



中华人民共和国国家标准

GB/T 41663—2022

道路车辆 制动衬片摩擦材料 缩比台架试验方法

Road vehicles—Brake lining friction materials—
Scale inertia dynamometer test method

2022-07-11 发布

2023-02-01 实施



国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言	I
引言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 符号和缩略语	4
5 试验条件和准备	6
6 试验项目和程序	8
7 试验报告	10
附录 A (资料性) 缩比惯性试验台技术参数	11
附录 B (资料性) 缩比试验冷却风(环境控制系统)技术条件	14
附录 C (资料性) 缩比试验温度测量方法	17
附录 D (资料性) 制动衬片和制动盘的磨损测量	18
附录 E (资料性) 缩比制动盘技术条件	20
附录 F (资料性) 缩比试验大纲	21
附录 G (资料性) 试验报告格式实例	22
参考文献	23

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。

本文件由中国建筑材料联合会提出。

本文件由全国非金属矿产品及制品标准化技术委员会(SAC/TC 406)归口。

本文件起草单位：珠海格莱利摩擦材料股份有限公司、吉林大学、东营宝丰汽车配件有限公司、桐庐宇鑫汽配有限公司、力派尔(珠海)汽车配件有限公司、咸阳非金属矿研究设计院有限公司、中国建材检验认证集团咸阳有限公司、河北正大摩擦制动材料有限公司、日照中伟汽车配件有限公司、衡水众成摩擦材料有限公司、河北星月制动元件有限公司、故城县赛之顺制动元件有限公司、河北天拓刹车片有限公司、中国地质大学(北京)。

本文件主要起草人：李康、王利宁、李攀飞、张建国、田式国、严正文、王嘉毅、王煜鹏、申让林、张启、孙宝旗、穆崇、孙金朋、张春峰、高连全、白志民、丁浩、王劲松。

引 言

在汽车摩擦材料的产品开发过程中,对摩擦性能的测试和评价是一个首要的问题。在摩擦材料产品开发和过程质量控制中,制动器总成模拟试验起着重要的作用。但是全尺寸总成试验受到不同车型和制动器的影响,而且总成试验成本高和耗时长。因此,在汽车摩擦材料的早期开发中,我们需要一种既能够模拟实际工况,又只针对摩擦材料的试验方法,缩比试验就是一种选择。

缩比试验是以相似理论为基础的试验方法,它将全尺寸的产品,按照比例缩小,采用与全尺寸试验相同的程序,模拟实际工况进行测试。其试验结果与全尺寸试验有很好的 consistency。摩擦材料缩比试验台只有具备与全尺寸总成试验台的几何要素和物理要素相一致的特点,同时采取与全尺寸总成试验相同的试验程序,试验结果才能有较高的一致性。

当前,汽车摩擦材料的摩擦性能评价有两种方式,一种是恒速拖磨,另一种是减速制动。恒速拖磨的制动方式,无论是小样试验还是总成试验,都与实际驾驶工况、制动系统特性或汽车动力学特性没有相互关系。因此,这两种制动模式在摩擦副表面生成的转移膜的化学组成和结构是不相同的。其所产生的摩擦系数的含义也是不同的。所以,曾经被认为是有效地拖磨制动方式,现在被认为在评价摩擦性能上是不准确的。

本文件提出了针对汽车摩擦材料的缩比惯性试验程序,用于评估制动压力(制动减速度)、温度和线速度对材料摩擦效能和磨损率的影响。

缩比试验程序的设计要考虑与全尺寸总成试验一致,这将有助于两者之间试验数据的比较和分析。考虑到中国和亚太地区的实际路况和现有的总成试验标准,本文件以 QC/T 564 作为主要的参考,设计试验程序相对应缩比试验规范,也可以针对欧洲车型的摩擦材料开发需求。

考虑到试验环境对测试结果的影响,本文件规定了试验的环境条件——冷却风的速度和温湿度。

对试验结果的评价和报告,由用户根据自己的情况制定。

本文件旨在提出一种缩比惯性试验台的试验程序,它能够在较大的行驶速度、制动温度、制动压力或制动减速度范围内,模拟汽车的制动过程,对摩擦性能进行评价。这个新的试验程序有以下特点。

- 采用与全尺寸总成试验台相同的制动方式和试验程序,模拟实车制动工况;其试验数据与全尺寸总成试验具有可比性。
- 由于采用同一种缩比制动器和制动盘,缩比试验的测试结果可用于摩擦材料之间的比较。
- 本试验方法用于测试材料的摩擦性能,应用于原料筛选,产品早期开发,过程质量控制和样件测试。
- 与全尺寸总成试验相比,缩比试验有更高的效率,降低测试成本。

道路车辆 制动衬片摩擦材料 缩比台架试验方法

1 范围

本文件规定了道路车辆制动衬片摩擦材料缩比台架试验方法的试验条件和准备、试样项目和程序、试验报告。

本文件适用于乘用车盘式制动衬片的缩比台架试验,在熟悉缩比原理的基础上,其他类别车辆的制动衬片试验也可参照本文件。本文件适用于原料筛选和检验、摩擦材料的早期开发、生产过程的质量控制和外来样件的测试。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 缩比系数

3.1.1

有效摩擦半径缩比系数 **scale ratio of effective friction radius**

S_{Rf}

全尺寸制动盘有效摩擦半径与缩比制动盘有效摩擦半径之比,按照公式(1)计算。

$$S_{Rf} = \frac{R_f}{R_{fs}} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

R_f ——全尺寸制动盘有效摩擦半径,单位为米(m);

R_{fs} ——缩比制动盘有效摩擦半径,单位为米(m)。

3.1.2

制动衬片面积缩比系数 **scale ratio of brake lining area**

S_{Ap}

全尺寸制动衬片面积与缩比试验样品面积之比,按照公式(2)计算。

$$S_{Ap} = \frac{A_p}{A_{ps}} \dots\dots\dots(2)$$

式中:

A_p ——全尺寸制动衬片面积,单位为平方米(m²);

A_{ps} ——缩比试验样品面积,单位为平方米(m²)。

3.1.3

制动轮缸面积缩比系数 **scale ratio of braking piston area**

S_{Db}

全尺寸制动轮缸面积与缩比制动轮缸面积之比,按照公式(3)计算。

$$S_{Db} = \frac{(D_b)^2}{(D_{bs})^2} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

