

出国考察和来华座谈报告  
编号:〔79〕001 (总 003)

· 内部资料 ·

# 赴美、日石油化工 技术考察报告

第一分册 聚 烯 烃

化学工业部科学技术情报研究所印

一九七九年一月

## 前 言

我们于1978年3月21日至6月6日，共78天，先后在美国和日本考察了石油化工技术。现将考察情况整理出来，供有关同志参考。

由于内容比较多，时间较短，加上水平有限，一定会有不妥或错误之处，请提出指正。我们根据交稿先后原则，准备将考察内容分若干册陆续交付出版。

# 第一分册 聚 烯 烃

## 第一节 聚 丙 烯

聚丙烯生产技术近年来发展较快。三井石油化学已改用高效催化剂，取消了甲醇脱灰和甲醇精馏回收工序，但产品中含灰量 160ppm，比较高，对产品应用有何影响，尚未摸清，特别是产品中的氯离子含量的影响。宇部兴产、菲利浦、昭和油化等均采用本体聚合，其特点是反应速度快，聚合釜的生产强度很大，有些厂家（如菲利浦）不需溶剂和取消了溶剂回收工段。宇部兴产的产品质量较好，且可生产嵌段共聚物，是比较好的一种工艺、缺点是设备嫌庞大一些，堵塞问题仍要常常注意处理。

三井东压在大阪兴建一座本体聚合的工厂，准备取消脱灰，在79年投产。如果其产品质量好的话，则这技术将是比较理想的。

现将各厂家生产技术分别介绍如下：

### 一、菲利浦公司聚丙烯

菲利浦公司在Pasadena厂有两套聚丙烯装置。每套3.5万吨。

聚丙烯采用环式反应器。反应器总高约40米，内径 $\phi 457$ 毫米，全长约130米。整个反应管均有冷却夹套。开车时则用蒸汽或热水加热。采用本体聚合方法，反应温度 $65\sim 75^{\circ}\text{C}$ ，反应压力约 $40\text{kg}/\text{cm}^2$ ，反应时间 $1\sim 2$ 小时。所用催化剂为 $\text{TiCl}_3 + \text{Et}_2\text{AlCl} +$ 第三组分，不用载体。活性为 $2000\text{g}$ 聚丙烯/ $1\text{g}$  催化剂。

关于环式反应器特点和使用中要注意的问题，请参阅菲利浦公司低压聚乙烯部分，这里不再重复。

从环式反应器出料至脱灰槽，在此槽内加入异丙醇和烧碱，异丙醇用于破坏催化剂，使之停止反应，烧碱用于中和，调节 pH 之用。从脱灰槽物料送至洗涤塔，用原料液体丙烯进行洗涤，无规物和催化剂残渣从塔顶出来，进入回收塔，从回收塔顶出来纯的丙烯，循环回环式反应器当原料用。塔底出来的无规物及残渣送去焚烧炉烧掉，并付产蒸汽。从洗涤塔底部出来的固体聚丙烯和部分液体丙烯，经过减压进入闪蒸槽，在这里液体丙烯蒸发成气体，循环回回收塔进口。从闪蒸槽下部出口为聚丙烯，经干燥器进一步除去丙烯和水份，经脱气，与助剂混合后进挤压机，水下切粒，至振动筛，粒料干燥器，然后掺合，包装。

用上述方法只能生产单聚物和无规共聚物。该公司目前尚不能连续生产聚丙烯的嵌段共聚物，因此，专门备有几台搅拌釜，间歇式生产嵌段共聚物。这是本方法的一个大缺点。

产品规定灰分指标为 100ppm，事实上产品的真正灰分比这低一些。产品大部分用于制纤维，如地毯等，造衣服则还有一些问题，如衣服不能烫。其他应用于注塑成型和薄膜等。

生产 1 吨产品的消耗定额如下：

|          |         |
|----------|---------|
| 丙烯       | 1080kg  |
| 电        | 1100kwH |
| 蒸汽       | 1.6吨    |
| 冷却水（补充水） | 7 吨     |

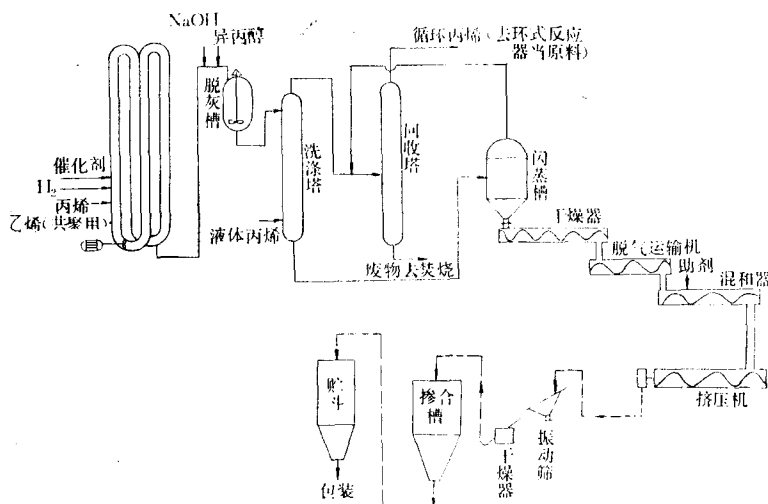


图 I-1 菲利浦聚丙烯流程图

## 二、宇部兴产聚丙烯

日本宇部兴产公司于1968年引进美国达特 (Dart) 公司技术，在岬 (大阪附近) 建成 3 万吨/年的工厂。1971年又增一套4.2万吨/年的装置，经过努力改进，现已达 9 万吨/年的总能力。

达特公司系采用本体聚合技术，到目前为止，世界上采用达特技术建厂的总能力已达到 52万吨/年。(见下表)

