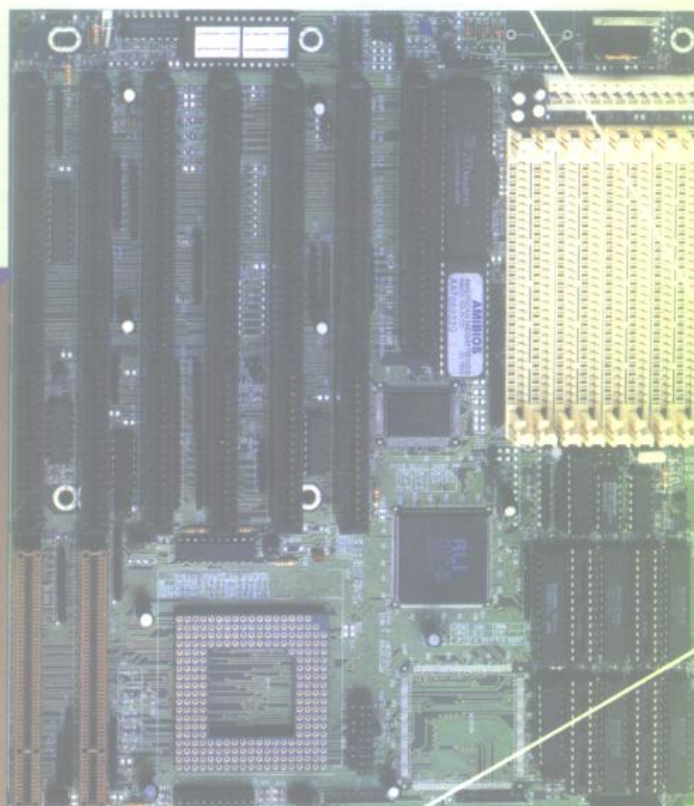


Protel for windows 实用技术

——印刷电路板自动设计

王栓柱 杨志亮 编著

- Windows 环境下
- 最新的软件操作技术
- 独到的布线及输出技巧



西北工业大学出版社

450358

Protel for Windows 实用技术
——印刷电路板自动设计

王栓柱 杨志亮 编著

西北工业大学出版社

1999年4月 西安

(陕)新登字 009 号

【内容简介】 作为大众化的印刷电路板(PCB)设计工具,Protel for Windows PCB 1.5 在保留 Protel (For DOS) AUTOTRAX优点的基础上,对系统功能、兼容性、易用性等方面作了较大的改进。引入全局最优化思想和修改网络功能之后,系统可以很好地进行自动布局和自动布线,并且能达到很高的布通率。

本书按照由浅入深的原则安排章节内容,除了介绍 Protel 新软件的功能和操作之外,还重点介绍了印刷电路板的设计、制作知识。全书内容新颖、实用,可操作性强,是广大印刷电路板设计人员的必备用书,也可供计算机爱好者及其他工程技术人员阅读、使用。

DV53/25/15

Protel for Windows 实用技术

——印刷电路板自动设计

王栓柱 杨志亮 编著

责任编辑 张近乐

责任校对 轩 印

*

© 1999 西北工业大学出版社出版发行

(邮编:710072 西安市友谊西路127号 电话:8493844)

全国各地新华书店经销

陕西省富平印刷有限责任公司印装

ISBN 7-5612-0933-9/TP·121

*

开本:787毫米×1092毫米 1/16 印张:13.375 字数:318千字

1997年2月第1版

1999年4月第3次印刷

印数:15 001—20 000册

定价:19.00元

购买本社出版的图书,如有缺页、错页的,本社发行部负责调换。

前 言

第一次见到 Protel for Windows PCB 1.5 的时候,对它的漂亮界面印象很深。

第一次学着操作 Protel for Windows PCB 1.5 的时候,觉得用起来十分顺手。

第一次试着用 Protel for Windows PCB 1.5 进行了自动布局 and 自动布线之后,就已经感受到了其功能之强大。

第一次用 Protel for Windows PCB 1.5 完成了一个 PCB 设计之后,就已经爱不释手了。

当时,迫切希望对它作进一步的了解,可书店众多的计算机类书籍中,竟无一本书是写它的。无奈,只好操起笔来写一本小册子,将 Protel for Windows PCB 1.5 介绍给同行。

