

日本塑料工业迅速发展因素分析

黄云翔

(锦西化工研究院)

日本塑料工业在资本主义国家中起步是比较晚的,特别是建立以石油化工为原料基础,以热塑性塑料为主体的塑料工业比美国和西欧要晚得多。但其发展速度在一些塑料产量较大的资本主义国家中则是最快的。1950年日本塑料产量才1.7万吨,1960年就达55.4万吨,1967年(267.5万吨)开始超过西德(263.5万吨),仅次于美国(620万吨)而居世界第二位。从1955年到1978年间,塑料产量增长倍数日本为66.7倍,意大利为36倍,法国为28.6倍,其次是西德、美国和英国,分别为16.1、11.5和8.2倍。因此,日本塑料工业发展速度在这些国家中是最快的。用日本人的话说,就是“英、美等国需要20~30年的发展过程,日本则以10~15年的步伐就赶上了。”

本文目的是研究日本塑料工业的发展情况,着重分析其迅速发展因素,为发展我国塑料工业提供某些可取的借鉴。

一、日本塑料工业发展过程及当前情况

日本塑料工业是从1908年日本赛璐璐人造丝公司生产硝酸纤维素产品开始的。其热固性的酚醛塑料(PF)和尿醛塑料(UF)则分别于1917年和1929年实现较大规模生产,其后于1936年又出现了聚醋酸乙烯(PVAC)树脂。1908~1936年,其塑料品种还很少,产量也小,加工工业比较简单,是日本塑料工业的萌芽时期。

二次大战中,日本为军国主义侵略战争需要,开始研制和试产某些热塑性塑料。用作军用有机玻璃的聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)1938年实现工业化,大战中有较大发展。1937年古河电工公司对法国制的一种非橡胶电线被复层进行剖析,判定为聚氯乙烯(PVC)材料,而开始对PVC进行研究。1941年日本窒素公司在熊本县的水俣建设了5吨/月的PVC工厂。1942年,日军在马来亚作战中缴获美国长距离轰炸机B₂₉上的雷达装置,发现所

用的高频绝缘材料是聚乙烯(PE)。次年日本海军部下令研究PE,并进行小量生产。

战后,日本利用美国在大战中以军需为中心而获得发展的塑料工业技术和日本国内拥有较大消费市场等条件,逐步建立了日本的塑料工业。1956年以前,日本利用具有较多的煤、石灰石和食盐等原料以及丰富廉价的电力,使以电石乙炔为原料的PVAC、PVC和偏氯乙烯(PVDC)树脂获得较大发展。在此期间实现工业化的塑料品种先后还有过氯乙烯树脂、聚酰胺(1950),三聚氰氨(1951),聚酯(1953)和聚四氟乙烯(1954)。1937~1956年间,日本塑料品种大量增加,大品种塑料基本工业化或中试,加工工业也建立了较好基础。从数量上来看,1956年以前,以PF、UF等热固性塑料占优势。1956年热固性塑料产量占总产量56%。1937~1956年是日本塑料工业发展的基础时期。

五十年代初,美国科学家在日本讲学时宣扬了石油化学工业,触发日本对发展石油化工的注意。美国和西欧石油化工的发展引起日本企业界和日本政府的重视。尤其是美国石油化学制品在日本市场上的倾销迫使其每年要支付大量外汇,使日本深感发展石油化工的重大战略意义。对塑料工业来说,只有把原料路线建立在石油化工基础上才能获得迅速发展,在国际上才有竞争能力。日本从1955年开始逐步建立石油化学工业。随着石油化工的发展,日本塑料工业,特别是以石油化工原料为基础的热塑性塑料获得了迅速发展。高压和中、低压PE在石油化工联合企业刚投产的1958年开始大量生产。聚苯乙烯(PS)于1957年实现大规模生产之后又出现了AS(1961)、ABS(1963)和MBS等苯乙烯共聚物。聚丙烯(PP)于1962年工业化。原来以电石乙炔为原料的聚氯乙烯从六十年代中期开始转变原料路线,采用石油乙烯为原料。从1956~1970年,年平均增长率达24.3%,每隔三年

左右塑料产量翻一翻。塑料产量迅猛增长的同时,在用途方面进行了广泛的开发,加工成型技术和加工机械也得到了迅速发展。因此可以说,从1956~1970年是日本塑料工业迅速发展的时期。

