

结构设计

单层国产聚酯胎体高速
轿车子午线轮胎

贾云海 徐丽君 谢遂志 罗锡荣 李 暖等

(化工部北京橡胶工业研究设计院 100039)

摘要 通过轮胎全项性能试验,证明在小规格轿车子午线轮胎中,采用国产聚酯帘布的单层胎体结构,技术上可行,经济效益明显提高。

1 概况

近几年来,为满足国内引进高级轿车生产线配套胎和进口高级轿车替换胎的需求,我们在轿车胎的子午化、扁平化和无内胎化的开发方面做了大量工作,取得了可喜成绩。

1992年,我国轿车子午胎的产量为210多万套,其子午化率达70%以上^[1]。70系列轿车子午胎已投入生产,65、60系列以及速度级别为H级以上的轿车子午胎制造技术也正在开发。但与国外相比,我国子午胎在扁平化、无内胎化以及轮胎重量上仍存在较大的差距。在国外,尤其是西欧,轿车子午胎不仅100%实现了子午化和无内胎化,而且随着高档轿车的不断推出,各种高性能轿车子午胎也不断问世。轿车子午胎正在由80系列、70系列向65系列、60系列、50系列、甚至40系列的低断面、花纹新颖的高性能子午胎方向发展^[2]。而根据国内技术生产的轿车子午胎均采用两层胎体结构,与国外同规格轮胎相比,重量偏高。

根据1990年化工部科技司下达的“高速轿车无内胎子午胎研制”的科研任务,化工部北京橡胶工业研究设计院与辽宁长征轮胎有限公司通过3年多的紧密合作,成功地开发出两层人造丝胎体、聚酯胎体以及单层聚酯胎体的185/70HR14轿车无内胎子午胎。单层胎体轮胎重量明显减轻,室内外试验均显示出这种结构的优质轻量的特点。上述几种胎体子午胎最近在朝阳市已通过化工部鉴

定,在行业中具有重要的推广意义。

2 国外采用单层胎体的情况

轿车轮胎气压低,负荷小,行驶路面较好,行驶速度较高,因此需满足安全、舒适、噪声低、操纵稳定以及滚动阻力与干、湿路面抓着性最佳平衡等要求。为制出上述综合性能好的轿车胎,国外轮胎公司除了使用较高用量的多种合成橡胶、提高胶料综合性能以及采用电子计算机进行轮胎轮廓优化设计外,另一项重要措施就是采用单层纤维胎体。采用单层胎体的轮胎,不仅可以降低制造成本,而且具有重量轻、滚动阻力小、生热低、高速性能好等优点。国外不仅小规格轿车子午胎(即断面公称尺寸为175mm以下的轿车胎)大多采用单层胎体,而且较大规格轮胎(如断面公称尺寸为185mm,甚至195mm的轿车子午胎)也有采用单层纤维胎体的。由此可见,在国外,采用单层纤维胎体结构的轿车胎是相当普遍的。表1列举了一些公司生产的单层胎体轿车子午胎的简况。

3 国内单层胎体轿车胎的研制

3.1 单层胎体骨架材料的选择

从表1可见,单层胎体骨架材料可以采用尼龙、人造丝或聚酯。欧洲轮胎公司主要使用人造丝和尼龙,少量使用聚酯;日本主要使用聚酯,人造丝用量很少;美国也主要使用聚酯,其次是尼龙,人造丝很少使用。但世界总

表 1 世界一些公司生产的单层胎体
轿车子午胎^[3~6]

轮胎公司	轮胎规格	胎体帘线种类	胎体帘线规格
普利司通	155SR13	聚酯	1110dtex/2
登普普	155SR13	聚酯	1660dtex/2
固特异	155SR13(M+S)	聚酯	1110dtex/3
固特异	155SR13	聚酯	1440dtex/2
威勒德斯頓	155SR13	人造丝	1830dtex/2
皮列里	155SR13	尼龙 66	933dtex/2
大陆	155SR13	聚酯	1110dtex/2
大陆	155SR13	人造丝	1830dtex/2
普利司通	175/70HR14	聚酯	1660dtex/2
普利司通	185/70HR14	聚酯	1660dtex/2
北京轮胎厂			
(皮列里技术)	185/70HR14	尼龙 66	—
米西林	185/70HR14	人造丝	2440dtex/2

