

用 PROTEL99SE 布线的流程图

用 PROTEL99SE 布线的流程图

序号	内 容	设计	校对	忽略或校对不合格的理由
01	得到正确的原理图和网络表。手工更改网络表，将一些元件的固定用脚等原理图上没有的焊盘定义到与它相通的网络上，没任何物理连接的可定义到地或保护地等。			
02	画出自己定义的非标准器件的封装库。			
03	画上禁止布线层，含中间的镂空等。在需要放置固定孔的地方放上适当大小的焊盘。对于 3mm 的螺丝，可用 6.5~8mm 的外径和 3.2~3.5mm 内径的焊盘。对于标准板可从其它板或 PCB Wizard 中调入。			
04	打开所有要用到的 PCB 库文件后调入网络表文件。			
05	元件手工布局。应当从机械结构、散热、电磁干扰、将来布线的方便性等方面综合考虑。先布置与机械尺寸有关的器件并锁定这些器件，然后是大的占位置的器件和电路的核心元件，再是外围的小元件。对于同一个器件用多种封装形式的，可以把这个器件的封装改为第二种封装形式并放好后对这个器件用撤消元件组功能，然后再调入一次网络表并放好新调入的这个器件，有更多种封装形式时依此类推。放好后用 VIEW3D 功能察看一下实际效果。存盘。			
06	根据情况再作适当调整，然后将全部器件锁定。假如板上空间允许，则可在板上放上一些类似于实验板的布线区。对于大板子应在中间多加固定螺丝孔，板上有重的器件或较大的接插件等受力器件边上也应加固定螺丝孔。有需要的话，可在适当位置放上一些测试用焊盘（最好在原理图中就加上）。将过小的焊盘过孔改大。将所有固定螺丝孔焊盘的网络定义到地或保护地等。			
07	制订详细的布线规则（象使用层面、各组线宽、过孔、间距、布线的拓朴结构等），在不希望有走线的区域内放置 FILL 填充层（如散热器和卧放的两脚晶振下方所在布线层），要上锡的在 Top 或 Bottom Solder 相应处放 FILL。			
08	对部分重要线路进行手工预布线（如晶振、PLL、小信号模拟电路等）。预布线完成后存盘。			
09	对自动布线功能进行设置（请选中其中的 Lock All Pre-Route 功能），然后开始自动布线。			
10	假如不能完全布通，则可手工继续完成或 UNDO 一次（千万不要用撤消全部布线功能，它会删除所有的预布线和自由焊盘、过孔）后调整一下布局或布线规则再重新布线。完成后做一次 DRC，有错则改正。布局和布线过程中若发现原理图有错则应及时更新原理图和网络表，手工更改网络表（同第一步）并重装网络表后再布。			
11	对布线进行手工初步调整（需加粗的地线、电源线、功率输出线等加粗，某几根绕得太多的线重布一下，消除部分不必要的过孔），再次用 VIEW3D 功能察看实际效果。			
12	切换到单层显示模式下将每个布线层的线拉整齐和美观。手工调整时应经常做 DRC，因为有时候有些线会断开。快完成时可将每个布线层单独打印出来以方便改线。存盘。			