Protel for Windows PCB 1.5 的魅力,全在于它出类拔萃的优异特性。

布局工作是 PCB 设计中最艰苦的工作,因此,设计人员对软件的自动布局功能自然最为关心。在 Protel for Windows PCB 1.5 中,自动布局已经不再是小儿科了,引入了全局最优化的思想之后,Protel for Windows PCB 1.5 的自动布局已经可以达到相当不错的水平,有时,自动布局的结果直接就可以使用。经常用手工布局的同行常常会有这样一个感触:数字电路中去耦电容的布局让人心烦。给集成电路加上去耦电容并不是一件困难的事,但给每一个集成电路都加上一个去耦电容却是一件麻烦的事情。当用上了本书介绍的 Protel for Windows PCB 1.5 之后,您会发现:在设置正确之后,系统进行自动布局时就已经将去耦电容放在了集成电路旁边,不再需要人工干预。

布线是 PCB 设计的另一项艰苦而又重要的工作。Protel for Windows PCB 1.5 之所以受到普遍的好评,与它的布通率高有着很大的关系。在本软件中,由于引入了修改网络的功能,因而自动布线器可以用不同的线宽布不同的网络。系统在进行布线时,不仅可以重布已经布好的线,而且可以按照预定的次数反复进行此项工作,以提高布通率,并得出最优的结果。优化思想在自动布线过程中被发挥得

淋漓尽致。

DRC (Design Rule Check) 校验能为用户的 PCB 设计把好质量关。Protel for Windows PCB 1.5 的 DRC 校验项目繁多, 足够一般用户使用。当设计人员在 PCB 设计图上直接看到出错之处并且可以快速将光标移去修改的时候, 该是多么方便的事情。

即使仅仅就这 3 个优点, 就已经解决大问题了, 也已经值得去学习、使用了。事实上, Protel for Windows PCB 1.5 的以下几个特点也是很吸引人的:

1. 如果原理图设计时忘记给某个元器件填入封装名, 那也没有太大关系, 只要在文件 PFW.XRF 中能找到该元器件的名称或参数值, 系统同样可以正确无误地自动调入该元器件的封装。对于不太熟悉元器件封装的设计人员来说, 这无疑是个福音。

2. 系统可以用自动定时备份的文件覆盖当前的 PCB 设计, 可以保存多个自动定时备份的文件, 这彻底解决了突然掉电的问题, 而且操作起来又相当简单。

3. 系统进行自动布局时, 设计人员还可以同时进行其它的 PCB 设计。自动布局的这个后台工作特性可以说是充分发挥了计算机的作用, 进一步提高了工作效率。

4. 测量 PCB 设计图上任意两点间的距离是 PCB 设计的一个小工具, 将两点间的距离值放在 PCB 设计图上无疑对结构设计有很大的帮助, 这些在 Protel for Windows PCB 1.5 中都是轻而易举的事情。

在 Protel for Windows PCB 1.5 中还有一些有效的改进。有些改进很不起眼, 但确实给 PCB 设计带来了很大的方便, 这些在学习 Protel for Windows PCB 1.5 的过程中都会有所体会, 学得越深入, 体会也越深。

本书按照循序渐进的原则安排章节内容, 在说清问题的基础上力求简捷, 这既是为了提高读书的效率, 也是为了让读者少花钱, 因而, 本书前面章节的内容介绍得较详细, 越往后介绍得越简单。

本书前两章是基础知识, 可以说是专为初学者写的, 当然, 有些内容也是用来提高 PCB 设计水平的理论性知识。其中, 主要介绍了 Protel for Windows PCB 1.5 的性能、界面、操作方法以及印刷电路板设计的基础知识, 有关 Windows 操作系统的基本知识放在了附录 A 中介绍, 供需要时查阅。

第 3 章主要介绍了系统的工作环境及设置方法。本章的内容相对独立, 也可以在学习第 4 章的过程中按需要查阅。

第 4、第 5 两章讲述 PCB 设计方法, 其中第 4 章主要是手工设计, 第 5 章是自动设计。这两章的内容是全书的重点, 也是 Protel for Windows PCB 1.5 的核心内容, 要认真地学习。

PCB 设计的后处理工作安排在第 6 章讲述, 其中主要是输出 PCB 的内容。

第 7 章的库操作是一个相对独立的内容,可以先花时间学习 PCB 设计的内容,在必要的时候再去学习它。

在第 8 章中介绍了系统的提示信息、帮助菜单及其使用方法。至于帮助的内容,留给用户自己在计算机上去查阅。

本书的几个附录力图做成资料,供用户在学完全书内容之后查阅,其中,有关图标的内容将在附录 C 中介绍。

由于集成电路制造业一直使用英制单位,有关软件也大多由国外引进,因而,在进行电子线路设计时使用英制单位比较方便,误差也小。将英制单位换算为法定的计量单位并不是一件困难的事,但势必产生一些误差,这种误差有时是不可忽略的。因此,本书在介绍 Protel for Windows PCB 1.5 设计软件的使用方法和印刷电路板的设计实例时,仍采用英制单位,在此特作说明。

