

T/CAAMTB

团 体 标 准

T/CAAMTB XXXX—2024

代替 T/CAAMTB 17—2019

乘用车制动噪声及振抖整车道路试验方法 及评价

The road test method and evaluation for brake noise and judder of
passenger car

（征求意见稿）

（本草案完成时间：2024年12月）

— XX — XX 发布

XXXX — XX — XX 实施

发 布

目 次

前 言	III
1 范围	5
2 规范性引用文件	5
3 术语和定义	5
4 基本要求	6
4.1 试验车辆要求	6
4.2 零部件要求	6
4.3 驾驶要求	6
4.4 环境要求	7
4.5 场地要求	7
5 技术要求	7
5.1 数据采集系统要求	7
5.2 测量系统要求	7
6 试验方法	9
6.1 整车道路试验总里程	9
6.2 装车前制动盘 DTV 和 Runout 测量	9
6.3 磨合程序	9
6.4 磨合后 0km 测量	9
6.5 高速公路试验, 不制动	10
6.6 2000km 测量	10
6.7 山路试验, 制动	10
6.8 4000km 和 6000km 测量	10
6.9 高速公路试验, 不制动	10
6.10 8000km 和 10000km 测量	10
6.11 山路试验, 制动	10
6.12 12000km 和 14000km 测量	11
6.13 高速公路试验, 不制动	11
6.14 16000km 结束测量	11
6.15 说明	11
7 评价方法	11
7.1 制动噪声评价方法	11
7.2 制动振抖评价方法	12
7.3 制动噪声及制动振抖评价标准	12
7.4 DTV 和 Runout 评价标准	14
7.5 拖滞力矩评价标准	14
7.6 磨损评价标准	15
附 录 A (规范性) 试验车辆与零件信息登记表	16

附录 B	(规范性)	驾驶行为报告.....	17
附录 C	(资料性)	数据采集系统和测量系统的传感器要求.....	18
附录 D	(规范性)	DTV/Runout 测量记录表.....	19
附录 E	(规范性)	拖滞力矩测量记录表.....	20
附录 F	(规范性)	磨损测量记录表.....	21
附录 G	(规范性)	制动振抖评级记录表.....	22
附录 H	(资料性)	高速公路试验路线.....	23
附录 I	(资料性)	山路试验路线.....	24
附录 J	(规范性)	制动噪声评价记录表.....	26
附录 K	(规范性)	客观数据报告.....	28

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。

本文件代替T/CAAMTB 17—2019《乘用车制动噪声及抖动整车道路试验方法及评价》，与T/CAAMTB 17—2019相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了标题，将“抖动”更改为“振抖”（见标题，2019年版的标题）；
- b) 更改了范围，将“M_g类”更改为“G类”，删除了“新能源汽车可适当参考适用”的表述（见第1章，2019年版的第1章）；
- c) 增加了规范性引用文件GB/T 5620和GB/T 15089，SAE标准增加了英文译名（见第2章）；
- d) 增加了“GB/T 5620界定的”描述（见第3章）；
- e) 删除了“制动噪声”、“制动盘厚度变化DTV和制动盘断面跳动量Runout（针对盘式制动器）”和“磨损和寿命”的二级条目，将其下级条目提升一级（见第3章，2019年版的3.1、3.4、3.5）；
- f) 增加了“连续撞击声”、“金属镶嵌”和“舒适停车功能”的术语和定义（见3.4、3.15、3.16）；
- g) 更改了“制动啸叫”的名称和定义（见3.1，2019年版的3.1.1）；
- h) 增加了“周边环境件（包括转向节、下摆臂、减震器和连杆等）变更后宜重复该试验”的表述（见4.2.4）；
- i) 增加了有关驾驶员身体健康和精神状态以及其他安全驾驶方面的要求（见4.3.3）；
- j) 增加了驾驶车辆过程中有关制动能量回收的要求（见4.3.5）；
- k) 增加了试验过程中采集驾驶员行为的要求（见4.3.6）；
- l) 增加了“环境要求”和“场地要求”（见4.4、4.5）；
- m) 更改了“基本要求”和“技术要求”的内容，将“数据采集系统要求”和“测量系统要求”从“基本要求”中转入“技术要求”中（见5.1、5.2，2019年版的4.4、4.5）；
- n) 更改了“数据采集系统要求”和“测量系统要求”，将表1和表2转入附录C（见附录C，2019年版的4.4、4.5）；
- o) 更改了“技术要求”，将“整车道路试验总里程”从“技术要求”中转入“试验方法”中（见6.1，2019年版的5.1）；
- p) 增加了“通用要求”（见5.2.1）；
- q) 删除了“试验准备”，将其内容并入“数据采集系统要求”（见5.1，2019年版的5.3）；
- r) 更改了制动振抖的评价方法，由单一方法更改为根据车辆是否携带制动能量回收功能区分的两个独立的评价方法（见6.4.4，2019年版的6.3.4）
- s) 删除了“总则”，将其内容并入“驾驶要求”（见4.3.4，2019年版的7.1）；
- t) 增加了转向蠕动噪声的评价方法（见7.1.2.4）；
- u) 增加了“连续撞击声评价方法”（见7.1.4）；
- v) 删除了制动振抖的详细描述（见2019年版的7.3.1）；
- w) 更改了评价过程中对挡位的描述（见7.2.2，2019年版的7.3.2）
- x) 增加了“制动噪声主观评价指数SNI”、“制动噪声客观评价指数ONI”和“制动振抖评价标准”（见7.3.2、7.3.3、7.3.4）；
- y) 增加了制动盘和摩擦片表面状态的要求（见7.6.1.3、7.6.2.3）
- z) 增加了“驾驶行为报告”和“客观数据报告”（见附录B和附录K）。

本文件由中国汽车工业协会标准法规工作委员会汽车制动系统专业委员会提出。

本文件由中国汽车工业协会归口。

本文件主要起草单位：上海汽车制动系统有限公司和上海大陆汽车制动系统销售有限公司。

本文件参与起草单位：上汽集团创新研究开发总院、上汽大众汽车有限公司、一汽—大众汽车有限公司、泛亚汽车技术中心有限公司、中国一汽研发总院、中国第一汽车集团有限公司、吉利汽车研究院

(宁波)有限公司、浙江极氪汽车研究开发有限公司、广州汽车集团股份有限公司汽车工程研究院、重庆长安汽车股份有限公司、北京汽车研究总院有限公司、北汽新能源汽车股份有限公司、小米汽车科技有限公司、奇瑞汽车股份有限公司、长城汽车股份有限公司、上海理想汽车科技有限公司、上海集度汽车有限公司、阿维塔科技(重庆)有限公司、广州小鹏汽车科技有限公司、安徽江淮汽车集团股份有限公司、博世汽车部件(苏州)有限公司、浙江亚太机电股份有限公司、菲格智能科技有限公司、浙江万安科技股份有限公司、浙江力邦合信智能制动系统股份有限公司、北京天宜上佳新材料股份有限公司、吉林东光奥威汽车制动系统有限公司、炯熠电子科技(苏州)有限公司、苏州坐标系智能科技有限公司、成都吉世威汽车科技有限公司、重庆慧鼎华创信息科技有限公司、珠海格莱利摩擦材料股份有限公司、山东信义汽车配件制造有限公司、中汽零部件技术(天津)有限公司、上海机动车检测认证技术研究中心有限公司、中国汽车工程研究院股份有限公司、湖南机动车检测技术有限公司、海南热带汽车试验有限公司、上海好耐电子科技有限公司、吉林省吉大机电设备有限公司

本文件主要起草人：马闯、宋明、李巍

本文件参与起草人：徐晓轶、李松朋、赵立微、李东、唐帅、谢敏松、李相彬、缪威、隋清海、许哲铭、郭晓波、孙振宇、高鸣晓、赵银森、刘坤、许世堂、裴纯辉、刘兴春、卓华、王培玉、洪庆良、陈超明、范义红、潘为钊、郝之凯、张光荣、张洋、许华政、崔洋、董良、崔海峰、张晓健、朱建明、葛宏、朱奇章、芮波、蔡睿、杜勇、张玉海、魏跃、张惠根、王雄、欧发强、吴嵩、燕建峰、张新峰、窦瑞、于佳伟、唐俊、沈茂、夏再华、李洪、闵赛金、王利宁

乘用车制动噪声及振抖整车道路试验方法及评价

1 范围

本文件规定了整车级别的乘用车制动系统的制动噪声及振抖试验方法及评价方法。
本文件适用于GB/T 15089规定的M₁类车辆和G类越野车，N₁类车辆可参照使用。

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 5620 道路车辆 汽车和挂车制动名词术语及其定义

GB/T 15089 机动车辆及挂车分类

QC/T 556 汽车制动器、温度测量和热电偶安装

QC/T 592 液压制动钳总成性能要求及台架试验方法

SAE J 1477 轻型车辆内部声级的测量(Measurement of interior sound levels of light vehicles)

