

加强工程技术开发 发展中国聚酯工业

蒋士成

(仪征化纤股份有限公司, 江苏 仪征 211900)

[摘要] 文章叙述了世界和亚洲聚酯及涤纶工业技术发展状况和趋势, 并对市场、产能、产量等进行分析和预测。对中国聚酯及涤纶工业作了相应的分析和预测, 寻找与国外的差距。介绍了国内聚酯工业工程技术开发的情况以及具体做法和成功的经验, 并提出建议。

[关键词] 聚酯; 技术; 发展; 市场; 建议

世界、亚洲及中国的聚酯工业由于技术进步与市场需求的推动, 近 20 多年来高速发展, 亚洲聚酯发展速度更是惊人, 聚酯工业的重心开始移向亚洲。到 20 世纪 90 年代中期由于产能扩充过多, 除中国以外已出现供大于求的局面, 尤其是 1997 年下半年爆发的亚洲金融危机, 使亚洲乃至全球聚酯工业更步入了极其艰难的境地。但世界聚酯业经过一段时间的结构调整, 聚酯工业又将进入新一轮的发展阶段。在我国即将加入 WTO 和面临新世纪聚酯工业发展机遇之际, 对世界、亚洲以及中国的聚酯工业市场、技术、开发、发展进行分析, 寻找差距, 制定对策, 必将有助于我国聚酯工业的发展规划以迎接新世纪的挑战。

1 世界和亚洲聚酯及涤纶工业现状及发展趋势

1.1 世界和亚洲聚酯及涤纶工业技术发展状况

1.1.1 聚酯技术发展 近年来世界聚酯技术正向更大的经济规模发展, 单系列生产能力由 80 年代的 100 t/d、200 t/d 提高到 90 年代的 300 t/d、400 t/d、480 t/d、600 t/d。随着单系列能力的扩大, 每万吨聚酯投资成本呈等比级数下降。如目前世界

前 30 家聚酯生产厂家的平均产能达 36×10^4 t/a。

聚酯工艺路线有以 PTA 为原料的直接酯化法和以 DMT 为原料的酯交换法。PTA 法具有原料消耗低, 无酯交换步骤, 无副产品甲醇, 反应时间短等优势。自 80 年代起已成为聚酯的主要工艺路线。大规模生产线均为连续生产工艺, 半连续及间歇生产工艺则适合于中、小型多品种生产装置。PTA 法连续工艺主要可分为五釜流程及三釜流程, 这二种工艺各具特色。二者缩聚工艺基本相似, 区别在于酯化工艺, 如五釜流程采用较低温度及压力酯化, 而三釜流程则采用高 EG/PTA 摩尔比和较高的酯化温度, 以强化反应条件, 加快反应速度, 缩短反应时间。近年来也有四釜及二釜流程在开发。

采用先进的集散型 (DCS) 自动控制系统对聚酯的工艺生产进行控制和管理。此外, 已有聚酯仿真系统的开发和应用技术在研制, 可具有仿真计算功能、灵敏分析功能、优化功能、成本计算功能、工程计算功能。

新型的聚酯产品技术 PEN、PTT 开发应用前景广阔。

PEN (聚萘二甲酸乙二酯) 是聚酯的新型产

品。由于它具有较高的阻隔性、防水性、气密性、抗紫外线性,较好的耐热性、耐化学性、耐辐射性等,近年来深受世界许多国家的聚酯生产厂商的关注。PEN将广泛地用于碳酸饮料、啤酒、果汁等包装瓶、工业丝、薄膜、磁带、药品包装及工程塑料等方面,是一种极具有开发前景的新型聚酯材料,预计至2005年年均增长率将达35%。

PTT(聚对苯二甲酸丙二酯)也是聚酯系列产品中最具发展前景的新成员。它兼具锦纶和涤纶的优点,具有抗污性、化学稳定性、回弹性和染色性,是一种较理想的纺织用新型热塑性聚酯材料,是世界各国新世纪重点发展的新材料之一。

PTT的用途广泛,主要用于工程塑料、体育用品、薄膜以及纺粘织物,地毯以及服用纤维等方面,具有极大的市场发展潜力。

1.1.2 涤纶技术发展 为适应大规模、高质量、低成本的常规以及差别化的涤纶长丝、涤纶短纤维产品的需求,聚酯熔体直纺技术也得到广泛的应用,与切片纺技术相比每吨纤维生产成本可降低1000~1500元。