D_b ——全尺寸制动轮缸直径,单位为毫米(mm);

D_{bs} ——缩比制动轮缸直径,单位为毫米(mm)。

3.1.4

制动衬片压强缩比系数 **scale ratio of brake lining pressure**

S_P

在相同管路压力下,全尺寸制动衬片的压强与缩比试验样品的压强之比,按照公式(4)计算。

$$S_P = \frac{S_{Db}}{S_{Ap}} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

S_{Db} ——制动轮缸面积缩比系数;

S_{Ap} ——制动衬片面积缩比系数。

3.2 缩比试验参数

3.2.1

缩比试验惯量 **test inertia reflected at scale test**

I_s

缩比台架试验时所需要加载的实际惯量值,按照公式(5)计算。

$$I_s = \frac{I}{(S_{Rf})^2} \times S_{Ap} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

I ——全尺寸制动器总成试验惯量,单位为千克平方米($\text{kg} \cdot \text{m}^2$);

S_{Rf} ——有效摩擦半径缩比系数;

S_{Ap} ——制动衬片面积缩比系数。

3.2.2

缩比试验转速 **test rotation speed reflected at scale test**

n_s

缩比台架试验时根据试验要求的速度,转化为试验机主轴的转动速度,按照公式(6)计算。

$$n_s = n \times S_{Rf} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

n ——全尺寸制动器总成试验转速,单位为转每分(r/min);

S_{Rf} ——有效摩擦半径缩比系数。

3.2.3

缩比试验制动力矩 **brake torque reflected at scale test**

M_s

在恒输出(恒力矩)模式下,根据制动减速度要求,对输入的制动力矩参数,按照公式(7)计算。

$$M_s = \frac{a \times g \times I_s}{R_k} \times S_{Rf} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

- a ——制动减速度,单位为米每二次方秒(m/s²);
- g ——重力加速度,单位为米每二次方秒(m/s²);
- I_s ——缩比试验惯量,单位为千克平方米(kg·m²);
- R_k ——全尺寸制动器总成车轮滚动半径,单位为米(m);
- S_{Rf} ——有效摩擦半径缩比系数。

3.2.4

缩比试验制动管路压力 brake line pressure reflected at scale test

p_s

在恒输入(恒压力)模式下,缩比试验制动管路压力按照公式(8)计算。

$$p_s = p \times S_p \dots\dots\dots (8)$$

式中：

- p_s ——缩比试验制动管路压力,单位为兆帕(MPa);
- p ——全尺寸制动器总成试验制动管路压力,单位为兆帕(MPa);
- S_p ——制动衬片压强缩比系数。

3.3 缩比试验摩擦系数及相关参数

3.3.1

缩比试验瞬时摩擦系数 instantaneous friction coefficient at scale test

μ_s^*

制动过程中任一时刻摩擦系数值,按照公式(9)、公式(10)计算。

$$\mu_s^* = K_{\mu s} \times \frac{M_s^*}{p_s^*} \dots\dots\dots (9)$$

$$K_{\mu s} = \frac{1}{2 \times A_{bs} \times R_{fs} \times \eta_s} \dots\dots\dots (10)$$

式中：

- $K_{\mu s}$ ——缩比制动器摩擦系数计算常数,单位为每立方米(m⁻³);
- M_s^* ——缩比试验瞬时制动力矩测试值,单位为牛米(N·m);
- p_s^* ——缩比试验瞬时制动管路压力测试值,单位为兆帕(MPa);
- A_{bs} ——缩比制动轮缸面积,单位为平方米(m²);
- R_{fs} ——缩比制动盘有效摩擦半径,单位为米(m);
- η_s ——缩比制动器效率(按98%取值)。

3.3.2

缩比试验摩擦系数 friction coefficient at scale test

μ_s

从制动管路压力或者制动减速度达到设定值的95%到制动结束,所采集的所有缩比试验瞬时摩擦系数(μ_s^*)的平均值。

注1:本文件要求,缩比试验摩擦系数(μ_s)是以制动距离为基准的摩擦系数平均值。根据实际可能,也可以选择以时间为基准的平均摩擦系数。

注2:平均值的计算区间可以根据不同规范要求进行设置。

3.3.3

比制动力矩 specific torque

ST

任一时刻输出的制动力矩与输入的制动管路压力的比值,按照公式(11)计算。

$$ST = \frac{M_s^*}{p_s^*} \dots\dots\dots(11)$$

式中:

M_s^* —— 缩比试验瞬时制动力矩测试值,单位为牛米(N·m);

p_s^* —— 缩比试验瞬时制动管路压力测试值,单位为兆帕(MPa)。

3.3.4

充分发出的平均制动减速度 **mean fully developed deceleration; MFDD**

d_{mfd}

在刹停模式下,充分发出的平均制动减速度按照公式(12)计算。

$$d_{mfd} = \frac{v_b^2 - v_e^2}{25.92 \times (S_e - S_b)} \dots\dots\dots(12)$$

式中:

v_b —— 制动初速(v_0)的 80%,单位为千米每小时(km/h);

v_e —— 制动初速(v_0)的 10%,单位为千米每小时(km/h);

v_0 —— 制动初速,单位为千米每小时(km/h);

25.92 —— 换算单位产生的系数;

S_e —— 速度为 10% v_0 时的制动距离,单位为米(m);

S_b —— 速度为 80% v_0 时的制动距离,单位为米(m)。

注:在减速制动条件下,充分发出的平均制动减速度的计算范围与释放速度相关。

[来源:GB/T 29064—2012,3.4]