### (一) 流程说明 (参看图I-2, I-3, I-4和I-5)

丙烯、催化剂  $\text{TiCl}_3 \cdot \frac{1}{3} \text{AlCl}_3$  和助催化剂一氯二乙基铝  $[(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{AlCl}]$ ，分子量调节剂等连续地加入聚合釜。聚合温度  $60 \sim 65^\circ\text{C}$ ，压力  $27 \sim 28 \text{ kg/cm}^2$ ，反应时间  $1.5 \sim 2$  小时。为防止出料处堵塞，安装了脉冲出料伐。反应热藉丙烯蒸发和冷凝除去。出料后物料减压至  $4 \text{ kg/cm}^2$ ，闪蒸的丙烯经过滤后送去丙烯精制塔精制、循环使用，(当要生产嵌段共聚物时，请参看图 I-4，聚丙烯粒子进入共聚合器，往此通入丙烯乙烯，为气固相反应，反应温度为

表 用 Dart 技术建聚丙烯装置情况

| 公 司 名 称             | 厂 址                   | 规 模 吨/年        | 投 产 日 期 |
|---------------------|-----------------------|----------------|---------|
| 宇部兴产                | (日) 岬                 | 工厂 No.1 38,000 | 1968年   |
|                     |                       | No.2. 52,000   | 1971    |
| Dart                | (美) Odessa, Texas.    | 工厂 No.1 25,500 | 1964    |
|                     |                       | No.2 12,500    | 1969    |
|                     |                       | No.3 25,500    | 1971    |
|                     | (美) Bayport, Texas.   | No.4 68,500    | 1976    |
| Shell               | (美) Norco, Louisiana. | 68,500         | 1976    |
| ATO Chimie          | (法) Gonfreville       | 70,000         | 1977    |
| Saga Petrochemicals | (挪威) Bamble           | 50,000         | 1977    |
| Tonen S. K.         | (日) 川崎                | 工厂 No.1 55,000 | 1974    |
|                     |                       | No.2 55,000    | 1978    |
| 总 共                 |                       | 520,500        |         |

90℃反应后共聚物送入脱灰槽。)聚丙烯送入脱灰槽,往槽中加入异丙醇和正庚烷,异丙醇的作用为破坏残余催化剂活性,并将催化剂残余抽出,正庚烷的作用为抽出无规物。异丙醇和正庚烷用量为1:1。对单聚物反应温度保持80℃,对共聚物保持65℃。然后物料进入离心机进行液固分离。滤饼含40%左右溶剂,进入沸腾干燥器,用130℃的热氮气作干燥剂。干燥后的聚丙烯经加入添加剂后,挤压造粒进入贮斗,然后进行包装(或散装)。从离心机出来的溶剂,经予蒸发,上部出来为溶剂,下部出来为含约10%无规物的溶剂,进入第二浓缩塔浓缩至20~25%无规物,最后送至薄膜蒸发器,所有蒸出的溶剂均冷凝,测量含水量,如不合格,经分子筛干燥器后送至脱灰装置循环使用。

从薄膜蒸发器出来的无规物(内含少量催化剂残渣),直接去当燃料燃烧有困难,将无规物与约等量的轻柴油混合,使其粘度下降至35~40厘沱(C.S.),再通入少量热水,使之起“反应”,物料流入沉降槽,上面出来为无规物与轻柴油,用泵送去烧锅炉,下面为Ti(OH)<sub>3</sub>沉淀,量很少。

## (二) 几个关键性问题的探讨

### (1) 催化剂的配制

宇部兴产采用三氯化钛和一氯二乙基铝作催化剂。三氯化钛直接从日本东洋斯托法公司(东洋ストーフアー)购买,据称日本东邦钛公司的三氯化钛也可用。

三氯化钛( $\text{TiCl}_3 \cdot \frac{1}{3} \text{AlCl}_3$ )先与矿物油(透明、干净、沸点范围180~200℃)配成浆状,(固体含量60~65%),然后送入反应器。矿物油买来时内有少量空气和水,要经予处理净化。处理方法是将矿物油放入有加热夹套的容器中,并通入干燥氮气,以除去微量空气和水份。一氯二乙基铝则以纯态加入,不需稀释。

