



# 乳聚丁苯橡胶生产技术

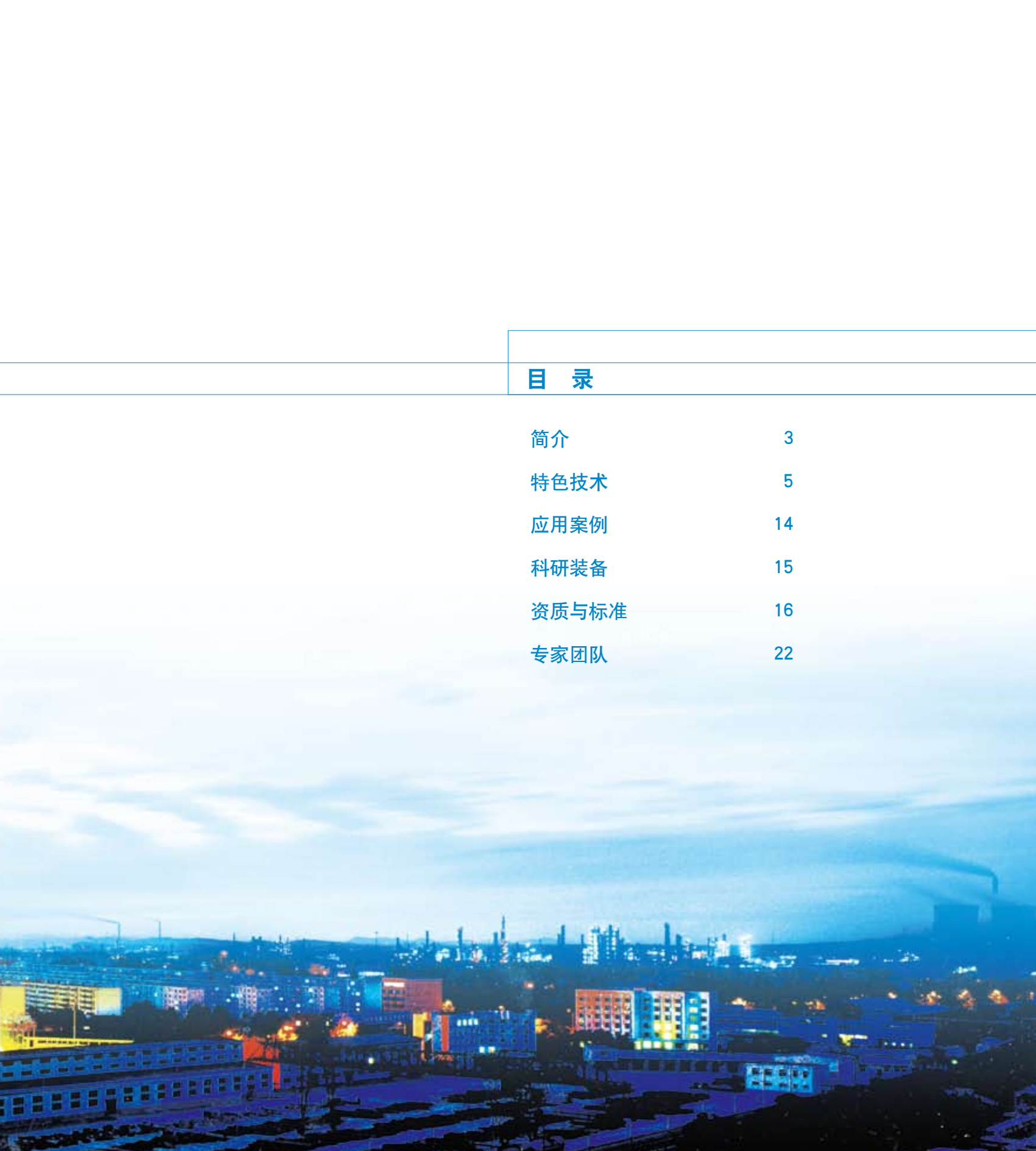
■ 2011 年



中国石油天然气集团公司 科技管理部

中国石油愿以精湛的技术和丰富的经验，竭诚为您  
提供乳聚丁苯橡胶产品与技术服务。





# 目 录

|       |    |
|-------|----|
| 简介    | 3  |
| 特色技术  | 5  |
| 应用案例  | 14 |
| 科研装备  | 15 |
| 资质与标准 | 16 |
| 专家团队  | 22 |



