目录

[超声波清洗机原理详解 1](#_Toc279081459)

[什么是超声波清洗机? 12](#_Toc279081460)

[超声波清洗的优点? 13](#_Toc279081461)

[超声波清洗机的应用 14](#_Toc279081462)

[超声波清洗设备特点 16](#_Toc279081463)

[超声波清洗机构成及原理 18](#_Toc279081464)

[选购超声波清洗机的九大要点 19](#_Toc279081465)

[超声波清洗技术的应用 21](#_Toc279081466)

[怎样提高超声波清洗机的功率? 22](#_Toc279081467)

[超声波清洗机的工艺流程 22](#_Toc279081468)

[如何判断超声波清洗机的常见故障 24](#_Toc279081469)

[超声波清洗设备与清洗工艺知识 25](#_Toc279081470)

[超声波清洗技术的用武之地 27](#_Toc279081471)

[关于硅片超声波清洗技术 28](#_Toc279081472)

[什么是微型超声波清洗机? 29](#_Toc279081473)

[超声波发生器介绍 29](#_Toc279081474)

[超声波清洗机频率 30](#_Toc279081475)

[超声波清洗机中超声波换能器常见问题 31](#_Toc279081476)

[正确使用超声波设备 31](#_Toc279081477)

正确使用超声波设备

　1、 了解超声波

　　用超声波可以分为三种，即次声波、声波、超声波。次声波的频率为20Hz以下；声波的频率为20Hz~20kHz；超声波的频率则为20kHz以上。其中的次声波和超声波一般人耳是听不到的。超声波由于频率高、波长短，因而传播的方向性好、穿透能力强，这也就是为什么设计制作超声波清洗机的原因。

2、 超声波如何完成清洗工作

　　超声波清洗是利用超声波在液体中的社会化作用、加速度作用及直进流作用对液体和污物直接、间接的作用，使污物层被分散、乳化、剥离而达到清洗目的。目前所用的超声波清洗机中，空化作用和直进流作用应用得更多。

（1）空化作用：空化作用就是超声波以每秒两万次以上的压缩力和减压力交互性的高频变换方式向液体进行透射。在减压力作用时，液体中产生真空核群泡的现象，在压缩力作用时，真空核群泡受压力压碎时产生强大的冲击力，由此剥离被清洗物表面的污垢，从而达到精密洗净目的。

（2）直进流作用：超声波在液体中沿声的传播方向产生流动的现象称为直进流。声波强度在0.5W/cm2时，肉眼能看到直进流，垂直于振动面产生流动，流速约为10cm/s。通过此直进流使被清洗物表面的微油污垢被搅拌，污垢表面的清洗液也产生对流，溶解污物的溶解液与新液混合，使溶解速度加快，对污物的搬运起着很大的作用。

（3）加速度：液体粒子推动产生的加速度。对于频率较高的超声波清洗机，空化作用就很不显著了，这时的清洗主要靠液体粒子超声作用下的加速度撞击粒子对污物进行超精密清洗。

3、 超声波清洗机的原理是什么

　　超声波换能器将高频振荡电讯号转换成高频机械振荡，以纵波的形式在清洗液中辐射。在辐射波扩张的半波期间，清洗液的致密性破坏并形成无数直径为5

0-500μm的气泡。这种气泡中充满着溶液蒸汽。在压缩的半波期间，气泡讯速闭合，会产生上百Mpa的局部液压撞击。这种现象称为“空化”效应。在“空化”效应的连续作用下，工件表面或隐蔽处的污垢被爆裂、剥落。同时，在超声的作用下，清洗液的渗透作用加强；脉动搅拌加剧；溶解、分散和乳化加速；从而将工件彻底清洗干净。

4、 超声波清洗机是由哪几部分构成的

　　超波清洗机主要由超声波清洗槽和超声波发生器两部分构成。超声波清洗槽用坚固弹性好、耐腐蚀的优质不锈钢制成，底部安装有超声波换能器振子；超声波发生器产生高频高压，通过电缆联结线传导给换能器，换能器与振动板一起产生高频共振，从而使清洗槽中的溶剂受超声波作用对污垢进行洗净。

5、 超声波清洗机有什么特点

　　超声波清洗与各种化学的、物理的、电化的和物化的清洗方法比较，具有以下独特的优点：

•能快速、彻地清除工件表面上的各种污垢。

•能清洗带有空腔、沟槽等形状复杂的精密零件。

•对工件表面无损。

•可采用各种清洗剂。

•在室温或适当加温（60℃左右）即可进行清洗。

•整机一体化结构便于移动。

•节省溶剂、清洁纸、能源、工作场地和人工等。

6、 如何使用超声波清洗机

　　超声波清洗机的使用应严格按以下要求分部骤操作。

（1）联结好清洗槽与发生器之间的电缆；

（2）将清洗液倒入清洗槽中（倒入清洗液的量就为放入被清洗物时，液面的位置约为整体的四分之三为佳）；

（3）将被清洗物放入清洗槽；

（4）插上电源插头；

（5）设立清洗时间，开机。

7、 使用超声波清洗机应注意什么问题

一、超声波清洗机电源及电热器电源必须有良好接地装置。

二、超声波清洗机严禁无清洗液开机，即清洗缸没有加一定数量的清洗液，不得合超声波开关。

三、有加热设备的清洗设备严禁无液时打开加热开关。

四、禁止用重物(铁件)撞击清洗缸缸底，以免能量转换器晶片受损。

五、超声波发生器电源应单独使用一路220V/50Hz电源并配装2000W以上稳压器。

六、清洗缸缸底要定期冲洗，不得有过多的杂物或污垢。

七、每次换新液时，待超声波起动后，方可洗件。

8、 使超声波清洗效果最佳的方式

（1）超声波清洗槽的温度最好为30~50℃。

（2）根据不同的清洗对象正确选择清洗剂。清洗剂一般分为水基（碱性）清洗剂、有机溶剂清洗剂和化学反应清洗剂。通常使用最多的为水基清洗剂。

（3）根据被清洗物的污染程度和污垢性质，选用不同的清洗时间。

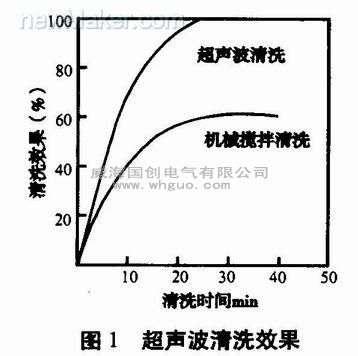
9、 节约清洗液的小窍门

超声波清洗机的清洗液可以循环使用，这种清洗方式可以节约大量的清洗液，每次使用完清洗机后，最好将清洗液放入容器中，下次使用时再倒入清洗槽，余下的沉淀物可处理掉。如清洗液的浓度不够时，适量加入一点即可重复使用。

# 超声波清洗机原理详解

**1 前言．**

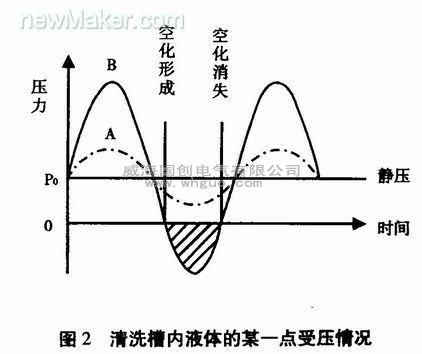
在市场经济的环境下，对产品质量要求越来越高。为保证产品质量，许多企业在产品生产过程中，将采用清洗工艺来提高产品质量，为企业创造良好的经济效益。   
  
当前在一些工业产品生产过程中，应用超声波清洗是一种洗净效果好，价格经济，有利于环保的清洗工艺。超声波清洗机可以应用于清洗各式各样体形大小，形状复杂，清洁度要求高的许多工件。例如可用于清洗钟表零件、照相机零件、油咀油泵、汽车发动机零件、精密轴承零件、齿轮、活塞环、铣刀、锯片、宝石、医用注射器及各种光学镜头等；还可以用于清洗印制板、半导体晶片及器件、显象管内的精密零件、磁性元件、硅片、陶瓷晶片、插头座、焊片、电极引线等电子类产品。   
一种物件的清洗可以根据其污垢的性质，采用机械物理力清洗的方法或化学力清洗的方法，还可以用各种组合方法来进行清洗。  
若是用自来水或净水为清洗液的超声波清洗属物理力的清洗，若在清洗液中添加一些洗涤剂，则属于组合清洗，对不同的清洗对象选用不同的洗涤剂，更具有明显的清洗效果。   
表1为几种清洗方法洗净效果比较。   
图1为两种清洗方法洗净效果比较。



