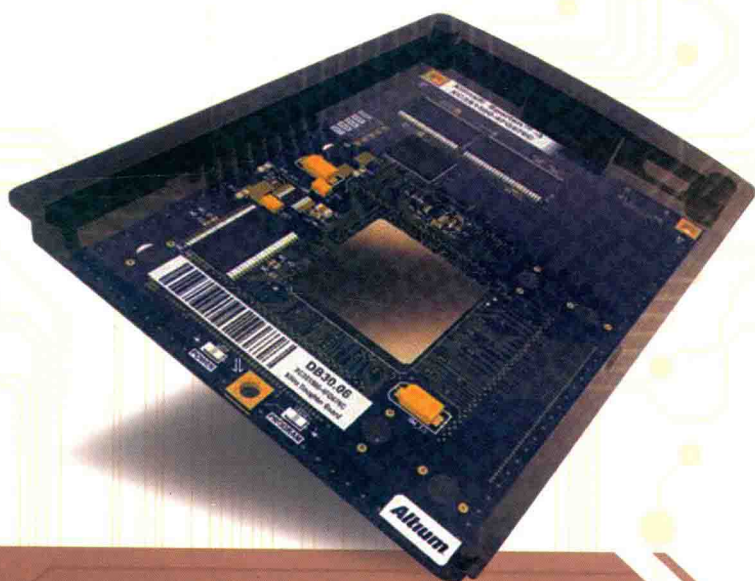


FDA 工程与应用丛书



Altium Designer 17

电路设计与仿真

左 昉 闫聪聪 等编著

第2版



关注机械工业出版社计算机分社官方微信订阅号“IT 有得聊”，即可获得本书配套资源，包括全部实例源文件 and 操作视频。



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

丛书

Altium Designer 17 电路 设计与仿真 第2版

左 昉 闫聪聪 等编著



机械工业出版社

本书以新版 Altium Designer 17 为平台,介绍了电路设计的方法和技巧,主要包括 Altium Designer 17 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、PCB 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、汉字显示屏电路设计实例、停电报警器电路设计实例和彩灯控制器电路设计实例。

本书的内容由浅入深,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推荐,以帮助读者快捷地掌握相关知识。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、直观地学习本书内容。

本书可以作为初学者的入门教材,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。

图书在版编目(CIP)数据

Altium Designer 17 电路设计与仿真 第2版 / 左昉等编著. —2 版. —北京:机械工业出版社, 2018. 3

(EDA 工程与应用丛书)

ISBN 978-7-111-60031-2

I. ①A… II. ①左… 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(2018)第 107734 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:尚晨 责任编辑:尚晨

责任校对:张艳霞 责任印制:常天培

北京铭成印刷有限公司印刷

2018 年 6 月第 2 版·第 1 次印刷

184 mm × 260 mm · 26 印张 · 629 千字

0001-3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-60031-2

定价: 79.80 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线:(010)88379833

读者购书热线:(010)88379649

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

金书网:www.golden-book.com

前 言

自 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 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。人们开始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。随着电子工业的飞速发展, 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 公司以其强大的研发能力推出了 Protel For Dos, 从此 Protel 这个名字在业内日益响亮。

Protel 系列是进入到我国最早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 17 作为其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 17 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功能的集成。Altium Designer 17 中 PCB 线路图设计系统完全利用了 Windows 平台的优势, 具有更好的稳定性、增强的图形处理功能和合理的用户界面, 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 17 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 17 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、PCB 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、汉字显示屏电路设计实例、停电报警器电路设计实例和彩灯控制器电路设计实例。本书的内容由浅入深, 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知识。全书内容讲解详实, 图文并茂, 思路清晰。

本书由北京科技大学的左昉老师和闫聪聪老师主编, 王敏、张辉、赵志超、徐声杰、朱玉莲、赵黎黎、李兵、李亚莉、甘勤涛、杨雪静、孟培、解江坤、李瑞、解璞等也为本书的出版提供了大量帮助, 在此一并表示感谢。

