

世界异戊橡胶生产现状及我国发展前景

刘 川

(中国石化北京燕山分公司研究院, 北京 102500)

摘要: 介绍了世界异戊橡胶生产及消费现状。通过分析我国异戊橡胶市场前景, 对我国异戊橡胶产业的发展提出建议。
关键词: 异戊橡胶; 生产能力; 消费量

1 世界异戊橡胶生产现状

1.1 生产能力

异戊橡胶 (IR) 泛指顺式-1, 4 结构含量大于 90% 的聚异戊二烯橡胶, 由于其微观结构接近天然橡胶 (NR), 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。截至 2008 年年初, 世界有 5 个国家共 8 套装置生产 IR (见表 1), 年生产能力 61.1 万 t, 占世界通用合成橡胶 (含复合胶) 总生产能力的 4.4%。

表 1 世界 IR 生产商年生产能力

生产商	国家	工厂所在地	生产能力/万 t	催化剂种类
Kraton 聚合物公司	荷兰	Rotterdam	2.5	Li 系
固特异轮胎橡胶公司	美国	TX	9.0	Ti 系
日本合成橡胶公司	日本	Kashima	4.1	Ti 系
瑞翁公司	日本	Mizushima	3.7	Ti 系
CJSC Kauchuk 公司	俄罗斯	Sterlitamak	10.0	Ti 和 Nd 系
Nizhnekamskneftekhim 公司	俄罗斯	Nizhenkamsk	17.5	Ti 系
Sibur Holding 公司	俄罗斯	Tolyatti	14.0	Ti 系
Karbochem (PTY) 公司	南非	Newcastle	0.3	Ti 系
合计			61.1	

注: 数据来源于 Worldwide Rubber Statistics, IISRP, 2008。

目前, 俄罗斯 IR 生产能力居世界首位, 每年生产能力为 41.5 万 t, 约占世界总生产能力的 68%。美国和日本 IR 生产能力分别位居世界第二和第三, 为 9 万 t 和 7.8 万 t, 占世界总生产能力的 15% 和 13%。

我国中科院长春应化所、吉化公司、燕山石化公司等单位曾先后进行过合成 IR 的中试研究, 但由于未能解决大量异戊二烯单体的来源等问题, 我国至今仍未实现 IR 工业化生产。

1.2 生产工艺

目前, 世界上 IR 生产均采用溶液聚合法, 所用溶剂为直链烷烃或芳烃。生产 IR 所用催化剂可分为两大类: Li 系负离子引发剂和 Ziegler-Natta 型配位催化剂。

Li 系引发体系所得 IR 的顺式-1, 4 结构含量通常为 91%~92%, Ti 系和 Nd 系 IR 顺式-1, 4 结构含量均可达到 95% 以上。顺式结构含量的增大, 赋予聚合物与 NR 更接近的性能, 且质量更均一、纯度更高、更易软化和混合, 塑炼时间更短, 混炼加工更加简便, 膨胀率和收缩率更小, 有较好的挤出和压延性。然而, IR 在生胶强度方面低于 NR, 挺性较差、易变形; 硫化胶的拉伸强度、定伸应力、撕裂强度、高温强度、耐磨性及耐疲劳性等不及 NR。

与 Ti 系 IR 相比, Nd 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小的回弹值。从混炼参数看, Nd 系 IR 的炭黑润湿时间和分散时间均短, 胶料温度低, 收缩率小, 加工性能优于 Ti 系 IR。

1.3 应用状况

IR 与 NR 结构相近, 与 NR 相比, IR 具有以

下优势:质量均一、纯度高、颜色浅、异味小;易软化和混合,塑炼时间短,混炼加工简便;膨胀率和收缩率小,有较好的挤出和压延性,滞后损失小;流动性好。而在生胶强度和硫化胶定伸应力、撕裂强度方面,IR 仍不及 NR,导致加工时 IR 的挺性差,易变形;制品的耐磨性和耐疲劳性差,从而限制了其在部分领域的应用。

近年世界 IR 年消耗量约为 50 万 t。其中,中东欧 IR 消耗量占世界消耗总量的 43.3%;其次是西欧,占 15.1%;美国和日本消耗量相近,分别占世界消耗总量的 13.7%和 13.2%;IR 最主要的应用领域是轮胎业,轮胎制造业发达的国家和地区,如中国、乌克兰、比利时等对 IR 的消耗量也较大,占世界消耗总量的 14.8%。

