

135/80 R12 微型轿车轮胎设计与制造

王 海

(贵州轮胎股份有限公司, 贵阳 550008)

摘要 介绍 135/80R12 微型轿车轮胎的结构设计和施工设计情况, 讨论胎侧-胎圈胶复合挤出机和硫化机的设备选型以及硫化胶囊设计的关键问题, 总结了制造工艺中二段成型以及处理胎圈变形问题的经验。该轮胎成品性能优异, 得到使用方较高的评价。

关键词 结构设计, 微型轿车轮胎, 嵌套式口型样板, 硫化胶囊

为满足贵州航空工业总公司与日本合作生产“云雀”微型轿车(国家 8 种定点轿车之一)的需要, 适应国产化要求, 我公司开发了 135/80R12 轮胎。该轮胎经贵航道路试验及国产化程序审核, 获得了《汽车工业引进技术的汽车产品国产化鉴定合格证书》。微型轿车是平民车, 具有成本低、污染轻、占地面积小的特点, 是轿车进入家庭的先导产品, 微型轿车轮胎市场具有较好的发展前景。

1 技术要求

135/80R12 轮胎技术指标除符合化工部(92)化橡轮字第 20 号文子午线轮胎新产品技术鉴定标准外, 贵航公司根据日方要求还增加了一些指标, 见表 1。

表 1 135/80 R12 轮胎技术设计指标

项 目	国家标准	日本标准
充气外直径/mm	522	524
充气断面宽/mm	137	136
轮胎磨损	—	满足 JS 620-9-3 标准
轮胎质量/kg	—	4.7
均匀性/N		
RTV	≤200	≤80
LFV	≤140	≤70
CON	≤140	0 ±50

作者简介 王 海, 男, 28 岁。主任工程师。1990 年毕业于青岛化工学院橡胶工程专业。主要从事子午线轮胎结构设计工作, 曾获贵阳市科技进步二等奖。

2 结构设计

2.1 负荷能力

负荷能力计算采用 T. R. A. 推荐式, 计算得到标准内压 $p = 0.24 \text{ MPa}$ 下, 标准负荷为 3 250 N。

2.2 轮廓设计

依据高宽比及膨胀率确定模型尺寸及轮廓。70 至 80 系列轿车轮胎外直径膨胀率取 $1.003 \sim 1.005$, 断面宽膨胀率取 $1.025 \sim 1.050$, $b/B = 0.70 \sim 0.85$, $h/H = 0.03 \sim 0.06$, $H_1/H_2 = 1.05 \sim 1.12$ 。对于子午线轮胎, $H_1/H_2 > 1$, 这样可减小胎圈部位的应力变形, 使最大变形区在上胎侧和下胎侧之间。胎圈间距和标准轮辋宽度一致, 胎肩采用较大圆角半径, 形成较大的圆角, 以适应高速性及高速转弯时的稳定性要求。

2.3 带束层设计

按带束层应力计算公式计算得出每根帘线所受力 $N = 52.5 \text{ N}$, 带束层安全倍数 $K = 11.43$, 符合带束层安全倍数应为 9~12 的要求。

采用两层带束层结构, 钢丝帘线规格为 $1 \times 5 \times 0.25$, 密度为 6 根 cm^{-1} , 单丝强力为 600 N, 两层裁断角度相同, 相互交叉贴合。带束层宽度一般为行驶面宽的 $0.94 \sim 1.05$, 本设计取 1.0。带束层过宽, 两边缘端头易刺出胎肩部或在两肩部弯曲、损坏; 过窄则胎面刚性和稳定性差, 胎肩易产生畸形磨损。

2.4 胎体强度设计

选用国产聚酯帘线作为骨架材料,这不仅符合子午线轮胎性能发展的总趋势,而且能充分利用国内聚酯帘线资源。

要求设计帘线安全倍数为12~14。

如选用111tex/2 E2 聚酯两层,原始密度7.4根 cm^{-1} ,单根强力140 N,计算安全倍数为17.5。

如选用111tex/3 E2 聚酯一层,原始密度7.4根 cm^{-1} ,单根强力205 N,计算安全倍数为12.8。

本设计确定选取两层111tex/2 E2 帘布。单从帘线安全倍数考虑,111tex/3 E2 一层帘布也是可行的。单层帘布作为胎体,特别是在微型轮胎中,有较大的经济意义,但是目前国产的普通型聚酯帘布挺性大,手感硬,采用单层帘布硫化后,成品轮胎后充气时反包端点易出现整周凹痕,对质量有一定影响,因此采用单层胎体的设计方案,对帘布压延及成型工艺质量需要作出相应保证。对此问题留作下一步研究。

