

## 探析真空超声波清洗消毒器应用效果及解决对策

周治任

深圳市美雅洁技术股份有限公司 广东深圳

**【摘要】**本文介绍了超声清洗技术的发展概况，着重介绍了超声清洗机理、换能器原理以及多种因素对超声清洗效果的作用；阐述了超声波清洗技术的相关用途和发展现状，并提出了基于超声波技术的超声清洗技术在各行业中的应用越来越广泛。结合近年来在超声清洗领域中的新发展和新的应用，提出了今后超声清洗技术将朝着复合、环保、高效、自动化发展的趋势。

**【关键词】**真空超声波；清洗消毒器；应用效果

### Application effect and solution of vacuum ultrasonic cleaning and sterilizer

Zhiren Zhou

Shenzhen Meijie Technology Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong

**【Abstract】** This paper introduces the development of ultrasonic cleaning technology, mainly introduces the ultrasonic cleaning mechanism, transducer principle and the effect of various factors, expounds the relevant use and development status of ultrasonic cleaning technology, and proposes Ultrasonic cleaning technology based on ultrasonic technology is increasingly widely used in various industries. Combined with the new development and new application in the field of ultrasonic cleaning in recent years, the future ultrasonic cleaning technology will develop towards composite, environmental protection, high efficiency and automation trend.

**【Keywords】** vacuum ultrasonic; cleaning and sterilizer; application effect

超声波清洗是一种以超声能量为基础的清洗技术。数十年来，人们广泛地对它进行了广泛的研究与运用。近几年，随着超声技术的发展，人们对超声技术的认识越来越深刻，对其机制的探讨也越来越细致，甚至有几种利用电脑进行空化处理的手段。超声波清洗中的关键部件——超声换能装置在不同载荷情况下的性能也得到了进一步的提高。超声波清洗技术不断发展，其使用范围也越来越广，其在各行业中得到了越来越多的使用。我国近年来，由于我国工业的迅速发展，特别是在制造领域的不断发展，对环境保护的需求越来越高，超声清洗技术也呈现出新的特征。

### 1 超声波清洗原理概述

#### 1.1 原理分析

对物体的清洗，可以按其污染的特性，采取化学或机械的方法，也可以通过多种形式的联合进行清洗。超声清洗属于物理化学作用，如果将清洗剂加入到清洗溶液中，就属于复合清洗，清洗作用更加显著。超

声波是一种振动频率在 20 kHz 以上的声波，振动的频率非常高。超声在媒质中的传输会引起邻近粒子的强烈运动，使得邻近的质点得到了更多的能量。超声清洗技术是利用超声在媒质上的振动强度达到一定程度而产生的“超声化洞现象”。物体上的脏东西会因撞击而脱落，产生裂纹或是脱落，在连续的撞击下，会很快地将灰尘从物体上剥离。超声波清洗装置是一种最简易的超声波清洗装置，它包括超声波发生器、换能器和洗涤器。超声波发生器作为超声波清洗设备中的重要部件，其功能是生成并将超声波能供给换能并将其转化为高频的 AC 信号。该传感器将超声波产生的电能转换为高强度的振动动力传输至清洗罐。图 1 显示了超声清洗构造的原理图。

超声清洗的基本原则是：将液体倒入洗涤槽，在槽中起介质的作用。因为超声波和声波是一种密度较大的振荡波，所以在不同的介质中，其压强会发生交替的改变。当你在一个特定的位置上观察时，这个位

