

ICS 83.160.10  
CCS G 41



团 体 标 准

T/CRIA 29001—2022

# 轮胎冠部弯曲模态试验方法

Test method for bending modes of tyre crown

2022-09-05 发布

2022-12-01 实施



中国橡胶工业协会 发布  
中国标准出版社 出版

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国橡胶工业协会提出。

本文件由中国橡胶工业协会归口。

本文件起草单位：浦林成山(山东)轮胎有限公司、山东玲珑轮胎股份有限公司、赛轮集团股份有限公司、贵州轮胎股份有限公司、青岛双星轮胎工业有限公司、中汽研汽车检验中心(天津)有限公司、中国橡胶工业协会橡胶测试专业委员会。

本文件主要起草人：李崇兵、陈少梅、侯晓倩、姜张华、王君、梁荣亮、王琰、王文军、秦蕊、罗旭、冷德新、王卫东、雷昌纯、付丽娜。

# 轮胎冠部弯曲模态试验方法

## 1 范围

本文件规定了轿车子午线轮胎冠部弯曲模态试验方法,包括试验设备与精度、试验条件、试验步骤、数据处理和试验报告。

本文件仅适用于新的充气轿车子午线轮胎。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 2978 轿车轮胎规格、尺寸、气压与负荷

GB/T 6326 轮胎术语及其定义

## 3 术语和定义

GB/T 6326 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 传递函数 transfer function

系统输出与输入的比值,表征的是结构的固有属性。见式(1)。

$$H(f) = \frac{G_{fx}(f)}{G_f(f)} \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$H(f)$  ——传递函数;

$G_f(f)$  ——输入(激励)信号  $f(t)$  的自功率谱函数;

$G_{fx}(f)$  ——输入(激励)信号  $f(t)$  与输出信号  $X(t)$  的互功率谱函数。

注:也称频响应函数(FRF)。

### 3.2

#### 相干函数 coherence function

多分量组成的输出信号中最大能量与输出信号中总能量的比值。见式(2)。

$$\gamma^2(f) = \frac{|G_{fx}(f)|^2}{G_f(f) \cdot G_x(f)} \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

$\gamma^2(f)$  ——相干函数;

$G_f(f)$  ——输入(激励)信号  $f(t)$  的自功率谱函数;

$G_x(f)$  ——输出(响应)信号  $X(t)$  的自功率谱函数;

$G_{fx}(f)$  ——输入(激励)信号  $f(t)$  与输出信号  $X(t)$  的互功率谱函数。

注1:相干函数的值总是为0~1。当  $\gamma^2(f)$  接近1时,说明  $f(t)$  与  $X(t)$  之间有良好的因果关系;当  $\gamma^2(f)$  明显小于1时,说明信号受到干扰噪声的“污染”,或者系统具有非线性特性。

注2：频响函数幅值曲线的峰值或其虚部曲线的极值[当 $\gamma^2(f)$ 接近于1时]就是系统的固有频率。

## 4 试验设备与精度

### 4.1 试验设备组成

试验设备包括力锤、弹性绳、三轴/单轴加速度传感器、数采分析仪。

### 4.2 力锤

——灵敏度： $2.25(1\pm 15\%)\text{mV/N}$ ；

——测量范围： $\pm 2\ 224\ \text{N}$ 。

### 4.3 三轴/单轴加速度传感器

——灵敏度： $100(1\pm 10\%)\text{mV/g}$ ；

——测量范围： $\pm 50\ \text{g}$ 。

### 4.4 数采分析仪

——通道数： $\geq 4$ ；

——位数： $24\ \text{bit}$ ；

——最大采样率： $204.8\ \text{kHz}$ 。

## 5 试验条件

### 5.1 试验环境

——无振动干扰的区域。

——温度为 $(23\pm 2)\text{℃}$ ；相对湿度 $< 75\%$ 。

### 5.2 试验气压

试验气压按照表1规定，充气压力允许偏差： $\pm 2\ \text{kPa}$ 。

表1 轮胎试验充气压力

轮胎分类		试验气压/kPa
轿车子午线轮胎	标准型	250
	增强型	290

## 6 试验步骤

### 6.1 试验准备

6.1.1 试验轮胎在硫化后应停放24 h以上，试验轮胎应没有异物，包括但不限于标签、包装袋、测量位置处的排气胶须、胶边和石子，测量断面上周向 $10^\circ$ 范围内的胶须需清理干净。装配轮辋前，试验轮胎应在室温为 $18\text{℃}\sim 36\text{℃}$ 的环境内停放3 h以上。

