



**【卷首语】**EMC设计大讲坛是电磁兼容工程师论坛根据国内EMC发展现状及广大企业与会员的呼声与要求，隆重邀请国内一大批著名的顶级EMC专家，审时度势创办的立足于电磁兼容设计的交流平台，讲坛的活动目的是整合方案、架构、系统、结构、PCB、测试等所有EMC相关的活动，从整体的高度讲述EMC设计思想和方法，引导广大EMC工程师站在设计的高度，以全局的设计思想，达到设计时一气呵成的最佳效果。



## 如何降低数字信号和模拟信号间的相互干扰呢？

作者：桃花岛主      中国电磁兼容工程师协会

坦白地说，这个问题国内有很多的设计规则和经验，再坦白地说，这个问题长久困扰着很多EMC工程师和硬件工程师，因此，大家才对这个话题老生常谈，这其实从侧面可以反映，至少在目前，那些关于数模设计的经验规则对大家没有任何帮助作用。

诚然，任何一位初学者都是从经验规则开始，但是，经验规则所体现出来的僵化、片面及狭隘的特性对一个成功的设计不会有任何作用，照搬规则如同豪赌，赢了是因为你的运气。EMC设计只有有的放矢，才能设计出成功的产品。**岛主曾经以雨伞来比喻活学活用，“当初可能是用来防雨的，但大家不也用来遮阳吗？”**这句话受到很多人的追捧和认可，其实也从侧面说明了大家对此也有切身体会，因此我们才共鸣了。

同样，数模设计也要避免照搬经验和规则，但要彻底讲清这个问题，首先要明白数模干扰的机理，数字对模拟的影响可以分为以下两种情况：

(1) 串扰。通过数字与模拟信号线间的分布参数相互影响，不过这个问题至少目前已经不是很突出了，因为大家都知道数字信号要布置在数字区域，模拟信号要布置在模拟区域，空间上都已经做了隔离，因此，风险也减少了；

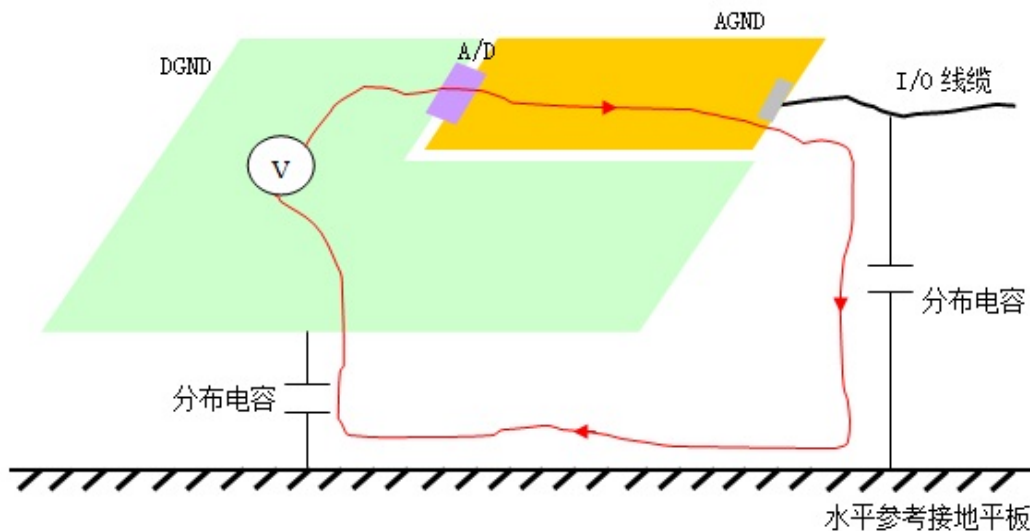
(2) 共阻抗耦合。数字信号与模拟信号共地时，由于地线在高频时存在一定的阻抗，因此数字信号回流流过时将产生一个压降，这就是共模电压源，此时，如果共模电流流经模拟区域，在模拟区域地上产生压降，这个电压如果叠加在模拟信号上，便会影响模拟信号，这就是数模共阻抗干扰的机理。

