

充油 NR 在轿车轮胎胎面中的应用

Roland Newell and Lan R. Wallace 著 曾泽新编译 萧 仪校

摘要 由于技术革新、消费者偏爱和政府法规使轮胎工业保持了最大的 NR 消费行业地位。轮胎子午化、冬用轮胎和燃料经济的发展,增加了 NR 在轿车轮胎中的消耗量。全天候轮胎的出现,提高了 NR 作为一种胎面材料的竞争力。在胎面胶中用充油 NR(OENR)部分取代充油 SBR(OESBR),使得轮胎滚动阻力降低和冰面牵引性提高,同时保持了湿牵引性。已证明,掺用 OENR 的胎面在冬季和夏季的耐磨性能可与全 SR 胎面相匹敌。

橡胶消费者的需求是由若干可变因素决定的,任何一个国家在不同时期这些需求都可能发生变化。图 1 说明了这种变化(该图是日本轿车轮胎胎面的变化^[1])。由于轮胎设计已经改进,因此耐磨性不再是轮胎最主要的指标,而石油危机及保存能源法规又使得轮胎低滚动阻力法规生效。

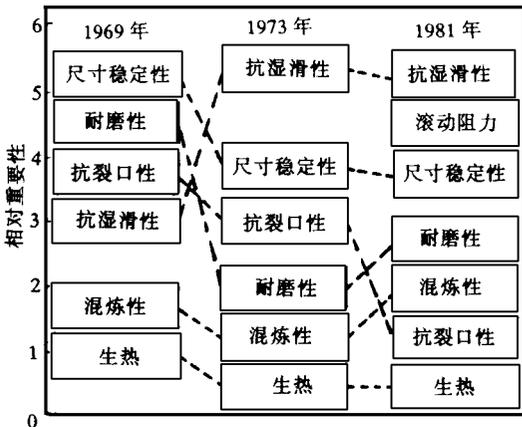


图 1 对轿车轮胎胎面要求的变化

下面示出了有关轮胎研究的世界趋势^[2](原文图 2 内容——编者注):

- 燃料经济/ 滚动阻力
- 方便备胎/ 无备胎
- 高性能(改善操纵/ 牵引性能)
- RCOT 设计
- 全天候轮胎
- 非镶钉雪地轮胎

- 超级子午线载重单胎
- 最低漏气率
- 跑气保用/ 自封体系
- 一体化轮胎-轮辋悬架系统
- 耐久性-长使用寿命
- 减小尺寸
- 自动化/ 改性/ 优质

对轿车轮胎技术的主要要求是^[3,4]:

- 安全-轮胎一体化,改善操纵/ 牵引性
- 经济-滚动阻力和磨耗
- 舒适-声学和力学阻尼

以往首先要求的性能是湿抓着性和滚动阻力,特别是这两项性能良好的综合平衡。然而最近公众对全天候轮胎提高了要求:除良好的湿牵引性外,还强调必须改善冰面牵引性。

本文介绍了在轿车轮胎胎面中用充油 NR(OENR)逐步取代充油 SBR(OESBR)对轮胎性能的影响,特别是有关湿路面和冰面牵引性、滚动阻力及磨耗等性能的影响。

1 实验

1.1 与滚动阻力、磨耗和湿牵引性相关的胎面胶胶料

(1)混炼。混炼在 Shaw K2A 型密炼机(30kg 容量)内进行,密炼机转子转速 50r · min⁻¹,初始温度 80 °C,压砷压力 689.4kPa,产量 9 000L · h⁻¹。混炼周期如下:

0 加橡胶、硬脂酸、氧化锌和防老剂

0.5min 加补强填充剂和加工油

2.4min 清扫

5.5min 排料(温度 125)

停放后,在最后 2min 终炼中加硫化剂。

(2)翻新。混炼结束前对胶料进行回炼,以保证在 AMF Orbitread 轮胎缠绕成型机(200C 系列)上成型所需的胶料(门尼粘度 45~50)。将新的钢丝子午线轮胎 165×13 打磨掉胎面后,用通常的全翻新法翻新,硫化温度为 150。

(3)滚动阻力试验。滚动阻力的测量方法是从试验胎在 Heenan Froude 试验机床上于负荷下测得的转矩中,减去相同轮胎与试验转鼓[直径 1.71m(67.23 英寸)]滑动接触时测得的转矩。开始,所有轮胎均在 80km·h⁻¹ 的速度和 80% 的额定负荷下磨合 60min 进行调节。165×13 轮胎的冷充气压力为 248kPa 时,在 80% 的额定负荷下以 48 和 80km·h⁻¹ 两种速度运行 45min 即达到平衡温度。每条轮胎在每种速度下以 15min 间隔记录 3 次转矩的测量值,根据平均转矩读数计算出相对等级。

