

零点
起飞

从零开始，助您快速
成为高手的全方位学习方案！

零点起飞学

Altium Designer 18

电路设计与仿真

高敬鹏 高路 白锦良◎编著

◆ 由浅入深，循序渐进

本书在内容编排上遵循由浅入深、由易到难的原则，基础知识与大量实例相结合，读者可边学边练

◆ 实例丰富，涉及面广

本书提供丰富的Altium Designer 18设计实例，内容涉及电子电路系统设计的各个领域

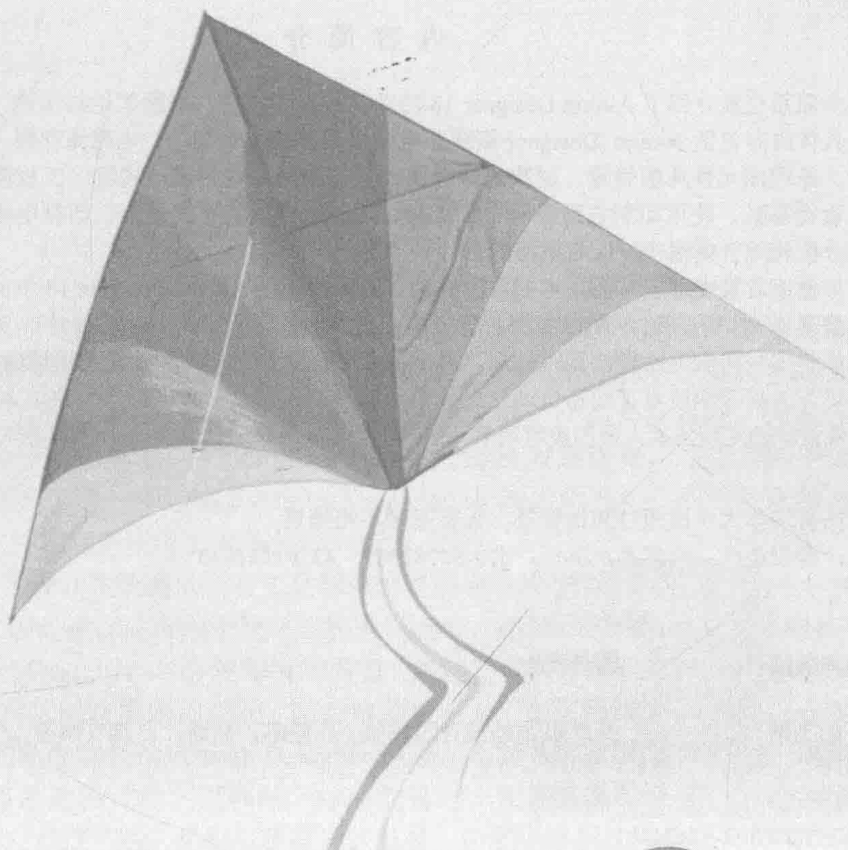
◆ 兼顾原理，注重实用

以图解的方式讲解Altium Designer 18软件的设计流程和方法，在讲解基础知识的同时配以实际案例进行说明，使读者能快速掌握电路原理图的制作与印制电路板的设计

清华大学出版社



零点
起飞



零点起飞学

Altium Designer 18

电路设计与仿真

高敬鹏 高路 白锦良◎编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书全面系统地介绍了 Altium Designer 18 的功能和操作技巧, 兼顾理论与实用、基础与提高、教学与培训。具体内容包括 Altium Designer 概述、电路原理图的编辑环境、电路原理图元件的设计、电路原理图设计、原理图元件库的管理、层次式原理图设计、电路原理图设计进阶、工程编译与报表生成、印制电路板设计基础、使用印制电路板的布线工具、印制电路板的布线设计、印制电路板的后续制作、信号完整性分析和综合实例——U 盘电路的设计。

为了方便读者直观理解掌握, 本书以图解的方式讲解了在 Altium Designer 18 中的设计流程和设计方法。在讲解基本知识的同时, 配以案例进行说明, 使读者的学习融入具体设计中, 实现从零基础到熟练制作电路原理图与印制电路板的撰写目标。最后, 本书每章都配有习题, 以帮助读者巩固所学。

本书可作为高等学校电子线路自动化设计相关课程的教学用书, 也可作为使用 Altium Designer 18 进行电子系统设计的工程技术人员的参考用书, 还可作为 Altium Designer 18 设计工具相关技术培训班的教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签, 无标签者不得销售。

版权所有, 侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13701121933

图书在版编目 (CIP) 数据

零点起飞学 Altium Designer 18 电路设计与仿真 / 高敬鹏, 高路, 白锦良编著. —北京: 清华大学出版社, 2019

(零点起飞)

ISBN 978-7-302-52431-1

I. ①零… II. ①高… ②高… ③白… 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 (2019) 第 039291 号

责任编辑: 袁金敏
封面设计: 刘新新
责任校对: 徐俊伟
责任印制: 沈 露

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者: 三河市龙大印装有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×260mm 印 张: 20.25 字 数: 501 千字

版 次: 2019 年 5 月第 1 版 印 次: 2019 年 5 月第 1 次印刷

定 价: 79.80 元

产品编号: 079812-01

前 言

随着科学技术的飞速发展，计算机辅助设计和仿真分析在越来越多的领域扮演着重要的角色。作为科学技术发展前提的电子电气工程技术，更应充分利用计算机手段进行电路设计和仿真分析。Altium Designer 是目前流行的一体化电子产品开发系统，以易学易用深受广大电子产品设计者的喜爱。Altium Designer 由 Protel 发展而来，与以前的 Protel 版本相比，它的功能得到了进一步增强。Altium Designer 18 作为从 Protel 系列发展起来的新一代的板卡级设计软件，完全利用了 Windows 平台的优势，真正实现了在单个应用程序中的集成。它的集成平台为设计系统提供所有工具和编辑器的兼容环境，设计者可以选择适当的设计途径和方式工作，因此被广泛应用于航空、航天、汽车、船舶、通用机械和电子电路等领域。

