

“十二五”期间我国 SR 技术发展趋势

赵 红

(中国石油化工股份有限公司 科技开发部,北京 100728)

摘要:分析我国 SR 的现状和面临的机遇与挑战。我国 SR 产能、产量和消耗量均居世界前列,国内 SR 市场供不应求,对高性能 SR 的需求日益旺盛。但我国 SR 技术水平总体不高,产品牌号少、工艺相对落后,与国外仍有差距。提出了聚丁二烯橡胶、SBR、三元集成橡胶、IIR、卤化丁基橡胶、苯乙烯类热塑性弹性体、EPR 等 SR 在“十二五”期间的开发建议,指出“十二五”期间我国 SR 行业的主要目标为开发新牌号,研发附加值高的新产品,完善和改进现有技术,提高生产效率,减少“三废”的排放,实现清洁生产。

关键词:SR;产能;产量;需求量;消耗量;生产技术;发展趋势

中图分类号:TQ333 **文献标志码:**B **文章编号:**1000-890X(2011)12-0759-08

1 世界技术现状及发展趋势

1.1 SR 生产及市场现状

1.1.1 产能

按产能排序,2008 年世界前 10 位的 SR 生产商依次为:德国朗盛公司、中国石油化工股份有限公司(简称中国石化)、韩国锦湖石化公司、美国固特异轮胎橡胶公司、俄罗斯西布尔控股公司、美国埃克森美孚化工有限公司、意大利埃尼化工公司、中国石油天然气集团公司(简称中国石油)、美国陶氏化学公司和日本合成橡胶公司,总产能为 $675.6 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$,占世界 SR 总产能的 48.2%。十大 SR 生产商的 IIR 产能占世界 IIR 总产能的 79.2%,EPR 产能占世界 EPR 总产能的 63%,聚丁二烯橡胶占世界聚丁二烯橡胶总产能的 56.3%。

2008 年,中国内地新增 SR 产能 $38.5 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$,通用 SR(不含胶乳)总产能达到 $199.5 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$,占世界总产能的 13.9%,位居世界第二。其中,SBR 为 $86 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$,占内地通用 SR 总产能的 43.1%;聚丁二烯橡胶为 $58 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$,占 29.1%;热塑性苯乙烯-丁二烯-苯乙烯(SBS)橡胶为 $36 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$,占 18.0%;NBR 为 $5.2 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$,占 2.6%;CR 为 $5.3 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$,占 2.7%;

EPR 为 $4.5 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$,占 2.3%;IIR 为 $4.5 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$,占 2.3%。

按产能排序,2008 年中国石化是国内最大的 SR 生产商,拥有 5 家 SR 生产企业和 1 家合资 SR 公司,共计 11 套生产装置,总产能 $91 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$,占内地通用 SR 总产能的 45.7%;中国石油的 SR 产能为 $52 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$,居国内第 2 位,占内地总产能的 26.1%;其他企业产能合计 $57 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$,占 28.6%。

据国际合成橡胶生产者协会(IISRP)统计,2010 年世界 SR 产能已达 $1461 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$ 。其中,产能超过百万吨的国家有 5 个,依次为美国、中国、俄罗斯、日本和韩国,产能分别是 293.4 万、253.3 万(不含台湾省)、162.1 万、157.2 万和 $121.3 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$ 。5 个国家产能合计为 $987.3 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$,占世界总产能的 67.6%。2010 年世界 SR 产能和中国内地 SR 产能分别如表 1 和 2 所示。

1.1.2 产量

2008 年世界 SR 总产量为 1359.6 万 t ,同比增长 6.8%,装置开工率达 95.2%。世界 SR 产量居前 5 位的国家分别是美国、中国、日本、俄罗斯和韩国,产量分别为 270.8 万、221.5 万(不含台湾省)、165.5 万、120.9 万和 108.0 万 t 。从产量分布来看,亚洲/大洋洲地区产量最大,为 599.4 万 t ,同比增长 13.2%,占总产量的 44.1%;其次是北美洲和

作者简介:赵红(1963—),女(满族),北京人,中国石油化工股份有限公司高级工程师,硕士,主要从事合成橡胶及合成树脂的科技开发生态和发展趋势分析以及科技开发项目的管理工作。

欧洲,分别占总产量的 20.5%和 20.4%。

2008 年,中国石化 SR 产量为 87.0 万 t,占内地 SR 总产量的 53.8%;中国石油 SR 产量为 40.3 万 t,占24.9%;其他企业 SR 产量为 34.4 万 t,占21.3%。

