

钢丝帘布剥离力的影响因素分析

程继强, 李凤威, 郑艳, 薛丹

(陕西延长石油集团橡胶有限公司, 陕西 咸阳 712000)

摘要: 对比分析不同结构及工艺条件下钢丝帘布的剥离力。结果表明: 5×0.35 HI 钢丝帘布剥离力明显高于 $3 \times 4 \times 0.22$ HE 钢丝帘布; 适当增大钢丝帘布的覆胶厚度有利于提高胶料在钢丝帘线中的渗透性能; 随着压延速率的增大, 钢丝帘布剥离力呈降低趋势; 使用高门尼粘度胶料压延的钢丝帘布剥离力明显低于使用低门尼粘度胶料压延的钢丝帘布。

关键词: 全钢载重子午线轮胎; 钢丝帘布; 压延; 剥离力

中图分类号: U463.341⁺.3/.6; TQ330.38⁺9

文献标志码: A

文章编号: 1006-8171(2020)07-0441-03

DOI: 10.12135/j.issn.1006-8171.2020.07.0441



OSID 开放科学标识码
(扫码与作者交流)

全钢载重子午线轮胎胎体、带束层及钢丝胎圈包布帘布均由钢丝帘线与橡胶经压延覆胶制成。钢丝帘线与橡胶的粘合性能是钢丝帘线和轮胎生产厂家特别关注的问题。单根钢丝帘线与胶料的粘合力是钢丝帘线入厂检验及钢丝粘合胶检测的重点项目^[1]。此外, 钢丝帘线覆胶后的钢丝帘布剥离力可以再次验证胶料与钢丝帘线的粘合性能, 更有效地反映出钢丝帘线与轮胎胶料的粘合性能。

全钢载重子午线轮胎使用过程中出现的肩空、冠空、胎圈空等质量缺陷严重影响着轮胎的使用性能, 而这些缺陷的产生往往与轮胎主要骨架材料与橡胶的粘合情况密不可分。其中, 钢丝帘线与胶料的粘合力大于胶料之间的粘合力是最理想的结果, 但实际情况并非完全如此, 需深层次地研究各种因素对钢丝帘布剥离力的影响程度, 以进一步提高轮胎产品质量。本工作研究钢丝帘布剥离力的影响因素。

1 实验

1.1 试验样品

覆胶钢丝帘布。

作者简介: 程继强(1984—), 男, 甘肃会宁人, 陕西延长石油集团橡胶有限公司工程师, 学士, 主要从事轮胎生产工艺管理工作。

E-mail: ycsylt2010@126.com

1.2 主要设备和仪器

XLB-D型平板硫化机, 湖州宏侨橡胶机械有限公司产品; VCS-2000型电子拉力机, 中国台湾高铁检测仪器有限公司产品。

1.3 试验方法

1.3.1 试样制备

在钢丝帘布上截取2块长200 mm、宽25 mm的矩形帘布(矩形长边方向为帘线方向), 要求钢丝帘布表面平整、清洁、无异物、无污染; 另取一张长60 mm、宽45 mm的玻璃纸, 并将45 mm一边与帘布长边对齐, 60 mm一边绕帘布宽边缠绕在帘布上, 然后将两块帘布贴合成剥离试片, 确保试片平整无明显翘起, 两层之间无明显存气。

1.3.2 硫化条件和试验条件

钢丝帘布硫化条件为: $151\text{ }^{\circ}\text{C}/0.35\text{ MPa} \times 20\text{ min}$ 。

钢丝帘布剥离力采用电子拉力机测试, 拉伸速率为 $150\text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

2 结果与讨论

2.1 不同结构钢丝帘布的剥离力

钢丝帘线的结构设计及生产工艺已经赋予其橡胶渗透性能, 钢丝帘布剥离力可以表征不同结构钢丝帘线的胶料渗透性能。本工作测试了 5×0.35 HI 和 $3 \times 4 \times 0.22$ HE 两种钢丝帘布的剥离

