

综述与专论

聚氨酯弹性体国内市场与技术进展浅析

黄 茂 松

(中国航天科技集团公司 42 所,襄樊 441003)

摘 要 对聚氨酯(PU)弹性体氨纶、热塑性聚氨酯弹性体(TPU)及其上游一些原料国内市场最新动态作了介绍和浅析,指出国内氨纶需提高技术创新能力和国际竞争力;国内 TPU 产业应发展高端产品;并介绍 PU 弹性体最新技术进展和新的应用,提出了我国未来 PU 弹性体重点发展方向。

关键词 PU 弹性体,氨纶,TPU,MDI,PTMEG,DMF

The review of polyurethane elastomer and its raw materials market and technology

Huang Maosong

(China Spaceflight Ministry Science and Technology Group 42th Institute, Xiangfan 441003)

Abstract In this paper, polyurethane elastomer, spandex, spandex fiber and new trend in their local raw materials market were reviewed. The output capacity of spandex exceeded local demand and resulted in tough competition in China. Currently, technology not transiting capacity are becoming the industrial bottleneck of spandex. Creativity and international competing power has to be improved in order to accelerate the industrial upgrade. Also in this paper, the development of TPU (thermoplastic polyurethane) were reviewed, the development direction was discussed. The amazing development of polyurethane elastomer promoted the increase of their raw materials and led to surplus supply of PTMEG and DMF. In the end of this paper, the key programs and application trend of polyurethane elastomer were summarized.

Key words polyurethane elastomer, spandex fiber, TPU, MDI, PTMEG, DMF

2004 年以来,国内聚氨酯(PU)弹性体得到了空前发展,并出现了引起 PU 界关注的 3 个现象:(1)氨纶呈现跳跃式发展,但产能过剩;(2)热塑性聚氨酯弹性体(TPU)产业快速发展形成了“三足鼎立”的局面;(3)PU 弹性体推动上游原料的快速发展。

同时,随着 PU 弹性体新技术、新品种的不断呈现,新应用领域不断拓宽,PU 弹性体在我国国民经济所发挥的作用越来越明显。我国 PU 弹性体产业已走上了快速发展期。

1 国内氨纶产能和产量概况

2004 年国内氨纶产能和产量都有大幅度的增长,具体见表 1 和表 2 所示。

由表 1 可知,2004 年中国大陆氨纶产能已达到 19.6 万 t,比 2003 年翻了一番,与 2002 年相比增长了 5 倍。2004 年中国大陆氨纶的产能占全球的 44.4%。

由表 2 可知,2004 年中国大陆氨纶实际产量为

作者简介:黄茂松(1936-),男,研究员(教授级高工)。曾任中国航天工业总公司第 42 所副总工程师,1991 年被聘为中国聚氨酯工业协会第一届理事。30 年来一直从事聚氨酯弹性体工作,在浇注型弹性体方面有较丰富的理论和实践经验。现聘为上海市新材料协会特约专家,上海联景集团高级技术顾问。

10.6 万 t,比 2003 年几乎增长了 1 倍,与 2002 年相比增长了 3 倍多。中国已成为世界最大的氨纶生产和消费国。无疑中国氨纶产业的跳跃式发展,将极大地推动我国 PU 弹性体和世界氨纶产业的快速发展。几年后,中国氨纶将在一定程度上左右世界氨纶市场的走势。

表 1 中国大陆和世界氨纶的产能变化 万 t

国家和地区	2002 年	2003 年	2004 年
中国大陆	3.44	9.52	19.6
韩国	7.33	8.03	8.03
日本	2.58	2.58	2.58
中国台湾	1.69	1.69	1.69
俄罗斯	1.4	1.4	1.4
其他	9.14	9.64	10.8
合计	25.58	32.86	44.10

表 2 中国大陆氨纶实际产量和进口量 万 t

	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2008 年
产量	1.70	2.41	5.45	10.6	14	18	20
进口量	1.84	3.06	3.02	3.0	2	1	1
合计	3.54	5.47	8.47	13.6	16	19	21

(2005 年后为预测)

综合表 1 和表 2 可知,2004 年国内市场实际产量为 10.6 万 t,而产能已达到 19.6 万 t;到 2008 年国内氨纶市场需求量预测为 20 万 t,目前国内产能已达到了未来几年国内氨纶市场需求的饱和值。市场已明显呈现供大于求的局面,导致 2004 年氨纶价格呈现大幅度下降,通用氨纶 40D 的售价由 2003 年的 10 万元/t 降到目前 6 万元/t,利润从 2003 年的几万元/t 降到目前的几千元/t,氨纶的超额利润时代已将结束。

