

阅读提示

我国运动鞋年产量约百亿双,弹性体材料是制鞋的重要基础原材料。随着健康生活理念深入人心,国民对运动健身的热情日益高涨,对运动鞋的性能需求也逐步转向更轻便、更柔软、更高弹。中国石化围绕新产品开发、突破“卡脖子”技术和提升客户消费体验等方面攻坚克难,着力为国内运动鞋市场提供性能优越、舒适稳定的生产原料。前不久,在安踏(中国)有限公司举办的新品科技发布会上,湖南石化生产的ES系列SEBS弹性体新材料得到高度认可。本版专题揭秘中国石化如何让你的运动鞋更轻、更软、更弹。

本版文图由 彭展 翟瑞龙 刘玉福 提供

中国石化新产品新材料推介 ⑤

# 中国石化弹性体材料: 让你的运动鞋更轻更软更弹

## SEBS

(氢化苯乙烯-丁二烯嵌段共聚物)

### 客户反馈

“湖南石化开发的ES系列运动鞋中底用SEBS新牌号产品,在我们全品类运动鞋中底规模应用,具有低密度、低压缩变形,以及国际领先的缓震、高亲肤等优点。希望双方今后加强优势互补、产研融合,以高性能材料赋能产品,在鞋用新材料及产品研发、绿色环保领域进一步对标全球领先水平,带给消费者健康、舒适的产品体验。”

——安踏(中国)有限公司副总裁 朱双虹



### 【产品名片】

#### 什么是SEBS?

SEBS是一种热塑性弹性体,是以聚苯乙烯为末端段,以聚丁二烯加氢得到的乙烯-丁二烯共聚物为中间弹性嵌段的线型三嵌共聚物。SEBS为SBS(苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物)的加氢产品,属于TPE(热塑性弹性体)。

目前,湖南石化开发了3个运

动鞋中底用SEBS新牌号产品。其中,SEBSYH-530是湖南石化与安踏(中国)有限公司联合开发的用于发泡鞋材的新型热塑性弹性体。该产品能显著提升泡棉加工的尺寸稳定性,使用过程中具有优秀的阻尼减震性能,拥有细腻亲肤的表面触感。

### 【生产工艺】

SEBS生产工艺包括聚合单元、凝聚单元、后处理单元和溶剂精制单元4个部分。在聚合单元中,精制的苯乙烯被送入聚合釜,环己烷经加热后也被送入聚合釜,配好的活化剂也用泵定量送入聚合釜,充分搅拌后,加入引发剂开始聚合。一段时间后,加入丁二烯进行二段反应,再经过一段时间,加入苯乙烯,进行三段反应,然后按品种加入一定量的终止剂,使反应终止,生产出SEBS基础胶液。基础胶液加氢后,通过凝聚、后处理,制成SEBS产品。废溶剂经精制回收循环利用。



### 【专家观点】

## 绿色SEBS材料应用未来可期

嘉宾:集团公司化工和材料领域高级专家 梁红文  
湖南石化橡胶部橡塑中心科研技术组组长 莫奕君

SEBS是一种优异的苯乙烯系热塑性弹性体,是介于橡胶与树脂之间的一种高分子材料,不仅可以取代部分橡胶,而且能使塑料得到良好的改性。SEBS不必经硫化即可具有类似硫化橡胶的物理性质,可直接注射成型、循环利用,已被广泛应用于各领域,发泡鞋材是其中之一。

近年来,EVA发泡鞋材成为休闲运动鞋材的主流,其凭借良好的柔韧性、弹性、优异的耐化学品和着色性能,以及较轻的重量,受到运动鞋底生产厂商的青睐。但由于EVA塑性材料在柔软性、耐压缩性、止滑性、弹性与材料拉伸性等方面较差,要使用弹性体作为改性剂。SEBS发泡材料与EVA兼容性较好,且与其他改性材料相比,具有更好的软硬范围、柔软触感、压缩永久变形低等优势,目前已有许多国际知名运动鞋品牌指定使用SEBS发泡材料。