由于时间仓促, 加上编者水平有限, 书中不足之处在所难免, 望广大读者发送邮件到 win760520@126.com 批评指正, 编者将不胜感激。

编 者

目 录

前言

第 1 章 Altium Designer 17 概述	1
1.1 Altium Designer 17 的主要特点	1
1.2 Altium Designer 17 的主窗口	2
1.2.1 菜单栏	3
1.2.2 工具栏	9
1.2.3 工作窗口	9
1.2.4 工作面板	9
1.3 Altium Designer 17 的文件管理系统	10
1.3.1 工程文件	10
1.3.2 自由文件	11
1.3.3 存盘文件	11
第 2 章 原理图设计基础	12
2.1 原理图的组成	12
2.2 原理图编辑器窗口简介	13
2.2.1 菜单栏	13
2.2.2 工具栏	14
2.2.3 工作窗口和工作面板	16
2.3 原理图工作环境设置	16
2.3.1 General 页面的设置	17
2.3.2 Graphical Editing 页面的设置	20
2.3.3 Compiler 页面的设置	22
2.3.4 AutoFocus 对话框的设置	24
2.3.5 Library AutoZoom 对话框的设置	24
2.3.6 Grids 对话框的设置	25
2.3.7 Break Wire 对话框的设置	26
2.3.8 Default Units 对话框的设置	27
2.3.9 Default Primitives 对话框的设置	28
2.4 图纸的设置	30
2.4.1 图纸大小的设置	30
2.4.2 图纸字体的设置	31
2.4.3 图纸方向、标题栏和颜色的设置	32
2.4.4 网格和光标设置	33
2.4.5 填写图纸设计信息	35

2.5	加载元件库	36
2.5.1	元件库的分类	37
2.5.2	打开“库”面板	37
2.5.3	加载和卸载元件库	37
2.6	放置元件	38
2.6.1	搜索元件	39
2.6.2	放置元件	40
2.6.3	调整元件位置	42
2.6.4	元件的排列与对齐	44
2.6.5	元件的属性设置	45
第3章	原理图的绘制	48
3.1	原理图连接工具	48
3.2	元件的电气连接	49
3.2.1	放置导线	49
3.2.2	放置总线	50
3.2.3	放置总线入口	51
3.2.4	手动连接	51
3.2.5	放置电源和地符号	53
3.2.6	放置网络标号	53
3.2.7	放置输入/输出端口	54
3.2.8	放置离图连接	55
3.2.9	放置忽略 ERC 测试点	56
3.2.10	放置 PCB 布线指示	57
3.3	线束	58
3.3.1	线束连接器	59
3.3.2	线束入口	60
3.3.3	信号线束	61
3.4	使用绘图工具绘图	62
3.4.1	绘图工具	62
3.4.2	绘制直线	63
3.4.3	绘制椭圆弧和圆弧	63
3.4.4	绘制多边形	65
3.4.5	绘制矩形	67
3.4.6	绘制贝塞尔曲线	68
3.4.7	绘制椭圆或圆	69
3.4.8	绘制扇形	70
3.4.9	放置文本字和文本框	71
3.4.10	放置图片	73
3.5	操作实例——无线电监控器电路	75

第4章 原理图的后续处理	78
4.1 窗口操作	78
4.2 项目编译	80
4.2.1 项目编译参数设置	80
4.2.2 执行项目编译	86
4.3 报表打印输出	88
4.3.1 打印输出	88
4.3.2 网络表	88
4.3.3 基于整个项目的网络表	89
4.3.4 基于单个原理图文件的网络表	90
4.3.5 生成元件报表	91
4.4 操作实例——电饭煲饭熟报知器电路	94
第5章 层次结构原理图的设计	106
5.1 层次结构原理图的基本结构和组成	106
5.2 层次结构原理图的设计方法	107
5.2.1 自上而下的层次原理图设计	107
5.2.2 自下而上的层次原理图设计	112
5.3 层次结构原理图之间的切换	115
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	115
5.3.2 由子原理图切换到顶层原理图	116
5.4 层次设计表	117
5.5 操作实例——正弦波逆变器电路	118
第6章 原理图编辑中的高级操作	124
6.1 原理图中的高级操作	124
6.1.1 刷新原理图	124
6.1.2 高级粘贴	124
6.1.3 查找与替换	126
6.2 工具的使用	128
6.2.1 自动分配元件标号	129
6.2.2 回溯更新原理图元件标号	129
6.3 元件编号管理	129
6.4 元件的过滤	131
6.5 使用 Navigator (导航) 面板进行快速浏览	133
6.6 操作实例——汽车多功能报警器电路	135
第7章 PCB 设计基础知识	141
7.1 PCB 编辑器窗口简介	141
7.1.1 菜单栏	142
7.1.2 工具栏	142
7.2 新建 PCB 文件	143

