

热塑性弹性体（Thermoplastic elastomer, TPE）

热塑性弹性体（Thermoplastic elastomer, TPE）是物理性能介于橡胶和塑料之间的一类高分子材料，它既具有橡胶的弹性，又具有塑料的易加工性。这些特性早在 1926 年 Waldo Semon 研究 PVC 时就发现了。随着共混技术以及嵌段、接枝等共聚技术的进展，世界各地的研究者和公司又相继开发成功了多类具有这种特性的高分子材料，如热塑性聚氨酯（TPU）、苯乙烯类 TPE（SBC）、热塑性动态硫化胶（TPV）、聚酯型 TPE（TPEE）、聚酰胺型 TPE（TPAE）、离聚体型 TPE 等等。

各类 TPE 几乎都有一个共同的特点，那就是在分子的凝聚态结构中都存在微观相分离和热可逆的约束形式。分离的两相称作弹性相和硬相，弹性相提供类似橡胶的弹性和柔软性，而硬相既提供刚性和强度，又提供热可逆的约束形式，这些约束形式在非动态硫化胶类 TPE 中还起到物理交联点的作用，使弹性相象硫化橡胶一样具有优良的弹性和强度。至今人们在进行 TPE 的分子设计时所依赖的热可逆约束形式主要有三种，包括结晶相、冻结相和离子簇。氢键也是热可逆的约束形式，但一般仅在上述三种形式中起辅助作用。

从各种商品化 TPE 的对比情况看来，它们在结构、特性与合成方法上都有许多差异（见表 1-1）。其中 TPU、TPV、TPEE、TPAE 相对于 SBC、TPO、CPE 来讲，综合性能更优异，可以认为是 TPE 中档次较高的品种。

TPE 的应用领域涉及汽车、电子、电气、建筑、工程及日常生活用品等多方面，其使用的最终形态包括各种护套、管材、电线电缆、垫片、零配件、鞋件、密封条、输送带、涂料、油漆、粘合剂、热熔胶、纤维等。可以说，TPE 工业发展到现在，已经具有相当成熟的水平，其商业地位也日显重要了。

表 1-1 主要 TPE 的比较

项目	TPU	SBC	TPO	CPE	TPV	TPEE	TPAE
硬相	半芳族聚氨酯	聚苯乙烯（PS）	PP 或 PE	结晶 PVC	结晶聚合物（PP、NB 等）	半芳族聚酯	聚酰胺
弹性相	脂肪族聚酯或聚醚	聚丁二烯等	三元乙丙橡胶（EPDM）	非结晶 PVC、丁腈胶（NBR）	EPDM、NBR 等	脂肪族聚酯或聚醚	脂肪族聚醚或聚酯
约束形式	结晶相、氢键	冻结相	结晶相	结晶相	结晶相	结晶相	结晶相、氢键
主要制备方法	反应挤出	反应挤出	共混	共混	动态硫化	熔融缩聚	溶液聚合 熔融缩聚
邵氏硬度	60A~60D	5A~50D	50A~65D	50A~70D	35A~50D	90A~80D	60A~65D
相对密度	1.05~1.25	0.9~1.2	0.9~1.05	1.10~1.33	0.95~1.0	1.15~1.4	1.0~1.15
熔融温度，℃	120~190	95~100	165（PP）	75~105	165（PP）	148~230	148~275
脆点，℃	-40~-60	-60~-90	-60	-70	-60	-40~-60	-40~-60
拉伸强度	优	中	良	良	良	优	优
压缩永久变形	良	良	中	优	良	中	良
耐热老化性	优	差	中	中	中	良	优
耐候性	良	差	中	良	优	良	良
耐磨性	优	中	中	中	中	良	优
参考品牌	Goodrich: Estane	Shell: Kraton	Teknor Apex: Telcar	Dupont: Alcrvyn	AES: Santoprene	Dupont: Hytrel	Elf Atochem: Pebax

