

# 聚酯纤维手册

贝聿洸 编

纺织工业出版社

# 聚酯纤维手册

贝聿泷 编

(限国内发行)

纺织工业出版社

## 内 容 提 要

本手册主要内容为聚酯及其原料对苯二甲酸、对苯二甲酸二甲酯以及聚酯纤维制造的工艺流程、工艺参数、主要设备特征、原材料规格以及消耗定额等。为便于查找，尽量采用图表形式。

本手册可供化纤技术人员、管理干部以及生产工人参考。

## 聚 酯 纤 维 手 册

贝 季 洸 编

纺织工业出版社出版

(北京阜成路3号)

北京印刷一厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

850×1168 毫米 1/32 印张：12% 字数：378 千字

1981年6月第一版第一次印刷

印数：1-6,000 定价：1.80 元

统一书号：15041·1055

(限国内发行)

# 序 言

大力发展化学纤维是解决我国人民穿衣问题的一项战略措施。近年来，由于我国石油化学工业的发展，大大加速了化学纤维工业的建设。为了适应这种形势的要求，我们以引进技术及国内生产实际情况为主要内容，按纤维主要品种陆续组织编写一些技术性手册，供有关技术工作者参考。

聚酯纤维手册分聚酯（聚对苯二甲酸乙二酯）制造和聚酯纤维（聚对苯二甲酸乙二酯纤维）制造两大部分。在编写形式上力求简明，工艺流程、工艺参数及其影响因素、主要设备特征、原材料规格以及消耗定额等尽量采用图表形式，以便查找。其中很多数据取自引进专利项目及某些工厂的技术资料，请注意保密。由于各地生产条件不尽相同，希望有关单位在参考这些数据时，从实际出发，不把这些数据作为编制计划和申请物资的依据。

该手册在编写过程中曾得到上海石油化工总厂、辽阳石油化纤总厂、天津石油化纤厂、燕山石油化工总厂、纺织部设计院、上海第五化纤厂等单位的大力支持。完稿后由程光炳、余振浩同志进行了全面审阅。在书稿审查会议期间徐耕、林镇豪、王承业、徐焯、林其凌、聂涛等同志参加了审查。

手册中存在的缺点和错误，欢迎读者批评指正。

纺织工业部化学纤维局手册编写组

1979/07

# 目 录

<b>第一章 聚对苯二甲酸乙二酯</b> .....	( 1 )
<b>第一节 概述</b> .....	( 1 )
一、聚酯制造的工艺路线 .....	( 2 )
二、聚酯中间体制造方法的对比 .....	( 4 )
三、聚酯单体制造方法的对比 .....	( 10 )
四、聚酯制造方法的对比 .....	( 13 )
<b>第二节 高温氧化法(又称阿莫可法)</b> .....	( 14 )
一、高温氧化法的技术特点 .....	( 14 )
二、高温氧化法生产过程简介 .....	( 15 )
三、高温氧化 .....	( 16 )
(一) 高温氧化反应及其主要影响因素 .....	( 16 )
(二) 高温氧化的流程 .....	( 17 )
(三) 高温氧化工段的主要工艺参数 .....	( 17 )
(四) 高温氧化工段主要设备的技术特征 .....	( 19 )
四、粗 TPA 分离干燥 .....	( 19 )
(一) 粗 TPA 分离干燥的目的 .....	( 19 )
(二) 粗 TPA 分离干燥的流程 .....	( 19 )
(三) 粗 TPA 分离干燥工段的主要工艺参数 .....	( 22 )
(四) 粗 TPA 分离干燥工段主要设备的技术特征 .....	( 23 )
五、醋酸回收 .....	( 23 )
(一) 醋酸回收的目的 .....	( 23 )
(二) 醋酸回收的流程 .....	( 25 )
(三) 醋酸回收工段的主要工艺参数 .....	( 25 )
(四) 醋酸回收工段主要设备的技术特征 .....	( 26 )
六、加氢精制 .....	( 26 )