中国石油

中国石油天然气集团公司是国家授权投资的机构和国家控股公司，是实行上下游、内外贸、产销一体化，按照现代企业制度运作，跨地区、跨行业、跨国经营的综合性石油公司，下设上游 17 家、下游 33 家、销售 36 家大型企业。作为中国境内最大的原油天然气生产、供应商和最大的炼油化工产品生产、供应商之一，中国石油天然气集团 2010 年国内生产原油 10500 万吨，生产天然气 725 亿立方米，加工原油 1.35 亿吨，全年实现营业收入 1.72 万亿元，实现利润 1727 亿元，实现利润在国内企业中位居榜首。

美国《财富》杂志 2010 年度全球 500 强公

司排名中，中国石油天然气集团公司居第 10 位，在全球 50 家大石油公司中位居第 5 位。中国石油天然气集团公司履行资源、市场和国际化战略，坚持推进科技进步，实施技术创新，以全面提升技术创新能力为主线，以解决制约主营业务发展的重大瓶颈技术为重点，不断完善技术创新体系，优化科技资源配置，强化科技人才队伍建设，技术创新能力大幅度提升，技术实力显著增强，取得了一大批高水平，具有自主知识产权的创新成果。

乳聚丁苯橡胶生产技术就是具有代表性的重大创新成果之一。

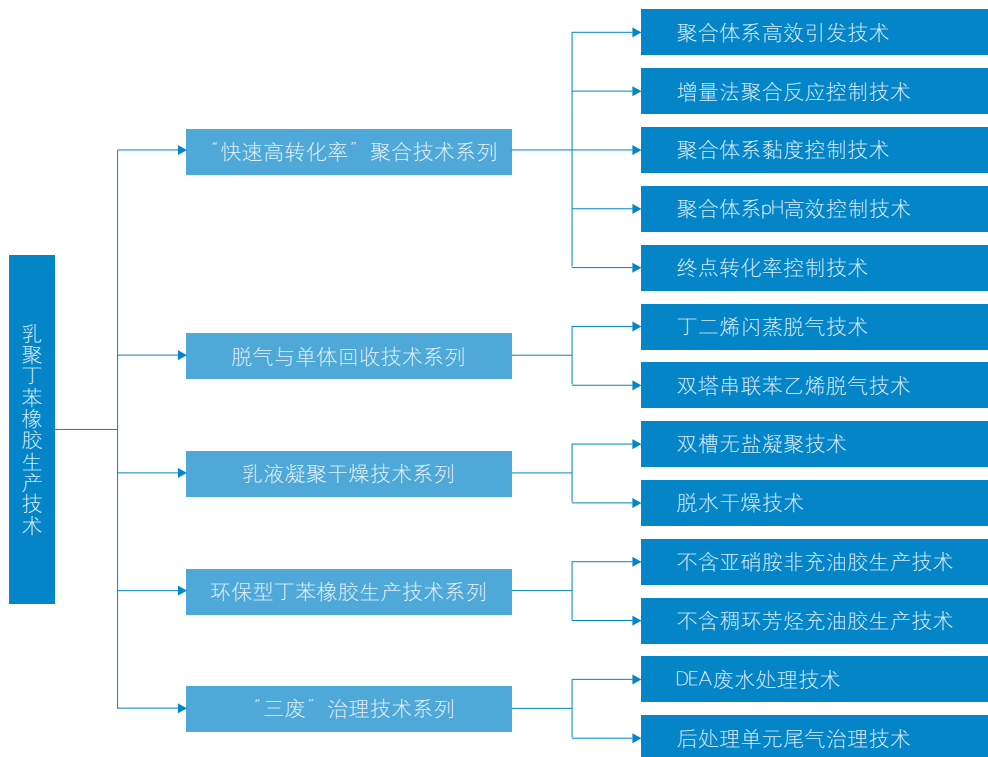
# 奉献能源 创造和谐

# 1

## 简介

自 1960 年起，中国石油开始致力于乳液聚合丁苯橡胶的生产与研究，如今已成为丁苯橡胶行业重要的生产商及科研主力军，在乳聚丁苯橡胶生产技术、新产品开发等领域积累了丰富的经验，取得了丰硕的成果，通过自主创新，形成了具有国内领先水平、独具特色的“快速高转化率”低温乳液聚合丁苯橡胶生产技术。

中国石油乳聚丁苯橡胶生产技术具有反应时间短、聚合转化率高、体系黏度低、聚合稳定性好、助剂消耗低、凝胶含量少，产品性能好等特点；同时，还具有工艺技术成熟、生产运行稳定、单线产能大、运行周期长、控制先进、安全环保等特点，可以保证装置安全、稳定、长周期、满负荷、优化运行。



