



中华人民共和国医药行业标准

YY/T 0111—2005
代替 YY/T 0111—1993

超声多普勒换能器技术要求和试验方法

Technical requirements and test methods for ultrasonic Doppler transducer

2005-12-07 发布

2006-12-01 实施



国家食品药品监督管理局 发布

前 言

本标准在 YY/T 0111—1993 的基础上扩大了换能器的规格和频率范围,并补充了测试中的处理办法。

本标准由国家食品药品监督管理局提出。

本标准由中国科学院武汉物理与数学研究所、国家武汉医用超声波仪器质量监督检测中心起草。

本标准主要起草人:张德俊、程建政、王志俭、忙安石、白德念。

本标准所代替的历次版本发布情况为:

——YY/T 0111—1993。

超声多普勒换能器技术要求和试验方法

1 范围

本标准规定了超声多普勒换能器的产品分类、要求及试验方法。

本标准适用于医用超声多普勒胎儿诊断及监护设备所配用的压电型超声多普勒换能器,其有效工作面积(包括发射和接收)的半径为 3 mm~30 mm,超声工作频率范围为 0.8 MHz~8.0 MHz。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

YY/T 91089—1999 单元脉冲-回波超声换能器一般技术要求和测量方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

相对带宽 relative bandwidth

由发、收晶片组成的多普勒换能器的频响曲线中,最大响应频率 f_p 两侧下降 6 dB 处所对应的高低两频率 f_h 和 f_L 之差,与 f_p 的比值,即 $(f_h - f_L)/f_p$ 。

符号: BW_r

用 % 表示。

3.2

相对灵敏度 relative sensitivity

在指定的固态表面反射下,接收晶片上输出信号电压 V_r 与施加于发射晶片上的输入信号电压 V_i 之比的分贝数,即 $20\lg(V_r/V_i)$ 。

符号: M_{tr}

单位:分贝, dB

3.3

发、收信号串混 cross talk between transmitter and receiver

被测换能器空载时,接收晶片上输出信号电压 V_r' 与施加于发射晶片上的输入信号电压 V_i' 之比的分贝数。

符号: M_c , 即 $20\lg(V_r'/V_i')$

单位:分贝, dB

3.4

复合指向性 combined directional characteristic

由发、收晶片组成的多普勒换能器的发、收合成指向性,它相当于发、收指向性函数的乘积。

3.5

复合指向性的主瓣束宽 major beam width of combined directional characteristic

在包括声轴的指定平面内,在给定的测量距离上测得的声束横断面曲线中,声轴两侧比轴上最大声压低 6 dB(对单元式换能器)或 18 dB(对多元式换能器)处的两点距离。

符号： $d_{-6\text{ dB}}$ ， $d_{-18\text{ dB}}$

单位：毫米，mm

3.6

复合指向性的旁瓣级 side lobe level of combined directional characteristic

在复合指向性图案中，第一旁瓣(次极大)与主瓣幅值比的分贝数。

符号： R_{ms}

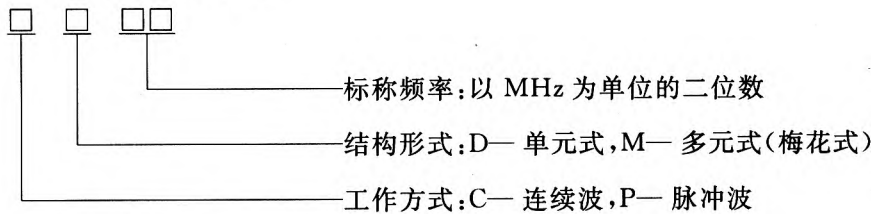
单位：分贝，dB

4 产品分类

4.1 按多普勒换能器工作方式可分为连续波和脉冲波两种。

4.2 在连续波和脉冲波两种形式中，按探头的结构特征，又可分为单元式(包括单晶片分隔电极和双晶片分离式)与多元式(梅花形)二种。

4.3 在换能器壳体上应具有清晰和持久的标志，以表示出其工作方式、结构形式、标称频率等，标志由下列三部分组成，并按下列顺序排列：



示例：工作方式为连续波的梅花形 3.5 MHz 换能器，其标志为“CM3.5”

