

中华人民共和国工业和信息化部
轻工计量技术规范

JJF (轻工) XXXX—XXXX

复合拉次仪校准规范

Calibration Specification for composite tensile tester

(报批稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

复合拉次仪校准规范

Calibration Specification for
composite tensile tester

JJF(轻工)XXXX—XXXX

归口单位：中国轻工业联合会

起草单位：上海市质量监督检验技术研究院有限公司

本规范技术条文委托起草单位负责解释

本规范起草人：

李政（上海市质量监督检验技术研究院有限公司）

范海艇（上海市质量监督检验技术研究院有限公司）

王振（上海市质量监督检验技术研究院有限公司）

目 录

引 言.....	II
1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 概述.....	1
4 计量特性.....	2
5 校准条件.....	2
5.1 环境条件.....	2
5.2 测量标准及其他设备.....	3
6 校准项目和校准方法.....	3
6.1 校准项目.....	3
6.2 校准方法.....	4
7 校准结果表达.....	7
8 复校时间间隔.....	8
附录 A.....	9
附录 B.....	11
附录 C.....	12

引 言

JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》和 JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列文件。

本规范的附录 A “校准原始记录格式（参考件）”、附录 B “校准证书内页格式（参考件）”、附录 C “校准结果不确定度评定示例（参考件）”均为资料性附录。

本规范为首次发布。

复合拉次仪校准规范

1 范围

本规范适用于复合拉次仪的校准。具有相同测试原理的其他试验装置可参照本规范执行。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

QB/T 2171-2014 金属拉链

QB/T 2172-2014 注塑拉链

QB/T 2173-2014 尼龙拉链

ASTM D2061-2013 Standard Test Methods for Strength Tests for Zippers

JJF(浙)1114-2015 拉链拉合轻滑度测试仪校准规范

JJG 455-2000 工作测力仪检定规程

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 概述

复合拉次仪是一种综合评定拉链整体使用性能和耐用度指标的仪器，包含拉链强度、拉合轻滑度以及负荷拉次测试。复合拉次仪主要由负荷拉次仪（拉链疲劳试验机）和拉链拉合轻滑度测试仪组成：负荷拉次仪利用特定的安装夹具可以测试出规定角度和长度的条件下的拉链最大承受力值以及耐拉次数；拉链拉合轻滑度测试仪用于测量拉链在规定长度内最大拉力值。

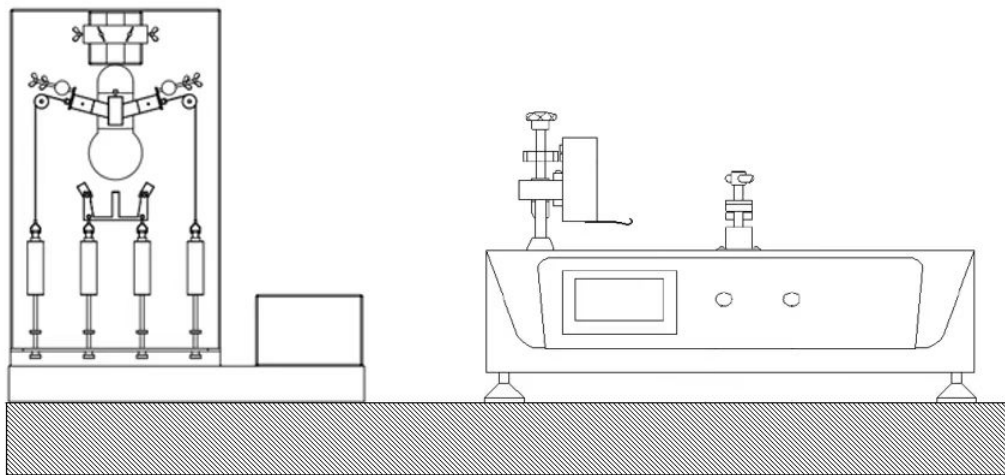


图 1 复合拉次仪仪器示意图

4 计量特性

4.1 夹头尺寸

4.1.1 夹头横向宽度 (25 ± 2) mm。

4.1.2 夹头纵向宽度 (10 ± 1) mm。

4.1.3 夹紧面齿形夹角 $(60 \pm 0.5)^\circ$ 。

4.2 往复运动行程 (75 ± 1) mm。

4.3 往复运动频率 (30 ± 3) 次/分钟。

4.4 开闭角度：开合时为 30° ，最大允许误差： $\pm 5^\circ$ 。闭合时为 60° ，最大允许误差： $\pm 10^\circ$ 。

4.5 负荷：拉链抗拉强度为 $(1-100)$ N，最大允许误差： $\pm 1\%$ 。

4.6 试验拉力：力值分辨力 ≤ 0.05 N，最大允许误差： ± 0.1 N，力值重复性 0.1 N，试验力回零误差 ≤ 0.05 N，精度为 $\pm 0.5\%$ FS。

