

**Protel DXP Schematic Capture
and PCB Design**

电路设计与制板

—— Protel DXP 实用教程

李 珩 杨 杉 欧大生



西安电子科技大学出版社

<http://www.xduph.com>

电路设计与制板

——Protel DXP 实用教程

李 珩 杨 杉 欧大生

西安电子科技大学出版社

2004

内 容 简 介

Protel DXP 2004 是 Altium 公司推出的最新的板级电路设计系统, 它完美地综合了原理图绘制、电路仿真、PCB 设计、设计规则检查、FPGA 及逻辑器件设计等功能, 为用户提供了全面的设计解决方案。本书以大量实例为主线, 介绍了在 Protel DXP 2004 平台下进行原理图设计以及 PCB 板设计的具体方法。本书既适用于 Protel 的初学者, 也适用于从事电路设计的科技人员和电子爱好者。

图书在版编目(CIP)数据

电路设计与制板: Protel DXP 实用教程/李珩, 杨杉, 欧大生.

—西安: 西安电子科技大学出版社, 2004.11

ISBN 7-5606-1460-4

I. 电… II. ①李… ②杨… ③欧… III. 印刷电路—计算机辅助设计—应用软件, Protel DXP—教材 IV. TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 104937 号

策 划 毛红兵

责任编辑 潘恩祥 毛红兵

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

<http://www.xduph.com>

E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印 刷 西安文化彩印厂

版 次 2004 年 11 月第 1 版 2004 年 11 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 18

字 数 424 千字

印 数 1~4000 册

定 价 27.00 元

ISBN 7-5606-1460-4 / TP·0776

XDUP 1731001 - 1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜, 谨防盗版。

前 言

Altium 公司是全球最大的 EDA 软件供应商之一,其当家软件 Protel 一直是电路设计人员的必备工具,目前在国内拥有最大的用户群,Protel 软件已成为国内电子设计人员必须掌握的基础工具之一。Protel DXP 2004 是 Altium 公司推出的 Protel 系列软件的最新版本,是一个将所有的设计工具集成于一身的设计系统。Protel DXP 2004 具备了当今所有先进的设计特点,以便处理各种复杂的 PCB 设计过程。通过把设计输入仿真、PCB 绘制编辑、拓扑自动布线、信号完整性分析和设计输出等技术的融合,Protel DXP 为用户提供了全方位的设计解决方案。

本书以大量实例为主线,介绍在 Protel DXP 2004 平台下进行原理图设计以及 PCB 板设计的具体方法。

全书共 10 章。

第 1 章为 Protel DXP 2004 的基础知识,介绍 Protel 系列软件的发展历史,Protel DXP 2004 软件的安装步骤,界面简介以及环境设置步骤。

第 2 章~第 6 章介绍电路原理图设计系统,包括原理图图纸的设置,各图元对象的布置,各种报表的生成和原理图的输出以及原理图元件库的创建和管理等。通过阅读这一部分,读者将会掌握在 Protel DXP 2004 平台上完成电路原理图设计的方法,从而具有独立设计电路原理图并按照规定要求输出文档的能力。

第 7 章~第 10 章详细介绍 PCB(印制电路板)的设计方法,内容包括印制电路板的设计基础,印制电路板的设计制作方法,PCB 图生成各种报表文件,PCB 图的输出,PCB 图的设计规则和 PCB 元器件封装库的创建与管理等。通过阅读这一部分,读者将能很快掌握 PCB 图设计的方法,成为一个能独立完成电路设计、PCB 设计任务的电路设计工程人员。

本书作者均为长期从事 EDA 技术教学的高校教师,参加本书编写工作的人员有李珩、杨杉、欧大生、于华民、谭笛、张家祥、方凌江、毛全胜、刘岩峰、卜先锦、张凤林、魏永森、蔡益朝、张涛、汪文元、李慧、陈光、冯静、张渺、任花梅等。在编写过程中,编者参阅了许多同行专家的文献,在此一并真诚致谢。限于编者水平,疏误之处难免,敬请批评指正。

