

Rockchip 麦克风阵列测试参考文档

文件标识: RK-KF-SF-002

发布版本: V1.0.0

日期: 2021-01-15

文件密级: 绝密 秘密 内部资料 公开

免责声明

本文档按“现状”提供, 瑞芯微电子股份有限公司 (“本公司”, 下同) 不对本文档的任何陈述、信息和内容的准确性、可靠性、完整性、适销性、特定目的性和非侵权性提供任何明示或暗示的声明或保证。本文档仅作为使用指导的参考。

由于产品版本升级或其他原因, 本文档将可能在未经任何通知的情况下, 不定期进行更新或修改。

商标声明

“Rockchip”、“瑞芯微”、“瑞芯”均为本公司的注册商标, 归本公司所有。

本文档可能提及的其他所有注册商标或商标, 由其各自所有者所有。

版权所有 © 2021 瑞芯微电子股份有限公司**

超越合理使用范畴, 非经本公司书面许可, 任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部, 并不得以任何形式传播。

瑞芯微电子股份有限公司

Rockchip Electronics Co., Ltd.

地址: 福建省福州市铜盘路软件园A区18号

网址: www.rock-chips.com

客户服务电话: +86-4007-700-590

客户服务传真: +86-591-83951833

客户服务邮箱: fae@rock-chips.com

前言

概述

本文提供一个麦克风阵列测试参考文档，工程师可以参照相关内容进行麦克风阵列测试。

产品版本

芯片名称	内核版本
全平台	本文与内核无关，仅作为麦克风阵列设计的参考文档

读者对象

本文档（本指南）主要适用于以下工程师：

技术支持工程师

修订记录

版本号	作者	修改日期	修改说明
V1.0.0	李茂发、蓝斌元	2021-01-18	初始版本

目录

Rockchip麦克风阵列测试参考文档

1 测试环境和工具

1.1 测试环境

1.2 测试工具

1.3 测试音频

2 扬声器测试

2.1 功率测试

2.2 扬声器总谐波失真测试

2.3 回采底噪检查

3 麦克风测试

3.1 麦克风基础测试

3.1.1 截幅检查

3.1.2 信噪比测试

3.1.3 密封性测试

3.2 一致性测试

3.2.1 幅度一致性

3.2.1 相位一致性

3.2.1 通道顺序检查

附录 测试表格

1 测试环境和工具

1.1 测试环境

1. 测试环境要求本地噪声小于40dB，测试场所要求混响时长为200-500ms之间；
2. 待测设备周围无遮挡物。

1.2 测试工具

1. 高保真音箱 --- 推荐使用真力的G系列高保真音箱
2. 声级计 --- 2级声级计及以上
3. 音频分析软件 --- Audition

1.3 测试音频

1. THD和频响测试音频 --- [swp_48k_16b.wav](#)
2. 密封性测试音频 --- [white_noise.wav](#)
3. 1kHz音频 --- [Sine1k_48k_16b.wav](#)
4. 静音音频 --- [mute.wav](#)

2 扬声器测试

扬声器测试主要测试扬声器是否符合产品需求（如无播放要求可忽略此项）。

2.1 功率测试

扬声器在最大功率下，应满足麦克风采集的数据不出现截幅现象，且麦克风处测量的声压不超过90dB。100%音量播放swp_48k_16b.wav音频，将数据保存出来，通过audition观察幅值，确保每个频率都不会出现截幅现象。100%音量播放white_noise.wav音频，确保麦克风处测量声压不超过90dB。

