

# 世界 SR 技术现状与发展趋势

姚海龙

(兰州市 93811 部队 86 分队, 甘肃 兰州 730020)

**摘要:** 论述了 SR 的技术现状并预测了其发展趋势。世界 SR 技术的主要进展为: 生产装置实现高功能化和高产能化; 工艺条件进一步优化, 过程自动化水平提高, 生产成本降低, 三废排放减少; 新产品不断出现, 品种牌号向系列化、高性能化和专用化发展; 气相聚合技术实现工业化; 茂金属催化剂弹性体工业化产品问世; 分子设计工程技术得到广泛应用; 活性聚合技术取得突破性进展, 而且弹性体改性技术成为开发的热点。

**关键词:** SR; 气相聚合; 茂金属催化剂; 分子设计; 活性聚合; 改性

**中图分类号:** TQ333   **文献标识码:** B   **文章编号:** 1000-890X(2002)08-0497-06

合成橡胶工业开始于 20 世纪 30 年代后期。继 40 年代自由基聚合技术获得成功之后, 50 年代以配位络合聚合和阴离子聚合为代表的高分子合成技术促使合成橡胶工业在 60 年代迅速发展成为品种齐全的工业体系; 70 年代 SR 技术发展的重点除了不断改进原有产品质量和工艺技术外, 主要是应用各种弹性体改性技术开发高性能的新产品; 80 年代以后, 发展分子工程和微观结构调控技术, 开发全新的高效节能的生产工艺技术, 弹性体的官能团化和热塑化技术等构成了 SR 技术进步的主旋律; 21 世纪的合成橡胶工业将进入智能化设计与合成, 节能降耗与生态环境友好化, 产品差别化、高性能化和高值化的发展阶段。

## 1 生产装置实现高功能化和高产能化

目前各大公司的投资倾向都集中于可根据市场需求变化生产同类型 SR 的多功能化生产装置, 例如在同一套生产装置上生产溶聚丁苯橡胶(S-SBR)、低顺式聚丁二烯橡胶(LCBR)、高乙烯基聚丁二烯橡胶(HVBR)、中乙烯基聚丁二烯橡胶(MVBR)、苯乙烯-异戊二烯-丁二烯三元共聚橡胶(SIBR)、IR 和苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物(SBS)等, 装置灵活性大, 操作和品种牌号均可实现自动化控制。据统计, 全球多功能化 SR 生产装置有近 60 套。如德国拜耳公司已实现稀

土系 BR、S-SBR 和其它锂系 SR 在同一装置上的生产; 美国固特异公司有 1 套  $35.4 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$  的乳聚橡胶多功能生产装置和 1 套  $31.8 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$  的溶聚橡胶多功能生产装置, 前者可兼产乳聚丁苯橡胶(E-SBR)、SBR 胶乳和 NBR, 后者可兼产 S-SBR、BR 和 IR; 俄罗斯有 1 套  $10 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$  的 E-SBR、NBR 和 NBR 胶乳多功能生产装置。

SR 生产装置实现产能大型化, 可进一步降低物耗和能耗, 这是合成橡胶工业技术进步的显著特点之一。国外许多 E-SBR 生产厂已将装置的生产能力扩大到  $8.0 \text{ 万} \sim 20.0 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$ , 固特异公司 E-SBR 生产装置的生产能力高达  $31.9 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$ ; 日本瑞翁公司 E-SBR 生产装置的单线生产能力可达  $8.0 \text{ 万} \sim 10.0 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$ ; 日本合成橡胶公司 E-SBR 生产装置中, 挤压脱水机和膨胀干燥机组的单线生产能力为  $8.0 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$ ; Himont 公司气相法热塑性 EPR 生产装置单步操作时生产能力为  $14.5 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$ , 两步连续操作时生产能力为  $18.0 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$ ; 美国联碳化学公司的气相法 EPR 生产装置单线生产能力为  $9.1 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$ 。美国壳牌公司已将开发高产能装置列为发展的战略目标之一。

