

高速电路电源完整性解决方案

高速 PCB 不同种类的电源平面分割后，如何处理直流压降过大？

大电流平面的缝合过孔是不是越多越好？

去耦电容是使用相同容量的电容并联，还是使用多个不同容量的电容并联？

去耦电容的数量是否是越多越好，如何通过控制电容数量来节约成本？

电子产品发展趋势

1965 年时任仙童半导体公司研究开发实验室主任的摩尔应邀为《电子学》杂志 35 周年专刊写了一篇观察评论报告，题目是：“让集成电路填满更多的元件”。在摩尔开始绘制数据时，发现了一个惊人的趋势：每个新芯片大体上包含其前任两倍的容量，每个芯片的产生都是在前一个芯片产生后的 18-24 个月内。摩尔的观察资料，就是现在所谓的摩尔定律。与摩尔定律相对应，Intel 公司的 CPU 芯片也具有一个规律，它的时钟频率大约每两年就要加倍。i486 处理器工作于 25MHz，而奔腾 4 处理器的速度达 3GHz 以上。数十亿晶体管处理器的处理速度可达 20GHz。随着处理器等芯片的晶体管数量和速度的提升，为了解决功耗、散热等问题发明了很多新材料和新结构。同时，互连封装技术也在迅速发展，当前，3D 封装已经广泛应用于部分消费类电子产品中。

摩尔定律作为电子制造产业链的金科玉律，一直屹立于科技发展的前沿，给整个电子制造产业链指明了非常明晰的发展方向，可谓厚泽万物。电子产业在摩尔定律的驱动下，产品的功能越来越强，集成度越来越高，信号的速率越来越快，产品的研发周期也越来越短。

高速电路电源完整性设计面临的挑战

集成电路沿摩尔定律发展的趋势为当代电子系统的电源分配网络 (PDN) 设计与电源完整性 (PI) 分析提出了日益严峻的挑战：

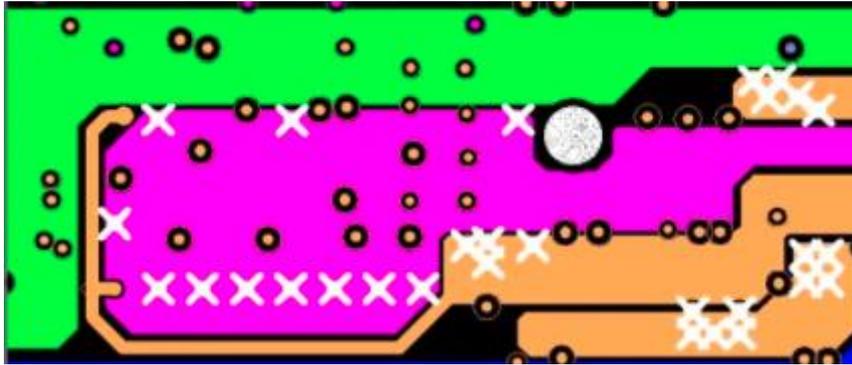
1. 低电压供电的芯片集成度越来越高

电压越低，每个器件引脚上需要的电流就越大，就会导致直流压降越大；电压越低，控制压降的要求就越严，典型的电压要求通常为 $\pm 5\%$ ，这就意味着允许的直流压降更小。器件集成度越高，集成电路周围的走线就会越密，从而导致电源网络中的电流密度更高，直流压降也更大。

