



声速与声衰减测量仪

使用说明书

大禹电子

目录

第 1 章 概述	1
1.1 测量原理	1
1.2 产品描述	3
1.3 产品特点	3
1.4 应用环境	3
第 2 章 技术规格	4
2.1 技术参数	4
2.2 结构尺寸	5
2.2.1 工装尺寸图	5
2.2.2 主机尺寸图	5
2.2.3 模拟图	6
第 3 章 测试说明	7
3.1 电气接口	7
3.2 软件下载	7
3.3 测试步骤	9
3.3.1 声速测量	9
3.3.2 声衰减系数测量	9
3.3.3 修正后声衰减系数测量	10
3.3.4 声衰减参数测量	10
3.3.5 声特性阻抗测量	10
附录 A	11
附录 B	12
附录 C	13

第 1 章 概述

1.1 测量原理

声速与声衰减系数测量原理: 声速与声衰减系数测量仪采用插入取代法。即在测试水槽中, 将被测材料样品插在发射换能器与接收换能器之间的平面波束路径上, 令其取代相同长度的水, 借助于样品插入后声脉冲信号传播时间的变化求得该材料中声速, 借助于插入不同厚度样品时接收信号幅度的变化求得该材料的声衰减系数。

声特性阻抗测量原理: 声特性阻抗的密度测量通常采用广口容量瓶法, 即在已知容积的广口容量瓶中充满介质, 装入前后的质量差即为被测介质的质量, 将其除以广口容量瓶的容积, 所得的商值即为被测介质的密度, 所测得的密度值 (kg/m^3) 与被测材料样品介质的声速 (m/s) 相乘, 结果即为声特性阻抗。

声速测量一般采用单样品法, 通过式 (1) 求出声速值:

$$C = \frac{dC_w}{d + tC_w} \quad (1)$$

式中:

C : 样品材料中声速, 单位为米每秒 (m/s);

d : 样品厚度, 单位为米 (m);

C_w : 蒸馏水中声速, 单位为米每秒 (m/s);

t : 插入样品后引起的声脉冲传播时间变化 (脉冲波形前移, 即时间缩短时取负值; 脉冲波形后移, 即时间延长时取正值), 单位为秒 (s)。

蒸馏水的声速 C_w 与温度的关系参考附录 A。

声衰减系数测量采用双样品法。 当样品足够厚, 与声束轴垂直方向两界面间不出现驻波, 且不考虑水中声衰减的影响时, 其声衰减系数按式 (2) 计算:

$$\alpha = \frac{20}{d_1 - d_s} \log\left(\frac{A_s}{A_1}\right) \quad (2)$$

式中:

α : 被测材料的声衰减系数, 单位为分贝每厘米 (dB/cm);

d_1 : 较厚样品的厚度, 单位为厘米 (cm);

d_s : 较薄样品的厚度, 单位为厘米 (cm);

A_1 : 插入较厚样品时接收信号幅度, 单位为伏特 (V);

A_s : 插入较薄样品时接收信号幅度, 单位为伏特 (V);

作为真实媒质, 水的声衰减系数并不为零。对于其衰减系数与水中衰减可以相比的样品, 如医用耦合剂等, 应予以修正。

a) 从附录 B 查找得到蒸馏水在测量所在温度的 α_w / f^2 值;

b) 将该值乘以测量所用频率 f (MHz) 的二次方值, 求得水中声衰减系数 α_w 。

则修正后的样品材料声衰减系数值按照公式 (3) 计算:

$$\alpha = \frac{20}{d_1 - d_s} \log \frac{A_s}{A_1} + \alpha_w \text{-----} (3)$$

式中:

α : 被测材料的声衰减系数, 单位为分贝每厘米 (dB/cm);

d_1 : 较厚样品的厚度, 单位为厘米 (cm);

d_s : 较薄样品的厚度, 单位为厘米 (cm);

A_1 : 插入较厚样品时接收信号幅度, 单位为伏特 (V);

A_s : 插入较薄样品时接收信号幅度, 单位为伏特 (V);