(4)磨耗试验。加速磨耗试验是用 Schallmach 试验挂车(重量 100kg)进行的,车轮的偏离角为 1.5°。每次试验都将 1 条试验胎和 1 条对比胎安装到挂车上,根据轮胎放气后的重量损失测定磨耗值。在所有试验中,使用 150km 的相同线路,轮胎在折返点换位。

磨耗试验还使用员工的轿车进行,所有轮胎都是双料胶、双节段的,并且对比胶料(OESBR/BR)均作为一恒定段。

(5)湿牵引性试验。试验胎装到 Schallmach 二轮试验挂车上,车轮偏离角定为 0,压缩气缸提供挂车制动闸动力。制动闸用电操纵,与拖车的制动闸分开操作。试验在汽车工业研究协会(MIRA)的湿抓着直线装置上进行,该装置表面用喷水或洒水装置浇水。

拖车中安装了计程器,挂车制动后记录下滑梯迹长度。

1.2 提高冰面牵引性的胎面胶料

胶料的混炼和新胎生产都与 Nivis Dack Sverige 公司联合进行。

(1)混炼。混炼是在 11[#] 本伯里密炼机中进行的,初始温度 80,转速 40r·min⁻¹。采用二段混炼,母炼胶的排胶温度:OESBR/BR 160, OENR/BR 143。停放后,在最后 2min 终炼中加硫化剂。

(2)轮胎生产。生产的 185/65R15 轮胎为 Viking Stop 3000 冬用轮胎。

(3)冰面牵引性试验。冰面牵引性试验是在瑞典北部的一个冰冻湖面上进行的。各种试验轮胎安装在计时车上围绕冰冻湖面上的固定线路行驶,评估轮胎的牵引性能。使用了 3 部相同的试验车:1 部“对比”车装的轮胎完全相同,其它 2 部“试验”车装有需要评估的各种轮胎。该试验方法的优点是用对比轮胎连续监测路径条件。试验温度为 -21 ~ -11。

2 结果与讨论

全天候轮胎要求在冬季和夏季的路面,即雪地、冰面和湿路面上都有良好的抓着性。抓着性与轮胎的结构、胎面花纹和胎面胶料有关。本文仅涉及胎面胶料及其对湿路面或冰面牵引性的影响,以及使用的 OENR 与主要用于轿车轮胎胎面胶的 OESBR 之间的比较。

除抓着性外,全天候轮胎要求全年有良好的耐磨性(实际上在寒冷的气候条件下, NR 的耐磨性优于 SR)及抗花纹沟裂口性,尽管子午线轮胎的出现已使这个问题在某种程度上有所解决。

NR 在冰面上具有优异的抓着性早已众所周知,70 年代欧洲和北美的冬用轮胎就已广泛使用 OENR。

具有低滚动阻力的全天候轮胎的推出表

明:OENR 是全天候轮胎胎面的一种可行的选择。这种胎面在雪地和冰面上的高牵引力和低滚动阻力是其必备的基本性能。

全天候轿车轮胎的性能要求是(原文图3内容——编者注)

全天候牵引性好——雨天、雪地和冰面
低滚动阻力
行驶平顺性、乘坐舒适性、操纵稳定性
全天候耐磨性好

参照上述性能对 OENR 替代 OESBR 和这种替代物对轮胎性能的影响进行了评估,即用 SBR/BR (80/20) 并用胶料作为对比胶料, OENR 分别以 25%, 50%, 75% 和 100% 替代 OESBR, 而炭黑和油分别保持 65 和 45 份(见表 1), 配合的胶料使轮胎具有相

同硬度。胶料的流变性和物理性能见表 2 和 3。

(1) 滚动阻力。近年来燃料经济已成为一个主要的议题。尽管在测定轮胎滚动阻力时, 轮胎结构是一个主要因素, 但是轮胎的胶料也是一个要考虑的重点。一辆中等规格的轿车在 $80\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ 恒速下行驶时, 大约有 30% 的机械能被轮胎耗散掉^[5](如图 4 所示)。就子午线轮胎而言, 有 61% 的能量损失是在胎面区^[5](如图 5 所示)。因此认为, 胎面中使用的胶料, 特别是胎面胶料中的生胶具有极其重要的意义。

