超声波清洗设备的目前发展方向

辛 乐

(上海银海科技发展有限公司 上海 200135)

1999年11月4日收到

摘要 超声波清洗设备的发展方向目前有二个：一个是从单缸机到多缸机或自动化的超声清洗生产线(含链条式或升降式)；另一个是，从低频超声清洗机到高频超声清洗机。

关键词 超声波清洗，多缸，高频

Directions of present development of ultrasonic cleaning installation

Xin Le

(Shanghai Yin Hai Science & Technigu Evelve Co., LTD, Shanghai 200135)

Abstract Presently Have Two directiens of development for the ultrasonic cleaning installation The first ,from single tank model to multi tank model or automatic ultrasonic cleaner (single chain cleaner or up-down cleaner);The second from low fequenciyy ultasonic cleaning to high frequency ultrasonic cleaning.

Key words Ultrasonic cleaning, Multi-tank, High frequency

1 引言

超声波清洗设备，随着国民经济的迅速发展和诸多新领域的不断开拓，其应用的范围越来越广泛。为使超声波清洗设备在各种应用领域中，获得应有的成效，无疑对超声波清洗设备的要求会越来越高。为了最大限度地满足用户的各种要求，超声波清洗设备制造厂已经或正在不断完善、改进已面世的设备，并正在抓紧开发、研制、生产各种新颖的超声波清洗机。在此同时，并对各种洗涤进行比较分析试验，以便找到最合适的洗涤剂，从而，使超声波清洗设备取得最佳清洗效果。

2 超声波清洗设备的市场动态

90年代后，超声清洗设备主要朝着以下两个方面发展：一个是，各种类型的多缸式或传动链式或升降式生产线相继面市；另一个是，低频超声清洗机向高频清洗超声波清洗机发展。笔者从多次国际性超声会议，技术、营销洽谈会上获悉，美国某大公司在日本的分公司，近几年单缸机销售量仅占总量2%，而传动链式自动清洗机占总量48%，多缸式清洗机占总量50%；其在欧洲的分公司，94年仅销出单缸机150台，绝大多数面市的机型是多缸式、传动式和升降式生产线，单缸机在美国，在亚

太地区的销售量虽还占有一定的比例,但都有下降趋势。

日本和德国的许多超声设备制造公司(厂),自90年代起,单缸机销售量亦都有明显下降趋势,而多缸式、传动链式和升降式生产线的超声清洗设备销售量却日益增加。

在国内,较大规模超声清洗机制造厂有2-3家,一般规模超声专业厂10余家,小规模制造厂商有30余家,近二年来,单缸机销售量亦在不断减少,而多缸、多工位半自动、全自动传动链、升降式非标大功率超声波清洗设备的销量都在迅速增大。

另外,随着“信息高速公路”、通讯、光学、生化、航空航天和医学等等诸多新领域的不断开拓,有越来越多高精度基础材料(大型硅片、超细管子、高档镜面…)和超微晶体管等零部件需清洗,已有大量试验结果表明,再采用低频超声波对上述材料和零部件进行清洗,不是损坏被洗的工件,就是洗不干净工件。若选择高频超声波清洗以上材料和零部件,则会取得良好效果。当然,值得一提的是,采用高频超声波清洗各种大小、厚薄的工件,要获得理想的洁净度,正确选择频率至关重要,而合适的工作频率的选取还是个有待进一步深入研究试验的课题。

迄今为止,已有试验结果和分析资料显示,对高精度基础材料超声清洗,其工作频率选择有些定性和粗定量的结果,这就是工件大小与频率关系即为:工件尺寸越小,工作频率选择越高。而工件厚薄与频率关系即为:工件厚度越小,工作频率应选得越高。由此可见,随着超声清洗应用领域不断扩大,超声清洗机工作频率,有朝高频方向选择的趋势。

3 对超声波清洗设备的一些具体要求

按市场的动态分析,不难发现超声波清洗设备务必具有以下特点:

(1) 超声波发生器部分:

工作频率: 20kHz-70kHz 中任意一点,
输出电功率: 单元输出有 300W, 600W, 1200W, 2400W, 3600W 并
按需进行有限地组合
(≥15kW)

