

超声波及其应用

KUFA TECHNOLOGIES

2022

超声波是什么？

超声波是一种机械波，是声音的一种。我们都知道，声音是由空气振动产生的，物体振动时引起周围空气产生振动，空气的振动产生了声音。物体振动的频率不同时便产生了不同频率的声音。人耳可听到的声音频率范围在 20 Hz ~ 20kHz，频率高于 20kHz 的声音人耳就不能识别，一般把频率高于 20kHz 的声波称为超声波。

序号	频率分类	代号	频率范围	一般分类	KUFA 产品范围-Hz
1	超低频率	-	~20	次声波	N/A
2	人耳可听声	-	20 Hz ~ 20kHz	可闻声	N/A
3	超声	US	20 kHz ~ 50 kHz	超声波	15k, 20k, 28k, 40k
4	高频超声	HF	51 kHz ~ 199kHz		53k, 68k, 80k, 120k
5	微超声	MCC	200kHz ~ 499kHz		200k
6	兆声	MGC	500kHz ~ 499GHz		950k

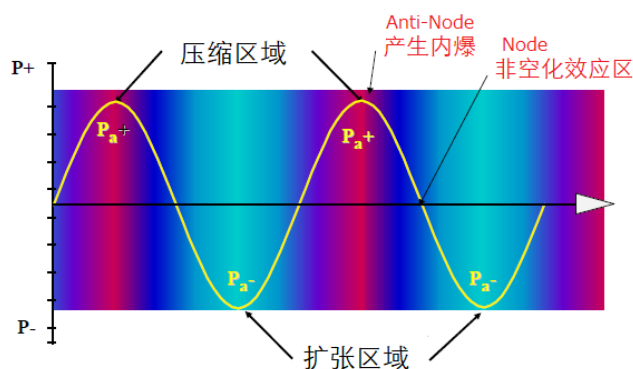
注：1kHz = 1000Hz;

超声波特性

超声传播 超声波可以在气体、液体和固体等介质中传播，在不同介质中传播速度依次是：固体>液体>气体，比如声音在空气中传播速度为 340m/s，但在水中传播速度约为 1500m/s。另外，声音在不同的介质中衰减也不同，频率越高，衰减越快。声音在经过不同介质的分界面时会产生反射。超声波比可闻音有更好的方向性，频率越高，这种方向性越好。

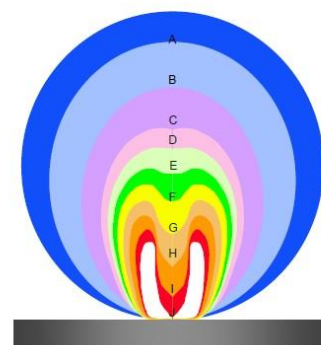
空化效应 超声波在液体中传播时，会引起在液体中不同区域声压变化，产生空化效应(cavitation)。空化效应会引起溶于液体中的气泡产生内爆，内爆的能量形成瞬间水柱冲击力，同时产生瞬间高温，引起液体温度上升。

超声波引起液体中不同区域声压变化



1. 声速(C)=波长(λ) * 频率(F), 在水中声速C约为1500m/S;
2. 驻波: Anti-Node 到 Node 的距离;