编 者

2004 年 8 月

目 录

第1章 Protel DXP 2004 简介	1	2.6.2 布置导线	63
1.1 Protel 的发展	1	2.6.3 布置总线和总线引入线	65
1.2 Protel DXP 2004 的系统需求与安装	2	2.6.4 电源端口的布置	68
1.2.1 系统需求	2	2.6.5 放置电气节点	70
1.2.2 系统安装	3	2.6.6 布置端口	71
1.2.3 激活 Protel DXP 2004	6	2.6.7 布置 “No ERC” 标志	72
1.2.4 网络许可证的安装	9	2.6.8 绘制非电气图元	73
1.3 初识 Protel DXP 2004	15	2.7 单片机最小系统原理图实例	82
1.3.1 Protel DXP 2004 软件界面简介	15	2.7.1 新建项目文档	83
1.3.2 Protel DXP 2004 的特性	16	2.7.2 设置图纸尺寸及版面	84
1.3.3 Protel DXP 2004 的文件类型和 服务组件	19	2.7.3 加载元件库	85
1.4 Protel DXP 2004 系统环境和用户 资源设置	23	2.7.4 在原理图上放置元件	86
1.4.1 Protel DXP 2004 用户资源设置	23	2.7.5 标题栏设置	92
1.4.2 系统环境设置	25	2.7.6 图纸输出	93
第2章 原理图设计基础	33	第3章 原理图编辑	95
2.1 DXP Schematic Editor 简介	33	3.1 通用编辑方法	95
2.1.1 DXP Schematic Editor 特性	33	3.1.1 选取图元	95
2.1.2 DXP Schematic Editor 操作 界面介绍	34	3.1.2 解除对象的选取状态	96
2.2 原理图设计流程	38	3.1.3 图元对象的剪切、复制、粘贴	97
2.3 项目管理	39	3.1.4 删除图元对象	100
2.3.1 新建项目文档	39	3.1.5 移动图元对象	100
2.3.2 项目选项设置	43	3.1.6 对象的排列与对齐	103
2.4 原理图工作环境设置	44	3.2 图元对象的全局编辑	108
2.4.1 “Schematic” 选项设置	44	3.3 编辑元件编号	111
2.4.2 “Graphical Editing” 选项设置	48	3.3.1 元件编号的手动编辑	112
2.5 原理图文档设置	52	3.3.2 元件自动编号	112
2.5.1 “Sheet Options” 选项设置	52	第4章 高级原理图设计	117
2.5.2 “Parameters” 选项设置	55	4.1 层次设计	117
2.6 放置图元对象	56	4.1.1 层次电路图的设计方法	117
2.6.1 添加电子元件方法	56	4.1.2 自顶向下设计层次电路图	117
		4.1.3 自底向上设计层次电路图	124
		4.2 多通道电路设计	127

第 5 章 原理图报表输出	131
5.1 材料清单报表输出	131
5.2 项目层次报表	136
5.3 网络列表	136
5.3.1 生成网络列表	137
5.3.2 网络列表结构及格式	139
5.4 输出任务配置文件	139
5.5 其他格式的原理图文件的导入/导出	142
5.5.1 导入/导出 AutoCAD 的 DXF 或 DWG 格式文件	142
5.5.2 导入 OrCAD V9&V7 schematic 和 Library 文件	144
5.5.3 导出 OrCAD SDT Schematic 原理 图文件	145
第 6 章 集成元件库的创建与管理	146
6.1 库文件编辑器	146
6.1.1 工具栏	147
6.1.2 主菜单	149
6.2 导出元件库	150
6.2.1 利用设计图纸导出原理图元件库	150
6.2.2 利用原有元件库建立新的元件库	153
6.3 新建原理图库	155
6.3.1 新建 8031 单片机元件原理图	155
6.3.2 创建 74LS00 元件原理图	164
6.3.3 输出报表	169
6.4 集成元件库的建立	172
6.4.1 自定义原理图元件库转换集成 元件库	172
6.4.2 旧版本元件库转换集成元件库	174
第 7 章 PCB 板设计基础	178
7.1 PCB 板设计的基础知识	178
7.1.1 PCB 板介绍	178
7.1.2 元件封装	178
7.1.3 其他概念	179
7.2 Protel DXP 2004 中的 PCB 设计 环境简介	180
7.2.1 Protel DXP 2004 中的 PCB 设计 工具	180
7.2.2 PCB 编辑器界面简介	181
7.3 PCB 板设计流程图和 PCB 文档的 建立	183
7.3.1 PCB 板设计流程图	183
7.3.2 新建 PCB 文档	184
7.4 PCB 编辑器环境设置	191
7.4.1 坐标系统设置	191
7.4.2 网格及图纸设置	191
7.5 PCB 板设置	193
7.5.1 PCB 板层设置	193
7.5.2 PCB 板层颜色设置	194
7.5.3 PCB 编辑器工作区设置	195
7.6 PCB 板基本图元布置	201
7.6.1 布置连线	201
7.6.2 布置线段	204
7.6.3 布置焊盘	204
7.6.4 布置过孔	206
7.6.5 布置圆弧线	207
7.6.6 布置填充区域	209
7.6.7 布置字符串	210
7.6.8 布置 PCB 元件封装	211
7.6.9 布置多边形敷铜区域	213
7.6.10 尺寸标注	214
7.7 由原理图生成 PCB 板实例	225
7.7.1 在项目中新建 PCB 文档	225
7.7.2 设置 PCB 板	225
7.7.3 更新 PCB 板	227
7.7.4 元件布局	228
7.7.5 自动布线	230
7.7.6 验证 PCB 设计	231
7.7.7 打印输出	232
第 8 章 PCB 板设计规则	235
8.1 设计规则编辑器	235
8.1.1 设计规则编辑器界面	235
8.1.2 规则的基本操作	236
8.2 设计规则介绍	237