3.4 制动方式

3.4.1 制动加载模式

3.4.1.1

恒输入(恒压力)制动模式 **constant input(line pressure)application mode**

制动过程中,管路压力维持在设定值不变。

3.4.1.2

恒输出(恒力矩)模式 **constant output(brake torque)application mode**

制动过程中,输出的制动力矩维持在设定值,相当于恒减速度制动。

3.4.2 制动释放模式

3.4.2.1

刹停制动 **brake stop**

将试验速度减速至小于 0.5 km/h 的速度或者更低的制动方式。

注:在恒输出条件下刹停制动,释放速度可以设定为 1 km/h~2 km/h。

3.4.2.2

减速制动模式 **brake snub**

使试验速度减速至速度不低于 5 km/h 的制动方式。

4 符号和缩略语

下列符号和缩略语适用于本文件(见表 1)。

表 1 符号和缩略语

符号和缩略语	说明	单位
A_{bs}	缩比制动轮缸面积	m^2
A_p	全尺寸制动衬片面积	m^2
A_{ps}	缩比试验样品面积	m^2
a	制动减速度	m/s^2
D_b	全尺寸制动轮缸直径	mm
D_{bs}	缩比制动轮缸直径	mm
d_{mfd}	充分发出的平均制动减速度	m/s^2
I	全尺寸制动器总成试验惯量	$kg \cdot m^2$
I_s	缩比试验惯量	$kg \cdot m^2$
K_{ps}	缩比制动器摩擦系数计算常数	m^{-3}
M_s	缩比试验制动力矩	$N \cdot m$
M_s^*	缩比试验瞬时制动力矩测试值	$N \cdot m$
n	全尺寸制动器总成试验转速	r/min
n_s	缩比试验转速	r/min
p	全尺寸制动器总成试验制动管路压力(恒输入)	MPa
p_s	缩比试验制动管路压力(恒输入)	MPa
p_s^*	缩比试验瞬时制动管路压力测试值	MPa
R_f	全尺寸制动盘有效摩擦半径	m
R_{fs}	缩比制动盘有效摩擦半径	m
R_k	全尺寸制动器总成车轮滚动半径	m
S	制动距离	m
S_{Ap}	制动衬片面积缩比系数	—
S_b	制动初速 80% 时的制动距离	m
S_{Db}	制动轮缸面积缩比系数	—
S_c	制动初速 10% 时的制动距离	m
S_p	制动衬片压强缩比系数(在恒输入条件下)	—
S_{Rf}	有效摩擦半径缩比系数	—
ST	输出的制动力矩与输入的制动管路压力的比值	$N \cdot m/MPa$
T_e	制动末温(制动释放温度)	$^{\circ}C$
T_i	制动初温	$^{\circ}C$
v_b	80% 制动初速	km/h

表 1 符号和缩略语 (续)

符号和缩略语	说明	单位
v_c	10%制动初速	km/h
v_0	制动初速	km/h
η_s	缩比制动器效率	%
μ_s	缩比试验以制动距离为基准的平均摩擦系数	—
μ_s'	缩比试验瞬时摩擦系数	—
DTV	制动盘厚度差	μm
LRO	缩比制动盘工作面初始轴向跳动	μm

5 试验条件和准备

5.1 试验条件

5.1.1 试验设备

缩比惯性试验台,技术参数见附录 A。

5.1.2 制动管路压力上升速率

除有压力爬升速率要求的试验之外,所有制动加载,压力上升速率为 $(25\pm 5)\text{MPa/s}$ 。

5.1.3 最大制动管路压力

缩比试验台制动加载系统的最大制动压力不低于 20 MPa。

5.1.4 采集频率

制动压力和制动力矩的采集频率不低于 100 Hz,并能够根据标准要求调整采样频率。

5.1.5 冷却风条件——风速

在衰退试验(6.6 和 6.8)中,冷却风速为 1 m/s,其余的试验冷却风速为 11 m/s。并可以根据不同的试验标准对冷却风进行调整。

5.1.6 试验环境控制条件——温湿度要求

在缩比试验过程中,对冷却空气的温度和相对湿度要进行调节和控制,每一次制动过程中要测量和记录温度的平均值、相对湿度和冷却风速。

环境控制系统的技术参数见附录 B。

注:通常情况,冷却空气的控制范围是:20℃~25℃,相对湿度:60%~65%。

5.1.7 两次制动之间的转速

在两次制动之间的冷却时段,试验台的转动速度为 10 km/h,对于衰退试验,等待转速为下一次制动初速。

5.1.8 初始制动温度

初始制动温度是指制动开始时制动盘的实时温度。

5.1.9 试验温度测量

在制动盘厚度的中央位置钻 3.0 mm 小孔,将 K 型热电偶埋设在有效摩擦半径的位置,见附录 C。

5.1.10 传感器标定

每年由第三方计量机构对测量转速、温度、压力、力矩以及冷却空气速度和温湿度的传感器进行标定,并出具校准证书。平时用户可以根据试验情况对测量系统自行核查并记录。

5.1.11 样件测量

试验前后对试验样品和制动盘的厚度和质量进行测量,计算试验过程的厚度磨损和质量磨损,测量位置见附录 D。

5.1.12 数据采集

缩比惯性试验台在试验过程中要自动和实时采集以下数据:

- 制动时间;
- 主轴转速;
- 制动管路压力;
- 制动力矩;
- 制动盘温度;
- 冷却空气温度;
- 冷却空气速度;
- 冷却空气的相对湿度;
- 试验步骤和制动次数。

5.1.13 缩比制动盘技术要求

缩比试验制动盘采用与乘用车制动盘相同的材质,制动盘技术条件见附录 E。

原则上每次试验采用新的制动盘,如果需要重复使用,制动盘每一面需要磨去 100 μm ,厚度低于 8.5 mm 的制动盘不应再使用。

5.1.14 缩比制动盘工作面轴向跳动

缩比制动盘安装后的工作面初始轴向跳动(LRO)不超过 20 μm ,测量位置在制动盘外侧面距边缘 5 mm 处,每次试验前后,测量和记录制动盘工作面轴向跳动量。

5.2 试样准备

试样应按照下列要求进行准备:

- 试样应从产品上切割(包括金属背板在内);
- 试样尺寸:宽度:25 \pm 0.25 mm,长度:40 \pm 0.25 mm,厚度: \leq 18 mm(不低于 8.5 mm);
- 试样的表面,保持产品原有状态(包括涂层、烧蚀等),避免污染;
- 试验前样品和制动盘的测量:见附录 D,测量精度精确到小数点后三位;
- 试验前应分别对样品和制动盘工作面进行拍照记录。

6 试验项目和程序

6.1 磨合前检查

磨合前检查按下列试验条件进行：

- a) 制动初速:50 km/h;
 - b) 制动初温(第一次制动): $<40\text{ }^{\circ}\text{C}$;
 - c) 制动减速度 $0.3g$;
- 注：本文件中 g 为重力加速度。
- d) 制动周期:120 s;
 - e) 制动次数:10。

6.2 第一次(磨合前)效能试验

第一次(磨合前)效能试验按试验条件进行：

- a) 制动初速:50 km/h,100 km/h;
- b) 制动初温: $80\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- c) 制动减速度: $0.1g\sim 0.8g$;
- d) 制动次数:16(2×8)次。