(一) 加氢反应 .....	( 26 )
(二) 加氢精制的流程 .....	( 26 )
(三) 加氢精制工段的主要工艺参数 .....	( 28 )
(四) 加氢精制主要设备的技术特征 .....	( 29 )
七、精 TPA 分离干燥 .....	( 31 )
(一) 精 TPA 分离干燥的目的 .....	( 31 )
(二) 精 TPA 分离干燥的流程 .....	( 31 )
(三) 精 TPA 分离干燥工段的主要工艺参数 .....	( 31 )
(四) 精 TPA 分离干燥工段主要设备的技术特征 .....	( 32 )
第三节 低温氧化法(又称东丽法或伊斯门法) .....	( 33 )
一、低温氧化法的技术特点 .....	( 33 )
二、TPA 生产过程简介 .....	( 35 )
三、三聚乙醛的制造 .....	( 35 )
(一) 三聚化反应及其主要影响因素 .....	( 35 )
(二) 三聚乙醛制造流程 .....	( 36 )
(三) 三聚乙醛制造工段的主要工艺参数 .....	( 37 )
(四) 三聚乙醛制造工段主要设备的技术特征 .....	( 38 )
四、TPA 的合成 .....	( 40 )
(一) PX 低温氧化反应及其主要影响因素 .....	( 40 )
(二) TPA 合成的工艺流程 .....	( 40 )
(三) TPA 合成工段的主要工艺参数 .....	( 44 )
(四) TPA 合成工段主要设备的技术特征 .....	( 44 )
五、TPA 的洗净干燥 .....	( 45 )
(一) TPA 洗净干燥的目的 .....	( 45 )
(二) TPA 洗净干燥的工艺流程 .....	( 45 )
(三) TPA 洗净干燥工段的主要工艺参数 .....	( 48 )
(四) 湿 TPA 洗净干燥工段主要设备的技术特征 .....	( 48 )
六、醋酸精制 .....	( 48 )
(一) 醋酸精制的目的 .....	( 48 )
(二) 醋酸精制的工艺流程 .....	( 49 )
(三) 醋酸精制工段的主要工艺参数 .....	( 51 )

(四) 醋酸精制工段主要设备的技术特征 .....	(51)
七、DMT 制造过程简介 .....	(51)
八、TPA 的酯化 .....	(53)
(一) TPA 酯化反应及其影响因素 .....	(53)
(二) TPA 酯化的工艺流程 .....	(54)
(三) TPA 酯化工段的主要工艺参数 .....	(56)
(四) TPA 酯化工段主要设备的技术特征 .....	(56)
九、DMT 精制 .....	(57)
(一) DMT 精制的目的 .....	(57)
(二) DMT 精制的工艺流程 .....	(57)
(三) DMT 精制工段的主要工艺参数 .....	(59)
(四) DMT 精制工段主要设备的技术特征 .....	(60)
第四节 氧化酯化法(又称威顿法) .....	(61)
一、氧化酯化法的技术特点 .....	(61)
二、氧化酯化法生产过程简介 .....	(62)
三、氧化 .....	(62)
(一) 氧化酯化反应及其主要影响因素 .....	(62)
(二) 氧化工段的流程 .....	(64)
(三) 氧化工段的主要工艺参数 .....	(67)
(四) 氧化工段主要设备的技术特征 .....	(68)
四、酯化 .....	(70)
(一) 酯化工段的流程 .....	(70)
(二) 酯化工段的主要工艺参数 .....	(74)
(三) 酯化工段主要设备的技术特征 .....	(75)
五、DMT 精制 .....	(76)
(一) DMT 精制的目的 .....	(76)
(二) DMT 精制的工艺流程 .....	(79)
(三) DMT 精制工段的主要工艺参数 .....	(80)
(四) DMT 精制工段主要设备的技术特征 .....	(81)
六、结片包装和熔体输送 .....	(83)
七、酯化工段粗甲醇的分离提纯 .....	(83)

