

# 橡胶配合加工技术讲座

## 第4讲 聚异戊二烯橡胶(IR)(续完)

杨宗芳

(青岛化工学院 266042)

(接上期)

低顺式 IR 为主体的胶料在混炼时,要使配合剂分散均匀,后辊温度至少要比前辊温度高 5~15℃。非炭黑及纯胶配方的混炼温差要更大一些。

IR 在开炼机上进行混炼时要注意如下几点:

(1)塑炼及混炼均不要过度。

(2)低顺式 IR 混炼时,其后辊温度应高于前辊温度。

(3)当填充剂在堆积胶上滞流时,不得割刀,以避免胶料脱辊。

(4)为获得良好的透明性,应设法在混炼初期加硫磺,并尽可能使用分散性良好的促进剂,即采用低熔点促进剂或使用以锌盐为主的促进剂。必要时可制成促进剂母炼胶,以提高分散效果。

若采用密炼机进行混炼,可将整包 IR 投入密炼机中。与 NR 相比,高顺式 IR 的密炼负荷小,转矩达到稳定状态的时间短。低顺式 IR (Cariflex IR)密炼时,每批装料量要比 NR 大 5%~15%,以更有效地发挥压砣压力的作用,保证混炼胶的质量,减少动力消耗。

### 4.3 压延和挤出

IR 胶料的热炼与 NR 一样,辊温约为 50~60℃,以比压延机的中辊温度低 10℃为宜。由于 IR 包辊快,因而其热炼时间应短一些。IR 压延温度一般是:上辊 90~100℃;中辊 80~90℃;下辊 60~70℃。

IR 的挤出工艺条件和 NR 基本相同,挤

出速度大体相同,焦烧性能相当,但 IR 的口型膨胀较小。IR 在压延时容易成片且收缩小,在擦胶时容易渗入纤维或钢丝帘线中,这有利于胶料与纤维或钢丝的粘合。

因 IR 的生胶强度较小,当返胶率大时,可能会产生挺性下降的现象,所以必须注意胶条的供给情况。若 IR 用于胎体帘布胶料时,帘布筒容易变形,胎圈包布易脱开,给轮胎成型带来困难。为了使 IR 胶料挤出物表面光滑,其最适宜的挤出温度应比 NR 低 10~20℃,或使其胶料门尼粘度比 NR 稍高一些。机筒温度也应低于 NR。但应注意,当温度过低时,会造成胶料粘度上升,从而导致挤出物表面粗糙。挤出时,螺杆转速可以比 NR 更大。

### 4.4 硫化

IR 的基本性能与 NR 相近,在配方相同的条件下,可采用与 NR 相同的硫化条件和

### 5 应用

IR 可单独使用,也可与 NR 及其它通用 SR 并用。IR 可以以任意比例与 NR 并用,在轮胎中应用可以保持其抗老化龟裂和耐磨性能,但拉伸强度有所下降。充油异戊橡胶与 NR 并用作轮胎胎面胶时,轮胎行驶生热低,且成本较低;IR 与 BR 并用可以改善 IR 的耐磨性能,且随 BR 并用比例的增大,耐磨性能提高,拉伸强度和撕裂强度则随之减小,此时应适当减小硫磺用量,以改善耐撕裂性能;IR 与充油 BR 并用比为 50:50 时,也能改

善抗老化龟裂性能,生热也较低。IR用于制造载重轮胎和越野轮胎时,完全可以替代NR。

目前,世界各国都在向生产子午线轮胎过渡,这有助于扩大IR在子午线轮胎生产中的应用。但IR硫化胶的拉伸强度和撕裂强度均不及NR,在航空轮胎和大型轮胎中仍不能完全替代NR。IR还广泛用于生产帘布胶、输送带、机械配件制品、胶管、胶带、海绵、胶粘剂、电线电缆、运动器械、医用橡胶制品和胶鞋等。例如:

(1)IR用于轮胎内胎的胶料配方为:NR 40;IR 20;BR 20;SBR 20;硫黄 1;促进剂 1.1;氧化锌 5;硬脂酸 2;防老剂 2.5;炭黑 48;软化剂 9;石蜡 1.5;树脂 2。

(2)IR用于轮胎胎面的胶料配方为:NR 30;IR 20;BR 40;SBR 10;活化胶粉 5;硫黄 1.2;促进剂 1.1;氧化锌 4;硬脂酸 3;防老剂 3.5;炭黑 53;软化剂 5;石蜡 1。

