

电路板设计与开发

——Altium Designer 应用教程

董武 主编

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书详细介绍了基于 Altium Designer 软件的电路原理图设计和 PCB 图设计。全书由 7 章内容组成：第 1 章介绍了电路板设计的基础知识，包括电路板设计的基本概念、电路板的发展过程、电路板设计软件 Altium Designer 和国际著名半导体公司等。第 2 章介绍了电路原理图的设计，包括原理图参数的设置方法、原理图设计的基本方法、原理图的处理方法和元件库文件的编辑方法等。第 3 章介绍了 PCB 图的设计，包括 PCB 图的基础知识、PCB 图环境参数的设置和 PCB 图设计的详细步骤。第 4 章介绍了 PCB 图的高级操作和检查。第 5 章介绍了 PCB 图封装的设计。第 6 章介绍了电路的仿真技术，包括电路仿真的基础知识、仿真原理图的设计和仿真电路的应用实例等。第 7 章介绍了电路板设计的实验内容，包括原理图设计的实验、PCB 图设计的实验和电路仿真的实验。

本书既可以作为高等院校电子类相关专业的教材，也可以作为硬件工程师等电子工程技术人员进行自学或参考的书籍。

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。举报：010-62782989，beiqinquan@tup.tsinghua.edu.cn。

图书在版编目(CIP)数据

电路板设计与开发：Altium Designer 应用教程 / 董武主编. —北京：清华大学出版社，2022.1
ISBN 978-7-302-59291-4

I. ①电… II. ①董… III. ①印刷电路—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(2021)第 200841 号

责任编辑：王 定

封面设计：周晓亮

版式设计：孔祥峰

责任校对：成凤进

责任印制：刘海龙

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：三河市天利华印刷装订有限公司

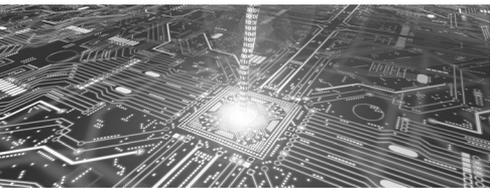
经 销：全国新华书店

开 本：185mm×260mm 印 张：15 字 数：344 千字

版 次：2022 年 2 月第 1 版 印 次：2022 年 2 月第 1 次印刷

定 价：59.80 元

产品编号：056507-01



前言

随着科学技术的迅速发展，现代的电子工业取得了很大的进步，高速的超大规模集成电路芯片大量地应用在实际的工程中，这些集成电路芯片向电路板设计工程师提出了更高的要求。一方面，集成电路芯片的集成度越来越高，其速度也越来越快，另一方面集成电路芯片的引脚数量越来越多，而且越来越密集，在这种情况下，设计出性能良好的电路板是电路板设计工程师必须面对的问题。Altium 公司开发了适用于电路板设计的 Altium Designer 系列软件，这些软件具有简捷的操作方法和完整的设计流程，能够帮助电路板设计工程师在很短的时间内设计出合格的电路板。Altium Designer 系列软件的入门学习比较简单，适合刚刚从事电路板设计的开发人员。

Altium Designer 软件有多个版本，Altium 公司几乎每年都会推出新的版本。本书使用目前流行的 Altium Designer 18 版本介绍电路板设计的过程，其操作方法也适用于 Altium Designer 软件的其他版本。

本书介绍了使用 Altium Designer 18 软件进行电路板设计的整个过程，主要对电路原理图的设计、PCB 图的设计、电路仿真的设计和电路板的实验进行了详细的介绍。本书主要有以下特点：

(1) 从实际的工程应用出发，介绍了电路板设计的基本过程。按照实际工程中电路板设计的要求，本书首先介绍了电路原理图的设计方法，然后介绍了 PCB 图的设计方法，最后介绍了电路仿真的设计方法。此外，本书根据实际工程的需求介绍电路板的各种操作方法，例如电路板形状和面积的设置方法与电路板层数的设置方法等。

(2) 重点介绍和总结电路板设计的实用技巧与快捷键。在电路板的设计中，开发人员不仅要掌握电路板设计的基本步骤，还必须熟练掌握电路板设计的实用技巧和快捷键。掌握了这些实用技巧和快捷键，开发人员能够极大地提高画图效率，从而节省画图时间。例如，原理图中元件标号的标注问题，如果使用人工标注，不仅花费大量的时间，而且容易出现重复的标号；如果使用 Altium Designer 软件的自动标注功能，能够快速地完成元件标号的标注，而且不会出错。

(3) 电路板设计的重点是工程实践，所以本书在最后一章中介绍了电路板设计的实验内容。第 7 章包括 14 个实验，其中有 5 个原理图设计的实验、8 个 PCB 图设计的实验和 1 个电路仿真的实验。本书按照从简单到复杂的原则安排实验顺序，其目的是希望通过这些实验的练习逐步提高读者设计电路板的水平。在这些实验中，读者首先学习基于 Altium Designer 18 软件的电



路板设计流程，然后学习简单的两层电路板的设计方法，最后学习复杂的四层电路板和六层电路板的设计方法。

本书结构合理、层次清晰，可以作为电路板设计的入门书籍。本书可以作为高等院校电子类相关专业的教材，还可以作为从事电子硬件设计的工程技术人员的参考书。

北京印刷学院信息工程学院董武副教授担任本书的主编，对本书的全部内容进行了编写和通稿审定。董武副教授具有 20 多年的教学经验和实际工程经验，对电路板的设计具有深刻的理解和认识。

本书在编写过程中得到清华大学出版社和北京印刷学院信息工程学院各级领导的关心与支持，在此表示衷心的感谢。

由于时间仓促，而且作者水平有限，本书难免有疏漏之处，希望各位读者和专家批评指正，在此表示感谢。

编者
2021 年 10 月



目录

第 1 章 电路板设计概述	1
1.1 电路板的基础知识	1
1.1.1 电路板的功能和作用	1
1.1.2 电路板设计在就业中的重要性	4
1.1.3 电路板设计的特点	5
1.1.4 电路板设计的学习技巧	5
1.2 电路板设计的基本概念	6
1.2.1 EDA(电子设计自动化)	6
1.2.2 PCB(印刷电路板)	8
1.3 电路板的发展过程	9
1.3.1 使用导线连接	9
1.3.2 单层电路板	10
1.3.3 双层电路板	10
1.3.4 多层电路板	11
1.4 Altium Designer 简介	12
1.4.1 Altium Designer 的发展历史	12
1.4.2 Altium Designer 的安装环境要求和安装过程	13
1.4.3 Altium Designer 的组成部分	16
1.4.4 Altium Designer 的文件类型	18
1.4.5 Altium Designer 的功能	19
1.4.6 Altium Designer 的中文菜单	20
1.4.7 Altium Designer 与 Protel 的比较	21
1.4.8 Altium Designer 和 Protel 之间的兼容性	21



1.5	电路板的设计过程和制造过程	21
1.5.1	电路板的设计过程	21
1.5.2	电路板的制造过程	22
1.6	国际著名半导体公司简介	24
	思考练习	27
第2章	电路原理图的设计	29
2.1	电路原理图设计的基础知识	29
2.1.1	设计电路原理图的步骤	29
2.1.2	使用 Altium Designer 18 软件进行电路板项目的管理	30
2.1.3	使用 Altium Designer 18 软件进行文件的操作	30
2.2	设置原理图的参数	32
2.2.1	设置原理图图纸的参数	32
2.2.2	设置原理图的环境参数	35
2.2.3	加载和卸载原理图元件的库文件	40
2.3	原理图的设计	42
2.3.1	放置原理图的电气部件	42
2.3.2	层次原理图的设计	55
2.3.3	放置原理图的图形元件	59
2.3.4	原理图的基本操作	60
2.4	原理图的处理	62
2.4.1	元件标号的自动标注	62
2.4.2	原理图的电气规则检查	64
2.4.3	原理图的封装管理器	66
2.4.4	原理图的元件统计信息	67
2.4.5	PDF 文件的制作	67
2.4.6	原理图的打印	68
2.5	编辑原理图的元件库文件	68
2.5.1	元件库文件中元件的编辑	69
2.5.2	元件库文件的参数设置	73
2.5.3	创建元件的例子	74
2.5.4	提取原理图中所有的元件	75
2.6	原理图设计的技巧总结	76
	思考练习	76



第3章 PCB图的设计	77
3.1 PCB图的基础知识	77
3.2 设置PCB图的参数	80
3.2.1 PCB图文件的创建	80
3.2.2 PCB图中层的功能	81
3.2.3 PCB图中对象的颜色设置	82
3.2.4 PCB图环境参数的设置	84
3.3 PCB图的设计步骤	87
3.3.1 设置电路板的形状和尺寸	87
3.3.2 设置原理图中元件的封装属性	92
3.3.3 加载原理图中元件的封装和电路网络	97
3.3.4 放置PCB图的对象	105
3.3.5 PCB图常用的编辑操作	114
3.3.6 封装的布局	121
3.3.7 自动布线和人工布线	122
3.3.8 电路板的设计方法	124
思考练习	129
第4章 PCB图的高级操作和检查	131
4.1 PCB图的高级操作	131
4.1.1 安装孔的制作	131
4.1.2 铺地操作	132
4.1.3 补泪滴操作	135
4.1.4 差分线的设计	136
4.1.5 等长线的设计	137
4.1.6 固定长度线的设计	143
4.1.7 封装的验证	143
4.1.8 电路板的制作	144
4.1.9 PDF文件的制作	144
4.2 PCB图的检查	144
4.2.1 PCB图的设计规则	144
4.2.2 PCB图的检查操作	152
思考练习	155
第5章 PCB图封装的设计	157
5.1 封装的编辑操作	157



5.2 封装的设计方法	159
5.2.1 第一种封装设计方法	159
5.2.2 第二种封装设计方法	160
5.3 PCB 图设计的实用技巧总结	171
思考练习	171
第 6 章 电路的仿真技术	173
6.1 电路仿真的基础知识	173
6.2 仿真原理图的设计	175
6.3 仿真环境参数的设置	185
6.4 仿真电路的应用实例	188
思考练习	192
第 7 章 电路板设计实验	193
7.1 Altium Designer 18 的安装和原理图的相关操作	193
7.2 原理图元件的设计	195
7.3 简单原理图的设计	197
7.4 层次原理图设计 1	199
7.5 层次原理图设计 2	201
7.6 单层电路板的设计	203
7.7 插针式封装的双层电路板设计	206
7.8 表面安装型封装的双层电路板设计	212
7.9 封装的设计	215
7.10 混合型封装的双层电路板设计	217
7.11 简单四层电路板的设计	219
7.12 复杂四层电路板的设计	222
7.13 六层电路板的设计	223
7.14 电路的仿真实验	224
思考练习	228
参考文献	229

