

光面轮胎不均匀性与噪声的相关性研究

蔡霞¹, 陈振艺¹, 牟守勇²

[1. 上海轮胎橡胶(集团)股份有限公司 轮胎研究所, 上海 200245; 2. 北京橡胶工业研究设计院, 北京 100143]

摘要:试验研究光面轮胎不均匀性对噪声的影响。噪声与动平衡力偶的曲线对比直接表明动平衡力偶是影响光面轮胎噪声的一个重要因素;通过数据处理得到光面轮胎不均匀性参数对噪声影响的多元线性方程,可表征各参数对噪声的影响程度。

关键词:光面轮胎;不均匀性;噪声

中图分类号:TQ336.1;TB533+.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-8171(2015)04-0195-05

随着欧盟对轮胎噪声等级限值法规 ECE R117 的出台,轮胎企业加快了轮胎降噪的研究节奏。众所周知,花纹是产生轮胎噪声的主要因素,因此大部分轮胎企业都把重点放在降低轮胎花纹噪声上。轮胎噪声是由花纹块的拍打撞击噪声、花纹槽的泵浦噪声、横沟槽的气柱共鸣噪声及其自身的不均匀性噪声等组成的,由于轮胎不均匀性对噪声的影响主要集中在较低的频段上,通过 A 计权之后,其权重会降低,因此容易被忽略^[1]。根据平时轮胎噪声试验的积累发现,不均匀性对噪声的影响仍然能够体现出来。

研究表明^[2],轮胎不圆度在一定程度上能够预测同种轮胎的噪声差异程度,但却存在着很大的局限,只有当轮胎的跳动数值相差较大时,才存在跳动数值越大,噪声越大的结论,但在跳动数值相差不大时,无法得出确定的结论。因此,本工作对不均匀性参数进行试验探究,希望通过对不均匀性参数的系统分析,找到不均匀性影响轮胎噪声的规律。试验选择光面轮胎作为研究对象,这样可以排除其他因素的影响,便于控制和后期分析。

1 试验数据

选取 10 条双钱品牌、规格为 295/80R22.5 RR202 的光面轮胎,在相同条件下进行不均匀性

及噪声测试。噪声测试按照 Q/LY 107017—2013《载重轮胎噪声实验室转鼓试验方法》执行,测试条件:负荷为额定负荷的 75%,充气压力为标准充气压力的 70%,每条光面轮胎充气停放时间不少于 12 h。噪声试验时,首先将试验轮胎在 60 km·h⁻¹ 的速度下预热 5 min,然后将速度调到 70 km·h⁻¹ 进行噪声测试。噪声试验数据由距离轮胎胎侧 150 cm 处的侧边传声器以及高于胎面 100 cm 处的前端传声器测得。轮胎不圆度、均匀性、静平衡和动平衡分别按照 Q/LY 107003—2013, Q/LY 107008—2013, Q/LY 107005—2013 和 GB/T 18505—2013 测试,结果如表 1 所示。

2 数据处理及分析

由于测试数据存在着数量级差异,不方便各指标与噪声关系的呈现,因此,将所有数据按照各自最大值与最小值的范围变换成 0~1 之间,得到如表 2 所示的数据。

噪声与动平衡力偶的曲线对比见图 1。由图 1 可以看出,噪声曲线与动平衡力偶曲线的走势大致相同,因此,动平衡中的力偶变化是影响噪声的重要因素之一。

径向不圆度与噪声的曲线对比见图 2。从图 2 可以看出,噪声曲线与径向不圆度曲线有一部分契合,而另一部分则不够契合,关系不明朗,因此,无法判断两者是否存在相关性。

以同样的方式对比噪声曲线与其他参数曲线

作者简介:蔡霞(1989—),女,新疆伊犁人,上海轮胎橡胶(集团)股份有限公司轮胎研究所助理工程师,学士,主要从事轮胎噪声与振动研究工作。

表 1 不均匀性参数及噪声测试结果

试验序号	噪声/dB	不圆度/mm		静平衡偏差 值/(N·m)	均匀性/N		动平衡	
		径向	侧向		RFV	LFV	静态力/N	力偶/(N·m)
1	74.9	0.78	0.83	41.7	1 362	166	105.483	77.652
2	75.1	0.96	0.72	56.3	1 175	264	98.521	65.215
3	74.1	1.32	1.11	84.8	1 138	311	75.580	24.615
4	74.5	0.92	1.43	45.4	1 093	152	124.743	55.916
5	75.3	1.19	0.34	71.8	674	227	32.360	39.788
6	74.6	1.02	0.97	47.3	1 111	109	84.069	38.268
7	73.7	0.22	1.56	75.0	752	250	156.331	22.707
8	76.2	1.37	3.41	41.8	1 026	301	67.134	67.910
9	77.9	1.42	2.32	27.1	1 437	211	52.498	136.679
10	75.6	0.46	0.91	62.1	805	215	9.543	75.007