热塑性弹性体

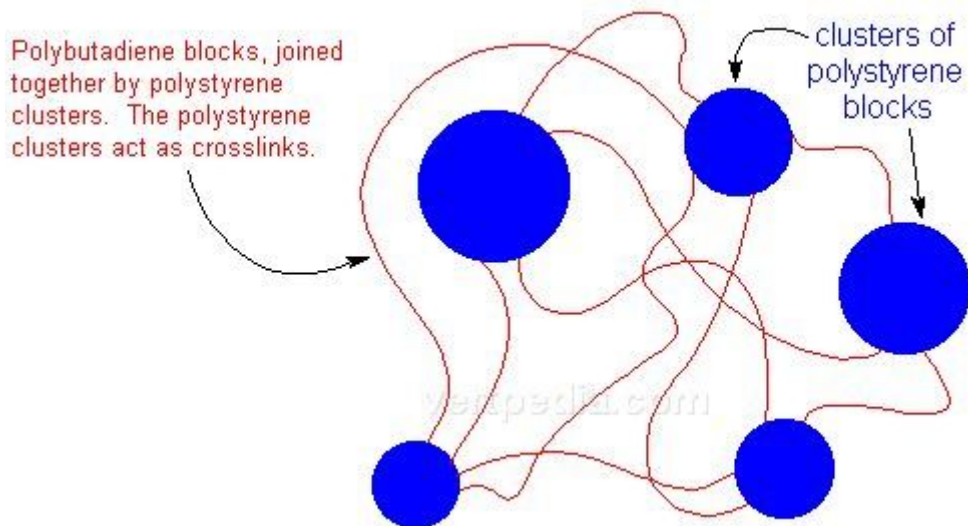


热塑性弹性体(Thermoplastic Elastomer-TPE)亦称热塑性橡胶(Thermoplastic Rubber-TPR 或 Thermoplastic Vulcanizate-TPV)是一种兼具橡胶和热塑性塑料特性的材料。在正常使用温度下，一相为流体(使温度高于它的 T_g —玻璃化温度)，另一相为固体(使温度低于它的 T_g 或等于 T_g)，并且两相之间存在相互作用。即在常温下显示橡胶弹性，高温下又能塑化成型的高分子材料，具有类似于橡胶的力学性能及使用性能、又能按热塑性塑料进行加工和回收，它在塑料和橡胶之间架起了一座桥梁。因此，热塑性弹性体可象热塑性塑料那样快速、有效的、经济的加工橡胶制品。就加工而言，它是一种塑料；就性质而言，它又是一种橡胶。热可塑性弹性体有许多优于热固性橡胶的特点。最近 30 多年来，热塑性弹性体作为第三代橡胶在世界各地取得了极为迅猛的发展。现在，热塑性弹性体的产量早已逾越第二代的液体橡胶，成为当今橡胶工业的又一新型材料。

最早商业化的热塑性弹性体是 20 世纪 50 年代开发出的聚氨酯类热塑性弹性体，20 纪 60 年代早期出现了 SBS，从 20 世纪 70 年代到 90 年代热塑性弹性体呈现迅速增长趋势，1970~1990 年间，在世界范围内，热塑性弹性体的用量以 8%~9% 的年增长速度递增，现阶段可以说正处于热塑性弹性体发展接近成熟的时期。热塑性弹性体已成为材料领域中不可忽视的一族。

目前，热塑性弹性体尚无统一的命名，习惯以英文字母缩写语 TPR 表示热塑性橡胶，TPE 表示热塑性弹性体，两者在有关资料著作中均有使用。为统一起见，都以 TPE 或热塑性弹性体称之。目前国内对热塑性苯乙烯—丁二烯嵌段共聚物则称之为 SBS(styrene-butadiene-styrene block copolymer)，热塑性异戊二烯-苯乙烯嵌段共聚物称为 SIS(styrene-isoprene block copolymer)，饱和型 SBS 则称之为 SEBS，即 Styrene-ethylene-butylene-styrene block copolymer 的缩写，就是苯乙烯-乙烯-丁烯-苯乙烯嵌段共聚物。其它各类热塑性弹性体均以生产厂家的商品名称称之。我国也采用 SBS 的代号，表示热塑性苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物，习惯称为热塑性丁苯橡胶。