7.2.1	利用 PCB 设计向导创建 PCB 文件	143
7.2.2	利用菜单命令创建 PCB 文件	146
7.2.3	利用模板创建 PCB 文件	146
7.3	PCB 面板的应用	147
7.4	电路板物理结构及编辑环境参数设置	149
7.4.1	电路板物理边框的设置	150
7.4.2	电路板图纸的设置	152
7.4.3	电路板层的设置	155
7.4.4	电路板层显示与颜色设置	158
7.4.5	PCB 布线区的设置	160
7.4.6	参数设置	160
7.5	在 PCB 编辑器中导入网络报表	161
7.5.1	准备工作	161
7.5.2	导入网络报表	162
第 8 章	PCB 的布局设计	164
8.1	元件的自动布局	164
8.1.1	自动布局约束参数	165
8.1.2	排列 Room 内的元件	167
8.1.3	元件在矩形区域内的自动布局	167
8.1.4	排列板子外的元件	168
8.1.5	推挤式自动布局	169
8.1.6	导入自动布局文件进行布局	169
8.2	元件的手动布局	170
8.2.1	元件的对齐操作	170
8.2.2	元件说明文字的调整	171
8.2.3	元件间距的调整	171
8.2.4	移动元件到格点处	172
8.2.5	元件手动布局的具体步骤	172
8.3	3D 效果图	173
8.4	网络密度分析	174
8.5	操作实例	175
8.5.1	电饭煲饭熟报知器电路 PCB 设计	175
8.5.2	无线电监控器电路 PCB 设计	178
第 9 章	PCB 的布线	185
9.1	电路板的自动布线	185
9.1.1	设置 PCB 自动布线的规则	185
9.1.2	设置 PCB 自动布线的策略	202
9.1.3	电路板自动布线的操作过程	204
9.2	电路板的手动布线	208

9.2.1	拆除布线	208
9.2.2	手动布线	209
9.3	添加安装孔	209
9.4	覆铜和补泪滴	211
9.4.1	执行覆铜命令	211
9.4.2	设置覆铜属性	211
9.4.3	放置覆铜	212
9.4.4	补泪滴	213
9.5	操作实例——装饰彩灯控制电路设计	215
第 10 章	PCB 的后期制作	222
10.1	距离测量	222
10.1.1	两元素间距离测量	222
10.1.2	两点间距两测量	222
10.1.3	导线长度测量	223
10.2	设计规则检查	223
10.2.1	在线 DRC 和批处理 DRC	224
10.2.2	对未布线的 PCB 文件执行批处理 DRC	225
10.2.3	对已布线完毕的 PCB 文件执行批处理 DRC	226
10.3	输出电路板相关报表	227
10.3.1	PCB 的信息报表	227
10.3.2	元件清单	228
10.3.3	简略元件清单	229
10.3.4	网络表状态报表	230
10.4	PCB 的打印输出	231
10.4.1	打印 PCB 文件	231
10.4.2	打印报表文件	233
10.4.3	生成 Gerber 文件	234
10.5	操作实例	235
10.5.1	电路板信息及网络状态报表	235
10.5.2	电路板元件清单	237
10.5.3	PCB 图纸打印输出	239
10.5.4	生产加工文件输出	242
第 11 章	创建元件库及元件封装	247
11.1	创建原理图元件库	247
11.1.1	元件库面板	248
11.1.2	工具栏	249
11.1.3	设置元件库编辑器工作区参数	250
11.1.4	绘制库元件	251
11.1.5	绘制含有子部件的库元件	256