生产装置向大型化、高速化、自动化、柔性化方向发展。如涤纶短纤维生产线的单线生产能力经济规模已由过去50 t/d提高到100 t/d、150 t/d、200 t/d,同时积极发展可生产多品种的柔性生产技术。此外还有多孔大面积喷丝板、短程纺等技术

的开发应用。涤纶长丝除POY-DTY二步法传统工艺技术外,随着机电一体化技术的发展,卷绕头的机械速度从4000 m/min发展到6000 m/min、8000 m/min,正在试验12000 m/min,并通过工艺研究出现了不同形式的纺丝拉伸一步法工艺,如HGS(热辊拉伸法)工艺。TCS(热管纺丝法)、HCS(热管拉伸法)、SHSS(超高速纺丝法)亦有良好的发展前景。通过添加聚合物改性剂或突破性工艺改进可将poy纺速从3200 m/min提高到4500~5000 m/min。涤纶产品向差别化、功能化方向发展,如细旦多孔、异型、异收缩、弹性、高吸湿、抗静电、抗辐射、阻燃、抗紫外、抗远红外、抗菌、导电等纤维。此外为适应信息产业、生命科学、环保产业等领域的发展,研究和开发出相应的纤维材料。涤纶也在积极向这些领域拓展,如外科缝线、人工血管、人工肺以及可降解聚酯纤维等。

1.2 世界及亚洲聚酯及涤纶工业的市场、产能、产量以及发展状况

据PCI统计分析,世界聚酯产能1999年与1990年相比增幅为142.8%,年均增长率为10.4%,而亚洲地区(除日本外)增幅为180%,年均增长达12.2%。由此可见进入80年代后,亚洲是聚酯产能发展最快的地区。1990年亚洲聚酯产能占世界总能力的48.85%,而到1995年已上升至57.59%(详见表1、表2)。

表1 世界与亚洲各地区聚酯聚合物生产能力表

Table 1 Polyester production capacity of world

10⁴ t

年份	世界总计	亚洲/远东	北美	南美	西欧	东欧	非洲/中东
1990	1 268.3	619.6	333.0	33.8	163.2	86.7	32.0
1991	1 324.8	671.7	336.2	33.8	172.2	76.8	34.1
1992	1 394.9	725.0	343.3	34.6	178.6	77.8	35.6
1993	1 520.7	805.4	368.0	38.2	191.1	78.1	39.9
1994	1 681.7	894.3	397.3	41.9	217.5	77.6	53.1
1995	1 916.0	1 103.5	410.6	47.6	227.4	72.6	54.3
1996	2 184.3	1 301.6	460.2	48.4	236.9	70.8	66.4
1997	2 532.9	1 385.5	504.3	59.1	287.5	63.0	63.6
1998	2 842.8	1 600.2	552.3	68.5	301.0	62.3	83.0
1999	3 079.9	1 734.9	598.0	82.2	330.2	62.3	93.0

资料来源:PCI,1999年为预计值

由于聚酯产能的不断扩大,产能增长速度大大超过需求的增长速度。从1995年起聚酯产品的装置产能利用率不断下降,但经过结构调整,到

1999年聚酯工业将渡过本周期最困难的阶段,在新的世纪到来时,聚酯工业将迎来新的发展阶段。世界聚酯产品产能利用率统计预测详见表3。

表2 亚洲聚酯聚合物生产能力
占世界总生产能力比重变化表

Table 2 Proportion of Asia's polyester polymerization
production capacity to the world %

	1990	1995	1996	1997	1998	1999
世界总生产能力	100	100	100	100	100	100
亚洲地区所占比率	48.85	57.59	59.59	54.70	56.30	56.33
其它地区所占比率	51.15	42.41	40.41	45.30	43.70	43.67

资料来源: PCI

表3 世界聚酯产品产能利用率和预测

Table 3 Operation rate of world polyester production capacity and forecast %

年份	1997	1998	1999	2000	2001	2003	2005	2007	2009
聚酯产能利用率	84.6	82.3	81.8	86.1	89.5	89.9	96.2	107.0	118.2
涤纶短纤维利用率	84.1	82.1	83.1	87.1	87.9	86.8	91.8	98.8	107.9
涤纶长丝利用率	88.9	83.8	83.6	87.8	93.3	94.9	100	112	125.1