注:RFV—径向力波动;LFV—侧向力波动。

表 2 变换后的数据

试验序号	噪声	不圆度		静平衡 偏差值	均匀性		动平衡	
		径向	侧向		RFV	LFV	静态力	力偶
1	0.285 71	0.466 67	0.159 61	0.253 03	0.901 70	0.282 18	0.653 60	0.482 09
2	0.333 33	0.616 67	0.123 78	0.506 07	0.656 62	0.767 33	0.606 17	0.372 97
3	0.095 24	0.916 67	0.250 81	1	0.608 13	1	0.449 88	0.016 74
4	0.190 48	0.583 33	0.355 05	0.317 16	0.549 15	0.212 87	0.784 81	0.291 38
5	0.380 95	0.808 33	0	0.774 70	0	0.584 16	0.155 44	0.149 87
6	0.214 29	0.666 67	0.205 21	0.350 09	0.572 74	0	0.507 71	0.136 53
7	0	0	0.397 39	0.830 16	0.102 23	0.698 02	1	0
8	0.595 24	0.958 33	1	0.254 77	0.461 34	0.950 50	0.392 34	0.396 61
9	1	1	0.644 95	0	1	0.504 95	0.292 63	1
10	0.452 38	0.200 00	0.185 67	0.606 59	0.171 69	0.524 75	0	0.458 88

注:同表 1。

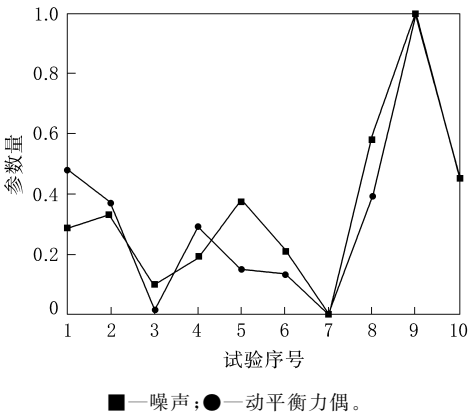


图 1 噪声与动平衡力偶曲线对比

的走势发现,动平衡静态力曲线与噪声曲线契合也较好,而其余的曲线则是在某些部分与噪声曲线相符,某些部分不符,因此无法判断这些参数究竟如何影响噪声。

此外,分析还发现,径向不圆度、静平衡偏差

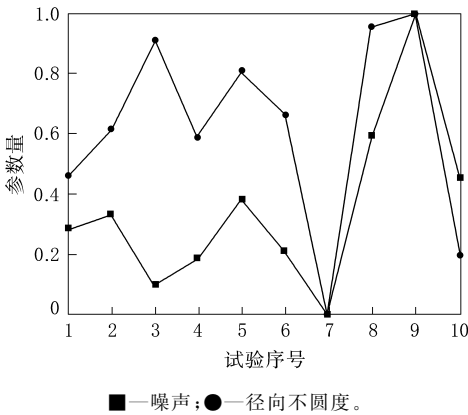
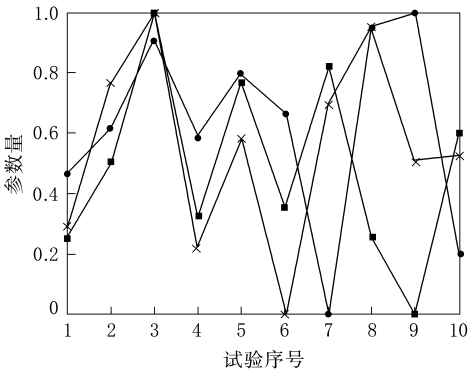


图 2 噪声与径向不圆度曲线对比

值及 LFV 三条曲线走势较相似(如图 3 所示),或许各个参数之间存在着某种联系。

利用线性代数知识以及 Eviews 软件对数据进行数学分析。首先,对表 1 中所有数据进行矩阵变换,得到如下矩阵形式:



■—静平衡偏差值;●—径向不圆度;×—LFV。
图 3 径向不圆度、静平衡偏差值及 LFV 曲线对比

74.9	0.78	0.83	41.7	1 362	166	105.483	77.652
75.1	0.96	0.72	56.3	1 175	264	98.521	65.215
74.1	1.32	1.11	84.8	1 138	311	75.580	24.615
74.5	0.92	1.43	45.4	1 093	152	124.743	55.916
75.3	1.19	0.34	71.8	674	227	32.360	39.788
74.6	1.02	0.97	47.3	1 111	109	84.069	38.268
73.7	0.22	1.56	75.0	752	250	156.331	22.707
76.2	1.37	3.41	41.8	1 026	301	67.134	67.910
77.9	1.42	2.32	27.1	1 437	211	52.498	136.679
75.6	0.46	0.91	62.1	805	215	9.543	75.007

计算得到矩阵的秩为8,而其满秩情况为10,

即矩阵没有达到满秩的状态,也就是说矩阵可以化成如下最简形式:

$$\left\{ \begin{matrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{matrix} \right\}$$

从线性代数的角度来看,这组数据满足多元线性关系。尽管如此,之前已经发现有几组自变量参数的曲线走势相似,也就是说自变量参数间可能会出现多重共线性的情况,即存在自相关,因此必须排除这一可能因素。自变量相关性检验结果见表 3。

由表 3 可见,自变量之间的系数相关性都小于 0.8(大于 0.8 被认为具有相关性),因此,可以大致认为自变量之间不存在相关性。同时,为了消除异方差以及数量级差异的影响,对所有数据取自然对数得到数据见表 4。对数据取对数不会影响数据的线性效果,可以信任得到的结果。

表 3 自变量相关性检验结果

变 量	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
x_1	1	0.042 615 2	-0.398 778	0.499 698 3	0.014 937 2	-0.038 454	0.357 497
x_2	0.042 615 2	1	-0.509 926	0.381 081 5	0.182 55	0.254 873 1	0.254 779 2
x_3	-0.398 778	-0.509 926	1	-0.683 405	0.374 758 1	-0.089 986	-0.835 138
x_4	0.499 698 3	0.381 081 5	-0.683 405	1	-0.215 106	0.374 792 2	0.522 466 5
x_5	0.014 937 2	0.182 55	0.374 758 1	-0.215 106	1	-0.115 269	-0.131 899
x_6	-0.038 454	0.254 873 1	-0.089 986	0.374 792 2	-0.115 269	1	-0.321 093
x_7	0.357 497	0.254 779 2	-0.835 138	0.522 466 5	-0.131 899	-0.321 093	1

注: x_1 —径向不圆度, x_2 —侧向不圆度, x_3 —静平衡偏差值, x_4 —RFV, x_5 —LFV, x_6 —动平衡静态力, x_7 —动平衡力偶。

表 4 所有数据取自然对数后的数据

y	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
4.316 154	-0.248 46	-0.186 33	3.730 501	7.216 709	5.111 988	4.658 55	4.352 237
4.318 821	-0.040 82	-0.328 5	4.030 695	7.069 023	5.575 949	4.590 27	4.177 69
4.305 416	0.277 632	0.104 36	4.440 296	7.037 028	5.739 793	4.325 192	3.203 356
4.310 799	-0.083 38	0.357 674	3.815 512	6.996 681	5.023 881	4.826 256	4.023 851
4.321 48	0.173 953	-1.078 81	4.273 884	6.513 23	5.424 95	3.476 923	3.683 565
4.312 141	0.019 803	-0.030 46	3.856 51	7.013 016	4.691 348	4.431 638	3.644 614
4.300 003	-1.514 13	0.444 686	4.317 488	6.622 736	5.521 461	5.051 976	3.122 673
4.333 361	0.314 811	1.226 712	3.732 896	6.933 423	5.707 11	4.206 691	4.218 183
4.355 426	0.350 657	0.841 567	3.299 534	7.270 313	5.351 858	3.960 775	4.917 635
4.325 456	-0.776 53	-0.094 31	4.128 746	6.690 842	5.370 638	2.255 808	4.317 581