本书在写作过程中,得到了西安铁路工程职工大学的刘月英同志和郭虹同志极大的关心和支持,番禺市建设银行计管科的熊运盛同志在大学毕业前为本书的写作翻译了部分参考资料,在此一并表示衷心的感谢。

西安电子科技大学的王栓柱同志编写了本书的第 1,2,4,5,6 章及附录 B,E,F,西安铁路工程职工大学的杨志亮同志编写了本书的第 3,7,8 章和附录 A,C,D。全书由王栓柱同志统稿。由于作者水平有限,布线经验又难以更准确地表达,因此书中不足之处在所难免,欢迎广大读者不吝指正。

编 著 者

1997 年 1 月于西安

目

录

第 1 章 Protel for Windows PCB 1.5 概述	1
§ 1.1 系统性能概述	1
§ 1.2 系统文件介绍(系统文件清单)	2
§ 1.3 系统界面简介	3
§ 1.4 系统操作简介	4
第 2 章 印刷电路板设计基础	6
§ 2.1 印刷电路板设计的基本过程	6
§ 2.2 电路板设计基本概念	8
§ 2.3 网络与网络表	10
§ 2.4 元件布局	16
§ 2.5 布线(手动布线与自动布线)	17
第 3 章 系统工作环境设置	20
§ 3.1 当前状态的浏览与修改——Current	20
3.1.1 焊盘类型选择——Pad Type	21
3.1.2 线宽设置——Track	22
3.1.3 过线盘参数设置——Via	24
3.1.4 元器件文字说明——Component Text	26
3.1.5 自由文字参数设置——Free Text	28
3.1.6 定位栅格设置——Snap Grid	28
3.1.7 可视栅格的设置——Visible Grid	29
3.1.8 当前工作层面设置——Layer	30
§ 3.2 选项操作——Options	31
3.2.1 层面设置——Layers	32
3.2.2 按个人意愿设置系统操作——Preferences	35
3.2.3 图形显示设置——Display	38
3.2.4 连线方式——Track Mode	38
§ 3.3 视窗缩放——Zoom	39

§ 3.4 窗口设置——Window	41
第 4 章 印刷电路板设计的基本操作	43
§ 4.1 编辑 PCB 图——Edit	43
4.1.1 放置图形——Place	44
4.1.2 图形对象的选择操作——Select, De - Select, Toggle Selection	56
4.1.3 对已选择了的图形对象实施处理	59
4.1.4 删除图形对象的操作——Delete	63
4.1.5 移动图形对象的操作——Move	64
4.1.6 修改图形对象——Change	67
4.1.7 Edit 菜单中的其它操作	85
§ 4.2 管理 PCB 文件——File	88
4.2.1 打开新的工作窗口——New	89
4.2.2 打开 PCB 文件——Open	89
4.2.3 关闭窗口——Close	89
4.2.4 存储 PCB 文件——Save, Save As, Save All	90
4.2.5 恢复自动备份文件——Restore Backup	91
4.2.6 运行原理图编辑软件——Run Schematic Capture	91
4.2.7 退出 PCB 设计——Exit	91
第 5 章 Protel for Windows PCB 的自动设计	92
§ 5.1 网络表操作之一——自动布线的预备工作	92
5.1.1 装入和清除网络表——Load & Clear	93
5.1.2 显示/隐藏网络飞线——Show/Hide Connections	95
5.1.3 识别飞线的网络名——Identify	96
5.1.4 求网络飞线总长——Length	97
5.1.5 编辑/修改网络——Edit Net	97
5.1.6 优化网络表——Optimize	99
5.1.7 电源层操作——Power Planes	100
5.1.8 绝缘间隔设置——Clearances	101
§ 5.2 自动功能——Auto	102
5.2.1 自动布局——Auto Place	103
5.2.2 布局工具——Placement Tools	107
5.2.3 将组件移至栅格点上——Move To Grid	109
5.2.4 用彩色图显示飞线密度——Density	110
5.2.5 利用飞线的手工布线——Manual Route	110
5.2.6 自动布线——Auto Route	110
5.2.7 自动布线器参数设置——Setup Auto Route	114
5.2.8 取消布线——Un - Route	116

