

中华人民共和国国家标准

GB/T 29064—2012/ISO 26867:2009

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

Road vehicles—Brake lining friction materials—Friction behaviour
assessment method for automotive brake systems

(ISO 26867:2009, IDT)

2012-12-31 发布

2013-09-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

目 次

前言	III
引言	IV
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
4.1 符号	4
4.2 缩略语	5
5 试验条件和准备	5
5.1 前轴惯量	5
5.2 后轴惯量	5
5.3 试验车轮负荷	6
5.4 制动压力上升速率	6
5.5 最大压力	6
5.6 无助力压力级	6
5.7 采样率	6
5.8 初始制动温度	6
5.9 制动器升温	6
5.10 温度测量	6
5.11 制动液排量测量	6
5.12 冷却空气条件	6
5.13 冷却空气流速或流量	7
5.14 空调温度和绝对湿度(湿度比)的设定	7
5.15 两次制动之间惯性试验台转速	7
5.16 制动器安装定位	7
5.17 制动装置的冷却空气的方向	7
5.18 制动器冷却速率	7
5.19 磨损测量	7
5.20 侧面跳动	7
5.21 制动盘或制动鼓条件	7
5.22 衰退试验项目	7
5.23 数据采集	8
6 试验程序	9
6.1 产品监控试验程序(非选择项)	9
6.2 产品开发试验程序(带附加项)	11
6.3 试验程序中标准摩擦值计算	14

7 试验报告	15
7.1 总则	15
7.2 图形报告	15
7.3 每次制动的表格数据	15
7.4 磨损测量	16
7.5 试验条件	16
7.6 冷却空气条件	16
7.7 制动器冷却速率	16
7.8 摩擦值	16
7.9 统计分析	16
附录 A (资料性附录) 盘式制动器试验报告示例	17
附录 B (资料性附录) 瞬时摩擦值直方图	21
附录 C (资料性附录) 冷却空气的速度和流量的参考计算	23
参考文献	25

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准使用翻译法等同采用国际标准 ISO 26867:2009《道路车辆 制动衬片摩擦材料 汽车制动系统摩擦性能评价》。

与本标准中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

——GB/T 5620—2002 道路车辆 汽车和挂车制动 名词术语及其定义(GB/T 5620—2002, ISO 611:1994, IDT)；

——GB/T 26738—2011 道路车辆 制动衬片摩擦材料 产品确认和质量保证(GB/T 26738—2011, ISO 15484:2008, IDT)。

本标准由中国建筑材料联合会提出。

本标准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。

本标准起草单位：东营博瑞制动系统有限公司、桐庐宇鑫汽配有限公司、宁国飞鹰汽车零部件股份有限公司、珠海格莱利摩擦材料有限公司、湖北飞龙摩擦密封材料股份有限公司、江阴市希克林摩擦材料有限公司、重庆红宇摩擦制品有限公司、国家非金属矿制品质量监督检验中心。

本标准主要起草人：石志刚、侯立兵、李康、张宏光、王胜鑫、孙奇春、马艳兵、徐克林、王丹膺、冯丁丁、杜铭。

引 言

在协调汽车制动系统应用过程中,摩擦性能的现代化评价是当务之急。本标准旨在代替以前的完全依据单一拖磨制动作为摩擦性能评价试验程序,它未考虑现实生活中的行驶条件或车辆具体参数。

摩擦材料在不同条件下被测试和评估以确定数据的广泛性。这些数据在产品寿命的不同的阶段,如生产制造工艺开发,生产验证,质量控制,产品定型和应用领域问题的评估是非常关键的。

本标准旨在与其他适用标准或试验程序(ISO、SAE、JIS/JASO,国家法律或法规,其他项目或用户指定的试验程序)结合使用,为不同条件下对摩擦材料进行评估以确保其数据的广泛性。本标准不包括国家法律或法规中制动距离、制动力分配、不同车辆条件(速度、温度、轮胎附着力、汽车负载)和制动系统操作条件的性能要求。

本标准作为摩擦性能评价惯性试验台试验程序,代替以前的依据单一的完全基于拖磨的试验协议。本标准支持摩擦材料寿命周期的摩擦性能评价。

当用小样或缩比试验台进行拖磨试验时摩擦性能评价和描述是非常有限的。拖磨制动与实际的驾驶条件、制动系统的特点或车辆动态无关。摩擦对偶表面(摩擦衬片和制动盘或制动鼓)转移层的化学性质和结构的发展会产生摩擦系数变化,结果形成变化的特性,如滑动速度、表面和温度分布、制动压力、制动能量和表面局部结构。在任何制动过程中,制动能量与车辆质量分配和动态质量转移是成比例的。这直接与车辆的轴距,重心,车辆高度有关,本身可以直接影响摩擦材料性能。当相同的制动衬片或零件编号用于不同的车辆时,不同的性能取决于其负荷、速度、作业温度、施加的力和工作经历。现代试验设备能使摩擦配方设计师、工艺设计师、应用工程师、制造人员获得广泛和详细的各种制动条件下制动衬片或衬块体现的摩擦特性。

本标准旨在一系列更宽范围的行驶速度、制动温度、制动压力和减速度量级下进行摩擦性能的评价。本新程序有以下优点:

- 在早期审查、基准评价、开发或生产监控阶段确定摩擦性能的标准方法;
- 使用距离计的平均力矩和压力计算;
- 瞬时摩擦的统计数据;
- 用充分发出的平均制动减速度来评价制动距离;
- 控制和记录环境条件。

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

1 范围

本标准规定了压力、温度、线速度对给定指定对偶件(制动盘或制动鼓)的摩擦材料摩擦系数的影响评价方法。

本标准适用于相同条件下摩擦材料的对比,或当缺少摩擦材料的控制规范和对摩擦材料规定性能或限制某些摩擦材料性能的应用。考虑到不同类型的惯性试验台的冷却系统,并确保可重复的温度增量,在衰退试验时制动温度是控制项目。所选用的制动器及制动盘根据项目决定。

在量产验证试验中其检测结果可与统计过程控制结合作为质量保证计划的一部分。具体项目或计划细化其适用范围和评价标准。

本标准在产品研发阶段允许增加试验单元和制动次数。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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。

ISO 611 道路车辆 汽车和挂车制动 词汇(Road vehicles—Braking of automotive vehicles and their trailers—Vocabulary)

ISO 15484 道路车辆 制动衬片摩擦材料 产品确认和质量保证(Road vehicles—Brake lining friction materials—Product definition and quality assurance)

UNECE R13-H 法规 乘用车制动系统型式认证的统一规定(Uniform provisions concerning the approval of passenger cars with regard to braking)

3 术语和定义

ISO 611、ISO 15484 以及 UNECE R13-H 中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

摩擦值 friction value

μ

盘式制动器或鼓式制动器制动时达到 95% 的设定值(压力或减速)至下降到 95% 的设定值该制动距离间得到的所有瞬时摩擦值的平均值。

注 1: 对于盘式制动器,通过式(1)得到摩擦值的平均值(见定义 3.2)。

注 2: 对于鼓式制动器,通过式(2)得到摩擦值的平均值(见定义 3.3)。

注 3: 各个单次制动过程中按制动距离得到的摩擦值的平均值,参考表 4“摩擦值”。

3.2

瞬时摩擦值 instantaneous friction value

μ^*

(盘式制动器)在任何特定时间点瞬时输出力矩与瞬时输入力矩的比值,按式(1)计算:

$$\mu^* = \frac{10^5 \times M_{d, \text{brake}}}{2 \times (p - p_{\text{threshold}}) \times A_p \times r_{\text{eff}} \times \eta} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- $M_{d, \text{brake}}$ —— 测量力矩,单位为牛·米(N·m);
 p —— 制动压力,单位为千帕(kPa);
 $p_{\text{threshold}}$ —— 产生规定起始力矩的门槛压力或最小压力,单位为千帕(kPa);
 A_p —— 制动分泵活塞面积,单位为平方毫米(mm²);
 r_{eff} —— 有效制动半径,单位为毫米(mm);
 η —— 制动器效率。

