

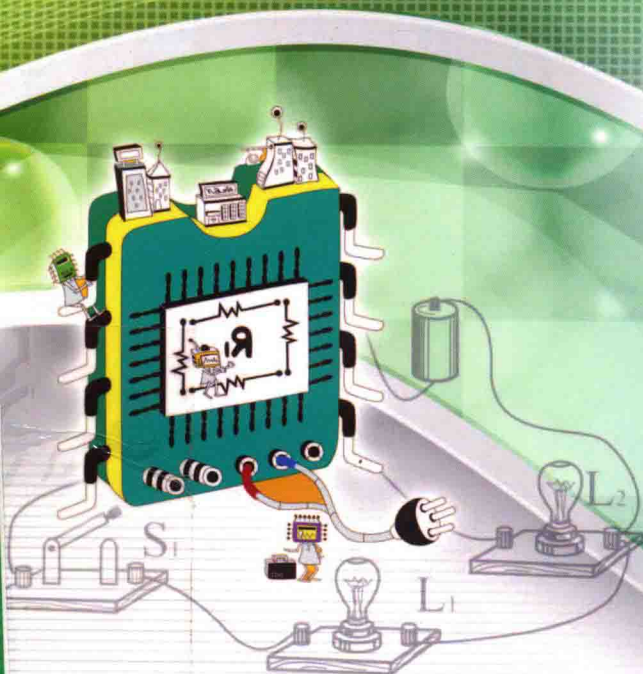


职业院校教学用书（电子技术专业）

Altium Designer 16

电路设计

陈美平 主编



微课学



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

职业院校教学用书（电子技术专业）



Altium Designer 16 电路设计

陈美平 主 编

韦钊卓 何海仁 黄惠玲

参 编

周淑彦 王倩倩 钟振国

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以 Altium 系列 Altium Designer 16 版本为平台, 介绍电子 CAD 基本概念、电路设计的方法和技巧, 以 LM317 可调稳压电源、USB 桌面音响电路等实用电路为例, 引导学生掌握和运用 Altium Designer 的基本知识和技能, 完成电路创建、原理图绘制、元件和封装制作、PCB 板设计等知识和技能的学习, 为适应 EDA 工程师、PCB 设计师等岗位打下基础, 达到 PCB 设计师中级工水平。

本书可作为高职、中职电路设计课程的教材, 也可作为从事电路设计、电子 CAD 绘图和制板技术人员的参考书。本书有配套微课、源文件电路图、PPT 课件, 可以帮助读者直观学习书中内容。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

Altium Designer 16 电路设计 / 陈美平主编. —北京: 电子工业出版社, 2018.9

ISBN 978-7-121-34808-2

I. ①A… II. ①陈… 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 171225 号

策划编辑: 蒲 玥

责任编辑: 蒲 玥

印 刷: 北京七彩京通数码快印有限公司

装 订: 北京七彩京通数码快印有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 12.75 字数: 326.4 千字

版 次: 2018 年 9 月第 1 版

印 次: 2019 年 2 月第 2 次印刷

定 价: 30.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: (010) 88254485, puyue@phei.com.cn。

前言

电子设计自动化(EDA)技术是以计算机为工作平台,将电子产品从电路设计、性能分析、设计PCB的整个过程在计算机上处理完成的技术。熟练使用EDA工具进行设计是电子工程人员必备的技能。

Altium系列是我国最早使用的电子设计自动化(EDA)软件之一。早期的Protel 99和Protel DXP 2004 SP2两个版本在我国流传很广。2001年8月,Protel公司更名为Altium公司,推出Altium系列,Altium Designer 16是2015年底推出的版本。Altium系列一直以易学易用、Windows风格的友好界面环境及智能化的性能为电子产品设计者提供优质的服务,深受广大电子产品设计者的喜爱。

Altium Designer 16可以轻松完成原理图设计、印制电路板(PCB)设计、电路仿真等功能,是职业院校电类专业(电子技术、机电技术、电气技术等)主干课程的重要教学内容之一。

