

# 中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1375—2024

## 机动车发动机转速测量仪校准规范

Calibration Specification for  
Motor Vehicle Engine Speed Measuring Instruments

2024-09-18 发布

2024-12-18 实施

国家市场监督管理总局 发布

# 机动车发动机转速测量仪

## 校准规范

Calibration Specification for

Motor Vehicle Engine Speed Measuring Instruments

JJF 1375—2024

替代 JJF 1375—2012

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：安徽省计量科学研究院

甘肃省计量研究院

厦门市计量检定测试院

参加起草单位：深圳大雷汽车检测股份有限公司

浙江浙大鸣泉科技有限公司

山东省计量科学研究院

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：**

吴安平（安徽省计量科学研究院）

高德成（甘肃省计量研究院）

江 涛（厦门市计量检定测试院）

**参加起草人：**

李伟克（安徽省计量科学研究院）

陈 莉（深圳大雷汽车检测股份有限公司）

康 野（浙江浙大鸣泉科技有限公司）

马 晓（山东省计量科学研究院）



## 目 录

引言 .....	( II )
1 范围 .....	( 1 )
2 引用文件 .....	( 1 )
3 术语 .....	( 1 )
4 概述 .....	( 1 )
5 计量特性 .....	( 1 )
5.1 测量范围 .....	( 1 )
5.2 显示装置的分辨力 .....	( 2 )
5.3 示值误差 .....	( 2 )
5.4 重复性 .....	( 2 )
5.5 示值稳定时间 .....	( 2 )
6 校准条件 .....	( 2 )
6.1 环境条件 .....	( 2 )
6.2 测量标准及其他设备 .....	( 2 )
7 校准项目和校准方法 .....	( 2 )
7.1 测量范围与显示装置的分辨力 .....	( 2 )
7.2 示值误差 .....	( 3 )
7.3 重复性 .....	( 3 )
7.4 示值稳定时间 .....	( 4 )
8 校准证书 .....	( 4 )
9 复校时间间隔 .....	( 4 )
附录 A 不同冲程和缸数发动机的脉冲转数比 .....	( 5 )
附录 B 转速测量仪校准证书内页格式 .....	( 6 )
附录 C 转速测量仪校准记录格式 .....	( 7 )
附录 D 转速测量仪校准示值误差测量结果的不确定度评定示例 .....	( 8 )

# 引 言

JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范修订工作的基础性系列规范。

本规范主要参考 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）》制定，与 JJF1375—2012 版相比，除编辑性修改外，主要变化如下：

——“引言”中，删除了“本规范主要参考了 JJG（汽车）04—1995《汽油机专用转速表》和 JJG（汽车）05—1995《柴油机专用转速表》的技术要求”。

——“范围”中，增加了“其他非道路移动柴油机械发动机转速测量仪可参照本规范执行”。

——“引用文件”中，删除了“JJG 124—2005 电流表、电压表、功率表及电阻表”，修改了引用文件为 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）》和 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）》。

——“术语和计量单位”中，修改了“3.1 脉冲转数比”的定义，删除了“3.2 指针摆动量”。

——“概述”中，调整了转速测量仪的分类，删除了“转速测量仪按显示方式可分为指针式转速测量仪和数字显示转速测量仪两类”。

——“计量特性”中，调整了测量范围和按测量范围规定示值误差，删除了指针式转速测量仪的要求，增加了“显示装置的分辨力”要求，删除了“输出电压的线性误差”的要求。

——“校准条件”中，修改了设备名称，测量标准及其他设备中增加了校准装置的分辨力、删除了“直流数字电压表”。

——“校准项目和校准方法”中，删除了“指针式转速测量仪的指针摆动量校准”、增加了“转速测量仪显示装置的分辨力的校准”、增加了当转速测量点 $\leq 1\ 000$  r/min时各校准点示值误差的计算公式、修改了转速测量仪各校准点重复性的计算公式。

