



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1221—2009

汽车排气污染物检测用底盘 测功机校准规范

Calibration Specification for Chassis Dynamometers
for Automobile Emissions Testing

2009-07-10 发布

2009-10-10 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

**汽车排气污染物检测用底盘
测功机校准规范**

Calibration Specification for Chassis

Dynamometers for Automobile Emissions Testing

JJF 1221—2009

本规范经国家质量监督检验检疫总局于 2009 年 7 月 10 日批准，并自 2009 年 10 月 10 日起施行。

归口单位：全国法制计量管理计量技术委员会

主要起草单位：河南省计量科学研究院

参加起草单位：浙江江兴汽车检测设备厂

浙江省计量科学研究院

北京市计量检测科学研究院

石家庄华燕交通科技有限公司

佛山市南华仪器有限公司

本规范由全国法制计量管理计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

刘 伟（河南省计量科学研究院）

朱卫民（河南省计量科学研究院）

郑 黎（河南省计量科学研究院）

参加起草人：

周申生（浙江江兴汽车检测设备厂）

严 瑾（浙江省计量科学研究院）

陈 曦（北京市计量检测科学研究院）

陈南峰（石家庄华燕交通科技有限公司）

杨耀光（佛山市南华仪器有限公司）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 术语	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(1)
5.1 滚筒装置	(1)
5.2 速度	(1)
5.3 扭力	(2)
5.4 基本惯量	(2)
5.5 恒载荷加载滑行时间	(2)
5.6 变载荷加载滑行时间	(2)
5.7 内部损耗功率	(2)
5.8 加载响应时间	(2)
6 校准条件	(2)
6.1 环境条件	(2)
6.2 校准用计量标准器及设备	(2)
7 校准项目和校准方法	(2)
7.1 校准项目	(2)
7.2 校准方法	(3)
8 校准结果表达	(9)
8.1 校准证书	(9)
8.2 校准结果的测量不确定度	(9)
9 复校时间间隔	(9)
附录 A 校准证书的内容	(10)
附录 B 校准结果的不确定度分析	(12)

汽车排气污染物检测用底盘测功机校准规范

1 范围

本规范规定了汽车排气污染物检测用底盘测功机（以下简称底盘测功机）的计量特性、校准条件、校准项目和校准方法。

本规范适用于点燃式发动机汽车稳态工况法、简易瞬态工况法及压燃式发动机汽车加载减速工况法排气污染物检测用底盘测功机的校准。

2 引用文献

GB 18285—2005 点燃式发动机汽车排气污染物排放限值及测量方法（双怠速法及简易工况法）

GB 3847—2005 车用压燃式发动机和压燃式发动机汽车排气烟度排放限值及测量方法

使用本规范时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 术语

3.1 底盘测功机基本惯量 DIW (dynamometer inertia weight)

惯量模拟装置模拟汽车行驶中平动惯量所相当的汽车质量，称为当量惯量；而底盘测功机上所有旋转部件等效的当量惯量称为底盘测功机基本惯量。

3.2 主滚筒 main roller

与功率吸收装置同轴连接的滚筒。

4 概述

底盘测功机是在汽车排气污染物排放工况法检测时用于模拟车辆在道路实际行驶时的惯量和阻力的专用计量设备。

底盘测功机主要由以下部分组成：功率吸收装置（PAU）及其控制器、滚筒装置、机械惯量装置、驱动电机、同步装置、测力装置、测速装置、举升装置、侧向限位装置、显示装置等。

