

# 聚丙烯纤维

化学工业部科学技术情报研究所

一九八一年十二月

# 目 录

前言	(1)
一、聚丙烯纤维生产用的原料	(2)
1. 丙烯的来源与用途分配	(2)
2. 聚合用原料丙烯规格、生产技术、消耗定额与国外研制的高活性催化剂	(4)
3. 聚丙烯的用途分配	(4)
4. 纤维用聚丙烯树脂	(4)
5. 关于聚丙烯制造的新工艺	(23)
二、聚丙烯纤维纺丝工艺与设备	(25)
1. 等规聚丙烯纤维的加工成型	(25)
2. 聚丙烯纤维的纺制	(27)
3. 聚丙烯短纤维生产的工艺与设备	(30)
4. 聚丙烯细纤维生产的工艺与设备	(33)
5. 聚丙烯长丝与膨体纱生产的工艺与设备	(34)
6. 聚丙烯单丝生产工艺与设备	(43)
7. 聚丙烯扁丝与薄膜纤维生产的工艺与设备	(43)
8. 聚丙烯纤维无纺织物	(46)
9. 聚丙烯纤维纺织加工	(48)
10. 喷丝头法制聚丙烯纤维的新发展	(51)
11. 美国聚丙烯纤维纺丝设备与有关的工艺	(54)
12. 日本聚丙烯纤维纺丝设备与有关的工艺	(57)
13. 西德聚丙烯纤维纺丝设备与有关的工艺	(65)
14. 意大利聚丙烯纤维纺丝设备与有关的工艺	(73)
三、聚丙烯纤维的性能和应用	(82)
1. 聚丙烯纤维的性能	(82)
2. 聚丙烯纤维的加工性能和特点	(89)
3. 提高工业用聚丙烯纺织品的性能	(90)
4. 聚丙烯纤维的应用	(94)
5. 聚丙烯纤维在针织物上的应用	(96)
6. 聚丙烯纤维在地毯工业中的应用情况	(100)
7. 聚丙烯纤维在无纺织物上的应用	(106)
8. 聚丙烯纤维在美国的应用	(109)
9. 聚丙烯纤维在日本的应用	(114)
10. 聚丙烯纤维在西德的应用	(122)
11. 聚丙烯纤维在意大利的应用	(122)
四、聚丙烯纤维的染色与生产所用助剂、油剂	(129)
1. 聚丙烯纤维的染色	(129)

2. 原液着色聚丙烯纤维.....	(129)
3. 聚丙烯纤维的原液着色.....	(132)
4. 聚丙烯纤维的母体染色技术与助剂.....	(138)
5. 主要国家有关聚丙烯纤维的染色情况.....	(139)
6. 聚丙烯纤维用的助剂.....	(142)
7. 聚丙烯纤维用的油剂.....	(152)
<b>五、聚丙烯纤维生产的经济性</b> .....	(160)
1. 聚丙烯纤维生产的经济性.....	(160)
2. 聚丙烯纤维在经济方面与其他纤维的竞争性.....	(163)
3. 聚丙烯纤维的经济前景.....	(165)
<b>六、关于聚丙烯纤维的新进展与发展趋势</b> .....	(167)
1. 聚丙烯纤维的一些新进展.....	(167)
2. 聚丙烯纤维的生产和应用发展趋势.....	(168)
3. 聚丙烯纤维发展展望.....	(172)
<b>附表:</b> .....	(176)
各国聚丙烯纤维产量.....	(176)
美国、日本、西德聚丙烯纤维与三大合成纤维的比例.....	(177)
美国、日本、意大利各种聚丙烯纤维发展比例.....	(179)
美国、日本等六国丙烯、聚丙烯与聚丙烯纤维产量.....	(180)
各国和地区聚烯烃纤维生产公司及工厂.....	(183)
七十年代以来聚丙烯纤维建厂情况.....	(198)

## 前 言

编者

聚丙烯纤维是以丙烯为原料经聚合、纺丝制成的，英文名为 Polypropylene。世界各国对这种纤维有不同的商品名称，如美国的赫格纶（Herculon）、日本的阿克纶（Acrilan）、意大利的梅拉克纶（Meraklon）等等，在我国亦有丙纶之称。随着石油化学工业的发展，丙烯来源丰富，聚丙烯纤维是丙烯利用的一个主要途径。聚丙烯纤维自五十年代末生产以来，受到各国重视，产量不断增加，在七十年代尤有较大发展，产量从1970年的34万吨增加到1979年的100余万吨，生产国家也从1970年的三十余个于1979年增加到近四十个。目前聚丙烯纤维产量仅次于聚酯、聚酰胺和聚丙烯腈纤维，是第四大合成纤维品种。作为后起之秀，由于原料易得，工艺也较简单，并有多种用途，日益显示其在各个领域中的作用。