3.3

瞬时效能因数 instantaneous effectiveness value

C^*

(鼓式制动器)在任何特定时间点瞬时输出力矩与瞬时输入力矩的比值,按式(2)计算:

$$C^* = \frac{10^5 \times M_{d, \text{brake}}}{(p - p_{\text{threshold}}) \times A_p \times r_{\text{eff}} \times \eta} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- $M_{d, \text{brake}}$ —— 测量力矩,单位为牛·米(N·m);
 p —— 制动压力,单位为千帕(kPa);
 $p_{\text{threshold}}$ —— 产生规定起始力矩的门槛压力或最小压力,单位为千帕(kPa);
 A_p —— 活塞面积,单位为平方毫米(mm²);
 r_{eff} —— 制动有效半径,单位为毫米(mm);
 η —— 制动器效率。

3.4

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

d_{mfd}

按式(3)计算:

$$d_{\text{mfd}} = \frac{v_e^2 - v_b^2}{25.92 \times (s_e - s_b)} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- v_e —— 释放速度,单位为千米每小时(km/h);
 v_b —— 在 $0.8v_p$ 时的线速度,单位为千米每小时(km/h);
 $[v_p$ —— 规定速度或制动速度,单位为千米每小时(km/h);]
 s_e —— 从 v_p 到 v_e 之间的制动距离计算值,单位为米(m);
 s_b —— 从 v_p 到 v_b 之间的制动距离计算值,单位为米(m)。

注: 式(3)仅适用于释放速度 v_e 低于 $0.5v_p$ 的情况。如果释放速度高于 $0.5v_p$ 时,由于数据范围太窄,将影响 d_{mfd} 的计算。某些制动情况下,其释放速度可能高于 $0.8v_p$ 。

3.5

步骤 Step

指试验过程中对不同试验单元(3.6)排列的序列号,保证试验在规定顺序下执行。

3.6

试验单元 section

相同条件或执行特定的程序下相同制动过程的群组。

注 1: 制动过程可以是刹停制动(3.7)或减速制动(3.8)。

注 2: 具体程序可以是增加制动压力,增大初速度,或提高制动温度。

3.7

刹停 stop**刹停制动 brake stop**

在制动过程中将试验速度减速至线速度不大于 0.5 km/h 的制动方式。

3.8

减速 snub**减速制动 brake snub**

使试验速度减速至相当于线速度不低于 5 km/h 的制动方式。

3.9

特征值试验 characteristic section

在适中的速度、制动压力和温度的情况下,进行一系列减速制动(3.8),目的在于评估在试验过程中摩擦值量级如何变化。

注:特征值试验项目包括初始状态的特征值,每一次磨合周期后的稳定性检查,以及在低速/低压试验(3.6)前或者后的特征值。

3.10

磨合试验 burnish section

不同制动功率下进行的一系列减速制动(3.8),以调整摩擦对偶结合面并产生稳定的摩擦值。

注:制动功率的变化,可以采取通过恒动能消耗的方式来改变制动减速度。

3.11

爬升制动试验 ramp application section

在制动压力缓慢而稳定地爬升状况下的一系列刹停制动(3.7),目的是评估在输入力上升的情况下摩擦性能的变化。

注:本试验项目尤其适合于鼓式制动器制动系统。

3.12

低速/低压试验 low speed/low pressure section

在低能量和低制动压力条件下的一系列刹停制动(3.7)。

例如:交通拥挤状况下的走走停停,或者低速行驶。

3.13

压力相关试验 pressure line section

在中等能量下的一系列减速制动(3.8),目的是评价摩擦性能随制动压力增加而变化的影响。

3.14

速度相关试验 speed line section

恒定输入制动压力、速度增加和恒定动能条件下的一系列减速制动(3.8)。

3.15

助力器失效试验 failed booster section

一系列刹停制动(3.7)。目的是模拟真空或液压助力单元完全耗竭的时效状况下,仅只有驾驶员靠制动踏板输入状况下的制动力矩输出;在此情况下,只能靠制动踏板的放大率和制动主缸的倍增系数来产生对制动器的压力。

3.16

高速公路制动试验 motorway applications section

一系列减速制动(3.8)。目的是评估高速或接近高速的情况下制动器产生制动力矩的能力。

3.17

衰退试验 fade section

一系列刹停制动(3.7),目的是在高温制动情况下评估摩擦值对制动对偶表面温度不断上升的敏感性。

3.18

热性能试验 hot performance section

在相同的压力及高温下进行的一系列减速制动(3.8)。目的是在高温状态下评估重负荷制动或者超载的工况。

4 符号和缩略语

下列符号和缩略语适用于本文件。

4.1 符号

符号	描 述	单位
A_p	活塞面积	mm^2
C^*	鼓式制动器瞬时效能因数	—
d_{mfd}	当 $v_e > 0.5v_b$ 时的充分发出的平均制动减速度 ^a	m/s^2
F	试验车轮负荷	N^b
$F_{\text{f, dyn}}$	在 m_{GV} 下前制动器试验车轮负荷	N^b
$F_{\text{r, dyn}}$	在 m_{GV} 下后制动器试验车轮负荷	N^b
$F_{\text{r, static}}$	在 m_{GV} 下后轴静态负荷	N^b
H	重心高度	m
I	制动器试验惯量	$\text{kg} \cdot \text{m}^2$
L	车辆轴距	m
m_{GV}	总车重	kg
M_d	在减速度为 1.0 g 下的制动力矩	$\text{N} \cdot \text{m}$
$M_{\text{d, brake}}$	测量力矩	$\text{N} \cdot \text{m}$
N	衰退试验时的制动次数	—
P	施加压力	kPa
P_{max}	最大液压管路压力	kPa
$P_{\text{Threshold}}$	产生规定起始力矩的门槛压力或最小压力	kPa
$P_{500, \text{nopower}}$	FMVSS 135 车辆无助力条件下施加 500 N 踏板力时的压力	kPa
$P_{667, \text{nopower}}$	FMVSS 105 车辆无助力条件下施加 667 N 踏板力时的压力	kPa
r_{eff}	有效制动半径	mm
R	轮胎有效滚动半径	m
S_b	根据 v_b 到 v_b 之间计算的距离	m
S_e	根据 v_b 到 v_e 之间计算的距离	m

表（续）

符号	描 述	单位
S_{norm}	标准制动距离 ^c	m
T_{max}	衰退试验单元的最高温度 ^d	℃
$T_{\text{start}, N}$	衰退试验单元第 N 次制动的起始温度	℃
$T_{\text{start}, 1}$	衰退试验单元第 1 次制动的起始温度	℃
$T_{\text{start}, 15}$	衰退试验单元第 15 次制动的起始温度	℃
v_b	在 $0.8v_p$ 的线速度	km/h
v_c	刹停制动或减速制动释放时在 $0.1v_p$ 的线速度	km/h
v_{max}	车辆的最高速度	km/h
v_p	制动时规定的制动速度	km/h
Z	减速度	m/s ²
μ	盘式制动器按制动距离计算的平均摩擦值	—
μ^*	盘式制动器瞬时摩擦值	—
η	制动效率	%
^a 按照 UNECE R13-H 法规。		
^b 9.806 65 N=1 kgf。		
^c 使用 FMVSS 135 和 UNECE R13-H 法规的标准值。		
^d 如果与标准值不同。		

4.2 缩略语

- ABS 防抱死制动系统
- DTV 制动盘厚度变化
- ESP 电子稳定系统
- FMVSS 美国(联邦)机动车辆安全标准
- LRO 侧面跳动
- NVH 噪音、振动和舒适性
- OE 原装
- UNECE 联合国欧洲经济委员会
- VSC 车辆稳定性控制

5 试验条件和准备

5.1 前轴惯量

若无特殊规定,前轴试验惯量采用车辆满载质量一半的 75%和轮胎滚动半径来计算。

5.2 后轴惯量

若无特殊规定,后轴试验惯量采用车辆满载质量一半的 25%的和轮胎滚动半径来计算。

5.3 试验车轮负荷

当车辆参数给定的情况下,试验车轮负荷可用式(4)计算前轮制动器或式(5)计算后轮制动器载荷。车轮负荷应考虑静载和在车辆减速度为 0.3 g 下动态重量转移。

$$F_{f, dyn} = \left(1 - \frac{F_{r, static}}{m_{GV}} + \frac{h}{L} \times z\right) \frac{m_{GV}}{2} \dots\dots\dots (4)$$

$$F_{r, dyn} = \left(1 - \frac{F_{r, static}}{m_{GV}} - \frac{h}{L} \times z\right) \frac{m_{GV}}{2} \dots\dots\dots (5)$$

