

# 用碘释放法研究双束脉冲超声辐照的空化产率增强效应

朱昌平<sup>1</sup>, 冯若<sup>2</sup>, 杨勇<sup>1</sup>, 徐勇<sup>1</sup>

(1. 湖北省荆州师院物理系, 荆州 434100; 2. 南京大学近代声学国家重点实验室, 南京 210093)

**摘要:** 本文首次采用碘释放法发现双束脉冲超声辐照的空化产率增强效应。这一发现无疑对声空化效应的基础研究和声化学技术发展具有重要的意义。

**关键词:** 声化学; 空化产率; 碘释放法

中图分类号: 06443 文献标识码: A

## Study on the enhancement effect of cavitation yield of bi-beam pulse ultrasound irradiation by Iodine release method

ZHU Chang-ping<sup>1</sup>, FENG Ruo<sup>2</sup>, YANG Yong<sup>1</sup>, XU Yong<sup>1</sup>

(1. Jing Zhou Teachers College, Hubei Jingzhou 434100; 2. State key Laboratory Modern Acoustics, Nanjing University 210093, China)

**Abstract:** This treatise first reveals the enhancement of cavitation yield of bi-beam ultrasound irradiation. These observations is important to the basic research of sound cavitation and sonochemical technology.

**Key words:** sonochemistry; cavitation yield; Iodine release

### 1 前言

声化学是 80 年代中后期才形成的一门新的交叉学科, 它的发展已引起学术界与化工界的很大重视<sup>[1]</sup>, 超声空化是声化学反应的主动动力<sup>[2]</sup>。因此, 研究声场参数与声空化产率的关系就构成了声化学基础研究热点问题<sup>[3]</sup>。

冯若等人已对单束脉冲超声辐照的空化产率问题进行了一系列的研究, 首次发现了混响场脉冲空化峰的存在<sup>[4]</sup>。本文则首次用碘释放法发现双束脉冲超声辐照的空化产率增强效应。这一发现无疑对声空化效应的基础研究和声化学技术发展具有重要的意义。

### 2 实验

#### 2.1 实验装置

如图 1 所示, 由 FG-163 宽带函数发生器提供电信号, 经 EIN-500A 型功放后并联激励 PZT 压电换能器  $T_1$  和  $T_2$ , UAC-77-100A 型衰减器及 COS5041 型示波器分别用于控制与监测功放的输入信号。

研究样品容器采用内径为 21.5mm、壁厚 1.6mm

的玻璃管做成一个三维直角坐标系状, 其铅直总高度为 55mm, 两下端口向  $T_1$  和  $T_2$  方向的水平外延长度分别为 13mm 和 14mm。两下端口用人造植物薄膜封口并保持与  $T_1$  和  $T_2$  的距离分别为 41.5mm 和 31.5mm。 $T_1$ 、 $T_2$  及研究样品容器置于一除气水浴中。 $T_1$  和  $T_2$  的有效辐射面积的直径分别为 14.2mm 和 14mm。

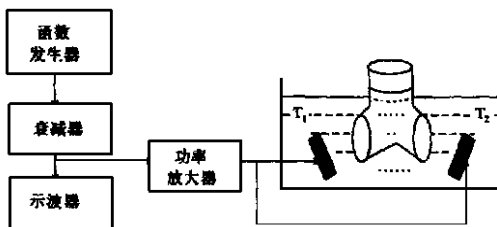


图 1 实验设备方框图

#### 2.2 空化产率的检测方法—碘释放法

早期研究已知<sup>[5]</sup>: 含一定溶解空气的碘化钾溶液经超声辐照后, 碘离子会形成碘分子析出。如在溶液中加入少量四氯化碳, 其效果更佳。如在溶液中加入少量淀粉, 则碘遇到淀粉呈蓝色, 再采用硫代硫酸钠溶液滴定, 当滴定完成时, 溶液恢复为无色。这样由硫代硫酸钠的滴定消耗量即可确定碘分子的释放量, 并把它视为声化学反应的产率。