“快速高转化率”低温乳液聚合生产技术生产的丁苯橡胶综合性能好，产品质量达到国际先进水平，行销海内外，已被广泛应用于轮胎、鞋类、汽车零部件、胶管、运输带等各种橡胶制品领域。

通过应用该技术，已成功将吉林石化乳聚丁苯橡胶生产能力由年产 9 万吨升级到年产 14 万吨，将兰州石化乳聚丁苯橡胶生产能力由年产 5.5 万吨升级到年产 15.5 万吨，抚顺石化“20 万 t/a 丁苯橡胶装置”建设中。

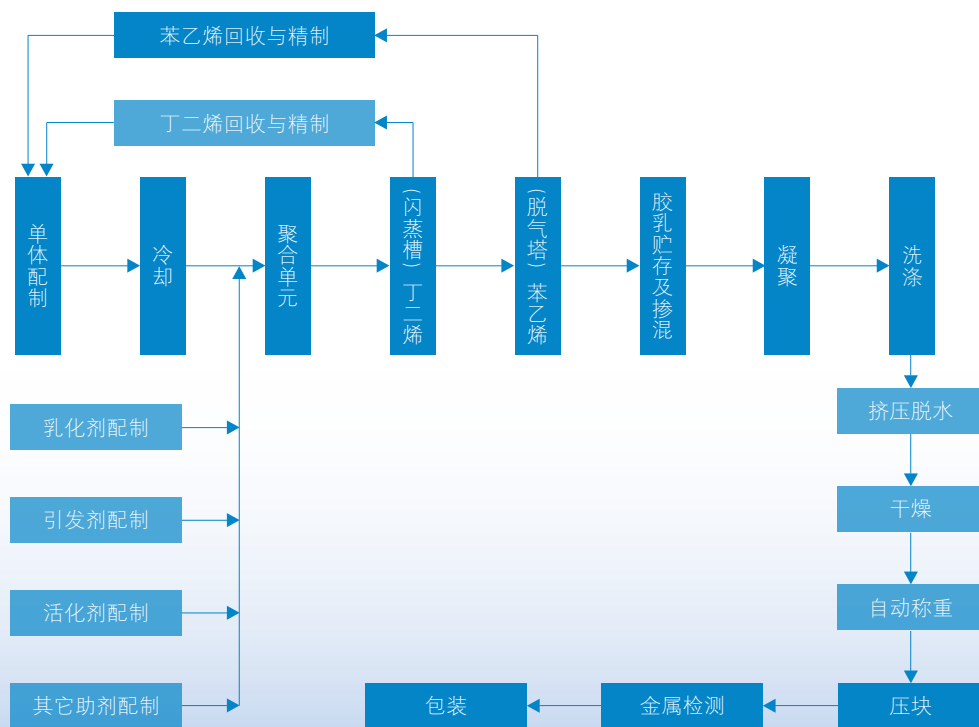
目前中国石油每年生产乳聚丁苯橡胶 30 万吨，占据国内 40% 的市场份额，每年创产值约 50 亿元，创效 6 亿元。抚顺石化丁苯橡胶装置投产后，中国石油每年将生产乳聚丁苯橡胶 50 万吨，占据国内 50% 以上市场份额，每年创产值约 80 亿元，创效 10 亿元以上。

## 2 特色技术

### 乳聚丁苯橡胶生产技术

乳聚丁苯橡胶是丁二烯和苯乙烯经低温乳液聚合生产的一种产量最大的通用合成橡胶，具有弹性好、强度高、耐磨性好、耐龟裂、抗湿滑等特性，广泛用于制造轮胎、胶管、运输带、胶鞋等各种橡胶制品。

乳聚丁苯橡胶生产装置由单体贮存和配制单元、化学品配制单元、聚合单元、单体回收单元、胶乳贮存及掺混单元、凝聚干燥包装单元 6 个工艺单元组成。



乳聚丁苯橡胶装置工艺流程

中国石油乳聚丁苯橡胶生产技术创新采用分子量调节剂和乳化剂增量法加料工艺，使聚合体系更加稳定、产品内在质量更加均一，助剂消耗更低。其中，产品优级品率由 98.5% 提高到 99.8%，单位产品分子量调节剂消耗降低 9%、乳化剂消耗降低 3%。

聚合反应后期体系黏度的控制是保证传热效果和装置长周期稳定运行的关键因素之一。乳聚丁苯橡胶生产技术因开创了聚合体系黏度控制技术，使聚合反应后期体系黏度由 300 厘