5.4 制动压力上升速率

所有制动过程压力上升速率为 25 000 kPa/s±5 000 kPa/s。

5.5 最大压力

施加于制动器上的最高压力可能会低于本标准规定的压力,以适应具体的制动器配置或制动系统设计参数。

5.6 无助力压力级

如果车辆的具体数据给定,使用的压力应相当于助力器装置整个失效时按最大许用踏板力换算出来的压力。

- 用 FMVSS 105 认证车辆时,最大允许踏板力为 667 N;
- 用 FMVSS 135 认证车辆时,最大允许踏板力为 500 N。

5.7 采样率

压力和力矩的采样率应大于等于 100 Hz。

5.8 初始制动温度

制动开始时制动盘或制动鼓上的实际温度。

5.9 制动器升温

当制动盘或制动鼓的温度低于制动所需的温度时,可以采用相当于在 2 m/s² 的加速度的扭力作用下拖磨 20 s 进行升温,最终速度不超过 80 km/h。

也可以用制动提高制动器的温度。

5.10 温度测量

热电偶应置于制动盘或制动鼓外表面摩擦路径的中心深 0.5 mm±0.1 mm 处。用制动盘或制动鼓上的热电偶测量初始温度。也可以用埋置于摩擦材料的热电偶记录温度。

5.11 制动液排量测量

每次制动过程试验结束时应记录制动液排量。

5.12 冷却空气条件

对于步骤 13,14 和 18(见表 2 和表 3)的冷却空气速度应设定为 1 m/s 或等值风量。如果惯性试验台有排出冷空气的能力,应在全部试验中保持运行。对于其他试验单元,冷却空气的速度可根据所测试

的制动器或惯性试验台进行调整,以保持试验的效率。

5.13 冷却空气流速或流量

在管路中测量的冷空气速度或流量以 m/s 或 m^3/h 来衡量。管路出口应离测试部件 300 mm 至 400 mm 的距离。如需详细资料,以确定空气流量、空气速度、管径、管口离制动器的距离的近似关系,参见附录 C。

5.14 空调温度和绝对湿度(湿度比)的设定

应该记录所有制动过程制动开始时的制冷空调的温度和绝对湿度平均值。以海平面测量冷却空气标称温度为 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$,绝对湿度为 7.29 g/kg (8.68 g/m^3)。使用适当的湿度表可以查找 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以外的其他温度或其他海拔高度时的操控界限。

注:标称冷却空气条件相当于温度为 $(20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C})$ 和相对湿度为 $(50\% \pm 10\%)$ 。

5.15 两次制动之间惯性试验台转速

在两次制动冷却期间惯性试验台转速应等于下一次制动速度的 50%;但为了减少升温的制动次数,对于步骤 13,14 和 18(见表 2 和表 3),试验台等待转速可等于下一次制动的初速度。在欧洲的试验程序中,则选择 10 km/h 作为等待转速。

5.16 制动器安装定位

制动器安装定位要尽可能与其在汽车上的位置一致。通常这有助于评估制动拖磨、非制动状态下的磨损、非制动状态下的制动盘厚度变化(DTV)以及系统的稳定性、制动噪音、振动和舒适性(NVH)等相关问题。

5.17 制动装置的冷却空气的方向

应记录冷却空气的进口方向(垂直或水平)和方位(从正、背面、顶部或底部)。

5.18 制动器冷却速率

应记录并报告制动器冷却速率:盘式制动器从 $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ 到 $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和鼓式制动器从 $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ 到 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的冷却时间,用 s 表示。对冷却速率进行评估应在高温性能 $500\text{ }^{\circ}\text{C}/300\text{ }^{\circ}\text{C}$ 试验(步骤 14,见表 2 和表 3)后立即进行。

5.19 磨损测量

应测量和记录制动盘或制动鼓和衬片试验前后的厚度和重量。

5.20 侧面跳动

对于盘式制动器测量时应在转动部件外侧面距外径 10 mm 处,初始侧面跳动(LRO)应不超过 $50\text{ }\mu\text{m}$ 。

5.21 制动盘或制动鼓条件

所试验的制动盘或制动鼓应为新的并符合原装件(OE)要求。对于生产监控试验,制动盘或制动鼓需通过试验者说明方可重复使用。

5.22 衰退试验项目

衰退试验是通过控制减速度和制动初始温度(见表 1)来实现的。制动力矩是由车辆重量,制动力

分配、轮胎滚动半径和指定的减速度确定的。

表 1 第一次衰退和第二次衰退的初始温度

制动过程	盘式制动器的初始温度 ℃	鼓式制动器的温度 ℃
1	150	100
2	252	151
3	312	181
4	355	202
5	388	219
6	415	232
7	437	244
8	457	254
9	475	262
10	490	270
11	504	277
12	517	284
13	529	289
14	540	295
15	550	300

初始温度按式(6)计算:

$$T_{\text{start}, N} = \frac{(T_{\text{start}, 15} - T_{\text{start}, 1})}{\ln(15)^{1/4}} \times \ln(N) + T_{\text{start}, 1} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

$T_{\text{start}, N}$ ——衰退试验单元第 N 次制动的起始温度;

$T_{\text{start}, 1}$ ——衰退试验单元第 1 次制动的起始温度;

$T_{\text{start}, 15}$ ——衰退试验单元第 15 次制动的起始温度;

N ——制动次数。

在第一次衰退、高温性能 500 °C/300 °C 或第二次衰退过程中如果初始温度达不到规定值,应按 5.9 的要求对制动器进行升温。但仅将程序中描述的温度达到规定值的点的数据记录在试验报告中。如果试验步骤 13 或 18(见表 2 和表 3) 的初温达不到规定值,温度值可为前一次制动的末温或根据具体的步骤确定。这一点对鼓式制动器需要特别注意。

5.23 数据采集

惯性试验台数据应配置对以下技术数据自动和实时采集的系统:

- a) 时间;
- b) 轴转速;
- c) 液压;
- d) 制动力矩;
- e) 制动盘/鼓温度;
- f) 摩擦材料温度;
- g) 制动液排量;

- h) 冷却空气温度;
- i) 冷却空气流速或流量;
- j) 冷却空气的绝对湿度;
- k) 不同试验项目和制动次数的区分方法。

6 试验程序

6.1 产品监控试验程序(非选择项)

表 2 给出了产品监控试验程序(非选择项)。

表 2 产品监控试验程序

步骤	试验单元	刹停或 减速制 动次数	制动 速度 km/h	释放速度 km/h	制动控制	初始制动盘/制动 鼓温度 ℃
1	初始摩擦 值特性	10	80	30	3 000 kPa	第一次为室温,温度 控制在 ≤ 150 ℃, 不需要拖磨升温
2	磨合	32	80	30	0.17 g;0.35 g;0.17 g; 0.20 g;0.25 g;0.42 g; 0.17 g;0.30 g;0.20 g; 0.37 g;0.17 g;0.30 g; 0.17 g;0.25 g;0.35 g; 0.50 g;0.30 g;0.57 g; 0.25 g;0.20 g;0.47 g; 0.17 g;0.20 g;0.50 g; 0.30 g;0.17 g;0.37 g; 0.25 g;0.20 g;0.25 g; 0.20 g;0.42 g	200
3	特性值(稳定 性检查) ^a	5	80	30	3 000 kPa	150
4	压力爬升试验	2	50	0.5	700 kPa/s的加载速率 到 2 800 kPa	100
5	(冷)特性部分	1	40	0.5	3 000 kPa	40
		5	80	30	3 000 kPa	150
6	低速/低压(1)	3	20	0.5	盘式:1 000 kPa,2 000 kPa, 3 000 kPa	150
					鼓式:2 000 kPa,3 000 kPa, 4 000 kPa	
		3	30	0.5	盘式:1 000 kPa,2 000 kPa, 3 000 kPa	150
					鼓式:2 000 kPa,3 000 kPa, 4 000 kPa	

表 2 (续)