Altium Designer也是全国职业院校职业技能大赛“电子产品装配与调试(电子电路装调与应用)项目”的指定软件。根据职业学校教学和竞赛要求,由东莞市陈美平名师工作室牵头,组织职业院校职业技能大赛优秀辅导老师共同编写本教材。这些老师都有丰富的辅导省市职业技能大赛的经验,并且带领学生取得过非常好的成绩,因此本教材的内容都是根据教学和竞赛实践而组织编写的,更能系统培养和训练学生的知识与技能。本教材的教学目标是使学生掌握和运用Altium Designer的基本知识与技能,完成电路创建、原理图绘制、PCB板设计,以及元件和封装的创作,最终完成实用电路设计,为适应EDA工程师、PCB设计师等岗位打下基础,达到PCB设计师中级工水平。我国的PCB产业方兴未艾,市场广阔,EDA工程师、PCB设计师等岗位还将会供不应求。

本教材在编写过程中力求通俗易懂、理论结合实例,注重实用性和操作性,主要有如下特色。

(1) 行为导向。根据职业学校专业和学生的特点,本教材注重实用性和操作性,将各章节的知识点融入具体的实例中,引导学生运用所学知识和技能绘制实际电路图和电路板。

(2) 有简洁明确的讲解,有完整的操作过程。电路原理图绘制、原理图元件库的编辑和创作、印制电路板设计、封装库的创作、元件布局、自动布线和手工布线、导线修改和覆铜等操作过程讲解详细、图例清楚、可仿性强。

(3) 有配套 PPT 课件、微课等教学资源。一方面可以减轻授课老师的备课工作量，另一方面也可以让学生进行课前课后的自主学习。

本书由陈美平编写第二、三、七章，韦钊卓编写第四、十二章，何海仁编写第五、十章，黄惠玲编写第六、九章，周淑彦编写第一章，王倩倩编写第八章，钟振国编写第十一章。

由于作者水平有限，加之编写时间仓促，书中难免有错漏之处，恳请广大读者批评指正(联系方式: 1308270667@qq.com)。

编 者
2018 年 6 月

目录

第一章 电子设计简介	(1)
1.1 电子设计认知	(1)
1.2 EDA 技术	(2)
1.3 PCB 设计	(3)
1.4 电子设计职业岗位	(4)
思考与练习	(5)
第二章 Altium Designer 16 的安装和启用	(6)
2.1 Altium Designer 16 的简介	(6)
2.2 Altium Designer 16 的安装	(7)
2.3 Altium Designer 16 的启用	(11)
2.4 Altium Designer 16 的文件管理系统	(13)
思考与练习	(15)
教学微视频	(15)
第三章 原理图设计基础	(16)
3.1 LM317 可调稳压电源的原理图简介	(16)
3.2 原理图设计的步骤	(17)
3.3 新建原理图	(17)
3.4 原理图图纸设置	(21)
3.5 加载元件库	(22)
3.6 认识常用的原理图元件	(23)
3.7 元件的放置和参数修改	(24)
3.8 原理图元件的布局调整	(29)
3.9 原理图元件的连线	(30)
3.10 放置电源和接地端口	(32)
思考与练习	(33)
教学微视频	(35)
第四章 原理图后续处理	(36)

4.1 原理图优化	(36)
4.2 打印输出	(48)
思考与练习	(51)
教学微视频	(51)
第五章 创建原理图元件	(52)
5.1 放置原理图元件经常会遇到的问题	(52)
5.2 查找元件	(52)
5.3 创建原理图元件	(53)
思考与练习	(59)
教学微视频	(60)
第六章 绘制层次电路原理图	(61)
6.1 层次电路原理图简介	(61)
6.2 层次电路原理图的设计方法	(62)
6.3 层次电路原理图的绘制方法	(63)
6.4 电气检查	(78)
6.5 创建网络表文件、生成元件清单、报表输出	(79)
6.6 原理图纸输出	(82)
思考与练习	(83)
教学微视频	(85)
第七章 PCB 设计入门	(86)
7.1 印制电路板简介	(86)
7.2 印制电路板的种类	(87)
7.3 元件封装	(88)
7.4 电路板常用名词	(93)
7.5 电路板工作层面的类型	(94)
思考与练习	(94)
教学微视频	(94)
第八章 PCB 布局与布线	(95)
8.1 PCB 布局、布线基本原则	(95)
8.2 PCB 手工布局、布线及调整	(99)
8.3 覆铜设计	(106)
思考与练习	(108)
教学微视频	(108)
第九章 电路板后期处理	(109)
9.1 设置 PCB 规则	(109)
9.2 完成 PCB 板的设计	(130)
9.3 输出 PCB 报表	(138)
9.4 输出与打印 PCB 的 PDF 文件	(139)
思考与练习	(144)