(一) 酯化工段粗甲醇分离提纯的流程 .....	( 85 )
(二) 各分离设备的作用及其主要参数 .....	( 85 )
(三) 酯化工段粗甲醇分离提纯主要设备的技术特征 .....	( 85 )
八、结晶滤液回收 .....	( 88 )
(一) 结晶滤液回收的工艺流程 .....	( 88 )
(二) 结晶滤液回收设备的作用及主要参数 .....	( 88 )
(三) 结晶滤液回收工段主要设备的技术特征 .....	( 88 )
第五节 直接酯化法 .....	( 89 )
一、直接酯化反应的特点 .....	( 89 )
二、连续直接酯化工艺流程 .....	( 91 )
三、连续直接酯化主要工艺参数 .....	( 92 )
四、连续直接酯化主要设备的技术特征 .....	( 94 )
第六节 酯交换 .....	( 95 )
一、酯交换反应的方式 .....	( 95 )
二、酯交换催化剂 .....	( 95 )
三、连续酯交换工艺流程 .....	( 97 )
四、连续酯交换主要工艺参数 .....	( 99 )
五、连续酯交换主要设备的技术特征 .....	( 102 )
第七节 缩聚 .....	( 104 )
一、缩聚反应及其特点 .....	( 104 )
二、缩聚方式 .....	( 105 )
三、生产过程简介 .....	( 106 )
四、添加剂 .....	( 107 )
(一) 添加剂的作用和要求 .....	( 107 )
(二) 催化剂和稳定剂的配制 .....	( 107 )
(三) 消光剂的配制 .....	( 107 )
五、连续缩聚 .....	( 109 )
(一) 工艺流程 .....	( 109 )
(二) 缩聚加热方式 .....	( 115 )
(三) 抽真空方式 .....	( 116 )



(四) 聚合物的粘度控制 .....	(117)
(五) 聚合物的输送 .....	(117)
(六) 缩聚主要工艺参数及其影响因素 .....	(117)
(七) 缩聚主要设备的技术特征 .....	(117)
六、切粒输送 .....	(120)
七、间歇酯交换和缩聚 .....	(123)
(一) 工艺流程 .....	(123)
(二) 主要工艺参数 .....	(126)
(三) 主要设备的技术特征 .....	(126)
八、甲醇、乙二醇的回收 .....	(126)
(一) 工艺流程 .....	(133)
(二) 各分离设备的作用及主要工艺参数 .....	(133)
(三) 甲醇、乙二醇回收主要设备的技术特征 .....	(133)
第八节 原材料及公用工程消耗 .....	(144)
一、主要原材料消耗 .....	(144)
(一) 上海石油化工总厂 .....	(144)
(二) 辽阳石油化纤总厂 .....	(145)
(三) 天津石油化纤厂 .....	(146)
(四) 燕山石油化工总厂 .....	(148)
二、公用工程消耗 .....	(149)
(一) 上海石油化工总厂 .....	(149)
(二) 辽阳石油化纤总厂 .....	(149)
(三) 天津石油化纤厂 .....	(150)
(四) 燕山石油化工总厂 .....	(151)
第九节 主要原材料规格 .....	(151)
一、主要原料 .....	(151)
(一) 对二甲苯 .....	(151)
(二) 新鲜甲醇 .....	(152)
(三) 新鲜乙二醇 .....	(153)
二、催化剂 .....	(154)
(一) 低温氧化用催化剂 .....	(154)

(二) 高温氧化用催化剂 .....	(155)
(三) 氧化酯化用催化剂 .....	(156)
(四) 酯交换用催化剂 .....	(157)
(五) 缩聚用催化剂 .....	(159)
三、消光剂 .....	(160)
四、稳定剂 .....	(161)
五、溶剂醋酸 .....	(162)
六、抗起球助剂硼酸 .....	(162)
七、乙醛 .....	(163)
八、氢 .....	(163)
第十节 质量指标 .....	(164)
一、DMT 的质量指标 .....	(164)
二、PTA 的质量指标 .....	(165)
三、PET 的质量指标 .....	(166)
四、影响切片主要指标的因素 .....	(169)
<b>第二章 聚对苯二甲酸乙二酯纤维</b> .....	(170)
<b>第一节 概述</b> .....	(170)
一、发展简况 .....	(170)
二、产量和发展趋势 .....	(171)
三、用途 .....	(175)
四、品种 .....	(176)
五、规模 .....	(180)
<b>第二节 聚对苯二甲酸乙二酯的质量要求</b> .....	(181)
一、聚对苯二甲酸乙二酯的主要物性参数 .....	(183)
二、聚对苯二甲酸乙二酯的质量要求 .....	(183)
<b>第三节 聚酯短纤维</b> .....	(185)
一、直接纺丝和切片纺丝的比较 .....	(185)
二、直接纺熔体输送 .....	(186)
三、切片干燥 .....	(187)

