

Protel DXP 2004

电路设计与仿真教程

李秀霞 郑春厚 等编著



北京航空航天大学出版社

TN410.2/130

2008

Protel DXP 2004 电路设计与仿真教程

李秀霞 郑春厚 等编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书从实用角度出发,全面介绍了 Protel DXP 2004 的界面、基本组成和使用环境等,着重讲解了电路原理图的绘制和印制电路板的设计方法,并对电路的仿真和 PCB 的信号完整性分析进行了详细介绍。全书图文并茂,使用了大量的实例,以便使读者快速掌握 Protel DXP 2004 的设计方法。

本书主要面向从事电路板制作的人员,及对电路板设计感兴趣的电子爱好者。同时,该书也可作为大学或职业学校相关专业的教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

Protel DXP 2004 电路设计与仿真教程/李秀霞等编著.

北京:北京航空航天大学出版社,2008.3

ISBN 978-7-81124-293-5

I. P… II. 李… III. 印刷电路—计算机辅助设计—应用软件, Protel DXP 2004—教材 IV. TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 018491 号

© 2008,北京航空航天大学出版社,版权所有。

未经本书出版者书面许可,任何单位和个人不得以任何形式或手段复制或传播本书内容。
侵权必究。

Protel DXP 2004 电路设计与仿真教程

李秀霞 郑春厚 等编著

责任编辑 王 鹏 张冀青

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail:bhpress@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787 mm×960 mm 1/16 印张:19.25 字数:431 千字

2008 年 3 月第 1 版 2008 年 3 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 978-7-81124-293-5 定价:33.00 元

前言

随着信息技术的蓬勃发展,EDA 技术设计思想已渗透到中小型企业及各相关大专院校之中。Protel 就是一套建立在 PC 环境下的 EDA 电路集成设计系统。Protel DXP 2004 是 Altium 公司的 Protel 最新版本,它全面继承了以往 Protel 软件的功能,优化了设计浏览器平台,并具备了许多先进的设计特点,为用户提供了全新的电路设计方案。Protel DXP 2004 将设计从概念到完成所需的全部功能合并在一个应用产品中,利用 Protel DXP 2004,可以完成从原理图设计到 PCB 板级设计的整个过程,并且可以实现 VHDL 和 FPGA 设计。

本书从实用角度出发,以丰富、专业的电路实例为基础,由浅入深,循序渐进地讲解了从基础的原理图设计到复杂的印制电路板设计与应用。同时注重与 Protel 老版本的联系,便于熟悉 Protel 老版本的设计者利用自己的设计原件库。

全书共分 11 章。

第 1 章介绍了 Protel DXP 2004 的发展历史、组成、特点、文件类型与服务器、运行环境及安装。

第 2 章介绍了 Protel DXP 2004 的绘图环境、文件管理、窗口管理和画面管理及环境参数设置等。

第 3 章介绍了原理图设计的一般过程,叙述了原理图编辑器及原理图环境参数的设置方法,并在介绍制作原理图元件的基础上,给出了原理图的设计示例。

第 4 章介绍了层次原理图的设计方法。

第 5 章介绍了原理图的电气规则检查、各种报表文件的生成及其打印输出等。

第 6 章讲述了 Protel DXP 2004 仿真工具的设置和使用,以及电路仿真的基本方法。

第 7 章介绍了与电路板设计密切相关的一些基本概念、设计流程、设计原则,以及经常在 PCB 设计时使用到的一些相关概念,并结合 Protel DXP 2004 软件的使用,讲述了一些基本的操作方法。

第 8 章介绍了制作 PCB 的布线知识和绘图工具,并结合实例具体讲述了使用 Protel DXP 2004 制作 PCB 的方法。

第 9 章介绍了创建元件封装的两种方法:手工创建和利用元件封装向导创建。还介绍了把元件封装从 Protel 99 中的元件库导入 Protel DXP 2004 元件库的方法。

