



正弦声共振 混合设备

使用说明书
(cRAM100+V1.0)

西安近代化学研究所
2025年5月

前 言

正弦声共振为西安近代化学研究所专利产品。西安近代化学研究所的声共振设备产品包含 cRAM100-、cRAM100+、cRAM500、RAM2000、RAM5000、RAM-E30 等系列，应用场景涵盖实验室、中试线及生产线。声共振设备系列产品均能够在“正弦声共振”产品网站或公众号中查看详细信息。

为能够正确、恰当的使用声共振产品，请您在产品使用前仔细阅读本使用说明书，该说明书包含了声共振混合原理，声共振设备产品的硬件组成、操作说明、维护保养和安全注意事项等内容。

在使用本设备前，请务必仔细阅读本使用说明书并严格遵守所有操作说明和安全注意事项。错误操作可能会导致设备损坏、人员受伤。

特别是从事单质炸药、混合炸药、推进剂、火工品等易燃易爆材料操作时，需进行充分的工艺安全风险评估，并做好静电防控、温度控制和人员隔离工作，防止意外燃爆事故发生及意外燃爆带来的事故后果。

禁止行为：严禁在高温环境、潮湿环境及倾斜地面条件下使用，禁止擅自拆卸或改装设备。

使用说明书版本号：本使用说明书为 V1.0 版本，发行日期为 2025 年 5 月。

Contents

目录

1 系统概述

1.1 声共振混合原理 ······	1
1.2 声共振混合技术优势 ······	1
1.3 声共振混合技术适用范围 ······	1

2 设备介绍

2.1 设备配置及参数 ······	2
2.2 接口及连接方式 ······	2
2.3 启动及停止 ······	3

3 操作说明

3.1 控制系统介绍 ······	4
3.2 加速度调节 ······	5
3.3 异常情况处置 ······	6

4 维护保养

5 安全注意事项 	7
5.1 设备安全风险 ······	7
5.2 安全操作规范 ······	7



1 系统概述

1.1 声共振混合原理

声共振混合技术是一种基于混合设备系统共振，使混合系统在较小激振能量输入条件下产生低频（60 Hz），大加速度（0~1200 m/s²）振动，从而在混合流场内形成振动宏观混合和声流微观混合耦合作用的无桨整场混合技术。声共振混合技术具有高效、高安全等优势，是未来含能材料、电池电子材料、粉末冶金材料、药物材料等应用的重要方向。

1.2 声共振混合技术优势

声共振混合是一种新型的混合技术，相比传统搅拌等混合方式具有无强机械剪切力、整场均匀无死角、混合效率高、容器易清理、能够实现原位制造等优势，具体如下：

- (1) 物料适用范围广：适用于固-固、固-液、液-液等多种形态物料。
- (2) 整场混合效率高：能够实现整场混合，对于不同物料体系，混合效率相比传统方式最大提升超过 1000%。
- (3) 安全且清洁：无搅拌叶片介入，不存在局部强剪切或摩擦碰撞风险，非介入式混合更清洁。
- (4) 可原位制造：可将物料瓶体或壳体作为混合容器，实现“混合装填一体化”。

1.3 声共振混合技术适用范围

声共振混合技术不仅能够应用于单纯的混合以实现物质组分均匀分散，还因其对被混物料之间的高效界面接触优势而可以应用于化学反应、结晶共晶、表面处理、生物培养、复合粒子创制、造粒及粉碎等领域。

2 设备介绍

2.1 设备配置及参数

本说明书所示涉及的声共振混合设备型号为 cRAM100+, 包含声共振混合设备主体、金属带夹套容器、高硼硅玻璃透明容器。声共振混合设备主体部分如图 1 所示。



图 1 声共振混合设备主体

声共振混合设备设计最大混合容积 100 ml, 设计最大混合质量 200 克; 设备重量 80 kg, 设备运行功率 0~600 w, 供电电压 220 v, 加速度 0~100 g ($g=9.8 \text{ m/s}^2$) 动态可调。