## 2 优化工艺条件, 提高过程自动化水平, 降低生产成本, 减少三废排放量

日本合成橡胶工业通过改进现有生产工艺, 完善聚合配方, 使用高效多功能化助剂, 可以达到

稳定生产、节能降耗、提高产品质量和性能的目的。瑞翁公司通过调整 E-SBR 聚合配方,并相应改进聚合工艺条件,使聚合系统单线生产能力由  $4 \text{万 t} \cdot \text{a}^{-1}$  提高至  $8 \text{万} \sim 10 \text{万 t} \cdot \text{a}^{-1}$ ,能耗、物耗和管理费用等显著降低;韩国锦湖石化公司改进 E-SBR 生产工艺后,耗电量降低了 11.6%,蒸汽消耗量降低了 36%。日本合成橡胶公司对镍系 BR 的工艺条件进行优化后,溶剂消耗量由  $46.2 \text{kg} \cdot \text{t}^{-1}$  降至  $22.6 \text{kg} \cdot \text{t}^{-1}$ ,蒸汽消耗量由  $7.3 \text{t} \cdot \text{t}^{-1}$  降至  $2.6 \text{t} \cdot \text{t}^{-1}$ ,耗电量由  $540 \text{kW} \cdot \text{h}$  降至  $400 \text{kW} \cdot \text{h}$ ;拜耳公司的稀土系 BR 中,丁二烯消耗量仅为  $1.007 \text{t} \cdot \text{t}^{-1}$ ,溶剂消耗量为  $9.8 \text{kg} \cdot \text{t}^{-1}$ ,蒸汽消耗量为  $3.5 \text{t} \cdot \text{t}^{-1}$ ,耗电量为  $470 \text{kW} \cdot \text{h}$ 。

采用先进的聚合工艺可使生产成本大幅度下降。气相法 EPR 的装置投资和总生产成本比溶液法 EPR 分别降低了 58% 和 30%。气相法反应器成型热塑性聚烯烃弹性体的生产成本与机械掺混法相比可降低 50%。气相法 BR 的生产成本与传统工艺相比可降低 25%。对于溶液聚合,凝聚、脱挥和干燥等湿法后处理过程的能耗约占生产过程总能耗的 60%~70%,因此聚合物胶液直接浓缩、干燥并与造粒相结合的干法后处理工艺与湿法工艺相比可降低能耗 40%~50%。

过程自动化水平是生产技术先进性的重要标志,也是降低物耗和能耗、保证产品质量及提高生产效率的前提条件。国外 SR 生产装置已普遍采用集散控制系统(DCS),并借助数字模型实现了开停车和品种牌号切换等非稳态条件下的操作最佳化。

E-SBR 聚合时通过合理调节聚合配方,提高聚合系统自控水平和脱气系统脱气效率,采用无盐凝聚工艺,改进干燥工艺,使三废排放量及其废水中化学需氧量(COD)、生化需氧量和悬浮物含量进一步降低。拜耳公司采用生物降解乳化剂生产 NBR,可显著减少有机物的溶解,排出废水中 COD 浓度减小 90%。NBR 胶液采用环氧氯丙烷-二甲基苯胺共聚物水溶液、烷基纤维素和水溶性钙盐作凝聚剂,凝聚后的洗涤水经膜分离除去其中的凝聚剂后可回收利用,从而大幅度降低了水消耗量和污水排放量。

### 3 新产品不断出现,品种牌号向系列化、高性能化和专用化发展

新产品开发是生产技术水平和技术创新能力的重要标志。通过合成或对现有的 SR 品种进行改性,不断增加品种牌号,使之向多样化、专用化、系列化、高性能化和高值化发展。E-SBR 分为通用品级和特殊品级两大类,品种牌号达数百种,如合成橡胶公司 E-SBR 有 18 个牌号,其中 5 个牌号为充油型;瑞翁公司有 13 个牌号,其中 7 个牌号为充油型。BR 有钴系、钛系、锂系、镍系和钨系五大系列,品种牌号上百种,如拜耳公司的 BR 有钛系、锂系、钴系和钨系四大系列,牌号达 22 个,其中 6 个牌号为充油型;日本合成橡胶公司的镍系 BR 也有 9 个牌号,其中 3 个牌号为充油型。EPR 有近 200 个牌号,荷兰 DSM 公司和埃克森公司等都有 20 多个基本牌号。NBR 的品种牌号有 300 多个,大公司的 NBR 品种牌号均为几十个,如日本合成橡胶公司有 26 个;拜耳公司有 13 个;意大利 Enichem 公司有 15 个;固特异公司有 26 个;美国尤尼罗伊尔公司有 37 个,不但能生产通用品级,还可生产氢化丁腈橡胶、粉末 NBR 和羧基丁腈橡胶等特殊品级以及橡塑改性产品。S-SBR、IIR 和热塑性弹性体的品种牌号也已系列化、高性能化和专用化。

