

# EPDM/三元共聚尼龙高性能弹性体相容剂及共混工艺的研究

马 军,张惠峰,赵 阳,朱玉俊,张立群

(北京化工大学 材料科学与工程学院,北京 100029)

**摘要:**研究了相容剂及其用量和加工工艺对 EPDM/三元共聚尼龙(PA)共混体系物理性能的影响。结果表明,氯化聚乙烯(CPE)是 EPDM/PA 共混体系性能优良且价廉易得的相容剂;CPE 的最佳用量为 PA 的 1/2。SEM 照片显示,EPDM 与 PA 相容性差;二元体系 EPDM/PA 加入 CPE 后,分散相 PA/CPE 分散均匀,粒径细小。共混温度控制在 $(160\pm 5)$  °C为宜,PA 与 CPE 共混时间控制在 15 min 为宜,EPDM 与 CPE/PA 的混炼时间控制在 8 min 为宜。还考察了加料顺序对共混物性能的影响。

**关键词:**高性能弹性体;相容剂;EPDM;三元共聚尼龙;氯化聚乙烯;共混工艺

**中图分类号:**T Q330.1<sup>+</sup>1 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-890X(2000)06-0323-08

为了满足某些尖端领域及国防工业某些领域的需要,研制一种成本相对低廉、(热)撕裂强度高、耐磨、生热低,并且在苛刻的使用条件(如长时间的热氧老化作用)下物理性能保持率高的弹性体,显得十分迫切与必要,因而提出了“高性能弹性体”这一研究课题。在高性能弹性体制品(如车辆履带垫)的使用过程中,由于高负荷、高冲击剪切强度的作用,弹性体内部会产生反复动态疲劳磨损及高温生热,中心温度可达 150 °C以上,由此产生的热氧老化作用使高性能弹性体制品过早地崩花、掉块,其寿命还达不到使用要求。目前的胶种和配方根本不能满足要求,主要原因在于其热氧老化性能与高性能弹性体制品的要求相差甚远。

EPDM 具有优异的耐热氧老化性、耐化学稳定性和良好的冲击弹性,然而其强度低、自粘性及互粘性不好<sup>[1]</sup>。共混改性是利用现有材料开发新产品的有效途径。三元共聚尼龙(PA)具有优良的机械强度、耐磨性、耐油性、韧性和耐热性。用 PA 补强 EPDM,可大幅度提高硫化胶的撕裂强度和拉伸强度,降低磨损和动态生热<sup>[2]</sup>。该体系多采取加入反应型高聚

物相容剂的方法提高相容性,如罗东山研究了 EPDM/PA/MEPDM,结果表明,随 PA 用量增大,共混物的拉伸强度和定伸应力都增大,伸长率及磨损下降<sup>[3]</sup>。本研究考察了相容剂及其用量、加工工艺对 EPDM/PA 共混体系物理性能的影响。

## 1 实验

### 1.1 原材料

EPDM, 501A, 日本住友株式会社产品; PA, 150 型共聚尼龙(尼龙 6/66/1010 共聚比为 20/10/70), 上海赛璐璐厂产品; 炭黑 N220, 天津海豚炭黑厂产品; 氯化聚乙烯(CPE), 40 型, 山东潍坊化工厂产品; EPDM-g-MAH, 本校武德珍博士提供(接枝率 1%); EPDM-g-GMA, 制备见参考文献[4]; 过氧化二异丙苯(DCP), 工业品; 其它常用配合剂均为市售。

### 1.2 基本配方

EPDM/PA/CPE 并用比为 70/30/15。混炼配方: 炭黑 N220 用量为 EPDM 的 1/2, 硬脂酸 1, 氧化锌 5, 硫化剂 DCP/硫黄/共硫化剂 HVA-2 并用比为 4/1/1。

### 1.3 加工工艺

PA/CPE 共混物的制备: 将 PA 放入烘箱, 在 80 °C 下干燥 24 h, 然后与 CPE 在 160 °C 下

作者简介: 马军(1972-), 男, 山西临猗人, 现为中国科学院化学研究所高分子物理与化学国家重点实验室博士生。

混炼 5~20 min, 下片, 称量。

EPDM/PA/CPE 共混物的制备: EPDM 与 PA/CPE 在 160 °C 下混炼 3~15 min, 下片, 称量。设定辊温 40~50 °C, 加入配合剂, 加工方法同普通橡胶。