4.7 测试位移： ≥ 200 mm，最大允许误差： ± 1 mm。

4.8 测试速度： (1250 ± 50) mm/min。

注：以上指标不适用于仪器设备的合格性判定，仅供参考。

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 温度： $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ 。

5.1.2 相对湿度： $\leq 65\%RH$ 。

5.1.3 其他条件：仪器应水平放置在稳固工作台上，校准环境应清洁，周围无腐蚀性介质，无明显强烈振动，无强烈气流。

5.2 测量标准及其他设备

测量标准及其他设备见表 1。

表 1 测量标准及其他设备

序号	测量标准名称 (或设备名称)	测量范围、分度值或分辨力(或测量范围)	不确定度或准确度等级或最大允许误差
1	电子游标卡尺	测量范围：(0~150) mm， 分度值 0.01mm	$\pm 0.02\text{mm}$
2	电子秒表	测量范围：(0.01-3600) s， 分度值：0.01s	$\pm 0.07\text{s}$
3	测力仪	测量范围：(1~100) N， 分辨力 0.01 N	0.3 级
4	力值砝码	1N, 2N, 5N, 10N, 20N, 50N 砝码各 2 个	$\pm 0.1\%$
5	数显角度仪	测量范围：(0~90)°， 分度值 0.1°	$\pm 0.1^\circ$
6	钢直尺	测量范围：(0~300) mm， 分度值 1mm	$\pm 0.12\text{mm}$
注：校准用测量标准可选用本表所列，也可选用测量范围覆盖被校准量的测量范围，其测量结果扩展不确定度 $U(k=2)$ 不大于校准量最大允许误差绝对值 1/3 的测量标准。			

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

复合拉次仪校准项目对应本规范计量特性条款和校准方法条款见表 2。

表 2 仪器校准项目

序号	校准项目	计量特性条款	校准方法条款
1	夹头横向宽度	4.1.1	6.3.1
2	夹头纵向宽度	4.1.2	6.3.2
3	夹紧面齿形夹角	4.1.3	6.3.3
4	往复运动行程	4.2	6.3.4

5	往复运动频率	4.3	6.3.5
6	开启角和闭合角	4.4	6.3.6
7	负荷	4.5	6.3.7
8	试验拉力	4.6	6.3.8
9	测试位移	4.7	6.3.9
10	测试速度	4.8	6.3.10

6.2 校准方法

6.2.1 校准前准备

仪器应在适当位置装有铭牌，铭牌上须注明型号、规格、制造厂家、出厂编号和出厂日期，字迹应清晰。仪器应安放在平稳的工作台上，安放的环境应清洁，无明显震动和腐蚀性介质。仪器应清洁，外表不应有影响性能的机械损伤。仪器应能运行正常，计数准确。

6.2.2 夹头横向宽度测量

用游标卡尺分别测量拉链固定的横向夹头，选择夹持点为测量点分别测量，各重复测量三次并记录测量结果，以三次测量结果的算术平均值作为夹头横向宽度。

6.2.3 夹头纵向宽度测量

用游标卡尺分别测量拉链固定的同一侧纵向夹头，选择夹持点为测量点分别测量，各重复测量三次并记录测量结果，以三次测量结果的算术平均值作为夹头纵向宽度。

6.2.4 夹紧面齿形夹角

将拉链固定在夹具上，使夹具处于固定状态，利用数显角度仪测量夹具夹持状态下的夹角，重复测量三次并记录测量结果，以三次测量结果的算术平均值作为夹紧面齿形夹角。

6.2.5 往复运动行程

利用游标卡尺标记出升降杆的初始位置，开启拉次仪，完成规定试验次数后，标记出升降杆终止位置，重复测量三次，以三次测量结果的算术平均值作

为往复运动行程值。

6.2.6 往复运动频率

开启拉次仪，同时开启电子秒表，测量拉次仪往复 n 次所需的时间，移动频率按照下列公式进行计算：

$$f = n / t \times 60 \quad (3)$$

式 (3) 中， f —— 往复运动频率，次/分钟；

n —— 运行次数，次；

t —— 运行时间，s。

6.2.7 开启角和闭合角

将测试拉链安装于拉次仪上，启动拉次仪，对拉链做拉合测试，用数显角度仪分别测量拉链闭合和开启时的角度。重复测量三次，以三次测量结果的算术平均值作为开闭角度的测量值。

