



北京市地方计量技术规范

JJF(京)XX—XXXX

型式检验用底盘测功机校准规范

Calibration Specification of Chassis

Dynamometer for Type Testing

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

北京市市场监督管理局发布 发布

型式检验用底盘测功机

校准规范

JJF(京) XXXX-XXXX

Calibration Specification of chassis

Dynamometer for Type Testing

归口单位: 北京市计量检测科学研究院

起草单位: 北京市计量检测科学研究院

本规程委托 XXX 负责解释。

目 录

引 言.....	3
1 范围.....	4
2 引用文件.....	4
3 术语.....	4
4 概述.....	4
5 计量特性.....	4
6 校准条件.....	4
7 校准项目和校准方法.....	5
7.1 校准项目.....	5
7.2 校准方法.....	5
8 校准结果表达.....	5
9 复校时间间隔.....	5
附录 A 校准记录.....	6
附录 B 校准证书(内页)内容.....	7
附录 C 型式检验用底盘测功机校准结果不确定度评定示例.....	8

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。

本规范主要参考 GB 18352.6—2016《轻型汽车污染物排放限值及测量方法(中国第六阶段)》、GB 17691—2018《重型柴油车污染物排放限值及测量方法(中国第六阶段)》、GB/T 27840—2021《重型商用车辆燃料消耗量测量方法》和 JJF 1221—2025《汽车排气污染物检测用底盘测功机》编制而成。

本规范为首次发布。

型式检验用底盘测功机校准规范

1 范围

本规范适用于型式检验用底盘测功机的校准,包含重型车底盘测功机和轻型车底盘测功机。

2 引用文件

本规范引用了下列文件:

JJF 1221—2025 汽车排气污染物检测用底盘测功机

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)适用于本规范。

3 术语

3.1 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

汽车排气污染物检测用底盘测功机校准规范(以下简称底盘测功机)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等的专用设备。底盘测功机主要由以下部分组成:台体、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。

底盘测功机的工作原理:汽车驱动轮作用在滚筒装置上,机械量装置拟车辆的平动质量,汽车按照标准规定的工况速度行驶,功率吸收装置通过滚筒装置按照标准规定的加载力向汽车驱动轮施加旋转方向相反阻力,实现模拟车辆道路行驶工况。

5 计量特性

型式检验用底盘测功机计量特性如表 1 所示。

表 1 计量特性

序号	校准项目	指标	
		轻型底盘测功机	重型底盘测功机
1	滚筒直径	不大于 $\pm 0.5\%$	不大于 $\pm 0.5\%$
2	滚筒表面径向圆跳动量	不大于 0.25 mm	不大于 0.4 mm
3	速度	不大于 $\pm 0.08\text{km/h}$	不大于 $\pm 0.5\text{km/h}$
4	扭力零位漂移	不大于 $\pm 1\text{N}$	不大于 $\pm 1\text{N}$

5	扭力示值误差	不大于 $\pm 10\text{N}$	不大于 0.1%FS
6	扭力重复性	不大于 0.5%	不大于 0.5%

注：以上指标不适用于合格判断，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 温度：(0~40) °C；

6.1.2 相对湿度：不大于 85%；

6.1.3 校准应在周围的污染、振动、电磁干扰对校准结果无影响的环境下进行。

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
π尺	(100~1300) mm	MPE: $\pm 0.05\text{ mm}$
数显百分表*	(0~30) mm	MPE: $\pm 0.035\text{ mm}$
钢卷尺	(0~5) m	1 级
转速测量仪	(10~60000) r/min	准确度等级：0.01 级
砝码	/	M ₁ 级

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 校准项目一览表

序号	校准项目
1	直径
2	径向圆跳动量
3	速度
4	扭力

7.2 校准方法

7.2.1 直径

参照 JJF 1221—2025 汽车排气污染物检测用底盘测功机 7.2.1

7.2.2 径向圆跳动量

参照 JJF 1221—2025 汽车排气污染物检测用底盘测功机 7.2.2

7.2.3 速度

7.2.3.1 按照设备使用范围均匀选取 6 个及以上测量点, 需包含 10km/h 及最高使用速度。

7.2.3.2 在滚筒工作面的适当位置粘贴反光标记, 校准装置处于线速度检测状态, 将转速频率仪调至转速档并将其传感器对准反光标记, 将校准装置的线速度调节至校准点, 待示值稳定后, 读取转速测量仪的示值, 重复测量 10 次, 按公式 (1) 、 (2) 计算线速度各校准点的示值误差。

$$V_{0i} = 6 \times 10^{-5} \times \pi \bar{D} \bar{n}_i \quad (1)$$

式中:

V_{0i} ——第 i 校准点, 线速度标准值, km/h ($i=1, 2, 3, 4, 5, 6$) ;

π ——圆周率, 取 3.1416;

\bar{D} ——直径实测值, mm;

\bar{n}_i ——第 i 校准点, 转速测量仪 10 次转速示值的算术平均值, r/min。

$$\delta_{V_i} = \frac{V_i - V_{0i}}{V_{0i}} \times 100\% \quad (2)$$

式中:

δ_{V_i} ——第 i 校准点, 被校校准装置的线速度示值误差, % ($=1, 2, 3, 4, 5, 6$) ;

V_i ——第 i 校准点, 被校校准装置线速度示值, km/h;

V_{0i} ——第 i 校准点, 线速度标准值, km/h。

7.2.4 扭力

7.2.4.1 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。

7.2.4.2 杠杆比

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 D , 确定杠杆比 η 。按公式 (3) 计算杠杆比。

$$\eta = 2L/D \quad (3)$$

式中:

η ——杠杆比;

L ——测力杠杆的等效力臂长度, mm;

D ——主滚筒直径, mm。

7.2.4.3 示值误差、重复性、回程误差

将底盘测功机显示装置调零, 按满量程的约 10%、30%、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 (4) 计算各校准点的扭力示值误差, 取各校准点的最大示值误差作为示值误差校准结果。

$$W = \left(\frac{\bar{F}_J - mg \times \eta}{mg \times \eta} \right) \times 100\% \quad (4)$$

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;

m ——测力杠杆加载的砝码质量, kg。

g ——重力加速度, m/s^2

按公式 (5) 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。

$$R = \frac{F_{\max} - F_{\min}}{C\bar{F}_J} \times 100\% \quad (5)$$

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(6)计算回程误差, 取各校准点最大回程误差作为校准结果。

$$H = \frac{|\bar{F}_H - \bar{F}_J|}{F} \times 100\% \quad (6)$$

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。

8 校准结果表达

非接触式汽车速度计校准装置经校准后出具校准证书, 证书信息应符合JJF 1071-2010中第5.12条的要求, 校准记录格式参见附录A, 校准证书内页格式参见附录B, 示值误差测量不确定度评定的示例参见附录C。

9 复校时间间隔

非接触式汽车速度计校准装置复校时间间隔建议一般不超过1年。由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的, 因此送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录 A

底盘测功机校准记录格式

滚筒																
主轴径向圆跳动量 (mm)	最大值/mm			最小值/mm			跳动量/mm									
滚筒直径 (mm)	第一处			第二处			第三处									
	1	2	3	1	2	3	1	2								
速度																
测量点 (km/h)	底盘测功机示值 (km/h)			转速频率仪换算值 (km/h)			示值误差 (km/h)									
10																
速度校准结果扩展不确定度($k=2$)																
扭力																
仪器漂移 (N)	0min		5min		10min		15min									
杠杆比																
砝码换算值 (N)	底盘测功机扭力示值 (N)					示值误差	重复性									
	1	2	3	平均值												
扭力校准结果扩展不确定度($k=2$)																

附录 B

校准证书内页格式

一、 滚筒装置

- 1、 滚筒直径误差_____
- 2、 滚筒表面径向圆跳动量_____

二、 速度

速度误差_____

三、 扭力

- 1、 仪器漂移: _____
- 2、 示值误差 : _____
- 3、 重复性: _____

校准结果测量不确定度:

附录 C

型式检验用底盘测功机校准结果不确定度评定示例

C.1 速度示值误差测量不确定度

C.1.1 测量方法

在转毂工作面的适当位置粘贴反光标记，将转速测量仪调至转速档并将其传感器对准反光标记，读取转速，将转速平均值乘以周长，计算出校准装置工作面移动的线速度作为线速度标准值，校准装置的线速度示值与上述线速度标准值之差即为线速度示值误差。

C.1.2 测量模型

$$\delta_V = \frac{V}{6 \times 10^{-5} \times L n} - 1 \quad (C1)$$

式中：

δ_V ——线速度示值误差，%；

V ——被校校准装置线速度示值，km/h；

L ——周长，mm；

n ——转速测量仪示值，r/min。

C.1.3 方差和灵敏系数

$$u^2(\delta_V) = c_1^2 u^2(V) + c_2^2 u^2(L) + c_3^2 u^2(n) \quad (C2)$$

其中： $c_1 = \frac{\partial \delta_V}{\partial V} = \frac{1}{6 \times 10^{-5} \times L n} ; \quad c_2 = \frac{\partial \delta_V}{\partial L} = -\frac{V}{6 \times 10^{-5} n L^2} ;$

$$c_3 = \frac{\partial \delta_V}{\partial n} = -\frac{V}{6 \times 10^{-5} L n^2}$$

以 100 km/h 校准点为例，取 $V=100.122\text{km/h}$ ， $L = 3771.73\text{ mm}$ ， $n = 442\text{r/min}$ ，则：

$$c_1 = 0.01 ; \quad c_2 = -0.00027 ; \quad c_3 = -0.002$$

C.1.4 输入量的标准不确定度评定

C.1.4.1 校准装置线速度示值 V 引入的标准不确定度分量 $u(V)$

校准装置线速度示值 V 引入的不确定度主要来源于测量结果重复性及数显仪器的分辨力。

(1) 测量结果重复性引入的不确定度分量 $u_1(V)$ ，采用 A 类评定方法。

在校准装置正常工况条件下，在 100 km/h 校准点，重复测量 10 次，得到如下数据：

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
v_i (km/h)	100.02	100.01	100.02	100.01	100.01	100.01	100.02	100.01	100.02	100.01

