

# 学子专区— ADALM2000实验： 集成驻极体麦克风的音频放大器

Andreea Pop, 系统设计/架构工程师, 以及  
Antoniu Miclaus, 系统应用工程师

## 目标

本次实验旨在设计和构建一款音频放大器，该放大器从驻极体麦克风获取小输出电压并将其放大，以便驱动小型扬声器。

## 背景知识

驻极体麦克风是一种电容式麦克风，其电容器极板上始终存在一定量的电荷，因而无需传统电容式麦克风中用于偏置电容器的外部幻象电源。然而，大多数商用驻极体麦克风都会集成前置放大器（通常是开漏FET电路），因此只需低压小电源。

我们可以使用晶体管来设计简单的音频放大器，无论是否有负反馈。不过，负反馈能够非常有效地改善失真性能。在本实验中，我们设计构建了一个交流耦合的同相运算放大器，期望电压增益为10，输出端有一个环内射极跟随器，并且与扬声器进行交流耦合。运算放大器可提供电压增益，射极跟随器则充当缓冲区，提供驱动扬声器所需的电流。将射极跟随器放置在反馈回路内有助于提高其整体性能。

## 放大器设计

驻极体麦克风包括一个开漏FET前置放大器，需要在其输出端和5 V电源之间连接一个阻值为680  $\Omega$ 至2.2 k $\Omega$ 的漏极电阻 $R_D$ ，如图1所示。在此设计中，漏极电阻设置为2.2 k $\Omega$ ，采用5.0 V电源时，漏极电压约为4.5 V。

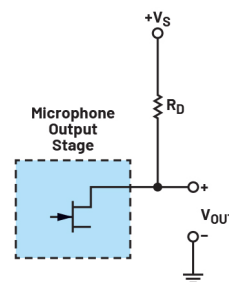


图1. 驻极体麦克风输出级。

我们的设计目标是将标称400 mV p-p信号驱动至8  $\Omega$ 扬声器，随后以地为基准进行交流耦合，需要约 $\pm 25$  mA的电流。该放大器设计采用5 V单电源供电。因此，运算放大器直流电平偏置到2.5 V的中间电源电压，并且输入、输出和反馈信号均会进行交流耦合。通过对输入信号进行交流耦合，麦克风输出的直流电平就会与放大器输入的直流电平不同。对于电路的运算放大器部分，可使用ADALP2000套件中提供的OP484四通道运算放大器，对于电路的射极跟随器部分，则可以使用套件中包含的2N3904 NPN晶体管。

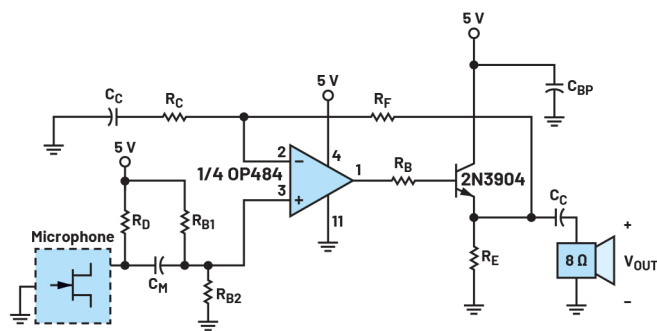


图2. 放大器整体原理图。

材料

- ▶ ADALM2000主动学习模块
- ▶ 无焊试验板
- ▶ 跳线
- ▶ 一个OP484轨到轨放大器
- ▶ 一个驻极体麦克风
- ▶ 一个2N3904 NPN晶体管
- ▶ 一个8  $\Omega$ 扬声器
- ▶ 一个47  $\Omega$ 电阻
- ▶ 一个68  $\Omega$ 电阻
- ▶ 一个100  $\Omega$ 电阻
- ▶ 一个1k $\Omega$ 电阻
- ▶ 一个2.2 k $\Omega$ 电阻
- ▶ 一个20 k $\Omega$ 电阻
- ▶ 一个4.7  $\mu$ F电容
- ▶ 一个47  $\mu$ F电容
- ▶ 一个220  $\mu$ F电容

硬件设置

在无焊试验板上构建图3所示的电路。

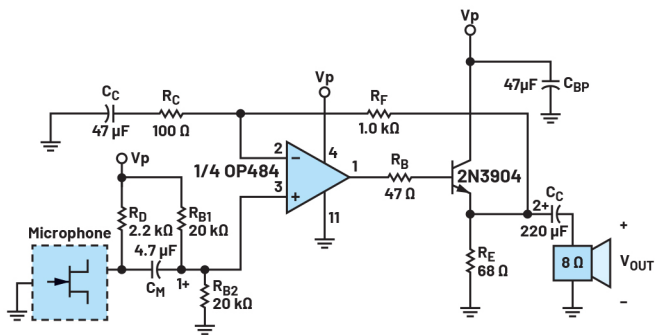


图3. 集成驻极体麦克风的音频放大器原理图。

若想检查放大器的功能，可以从电路中拆下麦克风和扬声器，然后使用示波器工具进行检查。因此，试验板连接如图5所示。

程序步骤

若要检查放大器增益，请按照图5所示构建设置。打开Scopy并将正电源设置为5 V。将信号发生器通道1设置为正弦波形，幅度峰峰值为50 mV，频率为200 Hz，偏移为2.5 V。尝试增加正弦波的幅度，直到观察到削波。在示波器中，监测通道1上的输入信号和通道2上的放大器输出信号。将垂直分辨率设置为100 mV/div，位置设置为-2.5 V，这样就能在示波器窗口中看到信号，如图6所示。