注1：制动初速和制动减速度都按照从低到高的顺序进行试验。

注2：每一个制动初速下,制动减速度从低到高,按照 $0.1g$ 的递增,从 $0.1g$ 升至 $0.8g$ 。

注3：根据上述要求,本文件的所有制动均采用恒输出(恒力矩)的制动方式。如果采用恒输入(恒压力)的制动方式,需记录在案。

6.3 磨合试验

磨合试验按下列试验条件进行：

- a) 制动初速:65 km/h;
- b) 制动初温: $120\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- c) 制动减速度: $0.35g$;
- d) 制动次数:200 次。

注：磨合 200 次后要检查磨合面接触率,要求不低于 80%。如未达到要求,则增加磨合次数。

6.4 第二次效能试验

重复第一次效能试验(6.2),但制动初速、制动次数有变化：

- a) 制动初速:20 km/h、50 km/h、100 km/h、130 km/h;
- b) 制动初温: $80\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- c) 制动减速度: $0.1g\sim 0.8g$;
- d) 制动次数:32(4×8)次。

6.5 第一次再磨合

重复 6.3 磨合试验,但制动次数为 35 次。

6.6 第一次衰退恢复试验

6.6.1 基准试验

基准试验按下列试验条件进行：

- a) 制动初速:50 km/h;
- b) 制动初温:80 ℃;
- c) 制动减速度:0.3g;
- d) 制动次数:3次。

6.6.2 衰退试验

衰退试验按下列试验条件进行:

- a) 制动初速:100 km/h;
- b) 制动初温(第一次制动):60 ℃;
- c) 制动减速度:0.45g;
- d) 制动周期:35 s;
- e) 制动次数:10次。

注:衰退试验结束后,立即开启冷却风;主轴以相当于50 km/h转速旋转,120 s后开始恢复试验。

6.6.3 恢复试验

恢复试验按下列试验条件进行:

- a) 制动初速:50 km/h;
- b) 制动减速度:0.3g;
- c) 制动周期:120 s;
- d) 制动次数:12次。

6.6.4 效能检查

效能检查按下列试验条件进行:

- a) 制动初速:100 km/h;
- b) 制动初温:60 ℃;
- c) 制动减速度:0.45g;
- d) 制动次数:2次。

6.7 第二次再磨合

按照6.5要求进行试验。

6.8 第二次衰退恢复试验

按照6.6要求重复试验,但衰退试验的制动次数为15次。

6.9 第三次再磨合

按照6.5的要求重复试验。

6.10 第三次效能试验

按照6.4的要求重复进行试验。

6.11 试验后测量和检查

- 6.11.1 试验后样品和制动盘的测量见附录D,计算厚度磨损和质量磨损,精确到小数点后三位。
- 6.11.2 检查和记录(照片)样品和制动盘的表面状况,并拍照。

6.12 试验现象记录

观察和记录试验过程中不正常现象,例如,噪声、振动、材料转移等。

6.13 缩比试验大纲

将前面描述的试验程序用表格的方式展现出来,格式见附录 F。

7 试验报告

7.1 概述

试验结果的报告方式和关注内容取决于使用者的试验目的,试验报告可以分为表格和图形报告。

7.2 表格

7.2.1 试验信息

至少包括:试验日期、材料、模拟车型和制动器参数、试验规范、试验惯量,缩比率和试验环境条件(冷却空气温湿度设置)。

7.2.2 试验数据

7.2.2.1 每次制动要列入表格的数据包括:试验序号、制动初速和释放速度、制动管路压力、制动力矩、摩擦系数、制动盘初始温度和制动末温、制动时间、制动距离、制动减速度和 MFDD;其中:力矩、压力、摩擦系数要包括最大值、最小值和平均值。

7.2.2.2 根据试验目的,还可以计算和列出:制动管路压力和制动力矩稳定系数,比制动力矩,以及其他试验者需要了解的数据。

7.2.3 试验结果汇总表

汇总表的内容可以根据试验者或者客户的要求从试验数据中选择和处理:

- 平均摩擦系数:不同试验步骤或者全过程摩擦系数的平均值;
- 关键点的摩擦系数值:效能试验关键点,衰退试验最小摩擦系数等;
- 关键点的制动温度:衰退试验制动盘最高温度(制动末温)等;
- 磨损数据:内片、外片和制动盘的厚度磨损和质量磨损(以表格形式列出)。

7.3 图形报告

图形报告的形式取决于试验目的以及客户的要求,但绘制包括每一次制动在内的摩擦系数和温度变化曲线是基本要求。

7.4 报告实例

报告实例见附录 G。

附录 A

(资料性)

缩比惯性试验台技术参数

- A.1 本文件所采用的试验设备为缩比惯性试验台。
 A.2 摩擦材料缩比惯性试验台与制动器总成试验台的缩比率为:1:5。
 A.3 缩比惯性试验台的主要参数见表 A.1。

表 A.1 缩比惯性试验台主要参数

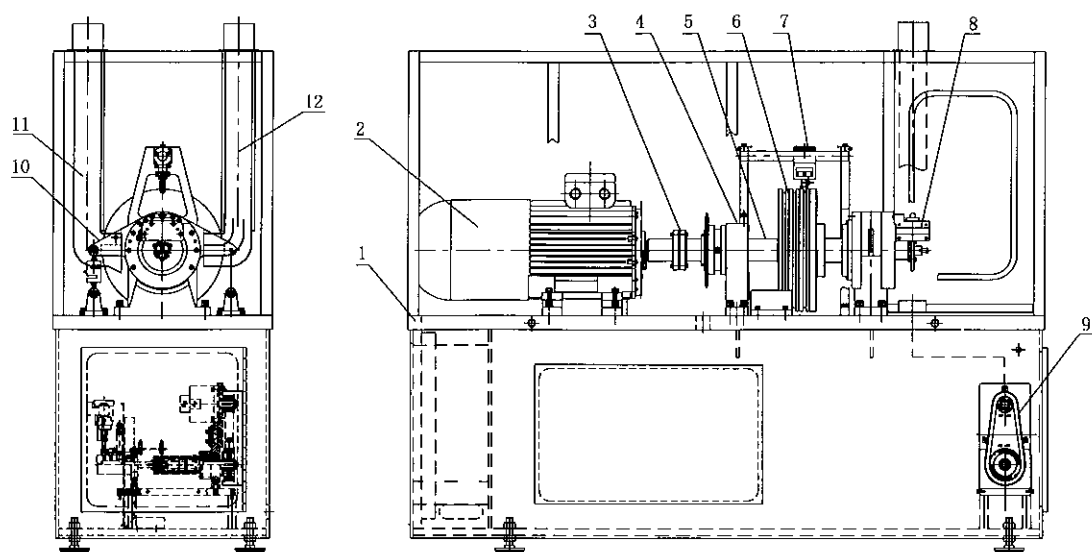
项目	缩比试验台参数	备注
最大惯量	4.0 kg·m ²	$I_0:0.7 \text{ kg} \cdot \text{m}^2, I_1 - I_3:0.9 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ 电模拟:0.6 kg·m ²
最高转速	4 000 r/min	—
最大制动压力	25 MPa	—
最大扭矩	300 N·m	—
衬片面积(单片)	10 cm ²	40 mm×25 mm;2片
制动轮缸直径	25.4 mm	—
有效摩擦半径	58 mm	—
制动盘直径	148 mm	φ148 mm×φ50 mm×9.0 mm
驱动电机	22 kW	变频电机