约 60%的 IR 用于制造轮胎,在载重汽车轮胎和越野汽车轮胎方面可替代 NR 用于胎体胶和胎侧胶。以优先发展 IR 的俄罗斯为例,其大多数载重汽车轮胎采用 IR/BR/SBR 并用比为 50/30/20 的并用胶,轻便轮胎采用 IR/BR/SBR 并用比为 20/30/50 的并用胶。这类轮胎的综合性能与 NR 或生胶大部分为 NR 的轮胎性能相当,而且生热低、耐寒性好,但因 IR 生胶的拉伸强度和撕裂强度较低,在航空轮胎和工程机械轮胎中仍不能完全替代 NR。除轮胎制造业外,IR 还可用于制作帘布胶、输送带、密封垫、胶管、胶带、胶板、胶丝、海绵、胶粘剂、电线电缆和电池电极材料以及导电橡胶、运动器材、医疗用具和胶鞋等。稀土系 IR 和 Li 系 IR 可用于浅色制品、医药和食用级橡胶制品。在我国,IR 还用于生产负型光刻胶等精细高分子化学品。

各国产业结构不同,IR 在不同国家的消费结构也各具特色。俄罗斯是世界最大的 IR 生产国,同时也是最大的消费国,80%以上 IR 用于轮胎制造业。

美国轮胎制造业在经历了 20 世纪 90 年代末期的高速发展和近年来的平稳回落后,年均消耗 IR 约 3 万 t,占其国内 IR 消耗总量的 56%。近年美国用于机械制品的 IR 消耗量逐年递增,约占消耗总量的 22%。除轮胎及轮胎相关产品、机械橡胶制品外,在美国 IR 还用于制造胶管、胶带、胶垫、密封剂与粘合剂、体育用品等领域,其消

耗量约占消耗总量的 22%。

在日本,IR 主要用于汽车轮胎和软管,其消耗量约占 IR 消耗总量的 88%,近年来仍保持着年均 1%~2%的增长。在工业制品中,近年来 IR 消耗量呈下降趋势,仅占消耗总量的 4%。此外,在日本 IR 还可用于医疗设备配件、胶管、胶带、粘合剂等领域,其消耗量约占总消耗量的 8%。

在西欧,IR 主要用于轮胎制造业。最大的 IR 消费国是德国,其次是意大利和法国。随着国际轮胎生产中心向亚洲迁移,西欧 IR 的消费结构也随之调整,用于轮胎业的比例逐年降低,从 1995 年的 70%降至目前的 62%。

2 我国 IR 市场现状

2.1 使用现状

我国消费的 IR 主要用于全钢载重汽车子午线轮胎的胎圈钢丝圈部位。在胎圈钢丝圈部位使用 IR 可以改善胶料的加工性能,同时胶料具有较高的硬度、抗撕裂性和耐疲劳性,胶料的流动性好,钢丝表面覆胶均匀。斜交轮胎也可使用 IR,主要是取代 NR,降低生产成本。IR 以 20%的比例取代 NR 用于胎面胶中,用 30 份的 IR 等量取代 NR 用于胎体胶中,配方和工艺无需调整,对胶料综合性能无不利影响,可以顺利使用。用 15 份 IR 等量取代 NR 用于内胎可提高生产效率,降低能耗。半成品、成品轮胎性能均符合国家标准。

除轮胎领域外,在我国 IR 也用于胶管、胶带的生产。用 IR 代替 NR 用于夹布胶管中,胶料具有良好的加工工艺性能,可有效降低能耗,简化工序。配方中使用 60 份 IR 等量代替 NR,有减慢硫化速度的现象,需要在原配方中增加 0.2~0.5 份的硫化促进剂,调整硫化速度。

IR 比 NR 透明,又具有 NR 的加工性能,可代替 NR 制备胶鞋。

我国 IR 年消耗量等于其净进口量。受轮胎制造业高速发展, NR 进口价格逐步走高等因素的影响,近年国内 IR 消耗量呈上升趋势。近年 IR 与 NR 的进口比价逐步缩小,2007 年我国 IR 与 NR 进口价格分别为每吨 1 996 美元和 1 977 美元,其比价为 1.01,是 2001 年比价的 62%。2000 年,我国消费 IR 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%。