2.2 接口及连接方式

为了提供设备工艺过程中的温度与真空度控制功能要求, 本设备预留三路管路供设备进行操作, 分别为控温水进口、控温水出口、真空口。水口与真空口的布局如下图 2 所示。



(1) 后端接口



(2) 内部接口

图 2 水口与真空口预留接口图

设备后端接口与内部接口相连, 可实现控温水和真空的闭路循环, 进而实现温度与真空度的控制。

混合容器在设备上的安装方式如图 3 所示, 采用螺丝旋转夹紧的方式进行安装。其中金属混合容器的材质为 304 不锈钢, 带有水夹套, 水夹套设置有进水口和出水口 (进水口和出水口通用, 无区分), 通过软管连接声共振混合设备的进水口和出水口, 用于对被混物料的加热或冷却。高硼硅玻璃透明容器的安装方式与金属混合容器相同, 但不具备夹套控温功能, 用于工艺探索过程中对混合状态的直观观察。

此外, 用户需要在设备运行过程中外接传感器时, 可通过设备左侧保留的传感器穿线孔进行外部传感器与混合容器的连接, 设备穿线孔如图 4 所示。



图 3 容器安装方式及接口



图 4 穿线孔

2.3 启动及停止

设备供电电源接口位于设备侧后方, 采用标准 3 脚插头电源线供电, 设备电源开关为船型开关, 如下图 5 所示。



图 5 设备供电接口及船型开关

电源开关采用船型开关。

接通电源后，将电源开关打到“I”位置，开关指示灯亮，等待约40秒，设备触摸屏点亮，系统载入设备控制软件。此时可设置频率值与强度值控制设备。

设备使用完毕后，点击屏幕上的退出键退出软件。之后关闭Windows控制板，关闭完成后关闭船型开关，设备进入关机状态。

3 操作说明

3.1 控制系统介绍

声共振混合设备控制界面如下图6所示，其中包含频率及强度两个输入框及启动、更新、暂停、停止及退出五个按钮。各输入框及按钮功能如下。

频率输入框：此输入框为设备运行频率设置框，通过修改输入框的值可实现设备频率的修改。正弦声共振混合设备 cRAM100+ 工作频率范围为 58~65 Hz。

功率输入框：此输入框为设备运行功率设置框，通过修改输入框的值可实现设备功率的修改。正弦声共振混合设备 cRAM100+ 工作功率调节范围为 0~100%，日常使用范围建议为 0~40%。

启动按钮：此按钮为设备启动键。设备运行前，点击此按钮后设备将依据频率输入框内的频率值与功率输入框内的功率值运行。

更新按钮：此按钮为设备状态更新键。设备运行过程中，点击此按钮后设备将依据频率输入框内的频率值与功率输入框内的功率值运行，若频率值与强度值均未修改，则点击更新按钮后设备运行状态无变化。