§ 5.3 网络表操作之二——自动检查及网络表输出	117
5.3.1 设计规程校验——Design Rule Check	117
5.3.2 绝缘间隔检查——Clearance Check	118
5.3.3 输出网络表和生成网络表——Export & Generate	119
第 6 章 整理及输出 PCB 图	120
§ 6.1 给组件重新编号——Re - Annotate	120
§ 6.2 生成各种报告——Reports	123
§ 6.3 将处于选择态的图形对象输出到磁盘文件——Export Selection	132
§ 6.4 DXF 文件输出——DXF	132
§ 6.5 用打印机输出 PCB图——Print	133
§ 6.6 用笔式绘图仪输出 PCB 图——Pen Plot	139
§ 6.7 输出与调入 Gerber 光绘文件——Gerber	143
§ 6.8 输出数控钻床用的钻孔文件——NC Drill	148
第 7 章 库操作	149
§ 7.1 组件库管理——Components	150
§ 7.2 恢复组件的原始态——Un - Group	153
§ 7.3 焊盘库管理——Pad Types	153
§ 7.4 光绘孔径库管理——Apertures	155
第 8 章 提示及帮助信息	158
§ 8.1 提示信息——Info	158
§ 8.2 帮助——Help	164
附 录	166
附录 A Windows 操作系统简介及 Protel for Windows PCB 1.5 的启动与退出	166
附录 B 命令索引	175
附录 C 工具条图标	182
附录 D 元器件型号与其封装(PFW, XRF)	184
附录 E 错误信息	187
附录 F 封装库	192
参考文献	204

第 1 章 Protel for Windows PCB 1.5 概述

印刷电路板(Printed Circuit Board, 即 PCB)设计是将电路原理设计变成现实的必由之路。随着计算机软硬件技术的飞速发展,这项费时费力的工作,特别需要计算机 CAD 技术的帮助。在众多的电子线路设计 CAD 软件中,Protel 设计软件以其简单、易学、实用的特点成为众多的普通电路设计人员的首选工具软件。

作为大众化的电子线路计算机辅助设计软件,由 80 年代末的 Tango 到 90 年代初的 Protel,直到当今的 Protel for Windows,经历了一个不断升级换代的过程。伴随着软件功能的不断增强,电子线路设计人员的设计手段不断加强,设计质量和设计效率得到了大幅度提高。

Tango 软件包是美国 Accel Technology 公司于 80 年代末推出的,它由电路原理图设计软件 Tango-Schematic 和印刷电路板设计软件 Tango-PCB 组成,这两部分软件可以单独使用,也可以组合使用。由于 Tango 软件包简单实用,对计算机软硬件的配置要求不高,所以受到广大电子线路设计人员的青睐,曾经是中国大陆最为流行的热门软件之一。

Protel(DOS)是澳大利亚 Protel 公司于 90 年代初开发的电子线路辅助设计软件包,该软件继承了 Tango 简单、实用的优点,并改善了用户界面,提供了下拉式菜单和可定义宏指令热键,支持鼠标操作,并且首次提供了自动布线功能。因此,可以说 Protel 是 Tango 的第二代产品。

90 年代以来,Windows 成为举世公认的优秀的工作环境,电子线路设计人员纷纷“移民”于 Windows。在这种情况下,澳大利亚 Protel 公司不失时机地推出了第三代电子线路辅助设计软件 Protel for Windows。该软件不仅继承了 DOS 版本 Tango 和 Protel 的全部优点与功能,而且在功能上有了本质的飞跃。

Protel for Windows 包括电路原理图设计软件包(Protel Schematic)和印刷电路板设计软件包(Protel PCB)。在溶入了全局最优化思想之后,Protel for Windows PCB 自动布局结果已可以直接使用,而对布局较合理的 PCB 设计来说,自动布线的布通率在 99% 以上。

本书介绍 Protel for Windows PCB 1.5 的使用方法及相关问题,在以后的叙述中我们将不再强调软件的版本。

§ 1.1 系统性能概述

Protel for Windows PCB 1.5 的安装文件装在两张 1.2MB 的磁盘上。安装时只需在 Windows 环境下运行它的安装文件即可。它对系统的硬件配置要求不高,但其功能却很强,是一个

货真价实的超级电路板设计软件。Protel for Windows PCB 1.5 的性能指标和主要特点是：

(1) Protel for Windows PCB 1.5 是一个 32 位的设计系统,系统分辨率为 0.001 mil (0.000 001 inch)。所有计算和存储的尺寸精度都是 0.001 mil,所有用户可定义尺寸的精度也都是 0.001 mil(例如:栅格、线宽等),所有数据坐标和尺寸都是以 000 000.000 mil 或 00 000.000 00 mm 的格式存储。

