

中华人民共和国铁道部

部门计量技术规范

# 铁路专用计量标准的误差规定

JJG(铁道)162—96

---

# 铁路专用计量标准的误差规定

The Rules of Error for  
Special Measuring Standards  
of Railway

JJG(铁道)162-96

---

本规范经铁道部于1997年3月4日批准,并报国家技术监督局备案,自1997年11月15日起施行。

归口单位:铁道部标准计量研究所

起草单位:铁道部标准计量研究所  
郑州铁路局

本规范技术条文由起草单位负责解释。

**本规范主要起草人：**

程文通(铁道部标准计量研究所)

姚 新(郑州铁路局计量管理所)

田以力(郑州铁路局计量管理所)

**参加起草人：**

巫永和(郑州铁路局武汉计量管理所)

吴润德(郑州铁路局西安计量管理所)

# 铁路专用计量标准的误差规定

## 一 概述

### 1 依据与目的

本技术规范依据“中华人民共和国计量法”第七条、第八条；“中华人民共和国计量法实施细则”第九条、第十条；“计量标准考核规范”及铁道部有关规定，为使铁路专用计量标准考核规范化，特制订本规范。

### 2 主要内容

本规范包括主要铁路专用计量标准的误差来源、误差分析、测量重复性及准确度的验证等。

### 3 适用范围

本规范适用于各级计量机构建立铁路专用计量标准的考核、复查。

## 二 铁路专用计量标准的误差来源

4 标准装置的误差，包括装置本身及上一级计量标准装置的误差。

5 测量方法的误差：所用的测量原理及根据该原理在实施测量中的运用和实际操作的不完善引起的误差，包括计量标准器的不完善及检定规程所规定的操作过程的不完善所带来的误差。

6 检定环境的误差 在检定规程所规定的环境条件下(温度、湿度、震动、电磁场干扰等)进行测量所产生的误差。

7 与检定人员有关的误差 包括读数误差、视差等不可避免

的误差,而不包括过失误差。

### 三 误差分析

建立铁路专用计量标准必须进行误差分析,从理论上给出该标准的不确定度(或准确度),判断该计量标准是否符合量值传递的要求。

计量标准和各项误差按以下区分:

- 1) 已知恒定系统误差  $\epsilon_k$ ;
- 2) 随机误差极限值  $\Delta_i$ ;
- 3) 不确定的系统误差限  $e_i$ 。

计量标准的准确度

$$A = e \pm U$$

式中:  $e$ ——已知恒定系统误差之和,  $e = \sum \epsilon_k$ ;

$U$ ——总不确定度。

#### 9 总不确定度的合成

9.1 按 JJG 1027—91“测量误差及数据处理”,当各项不确定度彼此独立时,总不确定度

$$\begin{aligned} U &= K \cdot u \\ &= K \cdot \sqrt{\sum s_i^2 + \sum u_j^2} \end{aligned}$$

式中:  $K$ ——总不确定度的置信因数;

$u$ ——合成不确定度;

$s_i$ ——A类不确定度,即用统计方法计算的不确定度分量,用标准偏差表征;

$u_j$ ——B类不确定度,即用其它方法计算的不确定度分量。

9.2 在建立铁路专用计量标准时,若条件不允许可根据第 8 条误差分析中所得出的随机误差极限值  $\Delta_i$  和不确定的系统误差

限  $e_j$  按下式计算总不确定度,此总不确定度的置信概率为 99.73%。

$$U = \sqrt{\sum \Delta_i^2 + \sum e_j^2}$$

9.3 总不确定度  $U$  只取 1 至 2 位有效位数,当第 1 位有效数等于 1 或 2 时  $U$  取 2 位有效位数,当第 1 位有效数大于 2 时只取 1 位有效位数。

9.4 进舍规则是拟舍弃的数字最左一位小于 5 时舍弃,大于 5 时(包括等于 5 而其后尚有非零的数)进 1,即保留的末位加 1,拟舍弃数字最左一位为 5 且其后无数字或皆为零时,若所保留的末位为奇数时则进 1,为偶数时则舍弃。

