俄罗斯异戊橡胶性能试验

傅彦杰 刘润祺 龚怀耀
（化工部北京橡胶工业研究设计院 100039）
范修正
（辽宁轮胎厂 122009）

摘要 以天然橡胶和我国稀土异戊橡胶为对比样，检测进口俄罗斯异戊橡胶СКИ-3Ш的标准物性、基本性能和实用性能。结果表明，СКИ-3Ш混炼行为和硫化胶耐热老化性较我国稀土异戊橡胶好，其它物性与之基本一致；混炼工艺性、硫化平坦性、耐热老化性、动态疲劳生热性比天然橡胶好，但混炼胶强度很低，硫化速度较慢，其它物性与天然橡胶基本相近；部分替代天然橡胶用于现轮胎生产用胶中，对胶料综合性能无不利影响。

关键词 异戊橡胶，稀土异戊橡胶，天然橡胶，轮胎

前苏联高顺式聚异戊二烯橡胶的产量占世界第1位，其在生产、应用与改性方面的研究也位居世界前列。在前苏联，异戊橡胶几乎可以在轮胎工业中完全替代天然橡胶，因此，可全部采用合成橡胶生产航空轮胎、轻型和重型汽车轮胎、拖拉机轮胎和其它各种轮胎及橡胶制品；在电气、轻工等行业，也得到了广泛的应用。

近几年来，我国进口了较大量的俄罗斯异戊橡胶，并且已在一些包括轮胎在内的橡胶制品中使用，其中以СКИ-3Ш型居多。这种型号的异戊橡胶是前苏联作为一种轮胎专用胶于1986年开发生产的，当然它也适用于其它橡胶制品。其主要特点是，凝胶含量低，塑性均匀度高，非橡胶成分较少，标准配方胶料性能较高。

笔者对该异戊橡胶进行了性能检测，并以我国稀土异戊橡胶和进口天然橡胶为对比试样，进行了比较试验。同时，还在现生产轮胎的胎面胶和胎体胶配方中，进行了异戊橡胶的掺合试验。

1 实验

1.1 橡胶样品

进口俄罗斯异戊橡胶СКИ-3Ш（以下简称СКИ），市售品；稀土异戊橡胶（简称稀土IR），吉林化学工业公司研究院中试产品；天然橡胶，进口马来西亚1#1段烟片胶（简称NR）。

1.2 试验配方

采用4种配方进行试验。

（1）采用前苏联国家标准（ГОСТ14925—79）规定的配方鉴定СКИ物性，并与标准值进行比较。配方为：异戊橡胶 100；硬脂酸 2；氧化锌 5；促进剂DM 0.6；促进剂D 3；硫黄 1。硫化条件：133℃×20，30min。

（2）采用1975年化工部异戊橡胶鉴定会确定的检测标准规定的配方进行工艺和物理性能试验。具体配方为：异戊橡胶 100；硬脂酸 4；氧化锌 5；高耐磨炉黑 45；促进剂CZ 0.9；硫黄 2。硫化条件：143℃×20，30，40min。

（3）实用试验中，胎面胶配方以现生产某规格轮胎胎面胶配方为基础，以20份СКИ替代10份NR和10份SBR，其它组分和用量均不变。胎体胶配方以某规格轮胎胎体胶配方为基础，以30份СКИ等量替代NR，其它不变。两种胶料均在XK-160型开炼机上进行混炼。

1.3 性能检测

所有性能均按相应的部标、国标规定方法进行测定。

2 结果与讨论

2.1 СКИ 物性检测

按前苏联国家标准规定的配方检测的СКИ物性如表1所示。从表1可以看出，测定值与标准值稍有出入，但由于试验所用设备及配合剂不尽符合标准规定，因此可以认为上述试验结果基本符合标准要求。

表1 СКИ物性检测结果

项　目	测定值		标准值
生胶门尼粘度 $ML(1+4)100℃$	65		55—64
硫化时间(133℃),min	20	30	—
邵尔A型硬度,度	38	38	—
拉伸强度,MPa	28.7	28.9	≥29.4
300%定伸应力,MPa	1.1	1.1	—
500%定伸应力,MPa	1.8	1.8	—
扯断伸长率,%	794	792	≥750
扯断永久变形,%	8	5	—

2.2 СКИ 与稀土 IR 和 NR 的比较

2.2.1 混炼行为

3种胶样的混炼行为如表2所示。从表2可以看出，СКИ混炼工艺最佳，甚至优于NR，国产稀土IR则最差。

表2 三种胶样的混炼行为

项　目	СКИ	稀土IR	NR
破胶时包辊性	好	差	中
小料混入速度	快	慢	中
加炭黑时包辊性	先脱后包	一直脱	稍脱
加完小料时颜色	土黄	乳白	介于前二者之间
加完硫黄时电流,A	4.5—5.0	4.5—5.0	5.0—5.5

