



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1221—202X

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

20××—××—××发布

20××—××—××实施

国家市场监督管理总局发布

汽车排气污染物检测用 底盘测功机校准规范

JJF 1221—202X
代替 JJF 1221—2009

Calibration Specification for Chassis Dynamometers for Automobile Emissions Testing

归口单位：全国法制计量管理计量技术委员会机动车检验检测分技术
委员会

主要起草单位：

参加起草单位：

本规范委托全国法制计量管理计量技术委员会机动车检验检测分技术
委员会负责解释。

本规范主要起草人：

参加起草人：

目录

引言.....	I
1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 术语.....	1
3.1 底盘测功机基本惯量.....	1
3.2 主滚筒.....	1
3.3 排气污染物.....	1
3.4 杠杆比.....	1
4 概述.....	1
5 计量特性.....	2
5.1 滚筒装置.....	2
5.2 速度.....	2
5.3 扭力.....	2
5.4 基本惯量.....	2
5.5 恒负荷加载滑行时间.....	2
5.6 变负荷加载滑行时间.....	2
5.7 内部损耗功率.....	2
5.8 加载响应时间.....	3
5.9 杠杆比.....	3
6 校准条件.....	3
6.1 环境条件.....	3
6.2 测量标准及其他设备.....	3
7 校准项目和校准方法.....	3
7.1 校准项目.....	3
7.2 校准方法.....	4
8 校准结果表达.....	13
9 复校时间间隔.....	13
附录 A 扭力校准装置测试仪法.....	14
附录 B 底盘测功机校准记录格式.....	15
附录 C 底盘测功机校准证书校准结果的内容.....	19
附录 C 底盘测功机校准结果不确定度评定示例.....	21

引 言

JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范,结合 GB18285—2018《汽油车污染物排放限值及测量方法(双怠速法及简易工况法)》、GB 3847—2018《柴油污染物排放限值及测量方法(自由加速法及加载减速法)》、JT/T 445—2021《汽车底盘测功机》的要求,对 JJF 1221—2009《汽车排气污染物检测用底盘测功机校准规范》进行修订。

与 JJF 1221—2009 相比,除编辑性修改外主要变化如下:

- 删除了“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”;
- 使用范围增加了瞬态工况法(见1);
- 将点燃式发动机汽车和压燃式发动机汽车分别改为汽油车和柴油车(见1);
- 增加了JT/T 445—2021《汽车底盘测功机》(见2);
- 修改了底盘测功机基本惯量和主滚筒的描述(见3.1、3.2);
- 增加了排气污染物和杠杆比(见3.3、3.4);
- 调整了主滚筒直径允许误差为 $\pm 0.2\%$ (见5.1.1);
- 调整了两轴式底盘测功机前后滚筒和三轴式底盘测功机第1、第2轴滚筒母线平行度不大于 1mm/m ,三轴式底盘测功机第2、第3轴的滚筒母线平行度不大于 3mm/m (见5.1.3);
- 调整了主滚筒线速度允许误差为 $\pm 0.2\text{km/h}$ (见5.2.1);
- 修改了零值漂移为仪器漂移(见5.3.1);
- 调整扭力重复性:将重复性不大于 1.0% 调整为一般不超过 0.6% (见5.3.3);
- 调整了基本惯量允许误差:汽油车稳态工况法: $\pm 4.5\text{kg}$,汽油车瞬态工况法、简易瞬态工况法和柴油车加载减速工况法:允许误差为铭牌标称值的 $\pm 2.0\%$ (见5.4);
- 修改了恒载荷为恒负荷(以下均同),同时调整了恒负荷加载滑行时间允许误差: $\pm 2.0\%$ (见5.5);

- 修改了变载荷为变负荷（以下均同），同时调整变负荷加载滑行时间允许误差为：（80.5~8.0）km/h速度区间段为 $\pm 4.0\%$ ，（72.4~16.1）km/h速度区间段为 $\pm 2.0\%$ ；（61.1~43.4）km/h速度区间段为 $\pm 3.0\%$ （见5.6）；
- 增加了杠杆比，（见5.9）。
- 将测量标准中“准确度等级”调整为“准确度等级或最大允许误差”（见6.2）；
- 调整长量爪游标卡尺或 π 尺二选一为都要具备（见表1）；
- 调整了百分表测量范围和准确度等级，将“（0~10）mm，1级”调整为“（0~30）mm，MPE： ± 0.035 mm。”（见表1）；
- 增加了钢卷尺（见表1）。
- 将“计时装置”修改为“滑行时间测量仪”（见表1）；
- 调整了滑行时间测量仪测量范围为（0.1~300）s，MPE： $\pm 0.1\%$ （见表1）；
- 将“扭力校准装置（砝码）”修改为砝码（见表1）；
- 增加了扭力校准装置测试仪，（见表1）。
- 增加了杠杆比校准项目（见表2）；
- 修改了滚筒直径误差计算公式（见7.2.1.1）；
- 调整了速度校准点（见7.2.2.1）；
- 删除了速度示值相对误差计算公式（见7.2.2.1）；
- 修改了前后滚筒内侧母线平行度计算公式（见7.2.1.3）；
- 调整了扭力校准点（见7.2.3.3）；
- 修改了扭力重复性计算公式（见公式6）；
- 增加了基本惯量绝对误差和相对误差计算公式，（见公式9、公式10）。
- 调整恒负荷加载滑行时间测试时的总负荷为10kW、20kW（见7.2.5.1）；
- 修改了预加载情况下的理论滑行时间计算公式（见7.2.5.3）；
- 调整了变负荷加载滑行时间测量段，选取（80.5~8.0）km/h、（72.4~16.1）km/h、（61.1~43.4）km/h作为测量速度段（见7.2.6.1）；
- 调整了表3和表4内容（见表3、表4）；