8.2.1	设计规则选项	237		
8.2.2	“Electrical” 规则类	238	第 9 章	PCB 项目输出
8.2.3	“Routing” 规则类	239	9.1	生成 Gerber 文件
8.2.4	“SMT” 设计规则类	244	9.2	输出数控钻孔(NC Drill)文件
8.2.5	“Mask” 规则类	245	9.3	输出 ODB++ 文件
8.2.6	“Plane” 规则类	245	9.4	输出 PCB 板报表
8.2.7	“Testpoint” 规则类	247		
8.2.8	“Manufacturing” 规则类	248	第 10 章	自定义 PCB 元件封装
8.2.9	“High Speed” 规则类	249	10.1	PCB 元件封装编辑器
8.2.10	“Placement” 规则类	251	10.2	手工定义 PCB 元件封装
8.2.11	“Signal Integrity” 规则类	253	10.3	利用向导生成 PCB 元件封装
8.3	设计规则向导	257		

第1章 Protel DXP 2004 简介

1.1 Protel 的发展

随着电子制造技术的飞速发展,电子器件日益呈现出大规模、高密度和小型化的趋势,各大供应商也随之不断推陈出新。由于电子产品对于速度、容量、体积和重量等技术指标的要求不断提高,传统的手工设计越来越难以适应市场发展的需要。因此,越来越多的设计人员使用一些快速、高效的 CAD 设计软件来进行电路原理图和 PCB 图的辅助设计,电路设计在方法和手段上发生了革命性的变化。为提高设计效率,人们进而提出了智能型 EDA(Electronics Design Automation)即电子设计自动化的概念,并开发了相应的 EDA 工具软件。这种工具软件可以根据系统的行为和功能要求,自动地逐层完成电子产品设计的全过程,包括原理图和语言输入、检查错误和仿真验证、PCB 设计、信号分析和规则检查以及生成 CAM 文件等。

Protel 系列电子设计软件因为其功能强大、界面友好和操作简便、实用等优点,已成为 EDA 行业尤其是 PCB 设计领域中发展最快、应用时间最长、运用范围最广泛的 EDA 软件之一。纵观其发展历史,Protel 软件主要经历了如下几个阶段的产品升级。

(1) 从 20 世纪 80 年代末期到 90 年代初,Protel 率先完成了从 DOS 操作系统下的 TANGO 软件包到 Windows 操作系统下的 Protel for Windows 产品的转变,确立了其在 Windows 平台上 EDA 软件中的领先地位。经过多年的发展,目前 Protel 软件已成为 PC 平台上最流行的 EDA 软件。

(2) 1994 年,Protel 公司在其软件中建立了 EDA Client/Server(客户/服务器),即 C/S“框架”体系结构。此举方便地实现了与各 EDA 工具模块的无缝连接,该体系后来逐步演变成现在的设计浏览器(Design Explorer)。

(3) 1995 年,Protel 公司通过收购美国的 NeuroCAD 公司,获得了 Shape based(基于形状的)无网格布线技术。同年,Protel 公司收购了另一家专业可编程逻辑电路设计公司。1996~1997 年,Protel 公司相继推出了无网格自动布线器模块、PLD 模块和 Protel 的第二个仿真模块,完善了产品的设计范围。

(4) 1998 年,Protel 公司引进了美国著名仿真软件公司 MicroCode Engineering 和德国著名信号分析公司 INCASES Engineering GmbH 的技术,推出了第一个真正的 32 位 EDA 工具。此时,Protel 98 软件共包括了 5 个设计模块,即 Advanced SCH98(电路原理图设计)、PCB98(印刷电路板设计)、Route98(无网格布线器)、PLD98(可编程逻辑器件设计)和 SIM98(电路图模拟仿真)。作为 PC 平台的 EDA 设计工具,Protel 已经开始具有与工作站平台上的 EDA 软

件抗衡的实力。

(5) 1999 年, Protel 公司发布 Protel 99, 该版本是引入了设计文档智能管理和设计团队概念的新版本。随后, 该公司又根据市场需求推出改良产品 Protel 99SE, 进一步完善了 PCB 设计系统, 扩充了设计规则和优化布线算法, 并且在补丁包中加入了查看 3D PCB 板图的实用工具。

推出 Protel 99SE 产品之后, Protel 公司先后收购了包括著名的 ACCEL(P-CAD)公司在内的几家 EDA 公司, 与此同时, 还与其他在 FPGA、仿真或嵌入式系统开发领域有实力的 EDA 公司合作, 开发新的设计系统, 采用他们的先进技术, 扩展了公司的软件产品的应用领域。2001 年 7 月, Protel 公司正式更名为 Altium 公司。