2.2 贸易状况

2000年以来,我国IR进口量呈上升态势,进口价格逐年增高(见表2)。2007年,我国共进口IR 5.3万t,较2000年的1.8万t增大了近2倍;进口均价为每吨1 996美元,是2000年进口价格的2.4倍。2000~2007年,IR进口价格年均增长率为13.6%。其中,初级形状产品进口量近年出现回落,而受进口价格降低的拉动,板、片、带的进口量大幅提高。2007年我国共进口初级形状IR 1.5万t,板、片、带3.9万t,分别较上年增长35.3%和258.7%。2008年1~8月,我国共进口IR 2.3万t,预计全年进口量约为3.4万t,较上年减小1.9万t,同比降低35%。2008年受全球性经济衰退的影响,我国IR消耗量出现了较大幅度的回落,全年共进口初级形状IR 1.2万t,板、片、带2.1万t,分别较上年降低了16.9%和45.7%。

表2 近年我国IR进口状况

年度	进口量/ t			每吨进口价格/ 美元		
	初级形状	板、片、带	合计	初级形状	板、片、带	均价
2000年	17 137	968	18 104	774	1 591	818
2001年	8 096	1 020	9 116	910	1 547	982
2002年	14 359	1 593	15 953	758	1 531	835
2003年	37 343	3 160	40 503	1 082	1 594	1 122
2004年	31 766	5 363	37 129	1 239	1 547	1 283
2005年	11 328	5 102	16 429	1 584	1 950	1 698
2006年	10 812	10 751	21 563	1 923	2 192	2 057
2007年	14 633	38 561	53 194	2 121	1 948	1 996
2008年	12 159	20 922	33 081	2 927	2 912	2 918

注:数据来源于中国海关统计。

从贸易方式来看,IR主要以边境小额贸易、一般贸易及来进料加工方式为主,这些方式进口量约占进口总量的40%。2005年以来,进料加工贸易进口量在总进口量中所占比例有所下降。

我国IR进口来源地主要是俄罗斯,其次为日本。从进口价格看,来自俄罗斯的IR价格较日本及美国产品的价格低。从进口海关看,因为主要是由俄罗斯进口,因此我国IR以边境小额贸易方式进口的部分主要通过满洲里进口,而一般贸易方式进口的部分主要由靠近消费市场的上海、青岛、黄埔港进口。

3 我国IR发展前景分析

3.1 碳5综合利用呼唤实现IR工业化

碳5是重要的有机原料和中间体。碳5深加工可得到上百种化工产品,与作燃料相比,可提高附加值几十倍。欧美、日本等国家碳5化工利用率达到70%~80%,而我国尚不足15%。异戊二烯是裂解碳5中最重要的组分,是合成IR的单体。“九五”期间,国家科委曾安排过从碳5中分离异戊二烯、环戊二烯和间戊二烯等项目。但当时全国乙烯能力只有200多万t,碳5总资源只有25万t左右,并分散在全国18套装置中,不具备合成IR的条件。2008年,全国乙烯生产能力超过1 000万t,碳5资源量约110万t左右。按2010年乙烯装置能力1 600万t估算,届时全国异戊二烯总资源量在30万t以上。在长江三角洲、珠江三角洲、环渤海地区分别集中200万~300万t乙烯生产能力,集中碳5资源进行综合利用成为可能。碳5综合利用有利于降低乙烯装置生产成本,是石化企业发展循环经济、降低综合能耗的有力措施。

在IR生产中,异戊二烯的消耗定额为1.03~1.04 t·t⁻¹,高于丁二烯-苯乙烯-丁二烯共聚物(0.8 t·t⁻¹)、丁基橡胶(0.3 t·t⁻¹)和集成橡胶(0.2~0.5 t·t⁻¹)的消耗定额,实现IR工业化无疑是大规模利用异戊二烯的主要选择。

3.2 稀土IR生产技术日臻成熟

国内最早进行IR研发工作是以Al-Ti催化体系定向聚合异戊二烯。1968年,在小试工作的基础上,吉化研究院与天津石油化工厂协作进行了Ti系催化剂制备IR的模式工作。后因致力于稀土系IR的研发,吉化研究院对Ti系IR的开发就此停滞。

长春应化所1964年在世界上率先用稀土催化剂合成了顺式-1,4结构含量为93%~95%的IR。1970年,吉化研究院和北京燕化公司橡胶厂、天津石油化工厂、长春应化所等单位共同在中试装置上采用稀土催化剂进行了连续聚合试验,曾进行了长达1 500 h的全流程连续运转。1973年,进行了工业化试生产。但因当时采用的混合稀土催化剂活性较差,胶样的物理性能及加工性能与国外Ti系IR相比仍存在一定差距。1980年,吉化研究院联合长春应化所、北京化工大学、