第 10 章介绍了各种报表的生成及 PCB 文件的打印输出操作。

第 11 章主要讲述了如何使用 Protel DXP 2004 进行 PCB 信号完整性分析。

前言

各章节循序渐进,具有较强的操作性和实用性,做到了多角度、全方位地将 Protel DXP 2004 的强大功能呈现在广大读者面前。

本书由李秀霞、郑春厚、王娟、代凌云、王心水等编写,李秀霞、郑春厚进行了资料整理、测试、验证及最后的统稿工作。本书还得到了曲阜师范大学信息技术与传播学院领导的大力支持,在此一并表示感谢。

限于编者水平和时间,书中的疏漏和不足在所难免,敬请广大同仁和读者批评指正。

作者

2007年11月

目 录

第 1 章 Protel DXP 2004 软件简介

1.1 Protel DXP 2004 的发展历史	1
1.2 Protel DXP 2004 简介	2
1.2.1 Protel DXP 2004 的组成	2
1.2.2 Protel DXP 2004 的特点	2
1.3 Protel DXP 2004 的文件类型与服务器	3
1.3.1 Protel DXP 2004 的文件类型	3
1.3.2 Protel DXP 2004 的服务器类型	4
1.4 Protel DXP 2004 的运行环境及安装	8
1.4.1 Protel DXP 2004 的运行环境	8
1.4.2 Protel DXP 2004 的安装	8
练习题	9

第 2 章 Protel DXP 2004 使用基础

2.1 进入 Protel DXP 2004	10
2.1.1 Protel DXP 2004 主界面	10
2.1.2 Protel DXP 2004 的菜单栏	14
2.1.3 Protel DXP 2004 系统菜单	16
2.2 系统参数设置	18
2.2.1 System - General 标签页参数设置	18
2.2.2 View 标签页参数设置	19
2.2.3 Transparency 标签页参数设置	21
2.2.4 Projects Panel 标签页参数设置	22
2.3 设置原理图工作区环境	23
2.3.1 网格系统设置	23
2.3.2 系统字体设置	26

目 录

2.4 文件管理.....	26
2.5 窗口管理.....	29
2.6 画面的管理.....	31
2.6.1 工具栏的打开与关闭.....	31
2.6.2 画板显示状态的缩放.....	34
练习题	35

第3章 原理图设计基础

3.1 设计原理图的一般步骤.....	36
3.2 启动原理图设计系统.....	37
3.3 图纸模板的设置.....	37
3.4 用户自定义图纸模板.....	38
3.5 放置元件.....	40
3.5.1 通过输入元件名来选取元件.....	40
3.5.2 从元件管理器的元件列表选取元件.....	43
3.6 电路绘图工具.....	44
3.6.1 绘制导线.....	44
3.6.2 绘制总线.....	45
3.6.3 绘制总线分支线.....	46
3.6.4 放置网络标号.....	46
3.6.5 放置电路节点	47
3.6.6 放置端口.....	48
3.7 原理图编辑.....	49
3.7.1 元件属性编辑.....	49
3.7.2 对象的选择、移动、删除、复制、剪切与粘贴.....	52
3.7.3 元件的排列与对齐.....	53
3.7.4 字符串查找与替换.....	55
3.8 制作原理图元件.....	56
3.8.1 启动原理图元件编辑器.....	56
3.8.2 元件编辑器界面介绍.....	56
3.8.3 元件绘制工具.....	57
3.8.4 元件管理与编辑.....	59
3.9 绘制电路原理图.....	65
3.10 设置原理图环境参数	69
3.10.1 设置原理图环境	70