5 要求

5.1 本标准规定的超声多普勒换能器的主要性能指标见表 1。

表 1 主要性能指标要求

序号	性能指标	符号	单位	连续波探头		脉冲波探头	
				单元式	多元式	单元式	多元式
1	f_p 与标称频率的偏差	Δf	%	± 10	± 10	± 10	± 10
2	相对带宽	BW_r	%	> 10	> 10	> 10	> 10
3	相对灵敏度	M_{tr}	dB	> -25	> -40	> -25	> -40
4	发、收信号串混	M_c	dB	< -55	< -50	—	—
5	复合指向性的主瓣束宽	$d_{-6\text{ dB}}$	mm	10 ± 5	10 ± 5	—	—
		$d_{-18\text{ dB}}$	mm	—	> 35	—	> 35
6	复合指向性的旁瓣级	R_{ms}	dB	< -16	< -16	—	—
7	电阻抗(或导纳)偏差	$\Delta Z(\text{或 } \Delta Y)$	%	± 20	± 20	± 20	± 20

5.2 对换能器的一般技术要求按 YY/T 91089—1999 中有关条款执行。

6 测试条件

6.1 除仪器设备外，测试条件均按 YY/T 91089—1999 中有关条款执行。

6.2 本标准规定的主要仪器设备及要求见表 2。

表 2 主要仪器设备及要求

序号	测量仪器设备名称	主要技术要求
1	猝发音信号发生器	脉冲填充频率:不窄于 0.5 MHz~10 MHz,连续可调 正弦波周数:12~20 重复频率:50 Hz~1.5 kHz,连续可调 输出幅度:1 V~20 V,连续可调 输出阻抗:50 Ω
2	双踪示波器	频率响应:不低于 50 MHz 灵敏度:优于 5 mV/div 时基精度:优于 $\pm 5\%$ 输入阻抗: $>1\text{ M}\Omega$
3	数字频率计	频率范围:0.1 MHz~50 MHz 测量相对误差: $<0.1\%$
4	高频衰减器	频率范围:不窄于 0.1 MHz~20 MHz 输入输出阻抗:50 Ω 最大衰减量: $>60\text{ dB}$ 最小衰减间隔:0.1 dB 插入损耗: $<0.15\text{ dB}$
5	频谱分析仪	频率范围:不窄于 0.1 MHz~30 MHz 滤波器带宽:5 Hz~50 kHz(-3 dB ,连续或分档可调) 带宽精度: $\pm 20\%$ (3 dB 带宽)
6	脉冲信号发生器	重复频率:0.1 kHz~2 kHz,连续或分档可调 前沿上升时间: $<30\text{ ns}$ 脉冲持续时间:0.05 μs ~0.1 μs 输出幅度: $>50\text{ V}$ 输出阻抗:50 Ω
7	选通电路	选通门宽度:0.5 μs ~100 μs (连续可调) 延迟范围:0.1 μs ~200 μs (连续可调) 最大输出电压:1 V 选通门外信号衰减:40 dB
8	宽带放大器	通频带:0.1 MHz~20 MHz 增益:0 dB~40 dB(连续或分档可调)
9	消声水槽	水面及内壁布放吸声材料,满足自由场条件,具体要求参照 YY/T 91089—1999 实行
10	机械调整机构	能方便地安装各种被测换能器,并使其沿 X、Y、Z 方向连续移动,移动范围不小于 20 cm,精度 $\pm 0.2\text{ mm}$,探头角度调节精度 $\pm 0.2^\circ$
11	固态反射体	按 YY/T 91089—1999 有关条款执行
12	反射球靶	不锈钢球,直径 3 mm~4 mm,球的后方用细杆支撑或配有倒向反射锥体,以保证不产生附加反射

7 试验方法

7.1 f_p 与标称频率的偏差及相对带宽的测量

7.1.1 猝发音法

测量步骤如下:

- a) 按图 1 连接各仪器设备；
- b) 将被测换能器与固态反射体共轴放置，并使固态反射体的反射面位于距被测换能器工作表面距离为 Z_0 的位置， Z_0 由式(1)计算：

$$Z_0 \approx R^2 / \lambda \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

