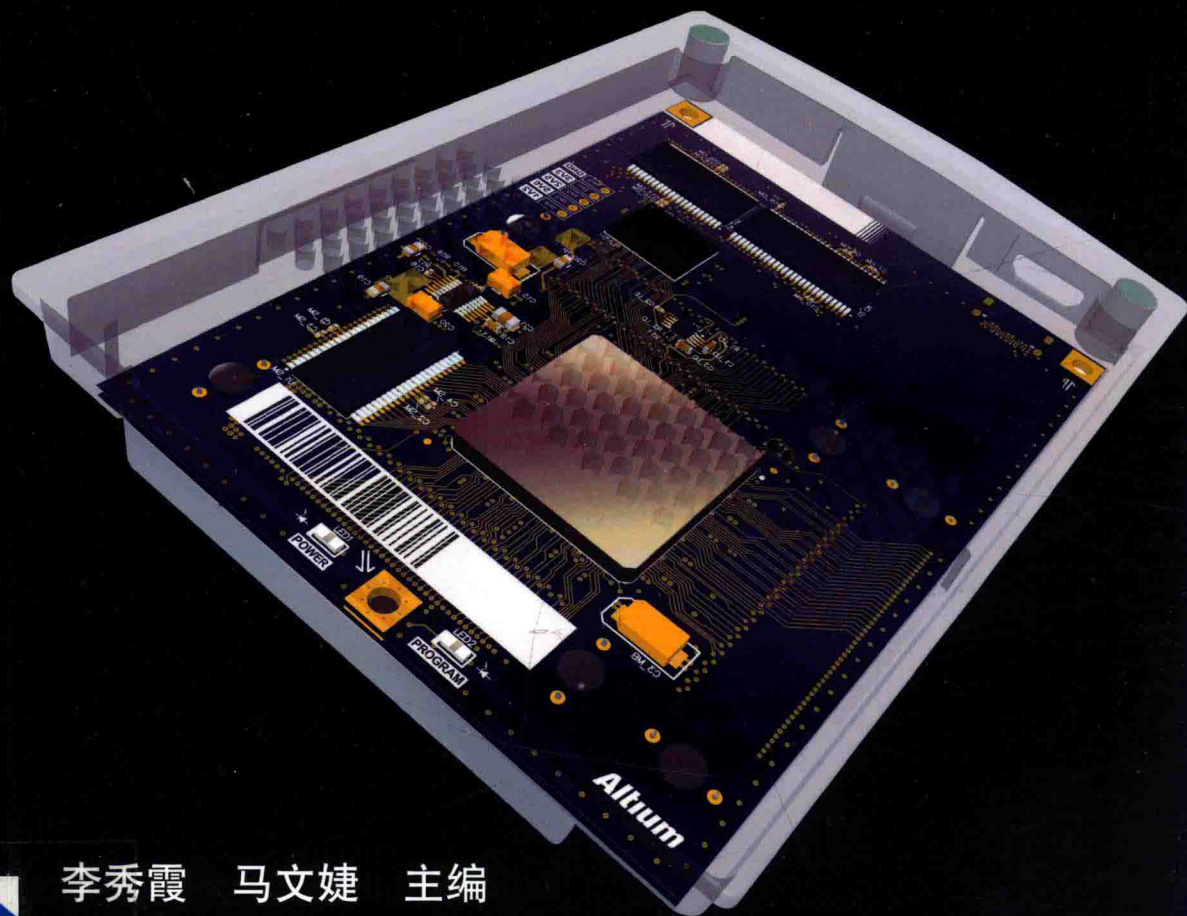




普通高校“十三五”规划教材

Altium[™]



李秀霞 马文婕 主编

Altium Designer Winter 09 电路设计与仿真教程



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



普通高校“十三五”规划教材

Altium Designer Winter 09

电路设计与仿真教程

李秀霞 马文婕 主编

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 Altium Designer Winter 09 的界面、基本组成、使用环境等,着重讲解了电路原理图的绘制、印制电路板的设计方法和实际应用技巧,并对电路的仿真和 PCB 的信号完整性分析做了详细介绍。全书图文并茂、通俗易懂,使用了大量的实例,实用性强,便于读者快速掌握 Altium Designer Winter 09 的设计方法。

本书可作为从事电路板制作的工程师、对电路板设计感兴趣的电子爱好者及高等院校相关专业的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