步骤	试验单元	刹停或 减速制 动次数	制动 速度 km/h	释放速度 km/h	制动控制	初始制动盘/制动 鼓温度 ℃
7	压力相关(1)	6	80	40	1 000 kPa~6 000 kPa 每次 增加 1 000 kPa	150
8	速度相关(1)	5	80	40	3 000 kPa	150
			120	80		
			160	130		
			180	150		
			200	170		
9	助力器失效	1	100	0.5	2 800 kPa 或车辆给定	65
		5	100	0.5	2 800 kPa 或车辆给定	100
10	高速公路	1	100	0.5	0.60 g	150
		1	90% $v_{\max}$	50% $v_{\max}$	0.30 g	150
11	低速/低压(2)	3	20	0.5	盘式:1 000 kPa,2 000 kPa, 3 000 kPa	150
					鼓式:2 000 kPa,3 000 kPa, 4 000 kPa	
		3	30	0.5	盘式:1 000 kPa,2 000 kPa, 3 000 kPa	150
					鼓式:2 000 kPa,3 000 kPa, 4 000 kPa	
12	特性/恢复(1)	10	80	30	3 000 kPa	150
13	衰退(1)	15	100	0.5	0.40 g	盘式:150~550 ^b ; 鼓式:100~300 ^b
14	500 ℃/300 ℃ 高温性能	6	80	40	1 000 kPa~6 000 kPa 每次 增加 1 000 kPa	盘式:500 鼓式:300
15	低速/低压(3)	3	20	0.5	盘式:1 000 kPa,2 000 kPa, 3 000 kPa	150
					鼓式:2 000 kPa,3 000 kPa, 4 000 kPa	
		3	30	0.5	盘式:1 000 kPa,2 000 kPa, 3 000 kPa	150
					鼓式:2 000 kPa,3 000 kPa, 4 000 kPa	
16	特性/恢复(2)	10	80	30	3 000 kPa	150
17	压力相关(2)	6	80	40	1 000 kPa~6 000 kPa 每次 增加 1 000 kPa	150

表 2 (续)

步骤	试验单元	刹停或 减速制 动次数	制动 速度 km/h	释放速度 km/h	制动控制	初始制动盘/制动 鼓温度 ℃
18	衰退(2)	15	100	0.5	0.40 g	盘式:150~550 ^b ; 鼓式:100~300 ^b
19	低速/低压(4)	3	20	0.5	盘式:1 000 kPa,2 000 kPa, 3 000 kPa	150
					鼓式:2 000 kPa,3 000 kPa, 4 000 kPa	
		3	30	0.5	盘式:1 000 kPa,2 000 kPa, 3 000 kPa	150
					鼓式:2 000 kPa,3 000 kPa, 4 000 kPa	
20	最后特性	5	80	30	3 000 kPa	150
试验结束		测量衬片和转子的重量和厚度磨损;检查制动器部件,准备试验报告				
^a 如果减速制动第3次到第5次按距离制动力矩变化的平均值高于5%,增加磨合循环和特性值(稳定性检查); 重复次数根据项目确定;默认使用6个循环。						
^b 参考表1。						

6.2 产品开发试验程序(带附加项)

表3给出了带附加项的产品开发试验程序。

注:在开发试验过程中带附加项的试验程序用脚注的形式标出。

表 3 产品开发试验程序

步骤	试验单元	刹停或 减速制 动次数	制动速度 km/h	释放速度 km/h	制动控制	初始转子/ 鼓温度℃
1	初始摩擦值特性	10	80	30	3 000 kPa	第一次为室温,温度控制在 ≤ 150 ℃,不需要拖磨升温
2	磨合 ^a	32	80	30	0.17 g;0.35 g;0.17 g;0.20 g; 0.25 g;0.42 g;0.17 g;0.30 g; 0.20 g;0.37 g;0.17 g;0.30 g; 0.17 g;0.25 g;0.35 g;0.50 g; 0.30 g;0.57 g;0.25 g;0.20 g; 0.47 g;0.17 g;0.20 g;0.50 g; 0.30 g;0.17 g;0.37 g;0.25 g; 0.20 g;0.25 g;0.20 g;0.42 g	200
3	特性值(稳定性检查) ^a	5	80	30	3 000 kPa	150

表 3 (续)

步骤	试验单元	刹停或 减速制 动次数	制动速度 km/h	释放速度 km/h	制动控制	初始转子/ 鼓温度℃
4	压力爬升试验	2	50	0.5	700 kPa/s 的加载速率到 2 800 kPa	100
5	(冷)特性部分	1	40	0.5	3 000 kPa	40
		5	80	30	3 000 kPa	150
6	低速/低压(1)	盘式 4	20	0.5	盘式:500 kPa ^b ,1 000 kPa, 2 000 kPa,3 000 kPa	150
		鼓式 3			鼓式:2 000 kPa,3 000 kPa, 4 000 kPa	
		3	30	0.5	盘式:1 000 kPa,2 000 kPa, 3 000 kPa	150
					鼓式:2 000 kPa,3 000 kPa, 4 000 kPa	
7	压力相关(1)	9	80	40	1 000 kPa~6 000 kPa 每次增加 1 000 kPa	150
					8 000 kPa ^b ,10 000 kPa ^b , 12 000 kPa ^b	
8	速度相关(1)	10	80	40	3 000 kPa	150
			120	80		
			160	130		
			180	150		
			200	170	8 000 kPa ^b	150 ^b
			80 ^b	40 ^b		
			120 ^b	80 ^b		
			160 ^b	130 ^b		
			180 ^b	150 ^b		
			200 ^b	170 ^b		
9	助力器失效	1	100	0.5	2 800 kPa 或车辆给定	65
		5	100	0.5	2 800 kPa 或车辆给定	100
10	高速公路	1	100	0.5	0.60 g	150
		1	90% $v_{\max}$	50% $v_{\max}$	0.60 g	150

表 3 (续)

步骤	试验单元	刹停或 减速制 动次数	制动速度 km/h	释放速度 km/h	制动控制	初始转子/ 鼓温度℃
11	低速/低压(2)	盘式 4	20	0.5	盘式:500 kPa ^b ,1 000 kPa, 2 000 kPa,3 000kPa	150
		鼓式 3			鼓式:2 000 kPa,3 000 kPa, 4 000 kPa	
		3	30	0.5	盘式:1 000 kPa,2 000 kPa, 3 000 kPa	150
					鼓式:2 000 kPa,3 000 kPa, 4 000 kPa	
12	特性/恢复(1)	10	80	30	3 000 kPa	150
13	衰退(1)	15	100	0.5	0.40 g	盘式:150~550° 鼓式:100~300°
14	500℃/300℃ 高温性能	9	80	40	1 000 kPa~6 000 kPa 每次增加 1 000 kPa	盘式:500 鼓式:300
					8 000 kPa ^b ,10 000 kPa ^b , 12 000 kPa ^b	
15	低速/低压(3)	盘式 4	20	0.5	盘式:500 kPa ^b ,1 000 kPa, 2 000 kPa,3 000kPa	150
		鼓式 3			鼓式:2 000 kPa,3 000 kPa, 4 000 kPa	
		3	30	0.5	盘式:1 000 kPa,2 000 kPa, 3 000 kPa	150
					鼓式:2 000 kPa,3 000 kPa, 4 000 kPa	
16	特性恢复(2)	10	80	30	3 000 kPa	150
17	压力相关(2)	9	80	40	1 000 kPa~6 000 kPa 每次增加 1 000 kPa	150
					8 000 kPa ^b ,10 000 kPa ^b , 12 000 kPa ^b	
18	衰退(2)	15	100	0.5	0.40 g	盘式:150~550° 鼓式:100~300°

