

结构设计

11.00—20 18PR 轮胎胎圈早期爆破原因分析及解决措施

阎凤山 张庆芬 路金英 张伟京

(河北轮胎厂 054019)

摘要 在胎体层数不变的前提下,改变成型结构,采用三钢丝圈代替双钢丝圈,提高胎圈底部材料的压缩率,合理调整配方,以及完善加工工艺,是解决 11.00—20 18PR 轮胎胎圈早期爆破质量问题的关键。

关键词 胎圈,早期爆破

近年来,我厂通过采用新型骨架材料、技术改造等一系列措施,对轮胎进行了优质轻量化改进,使肩空、脱层等质量问题得以解决,但载重轮胎在使用中出现了胎圈早期爆破,使用寿命下降及轮胎早期报废(退赔量占轮胎总退赔量的 50%左右)等新问题。对此,对胎圈爆破较为严重的 11.00—20 18PR 轮胎进行了攻关,找出了产生这一质量问题的主要原因及影响因素,并采取了相应的措施,使问题得到了较好地解决。

1 对胎圈爆破特征的分析

对胎圈爆破轮胎进行检查。经解剖研究发现,爆破的主要特征是胎圈部位帘布复合材料与钢丝剥离,帘布脱层、断裂,磨坏内胎及胎体爆破。爆破部位由内向外延伸,胎里裂口大,胎侧裂口小,帘线断头变硬,胶料发脆,钢丝圈裸露、松散,部分钢丝刺出,有的未坏部位包布出现磨痕。

通过深入用户跟踪调查,发现轮胎在高速、严重超载、缺气、长时间连续行驶的条件下发生胎圈爆破。根据对胎圈爆破特征的分析,认为在动态条件下,胎圈复合材料间产生高频剪切应力及胎圈与轮辋的摩擦移位,从而导致材料内部产生滞后损失及摩擦生热。而此处散热条件差,热量不断积聚,材料温度

升高,材料间的粘合强度随之急剧下降。当材料间的粘合强度低于其间的剪切应力时,则出现剥离脱空及相互摩擦,从而加剧了材料间的热积聚和温升。此时胶料在热作用下发生热老化,致使钢丝脱胶露铜,部分钢丝松散。由于胎圈内侧温度高,因此,内部帘线先断裂,且部位逐渐扩大进而咬蚀内胎,致使其爆破。此时应力集中于未断裂的部位,导致胎体爆破。

2 胎圈爆破影响因素

从轮胎结构、配方、工艺三方面分析胎圈爆破的影响因素。

2.1 轮胎结构

2.1.1 H_1/H_2 值

由于轻量化前的 11.00—20 18PR 轮胎模型尺寸为小轮廓,因此在保留原模具的基础上对胎体进行减层:用厚度为 1.18mm 的 8 层 2100dtex/2 尼龙帘布,代替厚度为 1.16mm 的 10 层 1870dtex/2 尼龙帘布;同时缓冲层用厚度为 1.30mm 的 2 层 930dtex/2 尼龙帘布代替厚度为 1.50mm 的 2 层 1400dtex/2 尼龙帘布;基部胶厚度减薄 1.00mm。因此,轻量化后,胎冠、胎侧及胎圈材料总厚度分别减薄了 3.56mm,2.16mm,4.36mm,成型结构为 3-3-2。通过绘制外胎

材料分布图,发现在模具不变的情况下,外胎的 H_1/H_2 值偏小,水平轴相对下移,加之在高速、超载、缺气、长时间行驶的动态条件下,胎圈承受的负荷增大,材料间剪切应力及摩擦力不断增大,从而加速了生热与热积聚,使材料温度升高,强度下降,胎圈出现早期损坏。

2.1.2 胎体刚性

11.00-20 18PR 轮胎轻量化后,胎体减薄,刚性降低,下沉量增加了12%左右。因此,当轮胎在高速、超载、缺气条件下行驶时,下沉量大幅度增加,各部位应力增大,特别是胎圈部位材料间的剪切应力急剧增大,加速了胎圈部位的生热,最终导致胎圈早期损坏。