5 计量特性

5.1 滚筒装置

5.1.1 主滚筒直径允许误差： $\pm 0.5\%$ 。

5.1.2 主滚筒表面径向圆跳动量不大于 0.2% 。

5.1.3 前后滚筒母线平行度不大于 1mm/m 。

5.2 速度

主滚筒线速度允许误差： $\pm 0.2\text{km/h}$ 或 $\pm 0.5\%$ 。

5.3 扭力

5.3.1 零值漂移：±5N。

5.3.2 示值误差：±1.0%。

5.3.3 重复性：不大于1.0%。

5.3.4 回程误差：不大于1.0%。

5.4 基本惯量

基本惯量允许误差为铭牌标称值的±2.0%。

5.5 恒载荷加载滑行时间

恒载荷加载滑行时间允许误差：±4.0%。

5.6 变载荷加载滑行时间

变载荷加载滑行时间允许误差：±4.0%。

5.7 内部损耗功率

不大于1.5kW（适用于简易瞬态工况法在50km/h时）。

5.8 加载响应时间

加载响应时间不大于300ms，平均稳定时间不大于600ms。

注：以上所有指标不是用于合格性判别，仅提供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

温度：0℃~40℃

相对湿度：≤85%

无影响校准结果的振动、电磁干扰等。

6.2 校准用计量标准器及设备

计量标准器和设备见表1。

表1 校准设备一览表

设备名称	测量范围	准确度等级
长量爪游标卡尺或π尺	500mm（分度值0.02mm）	MPE：±0.05mm
百分表	（0~10）mm	1级
速度测量装置	（0~100）km/h	MPE：±0.1%
扭力校准装置（砝码）	/	M ₂ 级
存储式数字示波器	频宽：100MHz	幅度MPE：±2%
计时装置	（0~150）s	MPE：±3ms

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目见表2。

表 2 校准项目

序 号	校 准 项 目
1	滚筒装置
2	速度
3	扭力
4	基本惯量允许误差
5	恒加载滑行时间
6	变加载滑行时间
7	内部损耗功率
8	加载响应时间

7.2 校准方法

7.2.1 滚筒装置

在进行滚筒装置参数校准之前应关断底盘测功机驱动电机的电源。

7.2.1.1 滚筒直径误差

在主滚筒中段占全长 80% 的表面上均匀选取 3 处, 用长量爪游标卡尺或 π 尺测量每处的直径 3 次, 记录结果。按公式 (1) 分别计算左右主滚筒各处直径误差, 取各处最大直径误差作为校准结果。

$$\delta_{D_i} = \frac{\bar{D}_i - D}{D} \times 100\% \quad i=1, 2, 3 \quad (1)$$

式中: δ_{D_i} ——第 i 处主滚筒直径误差;

\bar{D}_i ——第 i 处 3 次测量滚筒直径的平均值, mm;

D ——主滚筒标称直径, mm。

7.2.1.2 径向圆跳动量

在主滚筒占全长 80% 的表面上均匀选取 3 个断面, 用固定在基座上的百分表测量滚筒表面径向圆跳动量 (必要时可在百分表测量触头与滚筒表面之间加装增加接触面积装置), 选取最大跳动量, 代入公式 (2) 计算左、右主滚筒径向圆跳动量误差。

$$\delta_J = \frac{|\Delta_J|_{\max}}{\bar{D}} \times 100\% \quad (2)$$

式中: δ_J ——径向圆跳动量误差, %;

\bar{D} ——所在滚筒 3 处测量滚筒直径的平均值, mm;

$|\Delta_J|_{\max}$ ——径向圆跳动量的最大绝对值, mm。

7.2.1.3 前后滚筒内侧母线平行度

对左右侧的前后两对滚筒分别测量。用长爪游标卡尺在滚筒两端处, 测量前、后滚筒两端点内侧母线的距离。记为 \bar{L}_1 和 \bar{L}_2 , 按公式 (3) 计算:

$$L_H = (\bar{L}_1 - \bar{L}_2) / L \quad (3)$$

式中： L_H ——前后滚筒内侧母线平行度，mm/m；

L ——校准点之间的距离，m；

\bar{L}_1, \bar{L}_2 ——前、后滚筒两端点内侧母线的距离，mm。

7.2.2 速度

7.2.2.1 选取约 25km/h, 40km/h, 48km/h, 70km/h 作为校准点，重复 7.2.2.2 测量过程，计算各校准点示值误差。其中 70km/h 校准点只适用于压燃式发动机汽车加载减速工况法。