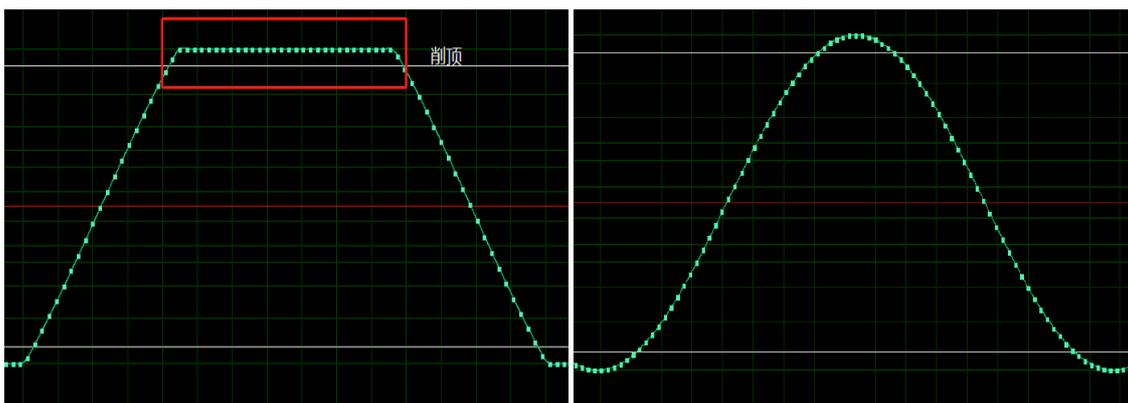


图1 截幅波形(左)和正常波形(右)示意图

如果出现截幅现象，则分析在几dB以上会出现截幅，根据出现截幅的dB值调整喇叭功率直到不出现截幅现象为止。如果麦克风处测量声压超过90dB，应适当降低扬声器功率。

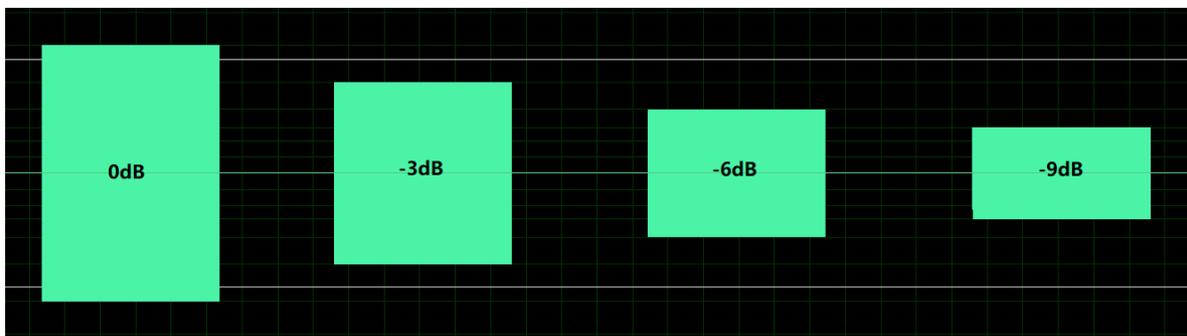


图2 扫频信号示意图

2.2 扬声器总谐波失真测试

扬声器在最大音量输出的情况下，THD满足以下条件，100Hz小于10%，200Hz小于6%，350Hz以上小于5%。若低频失真超过10%，建议加滤波器滤除低频部分。

扬声器总谐波失真定义如下：

$$THD = \sqrt{\sum_{i=2}^m \left(\frac{G_i}{G_1}\right)^2} \quad (1)$$

式中， THD 为总谐波失真， G_i 为各个谐波RMS值， m 为谐波阶数。

在半消声室或全消声室进行THD测试，通过扬声器播放扫频信号，利用外置麦克风获取扬声器发声采集的音频信号。分析麦克风采集的信号，得到基频以及对应多个频点的RMS值，利用公式计算出THD值。如测试结果不满足THD值，需要对扬声器和EQ进行修改以满足要求。

如无专业设备可通过Audition计算录音文件中基频以及前几阶谐频的能量，粗略分析扬声器大概的THD水平，具体如图4所示。假设基波为 $-30dB$ ，二阶谐波为 $-64dB$ ，三阶谐波为 $-46dB$ ，其余谐波忽略不计，则THD大约为16%，计算过程如下：

$$THD = \sqrt{\left(\frac{G_2}{G_1}\right)^2 + \left(\frac{G_3}{G_1}\right)^2} = \sqrt{10^{-6.4+3} + 10^{-4.6+3}} \approx 16\%$$