注:mm(毫米)是公制单位,1 mm 等于 0.001 m(米);mil(密尔)是英制单位,1 mil 等于 0.001 inch(英寸),1 inch 等于 25.4 mm。

(2) PCB 板最大尺寸为:100 in. × 100 in. (2 540 mm × 2 540 mm)。

(3) 提供的敷铜层面有上层面、下层面、14 个中间层、4 个电源/地线层。

提供的非敷铜层面有 1 个禁止布线层、上下丝印层、4 个机械层。

另外可以生成的层面有上下阻焊层、上下阻粘层、钻孔图层等。

(4) 窗口缩放能力从 320:1 到 1:125。

(5) 线宽为:0.001 mil ~ 255 mil。

(7) 走线方式包括:任意角度走线、90°走线、45°走线、圆弧走线。

(8) 光标形状有大十字光标、小十字光标、45°交叉线光标。

(9) 最大字符串高度是 1 000 mil。

(10) 最小字符串高度是 0.012 mil。

(11) 提供在线 DRC 功能,并且可以将绝缘间隔不符合要求的地方直接在设计图上标识出来。

(12) 在设计视窗上提供工具条、状态行和滚条协助操作。

(13) 不用退出 PCB 设计就可以直接运行 Protel for Windows 的原理图设计软件。

(14) 与原理图的后向注释功能相结合,可以对元器件进行重新编号。

(15) 可以直接调入 PADS 的 PCB 设计、AUTOTRAX 的 PCB 设计。

(16) 可以按 CSV (Comma Separated Values) 或 PROTEL 格式生成报告。CSV 格式的报告文件可以被绝大多数的表格软件和数据库软件使用。

(17) 溶有全局最优化思想的自动布局使布局接近实用。

(18) 5 个级别的自动布线器可以更加准确地按用户意愿完成布线工作。

§ 1.2 系统文件介绍(系统文件清单)

安装 Protel for Windows PCB 软件包后,在安装目录下包含有下列文件:

PFW.EXE	Protel for Windows 的应用程序
PFW.HLP	在线帮助文件
PFW.LIB	组件封装库文件
PFW.XRF	元器件型号与封装对照表(参见附录 D)
PFW.PAD	焊盘库文件
DEMO1.PCB	小 PCB 文件例子(未布线)
DEMO2.PCB	大 PCB 文件例子(未布线)
RDEMO1AP.PCB	小 PCB 文件例子(自动布局且已自动布线)

RDEMO2AP.PCB	大 PCB 文件例子(自动布局且已自动布线)
DEMO1.NET	小 PCB 文件的网络表
DEMO2.NET	大 PCB 文件的网络表
README.TXT	自述文件

§ 1.3 系统界面简介

Protel for Windows 工作于西文版或中文版 Windows 3.X 操作系统,附录 A 中简要介绍了有关 Windows 的基本操作,更详细内容请参阅有关书籍。

在 Windows 操作系统下启动 Protel for Windows PCB 后,进入 PCB 设计系统的操作界面,如图 1.1 所示。

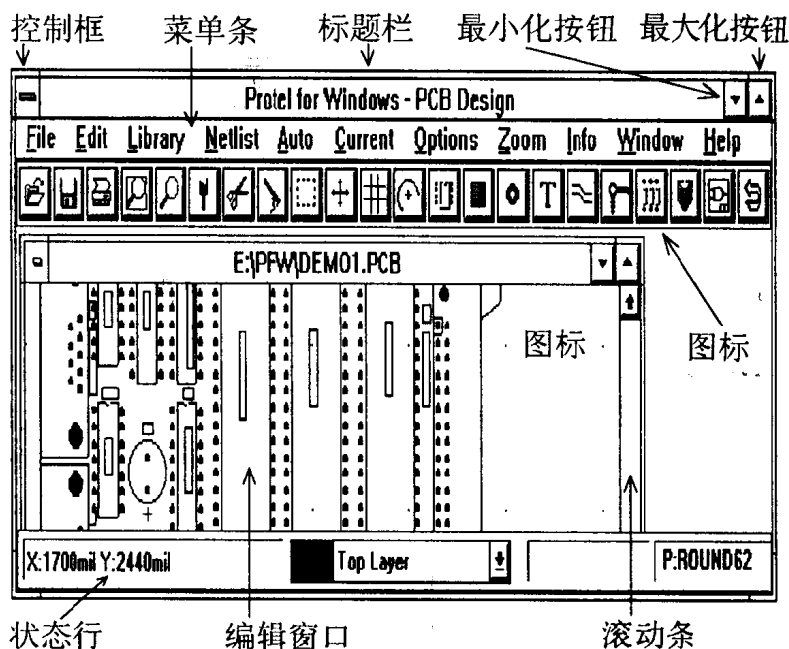


图 1.1 系统操作界面

图 1.1 所示的系统操作界面中的内容从上到下依次是:

(1) 第一行左边的图标叫控制框,按下后弹出控制菜单,框内的内容包括:

- ① 还原:最大化或最小化显示窗口时用于还原。
- ② 移动:用于移动“复原”的窗口。
- ③ 大小:用于调节“复原”窗口的大小。
- ④ 最大化:最大化操作。选择后应用程序占据全部屏幕。
- ⑤ 最小化:最小化操作。选择后应用程序缩成图标。
- ⑥ 关闭:退出系统的操作。
- ⑦ 切换到:激活其它应用程序。

第一行中间是标题栏,显示着应用程序的标题。

第一行右边靠左的图标是最小化图标。

第一行右边靠右的图标是最大化图标或“复原”图标。按下后应用程序占据全部屏幕或主要的屏幕。

(2) 菜单栏一般占据第二行的位置。当处于“复原”状态的窗口被调节得很窄时,主菜单可能占据两行或多行。

(3) 菜单栏下的一行是用于快速操作的工具条图标。工具条图标可以关闭。

(4) 在图标下或主菜单下是编辑窗口及滚条,滚条也可以关闭。

(5) 最后一行是状态行。状态行也可以关闭。

§ 1.4 系统操作简介

Protel for Windows PCB 的操作方法较多(较详细的操作方法请参见附录 A),概括起来大致可以分成下列几类:

1. 用鼠标操作菜单

将鼠标定位在主菜单上,单击鼠标左键,待系统弹出菜单后,再用鼠标定位在要选择的操作选项上,单击鼠标左键。

或者,将鼠标定位在主菜单上,按住鼠标左键,待系统弹出菜单后,向下拖动光标条至要选择的操作选项上,松开鼠标左键即可。如果还有下级菜单,在拖动光标条至要选择的选项上后,横向移动鼠标,即可拖出下级菜单,至要选择的选项上后,再松开鼠标左键。

2. 用键盘操作菜单

按下 Alt 键之后,菜单被激活,再按向下和左右的方向键,即可在弹出的菜单上移动光标条,至要选择的操作上后,按下 Enter 键即可。在弹出的菜单中可以看到,每一个描述选项的文字栏目中,总有一个字母下面有一个短的下划线。按下该字母键,同样完成选择操作。

还可以用“Alt+字母键”的方法激活主菜单中各选项菜单。这里所说的字母键是指主菜单名字中有短下划线的字母。

3. 用图标操作

当图标处于打开状态的时候,可以用鼠标单击图标的方法来选择某些操作。Protel for Windows PCB 提供的 24 个图标对应着 24 个常用的操作(见附录 C)。

4. 快捷键操作

所谓快捷键指的是跳过菜单直接用若干个字母键来快速选择操作的一种方法。例如,要选择修改组件的操作,用快捷键来实现,只要依次按下 E 和 C 即可。而要用菜单方式选择该操作,则要依次按下 Alt+E, H, C。

本书在介绍相应内容时再详细介绍相应的快捷键。

5. 热键操作

所谓热键指的是在进行某种操作的过程中,按下某个键,就可以修改某些参数或定位光标。例如:在放置线条时,按下 Tab 键就可以首先执行修改线条宽度的操作,并且修改线条宽度的操作不影响放置线条的操作。

Protel for Windows PCB 提供的热键主要有以下几个:

Tab:用于修改参数

- J:用于光标跳转
 - G:用于修改定位栅格的尺寸
 - Q:用于英制和公制单位的转换
 - R:用于查找
 - Z:用于视窗缩放
 - X:用于图形的左右镜像
 - Y:用于图形的上下镜像
 - PgUp:用于放大视窗
 - PgDn:用于缩小视窗
 - Home:用于以光标所在处为中心重画屏幕
 - End:刷新屏幕
 - + :切换层面
 - :切换层面
 - * :在敷铜层面范围内切换层面
 - 空格键:对图形对象作 90° 旋转或切换走线方式
6. 双击鼠标左键

当光标指在某一个图形对象上,而且未作任何操作选择时,双击鼠标左键,可以进行修改图形的操作,这是 Protel for Windows PCB 为修改图形对象设计的一个快速操作。

第 2 章 印刷电路板设计基础

由于电路板的生产代价、调试成本、产品可靠性等与设计有着密切的关系,所以设计印刷电路板时,不仅要熟悉所用的 CAD 工具软件,还要知道相关的一些生产知识,有时还要了解到生产厂家的一些基本情况,这样,生产出来的电路板才能保持设计原貌。