SEBS可通过添加加工油来调整材料的软硬度,故可制得硬度范围广泛的发泡制品。SEBS发泡材料不仅能解决传统发泡材料无法解决的问题,而且兼具其他发泡材料的优点。比如,SEBS发泡材料具有EVA发泡材料的低比重特性,PU发泡材料的低压缩率、高弹性及止滑特性等。SEBS发泡材料制作过程简单,可以二次成型制成复杂造型产品,且不含有毒物质,可实现百分之百回收。目前,SEBS发泡制品大多采用化学发泡的方法制得。

随着经济的发展和人们生活水平的提高、环保意识的增强,绿色无污染及轻量化产品受到青睐。SEBS凭借其重量轻、耐老化性能好,以及无毒、对人体无害的特点,未来可通过超临界发泡技术将SEBS制备成发泡材料,应用于鞋材大底、保温隔热板及芯芯等领域。

### SEBS市场情况如何?

近年来,我国SEBS产能持续增长,特别是在2019年至2023年迎来了产能高峰期。

5年内,SEBS产能年均增长率高达13.2%。至2023年底,我国SEBS总产能已达40.5万吨/年。2024年,

我国SEBS行业依然保持扩能态势,预计将新增产能逾10万吨/年,年末总产能将达到53万吨/年,比上年增长30.9%。而2023年,我国SEBS产能利用率仅为63%,未来新增产能将进一步加剧国内市场竞争。

### SEBS如何应用在运动鞋中底领域?

中底作为运动鞋的核心部分,位于鞋大底和鞋垫之间,主要负责提供缓冲、支撑和能量回馈。中底的材料和设计直接影响运动鞋的舒适性、稳定性和整体性能。在运动鞋中底主材应用方面,EVA(乙烯-醋酸乙烯酯共聚物)发泡材料稳居运动鞋主流之位,但是由于其柔软性、耐压缩性、止滑性、弹性与材料拉伸性等不够理想,通常会加入EPDM(三元乙丙橡胶)、POE(聚烯烃弹性体)、OBCs(半结晶热塑性聚烯烃弹性体)、TPE(热塑性弹性体)等对其进行改性。SEBS材料兼具柔软

与柔韧性的优势,使用其改性后的EVA具有更佳动态黏弹性。当SEBS均匀地分散于EVA体系中时,能够降低分子链间的作用力,起到增塑作用。同时,SEBS具有更好的柔韧性、耐热性及良好的相容性、共混性,而且利用SEBS充油可以降低材料成本。因此,用SEBS取代丁基橡胶、三元乙丙橡胶等弹性体,与EVA共混,能够制得性能优越、价格低廉的材料,可以满足在运动鞋中底领域应用的需要,从而提升运动鞋的穿着舒适度和性价比。

### 【企业实践】

## 湖南石化:高性能材料 赋能产品健康舒适

目前,国内市场上的运动鞋中底一般采用EVA作为基材进行化学交联发泡制得。在鞋材行业,使用现有的“嵌段型”SEBS改性EVA进行化学交联发泡,需填充一定比例的白油,否则无法在小于或等于130摄氏度时将混合物在密炼机中熔炼。但填充白油会造成制品的收缩性变大、耐疲劳性能不足,降低运动鞋的品质。因此,市场急需具有较低熔点、较高流动性的新型结构SEBS材料作为EVA的改性剂,满足高品质运动鞋中底的性能要求。

2017年以来,湖南石化与安踏(中国)有限公司发挥各自在原料端和应用端的优势,就SEBS弹性体(热塑性弹性体)在鞋材中的应用展开合作。2018年,双方在福建晋江签订战略合作协议。2020年,湖南石化联合安踏(中国)有限公司立项开展“运动鞋中底关键材料技术”开发,项目基础研究当年通过中国石化科技部的验收。2023年5月17日,“巴陵-安踏鞋材创新联合实验室”揭牌成立,聚焦鞋用新材料、新结构、新工艺,进行前沿探索,以高性能材料赋能产品,带给消费者健康、舒适的产品体验。这是湖南石化首次与下游企业联合共建实验室,有力促进了双方全面、长期、稳定的合作。

今年5月30日,湖南石化“运



## TPEE

(热塑性聚酯弹性体)

### 【产品名片】

#### 什么是TPEE?

热塑性弹性体是一种改性的工程塑料,兼具橡胶优良的弹性和热塑性塑料的易加工性,又被称作“第三代橡胶”。TPEE是热塑性弹性体家族中的新品种,作为基础高端合成材料,被广泛应用于汽车零部件、高端电线电缆及轨道交通等领域,并以轻便性、柔软性、高弹性等特性成为运动鞋底新材料。