资料来源: PCI

在聚酯生产能力中,非纤聚酯的发展速度很快。1996年,世界聚酯包装树脂和薄膜产能分别为 451.9×10^4 t和 138.2×10^4 t,占世界聚酯总产能的20.7%和6.3%。1997年世界聚酯包装树脂和薄膜产能分别为 585.9×10^4 t和 151.2×10^4 t,占世界聚酯总产能的23.13%和5.9%,1998年则分别为 699.5×10^4 t和 163.1×10^4 t,占世界聚酯总产能的24.6%和5.7%。预计到2000年将分别达到 823.6×10^4 t和 176.9×10^4 t,年均增长分别为17.6%和6.2%,并且各占世界聚酯总产能的26.0%和5.59%,非纤聚酯产能约占总产能的三分之一。

2 中国聚酯及涤纶工业现状及发展趋势

聚酯工业一直是我国化纤工业发展的重点,经过近20年的高速发展,目前已建成聚酯产能约 390×10^4 t,预计2000年底将达到 500×10^4 t,这对缓解纺织原料紧缺和结构性矛盾作出了很大贡献。我国聚酯工业总的来看具有以下特征:

2.1 产能、产量大幅度增长,为世界第二大聚酯生产国

1998年聚酯产能占全球产能的13.6%,预计到2000年占全球产能的15.8%;1996~2000年产能平均增长18.9%,比全球和亚洲其它地区同期年均增长分别高9.1%和7.5%。

中国聚酯的产量1983年仅有 16.4×10^4 t,

对世界和亚洲的聚酯工业发展的预测,据PCI分析,从1998年到2008年,预计全球聚酯产能增速将减慢,1998~2001年为5.8%,2001~2004年为5.3%,2004~2008年为3.1%。也有比较乐观的分析,如1998年12月在瑞士苏里世召开的'98聚酯世界生产会上Maack公司认为从1999年到2005年,聚酯产能还可以增长33%~40%,平均年增长率为6.6%~8%,世界聚酯工业大投资将从2000年开始,聚酯工业将进入新一轮快速发展阶段。

1988年为 73.6×10^4 t,1990年为 91.7×10^4 t,1993年为 123.2×10^4 t,1995年为 154×10^4 t,1998年为 360×10^4 t,1999年估计将超过 400×10^4 t,近5年聚酯产量平均增长速度高达27%,产量增长速度比产能高出8%以上。

中国聚酯及涤纶工业高速发展,主要是靠重复的大量引进国外成套设备及技术,新建工程项目。总计国内先后引进50余条聚酯生产线,有吉玛、伊文达、钟纺、杜邦等多家技术路线。

2.2 需求增长高于产能增长,缺口很大,具有良好的市场发展前景

国内对聚酯及涤纶产品的需求很大,国内产品的供应缺口较大,每年均需大量进口,总量均在 100×10^4 t以上(详见表4)。

表4 我国近年来进口聚酯产品量

Table 4 China's import of polyester in recent years

	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年
聚酯切片	26.4	26.8	32.1	21.02	34.41
涤纶纤维	75.6	95.6	110.7	92.24	83.83
合计	102	122.4	142.8	113.36	118.22

资料来源:海关统计

2.3 中国的聚酯工业在迅猛发展的同时也存在诸多不足

2.3.1 生产能力不配套,原料不足 聚酯业链上下游生产能力不配套,聚酯的重要原料PTA、EG供应不足,每年有1/3的原料需进口补足。

2.3.2 缺乏竞争力 生产集约程度不高,地区布局分散,企业数量过多,且装置规模小,技术水平较低,设备落后陈旧,劳动生产率低,生产成本低。随着聚酯产品生产技术不断进步,连续法聚酯生产线单线的经济规模已提高至 10×10^4 t/a (300 t/d),而国内聚酯企业除仪征、龙涤、开平以及台资翔鹭具有单线300 t/d、400 t/d能力外,绝大部分为100 t/d及200 t/d单线规模,在整厂规模上除仪征、上海、辽化、天津、洛阳以及翔鹭具备 20×10^4 t/a以上的能力外,大部分在 6×10^4 t/a左右。还有一大批5 000~10 000 t/a的间歇法小聚酯,据不完全统计,全国主要聚酯38家 400×10^4 t/a产能,平均单厂产能约 10.52×10^4 t/a。而目前世界聚酯经济规模单厂产能一般为 20×10^4 t/a以上。