本章主要介绍一些印刷电路板设计的基本知识,供初学者参考。

§ 2.1 印刷电路板设计的基本过程

印刷电路板设计是一个辛苦、繁重、耗费精力而又细致的工作,要经过几个过程才能最后完成。在实际的设计过程中,要经常修改电原理图,重复前面已做过的工作,才能得到较理想的结果。以笔者设计电路板的经验,电路板的设计过程大致可以划分为下列几个步骤。

1. 设计电原理图

设计电原理图,是印刷电路板设计的第一步。只有依据正确的电原理图,才能设计出正确的 PCB 图。用电路设计软件进行电原理图设计的最大优点是修改方便。现在,电路板设计软件很多,均可拿来使用。当然,用配套的软件进行电原理图设计和 PCB 设计,往往会有许多方便之处。电原理图设计要经过反复核对、修改,才能确保设计出的电原理图正确无误。

用计算机制图是非常重要的,这是充分利用计算机进行 PCB 设计的第一步。

与 Protel for Windows PCB 配套的 Protel for Windows SCH 可以绘制多张、多层电原理图,可以输出多种格式的网络表,支持电路仿真和 Pspice,是一种很好的电原理图设计软件。

2. 生成网络表

网络表中包含有元件描述和电连接关系的描述,是 ASCII 码文件,是 PCB 设计软件与原理图设计软件的接口。网络表文件可以由 CAD 软件根据电原理图自动生成,也可以用文字编辑软件编辑。当然,由于电原理图比网络表文件直观、易读且修改方便,因而在实际工作时,绝大多数的网络表是用 CAD 软件自动生成的。

3. 启动并设置 PCB 设计软件

对于第一次启动 PCB 设计软件,了解并设置其工作环境是很重要的。通过设置工作环境,可以将元件布局参数、布线参数、板层参数、界面等设置成个人习惯(喜爱)的方式。以后再启动 PCB 设计软件时,只作必要的参数修改即可。

Protel for Windows 的 PCB 设计软件中可以设置成“保存环境参数作为默认参数”的方式。这样,修改后的环境设置参数在下次启动时依然有效。

4. 布局

布局就是将组件放在合适的位置,以后在布局结果上进行布线。布局是印刷电路板设计的一个非常重要的环节。布局的好坏,不仅影响布通率,甚至可能会影响电路板的性能。

这一步,首先应该有一个大致的规划,比如:电路板做多少层,板子大致多大,板子的大致形状,接插件的位置等。这些都在一定程度上影响着布局。

要高效率地布好局,首先要根据自己对电路板尺寸、形状、接插件位置、电路原理以及布板的某些特殊要求等已经知道的约束条件,在纸上作一个草略的布局,以指导在计算机上进行布局。

利用网络表,由 CAD 软件自动地装入元器件封装图形之后,用 CAD 软件也可以进行自动布局。自动布局的结果一般不会太理想,经常需要手工再作一些调整。

复杂电路的布局往往需要反复修改,甚至有可能在布线快结束时由于某些问题,还要回过头来修改布局。布局是电路板设计中很费精力的事情,要认真、耐心地对待。

5. 布线

布线就是在 PCB 设计图上通过放置线条来实现元器件引脚间的电连接,完成电路设计所预定的功能。这是 PCB 设计的另一项重要任务。布线的好坏,有时也会对电路性能产生明显的影响。

放置线条的工作由手工完成的,称为手工布线;由计算机完成的,称为自动布线。手工布线效率低,但效果较好;自动布线效率高,效果较差。

Protel for Windows 的 PCB 设计工具中的自动布线工具非常先进,布线水平已接近手工布线。由于可以设定自动布线时各网络所用的线宽和布线优先级,更适合于单层和双层板的自动布线。善于利用,将会收到事半功倍的效果。

6. 设计规程校验

设计规程校验(Design Rule Check,即 DRC)是由计算机按照网络表及设计参数对 PCB 板进行的自动校验检查。通过了 DRC 校验的 PCB 设计图,原则上就可以送去制作电路板了。没有通过 DRC 校验的 PCB 设计,要通过分析校验结果来决定是修改电路板设计还是可以去制版。由计算机进行的 DRC 校验,代替了人工检查 PCB 设计,为 PCB 设计把了一个关,一定要善于使用。在 Protel for Windows 的 PCB 设计软件中进行的 DRC 校验不仅可以生成校验报告,而且可以在 PCB 设计图上将校验未通过的地方标示出来,使修改更直观、方便。

7. 输出调整(字符)

在 PCB 布局时,随组件放置在 PCB 设计图上的元件描述字符往往交叉叠套在一起。如果不经调整就去制作电路板,制作出的电路板上的字符就有可能分辨不清,丧失了字符层的意义。要发挥字符层的意义,就要在 PCB 设计的大部分工作结束后,通过移动字符串的操作,将字符串移到合适的位置,以合适的方向放置,并且将字符的大小调整到合适的尺寸。当然,如果不需要字符层,也可以省略这一步。

8. 存储与输出 PCB 图

无论在何时退出 PCB 编辑软件,均应将结果保存起来!