第1章

电路板设计概述

本章介绍电路板设计的基础知识，包括电路板的基础知识、电路板设计的基本概念、电路板的发展过程、电路板设计软件 Altium Designer 的介绍、电路板的设计过程和制造过程、国际上著名半导体公司的介绍等。

1.1 电路板的基础知识

本节主要介绍电路板的功能和作用、电路板设计在就业中的重要性、电路板设计的特点和电路板设计的学习技巧等内容。

1.1.1 电路板的功能和作用

1. 电子信息系统简介

电路板经常用于电子信息系统中，下面先对电子信息系统进行简要介绍。电子信息系统的典型结构如图 1-1 所示。

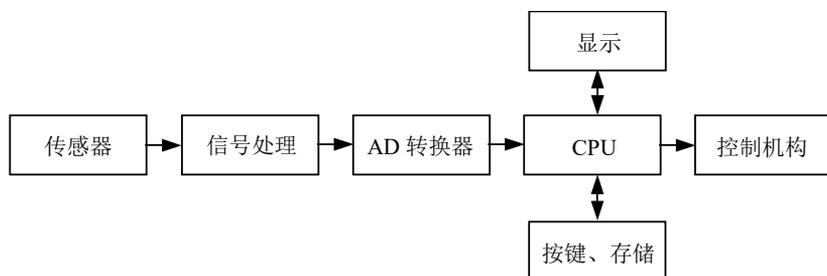


图 1-1 电子信息系统的典型结构示意图

电子信息系统通常简称为电子系统，电子系统的工作流程如下。

- (1) 由传感器产生模拟信号。
- (2) 经过信号处理(例如信号的放大、滤波等)后，送到 AD 转换器转换成数字信号。
- (3) 把数字信号送到中央处理器(CPU)进行处理，同时使用按键调整电子系统的参数。
- (4) 根据处理后的结果控制继电器或电机工作，并把处理后的结果使用显示器件(例如数码管、液晶显示器等)进行显示，同时把处理后的结果送到存储芯片或 U 盘、硬盘进行存储。

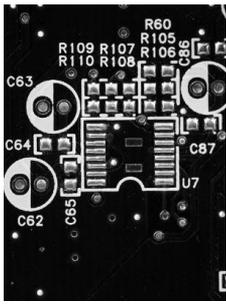
很多 CPU 中集成了 AD 转换模块，所以不需要再单独使用 AD 转换器。传感器的种类有很多种，例如温度传感器、湿度传感器、电流传感器、电压传感器、光电传感器、光电编码器、摄像头、磁场传感器、磁栅尺传感器和光栅尺传感器等。信号处理包括信号的滤波、放大、限幅等。传感器产生的信号一般比较小，而 AD 芯片要求输入的信号在一定的幅度范围内，例如 0~5V 或 0~3V 等，所以需要把信号进行放大，才能够实现模拟信号到数字信号之间的转换。CPU 本质上就是复杂的数字电路，其种类有很多种，例如单片机、DSP 和 ARM 等。显示器件的种类有很多，例如数码管、发光二极管(Light Emitting Diode, LED)、液晶显示器和触摸屏等。显示器件的功能是显示参数的数值，例如使用数码管显示温度的数值、使用发光二极管指示电子系统的运行状况(绿灯表示电子系统运行正常，红灯表示电子系统出现报警等)、使用液晶显示器显示参数的变化曲线等。按键的功能是调整电子系统参数的数值。在实际的工程中，电子系统使用按键的数量根据实际的需求而定，不是固定不变的。有的电子系统比较简单，不需要按键，而有的电子系统只需要几个按键。控制机构有很多种，例如继电器、步进电机、直流电机、开关和电磁阀等。

电子信息系统的应用非常广泛，在家用产品、工业生产、宇宙探测、军事国防中都在大量使用各种类型的电子信息系统，例如家用的智能洗衣机、玉兔号月球车和祝融号火星车等。现在流行的电动汽车，也可以认为是一种非常复杂的电子信息系统。在电子信息系统的研发过程中，首先需要使用电路板设计软件(例如 Altium Designer)设计电子元器件引脚之间的连接关系，画出电路板图；然后，把电路板图交给电路板生产厂家，电路板生产厂家根据电路板图生产电路板；最后，把电子元器件焊接在电路板上，并把程序烧写到 CPU 中，就完成了整个电子信息系统的设计过程。

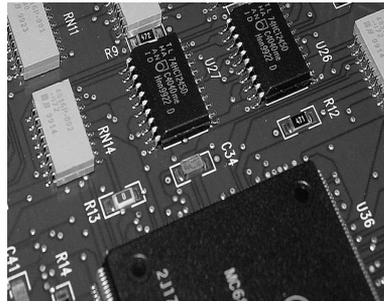
2. 电路板的功能

在电子信息系统中，电路板有以下 3 个功能。

(1) 电路板是所有电子元器件的载体，起到固定电子元器件的作用，如图 1-2 所示。其中，图 1-2(a)表示没有焊接电子元器件的电路板，可以看到电路板上有白色字符和正方形或长方形的白色方块。白色字符表示电子元器件的符号，而白色方块表示焊盘。在焊接电子元器件时，首先把电子元器件的引脚放置在电路板的焊盘上，然后使用电烙铁和焊锡把电子元器件的引脚和焊盘焊接在一起。图 1-2(b)表示已经焊接好电子元器件的电路板。



(a) 没有焊接电子元件的电路板



(b) 已经焊接好电子元件的电路板

图 1-2 电路板的示意图

(2) 电路板用于实现电子元器件引脚之间的连接关系，即使用铜箔导线把所有电子元器件的引脚合理地连接在一起，如图 1-3 和 1-4 所示。图 1-3 表示使用 Altium Designer 软件画好的电路板图，图 1-4 表示已经制造好的电路板，在图中可以看到许多连线，这些连线使用铜金属制造，用来连接电子元器件的各个引脚，称为铜箔导线。在早期没有出现电路板这项技术之前，电子元器件的各个引脚使用金属导线连接，如图 1-5 所示。使用金属导线这种连接形式，明显存在两个缺陷：首先，金属导线容易折断，维护成本比较高；其次，如果元器件的引脚非常密集，例如图 1-4 中的元器件，无法使用金属导线进行焊接。

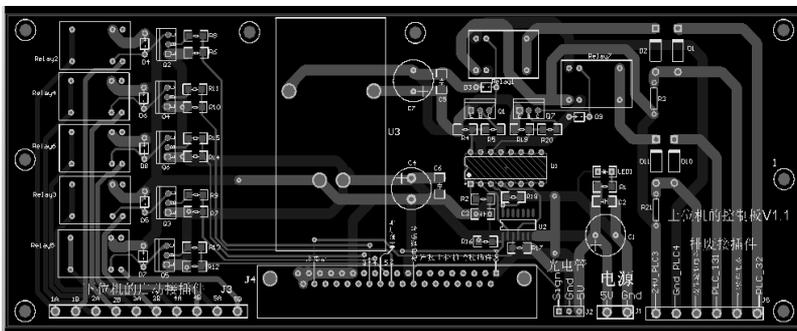


图 1-3 使用 Altium Designer 软件画的电路板图

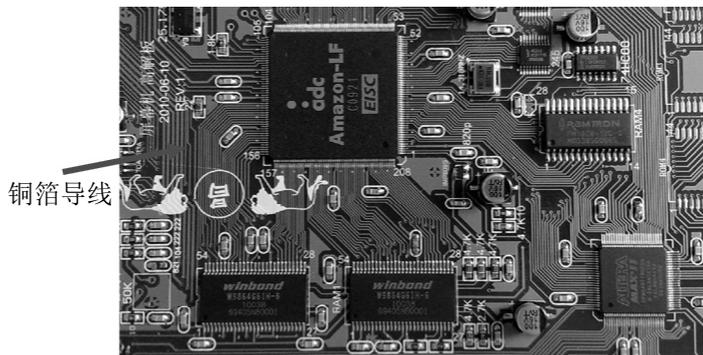


图 1-4 已制造好的电路板

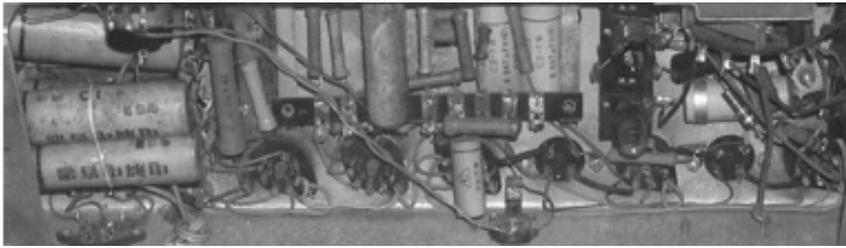


图 1-5 使用金属导线连接电子元器件的各个引脚

(3) 电路板为电子元器件的插装、焊接、检查和维修等提供了识别字符和图形,如图 1-3 所示。图 1-3 中的黄色对象包括元器件的标号(U1、R1、C1 等)、元器件的外形边框等。电路板图中的黄色对象会印刷在电路板上,在电路板上呈现白色,如图 1-4 所示。

1.1.2 电路板设计在就业中的重要性

有关硬件工程师、单片机工程师、数字信号处理(Digital Signal Processing, DSP)工程师、嵌入式工程师和印刷电路板(Printed Circuit Board, PCB)设计工程师等电子硬件的相关岗位,都要求掌握电路板设计软件的使用。电路板的设计是硬件工程师必须掌握的基本技能之一。一般来说,大公司的职位分得比较细,有专门设计电路板图的岗位。而在一些小公司,硬件工程师负责的工作比较多,如从电路板的画图、元器件的焊接和调试、CPU 的程序编写等。在图 1-6 中,图(a)表示硬件工程师岗位对电路板设计软件 Altium Designer 的要求;图(b)表示硬件 Layout 工程师岗位(即 PCB 设计工程师,该岗位只负责电路板的设计)对电路板设计软件 Altium Designer 的要求。这里需要说明的是,电路板设计软件 Altium Designer 早期版本的名字包括 Protel、Protel 99 SE 和 Protel 99 等。

