

Q235 钢抗拉强度测量不确定度评定

刘佳兴, 李叶平, 谢先娇

[国家焊剂产品质量监督检验中心(湖南), 永州 425000]

摘要:根据 GB/T 228.1—2010 对 Q235 钢抗拉强度的测量不确定度进行分析与计算。结果表明:该 Q235 钢的抗拉强度为 580 MPa, 取置信度为 95%, 包含因子 $k=2$, 其相对扩展不确定度为 1.6%。其测量不确定度报告可表示为 $R_m=580 \times (1 \pm 1.6\%) = (580 \pm 9)$ MPa, $k=2$ 。

关键词:Q235 钢; 抗拉强度; 不确定度评定; 合成不确定度; 扩展不确定度

中图分类号: TG115

文献标志码: A

文章编号: 1001-4012(2020)06-0027-02

Measurement Uncertainty Evaluation on Tensile Strength of Q235 Steel

LIU Jiaxing, LI Yeping, XIE Xianjiao

[National Flux Product Quality Supervision and Inspection Center (Hunan), Yongzhou 425000, China]

Abstract: According to GB/T 228.1—2010, the measurement uncertainty of the tensile strength of Q235 steel was analyzed and calculated. The results show that the tensile strength of the Q235 steel was 580 MPa. When the confidence is 95%, the inclusion factor $k=2$, and the relative expanded uncertainty was 1.6%. The measurement uncertainty report can be expressed as $R_m=580 \times (1 \pm 1.6\%) = (580 \pm 9)$ MPa, $k=2$.

Keywords: Q235 steel; tensile strength; uncertainty evaluation; combined uncertainty; extended uncertainty

金属材料的力学性能主要取决于所用材料本身的组织结构及化学成分,在金属材料力学性能的有关试验中,拉伸试验是最为重要的,同时也是评价金属材料力学性能最有效和最常用的一种方法,拉伸试验能够较为准确地反映材料本身所具有的基本属性,具有可靠、快速和简便的特点。金属材料拉伸试验属于破坏性试验的一种,由于其具有不可重复性,加上众多的外界影响因素和金属材料本身的不均匀性,因此金属材料拉伸试验得到的数据具有相当的分散性。为了全面评估试验数据,从而对材料作出适当的评价,有必要对试验得到的数据进行不确定度评定^[1-5]。按照拉伸试验的基本要求,对 Q235 钢(抗拉强度 $R_m=580$ MPa)进行了测量不确定度评定,最终得出 95% 置信度下该材料的抗拉强度。

1 试验依据与试验原理

依据 GB/T 228.1—2010《金属材料 拉伸试验

第 1 部分:室温试验方法》的要求,在规定环境条件(试验温度 $23 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$)下,选用精度优于 1 级的试验机在规定的加载速率下,对金属试样施加轴向拉力,测量拉伸过程中试样拉断时所承受的最大拉力 F_{\max} 以及被测金属试样横截面积 S_0 ,从而得到抗拉强度 R_m 。

2 数学模型

抗拉强度的数学模型如下

$$R_m = \frac{F_{\max}}{S_0} \quad (1)$$

式中: R_m 为抗拉强度,MPa; F_{\max} 为拉伸试验中的最大拉力,N; S_0 为试样横截面积, mm^2 。

3 测量相关参数

试样采用直径为 12.5 mm 的圆形截面加工试样,其抗拉强度为 580 MPa,在 $(23 \pm 5) \text{ }^{\circ}\text{C}$ 的条件下进行拉伸试验,试样的直径采用允差为 ± 0.02 mm 的游标卡尺测量,最大拉力 F_{\max} 采用精度等级为 1 级的微机液压万能试验机测量。

收稿日期:2019-02-18

作者简介:刘佳兴(1988—),男,工程师,主要从事金属材料的分析及检验工作,2467788101@qq.com

4 不确定度来源分析

依据金属材料抗拉强度的试验过程,认为抗拉强度测量不确定度的来源主要包括:①试验机精度引入的不确定度分量,微机液压万能试验机精度 $\pm 1\%$;②试样重复性检测引入的不确定度分量,通过大量重复试验可以得出;③试验结果数据修约引入的不确定度分量,试验结果数据修约到 1 MPa;④试样的横截面积测量引入的不确定度分量,测量横截面积使用的游标卡尺允差为 ± 0.02 mm;⑤拉伸速率,试样拉伸过程中的速率对测试结果会有影响,参考 GB/T 228.1—2010 附录 L,拉伸速率的影响为 ± 5 MPa。