3.10.2 设置图形编辑环境	72
练习题	74
第4章 原理图设计进阶	
4.1 层次原理图的设计方法	75
4.1.1 自上而下的层次原理图设计	75
4.1.2 自下而上的层次原理图设计	76
4.1.3 多通道层次原理图的设计方法	76
4.2 不同层次电路之间的切换	77
4.3 层次原理图设计示例	77
4.4 由方块电路符号产生新原理图的 I/O 端口符号	82
4.5 由原理图文件产生方块电路符号	83
练习题	84
第5章 电气规则检查、报表文件生成及原理图打印	
5.1 电气规则检查	89
5.1.1 设置电气连接检查规则	89
5.1.2 检查结果报告	91
5.2 生成网络表	91
5.2.1 网络表的作用	92
5.2.2 网络表的格式	92
5.2.3 产生网络表	93
5.3 生成元件列表	94
5.4 生成元件交叉参考列表	96
5.5 生成项目层次表	98
5.6 原理图打印输出	98
练习题	99
第6章 电路的信号仿真	
6.1 Protel DXP 2004 的仿真元件库描述	100
6.1.1 Protel DXP 2004 常用元件库	100
6.1.2 仿真信号源	100
6.1.3 仿真专用函数	103
6.1.4 仿真数学函数	103
6.1.5 信号仿真传输线	103

6.1.6	元件仿真属性编辑	104
6.1.7	仿真源工具栏	105
6.2	初始状态的设置	106
6.2.1	节点电压设置	106
6.2.2	初始条件设置	107
6.3	仿真器的设置	107
6.3.1	进入仿真设置环境	107
6.3.2	瞬态特性分析	108
6.3.3	傅里叶分析	109
6.3.4	直流扫描分析	109
6.3.5	交流小信号分析	110
6.3.6	噪声分析	111
6.3.7	传递函数分析	112
6.3.8	扫描温度分析	112
6.3.9	参数扫描分析	113
6.3.10	极点-零点分析	114
6.3.11	蒙特卡罗分析	114
6.4	进行电路仿真的一般步骤	115
6.5	电路仿真实例	117
6.5.1	模拟电路仿真实例	117
6.5.2	数字电路仿真实例	120
	练习题	122
 第7章 印制电路板设计基础		
7.1	PCB 的结构	124
7.2	PCB 中的层	125
7.3	PCB 设计中的图件	126
7.4	PCB 布线流程	129
7.5	PCB 设计的基本原则	130
7.5.1	布 局	130
7.5.2	布 线	131
7.5.3	焊盘大小	132
7.5.4	PCB 电路的抗干扰措施	133
7.5.5	去耦电容配置	133
7.5.6	元件之间的接线	134

7.6 PCB 设计编辑器	135
7.6.1 印制电路板编辑器界面缩放	135
7.6.2 工具栏的使用	136
7.7 PCB 工作层的管理	137
7.7.1 层的管理	137
7.7.2 设置内部电源层的属性	138
7.7.3 定义层和设置层的颜色	139
7.7.4 印制电路板选项设置	139
7.8 PCB 电路参数设置	141
练习题	147

第 8 章 制作印制电路板

8.1 PCB 布线工具和绘图工具	148
8.1.1 交互布线	149
8.1.2 放置焊盘	151
8.1.3 放置过孔	154
8.1.4 放置填充	155
8.1.5 放置多边形平面(敷铜)	156
8.1.6 分割多边形	157
8.1.7 放置字符串	158
8.1.8 放置坐标	159
8.1.9 绘制圆弧或圆	159
8.1.10 放置尺寸标注	161
8.1.11 设置初始原点	161
8.1.12 放置元件封装	162
8.2 电路板规划	165
8.2.1 使用向导生成电路板	165
8.2.2 手动规划电路板	171
8.3 准备原理图和印制电路板	176
8.4 元件库的导入	176
8.4.1 装入元件库	176
8.4.2 浏览元件库	177
8.4.3 搜索元件库	178
8.5 网络报表的导入	179
8.6 元件布局	181