(3)IR用于轮胎胎体的胶料配方为:NR 50;IR 30;BR 10;SBR 10;硫黄 2.3;促进剂 1.15;氧化锌 5;硬脂酸 2.5;防老剂 3;炭黑 35;软化剂 10;石蜡 0.5。

IR轮胎内胎、胎面和胎体的胶料性能分别见表2~4。

## 6 其它异戊橡胶

### 6.1 充油异戊橡胶

在IR中填充不同用量的油(如环烷油、芳烃油),不仅能改善IR的物理性能,还可降低成本。

IR充油后硬度、定伸应力和拉伸强度均降低,扯断伸长率增大,其性能变化随充油量的增大而增大。油的相对分子质量对IR胶料的物理性能有一定影响,使用相对分子质量低的油,胶料的物理性能稍有下降。油中

芳香组分的质量分数对硫化胶的性能影响不明显。

充油异戊橡胶和未充油的IR一样,在高温混炼时配合剂的分散不好,因而由于混炼操作程序不同,胶料的性能有差异。通常先经破胶的生胶,若在混炼时容易发粘,则说明填充剂分散良好。在密炼机中加工时,可加入适量的增粘剂。混炼时配合剂按一般顺序加入。若与NR或SBR并用,应先将NR或SBR塑炼,然后加入充油异戊橡胶。

表2 IR轮胎内胎胶料性能

性能	内胎胶料	
硫化仪数据(147℃)		
$t_{10}/\text{min}$	9.3	
$t_{90}/\text{min}$	18.7	
硫化时间(137℃)/min	20	30
拉伸强度/MPa	19.6	20.8
扯断伸长率/%	668	637
300%定伸应力/MPa	6.1	7.4
邵尔A型硬度/度	56	57
扯断永久变形/%	24	19
撕裂强度/( $\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$ )	92	95
100℃×48h老化后		
拉伸强度/MPa	—	19.5
扯断伸长率/%	—	520

表3 IR轮胎胎面胶料性能

性能	胎面胶料		
硫化仪数据(147℃)			
$t_{10}/\text{min}$	5.4		
$t_{90}/\text{min}$	16.7		
硫化时间(142℃)/min	30	40	60
拉伸强度/MPa	22.1	22.6	21.5
扯断伸长率/%	564	560	543
300%定伸应力/MPa	9.6	9.7	11.5
邵尔A型硬度/度	66	66	66
扯断永久变形/%	16	15	12
撕裂强度/( $\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$ )	98	109	—
回弹值/%	31	31	—
磨耗量	0.06	0.09	—
100℃×48h老化后			
拉伸强度/MPa	12.4	14.2	—
扯断伸长率/%	248	284	—

注:磨耗量的单位为 $\text{cm}^3\cdot(\text{L}\cdot 61\text{km})^{-1}$ 。

表 4 IR 轮胎胎体胶料性能

性 能	胎体胶料		
硫化仪数据(147 °C)			
$t_{10}/\text{min}$	6.5		
$t_{90}/\text{min}$	11.6		
硫化时间(137 °C)/min	20	30	40
拉伸强度/MPa	22.4	26.9	25.4
扯断伸长率/%	614	557	553
300%定伸应力/MPa	6.8	8.1	8.4
邵尔 A 型硬度/度	57	59	59
扯断永久变形/%	26	22	22
撕裂强度/(kN·m <sup>-1</sup> )	85	93	—
H 抽出力/N	117	138	—
回弹值/%	55	55	—
100 °C×48 h 老化后			
拉伸强度/MPa	13.1	11.9	—
扯断伸长率/%	352	324	—

填料填充量大的胶料,硫化剂易于分散;填充量小的胶料或纯胶胶料,采用低熔点的促进剂对分散较为有利。加入黑油膏或者用硫黄或促进剂制成母炼胶则有利于分散。充油异戊橡胶具有很好的流动性,适用于复杂的模型制品,可以单用,也可与 NR, SBR 及 CR 并用,直接制造模压胶鞋、胶带、轮胎、透明橡胶制品和低填充量橡胶制品。

## 6.2 反式-1,4-聚异戊二烯橡胶

反式-1,4-聚异戊二烯橡胶又叫做合成的巴拉塔橡胶。

60年代初,英国登录普公司和加拿大宝兰山公司相继实现了工业化,均为中等规模,日本可乐丽公司于1974年建成年产200 t的生产装置,前苏联则在80年代实现工业化。我国吉林化学工业公司研究院于1982年研制出了反式聚异戊二烯橡胶,并在中试装置上进行了试生产,所得产品已加工成医用夹板作临床试用。