图 6 示出的是轮胎在试验机床上进行的滚动阻力试验结果。不出所料, 当 OENR 含量增加时, 滚动阻力降低, OENR 含量为

表 1 全天候轿车轮胎的胎面胶料配合

配合剂	SBR/BR	SBR/BR/NR	SBR/BR/NR	SBR/BR/NR	SBR/BR/NR
	80/20	60/20/20	40/20/40	20/20/60	0/20/80
SBR1712	110	82.5	55	27.5	0
SMR20	0	20	40	60	80
高顺式 1,4BR	20	20	20	20	20
炭黑 N234	65	65	65	65	65
高芳烃油	15	22.5	30	37.5	45
氧化锌	4	4	4	4	4
硬脂酸	2	2	2	2	2
防老剂 IPPD	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
石蜡 M/C	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
硫黄	1.8	2.0	2.06	2.13	2.2
促进剂 TBBS	1.2	1.2	1.26	1.33	1.4
促进剂 TMTD-80	0.2	0.15	0.1	0.05	0
防焦剂 PVI	0	0	0.03	0.07	0.1

表 2 全天候轮胎胎面胶的流变性

性能	SBR/BR	SBR/BR/NR	SBR/BR/NR	SBR/BR/NR	SBR/BR/NR
	80/20	60/20/20	40/20/40	20/20/60	0/20/80
ML (1+4) 100	65	59	53	45	42
流变仪数据 (150, 1 度弧)					
M_L /dN·m	8.0	7.1	6.4	5.6	5.2
M_H /dN·m	49.0	49.5	54.5	49.5	46.0
t_s /min	8.5	8.5	7.5	8.5	7.5
t_{90} /min	18.0	17.0	14.5	15.5	14.0
t_{95} /min	20.0	19.5	17.0	17.0	15.5
t_{max} /min	40.0	35.0	30.0	20.0	22.0

表 3 全天候轿车轮胎胎面胶料的物理机械性能

性 能	SBR/BR	SBR/BR/NR	SBR/BR/NR	SBR/BR/NR	SBR/BR/NR
	80/20	60/20/20	40/20/40	20/20/60	0/20/80
硬度/IRHD	60	61	61	60	60
100%定伸应力/MPa	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4
300%定伸应力/MPa	6.8	6.8	7.0	7.3	7.0
拉伸强度/MPa	21.5	20.0	20.5	21.5	21.3
扯断伸长率/%	630	615	638	620	626
回弹值(登录普,23)/%	45.5	46.2	47.4	50.6	50.0
固特里奇屈挠试验机(静态应力 1.07kN,行程 0.225,初始 23,30min)					
温升/	84	80	47.4	50.6	67

注:胶料硫化条件 150 ×20min。

25%时降低 8.0%,OENR 含量为 50%时降低 9.0%,OENR 含量为 75%时降低 12%,全部采用 OENR 的轮胎,滚动阻力令人吃惊地降低了 25%。据估计,这种改善可节约燃料 5%^[7]。