2.2.2 未硫化胶性能

3个胶样的未硫化胶性能如表3所示。从表3可以看出，СКИ生胶门尼粘度明显低于稀土IR，它们的混炼胶粘度值均有不同程度的降低，说明异戊橡胶在混炼过程中，与NR一样，分子链呈降解趋势。实测结果表明，

表3 未硫化胶性能

项　目	СКИ	稀土IR	NR
门尼粘度 $ML(1+4)100℃$			
生胶	65	97	72
混炼胶	61	64	69
门尼粘度降低率,%	6.2	34.0	4.2
门尼试验(120℃)			
最低点门尼值	53	53	51
t_5,min	21	24	21
t_{35},min	28	30	23
Δt_{30},min	7	6	2
流变仪数据(143℃)			
M_H,N·m	6.7	5.8	6.4
M_L,N·m	0.8	0.8	0.7
t_{10},min	6.4	7.6	6.2
t_{90},min	15.2	16.0	13.4

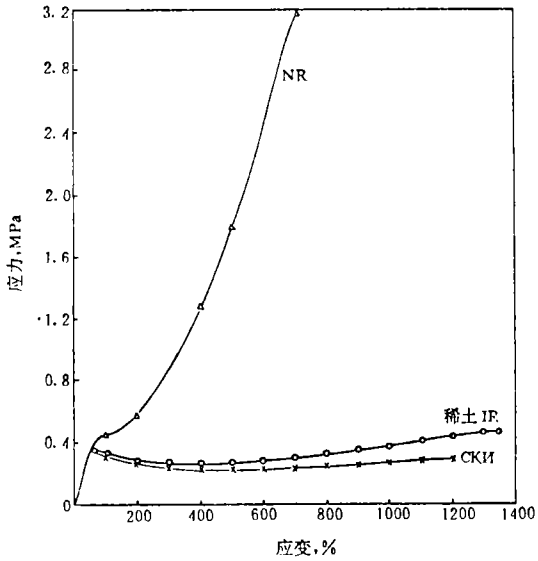
СКИ的下降幅度显著小于稀土IR，接近于NR，说明它具有与NR相近的抗机械降解能力。一般认为异戊橡胶有极好的工艺流动性，3个胶样混炼胶在较低温度(100℃)的门尼粘度试验中，两种异戊橡胶门尼粘度值相近，而低于NR门尼粘度值，但在较高温度的门尼(120℃)和流变仪(143℃)试验中，却显示出比NR高的抗剪切变形性，说明异戊橡胶在硫化温度下，并未显示出比NR更佳的流动性。

3个胶样混炼胶强度试验结果(见附图)表明，两种异戊橡胶的拉伸性能相近，与NR相比，虽然伸长性很高，但拉伸强度却极低，即异戊橡胶在拉伸过程中，分子链缺乏像NR那样强烈的取向或结晶能力。异戊橡胶的这一典型缺点，在其单独应用于汽车轮胎时，会导致诸如帘布筒悬挂变形过大、成型不能取中、胎坯贮存塌陷等工艺问题。

从焦烧和流变仪试验结果看，СКИ的焦烧速度与NR相同而较快于稀土IR，但两种异戊橡胶的硫化速度相近，且均低于NR，这一结果反映了典型的异戊橡胶硫化速度比NR慢的缺点。

2.2.3 硫化胶性能

3个胶样硫化胶的物理性能如表4所示。从表4可以看出，两种异戊橡胶硫化胶的硬



附图 混炼胶应力-应变曲线

度、定伸应力、撕裂强度和回弹值等相近而稍低于NR；СКИ的扯断伸长率高于稀土IR，更高于NR；它们的拉伸强度几乎与NR相同。

两种异戊橡胶的动态疲劳生热性相近而明显优于NR。3个胶料的耐磨性则基本相同。

热老化后，СКИ具有比NR还高的拉伸强度、扯断伸长率和撕裂强度，这3项性能的保持率也最高，拉伸强度甚至比NR高出6MPa之多，说明СКИ在3个胶样中具有最佳的耐热老化性。

2.3 实用性能试验

СКИ用于现生产胎面胶和胎体胶中的试验结果分别列于表5和6中。

表4 硫化胶物性

项 目	胶种及硫化时间(143℃),min								
	СКИ			稀土IR			NR		
	20	30	40	20	30	40	20	30	40
邵尔A型硬度,度	63	65	63	63	—	65	71	71	71
拉伸强度,MPa	29.2	27.8	27.9	25.6	28.4	27.6	27.7	27.8	26.5
扯断伸长率,%	508	488	468	444	420	436	432	420	388
300%定伸应力,MPa	14.2	14.3	15.5	15.5	—	16.4	18.7	19.4	19.9
扯断永久变形,%	25	24	24	23	26	20	28	26	22
撕裂强度,$kN\cdot m^{-1}$		61.3			61.3			73.2	
回弹值,%		53			53			55	
磨耗量(1.61km),cm^3		0.338			0.332			0.335	
密度,$Mg\cdot m^{-3}$		1.15			1.15			1.17	
100℃×24h老化后									
邵尔A型硬度,度		66			60			60	
拉伸强度,MPa		16.0			8.8			9.8	
扯断伸长率,%		256			196			216	
扯断永久变形,%		5			3			4	
撕裂强度,$kN\cdot m^{-1}$		48.0			28.6			41.7	
压缩屈挠试验(1MPa,4.45min,55℃)									
终动压缩率,%		11.5			10.7			10.2	
永久变形,%		1.9			1.6			2.5	
生热,℃		16			14.5			23.5	