催化剂的活性为450~500kg/kg·催化剂·小时。停留时间可按1.6小时计算,则生产量

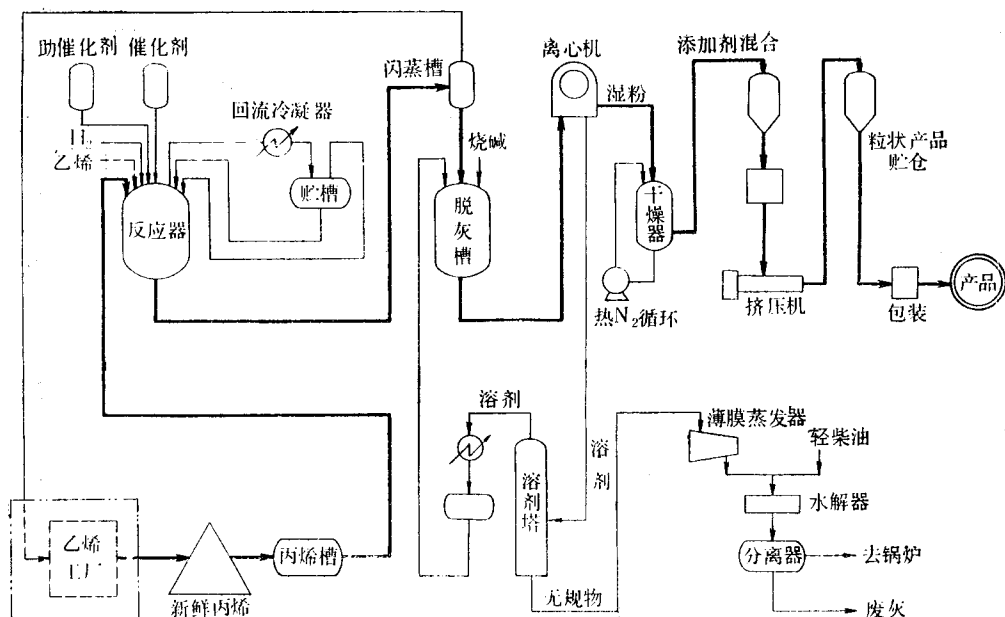


图 I-2 宇部兴产聚丙烯生产流程图

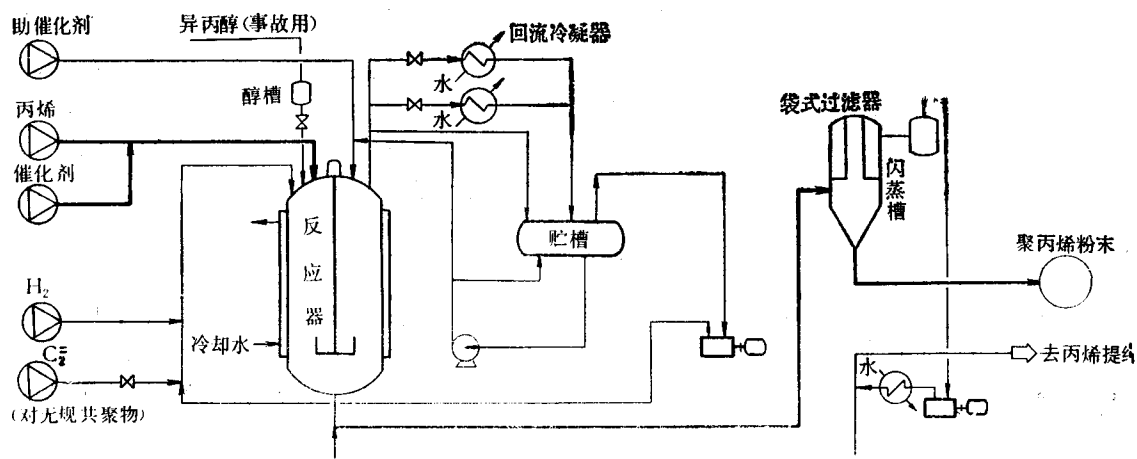


图 I-3 宇部兴产聚丙烯的聚合工段流程图

为:

$$500\text{kg/kg} \cdot \text{小时} \times 1.6\text{小时} = 800\text{kg 聚合物/kg 催化剂}$$

$$\text{或相当于 } 2000\text{kg 聚合物/kg Ti}.$$

(上述数字与日方给的消耗定额略有出入, 按生产 1 吨聚丙烯消耗三氯化钛催化剂 1.57kg, 亦即相当于 637kg 聚合物/kg 催化剂)。

## (2) 聚合反应

据称: 反应器总容积为  $82\text{m}^3$  的釜, 其生产能力已可达 7 万吨/年。

聚合反应器内有搅拌器, 搅拌的主要目的是使物料均匀混合, 且使聚合物呈悬浮状态,

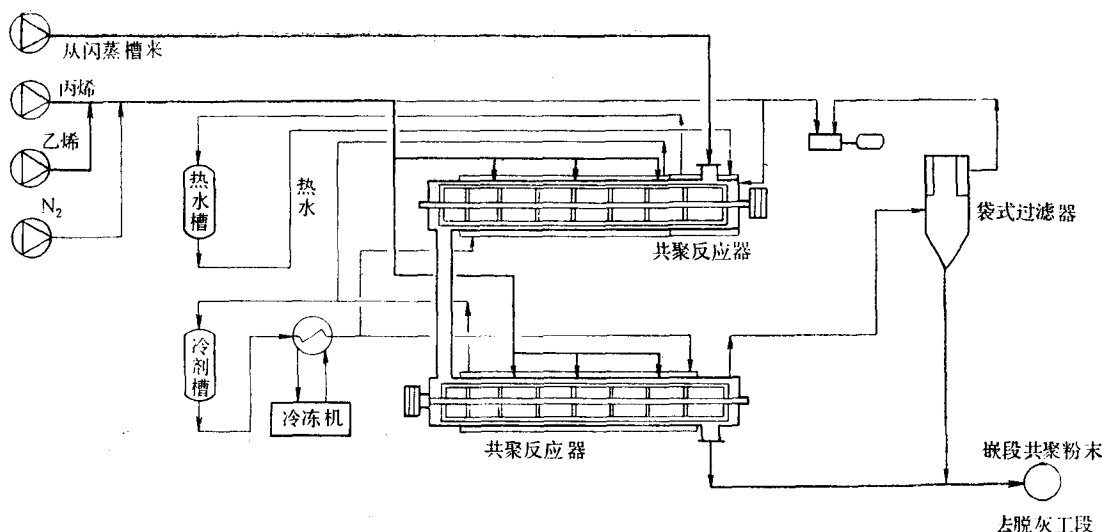


图 I-4 宇部兴产聚丙烯生产中嵌段共聚产品生产流程图

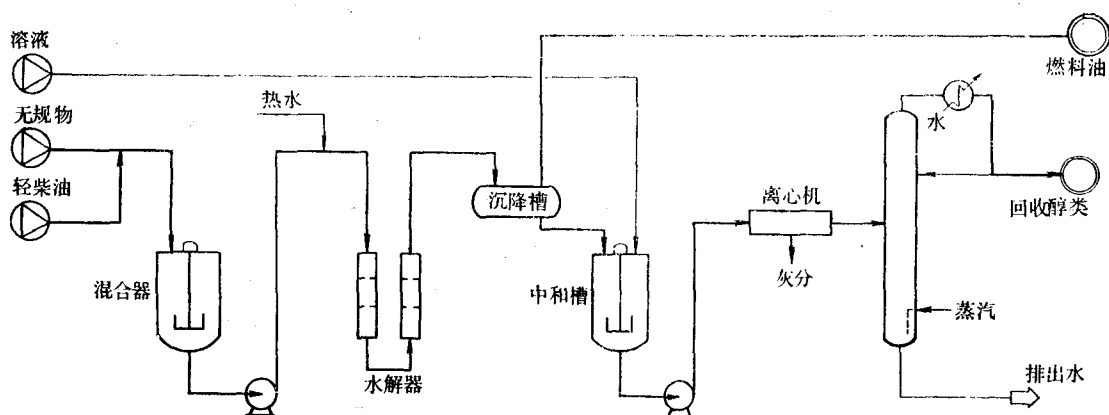


图 I-5 宇部兴产聚丙烯无规物处理流程图

不沉积在底部。故如搅拌器因故停止转动，立即自动地向反应器内注入异丙醇以中止反应。

由于反应放出大量的热，反应热的移走主要靠液体丙烯的蒸发，故反应釜的液相部分不能装填太满，一般为55~70%之间。反应器内有液面调节。蒸发了的气态丙烯进入冷凝器用水冷，重新又冷凝成液体，用泵送回反应器。由于反应器中的催化剂有可能被带出，故在冷凝器中容易生成聚合物堵塞，影响操作。为使反应能连续进行，每台聚合反应器配备2台冷凝器（每台 $F=417M^2$ ），一台操作，一台清理备用。

