

# 数字指示轨道衡测量结果的测量不确定度评定报告

## 1 概述

### 1.1 测量依据

JJF1333-XXXX 《数字指示轨道衡型式评价大纲》

### 1.2 环境条件

温度为 33.5 °C，湿度为 50.2 %RH。

### 1.3 测量标准

符合 JJG 567-2012 《轨道衡检衡车》的 T<sub>8</sub>型砝码检衡车。

### 1.4 被测对象

数字指示轨道衡为 FSU-100t 型，检定分度值： $e=d=20$  kg，准确度等级：中准确度级Ⅲ级。

## 2 测量模型

$$E=I+0.5e-\Delta m-m$$

式中：

$E$  ——化整前的示值误差，kg；

$I$  —— 示值误差，kg；

$e$  —— 检定分度值，kg；

$\Delta m$  —— 附加小砝码质量值，kg

$m$  —— 标准砝码质量值，kg。

## 3 标准不确定度分量评定

### 3.1 由轨道衡示值引入的标准不确定度分量 $u(I)$ 的评定

$u(I)$  的不确定度主要来源于轨道衡测量重复性、分辨力等因素。

#### 1) 测量重复性引入的标准不确定度分量 $u_1(I)$ 评定

使用 T<sub>8</sub>型砝码检衡车中的砝码和砝码小车载组合成 18t 和 40t 两个称量点，将砝码和砝码小车加到检衡车中，组合成大于 80t 的称量点 93640kg（其余 100kg 的 M<sub>1</sub> 等级砝码进行用于零点跟踪及闪变点测试使用），各称量点在数字指示轨道衡上进行 3 次重复性称量，得到实测值的测量列：

##### (1) 18t 最小称量时：

化整前示值  $P$  为 17998kg、18000kg、18000kg，估计服从正态分布，则单次测量结果的实验标准差  $s$  为：

$$s = \frac{R}{C} = \frac{P_{\max} - P_{\min}}{1.69} = 1.2 \text{ (kg)}$$

实际测量中仅测量 1 次，因此  $u_1(I_{18})=1.2$  (kg)。

##### (2) 40t 称量点时：

化整前示值  $P$  为 40000kg、40002kg、40002kg，估计服从正态分布，则单次测量结果的实验标准差  $s$  为：

$$s = \frac{R}{C} = \frac{P_{\max} - P_{\min}}{1.69} = 1.2 \text{ (kg)}$$

实际测量中仅测量 1 次，因此  $u_1(I_{40})=1.2$  kg。

(3) 大于 80t 称量点时:

化整前示值  $P$  为 93646kg、93642kg、93642kg, 估计服从正态分布, 则单次测量结果的实验标准差  $s$  为:

$$s = \frac{R}{C} = \frac{P_{\max} - P_{\min}}{1.69} = 1.2 \text{ (kg)}$$

实际测量中仅测量 1 次, 因此  $u_1(I_{80}) = 1.2 \text{ (kg)}$ 。

2) 由分辨力引入的标准不确定度分量  $u_2(I)$  评定

由于轨道衡的示值误差是通过逐个添加 0.1e (2kg) 的小砝码, 采用闪变点法来确定化整前的示值, 其不确定度分量可作为均匀分布处理, 因此:

$$u_2(I) = \frac{0.1e}{2\sqrt{3}} = \frac{2}{2\sqrt{3}} = 0.58 \text{ (kg)}$$

3) 合成标准不确定度分量  $u(I)$  的评定

由于分辨力导致的不确定度已包含在重复性引入的不确定度分量中, 因此在  $u_1(I)$  和  $u_2(I)$  中取较大者, 略去  $u_2(I)$ , 合成后,

$$(1) 18t \text{ 最小称量时 } u(I_{18}) = \sqrt{u_1(I_{18})^2 + u_3(I_{18})^2} = \sqrt{(1.2)^2 + (0.58)^2} = 1.3\text{kg}$$

$$(2) 40t \text{ 称量点时 } u(I_{40}) = \sqrt{u_1(I_{40})^2 + u_3(I_{40})^2} = \sqrt{(1.2)^2 + (0.58)^2} = 1.3\text{kg}$$