A.4 缩比惯性试验台参数的控制精度和测量误差要求如下:

- 控制精度:制动管路压力、制动力矩和主轴转速的控制精度:±2%FS;
试验惯量相对误差:±2%FS(2%FS,指满量程的2%);
- 测量误差:制动力矩:±0.3%FS;
管路压力:±0.3%FS;
主轴转速:±0.1%FS;
试验温度:±0.2%FS。

A.5 缩比惯性试验台结构及制动钳结构、参数如下。

- a) 缩比惯性试验台基本结构如图 A.1 所示。



标引序号说明：

- | | | |
|---------|-----------|-----------|
| 1——机座； | 5——主轴； | 9——压力发生器； |
| 2——主电机； | 6——飞轮； | 10——测力臂； |
| 3——联轴器； | 7——飞轮吊具； | 11——进风管； |
| 4——轴承座； | 8——专用制动钳； | 12——鼓风管。 |

图 A.1 缩比惯性试验台基本结构示意图

b) 缩比惯性试验台采用定钳式制动器,制动加载方式与全尺寸制动器总成相同。定钳式制动器结构如图 A.2 所示。

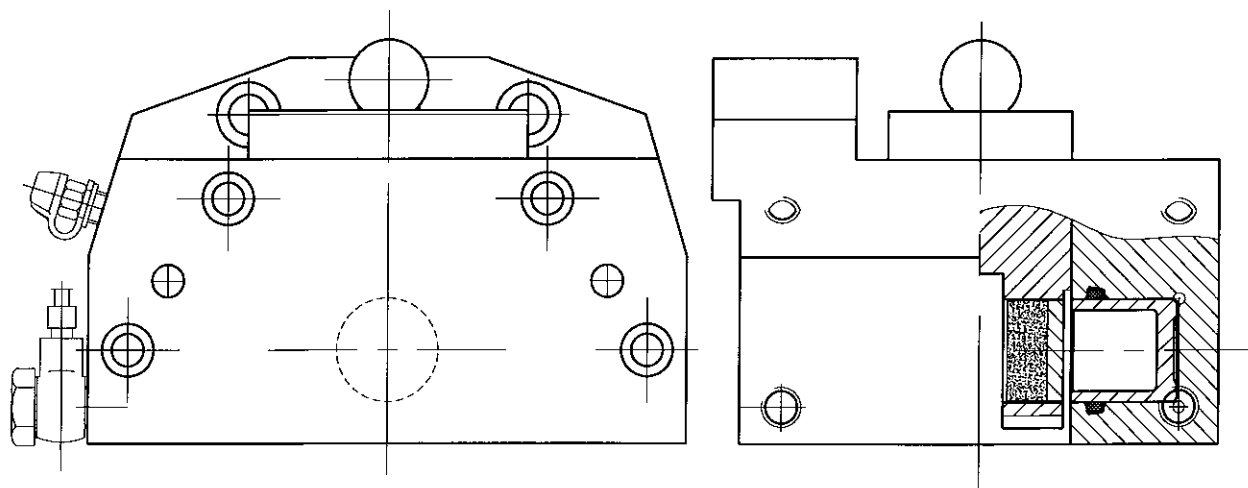


图 A.2 定钳式制动器结构图

c) 定钳式制动器技术参数如下：

- 1) 制动轮缸直径:0.025 4 m;
- 2) 有效摩擦半径:0.058 m;
- 3) 试样面积:10 cm²;

4) 试样数量:2片。

A.6 根据本文件缩比试验台架的技术参数,其摩擦系数计算常数按照公式(A.1)计算。

$$K_{\mu S} = \frac{10^{-3}}{2 \times A_{bs} \times R_{fs} \times \eta_s} = 17.36 \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

$K_{\mu S}$ —— 缩比试验摩擦系数计算常数,单位为每立方米(m^{-3});

A_{bs} —— 缩比制动轮缸面积,单位为平方米(m^2);

R_{fs} —— 缩比制动盘有效摩擦半径,单位为米(m);

η_s —— 缩比制动器效率(按98%取值)。

附录 B

(资料性)