6.2.8 负荷

使用力值砝码或测力仪对拉次仪上安装的测力计进行校准，侧向力值按照 20N、40N、60N、80N、100N 的测力计的点进行校准，纵向力值按照 10N、20N、30N、40N、50N 的测力计的点进行校准。方法参照 JJG 455 所规定的检定方法，进行选点及加载。根据所选定的检定点沿受力轴线依次递增标准力值，至各检定点保持稳定后记录相应进程示值，至测量上限后依次递减卸载力值。此过程重复三次，然后进行示值误差等参数的计算。计算公式如下：

$$\delta = (\overline{F} - F) / F \times 100\% \quad (4)$$

式 (4) 中， δ —— 工作测力仪的示值误差；

F —— 标准力值；

$\overline{F}$ —— 工作测力仪上读数的 3 次算术平均值。

6.2.9 试验拉力

6.2.9.1 力显示装置的分辨率

力显示装置的分辨率 r 为引起相应示值产生可觉察到变化的被测量的最小变化。

6.2.9.2 试验力示值误差和示值重复性

a) 试验力校准点包含 2N、10N、20N 三个校准点。

b) 在仪器尾端安装可移动滑轮，使连接测力仪丝线、滑轮、测试仪在受力轴线上。

c) 测力仪和测试仪示值清零，调节横向调节手柄施加力值，至校准点保持稳定后读取测试仪进程示值，该过程连续进行 3 次。试验力示值误差和示值重复性按下式计算：

$$\delta = \overline{F_i} - F \quad (5)$$

$$b = F_{\text{imax}} - F_{\text{imix}} \quad (6)$$

式 (5) (6) 中：

δ ——试验力示值误差；

$\overline{F_i}$ ——测试仪第 i 校准点 3 次校准进程示值的算术平均值；

F ——标准力值；

b ——试验力示值重复性；

F_{imax} 、 F_{imix} ——测试仪第 i 校准点 3 次进程示值的最大值和最小值；

6.2.9.3 试验力回零差

每次校准结果卸除试验力后读取测试仪的回零示值，取 3 次回零示值的最大值作为试验力回零差。

$$F_0 = F_{\text{i0max}} \quad (7)$$

式 (7) 中：

F_0 ——试验力回零差；

F_{i0max} ——3 次回零示值的最大值。

6.3.9 测试位移示值误差

仪器设定位移距离 200mm，开启测试仪，当位移夹具自动停止后用钢直尺测量位移夹具移动距离，该过程连续进行 3 次。位移示值误差按下式计算：

$$\Delta L = L - \overline{L_i} \quad (8)$$

式 (8) 中:

ΔL ——位移示值误差;

L ——设定的位移距离;

$\overline{L_i}$ ——3 次位移测量值的算术平均值;

6.3.10 测试速度

仪器设定最大位移距离, 空载开启测试仪, 同时按下秒表, 当测试仪自动停止时同时停止秒表, 用钢直尺测量移动距离, 该过程连续进行 3 次。测试速度按下式计算:

$$v_i = \frac{L_i}{t_i} \quad (9)$$

$$v = \overline{v_i} \quad (10)$$

式 (9) (10) 中:

v_i ——第 i 次测试速度;

L_i ——第 i 次位移距离;

t_i ——第 i 次位移所用时间;

$\overline{v_i}$ ——3 次测试速度的算术平均值;

v ——测试速度。

7 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映, 校准证书应至少包括以下信息:

- a) 标题, 如“校准证书”;
- b) 检测装置名称和地址;
- c) 进行校准的地点 (如果与试验装置的地址不同);
- d) 证书的唯一性标识 (如编号), 每页及总页数的标识;
- e) 客户的名称和地址;
- f) 被校对象的描述和明确标识;
- g) 进行校准的日期, 如果与校准结果的有效性和应用有关时, 应说明被校对象的接收日期;

- h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对被校准样品的抽样程序进行说明；
- i) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- k) 校准环境的描述；
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- m) 对校准规范的偏离的说明；
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