目 录

8.6.1	手工预布局	181
8.6.2	自动布局	182
8.6.3	手工调整布局	189
8.7	PCB 板布线	189
8.7.1	布线的基本知识	190
8.7.2	布线设计规则的设置	191
8.7.3	布 线	205
8.7.4	增加电源及接地	209
8.7.5	电源/接地线的加宽	210
8.7.6	添加网络连接	211
8.8	文字标准的调整	213
8.9	对印制电路板敷铜、补泪滴和包地	216
8.10	设计规则检查	220
8.11	添加安装孔	223
8.12	3D 效果图	223
	练习题	224
 第 9 章 制作元件封装		
9.1	启动元件封装编辑器	225
9.2	创建新的元件封装	226
9.2.1	元件封装参数设置及层的管理	226
9.2.2	手工绘制元件封装	227
9.2.3	使用封装向导创建元件封装	230
9.3	元件封装管理	234
9.3.1	浏览元件封装	234
9.3.2	添加元件封装	234
9.3.3	元件封装重命名	235
9.3.4	删除元件封装	235
9.3.5	放置元件封装	235
9.3.6	编辑元件封装引脚焊盘	236
9.4	创建项目元件封装库	236
9.5	从 Protel 99 中导入元件库	237
	练习题	240

第 10 章 报表的生成与 PCB 文件的打印

10.1 生成电路板信息报表·····	241
10.2 生成元件清单报表·····	243
10.3 生成网络状态报表·····	247
10.4 生成 NC 钻孔报表·····	247
10.5 生成元器件交叉参考表·····	250
10.6 距离测量报表·····	251
10.7 对象距离测量报表·····	251
10.8 打印电路板图·····	252
练习题·····	254

第 11 章 信号完整性分析

11.1 信号完整性分析简介·····	255
11.2 信号完整性分析注意事项·····	256
11.3 设置信号完整性分析规则·····	256
11.4 在原理图中进行信号完整性分析·····	262
11.4.1 设置信号完整性分析的设计规则·····	262
11.4.2 运行信号完整性分析·····	264
11.5 在 PCB 中进行信号完整性分析·····	270
11.5.1 分析前的设置准备工作·····	271
11.5.2 运行 PCB 信号完整性分析·····	272
11.5.3 运行反射分析·····	274
11.5.4 运行串扰分析·····	276
11.6 PCB 板的设计规则校验·····	278
11.7 内部完整性仿真器·····	282
11.7.1 启动信号完整性仿真器·····	282
11.7.2 信号完整性仿真器的设置·····	282
练习题·····	288

附录 A Protel DXP 2004 快捷键·····	289
附录 B 原理图设计快捷键速查表·····	290
附录 C PCB 快捷键速查表·····	293
参考文献·····	296

第 1 章

Protel DXP 2004 软件简介

随着电子技术的迅速发展和芯片工艺的不断提高,电路板的设计变得越来越复杂,这使得电子工程师靠手工方式设计电子线路板已经难以适应形势发展的需要。因此,随着计算机技术的发展,计算机辅助设计/制造(CAD/CAM)迅速发展,电子线路自动设计工具(EDA)就是 CAD 的一个分支。

目前,国内最流行的板级设计工具是 Protel,其功能强大、界面友好、操作简便,从而成为设计者的首选软件。本章主要介绍 Protel DXP 2004 的发展历史、组成、特点、文件类型与服务、运行环境及安装。

1.1 Protel DXP 2004 的发展历史

Protel 软件是由澳大利亚的 Protel Technology 公司推出的,是印制电路板设计的首选软件。在 20 世纪 80 年代末到 90 年代初,Protel 经历了从 DOS 操作系统的 TANGO 软件包到最初的 Windows 系统下的 Protel For Windows 产品的转变,使 Protel 软件逐渐成为 PC 平台上最流行的 EDA 软件。从 Protel For Windows 版到引进了客户机/服务器体系结构的 Protel 98 版,其所有的应用程序代码从 16 位升级到 32 位,性能大大提高。

1999 年,Protel 公司又推出了 Protel 99 版——引入了设计文档智能管理和设计团队概念的新版本,随后进一步完善该系列,于 2000 年推出了 Protel 99SE,在 Protel 99SE 产品中,其改进功能集中表现在印制电路板设计方面,如增加了工作层的数目,增强了 PCB 的打印功能和电路板的 3D 预览功能等。