工作方式: 自激式或跟踪式和他激式
单频、扫频或多频。

结构形式: 功放模块和控制模块; 功放
模块、控制模块和信号板分
别构成自激式或他激式超
声波发生器。

关键器件: 晶体管、VDMOSFET 器
件、IGBT、图腾柱模块。

保护功能: 具有开路、短路、过流、过
压保护和失谐调节器。

(2) 超声波振子、清洗槽或振盒(浸没式换能器)和自动控制部分

(a) 振子(换能器)

工作频率: 20kHz、25kHz、28kHz、
33kHz、40kHz、70kHz
中任意一点。

谐振阻抗: ≤ 25Ω

功率耐量: ≥50W、100W、250W、
1000W

绝缘性能: ≥5MΩ

耐压: ≥1500V

(b) 槽或振盒部分

按需要将上述振子进行并联组合应用,组合振子的要求为: 工作频率 $f = f_0 \pm \Delta f_0$, $\Delta f_0 \leq 300\text{Hz}$; 静态电容 $C = C_0 + \Delta C_0$, ($\Delta C_0 \leq C_0 \times 15\%$); 谐振电阻 $R = R_0 + \Delta R_0$ ($\Delta R_0 \leq R_0 \times 20\%$)。振子与清洗槽或振盒辐射面间联结必须牢靠,要能耐 ≥ 80°C 高温热冲击。

(c) 自动控制部分

采用 TDR 传输系统,由 PLC 进行控制。PLC 控制器还可用来控制输出功率百分比,液体流量、温度、PH 值等,以满足特殊清洗对象之需要。

(3) 要求超声波清洗设备质价比优

此特点,用以下实例来说明。美国某公司一种 25kHz, 18 个振子超声清洗机(售价 \$6000 元-\$8000 元), 国内某一彩管厂 93 年购进, 使用至今无故障, 客户反映质量优良, 但价格太高。国内有规模超声清洗专业厂投放市场同类型机种, 价格在 1.5 万元 (RMB) 左右, 诸多用户反映, 机器返修率高 $\geq 30\%$, 稳定性差, 价格还偏高。笔者针对上述情况, 通过几年努力, 不断改进工艺选材, 在一般规模专业厂试制生产, 并投放市场, 产品(上述同类产品) 售价在 1.3 万元 (RMB) 左右, 反修率 $< 30\%$, 稳定性尚可, 产品销售量不断增加。当然, 按诸多用户反映, 希望价格在 1.1 万 (RMB) 左右, 返修率 $\leq 5\%$, 稳定性要更好。

(4) 要求机器能在 $\geq 24\text{h}$ 内, 连续运行, 稳定可靠并不出故障。

(5) 要求操作简单, 维护维修方便。

(6) 要求品种规格多, 三化程度高(标准化、系列化、积木化)。

(7) 要求制造厂商服务到位。

综上所述, 具有以上特点的超声波清洗设备^[1], 自 90 年代末起, 世界范围内许多超声设备制造厂商已经或正在开发研制生产。笔者自 97 年起亦已着手开发研制生产这类产品, 并已开始投放市场, 目前正在完善批量制作工艺, 即将投入批量生产。新开发研制的超声波清洗设备与已面世的超声波清洗机^[2-4] 相比, 如下表 1 所示。

4 洗涤剂选择的新趋势

大量工艺试验和生产实践结果表明, 对一种好的超声清洗工艺而言, 除超声清洗机及其相应辅助装置(如定时加热装置, 循环泵、过滤器、冷凝系统、分离器等) 要优良外, 合适的洗涤剂的选择亦是一个至关重要和不容忽视的问题。往往出现这种情况, 超声清洗机十分

优良, 而洗涤剂选择不恰当, 结果清洗效果甚差。有关洗涤剂正确选择问题, 限于篇幅, 另行发表, 这里着重就洗涤的新趋势作一浅述。

表 1 新老超声清洗机比较表

要求	已面市的超声波清洗机	新开发的超声波清洗机
质价比	差	优
稳定可靠性	连续运行 时间 $\geq 8\text{h}$	连续运行 时间 $> 24\text{h}$
返修率	$\geq 30\%$	$\leq 5\%$
功能	单频(自激、他激)	单频(自激、他激) 扫频或多频
工作频率	20kHz、25kHz	20kHz、25kHz 28kHz、33kHz 40kHz、70kHz
功率级	$\geq 150\text{W}$	$\geq 300\text{W}$ 、500W 1kW、2kW 3kW
自动化程度	一般	高
三化程度	低(欠规范)	高(规范)
振子功率级	$\leq 50\text{W}$	$\geq 50\text{W}$ 、100W 100W、300W 1kW
关键器件	电子管、晶体管	晶体管、IGBT VDMOSFET
传输系统		TDR/PLC