尽管反式-1,4-聚异戊二烯橡胶与 NR 的化学组成一样,但由于它们的立体结构或基团的空间排列不同,因而性能上有很大差异,这些差异主要归结于顺式异构体在室温下是非结晶型聚合物,具有低硬度和低拉伸

强度,而反式异构体则在低于60 °C的温度下即迅速结晶,是具有高硬度和高拉伸强度的结晶型聚合物。反式-1,4-聚异戊二烯橡胶具有极好的耐臭氧性,除浓硫酸和浓硝酸外,它对浓氢氟酸、盐酸、碱类、植物油和脂肪都非常稳定。纯反式-1,4-聚异戊二烯橡胶在室温下溶于大多数芳烃、氯代烃、醚和二硫化碳,基本上不溶于直链饱和烃、酯类和酮类。反式-1,4-聚异戊二烯橡胶对水的吸收以及水在其中的扩散速度极低,故适于制作各种耐臭氧、耐水和耐酸制品。

反式-1,4-聚异戊二烯橡胶可以采用注射成型、挤出成型和压延成型等工艺。胶料冷却后,恢复结晶,因而硬度和拉伸强度亦恢复。反式-1,4-聚异戊二烯橡胶也可以采取一般硫化工艺,经过硫化交联处理,其耐热和耐化学稳定性提高。反式-1,4-聚异戊二烯橡胶主要用来制造高尔夫球皮层。还可用作压敏胶粘剂、热封涂层、改性剂(以使热塑性塑料获得较高耐冲击性和扯断伸长率)以及海底电缆、电线、医用夹板等。但由于其生产成本较高,目前尚未广泛应用。

## 7 聚戊烯橡胶

### 7.1 聚戊烯橡胶

聚戊烯橡胶是一种不饱和聚合物,用齐格勒-纳塔催化剂在溶液中由环戊烯进行开环聚合而成,其直链结构随催化体系的不同而异。

聚戊烯橡胶的相对分子质量分布较宽,其粘合性能优于其它通用 SR。此外,聚戊烯橡胶的线形分子链较长,因而弹性复原性较差;其热塑性较好,因而具有较好的压型性。

聚戊烯橡胶可用一般硫化体系硫化,所用促进剂可比 BR 和 IR 都少,胶料可高温长时间硫化而无硫化返原现象。

聚戊烯橡胶的低温性能好,拉伸强度、定

伸应力、撕裂强度随温度下降而增大,而扯断伸长率变化不大。其弹性及耐磨性略优于NR,并有良好的耐热老化性能。

## 7.2 高反式聚戊烯橡胶

高反式聚戊烯橡胶反式结构的质量分数为90%以上,平均相对分子质量约为30万,门尼粘度约为125,玻璃化温度为 $-90^{\circ}\text{C}$ 。其生胶具有结晶性和自补强性,强度大,抗撕裂性和耐热性能良好,耐臭氧性能优于NR而次于CR。

高反式聚戊烯橡胶可与顺式IR和EPR等并用,以改善并用胶的性能。可用于轮胎、胶带、胶管等。

## 8 结语

据分析,在较长时间内,NR价格仍将居高不下,世界NR的短缺状况将持续到2010年。在国内,1995年全国橡胶总消耗量为142万t,其中NR约为75万t(进口占31.9万t)。2000年全国橡胶总消耗量预计将达

到180万~190万t,国产NR的产量可达约45万t,届时若SR的使用比例按50%计,则NR的缺口将达到45万~50万t,比目前NR的年进口量高50%以上,这将对我国橡胶加工业产生巨大的压力。

国内一些轮胎厂在完全不改变原生产装置的情况下,在胎面胶中以20%~30%的IR、在胎体帘布胶中以30%~40%的IR替代NR生产。实践证明,IR替代部分NR生产轮胎是完全可行的。另外,用IR替代NR与SBR并用生产轮胎内胎,其工艺稳定,成品性能可满足GB 1191-82要求,透气性能基本不变,平均每条轮胎可降低生产成本0.76元,经济效益显著。

90年代初期,我国橡胶界对发展IR的必要性认识不足,加之受原料资源等因素的制约,其基础研究受到一定的影响。为了充分利用石油化工资源,希望今后加强IR的基础研究,适度发展IR,以弥补我国NR的不足。