

轮胎径向力硫化入模精确向量分析

李国华

(万力轮胎股份有限公司, 广东 广州 540440)

摘要:通过读取轮胎径向力检测数据,利用正弦曲线同相位叠加为零的数学方法,分离胎坯和模具的各自固有因子进行轮胎径向力硫化入模精确向量分析。通过数据整理和软件分析可以得到精确的入模角度,进而使轮胎的径向力更趋于稳定,波动趋于最小。

关键词:轮胎;径向力;成型因子;硫化因子;模具

中图分类号:TQ330.6⁺7;TQ336.1⁺1

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2019)10-0623-03

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2019.10.0623

由于轮胎市场竞争趋于白热化,对轮胎性能的要求,尤其汽车配套厂家对轮胎出厂的检测性能要求越来越高。在轮胎均匀性检测中,径向力检测成为最重要的一个项目。在半成品公差、设备(同型号或同类型,例如成型设备VMI,硫化模具为液压式活络模,下同)精度和模具精度等条件都相似的情况下,进一步减小径向力成为配套厂家最关注的指标之一。

径向力波动(Radial Force Variation, RFV)受部件均一性、部件接头、成型设备精度和模具精度等综合因素的影响^[1]。在批量生产情况下,轮胎部件均一性波动较小,因此忽略该因素。另外,在施工设计中,部件接头的位置较为稳定,在试验中可以将各接头的位置在曲线中标注。在这里将部件接头分布和成型设备精度统称为成型因子,硫化机精度和模具精度统称为硫化因子。由于在短时间内(设备精度校正周期内)连续生产,成型和硫化因子是相对稳定的,因此如何很好地匹配这两个因子是本研究的重点。

本次轮胎测试采用动态均匀性检测设备,在检测轮胎径向力时,旋转一周可以获得128个等分径向力相对值,RFV值是128个相对值最大值与最小值的差值。

作者简介:李国华(1982—),男,山东招远人,万力轮胎股份有限公司工程师,学士,主要从事轮胎高低速动平衡均匀性研究及原配胎配套率提升工作。

E-mail:liguohua@wanliture.cn

1 三分割试验

1.1 试验轮胎生产

试验轮胎规格为205/55R16,取同一批次部件(同一批胶料、同一时间段由同一名操作工生产)的半成品(头尾特殊部位剔除),采用相同的成型工艺(保证成型参数不变,同一名操作工生产)连续生产9条轮胎,分别编号为1—9。采用相同部件、相同条件连续生产的轮胎RFV曲线相似,避免了其他因素对试验结果的干扰。

1.2 硫化三分割

将9条试验轮胎在同一模具中硫化,以内衬层接头为轮胎的基准点,选取硫化模具任意一点为基准点,9条试验轮胎基准点顺时针分别对应模具的0°(基准点)、120°和240°,每个角度3条。确保硫化的其他条件相同,任何一个条件发生变化或波动应记录。

2 RFV原始数据采集

2.1 试验轮胎测试

将试验轮胎以内衬层接头为基准点,在均匀性设备上检测,正式检测前,先用一条轮胎对检测设备进行验证。检测后查看径向一次谐波高点的打点角度与显示角度是否一致。正常情况下轮胎顺时针旋转,逆时针采集数据。从轮胎上侧看打点与显示角度方向相反。检测中采集轮胎的正转(或反转,但所有试验轮胎都确保一致性)RFV的128个相对值。对采集的数据进行编号,如图1