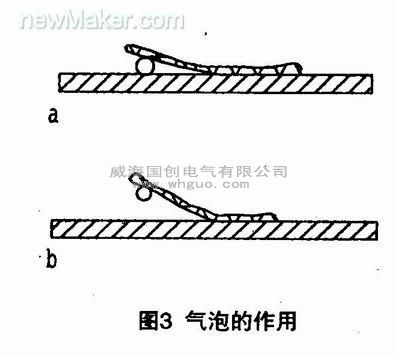


**2 超声波清洗的原理**

把液体混入清洗槽内，给槽内作用超声波。由于超声波与声波一样是一种疏密的振动波，介质的压力作交替变化。如果对液体中某一确定点进行观察，这点的压力如图2曲线A所示。以静压(一般一个大气压)为中心，产生压力的增减，若依次增强超声波的强度，则压力振幅也随着增加，像图2曲线B那样，并产生负的压力。



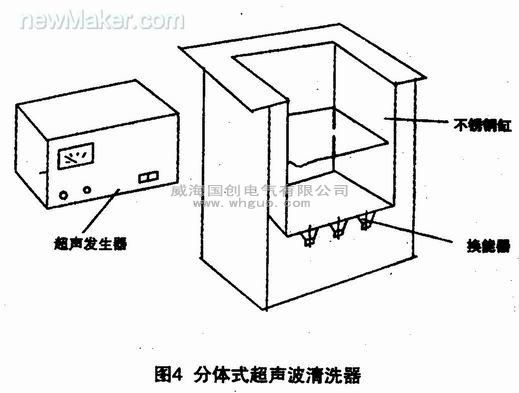
所谓负压，但实际上负的压力是不存在的，这是在液体中产生撕裂的力，且形成真空的空泡，并被后面的压缩力压挤而破灭。这种在声场作用下的振动，当声压达到超声波清洗一定值 时，气泡将迅猛增长，然后又突然闭合，在气泡闭合时，由于液体间相互碰撞产生强大的冲击波，在其周围产生上千个大气压的压力。这也就是所说 的“超声空化”。超声清洗就是利用了空化作用的冲击波，其清洗过程中由下列四个因素作用所引起。   
(1)因空泡破灭时产生强大的冲击波，污垢层在冲击波的作用下被剥离下来，即分散及脱落。   
(2)因空化现象产生如图3a所示的气泡。由冲击形成的污垢层与表面之间的间隙和空隙渗透，由于这种小气泡与声压同步膨胀，收缩，产生像剥皮那样的物理力重复作 用于污垢层，污垢一层层被剥开，如图3b所示，小气泡再继续向前推进，直到污垢层被剥下为止。这就是空化二次效应。

  
(3)超声清洗中 清洗液的超声振动本身对清洗的作用力。例如：20kHz，2W／cm2的超声波在清洗液中传播时，它将引起质点的振动，位移幅度1．32lLm，速度0． 16m／s，加速度为2．04X104m／sz，(约为2删g的重力加速度)，声压为1．45X105Pa，这表明清洗物表面的污垢层每秒将遭到2万次的激烈冲击。   
(4)清洗剂也溶解了污垢，产生乳化分散的化学力。

超声清洗的主要原理是超声空化作用，要获得良好的清洗效果，合理选择清洗槽中声场的声学参数和清洗液的物理化学性质是十分重要的。   
  
既然空化是主要的，那么如何产生空化呢?一般来说，空化不仅由介质特性决定，而且也与声场有关。空化阂的高低受到许多因素制约，主要有如下几个因素：   
  
(1) 空化阂与工作频率fa有关。频率越高，空化阂值越高，产生空化越难。气泡在声场的作用下将进行振动，但不一定发生崩溃(破灭)，只有当声波的频率低于气泡的谐振频率时才可能使气泡破灭，而当声波的频率高于气泡的谐振频率时，气泡只进行复杂的振动，一般不发生气泡破灭。   
(2)空化阂与介质中气泡半径有关，半径越小，空化阂越高。   
(3)空化阂与声波作用时间长短有关，声波幅射时间越长，空化阂越低。

(4)空化阂与环境静压力有关，静压力越大，空化阂越高。   
(5)空化阂与介质的粘滞性有关，粘度大，表面张力大，空化阂高。   
(6)空化阂与液体含气量有关，含气量越少，空化阂越高。   
(7)空化阂与清洗液温度有关，清洗液温度升高，对空化有利。但清洗液温度过高时，气泡中蒸气压增大，因在气泡闭合期增强了缓冲作用而使空化减弱。而温度还与清洗液的溶解度有关。对于水清洗液较适宜的温度约为60℃。   
  
根据超声清洗的机理我们可选择最佳状态，并得到最佳的清洗效果。还应注意选择最佳的声强。声强过高会产生大量气泡，在声波表面形成一道屏障，使声波不易辐射到整个液体空间，因而在远离声源的地方，清洗作用减弱。同时过高的声强，气泡膨胀过大，以至于在声波压缩相内，气泡来不及闭合。声强一般选在1W／cm2—2W／cm2，对于一些金属表面氧化膜难于清洗的污垢，则应采用较高的声强。

**3 超声波清洗的应用**   
  
超声波清洗设备一般可分为通用和专用两种机型。   
  
3．1 通用超声波清洗机   
  
超声波清洗机的结构一般有超声电源和清洗器合为一体或分开布局两种形式，一般小功率(200W以下)清洗机用一体式结构，而大功率清洗机采用分体式结构。超声波清洗机分体式结构由三个主要部分组成，如图4所示。

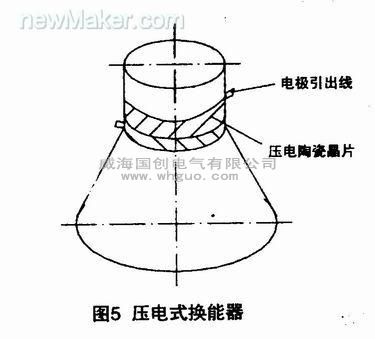
  
  
(1)清洗缸；   
清洗缸：清洗缸是用来装载清洗液及被清洗工件的不锈钢容器，大多数工件可先装在网状框架内，再一起放人缸内清洗。  
(2)超声波发生器；   
超声波发生器：超声清洗机用的超声波发生器，从使用的元器件种类可以分电子管式的，可控硅式的和晶体管式的。近几年来已经发展到用大功率“功率模块”的方 式。其输出功率从几十瓦直到几千瓦，工作频率从15kHz—40kHz。  
(3) 超声波换能器；

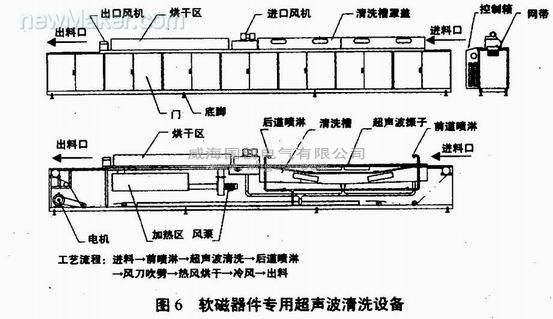
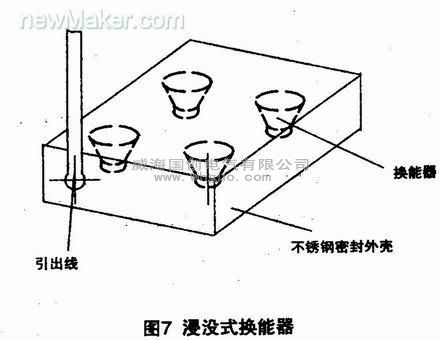
**超声清洗机用的超声波发生器，有以下特点：**   
(1)随着清洗液深度不同，换能器共振频率和阻抗变化很大。但是实践表明，槽内放进适量清洗物后，基本上就可以稳定在某一定数值上。   
(2)一般来说，由于清洗负载变动较小，可以不要求复杂的频率自动跟踪电路。   
(3)实用超声波发生器，大多数采用大功率自激式反馈振荡器。

**超声波换能器：超声波清洗机用的换能器主要有以下几种：**   
①磁致伸缩换能器

国内用的磁致伸缩换能器大多数是用镍片叠成的窗口型换能器，将它银焊在清洗缸底部，然后用导线在窗口上绕一定卷数而成。此种换能器能承受较大功率，且可靠性好，使用寿命长。缺点为效率较压电换能器低，原材料镍片价格贵。   
②压电式换能器

目前国内外大多数超声波清洗机用的是压电式换能器，勘L形结构如图5。



这种换能器一般有两片压电陶瓷晶片组成。一台清洗机用多个换能器，经粘接剂粘接在清洗缸底部且经并联联接组成一台清洗机的换能器。换能器基元之间距(对于频率20kHz)一般在5—10mm为佳，太大了容易产生弯曲振动，且振动板受到腐蚀，同时辐射面相对减少。   
通用超声清洗机清洗零件适用性强，已广泛应用于电子、钟表、光学、机械、汽车、航空、原子能工业、医疗器械等许多行业。   
  