一般来说，聚丙烯纤维可与聚酯纤维通用纺丝设备，但近年来结合聚丙烯的特点也发展了不少专用设备。聚丙烯根据不同用途生产长丝、短纤维、薄膜纤维、无纺布物等各种产品，这是本品种独具特色的。

国外针对聚丙烯纤维难染色和易老化的弱点开展了许多研究工作，取得显著进展。随着生产工艺的发展和性能的改进，使应用领域不断扩大，不仅用作针织品和衣着，还可制成各种花色的地毯、室内装饰品，以及大量的室外用品，如人造草坪、汽车地毯等等。经二十余年的实践，聚丙烯纤维以其经济性和良好的使用效果获得了信誉，受到应有的重视，开拓了多方面的应用市场，并具广阔的发展前景。

为了配合国内聚丙烯纤维的发展，特编写此专辑。本文是从近年来有关的文献报道中加以选择，并选用了有关的国外考察报告、对外技术座谈等专题资料汇编而成的。内容包括聚丙烯纤维生产用原料、纺丝工艺与设备、纤维性能和应用、染色与生产所用各种助剂、油剂以及聚丙烯纤维生产的经济性、竞争性、技术进展和发展趋势等。并附有各主要国家有关统计数字、生产公司和工厂以及七十年代以来聚丙烯纤维的建厂情况等资料。为了便于读者引用与查阅原文献，所选入内容均分别注明资料来源。本专辑可供有关领导、生产科研人员阅读，并对教学人员亦有参考价值。

# 一、聚丙烯纤维生产用的原料

## 1. 丙烯的来源与用途分配

### (1) 丙烯的来源

丙烯主要有两个来源，一是炼厂的副产品，一是乙烯厂的联产品。所以丙烯的生产一直受炼厂及乙烯厂的制约。炼厂结构及生产工艺的改变将直接影响丙烯的生产量。炼厂丙烯主要来自催化裂化，部分来自热裂化。当催化裂化的催化剂改用分子筛时，汽油的产量增加，但丙烯的产量却减少10%（重量）左右；炼厂采用加氢裂解时，裂解气中基本不含丙烯；目前，为了减少含铅汽油对大气的污染，烷基化汽油的需要量增加，因而炼厂本身的丙烯消费量也增加。上述诸因素均使炼厂提供化工用丙烯的数量减少。

乙烯厂由于裂解原料和裂解深度不同，裂解产生的烯烃组分比例也不同，见表1。

表 1 不同原料的乙烯和丙烯的收率

原料	裂解深度	乙烯收率 (%)	丙烯收率 (%)	$C_2/C_3$
乙烷	高	77.0	1.3	0.02
丙烷	高	42.9	12.6	0.29
丁烷	高	37.3	18.5	0.50
石脑油	高	31.4	15.7	0.50
石脑油	中	28.4	17.4	0.61
石脑油	低	25.2	18.2	0.72
煤油	高	25.0	14.5	0.58
煤油	低	22.2	14.7	0.66
柴油	高	23.8	14.9	0.63
柴油	低	21.3	15.1	0.71

注：乙烯收率包括副产乙烷的循环裂解

资料来源：Hydrocarbon Processing 1977. No 4

表 2 1979年美国丙烯供需情况

	(单位：百万吨)
最大可利用量	13.6
炼厂	10.0
乙烯联产	3.6
实际供应量	11.6
炼厂	8.0
乙烯联产	3.6
化学级丙烯产量	6.6
进口	0.2
出口	无
国内总消费量	11.8
非化工用	5.0
化工用	6.8
化工用丙烯年末生产能力	9.2
化工用丙烯需要与能力之比	0.74

表 3

美国丙烯各种用途的实际消费量

	1979 (百万吨)	1984 (百万吨)	1979~1984年 年平均增长率(%)
非化工用	5.0	5.2~5.4	1.0~1.5
汽油成分	4.1~3.6	4.3~4.0	1.0~2.0
其它燃料用	0.9~1.4	0.9~1.4	—
化工用	6.8	7.8~8.2	2.5~3.5
总计	11.8	13.0~13.6	2.0~3.0

