

# 开启中国 FM SoC 新时代的 RDA5800 收音机芯片

锐迪科微电子

## 一、前言

近几年，随着手机应用的多功能化以及 MP3/MP4 媒体播放器的普及，FM 接收已经成了必备的功能。有业内人士曾经乐观表示，到 2008 年，FM 手机可以占到总量的 40% 以上，这样大的终端市场势必导致对 FM 接收芯片（FM Tuner）的需求也越来越大。而与此同时，伴随着集成电路设计和制造技术的快速发展，FM Tuner 开始从模块化时代向 SoC 时代演进。单芯片 FM Tuner 技术日臻完善，性能也相比于以前有了很大的提高，具备了高接收灵敏度，能够支持单声道（mono）和立体声（stereo）切换，并且开始支持 RDS（无线数据服务）/ RBDS（无线广播数据服务）。

RDA5800 芯片是锐迪科微电子（RDA Micro）公司独立开发的国内第一颗全集成 CMOS FM Tuner 芯片，具有高集成度、高性能、低成本、低功耗等方面的优势，是目前最具市场竞争优势的一款产品，受到业内专家和应用工程师的普遍关注。下面就来讨论一下此款芯片的功能特性及设计技巧。

## 二、RDA5800 芯片基本特性

它采用中芯国际（SMIC）0.18um RF CMOS 先进工艺，射频部分采用了低中频结构，FM 立体声解码则由数字 DSP 来实现，驱动部分将语音功放集成到了芯片中，这些都有效地提高了芯片性能，降低了解决成本，并具有非常好的集成度。芯片采用 4X4mm 24 脚 QFN 封装，内部集成了 LDO 和晶体振荡电路，总的工作电流为 16mA，具有自动搜台，柔软静音，重低音，噪声抑制，直接驱动耳塞等优异的性能。

RDA5800 芯片的主要性能指标如下表

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
$V_{rf}$	灵敏度	(S+N)/N=26dB		2.	2.5	$\mu$ V EMF
IP3 <sub>in</sub>	输入 IIP3	AGCD=1	75	80	-	dB $\mu$ V
S <sub>200</sub>	临近沟道选择性	$\pm$ 200KHz	40	43	-	dB
(S+N)/N	大信号信噪比		54	60	-	dB
$\alpha_{SCS}$	立体声隔离度		35	-	-	dB
THD	总谐波失真			0.1	0.6	%
I <sub>max</sub>	最大工作电流			16		mA
I <sub>leak</sub>	漏电流			5		$\mu$ A

### 三、RDA5800 芯片工作原理

RDA5800 主要分成模拟和数字两大部分。模拟部分包括支持所有 FM 频段 (76M~108M Hz) 的低噪声放大器 (LNA)，限幅器 (Limiter)，正交镜像抑制混频器 (MIXER)，可调增益放大器 (PGA)，高精度模-数转换器 (ADC)，高精度数-模转换器 (DAC)，频率合成器 (Synthesizer) 以及电源用的 LDO。数字部分则包括了语音处理 DSP 以及数字接口。