空化引起的气泡爆破



微流 超声波在液体中传播时会引起高速水分子的流动，产生微流(micro-streaming)，对液体中的物体有冲刷作用。

超声波应用

超声波在制造业、交通运输、石油化工、医疗卫生及日常生活中都有广泛的应用，制造业中超声焊接及超声清洗应用尤其广泛。

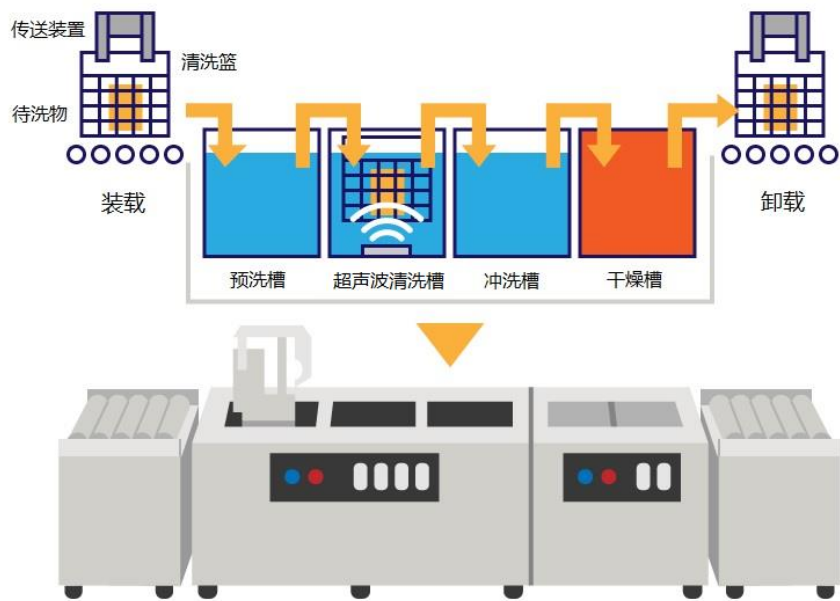


超声波在清洗过程中的应用



序号	应用场所	用途（部分）
1	医疗器械生产	如骨科植入医疗器械、手术器械生产过程中的除油，去除表面附着物以及包装前的精洗等
2	机械零件加工及表面处理	用于机械零件的除油，除锈，去除积炭、氧化皮、抛光膏，表面磷化、活化等
3	医院、诊所、实验室	用于使用后的手术器械清洗，便于后续消毒灭菌；用于实验器具的清洗、除垢等
4	光学玻璃面板	面板表面除垢，去手印，过程中的附着物等
5	印刷线路板 PCB	去除焊接后飞溅的锡料，松香等
6	眼镜店、珠宝店等商业场所、家庭	用于对眼镜、首饰等物品清洗，餐具的清洗等
7	半导体	硅片清洗等
8	注塑、纺织	模具清洗，纺织锭子、喷丝板清洗等
9	化工及纳米材料	用于材料分散等

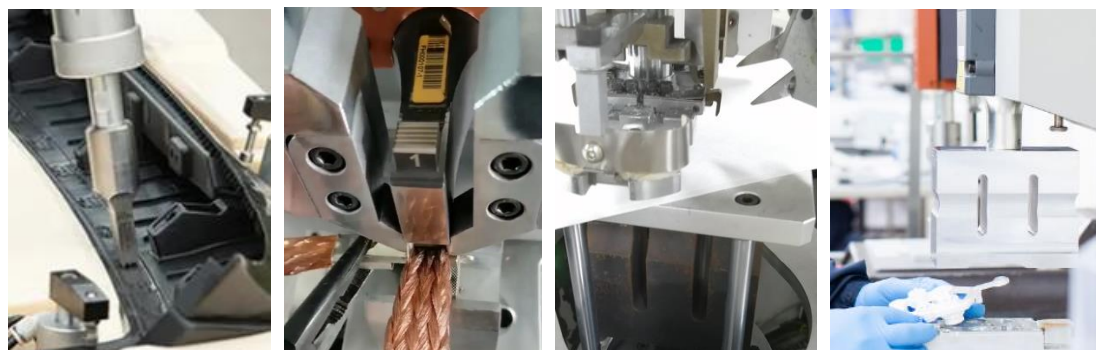
多槽超声波清洗简单流程



超声波清洗工艺示意图

超声波在焊接过程中的应用

超声波焊接工艺可进行塑料、金属、无纺布等材料的焊接，在汽车内装饰件制造、电缆线束加工、医用塑料容器、口罩及防护服的生产加工中都具有广泛的应用。



绝大多数的注射成型的热塑性材料都可以采用超声焊接，汽车塑料内饰件焊接、医疗塑料容器、无纺布产品(洁净服、口罩等)基本均采用超声波焊接，很多有色金属也可采用超声波焊接。超声焊接时无需加入焊剂，无需加热也无需粘接剂，焊接过程更环保。