<p>高级硬件工程师 武汉凯锐普信息技术有限公司 查看所有职位</p> <p>武汉-武昌区 3-4年经验 本科 招2人 08-30发布</p> <p>周末双休 餐补 专业培训 五险 员工旅游 弹性工作 年终奖金 绩效奖金</p> <p>职位信息</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、根据相关产品的国家标准、行业标准和企业标准;承担电路设计开发和改进任务; 2、编写硬件设计规范,设计电路原理图、PCB、编写生成方案、BOM等技术文档; 3、硬件设计仿真、计算、测试和分析,硬件测试方案,负责硬件调试和系统联调; 4、产品试制过程跟踪,项目进度和项目计划更新,组织和完成相关技术任务; 5.协同质量部和生产部分析及解决产品潜在问题。 <p>岗位要求</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、有较好的模拟数字电路设计基础; 2、熟悉ARM结构并具有相关的开发经验者优先; 3、熟练使用Altium Designer等PCB设计软件; 4、熟练使用常用仪器; 	<p>硬件Layout工程师 上海纳恩汽车技术股份有限公司 查看所有职位</p> <p>上海-松江区 2年经验 本科 招1人 08-30发布</p> <p>五险一金 免费班车 员工旅游 交通补贴 餐补 年终奖金 股票期权</p> <p>职位信息</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 根据硬件设计工程师提供的原理图完成产品PCB Layout工作; 2) 组织PCB Layout评审; 3) 负责元件库的建立、维护和管理; 4) PCB工程文件确认及发布; <p>职位要求:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 本科及以上学历,电子、计算机、自动化、电气等专业; 2) 2年及以上PCB Layout工作经验,有汽车电子产品PCB Layout设计优先; 3) 熟悉PCB制板工艺; 4) 精通原理图及PCB设计工具,Altium、Allegro等EDA设计软件; 5) 了解EMC,有高频、高速方面设计经验者优先;
---	---

(a) 硬件工程师岗位对电路板设计软件 Altium Designer 的要求

(b) 硬件 Layout 工程师对电路板设计软件 Altium Designer 的要求

图 1-6 招聘岗位对电路板设计软件的要求



1.1.3 电路板设计的特点

电路板的设计具有以下 3 个特点。

(1) 电路板设计具有实用性，很多公司需要电路板设计工程师。电路板设计这项技术是电子类专业的基础课程，需要学生熟练掌握。

(2) 电路板设计具有工程性的特点。电路板设计软件的使用直接为工程实践服务，与电子信息系统的实际需求密切相关。

(3) 电路板设计技术的掌握需要理论学习和实验操作相互配合。

1.1.4 电路板设计的学习技巧

电路板设计的学习技巧总结如下。

(1) 电路板设计需要从实际工程应用出发。在具体的工程中，可根据实际的需求设计电路板的各项参数，例如电路板的形状、电路板的面积和电路板的层数等。

(2) 在学习电路板的设计时，应该根据从简单到复杂的原则，逐步提高电路板设计的水平。首先，熟悉电路板设计软件 Altium Designer 的基本流程；然后，能够设计简单的两层电路板；最后，能够设计复杂的四层、六层乃至更多层的电路板。电路板设计的掌握程度一般有三个阶段，即了解、熟练和精通。一般来说，初学者通过在学校的学习，并积极参加各项电子竞技等活动，通过绘制多个电路板达到熟练的程度。对于精通这个阶段，只有在工作岗位中，通过至少三年的工作，画过几十个各种类型的电路板图，不断积累工程经验，逐步提高对电路板设计的理论和技术的理解程度，才能够达到精通的阶段。只通过在学校的学习和一些电子竞技题目的练习，很难达到精通的程度。

(3) 在学习电路板的设计时，需要熟练掌握电路板设计软件的使用技巧和快捷键。正确使用电路板设计软件的操作技巧和快捷键，能够极大地提高画图效率。例如，原理图中元件标号的标注问题，如果使用人工标注，不仅花费大量的时间，而且容易出现重复的标号；如果使用 Altium Designer 软件的自动标注功能，能够快速地完成元件标号的标注，而且不会出错。

(4) 在进行电路板的设计时，对于遇到的问题需要先独立思考一段时间，如果不能自行解决，可以与同学、老师多学习和交流，快速提高自己的设计水平。此外，现在的网络非常发达，初学者遇到的问题常常在网上就能够搜索到答案，所以通过网络查询相关的问题和解决方案，也是一个非常好的学习方法。

(5) 本书仅仅介绍电路板设计软件的使用方法，为了更好地掌握电路板的设计，还需要学习电路板设计的电磁兼容原理。电路板电磁兼容原理的教材有很多，例如，田广锷等人编写的《高速电路 PCB 设计与 EMC 技术分析》、庄奕琪编写的《电子设计可靠性工程》的第 8 章、吴建辉编写的《印制电路板的电磁兼容性设计》等。

1.2 电路板设计的基本概念

本节介绍电路板设计的基本概念，包括 EDA(电子设计自动化)和 PCB(印刷电路板)等。

1.2.1 EDA(电子设计自动化)

EDA 是 Electronic Design Automation 这三个英文单词的首字母缩写形式，其含义为电子设计自动化。EDA 可以简单地理解为使用计算机进行电路设计的技术。从 20 世纪 90 年代初以来，EDA 从计算机辅助设计(Computer Aided Design, CAD)、计算机辅助制造(Computer Aided Manufacturing, CAM)、计算机辅助测试(Computer Aided Testing, CAT)和计算机辅助工程(Computer Aided Engineering, CAE)等概念发展而来。EDA 技术指以计算机为工作平台，融合应用电子技术、计算机技术、智能化技术的最新成果，而研制的电子 CAD 通用软件包，辅助进行电子电路的仿真、可编程逻辑器件设计、电路板设计和集成电路设计等工作。

早期的 EDA 技术专门用于 PLD(Programmable Logic Device, 可编程逻辑器件)、CPLD(Complex PLD, 复杂可编程逻辑器件)、FPGA(Field Programmable Gate Array, 现场可编程门阵列)和 ASIC(Application Specific Integrated Circuit, 专用集成电路)等元器件的设计领域，只有专业人士才会接触。后来，随着计算机技术和电子技术的进步，EDA 技术逐渐深入到电子设计的各个领域，在电路板设计、电路仿真等领域也被广泛应用。

EDA 软件可以分为 5 类：电路仿真软件、电路板设计软件、CPLD 和 FPGA 设计软件、单片机程序的仿真软件和集成电路的设计软件。

1. 电路仿真软件

电路仿真软件指在计算机上进行电路设计，通过仿真分析，获得实际的信号波形、关键点的电流和电压等参数。使用电路仿真软件进行电路功能的验证，能够非常方便地修改设计电路，以获得最佳的设计效果。这种仿真方法不需要制造实际的电路板，节省了电子元器件的购买费用，能够直接发现电路设计中出现的问题，缩短了开发周期。在没有出现电路仿真软件之前，一般要制造电路板、进行电子元器件的焊接和电路测试，才能获得电子系统的工作参数。在发现电路存在的缺点后，需要重新设计电路的原理图，重新制造电路板、焊接电子元器件和进行电路测试，直至设计成功，因而设计成本高、开发周期长。电路仿真软件的出现，很好地解决了这一问题。利用电路仿真软件，开发人员可直接在计算机上进行电路设计，然后通过仿真分析就能获得实际的信号波形及关键点的电流和电压等参数，而且可以非常方便地修改电路，以便获得最佳的设计效果。由于电路仿真不需要制造实际的电路板和购买电子元器件，因此节约了设计费用，缩短了开发周期。



常用的电路仿真软件包括 MultiSim、PSPICE 等。电路仿真软件能够进行模拟电路、数字电路以及混合电路的仿真。电路仿真软件的仿真功能十分强大，几乎可以 100% 仿真出真实电路的效果。电路仿真软件的器件库包含许多大公司的晶体管元器件、集成电路和数字门电路芯片。器件库中没有的元器件，还可以由外部模块导入。同时，电路仿真软件提供了万用表、示波器、信号发生器和逻辑分析仪等测试仪器，工程师可以方便地测试各种电路参数。

2. 电路板设计软件

电路板设计软件指使用计算机进行印刷电路板的辅助设计，工程师把电路板图交给电路板生产厂家，进行电路板的加工制造。常用的电路板设计软件包括 Altium Designer、PADS、Allegro、OrCAD 和 Mentor 等。Altium Designer 软件早期版本的名称是 Protel，PADS 软件早期版本的名称是 PowerPCB。这些软件由不同的公司开发，大部分的功能是相同的。一般来说，为了提高工作效率，一个公司的所有工程技术人员使用同一个类型的电路板设计软件。在出现电路板设计软件之前，硬件工程师需要告诉电路板生产厂家电路板的详细参数；而使用电路板设计软件之后，使用此软件画出的电路板图包含电路板的所有参数，因此提高了工作效率，减少了硬件工程师和电路板生产厂家之间的沟通环节。

