



表现出良好带束层边缘粘合性能的 冠带层新材料

Jean-Francois Fritsch, Peter B. Rim & Donald L. Brown

(美国 Honeywell 公司功能纤维欧洲部)

摘要:本文介绍了加工助剂莱茵塑分 T 和增塑剂 A 在全钢载重子午线轮胎胎面配方中的胶料性能对比,并着重考察了对胎面挤出性能和外胎性能的影响。试验结果表明,使用加工助剂能降低胎面的挤出温度,提高胎面的挤出速度;两种加工助剂相比,含莱茵塑分 T 的胶料老化性能、疲劳性能和分散性以及胎面挤出温度和断面气孔情况均比增塑剂 A 好;外胎的耐久试验均超过国家标准。

(续上期)

5 新型聚酯增强材料

美国 Honeywell 公司的功能纤维部已经开发出一种新型增强材料,其特征是被专门设计以增进配置了冠带层轮胎的性能。这种新材料有尺寸稳定性更好和采用新增进粘合处理技术两项特点。表 2 为尼龙 66 与 Beltec™ 两种帘线被用做冠带层增强材料的性能对比。

表 2 尼龙 66 与 Beltec™ 帘线
有关冠带层所需性能的对比

性能	模量	玻璃化 转变温度 和滞后性	80℃时 热收缩力	热态 剥离力	热化学 稳定性
尼龙 66 帘线	良好	良好	优秀	优秀	优秀
Beltec™ 聚酯帘线	优秀	优于尼龙 66	优秀	优秀	良好

Beltec™ 帘线优异的模量性能使它非常适合用做高性能子午线轮胎冠带层的增强材料。

由于尺寸稳定性更好,使得这种新材料的模量高而热收缩低,这些特点使这种新材料被用做胎体增强材料也是有价值的,享有专利的新粘合处理技术可使其对胶料的粘合性能有显著改善。

冠带层的制造工艺是:第一步是把冠带层帘子线在张力下缠绕在轮胎成型鼓上。在此过程中,尼龙经历了显著的应力松弛而 Beltec™ 帘子

线则始终保持其张紧状态。然后把轮胎胎坯放进模具并在模具内膨胀,加热使达到硫化温度。在通常的硫化条件(ASTM, 177℃、10min)下, Beltec™ 的热收缩力与尼龙相当,因此, Beltec™ 帘子线不会增加从热的胶料中移位从而导致轮胎非均匀性的危险。表 3 为 Beltec™ 聚酯帘线、尼龙 66 帘线在轮胎的不同阶段所表现出的热收缩力,可以看出在轮胎从出模到使用的整个过程中, Beltec™ 聚酯帘线的热收缩力始终高于尼龙 66 帘线。

表 3 Beltec™ 聚酯帘线、尼龙 66 帘线在
轮胎不同阶段的热收缩力 cN · tex⁻¹

状态	25℃出模	高速行驶 80℃	冷却至 25℃
Beltec™ 聚酯帘线	2.0	2.2	2.0
尼龙 66 帘线	0.5	1.0	0.5

之后将轮胎卸模并冷却至室温。可以在 Testrite 热收缩仪上在 80℃、然后在 25℃ 下测试总的热收缩力,来模拟轮胎在高速行驶和停放时的帘线张力。由表 3 可以看出,在 80℃ 下 Beltec™ 帘子线的热收缩力比尼龙高 70%。

粘合性能是聚酯被成功用于冠带层增强材料整个体系中不可或缺的一环。Beltec™ 帘子线的粘合性能有了改进,改进了的聚酯所固有的尺寸稳定性的优点可以在轮胎设计中游刃有余并改善

轮胎性能。高的热收缩力对冠带层来说是优点,但粘合性能也需要有所改善。

表 4 是 3 种帘线用不同试验方法测出的粘合强度,由该表可以看出:对尼龙和 Beltec™ 聚酯帘线进行的粘合性能试验的结果基本一致,通常的聚酯粘合性能则较低,特别是热态剥离试验结果更是如此,这种试验方法是 3 种试验方法中最能体现出粘合性能差异的方法。今后应研究动态粘合试验方法以更好地表征冠带层部位的真实状况。表 4 显示,与尼龙和普通的聚酯相比,由于采用了强化了浸渍液和优化了的热处理技术使得 Beltec™ 帘线与标准配方胶料的粘合性能优于普通聚酯帘线和尼龙 66 帘线。