聚合釜内聚合物浓度为48~50%，内有四块挡板（挡板里面不通冷却水），挡板较矮，全部浸在液体丙烯中，这样既可以起到消除旋涡的作用，又可以不造成气相中的死角（因气相空间容易聚合堵塞）。

反应温度为60~65℃，如温度升高，反应速度增加，每1kg 催化剂所能生产的聚丙烯量

目前已使用的聚合釜有三种规格:

| 反应器总容积           | 反应容积             | 生产能力     | 直 径    | 圆柱部分高度 | 使 用 厂 家   |
|------------------|------------------|----------|--------|--------|-----------|
| 82m <sup>3</sup> | 56m <sup>3</sup> | 5.5万吨/年  | 3660毫米 | 6400毫米 | (日) Tonen |
| 95m <sup>3</sup> | 68m <sup>3</sup> | 6.85万吨/年 | 3900毫米 | 6360毫米 | (美) Dart  |
| 60m <sup>3</sup> | 40m <sup>3</sup> | 5.5万吨/年  | 3400毫米 | 5050毫米 | (日) 宇部兴产  |

亦增加。但如温度过高,无规物产量亦增加,无规物为非结晶性聚丙烯,如含量过多,必然影响产品的质量,故要严格地控制反应温度。

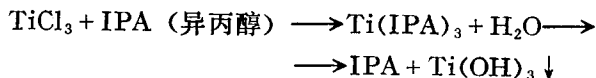
同样,物料在聚合釜中的停留时间愈长,单位催化剂所能生产的聚丙烯量也愈多,但无规物生成也增加。

所以,一定要控制好反应温度,压力、停留时间、聚合物浓度和分子量调节。以保证生产平稳进行和得到好的产品质量。

### (3) 脱灰技术

由于每1kg 催化剂只能生产数百公斤聚丙烯,故产品中带有大量催化剂残渣(以灰分形式出现),另外,从反应器出来的聚丙烯中,无规物含量达3~6%,量太多了,对产品质量有影响,必须去掉其大部分。(全部无规物均去掉也不好)。

为了达到这两个目的,用混合溶剂(异丙醇和正庚烷)来洗涤聚合浆状物,异丙醇的作用是:



正庚烷对无规物有很好的溶解度,而异丙醇对除去催化剂起很大作用,这样,宇部兴产的产品质量比较好,据介绍:产品中灰分含量仅为30ppm,等规度可高达99%,由于质量较好,日本用聚丙烯制的电容纸有一半是用宇部兴产的产品生产的。

当然,引入正庚烷后,增加了溶剂回收的复杂性,这是本工艺的缺点。但产品质量较好这一条是带有根本性的。

混合溶剂对等规物不溶,故经离心机后,液相中仅存溶剂和它溶解的无规物及催化剂残渣,催化剂残渣量约占无规物量的3~4%,它不易燃烧完全,且易沉结在锅炉管上,因此,必须将催化剂残渣从无规物中分离出来,无规物才能充分燃烧完全。

### (4) 堵塞防止技术

在聚合工段中容易挂壁堵塞,看来本体聚合法均存在这个问题。

采取了一系列措施来防止挂壁,例如:

(i) 聚合釜有冷却夹套,在釜的上半部,由于内壁较冷,故蒸发的丙烯又会在上半部内壁上冷凝下来,形成一层液膜,防止聚合物往上面粘结。

(ii) 聚合釜出口(指气体出口)处周壁均用回流液体丙烯湿壁,使不易挂壁。

(iii) 反应器内也会堵塞,故每4~5个月停一天进行清洗,用泵循环热二甲苯(温度约160℃,略带一点压力)。循环几个小时,将聚合釜内及有关管线进行清洗。对某些清洗不掉

的地方，需用 $300\text{kg}/\text{cm}^2$ 压力高压水冲净。（主要是回流冷凝器要用高压水冲净）。

### （三）消耗定额

对6万吨/年的聚丙烯工厂，每一吨聚丙烯的消耗定额如下：

|       |                                                |
|-------|------------------------------------------------|
| 丙烯    | 1091kg                                         |
| 催化剂   | 1.57kg                                         |
| 助催化剂  | 2.27kg                                         |
| 改性剂   | 0.28kg                                         |
| 轻柴油   | 49.7kg                                         |
| 矿物油   | 1.18kg                                         |
| 溶剂A   | 7.10kg                                         |
| B     | 5.50kg                                         |
| C     | 0.58kg                                         |
| 无机化合物 | 1.32kg                                         |
| 电     | 772kwh                                         |
| 蒸汽    | $60\text{kg}/\text{cm}^2 \cdot \text{G}$ 0.2 t |
|       | $16\text{kg}/\text{cm}^2 \cdot \text{G}$ 0.5 t |
|       | $4\text{kg}/\text{cm}^2 \cdot \text{G}$ 2.1 t  |
| 水     | 工艺水 1.0 t                                      |
|       | 锅炉水 1.1 t                                      |
|       | 补充水 4.9 t                                      |
| 氮     | $60\text{Nm}^3$                                |
| 压缩空气  | $167\text{Nm}^3$                               |

本厂的用电负荷（包括马达、照明等用途）约为5850kw。

蒸汽总用量约为21 t /时。

水用量为52 t /时。

### （四）三废数量及处理方法

#### （1）废气

每小时约排出 $340\text{Nm}^3$ 。其大致组成如下：

|         |            |
|---------|------------|
| 丙烯      | 0.99~9.90% |
| 氮       | 90.0~99.0% |
| 丙烷      | 0.01~1.0%  |
| 其它烃类和氢气 | 微量         |

