

半钢子午线轮胎胎圈气泡原因分析及解决措施

陈卫勇,李红卫,李汉青

[特拓(青岛)轮胎技术有限公司,山东 青岛 266061]

摘要:分析半钢子午线轮胎胎圈气泡产生的原因并提出相应的解决措施。结果表明:优化钢丝圈排列方式,严控胎圈部位胎体穿透光率,保证模具胎圈部位排气通畅;严控胎圈胶回掺比例,保证各胶料硫化速率匹配;调整胎圈部位材料的压缩率,并进行各部件端点位置设计优化,可以有效解决胎圈气泡问题。

关键词:半钢子午线轮胎;胎圈;气泡;产生原因;解决措施

中图分类号:U463.341;TQ336.1

文献标志码:B

文章编号:1006-8171(2023)01-0056-04

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2023.01.0056



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

半钢子午线轮胎胎圈气泡是轮胎制造过程中普遍存在的一种缺陷^[1]。胎圈部位与轮辋直接接触,生热变形较大^[2],将轮胎胎圈气泡部位打磨热补后使用容易引起胎圈部位早期损坏,产生安全隐患^[3-5]。本工作通过分析胎圈气泡产生的原因,提出相应的解决措施^[6-7]。

1 半钢子午线轮胎胎圈气泡的特征

胎圈气泡出现在轮胎的一侧或两侧,在胎圈部位胎踵与胎趾间的橡胶层间,包括胎圈胶与气密层间、气密层与胎体胶间、胎体胶与胎圈胶间。有表皮气泡,也有较深的胶中气泡,如图1所示。

2 原因分析

胎圈气泡产生的原因可以分为4类。



图1 胎圈气泡

作者简介:陈卫勇(1976—),男,河北东光人,特拓(青岛)轮胎技术有限公司工程师,主要从事轮胎制造工艺的研究。

E-mail:weiyong.chen@tta-solution.com

(1)内外层胶料的硫化速率匹配不好。胎圈部位由内至外有胎圈胶、胎体胶、过渡层胶、气密层胶、胎侧胶,各胶料的剩余硫化时间匹配,可达到由内至外逐步延长的效果,使胎坯内的残余空气充分排出。胶料的硫化时间在炼胶、压延、停放、硫化定型等过程中被逐渐损耗,且与加工和停放温度呈正相关性,加工和停放温度越高,硫化时间损失越大。

(2)胶料的体积不足。胶料的体积决定了填充模型的密实度,体积不足,则胶料的压缩力不够,胶料流动过程中在胎圈钢丝与模具钢棱圈之间产生局部中空,形成气泡。

(3)材料层间存有空气。胎坯胎圈部位材料有钢丝圈、三角胶、胎体、过渡层、气密层、胎侧,目前胎坯的成型工艺主要是层贴法,各个材料的端点位置由于段差的存在及过渡曲线的不圆滑,或多或少都有存气现象。

二次法成型工艺比一次法成型工艺胎坯胎圈部位气泡发生几率高,气泡产生的因素也多。两种成型方式的差异在于锁圈形式。一次法成型工艺的锁圈方式如图2所示,胎圈底部材料在撑块的作用下被压实。

二次法成型工艺的锁圈方式如图3所示,胎圈底部材料靠充气胶囊压紧。由于胶囊厚度和充气压力分布的原因,胶囊在胎圈底部接触材料的位置形成一定的曲线,当胎圈底部宽度较大时,胎圈底部易出现压不实的情况,此时胎圈底部与材料