用 PROTEL99SE 布线的 基本流程

13	全部调完并 DRC 通过后拖放所有丝印层的字符到合适位置，注意尽量不要放在元件下面或过孔、焊盘上面，对于过大的字符可适当缩小。最后再放上印板名称、设计版本号、公司名称、文件首次加工日期、印板文件名、文件加工编号等信息，并可用第三方提供的程序加上中文注释。			
14	对所有过孔和焊盘补泪滴，对于贴片和单面板一定要加。			
15	将安全间距暂时改为 0.5~1mm，在各布线层放置地线网络的覆铜（尽量用八角形而不是用圆弧来包裹焊盘，最终要转成 DOS 格式文件的话，一定要选择用八角形）。			
16	最后再做一次 DRC，有错则改正。全部正确后存盘。			
17	<p>对于支持 PROTEL99SE 格式 (PCB4.0) 加工的厂家，可在观看文档目录情况下将这个文件导出为一个*.PCB 文件。对于支持 PROTEL99 格式 (PCB3.0) 加工的厂家，可将文件另存为 PCB 3.0 二进制文件，做 DRC 通过后不存盘退出，在观看文档目录情况下将这个文件导出为一个*.PCB 文件。由于目前很大一部分厂家只能做 DOS 下的 PROTEL AUTOTRAX 画的板子，所以下这几步是产生一个 DOS 版 PCB 文件必不可少的：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、在观看文档目录情况下将网络表导出为*.NET 文件，在打开本 PCB 文件观看的情况下将 PCB 导出为 PROTEL PCB 2.8 ASCII FILE 格式的*.PCB 文件； 2、调用 PROTEL FOR WINDOWS PCB 2.8 打开这个 PCB 文件，选择文件菜单中的另存为菜单，并选择 Autotrax 格式，存成一个 DOS 下可打开的文件； 3、用 DOS 下的 PROTEL AUTOTRAX 打开这个文件。个别字符串可能要重新拖放或调整大小。上下放的全部两脚贴片元件可能会产生焊盘 X-Y 大小互换的情况，一个一个调整它们。大的四列贴片 IC 也会全部焊盘 X-Y 互换，只能自动调整一半后手工一个一个改，请随时存盘，这个过程中很容易产生人为错误，PROTEL DOS 版可是没有 UNDO 功能的。假如你先前布了覆铜，并选择了用圆弧来包裹焊盘，那么现在所有的网络基本上都已相连了，手工一个一个删除和修改这些圆弧是非常累的，所以前面推荐大家一定要用八角形来包裹焊盘。这些都完成后用前面导出的网络表作 DRC，Route 中的 Separation Setup 各项值应比 WINDOWS 版下小一些，有错则改正，直到 DRC 全部通过为止。 <p>也可直接生成 GERBER 和钻孔文件交给厂家。</p> 			
18	发 Email 或拷盘给加工厂家，注明板材料和厚度、数量、加工时需特别注意之处等。Email 发出后两小时内打电话给厂家确认收到与否，没收到重发，直至收到。			
19	产生 BOM 文件并导出后编辑成符合公司内部规定的格式。			
20	将边框、螺丝孔、接插件等与机箱机械加工有关的部分导出为 R14 的 DWG 格式文件给机械设计人员。			
21	整理和打印各种文档。			

设计人员签名：_____ 校对人员签名：_____

注：设计和校对栏填以下符号：√：通过； ：不合格；—：忽略。

用 PROTEL99SE 布线的 基本流程

更加详细的说明

一、得到正确的原理图和网络表。手工更改网络表，将一些元件的固定用脚等原理图上没有的焊盘定义到与它相通的网络上，没任何物理连接的可定义到地或保护地等。将一些原理图和 PCB 封装库中引脚名称不一致的器件引脚名称改成和 PCB 封装库中的一致，特别是二、三极管等。

二、画出自己定义的非标准器件的封装库。建议将自己所画的器件都放入一个自己建立的 PCB 库专用设计文件。

三、新建一个 PCB 文件，对于标准板可从其它板或 PCB Wizard 中调入。从其它板调入的方法为：先用复制和粘贴命令拷得文件，或用 Import 命令导入一个文件，然后重命名后打开它，选中并删除所有不一致的东西，留下边框、位置相同的接插件、发光管等，根据原理图更改这些器件的标称和型号，最后清除所有网络（选 Design-Netlist Manager 的 Menu-Clear All Nets）。从 PCB Wizard 中调入的方法为：File-New，选 Wizards 栏的 Printed Circuit Board Wizard，然后按它的提示一步步做下去就可以了。

选 View-Toggle Units 改为公制。再选 Design-Options，改 Visible Grid 的上面一个为 1mm，下面一个为 10mm。点鼠标右键选 Snap Grid 为 0.1mm。一般可只画上禁止布线层来兼作为板子的外形（当用了机械层 1 来表示板子的外形时，外形应以机械层 1 为准，禁止布线层只作为布线时的范围约束条件），含中间的镂空等，就是在禁止布线层画上一些直线和圆弧，构成一个封闭的空间。设置原点（Edit-Origin-Set）。对于将来要自动焊接的板子，应在板上分散放置 3 个参考点焊盘（外径为 1mm，孔径为 0mm）。在需要放置固定孔的地方放上适当大小的焊盘。对于 3mm 的螺丝，可使用 6.5~8mm 外径和 3.2~3.5mm 内径的焊盘。并可在每个焊盘上放上一圈小焊盘。



四、打开所有要用到的 PCB 库文件后调入网络表文件。选 Design-Load Nets，如果有错，一般是器件或引脚丢失，也有可能是原理图中传来的错误，象器件重号（如两个 R13）等，请回到第一步处改正后重来。

