

市场研究

聚碳酸酯的生产市场分析

魏东炜 崔金华 李复生 殷金柱 宋光复

(天津大学石油化工技术开发中心, 天津 300072)

摘要:分析了国内外聚碳酸酯(PC)的生产现状,包括已有、在建及计划建设的装置产能,并预测了今后生产和需求的发展趋势;展示了国内 PC 工业化技术的开发现状。2002 年全球 PC 产能约为 200 万 t/a,预计到 2006 年产能将增加到 250 万 t/a,需求将达到 300 万 t,并且在光学介质和汽车行业将会表现出强劲的扩张性需求。我国 2002 年 PC 进口量超过 40 万 t,预计今后几年国内需求增长速度仍较快。建议国内企业应加大科研投入,加速我国 PC 工业的发展。

关键词:聚碳酸酯;生产;供应;需求;市场;预测

中图分类号:TQ323.41

文献标识码:A

文章编号:0253-4320(2003)10-0054-03

Production and market analysis of polycarbonate

WEI Dong-wei, CUI Jin-hua, LI Fu-sheng, YIN Jin-zhu, SONG Guang-fu

(Research and Development Center for Petrochemical Technology, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

Abstract: The status quo of current domestic and abroad production was analyzed, including productive capacity of polycarbonate (PC) of existing equipments and those under construction, and the trends of production and demand in the future were forecasted. The status quo of industrialized technology of PC in China was shown. The global capacity of PC was about 2 million tons/year in 2002 and was predicted to increase to 2.5 million tons/year with demand as 3 million tons/year by 2006. In the optical media and automotive markets, PC will be expanded to meet emerging application requirement owing to its properties of high clarity and impact strength in the future. In 2002, China's PC import amount was over 400 thousand tons. It was predicted that China's PC demand would remain rapid growth within the future several years. It was suggested that the enterprises in China should increase the investment in researches to accelerate the development of PC industry.

Key words: polycarbonate; production; supply; demand; market; forecast; industrial technology

聚碳酸酯(PC)是一种综合性能优异的热塑性工程塑料,它具有突出的抗冲击性能、耐蠕变性能,具有较高的抗张强度、抗弯强度、伸长率和刚性,并具有较高的耐热性和耐寒性,可在 $-100 \sim 140^{\circ}\text{C}$ 温度内使用,电性能优良,吸水率低,透光性好,可见光的透过率可达 90% 左右。聚碳酸酯还可以和其他聚合物共混形成合金,改善其抗溶剂性及耐磨性较差的缺点,性能会更加完善。在五大工程塑料消费量中,PC 仅次于聚酰胺(PA)居第 2 位。PC 在国民经济各领域中有广泛的用途^[1],可用作建筑板材、光盘、飞机组件、仪表盘和医疗器械等。PC/ABS 合金作为高耐冲、高阻燃材料,用作监视器机壳、车用壳体和保险杆等。汽车照明灯和车窗等车用 PC 可能

是 PC 下一个快速增长的应用领域。

1 生产现状及发展趋势

1.1 国外生产现状

目前世界上 PC 生产主要集中在美国、西欧和日本,这三大产地的生产能力约占世界生产能力的 90%。世界 PC 总生产能力约为 200 万 t/a。现有主要 PC 装置有 20 余套,单套生产能力最大的是美国通用电气(GE)塑料公司在美国印第安纳州 Mount Vernon 的 24.5 万 t/a 装置。GE 塑料公司是最大的 PC 生产商,建在美国、荷兰、西班牙、日本和巴西的 PC 装置总生产能力为 81 万 t/a,约占全球总生产能力的 40%。德国拜耳(Bayer)公司为第二大 PC 生产

商,建在美国、德国、比利时、意大利和泰国的 PC 装置生产能力为 44.4 万 t/a,约占全球总生产能力的 27%。美国陶氏化学(Dow Chemical)公司是第三大 PC 生产商,建在美国、德国和日本的 PC 装置生产能力为 28 万 t/a。2002 年世界 PC 生产商及生产装置详见表 1。