11.2	创建 PCB 元件库及元件封装	258
11.2.1	封装概述	258
11.2.2	常用元封装介绍	258
11.2.3	PCB 库编辑器	259
11.2.4	PCB 库编辑器环境设置	261
11.2.5	用 PCB 元件向导创建规则的 PCB 元件封装	264
11.2.6	用 PCB 元件向导创建 3D 元件封装	266
11.2.7	手动创建不规则的 PCB 元件封装	273
11.3	元件封装检查和元件封装库报表	281
11.4	操作实例	282
11.4.1	绘制变压器	283
11.4.2	元器件报表	285
11.4.3	元器件库报表	285
11.4.4	元器件规则检查报表	286
第 12 章	电路仿真系统	287
12.1	电路仿真的基本概念	287
12.2	放置电源及仿真激励源	288
12.3	仿真分析的参数设置	289
12.4	仿真模式设置	291
12.4.1	通用参数设置	291
12.4.2	静态工作点分析 (Operating Point Analysis)	293
12.4.3	瞬态分析 (Transient Analysis)	293
12.4.4	直流扫描分析 (DC Sweep Analysis)	294
12.4.5	交流小信号分析 (AC Small Signal Analysis)	295
12.4.6	噪声分析 (Noise Analysis)	296
12.4.7	零-极点分析 (Pole-Zero Analysis)	297
12.4.8	传递函数分析 (Transfer Function Analysis)	298
12.4.9	温度扫描 (Temperature Sweep)	298
12.4.10	参数扫描 (Parameter Sweep)	299
12.4.11	蒙特卡罗分析 (Monte Carlo Analysis)	300
12.5	操作实例	301
12.5.1	双极性电源仿真分析	301
12.5.2	基本电力供应电路分析	307
12.5.3	Crystal Oscillator 电路仿真	311
第 13 章	信号完整性分析	315
13.1	信号完整性分析概述	315
13.1.1	信号完整性分析的概念	315
13.1.2	信号完整性分析工具	316
13.2	信号完整性分析规则设置	317

13.3	设定元件的信号完整性模型	324
13.3.1	在信号完整性分析之前设定元件的 SI 模型	324
13.3.2	在信号完整性分析过程中设定元件的 SI 模型	325
13.4	信号完整性分析器设置	327
13.5	操作实例——信号完整性分析	332
第 14 章	可编程逻辑器件设计	337
14.1	PLD 设计概述	337
14.2	VHDL 中的描述语句	338
14.3	VHDL 应用实例	347
14.3.1	创建 FPGA 项目	347
14.3.2	创建 VHDL 设计文件	347
14.3.3	创建顶层电路原理图	348
14.3.4	建立 VHDL 文件和库文件	350
14.3.5	创建层次电路原理图	353
14.3.6	建立 VHDL 测试文件	355
14.3.7	FPGA 项目设置和编译	355
第 15 章	汉字显示屏电路设计实例	360
15.1	电路分析	360
15.2	创建项目文件	360
15.3	原理图输入	361
15.3.1	绘制层次结构原理图的顶层电路图	361
15.3.2	绘制层次结构原理图子图	363
15.3.3	自下而上的层次结构原理图设计方法	369
15.4	层次原理图间的切换	371
15.4.1	从顶层原理图切换到原理图符号对应的子图	371
15.4.2	从子原理图切换到顶层原理图	372
15.5	元件清单	372
15.5.1	元件材料报表	372
15.5.2	元件分类材料报表	374
15.5.3	元件网络报表	374
15.5.4	元器件简单元件清单报表	376
15.6	设计电路板	376
15.6.1	印制电路板设计初步操作	376
15.6.2	布线设置	379
15.7	项目层次结构组织文件	383
第 16 章	电路设计实例	384
16.1	停电报警器电路设计	384
16.1.1	电路分析	384
16.1.2	停电报警器电路原理图设计	384

16.1.3 印制电路板设计 388

16.2 彩灯控制器电路设计..... 391

16.2.1 电路分析 391

16.2.2 彩灯控制器电路原理图设计 392

16.2.3 印制电路板设计 395

附录..... 399

附录 A Altium designer 17 快捷键表 399

附录 B 常用逻辑符号对照表 402

参考文献..... 403

第 1 章 Altium Designer 17 概述

本章将从 Altium Designer 17 的功能特点讲起, 介绍 Altium Designer 17 的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。



知识点

- Altium Designer 17 概述
- Altium Designer 17 的设计与仿真
- Altium Designer 17 的界面环境
- Altium Designer 17 的文件管理

1.1 Altium Designer 17 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公司软件之一, 因其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 17 中已经趋向成熟, 为快速设计电子产品并将其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全过程。在其他的解决方案中, 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成本优势。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 17 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 17 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 PCB 布线功能特性, 更新了备用元器件选择系统、可视化间距边界、元器件布局系统, 这一系列改进都能提高用户的效率。Altium Designer 17 在以下方面进行了功能增强。

(1) 运用 Altium Designer 17 中全新的 PCB 布线及增强技术

- 运用 ActiveRoute™: 在短时间内进行高质量的 PCB 布线。
- 使用背钻孔: 减少高速设计时对信号完整性的干扰。
- 通过动态铺铜: 节省创建及编辑多边形铺铜的时间。

