



中华人民共和国国家标准

GB/T 16407—1996

声学 医用体外压力脉冲碎石机声场特性及其测量

Acoustics—Characteristics and measurements
of field of pressure pulse lithotripters

1996-05-27 发布

1996-12-01 实施

国家技术监督局 发布

目 次

前言 Ⅲ

1 范围 1

2 引用标准 1

3 定义 1

4 符号表 2

5 测量条件 3

6 测量设备 3

7 测量程序 4

前 言

本标准根据国内多种型号的压力脉冲碎石机声场特性的实际测试实践并参照了 IEC TC87 工作组文件“Ultrasonics—Pressure pulse lithotripters—Characteristics of fields”制订的。

本标准由全国声学标准化技术委员会超声水声分技术委员会提出,由全国声学标准化委员会归口。

本标准起草单位:中国船舶工业总公司七二一厂。

参加起草单位:中国科学院声学研究所、中国科学院武汉物理研究所和中国空气动力技术开发中心
苏州华星医疗器械有限公司。

本标准主要起草人:郑进鸿、华文浩、高明仙、朱厚卿、张德俊、杜锡鑫。

中华人民共和国国家标准

声学 医用体外压力脉冲碎石机声场特性及其测量

GB/T 16407—1996

Acoustics—Characteristics and measurements
of field of pressure pulse lithotripters

1 范围

本标准规定了表征医用体外压力脉冲碎石机声场特性的参数及其测量方法。
本标准适用于液电、压电、电磁式聚焦型医用体外压力脉冲碎石机。

2 引用标准

下列标准包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 3947—1996 声学名词术语

GB/T 4128—1995 标准水听器(neq IEC 500:1974/IEC 866:1987)

GB/T 15611—1995 高频水听器校准

3 定义

本标准采用下列定义。

3.1 体外碎石机 extracorporeally induced lithotripsy equipment

在人体外产生声压脉冲,用以粉碎体内结石的设备。

3.2 水听器(水下传声器) hydrophone(underwater microphone)

用于接收水声信号的电声换能器,(见 GB 3947 中 6.82)。

注:由于工作原理、特性及构造等的不同,有声压、声压梯度、定向、指向、压电、光纤等水听器。

3.3 水听器电缆末端有载灵敏度(M_L) end-of-cable loaded sensitivity of a hydrophone

水听器接到指定输入阻抗的负载后,其电缆或连接器末端的输出电压与水听器移去时水听器声中心位置未受干扰的平面波自由场瞬时声压的比值,单位:伏每帕[斯卡],V/Pa。

3.4 声压(p) sound pressure

有声波时,媒质中的压力与静压的差值,单位:帕[斯卡],Pa。[GB 3947 中 1.21]。

3.5 声强[度](I, J) sound intensity (sound energy flux density, sound power density)