6.1.2 使用实验室测量轮辋或主机厂指定的轮辋，轮辋应符合GB/T 2978及相关技术文件的规定。

6.1.3 按照 5.2 的要求对试验轮胎进行充气,对有特殊要求的轮胎按其要求气压进行充气。

6.1.4 试验轮胎充以规定气压后,在 $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 试验环境温度下停放至少 3 h。如果气压未达到规定测量值,需重新调整气压至规定值,停放 15 min 后即可进行测试。

## 6.2 边界装配

轮胎/轮辋总成采用弹性绳悬挂起来,多方案对比时悬挂位置推荐为 DOT 标识处。轮胎/轮辋总成不应受任何静负荷的影响。

## 6.3 传感器安装与布置

两个三轴/单轴加速度计( $M_1$  和  $M_2$ )使用热熔胶粘贴, $M_1$  布置在从胎侧到冠部的边缘, $M_2$  布置在胎侧中心,见图 1。两加速度计之间的连线应该通过轮辋中心,见图 2 所示。加速度计方向应垂直于轮胎表面。

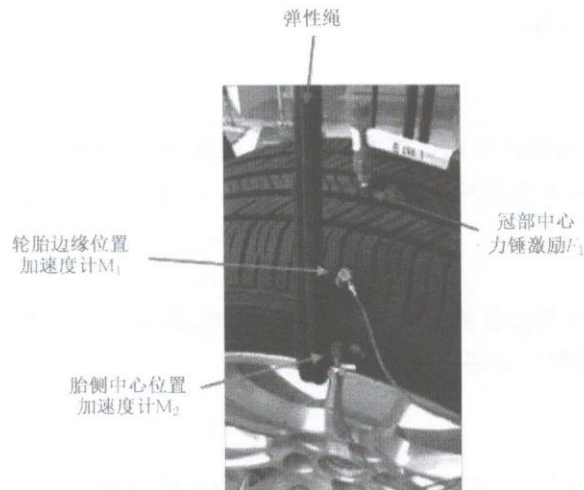


图 1 试验装配图

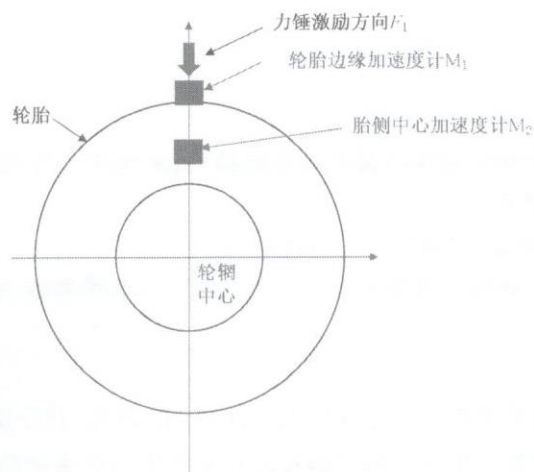


图 2 试验装配侧视图

## 6.4 数据采集

打开数据采集分析仪及测试软件,按照以下步骤进行数据采集。

#### 6.4.1 采集参数设定

采集参数设定包括:

- a) 通道 1(CH1):力信号冲击力锤( $F_1$ ),电感耦合等离子体(ICP)耦合,自动量程。
- b) 通道 2(CH2):加速度计  $M_1$  信号,ICP 耦合,自动量程。
- c) 通道 3(CH3):加速度计  $M_2$  信号,ICP 耦合,自动量程。
- d) 触发:10%坡度通道,大约 0.03 s 预触发。
- e) 平均次数:6。
- f) 重叠:无。
- g) 窗函数:矩形窗。
- h) 最大频率:512 Hz。
- i) 最小分辨率:0.5 Hz。
- j) 过载检测:启用。

#### 6.4.2 力锤激励

力锤以垂直轮胎表面方向锤击胎冠顶部中心位置的花纹块上,见图 2 所示,测量得到  $F_1$  与  $M_1$  和  $M_2$  之间的两个传递函数。确保锤击的位置与加速度计  $M_1$  和  $M_2$  都在过轮辋中心的直线上。