λ ——在换能器标称频率下水中声波的波长，单位为米(m)；

R ——对单元式换能器，为有效工作面的半径，对多元式换能器，为其中最大晶片的有效工作面的半径，单位为米(m)。

- c) 按操作程序开启各仪器，先将猝发音信号调至换能器标称频率；
- d) 调节被测换能器角度，使示波器上显示的第一次回波幅度最大；
- e) 将猝发音信号电压调至某一适当值，并保持恒定；
- f) 调节猝发音信号的频率，使示波器上显示的第一次回波幅度最大，此时由数字频率计上直接读出的频率值即为换能器的最大响应频率 f_p ；
- g) 在保证猝发音信号恒定的条件下，继续调节猝发音信号频率并配合使用高频衰减器，测得比 f_p 时回波幅值下降 6 dB 的高低两频率 f_h 和 f_L 的值；
- h) 由式(2)和式(3)分别计算标称频率 f 与最大响应频率 f_p 的偏差 Δf 及相对带宽 BW_r ，即

$$\Delta f(\%) = [(f_p - f) / f_p] \times 100 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$BW_r(\%) = [(f_h - f_L) / f_p] \times 100 \quad \dots\dots\dots (3)$$

注：在执行 7.1.1.g) 的过程中，若被测换能器频带较宽或有效工作面积较大，在调节猝发音信号频率时，可能出现因声场相干而引起的快速起伏现象。此时可取相邻极大极小的平均值，作为该频率处的回波幅值。

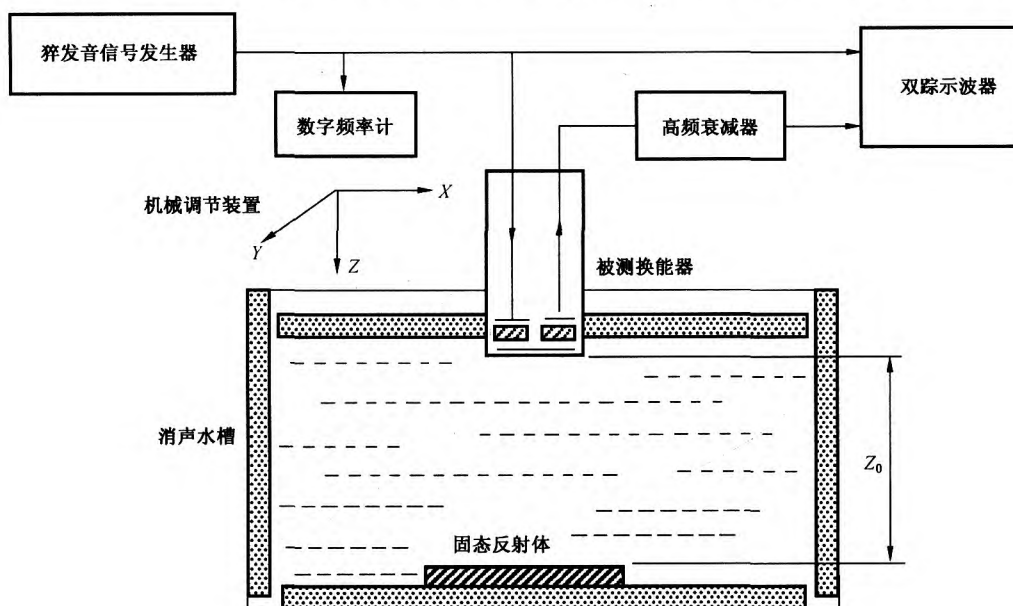


图 1 猝发音法测试原理图

7.1.2 频谱分析法

测量步骤如下：

- a) 按图 2 连接各仪器设备；
- b) 按照 7.1.1 步骤 b) 放置好被测换能器与固态反射体；
- c) 按操作程序开启各仪器；
- d) 调节脉冲信号发生器的频率，使示波器上显示的第一次回波幅度最大；

- e) 调整选通门信号的位置和宽度,使第一次回波刚好全部框入选通门,又避免其他杂波进入选通门;
- f) 在频谱仪的显示屏上直接读出该换能器频谱曲线的最大响应频率 f_p ,同时分别读出位于 f_p 两侧且比 f_p 处曲线峰值低 6 dB 的两个频率 f_h 和 f_L 的值;
- g) 由式(2)和式(3)分别计算标称频率 f 与最大响应频率 f_p 的偏差及相对带宽。