1.1.3 消耗量

2008 年世界 SR 消耗量达到1 317.2万 t,总产量为1 359.6万 t,供求基本平衡。从消费区域看,亚洲/大洋洲地区和欧洲产不足需,是 SR 主要进口地区;北美洲和俄罗斯则供过于求,成为 SR 主要出口地区。2007 年世界 SR 消耗量居前 5 位的国家分别是:中国(343.5 万 t,不含台湾省)、美国(194.0 万 t)、日本(116.2 万 t)、德国(71.0 万 t)、俄罗斯(59.0 万 t)。其中只有中国的 SR 消耗量远大于产量,其余四国均供过于求。

国际橡胶研究组织(IRSG)预测,2012 年世

界 SR 总消耗量将达到1 461万 t,受轮胎制造业和橡胶制品业需求的拉动,中国橡胶消耗量已连续数年位居世界第一。2008 年增至 260 万 t,2002—2007 年国内通用 SR 表观消耗量年均增长率达 13.0%。

从消费结构看,中国内地 SR 主要用于轮胎制造业和制鞋业,分别占内地总消耗量的 38%和 24%。

从供需形势看,2008 年我国内地通用 SR 表观消耗量为 253 万 t,内地 SR 总生产量 162 万 t,产品市场占有率为 64%,另有 36%靠进口,其中 IIR,CIIR 以及 EPR 大部分依靠进口。

1.2 SR 技术发展趋势

随着环保要求的不断提高和 SR 工业及其下游产业的技术进步,环境友好的“绿色”环保产品以及高性能化和高功能化的SR品种将是今后

表 1 2010 年世界 SR 产能 万 t

国家或地区	ESBR ¹⁾	SSBR ²⁾	BR	IR	EPR	IIR	NBR	CR	SBS	合计
加拿大	0	0	0	0	0	15.0	0	0	0	15.0
美国	67.5	43.0	61.7	9.0	37.6	27.5	4.2	10.0	32.9	293.4
阿根廷	5.4	0	0	0	0	0	0.2	0	0	5.6
巴西	26.2	2.5	9.0	0	4.0	0	1.1	0	3.8	46.6
墨西哥	12.0	5.5	1.5	0	0	0	3.0	0	4.0	26.0
亚美尼亚	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0	0.8
比利时	0	0	0	0	0	13.5	0	0	0	13.5
捷克共和国	9.5	0	0	0	0	0	0	0	0	9.5
法国	4.5	15.0	12.0	0	8.5	5.6	15.5	0	8.7	69.8
德国	11.8	10.7	13.6	0	7	0	1.1	10.0	9.5	63.7
意大利	12.0	0	8.0	0	8.5	0	3.3	0	9.0	40.8
荷兰	0	0	0	0	16.0	0	0	0	1.8	17.8
波兰	12.2	0	0	0	0	0	0.8	0	0	13.0
俄罗斯	46.9	4.0	24.0	51.2	2.0	25.3	5.2	0	3.5	162.1
塞尔维亚	4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.0
西班牙	0	0	0	0	0	0	0	0	12.0	12.0
土耳其	2.7	0	1.4	0	0	0	0	0	0	4.1
英国	7.5	3.0	8.0	0	0	11.0	1.5	0	0	31.0
伊朗	4.0	0	2.5	0	0	0	0	0	0	6.5
南非	3.5	0.9	4.7	0.4	0	0	0	0	0	9.5
中国内地	85.5	22.7	64.8	1.5	4.5	7.5	8.5	8.3	50.0	253.3
印度	1.0	0	7.3	0	1.0	0	2.0	0	0	11.3
日本	32.5	18.6	29.1	8.6	17.1	10.5	9.5	15.0	16.3	157.2
韩国	51.6	1.0	31.2	0	11.2	0	12.3	0	14.0	121.3
中国台湾省	10.0	2.0	10.4	0	0	0	3.0	0	28.4	53.8
泰国	7.2	0	12.2	0	0	0	0	0	0	19.4
合计	417.5	128.9	301.4	70.7	117.4	115.9	71.2	44.1	193.9	1 461.0

