

Altium Designer 13

电路设计标准教程

赵月飞 编著
胡仁喜

标准知识体系+多媒体视频教学+实际工程应用

权威专家 畅销经典

由电路设计与教学专家执笔编写，历经多年修订升级，内容更加完善，更便于学习

教学结合 案例丰富

充分考虑教师授课和学生自学的特点，提供50个典型设计范例，以及游戏机电路综合案例的电路分析、原理图设计和PCB设计过程，将基础知识融于实际操作之中

学以致用 提升技能

同时提供范例的设计思路和操作步骤，每章附带精心挑选的上机实验、思考与练习，加深对所学知识的理解

高清晰多媒体
视频教学



大幅提升学习效率

- 300分钟23堂全程语音讲解
- 50个操作实例和上机实验的源文件

CAD认证专家多年修订的经典图书

多媒体

精品课程

Autodesk



科学出版社

Altium Designer 13

电路设计标准教程

赵月飞 编著
胡仁喜



科学出版社
北京

内 容 简 介

本书以Altium Designer 13为平台,介绍了电路设计的基本方法和技巧。全书共11章,内容包括Altium Designer 13概述、原理图设计、原理图的后续处理、层次原理图设计、印制电路板设计、电路板的后期处理、创建元件库及元件封装、信号完整性分析、电路仿真系统和可编程逻辑器件设计等知识。另外还介绍了综合实例,帮助读者巩固知识,提高技能。在介绍的过程中,本书由浅入深,从易到难,各章节既相对独立又前后关联,并且作者根据自己多年的经验及学习者的一般心理,及时给出总结和 Related 提示,帮助读者快速掌握所学知识。

随书配套的多媒体教学光盘包含全书实例操作过程的录屏AVI文件和实例源文件,读者可以通过多媒体光盘方便、直观地学习本书内容。

本书解说翔实,图文并茂,语言简洁,思路清晰,可以作为初学者的入门与提高教材,也可供相关行业工程技术人员及各院校相关专业师生学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

Altium Designer 13 电路设计标准教程/赵月飞,
胡仁喜编著. —北京:科学出版社,2014.6
ISBN 978-7-03-041207-2

I. ①A… II. ①赵… ②胡… III. ①印制电路—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(2014)第132496号

责任编辑:周晓娟 吴俊华 / 责任校对:杨慧芳
责任印刷:华程 / 封面设计:张世杰

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京市鑫山源印刷有限公司

中国科技出版传媒股份有限公司新世纪书局发行 各地新华书店经销

*

2014年8月第一版

开本:787×1092 1/16

2014年8月第一次印刷

印张:24 1/2

字数:596 000

定价:49.80元(含1CD价格)

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前言

随着计算机技术产业的发展,到20世纪80年代中期,计算机应用进入了各个领域。在这种背景下,美国ACCEL Technologies Inc.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。此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,人们纷纷开始用计算机来设计电子线路,直到今天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,Protel Technology公司(后改名为Altium公司)以其强大的研发能力推出了Protel For Dos作为TANGO的升级版本,从此Protel这个名字在业内日益响亮。

Protel系列是最早进入我国的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作为从Protel系列发展起来的新一代的板卡级设计软件,以Windows XP界面风格为主,同时,Altium独一无二的DXP技术集成平台也为设计系统提供了所有工具和编辑器的相容环境。

Altium Designer 13是一套完整的板卡级设计系统,真正地实现了在单个应用程序中的集成。该设计系统的目的就是支持整个设计过程。Altium Designer 13 PCB线路图设计系统充分利用了Windows XP平台的优势,具有可靠的稳定性、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。内容包括Altium Designer 13概述、原理图设计、原理图的后续处理、层次原理图设计、印制电路板设计、电路板的后期处理、创建元件库及元件封装、信号完整性分析、电路仿真系统和可编程逻辑器件设计等知识。另外还介绍了综合实例,帮助读者巩固知识,提高技能。在介绍的过程中,本书由浅入深,从易到难,各章节既相对独立又前后关联,并且作者根据自己多年的经验及学习者的一般心理,及时给出总结和相关推荐,帮助读者快速掌握所学知识。

