

节油轮胎骨架材料*

R. M. Shellenbarger *et al* 著 吴秀兰译 曾泽新校

摘要 目前节油立法和环境保护都要求开发各种新材料,使车辆和部件生产者能为所有车辆生产出更轻和/或更节油配件。其中之一即是轮胎,弹性体用的骨架材料对轮胎重量和滚动阻力的影响是很大的。

本文评论了一些现有骨架材料及其对设计可提高节油性轮胎的影响,特别讨论了芳纶股线和尼龙单丝及其对轮胎重量和滚动阻力的影响。另外,芳纶短纤维与弹性体混合可直接改进胶料物理性能,并同时保持各关键性能,因而提高设计自由度。

本文不是讨论滚动阻力的。本文的目的是评论一些供轮胎设计专家选用的、能降低滚动阻力而同时兼顾其它性能的骨架材料。

本文分三方面讨论:①芳纶帘线替代钢丝帘线的应用;②采用设计的单丝替代现有多根尼龙或聚酯以便减小橡胶厚度、减轻重量和改进刚性;③应用与弹性体混合的专门设计的芳纶短纤维,以降低滚动阻力并同时保持诸如在不利条件下的牵引性能等其它关键性能,因而提高了各种性能的平衡性,提供了更大的设计灵活性。

1 具体讨论

1.1 轮胎增强用芳纶股线

轮胎用芳纶出现于 70 年代初期,分子结构示于图 1(略)。这种稳定、高取向结构导致的应力应变性能可使有机纤维的强度和模量达到特殊的平衡。比较应力-应变曲线(图 2)可以看出,尽管在低应变下,钢丝和玻璃纤维与芳纶很相似,但它们却达不到芳纶的最大强度。芳纶的单位重量强度约是钢丝的 5 倍,故在轮胎中,尤其是在载重轮胎中用芳纶替代钢丝可大大减轻轮胎重量。

表 1 示出胎体采用芳纶的两种不同的载重轮胎的重量分别比采用钢丝的轮胎轻

2.4%和 5.2%。《EG&G 汽车研究》对表 1 轮胎所做的燃油经济性对比试验(表 2)表明,芳纶轮胎节油约 0.25%—1%。单独测试时,芳纶胎体轮胎的滚动阻力较低(表 3)。

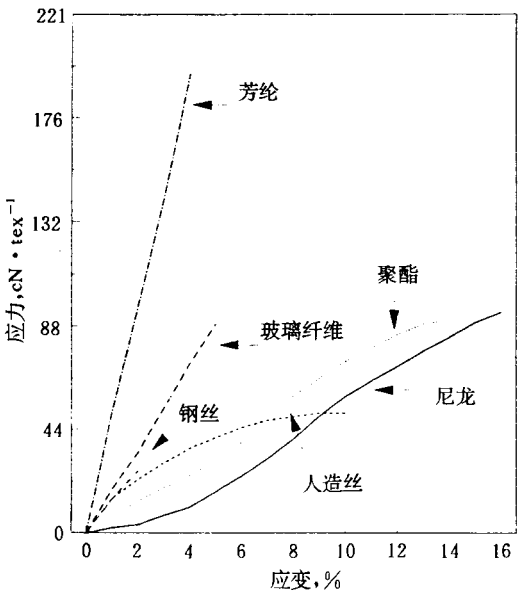


图 2 工业股线的应力-应变曲线

模量=应力/应变=斜率

芳纶股线也可作为带束层增强材料,这样轮胎重量减轻甚至会更多(见表 4)。根据我们将简要讨论的轿车轮胎数据可以预见,尽管我们未做测量,但这种轮胎也可降低滚

注: * 本文有删节。

表 1 芳纶胎体对载重子午线轮胎重量的影响

项 目	芳纶	钢丝
A 组 11R22.5		
轮胎数量	18	18
重量,kg·条 ⁻¹	50.7	53.1
标准偏差,kg	0.36	0.23
重量差,kg·条 ⁻¹	2.4	
B 组 11R24.5		
轮胎数量	4	4
重量,kg·条 ⁻¹	57.0	62.2
标准偏差,kg	0.13	0.14
重量差,kg·条 ⁻¹	5.2	

表 2 芳纶胎体对节油的影响

项 目	A 组	B 组
轮胎	11R24.5, 芳纶轮胎和钢丝对比胎各 4 条, 724kPa, 2917kg (100% 负荷)	11R22.5, 芳纶轮胎和钢丝对比胎各 18 条, 517kPa, 1950kg (95% 负荷)
载重车	International S-1800 柴油平板车身车 2 辆	Freightliner 柴油 (350HP Cummins) 拖拉机半挂车
结果	两个试验周期, 4 条试验路线芳纶轮胎比钢丝轮胎节油 1.4% (80% 置信度)	4 个试验周期, 8 条试验路线芳纶轮胎比钢丝轮胎节油 1.2% (95% 置信度)