(一) 干燥的要求 .....	(187)
(二) 干燥方式及流程 .....	(187)
(三) 干燥的主要工艺参数及其影响 .....	(189)
(四) 干燥过程中切片结构的变化 .....	(195)
(五) 干燥和熔融的联结方式 .....	(196)
(六) 主要干燥设备的技术特征 .....	(197)
四、熔融 .....	(198)
(一) 熔融方式 .....	(198)
(二) 螺杆挤压机结构 .....	(200)
(三) 螺杆挤出量的计算 .....	(201)
(四) 熔融工艺条件的选择 .....	(202)
(五) 螺杆挤压机的主要技术特征 .....	(204)
五、纺丝成形 .....	(204)
(一) 纺丝工艺流程 .....	(205)
(二) 纺丝各组成部分的作用、要求及措施 .....	(207)
(三) 纺丝主要工艺参数及其影响 .....	(209)
(四) 组件、泵的清洗 .....	(216)
(五) 喷丝板的检查 .....	(220)
(六) 纺丝机的结构 .....	(220)
(七) 纺丝机的主要技术特征 .....	(229)
六、放置平衡 .....	(230)
七、后处理 .....	(233)
(一) 聚酯短纤维后处理的工艺流程 .....	(234)
(二) 拉伸主要工艺条件的影响 .....	(237)
(三) 热定型工艺条件的影响 .....	(244)
(四) 卷曲 .....	(245)
(五) 切断 .....	(252)
(六) 后处理主要工艺条件 .....	(252)
(七) 后处理设备主要技术特征 .....	(252)
第四节 聚酯长丝 .....	(259)
一、工艺流程简介 .....	(259)

二、切片干燥 .....	(261)
三、熔融纺丝 .....	(264)
(一) 长丝纺丝和短纤维纺丝的差别 .....	(264)
(二) 长丝纺丝机的结构示意图 .....	(265)
(三) 长丝纺丝组件 .....	(266)
(四) 长丝卷绕装置 .....	(268)
(五) 熔体纺丝工艺参数及其影响 .....	(268)
(六) 长丝纺丝机的主要技术特征 .....	(274)
四、拉伸加捻 .....	(278)
(一) 拉伸加捻机各部分的作用、要求及措施 .....	(279)
(二) 拉伸、定型主要工艺参数的影响 .....	(280)
(三) 拉伸加捻机的主要技术特征 .....	(284)
五、变形加工 .....	(286)
(一) 变形加工的分类 .....	(287)
(二) 双区加热假捻机各部分的作用、要求及措施 .....	(287)
(三) 假捻的主要工艺参数及其影响 .....	(289)
(四) 假捻机的主要技术特征 .....	(294)
第五节 高速纺丝和拉伸假捻法 .....	(296)
一、高速纺丝 .....	(296)
(一) 纺丝速度和卷绕丝结构的关系 .....	(296)
(二) 高速纺丝的优点 .....	(297)
(三) 高速纺丝的工艺流程 .....	(299)
(四) 几种高速卷绕机的技术特征 .....	(301)
(五) 预取向丝的性能和结构参数 .....	(303)
二、拉伸假捻法 .....	(303)
(一) 拉伸假捻机构简介 .....	(304)
(二) 拉伸假捻法主要工艺参数的影响 .....	(308)
(三) 拉伸假捻机的主要技术特征 .....	(312)
(四) 一步法和二步法的比较 .....	(312)
第六节 对空调及公用工程的要求 .....	(322)
一、短纤维生产对温湿度的要求 .....	(322)