序号	入模角度 角度	0度			0度平均	120度			120度平均	240度			240度平均	右模成型平均
		1#	2#	3#		4#	5#	6#		7#	8#	9#		
1	3	46.47	42.2	50.99	46.60	11.54	-1.97	17.29	8.95	22.07	43.81	32.73	32.87	29.47
2	6	50.23	44.68	53.47	49.08	7.72	-2.24	15.92	7.13	23.46	42.01	32.22	32.56	29.59
3	8	54.54	46.57	56.02	51.30	4.28	-2.95	15.17	5.50	24.64	40.89	31.09	32.21	29.67
4	11	58.2	45.97	57.13	51.55	1.86	-3.62	14.9	4.38	25.85	40.46	29.56	31.96	29.30
5	14	59.88	43.65	57.49	50.57	0.89	-3.99	14.39	3.76	26.86	41.64	27.34	31.95	28.76
6	17	58.26	39.89	56.34	48.12	0.19	-3.81	12.62	3.07	27.02	43.23	24.23	31.49	27.56
7	20	54.18	35.28	54.33	44.81	0.13	-1.85	11.25	3.17	25.56	44.68	20.78	30.34	26.10
8	23	46.6	30.12	52.29	41.21	0.01	0.7	10.13	3.61	23.35	44.73	17.16	28.41	24.41
9	25	42.46	25.61	50.11	37.86	0.47	3.55	10.06	4.69	20.39	44.64	12.68	25.30	22.82
10	28	37.6	22.09	48.04	35.07	2.82	5.47	11.16	6.48	17.84	44.35	7.72	23.30	21.62
11	31	34.48	20.46	46.14	33.30	6.91	5.31	12.68	8.30	15.98	44.26	3.24	21.16	20.92
12	34	32.59	19.48	43.69	31.59	11.55	2.55	13.64	9.25	14.9	44.34	-1.58	19.22	20.02
13	37	29.4	18.29	41.1	29.70	15.68	-2.37	12.14	8.48	13.99	43.47	-5.69	17.26	18.48
14	39	25.76	16.83	37.79	27.31	18.09	-8.05	9.1	6.38	13.32	40.91	-8.86	15.12	16.27
15	42	21.14	15.71	35.13	25.42	18.52	-13.69	5.37	3.40	10.84	37.43	-11.22	12.35	13.72
16	45	17.26	15.45	32.61	24.03	16.69	-17.79	0.41	-0.23	7.81	32.79	-12.55	9.35	11.05
17	48	13.94	17.14	31.26	24.20	13.11	-19.9	-3.12	-3.30	4.71	28.22	-13.53	6.47	9.12
18	51	13.25	19.96	31.99	25.98	10.79	-19.28	-4.31	-4.27	3.08	23.78	-14.14	4.24	8.65
19	53	14.85	22.88	34.13	28.51	10.06	-16.66	-3.59	-3.40	2.96	21.26	-12.97	3.75	9.62

图1 205/55R16轮胎3个角度径向力原始数据

所示。

2.2 数据处理

将一组RFV数据绘制成曲线,理想状态下这条曲线为正弦曲线,且9条试验轮胎径向力曲线应该相似,取同序列平均值,则消除了硫化的影响,成为成型因子。

以硫化模具一点为基准点,将120°组曲线平移120°,240°组曲线平移240°,再进行平均可以得到消除了成型影响的硫化因子。

2.2.1 成型因子计算

取0°角3条试验轮胎的组数据平均值,以此类推分别获得0°,120°和240°时RFV的平均相对值,将3个角度的平均相对值再进行平均,得到一组成型因子数据。组内最大值与最小值的差值即为成型因子影响量(计算值为24.38 N)。

2.2.2 硫化因子计算

将原始数据进行角度化,即序列对应的角度

(取整数)为:360/128×序列。0°时3组数据不变,120°组将3°~121°(相近值)内的数据移到360°后,再将整组数据按3°~360°进行排列。240°组数据以此排列。

取调整后硫化的3组相对值的平均值,得到硫化因子数据,组内最大值与最小值的差值即为硫化因子影响量(计算值为34.60 N)。

比较成型因子与硫化因子的影响,确定对RFV贡献较大的因子,据此可有针对性地采取措施,如图2所示。

3 结果与讨论

轮胎的RFV受成型因子(组)和硫化因子(组)的共同影响,将成型因子(组)和硫化因子(组)分别绘制成曲线,如图3和4所示。

综合这两条曲线即可得到RFV的最终曲线,其峰值与谷值之差即为轮胎的最终RFV。RFV越

序号	入模角度 角度	0度			0度平均	120度			120度平均	240度			240度平均	模具总平均
		1#	2#	3#		4#	5#	6#		7#	8#	9#		
0	0	43.63	38.25	48.27	43.26	39.53	34.63	23.99	32.72	15.8	-6.96	-0.92	2.64	26.21
1	3	46.47	42.2	50.99	46.60	40.95	33.1	25.78	33.28	17.94	-4.38	3.16	5.57	28.48
2	6	50.23	44.68	53.47	49.08	41.96	30.23	25.89	32.69	17.76	-3.54	6.52	6.91	29.56
3	8	54.54	46.57	56.02	51.30	41.1	27.84	25.14	31.63	16.1	-2.57	8.96	7.55	30.16
4	11	58.2	45.97	57.13	51.55	41.97	26.14	23.5	30.27	15.02	-1.15	10.16	8.00	29.94
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
41	115	9.51	36.2	22.05	29.13	19.42	27.32	15.08	27.27	11.68	43.18	-17.2	28.29	28.23
42	118	5.71	33.99	17.51	25.75	19.13	28.25	15.57	27.65	16.18	44.33	30.1	30.41	27.94
43	121	2.14	32.7	14.17	23.44	18.94	29.15	16.15	28.09	19.66	44.85	32.1	32.22	27.92
44	124	-1.32	31.1	12.16	21.63	18.68	30.22	16.54	28.48	22.07	43.81	32.1	32.87	27.66
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
83	233	9.15	-8.16	5.81	-1.18	17.93	-2.04	16.83	10.91	11.88	45.26	16.1	24.64	11.46
84	236	11.34	-5.89	6.17	0.14	17.47	-1.93	17.93	11.16	8.95	47.36	15.1	23.91	11.74
85	239	10.72	-4.86	6.18	0.66	15.26	-2.29	17.83	10.27	6.37	47.95	13.1	22.27	11.07
86	242	8.59	-4.6	4.96	0.18	11.54	-1.97	17.23	8.95	4.47	48.08	11.1	21.33	10.15
87	245	5.36	-4.59	2.82	-0.89	7.72	-2.24	15.92	7.13	3.22	48.5	10.1	20.66	8.97
88	248	2.41	-4.1	1.19	-1.46	4.28	-2.95	15.17	5.50	2.28	48.89	11.1	20.73	8.26
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
121	340	34.97	17.63	36.8	27.22	36.71	6.48	9.63	17.60	1.88	-0.69	-17.1	-5.34	13.16
122	343	35.75	19.28	36.61	27.95	36.28	11.01	12.84	20.04	-0.28	-3.8	-15.1	-6.56	13.81
123	346	36.88	21.62	37.58	29.60	35.99	16.53	15.1	22.51	-1.27	-6.62	-13.1	-7.07	15.01
124	349	38.1	23.72	39.04	31.38	36.28	22.16	16.24	24.89	-0.09	-8.36	-12.1	-6.98	16.43
125	352	38.79	26.51	41.48	34.00	35.95	27.44	17.2	26.86	3.05	-9.37	-11.1	-5.91	18.32
126	354	39.91	29.8	43.76	36.78	36.93	31.94	18.68	29.18	7.35	-9.39	-9.05	-3.70	20.76
127	357	41.28	33.75	45.66	39.71	37.31	34.82	21.18	31.44	9.29	-8.72	-5.72	-0.72	23.48
128	360	43.63	38.25	48.27	43.26	39.53	34.63	23.99	32.72	15.8	-6.96	-0.92	2.64	26.21