#### 1.4 测试

硫化胶的拉伸强度、撕裂强度、100%定伸应力、扯断伸长率等静态力学性能的测试均按相应的国家标准执行。

共混胶料相态结构测试: 将共混胶料在液氮下冷却切片, 用四氧化钨染色, 在透射电子显微镜(TEM, H-800-1 型, 分辨率 0.204 nm)下观察两相共混情况。将拉伸断裂试样断口及常温刀切断口表面喷金或用甲酸刻蚀 4 h, 用电子扫描显微镜(SEM, S-2501 型)观察试样断口断裂形貌。

## 2 结果与讨论

### 2.1 相容剂的选择

EPDM 与 PA 是典型的非极性与极性聚合物, 经估算<sup>[5]</sup>, EPDM 和 PA 的溶解度参数分别为  $23.4 \times 10^3$  和  $16.6 \times 10^3 (\text{J} \cdot \text{m}^{-3})^{1/2}$ , 相差很大, 故二者的相容性很差。本研究试图通过加入相容剂的方法改善 EPDM/PA 共混体系的相容性, 从而提高并用体系的物理性能。广泛地选取相容剂, 如 CPE、氯磺化聚乙烯(CSM)、羧基丁腈橡胶(XNBR)、IIR 及 EPDM 的接枝物 EPDM-g-MAH 和 EPDM-g-GMA, 以它们作为第 3 组分, 与 EPDM 及 CPE 制成三元共混物, 考察不同的第 3 组分对 EPDM/PA 共混体系产生的相容效果。

制备工艺: 在 160 °C 下将 EPDM、PA 及相容剂熔融共混 15 min, 再按常规的橡胶方法加

工。配方: EPDM/PA/相容剂并用比为 70/30/15, 不加炭黑, 硫化剂 DCP/硫黄/共硫化剂 HVA-2 并用比为 4/1/1。试验结果如表 1 所示。

由表 1 中数据可以看出, 所选的第 3 组分都能改善并用胶的物理性能, 但效果各异。与 1 号共混物(不加相容剂)相比, 2 和 3 号共混物物理性能有一定程度的提高。这是因为, 一方面接枝物 EPDM-g-MAH 和 EPDM-g-GMA 的分子的一端 EPDM 有较大的亲合力, 能降低表面张力, 另外接枝上的 MAH 或 GMA 基团在熔融共混时与 PA 发生某些化学反应, 因此 EPDM-g-MAH 或 EPDM-g-GMA 把分散相与基体胶以“桥”的形式连接起来, 增大了两相间的结合力。但是另一方面, 由于在接枝过程中形成的交联及难以除去的残余物的存在, 大大影响了接枝物提高 EPDM/PA 体系相容性的效果, 这两种接枝物效果一般。

XNBR 分子链上的羧基-COOH 与 PA 有良好的亲合力, 其丁二烯链段对 EPDM 有较好的物理缠结作用。因此与 1 号共混物相比, 以 XNBR 为相容剂的 4 号共混物的物理性能也有一定程度的提高。

由表 1 知, 以 CPE 为相容剂的 6 号共混物具有最佳的物理性能。CPE 在制取时因氯化不均, 形成类似于 PVC-PE 的嵌段结构, PE 段与 EPDM 有较好的相容性, PVC 段与 PA 亦有良好的相容性, 且在熔融共混过程中, CPE 分子链上的氯原子与 PA 的端胺基发生消去反应<sup>[6]</sup>。因此, CPE 加强了 PA 对 EPDM 的界面作用力, 优化了分散相结构与尺寸, 改善了共混体系的相容性, 从而提高了共混体系的物理性能。

表 1 使用不同相容剂时 EPDM/PA 共混体系的物理性能

项 目	配 方 编 号						
	1	2	3	4	5	6	7
相容剂	空白	EPDM-g-MAH	EPDM-g-GMA	XNBR	CSM	CPE	IIR
邵尔 A 型硬度/度	58	58	64	60	66	60	57
拉伸强度/MPa	2.6	4.6	4.0	4.8	4.6	7.3	2.5
扯断伸长率/%	146	248	236	188	280	340	160
撕裂强度(25 °C)/(kN·m <sup>-1</sup> )	20.8	23.9	21.8	35.2	30.1	34.6	26.8

