



载重斜交轮胎折断线原因分析及改进措施

何红卫 李 豪 刘文民

(风神轮胎股份有限公司 焦作 454003)

摘要:针对目前载重斜交轮胎出现的折断线问题,通过对 9.00-20-16PR、10.00-20-16PR 各两种品牌轮胎模拟超载、低气压的使用条件和 9.00-20-18PR 轮胎耐久前后物理机械性能的对比,分析造成这一问题的主要原因:即超载低气压高速长距离行驶。从轮胎结构设计、施工设计、配方设计、生产设备等方面提出了几点改进措施。

关键词:载重斜交轮胎;折断线;超载;气压;结构设计;施工设计;配方设计

随着我国公路条件的不断改善,高等级公路的飞速发展和公路运输管理体制的变革,使轮胎的使用条件发生了变化,对轮胎的使用性能提出了更高要求,超载、低气压、高速、长距离行驶的现象十分普遍,斜交轮胎的损坏形式也由过去常见的肩空肩裂发展为更多更复杂的损坏形式,其中轮胎折断线就是其中一种,而且在退赔胎总数中所占的比率较大。在严重超载地区,轮胎折断线损坏比率占到总损坏率的 50% 以上,而在超载不严重的地区折断线就比较少。轮胎出现折断线后,折断部位在轮胎运转时与内胎反复咬合,最后夹破内胎,气压下降,导致车辆停止运行。在时间就是效益的现代社会,由于更换轮胎造成时间的耽误,给运输单位造成了一定的经济损失,同时,轮胎大量的折断线也给轮胎制造企业背上了沉重的经济负担。

1 产生折断线位置及特征

折断线部位一般位于轮胎胎圈上部 50~80mm 范围内的帘布反包端点处,先从内层开始,产生初期表现为帘布反包端点松动,松动扩大继

而与胎体逐渐脱开,脱开后的轮胎胎体在轮胎行驶过程中在集中负荷下反复压缩变形最后导致帘线折断。表现为该处胎体帘布层松散断开,断口处帘线呈毛边,没有烧焦痕迹,即无熔融现象。

2 使用原因分析

2.1 严重超载

我公司曾派员调查了山西地区轮胎的实际使用情况,大同地区是我国运输超载最严重的地区之一,该地煤碳资源丰富,开采量大,而且一半以上靠公路向外运输,运输车辆全部超载,个体车辆和承包车辆超载现象更为严重,通过加高货箱挡板高度和增多汽车钢板弹簧片的数量来达到超载的目的,一般车辆都要超载 100% 以上。例如斯太尔货车,车箱挡板原高 620mm,加两层挡板后高达 1390mm,挡板边缘再堆 300mm 高的碳块,然后再堆成锥形,这样主车加拖车额定载荷 35t 载重量超载后达到 80~90t,即最高达到额定载荷的 260%,对于斜交轮胎,轮胎负荷约 15% 由胎体本身承担,严重超载造成了轮胎的使用寿命大大降低,据报道,轮胎超载 20% 时行驶里程将下降 35% 以上,当负荷超过 50% 时行驶里程将下降 60% 以上,负荷超过 100% 时,其行驶里程会降低 80% 以上,超载使轮胎下沉量加大,最大变形下

作者简介:何红卫(1972—)男,河南轮胎股份有限公司助理工程师,主要从事斜交轮胎的结构设计及工艺管理工作。

移,增加了下胎侧的变形。轮胎的静负荷性能是在一定的充气压力条件下负荷与轮胎变形的关系,它表征了轮胎承受负荷的能力。我们对社会上用量较大的 9.00-20-16PR 和 10.00-20-16PR 两种规格轮胎分别做 100%、150% 和 200% 负荷下的静负荷性能试验,来说明超载对轮胎变形的影响,试验结果见表 1。

试验结果表明,当负荷增加时断面宽下沉量显著增加。200% 负荷下的下沉率:两个厂牌的 9.00-20-16PR 和 10.00-20-16PR 最大分别达到了 26.7% 和 21.7%,而一般认为下沉率为 10%~12% 较为合适,如果下沉率过大,则说明轮胎在大变形下工作,会缩短轮胎的使用寿命。从评价轮胎承载能力的硬度系数来看,两规格的硬度系数分别从 100% 负荷下最小的 0.65、0.69 达到 1.04 和 1.12,表明承载能力很大一部分由胎体材料来承担,而胎体材料本身的强度是有限的。