氨纶企业需加强技术投入,主动加强产学研合作机制,不断提升氨纶产品档次、增加氨纶品种、扩大应用领域、不断降低成本。

2 国内 TPU 发展概况

近年来,在国内鞋业出口贸易和汽车工业等强劲拉动下,国内 TPU 呈现了快速增长的发展势头,欧美等地区和台湾省纷纷在中国大陆投资建厂或扩产。德国 BASF 公司在上海浦东拟建 1 个 TPU 技术研发中心,1 个 PU 配方中心和年产 1 万 t 的世界级 TPU 生产基地。美国 Noveon 正在上海松江筹建 1 个 TPU 研发中心,建立 1 个初期 5000t/a TPU

的生产基地,目前已投产;后期将扩大至 1 万 t/a 规模。这 2 个公司主要针对中国市场,生产熔纺氨纶纤维级和薄膜级以及其他 TPU 高端产品。中国台湾也在大陆加大了对 TPU 的投资力度,其中台湾展宇聚氨酯(上海)有限公司拟在上海松江筹建 1 个产能达到 18000t/a 的大型 TPU 生产基地,拟于 2005 年第 4 季度正式投产。高鼎化学公司在中国大陆开拓 TPU 市场已有多年,正在江苏昆山新建 7000t/a 的 TPU 生产厂,2005 年投产。台湾三晃公司在广东佛山新建 7500t/a TPU 生产厂,2005 年投产。其他台湾 TPU 厂,也纷纷准备在中国大陆投资建厂,争夺大陆 TPU 市场份额。

2004 年国内生产企业掀起了一股 TPU 投资热。据有关消息透露,仅浙江省 2004 年投资 TPU 生产基地大大小小已有 20~30 多家,其总产能不低于 2 万~3 万 t/a;山东烟台万华股份有限公司已建成了 1 万 t/a 规模的 TPU 生产线,于 2006 年拟扩大到 1.6 万 t/a 生产规模;吉林赛诺斯化工有限公司的 6000t/a TPU 生产装置拟于今年正式投产;江苏昆山宇田树脂有限公司正在筹建 7000t/a TPU 生产厂;江苏沃斯汀股份有限公司已建成 3000t/a 的 TPU 生产线;福建晋江已引进了 1 条 3000t/a 的 TPU 生产线。国内其他省市,如广东、上海、安徽和河南等市也已建成或正在筹建、扩建较大生产规模的 TPU 生产装置。

由此,在中国大陆已形成了 TPU 生产“三足鼎立”(欧美等国家、台湾省、国内企业)的发展态势。这将有力推动我国 TPU 技术水平的快速提高,同时也加剧了国内 TPU 竞争的局面。

3 国内 TPU 市场供需概况

2004 年,国内 TPU 市场需求量约 10 万 t 左右(包括来料加工 4 万 t),其中用于鞋材的占 40%左右,其次是胶粘剂 13000t,软管 12000t 左右,薄膜和合成革各 6000~7000t,熔纺氨纶 7000~8000t,工业 3000~4000t,电缆 1500~2000t。2004 年国内市场供应的 TPU 大部分来自进口,其中从欧美、日韩等地进口 3 万~4 万 t,从台湾省进口 3 万 t 左右;国内本地生产(包括台资)2 万~3 万 t。

目前国内 TPU 市场主要矛盾表现在低档 TPU 产品(包括副产品)过剩,导致低档 TPU 在原料飞涨的情况下,价格反而降低,甚至出现亏本销售的现象,这给国内 TPU 市场造成了混乱。而薄膜级、熔

纺氨纶纤维级、高质量挤出级和压延级 TPU 高端产品,国产 TPU 与国外 TPU 产品相比,在技术上尚存在较大差距。

因此,目前国内 TPU 现状和发展趋势是:(1)国内 TPU 已逐渐形成“三足鼎立”(国外企业,中国台湾和国内企业)的激烈竞争局面;(2)国内 TPU 市场未出现供大于求;(3)国内 TPU 市场目前基本上由欧美、日韩等国家和中国台湾所控制;(4)国产 TPU 正处于蓬勃发展势头,未来有着强大的发展空间;(5)国产 TPU 应积极开发适于国内市场需求的高端产品。