表 1 2002 年世界主要 PC 生产厂商及装置

生产商	地点	生产能力/ 万 t·a ⁻¹
GE 塑料	荷兰 Bergen op Zoom	17
	美国阿拉巴马州 Burkville	20
	美国印第安纳州 Mount Vernon	24.5
	西班牙 Cartagena	13
	日本千叶	4.5
	巴西 Camacari	2
拜耳	比利时 Antwerpen	11
	美国德克萨斯州 Baytown	12.7
	德国 Krefeld	15
	泰国 Map Ta Phut	4
陶氏化学	意大利 Nera Montoto	1.7
	德国 Stade	10
	美国得克萨斯州 Freeport	8
帝人化成	日本新居滨	10
	新加坡 Sakra Island	8
出光石化	日本千叶	4.7
三菱瓦斯化学	日本鹿岛	2.5
	日本大阪	2.5
泰国聚碳酸酯	泰国 Map Ta Phut	5
三菱化学	韩国楸田	5
三洋化成	韩国	4.5
台化/出光石化	中国台湾	5
旭美化成	中国台湾	5

1.2 国内生产现状

1965 年我国聚碳酸酯实现工业化生产,采用土法技术上马的企业先后多达 20 余家,但规模小而分散,一直阻碍着行业发展,目前不少企业已停产。上海申聚化工厂(原上海中联化工厂)的 500 t/a 连续化中试装置于 1973 年投产,后来部分引进国外技术对老装置进行改造,计划产能达到 1 600 t/a,预计 2003 年改造完成。重庆长风化工厂的 1 000 t/a PC 生产装置于 1979 年投产,产品色泽发黄,开工率维持在 20%~30%。由中化化工科学技术研究总院(原化工部科技研究总院)设计的五矿常州合成化工总厂的 3 000 t/a PC 成套生产装置,投资 6 000 万元

于 1995 年投产,产品主要用于生产阻燃型和增强型 PC 板材,目前开工率不到 20%。我国 PC 总生产能力为 5 600 t/a,1999 年产量只有 1 300 t,2001 年和 2002 年的产量还不足 1 000 t,且大部分自用,原因是国产 PC 的质量达不到下游生产厂家的要求。目前国内 PC 生产远远满足不了市场需求,完全依赖进口。我国 PC 主要生产厂家见表 2^[2]。

表 2 我国 PC 主要生产厂家

厂家	采用工艺	生产能力/万 t·a ⁻¹
上海申聚化工厂	酯交换法	1600
重庆长风化工厂	酯交换法	1000
五矿常州合成化工厂	光气法	3000

1.3 生产发展趋势

2003 年以来全球主要 PC 生产商在建和扩能装置见表 3^[3]。在 2003 年到 2006 年期间将有约 50 万 t/a 的新能力投产。2003 年到 2004 年预计装置的利用率在 80%~85%,2006 年将达到 90%~95%。

表 3 全球主要 PC 生产商在建和扩能装置

公司	地点	产能/ 万 t·a ⁻¹	备注
台塑/出光石化	中国台湾麦寮	5	预计 2005 年投产
旭美化成	中国台湾台南	5	预定 2003 年扩建为 10 万 t/a
GE 塑料	西班牙 Cartagena	13	计划 2004 年由 13 万 t/a 扩能到 26 万 t/a
IG/陶氏化学	韩国丽川	6.5	预计 2004 年扩能到 13 万 t/a
泰国聚碳酸酯	泰国 Map Ta Phut	5	预计 2003 年下半年前扩能到 14 万 t/a
拜耳/上海氯碱化工	中国上海	20	计划 2005 年建成

2 市场需求及预测

1999~2000 年是 PC 行业的黄金时期。全球 PC 需求随信息技术(IT)业飞速发展而大幅增长,1999~2000 年需求增幅超过 15%。2001 年市场行情急转直下,全球性的经济萎缩导致 PC 需求减少了 7%,降到 190 万 t。欧洲和美国的消费量分别降低了 10%和 20%。2002 年市场形势出现好转,需求恢复增长,销售价格和利润都有所改善。2003 年年初以来,复苏步伐放慢,PC 行业还处于低谷。