表 1 Q235 钢抗拉强度试验结果

Tab.1 Tensile strength test results of Q235 steel

MPa

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8	\bar{x}
抗拉强度 R_m	569.3	576.4	583.4	571.9	584.2	573.4	579.4	575.2	576.65

计算出标准不确定度 S 及相对标准差 R_{SD} 。

$$\text{标准不确定度 } S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 4.99 \text{ MPa,}$$

x_i 为第 i 个抗拉强度测量值; n 为测量次数。

$$\text{相对标准差 } R_{SD} = \frac{S}{\bar{x}} \times 100\% = 0.87\%。$$

在实际测试中取 8 组试样的平均值作为抗拉强度值,故试样的重复性检测引入的不确定度为 $u_{relx} = R_{SD}/\sqrt{3} = 0.5\%$ 。

5.3 试验结果数值修约引入的不确定度 u_{relx}

依据 GB/T 228.1—2010,试验结果最终要修约到 1 MPa,修约最大误差为 ± 0.5 MPa,按均匀分布,试验结果取平均值,数值修约引入的相对不确定度为 $u_{relx} = \frac{0.5}{576.65 \times \sqrt{3}} \times 100\% = 0.05\%$ 。

$$\text{度为 } u_{relx} = \frac{0.5}{576.65 \times \sqrt{3}} \times 100\% = 0.05\%。$$

5.4 试样横截面积测量引入的不确定度 u_{rela}

试样横截面积测量使用游标卡尺测量,游标卡尺测量允差为 ± 0.02 mm,按均匀分布,横截面积测量误差引入的不确定度为 $u_{rela} = \frac{0.02^2}{\pi \times \left(\frac{12.5}{2}\right)^2} \times$

$$100\% = 0.03\%。$$

100% = 0.03%。

5.5 拉伸速率引入的不确定度 u_{relv}

拉伸速率影响为 ± 5 MPa,按均匀分布,故拉伸

速率引入的不确定度分量为 $u_{relv} = \frac{5}{576.7 \times \sqrt{3}} \times$

5 量化不确定度

5.1 试验机精度引入的不确定度分量 u_{relf}

拉伸试验机精度为 1 级时,示值误差为 $\pm 1\%$,按均匀分布,故拉力试验机引入的不确定度为

$$u_{relf} = \frac{1\%}{\sqrt{3}} = 0.58\%。$$

5.2 试样的重复性检测引入的不确定度 u_{rels}

取试验用的 Q235 钢,制成 8 个直径为 12.5 mm 圆形横截面加工试样进行拉伸试验,在同等条件下测得这 8 个试样的抗拉强度,并计算出其算术平均值 \bar{x} ,结果见表 1。

100% = 0.4%。

6 合成不确定度

由于以上 5 个分量不相关,故合成不确定度为

$$u_{relc} = \sqrt{u_{relf}^2 + u_{rels}^2 + u_{relx}^2 + u_{rela}^2 + u_{relv}^2} = 0.77\%。$$

7 相对扩展不确定度

取 95% 的置信度,包含因子 $k=2$,故相对扩展不确定度为 $U_r = 2u_{relc} = 2 \times 0.77\% = 1.6\%$ 。

8 测量不确定度报告

该 Q235 钢的抗拉强度为 580 MPa,则其测量不确定度报告可表示为 $R_m = 580 \times (1 \pm 1.6\%) = (580 \pm 9)$ MPa, $k=2$ 。

参考文献:

- [1] 吴伟. IF 热轧钢板拉伸试验结果的测量不确定度评定[J]. 理化检验(物理分册),2016,52(6):392-396.
- [2] 赵永锋,林小刚,陈杰,等. 金属材料室温拉伸试验测量不确定度的评定[J]. 理化检验(物理分册),2018,54(9):657-661.
- [3] 国家质量技术监督局计量司组. 测量不确定度评定与表示指南[M]. 北京:中国计量出版社,2005.
- [4] 徐芳. 金属材料抗拉强度数值修约要求和适用范围[J]. 理化检验(物理分册),2017,53(2):118-119.
- [5] 郑晓斐,张浩,房永强,等. 室温拉伸试验测量结果不确定度评定[J]. 科技与创新,2017(20):125-126.