泊降低到 150 厘泊，传热效果明显改善，釜内挂胶显著减少，操作周期由一年延长到三年以上。

通过应用了新型环保型助剂和环保型填充油，使主导产品品质升级，产品质量达到国际优级品标准，环保指标满足欧洲环保标准。SBR1500E 和 SBR1502E 不含致癌物亚硝胺，SBR1723N 和 SBR1739N 不含亚硝胺的同时，稠环芳烃含量也满足欧盟标准，因此减少了对环境的污染，降低了对人类健康的危害。



### “快速高转化率”聚合技术系列

根据聚合动力学特征，目前已有的乳聚丁苯橡胶生产技术有“快速低转化率”和“慢速高转化率”两种典型技术。

经过开拓创新，形成了“快速高转化率”乳聚丁苯橡胶生产技术，突破了快速聚合和高转化率矛盾体的制约，将上述两种技术的优势特征合二为一，实现了快速聚合和高转化率的有机结合，聚合转化率控制  $70\% \pm 2\%$ ，聚合时间仅 10h。该项技术提升了乳聚丁苯橡胶技术水平，丰富了丁苯橡胶乳液聚合技术，使乳聚丁苯橡胶具有了“快速低转化率”、“慢速高转化率”和“快速高转化率”三种技术类型。



### 1. 聚合体系高效引发技术

“快速高转化率”丁苯橡胶乳液聚合技术采用高效引发体系，具有引发剂配制过程简单，引发效率高，氧化剂消耗低特点的特点，氧化剂消耗定额与同类技术相比降低了 15%。

### 2. 增量法聚合控制技术

现有“快速低转化率”乳聚丁苯橡胶生产技术多为一次加料工艺，聚合配方和工艺过程较为简单，但聚合控制较为粗糙，体系稳定性较差，助剂消耗较高。

#### ☆分子链结构控制技术

乳聚丁苯橡胶生产技术采用分子量调节剂增量法加料工艺，控制乳聚丁苯橡胶的门尼黏度和凝胶含量、相对分子质量及其分布。该技术使得聚合物分子链控制更加精细，凝胶含量

更低、产品质量更加均匀。

助剂消耗显著降低：与同类技术的分子量调节剂一次加料工艺相比，增量法加料工艺分子量调节剂的消耗定额降低 9%。



### ☆聚合速率提高技术

乳聚丁苯橡胶生产技术采用乳化剂增量法加料工艺，提高了反应后期的聚合速率和胶乳稳定性。采用该工艺，丁苯橡胶聚合速率更快，体系更加稳定、助剂消耗降低。

与同类技术乳化剂一次加料工艺相比，乳化剂增量法加料工艺的消耗定额降低了3%以上。

### ☆聚合过程体系黏度控制技术

乳聚丁苯橡胶生产技术采用在聚合过程中补加水来控制体系黏度的技术，使反应后期体系保持在较低黏度，与同类技术相比，末釜传热好、釜温低、挂胶少、运行周期大大延长。

### 3. 聚合体系高效 PH 控制技术

开发形成了丁苯橡胶乳液聚合电解质体系。采用磷酸钾做电解质，该体系不仅具有高效 pH 缓冲作用，而且具有更好的聚合稳定性。而同类技术采用氯化钾做电解质，因盐酸盐没有这

种性质，故没有 pH 缓冲作用。

### 4. 终点转化率控制技术

采用控制停留时间的方法控制丁苯橡胶的终点聚合转化率，使得聚合转化率控制更加精确，产品内在质量更加均一。同类技术采用调整聚合配方的方法控制终点聚合转化率，聚合终点转化率控制波动较大，产品总固物含量和生胶门尼黏度波动范围较宽。



### 脱气与单体回收技术系列

#### 1. 丁二烯闪蒸技术

中国石油采用压力闪蒸加真空闪蒸两级闪蒸工艺脱除丁二烯，并采用高效气相阻聚剂阻止端聚物形成，具有丁二烯闪蒸速度快、脱除效率高、操作周期长的特点。

#### 2. 双塔串联脱气技术

采用新型脱气塔（第一块塔板和最后一块塔板采用大孔径筛板）和两塔串联工艺脱除苯乙烯，脱气效果好，可有效降低脱气后胶乳中残留的苯乙烯含量（残留苯乙烯含量在 300ppm 以下），并可大大延长操作周期、减少清理次数。同类技术采用单塔工艺脱除苯乙烯，由于第一块塔板和最后一块塔板的结构问题，残留苯乙烯含量高（约 1000ppm），脱气塔结胶严重，操作周期短，清理频繁。