当事故状态时，废气量达 $125000\text{Nm}^3/\text{时}$ 。所有废气将排入普通火炬中烧掉。

#### （2）废有机溶剂

每年排出总量约为35 t。其组成几乎全为溶剂，内含少量无规物聚丙烯。

处理方法：先用小离心机分去悬浮固体，然后在烧却炉中烧却，烟道气为 $\text{CO}_2$ 和水蒸汽。

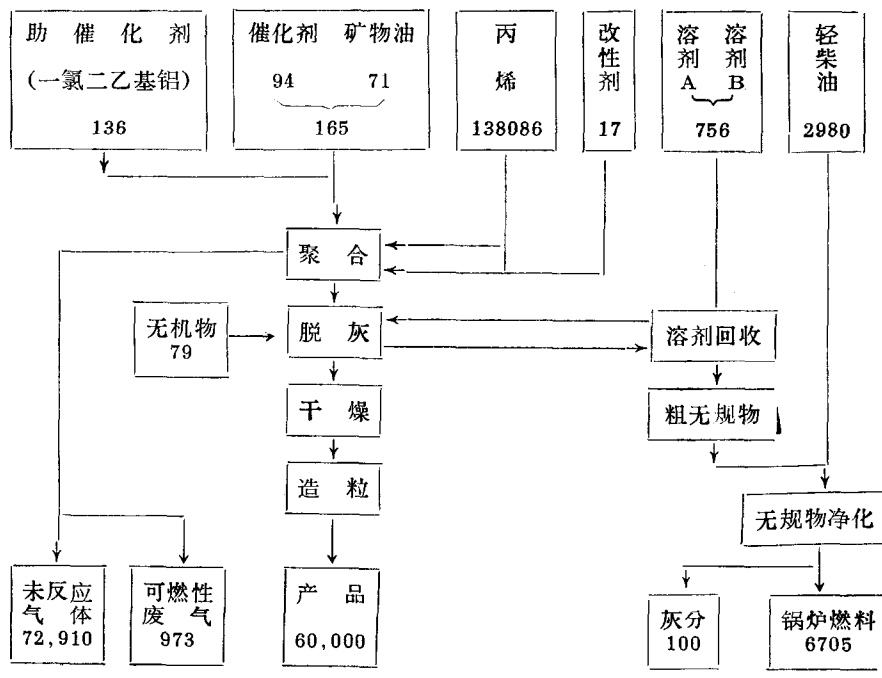
#### （3）废水

每小时排出量约30 t。主要是蒸汽冷凝液、冷却水、锅炉给水等的混合物。

#### (4) 催化剂残渣 (灰分)

灰分和水每年总量为100吨左右。用离心机将灰分分离出来，埋入地下。

### (五) 物料平衡 (吨/年)



### (六) 主要设备大小及材质

对6万吨/年的装置，主要设备规格大致如下：

- (1) 反应器 68m<sup>3</sup>，附搅拌机，马达120kw，压力40kg/cm<sup>2</sup>
- (2) 脱灰器 39m<sup>3</sup>，附搅拌机，马达37kw，材质为搪玻璃
- (3) 中和槽 11m<sup>3</sup>，附搅拌机，马达7.5kw材质为搪玻璃
- (4) 薄膜蒸发器 用于分离溶剂及无规物，传热面积10M<sup>2</sup>，，搅拌器功率55kw。
- (5) 回流冷凝器 用来移去反应热。传热面积330m<sup>2</sup>，每两个月清理一次。
- (6) 气体压缩机 用于输送聚丙烯。功率420kw，气量11,000Nm<sup>3</sup>/时。
- (7) 冷冻机 用于回收丙烯，功率130kw，冷冻负荷12万kCal/时。

## 三、昭和油化聚丙烯

昭和油化于1959年引进美国伊斯曼 (Eastman) 化学公司技术，当时伊斯曼技术仅处于中试阶段，利用引进的技术，自己再搞中试研究，终于在1969年初建成第一号聚丙烯生产装

置,能力为12000吨/年。1971年1月建成第二号装置,设计能力为30500吨/年。1974年研制成功新催化剂,使产品成本大幅度下降,伊斯曼公司要求引进昭和油化的技术。现在,两套已建成的装置其生产能力增为:

1号装置 27,500 t/年

2号装置 45,500 t/年

两套装置均采用本体聚合法。

## (一) 流程说明 (指2号装置而言, 请参看图I-6)

本装置采用环式反应器, 反应器直径约为500毫米, 总长约为170米。底部有一循环泵, 转速1765转/分, 马达功率为300kw。物料在环管内高速循环, 其循环速度约8米/秒。聚合温度65~85℃, 聚合压力40~55kg/cm<sup>2</sup>。反应器材质为不锈钢复合钢板, 反应器外有冷却夹套, 用冷却水冷却以调节反应温度。催化剂从下面加入, 出料也从下面出来, 物料进入减压槽, 减压槽设在反应器顶部, 其总容积73M<sup>3</sup>, 约为 $\phi 4.5 \times 5$ 米(高), 上有一搅拌器, 上部出来为未反应的丙烯气体, 进入再提纯塔精制后回至丙烯贮槽。下部出料为干粉状, 用螺旋输送机送至脱灰槽, 在脱灰槽中加入醇类, 除去催化剂残余和一些无规物。从脱灰槽物料送到离心机, 聚丙烯粒子从离心机出来, 进入沸腾干燥器。此干燥器有7M<sup>2</sup>的干燥面积, 干燥后送入料仓, 再进入挤压造粒机, 造粒后经过粒料料仓, 包装(或散装)出厂。从离心机出来的母液进入溶剂回收塔。据称他们仅用一种醇类脱灰, 故所谓溶剂实质就是醇类。此塔直径约 $\phi 2.5$ 米, 塔总容积46.6M<sup>3</sup>(设备上标明的)。有两个再沸器, 一台用一台清理。因无规物和催化剂易堵, 故每月要清洗1~2次, 每次用200~300kg/cm<sup>2</sup>的高压水冲洗, 塔底部再经薄膜蒸发器, 将溶剂与无规物分离干净。从蒸发器底部出来的催化剂残渣, 送烧却炉烧却, 烧剩的灰(主要成分为无害的TiO<sub>2</sub>+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>混合物)抛弃。每一吨产品产灰量约0.7kg。无规物(每吨产品约有15kg)送燃料系统, 泵送至锅炉烧掉。