注:y 为噪声,其他注同表 3。

为了得到最优结果,采用逐步回归的方式进行线性拟合。即在建立多元回归方程的过程中,按偏相关系数的大小次序将自变量逐个引入方程,对引入方程中的每个自变量偏相关系数进行统计检验,效应显著的自变量留在回归方程内,循此继续遴选下一个自变量。如果效应不显著,停止引入新自变量^[3]。新自变量引入后,原已引入方程中的自变量由于变量之间的相互作用使其效应有可能变得不显著,经统计检验确认后随时从方程中剔除,只保留效应显著的自变量。直至不再引入和剔除自变量为止,从而得到最优的回归方程。

处理数据所采用的软件为 Eviews,通过逐步回归方式得到的结果见表 5。

表 5 逐步回归输出结果

变 量	变量系数	系数标准差	T 统计量	双侧概率 P 值
常数 C	4. 613 962	0. 069 347	66. 534 29	0. 000 0
x_2	-0. 009 288	0. 002 950	-3. 148 539	0. 034 6
x_3	-0. 085 507	0. 013 762	-6. 213 206	0. 003 4
x_5	0. 033 733	0. 005 547	6. 080 819	0. 003 7
x_6	-0. 012 612	0. 002 058	-6. 128 570	0. 003 6
x_7	-0. 020 649	0. 007 136	-2. 893 716	0. 044 4

注:其他参数如下,决定系数 0. 982 015,修正决定系数 0. 959 533,回归标准误差 0. 003 174,残差平方和 $4. 03 \times 10^{-5}$,似然函数的对数 47. 919 54,DW 统计量 2. 610 169,被解释变量均值 4. 319 906,被解释变量标准差 0. 015 778,赤池信息准则 -8. 383 908,施瓦兹信息准则 -8. 202 357,F 统计量 43. 680 36,F 统计量的概率即 P 值 0. 001 390。

样本决定系数反映了模型的拟合优度,一般情况下,拟合优度要达到 0. 7 以上才能认为线性拟合成立,而得到的决定系数为 0. 982 015,因此其拟合度相当高。同理,调整后的决定系数也是越大越好。回归方程标准差和残差平方和的值越小越好,这里得到的分别为 $0. 003 174$ 和 $4. 03 \times 10^{-5}$,因此满足期望。T 统计量用来检验系数的

显著性,一般情况下其绝对值大于 2 认为满足,而 P 是与 T 统计量对应的概率值,越接近 0 越好。可以看到,各项判断参数都满足要求。

从表 5 可以看到,在逐步回归的过程中,径向不圆度和侧向力波动被剔除,即径向不圆度和侧向力波动贡献量不是那么显著。同时看到,修正决定系数为 0. 959 533,说明符合得很好,且 T 统计量的绝对值均大于 2,因此,可以认为这一组数据是满足多元线性关系的,得到下式:

$$y = 4. 614 - 0. 009x_2 - 0. 086x_3 + 0. 034x_5 - 0. 013x_6 - 0. 021x_7$$

由此,通过逐步回归的方式得到光面轮胎不均匀性各项指标与噪声的相关性。

3 结语

通过上述分析,可以得到如下结论:

(1)动平衡力偶是影响噪声的重要因素,其他参数对噪声的影响情况无法通过曲线比较得到;

(2)光面轮胎不均匀性参数对噪声的影响呈现多元线性关系,可表征各参数对噪声的影响程度。

本次研究由于样本容量不太多,以及现有试验设备条件的限制,因此得到的线性关系结果仅供参考。接下来可以继续单独针对某一指标进行探究,在样本积累足够多时,可以尝试采用不同的数学模型处理数据,以得到最优的解释。

参考文献:

[1] 陈理君,周玲,肖旺新,等. 道路/轮胎噪声分析及其降噪路径[J]. 轮胎工业,2009,29(11):654-658.

[2] 陈振艺. 载重轮胎不圆度的实验室简单检测[J]. 轮胎工业,2013,33(7):436-438.

[3] 李子奈,潘文卿. 计量经济学[M]. 北京:高等教育出版社,2011.