暂停按钮：此按钮为设备运行暂停键。设备运行过程中，点击此按钮后设备将停止运行，同时传感器数值持续采集与更新。

停止按钮：此按钮为设备运行停止键。设备运行过程中，点击此

按钮后设备停止运行，同时传感器数值停止采集与更新。

退出按钮：此按钮为软件退出按钮。设备运行前，点击此按钮软件会直接退出。设备运行过程中，点击此按钮设备停止运行，传感器停止采集后软件退出。

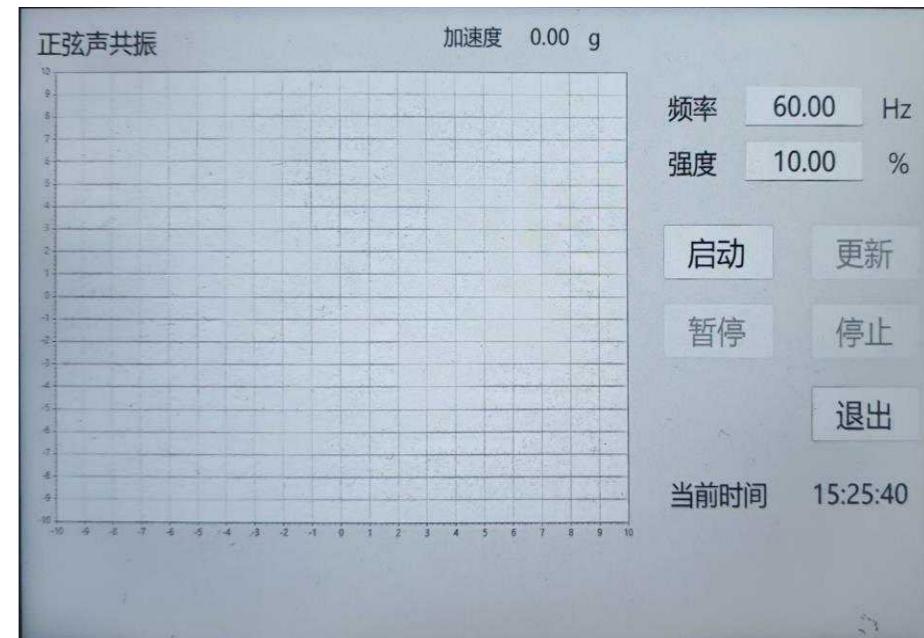


图 6 声共振混合设备控制界面

3.2 加速度调节

物料放入容器并确认夹紧装置夹紧后，开始调节设备加速度。

初始状态下，将设备频率值设置为 61 Hz，设备强度值设置为 2%，点击启动按键开启设备。

当显示设备当前加速度值大于等于 10 g 时，可不进行加速度的调整。

当显示设备加速度值小于 10 g 时，建议对设备频率值进行调节。设备频率值调节范围为 55~65 Hz，单步调节步长建议为 0.5 Hz。

频率值调节方法为：保持强度值为 2% 不变，每次依照 0.5 Hz 的步长修改频率值，修改频率值后点击更新按钮。

调节频率直至显示设备当前加速度值大于等于 10 g，或当前频率下加速度值高于其他频率，认为频率调节完成。

频率值调节完成后，通过修改强度值实现加速度值的调节。调节过程中，当目标加速度与当前加速度值差异大于 20 g 时，建议每次修改强度值 2%；当目标加速度与当前加速度差异大于 10 g 时，建议每次修改强度值 1%；当目标加速度与当前加速度差异大于 5 g 时，建议每次修改强度值 0.5%。修改强度值直至设备到达目标加速度。

