



CAD/CAM/CAE

软件入门与提高

Altium Designer 13 电路设计

入门与提高

胡文华 胡仁喜 等编著

Altium Designer 13

易学易用

近230分钟多媒体视频教程，全程语音讲解+视频操作演示，让您轻松学习Altium Designer 13

内容全面

由浅入深、从易到难、图文并茂地讲解了运用最新版电路设计软件Altium Designer 13进行电路设计的方法和技巧

实例丰富

在重点、难点知识的讲解过程中穿插了各种实例，帮助您快捷地掌握所学知识，让您在学习实例的过程中潜移默化地掌握Altium Designer 13软件的操作技巧，全面提升您的设计效率

超值附赠
DVD光盘



化学工业出版社



CAD/CAM/CAE

软件入门与提高

Altium Designer 13 电路设计

入门与提高

胡文华 胡仁喜 等编著

Altium Designer 13



化学工业出版社

· 北京 ·

本书以原 Protel 软件开发商 Altium 公司最新推出的 Altium Designer 13 为基础,介绍了电路设计的方法和技巧,主要包括 Altium Designer 13 概述、原理图设计基础、原理图的绘制、原理图的后续处理、层次结构原理图的设计、原理图编辑中的高级操作、PCB 设计基础知识、PCB 的布局设计、PCB 的布线、电路板的后期制作、创建元件库及元件封装、电路仿真系统、信号完整性分析、可编程逻辑器件设计、单片机试验板电路图设计和电器电路设计。本书的介绍由浅入深、从易到难,各章节既相对独立又前后关联。在介绍的过程中,编者根据自己多年的经验及教学心得,及时给出总结和相关提示,以帮助读者快速掌握相关知识。全书内容讲解详实,图文并茂,思路清晰。

随书赠送的多媒体教学光盘包含全书实例操作过程的视频讲解文件和实例源文件,读者可以通过光盘方便、直观地学习本书的内容。

本书可以作为使用 Altium Designer 13 进行电路设计的初学者的入门教材,也可以作为电路设计及相关行业工程技术人员及各院校相关专业师生的学习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

Altium Designer13 电路设计入门与提高 / 胡文华,
胡仁喜等编著. —北京: 化学工业出版社, 2013.9
(CAD/CAM/CAE 软件入门与提高)
ISBN 978-7-122-18159-6

I. ①A… II. ①胡… ②胡… III. ①印刷电路-计算机
辅助设计-应用软件 IV. ①TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 184078 号

责任编辑: 瞿 微

装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京振南印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16

印张 23³/₄

字数 608 千字

2013 年 10 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 55.00 元(含 1DVD-ROM)

版权所有 违者必究

丛书序

计算机日新月异的发展带动了各行各业的突飞猛进。工业界也在这场计算机革命的风暴中激流勇进,由过去传统的手工绘图设计与制造演变为今天的计算机辅助设计、计算机辅助制造。

目前我国的工程应用已全面进入 CAD/CAM/CAE 时期。世界上一些著名的 CAD/CAM/CAE 软件也在国内找到了相应稳定的用户群。各科研院所、工厂企业都根据自己行业发展与应用的需要,选用了其中一个或多个软件作为自己的工程应用工具。各大专院校也根据人才培养的需要,顺应时代潮流,根据相关专业应用需要,已经在课程设置中,将这些应用软件的学习列为重要的专业或专业基础课程。

为了适应 CAD/CAM/CAE 软件在工程应用中的迅速普及发展,提高广大工程设计人员的 CAD/CAM/CAE 软件应用能力,我们推出了这套《CAD/CAM/CAE 软件入门与提高》丛书。本丛书具有以下几个方面的特点。

一、图书层次

本系列丛书主要为 CAD/CAM/CAE 工程应用用户群体编写,读者可以是没有任何 CAD/CAM/CAE 软件应用基础、但又想尽快掌握并利用 CAD/CAM/CAE 软件进行工程设计的入门级学者,也可以是对 CAD/CAM/CAE 软件有初步的了解、但没有太多实际操作经验的初级学者。读者群体以大学高年级学生和企业设计与研发岗位上的技术人员为主,也包括一些参加社会培训、准备提高自身专业技能的人员。

二、写作模式

本系列图书采用了以实例推动基础知识讲解的写作方式,回避枯燥的基础知识讲解,通过实例讲解来演绎软件的功能。为了达到快速提高读者工程应用能力和熟悉软件功能的目的,在具体的实例讲解过程中我们注意了以下 4 点。

1. 循序渐进

内容的讲解由浅入深,从易到难,以必要的基础知识作为铺垫,结合实例来逐步引导读者掌握软件的功能与操作技巧,让读者潜移默化地进入顺畅学习的轨道,逐步提高软件应用能力。

2. 覆盖全面

本书在立足基本软件功能应用的基础上,全面地介绍了软件的各个功能模块,使读者全面掌握软件的强大功能,提高 CAD/CAM/CAE 工程应用能力。

3. 学以致用

这是本系列丛书独具的特色，本丛书中的实例完全来源于工程实践，忠实于工程客观实际，帮助读者身临其境地演练工程设计案例，达到培养读者完整的工程设计能力的目的。

4. 画龙点睛

本书在讲解基础知识和相应实例的过程中，及时对某些技巧进行总结，对知识的关键点给出提示，这样能够使读者少走弯路，能力得到快速提高。

三、丛书书目

本丛书的作者全部来自工程设计和教学一线，具有丰富的实践经验。根据他们对行业和市场的了解，以及多年来的经验，我们在本套丛书中组织了以下书目。

《AutoCAD 2013 中文版入门与提高》

《CAXA 电子图板 2013 入门与提高》

《Creo Parametric 2.0 中文版入门与提高》

《UG NX 9.0 中文版入门与提高》

《SolidWorks 2013 中文版入门与提高》

《Mastercam X6 中文版入门与提高》

《Altium Designer 13 电路设计入门与提高》

《ANSYS 14.0 有限元分析入门与提高》

上面这 8 本书，分别代表了 CAD/CAM/CAE 工程应用领域中各主要软件和各专业领域。希望通过本丛书的出版，为工程设计领域的广大读者提供一条快速提高 CAD/CAM/CAE 工程应用能力的捷径。

编者

2013 年 1 月

前言

20 世纪 80 年代中期以来, 计算机应用已进入各个领域并发挥着越来越大的作用。在这种背景下, 美国 ACCEL Technologies Inc 公司推出了第一个应用于电子线路设计的软件包——TANGO, 这个软件包开创了电子设计自动化 (EDA) 的先河。该软件包现在看来比较简陋, 但在当时给电子线路设计带来了设计方法和方式的革命。自此人们开始了用计算机来设计电子线路, 直到今天在国内许多科研单位还在使用这个软件包。在电子业飞速发展的时代, TANGO 日益显示出其不适应时代发展需要的弱点。为了适应科学技术的发展, Altium (前称 Protel International Limited) 有限公司推出了 Protel For Dos, 从此 Protel 这个名字在业内日益响亮。

Protel 系列软件是进入到我国最早电子设计自动化软件, 一直以易学易用而深受广大电子设计者的喜爱。Altium Designer 13 作为新一代的板卡级设计软件, 其独一无二的 DXP 技术集成平台为设计系统提供了所有工具和编辑器的兼容环境。

Altium Designer 13 是一套完整的板卡级设计系统, 真正实现了在单个应用程序中的集成。Altium Designer 13 中的 PCB 线路图设计系统完全利用了 Windows XP 平台的优势, 具有更好的稳定性、增强的图形功能和超强的用户界面, 设计者可以选择最适当的设计途径, 以最优化的方式工作。

全书以 Altium Designer 13 为平台, 介绍了电路设计的方法和技巧。全书共 16 章, 内容包括 Altium Designer 13 概述、原理图设计基础、原理图的绘制、原理图的后续处理、层次结构原理图的设计、原理图编辑中的高级操作、PCB 设计基础知识、PCB 的布局设计、PCB 的布线、电路板的后期制作、创建元件库及元件封装、电路仿真系统、信号完整性分析、可编程逻辑器件设计、单片机试验板电路图设计和电器电路设计。本书的介绍由浅入深、从易到难, 各章节既相对独立又前后关联。在介绍的过程中, 编者根据自己多年的经验及教学心得, 适当给出总结和相关提示, 以帮助读者快捷地掌握所学的知识。

全书内容讲解详实、图文并茂、思路清晰, 可以作为 Altium Designer 13 软件初学者的入门教材, 也可以作为相关行业工程技术人员及各院校相关专业师生的学习参考书。

随书配送的多媒体教学光盘包含全书实例操作过程的视频讲解文件和实例源文件, 读者可以通过光盘方便、直观地学习本书的内容。

本书主要由军械工程学院的胡文华、胡仁喜编写。另外, 卢园、刘昌丽、张日晶、康士廷、孟培、杨雪静、闫聪聪、王培合、王宏、王玮、王艳池、万金环等人员也参加了部分章节的内容整理编写、实例制作等工作。

由于时间仓促，加上编者水平有限，书中不足之处在所难免，广大读者可登录网站 www.bjsanweishuwu.com 或发送邮件到 win760520@126.com 与编者进行沟通，在此我们表示感谢。

编者
2013年4月

目 录

第 1 章 Altium Designer 13 概述.....	1
1.1 Altium Designer 13 的主要特点.....	2
1.2 Altium Designer 13 的主窗口.....	3
1.2.1 菜单栏.....	3
1.2.2 工具栏.....	10
1.2.3 工作窗口.....	10
1.2.4 工作区面板.....	10
1.3 Altium Designer 13 的文件管理系统.....	11
1.3.1 工程文件.....	11
1.3.2 自由文件.....	11
1.3.3 存盘文件.....	12
第 2 章 原理图设计基础.....	13
2.1 原理图的组成.....	14
2.2 原理图编辑器界面简介.....	15
2.2.1 菜单栏.....	15
2.2.2 工具栏.....	16
2.2.3 工作窗口和工作面板.....	17
2.3 原理图图纸设置.....	18
2.4 设置原理图工作环境.....	21
2.4.1 设置原理图的常规环境参数.....	21
2.4.2 设置图形编辑环境参数.....	23
2.5 加载元件库.....	26
2.5.1 元件库的分类.....	26
2.5.2 打开“库”面板.....	26
2.5.3 加载和卸载元件库.....	27
2.6 放置元件.....	27
2.6.1 搜索元件.....	27
2.6.2 放置元件.....	29
2.6.3 调整元件位置.....	31
2.6.4 元件的排列与对齐.....	32
2.6.5 元件的属性设置.....	33
第 3 章 原理图的绘制.....	36

3.1	原理图连接工具.....	37
3.2	元件的电气连接.....	37
3.2.1	放置导线.....	37
3.2.2	放置总线.....	38
3.2.3	放置总线入口.....	39
3.2.4	手动连接.....	39
3.2.5	放置电源和接地符号.....	41
3.2.6	放置网络标号.....	41
3.2.7	放置输入/输出端口.....	42
3.2.8	放置忽略 ERC 测试点.....	43
3.2.9	放置 PCB 布线指示.....	44
3.3	使用绘图工具绘图.....	45
3.3.1	绘图工具.....	45
3.3.2	绘制直线.....	45
3.4	操作实例——单片机原理图.....	46
第4章	原理图的后续处理.....	51
4.1	原理图中的常用操作.....	52
4.1.1	工作窗口的缩放.....	52
4.1.2	刷新原理图.....	53
4.1.3	高级粘贴.....	53
4.1.4	查找与替换.....	55
4.2	报表打印输出.....	57
4.2.1	打印输出.....	57
4.2.2	网络表.....	58
4.2.3	基于整个项目的网络表.....	58
4.2.4	基于单个原理图文件的网络表.....	60
4.2.5	生成元件报表.....	61
4.3	操作实例——音量控制电路.....	64
第5章	层次结构原理图的设计.....	76
5.1	层次结构原理图的基本结构和组成.....	77
5.2	层次结构原理图的设计方法.....	78
5.2.1	自上而下的层次原理图设计.....	78
5.2.2	自下而上的层次原理图设计.....	83
5.3	层次结构原理图之间的切换.....	85
5.3.1	由顶层原理图中的原理图符号切换到相应的子原理图.....	86
5.3.2	由子原理图切换到顶层原理图.....	87
5.4	层次设计表.....	87
5.5	操作实例.....	88

第6章 原理图编辑中的高级操作	92
6.1 工具的使用	93
6.1.1 自动分配元件标号	93
6.1.2 回溯更新原理图元件标号	94
6.2 元件编号管理	94
6.3 元件的过滤	96
6.4 在原理图中添加 PCB 设计规则	98
6.4.1 在对象属性中添加设计规则	98
6.4.2 在原理图中放置 PCBLayout 标志	98
6.5 使用“Navigator (导航)”面板进行快速浏览	99
6.6 原理图的电气检测及编译	101
6.6.1 原理图的自动检测设置	102
6.6.2 原理图的编译	107
6.6.3 原理图的修正	107
6.7 操作实例——电脑麦克风电路原理图	109
第7章 PCB 设计基础知识	117
7.1 PCB 编辑器界面简介	118
7.1.1 菜单栏	118
7.1.2 工具栏	119
7.2 新建 PCB 文件	119
7.2.1 利用 PCB 设计向导创建 PCB 文件	119
7.2.2 利用菜单命令创建 PCB 文件	125
7.2.3 利用模板创建 PCB 文件	126
7.3 PCB 面板的应用	126
7.4 电路板物理结构及编辑环境参数设置	129
7.4.1 电路板物理边框的设置	129
7.4.2 电路板图纸的设置	132
7.4.3 电路板层的设置	135
7.4.4 电路板层显示与颜色设置	138
7.4.5 PCB 布线区的设置	140
7.4.6 参数设置	140
7.5 在 PCB 文件中导入原理图网络表信息	141
7.5.1 装载元件封装库	141
7.5.2 设置同步比较规则	141
7.5.3 导入网络报表	142
7.5.4 原理图与 PCB 图的同步更新	144
第8章 PCB 的布局设计	147
8.1 元件的自动布局	148

10.3.1	PCB 图的网络表文件	208
10.3.2	PCB 的信息报表	209
10.3.3	元件清单	211
10.3.4	简略元件清单	211
10.3.5	网络表状态报表	212
10.4	印制电路板图的打印输出	213
10.4.1	打印 PCB 文件	213
10.4.2	打印报表文件	215
10.4.3	生成 Gerber 文件	215
10.5	操作实例	216
10.5.1	电路板信息及网络状态报表	216
10.5.2	电路板元件清单	218
10.5.3	PCB 图纸打印输出	220
10.5.4	生产加工文件输出	222
第 11 章	创建元件库及元件封装	225
11.1	创建原理图元件库	226
11.1.1	元件库面板	226
11.1.2	工具栏	227
11.1.3	设置元件库编辑器工作区参数	229
11.1.4	绘制库元件	230
11.1.5	绘制含有子部件的库元件	235
11.2	创建 PCB 元件库及元件封装	236
11.2.1	封装概述	236
11.2.2	常用元件封装	236
11.2.3	PCB 库编辑器	237
11.2.4	PCB 库编辑器环境设置	239
11.2.5	用 PCB 元件向导创建规则的 PCB 元件封装	242
11.2.6	手动创建不规则的 PCB 元件封装	244
11.3	元件封装检查和元件封装库报表	247
11.4	创建项目元件库	248
11.4.1	创建原理图项目元件库	248
11.4.2	使用项目元件库更新原理图	250
11.4.3	创建项目 PCB 元件封装库	253
11.4.4	创建集成元件库	254
第 12 章	电路仿真系统	257
12.1	电路仿真的基本概念	258
12.2	放置电源及仿真激励源	258
12.3	仿真分析的参数设置	260