7.2.2.2 驱动滚筒加速至校准点，待速度稳定后，连续记录三次底盘测功机速度示值和速度测量装置的示值，按公式（4）、公式（5）分别计算绝对示值误差和相对示值误差。

$$\Delta_r = \bar{V}_m - \bar{V}_s \quad (4)$$

$$\delta_r = \left(\frac{\bar{V}_m - \bar{V}_s}{\bar{V}_s} \right) \times 100\% \quad (5)$$

式中： Δ_r ——速度示值绝对误差；

\bar{V}_m ——三次测量的示值平均值，km/h；

\bar{V}_s ——三次标准速度计的示值平均值，km/h；

δ_r ——速度示值相对误差。

7.2.2.3 各校准点中示值误差最大者，作为主滚筒线速度误差的校准结果。

7.2.3 扭力

安装好扭力校准装置，使其处于平衡状态，然后将底盘测功机指示装置调零。施加扭力至上限后卸除扭力，检查指示装置的回零情况，并重新调零。

7.2.3.1 零值漂移

每隔 5min 观察 1 次零位变化，并记录。取 15min 内最大变化量作为零值漂移的校准结果。

7.2.3.2 示值误差、重复性、回程误差

将底盘测功机指示装置调零，在规定的测量范围内，按满量程的约 20%、40%、60%、80% 依次逐级加载，再逐级减载，分别记录进程和回程过程中的扭力示值。此过程重复进行 3 次，每次校准后指示装置应清零。

按公式（6）计算各量程点的扭力示值误差，取各量程点的最大示值误差作为示值误差校准结果。

$$W = \left(\frac{\bar{F}_J - F}{F} \right) \times 100\% \quad (6)$$

式中： W ——扭力示值误差；

\bar{F}_J ——3 次进程扭力示值的平均值，N；

F ——扭力标准值，N。

按公式（7）分别计算各量程点的重复性，取各量程点重复性最大值作为重复性校准结果。

$$R = \frac{F_{\max} - F_{\min}}{\bar{F}_j} \times 100\% \quad (7)$$

式中：R——扭力重复性；

F_{\max} ——3次进程扭力示值的最大值，N；

F_{\min} ——3次进程扭力示值的最小值，N；

\bar{F}_j ——3次进程扭力示值的平均值，N。

按公式(8)计算回程误差，取各量程点最大回程误差作为校准结果。

$$H = \frac{|\bar{F}_H - \bar{F}_j|}{F} \times 100\% \quad (8)$$

式中：H——扭力回程误差；

\bar{F}_j ——进程中3次扭力示值的算术平均值，N；

\bar{F}_H ——回程中3次扭力示值的算术平均值，N；

F——扭力标准值，N。

7.2.4 基本惯量允许误差

按照设备说明书的要求，将底盘测功机充分预热。

7.2.4.1 驱动滚筒速度至56km/h，在(48~16) km/h速度区间段进行空载滑行测试。记录计时装置记录的滑行时间 t_1 。

7.2.4.2 驱动滚筒转速至56km/h后，加载恒扭力 $F_2=1170\text{N}$ ，进行(48~16) km/h的滑行测试。记录计时装置记录的滑行时间 t_2 。

7.2.4.3 按照步骤7.2.4.1和7.2.4.2重复测量三次。

计算3次平均值 \bar{f}_1 ， \bar{t}_1 ； \bar{f}_2 ， \bar{t}_2 。按公式(9)计算基本惯量DIW：

$$DIW_A = 0.1125 \times \frac{(\bar{f}_2 - \bar{f}_1) \times \bar{t}_1 \times \bar{t}_2}{\bar{t}_1 - \bar{t}_2} \quad (9)$$