目前, Altium 公司的软件产品主要有 Nexar、Protel、CircuitStudio、nVisage、P-CAD、CAMtastic、TASKING、Accolade、CircuitMaker 和 NanoBoard 等。为了向用户提供技术支持和更新服务, 公司还建立了自己的全球技术支持网络(ATS), 官方网站是 www.altium.com, 用户可以在相应的网站上获得产品升级和元件库的更新。

1.2 Protel DXP 2004 的系统需求与安装

Protel DXP 2004 是 Altium 公司 Protel 系列产品的最新版本, 该软件有 30 天试用版和正式版两种版本。30 天试用版可以直接到 www.Altium.com 网站上注册下载。试用版经过了加密压缩处理, 用户填写完注册登记表及电子邮件地址后, 该网站会自动向所登记的电子邮箱发送一个身份确认信, 单击确认信上相关内容后既可下载安装程序。下载过程中网站将向电子邮箱发送一个解压缩密码(30 位大小写英文字母及数字混合)。购买正式版的用户将得到一个随光盘附送的用户账号, 安装 Protel DXP 2004 后, 凭用户账号可在网上获得许可证文件(*.alf), 导入许可证文件即可永久使用。

网站 www.protel.com 提供了 Protel DXP 2004 的升级软件包 DXP_2004servicepack1.exe (70.6 MB), 用户可以申请下载。需要注意的是, 试用版用户安装该软件包后许可证文件会发生改变, 需要重新申请许可证。

1.2.1 系统需求

由于综合了 FPGA 设计和嵌入式系统软件设计(包含使用基于 FPGA 技术的处理器的嵌入式系统软件)功能, Protel DXP 2004 的系统需求较以往的版本更高。

Altium 公司推荐的最佳系统配置为:

- Windows XP(专业版或家庭版)、Windows 2000 专业版。
- 3 GHz Pentium IV 处理器或其他性能相当的处理器。
- 1 GB 内存。
- 2 GB 硬盘空间(包括软件安装和用户文件)。
- 双显示器, 均采用 1280×1024 屏幕分辨率, 32 位色, 64 MB 显存。

Protel DXP 2004 的可接受配置为:

- Windows XP(专业版或家庭版)、Windows 2000 专业版。
- 1 GHz 处理器。
- 256 MB 内存。
- 2 GB 硬盘空间。
- 显示器 1024×768 屏幕分辨率, 32 位真彩色, 32 MB 显存。

1.2.2 系统安装

Protel DXP 2004 的安装步骤如下。

(1) 打开安装盘, 双击“setup”目录下的“setup.exe”文件, 打开如图 1.1 所示的安装向导欢迎窗口。

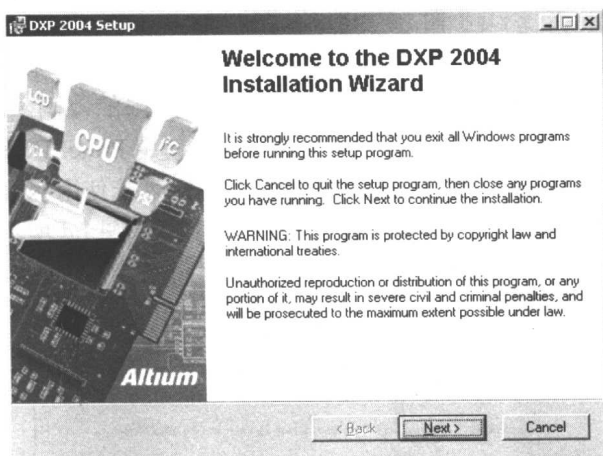


图 1.1 安装向导欢迎窗口

(2) 单击安装向导欢迎窗口的“Next”按钮, 打开如图 1.2 所示的软件最终许可用户窗口。

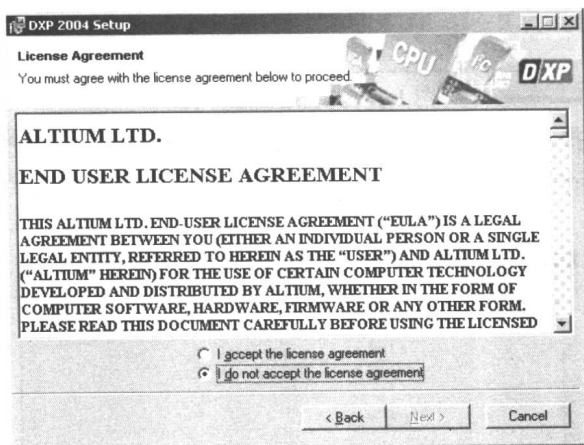


图 1.2 软件最终许可用户窗口

(3) 选择软件最终许可用户窗口中的“I accept the license agreement”单选项, 即同意该协议, 单击“Next”按钮, 打开如图 1.3 所示的用户信息输入窗口。