由表5可见，以20份СКИ替代10份NR和10份SBR后，各项物性变化不很明显，其中硫化速度、拉伸强度、耐疲劳性和回弹性等略有提高，耐老化性能稍有下降。这些变化可能是由于异戊橡胶的固有特性与被替代的SBR不同所引起的。其它性能则无甚变化。

由表6可见，以20份СКИ等量替代NR后，与基本性能的试验结果一样，除硫化速度

表5　在胎面胶中掺用СКИ的试验结果

项　目	现生产配方		试验配方	
胶料特征				
SMR20,份	50		40	
SBR,份	10		0	
BR,份	40		40	
СКИ,份	0		20	
流变仪数据(147℃)				
M_H,N·m	6.2		5.9	
M_L,N·m	1.5		1.5	
t_{10},min	7.4		6.9	
t_{90},min	18.2		15.7	
硫化时间(142℃),min	30	40	30	40
邵尔A型硬度,度	63	63	62	63
拉伸强度,MPa	20.1	19.9	21.6	21.2
扯断伸长率,%	524	500	532	532
300%定伸应力,MPa	10.5	11.4	11.1	11.2
扯断永久变形,%	16	14	17	15
撕裂强度,kN·m^{-1}	150.2	100.0	102.0	103.6
磨耗量(1.61km),cm^3	0.100	0.085	0.078	0.074
回弹值,%	35	35	37	37
200%疲劳寿命,次	19121	12494	19865	16195
屈挠龟裂(12kc)裂口级别	BBC	ABC	BCC	ABC
100℃×48h老化后				
拉伸强度,MPa	13.3	13.6	12.3	12.0
扯断伸长率,%	280	284	296	280

减慢、耐热老化性有所改善等特点外,其它所测各项物性均无大变化。因此,就综合性能而言,原配方和试验配方是基本相当的。

上述两个试验配方,经车间试产后,业已正式投入生产。在生产中,车间工艺条件未作任何调整,其混炼、挤出、压延、成型和硫化工艺均未发现任何问题,成品轮胎的质量也无任何问题。

由此可见,在实际使用中,将СКИ适量掺入现生产胶料中,即使配方其它组分不作任何调整,对工艺性能和物性也均无不利影响,而且有些性能尚可略获改善。另外,由于以廉价СКИ替代高价的NR,其经济效益也是相当可观的。

表6　СКИ在胎体胶中的应用试验结果

项　目	现生产配方		试验配方	
胶料特征				
NR,份	80		50	
BR,份	10		10	
SBR,份	10		10	
СКИ,份	0		30	
流变仪数据(147℃)				
M_H,N·m	7.1		6.2	
M_L,N·m	0.8		0.7	
t_{10},min	6.1		8.8	
t_{90},min	10.1		16.2	
硫化时间(137℃),min	20	30	20	30
邵尔A型硬度,度	57	57	58	60
拉伸强度,MPa	26.5	25.4	26.1	25.0
扯断伸长率,%	700	596	644	580
300%定伸应力,MPa	4.9	6.9	7.0	8.1
扯断永久变形,%	26	25	29	25
撕裂强度,kN·m^{-1}	97.5	80.7	105.5	83.5
H抽出,N	—	149	—	126
回弹值,%	53	53	51	53
200%疲劳寿命,次	—	8774	—	8013
密度,Mg·m^{-3}	—	1.09	—	1.09
100℃×48h老化后				
拉伸强度,MPa	16.9	17.0	19.5	17.0
扯断伸长率,%	440	416	460	412

3　结论

(1)进口俄罗斯异戊橡胶СКИ-3Ш与我国稀土异戊橡胶相比,混炼行为和硫化胶耐热老化性能较好,其它物性基本一致。

(2)异戊橡胶СКИ-3Ш与天然橡胶相比,混炼工艺性、硫化平坦性、耐热老化性、动态疲劳生热性等较好,混炼胶强度很低,硫化速度较慢。其它诸如拉伸强度、耐磨性等一些物性基本相近。这些差异完全符合所谓的"合成天然橡胶"与NR性能比较的差别规律。

(3)在现生产轮胎用胶中,以СКИ部分替代NR,对其综合性能无不利影响。

收稿日期　1994-05-27