸清了国内的水平，又比较深入地熟悉讨论，掌握了包括法国在内的国外资料，掌握了法国和世界的水平，并详细拟定了问答提纲，作好技术上的准备。做到座谈前心中有数，座谈时主动多问，座谈后认真总结。

六月三日下午和四日上午与法方座谈了两次。法方参加座谈的是罗巴特尔公司的总经理M·罗巴特尔，(Michel Robatel)法国原子能委员会化工工程师M古蒙第，罗巴特尔公司商务经理菲理阿斯三人。座谈时气氛比较融洽，法方人员发言比较坦率，进行得比较顺利。

由于我们加强了保密观念，就名义问题作了较长时间的研究和妥善的解决，座谈始终保住了我部机密和我国离心萃取器研制的实际水平。

通过座谈我们向法方表达了我国人民对法国人民的友好感情，发展两国人民友好往来的愿望。法方的态度是友好的，他们赞扬了中国人民及我国的大好形势，这是毛主席革命外交路线的胜利，是我国国际地位日益提高的结果。通过这次座谈在技术方面也有一些收获。对于结合我国国情，就离心萃取器的研制路线及攻关重点，更加明确了方向。

座谈内容介绍如下：

### 一、关于液—液多级离心萃取器，

#### 1. 标准型多级离心萃取器：

液—液离心萃取器是化工操作中极其重要的设备之一。罗巴特尔 (ROBATEL) 公司承担了多级离心萃取器的制造工作。液—液离心萃取器适用于化工、石油、制药，香料等工业。离心萃取器具有生产能力大，溶剂循环量少，溶剂辐射时间少等优点，但设备制造加工要求高，加工比较困难。混合澄清槽是采用重力进行澄清，而离心萃取器则是采用了离心力进行二相的分离。

多级离心萃取器的每一级均由混合室与澄清室组成。混合室装有既起搅拌又起抽吸作用的固定搅拌盘。两相在混合室里混合进入澄清室。澄清室把混合的两相利用离心力澄清分离。其基本原理如图 1 所示。

标准型 LX-32 型多级离心萃取器，其转鼓直径为 320mm，可分成 3，4，5 级三种，流量为 1300 l/Hr——200 l/Hr。另一种为 LX520 型，转鼓直径为 520mm，分成 4，5，6，7 级四种，流量为 3500 l/Hr——4000 l/Hr。

这种标准型离心萃取器不须要设备底座，具有防震装置，有自动调退装置，设备可以移动。这种设备的缺点是其流量限制在 15 m<sup>3</sup>/Hr 以内。

LX-324离心萃取器剖面图如图2所示。

图3示出了LX×324型多级离心萃取器其中一级的部件结构图。每一级都是由澄清室，重相堰板，混合相进料盘，搅拌盘，混合室组成。

图4为混合相进料盘。

图5为混合室上视图。

图6为分离室下视图。

图7为搅拌盘装配图及搅拌盘结构。

图8为轻相出口涡轮泵。

## 2.核型多级离心萃取器：

这种核型多级离心萃取器是用于核动力堆辐照燃料的后处理，通过液—液萃取，使 $U_2$ 、 $Pu$ 与裂变产物进行分离。由于考虑到所处理的溶液具有很高的放射性，所以萃取器的机械传动部分与转鼓部分是完全隔开的。

图9示出了具有防护盖板的LX-678-N型多级离心萃取器的剖面图。

标准型离心萃取器与核型离心萃取器各部件的结构是一样的。但核型离心萃取器具有防溅板，其显著地减少了有机相中重相的夹带量。

这种核型多级离心萃取器在美国的AGNS(Allied Gulf Nuclear Service)高尔核联合服务公司厂运用已一年了，在法国阿格厂也已运用。这种萃取器可装有五~十级，其生产能力为 $100\text{ l/H} \sim \text{m}^3/\text{Hr}$ 。每天可处理5吨铀。该处理能力大致可保证法国1975~1985年计划的从中间工厂到更大的工厂规模中应用，

以进行辐照燃料后处理。

核用LX-208型多级离心萃取器是用于中间规模实验工厂的，其处理量为 $50\ell/\text{hr} \sim 150\ell/\text{hr}$ 转速为3000转/分。

核用LX-168型多级离心萃取器在转速大于2500转/分后，生产能力下降，这是由于搅拌过度造成乳化所致。目前这种型号设备已不再生产。

### 3. 单级离心萃取器 (BXP型)。

BXP型离心萃取器是由单级串联起来的，这种萃取器比较先进，是72年制造的。设计制造这种单级萃取器是出于下列原因：

- 1) 多级离心萃取器的处理能力有限制，不能满足工业上的需要，(即能力为几十~几百 $m^3/\text{hr}$ )。
- 2) 多级萃取器消耗的功率较大。
- 3) 多级离心萃取器只能用金属来制造，各部件须很精密的加工，不能用塑料等其它材料代用。

图10为单级剖面图。

在转鼓下面有涡轮泵进行混合和抽吸，到澄清室后由离心力进行分离。这样就没有级的限制，可串到十几级。级与级之间没有泵与管道，相的流动靠重力。外壳可根据需要用不同材料制成。其内部结构可用不锈钢制造，也可用塑料及金属上衬其它材料制成。