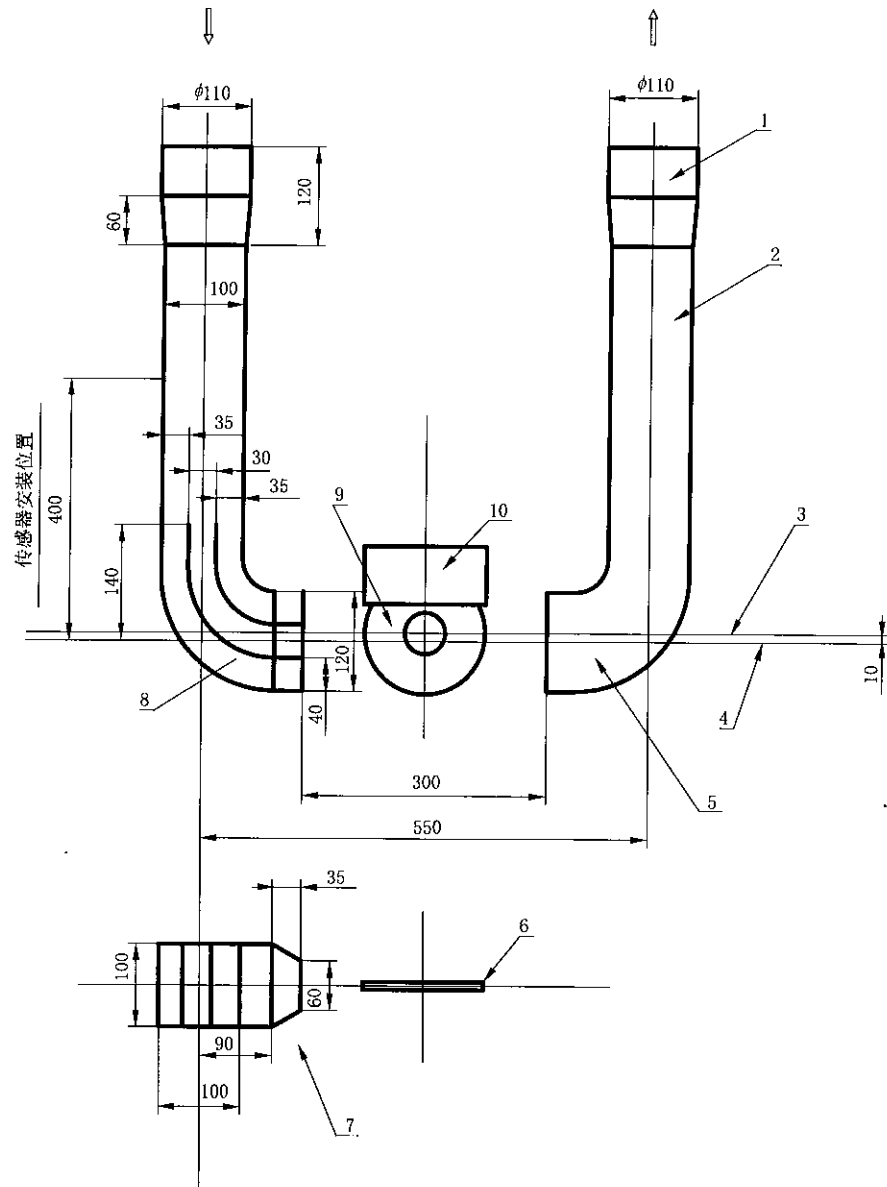
缩比试验冷却风(环境控制系统)技术条件

B.1 考虑到冷却条件对试验结果的影响,本文件对冷却风条件做出了统一的界定。

由于缩比试验采用统一的制动钳和制动盘,冷却风的方向也可以确定下来,因此缩比试验的冷却条件需要做出以下要求:

- 冷却风进(出)风口与制动器的相对位置;
- 冷却风管尺寸;
- 冷却风的风速、温度和湿度范围可根据要求进行调节;
- 冷却风管与制动器相对位置图如图 B.1 所示。

单位为毫米



标引序号说明:

- | | |
|------------------------|-------------|
| 1 —天圆地方接头; | 6 —制动盘; |
| 2 —方形风管 100 mm×100 mm; | 7 —进风口(俯视); |
| 3 —主轴中心线; | 8 —导风板; |
| 4 —风管中心线; | 9 —制动盘; |
| 5 —出风口 120 mm×100 mm; | 10 —制动器; |

图 B.1 冷却风管和制动器相对位置示意图

B.2 冷却风管尺寸及结构见表 B.1。

表 B.1 冷却风管尺寸及结构

冷却风管型式	截面尺寸/m	风管当量直径/m
方型风管	0.10×0.10	0.109 3
矩形风管(进风口)	0.06×0.12	0.091

B.3 冷却风速与风量见表 B.2。

表 B.2 出口风速与风量的关系

出口处风速/(m/s)	0.5	3	5	8	11	15
风量/(m ³ /h)	12	71	118	189	260	354
方管内风速/(m/s)	0.42	2.51	4.18	6.69	9.20	12.54

注：出风口的风速计实测值，作为风速传感器的标定值。

B.4 按下列要求控制相对湿度、冷却空气温度。

- a) 缩比惯性试验台配置的环境控制系统的温湿度控制范围如下：
 - 1) 相对湿度：30%~85%；
 - 2) 冷却空气温度：10℃~45℃。
- b) 通常试验条件下，缩比试验冷却风温湿度范围如下：
 - 1) 相对湿度：60%~65%；
 - 2) 冷却空气温度：20℃~25℃。
- c) 环境控制系统控制精度如下：
 - 1) 相对湿度：±5%；
 - 2) 温度：±1℃。

附 录 C
(资料性)
缩比试验温度测量方法

C.1 缩比试验的制动温度以制动盘的温度为基准。

C.2 制动盘热电偶安装要求如下：

- 采用 K 型热电偶,热电偶丝的直径为 0.3 mm~0.5 mm,其端部为银铜合金焊点；
- 热电偶埋设在制动盘厚度中部,处于有效摩擦半径的位置上；
- 热电偶安装位置图如图 C.1 所示。