α_w : 水的声衰减系数, 单位为分贝每厘米 (dB/cm)。

蒸馏水的声衰减与温度的关系见附录 B。

声衰减参数。将式 (3) 所得 α 除以测量所在频率 f (MHz), 即得到声衰减参数 α/f 的值, 单位为 (dB/cm · MHz)。

声特性阻抗测量采用容量瓶法。分别称量容量瓶的质量 m_0 、被测介质与容量瓶的总质量 m_2 、蒸馏水与容量瓶的总质量 m_1 , 通过式 (4) 计算得密度, 并通过式 (5) 计算得声特性阻抗:

$$\rho = \frac{\rho_w(m_2 - m_0)}{m_1 - m_0} \text{-----} (4)$$

式中:

m_2 : 被测介质与容量瓶的总质量, 单位为千克 (kg);

m_1 : 蒸馏水与容量瓶的总质量, 单位为千克 (kg);

m_0 : 容量瓶的质量, 单位为千克 (kg);

ρ_w : 蒸馏水的密度, 单位为千克每立方米 (kg/m^3);

ρ : 被测介质在测量温度下的密度, 单位为千克每立方米 (kg/m^3);

$$R = C * \rho \text{-----} (5)$$

式中:

R: 声特性阻抗, 单位为 $\text{Pa}\cdot\text{s}/\text{m}$;

C: 样品材料中介质声速, 单位为米每秒 (m/s);

ρ : 样品材料中介质密度, 单位为千克每立方米 (kg/m^3)。

蒸馏水的密度与温度的关系见附录 C。若所用载质不是蒸馏水, 其密度标定也采用容量瓶法, 计算也采用式 (4), 此时 ρ 即为被标定载质的密度 ρ_0 。

1.2 产品描述

声速、声衰减与声阻抗测量仪采用超声波对射的方式, 在配有恒温装置的水槽中充以除气蒸馏水, 接收换能器定位在发射换能器的近远场交界处。脉冲信号发生器以电脉冲激励发射换能器使之产生声脉冲向水中辐射, 由接收换能器接收并通过上位机处理显示。

1.3 产品特点

- 宽频设计, 可同时兼容 $1\text{MHz}\sim 8\text{MHz}$ 频率范围内的声速、声衰减系数与声特性阻抗测量
- RS485 输出方式, 可通过上位机进行参数配置、波形显示、数据计算并展示
- 可利用该设备测量液体、固体的声速及声衰减等特性
- 脉冲幅度、脉冲数量、接收增益可调
- 高响应速率, 单次触发或多次触发