以下为部分热塑性材料的超声波焊接特性。

TABLE I CHARACTERISTICS**

Material	% Weld strength*	Spot weld	Staking and inserting	Swaging	Welding	
					Near field†	Far field‡
General-purpose plastics						
ABS	95-100+	E	E	G	E	G
Polystyrene unfilled	95-100+	E	E	F	E	E
Structural foam	90-100a	E	E	F	G	P
Rubber modified	95-100	E	E	G	E	G-P
Glass filled (up to 30%)	95-100+	E	E	F	E	E
SAN	95-100+	E	E	F	E	E
Engineering plastics						
ABS	95-100+	E	E	G	E	G
ABS/polycarbonate alloy (Cycloy 800)	95-100+b	E	E	G	E	G
ABS/PVC alloy (Cycovin)	95-100+	E	E	G	G	F
Acetal	65-70c	G	E	P	G	G
Acrylics	95-100+d	G	E	P	E	G
Acrylic multipolymer (XT-polymer)	95-100	E	E	G	E	G
Acrylic/PVC alloy (Kydex)	95-100+	E	E	G	G	F
ASA	95-100+	E	E	G	E	G
Modified phenylene oxide (Noryl)	95-100+	E	E	F-P	G	E-G
Nylon	90-100+b	E	E	F-P	G	F
Phenoxy	90-100	G	E	G	G	G-F
Polycarbonate	95-100+b	E	E	G-F	E	E
Polyimide	80-90	F	G	P	G	F
Polyphenylene oxide	95-100+	E	G	F-P	G	G-F
Polysulfone	95-100+b	E	E	F	G	G-F
High-volume, low-cost applications						
Butyrates	90-100	G	G-F	G	P	P
Cellulosics	90-100	G	G-F	G	P	P
Polyethelene	90-100	E	E	G	G-P	F-P
Polypropylene	90-100	E	E	G	G-P	F-P
Structural foam	85-100	E	E	F	G	F-P
Vinyls	40-100	G	G-F	G	F-P	F-P

Code: E= Excellent, G= Good, F= Fair, P= Poor
*Weld strengths are based on destructive testing
100+% results indicate that parent material of plastic part gave way while weld remained intact.

†Near field welding refers to joint 1/4 in. or less from area of horn contact; far field welding to joint more than 1/4 in. from contact area.
a=High-density foams weld best.
b=moisture will inhibit welds.

c=Requires high energy and long ultrasonic exposure because of low coefficient of friction.
d=Cast grades are more difficult to weld due to high molecular weight

超声波是如何产生的？

超声波是一种机械波，它是由电信号转变而来，在超声波信号产生过程中，超声波发生器与超声波换能器是产生超声波的两个关键部件。

超声波发生器 把 220V/50Hz 交流电源转换为所需频率的高频信号，如 15kHz, 20kHz, 28kHz, 40kHz 等，同时具有对超声波机器工作过程进行监视及控制功能。

超声波换能器 是一个电能到机械能转换的器件，可把输入的高频电信号转换为机械振动，把能量发射出去，产生超声波。

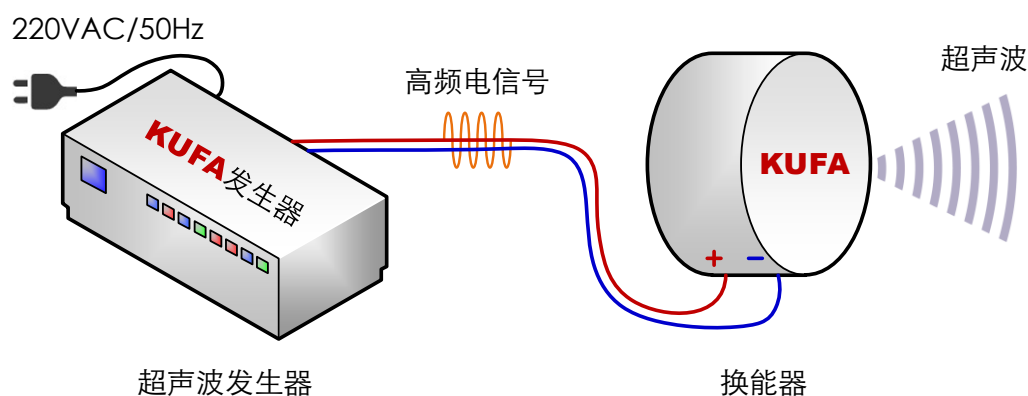


图 超声波信号产生

下图为超声波清洗与超声加工过程使用的换能器实物图：

清洗用BL换能器、PZT换能器



超声加工，超声焊接BL换能器



超声波清洗的原理

超声波清洗是利用超声波对液体的空化效应产生的空化气泡爆裂的能量来剥离附着在待清洗物品上的污物，达到清洁的目的。

超声波发生器的高频信号连接到安装在清洗槽的换能器上，换能器产生机械振动，在装有清洗液的槽上产空化泡，空化泡在换能器不断产生超声波的作用下不断膨胀、收缩、爆裂。爆裂的能量冲击待清洗物品的表面，剥离物品表面附着的污物。