表 4 三种帘线用不同试验方法测出的粘合强度 N

测试方法	H 抽出法	美国标准 冷态抽出法	美国标准 热态抽出法
普通聚酯帘线	110	158	83
Beltec™ 聚酯帘线	125	210	125
尼龙 66 帘线	120	205	105

改善了粘合性能和限制轮胎尺寸增长这两项作用的结合可以减少或限制由带束层尺寸扩大引起的带束层脱层,特别在高速行驶时更是如此。轮胎制造商无论在改善轮胎性能方面还是在减轻冠带层质量方面都可以利用这条优势。Beltec™ 提高了的尺寸稳定性还有其他的优点:操作性能更好、减少平点现象、轮胎整体均匀性更好。

轮胎在高速行驶时,所需要的收缩力与行驶速度的平方成正比。然而尼龙帘子线在直到冠带层温度升上去的整个过程中都极低。这个事实说明,车辆在恒速行驶时,轮胎的结构性能会随时间变化,一直到温度达到平衡。

Beltec™ 帘线对温度的敏感性比尼龙低 3 倍,在轮胎使用期间整个温度范围内,都表现出显著的比较高的热收缩力。

6 以 Beltec™ 帘线为冠带层增强材料轮胎的实验结果

Honeywell 公司功能纤维部已经同轮胎制造商设计了一系列的技术鉴定程序以确认这些技术的可行性,现在可以对轮胎进行高速实验(尺寸增长和破坏方式)、耐久性和平点实验。

在每一项实验中 Beltec™ 帘线都与尼龙帘子线进行对比。非常显著的特点是:用 Beltec™ 帘线做冠带层可比尼龙 66 减少 21% 的材料消耗量,唯一的例外是进行外形尺寸测试的轮胎的冠带层用两种帘线的重量相同。使用轮胎均被设计为 1~2 层人造丝胎体,2 层钢丝帘线束层,用单根浸胶帘子线制作的冠带层。用 Beltec™ 帘线作为 195/65R15H 及 225/45WR17. A 轮胎冠带层的增强材料。H 级的 195/65R15H 轮胎,以 1100/1 的 Beltec™ 帘线代替 1400/1 的尼龙 66 帘线作为冠带层的增强材料;W 级的超高性能 225/45R17W 轮胎,以 1100/2 Beltec™ 帘线代替 1400/2 尼龙 66 帘线作为冠带层的增强材料。

在室内机床实验机上以高速测试了轮胎尺寸增大。表 5 证明, Beltec™ 帘线所具备的刚度和模量性能均较高,有助于把轮胎尺寸增大减少接近 20%。这个结果有特殊的重要性,因为它使得轮胎在弯道行驶时会产生优良的操纵精度,继而改善车辆的操作性能。

表 5 225/45WR17 轮胎外形尺寸变化 mm

轮胎状态	250km · h ⁻¹ 时	280km · h ⁻¹ 时	冷却 下来后
1440dtex/2 Beltec™ 聚酯帘线	14.5	20.0	10
1400dtex/2 尼龙 66 帘线	16.5	17.5	10

还对轮胎进行了速度实验,以车辆能达到的实际性能鉴定轮胎。该项实验在特定的条件即充气压力、载荷和速度递增,速度递增采用 H 级的 195/65R15 轮胎。评价工作按 SAE J1561 程序进行,负荷为最大负荷的 80% 即 4822N,充气压力为最大充气压力的 93% 即 2.8×10^5 Pa,在室温下实验。该项实验一直进行到轮胎损坏,轮胎损坏时的实际速度令人感兴趣,但在这种特定的情况下,轮胎的破坏方式更令人关注。

实验结果表明,以 Beltec™ 帘线为冠带层的轮胎很容易超出特定的速度级别,以尼龙 66 帘线为冠带层的轮胎在 $261\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ 速度下运转 102min 出现损坏,而以 Beltec™ 聚酯帘线为冠带层的轮胎在 $266\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ 速度下运转 106min 才损坏。在各 5 条轮胎的实验中,以尼龙 66 帘线为冠带层的轮胎都出现了带束层脱层,2 条为胎侧损坏;以 Beltec™ 聚酯帘线为冠带层的轮胎中没有 1