——删除了“附录 B 转速测量仪输出电压线性误差计算方法举例”。

本规范历次版本发布情况：

——JJF 1375—2012。

# 机动车发动机转速测量仪校准规范

## 1 范围

本规范适用于机动车点燃式发动机、压燃式发动机转速的各类测量仪校准。其他非道路移动柴油机械发动机转速测量仪也可参照本规范进行校准。

## 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

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）

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）

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

脉冲转数比 pulse speed ratio

$\eta$

发动机在不同冲程和缸数时，脉冲数  $P$  与发动机转数  $R$  之比  $P/R$ 。

注：

1 对点燃式发动机脉冲数指点火脉冲数，对压燃式发动机脉冲数指高压喷油次数。

2 不同冲程和缸数的发动机的脉冲转数比见附录 A。

3 脉冲转数比为无量纲量。

## 4 概述

机动车发动机转速测量仪（以下简称转速测量仪）是用于测量机动车点燃式发动机、压燃式发动机转速的仪器。它由传感器、信号处理系统、显示装置等组成。

转速测量仪按测量原理主要可分为以下几种：

——点火脉冲感应式转速测量仪，它是通过感应点燃式发动机点火线圈的点火脉冲频率测量机动车发动机转速。

——振动及声波感应式（高压喷油脉冲感应式）转速测量仪，它是通过感应发动机振动（包括压燃式发动机高压喷油引起的振动）及声波频率测量发动机转速。

——车载蓄电池电脉动式转速测量仪，它是通过感应机动车发动机转动时电瓶电压和电流的脉动频率或感应点燃式发动机点火引起车载蓄电池电压脉动（点烟器式）的频率测量发动机转速。

## 5 计量特性

### 5.1 测量范围

(600~5 000) r/min。

注：指的是  $P/R=1$  时的转速范围。

## 5.2 显示装置的分辨力

不大于 1 r/min。

## 5.3 示值误差

当转速  $\leq 1\ 000$  r/min 时，最大允许误差  $\pm 10$  r/min；

当转速  $> 1\ 000$  r/min 时，最大允许误差  $\pm 1.0\%$ 。

## 5.4 重复性

不大于该校准点最大允许误差绝对值的 1/2。

## 5.5 示值稳定时间

示值稳定时间不超过 5.0 s。

## 6 校准条件

### 6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：(0~40) °C。

6.1.2 环境相对湿度：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

序号	设备名称	主要技术指标
1	汽油车发动机转速测量仪校准装置 (一般应具有点火信号输出、充电信号输出、 高压点火脉冲信号输出、振动信号输出功能)	测量范围：(500~6 000) r/min 最大允许误差： $\pm 0.2\%$ 示值稳定性不大于 0.2% 分辨力不大于 1 r/min
2	柴油车发动机转速测量仪校准装置 (一般应具有振动冲击信号输出、声信号输出功能)	
3	秒表	分辨力不大于 0.1 s 日差不超过 $\pm 0.5$ s/d

## 7 校准项目和校准方法

### 7.1 测量范围与显示装置的分辨力

如图 1 所示，根据转速测量仪测量原理选择对应转速测量仪校准装置的信号源，优先选择四冲程二缸设置进行校准，其他参数设置下的校准依据客户需求进行，转速测量仪的测量范围满足 (600~5 000) r/min。转速测量仪校准时，以转速测量仪校准装置为标准器，当转速测量仪校准装置输出某一标准转速时，读取转速测量仪相应示值，逐步调整转速测量仪校准装置的标准转速从 600 r/min 至 5 000 r/min，观察转速测量仪显示值的测量范围及每个测量点的显示装置的分辨力。