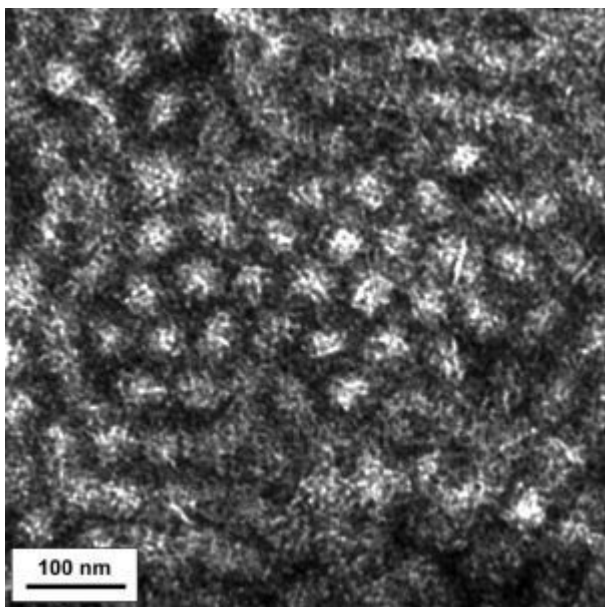
热塑性弹性体 TPE 的结构及分类



热塑性弹性体 TPE 的结构示意图

世界上已工业化生产的 TPE 有：苯乙烯类(SBS、SIS、SEBS、SEPS)、烯烃类(TPO、TPV)、双烯类(TPB、TPI)、氯乙烯类(TPVC、TCPE)、氨酯类(TPU)、酯类(TPEE)、酰胺类(TPAE)、有机氟类(TPF)、有机硅类和乙烯类等，几乎涵盖了现在合成橡胶与合成树脂的所有领域。它们是由在主链上通过形成硬链段的树脂相和软链段的橡胶相，相互牢固组合在一起而成的。TPE 的制造方法，大致可分为化学聚合和机械共混两大类型。前者是以聚合物的形态单独出现的，有主链共聚、接枝共聚和离子聚合之分。后者主要是橡胶与树脂的共混物，其中还有以交联硫化出现的动态硫化胶(TPE—TPV)和互穿网络的聚合物(TPE—IPN)。

热塑性弹性体具有多种可能的结构，最根本的一条是需要有至少两个互相分散的聚合物相，聚合物链的结构特点是由化学组成不同的树脂(硬段)和橡胶段(软段)构成。硬段的链段向作用力形成物理“交联”，软段则是具有较大旋转能力的高弹性链段。而软段又以适当的次序排列并以适当的方式连接起来，硬段的这种物理交联是可逆的，即可在高温下失去约束大分子的能力呈现塑性，降至常温时这些“交联”又恢复，而起类似硫化橡胶交联的作有用。



透射电镜下的 TPE 照片

正是由于这种聚合物链结构特点有交联状态的可塑性，因而本弹性体在常温下显示硫化胶的弹性，强度和变形特征等物理机械性能。另一方面，在高温下硬段会软化或溶化，呈现塑性流动性。在加压，加温等条件下采用纳米填充技术，动态交联技术加入多种改性辅料(阻燃、耐候、耐黄变稳定剂)，密炼或经双螺杆挤出，切粒干燥而成本产品。

热塑性弹性体根据其组成和形态可分为三类

- 嵌段共聚物型，如苯乙烯类热塑性弹性体、热塑性聚氨酯、聚酯类、聚酰胺类等；
- 橡胶与塑料的共混物，其中橡胶未交联(TPO)。如 PP / EPDM 共混物、PE / EPDM 共混物和 NBR / PVC 共混物，这种热塑性弹性体两相间的相互作用很弱，一般以塑料相为连续相，或者为共连续相；
- 橡胶与塑料的共混物，其中橡胶相高度交联并细分散于连续的塑料相中(TPV)。此类热塑性弹性体是由第二类热塑性弹性体通过动态硫化的方式制成的商品化的热塑性弹性体，通常是以 PP 为塑料相，交联的 EPDM、NBR、NR、IIR 和 EVA 等为分散相。此类热塑性弹性体的力学性能和使用性能与传统的橡胶硫化胶最为接近。

热塑性弹性体的优缺点

热塑性弹性体具有硫化橡胶的物理机械性能和软质塑料的工艺加工性能。由于不需再像橡胶那样经过热硫化，因而使用简单的塑料加工机械即可很容易地制成最终产品。它的这一特点，使橡胶工业生产流程缩短了 1 / 4，节约能耗 25%-40%，提高效率 10-20 倍，堪称橡胶工业又一次材料和工艺技术革命。

热塑性弹性体 TPR，TPE 是一种具有橡胶的高弹性，高强度，高回弹性，又具有可注塑加工的特征，具有环保无毒安全，硬度范围广，有优良的着色性，触感柔软，耐候性，抗疲劳性和耐温性，加工性能优越，无须硫化，可以循环使用降低成本，既可以二次注塑成型，与 PP、PE、PC、PS、ABS 等基体材料包覆粘合，也可以单独成型。