——删除了变负荷加载滑行时间测量时，根据不同工况法的底盘测功机选取不同测量速度段的方法，改为对所有工况法采取了统一的速度段进行测量（见7.2.6.1）；

——调整了内部损耗功率测量速度段为（50~30）km/h（见7.2.7）；

——修改了内部损耗功率计算公式（见公式18）；

——增加了杠杆比较准方法，（见附录A）。

——修改了扭力和速度示值误差校准结果不确定度分析（见附录D）；

——增加了推荐校准记录，（见附录B）。

——增加了基本惯量测量不确定度评定，（见附录D）。

——修改了文字“载荷”为“负荷”（见7.2.5.1）。

——修改符号“PHLP”为“PLHP”，（见7.2.7）。

——全文做编辑性修改。

本规范历次版本发布情况：

—— JJF 1221—2009

汽车排气污染物检测用底盘测功机校准规范

1 范围

本规范适用于汽油车稳态工况法、瞬态工况法、简易瞬态工况法及柴油车加载减速工况法汽车排气污染物检测用底盘测功机（以下简称“底盘测功机”）的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB 18285—2018 汽油车污染物排放限值及测量方法（双怠速法及简易工况法）

GB 3847—2018 柴油车污染物排放限值及测量方法（自由加速法及加载减速法）

JT / T 445—2021 汽车底盘测功机

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范。凡不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单），适用于本规范。

3 术语

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

底盘测功机上惯量模拟装置模拟汽车行驶中的平动惯量和转动惯量的总惯性质量，称为当量惯量，而底盘测功机上所有转动部件等效的当量惯量称为底盘测功机的基本惯量，用 DIW 表示。

3.2 主滚筒 main roller

与功率吸收装置同轴连接的滚筒。两轴式底盘测功机的主滚筒位于车辆行驶方向的第 1 轴，三轴式底盘测功机的主滚筒位于车辆行驶方向的第 1 轴和第 3 轴。

3.3 排气污染物 emission

指排气管排放的气体污染物。通常指一氧化碳（CO）、碳氢化合物（HC）、氮氧化物（NO_x）及烟气。

3.4 杠杆比 lever amplification ratio

专用测力杠杆的等效力臂长度 L 与滚筒半径 r 的比值 η 。

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： $\pm 0.2\%$ ；

5.1.2 主滚筒表面径向圆跳动量不大于 0.2% ；

5.1.3 两轴式底盘测功机前后滚筒和三轴式底盘测功机第 1、第 2 轴滚筒母线平行度不大于 1 mm/m ，三轴式底盘测功机第 2、第 3 轴的滚筒母线平行度不大于 3 mm/m 。

5.2 速度

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

5.3 扭力

5.3.1 仪器漂移一般不超过： $\pm 5\text{ N}$ ；

5.3.2 示值误差一般不超过： $\pm 1.0\%$ ；

5.3.3 重复性一般不超过： 0.6% ；

5.3.4 回程误差一般不超过： 1.0% 。

5.4 基本惯量

5.4.1 汽油车稳态工况法：允许误差不超过 $\pm 4.5\text{ kg}$ ；

5.4.2 汽油车瞬态工况法、简易瞬态工况法和柴油车加载减速工况法：允许误差不超过铭牌标称值的 $\pm 2.0\%$ 。

5.5 恒负荷加载滑行时间：

允许误差不超过： $\pm 2.0\%$ 。

5.6 变负荷加载滑行时间

($80.5\sim 8.0$) km/h 速度区间误差一般不超过 $\pm 4.0\%$ ；

($72.4\sim 16.1$) km/h 速度区间误差一般不超过 $\pm 2.0\%$ ；

($61.1\sim 43.4$) km/h 速度区间误差一般不超过 $\pm 3.0\%$ 。

5.7 内部损耗功率

一般不大于 1.5 kW

5.8 加载响应时间

加载响应时间：一般不大于 300 ms，平均稳定时间：一般不大于 600 ms。

5.9 杠杆比

一般不超过标称值的 $\pm 0.2\%$ 。

注：以上指标不是用于合格性判别，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度： $0^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ；

6.1.2 相对湿度： $\leq 85\%$ ；

6.1.3 无影响校准结果的震动、电磁干扰等。

6.2 测量标准及其他设备

测量标准及其他设备见表 1。

表 1. 测量标准及其他设备

设备名称	测量范围	准确度等级或最大允许误差
长量爪游标卡尺	500 mm(分度值 0.02 mm)	MPE: ± 0.05 mm
π 尺	500 mm(分度值 0.02 mm)	MPE: ± 0.05 mm
百分表	(0~30) mm	MPE: ± 0.035 mm
钢卷尺 ^①	(0~3) m	1 级
扭力校准装置测试仪 ^①	/	0.1 级
速度测量装置	(0~100) km/h	MPE: $\pm 0.1\%$
砝码	/	M ₂ 级
滑行时间测量仪	(0.1~300) s	MPE: $\pm 0.1\%$
存储式数字示波器	频宽: 100 MHz	幅度 MPE: $\pm 2\%$
注：①钢卷尺校准法与扭力校准装置检测仪校准法可任选其一。		

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	杠杆比
5	基本惯量允许误差
6	恒负荷加载滑行时间
7	变负荷加载滑行时间
8	内部损耗功率
9	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。