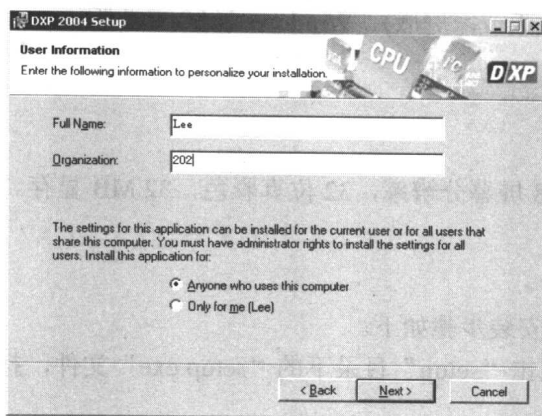


图 1.3 用户信息输入窗口

(4) 在用户信息输入窗口中的“Full Name”编辑框内输入用户名称，在“Organization”编辑框内输入单位名称。在使用权限选项中，若选择使用权限的范围“Anyone who uses this computer”单选项，则表示这台计算机上的所有用户都能使用 Protel DXP 2004；若选择“Only for me”单选项，则表示只有当前安装 Protel DXP 2004 的用户才能使用 Protel DXP 2004 软件。选择“Anyone who uses this computer”，单击“Next”按钮，打开如图 1.4 所示的安装路径选择窗口。

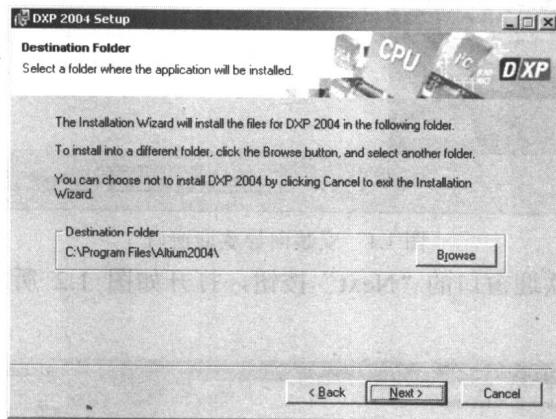


图 1.4 安装路径选择窗口

(5) 在安装路径选择窗口的“Destination Folder”区域显示了即将安装 Protel DXP 2004 的硬盘空间的路径，若想更改安装路径，单击“Browse”按钮，打开如图 1.5 所示的安装路径选择对话框。

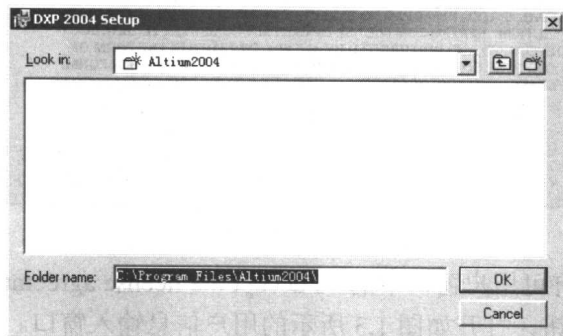


图 1.5 安装路径选择对话框

(6) 在安装路径选择对话框中选择安装路径, 单击“OK”按钮, 确定安装路径, 再单击如图 1.4 所示的安装路径, 选择窗口中的“Next”按钮, 打开如图 1.6 所示的准备安装窗口。