有时也会有一些板子是直接从 DOS 版格式的 PCB 文件上略加改进而已，并且原先没有电路图和网络表文件，可按以下方法生成网络表：先导入这个 DOS 文件并打开，选 Design-Make Library 生成方案库，将所有同一器件内焊盘有重名的器件的焊盘名改正，许多 DOS 版 PROTEL 的工程师会将他所画 PCB 封装器件的焊盘全定义为 0，每更正过一种便 UpdatePCB 一次。那些用几个焊盘和几根丝印层的线来表示的器件也做成库文件并替换掉。从 Reports-Board Information 的 Components 处查看有无重号的器件，有则改掉。选

用 PROTEL99SE 布线的基本流程

Design-Netlist Manager 的 Menu-Create Netlist From Connected Copper, 产生一个*.NET 文件, 重命名这个文件(去掉头上的 Generated)。在 PCB 中调入这个网络表文件, 然后选 Design-Netlist Manager 的 Menu-Update Free Primitives From Component Pads, 再选 Tools-Design Rule Check 做 Short Circuit Constraints 和 Un-Routed Nets Constraints 这两项的 DRC。有错的话一般是器件重号或同一器件内有焊盘重名, 可从导航栏的 Browse PCB 的 Browse 栏选 Components, 并从本框和它下方的 Pads 框一起查看, 找出所有错误并更正后清除所有网络, 再从导出网络表处做起, 直到没有错误为止。将几个主要网络重命名为容易理解的名字, 如 GND、VCC、-5、A0、A1、D7、D6、CS3、WR 等等, 再从导出网络表处做起, 正确的话就可以把这个网络表导出与 DOS 文件一起归档存放。接下来根据新的电路要求手工更改网络表, 包括增、删、改器件和网络。最后在 PCB 中删除已删除元件后(建议不要通过靠调入网络表时选中删除不用到的元件来删除元件, 又慢又容易死机, 调入网络表时更新封装尺寸也尽量少用)调入新的网络表文件。

五、元件手工布局。这是整个画线路板过程中最耗时和最难的地方, 应当从机械结构、散热、电磁干扰、将来布线的方便性等方面综合考虑。先布置与机械尺寸有关的器件并锁定这些器件, 然后是大的占位置的器件和电路的核心元件(按功能分块), 再是外围的小元件。

机械结构方面的要求: 外部接插件、显示器件等的安放位置应整齐, 特别是板上各种不同的接插件需从机箱后部直接伸出时, 更应从三维角度考虑器件的安放位置。板内部接插件放置上应考虑总装时机箱内线束的美观。需浸焊板子的较重元器件应尽量分散放置以防止浸焊时板子变形。

散热方面的要求: 板上有发热较多的器件时应考虑加散热器甚至轴流风机(风机向内吹时散热效果好但板子很脏, 所以一般还是向外排风较为多见), 并与周围电解电容、晶振、锗管等怕热元件隔开一定的距离, 竖放的板子应把发热元件放置在板的最上面, 双面放器件时底层不得放发热元件。