## 2.2 相容效果的微观分析

为了进一步考察 CPE 的相容效果及其对 PA 的分散情况和粒径大小的影响,本研究采用 PA 的良溶剂甲酸刻蚀了 EPDM/PA, EPDM/PA/IIR 和 EPDM/PA/CPE 的共混硫化胶的刀切断面。在以下的工艺中,将三元共混物 EPDM/PA/CPE 的熔体由热辊上取下,立即采用特殊工艺处理,使熔体的分散相(PA/CPE)颗粒在冷却的同时发生取向。3 种共混物的制备方法如下:

(1) EPDM/PA (并用比为 70/30): 在热辊上直接熔融共混即可;

(2) EPDM/PA/IIR (并用比为 70/30/15): 将 PA 及 IIR 在热辊上熔融共混,冷辊薄通冷却后,再将 PA/IIR 及 EPDM 熔融共混,最后冷辊薄通冷却;

(3) EPDM/PA/CPE (并用比为 70/30/15): 将 PA 及 CPE 在热辊上熔融共混,冷辊薄通冷却后,再将 PA/CPE 及 EPDM 熔融共混,最后冷辊薄通冷却。

共混物 EPDM/PA, EPDM/PA/IIR 和 EPDM/PA/CPE 的 SEM 照片分别见图 1, 2 和 3。

图 1 中,分布着直纤状的孔洞,直径大多在  $4\ \mu\text{m}$  以上,长度大部分在  $30\ \mu\text{m}$  以上,各个孔洞的尺寸不均匀。这说明未加相容剂的 EPDM/PA 体系分散性欠佳,分散相粒径偏大。

图 2 中,分布着直纤状的孔洞,直径大多在  $3\ \mu\text{m}$  以上,长度大部分在  $20\ \mu\text{m}$  以上,各个孔洞的尺寸比较均匀。这说明共混体系 EPDM/

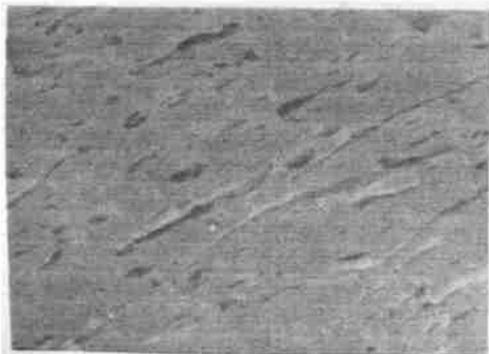


图 1 EPDM/PA 共混物的 SEM 照片



图 2 EPDM/PA/IIR 共混物的 SEM 照片

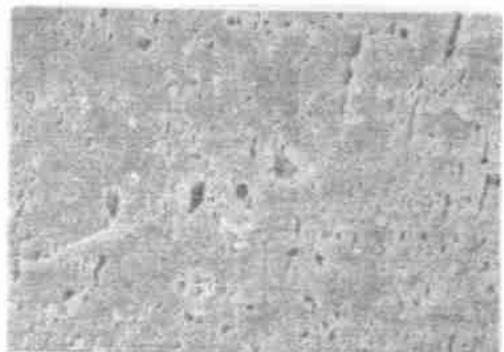


图 3 EPDM/PA/CPE 共混物的 SEM 照片

PA/IIR 分散性较好,分散相的粒径小于 EPDM/PA 体系。显然,IIR 化学性稳定,性质与 EPDM 类似,因此理论上 IIR 对提高 EPDM/PA 体系的相容性无任何作用。事实上,EPDM/PA/IIR 相态分布较好的原因在于 PA 经过 2 次返炼,即两次热辊混炼加工,降低了其结晶度及模量,在第 2 步的熔融共混中,PA/IIR 熔体与 EPDM 熔体粘度比较匹配,因而 PA 分散比较均匀,粒径比较细小。

图 3 中,分布着直纤状的孔洞,直径大多在  $2\ \mu\text{m}$  左右,长度大部分在  $10\ \mu\text{m}$  左右,各个孔洞的尺寸均匀。与 EPDM/PA 和 EPDM/PA/IIR 相比较,共混体系 EPDM/PA/CPE 的相态最佳。究其原因,一是 CPE 与 PA 熔融共混时发生了如前述的化学反应,因此二者具有优良的互容性;二是 CPE 确实起到了提高相容性的作用。CPE 在制取时因氯化不均,形成类似于 PVC-PE 的嵌段结构,PE 段与 EPDM 有较好的相容性,PVC 段与 PA 亦有良好的相容性;三