这种单级离心萃取器的生产能力达 $50m^3/\text{hr}$ ，这样的生产能力在石油，染料，制药，冶炼等重工业方面均能满足要求。设备可用树脂(Perlei)用玻璃纤维加强。可用于HCl介质中。其转鼓直径可从100~300mm，处理量为几 $m^3 \sim 50m^3/\text{hr}$ 。这种设备在去年西德的一个展览会上展出。

美国也在发展这种设备，但在结构及材料方面没有很好解决。在结构上是没有悬挂式的结构。

二、在座谈中与法方讨论的几个问题：

1. 多级离心萃取器用在后处理中对净化和收率的情况如何？

(答)，在法国马尔库尔，阿格厂过去也用混合澄清槽。由轻水堆出来的燃料放射性水平很高。由于溶剂辐照而造成沉淀。而用离心萃取器后，其停留时间就降到原来的  $1/40$ 。

实验料液为  $500/0/2$ ，采用普雷克斯流程。对 Pu 的收率达  $99.99\%$ ，萃取器的级效率达  $6-7$  个理论级。阿格厂经一年多的运行溶剂降介情况比混合澄清槽与脉冲柱好得多。

其净化去污情况如下表：

裂变产物	净化系数	
	萃 取	萃取 + 洗涤
$^{95}Zr \cdot ^{95}Nb$	400	3000
$^{106}Ru \cdot Ru$	400	2000
$^{144}Ce \cdot Pr$	2000 ~ 3000	20000 ~ 30000
总的 $\beta \cdot \gamma$	700	5000

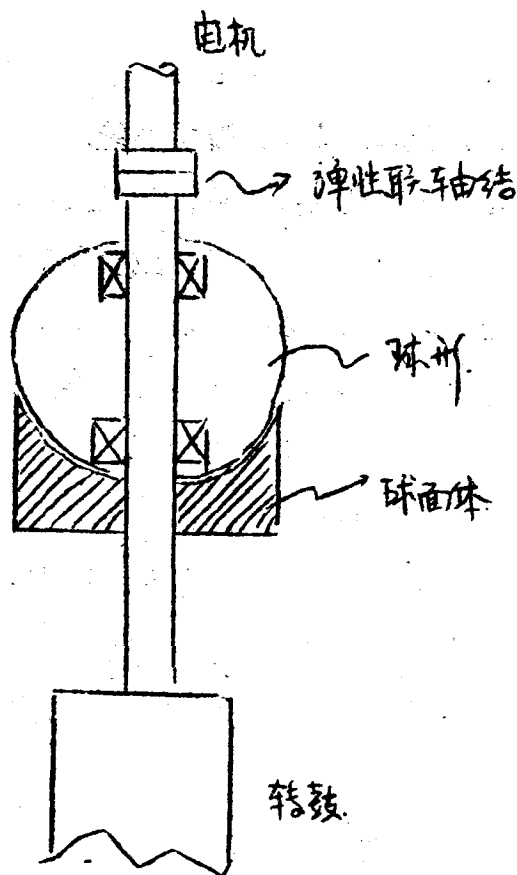
(注：该项数据与溶剂萃取文集——1970年海牙会议中，离心萃取器运行经验，与其它类型萃取器的比较一样)。

2. 多级核型离心萃取器的密封圈用何种材料？

(答) 由于在强辐照场的原因，密封圈是用不锈钢制成的，用金则效率更好。

3.何谓摆式机构？

(答)：



4.关于搅拌盘是何种结构？

(答)搅拌盘是一个重要的部件，它的几何形状，直径，厚度，以及在混合室里的相对位置，表面光洁度等都是影响因素。

法方第一次座谈中谈到：搅拌圆盘浸没到液体里的深度我们并不关心，而只关心圆盘的表面光洁度。

法方在第二次座谈中谈到：若搅拌圆盘的直径太小，泵吸作用也小，就会造成澄清室里的界面内移，结果就使轻相夹带水相；当圆盘直径过大时，虽然抽吸大，但消耗的动力就大，并且产生热的不良后果。圆盘



厚度为 3 毫米，园盘在混合室里的位置并不在正中间而是偏向混合相入口 1 毫米。根据料液的粘度及乳化程度改变园盘直径不行时，就要改变园盘的几何形状。对于园盘的搅拌作用和抽吸作用须通过实验找到最佳点。

各级搅拌园盘的直径是不一样的。混合室里二相或乳化状态最好。

几个公式：

$$\frac{Q'}{Q} = \frac{n'}{n} \left( \frac{D'}{D} \right)^3$$

$$\frac{P'}{P} = \left( \frac{n'}{n} \right)^3 \frac{D_1^5 - D_0^5}{D^5 - D_0^5}$$

$$\frac{E'}{E} \times \frac{P'}{P} = \left( \frac{S'}{S} \right)^{1/2}$$

其中 Q —— 流量  
 n —— 转速  
 D —— 盘直径  
 P —— 功率  
 E —— 能量  
 S —— 单位面积能量消耗 (?)