随书配套的多媒体教学光盘包含全书实例操作过程的录屏AVI文件和实例源文件,读者可以通过多媒体光盘方便、直观地学习本书内容。

本书解说翔实，图文并茂，语言简洁，思路清晰，可以作为初学者的入门与提高教材，也可供相关行业工程技术人员及各院校相关专业师生学习参考。

本书由三维书屋工作室总策划，由军械工程学院赵月飞和胡仁喜编写。另外，刘昌丽、康士廷、王培合、孟清华、张俊生、周广芬、李瑞、王兵学、王艳池、郑长松、周冰、王玉秋、王义发、李鹏、王玮、胡仁喜、王敏等为本书的出版提供了大量帮助，在此一并表示感谢。










由于编者水平有限，书中不足之处在所难免，望广大读者批评指正，编者将不胜感激。笔者邮箱：win760520@126.com。




编著者


2014年6月









目 录


第 1 章 Altium Designer 13 概述	1
1.1 Altium Designer 13 的主窗口	2
1.1.1 菜单栏	2
1.1.2 工具栏	9
1.1.3 工作窗口	9
1.1.4 工作面板	10
1.2 Altium Designer 13 的文件管理系统	10
1.2.1 工程文件	10
1.2.2 自由文件	11
1.2.3 存盘文件	11
1.3 常用编辑器的启动	11
1.3.1 创建新的工程文件	12
1.3.2 原理图编辑器的启动	12
1.3.3 PCB 编辑器的启动	13
1.3.4 不同编辑器之间的切换	14
1.4 上机实验	14
1.5 思考与练习	15
第 2 章 原理图设计	16
2.1 原理图编辑器的界面简介	17
2.1.1 主菜单栏	17
2.1.2 工具栏	18
2.1.3 工作窗口和工作面板	19
2.2 原理图图纸设置	20
2.3 原理图工作环境设置	26
2.3.1 设置原理图的常规环境参数	26
2.3.2 设置图形编辑的环境参数	28
2.4 加载元件库	31
2.4.1 元器件库的分类	31
2.4.2 打开“库”面板	31
2.4.3 加载和卸载元件库	32
2.5 放置元件	33
2.5.1 元件的搜索	33
2.5.2 元件的放置	35
2.5.3 元件位置的调整	37
2.5.4 元件的排列与对齐	38
2.5.5 元件的属性编辑	39
2.6 元器件的删除	42
2.7 使用图形工具绘图	42
2.7.1 Drawing 工具栏	42

2.7.2	绘制直线	43
2.7.3	添加贝塞尔曲线	44
2.8	元件的电气连接	45
2.8.1	用导线连接元件	45
2.8.2	绘制总线	46
2.8.3	绘制总线分支线	47
2.8.4	放置手动连接	47
2.8.5	放置电源符号	49
2.8.6	放置网络标号	50
2.8.7	放置输入/输出端口	51
2.8.8	放置忽略 ERC 测试点	52
2.8.9	放置 PCB 布线指示	53
2.9	操作实例	55
 2.9.1	单片机原理图	55
 2.9.2	开关电源电路设计	59
 2.9.3	声控变频器电路设计	63
 2.9.4	A/D 转换电路设计	67
 2.9.5	实用门铃电路设计	71
 2.9.6	过零调功电路设计	73
 2.9.7	定时开关电路设计	78
 2.9.8	时钟电路设计	80
2.10	上机实验	83
2.11	思考与练习	84
第 3 章	原理图的后续处理	85
3.1	在原理图中添加 PCB 设计规则	86
3.1.1	在对象属性中添加设计规则	86
3.1.2	在原理图中放置 PCB Layout 标志	86
3.2	使用 List 与 Navigator 面板进行快速浏览	88
3.3	原理图的查错及编译	90
3.3.1	原理图的自动检测设置	90
3.3.2	原理图的编译	94
3.3.3	原理图的修正	95
3.4	打印与报表输出	97
3.4.1	打印输出	97
3.4.2	网络报表	98
3.4.3	基于整个工程的网络表	98
3.4.4	基于单个原理图文件的网络表	100
3.4.5	生成元件报表	100
 3.5	操作实例——20MHz 8 位 A/D 转换电路	104
3.6	上机实验	110
3.7	思考与练习	111
第 4 章	层次原理图的设计	113
4.1	层次原理图的设计方法	114
4.1.1	自上而下的层次原理图设计	114