在某一点上,一个与指定方向垂直的单位面积上在单位时间内通过的平均声能,单位:瓦每平方米, W/m², (见 GB 3947 中 1.26)。

3.6 压力脉冲 pressure pulse

体外压力脉冲碎石机产生的声压脉冲。

3.7 声压脉冲波形 pressure pulse waveform

在压力脉冲声场中指定位置的瞬时声压的即时波形,见图 1。

3.8 脉冲声强积分(I_{pi}) pulse-intensity integral

在压力脉冲声场中,某点瞬时声强对整个脉冲波形持续时间的积分,单位:焦[耳]每平方米, J/m^2 。

3.9 声脉冲能量(E) acoustic pulse energy

脉冲声强对焦斑横截面的积分,单位:焦[耳], J 。

3.10 正声压[压缩]脉冲宽度(t_{p+}) compressional pulse duration

正声压脉冲峰值前后,其声压值等于脉冲峰值 50% 的两瞬时声压的时间差值, 单位:微秒, μs 。见图 1。

3.11 负声压[稀疏]脉冲宽度(t_{p-}) rarefactional pulse duration

负声压脉冲峰值前后,其声压值等于脉冲峰值 50% 的两瞬时声压的时间差值, 单位:微秒, μs 。见图 1。

3.12 上升时间(t_r) rise time

正声压脉冲前沿部分从峰值压力的 10% 上升到 90% 时所经历的时间,单位:纳秒, ns 。见图 1。

3.13 正声压[压缩]峰值(P_+) peak-positive acoustic pressure

在压力脉冲声场中某点声压脉冲的正峰值,即最大压缩声压,单位:帕[斯卡], Pa , 见图 1。

3.14 负声压[稀疏]峰值(p_-) peak-negative acoustic pressure

在压力脉冲声场中某点声压脉冲的负峰值,即最大稀疏声压,单位:帕[斯卡], Pa , 见图 1。

3.15 声束轴线 beam axis

通过压力脉冲发生器的几何中心和焦点的连线。

3.16 焦点 focus

在压力脉冲声场中,最大正声压峰值的位置。

3.17 焦斑横截面积(A_f) focal cross-sectional area

在焦点处与声束轴线垂直的平面内,围绕焦点比最大正声压峰值(0 dB)低 6 dB 的界面所围的面积,单位:平方毫米, mm^2 。

3.18 焦柱体积(V_f) focal volume

在焦点周围比最大正声压峰值(0 dB)低 6 dB 的界面所围的空间体积,单位:立方毫米, mm^3 。

4 符号表

A_f ——焦斑横截面积;

E ——声脉冲能量;

p_- ——负声压峰值;

p_+ ——正声压峰值;

I_{pi} ——脉冲强度积分;

t_r ——上升时间;

t_{p-} ——负脉冲宽度;

t_{p+} ——正脉冲宽度;

V_f ——焦柱体积。

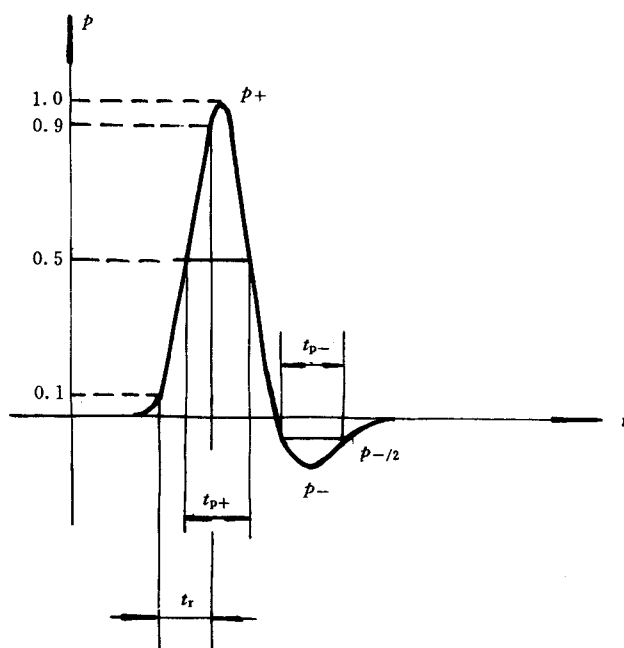


图 1 声压脉冲波形图

5 测量条件

5.1 测量在接近实际操作使用的声场条件下进行,并记录如下参数:

- 压力脉冲发生器驱动电压值;
- 压力脉冲发生器放电速率;
- 环境温度。

5.2 压力脉冲测量在一个与压力脉冲发生器有良好声耦合的测量水槽中进行,测量水槽应足够大,以保证在聚焦区域附近进行测量所需要的自由场条件。

5.3 测量水槽应选用 $25 \pm 5^\circ\text{C}$ 的除气水。

注:制备除气水的最简单方法是将水煮沸,并保持 15 min,然后冷却到 54°C ,灌满瓶子,用带玻璃管的橡皮塞子塞紧,玻璃管外带软管,充满水后夹紧,冷却贮存,保持局部真空。在使用时放开夹子,注入水槽,防止空气带入。

6 测量设备

6.1 测量水槽

测量水槽应牢固地安放在压力脉冲发生器上方,上、下方水媒质良好耦合,使压力脉冲能量很好传递。水槽应足够大,保证焦斑位置离反射边界大约几厘米,特别注意与水面距离,焦斑和反射界面间距离,应使压力脉冲的多次反射不干扰测量。

安放水听器应该有适当的机械支架,放在定位坐标系统上,以便在相对于焦点的三个方向调节水听器的测量位置。水听器在焦点位置的精确定位非常重要,定位坐标系统的一个轴(z 轴)与声束轴线共轴。水听器的相对位置可以测量,其准确度为 $\pm 0.1\text{ mm}$ 。

6.2 水听器

测量用标准水听器的校准按 GB 15611 的规定进行。采用探针状水听器比较合适,它应满足如下条件:

- a) $0.5 \sim 5\text{ MHz}$ 以内每倍频程的频率响应,起伏应小于 $\pm 3\text{ dB}$;
- b) 动态范围上限应大于 80 MPa ;

- c) 敏感面直径应小于 1.0 mm;
- d) 应能保证完成测试的全过程。

6.3 存贮示波器或瞬态记录仪

观察测量水听器输出信号,应选用存贮示波器或瞬态记录仪。该仪器频率上限不低于 100 MHz,模/数转换采样频率大于 $5/t_r$ 。从记录水听器输出电压波形中,应能测量和计算下列参数:

- 正声压峰值, p_+ ;
- 负声压峰值, p_- ;
- 上升时间, t_r ;
- 正脉冲宽度, t_{p+} ;
- 负脉冲宽度, t_{p-} ;
- 声脉冲能量, E 。

7 测量程序

7.1 空间测量

应在测量水槽中测量声压空间分布,在焦斑附近测量不同位置的声压脉冲波形,就能得到空间声场分布特性,从而给出焦斑位置、形状和大小。采样空间间隔径向不大于 0.5 mm, z 轴方向不大于 1 mm。按 6.1 条规定确定水听器安放位置。然后启动压力脉冲发生器,观察电压波形,微调水听器位置,当电压波形其正脉冲峰值最高,同时上升时间最快的位置,就是实际的焦点位置,以此为对称中心,利用 x - y - z 坐标定位系统,测量声压的空间分布特性,或测量 -6 dB 等压线宽度。尽量先进行 z 轴扫描确定焦斑位置,然后进行其他测量。

空间分布也可用压敏纸等放在适当位置来快速显示焦点的近似位置。

7.1.1 正声压峰值的二维焦斑

测量正声压峰值在焦斑上沿 x 轴和 y 轴的变化,可得到二个方向的焦斑图。或者测量 x - z 或 y - z 平面正声压峰值,可制成二维等压线图。

如果 x 、 y 方向上的 -6 dB 宽度的偏差不大于 10%,则认为焦斑是对称的,否则为不对称。此时 x 、 y 方向的选择应取在最大和最小方向。

7.1.2 焦柱体积

测量正声压峰值沿 x 、 y 和 z 轴的 -6 dB 宽度和长度,由此界面所包围的体积就是焦柱体积,它反映了压力脉冲峰值的空间分布。

7.2 时域测量

水听器安放在焦点位置,偏差不超过 ± 0.5 mm,用示波器或瞬态记录仪测量和记录压力脉冲波形,由此时域波形读取和导出如下参数。

7.2.1 正声压和负声压峰值

根据水听器敏感元件极性和电压波形,分别读取正声压峰值和负声压峰值的电压数值,除以水听器电缆末端有载灵敏度,就得到相应的正、负声压峰值。正声压脉冲峰值单位以兆帕(MPa)表示。

正常情况下,正声压峰值出现时间在前,紧接着出现负声压峰值,且正声压峰值远大于负声压峰值。

7.2.2 正、负声压脉冲宽度和上升时间

根据压力脉冲波形,读取正、负声压脉冲宽度。

在正声压脉冲波形上升前沿部分,读取正脉冲上升时间。

7.3 声脉冲能量的计算

从 7.1 和 7.2 的结果可以计算出焦斑横截面内的声脉冲能量,声脉冲能量由下式给出:

$$E = \frac{1}{Z_c} \iint_S p^2(r, \theta, t) dt dS \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中: $p(r, \theta, t)$ ——在 (r, θ) 处和 t 时刻的瞬时声压

S ——空间极坐标 r, θ 下的焦斑横截面

Z_c ——水的特性声阻抗 ($1.5 \times 10^6 \text{ Pa} \cdot \text{s/m}$)

对于圆对称的波束

$$E = 2\pi \int_0^R I_{pi}(r) r dr \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中: $I_{pi}(r) = \frac{1}{Z} \int p^2(r, t) dt$

R ——焦斑横截面半径。

估计 E , 应该沿二个正交的直径方向、四个径向的测量结果的平均值, 公式(2)近似计算为:

$$E = 0.5\pi \sum_{i=1}^N (I_{pi,i} + I_{pi,i-1}) (r_i^2 - r_{i-1}^2)$$

式(2)中假定在 $r=0$ 和 $r=R$ 之间的径向测量点取 $N+1$ 点, 其中 $r_0=0, r_N=R$, 在点 $r=r_i$ 的脉冲强度积分是 $I_{pi,i}$

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
声学 医用体外压力脉冲碎
石机声场特性及其测量

GB/T 16407—1996

*

中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街16号

邮政编码:100045

电 话:68522112

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 3/4 字数 10千字

1997年6月第一版 1997年6月第一次印刷

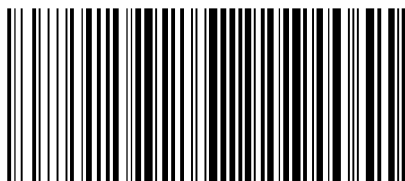
印数 1—600

*

书号: 155066·1-13919 定价10.00元

*

标 目 312—043



GB/T 16407-1996