

第一章 TDD 的概念	1
1.1 TDD 的概念	1
1.2 TDD 噪音的组成	2
第二章 TDD 噪音的表现形式	2
2.1 TDD noise 的表现形式	2
第三章 TDD 噪音的产生原理	2
3.1 TDD 噪音的主要产生途径	2
3.2 TDD 噪音产生原因——天线辐射	2
3.3 TDD 噪音产生原因——PA 突发工作时带动电源产生的干扰	2
第四章 TDD 噪音的测试条件	3
4.1 测试条件	3
第五章 TDD 噪音的问题定位	3
5.1 天线	3
5.2 射频	3
5.3 MIC	3
5.4 电源	4
5.5 元器件本身质量不好	4
第六章 TDD 噪音的解决对策	4
6.1 对于一些辐射的处理思路	4
6.2 对于其他干扰的处理思路	4
6.2.1 加电容 构建 RC 振荡电路 使其达到谐振点	4
6.2.2 加电感磁珠	5
6.2.3 串电阻	5
6.2.4 降低功率的方法 通过更改 META 工具校准的功率值	5
6.2.5 更改 PA 电源滤波 尝试用 LDO 给音频 PA 供电	5
第七章 TDD 噪音的预防	6
第八章 一些项目案例	6
8.1 1 项目	6
8.2 2 项目	7
8.3 3 项目	8
8.4 4 项目	8
8.5 5 项目	9
8.6 6 项目	9

第一章 TDD 的概念

1.1 TDD 的概念

由于 GSM 在每个间隔 200KHz 频道上共用 8 个物理信道, 即在同一个频率上进行 8 个用户的时分复用,(好象也可以理解成为时分多址 TDMA), 因此对于每个用户的手机来说, 只有 1/8 的时间在通话, 而其余 7/8 的时间空闲, 它重复出现的频率大概是 216.7Hz

1.2 TDD 噪音的组成

手机射频功放 每隔 4.6 毫秒会有一个发射信号产生 在该信号中包含 900MHz/1800MHz 或是 1900MHz 的 2.0G GSM 信号以及 PA 的包络线(envelope),

第二章 TDD 噪音的表现形式

我们所听到的嗡嗡声就是 PA 在发射时产生的包络线(envelope)杂音,因为人的耳朵的听觉频率范围为 20Hz~20KHz,216.8Hz 确实是落在人耳可听到的范围,如果手机来电或短信,则在座机话筒中会听到“哼 哼”或“嗡嗡”的声音.

2.1 TDD noise 的表现形式

常见的主观现象有以下几种:

- ①. 在进行语音通话过程中, 听筒或喇叭一直能听到明显的嗡嗡电流音
- ②. 在进行语音通话过程中, 对方一直能听到明显的嗡嗡电流音
- ③. 来电时, 来电铃音刚响起的瞬间, 出现吱吱吱的噪音, 随后噪音又消失
- ④. 来电时, 接通电话的瞬间, 听筒里出现吱吱吱的噪音, 随后噪音又消失
- ⑤. 通话过程中, 在有些信号差的区域, 突然出现嗡嗡电流音, 信号变好后消失