(2) 用途分配

表 4

1979、1984年美国丙烯用途分配

			(%)
聚丙烯	1882	2404~2522	5.0~6.0
丙烯腈	1144	1177~1216	0.5~1.0
环氧丙烷	847	984~1005	2.5~3.0
异丙醇	749	753~787	0~1.0
异丙苯	725	807~841	2.0~3.0
由丙烯单体制羟基合成			
化工产品	464	590~603	5.0~5.5
气态化工产品	532~548	528~565	0~0.5
{ 壬烯	256~261	265~274	0.5~1.0
十二烯	256~267	245~272	(-1.0)~0.5
庚烯	20	18	(-1.5)
丙烯酸和酯	213	288~297	6.0~7.0
烯丙基氯	141	147~168	1.0~3.5
乙-丙橡胶	67	84~88	4.5~5.5
丙烯醛	29	32~34	2.0~3.0
其它各种用途	25	25	—
国内总消费量	6818~6834	7819~8151	

表 5 美国石油化工用丙烯消费量及各种用途的消费比重预测

	1980	1985	1990
消费量(千吨):	6622	9571	12610
各种用途的比重(%)			
聚丙烯	29.9	36.1	41.2
丙烯腈	13.6	11.5	10.1
异丙醇	12.4	10.3	8.8
环氧丙烷	13.0	13.4	13.5
异丙苯	9.7	9.7	9.2

续表

	1980	1985	1990
羰基合成产品	7.6	7.2	6.9
其他	13.8	11.8	10.3
计	100	100	100

资料来源: Chemical Marketing Reporter 1978.9.18

表 6 日本丙烯用途分配

(单位%, ( ) 内为万吨)

	聚丙烯	丙烯腈	环氧丙烷	羟基合成醇	异丙醇苯酚丙酮	乙丙橡胶	其他	计
1970	39.0	31.6	5.5	8.4	12.5	—	3.0	100 (184.4)
1971	37.0	33.2	5.5	10.1	11.2	0.1	2.9	100 (209.6)
1972	34.0	34.4	6.2	11.0	11.0	0.2	3.2	100 (222.8)
1973	35.3	33.8	6.3	9.9	10.0	0.3	4.4	100 (235.5)
1974	39.1	32.0	5.4	9.0	9.0	0.3	5.2	100 (234.6)
1975	34.9	33.5	6.8	10.4	8.5	0.4	5.5	100 (197.9)
1976	32.7	32.3	6.5	11.5	8.5	0.5	8.0	100 (241.5)
1977	30.4	30.5	6.8	12.2	11.5	0.6	8.0	100 (239.0)
1978	33.0	27.8	6.5	13.7	11.4	0.6	7.0	100 (263.4)

资料来源: 79年度日本の石油化学工业

## 2. 聚合用原料丙烯规格、生产技术、消耗定额与国外研制的高活性催化剂

(见表8~表10)

## 3. 聚丙烯的用途分配

(见表11)

## 4. 纤维用聚丙烯树脂

(1) 美国

美国菲利浦公司的聚丙烯生产

1. 该公司于五十年代即开始研究聚丙烯, 1963年建设了第一套聚丙烯装置, 当时只生产均聚物。1970年在得克萨斯州的一个塑料生产中心Pasadena又建设第二套生产装置, 原

表 7 西欧丙烯用途分配

(单位: %, ( ) 内为万吨)

	1965	1970	1974	1976
聚丙烯	7.1	13.2	18.6	19.7
丙烯腈	4.3	16.4	21.0	22.4
环氧丙烷	9.9	9.5	14.1	12.6
异丙醇	23.7	14.0	10.0	7.6
异丙苯	16.2	10.9	9.6	10.2
羟基合成醇	17.0	21.1	17.3	17.2
乙丙橡胶				
其它	{ 21.8	{ 14.9	{ 9.4	{ 10.3
合计	100	100	100 (520:0)	100 (554.5)

资料来源: 美、日、西德石油化工内部结构简析, 化工部科学技术情报研究所1979.7.

Petrole Information 1977.1440.14.(法)