本书以 Altium Designer 18 开发环境为背景，给出了完整的电子产品开发解决方案。全书共分 14 章，分别从电路原理图设计、印制电路板设计、信号完整性分析和综合实例四个方面进行阐述，主要内容包括 Altium Designer 概述、电路原理图的编辑环境、电路原理图元件的设计、电路原理图设计、原理图元件库的管理、层次式原理图设计、电路原理图设计进阶、工程编译与报表生成、印制电路板设计基础、印制电路板的布线工具使用、印制电路板的布线设计、印制电路板的后续制作、信号完整性分析和综合实例——U 盘电路的设计。涵盖从原理图设计到印制电路板制作的全部过程，读者可按照书中所讲述的内容进行实际操作。

为了使初学者快速入门，提高对电子电路系统设计的兴趣与爱好，并能在短时间内掌握 Altium Designer 18 软件设计开发的要点，本书具有以下特点。

由浅入深，循序渐进：本书在内容编排上遵循由浅入深、由易到难的原则，基础知识与大量实例相结合，力求使读者能够快速入门。

实例丰富，涉及面广：本书提供丰富的 Altium Designer 18 设计实例，内容涉及电子电路系统设计的各个领域。

重点突出，可操作性强：本书侧重于实际应用，书中实例均经充分验证，按所述步骤即可实现预定结果。

本书第 1~3 章由哈尔滨工程大学高敬鹏编写，第 4~10 章由北京航天长征飞行器研究所高路编写，第 11~14 章由北京航天长征飞行器研究所白锦良编写。参加本书编写工作的人员还有武超群、管殿柱、宋一兵、王献红、李文秋，在此表示衷心的感谢。

作 者
2019 年 1 月

目 录

第 1 章 Altium Designer 概述	1
1.1 Altium Designer 的安装与启动	1
1.1.1 Altium Designer 的安装	1
1.1.2 Altium Designer 的启动	3
1.2 熟悉 Altium Designer 18 的操作环境	7
1.2.1 Altium Designer 18 的基本参数设置	7
1.2.2 设置个性化用户界面	8
1.2.3 Altium Designer 18 的设计工作区	10
1.3 Altium Designer 18 的工程及文件管理	11
1.3.1 工程及工程文件的创建	11
1.3.2 常用文件及导入	13
1.3.3 文件的管理	16
1.4 思考与练习	18
第 2 章 电路原理图的编辑环境	19
2.1 创建原理图文件	19
2.2 原理图编辑界面及画面管理	20
2.3 原理图编辑画面管理	22
2.4 原理图纸的设置	23
2.5 原理图工作区参数设置	27
2.5.1 常规参数设置	28
2.5.2 图形编辑参数设置	30
2.5.3 编译器参数设置	33
2.5.4 自动聚焦设置	34
2.5.5 打破线设置	35
2.5.6 图元默认值设置	36
2.6 元件库的操作	38
2.6.1 【库】面板	38
2.6.2 直接加载元件库	39
2.6.3 查找元件并加载元件库	41
2.7 思考与练习	44
第 3 章 电路原理图元件的设计	45
3.1 元件的放置	45
3.2 编辑元件的属性	46
3.2.1 元件属性的编辑	46
3.2.2 元件自动标号	47

3.2.3	快速自动标号与恢复	51
3.3	调整元件	52
3.3.1	元件位置的调整	52
3.3.2	元件的简单复制与粘贴	53
3.3.3	元件的智能粘贴	54
3.3.4	元件的阵列粘贴	57
3.4	思考与练习	58
第 4 章	电路原理图设计	59
4.1	绘制电路原理图	59
4.1.1	原理图连接方法	59
4.1.2	绘制导线	61
4.1.3	放置电源和地端口	63
4.1.4	绘制总线	64
4.1.5	放置总线入口	65
4.1.6	放置网络标签	66
4.1.7	放置输入/输出端口	67
4.1.8	放置线束	68
4.1.9	放置电气节点	73
4.1.10	放置通用 No ERC 标号	73
4.2	放置非电气对象	74
4.2.1	放置文本	74
4.2.2	放置绘图线	75
4.3	原理图综合实例——超声波测距系统设计	77
4.4	思考与练习	87
第 5 章	原理图元件库的管理	89
5.1	原理图库文件编辑器	89
5.1.1	原理图库文件编辑器的启动	89
5.1.2	原理图库文件编辑环境	90
5.1.3	原理图库应用工具栏	91
5.1.4	【库】面板	92
5.2	原理图库元件的创建	93
5.2.1	设置工作区参数	93
5.2.2	库元件的创建	94
5.3	原理图库元件的编辑	97
5.3.1	原理图库元件菜单命令	97
5.3.2	原理图库文件添加模型	98
5.3.3	创建含有子部件的库元件	102
5.3.4	复制库元件	103
5.4	制作工程原理图库	106
5.5	器件报表输出及原理图库报告生成	107
5.5.1	输出报表	107
5.5.2	生成库报告	110
5.6	思考与练习	111

第 6 章 层次式原理图设计	113
6.1 层次式原理图的基本结构	113
6.2 层次式原理图的具体实现	115
6.2.1 自下而上的层次设计	115
6.2.2 自上而下的层次设计	124
6.3 层次式原理图的层次切换	127
6.4 层次式原理图中的连通性	128
6.5 多通道设计	133
6.6 思考与练习	138
第 7 章 电路原理图设计进阶	139
7.1 特色工作面板	139
7.2 【SCH Filter】面板	139
7.2.1 【SCH Filter】面板简介	139
7.2.2 【Query Helper】对话框	141
7.2.3 【SCH Filter】面板的使用	143
7.3 【SCH List】面板	146
7.4 【选择内存】面板	149
7.4.1 【选择内存】面板介绍	149
7.4.2 【选择内存】使用	150
7.5 联合与片段	152
7.6 思考与练习	156
第 8 章 工程编译与报表生成	157
8.1 工程编译	157
8.1.1 工程编译设置	157
8.1.2 编译工程	161
8.1.3 【Navigator】面板	162
8.2 报表生成	166
8.2.1 网络表生成	166
8.2.2 元器件报表生成	167
8.2.3 层次设计报表生成	170
8.3 工作文件的输出	172
8.4 工程管理	175
8.5 智能 PDF 文件的生成	178
8.6 思考与练习	181
第 9 章 印制电路板设计基础	182
9.1 印制电路板的结构和种类	182
9.2 印制电路板设计流程	183
9.3 新建 PCB 文件	184
9.4 PCB 设计环境	187
9.5 将原理图信息同步到 PCB	190
9.6 网络表的编辑	193
9.7 布局规则设置	196