第三章 TDD 噪音的产生原理

3.1 TDD 噪音的主要产生途径

传播方式 有两种传播方式: 传导和辐射

传播途径 引入音频信号的主要三个途径: 地, 电源, 射频信号。

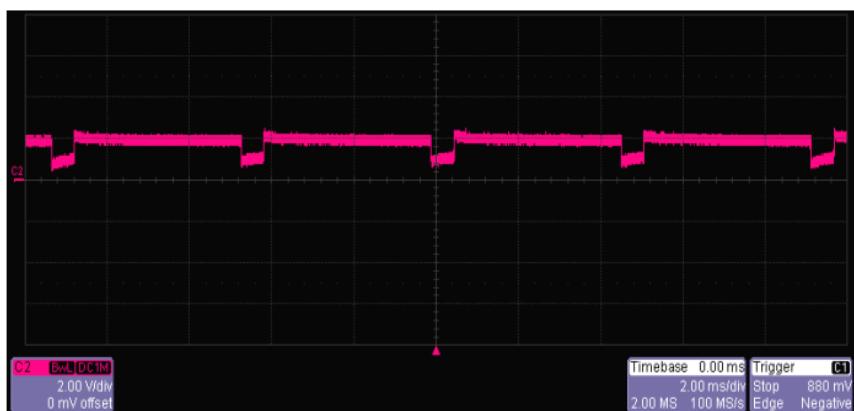
3.2 TDD 噪音产生原因——天线辐射

GSM 的 TDMA 在电路交换时, 是以约 217Hz 的频率在切换电路的 (217HZ 用示波器展开 里面其实是高次谐波 能量依次递减 里面的频率有的可达到几百 M)

这个时候如果天线的功率较大, 就会通过辐射的方式影响周围的器件 比如马达、LCD 连接器、电池连接器都可能成为辐射源

如果这些器件刚好没有保护好, 比如是个悬浮的金属, 这个金属就会成为一个 217HZ 的天线, 然后影响到附近的 SPK 或者 REC, 形成干扰。听起来就“嗞...嗞....”的声音。在我们使用座机打电话时, 如果附近有手机正好有电话进来, 这种声音我们经常可以听到。

3.3 TDD 噪音产生原因——PA 突发工作时带动电源产生的干扰



图一 VBAT 上的 burst 波形

图一是一个典型的通话过程中 VBAT 上的 burst 波形, 周期大约 4.6ms, 压降大概 0.5V。

PA 在每次发射时都会有一个 burst 大电流的需求, 由于发射功率较大要抽取大量的电流 由

于电池有内阻 电源上出现很大的纹波 整个系统的电流就会不停的大范围波动 由于电流总是从源头最终下地 如果电路通路不是很通畅 电源电路就会把这个噪声串到整个电路板上。

事实上 PA 开关导致的电源纹波、地弹，已经强烈影响到 Audio 输入的采样部分 LNA 的电源以及 reference.

第四章 TDD 噪音的测试条件

4.1 测试条件

我们的任务也主要是滤除 GSM 的 TDD noise。因为 GSM 的最大发射功率有 33dbm, 而 DCS 的最大发射功率只有 30db, 功率比 GSM 大约小一倍，所以干扰一般也比较小。所以我们要在最大功率下测试 一般而言，音量越大，TDD noise 也会越大。所以 我们要在增益最大的模式下测试

第五章 TDD 噪音的问题定位

首先要从电流音的产生来入手，分析干扰信号的特性，电流音在通话时才有，说明肯定是由某部分电路（射频、MIC、电源、PCB 等）的工作引起的，一般在对方不说话时听起来，更加明显，可以用示波器测量通话时 receiver 2 端信号的频谱，观察干扰的中心频率、带宽以及幅度等信息，再根据干扰的这些特性来判断具体的干扰源在哪里！如果测量没有很明显的效果，也可以用排除法判断：

5.1 天线 把射频信号通过同轴线引入手机，看看是否干扰消失。确定干扰是射频天线引入的。

5.2 射频： 一般与 RF 功率强度有关，可以链接综测仪，调节 cell 功率，采用回环模式，看通话电流音是否有变化！

5.3 MIC： 由于 mic 一般会与 receiver 走线很近，如果是很长的平行线，receiver 很容易耦合到可以将 mic 的输入短路，看通话电流音是否还有！如果还有把麦克风换成 2.2k 电阻看看是否干扰消失。或者干脆将 MIC 直接去掉