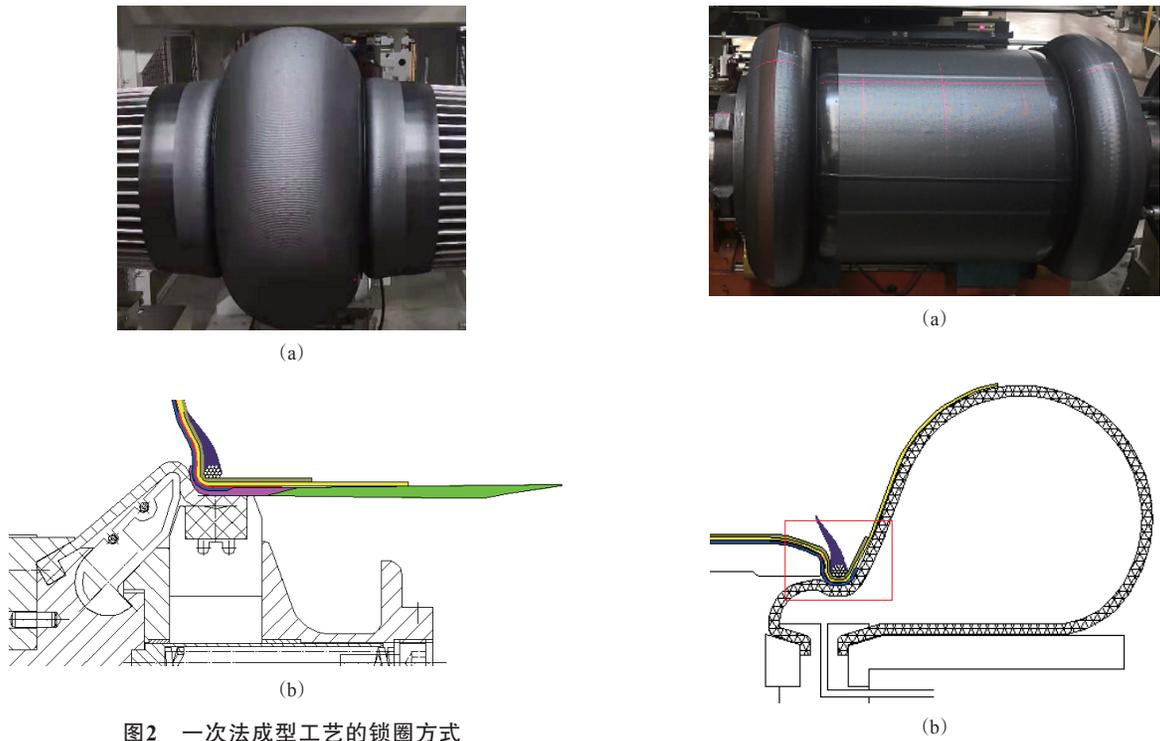


图2 一次法成型工艺的锁圈方式

间积存空气。

(4) 硫化过程中排气不畅。硫化时,在定型、填充模型和胶料硫化时间消耗过程中,需将胎坯与模具间、胶囊与胎坯间及胎坯内部层间存在的空气通过排气孔和排气槽排出,定型压力的设定以及模具胎圈部位排气线的设计起到关键性作用。一般排气孔和排气槽的设计如图4所示。

3 解决措施

依据胎圈气泡产生的原因分析,在胎侧、胎体、内衬层、胎圈部件尺寸和贴合定位均按工艺管控标准执行的情况下,从工艺和施工方面提出优化方案并进行验证。

3.1 焦烧时间的控制

胶料的焦烧时间从以下几方面进行管控。

- (1) 返回胶的掺用量控制在10%以内。
- (2) 各部件压延温度控制在标准温度上下浮动5℃范围内,卷曲温度控制在40℃以下。
- (3) 部件停放时间控制在8 h以内,先进先出。