进入七十年代以来日本塑料工业发展速度显著减慢。1974年以前由于资本主义世界的经济危机使国内需要和输出增长减缓,塑料产量增长极其缓慢。1975年开始由于石油危机和通货膨胀,使其塑料工业出现严重的衰退局面。由于日本主要工业资源90%依靠进口,特别是石油达99.7%,所以石油危机对日本塑料工业的影响比之其它国家尤为明显。1975~1977年连续三年塑料产量低于1974年,且产量少于西德,屈居世界第三位。直到1978年才首次略为超过历史最高水平的1974年产量。因此,七十年代是日本塑料工业发展缓慢的时期。

据统计,1971年以前在日本市场上出售的日本产的塑料品种有64种。目前年产量在100万吨以上的有PVC、高压PE;50~100万吨的有PP、PS、UF和中、低压PE。

日本塑料加工主要采用挤出成型、注射成型和压延成型,目前占全部塑料制品生产能力的80%以上。1978年加工厂家(4人以上)有14,091户,职工人数278,378人。加工厂65%为10人以下的中小企业,其生产量占50%。其中挤出成型、注射成型及泡沫聚苯乙烯的生产占95%、聚烯烃加工业的90%都是中小企业。

由于其树脂每年有20%以上输出以及某些品种用于纤维等制品,故历年塑料制品产量远低于树脂产量。塑料制品分配比例中,薄膜约占1/3,其余占1/10左右的有管材和管件、板材和薄板、机械部件。在建筑和包装方面的用量约占总用量的60%。

二、日本塑料工业迅速发展因素分析

如前所述,日本塑料工业发展速度在塑料产量较大的国家中是最快的,1956~1970年平均增长率达24.3%,其增长速度是惊人的。日本塑料工业获得如此高速的增长,除了利用美国和西欧先进技术及其国内有较大的市场外,还采取了一些具体措施。综合分析,日本塑料工业迅速发展时期取得成功的主要因素有如下五个方面。

1. 政府大力扶植,建立石油化工联合企业

日本政府在欧美石油化工产品倾销造成外汇紧张的情况下,决心大力发展石油化工。为此,接连通过一系列决议,对石油化工和塑料工业予以扶植。

日本的石油化工(包括塑料工业)在生产、建厂和技术引进等方面都归口于通商产业省。1956年6月,通产省曾作出“扶植合成树脂工业”的决定。提出六项措施作为其发展塑料工业的方针:(1)增加设备、确保合理贷款;(2)减免财团税地方税等税制上的优待;(3)引进技术、进口必要的设备等,以推进技术提高;(4)加强制品使用普及宣传;(5)及早发展为确保原料的石油化学工业等有关基础工业;(6)加强加工工业等有关产业部门。同年7月又作出“发展石油化学工业对策”的决定。为确保塑料工业的原料建立在石油化学工业的基础上,对石油化工的发展提出了一系列扶植政策。如在资金方面,除吸收美、英等国的投资外,通过政府投资的金融机构(日本开发银行等)给予支持;在进口原料方面,采取外汇分配等措施给予保证;在税制上,规定由通产省批准的技术引进项目,免除设备进口税。这些措施的实施,使日本石油化工在短期内获得了迅速发展,使三大合成材料的原料立足于国内,并在国际上加强了竞争能力。

日本财团看到石油化工和塑料工业在国内有巨大的潜在市场。政府采取各种有利于资本家的贷款和减免税等措施之后,他们更垂涎于石油化工和塑料工业的肥厚利润,纷纷向石油化工和塑料工业投资。一些有关联的公司积极组成联合企业。

从1955年起,日本陆续建立了分属于十四个公司的十八个石油化工联合企业(见表1),生产有机原料和三大合成材料。随着石油化学联合企业的发展,其石油化工和塑料工业迅速发展。从代表一个国家石油化工发展水平的乙烯产量来看,在日本刚建立石油化工联合企业的1958年仅1.4万吨。经过八年之后,1966年即突破百万吨,达106.5万吨,1970年达309.7万吨。从1960年到1970年乙烯产量增长约40倍,同一期间,塑料产量增长近10倍,其中全部以石油化工为原料来源的聚烯烃从1960年的4.1万吨~1970年的188.5万吨,增长了46倍。日本主要烯烃产量情况见表2。