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

式中：

δ_{D_i} ——第 i 处主滚筒直径误差， $i=1, 2, 3$ ；

\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 endpoint 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 和 \bar{L}_2 ——前、后滚筒两 endpoint 内侧母线的距离，mm。

7.2.2 速度

7.2.2.1 在主滚筒上，选取约 20 km/h、40 km/h、60 km/h、80 km/h 做为校准点，驱动滚筒加速至各校准点，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）计算示值误差。

$$\Delta_{V_i} = \bar{V}_{mi} - \bar{V}_{si} \quad (4)$$

式中：

Δ_{V_i} ——第 i 校准点速度示值绝对误差， $i=1, 2, 3, 4$ ；

\bar{V}_{mi} ——第 i 校准点三次测量的底盘测功机速度示值平均值，km/h；

\bar{V}_{si} ——第*i*校准点三次速度测量装置速度示值平均值，km/h。

7.2.2.2 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

7.2.3.1 仪器漂移

安装好扭力校准装置，使其处于平衡状态，然后将底盘测功机显示装置调零。施加扭力至上限后卸除扭力，检查显示装置的回零情况，并重新调零。每隔 5min 观察 1 次零位变化，并记录，取 15min 内最大变化量作为仪器漂移的校准结果。

7.2.3.2 杠杆比

1) 钢卷尺法

断开底盘测功机驱动电机的电源，按照底盘测功机使用说明书，将专用测力杠杆固定在相应位置上，用钢卷尺和 π 尺，分别测量专用测力杠杆的等效力臂长度 L 及主滚筒直径 r ，确定杠杆比 η 。

2) 扭力校准装置测试仪法

见附录 A

7.2.3.3 示值误差、重复性、回程误差

将底盘测功机显示装置调零，在规定的测量范围内，按满量程的约 20%、40%、60%、80%、100% 作为校准点依次逐级加载，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 (5) 计算各量程点的扭力示值误差，取各校准点的最大示值误差作为示值误差校准结果。

$$W = \left(\frac{\bar{F}_J - F}{F} \right) \times 100\% \quad (5)$$

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 (6) 分别计算各校准点的重复性，取各校准点重复性最大值作为重复性校准结果。

$$R = \frac{F_{\max} - F_{\min}}{CF_J} \times 100\% \quad (6)$$

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;

C ——极差系数, ($n=3$, C 取 1.69)。

按公式 (7) 计算回程误差, 取各校准点最大回程误差作为校准结果。

$$H = \frac{|\bar{F}_H - \bar{F}_J|}{F} \times 100\% \quad (7)$$

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 ——标准扭力值, 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 56 km/h, 在 (48~16) km/h 速度区间段进行空载滑行测试。

记录滑行时间测量仪记录的滑行时间 t_1 。

7.2.4.2 驱动滚筒转速至 56 km/h 后, 加载恒扭力 $F_2=1170$ N, 进行 (48~16) km/h 的滑行测试。记录滑行时间测量仪记录的滑行时间 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 (8) 计算基本惯量 DIW :

$$DIW_A = 0.1125 \times \frac{(\bar{f}_2 - \bar{f}_1) \times \bar{t}_1 \times \bar{t}_2}{\bar{t}_1 - \bar{t}_2} \quad (8)$$

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 $F_1=0$ N 时, F_1 实测值的平均值, N;

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

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

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

按公式 (9) 计算基本惯量绝对误差: 按公式 (10) 计算基本惯量相对误差:

$$\Delta_{DIW} = DIW - DIW_A \quad (9)$$

$$\delta_{DIW} = \frac{DIW - DIW_A}{DIW_A} \times 100\% \quad (10)$$

式中:

Δ_{DIW} ——底盘测功机基本惯量绝对误差, kg;

DIW ——底盘测功机基本惯量铭牌标称值, kg;

DIW_A ——底盘测功机转动惯量等效汽车质量, kg。

δ_{DIW} ——底盘测功机基本惯量相对误差, %。

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

7.2.5 恒负荷加载滑行时间

7.2.5.1 分别选择 10 kW、20 kW 作为总负荷 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 (11) 计算速度区间段 (48~32) km/h 的计算滑行时间 $CCDT$; 按照公式 (12) 计算相应的滑行时间相对误差。

$$CCDT_{40} = \frac{0.04938 \times DIW}{THP} \quad (11)$$

$$\delta_{40} = \frac{ACDT_{40} - CCDT_{40}}{CCDT_{40}} \times 100\% \quad (12)$$

式中:

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

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

$CCDT_{40}$ ——进行 (48~32) km/h 恒加载滑行试验时计算的理论滑行时间, s;

THP ——总负荷, ($THP=PLHP+IHP$, $PLHP$ 是内部损耗功率, IHP 是指示功率), kW;

DIW ——底盘测功机基本惯量铭牌标称值, kg。

7.2.5.2 对于柴油车加载减速工况法底盘测功机, 增加 (64~48) km/h 的加载滑行测试, 并按照公式 (13) 计算速度区间段 (64~48) km/h 的计算滑行时间 $CCDT_{56}$; 按照公式 (14) 计算相应的滑行时间相对误差。

$$CCDT_{56} = \frac{0.06914 \times DIW}{THP} \quad (13)$$

$$\delta_{56} = \frac{ACDT_{56} - CCDT_{56}}{CCDT_{56}} \times 100\% \quad (14)$$

式中:

δ_{56} ——进行 (64~48) km/h 恒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 恒加载滑行试验时的实际滑行时间, s。

