

# 两种超声清洗槽的声场分布比较

王阳恩 尚志远 董彦武

(陕西师范大学应用声学研究所, 西安·710062)

本文作者设计了一种斜底式超声清洗槽, 并通过实验研究了它的声场分布。与平底式超声清洗槽相比, 这种新型清洗槽深度方向的声场均匀性得到了改善, 但水平方向的声场均匀性变化不大。

## The comparison of acoustic field distribution between the two ultrasonic clean basin

WANG Yangen SHANG Zhiyuan DONG Yanwu

(Applied Acoustics Institute Shanxi Teachers University Xian · 710062)

An incline type of ultrasonic clean basin has been designed by the authors. It's acoustic field distribution has been studied through experimental study. The acoustic field uniformity in the depth direction of the newly designed clean basin is improved compared with the flat type basin, but little change in the horizontal direction.

型清洗槽安装换能器的槽底与水平面成一定

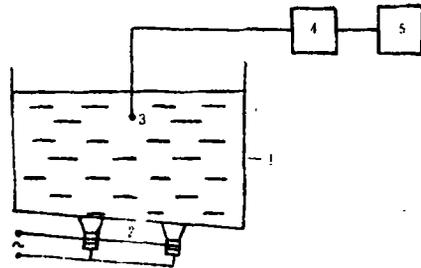
### 1 引言

超声清洗是功率超声最广泛的应用之一。它能提高清洗速度、清洗质量, 降低劳动强度, 可减少人们直接接触有害清洗液, 其作用机理主要是超声空化作用<sup>[1]</sup>。影响超声清洗效果的声学参量主要有: 声强、频率、声场分布和波形<sup>[2]</sup>。在超声频率一定的情况下, 声场分布主要决定于超声清洗槽的形状及换能器的安装位置。目前通用的超声清洗槽的形状主要是平底式长方体。在这种清洗槽中, 清洗液中形成了驻波声场, 声场分布不均匀, 不利于清洗易腐蚀的精细的清洗件。

作者设计了一种斜底式清洗槽, 通过实验得出了它的声场分布, 并与平底式清洗槽进行了比较。

### 2 实验装置及结果

斜底式超声清洗槽的形状如图 1 所示。与平底式长方体清洗槽不同之处是: 这种新



1—清洗槽 2—换能器 3—水听器  
4—放大器 5—毫伏表

图 1 新型清洗槽及测量声场分布的实验装置的角度。其它的与平底式长方体清洗槽相同。考虑到槽底与水平面的夹角过大时, 不利于清洗物的放置, 而其夹角过小时, 其声场分布与平底式清洗槽的声场分布相比较变化不明显。因此, 在设计斜底式清洗槽时, 槽底与水平面的夹角选为 7 度。清洗槽的斜槽底长是 28cm, 宽是 22cm, 槽两端的深度分别是 12cm 和 13.5cm, 槽底换能器在斜槽底下的安装如图 2 所示。4 个换能器的中心位置坐

标分别为: A(9.0, 6.5), B(19.0, 6.5), C(9.0, 15.5), D(19.0, 15.5)。4个换能器的总电功率为 250W, 频率为 19.3kHz。

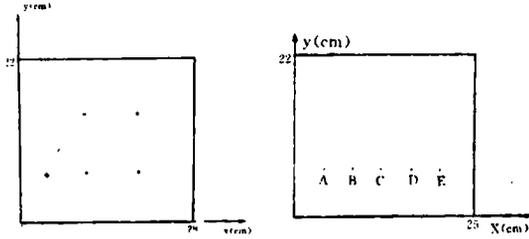
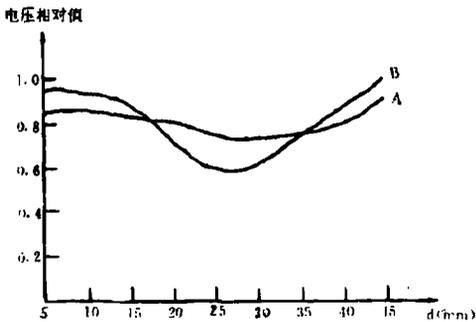


图 2 槽底换能器的中心位置 (x=0cm 对应浅端, x=25cm 对应深端)

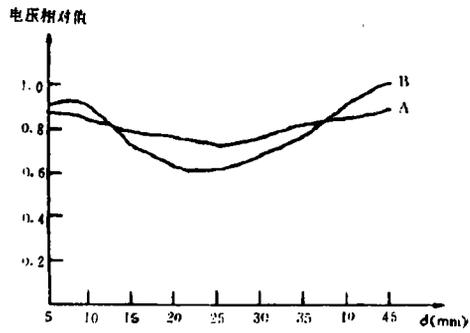
为了测量斜底式清洗槽的声场分布, 在清洗槽中盛入了浅部深为 7.4cm 的水。声信号由水听器(武汉物理研究所研制)接收之后, 送到 FDC-2 型放大器放大。放大之后的电压由 GB-9B 型毫伏表测出。与此同时, 还测量了在相同条件下, 槽底长为 25cm、宽为 22cm 的平底式清洗槽的声场分布。该清洗槽 4 个换能器的中心位置是斜底式清洗槽换能器的中心位置在水平面上的投影。测量声场分布的测量点在水平面上的位置如图 3 所示。各点的坐标分别是: A(4.0, 6.5), B(8.0, 6.5), C(12.0, 6.5), D(16.0, 6.5), E(20.0, 6.5)。