条是因为带束层脱层而被破坏的,因胎面、胎肩损坏的各 1 条,5 条实验胎都出现了胎侧损坏。

表面上看,轮胎的损坏总数多于 5,这是因为部分轮胎同时出现了两种损坏形式。由于实验是一直进行到轮胎损坏,因此考察把高模量材料使用到冠带层后轮胎的破坏方式是怎样转变的就显得很重要了。以 Beltec™帘线为冠带层增强材料的轮胎的损坏部位出现在胎面和胎肩,但表现是碎块外露,与之相反,本实验中所有以尼龙 6,6 帘线为冠带层增强材料轮胎出现的都是带束层边缘脱层这种灾难性破坏。

7 耐久性因素

轮胎耐久性通常与骨架材料的耐疲劳性和粘合性能有关。耐久性实验反映的是在剧烈实验条件下轮胎运行至损坏的时间。在该项实验中,5 条 W 级 225/45R17W 轮胎在 113km·h⁻¹、120% 额定载荷和最大充气压力下实验至损坏,见表 6。

表 6 225/45R17W 子午线轮胎耐久性实验

损坏部位或形式	h				
	胎侧	胎肩	胎侧	爆胎	胎侧
尼龙 66 帘线冠带层	460	500	490	250	230
Beltec™聚酯帘线冠带层	410	355	304	335 (胎肩)	351

35000km 之前没有一条轮胎损坏,这超出了预期效果,此外,也没有一条轮胎是因带束层边缘脱层而损坏的。平点现象是轮胎均匀性的一个关键问题,当冠带层在轮胎运行期间变软,之后车辆在停放时冷却下来冠带层硬化时就会出现平点现象。轮胎胎面与路面接触的部位会延伸(蠕变),再次启动车辆就会出现不舒适的感觉并有噪声。随着低断面乘用车轮胎用量的增加、跑车和重型豪华轿车的流行,人们对改善轮胎均匀性的需求在增加。选择尺寸稳定性更好、在高温下能抵抗长度变化的材料增强冠带层是解决平点现象的关键。

用尼 66 龙为冠带层增强材料的轮胎,当在高于帘线玻璃化转变温度下运行时帘子线会变软,使轮胎出现平点。硬度较高的 Beltec™帘线在正常轮胎运行温度下不会变软。在正常条件运行和之后停放冷却期间进行了径向力差异对比实验。均匀性实验条件:气压 2.1×105Pa,载荷 3675N。

实验结果:以尼龙 66 帘线为冠带层的轮胎,新胎的径向力差异 66N,实验后 84N;以 Beltec™帘线为冠带层的轮胎,新胎的径向力差异 70N,实验后 64N,表明增强材料轮胎因平点现象的减轻而使轮胎均匀性改善了近 25%。

8 减轻轮胎重量

以模量较高的 Beltec™帘线为冠带层增强材料给轮胎结构设计带来了新的活动空间,特别是有了在冠带层部位使用更细的帘线和更薄的压延胶料的可能性。

从表 7 可以看出,用 Beltec™帘线为冠带层的增强材料,可使纺织品用量减少 25%,甚至可以在模量上保持其引人注目的优点。这个因素还伴随着压延胶料最高可节省 30%的优点。

表 7 195/65R15 子午线轮胎使用不同冠带层增强材料性能成本综合比较

项目	单位	尼龙 66 帘线	Beltec™帘线	Beltec™帘线优点
冠带层帘线结构	dtex/ply	1400/2	1100/2	
帘线密度	根/10cm	115	125	
帘线细度(直径)	mm	0.466	0.396	
增强帘线布局		3-2-3	2.5-1.5-2.5	节省胶料 24%
冠带层重量	g/单胎	131	91	节省帘子布 31%
帘子线性能				
3%变形时载荷	N	23	42	
断裂强力	N	145	133	
热收缩力	N	4.0	7.4	
热收缩率	%	5.8	4.1	
冠带层帘布性能				
3%变形时载荷	10N/dm	637	993	
强度	10N/dm	4002	3159	模量高 56%
热收缩力	10N/dm	111	176	热收缩力高 58%

9 结论

多年来,轮胎制造商已经设计和制造了以尼龙 66 帘线为冠带层增强材料的轮胎。Beltec™帘线的设计定位是占据高性能和超高性能轮胎冠带层增强材料市场,成为该用途的主导材料。这种增强材料被设计用来适应较高的速度级别,不断增加的轮胎安全性意识和重型车辆的需要。

参考文献:略

高称意 编译