3 术语和定义

GB/T 5620界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

尖叫声 squeal

由盘片摩擦产生一种接近纯正的、尖锐刺耳的且频率恒定的噪声，根据频率可以划分为低频尖叫(1~4) kHz和高频尖叫(4~16) kHz。

[来源：GB/T 5620, 7.2.3.3, 有修改]

3.2

蠕动噪声 groan

车辆制动时盘片摩擦产生一种非纯正的相对低频噪声(频率低于800 Hz)。

注：通常包括起步蠕动噪声、转向蠕动噪声、停车蠕动噪声和动态蠕动噪声。

3.3

撞击声 clonk

车辆在前进或后退时，或者切换方向时，踩下制动踏板制动器发出一种清脆的金属撞击声。

3.4

连续撞击声 rattle

车辆在颠簸路面上行驶时，非制动条件下，制动器发出的一种连续的金属撞击声。

3.5

嗡嗡声 moan

车辆低速行驶时，轻踩或不踩制动踏板发出一种低沉的噪声(频率低于1 kHz)。

3.6

刷盘声 wire brush

车辆制动时产生一种类似钢刷磨盘的噪声(频率低于16 kHz)。

3.7

制动振抖 brake judder

车辆制动过程中发生由制动器引起的可察觉的车身、制动踏板和方向盘的低频振动以及可能发生的噪声。

[来源：GB/T 5620, 7.2.3.1, 有修改]

3.8

拖滞力矩 drag torque

一般指的是残留拖滞力矩，松开制动踏板后制动器活塞回到自由状态，残留的制动盘转动阻力矩。

[来源：QC/T 592, 3.2, 有修改]

3.9

制动盘厚度变化量 Disc Thickness Variation; DTV

制动盘同一半径圆周方向的厚度变化量。

3.10

制动盘端面跳动 Runout

制动盘同一半径圆周方向内/外侧的位移变化量。

3.11

制动盘磨损 disc wear

在整车道路试验过程中，制动盘厚度的减小量。

3.12

制动盘寿命 disc life

全新状态制动盘在整车道路试验中所能经历的最大里程。

3.13

摩擦片磨损 pad wear

在整车道路试验过程中，摩擦片厚度的减小量。

3.14

摩擦片寿命 pad life

全新状态摩擦片在整车道路试验中所能经历的最大里程。

3.15

金属镶嵌 Metal Pick Up; MPU

制动盘和摩擦片发生磨损后，遗留在摩擦片表面的金属物质。

3.16

舒适停车功能 comfort stop function

轻踩制动至停车时，控制器指引制动管路泄压，模拟客户在制动末端松开制动踏板以增强舒适感的功能。

4 基本要求

4.1 试验车辆要求

4.1.1 试验车辆应符合安全驾驶的条件。

4.1.2 试验车辆应为设计状态（装配的底盘系统零部件应满足设计要求），并尽可能接近量产状态。

4.1.3 建议提供两台及以上同一状态的试验车辆。

4.1.4 试验过程中试验车辆状态保持一致。

4.1.5 在正式试验开始前应评价整车的振抖情况，提前排除非制动系统因素的影响。

4.1.6 除非供需双方另有约定，试验时车辆的载荷应包含 1 个驾驶员、1 套数采设备和 75 kg 配重。

4.1.7 按照附录 A 的表格记录试验车信息。

4.2 零部件要求

4.2.1 整车道路试验之前，相同批次的摩擦片应在噪声台架试验获得较好的试验结果。

4.2.2 用于试验的制动系统零部件应保证清洁和符合要求的功能及性能试验结果。

4.2.3 除非供需双方另有约定，应从当前批次中挑选压缩率处于中间值的摩擦片，DTV 处于中间值的制动盘和拖滞力矩处于中间值的制动器。

4.2.4 周边环境件（包括转向节、下摆臂、减震器和连杆等）变更后宜重复该试验。

4.2.5 按照附录 A 的表格记录零部件信息。

4.3 驾驶要求

- 4.3.1 除操作采集设备外，驾驶员应具备试验、分辨和评价不同类型制动噪声、制动振抖和非制动振抖的能力。
- 4.3.2 在整车道路试验中，应由不少于 2 人的驾驶员在多循环试验中交替驾驶；且车辆在车队中的位置也应经常轮换。
- 4.3.3 驾驶员应保证身体及精神状态正常、不因身体或精神原因影响行车安全，开展每日安全提醒和喊话，严禁疲劳驾驶、带病驾驶、超速等违规驾驶。
- 4.3.4 驾驶员应在整个路试过程须保持车内安静，关闭音响及语音提示，新能源车辆尽可能关闭低速行人提示音，驾驶员需要将空调风量调至最低挡位，左右前门车窗降至驾驶员耳部高度位置（雨天可完全关闭），非必要情况下不要使用喇叭。
- 4.3.5 除非供需双方另有约定，新能源车辆在整个路试过程中须关闭制动能量回收或者尽量降低能量回收等级。
- 4.3.6 试验过程中须采集驾驶员的驾驶行为，包括制动压力分布、减速度分布、车辆速度分布等，按附录 B 的表格展示。

4.4 环境要求

- 4.4.1 选取试验地点时应尽量选择环境温度和湿度波动范围较大的地区。
- 4.4.2 试验时应注意环境安全，大风、大雨、大雪、冰雹和雾霾等恶劣气象条件下不建议试验。
- 4.4.3 每次试验的环境温湿度和气象情况均应在报告中注明。

4.5 场地要求

- 4.5.1 试验应在平整、均匀、坚实的路面上进行。
- 4.5.2 试验路线应包含城区公路、城乡公路、山区公路和高速公路等多种路面。推荐路线见附录 H 和附录 I。
- 4.5.3 如有特殊道路要求由供需双方具体协商。

5 技术要求

5.1 数据采集系统要求

- 5.1.1 安装制动管路压力传感器用来记录制动压力。
- 5.1.2 每根轴上至少有一个制动盘/鼓安装了热电偶用于记录温度（见 QC/T 556 第 2 章）。
- 5.1.3 安装车速传感器用于记录车辆速度。
- 5.1.4 安装制动减速度传感器用于记录整车制动强度。
- 5.1.5 在制动器上安装振动加速度传感器用于记录制动噪声发生时的振动数据。
- 5.1.6 在驾驶舱中部位安装麦克风传感器用于记录噪声数据（见 SAE J 1477 第 6 章）。
- 5.1.7 安装环境温湿度传感器用于记录噪声发生时的环境温度和湿度。
- 5.1.8 数据采集设备精度要求应符合附录 C.1 的规定。

5.2 测量系统要求

5.2.1 通用要求

- 5.2.1.1 测量时应尽量避免外界干扰。
- 5.2.1.2 测量的设备精度应符合附录 C.2 的规定。

5.2.2 DTV 和 Runout 测量要求

- 5.2.2.1 除非供需双方另有约定，应按图 1 所示的制动盘摩擦面内缘往外约 10mm 的 1 和 2 测量点、中间点 3 和 4 测量点、外缘向内约 10mm 的 5 和 6 测量点，测量 3 对点的 DTV 和 Runout 值。
- 5.2.2.2 按照附录 D 记录 DTV 和 Runout 数值。

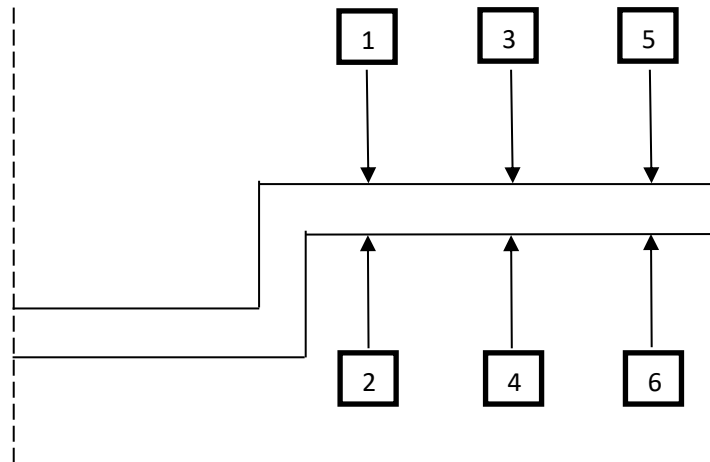


图1 DTV 和 Runout 测量位置示意图

5.2.3 拖滞力矩测量要求

- 5.2.3.1 测量前宜无制动驾驶至少 10km，在保证安全条件下尽量以不制动方式停车。
- 5.2.3.2 测量拖滞力矩时需要将车辆架起，变速箱置于空挡，释放驻车系统。
- 5.2.3.3 除非供需双方另有约定，应按照车辆前进方向驱动车轮旋转，待转速稳定后，测量驱动车轮转动的扭矩。
- 5.2.3.4 传动系的拖滞力矩应在拆除制动器后测量。
- 5.2.3.5 按照附录 E 记录扭矩值。