4.1.2 自下而上的层次原理图设计	119
4.2 层次原理图之间的切换	123
4.2.1 由顶层方块电路图切换到子原理图	123
4.2.2 由子原理图切换到顶层原理图	124
4.3 层次设计表	125
 4.4 操作实例——波峰检测电路的多通道原理图	125
4.5 上机实验	130
4.6 思考与练习	130
第5章 印制电路板设计	131
5.1 PCB 界面简介	132
5.1.1 菜单栏	132
5.1.2 主工具栏	133
5.2 电路板物理结构及环境参数设置	133
5.2.1 电路板物理边框的设置	133
5.2.2 电路板图纸的设置	137
5.2.3 电路板的层面设置	140
5.2.4 工作层面与颜色设置	143
5.2.5 PCB 布线框的设置	145
5.2.6 “优先选项”的设置	145
5.3 在 PCB 文件中导入原理图网络表信息	147
5.3.1 设置同步比较规则	148
5.3.2 导入网络报表	148
5.3.3 原理图与 PCB 图的同步更新	151
5.4 元件的布局	153
5.4.1 自动布局约束参数	153
5.4.2 元件的自动布局	156
5.4.3 推挤式自动布局	159
5.4.4 导入自动布局文件进行布局	159
5.4.5 元件的手动布局	160
5.5 电路板的布线	162
5.5.1 设置 PCB 自动布线的规则	162
5.5.2 设置 PCB 自动布线的策略	168
5.5.3 电路板自动布线的操作	170
5.5.4 电路板手动布线	172
5.6 覆铜和补泪滴	172
5.6.1 执行覆铜命令	172
5.6.2 设置覆铜属性	173
5.6.3 放置覆铜	173
5.6.4 补泪滴	175
5.7 操作实例	176
 5.7.1 USB 鼠标电路 PCB 设计	176
 5.7.2 IC 卡读卡器 PCB 设计	180
5.8 上机实验	184
5.9 思考与练习	185

第 6 章 电路板的后期处理	187
6.1 电路板的测量.....	188
6.1.1 测量电路板上两点间的距离.....	188
6.1.2 测量电路板上对象间的距离.....	188
6.1.3 测量电路板上导线的长度.....	188
6.2 DRC 检查.....	189
6.2.1 在线 DRC 和批处理 DRC.....	190
6.2.2 对未布线的 PCB 文件执行批处理 DRC.....	191
6.2.3 对已布线完毕的 PCB 文件执行批处理 DRC.....	192
6.3 电路板的报表输出.....	192
6.3.1 PCB 图的网络表文件.....	193
6.3.2 PCB 板信息报表.....	194
6.3.3 元器件报表.....	195
6.3.4 简单元器件报表.....	196
6.3.5 网络表状态报表.....	197
6.4 电路板的打印输出.....	197
6.4.1 打印 PCB 文件.....	197
6.4.2 打印报表文件.....	199
6.4.3 生成 Gerber 文件.....	200
 6.5 操作实例.....	204
6.5.1 电路板信息及网络状态报表.....	204
6.5.2 电路板元件清单报表.....	206
6.5.3 PCB 图纸打印输出.....	207
6.5.4 生产加工文件输出.....	210
6.6 上机实验.....	212
6.7 思考与练习.....	213
第 7 章 创建元件库及元件封装	214
7.1 创建原理图元件库.....	215
7.1.1 Library Editor 面板.....	215
7.1.2 工具栏.....	216
7.1.3 设置库编辑器工作区参数.....	218
7.1.4 绘制库元件.....	219
7.1.5 绘制含有子部件的库元件.....	224
7.2 创建 PCB 元件库及封装.....	225
7.2.1 封装概述.....	225
7.2.2 常用封装介绍.....	226
7.2.3 新建封装的界面介绍.....	227
7.2.4 PCB 库编辑器环境设置.....	228
7.2.5 用 PCB 向导创建 PCB 元件规则封装.....	231
7.2.6 手工创建 PCB 元件不规则封装.....	234
7.3 元件封装检错和元件封装库报表.....	236
7.4 创建工程元件库.....	239
7.4.1 创建原理图工程元件库.....	239
7.4.2 使用工程元件库更新原理图.....	240