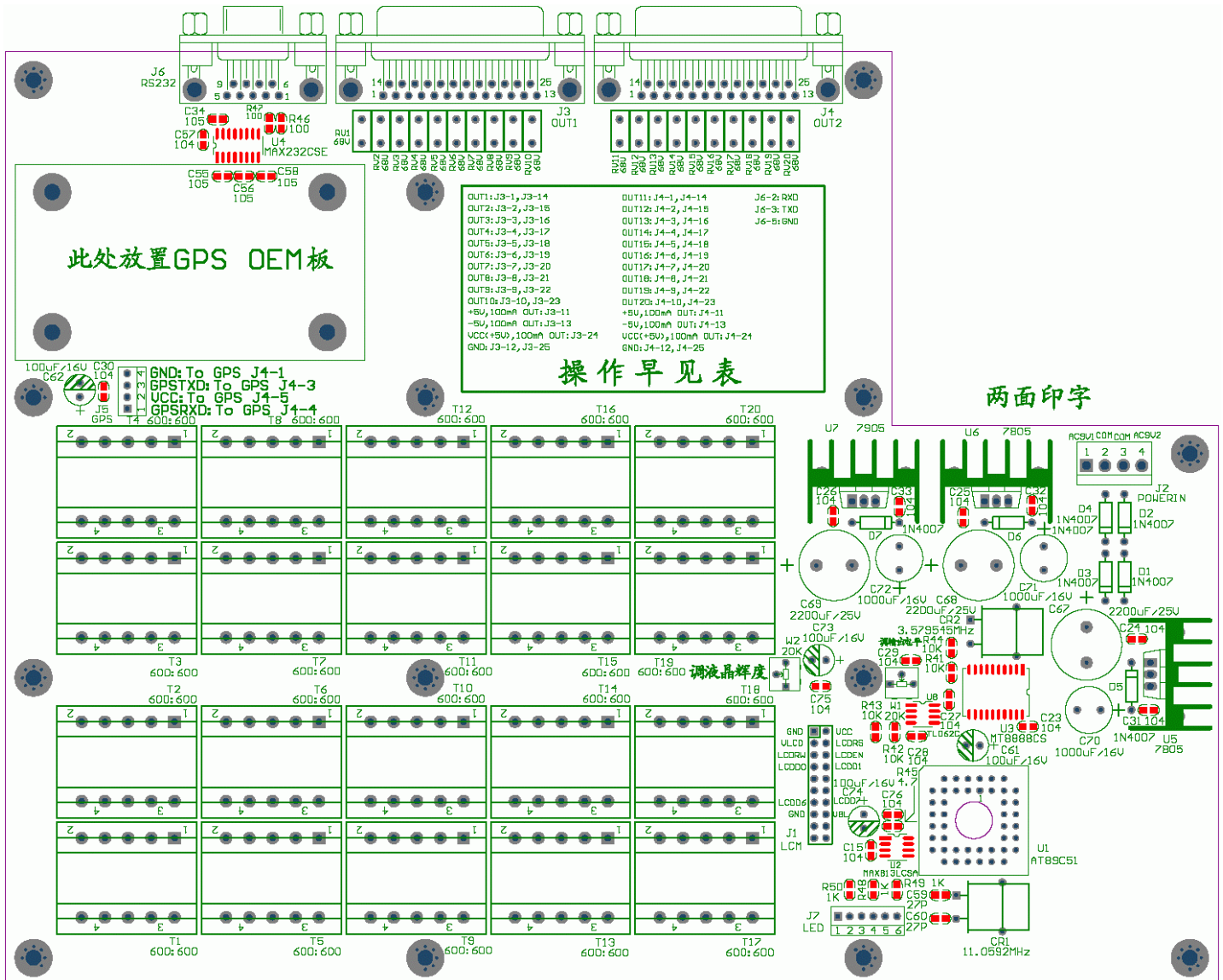
电磁干扰方面的要求: 随着电路设计的频率越来越高, EMI 对线路板的影响越来越显得突出。在画原理图时就可以先加上功能电路块电源滤波用磁环、旁路电容等器件, 每个集成电路的电源脚就近都应有一个旁路电容连到地, 100 个脚以上的 IC 甚至用好几个, 电路的工作频率在 10MHz 以下时一般使用 104 (0.1 μ F) 的电容, 10MHz 以上一般用 103 的电容。器件应尽量按功能分块放置, 一块放好后可用 Tools-Convert-Create Union From Selected Components 建立联合。在不太可能对多个电路功能块之间保证足够的电磁隔离度情况下, 必须考虑用金属屏蔽罩将能量屏蔽在一定的区域内。注意: 金属屏蔽罩下方与线路板相接触处不能有走线, 至少应用绝缘胶带等隔离。有时候用金属屏蔽罩非常有效, 而且常常还是隔离关键电路的唯一解决方案。

用 PROTEL99SE 布线的 基本 流程

其它方面的要求：对于同一个器件用多种封装形式的，可以把这个器件的封装改为第二种封装形式并放好后对这个器件用撤消元件组功能，然后再调入一次网络表并放好新调入的这个器件，有更多种封装形式时依此类推。

对于单面板，器件一律放顶层；双面板或多层板，器件一般放顶层，只有在器件过密时才能把一些高度有限并且发热量少的器件，如贴片电阻、贴片电容、贴片 IC 等放在底层。上图所示板中就有许多器件放在底层，只是没打印它们罢了。由于器件放置时有些是可以上下重叠的（如 DIP40 的集成电路插座下可放置一个直接焊的 DIP20 集成电路），有些器件的封装库边框画得比实际的器件尺寸要略大（如 0805），使得部分器件封装放置时可以有边框相碰甚至有部分重叠，所以，设计规则检查（DRC）里的 Report 和 On-line 这两项的 Component Clearance 一般不选。