5.4 电源： 通话时，测量音频电路供电电源，是否有明显的干扰！看有无与 receiver 上 同频的干扰！

5.5 元器件本身质量不好； 更换 SPK MIC RECEIVER

5.6 结构设计不合理， 如单极天线 MIC RECEIVER SPK 的位置与天线的位置太近 或者位置摆放不是很合理 可以把音频器件原理壳子进行测试

找到干扰源了，从本质入手！再针对干扰产生的原因，采取相应的措施，才能从根本上解决通话电流音的问题！

第六章 TDD 噪音的解决对策

6.1 对于一些辐射的处理思路

- 1 要消除这些辐射源，可以将马达外壳接地，其它的可以用铜箔包住后将铜箔接地。
- 2 对于一些翻盖滑盖机型 上板经常容易受到辐射干扰 根源是上板接地不是很充分 我们一般最好还是要保证上下板充分的接地 包括滑轨 壳体等 否则相当于悬空 很容易受到天线辐射干扰

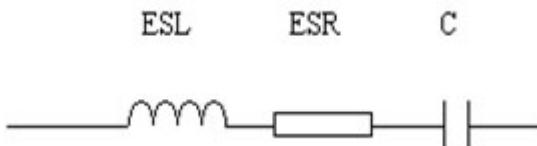
6.2 对于其他干扰的处理思路

6.2.1 加电容 构建 RC 振荡电路 使其达到谐振点

电容的尝试范围一般小于 30PF

关于滤波电容：

下图是电容在 PCB 中的等效电路



- 1** 我们一般不选择容值较大的电容 因为容值越大 其谐振频率很低，只能用做低频滤波。我们的干扰是在高频段 所以我们选择小电容
- 2** 我们用电容调试的方法目的就是构造滤波器 但是从理论上我们可以得到若干公式 算出滤波值的大小 但是实际上却相差甚远

3 电容的选取值理论与实际相差很大 原因有多种

- 1)** 比如 PCB 中 滤波电容下地不是很充分
- 2)** PCB 板由于过孔等原因寄生电感寄生电容有差异
- 3)** 不同的电容的 ESR 和 ESL 的相互影响
- 4)** 电容的温度 精度等特性的限制

4 不同容值，材料的电容，谐振频率不一样，用来滤掉特定频率的干扰，需要选合适谐振频率的电容。所以很多地方滤波都有大大小小不同容值电容并联 并且并联的会减小电容的 ESR 等影响不同值的电容并联情况比较复杂，因为每个电容的谐振频率不同，当工作频率处于最低谐振频率和最高谐振频率之间时，一些电容表现为容性，另外一些表现为感性，形成了一个 LC 并联谐振电路。当处于谐振状态时，电容和电感之间进行周期性的能量交换，以至流经电源层的电流非常小，波动变小 换句话说 就是 ESR 最小 使无用杂波更好的导入到地滤波

5 电容滤波的本质就是让他们工作在最低阻抗的情况下 使无用信号尽可能的导入到地

6.2.2 加电感磁珠

- 1)** **加电感** 构建 LC 振荡电路 使其达到谐振点 电感尝试范围小于 10NH 一定要串联电感 并联无意义 也会导致不必要的耗电 特别需要注意的是 增加了对地电感 由于电感的 ESR 的作用 可以产生很大的耗电 顺便提下 电容值对地的也不能太大 也可能引起耗电 原理同上
- 2)** **加磁珠滤波** 当然 磁珠有时候适得其反 要看音频走线的长短

磁珠有点类似电感，但是它的等效阻抗要比电感高很多，也就说在 50Hz--20KHz 的范围内它对信号的衰减要比电感大。并且磁珠有规格的，一般滤除的频段不一定是你需要滤除的噪声频段，那样使用磁珠就没有意义了。

磁珠的特性与电感的区别就是在频率较高的情况下 表现为电阻特性 这样一来就可以 有效的阻止一些无用的杂波 达到滤波效果 同时磁珠主要用于抑制电磁辐射干扰，而电感用于这方面则侧重于抑制传导性干扰。两者都可用于处理 EMC、EMI 问题。

3) 电感的选择性更多 磁珠是用来吸收超高频信号，象一些 RF 电路，PLL，振荡电路，含超高频存储器电路 (DDR SDRAM, RAMBUS 等) 都需要在电源输入部分加磁珠，而电感是一种蓄能元件，用在 LC 振荡电路，中低频的滤波电路等，其应用频率范围很少超过错 50MHZ。但是 如果干扰是在低频段 磁珠由于有电感特性 很容易会产生不必要的震荡 适得其反 这要根据具体情形选取 磁珠滤波的另一缺点是会使通路的阻抗变大 有时候会降低音频器件的音量