12.3.1	常规参数的设置	260
12.3.2	仿真方式	261
12.4	特殊仿真元件的参数设置	262
12.4.1	节点电压初值	262
12.4.2	节点电压	263
12.4.3	仿真数学函数	265
12.4.4	实例: 使用仿真数学函数	265
12.5	电路仿真的基本方法	270
12.6	操作实例	277
12.6.1	带通滤波器仿真	277
12.6.2	模拟放大电路仿真	281
12.6.3	扫描特性分析	285
第 13 章	信号完整性分析	287
13.1	信号完整性分析概述	288
13.1.1	信号完整性分析的概念	288
13.1.2	信号完整性分析工具	289
13.2	信号完整性分析规则设置	289
13.3	设定元件的信号完整性模型	294
13.3.1	在信号完整性分析之前设定元件的 SI 模型	295
13.3.2	在信号完整性分析过程中设定元件的 SI 模型	296
13.4	信号完整性分析器设置	298
13.5	操作实例	301
第 14 章	可编程逻辑器件设计	306
14.1	PLD 设计概述	307
14.2	FPGA 应用设计实例	307
14.2.1	创建 FPGA 工程文件	307
14.2.2	FPGA 工程的属性设置	308
14.2.3	绘制电路原理图	309
14.2.4	默认 FPGA 芯片的选择	310
14.2.5	设计配置	312
14.2.6	生成 EDIF 文件	315
14.2.7	反向标注 FPGA 工程	316
14.3	VHDL 应用设计实例	316
14.3.1	VHDL 中的描述语句	317
14.3.2	创建 FPGA 工程	322
14.3.3	创建 VHDL 设计文件	322
14.3.4	创建电路原理图文件	323
14.3.5	顶层电路原理图的设计	324

14.3.6	创建 VHDL 测试文件.....	327
14.3.7	创建 VHDL 行为描述文件.....	328
14.3.8	FPGA 工程的设置.....	332
14.3.9	FPGA 工程的编译.....	333
第 15 章	单片机试验板电路图设计.....	335
15.1	实例简介.....	336
15.2	新建工程.....	336
15.3	装入元器件.....	337
15.4	原理图输入.....	341
15.4.1	元件布局.....	341
15.4.2	元件手工布线.....	341
15.5	PCB 设计.....	343
15.5.1	准备工作.....	343
15.5.2	资料转移.....	344
15.5.3	零件布置.....	345
15.5.4	网络分类.....	347
15.5.5	布线.....	349
15.6	生成报表文件.....	350
第 16 章	电器电路设计.....	352
16.1	停电报警器电路设计.....	353
16.1.1	电路分析.....	353
16.1.2	停电报警器电路原理图设计.....	353
16.1.3	印制电路板设计.....	356
16.2	彩灯控制器电路设计.....	360
16.2.1	电路分析.....	360
16.2.2	彩灯控制器电路原理图设计.....	360
16.2.3	印制电路板设计.....	361

第1章

Altium Designer 13 概述

本章将从 Altium Designer 13 的功能特点讲起，介绍 Altium Designer 13 的安装与卸载、界面环境及基本操作方式，使读者从总体上了解和熟悉软件的基本结构和操作流程。

本章要点



Altium Designer 13 的主要特点



Altium Designer 13 的主窗口



Altium Designer 13 的文件管理系统

1.1 Altium Designer 13 的主要特点

Protel 系列软件是最早进入我国的电子设计自动化软件, 一直因易学易用而深受广大电子设计者的喜爱。从 Altium Designer 6.9 开始, Altium 就尝试将硬件、软件和可编程硬件的开发集成在一起, 使设计人员可以在单一的系统完成各种电子产品的设计和管理。这种设计理念在 Altium Designer 13 中已经趋向成熟, 为快速设计和将电子产品推向市场铺平了道路。

Altium 的解决方案使设计人员能够在单一的应用程序中完成从产品概念设计到产品制造的过程。在其他解决方案中, 设计人员为了增加功能或构成完整的系统方案, 必须购买和集成多种附加组件。Altium 可以避免这种情况, 降低工程预算, 这一点对于目前的商业环境来说具有一定的优势。从 Altium Designer 7.0 开始, 软件的版本号不再采用以前的编号形式。Altium Designer 6.9 以后发布的两个正式版本分别为 Altium Designer Summer 08(7.0)和 Altium Designer Winter 09 (8.0)。软件本身兼容最新的 Windows 操作系统, 与其他电子 CAD 软件有良好的接口, 通过第三方软件可实现文件格式的转换。Altium Designer 13 提供了许多新特性和增强功能, 可以帮助电子设计人员以流水线的方式创建新一代的电子产品。

Altium Designer 13 包含许多高效的新特性和增强功能, 能够将整个设计过程统一起来, 实现用户的电子产品创新理念, 创造显著的经济效益。新系统增强了交互式布线功能特性, 提高了 PCB 图形系统的性能和效率, 实现了制造规则检查等功能, 这一系列改进都能提高用户的效率。Altium Designer 13 在以下方面进行了功能增强。