2. 结合日本国情,选择以石脑油为原料的石油化工路线

原料路线的选择决定产品的成本、生产工艺、规模和发展速度。日本根据国内天然气资源、石油炼制和当时生产技术成熟程度等具体情况,选择以石脑油为原料的发展石油化工路线。

在天然气资源方面,其国内产量较小,主要气

表1 日本石油化工联合企业⁽¹⁾

名 称	地 点	裂 解 技 术	1978年乙烯能力(万吨/年)
住友化学	新居滨	S·W, SBA	13.94
	千 叶	S·W	43.0
三井石油化学	岩国、大竹	S·W	17.9
	千 叶	S·W	14.3
日本石油化学	川 崎	S·W	23.6
三菱油化	四日市	S·W, Lummus	42.5
	鹿 岛	Lummus	30.0
丸善石油化学	千 叶	Lurgi, S·W, Lummus	49.0
东燃石油化学	川 崎	ESSO	52.3
新大协和石油化学	四日市	S·W, Lummus	36.13
三菱化成	水 岛	S·W	17.3
出光石油化学	德 山	UOP	36.2
大阪石油化学	泉 北	Lummus	31.78
昭和油化	大 分	S·W	54.05
浮岛石油化学	浮 岛	S·W	30.0
	千 叶	S·W	40.0
水岛乙烯	水 岛	Lummus	36.0
山阳乙烯	水 岛	Braun	39.0
合		计	607.00

表2 日本主要烯烃产量⁽²⁾

(单位: 百万吨)

名 称	1960	1965	1970	1974	1976	1980	1985
乙 烯	0.08	0.78	3.1	4.18	3.87	4.7	6.1
丙 烯	—	0.63	2.15	2.73	2.65	3.2	4.1
丁 烯	0.02	0.11	0.50	0.64	0.61	0.75	0.97
苯乙烯	0.13	0.38	1.58	2.00	1.88	2.5	3.1

注: 1980年、1985年为预测数

田如新潟、秋田和千叶等地的气体组成均属富甲烷的干性天然气, 不适于制取烯烃; 在石油炼制方面, 日本不像美国以生产汽油为主的加工深度高的炼制方式, 而是和西欧相似, 以生产重质燃料油为主的加工深度低的炼制方式。在其进行大规模石油炼制时, 有大量石脑油付产, 价格也比较便宜, 从生产技术情况来看, 当时石脑油裂解制烯烃技术成熟, 裂解所得的基本有机原料产率高(60~65%)、品种全(乙烯、丙烯、碳4和芳烃)。日本也曾考虑过以煤油、柴油和原油为裂解原料的问题, 但在日本煤油、粗柴油较石脑油贵, 且裂解技术较复杂。从日本油品平衡来看, 煤油、柴油并不充裕,

不能满足大规模发展石油化工的需要。至于原油, 尽管有数量多(进口), 不受石油炼厂支配等优点, 但原油裂解技术当时尚未成熟。日本企业界从经济上合算, 技术上保险考虑, 选择了以石脑油为裂解原料的发展石油化工路线, 其国内, 石脑油85%以上用于石油化工, 而乙烯生产几乎全由石脑油制取。

选择合理的裂解原料, 使日本的石油化工和塑料工业的发展建立在原料充裕、技术保险、经济合理的基础上, 因此成为日本塑料工业迅速发展的因素之一。

3. 大搞综合利用, 促进塑料工业的全面发展

石油裂解的乙烯产率一般为20~30%, 其它产物70~80%。日本较多采用斯通-维波斯特(Stone and Webster)公司裂解技术, 其典型厂的裂解产物对石脑油的比例为废气13%, 乙烯23%, 碳: 18%、碳4: 11%、裂解油32%、裂解重油2%、其它1%。

日本吸取西欧发展石油化工的教训, 对裂解产物的综合利用十分重视。综合利用过程是先利用乙烯和废气, 其次逐步利用丙烯和碳4馏分, 然后再利用裂解焦油提取三苯, 再后则进行碳5以上烃类

和碳6以上重质芳烃的综合利用开发。

在日本,裂解废气一般用作燃料以及用于制取合成氨、尿素、甲醇、直链醇和氯代烃等;乙烯是基本有机合成和塑料工业主要原料,约20%用于制PVC、50%用于制高、低压PE、用于制环氧乙烷、乙醛、苯乙烯各约占9~11%、其它用途约占2%;丙烯用于生产PP塑料、丙烯腈、丙酮、环氧丙烷和乙丙橡胶;丁烯-丁烷用于生产聚丁烯、丁苯橡胶、丁腈橡胶,ABS和异丁酮等;裂解油的重质部分一般作燃料,轻质部分用于提取芳烃,其它还可制石油树脂等。