5.2.4 磨损测量要求

- 5.2.4.1 测量前应保证测量表面清洁。
- 5.2.4.2 摩擦片宜测量 5 个点，如图 2 所示。
- 5.2.4.3 制动盘宜测量 4 个点，如图 3 所示。
- 5.2.4.4 按照附录 F 记录摩擦片和制动盘的厚度。

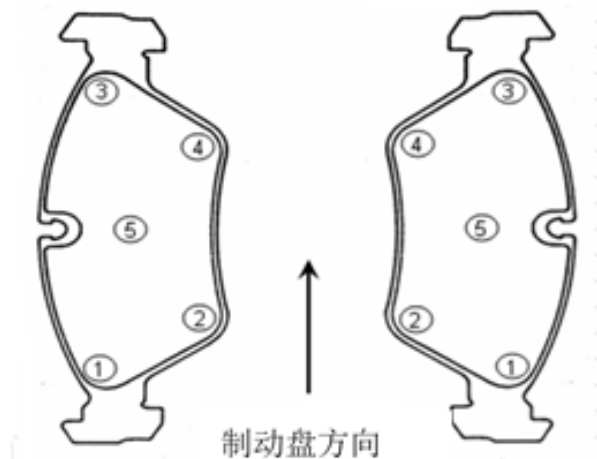


图2 摩擦片测量位置示意图

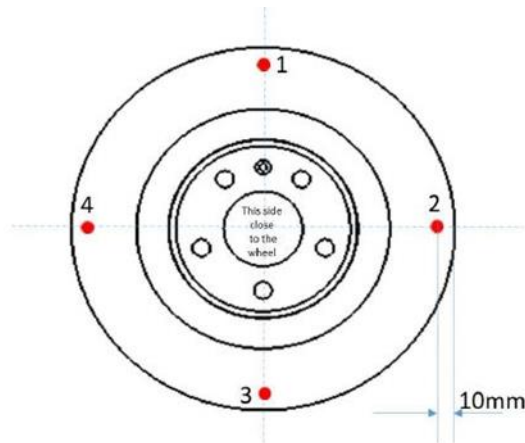


图3 制动盘测量位置示意图

6 试验方法

6.1 整车道路试验总里程

除非供需双方另有约定，整车道路试验的总里程可选择16,000 km或者8000 km。16000 km的总里程构成为高速2000 km、山路4000 km、高速4000 km、山路4000 km和高速2000 km；8000 km的总里程全部为山路。

6.2 装车前制动盘 DTV 和 Runout 测量

按5.2.2测量。

6.3 磨合程序

按下列规定的参数进行磨合（尽量降低制动能量回收等级）：

- 最少制动次数 $K=1 \times 60$ （可根据磨合效果增加）
- 每次制动的参数
 - 初速度 $V_1 = 80 \pm 5 \text{ km/h}$
 - 最小结束速度 $V_2 = 30 \pm 5 \text{ km/h}$
 - 制动压力 = 恒定 $p = 3 \pm 0.5 \text{ MPa}$
 - 初始温度 $T_1 = 100 \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$
 - 最大结束温度 $T_{2, \text{max}} = 200 \text{ }^\circ\text{C}$
 - 最大制动持续时间 $t = 5 \text{ s}$

注：制动器的最终温度优先于最终速度和持续时间。

6.4 磨合后 0km 测量

6.4.1 DTV 和 Runout 测量

按5.2.2测量DTV和Runout。

注：如果测量出的Runout超出了供需双方约定的目标范围，应重新“匹配”。如果不成功，应更换制动盘重新开始。

6.4.2 拖滞力矩测量

按5.2.3测量拖滞力矩。

6.4.3 磨损测量

按5.2.4测量磨损。

6.4.4 制动振抖测试

根据车辆是否携带制动能量回收的功能，选择按表1或表2的试验方法评价振抖，按附录G记录结果。

表1 没有制动能量回收的制动振抖评价方法

项目	编号	噪声类型	速度 (km/h)	减速度 (m/s^2)	制动盘温度 ($^{\circ}C$)
非制动振抖	1	振抖 Judder	120~80	0	<100
制动振抖	2	振抖 Judder	120~80	1.5~2	<100
	3	振抖 Judder	120~80	1.5~2	100~200
	4	振抖 Judder	120~80	1.5~2	200~300

表2 带有制动能量回收的制动振抖评价方法

项目	编号	噪声类型	速度 (km/h)	减速度 (m/s^2)	制动盘温度 ($^{\circ}C$)
非制动振抖	1	振抖 Judder	120~80	0	<100
制动振抖	2	振抖 Judder	120~80	能量回收减速度+ (1.5~2)	<100
	3	振抖 Judder	120~80	能量回收减速度+ (1.5~2)	100~150
	4	振抖 Judder	120~80	能量回收减速度+ (1.5~2)	150~200

6.5 高速公路试验，不制动

车辆在高速公路上行驶应符合道路交通安全法规，在保证安全的情况下宜尽量减少制动次数。推荐试验路线见附录H。每行驶到100 km时，车辆应以1.5~2 m/s^2 的减速度制动直至停车，然后再继续行驶，直至里程数达到2000 km后转入下一个程序。

6.6 2000 km 测量

6.6.1 车辆测量应在总里程约 2000 km 时进行。

6.6.2 按 5.2.2 测量 DTV 和 Runout。

6.6.3 按 5.2.3 测量拖滞力矩。

6.7 山路试验，制动

6.7.1 车辆应在试验路线（推荐附录 I）上正常驾驶和评价，按附录 J 记录结果。

6.7.2 按附录 K 记录客观数据。

6.7.3 试验里程应达到约 4000 km。

6.8 4000 km 和 6000 km 测量

6.8.1 车辆测量应在总里程约 4000 km 和 6000 km 时进行。

6.8.2 按 5.2.2 测量 DTV 和 Runout。

6.8.3 按 5.2.3 测量拖滞力矩。

6.9 高速公路试验，不制动

按6.5进行试验，直至里程数达到4000 km转入下一个程序。

6.10 8000 km 和 10000 km 测量

6.10.1 车辆测量应在大约 8000 km 和 10000 km 时进行。

6.10.2 按 5.2.2 测量 DTV 和 Runout。

6.10.3 按 5.2.3 测量拖滞力矩。

6.11 山路试验，制动

按 6.7 进行试验，直至里程数达到 4000 km 转入下一个程序。

6.12 12000 km 和 14000 km 测量

6.12.1 车辆测量应在大约 12000 km 和 14000 km 时进行。

6.12.2 按章节 5.2.1 测量 DTV 和 Runout。

6.12.3 按章节 5.2.2 测量拖滞力矩。

6.13 高速公路试验，不制动

按 6.5 进行试验，直至里程数达到 4000 km 转入下一个程序。

6.14 16000 km 结束测量

6.14.1 按 5.2.2 测量 DTV 和 Runout。

6.14.2 按 5.2.3 测量拖滞力矩。

6.14.3 按 5.2.4 测量磨损。

6.15 说明

6.15.1 如果选择总里程为 8000 km 的试验里程，须去除上述高速试验部分，测量和山路试验部分不变。

6.15.2 通过测量摩擦片和制动盘在 0 km 和 16000 km（或 8000 km）时的厚度确定其寿命。

6.15.3 每 2000 km 测量制动盘 DTV/Runout。

6.15.4 每 2000 km 测量一次拖滞力矩，在 0 km 和 16000 km（或 8000 km）时测量传动系内部的拖滞力矩。

7 评价方法

7.1 制动噪声评价方法

7.1.1 尖叫声评价方法

7.1.1.1 按照图 4 所示从 6 个方向对制动尖叫进行评价。

7.1.1.2 制动压力范围为 0~3 MPa，主要压力分布在 0~1.5 MPa。

7.1.1.3 制动初速度 0~30km/h，主要速度分布在 0~10km/h。

7.1.1.4 对制动尖叫进行评分，按附录 J 记录评分及发生的工况。

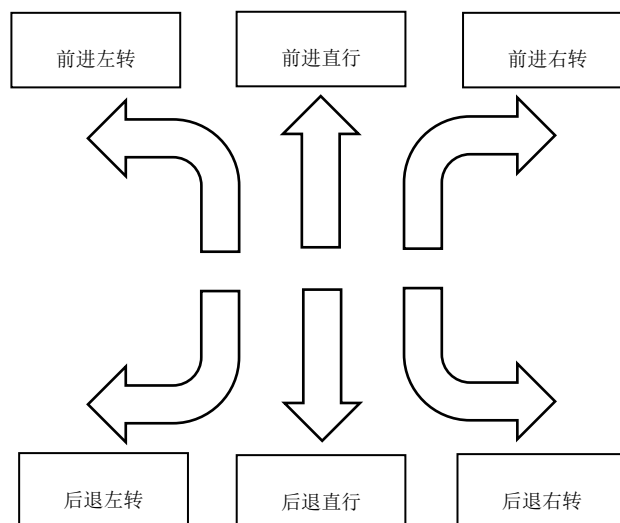


图4 车辆行驶方向

7.1.2 蠕动噪声评价方法

- 7.1.2.1 蠕动噪声可分为四类，分别为起步蠕动噪声、转向蠕动噪声、停车蠕动噪声和行车蠕动噪声。
- 7.1.2.2 从前进和后退两个方向对蠕动噪声进行评价。
- 7.1.2.3 踩住制动踏板，按照缓慢释放踏板（专业驾驶员角度）和快速释放踏板（普通消费者角度）两种工况对起步蠕动噪声进行评价。
- 7.1.2.4 踩住制动踏板或者驻车制动时，转动方向盘对转向蠕动噪声进行评价。
- 7.1.2.5 踩住制动踏板直至车辆停车时对停车蠕动噪声进行评价。
- 7.1.2.6 车辆行驶过程中踩下制动踏板对行车蠕动噪声进行评价。
- 7.1.2.7 评价分别在平地 and 坡道上（6~18%）进行。
- 7.1.2.8 如果车辆有舒适制动功能或者其他功能及工况（例如自动驻车功能），可由供需双方协商进行专项验证。
- 7.1.2.9 按附录 J 记录试验工况和评价结果。