综上所述 纯从滤除干扰的角度看，磁珠是比电感要好，但磁珠在 20-30K 段间的等效直流阻抗要比电感大的多，在 SPEAK 通路上，通路上 0.1 欧姆的电阻的变化对外放的影响都很大，用磁珠对输出幅度影响很大。而且磁珠的电流一般相对较小，在 SPEAK 通路上，一般要求通路上元件的额定电流要大于 250mA，能满足这个条件的磁珠很少

6.2.3 串电阻

串电阻可以减小该 TDMA 的噪声，同时加大 RECEIVER 的输出增益，电阻大小可根据调试情况而定

6.2.4 降低功率的方法 通过更改 META 工具校准的功率值

6.2.5 更改 PA 电源滤波 尝试用 LDO 给音频 PA 供电

关于电路 TDD 滤波总结

产生电流声的原因有电流突变，电压差异，频率共振等。产生电流声的元件有很多。首先要确定产生电流声的元件或者部位，找出敏感区域。在做改善。一般在找到产生电流声的元件或者原因后，可以通过并电容把电流放到地上，或者串电感把电流隔离在敏感区域外。

第七章 TDD 噪音的预防

总述 检查音频走线是否差分走，是否良好的包地，周围是否有干扰走线，特别是 217HZ 的射频控制先如 HB_TX 等，如果有尽快移走他们。.检查 Vbat 是否直接跟音频功放 IC 的 Vcc 相连，是否受到音频功放的干扰等

a，走线要并行走且用的保护

- b, 走线避免临近大信号区;
- c, 音频电源要干净; 音频滤波电容要做到很好的接地
- d, mic 的偏置电源、地要保护好;
- e, 如果走线太长, receiverAMP 必须尽量靠近 CPU 端.可以在 audio 訊號受到干扰前先放大聲音訊號;
- f, receiver 两端的走线尽量靠近, 上下包 GND。
- g, 差分线上的干扰信号可以表示为一个共模干扰部分+差模干扰部分, 差分线之间的电容是为了去差模干扰, 而每根线到地的电容是为了去共模干扰。所以这方面要特别的注意
- h 关于接地 器件之间 壳体之间 走线之中 地一定要充分接好
- I, VBAT 不要形成环路 不要干扰音频等线音频线处理好 边缘不要有容易震荡的信号 和高速同音频同时工作的数字信号