表 3 芳纶胎体对滚动阻力的影响 10N

时间/压力 /负荷 min/kPa/kg	A 组 11R22.5		B 组 10.00R20		C 组 10.00R20	
	芳纶	钢丝	芳纶	钢丝	芳纶	钢丝
90/827/2998	12.69	13.62	12.49	13.69	15.59	16.91
30/993/1199	4.92	5.37	5.17	6.04	6.44	7.01
30/579/1199	6.02	6.65	6.02	7.02	7.45	7.94
30/579/2099	10.70	11.77	10.60	12.01	12.72	13.93
30/993/2998	12.62	13.57	12.68	14.09	15.23	16.70
30/827/2998	13.32	14.09	13.19	14.92	15.60	17.49
平均	10.05	10.84	10.03	11.30	12.17	13.33
相对指数	93	100	89	100	91	100
试验后测得的						
温度,℃	77	80	81	88	73	79

表 4 芳纶带束层对芳纶胎体轮胎重量的影响

项 目	芳纶	钢丝
A 组 11R22.5		
轮胎数量	16	20
重量,kg·条 ⁻¹	44.8	50.3
标准偏差,kg	0.11	0.29
重量差,kg·条 ⁻¹	5.5	
B 组 11R22.5		
轮胎数量	15	13
重量,kg·条 ⁻¹	49.8	56.5
标准偏差,kg	0.53	0.53
重量差,kg·条 ⁻¹	6.7	

动阻力,提高节油性。

轮胎用芳纶股线问世已有 20 年了,现已打进轿车子午线轮胎领域,作带束层增强材料。Keefe 和 Koralek^[1]测量了露边和折叠边带束层 FR78-14 轮胎的滚动阻力。将滚动阻力作为负荷(图 3)或速度(图 4)的函数测量时,露边带束层轮胎可降低滚动阻力 5%—7%。图 4 还有趣地示出,折叠边带束层轮胎比露边的降低滚动阻力更大,在这种情

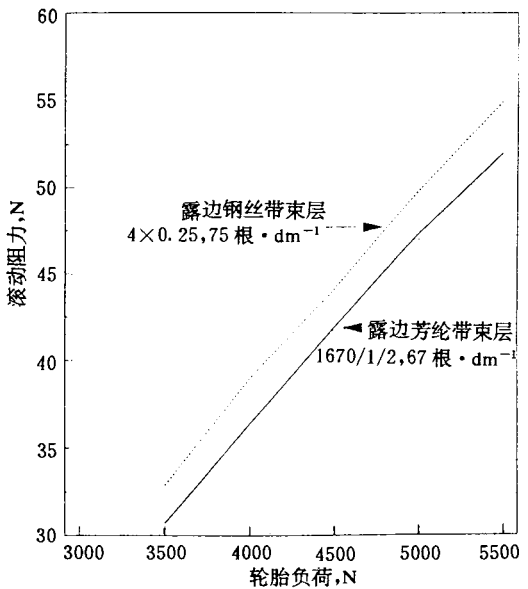


图 3 带束层材料对滚动阻力的影响
FR78-14,侧向力为零,193kPa(常规),80km·h⁻¹,
露边带束层,聚酯胎体
结论:芳纶露边带束层降低滚动阻力约 5%

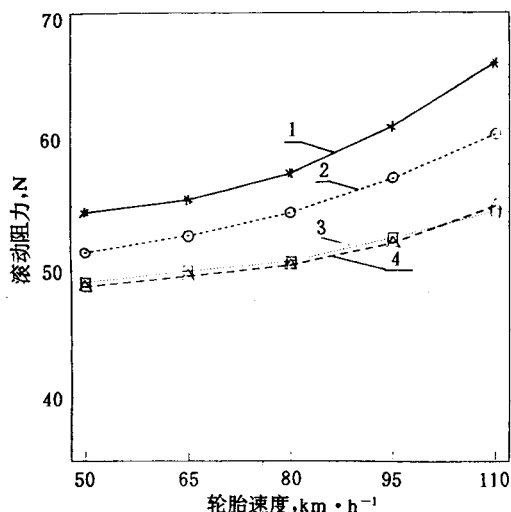


图4 折叠边带束层对滚动阻力的影响

1—露边钢丝；2—露边芳纶；3—折叠边芳纶-芳纶；4—折叠边芳纶-钢丝；FR78-14，侧

向力为零，负荷 5695N，193kPa（常规）

结论：①相对钢丝，露边芳纶带束层降低滚动阻力；②折叠边芳纶带束层大幅度降低滚动阻力

况下，芳纶-芳纶和钢丝-芳纶基本是一样的。

1.2 聚酰胺(尼龙)单丝

最近高强度、非圆断面尼龙单丝的问世为减轻重量和节油轮胎设计开辟了新的天地。这些单丝的断面是专门设计的，宽高比为3。这种精心设计的形状不仅可提高屈挠性，还可节省橡胶，其扁平“非圆形”断面可降低弯曲刚性，使织物层可比圆断面单丝易于反包胎圈，它还比同样强度下传统尼龙或聚酯帘线要细得多，因而压延帘布所需的胶料较少。在帘线覆胶率相同时可节省胶料30%。