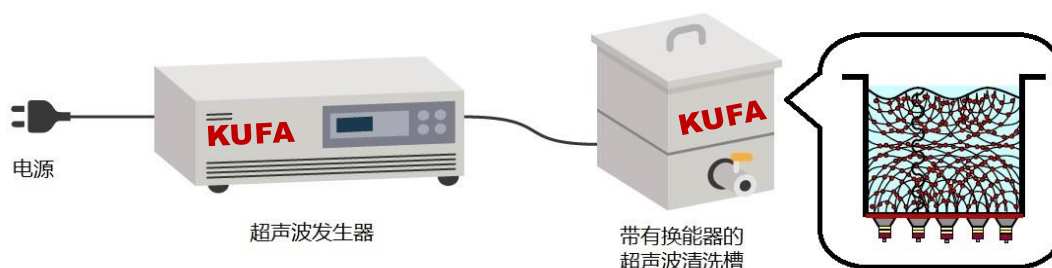


图 超声波清洗系统原理

超声波频率与针对污物颗粒大小的对应关系

序号	频率	黏贴界层厚度-水	适用污物颗粒大小
1	25kHz	3.50 μm	$>5 \mu\text{m}$
2	40kHz	2.82 μm	2 ~ 50 μm
3	80kHz	2.20 μm	1 ~ 5 μm
4	120kHz	1.75 μm	0.5 ~ 3 μm
5	170kHz	1.40 μm	0.2 ~ 1.5 μm
6	400kHz	0.89 μm	0.2 ~ 0.8 μm
7	750kHz	0.61 μm	0.1 ~ 0.3 μm
8	950kHz	0.43 μm	0.1 ~ 0.3 μm

影响超声波系统清洗效果的参数

1. 超声波频率

不同大小的污物颗粒采用不同频率的超声波，同时由于超声波清洗槽是多个超声波换能器共同工作，多个换能器之间必然存在频率差异，要求发生器要具有扫频功能，以提高清洗的效果。

2. 超声波功率

根据被清洗物实际情况调整超声波输出功率的大小。要求超声波发生器能够调整输出功率的大小。

3. 清洗液的液位

保持清洗液在一个适合的高度，有利于提高清洗效果。在清洗水槽上安装液位传感器与进水阀门可以实现液位的自动控制。

4. 清洗液的温度

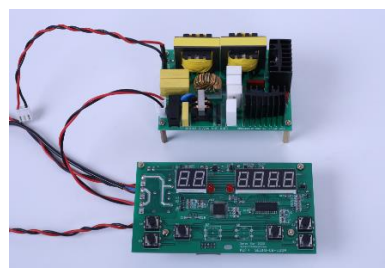
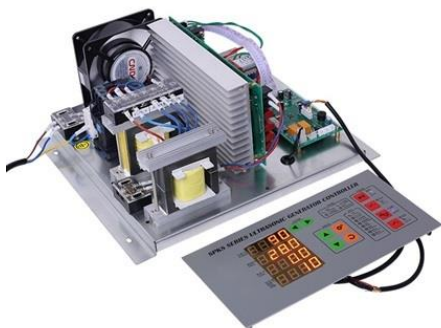
在一般超声波清洗过程中，清洗液温度在 40°C ~ 60°C 时清洗效果最佳。为了控制清洗液在适合的温度，在清洗槽上需安装加热元件和温度传感器。

KUFA 库法 超声波发生器

库法目前拥有 SPK、SIM、TRK、UGC 四大系列它激式超声波发生器与 SEU 系列自激式发生器，频率范围从 15kHz 到 1000kHz，单台发生器功率范围从 50W 到 3000W。

所有系列发生器均可用于超声波清洗设备，其中 TRK 系列既可用于超声波清洗设备，也可用于超声波焊接应用。

库法超声波发生器源于超声波行业多年设计经验及市场实践，拥有完全的知识产权。库法超声波发生器在功能设置上以客户需求为宗旨，以高性价比为目标，为客户提供从自激到它激的多系列超声波发生器产品。目前已广泛应用于医疗器械、金属零件、手机及电子产品玻璃面板、核电部件等超声波清洗设备中，其稳定性得到了广泛验证。



