

## 机车速度表校验台（转速模式）检定结果不确定度评定

### 1. 测量方法

在校验台的转速输出部位贴反光片，将数字式转速表对准反光片，开启校验台，将信号发生装置设置为转速模式，输入相应的车轮直径，将校验台信号发生装置分别调到检定点的速度值，待速度均匀稳定后，在同一检定点连续读取并记录数字式转速表显示的 5 个转速值，取其平均值作为测量结果，示值误差计算方法见公式（1）。

$$\Delta = v_0 - v_c \quad (1)$$

式中：

$\Delta$ ——校验台示值误差，km/h；

$v_0$ ——校验台速度值，km/h；

$v_c$ ——数字式转速表转换速度值，km/h。

### 2. 标准不确定度分量

#### 2.1 由数字式转速表示值误差引入的标准不确定度 $u_1$

数字式转速表准确度等级 0.05 级，由标准器引入的不确定度分量半宽为 0.05%，服从均匀分布，1500 r/min 时对应的标准速度值为 296.88 km/h，则由数字式转速表示值误差引入的标准不确定度  $u_1$  为：

$$u_1 = \frac{0.05\% \times 296.88}{\sqrt{3}} = 0.086 \text{ km/h}$$

#### 2.2 数字式转速表分辨力引入的不确定度分量 $u_2$

数字式转速表分辨力为 0.01 r/min 转换为速度值为 0.001 km/h，服从均匀分布，则由数字式转速表分辨力引入的标准不确定度  $u_2$  为：

$$u_2 = \frac{0.001}{2\sqrt{3}} = 2.9 \times 10^{-4} \text{ km/h}$$

#### 2.3 由重复性引入的不确定度分量 $u_3$

按照规程规定的检定方法对机车速度表校验台 1500.4 r/min 重复测量 10 次，测量结果换算为速度值为（单位：km/h）：296.53 km/h、296.62 km/h、296.62 km/h、296.64 km/h、296.69 km/h、296.74 km/h、296.68 km/h、296.64 km/h、296.52 km/h、296.59 km/h，按照贝塞尔公式计算重复性为：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (v_i - \bar{v})^2}{10-1}} = 0.069 \text{ km/h}$$

取 5 次测量结果的平均值作为测量结果，则  $u_3 = \frac{s}{\sqrt{5}} = 0.031 \text{ km/h}$

分辨力引入的不确定度分量小于由测量重复性引入的不确定分量，忽略由分辨力引入的不确定度分量。

### 3. 合成标准不确定度 $u_c$

各分量独立，互不相关，则

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_3^2} = \sqrt{0.085^2 + 0.031^2} \text{ km/h} \approx 0.090 \text{ km/h}$$

### 4. 扩展不确定度 $U$

取  $k=2$ ，保留一位有效数字：

$$U = 0.090 \times 2 = 0.18 \text{ km/h}$$

### 5. 结论

不确定度评定结果小于示值误差要求的三分之一（0.20 km/h），检定方法满足要求。

## 机车速度表校验台（电信号模式）检定结果不确定度评定

### 1. 测量方法

开启校验台，将信号发生装置设置为电信号模式，将校验台信号发生装置分别调到检定点的速度值，待速度均匀稳定后，读取并记录数字电流表的示值，示值误差计算方法见公式（2）。

$$\Delta = v_0 - v_c \quad (2)$$

式中：

$\Delta$ ——校验台示值误差，km/h；

$v_0$ ——校验台示值，km/h；

$v_c$ ——数字电流表转换速度值，km/h。

### 2 标准不确定度分量

#### 2.1 由数字电流表示值误差引入的标准不确定度 $u_1$

数字电流表准确度等级 0.05 级，由标准器引入的不确定度分量半宽为 0.05% ，服从均匀分布，则由数字电流表示值误差引入的标准不确定度  $u_1$  为：

$$u_1 = \frac{0.05\% \times 200 \text{ km/h}}{\sqrt{3}} = 0.058 \text{ km/h}$$

#### 2.2 数字电流表分辨力引入的不确定度分量 $u_2$

数字电流表分辨力为 0.001mA 转换为速度值为 0.01km/h，服从均匀分布，则由数字电流表分辨力引入的标准不确定度  $u_2$  为：

$$u_2 = \frac{0.01 \text{ km/h}}{2\sqrt{3}} = 2.9 \times 10^{-3} \text{ km/h}$$

#### 2.3 由重复性引入的不确定度分量 $u_3$

按照规程规定的检定方法对机车速度表校验台重复测量 10 次，测量结果换算为速度值为（单位：km/h）：199.8、199.8、199.8、199.8、199.8、199.8、199.8、199.8、199.8、199.8，按照贝塞尔公式计算重复性为：

$$u_3 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (v_i - \bar{v})^2}{10-1}} = 0$$

分辨力引入的不确定度分量大于由测量重复性引入的不确定分量，忽略由测量重复性引入的不确定度分量。

### 3. 合成标准不确定度 $u_c$

各分量独立，互不相关，则

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = \sqrt{0.058^2 + (2.9 \times 10^{-3})^2} \text{ km/h} \approx 0.058 \text{ km/h}$$

#### 4. 扩展不确定度

取  $k=2$ , 保留两位有效数字:

$$U = 0.058 \text{ km/h} \times 2 = 0.12 \text{ km/h}$$

#### 5. 结论

不确定度评定结果小于示值误差要求的三分之一 (0.17 km/h), 检定方法满足要求。