9.7.1	打开规则设置	197
9.7.2	Room Definition 规则设置	198
9.7.3	Component Clearance 规则设置	199
9.7.4	Component Orientations 规则设置	200
9.7.5	Permitted Layers 规则设置	201
9.7.6	Nets to Ignore 规则设置	202
9.7.7	Height 规则设置	203
9.8	电路板元件布局	203
9.9	思考与练习	205
第 10 章	使用印制电路板的布线工具	207
10.1	放置焊盘	207
10.2	放置导线	210
10.3	放置圆及圆弧导线	212
10.4	放置过孔	213
10.5	放置矩形填充	214
10.6	放置铺铜	215
10.7	放置直线	218
10.8	放置字符串	218
10.9	放置尺寸标注	219
10.10	思考与练习	221
第 11 章	印制电路板的布线设计	222
11.1	自动布线规则设置	222
11.1.1	电气规则设置	223
11.1.2	布线规则设置	226
11.1.3	导线宽度规则及优先级的设置	227
11.1.4	布线拓扑子规则设置	231
11.1.5	布线优先级子规则设置	232
11.1.6	布线层子规则设置	233
11.1.7	布线拐角子规则设置	233
11.1.8	过孔子规则设置	234
11.1.9	扇出布线子规则设置	235
11.1.10	差分对布线子规则设置	237
11.1.11	规则设置向导	238
11.2	自动布线策略设置	242
11.3	PCB 自动布线	244
11.4	手工调整布线	249
11.5	补泪滴和包地	251
11.6	思考与练习	252
第 12 章	印制电路板的后续制作	253
12.1	原理图与 PCB 图之间的交互验证	253
12.1.1	PCB 设计变化在原理图上的反映	253
12.1.2	将原理图设计变化在 PCB 图上反映	255

12.2	PCB 验证和错误检查	256
12.2.1	PCB 图设计规则检查	257
12.2.2	生成检查报告	258
12.3	生成 PCB 报表	259
12.3.1	生成网络状态报表	259
12.3.2	生成元器件报表	260
12.3.3	测量距离	262
12.3.4	生成 Gerber 光绘报表	262
12.3.5	生成 NC 钻孔报表	264
12.4	打印输出 PCB 图	266
12.5	智能建立 PDF 文档	268
12.6	思考与练习	271
第 13 章	信号完整性分析	272
13.1	信号完整性简介	272
13.2	信号完整性模型	273
13.3	信号完整性分析的环境设定	275
13.4	信号完整性的设计规则	277
13.5	进行信号完整性的分析	282
13.5.1	信号完整性分析器	282
13.5.2	【Signal Integrity】对话框介绍	284
13.5.3	串扰分析	286
13.5.4	反射分析	289
13.6	思考与练习	294
第 14 章	综合实例——U 盘电路的设计	295
14.1	电路工作原理说明	295
14.2	创建项目文件	295
14.3	制作元件	296
14.3.1	制作 K9F080U0B 元件	296
14.3.2	制作 IC1114 元件	300
14.3.3	制作 AT1201 元件	303
14.4	绘制原理图	303
14.4.1	U 盘接口电路模块设计	304
14.4.2	滤波电容电路模块设计	305
14.4.3	Flash 电路模块设计	306
14.4.4	供电模块设计	306
14.4.5	连接器及开关设计	306
14.5	设计 PCB	307
14.5.1	创建 PCB 文件	307
14.5.2	编辑元件封装形式	307
14.5.3	绘制 PCB	310
14.6	思考与练习	311

第 1 章 Altium Designer 概述

Altium Designer 是 Altium 公司于 2006 年初推出的电子设计自动化 (Electronic Design Automation, EDA) 软件。2018 年, Altium 公司又推出了 Altium Designer 18, 该版本综合了电子产品一体化开发所有必需的技术和功能, 可使电子工程师的工作更加便捷、有效和轻松, 解决了电子工程师在项目开发中遇到的多种挑战, 同时推动 Altium Designer 软件向更高端 EDA 工具的迈进, 使得 Altium Designer 成为电子产品开发的得力工具。

本书将以 Altium Designer 18 为例, 向读者介绍 Altium Designer 的组成、功能和操作方法。以下不再说明, 所用系统软件统称为 Altium Designer。

1.1 Altium Designer 的安装与启动

Altium Designer 18 的文件大小大约为 2.06GB, 用户可以与当地的 Altium 销售和支持中心或增值代理商联系, 获得软件及许可证。拥有 Altium Designer 许可证的用户, 可以获得 15 天免费的无限制的电话和 E-mail 支持, 以帮助用户快速掌握 Altium Designer 系统的使用方法和有关细节信息, 还可以免费访问 Altium 公司网站定期发布的补丁包, 这些补丁包会给用户的 Altium Designer 系统带来更多新技术, 以及更多的器件支持和增强功能, 以确保用户始终保持最新的设计技术。

Altium 公司英文网站: <http://www.altium.com/>

中文网站: <http://www.altium.com.cn/>

联系邮件地址: support@Altium.com.cn


1.1.1 Altium Designer 的安装

Altium Designer 18 的安装过程非常简单, 用户只需双击 AltiumDesigner18Setup.exe 文件即可启动安装程序, 按照提示一步一步执行下去即可完成安装。