收稿日期: 99-08-23; 修订日期: 99-10-20

本文得到国家自然科学基金资助

作者简介: 朱昌平(1957-), 男, 副教授。

### 3 结 果

实验时先调节函数发生器使激励  $T_1$  与  $T_2$  的载频为 1.06MHz, 方波调制通断比为 1:1, 调制周期为 10ms。由小到大改变  $T_1$  和  $T_2$  的声强, 每次取摩尔浓度为 0.2M 的 25ml 碘化钾溶液和 0.3ml 四氯化碳辐照 2min, 然后加入少量淀粉并用摩尔浓度为 0.01M 的硫代硫酸钠来滴定, 测出相应的硫代硫酸钠用量。  $T_1$  与  $T_2$  单独辐照结果如图 2 下面两条实线所示。  $T_1$  与  $T_2$  同时辐照的结果如图 2 的上面的实线所示。图中实线均为 6 组实验数据的平均结果, 垂直线段为标准差范围。虚线是  $T_1$  与  $T_2$  单独作用的结果之和。

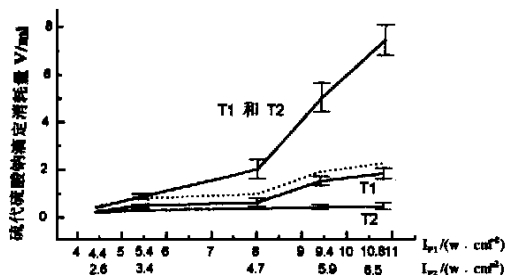


图 2 双束脉冲超声辐照空化产率的增强效应  
(峰值声强变化, 脉冲周期 10ms)

### 4 讨 论

上述实验结果表明, 双束脉冲超声同时正交辐照的空化产率明显大于两束超声分别单独辐照的空化产率之和。如两束的超声脉冲声强大于  $5W/cm^2$  时, 则由图可见同时辐照的空化产率大约为其单独辐照空化产率之和的 2.8 倍!

增强效应主要可解释为两束超声在相互作用声场内由于干涉作用, 使声扰动增强; 同时每束超声空化时空泡内爆产生的新空化核, 不仅为自身的再空化, 也可作为另一束超声的再空化提供贡献。

参考文献:

- [1] 冯若, 李化茂. 声化学及其应用[M]. 安徽科技出版社, 1992.
- [2] 冯若, 赵逸云, 陈兆华等. 声化学主动力—声空化及其检测技术[J]. 声学技术, 1994, 13(2): 56.
- [3] 冯若. 声化学基础研究中的声学问题[J]. 物理学进展, 1996, 16(3-4): 402.
- [4] Wang S W, Feng R, Mo xiping. Study on "pulse cavitation peak" in an ultrasound reverberation field[J]. Ultrasonics sonochemistry, 1996, 3(1): 65.
- [5] A. Weissler et al. [J]. Amer. Chem. Soc. J., 1950, 72: 1769-1775.

### 简 讯

## 我国职业噪声危害控制将进入规范阶段

——卫生部颁布《工业企业职工听力保护规范》简介

中华人民共和国卫生部于 1999 年 12 月 24 日以卫法监发[1999]第 620 号文发布了《工业企业职工听力保护规范》。此“规范”的发布执行将使我国职业噪声危害控制进入规范轨道, 将对我国职工的听力保护工作产生深远的影响。据统计, 我国有 1000 多万职工暴露在噪声级超过 85dB 的工作环境中, 职业噪声危害相当严重。

在卫生部的安排下, 国家经贸委安全科学技术研究中心(原劳动部劳动保护科学研究所)和北京医科大学完成了该“规范”的编制工作。“规范”共分 9 章, 36 条, 内容包括噪声监测、听力测试与评定、工程控制措施、护耳器的要求与使用、职工培训以及记录保存等。听力保护的启动级是 85dB(8 小时等效声级)。对暴露于  $L_{Aeq,8}$  85dB 的职工, 应进行基础听力测定和定期跟踪听力测定。对出现了 HSTS 的职工[HSTS 定义为任一耳在 3000Hz、4000Hz 和 6000Hz 上的平均听力改变达到或大于 10dB], 应配备具有足够声衰减、佩戴舒适的护耳器。对职工暴露于  $L_{Aeq,8}$  90dB 的作业场所, 应优先考虑采取工程措施来降低作业场所的噪声。

本“规范”在着眼处理职业噪声危害方面具有较强的针对性, 可与国际接轨。“规范”的颁布执行, 不仅保护了职工的听力和健康, 改善了职工的生活质量, 而且节省了工伤保险费用的支出, 同时还带动噪声监测仪器、听力测定装置、噪声控制设备以及护耳器等相关产业的发展, 具有较高的社会效益、经济效益和环境效益。