1.4 应用环境

材料科学、机械工程和医学领域。

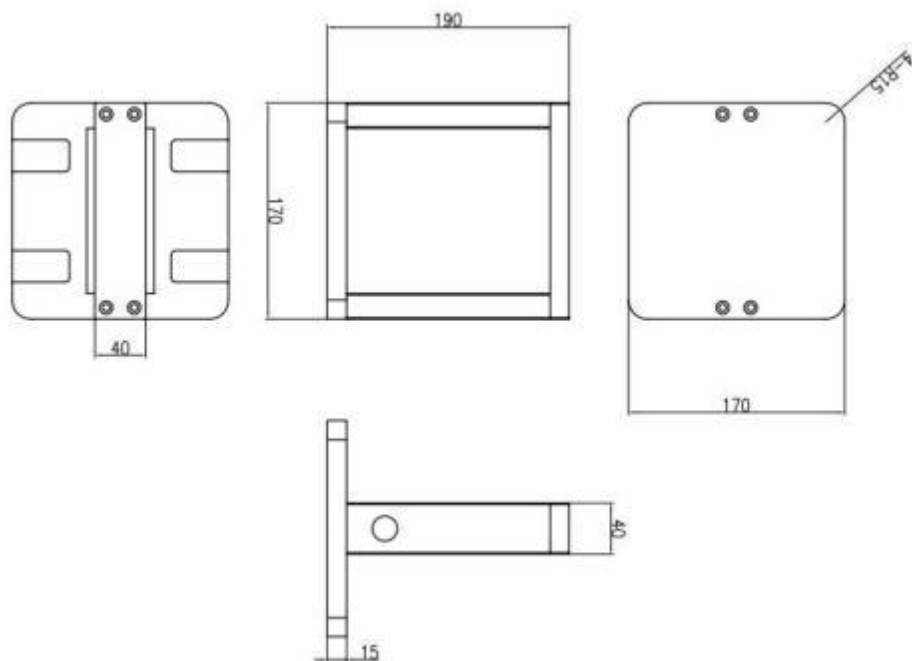
第 2 章 技术规格

2.1 技术参数

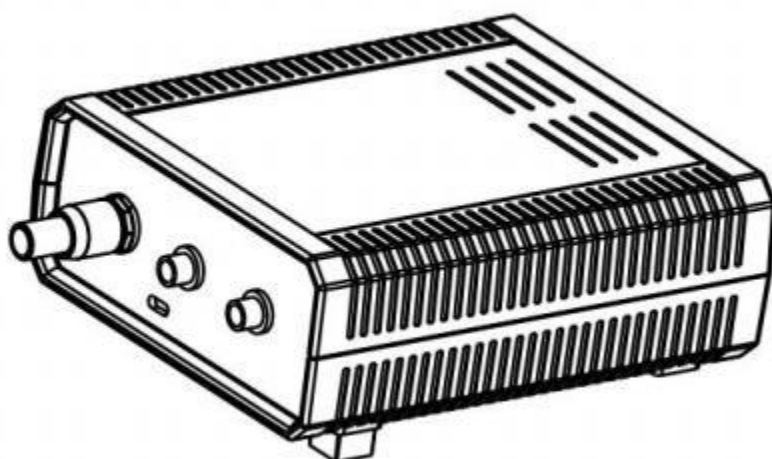
电气特性	
工作电压	85VAC~305VAC (47Hz~63Hz)
额度电流	500mA
输出方式	
数字量输出	RS485 (遵循 ModBus 协议) Type-C 接口
环境温度	
设备工作温度	-20~60℃
贮存温度	-40~80℃
工作压力	1 个标准大气压
换能器参数	
频率范围	1MHz~8MHz
机械特性	
换能器防护等级	IP68
主机防护等级	IP6X
外壳材质	铝
换能器材质	普通型 ABS
线长	标配 1 米 (其他线长需定制)
换能器接口	BNC 射频连接器
电源	220V 品型电源线
符合标准	
标准	GB/T 15261-2008 YY/T 0299-2022 GB/T 18022-2000

2.2 结构尺寸

2.2.1 工装尺寸图



2.2.2 主机尺寸图



长: 220mm; 宽:

140mm; 高: 70mm

2.2.3 实物图



第 3 章 测试说明

3.1 电气接口

3 孔品型电源接头;

USB 转 Type-C 数据线;