式中： DIW_A ——底盘测功机转动惯量等效汽车质量，kg；

\bar{f}_1 ——三次加载恒力 $F_1=0\text{N}$ 时， F_1 实测值的平均值，N；

\bar{f}_2 ——三次加载恒力 $F_2=1170\text{N}$ 时， F_2 实测值的平均值，N；

\bar{t}_1 ——三次加载恒力 $F_1=0\text{N}$ ，(48~16) km/h滑行时间的平均值，s；

\bar{t}_2 ——三次加载恒力 $F_2=1170\text{N}$ ，(48~16) km/h滑行时间的平均值，s。

如果测量值满足5.4要求，基本惯量使用铭牌标称值DIW。如果不符合5.4要求，允许重新进行7.2.4.3试验一次。

7.2.5 恒载荷加载滑行时间

7.2.5.1 分别选择6.0kW、12.0kW作为总载荷THP对底盘测功机功率吸收装置进行设定，进行(48~32) km/h的加载滑行测试。记录底盘测功机校准装置显示的实际滑行时间ACDT。

按照公式(10)计算速度区间段(48~32) km/h的计算滑行时间CCDT；按照公式(11)计算相应的滑行时间相对误差。

$$CCDT_{40} = \frac{0.04938 \times DIW}{THP} \quad (10)$$

$$\delta_{40} = \frac{ACDT_{40} - CCDT_{40}}{CCDT_{40}} \times 100\% \quad (11)$$

式中： δ_{40} ——进行（48~32）km/h 恒载荷加载滑行试验时，实际滑行时间的相对误差，%；

$ACDT_{40}$ ——进行（48~32）km/h 恒载荷加载滑行试验时的实际滑行时间，s；

$CCDT_{40}$ ——进行（48~32）km/h 恒载荷加载滑行试验时的理论计算滑行时间，s；

THP ——总载荷，（ $THP = PHLP + IHP$ ， $PHLP$ 是内部损耗功率， IHP 是指示功率）；

DIW ——底盘测功机基本惯量铭牌标称值。

7.2.5.2 对于压燃式发动机汽车加载减速工况法底盘测功机，增加（64~48）km/h 的加载滑行试验，并按照公式（12）计算速度区间段（64~48）km/h 的计算滑行时间 $CCDT$ ；按照公式（13）计算相应的滑行时间相对误差。

$$CCDT_{56} = \frac{0.06914 \times DIW}{THP} \quad (12)$$

$$\delta_{56} = \frac{ACDT_{56} - CCDT_{56}}{CCDT_{56}} \times 100\% \quad (13)$$

式中： δ_{56} ——进行（64~48）km/h 恒载荷加载滑行试验时的实际滑行时间的相对误差，%；

$CCDT_{56}$ ——进行（64~48）km/h 恒载荷加载滑行试验时的理论计算滑行时间，s；

$ACDT_{56}$ ——进行（64~48）km/h 恒载荷加载滑行试验时的实际滑行时间，s。

7.2.5.3 选择 12.0kW 作为总载荷 THP 对底盘测功机功率吸收装置进行设定，进行（48~32）km/h 速度段的加载滑行测试。滚筒转动后，把相当于滚筒表面切向力 200N~600N 的砝码加载在扭力校准装置上，记录该速度段下的实际滑行时间 $ACDT$ 。按照公式（14）来计算在有预加载情况下的理论时间 $CCDT_F$ 。

$$CCDT_F = DIW \left(\frac{1}{70THP - 0.9F} + \frac{1}{77THP - 0.9F} + \frac{1}{85THP - 0.9F} + \frac{1}{95THP - 0.9F} \right) \quad (14)$$

式中： F ——砝码转换到滚筒表面切向力，N；

THP ——设定加载的总载荷，kW；

$CCDT_F$ ——有预加载情况下的理论时间，s。

按照公式（15）计算有预加载情况下恒载荷加载滑行时间误差 δ_F 。

$$\delta_F = \frac{ACDT - CCDT_F}{CCDT_F} \times 100\% \quad (15)$$

7.2.5.4 选以上各滑行时间相对误差中的最大值作为恒载荷加载滑行时间误差。

7.2.6 变载荷加载滑行时间

7.2.6.1 对用于点燃式发动机汽车简易瞬态工况法和稳态工况法排放检测底盘测功机，启动底盘测功机进入变加载滑行测试功能软件模块，把底盘测功机滚筒线速度提升到

56km/h后,向底盘测功机施加 16.2kW 的总载荷 THP ,当底盘测功机滚筒线速度下降到 48.3km/h 时,按表 3 要求向底盘测功机阶跃加载。记录 (48.3~16.1) km/h 速度段的实际滑行时间 $ACDT_{\Delta}$,并根据表 3 或表 4 所示计算 (48.3~16.1) km/h 速度段的计算滑行时间 $CCDT_{\Delta}$ 。