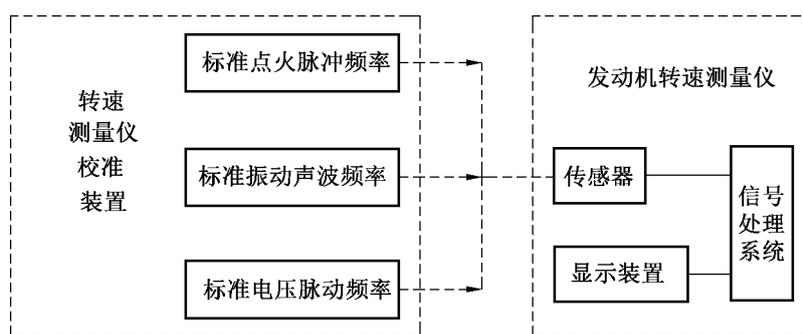


图1 转速测量仪校准方法原理示意图

## 7.2 示值误差

在7.1的基础上，对转速测量仪进行示值误差校准，校准点一般选取600 r/min、1 000 r/min、2 000 r/min、3 000 r/min、4 000 r/min、5 000 r/min共6个点，按照进程和回程分别校准。

每一校准点重复测量3次，当转速 $\leq 1\,000$  r/min时，按公式(1)计算各校准点示值误差；当转速 $> 1\,000$  r/min时，按公式(2)计算各校准点相对示值误差。

$$\Delta_i = \eta \times \bar{n}_i - n_{0i} \quad (1)$$

$$\delta_i = \frac{\eta \times \bar{n}_i - n_{0i}}{n_{0i}} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

$\Delta_i$ ——第*i*校准点（转速 $\leq 1\,000$  r/min）的转速测量仪示值误差，r/min；

$\delta_i$ ——第*i*校准点（转速 $> 1\,000$  r/min）的转速测量仪相对示值误差；

$\eta$ ——脉冲转数比；

$\bar{n}_i$ ——第*i*校准点，转速测量仪3次示值的平均值，r/min；

$n_{0i}$ ——第*i*校准点，转速测量仪校准装置的标准转速，r/min。

## 7.3 重复性

在转速测量仪示值误差校准的基础上，当转速 $\leq 1\,000$  r/min时，按公式(3)计算各校准点重复性；当转速 $> 1\,000$  r/min时，按公式(4)计算各校准点重复性。

$$R_{\Delta_i} = \frac{\eta \times (n_{i\max} - n_{i\min})}{C} \quad (3)$$

$$R_{\delta_i} = \frac{\eta \times (n_{i\max} - n_{i\min})}{C \bar{n}_i} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

$R_{\Delta_i}$ ——第*i*校准点（转速 $\leq 1\,000$  r/min），转速测量仪的重复性，r/min；

$R_{\delta_i}$ ——第*i*校准点（转速 $> 1\,000$  r/min），转速测量仪的重复性；

$\eta$ ——脉冲转数比；

$n_{i\max}$ ——第*i*校准点，转速测量仪3次示值中的最大值，r/min；

$n_{i\min}$ ——第*i*校准点，转速测量仪3次示值中的最小值，r/min；

$\bar{n}_i$ ——第*i*校准点，转速测量仪3次示值平均值，r/min；

$C$ ——极差系数，取 1.69。

#### 7.4 示值稳定时间

在转速测量仪校准装置与转速测量仪正确连接后，启动转速测量仪校准装置，在输出标准转速瞬间按下秒表开始计时，观察到转速测量仪的示值稳定的瞬间停止秒表计时，记录 11 个值，取最大值作为示值稳定时间。

### 8 校准证书

转速测量仪校准后，出具校准证书，校准证书内容按 JJF 1071—2010 的 5.12 给出，推荐的校准证书内页格式及校准记录格式见附录 B、附录 C。

### 9 复校时间间隔

转速测量仪复校时间间隔建议一般不超过 1 年。由于复校时间的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸多因素所决定的，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

## 不同冲程和缸数发动机的脉冲转数比

不同冲程和缸数发动机的脉冲转数比见表 A.1。

表 A.1 不同冲程和缸数发动机的脉冲转数比

四冲程发动机	二冲程发动机	脉冲转数比 $\eta$
一缸	——	1/2
二缸	一缸	1
三缸	——	3/2
四缸	二缸	2
五缸	——	5/2
六缸	三缸	3
八缸	——	4