根据对共阻抗耦合的原因分析，解决方法如下：

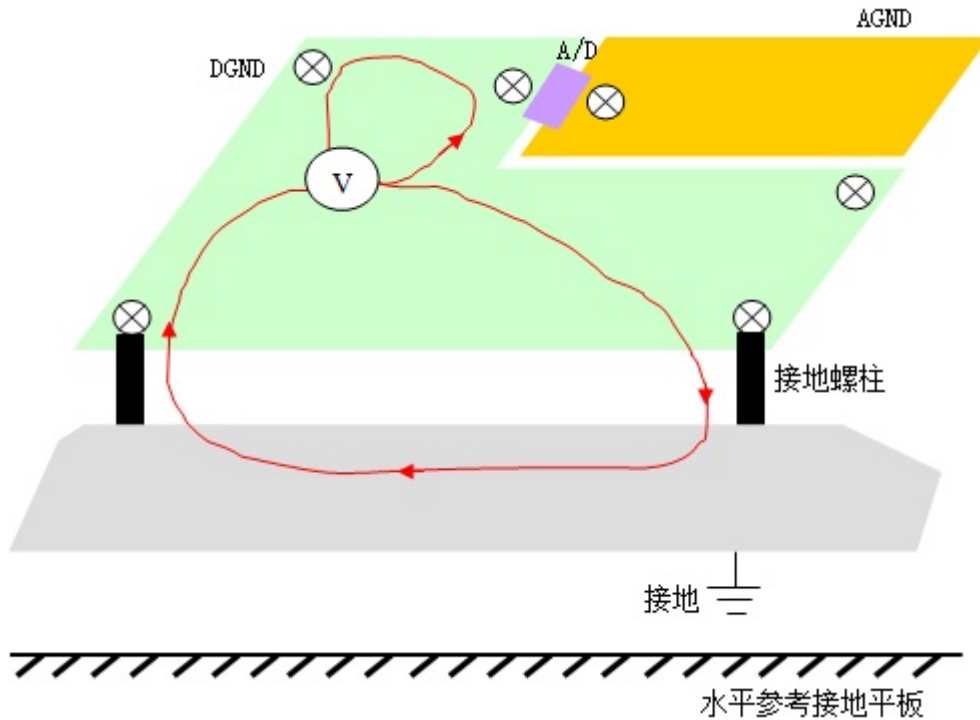
- (1) 降低 GND 阻抗，降低共模电压源；
- (2) 避免数字 GND 产生的共模电流流经模拟区域。

对于降低 GND 阻抗，极端点地阻抗为零，此时即使数字信号回流流过，也不会产生共模电压源，因此，也不会影响模拟信号，但是，实际情况是做不到 GND 零阻抗，唯一的手段就是使其无限制的降低，如使用 GND 平面、GND 平面减少分割、GND 平面长宽比小于 3 等等；

对于使数字地产生的共模电流不流经模拟区域，数模分割其实就是这个初衷。但实际情况是，有很多的案例都对数字与模拟进行了分割，但仍然不能解决数字对模拟的干扰。在此，需要郑重强调一点，如果只想通过数模分割就解决数字对模拟的影响，是只见树木不见森林的错误做法。数模分割需要从系统架构上做深度分析，比如塑料或金属机箱、系统接地点、模拟区域有无 I/O 线缆等等。例如对于塑料机箱，如果模拟区域有 I/O 线缆，此时数字模拟分割不一定能解决问题。因为数字信号在 GND 上产生的共模噪声会因为 I/O 线缆与参考接地平板的分布参数形成环路，此时共模电流也将流经模拟区域，所以，这种分割存在很大的风险。



对于金属外壳的产品，因为单板需要接地，因此重点需要关注接地点，即接地点的设置要避免数字区域共模电流流经模拟区域。对于模拟区域无 I/O 线缆的情况，在进行数字与模拟分割后，可以在 A/D 芯片数字与模拟 GND 上设置接地点，避免数字区域的共模电流流经模拟区域。但对于模拟区域有 I/O 线缆的情况，因为线缆对地的分布参数，因此，存在共模电流流经模拟区域的风险，此时还需要充分考虑 I/O 线缆的长度，如音频耳机线因为比较短，可能分割后风险不大，但是，如果线缆很长的情况下，即使分割也有很大的风险。



任何事物没有绝对正确性，数模分割同样如此，如果设计不好，会产生负面效果，比如跨分割布线等等，另外，高频时即使分割了，分割之间存在分布参数，因此，也不能形成完全意义上的分割。初学者或对 EMC 一知半解的工程师，如果对数模分割把握不准，建议尽量少分割或干脆不分割，保证 GND 平面完整，降低 GND 平面的阻抗，同样可以减少数字对模拟干扰的风险。

----- 完 -----

### 【附录】岛主签名

“企业在产品 EMC 设计上投入的每一分血汗钱都是冤枉钱”，岛主如是说。

“我长兄治病，是治病于病情发作之前；我中兄治病，是治病于病情初起之时；而我扁鹊治病，是治病于病情严重之时，因此，我长兄医术最好，中兄次之，我最差。”——《魏文王问扁鹊》

架构 EMC 设计，如长兄治病，不破费不痛苦；电路 EMC 设计，如中兄治病，花钱买罪





受；EMC 测试整改，如扁鹊治病，砸钱且伤身。



## 射频和天线设计培训课程推荐

易迪拓培训([www.edatop.com](http://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](http://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。

易迪拓培训课程列表: <http://www.edatop.com/peixun/rfe/129.html>



### 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>

### 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>



### 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>

## 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 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书,课程从基础讲起,内容由浅入深,理论介绍和实际操作讲解相结合,全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程,可以帮助您快速学习掌握如何使用 HFSS 设计天线,让天线设计不再难...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

## 13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程,培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合,全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作,同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习,可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试...

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.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>