

非同频水平正交超声束的声化学效应

朱昌平¹, 冉 勇¹, 冯 若²

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

摘 要: 本文采用碘释放法观察到两个非同频超声束水平正交辐照的声化学产额能获得明显的增强效应。

关键词: 碘释放法; 空化; 非同频

中图分类号: T B 559 文献标识码: A

The cavitation effect of different frequency horizontally orthogonally ultrasonic irradiations

Zhu Chang-ping¹, Ruan yong¹, Feng Ruo²

(1. Jing zhou teacher college, Jingzhou 434100, China;

2. State key laboratory of modern acoustics, Nanjing University 210093, China)

Abstract: Method to enhance sonochemical yield with different frequency ultrasonic irradiations by iodine release method is introduced.

Key words: iodine release; cavitation; different frequency

九七年曾报道: 一个由 0.87MHz 与 28kHz 超声束组成的 $x-z$ 轴轴向正交辐照系统, 其声化学产率明显超出两个声束单独辐照的产率之和^[1], 尔后又用碘释放法对 28kHz 超声的声化学产额进行了研究, 结果表明其声化学产额随声强呈非线性变化, 而随辐照时间近似呈线性变化^[2]。用碘释放法进一步研究又观察到同频脉冲超声水平正交辐照的声化学产率能获得增强效应^[3]。本文选用 1MHz 和 0.75MHz 的两连续波超声束组成 $x-y$ 轴轴向正交辐照系统, 用碘释放法研究表明: 其声化学产率较之单独辐照明显增强。

1 实验

1.1 实验装置

如图 1 所示, 换能器 T_1 的激励信号是由 5130A 型频综仪提供较小的电信号, 经 EIN-500A 型功放后获得的。UAC-77-100A 型衰减器及 COS5041 型示波器用于控制与监测功放的输入信号。换能器 T_2 的激励信号由上海交大研制的 1MHz 超声信号源提供, 样品

容器采用内径为 21.5mm 玻璃管做成一个三维直角坐标状, 其铅直总高度为 55mm, 两下端口的水平外延长度均为 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 20mm, T_1 与 T_2 的有效辐射直径均为 14.5mm。

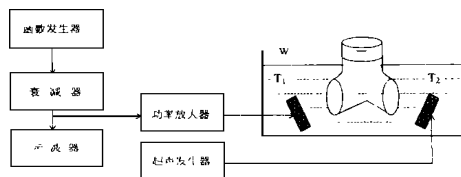


图 1

1.2 空化产率的检测方法——碘释放法

早期研究报道^[3,4]: 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。

2 结 果

实验时将 T_2 的频率和声强分别保持在
(下转第 89 页)

$$L_s = QR / 2 f_0$$

以上是在理论上对一种匹配网络进行分析计算, 由于水声换能器的参数不为常数, 其变化范围较大, 而且同一种换能器之间的参数变化也较大, 所以在实际匹配中应进行全面考虑, 合理选择匹配网络各元件包括电阻 R 的值, 并通过试验测量匹配效果, 最终选择匹配效果最佳的方案及参数。

应当指出, 由于匹配网络工作在大功率的情况下, 所以采用的元器件必须满足功率要求, 电容要选无极性电容, 其耐压要大于网络可能的最大电压(可超过功放输出电压), 电感元件的电流容量要足够, 并且在最大工作电压下不产生磁饱和。

另外我们还在某宽带大功率水声发射器材中, 利用如图 5 所示的匹配网络实现了用一台功率放大器推动两只宽带水声换能器,

发射覆盖整个声纳工作频带的低频大功率声信号, 有效地降低了器材的体积重量, 同时改善了匹配状态, 提高了整个器材的工作效率, 也解决了器材电池容量不足的难题。

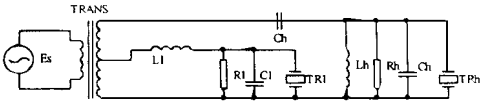


图 5 低频宽带匹配网络等效电路图

由于水声换能器的阻抗特性远比扬声器复杂, 而且其连续功率也比音响设备大得多, 所以网络元件的参数都必须仔细计算选取, 并通过试验反复进行调整, 才能达到预定效果。

参 考 文 献

1 尤立克. 水声原理[M]. 哈尔滨船舶工程学院出版社, 1990.
2 何祚镛. 声学原理[M]. 哈尔滨船舶工程学院出版社, 1972.
3 李梁. 小型变压器设计[M]. 人民邮电出版社, 1975.

(上接第 86 页)

1MHz 和 4.5W/cm² 不变, 换能器 T₁ 的频率为 0.75MHz 并依次从小到大改变其声强, 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, 其结果如表 1 所示, 表 1 中 I_{p1} 是 T₁ 的声强, V_{T₁} 和 V_{T₁+T₂} 分别表示 T₁ 单独辐照及 T₁ 与 T₂ 共同辐照的结果, T₁ 与 T₂ 单独作用的产额之和用 V_{T₁} + V_{T₂} 表示, ΔV_{T₁} 和 ΔV_{T₁+T₂} 是 V_{T₁} 及 V_{T₁+T₂} 的标准差。

表 1 单束和双束辐照的实验结果
(f_{T₁} = 0.75MHz, I_{p1} 变化; f_{T₂} = 1MHz, I_{p2} = 4.5W/cm², V_{T₂} = 0.16ml, ΔV_{T₂} = 0.09ml)

I _{p1} (W/cm ²)	Na ₂ S ₂ O ₃ 滴定消耗量 V (ml)				
	V _{T₁}	ΔV _{T₁}	V _{T₁} + V _{T₂}	V _{T₁+T₂}	ΔV _{T₁+T₂}
1.2	0.1	0.06	0.26	0.26	0.10
2.0	0.12	0.06	0.28	0.35	0.15
3.4	0.12	0.08	0.28	0.60	0.17
5.0	0.13	0.07	0.29	1.04	0.20
6.3	0.14	0.08	0.30	2.20	0.40

3 讨 论

由实验结果可见, 两不同频率超声束水平

正交联合辐照的声化学产率显著地高于各单超声分别辐照的产额之和, 从表 1 可看出, 当 T₁ 的声强足够大时, 双超声联合正交辐照的产率高出单独分别作用产率之和近 8 倍, 对于如此显著的增强效应, 我们从下面两个方面来解释: 一是双超声独立作用明显增大, 这就使得更多的空气从样品表面进入样品, 从而导致样品中空化核数量增强, 为获得强超声空化提供了可能。其二, 声化学产率的提高依赖于有较多的空化核能产生内爆, 在双超声束同时作用时, 各自产生空化过程, 当各自空化泡内爆时, 会产生许多新的空化核, 这些空化核不仅可供该超声束的自身再空化, 同时也会为另一束超声作用提供新的空化核, 其结果是使该辐照系统的声化学产率大大增强。

参考文献

1 冯若, 朱昌平, 赵逸云, 等. 科学通报[J]., 1997, 42(9): 925-928.
2 陈兆华, 朱昌平, 赵逸云, 等. 声学技术[J]., 1997, 16(4): 192-197.
3 A. Weissler, et al. [J]. Amer. Chem. Soc. J., 1950, 72: 1769-1775.