表 3 底盘测功机变载荷加载滑行测试载荷设置和计算时间

速度 (km/h)	总载荷 (kW)	计算时间 (s)	速度 (km/h)	总载荷 (kW)	计算时间 (s)
72.4	7.4	0.00000 DIW	43.4	13.2	0.00039 DIW
70.8	5.9	0.00119 DIW	41.8	11.8	0.00040 DIW
69.2	7.4	0.00146 DIW	40.2	10.3	0.00043 DIW
67.6	8.8	0.00114 DIW	38.6	11	0.00047 DIW
66.0	10.3	0.00094 DIW	37	11.8	0.00042 DIW
64.4	11.8	0.00078 DIW	35.4	12.5	0.00038 DIW
62.8	13.2	0.00067 DIW	33.8	13.2	0.00034 DIW
61.1	14.7	0.00062 DIW	32.2	12.5	0.00031 DIW
59.5	15.4	0.00051 DIW	30.6	11.8	0.00031 DIW
57.9	16.2	0.00047 DIW	29	11	0.00031 DIW
56.3	16.9	0.00044 DIW	27.4	10.3	0.00032 DIW
54.7	17.6	0.00041 DIW	25.7	8.8	0.00034 DIW
53.1	18.4	0.00038 DIW	24.1	7.4	0.00035 DIW
51.5	17.6	0.00035 DIW	22.5	8.1	0.00039 DIW
49.9	16.9	0.00036 DIW	20.9	8.8	0.00033 DIW
48.3	16.2	0.00036 DIW	19.3	8.1	0.00028 DIW
46.7	15.4	0.00036 DIW	17.7	7.4	0.00028 DIW
45.1	14.7	0.00037 DIW	16.1	0	0.00028 DIW

表 4 底盘测功机变载荷加载滑行测试计算时间

初速度 (km/h)	末速度 (km/h)	计算滑行时间 (s)
72.4	16.1	0.01713 DIW
48.3	16.1	0.00707 DIW

按公式 (16) 计算变载荷加载滑行时间相对误差:

$$\delta_{\Delta} = \frac{ACDT_{\Delta} - CCDT_{\Delta}}{CCDT_{\Delta}} \times 100\% \quad (16)$$

7.2.6.2 对用于压燃式发动机汽车加载减速工况法的底盘测功机,进行 (72.4~

16.1) km/h 段的变载荷加载滑行试验。把底盘测功机滚筒线速度提升到 80.5km/h 后,向底盘测功机施加 7.4kW 的总载荷 THP ,当底盘测功机滚筒线速度下降到 72.4km/h 时,按表 3 要求向底盘测功机阶跃加载。记录 (72.4~16.1) km/h 段的实际滑行时间 $ACDT_{\Delta}$,并根据表 3 或表 4 所示计算 (72.4~16.1) km/h 速度段的计算时间 $CCDT_{\Delta}$,按公式 (16) 计算变载荷加载滑行时间相对误差。

7.2.7 内部损耗功率

驱动滚筒转速至 56km/h 以上,开始自由滑行,用记录速度测量装置和计时装置测量 (54~46) km/h 滑行时间 Δt_x ,按公式 (17) 计算内部损耗功率作为速度为 50km/h 时的内部损耗功率校准结果。

$$PHLP_{50} = 0.030864 \times DIW / \Delta t_x \quad (17)$$

式中: $PHLP_{50}$ ——速度为 50km/h 时的内部损耗功率, kW。

7.2.8 加载响应时间

按照表 5 的要求分别进行试验项目编号 1 和 2 的加载响应时间校准,具体校准方法如下:

将存储式数字示波器的探针接入扭力传感器经放大后的信号输出端(被校准设备应配备独立的输出端子),将力值信号的波形记录下来,按照图 1 和下面的要求进行分析,记录相应的值作为校准结果。

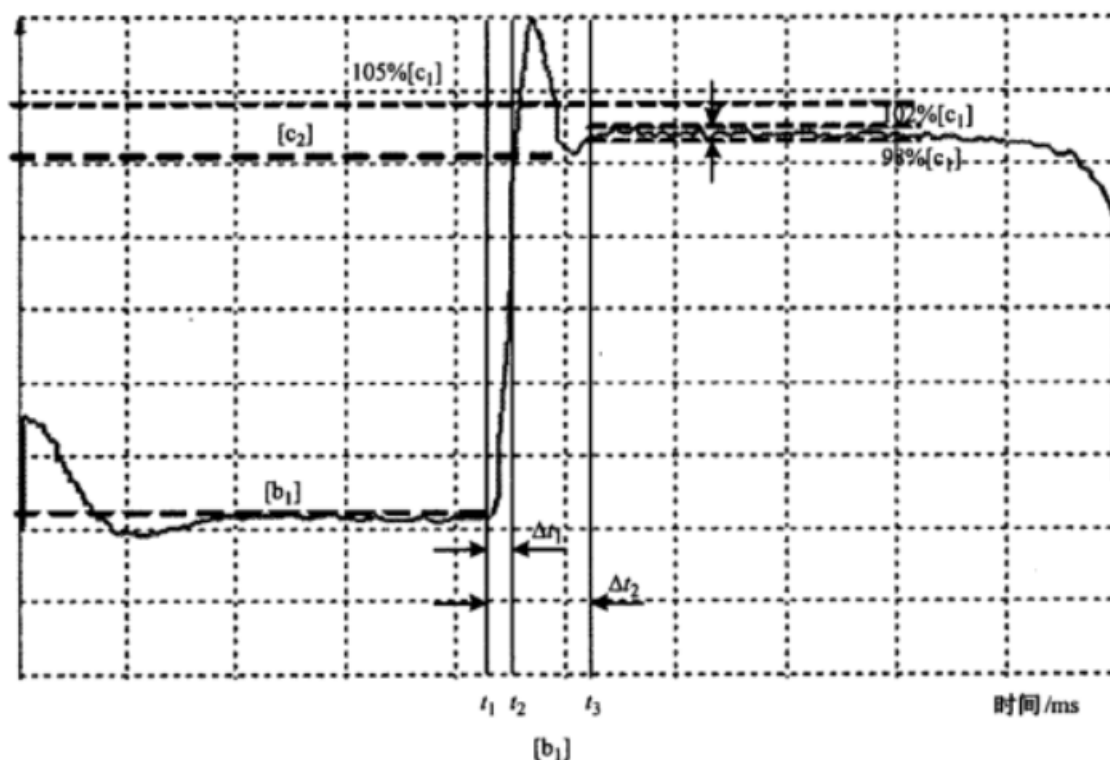


图 1 加载响应时间示意图 (Δt_1 : 响应时间; Δt_2 : 平均稳定时间)

(1) 在 PAU 没有制动力时,底盘测功机滚筒以 64.4km/h 以上的初始线速度减速转动。

(2) 当滚筒线速度达到 56.3km/h 时,向滚筒施加如 $[b_1]$ 所示的制动力。

- (3) 当滚筒线速度达到 40km/h 时, 向滚筒施加如 $[c_1]$ 所示的制动力。
- (4) 从制动力阶跃变化时刻起, 时间记录开始。
- (5) 监测并记录 PAU 的载荷传感器件的实际输出信号。
- (6) 当达到 $[c_2]$ 所示的制动力时, 此刻时间记为响应时间。
- (7) 当下述两个条件同时满足时, 记录平均稳定时间。
- a) 当 300ms 的平均制动力稳定在 $[c_1]$ 所示的制动力的 $\pm 2\%$ 误差范围内;
- b) 用于计算制动力均值的 300ms 时间段, 任意时刻制动力在 $[c_1]$ 所示的制动力 $\pm 5\%$ 范围内。