3．2 专用超声波清洗机   
  
一般安装在某些特定物件清洗的生产流水线上。   
图6为典型的软磁器件超声波清洗设备，被清洗物件从进料口可传动的不锈钢专用网带送入超声波清洗槽清洗，再经喷淋、烘干等工序后出料，实现被清洗物件可直接包装入库。各工序简要说明如下：  
  
①进料：物件进料可采用半自动进料或   


⑧出料：物件出料可采用自动收料或手工收料方式，格被清洗物件装入包装盒内。   
通过上述工序就完成了物件实现利用超声波清洗的全过程。

目前，还有一种**超声汽相清洗机**，它是选用有机溶剂作清洗液，具有极强的溶解污垢的能力，用于清洗半导体晶片等洁净度要求特别高的物件。   
  
威海国创电气有限公司多年来已研制、开发、生产了多系列通用超声波清洗机，产品广 泛应用于全国各地的大中型企业，同时还按用户特殊要求研制、开发、生产了用于清洗软磁器件、精密轴承零件、锯片、汽车等零件的专用超声波清洗设备，在生产 中发挥了良好的作用。

超声波清洗机小知识

超声波原理

超声波清洗是基于空化作用，即在清洗液中无数气泡快速形成并迅速内爆。由此产生的冲击将浸没在清洗液中的工件内外表面的污物剥落下来。随着超声频率的提高，气泡数量增加而爆破冲击力减弱，因此，高频超声特别适用於小颗粒污垢的清洗而不破环其工件表面。

气泡是在液体中施加高频（超声频率）、高强度的声波而产生的。因此，任何超声清洗系统都必须具备三个基本元件：盛放清洗液的槽、将电能转化为机械能的换能器以及产生高频电信号的超声波发生器。

换能器和发生器

超声清洗系统最重要的部分是换能器。现存两种换能器，一种是磁力换能器，由镍或镍合金制成；一种压电换能器，由锆钛酸铅或其他陶瓷制成。 将压电材料放入电压变化的电场中时，它会发生变形，这就是所谓的'压电效应'。相对来说，磁力换能器是用会在变化的磁场中发生变形的材料制成的。

无论使用何种换能器，通常最基本的因素为其产生的空化效应的强度。超声波和其它声波一样，是一系列的压力点，即一种压缩和膨胀交替的波（如下图示）。如果声能足够强，液体在波的膨胀阶段被推开，由此产生气泡；而在波的压缩阶段，这些气泡就在液体中瞬间爆裂或内爆，产生一种非常有效的冲击力，特别适用於清洗。这个过程被称做空化作用。

* 从理论上分析，爆裂的空化泡会产生超过10,000 psi的压力和20,000 °F (11,000 °C) 的高温，并在其爆裂的瞬间冲击波会迅速向外辐射。单个空化泡所释放的能量很小，但每秒钟内有几百万的空化泡同时爆裂，累计起来的效果将是非常强烈的，产生的强大的冲击力将工件表面的污物剥落，这就是所有超声清洗的特点。

如果超声能量足够大，空化现象会在清洗液各处产生，所以超声波能够有效清洗微小的裂缝和孔。空化作用也促进了化学反应并加速了表面膜的溶解。

然而只有在某区域的液体压力低於该气泡内气体压力时才会在该区域产生空化现象，故由换能器产生的超声波振幅足够大时才能满足这一条件。产生空化所需的最小功率被称做空化临界点。不同的液体存在不同的空化临界点，故超声波能量必须超过该临界点才能达到清洗效果。也就是说，只有能量超过临界点才能产生空化泡，以便进行超声清洗。

频率的重要性

当工作频率很低（在人的听觉范围内）就会产生噪音。当频率低於20kHz时，工作噪音不仅变得很大，而且可能超出职业安全与保健法或其他条例所规定的安全噪音的限度。在需要高功率去除污垢而不用考虑工件表面损伤的应用中，通常选择从20kHz到30kHz范围内的较低清洗频率。该 频率范围内的清洗频率常常被用於清洗大型、重型零件或高密度材料的工件。洁康公司提供20KHz的磁力换能器和25KHz的压电换能器。

高频通常被用於清洗较小、较精密的零件，或清除微小颗粒。高频还被用於被工件表面不允许损伤的应用。使用高频可从几个方面改善清洗性能。随着频率的增加，空化泡的数量呈线形增加，从而产生更多更密集的冲击波使其能进入到更小的缝隙中。如果功率保持不变，空化泡变小，其释放的能量相应减少，这样有效地减小了对工件表面的损伤。高频的另一个优势在於减小了粘滞边界层（泊努里效应），使得超声波能够'发现'极细小的微粒。这种情况近似於小溪中水位降低时可以看清溪底的小石子。

洁康公司提供了一系列中间频率的产品，有40kHz、80kHz、120kHz和170kHz。清洗极微小的颗粒时，可选用频率为350kHz的产品。洁康公司近来推出了用於此类场合的MicroCoustics系统，其频率为400kHz。

超声清洗的优越性

|  |  |
| --- | --- |
| 超声清洗目前已被认识到的优点如下： | |
| 高精度 | 由於超声波的能量能够穿透细微的缝隙和小孔，故可以应用与任何零部件或装配件的清洗。被清洗件为精密部件或装配件时，超声清洗往往成为能满足其特殊技术要求的唯一的清洗方式； |
| 快速 | 超声清洗相对常规清洗方法在工件除尘除垢方面要快得多。装配件无须拆卸即可清洗。超声清洗可节省劳动力的优点往往使其成为最经济的清洗方式； |
| 一致 | 无论被清洗件是大是小，简单还是复杂，单件还是批量或在自动流水线上，使用超声清洗都可以获得手工清洗无可比拟的均一的清洁度。 |

超声清洗工艺及清洗液的选择

在购买清洗系统之前，应对被清洗件做如下应用分析：

1. 明确被洗件的材料构成、结构和数量；
2. 分析并明确要清除的污物；
3. 决定所要使用的清洗方法，判断应用水性清洗液还是用溶剂，最终需做清洗实验。

只有这样，才能提供合适的清洗系统、设计合理的清洗工序以及清洗液。

化学药剂的选择

考虑到清洗液的物理特性对超声清洗的影响，其中蒸汽压、表面张力、黏度以及密度应为最显着的影响因素。温度能影响这些因素，所以它也会影响空化作用的效率。

任何清洗系统必须使用清洗液。水性系统通常由敞口槽组成，工件浸没其中。而复杂的系统会由多个槽组成，并配备循环过滤系统、冲淋槽、干燥槽以及其它附件。

对於使用溶剂的系统，多为超声波汽相除油脂清洗机，常配备废液连续回收装置。超声波汽相清除油脂过程是由溶剂蒸发槽和超声浸洗槽组成的集成式多槽系统完成的。在热的溶剂蒸汽和超声激荡共同作用下，油、脂、蜡以及其他溶於溶剂的污垢就被除去。经过一系列清洗工序后下料的工件发热、洁净、干燥。

选择清洗液时，应考虑以下三个因素：

1. 清洗效率：选择最有效的清洗溶剂时，一定要作实验。如在现有的清洗工艺中引入超声，所使用的溶剂一般不必变更；
2. 操作简单：所使用的液体应安全无毒、操作简单且使用寿命长；
3. 成本：最廉价的清洗溶剂的使用成本并不一定最低。使用中必须考虑到溶剂的清洗效率、安全性、一定量的溶剂可清洗多少工件利用率最高等因素。当然，所选择的清洗溶剂必须达到清洗效果，并应与所清洗的工件材料相容。水为最普通的清洗液，故使用水基溶液的系统操作简便、使用成本低、应用广泛。然而对於某些材料以及污垢等并不适用於水性溶液，那么还有许多溶剂可供选用。

清洗件处理

超声清洗的另一个考虑因素是清洗件的上、下料或者说是放置清洗件的工装的设计。清洗件在超声清洗槽内时，无论清洗件还是清洗件篮都不得触及槽底。清洗件总的横截面积不应超过超声槽横截面积的70%。橡胶以及非刚化塑料会吸收超声波能量，故将此类材料用於工装时应谨慎。绝缘的清洗件也应引起特别注意。工装篮设计不当，或所盛工件太重，纵使最好的超声清洗系统的效率也会被大大降低。任何材料，如果网眼高於50目，对於超声波就表现出实体的性能，将超声波反射回去。当网眼大於1/4英寸时，对於超声波才表现出开放式材料的性能。钩子、架子以及烧杯都可用来支持清洗件。