日本裂解产品综合利用率1960年为48.5%,1969年提高到89%,其中乙烯利用率达99.8%,丙烯-丙烷88.5%,丁烯-丁烷95.5%,裂解油76.8%〔3〕。裂解产物综合利用率的提高,进一步降低了产品成本,扩大了合成树脂的原料来源,促进了塑料工业的全面发展。

4. 重视引进技术,同时发展科研

日本科学技术厅认为,引进技术是发展生产与科研的基础。一项新技术的采用,从研究到工业化至少需要三年时间,采用引进技术建厂只要一年左右。故引进技术可以短期内见效。日本政府对引进技术也给予支持,除给予贷款外,对通产省批准的引进项目免除设备进口税。

1967年以前,在日本塑料工业中绝大多数生产技术是从美国和西欧引进的。其乙烯、苯乙烯、高压PE的生产技术几乎全部是引进的;氯乙烯、中低压PE和PP的生产技术多数是采用国外的。只有日本发展较早的PVC生产以日本技术为主,到1969年上半年,日本石油化工引进的410件国外技术中,乙烯生产为52件,合成树脂占110件。可以说,没有美国和西欧的先进技术,日本塑料工业发展那样快是不可能的。

日本对引进技术的要求是先进和及时,只要是先进技术,都抢先引进。如在中低压聚乙烯生产方面,1954年三井化学公司经理石田去西德参观,得到采用常压制造PE的情报,随即以120万美元抢先购买了齐格勒法尚未工业化的低压PE制造专利,开始进行中试,于1958年1月在日本建成第一套HDPE车间,同年4月投产。生产HDPE的飞利浦(Phillips)法在美国于1957年3月工业化,不久日本的昭和电工公司就引进该技术在川崎建厂,1959年6月投产。1959年飞利浦公司经过改进又开发了淤浆聚合,此法具有催化剂活性高、聚合压

力和温度可以稍低以及生产工艺更合理等优点。昭和电工在自己进行了一年左右的半工业性试验之后,决定引进飞利浦淤浆聚合生产HDPE新技术,于1963年投产。

引进技术在一定程度上为日本的科学研究打下了良好的基础,使之有一个较高的起点,一开始就应用了国外的先进经验和设备。每个公司都有自己的研究中心,进行基础研究和产品应用开发研究。有人认为,日本石油化工和聚合物科学的研究机构在设备和设计上是世界第一流的。

日本的石油化工和塑料工业的科研走的是从模仿到创新的道路。1965年以前,主要是消化进口技术,通过改良与试制的方法生产新品种。这样做费用少、简单易行,不承担风险,可以通过改进生产工艺达到降低成本,提高质量,从而加强日本产品的竞争能力。六十年代后半期,已开始走向创新。如日本合成橡胶公司1967年投产的ABS树脂制造技术是在引进的丁苯橡胶(1960年),顺丁橡胶(1964年)和自创的丁腈橡胶(1964年)技术基础上发展起来的,而吴羽化学公司的烯炔法和东洋曹达,三井东压等的乙烯氧氯化生产氯乙烯的技术则是独自研究成功的。

六十年代末日本塑料工业采用本国技术和技术输出的情况逐步增多。其国内开发并获得较大输出成绩的塑料工业技术有室素公司PP制造技术,三井石油化学的HDPE制造技术,信越化学、住友化学等的PVC制造技术,日本合成橡胶的ABS树脂制造技术,吴羽化学烯炔法制氯乙烯,三井东压氧氯化法氯乙烯制造技术和日本吉昂的丁二烯抽提技术等。

总之,引进技术使日本塑料工业较快地建立起来,并为科研提供了较好的条件,科研开展又改造了引进技术,提高了技术水平和产品质量,达到了输出产品和技术的目的。日本在引进技术的同时发展国内科研,两者互相配合,推动了日本塑料工业的发展。

5. 重视加工研究,广泛开拓用途

日本塑料工业迅速发展与其重视加工应用研究,不断开拓新的应用领域,使国内需要稳步增长关系颇大。

早在1955年日本通产省作出的“扶植合成树脂工业”决定中就明确提出要实施加强加工工业和制品使用普及宣传的方针。每个树脂生产公司的研究中心里都有塑料应用开发部;树脂生产公司一般都