Altium Designer Winter 09 电路设计与仿真教程/

李秀霞,马文婕主编. — 北京:北京航空航天大学出版社, 2015.10

ISBN 978-7-5124-1895-0

I. ①A… II. ①李… ②马… III. ①印刷电路—计算机辅助设计—应用软件—教材 IV. ①TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 234794 号

版权所有,侵权必究。

Altium Designer Winter 09 电路设计与仿真教程

李秀霞 马文婕 主编

责任编辑 董立娟 张耀军

*

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(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:emsbook@buaacm.com.cn 邮购电话:(010)82316936

北京市同江印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:710×1 000 1/16 印张:23.5 字数:501 千字

2016 年 1 月第 1 版 2016 年 1 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978-7-5124-1895-0 定价:49.00 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级相关大专院校。Protel 就是一套建立在 PC 环境下的 EDA 电路集成设计系统。Altium Designer Winter 09 是 Altium 公司的 Protel 最新版本,全面继承了以往 Protel 软件的功能,优化了设计浏览器平台,并且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。Altium Designer Winter 09 将从设计概念到完成所需的全部功能合并在一个应用产品中,利用 Altium Designer Winter 09 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的设计与应用。同时注重与 Protel 老版本的联系,便于熟悉使用 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 Altium Designer Winter 09 的发展历史、组成、特点、文件类型与服务、运行环境及安装。

第 2 章介绍 Altium Designer Winter 09 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,讲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 Altium Designer Winter 09 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 Altium Designer Winter 09 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 Altium Designer Winter 09 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 Protel99 中的元件库导入 Altium Designer Winter 09 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Altium Designer Winter 09进行PCB信号完整性分析。

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Altium Designer Winter 09的强大功能呈现在广大读者面前。

本书由李秀霞、马文婕编写,邵作运、韩牧哲、张艺蔓、张伟、刘华等进行了资料整理、测试、验证、审查等工作。限于编者水平,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。

李秀霞

2015年10月



第1章 Altium Designer Winter 09 软件简介

1.1	Altium Designer Winter 09 的发展历史	1
1.2	Altium Designer Winter 09 简介	2
1.2.1	Altium Designer Winter 09 的组成	2
1.2.2	Altium Designer Winter 09 的特点	2
1.3	Altium Designer Winter 09 的文件类型与服务器	4
1.3.1	Altium Designer Winter 09 的文件类型	4
1.3.2	Altium Designer Winter 09 的服务器类型	5
1.4	Altium Designer Winter 09 的运行环境及安装	7
1.4.1	Altium Designer Winter 09 的运行环境	7
1.4.2	Altium Designer Winter 09 的安装	7

第2章 Altium Designer Winter 09 使用基础

2.1	进入 Altium Designer Winter 09	13
2.1.1	Altium Designer Winter 09 主界面	14
2.1.2	Altium Designer Winter 09 的菜单栏	17
2.1.3	Altium Designer Winter 09 系统菜单	18
2.2	系统参数设置	20
2.2.1	System - General 标签页参数设置	20
2.2.2	View 标签页参数设置	22
2.2.3	Transparency 标签页参数设置	23
2.2.4	Projects Panel 标签页参数设置	24
2.3	设置原理图工作区环境	26
2.3.1	网格系统设置	26
2.3.2	系统字体设置	28
2.4	文件管理	29

2.5	窗口管理	32
2.6	画面的管理	34
2.6.1	工具栏的打开与关闭	34
2.6.2	画板显示状态的缩放	37

第3章 原理图设计基础

3.1	设计原理图的一般步骤	39
3.2	启动原理图设计系统	40
3.3	图纸模板的设置	40
3.4	用户自定义图纸模板	41
3.5	放置元件	44
3.6	电路绘图工具	48
3.7	原理图编辑	52
3.7.1	元件属性编辑	52
3.7.2	对象的选择、移动、删除、复制、剪切与粘贴	55
3.7.3	元件的排列与对齐	56
3.7.4	字符串查找与替换	58
3.8	制作原理图元件	59
3.8.1	启动原理图元件编辑器	59
3.8.2	元件编辑器界面介绍	59
3.8.3	元件绘制工具	60
3.8.4	元件管理与编辑	62
3.9	原理图元件制作实例	68
3.9.1	制作集成芯片符号	68
3.9.2	修改已有原理图符号得到新的原理图符号	74
3.10	绘制电路原理图	76
3.11	设置原理图环境参数	81
3.11.1	设置原理图环境	81
3.11.2	设置图形编辑环境	84
3.12	原理图绘制实例——单片机的 D/A 扩展电路	85