收稿日期:2014-12-23

Study on Correlation between Nonuniformity and Noise of Smooth Tread Tire

CAI Xia¹,CHEN Zhen-yi¹,MU Shou-yong²

[1. Shanghai Tire and Rubber (Group) Co., Ltd,Shanghai 200245,China;2. Beijing Research and Design Institute of Rubber Industry, Beijing 100143,China]

Abstract: The influence of nonuniformity on the noise of smooth tread tire was experimentally in-

vestigated. The multiple linear equation describing the effect of nonuniformity parameters on the noise of smooth tread tire was obtained. It was found that the dynamic balance couple was one of the important factors influencing the noise of smooth tread tire.

Key words: smooth tread tire; nonuniformity; noise

固特异公布调整后收入 7.25 亿美元

中图分类号: TQ336.1; F270.3 文献标志码: D

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntire-dealer.com)2015 年 2 月 17 日报道:

固特异轮胎和橡胶公司公布,截至 2014 年 12 月 31 日,公司第 4 季度净收入 21 亿美元,净销售额超过 43 亿美元。收入包括超过 22 亿美元的以前的非现金课税估价津贴总额。

除去课税估价津贴总额、包含其他以前的账目,固特异调整后的第 4 季度净收入为 1.66 亿美元。2013 财政年度,固特异公布其第 4 季度净收入为 2.28 亿美元,销售额接近 50 亿美元。

固特异公布其 2014 年第 4 季度业务运营收入为 3.59 亿美元,2013 年第 4 季度为 4.19 亿美元,同比下降 14.3%。公司称,这是原材料成本降低和其他成本节省行为等正面因素与价格组合降低和产品数量减少等负面因素共同影响的结果。

固特异公布其 2014 年全年净收入 24 亿美元,净销售额 181 亿美元。将以前的账目计算在内,公司调整后的全年净收入为 7.25 亿美元。2013 财政年度,公司净收入 6 亿美元,净销售额 195 亿美元。

公司 2014 年全年业务运营收入达到创纪录的 17 亿美元。

“我们全年业务运营收入创新高,胜利地通过了全球经济环境带来的挑战。”董事会主席、首席执行官兼董事长 Richard Kramer 称。

“在全球工业环境复杂的当下,公司第 4 季度业务运营收入在北美及亚洲仍创新高。公司一直以来取得的成就证明了公司采取的战略有效可行。”

“22 亿美国课税估价津贴总额的释放对固特异而言是一个重要的里程碑,促使北美业务成功转好。”

在北美业务单元(包括美国和加拿大),固特异第 4 季度销售额为 21 亿美元,同比下降 1%。

公司称该下降主要由轮胎业务量下降 1%(替换胎出货量降低 1%,原配胎数量持平)和外汇折算不利导致,价格组合的提高弥补了部分下降。全年销售总额接近 81 亿美元,同比下降 6.9%。

第 4 季度和全年业务运营收入均创新高,分别提高 15%和 16.6%。

北美 2014 年度财政数据(括号内为 2013 年度数据)如下。

轮胎:6 110 万套(6 170 万套)。

销售额:81 亿美元(87 亿美元)。

业务运营收入:8.03 亿美元(6.91 亿美元)。

“尽管美元日益坚挺使得形势更为严峻,但是在北美业务的带领下,我们 2015 年的目标是实现业务运营收入在 2014 年创纪录的 17 亿美元的基础上增长 10%~15%。”Kramer 称。

(马 晓摘译 许炳才校)

粗炼机炼胶方法

中图分类号: TQ330.4⁺3 文献标志码: D

由三角(威海)华盛轮胎有限公司申请的专利(公开号 CN 104260219A,公开日期 2015-01-07)“粗炼机炼胶方法”,涉及的粗炼机炼胶方法属于轮胎生产技术领域。首先启动运输线,胶片进入粗炼机辊筒间隙,运输线停止供胶,驱动锥刀顶到胶片上,胶片在锥刀的切割作用下被裁断,锥刀、压紧板收回,运输线开始供胶,进入下一个循环;胶片在第 1 次被裁断后,包在粗炼机前辊上,经粗炼机辊筒的不断剪切,逐渐由固态向半流态转化,随后二次进入胶片与一次进入胶片充分混合,随着粗炼机辊筒间隙处胶料的增多,不断混合,当存胶量达到设备额定存胶量的 2/3 时,供料和出料达到很好的平衡,即可通过立刀将胶料切开,通过另一条空中运输线连续运输到下一台细炼机上,提供给压延设备生产各种形状和厚度的半成品。

(本刊编辑部 马 晓)