

实现 PCB 高效自动布线的设计技巧和要点

尽管现在的 EDA 工具很强大，但随着 PCB 尺寸要求越来越小，器件密度越来越高，PCB 设计的难度并不小。如何实现 PCB 高的布通率以及缩短设计时间呢？本文介绍 PCB 规划、布局和布线的设计技巧和要点。现在 PCB 设计的时间越来越短，越来越小的电路板空间，越来越高的器件密度，极其苛刻的布局规则和大尺寸的组件使得设计师的工作更加困难。为了解决设计上的困难，加快产品的上市，现在很多厂家倾向于采用专用 EDA 工具来实现 PCB 的设计。但专用的 EDA 工具并不能产生理想的结果，也不能达到 100% 的布通率，而且很乱，通常还需花很多时间完成余下的工作。

现在市面上流行的 EDA 工具软件很多，但除了使用的术语和功能键的位置不一样外都大同小异，如何用这些工具更好地实现 PCB 的设计呢？在开始布线之前对设计进行认真的分析以及对工具软件进行认真的设置将使设计更加符合要求。下面是一般的设计过程和步骤。

1、确定 PCB 的层数

电路板尺寸和布线层数需要在设计初期确定。如果设计要求使用高密度球栅数组(BGA)组件，就必须考虑这些器件布线所需要的最少布线层数。布线层的数量以及层叠(stack-up)方式会直接影响到印制线的布线和阻抗。板的大小有助于确定层叠方式和印制线宽度，实现期望的设计效果。

多年来，人们总是认为电路板层数越少成本就越低，但是影响电路板的制造成本还有许多其它因素。近几年来，多层板之间的成本差别已经大大减小。在开始设计时最好采用较多的电路层并使敷铜均匀分布，以避免在设计临近结束时才发现有少量信号不符合已定义的规则以及空间要求，从而被迫添加新层。在设计之前认真的规划将减少布线中很多的麻烦。

2、设计规则和限制

自动布线工具本身并不知道应该做些什么。为完成布线任务，布线工具需要在正确的规则和限制条件下工作。不同的信号线有不同的布线要求，要对所有特殊要求的信号线进行分类，不同的设计分类也不一样。每个信号类都应该有优先级，优先级越高，规则也越严格。规则涉及印制线宽度、过孔的最大数量、平行度、信号线之间的相互影响以及层的限制，这些规则对布线工具的性能有很大影响。认真考虑设计要求是成功布线的重要一步。

3、组件的布局

为最优化装配过程，可制造性设计(DFM)规则会对组件布局产生限制。如果装配部门允许组件移动，可以对电路适当优化，更便于自动布线。所定义的规则和约束条件会影响布局设计。

在布局时需考虑布线路径(routing channel)和过孔区域。这些路径和区域对设计人员而言是显而易见的，但自动布线工具一次只会考虑一个信号，通过设置布线约束条件以及设定可布信号线的层，可以使布线工具能像设计师所设想的那样完成布线。

4、扇出设计

在扇出设计阶段，要使自动布线工具能对组件引脚进行连接，表面贴装器件的每一个引脚至少应有一个过孔，以便在需要更多的连接时，电路板能够进行内层连接、在线测试(CT)和电路再处理。

为了使自动布线工具效率最高，一定要尽可能使用最大的过孔尺寸和印制线，间隔设置为50mil较为理想。要采用使布线路径数最大的过孔类型。进行扇出设计时，要考虑到电路在线测试问题。测试夹具可能很昂贵，而且通常是在即将投入全面生产时才会订购，如果这时候才考虑添加节点以实现100%可测试性就太晚了。

经过慎重考虑和预测，电路在线测试的设计可在设计初期进行，在生产过程后期实现，根据布线路径和电路在线测试来确定过孔扇出类型，电源和接地也会影响到布线和扇出设计。为降低滤波电容器连接线产生的感抗，过孔应尽可能靠近表面贴装器件的引脚，必要时可采用手动布线，这可能会对原来设想的布线路径产生影响，甚至可能会导致你重新考虑使用哪种过孔，因此必须考虑过孔和引脚感抗间的关系并设定过孔规格的优先级。

5、手动布线以及关键信号的处理

尽管本文主要论述自动布线问题，但手动布线在现在和将来都是印刷电路板设计的一个重要过程。采用手动布线有助于自动布线工具完成布线工作。如图2a和图2b所示，通过对挑选出的网络(net)进行手动布线并加以固定，可以形成自动布线时可依据的路径。

无论关键信号的数量有多少，首先对这些信号进行布线，手动布线或结合自动布线工具均可。关键信号通常必须通过精心的电路设计才能达到期望的性能。布线完成后，再由有关的工程人员来对这些信号布线进行检查，这个过程相对容易得多。检查通过后，将这些线固定，然后开始对其余信号进行自动布线。

6、自动布线

对关键信号的布线需要考虑在布线时控制一些电参数，比如减小分布电感和EMC等，对于其它信号的布线也类似。所有的EDA厂商都会提供一种方法来控制这些参数。在了解自动布线工具有哪些输入参数以及输入参数对布线的影响后，自动布线的质量在一定程度上可以得到保证。

应该采用通用规则来对信号进行自动布线。通过设置限制条件和禁止布线区来限定给定信号所使用的层以及所用到的过孔数量，布线工具就能按照工程师的设计思想来自动布线。如果对自动布线工具所用的层和所布过孔的数量不加限制，自动布线时将会使用到每一层，而且将会产生很多过孔。

在设置好约束条件和应用所创建的规则后，自动布线将会达到与预期相近的结果，当然可能还需要进行一些整理工作，同时还需要确保其它信号和网络布线的空间。在一部分设计完成以后，将其固定下来，以防止受到后边布线过程的影响。

采用相同的步骤对其余信号进行布线。布线次数取决于电路的复杂性和你所定义的通用规则

的多少。每完成一类信号后，其余网络布线的约束条件就会减少。但随之而来的是很多信号布线需要手动干预。现在的自动布线工具功能非常强大，通常可完成 100% 的布线。但是当自动布线工具未完成全部信号布线时，就需对余下的信号进行手动布线。

7、自动布线的设计要点包括：

- 7.1 略微改变设置，试用多种路径布线；
- 7.2 保持基本规则不变，试用不同的布线层、不同的印制线和间隔宽度以及不同线宽、不同类型的过孔如盲孔、埋孔等，观察这些因素对设计结果有何影响；
- 7.3 让布线工具对那些默认的网络根据需要进行处理；
- 7.4 信号越不重要，自动布线工具对其布线的自由度就越大。

8、布线的整理

如果你所使用的 EDA 工具软件能够列出信号的布线长度，检查这些数据，你可能会发现一些约束条件很少的信号布线的长度很长。这个问题比较容易处理，通过手动编辑可以缩短信号布线长度和减少过孔数量。在整理过程中，你需要判断出哪些布线合理，哪些布线不合理。同手动布线设计一样，自动布线设计也能在检查过程中进行整理和编辑。

9、电路板的外观

以前的设计常常注意电路板的视觉效果，现在不一样了。自动设计的电路板不比手动设计的美观，但在电子特性上能满足规定的要求，而且设计的完整性能得到保证。

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>



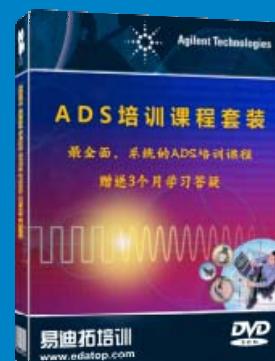
射频工程师养成培训课程套装

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>