直纺涤纶纤维的单线经济规模也已提高至 3×10^4 t/a (100 t/d),而国内除龙涤、辽化、上海、浙涤、联吉、天沈、洛阳、翔鹭具有先进的100 t/d、150 t/d的生产线外,主要是50~60 t/d的单线规模。在整厂规模上仅有仪化、辽化、上海、天津、洛阳、翔鹭大于 10×10^4 t/a,其余均较小,不少为10 000 t/a以下,而目前世界涤纶短纤维的经济规模单厂产能一般为 10×10^4 t/a以上。

涤纶长丝生产大批量常规品种的直纺、高速工艺技术和设备有了很大进步,工厂经济规模达 10×10^4 t/a。而国内基本上仍以切片纺为主,直纺长丝仅占15%左右。除仪征和翔鹭规模超过 10×10^4 t/a外,其余均较小,平均单厂规模约10 000 t/a左右。而目前世界涤纶长丝的经济规模单厂产能一般为 10×10^4 t/a以上。

综上所述,我国聚酯产品技术,除少数企业外,与国际先进水平相比,至少落后5~10年。

2.3.3 产品单一,技术及产品开发能力不足 对织染后加工技术和织物面料的市场动向研究掌握不够。不适应市场等各种不同面料的要求。非纤聚酯的品种及技术开发薄弱,差别化及功能性聚酯产品开发虽有不少研究,但真正产业化的较少。

2.3.4 设备、技术以成套引进为主,建设成本过高 在设备及技术引进中,我国的关税及增值税较高,与亚洲其它国家和地区的同行相比,投资要高

出近20%,再加外商对设备、材料承包以及收取专利及技术秘密费、设计费等,与采取国产化技术、国内承包设计采购方式相比,总投资至少高50%。更因我国的许多主要聚酯企业建设于“八五”期间,正是全球聚酯建设高潮期,成套引进的代价更高,造成目前不少企业不堪重负。

2.3.5 缺乏资本金,负债率过高,成本中财务费用增加 国内“八五”期间建设的主要聚酯企业,负债率高达80%~90%,甚至有的100%负债建厂。这些企业的期间费用,大大超过台、韩同行。

2.3.6 管理粗放、劳动生产率低 管理机构重叠,生产岗位人员配置过多。我国聚酯及涤纶企业,人均劳动生产率比国外先进企业要低50%~60%。劳动力成本已接近先进国家水平,无廉价劳动力优势可言。

2.4 中国聚酯产品市场的发展前景

虽然世界及亚洲的聚酯产品市场出现了供大于求的现象,但中国的聚酯产品市场有自己的特点,由于人口众多,需求随供应同步增长,市场的成长性良好,发展前景广阔。从表4可看到,1999年内需不足的情况下,聚酯产品净进口总计 118.24×10^4 t/a,如再考虑进口面料中折算聚酯纤维尚有约 40×10^4 t/a的进口量。目前国家正在组织编制纺织工业“十五”规划和2010年远景规划,依据有关资料分析化纤发展前景初步预测如表5。

表5 我国化纤总量发展初步预测

Table 5 Initial forecast of China's chemical fibers industry development 10^4 t

年份	1995	1999	2005	2010
化纤需求	480	750	1 000	1 300
化纤产量	352.97	600	900	1 200
化纤产能	408.6	690	950	1 300

1999年涤纶占化纤总产量的73.9%,再考虑非纤聚酯产品的发展,预计至2005年将有 200×10^4 t以上新增聚酯产能的发展空间。

但必须注意到中国聚酯市场已经从完全的供应短缺转变为竞争性供需平衡态势,中国聚酯产品的供应缺口由谁来弥补,将视其产品的竞争力来决定。中国聚酯工业要进一步健康的发展,必需要有自己的技术和开发能力,才会在激烈的市场竞争中具有优势,在这方面已有良好的开端。