## (二) 几个关键性技术问题

### (1) 关于催化剂

昭和油化采用自己制造的TiCl<sub>3</sub>和Et<sub>2</sub>AlCl体系。此体系的等规度很高, 据称从反应器出口聚丙烯的等规度可达96~98%。TiCl<sub>3</sub>也比较便宜, 日本国内只要二千多日元一公斤, 比Solway公司的TiCl<sub>3</sub>便宜约5倍。本催化剂可用于本体聚合, 也可用于浆状聚合。

### (2) 关于反应器

本法采用环状反应器, 传热传质比较好。故生产能力特别大, 如反应器总容积30m<sup>3</sup>时, 可产聚丙烯45,500 t/年。

由于采用本体聚合, 丙烯对无规物溶解度小, 故反应系统中粘度亦不高, 所以可适当上升聚合物的浓度, 浓度上升, 意味着生产能力亦上升。本法聚丙烯在反应器中浓度达到53%。

### (3) 关于堵塞问题

据介绍溶剂回收塔的再沸器堵塞严重, 每月要清理1~2次。是否还有其他地方易堵? 如堵塞地方较多, 则本工艺的先进性将成为疑问。

### (4) 关于能量消耗

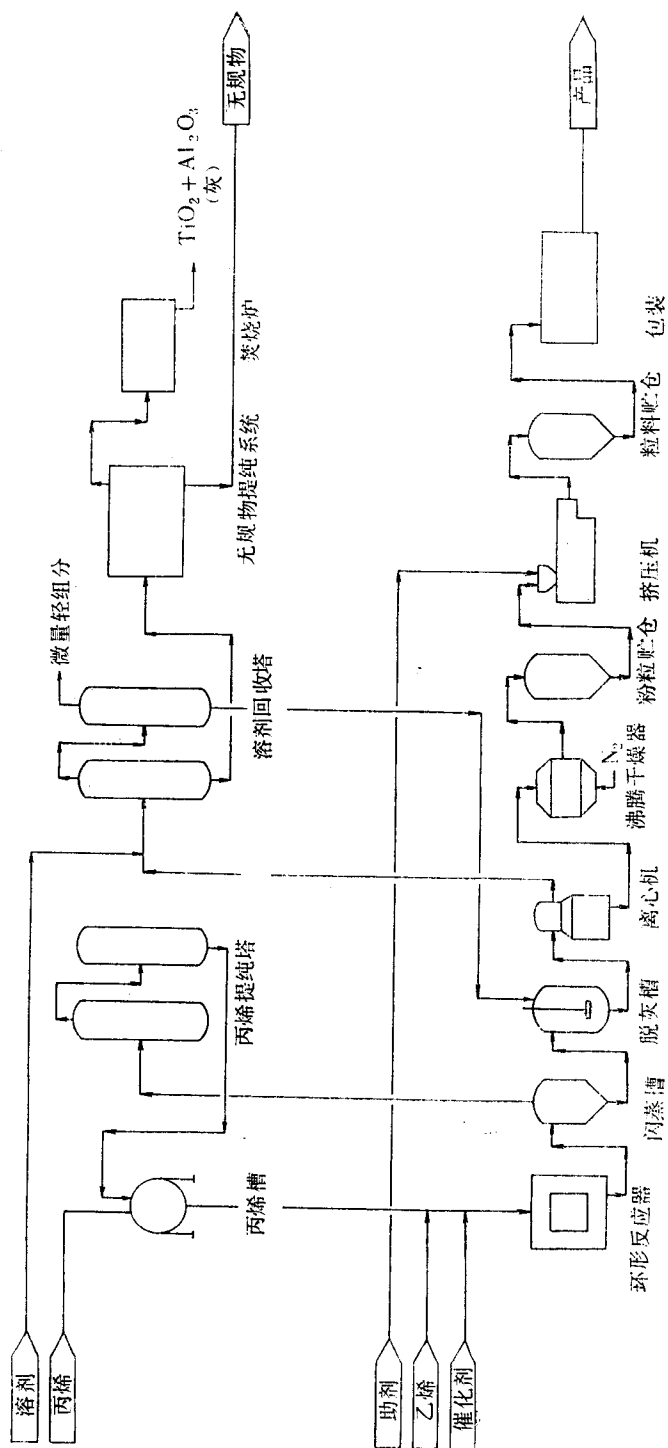


图 I-6 昭和油化聚丙烯生产流程图

据称能量消耗较低。请参看图 I-9。

### (三) 消耗定额

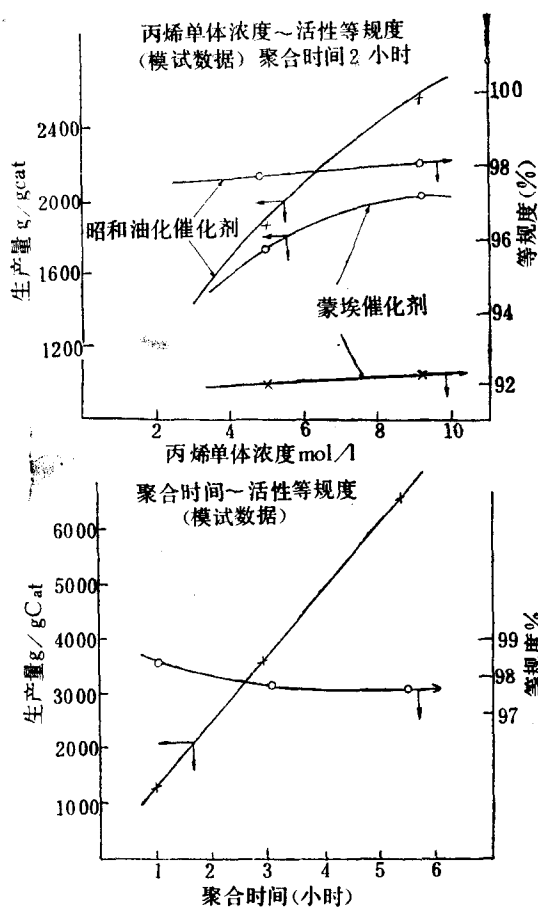


图 I-7 聚丙烯模试数据

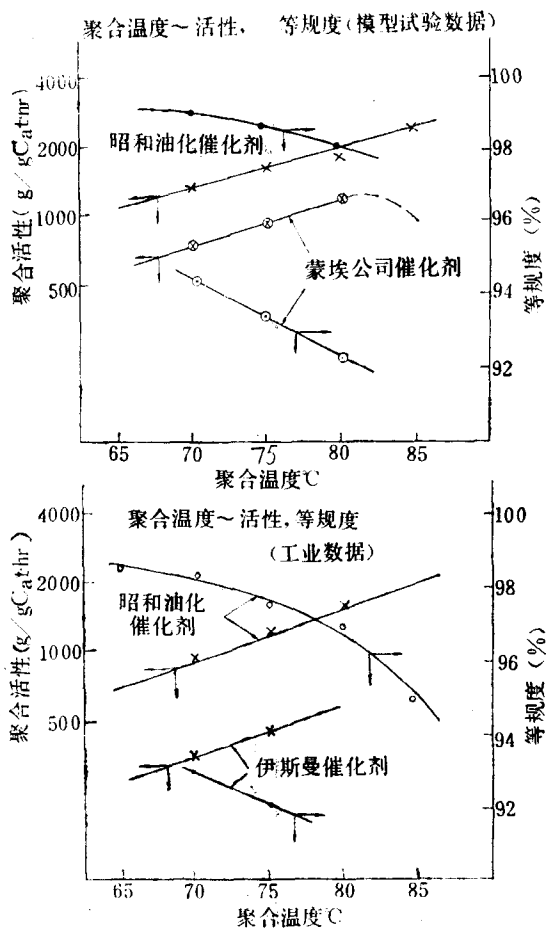


图 I-8 聚丙烯模试和工业数据

|       |                            |
|-------|----------------------------|
| 丙烯    | 1.045~1.055 t / t (指单聚物而言) |
| 醇类    | 3.6~3.8kg / t (120日元/kg)   |
| 溶剂    | 3.5~4.0 l / t (63日元/l)     |
| 脱灰助溶剂 | 4.5~5.5kg / t (125日元/kg)   |