7.1.3 撞击声评价方法

- 7.1.3.1 在行驶方向切换时或者连续前进/后退时踩下制动踏板对撞击声进行评价，以直行方向为评价主体。
- 7.1.3.2 车辆怠速行驶时以低压（一般小于 1.5 MPa）踩下制动踏板的工况下对撞击声进行评价。
- 7.1.3.3 评价过程中需考虑撞击声的可重复性。
- 7.1.3.4 按附录 J 记录试验工况和评价结果。

7.1.4 连续撞击声评价方法

- 7.1.4.1 车辆在颠簸路面上行驶时，不踩制动踏板，对连续撞击声进行评价。
- 7.1.4.2 轮胎气压须控制在整车要求的范围之内。
- 7.1.4.3 可以在不同车速下进行评价。
- 7.1.4.4 按附录 J 记录试验工况和评价结果。

7.1.5 哐哐声评价方法

- 7.1.5.1 按照图 4 所示从 6 个方向对哐哐声进行评价。
- 7.1.5.2 车辆怠速或低速行驶时，在非制动或中低压制动工况下对哐哐声进行评价。
- 7.1.5.3 在高压制动后以非制动工况对哐哐声进行评价。
- 7.1.5.4 在驻车制动后以非制动工况和低压制动工况对哐哐声进行评价。
- 7.1.5.5 评价可以在平地上或者坡道上进行。
- 7.1.5.6 按附录 J 记录试验工况和评价结果。

7.1.6 刷盘声评价方法

- 7.1.6.1 从前进和后退两个方向对刷盘声进行评价。
- 7.1.6.2 在低压滑行的工况下对车辆进行刷盘声进行评价。
- 7.1.6.3 按附录 J 记录试验工况和评价结果。

7.2 制动振抖评价方法

- 7.2.1 评价过程如表 1 或表 2 所示。
- 7.2.2 为保证驾驶安全，车辆行驶过程中尽量不要切换挡位，制动时须将制动能量回收等级调至最低级别。
- 7.2.3 评价方向盘、制动踏板和座椅是否有振抖，按附录 G 的表格记录结果。

7.3 制动噪声及制动振抖评价标准

7.3.1 制动噪声主观评价参考因素

对制动噪声进行主观评分时主要参考如下要素：
——可复现程度

- 噪声的分贝值
- 制动噪声可持续时间
- 制动噪声频率
- 出现制动噪声的压力范围
- 出现制动噪声的制动盘温度范围
- 出现制动噪声的环境温湿度
- 出现制动噪声时车辆的行驶方向（前进或后退）
- 是否转向制动噪声
- 制动噪声是发生在平地制动还是坡道制动

7.3.2 制动噪声主观评价指数 SNI

主观评价打分标准见表3。1分最低分，10分最高分。

表3 制动噪声主观评分标准

主观评分	强度	发生率
1	极其响、不能接受	一直有
2		非常容易复现
3		
4	非常响	很少
5	响	
6	一般、轻的	
7	很轻的、柔和	不易复现
8	非常柔和	
9	微小的、很难察觉的	无法复现
10	无噪声	无

根据主观评分确定权重系数，见表4。

表4 主观评分与权重系数关系表

主观评价分值	权重系数 Ai
10	1
9	80
8	400
7	2000
6	10000
5	不合格
4	
3	
2	
1	

注：如果出现主观评分为6以下的制动噪声，不推荐进行SNI的计算。

制动噪声主观评价指数SNI的确定

$$SNI = \sum_i \frac{A_i N_i}{N_t} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

- N_i ——噪声的出现次数；
- N_t ——是制动的总次数；
- A_i ——是噪声的主观权重系数。

制动噪声主观评价指数SNI应≤20.0(推荐值)。

7.3.3 制动噪声客观评价指数 ONI

根据制动噪声的分贝值确定权重系数，见表5。

表5 分贝值与权重系数关系表

分贝值	权重系数 Bi
<40	0
40~50	10
50~60	30
60~70	60
70~80	90
>80	120

制动噪声客观评价指数ONI的确定

$$ONI = \sum_i \frac{B_i N_i}{N_t} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- N_i ——是噪声的出现次数；
- N_t ——是制动的总次数；
- B_i ——是噪声的客观权重系数。

当ONI≤0.04时，优秀；当0.04<ONI≤1.2时，满足要求；当ONI>1.2时，不合格。（上述数值都是推荐值）

当分贝值≥80dB时，建议终止试验。

7.3.4 制动振抖评价标准

制动振抖以主观评价为主，见表6。

表6 制动振抖评分细则

主观评分	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
主观感受	非常严重		严重		稍严重	稍明显	轻微	稍轻微	非常轻微	无
部件反馈	手臂和身体强烈振抖		手臂和身体明显振抖		手臂和身体振抖	方向盘振抖需用手压制，车身或踏板明显振抖	方向盘和制动踏板轻微振抖	方向盘发生稍轻微振抖	难以察觉	无振抖

7.4 DTV 和 Runout 评价标准

除非供需双方另有约定，整车道路试验过程中及完成后，DTV≤20 μm（推荐值），Runout≤70 μm（推荐值）。

7.5 拖滞力矩评价标准

拖滞力矩评价标准由供需双方约定。

7.6 磨损评价标准

7.6.1 制动盘磨损评价标准

- 7.6.1.1 根据制动盘在 0 km 和 16000 km（或 8000 km）的厚度差值与设计目标判定寿命。
- 7.6.1.2 除非供需双方另有约定，每个制动盘寿命不应少于 60000 km（推荐值）。
- 7.6.1.3 制动盘不应存在明显的划、碰、撞、磨等损伤，如何量化由供需双方约定。如果不影响噪声表现，可以忽略。

7.6.2 摩擦片磨损评价标准

- 7.6.2.1 根据摩擦片在 0 km 和 16000 km（或 8000 km）的厚度差值与设计目标判定寿命。
- 7.6.2.2 除非供需双方另有约定，每个制动器上的摩擦片寿命不应少于 30000 km（推荐值）。
- 7.6.2.3 摩擦片表面不应存在明显的 MPU，如何量化由供需双方约定。如果不影响噪声表现，可以忽略。

附 录 A
(规范性)
试验车辆与零件信息登记表

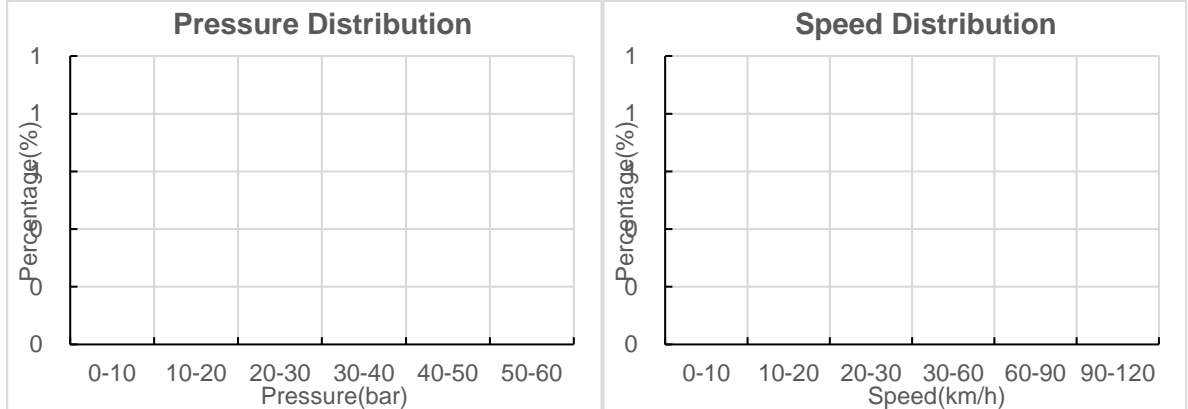
表A.1可记录试验车辆与零件信息。

表A.1 试验车辆与零件信息登记表

试验车辆与零件信息登记表		日期	
		填报表人	
整车参数			
整车制造商			
车型			
车架号			
能源型式			
发动机号			
变速箱			
驱动形式			
轮胎型号	前轴		
	后轴		
轮胎气压	前轴		
	后轴		
载 荷	半 载	前轴	
		后轴	
	满 载	前轴	
		后轴	
制动器总成参数			
前轴制动器总成	制动器	参数	
		备注	
	摩擦片	参数	
		备注	
制动盘	参数		
	备注		
后轴制动器总成	制动器	参数	
		备注	
	摩擦片	参数	
		备注	
制动盘	参数		
	备注		
车况和备件状态			
车 况	车身外观		
	空调		
	钥匙		
	其他		
备胎			
随车工具			
其他备件			