Altium Designer 软件的界面如图 1-7 所示，OrCAD 软件的界面如图 1-8 所示。

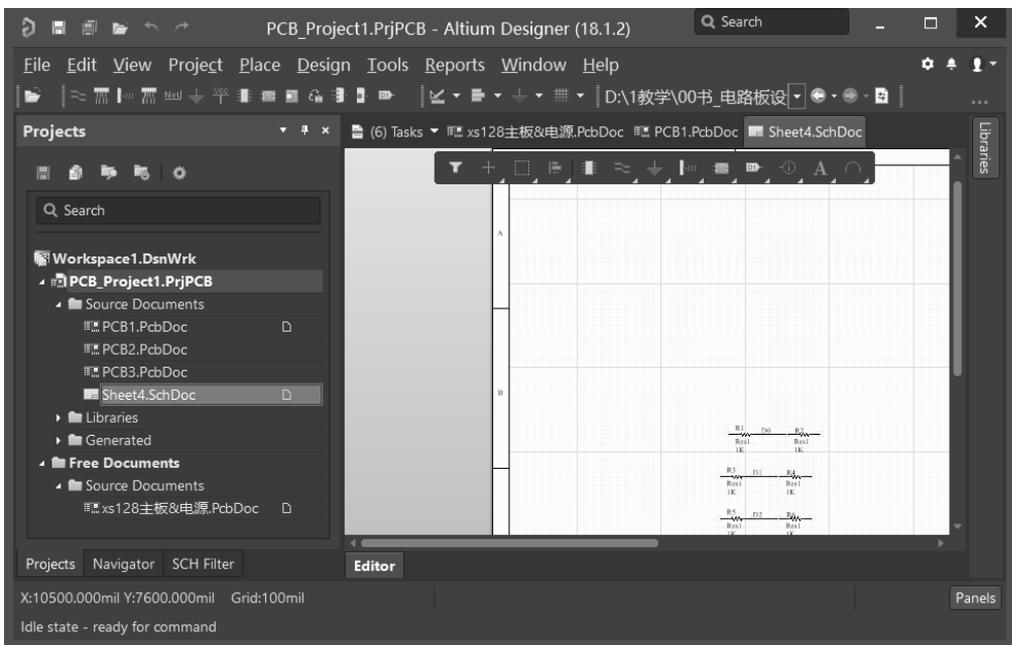


图 1-7 Altium Designer 软件的界面

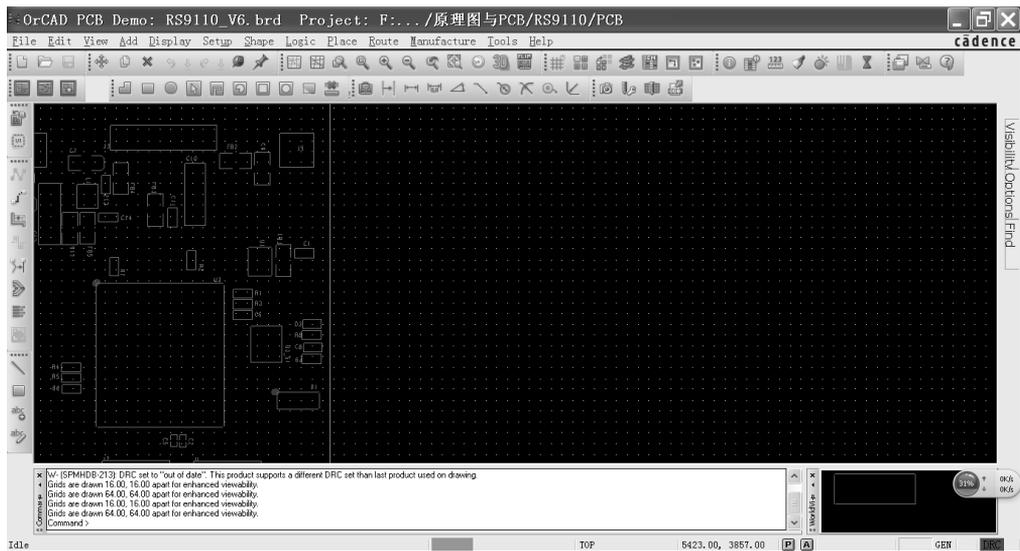


图 1-8 OrCAD 软件的界面

3. CPLD 和 FPGA 设计软件

在对 CPLD 和 FPGA 进行编程时,需要使用专门的设计软件,例如 ALTERA 公司的 Quartus 软件和 XILINX 公司的 ISE 软件。这些软件的编程语言包括 Verilog 语言和 VHDL 语言等。

4. 单片机程序的仿真软件

常见的单片机程序仿真软件是 Proteus 软件。此软件能够仿真单片机及其他常见电子元器件的工作运行情况,能够进行单片机代码的调试和运行工作。此软件支持常见的处理器模型,包括 8051、HC11、PIC10、AVR、ARM、8086、MSP430、Cortex 和 DSP 系列等处理器。

5. 集成电路的设计软件

集成电路的设计软件有很多种,用于集成电路芯片内部电路的设计。常用的集成电路设计软件包括 Cadence、Mentor Graphics、Synopsys 和 Tanner EDA 等。集成电路设计软件的主要功能包括电路设计的输入、电路的仿真、把硬件描述语言转化为电路的综合功能、芯片内部的布局 and 布线、电路的物理验证。

1.2.2 PCB(印刷电路板)

PCB 是 Printed Circuit Board 三个英文单词首字母的缩写形式,意思是印刷电路板。印刷电路板也称为电路板或线路板。

电路板由如下 6 部分组成。

- (1) 基板。基板指电路板中间的绝缘体,它使用的材料包括树脂和陶瓷等。
- (2) 铜箔导线。铜箔导线用于连接各个焊盘,即连接各个电子元器件的引脚。铜箔导线是



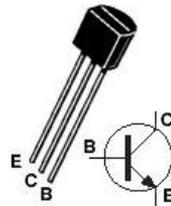
图 1-11 电子管

1.3.2 单层电路板

这个阶段使用的电子元器件主要是半导体分立元件，如图 1-12 所示。相对于电子管来说，半导体分立器件的特点是体积小、重量小和耗电少。



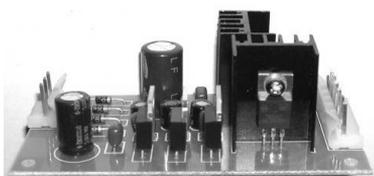
(a) 二极管



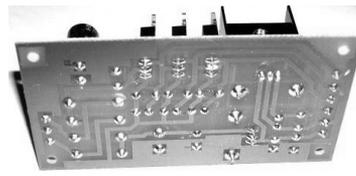
(b) 三极管

图 1-12 半导体分立元件

在单层电路板中，只有一个表面可以放置连接电子元器件引脚的铜箔导线和焊接元器件引脚的焊盘，此表面不能放置电子元器件；另外一个表面放置电子元器件，有提示性的图形和符号，没有铜箔导线和焊盘，如图 1-13 所示。由于单层电路板的价格便宜，所以在一些要求简单的场合，还在使用单层电路板。



(a) 放置电子元器件的表面



(b) 放置铜箔导线和焊盘的表面

图 1-13 半导体分立元件的表面

1.3.3 双层电路板

随着集成电路芯片的出现，电子元器件引脚之间的连线更加复杂，单层电路板已经不能完成全部的布线，所以出现了双层电路板，如图 1-14 所示。相对于单层电路板来说，双层电路板的两个表面(即顶层和底层)都能放置元器件、焊盘、铜箔导线、提示性的图形和符号等。

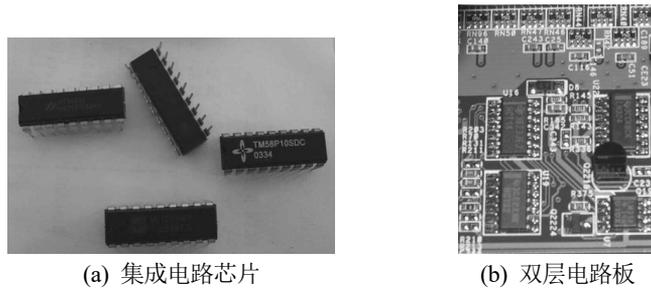


图 1-14 集成电路芯片和双层电路板

1.3.4 多层电路板

随着超大规模集成电路、球状引脚栅格阵列(Ball Grid Array, BGA)封装元器件的出现, 双层电路板不能适应布线的需求, 所以出现了多层电路板。目前技术上可以制造出 100 层以上的电路板, 现在的工程中大规模使用的是 4~8 层板。

方型扁平式封装(Quad Flat Package, QFP)芯片和焊接该芯片的电路板如图 1-15(a)、(b)所示, BGA 封装芯片和焊接该芯片的电路板如图 1-15(c)、(d)所示。QFP 封装芯片的引脚分布在该芯片的四侧, 而 BGA 封装芯片的引脚分布在该芯片的背部。例如, 我们经常使用的台式机电脑和笔记本电脑中主板上的 CPU 就是一个 BGA 封装的芯片。QFP 封装芯片既可以使用电烙铁进行焊接, 也可以使用专门的回流焊机进行焊接。由于 BGA 封装芯片的引脚非常密集, 所以只能使用回流焊机进行焊接。

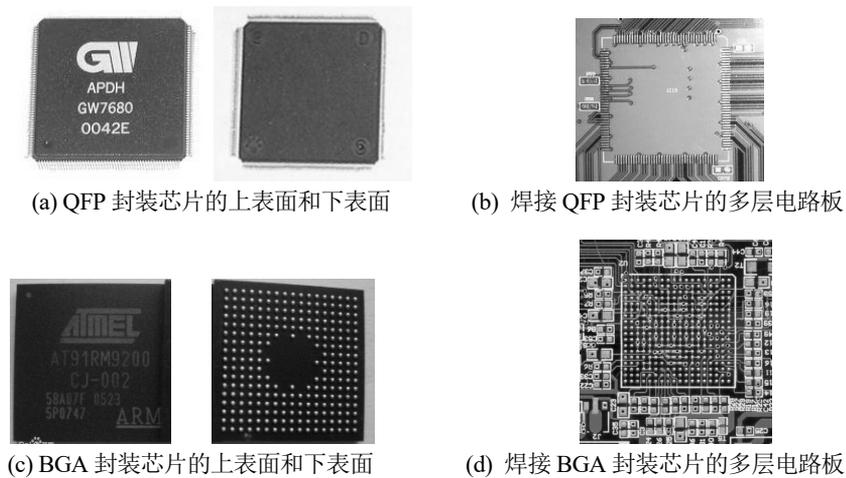


图 1-15 QFP 封装芯片、BGA 封装芯片及对应的电路板

对于多层电路板, 它的顶层和底层都能放置电子元器件、焊盘、铜箔导线、提示性的图形和符号, 它的中间层只能放置铜箔导线, 而不能放置其他的对象, 如图 1-16 所示。

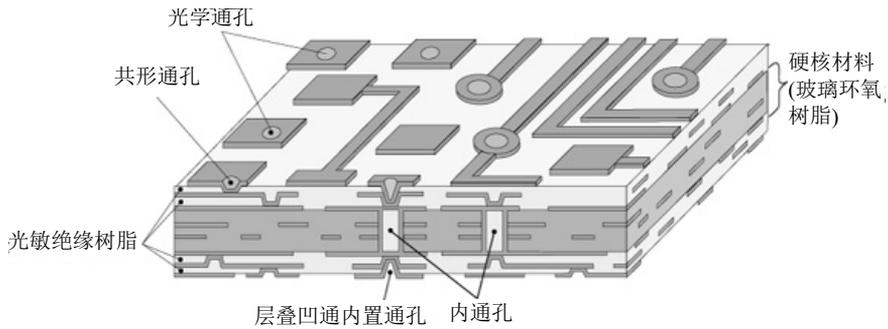


图 1-16 多层电路板的示意图

1.4 Altium Designer 简介

本节主要介绍电路板设计软件 Altium Designer 的基本知识,包括 Altium Designer 的发展历史、Altium Designer 的安装环境要求和安装过程、Altium Designer 的组成部分、Altium Designer 的文件类型、Altium Designer 的功能、Altium Designer 的中文菜单、Altium Designer 和 Protel 的比较、Altium Designer 和 Protel 之间的兼容性等。