4 原料产业的快速发展

2004 年,由于国内 PU 弹性体的快速发展,拉动了上游一些原料快速增长。

4.1 国内 MDI 的快速发展

2004 年由于国内 PU 弹性体的快速发展,在一定程度上直接影响了 MDI 国内市场供应,使 MDI 国内市场长期呈现供不应求、价格飞涨的局面,由此给国内 PU 弹性体一些企业的发展带来了一定的负面影响。但是,国内 MDI 市场供应严重缺口的局面,加快了国内 MDI 产能规模扩大建设的步伐,为我国 PU 弹性体走上平稳快速发展创造了条件。

4.2 聚四氢呋喃产业飞速发展

2004 年国内氨纶、合成革、鞋材、TPU、CPU 等 PU 弹性的快速发展,刺激了国内聚四氢呋喃产业的飞速发展。国内外厂商纷纷在国内投资建厂,如:德国 BASF 在上海化工园区筹建 6 万 t/a 聚四氢呋喃生产装置,2004 年已投产;台湾大连化学公司在江苏仪征建造 4 万 t/a 聚四氢呋喃装置,计划今年上半年正式投产;中化国际贸易股份有限公司与太仓兴国实业公司采用中科院技术,建设 1 套 2 万 t/a 聚四氢呋喃装置,今年正式投产;山西三维集团公司引进美国生产技术,今年建成 1.5 万 t/a 聚四氢呋喃装置。到今年年底,我国聚四氢呋喃的产能已达到 13.8 万 t/a,成为世界上聚四氢呋喃最大的产能大国。

目前国内聚四氢呋喃主要用于氨纶,按 2005 年氨纶产量预测 14 万 t 计,需消耗聚四氢呋喃 8.4 万 t,再加上合成革、鞋料、TPU 等聚氨酯弹性体对聚四氢呋喃的需求,到今年年底,国内聚四氢呋喃的产能有可能呈现供大于求的局面。

4.3 低毒溶剂的快速增长

N,N-二甲基甲酰胺(DMF)是 PU 合成革浆料

良好的溶剂,1t PU 合成革浆料需 0.6t DMF,按 2005 年国内 PU 合成革产量预测 8 万 t 计,需消耗 DMF 溶剂 4.8 万 t。DMF 也是生产氨纶所需的溶剂,按 2005 年氨纶预测量计,大致需消费 DMF 4 万 t。今明 2 年,国内 DMF 产能将达到 40 万 t,我国目前 DMF 产能完全可满足国内 PU 弹性体发展需求。PU 合成革浆料一旦采用其他低毒或无毒优良溶剂取代 DMF,可能会对国内 DMF 产业产生不利影响。目前,国内氨纶行业正在采用低毒、高沸点、极性较高的 N,N-二甲基乙酰胺(DMAC)代替 DMF。

PU 弹性体的快速发展,将会推动新的低毒(或无毒)优良溶剂快速增长。

5 国内 PU 弹性体最新技术进展

5.1 TPU 新产品新用途

5.1.1 微发泡 TPU 片材

上海连海橡塑科技公司和江苏联冠科技发展公司均已成功开发微发泡 TPU 片材,与未发泡的 TPU 相比,重量减轻 20%~60%;在受冲击时,承受能量可增加 5~7 倍;具有隔音、隔热、吸震等功能。在汽车、飞机和轨道交通运输工具、建筑、食品包装和家电用密封垫等领域有着广阔的应用前景。

5.1.2 TPU 发泡鞋底

目前国内大部分 PU 鞋底采用交联型 PU 发泡材料,此材料不易回收;而欧美先进国家已采用 TPU 发泡材料作为 PU 鞋底。此种鞋底质轻、加工简易、可回收,有利于降低成本,目前国内的 TPU 发泡底材料已处在开发应用阶段,该材料将具有广阔的应用前景。

5.1.3 在汽车中的应用

TPU 及其合金可用于汽车车体的多种构件,如 TPU 可用于汽车仪表盘、门板等内饰件面层;可用于汽车保险杠、减震器、减震垫;利用 TPU 良好的减震性、韧性、耐磨性,可以制成管材、轴衬、轴瓦、轴套等;利用 TPU 的弹性、弯曲性、耐疲劳、耐油脂等特性,可制成护套类;利用其密封功能、抗切割性,可制成垫圈、垫板、垫片;利用其尺寸稳定性、耐冲击和良好的涂漆特性,可以制成气囊;用 TPU 制成的汽车薄壁油箱,工艺简单、壁薄、重量轻、使用寿命长;TPU 薄膜可制作汽车车身的保护膜。总之 TPU 在汽车工业中有着极为广泛的用途。