【例 1-1】 安装 Altium Designer 18

(1) 双击安装目录里的 AltiumDesigner18Setup.exe 文件, 软件开始安装, 系统弹出如图 1-1 所示的 Altium Designer 18 安装界面。

(2) 单击  按钮, 进入图 1-2 所示的【License Agreement】(软件许可) 界面。

(3) 选择【I accept the agreement】(接受授权协议) 复选框, 单击  按钮, 进入图 1-3 所示的【Select Design Functionality】(选择设计功能)。

 在【Select Design Functionality】界面中, 最好按照默认选择。

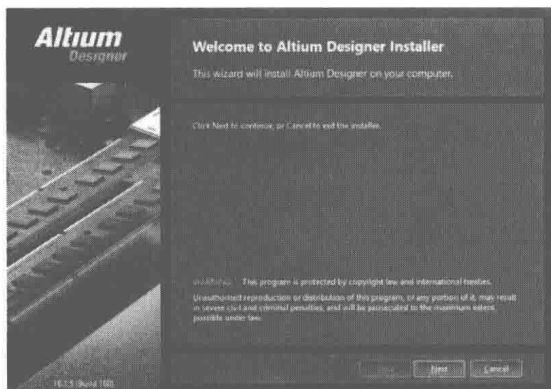


图 1-1 安装界面

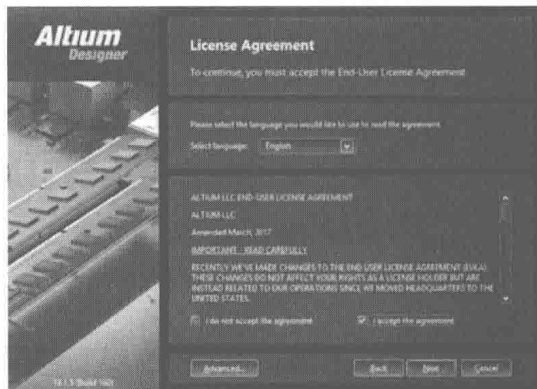



图 1-2 【License Agreement】界面

(4) 按照默认单击 **Next** 按钮，进入图 1-4 所示的【Destination Folders】(选择安装路径向导)界面。系统默认的安装路径是 C:\Program Files\Altium\AD18，默认的共享文档路径是 C:\Users\Public\Documents\Altium\AD18。如果需要更改安装路径和共享文档路径，可单击  按钮，在打开的目录对话框中加以指定。

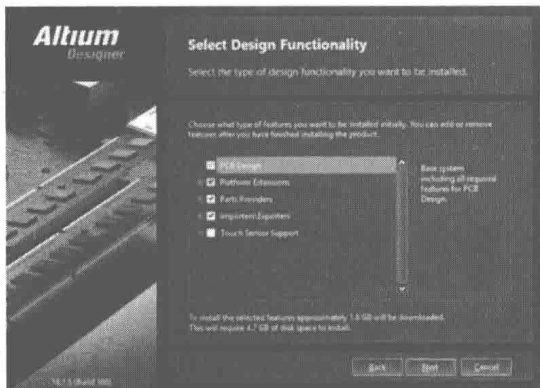


图 1-3 【Select Design Functionality】界面

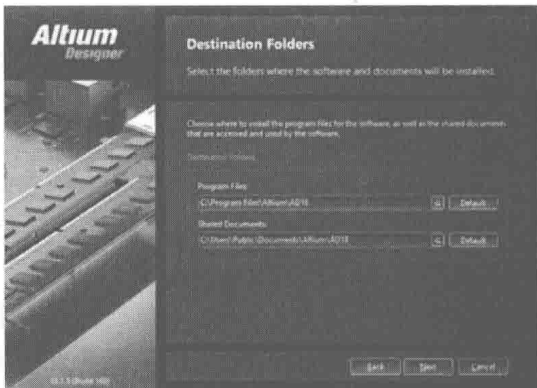


图 1-4 【Destination Folders】界面

(5) 单击 **Next** 按钮，系统弹出如图 1-5 所示的【Ready To Install】界面，这是 Altium Designer 18 收集完安装信息后的安装向导界面，提示用户可以开始安装了。

(6) 单击 **Next** 按钮，系统开始安装，如图 1-6 所示，进度条表示了安装过程大致需要的时间。安装完毕后，弹出如图 1-7 所示的【Intallation Complete】(软件安装结束)界面。