2.5 钢丝圈强度设计

钢丝规格采用19[#] 钢丝,直径1.0 mm,单根强力1 400 N。钢丝圈采用U形结构,采用单根缠绕,以消除接头效应。根据我厂水压爆破结果,利用率可达0.85~0.96。

如采用3-4-5-5排列,设计钢丝圈安全倍数为12.1。

如采用3-4-5-5-5排列,设计钢丝圈安全倍数为15.7。

2.6 花纹设计

噪声低、乘坐舒适是轿车轮胎花纹设计首先要考虑的问题。胎面花纹由主沟、副沟及钢片沟槽三部分组成,轮胎花纹见图1。采用变节距花纹设计以降低噪声,节距比为1 1.17 1.37。主沟为周向曲折花纹,沟深7 mm,沟宽4.5 mm;副沟呈斜向连接主沟,将周向花纹分割成相对独立的花纹块,其深度比主沟浅1.5 mm;钢片沟槽不仅能加



图1 胎面花纹

强散热,而且使花纹更柔软,易于吸、排水。微型轿车轮胎花纹深度一般取7.5 mm,但子午线轮胎耐磨性好,微型车载荷低,实际使用表明,轮胎行驶6万 km后仍有较多剩余花纹,因此改进设计后花纹深度由7.5 mm改为7 mm,这样可以减小胎面胶质量,有利于轻量化。

3 施工设计

3.1 成型鼓直径及轮廓

成型鼓直径趋于缩小,以利于帘布材料合理利用,具体选择根据帘布总伸张及钢丝圈直径而定。成型鼓直径选择为330 mm。

胎里直径/成型鼓直径 = $490/330 = 1.485$ 。

成型鼓直径/钢丝圈直径 = $330/313 = 1.054$ 。

胎肩曲线以均匀过渡为原则,鼓肩由两段圆弧组成。内径为306 mm,与钢丝圈直径313 mm相差7 mm,适应胶囊反包要求。图2为胎肩曲线。

成型鼓技术要求:组合式调宽环,满足调整宽度 ± 2 mm的要求,成型鼓朝操作者方向旋转折鼓。

3.2 成型鼓宽度计算

成型鼓宽度 $B_s = 2L/\delta_1 - 2(L' - C) - C_1$ 。

对于聚酯,帘线假定伸张值 δ_1 取1.035,

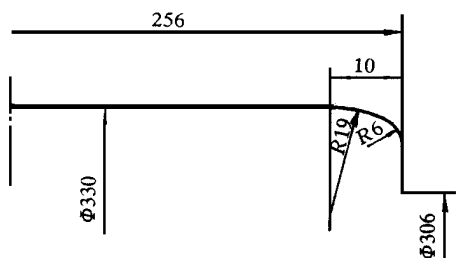


图2 成型鼓胎肩曲线

工艺系数 C_1 取 13。 C_1 的物理含义有不同说法,我们认为是因帘线硫化过程中的拉伸滑移而使反包高度降低,因而加上 C_1 予以修正。此值与规格大小及工艺过程无关。

3.3 帘布覆胶厚度

帘布覆胶厚度标准涉及技术经济指标,影响到用胶量和轮胎质量(重量),111tex/2 覆胶厚度一般为 1.15 mm,经过分析和测试,选择为 1.05 mm,有利于减小轮胎质量,满足日本标准中对轮胎质量的要求。

覆胶厚度的确定应着眼于成品帘布层间厚度,同时照顾到压延标准的通用性。111tex/2 帘线粗度为 0.55 mm,经计算成品胎布层间胶层厚度(冠部)在 0.15 mm 以上(覆胶厚度 1.05 mm 时)。该布层间胶厚虽比斜交轮胎略低,但子午线轮胎两层帘线均呈 0°角,由于帘线轴线偏移,往往不在一条中心线上,实际两层帘布间的橡胶厚度大于 0.15 mm。实际使用表明,其布层间附着力可满足使用要求,无脱层现象。

4 生产条件选择及制造中出现的主要问题

4.1 胎侧-胎圈胶复合

为减少成型操作步骤,提高成型精度,从而提高轮胎均匀性创造条件,胎侧和胎圈胶采用复合挤出。我厂复合生产线主机采用化工部桂林橡胶工业设计研究院生产的 Φ120/90 冷喂料复合挤出机,辅线采用天津橡塑机械厂生产的挤出胶输送线,包括收缩辊道、米重称量、胎冠规格打印装置、冷却水槽、自动定长和称量装置。根据原设计,该生

