

全钢载重子午线轮胎钢丝帘布剥离力影响因素的研究

谭云,洪剑,胡思芳,张超,刘金龙,张志坚

(八亿橡胶有限责任公司,山东 枣庄 277800)

摘要:研究全钢载重子午线轮胎钢丝帘布剥离力的影响因素。通过试验确定钢丝帘布优化压延条件为:钢丝帘线张力 1 085 N,压延速度 $<25 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$,压延辊积胶量 2~4 mm,锭子库房相对湿度 $<40\%$,锭子库房温度 高于室外温度2~3 $^{\circ}\text{C}$ 。采用剥离力高的胎体钢丝帘布的轮胎的耐久性能明显提高,使用寿命延长。

关键词:全钢载重子午线轮胎;钢丝帘布;剥离力;肩空;脱层;耐久性能

中图分类号:TQ330.38⁺9

文章编号:2095-5448(2023)12-0604-04

文献标志码:A

DOI:10.12137/j.issn.2095-5448.2023.12.0604



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

随着国家对交通运输行业重视程度的不断加大,公路运输独有的便捷性和及时性等优点被快速挖掘,使其成为城市间物流运输的主力。车辆在高速行驶时轮胎冠部生热较快,导致轮胎在使用中后期极易出现肩空、脱层等病象。与此同时,伴随着轮胎翻新行业的快速发展,消费者对轮胎产品的综合性能提出了更高的要求。

多年来,全钢载重子午线轮胎肩空、脱层作为主要理赔病象长期困扰着轮胎制造企业,理赔轮胎的持续增加给公司带来较大的经济损失,同时给品牌形象带来了较大的负面影响。为此,我公司成立了轮胎肩空、脱层问题专项攻关小组,通过提高钢丝帘线渗胶性能及粘合力方式,有效解决了该问题,使轮胎的使用寿命显著延长。其中,通过试验研究全钢载重子午线轮胎钢丝帘布剥离力的影响因素,并将钢丝帘布剥离力的专项检测办法用于钢丝帘布压延生产过程监控,现将相关情况介绍如下。

作者简介:谭云(1989—),男,山东枣庄人,八亿橡胶有限责任公司助理工程师,学士,主要从事全钢子午线轮胎工艺管理及工装研发设计工作。

E-mail:733411@qq.com

1 实验

1.1 主要原材料

未硫化的覆胶钢丝帘布和锦纶66浸胶帘布,自制。

1.2 主要设备和仪器

XLB-D500×500型平板硫化机,湖州东方机械有限公司产品;AI-7000M型电子拉力机,中国台湾高铁检测仪器有限公司产品。

1.3 试样制备

在未硫化的覆胶钢丝帘布上截取2片长100 mm、宽25 mm的样片,外侧将锦纶帘布分别与钢丝帘布准确贴合,玻璃纸沿未贴锦纶帘布的一侧钢丝帘布边缘准确贴合(以上操作必须带上干净手套,严禁用手直接接触,以保证样品对接面光滑、无水、无污染),将试样平放入模具中,平行盖上盖板,放入平板硫化机中硫化,硫化条件为150 $^{\circ}\text{C}$ /1.5 MPa×23 min。

1.4 钢丝帘布剥离力测试

采用电子拉力机对硫化试样进行剥离测试,拉伸速率为100 $\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$,得到拉力-伸长量曲线,去除曲线开头和结尾波动部分(约10%,根据波动情况取值),导出曲线中间平稳部分的拉力峰

值,取平均值即为钢丝帘布剥离力。

2 结果与讨论

2.1 钢丝帘布剥离力影响因素

2.1.1 钢丝帘线张力

钢丝帘线张力^[1-2]对钢丝帘布的性能起到非常重要的作用。在钢丝帘布压延时,应根据实际情况制定恰当的钢丝帘线张力标准。将牵引力设定为650 kg,对锭子架风压值进行调整,即风压值为0.030和0.038 MPa时,钢丝帘线张力分别为1 085和1 350 N。表1示出了钢丝帘线张力对钢丝帘布质量的影响。

