

影响轿车子午线轮胎均匀性的因素及控制措施

王黎黎,王 群

(杭州中策橡胶有限公司,浙江 杭州 310008)

摘要:分析了影响轿车子午线轮胎均匀性的因素,并提出了相应的控制措施。主要影响因素包括带束层-胎面与胎体中心偏移、帘布接头偏大、钢丝圈扣圈偏扭、成型部件接头定位分布不合理等。通过钢丝圈同心度检查,控制钢丝圈偏扭误差小于1.05 mm;减小气密层和帘布接头;胎面、胎侧挤出联动线切头角度由30°改为25°;成型定位分布为1#附皮帘布接头与钢丝圈搭头呈180°,2#帘布接头与1#帘布接头呈90°,胎侧接头与胎面接头呈180°等措施,使轿车子午线轮胎均匀性A级品率由60%左右提高到95.88%。

关键词:轿车子午线轮胎;均匀性;径向力;侧向力;钢丝圈偏扭

中图分类号:U463.341+.6 **文献标识码:**B **文章编号:**1006-8171(2002)09-0549-04

轿车子午线轮胎的均匀性会影响轿车的乘坐舒适性、操纵稳定性和安全性。当均匀性达不到要求时,即使汽车行驶路面较理想,同样会发生跑偏、径向跳动和侧向摆动情况。子午线轮胎生产厂家应该把轿车轮胎的均匀性检测作为产品质量控制的主要指标之一。本工作针对提高轿车子午线轮胎均匀性的问题,从改进生产工艺方面进行了探讨。

1 均匀性测试

轮胎的均匀性主要取决于径向力、侧向力和锥度效应力波动数值的大小。现以185/80R14轿车轮胎均匀性的检测数据(未检测锥度效应力)为例(测试设备采用美国阿克隆标准公司生产的TQC-86型轮胎均匀性试验机)进行轮胎均匀性影响因素的研究。

1.1 径向力与侧向力控制指标

185/80R14轿车轮胎径向力与侧向力测试条件:试验压力(kPa) 200;试验负荷(kg) 400;试验轮辋 5J*14。185/80R14轿车轮胎径向力和侧向力控制指标:径向力波动RFPP(kg) 13;侧向力波动LFPP(kg) 10。

1.2 径向力与侧向力检测结果

185/80R14轿车轮胎径向力和侧向力检测数

据见表1。由表1可以看出,径向力波动较大,其中有24条轮胎径向力在13 kg以上。对我公司生产的其它各种规格轿车子午线轮胎检测结果进行统计分析,结果也是以径向力波动为主。

2 原因分析

径向力和侧向力波动的影响因素分析如图1所示。

2.1 带束层-胎面中心与胎体中心偏移

贴合鼓、传递环和成型鼓三者中心不重合和指示灯线位置检测有偏差会造成带束层-胎面中心与胎体中心偏移,对径向力影响很大。以185/80R14轮胎为例,传递环偏移中心2.1 mm,成型25条轮胎后测得:径向力合格率52%,侧向力合格率68%,均匀性A级品率29.97%。