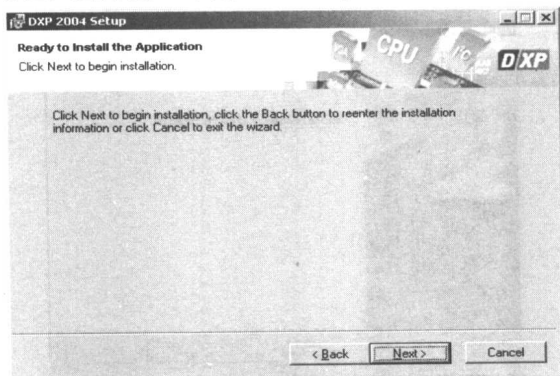


图 1.6 准备安装窗口

(7) 确定以上安装信息设定无误后, 单击如图 1.6 所示的准备安装窗口中的“Next”按钮, 打开如图 1.7 所示的文件复制窗口。

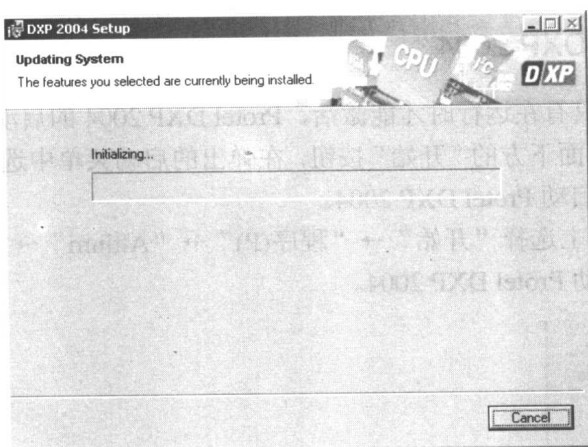


图 1.7 文件复制窗口

安装过程中, 文件复制窗口内将显示操作过程和文件复制进度, 以及安装剩余时间等信息, 如图 1.8 所示。

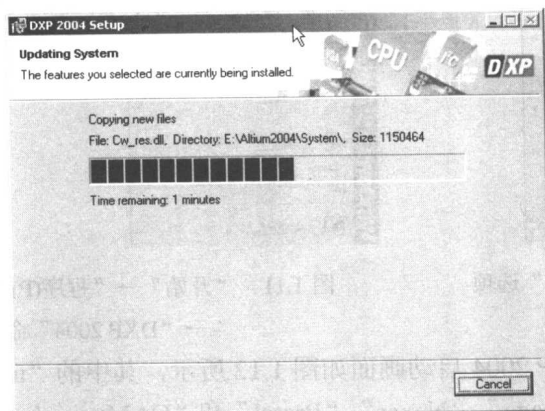


图 1.8 文件复制窗口

(8) 文件复制完毕后, 系统打开如图 1.9 所示的安装完毕窗口, 单击“Finish”按钮, 结束安装。



图 1.9 安装完毕窗口

至此, Protel DXP 2004 的安装工作基本结束, 但此时软件仍不能正常运行, 需要使用软件许可证文件或网络将其激活, 才能正常使用该软件。

1.2.3 激活 Protel DXP 2004

Protel DXP 2004 只有在运行时才能激活, Protel DXP 2004 的启动方式有如下两种。

(1) 单击计算机桌面下方的“开始”按钮, 在弹出的启动菜单中选择“DXP 2004”选项, 如图 1.10 所示, 即可启动 Protel DXP 2004。

(2) 在计算机桌面上选择“开始”→“程序(P)”→“Altium”→“DXP 2004”命令项, 如图 1.11 所示也可启动 Protel DXP 2004。

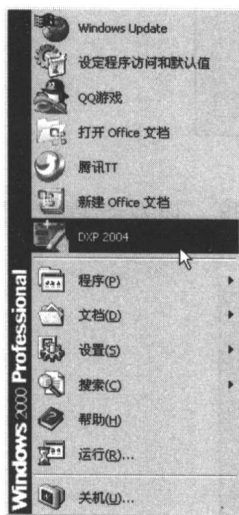


图 1.10 选择“DXP 2004”选项

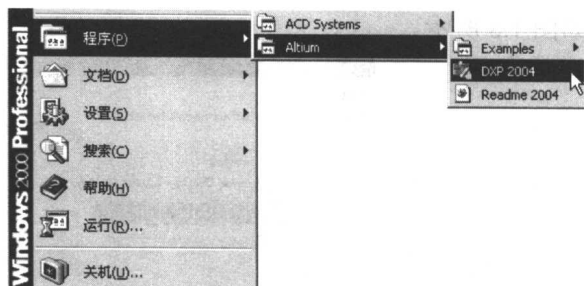


图 1.11 “开始”→“程序(P)”→“Altium”
→“DXP 2004”命令项

激活前的 Protel DXP 2004 启动画面如图 1.12 所示, 其中的“unlicensed”显示为蓝色, 而“circuitstudio”、“nVisage”、“Nexar”、“Protel”和“CAMtastic”模块图标都用灰色显示, 表示该软件未被激活。



图 1.12 激活前的 Protel DXP 2004 启动画面

启动后, Protel DXP 2004 将自动新建一个名为“Workspace1.DsnWrk”的工作台, 此时工具栏中的快捷按钮都处于不可用状态, 系统自动打开如图 1.13 所示的“DXP Licenses management”页面, 以红色显示“**There are no active licenses. Use the options to add or choose a license**”, 提示未找到激活许可证, 要求用户设置或添加许可证以激活 Protel DXP 2004。