多次计算不同频点的THD，将多点连在一起即可得到THD曲线。

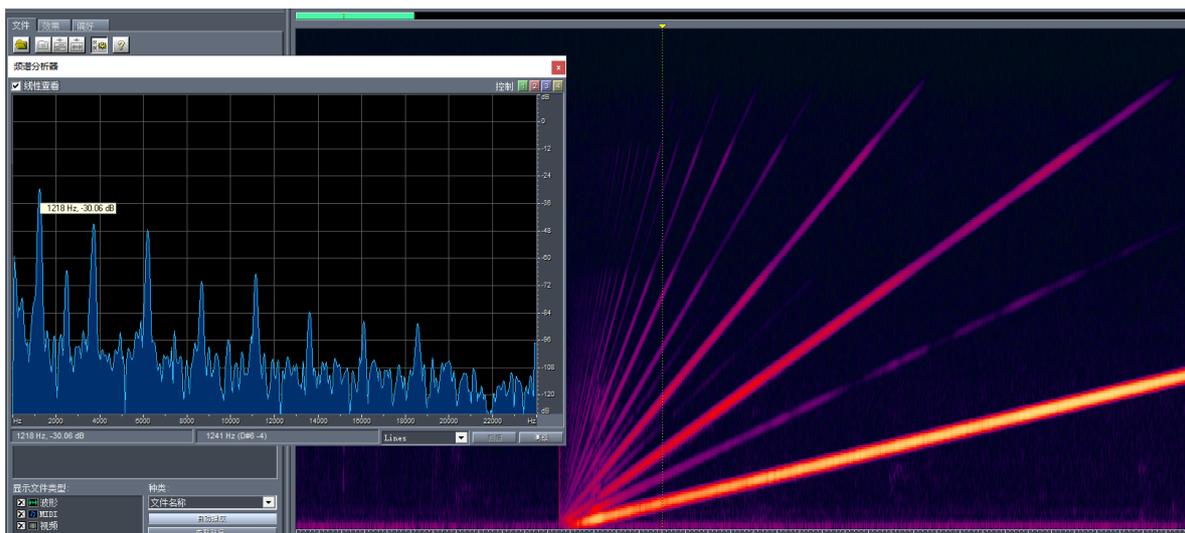


图3 扫频信号示意图

2.3 回采底噪检查

机器播放静音文件mute.wav时，录取音频并记录此时回路的音频幅度，底噪 $<-65dbfs$ 。

机器不播音时，录取音频并记录此时回路的音频幅度，底噪 $<-65dbfs$ 。

3 麦克风测试

3.1 麦克风基础测试

3.1.1 截幅检查

1. 采用内部音箱应保证最大音量测试下，扫频信号不发生截幅且喇叭到麦克风的声压不超过90dB（在麦克风处测得）；
2. 采用外部音箱测试，可将音箱放置在距离麦克风阵列1m处进行测量，当麦克风处测量声压不超过90dB时，不出现截幅问题即可。

3.1.2 信噪比测试

信噪比测试主要测试麦克风远场拾音能力，信噪比越高拾音能力越强。

在半消声室或者全消声室进行测试，通过高保真音箱播放白噪声，调节麦克风处声压级达到63dBA，录制10s；停止播放同样录制10s。利用Audition分析空白段和非空白段的语音能量，以此来测试信噪比，要求全频带信噪比在20dB以上。