放好后用 VIEW3D 功能察看一下实际效果。存盘。下图的顶层布局和标注，可作为一个参考。



用 PROTEL99SE 布线的流程图

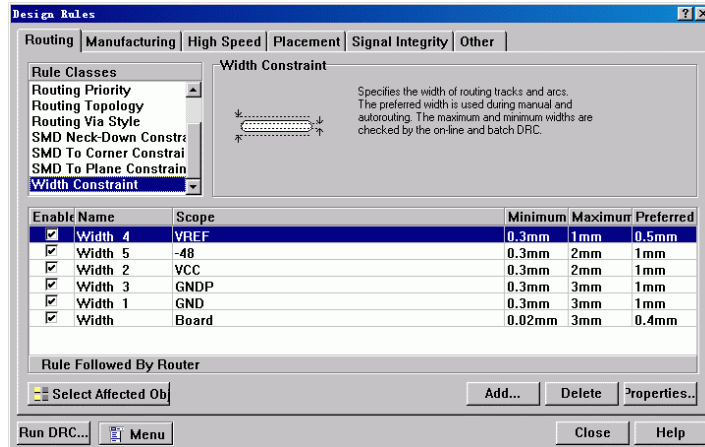
六、根据情况再作适当调整，然后将全部器件锁定。假如板上空间允许，则可在板上放上一些类似于实验板的布线区。对于大板子应在中间多加固定螺丝孔，板上有重的器件或较大的接插件等受力器件边上也应加固定螺丝孔。有需要的话，可在适当位置放上一些测试用焊盘（最好在原理图中就加上）。将过小的焊盘过孔改大。将所有固定螺丝孔焊盘的网络定义到地或保护地等。螺丝孔也可参见上图。放置大的贴片器件的参考点。

七、制订详细的布线规则（象使用层面、各组线宽、过孔、间距、布线的拓朴结构等，部分规则可通过 Design-Rules 的 Menu 处从其它板导出后再导入这块板）。选 Design-Rules，一般需要重新设置以下几点：

- 1、安全间距：Routing 的 Clearance Constraint，它规定了板上不同网络的走线、焊盘、过孔等之间必须保持的距离。一般板子可设为 0.254mm，较空的板子可设为 0.3mm，较密的贴片板子可设为 0.2-0.22mm，极少数印板加工厂家的生产能力在 0.1-0.15mm，假如能征得他们同意，你就能设成此值，0.1mm 以下是绝对禁止的。
- 2、走线层面和方向：Routing 的 Routing Layers，此处可设置使用的走线层和每层的主要走线方向。请注意，贴片的单面板只用顶层，直插型的单面板只用底层。但是多层板的电源层不是在这里设置的（可以在 Design-Layer Stack Manager 中点顶层或底层后用 Add Plane 添加、用鼠标左键双击后设置、点中本层后用 Delete 删除）。机械层也不是在这里设置的（可以在 Design-Mechanical Layer 中选择所要用的机械层并选择是否可视和是否同时在单层显示模式下显示），机械层 1 一般用于画板子的边框，机械层 3 一般用于画板子上的挡条等机械结构件，机械层 4 一般用于画标尺和注释等，具体可自己用 PCB Wizard 中导出一个 PC AT 结构的板子看一下。
- 3、过孔形状：Routing 的 Routing Via Style，它规定了手工和自动布线时自动产生的过孔的内、外径，均分为最小、最大和首选值。其中首选值是最重要的（下同）。
- 4、走线线宽：Routing 的 Width Constraint，它规定了手工和自动布线时走线的宽度。整个板范围的首选项一般取 0.2-0.6mm，另添加一些网络或网络组（Net Class）的线宽设置，如地线、+5 伏电源线、交流电源输入线、功率输出线、电源组等。网络组可以事先在 Design-Netlist Manager 中定义好。地线一般可选 1mm 宽度，各种电源线一般可选 0.5-1mm 宽度，印板上线宽和电流的关系大约是每毫米线宽允许通过 1 安培的电流，具体可参看有关资料。当线径首选值太大，使得 SMD 焊盘在自动布线时无法走通时，它会在进入到 SMD 焊盘处自动缩小成最小宽度和焊盘的宽度之间的一段走线。其中 Board 为对整个

用 PROTEL99SE 布线的流程图

板的线宽约束，它的优先级最低，即布线时首先满足网络和网络组等的线宽约束条件。下图为一个实例。



- 敷铜连接形状的设置：Manufacturing 的 Polygon Connect Style。建议用 Relief Connect 方式，导线宽度（Conductor Width）取 0.3-0.5mm，4 根导线，45 或 90 度。