注:1)乳聚丁苯橡胶;2)溶聚丁苯橡胶。

表 2 2010 年中国内地 SR 产能

万 t

生产厂家	SBR	BR	IIR	NBR	EPR	CR	IR	SBS	合计
中国石化	45.7	35.8	7.5	0	0	0	0	30.0	119.0
齐鲁石化公司	23.0	4.5	0	0	0	0	0	0	27.5
北京燕山分公司	3.0	12.0	7.5	0	0	0	0	6.0	28.5
高桥分公司	6.7	15.3	0	0	0	0	0	0	22.0
巴陵石化分公司	0	3.0	0	0	0	0	0	20.0	23.0
茂名分公司	3.0	1.0	0	0	0	0	0	4.0	8.0
南京扬子石化金浦橡胶有限公司	10.0	0	0	0	0	0	0	0	10.0
中国石油	39.5	16.0	0	6.5	4.5	0	0	8.0	74.5
大庆石化公司	0	8.0	0	0	0	0	0	0	8.0
兰州石化公司	15.5	0	0	6.5	0	0	0	0	22.0
锦州石化公司	0	5.0	0	0	0	0	0	0	5.0
吉林石化公司	14.0	0	0	0	40.5	0	0	0	18.5
独山子石化公司	10.0	3.0	0	0	0	0	0	8.0	21.0
地方控股企业	0	8.0	0	0	0	8.3	1.5	0	17.8
重庆长寿化工有限责任公司	0	0	0	0	0	2.8	0	0	2.8
山西合成橡胶集团有限公司	0	0	0	0	0	5.5	0	0	5.5
山东玉皇化工有限公司	0	8.0	0	0	0	0	0	0	8.0
茂名鲁华化工有限公司	0	0	0	0	0	0	1.5	0	1.5
台资、外资控股企业	23.0	5.0	0	2.0	0	0	0	12.0	42.0
申华化学工业有限公司	18.0	0	0	0	0	0	0	0	18.0
镇江南帝化工有限公司	0	0	0	2.0	0	0	0	0	2.0
惠州李长荣橡胶有限公司	0	0	0	0	0	0	0	10.0	10.0
普利司通(惠州)轮胎有限公司	5.0	0	0	0	0	0	0	0	5.0
台橡(南通)实业有限公司	0	0	0	0	0	0	0	2.0	2.0
台橡宇部(南通)化学工业有限公司	0	5.0	0	0	0	0	0	0	5.0
总计	108.2	64.8	7.5	8.5	4.5	8.3	1.5	50.0	253.3

SR的发展趋势。具体发展方向:一是通用 SR 产品的高性能化和高功能化;二是合成工艺的节能化和环境友好化;三是生产装置的多功能化和高产能化。

2 中国 SR 面临的机遇与挑战

2.1 机遇

2.1.1 内地 SR 市场供不应求

随着内地汽车产业迅猛扩张,带动轮胎等 SR 下游产业急剧增长,对 SR 需求大幅上升。尽管 SR 生产能力不断增大,产量持续上扬,但仍无法满足市场需求,每年仍需大量进口。2007 年,内地 SBR, BR, EPR, NBR, IIR, SBS 和 CR 七大胶种的产量为 163.7 万 t,而表观消耗量达到 268.7 万 t,进口量为 111 万 t,突破百万吨,内地产品市场自给率为 60.9%,其中 IIR 仅为 17.0%,EPR 为 16.7%,而 IR 则为零。虽然 2008 年新增产能近 40 万 t·a⁻¹,但市场仍然供不应求。

近年内地 NR 严重短缺,市场自给率仅为

25.5%,依赖进口的局面日趋严重,为提高 SR 使用比例、进一步扩展 SR 产业提供了市场空间。

2.1.2 轮胎行业技术进步促进了高性能 SR 应用

从发展趋势来看,汽车轮胎向高速度、高性能、扁平化、节能、安全、环保、智能化绿色产品方向发展,目标是在提高轮胎抗湿滑性能的同时降低滚动阻力,保持轮胎良好的耐磨性能,使轮胎更具安全性,这对作为轮胎原料的 SR 提出了更高要求。欧盟要求轮胎使用的芳烃油必须是环保型芳烃油,多环芳烃的质量分数必须低于 2×10⁻⁵。

据了解,世界排名第 3 位的轮胎制造商——固特异轮胎和橡胶公司计划将高附加值轮胎产品的比例由目前的 35%提高到 50%以上。2012—2013 年,欧盟将对轮胎滚动阻力进行立法,势必推动轮胎工业用胶结构的调整,为符合立法要求的稀土 BR、SSBR、集成橡胶(SIBR)和中高乙烯基聚丁二烯橡胶等胶种的开发和推广应用提供了机会和发展空间。

中国是世界第一大轮胎生产国,世界排名前

10位的轮胎生产商均在中国内地投资建厂,1998—2008年10年间,外资在中国投资轮胎产业超过66亿美元,为中国高性能SR提供了巨大的潜在市场。

2.2 挑战

2.2.1 进口产品对中国市场的冲击

除中国内地外,世界SR产能过百万吨的国家有4个,其中3个国家与中国相邻,即韩国、日本和俄罗斯。三国均为净出口国,其出口至中国的SR占中国SR进口总量的近50%。特别是俄罗斯对中国的出口量逐年上升,近两年增长近2倍。2007年俄罗斯SR产量达到120.9万t,出口70.0万t,其中出口至中国18.0万t,占总产量的14.9%,占总出口量的25.7%,而俄罗斯大部分生产装置还没有达到高负荷生产,一旦产能完全释放,对中国市场的冲击将会更大。

