

# 浅谈 PCB 布线方法的教学

□ 徐琳琳<sup>1</sup>, 苏宇晗<sup>2</sup>

(1. 辽宁科技大学高职学院, 辽宁 鞍山 114051; 2. 中冶焦耐工程技术有限公司, 辽宁 鞍山 114001)

**摘要:** 借助 Protel 软件 (升级产品 AD 系列软件), 以实例阐述了 PCB 自动布线和手工布线方法的优点和缺点。在教学中, 让学生不再对为什么要手工布线, 以及如何着手进行 PCB 布线感到茫然。同时, 结合教学及 PCB 设计经验, 总结了一种高效的 PCB 布线方法, 以提高布线质量。

**关键词:** 印刷电路板; 手工布线; 自动布线; Protel 软件; Altium Designer 软件

中图分类号: TN41; G712

文献标识码: B

文章编号: 1009—7600 (2010) 10—0047—02

在电子产品研发过程中, 印刷电路板 (PCB) 布线的合理性影响着产品的工艺和性能。PCB 布线可以采用自动布线和手工布线两种方法。自动布线简单、易操作, 几秒钟就可以实现较复杂的电子线路板的布线, 故学生认为直接自动布线就可以, 又省时又省力, 不用学习手工布线。但这样布好的电路板可能导致调试或组装过程中出现各种不必要的干扰和影响, 严重时使整块电路板报废, 造成较大损失。本文借助 Altium 公司的 Protel 软件 (升级产品 Altium Designer 系列软件), 阐述 PCB 自动布线和手工布线方法各自的优点, 以及各自存在的一些问题。

## 一、自动布线及其特点

Altium 公司在 PCB 设计上引入了人工智能技术, 用 Situs 拓扑算法自动布线器实现了自动布线。所需操作很简单, 在 PCB 文件 Design 菜单下, 首先设置各种 Rules, 比如 Clearance Constraint、Routing Corners、Width Constraint 等, 然后点击 Auto Route 菜单, 可以分别对 Net、Component、Connection 等部分进行分别布线, 点击 Route All 即可完成整个电路板的自动布线。

自动布线能加快设计印刷电路板的速度, 降低人为错误的概率。并且 Protel 中提供自动布小信号包地线, 在升级产品 Altium Designer 系列软件中自动布线功能更加强大, 比如布等长线、差分线等。多层板的话可合理安排具体线路走那个层。

学生初学 PCB 往往很喜欢使用自动布线, 但这样可能导致生产出的电路板调试或组装过程中出现各种不必要的干扰和影响。

一是自动布线没有考虑到抗干扰问题。自动布线系统在布线过程中根据用户的设计规则和自动布线规则选择布线策略, 关于元件间是否存在干扰, 电源线、地线、信号线及一些特殊要求的线间距, 如何走线, 过孔的设置是否干扰元件的信号, 连线的特性阻抗是否降低, 是否存在多频率交调影响等, 这些关于电磁干扰方面的问题, 在自动布线中都没能解决。

二是自动布线时, 对较复杂的电路板经常达不到 100% 的“布通率”。网络密一些, 或者为满足特殊要求元件摆放特殊一些, 就不能实现完全的布通。在 Protel 中制作单面板的难度比双面板难得多, 在使用自动布线功能时布通率较低。

三是自动布线完成后, 有些线路不美观, 如图 1 所示。图中 47 号焊盘出来的引线, 没有必要折弯两次再连到 11 号焊盘上面, 如图 2 所示, 用直线直接将两个焊盘连接起来即可。

四是自动布线会出现系统错乱的误操作, 如可能会出现过孔重叠的现象, 如图 3 所示。此处只需一个过孔, 手工修正如图 4 所示。

五是接地问题。多点接地与单点接地、模拟地与数字

收稿日期: 2010—08—18

作者简介: 徐琳琳 (1982—), 女, 辽宁大连人, 助教。

地、信号地与大地等自动布线是很难分开的, 整个电路板不分区域将所有 GND 都混接在一起, 并且容易形成地线环路, 地环路相当于环形天线, 容易造成接收和发射干扰问题。