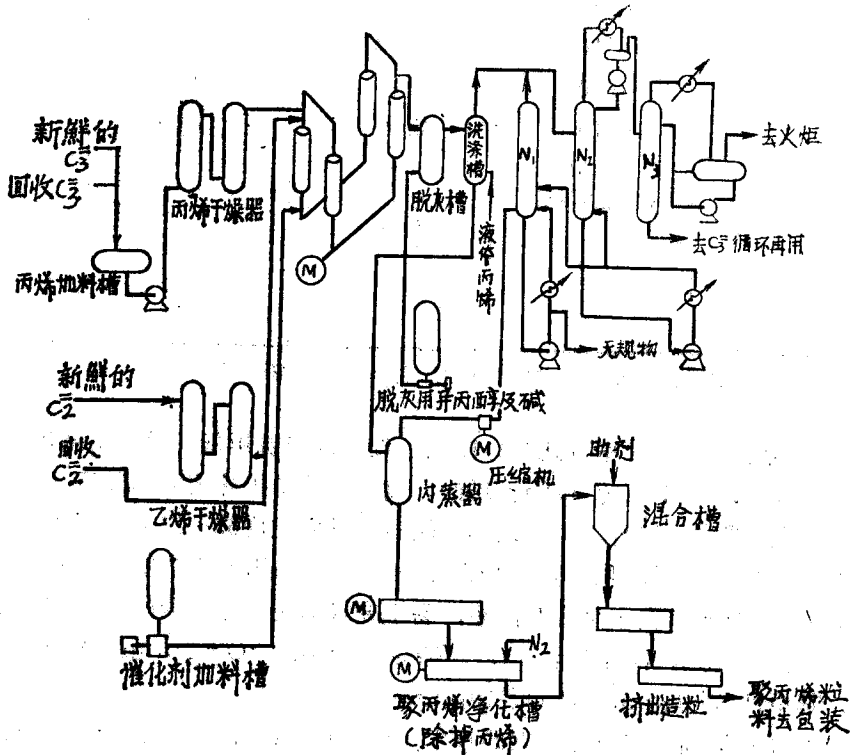


图 1 菲利浦公司的聚丙烯生产流程示意图



表 8 原料丙烯规格

原料规格	蒙埃公司 (溶剂法)	阿莫柯公司 (溶剂法)	三井石油化学公 司(溶剂法)	德山曹达公司 (本体法)
丙烯纯度 (%)	≥99.5	≥99.5	>99.6	99.0
杂质含量 (ppm)				
硫	<1	≤1	<1	<2 (包括H <sub>2</sub> S)
甲基乙炔	—	≤10	<5 (包括丙二烯)	<5 (包括乙炔)
丙二烯	<10	≤10	—	—
乙烯	<25	≤300	<10	<10
乙烷	<250	≤1000	0.4% (包括链烷烃)	<100
乙炔	<1	—	<1	—
氧	<10	≤10	<4	<5
水	<50	≤5	<2.5	<5
一氧化碳	<5	≤15	<5	<5
二氧化碳	<5	—	<5	—
氢	<100	≤50	<5	—
丁烯	<20	—	<1	—
丁二烯	<10	≤10	<1	—
氮	<300 (包括CH <sub>4</sub> )	—	—	—
丙烷	—	余量	—	平衡量
丁烷	—	≤50	—	—
甲醇	—	—	0.4	—

资料来源：石油化工科技资料（有机化工）1975年第5期 化工部科学技术情报研究所

料消耗比第一套有所下降，开工率可达95%以上，设备维修费用低，设备堵塞等问题均得到解决。现有生产能力为年产7万吨（两套装置），该厂还准备扩建聚丙烯装置。

2. 采用环式反应器本体聚合，生产效率比较高，反应温度65~75℃，压力40公斤/平方厘米左右，反应时间1~2小时，催化剂为TiCl<sub>3</sub>、一氯二乙基铝和第三组份，催化剂活性可达2000克聚丙烯/克催化剂。由于反应时间短，易于变换品种。原料丙烯要求高纯度（C<sub>3</sub>=>99%（重），C<sub>2</sub>+C<sub>1</sub>>1%重，C<sub>1</sub>>50ppm，二烯烃>5ppm，O<sub>2</sub>>2ppm，硫醇>5ppm，总S>15ppm，其中H<sub>2</sub>S>1ppm，H<sub>2</sub>O>10ppm）。

环式反应器是菲利浦斯公司自己开发的技术。反应热由冷却水系统排出，从聚合物中脱离未反应催化剂及无规物，不用离心机而是采用比较简单的脱离方法，最后聚丙烯中含无规物数量是根据对产品要求不同而定，一般为3%左右。未反应的丙烯、乙烯要经过精制后再循环使用，生产各种牌号是控制聚合反应条件及改变催化剂来实现的。在同一装置中可生产