5. 你们生产的多级离心机与其它离心萃取器比较有何优缺点？

(答) 共有四种离心萃取器，二种美国，一种是瑞典，一种德国的。美国二种：a) QUADRONLO

b) PODBIELNIAK

这二种萃取器都是波式的，卧式的。均由轴向进料及出料。液体进

行螺旋运动，重相由里向外，轻相从外往里，二相进行逆流混合的。流量可达几 $m^3/h$ 。但此种设备折洗不方便。在该工业上不宜运用。一般用在制药工业上。

瑞典 DELAVAL 也是波式的足立式的。

西德 LURGI — WESTPHALIA

是蝶片式 2 - 3 级，每级均有二个涡轮泵进行混合与抽吸。这种萃取器不是的地方是：

- (a) 最多 3 级，这是由于机械方面的限制。
- b) 用向心泵来混合，消耗动力大。
- c) 进料须在压力下进料压头在 5 ~ 10 米水柱。
- d) 折洗不方便。

以上萃取器均未用在该工业上。

6. 离心萃取器的优点很多，而在混合澄清槽及脉冲萃取柱方面又进行了什么研究？古蒙第回答如下：

(答) 在混合澄清槽方面主要是研究混合室，使机械搅拌的效果好一点，从三方面考虑：涡轮的直径，高度及与进料相的相对位置。以防止涡流的产生，使混合室得到一均匀的混合物，这样传质效果就最好。同时也防止过短的停留时间。用电导的方法测定混合室里那些是同一浓度的区域。根据不同涡轮搅拌情况用光谱来观察液滴的直径。在用 TBP 萃取上，最好液滴直径为 0.3 ~ 0.4 mm。

在澄清室方面主要是研究怎样来缩小澄清室体积。

关于脉冲萃取柱主要是要保证临界安全问题。搅拌参数：脉冲强度，频率，波形。

化学物理参数：二相比重，粘度，表面张力。

几何参数：直径，高度，间距，孔隙率等。

方法是：先找一个数字模型，再找流体力学模型，再求出单位传质高度，再找出贝克雷准数。以研究传质高度的最小值。

同时也研究柱子的瞬间状态，来了解金属流失情况及保证核安全问题。

在马尔库尔有一 $\phi 600$ mm的脉冲萃取柱，是用空气作脉冲，不锈钢筛板，水相连续。

原子能委员会与罗巴特尔公司合作将于1974年6月12日成立一个新的专门研究液-液萃取设备的公司。名为ERIES。此公司从理论上研究到小试验，再到中间试验，然后扩大试验，研究好后的设备制造均由罗巴特尔公司承担。

## 7. 其它情况补充。

①对改变入口位置以进行改变级数的装置已做为特殊产品在国外展览会进行展览。

②古蒙第介绍：罗巴特尔在1972年的海牙会议上有关于离心萃取器的报告。

③罗巴特讲，美国萃取器在机械结构中尚未解决。

④当我们问到，SGN型的快速离心萃取器有什么区别时，罗巴特尔讲，完成一样，没有进一步问，但日本资料（原子力学会誌——1973年7月）所介绍的结构据我们分析，在结构上与LX型是不同的，将其结构图附于后，做参考。

图10 SGN型快速萃取器

### 三、讨论：

1. 通过座谈对法国离心萃取器的发展情况，设备结构，有了进一步的了解。我们认为：法国在发展多级离心萃取器方面走在世界各国的前面。结合我国的实际情况，走多级的道路方向是对头的。因此进一步了解法国的情况，开展这方面的技术交流，将有助于我国多级离心萃取器内研制工作。

2. 随着原子能事业的迅速发展，燃料元件燃料的不断加深，在燃料后处理一循环A槽采用离心萃取器有它的优点。它具有结构紧凑，体积小，相对处理量大，临界安全好，溶剂媒介程度小，检修方便等优点。

从国外发展情况来看，各国也在不断用离心萃取器来取代混合澄清槽，因此加强这方面的工作也是势在必行。

3. 多级离心萃取器应用在核燃料后处理过程，目前世界各国还处在试验阶段（有一些中间工厂试验资料，法国阿格厂计划75年投入生产，美国有用单级串联的。）因此对于多级离心萃取器真正用于工业规模后处理工厂，这方面的经验还没有，（只报导了工业规模的冷试验）用到实际料液中对去污净化情况，操作控制方面，检修方面的数据并不充分，因此加强这方面的试验工作，正式用于工业规模要取慎重态度。

4. 由于这次座谈，时间比较短促，有些问题了解得还不够深，尤其对于理论计算等方面问题的探讨比较少，这是不足的地方。搅拌盘的直径，光洁度、转速、混合程度，泵吸效果，应如何选择这个问题还没有得到解决，回答也只能走在实际中摸索。

5. 目前我们虽然做了一些工作，但和国外先进水平比较尚有差距，但只要加强领导，加强协作，按照毛主席指示的“赶超”精神大力开展科学试验，我们深信能在较短的时间内赶上去。

离心萃取器座谈小组 74年6月7日