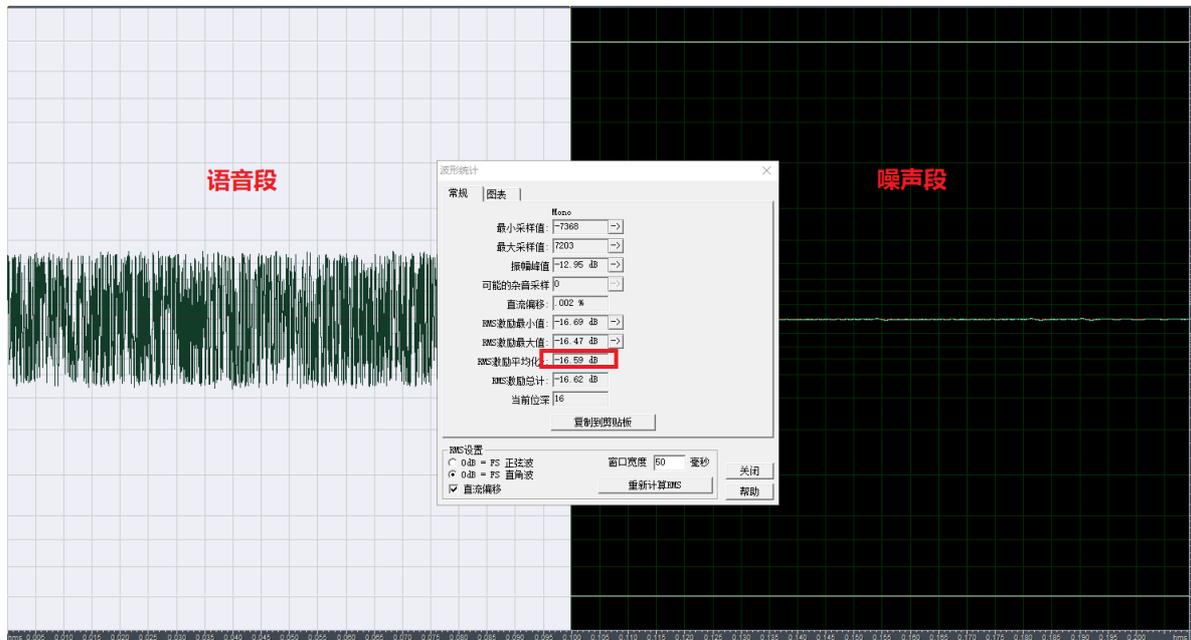


图4 信噪比示意图

3.1.3 密封性测试

密封性测试主要是为了测试声音是否通过空气传播。

将外部音箱置于离麦克风1m处，播放白噪声，麦克风处测量声压为80dB左右。播放音源，利用黑胶或者橡皮胶依次堵住mic孔10s左右，测量前后麦克风接收到信号的正RMS值差，从而得到麦克风的密封性性能。