图2 205/55R16轮胎3个角度径向力原始数据处理

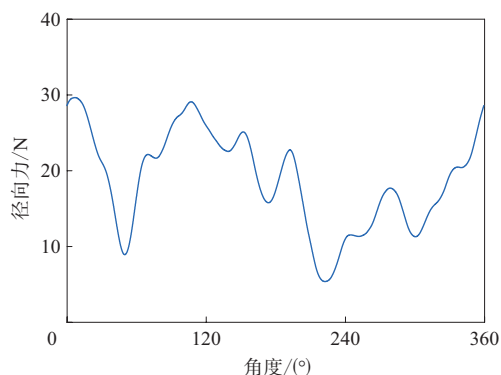


图3 成型因子曲线

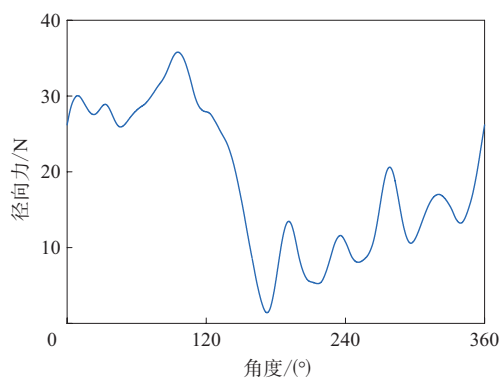


图4 硫化因子曲线

趋近于零越优。

两条曲线如何叠加是研究的重点。叠加原理为将两条曲线视为两个闭合的圆。硫化因子(组)不动,成型因子(组)以 3° 为基准点依次与硫化因子(组)对应,得到128组数据,因此可以得出128个极差值,最小的极差值则是最优的入模角度。利用tuocal软件对两组数据进行分析,即可得出两者搭

配的最佳位置。

数据分析窗口如图5所示。



图5 数据分析窗口

4 结论

通过径向力硫化精确向量分析法,可以得到最佳入模角度,使成型因子与硫化因子最佳匹配,在现有设备精度和施工设计的前提下,降低了轮胎RFV值(测试轮胎的RFV平均值为62.21 N,理论计算值为29.71 N,降低了32.5 N)。

本分析方法适用于批量生产运行稳定的状态,如果设备出现较大精度调整、更换重要部件、施工工艺或施工设计出现较大调整,则需要再次测试。

参考文献:

- [1] 谭剑,杭柏林. 轮胎成型机机械和半成品部件定位精度对轮胎均匀性的影响[J]. 橡胶工业, 2018, 65 (9): 1061-1065.

收稿日期: 2019-05-03

Accurate Vector Analysis on Tire Radial Force for Vulcanization Molding

LI Guohua

(Wanli Tire Co., Ltd, Guangzhou 540440, China)

Abstract: The accurate vector analysis on tire radial force for vulcanization molding was carried out by using the tire radial force test data and separating the inherent factors of green tire and mold based on the mathematical method of in-phase superposition of sinusoidal curve. The accurate molding angle was obtained, the radial force of tire became stable and the fluctuation was minimized.

Key words: tire; radial force; building factor; vulcanization factor; mold