3 加强工程技术开发，发展中国聚酯工业

3.1 对引进的聚酯装置进行消化吸收创新

从1992年起，仪化公司依靠自己的技术力量对聚酯装置引进技术进行消化、吸收和创新，在对聚酯装置薄弱环节的不断优化改造和实施聚酯装置增容10%改造项目的基础上，以仪化为主体，采取产、学、研相结合的形式，牵头组织中国纺织工业设计院、华东理工大学和南化公司化工机械厂，开展了聚酯生产工艺、反应机理和反应器的国产化攻关研究，取得了预期的成果并成功应用于仪化公司聚酯第八单元30%增容改造项目上，使该装置的生产能力从200 t/d提高到300 t/d，实际增容能力在50%以上。目前已成功推广应用在仪化公司聚酯三、六、七等单元，其中三单元生产能力已达330 t/d，实际增容65%，1999年仪化公司因增容 16×10^4 t聚酯创纯利润 2×10^8 元人民币。

1996年10月开始在聚酯八单元改造成功的基础上，开展了 10×10^4 t/a聚酯成套设备科技攻关项目。经过近3年的攻关研究，已形成了 10×10^4 t/a聚酯国产化成套技术要求的工艺技术软件包，并已通过了中国石化集团公司组织的技术鉴定。基础设计以及主要反应器的设计和制造也已完成，工程项目已开工建设，目前土建施工完毕，设备在2000年9月基本安装完，已进入调试阶段，计划年底即可建成投产。

3.2 10×10^4 t/a 国产化聚酯装置工艺技术与设备的特点以及与国外先进技术的技术经济比较

1) 第一酯化反应器采取低温、长停留时间达到较高的酯化率(91%)，接近于操作条件(温度、压力、反应摩尔比)下的平衡酯化率，并设计较大的汽相空间减少气相物蒸发夹带，有利于装置稳定运行。

2) 两个酯化反应器共用一个分离塔。采用国内新型专利导向浮阀塔盘，替代国外采用的传统的笨重的泡罩塔。不仅分离效率高，生产易于控制且设备造价较低。

3) 采用乙二醇蒸汽喷射产生真空，较有些引进装置的水蒸汽喷射真空系统生产能耗低且废水量大大减少，有利环保。

4) 乙二醇在装置中全回用。降低了乙二醇的单耗。改进的乙二醇加入方式改善了后缩聚真空系

统操作工况，提高了装置运转稳定性。

5) 设置尾气淋洗塔，使排放达环保要求。

6) 对五个关键的反应器采用碳钢、不锈钢复合钢板制造筒体；加热保温夹套采用碳钢(而引进装置反应器筒体及夹套均为不锈钢制造)，从而大大降低了设备造价。

7) 产品质量和原料单耗与国外最新引进装置相比，国产的聚酯装置达到90年代后期先进技术水平，个别指标甚至优于国际先进技术水平。

8) 10×10^4 t/a聚酯装置投资约 1.8×10^8 ，与成套引进装置相比可节约50%以上，将大大增强产品的竞争力。

3.3 国产化工程技术开发工作的要点

3.3.1 研究工作 以基础理论研究工作为核心，科研单位为主体对聚酯的工艺技术，按酯化、预缩聚及终缩聚三个主要过程开展基础理论及工程技术研究。

1) 对PTA与EG直接酯化过程进行分析实验，并研究清晰点、反应条件(时间、温度、压力、摩尔比)对酯化率和DEG的影响。建立PTA溶解度方程、清晰点、酯化反应动力学模型以及DEG副反应动力学模型。再以工业生产数据进行修正和考核。对反应器进行冷模实验，通过停留时间分布测定，确定内室结构反应器流动模型，并测定搅拌浆型选择及混合性能研究和功率。

2) 分别采用静止膜法和搅拌法对预缩聚过程进行分析实验，考察了反应时间、温度、压力、搅拌程度及膜厚对特性粘度、端羧基的影响，并对DEG生成进行研究，建立预缩聚动力学模型、端羧基变化动力学模型，再以工业生产数据进行修正和考核。