是 PA 经过 2 次返炼,降低了其结晶度及模量,在第 2 步的熔融共混中, PA/CPE 熔体与 EPDM 熔体粘度相互匹配,因而分散相 PA/CPE 分散均匀,粒径细小。此外,由于分散相与基体胶的模量接近,缓解了界面处的应力集中。当体系受外力时,界面层能有效地传递和分散应力,因而在加入相容剂后两相界面处不易发生应力集中,拉伸强度及撕裂强度增大。

### 2.3 相容剂用量对共混体系物理性能的影响

EPDM/PA/CPE 共混物的制取方法见 1.3 节,EPDM/PA 的并用比为 70/30, CPE 变量,其它用量不变。考察相容剂用量对共混体系物理性能的影响,其结果如图 4 和 5 所示。

由图 4 和 5 可见, EPDM/PA/CPE 的拉伸强度、扯断伸长率和撕裂强度都随 CPE 用量的

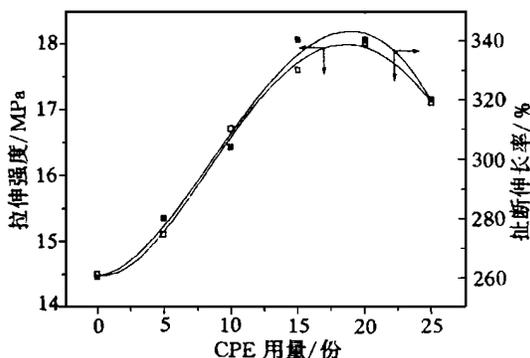


图 4 CPE 用量对 EPDM/PA/CPE 拉伸强度和扯断伸长率的影响

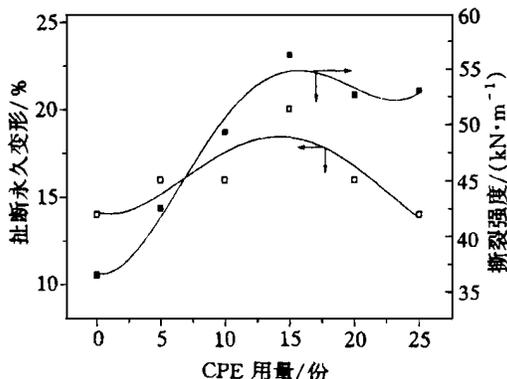


图 5 CPE 用量对 EPDM/PA/CPE 扯断永久变形和撕裂强度的影响

增大而增大,当相容剂的用量增至 10~20 份时,拉伸强度和撕裂强度增长缓慢,其后有所下降。这是由于并用体系的界面强度和分散相颗粒大小的变化引起的。

一方面,从界面情况分析,在聚合物共混体系中,由于其多相结构的特点,各相对应力的响应不同,在界面处易发生应力集中。共混体系中两相组分模量相差越大,这种应力集中越严重,在外力作用下越容易由界面处发生破坏。由 TEM、差示扫描量热法(DSC)及动态机械分析仪(DMA)分析可知<sup>[3]</sup>, CPE 锚入分散相 PA 中,很大程度上降低了 PA 的模量,从而使分散相与基体胶的模量接近,缓解了界面处的应力集中。当体系受外力时,界面层能有效地传递和分散应力,因而在加入相容剂后两相界面处不易发生应力集中。随相容剂用量的增大,界面层厚度增大,共混体系的拉伸强度增大。在这一共混体系中, CPE 对 EPDM 所起的补强作用远不如 PA, CPE 的主要作用是提高相容性,因此,当 CPE 的用量超过 20 份时, PA 的补强效果部分被 CPE 所掩盖,共混体系拉伸强度和撕裂强度反而下降。

另一方面,从分散相的尺寸来看,随相容剂用量的增大,更多的 CPE 进入 PA 中,使得 EPDM/PA/CPE 熔融共混时,基体胶与 PA 的粘度相近,因此,分散颗粒平均直径减小。若不考虑两相界面强度的影响,只考虑分散相粒径对强度的影响,可作如下定性解释:在外力作用下,由于应力集中,共混体系中 PA 颗粒表面(即界面)首先产生银纹或剪切带,进而发展成微观裂纹并不断扩展,当这种裂纹发展到 PA 粒径大小时,就要向 EPDM 连续相扩散,这时相当于在 EPDM 基体中产生了相对于 PA 颗粒大小的裂纹。根据 Griffith 理论<sup>[7]</sup>,材料受力断裂是由于材料内部的裂纹处首先发生应力集中,在外力作用下,裂纹逐渐扩展而使材料最后断裂。材料断裂强度  $\sigma_B$  与裂纹长度  $\alpha$ ,材料的杨氏模量  $E$  及单位面积的表面能  $\gamma$  有如下关系:

$$\sigma_B = (2\gamma E/\pi\alpha)^{0.5}$$

由该式可见,对于给定的材料( $\gamma$  和  $E$  一

定),其内部的裂纹长度越大,则断裂强度越小;反之,则断裂强度越大。EPDM/PA/CPE 共混体系中,CPE 与 PA 发生化学反应,因此二者具有优良的相容性。随着相容剂用量的增大,分散相尺寸减小,则相界面处由于应力集中而产生的裂纹减小,因而拉伸强度及撕裂强度增大。在第 2 步的熔融共混中,PA/CPE 熔体与 EPDM 熔体粘度相互匹配,因而分散相 PA/CPE 分散均匀,粒径细小。但 PA 中加入过多的 CPE,破坏了 PA/CPE 熔体与 EPDM 熔体粘度的相互匹配,使分散相粒径过大、分散不均匀,因而当 CPE 的用量超过 20 份时,PA 的补强效果部分被 CPE 所掩盖,共混体系强度下降。

## 2.4 共混工艺的研究

### 2.4.1 共混温度

EPDM/PA/CPE 共混物的制取除温度是变量外,其余同 1.3 节实验方法。

一般而言,共混温度的高低直接影响到各组分的粘度,从而影响到共混体系的分散性,导致共混物宏观性能的差异。PA 的熔点为  $153.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,实测熔程为  $140\sim 180\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。据此,试验选取 3 个共混温度:  $(150\pm 5)$ ,  $(160\pm 5)$  和  $(170\pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。共混体系物理性能与共混温度的关系如图 6 和 7 所示。

由图 6 和 7 可以看出,随着共混温度的升高,EPDM/PA/CPE 的拉伸强度、撕裂强度和扯断伸长率逐渐提高,有一极大值,扯断永久变形随共混温度的升高稍有增大。这是因为 PA 为结晶塑料,在一定的剪切速率下,其粘度对温

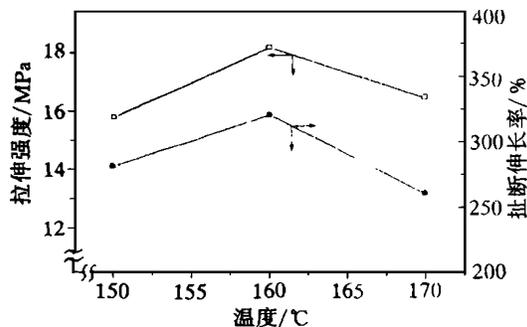


图 6 共混温度对 EPDM/PA/CPE 拉伸强度和扯断伸长率的影响

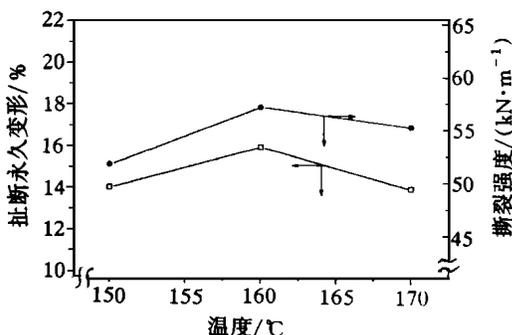


图 7 共混温度对 EPDM/PA/CPE 扯断永久变形和撕裂强度的影响

度的敏感程度要大于 EPDM 粘度对温度的敏感程度。当温度为  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$  时,PA 的熔融不充分,流动性差,即使在 CPE 的作用下,PA 与 EPDM 也难以混匀,共混体系分散性不好,相应地,CPE 提高相容性的作用也不能充分发挥,因此共混体系强度低,扯断伸长率和扯断永久变形小。随着共混温度的升高,PA 的熔融趋于完善,基体胶 EPDM 与分散相 PA 二者的粘度相匹配,在高温和高剪切作用下 PA 与 EPDM 混合得快且均匀,CPE 也充分发挥了改善相容性的作用,因而共混物的撕裂强度和拉伸强度提高,扯断伸长率和永久变形也相应提高。当共混温度高达  $170\text{ }^{\circ}\text{C}$  时,PA 充分熔融,与 EPDM 的粘度相比,PA 的粘度过小,二者粘度不匹配,因此,PA 与 EPDM 不易混匀,整个共混体系的分散相变差,降低了 CPE 改善相容性的作用。另一方面,过高的混炼温度使 EPDM 分子链降解,使大量的 CPE 分子脱 HCl,这两方面的原因使共混物的拉伸强度和扯断伸长率下降。