其余各项一般可用它原先的缺省值，而象布线的拓朴结构、电源层的间距和连接形状、匹配的网络长度等项可根据需要设置。

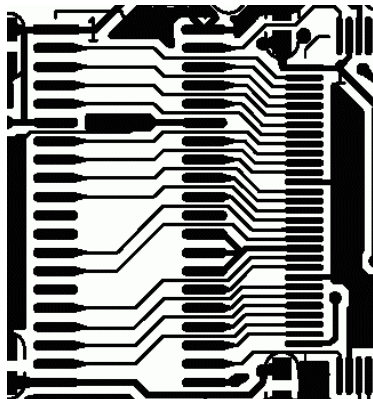
选 Tools-Preferences，其中 Options 栏的 Interactive Routing 处选 Push Obstacle（遇到不同网络的走线时推挤其它的走线，Ignore Obstacle 为穿过，Avoid Obstacle 为阻断）模式并选中 Automatically Remove（自动删除多余的走线）。Defaults 栏的 Track 和 Via 等也可改一下，一般不必去动它们。

在不希望有走线的区域内放置 FILL 填充层（如散热器和卧放的两脚晶振下方所在布线层，象在第五步里所示图中的 U5、U6、U7 的散热器、CR1、CR2 下方的顶层就需放置 FILL，如有其它网络的线从此处穿过则很容易造成短路），要上锡的在 Top Solder 或 Bottom Solder 层的相应处放 FILL。高压器件下方和附近严禁走无关的线，并应在板上高压区内明显处注明高压危险字样，有必要的应开数条隔离槽以减少打火等现象的发生。

八、对部分重要线路进行手工预布线（如晶振、PLL、VCO、小信号模拟电路和一部分较规则的走线等）。注意：所有布线应用 Place-Interactive Routing（交互布线方式）来画线，即放置工具条的第一个图标，而不是用第二个图标的 Place-Line。手工预布线往往是板子能否通过 EMC 检测的关键之一。如果是多层板，且用到了电源层并有多个电源，则可在此时进行电源分割，选 Place-Split Plane 可从一个电源层上割出一个小块来，如从 VCC 上割出一块 -5V 的条形。电源层显示为负片主要是为了布线时能看见它下面的其它各层走线。预布线完成后存盘。一般说来，手工布得越多，板子越好看，但后面的自动布线越难。如果全部用手工布线则可跳过下面的第九步，

用 PROTEL99SE 布线的基本流程

直接进入第十步。下图为一块网桥芯片和它的外部 DRAM 的手工连线图，没有一个过孔，自动布线的话这部分起码会有十来个过孔。



九、选 Auto Route-All，对自动布线功能进行设置，选中除了 Add Testpoints 以外的所有项（特别是选中其中的 Lock All Pre-Route 选项）Routing Grid 可选 1mil 等（自动布线开始前 PROTEL 会给你一个推荐值，可不去理它或改为它的推荐值），此值越小，板越容易 100%布通，但布线难度和所花时间越大，然后按 Route All 按钮开始自动布线。

十、假如不能完全布通，则可手工继续完成或 UNDO 一次（千万不要用撤消全部布线功能，它会删除所有的预布线和自由焊盘、过孔）后调整一下布局或布线规则再重新布线。完成后做一次 DRC，有错则改正。布局和布线过程中若发现原理图有错则应及时更新原理图和网络表，手工更改网络表（同第一步）并重装网络表后再布。

建议大家一切从原理图改起是为了设计的唯一性。尽量不要用 SCH 和 PCB 同步的功能，特别是打开多个 PCB 文件或有未打开的文件将被更新时，一定要用的话，一定要仔细查看同步前的报表和目标文件的变化。

十一、对布线进行手工初步调整（需加粗的地线、电源线、功率输出线等加粗，某几根绕得太多的线重布一下，消除部分不必要的过孔），再次用 VIEW3D 功能察看实际效果。手工调整中可选 Tools-Density Map 查看布线密度，红色为最密，黄色次之，绿色为较松，看完后可按键盘上的 End 键刷新屏幕，红色部分一般应将走线调整得松一些，直到变成黄色或绿色。

十二、切换到单层显示模式下（选中 Tools-Preferences 中 Display 栏的 Single Layer Mode）将每个布线层的线拉整齐和美观。手工调整时应经常做 DRC，因为有时候有些线会断开，而你可能会从它断开处中间走上好几根线。快完成时可将每个布线层单独打印出来以方便改线时参考。其间也要经常用 3D 显示和密度图功能查看。最后取消单层显示模式，存盘。

十三、如果器件需要重新标注，可选 Tools 的 Re-Annotate 并选择好方向后按 OK 钮，并回原理图中选 Tools-Back Annotate 并选择好新生成的那个 *.WAS 文件后按 OK 钮，原理图中有些标号应重新拖放以求美观。全部调完并