采用注塑工艺可生产 TPU 实芯轮胎,该轮胎具

有工艺简便、韧性强、抗冲击以及不怕穿刺等优点。

我国已要求所有具规模轮胎企业须开展轮胎翻新业务,而轮胎翻新最便捷和有效的手段就是采用 TPU 喷涂工艺,工艺相对简单,综合成本较低,并可以使翻新轮胎具备非常优异的耐磨、耐冲击性能。

5.2 高耐热 PU 弹性体

广州新力聚氨酯密封件厂,采用纳米技术研发成功耐 150 °C 高温 PCL 型纳米 PU 弹性体,150 °C 时 100% 定伸强度达到 5MPa,与常温相比(7MPa)保持率达到 71%。这是目前国内耐热 PU 弹性体高水平的品种之一。为我国开辟高耐热 PU 弹性体提供了有发展前途的技术途径。

5.3 抗静电 PU 弹性体

许多应用领域尤其是一些新开发的电子、医疗、汽车、包装等产业对抗静电的需求较高,因此抗静电 PU 弹性体的开发成为重要发展方向。国内多家研究机构采用添加阳离子抗静电剂,填充以炭黑、金属材料、金属纤维、与亲水性聚合物或本征导电高分子的共混物等手段制备抗静电 PU 弹性体。

5.4 高阻尼 PU 弹性体

高阻尼 PU 弹性体用途广泛,制成的胶垫、密封件、套环、缓冲件、轴封等具有很好的阻尼作用。特别适用于各种精密设备、医疗器械及日用品和电子计算机中,该材料能在恶劣外部环境中长期使用,不仅阻尼性能好,且耐多种溶剂及臭氧、紫外线等,尤其在汽车行业应用广泛,目前已引起国内工业界的重视。

5.5 喷涂 PU-聚脲弹性体

喷涂 PU-聚脲弹性体具有快速施工、快速成型、对水分和湿度的敏感性小以及优异的耐磨性、耐腐蚀性、良好的热稳定性、耐候性和较高的强度、弹性等突出优点,近年来在中国石化、油田、运输、管道、电力、船舶等领域已逐渐得到推广和应用。已经在山东、四川、北京、上海、广东、沈阳、云南、海南、湖南等地区成功地得到了应用。喷涂 PU-聚脲弹性体的市场前景十分广阔。

5.6 形状记忆 PU 弹性体

形状记忆 PU 弹性体是一种新型功能材料,指

初始形状经形变固定之后,可以通过加热等方法恢复其初始形状的新型材料。形状记忆 PU 弹性体材料具有易成型加工、应用范围广等特点。配方可自由调整,性能选择范围宽,能满足不同场合的需求,国外已有多家公司实现了工业化生产。南京大学表面和界面化学工程技术研究中心已成功研制出形状记忆温度为 37 °C 的体温形状记忆 PU 弹性体,该 PU 弹性体在工程、建筑、日常生活及医疗等方面具有很大的应用潜力,可采用浇注法或制成 TPU 粒子注塑成型。

6 今后发展方向

我国未来 PU 弹性体发展的重点是:

(1) 加强氨纶产业和 TPU 产业高端产品包括纤维级 TPU、薄膜级 TPU、医疗级 TPU、高档合成革 TPU、高档鞋材 TPU、TPU 粉末涂料、TPU 复合管、耐高温 TPU、耐黄变 TPU、微发泡 TPU、高硬度 TPU 以及 TPU 与聚烯烃、PVC、PC、ABS、POM 合金的开发力度,加强氨纶和 TPU 新应用领域的开发,提高氨纶和 TPU 自主技术创新能力、核心竞争能力和国际竞争能力。

(2) 加强浇注 PU 弹性体(CPU)在矿山、造纸、印刷、冶金、机械等工业的应用,不断研发 CPU 新品种,扩大其应用范围。

(3) 加强 RIM(包括 SRIM、RRIM)在汽车工业上的应用。

(4) 加强 PU 轮胎(包括铲车、载重轮胎)的开发力度,特别是加强 TPU 在轮胎翻新领域的开发应用,目前国内在此领域的市场亟待开发。

(5) 加强 PU 涂料开发力度,包括水性 PU、耐黄变 PU 涂料、隔热防水多功能 PU 建筑涂料、PU 粉末涂料及含 F 涂料等。

主要参考文献

- [1] 2004 年中国杭州国际氨纶技术及市场研讨会论文集
- [2] 环球聚氨酯网内部报告

收稿日期:2005-08-26