7.4.3	创建工程 PCB 元件封装库	242
7.4.4	创建集成元器件库	242
7.5	制作原理图库元件操作实例	244
	7.5.1 制作变压器元件	244
	7.5.2 制作七段数码管元件	246
7.6	上机实验	249
7.7	思考与练习	251
第 8 章	信号完整性分析	252
8.1	信号完整性分析概述	253
8.2	信号完整性分析规则设置	254
8.3	设置元件的信号完整性模型	259
8.3.1	在信号完整性分析之前设置元件的 SI 模型	259
8.3.2	在信号完整性分析过程中设置元件的 SI 模型	261
8.4	信号完整性分析器设置	263
8.5	操作实例	267
	8.5.1 二进制计数器 PCB 信号完整性分析	267
	8.5.2 二进制计数器 PCB 信号串扰分析	271
8.6	上机实验	272
8.7	思考与练习	274
第 9 章	电路仿真系统	275
9.1	电路仿真的基本概念	276
9.2	放置电源及仿真激励源	276
9.3	仿真分析的参数设置	282
9.3.1	通用参数的设置	283
9.3.2	仿真方式的具体参数设置	284
9.3.3	Operating Point Analysis	284
9.3.4	Transient/Fourier Analysis	285
9.4	特殊仿真元器件的参数设置	286
9.4.1	节点电压初值	286
9.4.2	节点电压	288
9.4.3	仿真数学函数	289
9.5	操作实例	289
	9.5.1 电源电路仿真分析	289
	9.5.2 数/模混合电路仿真分析	292
	9.5.3 自激多谐振荡器仿真分析	296
9.6	上机实验	299
9.7	思考与练习	300
第 10 章	可编程逻辑器件设计	302
10.1	FPGA 设计系统概述	303
10.1.1	FPGA 结构特点	303
10.1.2	FPGA 电路设计流程	303
	10.2 原理图输入法设计 FPGA 工程实例	304
10.2.1	创建 FPGA 工程并绘制电路原理图	304

10.2.2	选择默认 FPGA 芯片	305
10.2.3	配置设置	306
10.2.4	生成 EDIF 文件	309
10.3	VHDL 语言基础	309
10.3.1	VHDL 程序基本结构	310
10.3.2	VHDL 语言要素	315
10.4	VHDL 语法	325
10.4.1	顺序描述语句	325
10.4.2	并行描述语句	332
 10.5	利用 VHDL 语言设计 PFPGA 工程	336
10.5.1	创建 FPGA 工程	336
10.5.2	创建 VHDL 设计文件	336
10.5.3	创建顶层电路原理图	336
10.5.4	建立 VHDL 测试文件	338
10.5.5	建立 VHDL 模型文件和库文件	339
10.5.6	FPGA 工程设置和编译	341
10.6	上机实验	344
10.7	思考与练习	346