二、长丝生产对温湿度的要求 .....	(323)
三、聚酯纤维生产对公用工程的要求 .....	(324)
第七节 物料平衡 .....	(325)
一、聚酯短纤维的物料平衡 .....	(325)
二、150 旦/30 根聚酯长丝的物料平衡 .....	(326)
三、150 旦/30 根聚酯低弹丝的物料平衡 .....	(326)
第八节 原材料及公用工程消耗 .....	(327)
一、原材料消耗定额 .....	(327)
(一) 上海石油化工总厂 .....	(327)
(二) 辽阳石油化纤总厂和天津石油化纤厂 .....	(329)
二、公用工程消耗定额 .....	(330)
(一) 上海石油化工总厂 .....	(330)
(二) 辽阳石油化纤总厂和天津石油化纤厂 .....	(331)
第九节 主要原材料规格 .....	(332)
一、聚酯切片或熔体 .....	(332)
二、油剂 .....	(332)
(一) 短纤维油剂 .....	(332)
(二) 长丝油剂 .....	(333)
(三) 弹力加工油剂 .....	(334)
三、清洗组件用盐类 .....	(334)
第十节 质量指标 .....	(336)
一、聚酯短纤维 .....	(336)
(一) 上海石油化工总厂 .....	(336)
(二) 辽阳石油化纤总厂和天津石油化纤厂 .....	(337)
二、聚酯长丝 .....	(338)
三、聚酯低弹丝 .....	(338)
四、影响主要质量指标的因素 .....	(339)
附录 聚酯及其原料、中间制品的主要物化常数 .....	(343)
一、聚酯 (PET) .....	(343)
二、对二甲苯 (PX) .....	(350)

三、对甲基苯甲酸甲酯 (PT 酯).....	(354)
四、对甲基苯甲酸 (PT 酸).....	(355)
五、对苯二甲酸单甲酯 (MMT) .....	(357)
六、对苯二甲酸 (TPA) .....	(357)
七、对苯二甲酸二甲酯 (DMT) .....	(359)
八、对苯二甲酸双羟乙酯 (BHET) .....	(364)
九、乙二醇 (EG) .....	(366)
十、甲醇 (MA) .....	(370)
十一、醋酸 (HAc) .....	(374)
十二、乙醛和三聚乙醛 .....	(377)
十三、三氧化二锡.....	(378)
十四、其他添加剂的性质 .....	(378)

# 第一章 聚对苯二甲酸乙二酯

## 第一节 概 述

聚对苯二甲酸乙二酯（简称聚酯）是制造聚对苯二甲酸乙二酯纤维（简称聚酯纤维，涤纶）的主要原料。近年来涤纶的迅速发展，有力地促进了聚酯（PET）的生产。1979年聚酯中间体对苯二甲酸二甲酯（DMT）的世界生产能力已达484.6万吨/年，精对苯二甲酸（PTA）的生产能力已达338.3万吨/年。图1-1为DMT和PTA世界生产能力的增长。估计今后PTA的增长速度将更快。

聚酯的高速发展促使人们去寻找其最经济的制造的方法。于

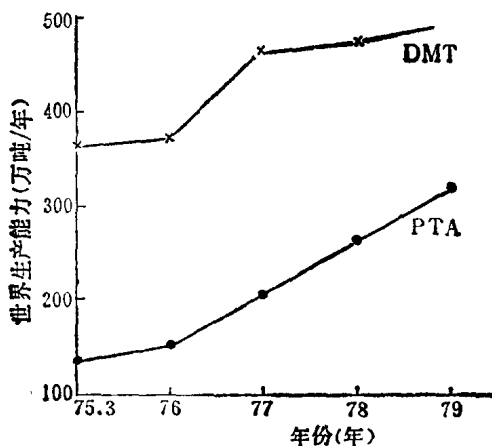


图 1-1 DMT、PTA 世界生产能力的增长  
(资料来源: 日本化纤手册)

是新的工艺路线不断出现，聚酯生产成本大幅度下降。廉价的聚酯生产，反过来又促进了涤纶生产的发展。图 1-2 为美国聚酯短纤维的消耗量及 1.5 旦短纤维价格的变化。美国聚酯短纤维的价格从 1954 年至 1970 年下降了 4 倍多。目前聚酯纤维的价格在国际上已低于除聚丙烯以外的其他合成纤维，加上聚酯纤维性能优异，用途广泛，今后的发展速度将远远超过其他合成纤维。