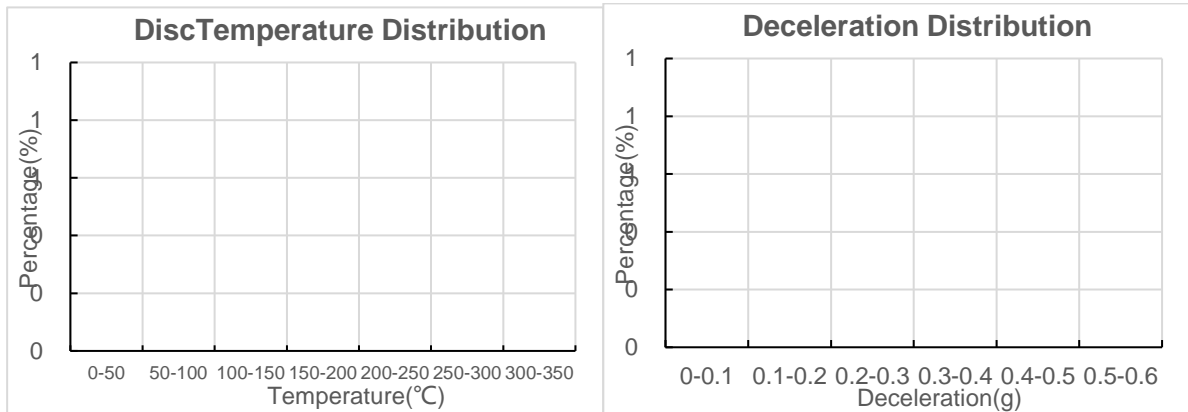
附录 B
(规范性)
驾驶行为报告

图B.1~B.4分别展示了制动压力分布、车速分布、制动盘温度分布和减速度分布。



图B.1 制动压力分布

图B.2 车速分布



图B.3 制动盘温度分布

图B.4 减速度分布

附录 C (资料性)

数据采集系统和测量系统的传感器要求

C.1 数据采集系统的传感器要求

规定了数据采集系统传感器采集信号的标记、单位、采样频率、测量范围和传感器精度。

表C.1 数据采集系统的传感器要求

项目	标记	单位	采样频率 (Hz)	测量范围	传感器精度
制动压力	P	[Pa]	100	0~20 Mpa	±0.5 %
制动盘温度	θ_a	[°C]	100	0~400 °C	±1 %
车速	V	[km/h]	10	0~300 km/h	±0.1 km/h
车辆减速度	J	[m/s ²]	100	-20~20 m/s ²	±5 %
噪声频率	F	[Hz]	≥50000	20~20000 Hz	±25 Hz
噪声强度	SPL	[dB]	≥50000	<150 dB	±2 dB
振动加速度	G	[g]	≥50000	-50~50 g	±5 %
环境温度	T _A	[°C]	1	-40~85 °C	±2 °C
环境湿度	RH _a	[%]	1	0~100 %	±5 %

C.2 测量系统的传感器要求

规定了测量系统传感器采集信号的标记、单位、采样频率、测量范围和传感器精度。

表C.2 测量系统的传感器要求

项目	标记	单位	采样频率	测量范围	传感器精度
制动盘端面跳动	Runout	[μm]	1 kHz	0~2.5 mm	±1.25 μm
制动盘厚度变化	DTV	[μm]	1 kHz	0~5 mm	±2.5 μm
拖滞力矩	M _R	[N·m]	1 kHz	0~50 N·m	±0.125 N·m
制动盘磨损	Disc Wear	[mm]	--	0~40 mm	±0.01 mm
摩擦片磨损	Pad Wear	[mm]	--	0~30 mm	±0.01 mm

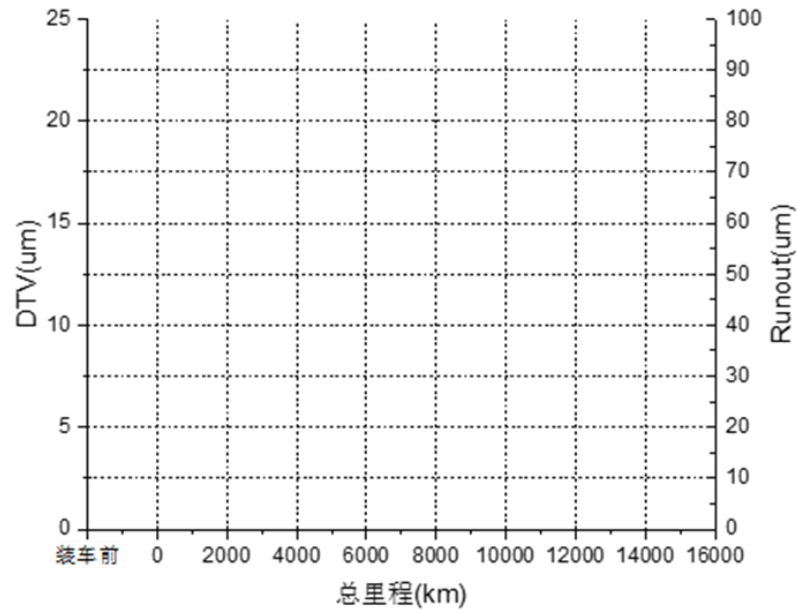
附录 D
(规范性)
DTV/Runout 测量记录表

表D. 1展示了测量DTV和Runout的记录表。

表D. 1 DTV/Runout 测量记录表

里程 (km)	DTV (μm)				Runout (μm)			
	前左	前右	后左	后右	前左	前右	后左	后右
0								
2000								
4000								
6000								
8000								
10000								
12000								
14000								
16000								

图D. 1展示了测量DTV和Runout的曲线图。



图D. 1 DTV 和 Runout 曲线图

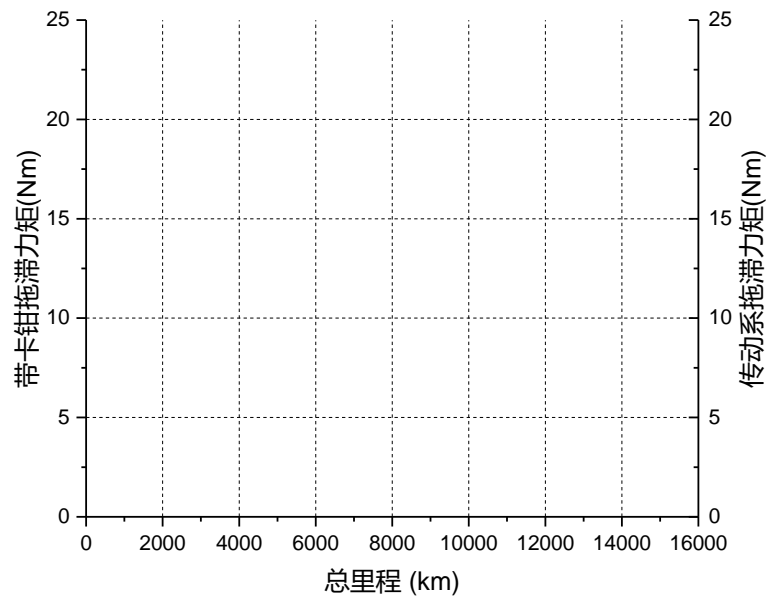
附 录 E
(规范性)
拖滞力矩测量记录表

表E.1展示了测量拖滞力矩的记录表。

表E.1 拖滞力矩测量记录表

里程 Km	带卡钳拖滞力矩 / N·m				传动系拖滞力矩 / N·m			
	前左	前右	后左	后右	前左	前右	后左	后右
0								
2000					--	--	--	--
4000					--	--	--	--
6000					--	--	--	--
8000					--	--	--	--
10000					--	--	--	--
12000					--	--	--	--
14000					--	--	--	--
16000								

图E.1展示了测量拖滞力矩的曲线图。



图E.1 拖滞力矩曲线图

附录 F
(规范性)
磨损测量记录表

表F.1展示了摩擦片和制动盘磨损测量的记录表。

表F.1 磨损测量记录表

项目	位置		里程/km	测量点/mm					平均值/mm
				1	2	3	4	5	
摩擦片	前左	外片	0						
			16000						
			差值						
		内片	0						
			16000						
			差值						
	前右	外片	0						
			16000						
			差值						
		内片	0						
			16000						
			差值						
	后左	外片	0						
			16000						
			差值						
		内片	0						
			16000						
			差值						
	后右	外片	0						
			16000						
			差值						
		内片	0						
			16000						
			差值						
制动盘	前左	-	0					--	
			16000					--	
			差值					--	
	前右	-	0					--	
			16000					--	
			差值					--	
	后左	-	0					--	
			16000					--	
			差值					--	
	后右	-	0					--	
			16000					--	
			差值					--	