表 3（续）

步骤	试验单元	刹停或 减速制 动次数	制动速度 km/h	释放速度 km/h	制动控制	初始转子/ 鼓温度℃
19	低速/低压(4)	盘式 4	20	0.5	盘式:500 kPa ^b ,1 000 kPa, 2 000 kPa,3 000kPa	150
		鼓式 3			鼓式:2 000 kPa,3 000 kPa, 4 000 kPa	
		3	30	0.5	盘式:1 000 kPa,2 000 kPa, 3 000 kPa	150
					鼓式:2 000 kPa,3 000 kPa, 4 000 kPa	
20	最后特性	5	80	30	3 000 kPa	150
试验结束		测量衬片和制动盘的重量和厚度磨损;检查制动器部件,准备试验报告				
^a 如果减速制动第 3 次到第 5 次的按距离制动力矩变化的平均值高于 5%,增加磨合循环和特性值(稳定性检查);重复次数根据项目确定;默认使用 6 个循环。 ^b 带附加项的试验适用于产品开发阶段。 ^c 参考表 1。						

6.3 试验程序中标准摩擦值计算

表 4 列出了在试验过程(见表 2 和表 3)中标准摩擦值的计算方法。
表 4 中的摩擦值,按 3.1 的规定,相当于单次制动过程按制动距离平均的摩擦值。

表 4 在试验过程中标准摩擦值及计算

参 数	计 算 方 法
试验平均摩擦值 μ	试验步骤 3,5(最后 5 次制动),7,8,12,16,17 和 20 中的所有各次制动的摩擦值的平均摩擦值,不包括增加的重复制动项目
试验最小值摩擦值 μ	试验步骤 3,5(最后 5 次制动),7,8,12,16,17 和 20 中所有各次制动的摩擦值的最低摩擦值,不包括增加的重复制动项目
试验最大值摩擦值 μ	试验步骤 3,5(最后 5 次制动),7,8,12,16,17 和 20 中所有各次制动的摩擦值的最大摩擦值,不包括增加的重复制动项目
特性/稳定性检查的摩擦值 μ	试验步骤 3 中最后 3 次制动摩擦值的平均值和最小值
压力爬升制动的摩擦值 μ	试验步骤 4 中 2 次制动的平均值和最小摩擦值
冷特性系数摩擦值 μ	试验步骤 5 第一次制动的摩擦值
冷特性稳定性摩擦值 μ	试验步骤 5 中最后 3 次制动的平均和最小摩擦值
低速/低压(1)摩擦值 μ	试验步骤 6 中所有各次制动的摩擦值的平均和最小摩擦值
压力相关(1)6 000 kPa 摩擦值 μ	试验步骤 7 中在 6 000 kPa 的制动摩擦值

表 4 (续)

参 数	计 算 方 法
高速摩擦值 μ	试验步骤 8 的最后一次制动的摩擦值,不包括增加的重复制动项目
在 FMVSS 135 助力器失效时的名义制动距离 ^a	试验步骤 9 中第 1 次和第 6 次的正常制动距离
0.9 $v_{\max}$ 高速公路摩擦值 μ	试验步骤 10 最后一次的摩擦值
低速/低压(2)摩擦值 μ	试验步骤 11 中所有各次制动的平均和最低摩擦值
特性/恢复(1)摩擦值 μ	试验步骤 12 中最后 3 次制动的平均和最小摩擦值
衰退(1)最小摩擦值 μ	试验步骤 13 最小摩擦值
高温性能摩擦值 μ	试验步骤 14 最后 5 次制动的最小摩擦值
低速/低压(3)摩擦值 μ	试验步骤 15 所有各次制动的平均和最低摩擦值
特性/恢复(2)摩擦值 μ	试验步骤 16 中最后 3 次制动的平均和最低摩擦值
压力相关(2)6 000 kPa 摩擦值 μ	试验步骤 17 中在 6 000 kPa 的制动摩擦值
衰退(2)最低摩擦值 μ	试验步骤 18 最低摩擦值
低速/低压(4)摩擦值 μ	试验步骤 19 的平均和最低摩擦值
最后特性摩擦值 μ	试验步骤 20 最后 3 次制动的平均和最低摩擦值
^a 下式给出了另一种在摩擦材料试验中制动力矩输出估算刹车距离的方法。本式建立在最好车手的驾驶允许反应和压力时间曲线的基础上,按法规 FMVSS 135 测试速度从 100 km/s 到 0 km/s。 $S_{\text{norm}} = 10 + \frac{368.7}{d_{\text{mfd}}}$	

7 试验报告

7.1 总则

测试报告的曲线图表和表格数据可以使用以前的测试报告版面或者按本标准规定的格式(参见附录 A)。

7.2 图形报告

整个试验过程,下列项目应表示在曲线图表格中:

- a) 已规范选用的制动过程中的瞬时压力、制动温度和摩擦值,亦可在相应的图表中包含可应用的或者参考的摩擦值;
- b) 标示出以制动距离平均的摩擦值;
- c) 除了初始效能和磨合之外,所有试验项目的采用直方图和累积频数曲线表来表示整个数据采集范围内的制动摩擦值;宜使用 0.02 的频数进行分组(参见附录 B)。
- d) 对于低速/低压试验项目,单独采用直方图和累积频数曲线表来表示整个数据采集范围内的制动摩擦值;使用 0.02 的频数进行分组(参见附录 B)。

7.3 每次制动的表格数据

除非另有规定,对于整个试验和每一次制动,图形表格的格式应给出下列项目:

- a) 制动初速和释放速度;

- b) 摩擦值、制动力矩和制动压力以制动距离为基准的平均值、最大值和最小值；
- c) 制动对偶和制动衬片(选择项)的制动初温和制动末温；
- d) 最大的制动液排量；
- e) 助力器失效试验的 d_{mfd} (当适用时)和计算制动距离；
- f) 冷却空气的温度和湿度。

7.4 磨损测量

测量衬片和制动盘的重量和厚度磨损。检查制动器部件并报告制动盘/鼓和衬片是否有龟裂、分离、脱落或其他异常情况。

7.5 试验条件

记录和报告制动参数、试验惯量、滚动半径、制动卡钳、制动盘和衬片识别,试验条件和总的试验运行时间。

7.6 冷却空气条件

应记录和报告冷却空气的方向和方位。

7.7 制动器冷却速率

应记录和报告高温性能试验后制动器冷却时间:

- 盘式制动器从 500 °C 至 200 °C；
- 鼓式制动器从 300 °C 至 100 °C。

7.8 摩擦值

标准摩擦值根据表 4 计算和报告,这些摩擦值不包括针对产品开发阶段的可选择性制动的。

7.9 统计分析

根据项目和客户要求,试验报告中应增加摩擦值统计计算评价。这包括一些分布和统计参数(参见附录 A)。

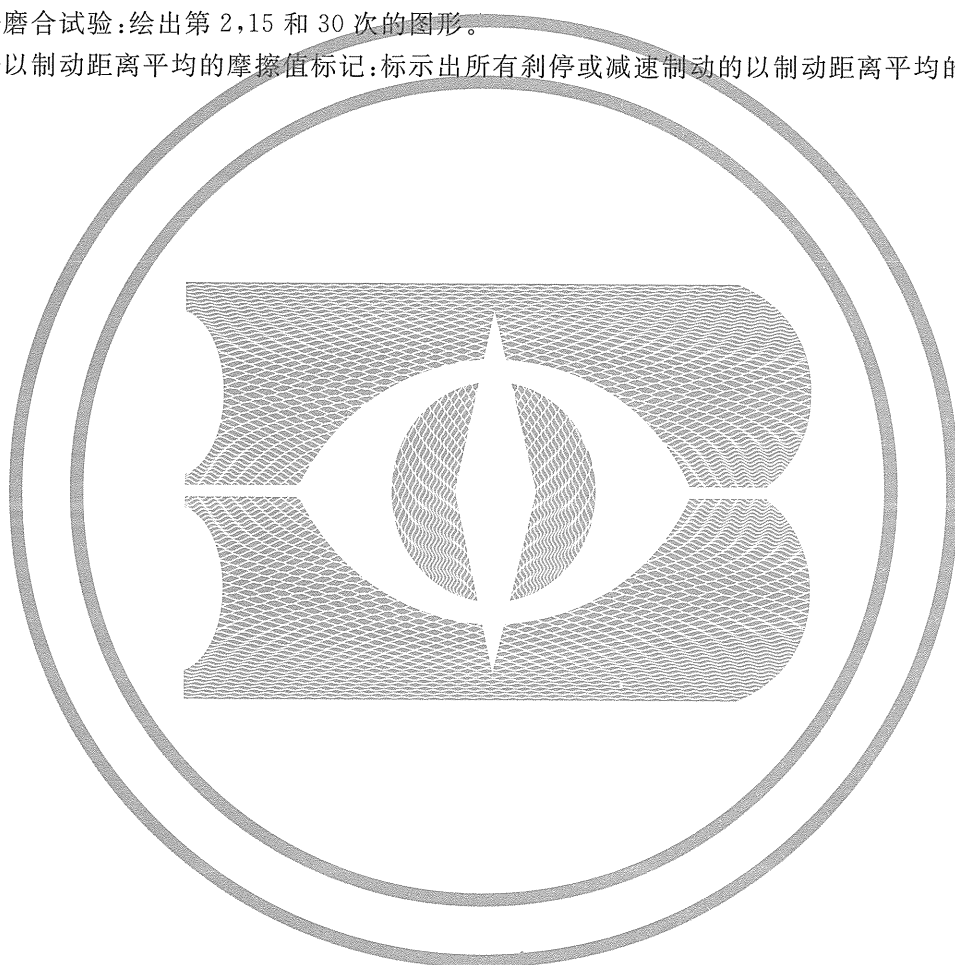
当统计分析包含产品开发试验的可选择性制动部分时,应在试验报告中明确指出并计算影响值。

