

## 链锯锯链切齿链片硬度测量不确定度分析

余光宇<sup>1, 2</sup> 王振东<sup>1, 2\*</sup> 娜<sup>1, 2</sup> 曲航峰<sup>1, 2</sup> 何山<sup>1</sup>

国家林业和草原局哈尔滨林业机械研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086;

2. 国家林业和草原局林业机电工程实验室, 黑龙江 哈尔滨 150086;)

**摘要:** 链锯锯链是以汽油机为动力源的油锯和以电机为动力源的电链锯的重要工作部件, 锯链硬度的大小直接影响着油锯锯切的效率, 本文结合检测工作实践对链锯锯链切齿链片硬度测量进行不确定度分析并得出其不确定度值, 以更加严谨和科学的表述链锯锯链切齿链片硬度测量结果。

**关键词:** 不确定度; 链锯锯链; 切齿链片

**Abstract:** chain is an important working part of chain saw with gasoline engine and electric chain saw with motor as power source, The hardness of chain directly affects the efficiency of chain saw, In this paper, combined with the detection work practice, the uncertainty of chain saw chain blade hardness measurement is analyzed and the uncertainty value is obtained, In order to more rigorous and scientific expression chain saw chain cutting tooth chain piece hardness measurement results.

**Key words:** Uncertainty Measurement ; Chain; Cutter Link;

链锯锯链是以汽油机为动力源的油锯和以电机为动力源的电链锯的重要工作部件, 影响链锯锯链切削性能的因素有切齿链片的切齿形状和硬度, 其切削性能的优劣直接影响油锯或电链锯作业性能。国家林业行业标准《LY/T 1187-2016 林业机械 链锯 锯链》对切齿链片的硬度给出了具体的规定值, 用以规范企业产品达到实际使用要求, 第三方检测机构依据行业标准对锯链切齿硬度进行测试并评判其是否符合标准规定。中国合格评定国家认可委员会(英文缩写为: CNAS)对获得认可第三方检测实验室要求在可能的情况下应给出被测对象的测量值的不确定度, 本文结合检测工作实践对链锯锯链切齿链片硬度测量进行不确定度分析并得出其不确定度值, 以更加严谨和科学的表述链锯锯链切齿链片硬度测量结果。

---

\* 通讯作者: 王振东, 男, 1963-, 黑龙江肇东人, 副研究员, 硕士, 主要从事林业机械试验与测试工作, Email:wzdhrb@126.com

### 1、测量方法

洛氏硬度计是最常用的测量金属硬度的仪器，是对金属样品进行测量和评定的主要方法，根据《LY / T 1187-2016 林业机械 链锯 锯链》的要求，链锯锯链切齿链片硬度的测量方法是：用洛氏硬度计，在每个链片测量三个点，以所测量三个点的算术平均值为测定值。在林业机械实验室中对链锯锯链进行试验时，切齿链片的硬度是主要的检测考察指标。

### 2、切齿链片硬度测量的数据模型

- (1) 实验材料：生产厂家送检 1/4 型锯链样品，对切齿链片硬度 (52 HRC -57HRC) 进行评定，
- (2) 环境条件：按照 GB / T 230.1-2018 金属材料 洛氏硬度试验 第 1 部分规定，洛氏硬度的测量试验环境温度一般在 10~35 °C，本次试验室内温度为 22°C 且变化范围很小，符合标准要求，最大限度减小因为环境温度的改变对试验测量结果产生影响。
- (3) 测试方法：按照 GB/T 230.1-2009，金属材料 洛氏硬度试验 第 1 部分：试验方法(A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T 标尺)的要求，选用 C 标尺对 1/4 链锯锯链切齿链片硬度试验样品和标准洛氏硬度块分别以 3 mm 间距选取 3 点进行硬度测量试验，最后测得洛氏硬度值。
- (4) 测量仪器：HR-150A 洛氏硬度计，分辨率 0.5HR，硬度计经国家计量检定部门检定合格。
- (5) 切齿链片硬度数学模型