(1) PCB 对象与层透明度 (Layer transparency) 设置——新的 PCB 对象与层透明度设置中增添了视图配置 (View Configurations) 对话框。

(2) 丝印层至阻焊层设计规则——为裸露的铜焊料和阻焊层开口添加新检测模式的新规划。

(3) 用于 PCB 多边形填充的外形顶点编辑器——新的外形顶点编辑器, 可用于多边形填充、多边形剔除和敷铜区域对象。

(4) 多边形覆盖区——添加了可定义多边形覆盖区的指令。

(5) 原理图引脚名称/指示器位置, 字体与颜色的个性设置——接口类型、指示器位置、字体、颜色等均可进行个性化设置。

(6) 端口高度与字体控制——端口高度、宽度以及文本字体都能根据个人需求进行控制。

(7) 原理图超链接——在原理图文件中的文本对象现已支持超链接。

(8) 智能 PDF 文件包含组件参数——在 SmartPDF 生成的 PDF 文件中单击组件即显示其参数。

(9) Microchip Touch Controls 支持——增添了对 Microchip Touch 电容触摸控制的支持功能。

(10) 升级的 DXP 平台——升级的 DXP 平台提供了完善且开放的开发环境。

(11) 新的 Via Stitching 功能, 为 RF 和高速设计提供了支持。

(12) PCB 设计中的重新编排具有了更高的灵活性。

(13) 其他 PCB 产品增强特性, 包括加强的交叉选择模式、改进的选择控制以及更易操作的多边形填充管理 (polygon pour management)。

(14) 加强了 Mentor PADS PCB、PADS Logic、Expedition 的输入以及 Ansoft、Hyperlynx 输出。

(15) 支持 ARM Cortex-M3 离散处理器、SEGGER J-Link 与 Altera Arria2GX FPGA。

1.2 Altium Designer 13 的主窗口

Altium Designer 13 启动后便可进入主窗口, 如图 1-1 所示。用户可以在该窗口中进行工程文件的操作, 如创建新工程文件、打开文件等。