附录 G
(规范性)
制动振抖评级记录表

表G.1展示了没有制动能量回收功能的制动振抖评价表。

表G.1 没有制动能量回收功能的制动振抖评价表

项目	编号	噪声类型	速度 (km/h)	减速度 (m/s ²)	制动盘温 度要求	环境温 度℃	环境湿 度%	方向盘评 价	制动踏板 评价	座椅评价	综合评价
非制动振抖	1	振抖 Judder	120~80	0	<100℃						
制动振抖	2	振抖 Judder	120~80	1.5~2	<100℃						
	3	振抖 Judder	120~80	1.5~2	100~ 200℃						
	4	振抖 Judder	120~80	1.5~2	200~ 300℃						

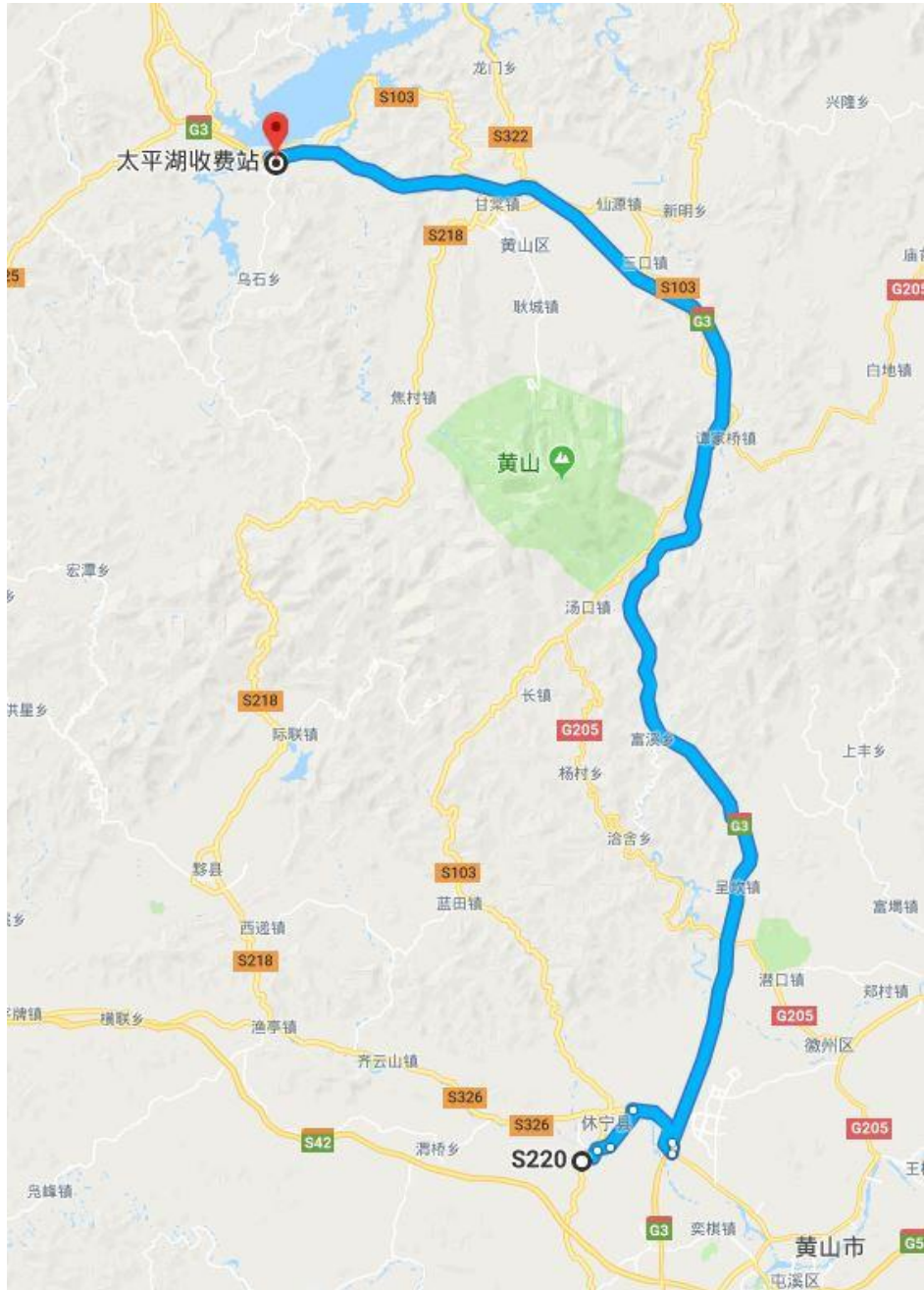
表G.2展示了带有制动能量回收功能的制动振抖评价表。

表G.2 带有制动能量回收功能的制动振抖评价表

项目	编号	噪声类型	速度 (km/h)	减速度 (m/s ²)	制动盘温 度要求	环境温 度℃	环境湿 度%	方向盘评 价	制动踏板 评价	座椅评价	综合评价
非制动振抖	1	振抖 Judder	120~80	0	<100℃						
制动振抖	2	振抖 Judder	120~80	能量回收 减速度+ (1.5~ 2)	<100℃						
	3	振抖 Judder	120~80	能量回收 减速度+ (1.5~ 2)	100~ 150℃						
	4	振抖 Judder	120~80	能量回收 减速度+ (1.5~ 2)	150~ 200℃						

附录 H
(资料性)
高速公路试验路线

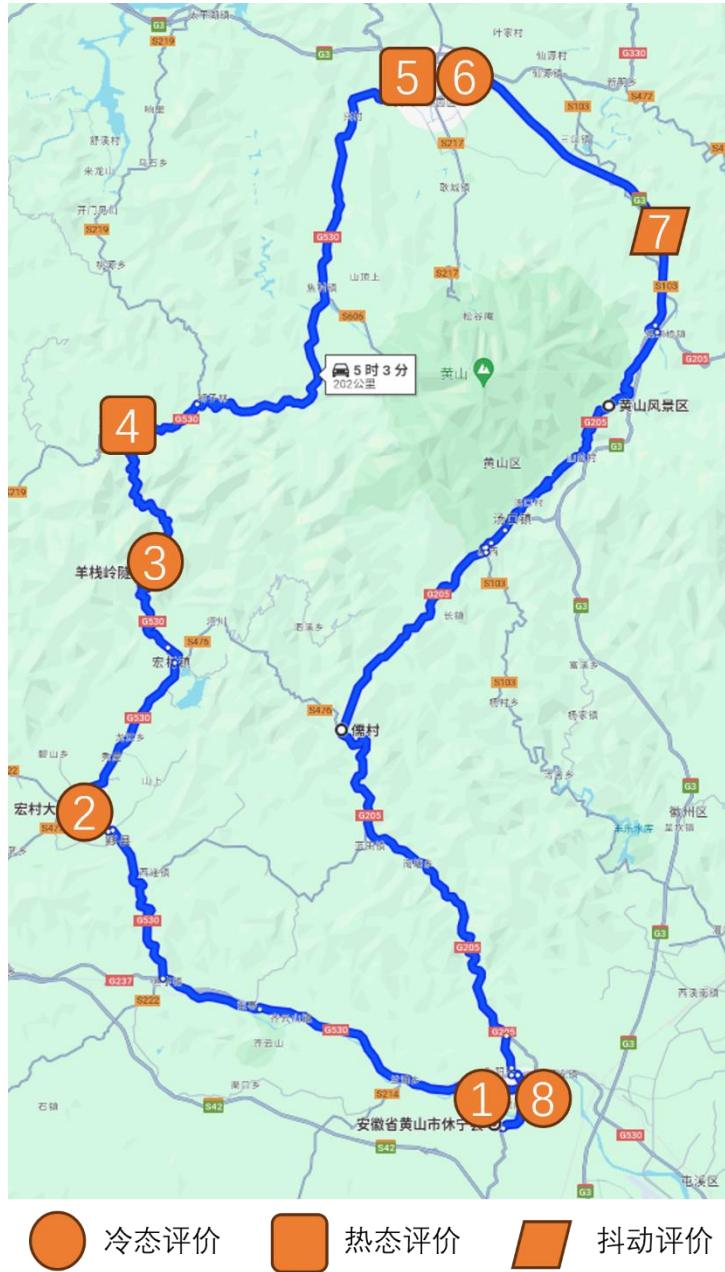
图H.1展示了高速公路路线，从屯溪西收费站到太平湖收费站，单程大约100km，往返200km。