的趋势是尼龙用量时升时降,变化幅度不大,人造丝逐渐下降,聚酯逐渐上升^[6]。我国目前半钢子午胎胎体大多采用人造丝,引进技术的厂家多采用尼龙。考虑到我国国情,由于资源和环境方面的原因,人造丝不是发展方向,国内低收缩尼龙生产技术尚未掌握好,而聚酯国内资源丰富,并且化工部北京橡胶工业研究设计院与荣成市橡胶厂合作开发的国产聚酯轿车和轻载车子午胎已通过部级鉴定,并已投入生产,证明国产聚酯帘布作为半钢子午胎的胎体材料,技术上是可行的,因此本研究选择了国产聚酯帘布作为单层胎体的骨架材料。轿车子午胎由于负荷小,70%以上的应力集中于带束层,胎侧承受的应力较小,国产聚酯帘线 1440dtex/3 的扯断强力在 250N 以上,可满足单层胎体强度的要求,故本研究选用了无锡三力工业用布厂生产的 1440dtex/3 聚酯帘布。帘线性能见表 2。

表 2 1440dtex/3 聚酯帘线的性能^[7]

直径,mm	0.78
断裂强力,N	266.2
88N 定负荷伸长率,%	4.8
扯断伸长率,%	14.3
H 抽出,N	153.1
干热收缩率,%	2.2

3.2 胎体帘布层胶料配方设计

单层胎体配方设计的关键问题,是如何防止在胎坯成型定型时,胎体帘布中帘线与帘线之间劈缝和在使用过程中帘线与帘线之间裂缝。因此在配方设计上着重考虑混炼胶

的强度、胶线间的粘合力 and 硫化后胶线间的附着力,同时由于聚酯帘线与胶的附着力较人造丝帘线差且易发生水解和胺解等问题,在配方上要作重点考虑,故胎体帘布层配方重点应放在生胶体系、粘合体系、促进剂及防老剂的选择上。

3.2.1 生胶选择

选择何种生胶,主要取决于生胶强度和帘线与胶的附着力。采用以天然橡胶(NR)为主并用少量顺丁橡胶(BR)和丁苯橡胶(SBR)进行试验。结果表明:随着合成橡胶用量的逐渐增大,硫化胶强度随之下落;但当合成橡胶用量在一定范围内(0~40%),胶与帘线的附着力随合成橡胶用量的增加呈上升趋势。为了保持生胶强度、硫化胶强度、耐老化性能以及较佳的胶-线附着力等综合性能,胎体帘布层采用了 NR 并用部分 SBR 的生胶体系。另一方面为确保轮胎质量的均匀性,本次试制轮胎的所有部件均采用 SMR10 或 SMR20 马来西亚标准胶,其中聚酯胎体帘布胶采用了性能较优的 SMR10 标准。

3.2.2 粘合体系的选择

聚酯帘线的粘合性能较差,故配方中只有添加适宜的粘合体系才能满足粘合性能的要求。试验主要对比了间甲体系和间甲白体系。含有间甲白体系的胶料虽然焦烧时间长,老化前 H 抽出力也较间甲体系的高,但是二者老化后的附着力及其它性能相差不大,间甲体系能满足性能要求。考虑到简化配方,减少环境污染,以及胶料的工艺性能和硫化胶的物理机械性能,本次试胎选用了间甲粘合体系。

3.2.3 促进剂与防老剂的选用

为避免加入胺类助剂使聚酯帘线胺解而导致胶料性能下降,人们就配合剂对聚酯帘线性能的影响做过许多试验,证明胺类防老剂(如最常用的对苯二胺类防老剂 4010NA 和 4020 等)以及胺类促进剂(如常用的次磺酰胺类促进剂 CZ、DZ 和 NOBS)等不宜用于聚酯帘布胶,以避免引起聚酯帘线胺解。秋兰

姆类促进剂对聚酯亦有降解作用,但用量少时(0.5份以下),对聚酯帘线的性能影响不大,因此本次试验胎采用了以噻唑类促进剂为主并用部分秋兰姆类促进剂体系。防老剂亦采用胺解作用小的防老剂。

3.3 结构设计

子午线轮胎,特别是高速条件下使用的轿车子午线轮胎均在向低断面、无内胎方向发展。设计时,一般通过优选轮廓曲线参数,使轮胎断面各部位的应力和变形合理分布。为此,我们在设计 185/70HR14 高速轿车子午胎时,合理选取了断面轮廓曲线参数,以降低胎体帘布的张力,增加带束层和胎圈部的张力,从而充分发挥钢丝骨架材料的作用。这样,虽然胎体帘布是单层的,但完全可以满足轮胎安全强度的要求。