#### 10 计量标准的测量重复性

在人员、环境条件及测量方法完全相同的条件下,计量标准在短时间内对同一被测量进行连续多次的测量,其测量结果之间的一致性即为计量标准的重复性。

确定铁路专用计量标准的重复性时,一般可用该标准对同一被测量在相同的条件下连续测量 10 次,用实验标准偏差  $s_r$  来表达测量重复性。

$$s_r = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 / n - 1}$$

式中:  $x_i$  —— 每次测量的测得值;

$\bar{x}$  ——  $n$  次测量的平均值。

$s_r$  应小于总不确定度的 1/5。

某些铁路专用计量标准在测量过程中本身的状态不会发生变化,如车轮轮缘踏面样板标准装置、车轮检查器检定装置等,这些计量标准就不须要进行重复性考核。

#### 11 计量标准准确度的验证。

经误差分析得出的该计量标准综合误差  $A$  当满足以下条件之一时则认为该计量标准的误差分析得到验证, 否则分析得出的综合误差是不可靠的。

11.1 凡经上级计量技术机构检定合格的计量标准或用高等级计量标准检定被考核的计量标准, 被检定的值和高等级计量标准值分别为  $a$  和  $a_0$ , 当满足条件

$$|a - a_0| \leq A$$

11.2 用被考核的计量标准和高等级的计量标准检定同一对象, 其值分别为  $a$  和  $a_0$ , 当满足条件

$$|a - a_0| \leq A$$

11.3 用被考核的计量标准与同等级的计量标准检定同一对象, 其值分别为  $a$  和  $b$ , 当满足条件

$$|a - b| \leq \sqrt{2} A$$

## 12 结论

对被考核的计量标准所作的误差分析得出该标准的综合误差应为用该标准检定对象允许误差的  $1/3 \sim 1/10$ , 计量标准的试验标准偏差小于分析得出的综合误差的  $1/5$ , 并且通过准确度的验证后, 则认为该计量标准的准确度符合建标要求。

## 附 录

### 铁路专用计量标准的误差分析示例

## 附录 1

#### 轮对内距尺

## 1 轮对内距尺检具

轮对内距尺检具的主要误差列于表 1。

表 1

误差项目及符号	误差计算公式	原始数据(mm)	误差计算结果(mm)
量规误差 $\Delta_1$	$\Delta_1 = \Delta_{\text{量规}}$	0.03	0.03
测量面平面度 $\Delta_2$	$\Delta_2 = \sqrt{2} \Delta_{\text{平面}}$	0.004	0.006
测量面平行度 $\Delta_3$	$\Delta_3 = \Delta_{\text{平行}}$	0.03	0.03
微分筒示值误差 $\Delta_4$	$\Delta_4 = \sqrt{2} \Delta_{\text{微}}$	0.004	0.006
温度误差 $\Delta_5$	略		
测量力引起误差 $\Delta_6$	略		
不确定度 $U$	$U = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^6 \Delta_i^2}$		0.04

## 2 轮对内距尺

轮对内距尺的主要误差列于表 2。



表 2

误差项目及符号	误差计算公式	原始数据(mm)	误差计算结果(mm)
检具误差 $\Delta_1$	$\Delta_1 = \Delta_{\text{检具}}$	0.04	0.04
尺身刻度误差 $\Delta_2$	$\Delta_2 = \Delta_{\text{刻度}}$	0.10	0.10
刻线宽度误差 $\Delta_3$	$\Delta_3 = \frac{1}{2} \Delta_{\text{宽差}}$	0.05	0.025
尺身直线度 $\Delta_4$	略		
视差 $\Delta_5$	$\Delta_5 = \frac{bh}{a}$	$a=250$ $b=30$ $h=0.4$	0.048
估读误差 $\Delta_6$	$\Delta_6 = \Delta_{\text{估读}}$	0.10	0.10
不确定度 $U$	$U = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^6 \Delta_i^2}$		0.16

## 附录 2

## 车轮轮缘踏面样板

## 1 0 级车轮轮缘踏面样板

0 级车轮轮缘踏面样板的主要误差列于表 1。

表 1

误差项目及符号	误差计算公式	原始数据(mm)	误差计算结果(mm)
0 级样板误差 $\Delta_1$	$\Delta_1 = \Delta_{0\text{级}}$	0.02	0.02
不确定度 $U$	$U = \Delta_1$		0.02