| 中和剂   | 1.5~2.0kg / t (263日元/kg)   |
| 蒸汽    | 2.0~2.5 t                  |
| 电     | 600~615kWh                 |
| 其中 聚合 | 300~307kWh                 |
| 后处理   | 300~308kWh                 |
| 冷却水   | 160~180 t (循环水)            |

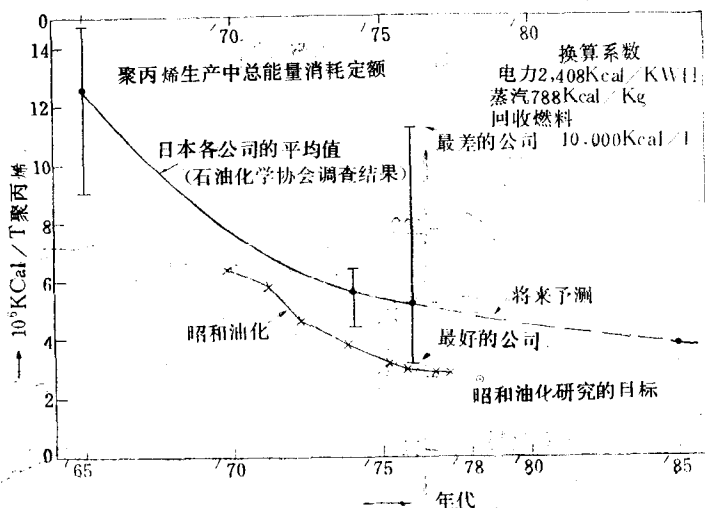


图 1-9 聚丙烯生产总能量消耗定额变化表

#### 四、三井油化聚丙烯

日本三井石油化学，现有聚丙烯生产能力12.5万吨/年，并已出售过6套专利装置，其中有一套建在我国北京向阳化工厂（8万吨/年），已于76年投产。从75年以来，三井与意大利蒙埃公司合作，搞出新的催化剂，叫“FT催化剂”，并将这新催化剂在岩国大竹工厂的中试车间中考核，中试规模为500公斤/天，76年开始在现存装置上大规模生产各种嵌段共聚物，取得成功，最近想将所有现已操作的三井聚丙烯工厂均改用新的催化剂。

这种“FT催化剂”，据介绍有如下特点：

- （1）活性高。每1g钛可生产30万g聚丙烯，比现有一般催化剂活性高50~100倍。
- （2）无规物生成显著减少。
- （3）聚合物在聚合釜内不粘壁。
- （4）用同一催化剂可制造各种单聚物和共聚物。

要生产各种牌号的产品，反应器起码要4台就够了。前面两台成单聚物，在第三台反应器中加入乙烯，使成无规则共聚物，然后至减压槽，除去丙烯，再送至第四台反应器进行嵌段共聚。如果只生产单聚物，两台聚合釜已够了。对单聚物，在聚合釜中生成7%的无规聚丙烯，其中3%溶于溶剂己烷中，4%留在产品中，如产品中一点无规物也没有，则变得很脆。用过去的老催化剂，在聚合釜中生成无规物达10~11%，等规物只占89~90%，溶剂带走6~7%的无规物，留下4~5%无规物在产品中。用FT-催化剂生产共聚物时，等规度只有90~91%，溶剂可溶无规物5%，剩下的无规物留在产品中。