用 PROTEL99SE 布线的 基本流程

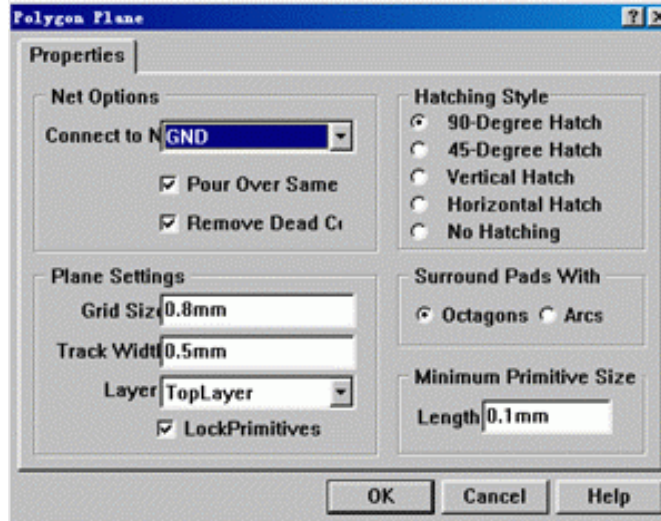
DRC 通过后拖放所有丝印层的字符到合适位置，注意尽量不要放在元件下面或过孔、焊盘上面，对于过大的字符可适当缩小。DrillDrawing 层可按需放上一些坐标 (Place-Coordinate) 和尺寸 (Place-Dimension)。最后再放上印板名称、设计版本号、公司名称、文件首次加工日期、印板文件名、文件加工编号等信息，请参见第五步图中所示。并可用第三方提供的程序来加上图形和中文注释，如 BMP2PCB.EXE 和宏势公司的 PROTEL99 和 PROTEL99SE 专用 PCB 汉字输入程序包中的 FONT.EXE 等。下面说明这两个程序的用法：

- 1、BMP2PCB: DOS 程序，可在 WINDOWS 的 DOS 窗口中进入 BMP2PCB 所在的目录，并直接输入 BMP2PCB 后按回车键来显示使用说明。如输入 BMP2PCB.EXE A.BMP TEST.PCB 1000 1000 4 7<CR>可从 A.BMP 文件生成 TEST.PCB 文件，注意，用来作为转换的 BMP 源文件必须是单色的黑白图形，可用 PHOTOSHOP 等图像处理软件来生成和编辑、转换。生成的 PCB 文件为 DOS 版的 PROTEL 格式，能导入到 PROTEL99SE 中用于拷贝和复制。可用它来放置公司图标等图形文件，也可以利用它和扫描仪来进行电路板的抄板前期工作。
- 2、FONT: 关掉 PROTEL99SE，将整个 FONT 程序包文件拷到 PROTEL99SE 的安装根目录下，将菜单汉化文件 CLIENT99SE.RCS 拷到 WINDOWS 的安装根目录下（原英文菜单文件最好先重命名掉）。然后重新运行 PROTEL99SE 并打开设计的 PCB 文件，选 Place-Chinese 会弹出一个宏势公司的提示框，别理它，从 WINDOWS 的任务栏切换到另一个弹出来的 Advanced Text System 框，在 Text 栏输入汉字，Layer 栏选择放置的层面，下面三个选项不用管它，Font Style 栏选 Vector（向量）会非法操作，选 Outline 为空心字，选 Fill 为实心字，再按 Select 按钮选择字体、样式和大小，后按确定钮，Advanced Text System 处按 OK 钮，最后在宏势公司的提示框按 OK 钮，字大小不合适的话可选新的字体大小重来一遍。把这个汉字放在板外空处并使用 Tools-Convert-Explode Component to Free Primitives 功能打散这个元件。移好每个字的间隙后放到指定的地方。也可以直接在 WINDOWS 下单独运行完 FONT 后导入与它在同一目录下的 HANZI.LIB 文件，里面有你要的汉字可用于放置。

十四、对所有过孔和焊盘补泪滴，补泪滴可增加它们的牢度，但会使板上的线变得较难看。顺序按下键盘的 S 和 A 键（全选），再选择 Tools-Teardrops，选中 General 栏的前三个，并选 Add 和 Track 模式（如果你不需要把最终文件转为 PROTEL 的 DOS 版格式文件的话，也可用其它模式）后按 OK 钮，完成后顺序按下键盘的 X 和 A 键（全部不选中）。对于贴片和单面板一定要加。

用 PROTEL99SE 布线的基本流程

十五、将设计规则里的安全间距暂时改为 0.5~1mm，并清除错误标记。选 Place-Polygon Plane，在各布线层放置地线网络的覆铜（尽量用八角形而不是用圆弧来包裹焊盘，最终要转成 DOS 格式文件的话，一定要选择用八角形）。下图即为一个在顶层放置覆铜的设置举例。