表 9 聚丙烯生产技术及消耗定额比较

	意大利蒙埃公司 (溶剂法)	美国阿莫柯公司 (溶剂法)	日本三井石油化学 公司 (溶剂法)	日本德山曹达公司 (本体法)	西德巴斯夫公司 (气相法)
催化体系	$TiCl_3-AIEt_2Cl$	$TiCl_3-AIEt_2Cl$ — 二乙醇二甲醚 $TiCl_3-AIEt_2Cl$ — $AlEtCl_2(Eto)_2Si$	$TiCl_3-AIEt_2Cl_2$ — 烯丙基正丁基醚 — $K_2TiF_6$	$TiCl_3-AIEt_2Cl$ — 第三组份	改性 $TiCl_3$ — $AlEt_2Cl$
聚合	800 4—6 50—70 5—6 己烷或庚烷 $\geq 96$ 夹套、冷却弯管	800 <20 70 己烷 97.5—99 夹套、盘管、物料 外循环	1500—2500克PP/ 克 $TiCl_3 \frac{1}{3} AlCl_3$ —釜：10，二釜：7 70 8 己烷 夹套、档板冷却器、 丙烯气相、浆液外 循环	3000 30—35 50—80 几小时 丙烯—丙烷	3000—3500克PP/ 克改性 $TiCl_3$ 25—35 65—75
后处理	甲醇 甲醇 转筒式干燥器	甲醇 水 二段流化床干燥器	甲醇 水 气流干燥器、沸腾 干燥器		
造粒		双螺杆混炼机，单 螺杆挤压机、水 中热切粒	双螺杆混炼机、单 螺杆挤压机水中 热切粒		双螺杆机压机
消耗定额(以每 吨粒状产品计)	1125 1—3 35 5 1.15—1.3 2.4 600	1125 1.3 60 12 1.3 1.1 800 (三组份催化剂)	1105(J400) 1.3 35(L) 8 0.50、0.58 0.54、0.63 (二氟乙基铝) 765	1100 1.0 880	

	意大利蒙埃公司 (溶剂法)	美国阿莫柯公司 (溶剂法)	日本三井石油化学 公司(溶剂法)	日本德山曹达公司 (本体法)	西德巴斯夫公司 (气相法)
催化体系	$TiCl_3-AIEt_2Cl$	$TiCl_3-AIEt_2Cl$ — 二乙醇二甲醚 $TiCl_3-AIEt_2Cl$ — $AlEtCl_2(Eto)_4Si$	$TiCl_3-AIEtCl_2$ — 烯丙基正丁基醚 $K_2TiF_6$	$TiCl_3-AIEt_2Cl$ — 第三组份	改性 $TiCl_3$ — $AlEt_2Cl$
(以每 吨粒 状产 品定 额计)					
蒸汽 (公斤)	3500 (低压)	55 (高压) 500 (中压) 3500 (低压)	3860	5200	
氮 (标准米 <sup>3</sup> )	50	15 (高纯) 120 (普通)	120	80	
仪表用空气(标准米 <sup>3</sup> /时)	70	600	100	150	
冷却水 (米 <sup>3</sup> )	350	250	330	720	
工艺用水 (米 <sup>3</sup> )	4	1	3.5	1.9	

资料来源: 石油化工科技资料 (有机化工) 1975 No.5 化工部科学技术情报研究所

表 10 国外研制的高活性催化剂

公司及专利	催化剂组成及制备	聚合方法	聚合条件			催化剂活性		产品等 观密度 克/厘 米 <sup>3</sup>	
			温度 °C	压力 公斤/ 厘米 <sup>2</sup>	时间 小时	克PP/ 克TiCl <sub>3</sub>	规格 %		
三井石油化学公司 日特开昭 50-108385	$MgCl_2$ 、苯甲酸乙酯、 $SiCl_4$ 研磨48小时, 得到的固体悬浮于 $TiCl_4$ 中, 在 $80^\circ C$ 下搅拌 2 小时, 过滤, 洗涤, 直到滤液中无游离 $TiCl_4$ 为止。 $Et_3Al$	溶剂	70	7	5		30	97	0.38