# 什么是超声波清洗机?

人们所听到的声音是频率20-20000Hz的声波信号，高于20000Hz的声波称之为超声波，声波的传递依照正弦曲线纵向传播，即一层强一层弱，依次传递，当弱的声波信号作用于液体中时，会对液体产生一定的负压，即液体体积增加，液体中分子空隙加大，形成许许多多微小的气泡，而当强的声波信号作用于液体时，则会对液体产生一定的正压，即液体体积被压缩减小，液体中形成的微小气泡被压碎。经研究证明：超声波作用于液体中时，液体中每个气泡的破裂会产生能量极大的冲击波，相当于瞬间产生几百度的高温和高达上千个大气压，这种现象被称之为“空化作用”，超声波清洗正是用液体中气泡破裂所产生的冲击波来达到清洗和冲刷工件内外表面的作用。

　　第二超声波在液体中传播，使液体，与清洗槽在超声波频率下一起振动，液体与清洗槽振动时有自己固有频率，这种振动频率是声波频率，所以人们就听到嗡嗡声。还有其它不清楚的，可以发邮件来问 miaoda@163.com,尽我所能。

　　1、什么是超声波：波可以分为三种，即次声波、声波、超声波。次声波的频率为20Hz以下；声波的频率为20Hz~20kHz；超声波的频率则为20kHz以上。其中的次声波和超声波一般人耳是听不到的。超声波由于频率高、波长短，因而传播的方向性好、穿透能力强，这也就是为什么设计制作超声波清洗机的原因。

　　2、超声波如何完成清洗工作

　　超声波清洗是利用超声波在液体中的空化作用、加速度作用及直进流作用对液体和污物直接、间接的作用，使污物层被分散、乳化、剥离而达到清洗目的。目前所用的超声波清洗机中，空化作用和直进流作用应用得更多。

　　（1）空化作用：空化作用就是超声波以每秒两万次以上的压缩力和减压力交互性的高频变换方式向液体进行透射。在减压力作用时，液体中产生真空核群泡的现象，在压缩力作用时，真空核群泡受压力压碎时产生强大的冲击力，由此剥离被清洗物表面的污垢，从而达到精密洗净目的。

　　在超声波清洗过程中，肉眼能看见的泡并不是真空核群泡，而是空气气泡，它对空化作用产生抑制作用降低清洗效率。只有液体中的空气气泡被完全脱走，空化作用的真空核群泡才能达到最佳效果。

　　（2）直进流作用：超声波在液体中沿声的传播方向产生流动的现象称为直进流。声波强度在0.5W/cm2时，肉眼能看到直进流，垂直于振动面产生流动，流速约为10cm/s。通过此直进流使被清洗物表面的微油污垢被搅拌，污垢表面的清洗液也产生对流，溶解污物的溶解液与新液混合，使溶解速度加快，对污物的搬运起着很大的作用。

　　（3）加速度：液体粒子推动产生的加速度。对于频率较高的超声波清洗机，空化作用就很不显著了，这时的清洗主要靠液体粒子超声作用下的加速度撞击粒子对污物进行超精密清洗。

　　3、超声波清洗机的构成：超波清洗机主要由超声波清洗槽和超声波发生器两部分构成。超声波清洗槽用坚固弹性好、耐腐蚀的优质不锈钢制成，底部安装有超声波换能器振子；超声波发生器产生高频高压，通过电缆联结线传导给换能器，换能器与振动板一起产生高频共振，从而使清洗槽中的溶剂受超声波作用对污垢进行洗净

# 超声波清洗的优点?

相比其它多种的清洗方式，超声波清洗机显示出了巨大的优越性。尤其在专业化、集团化的生产企业中，已逐渐用超声波清洗机取代了传统浸洗、刷洗、压力冲洗、振动清洗和蒸气清洗等工艺方法。超声波清洗机的高效率和高清洁度，得益于其声波在介质中传播时产生的穿透性和空化冲击波。所以很容易将带有复杂外形、内腔和细空的零部件清洗干净，对一般的除油、防锈、磷化等工艺过程，在超声波作用下只需两三分钟即可完成，其速度比传统方法可提高几倍到几十倍，清洁度也能达到高标准，这在许多对产品表面质量和生产率要求较高的场合，更突出地显示了用其它处理方法难以达到或不可取代的结果。

超声波清洗机的优点如下：

（1）清洗速度快，清洗效果好，清洁度高，工件清洁度一致，对工件表面无损伤。

（2）不须人手接触清洗液，安全可靠对深孔、细缝和工件隐蔽处亦清洗干净。

（3）节省溶剂、热能、工作场地和人工等。

（4）清洗精度高，可以强有力的清洗微小的污渍颗粒。

# 超声波清洗机的应用

超声波清洗机的应用

1、概况：

　　一定频率范围内的声波作用于液体介质内可起到清洗工件的作用，这一清洗技术自问世以来，受到了各行各业的普遍关注。超声波清洗的运用极大地提高了工作效率和清洗效果，以往，清洗死角、盲孔和难以触及的藏污纳垢一直使人们备感茫然，超声波清洗的开发和运用使这一工作变得轻而易举。近年来，随着电子技术的日新月异，超声波清洗也同我们日常工作密不可分，超声波清洗机经过了几代的演变，技术更加先进，效果更加显著，同样，它的价格也越来越多的被社会所接受,在各行各业中逐渐被广泛运用。

　　超声波是以每秒4万6千次的振动在液体中传导，由于超声波是一种压缩纵波，在推动介质的使用下会使液体中压力变化而产生无数微小真空气泡，造成空穴效应，当气泡受压爆破时，会产生强大的冲击力，同时超声波还有乳化中和作用能更有效防止被清洗掉的油污重新附在被清洗物体上。

　　2、应用范围：

　　在所有的清洗方式中，超声波清洗是效率最高、效果最好的一种，之所以超声波清洗能够达到如此的效果，是与它独特的工作原理和清洗方法密切相关的。我们知道，在生产和生活当中，需要清洁的东西很多，需要清洗的种类和环节也很多，如：物件的清除污染物，疏通细小孔洞，常见的手工清洗方法对异型物件以及物件隐蔽处无疑无法达到要求，即使是蒸汽清洗和高压水射流清洗也无法满足对清洁度较高的需求，超声波清洗对物件还能达到杀灭细菌、溶解有机污染物、防止过腐蚀等，因此，超声波清洗被日益广泛应用于各行各业：

　　（1）机械行业：防锈油脂的去除；量具的清洗；机械零部件的除油除锈；发动机、化油器及汽车零件的清洗；过滤器、滤网的疏通清洗等。

　　（2）表面处理行业：电镀前的除油除锈；离子镀前清洗；磷化处理；清除积炭；清除氧化皮；清除抛光膏；金属工件表面活化处理等。

　　（3）仪器仪表行业：精密零件的高清洁度装配前的清洗等。

　　（4）电子行业：印刷线路板除松香、焊斑；高压触点等机械电子零件的清洗等。

　　（5）医疗行业：医疗器械的清洗、消毒、杀菌、实验器皿的清洗等。

　　（6）半导体行业：半导体晶片的高清洁度清洗。

　　（7）钟表首、饰行业：清除油泥、灰尘、氧化层、抛光膏等。

　　（8）化学、生物行业：实验器皿的清洗、除垢。

　　（9）光学行业：光学器件的除油、除汗、清灰等。

　　（10）纺织印染行业：清洗纺织锭子、喷丝板等。

　　（11）石油化工行业：金属滤网的清洗疏通、化工容器、交换器的清洗等。

　　3、超声波清洗的优点：

　　相比其它多种的清洗方式，超声波清洗机显示出了巨大的优越性。尤其在专业化、集团化的生产企业中，已逐渐用超声波清洗机取代了传统浸洗、刷洗、压力冲洗、振动清洗和蒸气清洗等工艺方法。超声波清洗机的高效率和高清洁度，得益于其声波在介质中传播时产生的穿透性和空化冲击波。所以很容易将带有复杂外形、内腔和细空的零部件清洗干净，对一般的除油、防锈、磷化等工艺过程，在超声波作用下只需两三分钟即可完成，其速度比传统方法可提高几倍到几十倍，清洁度也能达到高标准，这在许多对产品表面质量和生产率要求较高的场合，更突出地显示了用其它处理方法难以达到或不可取代的结果。