7.2.5.3 选择 10.0 kW 作为总负荷 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 200 N~600 N 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 (15) 来计算在有预加载情况下的理论时间 $CCDT_F$ 。

$$CCDT_F = DIW \left(\frac{1}{138THP - 1.8F} + \frac{1}{144THP - 1.8F} + \frac{1}{151THP - 1.8F} + \frac{1}{158THP - 1.8F} + \frac{1}{166THP - 1.8F} + \frac{1}{175THP - 1.8F} + \frac{1}{185THP - 1.8F} + \frac{1}{196THP - 1.8F} \right) \quad (15)$$

式中:

F ——砝码转换到滚筒表面切向力, N;

THP ——设定加载的总负荷, kW;

$CCDT_F$ ——有预加载情况下的理论时间, s。

按照公式 (16) 计算有预加载情况下恒加载滑行时间误差 δ_F 。

$$\delta_F = \frac{ACDT - CCDT_F}{CCDT_F} \times 100\% \quad (16)$$

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

7.2.6 变负荷加载滑行时间

7.2.6.1 选取 (80.5~8.0) km/h、(72.4~16.1) km/h、(61.1~43.4) km/h作为测量速度段, 重复7.2.6.2测量过程, 计算各测量速度段滑行时间相对误差。

7.2.6.2 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88.5 km/h后, 向底盘测功机施加3.7 kW的总负荷 THP , 当底盘测功机滚筒线速度下降到测量速度段起始点时, 按表3要求向底盘测功机阶跃加载。记录起始点到终止点的实际滑行时间 $ACDT_{\Delta}$, 并根据表3或表4所示计算测量速度段的计算滑行时间 $CCDT_{\Delta}$,

表 3 底盘测功机变加载滑行测试负荷设置和计算时间

速度 (km/h)	总负荷 (kW)	计算时间 (s)	速度 (km/h)	总负荷 (kW)	计算时间 (s)
80.5	3.7	0.00000 DIW	43.4	13.2	0.00039 DIW
78.8	4.4	0.00282 DIW	41.8	11.8	0.00040 DIW
77.2	5.1	0.00219 DIW	40.2	10.3	0.00043 DIW
75.6	5.9	0.00185 DIW	38.6	11	0.00047 DIW
74	6.6	0.00157 DIW	37	11.8	0.00042 DIW
72.4	7.4	0.00137 DIW	35.4	12.5	0.00038 DIW
70.8	5.9	0.00119 DIW	33.8	13.2	0.00034 DIW
69.2	7.4	0.00146 DIW	32.2	12.5	0.00031 DIW
67.6	8.8	0.00114 DIW	30.6	11.8	0.00031 DIW
66.0	10.3	0.00094 DIW	29	11	0.00031 DIW
64.4	11.8	0.00078 DIW	27.4	10.3	0.00032 DIW

62.8	13.2	0.00067 <i>DIW</i>	25.7	8.8	0.00034 <i>DIW</i>
61.1	14.7	0.00062 <i>DIW</i>	24.1	7.4	0.00035 <i>DIW</i>
59.5	15.4	0.00051 <i>DIW</i>	22.5	8.1	0.00039 <i>DIW</i>
57.9	16.2	0.00047 <i>DIW</i>	20.9	8.8	0.00033 <i>DIW</i>
56.3	16.9	0.00044 <i>DIW</i>	19.3	8.1	0.00028 <i>DIW</i>
54.7	17.6	0.00041 <i>DIW</i>	17.7	7.4	0.00028 <i>DIW</i>
53.1	18.4	0.00038 <i>DIW</i>	16.1	6.6	0.00028 <i>DIW</i>
51.5	17.6	0.00035 <i>DIW</i>	14.5	5.9	0.00029 <i>DIW</i>
49.9	16.9	0.00036 <i>DIW</i>	12.9	5.1	0.00029 <i>DIW</i>
48.3	16.2	0.00036 <i>DIW</i>	11.3	4.4	0.00029 <i>DIW</i>
46.7	15.4	0.00036 <i>DIW</i>	9.7	3.7	0.00029 <i>DIW</i>
45.1	14.7	0.00037 <i>DIW</i>	8	3.7	0.00031 <i>DIW</i>

表 4 底盘测功机变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)
80.5	8.0	0.02840 <i>DIW</i>
72.4	16.1	0.01713 <i>DIW</i>
61.1	43.4	0.00439 <i>DIW</i>

按公式 (17) 计算变负荷滑行时间相对误差 δ_{Δ} :

$$\delta_{\Delta} = \frac{ACDT_{\Delta} - CCDT_{\Delta}}{CCDT_{\Delta}} \times 100\% \quad (17)$$

7.2.7 内部损耗功率

驱动滚筒转速至 56 km/h 以上, 开始自由滑行, 用滑行时间测量仪测量 (50~30) km/h 滑行时间 Δt_x , 按公式 (18) 计算内部损耗功率作为速度为 40 km/h 时的内部损耗功率校准结果。

$$PLHP_{40} = 0.061728 \times DIW / \Delta t_x \quad (18)$$

式中:

$PLHP_{40}$ —— 底盘测功机运转速度为 40 km/h 的内部损耗功率, (kW);

Δt_x —— (50~30) km/h的实际滑行时间, 单位为秒 (s);
 DIW ——基本惯量, (kg)。

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。

- (1) 在PAU没有制动力时, 底盘测功机滚筒以64.4 km/h以上的初始线速度减速转动。
- (2) 当滚筒线速度达到56.3 km/h时, 向滚筒施加如[b1]所示的制动力。
- (3) 当滚筒线速度达到40 km/h时, 向滚筒施加如[c1]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的负荷传感器的实际输出信号。
- (6) 当达到[c2]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。