3.2 软件下载

网址搜索: <https://wwjq.lanzouo.com/inMY8317r3xa>

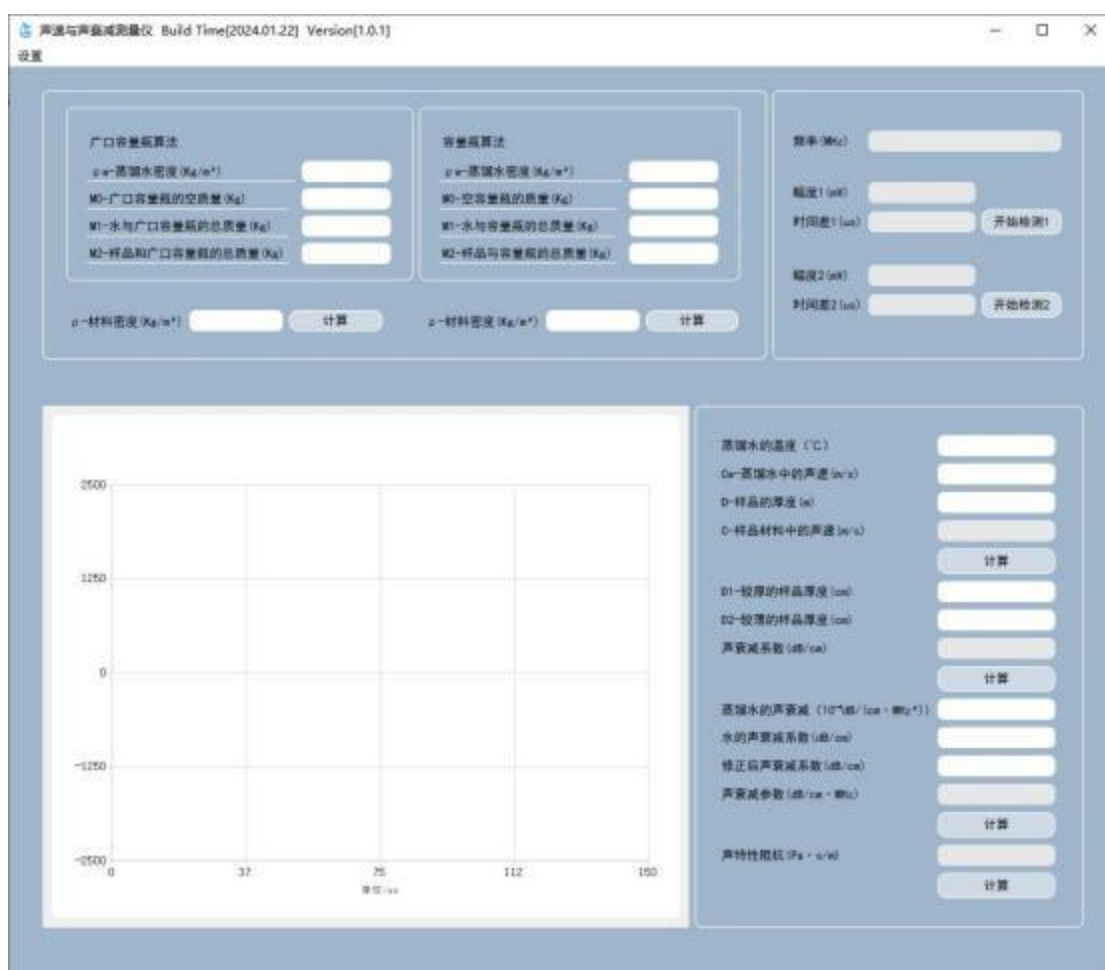
二维码扫码:



※下载完, 打开即可! (适配分辨率: 1920*1080, 缩放比例: 100%), 下载后打开**设置-串口号**, 并打开**串口**即可!



主界面如下:



3.3 测试步骤

实验条件:

恒温槽尺寸足够大, 以保证槽壁的反射波不影响对直达脉冲的测量;

准备 3 个样品盒, 2 个较厚样品盒, 1 个较薄样品盒;

高精度温度计;

游标卡尺;

超声助显剂 (以下实验步骤以超声助显剂为例!)

3.3.1 声速测量

(1) 测量并输入当前温度, 通过查表 (附录 A) 得到当前温度下蒸馏水的声速;

(2) 测量样品盒厚度 (准备 2 个同样尺寸的样品盒, 一个充以除气蒸馏水、一个充以超声助显剂);

(3) 放入充以除气蒸馏水的样品盒, 点击“开始检测 1”, 即可测量当前除气蒸馏水的幅度与时间差;

(4) 取出除气蒸馏水样品盒, 换置充以超声助显剂的样品盒, 点击“开始检测 2”, 即可测量当前超声助显剂的幅度与时间差;

频率 (MHz)

幅度1 (mV)

时间差1 (us) 开始检测1

幅度2 (mV)

时间差2 (us) 开始检测2

(5) 输入当前温度、样品盒厚度, 点击“计算”, 得到样品材料中的声速。

蒸馏水的温度 (°C)

Cw-蒸馏水中的声速 (m/s)

D-样品的厚度 (m)

C-样品材料中的声速 (m/s)

计算

3.3.2 声衰减系数测量

(1) 分别测量较厚样品盒和较薄样品盒的厚度 (两个样品盒充以同等密度的超声助显剂);

- (2) 放入较厚样品盒, 点击“开始检测 1”, 即可测量当前较厚样品盒溶液的幅度与时间差;
- (3) 放入较薄样品盒, 点击“开始检测 2”, 即可测量当前较薄样品盒溶液的幅度与时间差;



频率 (MHz)

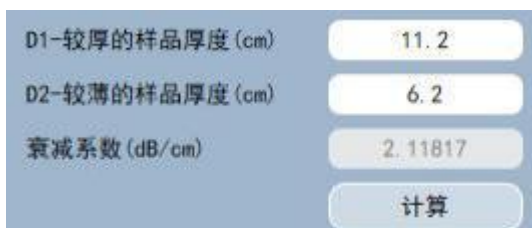
幅度1 (mV)

