

PCB 布局布线技术的发展

摘要：随着微孔和单片高密度集成系统等新硬件技术的应用，自由角度布线、自动布局 and 3D 布局布线等新型软件将会成为电路板设计人员必备的设计工具之一。

在早期的电路板设计工具中，布局有专门的布局软件，布线也有专门的布线软件，两者之间没什么联系。随着球栅阵列封装的高密度单芯片、高密度连接器、微孔内建技术以及 3D 板在印刷电路板设计中的应用，布局和布线已越来越一体化，并成为设计过程的重要组成部分。

自动布局 and 自由角度布线等软件技术已渐渐成为解决这类高度一体化问题的重要方法，利用此类软件能在规定时间内设计出可制造的电路板。在目前产品上市时间越来越短的情况下，手动布线极为耗时，不合时宜。因此，现在要求布局布线工具具有自动布线功能，以快速响应市场对产品设计提出的要求。

设计约束条件

由于要考虑电磁兼容(EMC)及电磁干扰、串扰、信号延迟和差分对布线等高密度设计因素，布局布线的约束条件每年都在增加。例如，在几年前，一般的电路板仅需 6 个差分对来进行布线，而现在则需 600 对。在一定时间内仅依赖手动布线来实现这 600 对布线是不可能的，因此自动布线工具必不可少。

尽管与几年前相比，当今设计中的节点(net)数目没有大的改变，只是硅片复杂性有所增加，但是设计中重要节点的比例大大增加了。当然，对于某些特别重要的节点，要求布局布线工具能够加以区分，但无需对每个管脚或节点都加以限制。

自由角度布线

随着单片器件上集成的功能越来越多，其输出管脚数目也大大增加，但其封装尺寸并没随之扩大。因此，再加上管脚间距和阻抗因素的限制，这类器件必须采用更细的线宽。同时产品尺寸的总体减小也意味着用于布局布线的空间也大大减小了。在某些消费类产品中，底板的大小与其上器件大小相差无几，元件占据的板面积高达 80%。

某些高密度元件管脚交错，即使采用具 45° 布线功能的工具也无法进行自动布线。尽管 45° 布线工具能对某些恰成 45° 的线段进行完美的处理，但自由角度布线工具具有更大的灵活性，并能最大程度提高布线密度。

拉紧(pull-tight)功能使每个节点在布线后自动缩短以适应空间要求，它能大大降低信号延迟，同时降低平行路径数，有助于避免串扰的产生。

尽管自由角度设计具有可制造性，并且性能良好，但是这种设计会导致主板看起来不如以前的设计美观。主板设计在上市时间之后，就可能不再是一件艺术品了。

高密度器件

最新的高密度系统级芯片采用 BGA 或 COB 封装，管脚间距日益减小。球间距已低至 1mm，并且还会继续降低，导致封装件信号线不可能采用传统布线工具来引出。目前有两种方法可解决这个问题：一是通过球下面的孔将信号线从下层引出；二是采用极细布线和自由角度布线在球栅阵列中找出一条引线通道。对这种高密度器件而言，采用宽度和空间极小的布线方式是唯一可行的，只有这样，才能保证较高的成品率。现代的布线技术也要求能自动地应用这些约束条件。

自由布线方法可减少布线层数，降低产品成本。同时也意味着在成本不变的情况下，可以增加一些接地层和电源层来提高信号完整性和 EMC 性能。

下一代电路板设计技术

微孔等离子蚀刻技术在多层板，尤其是在蜂窝电话和家用电器中的应用大大改变了对布局布线工具的要求。采用等离子蚀刻法在路径宽度内添加一个新孔不会导致底板本身或制造成本的增加，因为对等离子蚀刻法而言，制作一千个孔的成本与制作一个孔的成本一样低廉(这与激光钻孔法大不一样)。

这就要求布线工具具有更大的灵活性，它必须能够应用不同的约束条件，能适应不同的微孔和构建技术的要求。

元件密度的不断增加也对布局设计产生了某些影响。布局布线工具总是假设板上有足够的空间让元件拾放机来拾放表面安装元件，而不会对板上已有元件产生影响。但是元件顺序放置会产生这样一个问题，即每当放置一个新元件后，板上每个元件的最佳位置都会发生改变。

这就是布局设计过程自动化程度低而人工干预程度高的原因。尽管目前的布局工具对依次布局的元件数没什么限制，但是某些工程师认为布局工具用于依次布局时实际上是受到限制的，这个限制大约为 500 个元件。还有一些工程师认为当在一个板上放置的元件多达 4,000 个时，会产生很大问题。

同顺序算法技术相比，并行布局技术能实现更好的自动布局效果。因此，当 Zuken 收购 Incases 公司后，Incases 的并行布局技术使 Zuken 获益非浅。

三维布局

3D 工具针对目前应用日益广泛的异形和定形板进行布局布线。如 Zuken 的 Freedom 最新工具采用三维底板模型来进行元件的空间布局，随后再进行二维布线。此过程也能告知：此板是否具备可制造性？

将来，诸如在两个不同层上采用阴影差分对的设计方法将会变得日益重要，布线工具也必须能处理这种设计，而且信号速率也将会继续提高。

目前也出现了将布局布线工具同用于虚拟原型的高级仿真工具集成起来的工具，如 Zuken 的 Hot Stage 工具，所以即使在虚拟原型时也能对布线问题进行考虑。

现在，自动布线技术已极为普及。我们相信，自由角度布线、自动布局和 3D 布局等新型软件技术也会同自动布线技术一样成为底板设计人员的日常设计工具，设计人员可用这些新工具来解决微孔和单片高密度集成系统等新型硬件技术问题。