　　归纳其优点如下：

　　（1）清洗速度快，清洗效果好，清洁度高，工件清洁度一致，对工件表面无损伤。

　　（2）不须人手接触清洗液，安全可靠对深孔、细缝和工件隐蔽处亦清洗干净。

　　（3）节省溶剂、热能、工作场地和人工等。

　　(4) 清洗精度高，可以强有力的清洗微小的污渍颗粒。

　　4、注意事项：

　　(1)超声波清洗机电源及电热器电源必须有良好接地装置。

　　(2)超声波清洗机严禁无清洗液开机，即清洗缸没有加一定数量的清洗液，不得合超声波开关。

　　(3)有加热设备的清洗设备严禁无液时打开加热开关。

　　(4)禁止用重物(铁件)撞击清洗缸缸底，以免能量转换器晶片受损。

　　(5)超声波发生器电源应单独使用一路220V/50Hz电源并配装2000W以上稳压器。

　　(6)清洗缸缸底要定期冲洗，不得有过多的杂物或污垢。

　　(7)每次换新液时，待超声波起动后，方可洗件

# 超声波清洗设备特点

1、通用超声波清洗机

超声波清洗机的结构一般有超声电源和清洗器合为一体或分开布局两种形式，一般小功率清洗机用一体式结构，而大功率清洗机采用分体式结构。

超声波清洗机分体式结构由三个主要部分组成清洗缸；超声波发生器；超声波换能器。

清洗缸：清洗缸是用来装载清洗液及被清洗工件的不锈钢容器，大多数工件可先装在网状框架内，再一起放人缸内清洗。

超声波发生器：超声清洗机用的超声波发生器，从使用的元器件种类可以分电子管式的，可控硅式的和晶体管式的。近几年来已经发展到用大功率“功率模块”的方式。其输出功率从几十瓦直到几千瓦，工作频率从15kHz-40kHz。

超声波清洗机用的超声波发生器，有以下特点：

a)随着清洗液深度不同，换能器共振频率和阻抗变化很大。但是实践表明，槽内放进适量清洗物后，基本上就可以稳定在某一定数值上。

b)一般来说，由于清洗负载变动较小，可以不要求复杂的频率自动跟踪电路。

c)实用超声波发生器，大多数采用大功率自激式反馈振荡器。

超声波换能器：超声波清洗机用的换能器。

主要有以下几种：

A ) 磁致伸缩换能器：国内用的磁致伸缩换能器大多数是用镍片叠成的窗口型换能器，将它银焊在清洗缸底部，然后用导线在窗口上绕一定卷数而成。此种换能器能承受较大功率，且可靠性好，使用寿命长。缺点为效率较压电换能器低，原材料镍片价格贵。

B ) 压电式换能器：目前国内外大多数超声波清洗机用的是压电式换能器。这种换能器一般有两片压电陶瓷晶片组成。一台清洗机用多个换能器，经粘接剂粘接在清洗缸底部且经并联联接组成一台清洗机的换能器。通用超声清洗机清洗零件适用性强，已广泛应用于电子、钟表、光学、机械、汽车、航空、原子能工业、医疗器械等许多行业。

2、专用超声波清洗机

一般安装在某些特定物件清洗的生产流水线上。

典型的软磁器件超声波清洗设备介绍：被清洗物件从进料口可传动的不锈钢专用网带送入超声波清洗槽清洗，再经喷淋、烘干等工序后出料，实现被清洗物件可直接包装入库。

各工序简要说明如下：

A ) 进料：物件进料可采用半自动进料

B ) 压电式换能器目前国内外大多数超声波清洗机用的是压电式换能器，勘L形结构。这种换能器一般有两片压电陶瓷晶片组成。一台清洗机用多个换能器，经粘接剂粘接在清洗缸底部且经并联联接组成一台清洗机的换能器。

通用超声清洗机清洗零件适用性强，已广泛应用于电子、钟表、光学、机械、汽车、航空、原子能工业、医疗器械等许多行业。专用超声波清洗机一般安装在某些特定物件清洗的生产流水线上。典型的软磁器件超声波清洗设备，被清洗物件从进料口可传动的不锈钢专用网带送人超声波清洗槽清洗，再经喷淋、烘干等工序后出料，实现被清洗物件可直接包装入库。

# 超声波清洗机构成及原理

**超声波清洗设备主要由以下组件构成**：

清洗槽：盛放待洗工件

不锈钢制成，可安装加热及控温装置。

清洗槽底部粘接超声波换能器。

换能器（超声波发生器）：将电能转换成机械能

压电陶瓷换能器，频率、功率视具体机型。

电源：为换能器提供所需电能

逆变电源，进口IGBT元件，安装过流保护线路

换能器将高频电能转换成机械能之后，会产生振幅极小的高频震动并传播到清洗槽内的溶液中，在换能器的作用下，清洗液的内部将不断地产生大量微小的气泡并瞬间破裂，每个气泡的破裂都会产生数百度的高温和近千个大气压的冲击波，从而将工件冲刷干净。

**清洗剂的配制**

超声波清洗机所用的清洗剂多为液体洗涤剂，组成模式为：表面活性剂、赘合剂、其他助剂，还有其它有机溶剂如三氯乙烯。

某物质当其溶于水即使浓度很小时，能显著降低水同空气的表面张力，或水同其他物质的界面张力，则该物质称为**表面活性剂**。水溶性表面活性剂的分子结构都具有不对称的、极性的特点.

向吸附在水溶液同其他相的界面上，这样大大改变了体系的物理性质，特别是各相界面的界面张力。

根据表面活性剂溶于水时亲水基团所表现出来的电性，可把表面活性剂分为阴离子、阳离子、中性及两性表面活性剂。螯合剂和溶液中的某些金属离子如Ca2+、Mg2+等形成稳定的螯合体，从而使洗涤剂具有抗硬水性的功能，具体到镜片清洗时，又可和镜片表面的某些含Ca2+、Mg2+的物质化合而达到清洗作用。

某些助剂的加入，再起到以下作用：

缓冲作用：

使洗涤剂的PH 值能维持稳定。

对金属的抗腐蚀作用。

能增加洗涤剂的乳化能力和乳化稳定性。

可使溶液具有很好的悬浮能力和稳定悬浮系统的能力，可防止污垢再次沉降。

表面活性剂、螫合剂、助剂的选择原则：

(1)组成的洗涤剂具有较强的清洗能力；

(2)化学性质柔和，不损伤被洗物；

(3)组分之间不发生化学作用而使组分失效；

(4)具有良好的漂清性。

配制洗涤液的使用温度及浓度应由具体实验确定。三氯乙烯的作用是通过对它上盘胶、蜡、沥青的溶解作用而达到清洗目的。

# 选购超声波清洗机的九大要点

一、频率的选择

超声清洗频率从28kHz到120kHz之间，在使用水或水清洗剂时由空穴作用引起的物理清洗力显然对低频有利，一般使用28-40kHz左右。对小间隙、狭缝、深孔的零件清洗，用高频较好，甚至几百kHz。对钟表零件清洗时，用400kHz。若用宽带调频清洗，效果更良好。

二、功率的选择

超声波清洗效果不一定与功率×清洗时间成正比，有时用小功率，花费很长时间也没有清除污垢。而如果功率达到一定数值，有时很快便将污垢去除。若选择功率太大，空化强度将大大增加，清洗效果是提高了，但这时使较精密的零件也产生蚀点，得不偿失，而且清洗缸底部振动板处空化严重，水点腐蚀也增大，在采用三氯乙烯等有机溶剂时，基本上没有问题，但采用水或水溶性清洗液时，易于受到水点腐蚀，如果振动板表面已受到伤痕，强功率下水底产生空化腐蚀更严重，因此要按实际使用情况选择超声功率。

三、清洗液温度的选择

水清洗液最适宜的清洗温度为40-60℃，尤其在天冷时若清洗液温度低空化效应差，清洗效果也差。因此有部分清洗机在清洗缸外边绕上加热电热丝进行温度控制，当温度升高后空化易发生，所以清洗效果较好。当温度继续升高以后，空泡内气体压力增加，引起冲击声压下降，反应出这两因素的相乘作用。

四、清洗篮的使用

在清洗小零件物品时，常使用网篮，由于网眼要引起超声衰减，要特别引起注意。当频率为28khz时使用10mm以上的网眼为好。

五、关于清洗液量的多少和清洗零件的位置的确定

一般清洗液液面高于振动子表面100mm以上为佳。例300W、24kHz液面约高120mm；600W、24kHz液面约高150mm。由于单频清洗机受驻波场的影响，波节处振幅很小，波幅处振幅大造成清洗不均匀。因此最佳选择清洗物品位置应放在波幅处。

六、不同的清洗液，要区分的清洗系统

水性系统：通常由敞口槽组成，工件浸没其中。而复杂的系统由多个槽组成，并配备循环过滤系统、冲淋槽、干燥槽以及其它附件。

溶剂系统：多为超声波汽相除油脂清洗机，常配备废液连续回收装置。超声波汽相清除油脂过程是由溶剂蒸发槽和超声浸洗槽形成的集成式多槽系统完成的。在热的溶剂蒸汽和超声激荡共同作用下，油、脂、蜡以及其他溶于溶剂的污垢就被除去。经过一系列清洗工序后下料的工件发热、洁净、干燥。