教学微视频	(144)
第十章 创建 PCB 元件封装	(145)
10.1 创建 PCB 元件封装的必要性	(145)
10.2 创建 PCB 封装库文件	(146)
10.3 使用向导法创建 PCB 元件封装	(146)
思考与练习	(152)
教学微视频	(152)
第十一章 保险柜防盗电路设计实例	(153)
11.1 从 Schematic 到 PCB 的设计流程	(153)
11.2 编译工程及查错	(167)
11.3 设计电路板	(169)
教学微视频	(176)
第十二章 USB 桌面音响电路设计实例	(177)
12.1 建立工程设计项目的工作环境	(179)
12.2 绘制原理图	(181)
12.3 生成 PCB	(186)
12.4 设计工程信息文件的输出	(193)
教学微视频	(195)

第一章

电子设计简介



本章要点

- (1) EDA 技术概念和应用。
- (2) PCB 设计。
- (3) PCB 产业前景。



教学目标

- (1) 了解 EDA 技术概念和应用。
- (2) 了解 PCB 及设计软件。
- (3) 了解电子设计职业岗位。

1.1 电子设计认知

电子产品无处不在，小到 U 盘、手机、电子表，大到电脑、电视、航天飞机的控制系统，可以说，我们的生活、学习、工作已经离不开电子产品。

1.1.1 日常生活中的电子产品

电子产品遍布我们的生活，涵盖办公、通信、医疗、家庭等各个领域。日常生活中的电子产品示意图如图 1-1 所示。

1.1.2 电子产品开发流程

电子产品是怎样开发设计出来的呢？电子产品的开发从市场需求到设计研发，包括硬件、软件、结构、测试等诸多技术领域。一般的电子产品设计流程如图 1-2 所示。

电子产品设计师根据市场或客户的要求，形成《产品需求规格说明书》，按说明书中的要求，分析与设计出硬件电路的总体方案，完成电路原理图设计和印制电路板（PCB）的设计和制作，把电子元件装配到 PCB 上加工成 PCB 样板，并进行单元电路运行测试，软硬件功