热塑性弹性体既具有热塑性塑料的加工性能，又具有硫化橡胶的物理性能，可谓是塑料和橡胶优点的优势组合。热塑性弹性体正在大肆占领原本只属于硫化橡胶的领地。近十余年来，电子电器、通讯与汽车行业的快速发展带动了热塑性弹性体市的高速发展。

TPE 的优点：

物理性能优越： 良好的外观质感，触感温和，易着色，色调均一，稳定；可调的物性，提供广阔的产品设计空间； 力学性能可比硫化橡胶，但无须硫化交联；硬度范围宽阔，自 SHORE-A 0 度至 SHORE-D 70 度可调； 耐拉伸性能优异，抗张强度最高可达十几个 Mpa，断裂伸长率最高可达十倍以上； 长期耐温可超过 70℃，低温环境性能良好，在-60℃温度下仍能保持良好的绕曲性； 良好的电绝缘性及耐电压特性。具有突出的防滑性能，耐磨性和耐候性能

化学性能优越： 耐一般化学品（水、酸、碱、醇类溶剂）； 可在溶剂中加工，可短期浸泡于溶剂或油中； 无毒性； 良好的抗紫外线辐射及抗氧化性能，可使用于户外环境； 粘结性能好，选用合宜的胶粘技术可直接与真皮合成或人造皮革表面牢固粘合。

生产加工优势: 无需硫化即具有传统硫化橡胶之特性，节省硫化剂及促进剂等辅助原料； 适合注塑成型、压铸成型、热熔和溶解涂层等多种工艺； 边料、余料和废料等可完全回收再利用，且不改变性能，降低浪费； 简化加工工艺，节约加工能耗与设备资源，加工周期短，降低生产成本，提高工效； 加工设备及工艺简单，节省生产空间，降低不合格品率； 产品无毒，无刺激性气味，对环境、设备及人员无伤害； 材料可反复使用，边脚废料可回收，可以说生产中无废料； 加工助剂和配合剂较少，可节省产品质量控制和检测的费用；产品尺寸精度高、质量更易于控制；材料比重少，且可调； 可直接与 PP、ABS 等多种塑料掺混而制成特种塑料合金。

热塑性弹性体的缺点：

TPE 的耐热性不如橡胶，随着温度上升而物性下降幅度较大，因而适用范围受到限制。同时，压缩变形、弹回性、耐久性等同橡胶相比较差，价格上也往往高于同类的橡胶。但总的说来，TPE 的优点仍十分突出，而缺点则在不断改进之中，作为一种节能环保的橡胶新型原料，发展前景十分看好。

热塑性弹性体的应用



DuPont Hytrel 用于制造耐油和耐热的导管

汽车和日用品消费是拉动热塑性弹性体消费增长的主要因素，不同品种的热塑性弹性体增长率不相同。美国亨斯迈公司汽车业务曾预计，2003 年 TP0 在汽车上应用年均增长率将大于 10%。TP0 将更多地用于新车内装饰件和外装饰件，未来 5 年 TP0 在汽车内装饰件上应用消费增长率将达两位数。2001 年 TPE 在全球汽车内装饰件和外装饰件的消费占 TPE 总量的 7%，2005 年将提高为 15%，随着反应器直接制备的 TP0(RTP0)不断赢得新的市场份额，配混法制 TP0(CTPO)和 RTP0 的各种牌号将会赢取更多的市场。预计 2006 年 TPE 在汽车上用量可达 60 万吨。美国 Freeonia 公司预计，2006 年前，由于共聚酯弹性体新型薄膜和片材开发成功，世界顶层盖用共聚酯弹性体需求年均增幅为 8%。

加氢 SBS 应用新增长点主要来自软触摸制品、汽车工业等新应用，使配混料需求增长较快。2002 年 SBS 加工应用(不包括胶粘剂和沥青改性)增长 6-7%，2003 年将增长 7-8%。中国和太平洋沿岸国家的制鞋工业是 SBS 主要消费领域。SBS 在小型物品和体育用品方面的应用增长也很快。