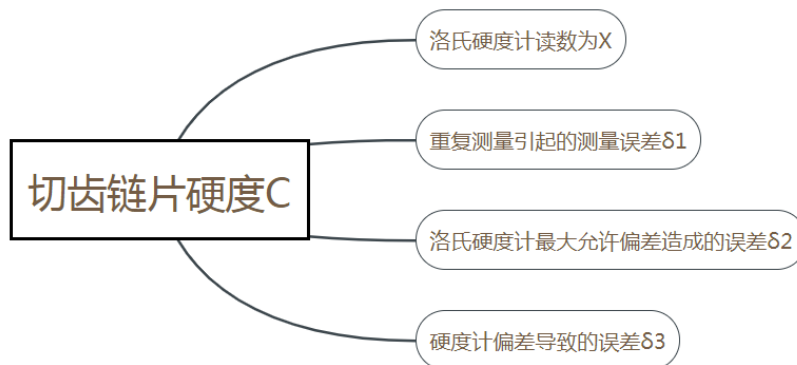


图 1 切齿链片硬度数学模型

切齿链片硬度 C (HRC)，洛氏硬度计读数为 X (HRC)，重复测量引起的测量误差 δ 1 (HRC)，洛氏硬度计最大允许偏差造成的误差 δ 2 (HRC)，硬度计偏差导致的误差 δ 3 (HRC) 则：

$$C=X+ \delta 1+ \delta 2+ \delta 3$$

即为切齿链片硬度的数学模型。

### 3、测量不确定度的计算

按照标准的要求，对锯链切齿链片硬度 C 进行测量，测量结果：

样品编号 测点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	55.2	55.1	54.9	55.9	53.8	52.9	55.5	56.3	56.2	55.1
2	55.6	55.4	55.2	55.7	54.8	53.7	55.1	55.9	55.8	55.3
3	55.5	55.3	55.4	55.8	55.1	54.9	55.8	55.4	55.7	55.6
平均值	55.4	55.3	55.2	55.9	54.6	53.8	55.5	55.9	55.9	55.3

### (1) 利用贝塞尔公式

被测量 C 的十次独立测量的算术平均值为

$$\bar{x} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} X_i = 55.3$$

单个测得值的  $X_i$  的实验室标准差  $s^2(X_i)$  为

$$s^2(x_k) = \frac{1}{10-1} \sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2 = 0.2185$$

单个测得值  $X_i$  实验室标准偏差  $s(X_i)$  为

$$s(x_k) = \sqrt{\frac{1}{10-1} \sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2} = 0.4675$$

自由度为 9

重复性测量引入的不确定度分量为  $u_1 = 0.4675$

### (2) 硬度计最大允许偏差引入的标准不确定度分量 $u_2$

洛氏硬度计最大的允许误差为  $\pm 0.5\text{HRC}$ ，以均匀分布估计

$$u_2 = \frac{0.5}{\sqrt{3}} = 0.2887$$

### (3) 硬度计偏差导致的不确定度

在测量  $C=55\text{HRC}$  标准样块时三次测量平均值  $\bar{C}=55.2$  硬度计测量偏差为  $\bar{C}-C=0.2\text{HRC}$

故硬度计偏差引入的不确定度分量为  $u_3=0.2\text{HRC}$

### (4) 合成标准不确定度

$$U_L = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 0.5847\text{HRC}$$

#### (5) 扩展不确定度

取扩展因子  $k=2$ ,

$$U = k \times U_L = 1.1695\text{HRC}$$

### 4、测量不确定度报告

切齿链片硬度测量扩展不确定度  $U=1.1695$  (HRC)。它是由合成标准不确定度  $U_L$  和扩展因子  $k$  相乘得到的, 置信率为 95%。

### 参考文献

- [1] 王振东, 余光宇, 魏娜, 才丽华. 油锯锯链制动器试验台的研制[J]. 林业机械与木工设备, 2016, 44(05):46-48.
- [2] 魏娜, 王振东. 林业机械产品检测工作解析[J]. 林业机械与木工设备, 2015, 43(01):37-39.
- [3] 张春花, 宫巨龙, 杨忠梅, 张玉文. 洛氏硬度试验测量不确定度的评定[J]. 特钢技术, 2019, 25(04):50-55.