能总测试，当各项测试达标及产品结构包装确定后，才完成电子产品的设计。

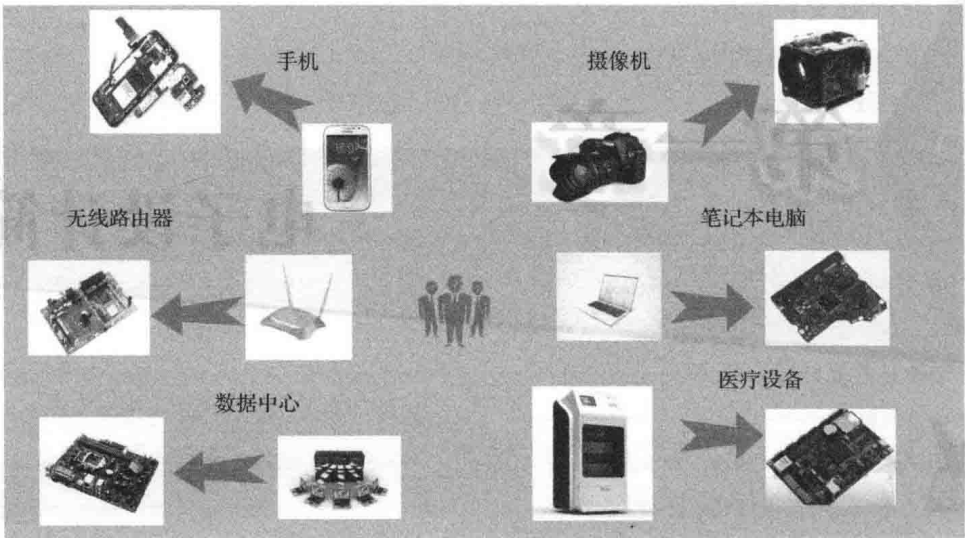


图 1-1 日常生活中的电子产品

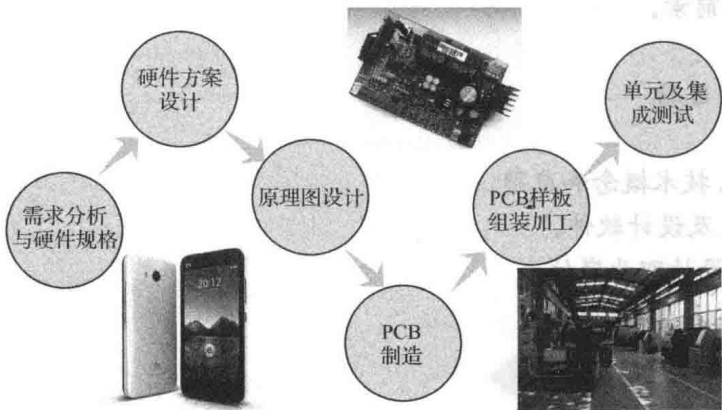


图 1-2 电子产品设计流程

1.2 EDA 技术

1.2.1 EDA 简介

EDA (Electronic Design Automation, 电子设计自动化) 技术是以计算机为工作平台，融合了应用电子技术、计算机技术、信息处理及智能化技术的最新成果的电子产品自动设计技术。在 EDA 技术出现之前，设计人员必须手工完成集成电路的设计、布线等工作。随着集成电路的复杂程度不断加大，开发人员尝试把整个设计过程自动化，在电子 CAD (Computer Aided Design, 计算机辅助设计) 技术基础上，逐步发展出电子设计自动化技术。EDA 的出现促进了近几年来电子产品的繁荣昌盛。

利用 EDA 工具，电子产品设计师可以从概念、算法、协议等开始设计电子产品系统，大量

的工作都可以通过计算机完成,例如,电子产品从电路设计、性能分析到设计出 IC 版图或 PCB 板图的整个过程计算机都可以自动处理完成。EDA 技术有效地解决了电子产品设计难度不断提高和设计周期不断缩短的矛盾,极大地提高了设计产品的质量与设计师的设计效率。

1.2.2 EDA 的应用

EDA 在机械、电子、通信、航空航天、化工、矿产、生物、医学、军事等各个领域都有很广泛的应用。

EDA 在电子技术中的应用主要是在电子电路设计、PCB 设计和 IC 设计等方面。如图 1-3 所示为已装配元件的 PCB。

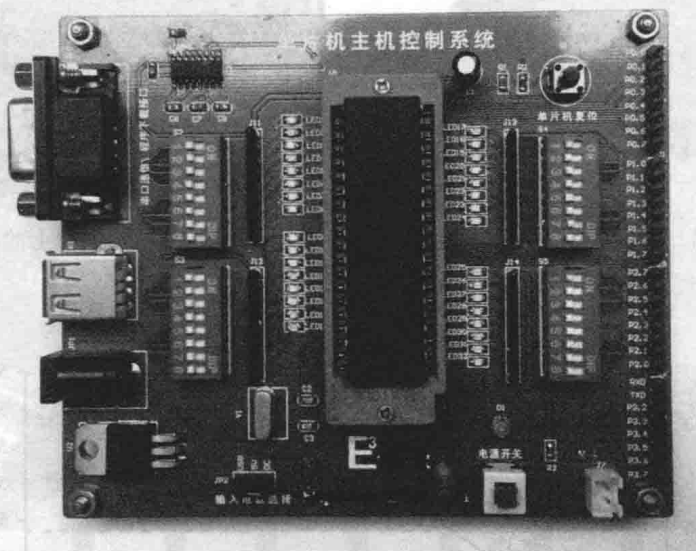


图 1-3 已装配元件的 PCB

1.3 PCB 设计

1.3.1 PCB 简介

电子产品的基本部件是电子元件和电路板,各种电子元件通过 PCB 上的电路进行连接,PCB 为电子元件提供固定装配的机械支撑,实现电子元件之间的布线、电气连接或电绝缘,以及电子元件所要求的电气特性等,同时还为自动锡焊提供阻焊图形,为元件插装检查维修提供识别字符和图形等。

PCB (Printed Circuit Board) 印制电路板,由于它是采用印刷蚀刻的方法将覆铜板上不用的铜腐蚀掉,只保留需要的电子线路,所以被称为印制电路板。如图 1-4 所示为覆铜板,图 1-5 所示为覆铜板上的电子线路。

1.3.2 PCB 产业的发展

从 20 世纪 40 年代开始,PCB 已经成为电子行业中最重要子行业之一。近年来全球

PCB 产业产值占电子元件产业总产值的 1/4 以上，是电子元件细分产业中比重最大的产业，从 2006 年起，中国超过日本成为全球产值最大、增长最快的 PCB 制造基地，并已成为推动全球 PCB 产业发展的主要增长动力，中国独占全球 PCB 近五成市场。如图 1-6 所示 2014~2020 年全球和中国 PCB 产值及预测。

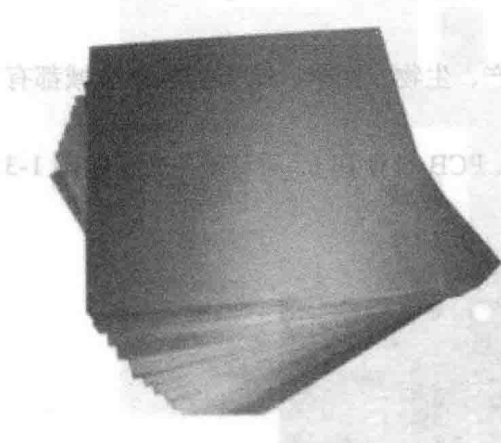


图 1-4 覆铜板

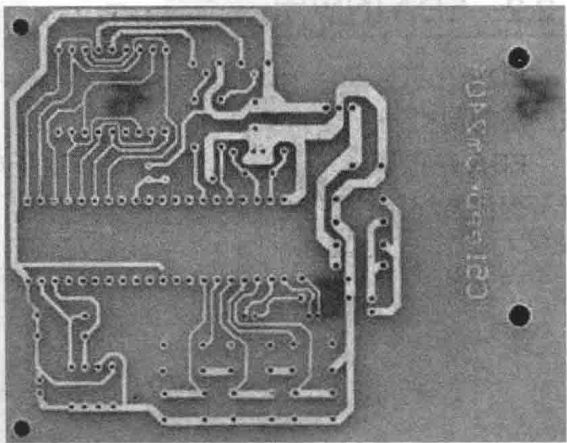


图 1-5 覆铜板上的电子线路

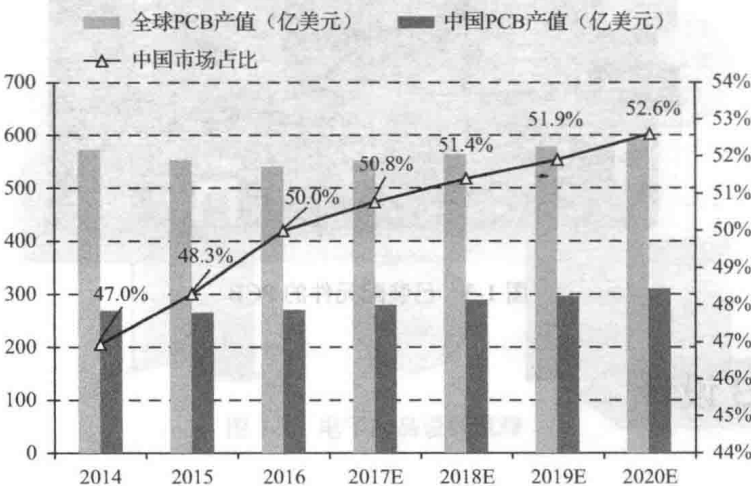


图 1-6 2014~2020 年全球和中国 PCB 产值及预测

1.3.3 PCB 设计软件

PCB 设计软件种类很多，如 Protel、Altium Designer、OrCAD、Viewlogic、PowerPCB、Cadence PSD、MentorGraphics 等。我国现今使用最广泛的电子产品设计软件为 Altium Designer。

1.4 电子设计职业岗位

科技的日新月异，使得电子技术得到广泛应用和快速发展。目前，电子技术正向集成化、

网络化、智能化的趋势发展。EDA 在电子系统设计领域优势明显，其应用广阔，需求量大，EDA 工程师、PCB 设计师等岗位供不应求，薪酬可观。

PCB 设计工作是一个集合专业电子技术、制造技术、工业设计技术等各种要求于一身的专业技术工种，是现代电子产品研发团队中不可或缺的重要岗位。PCB 设计师是以电路原理图为根据，实现电路设计者所需要功能的专业技术人员。