单次实验标准差:

$$s(V) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (V_i - \bar{V})^2}{10-1}} = 0.0052 \text{ km/h}$$

实际测量时, 在重复性条件下连续测量 10 次, 以 10 次测量的算术平均值作为测量结果, 则可得标准不确定度为:

$$u_1(V) = \frac{s(V)}{\sqrt{10}} = 0.0016 \text{ km/h}$$

(2) 底盘测功机分辩力引入的不确定度分量 $u_2(V)$, 采用 B 类评定方法。

校准装置线速度示值的分辩力为 0.01 km/h, 其量化误差以等概率分布 (矩形分布) 落在宽度为 $(0.01 \text{ km/h}) / 2 = 0.005 \text{ km/h}$ 的区间内。考虑其引入的标准不确定度为:

$$u_2(V) = \frac{0.005}{\sqrt{3}} = 0.0029 \text{ km/h}$$

$u_1(V)$ 和 $u_2(V)$ 取其大者作为校准装置线速度示值引入的标准不确定度 $u(V)$, 即:

$$u(V) = u_2(V) = 0.0029 \text{ km/h}$$

C.1.4.2 π 尺测量轮鼓周长引入的标准不确定度分量 $u(L)$

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

C.1.4.3 转速 n 引入的标准不确定度分量 $u(n)$

转速 n 引入的不确定度主要来源于转速测量仪的最大允许误差, 采用 B 类评定方法。

转速测量仪转速的等级为 0.01 级, 取其半宽, 按均匀分布, 则:

$$u(n) = \frac{0.01\% \times 443}{\sqrt{3}} = 0.026 \text{ r/min}$$

C.1.5 输出量的标准不确定度分量一览表

序号	输入量估计值的标准不确定度评定	输出量估计值的相对标准不确定度分量
----	-----------------	-------------------

	来 源	符 号	数 值	灵敏系数 c_i	$ c_i \times u(x)$
1	校准装置线速度 分辨力	$u(V)$	0.0029km/h	0.01	0.000029
2	周长测量误差	$u(L)$	0.029mm	-0.00027	0.00000783
3	转速测量仪误差	$u(n)$	0.026 r/min	-0.002	0.000052

C.1.6 合成标准不确定度

由于各标准不确定度分量相互无关, 故合成标准不确定度为

$$u(\delta_V) = \sqrt{c_1^2 u^2(V) + c_2^2 u^2(L) + c_3^2 u^2(n)} = \sqrt{0.000029^2 + 0.00000783^2 + 0.000052^2} = 0.0060\%$$

C.1.7 扩展不确定度

取 $k = 2$, 则:

$$U_{\text{rel}} = k u(\delta_V) = 0.012\%$$

C.1.8 测量不确定度报告

由上述分析得速度 100km/h 校准点示值误差测量结果的不确定度为:

$$U_{\text{rel}} = 0.012\%, \quad k = 2$$

C.2 底盘测功机扭力校准结果不确定度评定示例

C.2.1 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。

C.2.2 测量模型

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

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。

C.2.3 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。

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

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

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

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

C.2.4 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 218 mm, 测力杠杆 436 mm 的底盘测功机。标准砝码质量为 20 kg×2。

C.2.4.1 被检测功装置示值

C.2.4.1.1 测量结果重复性 $u_1 (F_i)$

以 1568 N 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 $u_1 (F_i)$, 数据见表 D.1.1 重复性数据表。

表 D.1.1 重复性数据表

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 $u_1 (F_i) = 1.79 \text{ N} / \sqrt{3} = 1.03 \text{ N}$

C.2.4.1.2 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 $u_2 (F_i) = 1 \div 2 \div \sqrt{3} = 0.29 \text{ N}$

C.2.4.2 滚筒直径引入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

$$u (D) = 1.09 / \sqrt{3} = 0.629 \text{ mm}$$

C.2.4.3 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

$$u (L) = 0.4 / \sqrt{3} = 0.231 \text{ mm}$$

C.2.4.4 标准砝码等效重力引入的不确定度分量

C.2.4.5 M₂ 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

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

C.2.5 不确定度分量汇总表

不确定度分量数据见表 D.1.2 不确定度分量汇总表。

表 D.1.2 不确定度分量汇总表

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
底盤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 $u(D)$	$c_D = 1/218 \text{ mm}$	$u(D) = 0.629 \text{ mm}$	0.288
测力杠杆长度测量引入 $u(L)$	$c_L = 1/436 \text{ mm}$	$u(L) = 0.231 \text{ mm}$	0.053
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

C.2.6 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

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

$$u_c(\delta) = \sqrt{0.066\%^2 + 0.288\%^2 + 0.053\%^2 + 0.008\%^2} = 0.30\% \quad (\text{D.1.3})$$

C.2.7 扩展不确定度

取 $k=2$, $U_{\text{rel}}=0.6\%$