### 4 气相聚合技术实现工业化

气相聚合技术工艺流程短,不使用溶剂,有利于保护生态环境,投资和生产成本低,是一种高效、低耗、经济、清洁的聚合物生产技术,已成为大型石化公司竞相开发的热点。

Himont 公司的热塑性 EPR 气相聚合技术于 1990 年实现工业化,产品牌号为 Hifax。1992 年,联碳化学公司气相法 EPR 中试装置投入试生产,1999 年其  $9.1 \text{万 t} \cdot \text{a}^{-1}$  的生产装置正式投产<sup>[1]</sup>,生产工艺分为聚合、分离净化和包装 3 个工序。与 EPR 溶液聚合和悬浮聚合工艺相比,工艺流程短,仅 3 道工序,而传统工艺有 7 道工序;不需要溶剂或稀释剂,毋需溶剂回收和精制工序;几乎无三废排放,有利于生态环境保护。联碳化学公司还将采用茂金属催化剂进行气相法 EPR 的生产。

目前气相法EPR的生产能力占EPR总生产能力的9%。

拜耳公司、Enichem公司和固特异公司也在进行气相法BR生产工艺的研究开发,拜耳公司于1995年率先在实验室取得突破性进展,1996年建成 $2\,000\text{ t}\cdot\text{a}^{-1}$ 的气相法BR中试装置,以钨系催化剂替代传统的钛系催化剂,不需要溶剂,无副产物,省去洗涤和干燥等工序,从而节约了能量,减少了废气和废水排放。因此,气相聚合技术的工业化将大大改变溶聚合成橡胶的现状。

## 5 茂金属催化剂弹性体工业化产品问世

与传统Ziegler-Natta催化剂相比,采用钛茂金属催化剂合成的EPR几乎不含残留催化剂,属于高度清洁型产品,产品黄色指数较低,无特殊气味,可模塑、压延和挤出加工成型,填模性好,废品率低,制品外观和光滑度优良,主要用于冷却胶管、电线电缆、建筑材料和塑料改性等领域。

美国杜邦-陶氏弹性体公司采用茂金属催化剂合成了EPR新产品,商品名为Nordel IP,有13个牌号,亚乙基降冰片烯的质量分数为 $0.005\sim 0.090$ ,门尼粘度 $[\text{ML}(1+4)_{125}^{\circ}\text{Q}]$ 为 $20\sim 70$ ,相对分子质量分布由窄到宽,该产品将在其 $9.1\text{万 t}\cdot\text{a}^{-1}$ 生产装置上进行工业化生产。

DSM公司推出了用于EPR高温溶液聚合的低化合价茂金属催化剂<sup>[2]</sup>,其特点是与分子中心的金属离子相连的化学键有3个,而不是常规茂金属催化剂中的4个,高温下具有较高的选择性和催化活性,可合成分子结构有特殊要求的EPR,使生产成本降低。

杜邦-陶氏弹性体公司还使用限定几何构型的茂金属催化剂,已工业化生产了商品名为Engage的乙烯-辛烯共聚弹性体,辛烯质量分数为 $0.20\sim 0.40$ ,密度为 $0.863\sim 0.911\text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ,门尼粘度 $[\text{ML}(1+4)_{100}^{\circ}\text{Q}]$ 为 $5\sim 35$ ,相对分子质量分布窄,可用过氧化物、硅烷或辐射法进行交联,得到具有优异的物理性能和热稳定性的制品,可替代EPR用于电线电缆、汽车工业,或替代乙烯-醋酸乙烯酯共聚物、PVC等用于制造软管、异型材料及衬垫,可作为PP、PE和热塑性聚烯烃的抗冲改性剂,还可用于制造透明挤出制品以及人