韩国是中国最大的进口来源国,2007年产量101.0万t,出口量79.7万t,占总产量的78.9%;出口到中国33.4万t,占其总出口量的41.9%。日本2007年产量165.5万t,出口量53.1万t,占总产量的32.1%;出口到中国18.0万t,占总出口量的33.9%。受全球经济危机的影响,周边国家和地区将会加大对中国的出口力度,对中国SR市场的冲击会进一步扩大。

2.2.2 外资公司携技术和资金抢占中国市场

中国SR的巨大市场吸引了手中握有先进技术和丰厚资金的境外大公司,中国已成为世界投资热点,境外知名公司及周边国家和地区纷纷在内地投资建厂,并建立研发中心,针对中国市场的特点开发和设计新产品。日本普利司通公司在广东惠州新建10万t·a⁻¹的SBR装置,中国台湾合成橡胶股份有限公司与日本丸红公司及南通石化总公司共同投资在南通新建10万t·a⁻¹的SBR装置,日本和中国台湾省将在南通采用日本宇部公司技术建设5万t·a⁻¹的BR装置,中国台湾李长荣公司将在惠州建设10万t·a⁻¹的SBS装置。法国米其林公司在上海成立了SR研发机构;日本普利司通公司在无锡成立了SR研发机构;德国朗盛公司在青岛建立了SR研发中心,并与北京橡胶工业研究设计院签订了相关合作协议,联手推销朗盛公司的稀土BR和SSBR。

3 中国SR“十二五”重点发展领域

3.1 聚丁二烯橡胶

3.1.1 现状

目前我国共有8套BR生产装置,2008年生产能力为55万t·a⁻¹,其中中国石化拥有5套装置,生产能力为39万t·a⁻¹;中国石油拥有3套装置,生产能力为16万t·a⁻¹。2008年虽然国内BR产量达到44万t,但仍需大量进口。

未来几年内,即将投产或规划建设的项目有:①台橡(南通)实业有限公司7.2万t·a⁻¹聚丁二烯橡胶装置;②中国石油四川石化公司乙烯项目将配套建设15万t·a⁻¹的聚丁二烯橡胶装置。准备扩能的现有聚丁二烯橡胶装置有:①中石化北京燕山分公司3万t·a⁻¹稀土BR装置扩能至总产能达到15万t·a⁻¹;②中国石油大庆石化公司计划扩大充油BR总产能至10万t·a⁻¹。据预测,到2012年,我国BR的市场需求量将达到75万t。

3.1.2 需求及技术发展趋势

(1)需求。载重轮胎从斜交结构到子午线结构使得BR应用比例由27%降到7%,导致BR的消耗量降低,但乘用车轮胎的高性能化,尤其乘用车子午线轮胎对白炭黑的使用,又增大了BR和稀土BR的用量。受全球经济危机的影响,在较长时间内,中国BR将保持供需平衡的状态,价格随着油价的变化而浮动。

(2)技术。在聚合工艺方面,由于气相聚合工艺技术具有环境污染小、生产成本低的特点,近年来研究开发极其活跃。美国固特异、德国朗盛、意大利Enichem、美国UCC、日本合成橡胶等各大SR公司都在大力开展相关研究开发工作。

3.1.3 差距

国内BR产品以镍系BR为主,且牌号极少,产品结构不尽合理。适用于丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物和高抗冲聚苯乙烯的塑料级低顺式聚丁二烯橡胶产品单一,大量高端产品仍需进口,每年进口量在2万t左右。中乙烯基聚丁二烯橡胶和充油BR等应用开发速度缓慢。

3.1.4 “十二五”发展目标和方向

预计到2015年,聚丁二烯橡胶国内产量已能够满足市场需求,甚至会出现产能过剩的问题。因此中国聚丁二烯橡胶的发展方向应着重于通过

自主创新,不断开发新技术、新产品和新牌号,增加稀土-锂系以及其他聚丁二烯橡胶新品种,提高产品的性能和市场竞争力,适应市场多元化需要,全面提升 BR 生产技术水平,开发高效、先进、节能和低污染的生产工艺技术等。在“十二五”期间,应重点开发中、高乙烯基聚丁二烯橡胶,低顺式聚丁二烯橡胶和稀土高顺式聚丁二烯橡胶工业生产技术;着手开发聚丁二烯橡胶改性技术,如氯化 BR、环氧化聚丁二烯橡胶和充油聚丁二烯橡胶等。

3.2 ESBR

3.2.1 现状

目前世界上有 30 多个国家的 50 余个厂商生产 ESBR,2008 年生产能力约为 421 万 t。2008 年我国共生产 ESBR 约 75 万 t。ESBR 是第一大 SR 品种,主要应用领域是轮胎(72%)、汽车结构材料(8%)和工业橡胶制品(8%)。我国现有 4 套 ESBR 生产装置,总生产能力为 86 万 $\text{t} \cdot \text{a}^{-1}$ 。