## 附录 B

## 转速测量仪校准证书内页格式

推荐的转速测量仪校准证书内页格式见表 B.1。

表 B.1 转速测量仪校准证书内页格式

校准点	示值误差	重复性	测量不确定度 ( $k=2$ )
600 r/min			
1 000 r/min			
2 000 r/min			
3 000 r/min			
4 000 r/min			
5 000 r/min			
4 000 r/min			
3 000 r/min			
2 000 r/min			
1 000 r/min			
600 r/min			
显示装置的分辨力 r/min		测量范围 r/min	
示值稳定时间 s		发动机脉冲转数比 $\eta$	

## 附录 C

## 转速测量仪校准记录格式

推荐的转速测量仪校准记录格式见表 C.1。

表 C.1 转速测量仪校准记录格式

送校单位信息	送校单位		联系地址						
被校仪器信息	仪器名称		型号规格						
	制造厂商		生产日期	出厂编号					
标准器信息	标准器名称	编号	准确度等级/不确定度	溯源证书号	溯源有效期至				
校准信息	校准地点		校准员	核验员					
	校准日期		温度	相对湿度					
校准依据： JJF 1375—2024 《机动车发动机转速测量仪校准规范》									
校 准 记 录									
测量范围 (r/min)									
显示装置的分辨力/ (r/min)									
示值误差及重复性	校准装置转速 r/min	转速测量仪转速示值/(r/min)				示值 误差	重复性	测量不 确定度	示值稳定 时间/s
		1	2	3	平均值				
	进 程	600							
		1 000							
		2 000							
		3 000							
		4 000							
	回 程	5 000							
		4 000							
		3 000							
		2 000							
		1 000							
		600							
	发动机脉冲转数比 $\eta$								

注：本校准记录允许根据校准单位技术管理要求作适当修改。

## 附录 D

## 转速测量仪校准示值误差测量结果的不确定度评定示例

## D.1 测量模型

以点火脉冲感应式转速测量仪的 3 000 r/min 校准点为例。校准转速测量仪时，转速测量仪校准装置为标准器。当转速测量仪校准装置输出标准转速时，读取转速测量仪相应示值，按公式 (D.1) 计算转速测量仪相对示值误差（转速测量仪 3 次示值的平均值  $\bar{n}_i$ 、转速测量仪校准装置输出标准转速值  $n_{0i}$  为输入量，转速测量仪相对示值误差  $\delta_i$  为输出量的测量模型）。

$$\delta_i = \frac{\eta \times \bar{n}_i - n_{0i}}{n_{0i}} \times 100\% = \frac{\eta \bar{n}_i}{n_{0i}} - 1 \quad (\text{D.1})$$

式中：

$\delta_i$ ——转速测量仪相对示值误差；

$\bar{n}_i$ ——第  $i$  校准点，转速测量仪 3 次示值的平均值，r/min；

$n_{0i}$ ——第  $i$  校准点，转速测量仪校准装置的标准转速，r/min。

因为测量不确定度（分量）互不相关，由不确定度传播律：

$$u^2(\delta_i) = c_1^2 \times u^2(\bar{n}_i) + c_2^2 \times u^2(n_{0i}) \quad (\text{D.2})$$

其中：

$$c_1 = \frac{\partial \delta_i}{\partial \bar{n}_i} = \frac{\eta}{n_{0i}} \quad (\text{D.3})$$

$$c_2 = \frac{\partial \delta_i}{\partial n_{0i}} = -\frac{\eta \bar{n}_i}{n_{0i}^2} \quad (\text{D.4})$$

故：

$$u^2(\delta_i) = \left(\frac{\eta}{n_{0i}}\right)^2 \times u^2(\bar{n}_i) + \left(-\frac{\eta \bar{n}_i}{n_{0i}^2}\right)^2 \times u^2(n_{0i}) \quad (\text{D.5})$$

## D.2 输入量的标准不确定度评定

## D.2.1 被校转速测量仪示值（测量结果重复性）的标准不确定度评定

被校转速测量仪  $n_i$  估计值的不确定度主要来源于转速测量仪的测量结果重复性及数显仪器的示值量化误差。测量结果重复性可以通过连续测量得到的测量列，采用 A 类方法进行评定。