## 乳液凝聚干燥技术系列

### 1. 双槽无盐凝聚技术

中国石油创新开发了双槽、高分子凝聚剂和浓硫酸的凝聚工艺。与同类技术的单槽和盐、稀酸的凝聚工艺相比，具有胶粒凝聚充分、粒度均匀，废胶量减少，后处理单元运行故障显著降低的特点。

### 2. 脱水干燥技术

乳聚丁苯橡胶生产工艺中的湿胶干燥箱为单层结构干燥箱，并采用热风循环干燥方式，具有湿胶干燥效果好、蒸汽消耗低、干燥箱设备故障率低的特点。

脱水机调压体实现了远距离操作室自动控制、调整，提高了自动化控制水平。由于脱水机工作电流的降低，开停机调压体自动打开，大大降低了挤压段转子和减速系统的工作负荷，使设备使用寿命增加，降低了维修费用和生产成本。通过生产运行改造优化，干燥箱的改型换代，检修更加方便，运行更加安全，循环风机减少，蒸汽耗量降低。使得后处理生产负荷提高，连续运行时间延长。

## 环保型丁苯橡胶生产技术系列

### 1. 不含亚硝胺非充油胶生产技术

环保型丁苯橡胶是指不含致癌物 N-亚硝基化合物（亚硝胺）或其前驱体的丁苯橡胶。中国石油创新并应用了新型环保型终止剂和环保型防老剂生产不含亚硝胺非充油胶，使主导产品 SBR1500、SBR1502 升级为 SBR1500E、SBR1502E，其产品质量满足国标优级品标准，环保指标满足欧洲环保标准。

同类技术使用的聚合终止剂中二乙基羟胺和二甲基二硫代氨基甲酸钠在胶乳凝聚过程的酸性环境中易形成仲胺，而仲胺可与硝基化试剂（如亚硝酸钠）以及空气中存在的氮氧化物反应，生成致癌物 N-亚硝基二甲胺等。

### 2. 不含稠环芳烃充油胶生产技术

在丁苯橡胶内充填大量的石油馏分以代替高分子聚合物中的高分子量级份后，既能保持原有丁苯橡胶的机械性能，又能改善其加工性能。

与非充油丁苯橡胶相比，充油丁苯橡胶具有加工性能好、生热低、低温屈挠寿命长的特点，尤其用于胎面胶时具有优异的牵引性能和耐磨耗性。此外，橡胶充油后可塑性增加，易于混炼，炼胶设备能力相应得到提高。同时，由于填充了廉价的石油馏分，不仅降低了成本，而且提高了产量。

普通高芳烃油填充的丁苯橡胶由于填充油中含有致癌性的蒽、菲等稠环芳烃化合物，使用越来越受到限制，而稠环芳烃满足环保指标要求的环保型充油丁苯橡胶越来越受到重视。

中国石油在开发成功环保型橡胶填充油的基础上，开发成功了环保型充油丁苯橡胶生产技术和 SBR1723N、SBR1739N 新产品，解决了传统填充油中蒽、菲等致癌稠环芳烃在轮胎制造和使用过程中释放对人体和环境有害物质的问题。

## “三废”治理技术系列

### 1. DEA 废水处理技术

自主研发了乳聚丁苯橡胶工艺废水“DEA”处理技术，处理后水质达到 GB8968—1996 的一级排放指标。该技术采用“多元高效复合混凝药剂和改进的循环澄清池（DEA 反应器）”新技术，先对废水进行物化处理，然后采用水解酸化和接触氧化工艺对 DEA 反应器的出水进行生化处理。该技术具有在废水物化处理阶段的 COD 下降比例高、污水处理装置占地面积小、投资少、处理成本低的特点。

### 2. 干燥箱尾气治理技术

#### ☆碱吸收处理

采用碱吸收法处理干燥箱尾气和凝聚工序逸出废气。干燥箱尾气和凝聚工序逸出废气中含有未分离彻底的苯乙烯和化学品分解产生的小分子，采用碱吸收方法处理后，减少了废气对环境的污染，保护了环境。

#### ☆蓄热式废气处理技术

创新应用丁苯橡胶后处理干燥箱尾气和凝聚工序逸出废气的催化燃烧治理技术。后处理尾气治理分为预处理和焚烧，预处理主要除去尾气中的水、粉尘等。预处理后的气体，在 300℃（300 ~ 350℃，最高 400℃）温度下催化燃烧。反应为放热反应，反应放出的热量用于预热进口气体。燃烧换热后的气体，在 25m 高度的烟筒排放。该技术治理后的废气燃烧产物为 CO 和水，既有利于装置的清洁文明生产，又保护了环境。