8 复校时间间隔

在定期进行期间核查的条件下，建议复校时间间隔一般不超过 1 年。

注：由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的，因此，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录 A

复合拉次仪校准记录参考格式

复合拉次仪原始记录

编号:

器具名称		客户名称			
型号/规格		联络信息			
出厂编号		校准/检定日期	年 月 日		
精度等级		有效期至	年 月 日		
制造单位		环境温度	℃	相对湿度	%RH
收样日期		仪器设备状况	☐ 正常 ☐ 异常 (说明见结果/说明栏)		
地点					
校准依据					
标准器及配套设备					
名称/型号	编号	测量范围	不确定度或准确度等级或最大允许误差	证书编号/有效期至	溯源机构名称

结果记录:

1、通用技术:

2、计量特性校准 (见下页):

编号:

序号	校准项目	技术要求	实测结果			平均值			扩展不确定度 $U/U_{\text{rel}}(k=2)$
1	夹头横向宽度	(25±2) mm							
2	夹头纵向宽度	(10±1) mm							
3	夹紧面齿形夹角	(60±0.5) °							
4	往复运动行程	(75±1) mm							
5	往复运动频率	(30±3) 次/分钟							
6	开闭角度	开合时为 30°，最大允许误差：±5°。闭合时为 60°，最大允许误差：±10°							
7	负荷	±1%							
8	试验拉力 (N)					平均值	误差	重复性	
		2							
		10							
		20							
9	力显示装置的相对分辨率 (N)								
10	试验力回零差 (N)								
11	测试位移 (mm)	200					误差：		
12	测试速度 (mm/min)	1250±50							

以下空白

校准员:

审核员:

附录 B

复合拉次仪校准证书内页参考格式

证书编号：

校 准 结 果

序号	校准项目	技术要求	实测结果		扩展不确定度 $U/ U_{rel}(k=2)$	
1	夹头横向宽度	(25±2) mm				
2	夹头纵向宽度	(10±1) mm				
3	夹紧面齿形夹角	(60±0.5) °				
4	往复运动行程	(75±1) mm				
5	往复运动频率	(30±3) 次/分钟				
6	开闭角度	开合时为 30° ，最大允许误差：±5° 。闭合时为 60° ，最大允许误差：±10°				
7	负荷	±1%				
序号	校准项目	技术要求	实测结果	示值误差	示值重复性	扩展不确定度 $U/ U_{rel}(k=2)$
8	试验力（N）	2				
		10				
		20				
9	力显示装置相对分辨率（N）					
10	试验力回零差（N）					
11	测试位移（mm）	200				
12	测试速度（mm/min）	1250±50				

以下空白

附录 C

复合拉次仪测量不确定度评定示例

(以长度、力值、频率为例)

C.1 长度类不确定度评定

C.1.1 概述

负荷拉次中的尺寸参数测量,使用(0~150)mm游标卡尺,分度值为0.01 mm,最大允许示值误差为 ± 0.02 mm。测量在 (23 ± 5) ℃,相对湿度为 $\leq 65\%$ RH条件下进行。用游标卡尺分别测量仪器各夹具的尺寸。重复三次得出平均值,即为实测值,计算校准点示值误差。

C.1.2 数学模型

由测量原理和方法,得到测量模型:

$$\Delta L = L_a - L_s$$

式中: ΔL ——被测尺寸校准点的示值误差, mm;

L_a ——被测尺寸校准点上标称值, mm;

L_s ——标准器在校准点上读数, mm。

方差和灵敏系数:

$$u_c^2(\Delta L) = c_1^2 u^2(L_a) + c_2^2 u^2(L_s)$$

式中: $u(L_i)$ ——测量重复性引入的标准不确定度分量

$u(L_{cal})$ ——标准器具引入的标准不确定度分量

灵敏系数:

$$c_1 = \frac{\partial(\Delta L_i)}{\partial(L_i)} = 1 \quad c_2 = \frac{\partial(\Delta L_i)}{\partial(L_{cal})} = 1$$

故:

$$u_c^2(\Delta L_i) = u^2(L_i) + u^2(L_{cal})$$

C.1.3 不确定度来源

现场设施、环境条件如不满足规程要求，不进行校准，因此在实验室或现场校准过程中，由温、湿度等环境影响引起的不确定度分量，除特别注明外，不再另作分析

标准不确定度分量	不确定度来源
$u(L_a)$	校准标尺时人眼分辨力引起的标准不确定度分量
$u_1(L_s)$	测量重复性引起的不确定度分量
$u_2(L_s)$	游标卡尺示值误差引起的不确定度分量
$u_3(L_s)$	游标卡尺分度值量化误差引起的不确定度分量

