

## 满足智能手机应用要求的安森美半导体音频放大器方案

近年来，智能手机集成的功能越来越多，但在基本的音频放大应用方面，在继续优化性能表现及用户音频体验方面仍有继续提升的空间。原因是智能手机存在着特殊的音频要求，例如：智能手机存在基带/应用处理器、调频(FM)广播、蓝牙(耳机)等多种音频输入源；编解码器(CODEC)可以集成在模拟基带中，也可独立存在；多数情况下最少是扬声器放大器保持单独存在(不集成)，从而提供足够输出功率；耳机放大器外置，配合高保真(Hi-Fi)音乐播放。

本文将重点探讨智能手机的扬声器放大器及耳机放大器性能要求，介绍安森美半导体相应的音频放大解决方案，以及集成了立体声耳机放大器、D类扬声器放大器及I<sup>2</sup>C控制的新的音频子系统方案——音频管理集成电路(AMIC)。

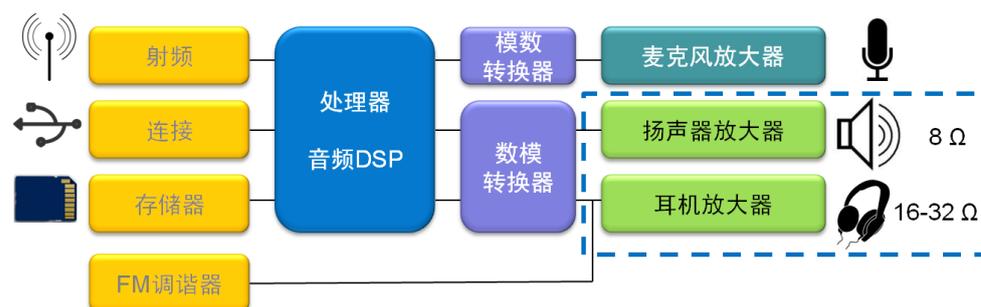


图 1：智能手机的音频放大应用示意图。

### 扬声器放大器性能要求及解决方案

对于智能手机而言，期望的扬声器放大器应当提供低电磁干扰(EMI)，避免与智能手机中的其它射频(RF)电路产生干扰。就用户的实际应用而言，用户有时候会想要在公共场合进行免提语音通话，有时候会想要带音频播放的视频观看。这就要求扬声器放大器提供具有高识别度的输出音量，同时提供低失真。此外，低噪声也是所期望的扬声器放大器提供的重要特性。具体而言，这就要求扬声器放大器具有高电源抑制比(PSRR)，从而抑制 GSM 信号传输期间电池电压波动产生的时分多址(TDMA)噪声；亦要求导通及关闭期间无爆破音(pop)和啉啉音(click)噪声。

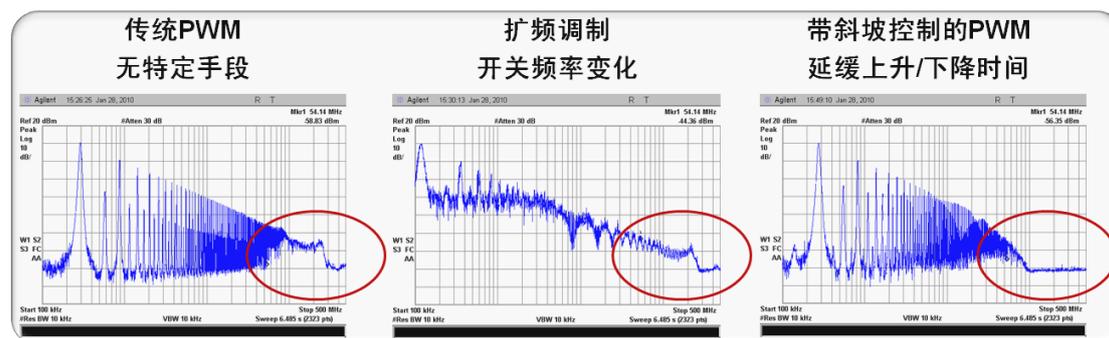


图 2：降低 EMI 的不同技术

要满足智能手机扬声器放大器的这些期望性能要求，D 类放大器是极佳选择。如 D 类放大器提供极低 EMI，避免与其它 RF 电路产生干扰。实际上，D 类放大器将输入的模拟音频信号转换为脉宽调制(PWM)的脉冲信号，再以此脉冲信号控制开关器件来导通/关闭音频功率放大器。对于智能手机应用而言，要降低音频输出段的 EMI，重要的是减少较高频率的频谱