3.2.2 需求及技术发展趋势

(1)需求。由于中国汽车市场的高速成长,ESBR 的消耗增大,预计在未来相当长的时间内,ESBR 不会失去其产量第一的位置。但以填充白炭黑为标志的“绿色”轮胎技术更多地采用 SSBR,这在一定程度上会影响 ESBR 的发展。

(2)技术。ESBR 的生产工艺已基本定型,产品品种和质量在全球范围内已趋于统一化和标准化。近年来围绕 ESBR 技术进步的科研开发工作并未停顿,主要集中在优化相对分子质量调节手段,缩短反应时间;改善无盐凝聚工艺;通过改变聚合方法制取苯乙烯含量高或组成分布窄、玻璃化温度波峰宽的耐磨及抗湿滑性能好的 ESBR;开发新型或复合型高效助剂,提高聚合反应速度和转化率;开发无亚硝基助剂和环保型填充油,减少生产和使用过程对环境的影响等方面。

3.2.3 差距

国内 ESBR 产品品种牌号少,不能适应市场需求,国外常用品种牌号有 20~30 种,而我国只能正常生产 1500、1502 和 1712(充芳烃油)等几个牌号。工艺控制水平不高,国外在自动化控制方面有很大进步,如日本合成橡胶公司采用门尼粘度在线控制技术,使产品门尼粘度准确度由 ± 4 提高至 ± 2 ,提高了生产效率和产品质量,而国内

在门尼粘度控制方面还有较大差距。

3.2.4 “十二五”发展目标和方向

开发 ESBR 系列化品种牌号,特别是环保型充油橡胶、高苯乙烯含量系列产品、ESBR 炭黑母炼胶和粉末橡胶等产品,提高产品竞争力和 ESBR 的市场占有率。改进 ESBR 工艺技术,减少单体消耗和“三废”排放。开展可用于“绿色”轮胎的“洁净”ESBR 生产技术研究,拓展 ESBR 的应用范围。开发新型乳液聚合助剂,尤其是开发新型非污染型助剂,减少环境污染。

3.3 SSBR 和 SIBR

3.3.1 现状

20 世纪 60 年代初,美国菲利普斯公司和费尔斯通公司首先实现了 SSBR 的工业化生产。目前,在美国等十几个国家中约有 20 多套 SSBR 生产装置,总生产能力在 80 万 $\text{t} \cdot \text{a}^{-1}$ 以上,年产量在 80 万 t 左右。我国目前有 3 套 SSBR 生产装置,总生产能力为 14 万 $\text{t} \cdot \text{a}^{-1}$,均为中国石化所有,其中高桥分公司 10 万 $\text{t} \cdot \text{a}^{-1}$,北京燕山分公司和茂名分公司 4 万 $\text{t} \cdot \text{a}^{-1}$ (目前均未投产)。

3.3.2 需求及技术发展趋势

(1)需求。美国汽车燃油经济性(CAFE)标准 1996 和 2001 年要求汽车的燃料消耗指标分别为 14.7 和 17.1 $\text{km} \cdot \text{L}^{-1}$ 。欧洲也在制定法规要求汽车降低碳排放量,其中 10% 的降幅由轮胎完成,低滚动阻力轮胎的使用势在必行,SSBR 是高性能低滚动阻力轮胎最合适的胶种。20 世纪 90 年代,美国、西欧和日本 SBR 总消耗量中 SSBR 的比例为 17%~25%,预计 2015 年可达 25%~30%。SSBR 的产量增长率则高达 5.4%~6.4%,成为增长最快的 SR 品种之一。在我国,随着汽车工业的飞速发展,特别是轿车逐渐进入百姓家庭,对高性能轿车轮胎的需求越来越大,SSBR 正处于市场快速增长时期。对生产厂家而言,SSBR 必将成为锂系聚合物产品中又一个具有巨大市场的产品。

(2)技术。具有低滚动阻力和高抗湿滑性能的 SSBR 将成为 SBR 发展的重点。“绿色环保”轮胎和“与汽车同寿命”轮胎用新型 SSBR 将成为开发热点。20 世纪 90 年代美国固特异公司和德国 Huls 公司开发成功苯乙烯-异戊二烯-丁二烯

三元共聚新型 SIBR,并已工业化生产。这种 SI-BR 具有较低的滚动阻力、较高的耐磨性能及良好的抗湿滑性能,是综合性能良好的“绿色环保”轮胎用胶,也称为第 3 代 SSBR。通过加氢改性开发新品种 SSBR 以及开发新型引发剂与活性连续聚合等技术是技术更新的方向。

3.3.3 差距

国内现有 SSBR 工业装置技术水平尚待提高。我国现有间歇聚合工业生产装置,技术水平处于 20 世纪 90 年代初国际水平,产品介于第 1 代与第 2 代之间,且生产装置物耗偏高,产品牌号较少,质量尚不够稳定。