续表

公司及专利	催化剂组成及制备	聚合方法	聚合条件			催化剂活性		产品等规度 %	产品观密度 克/厘米 <sup>3</sup>
			温度 °C	压力 公斤/厘米 <sup>2</sup>	时间 小时	克PP/克TiCl <sub>3</sub>	万克PP/克Ti		
三井石油化学公司 日特开昭 51-28198	MgCl <sub>2</sub> 悬浮于煤油中, 在室温加入乙醇及苯甲酸乙酯, 搅拌1小时, 加Et <sub>2</sub> AlCl, 搅拌1小时, 生成的固体物用灯油充分洗涤后悬浮于含TiCl <sub>4</sub> 的灯油中, 80°C反应2小时倾析出溶液, 固体物用新鲜灯油洗涤。 Et <sub>3</sub> Al	溶剂	70	7	3		23.6	96.2	0.32
蒙埃公司 BP. 1387888 1387889 1387890	MgCl <sub>2</sub> ·B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 为载体与TiCl <sub>4</sub> ·C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub> 研磨, 悬浮于Et <sub>3</sub> Al和CH <sub>3</sub> OC <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub> , 正庚烷溶液中。 Et <sub>3</sub> Al	本体	65		6		19.2	90	
菲利浦公司 日特开昭 52-15589	MgCl <sub>2</sub> ·均四甲苯·TiCl <sub>4</sub> ·C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub> 研磨, 为第1组份。CH <sub>3</sub> OC <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub> , Et <sub>3</sub> Al、庚烷混合物为第2、3组份。Et <sub>3</sub> Al为第4组份	本体 (间歇)	66		1		15.0	甲苯可溶物为6.3重量%	
索尔维公司 Ger. offen 2213086	TiCl <sub>4</sub> 络合催化剂由Et <sub>2</sub> AlCl还原TiCl <sub>4</sub> , 经异戊醛处理、溶剂洗涤, 再经TiCl <sub>4</sub> 处理, 溶剂Et <sub>2</sub> AlCl	溶剂 溶剂 本体	60 70 70	10.3 14.8 /	2 3 1.5	3360* 7100* 6000*	1.08 2.29 1.93	96.2 94.6	0.455 0.426
巴斯夫公司 US. 3992320	三正丁基磷加到装有TiCl <sub>3</sub> ·1/3AlCl <sub>3</sub> 球磨机中, 在-20°C下研磨, 2小时内升温至20°C, 恒温5小时, 加入粒度为1-250μ 聚丙烯均聚物, 降温至-20°C, 保持10分钟。 Et <sub>2</sub> AlCl	气相	75	28		20000		96.2	

\* 单位为克PP/克TiCl<sub>3</sub>络合催化剂

表 11 美国聚丙烯树脂主要用途分配 (单位: 万吨)

	1977	1978	1979
注射成型	49.9	54.9	66.7
短纤维与长丝	36.7	41.5	47.6
薄膜	9.1	10.9	13.2
其它用途	14.1	15.2	17.7
出口	12.7	15.4	31.8
总计	122.5	137.9	177.0

表 12 1979年美国聚丙烯纤维用聚丙烯树脂量

(单位: 万吨)

聚丙烯短纤维与长丝用	35.2
出口	1.1
其它挤出成型定向聚丙烯用	5.4
纤维与聚合物废料 (10%)	4.2
制聚丙烯纤维用聚丙烯树脂总量	45.9

表 13 美国聚丙烯的用途分配

(单位: 万吨)

	1975	1976	1977	1978	1979
吹塑成型	1.3	1.7	2.3	2.7	2.8
短纤维和长丝	26.7	31.7	34.5	38.7	45.5
薄膜	6.4	7.9	9.3	10.9	12.3
注射成型	31.3	41.9	45.0	48.3	55.0
管子	0.5	1.4	0.7	0.9	1.1
薄板		1.1	1.4	1.3	1.5
电线电缆	2.3	2.5	2.3	0.7	0.5
其它挤出成型	2.3	1.8	2.8	2.0	2.8
其它	6.0	16.1	11.5	16.9	21.6
总计	76.8	99.1	109.8	122.4	143.1

资料来源: Modern Plastics International 1977~1980 No.1.

共聚产品。(见流程示意图)

可生产25种牌号, 商品名为Marlex。连续方法只能生产均聚物与无规共聚物。该公司的聚丙烯有50%用于注射制品, 有25%用于长丝及纤维制品, 占第二位。其次是薄膜制品, 占第三位。

原料消耗: 以1公斤聚丙烯产品计

$C_8=1.08$ 公斤

表 14 日本聚丙烯用途分配

(单位: 万吨)

	1975	1976	1977	1978	1979
注射成型	25.9	22.8	20.6	23.9	42.3
薄膜	13.4	13.6	15.2	17.1	21.6
扁丝	7.3	5.4	4.7	6.1	8.7
纤维	3.2	3.3	2.9	2.9	3.5
吹塑成型	1.2	2.3	2.0	1.9	2.5
挤出成型			4.6	4.8	6.9
其它	{ 5.8	{ 6.2	0.8	0.9	1.3
总计	56.8	53.6	50.8	57.6	86.8

资料来源: プラスチックス1979~1980 №1

表 15 西欧聚丙烯用途分配

(单位: 万吨)

	1975	1976	1977	1978	1979
薄膜	6.5	9.0	10.0	12.2	14.5
注射和挤出	32.0	40.0	44.0	54.2	63.3
纺织纤维	6.5	7.5	8.5	13.2	15.5
薄膜纤维	15.0	20.0	21.5	26.0	28.7
总计	60.0	76.5	84.0	105.6	122.0

资料来源: Modern Plastics International 1977, 1978, 1980. №1.