1.4.1 Altium Designer 的发展历史

Altium Designer 软件的早期版本名字有两个: Tango 和 Protel。1985 年,美国 Accel Technologies 公司推出 Tango 电路板设计软件,这是第一个用于电路板设计的软件。1988 年,Accel 公司改名为 Protel,并推出 Protel For Dos 的升级版本。1991 年,Protel 公司推出 Protel For Windows 1.0 版本,后面不断推出 2.0、3.0 等版本。1997 年,Protel 公司推出 Protel 98 版本,该版本实现了原理图、布局、布线和仿真等功能的综合。1999 年,Protel 公司推出 Protel 99 和 Protel 99 SE。Protel 99 SE 是一个经典的版本,至今很多公司都还在使用该版本。2001 年,Protel 公司改名为 Altium 公司。Altium 公司的主要产品是基于 PCB 设计的 EDA 平台,它的中文网址是 www.altium.com.cn。2002 年,Altium 公司推出 Protel DXP 版本。2005 年,Altium 公司推出 Altium Designer 6.0。2009 年,Altium 公司推出 Altium Designer Summer 09 版本,该版本相对于 Protel 99 SE 在很多方面有了改进,使用起来更加方便。2011 年,Altium 公司推出 Altium Designer 10 版本。2018 年,Altium 公司推出 Altium Designer 18 版本。几乎每年 Altium 公司都会推出新的版本,对已有的老版本进行改进和提高。据统计,Altium Designer 软件在中国具有较高的市场占有率,有 73% 的工程师和 80% 的电子相关专业在校学生使用此软件。



1.4.2 Altium Designer 的安装环境要求和安装过程

1. 安装环境要求

现在的台式计算机和笔记本电脑基本都能满足 Altium Designer 软件的安装需求。以 Altium Designer 18 版本为例, 该版本需要的最小配置如下。

- (1) CPU: Pentium4 3.0GHz 或同等性能处理器。
- (2) RAM: 1GB 内存。
- (3) 硬盘: 至少 3G。
- (4) 显示器: 具有 128M 显存的显示卡, 1280×1024 分辨率。
- (5) 操作系统: Window 10 等。

2. 安装过程

Altium Designer 软件的安装过程类似于其他的 Windows 软件, 操作非常方便。下面以 Altium Designer 18(简称为 AD18)为例, 详细介绍此软件的安装过程, 其他 Altium Designer 版本的安装过程和 Altium Designer 18 的安装过程很相似。AD18 软件详细的安装步骤介绍如下。

(1) 双击 AD18 软件包中的 Altium Designer 18 Setup.exe 文件, 进入启动安装的界面, 如图 1-17 所示。

(2) 单击 Next 按钮, 弹出语言和安装协议的设置对话框, 如图 1-18 所示。在图 1-18 中, 选择 Chinese 语言, 并选择 I accept the agreement 选项。



图 1-17 启动安装界面

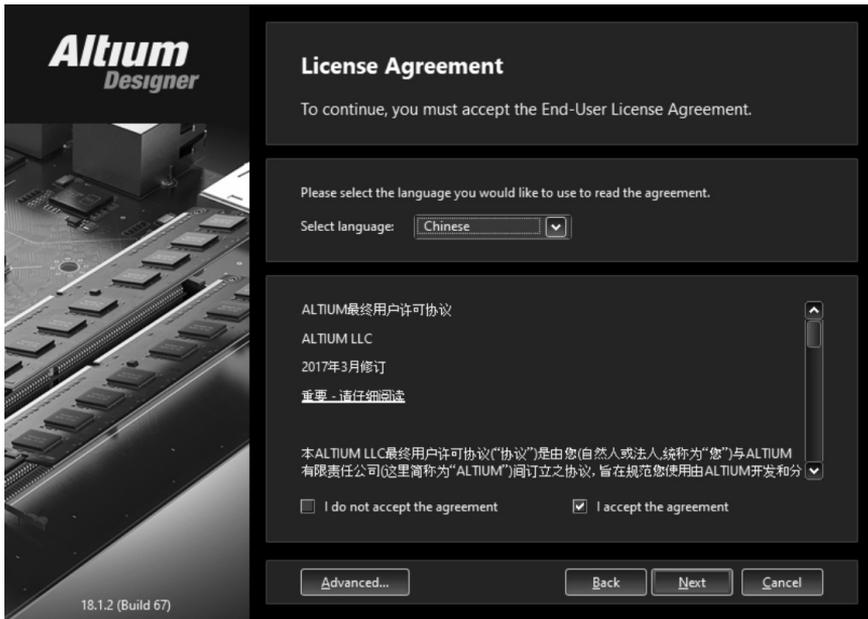


图 1-18 语言和安装协议的设置对话框

(3) 单击 Next 按钮，弹出选择设计功能的对话框，如图 1-19 所示。把图 1-19 中的所有选项都选中。

(4) 单击 Next 按钮，弹出设置安装目录的对话框，如图 1-20 所示。在图 1-20 中，可以把程序安装在 D 盘里面。



图 1-19 选择设计功能的对话框

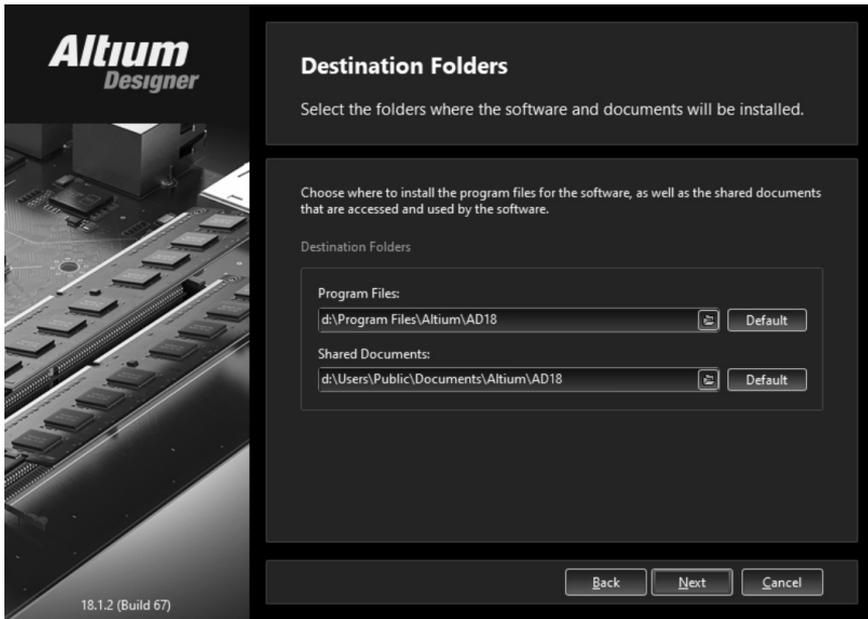


图 1-20 设置安装目录的对话框

- (5) 单击 Next 按钮，弹出准备安装的对话框，如图 1-21 所示。

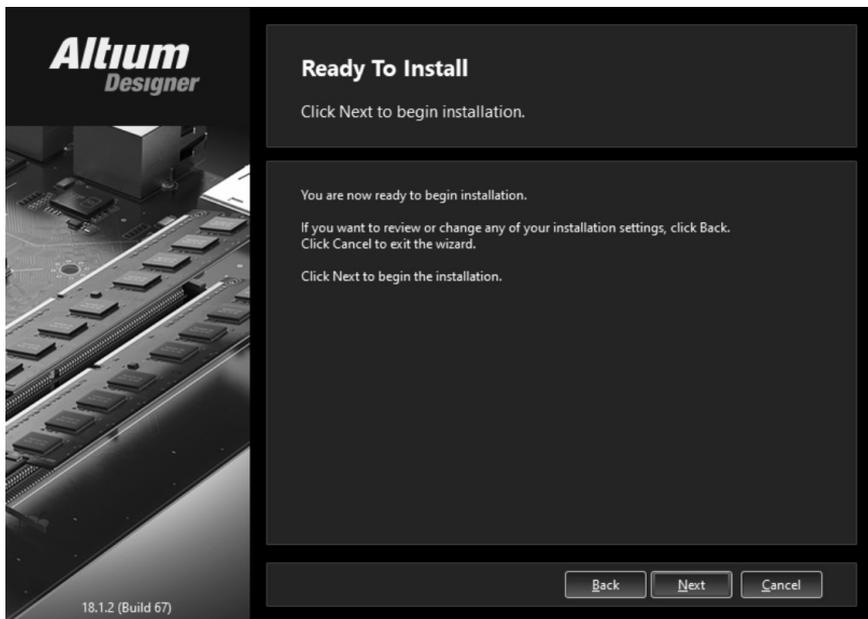


图 1-21 准备安装的对话框

- (6) 单击 Next 按钮，弹出正式安装的对话框，如图 1-22 所示。根据不同电脑的不同性能，安装需要的时间有所不同。



图 1-22 正式安装的对话框

(7) 安装完成后，弹出结束对话框，如图 1-23 所示。单击 Finish 按钮，完成 AD18 软件的安装。

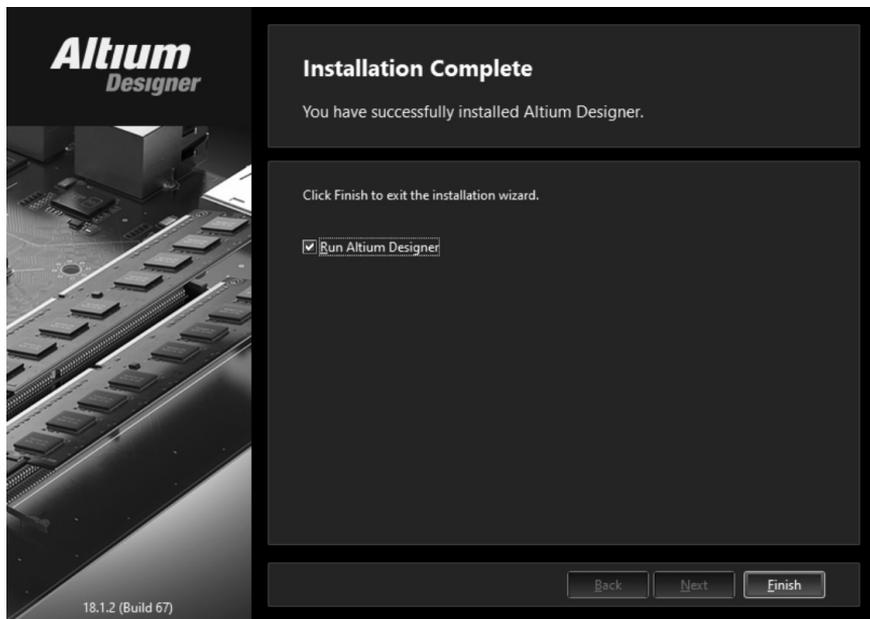


图 1-23 结束对话框

1.4.3 Altium Designer 的组成部分

和其他 Windows 软件的界面类似，AD18 软件的界面包括标题栏、菜单栏、工具栏、状态



栏和项目面板等部分。图 1-24 所示为 AD18 软件的原理图编辑界面。AD18 软件的项目面板是指图 1-24 左侧的 Projects 部分，项目面板包含该项目的所有文件。