2. PCB 设计向高速高密度发展

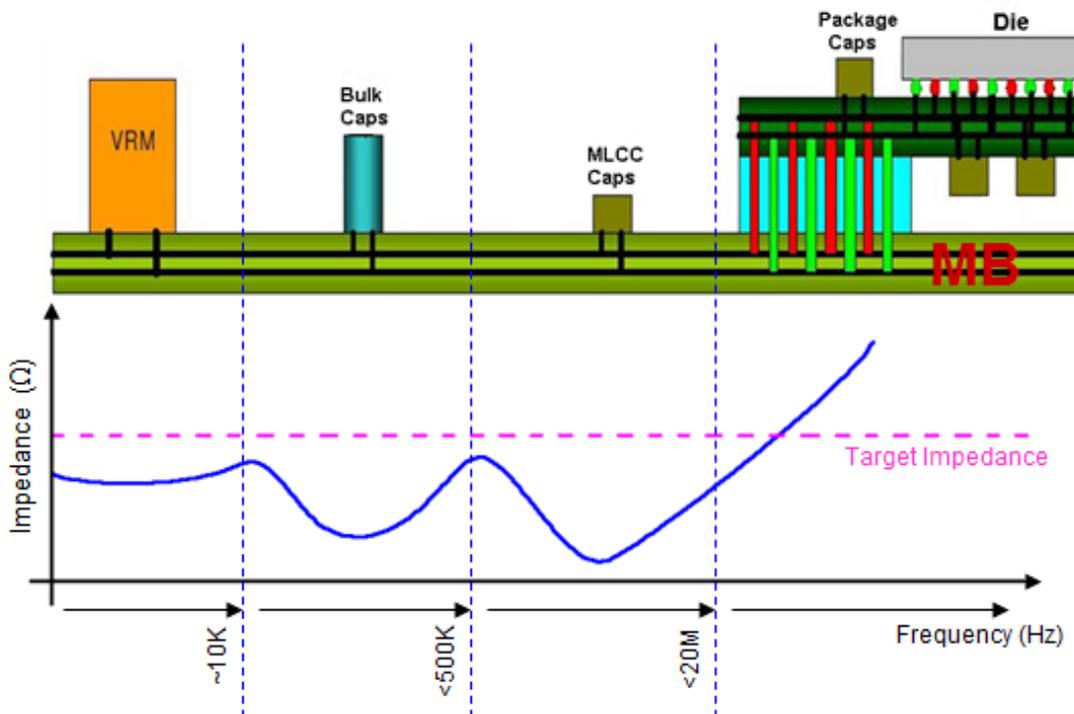
目前，PCB 上的空间越来越小，信号走线越来越密，没有多少地方可实现宽敞的电源平面。这样的结果是，电源平面和地平面都会被其他网络过孔周围的反焊盘所穿透，如下图所

示。由于层面有很多孔洞，显然可供电流流动的路径就会变得更细，因此，电源平面的电阻就会变得更大，导致直流压降也更大。



3. PDN 去耦电容优化难度增加

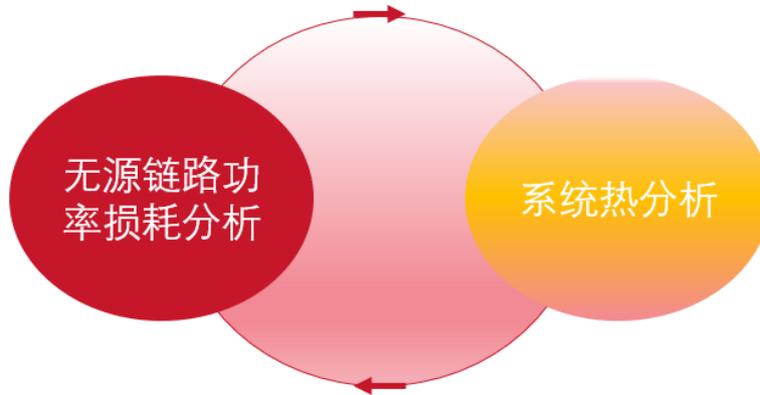
电源的 PDN 系统要求每个系统元件都能得到正常工作电压，那么就要对电源进行阻抗控制。只要电源阻抗控制在目标阻抗以下，那么电压传输就会有一个良好的性能保障。而实际设计中，PDN 上连接了种类数量众多的各种去耦电容器，它们是 PDN 最重要的组成部分，几乎就决定了 PDN 的质量。PDN 能有效地抑制噪声到底需要多少个电容？这些电容放置在哪儿？怎么安装？如何在保证电源良好的性能基础上，通过删减电容来减轻 PCB 布局的紧张，进而还能节约设计成本是电源完整性分析的一大挑战。