力,结果见表1。

表1 $5 \times 0.35\text{HI}$ 和 $3 \times 4 \times 0.22\text{HE}$ 钢丝帘布的剥离力

项 目	钢丝帘线结构	
	$5 \times 0.35\text{HI}$	$3 \times 4 \times 0.22\text{HE}$
压延密度/(根 $\cdot\text{dm}^{-1}$)	40	40
压延厚度/mm	1.7	1.7
剥离力/N		
检测值1	329	265
检测值2	416	263
检测值3	322	303
检测值4	296	199
检测值5	332	274
检测值6	332	257
检测值7	341	303
检测值8	321	204
检测值9	340	287
检测值10	336	287
平均值	337	264

从表1可以看出,在压延密度和厚度相同的条件下, $5 \times 0.35\text{HI}$ 钢丝帘布剥离力明显大于 $3 \times 4 \times 0.22\text{HE}$ 钢丝帘布。 $5 \times 0.35\text{HI}$ 和 $3 \times 4 \times 0.22\text{HE}$ 钢丝帘线都用于全钢载重子午线轮胎带束层保护层,单从钢丝帘布剥离力方面考虑, $5 \times 0.35\text{HI}$ 钢丝帘布性能明显优于 $3 \times 4 \times 0.22\text{HE}$ 钢丝帘布。这一结论也验证了 $5 \times 0.35\text{HI}$ 钢丝帘线具有良好的胶料渗透性能,与其设计初衷相吻合。在轮胎设计中以 $5 \times 0.35\text{HI}$ 钢丝帘线替代 $3 \times 4 \times 0.22\text{HE}$ 钢丝帘线用于带束层保护层,有利于减少轮胎肩空和冠空缺陷。

2.2 不同压延厚度钢丝帘布的剥离力

帘布压延厚度的设计需要同时考虑帘布的加工稳定性、轮胎性能和制造成本,帘布压延厚度小可节约成本,但既不利于帘布压延过程控制又不利于层间粘合;帘布压延厚度太大则不利于轮胎成本控制。本工作选取 $3+9 \times 0.22+0.15$ 钢丝帘线,测试压延厚度分别为2.10和2.25 mm的钢丝帘布的剥离力,结果见表2。

从表2可以看出,在压延密度相同的条件下,压延厚度分别为2.10和2.25 mm的 $3+9 \times 0.22+0.15$ 钢丝帘布剥离力不同,压延厚度为2.25 mm的钢丝帘布剥离力高于压延厚度为2.10 mm的钢丝帘布。这表明适当增大钢丝帘布的覆胶厚度有利于提高胶料在钢丝帘线中的渗透性能。

表2 不同压延厚度的 $3+9 \times 0.22+0.15$ 钢丝帘布的剥离力

项 目	压延厚度/mm	
	2.10	2.25
压延密度/(根 $\cdot\text{dm}^{-1}$)	70	70
剥离力/N		
检测值1	353	474
检测值2	368	320
检测值3	382	361
检测值4	369	403
检测值5	262	357
检测值6	367	430
检测值7	428	356
检测值8	333	431
检测值9	271	285
检测值10	415	305
平均值	353	372

2.3 不同压延速率钢丝帘布的剥离力

压延速率关系到帘布的生产效率和帘布质量,压延速率小更容易控制帘布质量,但生产率低;压延速率大可提高生产效率,但既不利于过程控制又不利于帘布覆胶。因此,合理选取钢丝帘布的压延速率尤为重要。本工作选取 $3+8 \times 0.33\text{HT}$ 钢丝帘线,测试压延速率分别为8,18和28 $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ 所生产的钢丝帘布剥离力,结果见表3。

从表3可以看出,随着压延速率的增大,钢丝帘布剥离力呈降低趋势。分析认为,压延速率增大,钢丝帘布在压延辊筒处的受力时间缩短,同时上下胶片会有轻微的减薄,因此对钢丝帘布密实程度产生一定影响。压延速率提高时需要考虑采用其他辅助措施来提高胶料在钢丝帘布中的渗透性能。