C.1.4 标准不确定度的评定

C.1.4.1 输入量 L_s 的标准不确定度 L_s 的评定

输入量 L_s 的标准不确定度 $u(L_s)$ 来源主要是测量重复性引起的标准不确定度分项 $u_1(L_s)$ ，游标卡尺示值误差引起的标准不确定度分项 $u_2(L_s)$ 和游标卡尺分度值量化误差引起的标准不确定度 $u_3(L_s)$

C.1.4.2 测量重复性引起的标准不确定度分量 $u_1(L_s)$

采用连续重复多次测量直接求出标准不确定度，即采用 A 类方法进行评定。

在 50 mm 处在重复性条件下连续 10 次测量，得到一测量（见下表）。

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
实测值 mm	50.10	50.06	50.16	50.12	50.08	50.06	50.12	50.16	50.10	50.09

则单次测量结果的平均值 $\bar{L}_s$ 和单次测量结果的实验标准偏差 s_i 为：

$$\text{单次平均值} \quad L_0 = \frac{\sum_{i=1}^{10} L_i}{10} = 50.105(mm)$$

$$\text{单次标准差} \quad S_p = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (L_i - L_0)^2}{10-1}} = 0.0357(mm)$$

实际测量情况:每一个校准点在重复性条件下连续测量 3 次 ($m=3$), 以 3 次测量算术平均值为测量结果, 则可得到:

游标卡尺测量重复性引起的标准不确定度:

$$u_1(L_s) = \frac{S_p}{\sqrt{m}} = \frac{0.0357}{\sqrt{3}} = 0.0206(mm)$$

C. 1. 4. 3 游标卡尺示值误差引起的标准不确定度分量 $u_2(L_s)$

游标卡尺示值误差引起的标准不确定度可根据检定证书或校准证书给出的该游标卡尺的最大允许误差示值误差来评定, 属均匀分布, 可采用 B 类方法评定。

游标卡尺最大允许误差为 $\pm 0.02mm$, 即 $a = 0.02 \text{ mm}$, 通常认为在区间内服从均匀分布, 即包含因子 $k = \sqrt{3}$, 则游标卡尺在测量点示值的标准不确定度 $u_2(L_s)$:

$$u_2(L_s) = \frac{a}{k} = \frac{0.04}{\sqrt{3}} = 0.0231(mm)$$

C. 1. 4. 4 游标卡尺分度值量化误差引起的标准不确定度 $u_3(L_s)$

电子游标卡尺分辨力为 $0.01mm$, 其量化误差以等概率分布在半宽为 $a = 0.01 \text{ mm}$ 的区间内, 属均匀分布, 即包含因子 $k = \sqrt{3}$, 故引人的不确定度为,

$$u_3(L_s) = \frac{a}{k} = \frac{0.01}{\sqrt{3}} = 0.0058(mm)$$

C. 1. 4. 5 输入量 L_s 的标准不确定度的计算

$$u(L_s) = \sqrt{u_1^2(L_s) + u_2^2(L_s) + u_3^2(L_s)} = \sqrt{0.0206^2 + 0.0231^2 + 0.0058^2} = 0.03149(mm)$$

C. 1. 5 合成标准不确定度

$$u(\Delta L_i) = \sqrt{u^2(L_i) + u^2(L_{cal})} = \sqrt{0.0408^2 + 0.0315^2} = 0.0515(mm)$$

C.1.6 扩展不确定度 U

取 $k=2$ ，则

$$U=0.10\text{mm} \quad (k=2)$$

C.2 力值不确定度评定

C.2.1 概述

负荷拉次中的力值部分校准，使用优于 0.3 级标准测力仪或标准测力砝码对仪器进行测量。在温度 $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，相对湿度为 $\leq 65\%RH$ 条件下进行。在规定的条件下，使用标准测力砝码或标准测力仪对工作测力仪施加负荷至测力点。可得到标准力值相对应的工作测力仪负荷示值，该过程连续三次，以三次示值的算术平均值减去标准力值即得到该测量点工作测力仪的示值误差。