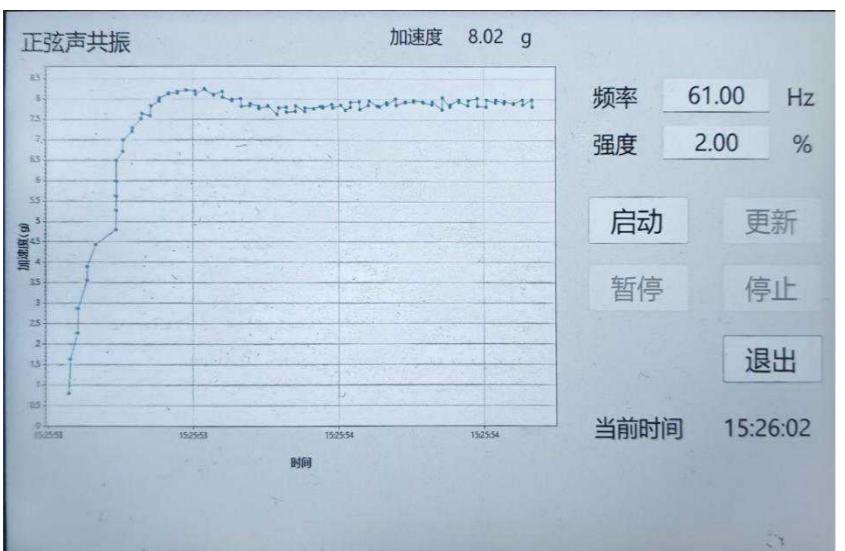


图 7 设备操作界面一

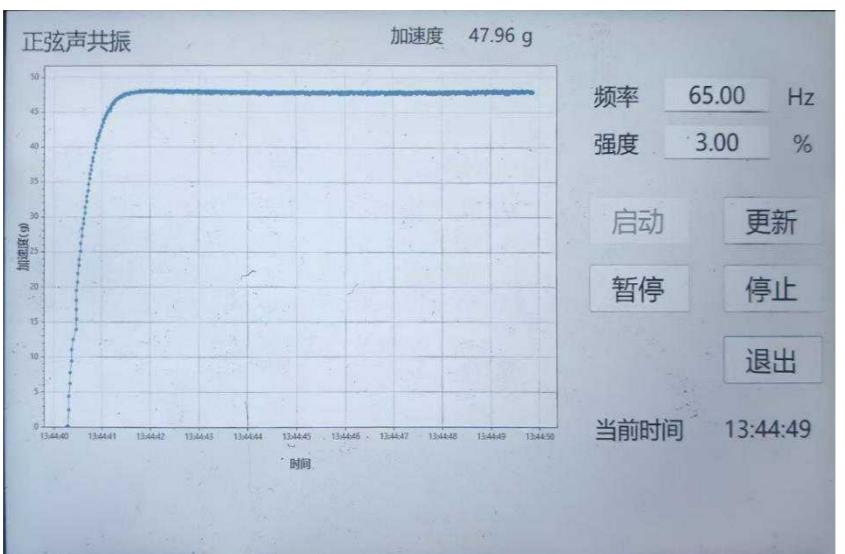


图 8 设备操作界面二

3.3 异常情况处置

设备运行过程中可能出现的异常情况及处置方法如下表 1 所示。

表 1 设备异常情况处置方法

异常情况	处置方法
设备运行过程异响	检查容器固定装置是否拧紧 检查设备表面是否有杂物 联系厂家
设备无法进入启动界面	联系厂家
设备加速度值显示异常	联系厂家
设备点击启动按钮后无反应	联系厂家

4 维护保养

- (1) 设备表面清洁：擦拭设备表面，清除设备表面灰尘污垢。
- (2) 混合腔体清洁：工艺过程完成后，对混合容器内部及混合腔体利用湿抹布进行清洁，并用干布进行擦干。
- (3) 混合容器清理：混合容器按照用户常规方式进行清理，对于较难清理的胶料等残余物料，可以在混合容器内部加入少量溶剂，在声共振设备上进行混合原位清理。

5 安全注意事项

5.1 设备安全风险

本设备涉及且不限于以下风险，请严格遵守操作规范：

- 错误接线/过载使用可能导致触电、火灾或机械伤害。
- 容器固定装置未拧紧可能导致机械伤害。
- 设备使用过程中振动部件上方存在杂物可能导致机械伤害。
- 设备使用过程中保护罩未关闭可能导致机械伤害。
- 设备遭液体侵入可能导致触电、火灾伤害与设备损坏。
- 不当操作可能导致设备精度下降或功能异常。

5.2 安全操作规范

- (1) 操作前检查

- 确认设备外观无破损，电源线、插头无裸露或老化。
- 检查工作环境是否符合要求（如温度、湿度、通风条件）。

(2) 禁止行为

- 禁止在易燃、易爆、潮湿或腐蚀性环境中使用。
- 禁止遮挡散热口、通风孔。
- 禁止儿童、未经培训人员或宠物接触设备控制区域。

(3) 个人防护

- 设备运行期间，禁止私自开启防护门触摸振动部件。

(4) 电气安全

- 使用符合规格的电源，禁止使用不正规接线方式或使用劣质适配器。

- 长时间停用或运输前，务必断开电源并拔下插头。

(5) 机械安全

- 设备运行中如遇异常噪音、振动或冒烟，立即断电。
- 禁止在设备运行时进行清洁、维修。