2001 年,Protel 公司正式更名为 Altium 公司。该公司在 2002 年下半年进而又推出了 Protel DXP。Protel DXP 是继 Protel 99SE 之后,经过近三年的技术研发的结果,Protel DXP 为用户提供板级的全线解决方案,是多方位实现设计任务的面向 PCB 设计项目的 EDA 软件。

2004 年,Protel 功能得到进一步增强,出现了最新版本 Protel DXP 2004。Protel DXP 2004 的电路设计和 PCB 设计功能不但提高了 PCB 布线的速度和成功率,而且还集成了

第1章 Protel DXP 2004 软件简介

VHDL 和 FPGA 设计模块,使得 Protel 成为模拟和数字电路设计的重要平台。

1.2 Protel DXP 2004 简介

1.2.1 Protel DXP 2004 的组成

Protel DXP 2004 主要由以下 4 大部分组成。

- ① 原理图设计系统。主要用来设计电路原理图,同时也可用来绘制电路仿真原理图。
- ② 印制电路板设计系统。主要用来设计印制电路板,生成的文件可直接送到加工厂进行加工。
- ③ 可编程逻辑门阵列(FPGA)设计系统。主要用来设计数字电路,相对于原理图设计系统和印制电路板设计系统来说,它是一个比较独立的设计系统。
- ④ 硬件描述语言(VHDL)设计系统。主要是使用 VHDL 语言开发可编程逻辑器件,并进行仿真分析。

1.2.2 Protel DXP 2004 的特点

Protel DXP 2004 是一款优秀的 EDA 软件,它将设计从概念到完成所需要的全部功能合并在一个应用产品中。与 Protel 99 和 Protel 99SE 相比,Protel DXP 2004 功能更加强大。在这里我们将对 Protel DXP 2004 的特点作简单介绍。

(1) 层次化多信道原理图编辑环境

Protel DXP 2004 的原理图编辑环境支持针对板级 PCB 或 FPGA 级的设计解决方案。扩展的项目导航特性和错误检查允许用户以一个合理的方式,即具有从顶部到底部或从底部到顶部设计支持的方式进行设计。对原理图的数量和层次深度没有任何限制,用户可以实现任意复杂的设计。

(2) 混合模式的 SPICE 3f5/Xspice 仿真

Protel DXP 2004 使集成的信号仿真成为现实。用户可以直接从原理图编辑环境运行混合信号 SPICE 3f5/Xspice 仿真,并且可以完整地实现仿真分析。

(3) 布局前后的信号完整性分析

初步的阻抗和反射仿真可以在最终板级布线之前的原理图中实现,允许对潜在的问题进行仿真分析。当信号完整性问题被发现时,结果顾问(Termination Advisor)会通过应用不同的信号到有问题的网络来仿真其效果,从而帮助设计人员选择最好的方法进行修改。

(4) 规则驱动的板级布线和编辑

使用的规则驱动 PCB 布线和编辑环境,用户可以使用 49 个不同规则定义用户板,也可以完全控制板级设计过程。在布线时,Protel 可以修改线宽(Track width)和绝缘(Clearance)的

规则,从而确保用户设计没有违反规则。

(5) 基于 FPGA 设计的现场交互开发

Protel DXP 2004 具有基于 FPGA 的元件库,使得不需要 VHDL(硬件描述语言)也能完成一个基于 FPGA 的设计。Protel DXP 2004 也支持基于 VHDL 的 FPGA 器件的开发过程。

Protel DXP 2004 可以和 Altium 公司独有的 NanoBoard 一起工作,从而可以实现交互执行和调试用户的 FPGA 设计。在现场交互设计(LiveDesign)开发中,Altium 会调用实时交互设计过程,即当用户改变电路时,只需要重新下载设计到 NanoBoard 便可进一步调试。这种现场交互设计允许用户快速开发基于 FPGA 的应用,而不用基于 VHDL 的仿真。

