

JJF

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1216—2009



音波式皮带张力计校准规范

Calibration Specification for
Sonic Belt Tension Meters

2009-05-18 发布

2009-08-18 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

目 录

音波式皮带张力计校准规范

Calibration Specification for
Sonic Belt Tension Meters

JJF 1216—2009

1 计量特性 (1)

2 校准条件 (1)

3 校准项目和校准方法 (2)

4 校准结果表达 (4)

本规范经国家质量监督检验检疫总局于 2009 年 5 月 18 日批准，并自 2009 年 8 月 18 日起施行。

5 校准环境条件 (2)

6 计量标准器具和主要测量设备 (2)

7 校准项目和校准方法 (2)

7.1 校准项目 (2)

7.2 校准方法 (2)

8 校准结果表达 (4)

归 口 单 位：全国声学计量技术委员会

起 草 单 位：上海市计量测试技术研究院

陕西师范大学应用声学研究所

附录 A 校准证书内容 (5)

附录 B 校准结果不确定度评定实例 (7)

附录 C 音波张力计使用中的适用性 (9)

本规范由全国声学计量技术委员会负责解释

声学声压级校准规范

本规范主要起草人：

安兆亮（上海市计量测试技术研究院）

吴胜举（陕西师范大学应用声学研究所）

参加起草人：

张贵仁（上海市计量测试技术研究院）

周子炜（上海市计量测试技术研究院）

全国声学计量委员会 秘书处

上海市计量测试技术研究院 起草

西安交通大学声学研究所 起草

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 术语和计量单位	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(1)
5.1 频率示值误差	(1)
5.2 声信号灵敏度特性	(2)
5.3 张力测量值与计算值的偏差	(2)
6 校准条件	(2)
6.1 校准环境条件	(2)
6.2 计量标准器和主要配套设备	(2)
7 校准项目和校准方法	(2)
7.1 校准项目	(2)
7.2 校准方法	(2)
8 校准结果表达	(4)
8.1 校准数据处理	(4)
8.2 校准证书	(4)
8.3 校准结果的测量不确定度评定	(4)
9 复校时间间隔	(4)
附录 A 校准证书内容	(5)
附录 B 校准结果不确定度评定实例	(7)
附录 C 音波张力计使用中的适用性	(9)

音波式皮带张力计校准规范

1 范围

本规范适用于测量传动带静态张力的音波式皮带张力计（以下简称音波张力计）的校准。

2 引用文献

本规范引用了下列文献：

JJG 188—2002	声级计
JJG 455—2000	工作测力仪
JJF 1001—1998	通用计量术语及定义
JJF 1034—2005	声学计量名词术语及定义
JJF 1059—1999	测量不确定度评定与表示
GB/T 3102.7—1993	声学的量和单位

使用本规范时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 术语和计量单位

本规范采用 JJF 1034—2005 中有关的名词术语和定义以及 GB/T 3102.7—1993 中规定的量和单位。

4 概述

音波张力计是以声学方式测量传动带静态张力的非接触式测力仪，其工作原理是通过静态张紧状态下的皮带受冲击后振动固有频率进行测量计算处理得到皮带张力。

音波张力计主要由传声器、频率测量单元、控制单元、显示单元和计算机软件等部分构成。为了便于测量大多音波张力计还配有可以任意弯曲的延长杆。

音波张力计根据测得的频率，按以下公式计算皮带张力：

$$T=4 \times M \times W \times S^2 \times f^2 \quad (1)$$

式中：T——皮带张力，N；

M——皮带单位长度单位宽度的质量，kg/m²；

W——皮带宽度，m；

S——两皮带轮跨距，m；

f——振动固有频率（基频），Hz。

测试时，M，W，S 由测试人员手工输入。

5 计量特性

5.1 频率示值误差

音波张力计的工作频率主要集中在 10Hz~600Hz 范围内,少数具有高频测试挡位的音波张力计的工作频率可以达到 5kHz。所有频率点的示值误差一般不超过 $\pm 2\%$;换挡误差一般不超过 $\pm 1\%$ 。