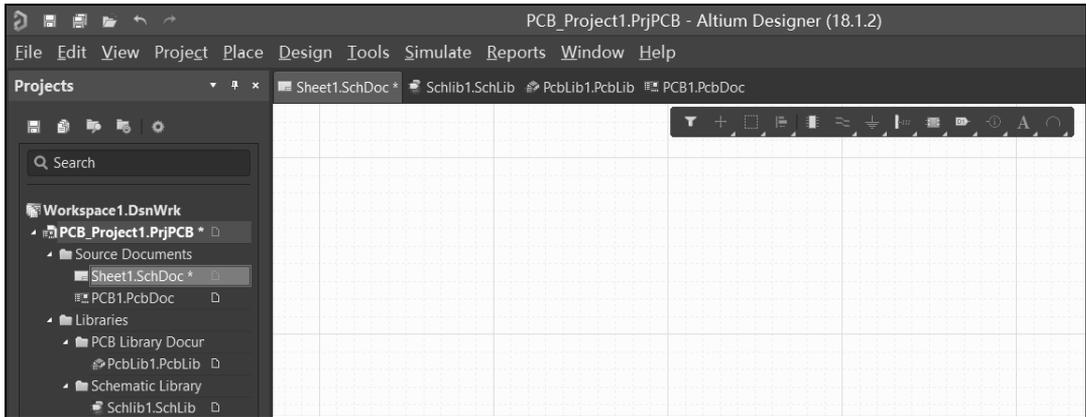


图 1-24 AD18 软件的原理图编辑界面

Altium Designer 18 软件有 4 种设计界面，分别是原理图编辑界面、PCB 图编辑界面、原理图元件编辑界面和 PCB 封装编辑界面。在图 1-24 中，单击项目面板中的 Sheet1.SchDoc 字符打开原理图的编辑界面，图 1-24 右侧的浅色区域就是原理图的编辑界面。

在图 1-24 中，单击项目面板中的 PCB1.PcbDoc 字符打开 PCB 图的编辑界面，如图 1-25 所示。图 1-25 右侧的黑色区域就是 PCB 图的编辑界面。

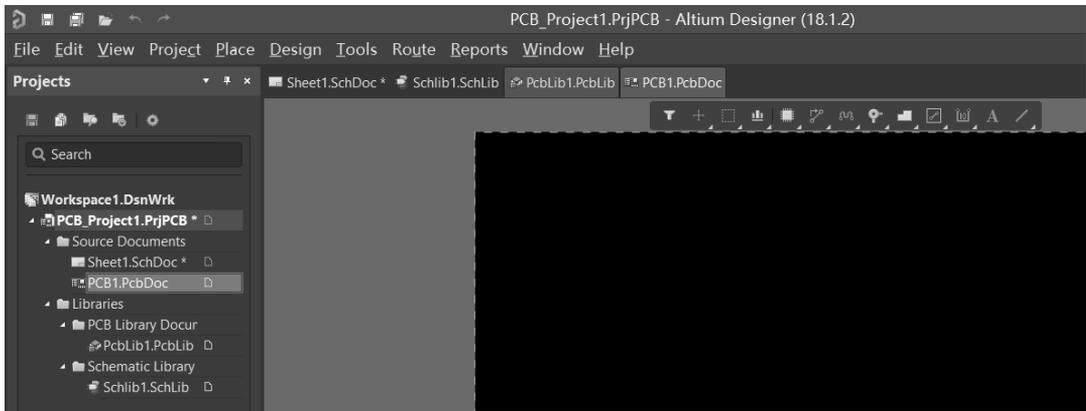


图 1-25 AD18 软件的 PCB 图编辑界面

在图 1-24 中，单击项目面板中的 Schlib1.SchLib 文件打开原理图元件的编辑界面，如图 1-26 所示。图 1-26 右侧的浅色区域就是原理图元件的编辑界面。

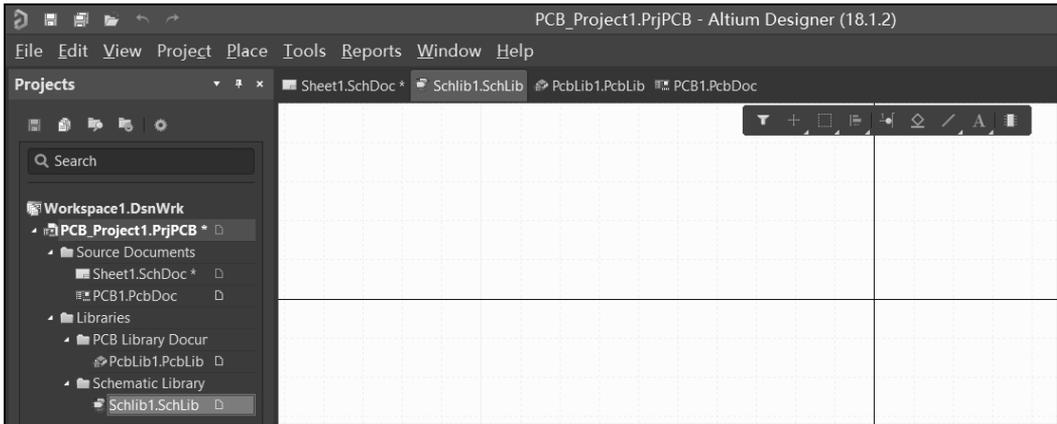


图 1-26 AD18 软件的原理图元件编辑界面

在图 1-24 中，单击项目面板中的 PcbLib1.PcbLib 文件，出现 PCB 封装的编辑界面，如图 1-27 所示。图 1-27 右侧的黑色区域就是 PCB 封装的编辑界面。要注意的是，不同的界面具有不同的菜单和工具栏。

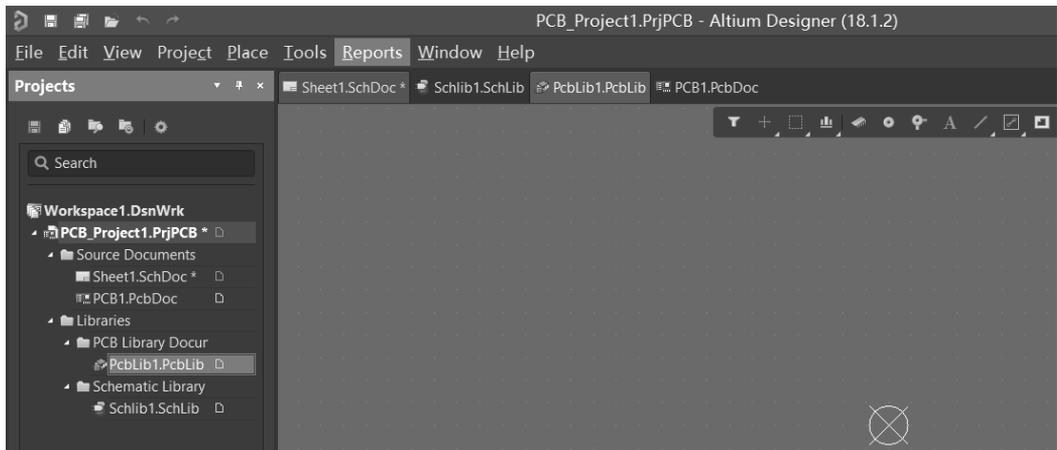


图 1-27 AD18 软件的 PCB 封装编辑界面

1.4.4 Altium Designer 的文件类型

Altium Designer 软件常用的文件类型如表 1-1 所示，在图 1-24 左侧的项目面板中列出了常用的文件类型。要注意的是，在实际操作时，若想打开工程文件(*.PrjPCB)，不要单独打开某个原理图文件、PCB 图文件和库文件。初学者往往不打开工程文件，只单独打开某个文件，例如只单独打开*.PcbDoc 文件，这种操作方式会造成有些菜单不能正常使用。

表 1-1 Altium Designer 软件常用的文件类型

文件类型	功能
*.PrjPCB	工程文件
*.SchDoc	原理图文件



(续表)

文件类型	功能
*.PcbDoc	电路板图(PCB 图)文件
*.SchLib	原理图的元件库文件
*.PcbLib	PCB 封装的库文件
*.IntLib	混合库文件, 此文件里既有原理图的元件, 也有 PCB 图的封装
*.Bom	原理图使用的所有元器件的清单

Protel 软件是 Altium Designer 软件的老版本, 有的工程师还在使用此版本。Protel 软件的文件类型如表 1-2 所示。

表 1-2 Protel 软件常用的文件类型

文件类型	功能
*.Ddb	工程文件
*.Sch	原理图文件
*.Pcb	电路板图(PCB 图)文件
*.Lib	原理图的元件库文件或 PCB 图封装的库文件
*.Net	网络表文件
*.Erc	电气规则检查错误报表文件

1.4.5 Altium Designer 的功能

Altium Designer 软件可实现以下功能。

(1) 电路原理图设计。Altium Designer 软件能够设计电路的原理图。一般来说, 首先设置原理图图纸的大小, 并放置电子元器件; 然后, 完成电子元器件引脚的连线; 最后, 进行检查、保存和打印。