综上所述,共混温度控制在  $(160\pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$  为宜。

### 2.4.2 混炼时间

#### 2.4.2.1 PA 与 CPE 共混时间

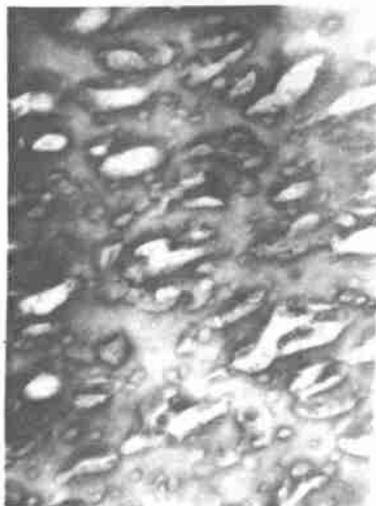
EPDM/PA/CPE 共混物的制取除 PA 与 CPE 共混时间是变量外,其余同 1.3 节实验方法。

设定辊温  $(160\pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,将 CPE/PA 共混 5 min 后,每隔 3 min 取样,采用压片法制膜,用高锰酸钾染色,用光学显微镜观察相态结构。

可以发现,随着共混时间延长,相态分布趋于均匀,而在共混 15 min 以后,相态的均匀程度没有明显变化。同样的共混物,取 15 及 30 min 共混时间的样品用 TEM 观察,照片见图 8(a)和(b)(放大倍数为 7 000)。制样采用超薄切片法,用四氧化钬染色。四氧化钬是一种强氧化剂,它能氧化不含双键或含少量双键的聚合物而使其着色,在 TEM 观察中增加反差,以便于分析。观察 PA/CPE 的 TEM 照片(图 8)可知,PA/CPE 共混体系的结构形态为两相海岛结构。熔融共混温度下,PA 粘度小且用量是



(a) PA 与 CPE 共混时间 15 min



(b) PA 与 CPE 共混时间 30 min

图 8 PA/CPE 共混物的 TEM 照片

CPE 的 2 倍,因此 PA 为连续相,因四氧化钬染色而成黑色,CPE 为分散相。两张照片都反映出该体系中 CPE 分散均匀。计算得出粒径一般在  $0.1 \sim 1.0 \mu\text{m}$  之间。仔细对比两张照片,可以看出分散程度相差不大,但共混 30 min 的相态要略优于 15 min 的相态,图 8(b)中的分散相 CPE 分布更均匀,粒径更细小一些,这是因为其共混时间延长了 1 倍。CPE 在 PA 中分散均匀、颗粒细小,原因是在  $160^\circ\text{C}$  的共混温度下,CPE 与 PA 可能发生了如前述的化学反应。

考虑到能耗因素,本实验将 PA 与 CPE 共混时间定为 15 min。

#### 2.4.2.2 EPDM 与 PA/CPE 共混时间

EPDM/PA/CPE 共混物的制取除 EPDM 与 PA/CPE 共混时间是变量外,其余同 1.3 节实验方法。

混炼时间对并用体系物理性能的影响见图 9 和 10。由图 9 和 10 可见,随着混炼时间的延长,拉伸强度、撕裂强度和扯断伸长率增大,随后减小。这是因为:(1)随着共混时间的延长,一方面,CPE 与 PA 产生的化学反应增多,CPE 改善相容性的效果更加明显,另一方面,在高剪切作用下各组分分散得更均匀,分散更加细致,因此共混体系的物理性能提高;(2)当共混时间超过某一临界值后,一方面,体系中分散相的“分”与“聚”产生了动态平衡,共混体系进一步分散的可能性很小;另一方面, $160^\circ\text{C}$  的加工温度可能加剧 EPDM 基体胶的机械降解和热氧化降解,促进 CPE 分子脱 HCl,最终导致共混