有自己的塑料制品加工厂，使树脂生产、助剂选用，加工工艺直到制品应用等的研究有机联系起来。制品使用的宣传不仅宣传做何用途，而且说明使用方法。管子如何方便，坚牢的联结，包装如何封严，一般不是制品（管子和容器等）使用单位研究，主要是塑料加工厂，乃至树脂生产公司研究的。

用途开发对塑料工业的促进作用可以从日本PVC和PP的发展得到很好说明。

PVC是日本较早(1941年)实现工业化的塑料品种之一。五十年代主要用途是做软质制品。五十年代后期开始,随着聚烯烃的发展,其在软质制品方面的很大部分用途如包装薄膜为价格较低的聚烯烃制品取代。为此,PVC就向硬质制品领域(管材、板材、建筑材料等)发展。由于其在硬质制品方面的用途开发,以及采用共聚、共混和增强等方法改性,扩大使用范围,日本对PVC的需要量也迅速增长。为满足其国内和出口需要,六十年代日本PVC产量迅速上升,从1960年的25.7万吨到1970年116.2万吨。十年中年产量增长四倍多。

PP是日本最晚(1962年)实现工业化的大品种塑料。起初,一些公司认为PP立体规整性好,耐磨性能优良,期待作为“理想的纤维”在衣料方面有巨大市场。但由于聚丙烯做纤维有染色困难,

(上接48页)

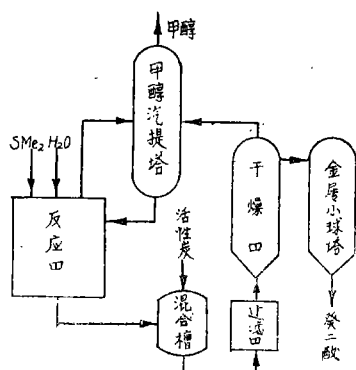


图 4 水解工艺流程

己二酸柯尔柏电化合成癸二酸是日本旭化成工业公司近几年开发成功的新的工艺路线,从酯化、电解到水解都采用了先进的工艺技术。该法以资源丰富的石油产品为原料,产品的成本较低。予料这是一个足以能够与蓖麻油热解路线相竞争的有发展前途的方法。旭化成公司完成的100吨/年癸二酸中试工厂实际运转的主要经济指标为:

己二酸1.8吨，甲醇0.1吨，电解功率2600瓩小时，蒸气13吨。

软化点低,不经熨、不吸水,纺丝性能不如原有的尼龙和聚酯等缺点,使之在衣料领域使用受到障碍。因而在1964~1965年间,年产量只有4~6万吨,就因销路不振而大量积压。为此,各公司对PP进行了广泛的市场开发。如利用PP成型性能好,有光泽和不易划伤做成餐具、炊具、文具等日用杂品,代替原来的中低压PE制品;利用耐冲击性优良,打入PS制品市场;利用其薄膜透明性好,二次加工容易做包装水果、衣料等的轻质包装薄膜,并经拉伸增强做代用麻袋作重质包装料;进行抗冲击改性,应用于汽车,电器等工业方面。由于PP市场开发的成功,需要量迅速增长。六十年代后半期,日本PP平均增长率达60%,1974年产量达79.2万吨,超过西欧当年PP总产量,约占世界聚丙烯产量的1/3,仅次于美国居世界第二位。

日本对塑料加工和制品市场开发的重视使其对合成树脂的需要不断增长。这是日本塑料工业迅速发展的又一因素。

参考文献

1. 化学经济, 1979, (4), 6。
2. 化学经济, 1979, (7), 74。
3. 石油化学工业十年史(日文), 1971。

参考文献

1. 日特开, 76, 68519.
2. Нефтепереработка и Нефтехимия, 1977, (2), 36.
3. 日特开, 73, 39690.
4. СССР, 156,938; 159,509.
5. Хим. пром. 1963, (10), 760.
6. Ger. Offen, 2404560.
7. CEER, 1979, 11(9),48.
8. S.Glasstone著, 覃立德等译, 电化学概论(下册), 1959年, 619页。
9. 日特开, 昭54—22316.
10. Нефтехимия, 1962, 2, 550.
11. 日特开, 昭54—22317.
12. СССР, 154531.
13. CA, 62—8671d.
14. CA, 61—15978h.
15. СССР, 265, 881.
16. CA, 82—49312k.
17. 日特开, 昭54—36211.