造革等压延涂胶织物。此外,该产品抽提性很小,生物相容性优于传统橡胶,因此可用于医用橡胶制品领域。Engage弹性体自投产以来,年需求量成倍增长,为此该公司将扩大现有装置的生产能力并新建 $13.5\text{万 t}\cdot\text{a}^{-1}$ 的生产装置,使Engage弹性体的总生产能力达到 $22.5\text{万 t}\cdot\text{a}^{-1}$ ,比现有能力扩大3倍<sup>[3]</sup>。

日本材料和化学研究所用茂金属催化剂合成了相对分子质量分布窄、顺式1,4结构质量分数大于0.90的高顺式顺丁橡胶。

茂金属催化剂用于SBS和SIBR等锂系聚合物的加氢反应也具有工业应用前景。随着茂金属催化技术的发展,用其合成高级烯烃、共轭二烯烃均聚物及其与芳烃的共聚物弹性体将成为可能。

## 6 分子设计工程技术得到广泛应用

分子设计工程技术是根据使用性能的要求对SR聚合物分子链、组成和微观结构进行设计与合成,对网络结构、超分子结构和界面性质进行调控的技术,该技术越来越广泛地应用于合成橡胶工业。

第三代S-SBR运用集成橡胶的概念,通过分子设计和链结构的优化组合,最大限度地提高了橡胶的综合性能。固特异公司和德国Hüls公司开发出迄今为止综合性能最为优异的SIBR,该产品根据与耐磨性、低温性能、湿牵引性、滚动阻力和生热等相对应的理想结构特征设计出最大可能接近目标值的理想粘弹谱图,由此将各种理想结构的分子链段聚集在一起,使分子链具有多种微观结构和多个玻璃化转变温度。

埃克森公司和道化学公司采用限定几何构型的茂金属催化剂设计和控制聚合物分子结构、多分散性、长链支化以及单体结合量,合成的EPR具有优异的物理性能和加工性能,使EPR生产技术迈上了一个新台阶<sup>[4]</sup>。

瑞翁公司将质量特性、聚合物结构因素和主要聚合工艺条件进行综合,根据用户要求设定质量目标值,并由此设计了工艺研究工程图,试制出相对分子质量分布窄、非橡胶组分含量低的DN系列NBR,耐油性和耐寒性得到更好的平衡,硫化速度快,强度和耐磨性好。

杜邦公司将乙烯类共聚物和聚偏二氯乙烯经分子设计后熔融共混,生产出了分子级相容、单相结构的可熔融加工的橡胶 Alcryn,该产品耐热、耐油和耐寒等性能优于或相当于中高腈 NBR。

因此,采用分子设计工程技术可以更新 SR 生产工艺,开发新产品,提高产品质量,使产品向更加智能化和专用化的方向发展。

## 7 活性聚合技术取得突破性进展

可对弹性体的合成结构和组成加以控制的活性聚合技术主要有活性阴离子聚合、活性阳离子聚合和活性自由基聚合 3 种。

活性阴离子聚合技术是以有机锂为引发剂,主要用于生产 S-SBR 和嵌段共聚物弹性体,目前的发展方向是采用兼有链引发和端基改性功能的引发剂以显著改善 S-SBR 的滞后性能。胺锂引发剂可改善 S-SBR 硫化胶的物理性能和加工性能。锡锂引发剂可使每个分子链都含有一个锡原子,同时保持另一活性链端有进一步改性的可能,从而改善了 S-SBR 的滞后损失性能。胺锡锂引发剂既可提高聚合物链中锡碳键的含量,又可引入改性端基,从而大大改善 S-SBR 的滞后损失性能,且拉伸强度也较好。胺锡锂引发剂用量大时可得锡含量高而相对分子质量低的 S-SBR<sup>[5]</sup>。

活性阳离子聚合技术主要用于合成以聚异丁烯为软段的热塑性弹性体(TPE),已取得突破性进展,逐步确立了两大引发体系:一种是碘化氢/碘体系, -78 ~ -15 °C 时可使乙烯基醚、丙烯基醚、对甲氧基苯乙烯和 N-乙烯基吡啶聚合形成相对分子质量及相对分子质量分布可控和末端官能化的活性聚合物;另一种是叔烷基乙酸酯或叔烷基醚/氯化硼或二枯基甲基醚氯化硼体系,反应温度为 -50 ~ -10 °C,溶剂为一氯甲烷和二氯甲烷等。目前已制备出多种性能优良、用途广泛的异丁烯嵌段型 TPE,如苯乙烯-戊二烯-苯乙烯嵌段共聚物(SIS)、对甲基苯乙烯-异丁烯、 $\alpha$ -甲基苯乙烯-异丁烯、茛-叔丁基苯乙烯-异丁烯等三嵌段 TPE。活性阳离子聚合技术的开发,不仅为 TPE 材料增加了产品系列,而且为分子设计提供了新手段,预计不久的将来会有工业化产品上市。