图H.1 高速公路试验路线

附录 I
(资料性)
山路试验路线

图I.1展示了山路试验路线。



图I.1 山路试验路线

从休宁县出发，最终回到休宁县，总里程约 200km。

——起点在休宁县

评价点 1: 在休宁的制动噪声评价

——从休宁到黟县的城乡公路

评价点 2: 黟县的制动噪声评价

- 从黟县到宏村的乡村道路
 - 评价点 3：羊栈岭的制动噪声评价
- 从宏村到郭村的山路
 - 评价点 4：郭村的制动噪声评价
- 从郭村到黄山区的山路
 - 评价点 5：黄山区的热态制动噪声评价
- 在黄山区停车 15 分钟
 - 评价点 6：黄山区的冷态制动噪声评价
- 从黄山区到谭家桥的高速公路
 - 评价点 7：高速公路上的制动振抖评价
- 从谭家桥到休宁县的乡村公路
 - 评价点 8：回到休宁的制动噪声评价

附录 J
(规范性)
制动噪声评价记录表

图J.1和图J.2分别展示了制动噪声评价记录表的第一页和第二页。

驾驶员	车辆	日期	开始时间	开始里程	环境温度	天气	结束时间	结束里程	结束环境温度
驾驶员	车辆	日期	开始时间	开始里程	环境温度	天气	结束时间	结束里程	结束环境温度
班次	班次	3	4	5	6	7	8	9	10
2	2	3	4	5	6	7	8	9	10
极其响	极其响	3	4	5	6	7	8	9	10
噪声强度	噪声强度	3	4	5	6	7	8	9	10
噪声类型	噪声类型	3	4	5	6	7	8	9	10
发生的频率/可重复性	发生的频率/可重复性	3	4	5	6	7	8	9	10
Groan, Moan, Clonk, Squeal, Wire brush, Rattle其他									
一直在, 非常容易复现, 很少, 不易复现, 无法复现, 无									
初始评价1: 在18%或12%的斜坡上和在地面上进行冷车噪声评价 (在大路试验基地内进行)									
前轴	噪声指数	可重复性	速度 (km/h)	压力 (bar)	环境温度 (°C)	环境湿度	时间	频率	路面条件 (干/湿)
后轴	噪声类型	可重复性	速度 (km/h)	压力 (bar)	环境温度 (°C)	环境湿度	时间	频率	路面条件 (干/湿)
	起步Groan				前进				
	转向Groan				后退				
	坡道Groan								
	Stop Groan								
	Moan								
	Clonk								
	Squeal								
	Wire brush								
	Rattle								
评价2: 在髫县进行噪声评价									
前轴	噪声指数	可重复性	速度 (km/h)	压力 (bar)	环境温度 (°C)	环境湿度	时间	频率	路面条件 (干/湿)
后轴	噪声类型	可重复性	速度 (km/h)	压力 (bar)	环境温度 (°C)	环境湿度	时间	频率	路面条件 (干/湿)
	Groan				前进				
	Squeal				后退				
	Clonk								
评价3: 在羊线岭处进行热车的起步评价和噪声评价									
前轴	噪声指数	可重复性	速度 (km/h)	压力 (bar)	环境温度 (°C)	环境湿度	时间	频率	路面条件 (干/湿)
后轴	噪声类型	可重复性	速度 (km/h)	压力 (bar)	环境温度 (°C)	环境湿度	时间	频率	路面条件 (干/湿)
	Groan				前进				
	Squeal				后退				
	Clonk								
评价4: 在新村处进行制动噪声评价									
前轴	噪声指数	可重复性	速度 (km/h)	压力 (bar)	环境温度 (°C)	环境湿度	时间	频率	路面条件 (干/湿)
后轴	噪声类型	可重复性	速度 (km/h)	压力 (bar)	环境温度 (°C)	环境湿度	时间	频率	路面条件 (干/湿)
	Groan				前进				
	Squeal				后退				
	Clonk								

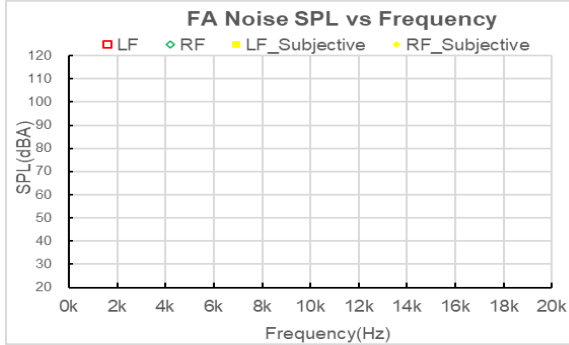
图J.1 制动噪声评价表第一页

第二页															
评价6: 在黄山区进行热车的噪音评价															
前轴	后轴	噪音类型	噪音指数	速度 (km/h)	压力 (bar)	前轴温度 (°C)	后轴温度 (°C)	前进	后退	频率	路面条件 (干/湿)	环境湿度			
		Groan													
		Squeal													
		Clonk													
评价6: 在黄山区进行冷车制动评价和起步评价 (此评价在车辆冷却后进行)															
前轴	后轴	噪音类型	噪音指数	速度 (km/h)	压力 (bar)	前轴温度 (°C)	后轴温度 (°C)	前进	后退	频率	路面条件 (干/湿)	环境湿度			
		Groan													
		Squeal													
		Clonk													
评价7: 在黄山区至潭家桥间的高速公路上进行抖动评价。(注意后方来车)															
前轴	后轴	噪音类型	抖动指数	速度 (km/h)	压力 (bar)	前轴开闭温度 (°C)	后轴开闭温度 (°C)	车身	方向盘	踏板	路面条件 (干/湿)	环境湿度			
		抖动Judder		120-80	0bar										
		抖动Judder		120-80	20bar										
		抖动Judder		120-80	20bar										
		抖动Judder		120-80	30bar										
评价8: 回到大陆试验基地进行噪声评价															
前轴	后轴	噪音类型	噪音指数	速度 (km/h)	压力 (bar)	前轴温度 (°C)	后轴温度 (°C)	前进	后退	频率	路面条件 (干/湿)	环境湿度			
		起步Groan													
		转向Groan													
		坡道Groan													
		Stop Groan													
		Moan													
		Clonk													
		Squeal													
		Wire brush													
		Rattle													
噪音综合评价:															
踏板感觉等											Moan	Clonk	Rattle	其他	备注
			轴	Groan	Squeal										
			前轴												
			后轴												

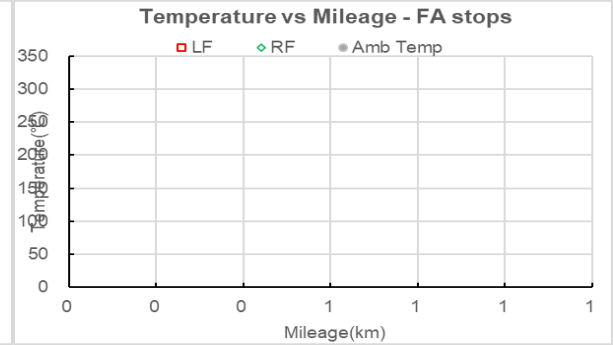
图J.2 制动噪声评价表第二页

附录 K
(规范性)
客观数据报告

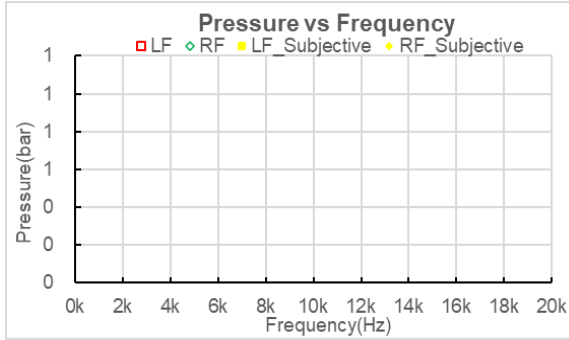
图K. 1~图K. 8展示了前轴的噪声频率与分贝、试验里程与制动盘温度、噪声频率与制动压力、噪声频率与车速、噪声频率与制动盘温度、噪声频率与环境温度、试验里程与噪声频率以及噪声频率与环境湿度之间的关系。