印制电路板的设计主要指板图设计，需要考虑外部连接的布局，内部电子元件的优化布局，金属连线和通孔的优化布局，以及电磁保护，热耗散等各种因素。它是电子产品硬件设计的一个环节，是衔接硬件电路原理图设计和电路板加工制造的重要工作。对于同一种电子产品采用的电路原理图尽管相似，但不同的印制电路板设计水平会带来很大的差异。如图 1-7 所示为一种电子产品的电路板。

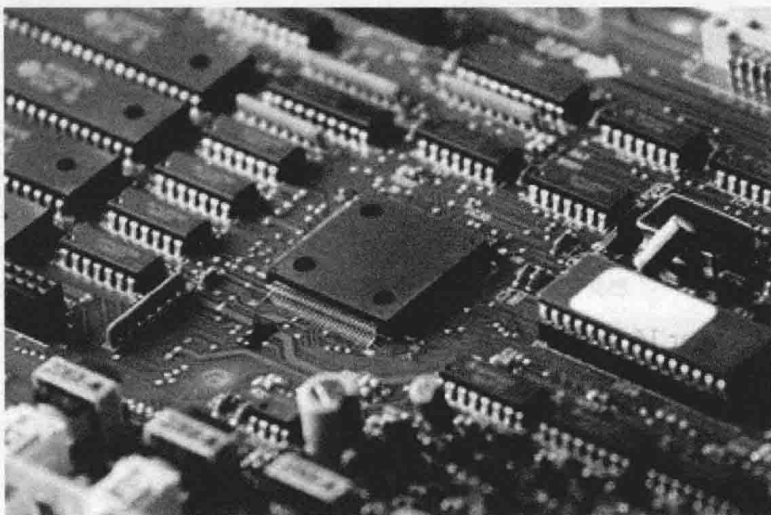


图 1-7 一种电子产品的电路板

思考与练习

- 1.1 了解我国电子行业的国内和国际上的地位，列举我国著名的电子企业及产品。
- 1.2 PCB 设计的流程是什么？
- 1.3 我国 PCB 产业状况如何？

第二章

Altium Designer 16 的安装和启用



本章要点

- (1) Altium Designer 16 的基本功能。
- (2) Altium Designer 16 的安装和启动。
- (3) Altium Designer 16 的项目文件管理方法。



教学目标

- (1) 了解 Altium Designer 16 的基本功能。
- (2) 掌握 Altium Designer 16 的安装、启动和关闭。
- (3) 掌握 Altium Designer 16 工程文件的新建、保存、打开。

2.1 Altium Designer 16 的简介

Altium 系列是流传到我国最早的电子设计自动化 (EDA) 软件之一, 早期的 Protel 99 和 Protel DXP 2004 SP2 这两个版本在职业院校得到了广泛的应用, 2001 年 8 月, Protel 公司更名为 Altium 公司, 推出 Altium 系列, Altium Designer 16 是 2015 年底推出的版本。Protel 系列和 Altium 系列一直以易学易用, Windows 风格的、友好的界面环境及智能化的性能为电子产品设计者提供了优质的服务, 深受广大电子产品设计者的喜爱。

Altium Designer 16 可以轻松完成原理图设计、印制电路板设计、电路仿真等功能, 它主要由原理图设计系统 (Schematic)、印制电路板设计系统 (PCB)、FPGA (现场可编程门阵列系统) 和 VHDL (超高速集成电路) 系统组成。Altium Designer 16 综合了电子产品一体化开发所有必需的技术和功能, 既能够满足当前的应用, 也能够立足于未来的扩展, 因此也成为电子产品开发的完整解决方案。

2.2 Altium Designer 16 的安装

Altium Designer 16 的安装与其他软件安装类似，但现在软件功能越来越强大，在安装 Altium Designer 16 程序包的时候，增加了软件功能的选择项，对于一些不经常用到的模块，如仿真、FPGA，先不做选择（安装），只选择默认的 PCB 设计基础模块，这样可以减少软件运行压力，提高软件运行效率。

(1) 打开软件安装包，双击运行文件 AltiumDesignerSetup_16_1_11.exe，如图 2-1 所示。

Altium Cache	2018/1/1 9:15	文件夹	
Extensions	2018/1/1 9:16	文件夹	
Licenses	2018/1/1 9:16	文件夹	
SolidWorks Add-In	2018/1/1 9:16	文件夹	
Altium Desinger.md5	2016/7/21 8:54	MD5 文件	67 KB
AltiumDesignerSetup_16_1_11.exe	2016/7/21 7:50	应用程序	10,832 KB
autorun.inf	2016/7/21 8:35	安装信息	1 KB
Extensions.ini	2016/7/21 8:35	配置设置	1 KB
Release Notes for Altium Designer V...	2016/7/21 8:43	PDF 文档	521 KB

图 2-1 软件安装包

(2) 运行安装文件后进入安装界面，如图 2-2 所示，单击【Next】按钮进入语言和协议接受选择界面。



图 2-2 安装界面

(3) 语言和协议接受选择界面如图 2-3 所示，软件支持 English、Chinese、Japanese 等多国语言，可以选择 Chinese（中文），本界面中还有协议接受与否选项，选择接受“ I accept the agreement”选项，单击【Next】按钮进入安装模块选择界面。



图 2-3 语言和协议接受选择界面

(4) 安装模块选择界面如图 2-4 所示, 在安装模块选择区里, 有六种功能模块选项, 如果只做 PCB 设计, 就只选第一个; 同样, 需要做什么设计就选择哪个模块, 这样可以减少软件占用空间, 提高软件运行效率。模块选择完成, 单击【Next】按钮进入安装路径设置界面。

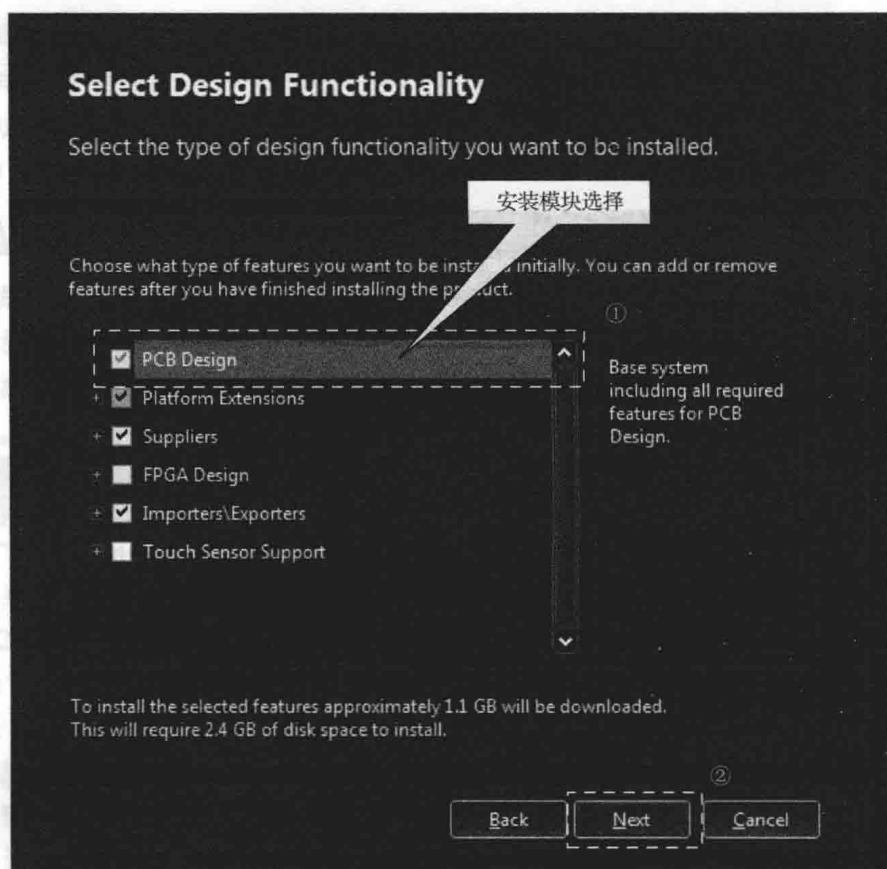


图 2-4 安装模块选择界面

(5) 安装路径设置界面如图 2-5 所示。用户可选择默认路径或自定义路径。单击【Default】按钮用户可以设置自定义安装路径。



图 2-5 安装路径设置界面

(6) 确定安装路径后，单击【Next】按钮，弹出如图 2-6 所示确定安装界面，继续单击【Next】按钮，进入如图 2-7 所示的安装进度显示界面，由于系统需要复制大量的文件，这里需要等待几分钟。



图 2-6 确定安装界面

(7) 安装结束后进入如图 2-8 所示安装完成界面。单击【Finish】按钮即可完成 Altium Designer 16 安装工作。