3.3.4 “十二五”发展目标和方向

完善和改进现有间歇聚合 SSBR 工业生产技术,提高和稳定产品质量,降低能耗物耗,减少“三废”排放,进一步降低成本,提高 SSBR 市场竞争力。开发 SIBR 以满足现代交通发展需要的“绿色环保”“安全节能”和“与汽车同寿命”等高性能专用轮胎的要求。产品开发重点应为结合苯乙烯质量分数为 0.25~0.5 和乙烯基质量分数为 0.3~0.7 的 SSBR 新牌号。开展 SSBR 通用牌号和充油牌号在载重子午线轮胎和斜交轮胎中的应用研究,改善载重轮胎在高速公路行驶中的安全性能和耐磨性能,以扩大 SSBR 在载重轮胎中的应用。

3.4 IIR 和卤化丁基橡胶(HIIR)

3.4.1 现状

2008 年世界共有 9 个国家 13 套装置生产 IIR,总生产能力为 104.0 万 $t \cdot a^{-1}$,其中北美地区生产能力为 36.6 万 $t \cdot a^{-1}$,约占世界 IIR 总生产能力的 35.19%;西欧地区生产能力为 28.6 万 $t \cdot a^{-1}$,约占世界总生产能力的 27.50%;亚太地区生产能力为 25 万 $t \cdot a^{-1}$,约占世界总生产能力的 24.04%;俄罗斯生产能力为 13.8 万 $t \cdot a^{-1}$,约占世界总生产能力的 13.27%。预计 2011 年世界 IIR 生产能力将达到约 125 万 $t \cdot a^{-1}$,其中 HIIR 所占比例将超过 75%。无论是普通 IIR 还是 HIIR 的生产技术均被美国埃克森美孚化工有限公司和德国朗盛公司所垄断。中国石化于 1997 年买断意大利 PI 公司的 IIR 技术,并于 1999 年年底建成投产。目前国内仅有中国石化北京燕山分公司生产 IIR,生产能力为 4.5 万

$t \cdot a^{-1}$,另有 3 万 $t \cdot a^{-1}$ 的 BIIR 项目已投产。国内 IIR 规划和在建项目有 4 个,中国石化北京燕山分公司 9 万 $t \cdot a^{-1}$ 的 IIR 和 6 万 $t \cdot a^{-1}$ 的 BIIR 项目在建,其他还有 9 万 $t \cdot a^{-1}$ 的 IIR 项目规划,浙江嘉兴 5 万 $t \cdot a^{-1}$ 的 IIR 项目已经建成并有扩能计划,上述项目完成后总产能将达到 40 多万 $t \cdot a^{-1}$ 。IIR 总需求量呈增长趋势,其中普通 IIR 已基本饱和,HIIR 的需求将不断增长。

3.4.2 需求及技术发展趋势

(1)需求。2008 年世界 IIR 的总消耗量达到 89 万 $t \cdot a^{-1}$,其中 HIIR 消耗量所占比例超过 70%,随着轿车子午线轮胎和载重子午线轮胎的普及,HIIR 的需求将逐年上升。预计今后几年,世界 IIR 的消耗量将以年均约 8.5% 的速度增长。近几年,随着我国汽车和医药工业的不断发展,我国 IIR 需求量迅速增长,预计到 2015 年我国 IIR 的需求量将达到约 27 万 t ,其中 HIIR 的需求量将达到约 20 万 t 。

(2)技术。通用 IIR 将继续向 HIIR 和高性能化产品发展。国外重点发展 CIIR 和 BIIR,并积极开发性能更好的 IIR 新品种。星形 IIR 的特征是相对分子质量呈双峰分布,支化度高,且支化度分布宽,可使加工性能显著改善。在此基础上,开发氯化化和溴化星形支化 IIR,并形成系列化新产品,也是发展的方向。

3.4.3 差距

国内 IIR 生产经验不足,技术有待改进。世界上 IIR 主要生产商的产品牌号约有 24 个,而我国目前只有 7 个牌号,且基本只生产一个牌号的产品,性能上与国外产品也有差距。

3.4.4 “十二五”发展目标和方向

完善 IIR 和 HIIR 生产技术,开发关键设备,开展 IIR 用新型引发剂和 IIR 加工应用技术研究,并研究开发高附加值 IIR 新产品,如溴化的异丁烯-对甲基苯乙烯共聚产品 BIMS、异丁烯-苯乙烯嵌段共聚物 SIBS 等。

3.5 苯乙烯类热塑性弹性体(TPS)