J 预留滤波网络

- k, 注意音频器件的摆放位置 考虑 PIFA 天线和单极天线的异同 规划好音频器件与天线的位置 特别是 MIC

第八章 一些项目案例

8.1 1 项目

8.1.1 问题现象

拆除 RECEIVER 等电声器件 拨打电话时有电流声

8.1.2 问题分析

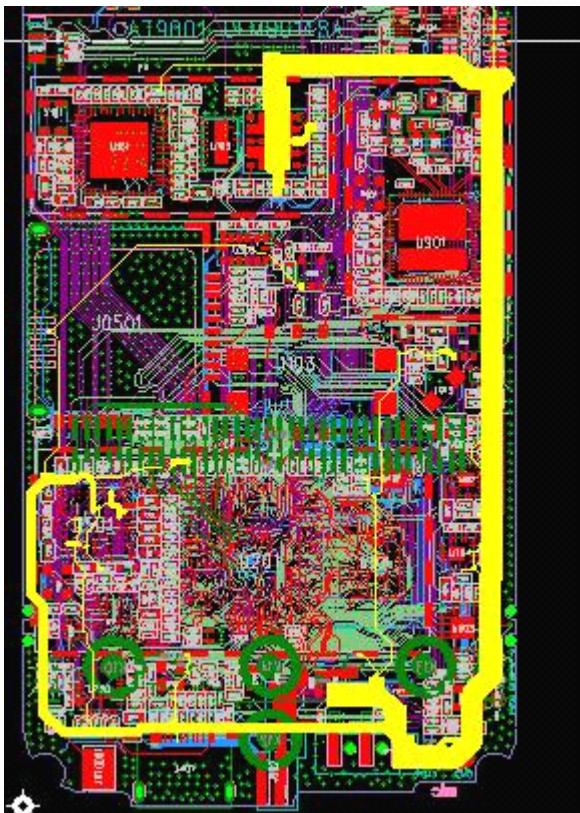
通过分析 从 PCB 中看 电源形成了一个环路 形成一个大的环状天线

8.1.3 解决方法

通过调试电容匹配 进行优化 但是不彻底

8.1.4 总结

- ① 我们进行 PCB LAYOUT 的时候 我们要优先保证电源 的走向 也就是说器件摆放的时候尽量考虑不要使电源集中成环
- ② 对于电源来说 我们要尽量把它放在表层 音频走线尽量放在内层 我们要保证音频走线不要与电源临层
- ③ 另外 对于一些模拟的信号 临层不要有高速的数字信号 因为在频率较高的情况下 器件都会表现出感性 形成敏感的小天线 很容易被干扰
- ④ 对于一些振荡信号 晶振 LCD 键盘扫描等信号 要远离音频信号
- ⑤ 音频滤波电容的接地一定要好 要打孔到主地 地一定要规划好 保持地的完整性



8.2 2 项目

8.2.1 现象

在免提通话的时候有 TDD 产生

8.2.2 问题分析 马达线过长 导致 TDD 把马达用手挡住 TDD 变小 把马达去掉 TDD 消失

8.2.3 处理方法

把马达用导电布包好 把马达线绕在一起 增强抗干扰能力 把马达金属部分接地

8.2.4 总结

马达 SPK 等一些音频器件很容易成为辐射源 由于其工作原理都符合电磁感应定律 都是感性器件 对辐射很敏感 所以 我们设计的时候要确定好这些器件的摆放位置 尽量做到远离天线 保护好



8.3.3 项目

翻盖 RECEIVER 嵌入在上盖上 由于此机型板子上本来就有电流声音

8.3.1 现象 听筒有电流声

8.3.2 分析

但是由于听筒的位置 距离板子很远 但确有很大的电流声音 对于这种机型 与霍尔磁铁的干扰有很大关系 加之霍尔器件就是在听筒旁边 所以无法屏蔽 这种板形目前是对 RECEMER 对地加电容 构成匹配电路 结果 OK

8.3.3 总结 对于霍尔等感性器件 也要考虑到它与天线的位置 更要注意

8.4.4 项目

8.4.1 现象 听筒有电流声

8.4.2 分析 本质是由于天线辐射磁性器件马达和 SPK 所致

8.4.3 处理方法

把 SPK 和马达两根线紧紧缠绕 使其保持最好的差分状态 抵消干扰



8.5 51 项目

8.5.1 现象 电话接通瞬间又电流声

8.5.2 分析:

此机型是滑盖机型 主板和上板 接地不是很好 在不改板子的情况下最终通过稍微降低下发射功率 问题改善 562 改为 498。



8.6 6, 7 项目

8.6.1 现象 免提有 TDD

8.6.2 分析解决: 6 是翻盖机型 7 是滑盖机型 6 音频功放在上板上 如果把上板飞地到主板 效果改善 7 如果把滑轨接地 效果改善

8.6.2 总结:

8.6.3

TDD 做到最后 主要就是接地 因为无论是数字信号 还是模拟信号 最后都要接到手机的主地 地说

设计之前必须了解接地的原则：第一个原则是尽可能减小电流环路的面积；第二个原则是系统只采用一个参考面。相反，如果系统存在两个参考面，就可能形成一个偶极天线(注：小型偶极天线的辐射大小与线的长度、流过的电流大小以及频率成正比)；而如果信号不能通过尽可能小的环路返回，就可能形成一个大的环状天线(注：小型环状天线的辐射大小与环路面积、流过环路的电流大小以及频率的平方成正比)。在设计中要尽可能避免这两种情况。