第4章 原理图设计进阶

4.1	层次原理图的设计方法	90
4.2	不同层次电路之间的切换	91

4.3	层次原理图设计示例	92
4.4	由方块电路符号产生新原理图的 I/O 端口符号	96
4.5	由原理图文件产生方块电路符号	98

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	103
5.1.1	设置电气连接检查规则	103
5.1.2	检查结果报告	105
5.2	生成网络表	106
5.2.1	网络表的作用	106
5.2.2	网络表的格式	107
5.2.3	产生网络表	107
5.3	生成元件列表	109
5.4	生成元件交叉参考列表	111
5.5	生成项目层次表	112
5.6	原理图打印输出	112

第 6 章 电路的信号仿真

6.1	Altium Designer Winter 09 的仿真元件库描述	115
6.1.1	Altium Designer Winter 09 常用元件库	115
6.1.2	仿真信号源	115
6.1.3	仿真专用函数	118
6.1.4	仿真数学函数	118
6.1.5	信号仿真传输线	118
6.1.6	元件仿真属性编辑	119
6.1.7	仿真源工具栏	120
6.2	初始状态的设置	121
6.2.1	节点电压设置	121
6.2.2	初始条件设置	121
6.3	仿真器的设置	122
6.3.1	进入仿真设置环境	122
6.3.2	瞬态特性分析	123
6.3.3	傅里叶分析	124
6.3.4	直流扫描分析	125

6.3.5	交流小信号分析	125
6.3.6	噪声分析	126
6.3.7	传递函数分析	127
6.3.8	扫描温度分析	127
6.3.9	参数扫描分析	128
6.3.10	极点-零点分析	129
6.3.11	蒙特卡罗分析	129
6.4	进行电路仿真的一般步骤	130
6.5	电路仿真实例	132
6.5.1	模拟电路仿真实例	132
6.5.2	数字电路仿真实例	135
6.5.3	数/模混合电路仿真实例	139

第7章 印制电路板设计基础

7.1	PCB 的结构	144
7.2	PCB 中的层	145
7.3	PCB 设计中的图件	146
7.4	PCB 布线流程	149
7.5	PCB 设计的基本原则	150
7.5.1	布 局	150
7.5.2	布 线	151
7.5.3	焊盘大小	152
7.5.4	PCB 电路的抗干扰措施	153
7.5.5	去耦电容配置	153
7.5.6	元件之间的接线	154
7.6	PCB 设计编辑器	155
7.7	PCB 工作层的管理	157
7.7.1	层的管理	157
7.7.2	设置内部电源层的属性	158
7.7.3	定义层和设置层的颜色	159
7.7.4	印制电路板选项设置	159
7.8	PCB 电路参数设置	161

第8章 制作印制电路板

8.1	PCB 布线工具和绘图工具	183
-----	---------------------	-----

8.1.1	交互布线	184
8.1.2	放置焊盘	186
8.1.3	放置过孔	188
8.1.4	放置填充	190
8.1.5	放置多边形平面(敷铜)	191
8.1.6	分割多边形	193
8.1.7	放置字符串	193
8.1.8	放置坐标	194
8.1.9	绘制圆弧或圆	195
8.1.10	放置尺寸标注	197
8.1.11	设置初始原点	198
8.1.12	放置元件封装	198
8.2	电路板规划	201
8.2.1	使用向导生成电路板	202
8.2.2	手动规划电路板	207
8.3	准备原理图和印制电路板	211
8.4	元件库的导入	212
8.4.1	装入元件库	212
8.4.2	浏览元件库	213
8.4.3	搜索元件库	214
8.5	网络报表的导入	214
8.6	元件布局	217
8.6.1	手工预布局	217
8.6.2	自动布局	218
8.6.3	手工调整布局	224
8.7	PCB板布线	225
8.7.1	布线的基本知识	225
8.7.2	布线设计规则的设置	226
8.7.3	布 线	240
8.7.4	增加电源及接地	242
8.7.5	电源/接地线的加宽	243
8.7.6	添加网络连接	244
8.8	文字标准的调整	247
8.9	对印制电路板敷铜、补泪滴和包地	250