随着“蒙维利尔协议”的实施日益迫近, 世界范围内, 为了贯彻执行此项国际性的环保条例, 在清洗领域中, 人们已经或正在采取各种措施着手解决有机溶剂(CFC/I.I.I. 等) 的取代问题, 以最大限度减少清洗介质对环境污染的后患。

来自日本调查情况获悉, 自 90 年起, 着手淘汰采用 CFC/I.I.I. 有机溶剂清洗剂清洗技术, 迄今为止, 业已基本完成。

在欧洲正在倾向于使用一种称为 VMS(挥发性硅氧甲烷) 的化学物质作为清洗介质, 以取代上述的有机溶剂。这种介质符合环境保护局(EPA) 的要求, 尚存在问题是, 有闪点和易燃。目前在欧洲某些厂家的清洗机中试用, 它可能发展成“将来的溶剂”。

90年以后,在国内已有诸多溶剂制造商开始着手探索并研制或代理进口有机溶剂(CFC-113; I.I.I., 三氯乙烷和四氯化碳等)取代产品。笔者自92年起对替代产品进行实际试验,取得如下结果。

(1) SIC 清洗剂替代 F113 试验,对比试验结果如表 2 所示。

表 2 F113 与 SIC 介质比较表

比较内容	F113(CFC)	SIC(HCFC)
清洗对象	制笔零件、汽车 面板表中零件 (不锈钢、铜、铝)	制笔零件、汽车 面板表中零件 (不锈钢、铜、铝)
清洗方法	手洗、超声 汽相清洗	手洗、超声 汽相清洗
清洗结果	达标	达标、效果更好
介质情况	有毒、不符合 环保要求	无毒(SIC 主要成份, 在美国 ALLIED、 SIIGML, 法国 ATOCHEN 等公司, 长期进行毒性测试, 符合环保要求)
价格	低	高

(2) METHOKLONE(美沙克隆)与二氯甲烷比较试验
对比试验结果如表 3 所示。

表 3 METHOKLOE 与二氯甲烷比较

比较内容	METHOKLOE (美沙克隆)	二氯甲烷
清洗对象	眼镜片、铜管、 铝零件(玻璃、 聚脂等)	眼镜片、铜管 铝零件(玻璃、 聚脂等)
清洗方法	喷淋、蒸汽去脂 清洗、超声清洗	喷淋、蒸汽去脂 清洗、超声清洗
清洗结果	达标、更好	达标
介质情况	ODP=0 符合环保要求	不符合环保 要求
价格	高	低

以上试验实例结果表明,迄今为止,含氟、氯有机溶剂已有比较理想取代物,只是价格比较高。可以预料,随着“蒙维利尔协议”彻底

应用声学

贯彻,取代品应用面不断扩大,其批量价会不断下降。

随着超声清洗技术不断发展及其应用范围的日益扩大,部分有机溶剂清洗正朝水溶剂清洗的方向转化。具体转化情况如,94年前,CFC/I.I.I.等有机溶剂,在市场上占有份额是比较大的。随着水溶剂,碳氢化物及溶剂取代品等越来越多的被采用,从95年起,前者市场占有率在下降,而后者市场占有率在不断增大。

大量生产实践结果表明,除少量精密零件、玻璃零件超微晶体管等被清洗对象外,绝大多数零件只要选择合适的超声清洗机都可用水溶剂、碳氢化合物半水溶剂作为洗涤剂,来完成清洗全过程。有关这方面实例可见资料[2]。