表1 钢丝帘线张力对钢丝帘布质量的影响

项 目	钢丝帘线张力/N	
	1 085	1 350
压延质量	表面平整	覆胶饱满度低
裁断质量	无翘边现象	有翘边现象
剥离力/kN		
试样1	13.5	12.5
试样2	12.6	11.8
试样3	11.7	11.4
试样4	11.0	12.6
试样5	13.1	12.3
平均值	12.4	12.1

由表1可知:高张力状态下钢丝帘布的工艺性能较差,影响钢丝帘布压延质量和裁断质量;低张力状态下钢丝帘布的剥离力较高,且钢丝帘布表面平整,裁断时无翘边现象。钢丝帘布压延前降低单丝放线张力,钢丝帘线张力的波动会减小。通过提前释放钢丝帘线张力,可以降低钢丝帘线在帘布内的张力,不但可以提升钢丝帘布的物理性能,而且可以有效降低钢丝帘布裁断时翘头的概率,改善钢丝帘布压延过程中稀线和并线等现象。

2.1.2 压延速度

压延速度是钢丝帘布生产过程中的重要控制指标。我公司钢丝帘布压延速度小于 $25 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$,如果压延速度过大,生产效率高,但供胶质量不易控制,影响钢丝帘布的粘合、渗胶和厚度等指标;如果压延速度过小,则生产效率低。表2示出了压延速度对钢丝帘布质量的影响。

由表2可知,压延速度增大,钢丝帘布覆胶饱

表2 压延速度对钢丝帘布质量的影响

项 目	压延速度/ $(\text{m} \cdot \text{min}^{-1})$	
	<25	25~30
压延质量	表面平整	帘布覆胶饱满度低
剥离力/kN		
试样1	13.5	12.9
试样2	14.4	13.8
试样3	15.1	13.4
试样4	13.2	12.4
试样5	13.7	12.0
平均值	14.0	12.9

满度低,同时钢丝帘布剥离力降低,且在后续对钢丝帘布称量过程中发现部分钢丝帘布存在质量较小情况。分析认为:压延速度过大,胶料通过辊筒间隙的时间短,帘布渗胶性能下降,覆胶厚度不均匀;压延速度过小,生产效率下降,生产成本增加。由此可见,合理的压延速度是必要的,不同型号的钢丝帘线及不同特性的胶料,其压延速度设定应有所不同。

2.1.3 压延辊积胶量

四辊钢丝压延辊筒的间隙决定了压延后钢丝帘布质量的好坏^[3-5];钢丝帘线通过压延机2[#]和3[#]辊进行覆胶(见图1),辊间距离决定了压延帘布的厚度(公差一般为 $\pm 0.1 \text{ mm}$),因此2[#]和3[#]辊间积胶量的控制直接影响钢丝帘布的渗胶效果及钢丝帘线的排列。

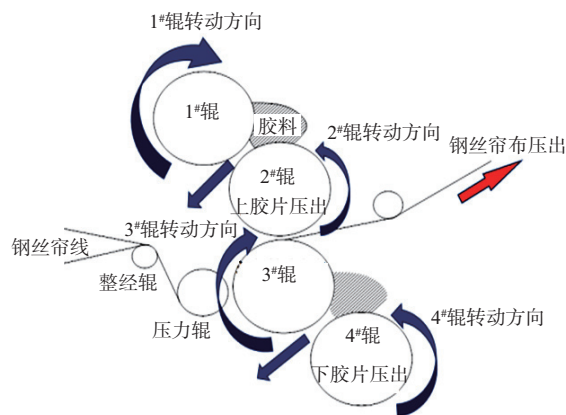


图1 四辊钢丝压延辊筒示意

表3示出了压延辊积胶量对钢丝帘布质量的影响。

由表3可知:2[#]和3[#]辊间积胶量小于2 mm时,钢丝帘布剥离力呈降低趋势,且帘布渗胶效果差,对覆胶钢丝帘布进行剥离发现,钢丝帘线表

表3 压延辊积胶量对钢丝帘布质量的影响

项 目	积胶量/mm	
	<2	2~4
压延质量	覆胶饱满度低	表面平整
剥离力/kN		
试样1	12.7	14.5
试样2	13.8	14.5
试样3	12.7	13.8
试样4	13.3	13.3
试样5	13.1	13.9
平均值	13.1	14.0