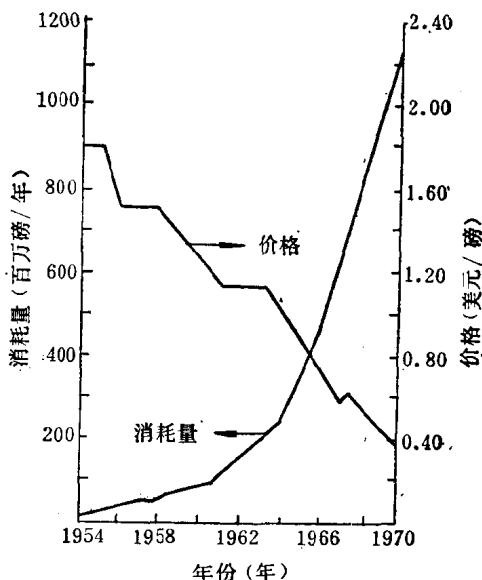


图 1-2 美国聚酯短纤维消耗量及 1.5 旦短纤维价格的变化  
(资料来源: 美国 Science, vol 173)

### 一、聚酯制造的工艺路线

制造聚酯的基本原料是对二甲苯 (PX)。五十年代末期及六十年代初期一些缺油国为了扩大原料来源也有采用炼焦副产品邻二甲苯(OX)、萘 (第一亨格尔法) 或甲苯 (第二亨格尔法) 作为制造聚酯的原料。近年来由于甲苯歧化及二甲苯异构化等新工艺的采用以及对二甲苯分离技术的提高, 对二甲苯的来源不断扩大, 目前已成为制造聚酯的最经济的原料, 约占基本原料的



97%。

制造聚酯的路线、方法很多，归结如图 1-3 所示。

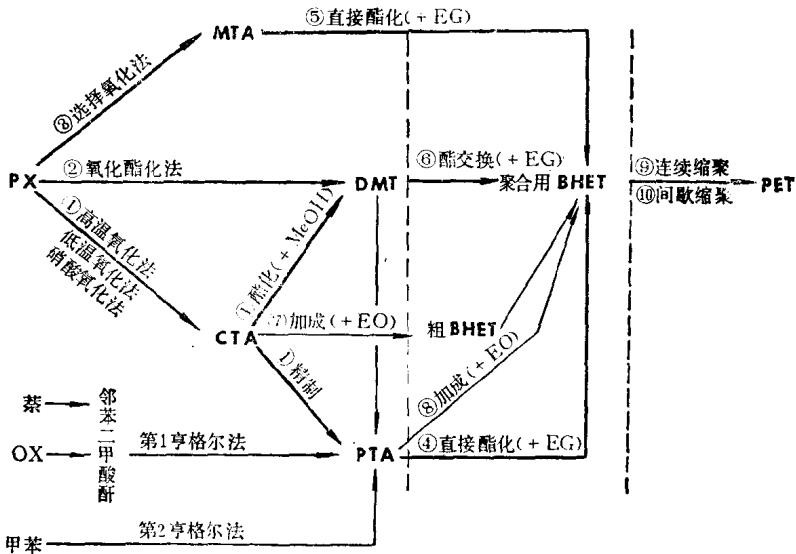


图 1-3 聚酯制造工艺路线示意图

由基本原料对二甲苯、甲苯等制造聚酯(PET)大致可以分成三个阶段：

(1) 聚酯中间体 DMT、精 TPA(PTA)、中 TPA(MTA) 的制造。中 TPA 即 MTA，是指对羧基苯甲醛(4-CBA)含量在 200~1000 ppm 之间，不经精制可直接用于缩聚的 TPA。

(2) 聚酯单体对苯二甲酸双羟乙酯(BHET)的制造。

(3) 聚对苯二甲酸乙二酯(PET)的制造。

以对二甲苯(PX)为原料制造聚酯中间体又有以下几种方法：

(1) 将 PX 氧化成含杂较多的粗对苯二甲酸(GTA)，然后精制成 PTA，或将 GTA 酯化成 DMT 后使用(图 1-3 中①)。

GTA 的制法最早是硝酸氯化法，目前常用的是空气氯化法，