表3 不同压延速率所生产的 $3+8 \times 0.33\text{HT}$ 钢丝帘布的剥离力

项 目	压延速率/($\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$)		
	8	18	28
压延密度/(根 $\cdot\text{dm}^{-1}$)	45	45	45
压延厚度/mm	2.4	2.4	2.4
剥离力/N			
检测值1	413	351	296
检测值2	360	357	338
检测值3	377	324	307
检测值4	308	308	304
检测值5	342	329	336
平均值	360	334	316

2.4 胶料门尼粘度对钢丝帘布剥离力的影响

在钢丝帘布压延工艺中,胶料的门尼粘度对工艺过程控制及钢丝帘布质量起到非常重要的作用^[2],钢丝帘布压延过程需要在辊筒压力作用下将胶料与钢丝帘线挤压复合到一起,胶料应尽可能多地渗入到钢丝帘线内部,与钢丝帘线紧密结合,胶料的门尼粘度太高或太低都不利于胶料渗透到钢丝帘线中。本工作选取 $3\times 0.20+6\times 0.35$ HT钢丝帘线,测试压延胶料门尼粘度为80~85和90~95的钢丝帘布的剥离力,结果见表4。

从表4可以看出,使用高门尼粘度胶料压延的钢丝帘布剥离力明显低于使用低门尼粘度胶料压

延的钢丝帘布,这与预期相符。分析认为,在压延工艺中,提高胶料的门尼粘度可以增大胶料与钢丝帘线复合的挤压力,但胶料门尼粘度过高会导致其流动性降低,从而降低了胶料在钢丝帘线中的渗透性能,表现为钢丝帘布剥离力降低。

3 结语

在现有胶料配方和现行压延工艺条件下,对比分析钢丝帘线规格、钢丝帘布压延厚度、压延速率及胶料门尼粘度对钢丝帘布剥离力的影响,通过测试钢丝帘布剥离力可以指导钢丝帘布压延工艺。本工作只进行了初步分析,各方案的检测数据有限,在今后验证分析中还需进一步加大检测数据量,同时可以探索钢丝帘布剥离力与其他压延工艺控制项目的相关性。此外,本工作只针对实验室数据进行了初步分析,还未进行市场使用跟踪,后续工作中将进一步探索钢丝帘布剥离力对成品轮胎机床试验性能以及市场使用性能的影响,将钢丝帘布剥离力测试更大程度地应用于轮胎设计和制造过程中。

参考文献:

- [1] 沈元美,张毓滨. 钢丝帘线检测常见问题分析[J]. 轮胎工业,2018,38(3):135-140.
- [2] 孙学红,程鹏飞,徐胜凯,等. 全钢载重子午线轮胎带束层胶料损坏原因分析及配方优化[J]. 橡胶工业,2018,65(2):186-189.

收稿日期:2020-02-16

表4 不同压延胶料门尼粘度的 $3\times 0.20+6\times 0.35$ HT
钢丝帘布的剥离力

项 目	门尼粘度[ML(1+4)100℃]	
	80~85	90~95
压延密度/(根·dm ⁻¹)	60	60
压延厚度/mm	2.2	2.2
剥离力/N		
检测值1	271	274
检测值2	280	260
检测值3	287	262
检测值4	297	257
检测值5	274	236
检测值6	302	217
检测值7	283	242
检测值8	274	253
检测值9	269	219
检测值10	280	242
平均值	282	246

Analysis of Factors Affecting Adhesion between Steel Cord and Rubber Compound

CHENG Jiqiang, LI Fengwei, ZHENG Yan, XUE Dan

(Shanxi Yanchang Petroleum Group Rubber Co., Ltd, Xianyang 712000, China)

Abstract: The stripping force of steel cord under different structure and process conditions was analyzed. The results showed that the stripping force of 5×0.35 HI steel cord was significantly higher than that of $3\times 4\times 0.22$ HE steel cord. The permeability of the compound in the steel cord could be improved by increasing the calendered compound thickness. The stripping force of steel cord was reduced with the increase of calendering speed. The stripping force of the steel cord with high Mooney viscosity compound was significantly lower than that of the steel cord with low Mooney viscosity compound.

Key words: truck and bus radial tire; steel cord; calendering; stripping force