# 3

应用案例

中国石油已在吉林石化公司建成了一条 5 万 t/a 丁苯橡胶生产线，并对原有丁苯橡胶两条生产线进行了技术升级改造，使吉林石化公司丁苯橡胶生产能力由原 9 万 t/a 增加到 14 万 t/a，产量 16 万 t/a 以上；

采用该技术，在兰州石化公司建成 10 万 t/a 丁苯橡胶生产装置，并对原有 5.5 万 t/a 丁苯橡胶生产装置进行了技术升级改造，使兰州石化公司丁苯橡胶生产能力达到 15.5 万 t/a。

采用该技术，中国石油正在建设抚顺石化“20 万 t/a 丁苯橡胶装置”。



# 4

## 科研装备

自主研发了摇瓶式乳液聚合小试装置和间歇乳液聚合模试装置。摇瓶式乳液聚合小试装置可同时进行 16 瓶平行试验，适合低温乳液聚合丁苯橡胶聚合配方开发。间歇乳液聚合模试装置包括丁二烯精制系统、聚合系统、脱气系统、凝聚系统四个单元，整个系统采用计算机 Cs 控制，自动化程度高，控制精确，运行稳定，系统安全可靠，操作和维护简单方便，并能实现对温度、压力和流量等数据参数的监测、控制、采集、存储、记录和打印，适合低温乳液聚合丁苯橡胶聚合配方和聚合工艺开发。



# 5

## 资质与标准

### 资质



### 标准

共拥有 61 项标准，包括 SBR1500(E) 十项，SBR1502(E) 十项，SBR1712 十项，SBR1778 十一项，SBR1723N 十项，SBR1739N 十项。

丁苯橡胶 SBR1500(E) 产品标准

| 序号 | 指标                                        |       | 优级品         | 一级品         | 合格品         |
|----|-------------------------------------------|-------|-------------|-------------|-------------|
| 1  | 挥发分的质量分数，%                                |       | ≤ 0.60      | ≤ 0.80      | ≤ 1.00      |
| 2  | 灰分的质量分数，%                                 |       | ≤ 0.50      | ≤ 0.50      | ≤ 0.50      |
| 3  | 有机酸的质量分数，%                                |       | 5.00 ~ 7.25 | 5.00 ~ 7.25 | 5.00 ~ 7.25 |
| 4  | 皂的质量分数，%                                  |       | ≤ 0.50      | ≤ 0.50      | ≤ 0.50      |
| 5  | 结合苯乙烯的质量分数，%                              |       | 22.5 ~ 24.5 | 22.5 ~ 24.5 | 22.5 ~ 24.5 |
| 6  | 生胶门尼黏度，ML <sub>1+4</sub> <sup>100℃</sup>  |       | 47 ~ 57     | 46 ~ 58     | 45 ~ 59     |
| 7  | 混炼胶门尼黏度，ML <sub>1+4</sub> <sup>100℃</sup> |       | ≤ 88        | ≤ 88        | ≤ 88        |
| 8  | 300% 定伸应力（145℃ × ），MPa                    | 25min | 11.8 ~ 16.2 | 10.7 ~ 16.3 | ——          |
|    |                                           | 35min | 15.5 ~ 19.5 | 14.4 ~ 20.0 | 14.2 ~ 20.2 |
|    |                                           | 50min | 17.3 ~ 21.3 | 16.2 ~ 21.8 | ——          |
| 9  | 拉伸强度（145℃ × 35min），MPa                    |       | ≥ 24.0      | ≥ 23.0      | ≥ 23.0      |
| 10 | 扯断伸长率（145℃ × 35min），%                     |       | ≥ 400       | ≥ 400       | ≥ 400       |