活性自由基聚合技术主要用于 SR 接枝乙炔

基聚合物、聚异丁烯-乙炔基聚合物的嵌段共聚物、丁二烯-甲基丙烯酸甲酯共聚物等。该体系中最具有工业化前景的形式有可逆加成-断裂链转移自由基聚合(RAFT)和原子转移自由基聚合(ATRP)两种。RAFT 技术关键是采用了链转移常数高且结构特殊的链转移剂,如双硫酯类化合物,通过改变单体浓度与链转移剂初始浓度,可有效地控制聚合物相对分子质量及其分布。RAFT 不仅适用于苯乙烯、甲基丙烯酸酯类、丙烯腈、乙酸乙烯酯等常用单体,还适用于功能性单体,如丙烯酸、苯乙烯磺酸钠、甲基丙烯酸- $\beta$ -羟乙酯、甲基丙烯酸二甲基氨基乙酯等,可在 60 ~ 70 °C 的低温下进行本体、溶液、悬浮和乳液聚合。ATRP 反应是以卤代烃为引发剂,过渡金属卤化物为催化剂,联二吡啶为配位剂,在 60 ~ 130 °C 下引发乙烯基单体的聚合,合成的聚合物相对分子质量高达几十万,相对分子质量分布为 1.03 ~ 1.50,调节反应体系中卤代烃的浓度,可调控聚合物相对分子质量的大小。目前已合成出了丙烯酸甲酯-苯乙烯、SIS、甲基丙烯酸甲酯-苯乙烯等嵌段共聚物、端基官能化聚合物、接枝点与接枝链长度可控的橡胶接枝聚合物以及星型结构聚合物等。可进行 ATRP 反应的单体非常广泛,几乎包括了适用于其它活性聚合和目前无法进行活性聚合的所有单体,为调控聚合物的微观结构和组成创造了前提条件。ATRP 反应过程简单,聚合温度可调,适用于乳液、溶液和本体聚合<sup>[6]</sup>。

活性聚合技术的发展及其多样化将促使新型弹性体材料不断问世,拓宽了聚合材料的应用领域,因此必将成为 21 世纪材料科学发展的基础。

## 8 弹性体改性是技术开发的热点之一

随着科学技术的飞速发展,对橡胶制品的性能要求也更加多样化。弹性体改性技术使 SR 向高性能、高附加值方向发展,因而成为开发 SR 新品种的重要手段,极大地扩展了 SR 的应用领域。弹性体改性技术最突出的进展是弹性体化学改性、共混改性、动态硫化及其相容等。

弹性体化学改性按其化学反应分主要有氯化、卤化、烯炔类或其它不饱和化合物极性基团加成、环氧化、羧化、磺化、氯磺化、金属离子化和接

枝等,其中氢化改性是发展最快、应用广泛的一种手段,即通过选择性加氢使聚合物分子链的不饱和键转化为饱和键,提高耐老化等性能,延长聚合物使用寿命。

氢化改性的范围不断扩大,已从氢化 SBS 和 NBR 扩至氢化 NBR 胶乳、液体 NBR、液体 IR、S-SBR、E-SBR 和 CR 等。氢化后的弹性体均达到了高性能、高附加值的目的,如锡偶联 S-SBR 氢化改性后,降低了滚动阻力,提高了抗湿滑性,拉伸强度、300%定伸应力和扯断伸长率等性能均比未氢化 S-SBR 有明显改善。目前氢化改性正由固体胶向胶乳、液体胶发展,由改善耐老化性能向赋予热塑性性能以及制备现有合成方法难以合成的新型微观结构弹性体材料的方向发展。

弹性体的卤化改性由于增加了分子极性,提高了弹性体的粘合强度,改善了胶料的硫化性能及与其它高分子材料的相容性,从而拓宽了产品的应用领域。几乎所有的烃类弹性体都可以卤化,应用最广泛的是卤化丁基橡胶,卤化弹性体的品种目前正在由饱和度较高的 IIR、EPR 向低饱和度的 BR、NR 以及胶乳发展。