置的压力会以一个大气压为核心,而当这个特定的位置被加强时,这个点的压力会随之增大,从而导致一个负压。并在随后的压力挤压下,产生了一个空洞。受到声波的影响,在一个特定的压力下,泡沫会快速膨胀,然后突然闭合,在闭合时,由于流体之间的撞击,会形成强烈的冲击波。(1)由于气泡破裂而形成强烈的冲击波,使部分脏物在冲击波的冲击下分散、乳化和剥落。(2)因空气流动而产生的气泡,通过撞击渗入污物与表面的缝隙和孔洞中,因为这些微小的气泡会随着压力的变化而不断膨胀、收缩,把污物一层又一层地剥离,同时这些微小的气泡则会不断地向前移动,直到灰尘全部被剥离。这是一个二次作用的空穴。(3)在超声波清洗过程中,清洗液体的超声波振动自身对清洗的作用。例如,20 kHz, 2 W/cm<sup>2</sup>的超声通过清洗液体时,会使粒子产生震动,产生1.32 微米的偏移,0.16 米/秒的加速度,2.04X10<sup>4</sup> 米/秒(引力加速度),意味着清洗剂的表面上的脏污将经受±248 kPa/s 的剧烈撞击。(4)清洗剂会使脏物溶解,从而形成一种化学作用,使其具有乳化的分散作用。

### 1.2 工艺要求

第一个是超声的强弱。也就是每一次的超声波能量。超声清洗的结果与超声波的作用密切相关,而超声清洗的效率则与超声波的强度相关,一般在每平方厘米 0.3 W 以上(1 W)以上的超声功率。超声的强度愈大,其空化效应愈显著,即清洗效果愈佳。此外,合适的超声功率取决于清洗目标的不同。例如,清洗线路板,可以降低超声波的强度,清洗消毒的部件,可以提高超声波的强度。

第二种是超声的频谱。空穴效应也与超声的频率相关,其产生的最大阈值为:空穴的出现随频率增加而减小。结果表明:在低频率下,容易发生空化现象,也就是 15-40 千赫的空化现象。国内现有的超声杀菌设备都属于此范畴。

第三步,如何选用清洗剂。根据要清洗的衬底的残余量和所用的焊料,一般采用清洗的焊料要比免洗的焊料更易于清洗。

第四点是清洗的水温。在洗涤过程中,温度对洗涤速率有很大的作用,适当地提高洗涤液的温度可以增大空气泡的容量,从而减少洗涤周期。通过实践证明,使用乙醇作为清洗剂的清洗温度通常为 45℃。

## 2 清洗消毒器结构示意图

清洗消毒器的结构设计,主要由清洗消毒器外壳,进水口,排水口,支撑脚,清洗槽内部清洗滚轮,和控制马达的正向和反向按键。如图 2 所示。

清洗消毒设备的外罩分为两层,内部装有几个超声振动片,其外部具有隔绝和安全防护功能,一是避免冲洗时喷溅的液体与超声振动片发生碰撞,引起电路的短路;二是可以避免外部粉尘附着在超声振动器上,从而降低清洗效率。入口是洗涤槽与外部水管线的联轴器,外部的水从入口进入洗涤池。凹型的脏物收集箱设置在清洗消毒器的内侧,可以进行拆解和装配。在凹型污垢收集箱上设有一个圆孔,该圆孔具有较大的尺寸,可以滞留于该容器中,待灰尘达到某一特定的体积后,即可将该容器整体拆除,并将其倾倒至指定的地点。按照事先设定的清洗目的,清洗完毕后开启排水管,污物就会从栅栏小孔中排出。环形支撑腿的功能是清洗杀菌设备的支架。洗涤滚筒位于洗涤池中心,便于将洗涤槽内的水充分搅动,减少了清洗的时间。洗涤滚筒由马达带动,由马达带动,由马达的不同转速进行调节,由齿轮带动洗涤滚筒的不同转速,洗涤滚筒的旋转速率对洗涤槽中的水产生不同的搅动效果,能较好地清除被洗涤物体表面的污迹。

### 3 清洗消毒器控制系统设计

利用 STC89C51 单片机实现了超声杀菌设备的整个清洗流程的控制。该设备采用了电动机驱动的速度控制和超声产生的开关。超声发生器的工作状态由继电器的开关和开关而进行。本公司的电源系统以 220 V 家用 AC 电压为主,通过变频调压器和稳压电路将其转换成 5 V DC 电源,以及 12 V DC 电源,用于驱动 DC 电动机。构建的系统整体如图 3 所示。