附 录 A
(资料性附录)
盘式制动器试验报告示例

图 A.1~图 A.3 给出了盘式制动器试验报告的样例。

当准备图形汇总时,注意以下问题:

- 总则:按 7.1 和 7.2 规定绘出每一部分的瞬时摩擦值、温度、压力和所需制动液用量图形。
- 恒定减速度或恒压力试验:绘出每次刹停制动或减速制动的瞬时摩擦值图形。
- 磨合试验:绘出第 2,15 和 30 次的图形。
- 以制动距离平均的摩擦值标记:标示出所有刹停或减速制动的以制动距离平均的摩擦值。



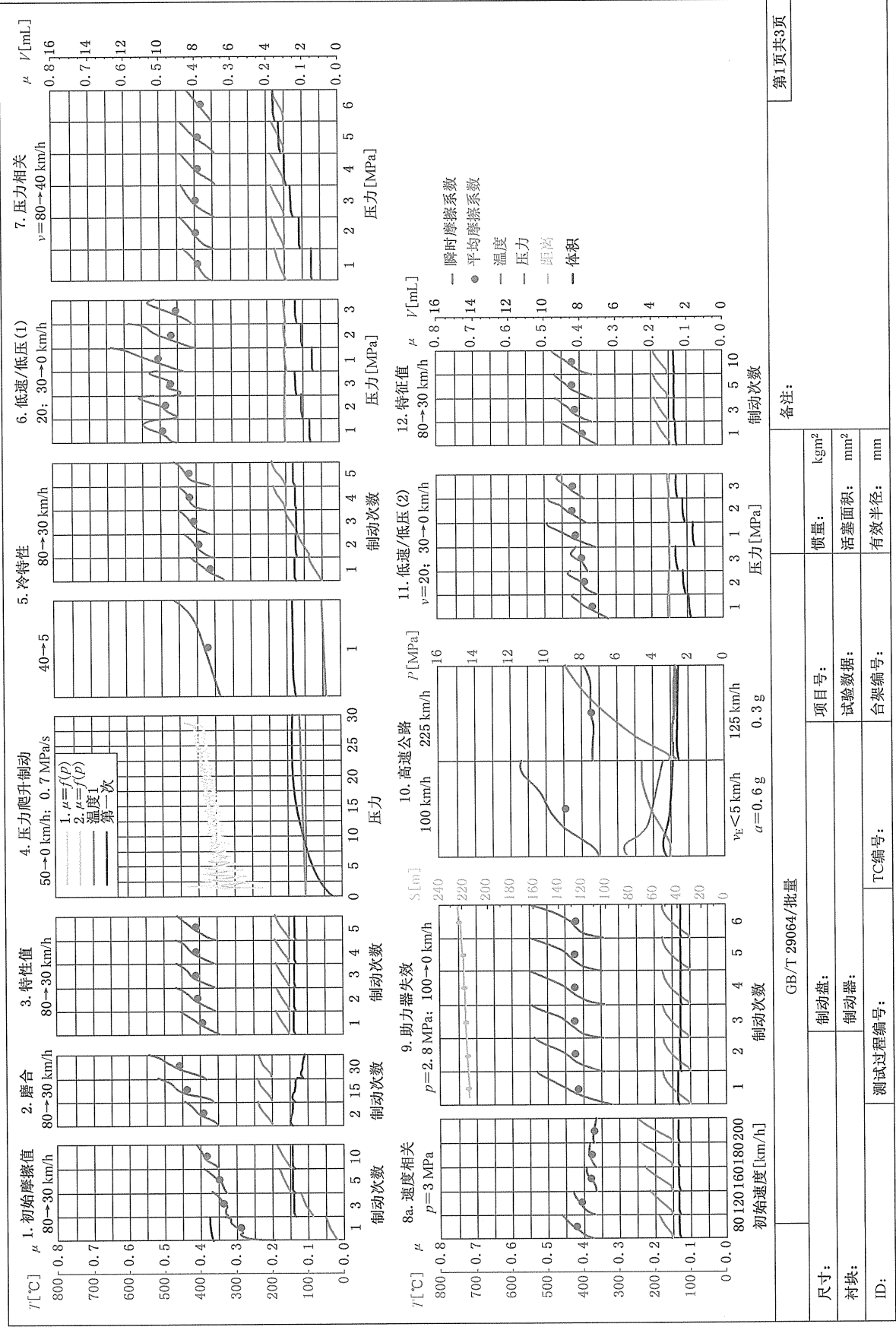


图 A.1 盘式制动器产品监控图形报告 (第 1 页共 3 页)