4. 大电流下的电热协同分析

随着芯片的集成度越来越高，芯片电源的供电电流越来越大，无源链路上产生的功率损

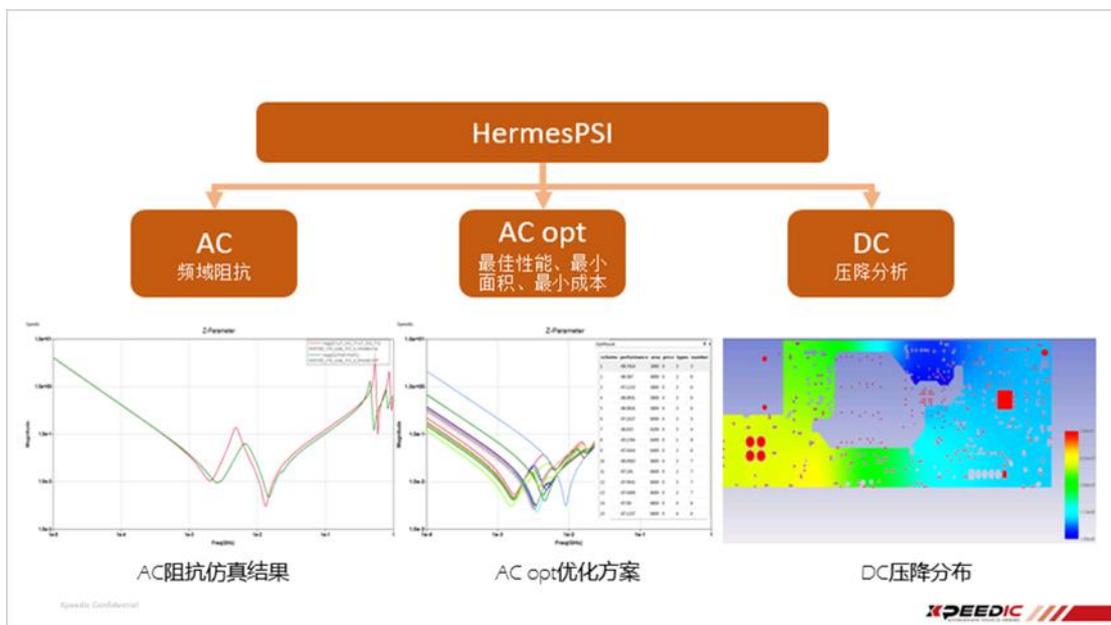
耗也越来越大。此部分的损耗会以热的方式呈现出来，从而导致热设计风险，同时无源链路也会受到温度的影响，所以大电流下的电热协同分析就显得特别重要。



综上所述，目前高速电路电源完整性面临着低电压供电的芯片集成度越来越高，PCB 设计向高速高密度发展，PDN 去耦电容优化难度增加，大电流下的电热协同分析等各种挑战。为了能够保证系统的稳定运行，为芯片提供稳定的电源和电流，提高电源质量，降低系统的总体电源阻抗，提高产品的可靠性和稳定性。芯和半导体推出了全面的电源完整性仿真分析解决方案 Hermes PSI。

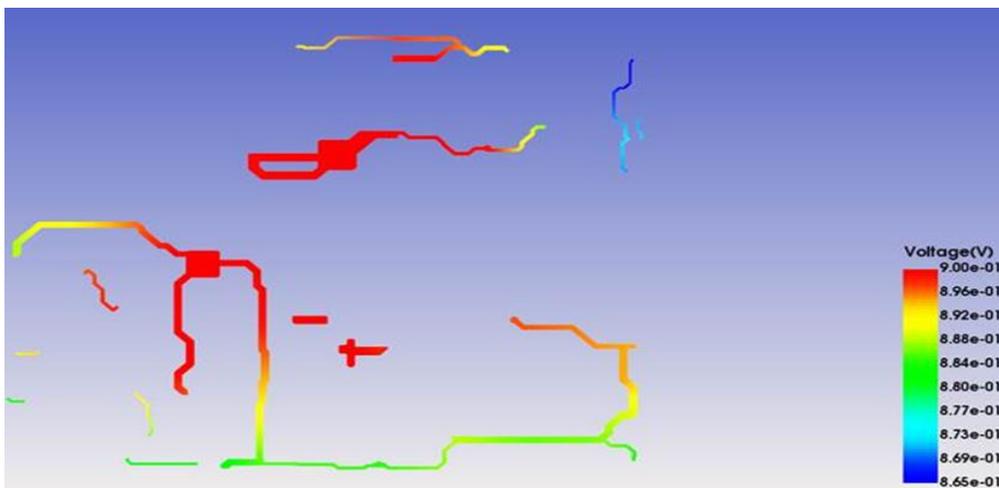
芯和半导体高速电路电源完整性解决方案

Hermes PSI 是一款面向电子产品进行电源完整性分析、信号与电源协同分析、电热协同分析的工具，设计师可利用此工具导入 PCB 板和封装设计文件以及他们的物理结合，还可帮助设计师进行 die 和电源调整模块模型结合的端到端的电源完整性频域 AC 阻抗分析、DC 压降分析、时域纹波噪声分析。最终为电子产品提供最佳竞争力的电源完整性解决方案。



