

附 1:

WCB 级钢材抗拉强度测量过程不确定度评定报告

1、测量过程

1.1、测量方法：GB/T228.1-2010《金属材料拉伸试验第 1 部分：室温试验方法》及 SKV/WS-10《机械性能试验规范》。

1.2、环境条件：（10-35）℃。

1.3、检测设备：液压万能试验机，测量范围（0-600）kN，最大允许误差±2%。

1.4、被测对象：抗拉强度（485-655）MPa。

1.5、测量过程：采用直径为Φ10mm 的圆试样，使用液压万能试验机实施测量。开启试验机，将试样夹持在试验机上，打开试验软件，以受控的速率施加轴向力，直至试样断裂，并读出抗拉强度值。

2、数学模型

$$R_m = \frac{F_m}{S_0}$$

公式中：R_m-----抗拉强度； S₀-----试样原始横截面积； F_m-----最大试验力；

$$u_{c\,rel}(R_m) = \sqrt{u_{rel}^2(F_m) + u_{rel}^2(S_0) + u_{rel}^2(rep)}$$

2.1、测量重复性引入的 A 类相对标准不确定度 *u_{rel}(rep)*的评定

进行 A 类评定测量：在液压万能试验机正常工作状态下，同一组人，用同一台液压万能试验机，在相临近的时间内，在同一根钢材上取 10 个试样连续测量，得到 10 个测量数据汇于表 1：

表 1 重复性数据

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
读数值 R _m (MPa)	605	607	600	605	600	609	605	605	600	609

被测试件测量值的平均值：

$$\bar{R}_m = \frac{\sum_{k=1}^n R_{mk}}{n} = 604.5 \text{ MPa}$$

单次重复性测量值的实验标准差:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (R_{mk} - \bar{R}_m)^2}{n-1}} = 3.47 \text{ MPa}$$

相对标准偏差:

$$S_{\text{rel}} = \frac{S}{\bar{R}_m} \times 100\% = \frac{3.47 \text{ MPa}}{604.5 \text{ MPa}} \times 100\% = 0.574\%$$

被测量估计值 ($\bar{R}_m$) 标准不确定度分量 $u_{\text{rel}}(\text{rep})$ ($\bar{R}_m$ 为 1 组数据的平均值, 取 $n=1$), 则相对标准不确定度分量:

$$u_{\text{rel}}(\text{rep}) = S_{\text{rel}} = 0.574\%$$

2.2、最大力 F_m 的 B 类相对标准不确定度 $u_{\text{rel}}(F_m)$ 的评定

最大力的 B 类相对标准不确定度主要由万能试验机的最大允许误差带来, 计算机数据采集系统引入的相对标准不确定度非常小, 可以忽略。

查液压万能试验机的校准证书, 设备的最大允许误差 $\pm 2\%$, 服从均匀分配,

置信因子 $k = \sqrt{3}$, 半宽 $a = 2\%$, 则由设备最大允许误差引入的相对标准不确定度分量为:

$$u_{\text{rel}} = \frac{a}{k} = \frac{2\%}{\sqrt{3}} = 1.155\%$$

则: 最大力 F_m 的相对标准不确定度分量:

$$u_{\text{rel}}(F_m) = \frac{a}{k} = \frac{2\%}{\sqrt{3}} = 1.155\%$$

2.3、原始横截面积 S_0 的 B 类相对标准不确定度 $u_{\text{rel}}(S_0)$ 的评定

测量原始横截面积时, 圆周率 π 为常数, 截面积的相对标准不确定度主要来源于截面积直径尺寸的测量。公司规定: 截面积测量每个尺寸应准确到 $\pm 0.5\%$, 服从均匀分配, 置信因子 $k = \sqrt{3}$, 半宽 $a = 0.5\%$,

则: 原始横截面积的相对标准不确定度分量:

$$u_{\text{rel}}(S_0) = \frac{a}{k} = \frac{0.5\%}{\sqrt{3}} = 0.289\%$$

4、相对合成标准不确定度的评定

4.1 标准不确定度汇总表

输入量的相对标准不确定度汇总于表 2。

表 2 标准不确定度汇总表

标准不确定度分量	不确定度来源	相对标准不确定度
$u_{\text{rel}}(\text{rep})$	测量重复性	0.574%
$u_{\text{rel}}(F_m)$	最大力	1.155%
$u_{\text{rel}}(S_0)$	原始横截面积	0.268%

4.2 相对合成标准不确定度的计算

相对合成标准不确定度可按下式得到：

$$u_{\text{crel}}(R_m) = \sqrt{u_{\text{rel}}^2(F_m) + u_{\text{rel}}^2(S_0) + u_{\text{rel}}^2(\text{rep})}$$

$$= \sqrt{0.574\%^2 + 1.155\%^2 + 0.268\%^2} = 1.32\%$$

5、相对扩展不确定度的计算

取包含因子 $k=2$ ，置信概率 95%，得

$$U_{\text{rel}}(R_m) = k u_{\text{crel}}(R_m) = 2 \times 1.32\% = 2.64\%; \text{则:}$$

$$U(R_m) = U_{\text{rel}}(R_m) \times \bar{R}_m = 604.5\text{MPa} \times 2.64\% = 15.96\text{MPa}$$

6、测量不确定度的报告与表示

$$U(R_m) = 15.96\text{MPa} \quad k=2$$

评定人：余维东