目前，热塑性聚氨酯应用以年均 6.3% 的速率增长，主要应用于汽车业预计未来热塑性聚氨酯在日用品和体育用品上应用会有所突破。主要用于取代 PVC 和橡胶，以及扩大软触摸方面的应用。瑞士咨询公司 Maack 业务服务 (MBS) 公司认为硫化热塑性弹性体 (TPV) 是增长最快的 TPE，欧洲消费年均增长 7.5%，而在汽车上应用年均增长接近 15%。作为一种新产品和新技术，TPV 在耐候密封应用方面有巨大增长潜力，可以有效克服传统产品抗蠕变性差和压缩变形大的缺点。硫化热塑性弹性体质量轻、设计自由度大、成本低，这些都是大型汽车原始设备制造厂商愿意采用 TPV 的原因。硫化热塑性弹性体耐候密封料将替代 TPDM 橡胶，年需求量增长率将在 10% 以上。2002 年硫化热塑性弹性体占北美汽车密封产品市场不到 5%，但到 2010 年，预计占有份额将会超过 40%。随着耐高温处理的 TPV 的推出，TPV 在汽车机罩上的应用也会扩大。Zeon 公司正在商业化推出能承受 150℃ 的硫化热塑性弹性体产品，这种材料噪音小、不发粘、耐合成油和润滑液。技术进步不断拓宽 TPE 产品性能范围，为用户提供更多选择的可能性。PolyOne 公司和 DDE 公司正在合作开发以 DDE 公司的茂金属聚烯烃为基础树脂的新材料。Zeon 化学品公司正与先进弹体系统 (AES) 公司合作开发耐高温 TPV。苏威工程聚合物公司与热塑性弹性体系统 (TRS) 公司合作提供适用于汽车的硫化热塑性弹性体产品。GLS 公司和 BASF 美国公司开发软触摸应用的热塑性弹性体及与其结合的硬基材。此外，TPE 还以淋膜背胶的方式被开发为环保背胶、薄膜产品，以取代传统的 PVC 延压背胶产品。



Riteflex MT9000 用于医疗器械，药物输送以及食品接触等热塑性弹性体具体的应用领域包括：

- 园林工具：手板锯、高枝剪、锹、铲修枝剪、整篱剪、园林锯、园林剪刀、草耙、钢叉、修枝剪、花具、雪铲、小锄、修枝锯、草剪等手柄包胶。
- 洁具：花洒头、喷枪、排污管、软管等。
- 日常用品：手把类（刀具、梳子、剪刀、手提箱、牙刷柄等）、脚踏垫、冰格、餐桌垫、瓶盖内衬、背包底座及其他橡塑制品等。

- 运动器材：手把（高尔夫球、各种球拍、脚踏车、滑雪器材、滑冰器材等）、潜水器材（蛙鞋、蛙镜、呼吸管、手电筒等）、刹车块、运动护垫等。
- 工具材料：手工具（螺丝起子，榔头、锤子等手柄）。
- 汽机车零件：汽车挡泥板、排挡罩、门窗封条、垫片、方向盘、防尘套、脚踏板、投射灯外壳、机车（脚踏车）手把等。
- 文具用品：橡皮擦、笔套、垫片等。
- 医疗器材：吸球、仪器手把、轮子、束带、容器、垫圈、防毒面罩、各种管件、瓶塞及相关医疗用品等。
- 电线电缆：电缆线外壳、连接器、插头被覆等。
- 轮子包胶：手推车轮子、医用脚轮、工业脚轮等。

资讯部件：游乐器方向盘、手把、鼠标被覆、衬垫、外壳被覆、光碟包装盒及其它软质防震零件

热塑性弹性体具有硫化橡胶的物理机械性能和软质塑料的工艺加工性能。由于不需再像橡胶那样经过热硫化，因而使用简单的塑料加工机械即可很容易地制成最终产品。它的这一特点，使橡胶工业生产流程缩短了 1 / 4，节约能耗 25%-40%，提高效率 10-20 倍，堪称橡胶工业又一次材料和工艺技术革命。

热塑性弹性体是介于橡胶与树脂之间的一种新型高分子材料，不仅可以取代部分橡胶，还能使塑料得到改性。热塑性弹性体所具有的橡胶与塑料的双重性能和宽广的特性，使之在橡胶工业中广泛用于制造胶鞋、胶布等日用制品和胶管、胶带、胶条、胶板、胶件以及胶粘剂等各种工业用品。同时，热塑性弹性体还可代替橡胶大量用在 PVC、PE、PP、PS 等通用热塑性树脂甚至 PU、PA、CA 等工程塑料的改性上面，使塑料工业也出现了崭新的局面。