乐观观点认为,美国经济复苏会带动全球的经济,将增加 PC 中、长期需求量,PC 仍有较大利润上升空间。估计未来需求将以每年 8%~10%的速度

增长。亚洲将继续以每年 15% 的速度强劲增长, 欧洲和北美将以每年 8% 的速度增长。全球总需求将从 2001 年的 190 万 t 增加到 2006 年的 300 万 t。

国内 PC 产量严重不足, 每年要靠大量进口来弥补。1997 ~ 2001 年我国 PC 进口量分别为 8.18 万、10.88 万、10.06 万、23.6357 万、26.6319 万 t, 2002 年全球 PC 需求量增长 5% ~ 7%, 而中国的需求量则增长 40%, 当年进口量 40 万 t 以上^[4], 比上年增加 14 万 ~ 15 万 t。由于我国 PC 的生产尚处于试验阶段, 没有形成规模化生产能力, 需求基本上依赖进口, 因此, 国际资本纷纷加快对华投资力度。

目前在华投资 PC 的国际跨国公司主要有拜耳、帝人和通用电气。拜耳公司在上海漕泾化工区 18 亿美元的第一期投资中, 包括 20 万 t/a PC 及配套的 20 万 t/a 双酚 A 项目, 将于 2005 年建成。为加快建设步伐, 拜耳公司正在与 GE 塑料公司就合资建设该项目而洽谈。日本帝人公司 2003 年 7 月宣布其制造和销售树脂的子公司帝人化成将以全额出资的形式, 在浙江设立帝人化成(中国)公司, 计划到 2007 年形成年产 10 万 t PC 的生产规模。

即使如此, 届时需求缺口仍很大, 仍要从国外大量进口, 因此在国内有条件的地方再建 1 套具有经济规模的生产装置是必要的。

国际上 PC 的消费结构为: 灯和建筑薄板材料(22%)、光盘(17%)、汽车(16%)、医学用途(9%)、电脑和商务设备(8%)、仪器用途(7%)、娱乐和金属材料(7%)、包装材料(4%)以及电器、照明和薄膜等(10%)。光学介质(光盘 CD、DVD 等)是 PC 过去几年快速发展的增长点, 汽车照明灯和车窗等车用 PC 可能是下一个快速增长领域。拜耳和 GE 公司联合成立的 Exatec 公司^[5]生产的 PC 汽车窗用玻璃已满足市场发展需求, 如果 4 mm 厚的玻璃窗用同样厚度的 PC 玻璃代替, 其质量可减轻为原来的一半。GE 公司 2001 年推出的用于车壳体的新型 Xenoy PC/聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT)合金本身带色, 免除了车身壳体喷漆的成本, 减少了环境污染。

我国 PC 主要用于生产光盘, 据业内人士评估, 2002 年我国光盘市场的规模仅次于美国而位居世界第 2 位。在化纤方面, PC 主要用于代替木质的纱管; 在轻工方面, 主要用于透光材料。而国外 PC 消费比例较大的建筑薄板材料和汽车行业, 目前在我国消费相对较低。今后几年是我国建材业和汽车业蓬勃发展的阶段, 此领域的 PC 需求潜力巨大。由此可见, 我国未来的 PC 市场前景十分光明。

3 工业化生产技术

目前 PC 工业化装置采用的工艺路线主要是界面光气法。该工艺先由双酚 A 与氢氧化钠溶液生成双酚 A 钠盐, 在二氯甲烷溶液存在下通入光气, 使其在界面上与双酚 A 钠盐反应生成低分子 PC, 然后在缩聚釜内加入三乙胺和烧碱溶液缩聚成高分子 PC, 之后再经水洗脱盐、脱溶剂等后续步骤。此法工艺成熟, 易于规模化和连续化生产。但该法使用的剧毒原料光气以及二氯甲烷、废水等对环境造成破坏和污染, 为此, 近年来各大公司纷纷研究开发非光气法生产路线。