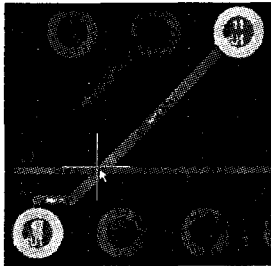


图 1. 自动布线折弯两次

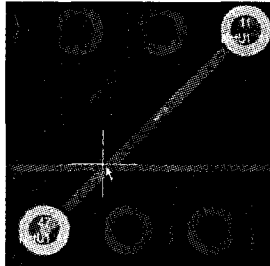


图 2. 直接直线联接

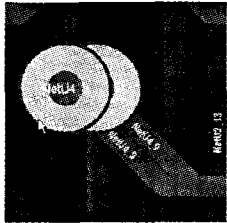


图 3. 过孔重叠

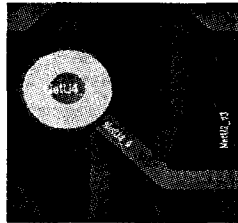


图 4. 过孔重叠手工修正

## 二、手工布线及其特点

手工布线用交互式布线 Interactively route connections 工具, 将相同网络号的引脚连接在一起。手工布线虽然慢一些, 但电路板的成功率较高。布线的时候, 可以根据需要调整各种功能模块、电源等的位置, 不容易出现各种线路之间的相互干扰, 并且容易发现原理图中存在的问题, 修正错误。

手工布线虽然有以上的优势, 但单独使用, 布线速度很慢, 布通一个较复杂的电路板所需耗费的时间很长。

## 三、自动布线与手工布线优势资源整合的方法

自动布线与手工布线各有优缺点, 只有整合他们的优点并加以利用, 才能达到布线的最佳效果。笔者结合教学及 PCB 设计经验, 总结一种高效的 PCB 布线方法, 以此提高布线质量。

第一步, 手工布置电路板的电源线和地线。在制造成本允许的情况下, 高频电路多采用多层板, 在中间层单独铺设电源线和地线, 实现就近多点接地, 有效缩短信号的传输长度。但要避免分开的电源在不同层间重叠, 以免电路噪声通过寄生电容耦合过去。低频电路中, 当信号的频率小于 1MHz 时, 可采用单点接地法。电路板上模拟地与数字地不能混接, 通过高频扼流环节分别与电源的地线端连接 (最好电源端也分别连接)。尽量加粗地线, 特别是模拟电路部分, 地线应该尽量宽, 一般应大于 0.3mm。

第二步, 将预布线锁定。在 “Auto Route” 菜单下,

点击 All, 在出现的 “Auto router Setup” 窗口选择 “Lock All Pre-route”, 使预布线命令有效, 然后再利用自动布线, 就不会改变预先布好的电源线和地线。在老版本软件, 如 Protel 99 时, 使预布线命令有效后, 用手工预布的电源线和地线仍然会被系统修改。可通过双击其中一根导线, 在弹出的 “Track” 对话框中选择 Locked 命令, 然后点击 Global>>, 将所有条件都选为 any, 确认后, 所有预布线都变成锁定状态。

第三步, 自动布线规则设定。在 “Design” 菜单下, 选择 “Rules” 即可以对自动布线的规则进行设定。布线的引线最好采用全直线, 需要导线转折, 可用 45 度折线或圆弧转折。导线尽可能用较宽的线, 信号线宽度一般为 0.2~0.3mm。线间距通常不要低于 0.3mm。焊盘中心孔要比元器件引线直径稍大一些。高频电路器件管脚间的引线越短越好, 可以设置最短化原则。走线方式可以设为基于 X 方向、基于 Y 方向或菊花状 (daisy) 走线。

第四步, 局部网络自动布线。对于复杂的电路板, 可将整个电路板分成几个网络, 对每个网络单独进行自动布线。在 “Auto Route” 菜单中, 选择 “Area” 即可进行局部网络布线。在 Altium Designer 系列软件中, 等长线, 差分线的自动布线, 使电路板布线过程更加简单、快捷。

第五步, 手工调整。布置好一个局部网络后, 都要进行手工调整。针对上面提到的干扰、不美观、系统错乱的误操作等问题, 进行手工调整。尽量避免信号线的平行分布, 这样能有效减少容性串扰。对重要电路实施地线包围, 采用接地屏蔽的办法来抵抗外界干扰。减小环路的面积、环路的数量以及环路的的天线效应, 确保信号在任意的两点间只有唯一一条回路路径, 抑制电磁干扰每个环路。

重复第四、第五步, 实现对整个电路板的全局布线。如果电路板中有一些特殊要求的关键网络, 可以如第一步那样先用手工布好, 再进行后续步骤。

本文用实例阐述了 PCB 自动布线和手工布线方法的优点和缺点。在教学中, 让学生不再对 “为什么要手工布线”, 以及如何着手进行 PCB 布线感到茫然。应让学生掌握充分利用自动布线与手工布线优势资源的方法, 以高效地绘制电路板。

## 参考文献:

- [1]王静.Altium Designer winter 09 电路设计案例教程[M]. 北京:中国水利水电出版社,2010.
- [2]余勤科.Protel 99 自动布线的的一个 Bug[J].电子世界, 2001(6):26.

[责任编辑, 抚顺职院: 陈 辉]