注:也可用带有频谱分析(FFT)功能的存贮示波器代替频谱仪。若存贮示波器无频谱分析功能,可将其输出数据传入微机,用频谱分析软件获得其频谱曲线。

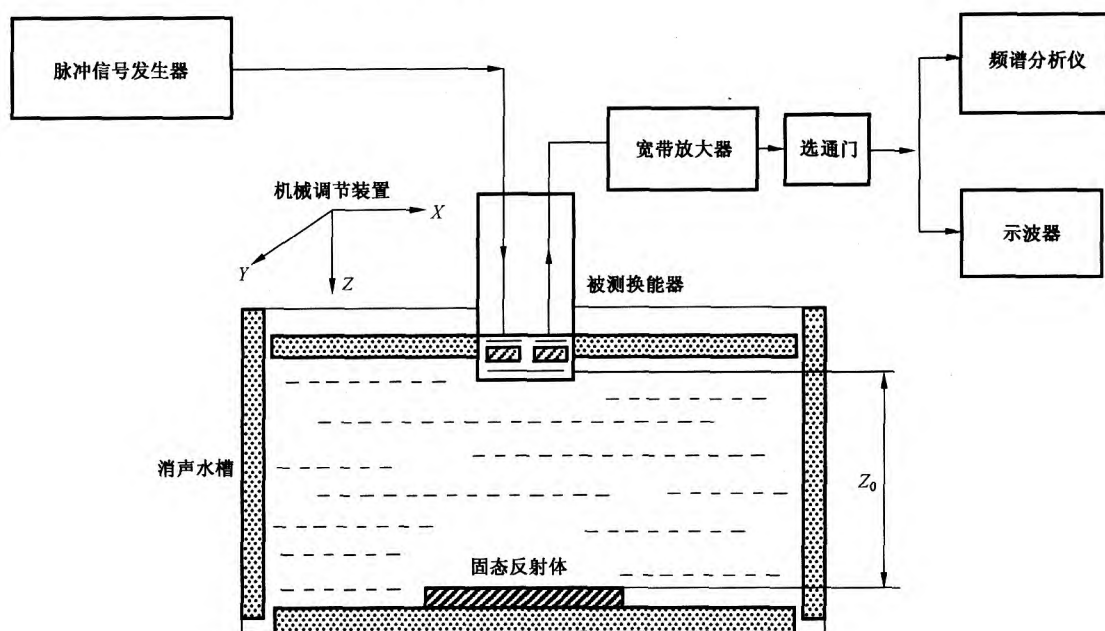


图 2 频谱分析法测试原理图

7.2 相对灵敏度及发、收信号串混的测量

7.2.1 按图 1 连接各仪器设备。

7.2.2 执行 7.1.1 猝发音法的测量步骤 a) 至 f)。

7.2.3 在双踪示波器屏幕上分别读出施加于发射晶片上的信号电压 V_i 和接收晶片上的信号电压 V_r 。

7.2.4 将被测换能器拿出水槽,置于空气中并将其工作面擦干,使其处于无声负载状态,测出此时施加于发射晶片上的信号电压 V_i' 和接收晶片上的信号电压 V_r' 。

7.2.5 按式(4)和式(5),分别计算相对灵敏度 M_r 及发、收信号串混 M_c 。

$$M_r = 20\lg(V_r/V_i) \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$M_c = 20\lg(V_r'/V_i') \quad \dots\dots\dots (5)$$

7.3 复合指向性主瓣束宽及旁瓣级的测量

7.3.1 按图 3 连接各仪器设备。

7.3.2 将反射球靶放置在被测换能器的声轴上,并使球靶距被测换能器工作表面距离为按式(1)确定的 Z_0 。

7.3.3 按操作程序开启各仪器。

7.3.4 适当选择脉冲信号的电压值,并保持输出恒定,调整选通门,使来自球靶的第一次回波脉冲刚好全部框入选通门,细调换能器角度,使接收回波达最大值。

7.3.5 按图 4a)和图 4b)所示的参考方向,将被测换能器分别沿 XX' 和 YY' 方向移动,调节高频衰减器,在声轴两侧分别测出比轴上最大信号下降 6 dB(对单元换能器)或 18 dB(对梅花换能器)的两点位