#### 3.1 直流电机调速

将一台 DC 马达置于清洗消毒器的底部,将 DC 马达与洗涤槽中的洗涤滚轮相连,由 DC 马达驱动洗涤槽中的洗涤滚轮旋转,使洗涤槽中的清洗液体流经洗涤槽,使洗涤槽中的清洗液体流经洗涤槽,使洗涤槽中的液体充分混合,从而减少被洗涤物体上的杂质。洗涤池中水流速度愈高,则洗涤效能愈显著,故调整马达之转速,即可取得不同之清洗效能。DC 电动机的速度控制主要有改变电枢电压、改变磁通量和改变电枢线圈的串联电阻值。尽管采用了变流器的方式可以使无级变速平稳,但是由于其速度的变化幅度较小,因此有一些限制。在电动机无负载或轻载时,电动机的转速变化幅度较小,在速度电阻方面存在能耗损失,

经济效益不佳。根据上述两种方式的特点，超声清洗消毒设备中的 DC 电动机在控制速度时，应采取电枢电压变化的方式。利用 PWM 技术对电动机上的电压进行控制，使其输出的平均电压为  $U=U_0t_1/(t_1+t_2)$ ，其中， $t_1$  是在一个循环中高电平的持续时间， $t_2$  是一

个循环中的低电平所保持的时间， $U_0$  是总电压，占空比  $\alpha=t_1/t_2$ 。从以上的计算结果可以看出，为了达到控制 DC 电动机的速度，可以通过在一定的供电电压条件下，通过变化负载比例来控制负载。