## 2 一级车轮轮缘踏面样板

一级车轮轮缘踏面样板的主要误差列于表 2。

表 2

误差项目及符号	误差计算公式	原始数据(mm)	误差计算结果(mm)
0 级样板误差 $\Delta_1$	$\Delta_1 = \Delta_{0\text{级}}$	0.02	0.02
一级样板与 0 级样板的间隙 $\Delta_2$	$\Delta_2 = \Delta_{\text{间隙}}$	新制的 0.02 使用中 0.03	0.02 0.03
不确定度 $U$	$U = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2}$		新制的 0.03 使用中 0.04

## 3 二级车轮轮缘踏面样板

二级车轮轮缘踏面样板的主要误差列于表 3。

表 3

误差项目及符号	误差计算公式	原始数据(mm)	误差计算结果(mm)
一级样板误差 $\Delta_1$	$\Delta_1 = \Delta_{\text{一级}}$	0.04	0.04
二级样板与一级样板的间隙 $\Delta_2$	$\Delta_2 = \Delta_{\text{间隙}}$	新制的 0.04 使用中 0.06	0.04 0.06
不确定度 $U$	$U = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2}$		新制的 0.06 使用中 0.07

## 4 车轮轮缘踏面检查样板

车轮轮缘踏面检查样板的主要误差列于表 4。

表 4

误差项目及符号	误差计算公式	原始数据(mm)	误差计算结果(mm)
二级样板误差 $\Delta_1$	$\Delta_1 = \Delta_{\text{二级}}$	0.07	0.07
检查样板与二级样板的间隙 $\Delta_2$	$\Delta_2 = \Delta_{\text{间隙}}$	新制的 0.1 使用中的 0.2	0.1 0.2
不确定度 $U$	$U = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2}$		新制的 0.12 使用中 0.21

## 5 机车无轮缘车轮踏面校对样板

机车无轮缘车轮踏面校对样板的主要误差列于表 5。

表 5

误差项目及符号	误差计算公式	原始数据(mm)	误差计算结果(mm)
校对样板误差 $\Delta_1$	$\Delta_1 = \Delta_{\text{校对}}$	0.02	0.02
不确定度 $U$	$U = \Delta_1$		0.02

## 6 机车无轮缘车轮踏面检查样板

机车无轮缘车轮踏面检查样板的主要误差列于表 6。

表 6

误差项目及符号	误差计算公式	原始数据(mm)	误差计算结果(mm)
校对样板误差 $\Delta_1$	$\Delta_1 = \Delta_{\text{校样}}$	0.02	0.02
检查样板与校对样板的间隙 $\Delta_2$	$\Delta_2 = \Delta_{\text{间隙}}$	新制的 0.1 使用中 0.2	0.1 0.2
不确定度 $U$	$U = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2}$		新制的 0.1 使用中 0.2

### 7 LM 型车轮踏面校验样板

LM 型车轮踏面校验样板的主要误差列于表 7。

表 7

误差项目及符号	误差计算公式	原始数据(mm)	误差计算结果(mm)
校验样板误差 $\Delta_1$	$\Delta_1 = \Delta_{\text{校样}}$	0.02	0.02
不确定度 $U$	$U = \Delta_1$		0.02

### 8 LM 型车轮踏面检查样板

LM 型车轮踏面检查样板的主要误差列于表 8。

表 8

误差项目及符号	误差计算公式	原始数据(mm)	误差计算结果(mm)
校验样板误差 $\Delta_1$	$\Delta_1 = \Delta_{\text{校样}}$	0.02	0.02
检查样板与校验样板的间隙 $\Delta_2$	$\Delta_2 = \Delta_{\text{间隙}}$	新制的 0.1 使用中 0.2	0.1 0.2
不确定度 $U$	$U = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2}$		新制的 0.1 使用中 0.2

## 附录 3

## 铁路轨距尺

## 1 轨距尺检定器

轨距尺检定器(检定 1 435mm 轨距尺时)的主要误差列于表 1。

表 1

误差项目及符号	误差计算公式	原始数据(mm)	误差计算结果(mm)
量规误差 $\Delta_1$	$\Delta_1 = \Delta_{量规}$	0.01	0.01
百分表误差 $\Delta_2$	$\Delta_2 = \Delta_{百分表}$	0.018	0.018
活动、固定测量块测量面对平板的垂直度带来的误差 $\Delta_3$	$\Delta_3 = \frac{\sqrt{2}}{2} \Delta_{垂直}$	0.05	0.035
活动、固定测量块测量面向平行度带来的误差 $\Delta_4$	$\Delta_4 = \frac{1}{2} \Delta_{平行}$	0.09	0.045
活动侧块的径向窜动带来的误差 $\Delta_5$	$\Delta_5 = \Delta_{活动}$	0.05	0.05
不确定度 $U$	$U = \sqrt{\sum_{i=1}^5 \Delta_i^2}$		0.06

## 2 轨距尺

轨距尺(1 435mm)的主要误差列于表 2。

表 2

误差项目及符号	误差计算公式	原始数据(mm)	误差计算结果(mm)
检具误差 $\Delta_1$	$\Delta_1 = \Delta_{\text{检具}}$	0.06	0.06
刻线线纹误差 $\Delta_2$	$\Delta_2 = \Delta_{\text{刻线}}$	0.10	0.10
刻线宽度误差 $\Delta_3$	$\Delta_3 = \frac{1}{2} \Delta_{\text{宽度}}$	0.10	0.10
活动测块垂直度误差 $\Delta_4$	$\Delta_4 = \Delta_{\text{块垂直}}$	0.05	0.10
固定测块垂直度误差 $\Delta_5$	$\Delta_5 = \Delta_{\text{块垂直}}$	0.05	0.05
视差 $\Delta_6$	$\Delta_6 = \Delta_{\text{视差}} = \frac{b \times h}{n \times a}$ 式中： $a$ —明视距离； $b$ —瞳距之半； $h$ —指针与标尺距离； $n$ —分度间距。	$a = 250;$ $b = 30;$ $h = 1;$ $n = 1.$	0.12
估读误差 $\Delta_7$	$\Delta_7 = \Delta_{\text{估读}}$	0.10	0.10
不确定度 $U$	$U = \sqrt{\sum_{i=1}^7 \Delta_i^2}$		0.21

## 附录 4

## 客车轴温报警器

## 1 客车轴温报警器测试仪检定装置的主要误差。

表 1 客车轴温报警器测试仪检定装置的主要误差

误差项目及符号	误差计算公式	原始数据(mm)	误差计算结果(mm)
电压表误差 $\Delta_1$	$\Delta_1 = 0.01\% \times 1235$ +2 字		0.14mV
电压源误差 $\Delta_2$			0.03mV
测量电压不确定度 $U$	$U = \sqrt{\sum_{i=1}^2 \Delta_i^2}$		0.14mV
电流表误差 $\Delta_3$	$\Delta_3 = 0.01\% \times 310$ $\mu A$ +2 字		0.05 $\mu A$
电流源误差 $\Delta_4$		0.01 $\mu A$	0.01 $\mu A$
测量电流不确定度 $U$	$U = \sqrt{\sum_{i=3}^4 \Delta_i^2}$		0.05 $\mu A$

表 2 客车轴温报警测试仪的主要误差

误差项目及符号	误差计算公式	原始数据(mm)	误差计算结果(mm)
电压表误差 $\Delta_1$		1mV	1mV
电阻器细度误差 $\Delta_2$		1 $\Omega$	0.3mV
方法误差 $\Delta_3$		0.1 $^{\circ}C$	0.43mV
测量电压不确定度 $U$	$U = \sqrt{\sum_{i=1}^3 \Delta_i^2}$		1.1mV
电流表误差 $\Delta_4$		0.3 $\mu A$	0.3 $\mu A$
负载变动误差 $\Delta_5$		1 $\mu A$	1 $\mu A$
电流漂移误差 $\Delta_6$		1 $\mu A$	1 $\mu A$
方法误差 $\Delta_7$		1 $\mu A$	1 $\mu A$
测量电流不确定度 $U$	$U = \sqrt{\sum_{i=4}^7 \Delta_i^2}$		1.8 $\mu A$

表 3 客车轴温巡检报警器用二次仪表的主要误差

误差项目及符号	误差计算公式	原始数据(mm)	误差计算结果(mm)
测温基本误差 $\Delta_1$		4.4mV	4.4mV
路间偏差 $\Delta_2$		1mV	1mV
电源变动误差 $\Delta_3$		1mV	1mV
环境温度影响 $\Delta_4$		2.2mV	2.2mV
不确定度 $U$	$U = \sqrt{\sum_{i=1}^4 \Delta_i^2}$		5.1mV(1.2℃)