5 后语

超声清洗技术作为一种新工艺、新技术在以往国民经济中已经发挥了很好的作用。随着国民经济的进一步的发展和诸多高新技术领域不断开拓,超声清洗技术方法必将引起人们更大的关注。为使超声清洗技术应用范围越来越广阔,效果愈来愈显著,无疑要求超声专业厂商按市场需要不断改进完善已面市的超声清洗机,寻觅各种合适的被清洗工件的各种洗涤剂及优良工艺程序,以便获得最佳的清洗效果。

为使在我国市场已占有一席之地之超声清洗设备及技术及早走出国门,打入国际市场,参与国际竞争,除了超声波清洗机专业厂商要不断形成规模,增强实力外,还需我国的科研院所、高等院校大力支持,不断创新,向工厂提供世界一流技术、成果,成为工厂坚强的技术后盾,支持超声清洗机厂商将设备打入国际市场,这样,我们超声清洗设备进入国际市场的为期肯定不会太远了。

参 考 文 献

- 1 辛乐. 98'全国声学学术会议论文集. 成都科技大学出版社, 1998. 8. 403-404.

全国声学标准化技术委员会四届三次会议在无锡举行

全国声学标准化技术委员会四届三次会议于1999年10月16-20日在江苏省无锡市举行。本次大会得到了国家质量技术监督局、中国科学院和中科院声学所的高度重视及大力支持。出席会议的有委员、各标准项目负责人、各分会秘书长及总会秘书共33人。

会议由主任委员马大猷院士主持，他希望大家审查标准要认真负责，认真把好质量关，对修改意见提出备案，提供给编制组修改，重大问题要深入讨论。他还介绍了今年上报国家质量技术监督局的标准补充计划项目“语音学名词术语”的由来，并给大家讲了一个春秋战国时期有关运用语音识别技术的典故。

吕亚东副秘书长向到会委员及代表作了99年度全国声标技委会的工作报告。与会人员围绕年度工作报告及相关事宜特别是目前建声分会存在的问题展开热烈讨论。

目前随着人民物质和文化生活水平的逐步提高，多用途体育馆、影剧院、音乐厅等建设方兴未艾，过去制定的一些建声标准与一些国际标准的差距也越来越大，已无法满足社会发展的需要，特别需要许多建声方面新的标准，由于种种原因，目前建声分会的工作，除能保障对ISO文件答复外，基本处于停滞状态。因此，广大委员迫切希望找出切实可行的方法，彻底、尽快地解决建声分会所存在的问题。秘书处表示将与建设部和建研院联系，争取找出切合实际的解决方法。

会议审查并通过了99年六项国家标准送审稿，并提出修改意见，它们是：

1. 声学 户外声传播衰减第一部分：大气声吸收的计算
2. 声学 家用电器及类似用途器具噪声测试方法第一部分：通用要求
3. 声学 机器和设备发射的噪声测定工作位置和其它指定位置发射声压级的基础标准使用导则
4. 声学 机器和设备噪声发射值的标示和验证
5. 声学 水听器低频校准方法
6. 声学 1MHz-10MHz 频率范围内橡胶和塑料纵波声速与衰减系数的测量方法

对上述六项国家标准送审稿的同意票数均已超过四分之三，经秘书处和主任委员审核后，声标技委会已同意作为推荐性标准上报中国科学院和国家质量技术监督局审批。

会议讨论了申请2000年立项的8个标准项目和明年的工作计划。

会议希望噪声分委会对明年要完成的标准“声学计算机和办公设备的空气噪声测量”（等效采用ISO 7779：1999）进一步加以落实，以保证按期进行。

由吕亚东副秘书长宣读了本次会议纪要，与会代表对秘书处工作作了充分肯定并以热烈掌声通过了秘书处99年度的工作报告和本次会议纪要。

本次会议得到了721厂的大力支持和协助，主任委员马大猷院士和章汝威秘书长代表声标技委会和秘书处表示衷心感谢！

在全体委员和代表的共同努力下，完成了预期的各项任务，本次大会圆满结束。

(全国声标技委会秘书处 徐欣)

2 辛乐. 功率超声设备及应用. 上海: 交通部上海船舶运输研究所印刷厂. 1987. 7. 12-104.

3 辛乐. 电子技术, 1985. 11: 6-8.

4 辛乐, 吴凌愚. 应用声学, 1988. 8(2): 31-36.