8.10	设计规则检查	253
8.11	添加安装孔	255
8.12	3D 效果图	256
8.13	PCB 制作实例	257
第 9 章 制作元件封装		
9.1	启动元件封装编辑器	276
9.2	创建新的元件封装	277
9.2.1	元件封装参数设置及层的管理	277
9.2.2	手工绘制元件封装	277
9.2.3	使用封装向导创建元件封装	281
9.3	元件封装管理	285
9.4	创建项目元件封装库	288
9.5	将 Protel 99SE 元件库导入 Altium Designer	289
9.6	将 Altium Designer 的元件库转换成 99SE 的格式	298
9.7	PCB 元件封装制作实例——使用封装向导制作 LCC 元件封装	299
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	306
10.2	生成元件清单报表	308
10.3	生成网络状态报表	312
10.4	生成 NC 钻孔报表	312
10.5	生成元器件交叉参考表	315
10.6	距离测量报表	317
10.7	对象距离测量报表	317
10.8	打印电路板图	317
第 11 章 信号完整性分析		
11.1	信号完整性分析简介	320
11.2	信号完整性分析注意事项	321
11.3	设置信号完整性分析规则	321
11.4	在原理图中进行信号完整性分析	328
11.4.1	设置信号完整性分析的设计规则	328
11.4.2	运行信号完整性分析	330

11.5 在 PCB 中进行信号完整性分析	336
11.5.1 分析前的设置准备工作	337
11.5.2 运行 PCB 信号完整性分析	338
11.5.3 运行反射分析	340
11.5.4 运行串扰分析	342
11.6 PCB 板的设计规则校验	344
11.7 内部完整性仿真器	347
11.7.1 启动信号完整性仿真器	347
11.7.2 信号完整性仿真器的设置	348
附录 A Altium Designer Winter 09 快捷键	
附录 B 原理图设计快捷键速查表	
附录 C PCB 快捷键速查表	
参考文献	

第 1 章

Altium Designer Winter 09 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发展的需要。计算机辅助设计/制造(CAD/CAM)迅速发展,电子线路自动设计(EDA)工具就是 CAD 的一个分支。

目前,国内最流行的板级设计工具是 Altium Designer,其功能强大,界面友好,操作简便,成为设计者的首选软件。本章主要介绍 Altium Designer Winter 09 的发展、组成、特点、文件类型、服务器、运行环境及安装。

1.1 Altium Designer Winter 09 的发展历史

Altium Designer 软件是原 Protel 软件开发商 Altium 公司推出的一体化的电子产品开发系统,是印刷电路板设计的首选软件。在 20 世纪 80 年代末期到 90 年代初,经过从 DOS 操作系统的 TANGO 软件包到最初 Windows 系统下的 Protel For Windows 产品的转变,Protel 软件逐步成为 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,改进功能集中表现在印刷电路板设计方面,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。此公司在 2002 年下半年又推出了 Protel DXP。Protel DXP 是继 Protel 99SE 之后公司近 3 年技术研发的结果,为用户提供了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 得到进一步增强,推出了最新版本 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 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。

2005 年底,Altium 公司推出新品 Altium Designer 6.0。这款产品除了全面继承包括 99SE、Protel2004 在内的先前一系列版本的功能和优点以外,还增加了许多改进和很多高端功能,比如增加了很多板级设计功能,大大增强了处理复杂板卡设计和支持高速数字信号的能力。

此后,Altium 公司相继推出了 Altium Designer 6.3、Altium Designer 6.6、Altium Designer 6.7、Altium Designer 6.8、Altium Designer 6.9、Altium Designer 08、Altium Designer Winter 09 等升级版本,体现了 Altium 公司全新的产品开发理念,更加贴近电子设计师的应用需求,更加符合未来电子设计发展的趋势要求。

1.2 Altium Designer Winter 09 简介

1.2.1 Altium Designer Winter 09 的组成

Altium Designer Winter 09 主要由 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,也可用来绘制电路仿真原理图。
- ② 印刷电路板设计系统: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刷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 Altium Designer Winter 09 的特点

Altium Designer Winter 09 是一款优秀的 EDA 软件,为电子产品的开发提供了一个完整的环境。它把电子设计与开发所需的工具全部整合在一个应用软件中,可以完成板级和 FPGA 系统设计、基于 FPGA 和分立处理器的嵌入式软件开发以及 PCB 版图设计、编辑和制造;并集成了现代数据管理功能,使其成为电子产品开发的完整解决方案。Altium Designer winter 09 的特点如下:

(1) 层次化多信道原理图编辑环境

Altium Designer Winter 09 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

Altium Designer Winter 09 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,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

Altium Designer Winter 09 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。Altium Designer Winter 09 也支持基于 VHDL 的 FPGA 器件的开发过程。

Altium Designer Winter 09 可以和 Altium 公司独有的 NanoBoard 一起工作,从而实现交互执行和调试用户的 FPGA 设计。在现场交互设计(Live Design)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,繁重而易错的任务可以由系统自动处理,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