#### 6.4.3 数据测量

6 次锤击的相干函数值在最大分析带宽范围内应 $\geq 0.95$ ,如果相干函数 $< 0.95$ ,就需要重新进行锤击,直至达到 0.95 及以上,保存传递函数和相干函数。

#### 6.4.4 数据存储

测量得到两个传递函数 FRFs:  $H_{11}$  和  $H_{21}$ ,分别表示轮胎胎冠中心力  $F_1$  的位置点激励,加速度计  $M_1$  和  $M_2$  位置点响应的传递函数。

### 7 数据处理

#### 7.1 定义坐标轴

为了提取到轮胎冠部弯曲频率范围内最大峰值的频率,采用两个传递函数的虚部定义轮胎的模式行为。坐标轴标签符合以下要求:

- X 轴:表示频率,范围从“0”到最大可用频率,单位为赫兹(Hz);
- Y 轴:表示虚部幅值,单位为每平方秒每牛 $[(m/s^2)/N]$ ,参考值: $1(m/s^2)/N$ 。

#### 7.2 冠部弯曲模式频率提取

在图 A.1 中,采用一个例子来演示传递函数  $H_{11}$  和  $H_{21}$  的虚部,其分别代表加速度计  $M_1$  和  $M_2$  与力锤冲击力  $F_1$  之间的传递函数。提取轮胎冠部弯曲频率范围内传递函数  $H_{21}$  虚部中最大负值对应的频率即为轮胎冠部弯曲模式频率。在图 A.1 的例子中,轮胎冠部弯曲模式频率为 302.5 Hz。

### 8 试验报告

试验报告中宜包括以下内容:

- a) 轮胎生产厂名称、商标、规格、花纹、负荷指数、生产编号；
- b) 轮胎试验气压；
- c) 测试日期；
- d) 试验轮辋规格及材质；
- e) 基本的数据采集参数；
- f) 试验轮胎冠部弯曲模态频率；
- g) 试验温度及湿度。

附录 A

(资料性)

采用频响函数虚部提取轮胎冠部弯曲模态频率的例子

图 A.1 为轮胎冠部弯曲模态频率的例子。

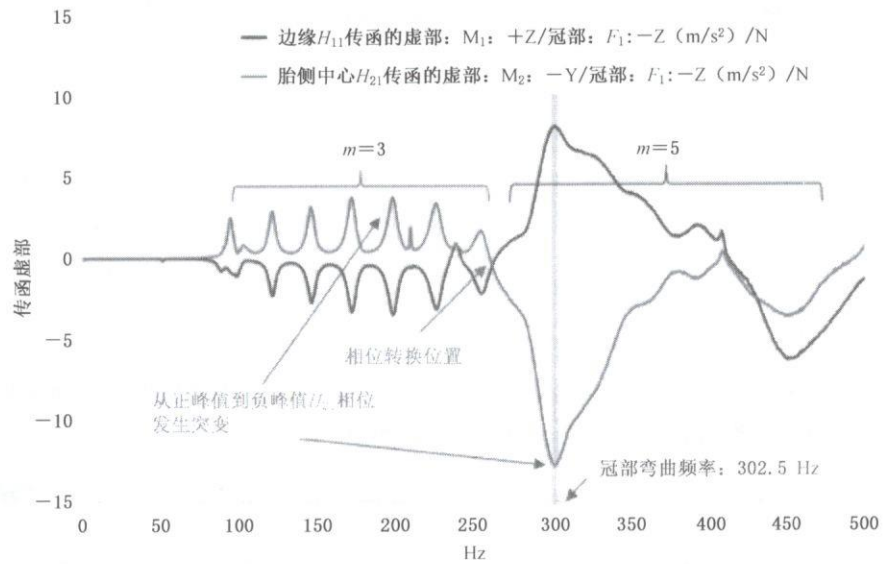


图 A.1 轮胎冠部弯曲模态频率的例子



中国橡胶工业协会  
团 体 标 准  
轮胎冠部弯曲模态试验方法  
T/CRIA 29001—2022

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238  
读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 17 千字  
2023年3月第一版 2023年3月第一次印刷

\*

书号: 155066·5-5739 定价 26.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68510107



T/CRIA 29001-2022



码上扫一扫 正版服务到