3) 对最终缩聚过程以及圆盘反应器分析，是属于反应-脱挥串联过程，过程速率由反应和脱挥共同决定，反应速率不随设备变化，而脱挥速率是随设备变化。采用静止膜法进行反应规律研究，建立反应动力学模型，采用降膜反应器和圆盘反应器($\phi 300$ mm及 $\phi 1200$ mm小试及中试设备，进行验证实验，采用 $\phi 350$ mm、 $\phi 574$ mm、 $\phi 2000$ mm圆盘进行冷模实验，再结合反应器的搅拌与混合，成膜与更新及流动与传质等传递规律的研究结果，建立聚酯工业缩聚过程模型，用实际工业生产数据对模型计算结果校核，利用聚酯工业缩聚过程模型进行反应器操作设计计算。

3.3.2 开发工作 以工程技术开发工作为核心,设计单位为主体,在科研工作基础上提出工艺流程、工艺条件、控制方案、物料平衡、能量平衡、物料品质指标等工艺软件以及各反应器结构、传热要求,完成全流程配套设备的选型等,形成 10×10^4 t/a 聚酯国产化成套技术软件和基础设计,使各项技术经济指标达到国际先进水平。

3.3.3 制造工作 以设备制造工作为核心,制造单位为主体,对采用复合钢板制造反应器内筒,对改型“L”型液相热媒夹套,大型盘管加热器和大型卧式圆盘反应器主轴的冶炼铸造、调质、轴套表面处理等设计制造技术进行研究,设计制造2台酯化反应器,2台预缩聚反应器,1台终缩聚反应器,工艺塔及配套附属设备,形成大型聚酯装置主要设备国产化制造能力。

3.3.4 施工与生产 以施工建设和生产运行工作为核心,生产企业为主体,采用自主开发的技术软件包和国产化设备建设一套年正常生产时间不低于8000 h,产量为 10×10^4 t/a 的国产化成套聚酯装置,并开发出相应的生产运行、维修、安全、质量控制等一系列生产技术及管理软件。

3.3.5 考核与验收 待装置开车,投入正常运行后,按国产化“攻关”项目合同进行考核验收,从而形成包括技术软件、设计、设备制造和装置成套以及生产技术、管理等内容完整的大容量聚酯装备技术的工程化能力。

3.4 国产化工程技术开发工作的体会

根据仪化股份有限公司组织国产化聚酯工程技术开发的经验和总结,有几点体会可供其它项目借鉴。

1) 以企业为创新主体,组织工厂、院校、设计、制造厂等为一体的产、学、研相结合的形式,进行重大装备和技术的攻关是一种有效的方式。

2) 树立技术创新的观念,在消化吸收引进技术设备的基础上瞄准世界先进水平,在高起点、高标准的前提下组织实施。

3) 以工程技术开发为核心,在工艺软件包及重大工艺装备攻关方面软硬件并重,形成自主知识产权的技术和工程化能力。

4) 采用先进的、科学的方法,如对各工艺过程进行分析,建立有效实验设施(包括冷模、热模试验及必要的中试),建立过程模型并采用计算机模拟和仿真技术以及采用工业生产装置实际运行操

作数据进行验证校核模型等,以满足工程设计上各有关计算的要求。

5) 对对现有装置的技术改造入手,将开发的国产化聚酯技术和装备分步实施,逐步完善并形成成套工程化技术。

6) 有国家计委、国家经贸委、中石化集团公司、国家纺工局以及企业领导的大力支持。如列入国家“九五”重大装备国产化攻关项目以及中石化“十条龙”攻关项目,在人、财、物等方面到位,依托工程落实等才得以全面完成攻关任务。

4 对国产化聚酯工程技术应用的展望和建议

1) 以仪征化纤股份有限公司为主体开发的国产化聚酯工程技术,在仪化老聚酯装置技术改造增容以及产品结构调整中已见成效,并已在四套装置上推广应用。此外,在辽阳石油化纤 20×10^4 t/a 聚酯装置改造增容到 30×10^4 t/a 工程项目中取得成功。该技术具有巨大的发展前景。如能在全国聚酯装置技术改造及扩建中推广应用,将对调整我国聚酯产业结构,增强竞争力起很大作用。

2) 目前全国正在兴起新一轮新建聚酯热,建议政府除对总量进行控制外,还应针对盲目成套引进聚酯技术和装备进行限制,支持和鼓励应用国产化大容量聚酯工程技术及装备,国内完全有条件进行工程总承包。今后也可以参加聚酯装置国际工程承包竞争。