Altium Designer Winter 09 的交互式布线功能更加强大。新的布线引擎具有高速绕过走线和环绕的功能,支持对当前路径物件的绕过、对现有布线进行环绕并生成新的路径、对路径物件(包括过孔)的推挤、对布线路径的智能完成。用户可以在交互式布线的同时实现差分对和单闭端的引脚交换。新的引擎同时也保证了布线的速度和流畅性。

(8) 即插即用软件平台搭建器

Altium 公司在 Altium Designer Winter 09 版本中提出了即插即用的软件平台搭建器的概念。通过 Altium NanoBoard 可重构硬件平台,工程师可以很容易地“整合”出硬件平台上所需的软件服务。这包括了电子设计中常见的设计元素,例如,外设、通信模块以及支持正常工作所需要的各种驱动规则(由 NanoBoard 提供)。

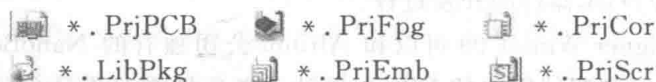
(9) 增强 PCB 建模功能

Altium Designer Winter 09 扩充了实时三维 PCB 设计功能,支持三维建模的纹理映射,用户能够对设计板和元件进行表面处理。此外,过孔功能也进行了增强,不同信号层上可以放置不同尺寸的焊盘,这样,通过过孔的叠加能够支持更高的跟踪密度。

1.3 Altium Designer Winter 09 的文件类型与服务器

1.3.1 Altium Designer Winter 09 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,从 Protel DXP 2004 开始就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,在介绍文件之前先介绍项目管理。Altium Designer Winter 09 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分别是:



Projects 面板中打开的项目文件可以生成一个项目组,因此不必保存在同一路径下,也可以方便打开、调用前次工作环境、工作文档。

在 Altium Designer Winter 09 中,工程文件和其他设计文档都是独立的文件,虽然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。

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

表 1-1 Altium Designer Winter 09 的设计文件扩展名

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

还有一些文件格式是通过 Altium Designer Winter 09 运行程序产生的,比如一些报告文件可以生成 *.xls 编辑软件的文件类型,可以由 Excel 工具软件打开编辑等。Altium Designer Winter 09 还支持多种第三方软件的文件格式,设计者可以利

用 File→Import 菜单项来进行外部文件的交换。

1.3.2 Altium Designer Winter 09 的服务器类型

在 Altium Designer Winter 09 菜单栏的最左端有一个向下的按钮  DXP，单击此按钮则会弹出环境设置的下拉菜单，如图 1-1 所示。选中 System Info 命令，则弹出如图 1-2 所示的系统支持的工具服务器种类。

单击图 1-2 右上角的  Menu 按钮则弹出浮动菜单，选择 Properties 选项卡，则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。

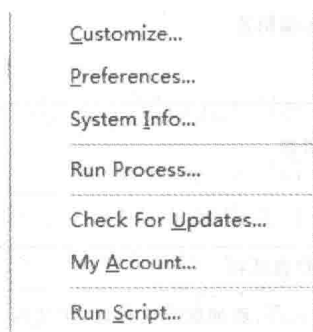


图 1-1 Altium Designer Winter 09 环境设置下拉菜单

图 1-2 EDA 工具列表

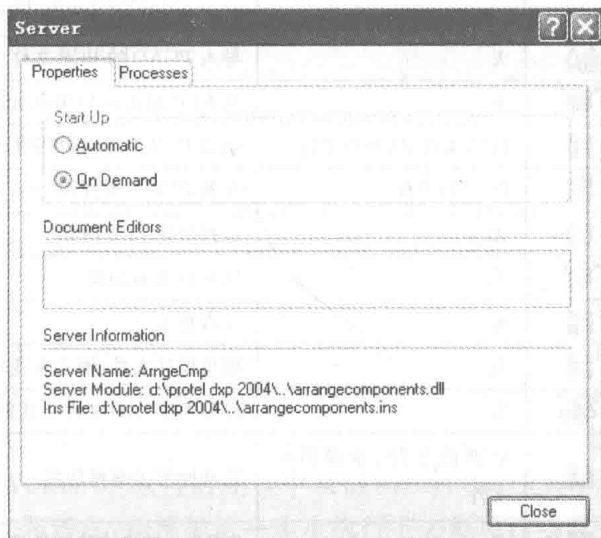


图 1-3 EDA 工具属性设置