TRK 系列发生器

TRK 系列超声波发生器是一款适用于超声波焊接(TRKW)与超声波清洗(TRKC)的高性能超声波电源装置,此款发生器采用当前国际主流的高速高精度数字调频及锁相控制电路,能快速追踪超声运行过程中的频率变化。在功率控制部分,采用先进的移相全桥功率控制技术,可实现超声过程的平稳启停及工作功率控制,极大地提高了超声波发生器的适应性能。

TRK 系列发生器采用中文液晶人机界面,让操作人员可以更快掌握机器操作方法,进一步提高了工作效率。

TRKW 焊接用超声波发生器,配备启动按钮、急停按钮、气缸电磁阀、冷却风机、RS485 通讯等接口,可单独控制一台超声波焊机,方便用户操作。

TRWC 清洗用超声波发生器,用户可以通过 PLC 开关来控制发生器的启停,也可以通过 RS485 通讯方式控制发生器,还可以通过 RS485 接口连接触摸屏,现场配置更灵活。



主要参数:

1. 控制器可调频率范围宽,可用于 300KHz 内的任一频率;
2. 信号产生采用高速控制器,信号控制更精准,频率分辨率可达 0.1Hz;
3. 逆变部分采用国际先进全新相移全桥技术,输出功率稳定;
4. 发生器有自动追频电路,能适时跟踪频率变化,工作更稳定;
5. 显示部分采用中文液晶显示屏;
6. RS485, Modbus RTU 标准协议;
7. 输入输出采用隔离电源,避免输入输出接线对控制器的影响;
8. 配有 2 路光耦隔离输入,可作为启动开关与急停按钮使用;
9. 配有 2 路继电器隔离输出,可直接驱动缸电磁阀,;
10. 用于塑料焊接时最大可驱动 4200W 焊接换能器;
用于超声波清洗时,最大可驱动 2400W(60W 振头 40 个)清洗换能器;

SPK 系列整体式数字发生器

SPK 系列整体式发生器所有部件都集中在一个机箱中, 外形尺寸: 390×305×150。在发生器机箱上集成了单槽清洗机所有功能, 只要一台发生器便可完成一台单槽清洗机的控制, 无需再增加其它元件, 提高产品的成本优势。

机箱前部面板:

1. LCD 液晶显示器、
2. 操作按钮、
3. 电源开关及保险,

在机箱的后部有以下接口, 根据标识连接即可。

1. 电源输入线, 输入 220VAC/50Hz 电源;
2. 超声波输出线 (V+, V-), 分别接换能器的正极与负极 (负极与机器外壳连通)。
3. 四组信号插头:
 - CN3 - 输入开关 1 路 (无源), 可以作为水位输入开关, 控制进水水位;
 - CN4 - RS485 接口, 可与支持 Modbus RTU 协议的 PLC、触摸屏等进行通讯;
 - CN6, CN7 - 输出开关 2 路 (无源), 可用于控制进水阀门、加热接触器;
 - CN8 - 远程控制开关 1 路 (无源), 可接 PLC 或外部开关, 由 PLC 或外部开关来控制发生器启动或停止;
 - CN9, CN10 - 温度传感器 2 路, 接 NTC 温度传感器, 可用于清洗槽温度控制;

SPKS 系列分体式数字发生器

SPKS 系列整体式发生器采用机箱+控制显示板分体的形式, 主要电器元件安装在机箱中, 机箱外形尺寸: 390×305×150。控制显示板尺寸约 262×130×20, 板上集成数字显示器及操作按钮, 与发生器机箱之间通过电缆连接, 电缆长度约 1 米,

此种结构可以所操控面板安装在机器外侧钣金上, 便于显示与发生器操控。在发生器机箱上集成了单槽清洗机所有功能, 只要一台发生器便可完成一台单槽清洗机的控制, 无需再增加其它元件, 提高产品的成本优势。

控制显示板:

1. 数码显示器;
2. 操作按钮、指示灯;
3. 电源开关及保险;

在机箱的后部有以下接口, 根据标识连接即可。

1. 电源输入线, 输入 220VAC/50Hz 电源;
2. 超声波输出线 (V+, V-), 分别接换能器的正极与负极 (负极与机器外壳连通)。
3. 四组信号插头:
 - CN3 - 输入开关 1 路 (无源), 可以作为水位输入开关, 控制进水水位;
 - CN4 - RS485 接口, 可与支持 Modbus RTU 协议的 PLC、触摸屏等进行通讯;
 - CN6, CN7 - 输出开关 2 路 (无源), 可用于控制进水阀门、加热接触器;
 - CN8 - 远程控制开关 1 路 (无源), 可接 PLC 或外部开关, 由 PLC 或外部开关来控制发生器启动或停止;
 - CN9, CN10 - 温度传感器 2 路, 接 NTC 温度传感器, 可用于清洗槽温度控制;