(2) 电路板设计。Altium Designer 软件能够设计印刷电路板图(即 PCB 图)。此软件能够进行自动布局和自动布线。在布局和布线之前, 需要首先设置电路板的形状和大小。

(3) 电路仿真设计。Altium Designer 软件提供了大量仿真元件, 能够进行电路的仿真和查看仿真结果。在进行仿真时, 只需要画好原理图, 不需要画 PCB 图, 再添加激励源, 即可进行电路的仿真。

(4) 电路的信号完整性分析。Altium Designer 软件具有分析信号完整性的功能, 能够检查信号的反射、串扰、延时和阻抗等。

1.4.6 Altium Designer 的中文菜单

打开 AD18 软件后选择 **Tools / Preferences** 命令，弹出如图 1-28 所示的对话框。在此对话框中，首先单击 **System / General**，选中 **Use localized resources** 复选框，会弹出一个对话框，提示要重新启动此软件才能够生效；然后，单击 **OK** 按钮；最后，把 AD18 软件关闭，再重现打开此软件，此软件就会显示出中文形式的菜单，如图 1-29 所示。AD18 软件的中文菜单有一个缺点，即有些菜单的翻译不准确。对于初学者来说，可以使用中文菜单进行学习。对此软件熟练之后，建议使用英文的菜单，因为英文的菜单更加准确一些。Altium Designer 软件也支持德文、法文和日文等多种语言。

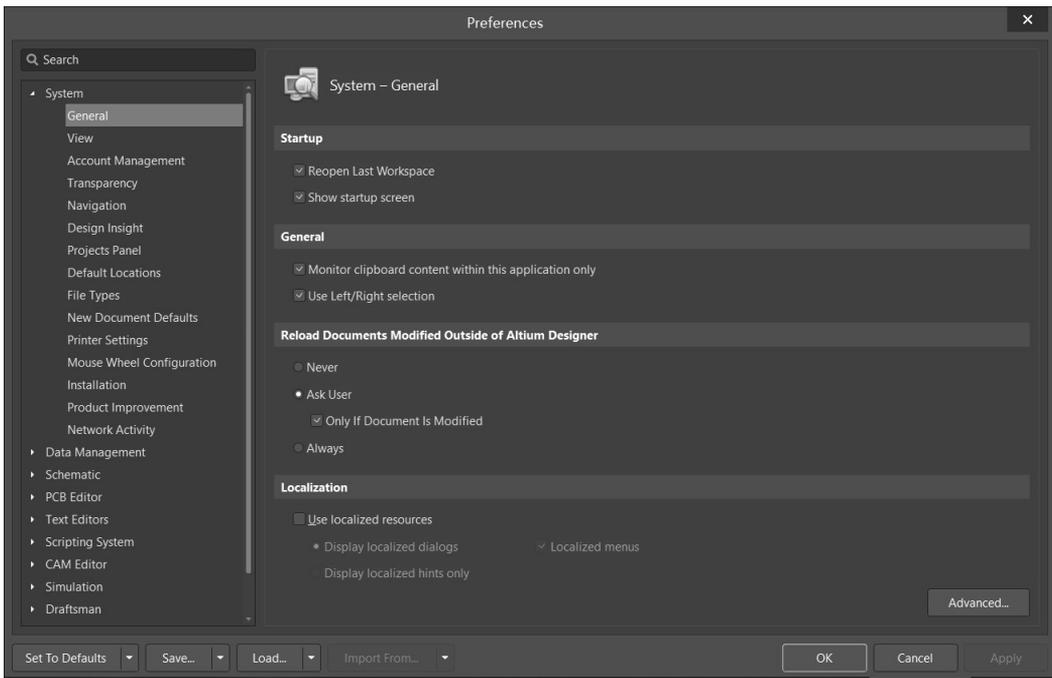


图 1-28 AD18 软件的中文菜单设置对话框

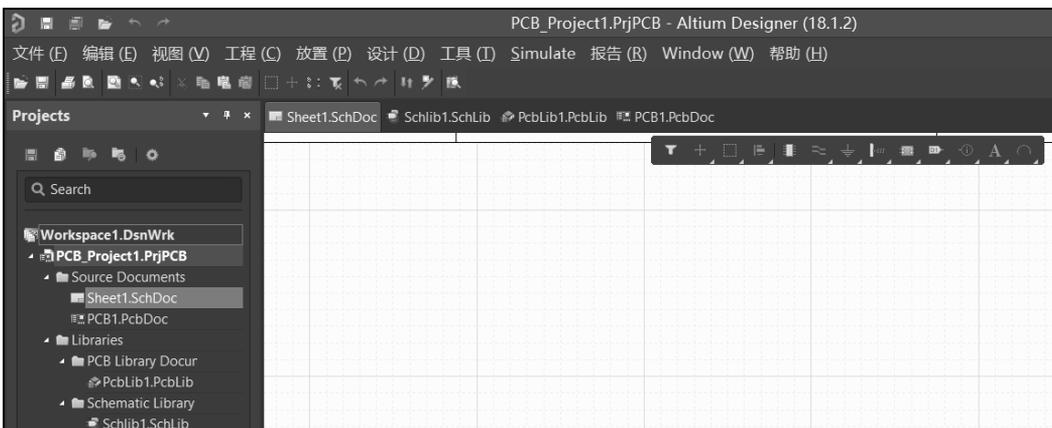


图 1-29 AD18 软件的中文菜单



1.4.7 Altium Designer 与 Protel 的比较

相对于老版本的 Protel 软件来说, Altium Designer 软件使用起来更加方便。具体来说, Altium Designer 软件有以下 3 个方面的优势。

(1) 使用鼠标进行视图的放大、缩小和移动。Altium Designer 软件能够使用鼠标的中间键进行视图的放大和缩小, 也能够使用鼠标的右键移动视图的位置, 而 Protel 软件不具有这个功能。

(2) 项目文件的管理。Protel 软件把所有文件都存放在一个扩展名为 ddb 的项目文件中, 而 Altium Designer 软件的原理图文件、PCB 图文件、原理图元件库文件和封装库文件都存放在各自对应的文件, 方便管理。

(3) Altium Designer 不需要生成网络表。Protel 软件在完成原理图之后, 首先需要生成网络表, 然后把网络表送入 PCB 图文件中, 才能进行 PCB 图的布局和布线操作。Altium Designer 软件取消了网络表, 所以它的操作步骤得到了更进一步的简化。网络表是根据原理图产生的描述文件, 此文件包括每个元器件的封装类型和所有元器件引脚之间的连接关系。

1.4.8 Altium Designer 和 Protel 之间的兼容性

Altium Designer 软件能够直接打开 Protel 软件的 ddb 文件, 但是 Protel 软件无法直接打开 Altium Designer 软件的文件。在 Altium Designer 软件中, 选择 File / Save Copy As 命令, 把扩展名为 Schdoc 的原理图文件和扩展名为 Pcbdoc 的电路板文件分别另存为扩展名为 Sch 的原理图文件和扩展名为 Pcb 的电路板文件, 即可被 Protel 软件打开。

1.5 电路板的设计过程和制造过程

对于硬件工程师来说, 只需要设计 PCB 图即可, PCB 图已经包含了电路板的所有信息。根据 PCB 图, 电路板加工厂就能够制造出电路板。

1.5.1 电路板的设计过程

电路板的设计过程如图 1-30 所示。第一步是设计分析, 此步骤主要分析电路板实现的功能, 以及使用哪些电子元器件。例如, 为了实现信号的放大, 需要使用集成运放和电阻等元器件。第二步是使用 Altium Designer 软件新建一个 PCB 项目。第三步是完成电路原理图的设计。具体工作包括: 设置原理图图纸的大小, 一般为 A4 类型, 目的是方便使用打印机进行打印; 画出各个元器件引脚之间的连线; 如果已有的元件库文件没有所需要的元件, 还需要在元件库文件中画出这个元件; 如果电路图比较复杂, 需要使用层次原理图; 根据实际的需要, 给每个元件设置不同的封装属性; 在画完原理图之后, 使用 Altium Designer 软件提供的

菜单检查电路图是否有错误。早期的老版本 Protel 软件还需要生成网络表文件，Altium Designer 软件不需要生成网络表文件。第四步是设计 PCB 图。具体工作包括设置电路板的物理形状、设置电路板的长度和宽度、设置电路板的层数(默认是两层电路板)、布局、布线和 PCB 图错误的检查。第五步是加工电路板。把 PCB 图给电路板加工厂制造电路板，需要支付加工费用。

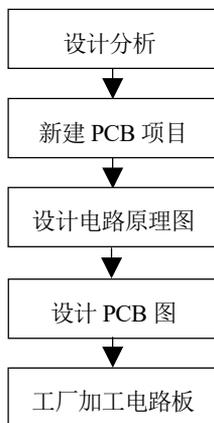


图 1-30 电路板的设计过程

1.5.2 电路板的制造过程

电路板的制造过程不是本书的重点，这里只做简单的介绍。电路板的制造过程可以分为三种类型：工厂批量生产、手工制造、使用雕刻机制造。

1. 工厂批量生产电路板

电路板加工厂的工艺流程包括选材下料、内层制作、外层制作、压合、钻孔、镀铜(孔金属化)、防焊锡印刷、文字印刷、外形加工和检验等。不同类型的电路板使用不同的基板材料。例如，高频电路板使用的基板和低频电路板使用的基板不一样。对于多层电路板，不仅需要制造电路板的外层，即顶层和底层，还需要制造电路板的中间层。在制造完电路板的外层和中间层之后，使用黏合剂把这些层黏合在一起。对于过孔和带有孔的焊盘，不仅需要完成钻孔，还需要对孔进行镀铜即孔金属化，把孔的外表镀上铜金属。然后在焊盘上镀锡或镀金，方便电子元器件引脚的焊接。文字印刷指在电路板的表面印刷文字、符号和图形等。根据 PCB 图中指示的电路板尺寸和形状，完成电路板外形的制造。在完成电路板的加工之后，还需要检测过孔的质量、焊盘的质量和铜模导线的质量等。

在加工电路板时，根据实际的需要，设置电路板具有不同的厚度。在特殊情况下，例如高压的情况下，需要设置电路板具有更大的厚度。在没有焊盘的位置，即不需要焊接的地方，还要完成防焊锡印刷，即涂上防止焊锡流动的阻焊材料或防焊锡油，防止焊锡停留在不需要焊接的地方，方便完成电子元器件引脚和焊盘之间的焊接。阻焊材料可以具有不同的颜色，例如绿