产线原用于斜交轮胎胎面及子午线轮胎胎面挤出,为适应胎侧-胎圈胶复合挤出,对该生产线进行了改进:增加了光电管的排数,使型胶在生产输送中前后速度匹配,避免出现型胶拉伸变形或堆积现象;调整传递辊道与输送带衔接处的位置,使型胶能顺利通过,避免由于型胶过薄而使型胶在通过此处时钻入输送带与辊道间隙,产生胶料堆积;调整了裁刀刀口间隙,由原 10 mm 改为 5 mm,避免裁刀裁型胶时由于胶条太薄,在裁断时裁刀和胶条产生相对位移,而使裁断后型胶断面不整齐,在成型时影响接头质量。经过上述改进,该辅线基本能满足型胶生产要求。

主机口型样板采用液压系统通过上下插板固定。由于橡胶挤出胀大影响因素较多,挤出口型的设计目前还难以通过计算一次成功;如果采用一件式样板(图3),在进行加工修改时较困难;如采用两件式(图4),即加工时上、下两块分开而挤出时将上、下两块用销钉固定,虽便于加工修改,但由于机头压力较大,极易使口型变形,从而使半成品尺寸产生波动。为此,我们采用嵌套法(图5),很好地解决了此问题。要进行修改时,把套取出;将套块套上后即可进行挤出。

4.2 成型卡盘由传统内卡改为外卡

采用二次法成型,一段为指形正包、胶囊

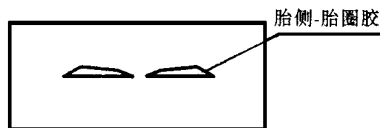


图3 一件式挤出口型样板

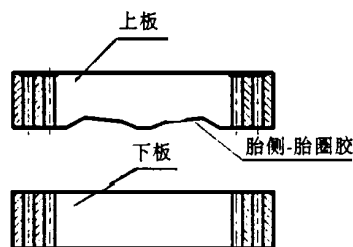


图4 两件式挤出口型样板

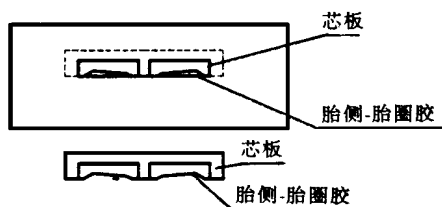


图5 嵌套式挤出口型样板

反包,二段为无胶囊膨胀定型。在轿车子午线轮胎二段成型过程中,国内目前普遍采用内卡结构,我厂与化工部北京橡胶工业研究院合作开发185/70R13,165/70R13等规格轮胎时,也采用内卡,其工作原理是在卡盘宽度最窄时装上一段胎坯,然后卡盘位移达到最大值,其值略小于一段胎坯高度,再经过预定型、上胎面和带束层、定型、压实、卸胎坯,完成成型工艺。由于卡盘运行轨迹与包胎圈胶方向相反,胎圈处较易被卡盘挤出胶边,影响胎坯质量,致使硫化时轮胎胎圈出边。鉴于此种情况,改用外卡代替内卡。外卡工作过程是在卡盘宽度最大时装胎坯,其值比胎坯高度略大,经预定型、上胎面和带束层、定型、压实、卸胎坯,完成成型过程。由于其运行方向与包胎圈胶方向相同,胶边不会被挤出,胎圈光滑平整。但在二段成型过程中,胎面曾出现过上歪的情况,成品轮胎经X光检测后也发现胎面、带束层有偏歪现象,观察后认为是由于胎坯胎圈直径与卡盘配合过紧,致使胎坯在预定型时难于全部卡进卡盘胎圈座,在定型时胎面、带束层就已偏歪所致。基于以上分析,采用外卡时要注意:外卡直径要与轮胎钢丝圈下部材料厚度相匹配,过盈量在0.5~1.0 mm为宜,过大、过小都不利于成型;二段成型时在卡盘上刷上润滑剂,减少胎坯和卡盘的摩擦,以使胎坯能顺利进入卡盘胎圈座。带束层偏歪与否,很大程度上取决于一段胎坯内径和卡盘匹配程度,以及胎坯胎圈进入卡盘胎圈座的就位情况,如果胎坯胎圈未进入卡盘胎圈座,有可能造成带束层不正。

4.3 硫化机选型及硫化胶囊设计

现有1 168 mm硫化机因囊筒直径所限不能制造内径305 mm轮胎,三明化工机械厂与我厂合作,提供适于生产305 mm轮胎的B型硫化机。135/80R12轮胎选择1 067 mm B型硫化机生产。硫化胶囊的设计要求胶囊下夹盘结构尺寸既能和中心机构匹配,又能满足胶囊夹缘内径的要求。大尺寸B型胶囊可供借鉴的资料较多,而关于305 mm B型胶囊的资料较少。夹缘内直径及肩部半径数值的选择特别关键,夹缘内直径必须和硫化机升降机构匹配,经与橡胶厂商议,定为220 mm;肩部半径取值必须保证胶囊肩部直径小于胎坯胎圈内径5~12 mm。