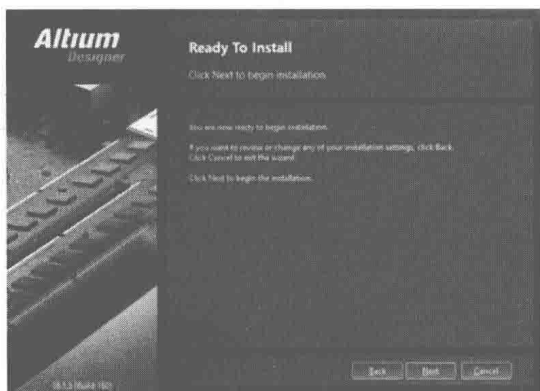


图 1-5 【Ready To Install】界面

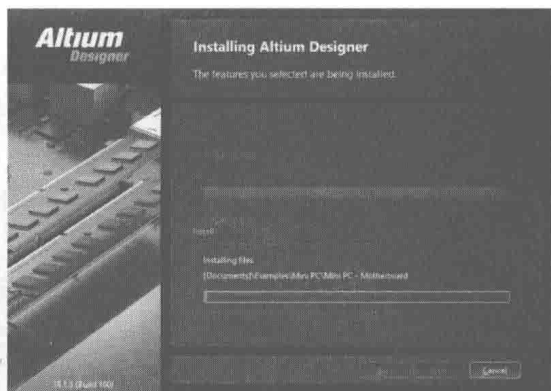


图 1-6 安装 Altium Designer 18

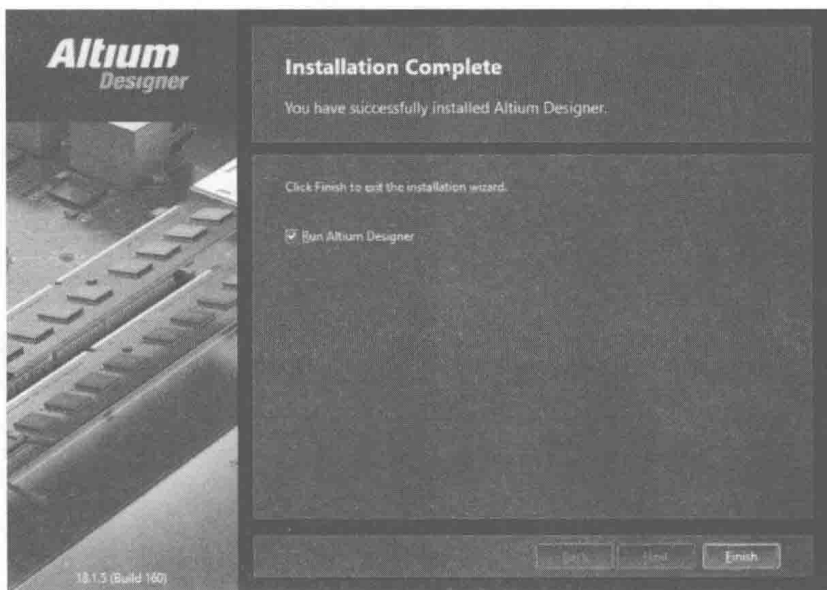


图 1-7 【Intallation Complete】界面

(7) 单击 **Finish** 按钮，完成 Altium Designer 18 软件的安装，之后自动运行 Altium Designer 18 软件。

1.1.2 Altium Designer 的启动

安装 Altium Designer 18 后，系统会在 Windows **【开始】** 菜单栏中加入程序项 Altium Designer，我们也可以在桌面上建立 Altium Designer 18 的快捷方式。

【例 1-2】启动 Altium Designer 18 并激活

(1) 在 **【开始】** 菜单中找到 Altium Designer 菜单项 **Altium Designer**，单击该项（以下此类操作用 **【开始】 | 【Altium Designer】** 的形式表示），或者在桌面上双击 Altium Designer 的快捷方式图标，即可启动 Altium Designer 18，启动画面如图 1-8 所示。

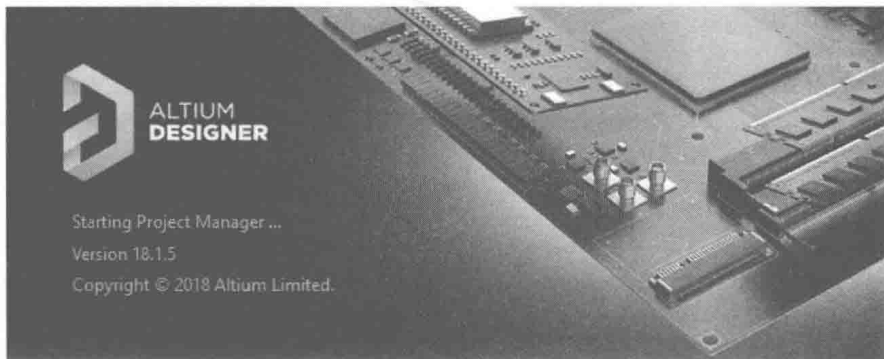


图 1-8 Altium Designer 18 启动画面

(2) 第一次启动后，所用软件的名称、激活码等参数都显示在 **【Available License】** 区域中。若未激活，则显示 **【You are not using a valid license.Click Sign in to retrieve the list of available licenses.】**，提示用户尚未使用有效许可激活软件，如图 1-9 所示。

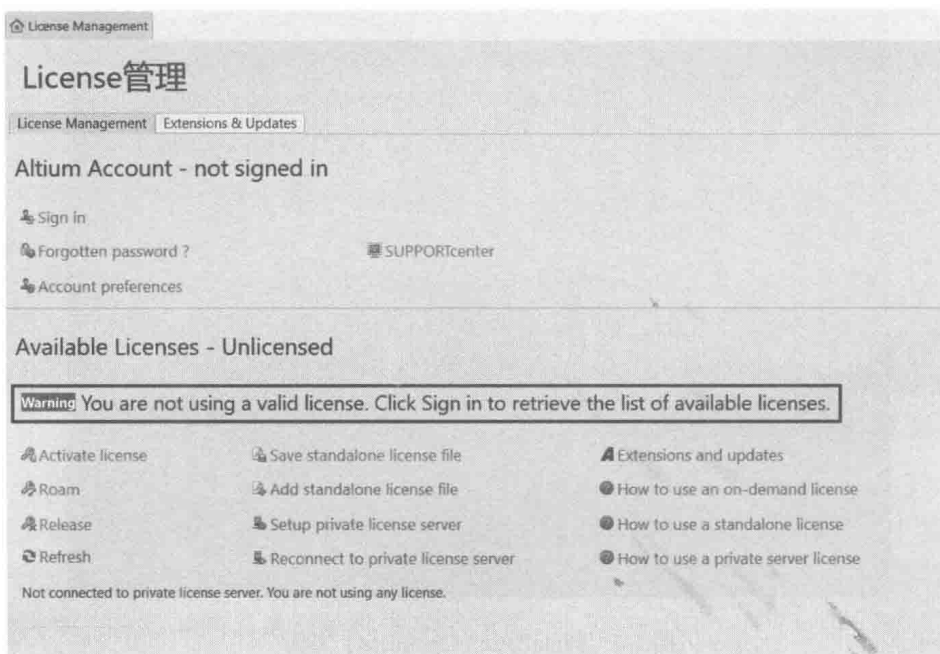


图 1-9 未激活状态界面

(3) 单击【License Management】标签页下【Available Licenses】区域的【Add standalone license file】项，弹出选择授权文件对话框，选择指定授权文件，如图 1-10 所示。