### 2.1 深度方向的声场分布

作者分别测量了两种清洗槽 A、B 两个测量点的深度方向的声场分布。测量结果如图 4 所示。图中 d 是水听器距水面的深度。



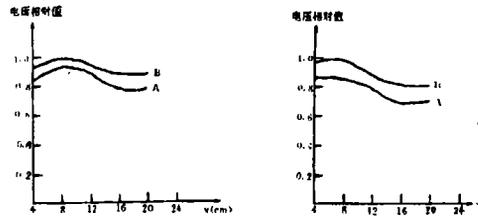
声学技术



a—测量点 A 的声场分布  
b—测量点 B 的声场分布  
A—斜底式清洗槽的声场分布曲线  
B—平底式清洗槽的声场分布曲线  
图 4 深度方向的声场分析

### 2.2 水平方向的声场分布

作者分别测量了两种清洗槽距水面深为 0.5cm 和 2.0cm 处的水平方向的声场分布。测量点的水平位置是 A、B、C、D、E 点。测量的结果如图 5 所示。



a: 距水面深为 0.5cm 处 b: 距水面深为 2.0cm 处  
A: 斜底式清洗槽 B: 平底式清洗槽

图 5 水平方向的声场分布

## 3 分析与结论

从图 4 和图 5 可以看出, 在深度方向, 本文作者设计的斜底式清洗槽的声场均匀性比平底式清洗槽好。并且在这种斜底式清洗槽中, 声信号最大值减小的同时, 其最小值却增大了。但在水平方向, 这两种清洗槽的声场分布相差不多。

在平底式清洗槽中, 水面与槽底平行。因而由安装在槽底下的换能器激发的声波通过

槽底和水到达水-气分界面时,声波是垂直入射到水-气分界面。因此,其反射波与入射波会在水中深度方向形成驻波场,致使深度方向的声场分布很不均匀。在斜底式清洗槽中,水面不再与槽底平行,声波不再是垂直入射到水-气分界面。在本文所述的斜底式清洗槽中,声波以7度的入射角入射到水-气分界面,其反射波与入射波之间的夹角为14度。因而此时反射波与入射波不能再形成驻波场,清洗槽中的声场混响程度增大,深度方向的声场均匀性得到改善。而水平方向的声场

分布主要决定于清洗槽底换能器的安装位置<sup>[3]</sup>。由于两种清洗槽中换能器的安装位置基本相同,因此水平方向的声场分布变化不大。

### 参考文献

- 1 应崇福. 超声学. 科学出版社, 1993.
- 2 程存弟. 超声技术. 陕西师范大学出版社, 1993.
- 3 方启平, 颜忠余, 林仲茂. 染色法测量空化场的分布. 中国声学学会 1995 年青年学术会议论文集, 337~339.

(上接 87 页)

## 4 实验

为了从实验中探讨纵-弯复合系统的共振频率随几何尺寸的变化规律,加工了一些纵-弯复合系统,其材料为 45 号钢,并对其共振频率进行了测试,测试框图见图 4,其中  $T_1$  和  $T_2$  为发射及接收换能器,其共振频率应远离被测系统的共振频率。测试结果见表 3,其

的共振频率随其尺寸的变化规律与理论预测基本相符。

## 5 结论

本文研究了纵-弯复合系统的振动特性,推出了复合系统的共振及反共振频率方程,得出了系统输入机械阻抗的数学表达式,为此可得以下结论。

(1)系统的共振频率与纵向振动细棒及弯曲振动细棒的长度有关,并且,系统的共振频率随着  $L$  及  $H$  的变化规律不同,当系统由于磨损而使工具长度缩短时,系统的共振频率将升高,而且,由弯曲振动细棒引起的频率变化明显大于由纵向振动细棒所引起的频率变化。

(2)系统的输入机械阻抗随着纵向振动棒及弯曲振动棒的长度而变化,系统的输入阻抗随弯曲振动棒长度的变化发生较大的变化,出现更多的共振频率,因此,弯曲振动细棒对系统振动性能的影响是很大的。

### 参考文献

- 1 俞宏沛. 超声换能器变幅杆及其组合的一种计算方法. 应用声学, 1988; 7 (4), 30~36.
- 2 陈桂生. 超声换能器设计. 北京, 海洋出版社, 1984.
- 3 姜健, 关中原译. 超声波焊接, 北京, 国防工业出版社, 1963

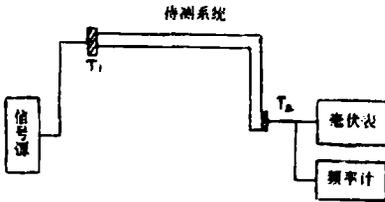


图 4 复合系统共振频率的测试框图

表 3 纵-弯复合系统共振频率的测试结果

编号	L(mm)	H(mm)	f(Hz)	$f_m$ (Hz)	$\Delta$ (%)
1	120.0	47.2	20700	19756	4.78
2	130.0	47.2	19360	18690	3.58
3	125.0	47.2	20000	19168	4.34
4	125.0	42.2	21100	19975	5.63
5	125.0	52.2	19500	18742	4.04

中  $f$  为理论计算频率,  $f_m$  为测试值,  $\Delta = |f - f_m| / f_m$ 。从表中结果可以看出,系统共振频率的测试值与理论值基本符合,并且,系统