产品的全灰分150ppm，含钛4ppm以下。

FT催化剂的主要成分Ti化合物是附在载体之上，用己烷与之调成泥浆状然后用泵送至

反应器中。

由于催化剂活性高，产品等规度较高，故省掉了甲醇脱灰工序，同时相应地也省掉甲醇精制回收工序。（见流程图中圈的部分。）

6万吨/年的新厂要占地100米×150米。

由于采用高效催化剂，对丙烯的纯度要求相应地提高了。丙烯规格如下：

|             |                |
|-------------|----------------|
| 丙烯含量        | 99.9mol%min    |
| 杂质          |                |
| 甲烷+乙烷+丙烷+乙烯 | 0.1mol%max.    |
| 丁烷+丁烯       | 10molppm.max.  |
| 乙炔          | 1molppm.max.   |
| 甲基乙炔        | 1molppm.max.   |
| 丙二烯         | 1molppm.max.   |
| 1,3-丁二烯     | 2molppm.max.   |
| 氧           | 2molppm.max.   |
| 一氧化碳        | 0.5molppm.max. |
| 二氧化碳        | 5molppm.max.   |
| 总硫          | 2wtppm.max.    |
| 水           | 5molppm.max.   |
| 有机含氧化合物（甲醇） | 2molppm.max.   |
| COS         | 0.1wtppm.max.  |

对共聚单体乙烯的质量要求：

|              |               |
|--------------|---------------|
| 乙烯纯度         | 99.9%Vol.min. |
| 杂质           |               |
| 甲烷+乙烷+丙烷及更重者 | 0.10%Vol.max. |
| 一氧化碳         | 1ppmVol.max.  |
| 二氧化碳         | 10ppmVol.max. |
| 乙炔           | 2ppmVol.max.  |
| 氧            | 5ppmVol.max.  |
| 水            | 5ppmVol.max.  |
| 氢            | 10ppmVol.max. |
| 有机含氧化合物（甲醇）  | 2ppmVol.max.  |
| 总硫           | 2ppmwt.max.   |

聚丙烯生产的工艺流程，因与北京前进化工厂引进的装置完全一样（除掉简化部分），故不再重复。

## 五、住友化学聚丙烯

住友化学千叶工厂聚丙烯生产能力有10万吨，为溶剂浆状聚合。原来在爱媛工厂还有一2.5万吨的聚丙烯，现已停止生产，用自己研究成果建成一座1万吨/年本体聚合的车间，用本体聚合法目前只能生产单聚物和无规共聚物，尚不能生产嵌段共聚物，而后者在日本需量很大，正是由于这个原因，出光石油化学公司建一聚丙烯工厂，采用了住友化学的浆状聚合技术，而没有采用本体聚合技术。而如果本体法也能连续生产嵌段共聚物的话，本来是要采取本体法建厂的。出光的厂已于77年投产，规模6万吨/年。

住友化学在试验室中已开发成功高效催化剂，每1g钛可达20万克聚丙烯，催化剂为钛化合物在载体上，但产品等规度只有94%，现正在努力研究，想把等规度提高到97.5%，(均系指对单聚物而言。)则可实现无脱灰流程。

住友聚丙烯生产过程简述如下：

催化剂为三氯化钛和烷基铝，再加入第三组份。先将Al催化剂用溶剂稀释，再加入钛和第三组份，然后送至反应器。

反应器有10台（每台约40M<sup>3</sup>）、生产能力10万吨/年。可并联也可串联使用（视不同品种而定。）聚合温度40~80℃，压力2~12 kg/cm<sup>2</sup>，反应热用冷却夹套带走。反应时间约5小时。物料经减压回收未反应的单体后，加入丁醇以除去未反应的催化剂，物料再去萃取器，用水将催化剂残渣萃取出来。然后分层，水层送去回收丁醇，油层去离心机，母液为含无规物的己烷，送去蒸发器除去无规物后，己烷去提纯回收。滤饼用N<sub>2</sub>气干燥，然后造粒，包装。

消耗定额：

（按1吨单聚物计算）

|      |                   |
|------|-------------------|
| 丙烯   | 1,025kg           |
| 催化剂  | 2,100日元           |
| 溶剂   | 0.018千立升          |
| 化学品  | 320日元             |
| 助剂   | 1,500日元           |
| 蒸汽   | 1.6吨              |
| 电    | 540kwH            |
| 冷却水  | 250吨              |
| 无离子水 | 2吨                |
| 氮    | 90Nm <sup>3</sup> |
| 仪表空气 | 50Nm <sup>3</sup> |

## 六、三井东压聚丙烯

本装置未参观，亦未技术交流，仅根据提供资料情况整理如下：

### (一) 概 况

三井东压在日本有两个聚丙烯工厂，一个在 Otake，4 条线共 9 万吨，另一个厂在大阪，能力为 6.5 万吨，采用浆状聚合法，溶剂是用庚烷。用此技术曾出口 4 套装置。

三井东压对聚丙烯研究投入 145 人，取得了两项成果。

(1) **本体聚合**：据介 绍，其 催 化 剂活性比之常法高 2 至 3 倍。工厂投资可省 20%，操作费用可下降 10% 以上。无废水污染问题。

用此法已在大阪建一工厂，能力为 7 万吨/年，一个系列，于 1979 年将投入生产。

(2) **搞成功高效催化剂**：已在中试装置搞过，正处于最后的工业设计阶段。当用本体聚合时，每 1 g Ti 可生产 30 万~50 万克聚丙烯。其等规度 94~95%，不需脱灰。

### (二) 三井东压过程特点

据介绍，有下列特点：

(1) 催化剂高活性和高选择性。对单聚物，等规度达 97%，而一般流程仅为 90%。催化剂活性较高。

(2) 原材料和化学品的单耗比较低。

(3) 反应器有其特点：连续操作，搅拌釜，用泵外循环冷却来去掉反应热。故生产能力较大。

(4) 脱灰较彻底。

(5) 产品质量较好。

生产可分成几个工段：(1) 催化剂制备；(2) 聚合；(3) 聚合物提纯和干燥；(4) 造粒；(5) 溶剂和甲醇回收。

其流程与一般泥浆法生产聚丙烯的一样，这里不再重复。(请参阅图 I-11)。

### (三) 消耗定额 (按 1 吨产品算)

|                         |                    |
|-------------------------|--------------------|
| 聚合级丙烯 ( $\geq 99.6\%$ ) | 1,045kg            |
| 庚烷                      | 11.3kg             |
| 甲醇                      | 0.8kg              |
| 氢                       | 1.9Nm <sup>3</sup> |
| 催化剂和化学品                 | 1500 日元            |
| 稳定剂                     | 2000 日元            |
| 电                       | 650kWh             |
| 蒸汽                      |                    |