2.2 胎面挤出不均匀

胎面挤出时因螺杆旋转使胎面左右两肩厚度存在差异,将胎面中心切割,两侧质量相差0.02 kg,对均匀性影响较小。

2.3 胎面、胎体帘布、附皮帘布接头偏大

胎面、胎体帘布接头过大使局部材料过多,帘线搭接根数超标和附皮帘布接头超厚超大也会造成局部材料偏厚,都对均匀性影响较大。

2.4 胎侧贴合弯曲和胎侧挤出不均匀

胎侧贴合未对准指示灯线,均匀性检测时,轮

表 1 185/80 R14 轿车轮胎径向力和侧向力检测结果

kg

序号	RFPP	LFPP	序号	RFPP	LFPP	序号	RFPP	LFPP	序号	RFPP	LFPP
1	10.96	13.59	11	11.79	5.86	21	16.43	1.98	31	16.11	4.55
	10.27	14.19		11.97	4.45		16.39	7.83		18.27	6.70
2	7.11	4.04	12	18.65	10.83	22	15.33	4.98	32	18.82	10.54
	8.32	5.81		18.18	6.35		15.58	4.71		17.56	11.39
3	11.72	4.20	13	9.22	7.79	23	12.84	7.38	33	8.92	11.19
	10.71	3.67		11.07	8.51		12.28	2.49		9.90	8.31
4	12.84	2.38	14	17.81	8.23	24	10.58	7.10	34	12.58	10.91
	12.28	8.36		18.15	7.12		15.37	4.01		14.00	9.85
5	15.18	13.50	15	10.23	11.50	25	16.76	3.70	35	14.69	8.48
	16.04	10.96		9.91	13.29		16.92	3.12		14.95	9.43
6	13.29	8.50	16	12.74	11.11	26	18.81	5.15	36	15.22	6.55
	11.97	9.24		12.64	8.47		19.51	7.52		15.78	6.08
7	12.53	5.42	17	7.89	8.09	27	12.29	6.78	37	8.94	6.87
	14.04	4.20		9.20	3.09		11.66	7.99		9.92	6.53
8	15.44	6.57	18	15.83	7.58	28	8.93	7.97	38	13.69	7.55
	14.12	5.19		16.17	2.73		9.30	7.06		13.45	8.19
9	15.88	5.12	19	15.08	5.57	29	13.63	9.42	39	6.43	10.50
	14.65	7.25		13.24	5.89		13.45	8.03		6.31	10.21
10	13.31	8.98	20	16.72	6.67	30	8.86	10.47	40	11.80	4.89
	13.69	5.90		15.67	3.36		8.43	7.91		12.85	6.12

注:每组上、下两个数据分别为正转和反转时所测数据。

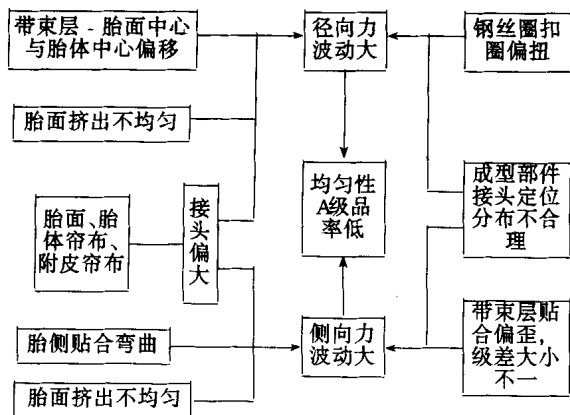


图 1 径向力和侧向力波动的影响因素分析

附皮帘布指压延出的气密层胶与 1# 胎体帘布热贴在一起

胎侧向部位同一圆周线上厚度不均,造成均匀性变差,但它对均匀性影响不是最关键的。

2.5 钢丝圈扣圈偏扭

钢丝圈扣圈偏扭是造成均匀性下降的关键,因为均匀性检测数据以径向力波动为主。

2.6 成型部件接头定位分布不合理

胎坯成型部件接头的不同分布造成轮胎受力的几何形状不均匀。通过成型部件接头的不同定位分布试验,可知其对均匀性检测结果影响较大。此外,成型机操作不能实行自动化定位,对均匀性

亦有较大影响。

2.7 带束层贴合偏歪,级差大小不一

成型鼓磁性吸力不够,导板不对中心,造成带束层贴合歪曲,级差大小不一,均匀性检测数据以侧向力波动为主。

通过以上分析,影响轮胎均匀性的主要因素有:带束层-胎面中心与胎体中心偏移、钢丝圈扣圈偏扭、接头偏大、成型部件定位分布不合理、带束层贴合偏歪、级差大小不一。其中,成型采用夹持钢丝圈,扣圈偏扭是影响均匀性的关键。经在同一成型机、硫化机上对钢丝圈偏扭影响程度进行 40 次验证,并对检测结果进行数据处理,列表计算(见表 2),得到钢丝圈偏扭与径向力波动的相关性。

将收集到的 40 对数据点作散点图(见图 2)。

钢丝圈偏扭与径向力波动散点图的散点趋势较接近于指数函数 $Y = ae^{bX}$,对函数两边取自然对数得:

$$\ln Y = \ln a + bX$$

令

$$\ln Y = Y', \ln a = a'$$

则

$$Y' = a' + bX$$

由表 2 可以得出:

$$\sum X_i = 51.57$$

$$\sum X_i^2 = 76.7677$$

表 2 钢丝圈偏扭径向力波动计算表

序号	X_i	X_i^2	Y_i	Y_i'	Y_i^2	$X_i Y_i'$	序号	X_i	X_i^2	Y_i	Y_i'	Y_i^2	$X_i Y_i'$
1	0.4	0.16	7.5	2.015	4.060 225	0.806	22	1.9	3.61	27.18	3.302	10.903 2	6.273 8
2	0.5	0.25	9	2.197	4.826 809	1.098 5	23	1.6	2.56	17.53	2.864	8.202 496	4.582 4
3	0.8	0.64	10.53	2.354	5.541 316	1.883 2	24	2	4	28.51	3.35	11.222 5	6.7
4	0.75	0.562 5	9.5	2.251	5.067 001	1.688 25	25	1.5	2.25	20	2.996	8.976 016	4.494
5	0.5	0.25	8.5	2.14	4.579 6	1.07	26	1.7	2.89	24.57	3.202	10.252 8	5.443 4
6	0.65	0.422 5	9.5	2.251	5.067 001	1.463 15	27	1.5	2.25	18.95	2.942	8.655 364	4.413
7	0.75	0.562 5	11.5	2.442	5.963 364	1.831 5	28	2	4	30.01	3.402	11.573 6	6.804
8	0.8	0.64	9.5	2.251	5.067 001	1.800 8	29	1.7	2.89	23.34	3.15	9.922 5	5.355
9	0.9	0.81	10.05	2.308	5.326 864	2.077 2	30	1.55	2.402 5	21.57	3.071	9.431 041	4.760 05
10	0.9	0.81	11.02	2.4	5.76	2.16	31	1.9	3.61	26.02	3.259	10.621 08	6.192 1
11	1	1	11.55	2.447	5.987 809	2.447	32	1.55	2.402 5	22.15	3.098	9.597 604	4.801 9
12	1	1	12.11	2.494	6.220 036	2.494	33	2	4	26.75	3.287	10.804 37	6.574
13	1	1	15.23	2.723	7.414 729	2.723	34	2.25	5.062 5	34.81	3.55	12.602 5	7.987 5
14	1.15	1.322 5	13.56	2.607	6.796 449	2.998 05	35	2.25	5.062 5	33.5	3.512	12.334 14	7.902
15	1.15	1.322 5	15.66	2.751	7.568 001	3.163 65	36	1.51	2.280 1	19.12	2.951	8.708 401	4.456 01
16	1.2	1.44	14.56	2.678	7.284 601	3.213 6	37	1.51	2.280 1	21	3.045	9.272 025	4.597 95
17	1.25	1.562 5	14.87	2.699	7.171 684	3.373 75	38	0.6	0.36	7.65	2.035	4.141 225	1.221
18	1.25	1.562 5	16	2.773	7.689 529	3.466 25	39	0.6	0.36	9.04	2.202	4.848 804	1.321 2
19	1.3	1.69	16	2.773	7.689 529	3.604 9	40	1.8	3.24	24.85	3.213	10.323 37	5.783 4
20	1.3	1.69	17.15	2.842	8.076 964	3.694 6	Σ	51.57	76.767 7	696.72	110.653	313.537 8	151.241 7
21	1.6	2.56	16.88	2.826	7.986 276	4.521 6							

注: X_i 表示钢丝圈偏扭值(mm); Y_i 表示径向力波动值(kg)。

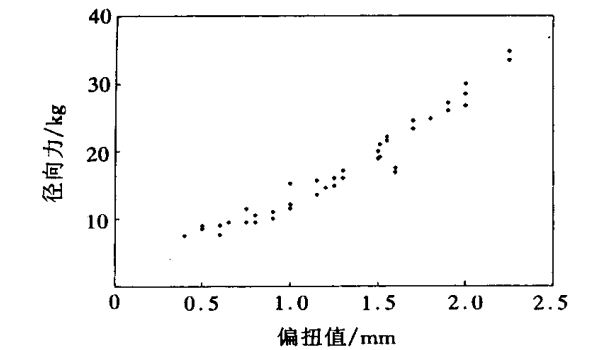


图 2 钢丝圈偏扭与径向力波动散点图

$$\sum Y_i' = 110.653 \qquad \sum Y_i^2 = 313.537 8$$
$$\sum X_i Y_i' = 151.241 7$$

则 X 的偏差平方和为:

$$L_X = \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2 / n = 10.281 077 5$$