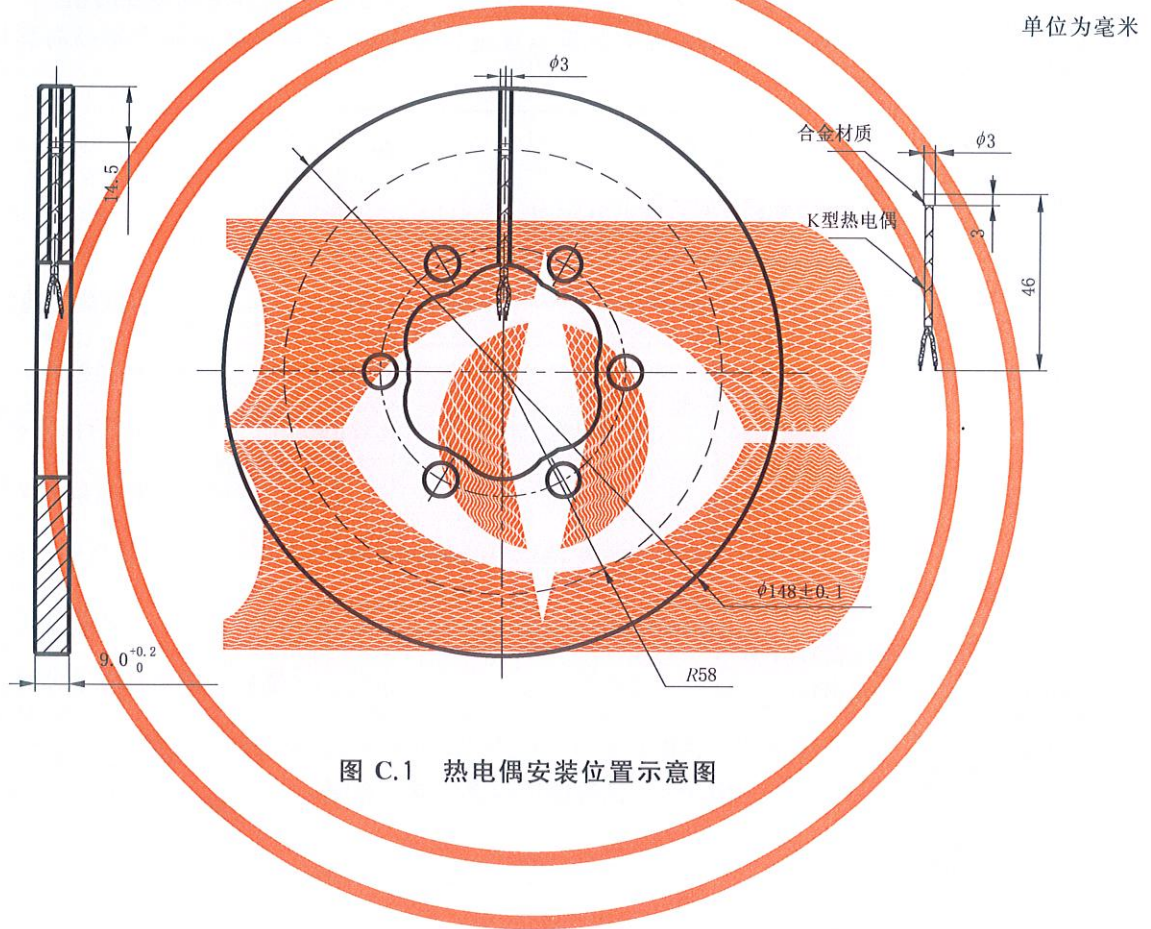


图 C.1 热电偶安装位置示意图

附录 D

(资料性)

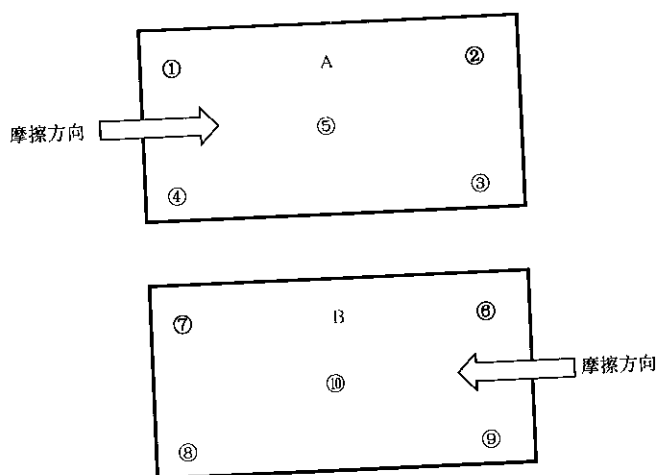
制动衬片和制动盘的磨损测量

D.1 厚度测量

D.1.1 制动衬片磨损测量

D.1.1.1 如图 D.1 所示,每一个试样上取 5 个测量点,其中①~④、⑥~⑨测量点距试样边缘 6 mm 左右,⑤和⑩在试样中央位置,测量前需做好标记,试验前后分别测量厚度,计算平均厚度磨损。

D.1.1.2 按照图 D.1 的制动方向进入端对测量位置进行排序,可以对试样的切向和径向磨损进行评价。



标引序号说明:

A —— 外片(背板侧);

B —— 内片(背板侧);

① ~ ⑩ —— 测量点。

图 D.1 试样磨损测量位置示意图

D.1.2 制动盘厚度磨损测量

如图 D.2 所示,试验前后测量制动盘厚度,计算制动盘厚度磨损。

测量点:制动盘有效摩擦半径上(距离制动盘外圆 20 mm),间距 90°,4 个测量点。

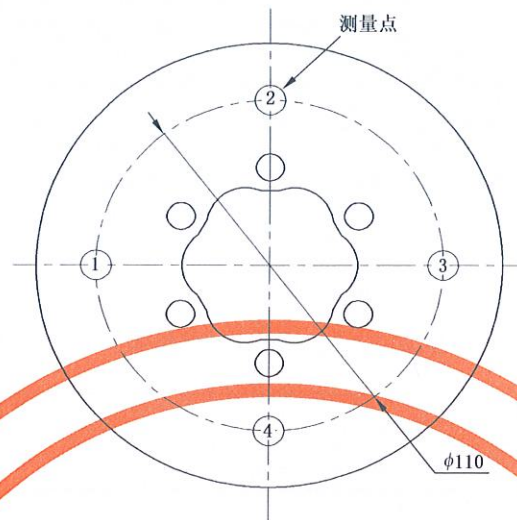


图 D.2 制动盘磨损测量位置示意图

D.2 质量磨损测量

D.2.1 衬片质量磨损测量

试验前后对制动衬片分别称量,计算内外衬片的质量磨损。

D.2.2 制动盘质量磨损测量

试验前后对制动盘进行称重,计算制动盘的质量磨损。

D.3 测量选择项

D.3.1 制动盘表面粗糙度测量

测量和记录试验前后的制动盘表面粗糙度,作为评价制动盘磨损的参考值。

D.3.2 制动衬片硬度测量

试验前后测量衬片洛氏硬度,测量位置与厚度测量位置相同。

附录 E
(资料性)
缩比制动盘技术条件

E.1 缩比制动盘化学成分

缩比试验制动盘要采用与全尺寸车型制动盘相同的材质,缩比制动盘化学成分要求见表 E.1。

表 E.1 缩比制动盘化学成分

元素	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr
含量/%	3.55±0.05	2.05±0.05	0.95±0.05	<0.1	<0.1	0.3~0.6	0.2~0.5