部分。传统 PWM 技术没有特定手段来应对。但要做到这一点，可以采用两种技术，一是 PWM 扩频调制(开关频率变化)，一是带斜坡控制的 PWM(延缓上升/下降时间)。相比较而言，斜坡控制技术比扩频调制技术在减少较高频率的频谱方面更为有效，更有利于降低 EMI。

安森美半导体的 NCP2824 是一款 2.8 W 单声道 D 类放大器，采用斜坡控制技术来提供低 EMI。此外，NCP2824 藉单线(Single-Wire)接口提供可实时配置的自动增益控制(AGC)功能。其自动增益控制功能包含两种模式，分别是不削波(non-clipping)和功率限制器模式。对于扬声器放大器而言，在智能手机的电池电压很低条件下会出现削波，导致输出摆幅减小及饱和。NCP2824 的自动增益控制“不削波”功能可以维持低失真，可以选择最大总谐波失真(THD)阈值。另一方面，在高输出功率条件下会出现过高输出功率，致使输出摆幅减小及饱和。功率限制器功能限制放大器的输出功率(可选择最大输出电压阈值)，保护扬声器免受过高音量导致的损伤。

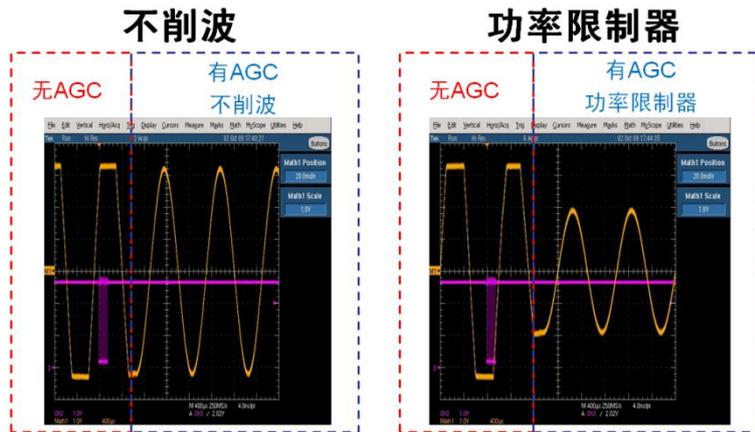


图 3: NCP2824 支持不削波和功率限制器模式的自动增益控制

除了具有低 EMI 和低失真，NCP2824 在音频放大器的其它关键性能指标上也表现极佳。例如，这器件具有达 95 dB 的优异信噪比(SNR)性能，提供极佳的音频表现。此外，NCP2824 也具有极佳的电源抑制比(PSSR)，217 Hz 频率时 PSSR 为-72 dB。NCP2824 还提供高达 92%的能效，有助于延长便携设备电池使用时间。这器件采用 2.5 V 至 5.5 V 电压工作，支持全差分输入(从而消除输入耦合电容)，仅须使用 1 颗外部电容。这器件还提供短路保护电路，用于智能手机及移动互联网设备(MID)、导航设备、便携游戏机及便携式媒体播放器等应用。

### 耳机放大器性能要求及解决方案

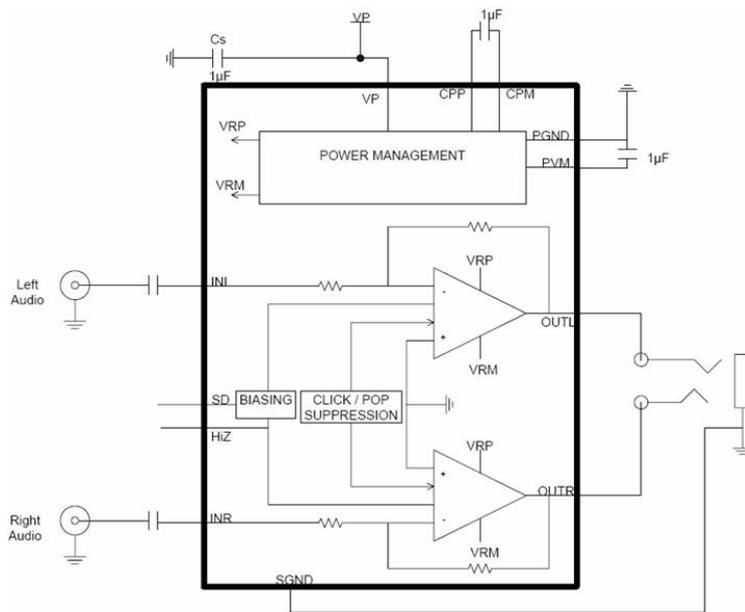
智能手机用户期望通过耳机欣赏具有高保真(Hi-Fi)品质的音乐播放，这就要求耳机放大器具有低失真。由于耳机接近人耳，直接影响用户的听觉体验，故耳机放大器须无可听噪声，此特性对于耳机放大器的重要性比对于扬声器放大器的重要性更高。此外，耳机放大器也要求具有高能效，帮助延长音乐播放时间。

为了满足消费者对耳机音频质量更高的要求，智能手机等便携消费类设备需要高质量的立体声耳机放大器。而设计人员在设计立体声耳机放大器输出段时，需要从电容耦合及真实接地(true ground)等不同选择中选出更适合的方案。电容耦合方案的能效高，因为电源仅为正输出信号供电；但这种方案要使用大耦合电容(会滋生尺寸及成本问题)，而且低频时声音品质较差。相比较而言，真实接地方案无须使用耦合电容，具有良好的低频响应性能，且耳机真实接地配合使用常规转换器，但真实接地结构的能效不高。总的来看，真实接地方案提供更低失真及更小方案尺寸，重点是要提高能效，帮助延长音频播放时间。

对于耳机放大器而言，为了提供舒适的听力水平，静态功率(即静态电流)就是其总体功耗的

主要构成部分。因此，将静态电流降至最低对于提高耳机放大器的能效至关重要。NCP2815 是安森美半导体推出的一款超低静态电流(Iq)立体声耳机放大器，提供 1.8 mA 的超低静态电流，帮助延长音频播放时间。

这器件还提供高阻抗(High Z)输出模式，支持音频插孔的音频输入/输出。NCP2815 支持共



模感测，能够消除接地环路噪声。这器件支持 1.6 V 至 3.6 V 的宽电源电压，采用 1.8 V 电压供电、负载为 16 Ω 条件下的功耗仅为 20 mW，总谐波失真加噪声 (THD + N) 小于 0.01%。NCP2815 提供-100 dB 的高电源抑制比，提供固定内部增益(-1.5 V/V)或外部可调节增益，还提供爆破音(pop)和嘀嗒音(click)噪声消除电路。1.2 mm x 1.6 mm 的 CSP 封装使 NCP2815 成为市场上同类器件尺寸最小的产品。

图 4: NCP2815“长播放时间”立体声耳机放大器框图。

### 音频子系统方案——高集成度的音频管理集成电路

安森美半导体身为应用于高效电子产品的首要高性能硅方案供应商，不仅推出上述独立的高性能扬声器放大器及立体声耳机放大器，也推出集成了立体声耳机放大器、扬声器放大器及 I<sup>2</sup>C 控制的音频子系统方案——音频管理集成电路(AMIC)，在扬声器及耳机输出的 2 路音频输入源之间提供灵活的布线及多工(muxing)，如 NCP2704 及 NCP2705 等。



图 5: 音频管理集成电路功能示意图。

其中，NCP2704 是一款带斜坡控制的 PWM D 类音频管理集成电路，帮助有效降低 EMI。这器件提供完全可编程的自动增益控制功能，确保提供极佳音频输出质量并保护扬声器。NCP2704 集成的耳机放大器具有超低静态电流消耗特性，帮助延长音频播放时间。这器件还提供丰富的输入/输出多工控制，提高器件的灵活性。NCP2704 集成的耳机放大器的 THD+N 值仅为 0.02%，扬声器放大器则为 0.042%；相应的耳机放大器电源抑制比为-100

dB，扬声器放大器为-89 dB。NCP2704 提供较宽且精确的增益选择 (静音及-60 dB 至+12 dB)。

NCP2705 也是一款 D 类音频管理集成电路，主要功能与 NCP2704 类似，但 NCP2705 增加了共模感测功能。此功能可以改善串扰性能，特别是在带寄生电阻的 FM 调谐器的情形下。NCP2705 的 THD+N 值更低，耳机放大器为 0.01%，扬声器放大器为 0.017%。

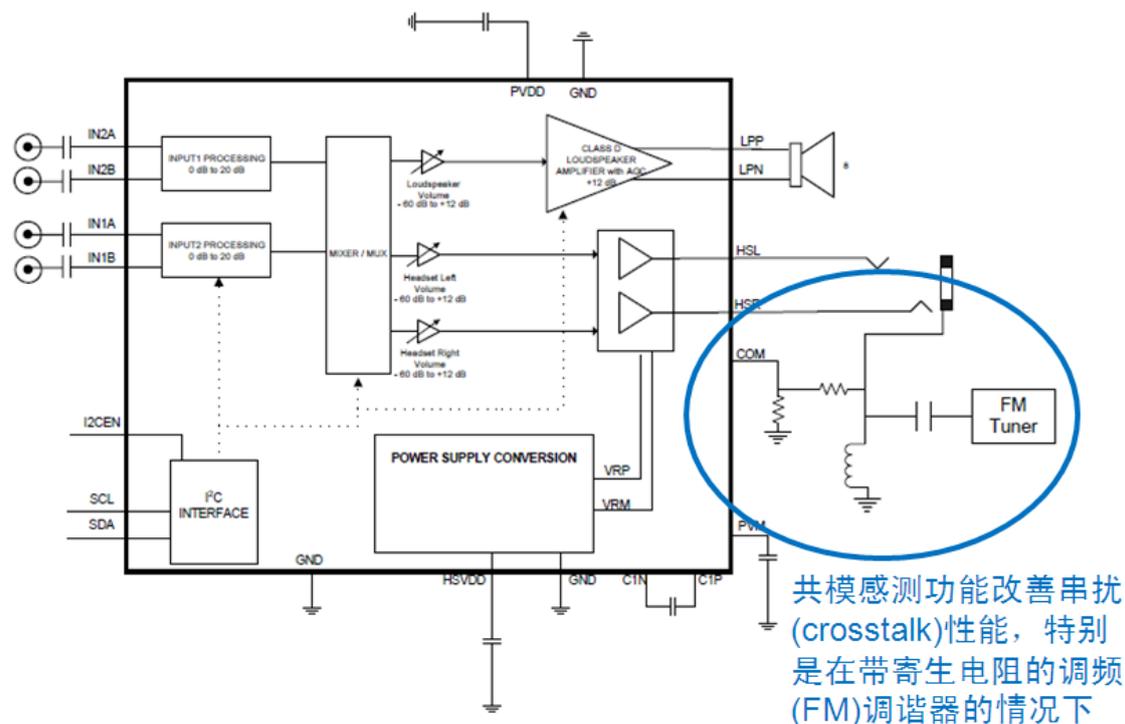


图 6：带共模感测功能的 D 类音频管理集成电路 NCP2705 框图。

### 总结：

智能手机等便携产品的音频输出应用需要低 EMI、低失真、高电源抑制比及高能效的音频放大方案。设计人员采用安森美半导体提供的带斜坡控制功能的 D 类扬声器放大器 NCP2824，能够有效地降低对射频电路的高频 EMI 干扰，同时借助“不削波”自动增益控制(AGC)功能确保扬声器播放音频时提供低失真，及借助“功率限制器”AGC 功能保护扬声器免受损坏。同时，设计人员采用安森美半导体提供的超低静态电流立体声耳机放大器 NCP2815，延长智能手机音频播放时间。而 NCP2704 和 NCP2705 均是带低 EMI D 类放大器、自动增益控制和“长播放时间”耳机放大器的音频管理集成电路，藉 I<sup>2</sup>C 提供灵活的多工及布线。

供稿：安森美半导体