

# 射频电路印刷电路板的设计

林万里 张颜萍 王国伟

(兰州城市学院,甘肃兰州 730070)

**摘要:**分析讨论了采用 Protel99 SE 软件进行射频电路 PCB 设计时,如何最大限度地实现电路的性能指标,以达到电磁兼容要求的射频电路印刷电路板的设计。

**关键词:**射频电路;PCB 板;多层印制板;去耦电容

**中图分类号:**TN722 **文献标识码:**A **文章编号:**1008 - 9020(2006)02 - 016 - 002

随着通信技术的发展,无线射频电路技术运用越来越广,如:无线寻呼机、手机、无线 PDA 等,其中的射频电路的性能指标直接影响整个产品的质量。这些产品的一个最大特点就是小型化,而小型化意味着元器件的密度很大,这使得元器件的相互干扰十分突出。如果处理不当,可能造成整个电路系统的无法正常工作。

因此,如何防止和抑制电磁干扰,提高电磁兼容性,成为设计射频电路 PCB 板时的一个非常重要的课题。同一电路,不同的 PCB 板设计结构,其性能指标会相差很大。下面讨论采用 Prote199 SE 软件进行射频电路 PCB 设计时,如何最大限度地实现电路的性能指标,以达到电磁兼容要求。

## 1 板材的选择

印刷电路板的基材包括有机类与无机类两大类。基材中最重要的性能是介电常数、耗散因子。热膨胀系数和吸湿率,其影响电路阻抗及信号传输速率。对于高频电路,介电常数是首要考虑的更关键因素,应选择介电常数大的基材。

## 2 元器件的布局

对于射频电路 PCB 设计而言,电磁兼容性要求每个电路模块尽量不产生电磁辐射,并且具有一定的抗电磁干扰能力,因此,元器件的布局还直接影响到电路本身的干扰及抗干扰能力,这也直接关系到所设计电路的性能。因此,在进行射频电路 PCB 设计时除了要考虑普通 PCB 设计时的布局外,主要还须考虑如何减小射频电路中各部分之间的相互干扰、如何减小电路本身对其它电路的干扰以及电路本身的抗干扰能力。根据经验,对于射频电路效果的好坏不仅取决于射频电路板本身的性能指

标,很大部分还取决于与其它处理板间的相互影响,因此,在进行 PCB 设计时,合理布局显得尤为重要。

布局总原则:元器件应尽可能同一方向排列;根据经验元器件间最少要有 0.5mm 的间隙才能满足元器件的熔锡要求,若 PCB 板的空间允许,元器件的间距应尽可能宽。对于双面板一般应设计一面为 SMD 及 SMC 元件,另一面则为分立元件。

布局中应注意:

(1) 首先确定与其它 PCB 板或系统的接口元器件在 PCB 板上的位置,必须注意接口元件间的配合问题(如元器件的方向等)。

(2) 因为 PCB 板的体积都较小,元器件间排列很紧凑,因此对于体积较大的元器件,必须优先考虑,确定出相应位置,并考虑相互间的配合问题。

(3) 认真分析电路结构,对电路进行分块处理(如高频放大电路、混频电路及解调电路等),尽可能将强电信号和弱电信号分开,将数字信号电路和模拟信号电路分开,完成同一功能的电路应尽量安排在一定的范围之内,从而减小信号环路面积;各部分电路的滤波网络必须就近连接,这样不仅可以减小辐射,而且可以减少被干扰的几率,提高电路的抗干扰能力。

(4) 根据单元电路在使用中对电磁兼容性敏感程度不同进行分组。对于电路中易受干扰部分的元器件在布局时还应尽量避开干扰源(比如 PCB 板上的高频线的干扰等)。

## 3 多层印制板设计

多层印制板设计要决定先用的多层板的层数。

收稿日期:2005 - 06 - 12

作者简介:林万里(1959 - ),男,浙江镇海人,兰州城市学院物理工学系实验师。

多层印制板的层间安排随着电路而变,但有以下几条共同原则:

(1) 电源平面应靠近接地平面,并且安排在接地平面之下。这样可以利用两金属平板间的电容作电源的平滑电容,同时接地平面还对电源平面上分布的辐射电流起到屏蔽作用。

(2) 布线层应安排与整块金属平面相邻。这样的安排是为了产生通量对消作用。

(3) 把数字电路和模拟电路分开,有条件时将数字电路和模拟电路安排在不同层内。如果一定要安排在同一层,可采用开沟、加接地线条、分隔等方法补救。模拟的和数字的地、电源都要分开,不能混用。数字信号有很宽的频谱,是产生干扰的主要来源。

(4) 在中间层的印制线条形成平面波导,在表面层形成微带线,两者传输特性不同。

(5) 时钟电路和高速电路是主要的干扰和辐射源,一定要单独安排、远离敏感电路。

(6) 不同层所含的杂散电流和高速辐射电流不同,布线时,不能同等看待。

多层印制板设计中有个基本原则用来确定印制线条间距:当两条印制线间距比较小时,两线之间会发生电磁串扰,串扰会使有关电路功能失常。为

避免发生这种干扰,应保持任何线条间距不小于 2 倍的印制线条宽度,即不小  $2W$ ,  $W$  为印制线路的宽度。印制线条的宽度取决于线条阻抗的要求,太宽会减少布线的密度,增加成本;太窄会影响传输到终端的信号波形和强度。

#### 4 旁路电容与去耦电容的设计

设计印制板时经常要在电路上加电容器来满足数字电路工作时要求的电平衡和洁净度。电路中的电容可分为去耦电容、旁路电容和容纳电容三类。去耦电容用来滤除高速器件在电源板上引起的干扰电流,为器件提供一个局域化的直流,还能减小印制电路中的电流冲击的峰值。旁路电容能消除印制板上的高频辐射噪声,噪声能限制电路的带宽,产生共模干扰。容纳电容则配合去耦电容抑制噪声。

#### 参考文献:

- [1] Reinhold Ludwig. 射频电路设计——理论与应用 [M]. 电子工业出版社, 2002.
- [2] 白同云. 电磁兼容设计 [M]. 北京邮电大学出版社, 2001.
- [3] 傅君眉, 高等电磁理论 [M]. 西安交通大学出版社, 2000.
- [4] D. M. Pozar, Microwave Engineering, 2nd ed., John Wiley, New York, 1998.

## The Design of Radio Frequency Circuit Printed Circuit Board (PCB)

WANG Guo - Wei

(Physics Department, Lanzhou City University, Lanzhou, Gansu 730070)

**Abstract:** This article analyses that when Protel 99 SE software is used for designing the radio frequency circuit PCB, how to maximum realize the circuit performance indicators so that the design of the radio frequency circuit PCB with electromagnetism compatible requirement can be achieved.

**Key words:** Radio frequency circuit; PCB; Multi-layer PCB; Decoupling

责任编辑:谢继国

## 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>