在转速测量仪校准装置及被校转速测量仪正常工况条件下，在转速测量仪校准装置输出  $\eta=1$  标准转速为 3 000 r/min 时，读取被校转速测量仪相应示值。重复测量 10 次，测量数据为 2 988 r/min、2 988 r/min、2 990 r/min、2 990 r/min、2 990 r/min、2 990 r/min、2 996 r/min、2 996 r/min、2 996 r/min、2 996 r/min， $\bar{n}_i = 2 992$  r/min。

单次实验标准差  $s(n_{ij})$  为

$$s(n_{ij}) = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{10} (n_{ij} - \bar{n}_i)^2}{10 - 1}} = 3.53 \text{ r/min} \quad (\text{D.6})$$

实际测量时，在重复条件下连续测量 3 次，以 3 次测量的算术平均值作为校准值，则可得标准不确定度为

$$u_1(\bar{n}_i) = s(n_{ij}) / \sqrt{3} = 2.04 \text{ r/min} \quad (\text{D. 7})$$

D. 2.2 被校转速测量仪  $n_i$  估计值（数显量化误差）的标准不确定度评定

数显式转速测量仪的分辨力为 1 r/min，其量化误差以等概率分布（均匀分布）落在宽度为  $1 \text{ r/min}/2 = 0.5 \text{ r/min}$  的区间内。考虑其引入的标准不确定度为

$$u_2(\bar{n}_i) = 0.5 \text{ r/min} / \sqrt{3} = 0.29 \text{ r/min} \quad (\text{D. 8})$$

D. 2.3 转速测量仪校准装置指示值  $n_{0i}$  估计值的标准不确定度评定

转速测量仪校准装置示值最大允许误差为  $\pm 0.2\%$ ，在标准转速值为 3 000 r/min 时，可能引起的误差值为  $3\,000 \text{ r/min} \times 0.2\% = 6.0 \text{ r/min}$ 。按均匀分布计，则引入的标准不确定度为

$$u(n_{0i}) = 6.0 \text{ r/min} / \sqrt{3} = 3.46 \text{ r/min} \quad (\text{D. 9})$$

D. 3 标准不确定度分量一览表，见表 D.1。

表 D.1 标准不确定度分量一览表

序号	不确定度来源	不确定度符号	不确定度值	灵敏系数 $c_i$	$ c_i  \times u(x_i)$
1	测量结果重复性	$u_1(\bar{n}_i)$	2.04 r/min	$3.33 \times 10^{-4} \text{ min/r}$	$6.79 \times 10^{-4}$
2	数显量化误差	$u_2(\bar{n}_i)$	0.29 r/min	$3.33 \times 10^{-4} \text{ min/r}$	$0.97 \times 10^{-4}$
3	校准装置准确性	$u(n_{0i})$	3.46 r/min	$-3.32 \times 10^{-4} \text{ min/r}$	$11.49 \times 10^{-4}$

注：计算中  $n_{0i}$  为 3 000 r/min、 $\bar{n}_i$  为 10 次测量值的平均值 2 992 r/min。

D. 4 扩展不确定度的计算

由于各标准不确定度分量不相关，取包含因子  $k=2$ ，故扩展不确定度为

$$\begin{aligned} U &= k \times \sqrt{[|c_1| \times u_1(\bar{n}_i)]^2 + [c_1 \times u_2(\bar{n}_i)]^2 + [c_2 \times u(n_{0i})]^2} \\ &= 2 \times \sqrt{(6.79 \times 10^{-4})^2 + (0.97 \times 10^{-4})^2 + (11.49 \times 10^{-4})^2} \\ &= 0.27\% \end{aligned} \quad (\text{D. 10})$$

D. 5 测量不确定度的报告

转速测量仪校准在 3 000 r/min 点的相对示值误差测量结果的扩展不确定度为

$$U = 0.27\% \quad (k=2)$$