以笔者的工作经验,在 PCB 板未完成之前,应保留每一次认为可能有价值的中间结果。这样,在一定程度上可以减少工作损失,减少返工的次数,提高工作效率。

通过了 DRC 校验的 PCB 设计,就可以输出制板了。输出的方式有 3 种:打印机、绘图仪和

光学绘图机输出。在输出的方式选择上,要结合电路板生产厂家的设备和工艺情况。一般情况下,打印机、绘图仪输出的黑白图,厂家要用工业照相机翻拍成胶片之后才能用来制作线路板,因而要输出 4:1 或 2:1 的图纸。光学绘图机则接受磁盘文件。

制板时,要根据生产厂家制板的工艺提出自己的一些要求,其中较重要的是阻焊扩大值。一般地,光固阻焊膜较为精确,阻焊扩大值可以小些;热固阻焊膜由于采用丝网印刷方式,边缘不够光滑,扩大值可以适当地大些。虽然这些事情一般是由厂家依据工艺而定,但对于布线密集度较高的 PCB 板,还是应该要求阻焊扩大值小些,这样,可以减少焊接时的粘连故障。

再一个需要注意的问题是钻孔尺寸。对于有数控钻床的厂家,只要将核对过的钻孔尺寸生成钻孔文件交给厂家即可。对于没有数控钻床的电路板生产厂家,则必须要输出一张钻孔图纸,分类或逐一地将孔径标注出来。目前,厂家接收的孔径尺寸一般是指成孔尺寸,即金属化后的最终直径尺寸。钻孔尺寸(未金属化的尺寸)一般比成孔尺寸(孔化后的尺寸)大一些,交付厂家制板时要问清、明确,以免孔小了之后元器件插入困难,带来不必要的麻烦。

§ 2.2 电路板设计基本概念

初次设计电路板时,首先要对电路板有一个初步的了解。一般概念中的电路板,是指在绝缘板基上通过附着的铜箔线条实现元器件引脚间的电连接。设计任务就是设计出铜箔的图形,以使电子元器件之间的连接关系正确,实现预定的电路功能。通常,绝缘的板基可以是纸质板、环氧树脂板、介质板或其它复合材料板。制出的电路板有硬质电路板和柔性电路板之分,板基也有厚薄之分。

本节主要对 PCB 板设计中用到的一些基本概念作简单的解释,以供初学者进行电路板设计时参考。

1. 板层(Layer)

印刷电路板可以由许多层面构成。板层分为敷铜层和非敷铜层,平常所说的几层板是指敷铜层的层面数。一般地,在敷铜层放置焊盘(对应元件引脚)、线条等完成电连接;在非敷铜层放置元件描述字符或注释字符等。还有一些层面(如禁止布线层)用来放置一些特殊的图形来完成一些特殊的功能或指导生产。

敷铜层一般包括上层(又称元件面)、下层(又称焊接面)、中间层和电源层等。非敷铜层包括机械层、阻焊层、阻粘层、丝印层、禁止布线层等。设计电路板时经常会在各层面之间转换,以进行不同的设计,这种转换在敷铜层之间尤其频繁。

2. 焊盘(Pad)

焊盘用于固定元器件引脚或引出连线、测试线等。Protel for Windows PCB 中的焊盘有圆形、矩形等多种形状。焊盘的参数有 X 方向尺寸、Y 方向尺寸、钻孔孔径尺寸等。Protel for Windows PCB 当然支持采用表面贴装器件进行的电路板设计,因而还有单面焊盘(SMD)。焊盘在组件中是有序的,其顺序用焊盘编号来区分。焊盘编号可以是数字,也可以是字符串,焊盘编号又叫焊盘名。

3. 过线盘(Via)

布两层以上的板子时,往往要连通两个层面上的铜箔线。将两个层面之间的线条连接在一起的“线条”就是过线盘。过线盘的参数主要有盘的外径和钻孔尺寸,形状只有圆形。随着制板