表 1 不同负荷下轮胎静负荷性能试验结果

试验条件	项目	9.00-20-16PR		10.00-20-16PR	
		A 厂牌	B 厂牌	A 厂牌	B 厂牌
标准 气压下 100% 负荷	断面宽/mm	266	279	290	286
	下沉量/mm	31.3	43.7	33.1	38.5
	静半径/mm	474.7	467.7	496.5	488.1
	下沉率/%	12.6	17.2	12.0	14.1
	接地面积/mm ²	447	514	471	533
标准 气压下 150% 负荷	硬度系数	0.71	0.65	0.79	0.69
	断面宽/mm	274	290	302	292
	下沉量/mm	44.9	53.0	44.8	44.6
	静半径/mm	460.8	458.4	484.8	482
	下沉率/%	18.0	20.8	16.3	16.4
标准 气压下 200% 负荷	接地面积/mm ²	554	596	592	614
	硬度系数	0.86	0.84	0.94	0.90
	断面宽/mm	283	299	308	303
	下沉量/mm	56.37	68.0	56.5	59.3
	静半径/mm	449.3	443.4	473.1	467.3
200% 负荷	下沉率/%	22.6	26.7	20.5	21.7
	接地面积/mm ²	614	646	661	709
	硬度系数	1.04	1.03	1.12	1.04

表 2 静负荷性能试验的充气压力和负荷

规格	9.00-20-16PR		10.00-20-16PR	
	A 厂牌	B 厂牌	A 厂牌	B 厂牌
气压 kPa	880	840	810	810
100% 负荷/kg	2800		3000	
150% 负荷/kg	4200		4500	
200% 负荷/kg	5600		6000	

2.2 低气压行驶

社会上广泛存在轮胎低压行驶现象,斜交轮胎使用气压要比标准气压低 12%~25%。对于斜交轮胎来说,负荷的 85% 由轮胎气压来承担,气压是轮胎的生命,气压不足轮胎变形大,生热高,滚动阻力大,缺气行驶在很短时间内就能造成帘线折断。气压过低一方面是轮胎用户不按轮胎的标准气压充气,往往使轮胎达不到相应的标准气压,另一方面由于现在运输多为长时间长距离,司机为了争取时间,往往不及时补气。米其林公司在其产品介绍中称,轮胎超载 20% 或内压下降 20%,轮胎寿命会下降 30%,内压不足等于超载。我们对两种规格轮胎在 70% 气压,标准载荷下和 70% 气压,200% 载荷下做轮胎的静负荷性能试验,试验结果见表 3。从试验结果来看,当试验负荷为标准负荷,充气压力为标准气压的 70% 时,9.00-20-16PR A 厂牌和 B 厂牌的最大下沉率为 16.1% 和 19.7%,分别比标准气压下增加 27.7% 和 14.5%;10.00-20-16PR A 厂牌和 B 厂牌的最大下沉率为 14.4%,分别比标准气压下增加 20% 和 2.1%。当充气压力为标准气压的 70%,200% 负荷时,9.00-20-16PR A 厂牌和 B 厂牌的最大下沉率为 34.8% 和 29.9%,分别比标准气压下增加 196% 和 68%;10.00-20-16PR A 厂牌和 B 厂牌的最大下沉率为 25.1% 和 25.5%,分别比标准气压下增加 109% 和 81%。所以在低气压下再加上超载,将大大降低轮胎的使用寿命

表 3 不同试验负荷及充气压力下的
轮胎静负荷试验结果

试验条件	项目	9.00-20-16PR		10.00-20-16PR	
		A 厂牌	B 厂牌	A 厂牌	B 厂牌
70% 气压下 100% 负荷	下沉量/mm	40	49.8	39.5	39.3
	静半径/mm	465	460.3	489.4	487.8
	下沉率/%	16.1	19.7	14.4	14.4
	接地面积/mm ²	530	585	536	553
	硬度系数	0.85	0.81	0.69	0.95
70% 气压下 200% 负荷	下沉量/mm	71.7	88.2	69.1	69.6
	静半径/mm	433.3	421.9	459.8	457.5
	下沉率/%	34.8	28.9	25.1	25.5
	接地面积/mm ²	664	608	710	739
	硬度系数	1.36	1.12	1.48	1.42