表 5 底盘测功机加载响应时间校准设置

代 号		$[b_1]$	$[c_1]$	$[c_2]$
变量名称		制动力/N	制动力/N	$90\%([c_1]-[b_1])+[b_1]/N$
项目编号	1	1323	1719	1679
	2	1719	1323	1363

8 校准结果表达

8.1 校准证书

底盘测功机经校准后发给校准证书。校准证书应包括的信息及推荐的校准证书的内页格式见附录 A。

8.2 校准结果的测量不确定度

底盘测功机校准结果的不确定度按 JJF 1059—1999 的要求评定, 不确定度评定的实例见附录 B。

9 复校时间间隔

根据底盘测功机的使用的实际情况而定, 建议校准时间间隔为 1 年。

附录 A

校准证书的内容

A.1 校准证书应至少包括以下信息：

- a) 标题，如“校准证书”或“校准报告”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果不在实验室内进行校准）；
- d) 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页数标识；
- e) 送校单位的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准的日期；
- h) 对校准所用依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- i) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- j) 校准环境的描述；
- k) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- l) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识，以及签发日期；
- m) 校准结果仅对被校对象有效的说明；
- n) 未经校准实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明。

A.2 推荐的底盘测功机校准证书的内页格式

校 准 结 果

共 1 页 第 1 页

一、滚筒装置

1. 滚筒直径误差_____

2. 滚筒表面径向圆跳动量_____

3. 前后滚筒母线平行度_____

二、速度

主滚筒线速度误差_____

三、扭力

1. 零值漂移：_____

2. 示值误差：_____

3. 重复性：_____

4. 回程误差：_____

四、基本惯量误差：_____

五、恒载荷加载滑行时间误差：_____

六、变载荷加载滑行时间误差：_____

七、内部损耗功率（适用于简易瞬态工况法在 50km/h 时）：_____

八、加载响应时间_____

加载响应时间：_____

平均稳定时间：_____

校准结果测量不确定度：

校准技术依据：

校准的环境条件：

温度：_____℃； 相对湿度：_____％； 气压：_____ kPa

附录 B

校准结果的不确定度分析

B.1 底盘测功机扭力示值误差的不确定度分析

B.1.1 校准方法

经测力杠杆传递的标准砝码重力由测功机功率吸收单元的载荷测量系统测量以滚筒表面切向力的形式显示。

B.1.2 数学模型

$$F=\frac{2NL\cos\alpha}{D}$$
 (B1)

式中：F——测功机静载荷示值，N；
D——滚筒直径，mm；
N——标准砝码重力，N；
L——测力杠杆臂长，mm；
α——测力杠杆等效平面与水平面间偏角，rad。

B.1.3 方差及灵敏系数

式 (B1) 中 D、N、L 和 α 各变量相互独立，得到

$$u_r^2(F)=u_r^2(D)+u_r^2(N)+u_r^2(L)+u_r^2(\delta)$$
 (B2)

式中：u_r(F)——被校测功机引入的相对标准不确定度分量；
u_r(D)——滚筒直径引入的相对标准不确定度分量；
u_r(N)——标准砝码引入的相对标准不确定度分量；
u_r(L)——测力杠杆引入的相对标准不确定度分量；
u_r(δ)——测量重复性引入的标准不确定度分量。

B.1.4 A 类标准不确定度分量和自由度

以 1800N 测量点为例，在相同条件下，对被校测功机静载荷测量独立测量 10 次，计算重复性引入的标准不确定度分量 δ。

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量值	1801.4	1798.3	1802.4	1803.5	1804.3	1799.3	1803.5	1801.5	1800.6	1798.8
平均值	1801.36									
相对标准 不确定度	0.21%									