七、超声清洗工艺及清洗液的选择

在购买清洗系统之前，应对被清洗件做如下应用分析：明确被洗件的材料构成、结构和数量，分析并明确要清除的污物，这些都是决定所要使用什么样的清洗方法，判断应用水性清洗液还是用溶剂的先决条件。最终的清洗工艺还需做清洗实验来验证。只有这样，才能提供合适的清洗系统、设计合理的清洗工序以及清洗液。考虑到清洗液的物理特性对超声清洗的影响，其中蒸汽压、表面张力、黏度以及密度应为最显着的影响因素。温度能影响这些因素，所以它也会影响空化作用的效率。任何清洗系统必须使用清洗液。

八、清洗件处理

超声清洗的另一个考虑因素是清洗件的上、下料或者说是放置清洗件的工装的设计。清洗件在超声清洗槽内时，无论清洗件还是清洗件篮都不得触及槽底。清洗件总的横截面积不应超过超声槽横截面积的70%。橡胶以及非刚化塑料会吸收超声波能量，故将此类材料用于工装时应谨慎。绝缘的清洗件也应引起特别注意。工装篮设计不当，或所盛工件太重，纵使最好的超声清洗系统的效率也会被大大降低。钩子、架子以及烧杯都可用来支持清洗件。

九、其它

　　清洗大量污垢的零件一般要采用浸、喷射等方法进行预清洗。在清除了大部分污垢之后，再用超声清洗余下的污垢，则效果好。如果清洗小物品及形状复杂的物品（零件）时，如果采用清洗网或者使清洗物旋转，边振动边用超声辐射，能得到均匀清洗。

# 超声波清洗技术的应用

超声波在电子行业的应用

电子行业是超声波清洗应用最早，最为普及的行业。

电子零件的清洗：电子零件，如半导体管的壳座、IC的壳座、晶体的壳座、继电器的壳座、电子管座等。

电子元器件的基体清洗：电子元器件的基体是由半导体材料制成并封装在金属或塑料壳座中形成的，在封装前，不但对壳座必须清洗，而且也必须对基体进行清洗，如IC芯片、电阻、晶体、半导体、原膜电路等。

PCB板的清洗：我国电子行业中，绝大多数企业都在使用PCB，PCB组件焊接采用的助焊剂分为水溶型、松香型和免清洗型三类，使用较多的为前两种，多采用超声波清洗机，免清洗型原则上应该不清洗，但是，目前世界各国的大多数厂家即使采用免清洗型焊剂焊接组件，仍需要清洗。特别是高密度PCB以及高密度IC出脚不清洗或不采用超声波清洗，必将导致高密度线路之间和IC出脚之间吸附尘埃，一旦环境湿度大，极易发生高密度线间和脚间短路而出现故障，而一旦环境干燥，短路故障又自行消失，这类故障又不易查找。所以世界各国的电子整机厂均坚持对PCB板作超声波清洗。在我国，军工电子整机厂已开始推广，并收到了因此举既提高了产品可靠性，又降低了售后服务成本的双重效益。

接插件、连接件、转接器等器件的生产中，电镀和组装前也必须清洗，否则吸附在这些组装零件上的灰尘、油污必将影响其导电和绝缘性能，特别是一些复杂的多芯连接器尤其如此。

电子材料加工成型后的清洗：如晶片、硅片、压电陶瓷片等电子材料是供给元器件厂家的产品，其产品出厂前必须清洗，特别是作出口业务的厂家，其产品清洗成为一大难题，超声波清洗是最有效的途径

## 怎样提高超声波清洗机的功率?

这要看已有的功率发生器电路是什么形式的，是不是有小改造的余地，例如：发现有将近失效的器件，特别是电解电容器，更换试试。用降压变压器的，加高次级电压试试等等。最主要的挖潜途经是重调一下输出匹配。因为目前的超声清洗几乎都是采用串联谐振的工作方式。换能器用久了，参数有变化，而功率发生器的输出频率也会有变化，导致它们不匹配，偏离了输出最佳的谐振点，重调一下肯定见效。

要改动功率发生器电路形式，或者增加换能器等等，对于用户来讲有难度，也没必要

# 超声波清洗机的工艺流程

美极超声波清洗机为您介绍超声波清洗机的工艺流程：

1、研磨后的清洗

研磨是光学玻璃生产中决定其加工效率和表面质量（外观和精度）的重要工序。研磨工序中的主要污染物为研磨粉和沥青，少数企业的加工过程中会有漆片。其中研磨粉的型号各异，一般是以二氧化铈为主的碱金属氧化物。根据镜片的材质及研磨精度不同，选择不同型号的研磨粉。在研磨过程中使用的沥青是起保护作用的，以防止抛光完的镜面被划伤或腐蚀。研磨后的清洗设备大致分为两种：

一种主要使用有机溶剂清洗剂，另一种主要使用半水基清洗剂。

一、有机溶剂清洗采用的清洗流程如下：

有机溶剂清洗剂（超声波）-水基清洗剂（超声波）-市水漂洗-纯水漂洗-IPA（异丙醇）脱水-IPA慢拉干燥。

有机溶剂清洗剂的主要用途是清洗沥青及漆片。以前的溶剂清洗剂多采用三氯乙烷或三氯乙烯。由于三氯乙烷属ODS（消耗臭氧层物质）产品，目前处于强制淘汰阶段；而长期使用三氯乙烯易导致职业病，而且由于三氯乙烯很不稳定，容易水解呈酸性，因此会腐蚀镜片及设备。对此，国内的清洗剂厂家研制生产了非ODS溶剂型系列清洗剂，可用于清洗光学玻璃；并且该系列产品具备不同的物化指标，可有效满足不同设备及工艺条件的要求。比如在少数企业的生产过程中，镜片表面有一层很难处理的漆片，要求使用具备特殊溶解性的有机溶剂；部分企业的清洗设备的溶剂清洗槽冷凝管较少，自由程很短，要求使用挥发较慢的有机溶剂；另一部分企业则相反，要求使用挥发较快的有机溶剂等。

水基清洗剂的主要用途是清洗研磨粉。由于研磨粉是碱金属氧化物，溶剂对其清洗能力很弱，所以镜片加工过程中产生的研磨粉基本上是在水基清洗单元内除去的，故而对水基清洗剂提出了极高的要求。以前由于国内的光学玻璃专用水基清洗剂品种较少，很多外资企业都选用进口的清洗剂。而目前国内已有公司开发出光学玻璃清洗剂，并成功地应用在国内数家大型光学玻璃生产厂，清洗效果完全可以取代进口产品，在腐蚀性（防腐性能）等指标上更是优于进口产品。

对于IPA慢拉干燥，需要说明的一点是，某些种类的镜片干燥后容易产生水印，这种现象一方面与IPA的纯度及空气湿度有关，另一方面与清洗设备有较大的关系，尤其是双臂干燥的效果明显不如单臂干燥的好，需要设备厂家及用户注意此点。

二、半水基清洗采用的清洗流程如下：

半水基清洗剂（超声波）-市水漂洗-水基清洗剂-市水漂洗-纯水漂洗-IPA脱水-IPA慢拉干燥

此种清洗工艺同溶剂清洗相比最大的区别在于，其前两个清洗单元：有机溶剂清洗只对沥青或漆片具有良好的清洗效果，但却无法清洗研磨粉等无机物；半水基清洗剂则不同，不但可以清洗沥青等有机污染物，还对研磨粉等无机物有良好的清洗效果，从而大大减轻了后续清洗单元中水基清洗剂的清洗压力。半水基清洗剂的特点是挥发速度很慢，气味小。采用半水基清洗剂清洗的设备在第一个清洗单元中无需密封冷凝和蒸馏回收装置。但由于半水基清洗剂粘度较大，并且对后续工序使用的水基清洗剂有乳化作用，所以第二个单元须市水漂洗，并且最好将其设为流水漂洗。

国内应用此种工艺的企业不多，其中一个原因是半水基清洗剂多为进口，价格比较昂贵。

从水基清洗单元开始，半水基清洗工艺同溶剂清洗工艺基本相同。在此不再赘述。

三、两种清洗方式的比较

溶剂清洗是比较传统的方法，其优点是清洗速度快，效率比较高，溶剂本身可以不断蒸馏再生，循环使用；但缺点也比较明显，由于光学玻璃的生产环境要求恒温恒湿，均为封闭车间，溶剂的气味对于工作环境多少都会有些影响，尤其是使用不封闭的半自动清洗设备时。

半水基清洗是近年来逐渐发展成熟的一种新工艺，它是在传统溶剂清洗的基础上进行改进而得来的。它有效地避免了溶剂的一些弱点，可以做到无毒，气味轻微，废液可排入污水处理系统；设备上的配套装置更少；使用周期比溶剂要更长；在运行成本上比溶剂更低。半水基清洗剂最为突出的一个优点就是对于研磨粉等无机污染物具有良好的清洗效果，极大地缓解了后续单元水基清洗剂的清洗压力，延长了水基清洗剂的使用寿命，减少了水基清洗剂的用量，降低了运行成本。

