

本 期 目 录

- 1.1.2 电源耦合
- 1.1.3 辐射耦合
 - 1.1.3.1 电磁场的产生
 - 1.1.3.2 波阻抗
 - 1.1.3.3 耦合方式
- 1.2 发射
 - 1.2.1 辐射发射
 - 1.2.1.1 来自印制电路板的辐射

1.1.2 电源耦合

射频干扰能够从干扰源经电源配电网进入受害者，因两者是连接在一起的。因此对高频不利，尽管从线路上可以容易地预测阻抗，但是在高频时很难精确估算。在电磁兼容试验中，电源的射频阻抗可用 $50\ \Omega$ 网络并联 $50\ \mu\text{H}$ 电感近似表示（LISN）。对于短距离传输线，例如在同一线路上临近的设备，两个设备经电源线的耦合可用图1.5的等效电路描述。

对于较长的距离，在 10MHz 以下，电源电缆是损耗很低的，特性阻抗约为 $150\sim 200\ \Omega$ 的传输线。然而在任何一个局部配电系统中，因负载连线、电缆接头和配电元件起的骚扰和间断将是影响射频传输特性的主要因素。所有这些因素将增加损耗。

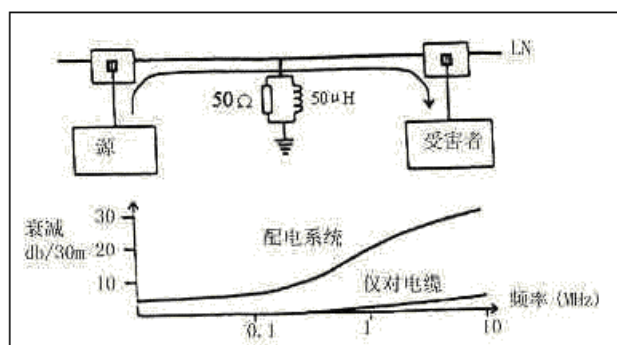


图1.5 经电源网络的耦合

图1.5 经电源网络的耦合

1.1.3 辐射耦合

为了理解能量是如何通过没有互联的较远的距离从源耦合到受害者的，需要了解一些电磁波传播的特性。本节介绍一些必要的概念。电磁波理论在许多著作中都有论述。

1.1.3.1 电磁场的产生

电场（E场）产生于两个具有不同电位的导体之间。电场的单位为 m/V ，电场强度正比于导体之间的电压，反比于两导体间的距离。

磁场（H场）产生于载流导体的周围，磁场的单位为 m/A ，磁场正比于电流，反比于离开导体的距离。

当交变电压通过网络导体产生交变电流时，产生电磁（EM）波，E场和H场互为正交同时传播。传播速度由媒体决定；在自由空间等于光速 $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ 。在靠近辐射源时，电磁场的几何分布和强度由于干扰源特性决定，仅在远处是正交的电磁场。如图1.6。

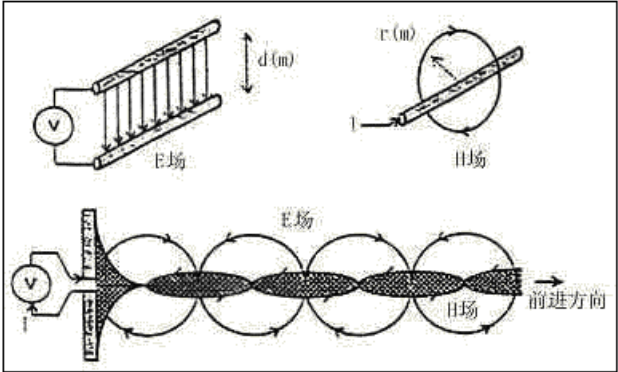


图1.6 电磁场

图1.6 电磁场

1.1.3.2 波阻抗

电场强度与磁场强度之比称为波阻抗（图1.7）。对于任何已知电磁波，波阻抗是一个十分关键的参数，因为它决定了耦合效率，也决定了导体的屏蔽效能。对于远场， $d > \lambda / 2 \pi$ ，电磁波称为平面波，平面波的阻抗是恒定的，等于公式1.3所示的自由空间的阻抗：

$$Z_0 = (\mu_0 / \epsilon_0)^{0.5} = 120 \pi = 377 \Omega$$

$$\text{式中, } \mu_0 = 4 \pi \times 10^{-7} \text{ H/m} ; \epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m} . \tag{1.3}$$

在近场， $d < \lambda / 2 \pi$ ，波阻抗由辐射源特性决定。小电流、高压电辐射体（例如棒）主要产生高阻抗的电场，而大电流、低电压辐射体（例如环）主要产生低阻抗磁场。如果辐射体阻抗正好约377Ω，那么实际在近场能产生平面波，这取决于辐射体形状。

$\lambda / 2 \pi$ 附近的区域，或近似六分之一波长的区域，是近场和远场之间的传输区域。平面波总是假设是在远场，当分别考虑电场或磁场波时，则假设是在近场。

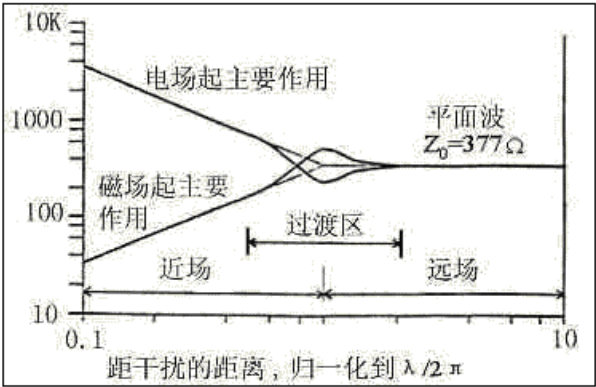


图1.7 波阻抗

图1.7 波阻抗

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>