非光气法工艺于 1993 年研究成功, 并由 GE 公司率先实现工业化生产。它采用碳酸二苯酯作为羰基化剂, 在熔融状态下与双酚 A 进行酯交换, 缩聚生成 PC。这种熔融酯交换工艺无副产物、基本无污染、符合环保要求的“绿色工艺”, 是今后 PC 生产工艺的发展方向。2001 年熔融酯交换 PC 生产装置占世界 PC 总生产能力的 11%, 预计到 2005 年将占总能力的近 17%。

GE 公司使用熔融酯交换技术在西班牙 Cartagena 建设的 13 万 t/a 装置, 已于 2002 年投产。拜耳公司也在比利时 Antwerpen 建造了 4 万 t/a 熔融酯交换法工艺装置。日本旭化成公司计划在台湾新建装置中使用其非光气技术。

天津大学承担的重大科技攻关项目“光学级 PC 非光气法生产新工艺攻关”中采用熔融酯交换法“绿色”生产工艺, 在模试规模上, 已生产出与拜耳等公司相应光学级牌号完全相当的产品。2003 年 1 月经我国树脂研究权威部门北京燕山石化树脂应用研究所对产品出具的最新关键性能指标检测结果显示, 均达到国际先进水平。在项目攻关成果中, 基本上已掌握非光气熔融酯交换法工艺关键技术, 例如: ①采用独特的精制技术, 保证单体原料的纯度; ②采用独特的催化剂体系, 具有用量少、活性高、残余量低等优点; ③采用新颖的添加剂组合物, 有效地保证了聚合产物光学性能、热稳定性、熔体流动性及加工脱模性能的特殊要求; ④采用特殊形式的聚合反应装置, 以适应反应物系所具有的高温、高真空、高黏度的特点, 并取得中国实用新型专利(ZL 01222197.X 及 ZL01222198.8); ⑤开发了完善的多级聚合工艺技术, 使整体工艺技术水平达到了发达国家现有水平。

(下转第 66 页)

降解的有机污染物,如苯酚、氯苯、氯代苯酚和多氯联苯。与需要紫外灯和电源的光氧化工艺相比,新工艺只要在太阳发出的可见光照射下就可进行操作。

将废水连续通入管式环路反应器,被喷入反应器的空气使液体和催化剂循环到中心管顶端,然后沿着反应器壁流下。催化剂是类似叶绿素的固定在球形载体上的染料,染料吸收可见光,并将光能传递给空气中的游离氧,从而产生活泼的 O_2 将污染物氧化。

在实验室试验中,以苯酚为例,40 min 的停留时间后,其质量浓度可从 650 mg/L 降至检测极限以下。目前,在一家造船厂和 Bremen 造船区正在进行处理能力为 $0.5 m^3/h$ 的中试,目的是除去废水中的三丁基锡。2003 年 4 月份开始对工艺的经济性进行评价,并将光氧化工艺与膜法或生物处理法相结合来处理氧化副产物。

Chemical Engineering, 2003, 110(4): 15

利用紫外线照射不透明液体 杀灭病毒的装置

德国拜尔公司(Bayer AG)的拜尔技术服务部开发成功使用紫外线(UV)照射不透明液体使病毒失活的装置,该装置同时可使生物技术工艺中预期的蛋白质和有价值材料的破坏程度降至最低。与其他方法如热法($70^\circ C$ 、10 h)或化学

法相比,该装置操作简单、价格便宜且安全可靠,可以将猪的细小病菌降低到 10^{-4} 以下,如果应用其他方法,因其过于细小不能滤掉而无法失活。

该装置的反应器是 1 根内置石英管的聚四氟乙烯管,石英管内有一个同心的低压汞灯($\lambda = 254 nm$)。当液体流入螺旋路径的反应器时,产生小小的涡流。这种内循环确保所有液体都能接触管壁,最大限度地受到紫外线照射。调节流速($20 \sim 120 L/h$)可以将停留时间控制在 $5 \sim 20 s$ 范围内。