第 11 章 综合实例 347

11.1	电路分析	348
11.1.1	中央处理器	348
11.1.2	图形处理器	348
11.1.3	接口电路	349
11.1.4	射频调制电路	350
11.1.5	制式转换电路	350
11.1.6	电源电路	351
11.1.7	时钟电路	351
11.1.8	光电枪电路	351
11.1.9	控制盒电路	352
11.2	创建项目文件	352
11.3	原理图输入	353
11.3.1	绘制层次结构原理图的顶层电路图	353
11.3.2	绘制层次结构原理图子图	355
11.3.3	原理图元件的自动标注	368
11.3.4	自下而上的层次结构原理图设计方法	370
11.4	层次原理图间的切换	372
11.4.1	从顶层原理图切换到原理图符号对应的子图	372
11.4.2	从子原理图切换到顶层原理图	372
11.5	元件清单	373
11.6	设计电路板	374
11.6.1	印制电路板设计初步操作	374
11.6.2	布线设置	377
11.7	项目层次结构组织文件	380
11.8	上机实验	381

第1章

Altium Designer 13 概述

Altium Designer 13 作为新一代的板卡级设计软件，以 Windows XP 的界面风格为主，同时，Altium 独一无二的 DXP 技术集成平台也为设计系统提供所有工具和编辑器的相容环境。友好的界面环境及智能化的性能为电路设计者提供最优质的服务。

本章将从 Altium Designer 13 的功能特点及发展历史讲起，介绍 Altium Designer 13 的界面环境及基本操作，以使读者能对该软件有一个大致的了解。

知识重点

- ◆ Altium Designer 13 的文件管理系统
- ◆ Altium Designer 13 的开发环境

1.1

Altium Designer 13 的主窗口

Altium Designer 13 成功启动后便可进入主窗口，如图 1-1 所示。用户可以使用该窗口进行工程文件的操作，如创建新工程、打开文件等。



图 1-1 Altium Designer 13 的主窗口

主窗口类似于 Windows 的界面风格，主要包括 6 个部分，分别为菜单栏、工具栏、工作窗口、工作面板、状态栏及导航栏。

1.1.1 菜单栏

菜单栏包括 1 个用户配置按钮  及“文件”、“视图”、“工程”、“窗口”和“帮助”5 个菜单按钮。

1. 用户配置按钮

单击该配置按钮会弹出如图 1-2 所示的配置菜单。该菜单中包括以下几个用户配置选项。

- ◆ “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。选择该命令，弹出 Home 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、工程面板的显示及环境参数设置等。选择该命令，弹出如图 1-3 所示的“参数选择”对话框。



图 1-2 用户配置菜单



图 1-3 “参数选择”对话框

- ◆ “连接的器件”命令：选择该命令，在主界面右侧弹出如图 1-4 所示的 Devices 选项卡，在该选项卡中显示要连接的器件。单击右上角的“设置”链接，在“参数选择”对话框中自动打开 FPGA-Devices View 选项卡，如图 1-5 所示。

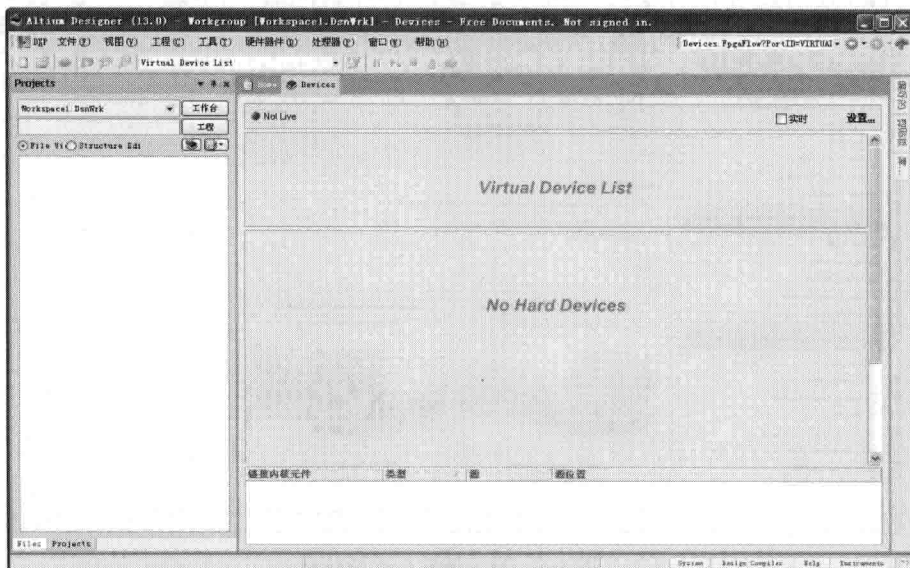


图 1-4 Devices 选项卡



图 1-5 “参数选择”对话框的 FPGA-Devices View 选项卡

- ◆ “插件与更新”命令：用于检查软件更新。选择该命令，在主界面右侧弹出如图 1-6 所示的 Plugins & Updates 选项卡。



图 1-6 显示插件与更新信息

- ◆ “下载”命令：用于下载 Altium Designer 新版本。
- ◆ “数据保险库浏览器”命令：用于打开 Value 对话框连接浏览器，显示数据保险库。

- ◆ “出版的目文件”命令：设置用于出版的目文件的参数，弹出“参数选择”对话框，即可设置对应选项卡。
- ◆ “设计储存库”命令：选择此命令，弹出“参数选择”对话框，设置对应选项卡。
- ◆ “设计发布”命令：选择该命令，在主界面右侧弹出 PCB Release 选项卡。
- ◆ “Altium 论坛”命令：选择该命令，在主界面右侧弹出“Altium 论坛”网页，显示关于 Altium 的讨论内容。
- ◆ Altium Wiki 命令：选择该命令，在主界面右侧弹出 Altium Wiki 网页，显示关于 Altium Wiki 的内容。
- ◆ “自定义”命令：用于自定义用户界面，如移动、删除、修改菜单栏或菜单选项，创建或修改快捷键等。选择该命令，弹出 Customizing PickATask Editor (定制原理图编辑器) 对话框，如图 1-7 所示。

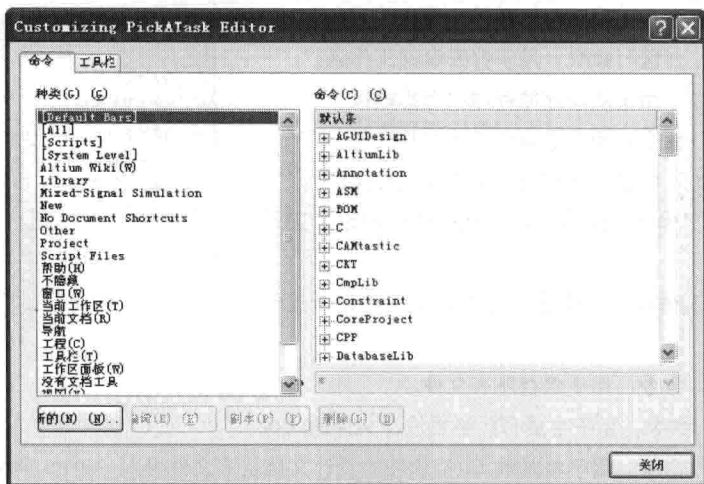


图 1-7 Customizing PickATask Editor 对话框

- ◆ “运行进程”命令：提供以命令行方式启动某个进程的功能。选择该命令，弹出如图 1-8 所示的“运行过程”对话框，单击其中的“浏览”按钮，弹出“处理浏览”对话框，如图 1-9 所示。