三次测量平均值的不确定度 u_r(δ)=0.21%/√3=0.12%
自由度：ν(δ)=9

B.1.5 B类标准不确定度分量和自由度

a) 滚筒直径引入的相对标准不确定度分量 $u_r(D)$, 符合矩形分布

$$u_r(D) = 0.5\% / \sqrt{3} = 0.29\%$$

自由度: $\nu(D) = \infty$ b) M1 级标准砝码引入的相对标准不确定度分量 $u_r(F)$, 符合矩形分布

$$u_r(F) = 0.005\% / \sqrt{3} = 0.003\%$$

自由度: $\nu(F) = \infty$ c) 测力杠杆臂长引入的相对标准不确定度分量 $u_r(L)$, 符合矩形分布

$$u_r(L) = 0.5\% / \sqrt{3} = 0.29\%$$

自由度: $\nu(L) = 50$

B.1.6 合成标准不确定度和有效自由度

合成标准不确定度

$$\begin{aligned} u_{\text{cr}}(F) &= \sqrt{u_r^2(f) + u_r^2(D) + u_r^2(F) + u_r^2(L) + u_r(\delta)^2} \\ &= \sqrt{0.21\%^2 + 0.29\%^2 + 0.003\%^2 + 0.12\%^2} = 0.38\% \end{aligned} \quad (\text{B3})$$

B.1.7 扩展不确定度

取 $k=2$, $U_r=0.76\%$ 。

B.2 底盘测功机速度示值误差的不确定度分析

B.2.1 校准方法

用标准测速仪直接测量在底盘测功机恒速控制模式下由电机驱动滚筒得到的稳定速度。

B.2.2 数学模型

$$\delta = v - v_0 \quad (\text{B4})$$

式中: δ ——速度示值误差, km/h; v ——测功机速度示值, km/h; v_0 ——标准测速仪速度示值, km/h。

B.2.3 方差

式 (B4) 中 v 和 v_0 相互独立, 得到

$$u_c^2(\delta) = u^2(v) + u^2(v_0) \quad (\text{B5})$$

式中: $u_c(\delta)$ ——合成标准不确定度, km/h; $u(v)$ ——被校测功机引入的标准不确定度分量, km/h; $u(v_0)$ ——标准测速仪引入的标准不确定度分量, km/h。

B.2.4 标准不确定度分量和自由度

a) 被校测功机速度测量重复性引入的标准不确定度分量 $u(v)$

$$u(v) = 0.1/3 = 0.034(\text{km/h})$$

自由度: $\nu(v) = 8$ b) 标准测速仪引入的标准不确定度分量 $u(v_0)$

$$u(v_0) = 0.1/3 = 0.034(\text{km/h})$$

自由度： $\nu(v_0)=50$

B.2.5 合成标准不确定度和有效自由度

合成标准不确定度

$$u_c(\delta) = \sqrt{u^2(v) + u^2(v_0)} = \sqrt{0.034^2 + 0.034^2} = 0.048(\text{km/h}) \quad (\text{B6})$$

有效自由度

$$\nu_{\text{eff}} = \frac{0.048^4}{\frac{0.034^4}{8} + \frac{0.034^4}{50}} = 27$$

B.2.6 扩展不确定度

$\nu_{\text{eff}}=27$ ，取 $p=0.95$ ，查 t 分布表得 $k_p = t_{95}(27) = 2.01$ ，所以：

$$U_p = k_p \times u_c(\delta) = 2.01 \times 0.048 = 0.10(\text{km/h})$$

中华人民共和国
国家计量技术规范
汽车排气污染物检测用底盘测功机校准规范
JJF 1221—2009
国家质量监督检验检疫总局发布

中国计量出版社出版
北京和平里西街甲2号
邮政编码 100013
电话(010)64275360
<http://www.zgjl.com.cn>
北京市迪鑫印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
版权所有 不得翻印

880 mm×1230 mm 16开本 印张1.25 字数20千字
2009年9月第1版 2009年9月第1次印刷
印数1—2 000
统一书号155026—2426 定价:26.00元