弹性体的环氧化在保持了弹性体某些基本物理性能的同时,可显著改善其耐油性、耐老化性、气密性及粘合性,继环氧化天然橡胶工业化之后,环氧化改性弹性体品种已拓展到 BR、SBS 及苯乙烯-异戊二烯-苯乙烯嵌段共聚物等。弹性体离子化后,由于离子基团在常温下形成离子簇显示出较强的物理交联网络,但该离子簇在温度升高时易发生离解,从而恢复了聚合物的熔融流动行为,因而显示出 TPE 特征;引入的离子键大大改善了弹性体的强度,而且使其具有特殊的溶液性质和流变行为,其技术进展主要有氢化 SBS 的磺化、液体橡胶的离子化、低饱和度 E-SBR 的离子化、无规羧基橡胶的离子化等。弹性体的接枝主要是在柔弹性主链上接枝刚性或极性单体聚合物,研究最多的弹性体集中于 EPR、聚苯乙烯嵌段共聚物等,单体有低分子单体和大分子单体 2 类,低分子单体主要为丙烯酸及其衍生物等,大分子单体接枝技术则在制备高性能或功能化规整性接枝共聚物等方面显示出优越性,接枝产物主要有氢化溶聚丁苯橡胶接枝丙烯腈和甲氧基丙烯酸乙

酯、E-SBR 乳液接枝制备 TPE、天然胶乳接枝甲基丙烯酸甲酯、不饱和烃类橡胶接枝聚不饱和羧酸等。

弹性体与热塑性树脂通过共混热塑化而生成的共混型 TPE 是 TPE 中品种牌号最多的产品系列,在促进 TPE 技术的发展和开拓 SR 市场等方面都占有重要地位。共混型 TPE 一般分为物理混合型 TPE 和热塑性硫化胶。物理混合型 TPE 在共混型 TPE 中占有较大的市场份额,目前由于反应器型聚烯烃 TPE 和具有弹性的茂金属系二烯烃聚合物的生产,其市场份额呈下降趋势,但新的品级如矿物补强型、高流动型、高光泽型、低密度型、阻燃型及涂饰型等仍在不断出现。热塑性硫化胶则是弹性和塑性聚合物优化组合及聚合物分子链设计、增容和动态硫化等技术的综合产物,在许多用途上将部分替代传统硫化胶,正在由单一橡胶组分同树脂共混向多元橡胶组分同树脂共混方向发展,由制备橡胶相一次全硫化交联型向通过辐照进一步交联型以及可硫化的预硫化交联型方向发展,并呈现出强劲的发展势头。如继 EPR/PP 和 NBR/PP 硫化胶商品化之后,丙烯酸酯橡胶/聚烯烃、氯化聚乙烯(CPE)/聚酰胺、氯化丁基橡胶(CIIR)/CR/PP、CIIR/EPR/PP、NBR/聚酰胺、NBR/丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物、IIR/聚酰胺、CPE/PP 等具有优异性能和用途的热塑性硫化胶先后问世。

弹性体共混改性的技术发展方向是使组分多元化和复合化,利用反应加工技术使共混改性与反应增容技术有机统一,实现产品的高性能化和功能化;研制和采用新型硫化体系及加工助剂,以改善或进一步提高热塑性硫化胶的性能;与其它材料合金化和进一步化学改性,以扩大应用范围;继续推出新品级,加大市场开发力度。

今后弹性体改性的发展趋势主要是综合使用多种改性技术,使改性品种向系列化和高性能化发展,改性工艺趋向于高效、节能与低成本。弹性体改性技术仍将是 SR 技术开发的热点之一。

## 9 技术发展趋势

SR 技术的发展趋势可以简要概括为:合成技术由溶液法向气相法发展;茂金属催化剂是进行

研究和开发的一项重大技术;链末端改性技术将由官能锂引发剂直接引入官能团替代先合成后改性技术;活性阳离子聚合技术工业化指日可待;弹性体的氢化改性正由固体胶向胶乳、液体胶发展;品种牌号向系列化、高性能化和专用化发展;成品胶的延伸加工和改性正向纵深发展,新型材料不断出现。

### 参考文献:

- [1] Anon. Carbide starts rubber unit [ J ]. Chemical Engineering News, 1999, 77(5): 6.