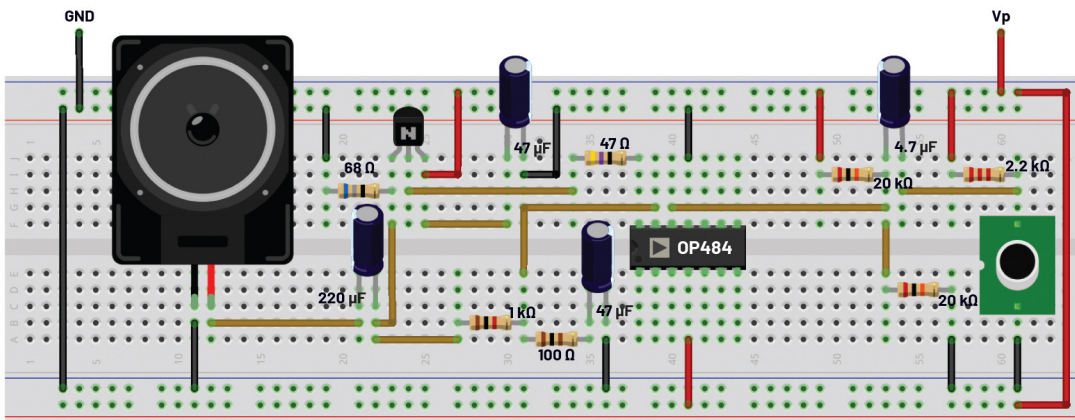


图4. 集成驻极体麦克风的音频放大器试验板连接。

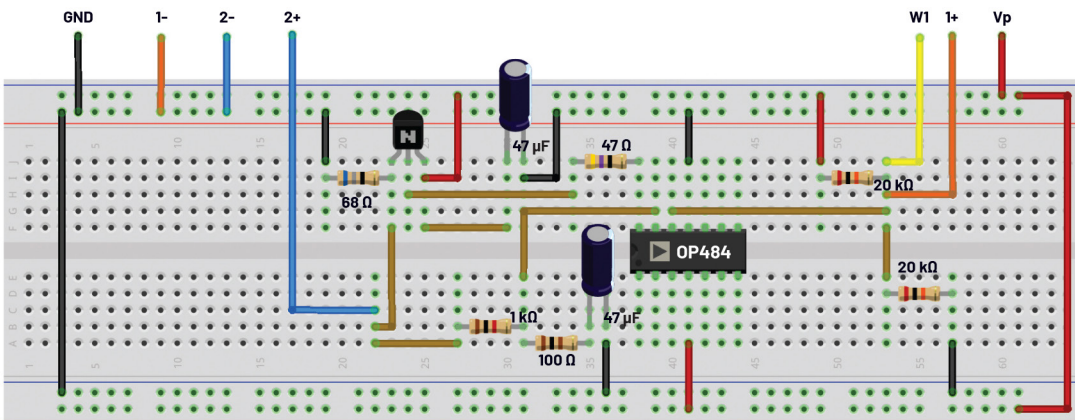


图5. 音频放大器示波器试验板连接。

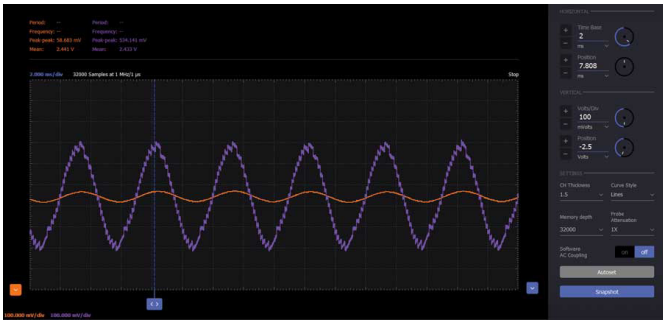


图6. 放大器输入和输出波形。



### 作者简介

Andreea Pop自2019年起担任ADI公司的系统设计/架构工程师。她毕业于克卢日-纳波卡理工大学，获电子与通信学士学位和集成电路与系统硕士学位。



### 作者简介

Antoniu Miclaus现为ADI公司的系统应用工程师，从事ADI教学项目工作，同时为Circuits from the Lab®、QA自动化和流程管理开发嵌入式软件。他于2017年2月在罗马尼亚克卢日-纳波卡加盟ADI公司。他目前是贝碧思鲍耶大学软件工程硕士项目的理学硕士生。他拥有克卢日-纳波卡科技大学电子与电信工程学士学位。

将驻极体麦克风和扬声器连接到电路中，如图4所示。将扬声器直接移到麦克风前面，直到出现声音反馈。

### 问题：

1. 为什么正弦波的幅度增加时会发生削波？
2. 为什么扬声器和麦克风彼此靠近时会出现声音反馈？

您可以在[学子专区论坛](#)上找到问题答案。