SPKE 系列集成式数字发生器



SPKE 系列整体式发生器采用底板+控制显示板分体的形式, 主要电器元件安装在底板上, 底板外形尺寸: 390×305×150。控制显示板尺寸约 262×130×20, 板上集成数字显示器及操作按钮, 与发生器底板之间通过电缆连接, 电缆长度约 1 米,

此种结构可以所操控面板安装在机器外侧钣金上, 便于显示与发生器操控。在发生器机箱上集成了单槽清洗机所有功能, 只要一台发生器便可完成一台单槽清洗机的控制, 无需再增加其它元件, 提高产品的成本优势。

控制显示板:

4. 数码显示器;
5. 操作按钮、指示灯;
6. 电源开关及保险;

在机箱的后部有以下接口, 根据标识连接即可。

4. 电源输入线, 输入 220VAC/50Hz 电源;
5. 超声波输出线 (V+, V-), 分别接换能器的正极与负极 (负极与机器外壳连通)。
6. 四组信号插头:
 - CN3 - 输入开关 1 路 (无源), 可以作为水位输入开关, 控制进水水位;
 - CN4 - RS485 接口, 可与支持 Modbus RTU 协议的 PLC、触摸屏等进行通讯;
 - CN6, CN7 - 输出开关 2 路 (无源), 可用于控制进水阀门、加热接触器;
 - CN8 - 远程控制开关 1 路 (无源), 可接 PLC 或外部开关, 由 PLC 或外部开关来控制发生器启动或停止;
 - CN9, CN10 - 温度传感器 2 路, 接 NTC 温度传感器, 可用于清洗槽温度控制;

SIM 小型数字发生器

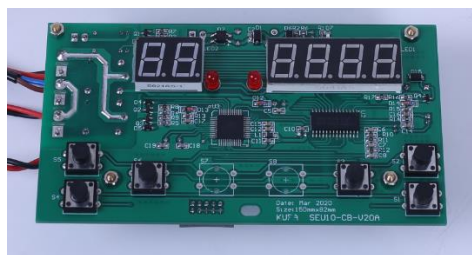
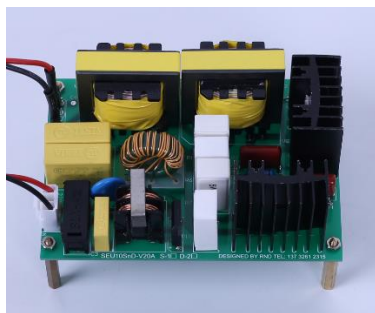


SIM 系列为小型整体式它激发生器，采用全数字逻辑电路，全中文液晶显示屏，操作界面简洁易懂。工作频率范围为 15kHz-125kHz, 常规使用频率有 28kHz、40kHz, 有扫频、加热控制、水位控制等可选功能，功率范围为 50W-600W, 主要应用为桌上型超声波清洗机。

产品型号	最大输出功率	机箱外形尺寸 长x宽x高
SIM30-28KHz发生器	360W	285x200x110
SIM30-40KHz发生器		
SIM30-其他频率发生器		
SIM60-28KHz发生器	600W	
SIM60-40KHz发生器		
SIM60-其他频率发生器		



SEU 系列自激超声波发生器



SEU10SnD 为库法自激超声波发生器系列，单板可以驱动 1 个或 2 个换能器，主要针对 300W 以下的小型超声波清洗器。具有操作简单，价格实惠等特点。

序号	参数项目	SEU10
1	输出功率	60W / 120W
2	超声频率	28kHz / 40kHz
3	控制板尺寸 (长×宽×高)	150×82×40
4	功率板尺寸 (长×宽×高)	118×86×45
5	输入电压	220VAC 50Hz
6	显示	数码显示
7	基本输入	NTC50K 温度传感器
8	超声输出	1 路, ≤120W
9	加热输出	1 路, 最大 5A 250VAC