时间差1 (us)

幅度2 (mV)

时间差2 (us)

- (4) 输入较厚样品厚度和较薄样品厚度, 点击“计算”, 得到样品材料的衰减系数。



D1-较厚的样品厚度 (cm)

D2-较薄的样品厚度 (cm)

衰减系数 (dB/cm)

3.3.3 修正后声衰减系数测量

- (1) 参考附录 B, 根据当前温度输入对应的蒸馏水的声衰减;
- (2) 在 3.3.2 的基础上, 增加修正后的声衰减系数。

3.3.4 声衰减参数测量

在 3.3.3 的基础上, 已知声波的发射频率, 计算得到声衰减参数。

3.3.5 声特性阻抗测量

- (1) 参考附录 C, 根据当前温度输入相应的蒸馏水的密度;
- (2) 在 3.3.1 的基础上, 通过求得的声速, 计算得到声特性阻抗。



附录 A

(资料性附录)

蒸馏水的声速与温度关系

0℃~100℃温度范围内除气蒸馏水的声速

温度 T/℃	声速 c/ (m/s)	温度 T/℃	声速 c/ (m/s)	温度 T/℃	声速 c/ (m/s)
0	1402.74	21	1485.69	42	1532.37
1	1407.71	22	1488.63	43	1533.88
2	1412.57	23	1491.50	44	1535.33
3	1417.32	24	1494.29	45	1536.72
4	1421.96	25	1497.00	46	1538.06
5	1426.50	26	1499.64	47	1539.34
6	1430.92	27	1502.20	48	1540.57
7	1435.24	28	1504.68	49	1541.74
8	1439.46	29	1507.10	50	1542.87
9	1443.58	30	1509.44	55	1547.70
10	1447.59	31	1511.71	60	1551.30
11	1451.51	32	1513.91	65	1553.76
12	1455.34	33	1516.05	70	1555.12
13	1459.07	34	1518.12	75	1555.45
14	1462.70	35	1520.12	80	1554.81
15	1466.25	36	1522.06	85	1553.25
16	1469.70	37	1523.93	90	1550.79
17	1473.07	38	1525.74	95	1547.50
18	1476.35	39	1527.49	100	1543.41
19	1479.55	40	1529.18		
20	1482.66	41	1530.80		



附录 B

(资料性)

蒸馏水的声衰减与温度的关系

0°C~100°C温度范围内除气蒸馏水的声衰减

温度 T/°C	声衰减 (a_w / f^2) $10^{-4} \text{ dB} / (\text{cm} * \text{MHz}^2)$	温度 T/°C	声衰减 (a_w / f^2) $10^{-4} \text{ dB} / (\text{cm} * \text{MHz}^2)$
0	49.4	50	10.4
5	38.3	60	8.82
10	31.1	70	7.57
15	25.5	80	6.85
20	22.0	90	6.29
30	17.3	100	5.97
40	12.7		

大禹电子



附录 C

(资料性)

蒸馏水的密度与温度的关系

0℃~100℃温度范围内除气蒸馏水的密度

温度 T/℃	密度 $\rho/(kg/m^3)$	温度 T/℃	密度 $\rho/(kg/m^3)$	温度 T/℃	密度 $\rho/(kg/m^3)$
0	999.840	21	997.991	42	991.435
1	999.899	22	997.769	43	991.034
2	999.940	23	997.537	44	990.626
3	999.964	24	997.295	45	990.211
4	999.972	25	997.043	46	989.789
5	999.964	26	996.782	47	989.361
6	999.940	27	996.511	48	988.925
7	999.902	28	996.231	49	988.483
8	999.848	29	995.943	50	988.034
9	999.781	30	995.645	55	985.691
10	999.700	31	995.339	60	983.193
11	999.605	32	995.024	65	980.547
12	999.497	33	994.701	70	977.760
13	999.377	34	994.370	75	974.840
14	999.244	35	994.030	80	971.790
15	999.099	36	993.682	85	968.614
16	998.942	37	993.327	90	965.318
17	998.774	38	992.964	95	961.901
18	998.594	39	992.593	100	958.367
19	998.404	40	992.214		
20	998.203	41	991.828		