表 4 客车轴温巡检报警器用传感器检定装置的主要误差

误差项目及符号	误差计算公式	原始数据(mm)	误差计算结果(mm)
电压表误差 $\Delta_1$		1mV	1mV
电流表误差 $\Delta_2$		0.31 $\mu$ A	0.14mV
稳流源飘移误差 $\Delta_3$		1 $\mu$ A	0.45mV
负载变动误差 $\Delta_4$		1 $\mu$ A	0.45mV
方法误差 $\Delta_5$		1 $\mu$ A	0.45mV
标准温度计误差 $\Delta_6$		0.2℃	0.87mV
水槽温场误差 $\Delta_7$		0.2℃	0.87mV
温度误差 $\Delta_8$	略		
不确定度 $U$	$U = \sqrt{\sum_{i=1}^7 \Delta_i^2}$		1.8mV



表 5 客车轴温巡检报警器用传感器的主要误差。

误差项目及符号	误差计算公式	原始数据(mm)	误差计算结果(mm)
测温基本误差 $\Delta_1$		4.4mV	4.4mV
输入电流变动误差 $\Delta_2$		6 $\mu$ A	2.7mV
年稳定性 $\Delta_3$		2.2mV	2.2mV
不确定度 $U$	$U = \sqrt{\sum_{i=1}^3 \Delta_i^2}$		5.6mV(1.3 $^{\circ}$ C)

## 附录 5

## 超声波钢轨探伤仪

表 1 超声波钢轨探伤仪检定装置的主要误差

误差项目	误差计算公式	原始数据	误差计算结果
标准衰减器误差 $\Delta_1$	(每 12dB)	$\Delta_1 \leq 0.2\text{dB}$	0.2dB
信号发生器脉冲 幅度 $\Delta_2$	每 12dB	$\Delta_2 \leq 0.01\text{dB}$	0.01dB
插接件对信号衰 减的影响 $\Delta_3$	每 12dB	$\Delta_3 \leq 0.003\text{dB}$	0.003dB
显示部份的读数 误差 $\Delta_4$		$\Delta_4 \leq 0.1\text{dB}$	0.1dB
不确定度 $U$	$U = \sqrt{\sum_{i=1}^4 \Delta_i^2}$		0.2dB

## 附录 6

## 钢轨测温计检定装置

表 1 钢轨测温计检定装置的主要误差

误差项目	误差计算公式	原始数据	误差计算结果
标准水银温度计误差 $\Delta_1$		$\Delta_1=0.2^\circ\text{C}$	$0.2^\circ\text{C}$
检定仪温场均匀度误差 $\Delta_2$		$\Delta_2=0.1^\circ\text{C}$	$0.1^\circ\text{C}$
检定仪温度波动误差 $\Delta_3$		$\Delta_3=0.1^\circ\text{C}$	$0.1^\circ\text{C}$
视差 $\Delta_4$	$\Delta_4=\frac{b \times h}{a \times a} \times 0.1^\circ\text{C}$ $a$ : 明视距离 $b$ : 瞳距之半 $h$ : 液柱与刻度距离 $n$ : 分度间距	$a=250$ $b=30$ $h=2$ $n=0.8$	$0.03^\circ\text{C}$
环境温度对温场影响	略		
不确定度 $U$	$U=\sqrt{\sum_{i=1}^4 \Delta_i^2}$		$0.25^\circ\text{C}$

## 附录 7

## 扭 矩 扳 手

表 1 扭矩扳手检定仪检定装置

误差项目	误差计算公式	原始数据	误差计算结果
标准力矩杆的误差 $\Delta_1$		0.2%	0.2%
砝码误差 $\Delta_2$		0.03%	0.03%
不确定度 $U$	$U = \sqrt{\sum_{i=1}^2 \Delta_i^2}$		0.2%

表 2 扭矩扳手检定仪

误差项目	误差计算公式	原始数据	误差计算结果
标准器误差 $\Delta_1$		0.2%	0.2%
传感器误差 $\Delta_2$		0.14%	0.14%
仪表误差 $\Delta_3$		0.22%	0.22%
不确定度 $U$	$U = \sqrt{\sum_{i=1}^3 \Delta_i^2}$		0.33%