色、蓝色、黑色和黄色等，如图 1-31 所示。

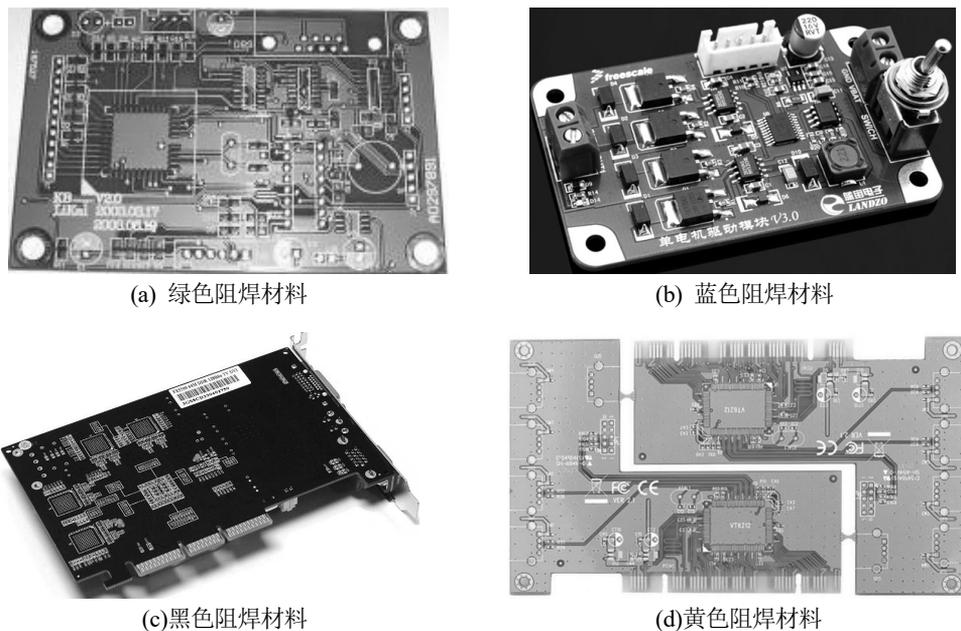


图 1-31 电路板不同颜色的阻焊材料

2. 手工制造电路板

在网上能够搜索到很多手工制造电路板的方法，这里仅介绍其中一种制造单层电路板的方法。制造电路板需要准备好的材料，包括感光电路板、两块大小适中的玻璃、透明菲林(或半透明硫酸纸)、显像剂、三氯化铁和钻孔工具等，这些材料在网上都能够购买到。手工制造单层电路板的工艺流程具体介绍如下。

- (1) 使用 Altium Designer 软件画出 PCB 图。
- (2) 使用激光打印机把 PCB 图打印到菲林(又称为银盐感光胶片)上。
- (3) 曝光。感光电路板的铜皮面被一层绿色的感光膜所覆盖。首先去掉感光电路板上的保护膜，然后把打印好的菲林铺在感光电路板上，对好位置，压上玻璃，在台灯下曝光。
- (4) 显像。调制显像剂，将曝光后的感光电路板放入调制好的显像剂中。
- (5) 蚀刻电路板。将三氯化铁放入塑料盆的水中，放入电路板，大约十几分钟即可完成蚀刻过程。这个过程实际上就是把感光电路板表面没有电路的铜金属腐蚀掉。
- (6) 使用电钻完成打孔。

3. 使用雕刻机制造电路板

使用雕刻机制造电路板的步骤具体介绍如下。

- (1) 使用 Altium Designer 软件设计原理图和 PCB 图。

(2) 把雕刻机和计算机使用通信电缆连接在一起，在计算机上安装专门的雕刻软件，设置雕刻软件参数。雕刻机如图 1-32 所示。



图 1-32 制造电路板的雕刻机

(3) 完成雕刻。雕刻软件根据 PCB 图，通过通信电缆控制雕刻机进行雕刻。雕刻机上安装有钻头，能够把过孔、铜箔走线和安装孔雕刻出来。

使用雕刻机加工电路板的最小线径可以达到 4~8mil，最小的加工线距为 6~8mil。这种电路板制造方式适合于小批量的电路板制造，其缺点是需要购买雕刻机和敷铜板，只能制造单层电路板和双层电路板，不能制造多层电路板。敷铜板指原始板，就是电路板的表面全部都铺满铜金属。使用雕刻机，在敷铜板上把元器件引脚之间的连接电路雕刻出来。

1.6 国际著名半导体公司简介

在进行电路板的设计时，需要使用半导体公司生产的电子元器件，所以有必要对国际上著名的半导体公司进行介绍。首先解释为什么把生产电子元器件的公司称为半导体公司。这是因为这些公司生产的电子元器件大部分都是集成电路芯片，而芯片内部的基本结构是 PN 结，PN 结使用半导体材料进行制造，所以把这些公司统称为半导体公司。半导体公司可以分为以下 3 种类型。

(1) 集成电路设计公司。这类公司只设计芯片内部电路的图纸，不制造芯片，例如华为、联发科和高通等。

(2) 晶圆代工公司。这类公司只制造芯片，不设计芯片内部电路的图纸，例如台积电、中芯国际、华虹半导体和格芯等。

(3) 垂直整合制造(Integrated Design and Manufacture, IDM)公司。这类公司既设计芯片内部电路的图纸，又制造芯片，例如三星公司和英特尔等。



国际上著名的半导体公司有很多,例如德州仪器(Texas Instruments, TI)公司、芯科实验室(Silicon Laboratories)公司、飞思卡尔半导体(Freescale Semiconductor)公司、爱特梅尔(ATMEL)公司、亚德诺半导体(Analog Devices, AD)公司、赛普拉斯(CYPRESS)公司、赛灵思(XILINX)公司、阿尔特拉(ALTERA)公司、美信半导体(MAXIM)公司、高通(QUALCOMM)公司、联发科公司、展讯公司、华为公司、英特尔(INTEL)公司、超微(AMD)公司、微芯(MICROCHIP)公司、飞利浦半导体(PHILIPS)公司、安森美半导体(ON Semiconductor)公司、国际整流器(IR)公司、国家半导体(NS)公司、东芝半导体(TOSHIBA)公司、仙童半导体(FAIRCHILD)公司、亚洲瑞萨科技(RENESAS)公司和 NEC 半导体公司等。下面介绍其中的一些公司。

1. TI 公司

TI 公司的网址是 www.ti.com.cn, 其生产的主要芯片包括 MSP430 系列单片机、数字信号处理(Digital Signal Processor, DSP)芯片(例如 2000 系列、5000 系列和 6000 系列等)、集成运放芯片、74 系列芯片和其他常用的芯片等。该公司的 Logo 和芯片示例如图 1-33 所示。

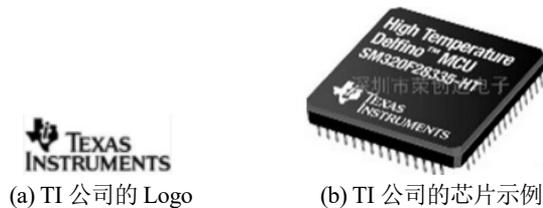


图 1-33 TI 公司的 Logo 和芯片示例

2. Silicon Laboratories 公司

Silicon Laboratories 公司的网址是 www.silabs.com, 它主要生产 C8051F 系列单片机, 例如 C8051F020 和 C8051F120 等, 如图 1-34 所示。



图 1-34 C8051F020 芯片

3. ATMEL 公司

ATMEL 公司的网址是 www.atmel.com, 它主要生产 AT89C51 单片机、AVR 系列单片机等。该公司的 Logo 和芯片示例如图 1-35 所示。



(a) ATMEL 公司的 Logo



(b) ATMEL 公司的芯片示例

图 1-35 ATMEL 公司的 Logo 和芯片示例

4. AD 公司

AD 公司主要生产 ADC 芯片和 DAC 芯片，即模拟信号和数字信号相互转换的芯片。该公司的 Logo 和芯片示例如图 1-36 所示。



(a) AD 公司的 Logo



(b) AD 公司的芯片示例

图 1-36 AD 公司的 Logo 和芯片示例

5. CYPRESS 公司

CYPRESS 公司主要生产 USB 接口芯片和 RAM 芯片等，例如 USB2.0 芯片 CY7C68013。该公司的 Logo 和芯片示例如图 1-37 所示。



(a) CYPRESS 公司的 Logo



(b) CYPRESS 公司的芯片示例

图 1-37 AD 公司的 Logo 和芯片示例

6. XILINX 公司和 ALTERA 公司

XILINX 公司和 ALTERA 公司主要生产 CPLD 芯片和 FPGA 芯片，这两个公司的 Logo 和芯片示例如图 1-38 所示。

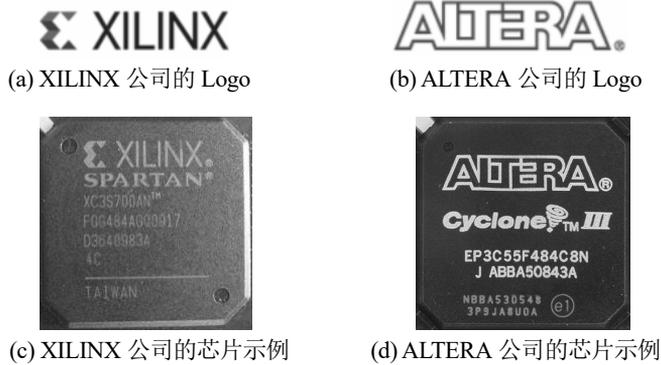


图 1-38 XILINX 公司和 ALTERA 公司的 Logo 和芯片示例

7. MAXIM 公司

MAXIM 公司主要生产 232 和 485 接口芯片等，例如 MAX232、MAX485 和 MAX3232。此公司的 Logo 如图 1-39 所示。

8. 高通公司

高通公司主要生产手机中使用的 CPU 芯片，如图 1-40 所示。



图 1-39 MAXIM 公司的 Logo



图 1-40 高通公司的芯片示例

9. 微芯公司

微芯公司主要生产 PIC 系列的单片机，它的网址是 www.microchip.com。此公司的 Logo 如图 1-41 所示。



图 1-41 微芯公司的 Logo

思考练习

1. 电路板有哪些功能？



2. EDA 和 PCB 的定义是什么？
3. 电路板的发展有哪几个阶段？
4. 列举 10 个国际上著名的半导体公司，并说出这些公司的主要产品。