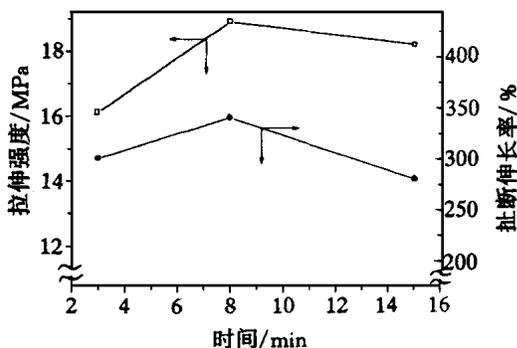


图 9 EPDM 与 PA/CPE 共混时间对 EPDM/PA/CPE 拉伸强度和扯断伸长率的影响

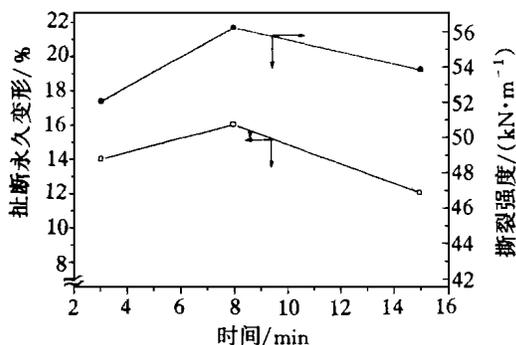


图 10 EPDM 与 PA/CPE 共混时间对 EPDM/PA/CPE 扯断永久变形和撕裂强度的影响

体系的物理性能下降。

综合以上两个因素,选择适当的共混时间非常重要,从性能上看,EPDM 与 PA/CPE 的混炼时间控制在 8 min 为宜。

#### 2.4.3 加料顺序

除共混温度及共混时间外,加料顺序也直接影响到共混体系的分散及各组分间的相界面情况。为了选择获取最佳物理性能的方案,本研究考察了 3 种不同加料顺序的并用体系的物理性能,其结果列于表 2。3 种顺序为:

A: EPDM 与 CPE 在冷辊上预混制成母胶,待 PA 在热辊上包辊塑化后,投入母胶进行混炼,混炼均匀后出片,在冷辊上加硫化体系;

B: PA 包辊塑化后,投入 EPDM 混炼 15 min,出片冷却,再将 PA/EPDM 二次上热辊,等包辊熔融后加入 CPE,混炼均匀后出片,在冷辊上加硫化体系;

C: PA 包辊塑化后,投入 CPE 混炼 15 min,出片冷却,再将 PA/CPE 二次上热辊,待包辊熔融后加入 EPDM,混炼均匀后出片,在冷辊上加硫化体系。

表 2 不同加料顺序的 EPDM/PA/CPE 共混体系的物理性能

项 目	加 料 顺 序		
	A	B	C
邵尔 A 型硬度/度	58	55	60
拉伸强度/MPa	3.7	3.6	7.3
扯断伸长率/%	200	180	340
扯断永久变形/%	0.5	0.5	4.0
撕裂强度(25℃)/(kN·m <sup>-1</sup> )	27.4	28.2	32.6

分析表 2 中的数据可知,加料顺序对共混物的强度及伸长率有很大影响,其中以 C 法为最好。其原因有以下 3 个方面:

(1) A 法与 B 法中,CPE 与 PA 熔融共混时间过短,C 法时间最长。相容剂 CPE 与 PA 发生如前述的反应,从这个角度讲,CPE 与 PA 共混时间越长,CPE 与 PA 发生的化学反应越多,CPE 对提高 PA 相容性的作用就越明显,PA 对 EPDM 基体胶的增强效果就愈显著。

(2) B 法中 EPDM 热辊混炼时间过长。在满足 PA 分散性良好的情况下,EPDM 热辊混炼时间愈短愈好,时间过长会造成 EPDM 大分子链的热氧降解。

(3) 只有 C 法将 PA 进行了二次返炼。PA/CPE 经二次返炼,降低了 PA 的结晶度及模量,提高了 PA/CPE 在 EPDM 基体胶中的分散程度,PA 颗粒作为应力集中体诱发应力网与橡胶相产生的剪切带屈服产生了良好的协同效应,从而共混物体系物理性能提高。

因此,加料顺序选择 C 法。

### 3 结论

(1) 相容剂的研究表明,CPE 是 EPDM/PA 理想的相容剂,其最佳用量为 PA 的 1/2;

(2) 最佳共混温度为  $(165 \pm 5) ^\circ\text{C}$ ;

(3) 适宜的混炼工艺为:PA 包辊塑化后投入 CPE 混炼 15 min,出片冷却,再将 PA/CPE 二次上热辊,包辊熔融后加入 EPDM,混炼 8 min,出片,在冷辊上加硫化体系。