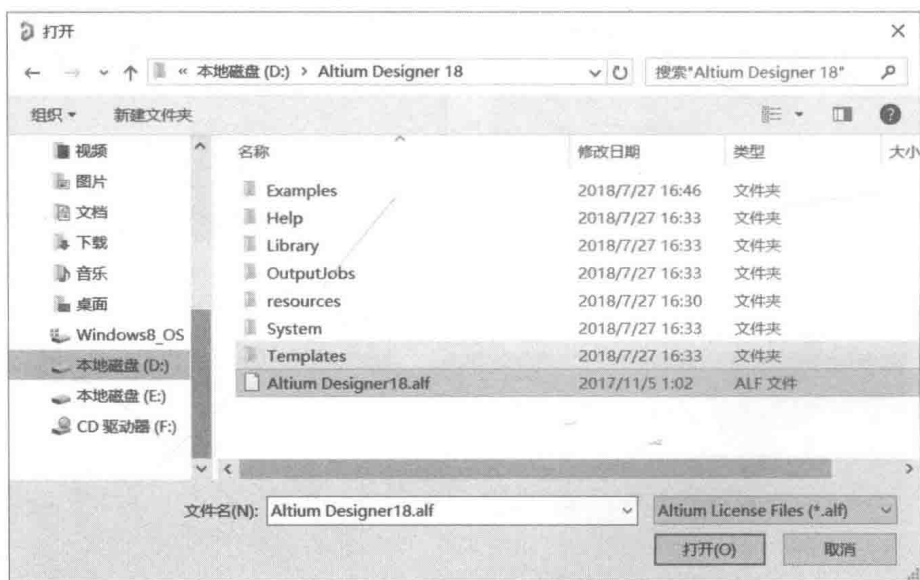


图 1-10 选择授权文件对话框

(4) 此时系统的红色提示消失，用户获得有效许可，软件被激活，如图 1-11 所示。

(5) 单击【Save standalone license file】，在弹出的对话框中选择合适的路径，备份一个单机许可证文件，如图 1-12 所示。

📖 当用户需要在另外一台计算机上使用 Altium Designer 18 时，单击 Add standalone license file，将备份的许可证文件加入即可，无须登录，也无须重新激活。

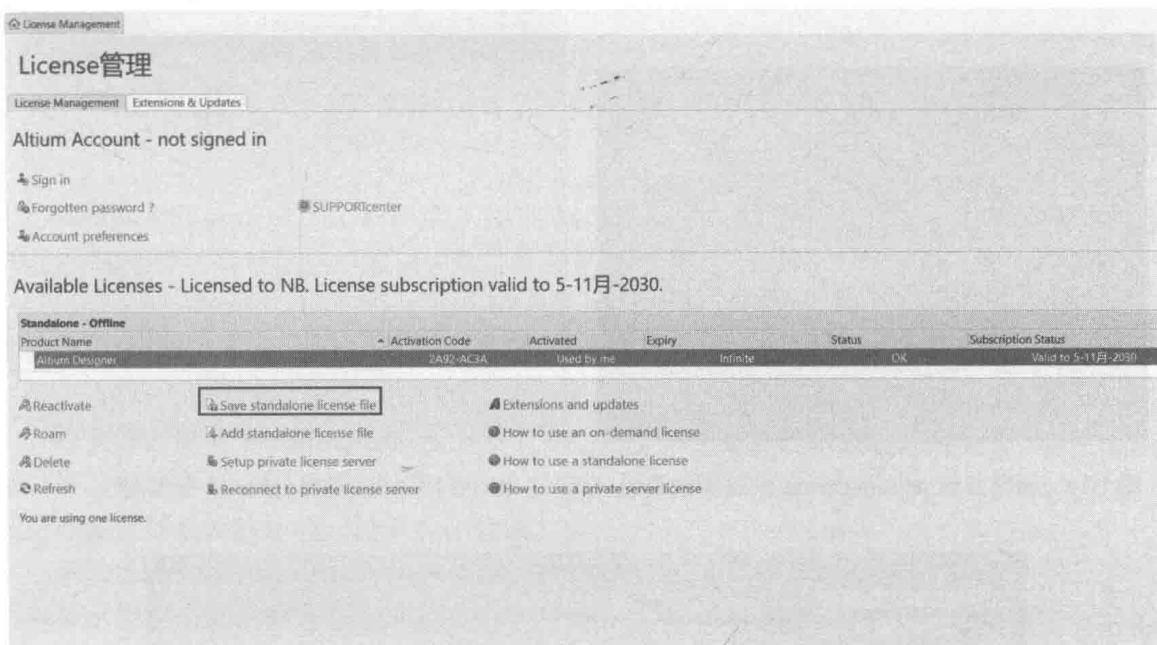


图 1-11 使用有效许可激活 Altium Designer 18

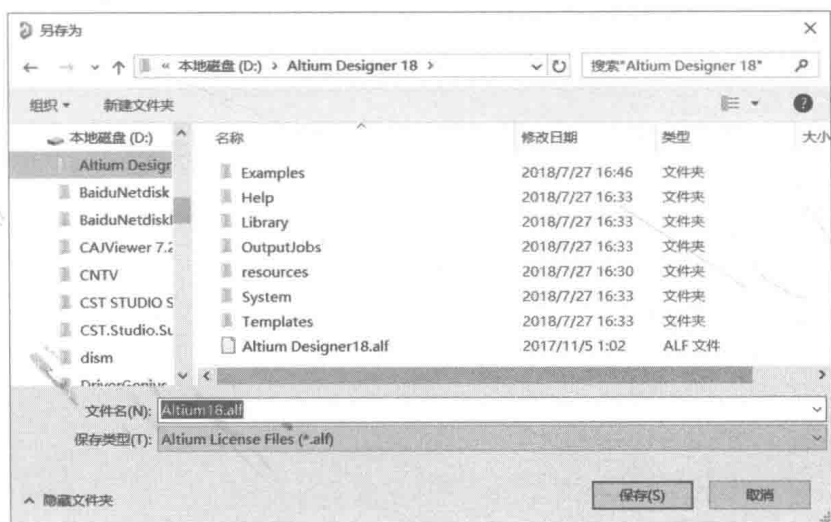



图 1-12 备份许可证文件

(6) 执行系统主菜单中的【Help】|【About】命令，可以查看此时的 Altium Designer 18 系统信息，如图 1-13 所示。画面中明确显示了 Licensed to xx，表示软件已被激活。