(6) PCB 和 FPGA 项目之间的自动 FPGA 管理同步

在 PCB 和 FPGA 项目之间,使 FPGA 引脚配置同步的繁重而易错的任务可以由系统自动进行处理,并且多个 FPGA 扫描特性使用户可以自动优化基于 FPGA 的板级设计。

(7) 强大的自动布线器

Protel DXP 2004 的自动布线器比以往更强大,它引入人工智能技术,采用 Stius 拓扑算法,设计者只需进行简单的设置,就可以让 Protel DXP 2004 按照设置去自动布线,只要参数设置合理,Protel DXP 2004 的自动布线结果还是较好的。通常只需对自动布线的结果作较小的改动,就可满足实际需要。

(8) Protel DXP 2004 提供方便高质量的打印输出

Protel DXP 2004 的打印功能比以往更强大,其输出是标准的 Windows 输出格式,支持所有的打印机和绘图仪的 Windows 驱动。它增添的打印预览功能,可以输出三种色彩方式:黑白输出、彩色输出和灰度输出,并可对图中的某一区域进行输出。

1.3 Protel DXP 2004 的文件类型与服务器

1.3.1 Protel DXP 2004 的文件类型

在 Protel 99SE 中,整个电路图设计项目是以数据库形式存放的,Protel DXP 2004 不再采用这种存放格式,而是采用工程管理的方式组织管理文件。它能够把任何一个电路图设计都认为是一个项目工程,而将其他文件都存放在项目工程文件所在的文件夹中。所以在介绍文件之前,要先对项目管理进行介绍。Protel DXP 2004 中的项目有 6 种类型:PCB 项目、FPGA 项目、Core 项目、嵌入式系统项目、集成元件库和 Script 项目。

它们的图标和文件格式如表 1-1 所列。

表 1-1

图 标	文件格式
	*.PrjPCB
	*.PrjFpg
	*.PrjCor
	*.LibPkg
	*.PrjEmb
	*.PrjScr

第1章 Protel DXP 2004 软件简介

Projects 面板中打开的项目文件可以生成一个项目组,因此即使没有保存在同一路径下,也可以方便地打开和调用前次的工作环境和工作文档。

在 Protel DXP 2004 中,工程文件和其他设计文档都是独立的文件,虽然在保存时可以存放在读者要放置的任何文件中,但是为了便于设计工作的进行和以后的阅读修改,建议读者为设计项目新建一个文件夹,然后把设计中新建的所有文档都保存在该文件夹中。

在上述各项文件里可以添加各种类型的设计文件。其文件扩展名如表 1-2 所列。

表 1-2 Protel DXP 2004 的设计文件扩展名

设计文件	扩展名
电路原理图文件	*.SchDoc
PCB 印制电路板文件	*.PCBDOc
原理图元器件库文件	*.SchLib
PCB 元器件库文件	*.PCBLib
元器件集成库文件	*.IntLib
PCB 项目工程文件	*.PRGPCB
FPGA 项目工程文件	*.PRGFPG

还有一些文件格式是通过 Protel DXP 2004 运行一些程序产生的。比如一些报告文件,可以生成 *.xls 的电子表格编辑软件的文件类型,可由 Excel 工具软件来打开编辑等。此外,Protel DXP 2004 还支持多种第三方软件的文件格式,设计者可以利用 File/Import 命令来进行外部文件的交换。

1.3.2 Protel DXP 2004 的服务器类型

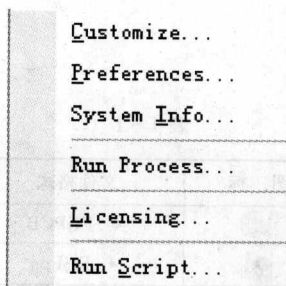


图 1-1 Protel DXP 2004 环境设置快捷菜单

在 Protel DXP 2004 菜单栏的最左端有一个向下的按钮  DXP,单击此按钮会出现环境设置的快捷菜单,如图 1-1 所示。

选中其中的 System Info 命令,就会出现如图 1-2 所示的系统所支持的工具服务器种类。

单击图 1-2 中右上角的  Menu 按钮会弹出浮动菜单,选择 Properties 命令可以显示该工具的属性对话框,如图 1-3 所示,列出对应的编辑对象和功能。