丁苯橡胶 SBR1502(E) 产品标准

| 序号 | 指标                                        |       | 优级品         | 一级品         | 合格品         |
|----|-------------------------------------------|-------|-------------|-------------|-------------|
| 1  | 挥发分的质量分数，%                                |       | ≤ 0.60      | ≤ 0.75      | ≤ 0.90      |
| 2  | 灰分的质量分数，%                                 |       | ≤ 0.50      | ≤ 0.50      | ≤ 0.50      |
| 3  | 有机酸的质量分数，%                                |       | 4.50 ~ 6.75 | 4.50 ~ 6.75 | 4.50 ~ 6.75 |
| 4  | 皂的质量分数，%                                  |       | ≤ 0.50      | ≤ 0.50      | ≤ 0.50      |
| 5  | 结合苯乙烯的质量分数，%                              |       | 22.5 ~ 24.5 | 22.5 ~ 24.5 | 22.5 ~ 24.5 |
| 6  | 生胶门尼黏度，ML <sub>1+4</sub> <sup>100℃</sup>  |       | 45 ~ 55     | 44 ~ 56     | 44 ~ 56     |
| 7  | 混炼胶门尼黏度，ML <sub>1+4</sub> <sup>100℃</sup> |       | ≤ 90        | ≤ 90        | ≤ 90        |
| 8  | 300% 定伸应力（145℃ × ），MPa                    | 25min | 15.7 ~ 19.7 | 15.2 ~ 20.2 | 15.2 ~ 20.2 |
|    |                                           | 35min | 18.6 ~ 22.6 | 18.1 ~ 23.1 | 18.1 ~ 23.1 |
|    |                                           | 50min | 19.5 ~ 23.5 | 19.0 ~ 14.0 | 19.0 ~ 14.0 |
| 9  | 拉伸强度（145℃ × 35min），MPa                    |       | ≥ 25.5      | ≥ 24.5      | ≥ 24.5      |
| 10 | 扯断伸长率（145℃ × 35min），%                     |       | ≥ 340       | ≥ 330       | ≥ 330       |

丁苯橡胶 SBR1712 产品标准

| 序号 | 指标                                 |       | 优级品         | 一级品         | 合格品     |
|----|------------------------------------|-------|-------------|-------------|---------|
| 1  | 挥发份, %                             |       | ≤ 0.6       | ≤ 0.8       | ≤ 1.0   |
| 2  | 总灰份, %                             |       | ≤ 0.50      |             |         |
| 3  | 有机酸, %                             |       | 3.9 ~ 5.7   |             |         |
| 4  | 皂含量, %                             |       | ≤ 0.50      |             |         |
| 5  | 结合苯乙烯, %                           |       | 22.5 ~ 24.5 |             |         |
| 6  | 油含量, %                             |       | 25.3 ~ 29.3 | 24.3 ~ 30.3 |         |
| 7  | 生胶门尼黏度, $ML_{1+4}^{100^{\circ}C}$  |       | 46 ~ 54     | 43 ~ 55     | 42 ~ 56 |
| 8  | 混炼胶门尼黏度, $ML_{1+4}^{100^{\circ}C}$ |       | ≤ 70        |             |         |
| 9  | 300% 定伸应力 (145℃ × ), MPa           | 25min | 9.8 ~ 13.8  | 9.3 ~ 14.3  |         |
|    |                                    | 35min | 12.1 ~ 16.1 | 11.6 ~ 16.6 |         |
|    |                                    | 50min | 13.0 ~ 17.0 | 12.5 ~ 17.5 |         |
| 10 | 拉伸强度 (145℃ × 35min), MPa           |       | ≥ 19.4      | ≥ 18.4      |         |
| 11 | 扯断伸长率 (145℃ × 35min), %            |       | ≥ 380       | ≥ 370       |         |

丁苯橡胶 SBR1778 产品标准

| 序号 | 指标                                 |       | 优级品         | 一级品         | 合格品     |
|----|------------------------------------|-------|-------------|-------------|---------|
| 1  | 挥发份, %                             |       | ≤ 0.75      | ≤ 1.0       |         |
| 2  | 总灰份, %                             |       | ≤ 0.50      | ≤ 1.0       |         |
| 3  | 有机酸, %                             |       | 3.9 ~ 5.7   | 3.9 ~ 6.8   |         |
| 4  | 皂含量, %                             |       | ≤ 0.50      |             |         |
| 5  | 结合苯乙烯, %                           |       | 22.5 ~ 24.5 |             |         |
| 6  | 油含量, %                             |       | 25.3 ~ 29.3 | 24.3 ~ 30.3 |         |
| 7  | 生胶门尼黏度, $ML_{1+4}^{100^{\circ}C}$  |       | 40 ~ 50     | 39 ~ 51     | 38 ~ 52 |
| 8  | 混炼胶门尼黏度, $ML_{1+4}^{100^{\circ}C}$ |       | ≤ 64        |             |         |
| 9  | 300% 定伸应力 (145℃ ×), MPa            | 25min | 6 ~ 10      | 5 ~ 10      |         |
|    |                                    | 35min | 10 ~ 14     | 9 ~ 14      | 9 ~ 14  |
|    |                                    | 50min | 12 ~ 16     | 11 ~ 16     |         |
| 10 | 混炼胶门尼黏度, $ML_{1+4}^{100^{\circ}C}$ |       | ≥ 17.5      |             | ≥ 16.5  |
| 11 | 混炼胶门尼黏度, $ML_{1+4}^{100^{\circ}C}$ |       | ≥ 430       | ≥ 410       |         |