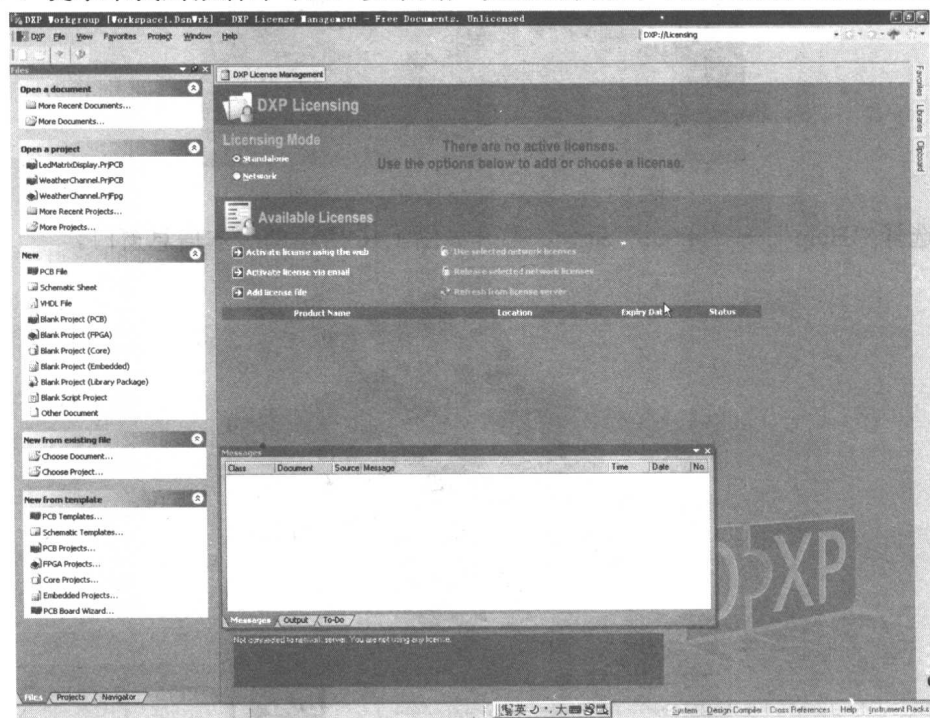


图 1.13 未激活的 Protel DXP 2004 界面

添加许可证文件步骤如下。

(1) 在图 1.13 所示界面的“DXP Licensing”栏内的“Licensing Mode”选项栏中选择软件许可证类型, “Standalone”表示单机版软件许可证, “Network”表示网络版软件许可证。

选择“Standalone”选项，然后单击“Available License”区域内的“Add license file”超链接，打开如图 1.14 所示的“打开”对话框。

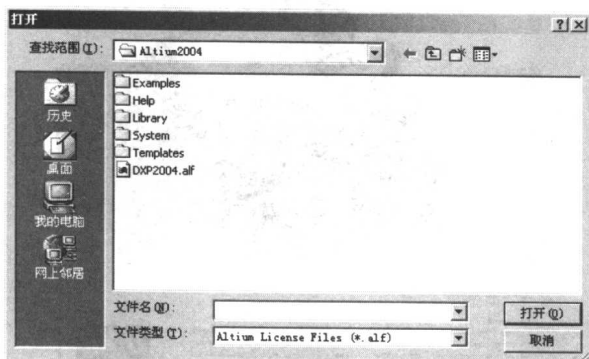


图 1.14 “打开”对话框

(2) 在“打开”对话框中选择许可证文件“*.alf”文件，单击“打开”按钮，将许可证文件添加到 Protel DXP 2004 中。

添加许可证后，“DXP Licenses management”页面中“Licenses Mode”区域内的红色提示消失了，“Available Licenses”区域内的 licenses 列表中添加了一行许可证文件状态，如图 1.15 所示。工具栏中的快捷工具按钮被激活，处于可用状态。

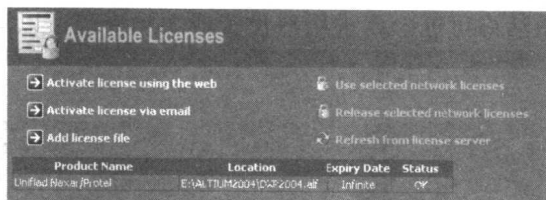


图 1.15 “Available Licenses”区域

(3) 选择“Help”→“about”命令，打开如图 1.16 所示的版本信息窗口。



图 1.16 版本信息窗口

如图 1.16 所示, 版本信息窗口中显示了蓝色的“licensed to XXX”字样, “circuitstudio”、“nVisage”、“Nexar”、“Protel”和“CAMtastic”模块图标都用彩色正常显示, 表示该软件已被激活。

1.2.4 网络许可证的安装

使用网络许可证可以允许多个网络用户共享 Protel DXP 2004, 组成设计小组。要连接网络用户, 必须设置网络许可证服务器和客户端软件, 其中网络许可证服务器(DXP Network License Server)配置方法如下。

(1) 打开安装光盘, 运行“Network License Setup\Setup”目录下的“setup.exe”程序, 打开如图 1.17 所示的安装向导欢迎窗口。