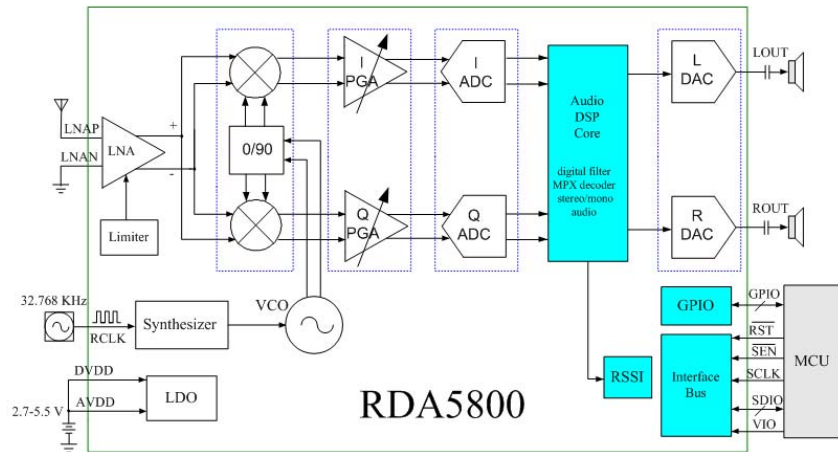


图 1: RDA5800 系统原理图

基本工作原理如下：

天线接收到空中的 FM 信号，首先由 LNA 将信号进行放大，并转为差分输出电压，这可以有效抑制芯片内部及 PCB 板上的噪声，提高接收灵敏度。在 RDA5800 芯片中，LNA 支持单端输入工作方式，只需要将另外一个输入端接地即可，大大简化了普通射频电路复杂而敏感的输入匹配网络。由于 FM 输入端没有 SAW 带通滤波器，将有很多 FM 频带外的噪声进到芯片内部，Limiter 检测 LNA 输出信号电压幅度大小，当达到阈值后会自动恒定，防止 LNA 因带外噪声饱和而产生非线性失真；MIXER 将 LNA 输出信号下变频到低中频，同时实现对镜频的抑制。低中频既可以避免零中频结构直流噪声难以消除的难题，又减小了 ADC 的输入信号带宽；PGA 将 MIXER 输出的 I、Q 两路正交中频信号放大送给 ADC，它的增益由 DSP 动态控制，有效地降低了对 ADC 输入动态范围的要求；ADC 采用的是 delta-sigma 带通过采样结构，它具有高精度和低功耗的特点，并且对带外噪声有抑制，很适合处理中、低频信号。ADC 输出既包括低频的有效信号，也包括调制到高频的噪声，信号和噪声都同时送给后面的 DSP 处理；DSP 完成解调后，将语音信号分别送给左右声道高精度 DAC。DAC 同时也是一个低通滤波器，对语音频带外的噪声进行衰减，然后将语音信号通过音量控制寄存器放大，最终通过芯片内部集成的功放送出。

核心的 FM 解调和语音处理工作由语音处理 DSP 来完成，DSP 首先对 ADC 送过来的数据通过数字滤波器 (Digital Filter) 降采样和滤波，滤除调制高频噪声，恢复出

低频信号，然后将信号进行解调（MPX Decoder），完成单声道和立体声的切换，之后再加载上可调重低音功能和静音功能。

Synthesizer 根据频点设置，产生对应的正交本振信号送给 MIXER，它的参考时钟为 32.768KHz，因为 32K 晶体在 FM 频段内的高次谐波能量小。Synthesizer 中的主要模块压控振荡器（VCO）采用片上电感 LC VCO 结构，并且将环路滤波器都全集成到了芯片中；RDA5800 内部集成了晶体振荡电路，直接支持片外晶体，这些都大大减小了芯片外围元件数量和 PCB 版图面积，提高了可靠性，使本振信号具有很好的相位噪声和调节灵活性。

芯片内部集成了 LDO 为整个芯片供电，它较高的电源电压抑制比，保证了芯片在 2.7~5.5V 的电压范围内都可以正常工作。芯片支持普通电池直接供电，简化了芯片使用条件。