2.1.3 胎圈底部材料压缩率

胎圈底部材料的压缩率取值一般为0—5%。轻量化前,胎体层数多,胎圈刚性大,材料间的剪切变形小。对此主要考虑减小钢丝圈的张力,压缩率取值较小,约为1%。轻量化后,胎体减薄,刚性降低,胎圈部位应力增大,而压缩率未变,所以底部材料偏厚,致密度及弹性模量偏低,动态条件下,进一步增大了胎圈复合材料间的剪切应力,导致材料生热增加,温度升高,胎圈易损坏。

2.2 配方设计

2.2.1 配方设计与结构设计的配合

大规格高层级轮胎的轻量化,胎体都是采用直径大、模量高的帘线,从而达到减薄胎体、降低成本的目的。结构设计采取轻量化后,如果配方设计中各部位胶料的定伸应力匹配不当,会相对地减弱轮胎各部位的刚性,动态条件下轮胎所承受的应力增大,致使轮胎的使用寿命缩短。

2.2.2 胎圈胶料性能

轮胎轻量化后,若胎圈胶料性能没有随着钢丝圈所受的伸张、压缩应力及钢丝圈断面胶料层间剪切应力的增加而及时调整,轮胎各部位胶料的定伸应力就显得偏低了。特别是胎体胶料定伸应力低,刚性差,从而增加

了胎圈的应力;加之原胎圈胶料的硬度、定伸应力偏低,胎圈刚性就更显不足,从而使剪切应力、摩擦生热增大。若钢丝与胶的粘合不理想,胶与钢丝就会由于早期摩擦生热而剥离,从而使胎圈有爆破的危险。

2.2.3 钢丝圈钢丝

某些国产钢丝强度低,延伸性、扭转性差,平直度低,内应力大,造成胎圈强度低、变形大。理论计算钢丝圈安全倍数约为7倍,而实际水压爆破只有4倍左右。若钢丝镀铜不均匀,钢丝表面油污较严重,处理又不干净,则降低了胶与钢丝的粘合力。

2.3 生产工艺

2.3.1 裁断角度

11.00-20 18PR 轮胎帘布裁断角度的设计,既要考虑胎体安全倍数,又要尽量提高胎体刚性。在权衡上述两方面的基础上,认为裁断角度为30.5°较合理。在假定伸张值一定的条件下,裁断角度工艺误差一般取为 $\pm 0.5^\circ$ 。通过计算得出此规格轮胎裁断角度变化1°,则胎冠帘线角度将随之变化1.8°左右,帘线实际伸张长度相应变化36mm左右。因此,在假定伸张值一定的条件下,裁断角度小于允许公差范围值时,胎体刚性下降,动态条件下,胎圈内部应力增大;相反,裁断角度偏大,使帘线实际伸张值增大,处于过度伸张状态,硫化时出现钢丝圈上抽,张力增大,即使在正常状态下使用,胎圈也会损坏。

2.3.2 胶帘布大头小尾布筒过窄偏歪

胶帘布裁断时,胶帘布大头小尾、过窄,或在成型时布筒上歪,均造成胎圈材料分布过渡不均匀,在动态条件下,胎圈产生局部应力集中,导致胎圈早期损坏,轮胎使用寿命降低。

2.3.3 帘布筒周长过小

在假定伸张值一定的情况下,帘布筒周长过小,造成布筒帘线在成型时的伸张过大,胎坯在定型、硫化过程中,帘线处于过分伸张状态,对钢丝圈产生过大拉力,导致钢丝圈上

抽,断面形状改变,初始应力增加,在动态条件下,胎圈所受应力进一步增大,导致胎圈早期损坏。

3 解决措施

综合结构、配方、工艺三方面的影响因素,提出相应的解决胎圈爆破的措施。

3.1 轮胎结构

将钢丝圈结构由每层 8 根、10 层双钢丝圈,改为每层 5 根、11 层三钢丝圈,并将钢丝圈底部材料压缩率提高到 4%左右,从而使轮胎钢丝圈直径减小了 3mm,下沉量降低了 6%左右,钢丝圈强度提高 4%。通过对结构的改进,一、提高了钢丝圈包布的接触面积,增加了钢丝圈与包布的粘合强度;二、大大提高了钢丝圈本身的强度及刚性;三、减小了钢