此外,由于胎体采用单层聚酯帘布,胎体减薄,胎圈部位也相应地变得薄弱,因而必须提高胎圈部位的刚度、减小变形,保证轮胎的高速稳定性。为此采取了加大三角胶高度和提高胎体帘布层反包级高度等措施。三角胶条由不同硬度的上三角胶和下三角胶复合而成,以使下胎侧刚性均匀过渡。

3.4 试制方案及成品性能试验

为了综合分析采用单层国产聚酯帘布胎体后轮胎的各项性能,选用了 1830dtex/2V₁ 人造丝帘布胎体进行方案对比试验。用人造丝帘布制造轿车子午胎,国内已积累了多年的生产经验,产品已获得广泛应用。但人造丝胎体均为两层结构,断面偏厚,较同规格进口胎重,使用中生热高,缓冲性能较差,影响了车辆的高速行驶。

为使试验结果具有可比性,采用相同规格的轮胎进行全项室内性能对比试验,结果见表 3~7。

从成品室内试验结果可以看出:聚酯帘布胎体轮胎充气后断面宽变化大于人造丝胎体轮胎;两种轮胎的外径变化相同,耐久性能相当;虽然前者的强度及破坏水压较后者略

表 3 185/70HR14 外缘尺寸测定结果

序号	外直径,mm	断面宽,mm
1	622.4	186.4
2	622.9	182.7

注:序号 1 代表聚酯帘布胎体轮胎,1 层胎体;序号 2 代表人造丝帘布胎体轮胎,2 层胎体。两种轮胎轮辋均为 5J,充气压力为 310kPa。下同。

表 4 185/70HR14 强度和脱圈阻力测定结果

序号	最小破坏能,N·m	脱圈阻力,N	备注
1	515.6	8979.3	未脱圈
2	844.6	9119.5	未脱圈

表 5 185/70HR14 耐久性试验结果

序号	行驶时间,h	破坏形式
1	120	未坏
2	120	未坏

表 6 185/70HR14 水压爆破试验结果

序号	破坏水压,kPa	破坏形式	安全倍数
1	2230	胎侧爆	7.2
2	2460	子口爆	7.9

表 7 185/70HR14 高速性能试验结果

序号	最高行驶速度 km·h ⁻¹	时间 min	破坏形式
1	220	3	胎肩脱空
2	210	9	胎侧脱空

有下降,但仍能满足国标要求;前者的高速性能明显优于后者。

为综合考虑轮胎的使用性能,对上述两种轮胎进行了实际里程对比试验。经过近一年的装车使用,行驶里程已超过 3 万 km,两种帘布胎体轮胎均未发生任何质量问题。

4 结语

(1)采用单层纤维胎体制造公称尺寸为 185mm 以下的小规格轿车子午胎,在技术上是可行的。

(2)小规格轿车子午胎单层胎体骨架材
(下转第 7 页)

(上接第5页)

料可以采用模量较高的国产聚酯帘布,但必须合理选用粘合体系(可用间甲体系)及不易水解和胺解的促进剂和防老剂等。

(3)单层胎体子午胎的结构设计,应合理选取模型轮廓参数,降低胎体张力,增大带束层受力,使不同骨架材料充分发挥作用;同时还应合理设计胎圈部结构,以使应变均匀过渡,从而满足轮胎性能要求。

(4)采用单层聚酯帘布制造的轮胎,不但高速性能优于两层人造丝胎体的轮胎,而且重量轻(轻1kg左右),明显地降低了成本,提高了经济效益,是一种较理想的施工设计方案,值得在行业中推广。

参考文献

- 1 橡胶工业协会统计数字(内部资料)
- 2 G. W. Marwede *et al.* Current Status of Tire Elastomers in Europe. *Kaut. Gummi Kunst.*, 1993, (5): 380-388
- 3 Smithers Scientific Services 公司国际轮胎剖析报告, 1989, 1991
- 4 化工部北京橡胶工业研究设计院, 国外轮胎剖析报告(内部资料), 1990
- 5 化工部北京橡胶工业研究设计院, 国外轮胎剖析报告(内部资料), 1991
- 6 Bruce Davis *et al.* Rayon's slows exit. *Eur. Rubber J.* 1989; 171(8): 36-37
- 7 化工部北京橡胶工业研究设计院, 高速轿车无内胎子午胎研制(内部资料), 1993

收稿日期 1994-01-05