面光滑,无明显附胶;2[#]和3[#]辊间积胶量为2~4 mm时,钢丝帘线表面挂胶效果明显改善。分析认为,适当增加2[#]和3[#]辊间积胶量,对钢丝帘布渗胶效果提升显著。

2.1.4 锭子库房温度和湿度

压延过程对锭子库房温度和湿度要求极为严格。锭子库房湿度过大,钢丝帘线表面会生锈;室内外温差过大,钢丝帘线表面会结露,这都是造成钢丝帘布脱层的重要因素。

选取一段长10 m的钢丝帘布在不同相对湿度下存放30 min后进行钢丝帘布剥离力试验。相对湿度对钢丝帘布剥离效果的影响如表4所示。

表4 相对湿度对钢丝帘布剥离效果的影响

项 目	相对湿度/%		
	<40	40~60(不含)	60~80
露铜率/%	0	20	50
钢丝帘线状态	正常	正常	表面锈蚀
剥离力/kN			
试样1	12.9	12.9	4.9
试样2	13.2	8.9	6.1
试样3	13.7	11.5	4.9
试样4	12.5	14.5	4.8
试样5	12.8	10.5	11.8
平均值	13.0	11.7	6.5

由表4可知:相对湿度小于40%(合格)状态下,钢丝帘布质量较为稳定;相对湿度40%~60%状态下,钢丝帘布剥离力数值波动大,存在质量隐患;相对湿度60%~80%状态下,钢丝帘线表面已出现锈蚀(见图2),其钢丝帘布剥离力大幅度下降。分析认为,不适宜的温度和湿度,不仅影响钢丝帘布质量的稳定性,使轮胎使用寿命缩短,还存在重大安全隐患。因此,调节好锭子库房温度和湿度,使之达到规定的标准,是稳定钢丝帘布质量、延长轮

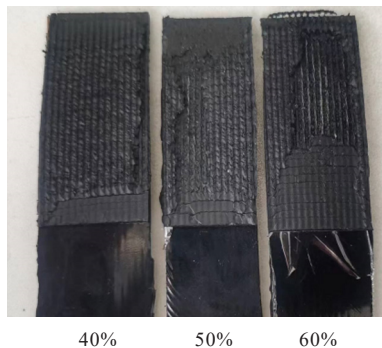


图2 不同湿度下剥离试样露铜状态

胎使用寿命的重要措施,也是日常质量管控需要坚持做好的一项基础工作。

由上述试验可以确定钢丝帘布优化压延条件为:钢丝帘线张力 1 085 N,压延速度 <25 m·min⁻¹,压延辊积胶量 2~4 mm,锭子库房相对湿度 <40%,锭子库房温度 高于室外温度 2~3℃。

2.2 成品轮胎耐久性能

采用优化压延条件生产的3×0.24/9×0.225CCST钢丝帘布用于12R22.5轮胎胎体进行生产,并对成品轮胎进行耐久性能试验,考察胎体钢丝帘布剥离力改善对成品轮胎耐久性能的影响。

成品轮胎耐久性能试验条件和结果分别见表5和6。

由表6可知,采用优化压延条件的胎体钢丝帘布的轮胎在耐久性能试验中累计行驶时间长,耐

表5 成品轮胎耐久性能试验条件

项 目	试验阶段						
	1	2	3	4	5	6	7
负荷率/%	65	85	100	110	120	130	140
行驶时间/h	7	16	24	10	10	10	至损坏

注:标准负荷为3 550 kg,试验速度为65 km·h⁻¹,充气压力为930 kPa,第4阶段后每行驶10 h负荷率增大10%,速度增大5 km·h⁻¹,直至轮胎损坏为止。