序号	应用场所	用途 (部分)
1	医疗器械生产企业	如骨科植入医疗器械、手术器械生产过程中的除油，去除表面附着物以及包装前的精洗等
2	机械零件加工及表面处理企业	用于机械零件的除油，除锈，去除积炭、氧化皮、抛光膏，表面磷化、活化等
3	医院、诊所、实验室	如骨科植入医疗器械、手术器械生产过程中的除油，去除表面附着物以及包装前的精洗等
4	光学玻璃面板企业	面板表面除垢，去手印，过程中的附着物等
5	印刷线路板企业	去除焊接后飞溅的锡料，松香等
6	眼镜店、珠宝店等	用于对眼镜、首饰等物品清洗，餐具的清洗等
7	半导体企业	硅片清洗等
8	注塑、纺织企业	模具清洗，纺织锭子、喷丝板清洗等
9	化工及纳米材料企业	用于材料分散等

KUFA 库法 超声波清洗机

库法既可以为客户提供标准化的单槽、两槽及多槽等超声波清洗机器，也可以按客户要求生产定制化的超声波清洗设备，不管是标准化产品还是定制设备，库法都可以高标准地及时提供设备给客户。从方案设计、硬件制造、一直到最后文档转交，无需客户烦心。

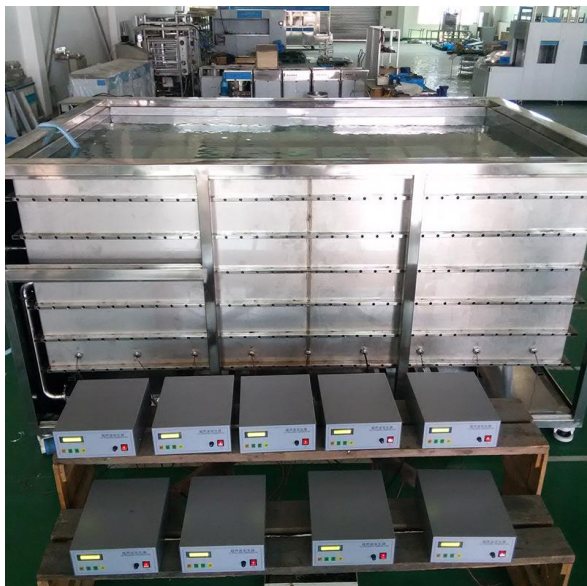
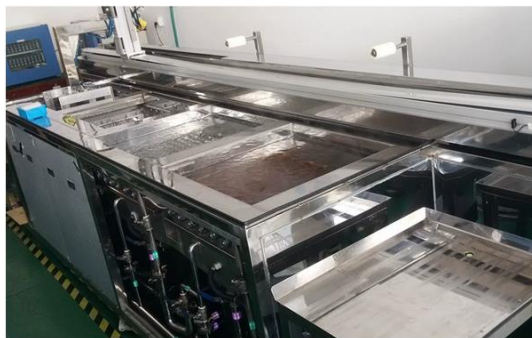
医疗器械清洗 Medical Industry

库法对医疗器械的清洗具有丰富的经验，可以为客户提供符合 ISO13485 要求的清洗设备。库法不但可以为客户提供清洗设备，还可以提供相应的设备安装验证文件，为医疗行业客户解决后顾之忧。



汽车零部件及其它工业零件清洗 Auto Industry

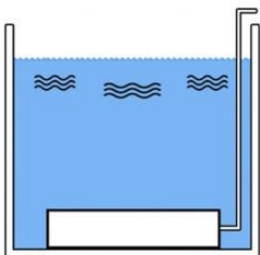
对于汽车零部件行业常用的大型自动化清洗设备，需要设备制造企业具有相当高的自动化系统集成实力。库法在超声波清洗与自动化集成方面具有核心的竞争能力，可以为汽车行业客户提供高度自动化的超声波清洗自动化生产线。