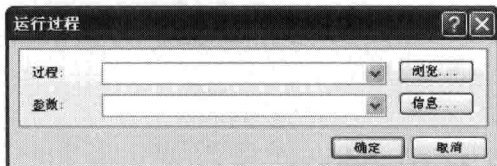


图 1-8 “运行过程”对话框

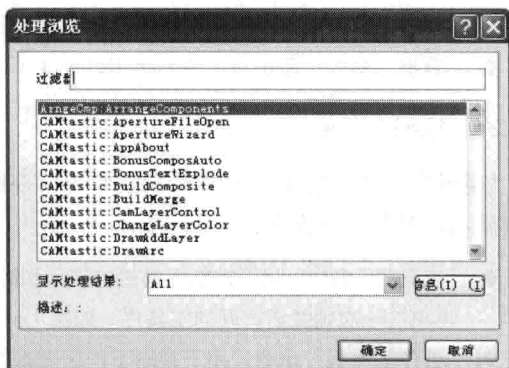


图 1-9 “处理浏览”对话框

- ◆ “运行脚本”命令：用于运行各种脚本文件，如用 Delphi、VB、Java 等语言编写的脚本文件。

2. “文件”菜单

“文件”菜单主要用于文件的新建、打开和保存等，界面如图 1-10 所示。下面详细介绍“文件”菜单中的各命令及其功能。



图 1-10 “文件”菜单

- ◆ New 命令：用于新建一个文件，其子菜单如图 1-10 所示。
- ◆ “打开”命令：用于打开 Altium Designer 13 可识别的各种文件。
- ◆ “打开工程”命令：用于打开各种工程文件。
- ◆ “打开设计工作区”命令：用于打开设计工作区。
- ◆ “检出”命令：用于从设计储存库中选择模板。
- ◆ “保存工程”命令：用于保存当前的工程文件。
- ◆ “保存工程为”命令：用于另存当前的工程文件。
- ◆ “保存设计工作区”命令：用于保存当前的设计工作区。
- ◆ “保存设计工作区为”命令：用于另存当前设计工作区。
- ◆ “全部保存”命令：用于保存所有文件。
- ◆ “智能 PDF”命令：用于生成 PDF 格式设计文件的向导。
- ◆ “导入向导”命令：用于将其他 EDA 软件的设计文档及库文件导入 Altium Designer 的导入向导，如 Protel 99SE、CADSTAR、Orcad、P-CAD 等设计软件生成的设计文件。
- ◆ “元件发布管理器”命令：用于设置发布文件参数及发布文件。
- ◆ “当前文档”命令：用于列出最近打开过的文件。
- ◆ “最近的工程”命令：用于列出最近打开过的工程文件。
- ◆ “当前工作区”命令：用于列出最近打开过的设计工作区。
- ◆ “退出”命令：用于退出 Altium Designer 13。

3. “视图”菜单

“视图”菜单主要用于工具栏、工作窗口视图、命令行及状态栏的显示和隐藏，界面如图 1-11 所示。

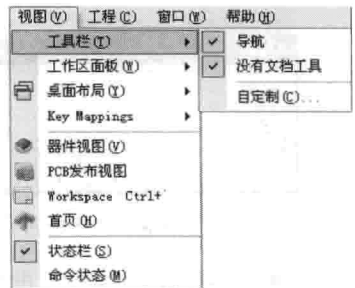


图 1-11 “视图”菜单

- ◆ “工具栏”命令：用于控制工具栏的显示和隐藏。单击一次开启，再单击一次则关闭打开的工具栏，如图 1-11 所示。
- ◆ “工作区面板”命令：用于控制工作区面板的打开与关闭，如图 1-12 所示。
 - ▶ Design Compiler (设计编译器) 命令：用于控制设计编译器相关面板的打开与关闭，包括编译过程中的差异、编译错误信息、编译对象调试器及编译导航等面板。
 - ▶ Help (帮助) 命令：用于控制帮助面板的打开与关闭。