由于 Protel DXP 2004 的服务器种类有很多,下面将对其中一些作一简单介绍。其列表见表 1-3。

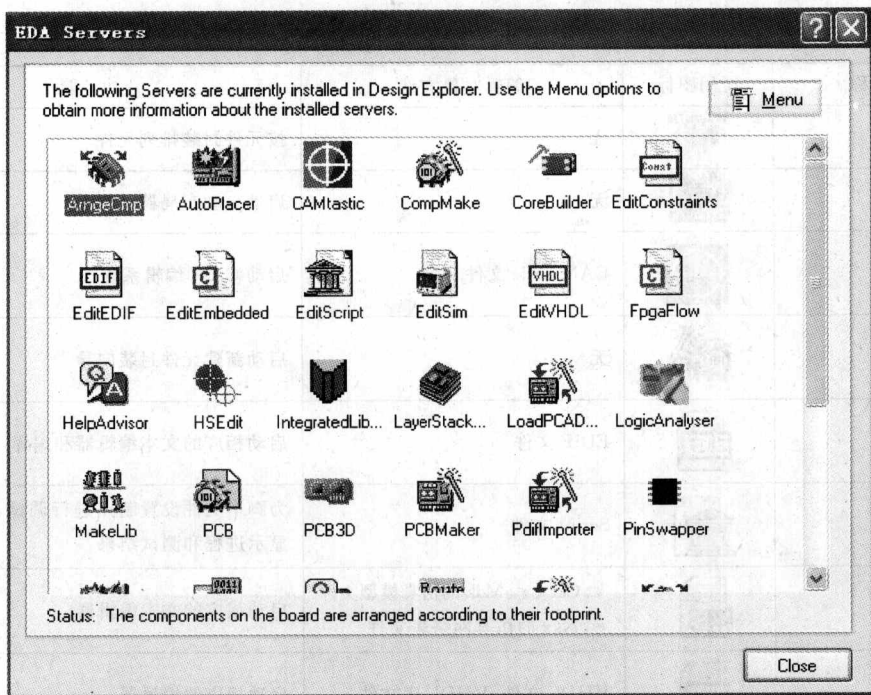


图 1-2 EDA 工具列表

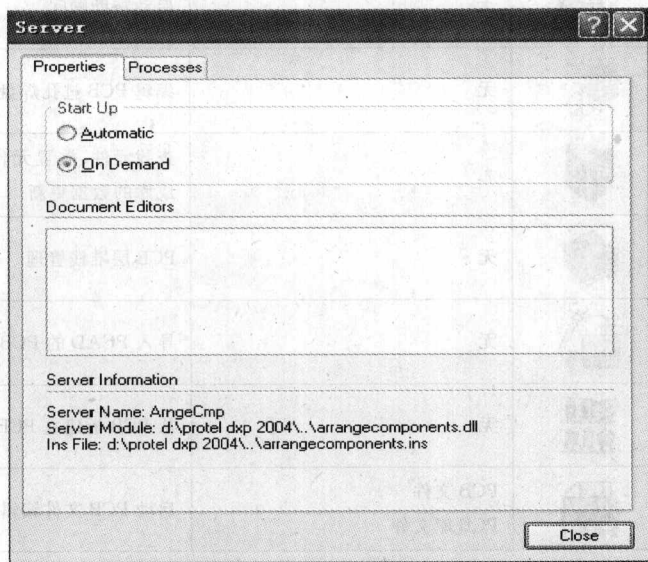


图 1-3 EDA 工具属性设置