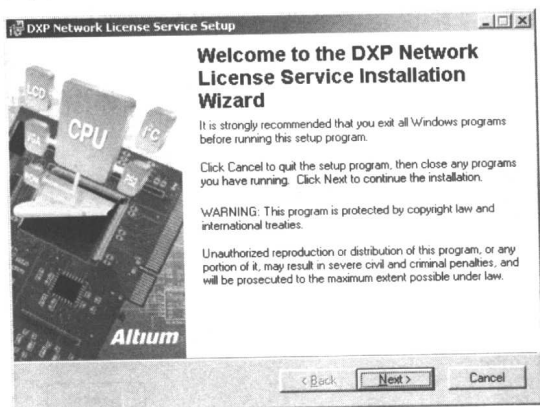


图 1.17 安装向导欢迎窗口

(2) 单击安装向导欢迎窗口中的“Next”按钮, 进入 Protel DXP 2004 网络许可证服务器的安装程序。其安装过程与 1.2.2 节中介绍的安装过程完全相同, 在此不再赘述。

(3) 文件安装完毕后, 显示如图 1.18 所示的安装完毕窗口, 单击“Finish”按钮, 结束安装。

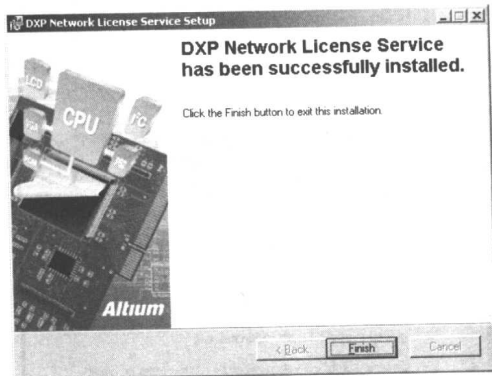


图 1.18 安装完毕窗口

(4) Protel DXP 2004 Network License Service 安装结束后, 系统自动启动该服务器, 在已启动任务栏中显示该服务器的图标 。右键单击该图标, 在弹出的如图 1.19 所示的右键菜单中选择“Settings...”命令项, 或直接双击  图标, 打开如图 1.20 所示的“DXP Network License Service”对话框。

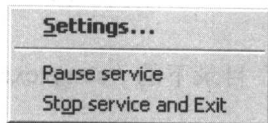


图 1.19 右键菜单

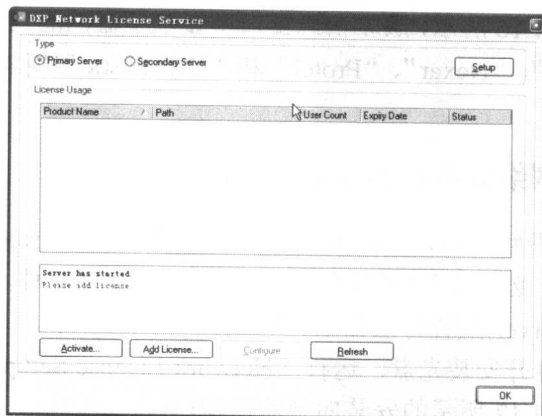


图 1.20 “DXP Network License Service”对话框

(5) 在图 1.20 所示的“Type”区域内选择系统默认的“Primary Server”选项，单击“DXP Network License Service”对话框中的“Setup”按钮，打开如图 1.21 所示的“Primary Servier Setup”对话框。

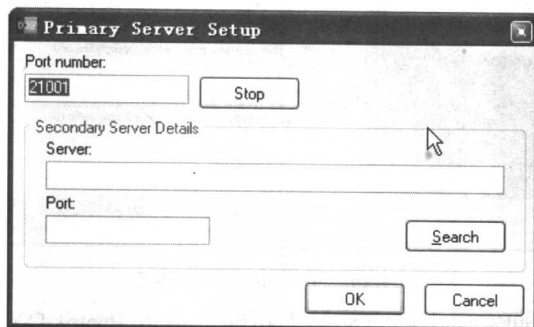


图 1.21 “Primary Servier Setup”对话框

(6) 在“Primary Servier Setup”对话框的“Port number”编辑框内输入服务器的端口号，如果用户不确定分配的端口号，也可以使用系统默认设置。单击“OK”按钮，确认主服务器的设置。

(7) 单击图 1.20 所示的对话框中的“Activate...”按钮，打开如图 1.22 所示的“Network Service Activation”对话框。

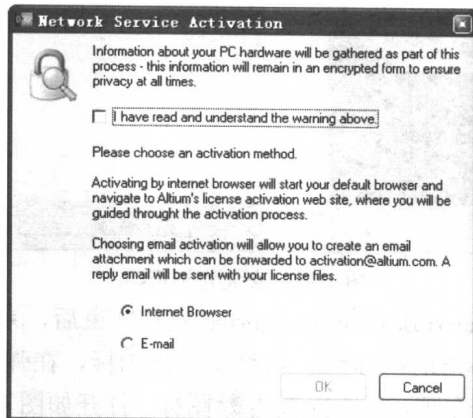


图 1.22 “Network Service Activation”对话框