### 参考文献:

- [1] 马 军,朱玉俊. EPDM 共混改性研究概况[J]. 合成橡胶工业,2000,23(2): 85-91.
- [2] 马 军,朱玉俊. EPDM/PA 增强共混的初步研究[J]. 合成橡胶工业,1999,22(6): 358-361.
- [3] 罗东山. 用尼龙补强 EPDM 的研究[J]. 合成橡胶工业,1997,20(4): 241.
- [4] 徐 琪,张祥福,杨玉智. EPDM 熔融接枝甲基丙烯酸缩水甘油酯及其与 NR 动态硫化共混物的性能[J]. 合成橡胶工业,1998,21(2): 75-79.
- [5] 马 军,朱玉俊. EPDM/PA 反应性增强共混的研究[D]. 北京:北京化工大学,1999.
- [6] Coran A Y. Rubber-thermoplastic compositions. part VII. chlorinated polyethylene rubber-nylon compositions[J]. Rub-

ber Chemistry and Technology, 1983, 56(1): 210.

出版社, 1996. 96.

[5] 吴培熙, 张留城. 聚合物共混改性[M]. 北京: 中国轻工业

收稿日期: 1999-12-12

## Study on compatibilizer and blending technology of EPDM/PA

MA Jun, ZHANG Hui-feng, ZHAO Yang, ZHU Yu-jun, ZHANG Li-qun

(Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029)

**Abstract:** The influence of the kind and level of compatibilizer and the blending technology on the physical properties of EPDM/PA blend was investigated. The results showed that CPE was a suitable and cheap compatibilizer for EPDM/PA blend; and its optimal content is 50% by weight of PA. It was found on SEM that the compatibility between EPDM and PA was poor; and the uniform dispersion and small particles were obtained in the dispersive PA/CPE phase by adding CPE into EPDM/PA blend. It was suitable to blend at  $(160 \pm 5) ^\circ\text{C}$ , 15 min for PA/CPE and 8 min for EPDM with PA/CPE respectively. The influence of the loading order on the properties of blend was also studied.

**Keywords:** EPDM; PA; CPE; compatibilizer; blending technology

### 2000 年中国国际橡胶新技术 展览会在沪举行

中图分类号: TQ33 文献标识码: D

由中联橡胶(集团)总公司和荷兰国际工业促进公司联合举办, 国家石油和化学工业局、上海华谊(集团)公司等 5 家单位支持协办的 2000 年中国国际橡胶新技术展览会于 2000 年 4 月 11~13 日在上海展览中心隆重举行。这是上海继 1998 年举办首届国际橡胶新技术展览会后的又一次橡胶工业盛会, 它对我国橡胶工业如何迎接新世纪及加入 WTO 后的挑战, 进一步加快技术创新和结构调整有着重要的意义。

本次展览会共有 70 多家中外企业参展, 吸引了包括中国、美国、英国、俄罗斯、德国和荷兰等橡胶工业大国在内的 20 多个国家的数千名客商前来洽谈业务。

展览会展出了国际上最新开发的、最先进的轮胎、胶管、胶带、橡胶制品、胶鞋、乳胶、炭黑、助剂、骨架材料、机械及工程设计等橡胶行业及相关行业的产品和技术。在展览会期间, 还召开了“21 世纪橡胶工业论坛会”。会上, 10 多位中外专家就橡胶工业的现状和未来进行了

深入交流和探讨, 为中国橡胶工业的发展前景提出了宝贵建议。

(上海橡胶工业同业公会 卞少谋供稿)

### 卡博特推出炭黑新品种

中图分类号: TQ330.38<sup>+1</sup> 文献标识码: D

卡博特公司最近推出两个炭黑新品种, 其牌号分别为 IRX 1034 和 IRX 1045。

炭黑 IRX 1034 的主要特点是粒径大、结构低, 即使在填充量较高的情况下, 也能赋予胶料较低的粘度和良好的流动性。它还具有良好的性能价格比, 可明显减少模具结垢, 适用于高温注塑制品和高硬度挤压制品。

据卡博特公司介绍, 炭黑 IRX 1045 的主要特点是在扯断伸长率相同的情况下填充胶料具有更大的定伸应力, 或在定伸应力相同的情况下填充胶料具有更大的扯断伸长率, 且其电阻性较高。填充炭黑 IRX 1045 的胶料加工性和分散性良好, 具有较高的撕裂强度, 适用于胶管、胶带及模压制品, 特别适用于汽车冷却系统的胶管。

(中橡集团炭黑工业研究设计院

徐 忠供稿)