5.2 声信号灵敏度特性

音波张力计能够得到稳定声信号响应的最低声压。音波张力计在 125Hz 声信号频率点,声压 70dB 时,一般应有稳定响应,即示值误差一般不超过 $\pm 2\%$,声信号灵敏度特性一般不超过该值 5dB。

5.3 张力测量值与计算值的偏差

音波张力计张力测量值与计算值的偏差一般不超过 5%。

注:以上所有指标不是用于合格性判别,仅提供参考。

6 校准条件

6.1 校准环境条件

温度:(10~35)℃;

相对湿度:(20~80)%;

大气压力:(86~106) kPa;

室内 A 计权环境噪声: ≤ 45 dB。

6.2 计量标准器和主要配套设备

6.2.1 正弦信号发生器

正弦信号发生器的频率范围为 10Hz~20kHz,频率误差应优于 $\pm 0.25\%$,幅值稳定性应优于 ± 0.02 dB。

6.2.2 耦合腔

耦合腔在 10Hz~10kHz 频率范围内,谐波失真小于 3%。

6.2.3 声级计

声级计等级为 2 级,具有 L 计权。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

音波张力计校准项目见表 1。

表 1 音波张力计校准项目一览表

序号	校准项目	计量特性条款号	校准项目对应的条款号
1	外观检查	—	7.2.1
2	频率示值误差	5.1	7.2.2
3	声信号灵敏度特性	5.2	7.2.3
4	张力测量值与计算值的偏差	5.3	7.2.4

7.2 校准方法

7.2.1 外观检查

- a) 产品名称、型号、序列号、制造商名称或商标等标志应清晰可辨、正确、不易脱落；
- b) 外壳各结构件之间的连接应结合紧密、接触良好、不应有机械损伤；
- c) 控制键应定位准确，接触可靠，操作灵活自如。

7.2.2 频率示值误差

- a) 音波张力计频率示值误差测量在耦合腔中完成，校准装置方框图如图 1 所示。
- b) 将音波张力计的传声器紧密地插入耦合腔中，并调用音波张力计频率测试界面。正弦信号发生器通过耦合腔发出声信号。在 10Hz~100Hz 频率范围内间隔 20Hz 取点测试；在 100Hz~600Hz 频率范围间隔 100Hz 取点测试。对有高频挡的音波张力计，从 500Hz 起每间隔 500Hz 取点测试，直至量程上限。在每一频率点上测量 3 次；记录音波张力计各校准点的频率示值。按公式 (2) 计算频率示值误差，每一频率点 3 次测量结果中的示值误差最大值即为该频率示值误差。

- c) 对有不同频率测量挡位的音波张力计，低频/中频的换挡误差在 100Hz 频率点测量，中频/高频的换挡相对误差在 500Hz 频率点测量。按公式 (3) 计算频率换挡误差。示值误差 δ_p 按式 (2) 计算：

$$\delta_p = \frac{f_p - f}{f} \times 100\% \quad (2)$$

换挡误差 δ_H 按下式计算：

$$\delta_H = \frac{f_p - f_x}{f_x} \times 100\% \quad (3)$$

式中： f_p ——频率示值，Hz；

f ——频率标准值，Hz；

f_x ——两相邻频率挡中较小一挡测得的频率示值，Hz。

7.2.3 声信号灵敏度特性

- a) 音波张力计声信号灵敏度测量在耦合腔中完成，校准装置方框图如图 1 所示。

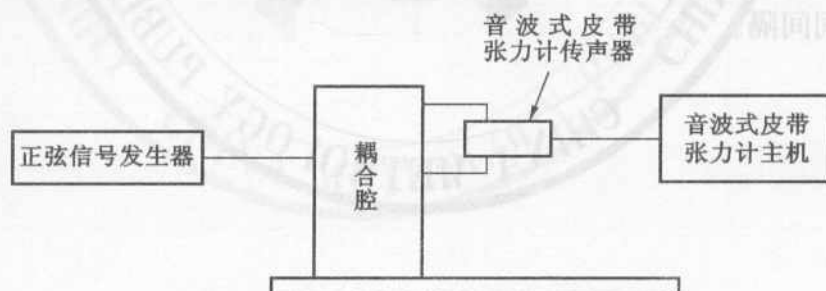


图 1 频率示值误差校准方框图

- b) 将音波张力计的传声器紧密地插入耦合腔中，并调用音波张力计频率测试界面。将正弦信号发生器信号频率设为 125Hz，用音波张力计测量频率。不断调节信号幅值，寻找连续测量 10 次测量值的示值误差不超过 $\pm 2\%$ 的最小幅值，记录该正弦信号发生器的幅值。