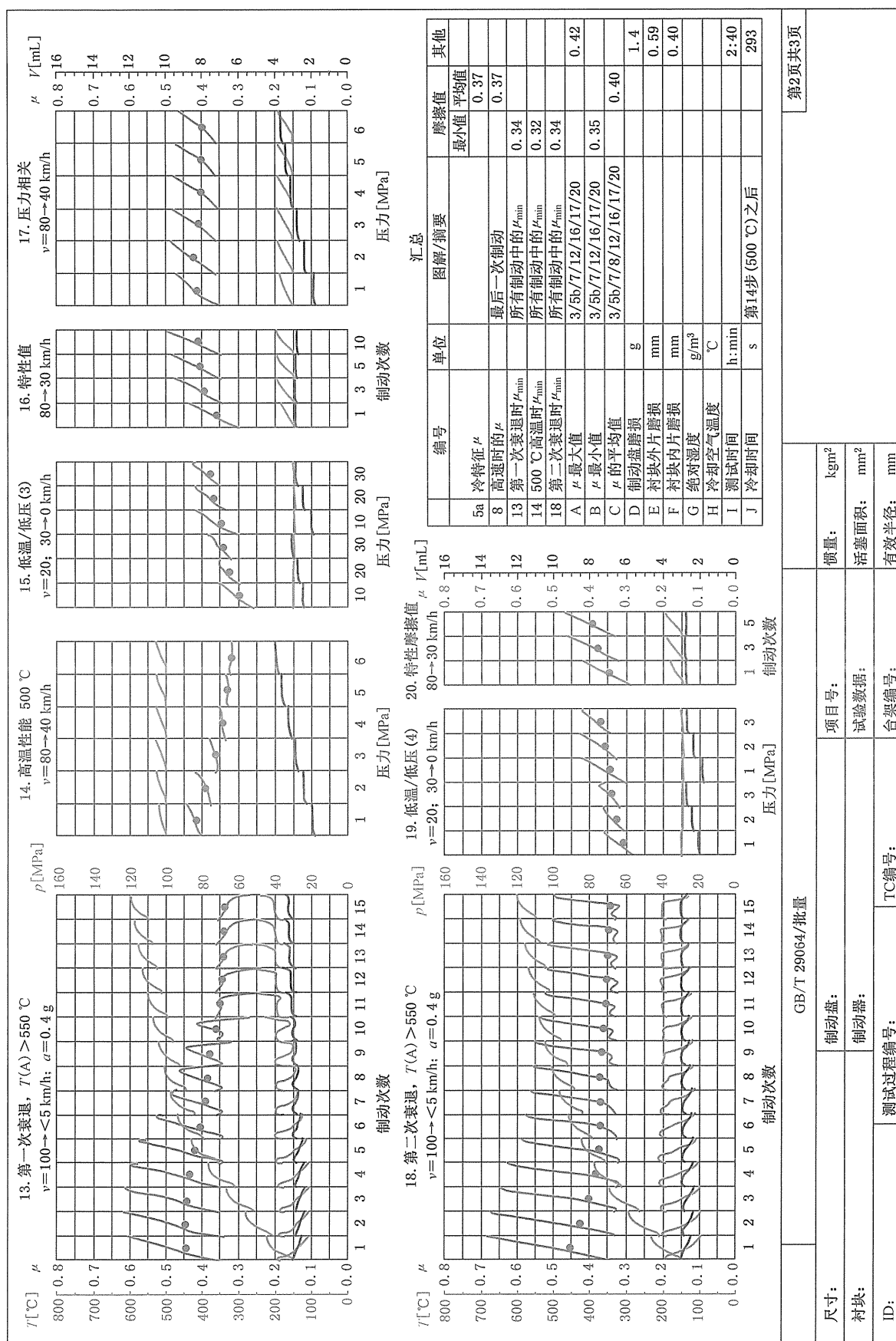
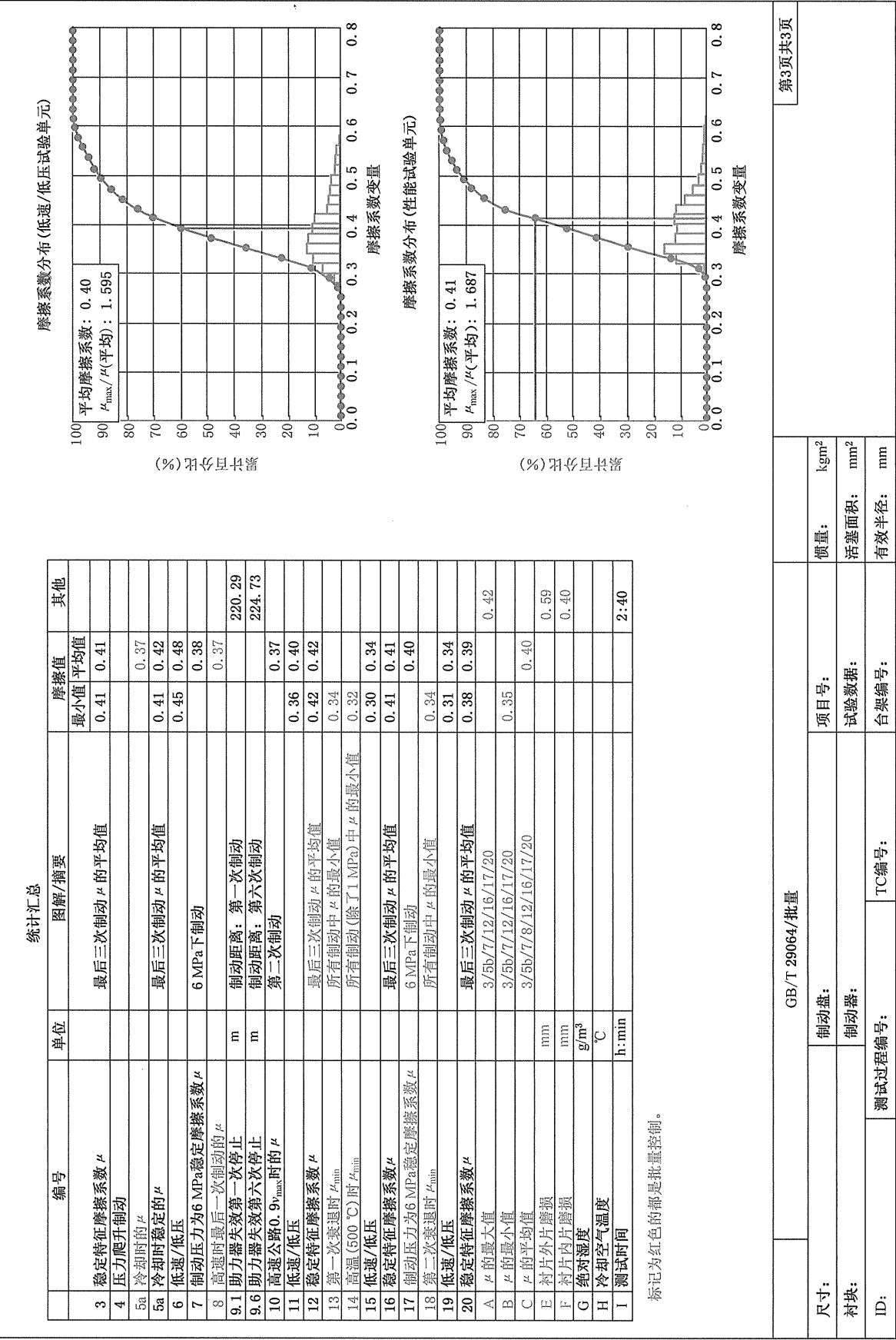


图 A.2 盘式制动器外形图 (第 2 页 共 3 页)



附 录 B
(资料性附录)
瞬时摩擦值直方图

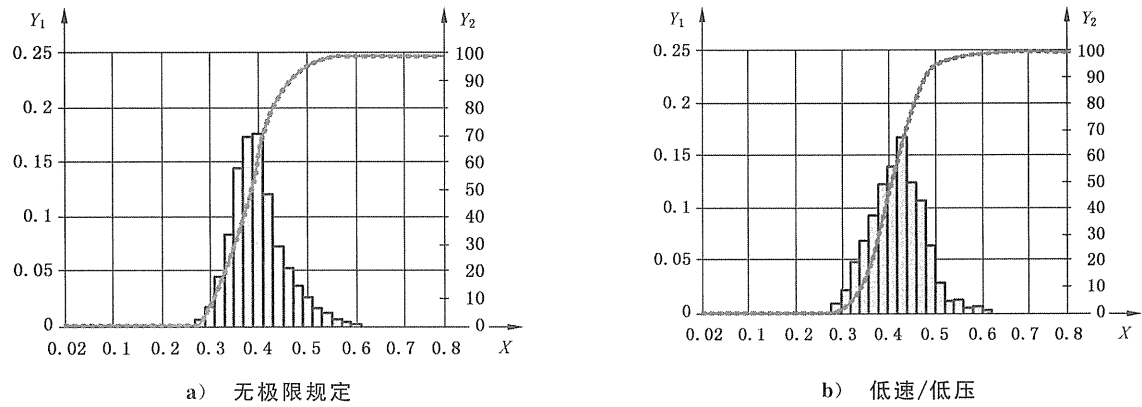
见 7.2。

对瞬时摩擦值的分布和离散进行评估,直方图是一个非常有价值的工具。对于汽车工程师来说,在评估和预测现代制动控制系统,例如 ABS,ESP,VSC 的性能,以及材料的一般特性时,这些摩擦特征是非常有意义的。对于制造工程师或制动工程师而言,这些瞬时摩擦特征的变化也预示由于原料或过程的变化而引起了摩擦材料性能的变化。除非在试验报告中特别指出,瞬时摩擦值的直方图不包括产品开发阶段带选择项的制动。

按照下列基本试验步骤进行绘制瞬时摩擦值直方图和频数分布图(见图 B.1):