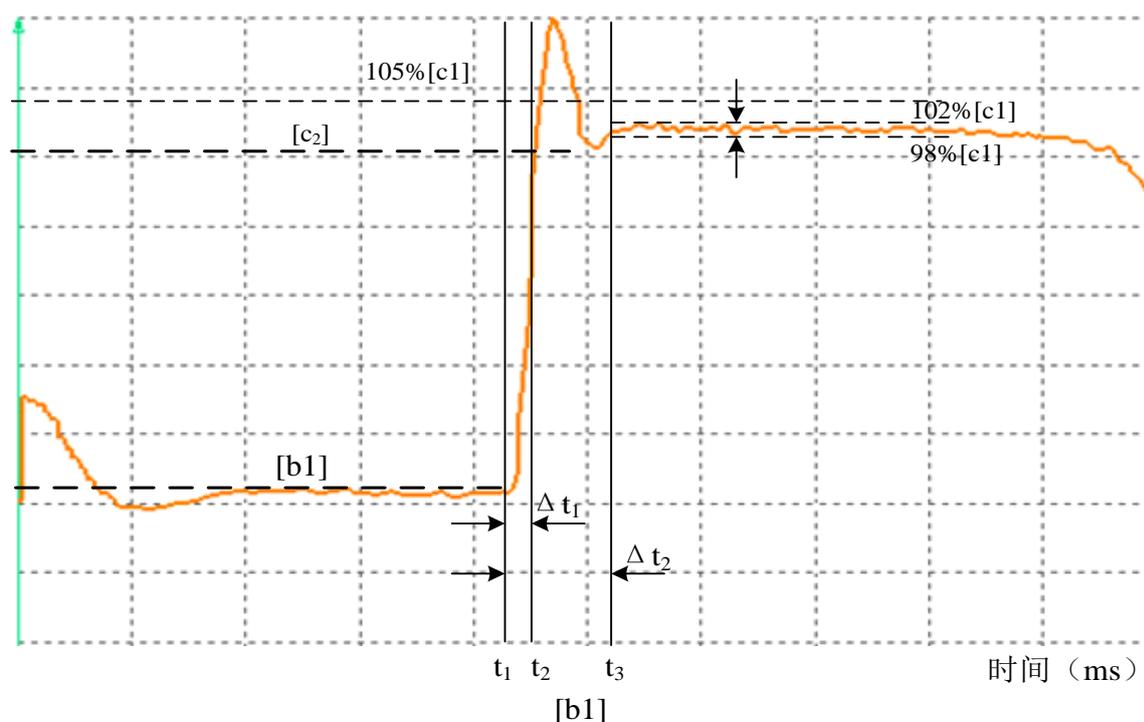


图1 加载响应时间示意图 (Δt_1 : 响应时间; Δt_2 : 平均稳定时间)

a) 当300 ms的平均制动力稳定在[c1]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300 ms时间段，任意时刻制动力在[c1]所示的制动力±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 校准数据处理

校准记录推荐格式见附录 A。

8.2 校准证书

校准结果出具校准证书，校准证书应包括的信息及校准证书校准结果内页推荐格式见附录 B。

8.3 校准结果不确定度评定示例

校准结果的不确定度评定按照 JJF 1059.1-2012 进行，不确定度评定示例见附录 C。

9 复校时间间隔

底盘测功机复校时间间隔建议一般不超过 12 个月。由于复校时间间隔的长短是由底盘测功机的使用情况、使用者、底盘测功机本身质量等诸多因素决定的，因此，使用单位可根据实际情况自主决定复校时间间隔。

附录 A

扭力校准装置测试仪法

- A.1 在功率吸收装置上端平面放置条式水平仪，记录此时的水平数据。
- A.2 安装好扭力校准装置。
- A.3 卸除汽车底盘测功机力传感器与功率吸收装置附带横梁的连接。
- A.4 使用锁止工具锁止功率吸收装置外带附件，使功率吸收装置与外带附件之间不再发生相对转动。
- A.5 安装扭力校准装置测试仪，在主滚筒的中间位置将钢带缠绕两周，使钢带下侧边与相切点重合，调整扭力校准装置测试仪，当功率吸收装置上端平面的水平状态和步骤 1 保持一致时，将扭力校准装置测试仪清零。
- A.6 加载 20 kg 砝码，并调整水平至步骤 A.1 记录的水平状态，同时记录扭力校准装置测试仪的扭力值 F_i ，重复测量三次，按照公式 A1 计算测功机扭力校准装置杠杆比；

$$\eta = \frac{\overline{F}_i}{20 \times g} \quad (\text{A1})$$

式中：

η ——杠杆比；

\overline{F}_i ——扭力校准装置测试仪三次测量平均值，N；

g ——重力加速度， m/s^2 。

附录 B

底盘测功机校准记录格式

汽车排气污染用检测用底盘测功机校准原始记录							
记录编号		申请者地址					
申请单位名称					联系人		
样品名称		型号规格		出厂编号			
准确度		样品生产厂家					
样品外观(校准前)					样品接收日期		
样品外观(校准后)					校准日期		
校准技术依据							
环境温度℃		环境湿度%		其它			
主标准器名称	型号/规格	测量范围	出厂编号	不确定度/准确度等级/最大允许误差	溯源机构	证书编号	有效期至
校准地点							
校准员				核验员			