2.3 高速长距离行驶

随着我国公路条件的逐步改善,车速也在逐

渐提高,过去一般 40~60km/h,现在 70~80km/h,高速可超过 100km/h,高速长距离行驶使轮胎剪切变形增加导致温度升高,引起胶线粘合性能下降,降低了轮胎抵御各种应变的能

力,使胶帘布之间在反包端点处松动脱开,我们通过 9.00-20-18PR 轮胎耐久试验前后的胶线物理机械性能情况来说明,结果见表 4,试验条件见表 5。

表 4 轮胎耐久试验前后的胶线物理机械性能结果表

帘布层	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	7~8	缓冲 布层间	缓冲与 胎体	胎侧与 布层	胎面与 缓冲间
耐久前附着力/(kN·m ⁻¹)	7.3	7.9	8.7	8.5	7.6	7.9	13.2	11.9	8.6	不开
耐久后附着力/(kN·m ⁻¹)	4.9	5.0	6.0	5.2	4.6	5.0	11.1	7.0	7.2	26.3

表 5 9.00-20-18PR 轮胎耐久性试验条件

试验阶段	1	2	3	4	5	6	7
负荷率/%	65	85	100	110	120	130	140
负荷/kg	1914	2503	2945	3240	3534	3829	4123
行驶时间/h	7	16	24	10	10	10	10
损坏形式	胎肩鼓包						

注:试验速度:25km/h,试验气压:910kPa。

经耐久试验表明,各层间附着力都有不同程度的下降,布层间的附着力最高下降可达 38.8%。当反包端点处帘线附着力不足以抵抗胎体变形产生的剪切力时,帘布反包端点与周围胎体松动脱开,脱开处产生应力集中最终导致帘结折断。

2.4 轮胎与轮辋搭配不当

用户为了适应超载,都要更换车辆原配的标准轮胎,如将 9.00-20-16PR 轮胎换成 10.00-20-16PR 轮胎,10.00-20-16PR 轮胎换成 11.00-20-18PR 轮胎,但原胎所配轮辋却不更换,这样使轮胎所用轮辋比标准轮辋窄,这不仅减少了轮胎充气量,降低了轮胎的负荷能力,而且还改变了轮胎的下沉量,使轮胎的最大变形下移,增加了胎圈上部的变形。

2.5 胎行业间激烈竞争的影响

目前,轮胎行业竞争日趋激烈,供大于求,各轮胎生产厂家为抢夺市场,一味地提高轮胎理赔标准,这无疑也助长了用户的侥幸心理,使用户对轮胎使用不珍惜,不正常养护,坏了就找厂家索赔,这种掠夺式使用也造成了轮胎大批地出现损坏。所以在严重超载地区,轮胎经销商承诺:只要轮胎能使用 3 个月,以后再出现问题,他们就不再找厂家索赔,这不仅给轮胎制造厂家带来了巨大的经济损失,而且给国家资源造成了巨大的浪费。

3 胎圈上部结构特点和应力应变特征

轮胎出现折断线与轮胎的使用有很大关系,同时也与该处结构特点有一定的关系,而且轮胎在设计与制造时也会对其造成一定的影响。

胎圈上部即下胎侧是胎体由刚性变形逐渐向弹性变形过渡的部位,主要靠帘布反包过渡,由于胎体反包端点处是胎体截面积改变的地方,需要一定的胶料来填充截面改变所造成的空隙,而该处又没有多余的胶料,只能靠两侧帘布压延时的附胶来填充,这势必造成反包端点处帘布层间胶料厚度的不足,这就降低了该处帘布层间胶料的附着力,不能有效吸收和分散轮胎在高速高载运转时帘线间的剪切力,另外如果该部位材料过渡不均匀或轮胎成型过程中,误差因素使帘布反包差级集中,造成质量均匀性缺陷,轮胎在受力过程中会在缺陷处产生应力集中。轮胎在负荷时胎体产生大的拉伸应力,该应力周向沿每个钢丝圈施加力,所以,胎体主体与反包之间产生剪切应力,负荷时胎体产生变形,断面宽增加,胎圈上部变形时向外突出,又受轮辋的阻挡,外侧产生压缩,内侧产生拉伸力,进而促进剪切力的显著增加,因此在反包部端点为起点产生帘线松弛,进而产生帘线损伤,在一定的条件下产生帘线折断。