3.2 胎圈部位材料的压缩率优化设计

以215/75R16C轮胎为例,胎圈部位材料的压缩率在兼顾性能的前提下,从以下两个方面进行优化。

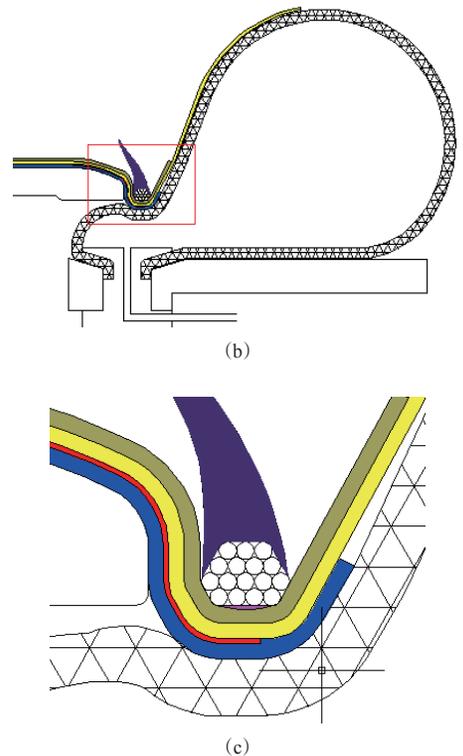


图3 二次法成型工艺的锁圈方式

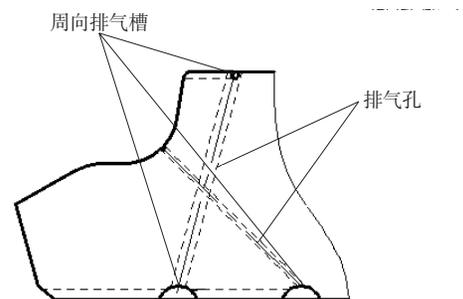


图4 排气孔和排气槽的设计

方案一:在原有胎坯成型施工的基础上,胎圈排列由4-5-4-3调整为4-5-6-5,增强了胎圈的强度,同时增大了胎坯胎圈部位胶料的体积和压缩率,如图5所示。

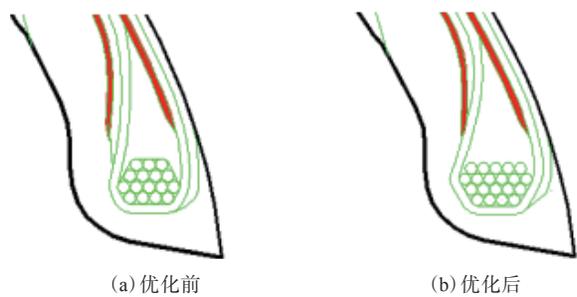


图5 优化方案一

方案二:在原有胎坯成型施工的基础上,胎圈底部宽度由17 mm调整至16 mm,同比增大了胎圈部位胶料的压缩率,如图6所示。

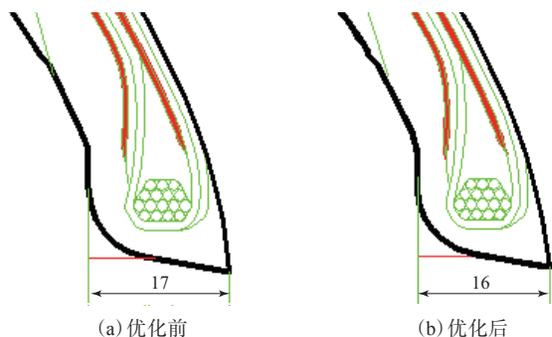


图6 优化方案二

上述两方案经验证均无胎圈气泡产生。

3.3 胎圈部位材料层间空气的排除

(1) 在施工设计上,内衬层和胎体端点已避开胎趾至胎踵的位置,不会产生材料段差造成层间存气。

(2) 胎体在成型鼓鼓板至胎体反包过胎圈的位置(图7中L区域)保证有刺孔,透光率在90%以上,以便反包时使材料尽量舒展并将层间空气排出。

(3) 完成以上优化,若胎圈底部仍有存气,需调整钢丝圈排列方式,将4-5-4-3排列方式调整为3-4-5-4排列方式(如图8所示),在钢丝圈总强度

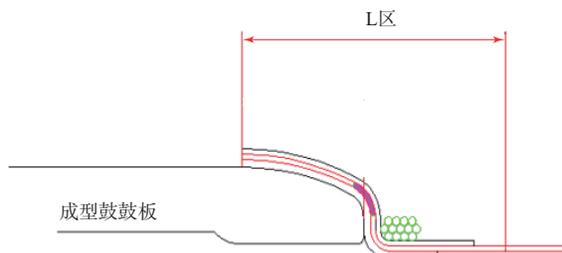


图7 成型鼓鼓板至胎体反包过胎圈位置示意