这种单丝对子午线轮胎胎体刚性的提高将改善胎面区的稳定性。这种改善及重量的减轻可最终降低滚动阻力并节省燃料。滚动阻力的降低见表5，各种轮胎的滚动阻力平

表5 尼龙单丝胎体轮胎滚动阻力比较

轮 胎	相对滚动阻力	
	聚酯帘线胎体	单丝胎体
P155/80R13(杜邦)	100	92
P235/60HR15(杜邦)	100	97
7.75-14(8PR)(杜邦)	100*	92
14英寸 RPCT'S(四公司平均)	100	97

注：* 尼龙 66 胎体。

均约降低5%。以 P155/80R13 轮胎为例，对滚动阻力测量和印痕研究进行了更详细的比较，见图5。

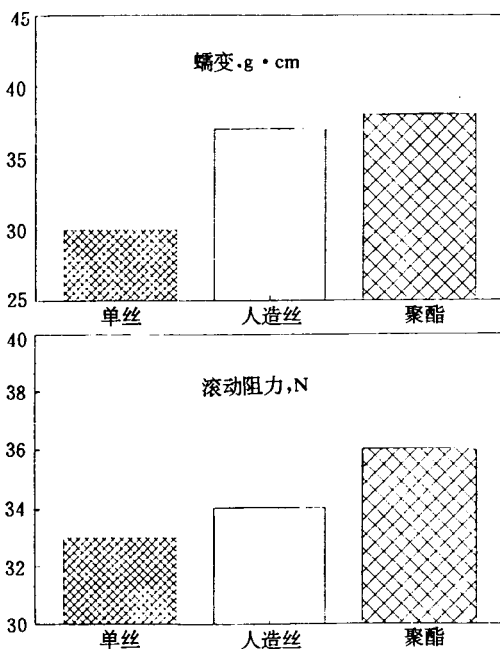


图5 与胎面寿命和节油有关的性能对比

轮胎：P155/80R13 单层胎体

1.3 芳纶短纤维增强材料

芳纶纤维也可从高度原纤化短纤维浆制得。这些纤维的第一个主要用途即是替代石棉作衬垫、离合器和制动器摩擦垫而不污染环境。然而，胶料配合时掺入少量这种材料即

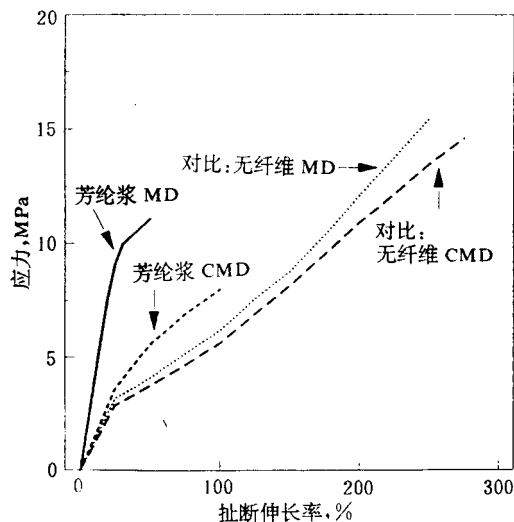


图6 含纤维弹性体的应力-应变曲线

MD:与纤维平行拉伸;CMD:与纤维垂直

拉伸;纤维含量:10份

结论:芳纶短纤维 MD 扯断伸长率和拉伸强度
提高2倍以上

可大幅度改变胶料性能。加入10份芳纶浆可大大改变天然橡胶胶料的应力-应变曲线(图6)。与其它弹性体混合也有同样的效果。这种材料可使轮胎工程师有更大灵活性来平衡弹性体表面特性和能降低滚动阻力及节油的设计模量。

2 结论

本文简要讨论了纤维制造厂开发的三种材料可使轮胎设计者和工程师对理想的轮胎无止境的探索给予充分的自由;这些材料的使用,使轮胎公司能保持或改进现有的安全、舒适、路面抓着和牵引等性能,提高整个车辆的节油性。

参考文献(略)

译自 SAE 报告 910169