它的缺点就是清洗的速度比溶剂稍慢，并且必须要进行漂洗。

2、镀膜前清洗

镀膜前清洗的主要污染物是求芯油（也称磨边油，求芯也称定芯、取芯，指为了得到规定的半径及芯精度而选用的工序）、手印、灰尘等。由于镀膜工序对镜片洁净度的要求极为严格，因此清洗剂的选择是很重要的。在考虑某种清洗剂的清洗能力的同时，还要考虑到他的腐蚀性等方面的问题。

镀膜前的清洗一般也采用与研磨后清洗相同的方式，分为溶剂清洗和半水基清洗等方式。工艺流程及所用化学药剂类型如前所述。

3、镀膜后清洗

一般包括涂墨前清洗、接合前清洗和组装前清洗，其中接合前清洗（接合是指将两片镜片用光敏胶粘接成规定的形状，以满足无法一次加工成型的需求，或制造出较为特殊的曲率、透光率的一道工序）要求最为严格。接合前要清洗的污染物主要是灰尘、手印等的混合物，清洗难度不大，但对于镜片表面洁净度有非常高的要求，其清洗方式与前面两个清洗工艺相同。

# 如何判断超声波清洗机的常见故障

1.超声波清洗机打开电源开关，指示灯不亮。

原因：

A.电源开关损坏，没有电源输入；

B.保险丝ACFU熔断。

2.打开电源开关后，指示灯亮，但没有超声波输出。

原因：

A.换能器与超声波功率板的连接插头松脱；

B.保险丝DCFU熔断；

C.超声功率发生器故障；

D.换能器故障。

3.直流保险丝DCFU熔断。

原因：

A.整流桥堆或功率管烧毁；

B.换能器故障。

4.打开电源开关后，机器有超声波输出，但清洗效果未如理想。

原因：

A.清洗槽内清洗液液位不当；

B.超声波频率协调没有调好；

C.清洗槽内液体温度过高；

D.清洗液选用不当

# 超声波清洗设备与清洗工艺知识

超声波清洗设备主要由超声波发生器及清洗槽两大部分组成。在被清洗件批量较大的情况下，还附有清洗液循环装置；有时为了实现清洗过程自动化，还附有被清洗件传送装置。一般情况下，超声波发生器和清洗槽是两个结构上互相独立的装置，它们之间仅用一根电缆线连接起来，以传送电功率。但也有的超声波清洗设备是将发生器与清洗槽组合为一体的。

超声波发生器是产生超声频电信号的功率源。常用的超声波发生器从结构上分为:电子管式、晶体管式、可控硅管式和高频电机式四种。其中可控硅管式超声波发生器体积小、效率高、操作简便。CFS-3型超声波发生器就属于这种类型。超声波发生器的外部结构为一箱体，内装有各种电气元件。为了保证这些电气元件的正常工作，在功率较大的超声波发生器内还装有冷却风扇。发生器外部设有控制台，控制台上设有电源开关、高压开关、功率调节旋钮、频率调节旋钮以及显示阴极电流和屏极电压的电流、电压表。可控硅管式超声波发生器无频率调节旋钮。

超声波清洗槽由不锈钢槽体、换能器及支架等组成。

换能器是超声波清洗设备中的主要部件，换能器的功用是将超声波发生器输送过来的电功率转换成超声波的机械振动，然后通过不锈钢槽体的辐射，来促使清洗液也产生超声波的机械振动。

常用的换能器有磁致伸缩型及压电型两种。磁致伸缩型换能器用铁、镍、钻等铁磁性材料或其合金制成，利用其磁致伸缩效应在高频电流所形成的磁场中发生超声波的机械振动。压电型换能器是用压电晶体材料(如锆钦酸铅、钛酸钡等)制成，利用其压电效应，将电能转换为超声波的机械振动。压电型换能器激发的超声机械振动属高频,适用于小型零件及形状复杂零件的清洗。为了获得较高的转换效率，换能器应尽可能地工作在其固有频率上。因为只有当外加电压的频率与换能器的固有频率相等或相近时，就会产生共振现象，此时输出的超声波有最大的振幅值，方能得到最大的输出功率。压电型换能器的换能效率要较磁致伸缩型换能器为高，而且结构简单，超声波分布均匀，因此被广泛采用。

从结构上看，压电型换能器是在两种不同密度的材料——铁块和铝块——之间放置二片锆钛酸铅压电晶体，然后用螺栓将其夹紧连接而成。一般情况下，在一个清洗槽上往往均匀分布地粘结有若干个换能器，其数量视超声波发生器的输出功率大小而定。同一组各个换能器的阻抗应相等或相近，以便使各个换能器上载荷均衡。同时还要求各个换能器的工作频率一致(频率差应在士0.1%范围内)，这样方能使各个换能器均有较高的转换效率。为此，同一台设备的换能器必须按阻抗及工作频率进行选配，选配好的换能器用E-1胶粘结在清洗槽体槽外底部。换能器与清洗槽体的粘结工艺及E-1胶的配方附于本节末。

为了能满足超声波清洗大型零件的需要，还有一种可以浸没在清洗液中工作的所谓浸没式换能器。浸没式换能器外面有密封的壳体，使用时，可以根据大型工件的形状，将换能器自由放置于清洗槽内，以达到用较小功率的换能器，来清洗较大工件的目的。为了使超声波清洗设备的工作状态最佳，其发生器的输出阻抗与换能器的总的动态阻抗应相一致，发生器与换能器的工作频率也应相一致。这样，在额定工况下，超声波发生器通过换能器转换出来的声功率最大。

超声波的清洗效果取决于超声波清洗工艺的正确选用。为此，对一些工艺参数(如超声波频率、超声波功率密度、超声波清洗时间)、被清洗件的放置、对清洗液的要求及其配方等作一简要分析。

A) 超声波频率

在超声波清洗中，首先要正确选用超声波的频率。超声波频率是起决定性作用的工艺参数，因为它对空化作用有直接的影响。超声波频率越低，超声空化作用越强，清洗效果也比较理想，但噪音较大。故一般采用的超声波频率为20千赫左右，此时的空化作用强，清洗效果也比较好。对于表面光洁度较高的零件以及具有较小直径的孔类零件，宜采用波长较短、能量较集中的高频超声波清洗。但高频的超声振动在清洗液中衰减较大、作用距离较短、空化强度较弱，因而清洗效率也较低。此外，还由于高频超声波的方向性所产生的“阴影”，会造成被清洗件的某些部位清洗不到的现象。在使用无频率跟踪的超声波清洗机时，需经常调节超声波发生器的“频率调节”旋钮，以便使其输出信号的频率与换能器的固有频率始终保持一致，从而达到空化作用最强、清洗效果最好的目的。

B) 超声波功率密度

超声波清洗中，清洗效果是随着超声波功率密度增加而提高的。但过高的功率密度会由于空化作用过份强烈而引起被清洗件表面的浸蚀(即所谓空化腐蚀)，从而使被清洗件表面受到损伤。这种现象尤其对工件上的各种镀层以及铝合金件更为突出。为此，对于油污程度严重、形状复杂、有深孔和盲孔的被清洗件，以及在清洗槽较深、清洗液粘度较大时，可选用较大的功率密度。高频超声波清洗时，功率密度也可以选大一些，以抵消其衰减大、作用距离短的弱点。若在粘度较小的清洗液中进行漂洗时，则超声波功率密度可以选小一些。

C)清洗时间

超声波清洗的效果和质量与超声波清洗的时间有关。清洗时间太短会达不到清洗的质量要求；但清洗时间过长，不仅降低工效，而且由于超声波对被清洗件表面的空化腐蚀作用而影响了零件的表面质量。油污程度严重、形状复杂的零件清洗时间宜略长一些；具有各种镀层的零件、铝及铝合金件的清洗时间应短些；表面光洁度较高的零件，一般情况下油污会相对少一些，此时清洗时间也不宜过长

# 超声波清洗技术的用武之地

1. 超声波清洗在机电行业中的应用

　　机电行业中，从机械零件到机械部件，从电器零件到电器部件都有清洗的要求，如齿轮、曲轴乃至齿轮箱，又如电器零件上机械和电器的组合件，还有一些精密机械零件和电器零件，这些都离不开清洗，大多数企业采用的是传统的清洗方法，诸如浸润清洗、喷淋清洗。这种清洗方法不但劳动强度大，而且易造成环境污染和水资源浪费。目前，不少企业开始进行技术改造，采用超声波清洗以消除传统清洗的弊端，特别是一些形状复杂的机械零件，是传统清洗所无能为力的。