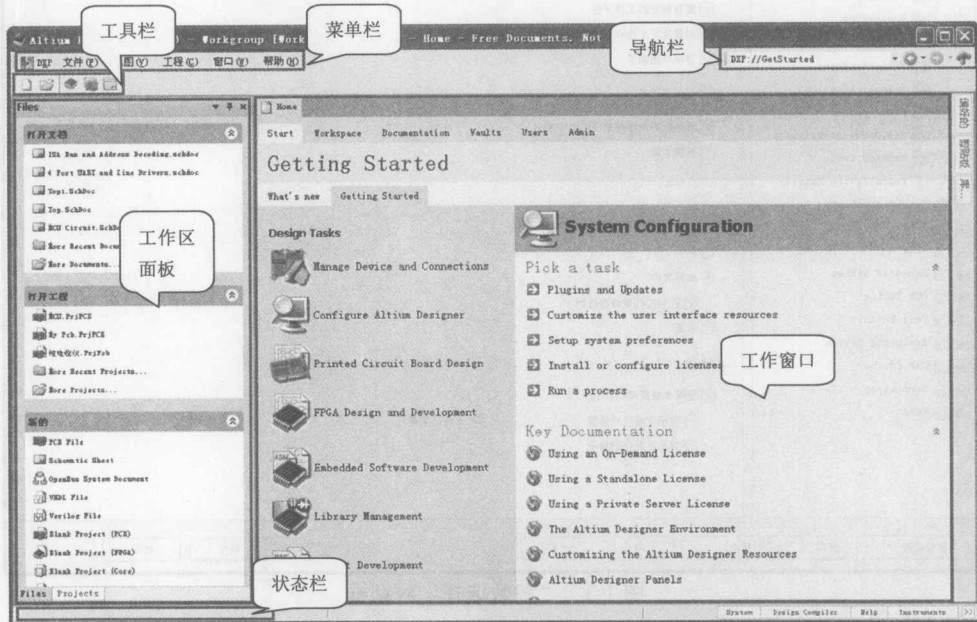


图 1-1 Altium Designer 13 的主窗口

Altium Designer 13 主窗口类似于 Windows 的界面风格, 主要包括菜单栏、工具栏、工作窗口、工作区面板、状态栏及导航栏 6 个部分。

1.2.1 菜单栏

菜单栏中包括一个用户“配置”按钮  和“文件”、“视图”、“工程”、“窗口”、“帮助”5 个菜单。

1. “配置”按钮

单击菜单栏中的“配置”按钮 ，弹出如图 1-2 所示的“配置”菜单，该菜单中包含一些用户配置命令。

- “我的账户”命令：用于管理用户授权协议，如设置授权许可的方式和数量。单击该命令，弹出“Home (首页)”选项卡，如图 1-1 所示的右侧区域。
- “参数选择”命令：用于设置 Altium Designer 的系统参数，包括资料备份和自动保存设置、字体设置、工程面板的显示、环境参数设置等。单击该命令，将弹出如图 1-3 所示的“参数选择”对话框。

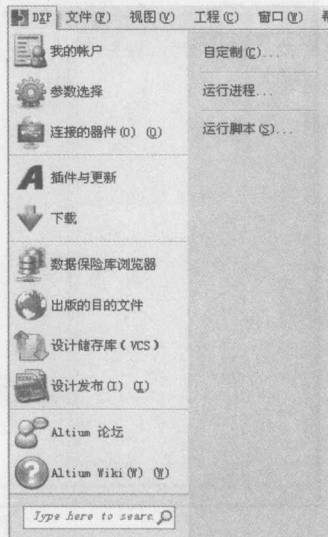


图 1-2 “配置”菜单

01
chapter02
chapter03
chapter04
chapter05
chapter06
chapter07
chapter08
chapter09
chapter10
chapter11
chapter12
chapter13
chapter14
chapter15
chapter16
chapter



图 1-3 “参数选择”对话框

- “连接的器件”命令：单击该命令，在主窗口右侧弹出如图 1-4 所示的“Devices（配置）”选项卡，其中显示要连接的器件。单击右上角“设置”按钮，弹出“参数选择”对话框，自动弹出“FPGA-Devices View（FPGA 装置视图）”选项卡，如图 1-5 所示。

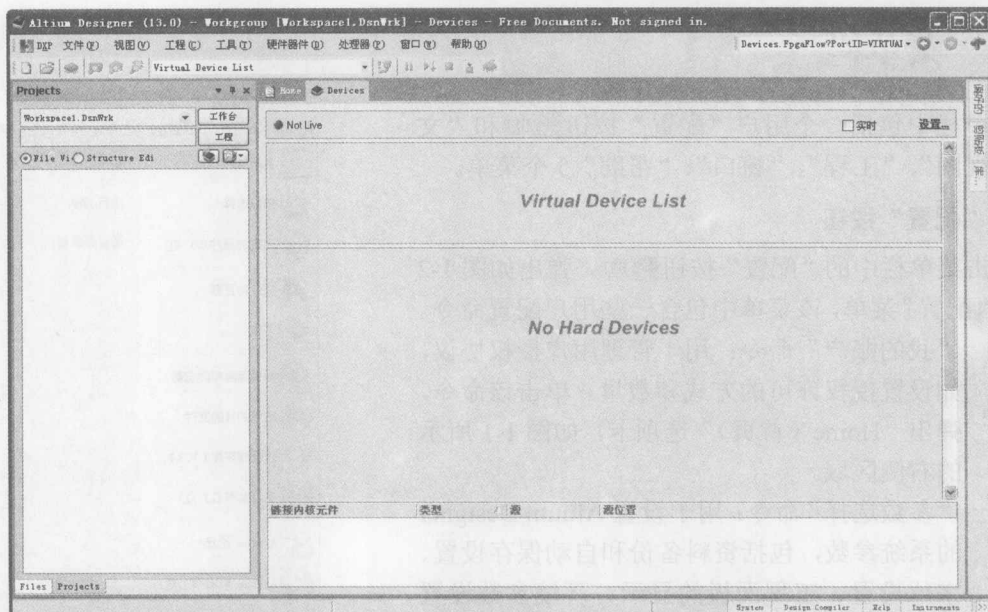


图 1-4 “Devices（配置）”选项卡