(2)磨耗。众所周知,行驶条件影响一种胶料与另一种胶料的轮胎相对磨耗指数,而且速度变化、行驶方式和环境条件等均能使两种胶料的排列顺序倒置。Grosch指出,所

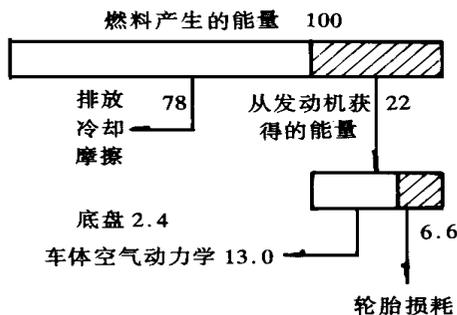


图 4 中等规格轿车的能量损耗分布

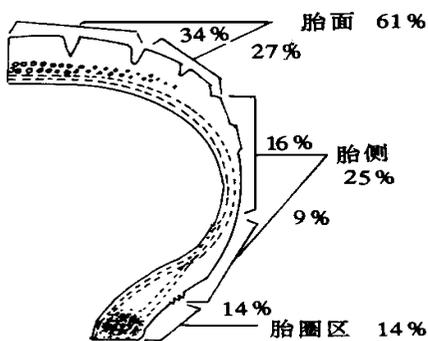


图 5 子午线轮胎中能量损耗分布

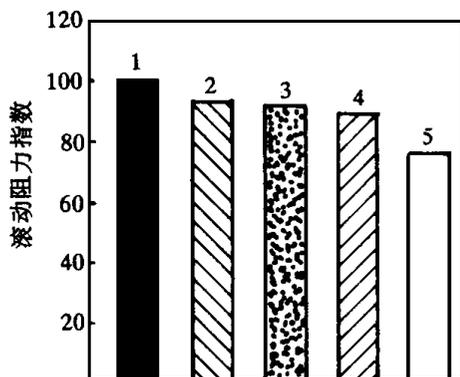


图 6 全天候轮胎的滚动阻力

1—SBR/BR=80/20;2—SBR/BR/NR=60/20/20;3—SBR/BR/NR=40/20/40;4—SBR/BR/NR=20/20/60;5—SBR/BR/NR=0/20/80

有这些因素的影响可以归结为对轮胎表面温度的影响^[8,9]。图 7 示出 NR 的胎面胶料与 SBR 胎面胶料的相对磨耗指数。测试条件包括宽范围的速度、环境条件和偏离角。轮胎表面温度低于 35℃,NR 的耐磨性优于 SBR;高于 35℃ 时则反之。OENR/BR 并用胶料与 OESBR/BR 并用胶料的对比试验表明,除 OENR 优于 OESBR 外,还把温度提高到 40~50℃。轮胎表面温度 40℃,大致相当于在环境温度为 10~15℃ 下正常行驶的轿车轮胎表面温度。就是说,在实际的冬季条件下,OENR 的耐磨性预计会比 OESBR 好。

加速磨耗试验的优点是:每次试验过程中环境条件可以连续监控。图 8 和 9 示出了冬季和夏季各种胶料的相对磨耗指数。温度对磨耗的影响是很明显的,NR 的性能明显

地依赖于环境条件。OENR/BR并用的胶

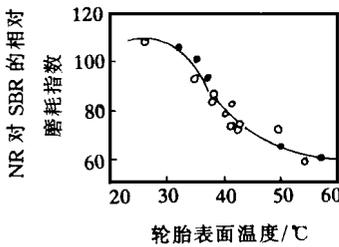


图7 挂车和试验车 NR和SBR胎面轮胎的相对磨损指数与轮胎表面温度的关系

⊗ —挂车; ● —试验车

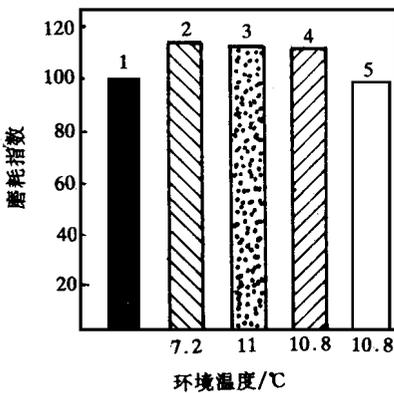


图8 全天候轮胎(挂车试验)在冬季的耐磨性能
注同图6

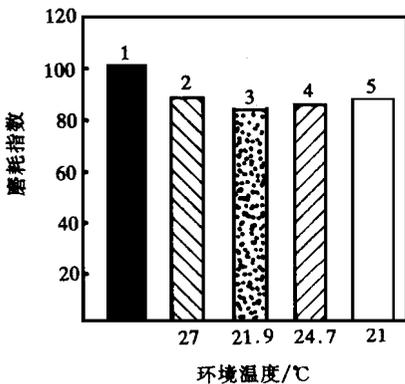


图9 全天候轮胎(挂车试验)在夏季的耐磨性能
注同图6

料,除并用比为 80/20 外,与 SR 对比胶料的性能大致相近。

图 10 示出在员工轿车上测试的结果,该结果是冬季和夏季的总平均值。在英国前几

年异乎寻常的暖冬所作的试验没有显示出有

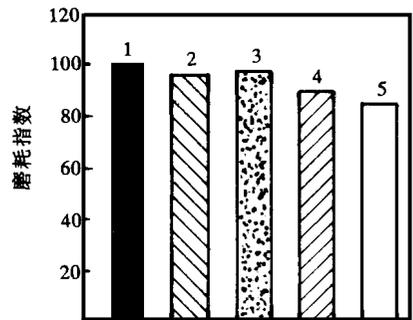


图10 全天候轮胎(员工轿车)的耐磨性能
注同图6

利于 NR 的结果。尽管如此,在含 25% 和 50% 的 OENR 并用胶料中,耐磨性仅有微小的损失。在凉爽的夏季和寒冷的冬季, OENR 胶料耐磨性是优异的。