第一台为医药工业设计的 $15 L/h$ 、符合 GMP 要求的样机在 2003 年 5 月的法兰克福 Achema 展览会上展出。处理能力为 $15 \sim 800 L/h$ 的装置可设计成平行或者多套反应器的结构,应用于食品和饮料工业中。

Chemical Engineering, 2003, 110(4): 15

德国展出具有通用性的微反应器

2003 年 5 月的法兰克福 Achema 展览会上,德国 Famos 公司首次展出 1 台为各种不同反应而设计的微反应器,它是由标准化的微射流组件构成。

该微反应器用于单相或多相反应(包括气-气反应)、敏感反应物的混合、多相催化的反应器组件,能够以任意的构形连接在一个标准化的底座上。综合的分析装置或单个的分析组件都是该微

反应器的一部分,是测量和控制温度的电子装置。所有的组件可以用不同的材料如金属、塑料、硅和陶瓷等制成。辅助的模拟软件也可用于建立逼真的、有价值的微反应过程的模型。

Chemical Engineering, 2003, 110(4): 15

有助于酒厂废液再利用的 微过滤工艺

用小麦、大米、甘薯和其他作物酿酒时,同时也产生大量的废水(是酒精体积的 $130\% \sim 150\%$)。这种废水中含有大量的有机物,并悬浮着来自原料、残余糖类、氨基酸、柠檬酸、香料和各种细菌的有机固体物(是酒精体积的 $25\% \sim 30\%$)。现在,借助于日本旭化成公司(Asahi Kasei)开发的微过滤工艺,可以回收利用大量的废水。

第一步,将悬浮的有机固体物用离心机分离出来,混合成型作为动物饲料;第二步,应用微过滤工艺将上层清液中的细菌除掉,含有剩余糖类、氨基酸、柠檬酸、香料和各种溶解物的过滤液可重新用作发酵用的原料水。

该公司已将处理能力为 $4 t/d$ 的微过滤工艺应用于一家日本工厂。由于不用排弃大量废液,故生产能力提高了 $5\% \sim 10\%$,且酒的味道更香。此工艺也用于从酒中除去糟粕。

Chemical Engineering, 2003, 110(4): 17

(上接第 56 页)

目前已经具备了将模试装置进一步放大,建设年产 1 000 t 光盘级 PC 生产装置的技术条件。该装置的建立,不仅可为建立万吨级 PC 工业装置提供进一步的放大依据,而且可形成年产 1 000 t 光盘级 PC 的生产能力,其产品可用于制造 CD、VCD 和 DVD 等多种光盘。

除天津大学外,目前我国从事聚碳酸酯技术开发的单位还有晨光化工研究院。晨光化工研究院最早进行了光气法合成聚碳酸酯材料的技术研究,目前已转向酯交换法连续缩聚工程化研究,并且将 $1 \text{ 万} t/a$ 酯交换法聚碳酸酯的连续新工艺技术研究作为今后的研究方向。

4 结语

聚碳酸酯是一种综合性能优良的工程塑料,其用途广泛,前景广阔。我国作为 PC 消费大国,目前

几乎完全依赖进口,因此 PC 是一个极具开发前景的产品。我国 PC 工业与国外相比主要差距表现在生产技术落后,经济规模小,产品质量差。随着国内双酚 A 等关键原料的解决,以及以非光气酯交换为特点的 PC 合成工艺的进一步工程化研究,有理由认为国内 PC 装置建设应两条腿走路,在引进国外先进技术的同时,应立足国内,加大科研力度,尽快实现产业化、规模化,力争使我国 PC 产品国产化,占领庞大的国内市场。

参考文献

- [1] 李复生,殷金柱,魏东炜,等.[J].化工进展,2002,21(6):395-398.
- [2] 孙欲晓,夏斌.[J].江苏化工,2002,30(5):54-58.
- [3] Anon.[J].Eur Chem News,2002,76(2011):14.
- [4] 中国成为聚碳酸酯消费主力[EB/OL].http://www.chem.com.cn/XXZX/news/lmxw.asp,2003-08-07.
- [5] 《塑料工业》编辑部.[J].塑料工业,2002,30(3):1-20. ■