表 16 熔融指数 (MI)

MI	分子量	纤维品种
4.5~6.5	24万	薄膜纤维
10~14	22万	长、短丝、BCF
30~38	18万	细紫长丝、复合丝

化学药品177美分 (注: 包括添加剂及催化剂等, 在添加剂中如有紫外光稳定剂则相当5.5美分/公斤, 如无紫外光稳定剂则添加剂用量相当1.0美分/公斤)

电	0.85千瓦时	N <sub>2</sub>	0.07立方米
汽	1.25公斤	燃料气	0.03立方米
冷却水	260公斤	无离子水	0.42美分

※

※

聚丙烯纤维的原料聚丙烯树脂，一般采用高效催化剂（1200毫克/克得率）产量不断提高、成本不断下降，质量能满足抽丝级要求。

对抽丝级聚丙烯的质量要求见表16。

分子量分布  $(Q = \frac{\overline{MW}}{M_n})$

短纤维一般6.6~8.0最大10

长丝一般3~4

灰分

一般要求小于250~300ppm，实际上为60~150ppm。

凝胶粒子

大<1 中1 小<60个/450cm<sup>2</sup>

含氯根：max 50ppm

含水量：max 0.1%

色值：4.0~5.0

结晶度：约70%。

为满足生产细紫长、短丝的要求，美国奇弗龙、菲利浦等公司普遍采用分子量调节剂。将树脂熔融指数（MI）调高到35以上，使分子量降低，而且分子量分布变窄，膨化度变小。

控制树脂流变特性，低温纺丝，保证丝色重现性好，纤维加工性能好，均匀性好。

根据所用聚丙烯树脂的形状（粒或粉）、颜料种类与形状（色母粒、颜料粉）及所纺产品的要求等因素，选配不同流程与设备，各厂繁简不一。主要有计量设备（分批式与连续式）、混合调配设备、储存输送设备等。

资料来源：赴美、日聚丙烯纤维生产技术及应用的报告 纺织工业部聚丙烯纤维生产技术及应用考察小组，1981.1.

※

※

美国一般用通用型聚丙烯均聚物纺丝，纤维级树脂是以熔融指数（MI）分级。

切割扁丝用 MI 4~5

短纤维15~20紫MI 6~8；3~6紫MI 8~12

长丝用MI 18~35

熔融指数不同，树脂的价格也不同。MI 35的树脂估计是用剪切力较强的挤压机不加抗氧剂造一次粒，然后加助剂后再造一次粒，得成品。这一过程，不只是使树脂的平均分子量降低，即MI增大，主要是使大分子部分降解，分子量分布变窄。赫格里斯公司用粉末直接纺丝，并且也生产MI 35的树脂。在丙烯聚合过程中，用氢调方法控制分子量，可制得MI 18的纺丝级树脂，但MI 35的树脂，虽然也能用氢调分子量的方法在聚合过程中得到，但因分子量分布太宽，不适于纺丝。

纤维级树脂分子量分布要窄，对长丝更为重要。树脂等规度一般为93~95%，纺细紫纤维最好96~97%。等规度低3，易造成纤维发粘。纤维厂不测分子量分布和等规度指标。

开始几年，树脂中含Cl<sup>-</sup>量高，腐蚀纺丝设备，后来树脂厂解决了这个问题。

现在纤维厂考核树脂质量，是用2.5英寸的挤压机挤200磅料，加250目过滤网，分别测网子干净和不干净时的压力，则可看出树脂中杂质、灰分及凝胶物对纺丝的影响（注：美国奇弗龙公司曾介绍，测聚丙烯树脂的滤渣含量，以25磅聚合物挤压通过30/100/200/325/100/30目的滤网，将滤渣灼烧并称重，在100磅聚合物中灰分要在20毫克以内）。

树脂灰分含量，各公司不一样，但都比较低，一般在0.02%以下。美国聚丙烯树脂是用密封的大型槽车装运，直接运到纤维厂的加料仓里，严防灰尘混入原料中。

资料来源：关于联合国聚丙烯纤维专家伊万斯在华工作技术小结 化工部科技局1980.6

※

※

## (2) 日本

日本宇部兴产公司堺工厂的聚丙烯生产

该厂于1968年开始引进美国杜邦公司本体聚合法的聚丙烯生产技术，当时生产能力为年产3万吨；1971年扩建，增加一套年产4.2万吨装置，以后又经过改进提高，现在生产能力为年产9万吨。据介绍，美国杜邦公司曾采用第三代催化剂进行试验，规模是日产150吨，试验结果只有均聚物性能好，而共聚物性能差些。堺工厂准备将聚丙烯扩大到年产10万吨，有两条生产线，设计由该公司自己负责，所用设备可由宇部兴产机械厂（即铁工所）加工制造。