置,其间距即为主瓣束宽,然后继续向外移动,分别找出两侧第一旁瓣,并测出其与轴上最大信号相差的分贝数,即为其旁瓣级。

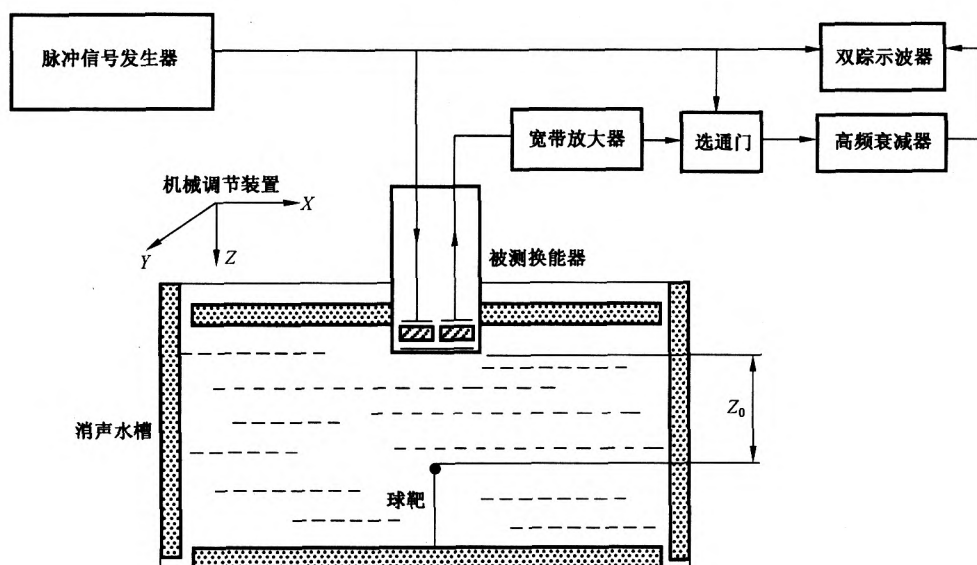


图3 换能器波束特性测量原理图

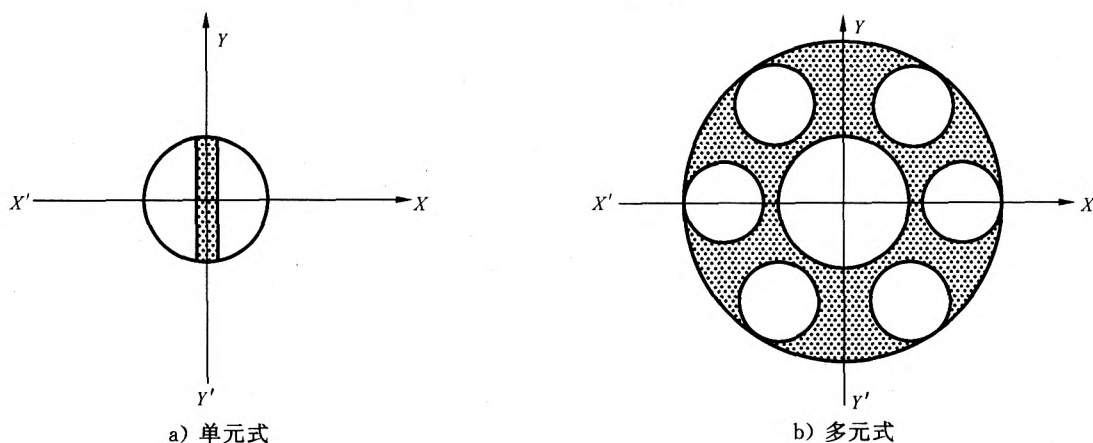


图4 测量换能器波束特性的参考方位示意图

7.4 电阻抗(或导纳)偏差的测量

7.4.1 测量步骤按 YY/T 91089—1999 中 5.7 执行,但须注意,测量频率为 f_p ,换能器的连接端为发射晶片。

7.4.2 根据对换能器发射晶片一端输入电阻抗 Z_e (或导纳 Y_e)的测量结果及产品标称电阻抗 Z (或标称电导纳 Y),按式(6)计算电阻抗偏差 ΔZ (ΔY 的计算与其相同),即

$$\Delta Z(\%) = [(Z_e - Z)/Z_e] \times 100 \quad \dots\dots\dots (6)$$

中华人民共和国医药
行 业 标 准
超声多普勒换能器技术要求和试验方法
YY/T 0111—2005

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.bzcbs.com

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

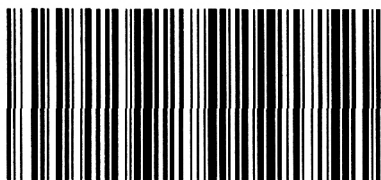
*

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 13 千字
2006年2月第一版 2006年2月第一次印刷

*

书号: 155066·2-16672 定价 10.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533



YY/T 0111—2005