系统的设计环境默认为英文，对于习惯中文界面的用户来说，可以通过设置进入到中文环境。

【例 1-3】 设置中文环境

(1) 执行【开始】|【Altium Designer】命令，启动 Altium Designer 18 软件。进入到软件界面，如图 1-14 所示，单击右上角的  按钮，弹出【Preferences】对话框，如图 1-15 所示。

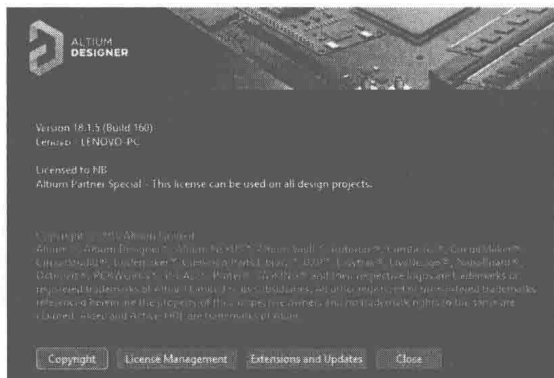


图 1-13 激活后的 Altium Designer 18 系统信息

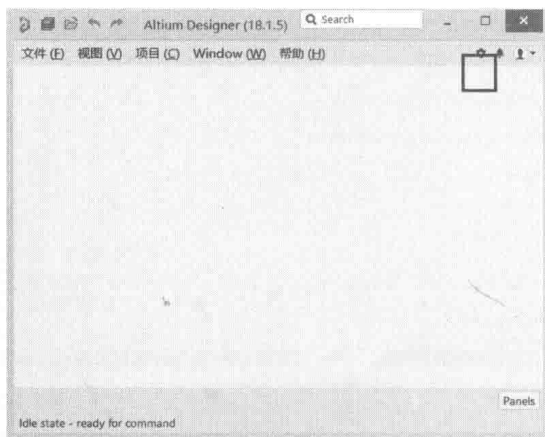


图 1-14 Altium Designer 18 主界面

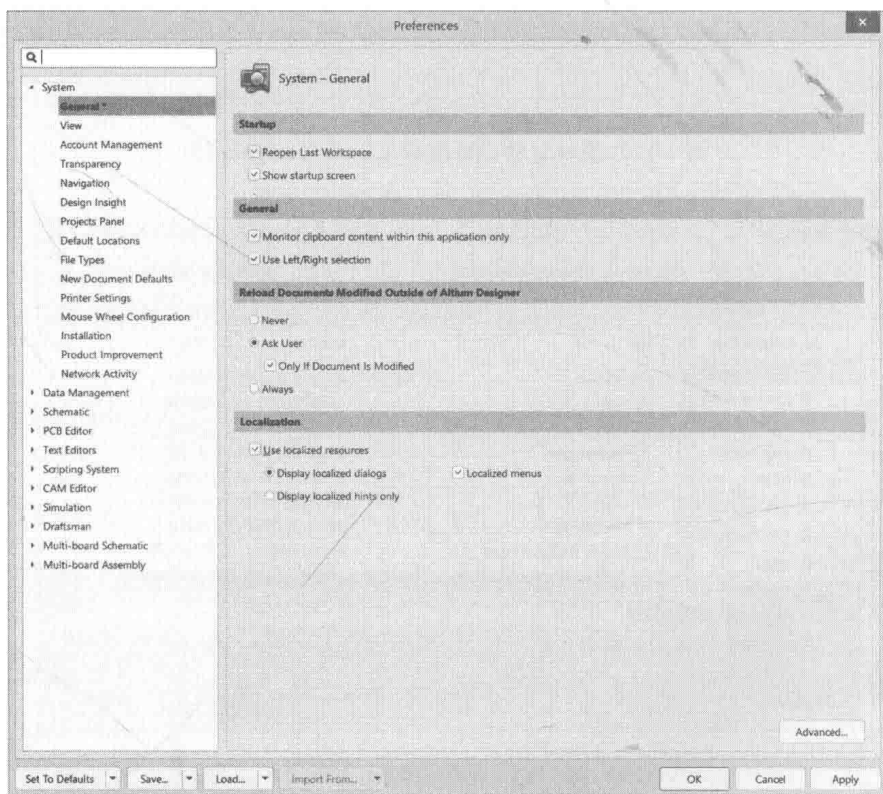


图 1-15 【Preferences】对话框

(2) 选中【Localization】选项区域下的【Use localized resources】复选框，弹出【Warning】对话框，如图 1-16 所示。

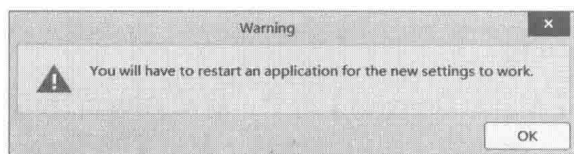


图 1-16 【Warning】对话框



(3) 单击 按钮，重启 Altium Designer 软件，设计环境转换为中文模式。

1.2 熟悉 Altium Designer 18 的操作环境

Altium Designer 18 为用户提供了协同设计软硬件的统一环境，它充分利用了 Windows 10 平台的优势，具有超强的图形加速功能和灵活美观的操作环境。

1.2.1 Altium Designer 18 的基本参数设置

在安装并激活了 Altium Designer 18 之后，对于一个专业的电路设计者来说，首先应根据具体的条件和自己的习惯，对该软件的参数进行优化设置，以便在进行电子产品开发时，能更好地发挥系统的功能，提高设计效率。