2. 超声波清洗在轻纺行业中的应用

　　轻工行业，如空调、冷柜、冰箱中的压缩机；钟表零件、手表元件等；纺织行业，如精密纺织器材、喷丝嘴等；珠宝行业，如金银首饰、珠宝玉器等，都需要清洗，有些零件、部件和组件，如压缩机、喷丝嘴等或形状复杂，或盲孔、微孔，只能由超声波清洗，有些规模生产厂甚至采用超声波链式或升降式成套设备。

3. 超声波清洗在表面处理行业的应用

　　表面处理是轻工行业的组成部分，包含机械零件电镀、金属和非金属机箱柜涂覆、光学玻璃或镜片镀膜等，电镀前后或涂覆前的清洗采用超声波清洗技术已成为一种新的典型工艺，特别是军工电子产品中的一些多芯插座，因质量要求必须进行电镀，而电镀后其质量要求多芯之间必须绝缘，往往因电镀后致使多芯间不绝缘，采用丙酮、酒精等方法浸润清洗后测试其阻值要求无穷大，但达不到质量要求，而采用超声波清洗，经烘干后，则完全达到质量要求。将超声波直接引入电镀还可提高镀液的匀度和镀层的密度。

4. 超声波清洗在军事装备领域的应用

　　军事装备不外乎光、机、电类装备或光、机、电一体化装备，军事装备在储备状态下，储存于军事仓库，这些装备在储备、训练、演习状态均免不了尘埃、污垢的吸附、污染，特别是一些复杂的兵器装备靠人工擦拭保养，难度较大，而一旦采用超声波清洗技术保养兵器装备，问题就迎刃而解

# 关于硅片超声波清洗技术

在半导体材料的制备过程中，每一道工序都涉及到清洗，而且清洗的好坏直接影响下一道工序，甚至影响器件的成品率和可靠性。由于ULSI集成度的迅速提高和器件尺寸的减小，对于晶片表面沾污的要求更加严格，ULSI工艺要求在提供的衬底片上吸附物不多于500个/m2×0.12um，金属污染小于 1010atom/cm2。晶片生产中每一道工序存在的潜在污染，都可导致缺陷的产生和器件的失效。因此，硅片的清洗引起了专业人士的重视。以前很多厂家都用手洗的方法，这种方法人为的因素较多，一方面容易产生碎片，经济效益下降，另一方面手洗的硅片表面洁净度差，污染严重，使下道工序化抛腐蚀过程中的合格率较低。所以，硅片的清洗技术引起了人们的重视，找到一种简单有效的清洗方法是当务之急。专业介绍了一种超声波清洗技术，其清洗硅片的效果显著，是一种值得推广的硅片清洗技术。

晶片表面层原子因垂直切片方向的化学键被破坏而成为悬空键，形成表面附近的自由力场，尤其磨片是在铸铁磨盘上进行，所以铁离子的污染就更加严重。同时，由于磨料中的金刚砂粒径较大，造成磨片后的硅片破损层较大，悬挂键数目增多，极易吸附各种杂质，如颗粒、有机杂质、无机杂质、金属离子、硅粉粉尘等，造成磨片后的硅片易发生变花、发蓝、发黑等现象，使磨片不合格。硅片清洗的目的就是要除去各类污染物，清洗的洁净程度直接决定着ULSI向更高集成度、可靠性、成品率发展，这涉及到高净化的环境、水、化学试剂和相应的设备及配套工艺，难度越来越大，可见半导体行业中清洗工艺的重要性。

# 什么是微型超声波清洗机?

微型超声波清洗机:使用水基溶剂作为清洗剂。适用于电镀零件的镀前处理及镀后清洗、钟表零件、五金机械零件、珠定首饰、镜片、眼镜框架及玻璃器皿等的清洗。

加热温度在常温-110℃内可连续设定，自动恒温；

设有保险装置；

他激式线路板结构；

超声输出频率可根据不同工作情况进行微调；

超声扫频线路；

超声输出功率边续无级可调，范围为10-100%； 超声波发生器有频率微调的功能，调整范围2%，在不同的工况条件下略微调整使换能器始终工作在最佳状态下，换能效率达到最大，在不同工况下都能达到最佳效果。

# 超声波发生器介绍

有以下特点：

一、随着清洗液深度不同，换能器共振频率和阻抗变化很大。但是实践表明，槽内放进适量清洗物后，基本上就可以稳定在某一定数值上。

二、一般来说，由于清洗负载变动较小，可以不要求复杂的频率自动跟踪电路。

三、实用超声波发生器，大多数采用大功率自激式反馈振荡器。

超声清洗机用的超声波发生器，从使用的元器件种类可以分电子管式的，可控硅式的和晶体管式的。近几年来已经发展到用大功率“功率模块”的方式。其输出功率从几十瓦直到几千瓦，工作频率从15kHz-40kHz。

# 超声波清洗机频率

超声波清洗机当工作频率很低（在人的听觉范围内）就会产生噪音。当频率低于20kHz 时，工作噪音不仅变得很大，而且可能超出职业安全与保健法或其它条例所规定的安全噪音的限度。在需要高功率去除污垢而不用考虑工件表面损伤的应用中，通常选择从20kHz 到30kHz范围内的较低清洗频率。该频率范围内的清洗频率常常被用于清洗大型、重型零件或高密度材料的工件。YINGSUM 提供的压电换能器20KHz、25KHz、28KHz、40KHz、50KHz、60KHz、80KHz 等。

Cavitation Strength Relative to 40 kHz

频率(kHz)

高频通常被用于清洗较小、较精密的零件，或清除微小颗粒。高频还被用于被工件表面不允许损伤的应用。使用高频可从几个方面改善清洗性能。随着频率的增加，空化泡的数量呈线形增加，从而产生更多更密集的冲击波使其能进入到更小的缝隙中。如果功率保持不变，空化泡变小，其释放的能量相应减少，这样有效地减小了对工件表面的损伤。高频的另一个优势在于减小了粘滞边界层（泊努里效应），使得超声波能够''发现''极细小的微粒。这种情况近似于小溪中水位降低时可以看清溪底的小石子。

**超声波清洗机频率的选择**

超声空化阀值和超声波的频率有密切关系，频率越高，空化阀越高。换句话说，频率低，空化越容易产生，而且在低频情况下液体受到的压缩和稀疏作用有更长的时间间隔，使气泡在崩溃前能生长到较大的尺寸，增高空化强度，有利于清洗作用。所以低频超声清洗适用于大部件表面或者污物和清洗件表面结合度高的场合。但易腐蚀清洗件表面，不适宜清洗表面光洁度高的部件，而且空化噪音大。40 KHZ 左右的频率，在相同声强下，产生的空化泡数量比频率为20KHZ 时多，穿透力较强，宜清洗表面形状复杂或有盲孔的工件，空化噪音较小，但空化强度较低，适合清洗污物与被清洗件表面结合力较弱的场合。

高频超声清洗适用于计算机，微电子元件的精细清洗；兆赫超声清洗适用于集成电路芯片、硅片及波薄膜的清洗，能去除微米、亚微米级的污物而对清洗件没有任何损伤。因此从清洗效果及经济性考虑，频率一般选择在20—130KHZ 范围，当然正确选择频率至关重要，而具体合适的工作频率的选取需要做一定的实验取得。

# 超声波清洗机中超声波换能器常见问题

超声波清洗机超声波振子受潮，可以用兆欧表检查与换能器相连接的插头，其中2脚为超声波换能器的正极，3脚是换能器的负极而且与换能器的外壳相连。检查，23 脚间的绝缘电阻值就可以判断基本情况，一般要求绝缘电阻大于30 兆欧以上。如果达不到这个绝缘电阻值，一般是换能器受潮，可以把换能器整体（不包括喷塑外壳）放进烘箱设定100℃左右烘干3 小时或者使用电吹风去潮至阻值正常为止。

超声波清洗机换能器振子打火，陶瓷材料碎裂，可以用肉眼和兆欧表结合检查，一般作为应急处理的措施，可以把个别损坏的振子断开，不会影响到别的振子正常使用。

超声波清洗机振子脱胶，我们的换能器是采用胶结，螺钉紧固双重保证工艺，在一般情况下不会出现这种情况，由于螺钉的作用，振子脱胶后不会从振动面上落下，一般的判断方法是用手轻摇振子的尾部，仔细观察振动面的胶水情况做出判断。一般振子出现脱胶以后超声波电源输出的功率正常，但是由于振子与振动面连接不好，振动面的振动效果不好，长时间后可能会烧坏振子。振子脱胶的处理方法是比较麻烦的，一般情况只能送回生产厂家解决。避免振子脱胶最有效的方法是平时使用中注意不撞击振动面。

超声波清洗机振动面穿孔，一般换能器满负荷使用多年以后可能会出现振动面穿孔的情况。