1、滚筒装置校准											
滚筒直径误差											
位置	第一处			第二处			第三处				
测量数据 (mm)											
误差 (mm)											
径向圆跳动量 (mm)							结果 (%)				
前后滚筒内侧母线平行度	\bar{L}_1			\bar{L}_2			L			结果 (mm/m)	
2、速度校准											
校准点 (km/h)			1 (km/h)	2 (km/h)	3 (km/h)	平均值 (km/h)			误差 (km/h)		
20	测量值										
	标准器示值										
40	测量值										
	标准器示值										
60	测量值										
	标准器示值										
80	测量值										
	标准器示值										
3、扭力校准											
仪器漂移	时间 (min)	0			5			10		15	
	零位变化 (N)										
杠杆比		等效力臂 (mm)		滚筒半径 (mm)			结果				
标准值 (N)	底盘测功机示值 (N)								示值误差 (%)	重复性 (%)	回程差 (%)
	进程				回程						
	1	2	3	平均值	1	2	3	平均值			

4、基本惯量校准											
扭力(N)	实测值			1	2	3	平均值	DIW_A (kg)	铭牌惯量 (kg)	误差	
空载	力(N)										
	时间 (s)										
加载	力(N)										
	时间 (s)										
5、恒负荷加载滑行时间校准											
滑行区间(km/h)	总载荷 (kW)	理论滑行时间 (s)			实际滑行时间 (s)			误差 (%)			
48—32	10										
	20										
64—48	10										
	20										
预加载 (48—32) km/h											
扭力(200-600)N		THP (kW)		理论时间 (s)		实际滑行时间 (s)					
6、变负荷加载滑行时间校准											
滑行区间(km/h)	理论滑行时间(s)			实际滑行时间 (s)			误差 (%)				
80.5~8.0											
72.4~16.1											
61.1~43.4											
7、内部损耗功率校准 (40 km/h 时)											
滑行时间(s)				内部损耗功率(kW)							

8、加载响应时间校准

加载响应时间 (ms)

平均稳定时间(ms)

测量不确定度:

附录 C

底盘测功机校准证书校准结果的内容

C.1 校准证书内容按 JJF 1071—2010 中 5.12 给出。

C.2 校准证书的内页格式

校 准 结 果

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、 仪器漂移：_____
- 2、 杠杆比：_____
- 2、 示值误差：_____
- 3、 重复性：_____
- 4、 回程误差：_____

四、 基本惯量误差：_____

五、 恒负荷滑行时间误差：_____

六、 变负荷滑行时间误差：_____

七、 内部损耗功率（40 km/h）：_____

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：_____％；

附录 D

底盘测功机校准结果不确定度评定示例

D.1 底盘测功机扭力校准结果不确定度评定示例

D.1.1 测量方法

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负荷测量系统测量以滚筒表面切向力的形式显示。

D.1.2 数学模型

$$\delta = \left(\frac{DF_i}{2NL} - 1 \right) \times 100\% \quad (\text{D.1.1})$$

式中：

δ ——测功装置示值相对误差；

F_i ——测功装置示值，N；

D ——滚筒直径，mm；

N ——标准砝码等效重力，N；

L ——测力杠杆臂长，mm。

D.1.3 不确定传播律和灵敏系数

$$u_c^2(\delta) = c_{F_i}^2 u^2(F_i) + c_D^2 u^2(D) + c_N^2 u^2(N) + c_L^2 u^2(L) \quad (\text{D.1.2})$$

式中：

$u_c(\delta)$ ——扭力示值误差相对测量结果不确定度；

$u(F_i)$ ——测功装置示值不确定度分量；

$u(D)$ ——滚筒直径引入的相对标准不确定度分量；

$u(N)$ ——标准砝码等效重力引入的相对标准不确定度分量；

$u(L)$ ——测力杠杆引入的相对标准不确定度分量。

$$\text{灵敏系数： } c_{F_i} = \frac{\partial \delta}{\partial F_i} = \frac{D}{2NL}；$$

$$c_D = \frac{\partial \delta}{\partial D} = \frac{F_i}{2NL};$$

$$c_N = \frac{\partial \delta}{\partial N} = -\frac{DF_i}{2LN^2};$$

$$c_L = \frac{\partial \delta}{\partial L} = -\frac{DF_i}{2NL^2}$$

D.1.4 各输入量的标准不确定度的评定

不确定度评定采取的是滚筒直径 240 mm，测力杠杆 480 mm 的底盘测功机。标准砝码质量为 20 kg×2。

D. 1. 4. 1 被检测功装置示值

D. 1. 4. 1. 1 测量结果重复性 $u_1 (F_i)$

以 1568N 测量点为例，在相同条件下，对被校底盘测功机静负荷测量 10 次，计算重复性引入的标准不确定度分量 $u_1 (F_i)$

表 D. 1. 1

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量值	1569	1566	1567	1570	1569	1569	1568	1571	1572	1568
实验室标准偏差	1.79 N									