XY 的偏差平方和为:

$$L_{XY} = \sum X_i Y_i' - (\sum X_i \sum Y_i) / n = 8.582 33$$

Y 的偏差平方和为:

$$L_{Y'} = \sum Y_i'^2 - (\sum Y_i')^2 / n = 7.435 68$$
$$b = L_{XY} / L_X = 0.834 769 \approx 0.834 8$$
$$a' = \sum Y_i' / n - b \sum X_i / n = 1.690 1$$

$$a = e^{a'} = 5.420 0$$

因此回归方程为:

$$Y = 5.42e^{0.834 8 X}$$

我们对确定 X 和 Y 两变量相关密切程度的相关因数 r 进行了计算:

$$r = \frac{L_{XY'}}{\sqrt{L_X L_{Y'}}} = 0.981 6$$

因为 $r > 0$, 所以 X 与 Y 呈强正相关。

我们又对相关因数的显著性进行了检验, 查检验相关因数的临界值表得如下数据:

当 $n = 40, \alpha = 0.001$ 时,

$$r_c = 0.489 6$$

因为 $r = 0.981 6 > r_c$

所以, 在 $\alpha = 0.001$ 水平上, 钢丝圈偏扭与径向力波动呈显著相关。

根据均匀性检测标准, 径向力波动应控制在 13 kg 以下, 且根据回归曲线方程进行预报和控制理论, 在只存在正常波动的条件下, Y_0 总是随着 X_0 按一定的分布在 Y_0 上下波动, 即符合正态分布。其预报或控制区间与正态分布的数据分布范围相同, 也就是 Y_0 落在 $Y_0 + 3S$ 或 X 落在 $X_0 + 3S$ 范围内的概率为 99.7%。

对 $Y = 5.42e^{0.8348X} + 3S$ 进行控制,则:

$$S = \sqrt{\frac{(1-r)^2 L_{Y'}}{n-2}} = 0.008139$$

将 $S = 0.008139$ 代入控制回归方程,得:

$$X = 1.05$$

以上计算说明,只要控制钢丝圈偏扭误差小于 1.05,成型中保证径向力波动小于 13 kg 的概率为 99.7%。

3 措施与效果

3.1 措施

(1) 每月一次定期检查和矫正成型二段主机与辅机的机械中心。开机操作前,仔细检查设备状况,严格执行作业指导书标准。

(2) 加工一只钢丝圈同心度的检查圈。空机时,将钢丝圈装在钢丝圈夹具上扣圈,测量钢丝圈的偏扭,控制偏扭值为 ± 1.05 mm;开机操作前,仔细检查设备状况和钢丝圈同心度和偏扭,严格按作业指导书要求操作。

(3) 对成型 1[#] 附皮帘布,采取先撕掉 3~5 根

(3~5 mm) 帘线,使气密层和帘布接头减小,搭接质量减小;胎面、胎侧挤出联动线切头角度由 30° 改为 25°,增加斜切面,保证接头平整。

(4) 用动平衡试验机检测成型各部件接头重点来调整部件定位,并根据均匀性测试数据,通过多次试验确定轮胎成型定位分布为 1[#] 附皮帘布接头与钢丝圈搭头呈 180°,2[#] 帘布接头与 1[#] 帘布接头呈 90°,胎侧接头与胎面接头呈 180°。

(5) 二段成型鼓磁性不够,带束层导板中心与成型鼓不对中心时,矫正中心,调换新成型鼓。

3.2 效果

落实以上措施后,轿车子午线轮胎的均匀性 A 级品率由原来的 60% 左右提高到 95.88%。

4 结语

轿车子午线轮胎均匀性 A 级品率的提高扩大了产品外销量,当年增创外汇 100 万元。下一步还将继续对硫化工序进行分析,以进一步提高轿车子午线轮胎的均匀性。

收稿日期:2002-04-06

Causes for ununiformity of radial car tire and their countermeasures

WANG Li-li, WANG Qun

(Hangzhou Zhongce Rubber Co., Ltd., Hangzhou 310008, China)

Abstract: The causes for the ununiformity of radial car tire were analysed and the countermeasures were proposed. It was found that the ununiformity of radial car tire was caused mainly from the deviation of belt/ tread central line from carcass ply central line, the greater splice of carcass ply, the distorted setting of bead wire, the unreasonable distribution of component splices in assembly and so on. The A grade of radial car tire increased from 60% to 95.88% in terms of uniformity by the following measures, such as checking the concentricity of bead ring to ensure the setting error of bead wire < 1.05 mm; reducing the splices of inner liner and cord ply; changing end cutting angle of tread and sidewall extruding line from 30° to 25°; and distributing the splices of No. 1 cord band with skim and bead wire at 180°, the splices of No. 2 cord band and No. 1 cord band at 90°, and the splices of tread and sidewall at 180° in assembly.

Keywords: radial car tire; uniformity; radial force; lateral force; bead wire distortion