北京橡胶工业设计研究院、广州合成材料老化所,联合进行 IR 工业化生产技术开发工作。1985 年,吉化研究院建成间歇聚合中试装置,并进行了数千小时的实验,胶样性能指标达到日本 IR-10 水平。由于我国 20 世纪 80 年代末石油炼制能力有限,乙烯装置生产能力低,加之异戊二烯制备技术不成熟,导致国内异戊二烯资源匮乏,限制了 IR 技术的进一步大规模开发。

近年,随着我国乙烯资源的增加,碳 5 资源的利用日益受到重视,中国石油集团已委托吉化研究院着手进行新一轮的 IR 工业技术开发。吉化研究院联合长春应化所,针对旧工艺样品的相对分子质量分布宽、门尼粘度高、顺式-1,4 结构含量低等问题进行科技攻关。

中国石化北京燕山分公司研究院从事合成橡胶技术开发工作有近 30 年的历史,在分子聚合工艺和工程开发方面有扎实的基础。1999 年与浙江大学在稀土催化剂体系制备高性能聚丁二烯橡胶方面进行了合作研究,并拥有一项发明专利(ZL 99101536)。2003 年,在燕化研究院模试装置上成功地合成出了不同门尼粘度的窄相对分子质量分布稀土顺丁橡胶。

我国在稀土 IR 工业化技术开发方面,积累了大量的实践经验,已经初步具备了成套设计能力。有望通过相关单位的进一步合作,拓展基础研究,完善工艺设计,在短时期内完成具有自主知识产权的万吨级 IR 工业生产工艺包。

3.3 NR 供应缺口为 IR 提供一定市场空间

IR 的发展与 NR 密切相关。目前我国已成为世界上最大的橡胶消费国, NR 与合成橡胶的消费量均位居世界第一,因而也成为世界最大的橡胶进口国。虽然近年国内 NR 产量有所上升,但表观消费量增长更快,2007 年进口量达到 165 万 t,自给率从 1998 年的 51%下降至 2007 年的 26%,低于国际公认的 30%安全保障线。受土地资源的限制,我国橡胶树种植面积很难有明显的增长,预计未来 NR 合理的最高年产量为 75 万 t,而据中国橡胶工业协会的预测,2010 年我国橡胶工业对 NR 的需求量将达 285 万 t,届时国内的需求缺口将超过 200 万 t。降低橡胶工业对进口 NR 的过分依赖,大力发展 NR 代用胶是缓解市

场供需矛盾的重要措施。虽然通过现代技术手段将多种合成橡胶采用并用配合等方法在部分场合可替代 NR,但由于 IR 在分子结构和使用性能方面与 NR 十分类似,因此仍是 NR 的最佳替代品。

受当前全球经济衰退的影响,预计我国 2008 年 NR 进口量将与上年持平,增幅放缓,但国内轮胎制造业对 NR 的刚性需求仍然存在,因此国内 NR 供应缺口依然较大。IR 的性能决定了它的市场定位主要是取代 NR 用于轮胎制造业。

通常 IR 以 20%的比例取代 NR,无需调整配方即可使用。仅以替代目前国内 NR 需求量的 20%计,国内 IR 容量就达 30 余万 t,以 2010 年我国轮胎制造业消耗 NR 285 万 t 计,则将为 IR 提供 57 万 t 市场空间。

4 发展建议

4.1 加强碳 5 系列产品的技术及市场开发力度

原料异戊二烯成本占制造 IR 成本的 70%以上。据测算,当碳 5 全分离装置分离出的环戊二烯和间戊二烯的价格上升 10%时,异戊二烯的分离成本将下降 15%。现阶段我国发展 IR 主要目的之一是替代 NR,缓解其紧缺状况。在保证质量的前提下,IR 与 NR 的竞争主要取决于二者的比价。在当前化工原料普遍不景气的大环境下,降低原料异戊二烯分离成本对发展 IR 而言显得尤为重要。

与异戊二烯利用率较高不同,我国碳 5 资源中的环戊二烯和间戊二烯组分的利用率较低,这将直接影响未来碳 5 馏分大规模综合利用的效果以及异戊二烯的分离成本,进而影响 IR 的竞争力。建议各相关企业加强碳 5 系列产品的技术和市场开发力度,为间戊二烯、环戊二烯的产业链升级创造条件,摊薄异戊二烯分离成本,提高我国 IR 竞争力,实现 IR 的良性发展。