3.5.1 现状

TPS 包括 SBS、异戊二烯-苯乙烯嵌段共聚物(SIS)及各自的氢化产物(SEBS 和 SEPS)和功能化改性产物等五大类产品。

2008 年世界上 TPS 生产商有 20 多家,主要分布于亚洲、欧洲和北美洲;总产能达 $200 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$,产品牌号多达 30 个。目前 TPS 产量仍以每年 $5\% \sim 10\%$ 的速度增长,特别是东南亚地区,发展更为迅速,已形成约 $60 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$ 的生产能力。国内现有 4 套 TPS 生产装置,总产能已达 $36 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$ 。

世界 TPS 主要生产厂家的生产份额为:美国 Kraton 公司 20%,中国台湾省 30%,意大利 Enichem 公司 11%,美国 Dexco 公司 5%,比利时 Fina 公司 5%,西班牙 Repsol 公司 5%,中国石化 18%,其他 6%。

TPS 生产技术主要来自菲利普斯公司、美国壳牌石油公司和中国石化。我国 TPS 总体生产技术水平与国外先进水平相当,并于 1988 和 1991 年成功实现了成套技术向意大利和英国的出口。中国台湾省现有 4 套 TPS 生产装置,技术来自中国石化和菲利普斯公司,总产能已达 $30 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$ 年,其中约 30% 销往内地。

3.5.2 需求及技术发展趋势

(1)需求。随着全球经济危机的发生,中国制鞋业出口极度萎缩,TPS 消耗量锐减。新技术使得乙烯-乙酸乙烯共聚物(EVA)在鞋材方面的应用大幅提高,也侵蚀了 TPS 市场。中国基础设施建设对道路沥青的需求在一定程度上缓解了 TPS 市场的极度萎缩。未来 TPS 在沥青改性领域的需求量将出现稳步增长,但整个市场需求可能走低。

(2)技术。TPS 技术发展趋势主要为以下几方面:①产品多样化和高功能化,开发不同用途、特殊功能的专用产品是 TPS 研究开发的热点和方向,其中用于高等级公路沥青、建筑材料、热熔型粘合剂和塑料改性方面的 TPS 专用产品是发展的重点;②生产装置多功能化,TPS 生产装置将继续向多功能化发展,实现一套装置可以生产 TPS、SS-BR、低顺式聚丁二烯橡胶和中乙烯基聚丁二烯橡胶等多种锂系聚合物产品,同时品种和牌号的切换更加方便快捷;③生产工艺节能化,着重于能量的综合利用及新型节能工艺的开发,热泵和直接干燥方法等节能技术将得到进一步发展。

3.5.3 差距

目前我国 TPS 产品囊括了所有通用型 SBS 和 SIS 及 SEBS 产品,基本满足国内各方面的需要。

但内在品质及稳定性方面与国际先进水平有一定差距,一些特殊的高附加值牌号还是空白。国内产品在教育支持和售后服务方面尚有一定差距。

3.5.4 “十二五”发展目标和方向

主要目标为完善现有工业技术,开发新牌号。通过研究分子结构与性能关系,开发综合性能优异的产品,如开发可适用于不同来源沥青要求的沥青专用改性 SBS 牌号——路面修复用沥青改性专用极性 SBS 牌号、耐老化的沥青改性用 SIBS 牌号等,开发各种应用细分的 SEBS 牌号——医用级和电缆级产品等。

3.6 IR

3.6.1 现状

IR 泛指顺式 1,4-结构质量分数大于 0.9 的聚异戊二烯橡胶,由于其微观结构接近 NR(如三叶胶、银菊胶等),也被称为合成 NR。

IR 工业化生产始于 20 世纪 60 年代,受原料供应、市场需求及经济形势等诸多因素的综合影响,世界 IR 产能变化较大。现有装置均建于 20 世纪六七十年代。截至 2008 年年初,世界有 5 个国家共 8 套装置生产 IR,总产能 $61.1 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$,占世界通用 SR(含苯乙烯类热塑性丁苯橡胶)总产能的 4.4%。俄罗斯是世界最大的 IR 生产国,产能占世界总产能的 67.9%。我国目前尚无 IR 工业化生产装置。

3.6.2 需求及技术发展趋势

(1)需求。由于我国 IR 没有工业生产,国内 IR 消耗量约等于进口量。受中国轮胎制造业高速发展拉动,加之 IR 与 NR 的进口比价逐步缩小,近年 IR 消耗量呈上升趋势。2000 年我国 IR 消耗量为 1.81 万 t,2007 年增至 5.16 万 t,2000—2007 年间,我国 IR 消耗量年均增长速度为 16.7%,远高于世界其他国家同期 IR 消费增长率。

(2)技术。生产 IR 所用催化剂可分为两大类:锂系负离子引发剂和 Ziegler-Natta 型配位催化剂。其中锂系 IR 产能仅占 IR 总产能的 4.1%。世界现有的钛系 IR 生产技术主要有 3 个来源:美国固特异公司、美国固特里奇公司和俄罗斯橡胶研究院。钛系 IR 技术成熟,成本较低,产品性能优异,占 IR 总产能的 90% 以上。近年来,钕系稀土 IR 的研发比较活跃。与钛系 IR 相比,