RDA5800 的接口支持两线和三线，同时带 GPIO 数字接口。编程简单，只需要写入频点或者直接搜台，芯片内部会自动完成其他的换算工作。

#### 四、RDA5800 的应用

基于 RDA5800 应用系统原理图，图 2 为 RDA5800 的使用方案：

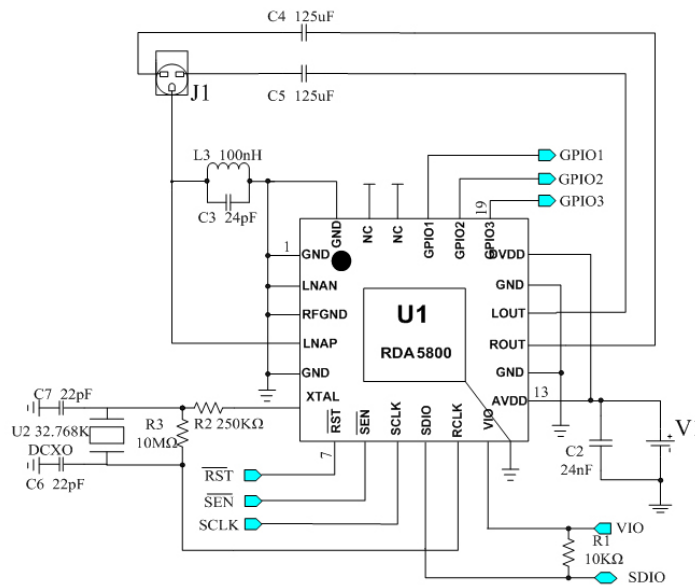


图 2: RDA5800 使用方案

J1 是普通的耳塞，天线就是耳塞的接地线，L3 和 C3 构成 LC 谐振腔，提供直流接地的情况下不衰减 FM 信号。R1 为数字接口的上拉电阻；C6 为电源滤波电容，实际 PCB 布板使用中应尽量靠近芯片，C4 和 C5 是隔直耦合电容，同时和耳塞的特征电阻构成了一个 RC 高通滤波器，有滤除低频噪声的效果。由于重低音可调，可以通过预

加重，C4 和 C5 电容可以用更小值电容代替，衰减掉的信号可以用可以大大节省 PCB 板面积。

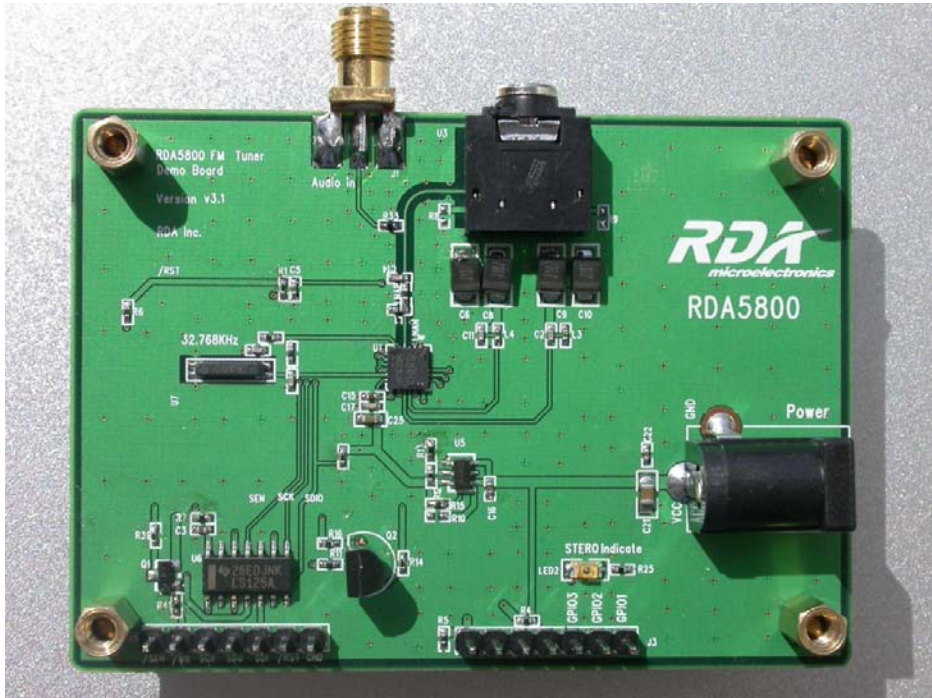


图 3: RDA5800 的 EVB 板

图 3 是 RDA5800 的评估板，相比较于传统的 FM 芯片外围需要 20 多个元件和 11X11mm 的 PCB 板面积，RDA5800 的优势是很明显的：PCB 面积只有 6X6mm，外围的元器件数量小于 10。

RDA5800 具有简单易用、高性价比的特点，是 FM SoC 时代的标志性产品，适用于各类具有收音机功能的便携式产品，主要包括：移动电话、笔记本电脑、MP3/MP4 媒体播放器、PDA、独立式调频收音机、无线耳机等。