4.2 慎重选择技术来源

世界主要 IR 消费国的消费结构表明,IR 主要用于轮胎工业。稀土 IR 较传统 Ti 系 IR 有更优秀的力学性能,更适合用于高性能轮胎的胎面胶。随着欧美发达国家对轮胎节能、环保和安全性要求的提高,稀土 IR 更适于轮胎工业发展的要求。除轮胎工业外,稀土 IR 在医药制品领域也有着广阔的市场前景。与 NR 相比,稀土 IR

更加纯净,可有效抑制过敏症状。

目前世界 IR 生产技术来源主要有 2 个:美国固特异轮胎橡胶公司和俄罗斯合成橡胶研究院,二者均以 Ti 系 IR 生产技术见长。在稀土 Nd 系 IR 开发方面,俄罗斯合成橡胶研究院技术已成功应用于俄罗斯的 CJSC Kauchuk 公司生产装置,是目前世界上唯一工业化的稀土 IR 生产技术。

我国虽然尚没有 IR 工业化成套技术,但是中科院长春应化所在稀土 IR 研究开发方面有着丰富的经验,而大型石化企业则擅长工艺、工程设计,汇聚各方力量协同攻关,有望在较短时间内取得突破性进展。

在制定 IR 发展规划时,应充分考虑 IR 不同

的应用领域,结合我国下游加工业布局特点,建立 2~3 个碳 5 资源整合基地,有选择的建设 IR、丁基橡胶、卤化丁基橡胶、集成橡胶或 SIS 生产装置,最大限度发挥资源优势,在确保规模效益的基础上,开发适销对路的牌号,发展高附加值产品,避免低水平重复建设。

4.3 适时建设 IR 生产装置

当前全球经济正面临着严峻的考验,但是下游对 IR 的刚性需求依然未减,加之发展 IR 既有利于发展石化企业循环经济,又可降低我国对 NR 的过分依赖,建议企业在落实技术来源和产品方案后,配合裂解碳 5 分离装置建设进程,适时建设 IR 生产装置。

岁在己丑 轮胎大吉

2009 年注定成为我国轮胎行业的关键之年,除金融危机对日益全球化的我国轮胎工业的影响还在继续外,轮胎行业中一些传统的经营模式也正在受到前所未有的挑战。最近,美国钢铁工人联合会针对我国轮胎行业启动了特保条款,用配额限制中国轮胎进口。这也说明美国开始正视我国轮胎工业的快速发展。我国轮胎主流企业应利用自身优势,继续扩大海外市场,毕竟质优价廉的产品永远会受到消费者的欢迎。

说完外销再看内需。目前受国内业界广泛关注的另一个问题就是轮胎的三包,围绕这个问题展开的争论大有愈演愈烈之势。

如果在十几年前,轮胎的三包根本不是问题,虽然轮胎并不属于强制三包产品,但轮胎企业都自觉地提供三包服务。而近几年,随着一些新兴轮胎企业的发展壮大,市场上有商标但不三包的轮胎越来越多,甚至在一些局部市场热销起来。一些因此丢了市场份额的企业也开始考虑是否实行三包。

为此,我们先要弄明白三包的几个概念。

1 轮胎的三包与质量保证

什么是三包呢?三包是指在一定时间内,经营者应当依照法律规定或者与消费者的约定,对出现质量问题的商品或者服务承担包修、包换、包

退的责任。为什么要有三包的规定呢?因为有些商品和服务在购买、接受时很难发现其有瑕疵,只有当消费者使用一段时间后才会有所显示。为了不让消费者遭受损失或者减少消费者的损失,法律要求经营者对消费者承担约定的三包或其他法律上的责任。

与三包有关的主要的法律依据是《中华人民共和国产品质量法》和《中华人民共和国消费者权益保护法》。但由于其中都没有关于三包方面的具体规定,因此在实际的维权工作中,用于调解、处理问题的主要参考依据是一些三包规定,它们又分为以下两类。

一是国家相关部门、行政机关制订、颁布的相关产品三包规定,此类规定共有 7 个,对我国境内的经营者均具有约束力。其中最基本的文件是 1995 年 8 月 25 日国家经贸委、国家技术监督局、财政部发布的《部分商品修理更换退货责任规定》,其中对家用电器、自行车、钟表等的三包都作出了范围和时间方面的详细规定。后来针对摩托车、农业机械、移动电话、固定电话、计算机和家用视听产品等又相继出台了 6 个具体规定。由于以上规定具有法律强制力,所以这些商品又被称为是强制三包产品。

二是各地政府或者行业协会根据实际情况自行出台的一些三包规定,类似于行业规定,但对经营者不具备法律强制力。显然,轮胎行业现行的三包规定也属于这一类,是没有法律强制力的。