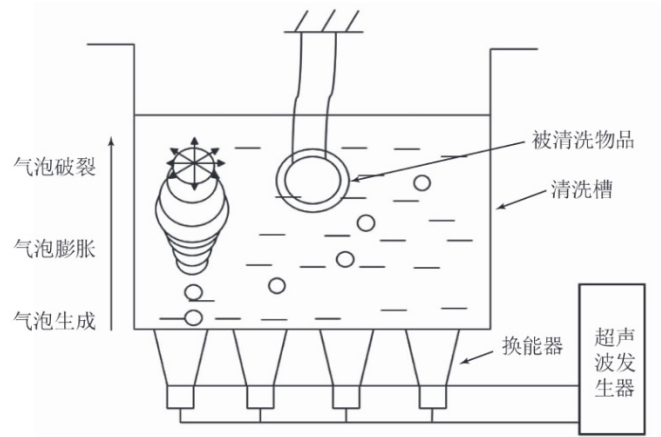


图 1 超声波清洗结构示意图

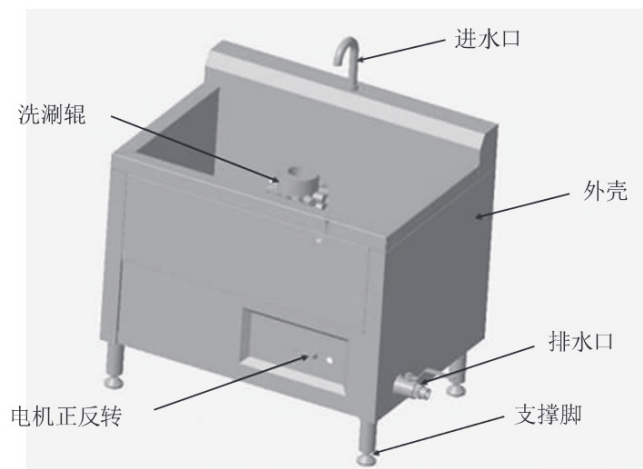


图 2 清洗消毒器结构示意图

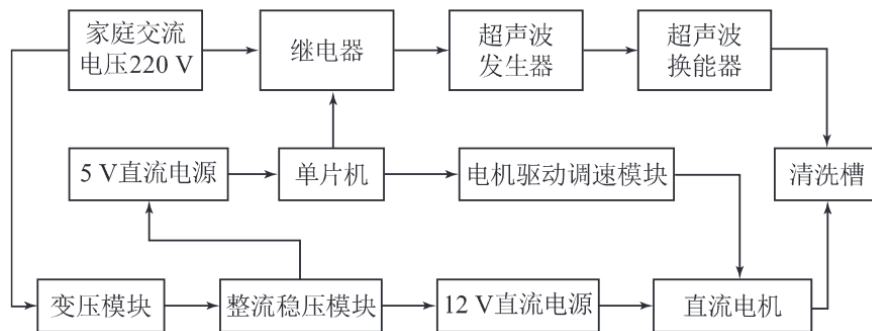


图 3 超声波清洗控制框图

### 3.2 系统硬件设计

该设备的硬件部分由 12 V 直流电机模块、键盘

调速控制模块、示波器观察波形模块、STC89C51 单片机模块、L298N 电机驱动模块等组成。单片微处理器的工作需要三个条件：电源，时钟，复位电路。L298N 模组是由四个信道逻辑组成的 H 桥型马达驱动晶体管。VS 端子与马达驱动器相连，而 VSS 则与逻辑控制器相连。ENA 和 ENB 管脚是控制启动端，在电动机正转时，IN1 管脚和 IN2 管脚分别输入 PWM 信号和 I2 管脚，在电动机倒置时 IN1 针和 IN2 针的信号交换，由此实现对 12 V DC 电动机的正向和反向控制，并可以通过改变脉冲宽度调制信号的占空比来实现电动机调速。该示波器一头与 IN1 管针相连，一头与 IN2 管针相连，其工作原理是用来观测波形工作周期的。键盘控制器采用单独的按钮，按下不同的按钮，使 DC 马达在各种方向和转速下工作。

### 3.3 系统仿真设计

利用编程方式对单片机的输出端进行逻辑控制，使 L298N 器件 IN1、IN2 处于逻辑位置，从而达到对电动机进行正向反向的控制。在单片机中，T0 的计数装置有计时的作用，因为工作方式 2 将 8 比特的计时器设置为一个 8 比特的计时器，它可以节省重新装初始值的命令的执行次数，并简化了计时初始数值的计算，并且可以非常准确地决定计时的时刻，因此使用 2 型来生成方波。PWM 是按一定的频率开关，DC 电动机上的电压占空周期可以调节 12 V DC 电动机的转速。按照基本的流程，在 Keil 中进行编程。通过 Proteus 对该软件进行了硬件设计，并将该软件编写的 hex 文档复制到了硬件上进行模拟和分析。利用一台示波器对 IN1、IN2 管脚进行了逻辑电平的观测，模拟表明，该系统能实现正反两种方式，实现了各种转速下的清洗。通过对实验数据的分析，验证了该方法的正确性，能够达到超声消毒设备的设计指标。

### 4 小结

超声波技术的不断发展和进步，将会在各行各业

中得到广泛的运用，具有广阔的市场空间。该装置的结构设计具有模块化的特点，易于以后的优化和改造。

### 参考文献

- [1] 朱爱群,李云慧子,马秀妮.RCA 在脉动真空清洗器清洗管腔类精密器械中的应用研究[J].中国医疗设备,2022,37(03):112-115.
- [2] 张津,景军玲,薛园园,元晓琳.脉动真空清洗机清洗眼科器械效果的研究[J].中国医疗设备,2022,37(01):148-150+165.
- [3] 刘明娟.脉动真空清洗消毒与传统清洗方法对管腔器械清洗效果比较[J].中国医疗器械信息,2021,27(05):168-170.
- [4] 邓小凌,凌丽娟,陈晓玲,易亚玲.真空超声波清洗技术用于手术室腔镜器械的消毒效果评价[J].中国医药科学,2016,6(11):186-188.
- [5] 马占宇,刘军,张弛.专用设备关键零部件全自动超声波清洗机的改进[C]//中国核科学技术进展报告(第四卷)——中国核学会 2015 年学术年会论文集第 4 册(同位素分离分卷).,2015:63-68.

收稿日期：2022 年 9 月 19 日

出刊日期：2022 年 10 月 24 日

引用本文：周治任，探析真空超声波清洗消毒器应用效果及解决对策[J]. 国际机械工程，2022，1(3): 89-92  
DOI: 10.12208/j. ijme.20220044

检索信息：中国知网 (CNKI Scholar)、万方数据 (WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

版权声明：©2022 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS