

如何降低手机中D类放大器的EMI影响

--利用 EEE 技术降低 D 类放大器对 FM、模拟电视的 EMI 影响

张振浩

项目经理

上海艾为电子有限公司

邮箱: zhangzhenhao@awinic.com.cn

简介

由于在效率上相对于 AB 类放大器的巨大优势，D 类放大器的应用越来越广泛。根据市场调研机构 Gartner 的报告，D 类放大器在 2006 年至 2011 年之间的复合年成长率将达 15.6%，从 3.34 亿美元成长至 6.88 亿美元，主要的成长动力来自于功耗敏感及空间受限的消费类电子产品。但 D 类放大器开关输出的拓扑结构带来了高频的 EMI，如何控制好 D 类放大器的 EMI，是系统工程师必须要考虑的方面。

D 类放大器中 EMI 的产生

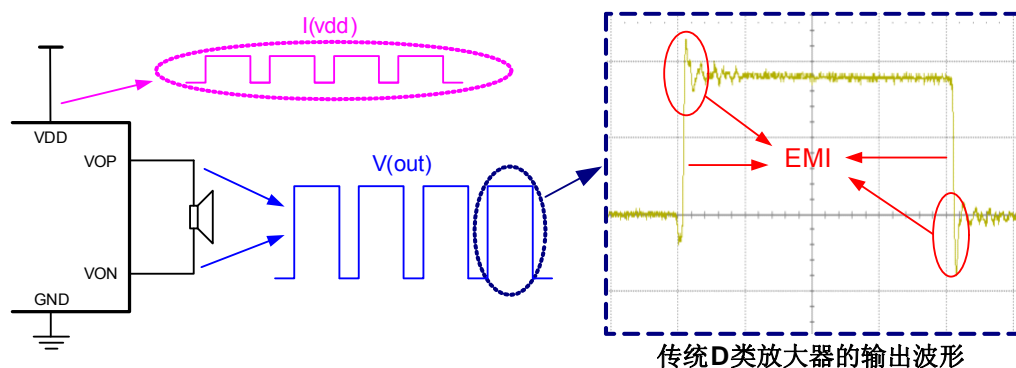
变化的电压和电流信号会产生电磁场辐射，形成电磁波干扰（EMI: Electro-Magnetic Interference），这些电磁波信号会影响收音机、电视和手机等产品的正常工作。为了防止电子设备的 EMI 问题，世界各国都制定了相关的标准规定，如美国的联邦通信委员会（FCC: Federal Communication Commission）的认证，目的都是限制电子产品的电磁波辐射。

EMI 测试是在特定的电波暗室中进行的，测量由产品中辐射出来的电磁波强度，与 FCC 等规范相比较，不得超过规定的最大能量。FCC 规范中将产品按用途分为 CLASS A、CLASS B 两大类，A 类为用于商务或工业用途的产品，B 类为用于家庭用途的产品，FCC 对 B 类产品法规要求更严格。下表显示的是 FCC 规范的 CLASS A 和 CLASS B 标准：

Range	Field Strength(dBV/m)	
Frequency(MHz)	Class A @10meters	Class B @3meters
30-88	39	40

80-216	43.5	43.5
216-960	46.4	46
>960	49.5	54

传统 D 类放大器开关输出的拓扑结构是一个很好的 EMI 发射源：如调制的开关信号，开关信号的边沿变化，电源线上变化的电流信号等都会产生大量的 EMI，如下图所示。



不同的发射源对应了不同的 EMI 频谱，由于 D 类放大器的调制频率一般在 250kHz 到 1.5MHz 之间，因此调制的开关信号和电源线上变化的电流信号带来的 EMI 主要集中在 10MHz 以下的频段；而方波的边沿变化一般是在纳秒级别的，因此它们所带来的 EMI 主要集中在几十 MHz 到几 GHz 的高频段。

EMI 主要通过 PCB 的走线、通孔和扬声器的连线向外辐射，较大能量的 EMI 辐射需要一个“高效率”的天线，对不同的频率，一个有效的天线长度是该频率波长的四分之一 ($\lambda/4$)，小于这个长度，就不能形成有效的对外辐射。对 30MHz 的频率，采用一般的 FR4 的 PCB 板，天线长度需要大于 114.1cm 才能形成有效的辐射。所以在手机上采用 D 类放大器时，在放大器输出的 PCB 走线和扬声器连线上的方波边沿变化是 EMI 的最重要来源。特别是手机应用中所关心的一些频段，如下表所示：基本都在 100MHz 以上，因此我们需要特别地关注由方波边沿变化所引起的 EMI 辐射。

类型	频段范围
FM	87MHz~108MHz
模拟电视	48MHz~865MHz
CMMB	470MHz~566MHz
	606MHz~798MHz
CDMA	825MHz~880MHz
GSM	900MHz/1800MHz

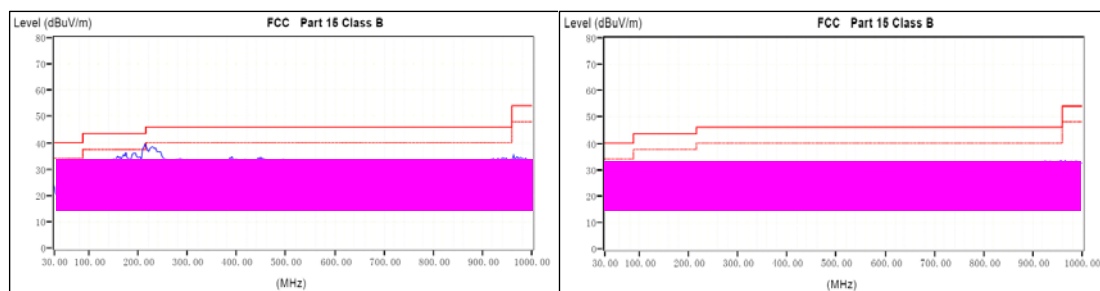
对前面传统 D 类放大器的输出波形，由傅里叶分析可知，方波纳秒级的边沿变化和高频的振铃会引入非常大的高频 EMI，严重影响 FM、手机模拟电视等的接收效果，容易出现收听杂音或雪花台的情况，让系统工程师颇感头痛。

EEE 技术降低 D 类的 EMI

艾为的音乐功放（Music-PA）AW8010、AW8110、AW8145 采用独特的、拥有专利的 EEE（Enhanced-Emission-Elimination）技术，针对 D 类放大器的 EMI 问题，优化了输出级的设计，极大地降低了 EMI，简化了设计。

方波的边沿变化包含了大量的高频能量，会对系统内的电子设备造成很大的 EMI 干扰，EEE 技术通过特有的边沿速率控制优化了输出的方波信号，可以有效地控制高频能量的 EMI 辐射，同时不影响 D 类放大器的其他性能。

下面是传统 D 类放大器和带有 EEE 技术的 AW8010 的 EMI 测试结果，测试使用 60cm（24inch）的输出线。上面的红色实线是 FCC CLASS B 的标准线，红色虚线是 -6dB 的裕量线，蓝色的线是实际测试曲线，粉色的线是测试环境的 EMI 背景噪音。

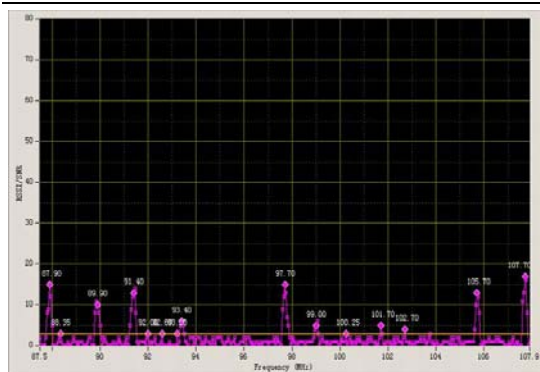


传统D类放大器FCC的测试结果

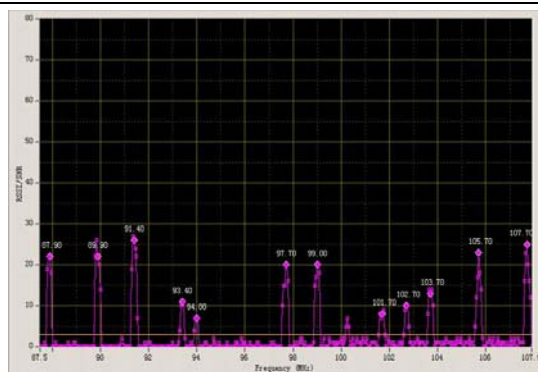
带有EEE技术的AW8010 FCC的测试结果

从上图的测试结果可以看出，带有 EEE 技术的 AW8010 的实测结果与测试环境的 EMI 背景噪声基本一样。在高频射频段，传统 D 类放大器的 EMI 辐射与背景噪声差别也不大，但在 80~500MHz 的频段内，有相当大的 EMI 辐射，因此系统工程师在使用 D 类放大器的时候会发现射频模块的灵敏度受到的影响较小，但对 FM、手机模拟电视的灵敏度影响很大，甚至不能正常工作，采用 EEE 技术后，在该频段有超过 20dB 的裕量，极大地改善了 D 类放大器对 FM、手机模拟电视的影响。

下图是传统 D 类放大器和带 EEE 技术的 AW8010 对 FM 接收信号的信噪比影响。传统 D 类放大器对 FM 的影响很严重，信号变差甚至丢台，而带 EEE 技术的 AW8010 对 FM 影响很小，降低了系统工程师的调试难度。



开启传统D类放大器后FM接收信号的信噪比



开启AW8010后FM接收信号的信噪比

合理的 PCB 布局改善 EMI

EEE 技术显著地改善了 D 类放大器的 EMI 问题，简化了 PCB 设计，使 PCB 的布线更加宽松，但任何手段都没有办法完全地消除这个问题。EMI 设计就像“矛”和“盾”的关系，发射源是“矛”，发射源到敏感模块的防护是“盾”，“矛”钝“盾”坚，就不会有 EMI 的问题，如果“矛”很钝，但“盾”也很脆弱，那还是会有 EMI 的问题。因此，在使用 D 类放大器的时候，在 PCB 的布局上需要仔细考虑。

首先是输出线，要将放大器到扬声器的连线尽量缩短，这是最有效地降低 EMI 的方法；而且输出布线不要经过或太靠近敏感的信号线和电路。

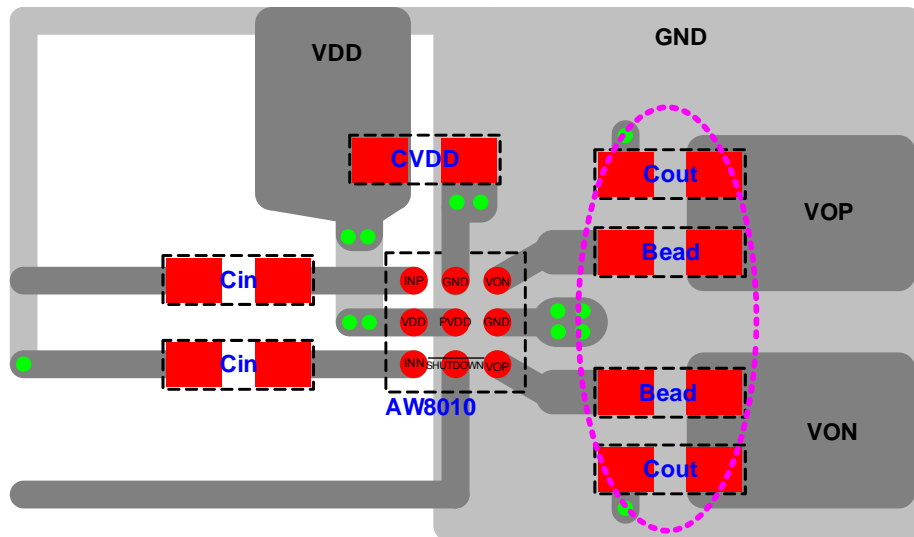
还有电源、地线的布局也很重要。功放电源上电流波动很大，因此电源上的滤波电容要尽量靠近功放芯片放置；同时合适地进行布线以便可以预测电流走向，最好采用星形接法。

对翻盖手机的布线可能会遇到一个问题，翻盖手机的上部和下部通过柔性电缆连接，电缆中包含电源、地还有 LCD 显示的数据线，如果在翻盖手机的上部装有扬声器，那么输出的音频信号也需要通过这根电缆，当音频信号线靠近显示数据线时，就可能会破坏显示的数据，因此需要将这两种信号线分开，同时加上地线隔离。不过对这种情况最好还是加上磁珠和电容来抑制高频的 EMI，并尽可能地将磁珠、电容靠近放大器放置。磁珠的选择也很重要，采用高阻抗、低直流电阻、大额定电流的磁珠可以很好的起到高频 EMI 的抑制作用，同时对放大器的其他性能影响很小。

如下图所示，在进行 D 类放大器的 PCB 布局时，为了抑制高频 EMI，以下两点很重要：

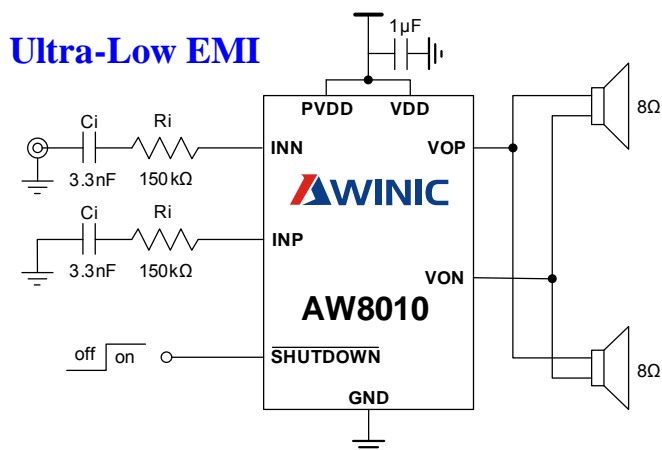
- 1: 输出布线尽量短而宽。

2: 磁珠、电容紧靠芯片输出管脚放置，尽量减短输出管脚到磁珠的布线长度。同时，功放的其他外围器件也尽量紧靠芯片放置，还有电源、地线采用星形接法都对提高 D 类功放的性能有好处。



AW8010 PCB布局示意图

高效率、低功耗使得 D 类放大器的应用越来越广泛，D 类放大器 EMI 也越来越受到关注。采用艾为带有 EEE 技术的 AW8010、AW8110、AW8145，极大地降低了 EMI 的辐射，简化了设计。其中音乐功放 AW8110、AW8145 同时还采用了独特的、拥有专利保护的无破音（NCN: Non-Crack-Noise）技术，提高音质的同时有效地保护扬声器，是音乐手机等便携式设备的理想选择。



AW8010 典型应用图

艾为音乐功放产品列表

Music-PA	通道	类型	EEE 技术	NCN 技术	输出功率	封装
AW8010	单声道	D 类	有	-----	3W	CSP-9
AW8110	单声道	D 类	有	有	3W	CSP-9
AW8145	单声道	D 类	有	有	3W	CSP-9