(3) 大于 80t 称量点时

$$u(I_{80}) = \sqrt{u_1(I_{80})^2 + u_3(I_{80})^2} = \sqrt{(1.2)^2 + (0.58)^2} = 1.3\text{kg}$$

3.2 由检衡车和标准砝码误差引入的标准不确定度分量  $u_3(m)$  的评定

18t 最小称量时, 使用  $T_8$  型砝码检衡车中的砝码和砝码小车组合而成,  $M_{12}$  等级的砝码及砝码小车的相对最大允许误差为  $\pm 1.0 \times 10^{-4}$ , 因此 18t 称量点时的最大允许误差 MPE 为  $\pm 1.8\text{kg}$ , 按照均匀分布来考虑, 包含因子  $k = \sqrt{3}$ , 则:

$$u_3(m_{18}) = \frac{1.8}{\sqrt{3}} = 1.0 \text{ (kg)}$$

40t 称量点时, 使用  $T_8$  型砝码检衡车中的砝码和砝码小车组合而成, 40t 称量点时的最大允许误差 MPE 为  $\pm 4.0\text{kg}$ , 按照均匀分布来考虑, 包含因子  $k = \sqrt{3}$ , 则:

$$u_3(m_{40}) = \frac{4.0}{\sqrt{3}} = 2.3 \text{ (kg)}$$

大于 80t 称量点时, 由检衡车空车和所有  $M_{12}$  等级砝码组合成总质量 93640kg, 56t 的  $M_{12}$  等级砝码的最大允许误差 MPE 为  $\pm 5.6\text{kg}$ , 空车质量值及部分  $M_1$  等级砝码质量值为 37640kg (由于  $M_1$  等级砝码误差很小, 可一并考虑到空车质量中), 按照相对最大允许误差  $\pm 1.5 \times 10^{-4}$  计算, 则其最大允许误差 MPE 为  $\pm 5.65\text{kg}$ , 检衡车空车由标准轨道衡来检定,  $M_{12}$  等级砝码由  $F_2$  等级砝码通过大质量比较仪检定, 因此视为不相关, 每一项按照均匀分布来考虑, 包含因子  $k = \sqrt{3}$ , 则:

$$u_3(m_{80}) = \sqrt{\left(\frac{5.6}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{5.65}{\sqrt{3}}\right)^2} = 4.6 \text{ (kg)}$$

3.4 合成标准不确定度

各输入量彼此独立不相关, 因此, 合成标准不确定度:

18t 最小称量时:

$$u_c(E_{18}) = \sqrt{1.3^2 + 1.0^2} = 1.7 \text{ (kg)}$$

40t 称量点时:

$$u_c(E_{40}) = \sqrt{1.3^2 + 2.3^2} = 2.7 \text{ (kg)}$$

大于 80t 称量点时:

$$u_c(E_{80}) = \sqrt{1.3^2 + 4.6^2} = 4.8 \text{ (kg)}$$

### 3.5 扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ , 在 18t、40t 和大于 80t 称量点的扩展不确定度为:

1) 18t 最小称量时:

$$U(18) = k \times u_c(E_{18}) = 2 \times 1.7 = 3.4 \text{ (kg)}$$

2) 40t 称量点时:

$$U(40) = k \times u_c(E_{40}) = 2 \times 2.7 = 5.4 \text{ (kg)}$$

3) 大于 80t 称量点时:

$$U(80) = k \times u_c(E_{80}) = 2 \times 4.8 = 9.6 \text{ (kg)}$$

### 4 测量不确定度报告

根据上述评定过程, 可以得到:

对于 18t、40t、大于 80t 这三个称量点而言, 满足其相应称量点最大允许误差 (三个点分别为  $\pm 20\text{kg}$ 、 $\pm 20\text{kg}$ 、 $\pm 30\text{kg}$ ) 绝对值的  $1/3$ 。

因此满足型评大纲使用要求。