钕系 IR 微观结构规整、相对分子质量高、取向性高且凝胶含量低,塑性相同时,稀土 IR 具有较高的门尼粘度和较低的回弹值。从混炼参数看,钕系 IR 的炭黑润湿时间和分散时间均较短,胶料温度低,收缩率小,加工性能优于钕系 IR。稀土 IR 聚合条件温和,催化剂残余物可不必脱除,因此工艺较简单,如果进一步提高催化活性,降低催化剂成本,将更具竞争力。

目前各国的研究重点均集中在稀土催化体系及相应 IR 的制备方法上。趋势是利用均相或非均相催化剂,制备顺式 1,4-结构质量分数大于 0.96、相对分子质量分布指数小于 3.0、性能更加接近 NR 的 IR。中国石油已经完成中试鉴定,民营企业山东鲁华化工有限公司和青岛伊科思新材料股份公司也于 2008 年完成中试并在筹建工业化装置。

3.6.3 差距

目前,国内稀土 IR 成套技术仍处于中试阶段,还没有形成成熟完整的工业生产技术;钕系 IR 只是略有涉及,研究开发处于小试阶段。

3.6.4 “十二五”发展目标和方向

开发具有自主知识产权的均相钕系稀土催化剂。开发稀土 IR 连续聚合工艺技术,确定工艺路线,掌握聚合工艺条件。开发工业反应器的设计和过程控制技术,解决高粘体系反应器的传质传热以及管路输送问题,形成完整的工业生产技术。开发 IR 细分牌号,如轮胎胎面用 IR、充油 IR、卫生级 IR 等。开展稀土 IR 替代 NR 的应用研究,重点研究稀土 IR 并用或替代 NR 用于载重轮胎。

3.7 EPR

3.7.1 现状

目前,世界有 11 个国家共拥有 21 套 EPR 生产装置,总生产能力为 $131.8 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$ 。美国埃克森美孚化工有限公司的生产能力约占世界总生产能力的 22.82%,其次是美国陶氏化学公司、荷兰帝斯曼公司和德国朗盛公司,以上 4 家企业生产能力占世界总生产能力的 60% 以上。国内只有中国石油吉化分公司生产 EPR,产能为 $3.5 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$,采用日本三井公司钕系溶液聚合技术和自主技术,产品涵盖通用牌号、高发泡牌号和润滑油牌号。

3.7.2 需求及技术发展趋势

(1)需求。我国 EPR 消费处于快速增长阶

段,“十一五”期间消耗量年均增长达到 12.8%,是增长最快的 SR 品种之一,2008 年消耗量达到 12 万 t,对外依存度为 86%。EPR 的产能仍在快速增长,美国埃克森-道化学公司在中东有产能为 $9 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$ 的 EPR 项目在建。

(2)技术。最早的钕系催化体系正逐渐被茂金属催化体系取代,茂金属催化技术具有投资少、生产成本低的优势。荷兰帝斯曼公司关闭了其在美国的钕系 EPR 装置,采用新型催化剂和工艺建设新厂。美国杜邦-陶氏弹性体公司首次将陶氏化学公司的茂金属催化剂技术应用于 $9.1 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$ 的 EPR 装置上,其后,日本三井石化公司于 1997 年建成了 $3 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$ 的溶聚茂金属 EPR 装置,美国埃克森美孚化学公司 $9 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$ 气相法茂金属 EPR 装置、杜邦-陶氏弹性体公司 $9 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$ 气相法茂金属 EPR 装置也相继建成投产。

3.7.3 差距

国内 EPR 的产量不能满足国内消费市场增长的需求,进口量逐年增大。EPR 的合成技术仍采用传统生产工艺,缺乏核心技术,扩大生产能力仍受引进技术和设备资金投入高的制约。国内 EPR 产品牌号少,缺少用户需求的高端牌号产品,与国外有近百个牌号相比差距很大。

3.7.4 “十二五”发展目标和方向

开发出具有自主知识产权的 EPR 成套工业技术,首先开发出钕系 EPDM 成套工业技术,在“十二五”期间建成 EPR 工业装置。开发茂系高效催化体系。加快助剂和第三单体国产化研究。

4 结语

我国 SR 产能、产量和消耗量均居世界前列,国内 SR 市场供不应求,对高性能 SR 的需求日益旺盛。但我国 SR 技术水平总体不高,产品牌号少、工艺相对落后,与国外仍有差距。“十二五”期间,我国 SR 行业的主要目标为开发新牌号,研发附加值高的新产品,完善和改进现有技术,提高生产效率,减少“三废”的排放,实现清洁生产。“十二五”期间,我国 SR 产业必将成为一个重点发展的行业,成为国民经济的重要组成部分。