在重复条件下连续测量 3 次，则 $u_1 (F_i) = 1.79 \text{ N} / \sqrt{3} = 1.03 \text{ N}$

D. 1. 4. 1. 1 底盘测功机数显量化 $u_2 (F_i)$

测功装置分辨力为 1 N，考虑矩形分布，则 $u_2 (F_i) = 1 \div 2 \div \sqrt{3} = 0.29 \text{ N}$

D. 1. 4. 2 滚筒直径引入的不确定度分量

滚筒直径引入的相对标准不确定度分量 $u (D)$ ，考虑矩形分布，则

$$u (D) = 0.05 / \sqrt{3} = 0.029 \text{ mm}$$

D. 1. 4. 3 测力杠杆引入的相对标准不确定度分量 $u (L)$ ，考虑矩形分布

$$u (L) = 0.05 / \sqrt{3} = 0.029 \text{ mm} = 0.029 \text{ mm}$$

D.1.4.4 标准砝码等效重力引入的不确定度分量

D.1.4.5 M_2 级标准砝码等效重力引入的不确定度分量 $u(N)$ ，考虑矩形分布

$$u(N) = 0.006 \times 9.8 / \sqrt{3} = 0.0339 \text{ N}$$

D.1.5 不确定度分量汇总表

表 D.1.2

不确定度来源	灵敏系数 c_1	不确定度分量	$c \times u$ (%)
测量结果重复性 u_1 (F_i)	$c_{F_i} = 1/1568 \text{ N}$	$u_1(F_i) = 1.03 \text{ N}$	0.066
底盘测功机数显量化 误差 $u_2(F_i)$	$c_{F_i} = 1/1568 \text{ N}$	$u_2(F_i) = 0.29 \text{ N}$	0.018
滚筒直径测量 $u(D)$	$c_D = 1/240 \text{ mm}$	$u(D) = 0.029 \text{ mm}$	0.012
测力杠杆长度测量引 入 $u(L)$	$c_L = 1/480 \text{ mm}$	$u(L) = 0.029 \text{ mm}$	0.006
标准砝码等效重力引 入的不确定度分量 u (N)	$c_N = 1/392 \text{ N}$	$u(N) = 0.0339 \text{ N}$	0.008

D.1.6 合成标准不确定度

为了避免重复计算，重复性引入的不确定度和量化误差引入的不确定度取较大值作为合成不确定度的分量。

合成标准不确定度

$$u_c^2(\delta) = c_{F_i}^2 u_1^2(F_i) + c_D^2 u^2(D) + c_N^2 u^2(N) + c_L^2 u^2(L)$$

$$u_c(\delta) = \sqrt{0.066^2 + 0.012^2 + 0.006^2 + 0.008^2} \% = 0.07\% \quad (\text{D.1.3})$$

D.1.7 扩展不确定度

取 $k=2$ ， $U_{\text{rel}}=0.14\%$

D.2 底盘测功机速度校准结果不确定度评定示例

D.2.1 测量方法

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。

D.2.2 数学模型

$$\delta = v - v_0 \quad (\text{D.2.1})$$

式中：

δ ——速度示值误差，km/h；

v ——底盘测功机速度示值，km/h；

v_0 ——标准测速仪速度示值，km/h。

D.2.3 不确定传播律和灵敏系数

$$u_c^2(\delta) = c_v^2 u^2(v) + c_{v_0}^2 u^2(v_0) \quad (\text{D.2.2})$$

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。

灵敏系数： $c_v = \frac{\partial \delta}{\partial v} = 1$ ；

$$c_{v_0} = \frac{\partial \delta}{\partial v_0} = -1。$$

D.2.4 各输入量的标准不确定度的评定

a) 被校底盘测功机速度测量重复性引入的标准不确定度分量 $u(v)$

以速度点 40 km/h 为例，在相同条件下重复测量 10 次，计算重复性引入的标准不确定度分量 $u_1(v)$

表 D.2.1

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量值	40.05	40.09	40.10	40.07	40.08	40.08	40.04	40.06	40.11	40.11

(km/h)										
实验室标准偏差	0.024 km/h									

在重复条件下连续测量 3 次,则 $u_1(v) = 0.024 / \sqrt{3} / 40 = 0.04\%$

b) 测功机数显量化误差 $u_2(v)$

测功装置分辨力为 0.01 km/h, 考虑矩形分布, 则 $u_2(v) = 0.01 \div 2 \div \sqrt{3} \div 40 = 0.01\%$

c) 标准测速仪引入的标准不确定度分量 $u(v_0)$

$$u(v_0) = 0.1\% / \sqrt{3} = 0.06\%$$

D.2.5 合成标准不确定度

为了避免重复计算, 重复性引入的不确定度和量化误差引入的不确定度取较大值作为合成不确定度的分量。

$$u_c^2(\delta) = c_v^2 u^2(v) + c_{v_0}^2 u^2(v_0)$$

$$u_c(\delta) = \sqrt{0.04\%^2 + 0.06\%^2} = 0.07\% \quad (\text{D.2.3})$$

D.2.6 扩展不确定度

取 $k=2$, 则:

$$U = k \times u_c(\delta) = 2 \times 0.07\% = 0.14\%$$

D.3 底盘测功机基本惯量校准结果不确定度评定示例

D.3.1 概述

利用底盘测功机校准装置按照校准规范对汽车排气污染物检测用底盘测功机基本惯量进行校准。

D.3.2 测量模型

$$DIW_A = 0.1125 \times (f_2 - f_1) \times t_1 \times t_2 / (t_1 - t_2) \quad (\text{D.3.1})$$

式中:

DIW_A ——底盘测功机转动惯量等效汽车质量, kg;

f_1 ——三次加载恒力 $F_1=0$ N 时, F_1 实测值 (屏幕显示值) 的平均值, N;

f_2 ——三次加载恒力 $F_2=1170$ N 时, F_2 实测值 (屏幕显示值) 的平均值, N;

t_1 ——三次加载恒力 $F_1=0$ N 时, (48~16) km/h 滑行时间的平均值, s;

t_2 ——三次加载恒力 $F_2=1170$ N 时, (48~16) km/h 滑行时间的平均值, s。

D.3.3 不确定传播律和灵敏系数

$$u_c^2(DIW_A) = c_1^2 u^2(f_1) + c_2^2 u^2(f_2) + c_3^2 u^2(t_1) + c_4^2 u^2(t_2) \quad (D.3.2)$$

式中, 分别对 f_1 、 f_2 、 t_1 、 t_2 求偏导, 可得各自对应的灵敏系数:

$$c_1 = \frac{\partial DIW_A}{\partial f_1} = \frac{0.1125 \times t_1 \times t_2}{t_1 - t_2}$$

$$c_2 = \frac{\partial DIW_A}{\partial f_2} = \frac{0.1125 \times t_1 \times t_2}{t_1 - t_2}$$

$$c_3 = \frac{\partial DIW_A}{\partial t_1} = -0.1125 \times (f_2 - f_1) \times \left(\frac{t_2}{t_1 - t_2}\right)^2$$

$$c_4 = \frac{\partial DIW_A}{\partial t_2} = -0.1125 \times (f_2 - f_1) \times \left(\frac{t_1}{t_1 - t_2}\right)^2$$

D.3.4 各输入量的标准不确定度的评定

D.3.4.1 扭力引入的不确定度

D.3.4.1.1 测量重复性引入的不确定分量

表 D.3.1

项目		校准数据			
		第一次	第二次	第三次	平均值
空载	屏幕显示值 (N)	5.4	5.4	5.7	5.5
加载	屏幕显示值 (N)	1169.6	1170.6	1170.8	1170.3

按极差法计算标准不确定度, 则

$$u_1(f_1) = \frac{5.7 - 5.4}{1.69} = 0.18 \text{ N}$$

$$u_2(f_2) = \frac{1170.8 - 1169.6}{1.69} = 0.71 \text{ N}$$

D.3.4.1.2 扭力校准引起的不确定度

这里引用规范附录 D.1 中的扭力不确定度值, $U_{rel}=0.14\%$, $k=2$, 则对应的 f_1 、 f_2 处引入的不确定度分量分别为

$$u_3(f_1) = 0.07\% \times 5.5 = 0.004 \text{ N}$$

$$u_4(f_2) = 0.07\% \times 1170.3 = 0.82 \text{ N}$$

D.3.4.2 滑行时间引入的不确定度

D.3.4.2.1 测量重复性引入的不确定度分量

表 D.3.2

项目		校准数据			
		第一次	第二次	第三次	平均值
空载	t_1 滑行时间值 (s)	122.24	125.97	126.79	125.00
加载	t_2 滑行时间值 (s)	6.531	6.501	6.566	6.533

按极差法计算标准不确定度，则

$$u_5(t_1) = \frac{126.79 - 122.24}{1.69} = 2.6923 \text{ s}$$

$$u_6(t_2) = \frac{6.566 - 6.501}{1.69} = 0.0385 \text{ s}$$

D.3.4.2.2 由滑行时间测试仪引入的不确定度分量

由溯源证书上得知，滑行时间的测量不确定度为 $U=2 \text{ ms}$ ， $k=2$ 。则

$$u_7(t_1) = u_8(t_2) = 0.001 \text{ s}$$

由其带入的不确定度基本可以忽略。

表 D.3.3 不确定度分量汇总表

不确定度来源	评定方法	灵敏系数 c_i	不确定度分量	$ c \times u$ (kg)
加载 F1 时重复性引入的不确定度	A 类	$c_1 = -0.78$ (s ² /m)	$u_1(f_1) = 0.18$ (N)	0.14
加载 F2 时重复性引入的不确定度	A 类	$c_2 = 0.78$ (s ² /m)	$u_2(f_2) = 0.71$ (N)	0.55
扭力校准引入的不确定度	B 类	$c_1 = -0.78$ (s ² /m)	$u_3(f_1) = 0.004$ (N)	0.003
扭力校准引入的不确定度	B 类	$c_2 = 0.78$	$u_4(f_2) = 0.8$ (N)	0.62

定度		(s ² /m)		
空载时重复性引入的不确定度	A 类	$c_3 = -0.40$ (Ns/m)	$u_5(t_1)=2.6923$ (s)	1.08
加载时重复性引入的不确定度	A 类	$c_4 = 145.89$ (Ns/m)	$u_6(t_2)=0.0385$ (s)	5.62
滑行时间测试仪引入的不确定度	B 类	$c_3 = -0.40$ (Ns/m)	$u_7(t_1)=0.001$ (s)	4×10^{-4}
滑行时间测试仪引入的不确定度	B 类	$c_4 = 145.89$ (Ns/m)	$u_8(t_2)=0.001$ (s)	0.15

为了避免不确定度分量的重复计算，对空载和加载过程中 f_1 、 f_2 、 t_1 、 t_2 引起的不确定度，留取较大值计算。

D.3.5 合成标准不确定度

由于剩余的各标准不确定度分量相互无关，则

$$u_c(DIW_A) = \sqrt{0.55^2 + 0.62^2 + 5.62^2 + 0.15^2} \% = 5.7 \text{ kg}$$

D.3.6 扩展不确定度

取 $k=2$ ，测量结果的扩展不确定度：

$$U_c(DIW_A) = k \times u_c(DIW_A) = 2 \times 5.7 \text{ kg} = 11.4 \text{ kg} \quad (k=2)$$