### TPEE如何应用 在运动鞋中底领域?

TPEE按照加工方式可分为注塑级、挤出级和吹塑级三种。作为基础高端合成材料,TPEE弹性体主要应用在汽车部件上,有力推动了我国汽车工业轻量化发展。同时,我国是世界制鞋大国,采用新材料、高新技术完善传统制鞋工艺,成为我国制鞋产业发展趋势。TPEE凭借轻便性、柔软性、高弹性等特性成为运动鞋底新的替代材料,有助于促进我国鞋底制造行业向着更加轻量化、功能化、智能化和绿色化方向发展。

### TPEE具有什么特性?

- 力学性能 具有优异的拉伸强度、回弹性、柔韧性、耐冲击性能,抗蠕变和耐疲劳性突出。
- 热性能 具有良好的耐热性能,熔融温度为170-220摄氏度;低温柔韧性好,可在零下50-160摄氏度下长期使用。
- 耐化学介质 耐油性、抗溶胀性和耐渗透性非常优异,适合多种油类环境,如燃料油、热油、油脂、液压油等;对燃油的渗透仅为氯丁橡胶、丁腈橡胶等耐油橡胶的1/3-1/300;耐化学溶剂性能好。
- 耐候性与耐老化性 在水汽、臭氧、自然老化等环境下,都具有优异耐候性和化学稳定性。
- 耐磨性 在耐磨性方面优于许多柔性材料,如聚氨酯和其他刚性塑料。在磨耗及高机械强度要求环境中,优于聚氨酯和橡胶。

### 【企业实践】

## 仪征化纤:产销研用攻关 满足产品市场需求

TPEE是热塑性弹性体家族中的新品种,作为基础高端合成材料,被广泛应用于汽车零部件、高端电线电缆及轨道交通等领域,我国对该产品进口依存度较高。

2011年,仪征化纤组建热塑性聚酯弹性体开发创新团队,从基础研究起步,通过产销研用团队联合攻关,开发了多元共聚体系及分子链增长控制技术,形成国内领先的TPEE共聚配方。2015年,仪征化纤打破国外技术封锁,率先在万吨级装置上进行TPEE工业化生产,形成全球领先的万吨级直接酯化法生产TPEE生产技术。

近年来,仪征化纤TPEE弹性体团队持续进行基础研究及产品开发,推动产品技术不断创新,满足市场需求。其中,“环保型车用高性能TPEE开发”项目获第三届中央企业熠星创新创业大赛优秀奖;“感光变色低熔点聚酯母粒及其制备方法”,成功应用于炫彩变色运动鞋,制作成网红产品,受到年轻人喜爱。去年,仪征化纤热塑性聚酯弹性体开发创新团队获评中国石化优秀创新团队。



仪征化纤科研人员核对即将出库的TPEE产品信息。



仪征化纤PBT部销售人员与产品研发人员检查TPEE产品外观质量。

### 【专家观点】

## 加强PBT产品应用研究开辟新赛道

嘉宾:仪征化纤研究院工程塑料研究所科研主任 张建

TPEE是一类含有PBT(聚对苯二甲酸二丁二醇)聚酯硬段和脂肪族聚酯或聚醚软段的线型嵌段共聚物。投身热塑性聚酯弹性体(TPEE)研发工作十多年,我深刻体会到关键核心技术是买不来、求不来的,实现高水平科技自立自强,要不等不靠、自主创新、大胆试验、小心求证,以技术创新推动产品转型升级,自主创新方能做大做强,自主创新才能无可替代。

鞋业是我国传统的民生产业。随着生活水

平的提升,人们对鞋类产品的质量及功能化的要求越来越高。鞋底质量是运动鞋质量的重要评估指标,鞋底质量主要取决于鞋底材料。目前,国外知名品牌致力开发TPEE材料制作运动鞋底。仪征化纤加大攻关力度,全力拓展TPEE材料在运动鞋底制作中的应用。下一步,我们将继续强化PBT基础研究和产品应用研究,开辟新赛道,为中国石化新材料产业的发展壮大作出更大贡献。