丁苯橡胶 SBR1723N 产品标准

| 序号 | 指标                                |       | 最小值       | 最大值  |
|----|-----------------------------------|-------|-----------|------|
| 1  | 结合苯乙烯，%                           |       | 22.5      | 24.5 |
| 2  | 挥发分，%                             |       | —         | 0.50 |
| 3  | 灰分，%                              |       | —         | 0.40 |
| 4  | 皂含量，%                             |       | —         | 0.50 |
| 5  | 有机酸，%                             |       | 3.90      | 5.70 |
| 6  | 油含量，%                             |       | 25.3      | 29.3 |
| 7  | 生胶门尼黏度， $ML_{1+4}^{100^{\circ}C}$ |       | 40        | 50   |
| 8  | 300% 定伸应力（145℃ × ），MPa            | 25min | 7.4       | 11.3 |
|    |                                   | 35min | 8.8       | 12.7 |
|    |                                   | 50min | 10.3      | 14.2 |
| 9  | 拉伸强度（145℃ × 35min），MPa            |       | 17.6(180) | —    |
| 10 | 扯断伸长率（145℃ × 35min），%             |       | 420       | —    |

丁苯橡胶 SBR1739N 产品标准

| 序号 | 指标                                |       | 最小值       | 最大值  |
|----|-----------------------------------|-------|-----------|------|
| 1  | 结合苯乙烯，%                           |       | 38.5      | 41.5 |
| 2  | 挥发分，%                             |       | —         | 0.50 |
| 3  | 灰分，%                              |       | —         | 0.40 |
| 4  | 皂含量，%                             |       | —         | 0.50 |
| 5  | 有机酸，%                             |       | 3.90      | 5.70 |
| 6  | 油含量，%                             |       | 25.3      | 29.3 |
| 7  | 生胶门尼黏度， $ML_{1+4}^{100^{\circ}C}$ |       | 47        | 57   |
| 8  | 300% 定伸应力（145℃ × ），MPa            | 25min | 7.4       | 11.3 |
|    |                                   | 35min | 9.3       | 13.2 |
|    |                                   | 50min | 10.8      | 14.7 |
| 9  | 拉伸强度（145℃ × 35min），MPa            |       | 18.6(190) | —    |
| 10 | 扯断伸长率（145℃ × 35min），%             |       | 420       | —    |

# 6

专家团队



**李崇杰** 教授级高级工程师，具有 25 年从业经历，在工艺技术、生产管理方面有丰富的实践经验。  
Email: jh\_lcj@petrochina.com.cn



**陆书来** 教授级高级工程师，具有 20 年乳液聚合科学研究和技术开发经验，曾赴西班牙 POLYMAT 研究所从事博士后科学研究，获省部级奖励 3 项，国家专利 5 项，发表论文 45 篇。  
Email: jh\_lusl@petrochina.com.cn



**李 铁** 教授级高级工程师，具有 20 年从业经历，在工艺技术、生产管理方面有丰富的实践经验。  
Email: jh\_litie@petrochina.com.cn



**隋 军** 高级工程师，具有 18 年乳聚丁苯橡胶工艺技术和生产管理经验。  
Email: jh\_sujun@petrochina.com.cn



**张冠英** 高级工程师，具有 13 年乳聚丁苯橡胶工艺技术和生产管理经验。  
Email: jh\_zhanggy@petrochina.com.cn



**刘吉平** 高级工程师，具有 20 年乳聚丁苯橡胶工艺技术和生产管理经验。  
Email: liujip@petrochina.com.cn



**何承全** 高级工程师，具有 20 年乳聚丁苯橡胶工艺技术和生产管理经验。  
Email: hechengquan@petrochina.com.cn



**龚光碧** 博士，教授级高级工程师，中国石油高级技术专家，国务院政府特殊津贴专家。一直从事合成橡胶技术开发工作，申请发明专利 20 项，发表论文 10 余篇，合作出版专著 5 部。  
Email: gongguangbi@petrochina.com.cn



联系人：刁顺 先生  
电 话：59986059  
Email: sdiao@cnpc.com.cn

Contact: Mr. Diao Shun  
Tel: 59986059  
Email: sdiao@cnpc.com.cn