E.2 金相结构

珠光体: >98%。

铁素体: ≤1%。

渗碳体: 0%。

石墨长度: 3级~4级(12.7~25.4)。

E.3 物理性能

布氏硬度: 170 HB~190 HB。

抗拉强度: 不低于 170 MPa。

E.4 缩比制动盘尺寸要求

缩比制动盘尺寸要求见表 E.2。

表 E.2 缩比制动盘尺寸要求

参数	外径/mm	内径/mm	厚度/mm	质量/kg
毛坯	160	40	18	2.65
成品	148±0.1	50±0.05	9.5±0.05	1.10

注 1: 加工工艺要保证产品处在毛坯的中部。
注 2: 加工后, 制动盘厚度差(DTV)不超过 10 μm, 平行度不超过 0.01。

E.5 缩比制动盘表面粗糙度

缩比制动盘表面采用磨削加工, 表面粗糙度(R_a): 0.8 μm~1.6 μm。

附录 F
(资料性)
缩比试验大纲

表 F.1 给出了缩比试验大纲。

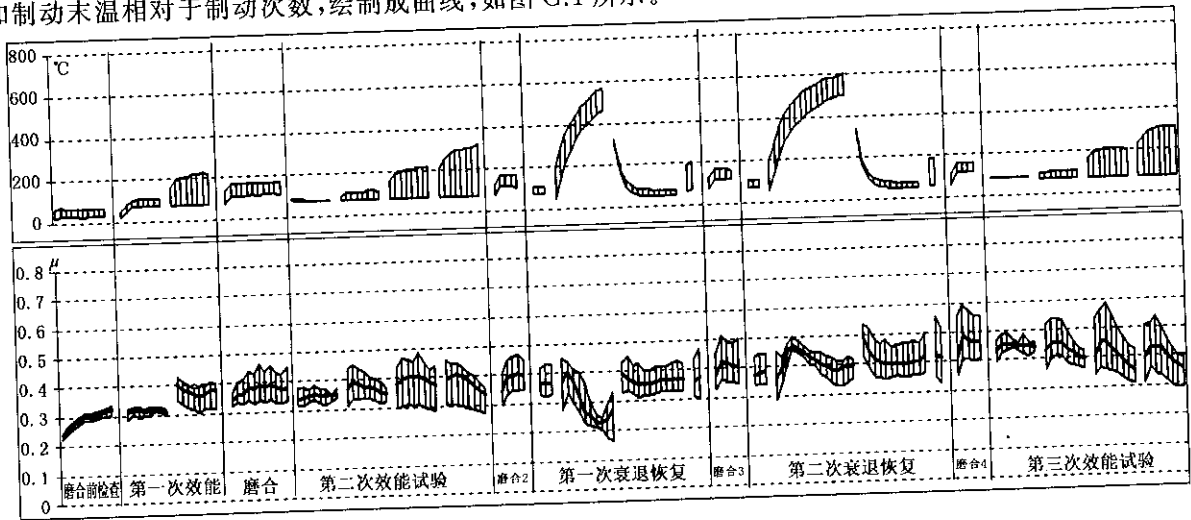
表 F.1 缩比试验大纲

全尺寸制动器总成 试验参数	汽车满载质量	kg	车辆滚动半径	m	试验惯量	kg·m ²			
	制动活塞直径	mm	有效摩擦半径	m	衬片面积	m ²	K _p		
缩比台架 试验参数	制动活塞直径	mm	有效摩擦半径	m	试样面积	m ²	试验惯量	kg·m ²	
	有效摩擦 半径缩比系数		衬片面积 缩比系数		制动轮缸面积 缩比系数		试样压强 缩比系数		
序号	试验项目	制动减 速度	制动初速 km/h	制动初温 ℃	制动次数	制动周期 s	冷却风速 m/s	备注	
1	试验前测量	测量试样和制动盘的厚度、质量							
2	磨合前检查	0.3g	50	<40	10	120	11		
3	第一次(磨合前) 效能试验	0.1g~0.8g (0.1g 递增)	50,100	80	每挡速度 8次, 共16次			恒力距	
4	磨合	0.35g	65	120	200			磨合面接触率不低于80%	
5	第二次 效能试验	0.1g~0.8g (0.1g 递增)	20,50, 100,130	80	每挡速度 8次, 共32次	—			
6	第一次再磨合	同序号4,但制动次数为35次							
7	第一次衰退 恢复试验	基准	0.3g	50	80	3	—	1	衰退试验后立即在50 km/h的转速下冷却120 s
		衰退	0.45g	100	第一次60	10	35		
		恢复	0.3g	50	—	12	120		
		效能	0.45g	100	60	2			
8	第二次再磨合	同序号6,制动次数为35次							
9	第二次衰退恢复试验	同序号7,但衰退试验制动次数为15次							
10	第三次再磨合	同序号6,制动次数为35次							
11	第三次效能试验	同序号5							
12	试验后测量和检查	测量制动衬片和制动盘的厚度、质量、计算磨损量;检查和记录表面情况							

附录 G
(资料性)
试验报告格式实例

G.1 图形报告实例

每一个试验步骤中的每一次制动的摩擦系数,最大值、最小值和平均值以及每一次制动的制动初温和制动末温相对于制动次数,绘制成曲线,如图 G.1 所示。



注:也可以采用其他图形报告形式(例如,直方图),对摩擦系数稳定性(离散性)进行分析。

图 G.1 摩擦系数/制动温度与制动次数相关曲线

G.2 表格

G.2.1 表格的格式可以根据试验者或者客户要求进行设计。可以包括以下内容:

- 试验信息;
- 试验结果汇总表。

G.2.2 汇总表所汇集的数据内容,取决于试验目的和客户要求,便于对试验结果进行评价。可包括(不限于):

- 摩擦系数;
- 关键点温度值;
- 磨损;
- 试验现象记录。

参 考 文 献

- [1] GB/T 29064—2012 道路车辆 制动衬片摩擦材料 汽车制动系统摩擦性能评价方法
 - [2] QC/T 564 乘用车行车制动器性能要求及台架试验方法
 - [3] JASO C406 1982 Brake Device Dynamometer Test Procedures—Passenger Car(P1)
 - [4] SAE J2522—2013 Dynamometer Global Brake Effectiveness
-

中华人民共和国
国家标准
道路车辆 制动衬片摩擦材料
缩比台架试验方法
GB/T 41663—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

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 1.75 字数 54 千字
2022年7月第一版 2022年7月第一次印刷

*

书号: 155066·1-70329 定价 41.00 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



GB/T 41663—2022



码上扫一扫 正版服务到