3) 在现有成果的基础上,建议进一步组织对世界级最大规模600 t/d 聚酯装置进行成套工程技术和装备的开发工作,并进一步拓展,开发大容量共聚酯(CP)及固相增粘瓶级聚酯(SSP)技术和设备。

4) 应用本项目开发的经验,在聚酯工业的相关产品如大容量直纺涤纶短纤维、直纺涤纶长丝以及原料PTA的国产化成套工程技术的装备的开发,以免再重复引进国外成套聚酯装置之错误。

参考文献

- [1] 孔静民,陆德民,吴孝帆.聚酯工艺[M].北京:化学工业出版社,1985
- [2] 周子洪.间歇TPA法制备PET过程中DEC生成规律及控制方法[J].合成纤维,1991,2(2):22~24

- [3] Yamada T. Effect of diantimony trioxide on direct esterification between terephthalic acid and ethylene glycol [J]. *J Appl Polym Sci*, 1989, 37: 1821
- [4] Ravindranth K, Mashelkar R A. Modeling of poly (ethylene terephthalate) reactors: 5 acontionous prepolycondensation process [J]. *Polym Eng Sci*, 1982, 22 (10): 619~627
- [5] 大连合成纤维研究所译. 聚酯反应研究 [M]. 北京: 化学工业出版社, 1981. 233~319
- [6] Cheng I, Choi K Y. Modeling of a continuous rotating disk polycondensation reactor for the synthesis of thermoplastic polyesters [J]. *J Appl Polym Sci* 1996, 61: 763~773
- [7] Sampson K J, Neogi S. Modeling high-viscosity, melt-phase, onensation polymer reactors with a time - scales analysis [J]. *J Appl Polym Sci*, 1995, 58: 2095~2100
- [8] 潘勤敏. 聚合物系质量传递 [M]. 杭州: 浙江大学出版社, 1996
- [9] 张伟. 高粘物系脱挥反应器开发及其在聚酯工业中的应用 [D]. 上海: 华东理工大学, 1996
- [10] 王良生. 旋转圆盘上的滚膜运动与物质传递 [D]. 上海: 华东理工大学, 1999
- [11] 赵玲. 聚酯缩聚反应与脱挥 [D]. 上海: 华东理工大学, 1999
- [12] 蒋士成. 中国聚酯及涤纶纤维工业的现状和发展 [J]. *石油化工动态*, 1999, 7 (1): 15~19
- [13] 朱中南, 戴迎春, 赵玲, 等. 聚酯引进装置的增产改建 [J]. *聚酯工业*, 1995, 4: 2
- [14] 祖荣祺. 聚酯酯化、缩聚反应器机械设计分析 [J]. *聚酯工业*, 1996, 2: 13~44

Strengthening the R&D of Engineering Technology and Developing the Polyester Industry of China

Jiang Shicheng

(*Yizheng Chemical Fibers Co. Ltd., Yizheng, Jiangsu 211900, China*)

[Abstract] Due to the technology development and market demand, the PET industry has been developed very quickly in China, Asia and the whole world in the last twenty years. The focus of the PET industry has been moving to Asia and the Asia's PET industry has been brought to a new stage. The technical development, market, production capacity and output of PET and polyester fibres industry at home and abroad are analyzed and forecasted to find out the gap between China and the developed countries in this field. The stress is placed on the development and research of the domestic PET engineering technology and the proven experiences. Some proposals are put forward.

[Key words] polyester; technology; development; market; suggestion

美国军方计划研制超级战衣

美国军方计划动用 5 000 万美元研制一种好像盔甲一样的超级战衣, 以增强美军的战斗力。

这种新式战衣可提高士兵的行动速度, 同时使他们受到更好的保护。据称, 这种“盔甲”战衣能让士兵徒手拿起重型枪炮, 跑得更快, 有更好的对外通信和抵御敌人攻击的能力, 而且可以避免被己方或友军误伤。

这种新式战衣也装有感官触觉系统, 可以扩大士兵的视野, 同时可以传送关于战场实地情况的信息; 战衣内监察系统也可以让后方的长官知道士兵的健康情况。