c) 将声级计传声器紧密插入耦合腔中, 测试计权设为 L 计权, 将正弦信号发生器信号频率设为 125 Hz, 调节幅值与 b) 中记录值相同, 记录这时的声压级。

7.2.4 张力测量值与计算值的偏差

a) 音波张力计声信号灵敏度测量在耦合腔中完成, 校准装置方框图如图 1 所示。

b) 调用音波张力计张力测试界面, 手动输入 M , W , S 值, 可将 M , W 值设为 10, S 值设为 1000。

c) 将音波张力计的传声器紧密地插入耦合腔中, 正弦信号发生器信号频率设为 100 Hz, 用音波张力计测量张力并记录该值。测试中所用的声信号不宜过大, 以音波张力计能稳定地接收到声音为宜。

d) 改变正弦信号发生器信号频率为 10 Hz, 50 Hz, 500 Hz, 重复以上步骤。

e) 由公式 (1) 得到张力计算值, 张力测量值减去该张力计算值即为张力测量值与计算值偏差。

8 校准结果表达

8.1 校准数据处理

所有的数据应先计算, 后修约。出具校准数据均保留三位有效数字。

8.2 校准证书

音波式皮带张力计经校准后发给校准证书。

校准证书应包括的信息及推荐的校准证书的内页格式见附录 A。

8.3 校准结果的测量不确定度评定

音波张力计校准结果的不确定度按 JJF 1059 的要求评定, 不确定度评定的实例见附录 B。

9 复校时间间隔

音波张力计的复校时间间隔建议为 1 年。然而, 复校时间间隔的长短取决于其使用情况, 如环境条件、使用频率及测量对象等, 因此, 使用单位可根据实际使用情况自主决定复校的时间间隔。

附录 A 页 共

校准证书内容

A.1 校准证书应至少包括以下信息：

- 1) 标题，如“校准证书”；
- 2) 证书的编号、页码及总页数；
- 3) 校准实验室的名称和地址；
- 4) 进行校准的日期；
- 5) 进行校准的地点；
- 6) 送校单位的名称和地址；
- 7) 被校音波式皮带张力计明确标识；
- 8) 校准所依据的技术规范的名称及代号；
- 9) 校准所用计量标准的名称、技术参数及有效性说明；
- 10) 校准时的环境条件；
- 11) 校准结果；
- 12) 校准结果的测量不确定度的说明；
- 13) 复校时间间隔的建议；
- 14) 校准人签名、核验人签名、批准人签名；
- 15) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- 16) 未经校准实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明。

A.2 音波张力计校准证书格式（推荐使用）如下：

校准证书		证书编号
校准日期	送校单位	01
校准地点	送校单位	02
校准环境条件	送校单位	03
校准结果	送校单位	04
校准结果的不确定度	送校单位	05
校准人	送校单位	06
核验人	送校单位	07
批准人	送校单位	08

校 准 证 书

证书编号：_____

送校仪器名称：_____

送校仪器标示/编号：_____

校准技术依据：_____

送校单位名称：_____

送校单位地址：_____

校准实验室名称：_____

校准实验室地址：_____

校准结果测量不确定度描述：_____

校准环境条件：温度_____ 相对湿度_____ 大气压力_____

校准结果

一、外观检查

二、频率示值误差

标准频率 /Hz	音波张力计频率示值/Hz			示值误差 /%	换挡误差 /%
	1	2	3		

三、声信号灵敏度特性

测试频率 125Hz，声信号灵敏度_____ dB。

四、张力测量值与计算值的偏差

M _____； W _____； S _____

标准频率/Hz	张力测量值/N	计算值/N	偏差/%
10			
50			
100			
500			

备注：

校准结果仅对被校对象有效；

未经校准实验室书面批准，不得部分复制校准证书。

其他：

校准日期：_____

建议复校时间间隔：_____

校准人签名：_____

核验人签名：_____

批准人签名：_____

附录 B

校准结果不确定度评定实例

音波张力计是以声学方法实现力学量的测量，频率测量是音波张力计能否精确测量张力的关键。这里以“频率示值误差”为例给出了不确定度评定实例。

如图 1 所示，将音波张力计的传声器紧密地插入耦合腔中，并调用音波张力计频率测试界面。信号发生器通过耦合腔发出声信号。对 5 个频率点做测试。每个频率点重复 10 次，取 10 次示值的算术平均值作为音波张力计的校准结果。在 5 个频率点，取标准差的最大的一组分析。

B.1 数学模型

音波式皮带张力计频率示值相对误差由按式 (B.1) 给出

$$\delta = (\bar{f} - f) / f \quad (\text{B.1})$$

式中： δ ——第 i 个频率点测量的频率示值相对误差；

\bar{f} ——对应标准频率 f 作用下音波张力计 10 次示值的算术平均值；

f ——校准音波张力计时施加的标准频率。

B.2 灵敏度系数

由公式 (B.1) 可以导出音波张力计频率示值相对误差的合成标准不确定度

$$u_c(\delta) = \sqrt{\left[\frac{\partial \delta}{\partial \bar{f}}\right]^2 u^2(\bar{f}) + \left[\frac{\partial \delta}{\partial f}\right]^2 u^2(f)} \quad (\text{B.2})$$

由于 \bar{f} 和 f 彼此独立，

$$\bar{f} \text{ 的灵敏系数} \quad c_1 = \frac{\partial \delta}{\partial \bar{f}} = 1$$

$$f \text{ 的灵敏系数} \quad c_2 = \frac{\partial \delta}{\partial f} = -1$$

故公式 (B.2) 可简化为

$$u_c(\delta) = \sqrt{u^2(\bar{f}) + u^2(f)} \quad (\text{B.3})$$

B.3 标准不确定度的 A 类评定

A 类标准不确定度主要来源于频率测量的重复性。表 B.1 中列出了不同频率点 10 次频率测试结果，取表中标准差的最大值作为 A 类标准不确定度。

$$u_A = 0.15\%$$

B.4 标准不确定度的 B 类评定

B.4.1 音波张力计的示值估读偏差

音波张力计为数字式指示装置，分辨力 r 为其末位有效数字的一个增量，按均匀分布估算，取标准差最大的一组分析，得到

$$u_{B1} = \frac{1}{2\sqrt{3} \times 300} = 0.10\%$$

表 B.1 不同频率点 10 次频率测试结果

参考频率/Hz		50	100	200	300	500
测量次数	1	50.0	100	200	300	501
	2	50.0	99.8	200	299	500
	3	49.9	100	199	300	500
	4	50.0	101	200	300	499
	5	50.0	100	200	300	500
	6	50.0	100	200	300	500
	7	50.0	100	199	299	500
	8	50.0	100	200	300	499
	9	49.9	99.8	200	300	500
	10	50.0	100	200	300	500
标准差/%		0.09	0.09	0.11	0.15	0.14

B.4.2 正弦信号发生器的频率误差

频率测量时,标准频率声信号由正弦信号发生器和耦合腔的组合系统提供,频率的误差主要由信号源,即正弦信号发生器产生,耦合腔引起的误差可以忽略不计。

在规定的条件下,温度、相对湿度等参数引起的不确定度通常可以忽略不计。

正弦信号发生器的频率误差为 $\pm 0.25\%$,按均匀分布估计,取 $k=3$,则

$$u_{B2} = 0.0025 / \sqrt{3} = 0.15\%$$

B.5 合成标准不确定度评定

频率示值误差校准结果的测量不确定度的来源及数值汇总于表 B.2 中。

表 B.2 频率示值误差校准结果的测量不确定度的来源及数值汇

序号	项目	符号	分类	标准不确定度数值/%
1	频率测量的重复性	u_A	A	0.15
2	音波张力计示值估计偏差	u_{B1}	B	0.10
3	正弦信号发生器的频率误差	u_{B2}	B	0.15