4.4 对胎圈变形问题的处理

胎圈变形包括胎圈钢丝上抽、宽窄不一及胎趾圆角。

钢丝上抽与胎圈宽窄不一往往是相伴发生的,产生的原因有:成型时正包帘布偏歪或偏窄,造成轮胎胎圈部位材料不足,材料分布达不到要求;帘线假定伸张值取得偏大,成型机头宽度偏小;硫化时定型压力过高,使胶囊变形过大,造成胎坯在模型中定位不当。我们增大了成型机头及正包帘布宽,严格工艺要求,基本杜绝了钢丝上抽及胎圈宽窄不一的质量缺陷。

胎趾圆角产生原因一般是由于硫化时胶囊泄漏或中心机构密封圈泄漏所致,但一些轻微胎趾圆角产生的原因主要是:硫化时,胎圈部位排气不畅;胎圈部位材料不足。因此,除增加胎圈部位材料外,在硫化模型下钢圈及胶囊上夹环上增加了排气沟与排气槽,如图6所示。

5 问题讨论

我厂135/80R12轮胎投入市场以来,深受微型车主欢迎,比如贵州“云雀”轿车原选用5.00/135-12斜交轮胎配套,后选用我厂135/80R12子午线轮胎,经整车5万km试

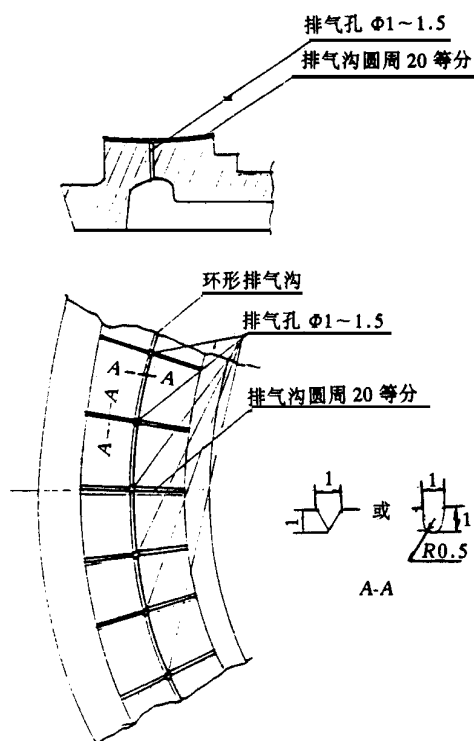


图6 下钢圈排气沟和孔示意图

验,其耐久性、舒适性、制动性等均明显优于斜交轮胎,通过了国产化鉴定。但亦有少量轮胎出现磨胎圈、断钢丝现象。135/80R12轮胎的标准气压为0.24 MPa,实际上云雀、奥拓等出租车载质量小,特别是空载时司机往往以降低气压求得舒适性,而使胎圈部位刚性减弱,产生较大位移,特别是在急转弯时,胎圈将产生负荷集中。为此,我们将钢丝

圈由3-4-5-5结构改为3-4-5-5-5,并适当加大三角胶芯,增加胎圈刚性,将着合直径由304 mm调整为303.5 mm,使胎圈和轮辋(轮辋直径为303 mm)配合紧密,取得了较好效果。由此可见,在微型轮胎钢丝圈设计中,不应拘泥于文献推荐的安全倍数,因为这不仅是强度问题,还要考虑轮胎的整体刚度。

6 产品性能测试鉴定

135/80R12产品送往国家轮胎质量监测中心测试,测试结果表明,外缘尺寸均在国家标准与日本标准范围之内,耐久性试验、高速性能试验、强度试验全部达到化工部新产品鉴定标准,且有较多质量储备,如耐久性标准值为试验时间100 h,而该产品在试验中运行120 h尚未损坏;强度试验达到标准的385%。委托桂林轮胎厂用D₇₀均匀性试验机检验,通过率为97.5%。

135/80R12轮胎送往贵州航空工业总公司汽车总厂鉴定,鉴定结论为:“根据对该厂承制的一项配套件的国产化过程控制情况、技术资料、生产能力、产品质量等方面的审查考核,确认这项产品已基本达到引进技术水平,配套厂具备批量供货能力,同意国产化鉴定合格。”

致谢 承蒙黄世权副总工程师指导,表示衷心感谢!

收稿日期 1997-08-16

Development of 135/80R12 Minicar Tire

Wang Hai

(Guizhou Tire Corp., Ltd. 550008)

Abstract The structure and construction design of 135/80R12 minicar tire is introduced. The option of sidewall-bead compound coextruder and curing press, and the problems on curing bladder design are discussed. The experience in two-step building and bead distortion improvement is summarized.

Keywords structure design, minicar tire, die plate, curing bladder