1 热塑性弹性体的种类及性能特点

热塑性弹性体(TPE)可概括为通用 TPE 和工程 TPE 两个类型，目前已发展到 10 大类 30 多个品种，见表 1。从 1938 年德国 Bayer 最早发现聚氨酯类 TPE，1963 年和 1965 年美国 Phillips 和 Shell 开发出苯乙烯—丁二烯—苯乙烯嵌段聚合物 TPE，到 70 年代美欧日各国开始批量生产烯烃类 TPE 以来，技术不断创新，新的 TPE 品种不断涌现，构成了当今 TPE 的庞大体系，使橡胶工业与塑料工业结合联姻大大向前迈进了一步。

热塑性弹性体种类与组成

种类	结构组成	制法	用途

苯乙烯类 TPE(TPS)			
SBS	聚苯乙烯(PS) BR	化学聚合	通用
SIS	聚苯乙烯(PS) IR	化学聚合	通用
SEBS	聚苯乙烯(PS) 加氢 BR	化学聚合	通用、工程
SEPS	聚苯乙烯(PS) 加氢 IR	化学聚合	通用、工程

烯烃类 TPE			
TPO	聚丙烯(PP) EPDM	机械共混	通用
TPV-PP/EPDM	聚丙烯(PP) EPDM+硫化剂	机械共混	通用
TPV-PP/NBR	聚丙烯(PP) NBR+硫化剂	机械共混	通用
TPV-PP/NR	聚丙烯(PP) NR+硫化剂	机械共混	通用
TPV-PP/IIR	聚丙烯(PP) IIR+硫化剂	机械共混	通用

双烯类 TPE			
TPB(1,2-IR)	聚 1,2-丁二烯	化学聚合	通用

TPI(反式 1,4-IR) 聚反式 1,4-异戊二烯 化学聚合 通用
T-NR(反式 1,4-NR) 聚反式 1,4-异戊二烯 天然聚合 通用
TP-NR(改性顺式 1,4-NR) 聚顺式 1,4 异戊二烯改性物 接枝聚合 通用

氯乙烯类 TPE
TPVC(HPVC) 结晶聚氯乙烯(PVC) 非结晶 PVC 聚合或共混 通用
TPVC(PVC、NBR) 聚氯乙烯(PVC) NBR 机械共混 通用
TCPE 结晶氯化聚乙烯(CPE) 非结晶 CPE 聚合或共混 通用

氨酯类 TPE(TPU) 氨酯结构 聚酯或聚酯 聚加成 通用、工程

酯类 TPE(TPEE) 酯结构 聚醚或聚酯 聚缩合 工程

酰胺类 TPE(TPAE) 酰胺结构 聚醚或聚酯 聚缩合 工程

有机氟类 TPE(TPF) 氟树脂 F 橡胶 化学聚合 通用、工程

有机硅类 TPE
结晶聚乙烯(PE) Q 橡胶 机械共混 通用、工程
聚苯乙烯 聚二甲基硅氧烷 嵌段共聚 通用、工程
聚双酚 A 碳酸酯 聚二甲基硅氧烷 嵌段共聚 工程
聚芳酯 聚二甲基硅氧烷 嵌段共聚 工程
聚砜 聚二甲基硅氧烷 嵌段共聚 工程

乙烯类 TPE
EVA 型 TPE 结晶聚乙烯(PE) 乙酸乙烯酯 嵌段共聚 通用
EEA 型 TPE 结晶聚乙烯(PE) 丙烯酸乙酯 嵌段共聚 通用
离子键型 TPE 乙烯-甲基丙烯酸离聚体 离子聚合 工程
磺化乙烯-丙烯三元离聚体 离子聚合 通用
熔融加工型 TPE 乙烯互聚物 氯化聚烯烃 熔融共混 通用

世界上已工业化生产的 TPE 有：苯乙烯类(SBS、SIS、SEBS、SEPS)、烯烃类(TPO、TPV)、双烯类(TPB、TPI)、氯乙烯类(TPVC、TCPE)、氨酯类(TPU)、酯类(TPEE)、酰胺类(TPAE)、有机氟类(TPF)、有机硅类和乙烯类等，几乎涵盖了现在合成橡胶与合成树脂的所有领域。它们是由在主链上通过形成硬链段的树脂相和软链段的橡胶相，相互牢固组合在一起而成的。TPE 的制造方法，大致可分为化学聚合和机械共混两大类型。前者是以聚合物的形态单独出现的，有主链共聚、接枝共聚和离子聚合之分。后者主要是橡胶与树脂的共混物，其中还有以交联硫化出现的动态硫化胶(TPE—TPV)和互穿网络的聚合物(TPE—IPN)。