- [2] Anon. DSM introduces EPR catalyst[ J ]. European Rubber Journal, 1996, 178(7): 16.
- [3] Anon. Du Pont Dow to triple polyolefin elastomers[ J ]. Chemical Week, 1999, 161(33): 5.
- [4] Jones F. K. Characterization of EPDMs produced with constrained geometry catalysts[ J ]. Rubber World, 1996, 215(1): 42.
- [5] 刘大华, 刘青. 20世纪S-SBR合成技术进展[ J ]. 合成橡胶工业, 1999, 22(5): 257.
- [6] 王晓松, 应圣康. 21世纪新材料的合成技术——“活性”自由基聚合的发展与前景[ J ]. 合成橡胶工业, 1998, 21(3): 129.

收稿日期: 2002-03-03

## 富阳公牛轮胎公司年产 180 万条子午线轮胎项目开工

中图分类号: U463.341+.6 文献标识码: D

杭州富阳公牛轮胎制造有限公司年产 180 万条全钢载重子午线轮胎项目近日正式动工兴建。该项目分三期实施,一期设计规模为年产 30 万条,总投资近 3 亿元,计划 2003 年 8 月建成投产,到 2007 年全部建成。该项目被列为浙江省 2002 年重点工业项目之一。

富阳公牛公司是由浙江富轮集团所属富阳富轮轮胎制造有限公司、浙江省烟草公司富阳市公司、富阳市电力建设集团有限公司共同出资的股份制企业,其中富轮公司占总股份的 60%。富轮集团是经营橡胶制品起步的集工贸一体化的民营股份制企业,目前年产公牛牌轻载农用系列轮胎 75 万条。

(摘自《中国化工报》,2002-06-10)

## 一种氟橡胶机械密封件面市

中图分类号: TQ336.4<sup>+2</sup> 文献标识码: D

一种广泛用于化工、冶金、机械等行业的耐高温、耐腐蚀机械密封件——氟橡胶机械密封件,日前在河北省深州市南护机床橡塑配件厂研制成功,并投放市场。

该产品具有耐高温、耐腐蚀、使用寿命长等特点。在高温 250~300℃、低温-40℃情况下使用不龟裂、不变形,同时对有机液体酸、碱和其它氧化剂有良好的耐蚀作用,具有良好的耐候、耐臭

氧性,其使用寿命比被替代产品延长 7 倍以上。

(摘自《中国化工报》,2002-05-20)

## 2002 年一季度橡胶工业产销进出口情况

中图分类号: TQ336; TQ330.4 文献标识码: D

2002 年第 1 季度工业增加值:橡胶制品业 57.51 亿元,同比增长 16.05%;橡胶工业专用设备制造业 1.15 亿元,同比增长 30.54%;橡胶工业专用设备制造业销售收入 3.23 亿元,同比增长 32.89%。橡胶制品业销售收入 184.34 亿元,同比增长 12.25%;利润总额 5.0 亿元,同比增长 119.75%。产品产量为:合成橡胶 27.64 万 t,同比增长 31.56%;橡胶助剂 38 587.40 t,同比增长 27.50%;炭黑 16.57 万 t,同比增长 2.73%;轮胎外胎 3 553.35 万条,同比增长 18.80%;力车轮胎外胎 6 384.87 万条,同比增长 7.05%;输送带 1 591.86 万 m<sup>2</sup>,同比下降 0.31%;V 带 13 347.99 万 A 米,同比增长 7.27%;橡胶胶管 4 973.97 万标米,同比增长 11.67%;胶鞋 19 015.49 万双,同比增长 7.22%。橡胶制品业和橡胶设备制造业的资产增长超过化学工业增长的平均水平,橡胶制品业新增资产比去年同期增长 7.54%,橡胶工业专用设备制造业新增资产同比增长 10.27%。进出口情况:橡胶及其制品进口额 43 647 万美元,同比增长 7.4%,出口额 41 329 万美元,同比增长 20.0%;胶鞋进口额 267 万美元,同比增长 3.5%,出口额 131 780 万美元,同比增长 5.5%。

(本刊讯)