(2) PCB 布线功能增强

对 PCB 布线工作流程的精确控制及其卓越性能，可以应对不断增强的工程复杂性的挑战。

- **ActiveRoute**：通过高性能的指导布线技术，在短时间内进行高质量的 PCB 布线。
- **跟踪修线**：运用布线路径自动对准功能，轻松优化 PCB 网络的长度和质量。
- **动态选择**：运用全新的基于任意形状的选择工具，快速分组、编辑设计对象。

(3) 设计效率增强

凭借高速设计、设计文档以及 PCB 布线的效率增强，提升工程体验。

- **动态铺铜**：通过便捷的编辑模式及自定义边界，节约修改多边形铺铜的时间。
- **背钻孔**：通过对钻孔的完全控制，减少高速设计时对信号完整性的干扰。
- **自动交叉搜索**：通过在原理图及电路板间交叉引用，在设计工程的多个文件中快速导航。

1.2 Altium Designer 17 的主窗口

Altium Designer 17 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、打开文件等。

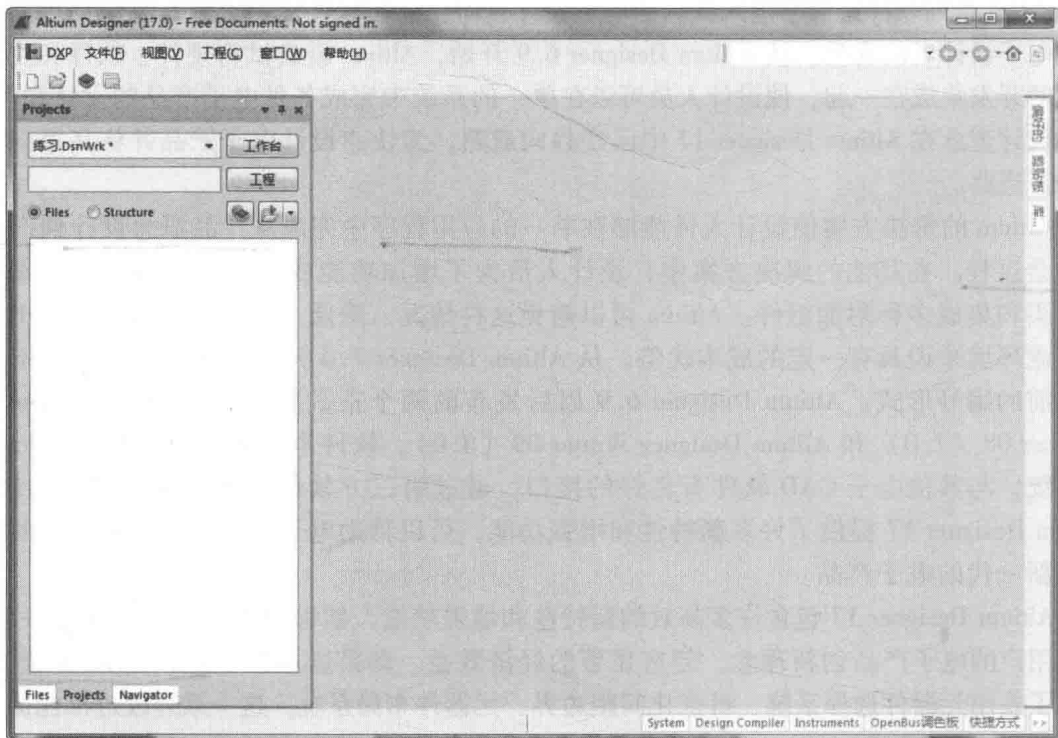


图 1-1 Altium Designer 17 的主窗口

主窗口类似于 Windows 窗口的界面风格，主要包括菜单栏、工具栏、工作窗口、工作面板、状态栏及导航栏六部分。

1.2.1 菜单栏

菜单栏包括一个用户配置按钮  和文件 (F)、视图 (V)、工程 (C)、窗口 (W)、帮助 (H) 五个菜单。

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，该菜单包含一些用户配置命令。

(1) “我的账户”命令：用于管理用户授权协议，可设置授权许可的方式和数量。单击该命令弹出“Home”选项卡，如图 1-1 右侧区域所示。

(2) “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。选择该命令将弹出如图 1-3 所示的“参数选择”对话框。