要求麦克风阵列至少要有15dB以上的隔声性能。

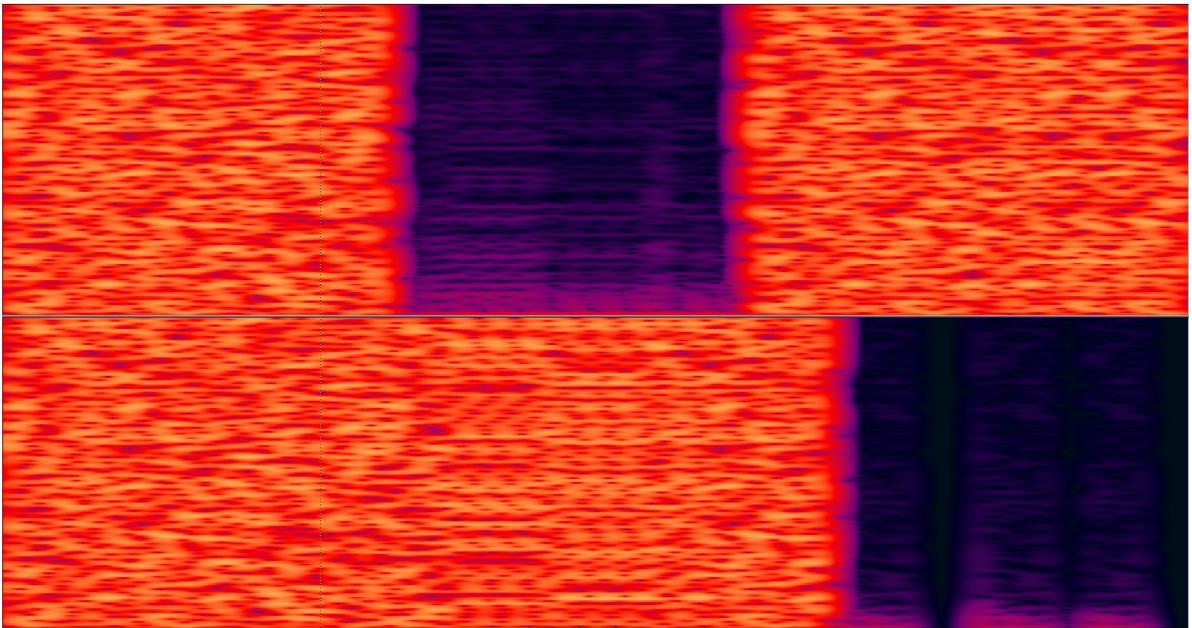


图5 密封性测试示意图

3.2 一致性测试

3.2.1 幅度一致性

幅度一致性即麦克风接收到相同信号时，能保持基本一致的信号幅度。

在100%音量时，播放swp_48k_16b.wav扫频信号，观察多个mic的幅值，确保各个mic的幅值基本一致。

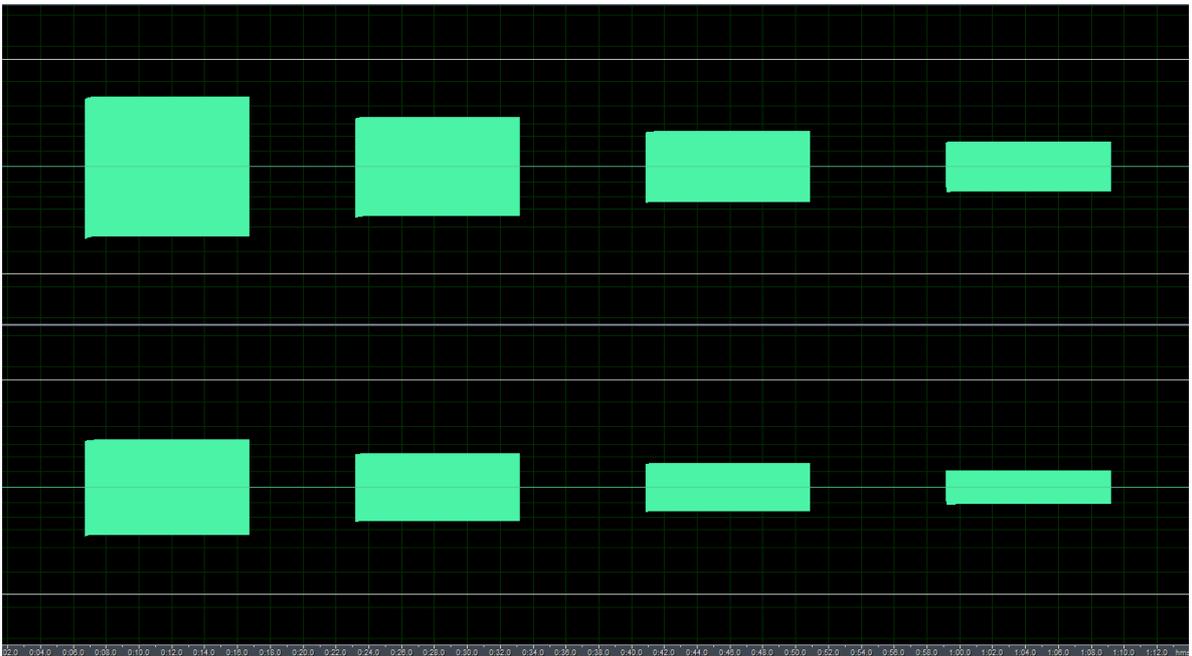


图6 幅度一致性（不合格）示意图

另：幅度一致性和频响一致性直接关联，如果幅度在不同频带上差别较大，可通过测试每个麦克风的频响曲线精确获得每个麦克风的对应频率的幅度差别，确保每个麦克风的频响差别在 $\pm 1dB$ 之内。