设置完成后再按 OK 扭，画出需覆铜区域的边框，最后一条边可不画，直接按鼠标右键就可开始覆铜，它缺省认为你的起点和终点之间始终用一条直线相连。电路频率较高时可选 Grid Size 比 Track Width 大覆出网格线。

相应放置其余几个布线层的覆铜。观察某一层上较大面积没有覆铜的地方，在其它层有覆铜处放一个过孔，双击覆铜区域内任一点并选择一个覆铜后直接点 OK，再点 Yes，便可更新这个覆铜。几个覆铜多次反复几次直到每个覆铜层都较满为止。将设计规则里的安全间距改回原值。

十六、最后再做一次 DRC，选择其中 Clearance Constraints、Max/Min Width Constraints、Short Circuit Constraints 和 Un-Routed Nets Constraints 这几项，按 Run DRC 扭，有错则改正。全部正确后存盘。

十七、对于支持 PROTEL99SE 格式（PCB4.0）加工的厂家，可在观看文档目录情况下将这个文件导出为一个*.PCB 文件。对于支持 PROTEL99 格式（PCB3.0）加工的厂家，可将文件另存为 PCB 3.0 二进制文件，做 DRC 通过后不存盘退出，在观看文档目录情况下将这个文件导出为一个*.PCB 文件。由于目前很大一部分厂家只能做 DOS 下的 PROTEL AUTOTRAX 画的板子，所以下列这几步是产生一个 DOS 版 PCB 文件必不可少的：

- 1、将所有机械层内容改到机械层 1，在观看文档目录情况下将网络表导出为*.NET 文件，在打开本 PCB 文件观看的情况下将 PCB 导出为 PROTEL PCB 2.8 ASCII FILE 格式的*.PCB 文件；
- 2、用 PROTEL FOR WINDOWS PCB 2.8 打开 PCB 文件，选择文件菜单中的另存为，并选择 Autotrax 格式，存成一个 DOS 下可打开的文件；

用 PROTEL99SE 布线的基本流程

- 3、用 DOS 下的 PROTEL AUTOTRAX 打开这个文件。个别字符串可能要重新拖放或调整大小。上下放的全部两脚贴片元件可能会产生焊盘 X-Y 大小互换的情况，一个一个调整它们。大的四列贴片 IC 也会全部焊盘 X-Y 互换，只能自动调整一半后手工一个一个改，请随时存盘，这个过程中很容易产生人为错误，PROTEL DOS 版可是没有 UNDO 功能的。假如你先前布了覆铜，并选择了用圆弧来包裹焊盘，那么现在所有的网络基本上都已相连了，手工一个一个删除和修改这些圆弧是非常累的，所以前面推荐大家一定要用八角形来包裹焊盘。这些都完成后用前面导出的网络表作 DRC，Route 中的 Separation Setup 各项值应比 WINDOWS 版下小一些，有错则改正，直到 DRC 全部通过为止。

也可直接生成 GERBER 和钻孔文件交给厂家。选 File-CAM Manager，按 Next> 钮，出来六个选项，Bom 为元器件清单表，DRC 为设计规则检查报告，Gerber 为光绘文件，NC Drill 为钻孔文件，Pick Place 为自动拾放文件，Test Points 为测试点报告。选择 Gerber 后按提示一步步往下做，其中有些与生产工艺能力有关的参数需印板生产厂家提供，直到按下 Finish 为止。在生成的 Gerber Output 1 上按鼠标右键选 Insert NC Drill 加入钻孔文件，再按鼠标右键选 Generate CAM Files 生成真正的输出文件。光绘文件可导出后用 CAM350 打开并校验，注意电源层是负片输出的。

十八、发 Email 或拷盘给加工厂家，注明板材料和厚度（做一般板子时厚度为 1.6mm，特大型板可用 2mm，射频用微带板等一般在 0.8-1mm 左右并应该给出板子的介电常数等指标）、数量、加工时需特别注意之处等。Email 发出后两小时内打电话给厂家确认收到与否。

十九、产生 BOM 文件并导出后编辑成符合公司内部规定的格式。

二十、将边框、螺丝孔、接插件等与机箱机械加工有关的部分（即先把其它不相关的部分选中后删除）导出为公制尺寸的 AutoCAD R14 的 DWG 格式文件给机械设计人员。

二十一、整理和打印各种文档。如元器件清单、器件装配图（如第五步里的图就是，并应注上打印比例）、安装和接线说明等。

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>