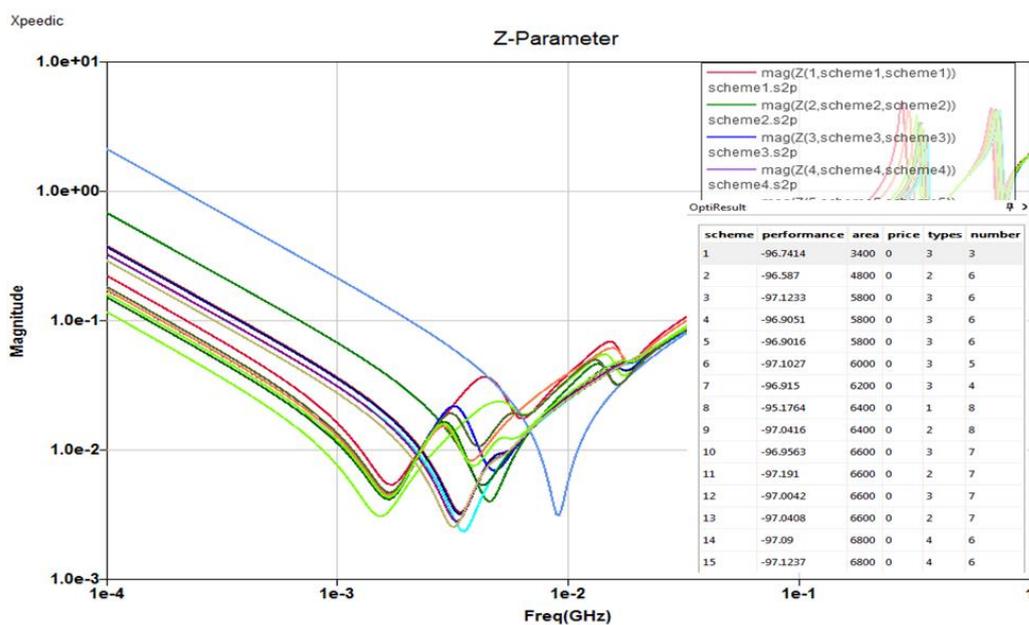
1. DC 压降分析

Hermes PSI 能够识别 PCB/SiP 设计中潜在的直流压降等问题。如过多的直流压降，可能会导致 IC 器件出现故障。还有过高的电流密度或过大的过孔电流，可能会导致 PCB/SiP 的损坏。所有的仿真结果都可以通过图形化的方式查看，同时也能够生成仿真报告，这些都将帮忙工程师快速定位电源分配的 DC 问题。



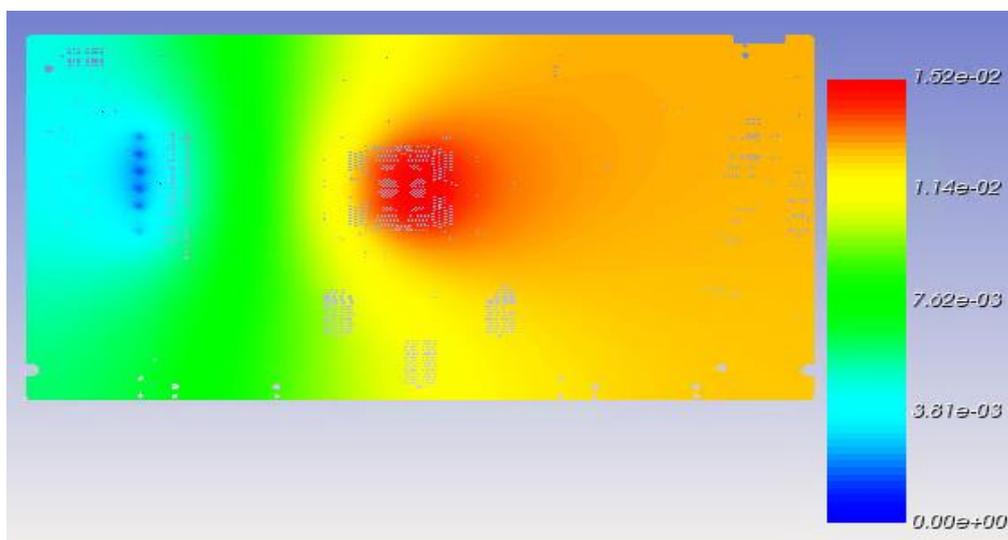
2. AC 频域阻抗分析

Hermes PSI 能够帮助设计师优化电源分配网络 (PDN), 通过 AC opt 分析可以确定 PDN 有效地抑制噪声最少需要多少个电容? 能够帮助工程师得到最佳性能、最小面积、最小成本的分析结果。



3. 电热协同仿真分析

Hermes PSI 能够通过无源链路功率损耗作为热源进行系统热分析，同时系统热分析的温度分布作为无源链路分析的输入，经过多次迭代分析最后达到热平衡。进而得到真正意义上的 PCB/SiP 电热分析结果。



总结

本文介绍了高速电路电源完整性设计面临的多种挑战。芯和半导体针对这些挑战，提出了最佳竞争力的电源完整性解决方案，设计者可以轻松实现 PCB/SiP 设计的 DC 压降分析、AC 频域阻抗分析、电热协同仿真分析等，帮助设计者降低了设计冗余，规避潜在风险，缩短了产品开发周期，同时也相应的降低产品成本。