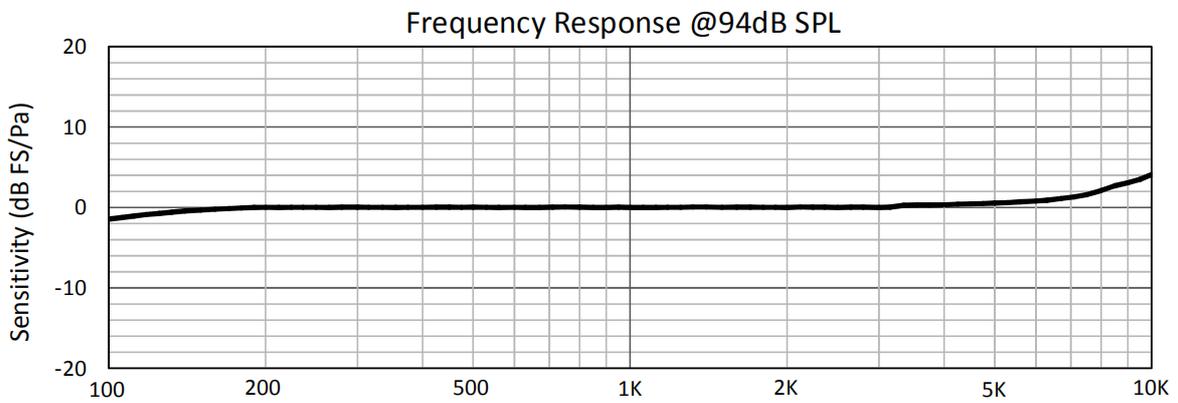


图7 频响曲线示意图

3.2.1 相位一致性

相位一致性也可以理解为时延一致性。对于有源声源来说，不同入射角到达麦克风阵列上的不同麦克风时间不一样，因此每个麦克风之间存在时延且该时延应该随时间变化保持稳定。

假定麦克风阵列列为2mic线阵，距离3.5cm，则90度入射时间差为0ms，0度入射时间差为0.103ms左右。假定48kHz采样，则90度入射约为0个采样点时延，0度入射约为5个采样点的时延。