C.2.2 数学模型

数学模型： $\delta = \overline{F_2} - F_1$

式中： δ 工作测力仪的示值误差；

F_1 标准力值；

$\overline{F_2}$ 工作测力仪上读数的 3 次算术平均值。

C.2.3 输入量 $\overline{F_2}$ 的标准不确定度的评定

C.2.3.1 标准不确定度来源

输入量 $\overline{F_2}$ 的标准不确定度来源主要是工作测力仪的测量重复性 u_1 和工作测力仪读数的不确定度 u_2 构成。

C.2.3.2 工作测力仪重复性给出的不确定度的 u_1 评定

对于数显式工作测力仪通常以检定示值确定工作测力仪的准确度级别。选择一支 500N 的数显式工作测力仪，选择 100N 量程作为测量点，连续测量 10 次，得到测量数据如下：

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
示值 (N)	100.2	100.4	100.3	100.1	100.5	100.1	100.4	100.1	100.3	100.4
平均值 (N)	100.28									
标准差 (N)	0.15									

C.2.3.3 由工作测力仪读数估算的不确定度 u_2 的评定

工作测力仪示值分辨率为 e ，半宽为 $e/2$ ，服从均匀分布 $k=\sqrt{3}$ ，则：

$$u_2 = \frac{e}{2\sqrt{3}}$$

$$u_2 = \frac{0.1}{2\sqrt{3}} = 0.029N$$

C.2.4 输入量 F_1 的标准不确定度的评定

输入量 F_1 的标准不确定度主要来源于标准测力仪和标准砝码。可根据检定证书给出的相对误差来评定。标准测力仪的最大力值相对误差为0.1%，服从均匀分布 $k=\sqrt{3}$ ，则：

$$u_3 = \frac{0.1\% * 200}{\sqrt{3}} = 0.12N$$

C.2.5 合成标准不确定度的计算

不确定度分量	不确定度来源	不确定度引入量
u_1	测量重复性	$S_p / \sqrt{3}$
u_2	示值分辨率	$\frac{e}{2\sqrt{3}}$
u_3	准确度	$\frac{e}{2\sqrt{3}}$

输入量 F_1 与 $\overline{F_2}$ 彼此独立不相关，所以合成标准不确定度为：

$$u = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 0.19N$$

$$u_{rel}(F) = 0.097\%$$

$$U_{rel} = k \times u_{rel}(F) = 0.2\% \quad k = 2$$

C.3 频率不确定度评定

C.3.1 概述

对负荷拉次性能的运动频率进行校准,使用电子秒表进行测量。在温度(23±5)℃,相对湿度为≤65%RH条件下进行。在规定环境条件下,使用电子秒表测量规定时间的往复运动频率或者记录规定的往复运动频率的时间。

C.3.2 数学模型

$$e_2 = R_s - R$$

式中: e_2 ——往复频率的示值误差;

R_s ——负荷拉次仪在测量点的设定值;

R ——电子秒表在测量点的实测计算值。

C.3.3 不确定度引入量

C.3.3.1 测量重复性引入的标准不确定度

按照规程测定 1min 进行测量,得到 10 组数据。10 次独立测量,数据记录如下:

序号	实测值 (s)	序号	实测值 (s)
1	60.08	6	60.06
2	60.08	7	60.08
3	60.10	8	60.08
4	60.04	9	60.12
5	60.08	10	60.15
平均值	60.087		

$$S(t) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (t_k - \bar{t})^2} = 0.031 \text{ (s)} \quad (n=10)$$

$$\text{所以 } u_A(r) = 0.031 \text{ (s)}$$

C.3.3.2 电子秒表最大允许误差所引入的不确定度

假设均匀分布，标准器电子秒表引入的不确定分量 $u_B(r) = \frac{0.07}{\sqrt{3}} = 0.058\text{s}$

C.3.3.3 合成不确定度的计算及扩展不确定度的评定

C.3.3.3.1 合成不确定度来源

不确定度分量	不确定度来源	不确定度引入量
u_A	测量重复性	$S_p / \sqrt{3}$
u_B	准确度	$\frac{e}{2\sqrt{3}}$

$$u_c = \sqrt{u_A(r)^2 + u_B(r)^2} = \sqrt{0.058^2 + 0.031^2} = 0.066\text{s}$$

此次评定取 $k=2$ ，则测量结果的扩展不确定度 $U = 0.13\text{s}$ ($k=2$)

则规定的 1 分钟的相对不确定度为： $U_{\text{rel}}=0.13/60=0.2\%$ ($k=2$)