4 改进措施

针对胎圈部受力变形特点,在设计制造可以采取以下几项措施中加以改进。

4.1 提高反包高度

胎体帘布反包高度是影响胎体下胎侧刚度的重要因素,尼龙轮胎超负荷性能在一定程度上决定于胎体的反包高度,所以适当提高反包高度,增强胎圈部刚性和轮胎整体抗变形能力,使轮胎具备超载能力,而且反包高度的增加可有效地拉开帘布反包差级,合理确定轮胎断面材料分布和轮胎变形最大部位,使该部材料过渡均匀,避免造成应力集中突变造成胎圈上部折断。

4.2 提高包过每个钢丝圈的布筒伸张的均匀性

通常在施工设计时,各层帘布采取一个截断角度和一个假定伸张值,这样从第一层帘布到最后一层帘线伸张是不均匀的,实际各布筒的假定伸张由内层到外层逐渐减少,尤其对多钢圈结构的胎体,包过每个钢丝圈的帘布假定伸张值由内到外差别较大,例如对于三钢圈结构的 10.00-20-16PR 每两个钢丝圈的假定伸张值相差约 0.005,这就造成包过每个钢圈的布筒伸张不均匀,受力时变形不均匀,增加了布层间的剪切力。对于多钢圈,尤其是三钢圈结构的载重斜交轮胎,在施工设计上可以采取包过每个钢丝圈的帘布采用不同的裁断角度,使该处胎体帘布受力均匀,变形均匀,减少帘布层间剪切力、内磨擦和生热,减少折断线的发生机率。我公司在施工设计上采取与不同裁断角度相同效果的措施即增加第一布筒周长,例如 10.00-20-16PR 轮胎第一布筒周第增加 15mm,折断线比率由 29.2% 下降到 21.8%。

4.3 配方设计方面

配方设计上应降低胶料的生热,提高散热性能,提高胶料的耐热、耐疲劳性能和附着力,提高各部件间胶料老化前后的粘合强度和强度的保持率。通过改进三角胶、钢丝胶配方及胎体帘布配方后生产的一批试验胎 11.00-20-18PR 轮胎折断线比率由 46.7% 下降到 12%。效果显著。

4.4 成型设备方面

众所周知,成型质量的好坏是影响轮胎成品质量因素中很重要的一个环节,由于目前国内斜

胶轮胎的生产普遍采用压滚包边成型机,成型时,帘线易弯曲、打褶,帘布筒变形大、定位误差大,着鼓均匀性差,而且全为人工操作,人为误差大,易造成布筒偏差,使差级集中,从轮胎断面分析看斜交轮胎反包后两侧都有不同程度的偏歪,最大偏差可达 30~40mm,造成轮胎质量不均匀,所以要减少人为因素误差,保证成型质量的均匀,须选用好的高精度的成型设备,有条件的最好进行成型设备的更新换代。

4.5 用 IIR 内胎,减少气压的降低

由于价格方面的原因,国内大多数轮胎或内胎制造企业生产 NR 内胎或 SBR 内胎,生产 IIR 内胎厂家较少,但随着公路运输的发展,IIR 内胎将成为今后的内胎的发展方向,NR 和 SBR 的气密性只有 IIR 的 1/20,IIR 内胎优秀的耐透气性能、耐老化、耐热性,可避免内胎中气体透出造成轮胎的缺气行驶,避免和减少轮胎的不正常损坏,提高轮胎的使用寿命,我公司在 10.00-20-16PR 一批试验胎配用 IIR 内胎后与正常产品相比折断线比率下降了 5%,取得了一定的效果。

5 结语

我公司载重斜交轮胎通过改进施工设计及配方设计后,折断线比率占总退赔胎的比率由改进前的 1.4% 下降到 0.75%,取得了较明显的效果,由于高载高速长距离行驶的运输趋势及苛刻使用条件在短时间内不可扭转,导致轮胎的非正常早期损坏,在竞争激烈的条件下,单靠大幅度提高设计生产成本来提高轮胎性能又不现实,对于轮胎生产制造企业,一方面要靠自身科技进步,提高轮胎内在质量,另一方面还要多加强轮胎使用常识的宣传,正确引导轮胎使用、维护、保养和运输管理体制的健全,使汽车运输管理走向法制化、规范化的轨道。

参考文献:略

欢迎订阅 2004 年《橡胶科技市场》