不变的情况下,减小底层胎圈宽度,使过渡曲线更加圆滑,以使胎圈底部材料受到胶囊挤压时能够比较顺畅地排出空气,同时胎圈部位胶料体积也相应增大。

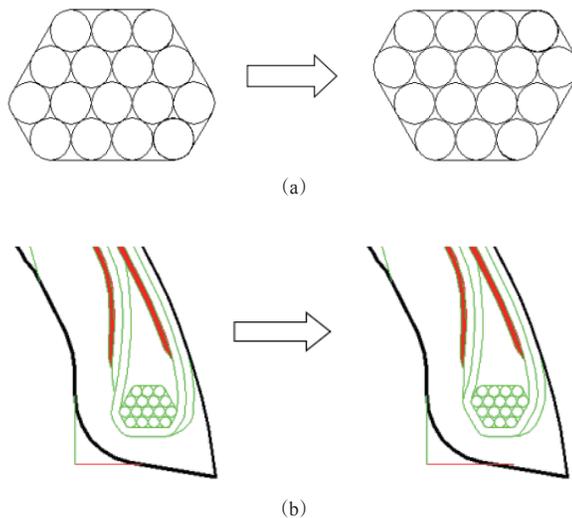
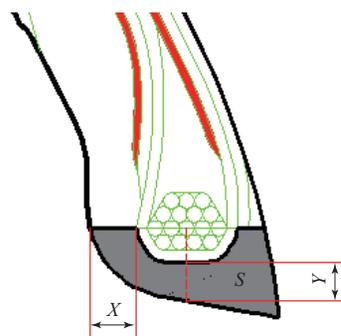


图8 调整钢丝圈排列方式示意

对胎圈采用3-4-5-4排列的轮胎进行脱圈阻力和强度试验,结果表明,与胎圈采用4-5-4-3排列的轮胎相比,胎圈采用3-4-5-4排列的轮胎脱圈阻力和强度差异很小。批量生产的不同规格成品轮胎无胎圈气泡缺陷发生,优化效果显著。

胎圈材料分布如图9所示,各优化方案胎圈部位材料参数如表1所示。

分析优化方案胎圈部位各参数可知,单一的轴向压缩比和径向压缩比不能有效地表征整体胶料的压缩率,体积压缩比则可较为准确地表征胎圈部位胶料的压缩率^[8]。通过比对成品轮胎和胎



X—胎圈最宽处外侧胶料厚度,mm;Y—胎圈中部位置底部胶料厚度,mm;S—灰色区域胶料面积,mm²。

图9 胎圈材料分布示意

表1 各优化方案胎圈部位参数

钢丝圈排列方式	钢棱圈宽度/mm	成品轮胎			胎坯			轴向压缩比/%	径向压缩比/%	体积压缩比/%
		X/mm	Y/mm	S/mm ²	X/mm	Y/mm	S/mm ²			
3-4-5-4	17	4.31	3.45	83.69	3.62	4.29	111.39	84	124	133
4-5-4-3	17	4.15	3.45	71.71	4.27	3.94	78.06	103	114	109
4-5-4-3	16	2.70	3.19	60.40	4.27	3.94	78.06	158	124	129
4-5-6-5	17	2.87	3.13	76.77	3.39	4.80	91.42	118	153	119