射 频 和 天 线 设 计 培 训 课 程 推 荐

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立，致力并专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养；我们于 2006 年整合合并微波 EDA 网(www.mweda.com)，现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地，成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 ADS、HFSS 等专业软件使用培训课程，广受客户好评；并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书，帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司，以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

易迪拓培训推荐课程列表：<http://www.edatop.com/peixun/tuijian/>



射频工程师养成培训课程套装

该套装精选了射频专业基础培训课程、射频仿真设计培训课程和射频电路测量培训课程三个类别共 30 门视频培训课程和 3 本图书教材；旨在引领学员全面学习一个射频工程师需要熟悉、理解和掌握的专业知识和研发设计能力。通过套装的学习，能够让学员完全达到和胜任一个合格的射频工程师的要求…

课程网址：<http://www.edatop.com/peixun/rfe/110.html>

手机天线设计培训视频课程

该套课程全面讲授了当前手机天线相关设计技术，内容涵盖了早期的外置螺旋手机天线设计，最常用的几种手机内置天线类型——如 monopole 天线、PIFA 天线、Loop 天线和 FICA 天线的设计，以及当前高端智能手机中较常用的金属边框和全金属外壳手机天线的设计，通过该套课程的学习，可以帮助您快速、全面、系统地学习、了解和掌握各种类型的手机天线设计，以及天线及其匹配电路的设计和调试…

课程网址：<http://www.edatop.com/peixun/antenna/133.html>



WiFi 和蓝牙天线设计培训课程

该套课程是李明洋老师应邀给惠普 (HP) 公司工程师讲授的 3 天员工内训课程录像，课程内容是李明洋老师十多年工作经验积累和总结，主要讲解了 WiFi 天线设计、HFSS 天线设计软件的使用，匹配电路设计调试、矢量网络分析仪的使用操作、WiFi 射频电路和 PCB Layout 知识，以及 EMC 问题的分析解决思路等内容。对于正在从事射频设计和天线设计领域工作的您，绝对值得拥有和学习！…

课程网址：<http://www.edatop.com/peixun/antenna/134.html>

CST 学习培训课程套装

该培训套装由易迪拓培训联合微波 EDA 网共同推出，是最全面、系统、专业的 CST 微波工作室培训课程套装，所有课程都由经验丰富的专家授课，视频教学，可以帮助您从零开始，全面系统地学习 CST 微波工作的各项功能及其在微波射频、天线设计等领域的设计应用。且购买该套装，还可超值赠送 3 个月免费学习答疑…

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/cst/24.html>



HFSS 学习培训课程套装

该套课程套装包含了本站全部 HFSS 培训课程，是迄今国内最全面、最专业的 HFSS 培训教程套装，可以帮助您从零开始，全面深入学习 HFSS 的各项功能和在多个方面的工程应用。购买套装，更可超值赠送 3 个月免费学习答疑，随时解答您学习过程中遇到的棘手问题，让您的 HFSS 学习更加轻松顺畅…

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/11.html>

ADS 学习培训课程套装

该套装是迄今国内最全面、最权威的 ADS 培训教程，共包含 10 门 ADS 学习培训课程。课程是由具有多年 ADS 使用经验的微波射频与通信系统设计领域资深专家讲解，并多结合设计实例，由浅入深、详细而又全面地讲解了 ADS 在微波射频电路设计、通信系统设计和电磁仿真设计方面的内容。能让您在最短的时间内学会使用 ADS，迅速提升个人技术能力，把 ADS 真正应用到实际研发工作中去，成为 ADS 设计专家…

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/ads/13.html>



我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年，10 多年丰富的行业经验，
- ※ 一直致力并专注于微波射频和天线设计工程师的培养，更了解该行业对人才的要求
- ※ 经验丰富的一线资深工程师讲授，结合实际工程案例，直观、实用、易学

联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>