丝圈断面橡胶层间的剪切应力;四、弥补了钢丝本身的质量缺陷;五、减少了钢丝圈包布层数,进一步提高了胎圈部位的压实程度。从而提高了胎圈质量。

3.2 配方设计

为了适应轮胎轻量化的要求,加强胎圈部位的刚性与强度,在配方设计方面进行了相应的改进。

- (1)提高三角胶芯胶的硬度,邵尔 A 型硬度由原来的 65 度左右提高到 75 度左右。
- (2)对钢丝胶进行相应的调整,在钢丝胶中使用细粒子再生胶,增加胶料与钢丝的粘合性,减少了钢丝漏铜现象。
- (3)改进帘布胶,提高了胶料的定伸应力。配方改进前后胶料的物理机械性能见附表。

附表 胶料物理机械性能对比

	缓冲胶				外层胶				内层胶			
	老配方		新配方		老配方		新配方		老配方		新配方	
硫化条件,137℃×min	30	40	30	40	30	40	30	40	30	40	30	40
拉伸强度,MPa	25.0	24.8	25.3	24.2	26.0	25.8	25.2	25.3	24.6	24.2	25.1	24.5
扯断伸长率,%	540	520	540	500	620	600	590	578	640	648	580	540
300%定伸应力,MPa	9.7	9.8	11.2	11.9	6.8	7.2	9.1	9.0	5.7	5.6	7.9	8.0
邵尔 A 型硬度,度	62	62	64	63	60	61	61	60	58	59	60	61
扯断永久变形,%	24	20	19	18	25	21	23	19	20	20	17	16
撕裂强度,kN·m ⁻¹	110.5	115.6	108.4	116.0	115.2	122.8	108.0	103.4	103.1	110.4	101.0	100.5
回弹值,%	52	—	53	—	50	—	51	—	55	—	54	—
H 抽出力,N	143.3	131.8	161.0	162.0	141.0	133.3	150.0	153.3	123.8	137.6	127.0	139.5
老化系数(100℃×24h)	0.61	0.71	0.63	0.71	0.52	0.61	0.75	0.72	0.67	0.71	0.64	0.83

由以上数据分析可见,配方改进后的胶料,除扯断伸长率有所下降外,其它性能均有不同程度的提高。由于帘布胶的定伸应力、三角胶芯胶的硬度及钢丝胶的粘性提高,使得胎体与胎圈部位的刚性和强度相应增强,从而满足了轮胎轻量化的要求,降低了胎圈材料间的剪切变形,提高了胎圈质量。

3.3 生产工艺

(1)在现有国产压延设备条件下,尽量提高压延张力,减少压延胶帘布边密及出兜现象,提高压延胶帘布质量。

- (2)减少裁断时胶帘布的大头小尾,避免裁断角度超出公差范围。
 - (3)将原滑动铁针指示裁断改为光标指示裁断,以减少由于看不清所造成的工艺误差,提高裁断角度的精度。
 - (4)贴合过程中,对每个帘布筒划中心线,保证成型时帘布筒不偏歪,从而使胎圈部位材料均匀过渡。
 - (5)确定贴合帘布筒周长时,对第 1 个帘筒进行自检,确定其是否符合施工标准;若不
- (下转第 221 页)

(上接第 213 页)

符合,应重新调整,直至达到施工标准要求。

除采取上述措施外,我厂还特别设置了科级质量总监,配合检验员跟班检查,确保半成品和成品的质量。

4 效果

通过采取上述措施,彻底解决了 11.00—20 18PR 轮胎胎圈早期爆破问题。一年

多来,通过销售和售后服务部门的信息反馈,证明改进后的轮胎在使用中未出现因胎圈爆破造成的质量问题。11.00—20 18PR 轮胎被用户称作“质量信得过产品”。采取上述措施后,我厂减少经济损失 20 多万元。随着质量的提高,巩固和扩大了销售市场,1993 与 1992 年相比,销售量提高了 41.4%,创利税 245.7 万元。

1994 年全国轮胎技术研讨会论文