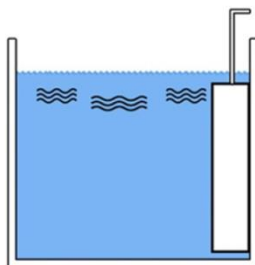
超声波清洗振板 Transducer Pack

超声波清洗振板，或叫振盒，把超声波发生器的电能转化为机械振动传入清洗液中，达到清洗的目的。振板总功率 = 单个换能器功率 × 换能器的数量。

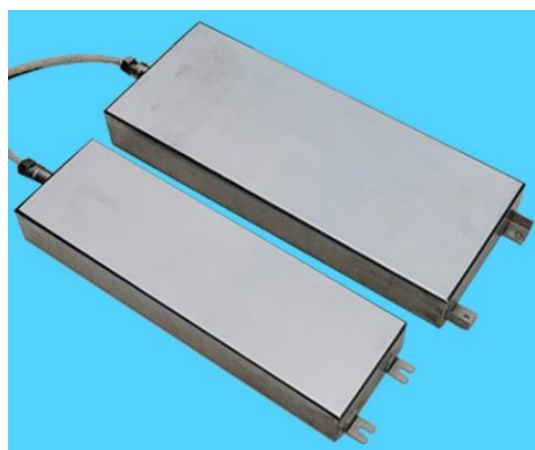
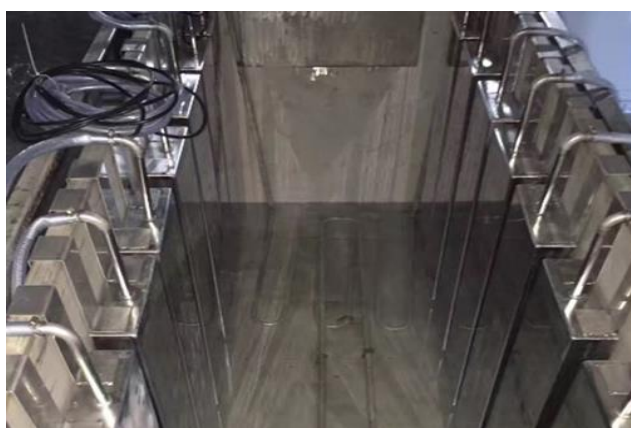
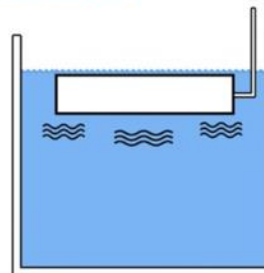
(1) 底部安装



(2) 侧面安装



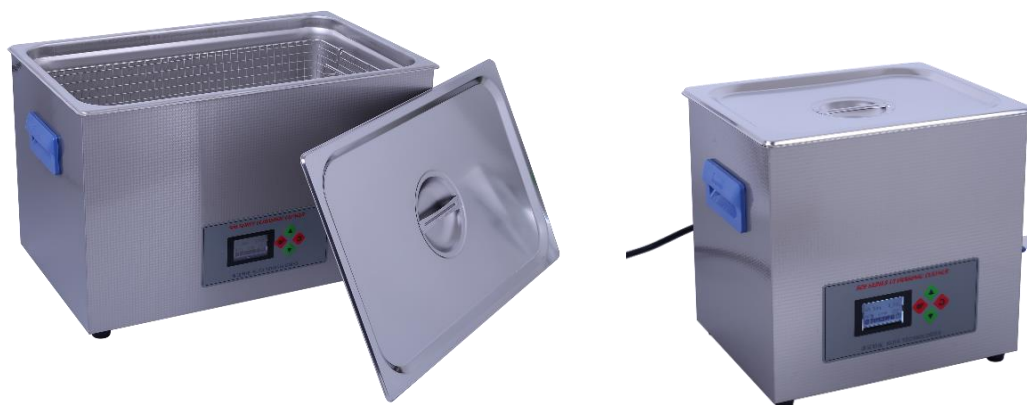
(3) 顶部安装(较少采用)



桌上型超声波清洗机 Desktop Ultrasonic Cleaner

库法为客户提供桌上型超声波清洗器。机器频率范围从 20kHz 到 125kHz，功率范围从 50W 到 600W，容积范围从 1.3L 到 30L。库法提供它激(频率实时显示)与自激两种桌上型超声波清洗器，客户可根据实际需要灵活选择。

库法桌上型超声波清洗机全部采用中文液晶显示，性能稳定，操作简便。特别适合大专院校、科研院所及工厂实验室对小批量物品进行超声波清洗。



库法超声波清洗机

产品型号	SIM30M-10A	SIM30M-22A	SIM30M-30A
水槽容积	10L	22L	30L
水槽材质	SUS304	SUS304	SUS304
清洗槽尺寸	300X240X150	500X300X150	500X300X200
外形尺寸	330X270X310	550X330X360	550X330X390
工作频率	28/40KHz	28/40KHz	28/40KHz
超声功率	360W	600W	600W

了解更多产品，请扫以下二维码