启动 Altium Designer 18，进入集成开发环境后，界面右上方的  按钮（ 按钮后）专门用来显示用户是否已经登录 Altium 账户。如果已经登录 Altium 账户，并使用了有效的 license，此时将显示登录状态。如果用户没有登录，界面将如图 1-17 所示。在界面顶端还有一个系统主菜单，如图 1-18 所示，系统的主要设置都可以通过该主菜单完成。

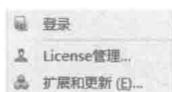



图 1-17 未登录账户



图 1-18 系统主菜单

单击 Altium Designer 18 软件界面右上角  按钮，如图 1-14 所示，弹出【优选项】（英文环境下对话框为【Preferences】）对话框。在该对话框中，列出了可以对参数进行优化的 10 个模块，如图 1-19 所示。在每一个模块中，都包含有若干个可设置参数的标签页，可以根据需要分别进行设置。与系统有关的参数主要在 System 模块中设置。

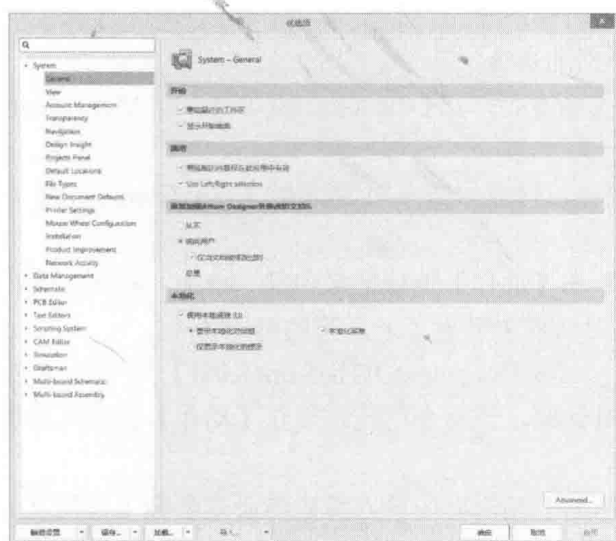


图 1-19 【优选项】对话框

- 【System】（系统）
- 【Data Management】（数据管理）
- 【Schematic】（原理图）
- 【PCB Editor】（PCB 编辑器）
- 【Text Editors】（文本编辑器）
- 【Scripting System】（脚本系统）
- 【CAM Editor】（CAM 编辑器）
- 【Simulation】（仿真）
- 【Draftsman】（绘图者）
- 【Multi-board Schematic】（多板示意图）
- 【Multi-board Assembly】（多板组件）

1.2.2 设置个性化用户界面

即便是在同一个工作环境下,每个人的工作方式可能都会有所不同。Altium Designer 18 为用户提供了可定制的个性化设计环境,以适应不同用户的工作方式,进一步提高设计效率。用户完全可以根据自己的操作习惯定制菜单、工具栏、快捷键等,甚至整个界面都可按照用户自己的喜好重新配置。

在主菜单中,执行【视图】|【工具栏】|【自定义】命令,可打开如图 1-20 所示的【Customizing DefaultEditor Editor】对话框。通过该对话框,即可自定义用户界面。

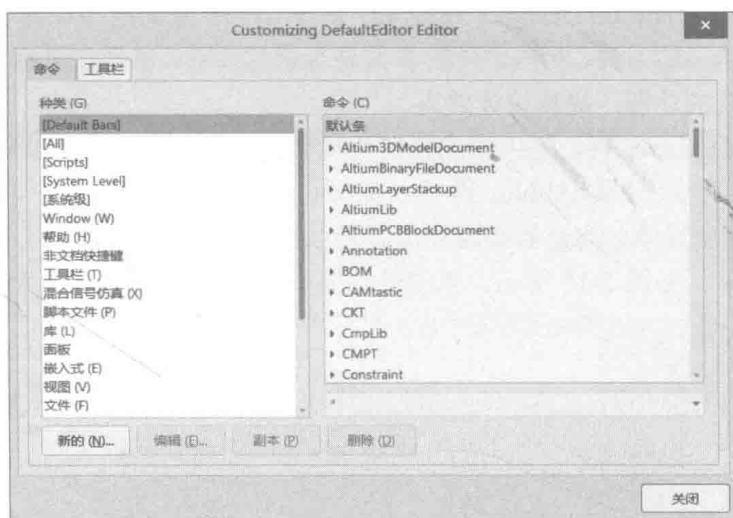


图 1-20 【Customizing DefaultEditor Editor】对话框

对话框中包含了【命令】和【工具栏】两个标签页,其中【命令】标签页用于对菜单内的命令进行各种调整,如编辑、添加等;【工具栏】标签页则用于在界面中添加完整的菜单或者工具栏。下面我们将以一个具体的实例来说明。

【例 1-4】 在【文件】菜单内添加一个新的命令

(1) 执行【视图】|【工具栏】|【自定义】命令,打开【Customizing DefaultEditor Editor】对话框。

(2) 单击【命令】标签页中 按钮,打开如图 1-21 所示的【Edit Command】对话框。

(3) 在【Edit Command】对话框中,单击【动作】选项区域中的 按钮,弹出如图 1-22 所示的【过程浏览器】对话框,对话框中列出了一系列的可用命令。

(4) 在下拉列表中选择【Client:SelectNextDocumentOfTheSameKind】命令,单击 按钮后,返回【Edit Command】对话框,该命令已经添加在【动作】选项区域的【处理】编辑框中了。

(5) 在【Edit Command】对话框的【标题】编辑框中输入新建的命令名称【选择下一个】,在【描述】编辑框中输入对该命令的描述 Activates next document of the same kind。单击【快捷键】选项区域内【主要的】下拉列表,在弹出的列表中选择 Ctrl+S 作为新建命令的快捷键,完成对新建命令的设置,如图 1-23 所示。