图 1-2 配置菜单

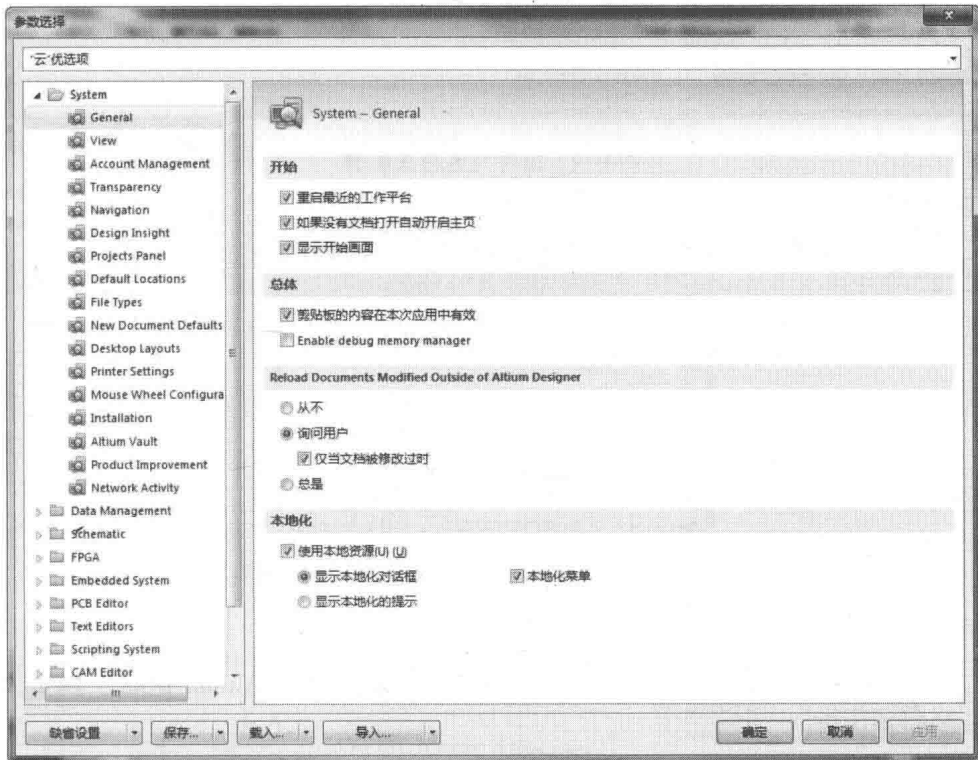


图 1-3 “参数选择”对话框

(3) “Extensions and Updates (插件与更新)”命令：用于检查软件更新，单击该命令在主窗口右侧弹出如图 1-4 所示的“Extensions and Updates (插件与更新)”选项卡。

(4) “Sign in to Altium Vault (登录到 Altium Vault)”命令：用于打开“Connecting to Altium Vault”对话框，如图 1-5 所示，用于设置服务器地址、Altium Vault 用户名与密码。

(5) “数据保险库浏览器”命令：用于打开“Vault”对话框连接浏览器，显示数据保

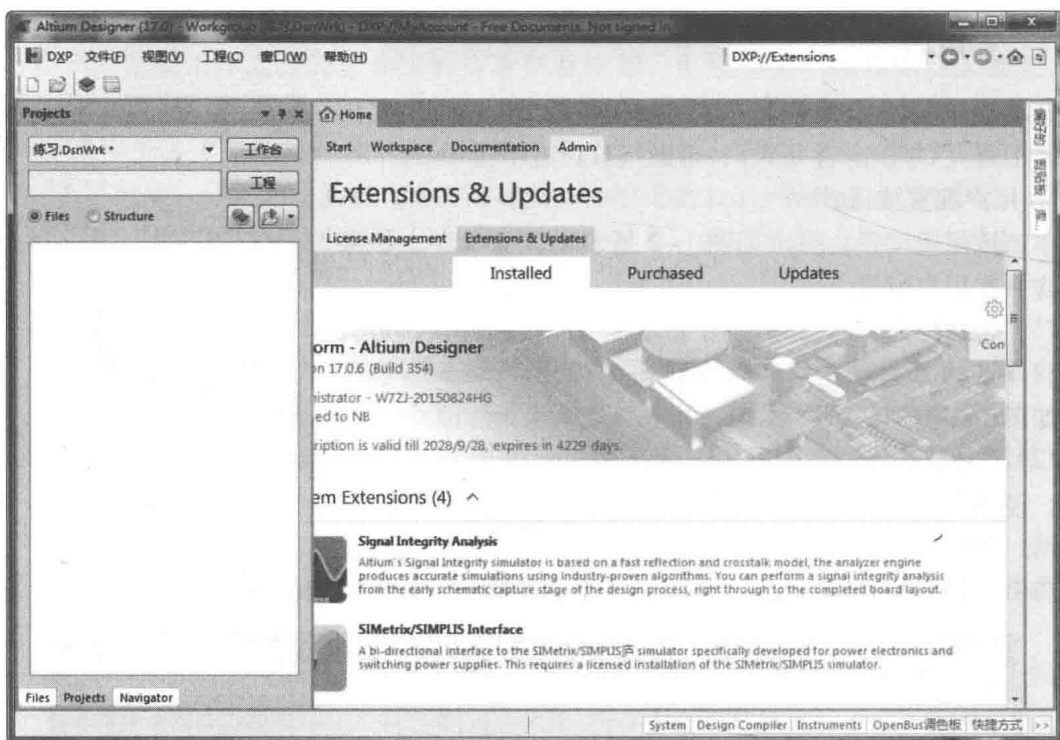


图 1-4 插件与更新选项卡

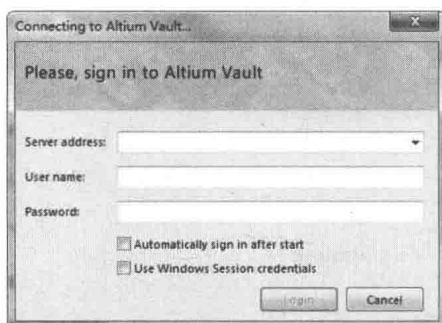


图 1-5 “Connecting to Altium Vault” 对话框

险库。

(6) “Altium 论坛”命令：选择该命令在主窗口右侧弹出“Altium 论坛”网页，显示关于 Altium 的讨论内容。

(7) “Altium Wiki”命令：选择该命令在主窗口右侧弹出“Altium Altium Wiki”网页，显示关于 Altium 的内容。

(8) “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。选择该命令弹出的“Customizing PickATask Editor（定制原理图编辑器）”对话框如图 1-6 所示。

(9) “运行进程”命令：提供了以命令行方式启动某个进程的功能，可以启动系统提供的任何进程。选择该命令弹出“运行过程”对话框，如图 1-7 所示，单击其中的“浏览”

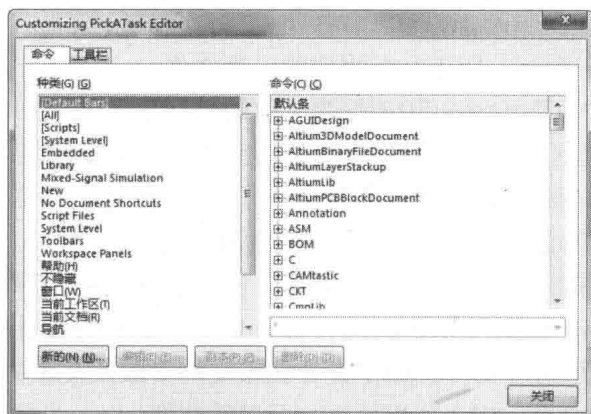


图 1-6 “Customizing PickATask Editor” 对话框

按钮弹出“处理浏览”对话框，如图 1-8 所示。

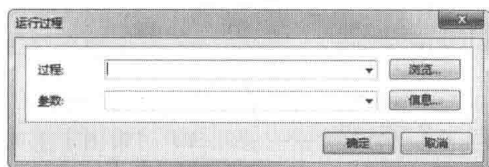


图 1-7 “运行过程” 对话框



图 1-8 “处理浏览” 对话框

(10) “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，如图 1-9 所示。下面详细介绍“文件” 菜单中的命令及其功能。

(1) “New” 命令：用于新建一个文件，其子菜单如图 1-9 所示。

(2) “打开” 命令：用于打开已有的 Altium Designer 17 可以识别的各种文件。

(3) “打开工程” 命令：用于打开各种工程文件。

(4) “打开设计工作区” 命令：用于打开设计工作区。

(5) “检出” 命令：用于从设计存储库中选择模板。

(6) “保存工程” 命令：用于保存当前的工程



图 1-9 “文件” 菜单