90度测试，将声源放置在1m处且对准麦克风阵列中心，播放1k正弦波，计算各个MIC之间的信号时延。

0度测试，将声源放置在1m处且对准麦克风阵列一侧，播放1k正弦波，计算各个MIC之间的信号时延。

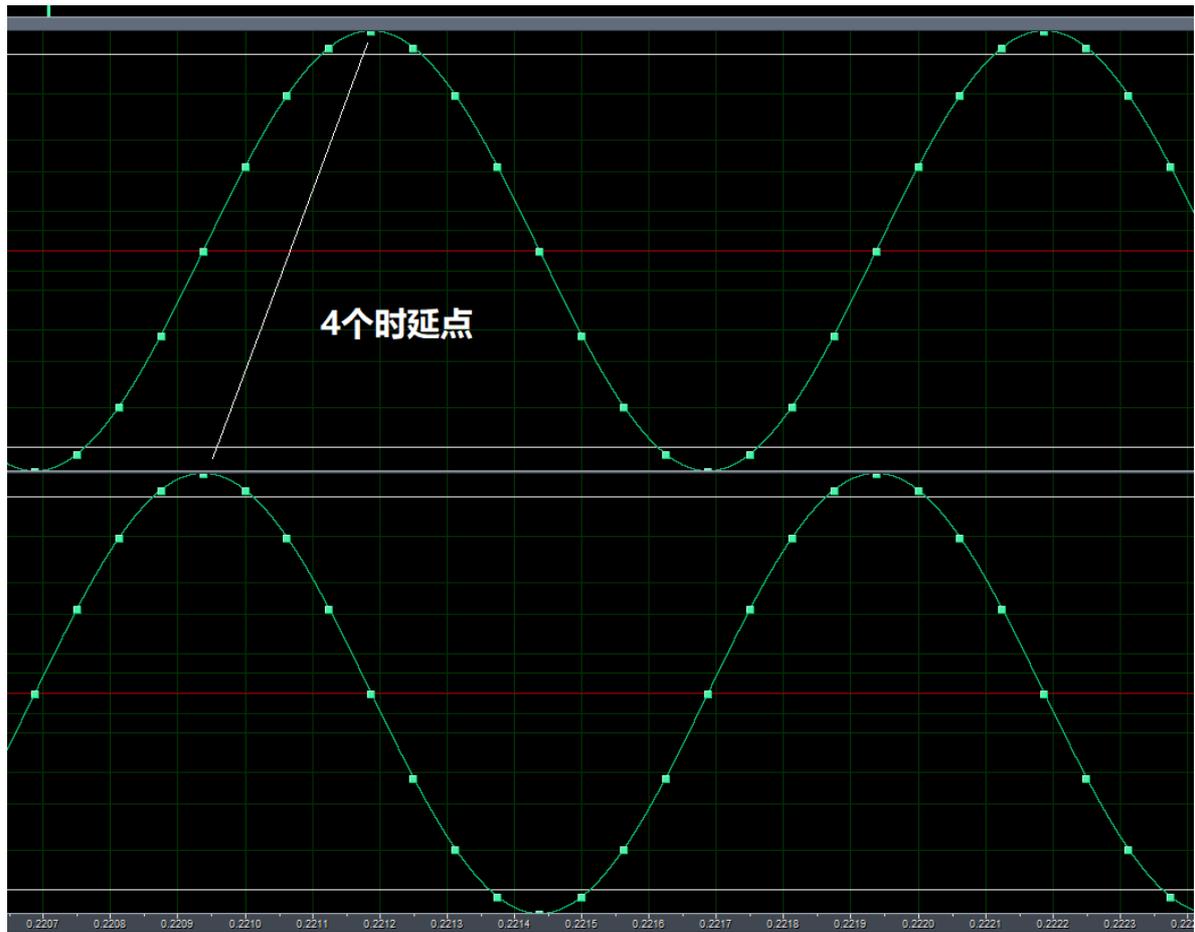


图8 相位一致性示意图

3.2.1 通道顺序检查

麦克风的顺序应该和物理顺序保持一致，如线阵从左到右为1#、2#、3#、4#MIC以及5#、6#回采，则对应的PCM顺序为1#、2#、3#、4#（或4#、3#、2#、1#）MIC数据以及5#、6#回采，或者回采放前，5#、6#回采数据以及1#、2#、3#、4#（或4#、3#、2#、1#）MIC数据。图9为通道顺序示意图。

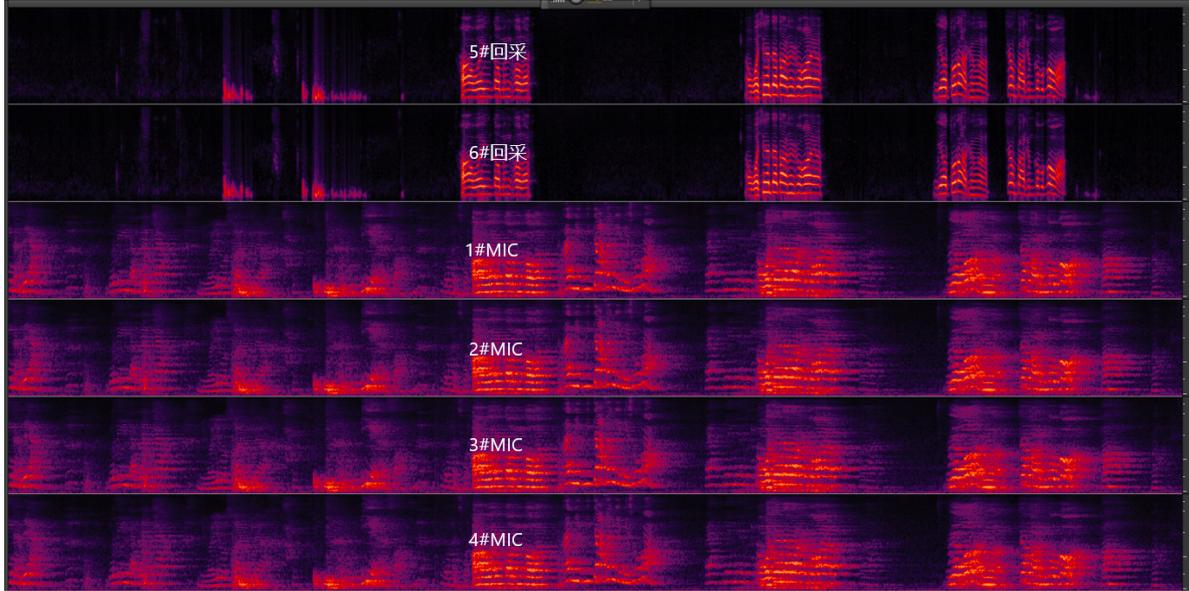


图9 通道顺序示意图

附录 测试表格

测试项目	测试音源	测试结果(PASS/FAIL)
功率测试	swp_48k_16b.wav white_noise.wav	
扬声器总谐波失真测试	swp_48k_16b.wav	
MIC通道截幅检查	swp_48k_16b.wav	
信噪比测试	white_noise.wav	
密封性测试	white_noise.wav	
幅度一致性	swp_48k_16b.wav	
相位一致性	Sine1k_48k_16b.wav	
麦克风通道顺序		
麦克风/回采通道直流偏置		
回采底噪检查		
恒频干扰检查		
整机震动/共振/异音检查		

xlsx表格详见：[需求模板 语音算法rk3xxx_xx客户.xlsx](#)