表6 成品轮胎耐久性能试验结果

项 目	优化前轮胎	优化后轮胎
钢丝帘布剥离力/kN	10.5	13.9
速度级别	L	L
累计行驶时间/h	74.38	79.85
试验结束时轮胎状况	上模胎肩局部裂开	冠部局部鼓包

久性能明显提高,在相同的花纹深度下,具有更长的行驶里程和使用寿命。

3 结语

采用钢丝帘布剥离试验有效评价钢丝帘布压延工艺过程特性,如钢丝帘布自粘性、钢丝帘布间粘合性、钢丝帘布硫化后粘合性,可以更有效地反映出钢丝帘线与轮胎胶料的粘合性能。提高胎体钢丝帘布剥离力可以提高成品轮胎的耐久性能,有效保证轮胎中后期的使用性能。

参考文献:

- [1] 钟荣. 钢丝帘布质量指标的在线预测与选控图的应用[D]. 广州:华南理工大学,1999.
- [2] 谢雄春,王文浩. 钢丝帘布压延质量与压延速度及帘线张力的关系[J]. 轮胎工业,2002,38(7):26-28.
- [3] 朱立新,冯兴林,徐海涛,等. 3+9+15×0.225ST钢丝帘线在全钢载重子午线轮胎胎体中的应用[J]. 橡胶工业,2022,69(12):921-925.
- [4] 魏兵. 浅析设备对钢丝压延帘布质量的影响[J]. 橡塑技术与装备,2012(1):30-33.
- [5] 程继强. 压延钢丝帘布常见问题及控制[J]. 橡胶科技,2021,19(11):551-554.

收稿日期:2023-08-18

Study on Influencing Factors of Peeling Force of Steel Cord Fabric in All-steel Truck and Bus Radial Tire

TAN Yun, HONG Jian, HU Sifang, ZHANG Chao, LIU Jinlong, ZHANG Zhijian

(Bayi Rubber Co., Ltd, Zaozhuang 277800, China)

Abstract: The factors influencing the peeling force of steel cord fabric in all-steel truck and bus radial tires were studied. Based on the experimental test results, the optimal calendaring conditions of the steel cord fabric were as follows: the tension of the steel cord was 1 085 N, the calendaring speed was less than $25 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$, the compound accumulation between calender rolls was 2~4 mm, the relative humidity of the spindle warehouse was controlled below 40%, and the temperature of the spindle warehouse was monitored around $2 \sim 3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ higher than the outdoor temperature. The tires with high peeling force carcass steel cord fabric had significantly improved durability and extended service life.

Key words: all-steel truck and bus radial tire; steel cord fabric; peeling force; shoulder space; delamination; durability

高性能炭黑/天然橡胶纳米复合湿法母胶 关键技术国际领先

近日,由青岛黑猫新材料研究院有限公司和北京化工大学共同完成的“高性能炭黑/天然橡胶纳米复合湿法母胶关键技术开发”项目通过了由中国石油和化学工业联合会组织的科技成果鉴定。鉴定委员会一致认为,该技术具有自主知识产权,居国际领先水平,建议加大推广应用力度。

据介绍,乳液复合技术制备高性能湿法母胶的开发目的是提高纳米尺度的炭黑在橡胶中的分散度,并起到调控界面作用。北京化工大学先进弹性体材料研究中心持续开展液相纳米复合技术攻关,在基础研究和材料设计与开发上取得了一

系列成果。青岛黑猫新材料研究院有限公司自2018年开始与北京化工大学联合攻关,在山东玲珑轮胎股份有限公司的支持下,开发了一种独特的纳米炭黑-天然胶乳体系的共絮凝-脱水-干燥技术,并在过程中进行了界面调控、网络结构优化、门尼粘度调控,同时开发了相关装备与工艺,实现了高分散性的炭黑/天然橡胶纳米复合湿法母胶高效、低污、低损制备,建成了规模化连续生产示范线,设计和开发了应用配方和工艺,具有低混炼能耗、高强度和低生热优势,已在轮胎、矿用机械制品、减/隔振制品等领域得到推广应用。该技术共获授权专利8项,公开发明专利5项。

(摘自《中国化工报》,2023-11-10)