堺工厂的产品有60%为均聚物，30%为共聚物，10%为无规共聚物，目前催化剂活性为600~700克/克催化剂，相当于1800克聚丙烯/克钛。

该厂的共聚物主要生产过程、原料丙烯、催化剂（ $TiCl_3 \cdot 1/3AlCl_3$ ）及助催化剂（ $AlEt_2Cl$ ）、分子量调节剂等连续地加入第一聚合釜进行聚合，温度为65~68℃，压力27~28公斤/平方厘米，反应时间1.5~2.0小时，反应热借丙烯蒸发冷凝除去，聚合物由第一釜经闪蒸除去丙烯后，入第二聚合釜。该釜为二个卧式反应器串联，乙烯、丙烯按规定量由二釜顶加入，进行气固相共聚反应。反应温度为60~80℃，反应物连续送到脱灰槽，脱灰是用正庚烷和异丙醇（1:1）的混合物。正庚烷可以抽出无规物，异丙醇可以破坏催化剂。脱灰后的聚合物送去离心分离，分出聚丙烯物料，再经沸腾干燥及转筒干燥，前者用130℃热氮，干燥以后的聚丙烯加入防老剂1010，经挤压造粒包装。据介绍，聚合反应器的容积为60立方米，共两台，加料系数为60~70%，第一聚合釜的物料浓度为50%左右，聚合物的等规度为94%，经脱除无规物后等规度可达98~99%。无规物用做锅炉燃料，但在使用前要除去残存的催化剂，并填加轻油。

资料来源：赴美国、日本化工企业考察报告 化学工业部科学技术情报研究所1979.12.

※

※

日本宇部兴产公司采用美国DART公司技术，后推进了开发技术和改良工程的工作。

DART公司的工艺特点：

- ① 采用本体聚合法，所以在聚合时不需要使用溶剂，并且可用纯度较低的丙烯原料。聚合反应速度快，浆液浓度高，所以聚合釜单机产量大。
- ② 聚合时采用独特的气固相反应器，能够连续生产嵌断共聚物。
- ③ 采用优良的脱灰溶剂，能够获得灰分及金属杂质等很少的纯聚合物，此产品适于制造电气零件，薄膜，纤维等方面的产品。
- ④ 生产设备容易操作，稳定可靠，对安全有特殊考虑。



⑤ 溶剂回收简单。

宇部兴产公司开发成功的技术：

该公司根据过去十年的生产经验，对以下技术进行了改良。

① 聚合物干燥设备。由于使用连续流动干燥器，所以能使设备小型化，并能防止产品劣化。

② 添加剂的混合。该公司研究成功了把各种添加剂与聚合物半自动的均匀混合的方法。

③ 无规聚合物回收精制后，充作燃料油加以利用。

④ 该公司研究成功了一系列的新催化剂，能降低原料消耗和提高产品质量。

⑤ 研制新牌号产品。除了通用级的聚丙烯以外，对于耐热性电容器、薄膜、难燃性电器零件、汽车零件、电线用等各种等级的聚丙烯研究开发工作，也在进行。

宇部兴产公司的聚丙烯成品制造技术：

该公司与宇部日东化成公司，拥有各种聚丙烯加工成型技术。如箱子装包带、瓦楞板箱的平板、绳索要长丝、编织带用的扁丝、各种纤维、地毯等产品在市场上得到各方面的好评。产品类型，见表17：

表 17 产品类型

结 构	指 标	MI (g/10分钟)	乙烯含量 (%)	用 途
均 聚		0.6~15		薄膜、注射、纤维等
无规共聚		2~9	1.7~3.5	薄膜、注射等
嵌段共聚		1~15	5.5~8.5	注膜、挤出、吹铸等
变 性				粘合剂、玻璃增强

宇部兴产公司聚丙烯产品分布

注射	45%
扁丝	5%
薄膜	22%
纤维	10%
吹铸	2%
挤压及其他	15%
出口	1%

纤维用聚丙烯产品规格，见表18。

纤维种类，见表19。

宇部日东化成公司纺1.5袋用聚丙烯树脂的实测值：

使用宇部兴产公司聚丙烯牌号 S115M

等规度 96.0%

MI 15.7g/10分钟