- a) 对于每次制动,生成包括瞬时摩擦值在内的文件。
- b) 每次制动的控制参数(压力或减速度)达到设定点的 95%后开始存储数据。
- c) 每次制动的控制参数(压力或减速度)低于设定点的 95%后停止存储数据。
- d) 按下面的项目安排,将每次制动数据分为两组:
 - 1) 摩擦值分布(除去第 1 和第 2 的所有试验单元):
 - I) 特性值(稳定性检查);
 - II) 压力爬升制动;
 - III) 冷态特性;
 - IV) 压力相关(1);
 - V) 速度相关(1);
 - VI) 助力器失效;
 - VII) 高速公路;
 - VIII) 特性/恢复(1);
 - IX) 衰退(1);
 - X) 高温性能,500 °C/300 °C;
 - XI) 特性/恢复(2);
 - XII) 压力相关(2),衰退(2);
 - XIII) 最终特性值。
 - 2) 摩擦值分布(低速/低压试验):
 - I) 低速/低压(1);
 - II) 低速/低压(2);
 - III) 低速/低压(3);
 - IV) 低速/低压(4)。
- e) 每一组生成直方图。
- f) 使用频数 0.02 分组。
- g) 包括累积频数分布曲线。
- h) 包含频数分布和统计参数所要求的项目。
- i) 根据项目要求,直方图曲线可包括摩擦值的可接受范围或最小值,以及平均值、上下限或离散性参数例如标准偏差等。
- j) 如果委托试验者没有指定限制的要求,摩擦值范围为应在制动过程的 80%内[图 B.1a)为例]:
 - 1) 80%的摩擦值范围为 0.35~0.49;

- 2) 10 个百分点的摩擦值为 0.35,说明 10%的瞬时摩擦值等于或低于 0.35;
- 3) 50 个百分点的摩擦值为 0.41,说明 50%的瞬时摩擦值均低于 0.41;
- 4) 90 个百分点的摩擦值为 0.49,说明 10%的瞬时摩擦值等于或大于 0.49。



说明：
X —— 摩擦值分布；
Y₁ —— 个体频率；
Y₂ —— 累计频率。

图 B.1 瞬时摩擦值直方图和频率分布样例

附录 C

(资料性附录)

冷却空气的速度和流量的参考计算

C.1 综述

见 5.13。

式(C.1)~式(C.3)用于估算制动器前方冷却空气的速度和流量。通常,这些公式的使用是基于下述工况:

- 冷却空气的速度不超过 8 km/s;
- 制动器前方的空气流量大约或低于 5 000 m³/h;
- 冷却空气温度适度;
- 制动器外罩为矩形风管,沿气流方向长度为矩形风管当量直径的 2~2.5 倍;
- 制动器外罩在制动器位置的横截面积为风管横截面积的 1~1.2 倍;
- 制动器安装在外罩内,适当地密封减少空气泄漏。

如果需要对风速和流量进行准确计算,则需要查询与气流和高容量空调相关的技术资料,同时要有试验台所安装的冷却空气系统的详细尺寸图纸。

C.2 流量和冷却空气速度之间的转换

式(C.1)使用当量直径圆形管给出相当于矩形管的相同的压力损失。这种方法对于确定风机的规模 and 整体管道设计更为有用。沿风管的中心线测量所有的速度。

$$v = \frac{q}{3\,600 \times A_d} = \frac{4 \times q}{3\,600 \times \pi \times d_e} \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

q ——气流量,单位为立方米每小时(m³/h);

A_d ——管道面积,单位为平方米(m²);

d_e ——等效管道直径,单位为米(m)。

根据图 C.1 和式(C.2)计算矩形风管的当量直径,单位为米。

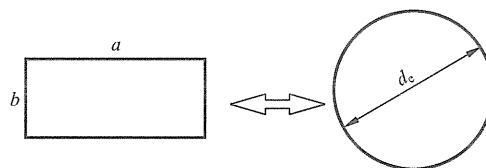


图 C.1 矩形和圆形管道的换算

$$d_e = 1.30 \times \frac{(a \times b)^{0.625}}{(a + b)^{0.25}} \quad \dots\dots\dots (C.2)$$

式中:

a ——矩形风管长度,单位为米(m);

b ——矩形风管宽度,单位为米(m)。

C.3 通过制动器的冷却空气速度的计算

式(C.3)用于估算流过制动器的冷却风速。式(C.3)未考虑下列因素：

- 气流的紊流；
- 分布在制动器外罩内围绕制动器的不平整区域的压力差或压力降；
- 制动器和制动盘散热对空气的局部加热；
- 由于制动器旋转而产生的附加气流的影响。

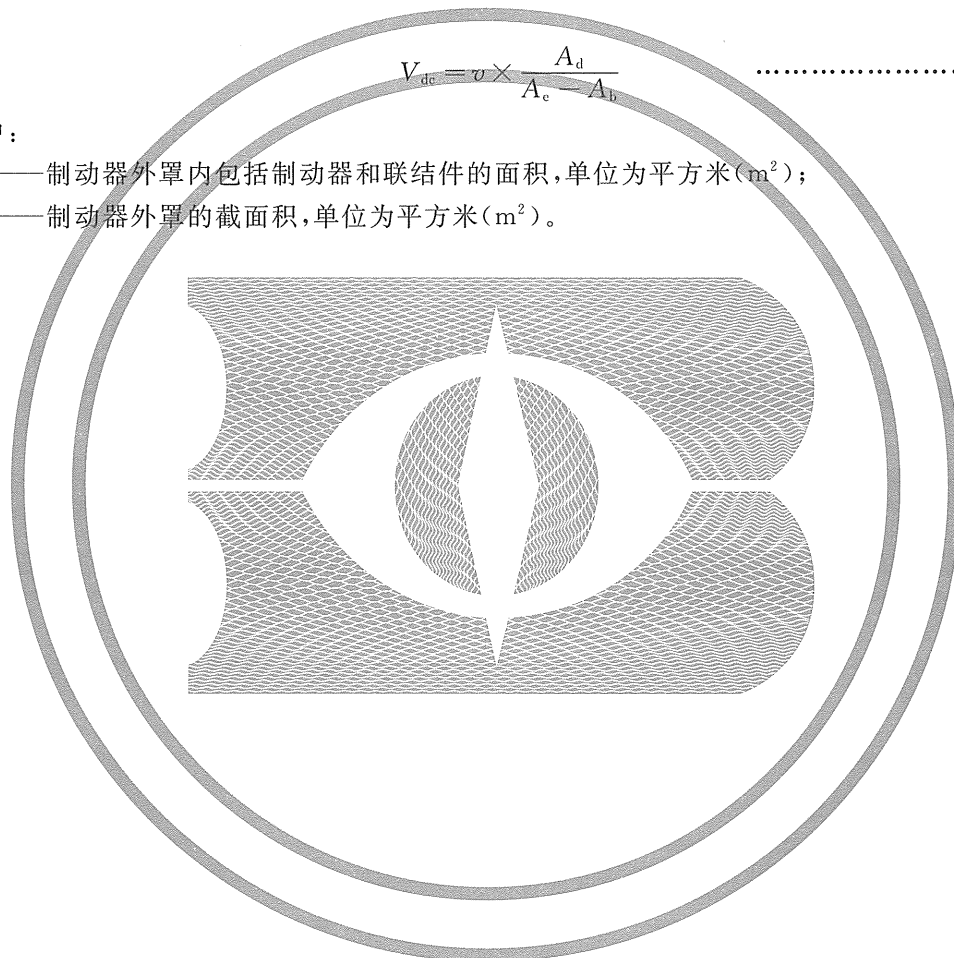
按式(C.3)计算通过制动器的冷却空气风速, $V_{dc}/(\text{m/s})$ ：

$$V_{dc} = v \times \frac{A_d}{A_e - A_b} \dots\dots\dots (\text{C.3})$$

式中：

A_b ——制动器外罩内包括制动器和联结件的面积,单位为平方米(m^2)；

A_e ——制动器外罩的截面积,单位为平方米(m^2)。



参 考 文 献

- [1] FMVSS 105 液压和电动制动系统
 - [2] FMVSS 135 轻型车制动系统
 - [3] HUEBSCHER, R. G. F 圆形、方形、矩形管的等量换算. ASHRAE Transactions 54, pp. 101-44, 1948
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
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
GB/T 29064—2012/ISO 26867:2009

*

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(100013)
北京市西城区三里河北街16号(100045)
网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235
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

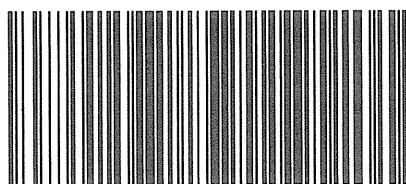
*

开本 880×1230 1/16 印张 2 字数 54 千字
2013年6月第一版 2013年6月第一次印刷

*

书号: 155066 · 1-47198

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 29064-2012