坯材料分布情况,得出胎圈部位材料体积压缩比取值在120%~130%之间较好,此时无胎圈气泡缺陷,也无胎趾出边。试验表明,Y值不宜过大,过大易造成胎趾胶料在合模时被钢棱圈挤出,形成胎趾部位溢胶;增大X值和胎圈宽度或使钢丝圈最宽点上移,均可增大胎圈部位胶料的压缩率,从而达到预防胎圈气泡发生的目的。

(4)对硫化定型过程进行排气管管理,通过合理设计排气孔的位置、孔径和数量,保持排气孔和周向排气槽的通畅和清洁,能够将定型和模型填充时胶料流动和初期交联产生的空气有效地排出^[9-10]。

4 结语

对半钢子午线轮胎胎圈气泡产生原因进行全面分析,从制造工艺和结构设计方面进行优化:优化钢丝圈排列方式,严格控制胎圈部位胎体穿孔的透光率,保证模具胎圈部位排气通畅;严控胎圈胶回掺比例,保证各种胶料硫化速率匹配;调整胎圈部位材料的压缩率,并进行各部件端点位置设计优化,在保证轮胎性能的前提下,使胎圈气泡问

题得到了有效解决。

参考文献:

- [1] 王海洲. 浅谈子午线轮胎胎圈的常见质量问题与对策[J]. 科技致富向导, 2014, 14(4): 195.
- [2] 韩流, 雍占福. 液体聚丁二烯替代芳烃油在全钢载重子午线轮胎胎圈护胶中的应用研究[J]. 橡胶工业, 2021, 68(10): 751-755.
- [3] 李昭. 高性能载重子午线轮胎设计与制备技术研究[D]. 北京: 北京化工大学, 2019.
- [4] 初坤龙, 周君兰, 吕伟, 等. 全钢载重子午线轮胎胎圈气泡的产生原因及改进措施[J]. 轮胎工业, 2022, 42(6): 369-372.
- [5] 岳爽, 张玲欣, 陈银川. 全钢载重子午线轮胎胎圈气泡原因分析及解决措施[J]. 轮胎工业, 2018, 38(6): 372-374.
- [6] 刘天哲, 杜欣闯. 轮胎气泡产生的原因分析及解决措施[J]. 橡胶科技市场, 2008, 6(11): 18-19.
- [7] 杨清芝. 现代橡胶工艺学[M]. 北京: 中国石化出版社, 2004.
- [8] 朱丽君, 胡立平. 轮胎制造过程中的“压缩率”研究[J]. 中国橡胶, 1996(7): 11-15.
- [9] 胡海明, 徐方鑫. 轮胎花纹排气场气体的流动性分析[J]. 橡胶工业, 2019, 66(11): 858-862.
- [10] 赵金龙, 刘贵鹏. 刺孔机在全钢子午线轮胎胎圈侧挤出工序中的应用[C]. “赛轮金宇杯”第19届中国轮胎技术研讨会论文集. 北京: 中国化工学会橡胶专业委员会、全国橡胶工业信息中心, 2016: 531.

收稿日期: 2022-09-14

Cause Analysis and Solution of Bead Bubble of Steel-belted Radial Tire

CHEN Weiyong, LI Hongwei, LI Hanqing

[TTA(Qingdao) Tire Technology Co., Ltd, Qingdao 266061, China]

Abstract: The causes of bead bubbles in the steel-belted radial tire were analyzed and the corresponding solutions were proposed. The results showed that optimizing the arrangement manner of the steel ring, strictly controlling the penetration transmittance of the bead, ensuring good exhaust of the mold in the bead position, strictly controlling the blending ratio of re-mixed rubber in the bead compound, ensuring the matching of the vulcanization rates of various compounds, adjusting the compression rate of the materials at the bead and optimizing the design of the end points of each component, the bead bubble problem could be effectively solved.

Key words: steel-belted radial tire; bead; bubble; causes; solution