2.1 湿牵引性

众所周知,高滞后橡胶(如 SBR)一般具有优于 NR 的湿牵引性。但是 OENR 的湿牵引性已证明可与 OESBR 相匹敌^[10]。在 MIRA Bridport 的鹅卵石路面上进行的湿牵引性试验表明,包括 OESBR/BR 对比胶料在内的各种胶料的湿牵引性相差不大(如图 11 所示)。但是在沥青路面上,含 75% 和 100% 的 OENR 胶料轮胎的湿牵引性能有所降低(如图 12 所示)。

2.2 冰面牵引性

有充分的资料证明,NR的冰面牵引性

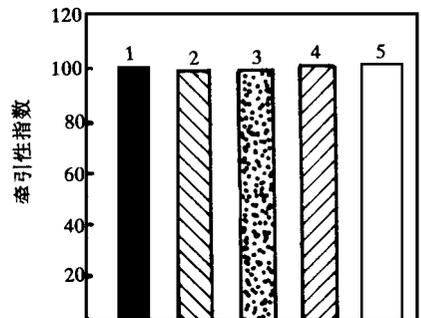


图11 全天候胶料在 Birdport 鹅卵石路面上的湿牵引性能
注同图6

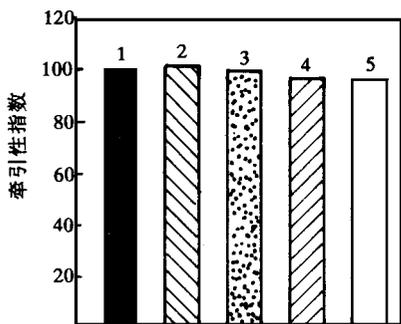


图 12 全天候胶料在沥青路面上的湿牵引性能
注同图 6

比 SBR 好。在一项研究中发现,非镶钉 OENR 轮胎显示出比镶钉 OESBR 轮胎更优异的冰面抓着性。

在瑞典北部一个特殊线路上进行了基本是证实性的试验,该线路示于图 13。除“计时路线”(time circuit)试验外,每个试验驾驶员还分别给出了他们对各自试验轮胎的加速、制动、侧向抓着和转向能力的主观评价(见表 4——编者注)。

图 14 表明,计时线路试验中 OENR 明显优于 OESBR。SBR/BR/NR(40/20/40)三元并用胶的胶料性能与工业生产的冬季轮胎

相同。此外,驾驶员对试验轮胎性能的分析也证实了这些结果,见图 14。

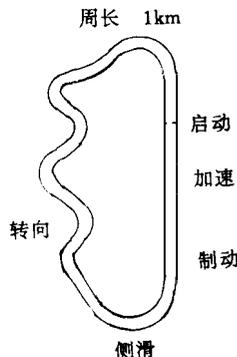


图 13 JOKKMOCK 冰面牵引性能试验路线

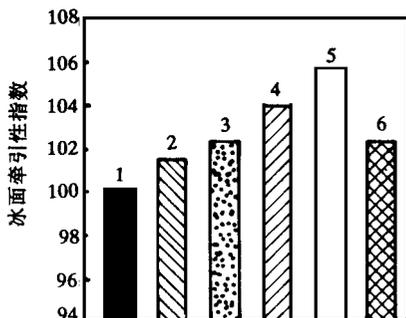


图 14 全天候胶料的冰面牵引性
1~5 同图 6;6—冬用轮胎

表 4 冰面牵引性——车辆响应分析

性能	SBR/BR 80/20	SBR/BR/NR 60/20/20	SBR/BR/NR 40/20/40	SBR/BR/NR 20/20/60	SBR/BR/NR 0/20/80	冬用轮胎
加速	6.0	6.0	6.5	7.5	7.5	7.0
制动	6.0	6.5	7.0	7.0	8.0	7.0
转向	6.0	6.5	7.0	7.0	7.5	7.0
侧滑	6.0	6.0	6.5	7.0	8.0	6.5
驾驶员分析	不满意	低于平均值	良好	很好	优异	良好

3 结语

冰面上的牵引性试验结果证实 OENR 优于 OESBR。业已证明,OENR 替代 OESBR 将导致燃料经济性显著改善。在 OENR 以 25%和 50%用量替代 OESBR 时,对湿牵引性不会产生不良影响;在炎热夏季和温暖的冬季占主要的地区对耐磨性不利,然而在

凉爽的夏季和寒冷的冬季耐磨性却更好。

因此证明,OENR 是全天候轮胎的一种优质橡胶。

参考文献(略)

译自马来西亚“Rubber Development”,
48[1/2],21~25(1995)