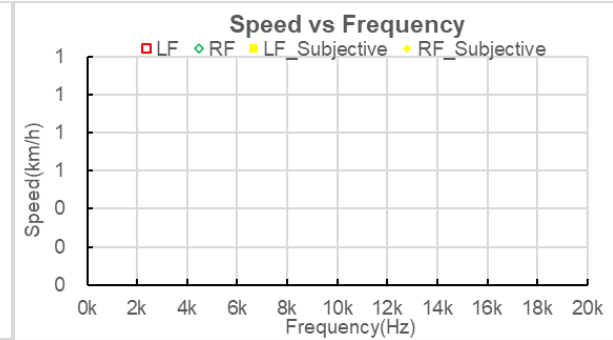
图K. 1 前轴噪声频率与分贝的关系图



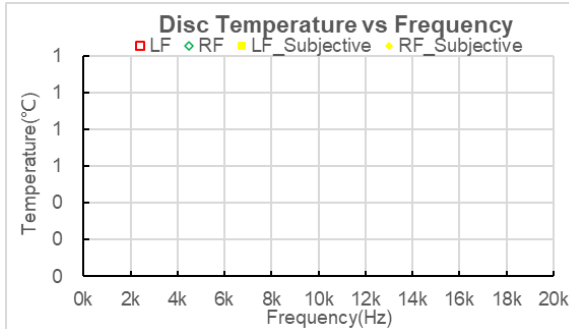
图K. 2 前轴试验里程与噪声对应制动盘温度关系图



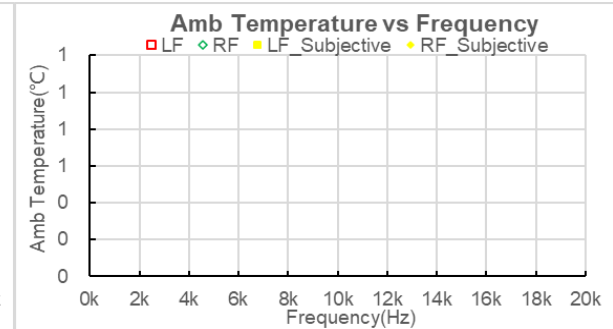
图K. 3 前轴噪声频率与制动压力关系图



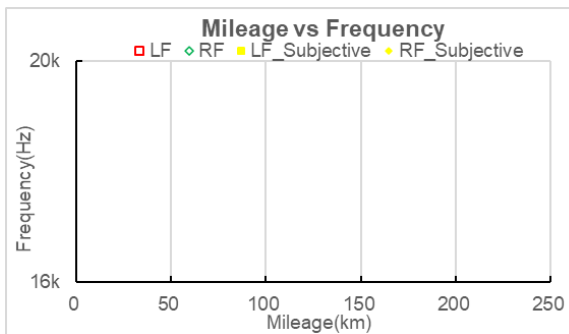
图K. 4 前轴噪声频率与车速的关系图



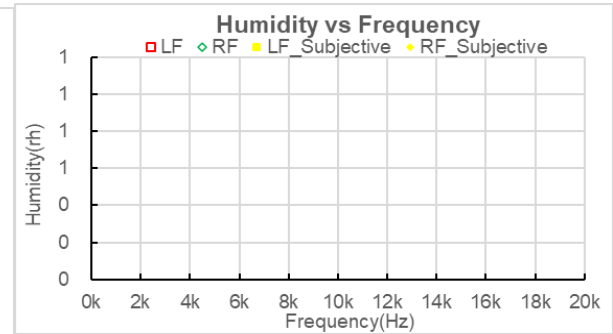
图K. 5 前轴噪声频率与制动盘温度关系图



图K. 6 前轴噪声频率与环境温度关系图

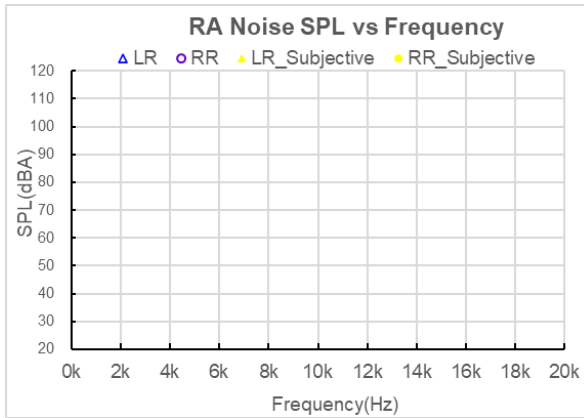


图K. 7 前轴试验里程与噪声频率关系图

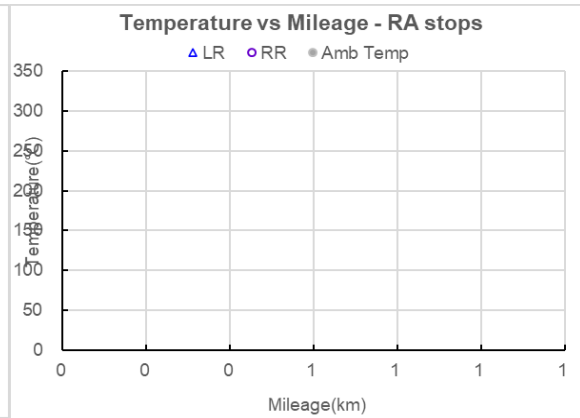


图K. 8 前轴噪声频率与环境湿度关系图

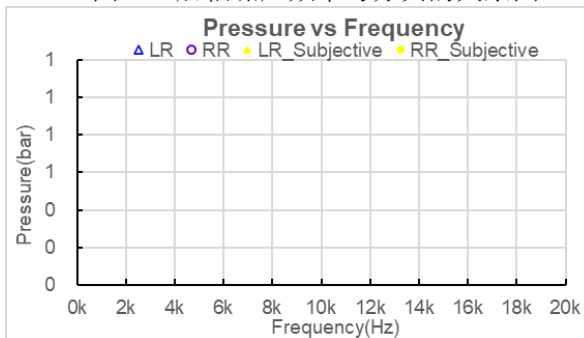
图K. 9~图K. 16展示了后轴的噪声频率与分贝、试验里程与制动盘温度、噪声频率与制动压力、噪声频率与车速、噪声频率与制动盘温度、噪声频率与环境温度、试验里程与噪声频率以及噪声频率与环境湿度之间的关系。



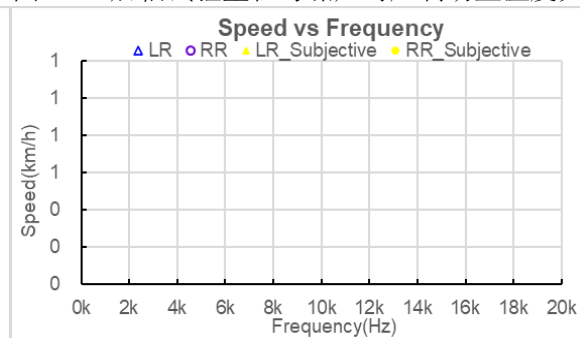
图K. 9 后轴噪声频率与分贝的关系图



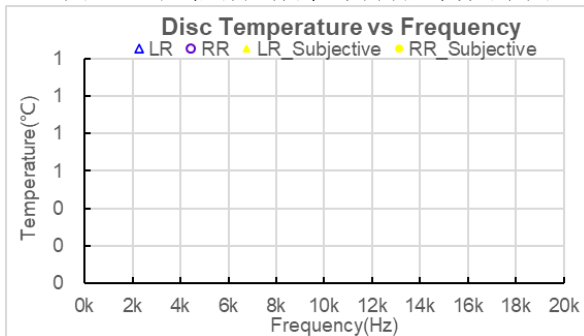
图K. 10 后轴试验里程与噪声对应制动盘温度关系图



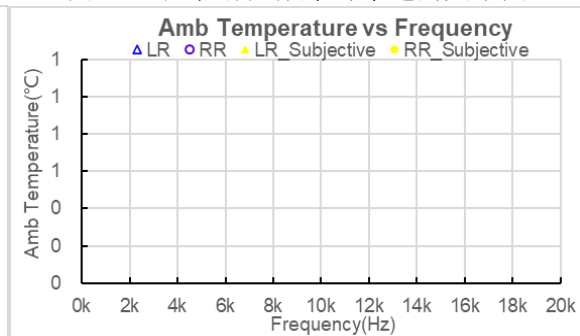
图K. 11 后轴噪声频率与制动压力关系图



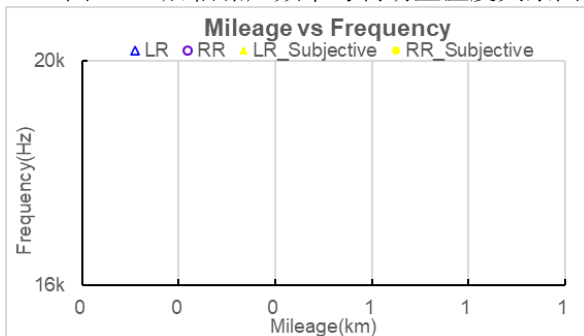
图K. 12 后轴噪声频率与车速的关系图



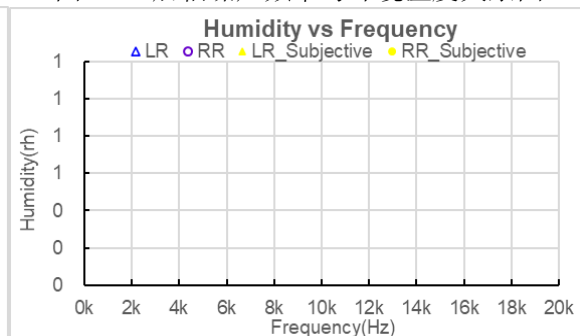
图K. 13 后轴噪声频率与制动盘温度关系图



图K. 14 后轴噪声频率与环境温度关系图



图K. 15 后轴试验里程与噪声频率关系图



图K. 16 后轴噪声频率与环境湿度关系图