由于表 B.2 中各分量独立无关,故合成标准不确定度为

$$u_c(\delta) = \sqrt{u_A^2 + u_{B1}^2 + u_{B2}^2} = 0.23\%$$

取包含因子 $k=2$,则测量结果的扩展不确定度为

$$U = 2 \times u_c(\delta) = 2 \times 0.23\% = 0.46\% \approx 0.5\%$$

附录 C

音波张力计使用中的适用性

使用音波张力计测试皮带张力时,皮带的材质、宽度、厚度都会对张力值的测量产生偏离计算值的实际影响,因此可能需要进行修正方能准确测量,修正系数通常由生产厂家给出。

如无可依据的技术资料,音波张力计对指定皮带的适用性可由下列方法简单确定:

a) 选用实际情况下所用的皮带,并配以适合的皮带轮,安装在图 C.1 所示的装置上。两皮带轮的中心距离应大于两轮直径和的 1.5 倍。

b) 将测力仪调零,接入皮带中,调节右侧张力调节旋钮将皮带绷紧,则测力仪上的示值即皮带所受拉力。在所选皮带规定的拉伸范围内,取 3 个拉力值点进行测量。

c) 在每一张力下,测量两轮的中心距。调用音波张力计的张力测试界面,并选定所用的皮带型号,手动输入测试得到的跨距。皮带的两轮中间位置施加一瞬态作用力使皮带振动,按测试键开始测量,在这个张力值下重复测量 3 次。按公式 (C.1) 和 (C.2) 计算张力示值误差与重复性。

示值误差 δ 按下式计算:

$$\delta = \frac{\bar{T} - T}{T} \times 100\% \quad (\text{C.1})$$

重复性 R 按下式计算:

$$R = \frac{T_{\max} - T_{\min}}{T} \times 100\% \quad (\text{C.2})$$

式中: \bar{T} ——音波张力计 3 次示值的算术平均值, N;

T ——标准测力仪示值, N;

T_{\max} , T_{\min} ——音波张力计 3 次示值的最大、最小值, N。

当示值误差大于 $\pm 5\%$ 或重复性大于 5%,说明音波张力计不适用于该型号皮带张力的准确测量,需引入修正系数加以修正。

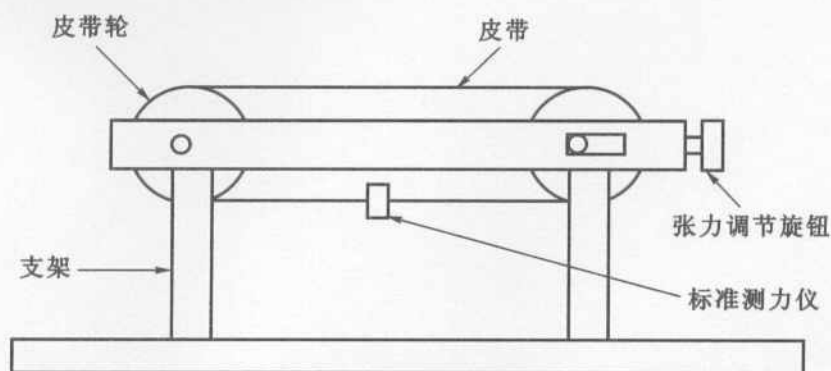


图 C.1 音波张力计对指定皮带适用性的测量装置示意图

中华人民共和国
国家计量技术规范
音波式皮带张力计校准规范
JJF 1216—2009
国家质量监督检验检疫总局发布

*

中国计量出版社出版
北京和平里西街甲2号
邮政编码 100013
电话(010)64275360
<http://www.zgjl.com.cn>
北京市迪鑫印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
版权所有 不得翻印

*

880 mm×1230 mm 16开本 印张1 字数13千字
2009年7月第1版 2009年7月第1次印刷
印数1—1 500
统一书号155026—2413 定价:24.00元