现在，TPE 以 TPS 和 TPO 为中心，在世界各地获得了迅速发展，两者的产耗量已占到全部 TPE 的 80%左右。双烯类 TPE 和氯乙烯类 TPE 也成为通用 TPE 的重要品种。其它如 TPU、TPEE、TPAE、TPF 等则转向了以工程为主。

TPE 的物理机械性能视聚合物化学结构、分子量、分子量分布和微观构造的不同而各有长短。各种 TPE 的物性与经济性比较见表 2。

热塑性弹性体物性与经济性比较(通用型 TPE)

分类	TPS	TPO	TPB	TPVC	TCPE
硬度	30A-75A	50A-95A	19D-53D	40A-80A	57A-67D

抗拉强度/MPa	9.8-34.3	2.9-18.6	10.8	9.8-10.6	8.8-29.4
伸长率/%	800-1200	200-600	710	400-900	180-750
弹性/%	45-75	40-60	30-70	30-60	
密度/g·cm ⁻³	0.91-1.20	0.89-1.00	0.91	1.20-1.30	1.14-1.28
耐磨性	△	X	○	△	△
耐屈挠性	○		△	○	○
耐热性/℃	-60	-120	-60	-100	-100

耐寒性/℃	-70	-60	-40	-30	-30
耐油性	X	△	△-○	X-○	○
耐水性	◎-○	◎-○	◎-○	◎-○	◎-○
耐天候性	x-△	○	x-△	△-○	◎
脆化温度/℃	<-70	<-70	-32--42	-30--50	-20-70
价格指数					

重量	50-100	65-100	40-50	45-55	75-85
体积	40-93	48-120	36-46	56-69	90-100

注：◎为优，○为良，△为可， x 为劣。

续表 2 热塑性弹性体物性与经济性比较(工程型 TPE)

分类	TPU	TPEE	TPAE	TPF
硬度	30A-80D	40A-70A	40D-62D	61-67
抗拉强度/MPa	29.4-49	25.5-39.2	11.8-34.3	2.0-11.8
伸长率/%	300-800	350-450	200-400	300-650
弹性/%	30-70	60-70	60-70	10
密度/g·cm ⁻³	1.10-1.25	1.17-1.25	1.01-1.20	1.89
耐磨性	◎	△	○	○
耐屈挠性	◎		◎	◎
耐热性/℃	-100	-140	-100	-120
耐寒性/℃	-65	-40	-40	-10
耐油性	◎	◎	◎	◎
耐水性	○-△	○-x	○-△	○-△
耐天候性	△-○	△	○	◎
脆化温度/℃	<-70	<-70	<-70	<-10

热塑性弹性体的的优点

- (1)可用一般的热塑性塑料成型机加工，例如注塑成型、挤出成型、吹塑成型、压缩成型、递模成型等；
- (2)能用橡胶注塑成型机硫化，时间可由原来的 20min 左右，缩短到 1min 以内；

(3)可用压出机成型硫化，压出速度快、硫化时间短；

(4)生产过程中产生的废料(逸出毛边、挤出废胶)和最终出现的废品，可以直接返回再利用；

(5)用过的 TPE 旧品可以简单再生之后再次利用，减少环境污染，扩大资源再生来源；

(6)不需硫化，节省能源，以高压软管生产能耗为例：橡胶为 188MJ / kg，TPE 为 144MJ / kg，可节能 25%以上；

(7)自补强性大，配方大大简化，从而使配合剂对聚合物的影响制约大为减小，质量性能更易掌握；

(8)为橡胶工业开拓新的途径，扩大了橡胶制品应用领域。

热塑性弹性体的缺

TPE 的耐热性不如橡胶，随着温度上升而物性下降幅度较大，因而适用范围受到限制。同时，压缩变形、弹回性、耐久性

等同橡胶相比较差，价格上也往往高于同类的橡胶。但总的说来，TPE 的优点仍十分突出，而缺点则在不断改进之中，作为一种节能环保的橡胶新型原料，发展前景十分看好。